



**BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ  
CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA**

**TỔNG  
LUẬN**

**KHOA HỌC  
CÔNG NGHỆ  
KINH TẾ**

ISSN 0866 - 7721

Số 8 - 2023

**CHÍNH SÁCH KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO  
THÚC ĐẨY CẠNH TRANH VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



**Hà Nội, tháng 8-2023**

# CỤC THÔNG TIN VÀ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

Địa chỉ: 24, Lý Thường Kiệt, Hoàn Kiếm, Hà Nội.

Tel: (024) 38262718, Fax: (024) 39349127

## BAN BIÊN TẬP

**TS. Trần Đắc Hiền** (Trưởng ban); ThS. Trần Thị Thu Hà (Phó Trưởng ban)

ThS. Nguyễn Lê Hằng; ThS. Phùng Anh Tiến

---

## MỤC LỤC

<b>Giới thiệu .....</b>	<b>1</b>
<b>Tóm tắt .....</b>	<b>3</b>
<b>I. CHÍNH SÁCH KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO THỨC ĐẨY CẠNH TRANH CHIẾN LƯỢC.....</b>	<b>6</b>
1.1. Chính sách tự chủ trong nghiên cứu và đổi mới sáng tạo .....	6
1.2. Chính sách bảo vệ nguồn tri thức và giảm thiểu rủi ro từ sự phụ thuộc lẫn nhau .....	15
1.3. Nâng cao hiệu suất công nghiệp thông qua đầu tư khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo .....	18
<b>II. CHÍNH SÁCH KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO THỨC ĐẨY CHUYỂN ĐỔI BỀN VỮNG.....</b>	<b>31</b>
2.1. Hướng tới cách tiếp cận chính sách đa cấp và trực tiếp hơn .....	31
2.2. Thúc đẩy quá trình chuyển đổi bền vững trong các lĩnh vực chính sách khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo .....	36
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>54</b>
<b>Tài liệu tham khảo .....</b>	<b>57</b>

## **Giới thiệu**

Công nghệ đã củng cố thịnh vượng và an ninh kinh tế của các nước OECD và tạo ra cạnh tranh chiến lược. Sự tăng cường vị thế của Trung Quốc trong công nghệ tiên phong tạo ra cạnh tranh gay gắt trong tương lai. Các biện pháp đang được các cường quốc đưa ra nhằm giảm thiểu rủi ro phụ thuộc lẫn nhau vào KHCN&ĐMST và tăng cường liên minh quốc tế trong lĩnh vực này. Những biện pháp này có thể phá vỡ các chuỗi giá trị toàn cầu tích hợp và các mối liên kết khoa học quốc tế sâu rộng đã được xây dựng trong 30 năm qua. Cùng với sự nhấn mạnh ngày càng tăng về “các giá trị được chia sẻ” trong nghiên cứu và phát triển công nghệ, các biện pháp này có thể dẫn đến việc “tách rời” các hoạt động KHCN&ĐMST vào thời điểm mà những thách thức toàn cầu đòi hỏi các giải pháp toàn cầu được củng cố bởi sự hợp tác KHCN&ĐMST quốc tế. Một phép thử lớn đối với chủ nghĩa đa phương sẽ là dung hòa sự cạnh tranh chiến lược ngày càng tăng với nhu cầu giải quyết các thách thức toàn cầu như biến đổi khí hậu.

Bên cạnh đó, các hệ thống kỹ thuật xã hội trong các lĩnh vực như năng lượng, nông sản và giao thông cần chuyển đổi nhanh chóng để trở nên bền vững và linh hoạt hơn, điều này sẽ đòi hỏi sự thay đổi đồng thời về chính trị, kinh tế, hành vi, văn hóa và công nghệ, ở nhiều cấp độ quản lý. KHCN&ĐMST có vai trò thiết yếu trong những chuyển đổi này, nhưng theo OECD, các chính phủ phải tham vọng hơn và hành động khẩn trương hơn trong các chính sách KHCN&ĐMST của họ để đáp ứng những thách thức này.

Tổng luận “CHÍNH SÁCH KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO THÚC ĐẨY CẠNH TRANH VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG” nhằm cung cấp cho bạn đọc những thông tin cơ bản về chính sách KHCN&ĐMST của một số cường quốc và khu vực trong thời kỳ cạnh tranh chiến lược và phát triển bền vững, cũng như một số khuyến nghị chính sách của OECD để giải quyết các thách thức toàn cầu như biến đổi khí hậu.

Trân trọng giới thiệu.

**CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ  
CÔNG NGHỆ QUỐC GIA**

## DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

AI	Trí tuệ nhân tạo
ANSO	Liên minh các Tổ chức Khoa học Quốc tế
BRI	Sáng kiến Vành đai và Con đường
CCU	Thu hồi và sử dụng các-bon
CNTT&TT	Công nghệ thông tin và truyền thông
COP26	Hội nghị Biến đổi Khí hậu của Liên Hợp Quốc
ĐMST	Đổi mới sáng tạo
EDF	Quỹ Quốc phòng EU
EU	Liên minh Châu Âu
G7	Nhóm 7 nước có nền công nghiệp tiên tiến
IPCEIs	Các dự án quan trọng vì lợi ích chung của EU
IEA	Cơ quan Năng lượng Quốc tế
IoT	Internet vạn vật
KH&CN	Khoa học và công nghệ
KHCN&ĐMST	Khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo
MOIP	Chính sách đổi mới theo định hướng sứ mệnh
NDC	Đóng góp do quốc gia tự quyết định
NC&PT	Nghiên cứu và Phát triển
NZE	Phát thải ròng bằng 0
OECD	Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế
STEM	Khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học

## Tóm tắt

Dẫn đầu về công nghệ từ lâu đã là nền tảng cho sự thịnh vượng kinh tế và an ninh của các nước OECD. Vai trò lãnh đạo chắc chắn liên quan đến một số biện pháp bảo vệ công nghệ khỏi các đối thủ cạnh tranh chiến lược, nhưng những nỗ lực như vậy ngày nay rất phức tạp do tính chất đa quốc gia và phụ thuộc lẫn nhau của đổi mới công nghệ đương đại.

Trung Quốc đã tích lũy năng lực công nghệ ngày càng tinh vi trong hai thập kỷ qua và đã dẫn đầu thị trường trong các lĩnh vực như 5G, pin và quang điện. Trong khi Trung Quốc gắn bó chặt chẽ với các chuỗi giá trị toàn cầu và mạng lưới khoa học quốc tế, thì ưu thế công nghệ ngày càng tăng của nước này, nhờ sự ổn định và cơ hội mà trật tự quốc tế mang lại, đã mở ra một kỷ nguyên mới của cạnh tranh chiến lược khốc liệt hơn.

