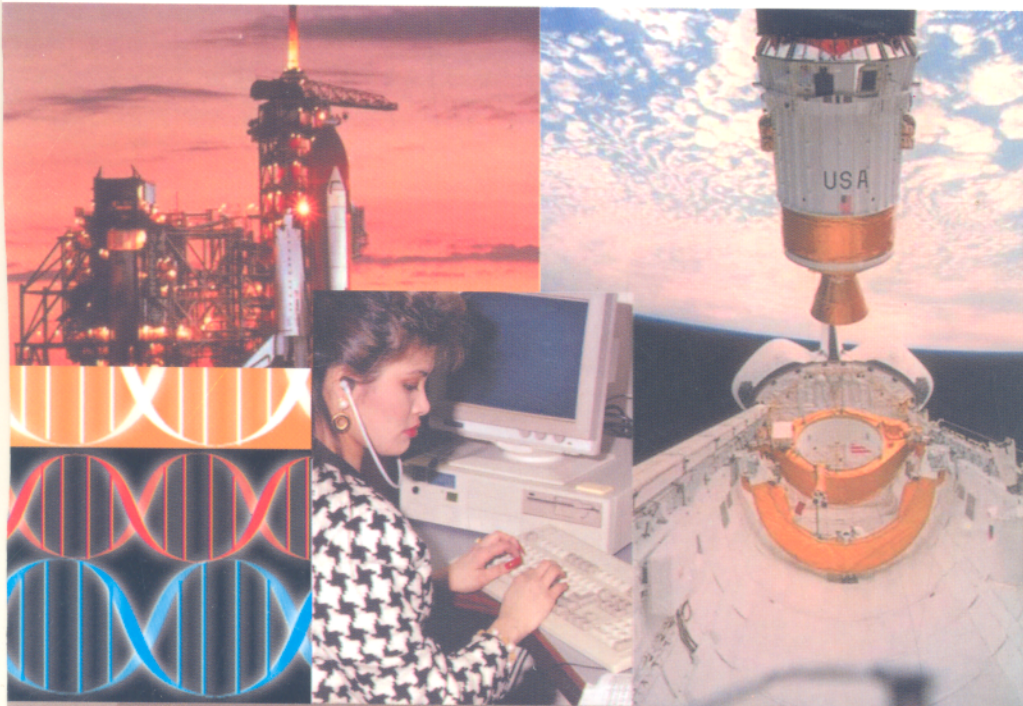




Đặng Mộng Lân
Lê Minh Triết

Công nghệ thế giới đầu thế kỷ XXI



NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI
ĐẦU THẾ KỶ 21

ĐẶNG MỘNG LÂN, LÊ MINH TRIẾT

CÔNG NGHỆ THỂ GIỚI ĐẦU THẾ KỶ 21

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP TỦ SÁCH
KIẾN THỨC THỜI ĐẠI

1. Giáo sư **LÊ MINH TRIẾT**
2. Giáo sư **TRẦN KIM THẠCH**
3. PGS. **TRẦN ĐÌNH BÚT**
4. Tiến sĩ **NGUYỄN THIỆN TỔNG**
5. PTS. **HUỲNH NHƯ PHƯƠNG**
6. PTS. **QUÁCH THU NGUYỆT**

Thư kí biên tập

PTS. LÊ NGỌC THANH - THẢO NGỌC

Tủ sách **KIẾN THỨC THỜI ĐẠI** chào mừng bạn đọc

Nhân loại đang đứng trước ngưỡng cửa thế kỷ 21 với bao kỳ vọng và lo âu. Kỳ vọng vào việc áp dụng những thành tựu khoa học - công nghệ khác nhau để nâng cao chất lượng cuộc sống và công bằng xã hội, nhưng đồng thời lo âu về sự suy thoái môi trường sinh thái và môi trường xã hội do chính hoạt động thiếu tổ chức hợp lý gây ra trên qui mô từng quốc gia cũng như trên toàn thế giới.

Cuộc cách mạng khoa học - công nghệ hiện nay, trong đó cách mạng thông tin là chủ đạo đã làm xuất hiện một nền kinh tế mới, trong đó tri thức đóng vai trò động lực phát triển kinh tế - xã hội. Do đó việc phổ biến kiến thức đa dạng về khoa học và công nghệ vào cuộc sống là yêu cầu cấp thiết.

Theo cách phân loại hiện hành, chúng ta có hơn 500 lĩnh vực hoạt động khoa học và công nghệ khác nhau. Nhưng tựu trung có

thể phân ra thành các lãnh vực lớn là khoa học tự nhiên, công nghệ - kỹ thuật, xã hội - nhân văn, kinh tế và quản lý kinh tế.

Tủ sách **Kiến thức Thời Đại** do Nhà xuất bản Trẻ tổ chức sẽ cố gắng phổ biến kiến thức thuộc cả 4 lãnh vực lớn đó. Tri thức, kiến thức trong Tủ sách này được chọn lựa theo quan điểm của con người hiện đại nhìn vào quá khứ, đánh giá hiện tại và chủ động tiến vào tương lai. Nội dung từng tập sách sẽ cung cấp những kiến thức phổ cập có kết hợp với chuyên sâu khi cần thiết và được viết dưới dạng phổ biến khoa học, với yêu cầu chính xác, thiết thực, hiện đại và mang tính cách Việt Nam. Nhà xuất bản Trẻ hy vọng bạn đọc, đặc biệt là bạn đọc trẻ, những người chủ của thế kỷ 21 có thể tìm thấy những điều cần thiết, hữu dụng cho mình trong Tủ sách **Kiến thức Thời Đại**.

Tủ sách **Kiến thức Thời Đại** mong đón nhận sự tham gia của các nhà khoa học, nhà nghiên cứu, các học giả qua các bản thảo, ý kiến đóng góp để tủ sách ngày càng hoàn thiện.

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

LỜI TỰA

Nhân loại đang bước vào ngưỡng của thế kỷ XXI. Mọi người đều muốn biết trước những biến đổi lớn gì sẽ xảy ra, đặc biệt là biến đổi công nghệ, một yếu tố có ảnh hưởng đến toàn bộ nền sản xuất - xã hội và các mối quan hệ quốc tế trong tương lai. Cuốn sách "Công nghệ thế giới đầu thế kỷ XXI" nhằm giới thiệu các xu thế phát triển chính của công nghệ vào những thập kỷ đầu của thiên niên kỷ thứ 3. Nói về những điều sắp và có thể xảy ra tức là nói về các dự báo.

Ngày nay các nhà dự báo và các nhà tương lai học áp dụng trên 150 phương pháp và thủ thuật để lập các dự báo cho hầu hết các lĩnh vực của đời sống kinh tế và xã hội. Trong lĩnh vực khoa học và công nghệ, các dự báo không chỉ vạch ra lộ trình khả dĩ của khoa học và công nghệ tương lai, mà còn đánh giá triển vọng hiện thực hóa trong những điều kiện kinh tế - xã hội trong tương lai và vạch ra những hành động cần tiến hành từ hiện tại để có được tương lai mong muốn. Chính vì vậy, dự báo khoa học và công nghệ là yếu tố rất quan trọng giúp kế hoạch hóa tương lai và chỉ trên cơ sở kế hoạch hóa, các dự báo mới trở nên hiện thực hơn. Nói khác đi, dự báo là công cụ quan trọng của hoạt động quản lý ở cấp vĩ mô, cũng như ở cấp vi mô (xí nghiệp,

công ty...), là cơ sở ban đầu để vạch ra chiến lược phát triển, xây dựng các chương trình và cơ chế quản lý thích hợp. Tuy nhiên, dự báo nào cũng chứa đựng một số yếu tố giả định. Cuộc sống, các thành tựu khoa học và công nghệ, những khả năng và nhu cầu của thực tiễn sẽ là cơ sở để bổ sung và hiệu chỉnh các dự báo.

Lịch sử hoạt động dự báo chuyên nghiệp bắt đầu từ 1944, khi đại tướng không quân Mỹ H.H. Arnold (1886-1950) đưa ra chương trình nghiên cứu dự báo đầu tiên với nội dung là áp dụng các phát minh tiềm tàng để phát triển vũ khí, cho thấy rằng dự báo được các phát minh khoa học là hiện tượng hiếm, còn dự báo về các công nghệ mới và tác động của chúng đối với đời sống kinh tế - xã hội thì có mức độ hiện thực khá cao. Theo đánh giá hiện nay, mức độ hiện thực trung bình của các dự báo ban đầu, nếu đạt khoảng 80%, thì phải coi là khá cao.



Nếu theo dõi các dự báo về công nghệ công bố vài năm gần đây trên các phương tiện thông tin đại chúng trên thế giới và ở nước ta, thì có thể tập hợp được hàng trăm, thậm chí hàng ngàn các dự báo khác nhau thuộc các lĩnh vực quan trọng nhất của sự phát triển công nghệ như: công nghệ thông tin, công nghệ sinh học, kỹ thuật tự động hóa, năng lượng, giao thông vận tải, thông tin liên lạc, nông nghiệp, sản xuất hàng hóa tiêu dùng, chế tạo máy, sản xuất vật liệu, phát triển đô thị và nông thôn, kỹ thuật vũ trụ, y dược... Các dự báo đó thường tập trung vào những vấn đề chuyên biệt hay các sản phẩm cụ thể,

đặc biệt là sản phẩm phục vụ sinh hoạt và y tế. Làm một bảng tổng kết các dự báo như vậy rất khó thực hiện, vì những người làm dự báo đã xuất phát từ các quan niệm khác nhau. Đồng thời việc làm đó cũng không có mấy ý nghĩa về phương diện hoạch định chiến lược phát triển công nghệ. Số lượng các dự báo xu thế chung về sự phát triển của các lĩnh vực công nghệ thực tế không nhiều lắm, và thực hiện khó hơn và cũng mạo hiểm hơn so với dự báo cho những vấn đề chuyên biệt.

Trong cuốn sách "Công nghệ thế giới đầu thế kỷ XXI" các tác giả không đặt cho mình trách nhiệm tổng hợp các dự báo công nghệ theo từng lĩnh vực công nghệ, mà đưa ra **sự phân tích các xu hướng phát triển và một số tác động kinh tế - xã hội** của các hệ thống công nghệ hiện đại, trước hết là **công nghệ lõi**. Công nghệ lõi được coi là quan trọng nhất, có quan hệ với nhau nhiều nhất, cụ thể là **công nghệ thông tin, vật liệu mới và công nghệ sinh học**. Ngoài ra trong cuốn sách, các **công nghệ phục vụ phát triển bền vững** (công nghệ môi trường) và **con đường phát triển công nghệ của các nước đang phát triển** cũng được trình bày ở mức độ khái quát.

Với nội dung nêu trên, những người viết hy vọng cuốn sách có thể đáp ứng nhu cầu tìm hiểu khả năng phát triển công nghệ trong những thập niên tới của đông đảo bạn đọc, đặc biệt là giới trẻ trong việc lựa chọn con đường đi cho mình trong tương lai. Hy vọng rằng các nhà quản lý, các nhà hoạch định chiến lược có thể tìm thấy trong nội dung cuốn sách những điều bổ ích.

MỞ ĐẦU

Thế kỷ XX sắp trở thành quá khứ và các nhà nghiên cứu sẽ lại nói về thế kỷ này như là một hiện tượng lịch sử.

Trong lịch sử khoa học, thế kỷ XVIII đã được mệnh danh là “thế kỷ của châu Âu” và thế kỷ XIX - “thế kỷ của thiên tài”⁽¹⁾. Thế kỷ sắp qua đi này, những nhà nghiên cứu trong tương lai sẽ gọi nó là gì? Trước hết chúng tôi muốn nhắc lại rằng, ngay trong thế kỷ này, cách đây 25 năm, khi nhà vật lý Ralph Lapp viết về nó, ông đã gọi tên cuốn sách của mình là “thế kỷ loga” [2]. Ông muốn nói đến một thế kỷ mà nhiều chỉ tiêu về các hoạt động của con người như dân số, tổng sản phẩm xã hội, tiêu thụ điện, sản lượng thuốc lá, sản lượng kiến thức (số lượng tạp chí khoa học), v.v... đều gia tăng theo kiểu cấp số nhân (hay hàm mũ); và vì vậy, để biểu diễn chúng, đồ thị loga⁽²⁾ là thích hợp. Thế kỷ này, một trong chúng tôi, năm 1979, cũng đã có dịp bàn đến. Chúng tôi đã dùng ba thuật ngữ: bùng nổ, giới hạn và phát triển [3]. Chúng tôi đã nói đến nhận định của Lapp, song chúng tôi cũng lưu ý quan điểm được trình bày trong báo cáo đầu tiên của Câu lạc bộ Roma [4], trong đó người ta báo động về ngày

¹ Thế kỷ XVIII là thế kỷ mà sự phát triển của châu Âu không một nơi nào khác trên thế giới có thể so sánh được. Thế kỷ XIX là thế kỷ mà thiên tài vừa nhiều lại vừa được mọi người biết đến; khác với thế kỷ XX. Ở đây thiên tài bị ngập trong chính đám rất đông đảo các thiên tài.

² Đồ thị mà các khoảng chia đều trên trục tung (chỉ độ lớn của đại lượng được xét). khoảng sau bằng 10 lần khoảng trước. Thí dụ: xem các hình 3 và 4 ở dưới.

tận thế của nhân loại, và từ đó, vấn đề trung tâm mà toàn nhân loại còn phải suy nghĩ: phát triển. Vấn đề sau này đã làm cho các nhà nghiên cứu phải đổ ra hàng suối mực để luận bàn với không biết bao nhiêu ý kiến khác nhau, song, may thay, người ta cũng đã có thể thống nhất được một điều quan trọng: thêm cho khái niệm “phát triển” một tính từ: “bền vững”.

Khái niệm này lần đầu tiên đã được đề cập một cách rõ nét vào năm 1980, song phải đến 1987, với báo cáo ***Tương lai chung của chúng ta*** (*Our Common Future*), thường gọi là “Báo cáo Brundtland”, theo tên bà Thủ tướng Na Uy Gro Harlem Brundtland, Chủ tịch Ủy ban Môi trường và Phát triển Thế giới (WECD), cơ quan đã soạn thảo báo cáo, thì người ta mới có được một nội dung mà nhiều người có thể chấp nhận [5]: “Phát triển bền vững là phát triển đáp ứng các nhu cầu hiện tại mà không làm thương tổn đến khả năng của các thế hệ tương lai đáp ứng các nhu cầu của bản thân họ”.

Tư tưởng “bền vững” ngày nay đã trở thành câu nói của miệng ở nhiều diễn đàn trên thế giới. Chắc chắn nó sẽ còn lan tỏa và ăn sâu trong cuộc sống của tất cả mọi người trên hành tinh. Phải chăng thế kỷ tới sẽ có thể gọi là “thế kỷ của phát triển bền vững”, điều này nếu chưa phải là hiện thực thì cũng đang được nêu lên như là sự mong đợi của toàn nhân loại.

*

* *

Thế kỷ XX đã mang lại cho chúng ta một cuộc cách mạng mới

về khoa học và một cuộc cách mạng mới về công nghệ. Hai cuộc cách mạng này lại liên kết với nhau rất chặt chẽ và nhiều tác giả đã đưa ra khái niệm “cách mạng khoa học - công nghệ”. Vấn đề này, chúng tôi đã có dịp trình bày chi tiết trong [6-8]. Ở đây, nhằm làm rõ cơ sở lý luận của những hướng công nghệ được đánh giá là chủ yếu từ nay cho tới đầu thế kỷ tới, chúng tôi sẽ xuất phát từ lý thuyết “hệ thống kỹ thuật” (cũng sẽ gọi là “hệ thống công nghệ”³⁾) do nhà sử học người Pháp Bertrand Gille đưa ra từ năm 1978 [9] và đã được một số tác giả khác phát triển. Từ lý thuyết này, chúng ta sẽ thấy nổi rõ lên bốn lĩnh vực công nghệ chủ yếu sau đây:

- ❖ Công nghệ thông tin;
- ❖ Vật liệu mới;
- ❖ Công nghệ sinh học;
- ❖ Năng lượng mới.

Nhờ hệ thống công nghệ này, người ta lại có được nhiều loại máy có thể bay vào khoảng không gian vũ trụ bên ngoài Trái Đất (vệ tinh nhân tạo, tàu vũ trụ, trạm quỹ đạo, máy thăm dò hành tinh, v.v...) và trong khoảng không gian này, tiến hành nhiều hoạt động trong đó có việc phát triển chính hệ thống công nghệ đã hình thành trên Trái Đất, thí dụ như sử dụng các điều kiện phi trọng lượng và chân không cao sẵn có để chế tạo các vật liệu đặc biệt.

Ở trên, chúng tôi đã nói đến sự phát triển bền vững. Sự phát triển này cũng đã thâm nhập vào trong các suy nghĩ về công nghệ.

³ Tương ứng với sự thay đổi về thuật ngữ từ “kỹ thuật” thành “công nghệ” bắt đầu từ giữa những năm 1980 từ các cơ quan quản lý khoa học và công nghệ “Cán bộ khoa học và kỹ thuật” chẳng hạn nay được gọi là “cán bộ khoa học và công nghệ”)

Đã xuất hiện các nghiên cứu và cả các hành động về “công nghệ phục vụ phát triển bền vững” hay “công nghệ bền vững”.

Như vậy, ngoài bốn lĩnh vực công nghệ đã nói, chúng ta còn có hai lĩnh vực công nghệ nữa có tính chất bao trùm đối với toàn bộ hệ thống công nghệ, không xếp ngang hàng với 4 cực mà là “thừa số chung” của cả 4 cực:

- ❖ Công nghệ vũ trụ;
- ❖ Công nghệ bền vững.

Do khuôn khổ hạn chế của cuốn sách, chúng tôi sẽ không thể đề cập tất cả 6 lĩnh vực công nghệ nói trên, mà chỉ giới hạn ở các công nghệ lõi (sẽ phân tích trong chương sau) và vấn đề công nghệ phục vụ phát triển bền vững.

Vai trò vô cùng quan trọng của công nghệ đối với phát triển và sự phát triển còn mạnh mẽ hơn nữa của nó trong tương lai đã làm cho các nước đang phát triển phải suy nghĩ để tìm ra con đường phát triển công nghệ thích hợp của mình. Không quên những bài học trong quá khứ, con đường này rồi đây cần phải như thế nào để các kết quả mong đợi có thể trở thành thực tế, vấn đề này chúng tôi sẽ nói đến trong chương cuối cùng của cuốn sách.

Để tiện lợi cho những độc giả muốn tìm hiểu sâu hơn những vấn đề đã được trình bày, chúng tôi đã đưa ra một danh mục các tài liệu đã được trích dẫn trong sách.

CHƯƠNG I

HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ HIỆN ĐẠI VÀ CÁC CÔNG NGHỆ LỖI

I. KHÁI NIỆM “HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ”

Nhà sử học Bertrand Gille, trong công trình đồ sộ *Lịch sử kỹ thuật* xuất bản năm 1978 do ông làm chủ biên [9], đã đưa ra một khái niệm quan trọng: “hệ thống kỹ thuật”. Công trình này đã được một nhóm nghiên cứu của tạp chí “Sciences et techniques” thuộc Hội Kỹ sư và Nhà Khoa học Pháp sử dụng từ năm 1983, và sau đó hoàn thiện trong các năm 1985 và 1986 làm cơ sở để mô tả hiện trạng của công nghệ mà họ thường gọi là “Cuộc cách mạng trí tuệ”. [10]

Gille đã xem xét các khái niệm “cấu trúc kỹ thuật”, thí dụ như công cụ (cấu trúc sơ cấp) hay máy móc (cấu trúc lắp ráp); “tập hợp kỹ thuật” bao gồm, lấy thí dụ việc chế tạo gang, các vấn đề như năng lượng, quặng, chất đốt, lò cao, v.v... một tập hợp mà mỗi phần đều cần phải có để đi đến kết quả đặt ra; và “dây chuyền kỹ thuật” là dãy các tập hợp kỹ thuật cho phép cung cấp sản phẩm cần có.

Từ sự phân tích trên, Gille đã đến khái niệm “hệ thống kỹ thuật”. Ông viết ([9], tr.19): “Có một quy luật rất tổng quát là tất cả các kỹ thuật, ở những mức độ khác nhau, đều phụ thuộc vào nhau, và nhất thiết giữa chúng phải có một sự liên kết nào đó: tập hợp các liên kết đó ở những mức khác nhau của tất cả các cấu trúc, tất cả các tập hợp và tất cả các dây chuyền hợp thành cái mà ta có thể gọi là hệ thống kỹ thuật”.

Nói rõ hơn, “Rất nhiều sản phẩm cần có sự hợp tác của nhiều công nghệ và nhiều ngành hoạt động, hoặc là nối tiếp nhau (các giai

đoạn hình thành sản phẩm), hoặc là cùng một lúc. Các công nghệ và các ngành hoạt động này cần phải thích nghi với nhau về chất và về lượng. Mỗi tiến bộ trong một ngành tạo ra một yêu cầu trong các ngành bổ sung và tác động như một nhân tố kích thích của đổi mới”.

II. SỰ THAY ĐỔI HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ

Trong lịch sử công nghệ phương Tây, hệ thống công nghệ đã trải qua ba lần biến đổi, lần thứ nhất trong thời gian từ thế kỷ XI đến thế kỷ XIII, lần thứ hai vào thế kỷ XIX, và lần thứ ba bắt đầu từ giữa thế kỷ của chúng ta và hiện còn đang tiếp diễn. Mỗi biến đổi có thể được mô tả xuất phát từ những thay đổi có ảnh hưởng đến 4 yếu tố cơ bản trong các hoạt động của con người: cái sống, vật liệu, các tài nguyên (chủ yếu là năng lượng) và sự cấu trúc hóa thời gian (hay xử lý thông tin). Bốn yếu tố này được gọi là 4 cực của hệ thống công nghệ, sự tiến hóa của chúng diễn ra theo chiều ngày càng tinh vi hơn và phức tạp hơn.

Trong thời gian từ thế kỷ XI đến thế kỷ XIII đã xảy ra sự mất ổn định trong hệ thống công nghệ đã có. Cối xay nước, được sử dụng từ thời Cổ đại để xay bột, nay được sử dụng phổ biến cả trong các hoạt động khác. Đã có một sự kiện văn hóa tạo điều kiện thuận lợi cho sự phổ biến này. Đó là sự phát triển rất mạnh của các tu viện bắt đầu từ 1117. Trong thời gian một thế kỷ kể từ năm này, đã có hàng nghìn tu viện như vậy được thành lập. Các tu viện này đã truyền bá rất rộng rãi việc sử dụng cối xay nước và còn truyền bá cả các kiến thức về trồng trọt và chăn nuôi lúc bấy giờ. Việc chọn giống các cây con được ghi chép và truyền bá trong các tu viện và từ đó lan truyền ra các

vùng nông thôn xung quanh. Công cuộc khai hoang đã phát triển rất rộng rãi, sản xuất nông nghiệp đã gia tăng rất mạnh mẽ, và người ta đã vượt qua được cái giới hạn mà giống gom góp được chỉ đủ để phát triển nuôi trồng với sản lượng cho một lần nuôi sống dân cư. Đồng thời sắt không còn là vật liệu dùng chủ yếu trong quân sự mà đã trở thành phổ biến cả trong các ứng dụng dân sự. Chính sự phát triển của sắt lại dựa trên sự gia tăng của năng lượng cối xay nước và bản thân nó lại cung cấp cho nông nghiệp nhiều loại công cụ trong đó có lưỡi cày. Cuối cùng là sự đột biến có liên quan đến thời gian và nhịp độ lao động. Nhờ sự ra đời của các đồng hồ dùng chỉ giờ, cuộc sống ở thành thị cũng như ở nông thôn đã được sắp xếp theo sự phân chia thời gian đó.

Biến đổi lớn thứ hai của hệ thống công nghệ phương Tây đã diễn ra một cách mạnh mẽ từ cuối thế kỷ XVIII cho đến đầu thế kỷ XIX rồi sau đó từ cuối thế kỷ XIX cho đến đầu thế kỷ XX. Trong sự biến đổi này, 4 cực của hệ thống công nghệ đã bị tác động: sắt nhường chỗ cho thép và xi măng; năng lượng nước được thay bằng năng lượng của máy hơi nước với công suất mỗi ngày một mạnh hơn; cái sống điều khiển được bây giờ là các vi sinh vật (nhờ khám phá của L. Pasteur) được sử dụng trong nông nghiệp cũng như trong y học; và thời gian thì được đo bằng đồng hồ bấm giây với những hệ quả như sự ra đời cách quản lý Taylor hợp lý hóa các động tác của người lao động tới từng giây.

Hiện nay chúng ta đang chứng kiến sự biến đổi thứ ba của hệ thống công nghệ. Từ thép và xi măng, chúng ta đã chuyển sang thế giới của rất nhiều vật liệu khác nhau có thể thay thế lẫn nhau - sự

“siêu lựa chọn”. Tương tự, đối với năng lượng, chúng ta sử dụng không phải chỉ một dạng nhất định mà là một “hỗn hợp” bao gồm dầu, khí, than, hạt nhân, năng lượng tái tạo (bức xạ mặt trời, gió, địa nhiệt, v.v...), tỉ lệ các thành phần của hỗn hợp có thể thay đổi tùy theo nguồn năng lượng khả dụng và những yêu cầu khác. Sự điều khiển cái sống đã được thực hiện tới mức gen - kỹ thuật gen (genetic engineering), nói chính xác hơn là sự thiết kế gen nếu như chúng ta nhớ lại rằng “engineering” là việc của các “engineer”, những người làm thiết kế, chế tạo và lắp đặt. Nhờ kỹ thuật này, các tế bào và vi khuẩn đã được biến thành những nhà máy sản xuất ra các sản phẩm mong muốn hoặc dùng để thay đổi các sản phẩm phục vụ lợi ích của con người (công nghệ sinh học). Sự cấu trúc hóa thời gian đã phát triển tới những mức rất tinh vi - lĩnh vực của nanôgiây (10^{-9} giây); sự cấu trúc hóa này ngày nay đã trở thành đồng nhất với một hoạt động vô cùng rộng lớn của con người: xử lý thông tin.

Sự thay đổi hệ thống công nghệ đã kéo theo những thay đổi về chất trong các hệ thống kinh tế, xã hội và văn hóa. Bảng 1 giới thiệu một số những thay đổi như vậy trong ba hệ thống công nghệ đã nói.

Bảng 1. *Ba hệ thống công nghệ và các hệ thống kinh tế, xã hội và văn hóa tương ứng trong lịch sử công nghệ phương Tây.*

	Hệ thống công nghệ I (thế kỷ XII)	Hệ thống công nghệ II (thế kỷ XIX)	Hệ thống công nghệ III (giữa thế kỷ XX)
Vật liệu	Sắt	Thép và xi măng	Siêu lựa chọn
Tài nguyên (năng lượng)	Cối xay nước	Máy hơi nước	Hỗn hợp năng lượng
Cải sống	Chọn giống	Vĩ sinh học	Kỹ thuật gen
Thời gian	Giờ	Giây	10^{-9} - 10^{-12} giây
Tổ chức	Phục vụ	Quản lý Taylor	Quản lý với sự tham gia của các thành viên trong tổ chức và về chất lượng
Lao động	Lao động lặp đi lặp lại		Tiến bộ liên tục
Con người	Sức lực		Sáng tạo
Xã hội	Xã hội tái sản xuất		Xã hội sáng tạo
Lãnh địa của quyền lực	Đất đai	Tài chính	Phi vật chất.

S. Ait-el-Hadj (dẫn theo [11]) đã biểu thị hệ thống công nghệ hiện đại như sau:

$$I \quad P \quad B \quad M,$$

trong đó:

- I:** information = thông tin (cấu trúc hóa thời gian)
- P:** polymaterials = đa vật liệu (siêu lựa chọn vật liệu và vật liệu may đo)
- B:** biotechnology = công nghệ sinh học (kỹ thuật gen)
- M:** multi-energies = đa năng lượng (hỗn hợp năng lượng)

Cuối cùng, như đã nói trong Mở đầu, chúng ta còn có 2 lĩnh vực công nghệ “thừa số chung” được phát triển từ 4 cực công nghệ I,P,B,M và, ngược lại, bản thân chúng, lại thúc đẩy hoặc ràng buộc sự phát triển của các cực đó: công nghệ vũ trụ và công nghệ bền vững. Cách biểu thị của Ait-el-Hadj do đó có thể mở rộng như sau:

$$S \quad (I \quad P \quad B \quad M) \quad s,$$

trong đó:

- S:** sustainability = tính bền vững
- s:** space = không gian (hay vũ trụ)

Tuy nhiên, như đã nói ở trên, chúng tôi sẽ tập trung trình bày về các công nghệ lõi (xem ở dưới) I,P,B, và công nghệ thừa số chung S.

III. CÁC CÔNG NGHỆ LÕI

Theo lý thuyết hệ thống công nghệ thì các lĩnh vực công nghệ

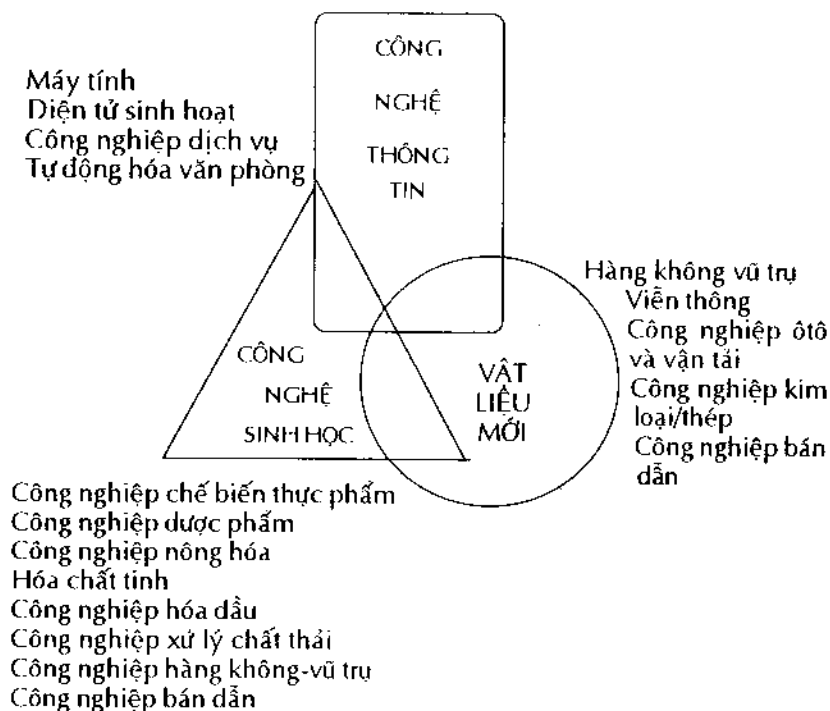
thuộc 4 cực của hệ thống là những lĩnh vực có vai trò cơ bản trong sự phát triển công nghệ. Tuy nhiên, đối với mỗi hệ thống trong lịch sử công nghệ, tầm quan trọng so sánh của các lĩnh vực này không phải là như nhau. Đối với hệ thống công nghệ hiện đại, một số tác giả, thí dụ như C. Freeman và các cộng sự (xem [12], tr. 22-25), đã nhấn mạnh tầm quan trọng duy nhất của công nghệ thông tin dựa trên lý thuyết về khuôn mẫu kinh tế-kỹ thuật⁴⁾. Nhiều tác giả khác, bằng sự phân tích cụ thể hiện trạng và xu hướng phát triển của các lĩnh vực công nghệ (xem [8], tr. 22-25) đã chỉ ra ba lĩnh vực sau đây được đánh giá là quan trọng nhất và có quan hệ với nhau nhiều nhất:

- ❖ Công nghệ thông tin;
- ❖ Vật liệu mới;
- ❖ Công nghệ sinh học.

