

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN ĐỊA CHẤT

ĐỀ TÀI ĐỘC LẬP CẤP NHÀ NƯỚC
NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢP CÁC LOẠI HÌNH
TAI BIẾN ĐỊA CHẤT TRÊN LÃNH THỔ VIỆT NAM
VÀ CÁC GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH
(Giai đoạn II: Các tỉnh miền núi phía Bắc)

BÁO CÁO ĐỀ TÀI NHÁNH:
NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TAI BIẾN NÚT - SỤT ĐẤT
VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC

Hà Nội - 2004

5263-5

28/04/2005

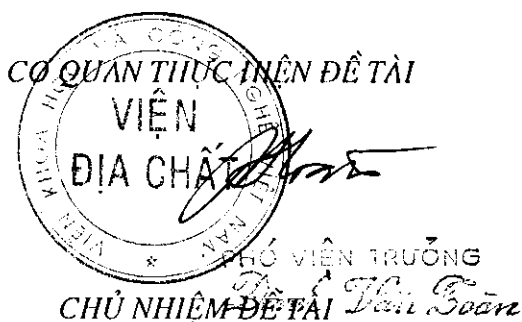
VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN ĐỊA CHẤT

ĐỀ TÀI ĐỘC LẬP CẤP NHÀ NƯỚC

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TỔNG HỢP CÁC LOẠI HÌNH
TẠI BIẾN ĐỊA CHẤT TRÊN LÃNH THỔ VIỆT NAM
VÀ CÁC GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH
(Giai đoạn II: Các tỉnh miền núi phía Bắc)

BÁO CÁO ĐỀ TÀI NHÁNH:

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TẠI BIẾN NÚT - SỤT ĐẤT
VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC



NHỮNG NGƯỜI THỰC HIỆN CHÍNH:

1. TS. Đinh Văn Toàn - Chủ trì
2. TS. Nguyễn Văn Hùng
3. TS. Vũ Văn Chinh
4. KS. Trịnh Việt Bắc
5. TS. Đoàn Văn Tuyến
6. TS. Nguyễn Đăng Túc
7. TS. Trần Đình Tô
8. TS. Bùi Văn Thơm
9. TS. Phạm Văn Hùng
10. TS. Vi Quốc Hải

TS. Trần Trọng Huệ

MỤC LỤC

	Trang
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I Một số đặc điểm tự nhiên vùng miền núi phía Bắc	3
I. Đặc điểm địa hình	3
I.1 Đặc điểm địa hình núi và đồi:	3
I.2. Đặc điểm địa hình cao nguyên và bình sơn nguyên	10
I.3. Đặc điểm địa hình đồng bằng thung lũng sông và trũng giữa núi ở miền núi phía bắc Việt Nam:	11
II. Đặc điểm mạng lưới thuỷ văn	13
III. Địa tầng	17
3.1. Giới Proteozoi	17
3.2. Phụ giới Proteozoi thượng-phụ giới Paleozoi hạ	17
3.3. Hệ Cambri	17
3.4. Phụ giới Paleozoi hạ - Silua	18
3.5. Hệ Đêvôn	18
3.6. Phụ giới Paleozoi thượng	18
3.7. Giới Mezozoi	19
3.8. Giới Kainozoi	20
3.9. Các thành tạo macma xâm nhập	21
IV. Đặc điểm cấu trúc địa chất	22
4.1. Đối cấu trúc Sông Hồng	23
4.2. Đối cấu trúc Sông Mã	23
4.3. Đối cấu trúc Sông Lô	23
4.4. Đối cấu trúc Bắc Thái -Hạ Lang	24
4.5. Đối cấu trúc Quảng Ninh	24
4.6. Đối cấu trúc Mezozoi Sông Đà	24
4.7. Đối cấu trúc Mezozoi Tú Lệ	25
4.8. Đối cấu trúc Mezozoi Phong Sa Lý	25
4.9. Đối cấu trúc Mezozoi Sông Hiến	25
4.10. Đối cấu trúc Mezozoi An Châu	25
4.11. Đối cấu trúc Mezozoi Sầm Nưa	26
4.12. Các đối cấu trúc Kainozoi	26
V. Khái quát địa chất thuỷ văn ở miền núi phía Bắc Việt Nam	27
5.1. Khái quát về miền địa chất thuỷ văn Tây Bắc Việt Nam	27
5.2. Khái quát về miền địa chất thuỷ văn Đông Bắc Việt Nam	29
 CHƯƠNG II Hiện trạng tai biến nứt sụt đất vùng nghiên cứu	
I. Hiện trạng nứt - trượt đất vùng Tây Bắc	33
1.1. Hiện trạng nứt, trượt lở khu vực tỉnh Lai Châu	33

1.2. Hiện trạng nứt, trượt lở khu vực tỉnh Sơn La	36
1.3. Tỉnh Hoà Bình	39
II. Hiện tượng nứt, sụt đất, trượt lở dọc đới Sông Hồng	46
2.1. Tỉnh Lào Cai	46
2.2. Hiện trạng nứt, trượt lở khu vực phía tây tỉnh Yên Bái	48
2.3. Nứt trượt đất tại tỉnh Phú Thọ	49
III. Hiện trạng nứt trượt đất ở vùng Đông Bắc Việt Nam	50
3.1. Tỉnh Hà Giang	51
3.2. Tỉnh Tuyên Quang	51
3.3. Tỉnh Lạng Sơn	53
3.4. Nứt sụt đất ở Cao Bằng	53
3.5. Nứt sụt đất ở Bắc Cạn	55
3.6. Nứt sụt đất ở Thái Nguyên	55
3.7. Nứt sụt đất tại Quảng Ninh	56
CHƯƠNG III Các nghiên cứu bổ sung đánh giá các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo và hoạt động hiện đại	58
I. Về phân bố mạng lưới các hệ thống đứt gãy kiến tạo	58
1.1. Đối với trường Từ	59
1.2. Đối với trường Trọng lực	60
II. Một số khảo sát nghiên cứu bổ sung bằng các phương pháp kiến tạo vật lý và địa chất - địa mạo	62
2.1. Các phương pháp kiến tạo vật lý	63
2.2. Các phương pháp phân tích kiến trúc đứt gãy	67
2.3. Các phương pháp địa mạo	69
III. Các khảo sát địa vật lý trong các đới đứt gãy tân kiến tạo và hoạt động hiện đại.	85
3.1. Địa nhiệt	85
3.2. Kết quả khảo sát các đới phá huỷ kiến tạo biểu hiện ngay gần bề mặt bằng phương pháp thăm dò điện và địa chấn nông.	96
IV. Phương pháp Đo dịch chuyển bằng GPS	101
4.1. Vài nét về đới đứt gãy Sông Đà	101
4.2. Thiết lập lưới GPS sông Đà	102
4.3. Đo đạc và kết xử lý số liệu GPS lưới Sông Đà	103
V. Về hoạt động động đất ở lãnh thổ Bắc Việt Nam.	106
CHƯƠNG IV Đặc điểm các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo và hoạt động hiện đại	110
I. Đặc điểm của các đới đứt gãy tân kiến tạo chính khu	

vực Tây Bắc	
1.1. Đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên	110
1.2. Đới Pắc Ma - Mường Tè và đới Sìn Thầu - Mường Nhé	110
1.3. Đặc điểm đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên	112
1.4. Đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ	114
1.5. Đới đứt gãy Sông Đà	115
1.6. Đới đứt gãy Sơn La - Bìm Sơn	118
1.7. Đặc điểm đới đứt gãy Sông Mã	122
1.8. Một số đới đứt gãy bậc cao hơn	124
II. Đới Sông Hồng – Sông Chảy	125
III. Đặc điểm đứt gãy Tân kiến tạo vùng Đông Bắc	130
3.1. Đặc điểm các đứt gãy phương tây bắc - đông nam	137
3.2. Đặc điểm các đới đứt gãy vòng cung á kinh tuyến	144
3.3. Đặc điểm các đứt gãy vòng cung á vĩ tuyến	151
CHƯƠNG V	
Dự báo phân vùng nguy cơ tai biến nứt sụt đất và kiến nghị một số giải pháp giảm nhẹ thiệt hại	163
I. Các yếu tố tác động thành phần sử dụng cho tính toán	164
1.1. Về nghiên cứu đánh giá các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo và hoạt động hiện đại	164
1.2. Sơ đồ mật độ Lineament	165
1.3. Các khối kiến trúc tân kiến tạo	166
1.4. Đặc điểm lan truyền cấp chấn động cực đại do động đất gây ra	182
1.5. Đặc điểm phân bố thạch học các thành tạo địa chất	184
1.6. Đặc điểm phân bố mật độ sông suối	191
1.7. Đặc điểm sườn dốc địa hình	192
1.8. Về phân bố lượng mưa trung bình hàng năm	193
II. Tính toán dự báo phân vùng nguy cơ nứt sụt đất	194
III. Một số kiến nghị về giải pháp giảm nhẹ thiệt hại	201
3.1. Giải pháp qui hoạch	201
3.2. Một số giải pháp cụ thể đối với các tai biến địa chất xảy ra trong những năm vừa qua	202
Kết luận	209
Tài liệu tham khảo	210

(Các hình vẽ, sơ đồ mẫu, vẽ theo đồ án
Phân phụ lục - Quek mẫu)

MỞ ĐẦU

Vùng miền núi phía Bắc nước ta là nơi thường xuyên xảy ra nhiều loại tai biến địa chất, gây nhiều thiệt hại cho dân cả người và của. Cũng dễ hiểu, cùng với gia tăng nhịp độ phát triển kinh tế – xã hội, mức độ can thiệp của con người vào các thực thể tự nhiên ngày càng sâu rộng hơn, dẫn đến một số loại tai biến cũng gia tăng theo. Phần nghiên cứu đánh giá tai biến nứt sụt đất vùng lãnh thổ thuộc miền núi phía Bắc là một trong những nội dung của đề tài: “ *Nghiên cứu tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng tránh*” trong giai đoạn: 2001 – 2003. Mục tiêu của đề tài nhánh này là:

- Dự báo phân vùng nguy cơ tai biến nứt sụt đất vùng nghiên cứu, làm cơ sở khoa học phục vụ định hướng quy hoạch khai thác hợp lý lãnh thổ.

Tai biến nứt sụt đất, nứt trượt đất có qui mô lớn, phân bố có qui luật thường liên quan nhiều đến các yếu tố nội sinh, bởi vậy phần đề tài này chú trọng đến việc nghiên cứu đánh giá các hệ thống đứt gãy hoạt động trong vùng nghiên cứu. Theo đó, ngoài việc thu thập các số liệu sẵn có, tham khảo các kết quả mới của một số đề tài đang tiến hành nghiên cứu, phần đề tài này cũng đã triển khai bổ sung một khối lượng các khảo sát nghiên cứu đáng kể. Các phương pháp địa chất - địa mạo, các phương pháp kiến tạo vật lý vẫn được tiếp tục thực hiện trong đề tài với nhiều tuyến khảo sát, trong đó dấu hiệu hoạt động trẻ và hiện đại được quan tâm đặc biệt. Một khối lượng khá lớn các tài liệu khảo sát địa vật lý gồm: đo địa chấn, thăm dò điện và đo địa nhiệt đã được bổ sung trong đề tài. Các tài liệu này, một mặt cho phép phát hiện các vùng phá huỷ đứt gãy ngay trong lớp đất đá gần bề mặt, một dấu hiệu liên quan trực tiếp đến hoạt động trẻ của đứt gãy, mặt khác bổ sung cho liên kết với tài liệu địa chất, có thể chính xác thêm vùng không gian phân bố của các đới động lực đứt gãy. Tại không ít điểm tai biến xảy ra, tài liệu này đã xác nhận nứt trượt đất xuất hiện trực tiếp ngay trên vùng phá huỷ của đứt gãy.

Nhằm tìm kiếm thêm các dấu hiệu hoạt động hiện đại, đề tài cũng đã triển khai đo GPS theo 2 chu kỳ tại lưới đo thiết kế cho đới đứt gãy Sông Đà ở khu vực Sơn La. Đáng tiếc là số liệu này còn quá ít.

Cho dù nứt sụt đất có qui mô lớn, có qui luật thường liên quan nhiều đến các yếu tố nội sinh, nhưng các yếu tố khác như: thành phần thạch học, mức độ phân cắt địa hình, sườn dốc v.v... ít nhiều cũng gây ảnh hưởng. Trong những điều kiện nhất định các yếu tố trên cũng có thể chính là những tác nhân trực tiếp gây tai biến, bởi vậy đề tài cũng đã tiến hành nghiên cứu đánh giá các yếu tố này trong mối liên quan với tai biến nứt sụt đất.

Việc dự báo phân vùng tiềm năng phát sinh tai biến nứt sụt đất được tiến hành trên cơ sở tích hợp không gian các yếu tố tác động thành phần bằng việc sử dụng phần mềm ILWIS 3.0.

Mặc dù đề tài đã có nhiều cố gắng nhưng cũng còn nhiều vấn đề liên quan đến các yếu tố tác động thành phần vẫn cần phải được tiếp tục nghiên cứu. Trong đó, sơ đồ đứt gãy hoạt động cũng chỉ mới dừng ở mức phản ánh khái quát các hệ thống đứt gãy chính trong vùng nghiên cứu. Thực tế thì ở vùng này các đới đứt gãy kích thước nhỏ hơn vẫn là đối tượng có thể gây tai biến nứt sụt đất, còn chưa có điều kiện quan tâm đúng mức trong đề tài. Tương tự như vậy với các yếu tố tác động thành phần khác. Tập thể tác giả cho rằng, để dự báo phân vùng đáp ứng được yêu cầu ngày càng cao của thực tế thì việc triển khai hướng nghiên cứu này ở mức chi tiết hơn, toàn diện hơn là rất cần thiết.

Đề tài nhánh được hoàn thành dưới sự chủ trì của tiến sĩ Đinh Văn Toàn, với sự tham gia của nhiều cán bộ khoa học: ThS. Trịnh Việt Bắc, TS. Nguyễn Văn Hùng, TS. Vũ Văn Chính, TS. Nguyễn Đăng Túc, TS. Bùi Văn Thơm, TS. Phạm Văn Hùng, TS. Đoàn Văn Tuyển, KS. Lại Hợp Phòng, KS. Nguyễn Thị Hồng Quang, TS. Trần Đình Tô, TS. Vi Quốc Hải, TS. Dương Chí Công, KS. Nguyễn Huy Thịnh, Nguyễn Quang Xuyên.

Trong thời gian thực hiện, đề tài luôn nhận được sự hỗ trợ về kinh phí và tinh thần của TS. Trần Trọng Huệ với tư cách vừa là Chủ nhiệm đề tài, vừa là Viện trưởng – Viện Địa chất.

Đề tài cũng nhận được sự hỗ trợ kịp thời về nhiều mặt của các bộ phận chức năng của Viện Địa chất. Nhân dịp này tập thể tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới các đồng chí nói trên. Tập thể tác giả cũng mong muốn được sự đóng góp ý kiến của các bạn đồng nghiệp gần xa cho các kết quả của đề tài.

Tập thể tác giả

CHƯƠNG I

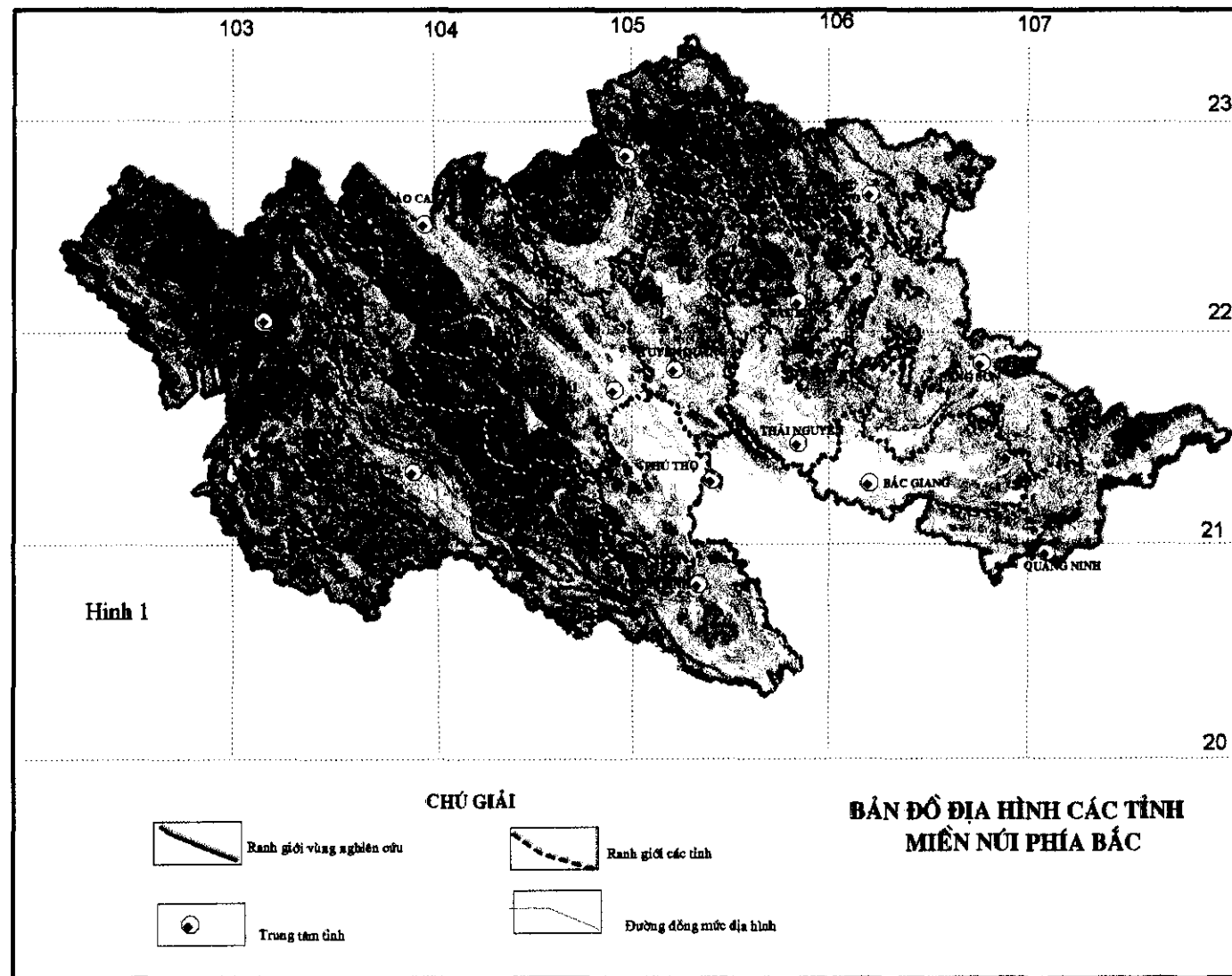
MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC

I. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÌNH:

Trên lãnh thổ miền núi phía bắc Việt Nam, địa hình bề mặt Trái Đất phân bố, phát triển rất phong phú và đa dạng, bao gồm đầy đủ các kiểu địa hình núi cao, núi trung bình, núi thấp, đồi, bình sơn nguyên, cao nguyên, các đồng bằng thung lũng sông và trũng giữa núi. Sự hình thành và phát triển của chúng phản ánh mối liên quan rất chặt chẽ với chuyển động của vỏ Trái đất trong giai đoạn tân kiến tạo và hiện đại. Cũng chính vì vậy mà một đặc điểm rất nổi bật của địa hình miền núi phía bắc Việt Nam là sự phân bố và phát triển của chúng rất phù hợp với bình đồ cấu trúc tân kiến tạo và hiện đại. Các dải núi và đồi phát triển trên các cấu trúc nâng uốn nếp khối tảng, khối tảng địa lũy. Các dải đồng bằng thung lũng sông và trũng giữa núi phát triển trên các cấu trúc sụt trũng dọc các đới phá huỷ đứt gãy tân kiến tạo - hiện đại (hình 1).

I.1 Đặc điểm địa hình núi và đồi:

Khu vực nghiên cứu phân bố đầy đủ các dạng địa hình núi cao, núi trung bình, núi thấp và đồi. Chúng hình thành và phát triển trên 2 đới cấu trúc tân kiến tạo - hiện đại: đới cấu trúc Tây Bắc và đới cấu trúc Đông Bắc Việt Nam. Ranh giới giữa chúng là đới đứt gãy Sông Hồng. Tương ứng với 2 đới cấu trúc tân kiến tạo đó chính là 2 miền địa hình Tây Bắc và Đông Bắc. Hai miền địa hình này có những đặc điểm sơn văn (sự phân bố, hình thái và lịch sử phát triển) rất khác nhau. Do vậy, căn cứ vào các đặc điểm sơn văn có thể chia vùng núi phía bắc Việt Nam thành 2 miền địa hình núi khác nhau: Tây Bắc và Đông Bắc. Đới cấu trúc Tây Bắc chủ yếu gồm các cấu trúc uốn nếp khối tảng, khối tảng địa lũy và các đới đứt gãy phát triển theo phương tây bắc - đông nam (TB-ĐN). Chính vì vậy địa hình phát triển trên đới cấu trúc này chủ yếu là các dải núi và đồi cũng phát triển theo phương TB-ĐN. Đới cấu trúc Đông Bắc chủ yếu gồm các cấu trúc uốn nếp khối tảng, khối tảng địa lũy và các đới đứt gãy phát triển theo phương tây bắc - đông nam (TB-ĐN) và dạng vòng cung lồi về phía đông. Chính vì vậy địa hình phát triển trên đới cấu trúc này chủ yếu là các dải núi và đồi cũng phát triển theo phương TB-ĐN và vòng cung. Trong đó các dải núi chủ yếu phân bố theo phương TB-ĐN phân bố ở phía tây, dạng vòng cung xoè như nan quạt toả về phía bắc, đông bắc phân bố ở phía đông của vùng núi Đông Bắc Việt Nam.



1.1.1. Đặc điểm địa hình núi và đồi ở Tây Bắc Việt Nam:

Địa hình vùng núi Tây Bắc Việt Nam rất đặc trưng cho một vùng vừa bị phá huỷ đập vỡ, dồn nén và nâng lên rất mạnh mẽ. Biên độ nâng lên lớn nhất ở nước ta, có thể đạt đến vài kilomet trong Tân kiến tạo. Chuyển động tân kiến tạo nâng phân dị và phá huỷ đập vỡ, trượt cắt đã cắt xẻ địa hình với cường độ rất mạnh mẽ, làm cho địa hình đồi và núi ở đây bị phân dị rất phức tạp. Chúng bị phân dị mạnh mẽ theo cả chiều ngang và chiều thẳng đứng. Theo chiều thẳng đứng, miền núi và đồi Tây Bắc Việt Nam là nơi phân bố các dải địa hình núi cao nhất nước ta xen kẽ với các dải đồi, núi thấp. Độ chênh cao địa hình rất lớn, đạt đến vài kilomet. Theo chiều ngang, sự phân dị địa hình thể hiện rất rõ thông qua các dãy núi phát triển theo dạng tuyến phương TB-ĐN với chiều dài lớn gấp nhiều lần chiều rộng. Nhìn tổng thể, địa hình núi và đồi ở Tây Bắc có dạng nhấp nhô lượn sóng (dạng front) theo phương ĐB-TN. Theo các đặc điểm về hình thái địa hình, về sự phân bố và phát triển địa hình miền núi ở Tây Bắc có thể chia miền núi này thành các vùng núi và đồi khác nhau sau đây:

1) Vùng Tây Tây Bắc (TTB) thuộc địa phận các huyện Mường Tè, Mường Nhé và Mường Lay, nằm ở phía tây của miền núi Tây Bắc Việt Nam. Ranh giới phía đông của vùng TTB là trũng thung lũng Lai Châu - Điện Biên. Ở đây, cấu trúc sơn văn rất đặc trưng bởi các dãy núi có độ cao từ trung bình đến thấp chạy dài theo phương TB-ĐN ở phần phía tây bắc từ biên giới Việt - Trung rồi chuyển sang phương á kinh tuyến ở phần phía đông nam.

- Dải núi Pu Si Lung nằm ở phía bờ đông bắc thượng nguồn sông Đà, có độ cao trung bình khoảng 2000 - 3000 m (đỉnh Pu Si Lung cao 3076 m) chạy theo phương TB - ĐN, dọc theo biên giới Việt - Trung đến phía bắc thị trấn huyện Mường Tè thì chuyển sang phương á kinh tuyến và chạy đến phía tây thị xã Lai Châu. Như vậy, dải núi này có dạng vòng cung hơi lồi về phía đông bắc. Càng về phía đông nam, độ cao càng giảm dần. Sườn phía tây nam của dải núi Pu Si Lung thuộc lãnh thổ nước ta bị cắt xẻ khá mạnh mẽ bởi tập hợp các khe suối xâm thực thượng nguồn sông Đà. Chính vì vậy, hình thái của sườn núi thẳng với độ dốc lớn, đạt $>45^\circ$. Đường đỉnh của dãy núi này có dạng sắc nét, bị cắt xẻ mạnh nên có dạng răng cưa. Các quá trình sườn rất phát triển như bóc mòn - xâm thực, xâm thực sâu và xâm thực dạt lùi, đặc biệt là quá trình sạt lở đất, trượt lở đất rất phát triển.

- Dải núi Mường Chà nằm ở bờ tây nam thung lũng sông Đà, có độ cao trung bình khoảng 1500 - 2000 m chạy theo phương TB - ĐN từ biên giới Việt - Trung đến thị trấn huyện Mường Nhé thì chuyển sang phương á kinh tuyến và chạy đến Si Pha Phìn (phía tây huyện Mường Lay). Như vậy, dải núi này cũng có dạng vòng cung hơi lồi về phía đông bắc. Càng về phía đông nam, độ cao càng giảm dần. Sườn phía tây nam của dải núi này bị cắt xẻ yếu hơn sườn phía đông bắc của nó. Sườn phía

đồng bắc bị cắt xẻ khá mạnh mẽ bởi tập hợp các khe suối xâm thực đổ vào thượng nguồn sông Đà. Chính vì vậy, hình thái của sườn núi thẳng với độ dốc lớn, đạt $>45^\circ$. Do vậy ở đây phát triển các quá trình xâm thực, bóc mòn - xâm thực và đặc biệt là các quá trình trượt lở đất. Sườn phía tây nam thoải hơn, hình thái sườn lồi và có dạng bậc thang. Do vậy, ở đây chủ yếu phát triển quá trình bóc mòn - xâm thực, bóc mòn - tích tụ. Đường đỉnh của dãy núi này có dạng sắc nét, bị cắt xẻ mạnh nên có dạng răng cưa.

- Dải núi Pu Đen Đình có độ cao trung bình khoảng 1500 - 1800 m (đỉnh Pu Đen Đình cao 1886 m) chạy theo phương TB-ĐN, dọc theo biên giới Việt - Lào về phía đông nam đến Na Khoa chuyển sang phương á kinh tuyến. Như vậy dãy núi này cũng phân bố tương tự như dải núi Pu Si Lung. Nó có dạng vòng cung hơi lồi về phía đông bắc. Càng về phía đông nam, độ cao cũng giảm dần. Sườn phía đông bắc của dải núi (trong phạm vi lãnh thổ Việt Nam) bị chia cắt bởi hệ thống các khe suối xâm thực thuộc thượng lưu của sông Đà. Chính vì vậy, sườn núi có độ dốc lớn, thường $>35^\circ$. Đường đỉnh núi rất sắc nét, bị cắt xẻ mạnh có dạng răng cưa. Các quá trình sườn bóc mòn - xâm thực phát triển mạnh và đồng thời các quá trình trượt lở đất cũng phát triển.

- Nằm xen kẽ giữa 2 dải núi Pu Đen Đình và Mường Chà - Si Pha Phìn là dải đồi núi thấp Mường Nhé có dạng như một dải trũng thung lũng kéo dài theo phương phân bố của các dãy núi xen kẽ. Độ cao trung bình khoảng 1000 - 1200 m. Mức độ chia cắt sâu giảm, chia cắt ngang tăng lên. Do vậy, rải rác trong dải này phân bố các dạng địa hình tích tụ dọc theo chân sườn của chúng.

- Nằm xen kẽ giữa 2 dải núi Pu Si Lung và Mường Chà - Si Pha Phìn là dải núi thấp Mường Tè (dải dọc thung lũng thượng nguồn sông Đà) có dạng như một dải trũng thung lũng kéo dài theo phương phân bố của các dãy núi xen kẽ. Độ cao trung bình khoảng 1000 m. Địa hình bị cắt xẻ bởi các khe suối phụ lưu thượng nguồn sông Đà. Các quá trình bóc mòn - xâm thực rất phát triển, đặc biệt là quá trình xói lở bờ sông, trượt lở đất.

Như vậy, các dải núi ở vùng TTB chạy theo phương tây bắc - đông nam từ biên giới Việt - Trung ở phía tây bắc, rồi á kinh tuyến ở phía đông nam, có dạng vòng cung lồi về phía đông bắc. Nhìn tổng thể các dải núi và đồi ở vùng TTB phân bố song song với nhau, nhấp nhô, lượn sóng giống như "front". Độ cao của địa hình cũng giảm dần từ phía tây bắc về phía đông nam. Xen kẽ giữa các dãy núi trung bình là các dải đồi, núi thấp cùng phương. Toàn vùng, độ chia cắt địa hình rất mạnh mẽ, độ dốc sườn núi lớn, chủ yếu đạt $>35^\circ$. Do vậy, các quá trình ngoại sinh ở đây rất phát triển, đặc biệt là các quá trình sườn như bóc mòn - xâm thực, trượt lở đất, xói lở bờ sông, xâm thực sâu sườn, v.v.

2) Vùng Nam Tây Bắc (NTB) thuộc lãnh thổ của tỉnh Điện Biên và Sơn La. Địa hình núi ở đây cũng phát triển có những đặc trưng riêng về sự phân bố, hình thái và mức độ phân cắt. Hay nói cách khác, đặc điểm sơn văn ở đây cũng khác với các vùng khác.

- Dải núi Pu Sam Sao nằm ở bờ tây nam của thung lũng sông Mã có độ cao trung bình khoảng 1500 - 1800 m (đỉnh Pu Sam Sao cao 1897 m), chạy theo phương á kinh tuyến ở phía đông thành phố Điện Biên rồi chạy dọc biên giới Việt - Lào theo phương tây bắc - đông nam về đến phía nam huyện Sông Mã, rồi chạy sang lãnh thổ Lào. Đây là dải núi trung bình phân bố có dạng vòng cung lõm về phía tây nam. Địa hình núi bị cắt xẻ mạnh mẽ bởi các thung lũng khe suối của hệ thống các khe suối phụ lưu đổ vào thung lũng sông Mã. Hình thái sườn thẳng và dốc, đạt $>45^\circ$. Do vậy, các quá trình sườn rất phát triển, đặc biệt là quá trình xâm thực sâu và trượt lở đất.

- Song song, liền kề phía đông bắc với dải núi Pu Sam Sao là dải núi thấp, đối cao dọc sông Mã với độ cao trung bình khoảng từ 300 - 1000 m. Dải núi này cũng có dạng vòng cung. Chúng bị chia cắt bởi các khe suối thuộc thượng lưu sông Mã. Hình thái sườn lõm, độ dốc sườn khoảng $>25^\circ$. Do vậy, rải rác nhiều nơi dọc theo thung lũng sông Mã có phát triển các dạng địa hình tích tụ deluvi, proluvi và aluvi.

- Dải núi Su Xung Chảo Chai có độ cao trung bình 1500 - 2000 m, gồm các dãy núi dạng tuyến kéo dài theo phương á kinh tuyến ở phía bắc huyện Tuần Giáo, rồi chạy theo phương tây bắc - đông nam ở phía nam thuộc các huyện Thuận Châu và Sông Mã. Dải này cũng có dạng vòng cung lõm về phía tây nam. Sườn phía tây của dải núi này bị cắt xẻ mạnh hơn và dốc hơn sườn phía đông bắc. Các khe suối đổ vào thượng nguồn sông Mã đã cắt xẻ sâu, xâm thực mạnh vào sườn dải núi làm cho sườn bị chia cắt mạnh. Hình thái sườn dốc thẳng, độ dốc lớn $>45^\circ$. Do vậy, các quá trình xâm thực, bóc mòn - xâm thực rất phát triển, đặc biệt là trượt lở đất, lũ quét, v.v. Sườn núi phía đông bắc thoải hơn, có dạng bậc thang. Độ dốc sườn cũng thoải hơn. Do vậy, dọc theo chân sườn núi này rải rác có phát triển các dạng địa hình tích tụ aluvi và proluvi.

- Dọc theo thung lũng sông Đà, nằm kẹp giữa dải núi Hoàng Liên Sơn ở phía đông bắc và cao nguyên Sơn La là dải núi thấp, đối cao với độ cao trung bình khoảng 500 - 1000 m. Dải núi này cũng phân bố có dạng vòng cung từ Mường Trai đến Mường La, Bắc Yên và Vạn Yên. Địa hình bị cắt xẻ bởi hệ thống các sông, suối phụ lưu của sông Đà. Độ dốc sườn khoảng $>25^\circ$. Do vậy các quá trình bóc mòn - xâm thực phát triển, đặc biệt là quá trình xói lở bờ sông, suối và trượt lở đất. Dọc theo thung lũng sông Đà rải rác phân bố các dạng địa hình tích tụ aluvi và proluvi.

- Dải núi Pu Huổi Long có độ cao trung bình 1500 - 2000 m (đỉnh Pu Huổi Long cao 2178 m), chạy theo phương á kinh tuyến từ phía nam huyện Mường Lay đến huyện Điện Biên Đông dọc theo phía đông trung thung lũng Lai Châu - Điện Biên.

Sườn phía đông thoải hơn sườn phía tây. Sườn núi phía tây thẳng, dốc đứng. Độ dốc sườn đạt $>45^\circ$. Do vậy, các quá trình cắt xẻ sườn diễn ra rất mạnh mẽ, đặc biệt là quá trình sạt lở, trượt lở đất, lũ quét, v.v.

3) Vùng Đông Tây Bắc (ĐTB) thuộc phần lớn lãnh thổ của tỉnh Lào Cai, Yên Bái và Phú Thọ. Địa hình núi ở đây cũng phát triển có những đặc trưng riêng về sự phân bố, hình thái và mức độ phân cắt. Hay nói cách khác, đặc điểm sơn văn ở đây cũng khác với những vùng khác.

- Dải núi Hoàng Liên Sơn cao nhất nước ta với độ cao trung bình 2500 - 3000 m, gồm nhiều dãy núi chạy theo phương tây bắc - đông nam sắp xếp kế tiếp nhau từ phía bắc huyện Phong Thổ đến huyện Văn Chấn. Dải núi này bao gồm 2 dãy núi chính: dãy núi Phan Si Păng (đỉnh Phan Si Păng cao 3143 m) và dãy núi Phu Luông (đỉnh Phu Luông cao 2985). Các dãy núi này đều có sườn núi phía tây nam rất dốc, đạt $>45^\circ$, dốc hơn sườn núi phía đông bắc. Do vậy, các quá trình ngoại sinh ở sườn núi phía tây xảy ra rất mãnh liệt, mạnh hơn sườn núi phía đông bắc. Độ cao của các dãy núi này cũng giảm dần từ phía tây bắc về phía đông nam.

- Dải núi Phong Thổ - Than Uyên có độ cao trung bình khoảng 1500 - 2000 m, nằm ở rìa phía tây nam dải núi Phan Si Păng, cũng theo phương tây bắc - đông nam và sườn núi phía tây nam dốc hơn sườn phía đông bắc.

- Dải núi thấp Phù Yên - Hoà Bình có độ cao trung bình khoảng 800 - 1000 m chạy theo phương tây bắc - đông nam và bị cắt xẻ bởi hệ thống các khe xói xâm thực thuộc phụ lưu sông Đà. Các quá trình bóc mòn - xâm thực, bóc mòn rửa trôi bề mặt xảy ra mạnh mẽ.

Tóm lại, địa hình núi Tây Bắc Việt Nam có sự phân dị độ cao rất lớn, bao gồm các dãy núi có độ cao trung bình 2500 - 3000 m cho đến các dãy núi thấp có độ cao khoảng 500 - 1000 m. Xu thế chung của địa hình là nghiêng về phía đông nam với độ cao giảm dần. Địa hình phân bố thành các dải núi lớn, kéo dài, gồm nhiều dãy núi dạng tuyến có chiều dài lớn gấp nhiều lần chiều rộng. Ngoại trừ vùng ĐTB có cấu trúc địa hình núi dạng tuyến theo phương TB-ĐN, 2 vùng TTB và NTB có cấu trúc địa hình núi dạng vòng cung ngược nhau và đối xứng (tương đối) qua trung thung lũng Lai Châu - Điện Biên. Các dải núi trung bình thường xen kẽ giữa là các dải đồi và núi thấp. Ở vùng NTB và ĐTB các dải núi đều có đặc điểm là sườn phía tây nam dốc hơn sườn phía đông bắc. Ngược lại, ở vùng TTB các sườn núi phía đông bắc dốc hơn sườn phía tây nam. Do vậy, theo chiều thẳng đứng địa hình núi có dạng nhấp nhô lượn sóng (hay còn gọi là dạng "front"). Chính vì vậy, các quá trình sườn xảy ra cũng rất khác nhau ở dọc theo các dải núi đó. Trên các sườn dốc các quá trình ngoại sinh như xâm thực sâu, cắt xẻ sườn, trượt lở đất xảy ra mạnh mẽ hơn ở trên các sườn lồi, thoải hơn. Sự phân bố và phát triển kiểu địa hình ở Tây Bắc phản ánh vai trò tích cực của hoạt động dịch trượt dọc theo đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên

trong giai đoạn tân kiến tạo - hiện đại cũng như một loạt các đứt gãy phát triển theo phương TB-ĐN.

1.1.2. Đặc điểm địa hình núi và đồi ở Đông Bắc Việt Nam:

Địa hình vùng núi Đông Bắc Việt Nam rất đặc trưng cho một vùng vừa bị chuyển động tân kiến tạo nâng lên, phá huỷ đập vỡ dạng khối tảng, uốn nếp khối tảng với cường độ, tốc độ rất khác nhau trong không gian và theo thời gian. Nhìn chung, địa hình ở đây phân dị theo cả chiều ngang và chiều thẳng đứng. Theo chiều thẳng đứng, địa hình Đông Bắc phân dị độ cao rất lớn và đây cũng là nơi địa hình núi trung bình của Việt Nam với đặc trưng riêng dạng lược sóng. Theo chiều ngang, sự phân dị địa hình thể hiện rất rõ thông qua các dãy núi phát triển theo dạng vòm khối và dạng vòng cung với chiều dài lớn gấp nhiều lần chiều rộng. Xen kẽ giữa các vòng cung núi trung bình là các dải núi thấp, đồi, các trũng thung lũng dạng các dải đồi, đồng bằng đồi rồi chuyển xuống đồng bằng. Độ cao thấp dần từ phía bắc (vùng biên giới Việt - Trung) xuống phía nam (vùng đồng bằng Bắc Bộ). Theo các đặc điểm sơn văn miền núi Đông Bắc có thể chia thành 2 vùng có đặc điểm phân bố và phát triển khác nhau: vùng Tây Đông Bắc (TĐB) và vùng Đông Đông Bắc (ĐĐB).

1) Vùng Tây Đông Bắc là vùng tiếp giáp với vùng ĐTB, có các đặc điểm địa hình núi gần tương đồng với nhau. Các dải núi chủ yếu phát triển theo phương TB-ĐN, nhưng độ cao ở vùng TĐB thấp hơn nhiều so với vùng ĐTB, khoảng 1000 m ở TĐB so với 3000 m ở vùng ĐTB. Trong đó phải kể đến các dải núi và đồi chính sau đây:

- Dải núi Con Voi có độ cao trung bình khoảng 1000 - 1400 m, thấp dần về phía đông nam (đỉnh núi Cái cao 1450 m), chạy theo phương TB-ĐN từ phía đông tỉnh Lào Cai đến Phú Thọ. Dải núi này bị chia cắt bởi hệ thống các khe suối thuộc thượng nguồn sông Hồng và sông Chảy. Độ dốc của sườn núi lớn, đạt $>35^\circ$. Do vậy các quá trình bóc mòn - xâm thực, sạt lở, trượt lở đất rất phát triển.

- Dải núi Bắc Hà - Hàm Yên có độ cao trung bình 1000 - 1200 m, thấp dần về phía đông nam, chạy theo phương TB-ĐN từ Bắc Hà đến Hàm Yên. Nó bị cắt xẻ bởi các khe suối thuộc thượng nguồn sông Chảy và sông Lô. Đường đỉnh có dạng răng cưa. Sườn núi có dạng lõm, độ dốc sườn khoảng $>25^\circ$. Do vậy, dọc chân sườn dải núi này rải rác phân bố các dải địa hình tích tụ hỗn hợp aluvi, proluvi.

- Dải núi Tam Đảo có độ cao trung bình khoảng 1000 - 1500 m, chạy theo phương TB-ĐN từ Sơn Dương đến Tam Đảo. Sườn núi phía tây nam thẳng, dốc $>35^\circ$. Sườn núi phía đông bắc lõm, có dạng bậc và độ dốc thoải hơn. Do vậy, các khe suối cắt xẻ sườn cùng với các quá trình trượt lở đất ở sườn phía tây mạnh hơn nhiều so với sườn núi phía đông bắc. Ngược lại, sườn phía đông bắc phổ biến các quá trình bóc mòn - tích tụ và rải rác phân bố các dạng địa hình tích tụ hỗn hợp aluvi - proluvi.

2) Vùng Đông Đông Bắc chiếm phần lớn diện tích miền núi Đông Bắc Việt Nam, bao gồm một tập hợp các dải núi có dạng vòng cung ôm lấy vòm khối núi Sông Chảy, chụm lại ở Sơn Dương - Đại Từ và chúng toả ra như những nan quạt xoè về phía bắc, đông bắc. Trong đó phải kể đến các vòng cung núi chính sau đây:

- Khối núi vòm Sông Chảy có độ cao trung bình khoảng 2000 - 2500m (đỉnh Tây Côn Lĩnh cao 2419 m, Kiều Liêu Ti cao 2402 m), nằm ở giáp biên giới Việt - Trung, chạy theo phương chủ đạo á vĩ tuyến. Hình thái khối núi này có dạng vòm, đẳng thước. Nó bị cắt xẻ mạnh mẽ bởi các khe suối xâm thực sườn, phụ lưu của thượng nguồn sông Lô và sông Chảy. Chính vì vậy, khối núi này gồm các dãy núi nhỏ hơn với sườn núi thẳng, độ dốc lớn, đạt $>45^\circ$, chạy theo phương á vĩ tuyến và TB-ĐN. Đường đỉnh có dạng răng cưa. Các quá trình xâm thực sườn, đặc biệt là trượt lở đất rất phát triển.

- Dải núi trung bình vòng cung Sông Gâm có độ cao trung bình khoảng 1500 - 2000 m (đỉnh Pu Tha Ca cao 2274 m), chạy theo phương TB-ĐN từ Quản Bạ khi đến Bảo Lâm chuyển sang phương á kinh tuyến, rồi từ Na Hang chuyển sang phương ĐB-TN. Như vậy, dải núi này có dạng vòng cung, lồi về phía đông bắc. Sườn núi phía đông bắc dốc hơn sườn phía tây nam. Chúng bị cắt xẻ, xâm thực rất mạnh bởi các khe suối thượng nguồn sông Gâm. Các quá trình bóc mòn - xâm thực rất phát triển.

- Dải núi vòng cung Ngân Sơn có độ cao trung bình 1500 - 2000 m (đỉnh núi Pia Oác cao 1930 m), chạy theo phương á kinh tuyến từ Bảo Lạc về đến Ngân Sơn chuyển sang phương ĐB-TN chạy đến Chợ Mới. Như vậy, dải núi này có dạng vòng cung, lồi về phía đông bắc. Sườn núi phía đông bắc dốc, đạt $>45^\circ$, dốc hơn sườn phía tây nam. Chúng bị cắt xẻ, xâm thực rất mạnh bởi các khe suối thượng nguồn sông Gâm và sông Cầu. Các quá trình xâm thực sườn, đặc biệt là trượt lở đất rất phát triển.

- Dải núi vòng cung Bắc Sơn bao gồm nhiều dãy núi xếp xen kẽ nhau, chạy theo phương á vĩ tuyến từ Thái Nguyên đến Lạng Sơn, có độ cao trung bình khoảng từ 900 - 1000 m. Như vậy, dải núi này có dạng vòng cung, lồi về phía đông nam. Sườn núi phía đông nam dốc đến $>45^\circ$, dốc hơn sườn phía tây bắc. Chúng bị cắt xẻ, xâm thực rất mạnh bởi các khe suối thượng nguồn sông Thương và sông Cầu. Các quá trình karst và đá đổ lở, rơi tự phát triển mạnh.

- Dải núi vòng cung Yên Tử có độ cao trung bình 900 - 1000 m, gồm nhiều dãy núi xếp kế tiếp nhau, chạy theo phương á vĩ tuyến từ Bắc Giang về đến Tiên Yên. Dải núi này có dạng vòng cung, lồi về phía đông nam. Sườn núi phía đông nam dốc, đạt $>45^\circ$, dốc hơn sườn núi phía bắc. Chúng bị cắt xẻ, xâm thực rất mạnh bởi các khe suối thượng nguồn sông Thương và sông Lục Nam. Do vậy, các quá trình bóc mòn - xâm thực, trượt lở đất khá phát triển.

- Xen kẹp giữa các dải núi là các dải đồi với độ cao trung bình 300 - 400 m bị cắt xẻ

bởi hệ thống các sông, suối. Ở miền núi Đông Bắc có các dải đồi dọc thung lũng sông Lô; dải đồi, núi thấp xen kẽ giữa vòng cung Ngân Sơn và Bắc Sơn; dải đồi, núi thấp xen kẽ giữa vòng cung Bắc Sơn và Yên Tử và dải đồi dọc thung lũng sông Hồng.

Ngoài ra ở phía đông bắc của trũng thung lũng Cao Bằng - Tiên Yên (dải dọc biên giới Việt - Trung ở phía đông bắc) tồn tại các dãy núi với kích thước nhỏ hơn, chủ yếu phân bố theo phương á vĩ tuyến. Khối núi Đông Cao Bằng có độ cao trung bình khoảng 600 - 1000 m, gồm các dãy núi xếp kề nhau, chạy theo phương TB-ĐN. Dãy núi Mẫu Sơn (thuộc Lạng Sơn) và dãy núi Nam Châu Lân (thuộc Quảng Ninh) có độ cao trung bình từ 800 - 1500 m, chạy theo phương á vĩ tuyến. Sườn núi phía nam dốc hơn nhiều so với sườn phía bắc. Do vậy các quá trình sườn diễn ra ở sườn núi phía nam cũng mạnh hơn nhiều so với sườn núi phía bắc. Xen kẽ giữa chúng cũng là các dải đồi, núi thấp bị cắt xẻ và bóc mòn - xâm thực mạnh.

Tóm lại, địa hình miền núi và đồi ở Đông Bắc bao gồm 2 vùng núi có đặc điểm sơn văn khác nhau. Chúng cũng phân dị theo cả chiều ngang và chiều thẳng đứng. Vùng TĐB địa hình núi chủ yếu là núi thấp phát triển theo phương TB-ĐN. Vùng ĐĐB chủ yếu là các dải núi phát triển có dạng vòng cung lồi về phía đông bắc (dạng front). Độ cao thấp dần từ phía bắc (biên giới Việt - Trung) về phía đông nam tiếp giáp với vùng đồng bằng Bắc Bộ. Trên các dải núi và đồi dạng vòng cung, do độ dốc sườn phía đông, đông nam, nam dốc hơn ở các sườn phía tây bắc, bắc nên các quá trình sườn tương ứng cũng xảy ra với cường độ mạnh, yếu khác nhau.

1.2. Đặc điểm địa hình cao nguyên và bình sơn nguyên:

Cao nguyên là một khái niệm dùng để chỉ các bề mặt địa hình tương đối bằng phẳng, có độ cao tuyệt đối khoảng 500 - 1000 m, có độ chia cắt sâu vài chục mét và có ranh giới rõ ràng với các dạng địa hình xung quanh ở dạng các vách dốc, sườn dốc đứng. Bình sơn nguyên cũng giống như cao nguyên, nhưng ở vị trí độ cao tuyệt đối khoảng 1500m và độ chia cắt sâu khoảng từ 100 - 300m. Kiểu địa hình bình sơn nguyên và cao nguyên không phổ biến, chỉ phát triển rất nhỏ lẻ với diện tích rất hẹp ở trong vùng miền núi phía bắc Việt Nam.

1) Ở Tây Bắc Việt Nam phân bố các cao nguyên như cao nguyên Sơn La, cao nguyên Mộc Châu và sơn nguyên Tà Phình.

- Cao nguyên Sơn La và Mộc Châu có độ cao trung bình khoảng 800 - 1000 m, chạy theo phương TB-ĐN từ thị xã Sơn La đến Mộc Châu. Ranh giới phía tây nam là sườn phía đông bắc của dải núi Su Xung Chảo Chai và phía đông bắc là sườn phía tây nam của dải đồi dọc thung lũng sông Đà. Địa hình bề mặt hai cao nguyên này tương đối bằng phẳng bao gồm các dải đồi lượn sóng thoải và trên đó phát triển các quá

trình bóc mòn - tích tụ. Độ chia cắt sâu địa hình khoảng 50 - 80 m. Nguồn gốc thành tạo của các cao nguyên đều do quá trình bóc mòn - tích tụ trên các thành tạo địa chất rất khác nhau.

- Sơn nguyên Tà Phình có độ cao trung bình khoảng 1500 m chạy theo phương á kinh tuyến. Ranh giới với địa hình xung quanh là vách dốc chuyển tiếp xuống các thung lũng trũng Lai Châu - Điện Biên ở phía tây và thượng nguồn sông Đà ở phía đông. Địa hình sơn nguyên tương đối bằng phẳng, gồm các bề mặt tương đối bằng phẳng, dạng vòm lượn sóng với độ chia cắt sâu khoảng 100 - 150 m. Sơn nguyên được hình thành và phát triển do bóc mòn - xâm thực trên các thành tạo địa chất cổ.

2) Ở Đông Bắc Việt Nam phân bố các cao nguyên như cao nguyên Bắc Hà, cao nguyên Đồng Văn. Các cao nguyên trên có độ cao trung bình khoảng 1000 m. Diện phân bố hẹp, nằm ở gần biên giới Việt - Trung. Độ chia cắt sâu đạt khoảng 100 - 150 m. Nó được hình thành do quá trình bóc mòn - tích tụ và karst hoá. Cao nguyên Đồng Văn được hình thành do quá trình karst hoá trên các thành tạo đá vôi là chủ yếu.

1.3. Đặc điểm địa hình đồng bằng thung lũng sông và trũng giữa núi ở miền núi phía bắc Việt Nam:

Trên vùng núi phía bắc Việt Nam, địa hình đồng bằng chủ yếu là các đồng bằng thung lũng sông và các trũng giữa núi. Do vậy diện phân bố rất nhỏ lẻ và hẹp.

1) Ở vùng Tây Bắc Việt Nam các đồng bằng thung lũng sông và trũng giữa núi phát triển chiếm diện tích rất nhỏ. Chúng chủ yếu phân bố dọc theo các trũng thung lũng Lai Châu - Điện Biên, Tam Đường, Thanh Sơn - Yên Lập, Văn Bàn, trũng giữa núi Nghĩa Lộ, dọc theo thung lũng sông Đà và sông Mã. Các đồng bằng trên đều được phát triển do xâm thực - tích tụ, tích tụ hỗn hợp aluvi - proluvi - deluvi. Chiều dày của các trầm tích không lớn, chỉ đạt vài mét đến vài chục mét. Trong đó, chiều dày trầm tích hỗn hợp aluvi - proluvi ở đồng bằng Điện Biên, Nghĩa Lộ là dày hơn cả, cũng chỉ đạt vài chục mét.

2) Ở vùng Đông Bắc Việt Nam diện phân bố của các đồng bằng rộng hơn, phổ biến hơn. Trong đó phải kể đến các đồng bằng thung lũng sông Hồng nằm giữa 2 miền núi có đặc điểm sơn văn khác nhau. Ngoài ra, ở Đông Bắc còn phổ biến các đồng bằng trũng thung lũng Cao Bằng - Tiên Yên, dọc thung lũng sông Chảy, sông Lô, sông Gâm, sông Thương, v.v. Các đồng bằng trên đều được hình thành do các quá trình xâm thực - tích tụ, tích tụ. Các trầm tích tích tụ tạo đồng bằng chủ yếu là aluvi - proluvi với chiều dày khá lớn. Trong phạm vi vùng Đông Bắc, đồng bằng thung lũng sông Hồng kéo dài từ Lào Cai đến Phú Thọ, gồm chủ yếu là các bãi bồi, thêm của sông, các nón phóng vật, v.v với chiều dày lớn, đạt đến hàng chục mét. Càng về

phía đông nam, đồng bằng càng được mở rộng và đồng thời chiều dày trầm tích cũng tăng lên đạt đến vài chục mét ở Việt Trì.

Từ những mô tả khái quát trên đây có thể rút ra một số nhận xét chung về đặc điểm địa hình miền núi phía bắc Việt Nam như sau:

- Khu vực miền núi phía bắc Việt Nam gồm 2 vùng núi Tây Bắc và Đông Bắc, có những đặc điểm sơn văn rất khác nhau. Địa hình có sự biến thiên về độ cao lớn, có xu thế nghiêng chung từ bắc xuống nam.
- Địa hình có sự phân dị khá mạnh mẽ, trong đó vùng Tây Bắc Việt Nam thể hiện là sự phân dị mạnh mẽ nhất theo cả chiều ngang và chiều thẳng đứng. Nhìn tổng thể, địa hình núi ở Tây Bắc cao hơn hẳn ở Đông Bắc. Các dãy núi có phương TB-ĐN phân bố đối xứng (tương đối) qua ranh giới của 2 vùng núi Tây Bắc và Đông Bắc - trung thung lũng sông Hồng. Song, ở Tây Bắc các dải núi đó lại có độ cao hơn hẳn ở Đông Bắc. Dải núi Hoàng Liên Sơn là cao nhất nước ta.
- Cấu trúc địa hình núi có dạng vòng cung rất rõ nét. Trong khi các dải núi dạng vòng cung ở Tây Bắc Việt Nam đối xứng (tương đối) qua trung thung lũng Lai Châu - Điện Biên, thì ở Đông Bắc các vòng cung núi lại xoè ra như nan quạt. Bắt đầu từ Sơn Dương - Đại Từ các dải núi vòng cung xoè ra về phía đông, đông bắc.
- Địa hình có cấu trúc dạng vòng cung và trắc diện ngang sườn các dải núi tồn tại dạng bất đối xứng, gồm một sườn dốc, một sườn thoải. Sườn dốc nằm về phía cung lõm, sườn thoải thường ở phía cung lồi. Do vậy, các quá trình sườn tương ứng diễn ra cũng khác nhau cả về loại hình cũng như cường độ của các quá trình.
- Địa hình đồng bằng chủ yếu là đồng bằng trung thung lũng và trung giữa núi với diện phân bố rất nhỏ, hẹp. Ở vùng Đông Bắc diện phân bố của chúng có rộng hơn, phổ biến hơn.
- Trên cơ sở phân tích đặc điểm sơn văn, sự phân bố và phát triển của địa hình ở vùng núi phía bắc Việt Nam cho thấy chúng phản ánh mối liên quan chặt chẽ với bình đồ cấu trúc (cấu trúc uốn nếp khối tảng, khối tảng địa lũy, đới phá huỷ đứt gãy) cũng như chuyển động tân kiến tạo.

II. ĐẶC ĐIỂM MẠNG LƯỚI THUỶ VĂN:

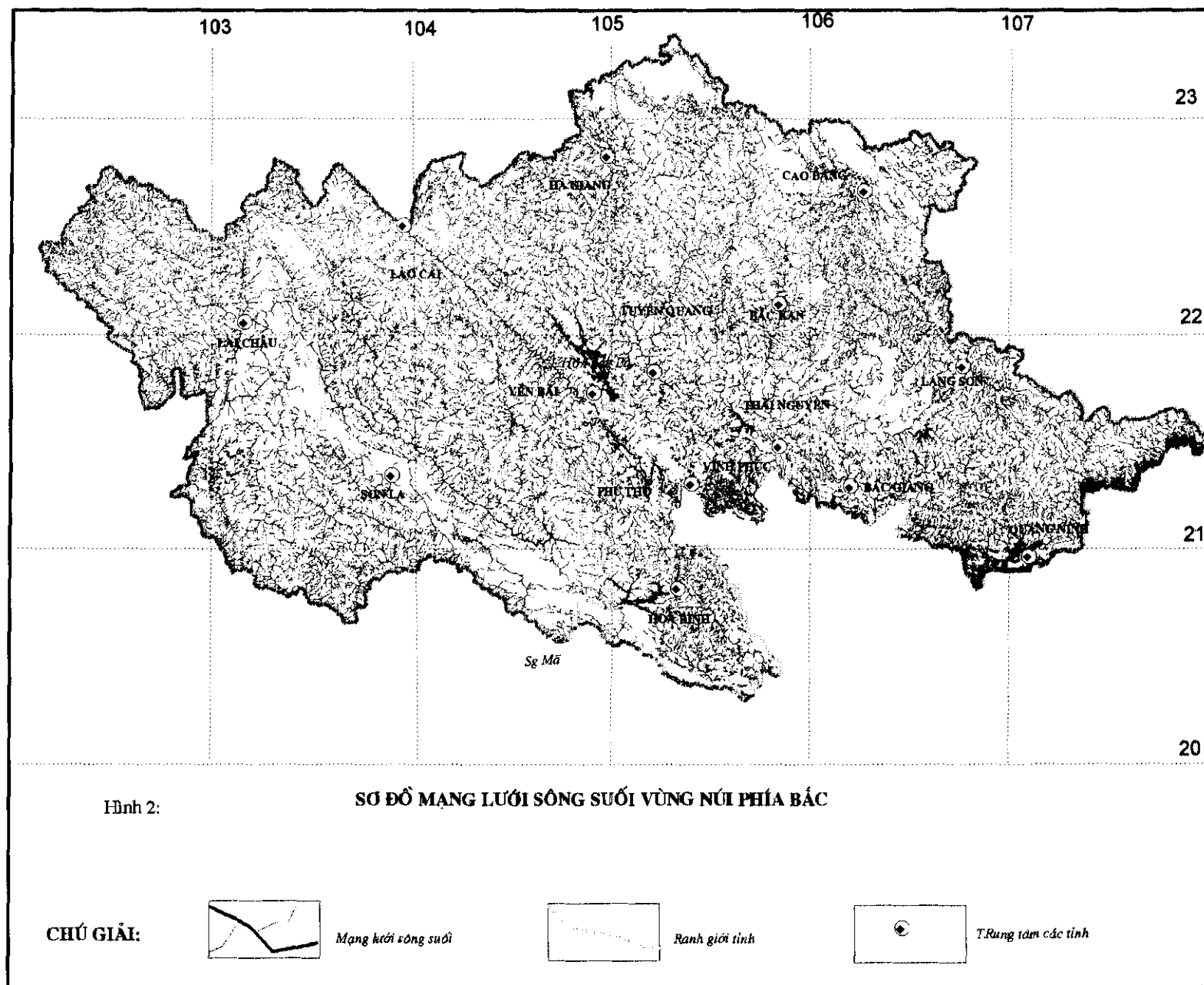
Trên lãnh thổ miền núi phía bắc Việt Nam, đặc điểm phát triển mạng lưới thuỷ văn ở 2 vùng Tây Bắc và Đông Bắc rất khác nhau. Trên bề mặt Trái đất, mạng lưới thuỷ văn hình thành và phát triển rất “nhạy cảm” với chuyển động kiến tạo, đặc biệt là chuyển động tân kiến tạo và hiện đại. Chính vì vậy, sự hình thành và phát triển của mạng lưới thuỷ văn phản ánh mối liên quan rất chặt chẽ với bình đồ cấu trúc cũng như đặc điểm chuyển động của vỏ Trái đất trong giai đoạn tân kiến tạo - hiện đại. Một đặc điểm rất nổi bật của mạng lưới thuỷ văn miền núi phía bắc Việt

Nam là sự phân bố và phát triển của chúng rất phù hợp với bình đồ cấu trúc tân kiến tạo - hiện đại của khu vực (hình 2).

1) Ở Tây Bắc, mạng lưới thuỷ văn phát triển trong vùng phân dị mạnh, bình đồ mạng sông có dạng “lông chim” là chủ đạo. Tại đây có 2 hệ thống sông chính là sông Mã và sông Đà.

- Hệ thống sông Mã chủ yếu chảy theo phương TB-ĐN, bắt nguồn từ vùng núi tỉnh Điện Biên thuộc lãnh thổ nước ta, rồi chảy về phía đông nam vào lãnh thổ Lào, rồi lại chảy vào lãnh thổ Việt Nam thuộc địa phận tỉnh Thanh Hoá. Thung lũng sông Mã chảy xen giữa 2 hệ thống núi Su Xung Chảo Chai và Pu Sam Sao. Các phụ lưu của nó chủ yếu bắt nguồn từ trên sườn của các dải núi đó rồi đổ vào dòng chính. Do vậy, các phụ lưu thường ngắn và có trắc diện dọc, ngang đều rất dốc. Dọc theo thung lũng sông Mã, các dạng địa hình tích tụ thường phát triển trên diện rất nhỏ, lẻ và rất hẹp. Trắc diện ngang của thung lũng thường có dạng hẻm chữ “V”. Hoạt động của dòng sông xâm thực sâu là chủ yếu. Thung lũng sông chảy qua nhiều các thành tạo địa chất cũng như các cấu trúc khác nhau, cho nên dọc theo lòng sông phát triển rất nhiều thác, ghềnh. Trên bình đồ, mạng lưới thung lũng sông Mã có dạng “lông chim”.

- Hệ thống sông Đà chủ yếu chảy theo phương TB-ĐN, bắt nguồn từ vùng núi thuộc lãnh thổ Trung Quốc vào nước ta ở tỉnh Điện Biên và Lai Châu. Trên phần thượng nguồn của sông Đà thuộc phạm vi huyện Mường Tè và Mường Nhé, thung lũng sông Đà chảy xen giữa các dải núi Pu Si Lung và Pu Đen Đinh nên thung lũng sông chảy thẳng, dốc, phát triển nhiều thác ghềnh. Các phụ lưu của nó chủ yếu bắt nguồn từ trên sườn của các dãy núi đó rồi đổ vào dòng chính. Các phụ lưu thường ngắn và có trắc diện dọc, ngang đều rất dốc. Dọc theo thung lũng sông Đà ở thượng nguồn hầu như rất ít phát triển các dạng địa hình tích tụ, hoặc nếu có chúng thường phát triển rất nhỏ, lẻ và rất hẹp. Trắc diện ngang của thung lũng sông Đà ở đoạn này thường có dạng hẻm chữ “V”. Hoạt động của dòng sông xâm thực sâu là chủ yếu. Khi chảy qua thị xã Lai Châu, thung lũng sông Đà nằm xen kẹp giữa 2 dãy núi lớn Hoàng Liên Sơn và Su Xung Chảo Chai, cho nên các phụ lưu của nó cũng chủ yếu là các khe suối phát triển từ trên các sườn núi đó đổ xuống vào dòng chính. Hệ thống các khe suối chảy từ sườn dải núi Hoàng Liên Sơn xuống nên chúng rất ngắn và dốc. Trắc diện ngang thường có dạng hẻm chữ “V”, chúng chủ yếu phát triển các quá trình xâm thực sâu. Các phụ lưu bắt nguồn từ cao nguyên Sơn La và Mộc Châu thường dài hơn, độ dốc nhỏ hơn. Do vậy, dọc theo thung lũng đôi nơi còn phát triển các dạng địa hình tích tụ. Khi chảy về phía đông nam, đến thị xã Hoà Bình thung lũng sông Đà lại chảy theo phương á kinh tuyến và đổ vào hệ thống sông Hồng. Như vậy thung lũng sông Đà cũng là một phụ lưu chính của sông Hồng. Nhìn chung, thung lũng sông chảy qua nhiều các thành tạo địa chất cũng như các cấu trúc khác



nhau, cho nên dọc theo lòng sông phát triển rất nhiều thác, ghềnh. Trên bình đồ, thung lũng sông Đà có dạng “lòng chim”.

2) Ở Đông Bắc, mạng lưới thủy văn phát triển trong vùng phân dị mạnh, bình đồ mạng sông có dạng “cành cây” và “lòng chim” là chủ đạo. Ở đây, ngoài hệ thống sông Hồng và sông Chảy chảy theo phương TB-ĐN còn có các hệ thống sông khác chảy theo dạng vòng cung: hệ thống sông Gâm, sông Thương, sông Cầu và sông Lục Nam. Phần phía bắc, đông bắc của vùng Đông Bắc còn phân bố hệ thống sông Kỳ Cùng bắt nguồn từ phía đông nam chảy ngược lên phía tây bắc, rồi chảy sang phía đông vào lãnh thổ Trung Quốc. Sông Bằng Giang bắt nguồn từ vùng núi phía tây Cao Bằng rồi chảy về phía đông, đông nam vào lãnh thổ Trung Quốc.

- Hệ thống sông Hồng chảy theo phương TB-ĐN, bắt nguồn từ vùng núi thuộc lãnh thổ Trung Quốc vào nước ta ở tỉnh Lào Cai, rồi chảy về phía đông nam vào đồng bằng Bắc Bộ. Thung lũng sông Hồng nằm xen giữa 2 dải núi lớn Hoàng Liên Sơn ở phía tây nam và Con Voi ở phía đông bắc. Đoạn thung lũng sông Hồng thuộc khu vực nghiêng cứu chảy thẳng theo phương TB-ĐN. Các phụ lưu chủ yếu là các khe suối từ trên sườn núi chảy xuống đổ vào dòng chính. Chính vì vậy, dòng chảy các phụ lưu rất ngắn và dốc. Càng về phía nam thung lũng sông được mở rộng ra. Tương ứng lòng sông mở rộng từ Yên Bái đến Việt Trì và uốn khúc mạnh mẽ. Do vậy, các quá trình tích tụ cũng phát triển. Các dạng địa hình tích tụ sông mở rộng theo cả chiều ngang lẫn chiều thẳng đứng. Chiều dày trầm tích aluvi, proluvi đạt đến vài chục mét, chiều rộng đạt tới 10 - 15 km. Thung lũng sông Hồng tiếp tục chảy về phía đông nam vào đồng bằng Bắc Bộ rồi đổ ra biển. Bình đồ mạng sông có dạng “lòng chim”.

- Hệ thống sông Chảy chảy theo phương TB-ĐN, bắt nguồn từ vùng núi thuộc lãnh thổ Trung Quốc vào nước ta ở tỉnh Hà Giang, rồi chảy về phía đông nam đổ vào hệ thống sông Hồng ở thành phố Việt Trì. Thung lũng sông Chảy nằm xen giữa 2 dải núi lớn Con Voi ở phía tây nam và Bắc Hà - Hàm Yên ở phía đông bắc. Đoạn thung lũng sông Chảy thuộc khu vực nghiêng cứu chảy thẳng theo phương TB-ĐN. Các phụ lưu chủ yếu là các khe suối từ trên sườn núi chảy xuống đổ vào dòng chính. Chính vì vậy, dòng chảy phụ lưu rất ngắn và dốc. Trắc diện ngang của thung lũng sông Chảy có dạng bất đối xứng. Sườn phía tây nam dốc hơn sườn phía đông bắc. Càng về phía nam thung lũng sông được mở rộng ra. Lòng sông mở rộng từ Yên Bình đến Việt Trì. Do đó các quá trình tích tụ cũng phát triển. Các dạng địa hình tích tụ sông mở rộng theo cả chiều ngang lẫn chiều thẳng đứng. Chiều dày trầm tích aluvi, proluvi đạt đến vài chục mét, chiều rộng đạt tới 10 km. Thung lũng sông Chảy tiếp tục chảy về phía đông nam đổ vào sông Hồng, rồi chảy vào đồng bằng Bắc Bộ, đổ ra biển. Như vậy thung lũng sông Chảy cũng như thung lũng sông Đà là phụ lưu chính của sông Hồng. Trên bình đồ, mạng lưới thung lũng sông Chảy có dạng “lòng chim”.

- Thung lũng sông Lô bắt nguồn từ vùng núi cao thuộc lãnh thổ Trung Quốc chảy vào lãnh thổ Đông Bắc nước ta ở tỉnh Hà Giang, rồi chảy theo hướng vòng cung ôm lấy sườn phía nam của khối núi Sông Chảy đến thị trấn Vĩnh Tuy lòng sông chảy theo phương TB-ĐN. Cuối cùng chúng cũng hợp lưu, đổ vào hệ thống sông Chảy. Ngoài các phụ lưu bắt nguồn từ các sườn núi ở xung quanh đổ vào dòng chính, thung lũng sông Lô còn có một phụ lưu lớn bắt nguồn từ vòm núi cao Sông Chảy, chảy theo phương TB-ĐN về đến thị trấn Vĩnh Tuy thì đổ vào dòng chính của sông Lô. Nhìn chung trắc diện ngang của thung lũng sông Lô có dạng chữ “U”. Lòng sông được mở rộng, các quá trình xâm thực ngang phát triển. Các dạng địa hình tích tụ của sông cũng mở rộng cả chiều ngang và chiều thẳng đứng.

- Thung lũng sông Gâm bắt nguồn từ vùng núi cao thuộc lãnh thổ Đông Bắc nước ta rồi chảy theo hướng vòng cung ôm lấy các vòng cung núi chính Pu Tha Ca, hơi lồm về phía đông, rồi chảy xen giữa vòng cung núi sông Gâm và vòm khối núi sông Chảy. Cuối cùng thung lũng sông Gâm cũng hợp lưu với thung lũng sông Lô tại thị xã Tuyên Quang. Càng về phía nam, thung lũng sông mở rộng lòng và phát triển các quá trình tích tụ gồm các dạng địa hình bãi bồi và thềm sông. Thung lũng sông Năng là phụ lưu chính của thung lũng sông Gâm. Nó bắt nguồn từ vùng núi cao Pia Oắc chảy vào hồ Ba Bể rồi hội lưu với sông Gâm tại Na Hang. Nhìn chung, thung lũng sông chảy qua nhiều các thành tạo địa chất cũng như các cấu trúc khác nhau, cho nên dọc theo lòng sông phát triển rất nhiều thác, ghềnh. Trên bình đồ, mạng lưới sông Gâm có dạng “cành cây”.

Như vậy, các hệ thống thung lũng sông Gâm, sông Lô, sông Chảy và sông Đà đều là những phụ lưu chính của thung lũng sông Hồng. Dòng chảy chính của thung lũng sông Hồng lại là ranh giới của 2 vùng địa hình có đặc điểm sơn văn rất khác nhau. Các sông Đà và sông Chảy chủ yếu chảy theo phương TB-ĐN cùng phương với dòng chính của sông Hồng. Các thung lũng khác ở Đông Bắc chảy theo dạng vòng cung. Điều đó cho thấy diện tích lưu vực của thung lũng sông Hồng là rất rộng lớn, chiếm phần lớn diện tích Tây Bắc và Đông Bắc thuộc các tỉnh miền núi phía bắc Việt Nam. Sự hình thành và phát triển của hệ thống mạng lưới thung lũng sông Hồng cho thấy nó gắn chặt với sự phát triển của kiến tạo khu vực, chuyển động tân kiến tạo và đặc biệt là các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo.

- Thung lũng Sông Cầu bắt nguồn từ vùng núi cao Phía Bì Oắc thuộc lãnh thổ tỉnh Bắc Kạn chảy xen giữa vòng cung núi Ngân Sơn và Sông Gâm về đến Chợ Mới chảy theo phương á kinh tuyến về phía nam qua Thái Nguyên, Bắc Ninh, rồi chảy theo hướng vòng cung á vĩ tuyến đổ vào thung lũng sông Thái Bình tại Phả Lại.

- Thung lũng sông Thương và sông Lục Nam bắt nguồn từ vòng cung núi Bắc Sơn, Yên Tử thuộc lãnh thổ tỉnh Lạng Sơn chảy xen giữa vòng cung núi Bắc Sơn và Yên

Từ về đến Bắc Giang hội lưu lại với nhau và tiếp tục hội lưu vào sông Thái Bình ở Phả Lại.

Tóm lại, các thung lũng sông Cầu, sông Thương và sông Lục Nam là phụ lưu chính của sông Thái Bình. Chúng chảy theo hướng vòng cung xen kẽ giữa các vòng cung núi ở Đông Bắc. Nhìn chung, chiều dài của các thung lũng này ngắn và diện tích lưu vực không lớn. Lòng sông chảy trong vùng địa hình núi thấp, đôi có độ chia cắt sâu nhỏ, chia cắt ngang lớn. Do vậy, dọc theo các thung lũng sông đó phân bố rộng rãi các dạng địa hình tích tụ. Lòng sông uốn khúc mạnh. Bình đồ mạng lưới sông có dạng “cành cây”.

- Thung lũng sông Kỳ Cùng bắt nguồn từ vùng núi Đình Lập của tỉnh Lạng Sơn chảy theo hướng ngược lên phía tây bắc theo phương TB-ĐN, đến Thất Khê sông Kỳ Cùng lại chuyển sang phương á vĩ tuyến, rồi chảy vào lãnh thổ Trung Quốc.

- Thung lũng sông Bằng Giang bắt nguồn từ vùng núi phía tây Cao Bằng chảy theo phương TB-ĐN vào lãnh thổ Trung Quốc ở huyện Phục Hoà tỉnh Cao Bằng. Các phụ lưu của sông này đều bắt nguồn từ vòng cung núi Ngân Sơn rồi hội lưu với sông Bằng Giang tại thị xã Cao Bằng. Do vậy, lòng sông tại thị xã Cao Bằng được mở rộng và phát triển các dạng địa hình tích tụ với chiều dày trầm tích aluvi, proluvi lớn đến vài chục mét.

Từ những mô tả khái quát mạng lưới thủy văn trên đây có thể rút ra một số nhận xét chung về đặc điểm bình đồ mạng lưới thủy văn miền núi phía bắc Việt Nam như sau:

- 1) Căn cứ vào đặc điểm bình đồ mạng lưới thủy văn, khu vực miền núi phía bắc Việt Nam có thể chia thành 2 vùng Tây Bắc và Đông Bắc. Bình đồ mạng lưới thủy văn vùng Tây Bắc có dạng “lông chim”, vùng Đông Bắc có dạng “cành cây” và “lông chim”.

- 2) Nhìn tổng thể thung lũng sông Hồng là lớn nhất với các phụ lưu chính thuộc 2 vùng Tây Bắc và Đông Bắc. Đồng thời nó là ranh giới của 2 vùng có đặc điểm mạng lưới thủy văn khác nhau. Ở vùng Tây Bắc các sông phát triển theo dạng tuyến, vùng Đông Bắc các sông phát triển chủ yếu có dạng vòng cung.

- 3) Các dạng địa hình tích tụ dọc thung lũng sông ở vùng Tây Bắc phát triển rất nhỏ lẻ, hẹp trong vùng địa hình phân cắt sâu rất mạnh mẽ. Lòng sông nhiều thác ghềnh. Trong khi đó các dạng địa hình đồng bằng tích tụ dọc thung lũng sông ở Đông Bắc lại phân bố rộng hơn, phổ biến hơn. Lòng sông ít thác ghềnh hơn.

- 4) Trên cơ sở phân tích đặc điểm bình đồ mạng lưới thủy văn, sự phân bố và phát triển của mạng lưới thung lũng sông ở miền núi phía bắc Việt Nam cho thấy chúng liên quan chặt chẽ với bình đồ cấu trúc cũng như chuyển động tân kiến tạo của khu vực.

III. ĐỊA TẦNG

Lãnh thổ miền Bắc Việt Nam nói chung, miền núi thuộc miền Bắc Việt Nam nói riêng nằm trong miền hoạt động kiến tạo mạnh và trải qua nhiều chu kỳ với mức độ hoạt động kiến tạo khác nhau, ngay trong mỗi chu kỳ hoạt động kiến tạo theo không gian cũng có sự phân dị mạnh mẽ. Vì vậy, trong từng khu vực khác nhau các thành tạo trầm tích cũng khác nhau. Theo Trần Đức Lương và nnk (1985) khu vực miền núi thuộc Bắc Bộ Việt Nam gồm có những địa tầng chính sau (hình 3a):

3.1. Giới Proteozoi:

Bao gồm các hệ tầng Sông Hồng (PR *sh*), Ngòi Hút (PR *nh*), Thạch Khoán (PR *tk*). Hệ tầng Sông Hồng lộ ra ở phần giữa sông Hồng và sông Chảy thuộc vùng Bảo Hà, Ca Vịnh và sông Giấu với thành phần chủ yếu là đá gơnai và đá phiến kết tinh. Hệ tầng Ngòi Hút lộ ra ở khu vực từ Ba Khe (Yên Bái) đến Bảo Hà và Ngòi Hút với thành phần chủ yếu là đá phiến kết tinh. Hệ tầng Thạch Khoán lộ ra ở khu vực Thạch Khoán với thành phần chủ yếu là đá phiến kết tinh có granát, dixsten, plagiocla và đá phiến mica. Cả 3 hệ tầng này cùng chịu tác động của quá trình biến chất khu vực phân đới dạng tuyến, kiểu xilimatit-dixten.

3.2. Phụ giới Proteozoi thượng-phụ giới Paleozoi hạ:

Bao gồm hệ tầng Sông Chảy, hệ tầng Sa Pa và hệ tầng Nậm Cồ.

- Hệ tầng Sông Chảy (PR₃-E₁ *sc*) lộ ra ở thượng lưu sông Chảy (vùng núi Hoàng Xu Phi) thành phần chủ yếu là đá gơnai và đá phiến sét, chúng bị granít hoá mạnh và chuyển thành granit hai mica.

- Hệ tầng Sa Pa (PR₃-E₁ *sp*) lộ ra dọc theo sườn đông bắc dãy Hoàng Liên Sơn và rải rác ở vùng Vạn Yên, Vĩnh Phú. Thành phần là đá phiến kết tinh, đá hoa và đá hoa đolomit.

- Hệ tầng Nậm Cồ (PR₃-E₁ *nc*) lộ ra ở phần trục của phức nếp lồi sông Mã. Thành phần là đá sét biến chất thành các đá phiến hai mica, andaluzit, đá phiến xêririt-clorit.

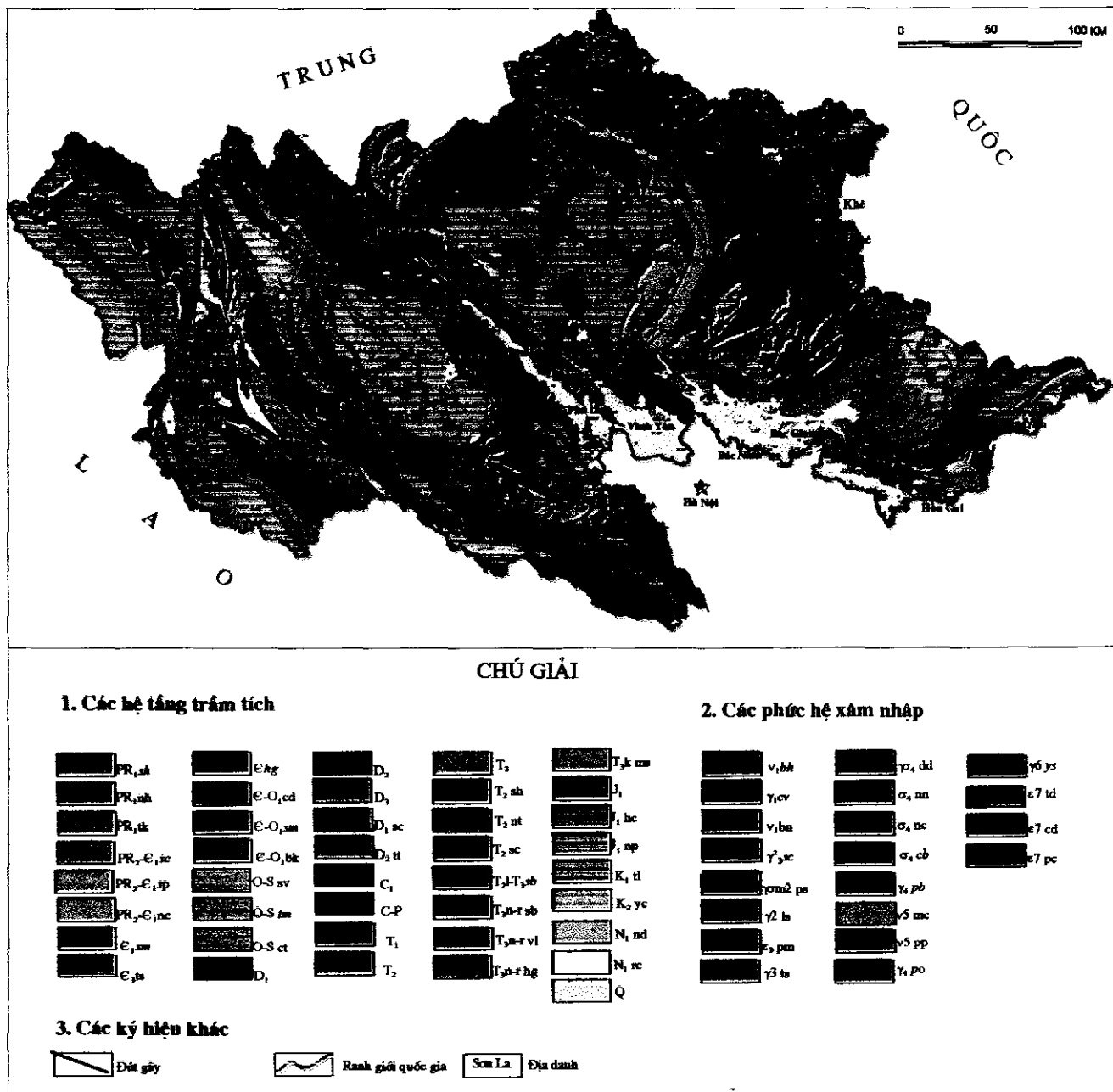
3.3. Hệ Cambri:

Hệ Cambri phân bố rải rác ở vùng nghiên cứu và được chia thành các hệ tầng và điệp sau:

- Hệ tầng Sông Mã (E₂ *sm*), phân bố ở vùng trung, hạ lưu sông mã thuộc tỉnh Thanh Hoá. Thành phần chủ yếu là đá phiến thạch anh-xêririt, đá vôi hoa hoá.

- Hệ tầng Hà Giang (E₂ *hg*), phân bố ở Thanh Thuỷ, Hà Giang, Bắc Quang, Bắc Hà, Cốc Pài và rải rác ở một số nơi như Chiêm Hoá, hạ lưu sông Gâm. Thành phần chủ yếu là đá phiến biotit, quaczit và đá phiến xêririt.

Hình 3a: SƠ ĐỒ ĐỊA CHẤT MIỀN NÚI BẮC VIỆT NAM



- Đệp Thần Sa ($E_3 ts$), phân bố thành dải dọc Thần Sa, Bù Cu, Đình Cả, Bồng Sơn, Trà Lĩnh, Đông Khê...Thành phần chính bao gồm cát bột kết dạng quaczit, phiến sét.
- Hệ tầng Suối Mai ($E_2 - O_1 sm$), phân bố thành những dải không liên tục ở vùng suối Mai, bản Nát... Thành phần gồm đá quaczit, đá phiến silic, đá hoa.
- Đệp Cam Đường ($E_2 - O_1 cd$), phân bố thành dải hẹp dọc bờ phải sông Hồng kéo dài từ Lũng Pô Hồ qua Bát Xát, Cam Đường đến làng Lếch. Thành phần chính gồm sỏi, cuội kết biến chất, đá phiến mica-thạch anh, apatit và đá phiến cacbonat.
- Đệp Bến Khế ($E_2 - O_1 bk$), phân bố thành từng dải lớn từ Can Hồ qua Tuần Giáo, bản Máy, bản Pa Ma và phía bắc sông Mã đến Chiềng Khương. Thành phần chủ yếu là đá phiến xêririt, đá phiến lục.

3.4. Phụ giới Paleozoi hạ - Silua:

- Đệp Sinh Vinh ($O_3-S sv$), phân bố ở trung và hạ lưu sông Đà, phía bắc Pà Tần đến Mường Luân chiếm một phần cao nguyên Tả Phìn. Thành phần chủ yếu là cuội kết, cát bột kết và đá vôi-đolômit.
- Hệ tầng Tấn Mài ($O_3 - S_1 tm$), lộ ra thành dải hẹp kéo dài từ Thán Phún qua Tấn Mài và ở các đảo Vĩnh Thực, Cái Chiên. Thành phần gồm cát kết dạng quaczit, đá phiến xêririt.
- Hệ tầng Cô Tô ($O_3 - S_1 ct$), tập trung hầu hết ở quần đảo Cô Tô. Thành phần chủ yếu là đá vụn núi lửa thành phần axit, cát kết tufôgen hạt thô.

3.5. Hệ Đêvôn:

Hệ Đêvôn phân bố ở nhiều nơi thuộc miền Bắc Việt Nam: lưu vực sông Múa, hạ lưu sông Đà, Tuần Giáo, Mai Châu, Hoà Bình, Vạn Yên, Cẩm Thủy, Lang Chánh, lưu vực sông Gâm, Hạ Lang, Kiến An, Đồ Sơn.v.v.... Hệ Đêvôn được chia thành các thống và các đệp với các thành phần thạch học như sau:

- Thống Đêvôn hạ (D_1), thành phần bao gồm đá phiến sét, sét vôi.
- Thống Đêvôn trung (D_2), gồm đá phiến sét, cát kết, sét vôi, đá vôi silic
- Thống Đêvôn thượng (D_3), gồm đá phiến silic, đá vôi sét phân lớp mỏng.
- Đệp Sông Cầu ($D_1 sc$), phân bố chủ yếu ở Hạ Lang, Bắc Thái. Thành phần bao gồm đá cát kết, cuội kết xen kẽ sét vôi.
- Đệp Tốc Tát ($D_3 tt$), phân bố ở Bằng Ca, Hạ Lang và Trà Lĩnh. Thành phần gồm đá vôi dạng dải và đá vôi phân lớp không đều xen kẹp lớp mỏng silic.

3.6. Phụ giới Paleozoi thượng:

Cũng giống như hệ Đêvôn, phụ giới Paleozoi thượng bao gồm hệ Cacbôn, Pecmi phân bố rộng rãi ở nhiều nơi: lưu vực sông Đà, sông Mã, Nghĩa Lộ, Yên Minh, Lạng Sơn, Đồng Đăng, Vĩnh Hạ Long.v.v... Phụ giới Paleozoi thượng được chia thành các thống: thống Cacbon hạ (C_1), thống Cacbon thượng-Pecmi hạ (C_2-P_1) và thống Pecmi thượng (P_2) với các thành phần thạch học chủ yếu là đá vôi dạng khối, sét vôi xen kẽ lớp cát kết đá silic.

3.7. Giới Mezozoi:

3.7.1. Hệ Triat

- Thống Triat hạ (T_1), phân bố ở các khu vực Thạch Yên, Phúc Do, Thạch Thành, Mèo Vạc, Bắc Thái, phía đông Lai Châu, Quỳnh Nhai. Thành phần gồm đá phiến sét, bột kết có vảy mica.
- Đệp Lạng Sơn ($T_1 ls$), phân bố ở khu vực thị xã Lạng Sơn, Chợ Bãi. Thành phần chủ yếu là đá phiến sét, bột kết xen kẽ cát kết.
- Đệp Vĩnh Lộc ($T_{1o vl}$), phân bố từ Thạch Yên-La Sơn đến Vĩnh Lộc. Thành phần gồm đá phiến sét, bột kết chứa tuf, sét vôi, đá vôi.
- Thống Triat trung (T_2), phân bố ở phía nam Nghĩa Lộ, Hoàng Bồ, nam Uông Bí, Phủ Lý, Đồng Mỏ, Hữu Lũng, Na Sầm, Tiên Yên và một dải lớn từ thượng nguồn sông Luông, sông Lô... Thành phần khá phức tạp gồm đá vôi, cát kết, đá phiến sét, sét, bột kết phân lớp mỏng và trầm tích nguồn núi lửa.
- Đệp Sông Hiến ($T_2 sh$), phân bố ở Đồng Văn, Hà Quảng, Yên Minh, Bảo Lạc, phía nam vòm Sông Chảy và diện nhỏ ở núi Ba Giài. Thành phần gồm đá trầm tích nguồn núi lửa (đá phun trào bazơ, đá cát, sét, sỏi kết tufôgen).
- Đệp Nậm Thảm ($T_2 nt$), phân bố ở Nậm Ma, Quỳnh Nhai, thị xã Sơn La, Cúc Phương.v.v... Thành phần chủ yếu là đá phiến sét, bột kết phân lớp mỏng và đá vôi.
- Đệp Sin Cao ($T_2 sc$), lộ ra thành một dải từ Tam Đường đến Than Uyên. Thành phần chủ yếu là đá sỏi, cát, bột kết và xen kẽ là sét vôi.
- Đệp Sông Bôi ($T_{2l-T_3 sb}$), phân bố dọc sông Bôi, Chi Nê, tây bắc suối Rút. Thành phần chủ yếu là đá bột kết, đá phiến sét xen kẽ nhau.
- Đệp Suối Bàng ($T_{3n-r sb}$), phân bố ở vùng Suối Bàng, Núi Tọ, suối Lúa, Điện Biên, Nà Khoang, Pu Sam Sao, Quỳnh Nhai, Đầm Đùn, Suối Hoa, Mường Tè, Sốp Cộp. Thành phần chủ yếu là cuội, sỏi, cát, bột và sét kết màu nâu vàng ở dưới, còn phần trên là đá phiến sét xen kẽ các vỉa than mỏng.
- Đệp Văn Lãng ($T_{3n-r vl}$), phân bố ở Văn Lãng, Quán Triều, Bó Hạ, Yên Dũng và lưu vực sông Gâm. Thành phần gồm sét, bột kết và các thấu kính than.
- Đệp Hòn Gai ($T_{3n-r hg}$), phân bố ở vùng Duyên Hải từ Mông Dương-Cẩm Phả đến Quảng Yên. Thành phần gồm cuội sỏi kết chứa các thấu kính than ở dưới, phần

trên bột kết, sét than và các vỉa than.

- Đệp Mẫu Sơn (T_3 k *ms*), phân bố thành hai dải: thị xã Lạng Sơn - Kép và Bình Liêu-Yên Tử. Thành phần chủ yếu là cát kết xen kẽ cuội, sét kết màu nâu đỏ.

3.7.2. Hệ Jura

- Hệ Jura (J) không phân chia, tập trung chủ yếu ở Tú Lệ. Thành phần chính là trầm tích nguồn gốc núi lửa màu đỏ (cuội, cát kết và tuf).

- Đệp Hà Cối (J *hc*), phân bố ở Cẩm Khê, nam Phú Thọ, Lục Rã-Kim Long, Yên Lạc, vịnh Hà Cối, Cái Bàu, nam Võ Nhai và Thái Nguyên. Thành phần chủ yếu là sỏi kết, sét kết và cuội kết màu tím đỏ xen kẽ ít thấu kính than.

- Đệp Nậm Pồ (J₁ *np*), tập trung huyện Mường Tè với thành phần gồm cát, bột kết màu nâu đỏ.

3.7.3. Hệ Krêta

- Hệ Krêta (K) không phân chia, phân bố ở nam Yên Bình Xã, Đình Lập. Thành phần gồm cuội kết, cát kết màu nâu hồng xen kẹp sét kết màu nâu đỏ.

- Đệp Tú Lệ (K *tl*), phân bố ở Ngòi Thia-Phu Lương, Pu Sung Mon-Thanh Liu với thành phần gồm trầm tích đá phun trào riolit ban tinh thạch anh, fenfat.

- Đệp Yên Châu (K₂ *yc*), phân bố thành các dải: Nậm Cúm - Quỳnh Nhai, Quỳnh Nhai-Sơn La và Yên Châu-Mộc Châu- Mai Châu. Thành phần gồm cuội, sỏi, cát kết màu xám vàng ở phần dưới, phần trên gồm cuội kết màu nâu đỏ.

3.8. Giới Kainozoi:

3.8.1. Hệ Paleogen

Phân bố một diện nhỏ ở phía nam Tam Đường và nam Đông Pao. Thành phần chủ yếu là đá phun trào kiềm trachit, loxitôfia và tuf của chúng.

3.8.2. Hệ Neogen

- Thống Miocen (N_1), nằm trong những dải hẹp dọc thung lũng sông Hồng (từ Bảo Hà đến Phú Thọ), sông Lô (Tuyên Quang, Phan Lương, Đoan Hùng), Hoàn Bồ, Hang Mon, Đồng Giao, Nà Dương, Thất Khê,... Thành phần ở phần dưới gồm cuội, tầng kết, phần trên gồm cát kết, bột kết và sét kết chứa than.

- Thống Pliocen (N_2), tầng trầm tích Pliocen nằm chuyển tiếp lên trầm tích Miocen và có diện phân bố cùng với diện phân bố của trầm tích Miocen. Trong thống Pliocen được chia thành 3 đệp: Đệp Đồng Giao (N_2 *dg*) với thành phần là sét kết và sét kết hạt nhỏ chứa than. Đệp Rinh Chùa (N_2 *rc*) có thành phần chủ yếu là cát kết, bột kết, sét kết màu loang lổ và xen kẹp các thấu kính cuội kết hạt nhỏ.

3.8.3. Hệ Đệ tứ

Các trầm tích bờ rời đệ tứ phát triển hầu hết trong các thung lũng sông, suối, nón phóng vật. Thành phần chủ yếu là sét, sét pha cát nằm bên trên các trầm tích hạt thô (cuội, sỏi và cát hạt thô).

Đá phun trào bazan đệ tứ (βQ) phân bố chủ yếu ở khu vực bờ phải suối Lũng Pô Hồ gần biên giới Việt - Trung. Thành phần chủ yếu là đá bazan ôlivin hạch nhân có ban tinh là ôlivin, piroxen và thạch anh.

3.9. Các thành tạo macma xâm nhập:

Vùng miền núi thuộc miền Bắc Việt Nam, hoạt động macma khá phức tạp và xảy ra trong nhiều giai đoạn hoạt động kiến tạo khác nhau từ Prôtêzôzôit cho đến tận Kainôzôit. Hoạt động macma liên quan chặt chẽ đến các đứt gãy kiến tạo, đặc biệt là các đứt gãy sâu lớn: đứt gãy Sông Hồng, Sông Mã, ở dọc các đới đứt gãy này hoạt động macma diễn ra mạnh mẽ, tại đây phân bố nhiều phức hệ macma có tuổi khác nhau và chúng bị biến chất chồng gối mảnh liệt. Sau đây là các phức hệ macma chính trong vùng nghiên cứu:

3.9.1. Các phức hệ Prôtêzôzôit muộn-Cambri sớm

- Phức hệ Bảo Hà ($\nu_1 bh$): gồm tổ hợp metagabrođiaba. Phân bố ở phần trục của nếp lồi Sông Hồng (Văn Bàn, Đam San, Ngòi Lao, Ngòi Hút, Ngòi Thia)
- Phức hệ Ca Vịnh ($\gamma\sigma m_1 cv$): gồm tổ hợp granit-plagiô-granit-micmatit. Lộ ra từng khối (Ca Vịnh, Đồng Ve nằm ở phía đông thị xã Yên Bái).
- Phức hệ Bản Ngâm ($\gamma_1 bn$): gồm tổ hợp granit. Bao gồm các khối Bản Ngâm, Làng Nhạp, suối Đức.

3.9.2. Các phức hệ Palêzôzôit

- Phức hệ Sông Chảy ($\gamma m_2 sc$): gồm tổ hợp granit-micmatit. Phân bố ở Chiêm Hóa và dọc núi Con Voi (khối Sông Chảy, Núi Láng, Núi Bảo, Núi Mềm, Đá Trắng).
- Phức hệ Po Sen ($\gamma\sigma m_2 ps$): gồm tổ hợp granit-plagiôgranit-micmatit. Lộ ra ở vùng Thu Cúc, Suối Mai, Chiềng Khương, Chiềng Cang và đông nam Mường Lát
- Phức hệ Loa Sơn ($\gamma_2 ls$): gồm tổ hợp granit-plagiôgranit-micmatit. Phân bố ở Loa Sơn, Nghiêm Sơn, Bình Tích, Lý Nhân, Bắc Mực, Thái Đất.
- Phức hệ Phia Ma ($\epsilon_2 pm$) và Mường Hum ($\epsilon_2 mh$): tổ hợp granit kiềm-granôxiênit kiềm -xiênit nêfêlin. Lộ ra ở Phia Ma, Ngòi Biệc (Tuyên Quang) và Mường Hum, Đèo Mây (thuộc dãy núi Hoàng Liên Sơn)
- Phức hệ Trường Sơn ($\gamma_3 ts$): gồm tổ hợp granit-granô-diôrit thạch anh. Phân bố chủ yếu ở Mường Tè.

3.9.3. Các phức hệ Palêzôzoi thượng-Mezozoi

- Phức hệ Điện Biên ($\gamma\delta_4 db$) và phức hệ Ngân Sơn ($\gamma\delta_4 ns$): gồm tổ hợp granit-granôđiôrit-điôrit và tổ hợp alaxkit-granit-plagiôgranit. Lộ ra ở tây bắc gồm có các khối: Nậm Hom, Nậm Pồ, Nậm Peng, Pu Đen Đin, ở Đông bắc gồm các khối: Lũng Thàng, Tam Đỉnh, Chợ Rã, Ngân Sơn, Bắc Sơn, Móng Cái.v.v...
- Phức hệ Núi Nưa ($\delta_4 nn$): gồm tổ hợp đunit-hacbuanit-periđôtit và phức hệ Bản Xang ($\delta_4 bx$): tổ hợp đunit. Phân bố ở núi Nưa, bản Xang và một số khối nhỏ ở khu vực Thanh Hoá.
- Phức hệ Núi Chúa ($\delta_4 nc$): gồm tổ hợp gabrô-gabrônôrit-gabrôđiôrit. Phân bố thành hai dải chính: dải Bắc Thái (gồm có khối Núi Chúa, Yên Thái, Khao Cum, Khao Quế), dải Thanh Hoá (gồm các khối Tri Năng, Lương Sơn).
- Phức hệ Cao Bằng ($\sigma\delta_4 cb$): gồm tổ hợp phân dị đunit-periđôtit, gabrô-điôrit-điôrit thạch anh, mang tính á núi lửa. Phân bố ở khu vực Cao Bằng, Nước Hai, Nguyên Bình, Tĩnh Túc (gồm các khối Suối Cửa, Khâu Mía, Nguyên Bình, Lũng Luông)
- Phức hệ Phia Bioc ($\gamma_4 pb$): gồm tổ hợp granit. Phân bố ở các khu vực như Phia Bioc, Tam Tao, Linh Đàm, Chợ Chu, Bản Bồng Tôm, Kim Bôi, Núi Ông...
- Phức hệ Mù Cang Chải ($\gamma_5 mc$): gồm tổ hợp gabrô-điôrit diabaz mang tính á núi lửa, tập trung chủ yếu ở Mù Cang Chải thuộc máng chống Tú Lệ.
- Phức hệ Phu Sa Phìn ($\gamma_5 pp$): gồm tổ hợp granit-granôxiênit kèm theo phun trào trachit-cômendit-granôđiôrit, lộ ra ở phần tây nam của đỉnh núi Phan Xi Păng
- Phức hệ Phia Oắc ($\gamma_4 po$): gồm tổ hợp granit-granit sáng màu phân bố thành từng khối: Phia Oắc, Thiện Kế và Đá Liền.

3.9.4. Các phức hệ Kainozoi

- Phức hệ Ý Yên Sun ($\gamma_6 ys$): gồm tổ hợp granit-granôxiênit, diện phân bố của chúng tạo nên phần xương sống của dãy núi Phan Xi Păng.
- Phức hệ Nậm Xe-Tam Đường ($\epsilon_7 nt$): gồm tổ hợp granit xiênit kiềm, xiênit kiềm. Phân bố chủ yếu dọc sườn tây dãy núi Phan Xi Păng và lẻ tẻ ở vùng Pa Tân, bắc Lai Châu.
- Phức hệ Chợ Đồn ($\epsilon_7 cd$): gồm tổ hợp xiênit nephêlin kiềm. Phân bố dưới dạng những mạch nhỏ ở vùng Chợ Đồn và gần Hồ Ba Bể.
- Phức hệ Pu Sam Cạp ($\epsilon_7 pc$): gồm tổ hợp xiênit loxitit. Phân bố hạn chế ở Phu Sam Cạp và một vài khối nhỏ ở vùng suối Ba, Nậm Cúm.

IV. ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT

Kết quả phân tích của các nhà địa chất: Đovjikov A.E, Trần Văn Trị và các tác giả của loạt tờ địa chất tỉ lệ 1:200 000 cho thấy tham gia vào sự thành tạo các cấu trúc địa chất vùng núi thuộc miền Bắc Việt Nam có đầy đủ các hệ tầng từ Proteozoi đến Kainozoi. Dựa vào đặc điểm trầm tích và quy luật phân bố của các hệ tầng trầm tích các tác giả trên đã phân chia ở miền Bắc Việt Nam thành hai miền kiến tạo chính: miền uốn nếp Bắc Bộ là phần kéo dài của calêđônit Hoa Nam (vùng nghiên cứu nằm chủ yếu trong miền này) và miền uốn nếp Đông Dương là phần kéo dài của đại Têtit cổ. Trong mỗi miền kiến tạo lại được chia thành các hệ uốn nếp khác nhau dựa trên phân tích đặc điểm của các thành hệ kiến trúc địa chất trong khu vực. Trong miền uốn nếp Bắc Bộ gồm có hai hệ uốn nếp chính: hệ uốn nếp Tây Bắc được đặc trưng bởi cấu trúc dạng tuyến và thành phần trầm tích phân bố trong hệ có chứa nhiều trầm tích phun trào. Hệ uốn nếp Việt Bắc được đặc trưng bởi cấu trúc chủ yếu dạng vòm và bởi thành phần trầm tích phân bố trong hệ ít đá phun trào hơn. Và cuối cùng là hệ uốn nếp Trường Sơn nằm trong miền uốn nếp Đông Dương. Trong mỗi hệ uốn nếp được chia thành nhiều các đơn vị cấu trúc bậc cao khác nhau, các đơn vị đối cấu trúc này bị khống chế bởi các đứt gãy bậc cao tương ứng.

Sau đây là các đặc điểm chính của từng đới cấu trúc có ở trong vùng nghiên cứu:

4.1. Đới cấu trúc Sông Hồng: thể hiện dưới dạng là một phức nếp lồi lớn kéo dài theo phương tây bắc-đông nam, được giới hạn bởi đứt gãy sâu Sông Chảy ở phía bắc và các đứt gãy chạy dọc Hoàng Liên Sơn ở phía nam. Đới này được chia làm hai phần: phần đông bắc gồm các thành tạo kết tinh Prôtezozoi được nâng lên mạnh mẽ dạng địa lũy. Phần đông nam bị các đới cấu trúc Sông Đà, Tú Lệ phá vỡ và nhấn chìm theo các đứt gãy, nút tây nam của đới chìm dần xuống dạng bậc thang dưới các trầm tích Mezozoi và Kainozoi. Phần nhân chủ yếu là đá kết tinh giàu nhôm, Plagiocla, Amphibonit thuộc hệ tầng Sông Hồng, Ngòi Hút, Thạch Khoán.

4.2. Đới cấu trúc Sông Mã: có dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Phía đông bắc tiếp giáp với đới cấu trúc Sông Hồng, phía đông nam được giới hạn bởi đứt gãy sâu Sông Mã, phía tây bắc bị vát nhọn bởi đứt gãy sâu Lai Châu-Điện Biên và phía đông nam chìm dần xuống, bị các trầm tích Mezozoi và Kainozoi phủ lên. Tham gia vào cấu trúc này là các trầm tích thuộc các hệ tầng Sông Mã, Sinh Vinh.v.v..Trong phạm vi đới cấu trúc Sông Mã hoạt động macma rất phong phú suốt đại Paleozoi bao gồm các xâm nhập và phun trào với thành phần từ siêu mafic đến mafic và axit.

4.3. Đới cấu trúc Sông Lô: có dạng đẳng thước, phía bắc nối tiếp với vùng trôi Mã

Quan (Trung Quốc), phía nam bị đứt gãy Sông Chảy cắt vát đi còn phía đông bị các trầm tích Paleozoi thượng của đới cấu trúc Bắc Thái phủ chôn lên. Phức hệ uốn nếp được bắt đầu từ Proteozoi muộn đến Oclôvic, gồm hai phụ tầng cấu trúc ($PR_3 - \in_1$ và $\in_1 - O$) được đặc trưng bởi nhóm thành hệ nguồn lục địa-cacbonat. Hoạt động magma trong đới cấu trúc này không liên tục và có tính phân nhịp rõ rệt, thành phần chính gồm các phức hệ granit-micmatit, granit biotit, granit á núi lửa. Ngoài ra còn có các phức hệ xâm nhập granoxienit -granit. Về địa hình đới cấu trúc Sông Lô được đặc trưng bởi các khối núi cao, ở phần giữa bị phân cắt mạnh và thấp dần về phía đông nam là các núi trung bình dạng cánh cung dọc Bắc Thái-Tuyên Quang.

4.4. Đới cấu trúc Bắc Thái -Hạ Lang: ngăn cách các cấu trúc Mezozoi Sông Hiến và An Châu ở phía đông bắc qua đứt gãy Cao Bằng -Tiên Yên. Phía tây tiếp giáp cấu trúc Sông Gâm qua đứt gãy Sông Đáy. Đới cấu trúc được chia thành hai phụ đới rõ rệt: phụ đới cấu trúc Bắc Thái và Hạ Lang và ngăn cách bởi các đứt gãy hình cung Lạng Sơn-Thái Nguyên ở đông nam. Về mặt cấu trúc phụ đới Bắc Thái thể hiện kiểu cấu tạo ghép toả tia hình cung dạng chữ "V" mở rộng về phía đông bắc và bị các đứt gãy dọc chia cắt. Còn phụ đới cấu trúc Hạ Lang có cấu tạo ngắn, khá bình ổn chủ yếu do các trầm tích Đêvon tạo thành. Đới Bắc Thái - Hạ lang là vùng nâng tương đối gồm các đá Paleozoi hạ-trung và một ít Paleozoi thượng ở phía đông bắc, Trong đới bao gồm các thành hệ trầm tích chính: Cambri thượng-Oclôvic hạ, Oclôvic trung, Oclôvic thượng-Silua hạ và đêvon gồm chủ yếu là nhóm thành hệ nguồn lục địa thành phần gồm cát, bột kết dạng quaczit, phiến sét, đá vôi và cát kết tufôgen. Hoạt động magma trong đới diễn ra nhiều lần và đặc biệt vào giai đoạn Pecmi-triat: gồm thành tạo phun trào bazơ, thành hệ granit-granôđiôit và các thành tạo xâm nhập từ siêu mafic đến axit.

4.5. Đới cấu trúc Quảng Ninh, nằm ở phía cực đông bắc Bắc Bộ, đới cấu trúc có dạng cung ôm lấy cấu trúc An Châu ở phía bắc, tây bắc, phía tây nam bị các trầm tích Kainozoi che phủ. Đới Quảng Ninh gồm các thành hệ trầm tích đá vụn núi lửa, nguồn lục địa-cacbonat và cacbonat tuổi từ Oclôvic muộn đến Paleozoi hạ. Hoạt động magma chủ yếu là phun trào núi lửa ở dưới biển và một số khối xâm nhập gabrođiôit, diorit, granit. Trong giai đoạn Kainozoi hình thành hồ trũng Kainozoi Hoàn Bồ-Hòn Gai lấp đầy trầm tích sông hồ Nêogen.

4.6. Đới cấu trúc Mezozoi Sông Đà, kéo dài từ Nậm Cúm đến vùng biển Ninh Bình-Thanh Hoá. Phía tây giáp với đới Sông Mã qua đứt gãy Thuận Châu, phía bắc giáp với đới cấu trúc Sông Hồng qua các đứt gãy dọc sườn dãy Hoàng Liên Sơn. Đới

Sông Đà có cấu trúc dạng tuyến đặc trưng với thành phần chủ yếu là các thành hệ nguồn lực địa rất dày, điển hình là thành hệ molat chứa than và màu đỏ lục địa, phát triển nhiều phun trào bazơ và các xâm nhập siêu mafic, dọc theo đứt gãy có granitoidit xuyên lên.

4.7. Đối cấu trúc Mesozoi Tú Lệ, là một kiểu trũng giữa núi có dạng bầu dục hướng tâm nghiêng vòng dọc Than Uyên, Quang Huy, Nghĩa Lộ. Ngăn cách với cấu trúc Sông Đà qua một đứt gãy. Cấu tạo nên cấu trúc này là thành hệ molat chứa than và các trầm tích phun trào và xâm nhập mafic-axit-kiềm. Hoạt động các đứt gãy trong đới cấu trúc chủ yếu tập trung ở ven rìa, trong đó dọc theo Nghĩa Lộ, cũng như cánh đối diện ở Mường Pịa theo bờ trái sông Đà có phương tây bắc-đông nam.

4.8. Đối cấu trúc Mesozoi Phong Sa Lý, chiếm một phần nhỏ ở cực tây bắc lãnh thổ Việt Nam (tây bắc Lai Châu), đây là cánh đông bắc nếp lồi Thượng Lào. Phía đông bắc và đông bị các đứt gãy dọc thượng lưu sông Đà và Lai Châu chia ngăn cách với các đới cấu trúc Sông Cả và Sông Mã, các phía khác là ranh giới quốc gia Việt Nam với Lào và Trung Quốc. Cấu trúc của đới bao gồm các nếp lồi, lồi xen kẽ nhau và kéo dài theo phương tây bắc-đông nam. Cấu tạo nên cấu trúc này là các thành hệ trầm tích núi lửa, molat chứa than, đá vôi, sét vôi, và đá phiến sét. các phá huỷ đứt gãy và hoạt động magma mạnh mẽ hầu như tập trung ở phía đông và đông bắc của đới, ngoài đứt gãy chính thượng lưu sông Đà và Lai Châu có tính chất khống chế sự hình thành của cấu trúc còn nhiều đứt gãy nhánh có tính chất địa phương chia cắt, tạo ra những địa hào, địa lũy sâu và hẹp. Đá magma chủ yếu là granitoidit thuộc phức hệ Điện Biên chủ yếu là gabrô - diorit, diorit, granit sẫm màu bị sừng hoá.

4.9. Đối cấu trúc Mesozoi Sông Hiến, thể hiện dưới dạng kéo dài theo phương tây bắc - đông nam, hơi cong về phía Trung Quốc, ngăn cách đới Hạ Lang ở phía đông bắc và đới Bắc Thái ở phía tây nam. Phía đông nam ngăn cách với đới An Châu bởi đứt gãy Cao Bằng-Lạng Sơn. Đối cấu trúc được lấp đầy bởi trầm tích lục địa-phun trào chủ yếu là axit và bazơ, ngoài đá phun trào dọc đứt gãy Cao Bằng - Lạng Sơn còn có những khối xâm nhập gabroperidôtit, gabroôlivin và gbrodiaba thuộc phức hệ Cao Bằng.

4.10. Đối cấu trúc Mesozoi An Châu, có dạng hình nêm uốn cong về phía nam, đông nam, nằm kẹp giữa đới Bắc Thái ở phía tây bắc và đới Quảng Ninh ở phía đông nam giới hạn bằng hai đứt gãy lớn giao nhau ở Sơn Dương. Đối hình thành và phát triển mạnh mẽ từ Triat đến Kreta, bao gồm các thành hệ nguồn lực địa-phun trào,

thành hệ molat chứa than. Các trầm tích phun trào chủ yếu tạo nên các đá Liparit pofia, liparit đaxit pofia và một số khối xâm nhập nhỏ granitôit. Hoạt động phá hủy của các đứt gãy mạnh mẽ giữa hai hệ thống đông bắc-tây nam và tây bắc - đông nam, không những chúng phân chia móng của của cấu trúc mà còn khống chế sự lắng đọng trầm tích Mezozoi cũng như chia các bậc cấu trúc thành khối tảng.

4.11. Đối cấu trúc Mezozoi Sầm Nưa, nằm kề ngay đối cấu trúc Sông Mã có hình dáng như chữ "Z" . Trong vùng nghiên cứu cấu trúc này kéo dài từ Điện Biên qua Sốp Cộp có dạng lòng máng hẹp lệch nghiêng về phía tây nam và kẹp giữa hai hệ thống đứt gãy phân đới. Đối cấu trúc được cấu tạo chủ yếu bởi các thành hệ nguồn lục địa-phun trào axit, thành hệ kiểu molat chứa than.

4.12. Các đới cấu trúc Kainozoi, nằm rải rác dọc theo các đứt gãy lớn: Bảo Hà - Phú Thọ thuộc đới đứt gãy Sông Hồng, Đoan Hùng, Phan Lương thuộc đới đứt gãy Sông Lô, Nà Dương, Thất Khê thuộc đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên.v.v... Các trũng này có hình dạng các cấu trúc khác nhau: trũng kiểu địa hào, hình thoi... lấp đầy các trũng này là các thành tạo có nguồn gốc lục địa bao gồm cuội, sỏi, cát và bột kết chứa than.

Qua phân tích đặc điểm phân bố các trầm tích, đặc điểm macma và đặc điểm cấu trúc kiến tạo ở khu vực miền núi phía bắc cho thấy lịch sử phát triển địa chất ở khu vực này đã trải qua nhiều thời kỳ có chế độ kiến tạo khác nhau rõ rệt. Hoạt động kiến tạo giai đoạn Proteozoi đã hình thành móng kết tinh uốn nếp cổ, trên bình đồ cấu trúc hiện đại các đá cổ nhất nhô lên dọc lưu vực sông Hồng và sông Mã. Chuyển sang giai đoạn Proteozoi muộn-Paleozoi hoạt động kiến tạo vẫn mang tính kế thừa của giai đoạn trước song mang tính phân dị mạnh mẽ hơn, trên bình đồ cấu trúc hiện đại đã hình thành nên các đới cấu trúc Sông Lô, Bắc Thái, Hạ Lang và Quảng Ninh. Đến giai đoạn Paleozoi muộn phần lớn khu vực nghiên cứu chuyển sang chế độ kiến tạo ổn định, hình thành nên các trầm tích cacbonat khá đồng nhất phân bố rộng rãi ở vùng nghiên cứu, nhưng vào cuối Paleozoi muộn và Mezozoi hoạt động kiến tạo lại trở nên mãnh liệt hơn phá vỡ một phần các đới cấu trúc đã hình thành trước đó để tạo nên các đới cấu trúc mới mà thành phần chủ yếu là các trầm tích nguồn gốc lục địa và á núi lửa, trên bình đồ cấu trúc hiện đại là các đới cấu trúc Sông Đà, Tú Lệ, Phong Sa Lý, Sông Hiến, An Châu và Sầm Nưa. Vào cuối Mezozoi và suốt Kainozoi khu vực nghiên cứu chế ngự chủ yếu là chế độ lục địa, hoạt động kiến tạo chủ yếu dọc theo các đới đứt gãy lớn để hình thành nên các trũng địa hào hẹp được lấp đầy các trầm tích hạt thô và trầm tích chứa than hoặc trầm tích núi lửa, điển hình là các trũng địa hào dọc theo đới đứt gãy Sông Hồng, Sông Lô (khu vực Phan Lương, Đoan Hùng), trũng Nà Dương.v.v...

V. KHÁI QUÁT ĐỊA CHẤT THUỖ VĂN Ở MIỀN NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

Cho đến nay, trên vùng lãnh thổ này đã được triển khai đo vẽ địa chất, địa chất thuỷ văn ở những tỷ lệ khác nhau từ khái quát đến chi tiết. Ngoài việc đo vẽ địa chất ở các tỷ lệ khác nhau, nhiều nơi trên vùng nghiên cứu đã được đo vẽ đến tỷ lệ khá chi tiết, đã ứng dụng trực tiếp vào thực tiễn. Trên cơ sở phân tích, tổng hợp các tài liệu mới nhất về địa chất thuỷ văn ở khu vực miền núi phía bắc nước ta, nhằm mục đích nghiên cứu tài biến địa chất, đã cho phép nêu lên những đặc điểm khái quát về địa chất thuỷ văn của miền núi phía bắc Việt Nam.

Khi xác lập các đặc điểm địa chất thuỷ văn của vùng các tác giả đã đặc biệt chú ý đến các dạng tồn tại của nước dưới đất và các đất đá chứa nước. Phần lớn các công trình nghiên cứu về địa chất thuỷ văn ở miền núi phía bắc Việt Nam đều gộp thành các thành tạo địa chất chính sau đây:

- Trầm tích lục nguyên;
- Trầm tích lục nguyên xen phun trào;
- Trầm tích lục nguyên - cacbonát;
- Trầm tích lục nguyên xen phun trào và cacbonát;
- Đá phun trào;
- Đá biến chất;
- Đá xâm nhập.

Những thành tạo địa chất trên đây được coi là để làm cơ sở cho thiết lập các tổ hợp thành phần thạch học tương tự như những địa tầng địa chất thuỷ văn. Các quá trình phong hoá, chiều dày vỏ phong hoá cũng như một loạt các điều kiện tự nhiên khác cũng có những ảnh hưởng nhất định đến các đặc điểm về địa chất thuỷ văn của khu vực. Ngoài ra, trong các địa tầng địa chất thuỷ văn, các yếu tố về mức độ chứa nước, tính đồng nhất của đá, tính chất thuỷ lực, nguồn cung cấp, sự lưu thông và tiêu nước cũng được tính đến. Trên cơ sở các thành tạo địa chất, thành phần thạch học của đất đá chứa nước, độ nứt nẻ của đất đá, vùng nghiên cứu cũng được chia ra các phức hệ chứa nước và các đới chứa nước. Đồng thời, trên cơ sở cấu trúc kiến tạo, vùng nghiên cứu được phân ra 2 miền địa chất thuỷ văn: miền địa chất thuỷ văn Tây Bắc và miền địa chất thuỷ văn Đông Bắc. Ranh giới giữa 2 miền địa chất thuỷ văn này là đới đứt gãy Sông Hồng. Trong mỗi miền địa chất thuỷ văn lại chia ra các vùng địa chất thuỷ văn dựa trên các dạng tồn tại về nước, nguồn cung cấp, tính chất vận động của nước ngấm và tiêu thoát của nó. Như vậy, trong mỗi vùng địa chất thuỷ văn mang những đặc trưng riêng về đặc điểm địa chất thuỷ văn (hình 3b).

5.1. Khái quát về miền địa chất thuỷ văn Tây Bắc Việt Nam

Miền địa chất thuỷ văn Tây Bắc Việt Nam nằm trên đới cấu trúc tân kiến tạo Tây Bắc Việt Nam. Đới cấu trúc bị phân dị mạnh mẽ bởi hệ thống đới phá huỷ dập

vỡ và trượt cắt tạo nên các cấu trúc với quy mô phân bố rất khác nhau trong không gian cũng như theo thời gian. Các cấu trúc tân kiến tạo chủ yếu phân bố có dạng tuyến, chạy dài theo phương tây bắc - đông nam. Do vậy, đặc điểm địa chất thuỷ văn ở đây cũng mang những đặc trưng riêng. Trên phạm vi vùng nghiên cứu có thể chia thành 4 vùng địa chất thuỷ văn: vùng địa chất thuỷ văn chứa nước khe nứt - mạch Hoàng Liên Sơn, vùng địa chất thuỷ văn chứa nước karst - khe nứt Sông Đà, vùng địa chất thuỷ văn chứa nước khe nứt Sông Mã và vùng địa chất thuỷ văn chứa nước khe nứt Mường Tè. Trong mỗi vùng địa chất thuỷ văn lại phân bố những đới chứa nước, phức hệ chứa nước khác nhau. Căn cứ vào khả năng có thể cung cấp nước ngầm, có ý nghĩa đối với đời sống kinh tế - xã hội, trong những vùng địa chất thuỷ văn kể trên có 2 phức hệ chứa nước có ý nghĩa đối với việc cung cấp nước dưới đất:

1) Phức hệ chứa nước karst - khe nứt trong trầm tích cacbonat Trias trung (T_2a). Phức hệ này phân bố phổ biến ở vùng địa chất thuỷ văn Sông Đà và vùng địa chất thuỷ văn Điện Biên. Chúng tạo nên dải kéo dài từ biên giới Việt - Trung đến Điện Biên, rồi Sơn La, Hoà Bình. Thành phần thạch học chủ yếu là đá vôi thuộc các hệ tầng Đồng Giao (T_2adg). Các lỗ khoan ở đây có tỷ lưu lượng 0,5 - 1,0 l/sm, lớn nhất đạt 13,16 l/sm. Khả năng chứa nước rất phong phú song lại rất không đồng nhất. Nguồn nước ngầm chủ yếu chỉ tập trung trong các đới nứt nẻ, các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo và những đới karst hoá mạnh. Trong đó phải kể đến đới có tiềm năng nước ngầm như đới đứt gãy Sông Đà, đới đứt gãy Sơn La, đới đứt gãy Sông Mã, đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên v.v.

2) Phức hệ chứa nước karst - khe nứt trong trầm tích cacbonat Carbon - Permi (C-P) và phức hệ chứa nước karst - khe nứt Devon trung (D_2). Phức hệ này phân bố phổ biến ở các vùng địa chất thuỷ văn Sông Đà, vùng địa chất thuỷ văn Hoàng Liên Sơn và vùng địa chất thuỷ văn Sông Mã. Chúng cũng tạo nên những dải kéo dài dạng tuyến từ biên giới Việt - Trung đến Sơn La, Hoà Bình. Thành phần thạch học chủ yếu của phức hệ chứa nước là đá vôi. Lưu lượng nước xuất lộ thường gặp $Q = 0,1 - 0,5$ l/s. Khả năng chứa nước rất phong phú, song cũng rất không đồng nhất. Nguồn nước ngầm chủ yếu chỉ tập trung trong các đới nứt nẻ, các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo và những đới karst hoá mạnh. Trong đó phải kể đến đới có tiềm năng nước ngầm như đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên, đới đứt gãy Nghĩa Lộ, đới đứt gãy Sơn La, đới đứt gãy Sông Mã, v.v.

Ngoài ra trong miền địa chất thuỷ văn Tây Bắc Việt Nam còn phân bố các phân vị chứa nước trong các đá trầm tích lục nguyên, lục nguyên xen cacbonat, cacbonat. Chúng cũng có khả năng chứa nước, nhưng thường phân bố ở những dạng địa hình bị phân dị mạnh, tạo nên các vùng chứa nước có kích thước nhỏ, nên không có ý nghĩa lớn đối với đời sống kinh tế - xã hội. Trong đó có thể kể đến một số phức hệ chứa nước như phức hệ chứa nước khe nứt - vỉa trong các thành tạo trầm tích

phun trào Jura - Kreta, trong trầm tích Trias, trong các trầm tích lục nguyên xen phun trào Permi thượng - Trias hạ, v.v.

Tóm lại, vùng địa chất thủy văn Tây Bắc Việt Nam là một vùng có những đặc điểm địa chất thủy văn rất đặc trưng cho một vùng bị phân dị kiến tạo mạnh mẽ. Trên bình đồ cấu trúc phân bố nhiều đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo với mức độ nứt nẻ lớn, phạm vi ảnh hưởng rộng và kéo dài. Do vậy, các đặc trưng về địa chất thủy văn ở vùng này cũng rất phức tạp. Các đới chứa nước ở đây phát triển chủ yếu dọc theo các đới phá huỷ đứt gãy. Tuy nhiên, các đới chứa nước đó thường phát triển không liên tục, thường tạo thành các đới hẹp, quy mô không lớn. Nhìn chung, về tiềm năng tìm kiếm và khai thác nước ngầm ở vùng này là khó khăn và có thể nói đây là vùng khó khăn về nguồn nước ngầm. Về quan hệ với các tai biến địa chất các điều kiện địa chất thủy văn của vùng này cũng có những ảnh hưởng nhất định. Đặc điểm phân bố và sự biến đổi các điều kiện địa chất thủy văn theo thời gian và trong không gian đã tác động trực tiếp đến các tai biến trượt lở đất, xói ngầm, nứt - sụt đất, v.v... ở trong vùng nghiên cứu.

5.2. Khái quát về miền địa chất thủy văn Đông Bắc Việt Nam

Miền địa chất thủy văn Đông Bắc Việt Nam nằm trên đới cấu trúc tân kiến tạo Đông Bắc Việt Nam. Nó có ranh giới với miền địa chất thủy văn Tây Bắc là đới đứt gãy Sông Hồng. Đới cấu trúc Đông Bắc bị phân dị mạnh mẽ bởi chuyển động nâng lên mạnh mẽ trong giai đoạn Tân kiến tạo dạng uốn nếp khối tảng. Hệ thống các đới phá huỷ dập vỡ và trượt cắt có dạng vòng cung tạo nên các cấu trúc với quy mô phân bố rất khác nhau trong không gian cũng như theo thời gian. Các cấu trúc tân kiến tạo chủ yếu phân bố có dạng tuyến, chạy dài theo phương tây bắc - đông nam ở phía tây và dạng vòng cung ở phía đông của vùng địa chất thủy văn này. Do vậy, đặc điểm địa chất thủy văn ở đây cũng mang những đặc trưng riêng. Trên phạm vi vùng nghiên cứu có thể chia thành 8 vùng địa chất thủy văn: vùng địa chất thủy văn chứa nước khe nứt - mạch Con Voi, vùng địa chất thủy văn chứa nước khe nứt - mạch Sông Chảy, vùng địa chất thủy văn chứa nước karst - khe nứt sông Lô - Gâm, vùng chứa nước karst - khe nứt Bắc Sơn - Hạ Lang, vùng địa chất thủy văn chứa nước khe nứt - vĩa Sông Hiến, vùng địa chất thủy văn chứa nước vĩa - khe nứt An Châu, vùng địa chất thủy văn chứa nước vĩa - khe nứt Thái Nguyên - Quảng Ninh và vùng địa chất thủy văn karst - khe nứt Hạ Long. Trong 8 vùng địa chất thủy văn trên có 15 phức hệ chứa nước và 4 đới chứa nước khe nứt. Trong khi đó xét về mặt có khả năng cung cấp nước cho đời sống kinh tế - xã hội thì toàn miền địa chất thủy văn Đông Bắc Việt Nam có khoảng 5 đới chứa nước có ý nghĩa lớn nhất sau đây:

1) Phức hệ chứa nước karst - khe nứt trong trầm tích cacbonat Carbon - Permi (C-P) phân bố phổ biến ở vùng địa chất thủy văn Bắc Sơn - Hạ Lang và vùng địa chất thủy

văn Hạ Long. Chúng tạo nên từ những dải karst hoá mạnh và đá vôi nứt nẻ kéo dài dạng tuyến. Thành phần thạch học chủ yếu là đá vôi. Tỷ lưu lượng trong các lỗ khoan biến đổi từ 0,01 - 10,2 l/sm, thường gặp nhất là từ 1,0 - 5,0 l/sm. Khả năng chứa nước rất phong phú, song cũng rất không đồng nhất. Nguồn nước ngầm chủ yếu chỉ tập trung trong các đới nứt nẻ, các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo và những đới karst hoá mạnh. Trong đó phải kể đến đới có tiềm năng nước ngầm như đới đứt gãy Sông Thương, đới đứt gãy Cao Bằng - Lạng Sơn, đới đứt gãy Trà Lĩnh - Đông Khê, v.v. Riêng ở vùng địa chất Hạ Long, nguồn nước ngầm hay bị nhiễm mặn.