Đối với các nền kinh tế thị trường tự do, sự trỗi dậy của Trung Quốc làm nảy sinh 3 lĩnh vực quan tâm chính, mỗi lĩnh vực được dự kiến sẽ củng cố an ninh kinh tế và quốc gia trong tương lai: (i) cạnh tranh gia tăng trong các công nghệ quan trọng được kỳ vọng sẽ củng cố khả năng cạnh tranh kinh tế trong tương lai; (ii) tạo khác biệt đối với các giá trị và lợi ích giữa Trung Quốc và các nền kinh tế thị trường tự do, tạo thách thức đối với trật tự quốc tế dựa trên luật lệ hiện có; và (iii) tạo ra nhận thức ngày càng rõ về tính dễ bị tổn thương do thiếu đa dạng hóa trong chuỗi cung ứng công nghệ.

Khi các chương trình nghị sự về chính sách kinh tế và an ninh có dấu hiệu hội tụ ngày càng nhiều, các khái niệm như “chủ quyền công nghệ” và “quyền tự chủ chiến lược” – đề cập đến năng lực của một chính thể để hành động một cách chiến lược và tự chủ trong thời đại cạnh tranh toàn cầu dựa trên công nghệ ngày càng gay gắt – đã nổi lên như khung chính sách KHCN&ĐMST. Khung này có thể và thực sự có ý định phá vỡ các hệ sinh thái công nghệ hiện có. Nó cũng có thể có những tác động ngoài ý muốn, ví dụ đối với sự hợp tác trong khoa học cơ bản.

Tổng luận này chủ yếu tập trung vào các chính sách liên quan đến KHCN&ĐMST ở Trung Quốc, Liên minh Châu Âu và Hoa Kỳ. Nó cho thấy rằng các quốc gia sử dụng (thường kết hợp) ba loại can thiệp chính sách chính để củng cố chủ quyền công nghệ và quyền tự chủ chiến lược của họ: (i) Biện pháp bảo vệ, chẳng hạn như kiểm soát xuất khẩu, kiểm duyệt đầu tư trực tiếp nước ngoài, biện pháp bảo đảm an ninh nghiên cứu, nhằm hạn chế luồng công nghệ quốc tế và giảm thiểu tổn thất chuỗi cung ứng; (ii) Biện pháp khuyến khích, tăng cường, chẳng hạn như chính sách công nghiệp, để tăng cường khả năng và hiệu suất công nghiệp

trong nước và giảm thiểu sự phụ thuộc vào nhà cung cấp nước ngoài; (iii) Biện pháp đối ngoại, chẳng hạn như liên minh KHCN&ĐMST quốc tế và tiêu chuẩn kỹ thuật, nhằm tăng cường hợp tác KHCN&ĐMST dựa trên các giá trị và lợi ích chung và đa dạng hóa chuỗi cung ứng công nghệ.

Các cuộc thảo luận chính sách về vấn đề phụ thuộc lẫn nhau thường trích dẫn hai ví dụ điển hình: chất bán dẫn và khoáng sản quan trọng. Tổng luận này mô tả cách các quốc gia OECD và Trung Quốc đang đầu tư mạnh mẽ vào đổi mới sáng tạo ở cả hai ví dụ này, sử dụng kết hợp các biện pháp bảo vệ, thúc đẩy và dự báo để củng cố vị thế tương đối của họ. Các chính sách này có thể hy sinh một số lợi ích thu được từ chuyên môn hóa, tính kinh tế theo quy mô và phổ biến thông tin và bí quyết. Chúng cũng có thể làm suy yếu sự hợp tác trong tương lai đối với những thách thức lớn toàn cầu. Một thử thách lớn đối với chủ nghĩa đa phương sẽ là dung hòa sự cạnh tranh chiến lược ngày càng tăng với nhu cầu giải quyết các thách thức toàn cầu chung như biến đổi khí hậu.

Các hệ thống kỹ thuật xã hội trong các lĩnh vực như năng lượng, nông sản và giao thông cần chuyển đổi nhanh chóng để trở nên bền vững và linh hoạt hơn, điều này sẽ đòi hỏi sự thay đổi đồng thời về chính trị, kinh tế, hành vi, văn hóa và công nghệ, ở nhiều cấp độ quản lý. KHCN&ĐMST có vai trò thiết yếu trong những chuyển đổi này, nhưng các chính phủ phải tham vọng hơn và hành động khẩn trương hơn trong các chính sách KHCN&ĐMST của họ để đáp ứng những thách thức này. OECD đã có những khuyến nghị chính sách KHCN&ĐMST theo định hướng lớn hơn để hỗ trợ quá trình chuyển đổi bền vững. Tổ chức này cho rằng đại dịch COVID-19 cũng mang đến “cơ hội” để ban hành các cải cách, đặc biệt là trong bối cảnh các gói phục hồi đầy tham vọng và các cam kết mới đã được đưa ra nhằm giải quyết biến đổi khí hậu. Các chính phủ có thể yêu cầu các khuôn khổ chính sách và thông lệ hoàn toàn khác với những khuôn khổ và thông lệ mà họ thường sử dụng ngày nay. Các cuộc cải cách sẽ yêu cầu xem xét lại các mô hình, tầm nhìn, mục tiêu và công cụ chính sách KHCN&ĐMST nhằm điều chỉnh chúng hoặc thay thế chúng bằng các mô hình khác. Tất cả các khía cạnh của chính sách và quản trị KHCN&ĐMST đều có liên quan, bao gồm tài trợ nghiên cứu và đổi mới sáng tạo, nguồn nhân lực khoa học và công nghệ, cơ sở hạ tầng nghiên cứu và công nghệ, cơ chế điều phối hệ thống KHCN&ĐMST, đánh giá và đo lường.