Các lĩnh vực công nghệ đó được gọi là công nghệ lõi (core technologies) mà chúng tôi sẽ tập trung xem xét trong cuốn sách này. Ngoài ra, đáng chú ý là những chỗ giao nhau của các công nghệ lõi. Nhìn chung, ta có thể chờ đợi những phát minh và đổi mới có nhiều hứa hẹn nhất ở những chỗ giao nhau đó. Thí dụ như sẽ có thể xuất hiện các chip sinh học (biochip) (xem Chương II) do tương tác giữa công nghệ thông tin và công nghệ sinh học. Nhờ các chip này, công nghệ thông tin sẽ có thể tiếp tục sự phát triển mạnh mẽ của nó.

4. "Khuôn mẫu" (paradigm), khái niệm do T. Kuhn đưa ra năm 1962, là một cấu trúc cơ bản ổn định nảy sinh từ một số khám phá được chấp nhận bởi cộng đồng khoa học; cách mạng khoa học là sự thay thế khuôn mẫu cũ bằng một khuôn mẫu mới. Khái niệm này đã được sử dụng mở rộng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau. Khuôn mẫu kinh tế - kỹ thuật chỉ mẫu hình chung của toàn bộ công nghiệp trong một chu kỳ phát triển dài (chu kỳ sóng dài). Chi tiết, xem [1].

Hình 1 minh họa tương tác giữa các công nghệ lõi và các ngành công nghiệp được phát triển trên cơ sở các công nghệ đó (lấy từ [12]), có sửa đổi).



Hình 1. Các công nghệ lõi và các ngành công nghiệp được phát triển dựa trên các công nghệ này.

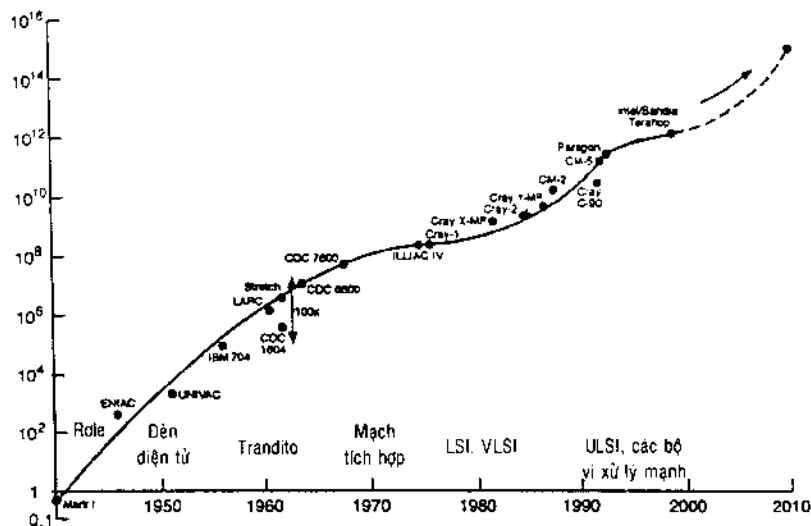
CHƯƠNG II

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

I. CÔNG NGHỆ THÔNG TIN QUA 5 THẬP KỶ LÔGA CỦA MÁY TÍNH

Công nghệ thông tin bao gồm công nghệ máy tính và công nghệ truyền thông cũng như phần mềm có liên quan (xem thí dụ, [13]). Vì giá thành của máy tính và truyền thông hiện đại giảm cho nên việc sử dụng chúng đã phát triển rất nhanh với năng lực sử dụng được cải tiến rất nhiều trong lưu trữ, xử lý và tìm thông tin theo nhiều dạng từ các con số đơn giản đến hình ảnh video. Các lĩnh vực áp dụng công nghệ thông tin rất phong phú, từ nghiên cứu khoa học, sản xuất công nghiệp cho đến các hoạt động tài chính, marketing. Công nghệ thông tin không chỉ tạo ra tiềm năng tăng hiệu suất của các loại hoạt động mà còn làm thay đổi cách thức làm ăn cũng như cuộc sống xã hội với phạm vi không thể đo lường hết được. Mặc dầu vậy, ta không quên rằng công nghệ thông tin là một lĩnh vực vẫn còn khá trẻ, có nghĩa là nó sẽ còn tiếp tục phát triển, có thể là vẫn theo kiểu hàm mũ trong thời gian tới.

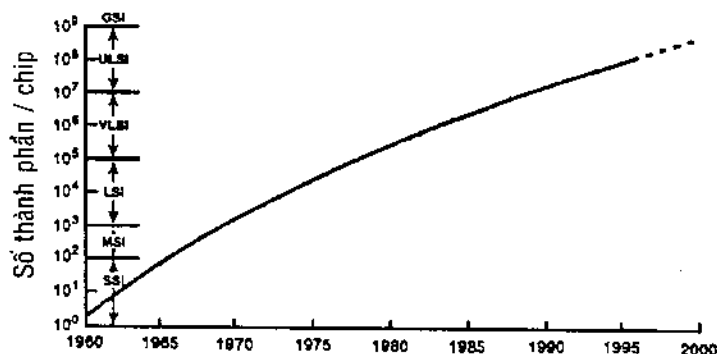
Đặc biệt, với sự phát triển của máy tính qua 5 thế hệ trọng 5 thập kỷ vừa qua, chúng ta đã có được những thí dụ rất rõ ràng về đặc điểm của thế kỷ của chúng ta theo sự mô tả của Lapp: thế kỷ lôga.



Flop/s: Floating point operations per second (số thao tác dấu chấm động trong một giây)

Hình 2. Quá trình tăng tốc độ máy tính và sự thay đổi của công nghệ phần cứng và kiến trúc của máy tính.

Hình 3. Sự gia tăng của số thành phần trên mỗi chip



Hình 2 giới thiệu quá trình tăng trưởng về tốc độ của máy tính qua 5 thế hệ từ các rơle và đèn điện tử (1939-những năm 1950) và các diốt và tranzito rời (những năm 1950-những năm 1960), cho đến các mạch tích hợp (cỡ nhỏ và vừa) (những năm 1960-giữa những năm 1970), các dụng cụ tích hợp cỡ lớn và rất lớn (giữa những năm 1970-những năm 1990), các dụng cụ tích hợp cỡ cực lớn và các bộ vi xử lý mạnh (1990-) [14]. Qua 5 thế hệ này, trong 5 thập kỷ, tốc độ máy tính đã tăng hơn một nghìn tỉ lần, trong khi đó giá thành lại giảm mạnh.

Hình 3 giới thiệu sự gia tăng của số thành phần trên mỗi chip từ 1960 cho đến gần đây [14]. Sự gia tăng này là liên tục trong suốt gần 4 thập kỷ và là kết quả của sự phát triển của vi điện tử. Từ chỗ các thành phần rời được nối với nhau bằng các dây dẫn để tạo nên một mạch điện tử, người ta đã tạo ra được những mạch đầy đủ trên một chip (tấm) làm bằng chất bán dẫn, chủ yếu là silic, với những ưu

điểm đáng tin cậy, giá thành thấp và tiêu thụ ít năng lượng. Các mạch như vậy mỗi ngày một tinh vi hơn và thường được chỉ bằng những chữ viết tắt từ SSI, MSI, LSI cho đến VLSI, ULSI và GSI, SS: small - scale = cỡ nhỏ, MS: medium - scale = cỡ vừa, LS: large - scale = cỡ lớn, VLS: very large - scale: cỡ rất lớn, ULS: ultra large - scale = cỡ cực lớn, GS: giga - scale: cỡ giga, I: integration = mức tích hợp.

Một số tác giả, thay cho công nghệ thông tin, đã nói đến lĩnh vực rộng rãi hơn - công nghệ vi điện tử, bao gồm (xem [15]):

- ❖ Những công nghệ thông tin có liên quan đến lưu trữ, xử lý, tìm và truyền thông tin (máy tính, thiết bị viễn thông, các thành phần vi điện tử);
- ❖ Việc ứng dụng các công nghệ thông tin dựa trên vi điện tử trong công nghiệp chế tạo bao gồm kỹ thuật rôbot, CAD (thiết kế dùng máy tính), CAM (chế tạo dùng máy tính), máy công cụ điều khiển số bằng máy tính, FMS (hệ chế tạo linh hoạt) và JITS (hệ đúng lúc).

Sau đây, trong cuốn sách, với nguồn tài liệu có được, để có thể giữ được tính hệ thống của vấn đề được trình bày, chúng tôi sẽ chỉ nói đến công nghệ thông tin.

Lĩnh vực này, trong những năm gần đây, đã có nhiều công trình dự báo về sự phát triển của nó từ nay cho đến năm 2000 và đầu thế kỷ tới, từ những công trình về từng vấn đề riêng của công nghệ thông tin như số thành phần trên một chip, tốc độ tính toán của máy tính, máy vi tính, máy siêu tính, v.v... cho đến những công trình chung về

toàn bộ lĩnh vực công nghệ thông tin.

Công trình dự báo khá toàn diện và chi tiết gần đây về công nghệ thông tin chúng tôi biết được có lẽ là công trình của Halal tiến hành theo yêu cầu của International Data Corporation [16].

Để đưa ra các dự báo của mình, Halal đã sử dụng ba nguồn thông tin như sau:

- ❖ Tài liệu và các công nghệ thông tin đang nổi lên (emerging information technologies). Các tài liệu này được xem xét nhằm phát hiện ra các xu hướng phát triển nổi bật nhất;
- ❖ Một bản dự báo thu được bằng phương pháp Delphi dựa vào ý kiến các chuyên gia nhằm đánh giá các phát triển trong tương lai;
- ❖ Ý kiến của những người có thẩm quyền thu được qua các cuộc phỏng vấn.

Một cách tổng quát, theo các kết quả đã thu được, có thể nói rằng thế giới hiện đang bước vào một thời kỳ chuyển đổi lớn trong những năm 2000-2010 khi công nghệ thông tin nở rộ và giữ vai trò chủ chốt trong các xã hội hiện đại. Sẽ có hai hoặc ba thế hệ máy mạnh hơn, linh hoạt hơn, có thể hoạt động với sóng ánh sáng và hầu như chắc chắn sử dụng một số lớn bộ xử lý song song. Công suất tính toán to lớn này sẽ được sử dụng rộng rãi để vận hành nhiều loại phần mềm tình vi và thiết bị ngoại vi trong các mạng lưới thông tin tỏa ra khắp hành tinh.

Cần phải mất thêm một số năm nữa thì dạng “trí tuệ toàn cầu” này mới có thể làm thay đổi được những hình trạng xã hội (patterns of social behavior) đã trở thành cố hữu, song sự thay đổi này chắc

chấn sẽ xảy ra và đó là một sự dịch chuyển lớn trong cơ cấu của các xã hội hiện đại. Trật tự xã hội dựa trên kiến thức hiện đang trong quá trình phát triển trong đó gia đình, công sở và trường học hòa trộn với nhau thành một mạng lưới hữu cơ các dịch vụ giao lưu cung cấp những cơ hội chưa từng có đẩy nhanh tiến bộ khoa học, phát triển kinh tế, giáo dục và những thay đổi xã hội to lớn khác.

II. PHẦN CỨNG MÁY TÍNH

Công suất của máy tính về cơ bản nằm ở khả năng lưu trữ và tốc độ xử lý thông tin. Cả hai yếu tố này hiện đang có những bước nhảy lớn.

Khả năng của chip hiện nay vào khoảng vài triệu thành phần trên một chip. Trong vài năm nữa nó có thể lên tới cỡ tỉ khi mà độ dày của các mạch điện tử chỉ còn là vài nguyên tử.

Có nhiều công nghệ mới đang được triển khai nhằm tăng tốc độ xử lý và khả năng lưu trữ. Không lâu nữa các chip asenua gali sẽ được thương mại hóa. Với các chip này, tốc độ xử lý sẽ tăng 5-6 lần so với các chip silic. Ưu điểm của đèn điện tử chân không sẽ được lặp lại ở mức lượng tử với những chip chứa hàng tỉ dụng cụ hoạt động trong chân không (do đó không có cản trở đối với chuyển động của các electron). Thậm chí, người ta còn biết cách lưu trữ thông tin trong các liên kết hóa học giữa các nguyên tử chất hữu cơ, hay nói cách khác, còn có thể chế tạo ra các "biochip" (chip sinh học) có được khả năng lưu trữ dữ liệu của DNA.

Các chip có khả năng lớn hơn trên đây cũng sẽ được sử dụng

trong các *kiến trúc xử lý song song* - một cách tiếp cận khác cơ bản về máy tính, một trong những đột phá quan trọng nhất về công nghệ thông tin. Thay cho các kiến trúc cấp bậc trước đây dùng chỉ một bộ xử lý lớn, các bộ xử lý song song và các mạng lưới dây thần kinh (một kiểu tương tự đặc biệt của bộ xử lý song song) sử dụng nhiều bộ xử lý hoạt động theo kiểu nối mạng song song bắt chước mạng lưới các tế bào tạo thành não người. Giống như não, các kiến trúc này tổ chức thông tin thành những mẫu hình (patterns), gán các chức năng khác nhau cho các bộ phận khác nhau của mạng lưới, đi đến các kết luận bằng các phương pháp cảm lý (heuristic) hơn là thuật toán (algorithm), đưa ra lời giải gần đúng một cách nhanh chóng và có thể tổ chức lại để điều chỉnh các sai hỏng trong các thành phần.

Xử lý song song hiện đang phát triển với nhịp độ khác thường. Năm 1988 Nippon Electric tuyên bố họ đã triển khai được một máy tính cá nhân 4 bộ xử lý song song giá 5000 đôla có thể đọc được văn bản và nhận đầu vào dưới dạng tiếng nói, sử dụng các hệ chuyên viên để giải quyết vấn đề và học tập kinh nghiệm. Hiện nay người ta đang triển khai những hệ thống sử dụng hàng nghìn bộ xử lý, và rất có thể chỉ trong một thập kỷ nữa, xử lý song song sẽ được sử dụng một cách rộng rãi.

Các đĩa quang học (tương tự như các đĩa compact hiện đang được sử dụng để ghi âm nhạc) sẽ làm tăng khả năng của các cơ sở dữ liệu lên rất nhiều, và các đĩa đọc-viết bộ nhớ xóa được sẽ cho phép thay đổi các tập tin (file). Hiện nay các đĩa quang học có thể lưu trữ khoảng 1000 megabyte dữ liệu, tức là có thừa khả năng để ghi lại nội dung của một bộ từ điển bách khoa nhiều tập. Nhờ công nghệ này,

trong chừng một thập kỷ nữa, ta hoàn toàn có thể tiếp cận các thư viện nhỏ bằng con đường điện tử.

Khả năng đang tăng lên của lưu trữ và xử lý thông tin đang được kết hợp lại thành những *mạng lưới thông tin tích hợp*, các mạng lưới này mở rộng ra rất nhiều các luồng truyền thông trên vệ tinh hiện nay. Chúng ta sẽ sống trong một thế giới mới về thông tin hầu như không có giới hạn được tạo thành từ điện thoại cá nhân, cáp quang và viễn thông quang học. Công nghệ cá nhân chẳng bao lâu nữa sẽ giúp cho mỗi cá nhân có được một số điện thoại cá nhân lưu trữ trong một thẻ thông minh hay một máy tính cá nhân xách tay mà nhờ đó bất kỳ ai cũng có thể định vị và liên lạc với bất kỳ ai ở hầu như bất kỳ nơi nào trong thế giới hiện đại.

Cáp quang sẽ là một khả năng khác thay cho các kênh truyền thông đã quá cũ. Cáp quang đầu tiên được đặt qua Đại Tây Dương vào năm 1990. Nó cho phép thực hiện cùng một lúc 40000 cuộc nói chuyện điện thoại giữa Mỹ và châu Âu, lớn hơn một bậc so với khả năng của cáp kim loại. Các công ty điện thoại hiện nay đang rất nhanh chóng lắp đặt hệ thống cáp quang vươn tới các nhà ở và công sở ở Mỹ, như vậy đa số dân chúng ở nước này sẽ có thể tiếp cận được với rất nhiều dịch vụ thông tin. Nhật Bản thì cam kết là sợi cáp quang sẽ phủ lên cả nước Nhật vào năm 2010.

Các **hệ thống viễn thông quang học** hiện đang được triển khai và sẽ đi vào thị trường trong thời gian trước mắt.

Các loại mạng lưới công nghệ thông tin trên đây sẽ được tích hợp lại thành một loại *hệ thống toàn cầu*. Nhờ những tiêu chuẩn về

hệ thống mở như mạng lưới số dịch vụ tích hợp (ISDN), không lâu nữa người ta sẽ có thể nối bất kỳ loại phần cứng và phần mềm nào với nhau, cũng như tạo điều kiện để triển khai các ứng dụng đa phương tiện nối dữ liệu, tiếng nói, hình ảnh, văn bản và bất kỳ loại thông tin nào khác thành một tổng thể không có vết nối. Có thể nói, vào những năm 90, người ta sẽ xem máy tính như là một *nguồn kiến thức* hơn là những *bộ xử lý kiến thức* và sự nối mạng sẽ cho phép người dân thực sự giao lưu với bất kỳ cái gì.

Tất cả các tiến bộ về phần cứng sẽ hội nhập lại trong một loại *tin học xách tay*: các máy tính cá nhân cố định vẫn được sử dụng cho những công việc “mạnh” như nghiên cứu khoa học và khảo sát kỹ thuật, song người ta phần lớn sẽ sử dụng những máy nhỏ xách tay thuận tiện hơn cho các công việc đơn giản hàng ngày. Dữ liệu, thông báo viết, báo hàng ngày, điện thoại, truyền hình, chiếu bóng, hội thảo từ xa và một khối lượng gần như vô hạn thông tin khác sẽ được biểu hiện trên các màn hình phẳng treo tường. Ngoài ra, còn có những chip máy tính nhỏ, rẻ, được cài trong ô tô, máy điện thoại, tủ lạnh, máy truyền hình và hầu như mọi loại đồ đạc thông dụng khác để có thể điều khiển các dụng cụ xung quanh ta một cách thông minh.

Như vậy việc sử dụng công nghệ thông tin sẽ không còn gắn liền với cái ghế ngồi mà sẽ trở thành một bộ phận không tách rời của cuộc sống ngay trong lúc người ta đi lại quanh nhà, trong công sở hay ở bất kỳ một nơi nào khác. Đó là thứ “tin học khắp nơi”, một bước ngoặt thực sự trong cách sống, làm việc và vui chơi của chúng ta.

Với sự phát triển của đĩa quang, viễn thông quang học, cáp quang, laser trong máy in và những ứng dụng khác của quang học, một số nhà nghiên cứu đã cho rằng điểm cuối cùng của công nghệ thông tin sẽ là **máy tính quang học** và điều này sẽ trở thành hiện thực trong không đến một thế hệ nữa.

Bảng 2. giới thiệu các dự báo thu được theo phương pháp Delphi có nêu rõ các ước tính cụ thể về năm xuất hiện, xác suất thành công, tác động về kinh tế và nước dẫn đầu trong lĩnh vực được xét.

Bảng 2. Dự báo sự phát triển của phần cứng máy tính theo phương pháp Delphi.

Mốc lớn	NĂM XUẤT HIỆN	XÁC SUẤT THÀNH CÔNG (0 -1,0)	THỊ TRƯỜNG MỸ (TỈ ĐÓLA)	NƯỚC DẪN ĐẦU
1. Máy tính nhỏ có kích thước bằng một tập giấy viết được nhiều người sử dụng một cách thường xuyên để quản lý công việc riêng	2002	0,85	19	Nhật
2. Xử lý song song sử dụng hàng nghìn chip nối với nhau thành những mạng lưới được sử dụng rộng rãi	2003	0,71	19	Mỹ
3. Mạng lưới công cộng qua đó bất kỳ người nào cũng có thể tiếp cận các thư viện, thông báo điện tử, hội thảo từ xa, phần mềm thông dụng, v.v...	2007	0,84	35	Mỹ
4. Máy tính quang học đi vào thị trường	2000	0,86	37	Mỹ

Theo các ước tính nêu trong Bảng 2 thì máy tính nhỏ công suất lớn, xử lý song song, mạng lưới tích hợp công cộng và máy tính quang học sẽ xuất hiện chỉ trong vòng 10 năm đầu của thế kỷ XXI. Xác suất để các khả năng đó trở thành hiện thực là khá cao: khoảng 0,82, tác động kinh tế rất đáng kể: 130 tỉ đôla ở thị trường Mỹ. Có thể có một sự hoài nghi nào đó về khả năng đưa ra sử dụng các công nghệ thông tin đang nổi lên, nhất là đối với những công nghệ còn xa lạ như máy tính quang học, song ý kiến chung từ tài liệu, phỏng vấn và dự báo Delphi đều là khẳng định rằng trong thập kỷ tới sẽ có hai hoặc hơn hai thế hệ phần cứng mạnh hơn và linh hoạt hơn.

III. PHẦN MỀM MÁY TÍNH

Phần mềm hiện đang phát triển tới những trình độ rất tinh vi đến mức được đánh giá là đã vượt phần cứng, thậm chí có người đã nói rằng tương lai là ở “những công ty máy tính không có máy tính” như Microsoft chuyên thiết kế những phần mềm mạnh như Windows và thu lợi nhiều nhất.

Hiện nay để phát triển công nghệ thông tin, nhu cầu cấp bách là *tự động hóa sản xuất phần mềm thường dùng hàng ngày*. Đã có một số cách tiếp cận vấn đề này, có hứa hẹn nhất là thiết kế phần mềm dùng máy tính (computer-aided software engineering = CASE) và lập trình hướng đối tượng (object-oriented programming = OOP). Cấu tạo của hệ thống sẽ có thể được sản sinh ra một cách tự động khi máy tính rút ra những bộ tiêu chuẩn hóa và kết hợp chúng với nhau thành một tổng thể có thể hoạt động được. Để có được thiết kế ban đầu, đương nhiên phải cần đến trí sáng tạo của con người; và để áp

đầu, đương nhiên phải cần đến trí sáng tạo của con người; và để áp dụng các hệ thống tự động đó một cách có hiệu quả, cần phải có kỹ năng đặc biệt của người lập trình.

Với những phần cứng mạnh đã nói ở trên, các hệ thống phần mềm sẽ có thể thực hiện được một số ứng dụng của *trí tuệ nhân tạo* đã được nói đến từ mấy thập kỷ nay song kết quả còn tương đối khiêm tốn. Do vậy khái niệm *trí tuệ ứng dụng* hiện đang nổi lên như là một mục tiêu thực tế hơn. Trong vòng một thập kỷ nữa hay hơn một chút, sự phát triển của các *hệ chuyên viên* sẽ đạt tới chỗ mà hầu như mọi nhiệm vụ thông thường hàng ngày sẽ có thể được tự động hóa: giảng dạy những vấn đề được tiêu chuẩn hóa như toán và ngôn ngữ, huấn luyện người làm nhiệm vụ tìm tài liệu (như cán bộ thư viện), v.v... Số lượng những hệ chuyên viên như vậy tăng với tốc độ 50% hàng năm. Theo [17], năm 1980, số hệ chuyên viên là 50, năm 1987-350, năm 1988-2.200, năm 1992-12.500. Những nhiệm vụ phức tạp hơn như áp dụng kiến thức khoa học một cách có hiệu quả đang chờ đợi được giải quyết.

Tương tác tiếng nói sẽ có nhiều tiến bộ và chúng ta sẽ có thể nói với máy tính một cách dễ dàng. Thí dụ như Apple Computer vừa mới đây đã công bố chương trình Casper trên một máy tính cá nhân thông thường có thể đáp ứng một cách chính xác những lệnh nói phức tạp như cho chạy những chương trình phần mềm. *Dịch tự động* sẽ có những tiến bộ đáng kể tuy ngẫu nhiên vẫn còn bị sai về cú pháp.

Hiện nay đang có nhu cầu lớn về một hệ thống có thể giúp

những người quá bận rộn sử dụng được những hệ thống thông tin rất có giá trị hiện nay nhưng quá nhiều và phức tạp. Những nghiên cứu đang được tiến hành có thể sẽ dẫn đến một bộ phần mềm thông minh có thể thực hiện được các chức năng của một *trợ lý kiến thức* hay rôbot thông minh hay một “anh người hầu” có thể thay mặt “ông chủ” trong một số công việc. Được lưu trữ trong một máy tính cá nhân xách tay và có thể học tập được cách làm việc, suy nghĩ và ra quyết định của ông chủ, “anh người hầu” này sẽ có được khả năng thay mặt ông chủ giải quyết những nhiệm vụ thường gặp hàng ngày.

Hiện nay đang ra đời những loại trợ lý số cá nhân (personal digital assistant = PDA) đơn giản, những bộ phần mềm có thể tìm ra thông tin cần thiết qua các cơ sở dữ liệu phức tạp, thực hiện những phân tích đơn giản, trả lời các yêu cầu, nghĩa là hầu hết các chức năng hiện do các thư ký và trợ lý thực hiện. Đã có những thí dụ cụ thể về PDA, thí dụ như “người lái kiến thức” Wizard của Sharp.

Công nghệ thông tin có thể sẽ vươn tới những mục tiêu nhiều tham vọng hơn như nhanh chóng giải quyết những vấn đề khoa học khó, quản trị tự động những luồng vốn phát triển nhanh di chuyển trong nền kinh tế toàn cầu, chẩn bệnh nhanh hơn và chính xác hơn, v.v... Những mục tiêu như vậy sẽ có thể đạt được sau một thập kỷ hay hơn một chút và vào lúc đó phải có được những khả năng về phần mềm gần với con người hơn.

Bảng 3. Dự báo sự phát triển của phần mềm máy tính theo phương pháp Delphi.

Mốc lớn	NĂM XUẤT HIỆN	XÁC SUẤT THÀNH CÔNG (0 -1,0)	THI TRƯỞNG MỸ (TỈ ĐÓLA)	NƯỚC DẪN ĐẦU
1. Phần mềm tính vi: được triển khai cho cá nhân trong giảng dạy, y tế, điều khiển hoạt động công ty, v.v..	1996	0,95	18	Mỹ
2. Hệ chuyên viên: trở thành thông dụng trong các quyết định thường gặp hàng ngày trong kinh doanh, thiết kế kỹ thuật, chẩn bệnh, v.v...	1998	0,88	17	Mỹ
3. Máy tính nhận được tiếng nói: cho phép người và máy tương tác với nhau nhanh hơn và thuận tiện hơn	2002	0,84	30	Mỹ
4. Phần mềm tự động hóa: các bộ phận thường gặp hàng ngày của đa số phần mềm được sản xuất một cách tự động	2003	0,82	21	Mỹ
5. Máy tính biết học: các chương trình máy tính có khả năng học bằng thử và sai để điều chỉnh hành vi của chúng	2004	0,86	27	Mỹ

Bảng 3 giới thiệu các kết quả dự báo theo phương pháp Delphi về 5 vấn đề khó khăn nhất thuộc lĩnh vực phần mềm. Các vấn đề này có thể được thực hiện trong khoảng từ nay cho đến năm 2004. Chúng sẽ đáp ứng các nhu cầu xã hội được đánh giá là vào khoảng 100 tỉ đôla. Trong cả 5 vấn đề, Mỹ là nước dẫn đầu.

Hệ quả của sự phát triển trên đây là sẽ có những hệ thống thông tin mạnh hơn, linh hoạt hơn và thông minh hơn được sử dụng rộng rãi bởi các cá nhân, tổ chức và xã hội. Hàng tỉ người trên thế giới sẽ làm việc với nhau qua những hệ thống thông minh và như vậy ta có thể nói đến một loại “trí tuệ toàn cầu” cao cấp hơn.

IV. CÁC DỊCH VỤ THÔNG TIN

Với sự phát triển của công nghệ thông tin như nói trên, đa số các chức năng xã hội được thực hiện bằng con người sẽ chuyển sang dạng tương đương điện tử của chúng. Kinh doanh, giáo dục, y tế, mua hàng, v.v... là những lĩnh vực thích hợp với dạng này vì chúng liên quan chủ yếu đến việc truyền thông tin. Các dịch vụ thông tin do đó được chấp nhận ngày càng rộng rãi như là một cách thay thế để tiến hành các hoạt động giao dịch và chúng sẽ làm thay đổi cách sống và làm việc của chúng ta. Máy fax là cái mà cách đây không lâu còn là hiếm hoi thì nay đã trở thành quen thuộc với mọi người. Hội thảo video đang ở ngưỡng cửa của một sự phát triển rất mạnh mẽ. Nhiều dịch vụ thông tin khác bao quát toàn bộ hoạt động của con người hiện đang được triển khai: ngân hàng, bảo hiểm, thương mại, quản lý dự án, bầu cử, giải trí tại nhà, chữa bệnh, in ấn và thậm chí cả các dịch vụ tâm linh và tôn giáo nữa.