2) Phức hệ chứa nước vữa - khe nứt, karst - khe nứt trong các trầm tích lục nguyên xen cacbonat Ocdovic - Devon hạ (O-D₁) phân bố phổ biến ở vùng địa chất thuỷ văn Lô - Gâm, rải rác trong vùng địa chất thuỷ văn Sông Chảy và Hạ Long. Chúng tạo nên từ những dải karst hoá mạnh, đá vôi nứt nẻ kéo dài dạng tuyến và trong các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo. Thành phần thạch học chủ yếu là đá vôi, đá hoa bị karst hoá mạnh. Tỷ lưu lượng trong các lỗ khoan biến đổi từ 0,1 - 4,6 l/sm, thường gặp nhất là từ 0,1 - 0,5 l/sm. Khả năng chứa nước trung bình, song cũng rất không đồng nhất. Nguồn nước ngầm chủ yếu chỉ tập trung trong các đới nứt nẻ, các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo và những đới karst hoá mạnh. Trong đó phải kể đến đới có tiềm năng nước ngầm như đới đứt gãy Sông Lô, đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương, đới đứt gãy Sông Chảy, v.v.

3) Phức hệ chứa nước vữa - khe nứt, karst - khe nứt trong các trầm tích lục nguyên, lục nguyên xen cacbonat Devon (D) phân bố phổ biến ở vùng địa chất thuỷ văn Lô - Gâm, Bắc Sơn - Hạ Lang và rải rác trong vùng địa chất thuỷ văn Hạ Long. Chúng tạo nên từ những dải cuội kết, cát kết bị nứt nẻ kéo dài dạng tuyến và trong các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo, đá vôi bị karst hoá mạnh. Thành phần thạch học chủ yếu là cuội kết, cát kết bị phá huỷ nứt nẻ, đá vôi bị karst hoá mạnh. Tỷ lưu lượng trong các lỗ khoan biến đổi từ 0,03 - 2,9 l/sm, thường gặp nhất là từ 0,1 - 0,5 l/sm. Khả năng chứa nước trung bình, song cũng rất không đồng nhất. Nguồn nước ngầm chủ yếu chỉ tập trung trong các đới nứt nẻ, các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo và những đới karst hoá mạnh. Trong đó ở đây phải kể đến đới có tiềm năng nước ngầm như đới đứt gãy Sông Lô, đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương, v.v.

4) Phức hệ chứa nước vữa - khe nứt trong các trầm tích lục nguyên chứa than Triat thượng (T₃) phân bố phổ biến ở vùng địa chất thuỷ văn Thái Nguyên - Quảng Ninh và rải rác trong vùng địa chất thuỷ văn An Châu. Chúng tạo nên từ những dải cuội kết, cát kết bị nứt nẻ, phong hoá mạnh kéo dài dạng tuyến, trong các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo, đá vôi bị karst hoá mạnh. Thành phần thạch học chủ yếu là cuội kết, cát kết bị phá huỷ nứt nẻ, đá vôi bị karst hoá mạnh. Tỷ lưu lượng trong các lỗ khoan biến đổi từ 0,1 - 0,5 l/sm, thường gặp nhất là từ 0,1 - 0,5 l/sm. Khả năng chứa nước từ nghèo đến trung bình, song tính chất chứa nước lại tương đối đồng nhất. Nguồn

nước ngầm chủ yếu chỉ tập trung trong các đới nứt nẻ, các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo và những đới nứt nẻ, phong hoá bên dưới tầng than.

5) Đới chứa nước khe nứt, khe nứt - mạch trong các đá biến chất Proterozoi - Cambri hạ phân bố phổ biến ở vùng địa chất thuỷ văn Con Voi. Chúng tạo nên từ những dải phiến kết tinh, phiến mica, đá hoa bị biến vị, cà nát mạnh. Tỷ lưu lượng trong các lỗ khoan biến đổi từ 0,1 - 0,5 l/sm, thường gặp nhất là từ 0,3 - 0,5 l/sm. Khả năng chứa nước từ nghèo đến trung bình, song tính chất chứa nước lại tương đối đồng nhất. Nguồn nước ngầm chủ yếu chỉ tập trung trong các tầng đá hoa, dolomit bị nứt nẻ, karst hoá mạnh và các đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo. Trong đó phải kể đến nguồn chứa nước phổ biến là dọc đới đứt gãy Sông Hồng và Sông Chảy.

Ngoài các đới chứa nước nêu trên, trong miền địa chất thuỷ văn Đông Bắc còn phân bố các đới chứa nước khác: đới chứa nước khe nứt, khe nứt - vỉa, khe nứt - karst trong các đá lục nguyên, lục nguyên xen phun trào, v.v. Nhìn chung các đới chứa nước này có mức độ chứa nước nghèo và không đồng nhất. Chính vì vậy, chúng không có triển vọng cung cấp nước cho đời sống kinh tế - xã hội.

Tóm lại, miền địa chất thuỷ văn Đông Bắc là một vùng có những đặc điểm địa chất thuỷ văn rất phức tạp. Nó đặc trưng cho một vùng bị phân dị kiến tạo mạnh. Trên bình đồ cấu trúc phân bố các khối tầng uốn nếp và nhiều đới phá huỷ đứt gãy kiến tạo với mức độ nứt nẻ, phạm vi ảnh hưởng và phân bố không gian rất khác nhau. Các đới chứa nước ở đây chủ yếu phát triển, tập trung dọc theo các đới phá huỷ đứt gãy, các đới nứt nẻ lớn. Nhìn chung, về tiềm năng tìm kiếm khai thác nước ngầm ở vùng này cũng khó khăn và có thể nói đây là vùng khó khăn về nguồn nước ngầm.

Trên cơ sở những phân tích, tổng hợp các đặc điểm về địa chất thuỷ văn miền núi phía bắc Việt Nam có thể đưa ra một số nhận định sau đây:

1) Chính vì trên bình đồ cấu trúc kiến tạo khu vực nghiên cứu gồm 2 đới cấu trúc rất đặc trưng, cho nên ở đây cũng tồn tại 2 miền địa chất thuỷ văn tương ứng. Hay nói cách khác, các miền địa chất thuỷ văn phù hợp với cấu trúc kiến tạo của khu vực. Từ đó, các vùng địa chất thuỷ văn khi được phân chia cũng rất phù hợp với các cấu trúc bậc thấp hơn.

2) Khu vực nghiên cứu, miền núi phía bắc Việt Nam mang những đặc điểm địa chất thuỷ văn rất phức tạp, tương ứng với một vùng có những đặc điểm tân kiến tạo với những chuyển động phân dị trong không gian và theo thời gian. Chuyển động kiến tạo phân dị không những theo chiều ngang và cả theo chiều thẳng đứng. Kết quả của sự phân dị này là tạo nên bình đồ cấu trúc tân kiến tạo cực kỳ phức tạp. Địa hình khu vực này bị phân cắt mạnh mẽ. Do vậy, ngoài một số đới chứa nước chính, phần lớn các đới chứa nước thường không phân bố liên tục, chúng phân dị thành đới có quy mô nhỏ, hẹp.

3) Các đới chứa nước, hay nói cách khác các nguồn nước ngầm chủ yếu có tiềm năng khai thác phục vụ đời sống kinh tế - xã hội phân bố dọc theo các đới phá huỷ kiến tạo chính. Đó chính là những đới dập vỡ, nứt nẻ với mật độ cao, khả năng tập trung nước ngầm lớn. Đây cũng là nơi có điều kiện thăm dò, khai thác nguồn nước ngầm. Ngoài những đới phá huỷ kiến tạo chính, ở khu vực này còn phân bố một số những đới phá huỷ nhỏ hơn và chính nó cũng là tiền đề cho thăm dò tìm kiếm nước ngầm phục vụ cho đời sống của cư dân địa phương. Ngoài ra, chúng cũng là những tiền đề cho việc tìm kiếm các nguồn nước khoáng, nước nóng phục vụ đời sống dân sinh và du lịch mà trong những trường hợp đặc biệt chúng xuất lộ nước khoáng, nước nóng.

4) Dọc theo các đới này lại là những nơi mà nước ngầm lưu thông, trong những điều kiện tự nhiên cụ thể, mực nước ngầm có những dao động lớn và cũng là những điều kiện thuận lợi cho các quá trình địa chất động lực diễn ra, đến mức có thể gây nên các tai biến như sụt, nứt đất, sụt karst, xói ngầm, trượt lở đất, v.v.

CHƯƠNG II

HIỆN TRẠNG TAI BIẾN NÚT SỤT ĐẤT VÙNG NGHIÊN CỨU

Vùng nghiên cứu đã xảy ra nhiều tai biến địa chất và đã gây nhiều thiệt hại cả người và của. Trong đó đặc biệt vùng Tây Bắc tiềm năng về tai biến địa chất rất lớn. Các trận động đất xảy ra khá nhiều, trong đó các trận có cấp độ mạnh nhất trong cả nước cũng đã quan sát được trong thế kỷ vừa qua tại khu vực này. Ngoài ra, các tai biến khác như nứt sụt đất, trượt lở và lũ quét cũng đã xảy ra với qui mô và tần suất không nhỏ. Ở vùng Sông Hồng và vùng Đông Bắc các tai biến này xảy ra với mức độ yếu hơn. Tuy nhiên với nhịp độ phát triển kinh tế – xã hội gia tăng các hiện tượng tai biến, đặc biệt là nứt trượt đất cũng ngày càng xuất hiện với qui mô và tần suất lớn hơn. Hiện trạng tai biến nứt sụt đất được mô tả theo 3 vùng là: Vùng Tây Bắc, đới Sông Hồng và vùng Đông Bắc (hình 4).

I. HIỆN TRẠNG NÚT - TRƯỢT ĐẤT VÙNG TÂY BẮC

1.1. Hiện trạng nứt, trượt lở khu vực tỉnh Lai Châu:

Lai Châu là một tỉnh miền núi với địa hình núi hiểm trở. Là nơi dân cư tập trung chủ yếu ở các cao nguyên và dọc theo các thung lũng sông lớn, là một trong những vùng trọng điểm kinh tế - xã hội, có nhiều tuyến đường giao thông quan trọng. Trong những năm gần đây nhiều nơi thuộc địa bàn tỉnh đã xảy ra hiện tượng trượt lở, lũ bùn đá mạnh mẽ gây thiệt hại người và của, ảnh hưởng đến cuộc sống an sinh (hình 4).

1.1.1. Khu vực Bình Lư : Trượt lở kèm nứt đất tập trung chủ yếu ở 2 khu vực:

- *Phía nam Bình Lư* (cách ngã ba đi Phong Thổ và Lào Cai về phía nam khoảng gần 1km). Vị trí trượt lở xảy ra trên sườn đồi có độ dốc tự nhiên 20-25°, độ cao tương đối khoảng 20m. Ở đây vỏ phong hoá có chiều dày >10m với thành phần chủ yếu là cát, sét pha màu nâu đỏ. Khối trượt xảy ra trong tầng vỏ phong hoá có dạng cung trượt. Dọc hai bên sườn gồm 4 cung trượt nối tiếp nhau phương á kinh tuyến kích thước mỗi cung là 10-15m đối với chiều rộng, chiều cao 5 -6m, các sản phẩm trượt, lở bị dòng nước mang đi, thêm khối trượt lộ vách dốc cao 2m, trên bề mặt xuất hiện nhiều khe nứt tách có chiều dài 4 -5m. Ở ngay cạnh đó phía gần chân của các dãy đồi này cũng quan sát thấy các cung trượt phương tây bắc - đông nam kéo dài khoảng 100m và để lộ các vách dốc đứng có dạng như cát pha sét. Theo sự theo dõi của chúng tôi ở đây từ năm 1994 trở lại đây trượt lở xảy ra liên tục và mạnh nhất vào mùa mưa và có lẽ chúng vẫn còn tiếp tục trượt lở vào những năm tiếp theo (ảnh 1,2).

Nứt trượt đất dọc theo đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên



Ảnh 1: Khu vực Nam Bình Lư



Ảnh 2: Tại khu vực Ban Bo



Ảnh 3: Tại khu vực suối Lay (Bình Lư)

- **Chân đèo Suối Lay về phía Phong Thổ:** Vị trí trượt nứt xảy ra trên phần của taluy dương với chiều dài 70m, cao 10 m, độ dốc sườn khoảng 10° , thêm khối trượt lộ vách dốc cao 1-2,5m. Khối trượt xảy ra trong tầng vỏ phong hoá có dạng cung trượt. Sản phẩm khối trượt là trầm tích phong hoá màu nâu vàng với thành phần chủ yếu là cát hạt thô, xen sét pha lẫn sạn sỏi thạch anh, trượt lở đã tràn xuống mặt đường, hiện nay hậu quả đã được khắc phục (ảnh 3).

1.1.2. Tuyến Lai Châu - Phong Thổ: Trượt lở kèm nứt xảy ra trên tuyến đường Lai Châu-Phong Thổ. Điển hình ở một số khu vực sau:

- **Khu vực phía bắc Lai Châu:** Vị trí trượt lở, nứt xảy ra trên taluy đường, độ dốc sườn tự nhiên khoảng 15° . Khối trượt xảy ra với chiều dài 120 m liên tục, chiều cao 10 m, tạo ra vách dốc đứng có độ cao từ 1m đến 3m. Thành phần chính của khối trượt là trầm tích vỏ phong hoá với chiều dày 4-5m, gồm cát pha sét màu nâu, xám vàng, ở thân khối trượt lẫn những mảnh vỡ vụn từ đá gốc có kích thước 2 cm đến 5 cm kéo theo cả các gốc cây bụi. Như vậy, có thể thấy rõ khối trượt xảy ra ngay trong vỏ phong hoá, hiện nay do taluy đường có độ dốc lớn 40° , hơn nữa trên thân các khối trượt xuất hiện nhiều vết nứt tách và các cung trượt nhỏ nên khả năng xảy ra trượt lở vẫn còn rất lớn nhất là vào những mùa mưa (ảnh 4).

- **Khu vực Chấn Nua.** Vị trí trượt kèm nứt xảy ra trên taluy dương, địa hình ở đây có độ cao tương đối khoảng 20m, độ dốc sườn tự nhiên khoảng 15° . Khối trượt có dạng cung với chiều rộng 70 m, chiều cao 15 m, tạo ra vách dốc đứng có độ cao từ 1m đến 2m trên đỉnh và 2-3m ở hai bên thân khối trượt, thành phần chính là trầm tích vỏ phong hoá với thành phần là cát, sét pha màu xám vàng, nâu đỏ xen lẫn những mảnh vỡ vụn từ đá gốc có kích thước 2 cm đến 10 cm kéo theo cả các gốc cây bụi, phía chân khối trượt có những mạch nước nhỏ chảy thường xuyên. ở đây chiều dày lớp vỏ phong hoá khoảng 5m. Mặt trượt lộ đá gốc là cát bột kết phân lớp mỏng màu nâu gụ, bị bám nát mạnh mẽ. Như vậy, có thể thấy rõ khối trượt xảy ra ở ranh giới giữa vỏ phong hoá và đá gốc. Hiện nay trên thân và phần đỉnh đôi xuất hiện các vết nứt tách dài 4-5m, nên khả năng xảy ra trượt lở vẫn còn rất lớn (ảnh 5).

- **Khu vực Nam Páy:** Vị trí trượt lở xảy ra trên taluy đường, địa hình ở đây có độ cao tương đối khoảng 30m, độ dốc sườn tự nhiên 10° . Khối trượt xảy ra có dạng cung với chiều rộng 80 m, chiều cao 10 m, tạo ra vách dốc đứng có độ cao từ 1m đến 3m trên đỉnh và ở hai bên thân khối trượt, thành phần là cát, sét pha màu xám vàng, nâu đỏ xen lẫn những mảnh vỡ vụn và tảng thạch anh có kích thước 2 cm đến 40 cm kéo theo cả các gốc cây bụi. Ở đây chiều dày lớp vỏ phong hoá khoảng 5m, mặt trượt lộ đá gốc là cát bột kết phân lớp mỏng màu nâu gụ, bị bám nát mạnh mẽ và có nhiều mạch thạch anh xuyên cắt. Như vậy, có thể thấy rõ khối trượt xảy ra ở ranh giới giữa vỏ phong hoá và đá gốc. Khối trượt tràn qua tường chắn taluy lấp một phần đường,

Nứt trượt đất dọc theo đới đứt gãy Lai Châu _ Điện Biên



Ảnh 4: Khu vực phía bắc Lai Châu



Ảnh 5: Khu vực Chăn Nưa

hiện nay phần lớn các hậu quả trên đã được khắc phục, nhưng sản phẩm khối trượt vẫn còn lấp đầy tường chắn taluy nên quá trình trượt lở về sau sẽ tiếp tục tràn xuống mặt đường.

Đáng chú ý là cũng trên đoạn đường này nơi có dòng chảy sông Đà, chảy sát đường quốc lộ với chiều dài 4 km đã xảy ra trượt lở taluy âm và lấn sâu vào mặt đường nhựa từ 1-1,5m và cũng ở đây xuất hiện nhiều vết nứt lớn có nguy cơ trượt lở toàn bộ phần mặt đường gây nguy hiểm cho các phương tiện giao thông qua lại nơi này.

1.1.3. Tuyến Lai Châu - Tuần Giáo:

Tuyến đường có chiều dài khoảng 100km chạy qua nhiều dạng địa hình khác nhau: men theo sườn núi, qua các yên ngựa và chạy dọc theo thung lũng. Hiện tượng trượt lở kèm nứt xảy ra phổ biến ở hai bên tuyến đường này, trong đó đáng chú ý ở một số khu vực sau:

- ***Khu vực phía nam đèo Xá Tổng:*** Dọc theo đoạn đường dài khoảng 6 km có nhiều lưỡi trượt cổ nối tiếp nhau, mỗi khối trượt có chiều rộng hàng trăm mét, chiều dài gần 1km, độ dốc thân khối trượt khoảng 25° , ở phần đỉnh có độ dốc lớn hơn khoảng $35-40^\circ$. Theo quan sát thì kiểu trượt nứt ở đây khá đặc biệt, các lưỡi trượt xảy ra trong đá gốc, khi trượt xuống gần chân của dãy núi bị dồn ứ lại hình thành một loạt các đồi và tạo nên kiểu sườn gãy đặc trưng phản ánh sự tác động của đứt gãy kiến tạo cắt qua khu vực này. (ảnh 6,7)

- ***Khu vực Nậm Nèm:*** khối trượt kèm nứt tuy có chiều rộng nhỏ 20-30m, nhưng chiều dài lại rất lớn (hơn 100 m), từ đỉnh đồi vượt qua đường quốc lộ phá huỷ đoạn đường mà chúng trượt qua, đưa toàn bộ sản phẩm trượt lở xuống chân đồi tạo nên rãnh trượt khá sâu khoảng 5 - 7m. Ở đây vỏ phong hoá dày $>10m$ với thành phần chủ yếu bởi cát, sét pha màu nâu đỏ xen lẫn dăm sạn có kích thước trung bình từ 2 - 5cm. Theo sự theo dõi của chúng tôi và thông tin của nhân dân sinh sống gần khu vực này trượt lở xảy ra liên tục và mạnh nhất vào mùa mưa và có lẽ chúng vẫn còn tiếp tục trượt lở vào những năm tiếp theo (ảnh 8).

- ***Khu vực phía tây Tả Chùa:*** nằm bên sườn phía tây quan sát thấy nhiều cung trượt, mỗi cung trượt có chiều rộng khoảng 20-30m, chiều dài gần 50m tạo thành một vệt kéo dài gần 2 km theo phương tây bắc - đông nam. Trên vách các cung trượt lộ đá gốc, đây là những cung trượt xảy ra trong đá gốc. Độ dốc sườn ở nửa trên (gần đỉnh núi) khoảng 25° , nửa dưới có độ dốc thoải hơn 15° , tạo nên kiểu sườn gãy. Vị trí trượt xảy ra ở vùng chuyển tiếp giữa hai độ dốc của sườn này (ảnh 9).

- ***Khu vực Nậm Múc:*** khối trượt xảy ra trên taluy dương và âm tạo thành một rãnh trượt lớn kéo dài từ đỉnh đồi cắt qua một đoạn đường xuống tận chân đồi dài khoảng

Nứt trượt lở đất dọc theo đới đứt gãy Sơn La-Bỉm Sơn



Ảnh 6



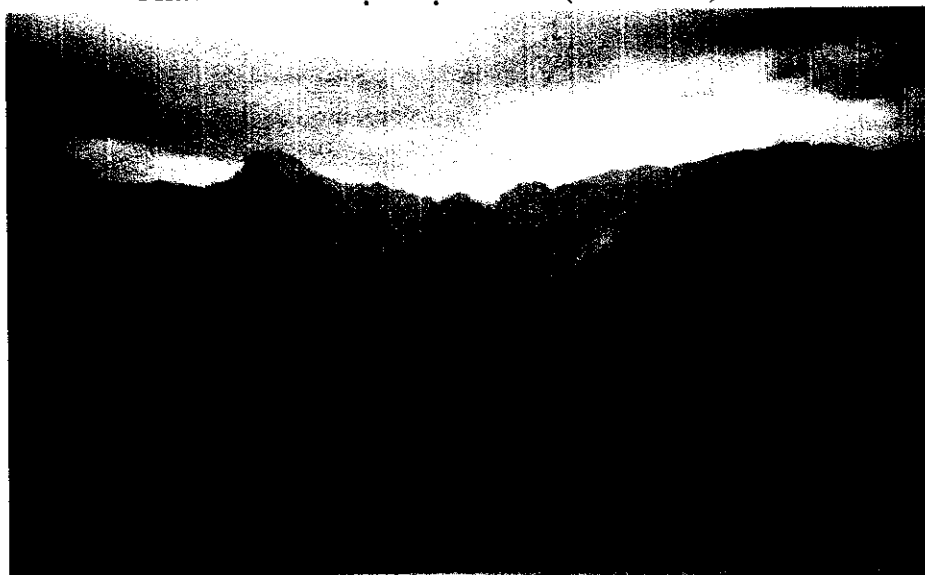
Ảnh 7

Khu vực phía nam đèo Xá Tổng (Lai Châu)

Nứt, trượt lở đất dọc theo đới đứt gãy Sơn la-Bỉm Sơn



Ảnh 8: Khu vực Nậm Nén (Lai Châu)



Ảnh 9: Tại tây Tủa Chùa



Ảnh 10: Tại khu vực Nậm Mực

120m. Ở đây vỏ phong hoá có độ dày lớn (>10m) với thành phần chủ yếu là cát mịn, sét pha cát màu nâu, nâu vàng, đỏ. Trượt nứt xảy ra trong vỏ phong hoá (ảnh 10).

- **Khu vực đèo Hoa:** Vị trí trượt kèm nứt xảy ra ở phía bắc đèo Hoa (huyện Tuần Giáo), trên một đoạn dài khoảng 150m. Ở đây vỏ phong hoá có độ dày lớn (>10m) với thành phần chủ yếu là cát mịn, sét pha cát màu nâu, nâu vàng. Trượt lở xảy ra trong vỏ phong hoá. Tuy lượng đất đá sạt lở không nhiều, nhưng do đường hẹp, mặt đường thường xuyên bị lấp lòi vào mùa mưa nên sạt lở thường gây ách tắc giao thông nghiêm trọng.

1.1.4. Về lũ bùn đá ở thị trấn Mường Lay (cũ):

Thị trấn Mường Lay cũ trải dài 2km dọc chân đồi ở cây số 12 tuyến đường Lai Châu - Điện Biên, nằm trong thung lũng sông Nậm Lay. Ngày 27 tháng 7 năm 1994, xảy ra dòng lũ bùn đá lớn (bao gồm bùn, đá tảng có kích thước lớn, cây gỗ) trên đồi cao theo suối Huổi Ló xuống chân đồi tràn qua mặt đường và đổ vào suối Nậm Lay đã phá huỷ 18 ngôi nhà và 11 người chết, 20 người bị thương. Theo quan sát của đoàn địa chất thuộc Viện Địa chất-Viện Khoa học và Công nghệ Việt nam cho biết trước và sau khi xảy ra trận lũ bùn đá thì ở phía thượng nguồn của các khe Huổi Ló, Huổi Kéo và Huổi Phán xuất hiện nhiều khe nứt lớn, các khối trượt và nhiều tảng đá lăn có kích thước lớn. Do địa hình ở đây có độ dốc lớn kết hợp với mưa lâu ngày các trầm tích phong hoá đã giảm đi độ kết dính gây dòng lũ đá lớn ở đây. Cũng tại khu vực này năm 1996 lại xảy ra trận lũ bùn đá với quy mô và tốc độ lớn hơn nhiều so với trước, rất nhiều ngôi nhà gần đây đã bị dòng bùn đá cuốn trôi và vùi lấp, chiều dày tầng bùn đá lên tới >10m bao gồm bùn, đá tảng có kích thước từ vài centimet tới hàng chục mét.

Theo nhận định của chúng tôi thì ở khu vực này cũng như dọc tuyến đường Lai Châu-Điện Biên nằm trong đới đứt gãy Lai Châu-Điện Biên, đây là đới đứt gãy hoạt động mạnh vì vậy hiện tượng trượt lở, cũng như dòng lũ bùn đá sẽ còn xảy ra trong những năm tới.

1.2. Hiện trạng nứt, trượt lở khu vực tỉnh Sơn La:

Cũng như Lai châu, Sơn La là một trong những tỉnh miền núi có diện tích rộng lớn ở tây bắc Việt Nam, phía bắc giáp tỉnh Lai Châu, phía nam giáp tỉnh Hoà Bình, phía tây tiếp giáp nước bạn Lào và phía đông giáp với tỉnh Phú Thọ và Yên Bái. Những vùng có dân cư đông đúc tập trung chủ yếu ở các cao nguyên và dọc theo các thung lũng sông lớn, có nhiều tuyến đường giao thông đường bộ, đường thuỷ quan trọng. Đặc biệt nơi đây, đang xây dựng nhà máy thuỷ điện, một trong những công trình lớn nhất ở Việt Nam.

Trong những năm gần đây, hiện tượng nứt, trượt lở, lũ quét, lũ bùn đá xảy ra mạnh ở nhiều nơi trên địa bàn tỉnh, gây thiệt hại người và của ảnh hưởng lớn đến đời sống kinh tế - xã hội. Phần lớn hiện tượng nứt, trượt lở đất xảy ra mạnh mẽ trên các tuyến đường giao thông mới mở (đường liên huyện, xã). Sau đây là một số khu vực nứt, trượt lở điển hình thuộc địa bàn tỉnh Sơn La.

1.2.1. Tuyến phía nam chân đèo Pha Đin đến Chiềng Cọ: Đây là tuyến đường liên xã dài khoảng 80 km, chạy men theo chân sườn của các dãy đồi, ở một số đoạn cắt qua yên ngựa, chúng có độ cao tương đối trung bình khoảng 60 - 70m. Hiện nay tuyến đường này đang được nâng cấp và mở rộng về hai bên. Hiện tượng trượt lở kéo theo nứt đất xảy ra khá phổ biến trên taluy dọc theo tuyến đường, trong đó tập trung nhiều và có quy mô lớn hơn cả là ở khu vực chân đèo Pha Đin, Chiềng Chanh và phía bắc Chiềng Cọ. Tại các khu vực này, địa hình có độ dốc sườn tự nhiên khoảng 10-15°, sườn và đỉnh đồi chủ yếu là cây bụi thưa. Chiều dày vỏ phong hoá từ 10-15m thành phần chủ yếu là cát pha, sét màu loang lổ và có trạng thái dẻo chảy khi bị thấm nước. Đá gốc chủ yếu là cát, bột kết bị băm nát mạnh mẽ bởi các khe nứt theo nhiều phương khác nhau. Các khối trượt có dạng vòng cung với chiều rộng đạt từ 30- 50m, phần lớn trượt trên taluy dương với độ dốc taluy lớn 50-60° có khi gần dốc đứng và xảy ra trong tầng vỏ phong hoá. Ở phía chân các taluy thường có xuất lộ các mạch nước nhỏ và bùn nhão màu đen. Hiện nay các khu vực này thường xuyên xảy ra trượt lở kèm nứt đất đặc biệt là vào mùa mưa (ảnh 11).

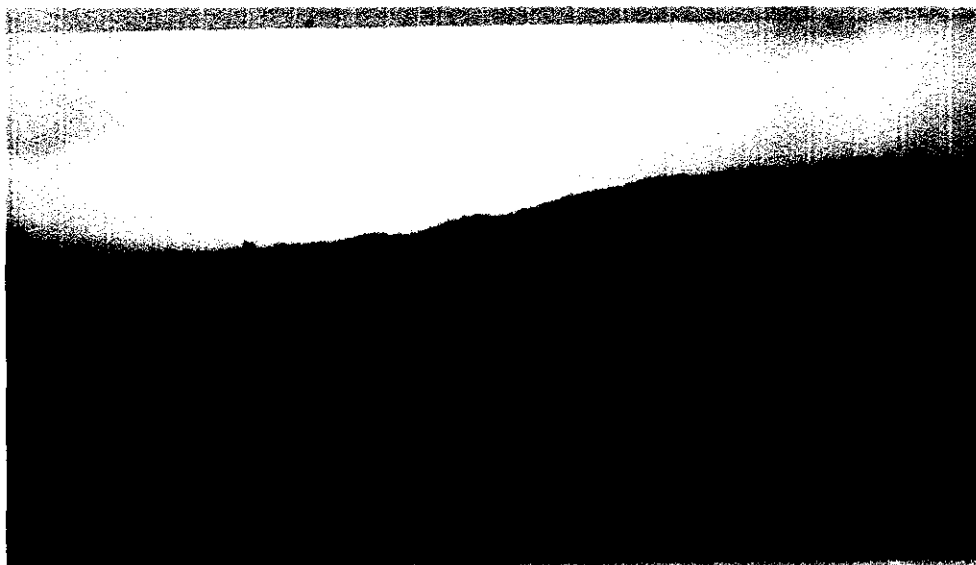
1.2.2. Khu vực phía bắc Thuận Châu: trượt lở kèm nứt xảy ra ở sườn đồi sát bờ suối thành từng cung trượt rộng 40 -50m và kéo dài gần 500 m, phương gần á kinh tuyến. Độ dốc sườn của dãy đồi này chia thành hai mức khác nhau rõ rệt: ở gần đỉnh có độ dốc thoải 5-10°, đoạn tiếp theo xuống chân sườn độ dốc lớn hơn hẳn 35 - 40°, tạo thành các vách dốc cao 10 - 15m, các quá trình trượt lở kéo theo nứt xảy ra chủ yếu ở độ dốc 35 - 40°. Các gương trượt có độ dốc lớn 25°, thành phần là trầm tích phong hoá chủ yếu là cát pha, sét và các mảnh vỡ vụn. Sản phẩm trượt một phần bị dòng nước mang đi, một phần vẫn lắng đọng tại chỗ chưa kịp bị dòng nước cuốn trôi nên tại những khu vực này thường bị ứ đọng gây ngập lụt cục bộ, ở đây tuy không có dân cư sinh sống, nhưng ảnh hưởng lớn đến canh tác của người dân địa phương (ảnh 12).

1.2.3. Tuyến đường từ Mộc Châu - Cửa khẩu Pa Háng: trượt lở xảy ra chủ yếu tập trung ở khu vực Chiềng Ve, trên địa hình đồi với độ dốc sườn tự nhiên khoảng 20°. Ở đây lớp vỏ phong hoá dày 3-4m, dưới chân taluy lộ đá gốc cát bột kết phân

Trượt lở đất dọc theo đới đứt gãy Sơn La-Bỉm Sơn



Ảnh 11: khu vực Chiềng An



Ảnh 12: Phía bắc Thuận Châu



Ảnh 13: Nút nhà tại thị trấn Hát Lót – Mai Sơn

lớp màu nâu gụ, bị bầm nát mạnh mẽ. Như vậy, có thể thấy rõ khối trượt kèm theo nứt xảy ra ngay trong đá gốc, khối trượt có dạng cung với chiều dài 120 m liên tục, chiều cao 12m, tạo ra vách dốc đứng cao từ 1m đến 3m ở phần trên đỉnh khối trượt, thành phần chính là những mảnh vỡ vụn từ đá gốc có kích thước 2 cm đến 20 cm, trượt lở đã kéo theo cả các gốc cây bụi. Hiện nay do taluy đường có độ dốc lớn 60° nên khả năng xảy ra trượt lở vẫn còn rất lớn, nhất là vào những mùa mưa.

1.2.4. Khu vực phía tây nam thị trấn Yên Châu: Đây là điểm lở đất, đá nằm trên tuyến đường liên xã cách thị trấn Yên Châu 7 km về phía tây nam. Đặc điểm địa hình ở đây là địa hình núi thấp có độ cao tương đối 100m, với vách dốc lớn đặc biệt là vách sườn phía nam của dãy núi này lên tới 40° với phương á vĩ tuyến. Vỏ phong hoá mỏng 0,5-1m, thành phần đất đá là cát, cuội, sỏi kết phân lớp không rõ và bị hệ thống các khe nứt cắt mạnh mẽ, tạo nên các tầng có kích thước khác nhau từ chục centimet đến hàng mét, độ gắn kết giữa các tầng đá rất yếu, chính vì vậy gần như năm nào ở khu vực này cũng xảy ra hiện tượng đá lở rất nguy hiểm. Nghiêm trọng hơn cũng ở vị trí này tuyến đường liên xã đã được nâng cấp và mở rộng tạo vách sườn dốc đứng càng là điều kiện cho quá trình lở đá xảy ra mạnh hơn.

1.2.5. Nứt đất tại khu vực thị trấn Hát Lót, huyện Mai Sơn (Sơn La), có toạ độ địa lý : $21^0,1258$ vĩ độ bắc và $104^0,1216$ kinh độ đông.

Điểm nứt ngay khu vực nhà của Ủy ban nhân dân huyện Hát Lót, trên bề mặt địa hình khá bằng phẳng có chiều dày vỏ phong hoá lớn với thành phần chủ yếu là sét pha cát màu nâu vàng xám, nằm trên đứt gãy Sông Đà, các vết nứt phát triển theo nhiều phương, trong đó phương á kinh tuyến phát triển nhiều hơn cả. Nứt đất xảy ra vào cuối năm 2000, Các khu nhà ở cấp IV ở lân cận cũng bị nứt mạnh, hiện nay các vết nứt trên mặt đất đã bị lu mờ (ảnh 13).

1.2.6. Tuyến Thuận Châu - Chiềng Âm: Đây là tuyến đường liên xã. Trượt lở kèm nứt đất xảy ra trên địa hình đồi ở khu vực ngã ba vào trạm thuỷ điện Chiềng Âm, sườn đồi có độ dốc tự nhiên khoảng 20° . Trên một đoạn dài hơn 250m có 3 cung trượt nối tiếp nhau, mỗi cung trượt có chiều rộng 60m, chiều cao 12m, sản phẩm trượt lở là trầm tích phong hoá với thành phần chủ yếu là cát pha, sét màu nâu, đỏ dẻo quánh lẫn những mảnh vụn của đá gốc. Trên đỉnh khối trượt lộ (thêm) vách dốc đứng cao 2 -3m . Trượt lở xảy ra trong tầng vỏ phong hoá, khi trượt xuống đã kéo theo cả những bụi cây thấp và lấp toàn bộ một đoạn đường, hiện nay đã được san ủi. Theo quan sát thì ở phần trên của khối trượt có một vài khe nứt tách dài vài mét chạy song song với cung trượt, mặt khác bản thân các khối trượt cũng xuất hiện các khe nứt, vì vậy tại khu vực này nguy cơ tiếp tục trượt lở cao, đặc biệt là vào mùa

mưa.

1.2.7. Tuyến Muồng Bú - Muồng Chùm- Mai Sơn: Trượt lở tập trung chủ yếu ở khu vực phía nam Muồng Chùm, trên đoạn dài khoảng 1500m, đây là kiểu trượt chảy tạo nên các lưỡi trượt kéo dài, gồm 10 - 12 lưỡi trượt, mỗi lưỡi trượt có chiều dài 70- 150m, rộng 5 - 7m, dốc 15-20°, thành phần chủ yếu là loại trầm tích phong hoá từ đá vôi với chiều dày >10m màu nâu đen, có độ thấm thấu nước cao. Bản thân các lưỡi trượt xuất hiện hai hệ thống khe nứt tách, trong đó khe nứt chạy song song với lưỡi trượt dài hàng trăm mét, độ mở khe nứt 5 - 10cm phát triển nhiều hơn so với các khe nứt cắt ngang lưỡi trượt. Quá trình trượt chảy sẽ vẫn tiếp tục xảy ra với cường độ lớn, nhất là vào mùa mưa. Hơn nữa, hiện nay trên đỉnh của các lưỡi trượt đang bị san ủi mở rộng lòng đường, quan sát thấy nhiều túi chứa bùn nhão màu đen, càng tạo điều kiện thúc đẩy quá trình trượt chảy tăng lên (ảnh 14a,14b,14c).

1.2.8. Nứt đất tại thị trấn Sông Mã:

Nứt đất tại khu vực thị trấn Sông Mã, huyện Sông Mã (Sơn La), có tọa độ địa lý : 21⁰,0861 vĩ độ bắc và 103⁰,6733 kinh độ đông. Điểm nứt ở trên đồi ngay khu vực phía sau nhà của Ủy ban nhân dân huyện Sông Mã, trên bề mặt địa hình sườn thoải 10-15⁰ có chiều dày vỏ phong hoá lớn, với thành phần chủ yếu là sét pha cát màu nâu vàng sẫm, nằm trên đứt gãy Sông Mã, các vết nứt chạy song song với nhau và phát triển theo á kinh tuyến; trong đó vết nứt tách lớn nhất có chiều dài khoảng 70m rộng 0.5 - 1m, chiều sâu nhìn thấy > 2 m, tạo nên một rãnh sâu giống như giao thông hào. Nứt đất xảy ra vào cuối năm 1997, Các khu nhà ở cấp IV ở lân cận cũng bị nứt mạnh (ảnh 15a, 15b,15c).

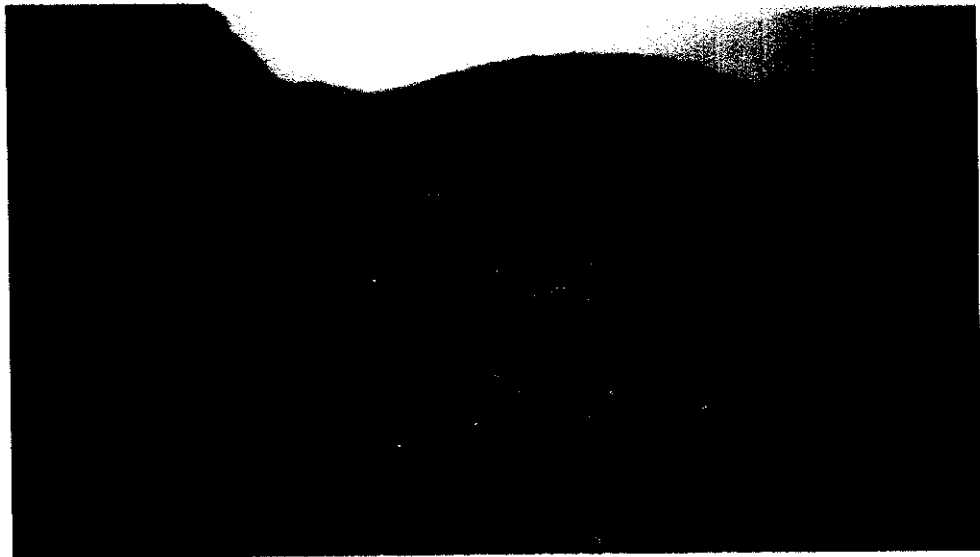
1.3. Tỉnh Hoà Bình

1.3.1. Huyện Mai Châu:

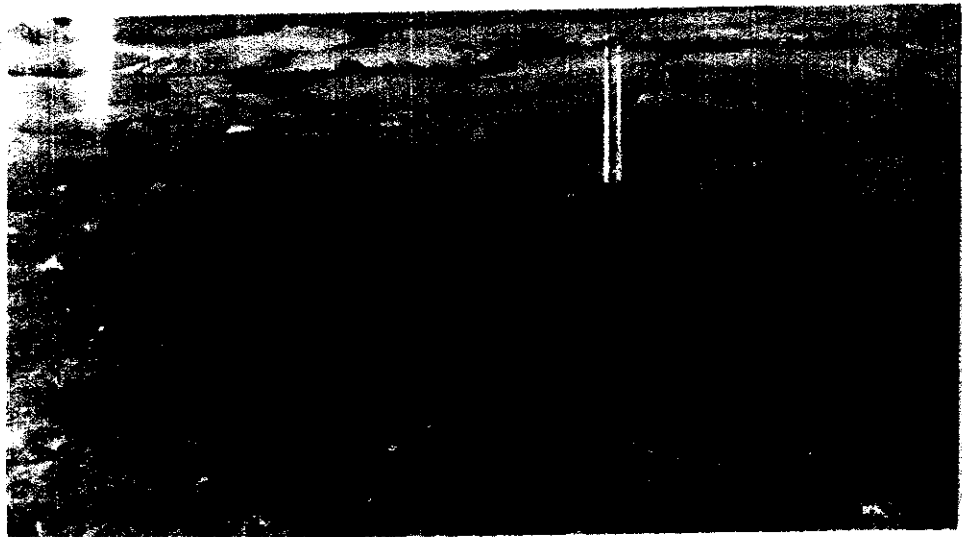
Hiện tượng nứt, trượt đất ở huyện Mai Châu không xảy ra rộng rãi nhưng các sự cố thường có qui mô rất lớn, mức độ phá hủy nghiêm trọng và tập trung chủ yếu trên các tuyến đường giao thông huyết mạch: Tuyến đường Mai Châu- Pù Bin, Đồng Bàng- Phúc Sơn và xóm Mỏ, Chiềng Châu.

Tuyến đường Mai Châu- Pù Bin dài 12 km, men theo bờ tả suối Văn và phần lớn được làm cắt vào các mái dốc tự nhiên với thành taluy cao từ 7- 10m, dốc từ 55- 65⁰, đôi chỗ dốc trên 75⁰. Đường nằm trên đới tiếp xúc giữa các lớp cát kết, bột kết tuổi Trias hạ hệ tầng Tân Lạc với đá vôi dạng khối tuổi Trias trung hệ tầng Đồng Giao và chạy dọc theo một đứt gãy nhánh thuộc đới Sông Đà vẫn hoạt động mạnh phương TB- ĐN. Đất đá là đất phong hoá và bán phong hoá dạng sét, sét pha lẫn nhiều mảnh dăm, bở rời, bề dày trên 10m. Đá gốc dạng phiến sét, cát bột kết bị vò nhàu và đập vỡ mạnh. Khảo sát đoạn đường dài 4km từ dốc của 4 tầng về đến Bản Văn chúng tôi đã ghi nhận được 9 điểm trượt lở lớn. Trong đó các điểm Pù Bin, các

Nứt trượt đất dọc theo đới đứt gãy Sông Đà



Ảnh 14a



Ảnh 14b



Ảnh 14c

Các lưỡi trượt và vết nứt trên thân các thân lưỡi trượt
tại khu vực Mường Chùm (Sơn La)

Nứt đất khu vực thị trấn Sông Mã (huyện Sông Mã)



Ảnh 15a



Ảnh 15b



Ảnh 15c

điểm ở Noong Luông, có qui mô rất lớn với mức độ phá hủy rất nghiêm trọng. Đây là điểm trượt lở đất đá nằm trên đới dập vỡ của hệ thống đứt gãy Sông Đà. Trượt xảy ra tại dốc của 4 tầng trên tuyến đường Mai Châu- Pù Bin thuộc địa phận xóm Noong Luông, xã Noong Luông, cách UBND xã khoảng 2km về phía tây bắc. Điểm trượt có toạ độ địa lý: $20^{\circ}38'20,7$ vĩ độ Bắc; $105^{\circ}07'01,8$ kinh độ đông. Trượt bắt đầu từ chân vách đá vôi kéo dài xuống sát mặt đường của tầng của thứ nhất. Vết trượt rộng từ 20- 50m, trung bình 35m, cao 62m; gương trượt sâu 25m, dốc 75° ; Mái dốc thân trượt đạt 30° ; Taluy đường nơi thấp nhất cao 6m, dốc 70° . Trượt đã phá hủy hoàn toàn 4 tầng của của tuyến đường. Tầng của 1 bị phá hủy rộng 20m, cao 12m; Tầng 2 rộng 20m, cao 15m; Tầng 3 rộng 30m cao 10m; Tầng 4 rộng 50m, cao 25m. Đất đá trượt lở chủ yếu là cát bột kết màu nâu vàng đến nâu sáng bị phong hoá và dập vỡ mạnh cùng nhiều tầng lẫn đá vôi kích cỡ lớn từ một đến vài chục mét khối. Đất phong hoá dạng sét, sét pha màu nâu xám đến xám đen, hơi ẩm, rời rạc, liên kết kém. Đất lẫn nhiều mảnh dăm kích cỡ từ 5 x 5cm đến 10 x 10cm. Cát bột kết trên thành taluy ở dạng bán phong hoá, rất ẩm và bị dập vỡ ở dạng dăm vụn, thể nằm $240^{\circ}<25^{\circ}$ (ảnh 16).

Tuyến đường Đồng Bàng- Phúc Sơn (đường đi bản So Lo) cũng nằm trên một đới đứt gãy kiến tạo hoạt động mạnh phương TB- ĐN, một nhánh của đới Sông Đà. Trên tuyến đường này, đã ghi nhận được 2 điểm nứt trượt lở đất có qui mô trung bình lớn: điểm tại bản Solo toạ độ: $20^{\circ}44'33''$ bắc, $105^{\circ}01'03''$ đông và điểm Thung Nhuối - Mai Châu toạ độ: $20^{\circ}41'22''$ bắc $105^{\circ}04'43''$.

- Điểm nứt trượt lở Solo xảy ra trên thành taluy dương đường Đồng Bàng- So Lo thuộc địa phận xã So Lo, cách UBND xã 3,7km. Trượt xảy ra trên lớp phong hoá từ đá phiến sét. Vết trượt rộng 24m, cao 25m; gương trượt sâu 10m, dốc 75° ; Vách trái sâu 6m, dốc 60° ; Vách phải sâu 4m, dốc 60° . Thân trượt đã được san gạt, đánh thành 2 cấp: Cấp dưới cao 9m, dốc 30° ; cấp trên cao 6m, dốc 35° . Taluy đường cao 10m, dốc 85° . Mái dốc tự nhiên 25° . Trên đỉnh thân trượt có mạch nước thấm rỉ. Trên mặt đường phát hiện thấy nhiều vết nứt dọc, rộng 3cm, dài 23m. Đất đá trượt lở đã vùi lấp quá hai phần ba dòng chảy của suối So Lo, (ảnh 17).

Tại xóm Mỏ- Chiềng Châu, điểm nứt đất xảy ra năm 1996. Vào thời điểm đó khu vực nứt trượt kéo dài trên 1,5km gồm nhiều vết nứt trượt lớn phân bố dọc theo một đứt gãy nhánh của đới đứt gãy Sông Đà. Hiện nay các vết nứt đã lấp nhét nhưng đôi chỗ vẫn còn dấu vết (ảnh 18).

1.3.2. Huyện Tân Lạc:

Hiện tượng nứt trượt đất tại huyện Tân Lạc xảy ra khá phổ biến và nghiêm trọng. Chúng tập trung chủ yếu trên các tuyến giao thông đường bộ và các hồ chứa nước.



Ảnh 16: Trượt nứt trượt đường Mai Châu đi Pù Bin



Ảnh 17: Nứt khu vực bản Solo



Ảnh 18: Nứt đất khu vực Xóm Mỏ – Mai châu

Đất đá nền đường và taluy đường chủ yếu là phiến sét, cát bột kết tuổi Trias hạ hệ tầng Tân Lạc bị phong hoá và đập vỡ mạnh nên hiện tượng trượt lở đất trên thành taluy trong mùa mưa xảy ra khá thường xuyên và trầm trọng như đường Mường Hai-Đông Lai, đường đi xã Do Nhân, đường Thung Nai- Ngòi Hoa, đường Bắc Sơn-Mường Chéché, đường Mãn Đức - Dốc Cùn, đường Mãn Đức - Mai Châu. Ngoài ra trên đường Dịch Giáo- Lũng Văn từ Km8- Km9+500 thuộc xã Quyết Chiến còn có hiện tượng đá lăn; Khu vực Bắc Sơn còn có nứt đất và sạt lở đôi; Hồ Vung bị sụt lún và nứt đập. Chúng tôi đã tiến hành khảo sát thực địa được một số điểm nứt trượt đất tại Hồ Vung, đường đi xã Do Nhân và tuyến đường Mãn Đức - Dốc Cùn. Trên các tuyến khảo sát này chúng tôi đã ghi nhận được 8 điểm nứt trượt đất:

Tuyến đường Mãn Đức - Dốc Cùn được xây dựng trên một đới đất đá bị đập vỡ do phá hủy kiến tạo bởi hệ thống đứt gãy phương á kinh tuyến Bất Bạt - Hoà Bình, đặc biệt khu vực giao nhau của hệ đứt gãy này với đứt gãy á vĩ tuyến Mường La - Chợ Bờ; Tại những nơi đường cắt vào mái dốc tự nhiên, taluy đường thường cao từ 5- 7m, có nơi cao hơn 10m, góc dốc từ 55- 70°, có nơi trên 80°. Khảo sát trên đoạn đường này chúng tôi đã ghi nhận được 6 điểm trượt nứt đất có qui mô khá lớn. Các vết trượt thường có dạng cung tròn lồi tiến trên các lớp phong hoá khá đồng nhất. Các vết sạt thường ở thành taluy cao, dốc lớn, trên các lớp đá bị phá hủy mạnh. Sạt thường có dạng bóc lớp làm lộ mặt đá gốc. Đất đá trượt, sạt lở chủ yếu là đá trầm tích dạng cát kết, bột kết tuổi Trias hạ hệ tầng Tân Lạc bị phá hủy mạnh bởi 2 đứt gãy phương á kinh tuyến và một đứt gãy phương á vĩ tuyến. Trong 6 điểm trượt lở đã ghi nhận được, điểm trên đỉnh dốc Cùn là có qui mô và mức độ phá hủy nghiêm trọng nhất (ảnh 19). Điểm trượt lở xảy ra trên sườn đồi tự nhiên kéo theo taluy đường QL6, điểm có toạ độ địa lý : 20°45'33,3" vĩ độ bắc và 105°19'57,5" kinh độ đông. Trượt xảy ra vào tháng 9/ 2000 trên sườn đồi bán phong hoá của đá phiến sét bị đập vỡ mạnh. Trượt rộng 150m, cao trên 40m; Gương trượt sâu 8m dốc 65°, vách phải sâu 8m dốc 85°, vách trái sâu 4m dốc 65°. Góc dốc thân trượt dao động từ 25 - 32°; Mái dốc tự nhiên 37°; Taluy đường cao 5m dốc 75°. Điểm trượt này có nhiều khả năng còn tái hoạt động.

Điểm trên đường đi Do Nhân phát triển tại taluy âm thuộc địa phận xóm Trảng, xã Do Nhân, có toạ độ địa lý: 20°33'23,8" vĩ độ bắc; 105°14'41,2" kinh độ đông.

Vết trượt rộng 48m, sâu 15m, kéo dài từ mặt đường xuống sát mép suối. Trên mặt đường phát hiện thấy nhiều vết nứt rộng, sâu thẳng đứng; Vết nứt lớn nhất dài trên 150m, rộng 30cm, có phương 330°. Trượt taluy âm tạo thành ba bậc khá rõ: bậc cao nhất có gương trượt sâu 1m dốc 90°, bậc giữa có gương trượt sâu 1,5m dốc 75°, bậc thấp nhất gần suối có gương trượt sâu 4m dốc 65°. Toàn bộ cung trượt đã ăn sâu vào đường tới hơn 2m (ảnh 20).



Ảnh 19 - Điểm trượt nwtts đất ở Dốc Cùn



Ảnh 20 – Nứt, trượt lở ở xóm Trảng, Do Nhân, Tân Lạc

Tại Hồ Vung chúng tôi đã phát hiện được một vết nứt đất cũ có toạ độ địa lý $20^{\circ}33'13,7''$; $105^{\circ}20'27,1''$. Vết nứt dài gần 30m rộng 0,4-0,45m, đã bị lấp nhét còn sâu 0,05-0,1m; phương 10° bắc. Vết nứt này hiện đã khá ổn định. Điểm sụt đất tại đập Vung hiện đã được khắc phục. Nguyên nhân sụt đất có thể do đất thân đập không được chặt, độ chênh áp lực nước lớn đã tạo ra các dòng thấm rỉ qua thân đập, gây nên hiện tượng cát trôi, cát chảy làm rỗng thân đập, gây sụt lún phần thượng lưu đập.

Ngoài ra, ở khu vực xung quanh thị trấn Tân Lạc trong những năm 1996 – 1998 đã xảy ra nứt đất mạnh mẽ ở những vùng khá bằng phẳng.

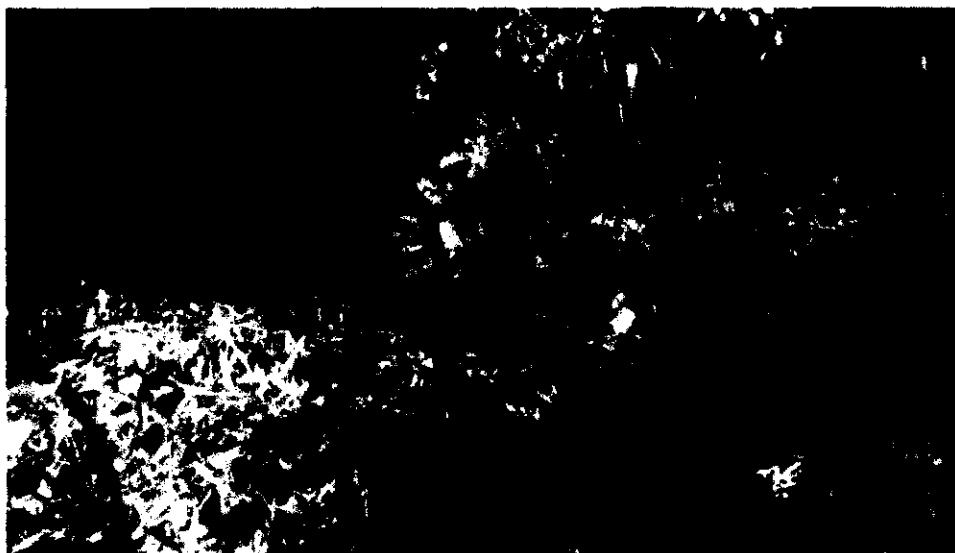
1.3.3. Huyện Lạc Sơn:

Cũng như huyện Tân Lạc, hiện tượng nứt, trượt đất tại huyện Lạc Sơn xảy ra khá phổ biến và tập trung chủ yếu trên các tuyến giao thông đường bộ. Đất đá nền đường và taluy đường chủ yếu là phiến sét, cát bột kết bị phong hoá và đập vỡ mạnh nên hiện tượng trượt lở đất trên thành taluy trong mùa mưa xảy ra khá thường xuyên và trầm trọng như đường Vụ Bản- Bình Hẻm, đường Vụ Bản- Tự Do, đường Nhân Nghĩa - Miến Đồi, đường QL 12B. Ngoài ra tại các xã Ngọc Lâm, Ngọc Sơn, Tự Do còn có hiện tượng đá lăn; Khu vực Mỹ Thành do khai thác than còn có sụt đất; ở xã Yên Phú do mưa lớn bị sụt đất, lấp đường, trôi cống.... Các khảo sát thực địa vừa qua tập trung vào một điểm nứt trượt đất tại đường Vụ Bản đi Bình Hẻm. Trên tuyến khảo sát này chúng tôi đã ghi nhận được 5 điểm nứt trượt đất.

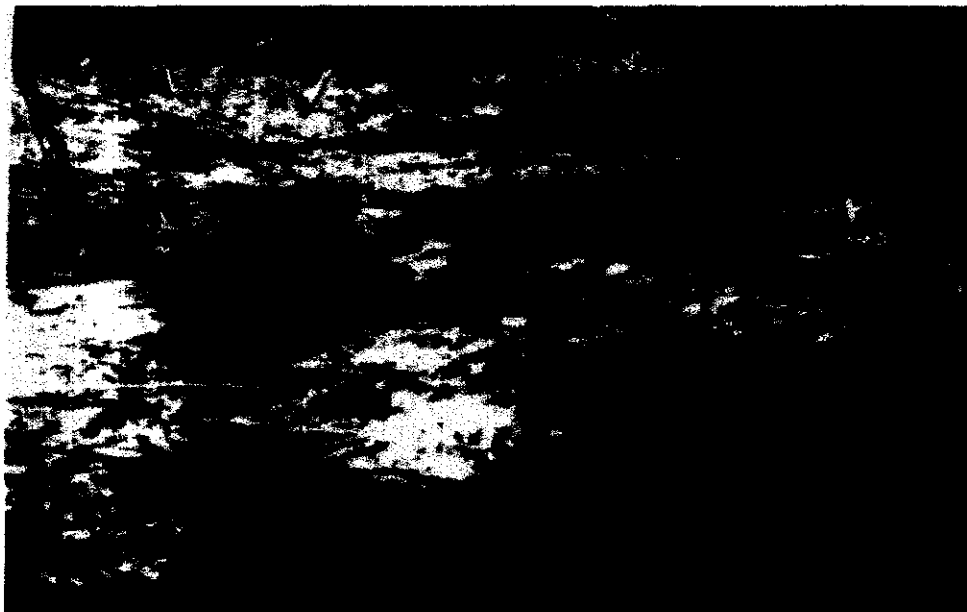
Trên tuyến đường Vụ Bản- Bình Hẻm các vết trượt thường có dạng cung tròn lũy tiến trên các lớp phong hoá khá đồng nhất. Các vết sạt thường ở thành taluy cao, dốc lớn, trên các lớp đất phong hoá mỏng. Sạt thường có dạng bóc lớp làm lộ mặt đá gốc. Đất đá trượt, sạt lở chủ yếu là đá trầm tích dạng phiến sét, cát kết, bột kết tuổi Trias hạ hệ tầng Tân Lạc bị phong hoá và phá hủy mạnh. Trong 5 điểm trượt lở đã ghi nhận được, điểm nứt trượt trên đỉnh Đèo Thải là có qui mô và mức độ phá hủy nghiêm trọng nhất (ảnh 21a, 21b).

Điểm nứt trượt trên đỉnh đồi Thải nằm trên đứt gãy địa phương phương á vĩ tuyến Lạc Sơn- Bình Hẻm; có toạ độ địa lý : $20^{\circ}29'41,2''$ vĩ độ bắc và $105^{\circ}31'04,7''$ kinh độ đông. Nứt trượt xảy ra vào cuối năm 2000, cắt ngang qua đỉnh đồi kéo theo sạt, trượt cả hai thành taluy dương của đường. Đá gốc dạng phiến sét bị uốn nếp, đập vỡ và phong hoá mạnh; Bề mặt phân lớp $205^{\circ}<80^{\circ}$, $350^{\circ}<65^{\circ}$. Đất phong hoá phần trên dạng sét màu trắng (giống cao lanh) lẫn tím gan gà, ẩm, liên kết kém; Phần dưới phiến sét phong hoá dờ dang ở dạng mùn, mục, bộp vỡ. Vết sạt cao từ 10- 15m, trung bình 12m, rộng 200m, bóc sâu trung bình 0,5m. Taluy cũ của đường cao 4m, dốc 65° ; Sạt phát triển trên cả hai thành taluy dương của đường với tổng lượng đất đá sạt lở ước tính khoảng $2400m^3$. Trên đỉnh đồi của cả hai thành taluy dương phát hiện

Trượt lở đất khu vực huyện Lạc Sơn (Hoà Bình)



Ảnh 21a



Ảnh 21b



Ảnh 21c

Nứt trượt đất trên đồi Thái - Lạc Sơn
Tuyến Lạc Sơn - Bình Hẻm

thấy nhiều vết nứt lớn chạy song song với taluy đường, cắt ngang qua đỉnh đồi. Các vết nứt rộng từ 0,1- 1m, sâu từ 0,5- 2m tạo thành các cung trượt giạt cấp cách nhau 1- 2m, dài từ 10- 40m đổ về phía đường. Đồi nứt trượt trên mỗi thành taluy rộng từ 40- 60m và đang có nguy cơ phát triển ngày càng rộng hơn. Đây sẽ là động lực thúc đẩy mạnh nhất gây nên các sự cố trượt lở lớn tiếp theo cho đoạn đường này. Nứt, trượt ở khu vực này còn gây sạt một đoạn đường đi làm tắc nghẽn giao thông trong nhiều ngày. Điểm sạt đất này thường cứ lặp đi lặp lại vào mùa mưa (ảnh 21a, 21b, 21c)

1.3.4. Huyện Kim Bôi:

Hiện tượng trượt, sạt lở đất ở vùng phía đông tập trung chủ yếu ở Tân Thành, Hợp Châu, Kim Sơn. Phần lớn sạt lở ở đây đều do lũ quét gây ra. Ngoài ra lũ quét và ngập úng còn gây ra hiện tượng rửa trôi và bóc mặt đường như ở Thanh Lương, Gia Thắng, Cao Dương...

Hiện tượng trượt, sạt lở đất ở vùng phía tây tập trung chủ yếu ở các xã vùng cao như ở Tú Sơn, Đú Sáng, Hợp Đồng, Hạ Bì, Kim Tiến...Đường từ ngã ba Bãi Chảo đi Hạ Bì thường có nương xói; Đường Trường Sơn A (đèo Chông Mâm) thường bị trượt lở đất đồi và taluy đường, đôi khi còn có hiện tượng nương xói. Đường đi Bãi Lạng thường hay bị sạt lở taluy dương và có hiện tượng nương xói. Ngoài ra ở các xóm vùng cao như ở xóm Gò Khánh, xóm Đồi, xóm Gò Chè, Pó Thang... còn có hiện tượng nứt đất, sạt lở đồi và nương xói làm vùi lấp ruộng nương. Các xã từ Cao Thắng đến Thanh Nông thường hay bị ngập lụt, các xã vùng cao ven suối thường có lũ quét...

Chúng tôi đã tiến hành khảo sát một số điểm trượt lở đất trên tuyến đường Trường Sơn A và đường đi Bãi Lạng. Trên hai tuyến khảo sát này chúng tôi đã ghi nhận được 6 điểm trượt sạt lở đất. Trong đó vết trượt trên đỉnh đèo Chông Mâm của đường Trường Sơn A là điểm trượt có quy mô lớn nhất.

Điểm đèo Chông Mâm có toạ độ địa lý: $20^{\circ}40'25,8''$ và $105^{\circ}36'22,6''$, nằm cách ngã ba Gò Chè 5km, thuộc thôn Bãi, xã Kim Sơn. Đây là điểm trượt đất trên sườn đồi tự nhiên kéo theo trượt taluy dương của đường và gây rạn nứt mặt đường. Trượt rộng 45m, cao 40m; Gương trượt chính sâu 7m dốc 75° ; Vách phải sâu 5m dốc 75° ; Vách trái sâu 2,5m dốc 50° . Taluy đường cao từ 5- 10m, dốc $55- 60^{\circ}$; Thân trượt dốc 32° ; Mái dốc tự nhiên dốc 25° . Trên thân trượt còn có nhiều vết trượt thứ sinh với gương trượt từ 1- 2m, dốc 80° ; Trên mặt đường nhựa phát hiện thấy nhiều vết nứt nhỏ chạy dọc hoặc cắt ngang thân đường. Đá gốc tại đây có dạng phiến sét, bột kết bị phong hoá và đập vỡ rất mạnh. Đất phong hóa dạng sét bở rời màu nâu nhạt lẫn nhiều mảnh dăm, hơi ẩm. Các khảo sát cũng xác định, tại khu vực này trong

quá khứ cũng đã từng xảy ra trượt lở với qui mô lớn, hiện dấu vết của khối trượt cổ vẫn còn quan sát được (ảnh 22a, 22b).

Gần đỉnh đèo, cách điểm đèo Chồng Mâm khoảng 350- 400m có điểm xói lở taluy âm khá nguy hiểm. Điểm xói lở taluy âm có toạ độ địa lý $20^{\circ}40'28,7''$ và $105^{\circ}36'13,8''$ xảy ra ngay tại đoạn cua gấp và rất dốc. Bề mặt vết xói rộng 5m, dài trên 25m; Gương đỉnh xói sâu 2,5m dốc 60° , vách phải sâu 3,2m dốc dựng đứng, vách trái sâu 2m dốc 55° ; Lòng mương rộng 2,5m. Vết xói cách đường nhựa 1,5m. Xói xảy ra trên đất phong hóa dạng sét pha ẩm, lẫn nhiều dăm. Trong tương lai nó sẽ còn phát triển sâu, rộng và có thể sẽ phá hủy hoàn toàn đoạn cua này.

1.3.5. Huyện Kỳ Sơn:

Trong địa phận huyện Kỳ Sơn, trên tuyến đường Hoà Bình - Ngòi Hoa. Hiện tượng trượt lở chỉ xảy ra trên một đoạn đường từ ngã ba Tam Thanh đến xã Bình Thanh và Thung Nai với chiều dài gần 7km. Trong đó có 7 vị trí trượt lở mạnh .

- *Điểm trượt lở ở Bình Thanh:* Vị trí trượt lở xảy ra trên ta-luy đường cách ngã ba Thung Nai khoảng 300 m về phía Hoà Bình thuộc xã Bình Thanh, có toạ độ: $105^{\circ}15'53''$ đông, $20^{\circ}45'16''$ bắc. Độ cao tuyệt đối: 287 m.

Tại đây có hai khối trượt cách nhau 50 m. Khối trượt có thành phần đất đá là trầm tích phong hoá màu nâu đỏ, trắng với thành phần là sét dẻo pha cát hạt trung. Cả hai khối trượt xảy ra trên một khối trượt cũ, khối trượt cũ có chiều rộng 150m, chiều cao 15m (tính từ đỉnh khối trượt so với mặt đường hiện tại), hiện còn quan sát thấy rõ vách trượt dốc đứng cao 1,5m. Vết trượt mới có chiều rộng 50 m, độ dốc mặt trượt 30° - 35° , độ dốc tự nhiên (sườn địa hình) là 15° , độ dốc ta luy đường 40° . Cung trượt ở phần đỉnh lộ ra đá gốc là cát kết, bột kết phân lớp dày màu nâu đỏ. Khối trượt mới lấn ra đường quốc lộ tới 2m, hiện nay đã được san bằng (ảnh 23).

- *Các điểm trượt lở xã Tam Thanh:* Có đến 7 điểm trượt lở với qui mô không nhỏ trên đoạn đường này thuộc địa phận xã Tam Thanh. Các khối trượt xảy ra do taluy đường khá dốc, lớp phong dày lớn khoảng 5m, thành phần chủ yếu là sét pha cát màu nâu đỏ, vàng. Trong bản thân các khối trượt hiện còn quan sát thấy nhiều vết nứt lớn và tạo thành các bậc. Do taluy đường có độ dốc lớn 40° nên khả năng xảy ra trượt lở, nứt đất vẫn còn rất lớn, nhất là vào những mùa mưa.

1.3.6. Huyện Đà Bắc:

Toàn huyện Đà Bắc chỉ có một con đường giao thông duy nhất, đó là tuyến đường Quốc lộ 433. Tuyến đường này lắm đèo dốc, taluy dương cao từ 4- 5m nhiều nơi cao trên 10m, dốc 58° - 65° ; taluy âm thường dốc từ 40° - 45° , đường lại bị ảnh hưởng phá hủy mãnh liệt của hệ thống đứt gãy vòng cung đông nam Fanxipang nên hiện tượng nứt, trượt đất ở đây xảy ra nhiều với cường độ phá hủy lớn như tại



Ảnh 22a: Vết trượt nứt cổ tại đèo Chông Mâm – Kim Bôi



Ảnh 22b: Nứt trượt khu đèo Chông Mâm – Kim Bôi



Ảnh 23: Trượt kèm nứt tại Xã Bình Thanh – Kỳ Sơn

Km43+500, gần suối Pheo thuộc địa phận xã Tân Minh, đường bị sạt lở taluy dương rất mạnh. Tại Km29 gần cầu Cô Tang, đường bị sạt taluy dương khá lớn; Tại Km28 đến Km28+400, đường bị nứt, sạt taluy âm gây sập cống và sứt mặt đường nhựa; Đặc biệt tại Km24 thuộc địa phận xã Cao Sơn đường bị nứt sạt taluy âm rất lớn, phá hủy hoàn toàn trên 200m đường, làm tê liệt hoàn toàn tuyến đường này trong thời gian khá dài. Trên tuyến đường này, chúng tôi đã ghi nhận được 11 điểm sự cố trượt lở đất nguy hiểm. Trong đó các điểm suối Láo, dốc Láo, Km 24 QL 433 có qui mô và sức phá hủy lớn.

Điểm dốc Láo có tọa độ địa lý $20^{\circ}52'34,5''$; $105^{\circ}09'34,8''$ là điểm trượt đất rất lớn trên sườn đồi tự nhiên kéo theo trượt lở thành taluy dương trên đỉnh đèo suối Láo. Trượt rộng 30m, cao 47m; Gương trượt chính sâu 10m dốc 55° ; Vách phải sâu 2,5m dốc 55° , vách trái sâu 3m dốc 55° . Taluy đường cao từ 2- 2,5m dốc $50-65^{\circ}$ bị phá hủy mất 1- 1,5m; Mái dốc tự nhiên dốc 35° . Đây là vết trượt mới, phát sinh trong lòng một khối trượt cổ (khối trượt cổ rộng 58m, cao 47m). Trên thân trượt mới còn nhiều vết trượt thứ sinh với gương trượt sâu từ 2- 8- 15m, dốc $55-50-35^{\circ}$. Trượt xảy ra trên đá gốc dạng sét vôi màu hồng bị phong hóa và đập vỡ rất mạnh, đất phong hóa dạng bột màu trắng và sét màu nâu gụ lẫn nhiều mảnh dăm phong hóa dờ dang ở dạng mùn mục, bộp vỡ. Đây là điểm trượt lớn, khá nguy hiểm và vẫn còn khả năng tái diễn.

Điểm trượt lở tại Km24 thuộc địa phận xã Cao Sơn với tọa độ địa lý $20^{\circ}52'30,8''$; $105^{\circ}09'49,4''$ là điểm trượt taluy âm có qui mô và sức phá hủy lớn nhất trên tuyến đường này. Trượt taluy âm rộng trên 200m, sâu xuống vực tới 25m, bóc sâu vào đường từ 3- 4m đã phá hủy hoàn toàn đoạn đường này. Trượt taluy âm đã làm mất khả năng khôi phục lại đoạn đường, Bộ Giao thông vận tải đã phải quyết định bạt taluy dương, khoét sâu vào núi để mở đường tránh sạt. Tuy nhiên đoạn đường này vẫn còn nhiều nguy cơ trượt lở tiếp. Ngoài các điểm trượt lở nêu trên còn quan sát được khá nhiều các điểm trượt lở trên các sườn đồi song song và tương đối xa đường QL 433 thuộc địa phận xã Tân Minh (ảnh 24-26).

1.3.7. Khu vực thị xã Hoà Bình.

Hiện tượng nứt-trượt đất mạnh mẽ gần đây nhất ở khu vực đồi Ông Tượng (TX Hoà Bình) xảy ra từ cuối mùa mưa năm 1996 làm hư hại và đe dọa sự an toàn của nhiều công trình quan trọng của tỉnh. Tháng 8/1999 chúng tôi đã tiến hành khảo sát chi tiết khu vực đồi Ông Tượng. Kết quả cho thấy, phần lớn hậu quả của lần nứt-trượt đất cuối năm 1996 đã được khắc phục, nhưng dấu vết của nó vẫn còn khá rõ. Trong phạm vi xảy ra nứt-trượt đất năm 1996 chúng tôi quan sát được ít nhất 3 vết trượt cổ.

Trượt lở nứt đất khu vực huyện Đà Bắc (Hoà Bình)



Ảnh 24



Ảnh 25



Ảnh 26

Khu vực Dốc Láo (Tuyến Đà Bắc - Tân Minh)

Nhiều vết nứt xuất hiện dọc theo một tuyến dài trên 500 m dọc sườn đông của đồi Ông Tượng. Các vết nứt quan sát được chạy gần song song với nhau theo phương á kinh tuyến. Vết dài nhất đạt gần 150 m, độ mở các khe nứt tới 0,5 - 0,6 m. Các vết nứt này làm vệ đường bê tông dọc sườn đồi bị sụt xuống tới 1,6 m, một số nơi hình thành các cung trượt lớn. Các khảo sát về sau cho thấy khối trượt vẫn có dịch chuyển tuy biên độ nhỏ.

(ảnh 27a, 27b, 28).

Một số nhận định về hiện trạng nứt trượt đất khu vực Tây Bắc:

Từ những quan sát, theo dõi và các phân tích hiện trạng nứt trượt lở ở khu vực Tây Bắc cho thấy:

- Nứt, trượt đất khu vực Tây Bắc khá phổ biến với quy mô khác nhau. Chúng tập trung theo từng dải nhất định.

Phần lớn nứt, trượt đất không chỉ xảy ra một lần mà xảy ra thường xuyên đặc biệt là vào mùa mưa.

- Nứt, trượt lở xảy ra theo ba loại chính: trượt trong vỏ phong hoá, trong đá gốc và ở ranh giới giữa đá gốc và trầm tích phong hoá. Trong đó ở trong vỏ phong hoá xảy ra nhiều hơn.

Đối sánh với các kết quả nghiên cứu các đứt gãy hoạt động ở Tây Bắc cho thấy phần lớn nứt, trượt lở nằm trong vùng thuộc phạm vi hoạt động của các đứt gãy: nứt, trượt lở ở khu vực Phong Thổ, Bình Lư, Thân Thuộc và Than Uyên trùng với đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên; Khu vực đèo Xá Tổng, Tây Tủa Chùa, Đèo Hoa, Chợ Bờ, Hoà Bình nằm trùng với đới đứt gãy Sông Đà; Khu vực Thuận Châu, Chiềng Chanh, Đèo Chiềng Cọ, Chiềng Ve, Mai Châu, Thung Khe, Tân Lạc... trùng với đới đứt gãy Sơn La - Bìm Sơn; Nứt, trượt lở dọc theo tuyến đường Phong Thổ đi Lai Châu trùng vào vùng đứt gãy Lai Châu - Điện Biên.v.v... điều này cho thấy ít nhiều có vai trò của đứt gãy hoạt động trong hình thành và phát sinh hiện tượng nứt, trượt lở ở khu vực Tây Bắc.

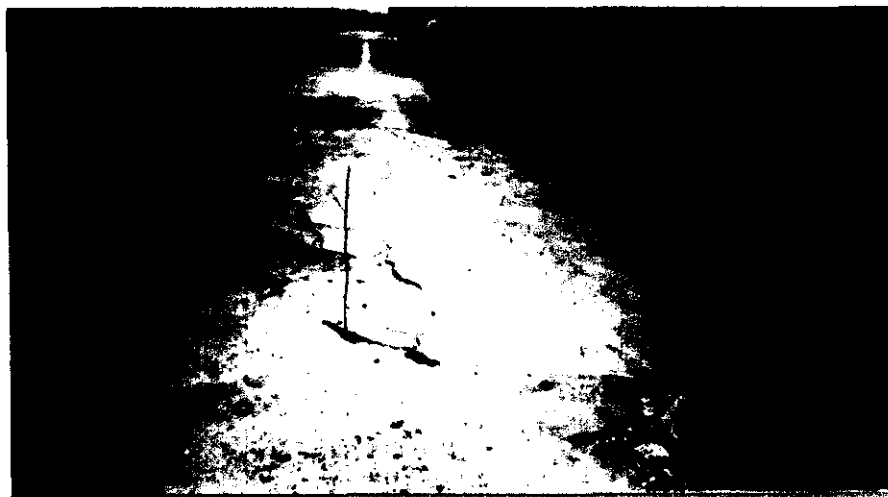
II. HIỆN TƯỢNG NÚT SỤT ĐẤT TRƯỢT ĐẤT DỌC ĐỚI SÔNG HỒNG:

Dọc theo đới Sông Hồng nứt, sụt đất cũng xảy ra ở cả đồng bằng và cả vùng đồi núi thấp. Chúng cắt qua các công trình xây dựng như nhà cửa, cầu cống (Tân Hội - Đan Phượng - Hà Tây, thôn Thượng - Tam Dương - Vĩnh Phúc, Ninh Dân - Thanh Ba - Phú Thọ), phát triển trên nền đất, trên các loại đá có gắn kết rắn chắc như ở Tòng Xèng - Bát Xát, thôn Thượng - Tam Dương, Ninh Dân - Thanh Ba.

2.2.1. Tỉnh Lào Cai:

Tỉnh Lào Cai gồm một phần diện tích rộng lớn nằm trong phạm vi ảnh hưởng của đới đứt gãy Sông Hồng. Tại đây nứt và trượt lở đất đã xảy ra khá nhiều trong những

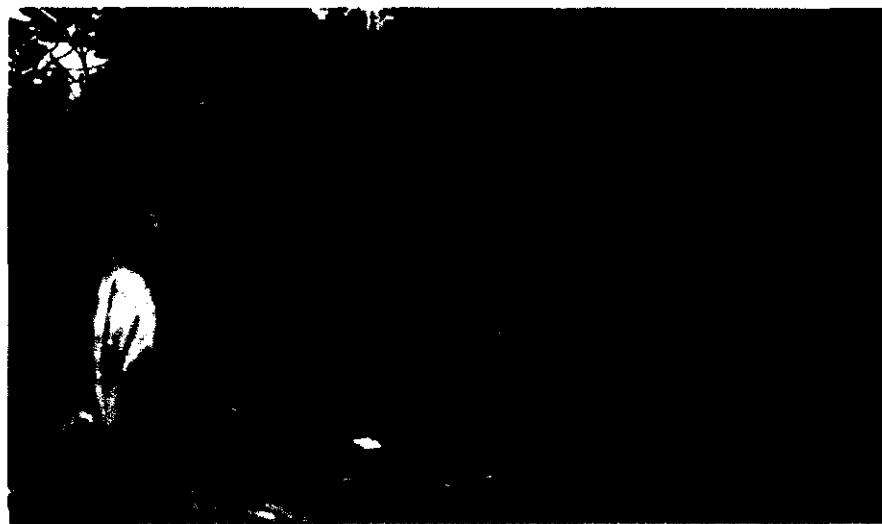
Nứt đất đất khu vực thị xã Hoà Bình



Ảnh 27a: Nứt đường bê tông trên sườn đồi Ông Tượng



Ảnh 27b: Nứt đất làm nứt tường chắn dọc đường khu đồi Ông Tượng



Ảnh 28: Nứt trượt khu vực gần cảng Hạng Nặng TX. Hoà Bình

Trượt lở, nứt đất dọc đường Lào Cai đi Bắc Hà



Ảnh 29. Trượt lở, nứt đất đá ở đèo Trung Đô - Bắc Hà



Ảnh 29b. Trượt lở nứt đất ở đèo Trung Đô - Bắc Hà

năm gần đây, đặc biệt là trượt lở đất. Trong đó khu vực huyện Sapa, Bát Xát, Bảo Thắng và Bắc Hà là những địa phương xảy ra nhiều nhất. Nhiều điểm trượt lở và nứt đất còn có hiện tượng xảy ra lặp đi lặp lại trong một số năm qua.

- Hiện tượng trượt lở, nứt đất dọc tuyến đường Lào Cai – Bắc Hà:

Tuyến đường dài gần 70 km này chạy từ thị xã Lào Cai, qua địa phận Cam Đường, Bảo Thắng và Bắc Hà. Trên một đoạn đường dài gần 20 km thuộc địa phận huyện Bảo Thắng đã quan sát được 5 cụm trượt lở, nứt đất với qui mô tương đối lớn (ảnh 29, 29b), thuộc các địa phương: Bản Cầm A Đông, Phong Hải và Phong Niên.

Tại Bản Cầm các điểm trượt lở kèm theo nứt đã xảy ra trong vỏ phong hoá từ đất đá tuổi Neogen. Thành phần của chúng gồm sét pha màu vàng, nâu sẫm, có độ bờ rời cao. Một vài điểm tại đây trượt lở cũng xảy ra trong vỏ phong hoá của đá phiến sét và đá vôi có tuổi cổ hơn.

Tại A Đông và Phong Hải có hai cụm trượt lở lớn kèm theo nứt xảy ra trong vỏ phong hoá của đá phiến sét hệ tầng Hà Giang, tuổi Cambri, chiều dày lớp phong hoá trung bình khoảng 8 – 9m. Trong địa phận xã Phong Hải còn một cụm trượt lở khá lớn tại toạ độ: $x = 104^{\circ},1725$; $y = 22^{\circ},4183$ lại xảy ra trong lớp vỏ phong hoá của đá biến chất hệ tầng Sông Hồng. Thành phần của chúng chủ yếu là sét màu nâu, hơi ẩm, lẫn nhiều dăm sạn. Chiều dày lớp phong hoá khoảng từ 8 – 10 m. Trong lớp vỏ phong hoá loại này còn bắt gặp điểm trượt lở tương đối lớn, tại toạ độ: $x = 104^{\circ},1847$; $y = 22^{\circ},4129$ thuộc địa phận xã Phong Niên.

Cũng dọc theo đường này, từ đoạn cách thị trấn Bắc Hà khoảng 10 km đến khu vực gần thị trấn đã quan sát thấy 6 cụm trượt lở, nứt đất xung quanh khu vực đèo Trung Đô và một số địa phương khác. Trượt lở kéo theo nứt đất tại khu vực này chủ yếu xảy ra trong lớp phong hoá của đá phiến sét hệ tầng Hà Giang. Thành phần của chúng chủ yếu là sét pha cát, lẫn nhiều dăm sạn, độ liên kết kém. Chiều dày lớp phong hoá khoảng 8 – 10 m. Các khối trượt lở, nứt nêu trên xảy ra trên cả taluy dương và âm.

- Trượt lở dọc tuyến đường Lào Cai – Sapa:

Dọc tuyến đường này đã nhiều lần xảy ra trượt lở, nứt đất, trong đó một số nơi có qui mô lớn. Nghiêm trọng nhất là trượt lở nứt đất khu vực cầu Móng Sến. Theo thống kê từ năm 1997 đến nay mỗi năm có tới 4000 – 5000 m³ đất đá tràn xuống đường thường gây ách tắc giao thông trong nhiều ngày vào mùa mưa lũ. Có khoảng 15 điểm trượt lở, nứt đất với qui mô lớn dọc theo khu vực tuyến đường chạy qua, trong đó có một số điểm hiện tượng này hay xảy ra lặp đi lặp lại. Tại một số điểm xảy ra tai biến, dấu vết của hiện tượng trượt cổ vẫn còn quan sát khá rõ. Tại khu vực này trượt lở, nứt đất thường xảy ra trong lớp vỏ phong hoá của đá magma hệ

tầng Posen. Đáng lưu ý là một số điểm trượt lở, nứt đất vẫn còn nguy cơ xảy ra tiếp tục (ảnh 30a, 30b).

- Tại Pa Cheo - Bát Xát, toạ độ: $x = 103^0,8209$; $y = 22^0,5625$:

Nơi xảy ra trượt lở tại bản Ngai Tcho thuộc xã Pa Cheo, huyện Bát Xát. Khu vực xảy ra trượt lở đất bắt đầu từ đỉnh núi có độ cao tương đối khoảng 200 - 300 m. Chiều cao khối trượt từ 60 - 80 m, rộng từ 50 - 70 m, vách trượt dốc đứng (85^0) (ảnh 31a, 31b).

Trượt lở đất đá theo phương Tây Bắc - Đông Nam, dài 200 - 300 mét, và đổ xuống phía dưới chân núi thành hai dòng vật liệu kéo dài hàng trăm mét. Chúng đã phá huỷ toàn bộ các ruộng lúa nước, hoa màu trong khu vực, và làm cho 48 hộ trong bản Ngai Tcho phải di chuyển đi nơi khác.

- Tại Tòng Xèng - Bát xát, toạ độ $x = 103^0,8256$; $y = 22^0,4534$:

Nơi xảy ra nứt đất, trượt lở đất đá tại thôn Tòng Xèng, xã Cốc San, huyện Bát Xát. Đầu tiên, khu vực này xảy ra nứt đất lớn, sau đó là trượt lở đất đá ở cao độ 300 m và 700 m. Tại mỗi cao độ có 8 vết nứt lớn. Mỗi vết nứt dài > 100 m, rộng 2 - 3 m, sâu > 10 m, kéo dài theo phương ĐB - TN. Chúng phân bố ở 6 sườn núi liên tiếp dài khoảng 2 km. Kèm theo nứt đất là trượt lở đất đá xuống sườn núi theo phương vuông góc với vết nứt. (108^0). Chiều cao khối trượt từ 10 - 15 m, (ở cao độ 700 m, khối trượt cao ~ 20 m), rộng khoảng 100 m, vách trượt dốc đứng ($80 - 85^0$).

Các điểm trượt lở, nứt đất trong tỉnh Lào Cai nhìn chung một phần lớn phân bố dọc theo các đứt gãy như Sông Hồng, Sông Chảy và các đứt gãy nhánh của chúng. Nhiều vết nứt có phương trùng với phương của đứt gãy hoặc phương kinh tuyến.

Trong tỉnh Lào Cai còn xảy ra hiện tượng sạt lở bờ sông khá phổ biến tại đoạn sông từ thị xã Lào Cai đến thị trấn Phố Lu cũng gây thiệt hại đáng kể cho nhân dân địa phương.

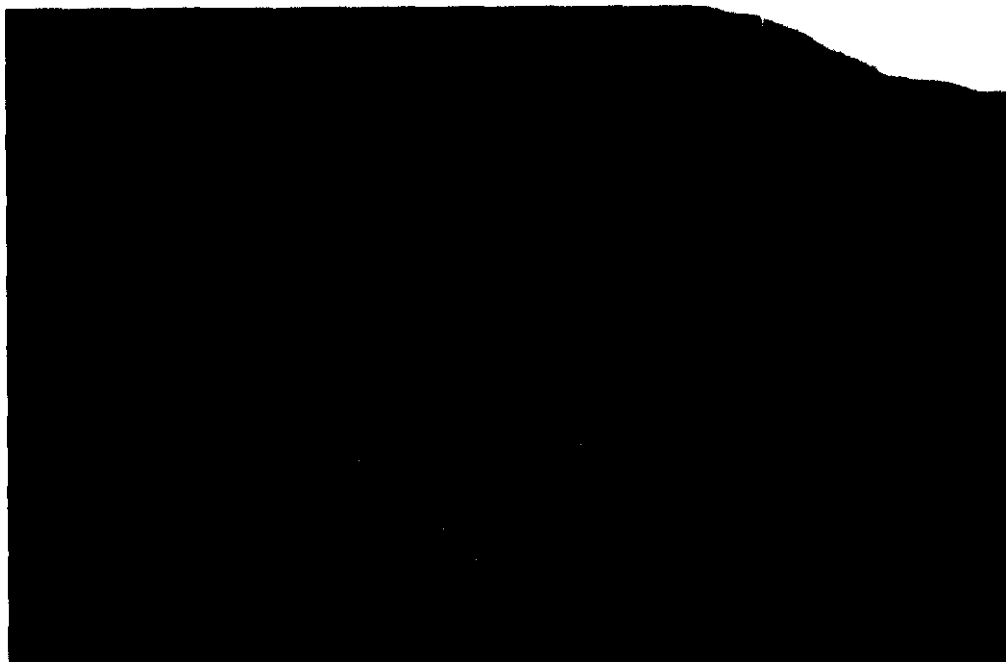
2.2. Hiện trạng nứt, trượt lở khu vực phía tây tỉnh Yên Bái

Ở tỉnh Yên Bái không có nhiều điểm tai biến nhưng hiện tượng nứt đất, trượt lở xảy ra chủ yếu dọc tuyến đường quốc lộ 32, trong đó trên địa phận tỉnh Yên Bái, hiện tượng này tập trung ở khu vực Than Uyên:

Khu vực Than Uyên, trượt lở, nứt đất xảy ra chủ yếu ở taluy đường quốc lộ, trên tuyến từ Thị trấn Than Uyên đến Thân Thuộc ghi nhận một số khu vực có diện trượt lở kèm nứt với mô lớn (ảnh 32 a, 32b).

Ba điểm trượt lở kèm nứt xảy ra trên địa hình đồi có độ dốc sườn tự nhiên khoảng từ $10^0 - 15^0$, độ dày vỏ phong hoá tương đối lớn khoảng > 10 m với thành phần chủ yếu là cát, sét pha màu nâu, đỏ đến vàng, đá gốc là cát, sét kết phân lớp

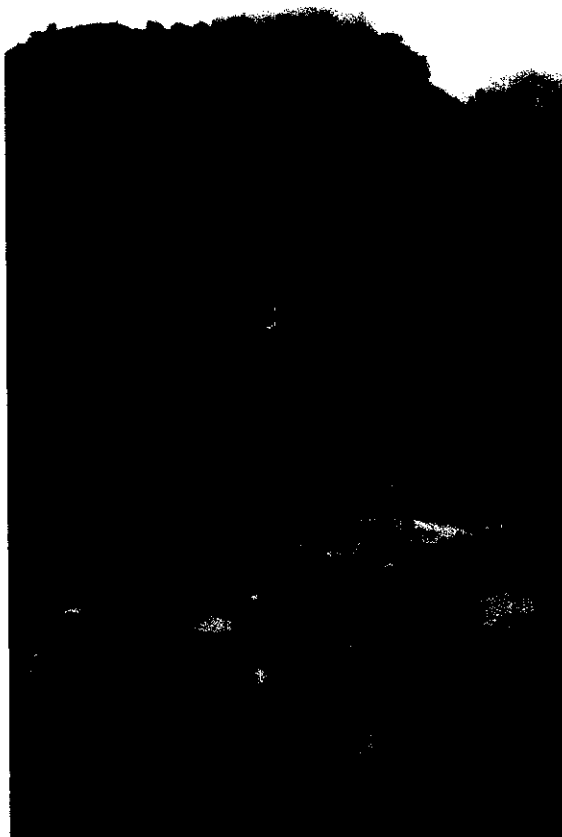
Trượt lở kèm nứt dọc đường từ Lào Cai đi Sapa



Ảnh 30a: Trượt lở nứt đất đá ở Móng Sến - đường đi Sa Pa



Ảnh 30b: Trượt lở nứt đất đá ở Móng Sến - Sa Pa

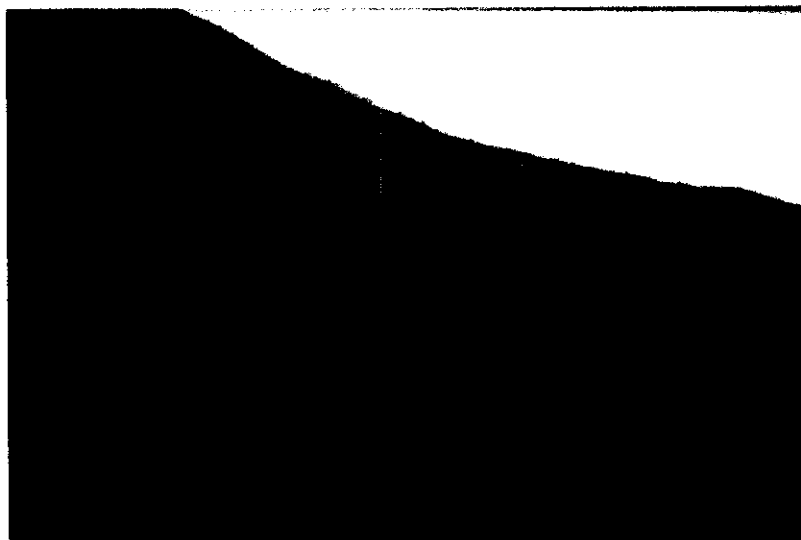


Ảnh 31a: Trượt lở nút đất đá ở Pa Cheo - Bát Xát



Ảnh 31b: Trượt lở nút đất đá ở Pa Cheo - Bát Xát

Tuột kèm nứt đất dọc theo đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên



Ảnh 32a: Trượt lở kèm nứt khu vực gần thị trấn Than Uyên



Ảnh 32b: Trượt lở kèm nứt khu vực gần thị trấn Than Uyên



Ảnh 33: Nứt trượt khu vực Bản Po (Thôn Thuộc)

mỏng bị băm nát mạnh mẽ. Các khối trượt có dạng cung với chiều rộng 30-40m, cao 6 - 8m, trên đỉnh và hai bên sườn của khối trượt lộ vách dốc đứng cao khoảng 1-2m, thân khối trượt cũng xuất hiện một số khối trượt nhỏ, và một vai vết nứt cắt ngang thân khối, phía dưới chân khối trượt xuất hiện mạch nước nhỏ chảy ra, đất bị ngấm nước có độ dẻo quánh cao. Sản phẩm trượt lở một phần lấp toàn bộ mặt đường hiện nay đã được khắc phục. Theo sự quan sát của chúng tôi ở các điểm này nguy cơ trượt lở vẫn còn tiếp tục với mức độ cao đặc biệt là vào mùa mưa.

Khu vực bản Po (Thân Thuộc): Trượt lở kèm nứt xảy ra trên một đoạn dài 200m gồm nhiều cung trượt nối tiếp nhau (ảnh 33). Mỗi cung trượt có chiều rộng từ 10-15m cao 2-2,5m và chúng xảy ra trong tầng vỏ phong hoá. Địa hình ở đây có sườn có độ dốc thoải 8-10°, vỏ phong hoá chủ yếu là cát, sét pha hơi xốp màu nâu đỏ, ở một số chỗ khi bị ngấm nước chúng trở nên trạng thái dẻo chảy, ở chân của các khối trượt và trên mặt đường quốc lộ thường xuyên bị lầy lội. Phần taluy âm có độ dốc khá lớn 25°, cùng với các yếu tố trên, nên nguy cơ trượt lở rất cao.

- Tại thành phố Yên Bái. Toạ độ $x = 104^{\circ}89'76''$, $y = 21^{\circ}72'07''$

Tại thành phố Yên Bái, nứt đất kèm theo trượt lở xảy ra ở nhiều địa điểm và dọc trục đường chính: Km 3 (hai bên cầu dài), trước cửa Sở Công An, Sở Giao Thông, Đài khí tượng và đường Yên Minh.... Trượt lở đất đá xảy ra ở sườn núi dốc, đổ xuống mặt đường. Chiều cao khối trượt từ 15 - 20 m, thậm chí đến 30 - 40 m (khối trượt ở cạnh đài khí tượng), chiều rộng từ 40 - 100 m, vách trượt dốc đứng (80 - 85°).

Khu vực thành phố là địa bàn quan trọng, đông dân cư, nên các khối trượt lở và nứt đã được xử lý kỹ thuật rất tốt như đánh cấp, trồng cỏ, cây và xây tường bê tông, xây rãnh thoát nước.

2.3. Nứt trượt đất tại tỉnh Phú Thọ:

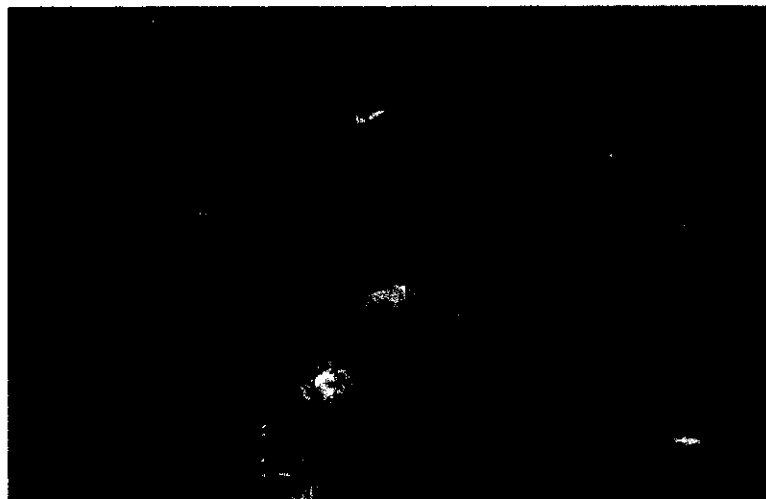
Nhìn chung, trong một số năm qua ở tỉnh Phú Thọ không xảy ra nhiều hiện tượng tai biến nứt, trượt đất, nhưng vào năm 1999 - 2000 vừa qua nứt đất với qui mô lớn, gây thiệt hại đáng kể cho người dân địa phương đã xảy ra ở xã Ninh Dân – huyện Thanh Ba. Điểm nứt đất xảy ra xung quanh khu vực có toạ độ: $x = 105^{\circ}48'03''$, $y = 105^{\circ}16'12''$. Khu vực này xảy ra nứt đất kéo theo nứt các công trình xây dựng dân sinh. Dấu hiệu nứt đất phát hiện từ năm 1999 - 2000 do có hiện tượng mất nước ở ao hồ, ruộng lúa. Đặc biệt ngày 9 tháng 4 năm 2002 phát hiện các ao hồ, ruộng lúa trong khu vực đều bị mất hết nước, sân xi măng, sân gạch, nền nhà và nhà cửa bị nứt rất mạnh. Nơi xảy ra nứt đất mạnh nhất là xóm Chợ, xóm Sui và khu vực nhà thờ Đồng Xa, xã Ninh Dân, huyện Thanh Ba, tỉnh Phú Thọ (ảnh 34a, 34b, 34c).



Ảnh 34a: Nứt ở xã Ninh Dân - Thanh Ba – Phú Thọ



Ảnh 34b: Nứt ở xã Ninh Dân -Thanh Ba – Phú Thọ



Ảnh 34c: Nứt ở xã Ninh Dân - Thanh Ba – Phú Thọ

Tại khu vực xóm Chợ gần sát đường liên xã, nứt đất cắt qua các thửa ruộng trồng hoa màu, tạo thành những hố sụt hình quả nhót, kéo dài liên tiếp gần trăm mét theo phương tây bắc - đông nam. Nứt còn tạo ra các hố sụt, có hố dài đến 5 m, rộng 3 m, sâu 3 - 4 m. Mặt cắt hố sụt từ dưới lên gồm đá vôi và 0,7 m đất phủ.

Tại xóm Sui và khu vực nhà thờ Đồng Xa đã xảy ra nứt đất, nứt tường xây rất mạnh, đặc biệt là nứt sân xi măng nhà ông Nguyễn Văn Nguyên ở xóm Sui: hố sụt dài 7 m, rộng 6 m, sâu 6 m. Bên cạnh sân xi măng này về phía Tây Bắc là ruộng trồng lạc cũng bị sụt dài 10 m, rộng 5 m. Phương của hố sụt là 70^0 .

Theo thống kê năm 2002 khu vực này đã có 70 hộ gia đình bị nứt tường, nứt sân xi măng, sân gạch và nứt đất tạo ra những hố sụt với kích thước khác nhau.

Trong tỉnh Phú Thọ còn một số hiện tượng nứt trượt đất xảy ra rải rác ở các vùng khác nhưng qui mô nhỏ không đề cập đến trong đề tài này.

Trong vùng ảnh hưởng của đới Sông Hồng thuộc khu vực miền núi phía Bắc chỉ gồm 3 tỉnh Lào Cai, Yên Bái và Phú Thọ, như đã mô tả ở trên thì trượt lở, nứt đất xảy ra với tần suất và mật độ cao chủ yếu tập trung trong địa phận tỉnh Lào Cai. Mặc dù ở hai tỉnh còn lại nứt, trượt đất xảy ra ít, nhưng nứt ở Thanh Ba - Phú Thọ gây nhiều ấn tượng về thiệt hại về nhà cửa của nhân dân.

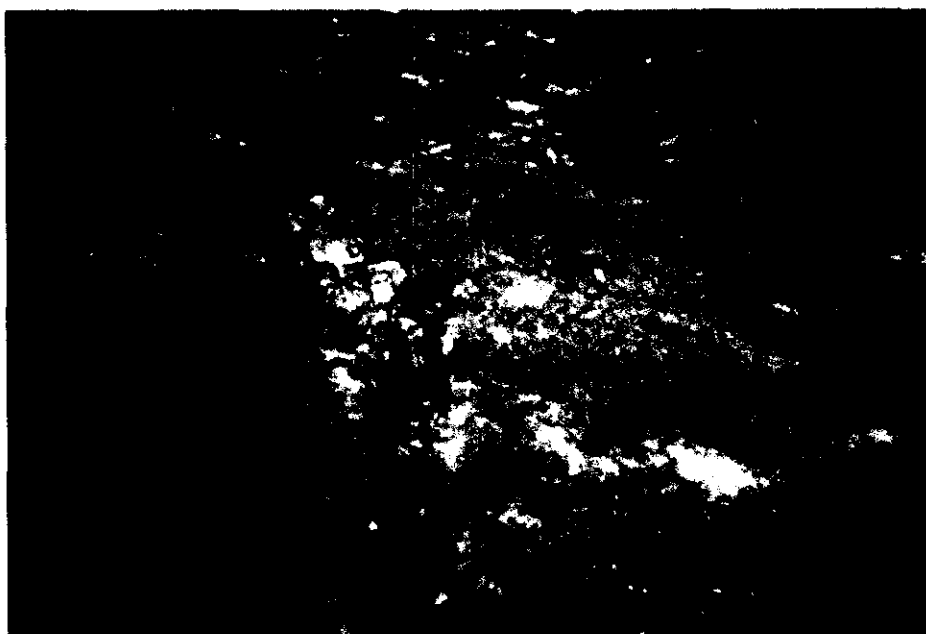
Ngoài phạm vi vùng nghiên cứu, dọc đới Sông Hồng còn quan sát được nhiều vết nứt kích thước khá lớn ở vùng Vĩnh Phúc, Hà Tây, Hà Nam v.v... Các vết nứt xảy ra ở xã Liên Mạc, và Viên Nam, huyện Mê Linh vào năm 1997 - 1999 (ảnh 35a, 35b) tạo thành dải kéo dài theo phương đông bắc - tây nam và tây bắc - đông nam, chúng xảy ra ngay trong tầng đất đá trầm tích Đệ Tứ bờ rời. Ở vùng này, nứt đất cũng kéo theo hiện tượng làm nứt khá nhiều nhà dân, gây thiệt hại đáng kể.

Nhìn chung, nứt đất, trượt lở đất đá dọc đới Sông Hồng xảy ra cũng cũng không ít. Theo các dấu hiệu thì cường độ của chúng phụ thuộc vào mức độ hoạt động của hệ thống đứt gãy tân kiến tạo, đặc biệt là các đứt gãy tách theo phương á kinh tuyến.

Hiện tượng nứt đất kèm theo trượt lở đất đá còn phụ thuộc vào địa hình và môi trường địa chất. Chúng thường xảy ra ở nơi có sự phân cắt địa hình lớn, sườn núi dốc, thành tạo vật chất là các trầm tích lục nguyên và các đá biến chất bị phong hoá mạnh mẽ.

III. HIỆN TRẠNG NÚT TRƯỢT ĐẤT Ở VÙNG ĐÔNG BẮC VIỆT NAM

Các tai biến nứt trượt đất ở vùng Đông Bắc xảy ra với tần suất và cường độ không lớn như ở vùng Tây Bắc, tuy nhiên nhiều nơi hiện tượng này cũng đã từng xảy ra lặp đi lặp lại với qui mô lớn và gây nhiều thiệt hại cho nhân dân địa phương. Đề tài này chỉ mô tả một số hiện tượng nứt trượt đất điển hình xảy ra ở một số tỉnh.



Ảnh 35a: Nứt nền đất ở Liên Mạc - Mê Linh



Ảnh 35b: Nứt nền đất ở Liên Mạc - Mê Linh

3.1. Nứt sụt đất ở Hà Giang:

- Nứt - sụt - trượt đất ở thị xã Hà Giang

Ở khu vực trung tâm thị xã Hà Giang, toạ độ 22,832 vĩ bắc, 104,974⁰ kinh đông (ảnh 36), trong thời gian tháng 7 năm 2000, đã xảy ra hiện tượng sụt và nứt - trượt đất.

Hiện tượng nứt - sụt đất xảy ra ở hai điểm. Điểm thứ nhất xuất hiện cách giếng khoan khai thác nước số 6 khoảng 50 m về phía đông bắc. Hố sụt có đường kính khoảng 10 m, sụt sâu xuống khoảng 6 - 7m. Chính quyền địa phương đã cho lấp hố sụt bằng cát, sau đó đổ bê tông, nhưng đến tháng 11 vẫn thấy mặt bê tông bị võng xuống. Điểm thứ hai xuất hiện ở sân vận động phía trước trụ sở ủy ban nhân dân Tỉnh. Đường kính hố sụt khoảng 3 - 4 m, cách giếng khoan khai thác nước số 5 khoảng 10 m về phía đông. Đến tháng 11 năm 2000 hố sụt đã được lấp bởi các bao cát.

Hai điểm nứt - sụt đất này phát triển trong tầng aluvi thuộc thềm I, kiểu thềm để, phủ trên các thành tạo đá vôi bị rửa lũa carstơ mạnh thuộc hệ tầng Chang Pung và trên đới dập vỡ của đứt gãy hoạt động Thanh Thủy - Hà Giang.

Hiện tượng nứt - trượt đất cũng xuất hiện ở một số điểm, trong đó lớn hơn cả là điểm nứt - trượt đất xảy ra vào ngày 21 tháng 7 năm 2000 ở sườn đồi sát trụ sở Tổng công ty Bảo hiểm Hà Giang. Thân trượt được khống chế phía đỉnh bởi hệ thống khe nứt phương đông bắc - tây nam và hai bên bởi hệ thống phương tây bắc - đông nam. Kích thước thân trượt ở phía đỉnh khoảng 20 m, hai bên là 80 m. Đỉnh thân trượt bị tụt xuống khoảng 7 - 8m và thân trượt bị trôi về phía đông nam, làm đổ tường rào xây của Tổng công ty Bảo hiểm Hà Giang và cột điện của ngành điện lực.

Điểm nứt trượt này phát triển trên vỏ phong hoá từ đá gốc gồm đá phiến sét, đá phiến sét bị sericit hoá, đá vôi sét, đá vôi silic thuộc hệ tầng Hà Giang và trong đới dập vỡ của đứt gãy hoạt động Thanh Thủy - Hà Giang.

Ngoài các điểm trên, nứt trượt đất còn xảy ra với quy mô lớn tại khu vực phía nam huyện Xín Mần, khu vực có toạ độ 22⁰,4914 vĩ bắc, 104⁰,5637 kinh đông.

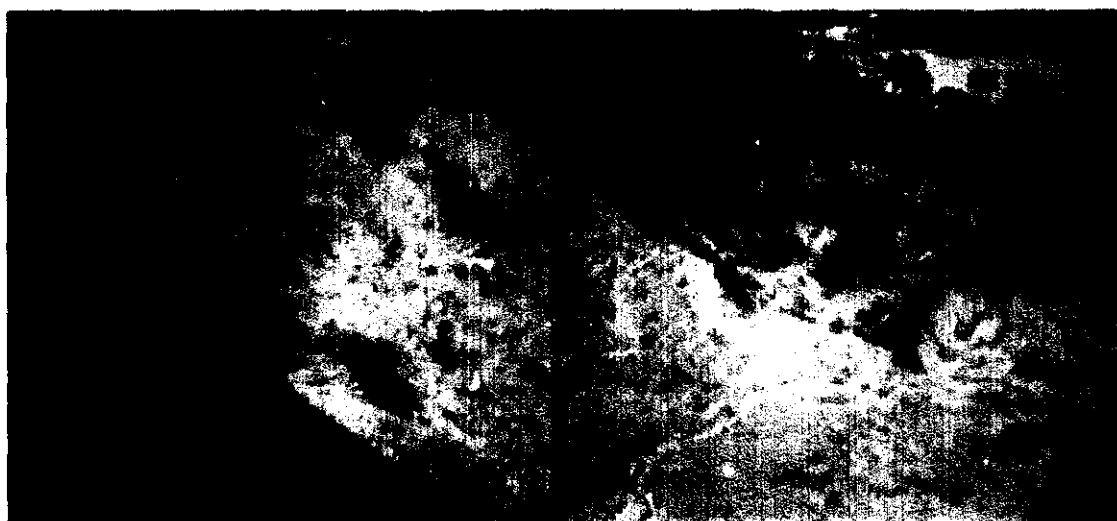
3.2. Tỉnh Tuyên Quang:

- Nứt - trượt đất ở Thác Cái:

Nứt - trượt đất ở Thác Cái, xã Yên Hương, huyện Hàm Yên tỉnh Tuyên Quang, toạ độ 22,176⁰ vĩ bắc, 104,955⁰ kinh đông, xảy ra vào hồi 1 giờ sáng ngày 18 tháng 8 năm 1996. Ở đây xuất hiện hai hệ thống khe nứt. Hệ thống khe nứt thứ nhất có phương á vĩ tuyến cắt ngang sườn đồi, song song với dòng chảy Sông Lô (đoạn này Sông Lô chảy theo phương vĩ tuyến), dài 50m. Hệ thống khe nứt thứ hai có phương á kinh tuyến, kéo dài khoảng 200 m. Hai hệ thống nứt này đã tạo ra thân trượt có kích thước 30m x 200m. Đỉnh thân trượt bị tụt xuống khoảng 10m (ảnh 37a) và toàn bộ thân trượt đã trôi về phía bắc. Một phần phía dưới của thân trượt đã



Ảnh 36: Nút - trượt đất ở thị xã Hà Giang, năm 2000



Ảnh 37a: Tụ của các khe nứt gây trượt đất ở Thác Cái,
h. Hàm Yên, t. Tuyên Quang

tràn qua quốc lộ số 2 và xuống Sông Lô (ảnh 37b). Một khối lượng lớn đất đá của thân trượt nằm chắn ngang quốc lộ 2 gây ách tắc giao thông từ Hà Giang về Tuyên Quang - Hà Nội và ngược lại trong thời gian 1 ngày.

Nơi đây là đới dập vỡ của đứt gãy hoạt động Sông Lô. Các đá phiến sericit, thạch anh - sericit xen đá vôi bị hoa hoá và phun trào axit thuộc hệ tầng Phia Phương ($S_2-D_1 pp$), bị dập vỡ mạnh bởi các hệ thống khe nứt phương á kinh tuyến và á vĩ tuyến. Vì vậy quá trình phong hoá ở đây phát triển mạnh, độ dày tầng phong hóa dày tới hàng chục mét. Nứt đất ở đây xảy ra trong tầng phong hoá, độ sâu đến đới vỡ vụn.

Nứt - trượt đất ở Thác Cái đã vùi lấp mất nhà và toàn bộ tài sản của gia đình anh Hiệp. Rất may là không bị thiệt hại về người, do họ kịp phát hiện và chạy được.

Đặc điểm địa hình lõm hình móng ngựa của khu vực nứt - trượt chứng tỏ hiện tượng nứt - trượt đất ở đây đã từng xảy ra trong quá khứ.

- Nứt - trượt đất ở Khuổi Luyện:

Nứt - trượt đất ở khu vực Khuổi Luyện, thôn Phù Phái, xã Minh Hương, huyện Hàm Yên, tỉnh Tuyên Quang, toạ độ $22,1485^0$ vĩ bắc, $105,11^0$ kinh đông, xảy ra trong đêm 17 rạng ngày 18 tháng 8 năm 1996 (đồng thời với nứt - trượt đất ở Thác Cái). Nứt - trượt đất ở đây xảy ra ở sườn núi trong điều kiện trước đó (ngày 15 và 16 / 8 / 1996) có mưa to liên tục.

Ở đây phát triển hai hệ thống khe nứt hiện đại: một có phương á kinh tuyến, kéo dài khoảng 100 m và một có phương á vĩ tuyến kéo dài 600 - 700m. Thân trượt được khống chế ở đỉnh bởi hệ thống khe nứt phương á vĩ tuyến và hai bên bởi hệ thống khe nứt phương á vĩ tuyến. Ở phần đỉnh, thân trượt bị tụt xuống khoảng 7 - 10 m. Toàn bộ thân trượt có thể tích dự tính là $70\text{ m} \times 700\text{ m} \times 15\text{ m}$ đã bị trượt về phía tây, chà xiết vào hai mặt nứt phương á vĩ tuyến khống chế hai bên thân trượt và để lại trên chúng hệ thống vết xước gần nằm ngang dạng rãnh cày, chiều dài mỗi vết xước có thể tới hàng chục mét. Tốc độ dịch chuyển của thân trượt từ 3^h ngày 18 tháng 8 năm 1996 tới khi trời sáng là 20 cm/h rồi giảm dần tới 1m/ngày và sau 1 tuần thì ổn định. Lưỡi trượt nằm cách đỉnh thân trượt khoảng 700 m về phía thung lũng. Ở phần lưỡi trượt, bề mặt bị rạn nứt mạnh và có sự xếp lớp của hiện tượng chồm.

Nứt - trượt đất ở Khuổi Luyện phát triển trong tầng phong hoá của đá phiến sericit xen đá vôi phân dải bị hoa hoá tuổi Paleozoi giữa thuộc hệ tầng Phia Phương ($S_2 - D_1 pp$).

Nứt - trượt đất ở đây đã làm nứt - sứt nhiều nền nhà và xiêu vẹo nhiều ngôi nhà làm bằng gỗ của dân dựng ở phía bắc sát khu vực lưỡi trượt.



Ảnh 37b: Tụt của các khe nứt gây trượt đất ở
Thác Cái, h. Hàm Yên, t. Tuyên Quang



Ảnh 38. Nứt nhà ở thị trấn Nà Dương – Lạng Sơn

Điểm nút - trượt đất Khuổi Luyện nằm ở cánh phía đông bắc đới đứt gãy hoạt động Sông Lô và cách đứt gãy chính khoảng <10 km.

3.3. Tỉnh Lạng Sơn:

- Nút đất ở Nhà Dương:

Nút đất ở thị trấn Nhà Dương, huyện Lộc Bình, tỉnh Lạng Sơn, toạ độ $21,7012^{\circ}$ vĩ bắc, $106,9674^{\circ}$ kinh đông, được thể hiện bằng các khe nứt tách phát triển ở tường nhà (ảnh 38), nền nhà, hè, bậc lên xuống và sân, làm phá vỡ kết cấu của các ngôi nhà, đặc biệt là khu vực nhà làm việc của công ty than Nhà Dương, từ những năm 90 của thế kỷ 20 cho đến hiện nay. Mạng lưới khe nứt ở đây chằng chịt, song phương chủ đạo là kinh tuyến.

Nền đất của khu vực này là các đá cuội kết, sỏi kết, cát kết, sét kết xen kẽ các vỉa than nâu của hệ tầng Nhà Dương tuổi Oligocen. Nút đất phát triển dọc đới đứt gãy hoạt động Cao Bằng - Tiên Yên và đã làm thiệt hại đáng kể tài sản của nhà nước, của doanh nghiệp và nhân dân.

3.4. Nút sụt đất ở Cao Bằng:

- Nút - trượt đất ở Nhà Lúm:

Nút - trượt đất ở bản Nhà Lúm xã Thái Học, huyện Bảo Lâm, tỉnh Cao Bằng, toạ độ $22,71^{\circ}$ vĩ bắc và $105,554^{\circ}$ kinh đông, xảy ra vào hồi 12^h ngày 18 tháng 9 năm 1995 ở sườn núi phía bờ phải sông Bắc Ngũng, thuộc sườn phía tây của khối núi Pia Dại, cách đỉnh Pia Dại khoảng 3,7 km về phía tây - tây nam. Nút đất xảy ra ở độ cao khoảng 500 m so với lòng suối và khoảng 1000 m độ cao tuyệt đối, trên sườn có độ dốc 25 - 30⁰. Hệ thống khe nứt thứ nhất kéo dài khoảng trên 300 m theo phương kinh tuyến, chạy ngang sườn núi (ảnh 39a, 39b), mặt nứt cắm thẳng đứng, hơi nghiêng về phía tây và hệ thống khe nứt thứ hai chạy theo sườn núi. Hai hệ thống nứt này khống chế thân trượt có kích thước bề mặt là khoảng 70 - 80 m × 70 - 80 m. Đỉnh thân trượt đã bị sụt xuống khoảng 20 m so với vị trí ban đầu theo chiều thẳng đứng (ảnh 6). Toàn bộ thân trượt bị trượt về phía tây, phía thung lũng sông Bắc Ngũng. Khoảng 1/2 khối lượng đất đá ở phần dưới của thân trượt đã bị đổ lở xuống phía lòng sông. Tiếng va đập của đất đá khi đổ lở giống như tiếng nổ đã làm rung chuyển mặt đất, kèm theo bụi đất tung lên. Đất đá đổ lở đã làm nghẽn dòng sông Bắc Ngũng và gây lũ bùn đá vài giờ sau đó.

Nút - trượt đất ở Nhà Lúm xảy ra trong tầng phong hoá từ đá gốc gồm đá phiến thạch anh - sericit, phiến sericit xen đá phiến sét vôi, thế nằm $85^{\circ}/15^{\circ} - 25^{\circ}$, thuộc hệ tầng Phia Phương ($S_2 - D_1 pp$).

Nút - trượt đất ở bản Nhà Lúm, xã Thái Học tuy không gây thiệt hại về người và nhà cửa của dân, song cũng tàn phá hàng chục hecta rừng và nương rẫy. Tệ hại

Ảnh 39a: Nút đất ở bản Nà Lúm, x. Thái Học, h. Bảo Lạc, t. Cao Bằng



Ảnh 39b: Biên độ tụt của cánh tây khe nứt á kinh tuyến ở bản Nà Lúm, x. Thái Học, h. Bảo Lạc, t. Cao Bằng



hơn là hiện tượng này bị bọn người xấu lợi dụng, xuyên tạc gây hoang mang trong dân.

- Nứt đất ở khu vực bản Khiếu:

Nứt đất ở khu vực làng Cốc Sỉ, thuộc bản Khiếu, xã Sơn Lộ, huyện Bảo Lạc, tỉnh Cao Bằng, toạ độ $22,75^0$ vĩ bắc, $105,683^0$ kinh đông, xuất hiện ngày 18 tháng 7 năm 1998. Kết quả khảo sát của cán bộ địa chính huyện Bảo Lạc cho thấy: tại khu vực này có hai hệ thống khe nứt. Hệ thống khe nứt thứ nhất có một vết nứt chạy dài khoảng 800 m theo phương bắc đông bắc - nam tây nam, phát triển ở sườn thung lũng suối chảy ra bản Khiếu, cắt qua nhà ông Đặng Văn Mỹ, dân tộc Sán Chỉ. Độ dốc sườn núi ở đây từ $15 - 45^0$. Hệ thống khe nứt thứ hai gồm bốn khe nứt phát triển từ khe nứt trên về phía tây bắc, phân bố cách nhau khoảng 150 m và chạy dài theo phương tây bắc - đông nam tới 200 m. Chiều rộng các khe nứt tính đến ngày 31 tháng 7 năm 1998 là từ 5 cm đến 12 cm.

Các khe nứt này phát triển trong tầng phong hoá từ đá gốc là đá vôi chứa sét phân lớp mỏng, bột kết chứa vật liệu núi lửa, cát kết thạch anh, bột kết thuộc hệ tầng Nà Khuất ($T_2 nk$).

Nứt đất ở đây đã buộc gia đình ông Đặng Văn Mỹ phải di chuyển đi nơi khác và gây hoang mang trong nhân dân.

Nứt đất ở khu vực bản Khiếu xảy ra trong đới đứt gãy hoạt động Yên Minh - Phú Lương thuộc cánh đông bắc và cách đứt gãy chính khoảng 1 km.

- Tai biến nứt - trượt lở đất vùng đông bắc Cao Bằng:

Vùng Đông Cao Bằng là nơi vẫn được coi là vùng tương đối bình ổn, nhưng trong một số năm gần đây một số tai biến địa chất như nứt, trượt đất và lũ quét cũng xảy ra không ít. Đặc biệt các hiện tượng này xảy ra với qui mô lớn vào tháng 6/2001 trên địa bàn hai huyện Hạ Lang và Trùng Khánh gây nhiều thiệt hại cho nhân dân. Các tai biến này một mặt phân bố tập trung thành từng cụm, một mặt chúng phân bố thành từng dải rất rõ nét theo các phương chủ đạo tây bắc - đông nam, đông bắc - tây nam, phương của các đới đứt gãy chính ở vùng đông Cao Bằng. Nứt - trượt lở đất tập trung ở một số nơi như các xã: Chí Viễn (bản Nà Lặng - toạ độ: $22^0,8130$ và $106^0,6301$), Phong Châu, Đàm Thuỷ (huyện Trùng Khánh), các xã: Đức Quang, Thắng Lợi, Đồng Loan, Minh Long (huyện Hạ Lang). Theo thống kê chưa thật đầy đủ thì chỉ trong 2 ngày 7 và 8 tháng 6 năm 2001 tại một số xã thuộc hai huyện Hạ Lang và Trùng Khánh số điểm trượt lở, một số nơi trượt kèm theo nứt đất đã lên đến con số hơn 70 điểm..

- Tại bản Nà Lặng – xã Chí Viễn – Trùng Khánh và bản Rặc – xã Thắng Lợi – Hạ Lang đã xảy ra nứt kèm theo trượt khá dữ dội. Vết nứt một vài nơi dài đến 50 m, rộng có nơi khoảng 40 cm, sâu khoảng 60 cm (nhìn thấy được) và dịch chuyển thẳng đứng với biên độ khoảng 15 - 20 cm. Nhìn chung, các khe nứt phân bố thành 2 dải: một dải chạy theo phương tây bắc - đông nam và một dải chạy theo phương đông bắc - tây nam. (ảnh 40a, 40b, 40c).

3.5. Nứt sụt đất ở Bắc Cạn:

- Nứt - trượt đất ở Xuất Hóa

Nứt - trượt đất ở xã Xuất Hóa, thị xã Bắc Cạn, tỉnh Bắc Cạn, tọa độ $22,0788^0$ vĩ bắc, $105,877^0$ kinh đông, xảy ra vào mùa mưa năm 1992 ở sườn núi bên trên taluy quốc lộ số 3, phía đông nam thị xã Bắc Cạn khoảng 9 km, thuộc bờ phải suối nhánh sông Cầu, cạnh ngã ba đường rẽ đi Na Rì. Độ dốc của sườn ở đây khoảng $20 - 30^0$.

Ở đây có hai hệ thống khe nứt tách rộng tới gần 1m. Một hệ thống khe nứt có phương tây bắc - đông nam ($320 - 140^0$) kéo dài khoảng trên 60 m, một hệ thống có phương đông bắc - tây nam ($30 - 210^0$) cũng với chiều dài tương tự. Chúng cắt qua cả mặt đường quốc lộ 3. Sự giao cắt của hai hệ thống khe nứt này đã tạo nên một cung trượt kéo dài trên 100 m. Đất đá ở trong thân trượt đã bị tụt xuống trên 2 m, tạo nên một hào lớn cắt ngang quốc lộ 3 gây ách tắc giao thông trong nhiều ngày (ảnh 41).

Nứt - trượt đất ở xã Xuất Hóa xảy ra trong tầng phong hoá từ đá phiến sét, cát kết, bột kết xen đá vôi thuộc hệ tầng MiaLé ($D_1 ml$), nằm ở cánh đông đới đứt gãy hoạt động Yên Minh - Phú Lương và cách đứt gãy chính chỉ khoảng 1 km.