OECD kêu gọi cải cách chính sách KHCN&ĐMST và vạch ra những lĩnh vực cần chú ý. Những thay đổi cần thiết trong chính sách KHCN&ĐMST, bao gồm nâng cao nhận thức hơn về nhu cầu cần định hướng lớn hơn và quan điểm đa cấp về

thay đổi hệ thống. Để KHVCN&ĐMST có thể hỗ trợ quá trình chuyển đổi bền vững, nó cần hỗ trợ các phương thức hợp tác mới (ví dụ: giữa các nhà nghiên cứu, doanh nghiệp, chính phủ và công dân) và phát triển các nguồn lực hỗ trợ (ví dụ: tài chính, kỹ năng và kiến thức) có lợi cho sự thay đổi mang tính chuyển đổi. Nó cần phải cân bằng các can thiệp từ phía cung và cầu nhằm vào cả sản xuất và tiêu dùng. Tổng luận cũng nêu 10 lĩnh vực của chính sách KHVCN&ĐMST cần cải cách, làm nổi bật những khoảng cách quan trọng giữa tài trợ cho R&D và tham vọng phát thải ròng bằng 0 (Net-Zero). Phần cuối cùng rút ra một số bài học và trình bày một triển vọng ngắn gọn về chính sách KHVCN&ĐMST cho quá trình chuyển đổi bền vững.

# I. CHÍNH SÁCH KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO THỨC ĐẨY CẠNH TRANH CHIẾN LƯỢC

## 1.1. Chính sách tự chủ trong nghiên cứu và đổi mới sáng tạo

### *Can thiệp chính sách để tăng cường tự chủ trong nghiên cứu và ĐMST*

Chiến lược an ninh quốc gia của Hoa Kỳ công bố tháng 10/2022 khẳng định công nghệ là trung tâm của cuộc cạnh tranh địa chính trị ngày nay và sự dẫn đầu về công nghệ từ lâu đã củng cố sự thịnh vượng kinh tế và an ninh của các quốc gia OECD. Vai trò lãnh đạo chắc chắn liên quan đến một số biện pháp bảo vệ công nghệ – đặc biệt là công nghệ quân sự, cũng như các công nghệ dân sự có tiềm năng sử dụng kép – trước các đối thủ cạnh tranh chiến lược.

Tài liệu về chính sách (Helwig, Sinkkonen và Sinkkonen, 2021; March và Schieferdecker, 2021; Goodman và Robert, 2021) xác định ba loại can thiệp chính sách chính để tăng cường chủ quyền công nghệ và quyền tự chủ chiến lược – tức là bảo vệ, nâng cao và mở rộng, đôi khi được gọi là “3P” - Protection, Promotion và Projection (Hình 2.1):

(i) Bảo vệ: hạn chế dòng công nghệ và giảm rủi ro phụ thuộc, ví dụ: thông qua các chính sách quản lý như kiểm soát xuất khẩu, các biện pháp đa dạng hóa chuỗi cung ứng, v.v. Loại chính sách can thiệp này tập trung vào bảo vệ ngành công nghệ trong nước khỏi sự cạnh tranh nước ngoài và đảm bảo rằng các công nghệ quan trọng không bị tổn hại bởi các mối đe dọa từ bên ngoài. Điều này bao gồm việc thực hiện các biện pháp như rào cản thương mại, thuế quan, kiểm soát xuất khẩu và bảo vệ quyền sở hữu trí tuệ để bảo vệ ngành công nghệ trong nước và ngăn chặn việc mất các khả năng chiến lược cho nước ngoài. Mục tiêu là tạo ra một hệ sinh thái công nghệ an toàn và mạnh mẽ trong nước.

(ii) Nâng cao: nâng cao năng lực và hiệu suất ĐMST trong nước, ví dụ: thông qua các chính sách ĐMST tổng thể, chính sách ĐMST định hướng sứ mệnh, chiến lược công nghiệp quốc gia. Loại can thiệp chính sách này nhằm hỗ trợ và khuyến khích sự phát triển của ngành công nghệ trong nước. Điều này có thể được đạt được thông qua các biện pháp khác nhau, chẳng hạn như cung cấp lợi ích tài chính, trợ cấp để khuyến khích NC&PT, ĐMST và khởi nghiệp trong lĩnh vực công nghệ. Chính sách thúc đẩy cũng bao gồm đầu tư vào cơ sở hạ tầng, giáo dục và phát triển kỹ năng để tạo ra một môi trường thuận lợi cho tiến bộ công nghệ. Mục tiêu là nâng cao sự cạnh tranh của ngành công nghệ trong nước trên phạm vi toàn cầu.

(iii) Mở rộng: mở rộng và làm sâu sắc thêm các mối liên kết KH&ĐMST



quốc tế, ví dụ: thông qua các liên minh công nghệ quốc tế, tham gia tích cực vào các cơ quan thiết lập tiêu chuẩn quốc tế. Loại can thiệp chính sách này liên quan đến việc tạo dựng hình ảnh công nghệ toàn cầu và thể hiện sự ảnh hưởng trong quản trị công nghệ quốc tế. Nó bao gồm nỗ lực thiết lập các tiêu chuẩn, quy tắc và quy định toàn cầu phù hợp với lợi ích và giá trị của một quốc gia. Chính sách này cũng bao gồm các hợp tác quốc tế, đối tác và các sáng kiến ngoại giao để mở rộng quyền tiếp cận thị trường, tăng cường xuất khẩu công nghệ và thiết lập liên minh chiến lược với các quốc gia cùng chí hướng. Mục tiêu là thể hiện sự ảnh hưởng và đảm bảo rằng tiếng nói của quốc gia được coi trọng và lợi ích của họ trong việc tham gia vào quản trị công nghệ toàn cầu.

Thách thức mà các nhà hoạch định chính sách phải đối mặt là đạt được sự cân bằng phù hợp giữa các loại can thiệp chính sách này trong bối cảnh quốc gia của họ. Ví dụ, phần lớn cuộc tranh luận về chủ quyền công nghệ hiện nay ở Hoa Kỳ tập trung vào sự cân bằng giữa các biện pháp bảo vệ và thúc đẩy, với những người ủng hộ chính sách công nghiệp tích cực hơn (khuyến khích) nhấn mạnh vai trò trung tâm của chính sách này trong việc đáp ứng sự cạnh tranh công nghệ ngày càng tăng từ Trung Quốc. Trong thực tế, các sáng kiến chính sách đơn lẻ, chẳng hạn như các chính sách công nghiệp quốc gia, có thể kết hợp các yếu tố của cả ba loại can thiệp chính sách. Theo hướng này, Ủy ban Châu Âu đã báo hiệu sự cần thiết phải có sự kết hợp chặt chẽ giữa các chính sách công nghiệp, nghiên cứu và thương mại để có thể tạo điều kiện thuận lợi cho quan hệ đối tác và hợp tác với các quốc gia có cùng chí hướng nhằm theo đuổi quyền tự chủ chiến lược. Các lĩnh vực chính sách này thường khá độc lập với nhau và sự phối hợp của chúng đặt ra những thách thức về điều phối và quản trị cho các nhà hoạch định chính sách. Cuối cùng, không có công thức duy nhất nào và một hỗn hợp chính sách thích hợp sẽ khác nhau tùy thuộc vào các quốc gia, lĩnh vực công nghệ và ngành công nghiệp. Điều này đòi hỏi một cách tiếp cận dựa trên quản lý rủi ro có mục tiêu thông qua các đánh giá về các mối đe dọa, rủi ro và cơ hội.