Do nhận thức được tiềm năng to lớn của các dịch vụ thông tin mà IBM và Sears đã bỏ ra rất nhiều tiền bạc, thời gian và sức sáng tạo để thực hiện dự án Prodigy cung cấp dịch vụ thông tin cho các gia đình có máy tính. Prodigy đã nhận được sự hưởng ứng khá rộng rãi của người tiêu dùng với hơn 1 triệu người đăng ký năm 1990 và số lượng này hiện đang gia tăng nhanh. Các dịch vụ thông tin chắc chắn sẽ trở thành một nhu cầu xã hội to lớn và sẽ có nhiều công ty ra đời để đáp ứng nhu cầu này tương tự như các công ty điện nước, điện thoại hiện nay.

Sự phát triển của các dịch vụ thông tin dự báo theo phương pháp Delphi giới thiệu trong bảng 4.

Sự đánh giá các xu hướng của các thành viên tham gia dự báo Delphi (xác suất thành công, trừ trường hợp thư viện tin học hóa, trung bình khoảng 0,50) cho thấy, trong trường hợp dịch vụ thông tin, có các vấn đề phức tạp về sự thâm nhập của các hệ thống công nghệ thông tin vào đời sống xã hội và, ngược lại, sự thay đổi lối sống sao cho phù hợp với công nghệ mới.

Có những nghiên cứu khác cho các kết quả tương tự. Thí dụ như theo điều tra của Honeywell Information Systems năm 1987, có tới 56% người được hỏi cho biết họ sẽ vẫn đến công sở hàng ngày mặc dù có thể được làm việc ở nhà bằng con đường điện tử, 36% muốn làm việc lúc ở công sở lúc ở nhà, và chỉ có 7% muốn làm việc ở nhà. Kết quả này chứng tỏ rằng các dịch vụ thông tin khó có thể thay thế sự tương tác trực tiếp vì con người là một thực thể xã hội, họ luôn cần được gặp những người khác trực tiếp ở nơi làm việc hay những chỗ tụ họp nào khác. Nói như thế không có nghĩa các dịch vụ

thông tin sẽ không được sử dụng mà chúng sẽ giữ vai trò thay thế khi tỏ ra thuận tiện hơn.

Nhìn chung, các dịch vụ thông tin như trình bày ở trên sẽ được sử dụng ngày càng nhiều hơn trong các xã hội hiện đại, đặc biệt đối với thế hệ trẻ đang lớn lên trong thời đại thông tin ngày nay.

Bảng 4. Dự báo sự phát triển của các dịch vụ thông tin theo phương pháp Delphi.

Mốc lớn	NĂM XUẤT HIỆN	XÁC SUẤT THÀNH CÔNG (0 -1,0)	THỊ TRƯỜNG MỸ (TỈ ĐÔ LA)	NƯỚC DẪN ĐẦU
1. Thư viện tin học hóa: Tiếp cận các tài liệu trong thư viện qua máy tính thuận tiện hơn và rẻ hơn so với đến thư viện	2000	0,87	12	Mỹ
2. Làm việc tại nhà: một nửa số lao động ở Mỹ hoàn thành công việc tại nhà qua sử dụng các hệ thống máy tính	2009	0,52	83	Mỹ
3. Giáo dục điện tử: giáo dục nhìn chung tiến hành bằng cách sử dụng những chương trình giảng dạy tin học hóa và truyền hình tương tác	2002	0,69	21	Mỹ
4. Hội thảo từ xa: hội thảo được tiến hành bằng con đường điện tử, nhờ đó giảm phần lớn việc đi lại	2006	0,40	48	Mỹ
5. Mua hàng điện tử: một nửa số hàng hóa ở Mỹ được bán qua các dịch vụ máy tính như Prodigy	2007	0,43	189	Mỹ

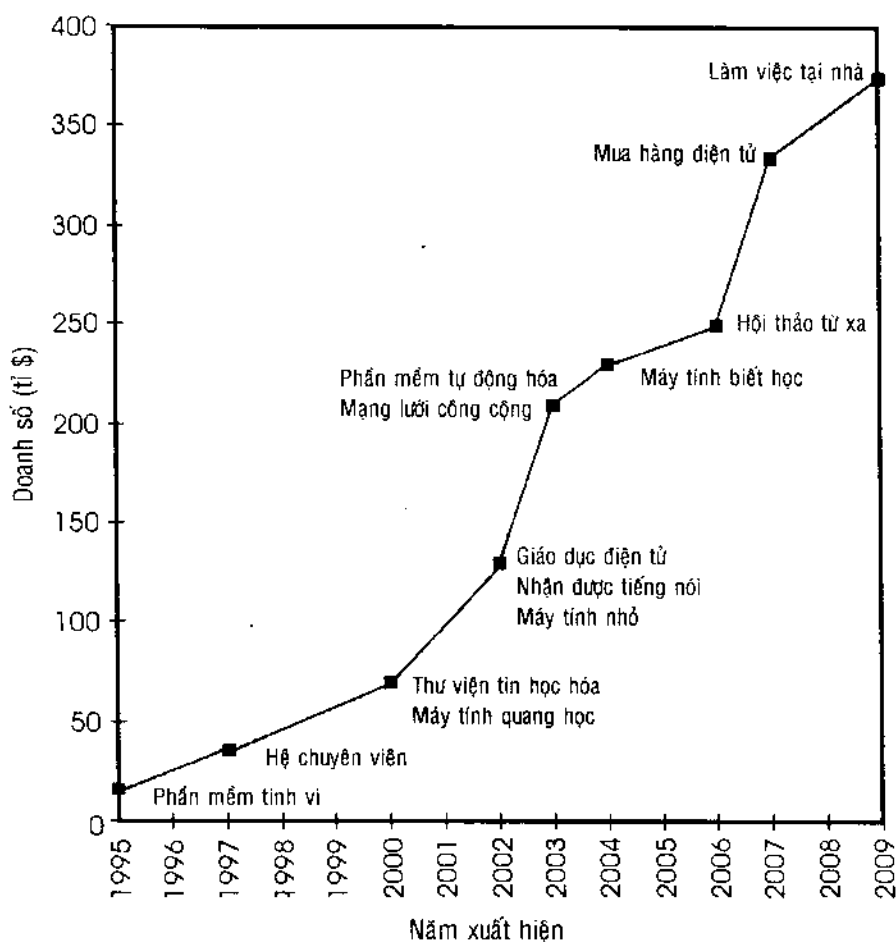
V. CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN TRONG THẬP KỶ ĐẦU TIÊN CỦA THẾ KỶ XXI

Từ các dự báo trình bày ở trên (tóm tắt trên Hình 4, theo [16], đã sửa lại), Halal đã đưa ra một số kết luận tổng quát.

Điều rõ ràng nhất là sự phát triển có tính chất cách mạng của công nghệ thông tin (*cuộc cách mạng công nghệ thông tin*) sẽ tạo ra một làn sóng đổi mới lớn tràn qua các xã hội hiện đại trong phần đầu của thế kỷ XXI. Đối với nước Mỹ, 14 công nghệ thông tin đang nổi lên trình bày ở trên sẽ có tác động kinh tế trực tiếp ước tính đại khái là 400 tỉ đôla (sử dụng các giá trị đối với thị trường Mỹ và nhân với xác suất thành công tương ứng). Tác động này sẽ có tiếng vang lớn trong xã hội Mỹ và toàn thế giới.

Cần phân biệt *hai giai đoạn phát triển* của các công nghệ thông tin đã nêu. Trong giai đoạn đầu, bắt đầu không lâu sau năm 2000, các công nghệ có tính “kỹ thuật” như phần mềm tinh vi, hệ chuyên viên, máy tính quang học, thư viện tin học hóa, v.v... sẽ có những tác động ban đầu. Trong giai đoạn tiếp theo, từ khoảng năm 2005 trở đi, nhờ các máy tính thông minh, các dịch vụ thông tin (các công nghệ thông tin “xã hội”) như giáo dục điện tử, hội thảo từ xa, mua hàng điện tử, làm việc tại nhà, v.v... sẽ nhập dòng vào đời sống xã hội.

Hình 4. Sự xuất hiện của các công nghệ thông tin và doanh số của chúng trên thị trường nước Mỹ từ nay cho tới đầu thế kỷ XXI.



Cuộc cách mạng công nghệ thông tin sẽ không chỉ làm thay đổi một cách đáng kể cơ sở công nghệ của các xã hội hiện đại mà còn là một cuộc cách mạng xã hội mạnh mẽ.

Nhờ công nghệ thông tin, các công ty ngày nay có thể tiến hành các hoạt động kinh doanh trên khắp thế giới cũng thuận tiện như trong một thành phố, điều này đã có vai trò rất cơ bản trong sự hình thành nền kinh tế toàn cầu ngày nay.

Cũng là nhờ công nghệ thông tin mà các hoạt động xã hội như giáo dục, lao động, v.v... sẽ có thể được thực hiện tại nhà và điều này có thể làm sống lại một cách mạnh mẽ sự gắn bó cổ truyền của con người với cuộc sống gia đình.

Các tác động xã hội to lớn khác có thể kể ra là sự dịch chuyển quyền lực - xu hướng chuyển quyền lực, đề xuất và điều khiển xuống phía dưới trong các tổ chức lớn - do tác động của các hệ thống thông tin; sự trở thành tự do hơn của người dân do sự lãnh đạo ngày nay không còn dựa trên sự điều khiển về tài chính cổ truyền mà phải dựa trên sức mạnh của trí tuệ; v.v...

Hệ quả chung của các xu hướng trên là xã hội sẽ được điều khiển không theo hình tháp thứ bậc mà là theo những “mạng lưới xã hội” tương ứng với các mạng lưới thông tin. Những mạng lưới xã hội như vậy có thể gọi là những “cộng đồng ảo” (virtual communities), khái niệm khác với “làng toàn cầu” đã hình thành trước đây dùng để chỉ sự nhận thức có tính chất kinh nghiệm về mối quan hệ giữa những người dân trên hành tinh do tác động của các phương tiện thông tin đại chúng như truyền hình qua các vệ tinh nhân tạo của

trái đất. Cộng đồng ảo vượt lên trên các phương tiện như vậy. Nó chỉ những mối quan hệ thực sự được tạo thành bằng con đường điện tử và đó là những cộng đồng đang sống. Nó là một thực tế ảo - “một kỹ thuật giao lưu mà nội dung là bằng máy tính tạo ra những không gian ảo [“espace virtuel” trong tiếng Pháp, “cyberspace” theo cách gọi của người Mỹ] trong đó những người vận hành có thể di chuyển và tác động lên một môi trường được xây dựng lại thành những hình ảnh tổng hợp” (J. de Rosnay, dẫn theo [18]).

Ta có thể nhìn thấy sự phát triển của các cộng đồng ảo qua mối quan hệ lao động và bè bạn mật thiết hình thành qua các trao đổi điện tử giữa những người dân ở các nước phát triển.

Đi xa hơn, khi mà các mạng lưới thông tin hiện đang tạo ra các cộng đồng ảo được phát triển thành những mạng lưới thần kinh và các mạng lưới thần kinh này được nối với nhau thành một mạng lưới thần kinh toàn cầu trong đó hàng tỉ con người có học vấn trên toàn thế giới cùng nhau làm việc, khi đó chúng ta sẽ có cả một “bộ não toàn cầu” có khả năng của một trí tuệ chưa từng có - “trí tuệ toàn cầu”, một khả năng có thể trở thành hiện thực sau năm 2000.

Theo một số nhà nghiên cứu thì ngày nay một số xã hội phát triển cao như Mỹ, một số nước châu Âu, Nhật Bản đã trở thành những “xã hội thông tin” với nghĩa số lao động làm các công việc có liên quan đến “thông tin” (không phải năng lượng, không phải vật chất) đã nhiều hơn số lao động trong khu vực công nghiệp. Theo Halal, nói cho đúng thì các nước này vẫn còn đang trong giai đoạn của “xã hội

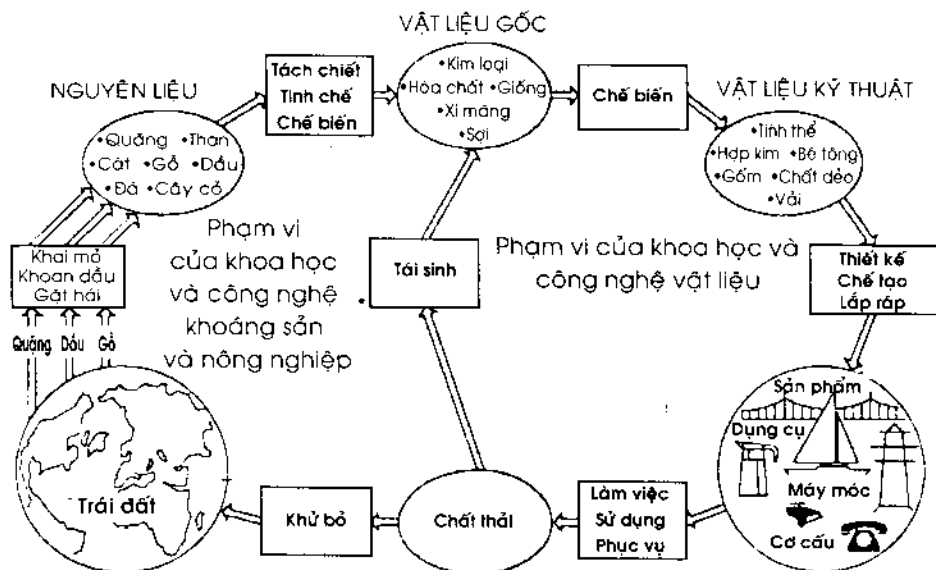
dịch vụ". Trong số 70% tổng số lao động các nước này đang được xem là thuộc khu vực thông tin của nền kinh tế, số những người làm các công việc như bán hàng, phục vụ nhà hàng và khách sạn, thực hiện các dịch vụ tài chính, v.v... chiếm tới 40%, số thực sự tham gia các hoạt động dựa trên thông tin như nghiên cứu khoa học và công nghiệp, viết báo, giáo dục đại học, quản lý chiến lược, v.v... chỉ có 30%. Tuy nhiên, có thể chờ đợi là ở những nước này, sau năm 2000, khu vực sản sinh ra kiến thức sẽ lớn hơn khu vực dịch vụ.

CHƯƠNG III

VẬT LIỆU MỚI

I. KHÁI QUÁT VỀ VẬT LIỆU

Vật liệu, một cách tổng quát nhất, chỉ bất kỳ phần vật chất nào được sử dụng để làm ra các vật thể cần thiết cho con người: máy móc, dụng cụ, nhà cửa, phương tiện đi lại, v.v...



Hình 5. Chu trình vật liệu

Các vật liệu là vô cùng đa dạng và được biến đổi từ dạng này sang dạng khác trước khi đi đến các sản phẩm cuối cùng mà con người có thể sử dụng; sau đó, trong quá trình sử dụng, sẽ trở thành các chất thải mà một phần có thể được đưa lại giai đoạn biến đổi thành sản phẩm có ích (tái sinh = recycling). Sự chuyển động của vật liệu như vậy được gọi là *chu trình vật liệu* - khái niệm xuất hiện lần đầu tiên năm 1973 trong một công trình nghiên cứu lớn về vật liệu của Viện Hàn lâm khoa học Mỹ: *Materials and Man's Needs*. Sự ra đời của khái niệm này đã được đánh giá là mốc lớn thứ ba trong quá trình con người hiểu biết về vật liệu sau sự hình thành **khoa học vật liệu** (materials science) và **kỹ thuật** (hay *thiết kế*) **vật liệu** (materials engineering). Hình 5 giới thiệu chu trình vật liệu như đã được mô tả trong công trình đó (xem [19], tr 23-24).

Đã có những cách khác nhau được đưa ra để phân loại các vật liệu. Bảng 5 giới thiệu một cách **phân loại** trong đó các vật liệu chủ yếu được chia thành 8 lớp [20]. Trong các lớp này, 4 lớp đầu thuộc vào một nhóm mà việc sử dụng cuối cùng là trong kỹ thuật (engineering). Đặc điểm của chúng là có nhiều triển vọng mang lại giá trị gia tăng và tương ứng với tiềm năng phát triển của **nền kinh tế**. Bốn lớp sau thuộc vào nhóm những vật liệu được sản xuất với khối lượng lớn để sử dụng trong các khu vực như xây dựng và cầu đường.

Bảng 5. Tám lớp vật liệu có những ứng dụng đáng chú ý nhất

LỚP VẬT LIỆU	THÍ DỤ	CÁC ĐẶC TÍNH CHÍNH	CÁC ỨNG DỤNG CHÍNH
<i>Kim loại và hợp kim</i>	Thép, siêu hợp kim, hợp kim nhẹ	Bền, dai	Ô tô, máy bay, thùng chịu áp lực
<i>Gốm và kecmet</i>	Alumina, nitrua silic, cacbit kim loại	Chịu nhiệt độ cao và ăn mòn, độ cứng cao	Chất chịu lửa trong lò nung, các thành phần trong động cơ
<i>Chất dẻo và chất đàn</i>	Pôlyme, cao su, pôlyurêtan	Bền, chịu ăn mòn, tỉ trọng thấp	Ống dẫn, tấm chắn, nhà máy chế biến
<i>Compôdit</i>	Chất dẻo, kim loại hay gốm gia cố sợi	Rất dai, rất bền, nặng	Máy bay và các thành phần thiết bị vận tải khác
<i>Vật liệu xây dựng</i>	Đá xây dựng, xi măng	Bền lâu, cung cấp đối đào, rẻ	Công trình nhà ở, đường sá, cầu cống
<i>Gỗ</i>	Gỗ, gỗ dán	Dễ chế tạo, bền	Đồ đạc, công trình
<i>Sợi</i>	Bông, nilon, thủy tinh	Đa dạng, dễ chế tạo và gia công	Đồ dệt, compôdit sợi-chất dẻo
<i>Giấy</i>	Giấy, các tông	Đa dạng	In ấn, trang trí

Theo một cách phân loại khác dựa trên mục đích sử dụng cuối cùng, ta phân biệt hai nhóm lớn: vật liệu kết cấu và vật liệu chức năng.

Vật liệu kết cấu chỉ những vật liệu mà bản thân chúng không phải là sản phẩm cuối cùng, các tính chất riêng của chúng được sử dụng là để thực hiện một chức năng đã cho của một cấu trúc kỹ thuật. Nói một cách ngắn gọn, vật liệu kết cấu là vật liệu dùng để chứa, nối, thể hiện hay điều khiển một cấu trúc kỹ thuật, một dụng cụ hay một sản phẩm tiêu dùng. Do vậy, cũng có thể hiểu vật liệu kết cấu như là *vật liệu mà các tính chất cần quan tâm của chúng là tính chất cơ học* [20].

Các vật liệu kết cấu tiên tiến là một đòn bẩy quan trọng đối với sự phát triển của các ngành công nghiệp như công nghiệp ô tô (các chất dẻo có thể thay thế kim loại để làm giảm trọng lượng của xe); công nghiệp hàng không - vũ trụ (các compôdit được sử dụng ngày càng nhiều và một số hợp kim, thí dụ nhôm - liti, đang tỏ ra có hứa hẹn); xây dựng (các vật liệu chống rung, cách nhiệt, có các tính chất hóa học cần thiết); sức khỏe (các vật liệu sinh học); công nghiệp thể thao và giải trí [21].

Vật liệu chức năng chỉ những vật liệu mà bản thân chúng là một bộ phận của cấu trúc hay sản phẩm có thể được sử dụng và thực hiện những chức năng cơ bản mà chỉ một vài vật liệu nào đó là có thể thực hiện được. Chúng *đáp ứng các đặc tính kỹ thuật về một hoặc một số tính chất phi cơ học*. Thị trường của các vật liệu này không lớn như đối với các vật liệu kết cấu song nói chung, chúng có tiềm năng, có vai trò của những yếu tố then chốt trong các lĩnh vực kinh tế - kỹ thuật mới, thí dụ như silic trong công nghiệp điện tử được sử dụng rộng rãi vào để chế tạo pin quang điện, bộ nén điện kiểm soát được, bộ tách sóng cao tần và siêu cao tần hay bộ cảm nhận

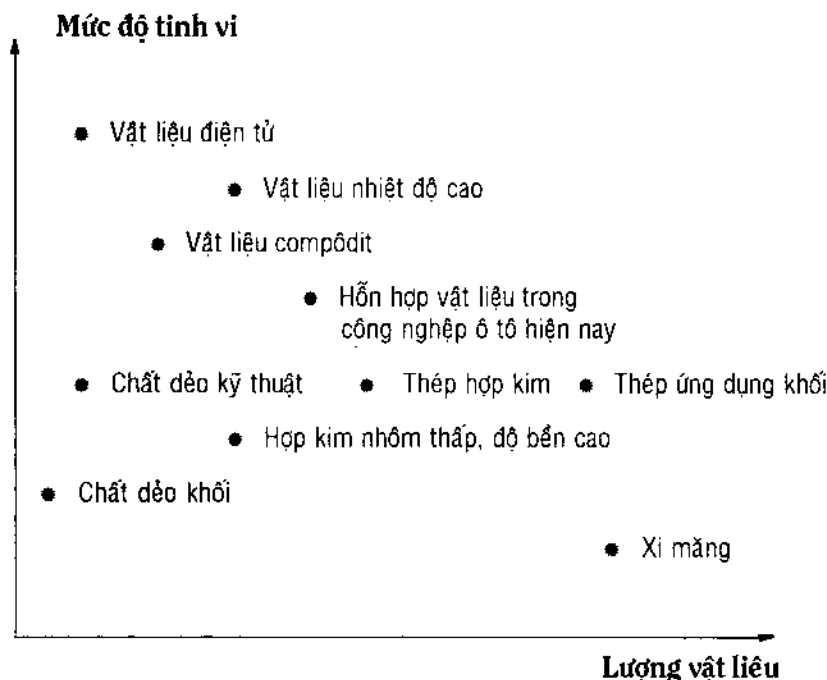
ảnh, sợi thủy tinh trong viễn thông được dùng làm chất cách âm, cách điện và cách nhiệt v.v... [20,21].

Xu hướng chung hiện đang gia tăng ngày càng nhanh trong nghiên cứu và sử dụng vật liệu là giảm lượng nguyên liệu cần thiết để sản xuất ra một đơn vị sản phẩm. Trong hơn một chục năm từ 1973 đến 1985, ở các nước công nghiệp phương Tây, nguyên liệu sử dụng cho một đơn vị sản phẩm đã giảm rõ rệt: 42% về thiếc, 37% về thép và 32% về kẽm. Sự giảm này có được là nhờ ở hai loại đổi mới công nghệ; *thay thế vật liệu và tiết kiệm vật liệu*.

Sự nâng cao các tính chất và hiệu suất của vật liệu do áp dụng các phương pháp chế biến mới cũng đã dẫn đến sự phi vật chất hóa vật liệu. Những đầu tư vô hình về thông tin như phần mềm, marketing và R&D sẽ chiếm phần ngày càng nhiều hơn trong chi phí sản xuất, còn các chi phí về nguyên liệu và năng lượng sẽ giảm đi. Xu hướng này đã rõ ràng trong lịch sử phát triển của vật liệu và chắc chắn sẽ còn tiếp tục trong tương lai. Nói một cách khác, xu hướng chung của phát triển vật liệu là sự vận động về phía những vật liệu có hàm lượng thông tin hay kiến thức cao hơn đối với mỗi đơn vị trọng lượng vật liệu [20].

Xu hướng này có thể mô tả như trong đồ thị ở Hình 6. Trong đồ thị, các điểm chỉ trọng tâm của lĩnh vực vật liệu được xét, mỗi tên chỉ xu hướng phát triển của lĩnh vực đó. Các vật liệu điện tử, về chủ yếu thuộc nhóm các vật liệu chức năng, hiện đã là loại có hàm lượng thông tin cao và hiệu năng cao (performance) đối với mỗi đơn vị trọng lượng vật liệu. Còn xi măng, một vật liệu kết cấu được sử dụng với khối lượng lớn, mặc dầu nằm ở vị trí thấp của trục hàm lượng thông tin (độ tinh

vi), vẫn đang được phát triển theo xu hướng *tăng độ tinh vi*, thí dụ như tạo ra loại xi măng không có những khuyết tật lớn và đo đó bền hơn nhiều so với xi măng thông thường. Các chiến lược phát triển vật liệu rõ ràng là phải nằm trong xu hướng chung này.



Hình 6. Xu hướng phát triển các nghiên cứu và ứng dụng vật liệu

II. VẬT LIỆU MỚI LÀ GÌ?

Ở trên có lúc chúng ta đã nói đến “vật liệu tiên tiến” (advanced materials). Có thể xem các vật liệu này như là đồng nghĩa với “vật liệu mới” hoặc ít ra cũng thuộc vào nhóm các vật liệu được gọi là mới.

Song “vật liệu mới” là gì? Khái niệm này thường không được xác định một cách rõ nét. Nhiều tác giả khi nói đến “vật liệu mới” không đưa ra bất kỳ một định nghĩa nào mà chỉ kể ra những vật liệu như bán dẫn, sợi quang, hợp kim đặc biệt, v.v...

Từ “mới” trong khái niệm này thực ra chỉ có nghĩa tương đối. Sợi thủy tinh chúng ta đang sử dụng ngày nay đã ra đời từ năm 1933, nghĩa là đã quá cái tuổi mà ở nước ta là về hưu! Theo Hélène Teulon được dẫn trong một bài báo của Portnoff năm 1989 [22] thì các vật liệu mới nhìn chung có tuổi dưới 25 năm, nghĩa là cũng đã gần tới 35 năm nếu tính vào ngày hôm nay.

Cái mới của “vật liệu mới” không nằm ở “phần vật chất làm ra các vật thể” mà là ở cách nhìn nhận đã thay đổi đối với vật liệu [22,23].

Xưa kia, mỗi vật liệu tự nó có thể xác định cả một nghề, thí dụ như gỗ đối với nghề mộc, thủy tinh đối với người làm chai lọ v.v. không có ai phải dùng đến từ chung “vật liệu” để chỉ nghề của mình. Song dần dần tình hình đã thay đổi, ranh giới giữa các nghề đã bị phá vỡ: trong một đồ vật, nhiều loại vật liệu khác nhau cùng có mặt. Một thí dụ rất gần gũi là chiếc bút bi “Bic” của Pháp, ở đây có sự hợp tác của 7 loại vật liệu. Khả năng kết hợp các vật liệu khác nhau để giải quyết một yêu cầu nào đó về vật liệu là vô cùng rộng lớn. Đó là vì ngày nay, thí dụ như về polyme, chúng ta đã có hàng chục loại cơ bản, và chúng ta có thể tổ hợp chúng với nhau, hoặc là hòa trộn, hoặc là kết hợp, hoặc là cho thêm các phụ gia từ các loại sợi thủy tinh cho đến các loại bọt khí để tạo ra hàng nghìn giải pháp khác nhau có thể được lựa chọn. Đó là sự *siêu lựa chọn vật liệu* - khái niệm được đưa

ra ở Pháp từ năm 1979 và đã được cộng đồng nghiên cứu vật liệu ở đây chấp nhận khá rộng rãi [22] (siêu lựa chọn: tiếng Pháp: hyperchoix, tiếng Anh: superabundance of choice [23]). Mặt khác, nhờ hiểu biết ngày càng chính xác hơn về các hiện tượng, người ta đã có thể làm chủ được với mức độ ngày càng cao các giải pháp mong muốn và như vậy tiến đến các *vật liệu may đo* (tiếng Pháp: matériaux sur mesure, tiếng Anh: tailored materials) - các vật liệu được chế tạo ra với các tính chất được yêu cầu từ trước. Nếu như chúng ta nhớ lại rằng dịch vụ là ngành cung cấp các giải pháp chứ không phải các sản phẩm vật chất thì ngành vật liệu với nội dung mới của vật liệu như vừa phân tích ngày nay đã trở thành một *ngành dịch vụ*.

Như vậy là các vật liệu riêng rẽ đã mất đi cái vai trò độc quyền của nó trong một số ứng dụng. Các vật liệu bây giờ *cạnh tranh* với nhau trong các sản phẩm. Sự siêu lựa chọn vật liệu đã tác động rất đáng kể đến hệ thống sản xuất. Ở thượng nguồn, nhờ khả năng siêu lựa chọn, người ta đỡ phải lo về sự khan hiếm vật liệu. Một số vật liệu có thể vẫn còn được xem là có tầm quan trọng “chiến lược” hay “quyết định” đối với quốc phòng và kinh tế song trọng số của nó không còn như trước nữa. Mặc dù việc cung cấp những kim loại như crôm, mangan, platin, antimoan, coban, v.v... vẫn luôn luôn bị đe dọa, song việc tìm ra các vật liệu thay thế đã trở thành một khả năng có thể được thực hiện không chậm trễ. Ở hạ nguồn, người tiêu dùng trước một dải rộng các vật liệu sẽ khó có thể nhận ra được đâu là những vật liệu đã được sử dụng để sản xuất ra các vật dụng thông thường. Do đó, khi đưa ra nhu cầu, người ta sẽ nói nhiều đến chức năng, chất lượng và hiệu năng cần có hơn là vật liệu cụ thể cần cung cấp.

Một số tác giả đã cố gắng đưa ra những định nghĩa cụ thể cho vật liệu mới. Thí dụ như trong một công trình nghiên cứu của Liên Hợp Quốc ([24], tr. 112), “*vật liệu mới*” hay “*vật liệu tiên tiến*” (advanced materials) được xác định là “*những chất có các thành phần cấu tạo hay cấu trúc vi mô mới, các tính chất tiên tiến hoặc hiệu năng cao và các tiềm năng ứng dụng đặc biệt*”. Các tác giả của công trình cũng đã định nghĩa “vật liệu mới” bằng cách kể ra những vật liệu cụ thể:

- Pôlyme đặc biệt được đặc trưng bằng những màng pôlyme siêu chức năng (thực hiện những chức năng không có được ở pôlyme thông thường);

- Gốm tinh được đặc trưng bằng khả năng sản xuất chúng với độ chính xác cao từ bột mịn tổng hợp và do đó có được những chức năng cao cấp;

- Kim loại mới được đặc trưng bằng các chức năng khác với kim loại thông thường, thí dụ có thể dẫn và co như cao su hay thay đổi dạng theo sự biến thiên của nhiệt độ;

- Compôdit (hay “vật liệu tổ hợp”) được đặc trưng bằng các chức năng được nâng cao nhờ tổ hợp hai hay một số vật liệu.

