

## CÔNG NGHỆ HÀNG ĐẦU TRONG PHÁT TRIỂN KINH TẾ THẾ GIỚI ĐẾN NĂM 2025

Lê Thành Ý\*

Một trong những yếu tố chủ đạo dẫn dắt phát triển kinh tế toàn cầu là khả năng dự báo, xác định xu thế KH&CN để tập trung đầu tư vào những lĩnh vực then chốt. Nắm bắt được khả năng phát triển của những ngành công nghệ mũi nhọn, Hội đồng tri thức quốc gia Hoa Kỳ (NIC) đã phối hợp cùng cơ quan tình báo doanh nghiệp (SRIC-BI) để đưa ra một báo cáo về những công nghệ chủ chốt từ nay đến năm 2025 (NIC 2008). Trong báo cáo này, các nhà khoa học đã phân tích những công nghệ nâng cao chất lượng cuộc sống và phát triển những ngành kinh tế mũi nhọn, tập trung vào nhóm công nghệ gen, nhiên liệu và hóa chất sinh học, công nghệ tích trữ năng lượng sạch, robotics và internet liên kết. Bài viết giới thiệu các nhóm công nghệ này.

### 1. Nhóm công nghệ gen trị liệu (Biogenotechnology)

Công nghệ gen trị liệu là lĩnh vực ứng dụng kết quả nghiên cứu cơ sở tế bào phân tử và quá trình già hóa để phát triển liệu pháp công nghệ trong điều trị bệnh tật liên quan đến tuổi già, hướng vào tăng cường thể lực, duy trì khả năng hoạt động và sống độc lập của dân số toàn cầu đang trong xu thế già đi. Công nghệ gen trị liệu là vấn đề đang thu hút được sự quan tâm của cộng đồng khoa học và nhiều tổ chức nghiên cứu toàn cầu.

Con người luôn bị thôi thúc bởi mong muốn khám phá sự khởi nguồn và việc duy trì sức trẻ. Cho đến nay, chưa có lý thuyết nào giải thích đầy đủ về sự già hóa; kiến thức từ những nghiên cứu cá thể chưa hoàn thiện, khiến lộ trình công nghệ phát triển các phương pháp chống già không nhiều và còn có những khác biệt. Thách thức đặt ra cho việc nghiên cứu là quá trình sinh học vẫn còn là những khía cạnh ít được hiểu biết.

Sự già hóa không phải là kết quả của bất kỳ cơ chế cá thể nào mà là sự kết hợp của nhiều quá trình khác nhau. Nghiên cứu đơn thuần một lĩnh vực khó có thể tạo được đột phá dẫn đến thay đổi mang tính cách mạng. Do vậy, tạo lập môi trường nghiên cứu hợp tác đa ngành theo hướng chia sẻ hiểu biết và hội tụ công nghệ mới có thể đạt tới những hiểu biết thấu đáo về khoa học và đổi mới công nghệ để tạo đột phá về Biogenotechnology.

Tiềm năng đột phá của Biogenotechnology đã được hình thành trên cơ sở của những công nghệ then chốt về sinh học phân tử như genomics, proteomics, metabolomics với sự hội tụ của nhiều lĩnh vực từ sáng tạo tri thức và sự giao thoa giữa các lĩnh vực có tác động chi phối lẫn nhau. Thành tựu nghiên cứu về gene kết

\* Lê Thành Ý, Tiến sỹ, chuyên gia kinh tế.

hợp cùng với công nghệ nano đã thúc đẩy mạnh mối quan hệ liên ngành trong phát triển công nghệ đặc biệt trong lĩnh vực sinh học với xu thế phát triển ấn tượng về gen trị liệu. Nhiều kết quả nghiên cứu mang lại triển vọng to lớn của Biogenotechnology trong di truyền học già hóa và con đường cải thiện những quá trình này trong tương lai. Việc điều chỉnh các thể nhiễm sắc (telomere) và enzym telomeraza cho phép có thể tạo ra những tế bào có khả năng tự hồi phục, phục hồi vĩnh viễn, cũng như hồi phục mô thông qua sử dụng tế bào gốc từ phôi người. Công nghệ gene trị liệu đã tập trung vào những nỗ lực nghiên cứu nhằm hiểu được cơ sở sinh học của tuổi thọ, hướng tới kéo dài thời gian sống không chỉ đối với từng cá thể mà còn duy trì khả năng thể chất và chức năng trí tuệ của tuổi già.

Cách tiếp cận hợp lực có thể mang lại những tác động tích cực trong phòng ngừa, điều trị hoặc hạn chế những nguy cơ có liên quan, giữ vai trò hỗ trợ thiết thực cho bigenotechnology trong hiện thực hóa lợi ích của tuổi thọ trong tương lai. Những lợi ích đạt được thông qua cách tiếp cận này được nâng lên cùng với cải thiện năng lực hiện tại, nhờ vào tiềm năng công nghệ mang tính đột phá mà theo dự báo sẽ phá vỡ quá trình già hóa và đổi khác quan niệm truyền thống về tuổi già. Ở đây, biến đổi phi sinh học cũng là yếu tố quan trọng của trải nghiệm già hóa. Các nhân tố giới tính, sắc tộc, thể trạng, cảm xúc, địa vị xã hội, hoạt động sống và nguồn lực cá nhân cùng thực tiễn chăm sóc sức khỏe cũng là những yếu tố cần được cân nhắc khi nhìn nhận về vai trò và sự lựa chọn công nghệ để mang lại khả năng cho con người sống lâu và khỏe mạnh.

Nghiên cứu cơ chế sinh học già hóa của biogenotechnology đã đi theo hướng phát triển và làm hiện thực hóa các phương pháp chống già. Ngày nay, các phương

pháp chữa bệnh còn nặng về các loại thuốc làm chậm quá trình lão hóa thông qua mô phỏng hạn chế lượng calo. Việc hiểu già hóa như một quá trình sinh học suy kiệt do khả năng duy trì và tự điều chỉnh của cơ thể bị giảm sút đã chỉ ra độ tin cậy của liệu pháp bigenotechnology, bao gồm cả những loại thuốc chống già, cơ chế điều chỉnh AND, những chiến lược giới hạn lượng calo, tái tạo mô, làm trẻ hóa não bộ, điều kiện trao đổi chất hoặc duy trì tính nguyên trạng phân tử.