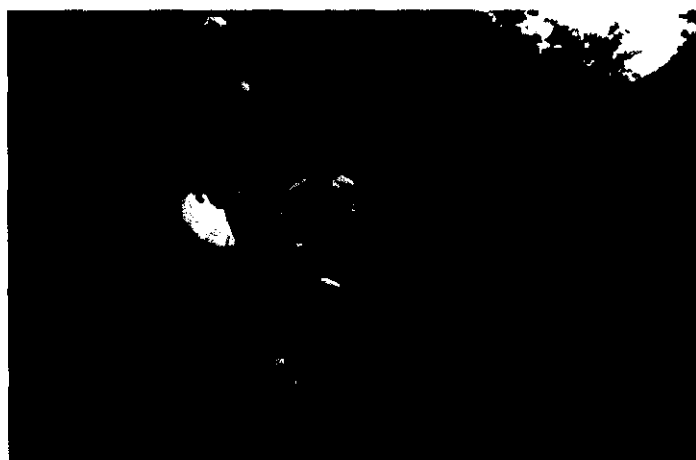
3.6. Nứt sụt đất ở Thái nguyên:

- Nứt - trượt đất ở Na Mao, Phú Cường:

Nứt - trượt đất ở xã Na Mao, Phú Cường, huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên, tọa độ $21,7168^0$ vĩ bắc, $105,534^0$ kinh đông, xảy ra ở sườn đông - đông nam của núi Hồng thuộc địa phận xã Nao Mao, giáp ranh với xã Phú Cường, trong đêm 15 (khoảng 11^h) rạng sáng ngày 16 tháng 8 năm 1996, khi trời mưa to. Ba hệ thống khe nứt khống chế thân trượt thấy rõ nhất ở đây gồm: Hệ thống thứ nhất có phương bắc đông bắc - nam tây nam, chạy dài theo đường đồng mức địa hình ở độ cao khoảng 400 m (độ cao tuyệt đối), chiều dài khoảng 200 - 300m. Hệ thống khe nứt này gồm nhiều khe nứt cổ mặt trượt dốc đứng hơi nghiêng về đông - đông nam và có cánh đông đông nam sụt xuống, tạo nên kiến trúc dạng bậc thấp dần về đông đông nam



ảnh 40a : Nút đất ở Nà Lặng – Tháng Lợi – Hạ Lạng



Ảnh 40b: Nút đất ở Nà Lặng – Hạ Lạng

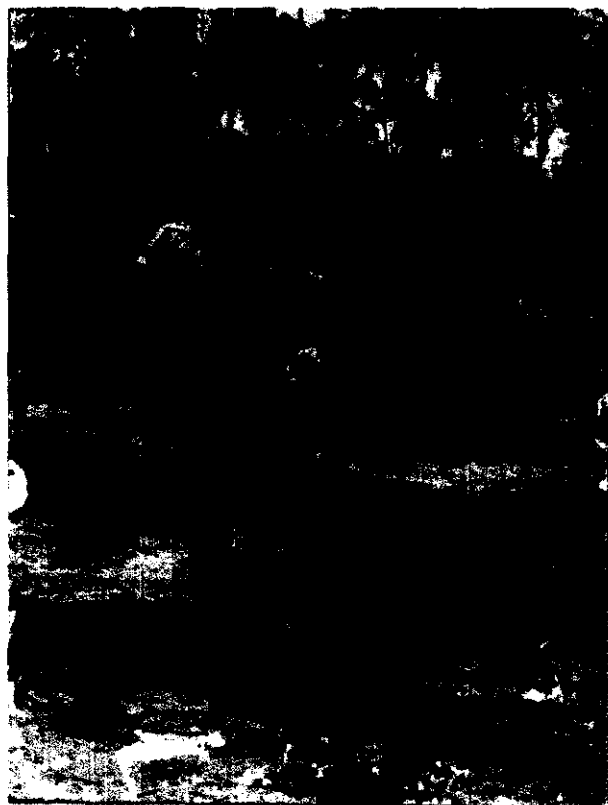


Ảnh 40c: Nút đất ở Nà Lặng – Tháng Lợi - Hạ Lạng

Ảnh 41: Nứt -Trượt đất ở Xuất Hoá thị xã Bắc Cạn, cắt ngang quốc lộ 3



Ảnh 42a: Khe nứt hiện đại ở đồi bạch đàn xã Hoàng Tiến, huyện Chí Linh tỉnh Hải Dương



với biên độ khoảng 10 đến 40 cm, có chỗ tới 2 - 3 m. Chúng phát triển trong khoảng rộng khoảng 200 m theo chiều dốc của sườn.

Hệ thống khe nứt thứ hai có phương tây tây bắc - đông đông nam, gần vuông góc với đường đồng mức địa hình, chiều dài khoảng 500 m và phát triển ở mút phía nam của hệ thống khe nứt thứ nhất.

Hệ thống khe nứt thứ ba có phương đông đông bắc - tây tây nam, có chiều dài khoảng cũng 500 m và phát triển ở mút phía bắc của hệ thống khe nứt thứ nhất.

Bề mặt thân trượt tính từ đỉnh xuống khoảng 200 m bị nứt và dần dần xuống, còn từ 200m xuống phía thung lũng sông Công, thân trượt bị trượt mạnh về đông đông nam tràn sang địa phận xã Phú Cường và gây nên hiện tượng đá lăn, đá đổ. Phải 3 ngày sau hiện tượng trượt mới tạm dừng.

Nứt - trượt đất xảy ra ở sườn núi có độ dốc khoảng 30 - 40°, có tầng phong hoá dày từ đá gốc gồm cuội kết, bột kết vôi, đá vôi phân lớp, sét than, than đá và cát kết thạch anh hạt thô thuộc hệ tầng Văn Lãng (T_3vl) và ở cánh bắc của đới đứt gãy hoạt động sông Thương.

Nứt - trượt đất ở Na Mao, Nam Cường đã phá huỷ 3 ngôi nhà, khoảng 22 ha rừng và đe dọa các bản đông dân ở phía dưới.

3.7. Nứt sụt đất tại Quảng Ninh:

- Nứt đất ở khu vực Chí Linh - Đông Triều:

Từ những năm 1977 - 1978 hiện tượng nứt đất, nứt các công trình xây dựng xuất hiện và phát triển thành từng dải phương á vĩ tuyến ở khu vực Chí Linh - Đông Triều. Ở khu vực này có hai dải khe nứt hiện đại mạnh và ấn tượng mạnh, thu hút sự chú ý của nhiều nhà khoa học trong nước và nước ngoài.

Dải thứ nhất, chạy dọc các quả đồi kéo dài theo phương á vĩ tuyến, độ dốc chỉ khoảng 10°, từ xã Hoàng Tiến huyện Chí Linh - Hải Dương (ở phía tây), qua các xã Bình Khê, An Sinh, đến Tràng Lương (ở phía đông, toạ độ 21,12° vĩ bắc, 106,65° kinh đông) thuộc huyện Đông Triều tỉnh Quảng Ninh. Dải nứt này có chiều dài khoảng 25 km.

Ở chân đồi Ông Sao, toạ độ 21,143° vĩ bắc, 106,464° kinh đông, thuộc xã Hoàng Tiến, bề mặt quả đồi bị băm vằm từ đỉnh xuống tới chân bởi nhiều hệ thống khe nứt phương khác nhau. Hầu hết chúng là những khe nứt tách, chiều rộng thay đổi từ 10 đến 50 cm và hơn (ảnh 42a). Chiều sâu theo các hố đào tới 10 m vẫn thấy chúng phát triển (ảnh 42b).

Ở các xã Bình Khê, An Sinh, Tràng Lương thuộc huyện Đông Triều thường chỉ thấy một đường nứt tách rộng 10 - 20 cm và hơn, chạy dài theo sườn đồi, gần phía chân đồi, phương á vĩ tuyến.

**Ảnh 42b: Chiều sâu khe nứt hiện đại ở đôi bạch đàn xã
Hoàng Tiến huyện Chí Linh tỉnh Hải Dương trong hố đào**



Ảnh 43: Nứt tường nhà trong dải khe nứt dọc quốc lộ 18



Các khe nứt này đều phát triển trong tầng phong hoá từ đá gốc gồm cuội kết, sỏi kết, cát kết, bột kết đá phiến sét thuộc hệ tầng Nà Khuất (T_2I_{nk}), phân bố dọc đới đứt gãy hoạt động Trung Lương.

Dải thứ hai chạy dọc quốc lộ 18, thể hiện bằng hệ thống các khe nứt tách phương á vĩ tuyến xuất hiện ở móng, tường nhà (ảnh 43), bậc lên xuống và cả sân láng xi măng. Trong đó nhiều móng nhà gia cố bằng thép rất kiên cố nhưng tường vẫn bị nứt.

Các công trình xây dựng dân sinh này được xây trên nền đất tuổi Holocen, gồm cát sét đen, than bùn nguồn gốc đầm lầy, được phủ bên trên bởi bột sét màu xám xanh nguồn gốc biển.

Dải nứt này kéo dài liên tục trên chiều dài khoảng 30 km từ thị trấn Đông Triều (Quảng Ninh) qua các xã của huyện Đông Triều dọc quốc lộ 18: Hưng Đạo, Kim Sơn, Mạo Khê, Yên Thọ, Hoàng Quế, Hồng Thái Đông, đến thị xã Uông Bí, trùng trên đới đứt gãy hoạt động Đường 18.

Sự xuất hiện và phát triển của các khe nứt trong dải dọc quốc lộ 18 đã gây thiệt hại lớn về tài sản, tiền bạc của nhân dân.

- Nứt đất ở Diên Xá:

Nứt đất ở xã Diên Xá, huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh, toạ độ $21,382^0$ vĩ bắc, $107,2875^0$ kinh đông (N_4 trên hình 6), xảy ra vào năm 1993 làm nứt nhà anh Lã Văn Tảo và Nông Văn Lưu. Vết nứt kéo dài hàng chục mét theo phương tây bắc - đông nam, song song với quốc lộ số 4 và suối Tát, phụ lưu của sông Phố Cũ. Nhà anh Tảo bị các khe nứt cắt ngang nền nhà (nhà quay hướng đông nam), chiều rộng 1 - 2 cm và phát triển lên tường nhà.

Nền đất ở đây là lớp cát mỏng thuộc thêm I, kiểu thêm đế, của sông Tát, phủ trên các đá gốc gồm cát kết, bột kết, phiến sét thuộc phần trên của hệ tầng Sông Hiến ($T_{1,2}sh_2$).

Nứt đất ở xã Diên Xá phát triển trong đới đứt gãy hoạt động Cao Bằng - Tiên Yên.

Như vậy, hiện tượng nứt trượt đất đã xảy ra trong vùng nghiên cứu cũng mang những sắc thái riêng của từng vùng. Trong đó ở vùng Tây Bắc hiện tượng này có qui mô, tần suất và mật độ phân bố lớn hơn ở vùng Đông Bắc. Phần lớn các điểm nứt, trượt đất có qui mô lớn gần như phân bố trong phạm vi ảnh hưởng của các đới đứt gãy hoạt động. Chúng lại phân bố thường có qui luật theo những phương khá rõ ràng. Nhiều điểm tai biến nứt trượt đất còn xảy ra lặp đi lặp lại. Nứt đất như vậy xảy ra ở hầu hết các thể địa hình, trong các đất đá thành phần thạch học cũng rất đa dạng. Điều này cho thấy, ảnh hưởng của các hệ thống đứt gãy hoạt động lên quá trình phát sinh và phát triển các hiện tượng tai biến nêu trên là một hiện thực.

CHƯƠNG III

CÁC NGHIÊN CỨU BỔ SUNG ĐÁNH GIÁ CÁC HỆ THỐNG ĐỨT GÂY TÂN KIẾN TẠO VÀ HOẠT ĐỘNG HIỆN ĐẠI

Lãnh thổ các tỉnh miền núi phía Bắc bao gồm phần lớn diện tích vùng Đông Bắc và vùng Tây Bắc, là nơi có những biến động kiến tạo phức tạp trong quá trình hình thành và phát triển. Đặc biệt trong tân kiến tạo vùng này chịu ảnh hưởng khá nhiều của sự đụng độ giữa mảng Ấn - Úc vào mảng Âu - Á. Hậu quả là các đứt gãy sâu trên lãnh thổ nước ta nói chung, đặc biệt ở vùng phía Bắc, nơi có đới sông Hồng là ranh giới giữ vai trò quan trọng chạy qua đã tái hoạt động mạnh mẽ, chia cắt vỏ Quả đất thành các khối với sự phân dị khác biệt về vận tốc chuyển động giữa chúng. Các đặc điểm vừa nêu cũng chính là cội nguồn của nhiều thiên tai địa chất xảy ra ở vùng nghiên cứu, như: động đất, nứt - sụt đất, trượt lở đất, lũ quét v.v... Trong đó, vùng Tây Bắc, nơi có bức tranh cấu kiến tạo phức tạp đã xảy ra nhiều tai biến với qui mô, cường độ lớn hơn so với các vùng khác trong cả nước. Do báo cáo chủ yếu đặt vấn đề tìm hiểu mối liên quan của hiện tượng nứt sụt đất với các hoạt động nội sinh nên các nghiên cứu phần lớn tập trung vào đánh giá các đặc điểm hoạt động của các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo trong vùng nghiên cứu.

Để tiến hành các nội dung công việc nêu trên, trước hết ta xem lại các sơ đồ phân bố đứt gãy kiến tạo nói chung hiện có trong vùng nghiên cứu, trên cơ sở đó ta lựa chọn, có thể bổ sung thêm số liệu xây dựng một sơ đồ mạng lưới đứt gãy phản ánh tương đối đầy đủ các hệ thống đứt gãy có khả năng gây tai biến và có tác động đáng kể đến phát triển kinh tế - xã hội trong vùng nghiên cứu. Các đứt gãy hoạt động trong tân kiến tạo được nhận biết bằng đối sánh phân bố không gian của các hệ thống đứt gãy nói chung với biểu hiện hoạt động trong tân kiến tạo, thu thập được bằng nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau.

I. VỀ PHÂN BỐ MẠNG LƯỚI CÁC HỆ THỐNG ĐỨT GÂY KIẾN TẠO:

Mặc dù ở vùng nghiên cứu cho đến nay đã có nhiều phương án vẽ sơ đồ phân bố mạng lưới đứt gãy, như bản đồ thành hệ 1: 1 500 000, mức độ chi tiết như trong các bản đồ địa chất tỉ lệ 1: 200 000, thậm chí đến 1: 50 000. Trong đó các hệ thống đứt gãy lấy từ bản đồ thành hệ lại tương đối thưa, còn trong các bản đồ địa chất tuy có mức độ chi tiết cao nhưng lại thiếu các thông số về phân vùng các hoạt động kiến tạo. Ngoài ra ở vùng nghiên cứu cũng còn một số diện tích bị phủ bởi các trầm tích trẻ, các đứt gãy tồn tại ở các vùng này không được phản ánh trong các bản đồ địa chất, chưa nói đến phân bố không gian của chúng cũng như một số thông số như góc nghiêng, chiều sâu phát triển cũng còn là những vấn đề trong nhiều tài liệu chưa được thống nhất. Nhằm tăng thêm tính chính xác về phân bố không gian cũng như làm rõ thêm các nhánh chính trong các hệ thống đứt gãy, trong phạm vi đề tài nhánh

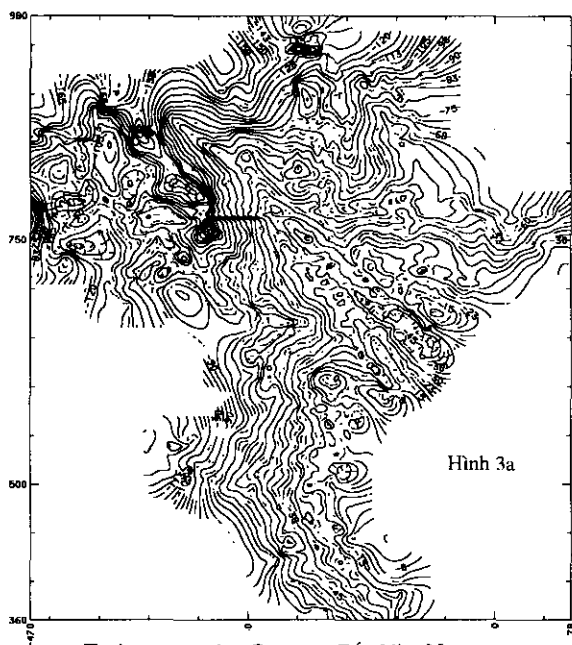
này sơ đồ đứt gãy kiến tạo được xây dựng lại trên cơ sở sử dụng các hệ thống đứt gãy trong bản đồ thành hệ địa chất, có bổ sung các kết quả nghiên cứu đứt gãy theo kết quả phân tích lại bản đồ từ và trọng lực vùng nghiên cứu bằng một số phương pháp đã được thử nghiệm có hiệu quả ở một số vùng nghiên cứu khác [18,19]. Trong đó các phương pháp phân tích bao gồm: phương pháp nâng trường, phương pháp trung bình hoá, phương pháp tính cực đại gradient ngang trường từ và trọng lực. Riêng đối với trường từ, trước khi áp dụng các phương pháp nêu trên trường từ quan sát được chuyển về cực. Trong thực tế trường từ ở nước ta thuộc loại có vĩ độ thấp, không phản ánh mối quan hệ trực tiếp giữa các yếu tố địa chất với đặc điểm trường từ như ở vùng vĩ độ cao, bởi vậy nếu sử dụng ngay trường từ quan sát để phân tích, có thể sẽ bị sai số lớn trong minh giải địa chất các kết quả. Phép chuyển trường về cực được xem như bước tạo ra nguồn số liệu đầu vào, phù hợp với việc sử dụng nhiều phương pháp có độ ổn định tốt đối với trường vùng vĩ độ cao, nhằm nâng cao hiệu quả phân tích. Trong đề tài này ta không nhắc lại bản chất của từng phương pháp phân tích mà chỉ xem xét các kết quả thu được. Tài liệu được sử dụng là bản đồ dị thường trọng lực Bougher tỉ lệ 1: 500.000 và bản đồ từ tỉ lệ 1: 200.000. Hai loại số liệu này phủ kín vùng nghiên cứu, ngoại trừ vùng núi cao thuộc khối Phanxipan. Việc phân tích được tiến hành cho cả lãnh thổ phía bắc.

Theo kết quả phân tích, ta có một loạt các bản đồ trường dị thường từ và trọng lực ở các dạng đã được biến đổi và nhiều sơ đồ cực đại gradient ngang của các trường nêu trên. Các hệ thống đứt gãy kiến tạo được xác định theo bản chất vật lý của các trường dị thường và cực đại gradient ngang.

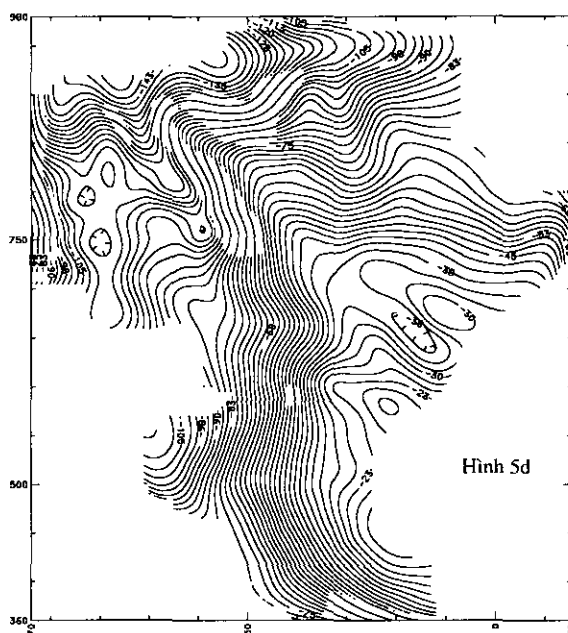
1.1. Đối với trường từ:

- Trên bản đồ gồm cả bản đồ dị thường quan sát, trường từ đã chuyển về cực, đến các trường dị thường đã nâng lên các độ cao và trung bình hoá với các bán kính khác nhau, các đứt gãy lớn thường trùng vào ranh giới phân vùng cấu trúc của trường dị thường. Tại đó trường từ có đường phương các đường đồng mức thay đổi đột ngột, vùng có giá trị tăng nhanh đột xuất tạo thành dải, hoặc ranh giới giữa các vùng có hình dạng, kích thước các dị thường khác hẳn nhau (hình 5).
- Các đới đứt gãy có chứa đá magma xâm nhập có từ tính cao thông thường được phản ánh bằng sự tồn tại tập hợp các dị thường có kích thước nhỏ tạo thành chuỗi chạy dọc theo đứt gãy. Dấu hiệu này thường được phản ánh rõ nét hơn trên các bản đồ dị thường dư.
- Trong sơ đồ giá trị cực đại gradient ngang, ranh giới của vật thể gây dị thường được phản ánh bằng đường nối các giá trị cực đại. Ranh giới này thường cũng trùng vào vị trí của các đứt gãy kiến tạo. Đứt gãy còn được phản ánh bằng dấu hiệu thay đổi đột ngột hướng của tập hợp các đường gradient ngang cực đại.

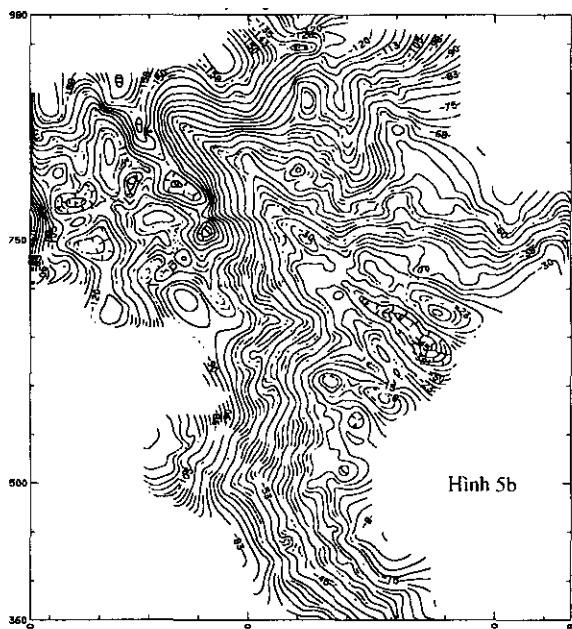
Theo bản chất thì trường nâng lên độ cao càng lớn hoặc trung bình hoá với bán kính càng lớn phản ánh các đối tượng càng mang tính khu vực nhiều hơn tính



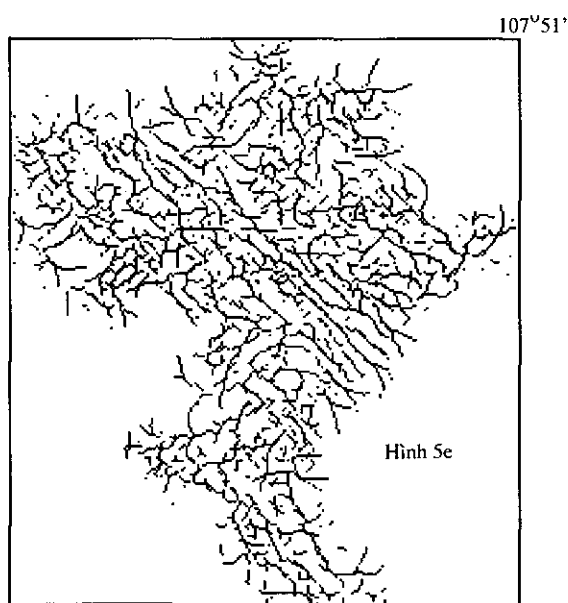
Trường trọng lực Bouguer Bắc Việt Nam



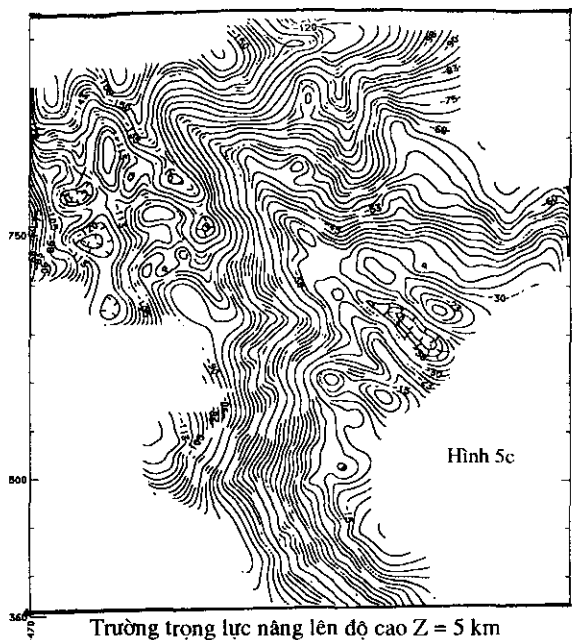
Trường trọng lực nâng lên độ cao $Z = 15$ km



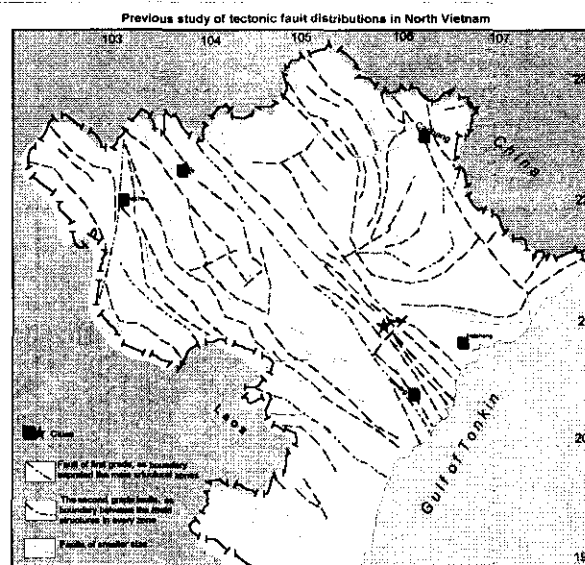
Trường trọng lực nâng lên độ cao 2,5 km



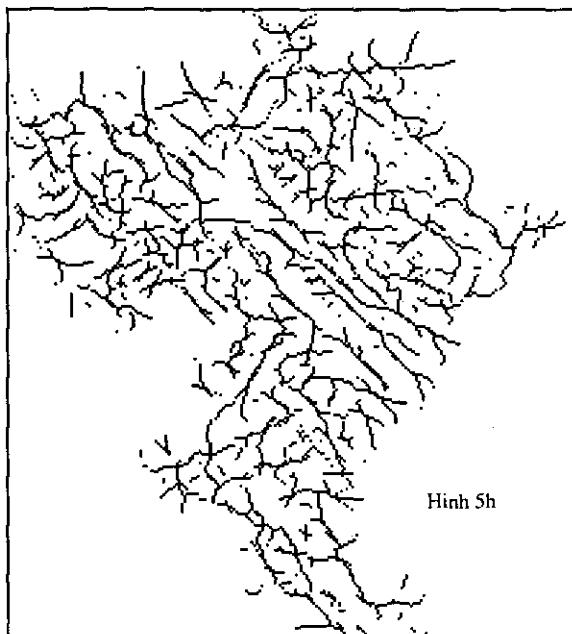
Cực đại gradien ngang trường nâng lên $Z = 2,5$ km



Trường trọng lực nâng lên độ cao $Z = 5$ km

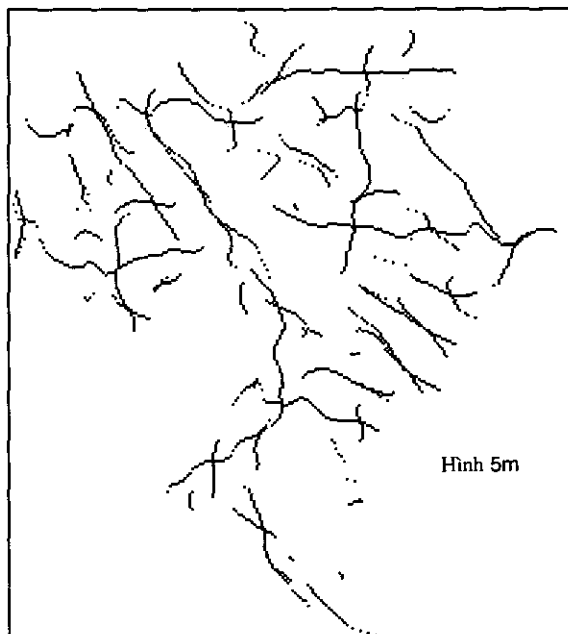


Hình 5g: Sơ đồ đứt gãy theo bản đồ thành hệ (Trần Văn Trị)



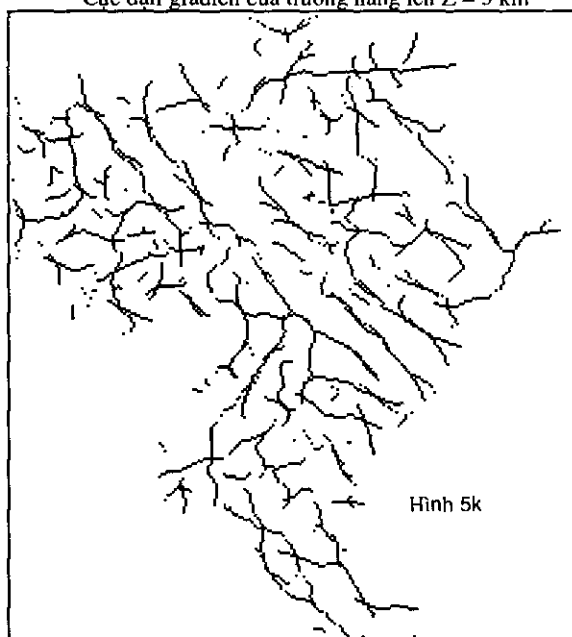
Hinh 5h

Cực đại gradien của trường năng lên $Z = 5$ km



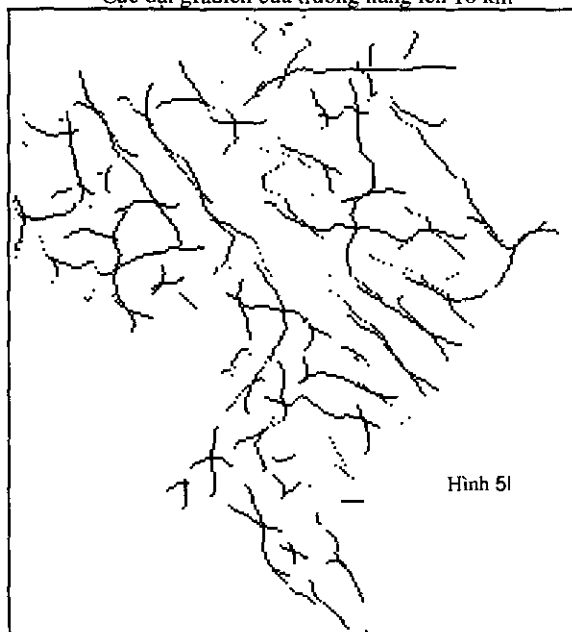
Hinh 5m

Cực đại gradien của trường năng lên 20 km



Hinh 5k

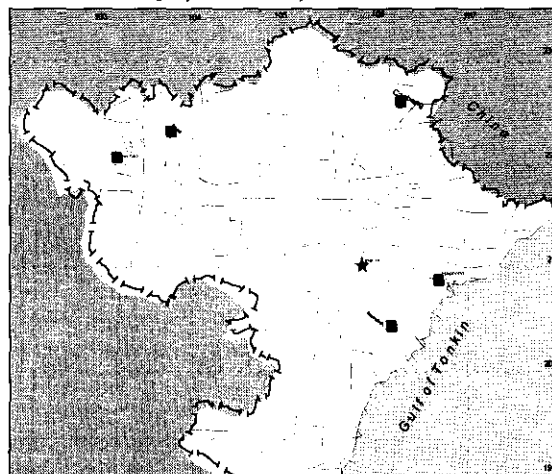
Cực đại gradien của trường năng lên 10 km



Hinh 5l

Cực đại gradien của trường năng lên 15 km

Gravity discontinuities obtained from calculations of maximum gradients of gravity anomalies in territory on North Vietnam



Hinh 5p: Sơ đồ các đứt đoạn trọng lực theo kết quả phân tích

địa phương. Như vậy, các đứt gãy dài có độ sâu xuyên cắt lớn phải được thể hiện trong cả các bản đồ dị thường nâng lên độ cao từ nhỏ đến lớn. Trong khi đó các đứt gãy mang tính địa phương sẽ mất dần trên các bản đồ nâng lên độ cao lớn hơn, hay trung bình hoá có bán kính lớn hơn. Tương tự như vậy, trên các sơ đồ cực đại gradient ngang tính cho các trường khu vực cùng với bán kính trung bình hoặc độ cao nâng trường càng lớn thì mạng lưới các đường cong cực đại càng thưa. Điều này cũng phù hợp với thực tế, bởi càng xuống sâu mạng lưới đứt gãy càng thưa. Dấu hiệu này cũng là một thông tin có ích để ta xác định đối chính trong một hệ đứt gãy có nhiều nhánh, trong đó nhánh chính của đới bao giờ cũng có độ sâu lớn hơn, các nhánh phụ nông hơn và thường mất dần trên các sơ đồ gradient ngang cực đại, tính cho trường nâng lên các độ cao khác nhau. Kết hợp các dấu hiệu như trên mạng lưới đứt gãy phần phía bắc có thể mô tả như sau:

- Trong trường từ, nhất là trong các trường biến đổi đới đứt gãy sông Hồng được phản ánh bằng ranh giới phân vùng Tây Bắc và Đông Bắc khác hẳn nhau trong cấu trúc các trường dị thường. Trong đó ở vùng Đông Bắc trường có tính phân dị kém, thể hiện bằng sự thay đổi khá đều đặn của giá trị các đường đồng mức. Đặc điểm này cũng phù hợp với thực tế, bởi đới này là phần kéo dài xuống phía nam của vùng nền Hoa Nam, vùng tương đối bình ổn về mặt hoạt động kiến tạo (hình 7a).

Khác với vùng Đông Bắc, trường dị thường từ ở vùng Tây Bắc có cấu trúc rất phức tạp. Sự khác biệt càng được thể hiện rõ ở các trường trung bình hoặc nâng trường lên độ cao càng lớn.

- Cùng phương với đứt gãy sông Hồng, ở vùng Đông Bắc còn có một số hệ thống đứt gãy như: Sông Chảy, Đoan Hùng, Sông Lô, Yên Minh, Cao Bằng – Tiên Yên v.v...

Trong phạm vi vùng này còn có đặc điểm nổi bật là ở phần phía bắc phát triển khá phổ biến hệ thống vòng cung á kinh tuyến, còn ở phần phía nam hệ thống vòng cung á vĩ tuyến lại phản ánh trội hơn (hình 7a).

- Ở vùng Tây Bắc thì hầu hết các hệ thống đứt gãy lớn phương tây bắc - đông nam như đứt gãy Sông Mã, Sơn La, Sông Đà và Nghĩa Lộ – Ninh Bình, Phong Thổ v.v... đều được phản ánh khá rõ trong kết quả phân tích tài liệu từ (hình 7a). Cũng trong vùng này một số đứt gãy kinh tuyến cũng được phản ánh khá rõ, đặc biệt đứt gãy Điện Biên – Lai Châu, các đứt gãy có kích thước nhỏ hơn như: đứt gãy Tuần Giáo, Bát Bạt – Hoà Bình cũng được chính xác thêm về phân bố không gian. Ngoài các hệ thống đứt gãy nêu trên ở cả hai vùng còn phát triển hệ thống các đứt gãy phương đông bắc – tây nam, nhưng thường kích thước của chúng không lớn bằng các hệ thống nêu trên (hình 7a).

1.2. Đối với trường trọng lực:

Cũng tương tự như đối với trường từ, các hệ thống đứt gãy lớn thường được phản ánh bằng ranh giới phân chia trường dị thường thành các vùng có đặc điểm cấu trúc khác nhau về đường phương, trục cũng như cường độ các dị thường. Các đứt gãy cũng được phản ánh bằng đường nối các giá trị cực đại của gradient ngang

trường trọng lực [20]. Theo các kết quả tính toán thì đới đứt gãy sông Hồng cũng là đới được phản ánh rõ nhất bằng vùng thay đổi đột ngột đường phương của các dị thường, đặc biệt là các dị thường nâng lên ở các độ cao khác nhau. Trong sơ đồ gradient ngang cực đại tính cho trường nâng lên các độ cao khác nhau, đới này cũng được phản ánh rõ nét ở tất cả các dị thường. Điều này cũng cho thấy rằng đới Sông Hồng là đới đứt gãy có chiều sâu xuyên cắt rất lớn.

Nhìn chung trường trọng lực lãnh thổ phía Bắc rõ nhất được phân biệt làm 2 vùng: Đông Bắc và Tây Bắc với ranh giới là đới đứt gãy Sông Hồng. Khác với trường từ, theo đặc điểm các trường dị thường trọng lực trong phạm vi vùng Đông Bắc có thể tách riêng đới cấu trúc lún chìm trũng Hà Nội, cũng khá khác biệt so với phần còn lại ở vùng Đông Bắc. Trong phạm vi vùng Tây Bắc thì đới đứt gãy kinh tuyến Điện Biên – Lai Châu cũng được phản ánh rõ hơn trong trường trọng lực bằng một dải dị thường có phương kinh tuyến. Đặc điểm này càng được thể hiện rõ hơn trong các trường dị thường nâng lên một số độ cao. Theo các chỉ tiêu xác định đứt gãy tương tự như đối với trường từ, có thể thấy sơ đồ cực đại gradient ngang tính cho trường trọng lực nâng lên độ cao $z = 2,5$ và 5 km phản ánh khá đầy đủ các hệ thống đứt gãy và khá phù hợp với các kết quả nghiên cứu địa chất - địa vật lý đã có từ trước [19, 20].

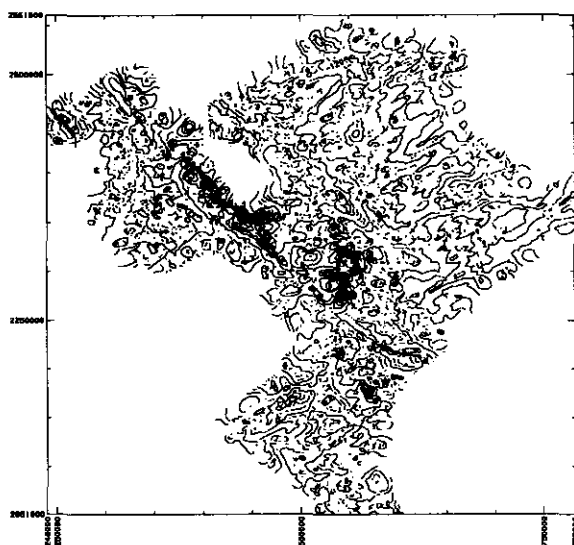
- Các hệ thống đứt gãy thuộc vùng Đông Bắc: theo kết quả phân tích có thể thấy, tính nổi bật ở vùng Đông Bắc là khá phát triển các hệ thống đứt gãy vòng cung á vĩ tuyến ở phần phía đông nam (hình 7b). Các hệ thống đứt gãy lớn phương tây bắc - đông nam như đứt gãy Sông Chảy, Sông Lô, Đoan Hùng, Cao Bằng – Tiên Yên cũng được phản ánh khá rõ trong sơ đồ tính gradient ngang cực đại (hình 6).

Ngoài các hệ thống nêu trên, tài liệu trọng lực cũng cho phép phát hiện thêm một số đứt gãy phương đông bắc – tây nam nhưng thường cũng có kích thước không lớn lắm (hình 7).

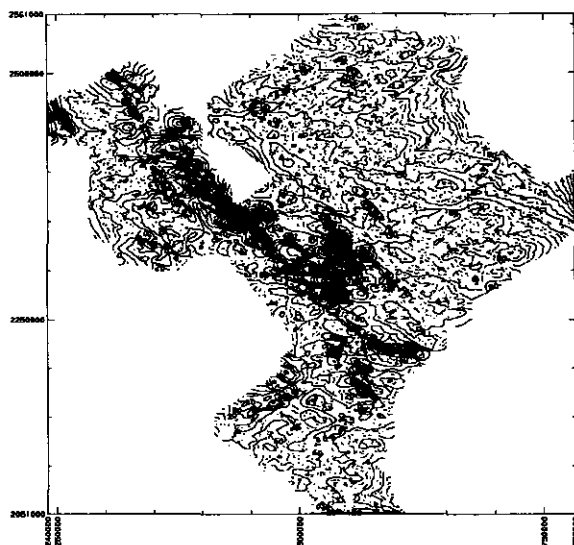
- Các hệ thống đứt gãy ở vùng Tây Bắc: tương tự như ở trường từ, các hệ thống đứt gãy nổi trội ở vùng này phần lớn có phương tây bắc - đông nam như đứt gãy Nghĩa Lộ – Ninh Bình, đứt gãy Phong Thổ, đứt gãy Sông Đà, Mường La – Chợ Bờ, đứt gãy Sơn La và Sông Mã đều phản ánh khá tốt trên tài liệu Trọng lực (hình 7b). Đáng lưu ý là đứt gãy kinh tuyến Điện Biên – Lai Châu được phản ánh khá rõ trong các kết quả phân tích dị thường trọng lực. Ngoài các hệ thống đứt gãy trên, tài liệu trọng lực cũng cho phép khẳng định sự tồn tại một loạt các đứt gãy phương kinh tuyến, vĩ tuyến và đông bắc – tây nam, vốn còn ít được quan tâm.

- Qua liên kết, đối sánh với các tài liệu nghiên cứu về đứt gãy đã có từ trước có thể thấy, các kết quả phân tích tài liệu từ và trọng lực lần này khẳng định thêm sự tồn tại của tất cả các hệ thống đứt gãy lớn trong vùng nghiên cứu. Cũng thông qua tài liệu này vị trí phân bố không gian của các hệ thống đứt gãy cũng được chính xác hoá thêm. Ngoài ra, một số hệ thống đứt gãy có kích thước nhỏ hơn, vốn còn ít được quan tâm cũng được phản ánh khá rõ trong các kết quả phân tích.

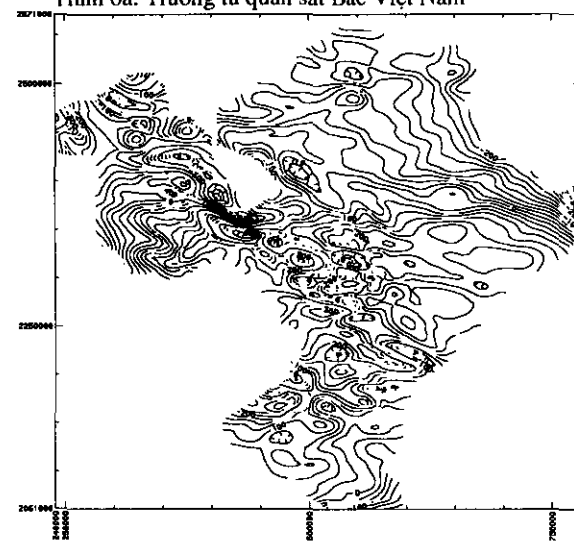
Liên kết, tích hợp các tài liệu hiện có về đứt gãy với kết quả phân tích tài liệu



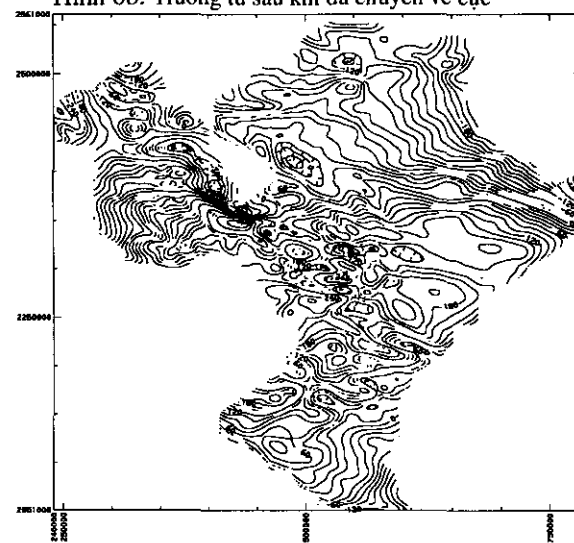
Hình 6a: Trường từ quan sát Bắc Việt Nam



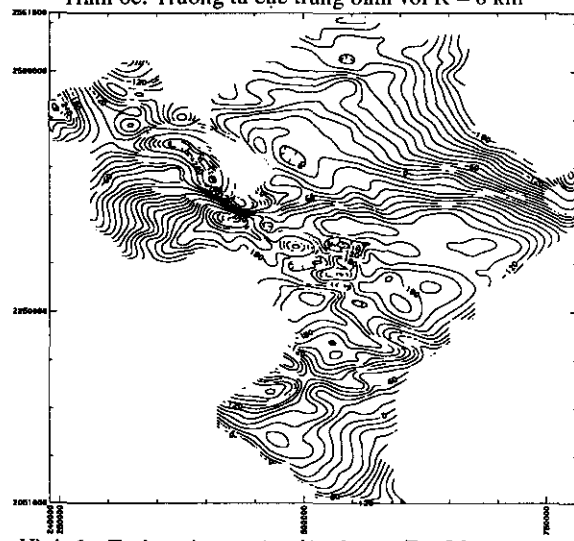
Hình 6b: Trường từ sau khi đã chuyển về cực



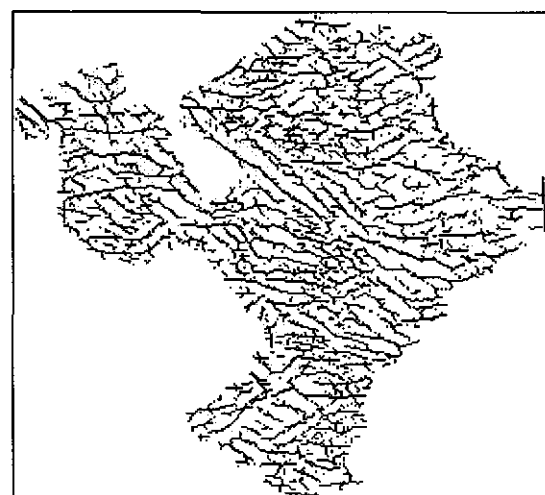
Hình 6c: Trường từ cực trung bình với $R = 8$ km



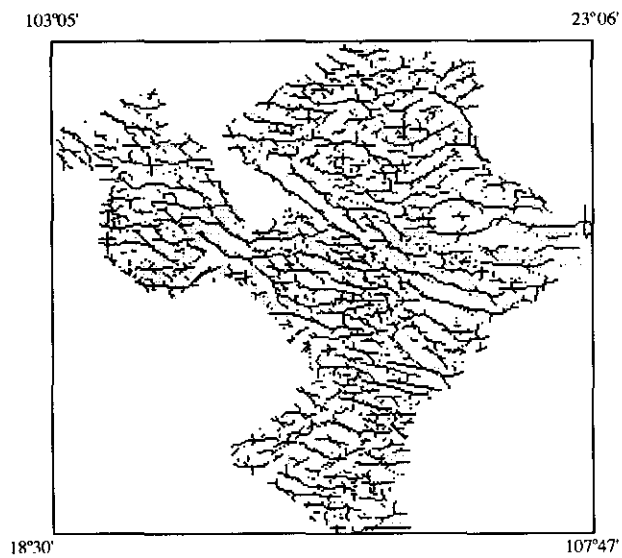
Hình 6d: Trường từ cực nâng lên độ cao $Z = 5$ km



Hình 6e: Trường từ cực nâng lên độ cao $Z = 8$ km



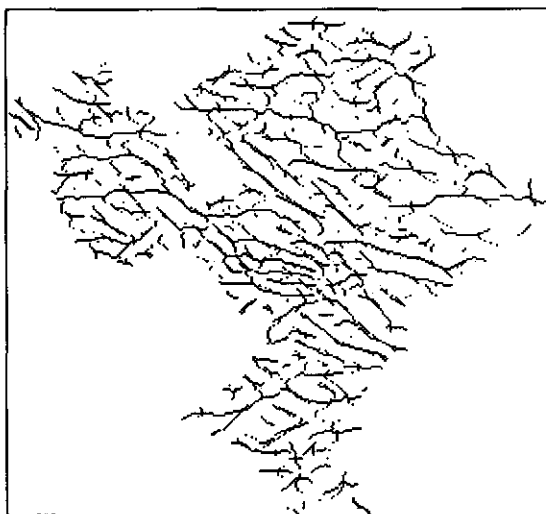
Hình 6g: Cực đại gradien trường từ cực trung bình $R = 3$ km



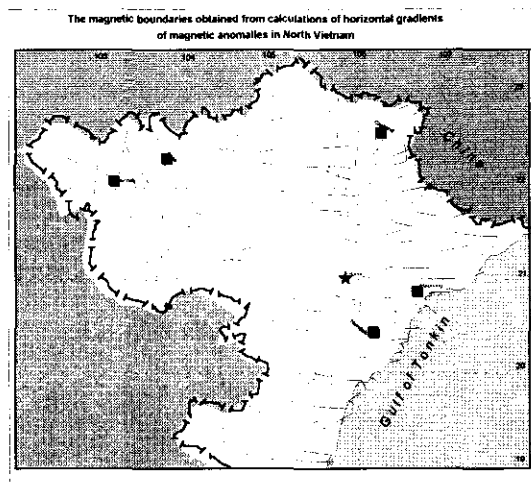
Hình 6h: Cực đại gradien trường từ cực trung bình
 $R = 5 \text{ km}$



Hình 6l: Cực đại gradien trường từ cực nâng lên độ cao
 $Z = 5 \text{ km}$



Hình 6k: Cực đại gradien trường từ cực nâng lên
độ cao $Z = 8 \text{ km}$.



Hình 6l: Sơ đồ ranh giới từ theo kết quả phân tích

từ và trọng lực như đã nêu trên một sơ đồ đứt gãy tương đối phù hợp với mục tiêu nghiên cứu đã được xây dựng (hình 7). Sơ đồ này cũng là dữ liệu đóng góp tích cực cho các nghiên cứu về các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo, tiến hành trong một số năm qua ở vùng nghiên cứu.

II. MỘT SỐ KHẢO SÁT NGHIÊN CỨU BỔ SUNG BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP KIẾN TẠO VẬT LÝ VÀ ĐỊA CHẤT - ĐỊA MẠO

Nhiều hiện tượng nứt sụt đất xảy ra có qui luật, liên quan chặt chẽ với các hoạt động nội sinh mà chủ yếu là hoạt động của các đứt gãy kiến tạo. Việc nghiên cứu đánh giá các đứt gãy hoạt động là một nội dung quan trọng không những chỉ đối với các thiên tai nứt sụt đất mà cả các thiên tai địa chất khác như: động đất, núi lửa, trượt lở đất, v.v... Đáng lưu ý là việc xác định các đứt gãy hoạt động hiện tại nhiều khi cũng gặp khó khăn cả về phân bố không gian lẫn qui luật và cường độ hoạt động của chúng. Trong thực tế những dấu hiệu hoạt động hiện đại của các đứt gãy thường rất khó phân biệt trong các tài liệu địa chất - địa vật lý, còn các hiện tượng địa chất liên quan đến hoạt động có thể quan sát và ghi nhận được bằng các thiết bị thì không phải ở đứt gãy nào cũng được phản ánh đầy đủ trong khoảng thời gian con người ghi nhận được. Bởi vậy không thể coi là đủ điều kiện để đánh giá qui luật phân bố và hoạt động hiện đại của các đứt gãy nếu chỉ dựa vào các số liệu quan trắc như đã nêu trên. Tuy nhiên giữa các đứt gãy hoạt động hiện tại với các biểu hiện của chúng trong thời kỳ tân kiến tạo lại có liên quan mật thiết với nhau, bởi vậy việc nghiên cứu đánh giá các đứt gãy hoạt động thông thường được tiến hành từ việc nghiên cứu các hệ thống đứt gãy hoạt động trong thời kỳ tân kiến tạo [11]. Kinh nghiệm chỉ ra rằng, các đứt gãy có biểu hiện hoạt động trong thời kỳ một vài trăm nghìn năm trở lại đây hầu hết cũng là các đứt gãy hoạt động trong giai đoạn hiện tại [11]. Cần lưu ý thêm là có những đứt gãy trong cả một thời gian dài, các dấu hiệu hoạt động hầu như không đáng kể nhưng lại xảy ra ở đó những trận động đất rất mạnh. Như vậy việc nghiên cứu đánh giá các đứt gãy hoạt động ở đây được tiến hành bằng việc nghiên cứu các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo vùng nghiên cứu. Theo đó các thông số quan trọng liên quan trực tiếp đến tai biến địa chất như: cường độ, cơ thức biến dạng, các pha chuyển động, phân bố không gian các đới phá huỷ trong tân kiến tạo v.v... sẽ được đánh giá ở mức độ chi tiết cần thiết. Theo hướng này một số đề tài nghiên cứu gần đây cũng đã đạt được những kết quả rất đáng khích lệ [3,10,26], các nghiên cứu trong đề tài này được tiến hành bằng cách bổ sung thêm một số khảo sát nghiên cứu nhằm đáp ứng tốt hơn đòi hỏi sử dụng số liệu ngày càng cao của thực tế phát triển kinh tế xã hội. Việc đánh giá các đứt gãy hoạt động hiện đại được tiến hành trên cơ sở liên kết các kết quả nghiên cứu về đứt gãy tân kiến tạo với các biểu hiện hoạt động hiện đại thu thập được bằng nhiều phương pháp quan trắc và khảo sát.

Trong một số đề tài được thực hiện trong những năm vừa qua nhiều phương pháp khảo sát nghiên cứu hoạt động của các đứt gãy tân kiến tạo đã được đưa vào sử dụng ở nước ta, bao gồm cả các phương pháp truyền thống và hiện đại. Ở vùng nghiên cứu đã sử dụng nhóm các phương pháp kiến tạo vật lý, nhóm các phương pháp địa mao, nhóm phương pháp phân tích viễn thám và bản đồ, nhóm các phương pháp phân tích cấu trúc địa chất v.v... đã được thực hiện đồng bộ. Ngoài các phương pháp trên trong các đề tài trước đây cũng đã triển khai một khối lượng đáng kể các tuyến đo xạ khí radon, thủy ngân, khí cacbonic và một khối lượng hạn chế các tuyến địa nhiệt, thăm dò điện, trắc địa nhằm làm rõ hơn các đặc điểm hoạt động trẻ và hiện đại của các đới đứt gãy. Đề tài này được sử dụng các kết quả đã nghiên cứu mang tính kế thừa nêu trên. Ngoài ra, một số phương pháp được sử dụng tiếp tục khảo sát nghiên cứu bổ sung nhằm chi tiết và chính xác hơn phân bố không gian và tìm kiếm thêm các dấu hiệu hoạt động trẻ của các hệ thống đứt gãy. Trong đó, nhóm phương pháp kiến tạo vật lý vẫn được tiến hành với một khối lượng đáng kể. Tuy nhiên đề tài này chỉ tiến hành mô tả tượng trưng bằng một vài ví dụ về kết quả sử dụng các phương pháp này. Hầu hết các kết quả này đã được công bố trong các công trình luận án của Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Đăng Túc và Vũ Văn Chinh - năm 2002 [3, 10, 26]. Đối với nhóm các phương pháp địa mao và phương pháp phân tích kiến trúc đứt gãy cũng có nhiều nội dung đã được công bố, đề tài chỉ tập trung giới thiệu kết quả thành lập sơ đồ địa mao trên cơ sở nghiên cứu hình thái nguồn gốc các thể địa mao, xác lập các dải địa hình đặc trưng cho các đới đứt gãy vùng nghiên cứu. Ngoài ra, đề tài cũng đã tiến hành đo bổ sung một số không nhỏ các tuyến thăm dò điện, địa chấn, địa nhiệt nhằm làm rõ hơn đặc điểm phá huỷ của các đứt gãy ngay trong tầng đất đá gần bề mặt, mối liên hệ của chúng với một số tai biến. nứt trượt đất đã xảy ra.

2.1. Các phương pháp kiến tạo vật lý:

Các khảo sát bằng nhóm phương pháp kiến tạo vật lý được tiến hành ở hầu hết các đới đứt gãy tân kiến tạo trong vùng nghiên cứu (hình 8), đề tài chỉ nêu một vài ví dụ minh họa kết quả khảo sát.

2.1.1. Các phương pháp khôi phục trạng thái ứng suất kiến tạo:

Phương pháp kiến tạo động lực được Gzovski M. L. đề xuất từ năm 1954. Cơ sở của phương pháp là dưới tác động của ngoại lực vào một vật thể rắn chắc sẽ xuất hiện hai đới tập trung ứng suất cực đại, tạo với phương lực tác động một góc 45^0 , các khe nứt xuất hiện nhằm giải toả năng lượng tạo thành những cặp khe nứt cộng ứng phát triển rộng rãi trên khắp vật thể địa chất. Giao tuyến của 2 khe nứt cộng ứng là trục ứng suất pháp trung gian (S_2). Trục ứng suất pháp nén cực đại (S_1) và nén cực tiểu (tách giãn cực đại) (S_3) là đường phân giác của các góc tạo bởi hai mặt của cặp khe nứt cộng ứng. Trục ứng suất nén cực đại nằm ở trong miền nén ép, trục ứng suất nén cực tiểu nằm trong miền tách giãn. Các trục ứng suất S_1 , S_2 , S_3 tại một điểm có mối tương quan vuông góc với nhau. Thông thường trong điều kiện phá huỷ của các

đá có kết cấu dòn, góc nhọn tạo bởi 2 khe nứt cộng ứng sẽ là góc chứa trục S_1 , góc tù chứa trục S_3 và các đá có tính biến dạng dẻo thì các trục S_1 , S_3 phân bố ngược lại. Ưu điểm của phương pháp là đơn giản, dễ áp dụng. Hạn chế của phương pháp là chỉ áp dụng được trong điều kiện nén đơn trục, và khe nứt kiến tạo được hình thành trong pha kiến tạo cần xác định trạng thái ứng suất. Song trong thực tế ít gặp các khe nứt mới hình thành, mà thường gặp các khe nứt tái thành tạo trong nhiều pha kiến tạo muộn hơn. Việc xác định cặp cộng ứng cùng một pha kiến tạo trên thực địa gặp rất nhiều khó khăn và mất nhiều thời gian. Phương pháp của Gzovski chỉ áp dụng trong điều kiện đơn pha. Vì vậy, phương pháp kiến tạo động lực được Gzovski M. L. cho ra đời từ rất sớm, nhưng rất ít được ứng dụng và không phát triển.

Đến năm 1978 - 1980, Nikolaiev P.N khắc phục được trở ngại này, bằng cách xác định hướng phân tán chính của các cực trị mật độ khe nứt kiến tạo trên biểu đồ ma trận. Sau đó tiếp tục xác định tập hợp các cặp khe nứt cộng ứng, để khôi phục trạng thái ứng suất kiến tạo của từng điểm đo và trường ứng suất kiến tạo (TUSKT) địa phương. Từ đó, phương pháp kiến tạo động lực phát triển mạnh mẽ và tỏ ra rất có hiệu quả [13] .

Cơ sở của phương pháp kiến tạo động lực của Nikolaiev P.N. là dựa vào phân tích các khe nứt kiến tạo do tác động của ngoại lực được duy trì trong khoảng thời gian nhất định. Các khe nứt bị phân tán phương vị theo đặc tính không đối xứng, và xác suất độ lệch từ tâm cực đại là giống nhau. Dựa vào đặc tính này có thể xác định các cặp khe nứt cộng ứng và khôi phục trạng thái ứng suất. Nếu hướng phân tán hướng về phía hai mặt đối xứng thì ứng suất pháp chính tách giãn sẽ tác dụng dọc theo khe nứt, nếu hướng phân tán từ mặt đối xứng đi ra thì có thể xem đó là mặt tác dụng của ứng suất pháp chính nén ép [13] .

Từ số liệu ban đầu là số đo phương vị hướng dốc và góc dốc của khe nứt kiến tạo, Nikolaiev đã thành lập biểu đồ ma trận để xác định hướng phân tán của các cực trị mật độ khe nứt kiến tạo và từ đó xác định các cặp khe nứt cộng ứng với nhau. Sau đó dùng lưới chiếu Wulf để dàng xác định các trục ứng suất pháp chính. Ưu điểm của phương pháp là có thể áp dụng trong trường hợp đa pha. Các khe nứt kiến tạo tồn tại trên tất cả các thành tạo địa chất. Phương pháp thu thập số liệu ban đầu là số đo phương vị hướng dốc, góc dốc và xử lý tài liệu đơn giản.

Hạn chế của phương pháp là nguyên tắc có tính kinh nghiệm. Số đo của khe nứt kiến tạo phải đủ lớn để có thể lập được biểu đồ ma trận (~70 số đo) và phải đảm bảo đồng nhất về mọi hướng. Điều này gây không ít khó khăn trong khi thu thập số liệu ngoài thực địa. Việc lập biểu đồ ma trận thường có nhiều mật độ cực trị khe nứt kiến tạo và xác định được nhiều cặp cộng ứng. Vì vậy, khôi phục trạng thái ứng suất tại một điểm thường đa nghiệm.

Trong vùng nghiên cứu ở tất cả các đới đứt gãy đều được tiến hành khảo sát nghiên cứu bằng phương pháp này với khối lượng lớn các điểm khảo sát. Các khảo sát được tiến hành theo một qui trình chặt chẽ đảm bảo số đo các khe nứt đủ lớn, ở những vùng đứt gãy bị uốn cong hoặc thay đổi hướng đều có bố trí điểm khảo sát.

Trong thực tế thừa nhận rằng, nếu trường ứng suất có trục $S_1 \leq 30^\circ$ có thể coi đứt gãy chủ yếu trượt bằng, $30^\circ < S_1 \leq 60^\circ$ đứt gãy trượt bằng thuận, còn $S_1 > 60^\circ$ có thể coi đứt gãy với hợp phần thuận là chính. Với mức độ nghiên cứu cho đến thời điểm kết thúc đề tài, các tài liệu khảo sát bằng phương pháp kiến tạo động lực cho thấy, các hệ thống đứt gãy trong vùng đều trải qua 2 pha hoạt động chính trong tân kiến tạo: pha sớm khoảng: Paleogen – Mioxen, pha muộn: Plioxen - Đệ Tứ. Cơ thức dịch chuyển ở các pha phụ thuộc vào phương của từng đứt gãy, ngay trong một đới đứt gãy lại phụ thuộc vào phương của từng đoạn. Hình 9 - 11 là một số ví dụ về kết quả khôi phục trường ứng suất pha muộn của các đới đứt gãy Sông Đà, Sông Lô và Cao Bằng – Tiên Yên. Việc mô tả đặc điểm trong từng đới cho cả vùng sẽ được tiến hành ở phần sau.

2.1.2. Các phương pháp xác định tính chất động học đứt gãy:

Các phương pháp này cho phép khẳng định đặc điểm chuyển động của đứt gãy với các tính chất cơ bản như trượt ngang (trượt bằng), trượt đứng (thuận, nghịch) và các dạng trung gian cũng như tương quan giữa chúng.

- Phương pháp dải khe nứt:

Phương pháp này được Danhilovich V. N. đưa ra năm 1961 [5]. Mục đích nghiên cứu các đứt gãy kiến tạo, đặc biệt là đứt gãy chồm nghịch và trượt bằng.

Cơ sở của phương pháp là dựa vào mối quan hệ có quy luật giữa đứt gãy và khe nứt kiến tạo được hình thành trong quá trình dịch trượt của nó.

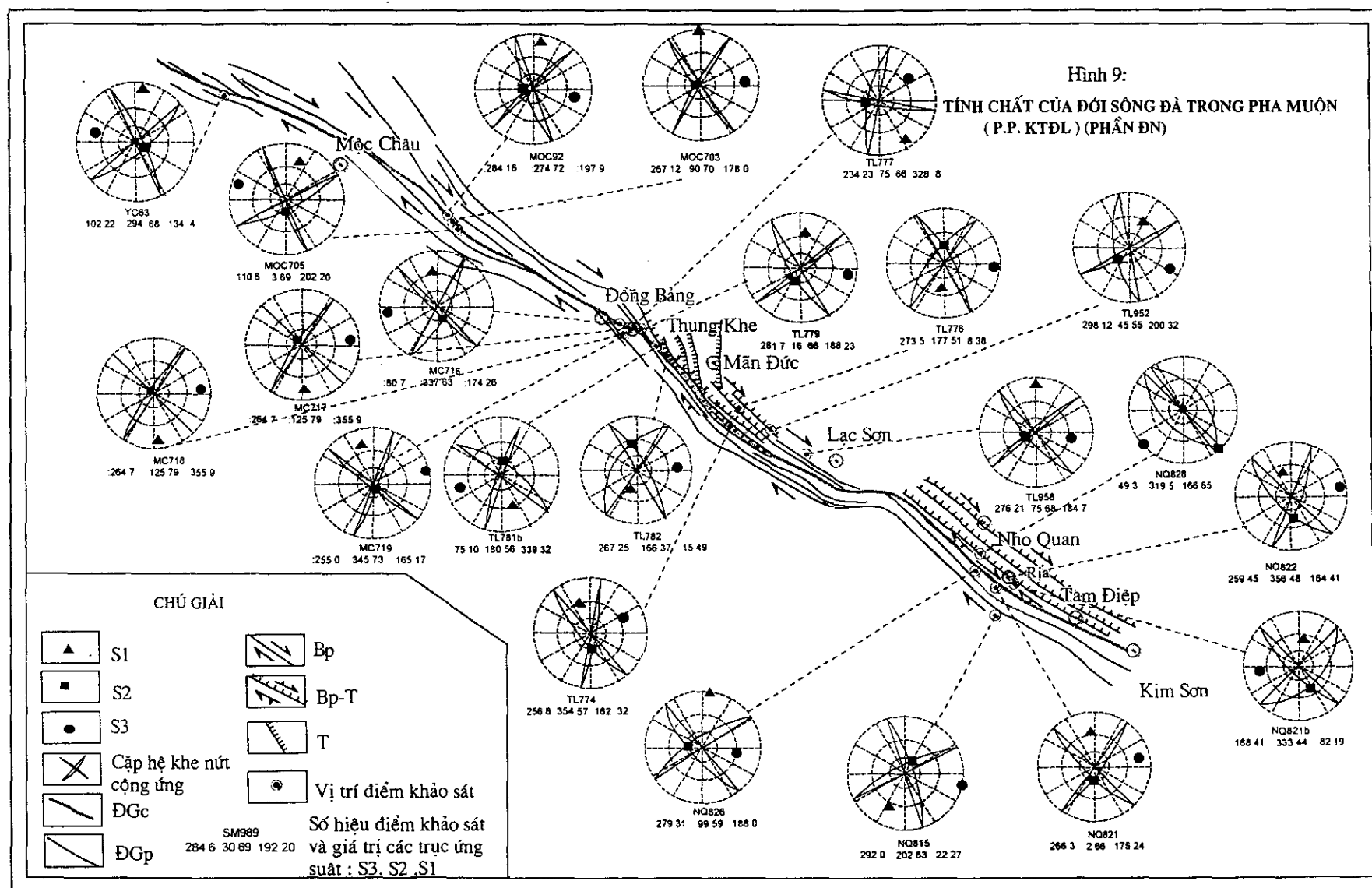
Trên mỗi cánh của đứt gãy, các khe nứt thường tạo thành dải, mà trục của nó song song với bề mặt trượt của đứt gãy. Dải khe nứt ở đây được hiểu là tổ hợp các khe nứt (không ít hơn 3) có bề mặt mà giao tuyến của chúng song song hoặc trùng với nhau. Phương của các giao tuyến chính là trục của dải.

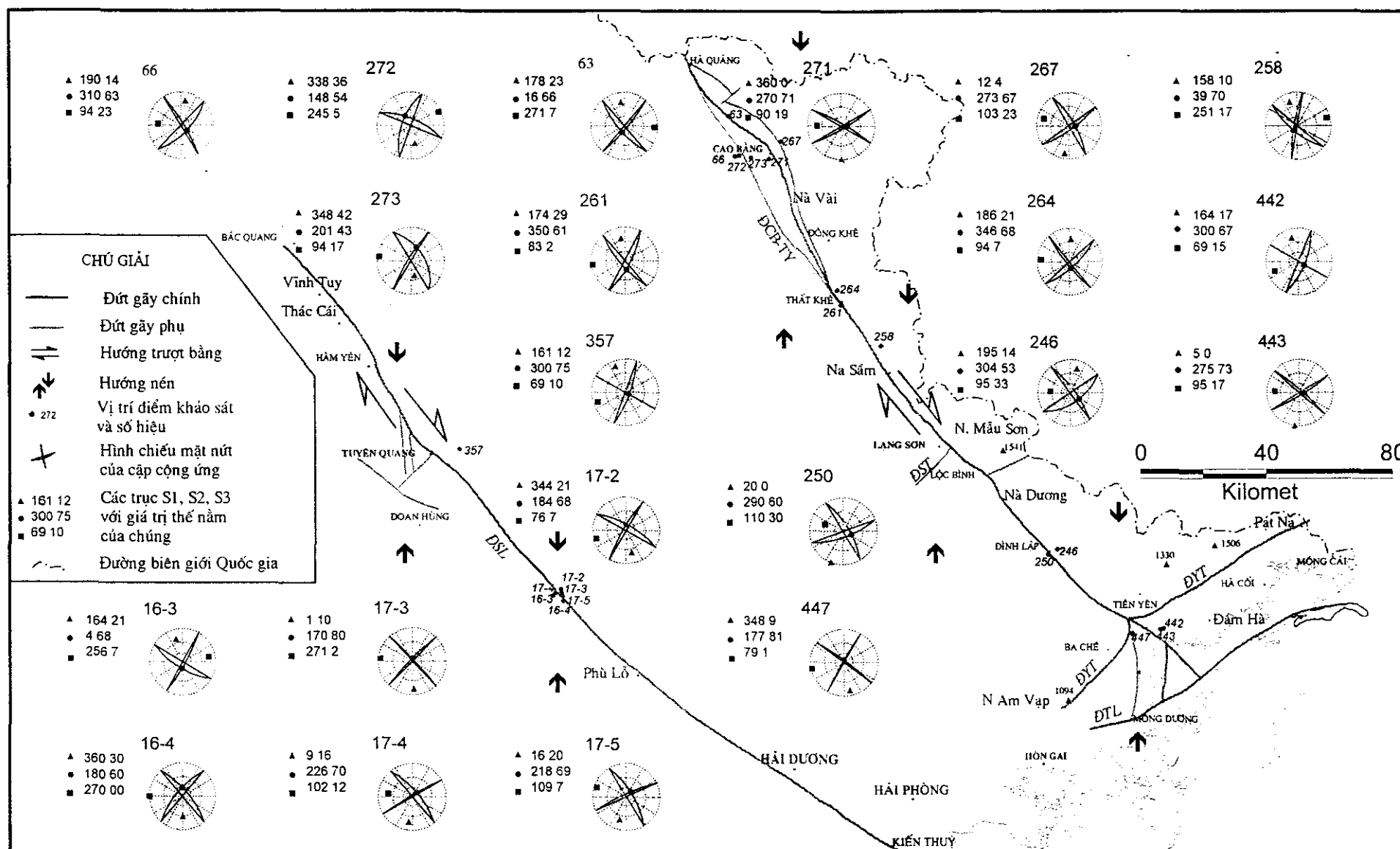
Trên biểu đồ cầu, hình chiếu cực của chúng nằm dọc theo một cung cầu lớn, tạo thành một dải các khe nứt. Dải này biểu diễn các hệ khe nứt được sinh ra trong quá trình phá huỷ kiến tạo dưới dạng elipxoit biến dạng, với trục biến dạng chính trùng với trục ứng suất chính (S_1, S_2, S_3). Ta dễ dàng nhận thấy trục biến dạng trung gian luôn luôn song song với bề mặt trượt và vuông góc với hướng dịch chuyển và chính nó trùng với trục của dải khe nứt.

Phương pháp dải khe nứt, cho phép xác định những vùng có mật độ khe nứt kiến tạo cao, phản ánh phá huỷ sâu dạng đứt gãy ẩn hoặc trực tiếp, là vùng có đứt gãy lớn phát sinh và tập trung khe nứt. Kết quả phân tích dải khe nứt trên biểu đồ cầu có thể xác định được thể nằm và hướng dịch trượt của đứt gãy: trượt bằng trái, trượt bằng phải, trượt nghịch, trượt thuận hoặc trượt trung gian. Kết quả khảo sát nghiên cứu bằng phương pháp này cho cả 2 pha kiến tạo đới đứt gãy Sơn La – Bìm Sơn được biểu diễn trên hình 12. Các thông số động học của đứt gãy được ghi trong các bảng 1 và 2 cho cả 2 pha hoạt động.

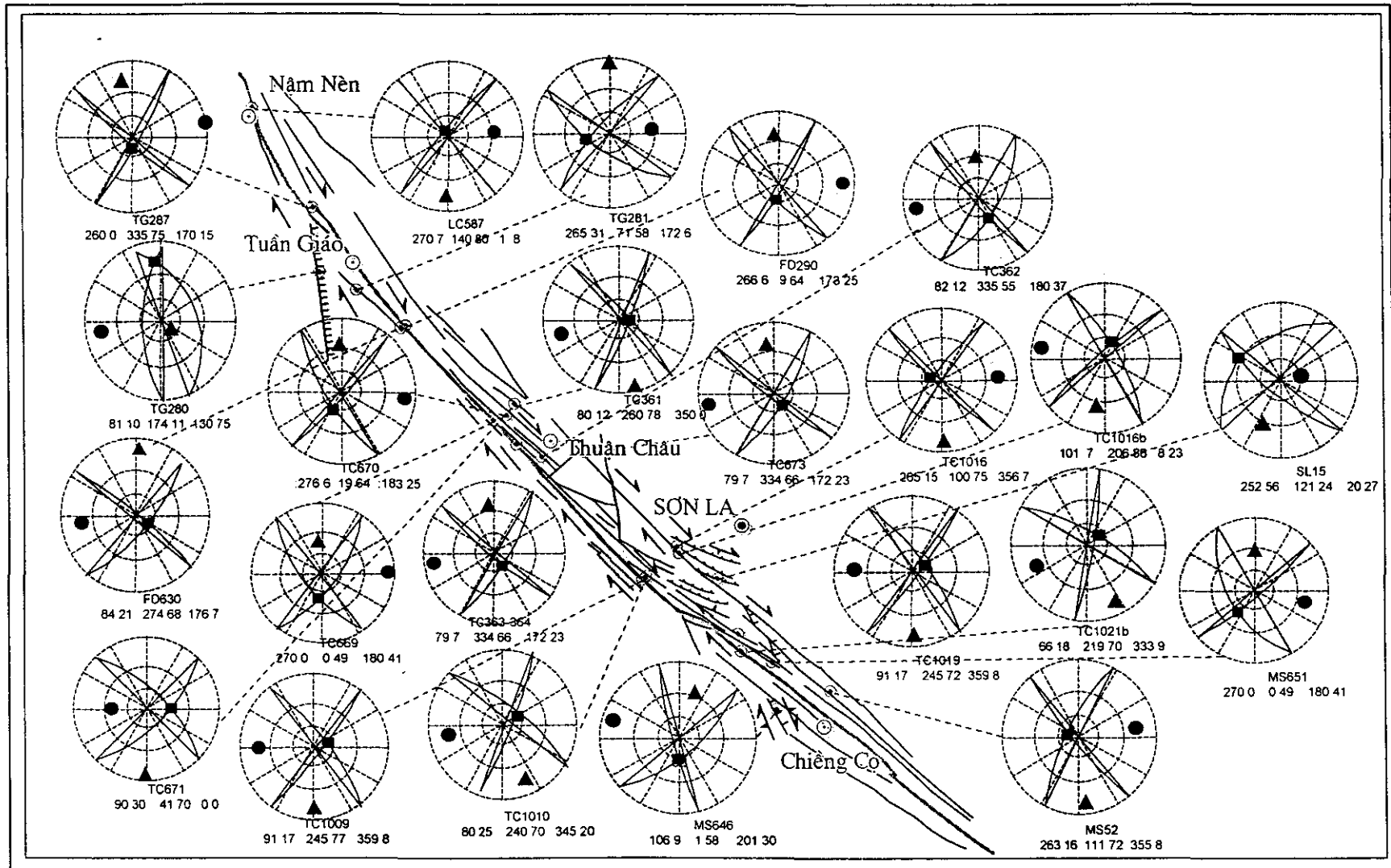
- Phương pháp ba hệ khe nứt cộng ứng

Phương pháp này được đề xuất bởi C. I. Sherman năm 1988 [16]. Cơ sở của



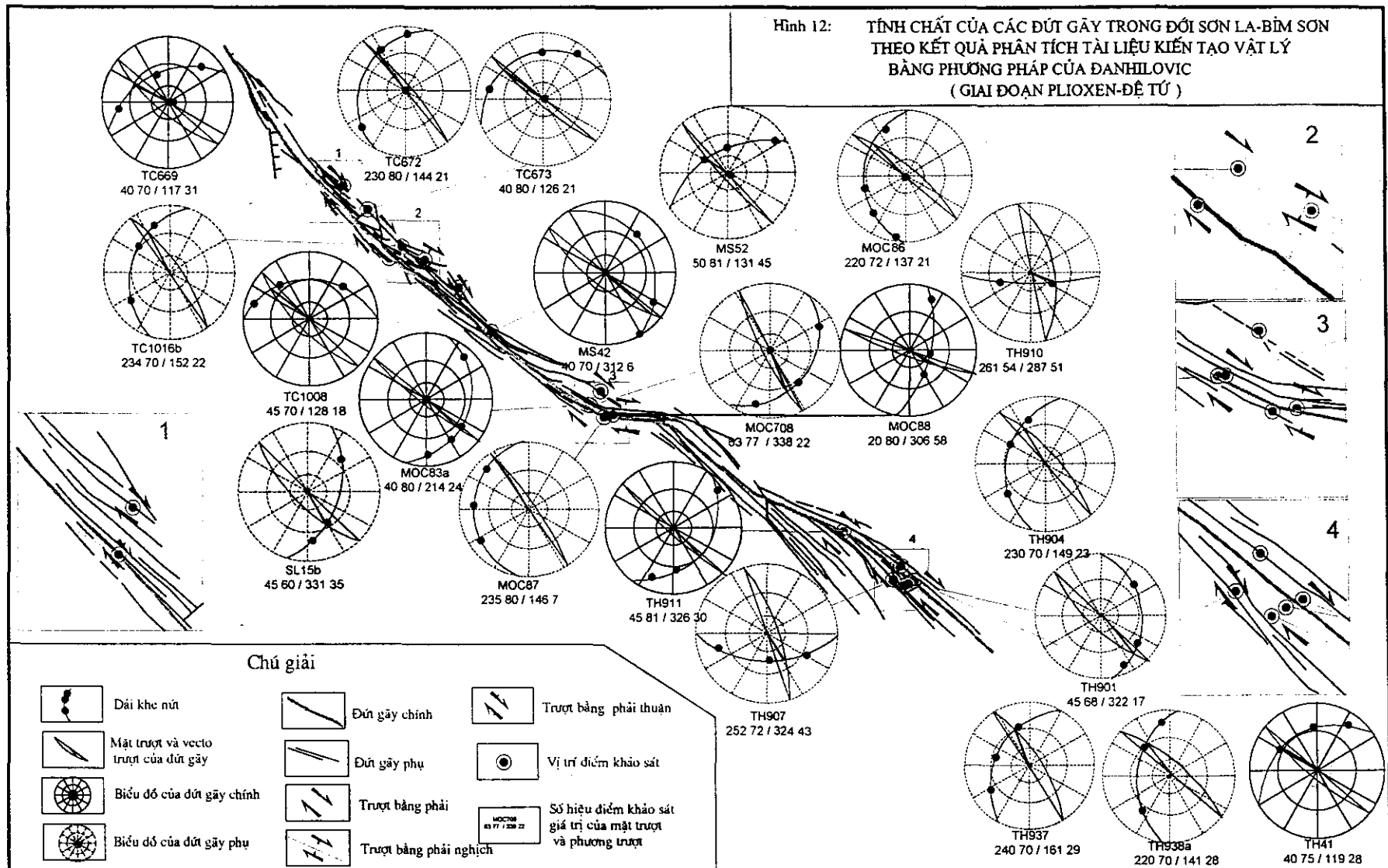


Hình 10 : Tính chất các đới đứt gãy Sông Lô và Cao Bằng - Tiên Yên trong pha muộn (phương pháp KTĐL)



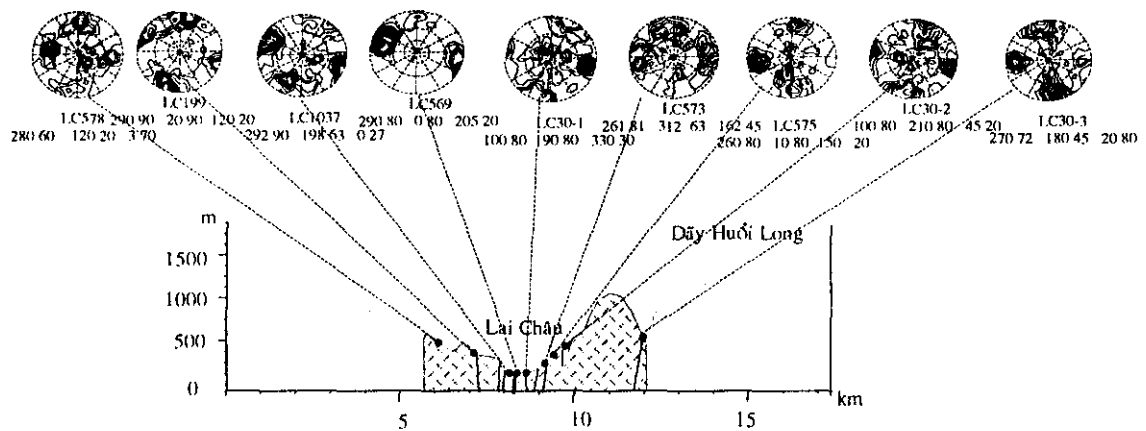
Hình 11: Tính chất của đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn trong pha muộn (p.p. KTDL) (phần TB)

Hình 12: TÍNH CHẤT CỦA CÁC ĐỨT GẦY TRONG ĐỐI SƠN LA-BÌM SƠN
THEO KẾT QUẢ PHÂN TÍCH TÀI LIỆU KIẾN TẠO VẬT LÝ
BẰNG PHƯƠNG PHÁP CỦA ĐANHILOVIC
(GIAI ĐOẠN PLIOXEN-ĐỆ TỬ)

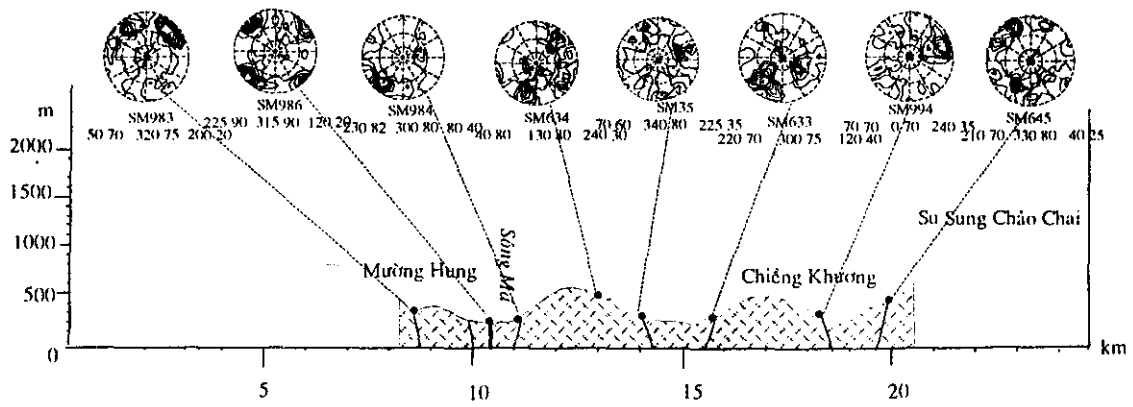


Hình 13: Mặt cắt 3 hệ khe nứt cộng ứng đối Lai Châu - Điện Biên

Tuyến t.x. Lai Châu (đối Lai Châu-Điện Biên)



Hình 14: Mặt cắt 3 hệ khe nứt cộng ứng đối Sông Mã



Tuyến Mường Hung (đối Sông Mã)

CHÚ GIẢI



Phạm vi đối phá hủy kiến tạo



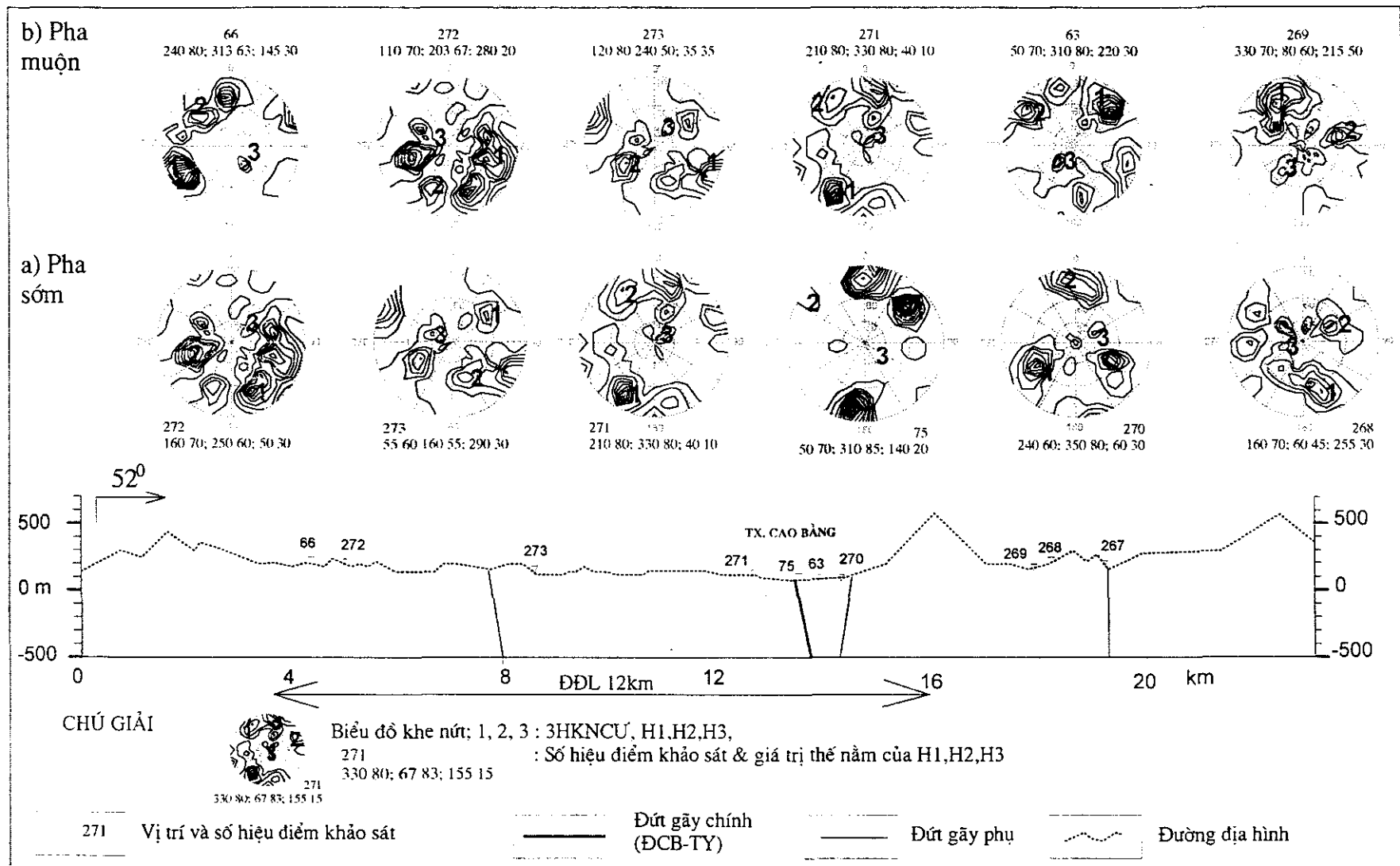
Đường đẳng mật độ
khe nứt



Các đứt gãy

LC30-3
270 72 180 45 20 80

Điểm khảo sát và các cực trị
của các hệ khe nứt
chính, phụ, bổ xung



Hình 15 a,b: Tính chất ĐCB-TY, pha sớm (a). pha muộn (b) (FF 3HKNCU), mặt cắt thị xã Cao Bằng

phương pháp là dựa trên sự tồn tại của tổ hợp cộng ứng gồm ba hệ khe nứt vuông góc với nhau.

Bảng 1: Kết quả phân tích khe nứt kiến tạo ĐĐG Sơn La - Bìm Sơn bằng phương pháp DKN (Pha sớm)

Điểm K.S	Mặt trượt	Phương trượt	Tính chất
++TC672	230 $\angle$ 80	135 $\angle$ 28	Bt
TC1009	40 $\angle$ 80	311 $\angle$ 5	Bt
MS42	40 $\angle$ 70	312 $\angle$ 6	Bt
++**MOC83a	40 $\angle$ 80	125 $\angle$ 25	Bt
++**MOC86	207 $\angle$ 63	121 $\angle$ 8	Bt
MOC88	20 $\angle$ 80	306 $\angle$ 58	T-Bt
MOC90	10 $\angle$ 80	301 $\angle$ 64	T
++**MOC708	63 $\angle$ 77	147 $\angle$ 23	Bt
TH903	45 $\angle$ 72	128 $\angle$ 20	Bt
TH906	30 $\angle$ 80	306 $\angle$ 32	Bt-T
TH910	9 $\angle$ 81	282 $\angle$ 20	Bt

Bảng 2.: Kết quả phân tích khe nứt kiến tạo ĐĐG Sơn La - Bìm Sơn bằng phương pháp DKN (Pha muộn)

Điểm K.S	Mặt trượt	Phương trượt	Tính chất
TC669	40 $\angle$ 70	117 $\angle$ 30	Bp
++TC672	230 $\angle$ 80	144 $\angle$ 21	Bp
TC1008	45 $\angle$ 70	128 $\angle$ 18	Bp
SL15	45 $\angle$ 60	331 $\angle$ 35	Bp-N
MS646	75 $\angle$ 80	160 $\angle$ 28	Bp
MS52	50 $\angle$ 81	131 $\angle$ 46	T-Bp
MS53	70 $\angle$ 60	147 $\angle$ 21	Bp
++**MOC83a	40 $\angle$ 80	314 $\angle$ 24	Bp
MOC85	234 $\angle$ 72	312 $\angle$ 30	Bp
++**MOC86	220 $\angle$ 72	137 $\angle$ 21	Bp
MOC87	235 $\angle$ 80	146 $\angle$ 7	Bp
++**MOC708	63 $\angle$ 77	338 $\angle$ 22	Bp
TH901	45 $\angle$ 68	322 $\angle$ 17	Bp
TH937	240 $\angle$ 70	161 $\angle$ 30	Bp
TH938	220 $\angle$ 70	141 $\angle$ 28	Bp
TH941	40 $\angle$ 75	119 $\angle$ 28	Bp
TH904	230 $\angle$ 70	149 $\angle$ 23	Bp
TH907	252 $\angle$ 72	324 $\angle$ 43	Bp-T
TH911	45 $\angle$ 81	326 $\angle$ 30	Bp

Trong các mặt hoạt động của ứng suất tiếp tuyến cực đại, tạo ra các khe nứt cắt chính, có góc dốc lớn, đó là hai hệ khe nứt hình thành sớm hơn, làm suy giảm ứng suất theo các phương trục S_1 , S_3 . Trong khi đó, việc tạo ra các hệ khe nứt kiến tạo cộng ứng không những không giải toả ứng suất ngang, mà còn kích thích quá trình tăng trưởng ứng suất theo trục S_2 , vượt ra khỏi vai trò trung gian. Với những điều kiện như thế sẽ nảy sinh phản ứng (phần lớn mang tính đàn hồi) với trạng thái ứng suất biến thiên trong không gian ba chiều của khối đá, và phát sinh ra hệ khe nứt thứ 3 có phương vuông góc với trục S_2 (góc dốc rất thoải). Trong tổ hợp này, một thành phần thể nằm của một hệ khe nứt trùng với mặt trượt của đứt gãy, là điểm tập trung lớn nhất của mật độ khe nứt. Khi lập biểu đồ ma trận cho phép xác định mật độ cực trị và hướng phân tán của ba hệ khe nứt cộng ứng theo qui luật vuông góc với nhau. Sau đó, xác định các hệ khe nứt cộng ứng xuất hiện trong cùng một pha kiến tạo.

Ứng dụng phương pháp ba hệ khe nứt cộng ứng để khôi phục trạng thái ứng suất tại điểm khảo sát, và các kiểu hình động học đặc trưng của đứt gãy (trượt bằng, nghịch hoặc thuận). Ngoài ra, phương pháp này còn xác định được chiều rộng ảnh hưởng của hoạt động đứt gãy kiến tạo.

Ưu điểm của phương pháp là phát hiện ra hệ khe nứt thứ ba có liên quan chặt chẽ với hai hệ khe nứt khác theo qui luật cộng ứng, đã loại trừ được các khe nứt không tập trung, làm cho khả năng xác định mật độ cực trị các cặp khe nứt cộng ứng chính xác hơn, dễ dàng suy ra được trạng thái ứng suất của chúng. Phương pháp này còn cho phép tách ra các pha kiến tạo khác nhau bằng cách nội suy từ biểu đồ ma trận mật độ cực trị ba hệ khe nứt cộng ứng.

Hạn chế của phương pháp là xác định hệ khe nứt thứ ba gặp không ít khó khăn. Bởi vì, hệ khe nứt này thường có góc dốc thoải, có khi $\sim 0^\circ$, và để lại dấu ấn không rõ trên các thành tạo địa chất. Phương pháp này cũng được tiến hành với khối lượng lớn trong vùng các đới đứt gãy tân kiến tạo chính của vùng nghiên cứu. Các ví dụ về kết quả áp dụng phương pháp này được biểu diễn trên hình 13 - 15 thể hiện đặc điểm phân bố 3 hệ khe nứt cộng ứng theo các mặt cắt thuộc đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu, đới Sông Mã và đới Cao Bằng - Tiên Yên.

Nhìn chung có thể nói các phương pháp kiến tạo vật lý được tiến hành trong vùng nghiên cứu với khối lượng lớn và phân bố tương đối đều trong phạm vi tất cả các đới đứt gãy chính. Các kết quả trong toàn vùng mặc dù được tiến hành ở từng nhóm riêng rẽ nhưng khá thống nhất và sẽ được sử dụng trong mô tả tổng hợp các kết quả nghiên cứu cho từng đới đứt gãy ở chương sau..

2.2. Các phương pháp phân tích kiến trúc đứt gãy

2.2.1. Phương pháp phân tích lineament

Đặc điểm phân bố lineament cũng là một thông số, theo đó ta có thể xác định các đứt gãy, chiều rộng đới động lực của chúng thông qua các dải dị thường mật độ lineament. Các dị thường mật độ lineament được xây dựng từ bản đồ lineament

trên cơ sở các tài liệu ảnh vệ tinh, bản đồ địa hình tỉ lệ lớn và kết hợp với khảo sát thực tế.

- Các photolineament - những yếu tố dạng tuyến, trên các ảnh vệ tinh (tỷ lệ 1:1 000 000, 1: 500 000 và 1: 200 000) và ảnh máy bay các tỷ lệ khác nhau được xác định chủ yếu bằng mắt thường - một phương pháp thô sơ nhưng tiện dụng và phổ cập hiện nay, sau đó chuyển lên các yếu tố dạng tuyến nêu trên lên bản đồ địa hình tỷ lệ lớn (1:50 000 hoặc lớn hơn). Vì các lineament có độ lớn (chiều dài, chiều rộng) khác nhau, do đó khi chuyển lên bản đồ địa hình tỷ lệ lớn chúng sẽ được thể hiện bằng một dải các chấn đoạn với chiều dài, chiều rộng và số lượng tương ứng. Những lineament nhỏ thường là những chấn đoạn ngắn và đơn giản trên địa hình, còn đối với các lineament lớn thường tương ứng với một đới các chấn đoạn có chiều dài lớn song song với nhau, mà chiều rộng của đới này chính bằng chiều rộng lineament trên ảnh theo tỷ lệ tương ứng. Bản chất của bước phân tích này chính là cụ thể hoá các yếu tố photolineament trên bản đồ địa hình theo mức độ và phạm vi phát triển của chúng.

- Loại bỏ tối đa các lineamaent phi kiến tạo là những yếu tố dạng tuyến gây nhiễu trong quá trình phân tích ảnh: đường xá, mương máng, bờ ruộng, doi cát, cồn cát, dòng chảy xâm thực..., đồng thời đối sánh với tài liệu địa chất (với mức độ chi tiết có thể làm được) để loại bỏ tiếp các yếu tố cấu trúc thụ động: các mặt lớp, mặt gián đoạn địa tầng, các mạch đá, các đới dăm kết v.v...

- Khái quát hoá các yếu tố lineament đứt gãy (các chấn đoạn kiến tạo), trên cơ sở đó xác định hệ thống các đứt gãy, sự sắp xếp của chúng trong không gian tạo thành kiểu kiến trúc của đới đứt gãy.

- Xác định mật độ phân bố của lineament, chỉ số mật độ nền đặc trưng cho khu vực và các dải dị thường của chúng. Các dải này chính là các đới đứt gãy, thường tách biệt với nhau. Chiều rộng của các dải dị thường là cơ sở để xác định chiều rộng đới động lực đứt gãy. Các photolineament trong vùng nghiên cứu được xác định bằng sử dụng các ảnh vệ tinh LANDSAT TM, kênh 2,3,4 có độ phân giải 20 m và ảnh đa phổ MSS, kênh 2,3,4 với độ phân giải 80 m, năm 1989 – 1990. Các bản đồ địa hình được sử dụng chủ yếu là ở tỉ lệ 1: 50 000. Bản đồ phân bố mật độ lineament vùng nghiên cứu được tính bằng sử dụng một phần mềm chuyên dụng, với ô cửa sổ trượt kích thước 2.5 km x 2.5 km. Kết quả tính toán cho thấy, phong chung của vùng nghiên cứu có giá trị $\leq 0.4 \text{ km/km}^2$; Dọc theo hầu hết các đới đứt gãy lớn trong vùng đều được phản ánh bằng những dải dị thường mật độ lineament cao, trong đó các đới đứt gãy ở vùng Tây Bắc thường có giá trị mật độ cao hơn, các dải dị thường cũng phản ánh tính kéo dài liên tục hơn hẳn các đới đứt gãy ở vùng Đông Bắc (hình 16). Dị thường có giá trị cao nhất đạt xấp xỉ 2.5 km/km^2 phát hiện được trong đới đứt gãy Sơn La – Bìm Sơn, tại phần phía đông của Tỉnh Điện Biên. Các đới đứt gãy

khác trong vùng Tây Bắc như: Điện Biên – Lai Châu, Sông Đà, Mường La – Chợ Bờ, Sông Mã, Phong Thổ - Than Uyên, Nghĩa Lộ – Ninh Bình, Pắc Ma – Mường Tè và đối Sông Hồng tại một số nơi trong các đới này giá trị mật độ lineament cũng đạt giá trị cao từ 1.6 - đến 1.8 km/km². Ở vùng Đông Bắc thì giá trị mật độ cao nhất khoảng 1.5 – 1.6 km/km² được phản ánh trong các dị thường dọc theo các đới đứt gãy vòng cung vùng duyên hải và đới Sông Lô. Hầu hết các dị thường mật độ lineamen trong các đới đứt gãy vùng đông bắc có giá trị trong khoảng 0.8 – 1.2 km/km². Đáng lưu ý là các dị thường chủ yếu có hình dạng tương đối đẳng thước, tạo thành các khối tương đối biệt lập trong các đới đứt gãy.

Như vậy bức tranh phân bố trường mật độ lineament cũng phản ánh tính chất phân miền của các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo trong vùng nghiên cứu. Trong đó các đới ở vùng Tây Bắc thường có mức độ dập vỡ cao hơn. Các đới dập vỡ thuộc vùng này cũng thường kéo dài tạo thành các dải dọc theo đới đứt gãy, trong khi ở vùng Đông Bắc, chúng lại thường có hình dạng đẳng thước, và phân bố không liên tục trong các đới đứt gãy.

2.3. Các phương pháp địa mao:

Trong số các phương pháp địa mao thì đề tài đã tiến hành bổ sung các khảo sát nhằm xác lập tốt hơn các dải địa hình đặc trưng trong các đới đứt gãy và phân tích biến dạng các yếu tố địa mao.

2.3.1. Phương pháp xác lập các dải địa hình đặc trưng:

Phương pháp này nhằm thiết lập những đặc điểm hình thái, nguồn gốc và các quá trình địa mao đặc trưng của đới đứt gãy. Trên cơ sở đó xác định thời gian hoạt động của các đứt gãy trong đới cũng như phạm vi ảnh hưởng của những hoạt động này. Nội dung của nó là dựa trên trên các đặc điểm hình thái như độ cao, độ phân cắt, hình dạng; các đặc điểm về kiến trúc địa mao như phương kéo dài, đặc điểm phân bố không gian và sự đan xen giữa các yếu tố địa hình như đồi, núi, thung lũng; đặc điểm chính của các quá trình địa mao: bóc mòn, xâm thực, tích tụ, quá trình sùnn... Phương pháp này xác định những đới địa mao đặc trưng cho các đới đứt gãy của khu vực, khẳng định tính chất tân kiến tạo và phạm vi ảnh hưởng của chúng trên địa hình hiện đại. Các tài liệu sử dụng cho xây dựng sơ đồ địa mao vùng nghiên cứu bao gồm các ảnh vệ tinh, các bản đồ địa hình và các tài liệu địa chất khác. Ngoài ra, để làm rõ nguồn gốc các yếu tố địa mao đề tài cũng đã tiến hành một khối lượng lớn các khảo sát thực địa. Dựa vào kết quả nghiên cứu này đã xác lập được các dải địa hình đặc trưng cho từng đới đứt gãy và bước đầu đã xây dựng được sơ đồ địa mao theo các đặc điểm về nguồn gốc hình thái của vùng nghiên cứu (hình 17) và một phần cũng đóng góp vào cơ sở dữ liệu cho xây dựng sơ đồ kiến trúc tân kiến tạo ở phần sau.

- Đặc điểm địa mạo vùng miền núi phía Bắc:

Địa hình miền núi phía bắc Việt Nam đặc trưng cho vùng vừa bị ảnh hưởng bởi các hoạt động đập vỡ, phá huỷ, dịch trượt phức tạp vừa bị dồn ép nâng lên với cường độ khác nhau trong giai đoạn Tân kiến tạo, để tạo vùng núi khối tảng, phân dị cao. Do một phần bị ảnh hưởng và chi phối bởi các cấu trúc địa chất cổ trước Kainozoi, hình thái địa hình lãnh thổ nghiên cứu thể hiện khá rõ những đường nét cơ bản của các yếu tố kiến trúc đó, một phần do hoạt động trong Tân kiến tạo đã phá huỷ, làm phức tạp thêm các cấu trúc đã có từ trước để tạo nên những nét địa hình đặc trưng như ngày nay. Miền núi Bắc Việt Nam hình thành ba vùng địa mạo rõ rệt: vùng Tây Bắc, vùng Đông Bắc và vùng đới Sông Hồng. Nếu như ở vùng Tây Bắc địa hình phân bố theo dạng tuyến với phương tây bắc - đông nam là chủ yếu và có xu hướng cao dần từ tây nam sang đông bắc, thì ở Đông Bắc địa hình tạo thành những dải uốn lượn giống như một chiếc nan quạt lớn mà đầu mút của các dải tập trung ở phía tây nam.

Tổng hợp tất cả các quá trình dịch trượt, phá huỷ, nén ép, nâng cao, bóc mòn xâm thực, tách giãn, sụt lún phân dị đã tạo ra một bình đồ kiến trúc địa mạo nổi rõ các yếu tố địa hình, địa mạo đa dạng và phức tạp.

2.3.1.1. Đặc điểm địa mạo vùng Tây Bắc:

Tây Bắc nằm rìa phía bắc của địa khối Indosini luôn bị tác động, biến cải và chịu sự ảnh hưởng trực tiếp hoạt động của khối trong Tân kiến tạo. Về địa hình phần lớn tạo thành những dải địa hình kéo dài theo phương tây bắc - đông nam, các dải địa hình này bị đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên phương á kinh tuyến chia cắt thành hai tiểu vùng địa mạo khác nhau: phía tây và phía đông.

1. Tiểu vùng phía tây đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên:

Địa hình phân bố thành những dải phương kéo dài chung tây bắc - đông nam, cao thấp luân phiên nhau theo hướng tây nam - đông bắc, về phía cuối đông nam (tiếp giáp với đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên chuyển dần sang phương á kinh tuyến).

- *Dải Phu Si Lung* bao gồm các dãy núi có độ cao trung bình từ 1000m đến hơn 3000m chạy dọc theo biên giới Việt Trung thuộc phần phía bắc huyện Mường Tè.

- *Dải Tà Tổng - Mường Chà* gồm các dãy núi cao 1500m - 2000m kéo dài từ biên giới Việt Trung ở phía tây bắc theo hướng tây bắc - đông nam đến Mường Chà - Si Pha Phìn.

- *Dải Nam Mường Nhé* gồm các dãy núi cao 1000m - 2000m, kéo dài dọc biên giới Việt Lào. Tại đầu mút đông nam chuyển sang phương á kinh tuyến.

Đặc trưng chung của các dải này là quá trình xâm thực - bóc mòn diễn ra mạnh mẽ, hệ thống sông, suối thường hẹp và dốc có dạng chữ "V", nhiều thác, lắng đọng trầm tích gần như rất ít và mỏng, ở ven rìa của các dải xuất hiện nhiều vách dốc đứng trơ đá gốc kéo dài theo phương tây bắc - đông nam và á kinh tuyến. Sườn phía tây nam thoải hơn so với sườn đông bắc.

2. Tiểu vùng phía đông đới đứt gãy Lai Châu-Điện Biên:

Địa hình phân bố thành những dải lượn sóng kéo dài theo phương tây bắc - đông nam, từ đông bắc xuống tây nam gồm các dải sau:

- *Dải Fansipan - Ninh Bình* gồm các dãy núi có độ cao >3000m ở phía tây bắc thấp dần về phía đông nam còn 200-300m và chuyển sang đồng bằng ven biển nằm ngoài lãnh thổ nghiên cứu. Bản thân trong dải này gồm một loạt các dải nhỏ tương đối đẳng thước sắp xếp nối tiếp nhau có trục kéo dài theo phương bắc, tây bắc - nam, đông nam và á kinh tuyến. Từ tây bắc xuống đông nam gồm có các dải: Fansipan - Tú Lệ, Sa Pa, Văn Chấn - Đà Bắc; Ba Vì - Kim Bôi, Văn Bàn - Phù Yên, Thanh Sơn - Hoà Bình - Tân Lạc, và dải Mỹ Đức - Lạc Thủy - Nho Quan...
- *Dải Phu Sam Cáp - Mường Trai*, gồm các dãy núi có phương tây bắc - đông nam chuyển dần sang phương á kinh tuyến cao khoảng 2000m ở phần tây bắc và thấp dần còn khoảng 1000m về phía đông nam.
- *Dải Tủa Chùa - Sơn La - Tam Điệp*, gồm các dãy núi phương tây bắc - đông nam dài hơn 300km, phổ biến là các bình sơn nguyên và cao nguyên đá vôi, bảo tồn khá tốt các bề mặt san bằng cổ có độ cao thấp dần từ tây bắc 1500m đến đông nam 1000m và 300 -500m ở đầu mút đông nam của dải.
- *Dải Su Sung Chảo Trai - Mường Lát*, gồm nhiều dải nhỏ xen kẽ nhau dạng tuyến phương tây bắc-đông nam, thấp dần từ Tuần Giáo 2000m đến Hồi Xuân 1000m.
- *Dải Sốp Cộp - Lang Chánh* gồm các dải núi cao 1000 -1500m và thấp dần về hai phía tây bắc ở khu vực Điện Biên (500m) và đông nam ở khu vực Lang Chánh 300 - 500m.
- *Dải Sầm Nưa - Phu Hoạt* gồm các dải núi tương đối đẳng thước với phần đỉnh bằng phẳng dạng cao nguyên, cao 1000m - 1500m trên lãnh thổ Lào nằm ngoài vùng nghiên cứu chuyển dần sang kiểu dãy núi dạng vòm nằm trong vùng nghiên cứu.

Trừ dải Tủa Chùa - Sơn La - Tam Điệp có quá trình hỗn hợp rửa lũa - bóc mòn - xâm thực để tạo nên các bề mặt bình sơn nguyên, cao nguyên và các cánh đồng karst với thung lũng karst hẹp, có dạng chữ "U", phát triển nhiều sông ngầm, hang động, khe, giếng karst. Các dải còn lại có quá trình xâm thực - bóc mòn diễn ra chủ yếu ở phần tây bắc sau đó chuyển dần sang quá trình bóc mòn - xâm thực ở phía đông nam, thung lũng sông, suối ở phía tây bắc của các dải thường rất hẹp, dốc

và nhiều thác, ghềnh ít lắng đọng trầm tích. Dọc theo ven rìa của các dải có nhiều vách dốc đứng phát triển theo các phương tây bắc - đông nam và á kinh tuyến. Ở phía đông nam, thung lũng sông, suối tương đối rộng, độ dốc lòng sông thấp với chiều dày trầm tích tương đối lớn. Mật độ chia cắt ngang lớn, cắt xẻ các dãy núi tạo nên các đồi riêng biệt có hình thái sườn lồi đặc trưng.

2.3.1.2. Đặc điểm địa mạo vùng Đông Bắc:

Khác với Tây Bắc, khu vực Đông Bắc nằm rìa phía nam của miền nền Hoa Nam nên đặc điểm địa hình, địa mạo có đặc trưng riêng, có thể chia thành 3 tiểu vùng khác nhau: tiểu vùng phía tây nam đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên, tiểu vùng phía đông bắc đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên và tiểu vùng Duyên Hải Bắc bộ, các tiểu vùng ngăn cách nhau bởi các đới đứt gãy Sông Hồng; đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên và đới đứt gãy Yên Tử.

1. Tiểu vùng phía tây nam đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên:

Tiểu vùng này được giới hạn bởi đới đứt gãy Sông Hồng ở phía tây nam; đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên ở phía đông bắc; Đới đứt gãy Yên Tử ở phía nam và ranh giới Việt Trung ở phía bắc. Địa hình trong vùng phân bố thành nhiều dải núi lớn có đặc trưng sau:

- *Dải Tây Côn Lĩnh*, có dạng đẳng thước với độ cao lớn nhất ở khu vực Đông Bắc như đỉnh núi Tây Côn Lĩnh cao gần 3000m có xu hướng thấp dần về phía đông nam. Về phía đông nam, dải này bị các hệ thống sông lớn (sông Lô, sông Đáy chia cắt thành các dải nhỏ: dải núi Lục Yên - Hàm Yên phương tây bắc - đông nam, dải núi Chàn Chu và Nà Hang - Đạo Viện phương tây bắc - đông nam ở phía tây bắc và chuyển sang phương gần á kinh tuyến ở phía đông nam.

Đặc trưng chung của các dải nhỏ này là quá trình xâm thực - bóc mòn là chủ yếu, địa hình có xu thế giảm độ cao từ 1000m ở phần tây bắc xuống 500m ở phía đông nam. Thung lũng sông suối hẹp, dốc có dạng chữ "V", mạng lưới sông, suối có dạng toả tia, ít lắng đọng trầm tích, và có nhiều đoạn thung lũng chảy thẳng, địa hình sườn có kiểu sườn lồi. Càng về phía đông nam lòng sông mở rộng quá trình xâm thực ngang tăng lên các dạng địa hình do sông tạo lên phát triển mạnh như các bậc thềm, bãi bồi sông.

- *Dải Phu Tha Ca - Phía Bioc - Chợ Chu*, có dạng vòng cung ôm lấy dải Tây Côn Lĩnh, địa hình trong dải có tính phân bậc rõ rệt, và có xu thế thấp dần từ tây bắc xuống đông nam. Phần phía tây bắc là dải nhỏ Phu Tha Ca với độ cao 1000 - 1500m, phần giữa là dải Phía Bioc có độ cao thấp hơn 500 - 1000m, phần cuối là dải Chợ Chu có độ cao thấp hơn hẳn 200 - 500m

- *Dải Hà Giang - Đồng Văn - Ngân Sơn*, cũng có dạng vòng cung ôm lấy dải Phu Tha Ca - Phía Bioc - Chợ Chu, và có tính phân bậc rõ rệt, thấp dần từ tây bắc xuống đông nam, phần phía tây bắc là dải nhỏ Hà Giang - Đồng Văn với độ cao 1000 -

1500m, phần cuối là dải Ngân Sơn có độ cao 500 - 1000m ở phía tây bắc và thấp dần về phía nam 200 - 300m. Khác với các dải trên, quá trình rửa lũa, bóc mòn diễn ra mạnh mẽ tạo nên các cao nguyên đá vôi Hà Giang và Đồng Văn ở phần tây bắc, còn phần nam, đông nam quá trình bóc mòn - xâm thực thay thế quá trình rửa lũa - bóc mòn, hình thành nên dải núi dạng vòm - tuyến với sườn lồi đặc trưng, càng về phía nam địa hình thấp hẳn và quá trình bóc mòn - tích tụ diễn ra chủ yếu hình thành nên bề mặt khá bằng phẳng với chiều dày tích tụ trầm tích khá lớn dọc theo các con sông.

- *Dải Bắc Sơn*, có dạng khối, đẳng thước, phía tây nam là những khối núi đá vôi có độ cao 500 - 1000m với quá trình rửa lũa, karst đặc trưng. Phía bắc là những dải núi nhỏ phương đông bắc - tây nam với quá trình bóc mòn - xâm thực là chủ yếu có độ cao thấp hơn khoảng 200 - 500m. Phía đông nam địa hình lại có phương gần á vĩ tuyến với độ cao 100 - 300m với quá trình bóc mòn - xâm thực - tích tụ, cùng với sự phát triển của các hệ thống sông suối nhỏ chia cắt dải này thành các đồi, núi riêng biệt có độ cao sần sần bằng nhau.

- *Dải Lục Ngạn - Sơn Động*, có dạng khối, đẳng thước, phía tây bắc là những khối núi đá vôi có độ cao 500 - 1000m với quá trình rửa lũa, karst chiếm ưu thế. Phía đông gồm những dải núi nhỏ phương đông bắc - tây nam với quá trình bóc mòn - xâm thực là chủ yếu có độ cao thấp hơn khoảng 200 - 500m. Phía đông nam địa hình lại có phương gần á vĩ tuyến với độ cao 100 - 300m với quá trình bóc mòn - xâm thực - tích tụ, sự phát triển mạnh của các hệ thống sông suối nhỏ chia cắt dải này thành các dãy đồi, núi nhỏ.

2. Tiểu vùng phía đông bắc đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên:

Tiểu vùng này địa hình phân bố thành một dải lớn kéo dài từ Trà Lĩnh qua Đông Khê, Đình Lập đến Bình Liêu theo phương tây bắc - đông nam, được giới hạn bởi đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên ở phía tây nam còn phía đông kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc. Độ cao của dải này có xu hướng thấp về phía trung tâm của dải (phần giữa của dải).

Phần phía tây bắc (khu vực Trà Lĩnh, Đông Khê), địa hình có dạng khối, cao khoảng 1000 - 1500m, thấp dần về phía đông nam (khu vực Đông Khê) cao chỉ còn 500 - 1000m, địa hình chủ yếu là đá vôi với quá trình rửa lũa và các quá trình Karst diễn ra chủ yếu, tạo nên cao nguyên rộng lớn.

Phần trung tâm của dải (Thất Khê) địa hình thấp hơn hẳn với độ cao 200 - 500m, quá trình xâm thực - bóc mòn - tích tụ diễn ra chủ yếu với chiều dày trầm tích aluvi khá lớn. Hệ thống sông suối phát triển mạnh hình thành các đồi, thềm dọc theo thung lũng sông.

Phần phía đông nam (khu vực Mẫu Sơn - Đình Lập - Bình Liêu) bị các thung lũng sông suối cắt ngang và chia cắt thành 3 dải nhỏ: dải Mẫu Sơn và Đình Lập địa hình có dạng khối, đẳng thước cao 500 - 1000m với quá trình xâm thực - bóc mòn là chủ yếu; dải Bình Liêu phát triển theo phương đông bắc - tây nam với quá trình bóc mòn - xâm thực diễn ra chủ yếu, sườn có dạng lồi.

3. Tiểu vùng Duyên hải Bắc bộ:

Tiểu vùng Duyên hải Bắc bộ, địa hình phân bố thành các dải uốn lượn vòng cung với hướng lồi về phía đông nam, từ Thái Nguyên qua Hòn Gai đến tận Móng Cái, được giới hạn phía bắc bởi đới đứt gãy Yên Tử và phía nam là ven biển Bắc bộ.

- *Dải Hiệp Hoà - Yên Tử - Ba Chẽ*, có độ cao 200 - 1000m, ở phía tây bắc khu vực Hiệp Hoà chủ yếu là địa hình đồi cao 200 - 300m với quá trình bóc mòn - tích tụ chiếm ưu thế, mật độ chia cắt ngang mạnh tạo nên các dải đồi ngắn. Phần giữa là dải núi Yên Tử phương gần á vĩ tuyến có độ cao khoảng 500 - 1000m thấp dần về hai phía tây bắc và đông bắc, sườn phía nam của dải này địa hình có tính phân bậc rõ ràng và thấp dần từ bắc xuống nam, quá trình bóc mòn - xâm thực chiếm ưu thế. Phần cuối đoạn từ Ba Chẽ đến Hà Cối địa hình có phương đông bắc - tây nam và bị chia cắt mạnh mẽ tạo nên các mảng đồi riêng biệt có độ cao gần bằng nhau 200 - 500m, quá trình bóc mòn - xâm thực diễn ra chủ yếu, càng ra phía biển (đông nam) quá trình mài mòn chiếm ưu thế hình thành nên các đồng bằng đồi thềm với độ cao 50-200m.

- *Dải Đại Từ - Hòn Gai - Cẩm Phả*, ngăn cách với dải núi Hiệp Hoà - Yên Tử - Ba Chẽ bởi đứt gãy Trung Lương. Ở đầu mút phía tây bắc (khu vực Đại Từ) địa hình nổi cao 300-500m với quá trình xâm thực - bóc mòn là chủ yếu và thấp dần về phía đông nam tới tận khu vực phía bắc Hưng Yên chỉ còn 100 - 200m với quá trình bóc mòn chiếm ưu thế, mật độ chia cắt ngang mạnh hình thành nên các dải đồi thấp có độ cao sần sần bằng nhau, xen kẽ các dải đồi là các thung lũng sông, suối tích tụ trầm tích với chiều dày lớn. Tiếp tục về phía đông, đông bắc từ Uông Bí đến Cẩm Phả độ cao địa hình lại tăng lên 200 - 500m với quá trình xâm thực - bóc mòn - mài mòn xảy ra chủ yếu, ở đây địa hình có tính phân bậc và thấp dần về phía biển.

- *Dải Tam Đảo - Ngọc Vũng*, ngăn cách với dải Đại Từ - Hòn Gai - Cẩm Phả bởi đứt gãy Đường 18. cũng giống như dải trên, phía tây bắc địa hình cao hần lên (dãy núi Tam Đảo) với độ cao 500 - 1000m tiếp nối với chúng là dải đồng bằng tích tụ khá bằng phẳng (nằm ngoài khu vực nghiên cứu), đoạn cuối từ Yên Hưng đến Hòn Gai chủ yếu là địa hình bán đảo, đảo với quá trình mài mòn, rửa lũa là chủ yếu.

2.3.1.3. Đặc điểm địa mạo vùng đới Sông Hồng:

Đới Sông Hồng kéo dài theo phương tây bắc - đông nam từ Veici (lãnh thổ Trung Quốc) vào lãnh thổ Việt Nam ở khu vực Hà Khẩu qua Bảo Thắng, Bảo Hà,

Việt Trì và ra tận vịnh Bắc Bộ (nằm ngoài khu vực nghiên cứu). Trong vùng Đới Sông Hồng được thể hiện hai dải chính chạy song song với nhau: dải Bảo Thắng - Bảo Hà- Đoan Hùng và Thị xã Lào cai - Việt Trì nằm trùng với thung lũng sông Hồng.

1. Dải núi Bảo Thắng - Bảo Hà- Đoan Hùng, phần cao nhất của dải ở khu vực Bảo Hà (dãy núi Con Voi) với độ cao khoảng 500 - 1000m và thấp dần về hai phía tây bắc (300 - 500m) và đông nam 100- 300m. Địa hình trong dải này phân cắt mạnh, sườn khá dốc, quá trình xâm thực - bóc mòn diễn ra chủ yếu. Sông, suối có chiều dài ngắn, lòng sông dốc, có dạng chữ "V", ít lắng đọng trầm tích, càng về phía tây nam quá trình bóc mòn chiếm ưu thế tạo nên các dải đồi ngắn theo phương tây bắc - đông nam.

2. Dải Thị xã Lào cai - Việt Trì, nằm trùng với đới đứt gãy Sông Hồng. Đây là dải địa hình trũng với độ cao 50-200m, thấp dần về phía tây nam. Địa hình có tính phân bậc và thấp dần vào trung tâm của dải. Các dạng địa hình chủ yếu là các bậc thềm mài mòn, thềm tích tụ - bóc mòn, thềm tích tụ và các bãi bồi của sông Hồng tạo nên, ngoài ra trong dải còn phát triển hàng loạt các nón phóng vật do các suối nhánh chảy theo hướng đông bắc - tây nam.

2.3.1.4. Các dạng địa hình khác:

- *Các dạng địa hình trong đới đứt gãy*: Vùng Tây Bắc cũng như vùng Đông Bắc hầu hết xen kẽ giữa những dải địa hình núi cao đã mô tả ở trên là các dải hẹp địa hình đồi, núi thấp và địa hình tích tụ (trùng với các đới đứt gãy Tân kiến tạo) với các dạng địa hình khác hẳn so với địa hình phân bố ở hai bên, điển hình là các dải: dải Mường Tè, dải Mường Nhé, dải Phong Thổ - Than Uyên, dải Sông Đà, dải Sông Mã (vùng Tây Bắc), dải Sông Hồng (vùng Sông Hồng), dải Sông Lô, dải Sông Đáy, dải Sông Gâm, dải Cao Bằng-Tiên Yên, dải Sông Thương, dải Trung Lương.v.v..(vùng Đông Bắc). Đặc trưng địa mạo ở trong các dải này là:

- + Địa hình phần lớn có tính phân bậc rõ rệt và thấp dần về trung tâm của dải.
- + Địa hình đồi, núi thường tạo thành các dải nhỏ hẹp chạy song song với phương của dải.
- + Phát triển nhiều dạng địa hình tích tụ - bóc mòn, địa hình tích tụ (các bậc thềm, nón phóng vật, bãi bồi).
- + Phát triển nhiều vách dốc có tính hệ thống, có nhiều khe suối hoặc các đoạn sông thẳng.
- + Các quá trình sườn như trượt lở, sạt lở xảy ra mạnh mẽ.

- *Các trũng giữa núi*: Nằm rải rác trong vùng nghiên cứu với hình dạng khác nhau kiểu hình thoi, kiểu địa hào.v.v...phân bố theo quy luật nhất định phản ánh sự hoạt

động kiến tạo mang tính cục bộ đặc trưng, điển hình là các trũng Lai Châu, Điện Biên, Mường Bú, Sơn La, Chiềng Chanh (Sơn la), Mai Châu, Tân Lạc, Hoà Bình, Nghĩa Lộ, Cao Bằng, Tuyên Quang, Nà Dương v.v... Các trũng này chủ yếu được tích tụ trầm tích bờ rời với chiều dày lớn. Trong trũng phát triển nhiều dạng địa hình thêm, bãi bồi, nón phóng vật, v.v.,...

Từ những mô tả khái quát về đặc điểm địa hình, địa mạo trên, có thể rút ra một số nhận xét chung như sau:

- + Địa hình lãnh thổ miền núi phía bắc có sự biến thiên độ cao lớn, có xu thế nghiêng chung từ tây bắc xuống đông nam .
- + Địa hình phân bố theo những dải lớn kéo dài theo phương tây bắc - đông nam, và gần như song song với nhau (vùng Tây Bắc và đới Sông Hồng) và có dạng toả tia tạo nên hình thái dạng nan quạt mà đỉnh của nó ở phía tây nam (vùng Đông Bắc).
- + Sự khác biệt phân bố của các dải địa hình và các trũng giữa núi ở hai vùng Tây Bắc và Đông Bắc, phần nào phản ánh sự khác nhau về tính chất hoạt động tân kiến tạo ở mỗi vùng.
- + Xen kẽ giữa những dải núi cao với chiều rộng và chiều cao lớn là các dải địa hình trũng có chiều rộng và chiều cao địa hình nhỏ hơn rất nhiều.
- + Địa hình khu vực miền núi phía bắc phản ánh khá rõ những đường nét kiến trúc tân kiến tạo. Ngược lại, các yếu tố kiến trúc tân kiến tạo ảnh hưởng to lớn đến địa hình và các quá trình địa mạo ở đây.

2.3.2. Phương pháp phân tích biến dạng các yếu tố địa mạo:

Phân tích biến dạng các yếu tố địa mạo cũng đóng góp tích cực vào việc xác định cơ thức, biên độ và tốc độ dịch chuyển của các đới đứt gãy. Phương pháp này gồm các nội dung sau:

- Phân tích biến dạng (ngang và đứng) của hệ thống đường chia nước của các dãy núi, các nhánh núi ngang, các vai núi trong đới đứt gãy. Đường chia nước (sống núi) thuộc yếu tố địa hình dương mà liên quan và tương ứng với nó (sinh ra do cùng một quá trình) là các yếu tố địa hình âm: sông, suối và các máng xói của những dòng chảy tạm thời... Sự biến dạng của các đường chia nước tại các vị trí giao cắt với các đứt gãy thường phản ánh đặc điểm chuyển dịch của đứt gãy. Trên cơ sở này đã xác định được tính chất chuyển dịch của các đứt gãy, giai đoạn hoạt động, thời gian biến dạng, biên độ và tốc độ chuyển động của từng đứt gãy cũng như của cả đới trong từng thời kỳ.
- Phân tích hệ thống thung lũng sông suối, đường đáy suối và các máng xói, hệ thống dòng chảy tạm thời v.v.. cũng cho phép xác định biên độ và tốc độ dịch trượt của các đứt gãy trong một giai đoạn phát triển kiến tạo nhất định trên cơ sở tuổi thành tạo của các yếu tố này. Ngoài việc kế thừa được các tài liệu trước đây, đề tài

cũng đã bổ sung một khối lượng đáng kể các khảo sát. Cho đến nay các số liệu theo hướng này đã thu thập được khá nhiều, đủ đại diện cho tất cả các đới đứt gãy lớn trong vùng nghiên cứu. Có thể thấy kết quả xác định biên độ và cơ thức dịch chuyển của các đoạn đứt gãy thuộc đới Sông Đà và một vài đứt gãy khác trong các ví dụ ở các hình 9 - 15.

- Xác định các vách kiến tạo - xâm thực, một dạng đặc biệt của nó là các faset, thể hiện không gian phát triển và tính chất chuyển động của đới đứt gãy.
- Phân tích biến dạng các thể địa mạo tích tụ có nguồn gốc khác nhau: proluvi (nón phóng vật), aluvi (thềm, bãi bồi v.v.).