Các tác giả của chương trình nghiên cứu FAST của Cộng đồng Châu Âu lại định nghĩa “vật liệu mới” dựa trên tốc độ tăng trưởng trong lý thuyết về chu trình sống của sản phẩm ([23], tr. 374): “Nếu tốc độ tăng trưởng được chờ đợi của một vật liệu trong mười năm tới vượt tốc độ tăng trưởng trung bình của các nền kinh tế phương Tây (nghĩa là gần đúng 3%) thì vật liệu sẽ được xếp loại là “mới”. Ngược

lại, các vật liệu “cũ” là những vật liệu mà tốc độ tăng trưởng được chờ đợi thấp hơn tốc độ tăng trưởng trung bình của các nền kinh tế phương Tây.

Với định nghĩa như vậy, vật liệu “mới” bao gồm các loại sau đây:

- Vật liệu hữu cơ (đặc biệt là chất dẻo và chất đàn có hiệu năng cao);
- Vật liệu vô cơ (đặc biệt là gốm kỹ thuật);
- Kim loại và hợp kim có các tính chất được tăng cường về thành phần cấu tạo, cấu trúc và độ tinh khiết;
- Vật liệu dùng trong công nghiệp điện tử.

Dựa trên hai cách mô tả và sắp xếp trên cùng với một số cách đáng chú ý khác nữa (đã phân tích trong [8]), để trình bày các lĩnh vực của vật liệu mới, chúng tôi sẽ sử dụng sơ đồ sau đây:

- Pôlyme đặc biệt;
- Gốm tinh;
- Kim loại mới;
- Compôdit;
- Vật liệu siêu mới.

Mục sau cùng dành cho các vật liệu có những tính chất bất ngờ mới được khám phá gần đây.

III. PÔLYME ĐẶC BIỆT

Pôlyme là một từ tổng quát dùng để chỉ phần lớn các dạng sản phẩm như chất dẻo, cao su, sợi, chất gắn và chất kết dính [25]. Các

pôlyme ngày càng cạnh tranh mạnh mẽ hơn với các vật liệu kim loại do có các đặc tính ưu việt như nhẹ hơn và dễ xử lý hơn. Chúng có thể được đúc theo khuôn ở nhiệt độ cao và vẫn giữ nguyên hình dạng sau khi nguội.

Trong số các vật liệu mới trong ba - bốn thập kỷ vừa qua, *chất dẻo* là loại đã phát triển mạnh nhất. Tốc độ tăng nhu cầu hàng năm toàn thế giới về tất cả các loại chất dẻo từ nay cho đến năm 2000 có thể vào khoảng 5%, song sẽ cao hơn nhiều đối với các chất dẻo kỹ thuật và chất dẻo đặc biệt, thí dụ như đối với các chất dẻo kỹ thuật dùng cho các yếu tố kết cấu, tốc độ tăng nhu cầu có thể là 6-8%, nhanh hơn 2 lần so với các chất dẻo thông dụng (3-4%) [26].

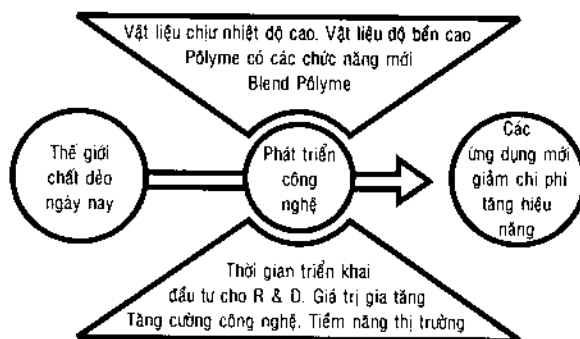
Trong thời gian tới, những xu hướng phát triển chủ yếu sẽ là sự phát triển mạnh mẽ của các pôlyme kết cấu và sự nổi lên của các pôlyme chức năng. Xu hướng phát triển của các pôlyme kết cấu sẽ là nâng cao các đặc tính của chúng như cơ-nhiệt và tính kinh tế và chú ý nhiều hơn đến các khía cạnh sinh thái. Các pôlyme chức năng xuất hiện là nhằm đáp ứng những nhu cầu đặc biệt thí dụ như thay thế các kim loại trong chức năng dẫn điện của chúng.

Chúng ta hãy nhìn qua sự phát triển chung của các pôlyme trước khi nói riêng về các pôlyme đặc biệt (pôlyme kết cấu).

Hiện nay, trong thị trường chất dẻo, các **chất nhiệt dẻo** chiếm phần to lớn nhất. Loại chất dẻo này đã xuất hiện vào những năm 60 và đã phát triển rất nhanh do các tính chất ưu việt của nó, làm giảm đi vai trò của các chất nhiệt cứng vốn là sản phẩm đầu tiên của công nghiệp chất dẻo [27].

đi vai trò của các chất nhiệt cứng vốn là sản phẩm đầu tiên của công nghiệp chất dẻo [27].

Một cách tổng quát, theo [28], có thể phác họa con đường phát triển của các chất nhiệt dẻo như sơ đồ trên hình 7.



Hình 7. Con đường phát triển của các chất nhiệt dẻo.

Trong sơ đồ, về phía *vật liệu*, đó là các vật liệu chịu nhiệt độ cao, các vật liệu có độ bền lớn, các pôlyme với những chức năng mới và các chất hỗn hợp blend (còn gọi là hợp kim pôlyme hay pôlyme lai, là những chất nhiệt dẻo được thay đổi bằng cách đưa thêm các chất đàn elastomer). Sự phát triển của các vật liệu này có những ràng buộc như thời gian triển khai, mức đầu tư cho nghiên cứu và triển khai (R&D), đòi hỏi về giá trị gia tăng, khả năng tăng cường của công nghệ và tiềm năng của thị trường. Sự phát triển được tiến hành theo hướng tìm kiếm những ứng dụng mới, giảm chi phí và tăng hiệu năng của vật liệu.

Trong *công nghiệp vật liệu*, việc đưa các đổi mới vào thị trường sẽ diễn ra một cách chậm chạp, không như trong lĩnh vực công nghệ thông tin. Sự tiến bộ xảy ra theo từng bước nhỏ, song có rất nhiều

điểm mà từ đó sẽ có thể khởi đầu các đổi mới.

a) ***Sự đổi mới vật liệu*** sẽ được thúc đẩy bởi đòi hỏi không ngừng cải tiến sản phẩm và mở ra những lĩnh vực ứng dụng mới mà hiện còn đang bị đóng lại do các tính chất của vật liệu như độ bền, tính bền vững về nhiệt độ hay khả năng chịu các tác dụng hóa học còn bị hạn chế.

Các blend sẽ tiếp tục có một vai trò quan trọng trong đổi mới vật liệu vì công nghệ blend cho phép cải tiến vật liệu một cách có hiệu quả trên phương diện chi phí, thí dụ như vượt qua được những bất lợi của một hay cả hai polyme được sử dụng để tạo ra blend.

Một lĩnh vực đổi mới khác cũng quan trọng không kém là phát triển những chất dẻo chịu nhiệt độ cao bằng các phương pháp tiêu chuẩn của tổng hợp polyme.

Một hướng phát triển khác nữa là gia cố chất nhiệt dẻo bằng những sợi có độ bền cao, thí dụ như các sợi thủy tinh, cacbon, aramit, gốm, v.v... hay phát triển các sợi polyme đặc biệt có thể sử dụng một cách độc lập. Một trường hợp nổi tiếng là họ các sợi aramit, thí dụ như sợi Kevlar do hãng Dupont đưa ra từ những năm 1970. Một thí dụ khác là PBO được phát triển vào những năm 80 trong chương trình polyme của Không quân Mỹ. Sợi PBO bền hơn và hút ẩm ít hơn nhiều so với sợi Kevlar [29,30].

b) ***Những tiến bộ về các quá trình thiết kế có hiệu quả hơn, các công nghệ thiết kế mới*** và các công nghệ xử lý mới hay cải tiến sẽ góp phần thúc đẩy sự phát triển của thị trường chất dẻo.

Cách tiếp cận có hiệu quả hơn trong công nghệ thiết kế là phát

triển và sử dụng máy tính và các phần mềm tính vi: CAD (computer-aided design), CAM (computer-aided manufacturing). Nhờ các chương trình CAE (computer-aided engineering), người ta đã có thể xem xét các tính chất lưu biến, cơ và nhiệt khi thiết kế khuôn và các bộ phận. Các tính toán cơ học chẳng hạn là rất cần thiết để giảm số lượng thử nghiệm các bộ phận và sau đó thay đổi các bộ phận trong các giai đoạn cuối của quá trình thiết kế. Nhờ các phần mềm ngày càng tinh vi hơn, ta có thể chuyển từ các tính toán tuyến tính trước đây sang các phương pháp động lực và phi tuyến có hiệu quả hơn trong thiết kế các bộ phận.

Nhờ thiết kế các bộ phận tốt hơn kết hợp với các thiết bị tiên tiến, thời gian chu trình có thể giảm, thí dụ như trong sản xuất đĩa compact bằng polycacbonat, thời gian chu trình đã giảm từ khoảng 10 giây trước đây xuống khoảng 5,5 giây hiện nay và đang tiến gần tới giới hạn lý thuyết.

c) Công nghiệp máy, một thị trường quan trọng của chất dẻo trong tương lai. Năm 1990, thị trường này toàn thế giới đạt hơn 400.000 T. Các vật liệu chủ chốt là ABS (acrylonitril-butadien-styren), PC (polycacbonat) và các blend của hai vật liệu này. Các ứng dụng chính là vỏ bọc cho tecminan, máy in, bàn phím và các thiết bị ngoại vi khác.

Trong công nghiệp ô tô, thí dụ như Tây Âu thời gian 1974-1984, tiêu thụ chất dẻo đã tăng mạnh. Hiện nay, chất dẻo được sử dụng rất nhiều cho các phần bên trong ô tô, thí dụ như panen các dụng cụ. Những tiến bộ về vật liệu, đặc biệt là các blend chịu nhiệt liệu và các chất nhiệt dẻo chịu nhiệt độ cao, sẽ tạo ra những thị trường mới với

nhu cầu khổng lồ về chất nhiệt dẻo.

Các chất nhiệt dẻo chịu nhiệt độ cao đã được sử dụng ngày càng nhiều trong các động cơ, còn các chất nhiệt cứng thì trong những bộ phận đặc biệt như nắp bộ phận phân phối. Hiện nay người ta đang nghiên cứu sử dụng các chất nhiệt dẻo cho các bộ phận chịu tải cơ học.

Các chất nhiệt dẻo cũng đang được sử dụng ngày càng nhiều trong lưu trữ dữ liệu, thí dụ như trong đĩa compact và cả trong các bộ phận lưu trữ xóa được. Trong các ứng dụng này, PC là vật liệu quan trọng nhất.

d) Như đã nói, ***các yếu tố sinh thái ngày càng được chú ý nhiều hơn trong nghiên cứu và sử dụng chất dẻo***. Thí dụ như ở Đức, mức tái sinh công nghiệp các chất thải từ sản xuất chất dẻo đã đạt tới 500.000 tấn/năm. Trong số 2,5 triệu tấn chất dẻo thải được sản sinh, khoảng 2 triệu tấn được khử bỏ bằng cách chôn cất và thiêu đốt.

Khối lượng chất thải sẽ ngày càng tăng lên và vấn đề này sẽ chỉ được giải quyết nếu như những cách khử bỏ chất dẻo thải được phát triển một cách hệ thống. Thí dụ như trong công nghiệp ô tô, người ta đã có hai cách tiếp cận. Thứ nhất là các chất thải được tách khỏi xe và các phần tháo rời được sẽ được sử dụng lại trong các ứng dụng nhỏ. Thứ hai là có những chiến lược phân loại các chất nhiệt dẻo để có thể tháo rời nhanh hơn và tái sinh tốt hơn các chất thải.

Tương lai của các chất dẻo rõ ràng là rất sáng sủa. Việc tiêu thụ chất dẻo sẽ gia tăng do sự phát triển của những khu vực mà ở đó chất dẻo là vật liệu được ưa thích và do những tiến bộ về sản phẩm

và quá trình cho phép chất dẻo thay thế nhiều hơn các kim loại, thủy tinh và giấy.

Việc sử dụng chất dẻo vượt ra ngoài các ứng dụng cổ điển như bảo vệ, cách ly, hấp thụ năng lượng và làm tắt dao động sẽ mỗi ngày một nhiều hơn. Nói cách khác, vai trò của chất dẻo chức năng sẽ ngày càng tăng lên. Những thí dụ quan trọng của chất dẻo chức năng là sợi quang, màng ngăn và vật dẫn điện.

Sự cạnh tranh giữa các chất dẻo với nhau cũng sẽ gia tăng khi người ta triển khai các vật liệu có các đặc tính cao hơn trong đó có tính tái sinh.

Nghiên cứu cơ bản sẽ phải giúp hiểu sâu hơn về các loại polyme đã có sao cho có thể tác động được đến kiến trúc của các polyme trên một cơ sở chọn lọc hơn và các polyme có thể được sử dụng để tạo ra các sản phẩm mới và các công nghệ mới. Để thực hiện được điều này, sự hợp tác liên ngành rộng rãi hơn là một điều cần thiết.

Để rõ hơn về các polyme chức năng, ta hãy xét trường hợp **polyme dẫn điện** - loại vật liệu này đã được dự báo là có một tương lai rất đẹp đẽ [26].

Chúng ta đều biết rằng polyme là những chất cách điện tốt. Song polyme lại nhẹ hơn các vật liệu dẫn điện đã biết rất nhiều. Do đó, nếu có thể làm cho polyme trở nên dẫn điện thì điều này sẽ có ý nghĩa kinh tế và kỹ thuật vô cùng to lớn. Đó là một mục tiêu tìm kiếm được các nhà nghiên cứu theo đuổi từ hơn chục năm nay.

Ta sẽ phân biệt các chất dẫn điện bên trong và các chất dẫn điện bên ngoài. Các polyme dẫn điện loại bên trong hiện còn đang

trong giai đoạn triển khai. Các pôlyme dẫn điện loại bên ngoài đã được thương mại hóa từ nhiều năm nay. Các pôlyme này dẫn điện được là nhờ đã đưa vào nó những phân tử dẫn điện thích hợp (bột, sợi ngắn, v.v...). Các pôlyme dẫn điện bên trong được tạo ra dưới dạng những màng mỏng pha tạp. Nhờ pha tạp mà các pôlyme đã trở nên dẫn điện. Nhưng đồng thời với điều này, các tính chất cơ học của nó lại suy giảm và còn xảy ra sự nhạy cảm mạnh với ôxi và hơi ẩm. Do tình hình này, những biến đổi tiếp theo đối với pôlyme trở nên khó khăn và các ứng dụng của nó trong công nghiệp hiện còn rất hạn chế. Những ứng dụng tiềm năng của pôlyme dẫn điện là trong pin, ắc-quy (giảm trọng lượng và thể tích), và về lâu dài, trong các động cơ điện loại nhỏ. Nhật là nước đã đạt được nhiều tiến bộ trong lĩnh vực này với sự tham gia của hơn 400 nhà nghiên cứu.

IV. GỐM TÍNH

Từ “gốm” được sử dụng để chỉ những vật liệu rất khác nhau: gạch, sứ, vật cách điện, gương trong kính viễn vọng, bugi trong ô tô, vỏ bọc lò cao, linh kiện của máy tính, nam châm, răng giả, đá quý tổng hợp, v.v... ([31], tr. 121). Trước đây, cho tới đầu thế kỷ XX, gốm được sản xuất chủ yếu từ đất sét và theo các phương pháp có tính chất kinh nghiệm. Song trong khoảng hơn sáu chục năm vừa qua, đã có những hiểu biết mới về gốm và công nghệ gốm đã phát triển theo một cách mới đặt nền tảng trên cơ sở các phương pháp khoa học và sử dụng các kỹ thuật thực nghiệm tinh vi. Nhờ vậy ngày nay bên cạnh gốm cổ truyền được chế tạo từ các khoáng chất sẵn có trong tự nhiên (như đất sét, silica, fenspat), đã xuất hiện những *gốm cao cấp*

đòi hỏi các vật liệu xuất phát được tinh chế ở mức cao song cũng vẫn trải qua những giai đoạn chế biến tương tự: chuẩn bị bột, tạo dáng, dung kết ở nhiệt độ cao (và có khi còn cả ở áp suất cao) để đi đến vật liệu đặc chặt và sau đó làm nhẵn vật thể đã được dung kết để có được hình dạng cuối cùng [32]. Gốm cao cấp còn được gọi là *gốm công nghệ cao* hay *gốm kỹ thuật* và thường gọi là **gốm tinh** trong các ứng dụng về kết cấu.

Hình 8 giúp chúng ta hình dung rõ hơn về sự khác nhau giữa gốm tinh và gốm cổ truyền [33].

	Gốm cổ truyền	Gốm tinh
Nguyên liệu	Nguyên liệu tự nhiên Đất sét Silica	Nguyên liệu nhân tạo
Tạo dáng	• Đúc khuôn • Bàn xoay	Máy nén
Dung kết	Lò nung	
Sản phẩm	• Đồ sứ sinh hoạt. • Gạch	• Tên lửa • Cánh tuabin • Lò phản ứng hạt nhân
Cấu trúc		• Các bộ phận động cơ ô tô • Các bộ phận cơ khí. • Xương nhân tạo

Hình 8. Sự khác nhau giữa gốm tinh và gốm cổ truyền

Gốm có những ưu điểm lớn như bền mà nhẹ so với kim loại, chịu được nhiệt độ cao, chịu được các tác dụng hóa học, v.v... nhưng lại có những nhược điểm quan trọng như rất giòn, khả năng chống gãy không xác định, v.v... Để mở rộng phạm vi sử dụng gốm, người ta đã tìm cách giảm bớt hoặc loại bỏ các nhược điểm này.

Các gốm thường được phân biệt thành gốm kết cấu và gốm chức năng. **Gốm kết cấu** được sử dụng trong tuabin khí, động cơ diesel, các bộ phận hoạt động nhiều trong máy cắt gọt, v.v... **Gốm chức năng** được sử dụng theo nhiều chức năng khác nhau để làm các dụng cụ như tụ điện, ferit, v.v... Gốm tinh hiện chiếm tỉ lệ không lớn trong thị trường gốm thế giới, song với các ưu điểm đã có và với khả năng nhược điểm lớn là tính giòn sẽ được hạn chế ngày càng nhiều hơn, nó đang là xu hướng nổi bật hiện nay trong phát triển gốm.

Lịch sử phát triển của vật mài là tiêu biểu cho lịch sử phát triển của gốm kết cấu từ cổ truyền đến các dạng hiện đại ngày nay. Vật liệu mài lúc đầu chỉ đơn giản là các vật liệu tự nhiên như cát hay bauxit mà từ đó người ta làm ra giấy nhám hay bánh mài. Sau đó người ta dùng alumin được sản xuất bằng con đường hóa học, alumin này lại được tinh luyện hơn nữa bằng nấu chảy và đúc khuôn. Bước tiếp theo là tạo hợp kim alumin và đến những năm 60 thì vật liệu mài alumin - zircon có hiệu quả cao hơn rất nhiều so với các vật liệu cổ truyền đã trở thành thông dụng. Những tiến bộ về chế biến, điều khiển hóa học và hợp kim hóa đã cho phép không ngừng cải tiến các vật liệu này cho đến đầu những năm 80. Bước tiếp theo là cải tiến hơn nữa cách chế biến để đạt được những cấu trúc tinh tế hơn và hiệu năng mài cao hơn nhờ sử dụng kỹ thuật sol-gel để sản xuất

nguyên liệu cơ sở. Ngoài những vật mài thông thường này, người ta còn tạo ra những vật mài có hiệu năng cao hơn nhờ sử dụng những vật liệu đắt tiền hơn như nitrua bo bậc ba tổng hợp và kim cương nhân tạo. Như vậy là nhờ điều khiển được cấu trúc và bằng tổng hợp hóa học, vật mài ngày nay đã đạt hiệu quả cao hơn nhiều bậc độ lớn so với những vật mài công nghệ chỉ cách đây vài thập kỷ.

Trong tương lai, gốm đang hứa hẹn những tiến bộ to lớn trong các ứng dụng cổ truyền như vật mài, vật đựng kim loại lỏng, vật cách nhiệt cũng như trong các lĩnh vực ứng dụng mới ở nhiệt độ vừa phải và ở nhiệt độ cao.

Ở nhiệt độ vừa phải, do bền hơn, nhẹ hơn và chống mài mòn cao hơn, gốm có thể thay thế kim loại thông dụng.

Ở nhiệt độ cao, gốm có thể được sử dụng trong các động cơ nhằm giảm trọng lượng đồng thời nâng cao nhiệt độ làm việc của động cơ, từ đó tăng hiệu suất sử dụng nhiên liệu của xe cộ. Cuối năm 1985, hãng Nissan đã đưa ra rôto hoàn toàn bằng gốm (nitrua silic = Si_3N_4) đầu tiên trên thế giới. Rôto này chịu được tác dụng trực tiếp của những luồng khí 900°C của động cơ xăng. Các ưu điểm là: tỉ trọng 3,2 (tỉ trọng của các hợp kim niken là 8,2), nhờ đó mômen quán tính giảm 45%, thời gian hưởng ứng ngắn hơn và xe khỏe hơn. Theo tính toán, dùng động cơ gốm sẽ tiết kiệm được 20% nhiên liệu, tức là 15 tỉ đôla đối với nước Mỹ. Người ta cũng dự kiến vào năm 2000 việc sử dụng gốm trong động cơ sẽ phát triển đến giai đoạn cao nhất với sự ra đời của tuabin có thể làm việc ở 1400°C . Với hợp kim thì dù loại tốt nhất cũng rất khó lên quá 1050°C trong khi giá thành sẽ rất cao (10-15 hơn so với khi dùng gốm chịu được nhiệt độ tới 1400°C) [34].

Cho tới nay, vấn đề lớn đối với gốm kết cấu vẫn còn là thiếu tính dai và chi phí chế biến lớn dẫn đến giá vật liệu quá cao [35]. Vấn đề này có thể sẽ được giải quyết với việc phát triển những phương pháp chế biến mới, thí dụ như dùng tổng hợp hóa học để tạo ra bột xuất phát dưới dạng các hạt rất nhỏ có dạng cầu và đồng đều.

V. KIM LOẠI MỚI

Cách đây gần 20 năm, trong một báo cáo trình Quốc hội do Viện Hàn lâm Khoa học Quốc gia Mỹ biên soạn theo đặt hàng của Ủy ban Khoa học Quốc gia (NSF) [36], trong chương về vật liệu, người ta đã viết về **kim loại vô định hình** tóm tắt như sau: Loại kim loại này hình thành nhờ một quá trình làm nguội cực nhanh ($100.000-1.000.000^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) và có dạng những băng mỏng rộng 7-8cm, dày độ vài phần của mm. Nam châm chế tạo từ kim loại vô định hình có độ bền cơ học rất cao, độ tổn thất năng lượng rất thấp so với khi dùng các vật liệu từ khác, nếu dùng làm lõi biến áp thay cho các nam châm dùng lõi sắt silic sẽ cho phép hàng năm nước Mỹ tiết kiệm được một lượng năng lượng tương đương 6 triệu thùng dầu. Triển vọng sử dụng vật liệu này trong 5 năm tới rất sáng sủa. Kim loại vô định hình còn có đặc điểm là chống ăn mòn rất tốt. Tính chất này chắc chắn sẽ được chú ý nhiều trong R&D trong 5-10 năm tới.

Dự báo trên đây hoàn toàn đúng, song đó mới chỉ là cho thời gian dự báo 5-10 năm. Xa hơn nữa, và đó là việc đã xảy ra, sự phát triển của các kim loại vô định hình đã diễn ra hết sức mạnh mẽ, đánh dấu sự nổi lên của cả *một cuộc cách mạng trong lĩnh vực kim loại*, theo đánh giá của Beck và Dubois [37] trong một bài viết trong

mục “vật liệu” với mở đầu của Pierre-Gilles de Gennes, giải Nobel về vật lý 1991, trong bộ sách “Khoa học ngày nay” xuất bản cách đây không lâu.

Đó là sự biến đổi của các hợp kim đã được sử dụng từ nhiều thiên kỷ dưới dạng tinh thể sang những cấu trúc mới trong đó trật tự tinh thể có thể trở nên rất phức tạp, thậm chí hoàn toàn biến mất, từ đó chúng có những tính chất mới rất hấp dẫn.

Các hợp kim vô định hình lần đầu tiên đã được khám phá bởi Pol Duwez vào năm 1958 nhờ sử dụng kỹ thuật làm nguội cực nhanh (còn gọi là sự hóa rắn nhanh) - nhiệt độ được làm giảm với tốc độ có thể tới 1 tỉ độ/giây. Hiện nay kỹ thuật này đã được thực hiện trong điều kiện công nghiệp và người ta đã có thể sản xuất được hàng tấn kim loại vô định hình mỗi ngày. Các kim loại vô định hình đã đi vào cuộc sống. Có thể nêu 3 lĩnh vực ứng dụng chính của chúng như sau:

- Dùng làm lõi của biến áp và các bộ phận quay trong một số động cơ điện. Do có các tính chất từ rất tốt, các bộ phận dùng kim loại vô định hình này cho phép giảm tổn thất điện năng rất đáng kể. Tuy nhiên, ta cũng lưu ý rằng, khác với lúc đầu, hiện nay các vật liệu tinh thể truyền thống cũng đã được cải tiến đáng kể để có thể cạnh tranh với các vật liệu vô định hình.

- Do dạng của chúng, các băng kim loại vô định hình, rất tự nhiên, đã được sử dụng để gia cố các compôdit. Các băng này so với các sợi cổ điển trong các compôdit nhựa hữu cơ có độ bền đứt đối với ứng suất lưỡng trục cao hơn. Giá của chúng lại không quá cao, nhất là khi được sản xuất dưới dạng sợi ngắn. Do ưu điểm này cộng với

tính chống ăn mòn rất tốt, sợi kim loại vô định hình đã được tập đoàn Saint-Gobain sử dụng để gia cố súng cối và bê tông phun.

- Do hiệu năng rất đáng kể, các băng kim loại vô định hình đã được sử dụng trong hàn vảy các siêu hợp kim và thép chịu lửa. Ở đây trạng thái vô định hình chỉ có vai trò trung gian để các băng thu được dễ thao tác, chống bị gập. Ngoài ra, tính đồng đều hóa học là hoàn hảo.

Trong thời gian 1980-1990, ở nhiều nơi trên thế giới người ta đã có những chương trình khai thác một cách hệ thống **công nghệ hóa rắn nhanh**. Dan Shechtman, năm 1982, trong quá trình nghiên cứu sự hóa rắn nhanh của các hợp kim nóng chảy của nhôm với một hoặc một số kim loại chuyển tiếp như mangan, sắt, crôm, đã khám phá ra một loại vật liệu rất kỳ lạ thuộc họ các hợp kim được gọi là *chuẩn tinh thể* [38]. Đó là những hợp kim không phải là vô định hình mà cũng không hoàn toàn là tinh thể, trái với quan niệm đã tồn tại lâu dài là tất cả các tinh thể đều phải là sự sắp xếp tuần hoàn của các nguyên tử và phân tử. Chúng có các tính chất rất đặc biệt mà chưa một lý thuyết nào có thể giải thích được một cách đầy đủ, thí dụ như có độ bền cơ học và tính chống dính rất cao, do đó đã được sử dụng làm các chất phủ bảo vệ, đặc biệt là cho các dụng cụ nấu nướng.

Ngoài những khám phá đặc biệt nói trên mà sự phát triển của chúng sẽ còn mạnh mẽ hơn nữa trong tương lai, lĩnh vực kim loại (được hiểu là bao gồm cả các hợp kim) với những vật liệu có các cấu trúc và tính chất “bình thường” cũng không ngừng phát triển tuy các kết quả mà nó đạt được là ít kỳ diệu hơn. Đó là sự cố gắng đẩy các tính chất của các kim loại tới các giới hạn về hiệu năng hoặc, đối với một số, sửa chữa các nhược điểm của chúng, có thể là trên cơ sở kết hợp với

các vật liệu khác (gốm, polyme). Nhờ những cố gắng như vậy, đã có những ứng dụng mới xuất hiện.

Để làm thí dụ về xu hướng phát triển trên, ta hãy xét việc chế tạo ô tô, ở đây cái mà người ta quan tâm là an toàn, tiện nghi và giá thành không quá cao. Thùng xe chẳng hạn, nó cần phải bền chắc đồng thời khi biến dạng vẫn có thể hấp thụ được nhiều năng lượng để giảm nguy hiểm cho hành khách khi xảy ra va đập. Về phương diện này, thép là một vật liệu rất tốt, song nó còn có 3 nhược điểm: nặng, bị ôxi hóa và vang. Bằng cách dùng các lá thép mỏng phủ kẽm hay polyme, hai nhược điểm đầu sẽ được khắc phục. Để giải quyết nhược điểm vang, người ta đã có hai cách, hoặc là làm cho thép cứng hơn, hoặc là dùng những vật chống vang đặt lên các lá thép. Hai cách này lại có nhược điểm là đắt và nặng. Giải pháp đã được đưa ra là xen một lớp polyme đàn nhót vào giữa hai lá thép. Bằng cách này, xe không nặng thêm, tính chất bền của thép được kết hợp với tính chất giảm xóc của polyme, tất cả với giá thành hợp lý.

Cuối cùng, để nhìn vào tương lai của các vật liệu kim loại, ta có thể đọc đoạn sau đây trong bài viết của Beck và Dubois [37]: *“Sự hình thành các vật liệu liên kết được nhiều chức năng bình thường không tương hợp với nhau, mà như vậy chỉ riêng bản thân chúng tạo thành một hệ thống là con đường đẹp đẽ nhất cho phép các vật liệu kim loại thực hiện được các chức năng ngày càng phức tạp hơn của nó, kết hợp với các vật liệu khác (gốm, polyme)”*.

VI. COMPÔDIT

Compôdit là một hỗn hợp của hai hay một số nhiều hơn vật liệu liên kết chặt chẽ với nhau. Các vật liệu này có các tính chất khác nhau và *hỗn hợp được thực hiện sao cho nó có các tính chất tốt hơn so với các vật liệu thành phần xét riêng rẽ.*

Đối với compôdit, thí dụ như compôdit được tạo thành từ nhựa epôxi (nền) và sợi thủy tinh (vật gia cố), sự lựa chọn và sắp xếp các sợi và tỉ lệ của nó trong nhựa đều được điều khiển bởi người chế tạo, có nghĩa là compôdit là có thể được “may đo” theo yêu cầu đặt ra và chính vì vậy mà nó đã *có thể là những vật liệu quan trọng.*

Công nghệ chế tạo compôdit gồm 3 bước chính:

- ① Xác định các vật liệu cơ sở: chế tạo nền và sợi gia cố, tức là nhựa epôxi và sợi thủy tinh trong thí dụ nói trên;
- ② Tiến hành sự biến đổi đầu tiên: dệt sợi gia cố và phủ nhựa;
- ③ Tiến hành sự biến đổi cuối cùng: tạo các dạng và các đặc tính khác nhau.

