



# MỘT KỶ NGUYÊN MỚI HỨA HẸN SỰ PHÁT TRIỂN KỶ DIỆU CỦA KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ

TRẦN BÁ KHOA

**N**HÂN loại đã bước sang thế kỷ XXI, bỏ lại phía sau thế kỷ XX đầy ắp những biến động dữ dội. Thế kỷ XXI là thế kỷ gì, gọi ra sao? Tùy theo góc nhìn có nhiều cách lập luận khác nhau. Trên góc độ khoa học, từ công nghệ sinh học đến vật liệu, năng lượng, nhân loại đang ở vào điểm giao thời của một kỷ nguyên phát triển kỳ diệu mới.

## ***Đầu tư nhiều, thành tựu lớn***

Kể từ năm 1930, do những thành tựu kỳ diệu của khoa học - công nghệ ứng dụng vào sản xuất và đời sống, thế giới đã trải qua những biến đổi sâu sắc chưa từng thấy. Hai phần ba thế kỷ trước, chưa có thuốc kháng sinh hiệu quả an toàn, chưa có các chuyến bay hàng không dân dụng, chưa có vô tuyến truyền hình và máy tính điện tử; phương tiện giao lưu giữa các châu lục là tàu biển, và "vô tuyến" chỉ là cái đài thu thanh vỏ gỗ trong phòng khách. Kể từ đó đến nay, sự làm chủ của nhân loại đối với thế giới vật lý và sinh vật đã được nâng lên rất nhiều. Tuổi thọ được kéo dài, cuộc "cách mạng xanh" đã làm biến đổi nền nông nghiệp và con người ngày nay sản xuất ra lương thực đủ nuôi sống số dân thế giới đã tăng gấp ba; con người đã đổ bộ xuống mặt trăng, sáng tạo ra In-to-nét và giải mã được mật mã gien người.

Nhờ vào những thành tựu trên và các tiến bộ khác, người lao động nay sản xuất ra gấp nhiều lần lượng hàng hóa họ sản xuất

năm 1930. Sản lượng kinh tế của Mỹ tăng gần 5 lần trong 75 năm qua và trung bình mỗi năm tăng 2% về năng suất lao động; các nước công nghiệp phương Tây và Nhật Bản cũng đạt được tiến bộ tương tự. Nhiều nước đang phát triển, nhất là các nước châu Á, cũng thu được nhiều thành tựu to lớn về ứng dụng khoa học - công nghệ vào phát triển kinh tế - xã hội, tiến nhanh trên con đường công nghiệp hóa, hiện đại hóa.

Thế giới đã dồn nhiều tài nguyên vào công tác nghiên cứu và phát triển (R&D) và giáo dục cao học, tạo ra tiền đề cho sự ra đời hàng loạt sản phẩm mới và ý tưởng mới. Theo tạp chí *Tuần kinh doanh* (Mỹ), số ra ngày 11-10-2004, chi phí cho R&D (không tính quân sự) ở các nước phát triển đã tăng nhiều, từ chiếm 1,6% GDP năm 1980 lên đến 1,9% năm 1990 và 2,1% năm 2002. Số xuất bản phẩm khoa học cũng tăng nhiều: năm 1987 đạt 452 triệu ấn bản; năm 2001 đạt 650 triệu. Năm 2003, số sinh viên tốt nghiệp cao đẳng, đại học và sau đại học ở Trung Quốc là 2,1 triệu, ở EU (15 nước): 2 triệu, ở Nhật Bản: 1 triệu, ở Mỹ: 2,1 triệu, và ở Ấn Độ: 3,1 triệu. Cũng theo tạp chí trên, các nước phát triển chi nhiều nhất cho R&D; dẫn đầu là Nhật Bản: gần 3% GDP, Mỹ: 2,7% GDP, Liên minh châu Âu (EU): gần 2% GDP, Hàn Quốc: 2,9% GDP, Nga: 1,2% GDP. Chi phí R&D ở nhiều nước đang phát triển cũng gia tăng mạnh mẽ. Ví dụ, I-xra-en:

4,7% GDP, Xin-ga-po: 2,2% GDP, Trung Quốc: 1,2% GDP, Ấn Độ: 1% GDP. Hằng năm Mỹ đào tạo được 400.000 nhà khoa học và kỹ sư, Trung Quốc đào tạo được 337.000, Ấn Độ: 316.000, Nga: 216.000, Hàn Quốc: 97.000, Đài Loan: 49.000, Xin-ga-po: 5.600, và I-xra-en: 14.000.