Các biểu hiện địa mạo như vừa nêu trên thường liên quan nhiều đến các hoạt động đứt gãy trong thời gian hiện đại và cũng được quan tâm trong các khảo sát của đề tài. Một số kết quả bước đầu trong khảo sát một số đới đứt gãy vùng Tây Bắc được mô tả trong một số ví dụ dưới đây.

2.3.2.1. Đới đứt gãy Sông Đà:

Hoạt động của đới đứt gãy Sông Đà trong Holocen-hiện đại thể hiện khá rõ và tương đối đều khắp qua những biến dạng các yếu tố địa mạo tuổi Đệ tứ (phần lớn là Holocen) trên suốt chiều dài của đới từ Ma Quai đến Tân Lạc. Đặc biệt là dọc đứt gãy chính Tân kiến tạo. Biểu hiện của đứt gãy này trong Holocen-hiện đại bao gồm một số khu vực như sau:

- **Khu vực Ma Quai – Nậm Mạ:** đứt gãy chính của đới thể hiện bằng các thung lũng suối hẹp và sâu, nối tiếp nhau chạy theo rìa phía tây đới đứt gãy, kéo dài liên tục từ Nậm Pây đến Nậm Mạ. Chiều rộng của các thung lũng từ vài chục đến hàng trăm mét. Trong phạm vi của chúng phân bố khá nhiều các thành tạo tích tụ sườn lũ tích và bồi tích Đệ Tứ. Đồng thời mạng dòng chảy xâm thực: các dòng suối nhỏ, máng sỏi phát triển tương đối dày đặc. Các chấn đoạn (mạng đứt gãy nhỏ - hợp phần của đứt gãy chính) phân cắt các yếu tố địa mạo này thành các dải nhỏ dạng đôi thềm kéo dài. Những dịch chuyển dọc các đứt gãy tại đây làm xô dịch các mảnh đôi thềm cùng các máng sỏi cắt ngang qua chúng thuận chiều kim đồng hồ (dịch chuyển phải) với biên độ từ vài chục đến 50-60m. Trên sườn thung lũng cũng quan sát thấy các suối nhỏ, các nón phóng vật bị dịch chuyển phải. Một vài nơi còn thấy xuất hiện các faset rõ nguyên đường nét hoặc các mảnh bề mặt (Pedimen) bị phân cắt và dịch chuyển thẳng đứng tạo thành các bậc chênh nhau hàng chục mét.

- **Khu vực Nậm Mạ - Huổi Lá:** Đứt gãy chính hầu như cắt dọc theo dòng sông và nằm vào giữa đới. Hoạt động của các đứt gãy làm biến dạng các bậc thềm, bãi bồi sông Đà và các nhánh suối cắt ngang.

Tại bản Huổi Xó các đứt gãy trong đới làm dịch chuyển mạnh mẽ thêm I của sông Đà và di chuyển phần cửa của một con suối, chảy ra từ phía Quỳnh Nhai, về phía hạ lưu tại nhiều vị trí. Tại đây các đứt gãy phân chia thêm sông thành nhiều dải song song với lòng sông. Các dải thêm thuộc cả phía thượng nguồn cũng như hạ nguồn so với điểm hợp lưu đều có dấu hiệu dịch chuyển tương đối với nhau và đồng thời về phía hạ lưu. Kéo theo chúng, bãi bồi cao, bãi bồi thấp của con suối cũng được mở rộng theo hướng về phía hạ lưu sông Đà. Còn lòng suối cũng bị di chuyển cùng hướng với biên độ từ 20 đến trên 50m qua từng đứt gãy. Tại phía bắc cửa suối còn quan sát thấy một faset lớn trên sườn núi ngay sát phía trong dải thêm sông. Về phía nam cửa suối, các mảnh thêm sông Đà phân bậc khá rõ, thấp dần về phía lòng sông. Các đứt gãy của khu vực này tiếp tục kéo dài về phía nam. Phía nam bản Huổi Xó gần 1km các đứt gãy phát triển theo chân vách núi đá vôi, dọc dải thêm sông và vạt sườn tích làm dịch chuyển phải các máng xói ở đây với biên độ từ 5-20m (ảnh 44). Các dấu hiệu đã mô tả trên đây phản ánh rất rõ tính chất trượt bằng phải - thuận của đoạn đứt gãy tại vị trí này.

- **Khu vực thị trấn Quỳnh Nhai:** Cửa một suối lớn cùng với bãi bồi thấp của nó và thêm I sông Đà (nằm trên cánh tây nam của đứt gãy) cũng đã bị dịch chuyển tương đối về phía tây bắc với khoảng cách trên dưới 100m. Đi sâu hơn về phía bắc thị trấn, dọc theo con suối lớn, chúng tôi cũng đã tìm thấy nhiều vị trí biến dạng của lòng suối hiện đại, bãi bồi và thêm của nó cũng như thung lũng các nhánh suối ngang tại những nơi bị các đứt gãy cắt qua với các biên độ dịch chuyển nằm trong khoảng 10-30m (ảnh 45).

- **Khu vực Chiềng On - Chiềng àm.** Từ Chiềng On đến Chiềng Bằng đứt gãy chính chạy dọc bờ tả ngạn sông Đà, các đứt gãy phụ trùm lên toàn bộ thung lũng sông. Từ Chiềng Bằng đến Chiềng Àm các đứt gãy phát triển dọc theo thung lũng suối Nậm Muội. Các yếu tố địa mạo Holocen-hiện đại gồm chủ yếu là các máng xói, các dòng tạm thời, các suối nhỏ, thêm I, bãi bồi cao và bãi bồi thấp phân bố trong các thung lũng sông Đà và suối Nậm Muội. Hoạt động của các đứt gãy gây biến dạng các yếu tố này tại hàng loạt các điểm khảo sát. Dọc dải đôi thấp từ Pắc Ma đến Chiềng On đứt gãy chính cắt qua dải đôi thêm gần sát bờ sông (ảnh 46a) đã làm dịch chuyển các máng xói cùng các dạng tích tụ của nó tại nhiều điểm với biên độ 10-50m qua mỗi đứt gãy (ảnh 46b). Chiều dài của các máng xói không vượt quá 1km. Phần cuối của chúng cắt qua bãi bồi cao của sông Đà cho thấy những dịch chuyển của các đứt gãy ở đây mới xảy ra trong Holocen muộn.

Tại đầu xã Chiềng Bằng đứt gãy chính và các đứt gãy phụ cắt chéo qua một con suối cạn, xé dịch lòng suối và bãi bồi của nó từ 30-50m thuận chiều kim đồng hồ. Những đứt gãy này tiếp tục cắt qua xã Chiềng Bằng, chạy dọc theo sườn tả ngạn suối Nậm Muội. Phía sườn hữu ngạn của suối, cũng tại khu vực này, một loạt đứt

Ảnh 44: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Huổi Xó (Đới Sông Đà)



Ảnh 45: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực thị trấn Quỳnh Nhai (Đới Sông Đà)



Ảnh 46a: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Chiềng On (Đới Sông Đà)



Ảnh 46b: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Chiềng Âm (Đới Sông Đà)



gãy phụ đã làm xê dịch phần cửa các con suối cạn cùng với các dải tích tụ của chúng (thể hiện dưới dạng các dải ruộng thấp) với biên độ từ 30-50m.

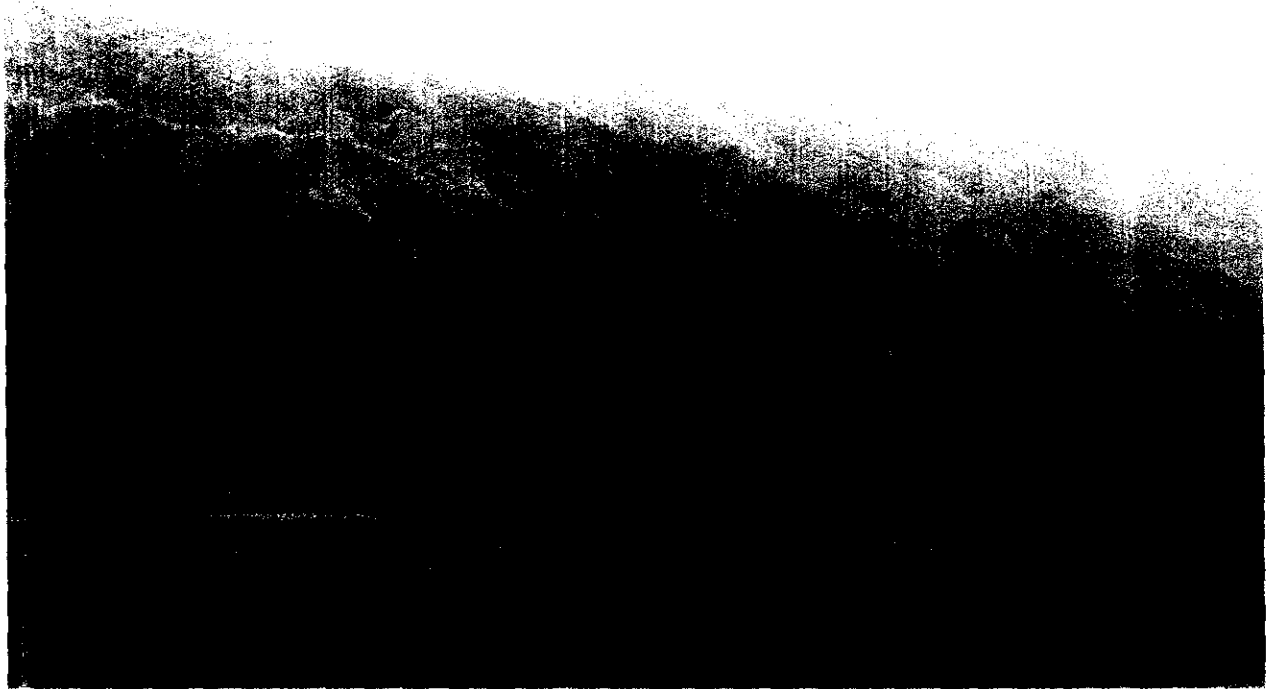
- **Khu vực Chiềng Âm – Mường Bú:** Đứt gãy trùng vào các thung lũng suối nhỏ, hẹp, nối tiếp nhau. Đứt gãy chính nằm ở giữa đới, hai bên xuất hiện một số đứt gãy phụ. Địa hình trong đới chủ yếu là bãi bồi và thềm I của các suối cùng các dải đồi thấp. Một đoạn đứt gãy chính cắt dọc theo thung lũng Mường Bú, đã phân cắt bãi bồi và thềm của suối thành các dải hẹp, làm xê dịch chúng, làm biến dạng lòng suối chính cũng như các suối nhánh. Biên độ xê dịch của các yếu tố này qua đứt gãy chính là hơn 50m (ảnh 47a), qua các đứt gãy phụ trên cánh phía bắc là vào khoảng trên dưới 20m trong Holocen muộn. Ngoài thành phần dịch chuyển ngang (trượt bằng phải), hai bên cánh các đứt gãy ở đây cũng thể hiện khá rõ thành phần chuyển động thẳng đứng, với xu thế chung là cánh phía bắc nâng lên, cánh phía nam hạ xuống. Chuyển động thẳng đứng đã tạo nên các bậc kéo dài nhiều cây số trên bãi bồi của suối cũng như bề mặt thềm bị cao dần về phía bắc cùng với lòng suối chính bị dịch dần về phía nam.

- **Khu vực Mường Bú – Mường Chùm:** Đứt gãy chính chạy theo rìa phía đông bắc của đới, dọc theo một thung lũng xâm thực và hầu như tách khỏi đoạn trên (đầu tây bắc) và đoạn dưới (đầu phía đông nam). Các đứt gãy phụ chủ yếu phát triển trên cánh tây nam. Dọc theo đứt gãy chính các biến dạng dịch chuyển thể hiện yếu hơn các đoạn trước. Trên bãi bồi suối chạy dọc đứt gãy chưa quan sát được những vị trí bị biến dạng đáng kể. Trên sườn thung lũng tại trung tâm xã Mường Chùm các đứt gãy đã làm xê dịch các máng xói với khoảng cách 10-30m qua mỗi đứt gãy (ảnh 47b).

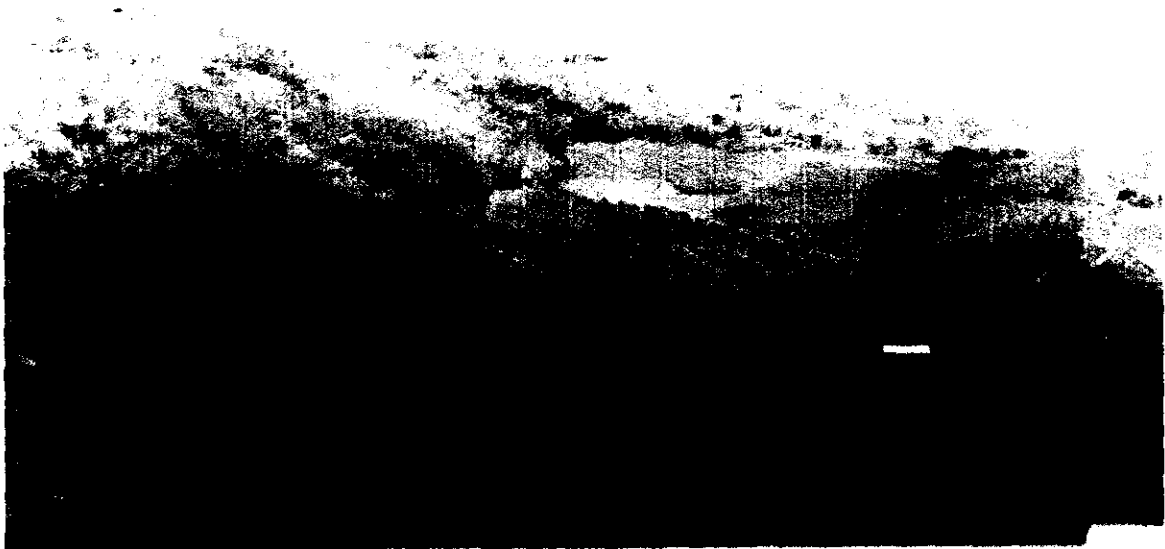
- **Khu vực Chiềng Khoa - Chiềng Yên:** Đứt gãy chính kéo dài và uốn lượn theo rìa đông bắc của dãy núi đá vôi phía nam cao nguyên Mộc Châu, tạo thành một bậc địa hình lớn chuyển tiếp từ vùng núi cao trên 1000m ở phía tây nam xuống các dãy núi 500-600m thuộc hữu ngạn sông Đà ở phía đông bắc. Trên suốt chiều dài của đoạn này các đứt gãy đều dịch chuyển rất rõ nét và làm xê dịch nhiều máng xói chảy thẳng góc với hướng kéo dài TB -ĐN của đới đứt gãy. Tại đầu tây bắc xã Chiềng Yên một số đứt gãy phụ làm xê dịch rất rõ các máng xói trên sườn dãy núi đá vôi nhưng với biên độ không lớn. Dọc theo đứt gãy chính từ đầu đến trung tâm xã dịch chuyển của đứt gãy làm xê dịch các máng xói, nón phóng vật với biên độ từ 10- trên 20m tại mỗi vị trí. Tại điểm gần UBND xã, cửa một con suối nhỏ đã bị xê dịch thuận chiều kim đồng hồ tương đối so với phần phía thượng nguồn hơn 50m. Phía cuối xã, một đoạn suối cũng bị chính đứt gãy này làm xê dịch hơn 30m (ảnh 48a).

- **Khu vực Đồng Bàng:** Đới đứt gãy cắt qua dải đồi núi xâm thực - bóc mòn, đứt gãy chính thể hiện rất yếu trên địa hình. Từ vị trí cách Đồng Bàng hơn 4km về phía tây bắc đứt gãy này mới thể hiện rõ và kéo dài qua Đồng Bàng, Tòng Đậu, cắt ngang

Ảnh 47a: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Mường Bú (Đới Sông Đà)



Ảnh 47b: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Mường Chùm (Đới Sông Đà)



Ảnh 48a: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực achiềng Yên (Đới Sông Đà)



Ảnh 48b: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Đồng Bàng (Đới Sông Đà)



dãy núi cao về phía Tân Lạc. Tại một con suối phía tây bắc thị trấn Đồng Bảng đứt gãy làm xê dịch một lòng suối với biên độ gần 10m. Tại trung tâm thị trấn, đứt gãy làm dịch chuyển dải tích tụ của một con suối nhỏ một khoảng cách 30-40m. Gần ngã ba Tòng Đậu đứt gãy cắt qua một dải đồi thềm hẹp và thấp, chia dải này thành 3 đoạn xê dịch tương đối với nhau tổng cộng khoảng gần 100m. Tại thị trấn Mai Châu các đứt gãy phụ trên cánh tây nam của đới Sông Đà cũng dịch trượt bằng phải, làm biến dạng thung lũng, lòng suối và cả dãy núi đá vôi kế cận (ảnh 48b).

Về phía Tân Lạc đứt gãy chính trong đới sông Đà đã phân cắt địa hình ở đây thành những dải bề mặt hẹp phương kéo dài TB-ĐN và thấp dần về phía đông bắc. Đồng thời, tại đây, cũng quan sát thấy các máng xói chảy qua đứt gãy bị dịch chuyển ngang rất rõ nét.

Tóm lại

- Hoạt động của đới đứt gãy, mà chủ yếu là dọc theo đứt gãy chính thể hiện rất rõ tính phân dị về mức độ: có những đoạn dịch chuyển tương đối mạnh trong Holocen-hiện đại, lại có những đoạn thể hiện rất yếu và có cả những đoạn không có dấu hiệu dịch chuyển rõ nét.
- Theo hướng từ tây bắc (Nậm Pậm) đến đông nam (Tòng Đậu) chiều dài của các đoạn đứt gãy chính, có biểu hiện hoạt động rõ nét, nhìn chung có xu thế giảm xuống, còn sự gián đoạn của nó tăng lên. Các đoạn có biểu hiện hoạt động yếu phân bố chủ yếu từ Tạ Phú đến Mai Châu.
- Biên độ trượt bằng phải của những đứt gãy cụ thể tại những điểm làm biến dạng các yếu tố địa mạo nhìn chung là không lớn, rất ít vị trí đạt trên 50m trở lên. Đại lượng này cũng bị phân dị dọc theo chiều dài của đới đứt gãy và cũng có xu hướng chung giảm dần từ tây bắc xuống đông nam.

2.3.2.2. Đới đứt gãy Sơn La - Bầm Sơn:

Bằng phân tích những yếu tố địa mạo bị biến dạng do dịch trượt của các đứt gãy, đã được ghi nhận được đặc điểm hoạt động hiện đại (Holocen-hiện đại) của đới Sơn La- Bầm Sơn tại các đoạn dọc đới đứt gãy như sau:

- **Khu vực Thác Bay:** Tại suối Thác Bay đứt gãy cắt ngang dải tích tụ dọc theo suối, làm xê dịch các đoạn này tương đối với nhau thuận chiều kim đồng hồ với những khoảng cách từ khoảng 30m đến trên 50m. Về phía nam Thác Bay hơn 3km một đoạn suối cạn dài hơn 500m bị các đứt gãy làm xê dịch tại 3 điểm với biên độ trên 50m tại mỗi điểm. Phần cuối của con suối này (nơi chảy vào suối Nậm Múc) lòng suối cũng bị các đứt gãy cắt tại hai điểm với biên độ dịch chuyển tại điểm thứ nhất khoảng 30m, tại điểm thứ 2 gần 100m (ảnh 49).

Ảnh 49: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Thác Bay (Đồi Sơn La – Bim Sơn)



Ảnh 50: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực bản Tâm, Nậm Nền
(Đồi Sơn La – Bim Sơn)



- **Khu vực Nậm Nền:** ở cửa suối Nậm Nền tại vị trí đứt gãy chính và lân cận, các đứt gãy đã làm dịch chuyển thung lũng suối tại nhiều điểm liên tiếp trên một chiều dài hơn 1km. Điểm xa nhất, sát chân núi, về phía thượng nguồn, biên độ dịch chuyển của đứt gãy có thể đạt 700 – 800m (có thể là của cả giai đoạn Pliocen-Đệ tứ), tại vị trí đứt gãy chính cắt qua, lòng suối với bãi bồi thấp mở rộng, bị dịch chuyển với biên độ tổng cộng 200-300m (ảnh 50).

- **Khu vực Nậm Múc:** Tại bản Nậm Múc các dạng địa hình hai bên bờ suối đều bị biến dạng do đứt gãy. Bên bờ tả ngạn, đứt gãy chính cắt qua một suối cạn làm xê dịch các đoạn với biên độ 40-50m. Bên bờ hữu ngạn các đứt gãy phụ cũng làm xê dịch các máng xói cùng với các nón phóng vật trên một khoảng cách trên dưới 2 chục mét (ảnh 51).

- **Khu vực Đèo Hoa:** Phía nam đèo Hoa các đứt gãy cắt ngang qua những con suối nhỏ làm xê dịch thung lũng, bãi bồi và cả lòng suối với biên độ 20-50m ở Quài Nưa và từ 50m đến hơn 100m ở Quài Cang (ảnh 52).

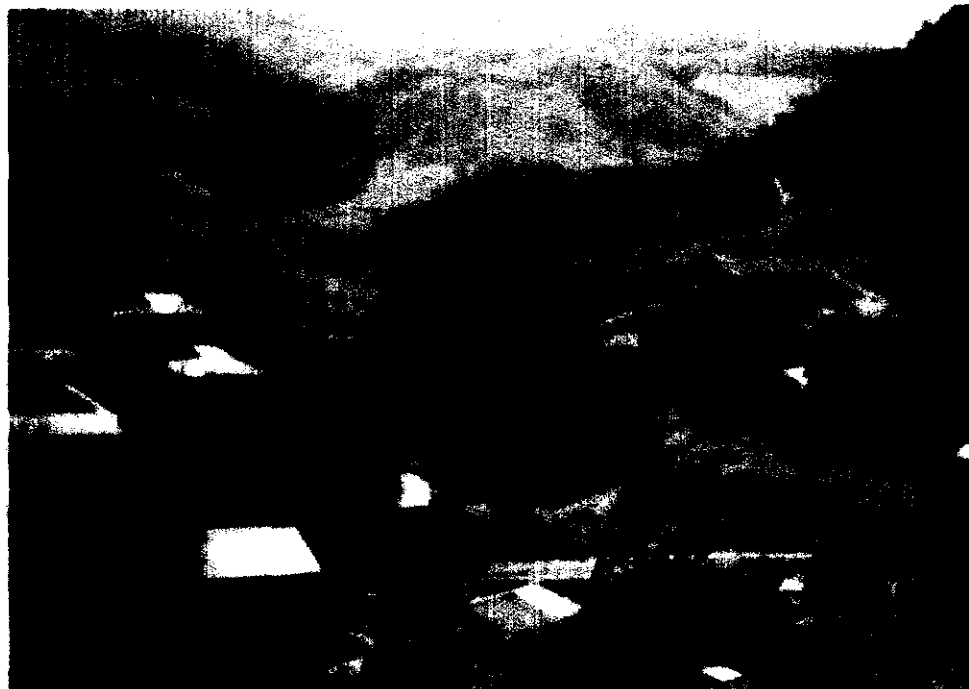
- **Khu vực đèo Pha Đin:** Đới đứt gãy chạy thành một dải hơn 1km, dọc theo hai thung lũng suối nhỏ nối tiếp nhau qua một yên ngựa rộng. Các đứt gãy cắt ngang qua các nhánh suối cạn nằm giữa các nhánh núi ngang thuộc sườn phía tây đèo Pha Đin. Dịch chuyển của các đứt gãy làm xê dịch các phần khác nhau của các nhánh núi cũng như các máng xói kế cận với biên độ đạt từ vài chục đến gần 100m . Về phía tây nam đứt gãy chính chạy qua các thung lũng suối ở Bản E làm xê dịch thêm và bãi bồi ở đây với biên độ hàng trăm mét.

Tại sườn phía đông đèo Pha Đin các đứt gãy chạy dọc theo một suối nhỏ làm biến dạng bãi bồi cũng như các dạng tích tụ khác tại đây với biên độ 40-50m.

- **Khu vực Chiềng An:** Tại xã Chiềng An, một suối lớn cắt ngang qua toàn bộ chiều rộng đới đứt gãy. Ở đầu tây nam, tại vị trí của đứt gãy chính và lân cận, các đứt gãy làm dịch chuyển lòng suối và bãi bồi của nó với biên độ từ 30-50m đến gần 100m. Cuối xã Chiềng An, ở vị trí giữa đới đứt gãy, thung lũng suối rộng cũng bị xê dịch tổng cộng hơn 100m. Xa hơn về hướng đông bắc thuộc phần rìa của đới, các đứt gãy phân cắt và xê dịch nhiều đoạn suối hẹp với biên độ từ 10-20m. Từ phía nam Chiềng An đứt gãy chính chạy dọc một thung lũng suối hẹp kéo dài hơn 10km đến tận Chiềng Bôm. Tại đây đứt gãy cắt qua một loạt các suối cạn, làm xê dịch chúng tại một số vị trí với khoảng cách xác định được từ 20-50m (ảnh 53).

- **Khu vực Chiềng Chanh:** Trong phạm vi xã Chiềng Chanh cũng đã quan sát được nhiều điểm dịch chuyển. Cửa các suối nhánh và vai các nhánh núi kế cận bị xê dịch tương đối về phía đông nam qua các đứt gãy từ 20-100m. Gần cuối xã Chiềng Chanh các đứt gãy đã làm biến dạng một đoạn suối với biên độ tổng cộng 200-300m. Riêng bãi bồi thấp và lòng suối tại đó cũng bị xê dịch tại nhiều điểm với biên độ từ 20-30m (ảnh 54).

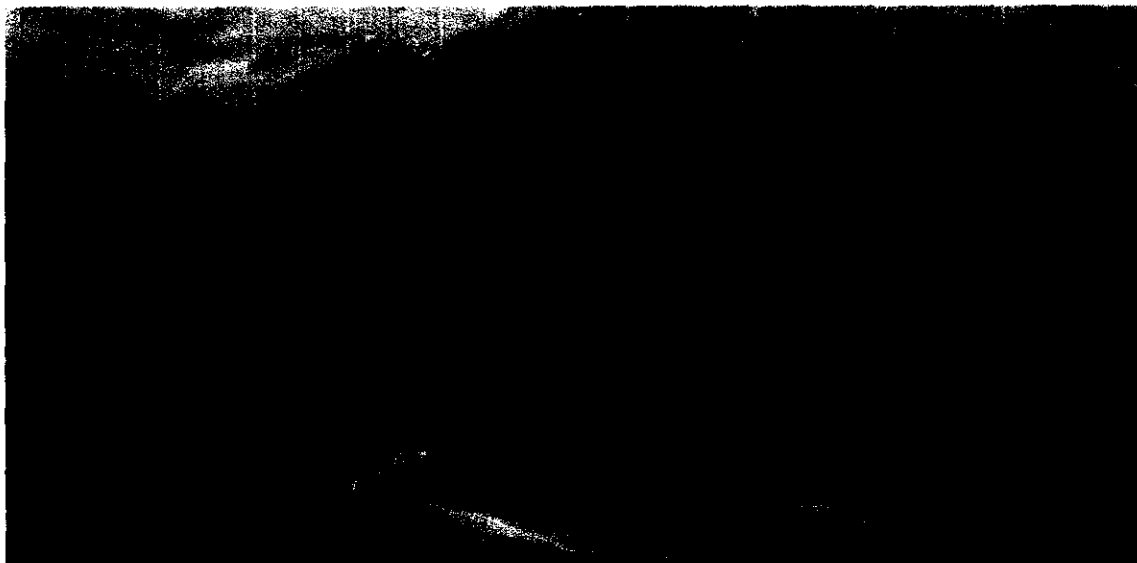
Ảnh 51: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Nậm Mực (Đới Sơn La – Bầm Sơn)



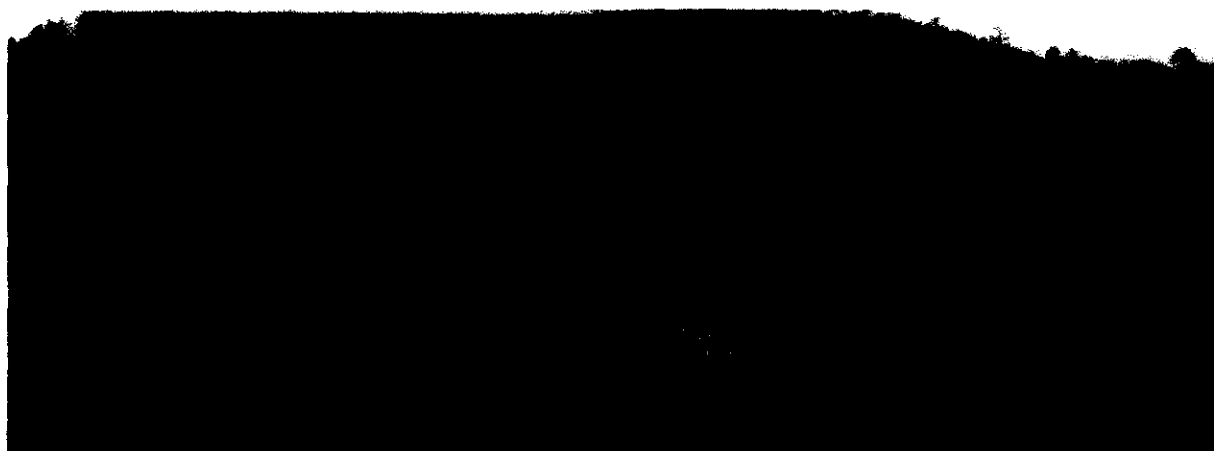
Ảnh 52: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực đèo Hoa (Đới Sơn La – Bầm Sơn)



Ảnh 53: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Chiềng An (Đới Sơn La – Birm Sơn)



Ảnh 54: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Chiềng Chanh (Đới Sơn La – Birm Sơn)



Ảnh 55: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Chiềng Kheo (Đới Sơn La – Birm Sơn)



- **Khu vực Chiềng Kheo:** Tại Chiềng Kheo (bản Có) một cửa suối bị dịch chuyển về phía đông nam hơn 50m (trong Holocen) so với vị trí ban đầu (ảnh 55).

- **Khu vực Chiềng Ve:** Tại xã Chiềng Ve đứt gãy chạy dọc theo sườn phía bắc của một dãy núi thấp, cắt ngang qua một loạt máng xói và các đoạn suối cạn. Ở bản Chiềng Ve các đứt gãy làm xê dịch các nón phóng vật tại cửa các máng xói và bãi bồi trong một thung lũng suối lớn (Nậm Sập) với biên độ từ 30m đến trên 50m qua mỗi điểm biến dạng (ảnh 56).

- **Khu vực Mai Châu:** Đứt gãy chạy dọc theo một đoạn của thung lũng sông Mã và một nhánh suối của nó. Dịch chuyển của đứt gãy tại đây được khảo sát tại hai vị trí. Bên bờ hữu ngạn sông Mã, dải tích tụ Holocen cùng với các mảnh trầm tích còn sót ở trên đó, tại một cửa suối chảy ra từ dãy núi đá vôi bị xê dịch và mở rộng liên tục về phía đông nam gần 100m so với vị trí chảy ra của cửa suối (ảnh 57).

Tóm lại:

- Hoạt động hiện đại của ĐĐG rất mạnh và là sự kế thừa giai đoạn Pliocen - Đệ tứ về mặt không gian cũng như tính chất chuyển động:

- Tính chất chủ yếu của đới đứt gãy là trượt bằng phải, có biểu hiện trượt bằng nghịch tại đoạn Chiềng Ve – Xuân Nha.

- Đứt gãy chính trong giai đoạn này là một tập hợp các đoạn nối tiếp, tách biệt với nhau ở một khoảng cách không lớn. Ở một số nơi các đoạn này phân bố theo kiểu so le. Trên thực tế mỗi đoạn là một tập hợp các đứt gãy cụ thể, thường là song song với nhau và có thể đã dịch chuyển đồng thời trong suốt thời gian Holocen - hiện đại

- Những dịch chuyển dọc đới đứt gãy, mà chủ yếu là dọc theo đứt gãy chính, nhìn chung là lớn và không đồng đều trên toàn đới, có những đoạn dịch chuyển với biên độ hàng trăm mét, lại có những đoạn thể hiện yếu hơn và có cả những đoạn không có dấu hiệu dịch chuyển rõ nét.

- Độ dài của các đoạn đứt gãy liên tục có thể đạt 40-50km và có xu thế giảm dần theo hướng từ tây bắc (Nậm Nèn) đến đông nam (Mai Châu), ngược lại sự ngắt đoạn của đứt gãy chính tăng lên theo hướng này.

- Biên độ trượt bằng phải của những đứt gãy cụ thể tại những điểm làm biến dạng các yếu tố địa mạo nhìn chung là lớn, có nhiều vị trí đạt trên 50m trở lên, cá biệt có một số điểm lớn hơn 100m. Biên độ dịch trượt của các đứt gãy thuộc nửa phần tây bắc lớn hơn biên độ dịch trượt của các đứt gãy thuộc nửa phần đông nam của đới

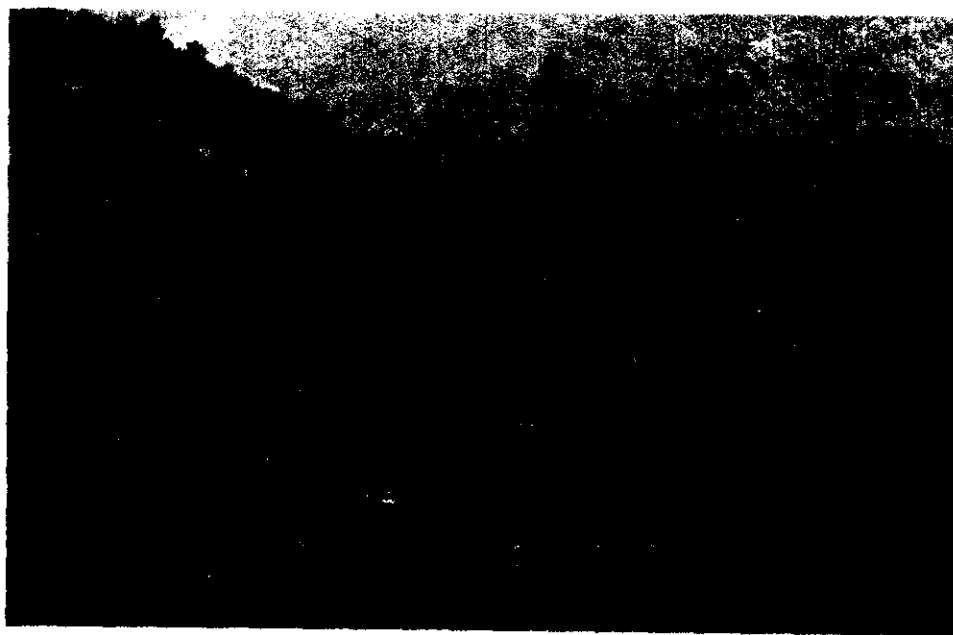
2.3.2.3. Đới đứt gãy Phong Thổ –Thân Uyên:

Hoạt động của đới đứt gãy Phong Thổ - Thân Uyên trong Holocen-hiện đại thể hiện khá rõ và tương đối đều khắp qua những biến dạng các yếu tố địa mạo tuổi

Ảnh 56: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Chiềng Ve (Đới Sơn La – Birm Sơn)



Ảnh 57: Dịch chuyển trong Holocen – khu vực Mai Châu (Đới Sơn La – Birm Sơn)



Đệ tứ (phần lớn là Holocen) trên suốt chiều dài của đới từ Phong Thổ đến Than Uyên. Đặc biệt là dọc đứt gãy chính Tân kiến tạo. Biểu hiện của đứt gãy này trong Holocen-hiện đại bao gồm một số đoạn và đã được nghiên cứu khảo sát tại những khu vực như sau:

- Khu vực Nậm Cúm – Thèn Sìn:

Đoạn đứt gãy chính của đới thể hiện rất rõ trên địa hình bằng các thung lũng suối hẹp và sâu, nối tiếp nhau chạy dọc theo đới đứt gãy, kéo dài liên tục từ Nậm Cúm đến Thèn Sìn. Chiều rộng của các thung lũng từ vài mét đến hàng chục mét. Trong phạm vi của chúng phân bố khá nhiều các thành tạo tích tụ sườn lũ tích và bồi tích Đệ Tứ. Đồng thời mạng dòng chảy xâm thực: các dòng suối nhỏ, máng xói phát triển tương đối dày đặc. Các chấn đoạn (mạng đứt gãy nhỏ - hợp phần của đứt gãy chính) phân cắt các yếu tố địa mạo này thành các dải nhỏ dạng đôi thêm kéo dài. Những dịch chuyển dọc các đứt gãy tại đây làm xô dịch các mảnh thêm cùng các máng sỏi cắt ngang qua chúng thuận chiều kim đồng hồ (dịch chuyển phải) với biên độ khoảng 30-50m (ảnh 58a 58b). Trên sườn thung lũng cũng quan sát thấy các suối nhỏ, các nón phóng vật bị dịch chuyển phải. Một vài nơi còn thấy xuất hiện các vách dốc đứng hoặc các mảnh bề mặt (Pedimen) bị phân cắt và dịch chuyển thẳng đứng tạo thành các bậc chênh nhau hàng chục mét.

Nhánh đứt gãy phụ, nằm về phía tây nam đứt gãy chính, chạy dọc theo dải thung lũng nhỏ, hẹp kéo dài từ Phong Thổ đến Tam Đường. Các đứt gãy trong nhánh này phân cắt chủ yếu các thành tạo tích tụ Đệ Tứ trong thung lũng suối. Tại tây bắc Tam Đường, quan sát thấy 3-4 đứt gãy nhỏ phân bố song song, phân cắt các khe suối, thêm và các mảnh đôi thấp thành nhiều mảnh, làm dịch chuyển chúng cùng các máng xói nhỏ (chảy thẳng góc với đới đứt gãy) theo cơ chế dịch chuyển phải với biên độ qua từng đứt gãy khoảng 10-20m (ảnh 58c). Tại điểm này còn quan sát thấy một đứt gãy phụ cắt qua vai địa hình làm dịch chuyển đường chia nước với biên độ khoảng 15m.

- Khu vực Thèn Sìn - Bình Lư:

Các đứt gãy trong đoạn đới đứt gãy này gồm có hai nhánh phân bố dọc theo hai bên sườn của hai dải núi Phan si Păng và Pu Sam Sao và cắt qua hàng loạt các khe suối chảy gần vuông góc hai đứt gãy này. Hoạt động của các đứt gãy làm biến dạng các bậc thêm, bãi bồi suối chính và các nhánh suối cắt ngang.

Tại Bình Lư và phía nam của thị trấn này các đứt gãy trong đới làm dịch chuyển mạnh thêm I của suối chính và di chuyển phần cửa của nhiều nhánh suối tại nhiều vị trí theo chiều thuận kim đồng hồ với biên độ từ 15-40m (ảnh 59a). Các dấu hiệu đã mô tả trên đây phản ánh rất rõ tính chất trượt bằng phải của đoạn đứt gãy tại vị trí này.

Ảnh 58a: Biến dạng địa mạo khu vực Nậm Cúm (đối phong Thổ – Than Uyên)



Ảnh 58b: Biến dạng địa mạo khu vực Nậm Cúm (đối phong Thổ – Than Uyên)



Ảnh 58c: Biến dạng địa mạo khu vực Thèn Sìn (đối phong Thổ – Than Uyên)



Biến dạng địa mạo trong đới đứt gãy Phong Thổ-Than Uyên tại Bình Lư



Ảnh 59a: Toàn cảnh Bình Lư



Ảnh 59b: biến dạng địa mạo khu vực Bình Lư

Ở đứt gãy nhánh phân bố trên cánh tây nam của đới kéo dài từ Tam Đường xuống Đông Pao. Ngay tại khu vực Đông Pao có 4 đứt gãy phụ cắt gần vuông góc với một nhánh suối và làm dịch chuyển phải các bãi bồi, thềm bậc I và mảng đồi với biên độ của từng đứt gãy khoảng 10-20m. Cũng tại đây quan sát thấy một đứt gãy nhánh cắt qua vai địa hình không những làm dịch chuyển phải với biên độ khoảng 10 m mà còn dịch trượt thuận đã để lại facet khá sắc nét. Như vậy có thể thấy rằng hoạt động của đứt gãy nhánh này theo kiểu trượt bằng phải thuận (ảnh 59b).

- Khu vực Mường Khoa- Than Uyên

Từ Mường Khoa đến Than Uyên nhánh đứt gãy chính kéo dài liên tục chạy phía đông bắc đới, nhánh đứt gãy phụ nằm phía tây nam và kéo dài không liên tục tạo nên thành từng đoạn ngắn dài 5- 10km. Các yếu tố địa mạo Holocen-hiện đại gồm chủ yếu là các máng xói, các dòng tạm thời, các suối nhỏ, thềm I, bãi bồi cao và bãi bồi thấp phân bố trong các thung lũng sông Mường Khoa và các suối nhánh. Hoạt động của các đứt gãy gây biến dạng các yếu tố này tại hàng loạt các điểm khảo sát.

Tại khu vực Mường Khoa phát triển chủ yếu là bãi bồi, thềm bậc I, II do suối Mường Khoa tạo nên, ở đây quan sát thấy có 2-3 đứt gãy cắt gần vuông góc với suối làm dịch chuyển phải bãi bồi, thềm I và thềm II với biên độ đạt từ 30 - 50m qua mỗi đứt gãy có điểm đạt tới gần 70m. Phía đông Mường Khoa các đứt gãy cũng làm dịch chuyển phải hệ thống nương xói và các nhánh suối, hoạt động của các đứt gãy ngoài dịch chuyển phải còn quan sát thấy dịch chuyển thẳng đứng của các đứt gãy này mà dấu vết để lại là những facet rõ nét (ảnh 60a).

Tại khu vực Thân Thuộc các đứt gãy cắt ngang qua rất nhiều con suối cạn (dòng tạm thời) làm biến dạng chúng tại nhiều điểm với biên độ dịch chuyển quan sát được từ 10-20m qua mỗi đứt gãy (ảnh 60b).

Tại khu vực Than Uyên đứt gãy nhánh nằm ở phía tây nam của đới các đứt gãy chạy sát chân sườn của các dải núi cao và cắt qua nhiều nhánh suối cùng với các khe cạn làm dịch chuyển phải lòng suối và nón phóng vật với biên độ từ 10 mét đến 20 mét.

Tóm lại:

Đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên đang tiếp tục hoạt động trong giai đoạn hiện đại kế thừa giai đoạn Pliocen- Đệ tứ với một số đặc điểm nổi bật như sau:

- Tính chất chủ yếu của đới đứt gãy là trượt bằng phải và trượt bằng phải - thuận ở phần đông nam của đới đoạn từ Mường Khoa đến Than Uyên.
- Đứt gãy chính là một tập hợp các đoạn nối tiếp nhau theo chiều dài của đới, các đoạn này tách biệt với nhau ở một khoảng cách không lớn. Ở một số nơi các đoạn

Ảnh 60a: Biến dạng địa mạo khu vực Mường Khoa (đối phong Thổ – Than Uyên)



Ảnh 60b: Biến dạng địa mạo khu vực Thân Thuộc (đối phong Thổ – Than Uyên)



này phân bố theo kiểu so le biểu hiện tính không đồng thời và tính không liên tục theo không gian trong hoạt động hiện đại của chính đới đứt gãy.

- Theo hướng từ tây bắc (Nậm Cúm) đến đông nam (Than Uyên), các đoạn đứt gãy chính, có biểu hiện hoạt động rõ nét, nhìn chung có xu thế giảm dần,
- Biên độ trượt bằng phải của những đứt gãy cụ thể tại những điểm làm biến dạng các yếu tố địa mạo nhìn chung là không lớn, khoảng 20-30m trở lên. Đại lượng này cũng bị phân dị dọc theo chiều dài của đới đứt gãy và cũng có xu hướng chung giảm dần từ tây bắc xuống đông nam.

III. CÁC KHẢO SÁT ĐỊA VẬT LÝ TRONG CÁC ĐỚI ĐỨT GỖ TÂN KIẾN TẠO VÀ HOẠT ĐỘNG HIỆN ĐẠI.

3.1. Địa nhiệt:

3.1.1. Ý nghĩa sử dụng phương pháp địa nhiệt trong nghiên cứu đứt gãy:

Chế độ địa nhiệt liên quan chặt chẽ với các hoạt động địa động lực của vỏ quả đất. Những dị thường dòng nhiệt kích thước lớn thường liên quan đến các vòm nâng nhiệt độ cao trong thạch quyển, những dị thường kích thước nhỏ, tạo thành chuỗi tuyến tính thường phản ánh các đới đứt gãy hoạt động tích cực, đặc biệt các đới hút chìm. Có nhiều vấn đề liên quan đến cấu trúc, đến lịch sử tiến hoá của quả đất, các vấn đề về kiến tạo mảng v.v... được giải thích bằng sự đóng góp tích cực của các tài liệu nghiên cứu về địa nhiệt. Trong khuôn khổ của đề tài này, công tác khảo sát nghiên cứu địa nhiệt chỉ nhằm mục tiêu bổ sung thêm số liệu, làm sáng tỏ thêm một số tính chất của các hệ thống đứt gãy kiến tạo và hoạt động hiện đại ở miền Bắc Việt Nam.

Hiện tại việc phát hiện và nghiên cứu các hệ thống đứt gãy bằng tài liệu địa nhiệt có thể tiến hành theo hướng nghiên cứu đặc điểm phân bố dòng nhiệt và cũng có thể sử dụng phương pháp địa nhiệt nông [14]. Các nghiên cứu trên cơ sở xác định dòng nhiệt thông thường phải được tiến hành trong các lỗ khoan sâu. Từ một độ sâu xác định, phụ thuộc vào điều kiện vùng nghiên cứu giá trị nhiệt độ hàng năm gần như không thay đổi (độ sâu tầng trung hoà về nhiệt), người ta tiến hành đo Carota nhiệt độ, tính gradient nhiệt độ theo chiều sâu, đo độ dẫn nhiệt của đất đá và tính ra dòng nhiệt, phản ánh trạng thái địa nhiệt của vỏ quả đất và thạch quyển vùng nghiên cứu.

Các nghiên cứu về đứt gãy bằng phương pháp địa nhiệt nông được tiến hành bằng đo nhiệt độ trong các lỗ khoan nông, ở điều kiện Việt Nam độ sâu các lỗ khoan khoảng từ 1,3 - 2 m đã có thể loại bỏ được ảnh hưởng của sóng nhiệt độ ngày đêm. Nếu phép đo được tiến hành trong một khoảng thời gian có độ dài không quá 3 tiếng thì nhiệt độ đo được chủ yếu phản ánh các yếu tố cấu trúc trong lòng đất

[14]. Bản chất này của phương pháp là cơ sở để xác định các đới đứt gãy kiến tạo nói chung và đã được đúc kết thành kinh nghiệm của nhiều tác giả trên thế giới [14]. Trong thực tế thì đất đá 2 bên sườn của đứt gãy thường cũng khác nhau về cả thành phần vật chất, đôi khi cả tuổi thành tạo.

Trong trường hợp đứt gãy kiến tạo không còn hoạt động, nhiệt từ dưới sâu truyền lên các lớp gần bề mặt chủ yếu theo cơ chế dẫn nhiệt thông thường (heat conduction). Đất đá 2 bên sườn đứt gãy thường cũng khác nhau về thành phần thạch học, về tuổi, về tính chất dẫn nhiệt. Đây cũng chính là nguyên nhân gây ra sự khác biệt về nhiệt độ trong các lớp ngay gần bề mặt, mặc dù có cùng nguồn cung cấp nhiệt từ dưới sâu lên. Bởi vậy, khảo sát địa nhiệt nông cũng cần phải thu thập mẫu đất đá trong lỗ khoan để đo độ dẫn. Hình dạng và biên độ của dị thường địa nhiệt trên các đứt gãy không hoạt động cũng phụ thuộc vào cấu trúc và cả hướng nghiêng của chúng, trong nhiều trường hợp loại đứt gãy này thường gây ra các bậc đường cong địa nhiệt.

Trường hợp đứt gãy kiến tạo còn hoạt động thì cơ chế truyền nhiệt cũng khác. Ngoài phương thức lan truyền nhiệt độ từ dưới sâu lên theo cơ chế tĩnh như đã nói ở trên, thì dọc theo đứt gãy tồn tại khe nứt làm xuất hiện dòng đối lưu nhiệt. Thông thường nhiệt được di chuyển lên với tốc độ cao dọc theo đứt gãy nhờ dòng nhiệt ở dạng thể hơi và thể lỏng ở nhiệt độ cao. Dòng nhiệt khi di chuyển lên trên, nung nóng đất đá dọc theo 2 sườn đứt gãy, làm cho đứt gãy trở thành như một nguồn nhiệt thứ cấp dạng tuyến tính. Ngoài phương thức truyền nhiệt như trên, các quá trình dịch chuyển, biến dạng diễn ra trong các đới đứt gãy hoạt động cũng giải toả năng lượng nhiệt do ma sát của các khối đất đá hai bên sườn đứt gãy và do vậy ngay trong đới đứt gãy có thêm một nguồn nhiệt mới. Do cơ thức lan truyền nhiệt độ và sinh nhiệt trong các đới đứt gãy hoạt động như vậy nên dị thường địa nhiệt quan sát được trên các đứt gãy hoạt động bao giờ cũng tương đối lớn và phân bố tương đối đều sang 2 cánh của đới đứt gãy. Đây cũng là một dấu hiệu có ý nghĩa để xem xét đánh giá tính hoạt động của đứt gãy. Nếu ngoài số đo địa nhiệt, ta có thêm các khảo sát địa chấn, hoặc thăm dò điện xác nhận tồn tại của đới đứt gãy ngay trong các tầng nông và cấu trúc cũng như phân bố không gian của nó thì việc minh giải dị thường địa nhiệt sẽ dễ dàng và tin cậy hơn. Các tuyến thăm dò điện và địa chấn như đã mô tả ở phần trên ngoài cung cấp tính hoạt động trẻ của đứt gãy, số liệu này cũng rất có ích cho minh giải bản chất các dị thường địa nhiệt. Ngoài các tuyến đo giới thiệu trong báo cáo này, còn một số tuyến thực hiện trong những đề tài trước đó không liệt kê ở đây.

Do các dị thường địa nhiệt cũng không có giá trị lớn nên thiết bị đo cần có độ chính xác cao. Viện Địa chất hiện có bộ thiết bị đo do Cộng Hoà Liên Bang Nga chế tạo, đáp ứng được các yêu cầu đặt ra trong đó máy đo nhiệt độ MMT - 4 có độ chính xác đến $0,01^{\circ}\text{C}$ và máy đo độ dẫn nhiệt KT - 4 có độ chính xác đến $0,02 \text{ W/mK}$.

3.1.2. Kết quả khảo sát địa nhiệt ở vùng lãnh thổ phía Bắc:

Tuy các khảo sát địa nhiệt được tiến hành còn khá thưa ở phần lãnh thổ phía Bắc, nhưng ở hầu hết các đới đứt gãy lớn đều có các tuyến khảo sát. Trong đó ở vùng Tây Bắc thì dọc đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu được tiến hành đến 6 tuyến khảo sát. Các tuyến khảo sát khác tập trung vào các đới đứt gãy: Sốp Cộp - Lang Chánh, Sông Mã, Sơn La, Sông Đà, Nghĩa Lộ - Ninh Bình (hình 8). Trong đó ở vùng Kim Bôi phép đo địa nhiệt còn được tiến hành theo diện.

Ở vùng Đông Bắc thì các tuyến đo được thực hiện nhiều nhất trong đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên. Ngoài ra các tuyến đo địa nhiệt còn được thực hiện trong các đới đứt gãy : Trung Lương, đứt gãy Đường 18, đới Sông Thương, đới Yên Minh - Phú Lương, đứt gãy Phó Đáy, đứt gãy Sông Lô và đới Sông Hồng. Dọc theo đứt gãy Sông Lô, trong các nghiên cứu từ trước của Viện Địa chất còn tiến hành đo theo diện và đã phát hiện được các dị thường địa nhiệt khá cao ngay trên đới phá huỷ đứt gãy tại vùng Đông Anh. Kết quả đo địa nhiệt tương đối nhiều nhưng báo cáo chỉ mô tả một số tuyến như sau:

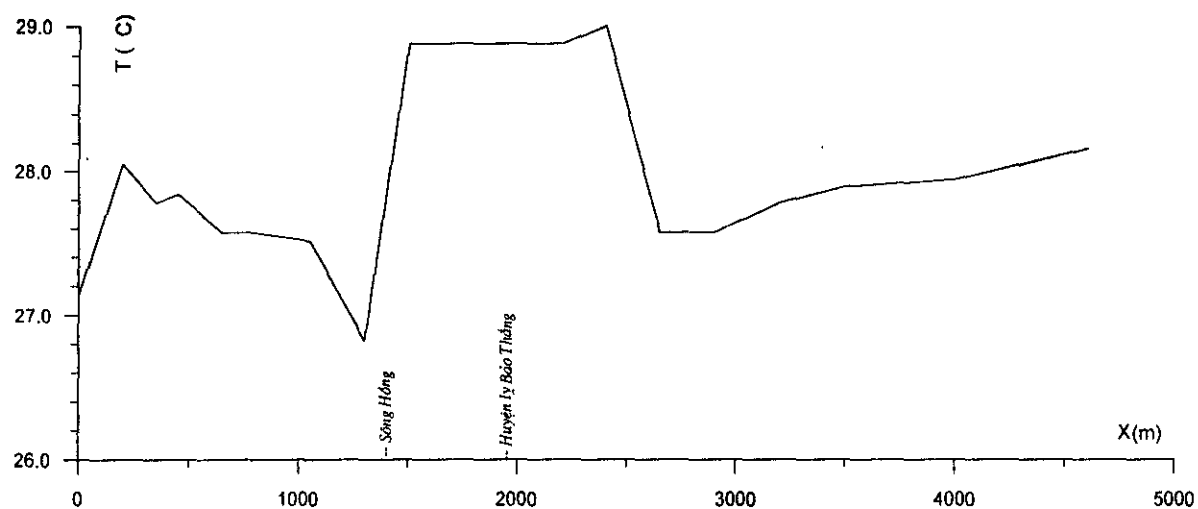
- **Đới đứt gãy Sông Hồng:** 2 tuyến địa nhiệt được thực hiện trong đới này là tuyến ở khu vực phố Lu - Lào Cai và tuyến tại khu vực thị xã Yên Bái.

- **Tuyến phố Lu:** Tuyến này đi qua Sông Hồng và huyện lỵ Bảo Thắng với toạ độ vùng trung tâm là: $104^{\circ},1106$ và $22^{\circ},3626$, có chiều dài đạt 7,5 km. Về mặt địa chất, từ đầu tuyến (bên trái) tuyến cắt qua vùng đá xâm nhập hệ tầng Xóm Giấu PR_{2xg} , tiếp theo là hệ tầng Sinh Quyền, sang tả ngạn Sông Hồng tuyến cắt qua hệ tầng Ngòi Chi. Vùng lân cận sông còn có trầm tích Đệ Tứ. Đường cong địa nhiệt (hình 18) thể hiện rất rõ một dị thường đạt đến giá trị $1,2^{\circ}C$ so với phong chung. Bề rộng của khối dị thường tương đối lớn khoảng 1,1 km (từ điểm 1500 m đến 2600 m dọc theo tuyến quan sát).

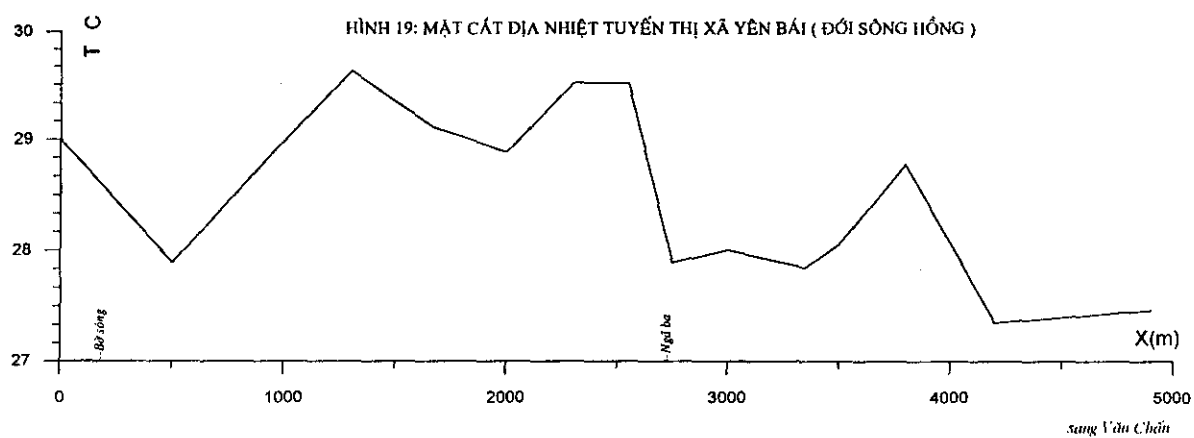
- **Tuyến đo khu vực thị xã Yên Bái:** Tuyến đo này bắt đầu từ đầu cầu Âu Lâu đi về phía Nghĩa Lộ dài xấp xỉ 5 km, toạ độ trung tâm tuyến : $104^{\circ},8049$ - $21^{\circ},7288$. Kết quả đo cho phép phát hiện được dị thường rộng đến 1400 m (từ điểm 1200 m đến điểm 2600 m) dọc theo tuyến đo. Giá trị dị thường $29,3^{\circ}C$ so với phong chung của vùng khảo sát là $28,2^{\circ}C$, như vậy chênh lệch nhiệt độ cũng đạt đến $1,1^{\circ}C$ (hình 19).

Mặc dù các tuyến đo địa nhiệt dọc đới Sông Hồng không có khảo sát địa chấn và thăm dò điện kèm theo, nhưng các khảo sát địa chất - địa mạo nghiên cứu đứt gãy cũng cho nhiều dấu hiệu hoạt động tích cực của đới Sông Hồng trong tân kiến tạo và hiện đại với giá trị các dị thường địa nhiệt cao đến hơn $1^{\circ}C$ cho thấy đới Sông Hồng gồm nhiều nhánh đứt gãy đang hoạt động tích cực.

HÌNH 18: KẾT QUẢ KHẢO SÁT ĐỊA NHIỆT TUYẾN PHỐ LU (ĐỐI SÔNG HỒNG)



HÌNH 19: MẶT CẮT ĐỊA NHIỆT TUYẾN THỊ XÃ YÊN BÁI (ĐỐI SÔNG HỒNG)



Sông Yên Bái

Tại khu vực Tam Thanh - Phú Thọ, trong đới Sông Hồng cũng đã tìm được xuất lộ nước khoáng nóng ở độ sâu xấp xỉ 40 m. Dị thường địa nhiệt phát hiện được cũng chỉ xấp xỉ $1,5^{\circ}\text{C}$ so với xung quanh. Khu vực này dân địa phương sau đó còn khoan được nhiều điểm nước nóng khai thác sử dụng.

- Đới đứt gãy Sông Lô:

- *Tuyến địa nhiệt thực hiện tại khu vực Bắc Quang* - tỉnh Hà Giang dài 1850 m với phần trung tâm tuyến có tọa độ : $104^{\circ},8475 - 22^{\circ},3626$. Dọc theo tuyến khảo sát, hầu như bề mặt đều bị phủ bởi lớp trầm tích Đệ Tứ bỏ rời gồm: cát, sét là thêm của Sông Lô và ngòi Quay. Phần đầu tuyến ở phía tây, trầm tích Đệ Tứ phủ trực tiếp lên hệ tầng Chiêm Hoá tuổi Proterozoi (PR_2ch_1), gồm chủ yếu là đá phiến thạch anh, ở phần phía đông đá gốc nằm dưới lớp Đệ Tứ chủ yếu là đá phiến xericit, đá sẫm màu.

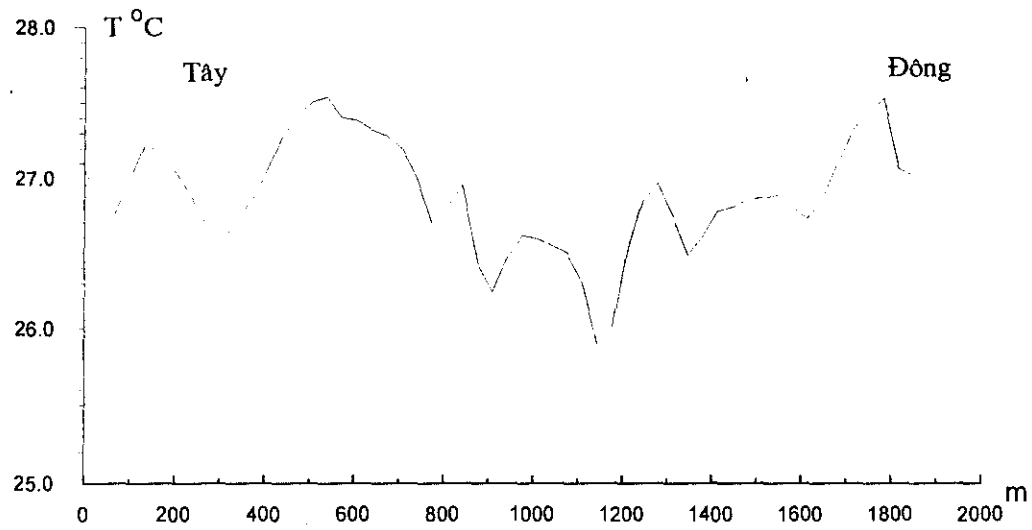
Theo đường cong quan sát có thể thấy, tồn tại 2 dị thường với giá trị tương đối nhỏ $0,4 - 0,5^{\circ}\text{C}$ trên phong chung của trường địa nhiệt. Dị thường thứ nhất có bề rộng đến gần 400 m từ điểm 380 m đến 750 m phản ánh nhánh đứt gãy phân chia ranh giới giữa hai hệ tầng trong nền đá gốc như đã nêu trên. Dị thường thứ 2 có bề rộng nhỏ hơn khoảng hơn 100 m từ điểm 1670 m đến 1800 m. Dị thường này phản ánh vùng kết thúc phân bố hệ tầng Ngòi Phương dọc theo tuyến khảo sát. Theo dấu hiệu như trên thì đới Sông Lô trong vùng khảo sát có chế độ hoạt động sinh nhiệt cũng không lớn và đánh giá tính hoạt động theo địa nhiệt ở đây cũng không thật rõ ràng (hình 20).

Dọc theo đới này, nằm ngoài phạm vi nghiên cứu tại khu vực Đông Anh - Hà Nội trong mấy năm trước Viện Địa chất cũng đã tiến hành đo theo diện trong phạm vi đới đứt gãy Sông Lô. Tại đây dị thường địa nhiệt đo trong các lỗ khoan nông phản ánh khá rõ dị thường nhiệt độ đến $1,2^{\circ}\text{C}$. Tài liệu đo sâu điện ở đây xác nhận đới phá huỷ, dưới vùng dị thường hiệu ứng nhiệt như trên là do hoạt động của đứt gãy Sông Lô gây ra. Cũng tại khu vực này, tài liệu nghiên cứu của Viện Địa chất cũng đã phát hiện dị thường dòng nhiệt đến hơn 70 mW/m^2 . Điều này có nghĩa là đứt gãy Sông Lô ở vùng hạ lưu có chế độ hoạt động địa nhiệt tích cực hơn và tính hoạt động của đứt gãy cũng cao hơn phần tây bắc của đới.

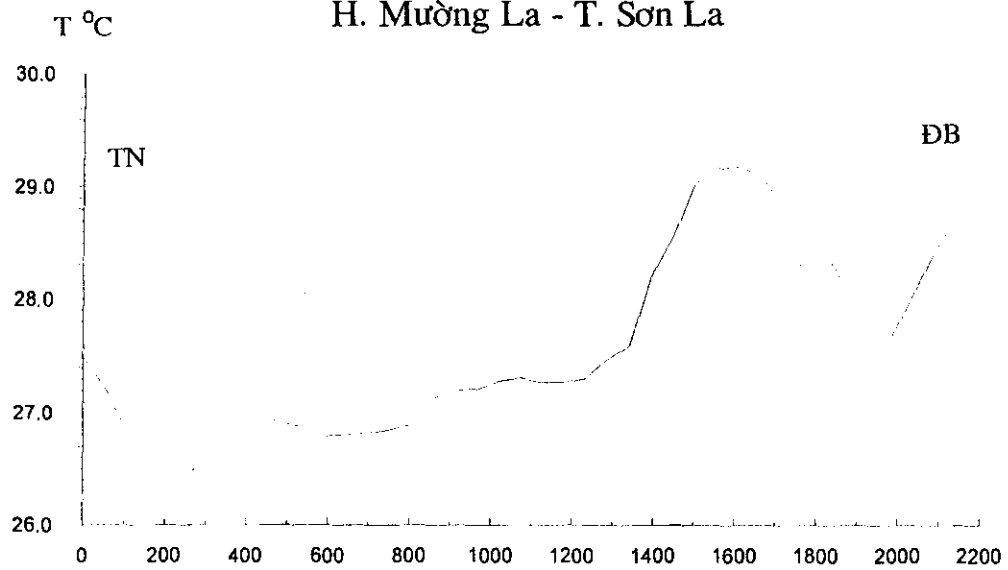
- Đới đứt gãy Sông Đà:

Tuyến địa nhiệt trong đới Sông Đà với tọa độ phần giữa tuyến: $104^{\circ},5924 - 20^{\circ},7384$ được tiến hành tại khu vực xã Mường Bú - Mường La - Sơn La. Tuyến chạy dọc theo phương đông bắc - tây nam gần như vuông góc với đứt gãy Sông Đà. Mặt cắt địa chấn dọc theo tuyến đo gồm, lớp trên cùng là trầm tích Đệ Tứ có thể có cả tuổi Holocen gồm cuội, sỏi, cát, sét. Tại phần tây nam tuyến, trầm tích Đệ Tứ phủ trực tiếp lên đá gốc điệp Đồng Giao. Hệ tầng này chủ yếu là đá vôi dạng sọc, sét vôi.

Hình 20: Tuyến địa nhiệt khu vực thị trấn Bắc Quang (đới Sông Lô)



Hình 21: Tuyến địa nhiệt bản Pa Pan - Mường Bú
H. Mường La - T. Sơn La



Ở phần đông bắc đến cuối tuyến kể từ cầu Chiềng Bung nền đá gốc dưới lớp trầm tích Đệ Tứ là đất đá hệ tầng Yên Châu tuổi Kreta (K_{2yc}). Thành phần vật chất của hệ tầng này là cuội kết, cát kết, đá phiến sét màu đỏ. Tuyến khảo sát xác nhận sự tồn tại của dị thường địa nhiệt giá trị tương đối cao đến $1,2^{\circ}\text{C}$. Đỉnh của dị thường này nằm ngay ở khu vực cầu Chiềng Bung. Bề rộng của nó đạt xấp xỉ 350 m từ điểm 1400 m đến điểm 1750 m. Về vị trí dị thường này khá phù hợp với phân bố không gian của đứt gãy phát hiện theo các khảo sát bằng phương pháp địa chất - địa mạo. Giá trị dị thường nhiệt độ cao cũng phù hợp với các số liệu đo xạ khí Radon tại khu vực và các dấu hiệu biến dạng dịch chuyển phát hiện theo tài liệu địa chất [10]. Có thể thấy rằng, đoạn đứt gãy Sông Đà trong vùng tuyến khảo sát có dấu hiệu hoạt động tích cực (hình 21).

- Đới đứt gãy Sơn La – Bầm Sơn:

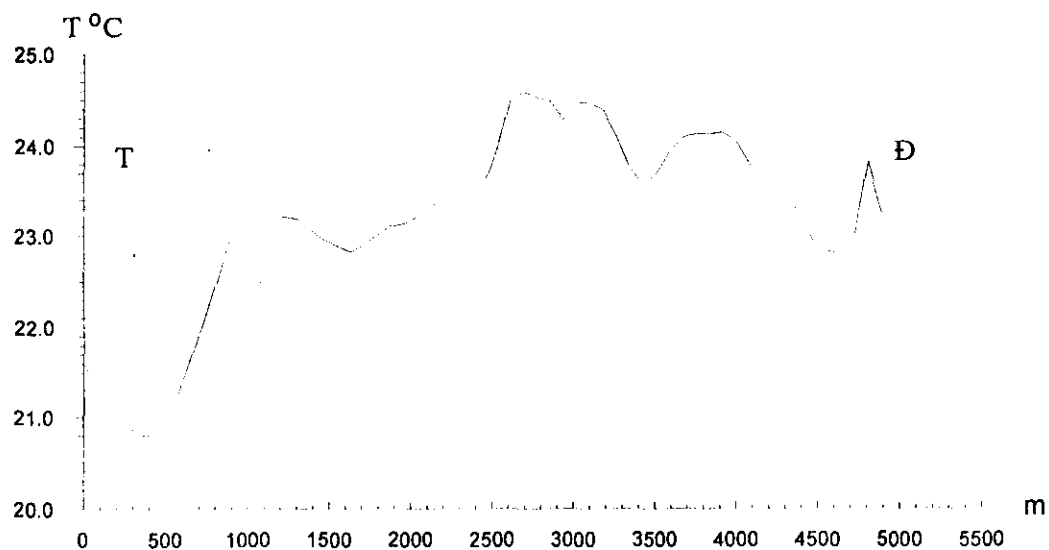
Tuyến khảo sát địa nhiệt dài 5050 m được tiến hành cắt qua một số nhánh của đứt gãy Sơn La, dọc đường tỉnh lộ TL6 đi cửa khẩu Pa Háng. Toạ độ phần trung tâm tuyến là $103^{\circ},9241 - 20^{\circ},7384$. Các thành tạo địa chất phân bố ở lớp bề mặt dọc theo tuyến khảo sát ở phần phía tây là trầm tích tuổi Kreta điệp Yên Châu (K_{2yc_1}), thành phần vật chất chủ yếu gồm cuội kết, sạn kết xen lẫn dăm đá vôi. Phần phía đông của tuyến lộ ra trầm tích tuổi trẻ hơn K_{2yc_2} , chủ yếu gồm: cát kết, bột kết, sét màu xám nâu đỏ, lẫn ít cuội sỏi. Tài liệu địa nhiệt cho thấy, đứt gãy phát hiện được theo tài liệu địa chất tại lân cận điểm 1200 m, dọc theo tuyến đo phản ánh khá rõ nét bằng sự xuất hiện của dị thường địa nhiệt dạng bậc với nhiệt độ chênh lệch giữa 2 cánh đến hơn $1,8^{\circ}\text{C}$. ở phần trung tâm của bậc địa nhiệt phát hiện một dị thường kích thước khoảng hơn 400 m từ điểm 2600 - 3000 m. Tại khu vực cuối tuyến còn phát hiện được một dị thường địa nhiệt kích thước chỉ hơn 100 m với giá trị biên độ so với xung quanh chỉ $0,5^{\circ}\text{C}$. Có thể thấy biểu hiện hoạt động của đới đứt gãy Sơn La tại vùng khảo sát tuy có thể hiện nhưng không thật mạnh mẽ trong trường địa nhiệt (hình 22).

+ Nằm ngoài phạm vi vùng nghiên cứu tại một số điểm ở địa phận Thanh Hoá, các số đo địa nhiệt cũng phản ánh tương tự. Nghĩa là hiệu ứng địa nhiệt do hoạt động của đới đứt gãy này ở các vùng khảo sát có biểu hiện nhưng không thật mạnh mẽ.

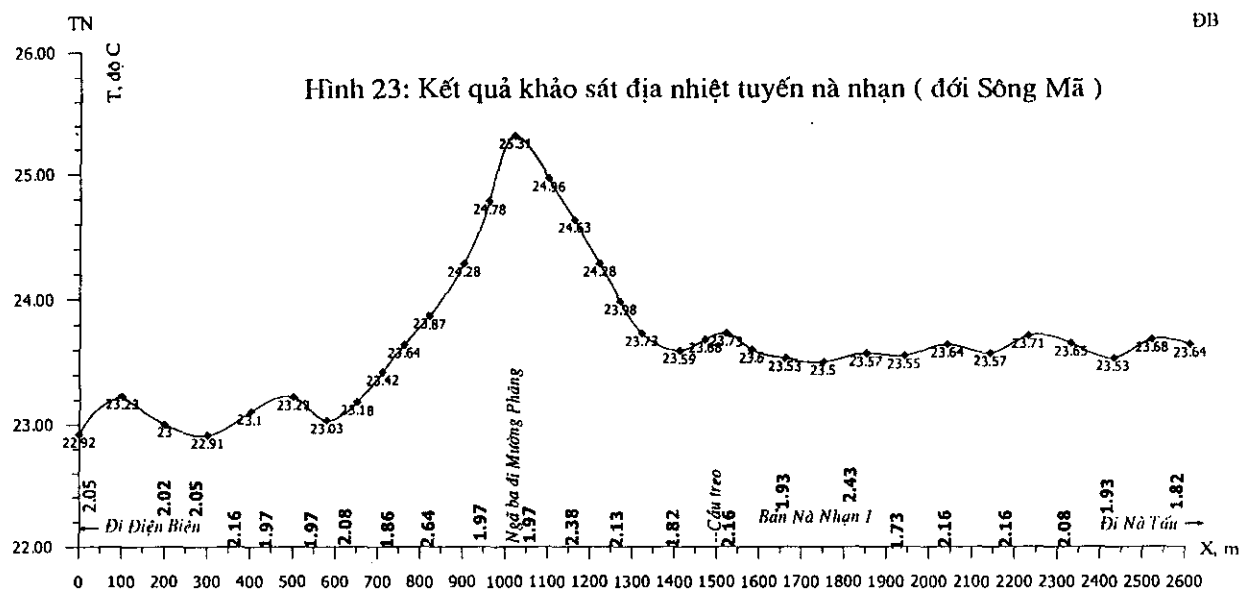
- Đới đứt gãy Sông Mã:

Tại khu vực Nà Nhạn bắc thành phố Điện Biên, đã tiến hành đo tuyến địa nhiệt dài 2600 m. Toạ độ phần trung tâm của tuyến đo là: $103^{\circ},1699 - 21^{\circ},5564$. Theo đường cong khảo sát có thể thấy, dọc theo tuyến đo đã phát hiện rất rõ một dị thường địa nhiệt có biên độ lớn đến $1,9^{\circ}\text{C}$. Bề rộng của dị thường đạt xấp xỉ 450 m từ điểm 850 m đến điểm 1250 m. Đỉnh của dị thường nằm ngay lân cận ngã ba

Hình 22: Tuyến địa nhiệt khu vực bản Chiềng Ve - H. Mộc Châu



Hình 23: Kết quả khảo sát địa nhiệt tuyến nà nhận (đối Sông Mã)



đường đi Mường Phăng. Với dấu hiệu dị thường địa nhiệt cao xuất hiện trên phong chung khá bình ổn (hình 23) có thể tin rằng, hiệu ứng địa nhiệt này phản ánh tính hoạt động tích cực của đứt gãy sông Mã ở vùng khảo sát.

Đọc theo đới sông Mã nhưng nằm ngoài vùng nghiên cứu tại địa phận Thanh Hoá cũng phát hiện một số dị thường địa nhiệt ngay trên các lớp phủ bề rời chiều dày lớn như ở vùng Lạch Ghép, Bái Thượng. Kích thước các dị thường và biên độ của chúng cũng nhỏ, nhưng lại tồn tại nhiều dị thường trên một tuyến, có thể điều này phản ánh tính nhiều bậc, nhiều nhánh của đới đứt gãy này ở vùng Thanh Hoá [10, 32].

- Đới Sớp Cộp - Lang Chánh:

- *Tuyến khảo sát Nậm He:* Tuyến này được đo tại Nậm He - xã Núa Ngam thuộc huyện Điện Biên Đông. Tuyến khảo sát có phương đông bắc - tây nam, cắt gần vuông góc với đoạn đứt gãy Sớp Cộp - Lang Chánh ở vùng khảo sát. Tuyến có chiều dài đến hơn 3000 m với toạ độ vùng trung tâm tuyến là: $103^{\circ}07'26''$ - $21^{\circ}19'56''$. Theo kết quả khảo sát dọc tuyến này phát hiện được 2 dị thường chính: dị thường thứ nhất có bề rộng khoảng hơn 300 m từ điểm 1550 m đến 1870 m với biên độ lớn đến $1,3^{\circ}\text{C}$, ở phần cuối tuyến phát hiện thêm một dị thường kích thước chỉ hơn 100 m từ điểm 2700 m đến 2820 m. Dị thường này biên độ cũng nhỏ chỉ khoảng $0,6^{\circ}\text{C}$ (hình 24). Có thể thấy là tại vùng khảo sát đới đứt gãy này cũng được chia làm nhiều nhánh. Dị thường nhiệt độ cao như trong kết quả phản ánh tính hoạt động tích cực của đứt gãy. Điều này cũng xác nhận bằng các tài liệu khảo sát bằng các phương pháp địa mao - địa chất. Đáng lưu ý là cũng trên đới đứt gãy này tại khu vực Mường Nhà, cách Nậm He khoảng 1,7 km về phía đông nam tuyến địa chấn cũng xác nhận đới đứt gãy Sớp Cộp - Lang Chánh tại vùng này thể hiện rất rõ trong tầng đá gốc theo đặc điểm của lát cắt địa chấn ở phần trên. Điều này càng khẳng định dị thường địa nhiệt cao phản ánh khả năng hoạt động hiện đại của đứt gãy xảy ra mạnh mẽ.

- **Đới Nghĩa Lộ - Ninh Bình:** Trong phạm vi đới đứt gãy này đã tiến hành các khảo sát địa nhiệt tại 2 khu vực là tại Ba Khe - Văn Chấn - Nghĩa Lộ và tại Kim Bôi - Hoà Bình. Trong đó khảo sát đo vẽ theo diện được tiến hành tại lân cận vùng xuất lộ nước khoáng nóng ở Kim Bôi.

- *Tuyến địa nhiệt Ba Khe:* Tuyến khảo sát dài 2650 m chạy theo phương đông bắc - tây nam, cắt qua đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình, toạ độ phần trung tâm tuyến là: $104^{\circ}06'33''$ - $21^{\circ}05'45''$. Mặt cắt địa chất dọc tuyến đo ở phần tây nam lộ trên mặt là lớp phủ Đệ Tứ gồm cát, sét, than bùn. Nằm dưới lớp này là đất đá hệ tầng Tú Lệ tuổi (J - Ktl₁) gồm chủ yếu là cuội kết tufogen, cát kết tufogen màu xám, đá vôi. Cánh đông bắc của tuyến thì ngay trên mặt đã lộ đất phong hoá từ đá gốc hệ tầng

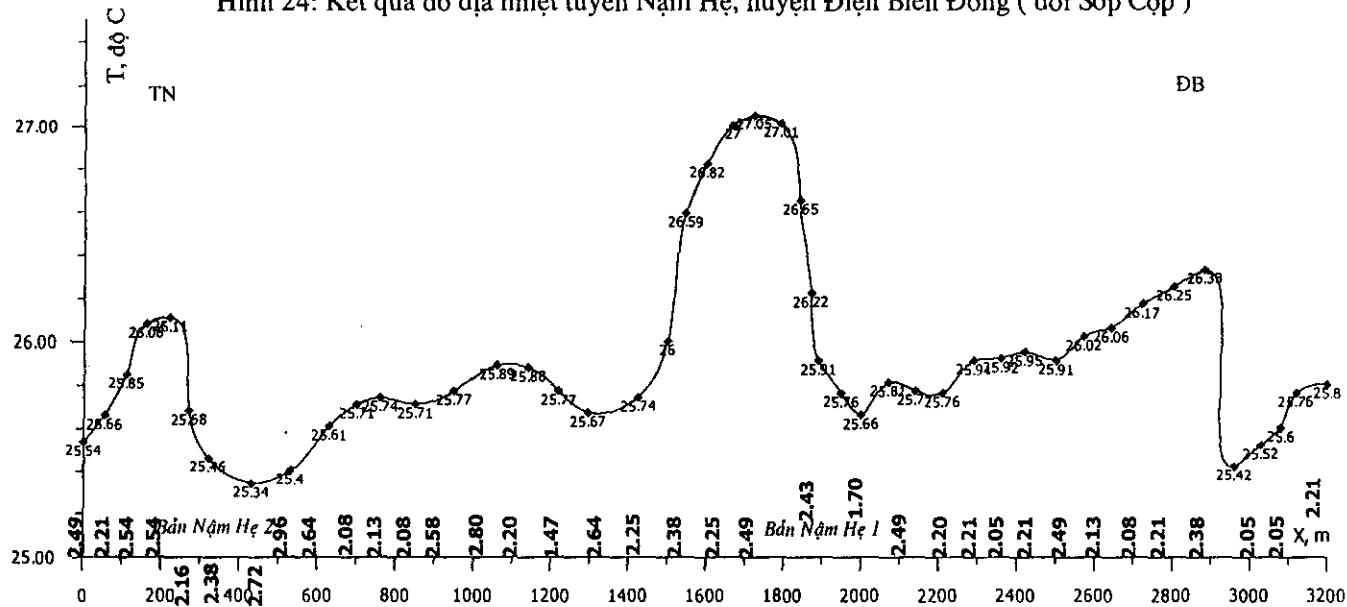
Nậm Qua (J-Knq₁), thành phần đất đá chủ yếu là cuội kết, sỏi kết, thạch anh, đá phiến than, cát kết có thành phần núi lửa otophia. Kết quả đo địa nhiệt cho thấy, tại lân cận điểm 1200 m trên tuyến phát hiện được 1 dị thường địa nhiệt biên độ chỉ 0,4°C, bề rộng chỉ hơn 100 m (hình 25). Tại điểm 1650 m phát hiện dị thường dạng bậc, có đến 2 bậc với biên độ lớn nhất đến hơn 1,0°C. Các vị trí nêu trên cũng trùng vào vị trí của các đứt gãy đã được phát hiện theo tài liệu địa chất. Nếu theo dấu hiệu địa nhiệt thì đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình ở đây cũng có biểu hiện hoạt động nhưng hiệu ứng nhiệt cũng không lớn.

- *Kết quả khảo sát vùng Kim Bôi*: Tại Kim Bôi đã thực hiện được nhiều tuyến đo địa nhiệt, kết quả khảo sát cho thấy dị thường địa nhiệt ở đây phản ánh khá rõ các đới phá huỷ đứt gãy dưới lòng đất. Điều này được xác nhận bằng các tuyến đo thăm dò điện và địa chấn thực hiện đồng thời với địa nhiệt trong khu vực. Các dị thường địa nhiệt ở đây cũng thường có biên độ lớn hơn 1,0°C (hình 26). Liên kết các kết quả khảo sát với tài liệu địa chất, địa mạo, cộng thêm dấu hiệu xuất lộ nước nóng cho thấy vùng này đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình có biểu hiện hoạt động mạnh trong giai đoạn hiện tại. Ngay trong vùng Kim Bôi và lân cận thì năm 1997 mạng máy K2 của Viện Địa chất cũng đã ghi lại được 3 trận động đất nhỏ từ 1,24 - 1,65 độ Richter trong đới đứt gãy này. Điều đó càng khẳng định thêm tính hoạt động tích cực của đới đứt gãy tại vùng khảo sát.

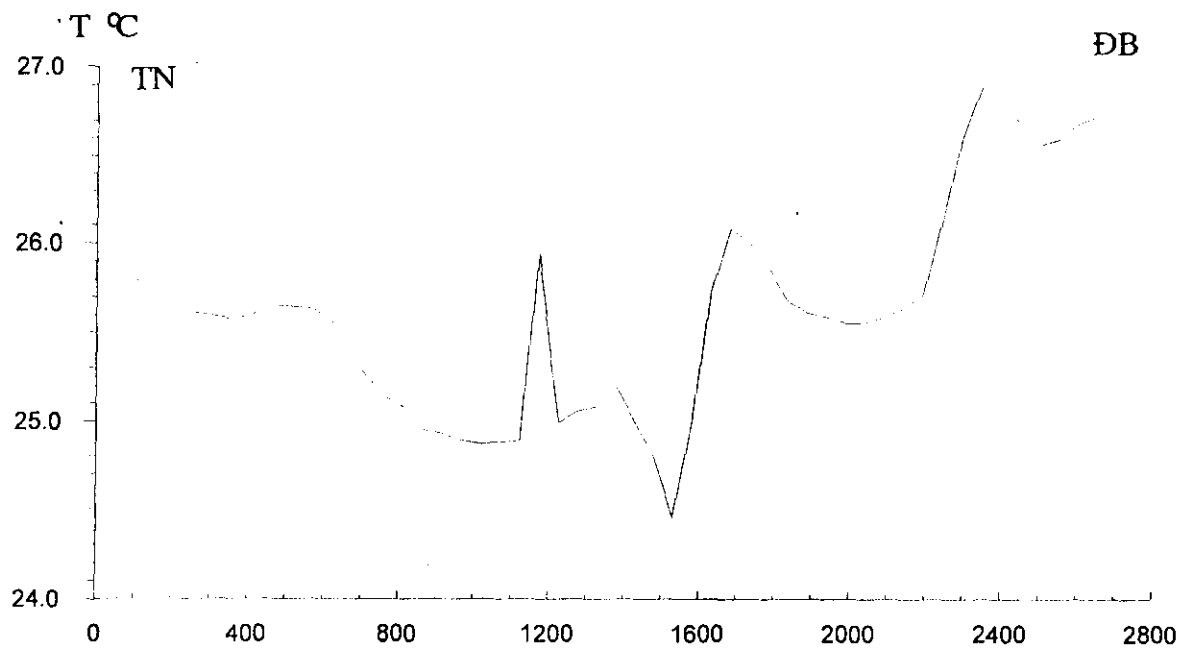
- *Đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu*: Đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu là một trong đới hoạt động mạnh trong thời gian hiện tại. Trong đới này thường xuyên xảy ra động đất, trong đó những trận động đất > 5 độ Richter cũng không phải là hiếm. Các tuyến khảo sát địa nhiệt tiến hành ở đây nhằm mục đích chính xác thêm phân bố không gian của một số nhánh đứt gãy, ngoài ra dựa trên hiệu ứng địa nhiệt trong đứt gãy này cũng có thể suy ra biểu hiện địa nhiệt của đứt gãy hoạt động ở những khu vực khác. Trong phạm vi đới đứt gãy đã tiến hành được 7 tuyến đo địa nhiệt, trong đó một số tuyến có các đới phá huỷ được xác nhận bằng tài liệu địa chấn và thăm dò điện. Báo cáo này chỉ nêu ví dụ 2 tuyến đo ở Nậm Ty nằm ở phía tây bắc lòng chảo Điện Biên và tuyến Noong Luống ở phần diện tích phía nam của lòng chảo.

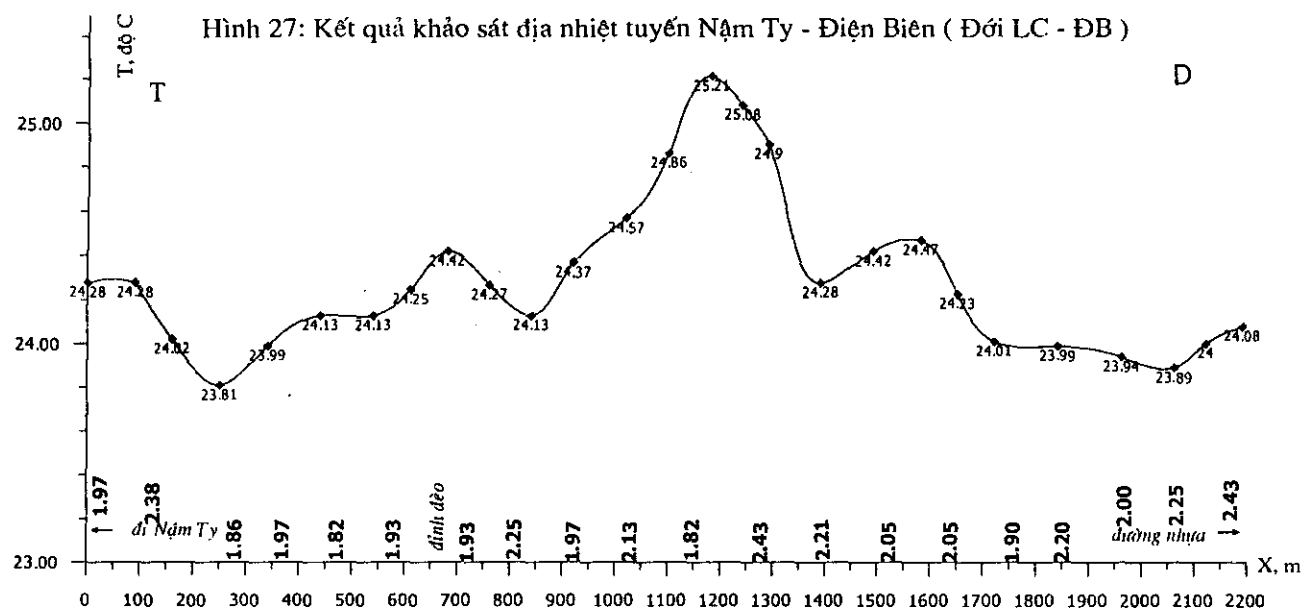
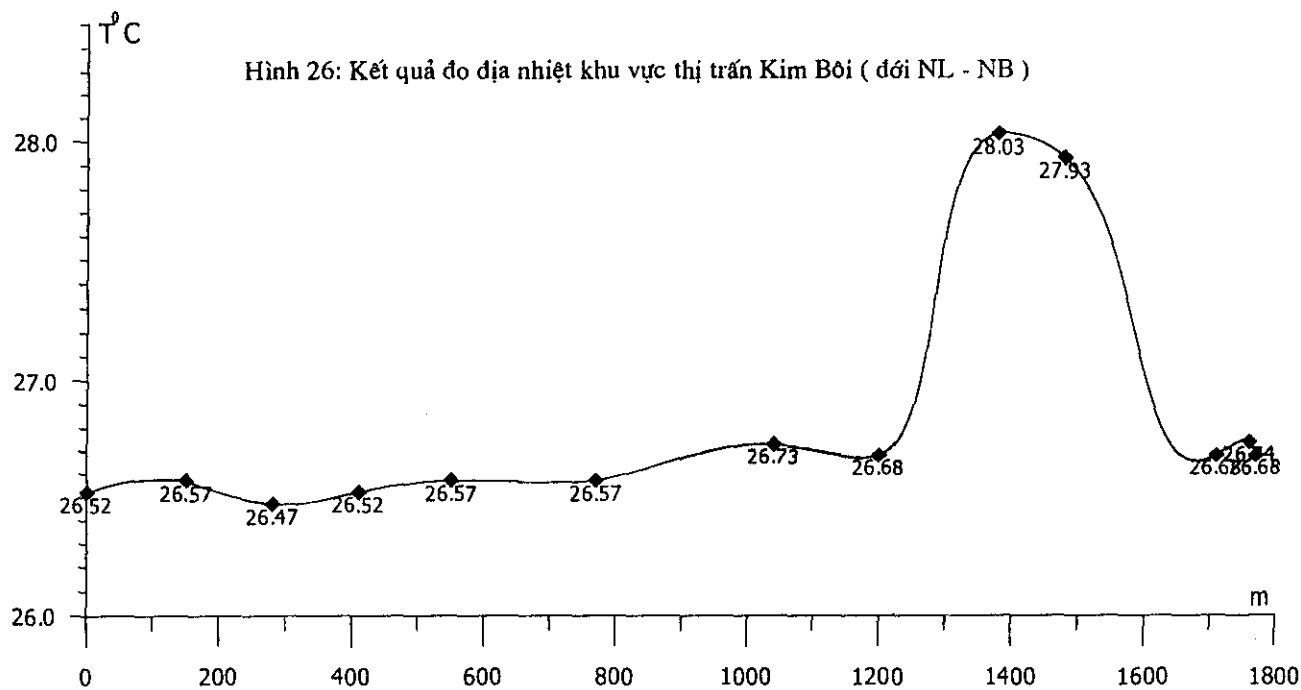
- *Tuyến địa nhiệt Nậm Ty*: Tuyến này dài 2200 m với toạ độ phần giữa tuyến là: 102°09,507' - 21°04,907'. Thực tế thì tuyến này bắt đầu từ sườn phía bắc của núi Ampu và kết thúc ở Bản Hẻo. Theo đường cong khảo sát thì tại tuyến này phát hiện được 1 dị thường có biên độ khoảng 0,8°C, chiều rộng khoảng 300 m từ điểm 1000 m đến 1300 m dọc theo tuyến (hình 27). Tuy biên độ không lớn lắm nhưng dị thường này thể hiện rất rõ trên phong địa nhiệt với xung quanh tương đối bình ổn. Các khảo sát địa chất chi tiết tại các điểm khai đào và vết lộ xác nhận dị thường này trùng vào vị trí một nhánh đứt gãy của đới Điện Biên - Lai Châu.

Hình 24: Kết quả đo địa nhiệt tuyến Nậm Hẹ, huyện Điện Biên Đông (đới Sốt Cộp)



Hình 25: Tuyến địa nhiệt khu vực Ba Khe - H. Văn Chấn (đới NL - NB)





- *Tuyến địa nhiệt Noong Luống*: Tuyến này nằm ngay trong trũng Điện Biên. Tuyến có chiều dài xấp xỉ 3000 m với toạ độ phần trung tâm: $102^{\circ},9995 - 21^{\circ},3167$. Kết quả khảo sát đã phát hiện được một dị thường biên độ xấp xỉ $0,8^{\circ}\text{C}$ với bề rộng đến gần 800 m (hình 28). Dọc tuyến khảo sát tài liệu thăm dò điện cũng đã xác nhận đới phá huỷ trùng vào dị thường địa nhiệt với bề rộng cũng tương tự. Tại đây cũng đã tiến hành đo bằng cả phương pháp địa chấn, đứt gãy nêu trên cũng được cả phương pháp địa chấn phát hiện nhưng bề rộng đới phá huỷ có nhỏ hơn. Nhìn chung các tuyến địa nhiệt thực hiện trong đới Điện Biên - Lai Châu hầu hết phản ánh hiệu ứng nhiệt khá rõ. Đới đứt gãy này có nhiều bằng chứng hoạt động mạnh trong thời gian hiện tại, nên đặc điểm đường cong địa nhiệt có thể dùng làm ví dụ cho việc đánh giá hiệu ứng địa nhiệt của các đứt gãy hoạt động khác.

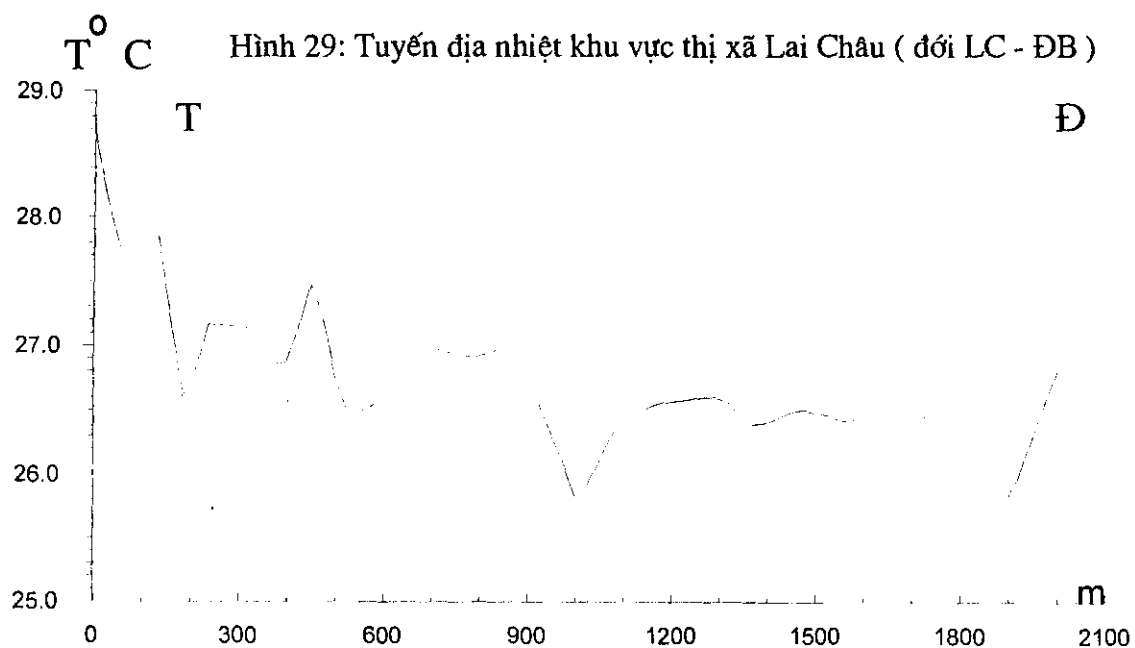
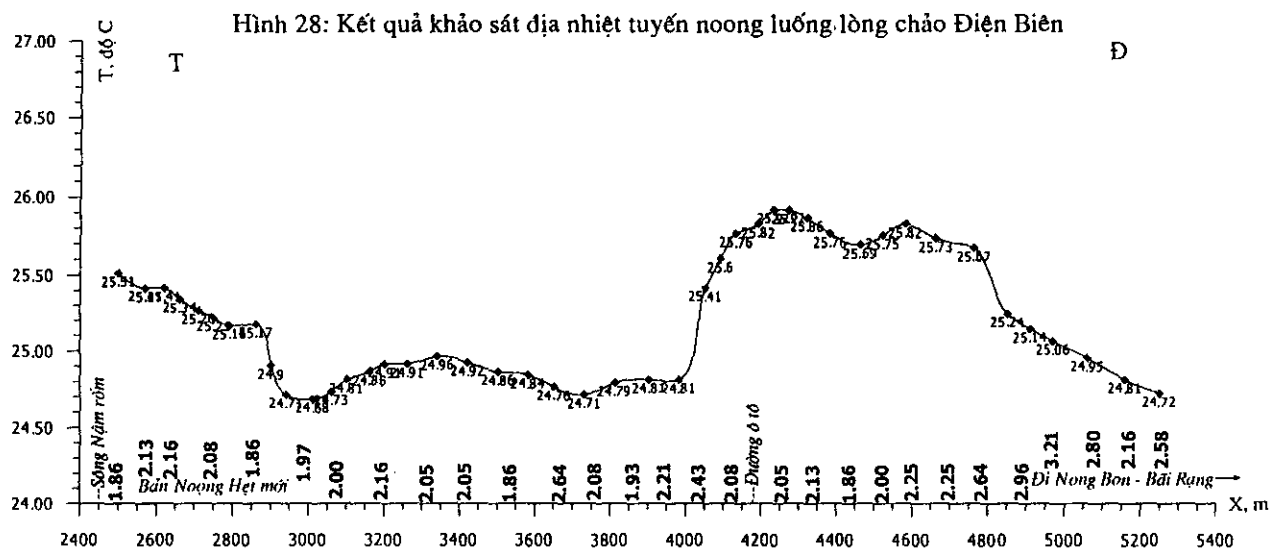
Trong đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu cũng có những tuyến địa nhiệt phản ánh không thật rõ ràng tính chất hoạt động của đứt gãy.

- *Tuyến địa nhiệt thị xã Lai Châu*: Tuyến này có phương á vĩ tuyến, cắt gần vuông góc với đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu. Tuyến dài 2100 m với toạ độ phần trung tâm tuyến là: $102^{\circ},1430 - 22^{\circ},0204$. Dọc theo tuyến quan sát bề mặt phần lớn được phủ bởi lớp đất đá Đệ Tứ, chiều dày thay đổi, có nơi chỉ vài ba mét, có nơi còn lộ ra. Thành phần chủ yếu của lớp này là: cuội, sỏi, cát, sét. Ở phần phía tây của tuyến đo, nằm dưới lớp phủ này là đất đá tuổi Trias, bậc Cacni (T_3k), thành phần chủ yếu gồm cát kết, bột kết, đá phiến. Phần phía đông của tuyến là đất đá hệ tầng Paham tuổi ($O_3 - D_1ph_2$). Thành phần vật chất của hệ tầng chủ yếu là phun trào bazơ, bột kết, tuf màu lục, đá phiến xericit, đá vôi, đá hoa.

Đường cong quan sát cho thấy, ở phần đầu tuyến giá trị nhiệt độ cao, chênh lệch với giá trị trung bình đến hơn $1,0^{\circ}\text{C}$, tại điểm 400 m cũng phát hiện được 1 dị thường kích thước nhỏ hơn, giá trị biên độ chỉ đạt $0,3 - 0,4^{\circ}\text{C}$ (hình 29). Tại điểm 1350 m, nơi tài liệu địa chất xác nhận đứt gãy chạy qua lại không thấy dị thường. Theo hiệu ứng nhiệt thì đứt gãy có thể phân bố dịch về phía tây ở phần đầu tuyến, nơi có giá trị cao về nhiệt độ, nhưng điều này chưa có các khảo sát khác xác nhận. Nếu liên kết với tài liệu địa chất và thừa nhận đứt gãy chạy qua khu vực điểm 1350 m thì đường cong địa nhiệt không phản ánh tính hoạt động tích cực của đứt gãy tại điểm này.

- *Đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên*: Trong phạm vi đới này đã thực hiện được 6 tuyến đo địa nhiệt, trong đó có đến 4 tuyến được tiến hành đồng thời cùng với cả thăm dò địa chấn.

- *Tuyến Bản Sục*: Tuyến này thuộc phạm vi xã Kim Đồng - huyện Thạch An - Cao Bằng. Tuyến có chiều dài 850 m, với toạ độ phần giữa tuyến là: $106^{\circ},3185 -$



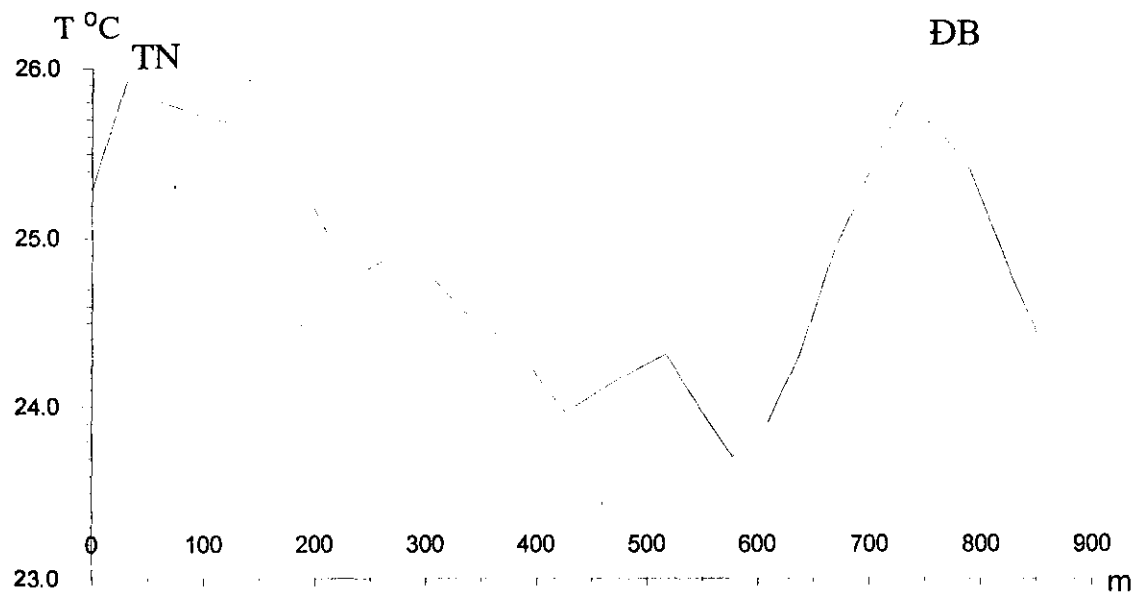
22⁰,5723. Mặt cắt địa chất dọc tuyến đo gồm lớp trên cùng là trầm tích Đệ Tứ, chủ yếu là cát, sét và đất trồng. Dưới lớp này là đất đá hệ tầng Sông Hiến (T₁₋₂sh₁) gồm chủ yếu là Riolit pocphia, cuội kết tuf, cát kết., phiến sét và đá vôi. Tại phần cuối tuyến ở mút đông bắc đất đá hệ tầng này lộ ra trên bề mặt. Theo đường cong quan sát trên tuyến có thể thấy hai dị thường: Dị thường thứ nhất rộng khoảng hơn 200 m từ điểm 30 m đến 250 m và dị thường thứ 2 rộng khoảng 200 m từ điểm 600 m đến điểm 800 m (hình 30). Trong đó dị thường thứ 2 có biên độ đạt đến 1,2⁰C và phản ánh rõ hơn hiệu ứng nhiệt trong đới đứt gãy đã được phát hiện theo tài liệu địa chất. Dị thường thứ nhất có thể phản ánh một bậc khác của đứt gãy.

- *Tuyến Thị xã Cao Bằng*: Tuyến này nằm ngay trên bờ sông Bằng Giang, trong phạm vi thị xã Cao Bằng, tọa độ phần giữa tuyến: 102⁰,2646 - 22⁰,6637. Tuyến có chiều dài hơn 900 m. Trên toàn tuyến bề mặt được phủ bởi lớp trầm tích Đệ Tứ gồm chủ yếu là cát, sét và đất trồng. Lớp bề mặt này trực tiếp phủ trên tầng trầm tích điệp Nà Dương tuổi Mioxen (N₁nd), với thành phần chủ yếu là cuội kết, sạn kết, đá phiến sét, sét than. Kết quả đo cho phép phát hiện một dị thường biên độ lớn hiếm có đến 1,7⁰C (hình 31). Bề rộng của đới theo dị thường địa nhiệt khoảng 230 m từ điểm 120 m đến 350 m. Tại vị trí này tài liệu địa chấn cũng phản ánh đới phá huỷ hẹp và sụt lún khá sâu. Dấu hiệu trên phản ánh tính hoạt động tích cực của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên tại đoạn khảo sát. Với biên độ dị thường địa nhiệt như đã nêu không loại trừ khả năng tồn tại nước nóng trong lòng đất.

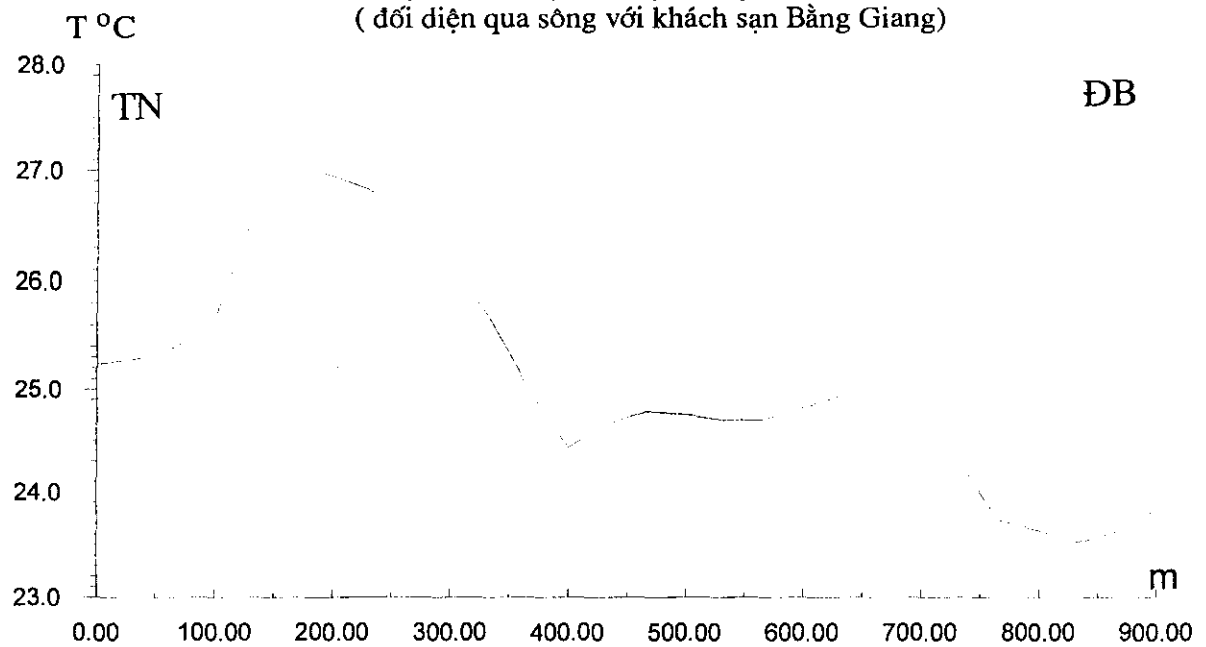
- *Các đới thuộc hệ thống đứt gãy vòng cung duyên hải*: Trong hệ thống này các tuyến địa nhiệt đo được thuộc hai đới đứt gãy Trung Lương và Đường 18. Trong đó 2 tuyến thuộc đứt gãy Trung Lương được tiến hành gần thị trấn Phố Đu - Thái Nguyên, và Hoàn Bồ - Quảng Ninh, trong phạm vi đới đứt gãy Đường 18 có 2 tuyến được thực hiện ở Uông Bí và Đông Triều đều thuộc Quảng Ninh. Kết quả khảo sát được mô tả trên số liệu 2 tuyến ở thị trấn Phố Đu và tuyến Uông Bí như sau:

- *Tuyến địa nhiệt Phố Đu*: Tuyến đo này có chiều dài đến 5250 m, với trung tâm có tọa độ: 105⁰,6793 - 21⁰,0569. Theo vị trí không gian thì tuyến đo này cắt qua đới đứt gãy Trung Lương tại ngay gần vùng thị trấn Phố Đu - Thái Nguyên. Dọc theo tuyến khảo sát từ tây sang đông, bề mặt phân bố đất phong hoá của hệ tầng Phú Ngũ tuổi (O - Spn₁), thành phần chủ yếu là đá phiến sét đen, cát bột kết, đá phiến silic, phiến sét vôi. Về phía đông của tuyến lộ ra trên bề mặt đất đá hệ tầng Thần Sa tuổi Cambri muộn (Є₃ts₁) mà thành phần chủ yếu là đá phiến sét màu xám đen, bột kết và cát kết phân lớp mỏng. Ở phần cuối tuyến khoảng gần 1000 m phát hiện được trầm tích Đệ Tứ gồm sét, cát, đất trồng phủ mỏng trên hệ tầng Thần Sa. Kết quả đo đạc cho phép

Hình 30: Tuyến địa nhiệt khu vực Bản Sục - Cao Bằng (đới CB - TY)



Hình 31: Tuyến địa nhiệt khu vực trong thị xã Cao Bằng (đới diện qua sông với khách sạn Bằng Giang)



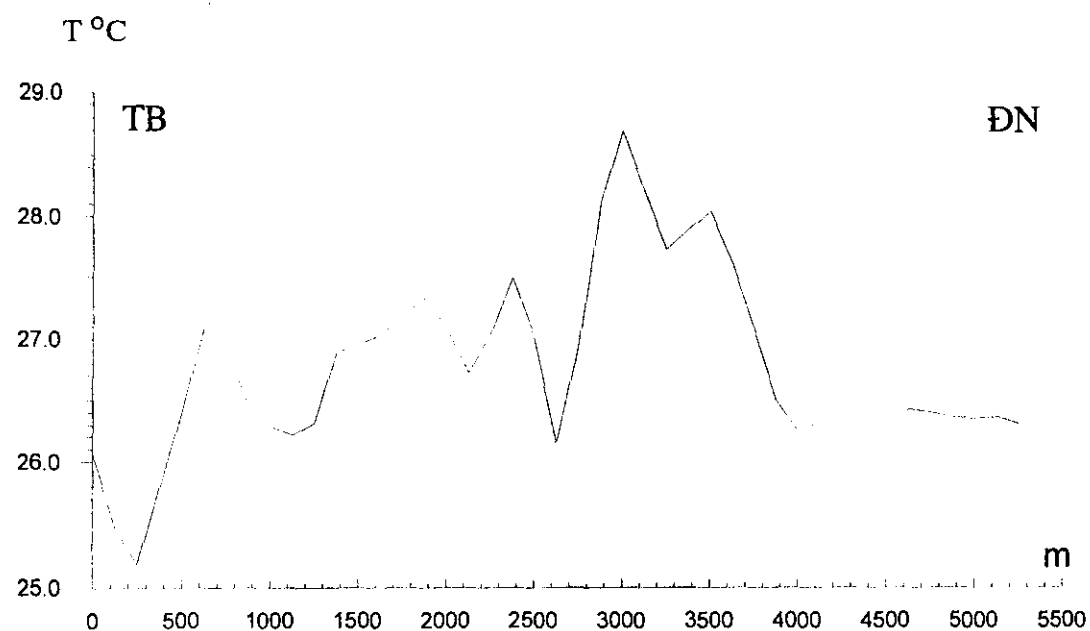
phát hiện một dị thường, có bề rộng đến xấp xỉ 1000 m từ điểm 2800 m đến 3800 m trên tuyến (từ bờ sông Đu về phía đông). Biên độ của dị thường cũng khá lớn đến $1,3^{\circ} - 1,4^{\circ}\text{C}$ (hình 32). Tại vị trí dị thường tài liệu địa chấn cũng xác nhận tồn tại 1 đới đứt gãy. Có lẽ sự nóng lên đáng kể của đới đứt gãy phản ánh tính hoạt động tích cực của đới đứt gãy này trong thời gian hiện tại. Các số liệu ghi động đất cũng xác nhận đới đứt gãy này cũng có hoạt động địa chấn không phải ở mức quá thấp.

- *Tuyến địa nhiệt Ưông Bí*: Tuyến này được tiến hành trong phạm vi đới đứt gãy Đường 18. Tuyến khảo sát dài gần 4000 m với toạ độ phân trung tâm là: $106^{\circ},6855 - 21^{\circ},0306$. Trên đường cong quan sát ta thấy phong chung của trường địa nhiệt là tương đối bình ổn, do vậy 2 dị thường phát hiện được có thể tin cậy được (hình 33). Dị thường thứ nhất phát hiện tại điểm từ điểm 100 m đến 350 m, dị thường thứ 2 từ điểm 950 m đến điểm 1350 m. Mặc dù bề rộng các dị thường nêu trên tương đối hẹp, chỉ hơn vài trăm mét đến 400 m nhưng biên độ khá lớn $0,9^{\circ}\text{C}$ cũng cho thấy hiệu ứng địa nhiệt tương đối cao trong đới này. Trong thực tế, đới đứt gãy này cũng như đứt gãy Đường 18 theo các tài liệu động đất, địa chất - địa mạo đã khẳng định tính hoạt động tích cực của nó trong tân kiến tạo và hiện đại.

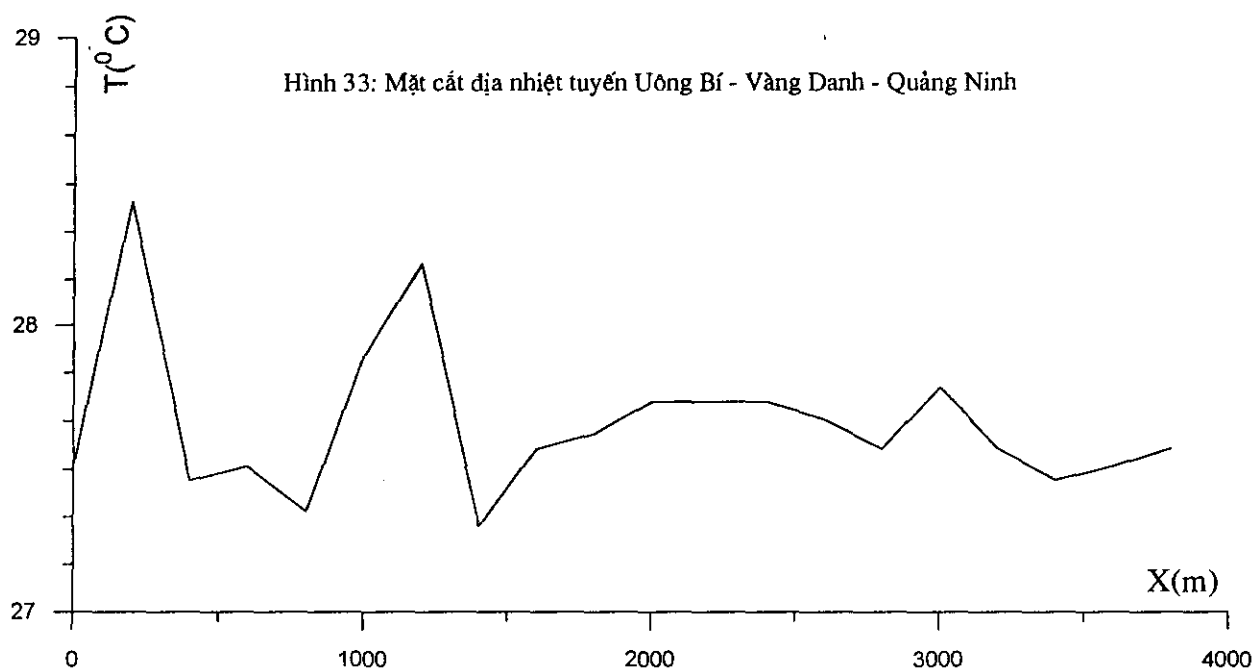
- *Tuyến Hoàn Bồ - Bãi Cháy*: Tuyến này thuộc phạm vi của đới đứt gãy Trung Lương chạy dài gần 4000 m từ Hoàn Bồ đến Bãi Cháy. Toạ độ phân giữa tuyến là: $107^{\circ},0397 - 21^{\circ},0569$. Kết quả đo cho thấy, đường cong mấp mô gợn sóng xung quanh giá trị trung bình với độ lệch đến $0,5^{\circ} - 0,6^{\circ}\text{C}$ nên rất khó đánh giá hiệu ứng nhiệt ở đây do đối tượng nào gây ra (hình 34). Ở phần cuối tuyến tại lân cận điểm 3500 m, giá trị nhiệt độ vọt cao hơn hẳn so với giá trị trung bình, tuy nhiên tại đây tuyến đo cũng không quan sát được trọn vẹn cả dị thường. Với kết quả đo như trên có thể thấy đường cong địa nhiệt không phản ánh rõ tính hoạt động của đứt gãy. Tương tự như tuyến đo này, một số tuyến ở vùng Chí Linh - Hải Dương cũng có đường cong quan sát mấp mô gợn sóng không biểu hiện rõ tính hoạt động của đứt gãy Đường 18 [3].

- *Đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương*: Dọc đới đứt gãy vòng cung này còn ít được khảo sát. Tuyến địa nhiệt tiến hành trong đới ở địa phận xã Vĩnh Quang - Bảo Lạc - Cao Bằng. Tuyến dài 1100 m chạy qua bản Nà Luông với toạ độ điểm gần giữa tuyến: $105^{\circ},5673 - 22^{\circ},9318$. Đường cong quan sát cho thấy, dọc theo tuyến phát hiện được 3 dị thường địa nhiệt tuy kích thước không lớn nhưng giá trị biên độ lại tương đối lớn. Dị thường thứ nhất bắt gặp tại điểm 130 m, rộng khoảng 70 m, biên độ đạt $1,2^{\circ}\text{C}$, dị thường thứ 2 phát hiện được tại điểm 420 m bề rộng xấp xỉ 120 m, nhưng biên độ nhỏ hơn khoảng $0,7^{\circ}\text{C}$, dị thường thứ 3 phát hiện được tại điểm 900 m có bề rộng 130 m và biên độ đạt đến $1,3^{\circ}\text{C}$ (hình 35). Dưới các dị thường này tài liệu địa chấn cũng đã xác nhận tồn tại các đới phá huỷ ngay trong các lớp gần bề

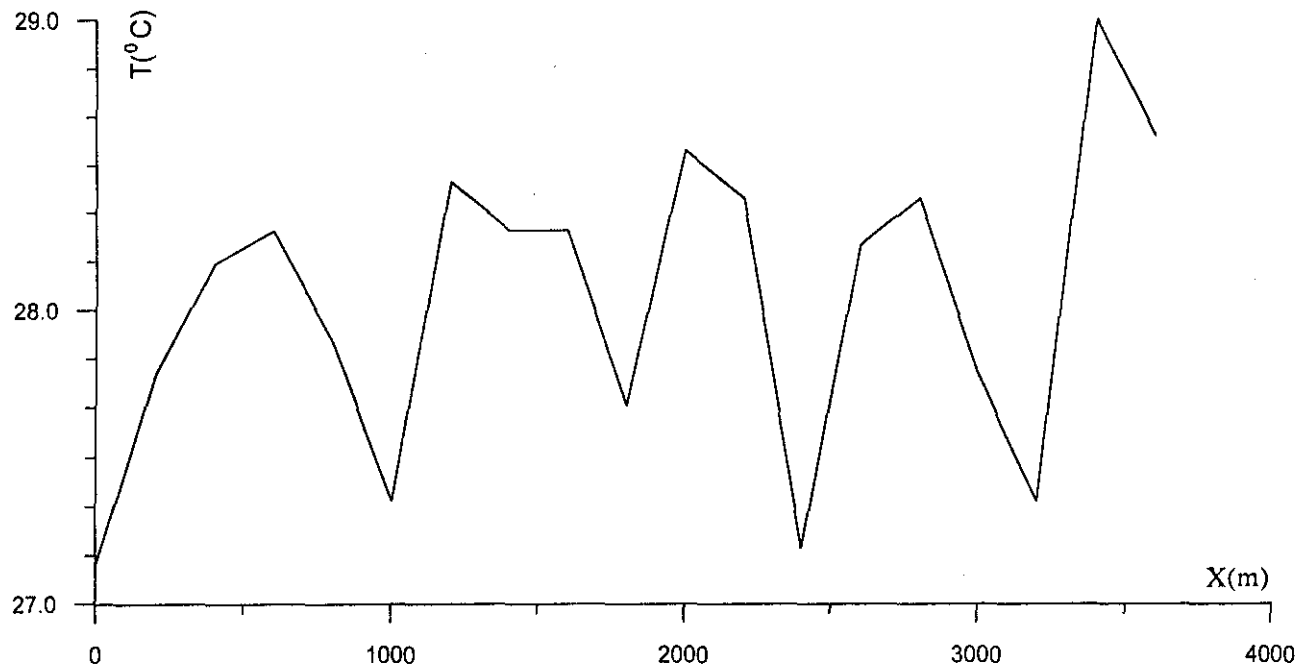
Hình 32: Tuyến địa nhiệt khu vực thị trấn Phố Đu - H. Phú Lương (đối YM - PL)



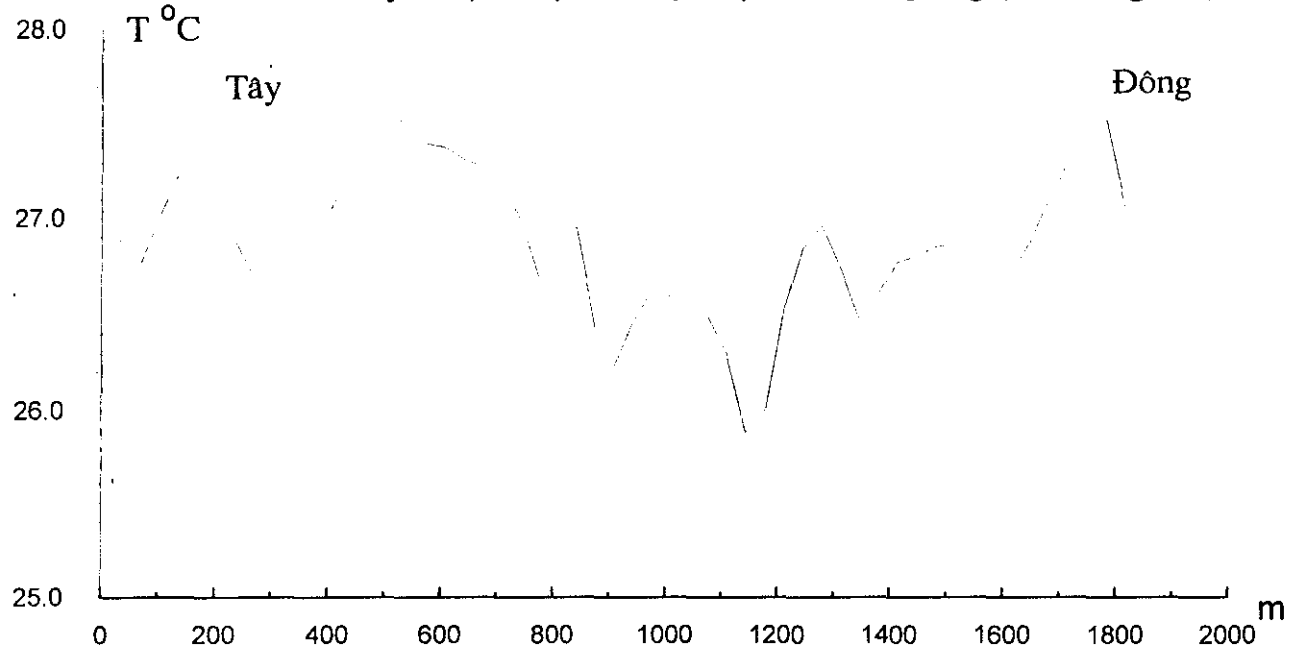
Hình 33: Mặt cắt địa nhiệt tuyến Ưông Bí - Vàng Danh - Quảng Ninh



Hình 34: Mặt cắt địa nhiệt tuyến Hoàn Bồ - Bãi Cháy, Quảng Ninh



Hình 35: Tuyến địa nhiệt khu vực thị trấn Bắc Quang (đối Sông Lô)



mặt. Hiệu ứng địa nhiệt như trên là biểu hiện của đới đứt gãy hoạt động khá tích cực.