Tùy thuộc vật liệu dùng làm nền, ta phân biệt compôdit nền hữu cơ (pôlyme) và compôdit nền vô cơ.

Các **compôdit nền pôlyme** có thể được phân loại theo loại pôlyme dùng làm nền (chất nhiệt dẻo hay chất nhiệt cứng) và theo loại sợi dùng gia cố (thủy tinh E cho các compôdit phổ dụng; thủy tinh R, cacbon và sợi aramit cho các compôdit “hiệu năng cao” (high-performance). Do giá thành cao của các sợi gia cố cao cấp (aramit, cacbon), sự phát triển của compôdit hiệu năng cao vẫn còn rất hạn

chế, mức tiêu thụ thấp hơn nhiều so với compôdit phổ dụng (rẻ hơn hàng chục lần). Hiện nay giá của sợi cacbon là trên 8 đôla mỗi pao (1 pao # 450 gam) và tùy theo chất lượng có thể lên tới 70 đôla/pao; sợi aramit - trên 10 đôla/pao; sợi thủy tinh thì rẻ hơn: 1-2 đôla/pao. Chi phí chế tạo compôdit nền pôlyme từ các sợi này có thể là từ 5 đôla/pao đối với sợi thủy tinh và nhựa pôlyeste tới 150 đôla/pao đối với compôdit sợi cacbon và êpôxi dùng trong ngành hàng không - vũ trụ. Để so sánh, ta nhắc lại rằng giá của các vật liệu thường dùng làm cầu (thép và bê tông) vào khoảng từ 30 xu đến 1 đôla mỗi pao [39]. Xu hướng nghiên cứu hiện nay là tìm kiếm những loại sợi gia cố mới có quan hệ giá cả/hiệu năng thích hợp. Nhưng về quan hệ hiệu năng/trọng lượng thì hiện nay các giải pháp thu được đã hơn hẳn so với kim loại. Ở mức nền, vai trò của các chất nhiệt dẻo đã trở nên rõ rệt. Chúng đang thay thế các chất nhiệt cứng. Các chất nhiệt dẻo có thể “đứng vững” được ở nhiệt độ gần 200°C và như vậy vượt được trở ngại mà các chất nhiệt cứng vấp phải. Các chất này còn có những nhược điểm khác như gây ô nhiễm (không tái sinh được), thời gian tồn trữ ngắn, kém chịu va chạm, biến đổi chậm chạp với các phản ứng hóa học kèm theo.

Các compôdit phổ dụng đã có thể cạnh tranh được với kim loại trong chế tạo những bộ phận phức tạp bằng những quy trình cơ khí hóa. Các compôdit hiệu năng cao hiện mới chỉ có thể được sử dụng với giá chấp nhận được trong những trường hợp đặc biệt, cụ thể là trong hàng không - vũ trụ nơi có yêu cầu tiết kiệm khối lượng.

Ngoài các ứng dụng “trên trời”, các compôdit nền pôlyme có triển vọng sẽ thâm nhập ngày càng nhiều vào các lĩnh vực “dưới

đất": ô tô, điện tử, dụng cụ vệ sinh, ống dẫn dầu, v.v... Một phần thị trường thép sẽ bị chúng thay thế do ưu điểm về trọng lượng: giảm 10 lần. Trong lĩnh vực ô tô, các compôdit nền nhiệt cứng dùng làm vỏ ô tô có những hạn chế do vấn đề tái sinh vật liệu đặt ra; để giải quyết tình trạng này, người ta trồng cây vào các compôdit nền nhiệt dẻo. Các compôdit hiệu năng cao có nhiều triển vọng phát triển, nhất là trong các lĩnh vực hàng không - vũ trụ và quân sự (nói riêng, máy bay tàng hình), vì nhờ chúng có thể giải quyết được những vấn đề ngoài khả năng của kim loại. Việc sử dụng compôdit thay thế thép và bê tông trong cầu đường sẽ cho phép tăng khả năng chống chịu động đất và kéo dài tuổi thọ của công trình [39]. Khả năng sử dụng rộng rãi sợi cao cấp trong các lĩnh vực khác vẫn chưa rõ rệt, giá cả thực sự là một trở ngại, trừ một số lĩnh vực như thể thao ở đó vấn đề giá vật liệu không quan trọng (thí dụ: vợt đánh bóng).

Có thể nêu 3 hướng phát triển chính của các compôdit nền polyme như sau[40]:

- ① Compôdit hiệu năng trung bình sử dụng chất gia cố chủ yếu là sợi thủy tinh E và một số sợi chất lượng cao với số lượng nhỏ. Các bộ phận chế tạo từ compôdit này sẽ thay thế các bộ phận cổ truyền trong những hệ thống có hệ số trao đổi tương đối cao.
- ② Compôdit hiệu năng cao sẽ thay thế các vật liệu cổ truyền trong những ứng dụng mà ở đó nó có một hoặc một số đặc tính độc đáo (độ cứng cao, chịu mỏi, quán tính thấp, v.v...) mà các vật liệu cổ truyền không thể so sánh được và có tính chất quyết định đối với các ứng dụng.
- ③ Compôdit dẫn đến những sản phẩm mới.

Việc phát triển các compôdit nền polyme đã *gợi ra khả năng dùng sợi để gia cố* cả các kim loại và nói chung phát triển các **compôdit nền vô cơ**. Mục tiêu của các vật liệu này, mà việc phát triển chúng có rất nhiều khó khăn, là thay thế các polyme và các hợp kim cổ điển khi các yêu cầu về các tính chất nhiệt và cơ trở nên quá cao, thí dụ như đối với tàu con thoi Hermès, mũi tàu phải chịu được nhiệt độ hơn 1800°C.

Các *compôdit nền kim loại* được gia cố bằng sợi gốm (có môđun đàn hồi cao và hệ số giãn nở tương đối thấp) chẳng hạn sẽ có độ cứng và độ bền riêng (tức là tính theo tỉ trọng) tăng lên, có hệ số giãn nở điều khiển được; trong khi đó, so với các compôdit nền polyme, lại có các tính chất liên quan trực tiếp đến bản chất kim loại của nền: độ dẫn nhiệt và độ dẫn điện cao.

Các compôdit nền kim loại đã được nghiên cứu từ những năm 60 nhưng thị trường của nó vẫn chưa rõ ràng. SEP (Công ty Sản xuất Châu Âu) tuy dẫn đầu thế giới về nhiều loại compôdit nền vô cơ song không muốn nhảy vào lĩnh vực này. Mỹ và nhất là Nhật, trái lại, rất quan tâm phát triển các compôdit nền kim loại mà họ muốn sử dụng trong một loại tàu con thoi vào cuối thế kỷ này và tiếp đó trong một loại máy bay siêu thanh (hypersonic). Hiện tại, các ứng dụng của compôdit nền kim loại còn rất ít. Ứng dụng được nói đến là khung tàu con thoi của Mỹ và pittông động cơ ô tô của Toyota. Nhìn chung, việc ứng dụng compôdit nền kim loại là công việc của đầu thế kỷ tới [41]. Ngoài lĩnh vực hàng không - vũ trụ và ô tô, những lĩnh vực khác có thể sử dụng compôdit nền kim loại là thể thao và giải trí.

Sự phát triển của sợi gốm đã làm xuất hiện khả năng chế tạo

các *compôdit nền gốm* với nhiều hứa hẹn tốt đẹp. Nhiều nhóm trên thế giới đang có các hoạt động R&D về loại vật liệu này, thí dụ như ORNL ở Mỹ hay tập thể 15 nhóm công nghiệp và 6 viện nghiên cứu ở Nhật trong đề tài “gốm tinh” thuộc dự án Jisedai của Bộ Công nghiệp và Ngoại thương MITI). Hiện nay SEP là xí nghiệp trên thế giới đã thực hiện phần lớn đầu tư cho sản xuất compôdit nền gốm. Họ đã xây dựng xong một lò nung đường kính 3m dùng chế tạo các bộ phận của tàu con thoi Hermès (do Cơ quan Không gian Châu Âu tài trợ).

Các compôdit nền gốm hiện nay đều được gia cố bằng những sợi dài - cacbon hoặc cacbua silic. Dùng cacbua silic, SEP đã thu được những kết quả tốt đẹp: nhiệt độ chịu được ngang bằng gốm đơn khối, các đặc tính cơ rất tốt, đặc biệt là khả năng chịu các va chạm nhiệt. Tuy nhiên, giá của compôdit nền gốm hiện nay còn quá cao, có thể tới 5-6 nghìn đôla 1kg, song chắc chắn sẽ được hạ xuống tuy không phải là một sớm một chiều.

VII. VẬT LIỆU SIÊU MỚI

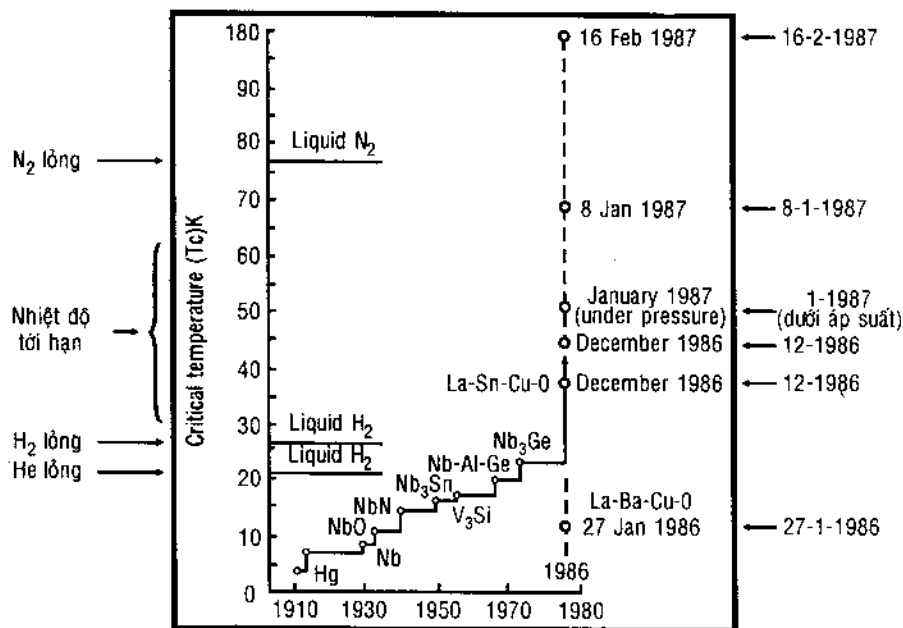
Khái niệm này được dùng để chỉ những vật liệu có những tính chất mà khi được phát hiện là hoàn toàn bất ngờ và có triển vọng dẫn đến những thay đổi công nghệ có tính chất cách mạng do các tính chất đó. Khái niệm này cũng sẽ chỉ áp dụng đối với những khám phá trong khoảng hơn 10 năm gần đây. Một vật liệu như vậy là chuẩn tinh thể do Shechtman khám phá năm 1982 đã nói trong mục “Kim loại mới”. Sau đây chúng tôi giới thiệu 2 vật liệu siêu mới nữa: các chất siêu dẫn nhiệt độ cao, các ống và hạt nano.

Trước hết hãy nói về **hiện tượng siêu dẫn**. Đó là *sự hoàn toàn biến mất điện trở* ở một chất khi chất này được đưa xuống dưới một nhiệt độ nhất định gọi là nhiệt độ tới hạn; còn chất ở đó có thể xảy ra hiện tượng siêu dẫn thì gọi là chất siêu dẫn. Một đặc trưng khác của chất siêu dẫn là *tính nghịch từ lý tưởng* hay còn gọi là hiệu ứng Meissner theo tên của người khám phá ra nó năm 1933. Đó là *sự không thâm nhập được của các đường lực từ* của một từ trường vào chất siêu dẫn đặt trong từ trường đó. Nếu chất siêu dẫn có dạng một cái bát và nam châm tạo ra từ trường đủ nhẹ thì các đường lực từ không thâm nhập được vào bát phải bật trở lại và nam châm sẽ lơ lửng ở phía trên bát: ta có hiện tượng nam châm nổi.

Hiện tượng siêu dẫn được H.K. Onnes khám phá lần đầu tiên vào năm 1911 ở thủy ngân với *nhiệt độ tới hạn* khoảng 4°K (-269°C). Để có được nhiệt độ như vậy, người ta đã dùng chất làm lạnh là hêli lỏng rất đắt tiền. Sau khám phá này, trong một thời gian rất dài, mãi cho đến năm 1973, người ta mới tìm được một chất siêu dẫn có nhiệt độ đủ cao có thể sử dụng hydrô lỏng làm chất làm lạnh thay cho hêli lỏng. Đó là Nb_3Ge , nhiệt độ tới hạn của nó là $22,3^{\circ}\text{K}$, sau đó được nâng lên một chút: $23,2^{\circ}\text{K}$.

Việc đẩy xa "*hàng rào nhiệt độ*" sau đó lại tưởng chừng như không thể thực hiện được thì bất ngờ vào cuối năm 1986, hai nhà vật lý ở một phòng thí nghiệm của hãng IBM ở Zurich (Thụy Sĩ), K. Alex Muller và J. George Bednorz, đã tìm ra một loại gốm (có thành phần gồm Ba, La, Cu và O) có tính siêu dẫn với nhiệt độ tới hạn vọt lên tới 35°K . Kỷ lục mới này ngay sau đó đã liên tục bị phá vỡ và đến ngày 16-2-1987 nghĩa là chỉ sau 2 tháng thì người ta đã đạt được trên

90°K (Hình 9, theo M. Kenward, đã dẫn trong [42]) nhờ những cố gắng của giáo sư Ching-Wu Chu trên cơ sở phương hướng sử dụng vật liệu gốm mà Muller và Bednorz đã mở ra, lần này có Y, Ba, Cu và O trong đó Y được xem là có vai trò quan trọng. Điều đặc biệt quan trọng là đến đây người ta đã vượt khá xa nhiệt độ sôi của nitơ lỏng (77°K) - chất làm lạnh rẻ hơn heli lỏng khoảng 500 lần. Muller và Bednorz, ngay sau năm công bố khám phá, đã được tặng giải Nobel về vật lý, một trường hợp hiếm có trong lịch sử giải này.



Hình 9. Cuộc chạy đua đẩy xa "hàng rào nhiệt độ" cuối năm 1986-đầu năm 1987. Có ghi thêm các bước tiến từ năm 1911.

Ngay sau khi các khám phá trên được công bố, nhiều trung tâm nghiên cứu trên thế giới đã lao vào cuộc chạy đua đẩy lùi hàng rào nhiệt độ với tốc độ chỉ có thể thấy ở những cuộc chiến tranh ác liệt nhất. Người ta nói rằng đến một phòng thí nghiệm nào đó của IBM mà thấy có người với đôi mắt thâm quầng do thức đêm nhiều thì đúng là anh ta đang nghiên cứu về siêu dẫn! Và cuộc chạy đua này đã không chậm trễ đưa đến những thành tích mới rất đáng kể. Chỉ trong 2 tháng đầu năm 1988 một số kỷ lục về nhiệt độ tới hạn đã liên tiếp xuất hiện và bị phá vỡ: 105°K, 123°K rồi 125°K.

Như vậy là thời kỳ của các chất siêu dẫn nhiệt độ cao đầy hứa hẹn đã bắt đầu và cái đích mà người ta muốn đi tới là những chất mà trạng thái siêu dẫn có thể tồn tại ở nhiệt độ bình thường, thực hiện giấc mơ về những đường dây tải điện và các thiết bị điện ở đó không có hiệu ứng Joule mà không phải dùng đến các phương tiện làm lạnh, tổn thất điện năng do đó sẽ được giảm một cách đáng kể, tương đương với việc khám phá ra những nguồn năng lượng mới khổng lồ đáp ứng một phần quan trọng nhu cầu năng lượng của nhân loại.

Tuy nhiên, việc tiếp tục đẩy xa hàng rào nhiệt độ là không dễ dàng và phải thêm 5 năm nữa, đến năm 1993, người ta mới lại có được những kết quả cao hơn: 133°K ở Zurich, 150°K ở Houston (Mỹ) và 157°K ở Grenoble (Pháp), hai trường hợp sau là với sự hỗ trợ của các áp suất cao [43]. Việc sử dụng các chất siêu dẫn nhiệt độ cao đã tạo được cũng có những khó khăn về công nghệ như vật liệu có tính giòn, do đó khó kéo thành sợi; dòng điện chạy qua nó không thể tăng cao vì từ trường mà dòng điện đó tạo ra nếu quá lớn sẽ phá hủy trạng

thái siêu dẫn; vật liệu sử dụng có độ độc cao. Người ta đang tìm cách khắc phục các khó khăn này và cũng đã có một số kết quả.

Trước khi có các khám phá về chất siêu dẫn nhiệt độ cao, các chất siêu dẫn “nhiệt độ thấp” cũng đã được sử dụng trong một số trường hợp thực tế. Trong số đó quan trọng nhất là những cuộn dây cho phép tạo ra những từ trường cực mạnh, điều này không thể thực hiện được với những chất thông thường vì do hiệu ứng Joule, các chất này sẽ chảy ra. Các nam châm siêu dẫn đã được sử dụng nhiều trong việc tạo từ trường cần cho giữ plasma trong các lò phản ứng nhiệt hạch hoặc điều khiển quỹ đạo của các hạt trong các máy gia tốc.

Một lĩnh vực ứng dụng quan trọng khác của các chất siêu dẫn đã có từ thời kỳ “nhiệt độ thấp” là các dụng cụ đo chính xác. Đặc biệt trên cơ sở khám phá của B. Josephson năm 1962 về hiệu ứng mang tên ông (dòng siêu dẫn có thể “chui qua” một lớp điện môi mỏng để phát ra sóng điện từ), ngoài nhiều dụng cụ khác, người ta đã làm ra những dụng cụ gọi là SQUID (superconducting quantum interference device = dụng cụ giao thoa lượng tử siêu dẫn) rất có ích cho nhiều lĩnh vực, thí dụ như để phát hiện những thăng giáng từ trường trong não người, những thăng giáng này bắt nguồn từ các quá trình phóng điện có liên quan đến thí dụ như hiện tượng động kinh.

Một số tổ chức đã đưa ra các dự báo về thị trường siêu dẫn nhiệt độ cao với mức độ lạc quan rất khác nhau (xem [44]). Theo Farnouth Associates, thị trường đó có thể là 375 triệu đôla vào năm 2000. Con số này sẽ được nhân lên với 10 nếu như người ta lại tìm được các chất siêu dẫn ở nhiệt độ bình thường. Business Communication Company thì lạc quan hơn: kể cả các chất siêu dẫn nhiệt độ cao cũng

như các chất siêu dẫn nhiệt độ thấp, nghĩa là các gốm mới được phát hiện cũng như các kim loại và hợp kim siêu dẫn đã quen thuộc, thì thị trường có thể là 1,78 tỉ đôla vào năm 2000. Các chuyên gia của Nikkei Research Institute còn lạc quan hơn: kể tất cả các loại siêu dẫn, thị trường năm 2000 là 12,4 tỉ đôla, thậm chí có thể là 85 tỉ đôla nếu như các chất siêu dẫn nhiệt độ bình thường được phát hiện. Theo High Tech Materials Alert mà các tính toán của họ được Cộng đồng Kinh tế Châu Âu sử dụng để lập ngân sách hỗ trợ cho các chương trình về vật liệu siêu dẫn thì thị trường siêu dẫn vào năm 2002 là 2 tỉ đôla, trong số đó 50% là cho các ứng dụng y học. Theo Supraconducteurs Industrie (Caen) thì thị trường gốm siêu dẫn sẽ cất cánh vào thời gian 1998-2000 và vượt quá 1 tỉ đôla vào lúc đó, lúc đầu là về các thiết bị trung gian và các cảm biến lớp mỏng dùng cho quân sự, y học và vũ trụ.

Dưới đây trong Bảng 6 là một dự báo được xem là vừa phải của cả hai lĩnh vực nhiệt độ thấp và nhiệt độ cao cho năm 2005 của Strategic Analysis Inc., phân chia theo các lĩnh vực khác nhau. Trong Bảng có ghi cả các số liệu năm 1986 để so sánh.

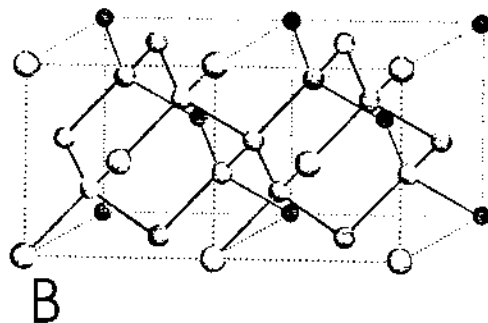
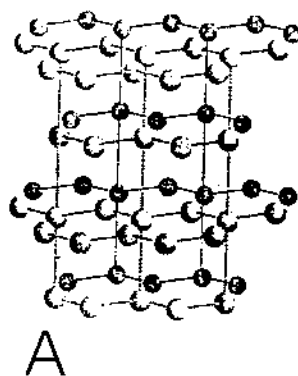
Bảng 6. Dự báo thị trường chất siêu dẫn
(cả nhiệt độ thấp và cao) vào năm 2005 (triệu đôla)

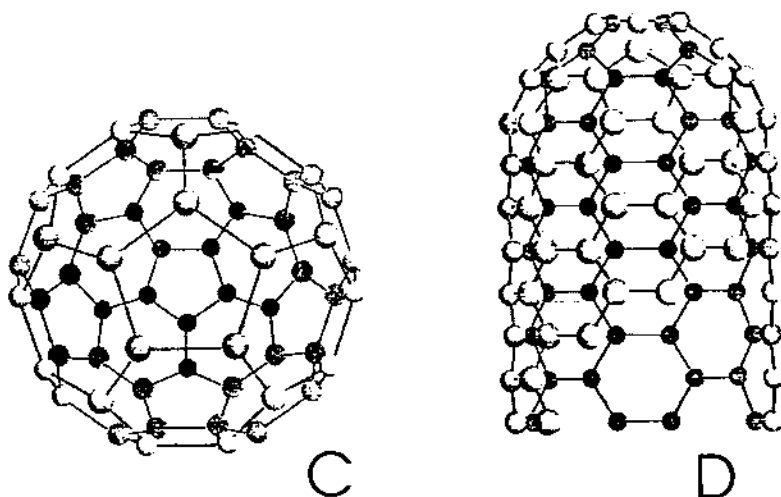
Ngành công nghiệp	1986	2005
Điện tử	40	400
Dụng cụ và ứng dụng y học	200	780
Hàng không vũ trụ và quân sự	25	350
Công nghiệp chế tạo	20	200
Sản xuất năng lượng	5	50
Vận tải	5	20
Tổng cộng	295	1800

Một loại vật liệu siêu mới khác là **các ống và hạt nano**. Loại vật liệu này bắt nguồn từ việc khám phá ra vào năm 1985, một phân tử mới của cacbon là phân tử C_{60} gồm 60 nguyên tử cacbon sắp xếp thành một cấu trúc gồm 12 hình năm cạnh và 20 hình sáu cạnh có dạng một quả bóng đá (Hình 10). Các cấu trúc phân tử đã biết trước đây của cacbon là graphit (gồm các mặt phẳng song song liên kết yếu với nhau của các nguyên tử cacbon sắp xếp thành một mạng lục giác) và kim cương (gồm các nguyên tử cacbon nằm tại các đỉnh của một khối tứ diện và các khối tứ diện như vậy sắp xếp đều đặn trong không gian) (xem Hình 10). Sau khi khám phá ra C_{60} , người ta lại tiếp tục tìm được các phân tử tương tự với số nguyên tử tạo thành là 70, 76, 84, v.v...; Đặc điểm chung của chúng là có cấu trúc của một cái

lồng kín mà trong đó ta có thể cất giữ các nguyên tử của một số nguyên tố. Các phân tử như vậy được gọi là **fulơren** theo tên của kiến trúc sư R. Buckminster Fuller (1895-1983), người đã thiết kế các nhà mái vòm với cấu trúc tương tự. Có thể nói việc khám phá ra các **fulơren** là một cuộc cách mạng trong khoa học về cacbon. Những người đã có những đóng góp cơ bản vào khám phá này, Harry W. Kroto, Richard E. Smalley và Robert F. Curl, đã được tặng giải Nobel về hóa học năm 1996.

Hình 10. Ba dạng cấu trúc phân tử của cacbon: A - Graphit, B - Kim cương, C - C_{60}
Trên hình cũng giới thiệu cấu trúc của một đầu ống nano (D)





Sau khi phân tử C_{60} được phát hiện, phải chờ thêm 5 năm nữa, nó mới bắt đầu được nghiên cứu một cách hệ thống, vì đến lúc này người ta mới tìm được những kỹ thuật (hồ quang điện) cho phép tổng hợp nó với lượng đáng kể (hiện nay là khoảng 1 gam trong 1 giờ). Và từ lúc này, nhiều tính chất hấp dẫn của fulơren đã dần dần được phát hiện. Người ta đã tìm thấy rằng các fulơren được pha thêm các chất kiềm sẽ trở thành siêu dẫn, nhiệt độ tới hạn đạt được lúc đầu là 17°K nhưng sau đó đã được nâng lên tới 28 rồi 33°K. Việc khám phá ra các fulơren siêu dẫn đã gợi ra khả năng tìm kiếm những chất siêu dẫn nhiệt độ cao không có nhược điểm giòn như các gốm siêu dẫn. Hướng tìm kiếm này đã được nhiều nhóm nghiên cứu trên thế giới rất hăng say theo đuổi.

Năm 1991, Sumio Iijima ở Viện Nghiên cứu Cơ bản của công ty NEC ở Isukuba, Nhật Bản đã có một khám phá quan trọng. Trong một thí nghiệm chế tạo C_{60} bằng cách cho phóng điện giữa hai thanh graphit trong một vỏ bọc chứa khí trơ hêli, với một cách thao tác khác, Iijima đã tìm thấy trong muội than bám trên vách vỏ bọc khi đặt dưới hiển vi điện tử những sợi cacbon rất nhỏ gồm những cái ống kín hai đầu, cái nọ lồng vào trong cái kia kiểu như đồ chơi các con búp bê lồng vào nhau của người Nga, có khi tới 50 cái. Những cái ống như vậy - dạng cấu trúc phân tử thứ tư của cacbon - được gọi là **ống nanô** vì đường kính của chúng chỉ vào cỡ nanômet 10^{-9} m. 50.000 cái ống như vậy đặt cạnh nhau cũng chỉ bằng một sợi tóc.

Ngoài các ống nanô, người ta cũng đã tạo được các **hạt nanô** có dạng không xác định được từ trước nhưng luôn luôn có các mặt bên. Nói riêng, người ta đã làm được những hạt nanô củ hành - những cấu trúc gồm nhiều lớp đồng tâm có dạng ít nhiều gần như mặt cầu. Trong một thí nghiệm, các "củ hành" đã được đưa lên trên 70°C đồng thời được bắn phá bởi một chùm electron mạnh, khi đó các lớp bên trong của chúng bị đè nát và biến thành kim cương!

Đặc điểm hấp dẫn nhất của *các ống hay hạt nanô* là chúng có thể giữ vai trò của một cái lồng. Người ta đã nhốt được các nguyên tử vào trong một số phân tử fulôren song số các nguyên tố có thể sử dụng được vào việc này chỉ có rất ít và việc sản xuất các phân tử này với lượng đáng kể là rất khó. Thay các fulôren bằng các ống hay hạt nanô tỏ ra có triển vọng hơn.

Người ta đã đưa được các nguyên tố kim loại Pb, Mn, Co, Ni, Cr,

v.v... vào trong các ống nanô gồm nhiều lớp cacbon. Người ta cũng đã nhốt được các nguyên tố bán dẫn Si và Ge và các chất cách điện. Như vậy có hy vọng sẽ chế tạo ra những sợi nhỏ cỡ nanômet có tính dẫn điện, bán dẫn, cách điện và cũng có thể có từ tính để sử dụng trong điện tử học (điện tử học nanô). Những cái lồng cacbon giữ vai trò vừa là khuôn vừa là vỏ bảo vệ vật liệu khỏi các tác động hóa học và các tác động bên ngoài khác.

Đặc biệt, người ta đã đưa được hợp chất siêu dẫn $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$ (nhiệt độ tới hạn 15°K) vào trong các hạt nanô. Khi đó các hạt này cũng có tính siêu dẫn với cùng nhiệt độ tới hạn và như vậy trên cơ sở này sẽ có thể sản xuất được các bột siêu dẫn dùng trong các compôdit hay hệ tản mạn.

Ở trên chúng ta đã nói đến những ống nanô gồm nhiều lớp nguyên tử cacbon. Những ống nanô chỉ có một lớp nguyên tử cacbon - ống nanô vách đơn - cũng đã được chế tạo. Nhóm của Stanley năm 1996 đã chế tạo được những chiếc ống như vậy. Chúng có đường kính vào khoảng 10-20 nanômet và rất dài (có hy vọng đạt tới nhiều milimet). Các ống này có thể được bó lại với nhau để tạo ra một loại sợi cực kỳ bền đồng thời rất nhẹ - bền hơn 100 lần và nhẹ hơn 6 lần so với những loại thép tốt nhất.

Những sợi bền và nhẹ như vậy chắc chắn sẽ tạo ra những ứng dụng quan trọng. Ứng dụng có lẽ viễn tưởng nhất mà có người đã nói đến là dùng nó để làm một cái thang máy đi từ trái đất lên một vị trí trên quỹ đạo địa tinh [46]!

Ống nanô vách đơn có đường kính nhỏ hơn 100 lần những mạch nhỏ nhất trong các bộ vi xử lý tốt nhất hiện nay và dẫn điện rất tốt, hơn hẳn các dây dẫn làm bằng đồng. Các ống nanô do đó sẽ có thể là những thành phần có vị trí cực kỳ quan trọng trong điện tử học.

Một khả năng ứng dụng khác là dùng ống nanô làm vật dò trong cơ thể. Vật dò này vì rất nhỏ nên không làm hỏng các tế bào.

Những triển vọng ứng dụng của các ống và hạt nanô rõ ràng là hết sức to lớn.