Các phần tiếp theo đề cập đến từng loại can thiệp chính sách này, các sáng kiến chính sách từ Trung Quốc, Liên minh châu Âu và Hoa Kỳ, những quốc gia cùng chiếm hầu hết các hoạt động khoa học và ĐMST của thế giới. Các sáng kiến chính sách cụ thể thường kết hợp các loại can thiệp khác nhau và xuyên suốt. Bảng 2.1 liệt kê các sáng kiến chính sách chính được đề cập. Để cung cấp một số bối cảnh, phần tiếp theo trình bày một vài chỉ số được chọn về hoạt động khoa học và ĐMST của Trung Quốc, Liên minh Châu Âu và Hoa Kỳ.

**Bảng 1.1.** Các sáng kiến chính sách gần đây của Trung Quốc, EU và Hoa Kỳ về ba loại can

thiệp chính sách chính để tăng cường chủ quyền công nghệ và quyền tự chủ chiến lược.

Trung Quốc	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Made in China 2025;</li> <li>- Kế hoạch 5 năm lần thứ 14;</li> <li>- Chiến lược kinh tế hai vòng xoay;</li> <li>- Chiến lược Kết hợp quân - dân sự (Military-Civil Fusion);</li> <li>- Tiêu chuẩn Trung Quốc 2035 (China Standards 2035);</li> <li>- Quỹ định hướng của Chính phủ</li> <li>- Sáng kiến Vành đai và Con đường</li> </ul>
EU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kế hoạch Thế hệ tiếp theo EU;</li> <li>- Chiến lược Công nghiệp Mới cho Châu Âu;</li> <li>- Chương trình đổi mới châu Âu mới;</li> <li>- Các dự án quan trọng vì lợi ích chung của châu Âu;</li> <li>- Luật Chips cho Châu Âu;</li> <li>- Hội đồng Thương mại và Công nghệ EU-Mỹ</li> </ul>
Hoa Kỳ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luật CHIPS và Khoa học;</li> <li>- Luật Giảm lạm phát;</li> <li>- Luật đầu tư cơ sở hạ tầng và việc làm;</li> <li>- Khung kinh tế Ấn Độ Dương-Thái Bình Dương vì sự thịnh vượng;</li> <li>- Đối tác của Nhóm Bảy nước (G7) về Cơ sở hạ tầng và Đầu tư Toàn cầu</li> </ul>

### ***So sánh một số chỉ số về NC&PT giữa Trung Quốc, EU và Hoa Kỳ***

Hoa Kỳ vẫn là quốc gia chi tiêu (tính theo giá tuyệt đối) lớn nhất cho NC&PT trên thế giới, tiếp theo là Trung Quốc, quốc gia đã vượt qua Liên minh Châu Âu vào năm 2014. Cường độ NC&PT của Trung Quốc đã tăng từ 1,71% năm 2010 lên 2,45% năm 2021. Con số này vượt quá cường độ NC&PT của Liên minh Châu Âu (2,15%), nhưng vẫn thấp hơn so với mức của Hoa Kỳ (3,46%).

Hình 2.3 cho thấy chi tiêu NC&PT tuyệt đối của Trung Quốc, Liên minh châu Âu và Hoa Kỳ trong hai thập kỷ qua. Quy mô chi tiêu NC&PT của Trung Quốc ngày nay cho thấy nước này đang đầu tư lớn cho các lĩnh vực công nghệ tiên phong. Cho đến nay, khu vực doanh nghiệp chiếm khoản chi lớn nhất cho NC&PT trong cả ba nước và khu vực, mặc dù tỷ lệ này đã tăng lên ở Trung Quốc trong những thập kỷ gần đây, từ 60,0% năm 2000 lên 76,6% năm 2020. Khu vực chính phủ thực hiện NC&PT lớn thứ hai ở Trung Quốc, chiếm 15,7% GERD năm 2020, mặc dù đây là mức giảm đáng kể so với 20 năm trước đó, khi nó chiếm 31,5%. Khu vực giáo dục đại học của Trung Quốc chiếm tỷ lệ nhỏ nhất, chỉ chiếm 7,7% GERD năm 2020, và chỉ thay đổi rất ít so với 20 năm trước (8,6%). Tỷ lệ này phần nào đảo ngược ở Liên

minh Châu Âu và Hoa Kỳ, nơi mà khu vực giáo dục đại học nổi bật hơn khu vực chính phủ, với tỷ lệ GERD ngày càng tăng trong 20 năm qua.

Hình 2.3 cũng cho thấy Trung Quốc có 2,28 triệu nhà nghiên cứu năm 2020 – số lượng nhà nghiên cứu lớn nhất thế giới, so với 1,89 triệu ở EU và 1,59 triệu ở Hoa Kỳ. Trong khi số lượng nhà nghiên cứu đã tăng lên rõ rệt ở cả ba nước và khu vực trong hai thập kỷ qua, nhưng ở Trung Quốc đã tăng hơn gấp 3 lần trong 20 năm qua, đánh dấu sự gia tăng lớn nhất so với các quốc gia khác. Tuy nhiên, Trung Quốc vẫn chỉ có 3,0 nhà nghiên cứu trên 1.000 người lao động năm 2020, bằng khoảng 1/3 mức của EU. Điều này cho thấy tiềm năng gia tăng hơn nữa số nhà nghiên cứu của Trung Quốc là rất lớn.

Việc Trung Quốc tăng chi tiêu và nhân sự cho NC&PT đã tác động tích cực đến chỉ tiêu trích dẫn của các ấn phẩm khoa học. Hình 2.4 cho thấy Trung Quốc đã sản xuất nhiều ấn phẩm khoa học hơn trong năm 2020 so với EU hoặc Hoa Kỳ. Trung Quốc cũng tạo ra nhiều ấn phẩm khoa học được trích dẫn hàng đầu hơn trong năm 2020. EU cũng tăng số lượng ấn phẩm khoa học và số lượng ấn phẩm được trích dẫn hàng đầu, mặc dù có biên độ nhỏ hơn so với Trung Quốc. Mức tăng ở Hoa Kỳ nhỏ hơn nhiều, mặc dù bắt đầu từ mức hiệu suất cao.