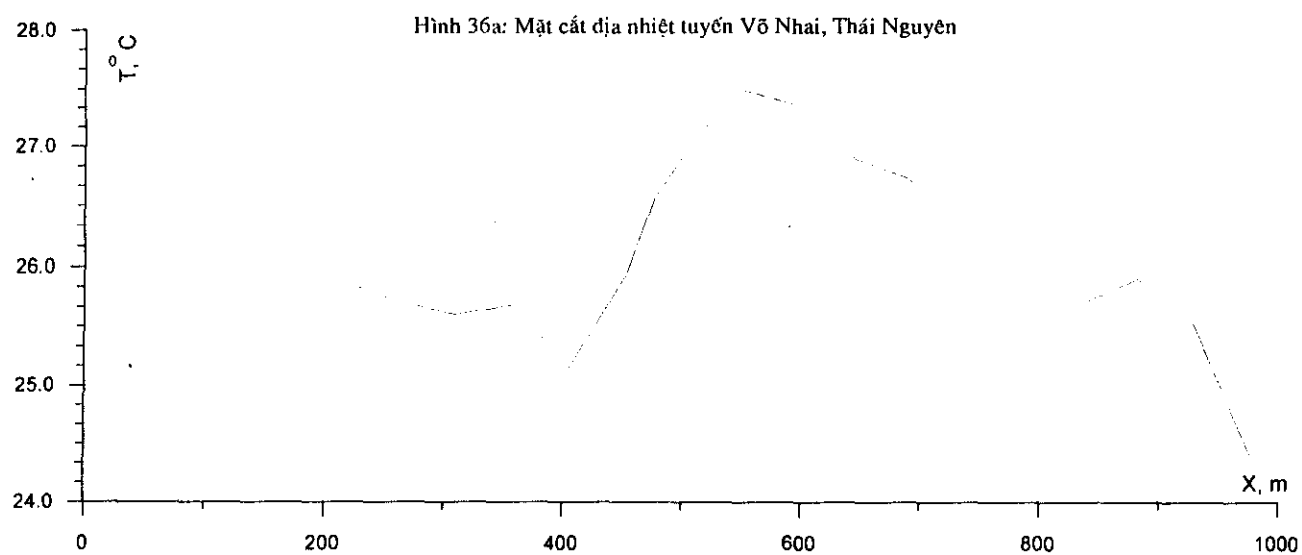
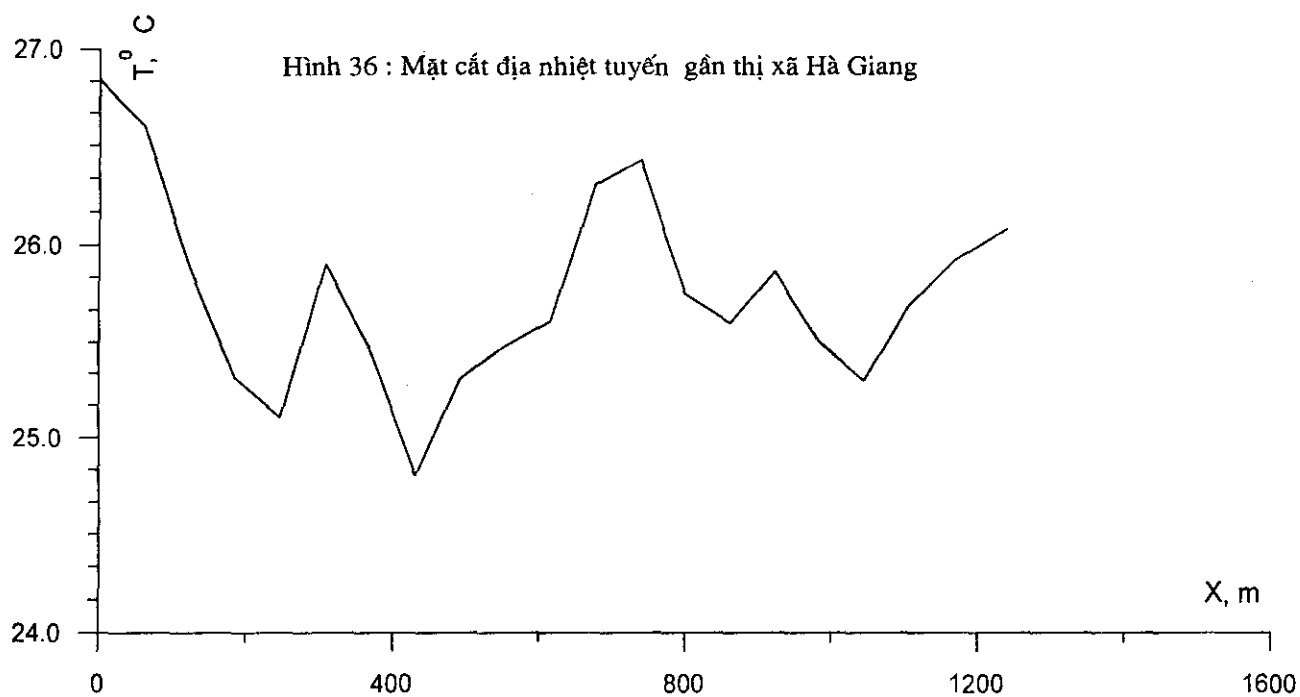
- **Đới đứt gãy Sông Đáy:** Đới vòng cung này gần song song và nằm về phía tây đới Yên Minh - Phú Lương nêu trên. Trong đới này khảo sát địa nhiệt được tiến hành tại khu vực tây bắc thị xã Hà Giang khoảng 6 km. Tuyến có chiều dài 1200 m, tọa độ phần trung tâm là: $104^{\circ}8,433 - 22^{\circ}36,41$. Trong lát cắt địa chất ở phần tây nam của tuyến trầm tích Đệ Tứ gồm cát, sét và mùn thực vật phủ trực tiếp lên hệ tầng Chiêm Hoá, (PR_2ch_2), thành phần chủ yếu là đá vôi silic, đá vôi kết tinh. ở phần đông bắc của tuyến lớp lót đáy tầng Đệ Tứ lại là trầm tích hệ tầng Hà Giang tuổi Cambri trung (ϵ_2hg_2), gồm chủ yếu đá hoa và đá sét vôi.

Đường cong địa nhiệt thu được khá phức tạp nhưng có lẽ rõ nhất là dị thường tại điểm từ 700 - 800 m (hình 36). Các vị trí khác tuy có cực đại nhưng giá trị cũng chỉ quanh giá trị trung bình. Tại phần đầu tuyến nhiệt độ cũng tăng cao, có lẽ phản ánh bậc khác của đứt gãy. Riêng dị thường tại điểm 800 m phản ánh khá tốt đới đứt gãy phát hiện được theo tài liệu địa chất. Đáng lưu ý là trong đới đứt gãy tại khu vực Hà Giang, cũng gần vùng đo địa nhiệt mạng trạm động đất K2 của Viện Địa chất cũng đã ghi được đến 5 trận động đất nhỏ xảy ra trong đới đứt gãy này vào năm 1997 và 1998. Như vậy đới này vẫn hoạt động tích cực ở giai đoạn hiện nay. Các dị thường địa nhiệt như trên chắc biểu hiện của hiệu ứng nhiệt do hoạt động của đứt gãy sinh ra.

Các quan sát địa nhiệt còn được tiến hành ở một số vùng khác, trong một số đới đứt gãy đã mô tả hoặc một số đứt gãy có kích thước nhỏ hơn không được mô tả hết trong báo cáo. Nhìn chung chúng cũng cho phép ta liên hệ với các biểu hiện hoạt động trẻ, thông qua liên kết với các tài liệu khác như đo xạ khí Radon, động đất, đo địa chấn và thăm dò điện cũng như các kết quả khảo sát về địa chất - địa mạo trong các vùng có tiến hành khảo sát.

Có thể nói, nhiều tuyến quan sát cho thấy hiệu ứng nhiệt trong các đứt gãy hoạt động tân kiến tạo và hiện đại biểu hiện khá rõ thông qua giá trị biên độ và hình dạng khác biệt của các dị thường. Tuy nhiên theo kết quả đo cũng còn một số tuyến không phản ánh được sự khác biệt rõ ràng của dị thường địa nhiệt trong các đới đứt gãy tân kiến tạo và hoạt động hiện đại.

Ngoài các đới đứt gãy tân kiến tạo lớn như trên, các khảo sát địa nhiệt còn được tiến hành trên một số đứt gãy có kích thước nhỏ hơn như đứt gãy Hà Quảng, đứt gãy kinh tuyến Trà Lĩnh - Cao Bằng, đứt gãy kinh tuyến Bát Bạt - Hoà Bình, đứt gãy á vĩ tuyến Bình Hẻm - Hoà Bình. Kết quả đo đạc ở các đới đứt gãy nêu trên phần lớn phản ánh hiệu ứng địa nhiệt khá cao so với xung quanh. Nhiều kết quả khảo sát được xác nhận bởi các tài liệu địa chất - địa vật lý khác, tài liệu động đất và đo xạ khí Radon.



3.2. Kết quả khảo sát các đới phá huỷ kiến tạo biểu hiện ngay gần bề mặt bằng phương pháp thăm dò điện và địa chấn nông.

Kinh nghiệm ở những nước được đầu tư nghiên cứu nhiều về đứt gãy hoạt động cho thấy rằng, rất nhiều đứt gãy hoạt động mạnh trong thời kỳ Pleistocen muộn trở lại đây có biểu hiện hoạt động trong thời gian hiện tại [11]. Mặc dù biểu hiện tồn tại các đới phá huỷ đứt gãy gần ngay bề mặt không hẳn chỉ liên quan đến hoạt động từ Pleistocen trở lại đây nhưng đặc điểm này cũng phản ánh dấu vết của các hoạt động trẻ. Đây cũng là dấu hiệu phản ánh có nhiều khả năng tiếp tục hoạt động cho đến ngày nay của các hệ thống đứt gãy. Đặc biệt các đới phá huỷ này nằm ngay trong vùng có thêm biểu hiện dịch chuyển biến dạng hiện đại theo các dấu hiệu địa mạo hoặc kết quả quan sát, đo đạc khác.

Ngoài tìm kiếm dấu hiệu liên quan với đứt gãy hoạt động bằng xác định các đới phá huỷ thể hiện trong lớp gần ngay bề mặt, kết quả nghiên cứu theo hướng này cũng cho ta khả năng chính xác hoá thêm vị trí phân bố không gian của các hệ thống đứt gãy và phần nào cả tính chất vật lý của các loại đất đá gần bề mặt, cũng như tạo thêm nguồn số liệu liên kết với các kết quả nghiên cứu khác làm tăng độ tin cậy của các loại tài liệu cùng nghiên cứu một đối tượng.

Trong khuôn khổ của đề tài này, công tác thăm dò điện và địa chấn chỉ tập trung khảo sát một số tuyến ở tỉnh Lai Châu, Hoà Bình và tỉnh Cao Bằng (hình 8). Các tuyến khảo sát xung quanh khu vực Điện Biên được tiến hành trong phạm vi đới đứt gãy kinh tuyến Lai Châu - Điện Biên, đứt gãy Sốp Cộp - Lang Chánh. Các tuyến thăm dò điện và địa chấn tiến hành trên lãnh thổ tỉnh Hoà Bình được thực hiện trong phạm vi các đới đứt gãy Sông Đà, Mường La - Chợ Bờ, Nghĩa Lộ - Ninh Bình.

Tại địa phận tỉnh Cao Bằng các tuyến khảo sát bằng phương pháp địa chấn được tiến hành trong phạm vi các đới đứt gãy: Yên Ninh - Phú Lương, nhiều nhất là đới Cao Bằng - Tiên Yên. Ngoài ra, còn một số tuyến được thực hiện trong đới đứt gãy Hà Quảng tại phần đông bắc Cao Bằng và một số tuyến cắt qua các đới đứt gãy khác có kích thước nhỏ hơn.

Nhìn chung các tuyến khảo sát địa chấn và thăm dò điện đều phát hiện được các đới phá huỷ, nhiều đới bị phá huỷ ngay trong lớp đất gần ngay bề mặt.

3.2.1. Kết quả khảo sát địa chấn và thăm dò điện tại khu vực Điện Biên - Lai Châu.

Trong phạm vi đới đứt gãy Sốp Cộp – Lang Chánh tại khu vực Điện Biên đã tiến hành đo 2 tuyến địa chấn ở bản Mường Nhà, toạ độ $103^{\circ},163322 - 21^{\circ},899622$ và tuyến Núa Ngam, toạ độ: $103^{\circ},09799 - 21^{\circ},208196$.

- Tuyến địa chấn Mường Nhà:

Kết quả phân tích cho thấy, mặt cắt địa chấn ở đây gồm 3 lớp rõ rệt (hình 37). Đứt gãy được phản ánh bằng sự khác biệt về vận tốc truyền sóng trong cả 3 lớp. ở cánh phía nam vận tốc chỉ đạt $v_1 = 330 - 500$ m/s trong lớp thứ nhất, lớp thứ 2 có $v_2 = 1250$ m/s, lớp thứ 3 có $v_3 = 2600 - 3000$ m/s. Ở cánh phía bắc trong cả 3 lớp vận tốc cao hơn hẳn phản ánh nền đất rắn chắc hơn hẳn cánh phía nam, trong đó $v_1 = 700 - 1000$ m/s, $v_2 = 1200$ m/s và $v_3 > 5000$ m/s. Đáng lưu ý là bề mặt đá gốc ở cánh phía bắc nâng cao khoảng từ 5 – 10 m so với cánh phía nam. Bức tranh tương tự như trên cũng được lặp lại ở tuyến khảo sát tại Núi Ngam .

Dọc theo đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu phương pháp địa chấn cũng được tiến hành trên 2 tuyến cắt qua lòng chảo Điện Biên tại Noong Luống: Tuyến này có toạ độ: $102^{\circ},9995$, $21^{\circ},32184$. Mặt cắt địa chấn ở đây cũng thể hiện bằng 3 lớp, nhưng đây là vùng phủ khá dày nên lớp thứ 3 vẫn nằm trong lớp trầm tích (hình 38). Giá trị vận tốc tương đối ổn định trên toàn tuyến trong đó lớp thứ nhất có vận tốc $v_1 = 500 - 700$ m/s, $v_2 = 1500 - 1700$ m/s, $v_3 = 2000$ m/s. Vận tốc trong lớp đá gốc phản ánh trong băng sóng địa chấn ở vùng rìa đạt hơn 3200 m/s. Đứt gãy được phát hiện bằng dấu hiệu sụt lún mạnh trong lớp thứ 2 và thứ 3, tại đây vận tốc truyền sóng cũng giảm nhưng không nhiều do tầng phá huỷ này nằm trong trạng thái bão hoà nước.

- *Tuyến địa chấn Bản Lĩnh:* tuyến này cũng được tiến hành trong phạm vi của đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu. Toạ độ phần trung tâm tuyến : $103^{\circ},03726 - 21^{\circ},5937$. Kết quả phân tích tài liệu cho thấy, tuyến này cũng gồm 3 lớp như ở Noong Luống, trầm tích phủ đôi chỗ còn dày hơn. Đới đứt gãy phản ánh bằng sự sụt lún đáng kể trong lớp phủ, giá trị vận tốc tại vùng đứt gãy cũng có giảm so với xung quanh tuy không nhiều (hình 39).

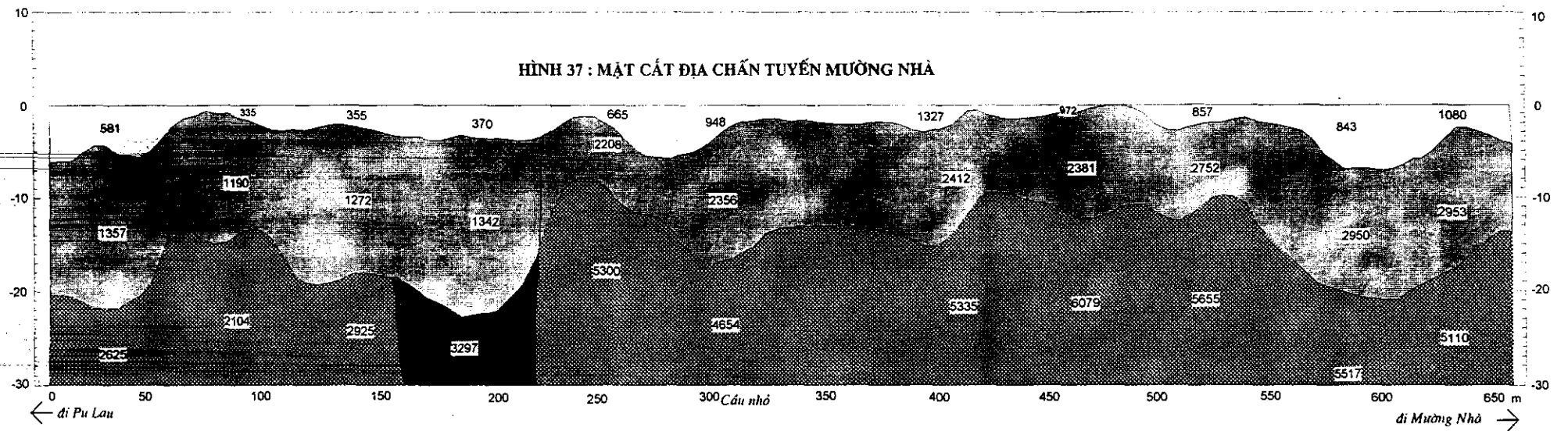
Ngoài các tuyến đo địa chấn nêu trên trong phạm vi đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên cũng đã tiến hành đo 2 tuyến thăm dò điện tại khu vực Thanh Bình và xã Noong Luống đều thuộc phạm vi của lòng chảo Điện Biên.

- *Tuyến thăm dò điện Thanh Bình và Noong Hẹt:*

Tuyến này có toạ độ tại khu trung tâm là: $102^{\circ},9995 - 21^{\circ},87319$. Tuyến này chạy vuông góc với chiều dài gần 3000 m. Tuyến Noong Luống nằm ở phía nam tuyến này có chiều dài 2600 m với toạ độ trung tâm tuyến là: $102^{\circ},9979 - 21^{\circ},31777$.

Theo kết quả phân tích thì phân bố điện trở suất theo chiều sâu không có tính phân lớp ngang, chứng tỏ lớp phủ trong thung lũng bị phân cắt mạnh. Từ bề mặt tới độ sâu 35 – 45 m giá trị điện trở suất tương đối thấp, đặc trưng cho lớp phủ trầm tích bỏ rời trong vùng trũng và đất phong hoá triệt để ven rìa thung lũng. Đoạn giữa thung lũng từ rìa đông sông Nậm Rốm đến khoảng trung tâm thung lũng (từ mốc

HÌNH 37 : MẶT CẮT ĐỊA CHẤN TUYẾN MUỜNG NHÀ

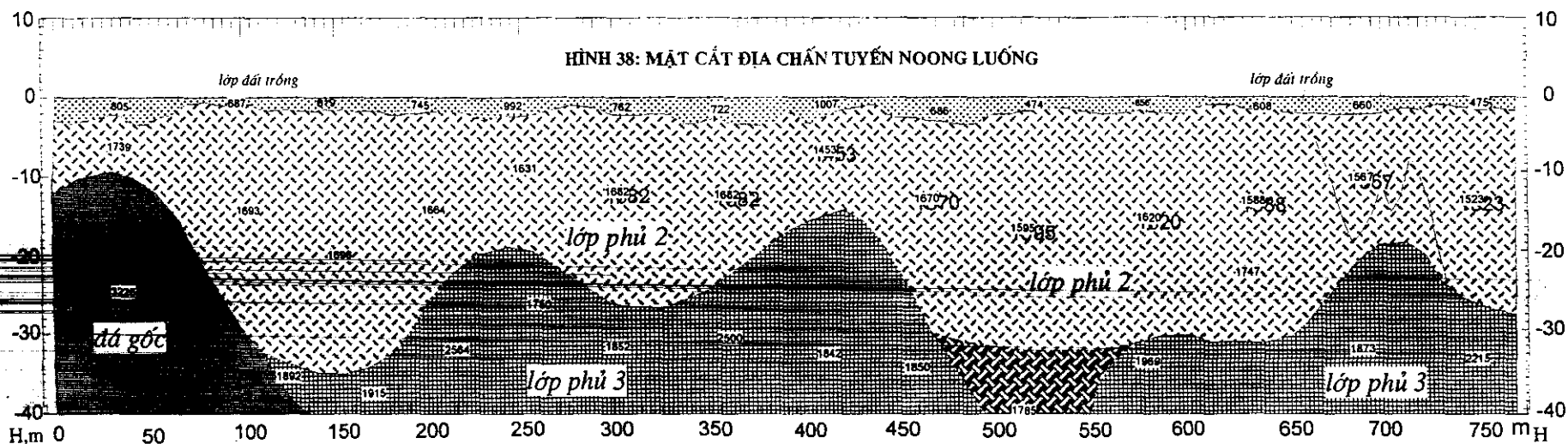


CHÚ GIẢI:

1342

Tốc độ truyền sóng địa chấn m/s

Đới phá huỷ phát hiện theo địa chấn



lk 13

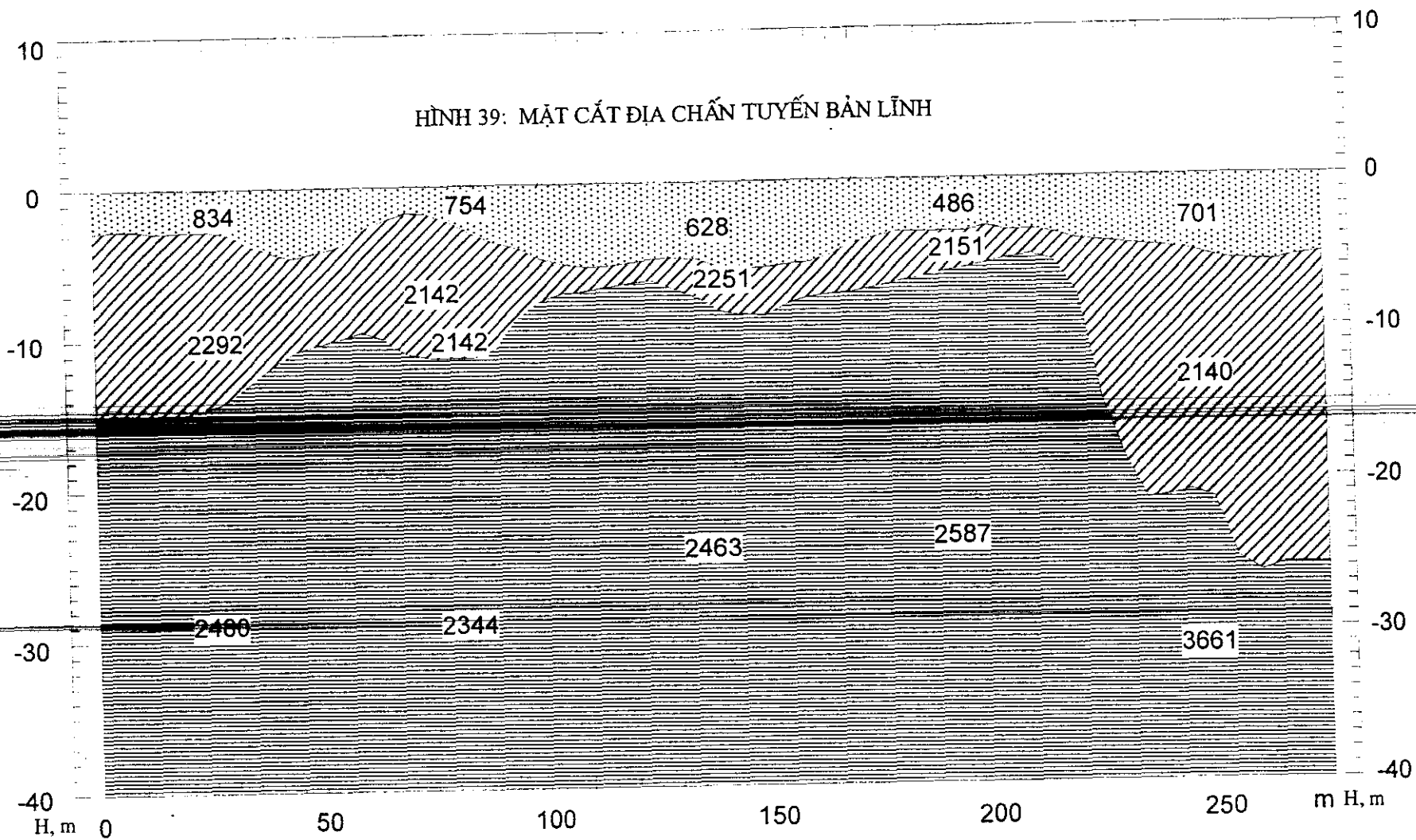
CHÚ GIẢI:

1464

Tốc độ truyền sóng địa chấn m/s



Đội phá huỷ phát hiện theo địa chấn



CHÚ GIẢI:

2344

Tốc độ truyền sóng m/s



Đối phá hủy theo tài liệu địa chấn

575 m đến 1375 m trong lát cát) phần dưới lát cát giá trị điện trở suất giảm và phát triển xuống sâu phản ánh cấu trúc sụt lún nền đá gốc và được lấp đầy bằng trầm tích trẻ gắn kết yếu. Đoạn này như một địa hào nằm giữa 2 đứt gãy chạy qua 2 rìa vùng trũng với chiều rộng đạt đến xấp xỉ 800 m. Sự phân dị trong lát cát điện trở suất phản ánh tính chất phân đới dọc theo phương vuông góc với trục thung lũng. Những đới điện trở suất cao phản ánh đá gốc nguyên khối rắn chắc phân bố ở rìa đông của thung lũng (hình 40a,40b).

Dọc lát cát trên cả 2 tuyến theo dấu hiệu thay đổi điện trở suất có thể dự đoán rằng, khoảng từ mốc 175 m đến 370 m (tuyến Noọng Hẹt) và 265 m đến 550 m (tuyến Noong Luống) tồn tại một đới phá huỷ có khả năng ngậm nước. Tính chất này cũng lặp lại ở đoạn cuối tuyến từ mốc 1775 m – 2575 m (tuyến Noọng Hẹt) và 1550 m – 2175 m (tuyến Noong Luống). Như vậy tài liệu đo điện cát qua thung lũng Điện Biên cho phép phát hiện 2 vùng đá gốc dập vỡ: đới thứ nhất có chiều rộng khoảng 200 – 260 m nằm ngay trong vùng sông Nậm Rốm chảy qua, đới thứ 2 phản ánh đứt gãy sườn phía đông thung lũng có bề rộng lớn hơn, có nơi đạt xấp xỉ 800 m.

Phân tích đặc điểm cấu trúc có thể thấy đới phá huỷ sườn đông không những có bề rộng lớn hơn, mà tính phân dị về điện trở suất so với xung quanh cũng rõ rệt hơn, chiều sâu phát triển cũng lớn hơn. Theo kinh nghiệm thì đới này bị dập vỡ mạnh hơn và khả năng chứa nước tốt hơn, có thể coi dấu hiệu này như biểu hiện hoạt động trẻ của đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu. Dấu hiệu trên cho thấy sườn đông có tính hoạt động mạnh hơn và cũng phù hợp với tài liệu địa mạo, địa chất động lực được tiến hành nghiên cứu ở đây.

Nhìn chung các tuyến đo địa chấn và thăm dò điện khu vực Điện Biên – Lai Châu đều phát hiện được các đới phá huỷ đứt gãy ẩn ngay trong lớp gần bề mặt. Các biểu hiện này bổ sung thêm dấu hiệu hoạt động trẻ của đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu, đới Sốp Cộp – Lang Chánh, đới Sông Mã và phần nào cũng nói lên mức độ hoạt động của chúng theo dấu hiệu và mức độ phá huỷ. Chẳng hạn đứt gãy Điện Biên – Lai Châu mặc dù động đất cực đại được đánh giá có cấp độ thấp hơn đới Sốp Cộp – Lang Chánh, Sông Mã và Sơn La đến hơn một cấp nhưng bề rộng đới phá huỷ ở vùng Điện Biên thì đới này có giá trị lớn hơn các nhánh của các đứt gãy nêu trên. Trong thực tế thì giai đoạn hiện đại đới Điện Biên – Lai Châu hoạt động địa chấn cũng như hoạt động kiến tạo được đánh giá có mức độ cao hơn [10,28,30].

3.2.2. Các khảo sát địa chấn và thăm dò điện trong phạm vi tỉnh Hoà Bình:

Các tuyến thăm dò điện và địa chấn phần lớn được tiến hành nhiều nhất trong phạm vi đới Sông Đà, tại các huyện Tân Lạc, Lạc Sơn và Mai Châu. Các tuyến khảo sát trong phạm vi đới Mường La – Chợ Bờ hầu hết tập trung tại lân cận thị xã Hoà

Bình và các tuyến khảo sát tại huyện Kim Bôi tập trung vào đới Nghĩa Lộ – Ninh Bình (hình 8).

Hầu hết các tuyến khảo sát đều phát hiện được đới phá huỷ của đới đứt gãy ngay dưới lớp đất bề rời, trong đó một số mặt cắt như tại Dốc Cùn (đới Mường La – Chợ Bờ), Bình Hẻm – Lạc Sơn (đới Sông Đà), đèo Chồng Mâm – Kim Bôi (đới Nghĩa Lộ – Ninh Bình), nằm ngay trên đới phá huỷ là những điểm thường xuyên xảy ra nứt sụt đất và trượt lở đất. Đây cũng có thể coi là dấu hiệu trực tiếp liên quan đến hoạt động của đứt gãy trong thời kỳ hiện tại.

Ngoài ra, vùng Kim Bôi còn có biểu hiện xuất lộ nước khoáng nóng. Tài liệu thăm dò điện cũng đã xác nhận tại khu vực này đập vỡ mạnh xảy ra trong tầng đá đá vôi chứa nước khoáng.

- *Tuyến thăm dò địa chấn tại khu vực Dốc Cùn:* tuyến địa chấn ở đây được bố trí cắt gần vuông góc với đứt gãy Mường La – Chợ Bờ và đi qua khu vực Dốc Cùn, nơi đã nhiều lần xảy ra trượt lở đất lặp đi lặp lại. Kết quả khảo sát cho thấy lớp đất đá phong hoá bề rời dày từ 4 – 5 m đến 11 – 12m. Loại đất đá này dễ thấm nước làm giảm nhanh chóng lực liên kết, khi sườn dốc lớn cũng dễ bị trượt. Tuy nhiên khối trượt tại đây lại nằm trực tiếp trên phạm vi đới phá huỷ đứt gãy, phát hiện tồn tại ngay gần bề mặt và cả trong đá gốc (hình 41).

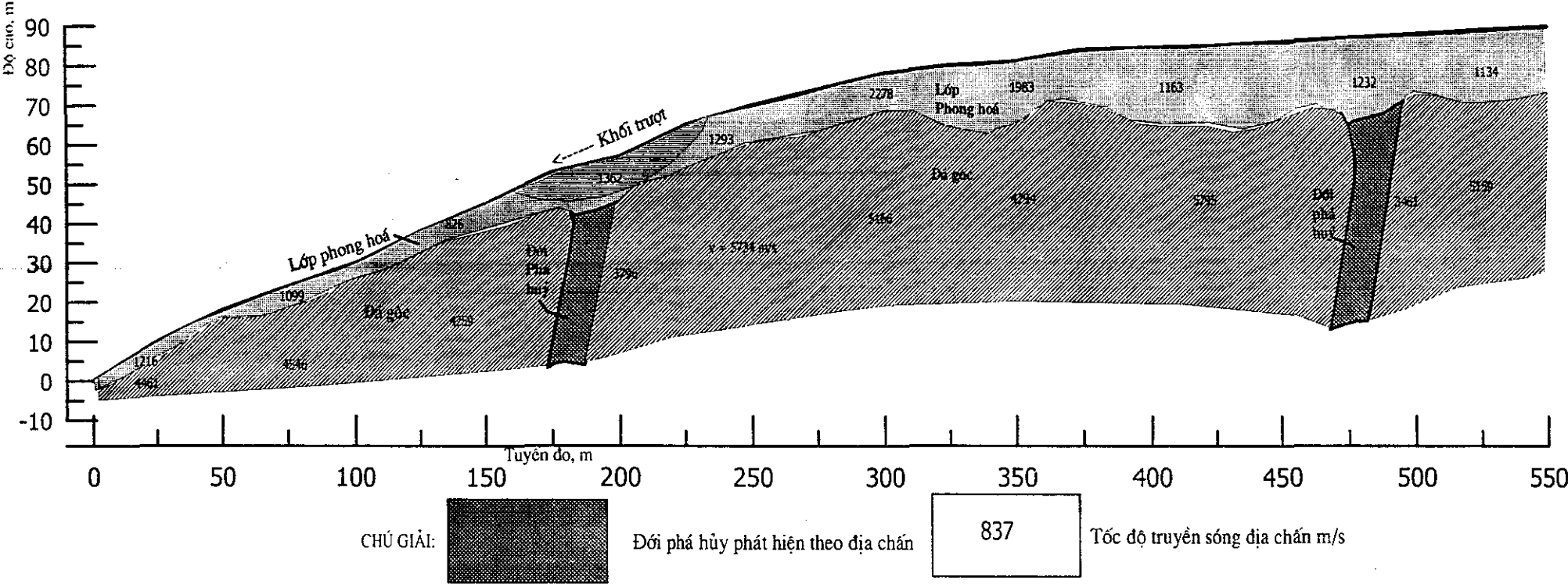
- *Tuyến địa chấn Bình Hẻm – Lạc Sơn:* Tại khu vực này nứt và sụt đất cũng thường xảy ra lặp đi lặp lại và làm ách tắc giao thông nhiều ngày trong nhiều mùa mưa lũ [23]. Mặt cắt địa chấn ở đây được phân thành 3 lớp: trên cùng là lớp đất đá bề rời, phong hoá triệt để, dày từ vài ba mét đến 11 – 12 m. Vận tốc truyền sóng dọc P thay đổi trong khoảng 815 m/s đến hơn 1000 m/s, lớp thứ 2 có nơi dày đến khoảng 30 m, vận tốc truyền sóng P thay đổi từ 1900 m/s đến 2700 m/s, lớp thứ 3 là đá gốc rắn chắc với vận tốc truyền sóng hơn 3000 m/s đến hơn 4000 m/s. Đáng lưu ý là tại điểm nứt đất thường xuyên đã phát hiện được đới phá huỷ tồn tại trong cả 3 lớp (hình 42). Điều này cho thấy nứt trượt ở đây không thể không có vai trò của hoạt động đứt gãy.

- *Tuyến địa chấn tại đèo Chồng Mâm – Kim Bôi:*

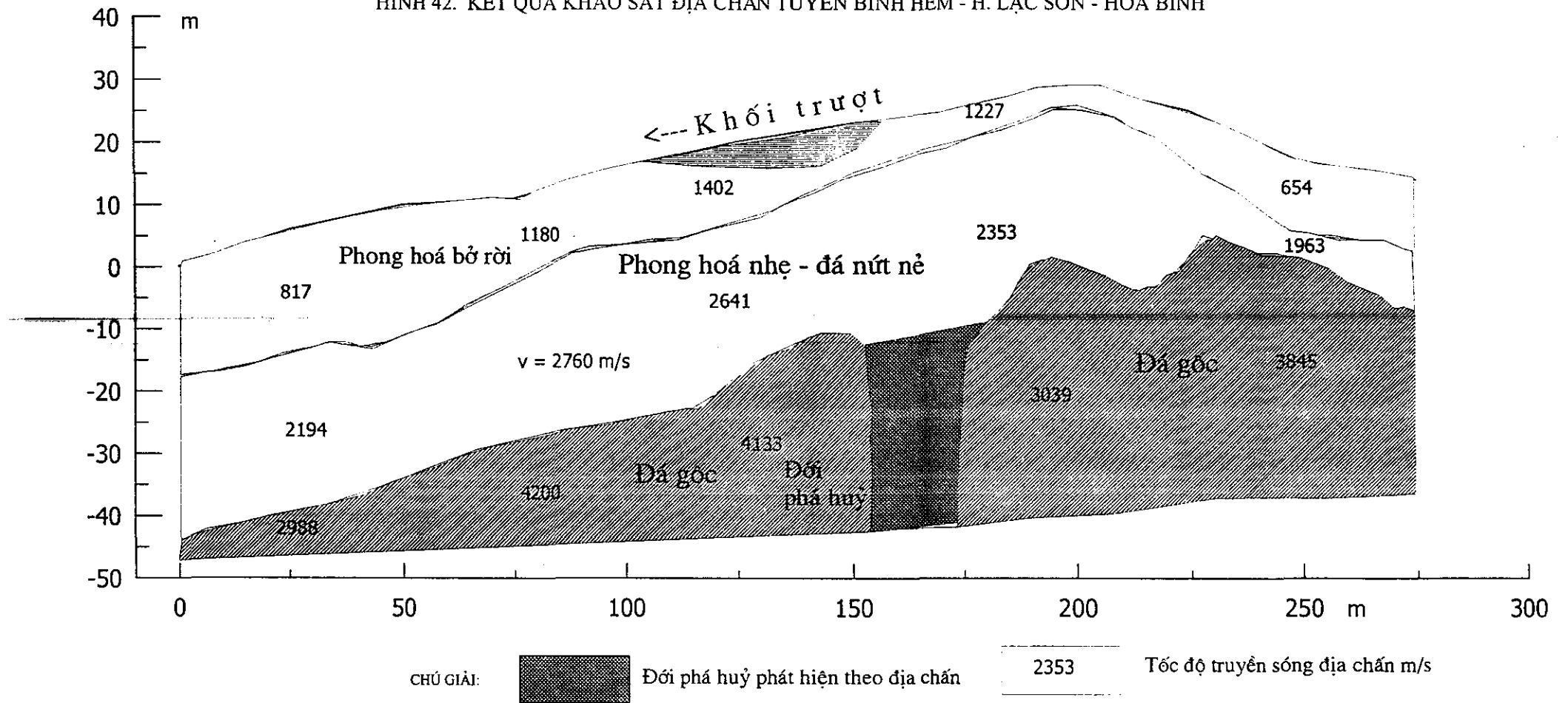
Bức tranh cũng tương tự như vậy trên tuyến địa chấn trong phạm vi đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình tại khu vực đèo Chồng Mâm - Kim Bôi (hình 43). Khối trượt cũng nằm ngay trên đới phá huỷ. Trong đới đứt gãy này tại gần điểm lộ nước khoáng nóng ở Kim Bôi, tuyến thăm dò điện ở đây cũng khẳng định đá vôi trong đới đứt gãy bị đập vỡ khá nhiều. Chính tại đây nước khoáng nóng xuất lộ từ đá gốc. Dấu hiệu này cũng trực tiếp cho thấy đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình tại đoạn Hoà Bình cũng đang tích cực hoạt động.

3.2.3. Các tuyến khảo sát địa chấn tại khu vực tỉnh Cao Bằng:

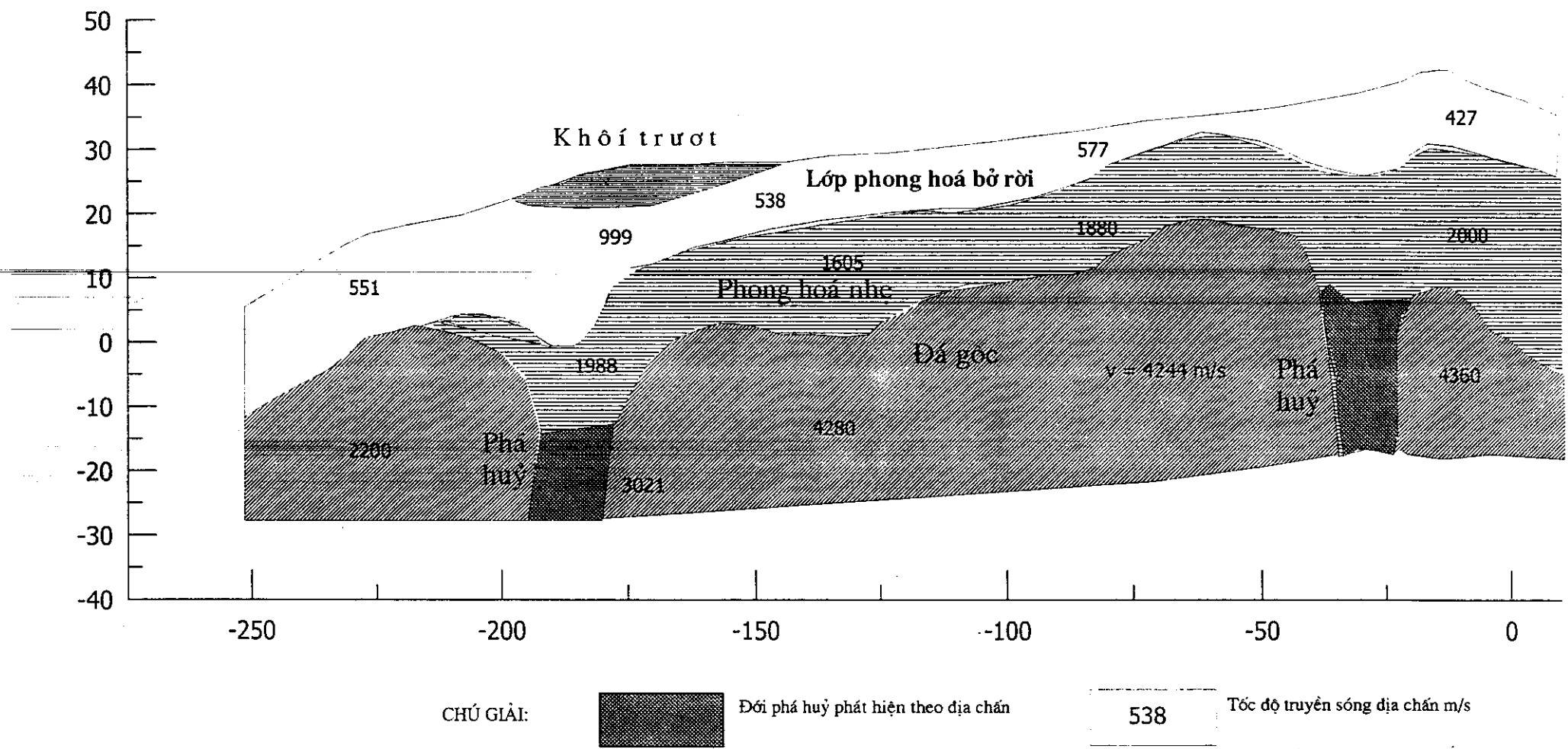
Hình 41: Mặt cắt địa chấn tuyến dọc Cun - Hoà Bình



HÌNH 42. KẾT QUẢ KHẢO SÁT ĐỊA CHẤN TUYẾN BÌNH HẸM - H. LẠC SƠN - HOÀ BÌNH



HÌNH 43. KẾT QUẢ KHẢO SÁT ĐỊA CHẤN TUYẾN ĐÈO CHỒNG MÂM - H. KIM BÔI



Như đã nêu trên, ở tỉnh Cao Bằng cũng đã tiến hành đo được một số tuyến địa chấn tập trung vào một số đới đứt gãy chính.

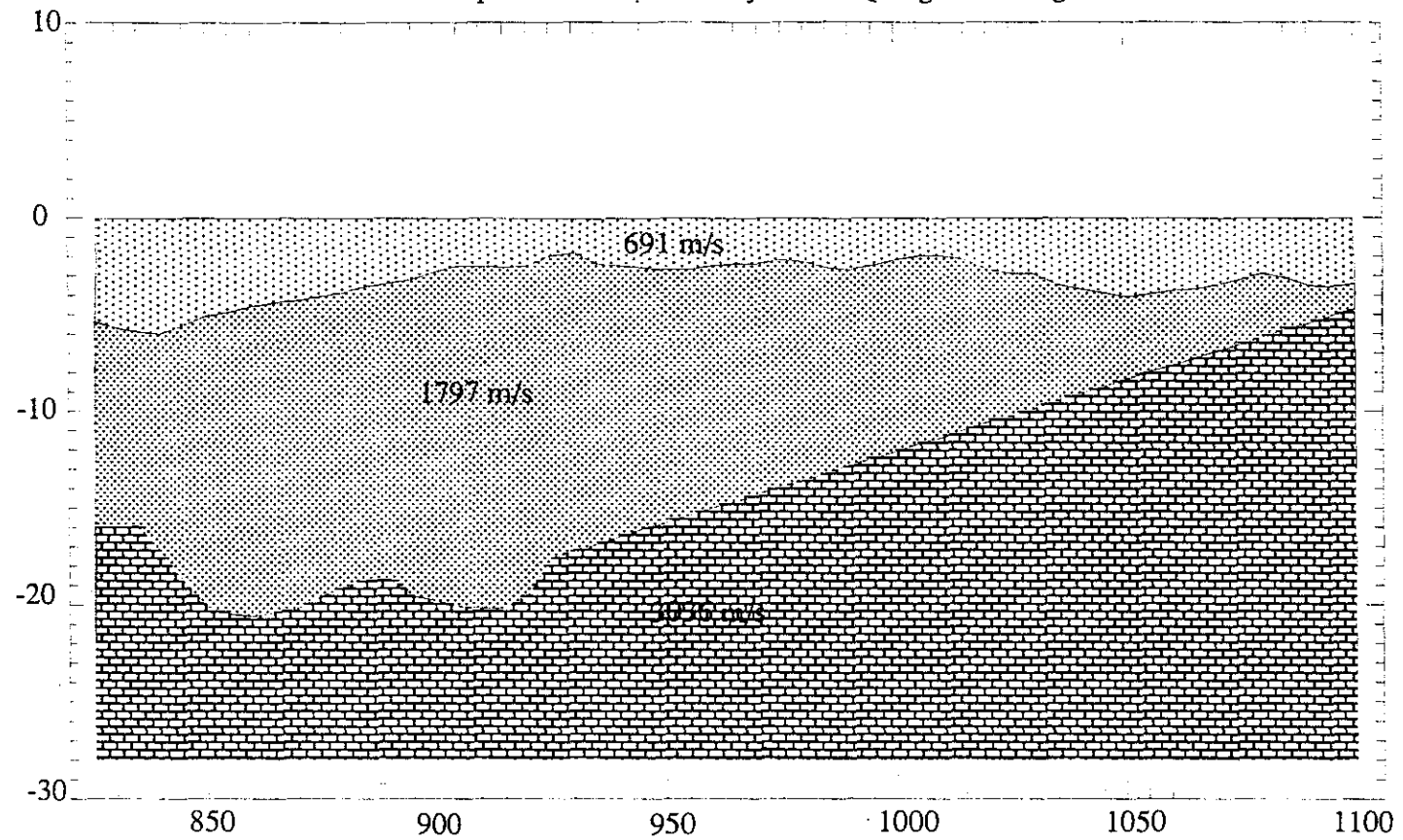
- *Tuyến địa chấn trong phạm vi đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương:* Tuyến này được tiến hành đo tại địa phận xã Vĩnh Quang - huyện Hoà An, dài khoảng 1000 m, cắt gần vuông góc với đứt gãy dự kiến. Lát cắt địa chấn ở đây gồm 3 lớp: Trên cùng là lớp đất bờ rời, dày khoảng từ 1 - 2 m đến 5 - 7 m với vận tốc sóng P thay đổi từ 500 m/s đến hơn 700 m/s. Lớp thứ 2 có bề dày thay đổi thất thường từ 5 - 6 m đến 17 - 18 m, vận tốc truyền sóng P cũng thay đổi trong khoảng 1500 m/s đến hơn 2100 m/s. Lớp thứ 3 tương đối rắn chắc là nền đá gốc, được phản ánh bằng giá trị vận tốc truyền sóng ít thay đổi hơn từ khoảng 2500 m/s đến hơn 3000 m/s (hình 44). Phân tích sự thay đổi địa hình các mặt ranh giới và đặc điểm của băng ghi trường sóng có thể thấy, dọc tuyến này có 3 đới phá huỷ: đới thứ nhất tại điểm 130 m trên tuyến, tương đối hẹp chỉ độ 40 m, biên độ sụt lún khoảng 6 - 7 m, đới thứ 2 phát hiện được khoảng gần giữa tuyến tại lân cận điểm 420 m, chiều rộng khoảng 80 - 90 m với biên độ sụt lún khá lớn đến trên 20 m, đới thứ 3 có bề rộng xấp xỉ 100 m phát hiện tại lân cận điểm 870 m, biên độ sụt lún khoảng từ 7 - 10 m. Các đới dập vỡ nêu trên cũng thể hiện khá rõ trên tài liệu địa nhiệt đã được trình bày ở phần trên.

- *Một vài tuyến địa chấn trong phạm vi đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên:*

Trong phạm vi đới này có đến 4 tuyến địa chấn được tiến hành trong lãnh thổ tỉnh Cao Bằng, tuy nhiên ta chỉ tập trung mô tả kết quả phân tích tài liệu trên tuyến Hưng Đạo do tính tương đồng trong cấu trúc của các tuyến. Tuyến có chiều dài 660 m thuộc địa phận xã Hưng Đạo - Hoà An. Mặt cắt địa chấn gồm 3 lớp rõ rệt. Lớp trên cùng là đất đá bờ rời chỉ dày từ một vài mét đến 5 - 6 m, với vận tốc truyền sóng từ 700 đến hơn 800 m/s. Lớp thứ 2 với vận tốc truyền sóng ít thay đổi khoảng xấp xỉ 2000 m/s, phản ánh tầng phong hoá chưa triệt để, có chiều dày trung bình khoảng 13 - 14 m. Đặc điểm của lớp này là phân cắt mạnh, sụt lún có nơi biên độ đạt đến xấp xỉ 15 m. Lớp thứ 3 là đá gốc, vận tốc truyền sóng cũng có tính phân dị cao thay đổi từ 2500 m/s đến hơn 3800 m/s. Phân tích lát cắt và băng sóng phát hiện đới phá huỷ rộng khoảng 150 m bắt đầu từ điểm 250 m trên tuyến. Đới này thể hiện bằng 3 đoạn sụt bậc tương đối cách đều nhau (hình 45). Vận tốc truyền sóng trong 2 lớp trên khác biệt không nhiều lắm nhưng trong đá gốc thì nhảy bậc khá cao từ 2400 m/s ở cánh đông bắc đến hơn 3500 m/s ở cánh tây nam. Theo dấu hiệu thì đứt gãy có góc dốc gần thẳng đứng. Đới đứt gãy này còn thể hiện khá rõ trên dị thường địa nhiệt biên độ lớn đến $1,3^{\circ}\text{C}$ đo được ở đây.

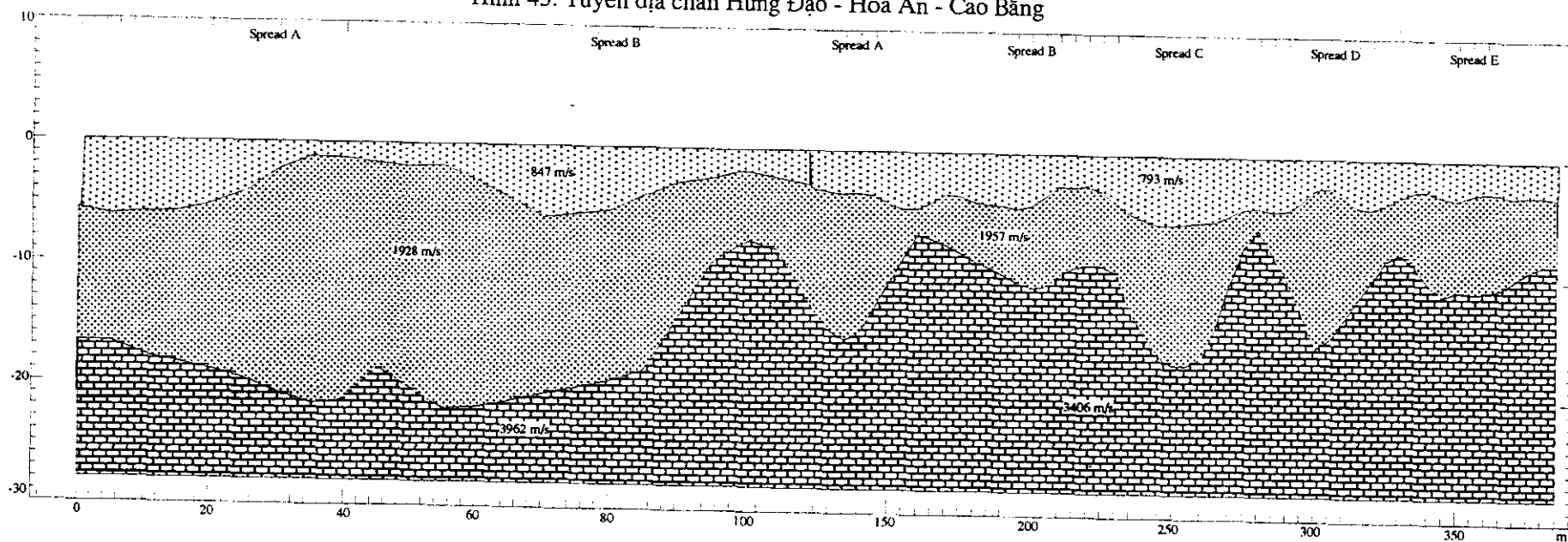
- *Kết quả trên một vài tuyến địa chấn trong đới đứt gãy sông Bắc Vọng:*

Hình 44: Kết quả khảo sát địa chấn tuyến Vinh Quang - Cao Bằng



CHÚ GIẢI: 3036 m/s Tốc độ truyền sóng địa chấn m/s

Hình 45: Tuyến địa chấn Hưng Đạo - Hoà An - Cao Bằng



CHÚ GIẢI:

847

Tốc độ truyền sóng địa chấn m/s

- **Tuyến Chí Viễn:** Tuyến đo được thực hiện trong địa phận xã Chí Viễn - Trùng Khánh, phương của tuyến 65^0 tức gần vuông góc với đứt gãy Quảng Hoà, dài 550 m. Kết quả khảo sát cho thấy mặt cắt địa chấn gồm hai khối, ngăn cách với nhau bằng một đứt gãy thể hiện rất rõ bằng sự thay đổi vận tốc truyền sóng. Trong phạm vi mỗi khối đều có 3 lớp: ở khối thứ nhất lớp đất đá bề mặt bờ rời có chiều dày khoảng 4 - 6 m, vận tốc truyền sóng 450 - 550 m/s, lớp thứ 2 chiều dày thay đổi mạnh hơn từ 5 - 6 m đến 12 - 13 m, vận tốc sóng P đạt từ 1300 m/s - 1850 m/s, lớp thứ 3 là đá gốc có vận tốc truyền sóng khoảng 2900 m/s - 3700 m/s. ở khối thứ 2 các lớp tương ứng đều có vận tốc cao hơn so với khối thứ nhất và lần lượt $v_1 = 980$ m/s - 1350 m/s, $v_2 = 4100$ m/s, $v_3 = 5330$ m/s. Đối phá huỷ rộng xấp xỉ 100 m khác biệt về vận tốc truyền sóng, phản ánh sụt lún mạnh của lớp thứ 2 (hình 46).

- **Tuyến Độc Lập - Hạ Lang:** Tuyến có chiều dài 770 m, phương của tuyến 45^0 cũng gần vuông góc với trục của đới đứt gãy Quảng Hoà tại điểm khảo sát. Kết quả phân tích tài liệu cho thấy, ngay ở đầu tuyến tồn tại đới phá huỷ đứt gãy phản ánh bằng sự sụt lún mạnh với biên độ đến xấp xỉ 30 m, bề rộng đới phá huỷ đến hơn 100 m. Trong mặt cắt địa chấn thì đới này cũng có vận tốc truyền sóng trong các lớp thấp hơn các lớp tương ứng ở khối bên phải còn lại.

Trong phạm vi tỉnh Cao Bằng còn khá nhiều tuyến khảo sát địa chấn không được mô tả ở đây. Nhìn chung các khu vực tiến hành khảo sát đều cho thấy các đới phá huỷ kiến tạo thuộc hệ đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên, hệ sông Bắc Vọng và hệ đứt gãy vòng cung Yên Minh - Phú Lương đều tồn tại ngay trong lớp phủ gần ngay bề mặt. Bề rộng của các đới phá huỷ trong các nhánh của hệ đứt gãy thường không lớn lắm chỉ từ 40 - 50 m đến hơn 100 m. Dù sao dấu hiệu nêu trên cũng liên quan đến hoạt động trẻ của các hệ đứt gãy này trong vùng nghiên cứu.

IV. PHƯƠNG PHÁP ĐO DỊCH CHUYỂN BẰNG GPS:

Công nghệ GPS được sử dụng rộng rãi trên thế giới trong nghiên cứu dịch chuyển của đứt gãy. Công nghệ này cũng đã được Viện Địa chất triển khai đo đạc đánh giá dịch chuyển của các đứt gãy Sông Hồng, Sông Lô v.v...trong những khoảng thời gian trước. Trong phạm vi đề tài này, công nghệ GPS chỉ tiến hành đo được 2 chu kỳ theo mạng lưới quanh đới đứt gãy Sông Đà tại khu vực Sơn La, nơi sẽ triển khai xây dựng nhà máy thủy điện ngay trong thời gian tới.

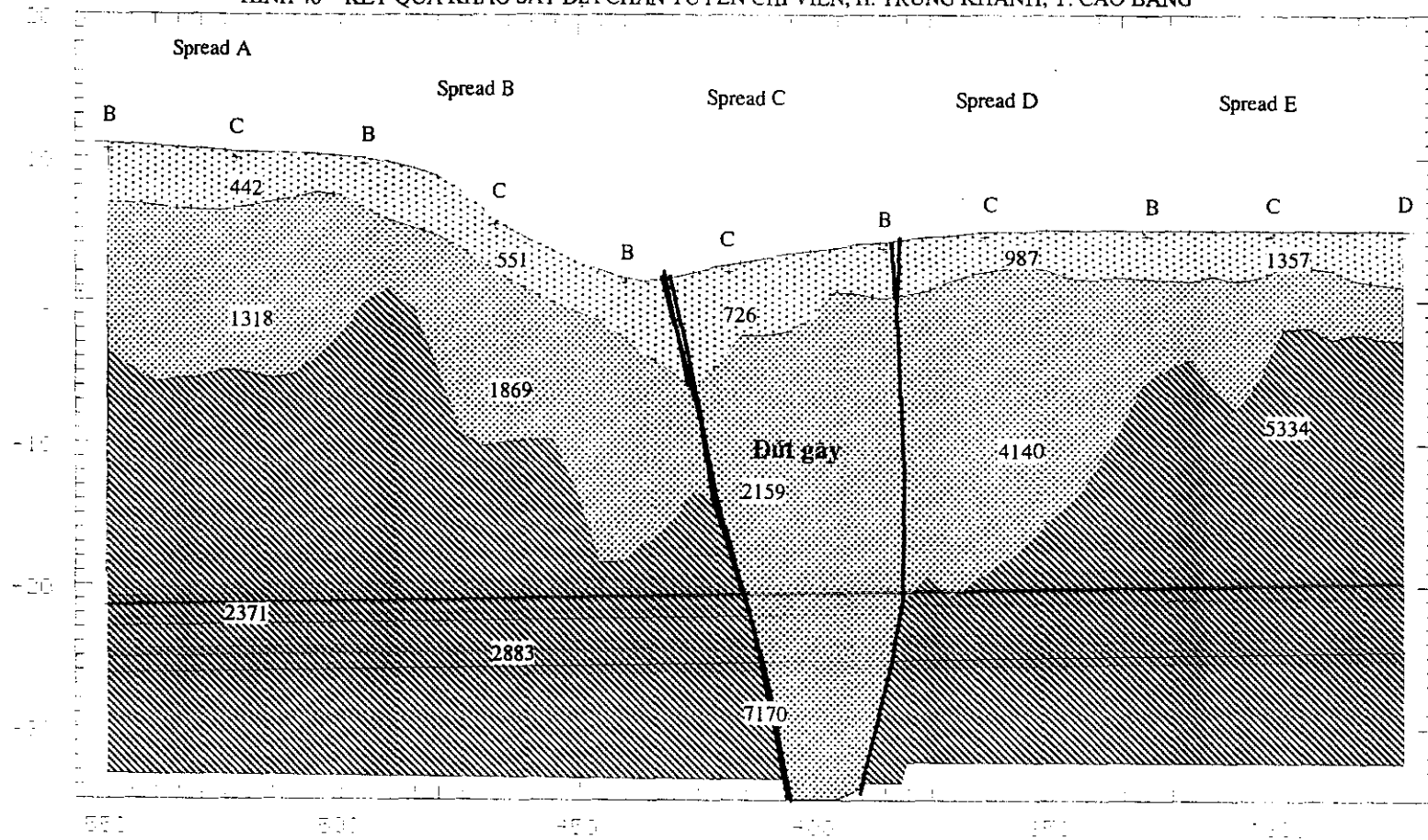
4.1. Vài nét về lưới GPS đới đứt gãy Sông Đà:

Đới đứt gãy Sông Đà dài khoảng 450 km, phương TB-ĐN, từ Pa Tần (Phong Thổ) đến Kim Sơn (Ninh Bình). Đới đứt gãy bị uốn lượn nhiều đoạn.

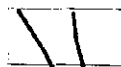
Các tài liệu địa mạo cũng như địa vật lý và các tài liệu khác đã cho thấy rằng:

- Chiều rộng đới động lực của đới đứt gãy Sông Đà thay đổi từ 5-6 km đến 8-12 km,

HÌNH 46 - KẾT QUẢ KHẢO SÁT ĐỊA CHẤN TUYẾN CHỈ VIỄN, H. TRÙNG KHÁNH, T. CAO BÀNG



CHÚ GIẢI:



Đứt phá huỷ đứt gãy

1126

Tốc độ truyền sóng địa chấn

- Đới đứt gãy trượt bằng là chủ yếu với 2 pha. Pha sớm xảy ra trong Kainozoi nhưng chỉ kéo dài đến Miocen; pha sau từ cuối N₂ hoặc đầu Q.
- Biên độ dịch trượt bằng phải tại khu vực Nậm Ma, Quỳnh Nhai, Tân Lạc khoảng 1100 đến 2500 m, tốc độ từ 0,2-0,4mm/ năm trong khoảng thời gian xấp xỉ 6 triệu năm.
- Hiện tượng nứt, trượt, lở đất xảy ra khá mạnh, xuất hiện nước nóng ở nhiều nơi. Hoạt động địa chấn cùng với các dị thường địa hoá, địa nhiệt dọc đới đứt gãy đã khẳng định sự hoạt động của đứt gãy trong giai đoạn hiện nay.

4.2. Thiết lập lưới GPS sông Đà:

Căn cứ vào quy mô, nhiệm vụ của Đề tài việc xác định khu vực khảo sát được cân nhắc kỹ lưỡng trên cơ sở các đặc điểm địa mạo, cấu trúc đứt gãy, dấu hiệu hoạt động cũng như vị trí đứt gãy trên thực địa; các điều kiện tự nhiên (địa hình, sông suối); điều kiện hạ tầng (giao thông, điện, liên lạc); trong điều kiện có thể góp phần đáp ứng các yêu cầu cấp bách về kinh tế (các dự án xây dựng), khoa học.

Trên cơ sở khảo sát ảnh vệ tinh, bản đồ địa hình cũng như tham khảo ý kiến của các chuyên gia địa chất, lưới GPS Sông Đà được bố trí ở phần phía Đông so với đường QL6 đoạn từ Cò Nòi đến thị xã Sơn La. Trong quá trình tiến hành đợt khảo sát chi tiết thực địa đã chọn được các vị trí thích hợp đặt các điểm đo.

Lưới GPS Sông Đà gồm 5 trạm đo phân bố như sau:

Trên cánh phía Tây đới, có 3 trạm đo bố trí dọc theo quốc lộ 6:

- Trạm đo Quyết Tâm có 3 mốc QTA1, QTA2 và QTA3, bố trí tại Tổ 1, Phường Quyết Tâm, Thị xã Sơn La.
- Trạm đo Hát Lót có hai mốc LOT1 và LOT2 được đặt tại Nà Sản, xã Hát Lót, huyện Mai Sơn, Sơn La.
- Trạm đo Cò Nòi gồm 2 mốc NOI1 và NOI2 được bố trí trên một đồi đá vôi thuộc Đội 26, Nông trường Tô Hiệu, xã Cò Nòi, huyện Mai Sơn, Sơn La.

Trên cánh phía Đông bố trí 2 trạm :

- Trạm Tạ Pú gồm TPU1 và TPU2 được bố trí tại Trường PTCS Bản Kết, xã Tạ Pú, huyện Mường La, Sơn La, sát bờ sông Đà trên đường tỉnh lộ 106 đi Mường La.
- Trạm bản Mòn gồm MON1, MON2 được chọn tại bản Mòn xã Mường Khoa, Bắc Yên, Sơn La, trên đường Cò Nòi đi Tạ Khoa.

Số lượng trạm đo GPS và vị trí của chúng đã được cân nhắc chọn lựa kỹ càng cả trong văn phòng lẫn ngoài thực địa, với sự tham gia của các nhà kiến tạo cũng như các nhà trắc địa, nhằm đáp ứng tối đa yêu cầu nghiên cứu của đoạn đới đứt gãy kiến tạo này và yêu cầu đo GPS.

Trên cơ sở các biểu hiện của đứt gãy ngoài hiện trường, mốc được chọn và phân bố cả trên hai cánh của đứt gãy. Tất cả các dấu mốc đều được làm bằng vật

liệu không rỉ inox, bố trí trong các khối đá gốc, được nguy trang kỹ để đảm bảo tồn tại lâu dài. Độ thông thoáng được đảm bảo. Bên cạnh đó, trong điều kiện có thể các mốc được chọn không xa khu dân cư tạo điều kiện thuận lợi cho công tác đo đạc, an toàn lao động và an ninh. Các mốc được dải theo trục đường Tạ Khoa - Cò Nòi; Cò Nòi - Sơn La (QL 6); Sơn La - Mường La. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc di chuyển máy móc khi tiến hành đo đạc, một điều hết sức quan trọng trong việc ứng dụng GPS.

Sơ đồ lưới GPS Sông Đà cùng đối đứt gãy được trình bày ở hình 47. Hiện trạng nền đất quanh khu vực điểm đo được phản ánh bằng các ví dụ trong các ảnh 61a và 61b.

Đây là một lưới địa phương quy mô trung bình có chiều dài cạnh ngắn nhất là 10km, dài nhất là 40km và trung bình khoảng 25km. Lưới GPS Sông Đà đã bao trùm lên toàn bộ đối đứt gãy Sông Đà tại đoạn từ Thị xã Sơn La về đến Cò Nòi. Nhìn chung đây là một lưới GPS được thiết kế và thi công tốt, đảm bảo đầy đủ các yêu cầu nghiên cứu hoạt động đứt gãy.

Cũng xin lưu ý rằng, những vị trí chôn mốc đều có đá gốc nằm trên một địa hình có độ thông thoáng xung quanh tốt lại tiện lợi cho việc tổ chức đo đạc mà không quá gần đứt gãy. Ngoài ra, tại mỗi trạm đo đã chôn 2-3 mốc và đã tiến hành đo nối giữa các mốc với nhau bằng GPS, nhờ thế đã xác định được hiệu tọa độ giữa các mốc, để trong trường hợp xấu một mốc bị mất thì tại chu kỳ đo sau vẫn có thể đo thay thế trên mốc thứ hai. Các biện pháp trên tuy làm tăng đáng kể khối lượng công việc xây dựng lưới và đồng thời làm tăng chi phí nhưng điều quan trọng nó nâng được mức độ an toàn, điều rất cần thiết trong nghiên cứu hoạt động đứt gãy kiến tạo bằng công nghệ GPS.

4.3. Đo đạc và kết xử lý số liệu GPS lưới Sông Đà:

Lưới GPS Sông Đà đã được đo chu kỳ đầu tiên vào tháng 12 năm 2001 và tháng 1 năm 2002. Chu kỳ 2 được thực hiện vào tháng 9 năm 2003.

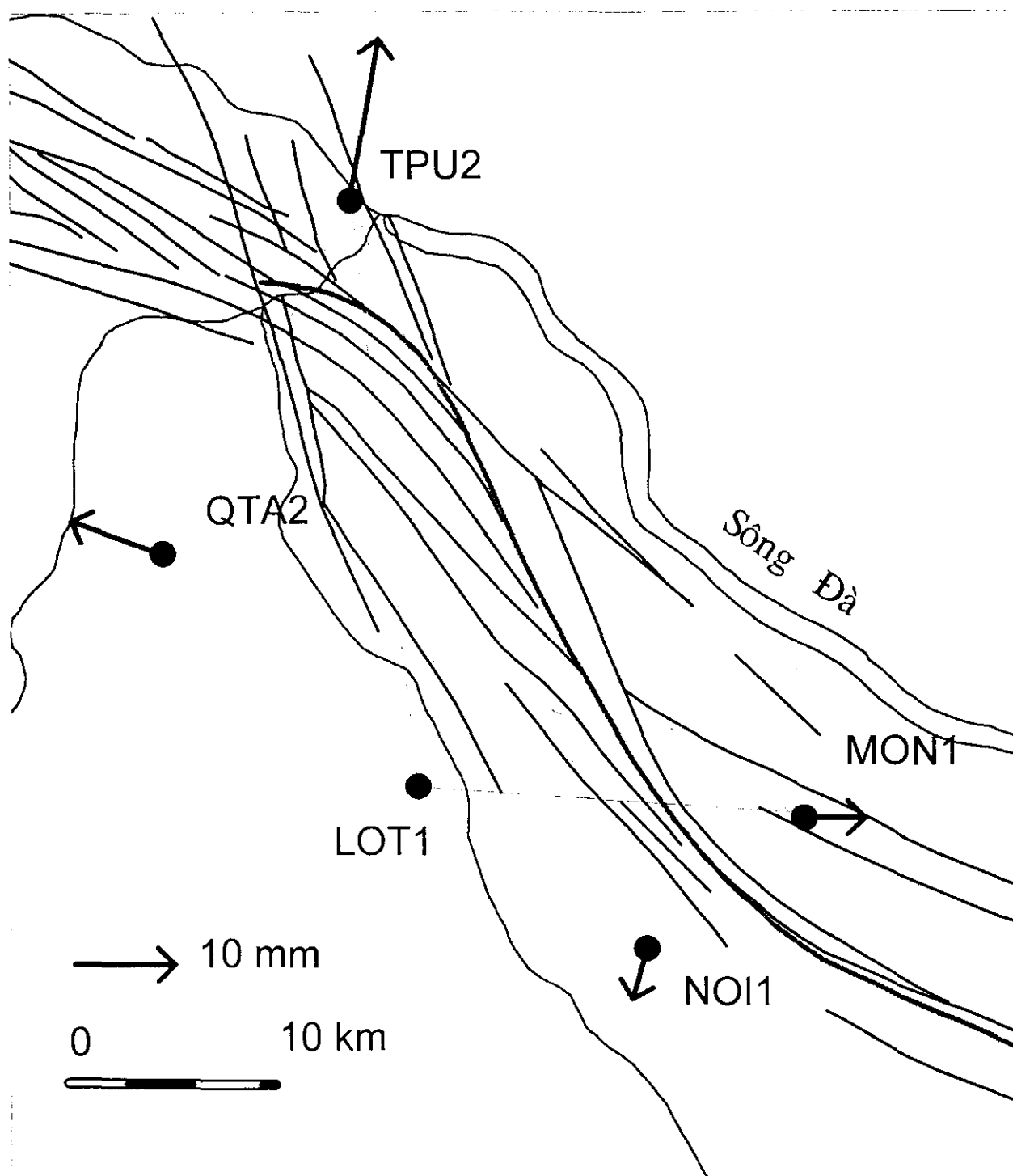
Thiết bị đo là ba bộ máy thu hai tần số Trimble 4000SSI cùng ăng ten hai tần số Compact L1/L2 với đĩa chống nhiễu xạ tín hiệu.

Kết quả xử lý kiểm tra sơ bộ ngay tại hiện trường cho thấy chất lượng số liệu đo được đảm bảo.

- Xử lý số liệu đo chu kỳ đầu lưới GPS sông Đà:

Công việc xử lý số liệu đo chu kỳ đầu lưới GPS Sông Đà đã được tiến hành bằng phần mềm GPSurvey phiên bản 2.35. Các số liệu đo nối tại các trạm đo cũng đã được xử lý chung cùng các số liệu đo chu kỳ đầu.

Mục tiêu cuối cùng của xử lý này là xác định tọa độ các điểm đo trong hệ tọa độ toàn cầu WGS-84 cùng với các sai số trung phương tọa độ tương ứng.



Hình 47: Sơ đồ lưới GPS Sông Đà



QTA (TX. Sơn La)
Hình 61a: Móc lưới GPS Sông Đà



Ảnh 61b: Móc GPS - TPU (Tạ Bú – Mường La)

Số liệu tính toán cho thấy, chu kỳ đo đầu lưới GPS Sơn La đã đạt kết quả rất tốt: sai số trung phương toạ độ mặt bằng rất bé, cỡ $1,5\text{ mm}$, sai số độ cao dưới 5 mm , độ chính xác đồng đều đối với tất cả các điểm lưới.

Kết quả bình sai chu kỳ 2 cho thấy số liệu đo chu kỳ 2 cũng như kết quả xử lý (tính cạnh và bình sai) đạt chất lượng cao, được thể hiện qua sai số trung phương toạ độ X,Y cỡ $1,8\text{ mm}$, sai số độ cao xấp xỉ $4,7\text{ mm}$.

Từ kết quả bình sai 2 chu kỳ có thể tính được độ lệch toạ độ của các mốc theo 3 chiều: vĩ độ, kinh độ, độ cao trên ellipsoid WGS - 84 theo đơn vị mm. Kết quả này được trình bày ở Bảng 3.

Kết quả tính toán ở Bảng 3 có thể được biểu diễn trực quan dưới dạng các vectơ chuyển dịch ngang ở hình 47.

Bảng 3: Độ lệch toạ độ các điểm qua 2 chu kỳ

Điểm	Chu kỳ I (2002)			Chu kỳ II (2003)			Hiệu(m)		
	Vĩ độ(")	Kinh độ(")	Độ cao(m)	Vĩ độ(")	Kinh độ(")	Độ cao(m)	dv	dk	dh
LOT1	9.15679 9	49.8272 44	571.608	9.156799 44	49.8272	571.608	0.000	0.000	0.000
NOI1	49.8154 31	19.3032 35	659.106	49.81527 0	19.3032 17	659.109	-0.005	-0.001	0.003
QTA2	21.3707 55	33.9736 40	615.404	21.37088 3	33.9733 30	615.417	0.004	-0.009	0.013
MON 1	22.0171 95	43.7609 84	739.530	22.01718 0	43.7611 92	739.543	0.000	0.006	0.013
TPU2	22.1175 48	50.8859 09	121.706	22.11809 2	50.8859 79	121.711	0.017	0.002	0.004

Từ kết quả 3 có thể thấy rằng: sai số độ lệch toạ độ qua 2 chu kỳ xấp xỉ 3mm. Cũng cần lưu ý rằng, độ lệch toạ độ theo Bảng 3 ngoài chuyển động kiến tạo còn có thể chứa sai số đo đạc, giao động của mốc. Dù sao kết quả bước đầu cũng cho thấy, độ lệch toạ độ trung bình lớn hơn so với sai số xác định chúng, đây cũng là dấu hiệu tăng thêm độ tin cậy khẳng định tính hoạt động của đới đứt gãy. Đáng lưu ý là các vectơ dịch chuyển phù hợp với cơ thức chuyển dịch phải của đứt gãy Sông Đà trong giai đoạn hiện đại.

Vĩ độ chính xác xác định độ cao thường kém hơn các thành phần ngang (sai số của độ lệch độ cao xấp xỉ 7 mm), bởi vậy cần cân nhắc khi xem xét minh giải chuyển động đứng.

V. VỀ HOẠT ĐỘNG ĐỘNG ĐẤT Ở LÃNH THỔ BẮC VIỆT NAM.

Động đất là hậu quả của vận động kiến tạo. Nó xảy ra khi ứng suất tích lũy vượt quá giới hạn chịu đựng của môi trường đất đá. Thông thường động đất xảy ra

tại các ranh giới trong vỏ quả đất nơi mà chuyển động của các cánh đứt gãy ngược chiều nhau hoặc chuyển động với vận tốc khác nhau. Như vậy động đất ghi được là một trong những biểu hiện rất sinh động về hoạt động của đứt gãy trong thời gian hiện tại. Những đứt gãy chưa được xác nhận biểu hiện sinh chấn vẫn có thể là những đứt gãy hoạt động.

Theo các số liệu quan sát và nghiên cứu về động đất thì lãnh thổ Việt Nam ở phần phía Bắc mức độ hoạt động địa chấn cao hơn các vùng khác trong cả nước. Trong đó hoạt động địa chấn của vùng Tây Bắc cao hơn hẳn và mức độ nguy hiểm cũng lớn hơn [28,30]. Chỉ riêng trong thế kỷ trước, 2 trận động đất mang tính phá huỷ đã xảy ra ở vùng Tây Bắc: động đất Điện Biên xảy ra tháng 11/ 1935 có Magnitude đạt đến 6,8 độ Richter. Liên kết với tài liệu khác cho thấy động đất này xảy ra trong một nhánh thuộc hệ đứt gãy Sông Mã. Trận động đất 6,7 độ Richter xảy ra tháng 6/1983 tại Tuần Giáo được xác nhận là trong phạm vi của đới đứt gãy Sơn La. Nếu ngược dòng thời gian thì dọc theo đới đứt gãy này vào năm 1635 tại vùng Yên Định - Thanh Hoá cũng xảy ra trận động đất có cấp độ tương tự [28]. Theo thống kê [7] thì ở phần lãnh thổ phía Bắc kể từ đới Sông Mã trở ra các số liệu nghiên cứu về động đất đến năm 2000 đã ghi nhận được 363 trận động đất có Magnitude từ 3,1 độ Richter trở lên (hình 48). Nếu tính cả cấp độ nhỏ hơn thì có thể đến hàng ngàn trận. Cho dù ghi nhận chưa thật đầy đủ thì vùng phía Bắc đã có 3 trận động đất > 6 độ Richter, 31 trận cấp độ từ 5,0 - 5,9, 136 trận 4,0 - 4,9 và 193 trận 3,1 - 4,0. Như vậy, xét về mặt hoạt động địa chấn thì vùng lãnh thổ phía Bắc không phải là vùng yên tĩnh, trong đó có những vùng nguồn phát sinh những trận động đất mang tính phá huỷ cũng không phải là hiếm. Đáng lưu ý là chấn tiêu các trận động đất ở vùng nghiên cứu phân bố tương đối nông trong khoảng từ 2 - 28 km, nghĩa là hoàn toàn nằm trong vỏ quả đất. Cũng theo các quan sát động đất thì trong thế kỷ qua vùng nghiên cứu có mức độ hoạt động địa chấn mạnh hơn trong 2 thời kỳ chủ yếu: thời kỳ thứ nhất từ 1903 - 1945, thời kỳ thứ 2: từ 1976 đến nay vẫn còn tiếp diễn. Giữa 2 thời kỳ trên còn một giai đoạn khoảng 10 năm từ 1958 - 1968 biểu hiện hoạt động động đất cũng tương đối mạnh. Như vậy, trong thế kỷ vừa qua khoảng thời gian yên tĩnh cũng không có được là bao.

Tuy nhiên nhận định nêu trên cũng chỉ mới là kết quả bước đầu, bởi các quan trắc động đất cũng chỉ mới tiến hành ở lãnh thổ nước ta trong khoảng thời gian chưa đầy một thế kỷ, một khoảng thời gian tương đối ngắn để đánh giá xác định các chu trình địa chấn. Hơn nữa mạng trạm quan trắc cho phép thu thập các trận động đất tương đối nhỏ thực sự cũng mới bắt đầu hoạt động có hiệu quả từ những năm 80 của thế kỷ trước trở lại đây. Theo các kết quả nghiên cứu thì lãnh thổ phía Bắc một cách khái quát có thể chia làm 2 vùng: Đông Bắc và Tây Bắc, ngăn cách nhau bằng đới đứt gãy Sông Hồng có chế độ hoạt động động đất khác biệt nhau. So với vùng Tây

Bắc thì vùng Đông Bắc có mức độ hoạt động địa chấn thấp hơn. Trong phạm vi vùng này chế độ động đất cũng phản ánh thành 2 miền khá rõ rệt: phần diện tích phía Bắc của vùng là phần kéo dài của vùng nền Hoa Nam, phần phía nam thuộc phạm vi miền uốn nếp Katazia phân cách nhau bằng đứt gãy Sông Thương, chạy qua Bắc Giang và Lạng Sơn. Chế độ chuyển động trong vùng nền tương đối bình ổn, miền uốn nếp Katazia hoạt động mạnh hơn, tương ứng cũng thấy hoạt động động đất mạnh hơn trong miền này, so với miền nền ở phía Bắc [31]. Các trận động đất mạnh quan sát được đều xảy ra trong các đứt gãy hoạt động tân kiến tạo [31]. Trong đó các đứt gãy sâu chia cắt vùng Đông Bắc là đứt gãy có khả năng phát sinh các trận động đất mạnh $M_{max} > 5,0$ độ Richter gồm: đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên và đứt gãy Sông Lô phương tây bắc - đông nam được đánh giá là các nguồn phát sinh động đất với Magnitude cực đại $M_{max} = 5,5$ độ Richter, trong khi đới đứt gãy vòng cung Trung Lương được đánh giá có $M_{max} = 6,0$; còn đới đứt gãy vòng cung Yên Tử và đứt gãy Đường 18 được đánh giá có $M_{max} = 5,5$ độ Richter [27]. Ngoài các nguồn phát sinh động đất mạnh như trên, ở vùng Đông Bắc cũng còn một số đới đứt gãy quan sát thấy hoạt động động đất nhưng biểu hiện cả về vận tốc lẫn cấp độ đều nhỏ hơn. Thuộc loại này gồm đới đứt gãy vòng cung như đứt gãy Sông Đáy chạy từ Hà Giang xuống hồ Ba Bể theo phương tây bắc - đông nam, sau đó chuyển phương á kinh tuyến, chạy về khu vực Sơn Dương - Tuyên Quang; đứt gãy Yên Minh - Phú Lương chạy từ biên giới qua Yên Minh - Hà Giang theo phương tây bắc - đông nam, sang địa phận Cao Bằng về Nà Phặc - Bắc Cạn, sau đó đổi hướng sang kinh tuyến chạy về Phú Lương - Thái Nguyên; đứt gãy phương á vĩ tuyến Bắc Quang; đứt gãy Sông Thương và một số đứt gãy khác có kích thước nhỏ hơn [3].

Khác với vùng Đông Bắc, vùng Tây Bắc có chế độ hoạt động động đất mạnh hơn hẳn và đây cũng là vùng có hoạt động địa chấn mạnh nhất trong lãnh thổ cả nước. Một loạt các đứt gãy sâu, có khả năng phát sinh các trận động đất mạnh, chia cắt vùng này thành các đới hẹp kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Nhiều đứt gãy không những biểu hiện hoạt động mạnh mẽ trong tân kiến tạo mà ngay cả trong thời kỳ hiện đại [7,28,30]. Trong số các đứt gãy sinh chấn có 2 đới được đánh giá có khả năng phát sinh các trận động đất rất mạnh $M_{max} = 7,0$ độ Richter là đới Sơn La và đới Sông Mã - Sốp Cộp - Lang Chánh. Tại hai đới này, đã ghi nhận được 3 trận động đất cấp độ như trên vào các năm 1635 ở Yên Định - Thanh Hoá, ở Tuần Giáo - Sơn La (1983) và ở Điện Biên (1935). Các đứt gãy còn lại gồm: Phong Thổ - Than Uyên, Mường La - Chợ Bờ, Sông Đà, Pắc Ma - Mường Tè, Sìn Thầu - Mường Nhé, đứt gãy kinh tuyến Lai Châu - Điện Biên được đánh giá có khả năng phát sinh động đất cực đại $M_{max} = 5,5$ độ Richter. Đới Sông Mã tại vùng hạ lưu, thuộc phạm vi tỉnh Thanh Hoá được đánh giá có Magnitude động đất cực đại nhỏ hơn 5,5 so với đoạn ở vùng Tây Bắc. Đới đứt gãy Sông Hồng, ranh giới ngăn cách giữa 2 vùng chính được

đánh giá có $M_{max} = 6,0$ độ Richter. Tuy nhiên do tính chất nền đất và cấu trúc vỏ trong đới Sông Hồng có khác so với xung quanh nên vùng cực động trong đới này có thể gây ra chấn động đến cấp 8 (theo thang MSK -64) mỗi khi xảy ra động đất cực đại. Theo các kết quả nghiên cứu về các đứt gãy tân kiến tạo trong những năm gần đây có thể thấy một loạt các đứt gãy kích thước nhỏ hơn cũng là những nguồn phát sinh động đất, cho dù chưa có những trận động đất mạnh như các đứt gãy nêu trên. Trong số đó đáng chú ý là các đứt gãy: Tà Moi, Tuấn Giáo - Nậm Ty, đới Bát Xát, đới Sapa - Văn Bàn, đới Mù Căng Chải, đới Nghĩa Lộ - Ninh Bình. Như vậy, mặc dù các quan sát về động đất còn chưa ở mức ghi nhận được đầy đủ, nhưng cũng thấy hầu hết các hệ thống đứt gãy hoạt động trong tân kiến tạo kích thước từ trung bình trở lên đều có biểu hiện hoạt động sinh chấn. Trong đó ở vùng Tây Bắc nhiều hệ thống đứt gãy không những có khả năng phát sinh các trận động đất mạnh, mang tính phá huỷ như đứt gãy Sơn La, Sông Mã, Sốp Cộp - Lang Chánh mà ở một số đứt gãy, tính hoạt động địa chấn cũng rất cao như đới Lai Châu - Điện Biên, đới Sông Đà v.v... ở vùng Đông Bắc thì các đứt gãy vòng cung vùng duyên hải, tính hoạt động địa chấn cũng khá cao. Các hoạt động động đất nêu trên là một trong những dấu hiệu hoạt động tích cực của các hệ thống đứt gãy trong thời gian hiện tại. Tuy nhiên trong cùng một đới đứt gãy không phải chỗ nào cũng đồng nhất về tính hoạt động địa chấn mà phần nhiều hoạt động của chúng mang tính phân đoạn. Bởi vậy trong một đới đứt gãy có thể ở đoạn này khả năng phát sinh động đất cực đại mạnh hơn ở đoạn khác. Hiện tượng nứt sụt đất nếu có nguồn gốc nội sinh cũng vậy, phụ thuộc vào tính chất hoạt động của từng đoạn đứt gãy và còn phụ thuộc cả vào một số yếu tố khác như thành phần vật chất, sườn dốc địa hình, vỏ phong hoá, mức độ đập vỡ của đất đá v.v... Tương tự như vậy đối với động đất, khả năng phá huỷ ngoài phụ thuộc vào cấp độ động đất, còn phụ thuộc vào khoảng cách tới nguồn, vào tính chất của môi trường truyền sóng trong vỏ quả đất và vào điều kiện địa phương của nền đất ở những vị trí cụ thể. Như vậy, ở những vùng nền đất yếu như trầm tích bờ rời, phong hoá dày, lực liên kết yếu, thường mức độ rung động mạnh hơn so với những vùng có nền đất bền chắc. Ở lãnh thổ phía Bắc, căn cứ vào kết quả nghiên cứu, đã xây dựng được bản đồ phân bố nguồn phát sinh động đất mạnh, dự báo Magnitude cực đại của động đất và trên cơ sở các vùng nguồn xác định cũng đã tính toán xây dựng bản đồ lan truyền chấn động (Đề tài: Nghiên cứu phân vùng động đất lãnh thổ Việt Nam, đang tiến hành).

CHƯƠNG IV

ĐẶC ĐIỂM CÁC HỆ THỐNG ĐÚT GỖ TÂN KIẾN TẠO VÀ HOẠT ĐỘNG HIỆN ĐẠI

Tổng hợp tất cả các tài liệu, bao gồm các kết quả nghiên cứu về đút gỗ tân kiến tạo thực hiện trong đề tài và các kết quả đã có từ trước ta có thể tiến hành mô tả đặc điểm hoạt động tân kiến tạo của hầu hết các đới đút gỗ tân kiến tạo chính trong vùng nghiên cứu (hình 49a). Các đặc điểm: địa mạo, địa chất, kiến trúc, phân bố không gian của đới động lực, các giai đoạn phát triển chính và cơ thức dịch chuyển, biên độ và tốc độ chuyển động, các biểu hiện hoạt động hiện đại sẽ được mô tả cho từng đới. Mặc dù đề tài cũng đã rất cố gắng nhưng cũng còn những một số khía cạnh phản ánh những đặc điểm của các đới đút gỗ còn chưa được giải quyết một cách thoả đáng. Chẳng hạn giá trị nhỏ hơn nhiều của tốc độ dịch chuyển trong các đới đút gỗ thuộc vùng Tây Bắc so với các đới của vùng Đông Bắc và đới Sông Hồng cũng thật khó lý giải. Trong thực tế 3 vùng nêu trên do ba nhóm tác giả đảm nhiệm nên có lẽ sự khác biệt này là do sự khác nhau trong cách chọn mẫu để tính toán. Đề tài sẽ không dùng số liệu về đại lượng này như một chỉ tiêu để đánh giá mức độ hoạt động của các đới đút gỗ, mà thừa nhận dấu hiệu này như là biểu hiện hoạt động của chúng.

I. ĐẶC ĐIỂM CỦA CÁC ĐỚI ĐÚT GỖ TÂN KIẾN TẠO CHÍNH

KHU VỰC TÂY BẮC

Lãnh thổ Tây Bắc, chủ yếu, gồm đới đút gỗ bậc II: Lai Châu - Điện Biên phương AKT cùng với hai đới đút gỗ bậc cao hơn phương TB-ĐN: Pắc Ma - Mường Tè, Sìn Thầu - Mường Nhé thuộc vành kiến trúc tân kiến tạo phía tây và các đới đút gỗ chính phương TB-ĐN thuộc vành kiến trúc phía đông như: Phong Thổ - Than Uyên, Mường La - Chợ Bờ, Sông Đà, Sơn La - Bẩm Sơn và Sông Mã. Các đới đút gỗ này quyết định những đặc điểm cơ bản về hệ thống đút gỗ tân kiến tạo Tây Bắc. Ngoài ra một số đới đút gỗ bậc cao phương TB-ĐN như Sa Pa - Văn Bàn, Nghĩa Lộ - Ninh Bình, Tuần Giáo - Nậm Ty, Sốp Cộp - Lang Chánh thuộc vành kiến trúc phía đông tuy không giữ vai trò quan trọng như các đới đút gỗ trên nhưng cũng chiếm những vị trí có ý nghĩa nhất định của hệ thống kiến trúc này. Các đới đút gỗ bậc cao khác (phương TB-ĐN, ĐB -TN, AKT, AVT) tuy có tồn tại trên thực tế nhưng là những đới đút gỗ rất nhỏ.

1.1. Đới đút gỗ Lai Châu - Điện Biên:

Đới đút gỗ Lai Châu - Điện Biên (hình 49a, 49b) là một phần nhỏ của một

ĐDĐ lớn (đới đứt gãy Lai Châu - Luông Pha Băng - Pursat), rộng 35-40km dài khoảng 1200 km, bắt đầu từ trong lãnh thổ Trung Quốc cắt qua Việt Nam, Lào, đến tận vịnh Thái Lan. Đoạn trên lãnh thổ nước ta dài 160km, có chiều sâu phát triển đến trên 60km, nằm trong phạm vi tỉnh Lai Châu, bắt đầu từ biên giới Trung - Việt ở Chiềng Chai qua thị xã Lai Châu, Điện Biên đến cửa khẩu Tây Trang.

- *Đặc điểm địa mạo - địa chất:*

Đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên có phương chung BDB-NTN, là dải trũng thấp dưới 1000m thuộc sườn và đáy của một loạt thung lũng xuôi: Nậm Na, Nậm Lay, Nậm Mực, Nậm Rốm nối tiếp nhau từ biên giới Việt Trung ở phía bắc đến biên giới Việt - Lào ở phía nam. Dải này nằm giữa một bên là cao nguyên Tả Phình (cao 1500-1900m), dãy núi dạng cao nguyên Huổi Long (1500 -2000m) cùng các dãy núi khác ở phía đông và một bên là các dãy núi cao 1200-1700m của khu vực Mường Tè, Mường Chà, Sị Pa Phìn ở phía tây. Chiều rộng của dải thay đổi, hẹp nhất là 6 km, rộng nhất là 11 km trung bình là 7-8 km .

Đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên trù lên đới đứt gãy Lai Châu cổ là ranh giới giữa các đới kiến trúc Paleozoi - Mezozoi ở phía tây và các đới kiến trúc từ Protenozoi đến Mezozoi ở phía đông. Ngoài các thành tạo địa chất cổ dọc theo đới đứt gãy còn có các thành tạo Q với chiều dày hàng chục đến hàng trăm mét trong các trũng phân bố dọc theo đới.

- *Đặc điểm kiến trúc:*

- Trong các mặt cắt ngang cũng như trên bình đồ, kiến trúc của đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên thể hiện rõ 3 dải: dải chính ở trung tâm và 2 dải rìa ở hai bên.

Dải chính gồm ĐGc kéo dài liên tục và nhiều đứt gãy phụ song song. Từ nam Mường Mươn đứt gãy chính (ĐGc) chia làm 3 nhánh. Nhánh phía tây theo phương ĐB-TN cắt qua phía bắc Mường Pồn sang đất Lào và kéo dài tiếp về phía TN. Nhánh giữa cắt qua Mường Pồn, qua phía tây Điện Biên Phủ sang Lào ở phía bắc Tây Trang. Nhánh phía đông tách ra từ Mường Pồn theo phương AKT chạy ngang qua trũng Điện Biên Phủ, sau đó theo phương ĐB -TN kéo dài sang Lào qua phía nam Tây Trang. Cả 3 nhánh này còn tiếp tục kéo dài về phía Thái Lan. Trong dải chính có một số trũng kiểu P (Pul-apas) (Pà Tân, Chăn Nưa, Lai Châu) và kiểu G (Giãn) (Mường Pồn, Điện Biên Phủ).

Dải tây các đứt gãy phụ (ĐGp) chủ yếu có phương AKT ở nửa phần phía bắc và ĐB-TN ở nửa phần phía nam. Chúng là những đoạn ngắn trên dưới 10 km ít khi đạt đến 20 km. Các đứt gãy phương ĐB-TN tập trung tương đối nhiều trên đoạn Lai Châu - Tây Trang.

Dải đông gồm những ĐGp phương KT hợp với ĐGc một góc nhọn. Mỗi đứt gãy dài từ 15-20km đến 50-60km .

Sự kết hợp của các đứt gãy trong đới Lai Châu - Điện Biên tạo thành kiểu kiến trúc "lông chim" khá rõ, đặc biệt là nửa phía nam của đới.

- *Đới động lực:*

- ĐDL (đới động lực) của đới LC-ĐB hẹp ở đoạn giữa, rộng ở hai đầu. Chiều rộng trung bình 7-8 km, chỗ hẹp nhất là 6 km tại phía nam thị xã Lai Châu, chỗ rộng nhất đạt gần 20 km ở khu vực Điện Biên Phủ (có một phần trên đất Lào).

- Kết quả phân tích số liệu khe nứt kiến tạo theo phương pháp 3HKNCU và DKN cho thấy các đứt gãy trong đới có hướng cắm và góc cắm tương đối phức tạp:

+ ĐGc, đoạn Pà Tân-Chăn Nưa, mặt trượt nghiêng về phía tây với góc dốc $60-80^{\circ}$, đoạn còn lại, Chăn Nưa - Tây Trang, ĐGc gần thẳng đứng.

+ Các ĐGp, đại bộ phận có mặt trượt nghiêng về hướng tây, một số khác hoặc có mặt trượt thẳng đứng hoặc hơi nghiêng về phía đông.

+ Tại trung Điện Biên Phủ, các đứt gãy rìa phía tây có góc nghiêng về phía đông, các đứt gãy rìa phía đông, ngược lại, có hướng nghiêng về phía tây.

- *Các giai đoạn phát triển và tổ độ dịch chuyển:*

- Đới LC-ĐB đã trải qua 2 giai đoạn phát triển trong tân kiến tạo.

+ Giai đoạn Paleogen-Miocen: Bp, Bp-N ứng với TUS có S_1 phương ĐDB-TTN, gần nằm ngang; S_3 phương BTB-NĐN và cũng gần nằm ngang còn S_2 gần thẳng đứng.

+ Giai đoạn Pliocen- Đệ tứ: Bt, Bt-T ứng với TUS có S_1 phương BTB-NĐN gần nằm ngang; S_3 phương ĐDB-TTN và gần nằm ngang, còn S_2 gần thẳng đứng. Theo tính toán tốc độ Bt của ĐGc là khoảng 1-1,2 mm/n (tính cho 1 tr. năm).

- *Biểu hiện hoạt động hiện đại:*

+ Hoạt động hiện đại của ĐLC- ĐB biểu hiện rất rõ qua sự xuất hiện các dị thường địa hóa đặc biệt như Ra, Hg, CO_2 , CH_4 ở các khu vực Lai Châu, Nà Pheo, Pe Luông, Him Lam, và các dị thường địa nhiệt đã phát hiện được ở khu vực Lai Châu, Nà Pheo. Trong đới Lai Châu - Điện Biên còn xuất lộ nguồn nước khoáng nóng ở Mường Mươn, Pe Luông và các dị thường địa mao.

+ Đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên đã gây nên một số vụ nứt - trượt đất lớn, dọc theo một dải kéo dài từ Chăn Nưa đến Nà Pheo và một số nơi khác, trong đó có những vụ đã kéo theo hiện tượng lũ bùn đá, gây ra tác hại rất lớn (tại thị trấn Mường Lay vào các năm 1995, 1996). Đới Lai Châu - Điện Biên là đới được đánh giá có mức độ hoạt động địa chấn cao trong cả nước. Tại đây đã phát sinh nhiều trận động đất mạnh (các trận năm 1914 – 5,1; 1920 – 5,1; 1993 – 5,0, 2001 – 5,3 độ Richt), còn các trận động đất nhỏ hơn xảy ra khá thường xuyên. Theo bản đồ phân vùng động đất, đới Lai Châu - Điện Biên được xem là đới phát sinh động đất với $M_{smax} = 5,5$ độ Richt và độ sâu chấn tiêu khoảng 25km.

1. 2. Đới Pắc Ma - Mường Tè và đới Sìn Thầu - Mường Nhé:

Các đới đứt gãy Pắc Ma - Mường Tè và Sìn Thầu - Mường Nhé (ĐPM-MT và ST-MN) đều có phương TB-ĐN (hình 49a, 49b), bắt đầu từ sâu trong lãnh thổ Trung Quốc (đới đứt gãy Pắc Ma - Mường Tè khoảng 30km, đới đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé khoảng 300km). Phần trên lãnh thổ Việt Nam, đới đứt gãy Pắc Ma - Mường Tè dài khoảng 90km, đới đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé khoảng 120 km (hình 49a, 49b).

- *Đặc điểm địa mạo - địa chất:*

Về mặt địa mạo, cả 2 ĐĐG đều là những dải đồi núi thấp với các đỉnh cao 400-800m nằm giữa hai dải núi cao từ 1500-2000m trở lên ở hai bên.

Đới đứt gãy Pắc Ma - Mường Tè và đới đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé đều phát triển dọc theo ranh giới giữa các đới kiến trúc lớn: đới Phu Si Lung (phía ĐB) và đới Mường Tè (ở giữa) đới Mường Nhé (ở phía TN). Các đứt gãy cắt qua các đá có tuổi Paleozoi đến Kreta.

- *Đặc điểm kiến trúc:*

Đới đứt gãy Pắc Ma - Mường Tè có một ĐGc kéo dài liên tục, nghiêng về ĐB với góc dốc $60-80^{\circ}$ và một số ĐGp ngắn hơn ở hai bên. Đới đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé có 2 nhánh, mỗi nhánh có 1 ĐGc và một số ĐGp. Tại đầu đông nam đới đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé các đứt gãy đều chuyển thành dạng vòng cung AKT, xoay chiều lõm về hướng TTN.

- *Đới động lực:*

Chiều rộng ĐDL của đới đứt gãy Pắc Ma - Mường Tè từ 3-5km, còn của đới đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé từ 10 -18 km.

Phân tích KTĐL, 3HKNCU, các tài liệu khe nứt kiến tạo thuộc đới đứt gãy Pắc Ma - Mường Tè, kết hợp với phân tích đặc điểm địa chất, hình thái kiến trúc đới đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé, các dấu hiệu địa mạo dọc 2 ĐĐG và đối sánh với đặc điểm hoạt động của đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên kể cận đầu đông nam, đã xác định được:

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ chuyển động:*

Tính chất chủ yếu của hai ĐĐG này là trượt bằng trong tân kiến tạo với 2 pha hoạt động: pha sớm, Bt, tương ứng với TUS có S_1 AVT gần nằm ngang, S_3 AKT gần nằm ngang còn S_2 gần thẳng đứng; pha muộn, Bp, tương ứng với kiểu TUS có S_1 AKT gần nằm ngang, S_3 AVT gần nằm ngang còn S_2 gần thẳng đứng. Pha Bp cũng xảy ra từ N_2 , còn pha Bt sớm hơn. Biên độ Bp của các đứt gãy đới Pắc Ma - Mường Tè xác định theo biến dạng của thung lũng suối ở khu vực Pắc Ma là khoảng 1000 - 1350m, còn ở Bô Lếch khoảng 800 -1000m. Vì các biến dạng ở Pắc Ma xảy ra chủ yếu đối với các thung lũng suối, còn ở Bô Lếch các thành tạo này có tuổi Đệ Tứ vì vậy tốc độ dịch chuyển Bp của các đứt gãy của đới có thể đạt 0,2 - 1mm/n. Biên độ Bp của các đứt gãy đới Sìn Thầu - Mường Nhé ở khu vực Sìn Thầu và khu vực

Mường Chà đạt từ 2800 - 5000m. Các thung lũng suối ở đây gồm cả các bề mặt tích tụ (Q) phân bố ở đáy thung lũng và cả phần bị bóc mòn-xâm thực nằm cao hơn. Do đó có thể cho rằng biên độ này là của cả giai đoạn Bp (tương ứng với giai đoạn N₂-Q của đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên). Với quan điểm này thì tốc độ Bp của ĐĐG (tính tròn 6 tr. năm) sẽ vào khoảng 0,4 -0,8mm/n.

- *Biểu hiện hoạt động hiện đại:*

Các biến dạng địa mạo và sự xuất lộ của nguồn nước khoáng nóng (trên 60°C) tại Pắc Ma và những chấn động địa chấn mạnh trong các ĐĐG khẳng định chúng đang hoạt động rất tích cực.

1.3. Đặc điểm đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên:

Đới đứt gãy Phong Thổ-Than Uyên (ĐPT-TU) dài hơn 100km bắt đầu từ biên giới Việt - Trung ở Nậm Cúm, theo phương TB-ĐN qua Phong Thổ, Tam Đường, Bình Lư đến Than Uyên (hình 49a, 49b). Tại Phong Thổ và Tam Đường trên cánh TN tách ra 2 nhánh phụ dài 20-30km chạy gần song song với nhánh chính. Theo tài liệu địa vật lý đới phát triển đến độ sâu 35-40km .

- *Đặc điểm địa mạo - địa chất:*

Đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên là dải địa hình đồi, núi thấp và thung lũng, ở độ cao từ 400 đến hơn 800m, kéo dài từ Nậm Cúm đến Than Uyên, nằm giữa một bên là dãy Fansipan cao 2000 - 3000m ở phía ĐB và một bên là dãy Phu Sam Cap cao 1500-2500m ở phía TN. Trong dải địa hình này lại gồm 3 dải nhỏ kéo dài, gồm thung lũng các suối, thung Karst, đồi thềm và vạt sườn tích , rộng 2-3km nằm giữa các dãy núi có độ cao 800 đến hơn 1000m.

- Từ TB đến ĐN, đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên trườn lên một loạt các đứt gãy cổ kéo dài theo phương TB-ĐN nằm giữa đới kiến trúc Fansipan ở phía ĐB và đới Vông Sông Đà ở phía TN . Các đứt gãy trong đới cắt qua các đá có tuổi Pecmi, Jura - Kreta ở rìa ĐB, các đá Triat (T₂, T₃) ở rìa TN và các đá có tuổi từ Pecmi muộn đến Paleogen ở phần trung tâm. Trong đới còn xuất hiện một loạt các trũng nhỏ trầm tích Q phân bố rải rác từ đầu TB đến ĐN.

- *Đặc điểm kiến trúc:*

Đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên gồm đới chính và hai đới phụ trên cánh tây nam. ở đới chính có một ĐGc kéo dài từ Nậm Cúm đến phía nam Tam Đường. Tại đây ĐGc này tách làm 2 nhánh gần song song chạy dọc theo rìa ĐB và rìa TN của đới đến Than Uyên. Giữa hai nhánh có các ĐGp ngắn, chạy song song.

Đới phụ thứ nhất có một đứt gãy lớn (đứt gãy Phong Thổ - Tam Đường) tách ra từ Phong Thổ chạy gần song song với nhánh chính đến Tam Đường.

Đới phụ thứ hai có một đứt gãy lớn (đứt gãy Tam Đường - Đông Pao) tách ra từ Tam Đường cắt chéo về phía Đông Pao, trên cánh TN của nó có vài đứt gãy nhỏ

song song. Các đứt gãy trong đới tạo hợp với nhau thành kiểu kiến trúc song song và gần song song.

- *Đới động lực:*

Theo các tài liệu: địa mạo, MĐL, CDLNS, KTĐG và 3HKNCU, ĐĐL của đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên có hai đầu hẹp 5-6km, đoạn giữa (phân nhánh) rộng 11km, nhánh chính rộng từ 3 đến 6 km, các nhánh phụ rộng 2-3 km.

- Theo phân tích 3HKNCU và DKN thể nằm của các đứt gãy trong đới Phong Thổ - Than Uyên như sau:

+ Ở đới chính, ĐGc đoạn Nậm Cúm - Tam Đường nghiêng về TN với góc dốc 70-90°. Từ Tam Đường đến Than Uyên, nhánh ĐB của ĐGc nghiêng về TN với góc dốc thoải 50-60°, còn nhánh TN nghiêng về ĐB với góc dốc 70-80°.

+ Các đứt gãy lớn ở đới phụ thứ nhất và thứ hai đều nghiêng về ĐB với góc dốc 70-80°.

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ chuyển động:*

Phân tích KTĐL, 3HKNCU và DKN vết xước kiến tạo, các tài liệu địa chất, địa mạo dọc đới đứt gãy, hoạt động tân kiến tạo của đới gồm 2 pha:

+ Pha sớm (Bt) có thành phần nén tương ứng với TUS có S₁ phương AVT, gần nằm ngang; S₃ phương AKT, gần nằm ngang còn S₂ gần thẳng đứng

+ Pha muộn (Bp) là chủ yếu ở phần TB tương ứng với TUS có S₁ phương AKT, gần nằm ngang; S₃ phương AVT, gần nằm ngang còn S₂ gần thẳng đứng. Riêng đoạn đới chính từ Bình Lư đến Than Uyên có TUS kiểu trượt - giãn và ĐĐG có tính chất Bp-T (hoặc T-Bp). Tổng hợp lại có thể xem đoạn ĐN này của đới có tính chất Bp-T.

Phân tích sự biến dạng của các yếu tố địa mạo trong khu vực đã xác định được biên độ Bp của các đứt gãy tại một số điểm nghiên cứu thuộc ĐĐG: tại Bình Lư là 1400 - 1800m, tại Than Uyên là 1300m, tốc độ dịch chuyển của ĐĐG tại Bình Lư là 0,23-0,3mm/n (Pliocen-Đệ tứ), còn ở Than Uyên là 1,3 mm/n (Q).

- *Các biểu hiện hoạt động hiện đại:*

Dọc đới Phong Thổ - Than Uyên cũng đã xác định được các dị thường địa hóa (Ra, Hg, CO₂, CH₄) ở khu vực thị trấn Bình Lư, nứt trượt đất ở một số nơi như nam Tam Đường, ở Bình Lư... Theo bản đồ phân vùng động đất đới Phong Thổ - Than Uyên được xem là phát sinh động đất với M_{smax} = 5,1-5,5 độ Richté.

1.4. Đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ:

Đới đứt gãy Mường La - Chợ bờ (ĐML-CB) dài hơn 250km (hình 49a, 49b), gồm đới chính và nhiều đới phụ phân nhánh từ đới chính. Phương chung của ĐĐG là TB-ĐN nhưng bị thay đổi theo từng đoạn. Đới bắt đầu từ Nậm Mu (Than Uyên) kéo dài theo phương AKT đến Mường Trai (Mường La), sau đó đổi sang phương TB-ĐN theo bờ trái sông Đà chạy đến Tạ Khoa, chuyển dần sang phương AVT cắt

qua Bắc Yên đến Phù Yên, lại chuyển về phương TB-ĐN rồi chạy tiếp qua Vạn Yên, Chợ Bờ, chia làm 2 nhánh nhỏ: nhánh AVT chấm dứt tại Kim Bôi - Hoà Bình, nhánh TB-ĐN tiếp tục kéo dài đến Lạc Sơn.

- *Đặc điểm địa mạo - địa chất:*

Theo đặc điểm địa mạo, ĐĐG thể hiện được đặc trưng bởi dải địa hình núi thấp, rộng 4-5 km với các đỉnh cao dưới 800m chạy dọc theo thung lũng suối Nậm Mu ở Đoạn Mường Khoa - Mường Trai, tiếp theo là dải địa hình thấp gồm các thung lũng suối nối tiếp nhau qua các yên ngựa, rộng 2-3 km, dài gần 100 km dọc bờ trái sông Đà. Phía ĐB là núi với các chỏm cao 1500-2500m, phía TN là trũng sông Đà với địa hình đồi núi thấp có các đỉnh cao từ 400-500m đến 1000m. Đối phụ TN tách ra từ Bắc Yên, là dải thung lũng kéo dài theo phương TB-ĐN đến bờ sông Đà, nằm giữa hai dãy núi cùng phương cao hơn 1000m ở hai bên ở Đoạn Mường Trai - Đa Phú. Riêng đoạn Đoạn Đa Phú - Chợ Bờ gồm nhiều nhánh là các dải địa hình hẹp, (1-2km) của thung lũng sông Đà và các suối nhánh trong khu vực nằm xen giữa các dải núi cao trên 1000m. Đoạn còn lại có hai nhánh: nhánh vòng cung AVT là dải núi thấp 500-600m nằm giữa vùng núi cao 1500m Đà Bắc ở phía bắc và vòm Kim Bôi cao gần 1000m ở phía nam. Nhánh Chợ Bờ - Lạc Sơn là dải trũng rìa tây nam vòm Kim Bôi.

Một phần ĐML- CB (đoạn từ đầu TB đến Đa Phú) trùm lên ranh giới giữa đới kiến trúc Tú Lệ (cánh ĐB) và vòm Sông Đà (cánh TN). Đoạn Đa Phú - Chợ Bờ ĐĐG nhìn chung chạy theo ranh giới giữa đới kiến trúc Sinh Vinh ở ĐB và Vòm Sông Đà ở TN. Tại đây ĐĐG cắt ngang các kiến trúc khác có tuổi Paleozoi - Mezozoi. ở đoạn còn lại, nhánh vòng cung AVT chạy theo ranh giới giữa đới kiến trúc Sinh Vinh và đới kiến trúc Ninh Bình, nhánh có phương TB-ĐN cắt theo rìa tây nam đới Ninh Bình.

Rìa TN, đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ cắt chủ yếu các đá có tuổi từ P_2 đến T_3 . Rìa ĐB, ĐĐG cắt chủ yếu các đá $J - K, K_2$ ở nửa phần TB và các đá có tuổi từ PR_3 đến T_3 ở nửa phần ĐN.

- *Đặc điểm kiến trúc:*

Đới ML-CB gồm một ĐGc kéo dài từ Mường Khoa đến Chợ Bờ, đối phương nhiều lần theo ĐĐG. Hai bên gồm nhiều ĐGp có độ dài khác nhau sắp xếp rất phức tạp. Theo đặc điểm phân bố của các ĐGp có thể chia đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ thành các đoạn:

+ *Đoạn Mường Khoa - Đa Phú:* ĐGc ở giữa, các ĐGp phân bố chủ yếu trên cánh đông bắc và gần như song song với ĐGc.

+ *Đoạn Đa Phú - Chợ Bờ:* ĐGc ở giữa và là nhánh chính của đới, chạy qua Vạn Yên đến Chợ Bờ. Hai bên cánh, các ĐGp tách ra xa ĐGc, tạo thành các đới phụ.

+ Đoạn cuối đầu ĐN của đới xuất hiện nhiều ĐGp vòng cung AVT kiểu "đuôi ngựa".

- *Đới động lực:*

Theo các tài liệu địa mạo, MĐL, CDLNS, KTĐG và 3HKNCU, ĐDL của đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ gồm 3 phần với những đặc điểm riêng :

- + Phần đầu TB (đoạn Mường Khoa - Tạ Khoa) ĐDL có chiều rộng từ 3-5 km.
- + Phần giữa (Tạ Khoa - Chợ Bờ), ĐDL rộng 5-11km, gồm nhiều nhánh, nhánh chính có chiều rộng khoảng 3-4km, các nhánh phụ có chiều rộng 2-3 km.
- + Phần đầu ĐN, còn lại, các nhánh có chiều rộng 2 -3km.

Theo phân tích 3HKNCU và DKN, ĐGc của đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ nghiêng về hướng ĐB với góc dốc $70-80^{\circ}$, riêng đoạn AVT (Tạ Khoa - Đa Phú) ĐGc nghiêng về phía bắc với góc dốc 60° . Một số ĐGp phương TB-ĐN trên cánh ĐB có hướng cắm về phía TN với góc dốc $60-80^{\circ}$. Các ĐGp dạng vòng cung ở đầu ĐN hầu hết đều nghiêng về phía bắc.

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ chuyển động:*

Phân tích KTĐL và DKN cho thấy rõ tính chất chung của ĐĐG là trượt bằng vẫn chiếm ưu thế trong các giai đoạn hoạt động của nó với hai kiểu trượt của ĐĐG tương ứng với hai TUS thuộc về 2 pha hoạt động khác nhau :

- + Bt là chủ yếu tương ứng với kiểu TUS có S_1 phương AVT, gần nằm ngang; S_3 phương AKT, gần nằm ngang còn S_2 gần thẳng đứng. Riêng đoạn AVT và các đứt gãy vòng cung ở đầu ĐN, TUS có tính chất giãn - trượt và ĐĐG có tính chất T hoặc T-Bt. Bên cạnh đó tại một số điểm nghiên cứu trên cánh ĐB thuộc phần TB của ĐĐG, TUS có tính chất nén và các đứt gãy có tính chất Bt-N (hoặc N-Bt).
- + Bp là chủ yếu, tương ứng với kiểu TUS có S_1 phương AKT, gần nằm ngang; S_3 phương AVT, gần nằm ngang còn S_2 gần thẳng đứng. Riêng đoạn AVT và các đứt gãy vòng cung ở đầu ĐN tính chất TUS là nén và ĐĐG trượt N hoặc N-Bp. Bên cạnh đó cũng tại một số điểm nghiên cứu trên cánh ĐB thuộc phần TB của ĐĐG, TUS có tính chất giãn - trượt và các đứt gãy có tính chất Bp-T (hoặc T-Bp).

Phần lớn các điểm nghiên cứu nằm trong đá có tuổi Mz muộn thuộc hệ tầng Suối Bé (K_2sb) đã cho phép xác định rằng 2 pha hoạt động trên đây xảy ra sau Kreta muộn.

Dọc đới đứt gãy nhiều thành tạo địa mạo bị biến dạng theo cơ chế Bp của các ĐG, đặc biệt là các thành tạo trầm tích Q cho thấy pha trượt phải của ĐĐG xảy ra muộn hơn, với biên độ Bp của các đứt gãy tại một số khu vực dưới đây:

- + Tại Bắc Yên, trên một đoạn dài 30 km của ĐĐG, các dòng suối lớn chảy ngang qua đều bị xê dịch phải với biên độ từ 1300m đến 2000m. Các đường chia nước

trong đoạn này cũng bị xê dịch với biên độ từ 200m đến 800m. Qua tính toán, tổng biên độ dịch chuyển của ĐĐG tại đây khoảng 1300-3000m .

+ Tại Mường Trai, cũng với những dấu hiệu tương tự, đã tính được tổng biên độ Bp của các đứt gãy là 600-1100m .

Các yếu tố này là những dòng suối lớn vì vậy có thể cho rằng các biến dạng Bp trên đây của các đứt gãy xảy ra trong giai đoạn Pliocen -Đệ Tứ và tốc độ dịch chuyển sẽ là 0,1-0,5mm/n.

- *Biểu hiện hoạt động hiện đại:*

Biểu hiện hoạt động hiện đại của đới Mường La - Chợ Bờ khá rõ nét:

+ Tại Bản Chiến (Mường La) xuất lộ nguồn nước khoáng nóng với nhiệt độ nước trên 40°C .

+ Dọc đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ đã xảy ra một số điểm nứt - trượt đất lớn ở Mường La, Bắc Yên và một số nơi khác.

+ Dọc đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ các dấu hiệu biến dạng địa mạo trong Holocen thể hiện rõ nét.

+ Trong đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ đã phát sinh nhiều chấn động địa chấn mạnh. Theo bản đồ phân vùng động đất, trong đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ khả năng phát sinh động đất cực đại có thể đạt M_{smax} = tới 5,5-6,0 độ Richtre trong khoảng độ sâu độ sâu 15-20km

1.5. Đới đứt gãy Sông Đà:

Đới đứt gãy Sông Đà (ĐSD) (hình 49a, 49b) sâu 35-40km dài 450km bắt đầu từ Pà Tân (Phong Thổ) chạy dọc các thung lũng suối Nậm Mạ, sông Đà, Nậm Muội đến Chiềng àm, theo sườn hữu ngạn sông Đà đến Đồng Bằng (Mai Châu), cắt ngang qua đèo Thung Khe sang Tân Lạc, kéo dài về phía ĐN gặp bờ biển ở Kim Sơn.

- *Đặc điểm địa mạo - địa chất:*

Về địa mạo đới đứt gãy Sông Đà gồm hai phần: phần TB (Pà Tân -Tạ Pú) thuộc kiểu dải trũng của các thung lũng vùng núi, phần còn lại thuộc kiểu chuyển tiếp giữa một bên là núi cao một bên là địa hình thấp và trũng.

Theo hướng từ TB đến ĐN đới đứt gãy Sông Đà chạy dọc theo trung tâm của kiến trúc Vồng Sông Đà, trù lên một loạt các đứt gãy lớn nhỏ, tương đối dày tập trung dọc hai bên đứt gãy Sông Đà cổ và các thành tạo trầm tích, magma, biến chất, phần lớn đều có dạng tuyến có tuổi từ Paleozoi đến Kainozoi. Các thành tạo Kainozoi gồm: cát kết màu xám tro, bột kết, đá sét, chứa các vỉa than nâu hệ Neogen có diện tích rất nhỏ ở khu vực Đồng Giao ; cát sạn, cuội sỏi, bột sét bở rời của các thành tạo Q phân bố dọc các thung lũng sông, suối và dải đồng bằng trũng ở phía ĐN.

- *Đặc điểm kiến trúc:*

Trong đới đứt gãy Sông Đà có một ĐGc chạy liên tục suốt từ Pà Tần đến bờ biển và nhiều ĐGp có kích thước khác nhau, tập hợp thành nhiều kiểu hình hài kiến trúc phức tạp và gồm một số đoạn:

+ *Đoạn Pa Tần - Chiềng àm* các đứt gãy chủ yếu song song với nhau và chia thành hai nhánh. Nhánh chính gồm một loạt ĐGp ngắn phân bố hai bên và uốn lượn theo ĐGc chuyển dần từ phương AKT sang phương TB-ĐN. Nhánh phụ ở ĐB nhánh chính gồm 2-3 đứt gãy tách ra từ Sìn Hồ kéo dài theo phương TB - ĐN và kết thúc ở bắc Quỳnh Nhai.

Sự kết hợp của các đứt gãy ở đoạn Sìn Hồ - Quỳnh Nhai và với địa hình trũng thấp tạo cho đoạn ĐĐG có dạng của một trũng kiểu P lớn, rộng hơn 10km, dài gần 80km có phương BTB-NĐN.

+ *Đoạn Chiềng àm - Tạ Pú*, ĐGc phân bố hơi lệch về phía N. Trên cánh TN, 2-3 ĐGp chạy song song, còn trên cánh ĐB có các ĐGp song song và cắt chéo tạo thành kiểu kiến trúc kết hợp đặc biệt.

+ *Đoạn Tạ Pú- Thung Khe*, các ĐGp trong đới thường ngắn, song song hoặc gần song song với ĐGc và tập trung chủ yếu trên cánh ĐB.

+ *Đoạn Thung Khe-bờ biển* ĐGc chạy gần rìa TN. Trên cánh TN các ĐGp với chiều dài từ 50 -100km chạy song song và uốn lượn theo ĐGc. Rìa ĐB, từ Mãn Đức xuất hiện các đứt gãy ngắn, kéo dài về phía Lạc Sơn, gần song song với ĐGc. ở tại Mãn Đức tồn tại một số đứt gãy phương AKT. Từ Lạc Sơn về phía ĐN các ĐGp cũng gần như song song với ĐGc.

- *Đới động lực:*

Các tài liệu địa mạo , CDLNS, MĐL, KTĐG và 3HKNCU cho các số liệu tương đối thống nhất về chiều rộng ĐDL của đới đứt gãy Sông Đà :

+ Tại đầu mút TB (Pa Tần) ĐDL chỉ rộng 3-4km.

+ Đoạn gần 100km tiếp theo chiều rộng ĐDL khoảng từ 6-7km đến 12-14km.

+ ở đoạn giữa (Quỳnh Nhai- Thung Khe) ĐDL thay đổi trong khoảng 7-9km.

+ ở đoạn cuối ĐN (Thung Khe - bờ biển) chiều rộng của nó lại tăng lên đến 8-10km.

Phân tích 3HKNCU và DKN cho thấy thế nằm của các đứt gãy tương đối phức tạp:

+ ĐGc, nói chung, có mặt trượt hướng về ĐB với góc dốc 70-80⁰, một số đoạn cá biệt có góc dốc thoải hơn (60⁰ ở đoạn đèo Chẹn) hoặc gần thẳng đứng (80-90⁰ ở đoạn Tân Lạc - Lạc Sơn).

+ Ở cánh TN phần lớn các ĐGp nghiêng về ĐB với góc dốc 60-70⁰ (ít khi 80⁰) trừ một số đứt gãy ở đoạn Tạ Pú- đèo Chẹn nghiêng ngược lại.

+ Ở cánh ĐB hầu hết các ĐGp rìa ngoài đều nghiêng về hướng TN, vào ĐGc, còn phần lớn các ĐGp ở gần ĐGc hơn, đều nghiêng theo ĐGc về hướng ĐB.

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ chuyển động:*

Phân tích KTĐL các số liệu khe nứt và thống kê các số đo vết xước kiến tạo đều xác định tính chất trượt bằng của ĐĐG chiếm ưu thế trong 2 giai đoạn hoạt động của nó:

- Giai đoạn sớm TUS có S_1 gần nằm ngang, phương AVT; S_3 gần nằm ngang, phương AKT; S_2 gần thẳng đứng. TUS nói chung là trượt bằng chiếm ưu thế. Tính chất ĐĐG là Bt. Tuy nhiên ở từng khu vực tính chất của TUS có thay đổi chút ít và theo đó tính chất của ĐĐG cũng thay đổi:

+ Các đoạn ĐĐG có phương BTB-NĐN hoặc AKT (các đoạn Pa Tần - Chiềng àm, Tạ Pú - Đèo Chẹn...) TUS là trượt - nén, ĐĐG là Bt-N.

+ Đoạn ĐĐG phương AVT (Chiềng àm - Tạ Pú) tính chất TUS là giãn - trượt, ĐĐG là T-Bt.

- Giai đoạn muộn TUS có S_1 chủ yếu gần nằm ngang, phương AKT; S_3 gần nằm ngang, phương AVT; S_2 chủ yếu gần thẳng đứng. TUS nói chung là trượt bằng chiếm ưu thế. Tính chất ĐĐG chủ yếu là Bp. Tuy nhiên, cũng như TUS thứ nhất, tính chất của TUS này có thay đổi chút ít và theo đó tính chất của ĐĐG cũng thay đổi tại một số khu vực:

+ Các đoạn ĐĐG có phương BTB-NĐN hoặc AKT (các đoạn Pa Tần - Chiềng àm, Tạ Pú - Đèo Chẹn, Thung Khe - Lạc Sơn) TUS là trượt - giãn hoặc giãn - trượt, ĐĐG là Bp-T hoặc T-Bp.

+ Đoạn ĐĐG phương AVT (Chiềng àm - Tạ Pú) tính chất TUS là nén-trượt, ĐĐG là N-Bt.

Phân tích hình thái bốn trầm tích Neogen ở Đồng Giao và biến dạng của trầm tích ở đó cũng phản ánh rõ 2pha hoạt động trên của ĐĐG.

Riêng pha trượt phải còn được khẳng định thêm bằng kết quả phân tích hình thái KTĐG và dấu hiệu địa mạo tại nhiều điểm nghiên cứu dọc ĐĐG:

+ Trùng kiểu P với kích thước lớn ở đoạn Pa Tần - Quỳnh Nhai phản ánh tính chất Bp của ĐĐG. Đáng chú ý là các đứt gãy thuộc nhánh phụ phía DB ở đây cắt các đá K_2yc khẳng định trùng được hình thành trong Kainozoi, hơn nữa ở giai đoạn muộn (theo phân tích ở phần trên).

+ Tại nhiều khu vực dọc đới đứt gãy nhiều yếu tố địa mạo tuổi còn rất trẻ: các đường chia nước, các thung lũng suối cùng với các thành tạo Q ở trong đó, các máng xói cùng các nón phóng vật ở một số nơi đều bị biến dạng do cơ chế Bp của các đứt gãy cắt qua chúng.