Song con đường mà các nhà nghiên cứu còn phải vượt qua trước khi đi đến những ứng dụng cụ thể còn rất dài và có rất nhiều trở ngại. Một công việc phải làm là thăm dò tất cả các kiểu ống và hạt có thể có. Một công việc khác là hoàn thiện các kỹ thuật chế tạo vật liệu - ống và hạt nanô. Việc nghiên cứu các tính chất vật lý và hóa học của các ống và hạt ở mức ống và hạt riêng lẻ là một công việc lớn lao và lâu dài.

CHƯƠNG IV

CÔNG NGHỆ SINH HỌC

I. CÁC THỂ HỆ CỦA CÔNG NGHỆ SINH HỌC

Có nhiều định nghĩa về công nghệ sinh học với phạm vi được quy định rộng, hẹp khác nhau. Theo nghĩa rộng, có thể hiểu công nghệ sinh học như là “bao gồm một tập hợp các kỹ thuật và phương thức can thiệp vào thế giới sống để thu lấy một số sản phẩm hoặc từ đó rút ra một số dịch vụ” [47]. Theo nghĩa hẹp, công nghệ sinh học (còn được gọi là “*công nghệ sinh học mới*” khi cần nhấn mạnh sự khác biệt của nó so với công nghệ sinh học theo nghĩa rộng) thường được hiểu như là đồng nghĩa với *kỹ thuật gien* [48], là sự thay đổi có chọn lọc các gien riêng lẻ hay sự chuyển các gien từ một sinh vật này sang một sinh vật khác. Theo [49], công nghệ sinh học mới cũng còn được hiểu là bao gồm một tập hợp các kỹ thuật rút ra từ sự hiểu biết về hệ miễn dịch cho phép thực hiện việc chẩn đoán với độ nhạy cao và tạo ra một số sản phẩm khác, và như vậy tốt nhất có thể định nghĩa công nghệ sinh học mới như là “*một tập hợp các công cụ dùng khai thác các hệ phân tử của thế giới sống*”. Các công cụ này được sử dụng ngày càng rộng rãi cùng với sự phát triển của di truyền học, sinh học và sinh lý học.

Công nghệ sinh học theo nghĩa rộng cũng có thể được xem như là bao gồm cả việc sử dụng theo kinh nghiệm các vi sinh vật trong các quá trình lên men để tạo ra các thức ăn và đồ uống như bánh mì, rượu vang, v.v... từ hàng nghìn năm nay. Tuy nhiên, phải đến cuối thế kỷ XIX thì quá trình lên men mới bắt đầu được tiêu chuẩn hóa và nhờ đó người ta mới có thể thu được các sản phẩm tương đối đồng đều và có thể tái lập được và đến đầu thế kỷ XX thì **công nghiệp lên men** mới

thực sự hình thành mở đầu giai đoạn phát triển đầu tiên hay **thế hệ thứ nhất** của công nghệ sinh học.

Trong Chiến tranh Thế giới II, do nhu cầu lớn về thuốc nổ, người ta đã chú trọng nghiên cứu và đã thành công trong việc sử dụng các phương pháp lên men công nghiệp để sản xuất các hóa chất cần cho chế tạo thuốc nổ. Ở Đức, nhà sinh hóa Carl Neuberg, bằng cách cho thêm bisunfit natri vào một bình trong đó đang diễn ra quá trình lên men rượu, đã có thể làm tăng lượng glyxêrol tạo thành với lượng êtanol giảm đi. Ở Anh, nhà hóa học gốc Nga Chaim Weizmann đã tìm ra một cách lên men axêtonôbutylic nhờ sử dụng một vi khuẩn kỵ khí, *Clostridium acetonobutylicum*. Nhờ công lao này, Weizmann đã được giúp đỡ để thành lập nhà nước Do Thái mà ông là Tổng thống đầu tiên! [47]

Cho tới cuối những năm 30, công nghiệp lên men đã phát triển rất mạnh với việc sản xuất nhiều chất có giá trị thương mại như vitamin B2, glyxêrol, axit nitric, axit lactic, v.v... Song nó đã bị mất ưu thế trước sự cạnh tranh của tổng hợp hóa học trên cơ sở sử dụng dầu mỏ. Tình hình này tuy vậy không kéo dài và công nghệ sinh học lại được thổi một làn gió mới với việc **khám phá ra pênixilin**.

Từ lâu người ta đã biết một số loại mốc có thể chữa được các vết thương. Năm 1928, Alexander Fleming đã nhận thấy một loại mốc là *Penicillium notatum* có thể phá hủy được khuẩn cầu chum màu vàng. Ông ta tiến hành thử nghiệm mẫu nước lọc có cấy *Penicillium* và chứng minh rằng nó có tác dụng chống vi khuẩn. Và đến đầu Chiến tranh Thế giới II, H. Florey và E.B. Chain đã tách riêng thành công một dạng bền vững của pênixilin. Việc khám phá ra chất kháng

sinh đầu tiên này là một thành công lớn của công nghệ sinh học, nó đánh dấu sự bắt đầu **thế hệ thứ hai** của công nghệ sinh học.

Người ta đã thống kê được tất cả hơn 5000 chất kháng sinh, tính trung bình hiện nay mỗi năm tìm ra chừng 300 chất. Nhờ làm chủ được các cơ chế đột biến, người ta đã có thể dần dần tăng khả năng sản xuất của các giống gốc. Hiện nay các giống gốc công nghiệp của *P. chrysogenum* có thể sản xuất được penicilin 10.000 lớn hơn so với giống gốc ban đầu của Fleming.

Từ năm 1945, di truyền học vi khuẩn và nấm đã có rất nhiều tiến bộ. Enzim học cũng đã tiến triển rất nhanh chóng. Người ta đã tách riêng được rất nhiều enzim và đã bắt đầu làm chủ được việc gây xúc tác bằng enzim trên nền rắn. Nhờ đó mà công nghệ sinh học không phải chỉ sản xuất được hàng nghìn chất kháng sinh mới mà còn là hàng loạt các chất chuyển hóa sơ cấp và thứ cấp: các axit amin, các purin, các vitamin, các axit hữu cơ, các nhân tố tăng trưởng. Đặc biệt, nhờ công nghệ sinh học, người ta đã có thể tăng sản lượng vitamin B₂ nhờ một loại mốc là *Ashbya gossypii* lên 20.000 lần và vitamin B₁₂ nhờ các vi khuẩn *Propioni* lên 50.000 lần.

Công nghệ sinh học thế hệ thứ hai, một đứa con của công nghệ sinh học lên men, đã làm cho nhiều tập đoàn công nghiệp giàu to, nhất là ở Nhật và Mỹ. Đặc điểm của công nghệ sinh học giai đoạn này là tổng hợp hóa học không còn cạnh tranh với các phương pháp lên men ở quy mô công nghiệp [50].

Thế hệ thứ ba của công nghệ sinh học đã bắt đầu vào năm 1973 khi Cohen, Chang, Helling và Boyer tìm ra **kỹ thuật gen**: DNA

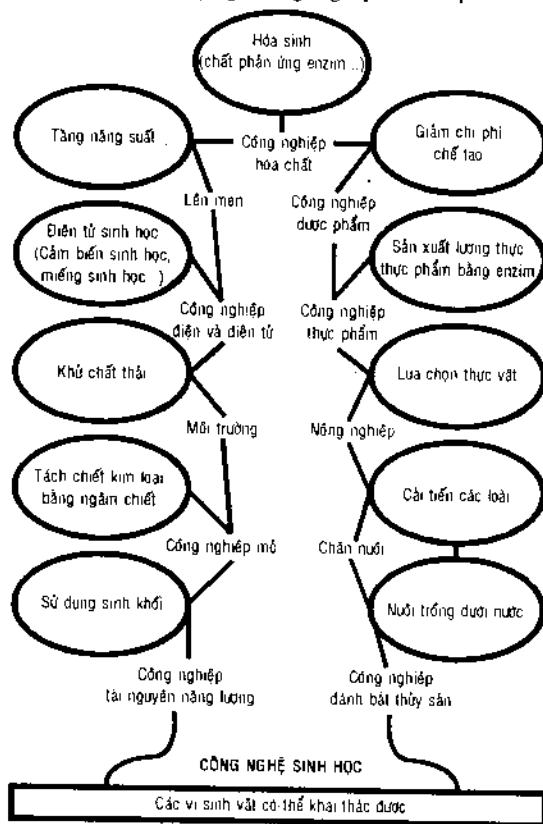
(axit deoxiribonucleic) là có thể cắt ra để ghép lại theo một cách mới (tái tổ hợp) rồi đưa vào một vi khuẩn khác biểu thị một gen mới. Đó chính là công nghệ sinh học theo nghĩa hiện đại (công nghệ sinh học mới) như đã nói ở trên.

Lúc mới đầu người ta thực hiện việc biểu thị trong *Escherichia coli* các gen từ những chủng vi khuẩn xa, nhưng sau đó đã thực hiện được việc biểu thị đối với cả những gen của các sinh vật bậc cao. Người ta cũng đã thực hiện được việc tạo dòng vô tính các gen này khi sao chép chúng thành rất nhiều bản bằng cách nhân giống vi khuẩn trong đó đã đưa vào các gen ấy.

Với các vi khuẩn được lập trình lại như vậy, người ta đã có thể tạo ra được nhiều loại prôtêin không thể tổng hợp được bằng con đường tự nhiên. Công nghệ sinh học mới như vậy đã mở ra những triển vọng rất to lớn cho việc sản xuất ở quy mô lớn những prôtêin hiếm có giá trị được lý rất cao và các vật dò di truyền. Công nghệ sinh học mới này đã lại được tăng cường nhờ một loạt các công nghệ khác như việc tạo ra các *kháng thể đơn dòng*, *việc chuyển gen*, hay *kỹ thuật khuếch đại gen* (Polymerase Chain Reaction = PCR), việc *chế tạo axit ribonucleic phản chiều*, v.v... Có thể nói đây lại là một thể hệ mới, **thế hệ thứ tư**, của công nghệ sinh học. Sự xuất hiện các thể hệ mới này (thứ ba và thứ tư) của công nghệ sinh học, theo [47], chắc chắn sẽ làm thay đổi danh mục các dược phẩm và một số quy tắc thực hành y học (dự báo và xử lý các bệnh di truyền, ung thư, suy giảm miễn dịch, v.v...). Trong nông nghiệp và lương thực thực phẩm, sự tiến bộ diễn ra chậm chạp hơn, nhưng các thực vật cũng đã bắt đầu được làm cho biến đổi do có các gen được con người đưa vào.

Sau đây ta hãy điểm qua các lĩnh vực ứng dụng của công nghệ sinh học theo nghĩa hiện đại, những ứng dụng đã có trên thực tế nhưng còn đang được tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện cũng như các ứng dụng đang trong giai đoạn thử nghiệm. Hình 11 giới thiệu “cây ứng dụng” của công nghệ sinh học theo sự phác họa của MITI (dẫn trong [50]). Còn Bảng 7 lấy từ một công trình năm 1996 giới thiệu các lĩnh vực như vậy kèm theo một số thí dụ minh họa cụ thể [48].

Hình 11. Cây ứng dụng công nghệ sinh học theo MITI



Bảng 7. Một số ứng dụng của công nghệ sinh học mới trong các lĩnh vực của nền kinh tế

(kể cả những ứng dụng còn đang trong giai đoạn thử nghiệm).

Lĩnh vực	Các thí dụ về ứng dụng
Công nghiệp hóa chất	Tạo ra các hóa chất (chất phản ứng, enzym, v.v...) qua các cơ chế sinh học.
Công nghiệp lên men	Sản xuất các chất nhờ các vi khuẩn tái tổ hợp.
Công nghiệp dược phẩm	Những cách mới chế tạo thuốc. Những vắc xin mới. Những dụng cụ chẩn đoán mới.
Sức khỏe	Trị liệu gen. Y học dự phòng.
Công nghiệp thực phẩm	Tạo ra các thực phẩm bằng kỹ thuật enzym. Sử dụng các vi sinh vật cải tiến (men cho rượu vang, bia; sinh tổng hợp các chất, sử dụng các vi khuẩn axêtic hay lactic, v.v.)
Nông nghiệp	Hoàn thiện các chủng bằng chuyển gen (transgène). Chọn lọc di truyền nhanh hơn và có hiệu quả hơn. Nhân giống thực vật in vitro. Những dụng cụ chẩn đoán mới cho trồng trọt và chăn nuôi.
Nghề cá	Phát triển nuôi trồng dưới nước.
Môi trường	Khử một số chất thải bằng xử lý công nghệ sinh học (sữa chũu sinh học).
Năng lượng	Sản xuất năng lượng từ sinh khối (bằng lên men).
Khai thác mỏ	Tách chiết và tinh chế kim loại bằng ngâm chiết vi khuẩn.
Điện tử	Sinh điện tử (các sinh cảm biến, các biôchip).

II. CÔNG NGHỆ SINH HỌC Ở MỸ

Hiện tại chúng tôi không biết có một bản dự báo mới tổng quát nào về sự phát triển của công nghệ sinh học cho một tầm thời gian dài từ nay cho đến hết thập kỷ đầu của thế kỷ XXI ở quy mô toàn thế giới ⁽⁵⁾. Tuy nhiên, có thể tìm thấy một số dự báo riêng về nước Mỹ. Những dự báo này, do vai trò dẫn đầu thế giới của Mỹ trong công nghệ sinh học (ở Mỹ có khoảng 1.400 trong tổng số 1.900 xí nghiệp công nghệ sinh học trên thế giới [54]), cũng có thể giúp chúng ta hiểu được khá tổng quát về các xu hướng phát triển lớn của lĩnh vực này trong tương lai.

Một công trình nghiên cứu của Viện thông tin Công nghệ Sinh học (IBI) (Mỹ) giới thiệu vắn tắt trong [53] đã đưa ra một số nhận xét sự phát triển của công nghệ sinh học của Mỹ cho tới năm 2000 và đầu thế kỷ XXI như sau:

⁵ Trong **Thế giới năm 2000** xuất bản năm 1992 [51], chúng tôi đã giới thiệu một dự báo tổng quát về sự phát triển của công nghệ sinh học dựa trên công trình của Nominé năm 1990 [52]. Kết luận được đưa ra trong công trình này như sau:

Năm 1980, người ta dự báo thị trường thế giới về công nghệ sinh học vào năm 2000 là vào khoảng 40-65 tỉ đôla. Những dự báo vào năm 1990 đã đưa ra những con số lớn hơn nhiều: riêng công nghệ sinh học mới là 65 tỉ đôla, không kể các động vật chuyển gen (transgenic) và công nghệ sinh học môi trường. Đối với công nghệ sinh học thực vật, riêng thị trường giông là được tính toán và là 6% thị trường thế giới về trồng trọt (1000 tỉ đôla). Công nghiệp thực phẩm cũng không được tính toán vì vị trí của công nghệ sinh học mới vẫn chưa chắc chắn. Như vậy ta có thể ước tính **thị trường công nghệ sinh học vào năm 2000 kể cả cổ điển (150 tỉ đôla) cũng như mới ít nhất phải là 215 tỉ đôla**. Công nghiệp thực phẩm và giông chiếm 80% thị trường này.

Cũng cần nêu lên cả mặt định tính của dự báo. Các bệnh nghiêm trọng như *sida* và *ung thư* có thể sẽ được giải quyết. Y học sẽ ngày càng nhiều hơn mang tính chất phòng ngừa và như vậy có nghĩa là nhân đạo và tiết kiệm hơn. Ăn uống sẽ có chất lượng tốt hơn. Xã hội cuối cùng sẽ hướng vào việc **nâng cao chất lượng sống**. Công tác nghiên cứu khoa học theo các phương hướng đó sẽ rất phong phú và các kết quả sẽ đạt được nhanh hơn dự kiến, thậm chí có nhiều những kết quả không chờ đợi.

* Mặc dù công nghiệp công nghệ sinh học của Mỹ đang cần phải có những cải tổ nào đó, một số lĩnh vực đang tỏ ra có tiềm năng tăng trưởng mạnh, thí dụ như lĩnh vực lương thực thực phẩm/nông nghiệp, doanh số có thể tăng từ dưới 1 tỉ đôla năm 1994 lên hơn 10 tỉ đôla năm 2000. Các hãng công nghệ sinh học về môi trường cũng có thể có một tương lai rất sáng sủa khi công nghệ được cải tiến và việc làm sạch môi trường trở thành một mệnh lệnh. Có thể chờ đợi doanh số về tất cả các sản phẩm công nghệ sinh học sẽ vượt qua quá 20 tỉ đôla vào năm 2000.

* Khu vực công nghiệp lớn nhất là dược phẩm sinh học trong những năm gần đây đã gặp phải nhiều khó khăn, song các chất trị liệu tạo ra từ công nghệ sinh học có thể sẽ phá vỡ cái ngưỡng 10 tỉ đôla vào năm 2000 (xem Hình 12).

* Có thể nhận xét như sau về doanh số của công nghệ sinh học:

- Thứ nhất là tốc độ tăng có tính chất tuyến tính chứ không phải theo kiểu hàm mũ do hệ quả của một số nhân tố, trong số đó là số lượng phê chuẩn hàng năm còn hạn chế và số lượng các thuốc bán chạy còn ít ỏi. Các chất trị liệu khác, thí dụ như chất trị liệu gen, sẽ có thể làm hạn chế thêm sự tăng của doanh số trong tương lai. Ngoài ra, vì công nghệ sinh học có thể chỉ ra cách thiết kế thuốc tốt hơn, ta có thể sẽ được chứng kiến sự hồi sinh vào đầu những năm sau 2010 của các thuốc phân tử nhỏ - những phân tử được khám phá hoặc thiết kế nhờ sử dụng các công cụ công nghệ sinh học nhưng không phải bản thân chúng là từ DNA tái tổ hợp.

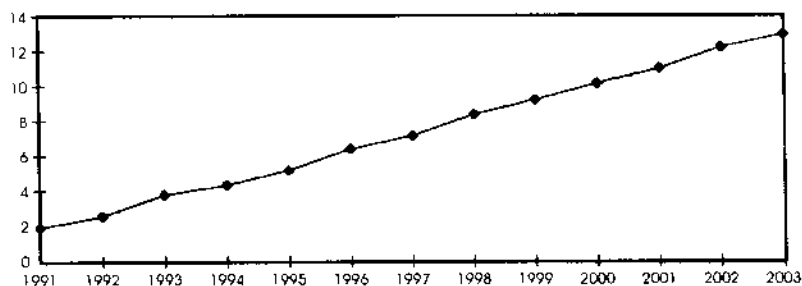
- Thứ hai là thị trường các chất trị liệu sinh học là có giới hạn.

Dự báo đưa ra cách đây vài năm về tiềm năng của thị trường Mỹ đối với sản phẩm đó là 20 tỉ đôla, thậm chí tới 40 tỉ đôla, là quá lạc quan.

* Cục Lương thực Thực phẩm và Thuốc của Mỹ (FDA) mỗi năm chỉ phê chuẩn từ 2 đến 5 loại thuốc chế tạo dựa trên DNA tái tổ hợp (hoặc những chỉ dẫn mới cho việc sử dụng các thuốc đã có) và con số này ít có khả năng tăng nhiều hơn trong tương lai. Do đó, vào năm 2000, sẽ chỉ có chừng 50 loại thuốc chế tạo theo công nghệ sinh học được đưa ra thị trường.

* Mặc dầu phải đứng trước nhiều trở ngại, các hãng công nghệ sinh học sẽ vẫn là một lực lượng sáng tạo về các chất trị liệu mới và các sản phẩm khác của công nghệ sinh học nông nghiệp và môi trường sẽ xuất hiện trên các thị trường của thế kỷ XXI.

Hình 12. Doanh số (tỉ đôla) các thuốc sản xuất theo quy trình công nghệ sinh học ở Mỹ.



Một công trình khác về sự phát triển của công nghệ sinh học ở Mỹ là công trình của Consulting Resources Corporation năm 1996. Một số kết quả của công trình này giới thiệu tóm tắt trong Bảng 8 [48].

Bảng 8. Thị trường công nghệ sinh học ở Mỹ
các năm 1992, 1994, 1996 và dự báo các năm 2001, 2006 (triệu đôla)

Lĩnh vực		1992	1994	1996	2001	2006	Tốc độ tăng hàng năm, % (1996-2006)
Sức khỏe người.	Thuốc	2250	4950	7555	13935	25545	13
	Chẩn đoán	1050	1315	1760	2705	4050	9
Nông nghiệp		70	130	285	740	1740	20
Biệt dược		95	160	275	690	1600	19
Chẩn đoán không y học		10	170	225	330	465	8
Tổng cộng		3475	6725	10100	18400	32400	12

*Enzim, chất thơm và phụ gia thực phẩm, các sản phẩm hóa học.

Từ các số liệu nêu trong Bảng, ta có thể nhận xét là lĩnh vực sức khỏe còn tiếp tục phát triển nhưng nhịp độ sẽ giảm với thời gian nhân đôi không đến 2 năm trong thời gian 1992-1994 nhưng hơn 5 năm trong thập kỷ tới. Lĩnh vực nông nghiệp, trái lại, tuy hiện còn hạn chế, có triển vọng sẽ tăng nhanh và là nhanh nhất so với các lĩnh vực khác trong thập kỷ tới.

III. NHỮNG LÀN SÓNG CỦA CÔNG NGHỆ SINH HỌC

Có thể mô tả quá trình thương mại hóa công nghệ sinh học mới trong hơn hai thập kỷ vừa qua và các triển vọng của nó trong tương lai như là sự nối tiếp của 3 làn sóng. Trước hết là làn sóng y sinh, tiếp đến là làn sóng nông nghiệp và sau đó sẽ là làn sóng môi trường (giám sát - monitoring - và sửa chữa môi trường; đặc trưng hóa các tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ chúng). [49]

Chúng ta đã chứng kiến sự nổi lên và lan tràn của làn sóng thứ nhất. Làn sóng này sẽ còn lan tràn rộng rãi hơn cho tới đầu thế kỷ XXI tuy nhịp độ đã giảm. Vào lúc này làn sóng thứ hai vẫn chưa đạt biên độ có thể so sánh được với làn sóng thứ nhất, song nhịp độ phát triển của nó, như đã nói, hiện đang tăng lên và sẽ là mạnh mẽ nhất vào đầu thế kỷ tới, ít nhất cũng là ở nước Mỹ.

Trong [49], các tác giả cũng đã phân tích những nhân tố quyết định chiều hướng và tốc độ phát triển của các làn sóng công nghệ sinh học mới. Có ít nhất là 3 nhân tố tới hạn sau đây:

- ① Trình độ hiểu biết về di truyền học và sinh hóa học của các sinh vật được quan tâm (con người, súc vật, cây cối, côn trùng, vi sinh vật);
- ② Khả năng kinh phí có được cho nghiên cứu cơ bản tại các cơ sở nhà nước và cho R&D tại các hãng tư nhân;
- ③ Các quy chế của chính phủ về nghiên cứu cơ bản, R&D và marketing.

Làn sóng thứ nhất đã có thể nổi lên và tràn đi rộng khắp trong y

học chính là nhờ tác động rất thuận lợi của các nhân tố như vậy. Ở Mỹ, kinh phí của chính phủ liên bang dành cho nghiên cứu cơ bản về di truyền học người, sinh hóa học và sinh học phân tử trong hơn ba thập kỷ vừa qua đã tạo ra cả một cơ sở kiến thức rộng lớn và tinh vi; vốn mạo hiểm (venture capital) ⁽⁶⁾ cung cấp trong thập kỷ có vai trò quyết định đối với việc thành lập đa số hãng công nghệ sinh học là tương đối dồi dào, cổ phần nhà nước cung cấp là tương đối có kết quả; FDA ngay từ năm 1980 đã tuyên bố là các sản phẩm công nghệ sinh học mới cần được đối xử như là các sản phẩm khác tương tự. Ngoài ra không có một hàng rào quy chế nào khác đối với các hoạt động R&D hay việc marketing sản phẩm. Các nhân tố như vậy hiện chưa phải đã là đầy đủ đối với việc thương mại hóa công nghệ sinh học nông nghiệp. Song lĩnh vực này sẽ là làn sóng mới của công nghệ sinh học trong thế kỷ tới.

Công nghệ sinh học hiện đang được sử dụng trong hầu như mọi mặt của hệ thống sản xuất lương thực thực phẩm, từ đồng ruộng cho đến các cửa hàng bán đồ hộp. Đa số các nghiên cứu đang được tiến hành đối với các thực vật song cũng đang có sự tiến triển đối với các động vật. Sự thay đổi gen đang giúp nâng cao chất lượng các đặc tính nông học cũng như sau thu hoạch của cây trồng. Thành phần dinh dưỡng, hàm lượng các chất rắn, chất béo, kết cấu và hương vị

⁶. Theo Pandey và Jang [55], vốn mạo hiểm là "đầu tư dưới dạng cổ phần hay mua cổ phần và đôi khi là nợ - bình thường hay có điều kiện [trong trường hợp cho vay có điều kiện, lãi và gốc chỉ được trả khi xí nghiệp bắt đầu có doanh số] - được thực hiện trong xí nghiệp công nghệ mới hay chưa thử nghiệm hay có độ rủi ro cao được đề ra bởi nhà kinh doanh có trình độ cao về kỹ thuật hay nghề nghiệp mà ở đó nhà cung cấp vốn mạo hiểm chờ đợi xí nghiệp đạt tốc độ tăng trưởng cao, cung cấp kỹ thuật quản lý và kinh doanh cho xí nghiệp, chờ đợi lợi nhuận trung hạn và dài hạn, không chờ đợi có bất kỳ một thể chấp nào để trang trải vốn đã cung cấp". Chi tiết, xem [56].

của lượng thực thực phẩm đã được cải tiến nhờ những thay đổi trong quá trình chuyển hóa của thực vật. Các kỹ thuật gen hiện đại cũng đã tạo ra các chiến lược mới trong kiểm soát sinh học các sâu bệnh.

Công nghệ sinh học, nhờ khả năng thay đổi gen một cách chọn lọc, đã bổ sung và mở rộng các kỹ thuật tạo giống thực vật cổ truyền. Sự khác nhau chủ yếu là ở độ chính xác và tốc độ. Ngoài ra, vì DNA là tương đương về sinh hóa đối với mọi sinh vật cho nên nhờ kỹ thuật mới, ta có thể khai thác được cả phổ gen trong tự nhiên, thí dụ như về lý thuyết có thể tìm kiếm các đặc tính có lợi (chống sâu bệnh, chịu khô hạn và mặn, các nhân tố tăng cường chất lượng dinh dưỡng của rau quả, v.v...) có trong tự nhiên ở bất kỳ chỗ nào.

Việc tạo giống theo kỹ thuật cổ truyền hay theo kỹ thuật mới đều nhằm cùng một mục đích, song kỹ thuật mới cho phép mở rộng ra rất nhiều phạm vi của các chiến lược vì nó loại bỏ được hàng rào giữa các loài trong sinh sản bằng sinh dục.

Như vậy tác động của công nghệ sinh học đến sản xuất nông nghiệp và chế biến lương thực thực phẩm là ở chỗ tăng hiệu suất của sản xuất và tăng giá trị của nông phẩm. Những cách tác động chủ yếu là như sau:

- Nâng cao giá trị tăng thêm của cây trồng và vật nuôi;
- Cung cấp các phương pháp chẩn đoán có độ nhạy cao để sớm phát hiện dịch bệnh;
- Tạo ra những cơ chế sinh học chống tổn thất mùa màng do sâu bệnh;
- Nâng cao chất lượng chế biến lương thực thực phẩm và lên

men qua nâng cao chất lượng nguyên liệu, vi sinh vật, enzym, lò phản ứng sinh học và chẩn đoán;

- Mở ra cho nông phẩm những thị trường mới về chất dẻo, dầu công nghiệp và dược liệu.

Dưới đây chúng tôi giới thiệu chi tiết hơn về một số ứng dụng chính của **công nghệ sinh học trong nông nghiệp**. Sự tiến triển của các ứng dụng đó theo thời gian trình bày trên hình 13 (theo Roger Beachy, 24-2-1993, dẫn trong [49]).

1. Nâng cao chất lượng cây trồng

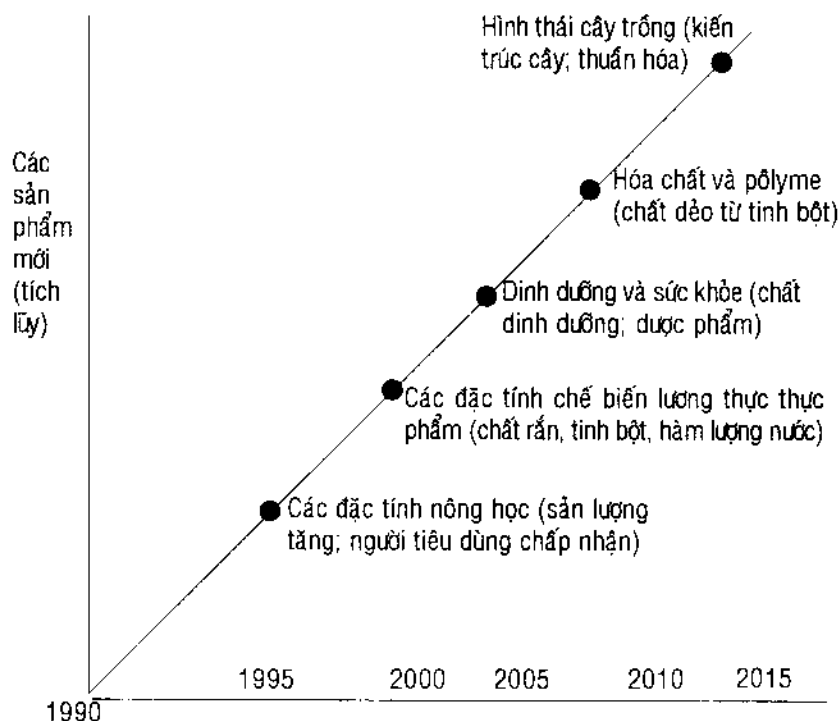
Người ta đưa gen về một loại prôtêin nào đó vào trong lúa, ngô và các loại hạt thông dụng khác để làm cho mức dinh dưỡng của chúng cân đối hơn và chất lượng của prôtêin tốt hơn. Gen đối với các enzym trong chuyển hóa tinh bột đã được sử dụng để tăng mức tinh bột trong khoai tây và do đó giảm mức hấp thụ chất béo khi rán khoai. Gen đối với các enzym có ảnh hưởng đến hàm lượng đường và chất rắn trong cà chua đã được sử dụng để tăng hương vị và chất lượng chế biến của cà chua đóng hộp. Gen trong chuyển hóa tự nhiên làm quả mềm đi và chín đã được sử dụng để nâng cao chất lượng thu hoạch, vận chuyển và cất giữ của cà chua. Năm 1994 đã có một loại cà chua (Flavr Savr) có thời gian cất giữ lâu hơn được đưa ra thị trường.