Liên quan đến bằng sáng chế, Trung Quốc chiếm 13% trong số các sáng chế đồng dạng (Patent families) IP5 trong năm 2017-2019 so với chỉ 1% trong năm 1998-2000, vượt qua Đức để trở thành quốc gia sở hữu nhiều bằng sáng chế lớn thứ ba theo thước đo này. Trong cùng thời kỳ, tỷ lệ các sáng chế đồng dạng IP5 có nguồn gốc từ Hoa Kỳ đã giảm từ 26% xuống 19%. Nhật Bản vẫn là quốc gia cấp bằng sáng chế hàng đầu, chiếm 26% số sáng chế đồng dạng IP5 trong năm 2017-2019, tỷ lệ ít thay đổi so với giai đoạn 1998-2000, khi chiếm 28%. Với tư cách là thước đo ưa thích của quốc tế hóa các hoạt động sáng tạo, hiệu suất sáng tạo và phổ biến tri thức, dữ liệu về sáng chế đồng dạng IP5 cho thấy Trung Quốc đã tích lũy được năng lực công nghệ ngày càng tinh vi trong hai thập kỷ qua nhờ đầu tư vào NC&PT.

### ***Tăng cường quyền tự chủ chiến lược trong hành động: Chất bán dẫn và khoáng sản quan trọng***

Các cuộc thảo luận chính sách về chủ quyền công nghệ và khả năng dễ bị tổn thương do phụ thuộc lẫn nhau thường được minh chứng qua hai ví dụ điển hình: chất bán dẫn và khoáng sản quan trọng. Các quốc gia OECD và Trung Quốc đang đầu tư mạnh vào cả hai lĩnh vực này, sử dụng kết hợp các chính sách bảo vệ, thúc đẩy và mở rộng, như được mô tả dưới đây.

## *Chất bán dẫn*

Chất bán dẫn là các khối kiến tạo của công nghệ kỹ thuật số và phổ biến nhất trong ngành viễn thông, máy tính và các thiết bị điện tử tiêu dùng khác, cũng như trong xe cơ giới và thiết bị y tế. Sản xuất chất bán dẫn được phân mảnh và chuyên môn hóa trong chuỗi cung ứng toàn cầu, từ thiết kế chip đến sản xuất, thử nghiệm, lắp ráp và đóng gói chất bán dẫn, trước khi đến tay các công ty/người dùng cuối tích hợp chip vào sản phẩm của họ.

Không quốc gia hay khu vực nào có quyền kiểm soát toàn bộ chuỗi giá trị vì mỗi tác nhân thực hiện các công đoạn khác nhau của quy trình sản xuất tùy theo lợi thế so sánh của họ. Tuy nhiên, những phân khúc liên quan đến sản xuất, lắp ráp và thử nghiệm tập trung nhiều hơn, chủ yếu là do chi phí đầu tư xây dựng các cơ sở sản xuất hiện đại ban đầu rất lớn. Mặc dù Hoa Kỳ từng thống trị lĩnh vực sản xuất chất bán dẫn, nhưng nhiều công ty của họ đã chuyển sang mô hình sản xuất "fabless". Các công ty fabless còn được gọi là công ty không nhà máy, họ chủ yếu tập trung vào việc nghiên cứu, thiết kế, và phát triển các sản phẩm chip, sau đó họ gửi thiết kế này tới các nhà cung cấp dịch vụ sản xuất chip. Các nhà cung cấp này sẽ chịu trách nhiệm sản xuất hàng loạt các chip dựa trên thiết kế từ công ty fabless. Lợi ích của mô hình "fabless" bao gồm: Tập trung chuyên môn, các công ty fabless có thể tập trung vào việc phát triển sản phẩm và nghiên cứu công nghệ mà không phải đầu tư lớn vào cơ sở hạ tầng sản xuất; Tiết kiệm chi phí, bằng cách sử dụng dịch vụ sản xuất từ các nhà cung cấp, các công ty fabless có thể tiết kiệm chi phí sản xuất và tránh các khoản đầu tư ban đầu lớn; Linh hoạt, mô hình "fabless" cho phép các công ty linh hoạt điều chỉnh sản lượng và quy mô sản xuất một cách dễ dàng, phù hợp với nhu cầu thị trường và công nghệ mới.

Ngày nay, Hàn Quốc và Đài Loan (Trung Quốc) thường nằm ở giữa chuỗi cung ứng: các xưởng đúc chất bán dẫn của họ nhập khẩu các tấm bán dẫn silicon và thiết bị từ Nhật Bản, Châu Âu và Hoa Kỳ để sản xuất chip, sau đó xuất khẩu sang Trung Quốc để tích hợp vào hàng tiêu dùng tái xuất sang các nước OECD. Động lực chính của sự đổi mới trong lĩnh vực này là quá trình thu nhỏ các bộ vi xử lý nhằm làm sao có thể nén chặt số lượng lớn các bóng bán dẫn vào một vị trí nhất định để làm cho chúng xử lý nhanh hơn và tiết kiệm điện hơn. Các chip 5 nanomet (nm) tiên tiến nhất hiện nay đang được sản xuất và dự kiến sẽ giảm xuống còn 2nm vào năm 2026. Máy tính và điện thoại di động là động lực chính của quá trình thu nhỏ; đồng thời, việc sản xuất hàng loạt quy mô lớn của chúng giúp duy trì sự phát triển công nghệ và cơ sở sản xuất hiện đại.

Các nhà sản xuất chip thường đầu tư khoảng 1/3 doanh thu của họ vào NC&PT và thiết bị. Chi phí để xây dựng một nhà máy chế tạo hàng đầu có thể lên tới 20 tỷ euro (và thêm khoảng 5 tỷ euro mỗi năm để vận hành nhà máy). Quy trình sản xuất chip 5nm cần sự đầu tư rất lớn và phức tạp, trên thế giới chỉ có hai công ty là TSMC của Đài Loan (Trung Quốc) và Samsung (Hàn Quốc) hiện đang sản xuất được chip 5nm, trong khi Châu Âu không có nhà máy nào sản xuất chip dưới 22nm tính đến năm 2021.