Mặc dù tính khả thi về khả năng điều khiển sự già hóa đang còn nghiên cứu, song hiện trạng tri thức và năng lực công nghệ cũng cho thấy, hoạt động nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu ứng dụng đã thu hút được nhiều nguồn lực để hy vọng có thể phát triển công nghệ Biogenotechnology vào năm 2025. Trong ngành dược phẩm, sử dụng công nghệ này có nhiều hứa hẹn. Tuy nhiên, mức độ sử dụng còn tùy thuộc vào định hướng và tiến độ tài trợ cho những nghiên cứu cơ bản và những đột phá có thể tạo ra. Những cân nhắc của các nhà phân tích đều cho rằng, sự phát triển của thuốc chống già hóa sẽ được triển khai lâm sàng mạnh mẽ trong khoảng 15 năm tới.

Nhìn từ triển vọng nghiên cứu, công nghệ gene trị liệu đã có nền tảng rộng lớn từ những cam kết xúc tiến nghiên cứu y sinh nhằm cải thiện sức khỏe tuổi già. Số lớn hoạt động nghiên cứu đã được cơ quan Chính phủ của nhiều quốc gia phê chuẩn; qua đó, nhiều tổ chức từ thiện, tư nhân và các doanh nghiệp xã hội đã có vai trò hỗ trợ to lớn trong thúc đẩy nghiên cứu. Biogenotechnology không có những khác biệt so với nhiều lĩnh vực y học đang tìm kiếm nhằm đạt được khả năng điều khiển và cải thiện trạng thái sức khỏe của con người, kiểm chế tỉ lệ tử vong và mắc bệnh. Sự đồng nhất này sẽ tạo thuận lợi to lớn về mặt tài chính từ hệ thống chăm sóc sức khỏe con người,

một hệ thống có nhiều khả năng áp dụng kế hoạch bồi hoàn và hỗ trợ cho những công trình nghiên cứu genotechnology cũng như thị trường thử nghiệm. Tuy nhiên, từ tầm nhìn xã hội, thách thức lớn đặt ra là bằng cách nào để có thể áp dụng và điều khiển công nghệ này theo hướng có kiểm soát và trách nhiệm. Điều này chỉ có thể làm được khi quan điểm và sự giám sát của công chúng được quan tâm để hình thành các phản ứng chính sách, chi phối mức đầu tư nghiên cứu, tạo cơ sở hạ tầng pháp lý bảo hộ sở hữu trí tuệ và các quy định về thị trường.

## 2. Công nghệ nhiên liệu sinh học và hóa chất dựa vào sinh học

Trong xu thế biến đổi phức tạp về khí hậu toàn cầu, gia tăng tốc độ phát triển công nghệ nhiên liệu với hàm lượng cacbon thấp là mối quan tâm hàng đầu của cộng đồng quốc tế. Nhiều quốc gia đang phát triển đã tìm kiếm cơ hội sản xuất nhiên liệu sạch cho xuất khẩu và sử dụng nội địa; song đang cân nhắc giữa tiềm năng với việc bảo vệ môi trường sinh thái, đảm bảo sự hài hòa trong phát triển bền vững. Công nghệ chế biến nhiên liệu sạch thế hệ đầu đã làm ra ethanol từ ngô, mía đường và sản xuất được diesel sinh học từ hạt cải, đậu nành. Để duy trì phát triển nhiên liệu sinh học chủ đạo trong giai đoạn hiện nay, vấn đề quan trọng là xây dựng được quy trình sản xuất tạo nhiên liệu sạch với hiệu quả cao mà không gây tranh chấp với chuỗi thực phẩm được dùng làm nguyên liệu.

Thông thường, quy trình sản xuất diesel sinh học truyền thống chỉ chuyển hóa được chưa đầy 10% sinh khối thực vật thô; dầu diesel làm ra từ tinh dầu thực vật hạt cải dầu, đậu nành, dầu cọ và dầu thực vật khác đã ảnh hưởng bất lợi đến sản xuất lương thực thực phẩm phục vụ nhu cầu đời sống. Thách thức trên đây đã thúc đẩy việc chuyển đổi nhanh các

nguồn nguyên liệu sang dùng vật liệu chứa lignocellulose, bao gồm những dư lượng của nông phẩm và cây lâm nghiệp như thân cây ngô, rơm rạ, bã mía và những loại cây năng lượng sinh học phi lương thực (cỏ, cỏ voi *Miscanthus*...) Nhiên liệu ethanol cellulose được chế biến từ lignocellulose, một loại sinh khối có chứa những polimer cellulose, micellulose và lignin, dựa trên công nghệ nền tảng là hóa sinh hoặc đường hóa và công nghệ nhiệt hóa học. Công nghệ hóa sinh phụ thuộc vào quá trình thủy phân chua hoặc thủy phân enzym của lignocellulose, tạo ra đường cho lên men để điều chế thành ethanol. Còn công nghệ nhiệt hóa lại sử dụng khí hóa của sinh khối để tạo khí tổng hợp (syngas), sau đó cho lên men hoặc chuyển hóa xúc tác thành rượu.

Dựa trên những công nghệ nền tảng của quy trình công nghệ mới, nhiều hệ thống nhà máy lọc sinh học được xây dựng để sản xuất nhiên liệu sinh học, hóa chất tạo năng lượng điện và chế phẩm giá trị cao từ lignocellulose thay vì dầu mỏ. Năm 2007, Bộ Năng lượng Hoa Kỳ (DOE) đã xây dựng 6 nhà máy lọc sinh học lớn với hy vọng kích thích tiềm năng phát triển kinh tế vào năm 2012. Bộ này cũng đã có kế hoạch trợ cấp nhiều triệu USD để phát triển những nhà máy lọc sinh học ethanol cellulose nhằm thử nghiệm nguyên liệu và công nghệ sản xuất mới. DOE còn cung cấp gần 400 triệu USD cho 3 trung tâm năng lượng sinh học, giúp các trung tâm này tập trung vào nghiên cứu các phương pháp sản xuất ethanol cellulose và các loại nhiên liệu sạch khác với hiệu quả cao. Tại CHLB Đức, tập đoàn Choren Industries GmbH ở Freiberg đã phát triển công nghệ sinh khối lỏng (biomas to liquids BTL) dựa trên khí hóa sạch và các sinh hóa phẩm mới có sức cạnh tranh so với sản phẩm và nhiên liệu được làm từ dầu mỏ. (Chris Jablonski 2008).