Nước Mỹ hiện có đội ngũ cán bộ khoa học trên 10 triệu người (bằng cấp đại học và sau đại học), đang dẫn đầu về xuất bản phẩm khoa học, bằng sáng chế và giải thưởng Nô-ben về khoa học. Từ năm 1994 đến năm 2000, tổng chi phí cho R&D của Mỹ tăng từ 169,2 tỉ USD lên 265 tỉ USD, là thời gian tăng nhanh nhất trong lịch sử nước này. Ngân sách dùng cho Viện nghiên cứu y dược quốc gia tăng gấp đôi trong 5 năm (trước 2003), lên đến 27,2 tỉ USD, giúp cho Mỹ trở thành đầu tàu thế giới về công nghệ sinh học. Tuy nhiên, do tập trung cao chi phí R&D cho quân sự, nên chi tiêu R&D cho dân sự về thực chất giảm nhiều sau năm 2000 và đứng trước ba thách thức mới: chi tiêu cho nghiên cứu khoa học cơ bản thấp nhất, hàng năm chỉ tăng 14,3%, so với 95,7% của khoa học sự sống; số sinh viên và nhà khoa học đến Mỹ ngày càng ít, do sự hạn chế của luật an ninh chống khủng bố; sự thách thức từ các nước đang phát triển, nhất là Trung Quốc, Ấn Độ, Hàn Quốc, Xin-ga-po...

Châu Âu xưa nay vốn dẫn đầu về khoa học-công nghệ. Từ năm 2000, các lãnh đạo Liên minh châu Âu (EU) đã quyết định đẩy mạnh cải cách cơ cấu, gia tăng chi phí R&D để đến năm 2010 trở thành nền kinh tế tri thức cạnh tranh hàng đầu thế giới. Điều này đòi hỏi chi phí R&D hằng năm của EU phải tăng 6,5% và tổng chi phí R&D (cả nhà nước, các trường đại học và các công ty) phải đạt 3% GDP, và có đội ngũ 700.000 nhà khoa học - kỹ thuật. Tuy đã thu được nhiều thành tựu, EU còn phải phấn đấu cật lực mới mong đạt được mục tiêu trên (đến năm 2002, tổng chi phí R&D mới đạt 1,9% GDP). Hiện có 400.000 nhà khoa học và

kỹ sư châu Âu làm việc ở Mỹ, và một cuộc điều tra năm 2003 cho thấy, ba phần tư số người đầu tiến sỹ ở Mỹ không có ý định trở về nước. Mặt khác, việc đầu tư mạo hiểm để thành lập các công ty công nghệ cao mũi nhọn - một công cụ then chốt thúc đẩy ý tưởng mới và sáng tạo khoa học - kém hơn ở Mỹ 25%.

Ở châu Á, nhiều nước đã đạt được nhiều thành tựu khoa học - công nghệ, nổi bật là Ấn Độ trên lĩnh vực sáng tạo phần mềm; Hàn Quốc trên lĩnh vực màn hình phẳng kỹ thuật số độ nét cao nhất và sản xuất bộ nhớ và các con chip chuyên dụng, trò chơi điện tử, viễn thông, băng tần rộng; Trung Quốc trên lĩnh vực chế tạo cơ khí, đồ họa vi tính và nhận biết chữ viết tay; Đài Loan trên lĩnh vực sản xuất các con chip máy tính cá nhân, các dụng cụ đa phương tiện, Xin-ga-po trên lĩnh vực băng tần rộng, công nghệ sinh học, thiết bị máy tính ngoại vi, các phương tiện kỹ thuật số cầm tay.