+ Thành phần chuyển động thẳng đứng của ĐĐG tuy không lớn nhưng cũng được thể hiện khá rõ qua phân tích đặc điểm địa mạo ở một số nơi (đặc biệt là sự chênh cao của địa hình) giữa hai cánh. Sự chênh về độ cao địa hình giữa hai cánh của ĐĐG thấy rõ nhất ở khu vực Sìn Hồ: cánh phía tây của ĐĐG là bề mặt cao nguyên Tà

Phình có độ cao 1200 -1500m, cánh phía đông (nhánh chính) là vùng thấp Ma Quai - Nậm Mạ có độ cao 200-500m. Đoạn Tân Lạc - Nho Quan cũng có sự chênh cao khá lớn giữa cánh: phía TN (ĐGc) là dãy núi đá vôi cao 700- 1000m, cánh phía ĐB là vùng đồi và đồng bằng với độ cao dưới 400m. Tính chất chuyển động thẳng đứng giữa hai cánh của ĐĐG tại hai khu vực này còn được thể hiện rất rõ qua tính phân bậc của địa hình tại đây với các vách dốc đứng hoặc gần thẳng đứng .

Biên độ và tốc độ dịch chuyển Bp của các đứt gãy trong pha muộn có thể được xác định khá chính xác theo biến dạng của các đường chia nước và thung lũng suối tại một số khu vực:

- + Tại khu vực Nậm Mạ (Sìn Hồ) là 1100-1200m .
- + Tại khu vực Quỳnh Nhai là 2100-2500m.
- + Tại khu vực Tân Lạc- Lạc Sơn là 1600-1800m .

Nếu cho rằng các biến dạng này bắt đầu từ N_2 (cách đây 6 triệu năm) thì tốc độ Bp của đới sẽ vào khoảng 0,2 -0,4 mm/n.

Chuyển động thẳng đứng tại một số đoạn của ĐĐG cũng rất đáng kể. Nếu xem các mực địa hình, hiện nằm ở hai bên cánh của ĐĐG trước khi biến dạng có cùng một độ cao thì biên độ thẳng đứng giữa hai bên cánh của nhánh chính ĐĐG tại khu vực Sìn Hồ khoảng 1000m. Ở Tân Lạc là 300-400m . Nếu chấp nhận biên độ này do pha hoạt động muộn (6 tr.năm) gây ra thì tốc độ thẳng đứng sẽ xấp xỉ 0,17mm/n tại khu vực thứ nhất và 0,07mm/n tại khu vực thứ hai.

- *Biểu hiện hoạt động hiện đại:*

Các tuyến nghiên cứu địa hóa (Ra, Hg, CO_2 , CH_4), địa nhiệt đã phát hiện thấy những dị thường khí đất có nồng độ rất cao ở các khu vực Mường Búng và Mai Châu và dị thường địa nhiệt ở Tạ Pú ; các nguồn nước khoáng nóng xuất lộ ở Quỳnh Nhai, ở Nho Quan với nhiệt độ lên tới 35-40°C cùng với nhiều khoáng chất có tác dụng chữa bệnh (suối Kênh Gà - Ninh Bình); động đất cực đại được dự báo với $M_{smax} = 5,5 - 6,0$ độ Richté và trận động đất Mường Luân 5,1 độ Richté (1991) và một số trận ghi được có cấp độ nhỏ hơn khẳng định tính hoạt động hiện đại của đới đứt gãy. Hoạt động đó là tiền đề gây nên nhiều điểm nứt-trượt đất lớn, dọc theo ĐĐG. Tại khu vực đông nam Sìn Hồ thường xảy ra trượt lở lớn kèm theo lũ bùn đá dọc theo thung lũng suối Nậm Mạ. Tại Chiềng âm nứt đất đã gây biến dạng nền móng nhà máy thủy điện vào năm 1991. Nứt trượt đất lớn đặc biệt rõ ở phần Đông Nam của ĐĐG. Các vết nứt trượt lớn thường xuyên xuất hiện tại Chiềng Yên, Đồng Bàng, Tòng Đậu, Đồng Mỏ (Mai Châu). Các vết nứt-trượt cũng thường xuyên xuất hiện dọc theo sườn dốc Thung Nhuối (Tân Lạc), gây ra lở đá ở phía tây Lạc Sơn và nhiều nơi khác ...

1.6. Đới đứt gãy Sơn La - Bìm Sơn:

Đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn (ĐSL-BS) dài hơn 360km (Hình...), bắt đầu từ Nậm Nền (Lai Châu) cắt qua Tuần Giáo, Thuận Châu, kéo dài về phía ĐN, qua Mai Sơn, Mộc Châu, Mai Châu, Bim Sơn và gặp bờ biển ở Nga Sơn.

- *Đặc điểm địa mạo - địa chất:*

Về mặt địa mạo ĐĐG thể hiện là dải trũng với những dải địa hình đồi, núi thấp có đỉnh tương đối bằng phẳng dạng tuyến, hai bên cánh là những dải núi có độ cao hơn hẳn. Riêng đoạn *Pha Đin* dài 15 km là 2 dải địa hình dạng "yên ngựa" song song, mỗi dải rộng 2-3km có độ cao thấp hơn hai bên. Trong dải có các máng xói và các thung lũng suối nhỏ, sâu có phương TB-ĐN.

Đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn trùm lên trên phần lớn chiều dài của đứt gãy Sơn La cổ và các đứt gãy lân cận nó, phát triển trong toàn bộ đới kiến trúc Thuận Châu, nằm giữa Vồng Sông Đà ở phía ĐB và các đới kiến trúc Nậm Cồ, Thanh Hoá nối tiếp nhau ở phía TN.

Đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn cắt qua hầu hết các thành tạo có tuổi từ PZ đến KZ. các đá có tuổi từ từ Cambri, Devon cho đến Neogen, Q .

Các thành tạo Kanozoi trong đới gồm: cát kết màu xám, bột kết, đá sét và sét vôi, chứa các vỉa than nâu hệ Neogen có diện tích rất nhỏ ở khu vực Hang Mon [10]; cát sạn, cuội sỏi, bột sét bờ rời của các thành tạo Q phân bố dọc các thung lũng sông, suối và dải đồng bằng trũng ở phía ĐN.

- *Đặc điểm kiến trúc:*

Đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn có một ĐGc kéo dài gần như liên tục và nhiều ĐGp.kết hợp thành hai kiểu chính: kiểu song song bao gồm nhiều đứt gãy phụ với chiều dài khác nhau nằm hai bên cánh của đứt gãy chính; kiểu "đuôi ngựa" gồm các đứt gãy phụ kết hợp với đứt gãy chính tạo nên một góc nhọn, điển hình là ở đoạn Thuận Châu - Chiềng Chanh và đoạn Mai Châu - Nga Sơn.

- *Đới động lực:*

ĐDL của đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn, theo tài liệu địa mạo, MĐL, KTĐG và 3HKNCU có chiều rộng thay đổi từ 5 đến 20km và có thể chia thành một số đoạn sau:

+ *Đoạn Nậm Nền- Pha Đin* rộng khoảng 5 -6 km.

+ *Đoạn Pha Đin - Chiềng Cọ* rộng 6-8 km.

+ *Đoạn Chiềng Cọ - Chiềng Ve* rộng từ 8 đến 10-12 km.

+ *Đoạn Chiềng Ve - Mai Châu* rộng 5-6 km ở đầu đoạn và 10 km ở cuối đoạn.

+ *Đoạn Mai Châu - Bim Sơn* rộng từ 10 đến 20km.

ĐGc của đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn có thể nằm thay đổi $30-50^{\circ} \angle 60-80^{\circ}$ ở những đoạn có phương TB-ĐN và $20-30^{\circ} \angle 80^{\circ}$ ở đoạn có phương AVT.

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ dịch chuyển:*

Phân tích KTĐL, 3HKNCU, DKN, thống kê các vết xước kiến tạo và các dấu hiệu địa mạo dọc đới đứt gãy đều cho thấy:

- Đới đứt gãy trượt bằng là chủ yếu với hai pha hoạt động:

+ Bt ứng với TUS có trục S_1 gần nằm ngang, phương AVT; trục S_3 gần nằm ngang, phương AKT; còn trục S_2 gần thẳng đứng thuộc pha sớm.

+ Bp ứng với TUS có trục S_1 gần nằm ngang phương AKT, trục S_3 gần nằm ngang phương AVT, còn trục S_2 gần thẳng đứng thuộc pha muộn.

- Trong đá Kreta muộn thấy rất rõ cả hai TUS phản ánh cả hai pha hoạt động, trong khi đó pha với S_1 AKT và ĐĐG là Bp cũng rất rõ trong đá Neogen ở Hang Mon. Như vậy có nhiều khả năng pha này bắt đầu sau khi trầm tích Neogen ở Hang Mon thành đá (có thể sau N_1), còn pha kia bắt đầu sau Kreta muộn và tương ứng với nó ĐĐG có tính chất Bt là chủ yếu.

Hình thái bồn trầm tích và sự biến dạng trầm tích Neogen trong nó cũng khẳng định hai pha chuyển động với những tính chất nói trên.

Hai pha chuyển động với tính chất trên đây còn được khẳng định bởi nhiều dấu hiệu địa chất - địa mạo khác:

+ Dấu hiệu xê dịch trầm tích phun trào Pecmi (P_2yd) ở khu vực Cẩm Thủy (Thanh Hoá) và sự dịch chuyển của thung lũng máng xói cổ ở làng Kiên cùng với việc hình thành trũng kiểu P ở đây rất có thể là bằng chứng về dịch chuyển trái của ĐĐG trong tân kiến tạo.

+ Dấu hiệu Bp của ĐĐG ở pha muộn cũng thể hiện khá phong phú trong sự dịch chuyển của các đường chia nước và các thung lũng suối suốt dọc ĐĐG.

Biên độ dịch chuyển bằng phải của các đứt gãy trong đới đã được xác định tại một số khu vực. Ở phía tây Thuận Châu biên độ Bp của các đứt gãy khoảng 550 - 900m. Tương tự như trên, biên độ dịch chuyển của một số đứt gãy tại Chiềng Chanh là 1000-1500m, tại Na Sun (Mai Châu) là 1600-2000m. Đặc biệt tại Phố Cát, Thạch Thành, Thanh Hoá, dọc một đoạn thung lũng suối dài khoảng 2km, có các dạng tích tụ: bãi bồi thấp, bãi bồi cao và thềm bậc I bị phong hoá. Các đứt gãy cát tại 4 vị trí, làm xê dịch phải đoạn suối này với biên độ khoảng 400m.

Vì các yếu tố biến dạng là các đường chia nước, thung lũng suối, nên có thể cho rằng những dịch chuyển này xảy ra trong thời gian Pliocen - Đệ Tứ và do đó tốc độ Bp trong ĐĐG tại những nơi này vào khoảng từ 0,09 - 0,3mm/n (6 tr.năm). Riêng tại Phố Cát các đứt làm biến dạng thềm bậc I (Q_{III} ?) và bãi bồi suối vì thế có thể dự đoán chúng chỉ mới xảy ra từ Pleistocen muộn (250 000năm), từ đó có thể tính được tốc độ dịch chuyển trong thời gian Q_{III-IV} của các đứt gãy tại đây vào khoảng 1,6mm/năm.

- *Biểu hiện hoạt động hiện đại:*

Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Sơn La - Bìm Sơn thể hiện bằng những biến dạng địa mạo trong Holocen và những trận động đất mạnh có M_{smax} tới gần 6,8 độ Richtre (động đất Tuần Giáo 1983). Theo tài liệu phân vùng động đất thì đới đứt gãy Sơn La - Bìm Sơn có thể sinh động đất với $M_{smax} = 7,0 - 7,1$ và độ sâu chấn tiêu $H = 25 - 30\text{km}$. Tại các tuyến đo địa hoá khí đất các yếu tố Ra, Hg, CO_2 , CH_4 và địa nhiệt đều đã xuất hiện các dị thường khá cao trong đới đứt gãy ở các khu vực Chiềng Mai, Chiềng Ve và Bìm Sơn. Trong đới đứt gãy Sơn La - Bìm Sơn đã xảy ra nứt - trượt đất lớn, tại nhiều điểm dọc theo ĐĐG từ Lai Châu đến Tuần Giáo, ở Chiềng Cọ, Thạch Thành và nhiều nơi khác.

1.7. Đặc điểm đới đứt gãy Sông Mã:

Đới đứt gãy Sông Mã (ĐSM) (hình 49a, 49b) trong khu vực nghiên cứu dài hơn 100km từ Mường Ảng (Tuần Giáo) kéo dài theo phương TB-ĐN, qua Pắc Nặm, thị trấn Sông Mã, Chiềng Khương...

- *Đặc điểm địa mạo - địa chất:*

Đoạn đới đứt gãy Sông Mã trên là dải địa hình đồi núi thuộc thung lũng sông Mã, dài hơn 100km, rộng 7-10km, với các đỉnh cao dưới 500-600m nằm giữa hai dãy núi cao từ 1500 đến trên 2000m: dãy Shu Sung Chảo Chai ở ĐB và dải núi cao kéo dài từ Điện Biên đến biên giới Việt - Lào ở TN.

Đới đứt gãy Sông Mã trùm lên đới đứt gãy Sông Mã cổ, dọc theo ranh giới giữa hai đơn vị kiến trúc lớn: đới kiến trúc Sông Mã (cánh ĐB) và đới kiến trúc Sầm Nưa - Hoàng Sơn (cánh TN). Các đứt gãy trong đới cắt qua tất cả các đá có tuổi từ PR- ϵ_1 đến Q.

- *Đặc điểm kiến trúc:*

Kiến trúc của đới đứt gãy Sông Mã rất phức tạp. Đoạn Mường Ảng - Chiềng Khương, ĐGc hơi lệch sang rìa TN, các ĐGp trên cánh TN cùng có phương với ĐGc, trên cánh ĐB có 2 đến 3 đứt gãy nhỏ song song nằm cách xa ĐGc. Tại thị trấn Sông Mã tồn tại một số đứt gãy nhỏ phương AKT.

- *Đới động lực:*

Qua các tài liệu địa mạo, KTĐG, MĐL và CDLNS, 3HKNCU, ĐĐL của đới đứt gãy Sông Mã có chiều rộng tại đoạn Mường Ảng - Chiềng Khương là 7-10km.

ĐGc theo tài liệu 3HKNCU, DKN, trên suốt chiều dài đều dốc đứng, góc dốc khoảng $80-90^\circ$, ít khi 70° và nghiêng về hướng ĐB ($40-60^\circ$).

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ chuyển động:*

Tính chất của đới đứt gãy Sông Mã chủ yếu là trượt bằng trong hai pha hoạt

động với tính chất chủ yếu của ĐDG như sau:

+ Pha Bt chiếm ưu thế, tương ứng với TUS có S_1 phương AVT, gần nằm ngang; S_2 phương AKT, gần nằm ngang; S_3 gần thẳng đứng.

+ Pha Bp chiếm ưu thế, tương ứng với TUS có S_1 phương AKT, gần nằm ngang; S_2 phương AVT, gần nằm ngang; S_3 gần thẳng đứng.

Biến dạng các yếu tố địa mạo (như thung lũng sông, suối, thềm, bãi bồi v.v...) và đối sánh với các tài liệu liên quan đến lịch sử phát triển địa hình khu vực, cho phép xác định cả 2 pha hoạt động của ĐDG đều xảy ra trong tân kiến tạo và pha Bp xảy ra cả trong thời gian Đệ Tứ, sau pha Bt.

Trong pha muộn (Pliocen - Đệ Tứ), tại khu vực phía nam Chiềng Khương, biên độ Bp của các đứt gãy ở đây vào khoảng 1200-1400m, còn tại Mường Lầm là 1000 -1200m. Nếu tính cho cả thời kỳ Pliocen-Đệ tứ (6 triệu năm) thì tốc độ Bp của các đứt gãy thuộc đới Sông Mã tại các khu vực trên sẽ đạt từ 0,15 đến 0,3mm/n.

Hoạt động hiện đại tích cực của đới đứt gãy được khẳng định bằng hàng loạt các dấu hiệu khác nhau:

+ Các biến dạng địa mạo xảy ra trong Holocen khá rõ nét [10].

+ Các dị thường rất cao của các chất khí Ra, Hg, CO₂, CH₄ nằm trong đới đứt gãy Sông Mã đã được phát hiện thấy ở khu vực thị trấn Sông Mã, Mường Hung.

+ Nhiều điểm nứt - trượt đất lớn xuất hiện tại nhiều nơi dọc theo đới đứt gãy như: nứt - trượt lớn ở đèo Tầng Quái (Mường Ảng), nứt đất và nhà cửa tại thị trấn Sông Mã (Sơn La), nứt đôi ở Quảng Trường (Quảng Xương) [9].

+ Những trận động đất trung bình < 5 độ Richtre đã từng xảy ra trong đới ở cả vùng Thanh Hoá và khu vực Sơn La, Bá Thước. Theo bản đồ phân vùng động đất, đới đứt gãy Sông Mã vẫn có khả năng phát sinh động đất cực đại đến $M_{smax} = 7,0$ Richtre với độ sâu chấn tiêu khoảng 25 - 30km.

1.8. Một số đới đứt gãy bậc cao hơn :

1.8.1. Đới Sa Pa - Văn Bàn:

- Đặc điểm địa mạo - địa chất:

Đới đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn (ĐSP-VB) (hình 49a, 49b) có phương TB-ĐN, kéo dài hơn 85 km, từ Ô Quy Hồ (Sa Pa) đến Văn Bàn và là dải địa hình gồm các khe hẻm, thung lũng dạng hẻm vực và các yên ngựa nối tiếp nhau, nằm giữa một bên là dãy Fansipan cao từ 2500 đến hơn 3000m ở phía TN và một bên là dải núi từ Sa Pa đến Văn Bàn cao trên dưới 2000m (phía nam Văn Bàn cao hơn 800m) ở phía ĐB.

Đới đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn cắt qua các thành tạo tuổi từ PR₁ đến D₂ và khối xâm nhập Yên Sun (γ^1_{ys}) tuổi Paleogen. ĐGc chạy dọc theo ranh giới giữa các đá

xâm nhập thuộc phức hệ Yên Sơn với các thành tạo PR-PZ .

- *Đặc điểm kiến trúc và đới động lực:*

Đới đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn gồm ĐGc phương TB-ĐN, ở giữa, kéo dài liên tục và một số ĐGp ngắn hơn ở hai bên và song song với ĐGc.

ĐDL của đới đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn có chiều rộng từ 2-5 km, gồm 2 đoạn hẹp và 2 đoạn rộng luân phiên nhau.

ĐGc của đới đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn nghiêng về ĐB với góc dốc 60-80°. Các ĐGp trên cánh ĐB nghiêng về TN, trên cánh TN nghiêng về ĐB với góc dốc 70-80°.

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ chuyển động:*

Đới đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn cũng chủ yếu là trượt bằng trong 2 pha hoạt động:

+ Pha Bt đến Bt-N, tương ứng với kiểu TUS có S₁ phương AVT gần nằm ngang, S₃ phương AKT gần nằm ngang còn S₂ gần thẳng đứng.

+ Pha Bp là chủ yếu, tương ứng với kiểu TUS có S₁ phương AKT gần nằm ngang, S₃ phương AVT gần nằm ngang còn S₂ gần thẳng đứng.

Đáng chú ý là 2 pha nói trên xác định được cả tại các điểm nghiên cứu trong đá Paleogen . Bên cạnh đó nhiều yếu tố địa mạo (thung lũng suối và đường chia nước) dọc ĐĐG tuổi còn rất trẻ (có các thành tạo Q), bị biến dạng theo cơ chế Bp .

Biên độ Bp của các đứt gãy xác định theo biến dạng của các đường chia nước và thung lũng suối tại một số vị trí: Bản Bo là 1200m -1300m , ở Văn Bàn là 500-800m. Các yếu tố địa mạo bị biến dạng trong thung lũng suối Bản Bo có nguồn gốc bóc mòn - xâm thực, còn ở Văn Bàn có cả tích tụ Q. Nếu cho rằng những biến dạng này xảy ra từ Pliocen (khoảng 6 tr. năm) thì khu vực Bản Bo đại diện cho cả giai đoạn Pliocen - Đệ Tứ , còn ở Văn Bàn có thể chỉ mới xảy ra trong Đệ Tứ. Từ đó có thể tính được tốc độ Bp tương ứng là 0,2 mm/n (6 tr. năm), và 0,5 - 0,8mm/n (1 tr. năm).

- *Hoạt động hiện đại:*

Trong đới đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn đã xác định được các dị thường cao của các yếu tố địa hóa khí đất như Ra, Hg, CO₂, CH₄ ở khu vực Ô Quy Hồ, một số trận động đất có magnitude 3 – 4 độ Richters cũng đã ghi nhận được. Đây là bằng chứng về hoạt động hiện đại của ĐĐG

1.8.2. Đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình:

Đới đứt gãy Nghĩa Lộ -Ninh Bình (ĐNL-NB) sâu 35-40km, dài gần 250km bắt đầu từ phía bắc Tú Lệ theo phương TB-ĐN cắt qua Nghĩa Lộ, Hoà Bình, Ninh Bình ra vùng ven biển Kim Sơn (hình 49a, 49b).

- *Đặc điểm địa mạo - địa chất:*

Đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình là một dải địa hình trũng, hẹp, thẳng, kéo dài, thấp hơn so với hai bên và gồm: thung lũng khe hẻm sâu, những dải đồi núi thấp xen thung lũng các suối, đồng bằng trũng...

Từ TB đến ĐN, đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình trù lên một loạt các đứt gãy cổ hơn, ngắn, tập trung thành một số dải, nối tiếp nhau theo phương TB-ĐN. Các đứt gãy của đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình cắt qua tất cả các thành tạo trước Kainozoi có tuổi từ Kreta. Trong ĐĐG có một điểm trầm tích Neogen ở Văn Chấn.

- *Đặc điểm kiến trúc và đới động lực:*

Đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình có một ĐGc kéo dài từ TB đến ĐN và bị các đứt gãy phương AKT từ phía ngoài ĐB cắt tại 2 điểm tạo thành 3 đoạn. Hai bên ĐGc có nhiều ĐGp ngắn, chạy song song hoặc gần song song. Tại Nghĩa Lộ, trên cánh TN xuất hiện một trũng lớn kiểu G.

ĐDL của đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình có chiều rộng 2-3 km ở đoạn bắc Tú Lệ. Từ Tú Lệ ra đến bờ biển chiều rộng của đới ổn định trong khoảng 5-6 km. Riêng tại Nghĩa Lộ đới rộng gần 10km.

ĐGc của đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình nghiêng về hướng ĐB với góc dốc hơn 70^0 , riêng đầu ĐN góc dốc là $50-60^0$.

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ chuyển động:*

Trong tân kiến tạo đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình hoạt động trượt bằng là chủ yếu và gồm 2 pha:

- Bt (pha sớm), trong TUS có S_1 phương AVT, gần nằm ngang; S_3 phương AKT, gần nằm ngang còn S_2 gần thẳng đứng.

- Bp (pha muộn) là chủ yếu, trong kiểu TUS có S_1 phương AKT, gần nằm ngang; S_3 phương AVT, gần nằm ngang còn S_2 gần thẳng đứng. Riêng đoạn ĐN (Kim Bôi-bờ biển) có TUS kiểu trượt - giãn và ĐĐG có tính chất Bp-T (T-Bp). Trong pha này, biên độ Bp của các đứt gãy trong đới khoảng 600-1400m, tương ứng với tốc độ Bp trong thời gian Q là 0,6 -1,4mm/n.

- *Biểu hiện hoạt động hiện đại:*

Các dị thường khá cao của các yếu tố Ra, Hg, CO₂, CH₄, các dị thường địa nhiệt, nguồn nước khoáng nóng xuất lộ ở Kim Bôi với nhiệt độ nước từ 36 - 40⁰C là những biểu hiện hoạt động hiện đại. Ngoài ra, trong đới cũng ghi được một số trận động đất nhỏ, tuy không nhiều nhưng cũng khẳng định thêm đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình đang hoạt động.

1.8.3. Đới Tuần Giáo - Nậm Ty:

Đới đứt gãy Tuần Giáo - Nậm Ty (ĐTG-NT) kéo dài hơn 100km từ Tuần Giáo theo phương AKT đến bản Nậm Ty (huyện Sông Mã, Sơn La) chuyển sang phương TB-ĐN tiếp tục phát triển về phía ĐN (hình 49a, 49b).

Tại khu vực Tuần Giáo ĐĐG là một thung lũng suối sâu, hẹp kéo dài theo phương AKT rộng 1-2km nằm giữa một bên là dãy Su Sung Chảo Chai ở phía đông và một bên là dãy núi cao phía TN Tuần Giáo ở phía tây. ở khu vực Sông Mã (Sơn La) ĐĐG là một dải địa hình trũng thuộc thượng nguồn thung lũng suối Nậm Ty viền theo chân dãy Su Sung Chảo Chai kéo dài theo phương AKT đến bản Nậm Ty chuyển sang phương TB-ĐN phát triển tiếp về phía bắc Chiềng Khương. Đoạn giữa Tuần Giáo và Nậm Ty là một yên ngựa thể hiện khá rõ nét trên địa hình.

Đới đứt gãy Tuần Giáo - Nậm Ty phát triển dọc theo ranh giới (thể hiện bằng một đứt gãy nhỏ) giữa đới kiến trúc Nậm Cô ở phía Đ, ĐB và một phần của đới kiến trúc Sông Mã ở phía T, TN. Các đứt gãy cắt qua các đá biến chất có tuổi từ PR_2 đến E_1 và các thành tạo magma có tuổi PZ.

ĐGc của đới đứt gãy Tuần Giáo - Nậm Ty, tại Tuần Giáo, cắm về phía đông với góc cắm rất thoải (50°), còn tại Nậm Ty cắm về phía ĐB với góc dốc $70-80^\circ$.

Trong đới đứt gãy Tuần Giáo - Nậm Ty cũng xảy ra 2 pha hoạt động trong tân kiến tạo:

- Pha thứ nhất đoạn AKT của đới đứt gãy trượt N-Bt, đoạn TB-ĐN trượt bằng trái.
- Pha thứ hai đoạn AKT trượt T-Bp, đoạn TB-ĐN trượt bằng phải.

Các dấu hiệu biến dạng của các đường chia nước tại khu vực suối Nậm Ty cho thấy biên độ Bp các đứt gãy khoảng 700-800m. và tốc độ Bp của đới đứt gãy Tuần Giáo - Nậm Ty xấp xỉ 0,1mm/n.

1.8.4. Đới Sớp Cộp - Lang Chánh:

Đới đứt gãy Sớp Cộp - Lang Chánh (ĐSC-LC) kéo dài hơn 250km (phần trong khu vực nghiên cứu gần 100km) từ Điện Biên chạy qua Sớp Cộp sang Lào (hình 49a, 49b).

- *Đặc điểm địa chất - địa mạo:*

Trên địa hình đới đứt gãy Sớp Cộp - Lang Chánh là một dải đồi núi thấp với các đỉnh cao 700-800m, rộng 5-7km, phân bố dọc theo các thung lũng suối Nà Phày, Sớp Cộp nối tiếp nhau. Hai bên là các dãy núi cao 1000m đến trên 1500m

Đới đứt gãy Sớp Cộp - Lang Chánh phát triển dọc theo ranh giới (thể hiện bằng các đứt gãy nhỏ) giữa các hệ tầng thuộc tầng kiến trúc Mezozoi ở cánh ĐB và các hệ tầng thuộc tầng kiến trúc PZ ở phía TN. Các đứt gãy cắt qua chủ yếu các đá trầm tích có tuổi từ PZ trung ($S_2-D_1 tr$) đến MZ muộn (T_3n-rsb) và các thành tạo magma có tuổi PZ-MZ.

- *Đặc điểm kiến trúc và đới động lực:*

Đới đứt gãy Sớp Cộp - Lang Chánh có một ĐGc chạy theo rìa TN các ĐGp

ngắn song song với đứt gãy chính nằm về cánh ĐB. ĐGc cắm về phía đông bắc với góc cắm dốc 70-80°.

- *Các giai đoạn phát triển và tốc độ chuyển động:*

Từ các số liệu kiến tạo vật lý đo trong đới đứt gãy Sốp Cộp - Lang Chánh cũng xác định được 2 pha hoạt động trượt bằng:

- Pha thứ nhất đới đứt gãy trượt bằng trái.

- Pha thứ hai đới đứt gãy trượt bằng phải.

Biến dạng các yếu tố địa mạo (gồm cả các thành tạo Đệ Tứ) tại khu vực Nà Phay, Sốp Cộp thể hiện rất rõ hoạt động trong pha Bp của đoạn ĐĐG.

Biến dạng của các yếu tố địa mạo trong ĐĐG cho phép xác định biên độ dịch chuyển Bp của các đứt gãy khoảng 1200-1800m. Nếu giả thiết rằng Bp của các đoạn ĐĐG này xảy ra trong cả giai đoạn Pliocen - Đệ Tứ thì tốc độ Bp của các đứt gãy tại đây đạt 0,2-0,3mm/n.

- *Biểu hiện hoạt động hiện đại:* Theo các số liệu ghi động đất thì trong đới này đã xảy ra động đất mạnh vào năm 1935 – 6,8 độ Richtre ở khu vực Điện Biên. Ngoài ra, dọc đới này trong địa phận Thanh Hoá cũng đã ghi được một số trận động đất cấp độ nhỏ hơn. Các biểu hiện về nứt trượt đất cũng quan sát được ở ngoài phạm vi vùng nghiên cứu thuộc vùng Thanh Hoá.

1.8.5. Các đới đứt gãy của trũng Hoà Bình:

Trũng Hoà Bình là một kiến trúc âm kéo dài theo phương B -N hơn 40 km, bắt đầu từ ngã ba Sông Hồng ở phía bắc đến khu vực làng Châm (thị xã Hoà Bình) ở phía nam . Hai bên sườn đông và tây của trũng phát triển hai đới đứt gãy song song nhau và cùng với phương của trũng.

Đới sườn tây bắt đầu từ phía Thanh Sơn (Phú Thọ) chạy theo sườn đông dãy núi Đông Liêm ... tiếp tục phát triển dọc theo sườn đông đồi Ông Tượng và kéo dài về phía làng Châm- Mát. Kiến trúc của đới tương đối phức tạp. Ở khu vực Thanh Sơn đới gồm từ 3 đến 4 đứt gãy gần song song với nhau phần lớn chúng bị che phủ bởi trầm tích aluvi của sông Hồng. Tại bờ phía tây sông Đà đới bao gồm 6 đứt gãy phân bố song song nhau từ chân núi đến sát bờ sông . Phần tiếp theo của đới kéo dài từ bờ sông Đà , phía dưới đập thuỷ điện chạy dọc hai bên quốc lộ 6 đến làng Mát. ở đoạn này đới gồm 4 đứt gãy chạy song song nhau, nghiêng về phía đông với góc dốc từ 60-70°, hướng cắm là 90. Đứt gãy thứ hai chạy dọc qua sườn phía đông đồi Ông Tượng có góc cắm thay đổi từ 60-80°, hướng cắm từ 80 đến 103°. Hoạt động của đứt gãy thể hiện rõ ở tính sụt bậc của địa hình tại khu vực này với cánh phía đông bị sụt xuống so với cánh phía tây. Mặt cắt địa điện tại đây đã ghi nhận được một đới dập vỡ mạnh trong đá trầm tích cát bột kết phân lớp dày. Phần chìm sâu của

đứt gãy trong vùng trung cũng được phát hiện bằng tài liệu địa điện ở khu vực gần sở Khoa học công nghệ và môi trường. Nhìn chung tất cả các đứt gãy thuộc đới phía tây đều có góc nghiêng tương đối lớn ($60-80^{\circ}$) và đều nghiêng về hướng đông. Sự hạ lún của cánh phía đông so với cánh phía tây ở từng đứt gãy được thể hiện rõ trên địa hình hoặc trong mặt cắt trầm tích xác lập bằng tài liệu địa điện.

Đới phía đông bắt đầu từ Bát Bạt qua đông thị xã Hoà Bình vòng về phía làng Mát. Đới có dạng tuyến khá rõ nét và gồm 5 đến 6 đứt gãy song song và cách tương đối đều nhau. Chúng phân cắt sườn các dãy núi Chanh, dãy núi Làng Ngòi thành nhiều bậc thấp dần về phía thung lũng sông Đà. Ở khu vực làng Ngòi còn quan sát thấy rất rõ các faset phân bố theo rìa chân của dãy núi này. Những đặc điểm về địa mạo này phản tính chất trượt thuần rất tích cực của đới trong thời kỳ kiến tạo trẻ.

Phân tích các biểu đồ mật độ khe nứt của các đứt gãy trong đới cho thấy các đứt gãy đều có hướng cắm nghiêng về phía tây, phương vị $250-280^{\circ}$ và có góc cắm tương đối thoải, góc dốc $35-60^{\circ}$. Chiều rộng của đới hầu như thay đổi rất ít khoảng 1,5 km ở phía bắc và 1km ở phía nam.

So sánh những nét hình thái kiến trúc cho phép khẳng định rằng trung Hoà Bình là một kiến trúc sụt kiểu địa hào, được hình thành có lẽ trong thời gian Đệ Tứ với hai đới đứt gãy thuần phân bố gần như song song với nhau ở hai bên rìa, trong đó đới phía tây phát triển với quy mô lớn hơn góc cắm của các đứt gãy trong đới dốc hơn. Với mức độ phân dị và phá huỷ địa hình mạnh mẽ cùng với các hiện tượng địa chất khác như sự đầm lầy hoá khu vực, quá trình sạt lở, nứt trượt đất xảy ra mạnh mẽ dọc theo sườn phía tây cho thấy rõ vai trò vượt trội về hoạt động kiến tạo của đới này so với đới phía đông. Từ đó có thể khẳng định rằng quá trình hình thành và phát triển trung Hoà Bình do đới đứt gãy phía tây khống chế. Đới phía đông là giữ vai trò thứ yếu và là đới đứt gãy phụ đồng sinh trong cơ chế hình thành các bồn trung dạng địa hào.

Với đặc điểm hình thái kiến trúc của hai đới đứt gãy rìa đông và rìa tây, quá trình sụt lún mạnh mẽ đi đôi với việc tạo thành tầng trầm tích Đệ Tứ dày dọc theo phần trung tâm trung, đã phần nào cho phép xác định xu thế sụt lún thống trị trong phạm vi trung Hoà Bình trong suốt thời kỳ kiến tạo trẻ. Bên cạnh đó, phân tích các số liệu kiến tạo vật lý của các điểm khảo sát trong khu vực bằng các phương pháp khác cũng cho những kết quả tương tự.

II. ĐỚI SÔNG HỒNG – SÔNG CHÁY:

Đới đứt gãy Sông Hồng là một ranh giới địa chất có vai trò đặc biệt quan trọng trong hình thành và phát triển các quá trình hoạt động địa chất – kiến tạo của cả vùng Đông Nam Á. Hoạt động của các hệ thống đứt gãy trong vùng nghiên cứu chịu ảnh hưởng sâu sắc của đới đứt gãy này. Trong nhiều năm qua đới đứt gãy này

đã là đối tượng nghiên cứu không phải riêng đối với các nhà khoa học Việt Nam mà đối với nhiều nhà khoa học trên thế giới. Các kết quả nghiên cứu đứt gãy Sông Hồng về nhiều khía cạnh vẫn là những vấn đề còn gây nhiều tranh cãi. Có một điều thống nhất trong các nghiên cứu là sự thừa nhận tính hoạt động tích cực của đứt gãy này trong tân kiến tạo. Các kết quả nghiên cứu về đứt Sông Hồng trong đề tài này cũng chỉ đề cập đến một số khía cạnh liên quan giữa hoạt động đứt gãy với một vài loại tai biến địa chất. Một số kết quả nêu ra cũng có thể còn gây tranh cãi nhưng dù sao các tài liệu thu được trong các khảo sát nghiên cứu gần đây cũng đóng góp cho ta hiểu thêm một vài khía cạnh liên quan đến đứt gãy này.

- Đặc điểm địa mạo

Địa mạo ĐSH phản ánh rõ trên địa hình với một số đặc trưng sau:

Chiều dài ĐSH từ Manpan (Trung Quốc) đến Việt Trì khoảng 300 km, nơi rộng nhất bao gồm cả dãy Núi Con Voi ~ 45 km. Khu vực nghiên cứu ĐSH có 2 đứt gãy chính: Đứt gãy Sông Hồng và đứt gãy Sông Chảy. Các đứt gãy chính này tạo thành 2 đới nhánh. Đới nhánh thứ nhất vẫn gọi là ĐSH và đới nhánh thứ hai là đới Sông Chảy (ĐSC). Giữa 2 đới nhánh là dãy núi Manpan - Hà Khẩu (giáp thị xã Lào Cai), cao chừng 1000 m, dài 100 km, rộng 5 - 15 km, và dãy núi Con Voi, cao trung bình 800 m, dài 200 km, rộng chừng 15 km.

ĐSH nằm ở phía TN dãy núi Con Voi. Phía TN ĐSH địa hình phân cắt mạnh. Độ cao địa hình ở gần Manpan trung bình 1500 - 3000 m, đến gần Việt Trì chừng 500 - 1500 m. Sườn núi rất dốc đạt đến 35 - 40°. Phía này còn có khe suối và trũng trẻ, dài 4 - 10 km, rộng 1 - 3 km, lấp đầy những trầm tích Holocen - Hiện Đại [26].

Phía DB ĐSH là sườn TN dãy núi Manpan - Hà Khẩu và sườn TN dãy núi Con Voi, với độ dốc 30 - 40°. Các khe suối có dòng chảy ngắn.

Trong đứt gãy Sông Hồng, phần thấp nhất có các đồi trầm tích Neogen - Đệ Tứ, với độ cao trung bình 100 m. Đây là phần còn sót lại của bồn trầm tích kéo dài 10 km, rộng 2 - 3 km.

Hình thái lòng sông có dạng hình chữ V. Các thềm sông, bãi bồi dọc sông là phần thấp nhất trong đứt gãy. Độ cao của chúng từ vài chục đến gần trăm mét, và nhiều nơi vách sườn thềm sông có độ chênh cao từ 5 - 7 m, kéo dài theo phương TB - ĐN hàng trăm mét.

Các khe xói, suối nhỏ ở hai cánh chảy vào các thung lũng suối, có nhiều đoạn đổi hướng dòng chảy từ phương DB - TN về phương TB - ĐN khoảng vài chục mét đến hàng trăm mét. Tại các cửa khe suối này cũng phát hiện thấy những thềm bào mòn, nón phóng vật.

ĐSC nằm ở phía DB dãy núi Con Voi. Phía TN ĐSC là sườn DB dãy núi Manpan - Hà Khẩu và sườn DB dãy núi Con Voi, với độ dốc 25 - 40°.

Phía ĐB ĐSC (đoạn Manpan - Hà Khẩu) địa hình cao 1500 - 2500 m, với sườn núi rất dốc. Từ Hà Khẩu đến Việt Trì chủ yếu là các núi đá vôi cao từ 500 - 1500 m, sườn dốc đứng.

Trong đới đứt gãy Sông Chảy có các đồi Neogen cao từ vài chục mét đến trên trăm mét và một số bậc thềm, bãi bồi phân bố dọc theo sông Chảy. Các thung lũng suối nằm ở độ cao từ vài chục đến gần trăm mét, chiều dài từ 1 - 2 km đến > 10 km, chiều rộng từ vài trăm mét đến hàng kilômét như ở Bản Phiệt, Bản Cẩm (Bảo Thắng), Tân Hương (Yên Bình).

Hình thái lòng sông Chảy có dạng hình chữ V. Thềm sông bậc I và bãi bồi hiện đại có diện tích nhỏ hẹp, phát triển dọc sông, độ chênh cao so với dòng sông từ 2 - 3 m, bề mặt tương đối bằng phẳng.

Các khe suối ở cánh TN chảy vào các thung lũng suối trong đới đứt gãy thường bị đổi hướng dòng chảy đột ngột từ hướng ĐB về hướng ĐN một đoạn dài hàng trăm mét, như ở Phong Hải, Yên Bình.

ĐSH từ Việt Trì - vịnh Bắc Bộ mang đặc điểm đồng bằng châu thổ. Vùng đồng bằng có độ cao không lớn, ở nơi xa bờ biển khoảng 90 km mới đạt được 10 - 12 m. Dấu hiệu địa mạo để nhận biết đới đứt gãy ở đồng bằng là những dạng địa hình bóc mòn, xâm thực hoặc tích tụ.

Phía TN ĐSH là những đồi thấp, dạng bát úp, cao > 20 m, kéo dài từ Ba Vì đến Xuân Mai. Từ Xuân Mai đến Kim Sơn chủ yếu là các núi đá vôi, sườn dốc đứng.

Trong đới đứt gãy ở giữa đồng bằng là những đồi núi sót, nhô cao khoảng hàng chục mét như dải đồi ở Thạch Thất, Quốc Oai, Chương Mỹ, Thanh Liêm, Vụ Bản và dải địa hình cao Yên Lạc, Đan Phượng, Kim Thi, Quỳnh Phụ, Kiến Xương, Tiền Hải kéo dài theo phương TB - ĐN. Đây là các dải địa hình bóc mòn, xâm thực. Xen giữa các dải địa hình cao là dải địa hình thấp như dải trũng Bát Bạt, tây Thạch Thất, Chùa Trầm, Thường Tín, Mỹ Đức, Phú Xuyên, Kim Sơn; dải trũng Phúc Thọ, Đan Phượng, Kim Động, Xuân Thuỷ và dải trũng nam Phúc Yên, bắc Đan Phượng, Ninh Thanh, Đông Quan. Các dải trũng này là địa hình tích tụ dạng đầm hồ, cao < 4 m, dài 10 - 15 km, rộng 4 - 7 km, nối tiếp nhau theo phương TB - ĐN.

Phía ĐB ĐSH là những đồi thấp tây Lập Thạch, bắc Xuân Hoà, cao vài chục đến trăm mét, về phía đồng bằng là các dải địa hình cao 8 - 12 m ở Đông Anh, Gia Lâm, Mỹ Văn, dạng đồng bằng bóc mòn, xâm thực, với chiều dài mỗi dải chừng 10 km, rộng 4 - 5 km (hình 49b).

Chiều rộng của đới đứt gãy gần Việt Trì khoảng 45 km, ở bờ biển khoảng 75 km.

Hình thái lòng sông đồng bằng của ĐSH có dạng hình chữ U, mở rộng theo chiều ngang. Độ cao các thềm sông bậc I từ 2 - 8 m.

Trong Kainozoi, hoạt động kiến tạo của ĐSH và đới đứt gãy Sông Lô đã tạo nên diện mạo đồng bằng hiện đại. Những dạng địa hình bóc mòn xâm thực và tích tụ xen kẽ tạo nên đặc điểm địa mạo của đới đứt gãy [26].

- *Đặc điểm kiến trúc đới Sông Hồng:*

Hệ thống đứt gãy Tân kiến tạo đới Sông Hồng phương TB - ĐN, phản ánh rõ nét trên ảnh vệ tinh, bản đồ địa hình, các cấu trúc kiến tạo và trên các thành tạo địa chất. Chúng gồm đứt gãy chính (ĐGc) Sông Hồng, Sông Chảy, đứt gãy phụ (ĐGp) lớn Đoan Hùng - Tiền Hải và một số ĐGp nhỏ (hình 49a, 49b).

ĐGc Sông Hồng, Sông Chảy là giới hạn phía TN và phía ĐB dải biển chất dãy Núi Con Voi. ĐGp Đoan Hùng - Tiền Hải, tách khỏi ĐGc từ Đoan Hùng. Cả 3 đứt gãy này đều chạy vào đồng bằng, rồi ra vịnh Bắc Bộ.

Các ĐGp chủ yếu phát triển theo 2 phương TB - ĐN và á kinh tuyến: Hệ thống ĐGp phương TB - ĐN phân bố ở 2 cánh của đới đứt gãy, có chiều dài từ vài chục km đến hàng trăm km; Hệ thống đứt gãy á kinh tuyến có chiều dài ngắn vài km đến hàng chục km, thường là giới hạn các trũng tách giãn.

Phía ĐB đới Sông Hồng các ĐGp chạy song song và cách ĐGc từ 2 - 9 km, kéo dài hàng trăm km. Phía TN các ĐGp phương TB - ĐN có chiều dài vài km đến vài chục km và ĐGp phương á kinh tuyến. Ngoài ra, còn có các trũng tách giãn phương á kinh tuyến được lấp đầy trầm tích Đệ Tứ [26].

Phân tích ba hệ khe nứt cộng ứng và dải khe nứt ở các mặt cắt ngang đới Sông Hồng cho kết quả thống nhất về thể nằm của các đứt gãy trong đới:

- ĐGc Sông Hồng và Sông Chảy đều nghiêng về phía ĐB với độ dốc rất lớn: $39 - 60^{\circ} \angle 80^{\circ}$.

- ĐGp Đoan Hùng - Tiền Hải nghiêng về TN với độ dốc rất lớn: $230^{\circ} \angle 70 - 79^{\circ}$ (hình 24; 25).

- ĐGp chạy phía bắc sông Hồng nghiêng về TN với độ dốc lớn: $206 - 255^{\circ} \angle 60 - 84^{\circ}$.

Trên cánh TN đới đứt gãy Sông Hồng các ĐGp có mặt trượt nghiêng về ĐB, song song với ĐGc. Ngược lại, ở cánh ĐB phát triển nhiều ĐGp nghiêng về phía TN. Càng về phía ĐN (từ Yên Bái) ở cả hai cánh phát triển nhiều ĐGp nghiêng về TN [26].

Theo tài liệu trọng lực và địa chấn [20]:

ĐGc Sông Hồng nghiêng về ĐB với góc dốc $74 - 76^{\circ}$, ở Phủ Lý là $60 - 80^{\circ}$.

ĐGc Sông Chảy nghiêng về ĐB với góc dốc $64 - 80^{\circ}$.

ĐGp Đoan Hùng - Tiền Hải nghiêng về TN với góc dốc rất khác nhau: Đoạn từ Phúc Yên đến Phủ Cừ góc dốc $72 - 73^{\circ}$, từ Phủ Cừ ra biển đạt $80 - 85^{\circ}$ và càng xuống sâu góc dốc càng thẳng đứng.

- Các giai đoạn phát triển:

Nhiều tác giả đã khẳng định trong Kainozoi đới Sông Hồng đã trải qua 2 pha phát triển chính: Pha sớm chủ yếu là trượt bằng trái (Bt), pha muộn chủ yếu là trượt bằng phải (Bp). Tuy nhiên, thời gian bắt đầu và kết thúc của mỗi pha còn có nhiều ý kiến khác nhau. Bằng tổng hợp bổ sung các kết quả nghiên cứu bằng nhiều phương pháp trong đề tài cũng cho thấy hệ đứt gãy Sông Hồng – Sông Chảy đã trải qua ít nhất 2 giai đoạn phát triển chính với cơ chế trượt bằng::

- Giai đoạn 1 phát triển vào Eocen giữa - Miocen ($E_2 - N_1$), với cơ chế trượt bằng trái.

- Giai đoạn 2 phát triển vào Pliocen- Đệ Tứ (N_2-Q), với cơ chế trượt bằng phải [26].

Trong đới Sông Hồng cũng có sự khác biệt về cơ chế hoạt động của đứt gãy ở miền núi và ở đồng bằng - vịnh Bắc Bộ trong thời kỳ hiện đại.

- Ở miền núi, các đứt gãy trượt bằng phải phân bố song song với đứt gãy chính tạo nên các trũng Đệ Tứ phương TB - ĐN. Các đứt gãy thuận và thuận - trượt bằng phải chủ yếu nằm ở cánh DB và ở cánh TN từ Lào Cai đến Thanh Sơn, tạo nên các trũng tách giãn. Bề dày trầm tích Pliocen - Đệ Tứ khoảng từ vài chục đến vài trăm mét, cực đại ở trũng đạt 2000 m, trong đó trầm tích Holocen đạt 5 - 30 m.

- Ở đồng bằng và vịnh Bắc Bộ, các đứt gãy trượt bằng phải vẫn chiếm ưu thế, song các yếu tố thuận tăng cường mạnh về phía ĐN.

Các đứt gãy phương TB - ĐN vừa có tính chất trượt bằng phải vừa có tính chất thuận tạo nên các trũng trầm tích Đệ Tứ dạng tách giãn - địa hào. Ở đồng bằng do có hệ thống đê điều ngăn chặn nước sông, nên không được trầm tích bồi lắng, các trũng này có xu hướng bị đầm lầy hoá như Mỹ Đức, Phú Xuyên, Kim Sơn, Xuân Thủy, Đông Quan. Ở vịnh Bắc Bộ tạo nên trũng lớn dọc theo phương của đới đứt gãy.

Các đứt gãy thuận và thuận - trượt bằng phải có phương á kinh tuyến tạo nên các trũng tách giãn, phân bố ở 2 cánh của đới đứt gãy [26].

Trầm tích Holocen trong các trũng sụt lún ở đồng bằng đạt từ 20 đến > 60 m (trũng Kim Sơn > 30 m, trũng Giao Thủy > 40 m, trũng Đông Quan > 60 m...), trũng Vịnh Bắc Bộ đạt > 1000 m [26].

- Biên độ và tốc độ dịch chuyển:

Có nhiều kết quả đánh giá về biên độ và tốc độ dịch chuyển của đới sông Hồng và các kết quả cũng không thống nhất, điều này có thể do 2 nguyên nhân: 1) Việc xác định tuổi địa hình, tuổi các mạng sông suối để tính thời gian phát sinh biến vị các khe suối rất khó và phụ thuộc vào cách xác định của từng tác giả; 2) Do số liệu thu thập theo dấu hiệu địa mạo ở từng khu vực có mức độ tin tưởng khác nhau. Từ các kết quả nghiên cứu của đề tài có thể nêu một vài kết luận:

Trong Kainozoi đới Sông Hồng ở cả 2 pha trượt bằng trái trong giai đoạn $E_2 - N_1$ và trượt bằng phải trong giai đoạn $N_2 - Q$ đều có biên độ và tốc độ lớn:

- Giai đoạn $E_2 - N_1$ biên độ dịch trượt trái của đới đứt gãy Sông Hồng - Sông Chảy chừng 180 km, ứng với tốc độ 6 mm / năm.

- Giai đoạn $N_2 - Q$ biên độ dịch trượt phải của đới Sông Hồng khoảng 37 km, ứng với tốc độ là 7,4 mm / năm.

Về tốc độ dịch chuyển thẳng đứng theo nhiều tác giả cũng có giá trị rất khác nhau.

Trong cả hai giai đoạn có thể thấy thành phần chuyển động thẳng đứng với tốc độ nâng trung bình ở miền núi là 0.5 mm/năm, tốc độ sụt lún trung bình ở trũng Hà Nội khoảng 0.13 mm/năm và ở vịnh Bắc Bộ khoảng 0.26 mm/năm.

Nhìn chung cả về biên độ và tốc độ dịch chuyển của đới Sông Hồng cho đến nay còn gây nhiều tranh cãi, nhưng các tác giả đều thống nhất rằng đới Sông Hồng – Sông Chảy hoạt động mạnh trong tân kiến tạo và ảnh hưởng sâu sắc đến bức tranh cấu kiến tạo không chỉ ở vùng nghiên cứu mà cả khu vực Đông Nam Á.

- *Chiều rộng đới động lực*

Phân bố đới động lực của hệ đứt gãy Sông Hồng – Sông Chảy trên lãnh thổ Việt Nam cũng mang tính phân đoạn khá rõ: đoạn Bát Xát – Lào Cai rộng, đoạn Lào Cai – Bảo Hà, đoạn Bảo Hà - Yên Bái, đoạn Yên Bái - Việt Trì, đoạn Việt Trì - vịnh Bắc Bộ.

Nhìn chung ở khu vực miền núi chiều rộng đới động lực đới Sông Hồng (bao gồm cả dãy Núi Con Voi) từ 35 - 45 km, ở đồng bằng từ 45 - 75 km.

Chiều rộng đới động lực đứt gãy tăng mạnh về phía ĐN cũng phản ánh điều kiện địa động lực chung: Các khối mảng dịch chuyển dọc đới Sông Hồng theo cơ chế trượt bằng trái và xoay theo chiều kim đồng hồ, dẫn đến việc tách nhiều đới đứt gãy nhánh và hình thành trũng Kainozoi lớn ở đồng bằng và vịnh Bắc Bộ.

Bảng 4: Kết quả phân tích đới động lực đứt gãy

Đoạn đới đứt gãy Sông Hồng	Chiều rộng đới động lực đứt gãy (km)							
	Địa mao	Địa chất	Kiến trúc	CD LNS	MĐL	3HK NCU	DKN	Tổng hợp
Bát Xát - Lào Cai	33	33	30	29	29	12	12	35
Lào Cai - Bảo Hà	35	35	35	29	29	22	22	45
Bảo Hà - Yên Bái	35	35	32	26	25	16	16	40
Yên Bái -	35	35	32		21	28	28	45

Việt Trì								
Việt Trì - vịnh Bắc Bộ	45-75	45-75						45-75

Chú giải: CDLNS - Chiều dày lớp ngoại sinh, MĐL - Mật độ lineament, 3HKNCU - ba hệ khe nứt cộng ứng, DKN - Dải khe nứt.

- *Biểu hiện hoạt động hiện đại:*

Hoạt động đứt gãy đới Sông Hồng gây động đất thể hiện ở các số liệu địa chấn ghi nhận được ở cả Trung Quốc và Việt Nam.

Qua bản đồ địa chấn Trung Quốc từ năm 780 đến 1976 và cả đến hiện nay, và theo catalog động đất Trung Quốc cùng đới có tương đối đầy đủ từ năm 1850 đến nay, dọc đới Sông Hồng từ Midu đến biên giới Việt Nam không có trận động đất nào $M \geq 6$, ở đoạn này cũng không phải là nơi sinh ra nhiều động đất nhỏ [70]. Trong lãnh thổ nước ta, với những tài liệu có được cho đến hiện nay cũng chưa xác định được trận động đất nào $M_s \geq 6$ và chỉ có 6 trận động đất $M_s = 5,1 - 5,3$. Đới Sông Hồng được dự đoán có thể phát sinh động đất $M_{smax} = 6,0 - 6,1$ độ Richté. Theo kết quả phân tích số liệu địa chấn ở đới Sông Hồng cho thấy, tầng sinh chấn chủ yếu nằm ở độ sâu từ 15 - 20 km và chấn cấp tăng dần về phía tây bắc: ở trung Hà Nội động đất chỉ xảy ra với $M_s < 5,3$, còn miền núi động đất đã xảy ra với Magnitude $M_s > 6,0$ trong lãnh thổ Trung Quốc.

Dọc đới Sông Hồng hiện tượng nứt đất, trượt lở đất đá xảy ra ở Lào Cai, Yên Bái và một số địa phương khác như trình bày ở trên đều liên quan đến hoạt động của đứt gãy. Nơi xảy ra nứt đất kèm theo trượt lở lớn như Pa Cheo, Cốc San (Bát Xát), Móng Sến (Sa Pa), Trung Đô (Bắc Hà), thị trấn Bắc Hà, phường Đồng Tâm (thị xã Yên Bái) thường phá huỷ một phần quả núi, kích thước dài hàng km, rộng 1 - 2 m, vách trượt từ 5 - 10 m và kéo dài theo phương á kinh tuyến, hoặc TB - ĐN.

Nứt đất xảy ra ở nhiều địa phương nằm ngoài phạm vi vùng nghiên cứu. Chúng cắt qua các công trình xây dựng như nhà cửa, cầu cống (Tân Hội - Đan Phượng - Hà Tây, thôn Thượng - Tam Dương - Vĩnh Phúc, Phủ Lý - Hà Nam) (ảnh 7 & 8), phát triển trên nền đất, trên các loại đá có gắn kết rắn chắc như ở Tòng Xèng - Bát Xát, thôn Thượng - Tam Dương, Liên Mạc, Viên Nam - Mê Linh. Nứt đất kèm theo xói lở dọc 2 bờ sông Hồng, trượt lở ở miền núi (ảnh 1 ÷ 6) và cắt qua thân đê (Sen Chiểu, Linh Chiểu, Vân Cốc - Phúc Thọ; Bát Bạt - Ba Vì - Hà Tây; Kim Động - Hưng Yên) cũng đều liên quan đến các đứt gãy hoạt động phương á kinh tuyến và TB - ĐN.

Trong đới Sông Hồng có các suối nước khoáng Thanh Thủy, nước nóng Yên Sơn (Tuyên Quang) ở cánh ĐB. Trong đới đứt gãy Đoan Hùng - Tiền Hải có nước

khoáng Vital ở Tây Ninh - Tiền Hải, được khai thác ở độ sâu 425 m, ở Hưng Hà - Thái Bình.

Nhiều nơi trong đới đã quan sát thấy dị thường các khí đất: Radon, thủy ngân và địa nhiệt có giá trị rất cao như ở Bảo Thắng – Lào Cai, khu vực thị xã Yên Bái, khu vực Sơn Tây – Ba vì v.v...

III. ĐẶC ĐIỂM ĐÚT GỖ TÂN KIẾN TẠO VÙNG ĐÔNG BẮC:

Các đứt gãy sâu cổ tái hoạt động trong Tân kiến tạo ở vùng Đông Bắc Bắc Bộ có thể chia thành ba nhóm khác nhau về phương và hình thái: tây bắc - đông nam, vòng cung á kinh tuyến và vòng cung á vĩ tuyến.

3.1. Đặc điểm các đứt gãy phương tây bắc - đông nam:

3.1.1. Đặc điểm đứt gãy Sông Lô:

- Phân bố không gian:

Đứt gãy Sông Lô có phương TB - ĐN, song song với hệ thống đứt gãy Sông Hồng- Sông Chảy và cách chúng không xa, có chỗ chỉ trên 10 km một chút. Đứt gãy này thể hiện rõ trên ảnh vệ tinh, trên sơ đồ địa hình và đặc biệt rõ trên các sơ đồ mật độ lineament (hình 16), bắt đầu từ khu vực thị trấn Bắc Quang và kết thúc ở ngoài khơi biển Đông khi gặp đới đứt gãy kinh tuyến 110 [3], với tổng chiều dài trên 650 km. Trong khu vực nghiên cứu đới đứt gãy Sông Lô kéo dài từ khu vực thị trấn Bắc Quang tới chân sườn tây nam dãy Tam Đảo, đi qua các địa danh: Vĩnh Tuy (Bắc Quang), thị trấn Hàm Yên, thị xã Tuyên Quang, Bình Ca (Sơn Dương, Tuyên Quang), dài khoảng 130 km (hình 49a, 49b).

- Đặc điểm địa mạo

Đứt gãy Sông Lô trong phạm vi khu vực nghiên cứu được thể hiện bởi một dải trũng, độ cao dưới 200 m, phương TB -ĐN, chạy dọc thung lũng sông Lô, sông Đáy, chiều rộng trung bình trong khoảng 5 - 7 km; hẹp nhất là 2 km; rộng nhất ở khu vực thị xã Tuyên Quang, tới 10 - 11 km. Phía hữu dải trũng là các dãy núi có độ cao trung bình 200 - 500 m, còn phía tả là các dãy núi Khao Nhi và Tam Đảo có độ cao trên 1000 m.

- Đặc điểm địa chất

Đứt gãy Sông Lô trong phạm vi khu vực nghiên cứu cắt các thành tạo Paleozoi sớm, Paleozoi giữa, Mezozoi và Kainozoi. Trong đứt gãy Sông Lô có trũng Tuyên Quang được lấp đầy các trầm tích Oligocen [3] gồm cuội kết, sỏi kết sericit và thạch anh, cát kết xen các lớp mỏng bột kết, thấu kính sỏi kết, sét và cát kết màu xám xen kẽ bột kết, sét và sét than, than linhhit, dày khoảng 300 m và Đệ tứ gồm cuội, sỏi, sạn, sét có kết vón laterit, sét xám trắng và xám nâu, bề dày đến 23 m. Chúng phủ bất chỉnh hợp trên các đá vôi, đá vôi bị hoa hóa tuổi Paleozoi, hệ tầng

Phia Phương.

- Đặc điểm kiến trúc

Ngoài đứt gãy chính còn có các đứt gãy phụ phương TB - ĐN. ở khu vực thị xã Tuyên Quang, ngoài các đứt gãy phụ phương TB - ĐN còn có các đứt gãy phương á kinh tuyến và ĐB - TN.

Mặt trượt của đứt gãy chính nghiêng về phía tây nam với thể nằm $215 - 230^{\circ}/70-80^{\circ}$; còn của các đứt gãy phụ trên cánh tây nam, ở khu vực Tam Đảo, có mặt trượt nghiêng về đông bắc với góc dốc đến 70° .

- Đặc điểm đới động lực

Đới động lực của đứt gãy Sông Lô được xác định trên cơ sở các tài liệu mật độ lineament, địa mạo, chiều dày lớp ngoại sinh tích cực, ba hệ khe nứt cộng ứng và kiến trúc, có chiều rộng trung bình là 5 - 7 km, hẹp nhất 4 - 5 km và rộng nhất tới 10 - 11 km.

- Các giai đoạn phát triển và cơ thức dịch chuyển

Các giai đoạn phát triển và cơ thức dịch chuyển của đứt gãy Sông Lô đã được trình bày kỹ trong [3].

- Phân tích trung Oligocen - Đệ tứ Tuyên Quang đã cho thấy rất rõ hai pha hoạt động của đứt gãy Sông Lô.

Pha sớm gắn liền với sự hình thành trung tâm động các trầm tích Oligocen. Trung có kiểu Pull-apart, thành tạo do trượt bằng trái của đứt gãy Sông Lô. Những dịch chuyển trượt bằng trái tiếp tục không chỉ làm các đá Oligocen bị nghiêng thoải về tây nam, mà còn làm xuất hiện trong chúng nhiều đứt gãy nhỏ và khe nứt.

Pha muộn, trung Tuyên Quang được lấp đầy bởi trầm tích Đệ tứ và vẫn có kiến trúc kiểu Pull-apart nhưng do trượt bằng phải của đới đứt gãy Sông Lô. Đá trầm tích Oligocen trong trung tiếp tục bị phá hủy bởi các khe nứt, đặc trưng cho trường ứng suất kiến tạo trượt bằng phương nén á kinh tuyến.

- Kết quả phân tích khe nứt kiến tạo theo phương pháp kiến tạo động lực, ba hệ khe nứt cộng ứng, dải khe nứt đã cho thấy cơ chế dịch chuyển chủ yếu của đới đứt gãy Sông Lô là trượt bằng với hai pha chính [3]. Pha sớm ứng với giai đoạn thành tạo trung Oligocen - Miocen Tuyên Quang và đặc trưng bởi trường ứng suất kiến tạo có S_1 á vĩ tuyến gần nằm ngang, S_3 á kinh tuyến gần nằm ngang và S_2 gần thẳng đứng. Pha muộn ứng với các thành tạo Pliocen - Đệ tứ và trường ứng suất kiến tạo có S_1 á kinh tuyến gần nằm ngang, S_3 á vĩ tuyến gần nằm ngang và S_2 gần thẳng đứng. Sự chồng chập của hai kiểu trượt bằng này đã để lại dấu ấn rất rõ trong các đá Oligocen ở trung Tuyên Quang. Ở đây thấy rõ hai hướng phân tán khe nứt trái ngược nhau ở tại mỗi cực trị của cặp khe nứt cộng ứng kiểu trượt bằng.

- Phân tích mặt trượt - vết xước cũng cho kết quả tương tự, với hai tập hợp vết xước đặc trưng bởi hướng và kiểu chuyển dịch khác nhau. Tập hợp vết xước thứ nhất dốc

thoải nghiêng về đông nam với kiểu trượt bằng trái và trên một số mặt trượt còn thấy chúng bị hệ thống vết xước của tập hợp thứ hai chống chéo lên trên, còn tập hợp vết xước thứ hai nghiêng về phía tây bắc với kiểu trượt bằng phải.

Đáng chú ý là ngoài thành phần trượt bằng còn có thành phần thuận với cánh đông bắc nâng lên, cánh tây nam hạ xuống và thành phần thuận xuất hiện càng rõ khi đới đứt gãy Sông Lô chạy xuống phía đông nam.

- Biên độ và tốc độ chuyển động

Pha 1: Tính theo kích thước trũng Pull - apart Oligocen Tuyên Quang, biên độ trượt bằng trái không nhỏ hơn 2 km và tốc độ lớn hơn 0,2 mm/năm.

Pha 2: Biên độ trượt bằng phải tính theo kích thước của trũng Pull-apart Đệ tứ Tuyên Quang tới 5 km, với tốc độ trên 3 mm/năm. Theo biến dạng dòng chảy là 1,8 km, với tốc độ trên 1 mm/năm nếu xem dòng suối có tuổi Đệ tứ.

Về thành phần thẳng đứng, trong Pliocen - Đệ tứ, ở đoạn chân sườn tây nam dãy Tam Đảo, theo tài liệu biến dạng bề mặt san bằng Miocen muộn là khoảng 700 m, với tốc độ khoảng 0,14 mm/năm. Tốc độ tách giãn của đới đứt gãy Sông Lô ở lưới GPS Tam Đảo - Ba Vì, tới 10 - 20 mm/năm [32]. Thành phần thuận có xu hướng tăng dần về phía đông nam của đới.

- Hoạt động hiện đại

- Có nhiều dạng biểu hiện hoạt động hiện đại của đứt gãy Sông Lô (hình 4,48,49). Trước hết là sự xuất hiện các dị thường địa hóa khí Ra, Hg, CO₂, CH₄ ở nhiều vị trí trong đới đứt gãy; các nguồn nước khoáng nóng xuất lộ ở Mỹ Lâm và Bình Ca. Trong đó nguồn nước khoáng Mỹ Lâm thuộc loại sunfua và có nhiệt độ 63⁰C, xuất lộ ở cánh tây nam đứt gãy chính; còn nguồn nước khoáng Bình Ca thuộc loại bicacbonat, nhiệt độ 28⁰C và xuất lộ ở cánh đông bắc ngay sát đứt gãy chính.

- Tính chất tách giãn và trượt bằng của đứt gãy Sông Lô trong hiện đại cũng đã được xác nhận bởi các tài liệu trắc địa ở lưới nhỏ Tam Đảo và lưới GPS Tam Đảo - Ba Vì. Ở lưới GPS Tam Đảo - Ba Vì, tốc độ dịch chuyển ngang, kiểu tách giãn, tới 10-20 mm/năm.

- Hoạt động hiện đại của đứt gãy Sông Lô có liên quan chặt chẽ với một số vụ nứt đất - trượt đất lớn đã xảy ra dọc chúng. Trong đó có hai vụ nứt - trượt đất xuất hiện cùng thời điểm, trong năm 1996, ở khu vực Thác Cái (xã Thác Cái, Hàm Yên) và Khuổi Luyện (xã Minh Hương, Hàm Yên), đã làm hàng vạn mét khối đất đá từ ngang sườn núi, độ cao khoảng 300 - 500 m, bị đẩy xuống chân sườn, tàn phá nhiều nhà và nương rẫy của nhân dân địa phương.

- Theo tài liệu động đất lưu trữ tại Viện Vật lý Địa cầu, hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Sông Lô đã gây phát sinh nhiều trận động đất. Có trận đạt M_{smax} tới 5,5 độ Richtê. Đới đứt gãy Sông Lô có khả năng phát sinh động đất với $M_{smax} = 5,1-5,5$ và độ sâu chấn tiêu trong khoảng 15 - 20 km [28].

3.1.2. Đặc điểm đứt gãy Cao Bằng-Tiên Yên:

- Phân bố không gian

- Đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên có phương TB - ĐN, xuất phát từ địa phận Trung Quốc (cách biên giới Việt - Trung khoảng 150 - 200 km), vào Việt Nam ở khu vực thị xã Hà Quảng và kéo dài đến tận đảo Vạn Hoa (huyện Cẩm Phả, Quảng Ninh). Đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên chạy dọc chiều dài QL 4, đoạn từ Hà Quảng (Cao Bằng) qua thị trấn Nước Hai (Hòa An, Cao Bằng), thị xã Cao Bằng, thị trấn Thất Khê (Tràng Định, Lạng Sơn), Na Sầm (Tràng Định, Lạng Sơn), thị xã Lạng Sơn, thị trấn Lộc Bình, Nà Dương (Lộc Bình, Lạng Sơn), thị trấn Đình Lập, Châu Sơn, thị trấn Tiên Yên (hình 49). Trên địa phận Việt Nam đứt gãy có chiều dài trên 250 km (tổng chiều dài khoảng 450 km).

- Đặc điểm địa mạo:

Đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên thể hiện rất rõ nét trên ảnh vệ tinh, trên bản đồ địa hình, trên các sơ đồ: địa mạo, mật độ lineament (hình 16) và chiều dày lớp ngoại sinh tích cực [3]. Nó trùng với dải trũng thẳng dạng lòng máng, phương TB - ĐN, chiều rộng trung bình trong khoảng 5 - 8 km. Ở Hà Quảng nó thắt lại chỉ còn 2 km, nhưng ở thị xã Cao Bằng, Nà Dương nó mở rộng ra tới 12 -13 km. Dải trũng này chạy dọc thung lũng sông Bằng Giang, đoạn Hà Quảng - Cao Bằng; các suối nhánh của sông Kỳ Cùng, đoạn Cao Bằng - Thất Khê; sông Kỳ Cùng, đoạn Thất Khê - Nà Dương; thung lũng thượng nguồn sông Lục Nam, đoạn Nà Dương - Đình Lập; suối nhánh của sông Tiên Yên, rồi sông Tiên Yên, đoạn Đình Lập - Tiên Yên. Địa hình trong đới đứt gãy có xu hướng nghiêng dần từ tây bắc xuống đông nam với độ cao giảm dần từ 500 m ở mút tây bắc xuống dưới 200 m và 0 m ở mút đông nam. Địa hình trong đới chủ yếu có nguồn gốc bóc mòn - xâm thực. Ở Lộc Bình, Nà Dương địa hình trong đới có cảnh quan đồi bát úp. Ở Tiên Yên địa hình trong đới có cấu trúc phân bậc rất rõ, thấp dần về trung tâm. Hai bên đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên là các vùng núi đá vôi karst hoặc xâm thực - bóc mòn có độ cao trung bình 500 - 1000 m. Rõ nhất ở đoạn Hà Quảng - Cao Bằng, địa hình bóc mòn - xâm thực trong đới có độ cao 400 - 500 m, rộng trung bình 5 - 8 km, nằm giữa các khối núi đá vôi có độ cao 800 - 1000 m và hơn, với hai vách dựng đứng.

Ở một số đoạn độ cao địa hình hai bên đới đứt gãy có chênh nhau: Đoạn Hà Quảng - Cao Bằng, phía hữu cao hơn, còn ở đoạn Lạng Sơn - Tiên Yên thì ngược lại.

- Đặc điểm địa chất:

Đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên ở đoạn Hà Quảng - Thất Khê cắt các thành tạo Paleozoi muộn và Mezozoi sớm. Dọc đứt gãy còn có các xâm nhập Paleozoi muộn, thành phần từ siêu mafic đến granit thuộc phức hệ Cao Bằng và các bồn trầm tích

Oligocen - Đệ tứ Cao Bằng, Thất Khê. Ở đoạn Thất Khê - Tiên Yên, đứt gãy cắt qua các thành tạo Mezozoi, trong đó có các thành tạo tuổi Kreta và là nguyên nhân phát sinh các bồn trũng Oligocen - Đệ tứ Lạng Sơn, Nà Dương, Tiên Yên.

Các trầm tích Oligocen trong bồn trũng Cao Bằng, Thất Khê phủ bất chỉnh hợp góc trên các thành tạo Mezozoi. Chúng có chiều dày 900 - 1000 m và gồm 3 tập chuyển tiếp liên tục [3].

- Tập dưới gồm cuội kết hạt thô, hạt trung, thành phần đa khoáng (60 -65% là thạch anh, còn lại là magma và đá vôi); cuội kết xen kẽ sạn kết, cát kết hạt thô; cuội kết xen kẽ nhíp nhàng với sạn kết; bột kết xen sạn kết hoặc cuội kết hạt nhỏ, thành phần cuội, sạn chủ yếu thạch anh.

- Tập giữa gồm sạn kết đa khoáng xen kẽ nhíp nhàng cát kết đa khoáng hạt thô đến vừa, cát kết hạt thô đến hạt nhỏ, màu xám vàng, vàng nâu, bột kết màu xám xanh.

- Tập trên gồm sét kết xen bột kết màu xám trắng, xám xanh nhạt, thấu kính than nâu, cát kết hạng trung đến hạt nhỏ. Các trầm tích này đã bị uốn nếp tạo nên cấu trúc dạng lòng chảo trực á vĩ tuyến với góc dốc 10 - 25⁰ nghiêng vào trung tâm.

Trong trũng Nà Dương, các trầm tích Kainozoi cũng phủ bất chỉnh hợp góc trên các thành tạo Mezozoi, có chiều dày khoảng 700 m và gồm hai tập chuyển tiếp liên tục [3].

- Tập dưới gồm cuội kết đáy hỗn tạp, cuội kết và cát kết xen kẽ nhau, cát kết, cát kết vôi, bột kết màu nâu xám, xám đen, sét kết chứa than và các vỉa than nâu xen kẽ.

- Tập trên gồm cát kết hạt nhỏ và vừa, bột kết màu xám, bột kết, sét kết, màu nâu, các lớp mỏng bột kết chứa hạch xiderit. Tuổi của chúng cũng có rất nhiều quan điểm. Nhưng theo những tài liệu bào tử phấn mới công bố gần đây nhất [3], thì các trầm tích này phải có tuổi Oligocen. Các trầm tích Oligocen trong bồn trũng Nà Dương cũng bị uốn nếp tạo thành các nếp lồi trực á vĩ tuyến.

Các trầm tích Đệ tứ ở các trũng Lạng Sơn, Tiên Yên, gồm cuội, sỏi, cát, sét, có chiều dày trên 10 m. Chúng phủ bất chỉnh hợp góc trên các thành tạo Paleozoi muộn - Mezozoi sớm (ở trũng Lạng Sơn) và các thành tạo Mezozoi giữa (ở trũng Tiên Yên).

- *Đặc điểm kiến trúc:*

Đứt gãy Cao Bằng – Tiên Yên có đường phương TB – ĐN, bị uốn cong ở thị xã Cao Bằng và Nà Dương. Ngoài đứt gãy chính còn có các đứt gãy phụ tạo thành đới [3].

Ở đoạn Hà Quảng - Thất Khê, đới có dạng quả trám với trục dài khoảng 90 km và trục ngắn khoảng 12 km, ở khu vực thị xã Cao Bằng. Ở đây đứt gãy chính nằm giữa, và viền hai bên là các đứt gãy phụ. Đáng chú ý là kiến trúc tách giãn kiểu

“pull - apart” dạng hình thoi với các cạnh dài khoảng 12 km, phương á vĩ tuyến và cạnh ngắn khoảng 8 – 9 km, xuất hiện vào Oligocen ở khu vực thị xã Cao Bằng.

Ở đoạn Thất Khê - Tiên Yên, các đứt gãy phụ gần song song với đứt gãy chính phát triển ở cả hai bên cánh và gần như đối xứng với nhau qua đứt gãy chính. Đứt gãy phụ xa đứt gãy chính nhất khoảng 4 - 5 km, tạo nên đới rộng nhất tới 12 - 13 km, trung bình 5 - 8 km. Trên đoạn này có một loạt bồn trũng Oligocen như Thất Khê, Lạng Sơn, Nà Dương và các bồn trũng Đệ tứ Lạng Sơn, Tiên Yên.

Trũng Oligocen Thất Khê có dạng hình bình hành được thành tạo ở cánh đông bắc đứt gãy chính và kéo dài khoảng 6 km theo phương á vĩ tuyến.

Trũng Oligocen Lạng Sơn là một địa hào nhỏ, phát triển ở cánh đông bắc, chiều rộng trên dưới 100 m, kéo dài gần 1km theo phương đối đứt gãy.

Trũng Oligocen Nà Dương rộng khoảng 12 -13 km, kéo dài khoảng 17 -18 km theo phương á vĩ tuyến, với 3/4 diện tích ở cánh đông bắc và 1/4 ở cánh tây nam.

Trũng Đệ tứ Lạng Sơn có chiều rộng khoảng 4 km và chiều dài trung bình khoảng 10 km, phát triển ở cánh tây nam, nơi đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên hợp với đới đứt gãy Sông Thương.

Trũng Tiên Yên, với chiều rộng khoảng 10 km và chiều dài trung bình khoảng 20 km, phát triển ở cánh tây nam, nơi đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên cắt đới đứt gãy Yên Tử. Trũng được khống chế hai bên bởi các đứt gãy thuận.

Kết quả phân tích ba hệ khe nứt cộng ứng cho thấy mặt trượt của đứt gãy chính đều có góc dốc 70 - 85⁰, nhưng hướng nghiêng thì lại khác nhau. Đoạn từ biên giới Việt - Trung tới Lạng Sơn, mặt trượt đứt gãy chính có phần nào nghiêng về phía đông bắc. Đoạn Lạng Sơn - Tiên Yên, mặt trượt lại có phần nào nghiêng về phía tây nam [3]. Kết quả phân tích bằng phương pháp dải khe nứt cũng cho kết quả tương tự.

- Đặc điểm đới động lực

Đới động lực của đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên được [3] đánh giá trên cơ sở tổng hợp nhiều nguồn tài liệu: địa mạo, mật độ lineament, chiều dày lớp ngoại sinh tích cực, kiến trúc và phân tích ba hệ khe nứt cộng ứng, là có chiều rộng trung bình 7 - 8 km. Nơi rộng nhất tới 12 -13 km (tx. Cao Bằng, Nà Dương), nơi hẹp nhất chỉ 4 - 5 km (Na Sầm, Châu Sơn).

- Các giai đoạn phát triển và cơ thức dịch chuyển

Các giai đoạn phát triển và cơ thức chuyển dịch của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên đã được trình bày rõ trong [3,32].

- Phân tích khe nứt kiến tạo theo phương pháp kiến tạo động lực ở nhiều vị trí trong đới đứt gãy cho phép xác lập 2 trường ứng suất kiến tạo chủ yếu trái ngược hẳn nhau [3,32].

+ Một kiểu trường ứng suất kiến tạo có S_1 gần nằm ngang á vĩ tuyến, S_3 gần nằm ngang á kinh tuyến và S_2 gần thẳng đứng. Ứng với nó, chuyển dịch của đứt gãy chính là kiểu trượt bằng trái.

+ Một trường ứng suất kiến tạo có S_1 gần nằm ngang á kinh tuyến, S_3 gần nằm ngang á vĩ tuyến và S_2 gần thẳng đứng. ứng với nó, đứt gãy chính là kiểu trượt bằng phải.

- Phân tích khe nứt kiến tạo bằng phương pháp ba hệ khe nứt cộng ứng cũng xác lập được hai kiểu chuyển động của đứt gãy chính: trượt bằng trái và trượt bằng phải.

- Phân tích mặt trượt - vết xước cũng cho kết quả tương tự với hai tập hợp vết xước đặc trưng bởi hai hướng và kiểu chuyển dịch: Tập hợp thứ nhất với các vết xước dốc thoải nghiêng về đông nam với kiểu trượt bằng trái và bị tập hợp vết xước thứ hai chồng lên trên, tập hợp thứ hai với các vết xước rất nét và nghiêng về phía tây bắc với kiểu trượt bằng phải.

- Phân tích khe nứt kiến tạo bằng phương pháp dải cũng xác lập được hai hướng trượt bằng trái ngược nhau, tương tự hai tập hợp vết xước đã trình bày trên: một hướng nghiêng về đông nam (pha sớm), một hướng nghiêng về tây bắc (pha muộn).

- Những kết quả phân tích hướng phân tán khe nứt trong đá Oligocen ở trũng Cao Bằng, Nà Dương thuộc đới đứt gãy, đã được công bố trong công trình [11] cũng cho thấy rất rõ dấu ấn chồng chập hai pha dịch chuyển trượt bằng ngược nhau của đới đứt gãy, với hai hướng phân tán trái ngược nhau tại 2 cực trị của cặp khe nứt cộng ứng.

- Phân tích các trũng kiểu Pull-apart liên quan đến đới đứt gãy đã xác lập hai loại trũng liên quan đến hai kiểu trượt bằng khác nhau của đới. Một loại trũng tuổi Oligocen liên quan đến kiểu trượt bằng trái (trũng Cao Bằng, Nà Dương) và một loại trũng tuổi Đệ tứ liên quan đến trượt bằng phải (trũng Lạng Sơn, Tiên Yên).

Kiểu trượt bằng phải trong pha muộn còn được thể hiện khá rõ ở các khúc uốn dạng chữ S của suối, được sắp xếp rất có quy luật, ở khu vực Đồng Đăng và ở các khối nâng phân bố phía tây Hà Quảng, Mẫu Sơn và phía bắc Tiên Yên. Ở một số nơi còn thấy có thành phần thuận trong chuyển dịch của đới đứt gãy.

Như vậy, bằng nhiều phương pháp phân tích khác nhau đều cho kết quả thống nhất về hai pha dịch chuyển trượt bằng của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên. Pha sớm từ Oligocen, dịch chuyển của đứt gãy chủ yếu là bằng trái và pha muộn từ Q (có thể từ N_2 !) chủ yếu là bằng phải (hình 11). Thành phần thuận của đứt gãy, cả trong pha sớm lẫn pha muộn, đều xuất hiện mang tính địa phương và là những kiến trúc thành phần trong tổ hợp kiến trúc đặc trưng cho kiểu trượt bằng, phản ánh kiến trúc nhiều đoạn của đới đứt gãy.

- *Biên độ và tốc độ chuyển động*

Biên độ và tốc độ dịch chuyển của đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên cũng đã được đánh giá trong [3].

- Pha sớm, biên độ trượt bằng trái của đới đứt gãy tính theo chiều rộng các trũng Oligocen kiểu Pull-apart Cao Bằng, Nà Dương là khoảng 12 - 13 km, với tốc độ trên 1,2 - 1,3 mm/năm và Thất Khê là khoảng 5 - 6 km, với tốc độ gần 0,5 - 0,6 mm/năm (chỉ tính cho thời gian Oligocen).

- Pha muộn, biên độ trượt bằng phải của đới đứt gãy tính theo chiều rộng trũng Đệ tứ kiểu Pull-apart Lạng Sơn là 3,5 - 4 km, với tốc độ 2,5 mm/năm và Tiên Yên là 10 km, với tốc độ 6,25 mm/năm.

Dịch chuyển trượt bằng phải của đới đứt gãy, trong Holocen, đã làm dịch chuyển nhiều dòng suối, tuổi Pleistocen muộn - Holocen, ở Đồng Đăng, với biên độ 0,5 km và với tốc độ khoảng trên 4 mm/năm.

Thành phần thẳng đứng của đới đứt gãy, trong pha muộn, thể hiện rõ ở nút tây bắc (đoạn Hà Quảng - thị xã Cao Bằng), nút đông nam (đoạn Châu Sơn - Tiên Yên) và ở đoạn Lạng Sơn - Lộc Bình. Ở nút tây bắc, thành phần đứng là khoảng 200 m với bề mặt Miocen muộn cao 700 - 800 m (ở cánh đông bắc) nâng tới mức cao 900 - 1000 m (ở cánh tây nam), với tốc độ 0,04 mm/năm ; ở đoạn Lạng Sơn - Lộc Bình, bề mặt Miocen muộn cao 700 - 800 m ở cánh tây nam đã được nâng cục bộ lên tới mức cao 1500 m ở cánh đông bắc, với biên độ khoảng 700 - 800 m và tốc độ 0,14 - 0,16 mm/năm; còn ở nút đông nam, bề mặt Miocen muộn cao 500 - 600 m ở cánh tây nam đã được nâng lên tới mức cao 900 - 1000 m ở cánh đông bắc, với biên độ khoảng 400 m và tốc độ 0,08 mm/năm.

- *Hoạt động hiện đại*

- Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên cũng được biểu hiện rất rõ qua các dị thường địa hóa khí Ra, Hg, CO₂, CH₄ ở nhiều vị trí trong đới; các dị thường địa nhiệt phát hiện được ở tx. Cao Bằng và đông nam tx. Cao Bằng 12 km; xuất lộ nguồn nước có độ khoáng hóa thấp, nhiệt độ 31,5⁰C ở Nà Rùa, tx. Cao Bằng.

- Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên đã gây nứt đất, nứt nhà ở Nà Dương, Cao Bằng và một số vị trí khác trên đoạn Đình Lập - Tiên Yên. Ở Nà Dương phát triển chủ yếu hệ thống khe nứt tách phương á kinh tuyến.

- Hoạt động hiện đại của đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên đã gây phát sinh trong đới nhiều trận động đất. Theo tài liệu động đất lưu trữ tại Viện Vật lý Địa cầu, các trận động đất với độ mạnh từ 3,1 đến 5 độ Richter phân bố chủ yếu trong đoạn từ Nà Dương lên phía tây bắc (hình 48). Đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên có khả năng phát sinh địa chấn với $M_{smax} = 5,1 - 5,5$ và độ sâu chấn tiêu trong khoảng 15 - 20 km [28, 31].

3.2. Đặc điểm các đới đứt gãy vòng cung á kinh tuyến:

3.2.1. Đặc điểm đứt gãy Sông Đáy:

- Phân bố không gian:

Đứt gãy Sông Đáy bắt đầu từ lãnh thổ Trung Quốc. Trên lãnh thổ nước ta đới có chiều dài khoảng 165 km và có dạng uốn cong lồi về phía đông với ba đoạn chính (hình 49a, 49b).

Đoạn phương TB - ĐN dài khoảng 100 km, từ biên giới Việt - Trung (khu vực xã Tà Ván, Quản Bạ, Hà Giang) xuống tới Đà Vị (Nà Hang, Tuyên Quang), đi qua Ngọc Đường (thị xã Hà Giang), các xã Yên Định, Minh Ngọc, Thượng Tân thuộc huyện Bắc Mê, tỉnh Hà Giang và xã Sinh Long huyện Nà Hang.

Đoạn phương á kinh tuyến dài khoảng 30 km từ Đà Vị xuống tới Bằng Lãng (Chợ Đồn, Bắc Cạn) và đi qua các xã của huyện Chợ Đồn: Đồng Lạc, Quảng Bạch, Bằng Lũng.

Đoạn phương ĐB - TN dài khoảng 35 km từ Bằng Lãng xuống tới thị trấn Sơn Dương (Tuyên Quang), đi qua xã Nghĩa Tá huyện Chợ Đồn, các xã Hùng Lợi, Kim Quan thuộc huyện Yên Sơn (Tuyên Quang) và xã Trung Yên thuộc huyện Sơn Dương.

- Đặc điểm địa mạo

Đoạn từ Tà Ván - Sinh Long, đứt gãy chạy trùng với một dải trũng cao 200 - 1000 m, chiều rộng trung bình 5 - 6 km. Chỗ hẹp nhất khoảng 3 - 4 km và chỗ rộng nhất tới 10 km. Dải trũng này chạy theo thung lũng các sông Nậm Meo, Pắc Xum, Nậm Ma và một nhánh của sông Gâm. Vì dải trũng nằm giữa những dải núi cao nên địa hình trong đới đứt gãy với bên ngoài phân biệt rất rõ. Nói chung, địa hình hai bên đới đứt gãy cao 800 - 1400 m và không chênh lệch nhau bao nhiêu.

Đoạn Sinh Long - Sơn Dương, đới đứt gãy là một dải trũng với độ cao giảm dần từ 200 - 500 m xuống mức thấp hơn 200 m, rộng trung bình 4 - 5 km, chỗ rộng nhất gần 10 km, chạy theo thung lũng Nậm Cuối Vao chảy qua Quảng Bạch, thượng nguồn sông Phó Đáy chảy qua Bằng Lũng, nhánh sông Phó Đáy chảy qua Hùng Lợi và sông Đáy chảy qua Kim Quan. Địa hình hai bên đới đứt gãy cao hẳn lên so với địa hình bên trong đới, nhưng so với nhau chúng không khác nhau lắm và đều có xu thế thấp dần theo hướng từ bắc xuống nam. Ở đoạn bắc (Sinh Long - Bằng Lãng), địa hình có độ cao trung bình 1000 - 1300 m, ở đoạn nam thấp đến 500 - 600 m (Bằng Lãng - Hùng Lợi), rồi đến 100 - 300 m (Hùng Lợi - Sơn Dương).

- Đặc điểm địa chất

Nhìn chung, đứt gãy Sông Phó Đáy cắt các thành tạo Paleozoi. Dọc đứt gãy, thỉnh thoảng có các trầm tích Trias muộn, bậc Nori-Reti ($T_3n - r$) và các xâm nhập kiềm Paleozoi muộn và axit Trias muộn. Ở sát đới về phía đông, khu vực Chợ Đồn, có một số khối xâm nhập kiềm tuổi Paleogen, kích thước nhỏ.

- Đặc điểm kiến trúc

Đứt gãy Sông Phó Đáy gồm đứt gãy chính có dạng uốn cong lồi về phía đông và các đứt gãy phụ tạo thành đới đứt gãy.

Trong đoạn Tà Ván - Đà Vi, ở cả hai cánh, có nhiều đứt gãy phụ song song với đứt gãy chính và tạo nên đới rộng trung bình 6 - 7 km. Ở khu vực Tà Ván, phía cánh đông bắc, nơi đá gốc bị dolomit hóa và bị đập vỡ mạnh do bị nén ép, nhưng địa hình hiện nay lại là cánh đồng karst, với các mỏm đá vôi sót dạng mâm xôi nổi trên bề mặt tương đối bằng, độ cao 800 - 1000 m, còn có các đứt gãy phụ phương á kinh tuyến hợp với đứt gãy chính tạo thành kiến trúc dạng đuôi ngựa trước Đệ tứ. ở khu vực Đà Vi, xuất hiện kiến trúc dạng cánh thông, với kiến trúc nén ép kèm theo các đứt gãy phụ phương á vĩ tuyến phát triển ở phía cánh đông bắc đứt gãy chính và kiến trúc tách giãn Đệ tứ kèm theo các đứt gãy phụ phương á kinh tuyến phát triển ở phía cánh đối diện, tạo nên hình hài kiến trúc trượt bằng phải trong Đệ tứ của đoạn đới đứt gãy phương TB - ĐN. Ở những chỗ đới đứt gãy xuất hiện các kiểu hình hài kiến trúc cánh thông và đuôi ngựa, chiều rộng của đới có thể đến trên 10 km.

Trong đoạn Đà Vi - Sơn Dương, nhìn chung các đứt gãy phụ song song với đứt gãy chính phát triển ở cả hai cánh và tạo thành đới rộng trung bình 6 - 7 km. Riêng ở đoạn Hùng Lợi - Kim Quan - Sơn Dương còn có các đứt gãy phụ phương TB - ĐN và ĐB - TN và chiều rộng của đới lên tới 10 - 11 km.

Kết quả phân tích khe nứt kiến tạo bằng phương pháp ba hệ khe nứt cộng ứng và dải khe nứt đã cho thấy: nhìn chung đứt gãy chính dốc đứng. Phân tích một cách chi tiết có thể thấy nó hơi nghiêng về đông bắc với thể nằm $30 - 40^\circ/60 - 80^\circ$ ở đoạn TB - ĐN, về tây ở đoạn á kinh tuyến, với thể nằm $250 - 280^\circ/70 - 80^\circ$ và về tây bắc với thể nằm $270 - 290^\circ/50 - 80^\circ$ ở đoạn ĐB - TN. Như vậy đứt gãy có lẽ hơi xoắn theo chiều quay kim đồng hồ.

- Đặc điểm đới động lực:

Trên cơ sở các tài liệu địa mạo, mật độ lineament, chiều dày lớp ngoại sinh tích cực, kiến trúc và phân tích ba hệ khe nứt cộng ứng, đới động lực của đứt gãy Sông Phó Đáy đã được đánh giá trong [3] là có chiều rộng trung bình khoảng 6 - 7 km. ở một vài đoạn, chiều rộng của đới đến 10 - 11 km (đoạn Kim Quan - Sơn Dương).

- Các giai đoạn phát triển và cơ thức dịch chuyển

Bằng các phương pháp khác nhau: phân tích khe nứt kiến tạo theo các phương pháp Ba hệ khe nứt cộng ứng, Kiến tạo động lực, Dải khe nứt; phân tích cấu trúc theo phương pháp hình hài kiến trúc đều cho kết quả về hai pha dịch chuyển trái ngược nhau của đứt gãy Sông Phó Đáy trong Tân kiến tạo. Ở mỗi pha, trường ứng

suất và cơ thức chuyển dịch của đứt gãy đều thay đổi theo thay đổi đường phương của đứt gãy.

Ở các đoạn phương TB - ĐN và ĐB - TN, pha sớm đặc trưng bởi kiểu trường ứng suất kiến tạo có S_1 á vĩ tuyến gần nằm ngang, S_3 á kinh tuyến gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng, ứng với nó đoạn đứt gãy phương TB - ĐN có kiểu dịch chuyển bằng trái, đoạn phương ĐB - TN có kiểu dịch chuyển bằng phải; pha muộn đặc trưng bởi kiểu trường ứng suất kiến tạo có S_1 á kinh tuyến gần nằm ngang, S_3 á vĩ tuyến gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng, ứng với nó đoạn đứt gãy phương TB - ĐN có kiểu dịch chuyển trượt bằng phải, đoạn phương ĐB - TN có kiểu dịch chuyển trượt bằng trái.

Còn ở đoạn á kinh tuyến, do chịu tác động của trường ứng suất đặc trưng bởi S_1 ĐB - TN gần nằm ngang, S_3 TB - ĐN gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng, trong pha sớm, nên có kiểu dịch chuyển bằng phải; trong pha hai, kiểu dịch chuyển lại là bằng trái trong trường ứng suất đặc trưng bởi S_1 TB - ĐN gần nằm ngang, S_3 ĐB - TN gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng.

- *Biên độ và tốc độ chuyển động*

Biên độ trượt bằng phải của đới đứt gãy Sông Đáy, trong pha muộn, tính theo kích thước trũng Pull - apart thuộc kiến trúc "cành thông" ở mút đông nam đoạn đới đứt gãy phương TB - ĐN, là khoảng 4 - 5 km, với tốc độ trên 3 mm/năm.

Dịch chuyển thẳng đứng trong pha muộn được thể hiện rõ nhất ở đoạn Sinh Long - Đà Vi, nơi bề mặt Miocen muộn cao 700 - 800 m đã hạ cục bộ ở cánh tây nam xuống 400 - 500 m và nâng cục bộ ở cánh đông bắc lên 1100 - 1200 m. Thành phần thẳng đứng ở đây tới 700 - 800 m, với tốc độ trên 0,4 - 0,5 mm/năm.

- *Hoạt động hiện đại*

+ Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Sông Phó Đáy được thể hiện qua các dị thường địa hóa khí đặc biệt: Ra, Hg, CO_2 , CH_4 ; dị thường địa nhiệt ở nhiều vị trí trong đới đứt gãy; xuất lộ nguồn nước khoáng nóng ở Làng Cốc, h. Yên Sơn, t. Tuyên Quang.

+ Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Sông Phó Đáy còn được thể hiện qua các điểm nứt đất - trượt - sụt đất xảy ra ở Nam Cường, Đồng Lạc, Quảng Bạch, trong các năm 1986, 1994 ở đông nam thị xã Hà Giang và đặc biệt tại tx. Hà Giang trong năm 2000; qua một số trận động đất với $M_s = 3.1 - 5.0$ (hình 48).

Trên bản đồ phân vùng phát sinh động đất Việt Nam [28] chưa tính tới đới phát sinh động đất này. Theo công thức của [28], nếu tính $L = 165$ km thì $M_{s\max}$ của đới đứt gãy Sông Đáy là 5,6 và $H = 19$ km.

3.2.2. Đặc điểm đứt gãy Yên Minh - Phú Lương:

- *Phân bố không gian*

Đứt gãy Yên Minh - Phú Lương có dạng vòng cung, dài chừng 430 km, với đầu mút tây bắc ở lãnh thổ Trung Quốc. Trên lãnh thổ nước ta đứt gãy Yên Minh - Phú Lương có chiều dài 230 km và có thể được chia thành năm đoạn. Đoạn phương 295° - 115°, dài 60 km, từ biên giới Việt Trung (khu vực xã Bạch Đích, huyện Yên Minh, tỉnh Hà Giang) đi qua Mậu Duệ (Yên Minh), tới Niêm Sơn (Mèo Vạc, Hà Giang); đoạn 330° - 150° kéo dài 80 km từ Niêm Sơn tới thị trấn Nà Phặc (Ngân Sơn, Bắc Cạn), đi qua Lý Bôn, Sơn Lộ (Bảo Lạc, Cao Bằng); đoạn á kinh tuyến, dài 30 km, từ thị trấn Nà Phặc, đi qua đèo Giàng tới Mỹ Thanh (Bạch Thông, Bắc Cạn); đoạn ĐB - TN, dài 50 km, từ Mỹ Thanh qua thị trấn Chợ Mới, tới thị trấn Đu (Phú Lương, Thái Nguyên) và đoạn thứ năm cũng có phương 330° - 150°, kéo dài 10 km từ thị trấn Đu tới Cù Vân (Đại Từ, Thái Nguyên).

- *Đặc điểm địa mạo*

- *Đứt gãy Yên Minh - Phú Lương* được thể hiện khá rõ trên các sơ đồ địa mạo. Nó chạy trùng với dải trũng hình vòng cung lồi về phía đông, rộng trung bình 7 - 8 km, chỗ hẹp nhất là 2,5 km, chỗ rộng nhất là 13,5 km. Từ biên giới - Việt - Trung tới ngã Cù Vân, dải trũng này chạy theo thung lũng sông Miên (đoạn chảy song song với đường biên giới Việt Trung), rồi nhánh sông Miên, tiếp theo là sông Nhiêm chảy qua Yên Minh, sông Năng chảy qua Sơn Lộ, nhánh của sông Năng chảy qua Nà Phặc, nhánh của sông Cầu chảy qua Phú Thông, sông Cầu (đoạn Bắc Cạn - Chợ Mới) và nhánh của sông Cầu chảy qua Đu.

Địa hình trong dải trũng có độ cao thấp dần theo đường phương đối đứt gãy từ biên giới Việt Trung xuống mút phía nam. ở đoạn biên giới Việt Trung - Nà Phặc, độ cao địa hình trong dải trũng là 500 - 1000 m; ở đoạn Nà Phặc - thị trấn Đu là 200 - 500 m và ở đoạn thị trấn Đu - Cù Vân là dưới 200 m. Đoạn phương á kinh tuyến, Nà Phặc - Mỹ Thanh, trũng có chiều rộng lớn hơn cả, trên 10 km, trong trũng phát triển các dải địa hình âm, dương xen kẽ, kéo dài theo đường phương đối đứt gãy. Các dải địa hình âm có chiều rộng trung bình 1 - 2 km, được lấp đầy trầm tích Đệ tứ.

Địa hình hai bên đứt gãy cao hơn hẳn và tương phản rõ rệt với địa hình trong dải trũng, độ cao chênh trung bình 300 - 400 m, riêng ở mút tây bắc (khu vực Yên Minh) tới 500 - 600 m. Địa hình hai bên đứt gãy cũng thấp dần từ tây bắc (độ cao 1400 - 1600 m) xuống mút phía nam (độ cao chỉ còn 300 - 500 m) và luôn chênh nhau. ở đoạn biên giới Việt Trung - Mậu Duệ, địa hình phía hữu cao hơn phía tả đến 300 - 400 m; ngược lại, ở đoạn Nà Phặc - Chợ Mới, địa hình phía tả lại cao hơn phía hữu, nhiều chỗ tới 300 - 400 m.

- *Đặc điểm địa chất:*

Nửa phía bắc, đoạn biên giới Việt - Trung tới Nà Phặc, đứt gãy trùng với ranh giới giữa các thành tạo Paleozoi giữa - muộn ở phía tây nam và Mezozoi sớm ở phía đông.

Nửa phía nam đoạn Nà Phặc - Cù Vân, đứt gãy trùng với ranh giới giữa các thành tạo Paleozoi sớm - giữa ở phía tây và các thành tạo Paleozoi giữa - muộn ở phía đông.

Ở đoạn Nà Phặc - Mỹ Thanh, phát triển các trũng phương á kinh tuyến, lấp đầy các thành tạo Đệ tứ với thành phần gồm cuội, sỏi, cát, sét.

- *Đặc điểm kiến trúc:* Kiến trúc của đứt gãy Yên Minh - Phú Lương được đặc trưng bởi đứt gãy chính uốn lượn đi kèm với các đứt gãy phụ. Hai cánh tây và đông đều phát triển các đứt gãy phụ với độ dài khác nhau, gần song song với đứt gãy chính và tạo nên đới đứt gãy rộng trung bình 7 - 8km, chỗ hẹp nhất khoảng 5 - 6 km, chỗ rộng nhất là 13 - 15 km. ở đoạn đầu, trên cánh đông có nhiều đứt gãy phụ hơn, còn ở đoạn cuối, ngược lại. Riêng đoạn Sơn Lộ - Nà Phặc còn có các đứt gãy phụ gần vuông góc với đới; ở đoạn Nà Phặc - Mỹ Thanh, các đứt gãy phụ phương á kinh tuyến hợp với đứt gãy chính tạo nên một loạt trũng lấp đầy trầm tích Đệ tứ nối tiếp nhau theo phương đới đứt gãy; ở đoạn cuối, các đứt gãy phụ xoè ra hình nan quạt.

Kết quả phân tích khe nứt kiến tạo bằng phương pháp ba hệ khe nứt cộng ứng và dải khe nứt đã cho thấy đứt gãy chính của đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương, nói chung, cắm dốc khoảng 60° - 80° và hơn. Đoạn phương TB - ĐN, mặt trượt đứt gãy chính nghiêng về phía đông bắc với thể nằm $40/60^{\circ}$ - 80° ; đoạn á kinh tuyến, mặt trượt đứt gãy chính nghiêng về phía đông với thể nằm $90/80^{\circ}$ và đoạn ĐB - TN, mặt trượt đứt gãy chính nghiêng về phía đông nam với thể nằm $120/80^{\circ}$.

- *Đặc điểm đới động lực*

Các kết quả phân tích mật độ lineament, chiều dày lớp ngoại sinh tích cực, địa mạo, kiến trúc và ba hệ khe nứt cộng ứng đều khẳng định đới động lực của đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương có chiều rộng trung bình 7 - 8 km, chỗ rộng nhất đến 13 - 15 km và hẹp nhất khoảng 5 - 6 km.

- *Các giai đoạn phát triển và cơ thức dịch chuyển*

Phân tích kiến tạo động lực, ba hệ khe nứt cộng ứng, dải khe nứt, đều khẳng định đứt gãy có tính chất trượt bằng là chủ yếu và đều xác định đứt gãy có hai kiểu chuyển dịch trái ngược lẫn nhau, tương ứng với hai trường ứng suất kiến tạo, thể hiện hai pha dịch chuyển khác nhau của đứt gãy. Một pha với chuyển động trượt bằng trái ở đoạn TB - ĐN và trượt bằng phải ở các đoạn ĐB - TN và á kinh tuyến, ứng với trường ứng suất kiến tạo có S_1 á vĩ tuyến gần nằm ngang, S_3 á kinh tuyến gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng, trên các đoạn TB - ĐN, ĐB - TN và S_1 ĐB - TN gần nằm ngang, S_3 TB - ĐN gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng, trên đoạn á kinh tuyến. Pha thứ hai với dịch chuyển trượt bằng phải ở đoạn TB - ĐN và trượt bằng trái của

các đoạn ĐB - TN và á kinh tuyến, ứng với trường ứng suất kiến tạo có S_1 á kinh tuyến gần nằm ngang, S_3 á vĩ tuyến gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng, trên các đoạn TB - ĐN, ĐB - TN và S_1 TB - ĐN gần nằm ngang, S_3 ĐB - TN gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng, trên đoạn á kinh tuyến.

Ở một số vị trí còn phát hiện thấy sự chồng chập rõ rệt của hai pha kiến tạo này.

- Chuyển động thuận xuất hiện ở hai đầu mút đoạn phương TB - ĐN, với sụt lún diễn ra ở cánh đông bắc thuộc mút tây bắc (Yên Minh) và ở cánh tây nam thuộc mút đông nam (Bắc Cạn), là phù hợp với chuyển dịch trượt bằng của đới đứt gãy trong pha có S_1 á kinh tuyến gần nằm ngang.

Với các trũng lấp đầy trầm tích Đệ tứ kéo dài theo phương á kinh tuyến thích hợp với trường ứng suất trượt bằng có S_1 á kinh tuyến gần nằm ngang. Vì thế có thể xem pha 2 bắt đầu không muộn hơn Đệ tứ.

- *Biên độ và tốc độ chuyển động*

Biên độ dịch chuyển trượt bằng phải ở đoạn phương TB - ĐN tính theo chiều rộng các trũng Đệ tứ ở Nà Phặc, Phủ Thông, Bắc Cạn, có thể tới 6 km, với tốc độ 3,75 mm/năm.

Chuyển động thẳng đứng của đới đứt gãy trong pha 2 đã làm biến dạng bề mặt san bằng Oligocen, ở Yên Minh, từ độ cao 1600 - 1700 m, ở cánh tây nam, xuống độ cao 1000 - 1100 m, ở cánh đông bắc, với biên độ khoảng 600 - 700 m và tốc độ khoảng 0,12 - 0,14 mm/năm. ở khu vực Bắc Cạn, chuyển động thẳng đứng của đới đứt gãy trong pha muộn đã làm biến dạng bề mặt san bằng tuổi Miocen muộn (N_1^3), từ độ cao 400 - 500 m, ở cánh tây, lên 900 - 1000 m, ở cánh đông, với biên độ khoảng 500 m và tốc độ 0,1 mm/năm.

- *Hoạt động hiện đại*

- Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương thể hiện rất rõ ở sự xuất hiện các dị thường địa hóa khí đặc biệt như: Ra, Hg, CO_2 , CH_4 ở nhiều vị trí; dị thường địa nhiệt xuất hiện ở một vị trí trong đới đứt gãy.

- Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương đã gây nứt - trượt - lở đất, ở nhiều địa phương thuộc huyện Bảo Lạc tỉnh Cao Bằng: Nà Lúm, Pắc Miều, bản Khiếu trong các năm 1995.

Nứt - trượt - lở đất ở Pắc Miều xảy ra năm 1992 đã vùi lấp mất 5 hộ.

Nứt - trượt - lở đất ở bản Nà Lúm, xã Thái Học, phía tây đỉnh Pia Dại (1978 m), đã xảy ra ngày 18 tháng 9 năm 1995, trên sườn độ dốc trên 30° . Sườn có chỗ lộ đá gốc phiến thạch anh - sericit, có chỗ vỏ phong hóa dày tới 40 m. Vết nứt xuất hiện trên sườn ở độ cao gần 1000 m, kéo dài khoảng 300 m theo phương á kinh tuyến (ảnh 6a). Vách trượt dài trên 100 m, cao hàng chục mét và khoảng 500 000 m³ đất đá, tàn phá nhiều cây và nương dẫy nằm trong luồng rộng 300 m, dài 1000 m,

chặn dòng suối trong khoảng 1 giờ và gây lũ bùn đá sau đó (mặc dù trời không mưa) [3,32].

Nứt - trượt đất ở sườn núi phía đông bắc bản Khiếu, xã Sơn Lộ, đã xuất hiện ngày 18 - 19 tháng 7 năm 1998 đã gây hoang mang trong dân, đe dọa 5 hộ sống tại nơi có vết nứt, 20 hộ và cánh đồng bản Khiếu phía dưới. Tại đây có ít nhất 4 khe nứt kéo dài khoảng 200 m cùng phương với đứt gãy Yên Minh - Phú Lương. Các khe nứt này cách nhau khoảng 150 m.

- Hoạt động hiện đại của đứt gãy Yên Minh - Phú Lương đã gây phát sinh nhiều trận động đất với độ mạnh từ 3,1 đến 5 độ Richter ở khu vực Yên Minh, Sơn Lộ, Chợ Mới và thị trấn Phú Lương.

Trên bản đồ phân vùng phát sinh động đất Việt Nam [28] chưa tính tới đối phát sinh động đất này. Theo công thức của [28], nếu cho $L = 230$ km thì M_{smax} của đứt gãy Yên Minh - Phú Lương là 5,9 và $H = 22$ km .

3.3. Đặc điểm các đứt gãy vòng cung á vĩ tuyến:

3.3.1. Đặc điểm đứt gãy Sông Thương:

- *Phân bố không gian*

Đứt gãy Sông Thương có dạng vòng cung á vĩ tuyến lồi về phía nam và có thể chia làm hai đoạn: một phương á vĩ tuyến, còn đoạn kia phương ĐB - TN. Đoạn phương á vĩ tuyến, dài khoảng 90 km, với mút phía tây từ khu vực xã Tiến Bộ (Yên Sơn, Tuyên Quang) qua thị trấn Sơn Dương (Tuyên Quang) và chạy dọc QL13a tới khu vực xã Đông Sơn (Yên Thế, Bắc Giang), đi qua các địa danh: thị trấn Đại Từ, tp. Thái Nguyên, Trại Cau (Đồng Hỷ, Thái Nguyên), Tam Tiến (Yên Thế, Bắc Giang). Còn đoạn phương ĐB - TN chạy gần theo thung lũng sông Thương từ thị trấn Hữu Lũng đến Mai Pha (tx. Lạng Sơn), dài khoảng 80 km, đi qua các địa danh: thị trấn Chi Lăng, Đồng Mỏ (Lạng Sơn).

- *Đặc điểm địa mạo*

Đứt gãy Sông Thương thể hiện rõ trên địa hình và trên ảnh vệ tinh với hai đoạn.

Đoạn á vĩ tuyến, đứt gãy Sông Thương trùng với một dải trũng, với địa hình đồi - đồng bằng, độ cao dưới 100 m, rộng 5 - 7 km, trong đó có QL.13a. Phần đầu trũng chạy theo thung lũng ngòi Tư Trầm chảy vào sông Đáy ở Sơn Dương, tiếp theo là thung lũng sông Công chảy qua Đại Từ, sông Cầu chảy qua tp. Thái Nguyên, nhánh sông Cầu chảy qua Trại Cau, sông Sỏi chảy qua Yên Thế. Địa hình trong đới đứt gãy chủ yếu là đồi - đồng bằng với độ cao dưới 100 m. Ở phía bắc dải trũng này là những dãy núi phương á vĩ tuyến và ĐB - TN, độ cao từ 300 m đến 500 m. Còn ở phía nam, nửa đoạn đầu là những dãy núi phương ĐB - TN với độ cao 400 - 500 m,

có khi đến 1000 m; nửa đoạn sau là đồi, đồng bằng với độ cao lớn nhất đến 100 m, thỉnh thoảng có dãy núi phương TB - ĐN cao 300 - 400 m.

Đoạn phương ĐB - TN, đứt gãy Sông Thương trùng với thung lũng sông Thương chảy qua thị trấn Đông Mỹ, thị trấn Chi Lăng, thị trấn Hữu Lũng, có chiều rộng 4 - 5 km, nằm giữa một bên, phía bắc, là cảnh quan karst và bên kia, phía nam, là cảnh quan núi xâm thực - bóc mòn. Các núi đá vôi cao 500 - 600 m. Núi xâm thực - bóc mòn, nửa đoạn đầu chỉ cao 100 - 200 m, được nâng dần lên 500 - 600 m ở đoạn sau.

- Đặc điểm địa chất

Đứt gãy Sông Thương cắt qua các thành tạo Paleozoi và Mezozoi sớm.

Đoạn Sơn Dương - Đại Từ, đứt gãy cắt các thành tạo Paleozoi giữa - muộn và Mezozoi sớm.

Đoạn Đại Từ - Đông Mỹ, đứt gãy trùng với ranh giới giữa các thành tạo Paleozoi muộn ở phía bắc, Mezozoi sớm - giữa ở phía nam.

Đoạn Đông Mỹ - Mai Pha, đứt gãy cắt các thành tạo Mezozoi.

Ở Yên Thế và Mai Pha, trong đới đứt gãy còn xuất hiện các trũng lấp đầy các trầm tích Đệ tứ, thành phần cuội, sỏi, cát, sét, nằm phủ bất chỉnh hợp góc trên các thành tạo Mezozoi sớm và Paleozoi muộn, chiều dày 10 - 20 m.

- Đặc điểm kiến trúc

Đứt gãy Sông Thương, ngoài đứt gãy chính còn có các đứt gãy phụ. Các đứt gãy phụ chủ yếu song song với đứt gãy chính. ở đoạn Sơn Dương - Hữu Lũng, đứt gãy phụ phát triển chủ yếu ở cánh bắc và đứt gãy phụ xa đứt gãy chính nhất tới 4 km, đới rộng 5 - 6 km; còn ở đoạn Hữu Lũng - Mai Pha, đứt gãy phụ phát triển chủ yếu ở cánh nam, tạo thành đới rộng khoảng 5 - 10 km.

Ngoài ra, trong đới đứt gãy, ở Lạng Sơn và Yên Thế còn xuất hiện các trũng Đệ tứ.

Đi kèm với trũng Đệ tứ Yên Thế về phía bắc còn có vòm nâng với địa hình karst, cao 400 - 500 m, nghiêng về phía bắc.

- Đặc điểm đới động lực

Đới động lực của đứt gãy Sông Thương, theo các tài liệu: mật độ lineament, chiều dày lớp ngoại sinh tích cực, địa mạo, kiến trúc và ba hệ khe nứt cộng ứng, có chiều rộng trung bình 5 - 7 km, chỗ rộng nhất (Hữu Lũng) tới 10 km, chỗ hẹp nhất (phần nút phía tây) chỉ khoảng 3 - 4 km.

Kết quả phân tích ba hệ khe nứt cộng ứng và dải khe nứt ở nhiều vị trí đều khẳng định mặt trượt của đứt gãy chính cắm dốc đứng ($70 - 80^{\circ}$). Đoạn phương á vĩ tuyến mặt trượt đứt gãy chính phần nào nghiêng về phía bắc, với thể nằm $15 - 25^{\circ}/70 - 80^{\circ}$; còn đoạn phương ĐB - TN, mặt trượt đứt gãy chính phần nào nghiêng về phía nam, với thể nằm $135 - 150^{\circ}/70 - 80^{\circ}$.

- *Các giai đoạn phát triển và cơ thức dịch chuyển*

Kết quả phân tích khe nứt kiến tạo bằng phương pháp kiến tạo động lực, ba hệ khe nứt cộng ứng, dải khe nứt đều kháng định: ở trên cả hai đoạn phương khác nhau của đứt gãy đều có hai kiểu dịch chuyển trượt bằng trái và phải chồng chập lên nhau ứng với hai pha khác nhau về trường ứng suất. Trường ứng suất thứ nhất có S_1 á vĩ tuyến gần nằm ngang, S_3 á kinh tuyến gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng trên đoạn đứt gãy phương ĐB - TN, chuyển sang S_1 gần nằm ngang, phương ĐB - TN, S_3 gần nằm ngang, phương TB - ĐN, S_2 gần thẳng đứng trên đoạn đứt gãy Sông Thương phương á vĩ tuyến. Đứt gãy Sông Thương trong pha này có kiểu hình động học bằng phải trên đoạn phương ĐB - TN, bằng trái trên đoạn phương á vĩ tuyến [3].

Ngược lại, trường ứng suất thứ hai có S_1 á kinh tuyến gần nằm ngang, S_3 á vĩ tuyến gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng trên đoạn đứt gãy Sông Thương phương ĐB - TN, chuyển sang S_1 gần nằm ngang, phương TB - ĐN, S_3 gần nằm ngang, phương ĐB - TN, S_2 gần thẳng đứng trên đoạn phương á vĩ tuyến và đứt gãy Sông Thương có kiểu hình động học bằng trái trên đoạn phương ĐB - TN, bằng phải trên đoạn phương á vĩ tuyến.

Dịch chuyển trượt bằng trái của đoạn đứt gãy Sông Thương phương ĐB - TN và trượt bằng phải của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên, trong trường ứng suất thứ hai đã tạo nên bồn trũng Đệ Tứ Lạng Sơn. Còn dịch trượt bằng phải của đới đứt gãy Sông Thương, xác định được bằng các phương pháp kiến tạo động lực, ứng với trường ứng suất có S_1 á vĩ tuyến gần nằm ngang, S_3 á kinh tuyến gần nằm ngang, S_2 gần thẳng đứng, xảy ra sớm hơn.

- *Biên độ và tốc độ dịch chuyển:*

Trong pha 2, biên độ trượt bằng trái của đoạn đứt gãy Hữu Lũng - Mai Pha tính theo chiều rộng trũng Đệ tứ kiểu Pull - apart Lạng Sơn là 3,5 - 4 km, với tốc độ 2,5 mm/năm.

Thành phần thẳng đứng trong pha 2 của đoạn đới đứt gãy ở khu vực Hữu Lũng, tính theo bề mặt cao 400 - 500 m, tuổi Miocen muộn, ở phía bắc, đã bị sụt xuống 200 - 300 m, ở phía nam, là khoảng 200 m, với tốc độ 0,04 mm/năm.

- *Hoạt động hiện đại*

- Hoạt động hiện đại của đứt gãy Sông Thương được thể hiện rất rõ ở sự xuất hiện các dị thường địa hóa đặc biệt như Ra, Hg, CO_2 , CH_4 ở nhiều vị trí nghiên cứu trong đới.

- Hoạt động hiện đại của đứt gãy Sông Thương đã gây ra nhiều vụ nứt - trượt đất ở sườn núi Hồng (Đại Từ, Thái Nguyên), sườn đồi Yên Ngựa (tp. Thái Nguyên) trong những năm 90 của thế kỷ 20 [3 , 32].

- Hoạt động hiện đại của đứt gãy Sông Thương đã gây phát sinh nhiều trận động đất với M_s từ 3,1 đến 5 độ Richter, trên đoạn á vĩ tuyến (Sơn Dương - Hữu Lũng [3,32]).

Trên bản đồ phân vùng phát sinh động đất Việt Nam [28] cũng chưa tính tới đới phát sinh động đất này. Theo công thức của [28], với đoạn á vĩ tuyến của đới đứt gãy Sông Thương là liên tục và chiều dài (L) = 170 km thì $M_{\text{max}} > 5,6$ và độ sâu tầng hoạt động (H) > 19 km.

3.3.2. Đặc Điểm đới đứt gãy vòng cung á vĩ tuyến vùng duyên hải Bắc Bộ:

- Phân bố không gian:

Vùng duyên hải Bắc Bộ có bình đồ kiến trúc Tân kiến tạo rất đặc biệt với ba đứt gãy gần song song, cách nhau trung bình 7 - 9 km, tạo thành một đới đứt gãy dạng vòng cung á vĩ tuyến lồi về phía nam. Từ bắc xuống nam, thứ nhất là đứt gãy Yên Tử, thứ hai là đứt gãy Trung Lương và thứ ba là đứt gãy Đường 18 (hình 49). Trên địa phận nước ta chiều dài của đứt gãy Yên Tử là 260 km, Trung Lương - 280 km và Đường 18 - 230 km.

- *Đứt gãy Yên Tử* có đường phương uốn lượn phức tạp, nhưng nhìn tổng quát có thể chia làm ba đoạn. Đoạn TB - ĐN, dài khoảng 80 km, từ tp. Thái Nguyên xuống tới Bãi Thào (Chí Linh, Hải Dương), đới đứt gãy đi qua tx. Bắc Giang. Đoạn á vĩ tuyến, dài khoảng gần 80 km, từ Bãi Thào tới Khê Tây (Cẩm Phả, Quảng Ninh). Đoạn phương ĐB - TN, trên địa phận nước ta, dài khoảng 100 km, từ Khê Tây lên tới biên giới Việt Trung (khu vực Pát Na, Móng Cái, Quảng Ninh), đi qua thị trấn Ba Chẽ (Quảng Ninh), thị trấn Tiên Yên, Tấn Mài (Quảng Hà, Quảng Ninh). Đới đứt gãy Yên Tử còn kéo dài trên lãnh thổ Trung Quốc khoảng hàng trăm kilomet.

- *Đới đứt gãy Trung Lương* cũng có thể chia làm 3 đoạn. Đoạn TB - ĐN, dài khoảng 85 km, từ thị trấn Đại Từ tới Bằng Lương (Chí Linh, Hải Dương), đi qua thị trấn Hiệp Hòa (Bắc Giang), tx. Bắc Ninh. Đoạn á vĩ tuyến, dài khoảng 110 km, từ Bằng Lương tới thị trấn Mông Dương, đi qua thị trấn Sao Đỏ (Chí Linh), Trung Lương (Đông Triều), Vàng Danh. Từ thị trấn Mông Dương, đới đứt gãy Trung Lương chạy theo phương ĐB - TN, dọc các đảo Vạn Hoa, Cái Chiên, Vĩnh Thực, dài khoảng 90 km (trên địa phận nước ta) và tiếp tục sang địa phận Trung Quốc. Trên lãnh thổ Trung Quốc đới đứt gãy Trung Lương còn kéo dài hàng trăm kilomet.

- *Đới đứt gãy Đường 18* có thể chia làm hai đoạn. Đoạn phương TB - ĐN, dài khoảng 105 km, từ khu vực đèo Khế (Đại Từ, Thái Nguyên) tới Phả Lại. Đoạn phương á vĩ tuyến, dài khoảng 125 km, từ Phả Lại tới khu vực đảo Quan Lạn, đi qua thị trấn Đông Triều, tx. Uông Bí, tp. Hòn Gai.

- Đặc điểm địa mạo:

- Đứt gãy Yên Tử:

Đoạn tp. Thái Nguyên - Bãi Thào. Từ tp. Thái Nguyên tới Phú Bình, đứt gãy Yên Tử trùng với dải địa hình đồng bằng đồi, rộng 3 - 4 km, có độ cao dưới 30 m nằm giữa vùng đồi với độ cao 40 - 100 m, phân cắt mạnh.

Từ Phú Bình tới Bãi Thảo đứt gãy thể hiện như một trũng trên đồng bằng, trong đó tập trung nhiều dòng chảy sông suối phương TB - ĐN.

Đoạn Bãi Thảo - Tiên Yên, đứt gãy Yên Tử trùng với các đoạn thung lũng dòng chảy suối sâu, rộng 3 - 5 km. Trong đó, từ Bãi Thảo tới núi Lai Cát, đới đứt gãy nằm giữa một bên, phía nam, là dãy núi Yên Tử cao sừng sững, kéo dài tới trên 30 km, vách dốc đứng, hiểm trở, các đỉnh có độ cao trung bình khoảng 700 - 800 m (đỉnh cao nhất tới 1068 m) và bên kia, phía bắc, là vùng núi thấp hẳn xuống với độ cao trung bình khoảng 300 - 400 m, sườn thoải. Ngược lại, từ Ke Ru đến Khê Tây, phía bắc là dãy núi Ke Ru - Am Vạp đồ sộ, dốc đứng như bức tường thành, kéo dài khoảng 20 km với độ cao trung bình khoảng 700 - 800 m (đỉnh Am Vạp cao nhất tới 1094 m), còn phía nam là vùng núi thấp hơn, độ cao trung bình 400 - 500 m với sườn núi thoải và mềm mại.

Đoạn Tiên Yên - biên giới Việt Trung (Pat Na) đứt gãy Yên Tử trùng với ranh giới giữa hai cảnh quan địa mạo khác hẳn nhau. Phía bắc là dải núi đồ sộ, chạy dài khoảng 50 km theo phương ĐB - TN, với các đỉnh cao trên 1000 m (Khoang Nam Chau Lanh, 1506 m). Phía nam là dải địa hình thấp hẳn xuống, kéo dài theo phương đới đứt gãy, tạo nên nhiều bậc thang thấp dần ra phía biển. Bậc có độ cao lớn nhất tới 500 m.

- *Đứt gãy Trung Lương:*

Đoạn Đại Từ - Bằng Lương. Từ Đại Từ tới Mỏ Chè, đứt gãy Trung Lương trùng với dải trũng chạy dọc thung lũng sông Công, rộng 5 - 6 km. Địa hình trong thung lũng này là đồng bằng, đồi và núi sót có độ cao dưới 200 m. Hai bên đới đứt gãy là những dãy núi cao 250 - 400 m. Còn từ Mỏ Chè tới Bằng Lương đới đứt gãy là một trũng trên đồng bằng, chiều rộng khoảng 4 - 5 km, trong đó phát triển các dòng chảy sông suối phương TB - ĐN.

Đoạn Bằng Lương - Mông Dương, đứt gãy trùng với dải trũng, rộng 3 - 5 km, chạy men chân sườn phía nam dãy Yên Tử, dọc thung lũng sông Trung Lương. Hai bên đứt gãy là các dãy núi có độ cao từ trên 200 m đến 500 - 600 m và phía bắc luôn cao hơn phía nam 100 - 200 m. Bám theo đứt gãy còn bốn trầm tích Oligocen Đông Triều với địa hình hiện tại là bóc mòn, độ cao từ 7 - 8 m đến 30 m.

Đoạn Mông Dương - đảo Vĩnh Thực, ở khu vực đảo Cái Bàu, đứt gãy trùng với dải trũng, rộng 3 - 5 km, nằm giữa các dãy núi có độ cao 200 - 300 m; còn lại đứt gãy có một phần chìm dưới nước biển, một phần chạy dọc chuỗi đảo phương ĐB - TN.

Ở những đoạn đứt gãy chìm dưới nước biển, đáy biển có dạng rãnh hẹp, chỉ rộng khoảng 500 - 1000 m, kéo dài theo phương ĐB - TN và sâu hẳn xuống (khoảng 6 - 10 m) so với hai bên. Rõ nhất là rãnh chạy dọc chân sườn tây bắc đảo Vĩnh Thực.

- Đứt gãy Đường 18:

Đoạn Đèo Khế - Phả Lại. Từ Đèo Khế tới Làng Lay (Phổ Yên, Thái Nguyên) đới đứt gãy trùng với dải trũng, rộng chừng 4 - 5 km, nằm giữa dãy núi Tam Đảo cao sừng sững, với độ cao trung bình trên 1000 m, sườn dốc, hiểm trở, ở phía tây nam, và địa hình núi - đồi có độ cao trung bình chừng 200 - 300 m, ở phía đông bắc. Từ Làng Lay tới Phả Lại đứt gãy trùng với dải trũng chạy dọc thung lũng sông Công, sông Cầu, hai bên là đồng bằng với nhiều đồi - núi sót.