Nền kinh tế năng lượng sinh học đã dựa vào cơ sở kỹ thuật di truyền và thực tiễn nông nghiệp để tăng năng suất sinh khối và giảm giá thành. Theo đó, thu hoạch mùa màng; thu gom, tồn trữ và vận chuyển những dư lượng sinh khối là những khâu rất có ý nghĩa trong chuỗi tạo nguồn cung ứng sinh khối. Ngoài ra, hệ thống xử lý sinh khối cũng là khâu chiếm phần đáng kể về vốn đầu tư và chi phí hoạt động của những cơ sở chuyển đổi sinh khối. Cùng với những cải thiện về xúc tác sinh học, công nghệ sinh học tổng hợp đòi hỏi những kỹ thuật xử lý mới và phát triển phương pháp tách có chi phí thấp. Trong đó, thiết kế thiết bị phản ứng sinh học (Bioreactor) là một lĩnh vực đặc biệt quan trọng, được tập trung công sức nghiên cứu nhằm đạt được hiệu quả xử lý tối ưu.

Hiện nay, ethanol và diesel sinh học là nhiên liệu sạch phổ biến để pha trộn xăng và diesel thông thường. Ethanol hỗn hợp điển hình là E-10, hỗn hợp gồm 10% ethanol và E-85 chứa tới 85% ethanol đang được sử dụng. Trong đó, E-85 có mức tiêu thụ ngày một gia tăng. Tuy nhiên, loại nhiên liệu sinh học này đang bị những giới hạn của việc phân phối do khó khăn của việc vận chuyển từ nơi sản xuất đến điểm phân phối tiêu dùng, khiến chuỗi cung cấp trở nên phức tạp. Do những ưu điểm vượt trội của diesel sinh học và sử dụng được ở dạng tinh khiết nên thường dành cho động cơ diesel hoặc hòa trộn cùng nhiên liệu diesel hiện có. Nhiên liệu diesel sinh học được phổ biến ở châu Âu, đang lan rộng trên lãnh thổ nước Mỹ, Brazil và một số nước khác, ngày càng khẳng định vai trò quan trọng trong bảo vệ môi trường, chống lại biến đổi khí hậu toàn cầu.

Phát triển nhiên liệu sinh học có nhiều triển vọng đem lại hiệu quả. Việc sử dụng nguồn sinh khối là dư lượng của nông lâm sản hoặc thực vật phi lương

thực trên quy mô lớn, đã mang lại lợi ích xã hội to lớn nhưng không gây ảnh hưởng bất lợi đến môi trường. Những lợi ích về nông nghiệp là minh chứng rõ nét của việc sử dụng và tạo cơ hội cho phát triển kinh tế nông thôn. Tuy nhiên, những vấn đề phức tạp và tác động nảy sinh trong quá trình thu thập nguyên liệu, cung cấp nước và tác động sinh thái liên quan đến mở rộng diện tích trồng cây nguyên liệu dẫn đến xói mòn đất, mất cân bằng đa dạng sinh học cũng cần được tính toán cân nhắc hợp lý để đưa công nghệ chuyển đổi lignocellulose vào thực tiễn và đặc biệt quan trọng là khắc phục được mâu thuẫn về đất đai giữa một bên là năng lượng sạch và bên khác là nhu cầu lương thực ngày càng tăng cùng với sự phát triển dân số trên hành tinh.

### 3. Công nghệ vật liệu tích trữ năng lượng (Energy Storage Materials)

Vật liệu tích trữ năng lượng được xác định là những vật có khả năng tạo ra hoặc dự trữ năng lượng hữu ích để sử dụng lâu dài. Tích trữ hydro, sử dụng tế bào nhiên liệu (fuel cell), tích trữ điện năng dưới dạng sạc đảm bảo tính ổn định cao, không gây nguy cơ cháy nổ và những loại pin tích trữ năng lượng điện hóa, đều là những dạng tích trữ năng lượng cung cấp nhiên liệu vận hành cho thiết bị di động là những xu thế đang ngày càng mở rộng.

#### 3.1. Công nghệ tích trữ hydro

Là nguyên tố dồi dào, chiếm trên 90% tổng số nguyên tử, tạo nên khoảng 75% tổng khối lượng trong vũ trụ; Hydro được coi là có năng lượng cao nhất so với bất kỳ nguyên tố nào. Tuy dồi dào, song hydro lại là nguyên tố nhẹ nhất và có khả năng tích tụ kém nhất nên rất khó tập trung ở một vị trí để sử dụng như một nguồn năng lượng phục vụ có hiệu quả cho hoạt động con người. Cho đến nay,

những công nghệ tạo hydro thường rất tốn kém, thiết bị tích tụ lại công kênh, nặng nề và hiệu quả kinh tế thấp. Từ những hạn chế này, vật liệu hydrua hóa và hydrua kim loại được các nhà nghiên cứu đặc biệt quan tâm và coi đó là những vật liệu cơ bản để tích trữ hydro. Cho đến nay, chưa có những vật liệu đạt được độ đậm đặc tích trữ cần thiết để phục vụ mục đích thương mại hóa hydro. Vì vậy, các nhà công nghệ phải sử dụng nhiên liệu lỏng, tích trữ hydro dưới dạng nhiên liệu giống như methanol và được chuyển hóa trực tiếp trong tế bào nhiên liệu. Các hệ thống tế bào nhiên liệu sử dụng hydrocacbon khí và lỏng đều có khả năng biến nhiên liệu dạng này thành hydro. Do nhiên liệu lỏng, bảo quản lạnh nên việc biến đổi trong hệ thống tương đối phức tạp khiến việc cung cấp năng lượng hydro đang còn gặp nhiều hạn chế. (Joan Ogden 2007).