Tuy vậy, khi nhìn lại quá trình phát triển của khoa học - công nghệ trong thế kỷ qua, một điều dễ nhận thấy là, sự tiến bộ của công nghệ không đồng đều. Trong những năm gần đây, sự thay đổi mang tính bùng nổ là công nghệ thông tin, viễn thông và công nghệ y dược. Trong khi đó, nhiều lĩnh vực công nghệ khác tiến bộ chậm chạp, như ngành công nghệ chế tạo (các chất sợi nhân tạo, sợi com-pô-dít, máy phô-tô cốp-py, lò vi sóng...), ngành vận tải (vận chuyển công-ten-nơ, máy bay phản lực, ra-đa, máy bay trực thăng...), ngành năng lượng (các máy tuốc-bin chạy ga, năng lượng hạt nhân, năng lượng mặt trời...). Về sản xuất công nghiệp, quy trình công nghệ hầu hết đã có từ thế kỷ XIX và đầu thế kỷ XX, như động cơ đốt trong đã có từ năm 1860 ở Đức, trạm phát điện do T. E-đi-xơn mở ra từ những năm 1860 và quy trình luyện bô-xít thành nhôm đã được ứng dụng lần đầu vào năm 1886. Các trạm bơm xăng dầu hiện nay, trừ một số thay đổi chi tiết, không khác gì cách đây 70 - 80 năm...

**Xu thế toàn cầu hóa R&D và tích hợp nhiều công nghệ cao trong một sản phẩm**

Trước đây, quá trình từ nghiên cứu mẫu sản phẩm đến sản xuất ra thành phẩm phải mất trung bình bảy năm. Ngày nay, hai giai đoạn R&D chỉ là một. Các sản phẩm kỹ thuật cao thường là sự hội tụ và tích hợp của nhiều loại công nghệ khác nhau, do nhiều nước, nhiều tập đoàn xuyên quốc gia sáng chế. Xu thế hợp tác cùng nhau sáng chế và phát minh mang tầm cỡ toàn cầu. Vấn đề cạnh tranh tìm kiếm nhân tài khoa học khắp thế giới trở nên hết sức bức thiết đối với mọi quốc gia. Mỹ là nước xưa nay có thể mạnh về mặt này, nhưng hiện nay đứng trước nguy cơ bị suy yếu do số lượng sinh viên và nhà khoa học nước ngoài đến Mỹ mấy năm nay giảm dần.

Nhờ có sự bùng nổ về R&D toàn cầu, các công ty chuyên về sáng chế, phát minh bây giờ có thể tìm mua tài sản trí thức trên khắp thế giới để chế tạo sản phẩm mới. Các thành phố như Bang-ga-lo (Ấn Độ), Ten-a-víp (I-xra-en) và Xơ-un (Hàn Quốc) đang xây dựng các trung tâm khoa học - công nghệ kiểu như Thung lũng Xi-li-côn ở Mỹ. Các trung tâm này được nuôi dưỡng bởi các nguồn đầu tư mạo hiểm, thực hiện việc kết nối các trường đại học khoa học với công nghệ, liên kết các nhà sáng chế với các nhà kinh doanh năng động để đem bán các sáng chế trên khắp thế giới.

Như vậy, bằng cách động viên, tập hợp các nhóm R&D riêng lẻ tại nhiều nơi, tốc độ của chu kỳ phát triển có thể được gia tăng, đưa công nghệ mới đến thị trường nhanh chóng hơn. Thách thức phải vượt qua là, phải phấn đấu không ngừng để bắt kịp nhịp độ đổi mới liên tục, nhanh chóng chưa từng thấy của khoa học - công nghệ.