2. Kiểm soát sinh học

Có thể làm cho cây trồng chống chịu được côn trùng hay mầm bệnh bằng cách thay đổi gen. Thí dụ như ở Mỹ, từ nhiều thập kỷ người ta đã quen sử dụng vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* (Bt) làm tác

nhân kiểm soát sinh học. Bt tạo ra một họ endôtôxin prôtêin có khả năng diệt một cách chọn lọc một số loại côn trùng. Người ta đã xác định được gien của các endôtôxin này và nhân vô tính chúng. Khi đưa các gien đó vào trong các cây bằng kỹ thuật DNA tái tổ hợp, chúng cung cấp khả năng bảo vệ bằng cách chuyển chất độc trực tiếp cho côn trùng qua “bữa ăn” của các con vật này và như vậy không có các hạn chế của kỹ thuật phun vi khuẩn. Người ta đã đưa được gien Bt vào nhiều loại cây trồng quan trọng như bông, táo, ngô, v.v...

Các ứng dụng khả dĩ của công nghệ sinh học nông nghiệp



Hình 13. Đồ thị biểu diễn tiến trình áp dụng các nhóm sản phẩm chính của công nghệ sinh học nông nghiệp

Một khả năng quan trọng khác là kiểm soát các bệnh virus của cây mà nói chung không thể giải quyết được nếu không dùng các biện pháp hóa học. Bằng cách chuyển một gen virus sẽ có thể giữ cho các cây không bị nhiễm virus sau này. Cách kiểm soát này đã được áp dụng cho khoai tây, dưa chuột, bí, các loại dưa khác, đu đủ, các loại rau.

3. Phát hiện bệnh ở cây

Để sớm xử lý sâu bệnh và như vậy giảm bớt được đầu vào thì rõ ràng là cần phải sớm phát hiện được chúng. Công nghệ sinh học đã cung cấp những công cụ chẩn đoán có tính chọn lọc và có độ nhạy cao cho phép phát hiện được dịch bệnh ở những mức rất thấp. Các dụng cụ dùng ở hiện trường dựa trên các kháng thể đơn dòng đã được sử dụng cho các bệnh thối rễ đậu tương và một số bệnh vi khuẩn khác của cà chua và nho. Việc lấy dấu tay DNA vốn quen thuộc trong công tác hình sự có thể được sử dụng để đặc trưng hóa các dịch bệnh của cây. Nó là một công cụ quan trọng để tạo giống, đặc trưng hóa và bảo vệ cây.

4. Kiểm soát cỏ dại

Các gen mã hóa các enzyme mà về mặt chuyển hóa làm giảm tác dụng của thuốc diệt cỏ hóa học có thể giúp các cây chống lại các hậu quả có hại của thuốc diệt cỏ. Các gen chịu được thuốc diệt cỏ hiện đang là đối tượng được tập trung chú ý nghiên cứu. Chúng sẽ góp phần quan trọng vào việc giảm sử dụng thuốc diệt cỏ và khuyến khích sử dụng những thuốc diệt cỏ có lợi hơn về mặt môi trường.

5. Các sản phẩm thực vật mới

Sự hiểu biết về cơ chế chuyển hóa tinh bột đã cho phép người ta phát triển những loại cây tạo ra các polyme dựa trên tinh bột. Các polyme này có thể sử dụng để sản xuất các vật liệu giống chất dẻo, giúp chúng ta giảm phụ thuộc vào các polyme dựa trên dầu mỏ. Sự chuyển hóa dầu thực vật cũng đã được chú ý nghiên cứu. Các cây được thiết kế không phải chỉ để làm ra dầu ăn có lợi hơn cho sức khỏe mà còn là để tạo ra một nguồn dầu công nghiệp dùng cho các máy móc và các mục đích khác. Đồng ruộng cũng đã được xem xét để biến thành các nhà máy được phẩm trong tương lai. Những nghiên cứu sơ bộ đã cho thấy rằng thực vật là những nguồn sản xuất các prôtêin có giá trị như thuốc hay vắc xin dùng cho người và súc vật. Thí dụ như gien mã hóa các thành phần prôtêin của độc tố dịch tả (vốn được sử dụng để bảo vệ miễn dịch bệnh dịch tả) đã được đưa vào các cây và bước đầu đã thu được kết quả như là một vắc xin dịch tả. Theo cách này thì các vắc xin sẽ được đưa vào thức ăn cho người cũng như thức ăn cho gia súc.

Nhìn chung, theo đánh giá trong [57], công nghệ sinh học có thể làm thay đổi cơ cấu và định nghĩa của nông nghiệp. Công nghệ sinh học có thể sẽ mở rộng phạm vi của các sản phẩm phi nông nghiệp được sản xuất theo con đường sinh học. Khái niệm “làm nông nghiệp” (farming) sẽ được mở rộng để bao gồm cả việc sản xuất các hóa chất tinh và được phẩm. Công nghệ sinh học có thể mang lại một sinh khí mới cho khu vực nông nghiệp ở nhiều nước, đặc biệt là ở Mỹ. Ở nhiều nơi trên thế giới, năng lực sản xuất của nông nghiệp đã trở nên dôi thừa, năng lực này có thể được sử dụng để sản xuất

những sản phẩm mới được thiết kế bởi công nghệ sinh học. Công nghệ sinh học không phải chỉ đưa ra các cây trồng mới mà nó còn cải tiến hoặc thay đổi các cây trồng đã có. Nông nghiệp sẽ chuyển dịch từ sản xuất các hàng hóa tiêu chuẩn hóa sang sản xuất các sản phẩm duy nhất có thị trường nhỏ và chuyên môn hóa mang lại nhiều thu nhập hơn. Như vậy công nghệ sinh học có thể là một nguồn thu nhập mới của nông nghiệp, song nó đòi hỏi người làm nông nghiệp phải có học vấn nhiều hơn và phải dựa nhiều hơn vào khoa học để có các quyết định của mình. Công nghệ sinh học nông nghiệp có thể làm giảm khoảng cách giữa phòng thí nghiệm và đồng ruộng, giữa công nghiệp và nông nghiệp.

Triển vọng của công nghệ sinh học nông nghiệp rõ ràng là rất to lớn song hiện nay trên tổng thể, sự phát triển của nó còn kém xa sự phát triển của công nghệ sinh học y sinh [49]. Như vậy, để công nghệ sinh học nông nghiệp có thể phát huy hết tiềm năng của nó và nổi lên như một làn sóng mới vào đầu thế kỷ XXI sau làn sóng y sinh, rõ ràng là cần phải tạo ra cho nó những điều kiện mới, một khuôn mẫu mới để phát triển. Đó là sự hợp tác thích hợp giữa khu vực nông nghiệp cổ truyền, cộng đồng nghiên cứu và các công ty công nghệ sinh học. Những mục tiêu trước mắt là tăng cường sự tài trợ của chính phủ cho nghiên cứu ở hiện trường các giai đoạn đầu để có thể hoàn thiện chất lượng của các sản phẩm mới, và sự hợp tác mới giữa khu vực nhà nước và khu vực tư nhân nhằm đảm bảo sự chuyển giao công nghệ có hiệu quả, kịp thời và lành mạnh.

CHƯƠNG V

PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ BỀN VỮNG

I. CÔNG NGHỆ VÀ MÔI TRƯỜNG: MỐI QUAN HỆ ĐƯỢC TRANH CẢI

Đầu những năm 1970, khi Câu lạc bộ Roma công bố báo cáo đầu tiên **Limits to Growth** (*Những giới hạn của tăng trưởng*) do một nhóm nghiên cứu ở Viện Công nghệ Massachusetts (MIT) biên soạn, trong đó dự báo ngày tận thế của nhân loại vào thời gian 2030-2040 do tài nguyên thiên nhiên bị cạn kiệt, ô nhiễm gia tăng và thiếu hụt lương thực (do thiếu đất nông nghiệp) nếu như tăng trưởng kinh tế vẫn tiếp tục theo cách hiện nay, một số nhà nghiên cứu có tên tuổi như H.A. Simon (về sau được giải Nobel về kinh tế học), N. Rosenberg, v.v.. đã đưa ra ý kiến cho rằng *giải pháp cho các vấn đề môi trường chính là phải có nhiều công nghệ hơn và làm chủ công nghệ tốt hơn chứ không phải là giảm sử dụng công nghệ*. Ý kiến này hầu như không được ai quan tâm.

Trong làn sóng môi trường đang nổi lên lúc bấy giờ ⁽⁷⁾, “chủ nghĩa bi quan công nghệ” đã có một địa vị thống trị, công nghệ đã bị xem là thủ phạm chính của suy thoái môi trường. Thực tế là các công nghệ được đưa ra từ sau Chiến tranh Thế giới thứ hai ở các nước công nghiệp đều là nhằm thay thế việc sản xuất và tiêu dùng các vật liệu thiên nhiên có thể được phân hủy, làm loãng hay hấp thụ bởi

⁷ Năm 1962, nhà sinh học Rachel Carson đã cho in cuốn sách *The Silent Spring* (Mùa Xuân im lặng) trong đó mô tả tình trạng ô nhiễm không khí, nước và sự phá hủy cuộc sống hoang dại do sử dụng rộng rãi các thuốc trừ sâu tồn tại lâu dài như DDT. Sự kiện này được xem là sự mở đầu của phong trào môi trường ở Mỹ. Khoảng năm 1965, một bộ phận ngày càng tăng công chúng Mỹ đã ủng hộ quan điểm bảo vệ môi trường và năm 1970, Tổng thống Mỹ Richard M. Nixon đã quyết định đưa ra Luật bảo vệ môi trường cho nước Mỹ (EPA)

các quá trình tự nhiên bằng những sản phẩm tổng hợp không thể phân hủy hay chỉ có thể phân hủy rất chậm bằng các quá trình này. Các sản phẩm thiên nhiên được sử dụng từ năm 50 như sợi thực vật và động vật (bông, vải, len), các sản phẩm gỗ, xà phòng, thực phẩm thuần túy, phân hữu cơ, cao su thiên nhiên, v.v... sau đó đã được thay thế bằng sợi nhân tạo, các sản phẩm chất dẻo và kim loại, chất tẩy, thực phẩm có phụ gia, phân hóa học, cao su nhân tạo, v.v... và các loài ăn sâu bọ thì được thay bằng thuốc trừ sâu! Các nhà khoa học bắt đầu bị mất uy tín trước công chúng. Họ bị xem là công cụ của sự thống trị về quân sự và kinh tế, những người không hề quan tâm gì đến các vấn đề xã hội cấp bách của thời đại. Người ta chống đối các ngành công nghiệp công nghệ cao, các công ty lớn và nhất là các công ty xuyên quốc gia.

Song vào cuối những năm 80, các tiềm năng của công nghệ đã được xem lại và người ta đã có một sự đánh giá khác về tác động của công nghệ đến môi trường. Theo một quan điểm ("nghịch lý phát triển công nghệ") thì *đối với môi trường, công nghệ có tính chất hai mặt*. Công nghệ đã tác động rất mạnh đến môi trường, chủ yếu là qua tăng năng suất, sự tăng này đã cho phép người ta tăng đầu ra của hệ thống sản xuất, cũng tức là tăng tiêu dùng, lên những mức rất ghê gớm. Song công nghệ cũng có những ảnh hưởng tích cực đối với môi trường. Các ảnh hưởng đó được thực hiện theo các cơ chế sau đây:

- Qua các quá trình thay thế công nghệ, người ta đã có thể nâng cao được hiệu quả của sản xuất và sử dụng sản phẩm và dịch vụ, và như vậy tạo ra những khả năng mới về giải quyết khan hiếm hoặc cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên cũng như những hạn chế về khả

năng hấp thụ của môi trường.

- Một số công nghệ, thí dụ như công nghệ vệ tinh nhân tạo của Trái Đất, đã cho phép phát hiện ra những trữ lượng hydrocacbon hay nước ngầm mới, và như vậy có thể xem là đã làm tăng dự trữ các tài nguyên thiên nhiên.

- Nhờ thay đổi công nghệ, người ta đã có thể giảm bớt được cường độ sử dụng tài nguyên và tác động đến môi trường của các xã hội công nghiệp một cách rất đáng kể. Đó là xu hướng phi vật chất hóa rất rõ nét trong nghiên cứu phát triển vật liệu mới và bảo vệ (tiết kiệm) năng lượng hiện nay.

Để làm thí dụ, ta có thể kể sự giảm rất rõ rệt của cường độ sử dụng năng lượng tính đối với một đơn vị tổng sản phẩm trong nước (GDP) ở một số nước công nghiệp trong thời gian 1973-1993 như trình bày trong Bảng 9 (dẫn theo [58]). Sự giảm này một phần là do thay đổi cơ cấu nhưng phần lớn là do các công nghệ tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm vật liệu.

Bảng 9. Sự giảm cường độ sử dụng năng lượng mỗi đơn vị GDP
(tính theo tấn dầu tương đương đối với 1.000 ECU*)
ở một số nước công nghiệp trong thời gian 1973-1993)

Nước	1973	1988	1993
Anh	0,62	0,45	0,44
Pháp	0,44	0,36	0,38
Đức	0,52	0,40	0,39
Ý	0,46	0,36	0,37
Hà Lan	0,59	0,47	0,44
Đan Mạch	0,46	0,31	0,32
Bỉ	0,64	0,49	0,47
Luxembua	1,51	0,74	0,65
Airlen	0,46	0,36	0,37
Hy Lạp	0,51	0,60	0,52
Cộng đồng châu Âu	0,52	0,41	0,40

(Ta có thể nhận xét là vào cuối giai đoạn được xét, khi giá năng lượng lại tương đối giảm, đã có dấu hiệu cường độ sử dụng năng lượng mỗi đơn vị GDP không còn được duy trì như những năm trước đó).

* Nay được gọi là EURO

Nhiều nghiên cứu khác nữa sau đó đã chỉ ra những khả năng rộng lớn hơn của công nghệ trong việc giải quyết các vấn đề môi trường. Công nghệ thông tin chẳng hạn có thể tạo ra nhiều khả năng tiết kiệm năng lượng và vật liệu qua các quá trình điều khiển và giám sát có hiệu quả hơn; hoặc cho phép giảm số lượng và kích thước của các thành phần trong nhiều hệ thống điện cơ. Công nghệ thông tin còn có thể tạo ra những khả năng có ý nghĩa to lớn hơn như giảm bớt sự đi lại nhờ sử dụng kỹ thuật hội thảo từ xa hoặc tăng thời gian làm việc tại nhà. Nhìn chung, ta hoàn toàn có thể nói đến khả năng “xanh hóa” công nghệ - phát triển những công nghệ thích hợp về mặt môi trường mà sau này sẽ gọi là *phát triển công nghệ bền vững* như đã được sử dụng trong một công trình của Ủy ban Chính sách Môi trường Dài hạn của Hà Lan (CLTM) [59].

II. TỪ ĐỊNH HƯỚNG LẠI CÔNG NGHỆ ĐẾN PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ BỀN VỮNG

Trước hết ta hãy nói đến sự “*định hướng lại công nghệ*” được nêu trong Báo cáo Brundtland xem như một trong 7 mục tiêu cơ bản của các chính sách môi trường và *phát triển trên quan điểm bền vững*.

Theo Báo cáo, với sự nhận thức rằng “công nghệ là mối liên hệ then chốt giữa con người và tự nhiên”, ở các nước đang phát triển, trước hết cần phải *tăng cường năng lực đổi mới công nghệ* của các nước này sao cho họ có thể đáp ứng được một cách có hiệu quả hơn những thách thức của phát triển bền vững. Thứ hai, cần phải *thay*

đối phương hướng phát triển công nghệ trong đó chú ý nhiều hơn đến các nhân tố môi trường.

Công nghệ của các nước công nghiệp không phải lúc nào cũng thích hợp hay dễ thích nghi với các điều kiện kinh tế - xã hội và môi trường của các nước đang phát triển. R&D trên thế giới chỉ đề cập một số ít vấn đề cấp bách của các nước đang phát triển như nông nghiệp trên đất khô hạn hay việc kiểm soát các bệnh nhiệt đới. Những đổi mới gần đây về công nghệ vật liệu, bảo vệ năng lượng, công nghệ thông tin và công nghệ sinh học chưa được thích nghi hóa với nhu cầu của các nước đang phát triển được bao nhiêu. Cần phải lấp được những khoảng cách này bằng cách tăng cường năng lực nghiên cứu, thiết kế, triển khai và mở rộng của các nước đang phát triển.

Nghiên cứu phát triển công nghệ ở các cơ sở thương mại phần lớn đều nhằm vào các sản phẩm và quá trình có giá trị thị trường. Chúng ta cần phải làm thế nào để có được những công nghệ sản xuất ra các “hàng hóa xã hội”, thí dụ như không khí với chất lượng tốt hơn, hoặc giải quyết được các vấn đề bình thường nằm ngoài các tính toán về chi phí của các xí nghiệp, thí dụ như ô nhiễm hay chất thải.

Công trình của CLTM, **The Environment: Towards a Sustainable Future** (*Môi trường: Tiến đến một tương lai bền vững*) công bố năm 1994 đã dành một chương riêng (do Leo Jansen viết) cho vấn đề phát triển công nghệ bền vững.

CLTM tỏ ra rất lạc quan về tiềm năng đóng góp của công nghệ cho sự hình thành một xã hội bền vững, đồng thời tuyên bố cần phải có một sự *thay đổi căn bản* trong xu hướng phát triển công nghệ mà

nói theo đúng ngôn từ của tác giả - một sự “cắt đứt” (a break) với xu hướng công nghệ hiện nay. Song để đạt được điều này, theo CLTM, cần phải có sự nhất trí về một nỗ lực chung nhằm đạt tới sự phát triển bền vững. Mặt khác, trong khi đóng góp của công nghệ cho phát triển bền vững là một đòi hỏi cấp bách, ta không quên rằng đóng góp đó chỉ có thể thực hiện được trong phạm vi năng lực của môi trường, cụ thể là các tài nguyên thiên nhiên và khả năng hấp thụ và phục hồi của nó. Sau hết, đóng góp của công nghệ cho phát triển bền vững tuy là cốt yếu nhưng vẫn chưa phải là đủ, mà còn phải làm thế nào để thực hiện được sự cân bằng trong các tương tác giữa công nghệ, văn hóa và cơ cấu xã hội.

Các công nghệ mới không thể từ trên trời rơi xuống. Thời gian để triển khai công nghệ từ ý tưởng cho đến khi nó có thể sử dụng được trên thị trường có thể phải là một số thập kỷ. Quá trình phát triển công nghệ bền vững một mặt được xác định bởi thời gian triển khai của công nghệ và tốc độ thay đổi có thể thực hiện được của công nghiệp và kinh tế, và mặt khác bởi sự cần thiết duy trì năng lực của môi trường và các dự trữ của nó, không để xấu đi hơn nữa.

Hiện tại ta cũng đã có thể làm được nhiều việc với các công nghệ hiện có hoặc đang được phát triển cho nên việc phát triển các công nghệ mới - bền vững - không bị buộc là phải có ngay kết quả. Do đó chiến lược phát triển công nghệ bền vững có thể bao gồm những con đường khác nhau với những tầm thời gian khác nhau được đưa ra áp dụng cùng một lúc. Những con đường (những cách tiếp cận) đó như sau:

a) Chăm sóc môi trường

Nội dung là chấm dứt những rò rỉ và những dòng chất thải từ hệ thống sản xuất hiện nay đi vào môi trường trên cơ sở chủ yếu là tổ chức bảo đảm chất lượng môi trường của các quá trình và sản phẩm kết hợp với việc áp dụng đầy đủ các công nghệ dùng cho giám sát (monitoring) và điều khiển các quá trình và công tác hậu cần.

Ta hãy định nghĩa hiệu suất môi trường là nghịch đảo của sức ép đặt lên môi trường (còn gọi là đòi hỏi về môi trường) đối với một đơn vị mức phồn thịnh (mức sử dụng tài nguyên) mỗi đầu người, tức là I/M trong công thức về sức ép môi trường D sau đây:

$$D = W \otimes P \otimes M,$$

trong đó W là mức phồn thịnh mỗi đầu người, P là dân số, M là sức ép môi trường đối với một đơn vị mức phồn thịnh (hay mức suy thoái môi trường đối với một đơn vị tài nguyên đã sử dụng) mỗi đầu người, còn dấu $\otimes$ chỉ một sự tỉ lệ nào đó.

Với cách tiếp cận trên, theo các tính toán, hiệu suất môi trường có thể tăng từ 1,33 đến 1,5 lần trong thời gian vài năm.

b) Công nghệ môi trường

Nội dung là cải tiến và áp dụng các công nghệ hiện có nhằm sử dụng năng lực môi trường một cách tốt hơn. Tiềm năng này nếu được khai thác đầy đủ thì hiệu suất môi trường có thể tăng từ 1,5 đến 4 lần trong thời gian khoảng 20 năm.

c) Công nghệ bền vững

Nội dung là tìm ra những công nghệ mới mà với các công nghệ

này sẽ thực hiện được yêu cầu về tăng hiệu suất môi trường. Sự tăng đó có thể là từ 10 đến 50 lần sau 20 năm.

Quay trở lại công thức vừa viết ở trên, giả sử vào năm 2040 mức sống của người dân trên hành tinh này trung bình tăng 5 lần, dân số tăng 2 lần và sức ép môi trường được giảm 2 lần. Khi đó hiệu suất môi trường (A/M) cần phải tăng 20 lần, có nghĩa là khả thi theo các tính toán trên.

III. XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỐI MỐI HỖ TRỢ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Ở các nước phát triển, các hoạt động chăm sóc môi trường và áp dụng công nghệ môi trường như nói ở trên đã được người ta thực hiện từ nhiều năm nay. Phát triển công nghệ bền vững - thay đổi công nghệ một cách căn bản trên quy mô lớn - trái lại, hiện còn đang trong những bước thăm dò đầu tiên. Jansen trong công trình của CLTM cũng đã dành nhiều thời gian để bàn về vấn đề này. Song có lẽ chúng ta nên tham khảo công trình gần đây hơn và sâu sắc hơn của C. Freeman, nhà nghiên cứu chính sách quen thuộc ở Đại học Sussex [58]. Điều thú vị là sự phân tích của ông đã được bắt đầu từ việc xem xét dự báo về ngày tận thế trong báo cáo năm 1972 của nhóm MIT. Báo cáo này đã làm được một việc rất có ý nghĩa là báo động cho toàn thể nhân loại về nguy cơ suy sụp của hành tinh nếu như xu hướng tăng trưởng kinh tế trên cơ sở ra sức khai thác tài nguyên của trái đất như hiện nay vẫn được tiếp tục. Song báo cáo còn chứa đựng những điểm cần được phê phán mà các nhà nghiên cứu đã lần lượt vạch ra và như vậy cũng là chỉ ra cả những khả năng để thực hiện phát triển bền vững.

Theo nhiều nhà nghiên cứu thì trong hệ thống kinh tế có một số cơ chế tự điều chỉnh nào đó mà nhờ chúng các xu hướng sẽ được đảo ngược trước khi hệ thống đi đến suy sụp. Thí dụ như giá sẽ tự động thay đổi khi một vật liệu cụ thể nào đó bị thiếu hụt. Giá cao hơn về vật liệu này sẽ dẫn đến sự thay thế nó bằng những vật liệu khác dồi dào hơn, hoặc là sự tăng cường tiết kiệm trong sử dụng, tăng cường tái sinh, tăng cường tìm kiếm những nguồn mới về vật liệu đó, v.v... Những thay đổi này có thể có được nhờ những kết quả R&D mới hay sự truyền bá rộng rãi hơn các kiến thức và kỹ thuật đã có.

Những người phê phán cũng nêu ý kiến là có thể tăng sản xuất nông nghiệp để nuôi sống một dân số thế giới đông hơn chỉ với cách truyền bá rộng rãi hơn các kỹ thuật hiện có, và còn có thể tăng nhiều hơn nữa nếu như tốc độ thay đổi công nghệ lại được gia tăng nhờ các kết quả R&D mới. Vả lại những nguyên nhân chính của đói kém nằm ở các vấn đề về phân phối thu nhập, thương mại và chính sách nông nghiệp hơn là ở các vấn đề kỹ thuật về tăng sản xuất lương thực. Thực tế là hiện nay có nhiều nước đã hạn chế sản xuất nông nghiệp của họ. Còn những hiểm nguy của ô nhiễm thì không thể xem một cách đơn giản là được tích tụ lại và là tất yếu do công nghiệp hóa. Mỗi hiểm nguy có các đặc tính riêng của nó và ít ra thì cũng có một số có thể được giảm bớt bằng các biện pháp pháp lý hay kinh tế thích hợp.

Nhóm nghiên cứu Chính sách Khoa học (SPRU) ở Đại học Sussex đã thay đổi các giả thiết về thay đổi công nghệ trong mô hình của nhóm MIT và đã đi đến kết luận là với sự thay đổi đó sẽ đẩy xa được ngày tận thế tuy không ngăn ngừa được nó.

Chỉ có thay đổi công nghệ một cách liên tục với tốc độ cao cùng với một loạt những thay đổi về thể chế mới có thể vĩnh viễn loại trừ được nguy tận thế. Đa số các nhà nghiên cứu đã đi đến nhất trí là cả hai loại thay đổi, công nghệ và thể chế, đều là cần thiết và ngoài ra chúng còn tương tác với nhau.

Thí dụ như để áp dụng các công nghệ tái sinh mới, ta cần phải có những hệ thống thu gom chất thải tốt, và để có thể thực hiện được các quy chế hay luật mới về hạn chế hiểm nguy, ta cần phải có các công nghệ đo lường và phát hiện chính xác. Ngoài ra, về chính trị cũng như về đạo đức, không ai có thể bác bỏ khả năng các nước đang phát triển nâng cao mức sống của họ tới mức của các nước phát triển cho dù cách thức sản xuất và tiêu dùng của họ không giống như của nước Mỹ. Bản thân nhóm MIT, năm 1992, cũng đã có công bố mô hình sửa lại của họ trong đó có một số giả thiết về thay đổi công nghệ và một kịch bản lạc quan hơn.

Mặc dầu vậy, khi tập trung xem xét hiệu ứng nhà kính, người ta đã chú ý nhiều hơn đến sự thay đổi về thể chế. Nói riêng, các biện pháp khuyến khích và trừng phạt về kinh tế đã là trung tâm của sự chú ý. Thực tế là có một số hiểm nguy rất nghiêm trọng và trực tiếp trước mắt cần phải được dứt khoát ngăn cấm. Một số loại ô nhiễm khác, thí dụ như CFC (clorofluorocacbon), có thể tạm chấp nhận trước khi người ta tìm ra các phương pháp thay thế, sau đó phải cấm hẳn.

Nhiều nước đã bắt đầu sử dụng kết hợp các biện pháp kinh tế với hệ thống pháp lý. Song hiệu quả của các biện pháp này phần lớn phụ thuộc vào mức độ ủng hộ của công chúng, có nghĩa là việc thuyết phục

công chúng và huy động sự tham gia của họ vào công cuộc bảo vệ môi trường là một vấn đề quan trọng. Đáng tiếc là trong ba chục năm qua, phong trào này nhìn chung vẫn chưa đủ mạnh để bẻ gãy những chống đối đối với những đề xuất về tiết kiệm năng lượng (thuế cacbon, thuế đầu mỏ), giảm bớt các phương tiện giao thông vận tải gây ô nhiễm hiện nay và hạn chế nhiều hiểm nguy về ô nhiễm.

Việc loại trừ phần lớn các hiểm nguy về môi trường không thể chỉ phụ thuộc vào các biện pháp pháp lý và kinh tế hay các thay đổi khác về thể chế mà cần phải trên cơ sở một sự thay đổi căn bản trong xu hướng phát triển công nghệ hiện nay.

Chúng ta đã nói đến những khả năng mà công nghệ thông tin có thể cung cấp cho giải quyết các vấn đề môi trường. Song các khả năng này đã chậm trở thành thực tế. Do đó khó có thể cho rằng việc truyền bá rộng rãi công nghệ thông tin (và các công nghệ khác có khả năng giải quyết các vấn đề môi trường) bản thân chúng cho đến nay sẽ cho phép tránh được thảm họa trong các mô hình của MIT. Vấn đề là ở chỗ, theo Freeman, các mô hình đổi mới đã có ⁽⁸⁾ chỉ có thể áp dụng cho những thay đổi theo cách “tăng thêm” (incremental changes) những thay đổi như vậy không thể đáp ứng được quy mô biến đổi cần phải có trong thế kỷ XXI. Sự tăng giá năng lượng và vật

⁸ Một mô hình đổi mới rất quen thuộc là “mô hình tuyến tính” bao gồm một dãy nối tiếp nhau các hoạt động: nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng, phát minh, marketing-thử nghiệm, truyền bá-bắt chước. Mô hình này là quá đơn giản trong khi đổi mới là một quá trình phức tạp hơn rất nhiều. Mô hình “tốt hơn” được nói trong công trình của Freeman là “mô hình hệ thống” được đưa ra trong “Ghi nhớ Maastricht” của Cộng đồng châu Âu. Mô hình này bao gồm một số điểm như thay đổi công nghệ phụ thuộc vào kiến thức và sự đồng hóa thông tin qua học tập, các chi tiết của con đường phát triển và quá trình truyền bá đổi mới đối với mỗi đổi mới là độc nhất, v.v. Mô hình này vẫn tiếp tục nhấn mạnh vào sự thay đổi “tăng thêm”.

liệu trong những năm 70 quả đã dẫn đến nhiều loại cải tiến trong các hệ thống tiết kiệm năng lượng và nâng cao hiệu suất của các hệ thống sản xuất và giao thông vận tải hiện có. Song giá thị trường chỉ phản ánh những thay đổi ngắn hạn hay trung hạn trong cung và cầu chứ không phải những nhân tố có ảnh hưởng đến môi trường toàn cầu dài hạn. Các hệ thống kinh tế và chính trị hiện nay chỉ hoạt động theo các lực thị trường và những mục tiêu chính trị ngắn hạn (tranh cử chẳng hạn) mà ít quan tâm đến các chính sách dài hạn. Cách thức chiết khấu hiện nay trong các quyết định về đầu tư cũng không tính đến một cách đúng đắn những chi phí và lợi ích dài hạn. Cuối cùng, các cơ chế kinh tế vốn có hiện nay còn đang hoạt động rất mạnh; cùng với các loại quán tính khác, chúng ngăn cản sự chuyển dịch sang một khuôn mẫu kinh tế - kỹ thuật mới.