Nền kinh tế không sử dụng năng lượng hóa thạch đòi hỏi việc sản xuất hydro phải nhanh và rẻ. Theo các nhà phân tích, dùng năng lượng tái tạo để sản xuất hydro từ nước, rồi tích tụ hydro làm ra tại những trạm tế bào nhiên liệu có thể di chuyển được là cách lựa chọn lý tưởng của nền kinh tế hydro. Sáng kiến của Chính phủ Hoa Kỳ đã đưa ra một cách nhìn tiên phong về xây dựng nền kinh tế hydro với việc tăng cường sử dụng nhiên liệu hydro và phát triển xe hơi dùng nhiên liệu hydro, nhằm đảo ngược tình thế phụ thuộc ngày càng gia tăng vào dầu mỏ nước ngoài. Phát triển triển công nghệ để thương mại hóa pin nhiên liệu hướng vào cải thiện an toàn năng lượng được coi là yếu tố chủ chốt trong chiến lược về biến đổi khí hậu của nhiều quốc gia. Cải thiện công suất và chi phí cần thiết đối với động cơ hydro để đạt đến quy mô sản xuất hàng loạt và nghiên cứu tìm kiếm các loại vật liệu mới trong chế tạo bồn nhiên liệu hydro an toàn, phù hợp với thị

hiệu tiêu dùng là việc làm cần thiết để mở rộng thương mại hóa nguồn năng lượng này.

Nhằm thúc đẩy nhanh thương mại hóa công nghệ sử dụng năng lượng hydro vào năm 2015, bộ Năng lượng Hoa Kỳ đã công bố kế hoạch Hydrogen Posture Plan tiếp tục những chiến lược và biện pháp phối hợp các hoạt động nghiên cứu và phát triển trong các tổ chức năng lượng hóa thạch, năng lượng hạt nhân và năng lượng tái tạo. Từ những việc làm cụ thể của nhiều nước trên phạm vi toàn cầu, khả năng sử dụng hydro như một nguồn nhiên liệu sạch không chỉ củng cố an toàn năng lượng của mỗi quốc gia mà quan trọng là góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường, chống lại biến đổi khí hậu toàn cầu (Cục TTKH&CN Quốc gia 2010).

### **3.2. Công nghệ siêu tụ điện**

Năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, sức gió thường không ổn định. Trong sử dụng những dạng năng lượng này, người ta thường dùng accu để tích trữ điện năng, song, nạp đủ điện cho một accu phải mất nhiều giờ, khiến nguồn năng lượng thu nhận được khi có nhiều thường rất lãng phí. Gần đây với công nghệ siêu tụ điện, cho dù điện mặt trời mạnh đến bao nhiêu thì siêu tụ điện cũng đều có thể tiếp nhận được hết trong khoảng thời gian không dài. Tương tự đối với năng lượng gió, khi gió to lượng điện sản sinh lớn, siêu tụ điện cũng đủ khả năng tiếp nhận được hết năng lượng sản sinh để tồn trữ.

Siêu tụ điện có điện dung rất lớn, chứa được nhiều lượng điện năng. Khác với accu, quá trình nạp, phóng trong siêu tụ điện là những quá trình vật lý, điều khiển điện tích chuyển động bằng điện trường không phải sử dụng đến các phản ứng hóa học. Nhờ đó, siêu tụ rất bền, không bị suy thoái; có thể dùng hàng

chục năm, nạp đi, nạp lại đến hơn 500 nghìn lần, trong khi pin hoặc accu loại tốt cũng chỉ nạp được vài nghìn lần và thời gian sử dụng khoảng 1,2 năm. Đối với những tụ điện hóa lớp kép (Electrochemical Double Layer Capacitor EDLC) khả năng trữ điện tích rất lớn, tích được nguồn điện đến hàng chục KWh trong vài giây, là những ưu thế đặc biệt của siêu tụ điện. Đối với nguồn điện lưu động, tiêu chuẩn năng lượng ứng với khối lượng của siêu tụ điện tốt có mật độ khoảng 60 Wh/kg, nhờ công nghệ nano, siêu tụ điện ống nano cacbon đã đưa mật độ công suất lên gấp trên 1,5 lần, nghĩa là cao hơn hẳn mật độ của những loại pin tốt nhất hiện nay.

Việc nạp hay phóng điện của siêu tụ điện thực hiện rất nhanh nhờ cách dùng điện trường điều khiển các ion chuyển động trong than hoạt tính khi nạp, hoặc cho các electron chạy ở mạch ngoài để cân bằng ion dương ở điện cực khi phóng. Tuy nhiên, nhược điểm cơ bản của siêu tụ điện là giữ điện không lâu do sự rò điện nội bộ giữa 2 điện cực. Đối với tụ điện kép, cấu tạo của lớp giữa 2 cực chỉ chịu được hiệu điện thế cỡ 2-3 von, nếu muốn làm việc ở điện thế lớn phải ghép nối rất nhiều siêu tụ điện.

Siêu tụ điện đặc biệt tiện lợi nhờ khả năng thu gom năng lượng bị mất mát của thiết bị hoặc công năng vô ích sản ra làm nóng những phương tiện sử dụng. Một xe hơi chạy tốc độ cao, khi hãm phanh động năng tích lũy sẽ tỏa ra hết. Dùng siêu tụ điện có thể thu gom hết năng lượng phát ra dưới dạng điện năng và điện năng này có thể sử dụng để khởi động lại động cơ.

Từ những ưu thế của siêu tụ điện, nhiều hãng sản xuất đang đẩy mạnh việc cải tiến, vận dụng những tiến bộ kỹ thuật của công nghệ nano để sử dụng những vật liệu lỗ nhỏ, có diện tích mặt ngoài cực lớn làm từ ống nanocarbon. Những siêu tụ điện làm bằng vật liệu nano có vai trò

ngày càng quan trọng trong xu thế tiết kiệm năng lượng và sử dụng năng lượng sạch trong trào lưu phát triển hiện nay.

#### 4. Công nghệ than sạch

Vào năm 2004, than chiếm 26% trong tiêu thụ năng lượng toàn cầu và có thể lên đến 28% vào năm 2030. Tại nước Mỹ, ½ sản lượng điện được sản xuất từ than. Với số lượng mỏ than đứng thứ 3 thế giới, hàng năm Trung Quốc đã khai thác một khối lượng than lớn nhất thế giới, gấp 2 lần nước Mỹ. Việc dùng than để sản xuất điện của Trung Quốc được dự báo sẽ tăng từ 22,7 Quadrillion BTu năm 2004 lên 55,9 quadrillion BTu, gấp gần 2,5 lần trong năm 2030 (Trung tâm TTKH&CN 2007, Cục TTKH&CN 2010).