Mức độ tập trung cao vào sản xuất chất bán dẫn ở châu Á làm dấy lên lo ngại về khả năng dễ bị tổn thương do gián đoạn sản xuất. Ảnh hưởng của sự gián đoạn như vậy sẽ mang nhiều hệ lụy hơn vì ngành công nghiệp bán dẫn là ngành công nghiệp thượng nguồn, tức là nó cung cấp đầu vào cho nhiều ngành công nghiệp khác. Đặc biệt, tình trạng thiếu hụt chất bán dẫn gần đây, liên quan đến cú sốc cung và cầu do liên quan đến đại dịch COVID-19, khiến cho chuỗi cung ứng trầm trọng thêm.

Tương tự, các nước châu Á cũng tìm kiếm các cách để giảm thiểu các lỗ hổng gắn liền với sự phụ thuộc của họ vào thiết kế chip của Hoa Kỳ và thiết bị quang khắc tiên tiến nhất của châu Âu. Mặc dù chậm hơn một chút so với các nhà dẫn đầu toàn cầu về sản xuất chip tiên tiến nhất, Trung Quốc lo ngại về các biện pháp kiểm soát xuất khẩu, như biện pháp mà Hoa Kỳ công bố gần đây nhằm hạn chế khả năng có được chip máy tính tiên tiến, phát triển và bảo trì siêu máy tính cũng như sản xuất chất bán dẫn tiên tiến. Cho đến nay, phần lớn hỗ trợ ngân sách công ở các nước OECD là cho các ngành thượng nguồn, nhắm mục tiêu vào các hoạt động NC&PT của các công ty bán dẫn với các khoản tài trợ nghiên cứu và ưu đãi thuế NC&PT.

Điều này phản ánh sự chuyên môn hóa của họ trong các phân đoạn nghiên cứu chuyên sâu của chuỗi cung ứng chất bán dẫn. Ngược lại, Trung Quốc dùng các khoản trợ cấp khổng lồ để giảm sự phụ thuộc vào nhập khẩu và lỗ hổng của họ trước việc áp đặt kiểm soát xuất khẩu đơn phương của Hoa Kỳ, và dành tới 200 tỷ USD trong thời hạn 10 năm theo kế hoạch Made in China 2025 để tăng cường năng lực nghiên cứu và sản xuất trong nước trên toàn bộ chuỗi cung ứng. Cùng với các áp lực từ tình trạng thiếu chất bán dẫn và sự quan tâm mới đối với các chính sách công nghiệp nhằm thúc đẩy khả năng cạnh tranh kinh tế toàn diện và an ninh quốc gia, những hỗ trợ kiểu này đã khởi động một “cuộc đua trợ cấp”, cùng với tất cả “những người chơi chính” (tức là Hoa Kỳ, EU, Hàn Quốc, Đài Loan và Nhật Bản) gần đây đã đưa ra các sáng kiến đầy tham vọng nhằm thúc đẩy ngành công nghiệp bán dẫn của họ. Luật Chips cho Châu Âu và Luật Khoa học và CHIPS của Hoa Kỳ.

Các sáng kiến giống kiểu này vẫn tập trung vào đầu tư NC&PT, nhưng cũng có các ưu đãi chính sách công nghiệp khác, chẳng hạn như các chính sách khuyến khích sản xuất (ví dụ: thông qua các trợ cấp để xây dựng và vận hành các cơ sở chế tạo) hoặc tìm cách thu hút đầu tư nước ngoài và nhân tài.

Việc hướng toàn bộ quy trình sản xuất chất bán dẫn trong một khu vực tài phán duy nhất là không khả thi cũng như không mong muốn về mặt kinh tế và không thể đạt được “quyền tự chủ chiến lược” nếu không có các đối tác quốc tế đáng tin cậy. Luật Khoa học và CHIPS của Hoa Kỳ đề cập về mặt này vì nó phân bổ 500 triệu USD trong 5 năm cho Quỹ đổi mới và an ninh công nghệ quốc tế CHIPS của Hoa Kỳ, nhằm giúp Hoa Kỳ và các chính phủ có cùng quan điểm phối hợp an ninh và các hoạt động của chuỗi cung ứng của họ.

### ***Khoáng sản quan trọng***

Nhiều công nghệ năng lượng sạch dựa vào các khoáng sản quan trọng như đồng, lithium, nickel, cobalt và các nguyên tố đất hiếm. Một trong những ứng dụng chính của các khoáng chất quan trọng này là sản xuất nam châm vĩnh cửu cho động cơ (như trong xe điện và tuabin gió, máy phát điện), lĩnh vực có nhu cầu dự kiến sẽ tăng nhanh hơn bất kỳ lĩnh vực nào khác, được thúc đẩy bởi sự áp dụng mạnh mẽ của các công nghệ năng lượng sạch. Theo Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA), một chiếc ô tô điện điển hình cần lượng khoáng sản đầu vào cao gấp 6 lần so với một chiếc ô tô thông thường, trong khi một nhà máy điện gió trên đất liền đòi hỏi lượng khoáng sản lớn gấp 9 lần so với một nhà máy chạy bằng khí đốt với cùng một công suất. Ngoài ra, trong “Kịch bản phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050”, IEA ước tính rằng đầu vào khoáng sản để sản xuất cơ sở hạ tầng liên quan đến năng lượng và thiết bị sử dụng cuối sẽ cao hơn tới 6 lần vào năm 2040 so với hiện nay. Lấy ví dụ, nam châm vĩnh cửu đất hiếm cũng được sử dụng trong thiết bị công nghệ thông tin (ví dụ: máy tính xách tay, điện thoại di động và máy ảnh) và thiết bị chụp cộng hưởng y tế. Chúng cũng rất quan trọng đối với vũ khí hiện đại, bao gồm máy bay chiến đấu, máy bay không người lái và hệ thống tên lửa dẫn đường.

Nhiều sự quan tâm chính sách tập trung vào các nguyên tố đất hiếm, do tầm quan trọng và sự tập trung về mặt địa lý trong quá trình sản xuất và chế biến của chúng. Mặc dù đất hiếm có nhiều trong lớp vỏ Trái đất, nhưng hàm lượng có thể khai thác được ít hơn so với hầu hết các mặt hàng khoáng sản khác. Do những tác động đến môi trường nên nhiều mỏ khai thác và cơ sở tinh chế đã đóng cửa trong những thập kỷ gần đây. Trung Quốc chiếm khoảng 60% lượng đất hiếm được khai thác vào năm 2021, giảm nhiều so với những năm trước đó. Tuy nhiên, việc chế

biến các khoáng sản quan trọng thường tập trung hơn so với việc khai thác và Trung Quốc chiếm ưu thế lớn trong sản xuất ở mọi giai đoạn của chuỗi cung ứng ở hạ nguồn khai thác trong cả pin xe điện và quang điện. Đây là kết quả của các chính sách hỗ trợ sự phát triển chuỗi cung ứng nội địa tích hợp theo chiều dọc như là một ngành công nghiệp chiến lược. Nó phản ánh thị phần ngày càng tăng của Trung Quốc trong các hệ sinh thái công nghiệp hạ nguồn chính, nơi tiêu thụ 70-75% nguồn cung đất hiếm toàn cầu.