**Một kỷ nguyên mới hứa hẹn sự phát triển kỳ diệu của khoa học - công nghệ**

Bước vào những năm đầu thế kỷ XXI, một câu hỏi lý thú được đặt ra: Phải chăng trong

những năm tới, cuộc cách mạng khoa học - công nghệ hiện đại, từ cách mạng công nghệ sinh học, năng lượng đến vật liệu mới, đặc biệt là công nghệ na-nô, sẽ đưa tới những biến đổi sâu sắc nền kinh tế và đời sống, như cuộc cách mạng công nghệ thông tin, In-tơ-nét đã mang lại, hay chỉ diễn ra sự tiến bộ chậm chạp, chủ yếu nhằm nâng cấp những công nghệ hiện có hơn là tạo ra những cuộc cách mạng công nghệ mới? Hay nói ngắn gọn, nền kinh tế mới dựa vào sự đổi mới thường xuyên khoa học - công nghệ sẽ hướng về đâu? Tạp chí *Tuần kinh doanh* (Mỹ, 11-10-2004), *Khoa học* (Mỹ, tháng 9-2004) và *Nhà kinh tế* (Pháp, 6-4-2001)... cho rằng, nền kinh tế thế giới đang ở điểm giao thoa của một kỷ nguyên mới mà sự phát triển kỳ diệu của khoa học - công nghệ là tương đương với thế kỷ trước.

Những nhân tố thuận lợi cơ bản đã được tạo ra: khoa học đang tiến bước nhanh chóng, ngày càng có thêm nhiều nước bỏ nhiều tài nguyên vào nghiên cứu và giáo dục, các nhà quản lý kinh doanh cũng đã chuẩn bị sẵn sàng đón nhận những sự thay đổi sáng tạo mới.

Trên hàng loạt lĩnh vực, từ năng lượng đến công nghệ sinh học, từ phần mềm đến ô-tô, đang diễn ra những sự đổi mới công nghệ có thể tạo ra sự biến đổi đời sống con người. Trong những năm gần đây, các nhà khoa học thuộc nhiều ngành khác nhau đã đặt nền tảng cho công nghệ na-nô, đổi mới công nghiệp sản xuất con chip và châm ngòi cho sự đổi mới mọi lĩnh vực của khoa học.

Thứ nhất là chất bán dẫn. Trong nhiều thập niên qua, các nhà chế tạo con chip đã thu hẹp mạch và làm nhiễu loạn các tran-xi-to trong một mảnh xi-li-côn. Theo quy luật, cứ 18 tháng, sức mạnh của máy tính trên con chip tăng gấp đôi - do G. Mua (G. Moore), đồng sáng lập hãng Intel đưa ra cách đây 3 thập niên - có thể sắp đến giới hạn. Số con chip trở nên quá dày đặc. Khoảng cách bảo vệ các dây kim loại cực kỳ nhỏ và quá mỏng - chỉ vài

nguyên tử - nên các e-léc-trôn có thể chui qua và làm ngừng ngay hoạt động. Tồi tệ hơn, mỗi tran-xi-to mới tạo ra nhiệt cực nóng làm nung chảy các con chip. Giám đốc chiến lược công nghệ của hãng Intel nói: "Chúng tôi biết tương lai của công nghiệp chất bán dẫn chỉ tới khoảng năm 2015. Tới năm 2020, chúng tôi sẽ có thể hệ công nghệ mới". Các công nghệ mới đó là công nghệ na-nô với ống na-nô các-bon (nanotube), do một nhà khoa học Nhật Bản sáng chế cách đây 14 năm, có sức mạnh gấp 100 lần thép, có khả năng kháng điện hay dẫn điện hiệu quả, phát ra lượng nhiệt không đáng kể. Các ống na-nô các-bon chỉ bằng một phần tỉ mét (micro = một phần triệu mét) có thể là cấu trúc và mạch của chất bán dẫn thế hệ mới trong tương lai. Hãng Nanotech (Mỹ) đang thí nghiệm cắm hàng tỉ ống na-nô các-bon vào một con chip có khả năng tạo ra bộ nhớ 1.000 gi-ga-bai (1.000 tỉ bai).