Việc khai thác sử dụng than theo công nghệ truyền thống tạo lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính gia tăng với tốc độ cao, đang đe dọa nặng nề biến đổi khí hậu toàn cầu. Những cải thiện hiệu quả trong vận hành bằng áp dụng những công nghệ mới đã tạo lợi ích, khích lệ nhiều nhà điều hành nhà máy phát điện dùng than. Công nghệ khí hóa than có thể tạo ra khí tự nhiên, hydro và nhiên liệu lỏng được coi là bước đột phá, tạo thuận lợi cho việc lựa chọn than đá làm năng lượng sạch.

Than sạch là thuật ngữ được sử dụng trong ngành công nghiệp than và những tập đoàn quy mô lớn, nó được thể hiện thông qua các nhóm ngành công nghệ và công nghiệp làm tăng hiệu suất tái sinh than. Sử dụng than sạch cho phép giảm thiểu đáng kể lượng khí phát thải từ những nhà máy phát điện dùng than. Công nghệ than sạch bao gồm cả việc thu giữ khí cacbon (CCS), chuyển than thành nguyên liệu hóa học hoặc nhiên liệu vận tải dưới dạng than hóa dầu (CTL). Ngoài ra, sử dụng pin nhiên liệu cacbon trực tiếp cũng là phương pháp để thu được năng lượng sạch.

Từ khía cạnh môi trường, thành công

phát triển than sạch bằng công nghệ thu giữ khí cacbon CCS đã tạo niềm tin về sự an toàn trong sử dụng nguồn hóa thạch dồi dào này trong phát triển kinh tế-xã hội. Tuy nhiên, theo viên công nghệ Massachusetts (MIT), công nghệ này chưa đảm bảo được quy mô cần thiết để tồn trữ được 90% lượng khí phát thải từ những nhà máy phát điện dùng than cỡ lớn. (NIC 2008).

Các nhà máy điện sử dụng công nghệ CCS có thể ép và bơm khí CO<sub>2</sub> chứa dưới biển sâu hoặc vào các mỏ dầu đã cạn ngập trong lòng đất. Trong đó, bơm khí CO<sub>2</sub> vào mỏ dầu với khả năng làm tăng sự hồi phục dầu mỏ là phương pháp có nhiều ưu thế. Dự án tăng sản lượng dầu mỏ Weyburn ở North Dakota và Canada tiến hành từ năm 2000 đã sử dụng khí CO<sub>2</sub> từ những cơ sở khí hóa than để nâng cao sản lượng dầu mỏ khai thác. Các phương pháp chôn giữ vĩnh viễn CO<sub>2</sub> đã được phát triển từ phương pháp này. Đến nay, công trình chôn lấp lớn nhất đang hoạt động tại khu vực giàn khoan khai thác khí Sleipner trên Biển Bắc, hàng năm đã cô lập được trên 1 triệu tấn khí thải CO<sub>2</sub>.

Theo các nhà phân tích, chu trình tích hợp khí hóa giúp phục hồi sử dụng năng lượng than có kết quả tốt hơn so với đốt than để chạy tua bin phát điện bằng áp suất hơi nước. Quy trình nung nóng than trong môi trường không khí oxy và nước không chứa nitơ là quá trình khí hóa có sự kết hợp những sản phẩm lựa chọn. Cacbon monooxide hoặc methane có thể sử dụng như nguyên liệu hóa học, còn dioxide carbon được đốt cháy. Một nhà máy quy trình hỗn hợp kết hợp khí hóa than, có khả năng thu thập được hydro như một loại nhiên liệu hoặc làm năng lượng cho nhà máy phát điện chạy khí bổ sung.

Công nghệ than hóa dầu đã được phát triển ở Đức từ trước chiến tranh thế giới

lần thứ II và tại Nam Phi trong nửa sau thế kỷ XX. Tập đoàn Than và Dầu mỏ Nam Phi (South African Coal and Oil) đã cung cấp nhiên liệu và nguyên liệu hóa chất cho ngành công nghiệp châu Phi và xuất khẩu những sản phẩm dưới dạng than hóa dầu. Mặc dù công nghệ than hóa dầu giảm thiểu không đáng kể lượng khí phát thải liên quan đến dầu thô, nhưng đã tạo cơ hội để nhiều nhà khai thác than đa dạng hóa sản phẩm sử dụng và giúp các quốc gia có trữ lượng than đá dồi dào ít phụ thuộc hơn vào dầu mỏ và những hóa chất có nguồn gốc từ dầu mỏ. (NIC 2008; Cục TTKH&CN, 2010).

Mặc dù công nghệ thiết yếu cho phép thu giữ và cô lập carbon chứa có khả năng thương mại hóa trước năm 2020, song không vì vậy mà làm giảm hiệu quả của việc ứng dụng công nghệ than sạch. Từ những xu hướng diễn ra, các nhà nghiên cứu cho rằng, thế giới đang hướng đến một môi trường năng lượng carbon được quy định chặt chẽ. Với nhu cầu năng lượng tiếp tục gia tăng trong thế kỷ XXI, cộng đồng khoa học ước tính, lượng carbon dioxide được tạo ra bởi hoạt động công nghiệp sẽ có những hiệu ứng lâu dài đối với biến đổi khí hậu toàn cầu. Trong những nỗ lực để ngăn ngừa những hậu quả của BĐKH, chính sách tạo ra một môi trường năng lượng hạn chế carbon tương thích với nhu cầu năng lượng cần thiết cho phát triển kinh tế xã hội, công nghệ than sạch là một trong những định hướng phát triển đáng để quan tâm.

## 5. Công nghệ Robotics

Robot được coi là thiết bị cơ, điện tử có thể thực hiện được những nhiệm vụ đã lập trình. Là lĩnh vực công nghệ rộng, robotics ngày càng thu hút được sự quan tâm đầu tư và quảng bá rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp, y tế, chăm sóc sức khỏe, thiết bị tự hành, an ninh, quốc phòng và trong công việc phục vụ gia

đình. Thị trường robot tổng thể hiện nay bao gồm 3 nhóm phân biệt có quy mô lớn đó là Robot công nghiệp (Industrial Robotics) Robot dịch vụ (Service Robotics) và Robot cá nhân (Personal Robotics). Theo liên đoàn Robot quốc tế (IFR), robot dịch vụ (Service robotics) là loại robot thực hiện từng phần hoặc đầy đủ các dịch vụ tiện ích; trong đó, robot cho quốc phòng và an ninh quốc gia là phân lớp dịch vụ lớn nhất (Thanh Thảo 2008).