Lệnh cấm vận của Trung Quốc đối với xuất khẩu đất hiếm sang Nhật Bản trong năm 2010-2011 đã làm dấy lên mối lo ngại về nguồn cung sản phẩm này, tuy nhiên việc phân tách và tinh chế oxit đất hiếm vẫn tiếp tục được thực hiện chủ yếu ở Trung Quốc. Các công ty khai thác và chế biến đất hiếm chính của Trung Quốc đều thuộc sở hữu nhà nước và được trợ cấp thông qua các biện pháp chính sách trực tiếp và gián tiếp. Ngoài các nguyên tố đất hiếm, cuộc xung đột của Nga ở Ukraine đã làm tăng thêm mối lo ngại về việc cung cấp các khoáng chất quan trọng khác cho công nghệ xanh. Hiện nay, Nga chiếm 1/4 lượng xuất khẩu palladium trên toàn thế giới và Ukraine chiếm 1/3 lượng xuất khẩu nickel toàn cầu. Ukraine cũng là nước xuất khẩu lớn khí neon, một sản phẩm phụ của quá trình sản xuất thép sử dụng trong kỹ thuật in thạch bản bán dẫn. Những mối quan tâm này đã khuyến khích đầu tư vào các nguồn cung cấp mới để tăng cường tính đa dạng và khả năng phục hồi của chuỗi cung ứng năng lượng sạch. Trong đó, một số dự án mới đã được triển khai bên ngoài Trung Quốc và khoảng 20 dự án hiện đang được phát triển ở Úc, Canada và Hoa Kỳ.

Tuy nhiên, suốt thời gian dài đưa hoạt động sản xuất khoáng sản mới vào hoạt động, cũng như các tác động xã hội và môi trường khác nhau, tất cả đều gây nên những lo ngại về tính ổn định và bền vững của các nguồn cung cấp khoáng sản quan trọng. Không một quốc gia đơn lẻ nào có thể giải quyết những vấn đề này một mình. Việc tăng cường hợp tác quốc tế, kết hợp thị trường mở, quan hệ đối tác chiến lược và đa dạng nguồn cung, sẽ rất cần thiết để có thể đảm bảo an ninh, khả năng phục hồi và tính bền vững của các khoáng sản quan trọng.

Theo những hướng này, Hoa Kỳ và các quốc gia đối tác chiến lược chính đã công bố thiết lập Hiệp định Đối tác An ninh Khoáng sản (MSP), một sáng kiến mới đầy tham vọng nhằm củng cố chuỗi cung ứng khoáng sản quan trọng và để đảm bảo rằng các khoáng sản quan trọng được sản xuất, xử lý và tái chế trong một môi trường thuận lợi theo khả năng hỗ trợ của các quốc gia nhận ra lợi ích phát triển kinh tế đầy đủ từ các nguồn tài nguyên địa chất của họ.

Các nguồn cung cấp khoáng sản quan trọng mới cũng có thể được mở ra nhờ vào đổi mới trong công nghệ sản xuất và chế biến (ví dụ: các công nghệ mới nổi như khai thác lithium trực tiếp hoặc tăng cường thu hồi kim loại từ quặng cấp thấp hoặc dòng chất thải), điều này sẽ giúp giảm nhu cầu về khoáng sản sơ cấp mới. Các công nghệ sử dụng năng lượng hoặc nước thấp hơn cũng có thể mang lại lợi ích về môi trường và vận hành.

Lỗ hổng về nguồn cung cũng có thể giảm bớt khi chuyển sang các công nghệ xanh khác hoặc dùng các chất thay thế khoáng sản quan trọng, mặc dù những công nghệ này nhìn chung kém hiệu quả hơn. Do đó, ĐMST là chìa khóa để làm cho các công nghệ xanh ít sử dụng vật liệu hơn và các vật liệu quan trọng của chúng dễ dàng tái chế hơn.

Các nghiên cứu hiện nay đang thúc đẩy tiến độ giảm tiêu thụ đất hiếm trong ngành công nghiệp ô tô và trong các máy phát điện tua-bin gió, trong khi các nam châm vĩnh cửu không chứa đất hiếm có khả năng cạnh tranh về hiệu suất vẫn còn là một chặng đường dài phía trước.

Các công nghệ natri-ion mới nổi dựa vào các khoáng chất dồi dào và rẻ tiền, và các loại pin thể rắn có thể dẫn đến một bước cải tiến về hiệu suất. Đối với quang điện mặt trời, các công nghệ màng mỏng không silicon hữu cơ hứa hẹn hiệu suất cao hơn và chi phí sản xuất thấp hơn, mặc dù chúng vẫn đang ở giai đoạn nguyên mẫu. Đối với việc tái chế, đất hiếm hiện được thu hồi với số lượng hạn chế từ pin, nam châm vĩnh cửu và đèn huỳnh quang. Tuy nhiên, chỉ có 1% các nguyên tố đất hiếm hiện được tái chế ở Châu Âu (tỷ lệ có khả năng tương tự trên toàn cầu), cho thấy sự cần thiết phải tăng cường mạnh mẽ các hệ thống và cơ sở hạ tầng tái chế.

Điều này có thể sẽ cần sự hỗ trợ của chính phủ để khuyến khích tái chế các sản phẩm đã hết hạn sử dụng, hỗ trợ các hoạt động thu gom và phân loại, đồng thời tài trợ cho hoạt động NC&PT về các công nghệ tái chế mới. Đây là một thách thức mang tính hệ thống đòi hỏi nhiều hình thức hợp tác khác nhau, cả liên chính phủ và quốc tế. Theo hướng này, cả EU và Hoa Kỳ đã đưa ra nhiều sáng kiến chính sách khác nhau trong những năm gần đây để giải quyết các lỗ hổng trong chuỗi cung ứng khoáng sản quan trọng. Ủy ban Châu Âu đã phát triển Kế hoạch Hành động về Nguyên liệu thô quan trọng và thành lập Liên minh Nguyên liệu thô Châu Âu (ERMA) năm 2020. Chính quyền Biden đã công bố Sáng kiến Vật liệu Pin của Hoa Kỳ vào tháng 10 năm 2022 nhằm điều chỉnh và sử dụng các nguồn lực liên bang nhằm mở rộng chuỗi cung ứng pin từ đầu đến cuối.