Đoạn Phả Lại - đảo Quần Lan. Từ Phả Lại tới Yên Lập, đứt gãy trùng với dải địa hình đồng bằng - đồi, rộng khoảng 5 - 6 km, nằm giữa các dãy núi và dải đồi phương á vĩ tuyến, cao 400 - 500 m, ở phía bắc và đồng bằng thấp hoặc đầm phá ngập mặn với nhiều dãy núi sót phương á vĩ tuyến, ở phía nam.

Từ Yên Lập ra tới vịnh Bái Tử Long đứt gãy trùng với dải trũng, rộng 3 - 4 km, nằm giữa hai dãy núi có độ cao dao động trong khoảng 150 - 200 m.

Trong vịnh Bái Tử Long, đứt gãy cũng trùng với dải trũng, rộng 1 - 2 km, với độ sâu địa hình đáy khoảng 5 - 7 m, nằm giữa hai bên là các hòn đảo. Ở đầu mút phía đông của đứt gãy có một cụm đảo uốn cong lồi về phía đông nam, đầu mút phía tây nam tựa vào đứt gãy. Đảo Quần Lan, phương bắc đông bắc - nam tây nam, đã ngăn đứt gãy phát triển tiếp về phía đông.

- Đặc điểm địa chất:

Đứt gãy Yên Tử

Đới đứt gãy Yên Tử trùng với ranh giới giữa phức nếp lồi An Châu, được tạo bởi các thành tạo Mezozoi, ở phía bắc với phức nếp lồi Quảng Ninh, được tạo bởi các thành tạo Paleozoi, đôi chỗ bị các thành tạo lục địa tuổi Mezozoi, Kainozoi phủ bất chỉnh hợp lên trên, ở phía nam.

Đứt gãy Trung Lương

Từ Đại Từ tới Mỏ Chè đứt gãy cắt qua các trầm tích lục địa màu đỏ tuổi Jura. Từ Mỏ Chè tới Bằng Lương, đới đứt gãy cắt qua các thành tạo Đệ tứ. Từ Bằng Lương tới Mông Dương, đứt gãy trùng với ranh giới cổ của hai bể trầm tích chứa than tuổi Nori - Reti: bể Yên Tử ở phía bắc và bể Hồng Gai ở phía nam. Từ Mông Dương tới đảo Vĩnh Thực đứt gãy trùng với ranh giới giữa bốn trầm tích lục địa màu đỏ, tuổi Jura, ở phía đông bắc và các thành tạo Paleozoi ở phía đông nam.

Ở cánh phía nam, khu vực Tràng Bàng (Đông Triều), bám theo đứt gãy còn có bốn trầm tích Oligocen. Cho đến nay tài liệu về bốn trầm tích này vẫn chưa có bao nhiêu. Tuy nhiên, căn cứ vào các dòng chảy phương ĐB - TN của hệ thống sông Cầu Bang và sông Tràng Bàng đang hoạt động trên bề mặt trũng có thể suy đoán bốn trũng Tràng Bàng có phương ĐB - TN. Theo tài liệu lỗ khoan, trầm tích trong bốn gồm các đá cuội kết, cát kết, bột kết, sét kết, cao lanh, tuổi Oligocen và

lớp mỏng các trầm tích cuội, sỏi, tuổi Đệ tứ, chiều dày chung tới trên 500 m. Trong Đệ tứ bốn đã được nâng lên và chịu sự tác động xâm thực thành các đồi gò thấp với độ cao từ 7 - 8 m đến 25 - 30 m.

Đứt gãy Đường 18

Ở đoạn men theo chân sườn đông bắc dãy Tam Đảo, đới đứt gãy cắt qua các thành tạo trầm tích Paleozoi giữa, các xâm nhập axit Mezozoi, các thành tạo trầm tích và trầm tích phun trào Mezozoi sớm. Từ Làng Lay tới Phả Lại đứt gãy cắt qua các thành tạo Đệ tứ. Từ Phả Lại tới Yên Lập đứt gãy trùng với ranh giới giữa các thành tạo chứa than, tuổi Triat muộn, thuộc bể than Hòn Gai, ở phía bắc và các thành tạo Paleozoi, Đệ tứ, ở phía nam. Từ Yên Lập tới Hòn Gai, đứt gãy cắt qua các thành tạo chứa than, tuổi Triat muộn, thuộc bể than Hòn Gai. Còn từ Hòn Gai tới đảo Quân Lan, đứt gãy cắt qua các thành tạo trầm tích tuổi Paleozoi giữa - muộn.

Liên quan với đứt gãy Đường 18 còn phải kể đến các thành tạo Oligocen ở hai bồn trầm tích Hoàn Bồ và Biểu Nghi. Bồn trũng Hoàn Bồ có dạng hình thang với cạnh phía tây dài khoảng 7 - 8 km và gần vuông góc với hai cạnh đáy, phía bắc là cạnh đáy lớn dài khoảng 17 - 18 km, phương á VT, phía nam là cạnh đáy nhỏ có chiều dài khoảng 10 km. Các trầm tích trong bồn trũng này nằm phủ bất chỉnh hợp lên trên các thành tạo Mezozoi và gồm hai tập. Tập dưới, dày khoảng 300 m, với thành phần thạch học từ dưới lên trên gồm: cuội kết phân lớp dày, sạn kết và cát kết màu xám, bột kết, đá phiến sét tấm dầu xen những dải asfan, cát kết hạt vừa màu xám sẫm, cát kết thạch anh màu sặc sỡ, sét phân lớp dày xen kẽ các thấu kính cuội, sạn, cát, bột kết màu đỏ. Tập trên, dày khoảng 200 m và được tạo bởi cát kết, bột kết, sét kết loang lổ xám xanh và tím gan gà, các lớp cuội kết hạt nhỏ xen kẽ sỏi kết. Tuổi của các thành tạo này có nhiều quan điểm khác nhau. Nhưng tài liệu bào tử phấn hoa công bố gần đây nhất của Phạm Quang Trung và nnk đã khẳng định chúng có tuổi Oligocen.

Bồn Biểu Nghi nằm bám theo đứt gãy Đường 18. Hình dạng và kích thước của bồn chưa được xác định rõ. Các thành tạo trầm tích lộ ra gồm: cuội kết, sạn kết, cát kết, sét kết và tuổi tương đồng với các thành tạo ở bồn trũng Hoàn Bồ.

Hiện nay cả hai bồn trũng này đều đã được nâng lên và bị phân cắt tạo nên địa hình gò đồi. Các thành tạo trầm tích Oligocen trong chúng đều bị biến vị uốn nếp và bị phá huỷ bởi nhiều hệ thống khe nứt. Các nếp uốn gấp ở Biểu Nghi đều có phương trục ĐB - TN.

- Đặc điểm kiến trúc

Đứt gãy Yên Tử

Đứt gãy Yên Tử bị đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên ngắt làm hai đoạn ở Tiên Yên. Dọc đứt gãy Yên Tử còn gặp các đứt gãy phụ. Đoạn từ tp. Thái Nguyên tới Bãi Thào, các đứt gãy phụ phân bố gần song song với đứt gãy chính và phát triển cả ở

hai cánh, tạo thành đôi rộng 5 - 7 km. Từ Bãi Thảo tới Ke Ru, các đứt gãy phụ phát triển chủ yếu ở cánh nam và tạo thành đôi rộng tới 4 km. Từ Ke Ru tới Tiên Yên, các đứt gãy phụ có mật độ cao và phát triển ở cả hai cánh. Chúng có dạng uốn cong lồi về phía nam lượn theo đứt gãy chính và tạo thành đôi đứt gãy rộng 6 - 8 km. Từ Tiên Yên tới biên giới Việt - Trung, các đứt gãy phụ ở cánh nam có mật độ cao hơn cánh bắc. Chúng tạo thành một đôi rộng 9 - 10 km.

Liên quan với đứt gãy Yên Tử còn có một số kiến trúc nén ép: Yên Tử, Am Vap, Bắc Tiên Yên. Chúng xuất hiện ở những vị trí uốn cong của đứt gãy (phía lõm) và được thể hiện bằng các khối hoặc dãy núi nổi cao hơn hẳn so với xung quanh.

Đứt gãy Trung Lương

Ngoài đứt gãy chính kéo dài liên tục, đứt gãy Trung Lương cũng có nhiều đứt gãy phụ. Đoạn từ Đại Từ tới Bằng Lương, số lượng đứt gãy phụ không nhiều. Ngược lại, trong đoạn Bằng Lương - Mông Dương, các đứt gãy phụ phát triển với mật độ cao ở cả hai cánh, tạo nên đôi rộng 3 - 6 km. Ở đoạn Mông Dương - đảo Cái Bầu, các đứt gãy phụ cũng phát triển cả hai bên cánh, nhưng đôi chỉ rộng khoảng 2 - 3 km. Còn từ đảo Cái Bầu tới đảo Vĩnh Thực, phần lớn đôi chìm dưới nước biển.

Liên quan với đứt gãy còn có kiến trúc tách giãn Đông Triều và đã được lấp đầy bởi các đá trầm tích Oligocen.

Đứt gãy Đường 18

Đứt gãy Đường 18 cũng có các đứt gãy phụ. Các đứt gãy phụ kéo dài theo phương đứt gãy chính và phát triển trên cả hai cánh, trong các đoạn Đèo Khế - Làng Lay, Phả Lại - Uông Bí và tạo thành đôi rộng 6 - 7 km. Trong đó, trên cánh bắc ở đoạn Phả Lại - Uông Bí, mật độ đứt gãy phụ cao hơn cánh nam, tạo nên ở đây một dải có tính dập vờ cao. Còn từ Làng Lay tới Phả Lại, đứt gãy phụ xuất hiện không rõ. Ở nút phía đông của đôi đứt gãy Đường 18, xuất hiện kiểu kiến trúc đuôi ngựa với các đứt gãy phụ uốn cong lồi về đông nam và nút tây nam tựa vào đứt gãy chính.

Ngoài ra, liên quan với đứt gãy Đường 18 còn có các kiến trúc nén ép và tách giãn. Kiến trúc nén ở nằm phía cánh nam, đầu nút phía tây, được thể hiện bằng dãy núi Tam Đảo có độ cao trên 1000 m, còn ở nút phía đông, nó lại phát triển ở phía cánh bắc và được thể hiện bởi cụm các đảo có hình dạng uốn cong lồi về đông nam. Các kiến trúc tách giãn phát triển ở Hoành Bồ, Biểu Nghi và được lấp đầy bởi các đá trầm tích Oligocen. Kiến trúc tách giãn ở Phả Lại được lấp đầy bởi các thành tạo Đệ tứ.

Theo kết quả phân tích khe nứt kiến tạo bằng phương pháp ba hệ khe nứt cộng ứng và dải khe nứt, đã được trình bày trong [3], mặt trượt đứt gãy Yên Tử nhìn chung dốc đứng. Trong chừng mực nào đấy có thể thấy đoạn TB - ĐN hơi nghiêng

về đông bắc ($40^{\circ}/70 - 90^{\circ}$); đoạn á vĩ tuyến hơi nghiêng về phía nam ($180 - 190^{\circ}/60 - 80^{\circ}$); đoạn ĐB - TN hơi nghiêng về phía đông nam, với thể nằm $130 - 160^{\circ}/60 - 80^{\circ}$ ở khu vực Ba Chẽ và $150^{\circ}/75 - 90^{\circ}$ ở Lý Sái, Tấn Mài. Mặt trượt đứt gãy Trung Lương nói chung là dốc đứng. Trong đó đoạn phương TB - ĐN hơi nghiêng về đông bắc ($40^{\circ}/80^{\circ}$), đoạn phương á vĩ tuyến hơi nghiêng về phía bắc ($0/80 - 90^{\circ}$) và ở đoạn phương ĐB - TN hơi nghiêng về tây bắc ($330 - 340^{\circ}/70 - 80^{\circ}$), nghĩa là hơi nghiêng về bắc. Mặt trượt đứt gãy Đường 18 nói chung là dốc đứng hoặc hơi nghiêng về bắc: đoạn TB - ĐN có thể nằm $40^{\circ}/80 - 90^{\circ}$, đoạn á vĩ tuyến có thể nằm $350 - 360^{\circ}/70 - 75^{\circ}$.

Nhìn chung, có thể xem cả ba đứt gãy vòng cung á vĩ tuyến lỗi về phía nam nói trên, có mặt trượt dốc đứng, hơi nghiêng về phía bắc.

- *Đặc điểm đới động lực:*

Theo các tài liệu địa mao, kiến trúc, mật độ lineament, chiều dày lớp ngoại sinh tích cực và ba hệ khe nứt cộng ứng, đã được trình bày trong [3], đới động lực của đứt gãy Yên Tử có chiều rộng trung bình 5 - 6 km, nơi hẹp nhất 3 km, rộng nhất tới 7 km; của đứt gãy Trung Lương có chiều rộng trung bình khoảng 6 - 7 km, nơi hẹp nhất cũng tới 5 km, chỗ rộng nhất khoảng 10 km; của đứt gãy Đường 18 có chiều rộng khoảng 5 - 7 km.

- *Các giai đoạn và cơ thức dịch chuyển:*

Phân tích khe nứt kiến tạo theo phương pháp Kiến tạo động lực, Ba hệ khe nứt cộng ứng, Dải khe nứt và Mặt trượt - vết xước ở nhiều vị trí trong đới đứt gãy, cũng như phân tích các kiểu hình hài kiến trúc trong đới đứt gãy đã cho thấy: nhìn chung, trong Kainozoi, có hai pha kiến tạo với hai trường ứng suất có S_1 gần nằm ngang, hướng gần vuông góc với nhau, tác động đến đới đứt gãy vòng cung á vĩ tuyến duyên hải Đông Bắc. Phương S_1 đã chuyển từ á vĩ tuyến (pha sớm) sang ĐB - TN và từ á kinh tuyến (pha muộn) sang TB - ĐN trên các đoạn đới đứt gãy phương á vĩ tuyến. Dịch chuyển của các đứt gãy trong đới ứng với hai trường ứng suất này, chủ yếu là trượt bằng. Pha sớm, các đoạn đứt gãy phương TB - ĐN và á vĩ tuyến có kiểu dịch chuyển trượt bằng trái và trượt bằng phải ở các đoạn đới đứt gãy phương ĐB - TN [3], pha muộn, ngược lại [3].

- *Biên độ và tốc độ dịch chuyển:*

Đứt gãy Yên Tử

Biên độ trượt bằng phải ở đoạn phương TB - ĐN và á vĩ tuyến, trong Pleistocen muộn - Holocen, theo phân tích các uốn khúc tuổi di thường ở Thái Nguyên, Tấn Mài, bản Giác, là 500 - 600 m, với tốc độ 4 - 4,8 mm/năm. Biên độ bằng trái trên đoạn phương ĐB - TN là 500 - 1100 m, với tốc độ 4 - 8,8 mm/năm. ở Yên Tử, Am Vạp, nơi có trạng thái nén ép liên quan với dịch trượt bằng phải của đứt gãy Yên Tử, thành phần thẳng đứng, tính theo biến dạng mặt san bằng tuổi Miocen

muộn, là khoảng 400 - 500 m, với tốc độ khoảng 0,1 mm/năm và khoảng 800 - 900 m (ở phía bắc Tiên Yên), với tốc độ khoảng 0,16 - 0,18 mm/năm.

Đứt gãy Trung Lương

Pha sớm, biên độ dịch trượt bằng trái ở đoạn phương á vĩ tuyến, đánh giá theo trứng Oligocen (33,7 - 23,5 triệu năm) kiểu Pull - apart ở Đông Triều, là khoảng 9 km, với tốc độ $\approx 0,9$ mm/năm [3].

Pha muộn, biên độ trượt bằng phải của đới đứt gãy đoạn phương á vĩ tuyến, theo các uốn khúc tuổi di thường ở Phú Ninh (Đông Triều, Quảng Ninh), là 1,5 km trong Pleistocen muộn - Holocen, với tốc độ trên 12 mm/năm. Biên độ bằng trái của đoạn phương ĐB - TN tính theo các trứng Đệ tứ kiểu Pull - apart Cái Đài, Bình Lược trên đảo Cái Bầu, là 500 m với tốc độ 0,3 mm/năm [3].

Đứt gãy Đường 18

Pha sớm, biên độ Trượt bằng trái ở đoạn phương á vĩ tuyến, đánh giá theo trứng Oligocen kiểu Pull - apart ở Hoàn Bồ, đạt tới trên 9 km, với tốc độ khoảng 0,9 mm/năm [3].

Pha muộn, biên độ dịch chuyển Trượt bằng phải ở đoạn phương TB - ĐN, theo phân tích các uốn khúc tuổi di thường ở Quân Cày (Phổ Yên, Thái Nguyên), với biên độ bằng chiều dài của các khúc uốn trùng với đứt gãy là khoảng 500 m và tốc độ 4 mm/năm [3]. Ở các khúc uốn trùng với đứt gãy chỉ có trầm tích Pleistocen muộn - Holocen, trong khi các đoạn tuổi còn lại có cả trầm tích Pleistocen sớm - giữa. Thành phần thẳng đứng ở đầu mút phía tây đới đứt gãy, trong pha muộn, theo biến dạng mặt san bằng tuổi Miocen muộn, với cánh tây nam nâng tương đối, là khoảng 1000 m, và tốc độ khoảng 0,2 mm/năm.

- Hoạt động hiện đại

Đứt gãy Yên Tử

Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Yên Tử được thể hiện rất rõ ở sự xuất hiện các dị thường địa hóa đặc biệt như Ra, Hg, CO₂, CH₄ ở nhiều vị trí nghiên cứu; đã gây phát sinh nhiều trận động đất với độ mạnh từ 3,1 đến trên 5 độ Richter và tập trung ở 3 vùng: Thái Nguyên, Bắc Giang và Khê Tây (hình 6). Theo bản đồ phân vùng động đất Việt Nam, một phần của đới (các đoạn TB - ĐN và á vĩ tuyến) được xếp vào vùng có khả năng phát sinh động đất với $M_{smax} = 5,6 - 6,0$ độ Richter, độ sâu tầng hoạt động (H) = 25 - 30 km [28,31].

Đứt gãy Trung Lương

Hoạt động hiện đại của đứt gãy Trung Lương được thể hiện ở sự xuất hiện các dị thường địa hóa khí Ra, Hg, CO₂, CH₄ ở một số vị trí; xuất lộ nguồn nước khoáng nóng ở Tam Hợp, với nhiệt độ 38°C và khoáng hóa Br = 24,67 mg/l [32].

Hoạt động hiện đại kiểu trượt bằng phải của đới đứt gãy Trung Lương cũng đã được xác nhận bởi các tài liệu trắc địa ở lưới Hoàng Tân (h. Chí Linh, t. Hải Dương), với tốc độ 10 mm/năm [3].

Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Trung Lương đã gây nứt đất ở nhiều nơi dọc đới đứt gãy từ những năm 70 - 80 của thế kỷ 20 cho đến hiện nay. Mạnh mẽ nhất trong đoạn từ Bằng Lương tới Trung Lương [3]. Ở đây nứt đất xảy ra trên các quả đồi đá gốc tuổi Triat, có vết nứt kéo dài trên 10 kilomet. Ở một số nơi trong dải nứt này, nhiều khe nứt phương khác nhau đã bằm vằm bề mặt quả đồi Trại Mết, Chí Linh, Hải Dương, với nhiều khe nứt mở rộng tới trên 1 m, chiều sâu trên 5 m.

Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Trung Lương đã gây phát sinh nhiều trận động đất trong dải Đại Từ - Hiệp Hòa và đảo Cái Bàu (hình 48), với độ mạnh từ 3,1 đến 5,9 độ Richter. Theo bản đồ phân vùng động đất Việt Nam, đoạn phương TB - ĐN và á vĩ tuyến của đứt gãy được xếp vào vùng có khả năng phát sinh động đất với $M_{smax} = 5,6 - 6,0$ độ Richter và độ sâu tầng hoạt động (H) = 25 - 30 km [28].

Đứt gãy Đường 18

Hoạt động hiện đại của đứt gãy Đường 18 được thể hiện rất rõ ở sự xuất hiện các dị thường địa hóa Radon, dị thường địa nhiệt ở nhiều vị trí, xuất lộ nguồn nước khoáng nóng ở Quang Hanh, với lưu lượng 4 l/s, độ khoáng hóa 26,67 g/l, trong đó hàm lượng Br = 53,18 mg/l, nhiệt độ 42°C [32].

Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Đường 18 đã gây nứt đất ở nhiều nơi, từ Phả Lại tới Uông Bí (hình 6), trong các năm 70 - 80 và cả hiện nay, làm nứt đất ở sân, vườn (ảnh 8a), bậc lên xuống (ảnh 8b), tường nhà (ảnh 8c). Các vết nứt có dạng tách với chiều rộng từ 1 - 2 cm tới 5 - 10 cm, làm nhiều nhà dân bị phá hủy không thể ở được.

Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Đường 18 đã gây phát sinh trong đới nhiều trận động đất với độ mạnh từ 3,1 đến trên 5 độ Richter và tập trung trong dải Đèo Khế - Bắc Ninh, Mạo Khê - Cẩm Phả. Theo bản đồ phân vùng động đất Việt Nam, đới đứt gãy Đường 18 nằm trọn trong vùng $M_{smax} = 5,6 - 6,0$ độ Richter và độ sâu tầng hoạt động (H) = 25 - 30 km [28,30].

Kết luận

Nghiên cứu các đới đứt gãy Tân kiến tạo và hoạt động hiện đại vùng miền núi phía Bắc được tiến hành trên cơ sở áp dụng tổng hợp nhiều phương pháp, với nguồn tài liệu thực tế phong phú và chi tiết đã cho phép có những kết luận như sau:

1 - Các đứt gãy hoạt động trong Tân kiến tạo là những đứt gãy sâu cổ được tái hoạt động dưới tác động của các lực lan truyền từ sự đụng độ giữa mảng Ấn - Úc vào mảng Âu - Á.

2 - Trong vùng miền núi phía Bắc có ba nhóm đứt gãy Tân kiến tạo chính: là nhóm các đứt gãy phương TB - ĐN, nhóm các đứt gãy dạng vòng cung á kinh tuyến, và nhóm các đứt gãy dạng vòng cung á vĩ tuyến. Trong đó nhóm phương TB - ĐN phát triển mang tính trội hơn ở vùng Tây Bắc, 2 nhóm còn lại được coi là đặc trưng chủ yếu của các hệ thống đứt gãy vùng Đông Bắc.

3 - Biểu hiện đối của các đứt gãy này là rõ rệt qua đặc tính địa mạo, mật độ lineament, chiều dày lớp ngoại sinh tích cực, kiến trúc, kiến tạo vật lý. Chiều rộng các đới từ 3 - 4 km đến 10 - 12 km, cá biệt đới Sông Hồng – Sông Chảy còn rộng hơn.

4 - Kiến trúc của các đới đứt gãy trong vùng nghiên cứu được đặc trưng bởi tập hợp các đứt gãy bậc khác nhau, bao gồm đứt gãy chính và các đứt gãy phụ có chiều dài ngắn hơn, gần song song với đứt gãy chính, trong đó đứt gãy chính thường kéo dài liên tục và có mặt trọt nhìn chung là dốc gần thẳng đứng.

5 - Hoạt động của các đứt gãy ở vùng nghiên cứu trong Tân kiến tạo diễn ra chủ yếu trong các trường trượt bằng, với hai pha trái ngược nhau về hướng lực tác dụng.

Pha sớm, từ Eocen đến cuối Miocen muộn, với phương của S_1 chủ đạo là á vĩ tuyến, đôi chỗ hơi chuyển sang ĐB - TN. Dịch chuyển của các đới đứt gãy trong pha này diễn ra theo quy luật là trượt bằng trái trên các đoạn có phương TB - ĐN và á vĩ tuyến; trượt bằng phải trên các đoạn có phương ĐB - TN và á kinh tuyến.

Pha muộn, từ Pliocen đến nay, với phương của S_1 chủ đạo là á kinh tuyến, đôi chỗ hơi chuyển sang TB - ĐN. Quy luật dịch chuyển của các đứt gãy trong pha muộn là ngược lại với pha sớm.

6 - Biên độ và tốc độ dịch chuyển giữa các nhóm tác giả tiến hành khảo sát nghiên cứu trên các vùng khác nhau trong phạm vi vùng nghiên cứu đã cho những kết quả khác nhau khá nhiều. Trong khi nhiều đứt gãy ở vùng Tây Bắc được đánh giá có mức độ hoạt động mạnh hơn một số đứt gãy ở vùng Đông Bắc lại có tốc độ dịch chuyển nhỏ hơn. Những con số định lượng về biên độ và tốc độ dịch chuyển của các hệ thống đứt gãy bởi vậy vẫn còn là vấn đề tranh cãi chưa được thống nhất. Đây là điều đáng được lưu ý khi sử dụng chúng phục vụ các nghiên cứu khác và ứng dụng. Trong thực tế, thông số này được các nhóm tác giả xác định trên cơ sở một số nguồn tài liệu có độ tin cậy cũng rất khác nhau. Điều quan trọng trong đề tài này là, các bên đều thống nhất cho rằng, các hệ thống đứt gãy nêu trên đều có biểu hiện hoạt động tích cực trong tân kiến tạo và hiện đại.

CHƯƠNG V

DỰ BÁO PHÂN VÙNG NGUY CƠ TAI BIẾN NÚT SỤT ĐẤT VÀ KIẾN NGHỊ MỘT SỐ GIẢI PHÁP GIẢM NHẸ THIẾT HẠI

Nút sụt đất có thể xảy ra do nhiều nguyên nhân. Các trận động đất mạnh có thể trực tiếp gây nút sụt đất. Chuyển động từ từ tương đối giữa các khối kiến trúc cũng là nguyên nhân gây nhiều tai biến nút sụt đất. Nút sụt đất trong một số trường hợp xuất hiện còn do nguyên nhân sập hang động, hầm mỏ, do co ngót đất đá. Ngoài ra, cũng không ít những trường hợp nút đất lại là hậu quả của trượt lở đất. Thông thường thì quá trình hình thành và phát sinh các tai biến địa chất đều có sự tham gia của nhiều yếu tố tác động. Các yếu tố này theo bản chất được phân ra làm 2 nhóm chính: nhóm yếu tố nội sinh và nhóm yếu tố ngoại sinh. Đối với tai biến địa chất nói chung và tai biến nút sụt đất nói riêng thì yếu tố nội sinh phản ánh chủ yếu tác động của các hoạt động kiến tạo. Theo đó, hoạt động của các hệ thống đứt gãy kiến tạo trong thời kỳ hiện đại đóng một vai trò quan trọng. Nút sụt đất do các nguyên nhân khác như do co ngót đất đá, do thành phần thạch học gần ngay bề mặt kém bền vững v.v... được xếp vào loại nút sụt đất có nguồn gốc ngoại sinh. Thường nút sụt đất loại này hay xảy ra với qui mô không lớn và cũng thường phân bố không theo một qui luật xác định. Việc đánh giá nguyên nhân này hay nguyên nhân kia gây ra tai biến thực chất là xác định vai trò của các yếu tố tác động dẫn đến xuất hiện tai biến. Trong đó, yếu tố nào là nguyên nhân chính đóng vai trò như là điều kiện cần để quyết định cho tai biến xảy ra, thiếu điều kiện này thì tai biến không xuất hiện. Các yếu tố còn lại trong rất nhiều trường hợp đóng vai trò như những tác nhân thúc đẩy nhanh quá trình phát sinh tai biến. Chẳng hạn nút sụt đất có nguồn gốc nội sinh thì các yếu tố nội sinh liên quan đến hoạt động của đứt gãy đóng vai trò quyết định. Các yếu tố như thành phần vật chất của đất đá gần bề mặt, vỏ phong hoá, sườn dốc địa hình v.v... là những yếu tố đóng vai trò thúc đẩy. Ở những vùng đất đá gần bề mặt kém bền vững, sườn dốc lớn, vỏ phong hoá dày có thể thúc đẩy nhanh hơn quá trình làm phát sinh tai biến. Tương tự như vậy, nếu nút sụt đất có nguồn gốc ngoại sinh thì vai trò của các yếu tố ngoại sinh mang tính chất quyết định. Theo thống kê thì nút sụt đất có nguồn gốc nội sinh thường có qui mô lớn và thường phân bố theo những qui luật nhất định và gây nhiều thiệt hại nhất trong các tai biến nút sụt đất xảy ra. Nút sụt đất thuộc loại này thường chỉ xảy ra trong các đới đứt gãy hoạt động hiện đại, bởi vậy nội dung nghiên cứu để nhận biết và tìm hiểu tính chất của các hệ thống đứt gãy trong thời gian hiện đại đóng vai trò rất quan trọng trong đề tài này. Đây cũng là lý do để đề tài tập trung sức lực của mình cho nghiên cứu về đứt gãy hoạt động. Tuy nhiên việc đánh giá các đứt gãy hoạt động

hiện đại cả về phân bố không gian và một số tính chất liên quan đến dịch chuyển, biến dạng hiện đại là một việc làm không dễ. Trong thực tế các biểu hiện hoạt động hiện đại nếu quan sát được đầy đủ trong khoảng thời gian con người tiến hành quan trắc cũng chỉ phản ánh được phần nào đặc điểm về tiềm năng hoạt động của chúng, bởi vậy dựa vào tính kế thừa người ta thường tiến hành nghiên cứu đối tượng này từ những dấu hiệu hoạt động của chúng trong Tân kiến tạo. Kinh nghiệm ở nhiều nước cho thấy, nếu các đới đứt gãy có dấu hiệu hoạt động trong khoảng thời gian Pleistocen trở lại đây thì khả năng hoạt động hiện đại của chúng là rất lớn [11]. Nhất là ở những vùng như lãnh thổ nước ta thì cách tiếp cận nghiên cứu như vừa nêu lại càng cần thiết, bởi các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo cũng chỉ mới được chú trọng nghiên cứu trong một số năm rất gần đây.

Ngoài nghiên cứu các hệ thống đứt gãy hoạt động trong Tân kiến tạo và hiện đại, đề tài cũng đã thu thập số liệu và tiến hành đánh giá các yếu tố khác, vốn ít nhiều có tác động ảnh hưởng tới quá trình phát sinh tai biến, như: đặc điểm phân bố thạch học, đặc điểm lan truyền chấn động cực đại, mật độ sông suối, sườn dốc địa hình và lượng mưa trung bình hàng năm. Tích hợp không gian các yếu tố trên là cơ sở cho việc dự báo phân vùng tiềm năng xuất hiện tai biến nứt sụt đất. Trong đó, mức độ tác động của từng yếu tố ở những vùng cụ thể còn phụ thuộc vào cả điều kiện địa phương. Để có thể hình dung được độ tin cậy của kết quả dự báo phân vùng ta xem xét qua tình trạng các số liệu đầu vào.

I. CÁC YẾU TỐ TÁC ĐỘNG THÀNH PHẦN SỬ DỤNG CHO TÍNH TOÁN:

1.1. Về nghiên cứu đánh giá các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo và hoạt động hiện đại:

Do có vị trí quan trọng đặc biệt trong nghiên cứu dự báo các thiên tai địa chất nói chung, tai biến nứt sụt đất nói riêng, nên các hệ thống đứt gãy hoạt động được đề tài tập trung nhiều nhất trong nghiên cứu. Cách thức tiến hành và kết quả đã được trình bày khá chi tiết trong các chương trước đây. Đề tài cũng đã thu thập được khá đầy đủ các số liệu liên quan, trong đó có nhiều số liệu được thực hiện trong những năm gần đây nhất[3, 10,26,32]. Cũng trong đề tài, một khối lượng không nhỏ các đo đạc bằng phương pháp địa nhiệt, địa chấn và thăm dò điện được tiến hành ở một số vùng, đã làm sáng tỏ thêm vai trò hoạt động của đứt gãy trong hình thành và phát sinh tai biến nứt sụt đất. Các khảo sát địa chất - địa mạo mặc dù được bổ sung với khối lượng hạn chế, song các khảo sát chủ yếu tập trung vào các đối tượng rất trẻ nên kết quả cũng làm tăng độ tin cậy đánh giá tính hoạt động hiện đại của chúng. Mặc dù đề tài đã có nhiều cố gắng nhưng ở mặt này, mặt khác một số khía cạnh trọng các nghiên cứu còn chưa được giải quyết một cách thoả đáng, thậm chí một số vấn đề còn cần đến sự tranh cãi quyết liệt như biên độ và tốc độ dịch chuyển. Cho

dù kết quả nghiên cứu về thông số này giữa các nhóm tác giả trong các vùng khác nhau chưa có điều kiện đưa về theo một chuẩn nào đó cho thống nhất nhưng những dấu hiệu về sự hoạt động trong tân kiến tạo và hiện đại của các hệ thống đứt gãy và phân bố không gian của chúng được xác định có cơ sở khoa học. Đề tài cũng chủ yếu tận dụng kết quả nghiên cứu về các tính chất này. Đáng lưu ý là phân bố không gian và chiều rộng của đới động lực đứt gãy được xác định trên cơ sở tập hợp được nhiều số liệu có độ tin cậy. Tại nhiều nơi, chiều rộng của đới động lực còn được xác nhận bằng cả tài liệu địa chấn, địa nhiệt và thăm dò điện. Ở các tỉnh Hoà Bình, Điện Biên, Cao Bằng tài liệu địa vật lý nêu trên đã xác nhận sự tồn tại các đới phá huỷ đứt gãy nằm ngay dưới vùng đã xảy ra tai biến nứt trượt đất. Có thể tin tưởng rằng, nguyên nhân nội sinh là yếu tố quyết định xảy ra tai biến tại nhiều điểm. Ở nhiều vùng khác như đã mô tả trong các chương trước, tuy không có số liệu địa vật lý nhưng nứt trượt đất với qui mô lớn hầu như đều phân bố trong phạm vi vùng ảnh hưởng động lực của các đới đứt gãy hoạt động, được xác nhận theo địa chất - địa mạo. Phân bố không gian của các đới động lực là một yếu tố tác động thành phần quan trọng được sử dụng tính toán phân vùng dự báo tiềm năng tai biến ở phần sau. Cần nói rằng, không phải đới động lực của đứt gãy nào cũng có ảnh hưởng như nhau đối với quá trình phát sinh tai biến. Mức độ tác động của chúng phụ thuộc vào tính chất, tiềm năng hoạt động trong thời kỳ tân kiến tạo, đặc biệt trong thời gian hiện đại. Ngay trong cùng một đới đứt gãy ở các đoạn khác nhau nhiều khi tác động cũng không giống nhau. Dựa vào các dấu hiệu hoạt động trẻ và hiện đại các đới đứt gãy vùng nghiên cứu được tạm phân làm 4 cấp, phản ánh mức độ tác động khác nhau. Trong đó cấp mạnh nhất (cấp 4) gồm các đới: Điện Biên – Lai Châu, Sơn La – Bìm Sơn, Mường La – Chợ Bờ, Sông Đà và các đới duyên hải vùng Đông Bắc là: Yên Tử, Trung Lương và Đường 18. Cấp 3 gồm các đới: Sông Mã, Sốp Cộp – Lang Chánh, Phong Thổ – Than Uyên, Sông Hồng, Sông Lô, Sông Chảy, Cao Bằng – Tiên Yên. Thuộc loại cấp 2 gồm các đới: Yên Minh – Phú Lương, Sông Đáy, Nghĩa Lộ – Ninh Bình, Hoà Bình – Bát Bạt, Đà Bắc, Sapa – Văn Bàn, Tuần Giáo – Nậm Ty, Bản Búng – Pắc Nậm, Mường Tè, Mường Nhé, Sông Thương, Sốp Cộp, Mù Cang Chải và Võ Nhài – Thạch An. Các đới phản ánh mức độ hoạt động yếu hơn là: Tà Moi, Bắc Vọng, Bắc Quang và Mường Chà. Về tính phân đoạn ngay trong một đới theo mức độ hoạt động tuy trong đề tài chưa có nhiều tài liệu nhưng tính chất này có thể sơ bộ đánh giá thông qua sơ đồ phân bố mật độ lineament như đã mô tả ở phần trên và phần nào cũng được phản ánh trong sơ đồ kiến trúc tân kiến tạo.

1.2. Sơ đồ mật độ Lineament:

Như đã nêu trong phần các khảo sát nghiên cứu bổ sung, các lineament sau khi đã loại trừ được các yếu tố phi kiến tạo, phản ánh được khá tốt tính chất dập vỡ của các thành tạo địa chất. Mật độ lineament càng cao thì mức độ dập vỡ càng lớn.

Dấu hiệu này liên quan chủ yếu đến lớp đất đá ngay bề mặt, nên tính chất này liên quan nhiều đến phá huỷ trong thời gian hiện đại. Sơ đồ mật độ lineament tính cho vùng nghiên cứu được sử dụng như là một yếu tố tự động phân đoạn các đới đứt gãy trong quá trình tính. Trong thực tế thì hầu hết các điểm quan sát có nứt sụt đất, trượt lở kèm nứt đất ở vùng nghiên cứu đều phân bố trong vùng có mật độ lineament tương đối cao. Phân tích đặc điểm phân bố các đường đẳng trị, liên kết với tài liệu địa chất, địa vật lý, động đất và tai biến địa chất khác cho thấy, phong chung trong vùng nghiên cứu được phản ánh bằng đường giá trị mật độ $\leq 0.4 \text{ km/km}^2$. Để phản ánh được mức độ tác động của đặc điểm lineament, đã tiến hành phân cấp theo các khoảng giá trị : ≤ 0.4 , $0.4 - 0.8$, $0.8 - 1.2$, $1.2 - 1.6$ và lớn hơn 1.6 km/km^2 . Trong phần dự báo phân vùng cách phân cấp như trên được chấp nhận đưa vào tính toán, các giá trị trọng số tăng dần theo chiều tăng của giá trị mật độ lineament. Trên cơ sở phân cấp như trên, sơ đồ lineament phản ánh được mức độ phá huỷ của từng đoạn đứt gãy đóng góp vào làm tăng độ chi tiết của công tác dự báo phân vùng nguy cơ xuất hiện tai biến nứt sụt đất.

1.3. Các khối kiến trúc tân kiến tạo:

Các kiến trúc tân kiến tạo phản ánh chuyển động nâng hạ tương đối giữa các khối kiến trúc. Sự khác biệt về biên độ, tốc độ chuyển động giữa các khối có thể coi là yếu tố phân đoạn của các đới đứt gãy tân kiến tạo và được sử dụng như một yếu tố tác động thành phần trong tính toán dự báo phân vùng tiềm năng xuất hiện tai biến nứt sụt đất.

1.3.1. Các nguyên tắc phân chia:

Các khối kiến trúc tân kiến tạo trong phạm vi vùng nghiên cứu được xác lập trên cơ sở các nguyên tắc sau:

- Toàn bộ vùng nghiên cứu được phân chia thành nhiều khối kiến trúc. Các khối kiến trúc tách biệt với nhau bằng các đứt gãy thuộc các cấp khác nhau (từ cấp I đến cấp III và lớn hơn).
- Biên độ biến dạng (nâng, hạ) của từng khối kiến trúc được xác định trên cơ sở độ cao của các mảnh bề mặt san bằng còn sót lại ở khu vực đường phân thủy của khối (khối nâng) hoặc chiều dày chung của lớp trầm tích phủ N-Q (khối hạ). Căn cứ vào mức độ vận động thẳng đứng các khối kiến trúc tân kiến tạo trong khu vực kết hợp với các tài liệu tân kiến tạo của toàn quốc và các chỉ tiêu được sử dụng trên thế giới chúng tôi thấy rằng các khối kiến trúc khu vực này có thể bao gồm một số loại như sau:
 - + Các kiến trúc nâng gồm nâng mạnh (độ cao $>2000\text{m}$), nâng trung bình (độ cao $1000-2000\text{m}$) và nâng yếu (độ cao $500-1000\text{m}$).

+ Các kiến trúc hạ: gồm các kiến trúc hạ lún yếu kiểu rìa núi không vượt quá 300m chiều dày trầm tích.

- Đặc tính chuyển động của khối trong tân kiến tạo (nâng dạng vòm, nâng uốn nếp, nâng khối tầng .v.v) được xác định trên cơ sở đặc tính thạch học và tuổi của các thành tạo trước Kz tạo nên các kiến trúc đó, có tính đến đặc điểm phân dị và đặc điểm uốn nếp trong từng khối kiến trúc.

Nhìn chung có một số kiểu như sau:

+ Kiểu nâng khối tầng: phát triển trên các đá dạng khối lớn (xâm nhập, phun trào), bị phân dị thành nhiều khối nhỏ.

+ Kiểu nâng vòm - khối tầng: phát triển trên các đá biến chất, trầm tích hoặc macma, nhưng ít phân dị trong nội bộ khối, thường trùng với các phức nếp lõm, phức nếp lồi cổ hoặc một phần của chúng.

+ Kiểu nâng uốn nếp - khối tầng: tương ứng với các đá trầm tích Mz trong đó có tồn tại các nếp uốn bậc thấp của các thành tạo này, đồng thời bản thân cũng bị phân dị thành những khối kiến trúc bậc thấp hơn.

Theo nguyên tắc trên, trong phạm vi vùng nghiên cứu xác định một số khối với các đặc trưng về không gian, tính chất và cường độ như sau (hình 50):

1.3.2. Các khối kiến trúc tân kiến tạo khu vực Tây Bắc:

1.3.2.1. Khối kiến trúc nâng mạnh đến độ cao > 2500m:

Các khối kiến trúc này tập trung thành dải không liên tục theo phương tây bắc-đông nam, bắt đầu từ biên giới Việt Trung ở Pu Si Lung đến Lai Châu rồi dọc theo dãy Phan Xi Păng đến Mù Cang Chải, chúng bị chia cắt bởi hệ thống các đứt gãy phương á kinh tuyến hình thành 3 kiến trúc với những đặc trưng sau:

- ***Kiến trúc nâng mạnh dạng tuyến Pu Si Lung:*** phân bố ở phía tây bắc Lai Châu, ranh giới giữa chúng với các kiến trúc khác là đới đứt gãy Pắc Ma - Mường Tè ở phía tây nam, đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên phía đông. ở phía bắc chúng phát triển sang lãnh thổ Trung Quốc. Kiến trúc này gồm trầm tích Paleozoi: đá phiến, cát kết dạng quaczit... phát triển kế thừa cấu trúc cổ đã được cố kết vào cuối Paleozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn, có dạng tuyến, phương tây bắc - đông nam có dãy núi Pu Si Lung cao hơn 3000m. Trong Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng mạnh dạng tuyến với biên độ nâng trên 2000m. Hiện nay còn sót lại các bề mặt có độ cao trung bình: 1500-2000m và 2500 - 3000m.

- ***Kiến trúc nâng mạnh dạng tuyến Phan Xi Păng:*** ranh giới với các kiến trúc lân cận là đới đứt gãy Phong Thổ - Than Uyên ở phía tây nam, đới đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn phía đông bắc, đới đứt gãy nhánh phương á kinh tuyến thuộc đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình, còn ở phía tây bắc chúng kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc. Đây là

kiến trúc phát triển kế thừa từ kiến trúc cổ bao gồm chủ yếu là các đá biến chất, được cố kết vào đầu Rifei muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình trên 2000m, dạng tuyến kéo dài mà phần trục của nó có phương tây bắc - đông nam, dãy núi Phan Xi Păng (3143m). Trong Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng mạnh dạng tuyến với biên độ nâng trên 2000m. Hiện nay còn sót lại các bề mặt có độ cao khác nhau: 1500-2000m và 2500 - 3000m.

- **Kiến trúc nâng mạnh dạng tuyến Mù Cang Chải:** bị khống chế bởi đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ ở phía tây nam, đới đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình phía đông bắc, phía tây bắc và đông nam được ngăn cách bởi hai đứt gãy nhỏ phương á kinh tuyến. Đây là kiến trúc phát triển kế thừa từ kiến trúc cổ thuộc đới Tú Lệ được cố kết vào Mezozoi với thành phần chủ yếu là đá trầm tích lục nguyên và trầm tích phun trào. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình trên 2000m, dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc - đông nam, điển hình là dãy núi Mù Cang Chải (2985m). Trong Tân kiến tạo, kiến trúc này bị nâng mạnh dạng tuyến với biên độ nâng trên 2000m. Hiện nay còn sót lại hai bề mặt có độ cao khác nhau: 1500-1800m ở ven rìa phía tây nam và 2400 - 2800m ở phía bắc- đông bắc của nó.

1.3.2.2. Khối kiến trúc nâng trung bình mạnh đến độ cao 1500 - 2500m:

- **Kiến trúc nâng trung bình mạnh dạng tuyến:** gồm có kiến trúc Hồ Nam Hồng, Sa Pa, Pu Sam Cáp và kiến trúc Pu Sung Chảo Chai.

+ **Kiến trúc Hồ Nam Hồng:** nằm ở đầu mút phía tây bắc vùng nghiên cứu, ranh giới giữa chúng với các kiến trúc khác là một đứt gãy nhánh của đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé ở phía đông bắc, phía tây nam và tây bắc kéo dài sang lãnh thổ Lào, phía đông nam chặn bởi đứt gãy Lai Châu- Điện Biên. Đây là kiến trúc phát triển kế thừa từ kiến trúc cổ thuộc đới Mường Tè được cố kết vào thời kỳ Mezozoi với thành phần chủ yếu là đá trầm tích molas lục địa. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình trên 1500m, dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng tuyến với biên độ nâng trên 1500m. Hiện nay còn sót lại một bề mặt có độ cao sần sần bằng nhau: 1500-1800m thấp dần về phía đông nam.

+ **Kiến trúc Sa Pa:** nằm kẹp giữa hai đứt gãy Sông Hồng ở phía đông bắc và đứt gãy Sa Pa - Văn Bàn ở phía tây nam, ở phía đông nam bị chặn bởi đứt gãy phụ phương gần á kinh tuyến, phía tây bắc kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc. Đây là kiến trúc phát triển kế thừa từ kiến trúc cổ thuộc đới Sông Hồng được cố kết vào thời kỳ tiền Rifei với thành phần chủ yếu là đá biến chất thuộc hệ tầng Sa Pa. Trên địa hình, kiến

trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 1000-2000m, dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng tuyến với biên độ nâng trên 1500m. Hiện nay còn sót lại 3 bề mặt có độ cao khác nhau: >2500m; 1500-2000m và 500- 1000m, thấp dần về phía đông bắc (thung lũng sông Hồng).

+ **Kiến trúc Pu Sam Cap:** nằm kẹp giữa hai đứt gãy phụ Phong Thổ - Than Uyên ở phía đông bắc và đứt gãy phụ Sông Đà ở phía tây nam. Đây là kiến trúc phát triển kế thừa từ kiến trúc cổ thuộc đới Sông Đà được cố kết vào thời kỳ đầu Paleozoi với thành phần chủ yếu là đá trầm tích lục nguyên. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình trên 1500m, dạng tuyến, ở phía tây bắc có phương gần á kinh tuyến chuyển dần sang phương tây bắc - đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng tuyến và uốn lượn với biên độ nâng trên 1500m. Hiện nay còn sót lại các bề mặt có độ cao khác nhau: 1000-1500m; 2000 - 2500m và thấp dần về phía tây, tây nam.

+ **Kiến trúc Pu Sung Chảo Chai:** nằm kẹp giữa đứt gãy chính Sơn La - Bìm Sơn ở phía đông bắc và một đứt gãy nhánh của chúng ở phía tây nam. Đây là kiến trúc phát triển kế thừa từ kiến trúc cổ được cố kết vào thời kỳ đầu Paleozoi với thành phần chủ yếu thuộc đới Ophiolit sông Mã. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 500 - 1000m, dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng tuyến càng về phía tây bắc biên độ nâng càng lớn từ 300 - 500m ở phía đông nam đến 1000 - 1500 m ở phía tây bắc. Hiện nay còn sót lại các bề mặt có độ cao khác nhau: 300- 500m; 1000- 1500m thấp dần về phía đông nam.

- **Kiến trúc nâng trung bình mạnh dạng vòm- khối tảng:** gồm các kiến trúc sau:

+ **Kiến trúc Sìn Hồ:** có phương á kinh tuyến và nằm kẹp giữa đứt gãy chính Lai Châu - Điện Biên ở phía tây và đứt gãy chính Sơn La- Bìm Sơn ở phía đông. Kiến trúc này chiếm một phần của kiến trúc cổ thuộc đới kiến trúc Sông Mã được cố kết vào thời kỳ đầu Paleozoi giữa. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là khối núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 1500 - 2000m, dạng vòm-khối. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng vòm khối tảng với biên độ nâng trên 1500m. Hiện nay còn sót lại bề mặt khá bằng phẳng có độ cao 1200- 1500m, trên bề mặt này còn một số đỉnh núi sót cao gần 2000m.

+ **Kiến trúc Huổi Long:** là phần nối tiếp của kiến trúc Sìn Hồ, hai kiến trúc này được ngăn cách nhau bởi đứt gãy nhánh Sông Mã. Kiến trúc có dạng tương đối đẳng

thước, chúng nằm trong đới kiến trúc cổ Nậm Cồ được cố kết vào thời kỳ đầu Rifei. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 1500 - 2000m, dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng vòm - khối tảng khoảng 1500m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1500-2000m.

1.3.2.3. Khối kiến trúc nâng trung bình đến độ cao 1000 - 2000m:

- ***Kiến trúc nâng trung bình dạng tuyến:*** gồm các kiến trúc Mường Tè; Điện Biên; Sông Mã và Văn Bàn.

+ ***Kiến trúc Mường Tè:*** được ngăn cách bởi đứt gãy Pác Ma - Mường Tè ở phía đông bắc, đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé ở phía tây nam, đứt gãy Lai Châu - Điện Biên ở phía đông nam còn ở phía tây bắc chúng kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc. Kiến trúc có dạng tuyến theo phương tây bắc - đông nam, nằm trong đới kiến trúc cổ Mường Tè được cố kết vào thời kỳ đầu Paleozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 1000 - 1500m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng tuyến biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1000-1500m.

+ ***Kiến trúc Điện Biên và Kiến trúc Sông Mã:*** hai kiến trúc này ngăn cách bởi đứt gãy Sông Mã, phía đông bắc giáp với khối Pu Sung Chảo Chai và phía tây nam giáp với khối Sốp Cộp. Phía tây bắc chặn bởi đứt gãy Lai Châu - Điện Biên. Cả hai kiến trúc có dạng tuyến theo phương tây bắc - đông nam, riêng kiến trúc Sông Mã phân phía tây bắc ngả sang phương á kinh tuyến, chúng nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Mã được cố kết vào thời kỳ đầu Paleozoi giữa. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 1000 - 1500m và thấp dần về phía thung lũng sông mã. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng tuyến với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại các bề mặt có độ cao: 1000-1500m.

+ ***Kiến trúc Văn Bàn:*** được ngăn cách bởi đứt gãy Sông Hồng ở phía đông bắc, đứt gãy Mường La - Chợ Bờ ở phía tây nam, và hai đứt gãy nhánh phương á kinh tuyến ở phía tây bắc và đông nam. Kiến trúc có dạng tuyến theo phương tây bắc - đông nam, nằm trong đới kiến trúc cổ được cố kết vào thời kỳ đầu Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 800 - 1500m và thấp dần về phía đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng tuyến khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1000-1500m và 700-800m.

- ***Kiến trúc nâng trung bình dạng khối:*** gồm các kiến trúc Sốp Cộp và Pa Vinh:

+ **Kiến trúc Sốp Cộp:** được ngăn cách bởi đứt gãy Sốp Cộp ở phía đông bắc, ở phía tây nam kéo dài sang lãnh thổ Lào,. Kiến trúc có dạng tuyến theo phương tây bắc - đông nam, nằm trong đới kiến trúc cổ được cố kết vào thời kỳ đầu Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 800 - 1500m và thấp dần về phía đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng khối với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1000-1500m và 700-800m.

+ **Kiến trúc Pa Vinh:** được ngăn cách bởi đứt gãy Mường La - Chợ Bờ ở phía đông bắc, đứt gãy Sông Đà ở phía tây nam, và hai đứt gãy nhánh phương đông bắc - tây nam ở phía tây bắc và đông nam. Kiến trúc có dạng đẳng thước, nằm trong đới kiến trúc cổ Sinh Vinh được cố kết vào thời kỳ Paleozoi giữa. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 1000 - 1500m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng khối với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1000-1300m.

+ **Kiến trúc Tủa Chùa, kiến trúc Mộc Châu và kiến trúc Thung Khe:** cả 3 kiến trúc này tạo thành một dải lớn kéo dài từ tây bắc xuống đông nam, chúng kẹp giữa bởi hai đứt gãy lớn Sông Đà ở phía đông bắc và đứt gãy Sơn La - Bìm Sơn ở phía tây nam. Các kiến trúc có dạng đẳng thước, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Đà được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn và ngăn cách nhau bởi các kiến trúc dạng khối có độ cao thấp hơn độ cao trung bình khoảng 500 - 1500m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng khối với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt dạng cao nguyên: độ cao của các nguyên này từ tây bắc xuống đông nam như sau: 1500 - 1700m (kiến trúc Tủa Chùa); 1300 - 1500m (kiến trúc Mộc Châu); 800 - 1000m (kiến trúc Thung Khe).

1.3.2.4. Khối kiến trúc nâng trung bình yếu đến độ cao 500 - 1000m:

- **Kiến trúc nâng trung bình yếu dạng tuyến :**

+ **Kiến trúc Mường Nhé:** được ngăn cách bởi đứt gãy Sìn Thầu - Mường Nhé ở phía đông bắc, đứt gãy nhánh của chúng ở phía tây nam, đứt gãy Lai Châu - Điện Biên ở phía đông nam, phía tây bắc kéo dài sang lãnh thổ Lào. Kiến trúc có dạng tuyến, nằm trong đới kiến trúc cổ Mường Nhé được cố kết vào thời kỳ Mesozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 800 - 1200m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu dạng tuyến với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 800-1000m và 1200-1400m.

+ **Kiến trúc Quỳnh Nhai - Vạn Yên:** được ngăn cách bởi đứt gãy Sông Đà ở phía đông bắc, đứt gãy nhánh của chúng ở phía tây nam, đứt gãy Lai Châu - Điện Biên ở phía tây bắc, phía đông nam ngăn cách với kiến trúc Tân Lạc bởi một đứt gãy nhánh phương á kinh tuyến. Kiến trúc có dạng tuyến, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Đà được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình thấp dần về phía đông nam 700 - 1200m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu dạng tuyến với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 500-800m; 1000-1300m.

+ **Kiến trúc Mường Ảng:** được ngăn cách bởi đứt gãy nhánh của các đứt gãy lớn Sông Đà và Sơn La - Bầm Sơn. Kiến trúc có dạng nêm, vát nhọn về phía đông nam, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Đà được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 1000 - 1200m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu dạng tuyến với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1000-1200m.

+ **Kiến trúc Thanh Sơn:** được ngăn cách bởi đứt gãy Sông Hồng ở phía đông bắc, đứt gãy Mường La - Chợ Bờ ở phía tây nam và hai đứt gãy phương á kinh tuyến ở phía đông nam, phía tây bắc. Kiến trúc có dạng tuyến, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Đà được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 400 - 1000m và thấp dần từ tây nam đến đông bắc. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu dạng tuyến với biên độ khoảng 600-800m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 400-500m và 600-700m.

- **Kiến trúc nâng trung bình yếu dạng khối:**

+ **Kiến trúc Đà Bắc:** được ngăn cách với kiến trúc Thanh Sơn bởi đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình ở phía đông bắc, phía đông nam ngăn cách với kiến trúc Quỳnh Nhai - Vạn Yên và kiến trúc Kim Bôi bởi đứt gãy Mường La - Chợ Bờ và phía tây bắc là đứt gãy phương á kinh tuyến. Kiến trúc có dạng khối, nằm trong đới kiến trúc cổ Phan Si Phăng bao gồm chủ yếu là các đá biến chất được cố kết vào thời kỳ đầu Rifei muộn. Trên địa hình hiện tại, kiến trúc thể hiện là các dãy núi dạng khối xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 600 - 1000m và thấp dần từ tây nam đến đông bắc. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu dạng vòm khối với biên độ khoảng 600-800m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 400-500m, 600-700m và 800-1000m

+ **Kiến trúc Kim Bôi:** nằm ở phía đông nam vùng nghiên cứu, được không chế bởi đứt gãy Sông Hồng ở phía đông bắc và đứt gãy Nghĩa Lộ - Ninh Bình ở phía tây nam. Kiến trúc có dạng đẳng thước, nằm trong kiến trúc cổ đới Ninh Bình đã được

cố kết vào thời kỳ tiền Cambri. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 300 - 1000m và thấp dần từ tây bắc xuống đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu dạng vòm khối với biên độ khoảng 300-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 300-400m và 900-1000m.

1.3.2.5. Khối kiến trúc nâng yếu đến độ cao < 500m :

- **Kiến trúc Tân Lạc:** kiến trúc này chiếm một vùng rộng lớn từ trung tâm đến tây nam tỉnh Hoà Bình, được khống chế bởi đứt gãy Sông Đà ở phía đông bắc và đứt gãy Sơn La - Bầm Sơn ở phía tây nam. Kiến trúc có dạng tuyến, nằm trong kiến trúc cổ đối Sông Đà đã được cố kết vào thời kỳ Paleozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi bóc mòn - xâm thực với độ cao trung bình 300 - 400m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng yếu dạng vòm tuyến với biên độ khoảng 250-400m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 200-300m và 500m.

1.3.2.6. Khối kiến trúc hạ lún yếu: trong vùng nghiên cứu thuộc địa phận tỉnh Hoà Bình vùng hạ lún yếu chiếm chỉ một phần nhỏ của khối kiến trúc Nho Quan. Kiến trúc này bị khống chế bởi đứt gãy Sông Hồng ở phía đông bắc và đứt gãy Sông Đà ở phía tây nam và ngăn cách với khối Kim Bôi bằng một đứt gãy nhỏ phương á kinh tuyến. Trong thực tế kiến trúc này có dạng tuyến, nằm ở phần rìa phía tây nam của kiến trúc địa hào Hà Nội. Trên địa hình thể hiện là các đồi thấp tích tụ - bóc mòn và đồng bằng có độ cao trung bình khoảng 5 - 50m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động hạ lún yếu dạng địa hào với biên độ khoảng 250-300m.

1.3.3. Đặc điểm các khối kiến trúc Tân kiến tạo thuộc khu vực đối Sông Hồng:

Các khối kiến trúc tân kiến tạo thuộc khu vực Sông Hồng nằm giữa 2 vùng Tây Bắc và vùng Đông Bắc Bắc Bộ, được giới hạn phía Tây là đứt gãy Sông Hồng, phía Đông là đứt gãy Sông Chảy, phía bắc là biên giới Việt - Trung, phía nam là đồng bằng Bắc Bộ. Khối được cấu tạo bởi các thành tạo Proterozoi sớm, Kainozoi và các đá magma dạng đai mạch xuyên cắt trong khối biến chất cao Sông Hồng.

Các thành tạo Proterozoi sớm bị biến chất rất mạnh, thuộc hệ tầng Sông Hồng (PR₁ sh), có những đặc điểm rất đặc biệt về thành phần thạch học và cấu tạo, không có ở các khối biến chất cổ khác. Về thành phần thạch học gồm có các đá gnei, paragnei, orthognei, augengnei với ban tinh feldpat lớn, đá phiến kết tinh, các dải mylonit và các thấu kính biotit - sillimanit - granat, secpentinit, amphibolit. Về cấu tạo chủ yếu gặp các kiểu cấu tạo khúc đôi (boudinage) không đối xứng dạng sigma,

cấu tạo dải mylonit, cấu trúc xoắn (rooling structure), kiến trúc phiến (foliation), kiến trúc tuyến (lineation).

Các thành tạo Kainoizoi gồm các đá Neogen (N) và trầm tích Đệ Tứ (Q), phân bố dọc theo sông Hồng, sông Chảy thành những dải hẹp có phương TB - ĐN.

Đá Neogen phân bố ở địa hình đồi núi thấp ở 2 bên bờ sông Hồng và sông Chảy, gồm dăm tảng dạng olistostrom, cuội kết, cát kết, sét kết, thấu kính than, sét than. Đá Neogen có cấu tạo dạng khối hoặc phân lớp xiên chéo.

Trầm tích Đệ Tứ chủ yếu là cuội, cát và sét pha cát, phân bố ở dọc các sông, suối tạo nên các thềm sông, suối, bãi bồi, nón phóng vật.

Các đá magma nằm trong khối biến chất Sông Hồng chủ yếu được thành tạo trong Pliocen, gồm các mạch pegmatit, các thể tiêm nhập leucogranit, granitdiorit, migmatit, các khối nhỏ secpentinit, siêu mafic, mafic.

Trong khối phát triển các đứt gãy bậc II (Đoan Hùng - Tiên Hải, Lào Cai - Việt Trì), các đứt gãy bậc cao phương Tây Bắc - Đông Nam và phương á kinh tuyến. Chúng chia cắt khối Sông Hồng thành 3 kiến trúc: Bảo Thắng, Bảo Hà và Phú Hộ (hình 7). Chuyển động phân dị của các kiến trúc có tốc độ nâng khác nhau, nhưng đều có xu hướng nghiêng dần về phía Đông Nam.

- **Kiến trúc Bảo Thắng:** nằm ở phía Bắc khối từ biên giới Việt - Trung đến Bảo Hà, có cường độ nâng trung bình yếu với biên độ 500 - 1000 m.

- **Kiến trúc Bảo Hà:** nằm ở phần giữa khối từ Bảo Hà đến Yên Bái, có cường độ nâng trung bình với biên độ 1000 - 1500 m.

- **Kiến trúc Phú Hộ:** nằm ở phía Nam khối từ Yên Bái đến Việt Trì có cường độ nâng yếu với biên độ 200 - 300 m.

Cả 3 Kiến trúc có đặc điểm chung là ở vùng rìa đều bị ảnh hưởng mạnh quá trình trượt bằng của đứt gãy sâu Sông Hồng và Sông Chảy. Vì vậy, dọc theo sông Hồng và sông Chảy có cường độ nâng yếu, với biên độ < 200 m vẫn tích tụ trầm tích Neogen và Đệ Tứ.

1.3.4. Các khối kiến trúc tân kiến tạo vùng Đông Bắc:

Phân cách với vùng Tây Bắc qua đới đứt gãy Sông Hồng, vùng Đông Bắc Bắc Bộ bị các đứt gãy sâu cổ tái hoạt động trong Tân kiến tạo chia cắt thành những khối kiến trúc (hình 7) với đặc điểm của từng khối kiến trúc này như sau:

1.3.4.1. Khối kiến trúc nâng trung bình mạnh đến độ cao 1500 - 2500m:

- **Kiến trúc Tây Côn Lĩnh,** được giới hạn phía đông là đứt gãy Hà Giang, phía tây là đứt gãy Sông Chảy, phía bắc kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc, phía nam là đứt gãy Chiêm Hoá. Kiến trúc có dạng khối, đẳng thước, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Lô với các thành tạo Proterozoi muộn- Paleozoi sớm, được cố kết vào thời kỳ tiền

Cambri. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 1500 - 2000m và thấp dần từ tây bắc đến đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng khối với biên độ khoảng 1000m đến 2500m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1000-1500m và >2000m.

- **Kiến trúc Pu Tha Ca**, được giới hạn phía đông là đứt gãy Yên Minh-Phú Lương, phía tây là đứt gãy Sông Đáy, phía bắc kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc, phía nam là đứt gãy bậc cao phương á vĩ tuyến. Kiến trúc có dạng khối, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Gâm với các thành tạo chủ yếu là các đá biến chất, đá phiến xirexit, gonai..., được cố kết vào thời kỳ Paleozoi sớm-giữa. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến kéo dài theo phương gần á kinh tuyến với độ cao trung bình 1000 - 2000m và thấp dần từ tây bắc đến đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng khối với biên độ khoảng 1000m đến 2500m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 600-800m và 1000-1500m.

- **Kiến trúc Đông Văn**, được giới hạn phía đông là đứt gãy Cao Bằng-Tiên Yên, phía tây là đứt gãy Yên Minh-Phú Lương, phía bắc kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc, phía nam là đứt gãy bậc cao phương đông bắc-tây nam. Kiến trúc có dạng khối, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Hiến với các thành tạo Paleozoi sớm-giữa, được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến kéo dài theo phương gần á kinh tuyến với độ cao trung bình 1000 - 2000m và thấp dần từ tây bắc đến đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình mạnh dạng khối với biên độ khoảng 1500m đến 2500m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 600-800m và 1000-1500m.

1.3.4.2. Khối kiến trúc nâng trung bình đến độ cao 1000 - 2000m:

- **Kiến trúc Chàm Chu**, được giới hạn phía đông và đông bắc là đứt gãy Chiêm Hoá, phía tây là đứt gãy Sông Lô, phía nam là đứt gãy bậc cao phương đông bắc-tây nam. Kiến trúc có dạng khối, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Lô với các thành tạo Proteozoi muộn, được cố kết vào thời kỳ tiền Cambri. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc-đông nam với độ cao trung bình 1000 - 1500m và thấp dần từ tây bắc đến đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng khối với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1000-1500m.

- **Kiến trúc Nà Hang**, được giới hạn phía đông là đứt gãy Sông Đáy, phía bắc là đứt gãy Hà Giang, phía tây là đứt gãy Chiêm Hoá, phía nam là đứt gãy bậc cao phương á

vĩ tuyến. Kiến trúc có dạng khối, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Lô với các thành tạo chủ yếu là các đá biến chất cổ được cố kết vào thời kỳ tiền Cambri. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc-đông nam ở phía tây bắc và ngả dần theo phương gần á vĩ tuyến ở phía đông nam với độ cao trung bình 1000 - 1500m và thấp dần từ tây bắc đến đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng khối với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 1000-1500m.

- **Kiến trúc Pia Bioc**, được giới hạn phía đông là đứt gãy Yên Minh-Phú Lương, phía bắc và phía nam là hai đứt gãy bậc cao phương á vĩ tuyến, phía tây là đứt gãy Sông Đáy. Kiến trúc có dạng khối tương đối đẳng thước, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Gâm được cố kết vào thời kỳ Paleozoi sớm-giữa với các thành tạo Paleozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn dạng khối và thấp dần về phía đông nam với độ cao trung bình 800 - 1000m và thấp dần từ tây bắc đến đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng khối với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 600-800m và 900-1200m.

- **Kiến trúc Ngân Sơn**, được giới hạn phía đông nam là đứt gãy Na Rì, phía đông bắc là một đoạn của đứt gãy Cao Bằng-Tiên Yên, phía bắc là đứt gãy bậc cao phương đông bắc-tây nam, phía tây nam là đứt gãy Yên Minh-Phú Lương. Kiến trúc có dạng vòng cung, nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Gâm với các thành tạo chủ yếu là đá biến chất, trầm tích lục nguyên cacbonat, được cố kết vào thời kỳ Paleozoi sớm-giữa. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến và thấp dần về phía đông nam với độ cao trung bình 500 - 800m và thấp dần từ tây bắc đến đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng tuyến với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 200-300m, 500-600m và 800-1000m.

- **Kiến trúc Trà Lĩnh**, được giới hạn phía đông là đứt gãy Quảng Hà, phía tây là một đoạn của đứt gãy Cao Bằng-Tiên Yên, phía bắc kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc, phía nam đứt gãy bậc cao phương tây bắc-đông nam. Kiến trúc có dạng tuyến, nằm trong đới kiến trúc cổ Hạ Lang với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên, đá phiến sét, phiến sét vôi. được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi rửa lũa - bóc mòn dạng tuyến theo phương tây bắc-đông nam với độ cao trung bình 500 - 800m và thấp dần từ tây bắc đến đông nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng tuyến với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 500-600m và 800-1000m.

- **Kiến trúc Mẫu Sơn**, ranh giới phía bắc và phía nam là hai đứt gãy bậc cao phương đông bắc-tây nam, phía tây là một đoạn của đứt gãy Cao Bằng-Tiên Yên, phía đông kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc. Kiến trúc có tuyến có dạng vòm khối, nằm trong đới kiến trúc cổ An Châu với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên cuối, sỏi kết, phiến sét chứa than và đá phan trào axit tuổi Mezozoi, được cố kết vào thời kỳ Mezozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi bóc mòn-xâm thực dạng tuyến theo phương á vĩ tuyến, cánh phía bắc thoải hơn so với cánh phía nam với độ cao trung bình 500 - 800m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng tuyến với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 500-600m và 800-1000m.

- **Kiến trúc Bình Liêu**, được giới hạn phía nam là đứt gãy Yên Tử, phía tây là một đoạn của đứt gãy Cao Bằng-Tiên Yên, phía đông kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc, phía bắc đứt gãy bậc cao phương tây bắc-đông nam. Kiến trúc có dạng tuyến, nằm trong đới kiến trúc cổ An Châu được với các thành tạo chủ yếu là đá trầm tích lục nguyên, được cố kết vào thời kỳ Mezozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến theo phương đông bắc-tây nam với độ cao trung bình 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng tuyến với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 800-1000m.

- **Kiến trúc Tam Đảo**, được giới hạn phía bắc là đứt gãy Sông Thương, phía tây là đứt gãy Sông Lô, phía đông là đứt gãy Đường 18, phía nam là ranh giới vùng nghiên cứu. Kiến trúc có dạng địa lũy, nằm trong đới kiến trúc cổ An Châu với các thành tạo chủ yếu là đá cacbonat, trầm tích lục nguyên cát bột kết, được cố kết vào thời kỳ Mezozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến theo phương tây bắc-đông nam với độ cao trung bình 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình dạng tuyến với biên độ khoảng 1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 800-1000m.

1.3.4.3. Khối kiến trúc nâng trung bình yếu đến độ cao 500 - 1000m:

- **Kiến trúc Lục Yên**, được giới hạn phía bắc là đứt gãy Chiêm Hoá đoạn có phương á vĩ tuyến, phía tây là đứt gãy Sông Chảy, phía đông là đứt gãy bậc cao đông bắc - tây nam, phía nam bị vát nhọn. Kiến trúc có dạng tuyến nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Lô với các thành tạo chủ yếu là các đá biến chất cổ, được cố kết vào thời kỳ tiền Cambri. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến kéo dài theo phương tây bắc-đông nam với độ cao trung bình 600 - 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt

động tạo núi nâng trung bình yếu với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 600-800m.

- **Kiến trúc Đạo Viện**, được giới hạn phía đông là đứt gãy Sông Đáy đoạn có phương đông bắc-tây nam, phía tây là đứt gãy Yên Minh-Phú Lương, phía nam là đứt gãy Sông Thương, phía bắc là đứt gãy bậc cao phương á vĩ tuyến. Kiến trúc có dạng khối nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Lô với các thành tạo chủ yếu là các đá biến chất cổ, được cố kết vào thời kỳ tiền Cambri. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn kéo dài theo phương đông bắc-tây nam với độ cao trung bình 600 - 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 600-800m.

- **Kiến trúc Chợ Chu**, được giới hạn phía tây là đứt gãy Sông Đáy đoạn có phương đông bắc-tây nam, phía đông là đứt gãy Yên Minh-Phú Lương, phía nam là đứt gãy Sông Thương, phía bắc là đứt gãy bậc cao phương á vĩ tuyến. Kiến trúc có dạng khối đẳng thước nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Gâm với các thành tạo chủ yếu là đá trầm tích biến bao gồm đá vôi, sét vôi và phiến sét, được cố kết vào thời kỳ Paleozoi sớm-giữa. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn kéo dài theo phương đông bắc-tây nam với độ cao trung bình 600 - 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 600-800m.

- **Kiến trúc Bắc Sơn**, được giới hạn phía tây bắc là đứt gãy Na Rì, phía đông nam là đứt gãy Sông Thương, phía đông bắc là đứt gãy Cao Bằng -Tiên Yên, phía tây nam là đứt gãy bậc cao phương á vĩ tuyến. Kiến trúc có dạng khối đẳng thước nằm trong đới kiến trúc cổ Sông Gâm được cố kết vào thời kỳ Paleozoi sớm-giữa với các thành tạo chủ yếu là đá trầm tích biến bao gồm đá vôi, sét vôi và phiến sét. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi rửa lũa - bóc mòn với độ cao trung bình 600 - 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 600-800m.

- **Hai kiến trúc Hạ Lang và Đông Khê**, được giới hạn phía tây nam là đứt gãy Cao Bằng -Tiên Yên, phía đông bắc kéo dài sang lãnh thổ Trung Quốc, phía tây bắc và đông nam là các đứt gãy bậc cao phương đông bắc-tây nam. Kiến trúc có dạng khối đẳng thước nằm trong đới kiến trúc cổ Hạ Lang với các thành tạo chủ yếu là đá trầm tích biến bao gồm đá vôi, sét vôi và phiến sét được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi rửa lũa - bóc mòn với độ cao trung bình 600 - 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị

lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao trung bình 600-800m.

- **Hai kiến trúc Sơn Động và Đình Lập**, ngăn cách nhau qua đứt gãy Cao Bằng-Tiên Yên, phía tây bắc là đứt gãy Sông Thương đoạn có phương đông bắc-tây nam, phía đông nam là đứt gãy vòng cung Yên Tử. Kiến trúc có dạng khối đẳng thước nằm trong đới kiến trúc cổ An Châu với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên bao gồm các đá cát, bột kết, sét kết và cuội kết thuộc thành hệ molat trên, được cố kết vào thời kỳ Mesozoi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi xâm thực - bóc mòn với độ cao trung bình 600 - 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao trung bình 500-800m.

- **Kiến trúc Yên Tử**, bị kẹp giữa hai đứt gãy Yên tử ở phía bắc và đứt gãy Trung Lương ở phía nam. Kiến trúc có dạng khối nằm trong đới kiến trúc cổ Duyên Hải Bắc Bộ với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên bao gồm các đá cát, bột kết, sét kết và đá phiến sét, được cố kết vào thời kỳ Paleozoi sớm-giữa. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các khối núi bóc mòn -xâm thực có dạng vòng cung với độ cao trung bình 600 - 1000m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng trung bình yếu với biên độ khoảng 800-1000m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 500-600m và 800-1000m.

1.3.4.4. Khối kiến trúc nâng yếu đến độ cao < 500m:

- **Kiến trúc Hàm Yên**, bị khống chế bởi hai đứt gãy Sông Lô ở phía đông bắc và đứt gãy Sông Chảy ở phía tây nam, phía tây bắc là đứt gãy Chiêm Hoá đoạn có phương á vĩ tuyến còn phía đông nam là ranh giới vùng nghiên cứu. Kiến trúc có dạng tuyến, nằm trong kiến trúc cổ đới Sông Lô với các thành tạo chủ yếu là các đá biến chất và đá vôi bị hoa hoá đã được cố kết vào thời kỳ tiền Cambri. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi bóc mòn - xâm thực kéo dài theo phương tây bắc-đông nam với độ cao trung bình 300 - 400m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng yếu dạng vòm khối với biên độ khoảng 250-400m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 250-450m.

- **Kiến trúc Bồ Cu**, bị khống chế bởi hai đứt gãy Sông Thương ở phía đông nam và tiếp giáp với kiến trúc Bắc sơn qua đứt gãy bậc cao dạng vòng cung. Kiến trúc có dạng địa lũy, nằm trong kiến trúc cổ Sông Gâm được cố kết vào thời kỳ Paleozoi sớm-giữa với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên bao gồm các đá cát, bột kết, sét kết và đá phiến sét, đá vôi, sét vôi. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi bóc mòn - xâm thực và rửa lũa với độ cao trung bình 300 - 400m. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng

yếu dạng vòm khối với biên độ khoảng 250-400m. Hiện nay còn sót lại bề mặt có độ cao: 300-500m.

- **Hai kiến trúc Đại Từ và kiến trúc Lục Ngạn**, ngăn cách nhau qua kiến trúc Hiệp Hoà và nằm trong kiến trúc cổ An Châu được cố kết vào thời kỳ Mezozoi với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên bao gồm các đá cát, bột kết, cuội kết.. **Kiến trúc Đại Từ** có dạng tam giác bị khống chế bởi đứt gãy Sông Thương ở phía đông bắc và đứt gãy Đường 18 ở phía tây nam. Trên địa hình, kiến trúc thể hiện là các dãy núi bóc mòn - xâm thực với độ cao trung bình 300 - 400m. Trong khi đó **kiến trúc Lục Ngạn** có dạng đẳng thước hơn, bị khống chế bởi đứt gãy Sông Thương ở phía bắc và đứt gãy Yên Tử ở phía nam và hai đứt gãy bậc cao phương á kinh tuyến ở hai phía tây và đông. Quá trình xâm thực- bóc mòn xảy ra mạnh mẽ chia cắt thành các dải nhỏ phương gần á kinh tuyến. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, cả hai kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng yếu dạng tuyến với biên độ khoảng 250-400m.

- **Bốn kiến trúc Uông Bí, kiến trúc Ba Chẽ, kiến trúc Ngọc Vũng và kiến trúc Tấn Mài**, tạo thành một dải kế tiếp nhau từ Đông Triều đến Móng Cái có dạng vòng cung từ á vĩ tuyến chuyển dần sang phương đông bắc-tây nam. Ranh giới phía bắc là đứt gãy Yên Tử và phía nam là các đứt gãy Trung Lương và Đông Triều-Hòn Gai. Các kiến trúc này đều nằm kiến trúc cổ thuộc đới Duyên hải Đông Bắc Bắc Bộ với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên bao gồm các đá cát, bột kết, sét kết và đá phiến sét được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn- Mezozoi. Các Kiến trúc trên có dạng tuyến. Trên địa hình, trừ kiến trúc Ngọc Vũng thể hiện là các khối núi rửa lũa, mài mòn và bóc mòn cấu tạo chủ yếu là đá vôi, các kiến trúc khác thể hiện là các dãy núi bóc mòn - xâm thực với độ cao trung bình 300 - 400m kéo dài theo phương á vĩ tuyến và đông bắc tây nam. Trong giai đoạn hoạt động Tân kiến tạo, cả hai kiến trúc này bị lôi cuốn vào hoạt động tạo núi nâng yếu dạng tuyến với biên độ khoảng 250-400m.

1.3.4.5. Khối kiến trúc hạ lún yếu:

Thuộc loại này bao gồm các kiến trúc: *Hiệp Hoà, kiến trúc Yên Hưng và kiến trúc Hà Cối*.

- **Kiến trúc Hiệp Hoà**, nằm ở vị trí chuyển tiếp giữa miền nâng ở phía bắc và miền hạ ở phía nam ranh giới phía bắc là đứt gãy Sông Thương và phía nam là đứt gãy Đường 18. Kiến trúc có dạng khối, nằm trong đới cấu trúc cổ An Châu được cố kết vào Mezozoi với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên thuộc thành hệ molat. Trên địa hình hiện tại kiến trúc bị các đứt gãy phương tây bắc -đông nam (đứt gãy Trung Lương và đứt gãy Yên Tử) chia cắt tạo nên các dải địa hình dạng tuyến

theo phương tây bắc -đông nam và thấp dần về phía nam. Trong tân kiến tạo kiến trúc bị lôi cuốn vào hoạt động tạo hạ lún yếu với biên độ khoảng 30- <200m.

- **Kiến trúc Hà Cối** nằm giáp phụ khối Tấn Mài về phía đông nam, có chiều rộng 15 - 17km, được giới hạn phía đông nam bởi đứt gãy Trung Lương, phía tây nam hệ đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên và phía đông bắc là biên giới Việt - Trung. Quá nửa diện tích kiến trúc bị ngập nước biển, độ sâu từ 0 - <10m.. Địa hình trong kiến trúc đặc trưng bởi các dòng chảy phương tây bắc - đông nam và đường bờ lồi chồm với các kiểu mài mòn và tích tụ đan xen. Kiến trúc này nằm trong đới cấu trúc cổ Duyên hải Đông Bắc Bắc Bộ với các thành tạo chủ yếu là trầm tích lục nguyên được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn-Mezozoi. Trong giai đoạn Tân kiến tạo kiến trúc bị lôi cuốn vào hoạt động hạ lún yếu, với biên độ dưới 100m.

- **Kiến trúc Yên Hưng** có ranh giới với kiến trúc Uông Bí qua đứt gãy Đường 18, phía nam và tây là ranh giới khu vực nghiên cứu, phía đông tiếp giáp với kiến trúc Ngọc Vũng qua ranh giới là đứt gãy bậc cao Cát Hải - Hồng Gai. Địa hình trong kiến trúc có đặc điểm là đa nguồn gốc: karst, bóc mòn - xâm thực và tích tụ đa nguồn gốc. Kiến trúc này nằm trong đới cấu trúc cổ Duyên hải Đông Bắc Bắc Bộ với các thành tạo chủ yếu trầm tích lục nguyên bao gồm đá cát bột kết, đá phiến sét, sét than, cuội san kết và đá vôi được cố kết vào thời kỳ Paleozoi muộn-Mezozoi. Trong giai đoạn Tân kiến tạo kiến trúc bị lôi cuốn vào hoạt động hạ lún yếu, với biên độ dưới 100m.

Nhìn chung các khối kiến trúc tân kiến tạo có thể chia ra làm 6 cấp theo biên độ nâng hạ tương đối giữa các khối. Các khối có biên độ từ 2000 – 2500m được gán là cấp 6, cấp nâng mạnh nhất. Các đới thuộc loại này chỉ có ở vùng Tây Bắc, chiếm 8351 km², tức khoảng 8.3% diện tích vùng nghiên cứu. Cấp 5, cấp nâng mạnh thứ hai gồm các khối có biên độ nâng từ 1500 – 2000 m, chiếm một diện tích khá lớn đến 19820 km², khoảng 19.7% lãnh thổ vùng nghiên cứu. Cấp có biên độ nâng mạnh thứ ba, cấp 4 – gồm các khối kiến trúc có biên độ nâng từ 1000 – 1500 m. Loại kiến trúc này chiếm đến 34.2% diện tích, tương đương 24410 km². Các kiến trúc có biên độ nâng trong khoảng 500 – 1000 m được xếp vào loại cấp 3. Chúng chiếm tổng diện tích 23543 km², tức khoảng 23.4% vùng nghiên cứu. Cấp nâng yếu hơn có biên độ từ 300 – 500 m phân bố rải rác ở cả vùng Tây Bắc và Đông Bắc, tạm xếp vào cấp 2. Chúng chiếm 11.6% lãnh thổ vùng nghiên cứu với tổng diện tích khoảng 11671 km². Cấp cuối cùng, cấp 1 là vùng nâng rất yếu hay có thể coi là vùng chuyển tiếp giữa nâng và hạ với biên độ nâng < 200m. Các vùng này chỉ chiếm 2.8% diện tích vùng nghiên cứu. Trong tính toán dự báo phân vùng tai biến nứt sụt đất ở phần sau, các trọng số trong sơ đồ tính sẽ được lựa chọn theo thứ tự của thang phân cấp như trên.

1.4. Đặc điểm lan truyền cấp chấn động cực đại do động đất gây ra:

ở chương IV ta đã tổng hợp, xem xét các tài liệu liên quan đến hoạt động động đất vùng nghiên cứu. Trong đó các vùng nguồn phát sinh động đất mạnh cũng như mức độ hoạt động địa chấn đã được đánh giá. Dấu hiệu vừa nêu trên là một trong những biểu hiện hoạt động hiện đại của các hệ thống đứt gãy kiến tạo. Đối với quá trình hình thành và phát sinh tai biến nứt sụt đất, tác động của động đất cũng có vai trò nhất định. Những trận động đất mạnh có thể trực tiếp gây hiện tượng nứt sụt đất, những trận yếu hơn chỉ ít cũng là biểu hiện hoạt động của đứt gãy và đầu đó cũng phá huỷ một vùng đất đá dù nhỏ hay lớn, dẫn đến suy giảm tính bền vững của môi trường. Mức độ tác động của các trận động đất đến môi trường phụ thuộc vào cấp động đất mạnh hay yếu, phụ thuộc vào khoảng cách từ điểm quan sát đến nguồn và vào tính chất của môi trường truyền sóng trong vỏ Quả đất, cũng như điều kiện địa phương của nền đất. Một trong những đại lượng phản ánh được phản ứng của nền đất mỗi khi có động đất là cường độ cấp chấn động. Theo đó, cùng một cấp năng lượng động đất như nhau, ở vùng này hay vùng kia chịu sự tác động và mức độ phá huỷ sẽ không giống nhau. Đây cũng chính là cơ sở để ta sử dụng sơ đồ lan truyền cấp chấn động cực đại như một yếu tố tác động thành phần trong tính toán dự báo phân vùng tai biến nứt sụt đất. Sơ đồ được sử dụng là sản phẩm gần đây nhất của Viện Vật lý Địa cầu. Nhìn chung nó phản ánh được khái quát đặc điểm về khả năng lan truyền cấp chấn động trong cả khu vực lớn mỗi khi có động đất cực đại xảy ra trong các nguồn đã được dự báo (hình 51). Theo sơ đồ này vùng lãnh thổ phía Bắc được chia thành các vùng với đặc trưng lan truyền chấn động theo 4 cấp là: cấp 8-9, cấp 8, cấp 7 và cấp 6 hoặc nhỏ hơn theo thang MSK-64. Trong đó tổng diện tích vùng có khả năng đạt cường độ chấn động cấp 8-9 đến 23.9% lãnh thổ, tương đương 24046 km². Trong đó, các dải bao quanh các đới đứt gãy Sơn La – Bìm Sơn, Sông Mã, Sốp Cộp – Lang Chánh được xếp vào vùng có cấp chấn động 8 - 9. Tại khu vực Tây Bắc vùng có khả năng xuất hiện cấp chấn động mạnh như vừa nêu bao gồm phần diện tích phía đông tỉnh Điện Biên, nam tỉnh Lai Châu, gần 60% và 30% diện tích phần tây nam của tỉnh Sơn La và Hoà Bình tương ứng. Đây cũng là vùng có mật độ khá dày các chấn tâm động đất mạnh và cũng là vùng đã xảy ra các trận động đất mạnh nhất trong cả nước. Vùng thứ 2 được đánh giá cường độ chấn động có thể cũng đạt cấp 8 là dọc đới Sông Hồng. Vùng này bao gồm một phần diện tích tỉnh Lào Cai, phía đông tỉnh Yên Bái, một phần không lớn diện tích tỉnh Tuyên Quang và một phần khá rộng của tỉnh Phú Thọ. Mặc dù trong đới Sông Hồng Magnitude động đất cực đại được đánh giá có cấp độ nhỏ hơn (khoảng 6.0 độ Richté) so với vùng Sơn La, Sông Mã nhưng do nền đất ở đây được đánh giá yếu hơn nên cường độ chấn động khuếch đại lớn hơn so với vùng nguồn có cùng magnitude cực đại như vùng Sông Cả, hay khu vực duyên hải vùng Đông Bắc. Trong phạm vi của đới Sông Hồng

mật độ chấn tâm các trận động đất mạnh không lớn bằng vùng Sơn La, Sông mã, nhưng từ năm 1931 đến năm 1961 cũng đã ghi được 4 trận động đất có Magnitude từ 5.0 đến 5.3 độ Richtre. Nếu tính cả phần kéo dài về phía đông nam, thì tại khu vực Hà Nội theo tài liệu lịch sử, trong đời này cũng đã xảy ra 2 trận động đất có magnitude được đánh giá khoảng 5.5 độ Richtre vào đầu thế kỷ 19 và vào năm 1910 cũng đã xác nhận có 1 trận 5.1 độ Richtre.

Vùng được dự báo có cường độ chấn động cực đại đạt cấp 7 và cấp 6 hoặc nhỏ hơn có tổng diện tích gần ngang bằng nhau: 37.9% và 38.2% lãnh thổ vùng nghiên cứu, với tổng diện tích 38132 km² và 38434 km² tương ứng. Trong đó phần lớn diện tích còn lại của vùng Tây Bắc có cường độ chấn động cấp 7. Thuộc loại này gồm các đới: Sìn Thầu - Mường Nhé, Pắc Ma - Mường Tè, đới Phong Thổ - Than Uyên, đới Mường La - Chợ Bờ, đới Nghĩa Lộ - Ninh Bình. ở vùng Đông Bắc thì diện tích được dự đoán có cường độ cấp 7 nhỏ hơn. Chúng tập trung quanh các đới Sông Lô, Cao Bằng - Tiên Yên và các đới vòng cung vùng duyên hải.

Khác với vùng Tây Bắc, nơi mà cường độ chấn động nhỏ hơn hoặc bằng cấp 6 chỉ gồm một dải nhỏ từ Lào Cai đến Phú Thọ và một phần nhỏ góc phía tây tỉnh Lai Châu, ở vùng Đông Bắc phần lãnh thổ được dự báo có cường độ chấn động cấp 6 có tổng diện tích lớn hơn nhiều so với vùng Tây Bắc. Cả một vùng rộng lớn của tỉnh Hà Giang, Cao Bằng, Lạng Sơn, Bắc Cạn, Tuyên Quang, Thái Nguyên và một phần đáng kể của tỉnh Bắc Giang đều thuộc vùng được dự báo có cường độ chấn động cấp này.

Nếu nứt sứt đất là hậu quả của động đất thì các vùng lan truyền chấn động cấp 8 - 9 là những vùng có khả năng xảy ra mạnh nhất, các vùng có lan truyền chấn cấp 7 vẫn là vùng có nhiều khả năng nứt sứt đất do động đất. Tuy nhiên nếu nứt sứt đất cũng do nguyên nhân kiến tạo nhưng lại chủ yếu do hậu quả của các chuyển động từ từ thì qui luật phân vùng lại khác với nứt sứt đất do nguyên nhân động đất nêu trên. Trong thực tế có những đới đứt gãy kích thước nhỏ, hầu như không sinh chấn nhưng nứt sứt và trượt lở đất lại xảy ra mạnh mẽ. Điều này cho thấy trong nghiên cứu nứt sứt đất thì dấu hiệu động đất cũng chỉ mới là một dấu hiệu, một mặt cho thấy tính hoạt động hiện đại của các hệ thống đứt gãy, còn về khả năng nứt sứt đất mạnh hay yếu thì cần phải xem xét đến cả các dấu hiệu khác như các dấu hiệu dịch chuyển theo tài liệu trắc địa, địa mạo, biểu hiện trong trường địa vật lý, địa hoá và đặc điểm phân bố các loại tai biến địa chất khác như nứt sứt, trượt lở đất trong mối liên quan với các hệ thống đứt gãy tân kiến tạo và hoạt động hiện đại. Dù sao thì sơ đồ nêu trên vẫn phản ánh được những khả năng nứt sứt đất có phần tác động của động đất. Đặc điểm phân bố cường độ chấn động cực đại được dự báo sẽ là cơ sở tính điểm trong sơ đồ tính toán dự báo nứt sứt đất gồm nhiều yếu tố tác động thành phần.

1.5. Đặc điểm phân bố thạch học các thành tạo địa chất:

Đất đá có độ bền vững khác nhau sẽ có phản ứng khác nhau mỗi khi có tác động từ phía ngoài. Độ bền vững lại phụ thuộc vào thành phần thạch học, trạng thái cấu trúc, vào mức độ phong hoá v.v... Cùng một loại đất đá nhưng mức độ bị phong hoá khác nhau cũng sẽ có độ bền không giống nhau. Những vùng đất đá bị phong hoá triệt để, lớp vỏ phong hoá càng dày, càng nhạy cảm đối với tai biến nứt trượt đất. Như vậy đặc điểm phân bố thạch học, có tính đến tình trạng phong hoá cũng là một yếu tố tác động tham gia vào quá trình hình thành và phát sinh tai biến nứt trượt đất. Phân tích đặc điểm phong hoá trong các thành hệ địa chất, liên kết đối sánh với một số tài liệu thực tế đã tiến hành xây dựng sơ đồ phân bố thạch học trên cơ sở phân thành các loại nhóm đá khác nhau về thành phần thạch học và mức độ phong hoá. Trong đó, mức độ phong hoá được chia làm 3 cấp: mạnh, trung bình và yếu. Cấp độ phong hoá mạnh phản ánh những vùng đất đá thường có chiều dày vỏ phong hoá lớn, mức độ phong hoá triệt để hơn các vùng khác. Khi sử dụng sơ đồ này như một yếu tố thành phần để tính toán dự báo phân vùng nguy cơ tai biến, một số nhóm đá có cùng cấp phong hoá được ghép vào cùng loại và được đánh giá cho điểm gần như nhau. Để xây dựng sơ đồ thạch học như trên đề tài đã tham khảo các bản đồ địa chất ở các tỉ lệ khác nhau 1: 500 000, 1: 200 000; tham khảo các kết quả nghiên cứu về vỏ phong hoá và trầm tích Đệ Tứ ; bản đồ địa chất công trình trong tập Atlas Quốc gia. Các tài liệu khảo sát địa chất, địa vật lý liên quan đến lớp phong hoá thực hiện trong đề tài này. Có thể nói, đã tận dụng được hầu hết các tài liệu, bao gồm cả các kết quả trong một số năm gần đây phục vụ cho xây dựng sơ đồ như đã nêu trên. Mặc dù còn nhiều điểm cần được thảo luận như chiều dày vỏ phong hoá v.v... nhưng cách xây dựng sơ đồ như trên cũng là cơ sở phản ánh mức độ tin cậy nhất định của kết quả phân vùng.

Trên cơ sở phân tích, tổng hợp các tài liệu mới nhất về địa chất ở khu vực miền núi phía bắc nước ta, nhằm mục đích nghiên cứu tai biến địa chất, đã cho phép thiết lập các thành tạo địa chất lộ ra ở trong khu vực thành các nhóm đá chính như sau: nhóm đá trầm tích bờ rời, nhóm đá trầm tích lục nguyên hỗn hợp, nhóm đá cacbonat, nhóm đá phun trào, trầm tích phun trào, nhóm đá magma xâm nhập hỗn hợp và nhóm đá biến chất.

Trên phạm vi vùng nghiên cứu, đã có nhiều công trình nghiên cứu về vỏ phong hoá và trầm tích Đệ tứ ở những mức độ chi tiết khác nhau. Phần lớn các công trình đều cho rằng: các yếu tố tạo vỏ phong hoá luôn khống chế và xác định sự hình thành của các kiểu vỏ phong hoá. Mặt khác, các kiểu vỏ phong hoá cũng phụ thuộc nhiều vào chính các yếu tố phong hoá này. Các yếu tố tạo vỏ phong hoá bao gồm: nhóm đá mẹ, địa hình, khí hậu, thảm thực vật, v.v.

- Dựa vào thực tế tồn tại, nguồn gốc và thành phần khác nhau, các tác giả đã gộp toàn bộ các đá trên lãnh thổ nghiên cứu thành 10 nhóm :

1) Nhóm đá lục nguyên bao gồm các đá lục nguyên đơn thuần (cuội, sỏi kết, sạn kết, cát kết, cát bột kết, bột kết, đá phiến sét...), đá lục nguyên chứa than và thỉnh thoảng là đá lục nguyên có xen carbonat. Phần lớn đá lục nguyên trên lãnh thổ nghiên cứu đều cho vỏ phong hoá ferosialit (trừ một số diện tích gần đỉnh núi cho vỏ sialferit). Đặc biệt đá lục nguyên ở địa hình gò đồi trước núi và trũng thấp với độ dốc sườn nhỏ thường tạo vỏ feralit với hai dạng: đá ong và kết vón.

2) Nhóm đá lục nguyên xen phun trào gồm các đá lục nguyên xen phun trào axit - trung tính, mafic. Vỏ phong hoá thành tạo trên các loại đá này chủ yếu vẫn là ferosialit. Một vài nơi gặp vỏ phong hoá feralit trên các đá này.

3) Nhóm đá carbonat rất phổ biến ở vùng nghiên cứu. Thành tạo terra rossa lấp đầy các hố và phếu karst được các tác giả xem là " đất" nên không mô tả chi tiết.

4) Nhóm đá xâm nhập axit - trung tính gồm các đá granodiorit, granit, granophyr, granit migmatit, granosyenit, diorit, diorit - thạch anh. Các đá nêu trên thường chiếm những nơi địa hình cao ở vùng nghiên cứu. Vỏ phong hoá sialit, sialferit gặp ở đỉnh cao khá bằng và đôi nơi có vỏ ferosialit nằm ở địa hình thoải.

5) Nhóm đá xâm nhập mafic gồm các đá gabro - norit, gabro - amphybolit, gabro, pyroxenit, gabro - olivin. Các đá trên thường là các khối nhỏ và trong đa số các trường hợp tạo vỏ phong hoá ferosialit .

6) Nhóm đá xâm nhập siêu mafic chỉ chiếm diện tích nhỏ bé trên lãnh thổ nghiên cứu. Đó là các đá serpentinit, dunit, pyroxenit, harburgit, peridotit có plagioclas, gabro, diabas, v.v. Trên các đá này vỏ phong hoá thường là ferosialit.

7) Nhóm đá phun trào axit - trung tính gặp ở nhiều nơi trên lãnh thổ nghiên cứu. Đó là các đá: ryolit, đaxit, felsit, andezit, ryotrachit, trachit, loxitophyr, felspat kiềm và tuf. Vỏ phong hoá trên nhóm đá này chủ yếu là kiểu sialit và sialferit.

8) Nhóm đá phun trào mafic bao gồm các đá metabazan, bazan, andezitobazan, v.v. Trên diện tích các đá bazan phát triển vỏ phong hoá ferit, feralit, alferit và ferosialit tùy thuộc các yếu tố tạo vỏ phong hoá.

9) Nhóm đá biến chất giàu aluminosilicat bao gồm: gneis - biotit - silimanit - granat, plagiogneis - amphybol, plagiogneis - amphybol - biotit, amphybolit - biotit, plagiomigmatit, đá phiến thạch anh, đá phiến biotit, đá phiến thạch anh - felspat - biotit, đá phiến hai mi ca, plagiogneis - calciphyr và pegmatit tiêm nhập. Vỏ phong hoá trên nhóm đá này chủ yếu là vỏ ferosialit.

10) Nhóm đá biến chất nghèo aluminosilicat gồm các đá phiến sericit - clorit, đá phiến sericit, đá phiến thạch anh - mica, đá phiến thạch anh sericit, quartzit, đá

hoa, v.v. Các đá này phát triển trên diện tích thuộc miền Tây Bắc Bộ. Vỏ phong hoá trên các loại đá này thường gặp là vỏ ferosialit.

- Sau đá gốc, địa hình là yếu tố có vai trò quan trọng đặc biệt trong sự thành tạo và bảo tồn vỏ phong hoá. Đó là các đặc trưng hình thái như độ cao, độ dốc, độ phân cắt sâu, độ phân cắt ngang. Bề mặt san bằng là điều kiện thuận lợi để tạo vỏ phong hoá dày, để sản phẩm phong hoá tiến triển địa hoá thuận lợi.

- Yếu tố khí hậu khống chế việc thành tạo vỏ phong hoá ở vùng nghiên cứu trong bối cảnh khí hậu của vùng nhiệt đới ẩm với mùa khô và mùa mưa rõ rệt. Quá trình phong hoá xảy ra trong điều kiện nhiệt đới theo xu hướng giải phóng các nguyên tố kiềm (và kiềm đất) đồng thời tích tụ ngày càng nhiều nhôm và sắt. Quá trình này xảy ra đến cùng sẽ tạo vỏ phong hoá feralit, ferit. Từ Neogen đến nay, khí hậu ở vùng nghiên cứu có xu hướng nóng ẩm dần lên, có sự xen kẽ giữa thời kỳ khô và ẩm. Vỏ phong hoá ở vùng nghiên cứu được thành tạo và bảo tồn trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm.

- Yếu tố thảm thực vật đã được xác nhận như một tác nhân quan trọng hàng đầu trong việc bảo vệ vỏ phong hoá trước tác động xói mòn, rửa trôi. Thảm thực vật là trung tâm của cân bằng tự nhiên, nơi thu nhận bức xạ mặt trời rồi phân phối lại, nơi cản trở không cho các hạt mưa rơi thẳng xuống mặt đất, gây các tác động phá huỷ, nơi giữ cho chế độ nhiệt ẩm, làm phát triển tầng thổ nhưỡng dày. Khi lớp phủ thực vật bị phá huỷ thì quá trình feralit hoá phát triển rất nhanh chóng.

Hiện nay có nhiều xu hướng phân loại vỏ phong hoá, nhưng có thể gộp các xu hướng phân loại đó theo ba nhóm: nguồn gốc hình thái; đặc điểm địa hoá - khoáng vật, thạch học và thời gian thành tạo. Các tác giả đã lựa chọn nguyên tắc phân loại dựa vào địa hoá - khoáng vật - thạch học có kết hợp với nguồn gốc để phân chia các kiểu vỏ phong hoá ở vùng nghiên cứu. Theo nguyên tắc này, có các kiểu vỏ phong hoá sau đây: Kiểu ferit(Fe), alit(Al), alferit(AlFe), feralit(FeAl), ferosialit (FeSiAl), sialferit (SiAlFe), sialit (SiAl), silicit (Si).

Từ các nhóm đá đó, tùy theo từng loại đá và các điều kiện phong hoá cụ thể, trong vùng đã hình thành các loại vỏ phong hóa khác nhau, như vỏ phong hoá sialit, sialferit, ferosialit, feralit, alferit và saproxit. Khi căn cứ vào mức độ, cường độ phong hoá ở trong vùng có thể phân ra nhóm các đá bị phong hoá mạnh, phong hoá trung bình và phong hoá yếu khác nhau. Phân tích tổng hợp từ các kết quả nghiên cứu mới nhất, cho phép tổ hợp một số nhóm đá chính và các điều kiện địa chất công trình ở miền núi phía bắc Việt Nam sau đây.

1.5.1. Nhóm đá trầm tích lục nguyên miền núi phía bắc Việt Nam:

Đây là nhóm đá phân bố rộng rãi ở vùng miền núi phía bắc Việt Nam. Đất đá thuộc nhóm này phân bố rộng rãi ở huyện Mường Nhé, phía nam tỉnh Điện Biên, các huyện Phong Thổ và Than Uyên của tỉnh Lai Châu, phía nam tỉnh Hoà Bình và đặc biệt phổ biến ở tỉnh Quảng Ninh và Lạng Sơn. Nhóm đá này được thành tạo trong Paleozoi (O-S, D₁-D₂), Mezozoi (T₁, T₂, T₃) và cả trong Kainozoi (N). Thành phần thạch học chủ yếu của chúng là cuội kết, bột kết, sét kết, phiến sét, v.v. Quá trình phong hoá diễn ra vào loại yếu và trung bình. Kết quả của quá trình phong hoá là hình thành kiểu vỏ phong hoá ferosialit. Đây là kiểu vỏ phong hoá rất phổ biến ở miền núi phía bắc Việt Nam. Chúng phát triển trên mọi loại đá với hầu hết các kiểu địa hình khác nhau. Vỏ phong hoá rất mỏng, chỉ vài mét đến chục mét.

Các quá trình địa chất động lực công trình phát triển chủ yếu là phong hoá cơ học, trượt lở đất và xói mòn, rửa trôi bề mặt. Nhóm đá này có các đặc trưng về độ bền và biến dạng chỉ có thể thuận lợi cho lũ quét, lũ bùn đá phát triển. Còn các dạng tai biến địa chất khác rất ít có điều kiện phát triển.

1.5. 2. Nhóm đá trầm tích lục nguyên xen cacbonat miền núi phía bắc Việt Nam:

Nhóm đá trầm tích lục nguyên xen cacbonat cũng phân bố rộng rãi, chiếm một diện tích đáng kể ở vùng miền núi phía bắc Việt Nam. Đất đá thuộc nhóm này phân bố rộng rãi ở lãnh thổ các tỉnh Lai Châu, Sơn La, Tuyên Quang và Quảng Ninh. Nhóm đá này được thành tạo trong Paleozoi (O-S, S-D₁, D₂, D₃), Mezozoi (C₂-P₁). Thành phần thạch học chủ yếu của chúng là cát kết, bột kết, sét kết, phiến sét, sét vôi và đá vôi. Quá trình phong hoá diễn ra vào loại yếu và trung bình. Kết quả của quá trình phong hoá là hình thành kiểu vỏ phong hoá ferosialit. Chúng phát triển trên mọi loại đá với hầu hết các kiểu địa hình khác nhau. Vỏ phong hoá rất mỏng, chỉ vài mét đến chục mét.

Các quá trình địa chất động lực công trình phát triển chủ yếu là phong hoá karst, phong hoá cơ học, đá lở, trượt lở đất và xói mòn, rửa trôi bề mặt. Nhóm đá này có các đặc trưng về độ bền và biến dạng chỉ có thể xảy ra trượt lở đất, xói ngầm, lũ quét, lũ bùn đá. Các dạng tai biến địa chất khác rất ít có điều kiện phát triển.

1.5. 3. Nhóm đá xâm nhập mafic - siêu mafic ở khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam:

Nhóm đá xâm nhập mafic - siêu mafic phân bố không rộng rãi như các nhóm đá khác, chúng chỉ chiếm một diện tích đáng kể ở vùng miền núi phía bắc Việt Nam. Đất đá thuộc nhóm này phân bố ở các tỉnh Yên Bái, Sơn La, Bắc Cạn và Quảng Ninh. Nhóm đá này được thành tạo trong Paleozoi, Mezozoi và Kainozoi sớm. Thành phần thạch học của nhóm đá này chủ yếu gồm gabro, gabrodiorit,

diorit, dunit, peridotit, v.v. Quá trình phong hoá xảy ra trên nhóm đá này ở mức độ yếu. Kết quả của quá trình phong hoá là hình thành kiểu vỏ phong hoá saproxit và vỏ phong hoá ferosialit. Chiều dày vỏ phong hoá rất mỏng, chỉ vài mét.

Các quá trình địa chất động lực công trình phát triển chủ yếu là phong hoá cơ học, xói mòn rửa trôi bề mặt. Nhóm đá này có các đặc trưng về độ bền và biến dạng chỉ có thể xảy ra trượt lở đất, xói mòn, rửa trôi bề mặt. Các dạng tai biến địa chất khác rất ít có điều kiện phát triển.

1.5.4. Nhóm đá trầm tích cacbonat miền núi phía bắc Việt Nam:

Đây là nhóm đá cũng phân bố rộng rãi, chiếm một diện tích đáng kể ở vùng miền núi phía bắc Việt Nam. Đất đá thuộc nhóm này phân bố ở các tỉnh Lai Châu, Sơn La, Hoà Bình, Lạng Sơn, Thái Nguyên và Cao Bằng. Nhóm đá này được thành tạo trong Paleozoi (D_2), Mezozoi (C-P, P- T_2). Thành phần thạch học chủ yếu của chúng là đá vôi, sét vôi. Quá trình phong hoá diễn ra vào loại yếu. Kết quả của quá trình phong hoá là hình thành loại đất terra rossa (đất hình thành trên đá vôi).

Các quá trình địa chất động lực công trình phát triển chủ yếu là phong hoá karst, lở đất, sụt đất và xói ngầm. Nhóm đá này có các đặc trưng về độ bền và biến dạng chỉ có thể xảy ra lở đất, sụt đất, xói ngầm, lũ quét, lũ bùn đá. Các dạng tai biến địa chất khác rất ít có điều kiện phát triển.

1.5.5 Nhóm đá biến chất ở miền núi phía bắc Việt Nam:

Nhóm đá biến chất cũng phân bố rộng rãi, chiếm một diện tích đáng kể ở vùng miền núi phía bắc Việt Nam. Đất đá thuộc nhóm này phân bố rộng rãi ở Lai Châu, Sơn La, Lào Cai, Yên Bái và Thái Nguyên. Nhóm đá này được thành tạo trong Proterozoi và Paleozoi. Thành phần thạch học chủ yếu của chúng là amphibolit, phiến kết tinh, gnaiss, phiến thạch anh, phiến xerixit, phiến lục, v.v. Quá trình phong hoá diễn ra vào loại mạnh và trung bình. Kết quả của quá trình phong hoá là hình thành kiểu vỏ phong hoá sialferit. Vỏ phong hoá rất dày, có thể đạt đến hàng chục mét.

Các quá trình địa chất động lực công trình phát triển chủ yếu là phong hoá cơ học, đá lở, trượt lở đất, xói mòn và xâm thực. Nhóm đá này có các đặc trưng về độ bền và biến dạng thuận lợi cho các quá trình trượt lở đất, lũ quét, lũ bùn đá phát triển và nhiều dạng tai biến địa chất khác có điều kiện để phát triển mạnh mẽ.

1.5.6. Nhóm đá xâm nhập trung tính - axit ở khu vực miền núi phía bắc Việt Nam:

Nhóm đá xâm nhập axit - trung tính phân bố không rộng rãi như các đá khác, chỉ chiếm một diện tích đáng kể ở khu vực này. Chúng hình thành các khối dạng

đẳng thước ở vùng miền núi phía Bắc Việt Nam. Đất đá thuộc nhóm này phân bố ở các tỉnh Lào Cai, Yên Bái, Hà Giang, Bắc Cạn và Cao Bằng. Nhóm đá này được thành tạo trong Paleozoi, Mezozoi và Kainozoi sớm. Thành phần thạch học chủ yếu của chúng là granit, granitgranofia, granodiorit, granoxienit, v.v. Quá trình phong hoá diễn ra vào loại mạnh. Kết quả của quá trình phong hoá là hình thành kiểu vỏ phong hoá sialit, sialferit và vỏ phong hoá ferosialit. Chiều dày vỏ phong hoá rất dày, có thể đạt tới vài chục mét.

Các quá trình địa chất động lực công trình phát triển chủ yếu là phong hoá cơ học, đá đổ, đá lở, trượt lở đất, xâm thực và xói mòn, rửa trôi bề mặt. Nhóm đá này có các đặc trưng về độ bền và biến dạng thuận lợi cho quá trình sạt lở, trượt lở đất, xâm thực và xói mòn rửa trôi bề mặt và một số dạng tai biến địa chất khác cũng có điều kiện thuận lợi để phát triển.

1.5.7. Nhóm đá trầm tích phun trào axit - trung tính ở miền núi phía bắc Việt Nam:

Nhóm đá trầm tích phun trào axit – trung tính phân bố rộng rãi ở các tỉnh Lạng Sơn, Cao Bằng và chỉ chiếm một diện tích không đáng kể ở huyện Mường Tè và tỉnh Hoà Bình thuộc vùng miền núi phía Bắc Việt Nam. Nhóm đá này được thành tạo trong Paleozoi và Mezozoi. Thành phần thạch học chủ yếu của chúng là cuội kết, cát kết, bột kết, phiến sét, daxit, riolit, andezitobazan. Quá trình phong hoá diễn ra vào loại trung bình và mạnh. Kết quả của quá trình phong hoá là hình thành kiểu vỏ phong hoá sialit, sialferit và vỏ phong hoá ferosialit. Chiều dày vỏ phong hoá có thể đạt từ vài mét đến chục mét.

Các quá trình địa chất động lực công trình phát triển chủ yếu là phong hoá cơ học, trượt lở đất, xâm thực và xói mòn rửa trôi bề mặt. Nhóm đá này có các đặc trưng về độ bền và biến dạng thuận lợi cho quá trình trượt lở đất, xói mòn rửa trôi bề mặt xảy ra. Còn các dạng tai biến địa chất khác rất ít có điều kiện phát triển.

1.5.8. Nhóm đá trầm tích bờ rời miền núi phía bắc Việt Nam:

Trong khu vực miền núi phía bắc Việt Nam, nhóm đá trầm tích bờ rời, trầm tích gắn kết yếu chiếm diện tích rất nhỏ, phân bố thành các dải hẹp kéo dài dọc theo các thung lũng sông và trong các trũng giữa núi. Chúng chủ yếu hình thành trong thời gian Đệ Tứ. Trong đó, các trầm tích này phổ biến hơn cả là dọc theo thung lũng sông Hồng, sông Chảy, sông Thương, sông Lục Nam và các trũng giữa núi như trũng Điện Biên, Nghĩa Lộ, Hoà Bình, Tuyên Quang và Cao Bằng. Dọc theo các thung lũng sông Đà, sông Mã, sông Lô, sông Gâm, v.v diện phân bố của các trầm tích này rất nhỏ lẻ và hẹp. Chúng thường tồn tại trên các mảnh bãi bồi, thềm sông và các nón phóng vật. Thành phần thạch học của chúng chủ yếu là cuội, sỏi, cát, sét, bùn đa khoáng bờ rời. Quá trình phong hoá diễn ra vào loại mạnh nhất. Quá trình địa chất công trình động lực diễn ra vào loại mạnh mẽ như xói ngầm, cát chảy, lầy

hoá và laterit hoá. Nhóm đá trầm tích bờ rời có các đặc trưng biến dạng và độ bền là loại thấp nhất. Do vậy, các tai biến địa chất có điều kiện thuận lợi nhất để phát triển như xói lở đất, sạt lở đất, trượt lở đất, xói ngầm, lũ quét, lũ bùn đá, v.v.

Tóm lại, trên cơ sở tổng hợp các tài liệu hiện có về địa chất thạch học, vỏ phong hoá và địa chất công trình có thể nhận định như sau:

- 1) Khu vực miền núi phía bắc Việt Nam có những đặc điểm địa chất thạch học rất phong phú và đa dạng. Tương ứng với chúng là các quá trình phong hoá xảy ra cũng rất phức tạp. Do vậy, các điều kiện địa chất công trình cũng như những quá trình địa chất động lực công trình cũng diễn biến phức tạp trong từng nhóm địa chất thạch học cũng như từng kiểu vỏ phong hoá.
- 2) Trong vùng nghiên cứu gồm 8 nhóm địa chất thạch học có những đặc trưng khác nhau về điều kiện thành tạo, về tuổi và về thành phần đất đá. Nhưng trong chúng chỉ xảy ra một số kiểu vỏ phong hoá chủ yếu như saprolit, alferit, ferosialit. Cũng đồng thời các quá trình địa chất động lực công trình có khả năng trở thành tai biến chủ yếu diễn ra chỉ trên một số loại địa chất thạch học chính.
- 3) Các tai biến thiên nhiên (đặc biệt là các tai biến địa chất) xảy ra chủ yếu trên những đất đá phong hoá ở mức độ mạnh mẽ và trung bình, vỏ phong hoá có chiều dày lớn. Trong đó phải kể đến các nhóm đá biến chất và các trầm tích bờ rời hoặc gắn kết yếu, v.v.

Liên kết hiện trạng tai biến nứt trượt đất ở vùng nghiên cứu cho thấy, ở vùng Đông Bắc phân lớn các điểm tai biến nứt trượt đất phát triển trong vùng phân bố các nhóm đá được đánh giá có mức độ phong hoá mạnh như nứt sụt đất vùng duyên hải (hình 52), nứt trượt đất trong phạm vi đới Sông Hồng trong các trầm tích Kainozoi bờ rời (nhóm 8); nứt trượt đất ở Hà Giang, Lào Cai chủ yếu xảy ra trong phạm vi phân bố các nhóm đá 6 và 7. Số còn lại ở vùng Đông Bắc phổ biến xảy ra trong nhóm đá phong hoá trung bình (nhóm 5).

ở vùng Tây Bắc bức tranh lại khác, nhiều điểm tai biến nứt trượt lại xảy ra trong phạm vi các vùng đất đá phong hoá trung bình thuộc nhóm 3 và nhóm 5, không ít điểm nứt trượt xảy ra ngay trong vùng đất đá được đánh giá có mức độ phong hoá thấp là nhóm 1 và 2. Như vậy, ở vùng Đông Bắc tai biến nứt trượt đất có quan hệ chặt chẽ hơn với đặc điểm phân bố thạch học, còn ở vùng Tây Bắc quan hệ này lỏng lẻo hơn.

Theo mức độ phong hoá và thành phần đất đá bề mặt mặc dù chưa được đánh giá ở mức chi tiết ta tạm chia đất đá vùng nghiên cứu thành 3 cấp: cấp 3 bao gồm đất đá thuộc các nhóm 6, 7 và 8 có độ bền vững kém hơn cả; cấp 2 là đất đá thuộc các nhóm 3, 4 và 5 có cấp độ bền vững trung bình; cấp 1 gồm đất đá các nhóm 1 và 2 tương đối bền vững với các tác động bên ngoài.

1.6. Đặc điểm phân bố mật độ sông suối:

Trong chương I ta cũng đã mô tả khái quát mạng lưới sông suối vùng nghiên cứu. Phân bố của chúng phản ánh mức độ phân cắt bề mặt địa hình, nhiều nơi sông suối như là dấu hiệu của tồn tại đứt gãy, bởi vậy yếu tố này ít nhiều cũng có những ảnh hưởng nhất định đến quá trình hình thành và phát sinh tai biến nứt sụt đất. Ở những vùng mạng lưới sông suối phát triển mạnh lại có độ dốc sườn lớn thường hiện tượng trượt lở, xói mòn cũng gia tăng, khả năng xảy ra lũ quét càng cao. Nhằm phản ánh mức độ phân bố thưa hay dày của mạng sông suối một cách định lượng hơn người ta thường tính phân bố mật độ của chúng. Giá trị mật độ chính là tổng chiều dài của các đoạn sông suối trên một đơn vị diện tích. Trong vùng nghiên cứu giá trị mật độ được tính cho một đơn vị diện tích là 1 km^2 . Tính toán được thực hiện bằng phần mềm ILWIS 3.0 với số liệu đầu vào là sơ đồ mạng lưới sông suối vùng nghiên cứu trích từ bản đồ địa hình tỉ lệ 1: 50 000.

Kết quả cho thấy, mật độ sông suối trong vùng nghiên cứu thay đổi trong khoảng giá trị từ 0 đến hơn $10\,000 \text{ m/km}^2$ (hình 53). Trong đó vùng có mật độ nhỏ hơn 1000 m/km^2 có tổng diện tích đến $41\,170 \text{ km}^2$, chiếm 40,9% lãnh thổ vùng nghiên cứu. Các vùng thuộc loại này phân bố đan xen với các vùng có giá trị mật độ khác tại khắp mọi nơi, trong đó có một số nơi khoảng giá trị mật độ này cũng tạo thành những vùng có diện tích khá lớn. Vùng lớn nhất chạy dài theo phương tây bắc - đông nam song song với hệ thống Sông Đà, chiếm phần lãnh thổ phía đông tỉnh Lai Châu, Điện Biên, phần trung tâm tỉnh Sơn La và tây nam tỉnh Hoà Bình. Trong vùng Đông Bắc thì các nơi có mật độ sông suối thấp như trên tạo thành những vùng có diện tích lớn phân bố chủ yếu ở các tỉnh Lạng Sơn, Cao Bằng, Hà Giang, Tuyên Quang và Bắc Cạn. Các vùng này thường có hình dạng tương đối đẳng thước với bán kính từ 7 – 12 km. Diện tích còn lại là các vùng kích thước nhỏ đan xen vào các vùng có giá trị mật độ cao hơn và phân bố tương đối đều trên lãnh thổ vùng nghiên cứu.

Khoảng giá trị mật độ từ $1000 - 2500 \text{ m/km}^2$ chiếm 24,4% lãnh thổ, với tổng diện tích đạt $24\,450 \text{ km}^2$. Khoảng giá trị mật độ này không tạo thành các vùng có diện tích lớn mà chỉ bao gồm các vùng nhỏ đan xen vào các vùng có giá trị mật độ cao hơn hoặc thấp hơn.

Các vùng có giá trị mật độ từ $2500 - 4000 \text{ m/km}^2$ cũng chiếm tổng diện tích rộng lớn chỉ sau vùng có giá trị mật độ $< 1000 \text{ m/km}^2$, đạt đến $32\,450 \text{ km}^2$, tức 32,3% tổng diện tích vùng nghiên cứu. Loại vùng này phần lớn gồm các vùng nhỏ phân bố tương đối đều trên lãnh thổ vùng nghiên cứu. Theo thống kê thì một tỉ lệ lớn các điểm tai biến nứt trượt đất xảy ra trong vùng nghiên cứu phân bố trong phạm vi các vùng có giá trị mật độ từ $1000 - 4000 \text{ m/km}^2$. Các giá trị mật độ sông suối cao hơn chiếm một tỉ lệ nhỏ trong vùng nghiên cứu, trong đó khoảng giá trị mật độ từ

4000 – 6000 m/km² chiếm 2,2% lãnh thổ, với tổng diện tích là 2176 km², mật độ cao hơn 6000 m/km² chỉ chiếm 0,2% lãnh thổ. Các vùng có mật độ cao như trên chỉ xuất hiện trên những diện tích rất nhỏ. Trên bản đồ phân bố có thể thấy, loại vùng này phân bố nhiều hơn ở các tỉnh Hoà Bình, Phú Thọ, khu vực duyên hải Quảng Ninh và vùng gần biên giới Trung Quốc thuộc địa phận tỉnh Lạng Sơn. Mối quan hệ tương quan giữa tai biến nứt trượt đất với giá trị mật độ sông suối trong thực tế biểu hiện không thật rõ ràng. Dù sao đây cũng là một yếu tố theo bản chất ít nhiều cũng có ảnh hưởng đến quá trình hình thành và phát sinh tai biến nứt trượt đất.

1.7. Đặc điểm sườn dốc địa hình:

Cũng như các yếu tố ngoại sinh khác, sườn dốc không phải là nguyên nhân cội nguồn của tai biến nứt sụt đất có nguồn gốc nội sinh, nhưng nó lại có vai trò thúc đẩy. Trong thực tế, ở những vùng đất đá có mức độ phá huỷ như nhau nhưng tại nơi sườn dốc lớn trượt lở thường xảy ra trước. Đáng lưu ý là những vùng có các hoạt động đứt gãy thì sườn dốc còn như một yếu tố khuếch đại các hoạt động này. Đương nhiên nếu không có sườn dốc thì cũng không có trượt lở. Như vậy, sườn dốc vẫn có thể coi là yếu tố ít nhiều tham gia vào quá trình tai biến nứt trượt đất, cho dù các hiện tượng này có nguồn gốc nội sinh.

Theo bản đồ phân bố sườn dốc được tính toán bởi Viện Quy hoạch rừng thì lãnh thổ vùng nghiên cứu có đến 48,1% tổng diện tích có sườn dốc tương đối nhỏ, từ 0 – 8⁰, tức chiếm 48410 km² (hình 54). Các vùng này phân bố thành các diện tích khá lớn dọc theo lưu vực Sông Hồng, Sông Đà, vùng gò đồi và đồng bằng thuộc các tỉnh Thái Nguyên, Bắc Giang và vùng duyên hải Quảng Ninh. Ngoài các vùng lớn như trên, giá trị sườn dốc nhỏ còn gặp ở các vùng phân bố các trũng Đệ Tứ giữa núi, các vùng sơn nguyên phân bố rải rác ở hầu như tất cả các tỉnh trong vùng miền núi phía bắc. Đáng lưu ý là một khối lượng lớn các điểm xảy ra tai biến nứt trượt đất đã xảy ra trong vùng có sườn dốc giá trị nhỏ này. Trong đó, nhiều điểm thuộc vùng duyên hải Quảng Ninh, vùng Hoà Bình, Sơn La, khu vực Điện Biên và dọc đối Sông Hồng và Phong Thổ – Than Uyên v.v...

Tổng diện tích lớn thứ 2 là các vùng có độ dốc thay đổi từ 25 – 35⁰, chiếm 20,5% lãnh thổ, tức khoảng 20 590 km². Chúng phân bố tương đối nhiều trên diện tích các tỉnh: Yên Bái, Lào Cai, Lai Châu, Cao Bằng, Bắc Cạn. Các tỉnh có ít diện tích các vùng có giá trị sườn dốc trong khoảng nêu trên gồm: Bắc Giang, Phú Thọ, Thái Nguyên, Tuyên Quang, Hoà Bình và khu vực Quảng Ninh.

Tương ứng với giá trị sườn dốc >35⁰ trong phạm vi vùng nghiên cứu cũng có tổng diện tích tương đối lớn, đến 10,2% lãnh thổ vùng nghiên cứu. Hầu hết các vùng này đan xen vào các vùng có giá trị sườn dốc nhỏ hơn và không tạo thành các vùng có diện tích lớn. Khối lượng các điểm tai biến nứt trượt đất xảy ra ở vùng nghiên cứu

phân bố trong phạm vi các vùng này cũng đúng thứ 2. Các điểm này xuất hiện rải rác ở các tỉnh thuộc phần phía bắc vùng Đông Bắc và một số tỉnh vùng Tây Bắc. Ngoài các giá trị sườn dốc như vừa nêu, trong vùng nghiên cứu còn một khối lượng không lớn lắm diện tích các vùng có độ dốc từ $8 - 15^{\circ}$ (8911 km^2), vùng từ $15 - 25^{\circ}$ (6555 km^2) và vùng núi đá vôi (5847 km^2). Tổng diện tích các loại vùng nêu trên chiếm số phần trăm tương ứng là: 8,9%, 6,5% và 5,8%. Trong khi các vùng đá vôi ở Tây Bắc phân bố dọc theo một dải phương tây bắc - đông nam, chủ yếu trên địa phận tỉnh Sơn La và Hoà bình thì ở vùng Đông Bắc chúng có hình dạng tương đối đẳng thước, dạng khối phân bố tại các tỉnh: Cao Bằng, Lạng Sơn, Thái Nguyên, Hà Giang. Đối tượng này không tính độ dốc và được coi là yếu tố khá bền vững đối với cả các loại tai biến nứt và trượt lở đất. Theo liên kết hiện trạng tai biến với sườn dốc địa hình vùng nghiên cứu ta thấy, không có mối tương quan thuận giữa hai yếu tố này trong toàn vùng. Tuy nhiên trong những điều kiện nhất định thì yếu tố sườn dốc cũng có vai trò thúc đẩy đáng kể. Có thể thấy, các điểm trượt lở kèm theo nứt ở khu vực Kim Bôi, Mai Châu - Hoà Bình, ở Trùng Khánh, Hạ Lang - Cao Bằng và một số nơi khác phản ánh khá rõ mối quan hệ này.