Sự phát triển robotics, liên quan đến năng lực công nghệ, robot di động hoặc các hệ thống tự động thường bao gồm nhiều tiểu hệ thống. Phần cứng thông thường là những thiết bị cơ điện tử, pin, động cơ, những bộ cảm biến và hệ dẫn động; phần mềm là những chương trình đã được định sẵn. Hoạt động của những hệ thống này có thể đem lại hiệu quả trong chế tạo và vận hành nhiều loại robot. Trong xu thế phát triển hiện đại, nhận thức về trí tuệ nhân tạo của robot đã được đặc biệt quan tâm. Tiến bộ trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence-AI) và công nghệ có liên quan là sự sống còn của phát triển robot thông minh và tự chủ phục vụ. Những nghiên cứu cơ bản trong giao diện người-máy về tâm lý và thần kinh giữ vai trò then chốt để con người và robot có thể giao tiếp hiệu quả với nhau. Theo các nhà phân tích, sự phát triển của hệ thống AI sẽ cho phép thực hiện được những công việc này trước năm 2020. Khi đó, người ta có thể tạo ra được những robot có khả năng suy nghĩ và hành động, có thể thực hiện được những nhiệm vụ không cần sự can thiệp của con người (NIC 2008; Cục TTKH&CN, 2010).

Chuyển biến công nghệ liên quan đến trí tuệ nhân tạo với những mạng nơ ron đã ảnh hưởng chi phối lớn đến tương lai phát triển robotics. Tạo ra những robot thông minh bằng cách trang bị cho chúng những bộ cảm biến và vi xử lý, là cách tiếp cận xuất phát từ sự hiểu biết về hệ

thống sinh học thực hiện cảm nhận phức tạp để nhận thức và thực hiện các nhiệm vụ vận động, đã được các nhà nghiên cứu vận dụng thành công. Các nhà khoa học đã chế tạo được những robot mô phỏng sinh học (Biomimetic robot) tiệm cận được động thái vận động của một số động vật để dùng vào các hệ di động. Từ nguyên lý trong phòng thí nghiệm đến mô hình sẵn sàng cho sản xuất, các nhà thiết kế một mặt tiếp tục tích hợp những công nghệ hiện đại vào từng loại robot cụ thể; mặt khác, họ cũng triển khai những nghiên cứu nhằm tạo ra những robot hoàn toàn mới. Có những loại di động đơn giản dựa trên bánh xe, nhưng cũng có nhiều loại dựa trên những hệ thống tinh vi, thực hiện những chuyển động phức tạp theo bước chân đi. Cùng với những tiến bộ này, phát triển công nghệ pin năng lượng cũng đã cải thiện đáng kể khả năng hoạt động của robot. Những loại pin nhiên liệu (Fuel cell technology) dùng cho robot di động tuy mới bước đầu phát triển nhưng đã mở ra khả năng ứng dụng to lớn để mở rộng thị trường robot dịch vụ (NIC 2008; Cục TTKH&CN, 2010).

Là một lĩnh vực tích hợp đa ngành, những tiến bộ khoa học và công nghệ đã mang lại nhiều giải pháp để nâng cao năng lực hoạt động của robotics. Với sự phát triển nhanh chóng liên lạc không dây, robot đã mở rộng được khả năng giao tiếp với thế giới bên ngoài. Công nghệ và hạ tầng liên lạc không dây tiếp tục phát triển đã tạo thuận lợi để nâng cao vai trò của robot trong mọi hoạt động. Để thực hiện những nhiệm vụ ngày càng đa dạng và phức tạp, phải trang bị cho robot những bộ cảm biến nhạy cảm nhằm thu thập kịp thời dữ liệu cả về tầm nhìn và âm thanh. Những tiến bộ công nghệ về vi xử lý, vi cơ điện tử và truyền động tiên tiến như cơ nhân tạo đã giúp hoàn thiện nhiều kiểu robot cả về chức năng và khả năng thực hiện, đặc biệt đối với



những robot kích thước nhỏ, có độ phức tạp cao. (Triệu Quốc Lộc 2008)

Ngày nay, robot đang được phát triển và mở rộng phạm vi sử dụng để thực hiện những nhiệm vụ khó khăn, nguy hiểm và nhàm chán. Robot công nghiệp đã tạo nên cuộc cách mạng thực sự trong một số ngành chế tác, khai khoáng, chế biến... Robot dịch vụ cũng được mở rộng trong lĩnh vực quân sự, đảm bảo an ninh, đời sống gia đình và những hoạt động xã hội. Tại Nhật Bản, robot dịch vụ chuyên nghiệp đã phát triển nhanh trong hoạt động lễ tân, kiểm tra an ninh. Robot chuyên nghiệp cũng đã được triển khai ở nhiều lĩnh vực cần sự phối hợp liên ngành như phẫu thuật y học, viễn thông.

Khi được trang bị những cảm biến tiên tiến, robot dịch vụ quân sự đã có khả năng phát hiện những mối đe dọa nhanh hơn con người, tạo lợi thế nhất định trong giám sát và thực thi chiến đấu. Những robot mini và những đàn robot nhỏ bé đã trở thành những công cụ đặc biệt hữu ích trong điều tra, khảo sát và tìm kiếm cứu hộ. Những robot thông minh, có khả năng tự chủ đã cải thiện đáng kể chất lượng những dịch vụ khó khăn, nguy hiểm cả trong phục vụ chiến đấu và đời sống xã hội.

Công nghệ robot đã thể hiện rất rõ tiềm năng tác động đến các yếu tố là sức mạnh của mọi quốc gia. Việc sử dụng hệ thống vận hành tự động không người lái với phần mềm nền tảng được cải thiện, đã góp phần quan trọng trong đảm bảo an ninh, nâng cao vai trò và vị thế địa chính trị quốc gia. Về kinh tế, cùng với xu thế phát triển nhanh chóng của robot dịch vụ, thị trường robot phi công nghiệp toàn cầu ngày một tăng cao, được dự báo đạt doanh số trên 15 tỷ USD vào năm 2015. Robot đang trở thành một ngành công nghiệp quan trọng có tác động đến nhiều ngành kinh tế khác (NIC 2008).