Trong thí dụ đã nêu ở Bảng 9, các nước trong Cộng đồng châu Âu trong những năm 70 và 80 đã thực hiện được việc giảm cường độ năng lượng của đầu ra cuối cùng một cách đáng kể nhờ những thay đổi kết hợp về công nghệ và thể chế. Thí dụ này có thể gây ấn tượng nhầm lẫn về những xu hướng tổng quát. Trong nhiều lĩnh vực, thu hồi từ tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm vật liệu dựa trên các công nghệ hiện có hay cải tiến các công nghệ hiện có đã giảm. Đúng là cần phải coi trọng những thay đổi "tăng thêm" theo mọi phương hướng, song trong 50 năm tới, điều vô cùng quan trọng là phải thực hiện được sự giảm tuyệt đối về tiêu thụ năng lượng và vật liệu chứ không phải chỉ là sự giảm tương đối đầu vào năng lượng và vật liệu trên một đơn vị đầu ra. Trong tương lai, chắc chắn các nước đang phát triển sẽ không thể tránh khỏi việc tăng tiêu thụ năng lượng và

vật liệu do công cuộc công nghiệp hóa nhằm nâng cao mức sống của người dân của họ. Đổi mới một cách căn bản các ngành công nghiệp năng lượng và các hoạt động dùng nhiều năng lượng và vật liệu rõ ràng là hết sức cần thiết bên cạnh những cố gắng cải tiến có tính chất “tăng thêm”. Một mô hình đổi mới thể hiện được đòi hỏi đó một khi được xây dựng sẽ là một sự hỗ trợ rất có ý nghĩa đối với phát triển bền vững. Đây là một lĩnh vực nghiên cứu lớn, quan trọng và hấp dẫn, hứa hẹn một giải Nobel mới về kinh tế học.

CHƯƠNG VI

CON ĐƯỜNG
CỦA CÁC NƯỚC
ĐANG PHÁT TRIỂN:
XÂY DỰNG
NĂNG LỰC
CÔNG NGHỆ
QUỐC GIA

Sau Chiến tranh Thế giới thứ hai, các nhà lãnh đạo các nước vừa giành được độc lập đều nóng lòng muốn đưa đất nước từ chỗ nghèo đói và lạc hậu nhanh chóng trở thành no ấm, tiến bộ và văn minh, tiên tiến.

Lịch sử phát triển của nhân loại trong khoảng hai trăm năm vừa qua, kể từ khi công nghiệp hóa bắt đầu xuất hiện ở nước Anh vào giữa thế kỷ XVIII, đã cho thấy con đường mà các nước chậm tiến cần phải đi theo không thể là cái gì khác ngoài việc biến đổi nền kinh tế của đất nước với chủ yếu là nông nghiệp trì trệ thành một nền công nghiệp tăng trưởng nhanh nhờ tích cực sử dụng các thành tựu của khoa học và công nghệ trên cơ sở một cách quản lý có hiệu quả.

Ta hãy nhớ lại rằng cho tới Chiến tranh Thế giới thứ nhất, việc sử dụng khoa học trong công nghiệp còn khá thô sơ; nhưng sau đó, cho tới Chiến tranh Thế giới thứ hai, đã có những tiến bộ đáng kể. Hai ngành công nghiệp dựa trên khoa học lớn là hóa chất và điện đã phát triển rất mạnh và đã làm xuất hiện những hãng khổng lồ như I.G. Farben và Siemens ở Đức, Dupont và General Electrics ở Mỹ. Nghiên cứu khoa học đã trở nên mạnh mẽ hơn, chủ yếu được tiến hành ở các trường đại học và các phòng thí nghiệm lớn ở một số nước.

Từ các cố gắng trong Chiến tranh Thế giới thứ hai đã xuất hiện những công nghệ mới rất đáng kể: động cơ phản lực, những máy tính đầu tiên, tên lửa, radar, nhiều thiết bị điện tử, ngòi nổ, penixilin, DDT, v.v... Trên tất cả các thành tựu đó, nổi bật nhất (và cũng là khủng khiếp nhất) là những quả bom nguyên tử mà quả đầu tiên

ném xuống Hiroshima đã giết chết 80.000 người và làm bị thương 50.000 người và quả thứ hai ném xuống Nagasaki đã làm thành phố này không còn trên bản đồ nữa! Tất cả đã bắt đầu từ các khám phá của các nhà vật lý về cấu trúc bên trong của vật chất!

Sau Chiến tranh Thế giới thứ hai, do vai trò có thể thấy rất rõ và có tính chất quyết định của khoa học trong chiến tranh, mọi người đều tin rằng khoa học cũng sẽ có thể mang lại các kết quả to lớn cho công cuộc xây dựng hòa bình của một thế giới mới đang xuất hiện. Ở nhiều nước, người ta đã dành cho nghiên cứu và triển khai (R&D) những khoản đầu tư rất lớn. Thời kỳ này (kể từ sau Chiến tranh Thế giới thứ hai cho đến đầu những năm 60) rõ ràng là thời kỳ hoàng kim của khoa học. Do sự xuất hiện của chiến tranh lạnh và do các cân nhắc chiến lược chung, phần quan trọng của đầu tư cho R&D đã đi vào khu vực quân sự. Vật lý học và các công nghệ được sản sinh ra trên cơ sở vật lý học đã giữ vị trí trung tâm. Các nhà vật lý được công chúng xem như thần thánh và hoàn toàn vô tư.

Thời kỳ tiếp theo kết thúc vào cuối những năm 60 là thời kỳ mà chúng ta được chứng kiến sự tăng trưởng kinh tế chưa từng có của các nước Tây Âu và Nhật Bản. Thời kỳ này cũng là thời kỳ mà các nhà nghiên cứu đã bỏ ra nhiều công sức để tìm hiểu mối quan hệ khoa học - công nghệ - sản xuất nhằm xác định một cách tiếp cận hợp lý đối với việc ứng dụng khoa học và phân phối các nguồn lực cho khoa học. Do chiến tranh lạnh và do chiến lược chung, R&D quốc phòng đã được dành một tỉ lệ đầu tư cao. Song người ta cũng đã rất chú ý chuyển các kết quả R&D quốc phòng sang các lĩnh vực của phát triển kinh tế - xã hội.

Trong thời kỳ này, sự hiểu biết về vai trò của khoa học và công nghệ đối với phát triển kinh tế còn chưa phải là sâu sắc, song người ta đã khẳng định được sự cần thiết đầu tư cho R&D ở cấp quốc gia cũng như ở cấp hãng. Đây là thời kỳ mà thái độ đối với khoa học và công nghệ là tích cực và hy vọng. Và người ta cũng đã cho rằng các nước đang phát triển còn nghèo đói là vì khoa học của họ còn chưa phát triển hoặc họ không biết cách sử dụng khoa học.

Trong thế giới đang phát triển, lúc đầu, vào những năm 60 và 70, một số nước, thí dụ như Ấn Độ và Trung Quốc, đã chủ trương phát triển những cơ sở khoa học quốc gia; xem đó như là trung tâm để đạt tới trình độ cao về công nghệ. Nhưng khoa học đã không tự động dẫn đến những công nghệ cho phép sản xuất ra các sản phẩm của một nền kinh tế tăng trưởng nhanh như mong muốn. Để phát triển công nghệ, chúng ta cần phải có một cách tiếp cận khác. Cách tiếp cận khác đó đã được phát triển ở một số nước đang phát triển như Hàn Quốc và Đài Loan từ cuối những năm 70 trên cơ sở sử dụng kinh nghiệm của Nhật Bản về tiếp nhận công nghệ nước ngoài phục vụ công nghiệp hóa.

Vào đầu những năm 80, quan điểm cơ bản về phát triển công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội đề nghị cho các nước đang phát triển đã hình thành rất rõ nét. Quan điểm này đã được giới thiệu trong Hội nghị "Công nghệ phục vụ phát triển" của ESCAP tại Tokyo năm 1984 và được mô tả một cách tập trung trong một cái khung có tính chất cơ sở về *chiến lược phát triển công nghệ* như trình bày trên Hình 14. Khung cơ sở này nhìn chung được các nước trong khu vực châu Á - Thái Bình Dương áp dụng. Từ những nội dung cơ

bản của chiến lược này, chúng ta có thể rút ra các kết luận sau đây:

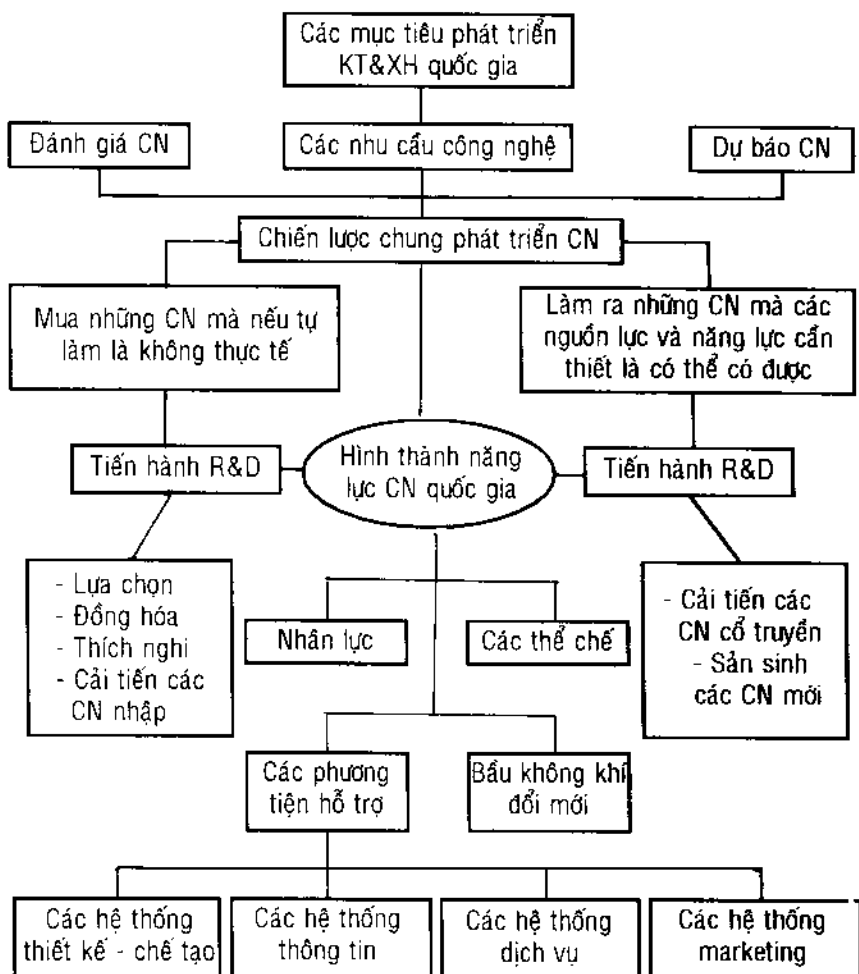
Thứ nhất, trong phát triển khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, công nghệ là yếu tố có vai trò then chốt, là cái chìa khóa, hay nói một cách khác, như đã được nhấn mạnh ở nhiều diễn đàn của ESCAP, *“công nghệ là biến số chiến lược của phát triển”*. Chính sách khoa học và công nghệ quốc gia phải nhằm vào mục tiêu quan trọng nhất là thúc đẩy phát triển công nghệ phục vụ công cuộc công nghiệp và hiện đại hóa của đất nước.

Thứ hai, việc phát triển công nghệ có thể thực hiện bằng chuyển giao công nghệ (nhập công nghệ nước ngoài) và/hay là tự tạo ra công nghệ mới (chiến lược “mua một số, làm một số”). Trên thực tế, ở giai đoạn đầu của công nghiệp hóa, phát triển công nghệ được thực hiện chủ yếu bằng chuyển giao công nghệ. Cùng với sự phát triển của công nghiệp, hoạt động R&D sẽ gia tăng và chúng ta sẽ có khả năng tự tạo ra nhiều công nghệ hơn. Nhưng vì sự phát triển của công nghiệp lại đòi hỏi phải có nhiều công nghệ hơn cho nên “tỉ số” công nghệ nhập trên công nghệ tự tạo sẽ luôn luôn rất lớn và sẽ còn tăng lên hơn nữa. Chính vì lý do đó, chuyển giao công nghệ trước mắt cũng như lâu dài luôn luôn phải là một bộ phận quan trọng trong chính sách khoa học và công nghệ và nói riêng trong chiến lược công nghệ quốc gia. Cái thay đổi không phải là giảm chuyển giao công nghệ mà là chuyển giao công nghệ có hiệu quả hơn nhờ năng lực công nghệ được chú trọng xây dựng đã tăng lên.

Thứ ba, để chuyển giao công nghệ và phát triển công nghệ nói chung có hiệu quả, vấn đề có tầm quan trọng bậc nhất là xây dựng một *năng lực công nghệ quốc gia* thích hợp và không ngừng phát

triển năng lực đó.

Ta nhớ lại rằng, trước cuối những năm 70, phát triển công nghệ ở các nước đang phát triển đã được tập trung chủ yếu vào lựa chọn và nhập công nghệ nước ngoài. Hậu quả của chuyển giao công nghệ ở trình độ như vậy là nước mua công nghệ phải trả giá quá đắt cho công nghệ mà họ nhận được do khả năng “mặc cả” của họ tương đối yếu (bản thân công nghệ là một thứ hàng hóa đặc biệt, giá của nó được xác định không giống như đối với các hàng hóa khác). Một hậu quả tiêu cực khác là công nghệ nhận được thường không phù hợp với các nguồn lực, điều kiện và mục tiêu của nơi áp dụng, và do vậy được sử dụng với hiệu quả thấp. Tình hình này dần dần đã dẫn đến sự nhận thức về sự cần thiết của các nước đang phát triển xây dựng và phát triển một năng lực công nghệ quốc gia của mình.

Hình 14. Khung cơ sở về chiến lược phát triển công nghệ quốc gia

Năng lực công nghệ quốc gia là một vấn đề lớn và phức tạp. Nhiều tác giả đã bàn về vấn đề này (chi tiết, xem [60]). Trước hết, theo S. Lall, “Năng lực công nghệ quốc gia là khả năng của một nước triển khai các công nghệ đã cho một cách có hiệu quả và đối phó được với những thay đổi công nghệ lớn”. Định nghĩa này bao gồm hai mức của hoạt động phát triển công nghệ:

- i) Sử dụng có kết quả những công nghệ đã có;
- ii) Thực hiện được sự thay đổi công nghệ cả trong những trường hợp sự thay đổi là đáng kể.

Vấn đề đặt ra là xây dựng năng lực công nghệ quốc gia như thế nào. Theo M. Fransman, sự xây dựng này có thể tiến hành theo 6 mức như sau:

- a) Tìm những công nghệ có thể thay thế nhau có thể thu nhận được và chọn ra công nghệ thích hợp nhất;
- b) Làm chủ công nghệ, nghĩa là sử dụng công nghệ một cách có kết quả trong việc biến đổi đầu vào thành đầu ra;
- c) Thích nghi hóa công nghệ sao cho nó phù hợp với các điều kiện sản xuất đặc thù;
- d) Phát triển công nghệ nhờ những đổi mới nhỏ (cải tiến);
- e) Tìm kiếm một cách có tổ chức những đổi mới đáng kể trên cơ sở phát triển các phương tiện R&D;
- f) Tiến hành nghiên cứu cơ bản.

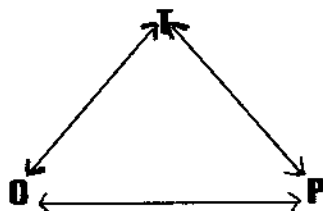
Hai năng lực sau thường là những hoạt động phức tạp hơn (và tốn kém hơn), còn bốn năng lực đầu không nhất thiết phải được xây dựng theo trật tự từ trên xuống dưới (nghĩa là phức tạp dần lên).

Chúng ta khó có thể nói từ nay cho đến đầu thế kỷ tới, chúng ta nên phát triển những công nghệ cụ thể nào. Song nhìn chung, sự phát triển công nghệ ở nước ta cũng sẽ không thể không nằm trong hệ thống công nghệ hiện đại như đã nói, ít nhất cũng trên phương diện ứng dụng và bằng con đường chuyển giao công nghệ. Sự chuyển giao này có hiệu quả hay không, điều này hoàn toàn phụ thuộc vào việc năng lực công nghệ quốc gia sẽ được xây dựng và phát triển như thế nào. Ở đây, một lần nữa, để nhấn mạnh tầm quan trọng của vấn đề này, chúng tôi muốn nhắc lại câu nói rất có ý nghĩa của N. Sharif [61]: “*Năng lực công nghệ còn quan trọng hơn bản thân công nghệ*”.

Mặt khác, ở trên, khi nói đến phát triển công nghệ, chúng ta đã xem xét nó tách rời một số nhân tố có liên quan. Các nhân tố khác cùng với nhân tố công nghệ có vai trò quyết định đối với phát triển kinh tế là thể chế và con người cá thể. Song vấn đề cần xem xét là mối quan hệ qua lại giữa các nhân tố này và điều có tính chất quyết định là bảo đảm sự phát triển cân đối hài hòa của hệ thống các nhân tố đó. Điều này có thể mô tả bằng sơ đồ TOP trên Hình 15 [62].

Hình 15. Các nhân tố quyết định của phát triển kinh tế:

T - công nghệ, O - thể chế, P - con người (cá thể).



Lấy thí dụ công nghệ thông tin. Ngày nay, do sự phát triển rất nhanh của công nghệ này, giữ được sự phát triển cân đối hài hòa thích hợp của các nhân tố thể chế và con người là một thách thức lớn. Để khai thác được những lợi ích của công nghệ thông tin, rõ ràng là cần phải có sự thay đổi nhanh của các nhân tố thể chế và con người; nếu không, nhịp độ phát triển công nghệ thông tin phải giảm đi và do đó là sự giảm nhịp độ phát triển kinh tế.

Công nghệ thông tin đòi hỏi phải có những thay đổi như thế nào về thể chế? Đó là làm yếu đi cấu trúc thứ bậc và khuyến khích hình thành những cấu trúc xí nghiệp trong đó sự điều khiển được phi tập trung hóa. Đó là thiên về những tổ chức nhỏ hơn, linh động hơn và mềm dẻo hơn với những quan hệ trên những tầm rộng hơn.

Nói tóm lại, vấn đề mà chúng ta cần luôn luôn quan tâm trong chiến lược phát triển công nghệ là xem xét công nghệ trong mối quan hệ giữa nó với thể chế và con người, và nói riêng, xét xem các *thể chế hiện hành đã “cân đối” với công nghệ và con người hay chưa?*

TÀI LIỆU DẪN CHỨNG

1. **Đặng Mộng Lân**, SƠ LƯỢC LỊCH SỬ KHOA HỌC THẾ GIỚI, Tập bài giảng cho lớp cao học ngành khoa học luận, Trung tâm Đào tạo Quản lý KH&CN - Viện Quản lý khoa học, Hà Nội, 1996.
2. **R.E. Lapp**, THE LOGARITHMIC CENTURY, PRENTICE - HALL, Inc. N.J. 1973
3. **Đặng Mộng Lân**, ON THE "LIMITS TO GROWTH" OF INFORMATION ACTIVITIES IN DEVELOPING COUNTRIES, Technical Report, Interregional training course for industrial information officers and documentalists from developing countries, UNIDO-UNESCO, Moscow, 1979.
4. **D. Meadow ET AL**, THE LIMITS TO GROWTH, Signet New York, 1972. Xem C. Freeman, Malthus trên máy tính điện tử, trong: KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT NĂM 2000, Tập II, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1980, tr. 294-303
5. **Đặng Mộng Lân**, Tạp chí Kinh tế Sinh thái, 1996, số 2, 64-71
6. **Lê Minh Triết**, CÁCH MẠNG KHOA HỌC-KỸ THUẬT THẾ KỶ XX, NXB TP. Hồ Chí Minh, 1980
7. **Đặng Mộng Lân**, Thông tin khoa học xã hội, 1988, số 2-3 (101-102), 13-21
8. **Đặng Mộng Lân**, KHÁI QUÁT VỀ DỰ BÁO VÀ CÁC XU HƯỚNG LỚN PHÁT TRIỂN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TRÊN THẾ GIỚI, Đề tài KC.09.17, Hà Nội, 1993

9. **B.Gille** (chủ biên), HISTOIRE DES TECHNIQUES, En cyclopédie de la Pléiade, Editions Gallimard, 1978.
10. Rapport sur l'état de la technique, Sciences et Techniques, Numéro special, Mars 1985.
11. **J.B. Zimmermann**, Revue économique, 1996, 1265
12. **A.J.M. Roobeek**, BEYOND THE TECHNOLOGY RACE, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1990
13. **A.Mody, C.Dahlman**, WORLD DEVELOPMENT, 1992, 20, 1703-1719
14. **A.K. Noor**, COMPUTER & STRUCTURES, 1997, 64, 1-30
15. **S. Fardoust, A. Dhareshwar**, LONG-TERM OUTLOOK FOR THE WORLD ECONOMY, IEAPD, IED, The World Bank, WPS 372, February 1990.
16. **W.E. Halal**, TFSC, 1993, 44, 69086
17. **Nguyễn Xuân Quốc Hương, Trần Thành Trai, Bạch Hưng Khang**, PC WORLD, 1997, số 2, 72-74.
18. **C.Lebrun**, FUTURIBLES, 1996, Novembre, 23-41
19. **Đặng Mộng Lân**, Mở đầu, trong: KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT NĂM 2000, Tập I, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1978, tr. 9-32
20. **E.D. Hondros**, ADVANCE TECHNOLOGY ALERT SYSTEM, 1988, No 5, 3-7
21. **J.M. Marcum**, op.cit, 15-18
22. **A.Y. Portnoff**, SCIENCE ET TECHNOLOGIE, 1989, No 15, 4-8
23. **P. Cohendet, M.J. Ledoux, E. Zuscovitch**, trong: TECHNOLOGY

AND PRODUCTIVITY, OECD, Paris, 1991, 373-388

24. Department of International Economic and Social Affairs - United Nations, OVERALL SOCIO-ECONOMIC PERSPECTIVE OF THE WORLD ECONOMY TO THE YEAR, New York, 1990.
25. Tech Monitor, Sept-Oct 1993, 15-19
26. **M. Reynes**, Science et Technologie, 1989, No 15, 14-19
27. **Nguyễn Như Thịnh**, HÓA HỌC NĂM 2000, Trung tâm Thông tin KHKT Hóa chất, Hà Nội, 1995
28. **W. Uerdingen**, *Chemtech*, December 1992, 742-748
29. **T. Studt**, R&D magazine, November 1990, 56
30. **R. Young**, Materials World, December 1996, 699-701
31. **M-A Roy** (Chủ biên), GUIDE DE LA TECHNIQUE, TOME II: LES MATÉRIAUX, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 1991
32. **A.L. Robinson**, Science, 1986, 233, 25-27
33. **M.C. Flemings**, Advance Technology Alert System, 1988, No 5, 31-42
34. **M. Ferretti**, Sciences et Techniques, Janvier 1986, No 22, 40-49
35. **A. Kelly**, Materials World, July 1996, 402-407
36. National Academy of Science, SCIENCE AND TECHNOLOGY - A FIVE YEAR OUTLOOK, W.H. Freeman and Company, 1979
37. **G. Beck, J.M. Dubois**, trong: LA SCIENCE AU PRÉSENT,

- Encyclopaedia Universalis, 1992, 394-396
38. **J.W. Cahn, D. Shechtman**, Quasicrystal, trong: MCGRAW HILL ENCYCLOPEDIA OF PHYSICS, 2nd edition, McGraw Hill Inc. New York, 1991, 1134-1137
 39. **M.S. Reisch**, C&EN, March 25, 1996, 12-14
 40. **M.Reyne**, SCIENCE ET TECHNOLOGIE, 1989, No 15, 20
 41. P. Derooin, op. cit, 26
 42. **Dương Trọng Bái, Đặng Mộng Lân**, VẬT LÝ XUNG QUANH TA, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1989, số 1, 2-6
 43. VẬT LÝ NGÀY NAY, 1993, số 4 (13), 19
 44. **A. Maisseu**, FUTURIBLES, Septembre 1992, 31-55
 45. **P. Bernier** ET AL, LA RECHERCHE, 1996, No 293, 24-26
 46. KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ, MÔI TRƯỜNG, 1997, số 1, 23
 47. **F. Gros**, trong: DES TECHNOLOGIES POUR DEMAIN (G. Jorland chủ biên), Éditions du Seuil, Paris, 1992, 31-43
 48. **S. Bonny**, FUTURIBLES, Juillet-Aout, 1996, 51-76
 49. **S. L. Huttner, H.I. Miller, P.G. Lemaux**, TFSC, 1995, 50, 25-39
 50. **L. Samaniego**, C. du Grarut, LA RECHERCHE, 1991, 22, 1108
 51. **Đặng Mộng Lân**, THẾ GIỚI NĂM 2000, Trung tâm thông tin KHKT Hóa chất, Hà Nội, 1992
 52. **G. Nominé**, BIOFUTUR, Mai 1990, 33-42

53. **W.O. Bullock, M.D. Dibner**, Tibtech, 1995, 13, 463-467
54. **S. Vaisman**, BIOFUTUR, 1997, No 165, 14-18
55. **L.M. Pandey, A. Jang**, TECHNOVATION, 1996, 16, 499-514
56. **Đặng Mộng Lân**, TÀI TRỢ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ, Tập I, Sở KHCN MT TP.Hồ Chí Minh, TP.Hồ Chí Minh, 1997
57. **D.D. Parker, D. Zilberman**, TFSC, 1995, 50, 1-7
58. **C. Freeman**, TFSC, 1996, 53, 27-39
59. Dutch Committee for Long Term Environmental Policy, THE ENVIRONMENT: TOWARDS A SUSTAINABLE FUTURE, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994.
60. **Đặng Mộng Lân**, PHÂN TÍCH NĂNG LỰC CÔNG NGHỆ QUỐC GIA, Chuyên đề "DS phục vụ đánh giá năng lực công nghệ quốc gia", Đề tài KC 01.03, Hà Nội, 1993.
61. **N. Sharif**, TFSC, 1994, 47, 103-114
62. **H.A. Linstone**, TFSC, 1994, 47, 1-20

MỤC LỤC

LỜI TỰA	5
MỞ ĐẦU	8

CHƯƠNG I

HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ HIỆN ĐẠI VÀ CÔNG NGHỆ LỖI

I. KHÁI NIỆM “HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ”	13
II. SỰ THAY ĐỔI HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ	14
III. CÁC CÔNG NGHỆ LỖI	18

CHƯƠNG II

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

I. CÔNG NGHỆ THÔNG TIN QUA 5 THẬP KỶ	
LÒGA CỦA MÁY TÍNH	22
II. PHẦN CỨNG MÁY TÍNH	26
III. PHẦN MỀM MÁY TÍNH	32
IV. CÁC DỊCH VỤ THÔNG TIN	36
V. CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN TRONG THẬP KỶ	
ĐẦU TIÊN CỦA THẾ KỶ XXI	39

CHƯƠNG III

VẬT LIỆU MỚI

I. KHÁI QUÁT VỀ VẬT LIỆU	45
II. VẬT LIỆU MỚI LÀ GÌ?	50

III. POLYME ĐẶC BIỆT	55
IV. GỐM TINH.....	61
V. KIM LOẠI MỚI	66
VI. COMPÔDIT	69
VII. VẬT LIỆU SIÊU MỚI	74

CHƯƠNG IV CÔNG NGHỆ SINH HỌC

I. CÁC THỂ HỆ CỦA CÔNG NGHỆ SINH HỌC	86
II. CÔNG NGHỆ SINH HỌC Ở MỸ	92
III. NHỮNG LÀN SÓNG CỦA CÔNG NGHỆ SINH HỌC	96

CHƯƠNG V PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ BỀN VỮNG

I. CÔNG NGHỆ VÀ MÔI TRƯỜNG:	
MỐI QUAN HỆ ĐƯỢC TRANH CẢI ...	104
II. TỪ ĐỊNH HƯỚNG LẠI CÔNG NGHỆ ĐẾN PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ BỀN VỮNG	109
III. XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỐI MỐI HỖ TRỢ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG	113

CHƯƠNG VI CON ĐƯỜNG CỦA CÁC NƯỚC ĐANG PHÁT TRIỂN: XÂY DỰNG NĂNG LỰC CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

TÀI LIỆU DẪN CHỨNG.....	129
-------------------------	-----

CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI ĐẦU THẾ KỶ 21

ĐẶNG MỘNG LÂN- LÊ MINH TRIẾT

Chịu trách nhiệm xuất bản:

LÊHOÀNG

Biên tập:

THẢONGỌC

Vẽ bìa:

THANHTRÚC

Sửa bản in:

TRÚCQUÂN

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

161B, Lý Chính Thắng - Quận 3 - Thành phố Hồ Chí Minh

In 2.000 cuốn khổ 14 x 20 cm. Tại XN In Gia Định, Số 9D Nơ Trang Long,
Q. Bình Thạnh, TP. Hồ Chí Minh - ĐT : 8412644. Số đăng ký kế hoạch xuất
bản 1059/4 do Cục xuất bản cấp ngày 03 - 11 - 1998 và giấy trích ngang
KHXB số 16/99. In xong và nộp lưu chiểu tháng 01 năm 1999.



TỦ SÁCH "KIẾN THỨC THỜI ĐẠI"

Mời các bạn tìm đọc:

1. Hệ Mặt trời - Mặt trời và các hành tinh

Phạm Thanh Minh

2. Địa chất và môi trường TP. Hồ Chí Minh

Trần Kim Thạch

3. Hàng không qua một thế kỉ phát triển

Nguyễn Thiện Tổng

4. Công nghệ thế giới đầu thế kỉ 21

Đặng Mộng Lân & Lê Minh Triết

5. Nhà nước và cơ chế thị trường

Trần Đình Bút & Trần Nam Hương

6. Thị trường chứng khoán và bước đầu hình thành
thị trường chứng khoán ở Việt Nam

Võ Thành Hiệu & Bùi Kim Yên

NXB TRẺ

TK091

2083

Giá: 13.200 đ