*Thứ hai* là có thể chữa bệnh ung thư và nhiều bệnh khác bằng cách đưa những phương tiện tí hon vào mạch máu và các bộ phận cơ thể người để khám phá các bệnh tật. Các máy cảm ứng (Sensor) có thể khám phá tế bào ung thư và hướng dẫn các hạt na-nô các-bon đốt cháy tế bào này từ bên trong mà vẫn giữ cho các tế bào lành khác nguyên vẹn.

*Thứ ba* là chuyển hóa năng lượng bằng các tấm pin mặt trời na-nô các-bon sẽ đưa năng lượng rẻ truyền qua các đường dây siêu dẫn làm bằng ống na-nô các-bon. Trong thập niên này, tấm pin mặt trời loại mới có thể sẽ thành công ở Nhật Bản, nước đang dẫn đầu về công nghệ na-nô và cũng đang có giá điện đắt.

*Thứ tư* là du hành vũ trụ. Các xe chở hàng hình "vỏ quả đậu" bò theo một đường dây cáp làm bằng tấm sợi ống na-nô các-bon dài hàng nghìn dặm lên một trạm vũ trụ, phí tổn chỉ bằng một phần nghìn khi sử dụng tên lửa đẩy. Để kết nối các tấm na-nô các-bon - nay dài nhất chỉ bằng 1mm - thành các dây cáp dài hàng nghìn dặm, cần ít nhất 20 năm nữa. Dây

là điều như hoang tưởng, nhưng các nhà khoa học ở NASA (cơ quan vũ trụ Mỹ) đang nghiên cứu để có thể dệt các ống na-nô các-bon thành sợi chỉ và sau đó thành dây cáp. Chân trời của công nghệ na-nô đang rộng mở với triển vọng tạo ra nhiều bất ngờ, mà một số trong đó nằm ngoài trí tưởng tượng của con người hiện nay.

*Về công nghệ sinh học.* Nhiều nhà sinh vật và giám đốc các tập đoàn công nghệ sinh học Mỹ (như Viện công nghệ Ma-sa-chu-xét - MIT, tập đoàn Am-gen...) cho rằng, giới hạn hiện nay đối với sức khỏe và cuộc sống của con người là có thể vượt qua được. Bởi vì, nếu chúng ta tìm hiểu được phương thức hoạt động cơ bản của bộ máy sự sống, hiểu được đôn bầy của sự sai lệch của mọi sự vật, thì sẽ có một tác động đáng kinh ngạc. Và họ ví: "Thời điểm hiện nay cũng như năm 1946, khi tiềm năng của máy tính và điện tử vừa mới trời dậy".

Nhịp độ và con đường đổi mới khoa học - công nghệ là hết sức quan trọng đối với tương lai kinh tế thế giới và kinh tế mỗi nước. Vấn đề không phải chỉ tập trung đầu tư thật nhiều vào kinh tế là sẽ có tăng trưởng bền vững. Điều quan trọng hơn là, cần có một chiến lược đổi mới, một xã hội đổi mới sẵn sàng ứng dụng các thành quả của cuộc cách mạng khoa học - công nghệ để nâng cao năng suất lao động và tính cạnh tranh của nền kinh tế.

Sự phát triển của khoa học - công nghệ đã dẫn tới những thành tựu kỳ diệu trong thế kỷ XX. Trong thế kỷ XXI, tiếp theo cuộc cách mạng công nghệ thông tin sẽ là cuộc cách mạng công nghệ sinh học, năng lượng hay na-nô? Không một ai có thể khẳng định chắc chắn. Tuy nhiên, với việc ngày càng có thêm nhiều nhà khoa học trên khắp thế giới đầu tư công sức vào nghiên cứu và phát triển công nghệ mới, không phải là không có cơ sở khi tin rằng, kỷ nguyên mới sẽ hứa hẹn nhiều kỳ tích khám phá mới về khoa học - công nghệ. □