Về phương diện văn hóa, Robot cũng tạo ảnh hưởng đáng kể cho các lĩnh vực then chốt trong gắn kết xã hội. Giống như những con vật thân thuộc trong nhà, robot thông minh có thể trở thành vật giao tiếp, làm bạn với người già; robot làm công việc gia đình được dự báo sẽ phát triển rất nhanh. Tại Nhật Bản, nhiều loại robot dịch vụ đã được sử dụng vào chăm sóc người già, thực hiện những công việc phức tạp, khó khăn hoặc có tính chất lặp đi lặp lại.

Với những đột phá trong công nghệ robotics và nắm giữ được những patent cốt lõi để thương mại hóa kết quả nghiên cứu, Mỹ và Nhật Bản là những nước đi đầu trên thị trường robot thế giới. Tiếp theo Mỹ và Nhật là các quốc gia ở châu Âu và Hàn Quốc, Trung Quốc cũng là một nước đang nổi lên trong lĩnh vực này. Là mảnh đất màu mỡ cho sáng tạo công nghệ, tính chất toàn cầu và sự tham gia rộng rãi của cộng đồng khoa học quốc tế đã làm cho vai trò của robotics ngày càng quan trọng và đang mở ra những chân trời mới trong sự phát triển toàn cầu.

## 6. Công nghệ Internet

Với xu thế phát triển toàn cầu, trong tương lai Internet sẽ hiện diện ở mọi đồ vật sử dụng hàng ngày kể cả vật gói thức ăn, đồ nội thất, giấy văn phòng... rủi ro xuất hiện sẽ lớn hơn rất nhiều lần nếu con người thực hiện những hành vi điều khiển, kiểm tra, kiểm soát và định vị mọi vật từ xa. Khi trong đồ vật đã ẩn chứa rủi ro an ninh thông tin, thì liên kết nhiều vật dễ dẫn đến gia tăng bội lần rủi ro trên mạng internet. Nhu cầu gia tăng đồ vật sử dụng hàng ngày cùng với những tiến bộ công nghệ sẽ tạo làn sóng mở rộng việc sử dụng công nghệ internet liên kết mọi vật.

Được gọi ra từ thành viên của Hội đồng phát triển công nghệ nhận dạng tần số sóng vô tuyến điện (RFID),

Internet liên kết mọi vật (Internet of Things-IoT-) được dùng để chỉ khả năng khám phá và khai thác thông tin về đồ vật gắn với RFID, nó thể hiện ý tưởng chung về những đồ vật mà người ta có thể đọc, nhận dạng, định vị và xác định địa chỉ hoặc kiểm soát thông qua Internet. Bản chất kết nối trong công nghệ IoT được thông qua giao thức internet (Internet Protocol) nhưng bên cạnh đó không thể bỏ qua công nghệ nhận dạng tần số sóng vô tuyến điện. Bởi vậy, IoT không tách rời được với những mạng cảm biến giám sát đồ vật. Hai phương thức kết nối phổ biến của IoT là đồ vật với người (Thing to Person) dựa trên những công nghệ cho phép con người tác động lên đồ vật và đồ vật với đồ vật (Thing to Thing) cho phép vật dụng hàng ngày và cơ sở hạ tầng tương tác lẫn nhau không qua tác động con người. Theo đó, giao tiếp máy với máy là một dạng giao tiếp đồ vật với đồ vật được sử dụng rộng rãi trong hệ thống công nghệ thông tin điện rộng.

Liên quan đến công nghệ Internet liên kết mọi vật có nhiều, nhưng chủ yếu bao gồm các nhân tố cấu thành hệ thống đó là: Giao diện máy với máy và những giao thức liên lạc điện tử trên một mạng lưới; các chip máy tính đóng vai trò vi kiểm soát (microcontroller) được tạo ra để gắn trên đồ vật; hệ thống liên lạc không dây với tiềm năng đa dạng hóa các kênh liên lạc trong IoT; công nghệ RFID gồm những thẻ và đầu đọc với ưu thế thông tin được truyền qua khoảng cách nhỏ mà không cần tiếp xúc vật lý; những bộ cảm biến dò tìm thuộc tính thay đổi trong môi trường và báo về hệ thống, đó là một dạng máy biến năng có thể tạo ra năng lượng rất nhỏ để truyền thông tin; các bộ dẫn động (actuator) dò tìm tín hiệu đến và phản ứng bằng cách thay đổi trong môi trường; các công nghệ định vị giúp người và máy tìm mọi đồ vật và xác định

môi trường xung quanh. Một cấu thành quan trọng của hệ thống đó là phần mềm. Sự phát triển của công nghệ IoT phụ thuộc nhiều vào năng lực công nghệ phần mềm mà không có khung lý thuyết nào giới hạn sự phát triển. (Cục TTKH&CN Quốc gia, 2010).

Theo các nhà phân tích, RFID là một phương pháp nhận dạng tự động trên cơ sở lưu trữ dữ liệu từ xa, dựa vào thẻ nhận dạng tần số sóng vô tuyến điện và đầu đọc RFID. Công nghệ này đã tạo thuận lợi cho việc nhận dạng đồ vật từ những khoảng cách lớn, nó đã mở ra hướng ứng dụng mới trong tổ chức nghiên cứu và quản lý cả về đối tượng nhân sự, hệ thống quản lý; quản lý hàng hóa trong doanh nghiệp, nhà kho, siêu thị, xe cộ... và trong thực hiện các thủ tục hành chính.

Thực tế ứng dụng IoT trong nhiều lĩnh vực cũng đã thể hiện những ưu thế đáng kể của công nghệ này so với những công nghệ truyền thống sử dụng trước đây. Dùng thẻ RFID giúp tiết kiệm thời gian và tạo tâm lý lý thoải mái trong các giao dịch thương mại và dịch vụ, bởi tốc độ đọc và xử lý RFID có thể đạt từ 50 đến 2.000 thẻ trong một giây (nhanh gấp từ 40 đến 1.600 lần so với việc quét mã vạch). Nhờ những tiến bộ công nghệ của hệ thống nhận dạng dữ liệu tự động không dây, RFID có thể giảm thiểu sai sót về địa điểm, dây chuyền cung ứng và tổn thất giao hàng đến 90%; gia tăng hiệu suất từ 12% đến 15% và giảm được thời gian kiểm đếm tồn kho hàng hóa từ 35% đến 40% (NIC 2008). Từ những lợi thế của công nghệ IoT trong kinh doanh, Home Depot, một tập đoàn bán lẻ lớn thứ 2 nước Mỹ đã dán thẻ thông minh RFID lên tất cả 50.000 loại sản phẩm và hãng Gillette cũng đã đặt hàng 500 triệu thẻ gắn với sản phẩm dao cạo râu.