1.8. Về phân bố lượng mưa trung bình hàng năm:

Chế độ mưa ở vùng miền núi phía bắc bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như: địa hình, thảm thực vật, mạng sông suối v.v... nhưng nhìn chung nó bị chi phối bởi chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa. Theo đó mùa mưa tập trung vào các tháng từ tháng 5 đến tháng 9 hàng năm. Có đến khoảng 80% lượng mưa hàng năm tập trung vào các tháng này. Đặc biệt mưa thường dữ dội nhất vào tháng 7 và tháng 8. Chính đặc điểm vừa nêu mà tai biến nứt trượt đất và lũ quét thường xảy ra ở nhiều điểm trong mùa này. Đề tài không có được thống kê tương quan giữa cường độ và thời gian kéo dài của từng trận mưa với đặc điểm phát sinh các tai biến, nên số liệu sử dụng là sơ đồ phân bố lượng mưa trung bình hàng năm. Cho dù giữa đại lượng này với các tai biến cần nghiên cứu chỉ phản ánh một cách định tính mối liên quan giữa chúng với nhau, nhưng nó cũng ít nhiều tác động đến quá trình phát sinh tai biến.

Theo thống kê thì vùng nghiên cứu theo lượng mưa trung bình hàng năm có thể phân ra làm 4 cấp. Vùng có lượng mưa thấp nhất trung bình 1400 mm/năm chủ yếu tập trung ở khu vực Đông Bắc, gồm phần phía đông Cao Bằng, Bắc Cạn, Lạng Sơn, Bắc Giang, đông tỉnh Thái Nguyên và một phần diện tích tỉnh Quảng Ninh. Nứt đất quan sát được ở Uông Bí, Đông Triều, một số điểm ở Lạng Sơn và đặc biệt là trượt lở, lũ quét và nứt đất qui mô lớn ở Trùng Khánh, Hạ Lang - Cao Bằng năm 2001 đã xảy ra trong vùng thuộc loại này. Trong thực tế tai biến ở Cao Bằng năm 2001 đã xảy ra vào dịp có mưa cường độ lớn kéo dài.

Loại vùng có lượng mưa trung bình 1800 mm/năm phân bố thành dải như: dải Lào Cai – Yên Bái – Phú Thọ – Hoà Bình, dải kinh tuyến Hà Giang - Cao Bằng – Tuyên Quang – Thái Nguyên, dải á vĩ tuyến Sơn La – Điện Biên. Vùng thuộc loại này cũng chiếm một diện tích khá lớn và cũng có nhiều hiện tượng tai biến xảy ra trong phạm vi của nó (hình 55).

Loại vùng có lượng mưa trung bình 2200 mm/năm chủ yếu phân bố ở phần diện tích phía tây vùng nghiên cứu và một phần nhỏ vùng duyên hải tỉnh Quảng Ninh. Các điểm tai biến nứt trượt đất xảy ra trên đối tượng này cũng khá phổ biến ở khu vực Hà Giang và một vài tỉnh vùng Tây Bắc.

Vùng có lượng mưa lớn từ 2600 mm/ năm trở lên chiếm tổng diện tích không lớn. Không gian phân bố chủ yếu tập trung ở địa phận các tỉnh: Hà Giang, Bắc Lai Châu và một vùng nhỏ thuộc tỉnh Sơn La. Đặc biệt lượng mưa có thể đạt đến 5000 – 6000 mm/năm đã ghi nhận được ở Hà Giang. Các điểm tai biến nứt trượt đã xảy ra với mật độ tương đối cao trên đối tượng này ở vùng bắc Lai Châu. Còn ở Hà Giang vùng có mật độ cao về trượt lở, nứt đất ở phía bắc huyện lỵ huyện Bắc Quang cũng đã xảy ra trong vùng có lượng mưa trung bình > 2200 mm/năm trở lên.

Xét về tổng thể cũng khó phân biệt tai biến nứt trượt đất liên quan đến lượng mưa trung bình nào nhiều nhất, có lẽ chúng xảy ra phụ thuộc nhiều hơn vào điều kiện mưa ở từng mùa, thậm chí từng trận cụ thể rõ hơn nhiều so với lượng mưa hàng năm. Do đặc điểm trên nên bản đồ phân bố lượng mưa mặc dù có tính đến nhưng vai trò trọng số sẽ rất thấp trong khi tính toán dự báo phân vùng nguy cơ tai biến nứt sụt đất.

II. TÍNH TOÁN DỰ BÁO PHÂN VÙNG NGUY CƠ NÚT SỤT ĐẤT:

Ở phần trên ta đã xem xét đánh giá mối liên quan giữa hiện trạng nứt trượt đất với các yếu tố tác động thành phần tương đối chi tiết. Trong các thông số liên quan đến tai biến thì nhóm các yếu tố nội sinh, bao gồm: phân bố mạng lưới đứt gãy trẻ và một số tính chất của chúng như: chiều rộng đới động lực, mức độ dập vỡ, đặc điểm hoạt động động đất là những yếu tố có vai trò quan trọng trong nghiên cứu dự báo các vùng có tiềm năng nứt trượt đất do nguyên nhân kiến tạo. Các yếu tố ngoại sinh như: thành phần thạch học, mật độ sông suối, sườn dốc địa hình và lượng mưa trung bình hàng năm ít nhiều cũng có tham gia vào quá trình làm phát sinh tai biến nứt sụt đất, nhưng mức độ tác động của chúng thường nhỏ hơn và phụ thuộc khá nhiều vào điều kiện địa phương ở từng điểm cụ thể.

Từ phân tích tổng hợp các yếu tố nêu trên, xem xét mối liên quan của chúng với hiện tượng tai biến ở vùng nghiên cứu ta cũng có thể hình dung được những vùng nhạy cảm với hiện tượng tai biến. Cách làm này dù sao cũng mang nặng tính định tính. Để có được kết quả dự báo phân vùng mang tính định lượng đã tiến hành

tích hợp không gian các yếu tố tác động thành phần bằng sử dụng phần mềm ILWIS 3.0. Cái khó khăn nhất của việc sử dụng phương pháp này là làm sao đánh giá được đúng mức vai trò của từng yếu tố đóng góp vào quá trình gây tai biến ở những vùng cụ thể. Công việc này được tiến hành bằng cách phân bổ các giá trị trọng số cho các yếu tố tác động thành phần trên cơ sở bản chất của từng yếu tố, có tính đến điều kiện địa phương. Việc tính toán được thực hiện theo công thức:

$$F(i,j) = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m (w_k(I_{k,j}) * X_l(I_{k,j})) \quad (1)$$

Trong đó, $F(i,j)$ là giá trị kết quả (hiệu ứng tổng cộng) tại điểm có tọa độ (i,j) ; $W(i,j)$ – giá trị trọng số phụ thuộc vào bản chất của các yếu tố tác động thành phần trong mối liên quan với hiện tượng nứt sụt đất; $X(i,j)$ – mang giá trị trọng số phụ thuộc vào điều kiện địa phương của từng yếu tố thành phần.

Việc gán các giá trị W_k được tiến hành theo phân tích bản chất của yếu tố tác động và kinh nghiệm của một số nhà nghiên cứu đã được tổng kết [4]. Các giá trị trọng số gán cho X_L lại chủ yếu dựa trên cơ sở liên kết thống kê mối liên hệ giữa các số liệu khảo sát nghiên cứu về đặc điểm từng yếu tố thành phần với hiện tượng nứt trượt đất ở từng địa phương cụ thể.

Trong trường hợp tính toán dự báo phân vùng nứt sụt đất do nguyên nhân kiến tạo thì phân bố các hệ thống đứt gãy kiến tạo hoạt động trẻ và hiện đại kèm theo một số tính chất động học của chúng đóng vai trò quan trọng hơn cả và đương nhiên được gán giá trị trọng số lớn hơn. Trong báo cáo này thì sơ đồ phân bố các đới ảnh hưởng động lực của đứt gãy tân kiến tạo và hoạt động hiện đại sẽ được gán trọng số lớn nhất. Các sơ đồ như: mật độ lineamen, kiến trúc tân kiến tạo và đặc điểm lan truyền cấp chấn động cực đại do động đất gây ra được gán các giá trị trọng số nhỏ hơn. Trong số các yếu tố ngoại sinh thì đặc điểm phân bố thạch học được gán trọng số có giá trị cao hơn. Trong thực tế thì sơ đồ phân bố thạch học cũng phản ánh được mối tương quan tương đối chặt chẽ hơn với hiện tượng nứt trượt đất ở vùng nghiên cứu so với các yếu tố ngoại sinh khác.

Việc tính toán được tiến hành theo một số phương án trên cơ sở thay đổi giá trị trọng số của một số yếu tố tác động thành phần trong mỗi lần tính. Tuy nhiên, thay đổi trọng số trong mỗi phương án chỉ là thay đổi mức độ tương quan giữa chúng, còn về thứ tự quan trọng vẫn tuân theo nguyên tắc như đã nêu ở trên. Theo đó, sơ đồ phân bố các hệ thống đứt gãy hoạt động trẻ và hiện đại sẽ có giá trị trọng số cao nhất và được gán 9 điểm. Trong bản thân sơ đồ này các hệ thống đứt gãy lại được chia ra làm 4 cấp như đã nêu ở phần trên, trọng số gán cho đới đứt gãy có cấp lớn nhất là 9; tiếp đến đại lượng này giảm dần từng đơn vị theo chiều giảm cấp của đứt gãy đã được phân chia. Các yếu tố tác động thành phần khác như sơ đồ kiến

trúc tân kiến tạo, mật độ lineament, thạch học, sườn dốc địa hình, lượng mưa trung bình/năm được gán các giá trị thấp hơn. Sự phụ thuộc của các yếu tố này vào điều kiện địa phương cũng được thể hiện bằng giá trị các trọng số theo cấp đã phân chia ở phần trên. Điểm tối đa của các yếu tố này trong mối liên quan với điều kiện địa phương không nhất thiết phải là điểm 9.

Kết quả tính toán sau 5 lần thay đổi một số giá trị trọng số ta lựa chọn được phương án tỏ ra phù hợp hơn cả với tình hình thực tế và coi đây là phương án tốt nhất. Điểm gán cho các yếu tố thành phần trong phương án cuối cùng được ghi trong bảng 5.

Bảng 5 : Giá trị trọng số theo bản chất của các yếu tố thành phần.

TT	Nội dung yếu tố tác động	Trọng số
1	Phân bố đối động lực của các hệ thống đứt gãy	9
2	Phân bố mật độ lineament	5
3	Sơ đồ phân bố kiến trúc tân kiến tạo	4
4	Sơ đồ lan truyền cấp chấn động cực đại	5
5	Sơ đồ phân bố thạch học	5
6	Sơ đồ phân bố mật độ sông suối	5
7	Sơ đồ sườn dốc địa hình	4
8	Sơ đồ phân bố lượng mưa trung bình/năm	3

Về sự phụ thuộc của các yếu tố thành phần vào điều kiện địa phương thì giá trị trọng số được gán trong phương án cuối cùng như sau:

- Đối với sơ đồ khoanh vùng động lực của các hệ thống đứt gãy: Các đối động lực cấp 5, cấp có biểu hiện hoạt động mạnh nhất được gán 9 điểm. Các đối có cấp độ nhỏ hơn tiếp theo được gán số điểm giảm dần từng đơn vị theo sự giảm cấp tương ứng.
- Đối với sơ đồ mật độ lineament: Điểm số được gán cho từng khoảng giá trị mật độ đã được phân chia ở phần trên. Trong đó khoảng giá trị lớn nhất $>1,6 \text{ km/km}^2$ được gán 9 điểm; các khoảng giá trị thấp hơn được gán điểm thấp dần từng đơn vị một.
- Sơ đồ kiến trúc tân kiến tạo: Các khối kiến trúc đã được phân thành 5 cấp. Điểm gán cho cấp cao nhất là 8 điểm; các cấp nhỏ hơn tiếp theo được gán giá trị trọng số giảm dần theo mỗi cấp giảm đi 1 đơn vị.
- Sơ đồ lan truyền cấp chấn động cực đại: Sơ đồ này được phân chia thành 3 cấp chủ yếu nên trọng số được gán giá trị 9 điểm cho các vùng có cấp chấn động lan truyền là cấp 8-9, vùng Sông Hồng – 8 điểm; các vùng có cấp lan truyền chấn động cấp 7 được gán 7 điểm; các vùng còn lại được gán 6 điểm.

- Sơ đồ phân bố thạch học: Dựa vào kết quả phân loại theo nhóm đá để ta gán điểm, trong đó nhóm kém bền vững nhất thuộc cấp 3 được gán điểm tối đa là 9 ở hầu hết các địa phương. Tuy nhiên ở một vài nơi đất đá thuộc cấp này cũng được gán cả điểm 8, như khu vực dọc đê sông Hồng và một số địa phương thuộc tỉnh Hà Giang. Các nhóm đất đá thuộc 2 cấp còn lại là cấp 2 và cấp 1 lần lượt được gán giá trị trọng số 7 điểm và 6 điểm tương ứng.

- Sơ đồ sườn dốc địa hình: Cũng như sơ đồ mật độ lineament, sơ đồ sườn dốc địa hình được phân thành 5 cấp theo các khoảng giá trị tương ứng là: cấp 1 – từ $0 - 8^{\circ}$, cấp 2 – từ $8 - 15^{\circ}$, cấp 3 – từ $15 - 25^{\circ}$, cấp 4 – từ $25 - 35^{\circ}$ và cấp 5 là vùng có sườn dốc $>35^{\circ}$. Điểm tối đa gán cho vùng có sườn dốc thuộc loại cấp 5 là điểm 9. Các cấp nhỏ hơn tiếp theo được gán giá trị giảm dần từng đơn vị theo thứ tự giảm dần của cấp sườn dốc.

- Sơ đồ phân bố lượng mưa trung bình hàng năm: Mặc dù phân bố lượng mưa trung bình hàng năm qua liên kết số liệu phản ánh quan hệ khá lỏng lẻo với hiện trạng tai biến nứt sụt đất nhưng dù sao yếu tố này ít nhiều cũng có ảnh hưởng và cũng được sử dụng tính toán tích hợp với giá trị trọng số nhỏ hơn. Bản thân sơ đồ này đã được phân thành 4 cấp theo lượng mưa trung bình/năm. Trong đó các vùng thuộc loại cấp 4 được gán 9 điểm và các vùng thuộc cấp nhỏ hơn tiếp theo được gán điểm giảm dần theo chiều giảm cấp đã phân chia.

- Sơ đồ mật độ sông suối: Đặc điểm phân bố mật độ sông suối phản ánh mối quan hệ với hiện trạng tai biến mặc dù không được chặt chẽ lắm nhưng cũng tốt hơn so với sơ đồ phân bố lượng mưa. Điểm gán cho các vùng có giá trị mật độ lớn hơn 6000 m/km^2 là 9 điểm; các vùng có khoảng giá trị từ $4000 - 6000 \text{ m/km}^2$, các vùng có khoảng giá trị từ $2500 - 4000 \text{ m/km}^2$ là 7 điểm, khoảng giá trị từ $1000 - 2500 \text{ m/km}^2$ được gán 6 điểm và phần diện tích còn lại là 5 điểm.

Sơ đồ dự báo phân vùng nguy cơ nứt sụt đất nhận được sau khi sử dụng các thông số như vừa nêu phản ánh tương đối phù hợp với hiện trạng tai biến xảy ra trong vùng nghiên cứu. Giá trị của hàm số dự báo $F(i,j)$ thay đổi trong khoảng từ 145 đến 375. Có thể chia lãnh thổ vùng nghiên cứu thành các vùng có cấp độ khác nhau về tiềm năng xảy ra tai biến nứt trượt đất. Theo kinh nghiệm của các nhà nghiên cứu, liên kết sơ đồ kết quả với hiện trạng tai biến và các yếu tố khác ta chia khoảng giá trị biến thiên của hàm $F(i,j)$ thành 5 cấp theo các khoảng giá trị, trong đó giữa 2 cấp liên tiếp khác nhau một khoảng giá trị là:

$$\Delta F = (F_{\max} - F_{\min})/5 = (375 - 145)/5 = 45 \quad (2)$$

Sau khi liên kết với hiện trạng tai biến ta tạm chia nguy cơ xảy ra tai biến làm 5 cấp, trên cơ sở kết quả tính toán theo công thức (2), nhưng có điều chỉnh giá trị

cho phù hợp với hiện trạng tai biến xảy ra. Trong đó, cấp 5 được coi là vùng có nguy cơ nứt trượt đất rất mạnh, có giá trị hàm F từ 350 đến 375. Cấp 4 gồm những vùng có giá trị hàm F thay đổi trong khoảng từ 315 – 350, được coi là vùng có tiềm năng mạnh. Tương tự như vậy cấp 3 bao gồm những vùng đạt giá trị từ 265 đến 315, được xếp vào vùng có tiềm năng nguy cơ trung bình. Vùng có giá trị trong khoảng từ 220 đến 265 gọi là vùng cấp 2 được coi là vùng nguy cơ thấp. Vùng có giá trị < 220 được gọi là vùng cấp 1 thuộc loại tương đối bình ổn.

Có thể thấy, các vùng có nguy cơ nứt sụt đất mạnh đến rất mạnh đều phân bố trong các đới đứt gãy hoạt động nhưng mật độ các vùng thuộc loại này ở vùng Tây Bắc cao hơn hẳn vùng Đông Bắc, (hình 56). Trong đó các vùng thuộc loại rất mạnh chỉ chiếm tổng diện tích nhỏ, khoảng 543,5 km² (0,54% diện tích vùng nghiên cứu). Các vùng này chỉ quan sát thấy dưới dạng các diện tích nhỏ nhiều nhất nằm trong các đới đứt gãy: Lai Châu - Điện Biên, Sông Đà, Mường La – Chợ Bờ, Sơn La – Bể Sơn. Một phần nhỏ phân bố trong các đới đứt gãy: Sông Hồng, Sông Chảy, Sốp Cộp, Pắc Ma – Mường Tè và đứt gãy Đường 18.

Các vùng thuộc loại có nguy cơ mạnh chiếm một diện tích đáng kể đến 11 560,4 km² (11,49% diện tích vùng nghiên cứu). Trong đó, dọc theo nhiều đới đứt gãy lớn ở vùng Tây Bắc, phần diện tích được xếp vào loại vùng có tiềm năng mạnh tạo thành các dải khá liên tục và chiếm tỉ lệ diện tích cao so với cả đới là tương đối phổ biến. Các vùng được dự báo có tiềm năng nứt sụt đất mạnh tập trung nhiều nhất trong các đới đứt gãy: Sơn La – Bể Sơn, Sông Đà, Điện Biên – Lai Châu, Mường La – Chợ Bờ. Tiếp theo là đới Bát Xát. Đới này tuy nhỏ nhưng vùng có tiềm năng nứt trượt đất thuộc loại mạnh cũng chiếm một tỉ lệ diện tích đáng kể. Những vùng có tiềm năng mạnh phân bố tương đối liên tục nhưng chiếm tỉ lệ diện tích không lớn lắm so với cả đới là các đứt gãy: Pắc Ma – Mường Tè, Sốp Cộp . Ngoài ra, vùng nguy cơ thuộc loại mạnh còn phân bố rải rác thành các cụm điểm dọc các đới đứt gãy: Sông Mã, Tuần Giáo – Nậm Ty, Sapa – Văn Bàn, Phong Thổ – Than Uyên và Sông Hồng - Sông Chảy. Các đới đứt gãy có phần diện tích thuộc loại vùng có nguy cơ mạnh chiếm tỉ lệ diện tích nhỏ hơn nữa gồm các đới: Sìn Thầu – Mường Nhé, Tà Moi, Bát Bạt – Hoà Bình và Nghĩa Lộ – Ninh Bình.

ở vùng Đông Bắc thì vùng được dự báo có nguy cơ nứt trượt đất mạnh chiếm tổng diện tích nhỏ hơn nhiều so với vùng Tây Bắc. Chúng phân bố rải rác thành các cụm điểm dọc theo các đới đứt gãy: Sông Đáy, Yên Minh – Phú Lương, Sông Lô, Cao Bằng – Tiên Yên. Riêng dọc theo các đới đứt gãy vòng cung vùng duyên hải thì vùng có nguy cơ mạnh được phản ánh tập trung hơn vào một số khu vực như tây nam tỉnh Thái Nguyên, vùng Sơn Dương, Lý Xá thuộc tỉnh Quảng Ninh. Khác với khu vực Tây Bắc, các vùng được dự báo có nguy cơ nứt trượt đất thuộc loại mạnh ở đây thường không tạo thành các dải liên tục dọc theo đới đứt gãy mà bị ngắt quãng

thành nhiều đoạn rời rạc. Trong đó, dọc các đới đứt gãy vòng cung duyên hải vùng có nguy cơ thuộc loại mạnh được phản ánh rõ nét hơn các đới còn lại. Đới có tỉ lệ thấp nhất chứa vùng thuộc loại nguy cơ mạnh có lẽ là đới đứt gãy Sông Thương, Võ Nhai – Thạch An và sông Bắc Vọng.

Các vùng có nguy cơ nứt trượt đất vào loại trung bình phân bố khá nhiều trong các diện tích còn lại thuộc phạm vi đới động lực của các đứt gãy lớn hoạt động trong vùng nghiên cứu, chúng còn phân bố rộng hơn ra ngoài đới động lực của các đứt gãy. Tổng diện tích các vùng thuộc loại này đạt đến 29 107,3 km² (28,93% diện tích vùng nghiên cứu). ở vùng Tây Bắc thì các vùng nguy cơ trung bình nằm ngoài phạm vi đới động lực của các đới đứt gãy quan sát được rõ nhất là phần lãnh thổ nằm kẹp giữa đới đứt gãy Phong Thổ – Than Uyên và đới đứt gãy Mường La – Chợ Bờ, Phong Thổ – Than Uyên và Sông Đà. Chúng gồm một phần diện tích khu vực ranh giới 2 tỉnh Yên Bái và Sơn La và khu vực ranh giới giữa Lào Cai và Lai Châu. Phần diện tích thứ hai phản ánh khá rõ đặc điểm này là khu vực quanh đới đứt gãy Pắc Ma – Mường Tè thuộc tỉnh Lai Châu. ở vùng Đông Bắc thì vùng nguy cơ trung bình nằm ngoài phạm vi đới động lực của các đới đứt gãy chính chiếm diện tích không nhiều và chúng thường phân tán thành các cụm điểm rời rạc tại các khu vực quanh đới động lực đứt gãy lớn. Bức tranh này được phản ánh khá rõ bằng các cụm điểm xung quanh đới đứt gãy Yên Minh – Phú Lương, đới đứt gãy Sông Đáy tại khu vực tỉnh Cao Bằng và Hà Giang.

Mặc dù một số diện tích như vừa nêu trên không nằm trong phạm vi đới động lực của một số đứt gãy chính, nhưng khi liên kết với sơ đồ đứt gãy chi tiết hơn thì các vùng này vẫn rơi vào khu vực ảnh hưởng của các đứt gãy nhỏ. Tuy sơ đồ đứt gãy chi tiết này không đưa vào sử dụng tính toán nhưng phân bố của chúng lại được thể hiện qua sơ đồ phân bố mật độ lineament, vì vậy phần nào chúng cũng được phản ánh trong sơ đồ kết quả.

Riêng trong phạm vi khối kiến trúc Tây Côn Lĩnh thuộc phần tây bắc tỉnh Hà Giang cũng có một số diện tích tạo thành các dải vòng cung được phản ánh bằng vùng có tiềm năng nứt trượt đất trung bình. Điều này cũng khó giải thích bằng sử dụng các yếu tố liên quan đến nguồn gốc nội sinh. Tuy nhiên, nhiều yếu tố khác như thành phần vật chất kém bền vững, mật độ sông suối cao, tốc độ chuyển động thẳng đứng lớn là nguyên nhân làm cho vùng này trở thành vùng có nguy cơ trung bình trong kết quả tính toán. Các liên kết tiếp theo với hiện tượng tai biến cần thận trọng và nên đặt vùng này riêng trong các liên kết.

Các vùng được xếp vào loại có nguy cơ ít phần lớn không nằm trong bản thân các đới đứt gãy. Chúng có tổng diện tích lớn nhất đến 54 783,8 km² , chiếm 54,45% lãnh thổ vùng nghiên cứu. Các vùng loại này ở phần Tây Bắc thường phân bố thành những dải chạy dài theo phương tây bắc - đông nam, còn ở phần Đông Bắc chúng

thường là những vùng có diện tích lớn. Tổng diện tích của chúng ở vùng Đông Bắc cũng lớn hơn ở vùng Tây Bắc.

Loại vùng cuối cùng được xếp vào loại bình ổn chỉ chiếm tổng diện tích nhỏ 4618,1 km² (4,59% tổng diện tích vùng nghiên cứu). Chúng gồm những vùng nhỏ phân bố chủ yếu, rải rác ở các tỉnh thuộc vùng Đông Bắc như: Bắc Giang, Lạng Sơn, Cao Bằng, Bắc Cạn, Thái Nguyên, Hà Giang. ở các tỉnh vùng Tây Bắc và đới Sông Hồng vùng thuộc loại này chiếm tổng diện tích không đáng kể. Chúng chỉ bắt gặp những diện tích nhỏ phân bố rải rác ở tỉnh Phú Thọ, Yên Bái, Hoà Bình và Lào Cai.

Qua liên kết tài liệu về hiện trạng nứt trượt đất với sơ đồ dự báo phân vùng thấy rằng, Hầu hết các điểm nứt trượt đất đã xảy ra trong các vùng được dự báo có nguy cơ nứt trượt từ trung bình trở lên. Trong đó chúng xảy ra nhiều hơn ở các vùng có nguy cơ mạnh. Điều này cho thấy, sơ đồ dự báo phân vùng về cơ bản phản ánh khá phù hợp với hiện trạng tai biến ở vùng nghiên cứu. Tuy vậy cũng còn một số rất ít điểm nằm ngoài phạm vi các vùng có tiềm năng từ trung bình trở lên. Điều này nhắc chúng ta rằng, số liệu đầu vào cũng còn những khía cạnh chưa phản ánh thật đầy đủ và thoả đáng thực trạng vùng nghiên cứu, mặt khác kinh nghiệm gán các trọng số cũng cần được xem xét. Trong thực tế các yếu tố thành phần như đã nêu ở phần trên cũng còn nhiều khía cạnh giải quyết chưa thật thoả đáng, chẳng hạn các hệ thống đứt gãy sử dụng trong nghiên cứu này chỉ mới gồm các đới đứt gãy chính, đặc điểm phân bố thạch học cũng chỉ được đánh giá trên cơ sở tổng hợp các tài liệu hiện có cũng không hẳn đủ độ chi tiết v.v... ở vùng Tây Bắc số điểm nứt trượt đất quan sát được nằm ngoài phạm vi các vùng nguy cơ trung bình trở lên gồm một vài điểm thuộc xã Tân Minh - Đà Bắc, khu vực Bản Văn - Mai Châu, khu vực đèo Chông Mâm - Kim Bôi - tỉnh Hoà Bình. Trong thực tế khi khảo sát chi tiết ở các điểm này đều phát hiện được các đới phá huỷ kiến tạo liên quan đến đứt gãy kích thước nhỏ. Các đứt gãy này không được phản ánh đầy đủ trong sơ đồ các đới động lực đứt gãy chính nên kết quả tính toán cũng có những điểm không thật phù hợp với hiện trạng. Cũng tương tự như vậy với một số ít điểm nứt trượt tại khu vực Bảo Thắng (Lào Cai), khu vực Huổi Luyện (Hàm Yên, Tuyên Quang) và một số điểm ở Hạ Lang và Trùng Khánh (Cao Bằng).

Mặc dù còn mặt này, mặt khác cần được xem xét và khảo sát nghiên cứu bổ sung, kể cả các yếu tố tác động thành phần, lẫn cách cho điểm tính toán dự báo phân vùng nhưng sơ đồ kết quả qua đối sánh cũng cho được bức tranh tương đối phù hợp với tình hình xảy ra tai biến trong thực tế. Đây cũng có thể coi là một trong những cơ sở để đánh giá độ tin cậy và giá trị ứng dụng của sơ đồ kết quả.

III. MỘT SỐ KIẾN NGHỊ VỀ GIẢI PHÁP GIẢM NHẸ THIẾT HẠI:

Hiện cũng có nhiều giải pháp được áp dụng cho phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do các thiên tai địa chất gây nên. Việc lựa chọn giải pháp nào cho thích hợp còn tùy thuộc vào các điều kiện cụ thể nơi xảy ra tai biến và nguồn tài liệu khảo sát nghiên cứu là cơ sở khoa học cho đề xuất các giải pháp. Trong số các giải pháp thì giải pháp qui hoạch khai thác hợp lý lãnh thổ cũng đóng một vai trò quan trọng. Đi đôi với giải pháp này thường phải kết hợp với các giải pháp quản lý xã hội, tuyên truyền cho dân tích cực tham gia ủng hộ giải pháp qui hoạch lãnh thổ. Ngoài ra, ở những vùng cụ thể đã xảy ra tai biến thì giải pháp theo dõi diễn biến và cảnh báo cũng rất cần thiết, còn giải pháp công trình có vai trò quan trọng trong khắc phục hậu quả tai biến cũng như chọn các giải pháp công trình trong xây dựng theo qui hoạch có cơ sở khoa học cũng là những biện pháp giảm nhẹ hữu hiệu thiệt hại có thể gây ra bởi các tai biến địa chất.

3.1. Giải pháp qui hoạch:

Có thể thấy hiện tượng tai biến địa chất ở tỉnh Hoà Bình xảy ra trong một số năm qua mặc dù chưa có những thiệt hại thật nghiêm trọng nhưng diễn biến cũng khá phức tạp.

Hầu hết các dạng tai biến nứt sụt và trượt lở đất có qui mô lớn đều xảy ra trong phạm vi ảnh hưởng của các đới đứt gãy hoạt động. Trên cơ sở đánh giá tổng hợp và tính toán một cách định lượng, cho dù một số yếu tố thành phần sử dụng trong tính toán vẫn cần được tiếp tục khảo sát nghiên cứu tiếp, nhưng những kết quả dự báo khoanh vùng như trình bày ở phần trên vẫn có cơ sở khoa học để tin cậy. Bởi vậy giải pháp tổng thể cho vùng nghiên cứu có thể coi giải pháp qui hoạch khai thác lãnh thổ có tầm quan trọng đặc biệt trong phát triển kinh tế - xã hội trước mắt và lâu dài. Cách khoanh vùng dự báo như trên cũng chỉ mới mang tính khái quát cho toàn vùng. Cách gán điểm cho các yếu tố liên quan đến tai biến cũng chủ yếu là theo kinh nghiệm và cũng chưa có điều kiện để đánh giá thật chi tiết. Chẳng hạn khi nói về tính hoạt động của đứt gãy thì ở mỗi đới ta cũng chỉ cho một giá trị điểm chung cho cả đới. Trong thực tế tính chất và mức độ hoạt động của các đoạn đứt gãy trong cùng một đới có thể khác nhau. Cũng tương tự như vậy trong phân chia độ dốc địa hình thành một số cấp đáp ứng được mục tiêu nghiên cứu cho những vùng tương đối lớn, nhưng cũng chưa đạt đến mức độ chi tiết để có thể áp dụng cho các công trình cụ thể. Các kết quả tính toán cũng cho thấy là ngay trong phạm vi các đới ảnh hưởng của đới đứt gãy hoạt động vẫn có thể tìm được những vùng có độ an toàn tương đối cao. Bởi vậy các sơ đồ khoanh vùng dự báo được xây dựng trong đề tài này mang nặng ý nghĩa định hướng cho qui hoạch tổng thể lãnh thổ của vùng, còn cụ thể cho từng khu vực diện tích nhỏ, các công trình lớn trước khi triển khai xây dựng vẫn cần có bước khảo sát nghiên cứu ở mức độ chi tiết hơn. Trong trường hợp nếu không sử

dụng được giải pháp qui hoạch thì trước khi áp dụng giải pháp công trình cũng cần có nghiên cứu đánh giá chi tiết cho từng trường hợp cụ thể. Các giải pháp qui hoạch nói chung là nên tránh xây dựng các công trình trong những vùng có nhiều dấu hiệu về nguy cơ tai biến địa chất đến mức nguy hiểm. Các sơ đồ dự báo khoanh vùng thiên tai nứt và trượt lở đất như trên có thể sử dụng định hướng cho công tác này. Đối với những vùng đã xảy ra trượt lở và nứt đất với qui mô lớn, địa phương nên thường xuyên phối hợp với các ngành theo dõi diễn biến, trong những trường hợp khẩn cấp cần sơ tán dân khỏi khu vực nguy hiểm, đồng thời báo cáo kịp thời với các cơ quan chức năng để tìm biện pháp xử lý tiếp.

3.2. Một số giải pháp cụ thể đối với các tai biến địa chất xảy ra trong những năm vừa qua:

Thật khó có thể có được những giải pháp cụ thể và hiệu quả cho khắc phục hậu quả và ổn định lâu dài cho những nơi đã từng xảy ra tai biến trong vùng nghiên cứu, bởi công việc này đòi hỏi phải có bước khảo sát nghiên cứu chi tiết và toàn diện các yếu tố liên quan đến hiện tượng này tại tất cả các điểm, điều mà không thể làm được trong đề tài. Mặc dù vậy, theo các kết quả khảo sát nghiên cứu nhận được ta cũng có thể nêu một số kiến nghị như là định hướng cho các giải pháp đối với một số điểm có nhiều ý nghĩa kinh tế – xã hội tại các tỉnh.

3.2.1. Tỉnh Lai Châu:

ở Lai Châu có nhiều điểm trượt lở kèm theo nứt đất với qui mô lớn, nhưng một số điểm có thể gây nhiều bất lợi cho các hoạt động kinh tế – xã hội chủ yếu tập trung khu vực quanh các đường giao thông.

- Điểm nam Bình Lư: Điểm này như đã mô tả ở phần hiện trạng nằm cách ngã ba đường từ Phong Thổ đi Lào Cai khoảng 1 km. Khu vực này trượt lở kèm nứt đã lặp lại nhiều lần gây ách tắc giao thông trong mùa mưa lũ. Vỏ phong hoá nơi xảy ra hiện tượng nứt trượt dày khoảng 10m, sườn dốc tự nhiên khoảng $20 - 25^{\circ}$. Theo kinh nghiệm, điểm trượt lở này có thể gia cố lại taluy, giảm mái dốc, trồng cỏ, tạo đường thoát nước hợp lý có thể làm giảm đáng kể khả năng xảy ra lặp lại.

- Khu vực thị xã Lai Châu: Tại bắc Thị xã Lai Châu và khu vực đèo Hoa các điểm trượt lở kèm nứt có qui mô trung bình. Mái dốc taluy đường khá lớn đến hơn 40° là điều kiện bất lợi cho ổn định sườn. Hai điểm này, giải pháp tạm thời có thể là đánh cấp, bạt mái taluy hạ độ dốc, trồng cỏ và lát đường thoát nước ra khỏi các cung trượt.

- Riêng khu vực Nam Pay đường Quốc lộ chạy dọc theo bờ sông Đà gây sạt lở nhiều, có chỗ đã khoét sâu vào đường. Có lẽ cần phải tìm biện pháp gia cố taluy âm của đoạn đường. Giải pháp cụ thể thế nào thì cần phải có khảo sát đánh giá chi tiết môi trường nền đất tại khu vực sau đó mới đề xuất được giải pháp.

3.2.2. Tỉnh Sơn La:

Tỉnh Sơn La cũng có nhiều điểm nứt trượt lở với qui mô lớn. Các điểm xảy ra dọc các đường giao thông hầu như đều có sự tham gia tích cực của mái dốc ta luy lớn dọc các con đường này, có nơi ta luy có độ dốc đến $50 - 60^{\circ}$. Có thể đề xuất một giải pháp tạm thời chung cho các điểm này là tìm cách bạt mái taluy, giảm độ dốc, tạo đường thoát nước tốt và trồng cây, cỏ tăng độ che phủ. Biện pháp này có thể áp dụng cho các điểm tai biến xảy ra dọc đường từ nam đèo Pha Đin đi Chiềng Cọ, đường từ Mộc Châu đi cửa khẩu Pa Háng.

Tại các điểm xảy ra nứt trượt đất dọc tuyến đường Mường Bú – Mường Chùm – Mai Sơn do đường giao thông chạy ngay trên một số lưỡi trượt, đất đá một số nơi bị chảy nhão, khoét sâu xuống đường, nguy cơ trượt lở tiếp cao. Có lẽ nên vét hết vùng chứa bùn nhão trên đỉnh lưỡi trượt, lấp nhét bằng vật liệu ít bị thấm nước và gia cố lại nền đường. Các điểm nằm trong lưỡi trượt có thể khoan vào đá gốc, phụt vữa. Độ dày vỏ phong hoá từ đá vôi ở đây khoảng 10m. Ngoài ra, cần tạo đường thoát nước tốt và lái chúng ra khỏi lưỡi trượt.

Riêng điểm ở tây nam huyện Yên Châu khoảng 7 km sụt lở do đá gốc bị nứt nẻ phá huỷ mạnh, trong khi chiều dày phong hoá từ đá vôi rất mỏng 0,5 – 1m. Nếu tuyến đường sử dụng nhiều có thể dùng biện pháp phun vữa gắn kết các tầng đất đá lại với nhau và neo các tầng đá có nguy cơ lăn rơi bất cứ lúc nào.

3.2.3. Tỉnh Hoà Bình:

- Điểm trượt lở ở Suối Láo có qui mô lớn lại nằm trên đường giao thông quan trọng thông sang tỉnh Phú Thọ. Nguyên nhân trực tiếp gây trượt lở như đã nói ở trên là do sườn dốc lớn, đất đá bề mặt phong hoá triệt để bờ rời, dễ thấm nước giảm lực liên kết, tăng trọng lượng của khối đất dễ dàng xảy ra trượt trong mùa mưa lũ. Các hoạt động kiến tạo tuy là nguyên nhân cội nguồn của trượt lở ở đây nhưng lại tham gia gián tiếp. Qua xem xét thực tế thì ở trên tầng đường cao nhất taluy có độ dốc lớn, lại có độ cao chênh lệch nhiều so với tầng đường thứ 2, với góc đổ của mái taluy đến $50 - 60^{\circ}$ hoặc lớn hơn. Có lẽ lòng đường trên tầng cao nhất này cần được di chuyển bằng cách mở rộng vào thân đồi phía trong. Khi đường đã được mở rộng, mái taluy phía trong cần có độ dốc vừa phải ở mức cho phép, cố gắng để trống mặt bằng lề đường bên phía taluy âm, tạo đường thoát nước hợp lý sao cho khi nước chảy không gây phá huỷ lớp đất đá bề mặt. Đối với tầng đường thấp hơn tuy có mái dốc rất lớn nhưng ở một số vị trí do có trượt cổ tạo bậc nên độ dốc ở các khu này cũng giảm do đó tải trọng cũng bị chia cắt. Các khối trượt cổ đã được cố kết lại tương đối ổn định nên ở tầng này có thể khoan đến đá rắn chắc và làm cột chống trượt là tốt nhất. Ngoài ra mái dốc ở một số chỗ cũng cần được giảm và đặc biệt phải có hệ thống thoát nước hợp lý. Các điểm trượt lở còn lại quanh khu vực suối Láo có qui mô nhỏ thì giải pháp chủ yếu là giảm mái dốc bằng san gạt, đánh cấp và tạo đường thoát

nước nhanh và phù hợp với điều kiện cụ thể. Riêng các điểm trượt lở cách xa đường thuộc địa phận xã Tân Minh cũng cần san gạt, giảm độ dốc, tìm đường thoát nước tốt và cố gắng trồng lại các loại cây phát triển nhanh, thân nhỏ.

- Điểm trượt lở tại xã Noong Luông: Tại đây trượt lở lớn bao trùm lên cả 4 tầng đường, độ dốc taluy lại rất lớn, tầng thấp nhất lại nằm bên bờ vực thẳm. Các thành tạo địa chất ở đây lại bao gồm hỗn hợp các tầng đá vôi gắn kết yếu với nhau bằng lớp đất phong hoá mỏng dạng sét liên kết kém nên đặc biệt nguy hiểm vào mùa mưa lũ. Có thể thấy đất đá nằm trong đới đứt gãy bị phá huỷ mạnh mẽ và ở tầng cao nhất còn nhiều tầng đá sần sàng lăn xuống bất kỳ lúc nào, khi có điều kiện thuận lợi. Trong trường hợp như vậy thì nếu tìm được đoạn đường khác thay thế đoạn nguy hiểm này là tốt nhất. Giải pháp trên nếu không có điều kiện thực hiện thì giải pháp công trình áp dụng ở đây cũng khó có khả năng giải quyết triệt để mối nguy hiểm. Tuy nhiên có thể tiến hành dọn sạch các tầng đá ở trên vách tầng đường cao nhất, đang có nguy cơ lăn, đánh cấp, thậm chí xây thành cấp các mái taluy giữa các tầng đường kết hợp với việc tạo hệ thống thoát nước được lái ra khỏi vùng trượt lở; dùng sét ít bị thấm nước lấp nhét các khe hoặc bao ra cả phía ngoài lớp đất liên kết lỏng lẻo giữa các tầng đá. Nếu có điều kiện có thể tiến hành neo một số tầng đá có tiềm năng lăn bất cứ lúc nào vào khối đá rắn chắc hơn; ở những khu vực đập vỡ nhiều có thể khoan phụt vữa.

- Điểm nứt sứt và trượt lở đất tại Bình Hẻm: Khu vực Bình Hẻm trượt lở đất xảy ra trên đồi, còn nứt sứt đất lại diễn ra ngay trên mặt đường đi. Điểm nứt sứt đất này xảy ra thường xuyên do đường đi qua đới đứt gãy, đất đá bị phá huỷ mạnh mẽ dễ bị thấm nước xuống sâu làm nhão môi trường trong lòng đất gây ra nứt sứt. Giải pháp khắc phục cho đoạn đường này là tạo đường thoát nước tốt cho 2 bên lề đường; riêng chỗ nứt sứt có lẽ cần đào sâu xuống lấy đi lớp đất dễ bị nhão, xây cống móng bè trên đệm cát với đường thoát nước xuống taluy âm có độ dốc vừa phải. Đối với các điểm trượt lở và nứt đất trên sườn đồi cần san gạt, đánh cấp giảm độ dốc sườn và tạo đường thoát nước tốt; cố gắng lái đường thoát nước ra khỏi các vết nứt đang có nguy cơ mở rộng do xói; các vết nứt nhỏ cần được lấp nhét bằng sét ít bị thấm nước.

- Điểm sạt lở khu vực đèo Chồng Mâm: Mặc dù đây là điểm trượt lở kèm theo sụt khá lớn dài đến 50 - 60 m dọc taluy dương nhưng mái dốc cũng không cao hơn 10 m. Tại đây cũng đã xác nhận là đất đá bị phá huỷ mạnh do đới đứt gãy nằm đúng vị trí này. Giải pháp cho khối trượt lở ở đây có thể là bạt mái taluy giảm bớt độ dốc, đánh cấp sườn và tạo đường thoát nước hợp lý, có thể đắp thêm một khối lượng đất sét ít bị thấm nước vào khu vực đá phiến sét bị đập vỡ mạnh.

- Điểm trượt lở tại dốc Cun: Đất đá tại điểm trượt lở này bị bờ rời rất dễ bị thấm nước. Muốn giảm khả năng trượt lở giải pháp có lẽ cũng như đối với khu vực đèo Chồng Mâm là bạt mái taluy, đánh cấp giảm độ dốc và tải trọng của sườn, tạo đường thoát nước hợp lý; nếu có thể nên đắp một lớp phủ bằng đất sét ít bị thấm nước lên

mái taluy và trồng các loại cây thân nhỏ chịu hạn tốt. Dưới chân taluy cố gắng xây tường chắn, tường có thể bằng sét để giữ lớp sét đắp phía trên trong trường hợp có biến động.

- Các điểm nứt, trượt tại khu đồi Ông Tượng: Các điểm nứt, trượt ở đây đã được xử lý trong thời gian vài năm qua tương đối tốt. Tuy nhiên ở một vài điểm ngay cả trên mặt đường bê tông ở sườn đồi cũng còn có hiện tượng nứt nhỏ. Các vết nứt này cần được gia cố kịp thời bằng vật liệu như vữa xi măng. Khối trượt phía trên đường bê tông sau khu nhà Tỉnh Ủy vẫn có dấu hiệu dịch chuyển với tốc độ chậm, nếu có điều kiện thì ngay trong khối trượt này khoan một số mũi vào đá gốc làm cột bê tông chống đỡ, trước khi gia cố cột có thể phụt vữa xi măng vào khu vực tiếp giáp giữa đá gốc và mặt trượt. Ngoài ra khu vực này nên thường xuyên theo dõi các biến động đặc biệt, các giải pháp thoát nước từ sườn đồi xuống phải được quan tâm giải quyết triệt để.

- Điểm nứt trượt ở khu vực xóm Mỏ: Tuy điểm này các dấu vết để lại cho đến nay đã khá mờ nhạt, nhưng nứt trượt ở đây có thể xảy ra lặp lại trong những điều kiện thuận lợi. Bởi vậy công tác thường xuyên theo dõi khu đồi và lân cận là một việc làm cần thiết. Giải pháp thoát nước cho cả khu đồi luôn phải được quan tâm đúng mức. Sườn đồi, đặc biệt là khu vực ranh giới giữa đá vôi với đất phong hoá, cố gắng trồng được các loại cây lưu niên làm tăng độ bền của lớp đất mặt và giảm độ thấm nước. Trong trường hợp có vết nứt xuất hiện trở lại phải có biện pháp lấp nhét ngay bằng các vật liệu ít bị thấm.

- Điểm trượt lở taluy đường và nứt đường ở Phúc sạn - Mai Châu: Điểm trượt lở và nứt đường ở đây có qui mô lớn, đã được xử lý bằng cách san gạt đất đá trượt lở và taluy đường được đánh thành 2 cấp giảm độ dốc. Điều đáng quan tâm là vào mùa mưa ngay dọc ranh giới phía trên của khối trượt thường có mạch nước thấm rỉ, bởi vậy cần có biện pháp lái đường thoát nước ra khỏi thân trượt, còn khu vực ranh giới trên của thân trượt cần được lấp nhét bằng các vật liệu ít bị thấm nước. Khu vực taluy âm có thể khoan làm một số cột bê tông chống nứt đường do kích thích của tải trọng.

- Điểm trượt lở đường tại khu vực xã Do Nhân: Điểm sạt lở bờ suối này có qui mô khá lớn, sạt lở gây nứt và sụt bậc rõ rệt. Giải pháp tốt nhất cho điểm tai biến ở đây có lẽ là thay đổi vị trí đường đi. Nếu biện pháp trên không thực hiện được thì có thể tiến hành khoan đổ bê tông một số cột ở khu vực bờ suối, sau đó đắp lại đoạn đường; các vết nứt phải được lấp nhét bằng vật liệu ít bị thấm sau khi khoan phụt vữa vào khu vực nứt. Ngoài ra nên có biện pháp thoát nước bằng cống bê tông móng bè trên đệm cát từ phía lề đường phía chân đồi sang taluy âm của đường ra phía bờ suối.

- Các điểm trượt lở ở khu vực Tòng Đậu, Bản Vần, Dịch Giáo: Các điểm trượt lở vừa nêu trên đều nằm trong vùng có độ dốc lớn lại phân bố hoàn toàn trong phạm vi ảnh

hưởng của các đới đứt gãy hoạt động, đất đá bị phá huỷ mạnh mẽ. Do các khu vực này ảnh hưởng không nhiều đến hoạt động kinh tế - xã hội nên giải pháp khắc phục có thể chủ yếu là bạt, san gạt, đánh cấp taluy đường làm giảm độ dốc và tải trọng của mái dốc, đồng thời tạo hệ thống thoát nước hợp lý. Ở các điểm ngay cạnh đường cố gắng làm cống thoát nước như loại cống đã nêu ở trên và có biện pháp gia cố taluy âm để mỗi khi thoát nước không tạo ra phá huỷ môi trường đất đá xung quanh.

- Hiện tượng đá lăn ở Địch Giáo - Tân Lạc và Phú Lương - Lạc Sơn: Đối với việc phòng tránh đá lăn có lẽ giải pháp tốt nhất là thiết lập hành lang an toàn cho các điểm dân cư và đường giao thông chạy qua. Trong trường hợp không có điều kiện áp dụng giải pháp này thì ở những điểm quan trọng cần cưỡng bức cho lăn một số tầng đá có tiềm năng rơi lớn hoặc có thể tìm giải pháp neo các tầng này vào thân khối đá liền khối. Ngoài ra ở vị trí một số lớp sét giữa các tầng đá có nguy cơ lăn có thể khoan phụt vữa gia cố, lấp nhét bằng vật liệu ít bị thấm nước vào các khe kẽ để giữ độ liên kết.

- Các điểm trượt lở và nứt dọc đường từ thị xã Hoà Bình đi Ngòi Hoa: Mặc dù các yếu tố nội sinh cũng đóng vai trò quan trọng gây ra các điểm trượt lở ở vùng này, bản thân các điểm trượt lở trên hầu hết đều nằm trong đới đứt gãy Mường La - Chợ Bờ, nguyên nhân trực tiếp vẫn là do mái taluy đường khá lớn trong vùng đất đá bờ rời do các hoạt động kiến tạo phá huỷ. Giải pháp cho các điểm này cũng chủ yếu là bạt taluy, đánh cấp sườn làm giảm độ dốc và tải trọng, kết hợp với hệ thống thoát nước tốt. Một số điểm lớn như ở Bình Thanh, Tam Thanh sau khi san gạt, đánh cấp có thể đắp thêm một lớp sét ít bị thấm nước lên mặt, dưới chân taluy nếu được kè chắn thì rất tốt.

- Một số điểm trượt lở, nứt qui mô nhỏ: hầu hết các điểm trượt lở, nứt loại nằm ngoài vùng ảnh hưởng của các đới đứt gãy như điểm trượt lở, nứt ở Lâm Sơn - Lương Sơn, một vài điểm ở xã Tân Minh ngoài phạm vi khu vực Suối Láo, ở khu vực ngoại vi thị trấn Mai Châu, vài điểm trong cụm trượt lở, nứt ở Bình Thanh, Tam Thanh - Kỳ Sơn v.v... các điểm trượt lở, nứt vừa nêu đều do mái dốc taluy lớn. Giải pháp cho các đối tượng này cũng là san gạt giảm mái dốc taluy và thoát nước. Các điểm trượt lở nhỏ khác mặc dù trong phạm vi ảnh hưởng của đới đứt gãy như ở khu vực Mường Khến dọc theo QL 6 cũng có thể áp dụng giải pháp nêu trên.

3.2.4. Tỉnh Lào Cai:

Trong tỉnh Lào Cai thì trượt lở kèm theo nứt đất xảy ra nhiều nhất dọc tuyến đường từ Lào Cai đi Sapa. Tại đây một số điểm qui mô lớn xảy ra lặp lại nhiều lần như điểm Móng Sến. Đáng lưu ý là khu vực này vỏ phong hoá khá dày đến hàng chục mét, dễ thấm nước, sườn dốc lớn, lại là khu vực có đứt gãy kiến tạo hoạt động mạnh nên giải pháp gia cố cũng gặp nhiều khó khăn. Trong thực tế thì việc thay đổi tuyến đường cũng rất khó, nên việc xây tường chắn, đánh cấp sườn dốc, xây rãnh

thoát nước, trồng cây cỏ như hiện nay đang tiến hành là phù hợp với hoàn cảnh thực tế. Tuy vậy, cần lưu ý thêm việc gia cố bảo vệ taluy âm, đặc biệt là những nơi nước thoát.

- Tuyến đường cũng gặp nhiều hiện tượng trượt lở kèm nứt nhưng qui mô nhỏ hơn là đường từ Lào Cai đi Bắc Hà. Tại đây giải pháp bạt mái dốc taluy giảm độ dốc, tìm đường thoát nước hợp lý và trồng cây cỏ là phù hợp với hoàn cảnh thực tế hiện nay.

- Riêng khu vực nứt lớn gây trượt tại Tòng Xèng, Cốc San, Bát Xát có lẽ cần phải được khảo sát chi tiết hơn bằng các phương pháp định lượng khoanh vùng chính xác các cấu trúc liên quan đến nứt trượt mới đề xuất được giải pháp thích hợp, kể cả cảnh báo. Trước mắt cần theo dõi diễn biến của nứt trượt và có phương án thích ứng di chuyển dân ra khỏi vùng nguy hiểm khi cần thiết.

3.2.5. Tỉnh Yên Bái:

Một số điểm trượt lở kèm nứt đất ở tỉnh Yên Bái chủ yếu quan sát được hai bên đường giao thông từ Than Uyên đi Thân Thuộc. Độ dốc tự nhiên của các sườn đồi tại đây không lớn, tuy nhiên đất đá phong hoá cấu thành bề mặt gồm: cát, sét pha rất dễ thấm nước trở nên kém bền vững là một trong những yếu tố trực tiếp gây hiện tượng tai biến. Giải pháp trước mắt khắc phục hậu quả là đánh cấp sườn, bạt mái taluy hạ độ dốc ở những nơi cần thiết, tạo đường thoát nước hợp lý và trồng thêm cây cỏ.

ở tỉnh Yên Bái còn có hiện tượng nứt trượt với qui mô lớn tại một số điểm ngay trong địa phận thành phố. Tại đây tỉnh đã đầu tư thích đáng cho đánh cấp sườn đồi, san gạt hạ mái dốc taluy, xây rãnh thoát nước và trồng cây cỏ trên sườn. Hậu quả của nứt trượt ở đây đã được khắc phục, tuy vậy khu vực này vẫn cần thường xuyên phải được theo dõi, tránh để xuất hiện những yếu tố có thể làm gia tăng nguy cơ trượt nứt.

3.2.6. Tỉnh Phú Thọ:

ở tỉnh Phú Thọ không có nhiều điểm tai biến nhưng hiện tượng nứt qui mô lớn trên nền đất bằng phẳng ở xã Ninh Dân – Thanh Ba năm 1999 – 2000 đã gây nứt nhiều nhà cửa của dân. Các biểu hiện liên quan đến nứt như mất nước ở các ao, hồ, ruộng lúa v.v... đã xảy ra. Gần đây, trong tháng 3 năm 2004, nứt đất và nhà cửa lại xảy ra dữ dội ở xã Đồng Xuân – Thanh Ba – Phú Thọ. Để có được giải pháp cụ thể cho điểm nứt này cần phải tiến hành khoanh vùng chi tiết các cấu trúc liên quan đến nứt bằng các phương pháp khảo sát nghiên cứu định lượng. Sau khi có kết quả này có thể tránh xây dựng các công trình kiên cố trong các vùng kém bền vững, hoặc có thể nghiên cứu tìm kết cấu xây dựng thích hợp với điều kiện địa phương.

3.2.7. Tỉnh Tuyên Quang:

Ở Tuyên Quang có 2 khu vực nứt qui mô lớn kéo theo trượt lở là ở Thác Cái và Khuổi Luyện đều thuộc huyện Hàm Yên và nằm trong phạm vi ảnh hưởng của đới Sông Lô. Tại các điểm này vẫn có nguy cơ xuất hiện nứt trượt trở lại. Hai khu vực này cần phải có các khảo sát nghiên cứu chi tiết mới có thể đề xuất được các giải pháp thích hợp. Trước mắt các vùng này vẫn cần được theo dõi, khi xuất hiện các khe nứt cần có giải pháp lấp nhét ngay bằng các vật liệu ít thấm nước. Tại đây cũng cần tạo các đường thoát nước và trồng cây cỏ để giảm bớt khả năng tai biến do lớp phủ.

3.2.8. Tỉnh Lạng Sơn:

Nứt đất khá mạnh đã xảy ra ở khu vực Nà Dương, huyện Lộc Bình, tỉnh Lạng Sơn nằm trong phạm vi ảnh hưởng của đới đứt gãy Cao Bằng - Tiên Yên. Nứt ở đây cũng đã gây hư hỏng một số nhà dân và các cơ quan địa phương. Tại đây muốn có được giải pháp ổn định lâu dài cũng cần được tiến hành khảo sát nghiên cứu chi tiết trước khi đề xuất giải pháp cụ thể.

3.2.9. Tỉnh Cao Bằng:

Ở Cao Bằng thì một số năm gần đây hiện tượng nứt trượt đất cũng gia tăng. Nứt kèm theo trượt ở Nà Lúm, xã Thái Học, huyện Bảo Lâm, ở bản Khiếu, Sơn Lộ, Bảo Lạc và nứt trượt qui mô lớn vào năm 2001 tại hai huyện Hạ Lang và Trùng Khánh. Các biện pháp lấp nhét các vết nứt, san gạt giảm độ dốc sườn, lát đường thoát nước ra khỏi khối trượt và trồng cây cỏ tại các điểm này đã được áp dụng khắc phục hậu quả. Tuy nhiên, hiện tượng tai biến vẫn nhiều khả năng lặp lại tại các điểm nêu trên, việc theo dõi diễn biến của chúng bởi vậy phải duy trì thường xuyên. Trong trường hợp các cụm dân cư gặp nguy hiểm cần được sơ tán kịp thời. Về lâu dài các khu vực này cũng cần được khảo sát chi tiết mới có thể đề xuất các giải pháp thích hợp.

3.2.10. Tỉnh Bắc Cạn và Thái Nguyên:

Nứt sụt đất ở Xuất Hoá - thị xã Bắc Cạn và Na Mao - Phú Cường - Đại Từ - Thái Nguyên đều nằm trong phạm vi ảnh hưởng của đới đứt gãy Yên Minh - Phú Lương. Nứt trượt đã gây hư hỏng một số nhà của dân, phá hoại đường giao thông (một đoạn QL3). Hiện tại đoạn đường tại Xuất Hoá đã được khôi phục. Người ta cũng đã tạo được đường thoát nước hợp lý. Tuy nhiên đoạn này vẫn có khả năng nứt trở lại, cần được theo dõi xử lý kịp thời.

Điểm nứt tại Na Mao có qui mô lớn cũng cần phải theo dõi diễn biến thường xuyên và kịp thời gia cố khi sự cố xuất hiện. Về lâu dài khu vực này cần được khảo sát đánh giá chi tiết, mới đề xuất được giải pháp thích hợp.

3.2.11. Tỉnh Quảng Ninh:

Vùng Đông Triều của Quảng Ninh đã nhiều năm quan sát thấy hiện tượng nứt dũ dới. Một số công trình bị hư hỏng nặng do nứt gây ra vào những năm 80 của thế kỷ trước. Nứt ở khu vực này chịu ảnh hưởng nhiều của các đới đứt gãy vòng cung duyên hải. Điểm nứt ở Điền Xá - Tiên Yên lại thuộc phạm vi ảnh hưởng của đới Cao Bằng – Tiên Yên. Các khu vực này cần được tiến hành khảo sát nghiên cứu về cấu trúc liên quan đến nứt, trên cơ sở đó mới đề xuất được các giải pháp thích hợp ổn định lâu dài.

Như vậy, tình trạng số liệu có được cho đến hiện nay mới chỉ cho phép nêu ra được những giải pháp mang tính định hướng nhiều hơn, kể cả giải pháp qui hoạch lẫn các giải pháp khác. Trong thực tế thì ngay trong vùng được dự báo có nguy cơ cao nếu tiến hành khảo sát nghiên cứu ở mức chi tiết hơn ta cũng sẽ tìm được những diện tích tương đối an toàn. Những giải pháp nêu ra đối với vùng xảy ra tai biến cụ thể như trên cũng chỉ mới thiên về khắc phục hậu quả một cách tạm thời và còn mang nặng tính định tính. Bởi vậy, trong qui hoạch phát triển kinh tế – xã hội, các địa phương có thể sử dụng tài liệu này tham khảo định hướng, nhưng còn đối với một vùng cụ thể trước khi tiến hành bố trí các hạng mục công trình nhất thiết phải tiến hành khảo sát đánh giá chi tiết.

KẾT LUẬN

- Ngoài việc thu thập tổng hợp được khá đầy đủ các tài liệu nghiên cứu về đứt gãy tân kiến tạo, đề tài cũng đã cố gắng tiến hành một khối lượng đáng kể các khảo sát nghiên cứu. Trong đó, các khảo sát địa chất - địa mạo tập trung hơn vào các dấu hiệu hoạt động gần đây của các hệ thống đứt gãy kiến tạo. Đề tài cũng đã tiến hành một khối lượng không nhỏ các đo đạc bằng phương pháp địa vật lý, giúp cho việc khoanh vùng đới động lực của đứt gãy chính xác hơn. Tại nhiều điểm các khảo sát địa vật lý cũng đã xác nhận tai biến nứt sụt đất xảy ra ngay trên các vùng bị phá huỷ trong đới đứt gãy kiến tạo. Các tài liệu nêu trên đã cho phép ta hoàn thiện thêm một bước hướng nghiên cứu các đứt gãy hoạt động vùng miền núi phía Bắc.
- Cho dù ở khía cạnh này hay khía cạnh khác còn có những kết quả có thể gây tranh cãi, chẳng hạn về biên độ và tốc độ dịch chuyển của các đứt gãy trong vùng nghiên cứu, nhưng điều quan trọng là các số liệu tương đối phong phú và đa dạng đều khẳng định tính hoạt động tân kiến tạo và hiện đại của các hệ thống đứt gãy trong vùng nghiên cứu là một hiện thực. Thông qua các kết quả nghiên cứu của đề tài, phân bố không gian của các đới ảnh hưởng động lực được chính xác hoá thêm một bước.
- Mặc dù hiện tượng nứt sụt đất được nghiên cứu liên quan nhiều đến nguồn gốc nội sinh, nhưng hiện tượng này xảy ra ít nhiều cũng có sự tham gia của các yếu tố tác động khác, Bởi vậy đề tài đã cố gắng thu thập tổng hợp và xây dựng một số bản đồ thành phần góp phần đánh giá toàn diện hơn khả năng xuất hiện tai biến nứt sụt đất.

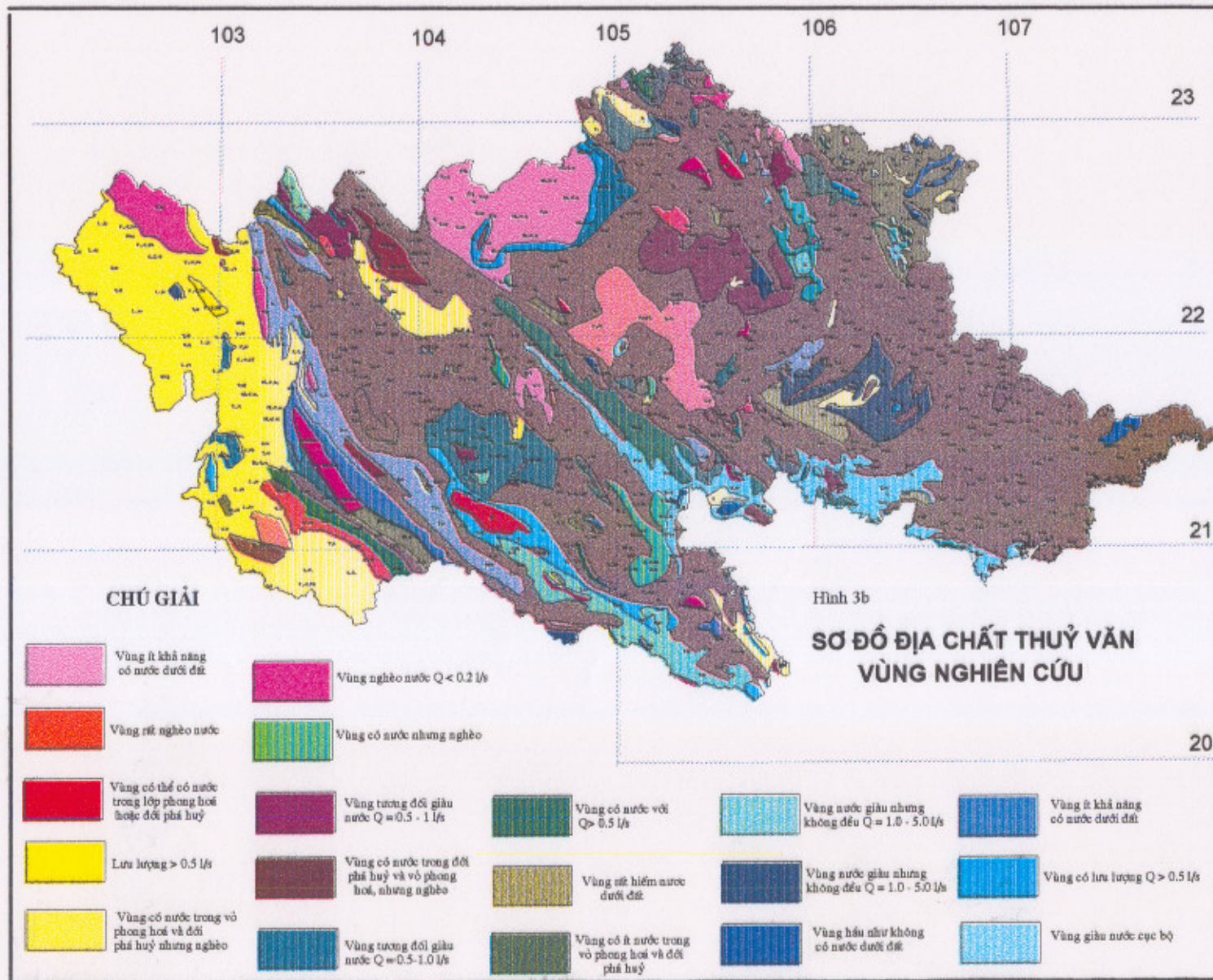
- Việc sử dụng phần mềm ILWIS 3.0 trong tính toán dự báo phân vùng tiềm năng nứt sụt đất trên cơ sở tích hợp các yếu tố thành phần cho phép ta có được kết quả phân vùng mang tính định lượng. Mặc dù các yếu tố tác động thành phần sử dụng trong tính toán cũng còn những khía cạnh cần được nghiên cứu tiếp, nhưng như đã được đánh giá trong đề tài, các kết quả nghiên cứu về chúng vẫn là cơ sở để kết quả có độ tin cậy.
- Sơ đồ dự báo phân vùng nhận được trong kết quả tính toán tỏ ra khá phù hợp với tình hình thực tế, có lẽ vì thế nó cũng có ý nghĩa cho định hướng qui hoạch khai thác hợp lý lãnh thổ vùng nghiên cứu.
- Mặc dù đã có nhiều cố gắng nhưng việc khảo sát nghiên cứu các yếu tố liên quan đến tai biến nứt sụt đất vẫn còn nhiều vấn đề cần được nghiên cứu tiếp. Sơ đồ đứt gãy hoạt động sử dụng trong đề tài cũng mới phản ánh được khái quát phân bố các đới đứt gãy chính trong vùng nghiên cứu. Trong thực tế tại nhiều đới đứt gãy phụ chưa có trong sơ đồ vẫn xảy ra nứt sụt đất, bởi vậy việc tiếp tục chi tiết hoá và hoàn thiện hơn các đánh giá tính chất hoạt động của các hệ thống đứt gãy tuy đòi hỏi chi phí lớn nhưng cũng là rất cần thiết. Tương tự như vậy, một số yếu tố tác động thành phần cũng cần được khảo sát nghiên cứu bổ sung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

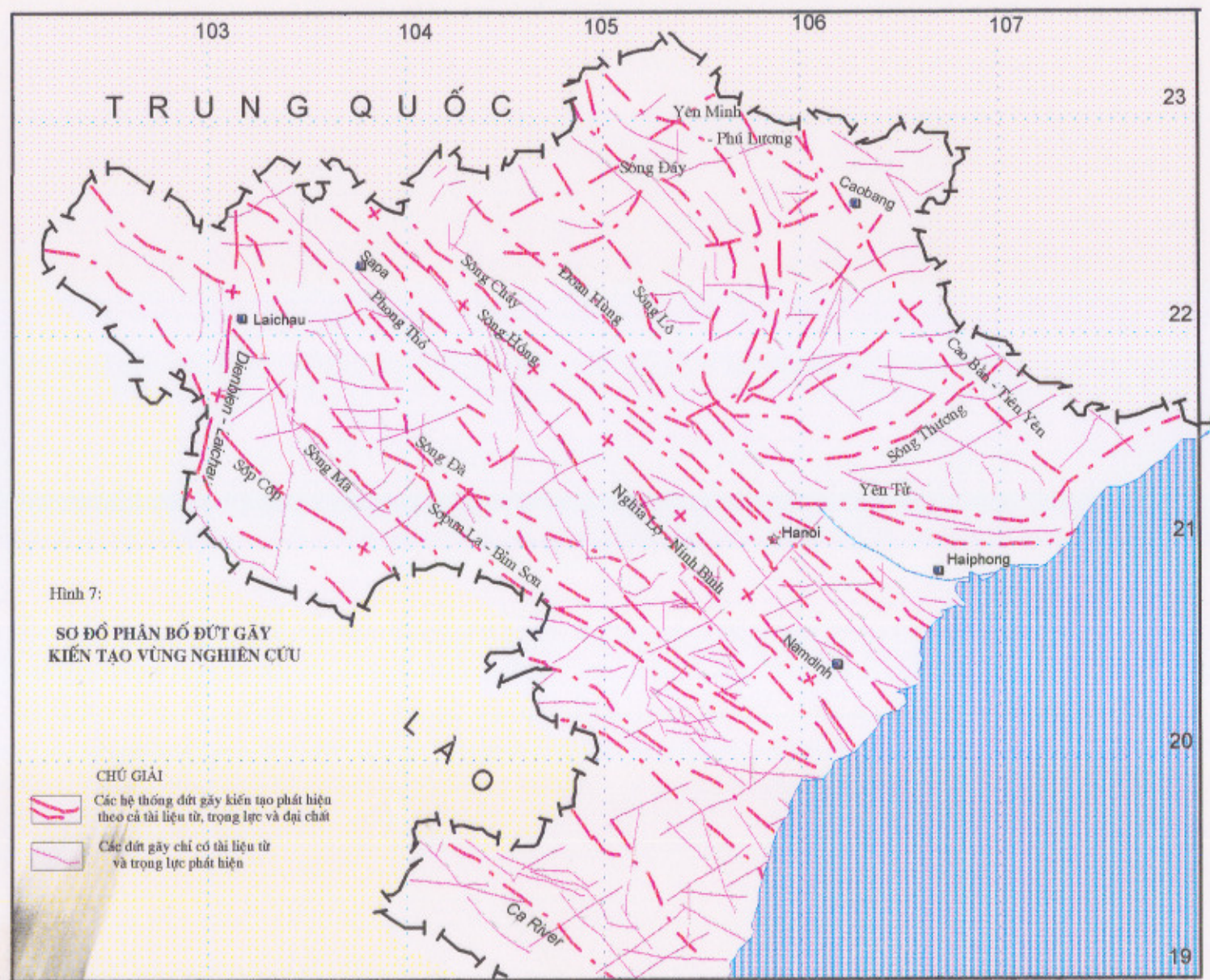
1. Nguyễn Xuân Bao và nnk., 1988 - Bản đồ địa chất Việt Nam tỷ lệ 1:500.000. Xuất bản Tổng cục địa chất Việt Nam.
2. Burman B. C., Peive A. B., 1963. Chuyển động ngang của đứt gãy và các phương pháp nghiên cứu. Trong sách: “Chuyển động ngang vỏ trái đất”, NXB “Nauka” Moscơ va (tiếng Nga).
3. Vũ Văn Chinh, 2002 – Một số đặc điểm đứt gãy tân kiến tạo vùng Đông Bắc Việt Nam. Luận án tiến sĩ Địa chất – 2002.
4. Cornelis J.V. Westen, 1993 - Application of GIS to landslide hazard zonation. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Netherlands.
5. Danhilovich B. N., 1961 - Phương pháp nghiên cứu nứt đất liên quan đến chuyển động của đứt gãy. NXB “Nauka”, Irkursk (tiếng Nga).
6. Đặng Văn Đội và nnk., 2000 - Vỏ phong hoá và trầm tích Đệ Tứ Việt Nam. Xuất bản Cục Địa chất - 2000.
7. Đặng Thanh Hải, 2003 – Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc sâu vỏ Trái đất và phân vùng địa chấn kiến tạo miền Bắc Việt Nam. Luận án Ts. Vật lý – 2003.
8. Trần Trọng Huệ và nnk., 2000 - Nghiên cứu đánh giá hiện tượng trượt lở khu vực mép nước hồ Hoà Bình, kiến nghị một số giải pháp phòng tránh. B/c đề tài cấp TTKHTN&CNQG.

9. Trần Trọng Huệ và nnk, 2000 – Nghiên cứu tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng tránh. Báo cáo đề tài Nhà Nước độc lập 2001.
10. Nguyễn Văn Hùng, 2002 - Một số đặc điểm đứt gãy Tân kiến tạo khu vực Tây Bắc. Luận án tiến sĩ - 2002.
11. John Wiley and Sons, 1986 – Neotectonics. Journal of Crustal Dynamics, Vol. 1
12. Kusmin C. B., 1984. Các chỉ tiêu địa mạo, kiến tạo đánh giá bề rộng đới hoạt động của các đứt gãy. Luận án PTS, Irkursk.
13. Nhicolaiev P. N., 1992. Phương pháp phân tích kiến tạo động lực. NXB “Nhedra”, Mátscova. (tiếng Nga).
14. Nguyễn Văn Phơn, 2001 – Cơ sở Địa nhiệt ứng dụng. XB. ĐH. Mỏ - Địa chất.
15. Trần Hồng Phú và nnk., 1988 - Bản đồ địa chất thủy văn 1 : 500 000, xuất bản Tổng cục địa chất, 1988.
16. Pusin V.V., Sherman C. I., 1978. Đánh giá liên quan giữa chiều dài và biên độ dịch chuyển của đứt gãy. NXB “ Nauka” Novosibirsk. (tiếng Nga).
11. Sherman C. I., 1992. Phân chia thạch quyển, vùng tách giãn và nén ép. NXB “ Nauka” Novosibirsk. (tiếng Nga).
17. Đinh Văn Toàn và nnk., 1998 - Khảo sát nghiên cứu và đề xuất các giải pháp xử lý nứt, sụt lở địa chất khu vực K802 và TK762 - Báo cáo đề tài cấp Bộ Quốc phòng.
18. Đinh Văn Toàn, 1998 - Mối liên quan giữa đứt đoạn trọng lực và phân bố đứt gãy kiến tạo lãnh thổ Bắc Việt Nam. Báo cáo Hội nghị Khoa học các nước ASEAN, Hà Nội - tháng 11/1998 (tiếng Anh).
19. Đinh Văn Toàn, Ngô Quốc Dũng, 1999 – Sử dụng kết quả phân tích tài liệu Từ lãnh thổ Bắc Việt Nam trong nghiên cứu cấu trúc địa chất. TC CKHvTĐ, T21(4), 263-271
20. Đinh Văn Toàn, 2000 – Phân tích lại bản đồ trọng lực phục vụ nghiên cứu phân vùng cấu trúc địa chất và tìm hiểu về đứt gãy kiến tạo. TC. CKHvTĐ, T23(3), 188-196.
21. Đinh Văn Toàn và nnk., 2000 - Đánh giá, dự báo diễn biến và đề xuất một số giải pháp giảm nhẹ thiệt hại do hiện tượng nứt trượt đất khu đồi Ông Tượng - thị xã Hoà Bình. Báo cáo đề tài cấp tỉnh Hoà Bình.
22. Đinh Văn Toàn, Y.Tsai, H. H. Wu, Trịnh Việt Bắc, Nguyễn Trọng Yêm, 2000 – Bước đầu phân tích tài liệu động đất ghi bằng mạng máy K2 dọc đới sông Hồng (1997, 1999), t/c các khoa học trái đất, t.22(4), 361-371.
23. Đinh Văn Toàn và nnk., 2002 - Điều tra, đánh giá mức độ ảnh hưởng của các sự cố môi trường địa chất tỉnh Hoà Bình, đề xuất các giải pháp phòng tránh và ứng phó nhằm hạn chế thiệt hại, phục vụ qui hoạch khai thác hợp lý lãnh thổ. B/c đề tài cấp tỉnh Hoà Bình – 2002.

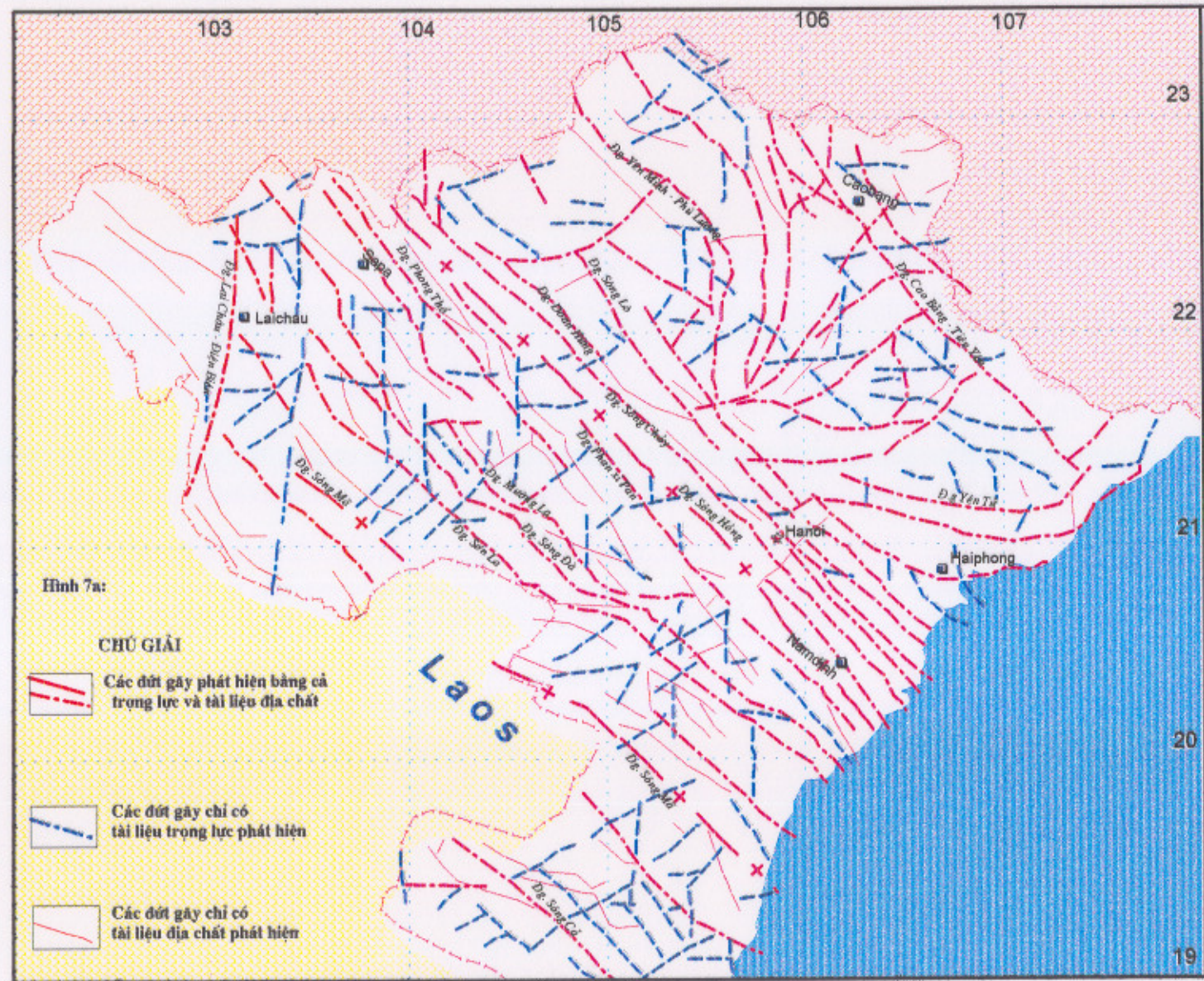
24. Đinh Văn Toàn và nnk, 2003 – Về cơ cấu chấn tiêu một số trận động đất nhỏ ghi được bằng mạng máy K2 ở miền Bắc Việt Nam. TC CKHvTĐ, T25(4), 401 – 407.
25. Trần Văn Trị, 1988 - Bản đồ thành hệ kiến trúc Việt Nam tỷ lệ 1:1.500.000, xuất bản của Tổng cục địa chất Việt nam.
26. Nguyễn Đăng Túc, 2002 - Đặc điểm đứt gãy tân kiến tạo hệ Sông Hồng – Sông Chảy. Luận án TS. Địa chất.
27. Nguyễn Đình Xuyên, Nguyễn Ngọc Thuỷ, 1996. Phân vùng động đất lãnh thổ Việt Nam. B/c khoa học Viện Vật lý Địa cầu.
28. Nguyễn Đình Xuyên, 1996 - Độ nguy hiểm động đất trên lãnh thổ Việt Nam và các biện pháp phòng chống. Báo cáo đề tài nghiên cứu ‘cơ sở dữ liệu cho các giải pháp giảm nhẹ hậu quả động đất Việt Nam.
29. Nguyễn Đình Xuyên và n.n.k., 1996. Catalog các trận động đất lãnh thổ Việt Nam. Viện Vật lý địa cầu xuất bản.
30. Nguyễn Đình Xuyên và nnk., 1998 - Đánh giá độ nguy hiểm động đất công trình thuỷ điện Sơn La. Báo cáo đề tài độc lập cấp Nhà nước.
31. Nguyễn Đình Xuyên và nnk., 2002 – Nghiên cứu địa chấn kiến tạo và đánh giá tiềm năng sinh chấn các vùng đứt gãy ở biên giới Việt – Trung (Napo – Cao Bằng và Linshan – Hạ Long). Báo cáo đề tài cấp TTKHTN&CNQG, 2002.
32. Nguyễn Trọng Yêm và n.n.k, 1998. Nghiên cứu thiên tai nứt đất lãnh thổ Việt Nam. Đề tài độc lập cấp Nhà nước 1994-1998.



5263-5 (Mau)



Phân bố hệ thống đứt gãy sau khi phân tích tài liệu trọng lực



TRUNG QUỐC

LÀO

Hình 7b:

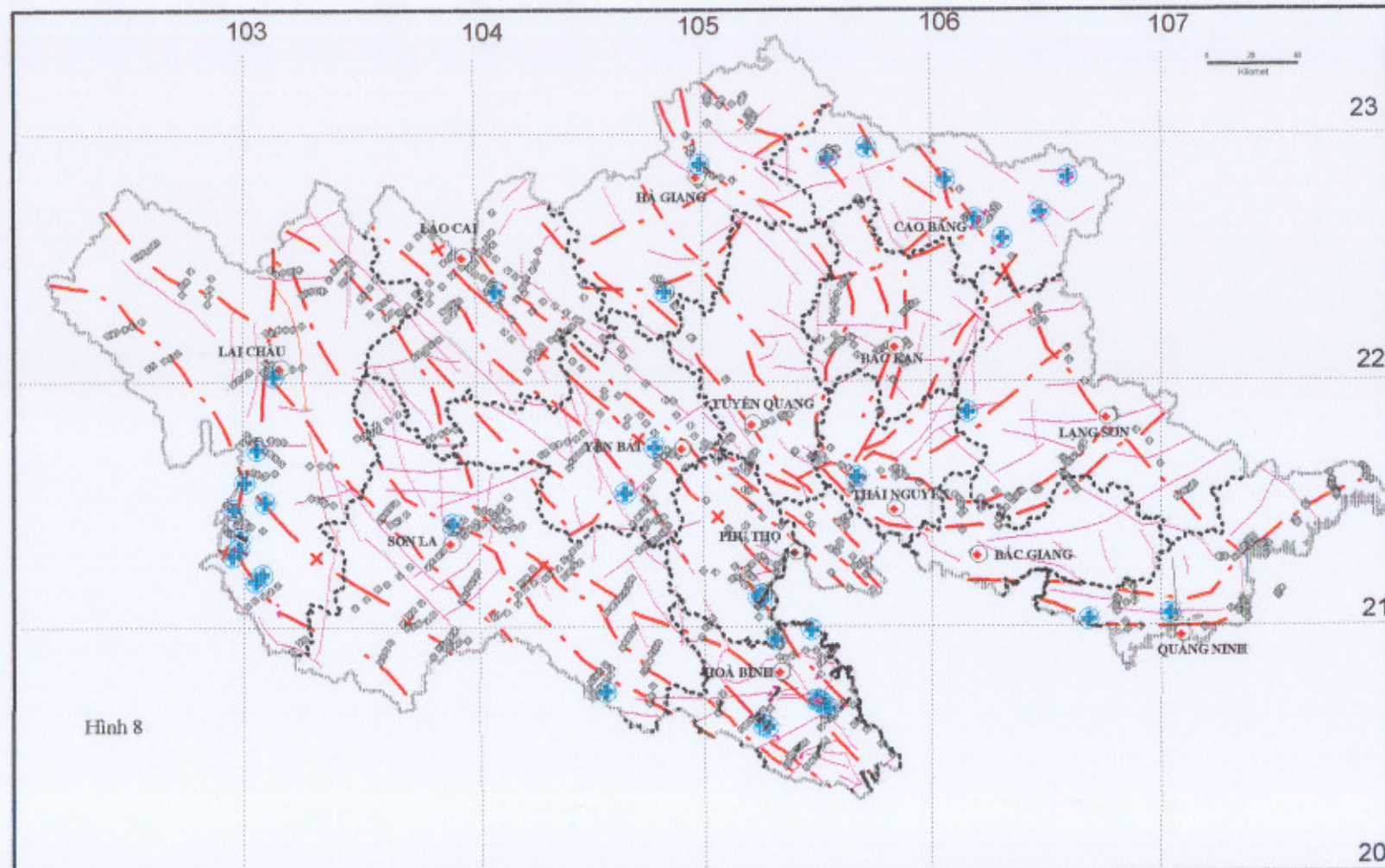
CHỮ GIẢI

- Các đứt gãy được phát hiện theo cả từ và địa chất
- Các đứt gãy chỉ có tài liệu từ phát hiện
- Các đứt gãy chỉ có tài liệu địa chất phát hiện

Hình 7bc

CHỮ GLẢI

-  Các đứt gãy được phát hiện theo cả từ và địa chất
 -  Các đứt gãy chỉ có tài liệu từ phát hiện
 -  Các đứt gãy chỉ có tài liệu địa chất phát hiện



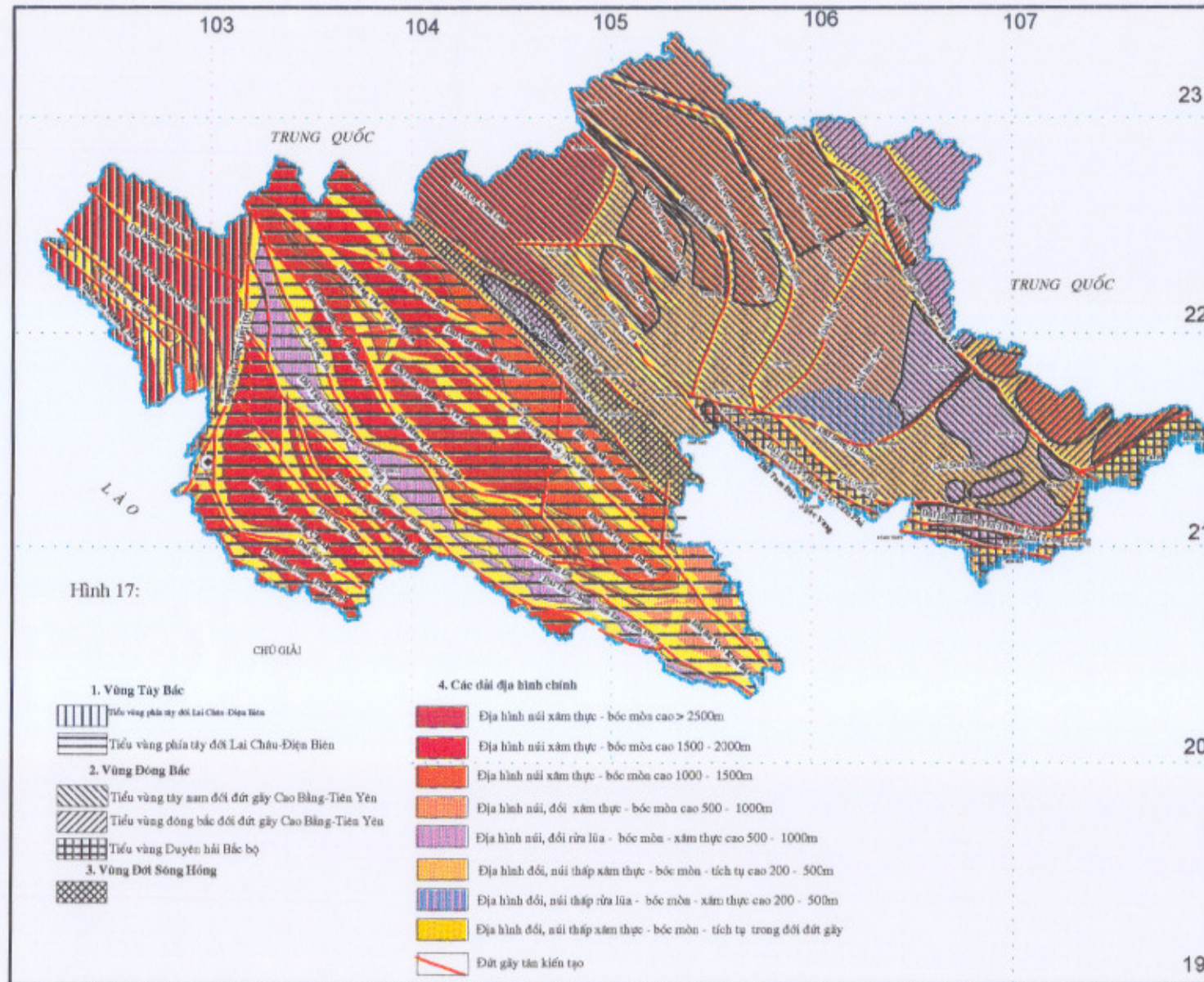
SƠ ĐỒ PHÂN BỐ CÁC ĐIỂM KHẢO VÙNG NÚI PHÍA BẮC

CHÚ GIẢI:

- | | | | | | |
|---|---|--|--------------------------------------|---|--|
|  | Các điểm khảo sát bằng các phương pháp địa chất, địa mạo, kiến tạo vật lý |  | Vị trí các tuyến đo thăm dò địa chấn |  | Hệ thống các đứt gãy chính trong vùng nghiên cứu |
|  | Vị trí các tuyến đo địa nhiệt |  | Các trung tâm tỉnh hoặc TP cấp tỉnh |  | Các hệ thống đứt gãy bậc cao hơn |
|  | Vị trí các tuyến đo thăm dò điện |  | Ranh giới các tỉnh |  | Ranh giới vùng nghiên cứu |

Handwritten signature and checkmark.

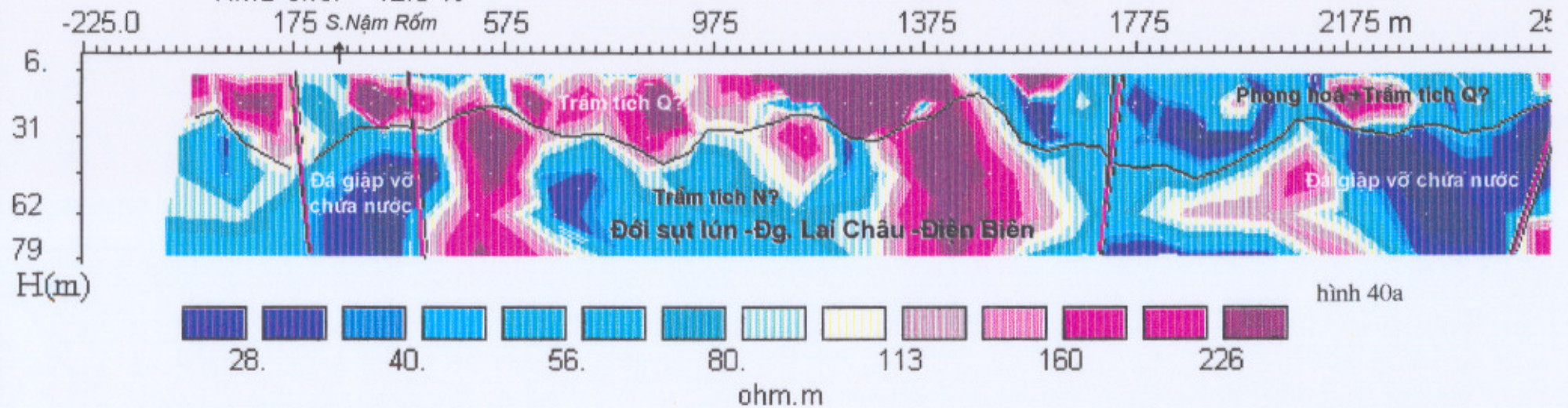
SƠ ĐỒ ĐỊA MẠO MIỀN NÚI BẮC VIỆT NAM



CÁC MẶT CẮT CẤU TRÚC CẮT QUA THUNG LŨNG ĐIỆN BIÊN THEO KẾT QUẢ ĐO CẮT LỚP ĐIỆN TRỞ

TUYẾN 1 - MƯỜNG THANH

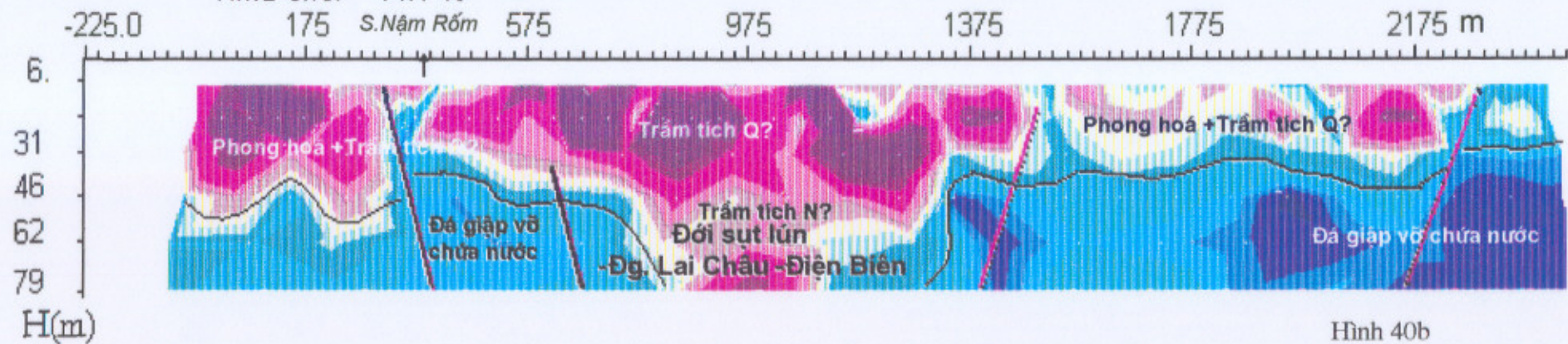
RMS error = 12.5 %



hình 40a

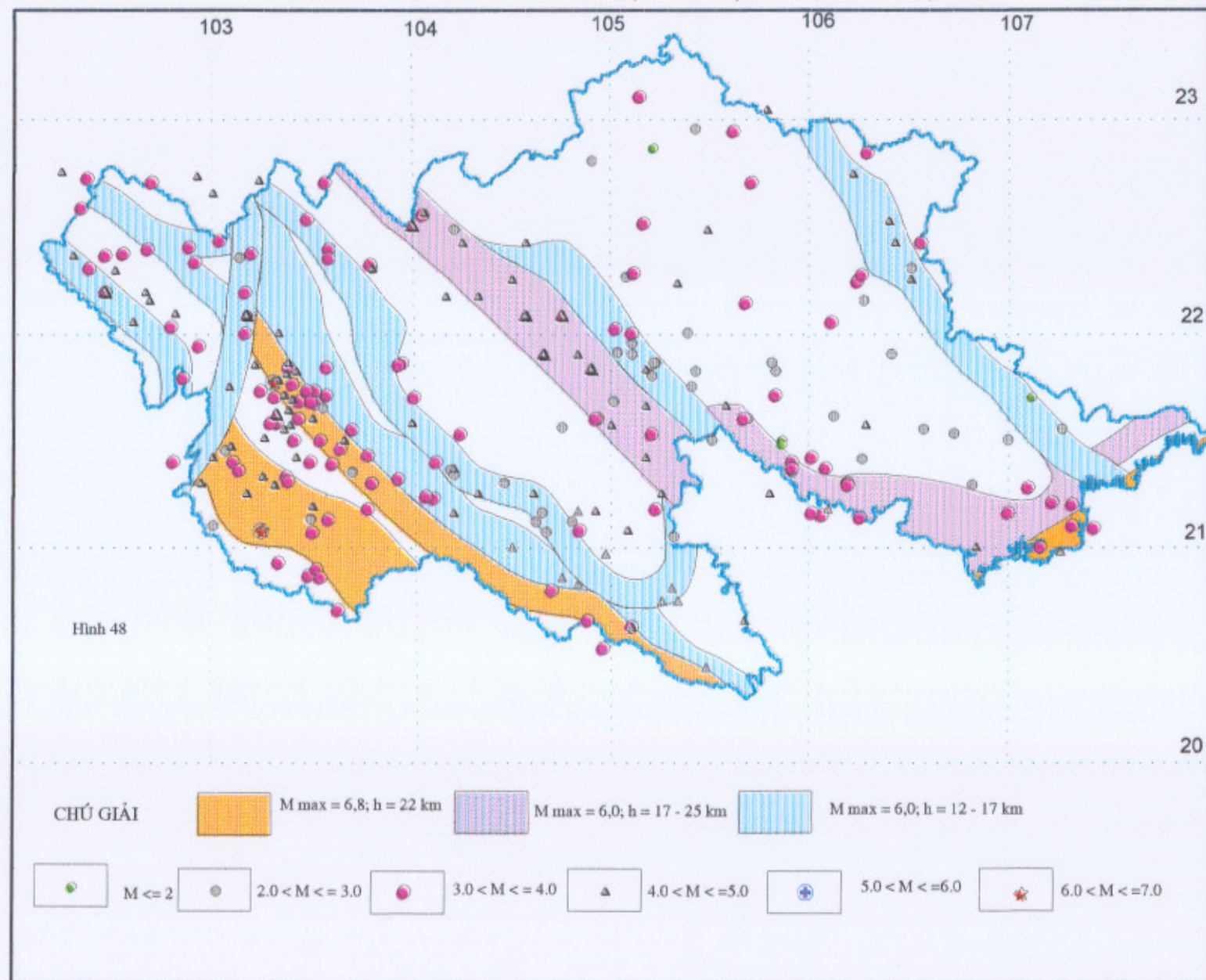
TUYẾN 2 - NOỌNG HẾT

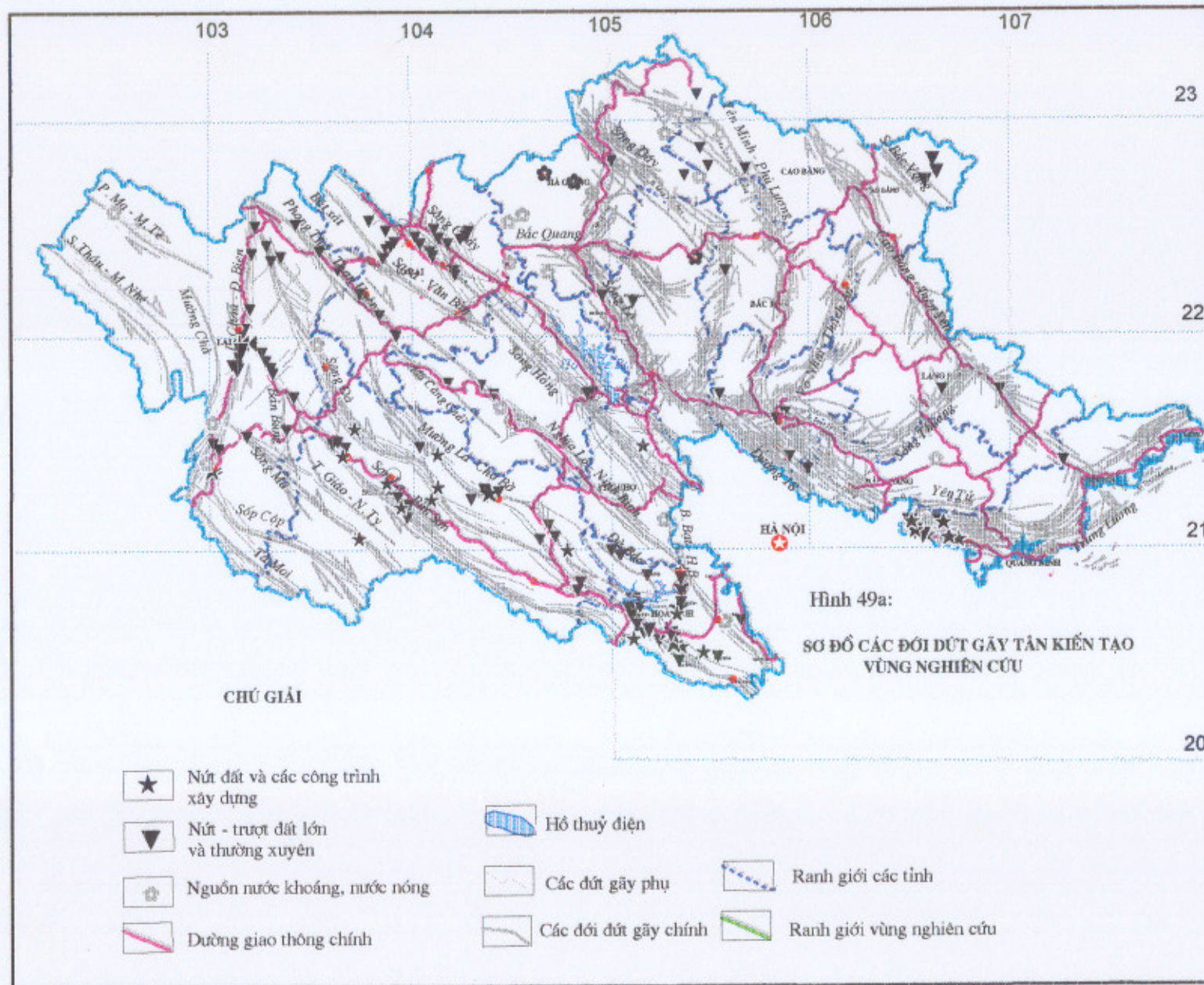
RMS error = 14.1 %

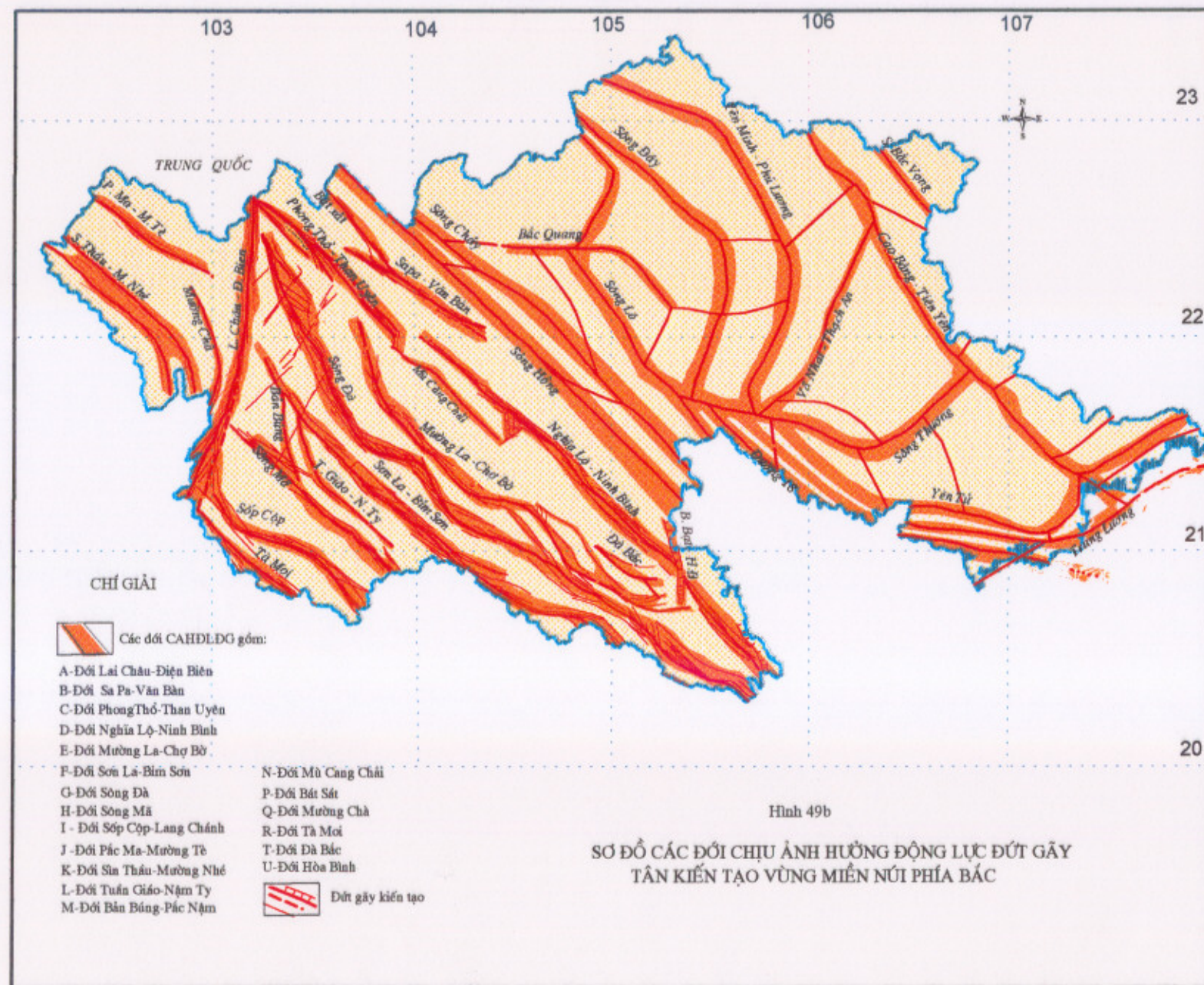


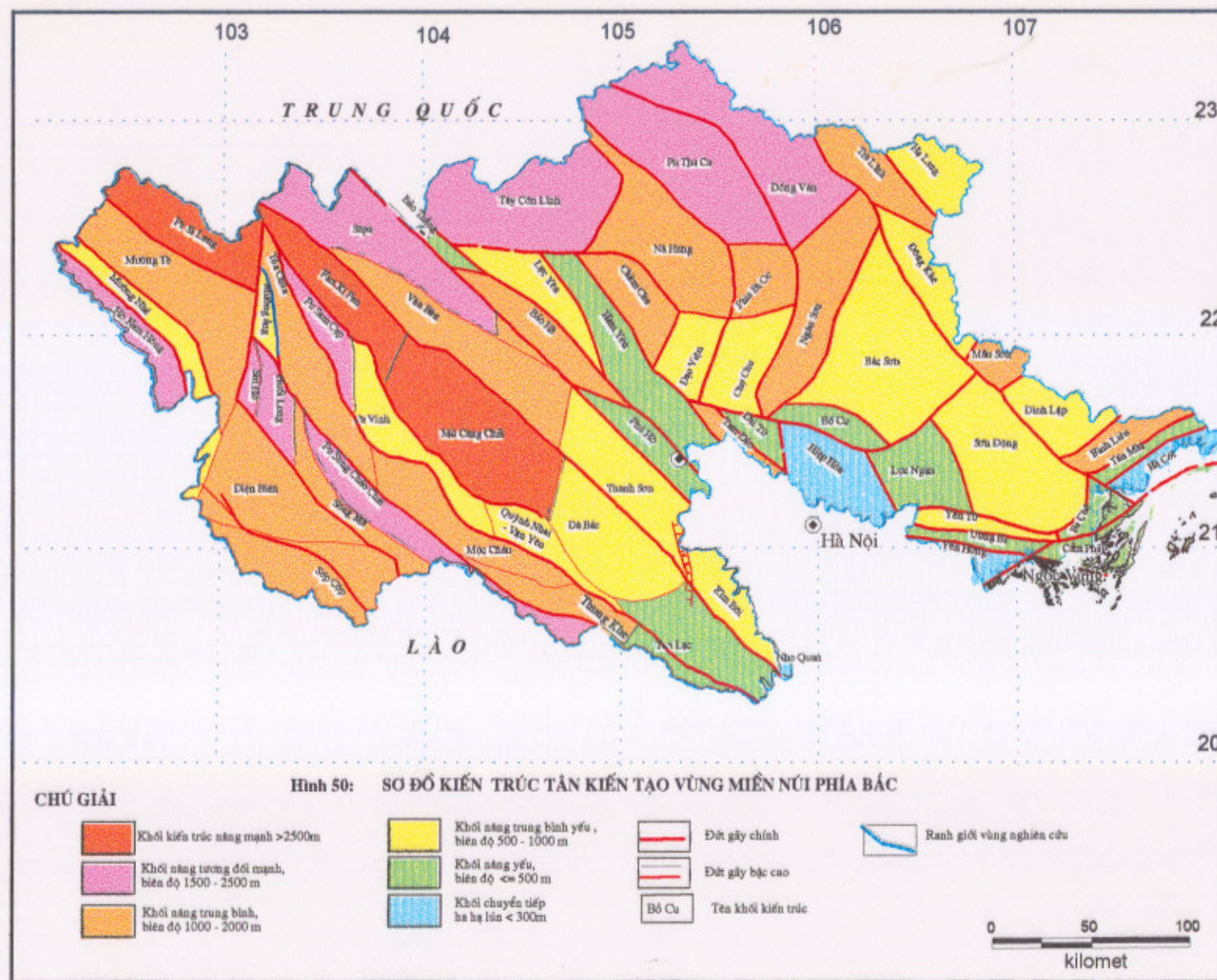
Hình 40b

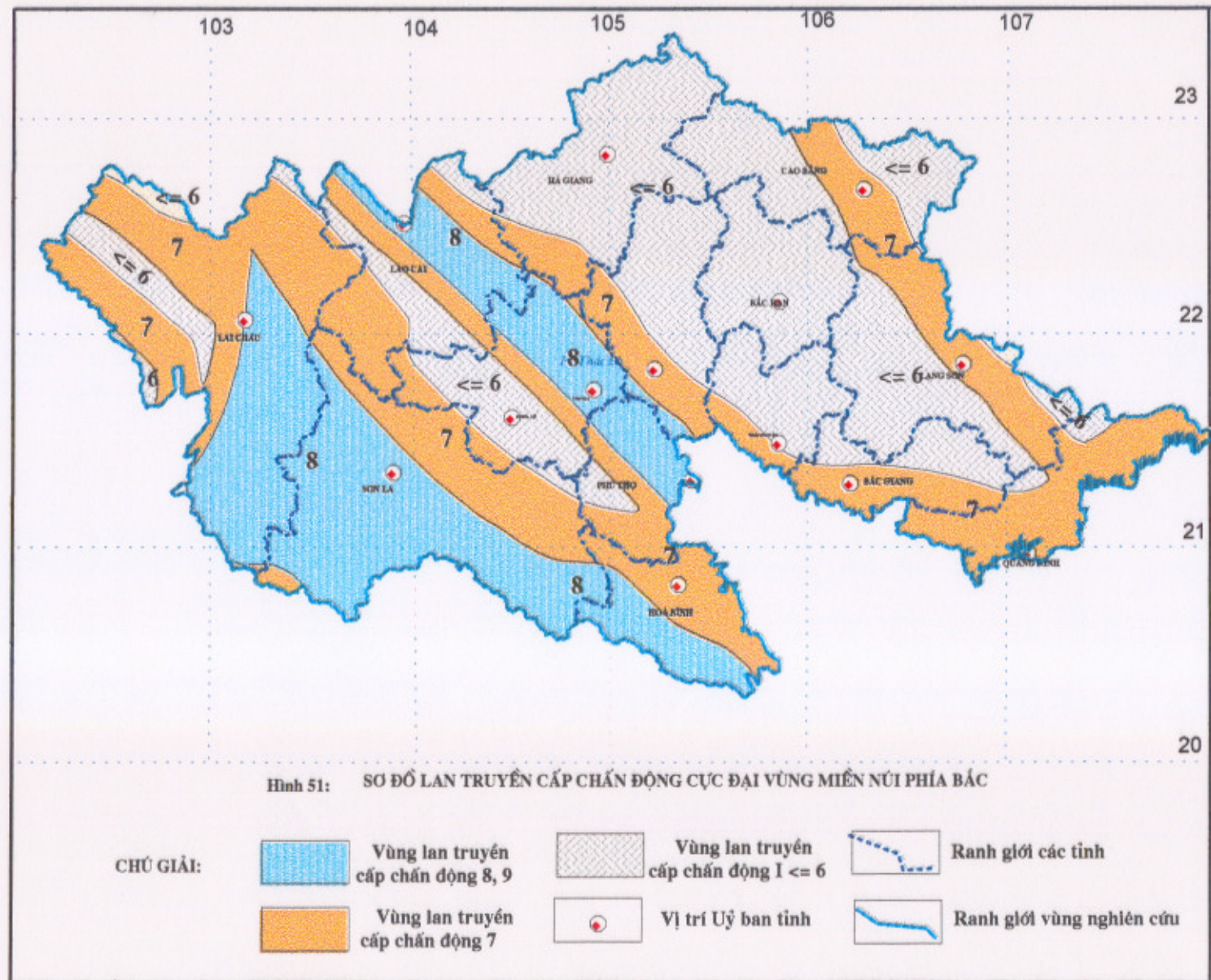
SƠ ĐỒ CÁC VÙNG NGUỒN PHÁT SINH ĐỘNG ĐẤT MẠNH VÀ CHẤN TÂM ĐỘNG ĐẤT

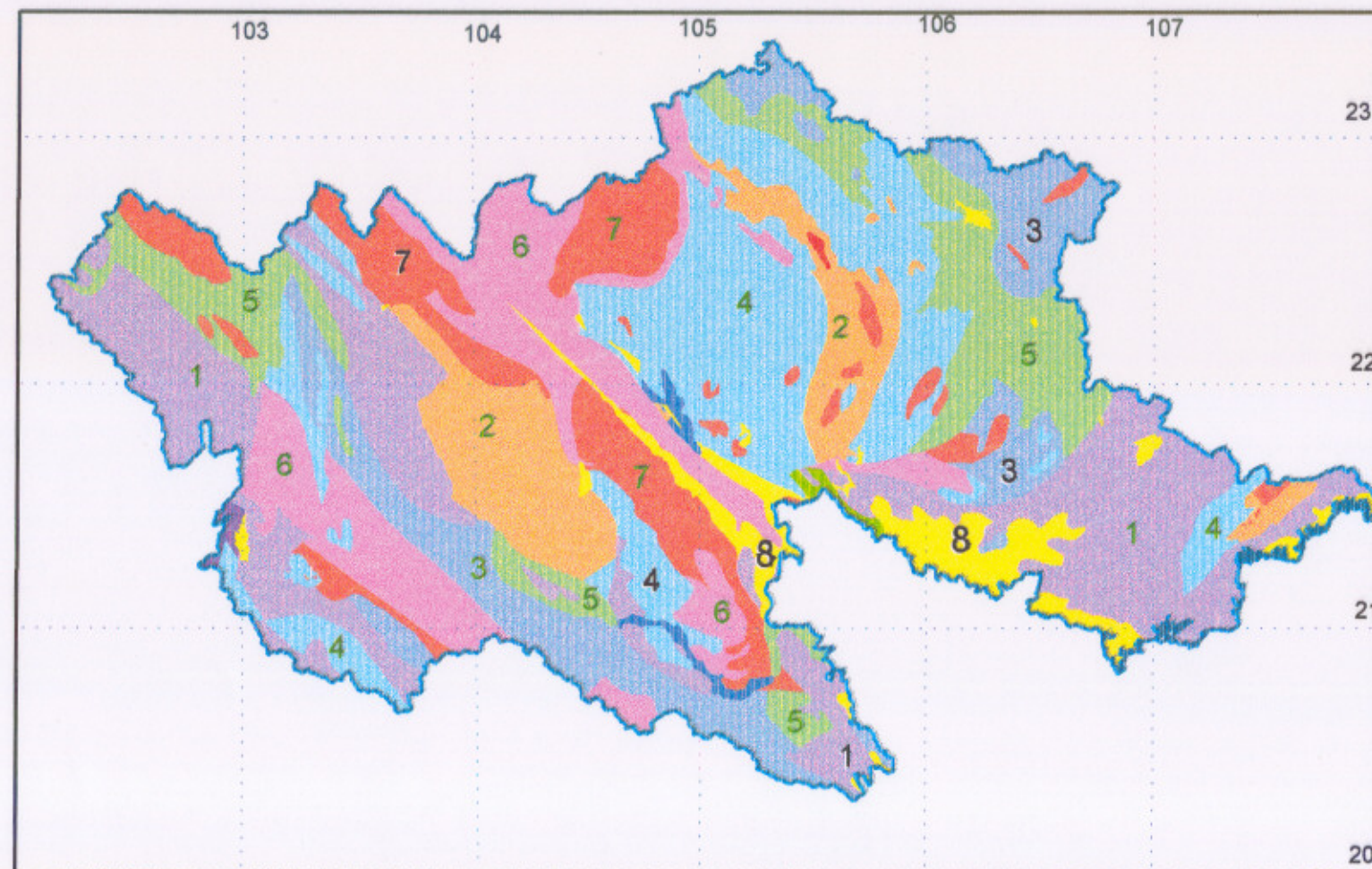




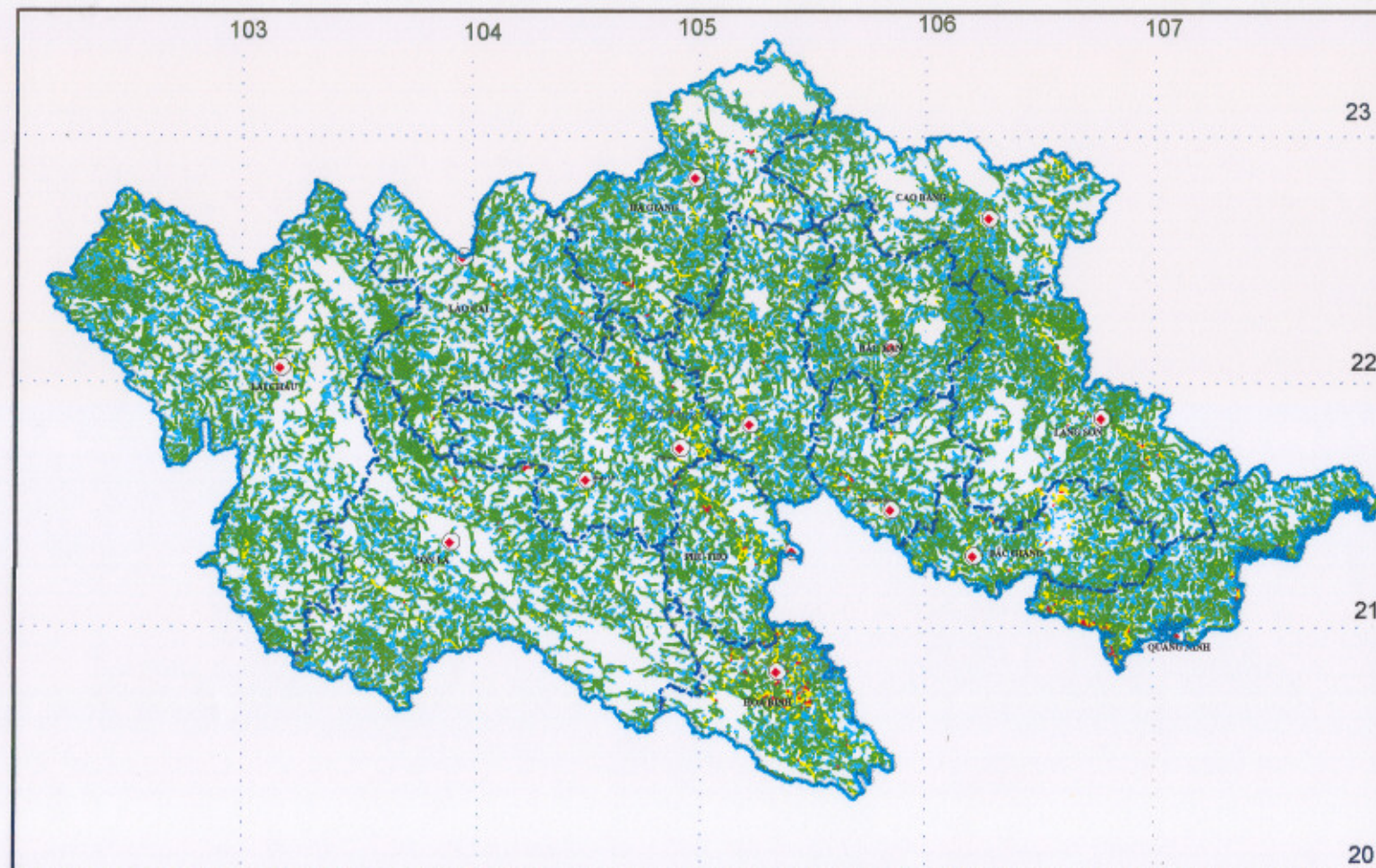




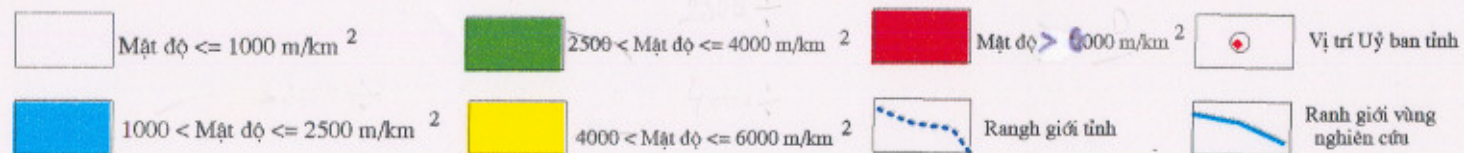


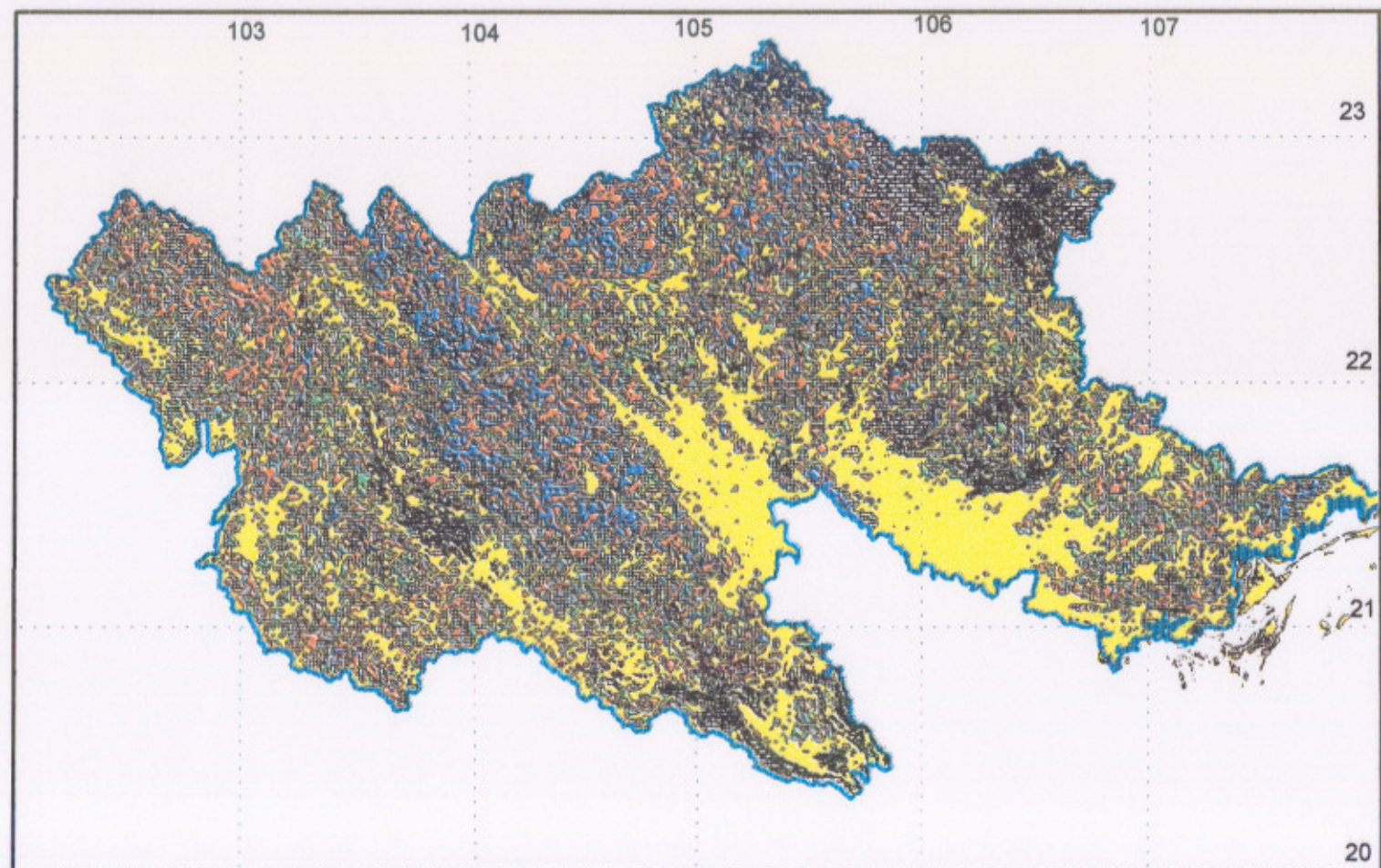


Hình 52: SƠ ĐỒ PHÂN BỐ THẠCH HỌC VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC



Hình 53: SƠ ĐỒ PHÂN BỐ MẬT ĐỘ SÔNG SUỐI VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC





Hình 54: SƠ ĐỒ PHÂN BỐ SƯỜN DỐC ĐỊA HÌNH VÙNG MIỀN NÚI PHÍA BẮC

CHÚ GIẢI:

 vùng độ dốc < 3 độ	 8 <= độ dốc < 15 độ	 25 <= độ dốc < 35 độ	 Vùng đá vôi
 3 <= độ dốc < 8 độ	 15 <= độ dốc < 25 độ	 Độ dốc >= 35 độ	 Ranh giới vùng nghiên cứu