Do đạt được nhiều mục tiêu khác biệt so với những đối thủ cạnh tranh, trong

quản lý sản phẩm, công nghệ IoT được nhiều doanh nghiệp coi là công nghệ then chốt cả về tạo kênh mới cho marketing và là phương thức khuyến khích khách hàng thông qua sử dụng RFID. Với lợi thế có thể đọc được tất cả mã những kiện hàng trong kho không cần dịch chuyển, kiểm kê, tìm kiếm mã vạch để quét theo công nghệ cũ, nhà quản lý có thể nắm chắc thông tin về những kiện hàng ở bất cứ thời điểm nào và khi hàng hóa thất lạc có thể biết được chính xác kiện hàng và thứ hàng gì nhờ vào số mã điện tử. Nhờ vào các mạng cảm biến, công việc theo dõi, giám sát cũng hứa hẹn những tiềm năng to lớn. Tại các hải cảng, sân bay, nhà ga, đường biên giới hay trong trụ sở công ty, công nghệ IoT có thể tạo được hàng rào thay thế cho những đội quân kiểm soát tốn kém. Việc đặt máy đọc RFID dọc theo các điểm hàng đi, hàng đến giúp cho các nhà quản lý nắm chắc được thông tin để chuẩn bị tốt những thủ tục cần thiết trong giao, nhận và chứng nhận hàng đến, hàng đi.

Một tiềm năng ứng dụng quan trọng khác của công nghệ IoT là khả năng vận dụng vào những lĩnh vực có liên quan mật thiết với viễn tin (Telematics). Đây thực chất là sự kết hợp của viễn thông (Telecommunication) và công nghệ thông tin (Information Technology). Việc kết hợp này tạo thành những hệ thống tin học có phạm vi rộng lớn bao gồm nhiều trung tâm máy tính cùng kết nối với nhau bởi mạng truyền thông tin dữ liệu. Telematics có xu hướng ngày càng mở rộng với nhiều thiết bị kết nối hoạt động trong các hệ thống điện tử, chẩn đoán, kiểm tra, kiểm soát, đảm bảo an ninh, liên lạc, dịch vụ hỗ trợ... hoạt động ở nhiều lĩnh vực.

Một khi được thực hiện một cách rộng rãi, IoT có thể đem lại lợi ích dài hạn đối với nhiều nền kinh tế. Đây là giải pháp hợp lý hóa và cách mạng hóa trong các

chuỗi cung ứng và hậu cần nhằm giảm chi phí, tăng hiệu quả và giảm dần sự phụ thuộc vào nguồn nhân công. Khả năng kết hợp những dữ liệu cảm biến từ nhiều đồ vật có thể mở ra những khả năng ngăn ngừa tội phạm, làm giảm bớt căng thẳng xã hội trên phạm vi toàn cầu. Công nghệ định vị ở mọi nơi sẽ giúp ích cho việc xác định hàng hóa thiếu hụt hoặc bị đánh cắp trong những giao dịch thương mại. Mặt khác, có thể ngăn ngừa việc truy cập của kẻ thù và những tội phạm tới các mạng máy cảm biến và đồ vật được điều khiển từ xa. Mặc dù có những lợi thế, song các nhà phân tích vẫn cảnh báo về nguy cơ phải đối mặt với những phần mềm hiểm độc phá hoại, thậm chí bị cài đặt vào trong các đồ vật. Một thị trường mở cho những dữ liệu cảm biến có thể phục vụ tốt cho những lợi ích thương mại và an ninh, nhưng có thể trở thành mục tiêu cho tội phạm và tình báo nước ngoài và cũng có thể dẫn đến làm xói mòn liên kết xã hội.

### *Thay cho lời kết*

Sự thay đổi tương lai của các lĩnh vực khoa học công nghệ và đặc biệt là những ngành công nghệ then chốt có tầm ảnh hưởng rộng lớn đến phát triển kinh tế xã hội của mỗi khu vực, vùng miền và mọi quốc gia. Dự báo được xu thế và triển vọng của những ngành công nghệ chủ đạo trong từng giai đoạn, có giải pháp tập trung đầu tư phát triển vào những lĩnh vực trọng tâm của nền kinh tế là việc làm cần thiết để hoạch định chính sách, chiến lược và xây dựng các chương trình, kế hoạch phát triển KT-XH quốc gia và ở từng lĩnh vực. Những công nghệ hàng đầu trong nền kinh tế toàn cầu từ nay đến năm 2025 được các tổ chức và nhà nghiên cứu thế giới gợi ra, có thể là một tham khảo có ích trong sự lựa chọn của các nhà hoạch định chính sách quốc gia và trong từng ngành kinh tế kỹ thuật có liên quan ở nước ta./.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- NIC, Six Technologies with Potential Impacts out to 2025, National Intelligence Council USA, 2008.
- Chris Jablonski Biogenotechnology impact in 2025 Emerging Tech september, 2008
- Joan Ogden Hydrogen as an Energy Carrier, University of California.
- Cục TTKH&CN, Những công nghệ quan trọng hàng đầu đối với Mỹ từ nay đến 2025, Tổng luận Khoa học -Công nghệ-Kinh tế số 266 tháng 4/2010.
- Trung tâm TTKH&CN Quốc gia, "Năng lượng thế giới đến năm 2050", Tổng luận Khoa học-Công nghệ-Kinh tế, số 229, tháng 3/2007.
- Thanh Thảo, "Dự đoán quy mô và nắm bắt cơ hội của thị trường robot di động", *Tạp chí Tự động hóa ngày nay*, số 6/2007.
- Triệu Quốc Lộc và cộng sự, Quá trình phát triển robot trên thế giới và khả năng.
- "Ứng dụng robot thay thế người lao động làm việc tại môi trường nguy hiểm có hại", *Tạp chí An toàn sức khỏe và Môi trường lao động*, số 4/ 2008.