## **1.2. Chính sách bảo vệ nguồn tri thức và giảm thiểu rủi ro từ sự phụ thuộc lẫn nhau**

Loại can thiệp chính sách tự chủ chiến lược đầu tiên liên quan đến bảo vệ, ví dụ, dưới hình thức các rào cản đối với các luồng kiến thức và công nghệ mở khi ngày càng có nhiều nhận thức và lo ngại về rủi ro đối với an ninh quốc gia. Cuộc khủng hoảng COVID-19 và cuộc xung đột Nga và Ukraina cũng đã làm tăng nguy cơ phụ thuộc lẫn nhau, đặt ra vấn đề về khả năng phục hồi của mô hình sản xuất toàn cầu dựa trên sự phân bố quốc tế và tăng cường hậu cần. Sự thay đổi trong cân bằng giữa tính an toàn của nguồn cung và các cân nhắc về hiệu quả có thể dẫn đến việc tái cấu trúc chuỗi cung ứng và sử dụng các nhà cung cấp ở các địa điểm gần hơn. Việc tái cấu trúc này có thể ảnh hưởng đến việc tìm nguồn cung ứng các sản phẩm và linh kiện công nghệ cao, đặc biệt là khi có lỗ hổng từ các nhà cung cấp chính có trụ sở tại các quốc gia có các ưu tiên địa chính trị khác nhau.

### ***Xác định mức độ phụ thuộc lẫn nhau của KHCN&ĐMST***

Kể từ khi Chiến tranh Lạnh kết thúc, một số loại liên kết KHCN&ĐMST đã được tăng cường và mở rộng. Chúng bao gồm sự hợp tác khoa học quốc tế, sự di chuyển quốc tế của các nhà khoa học và kỹ sư, và chuỗi giá trị toàn cầu trong các hoạt động kinh tế thâm dụng NC&PT cao, như được mô tả ngắn gọn dưới đây.

#### ***Hợp tác khoa học quốc tế***

Khoa học phụ thuộc vào kiến thức chung toàn cầu để đạt được tiến bộ và khoảng 1/5 ấn phẩm khoa học là đồng tác giả quốc tế. Khi năng lực khoa học của Trung Quốc phát triển trong những năm gần đây, nước này đã phát triển các liên kết nghiên cứu mạnh mẽ với các nước OECD. Dữ liệu về sự hợp tác dựa trên các ấn phẩm khoa học – được tính bằng cách sử dụng tổng số tài liệu quốc tế có đồng tác giả – cho thấy sự hợp tác quốc tế giữa Trung Quốc và Hoa Kỳ đã phát triển nhanh chóng trong vài thập kỷ qua. Trên thực tế, từ năm 2017-2019, quyền đồng tác giả của Hoa Kỳ với Trung Quốc phổ biến hơn so với Vương quốc Anh. Kể từ đó, con số này đã giảm khá mạnh, được cho là do đại dịch hạn chế đi lại và việc từ chối cấp thị thực đã hạn chế sinh viên và học giả Trung Quốc đi du lịch nước ngoài. Hầu hết sự suy giảm – bắt đầu từ năm 2020 và giảm mạnh năm 2021 – là trong các lĩnh vực kỹ thuật và khoa học tự nhiên, chiếm phần lớn trong hợp tác nghiên cứu song phương giữa Trung Quốc và Hoa Kỳ. Trong khi đó, sự hợp tác trong các lĩnh vực nghiên cứu khác, chẳng hạn như khoa học sự sống và sức khỏe, khoa học xã hội và nhân văn, tiếp tục phát triển trong cùng thời kỳ. Những mô hình này có thể là những dấu hiệu ban đầu của việc Trung Quốc và Hoa Kỳ ngừng hợp tác song phương

trong các lĩnh vực nghiên cứu quan trọng đối với cạnh tranh chiến lược. Điều này cũng có thể báo hiệu rằng sự hợp tác song phương trong các lĩnh vực khác, chẳng hạn như y học và khoa học môi trường, nơi cạnh tranh chiến lược ít nổi bật hơn, có thể tiếp tục phát triển.

#### *Nguồn nhân lực KH&CN nước ngoài*

Một số công ty thực hiện nghiên cứu lớn nhất ở các nước OECD chủ yếu dựa vào các tiến sĩ và nghiên cứu sinh sau tiến sĩ người nước ngoài để thực hiện hoạt động NC&PT của họ. Ví dụ, theo Chỉ số KH&CN 2022 của Hoa Kỳ (Science and Engineering Indicators 2022), tại Hoa Kỳ, lao động sinh ra ở nước ngoài chiếm 19% lực lượng lao động khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học (STEM) năm 2019, tăng từ 17% năm 2010; 45% người lao động trong các ngành khoa học và kỹ thuật ở trình độ tiến sĩ là người nước ngoài, với tỷ lệ cao nhất là các nhà khoa học máy tính và toán học. Khoảng một nửa số lao động sinh ra ở nước ngoài tại Hoa Kỳ có bằng cấp cao nhất trong lĩnh vực khoa học và kỹ thuật đến từ châu Á, trong đó đứng hàng đầu là Ấn Độ (chiếm 22%) và Trung Quốc (11%). Trung Quốc và Ấn Độ chiếm gần một nửa số sinh viên nước ngoài tại Hoa Kỳ. Dữ liệu về các tác giả khoa học vào và ra khỏi Hoa Kỳ cho thấy sự sụt giảm số lượng nhà khoa học vào Hoa Kỳ gần đây, và tạo “dòng chảy ra rỗng” năm 2021. Trong khi đó, Trung Quốc đang tạo ra “dòng chảy vào rỗng” của các tác giả khoa học vào nước này, điều này cũng cho thấy các nhà khoa học Trung Quốc trở về nước từ Hoa Kỳ. Sức hấp dẫn ngày càng tăng của EU đối với các tác giả khoa học một phần là kết quả của Brexit, với việc các nhà khoa học EU trở về từ Vương quốc Anh.

#### *Chuỗi giá trị toàn cầu trong các lĩnh vực thâm dụng NC&PT cao*

Những thay đổi trong những thập kỷ gần đây ở các nhà nhập khẩu lớn các sản phẩm trung gian trong các hoạt động kinh tế thâm dụng NC&PT cao và trung bình cao làm nổi bật cách thức các nền kinh tế ngày càng trở nên liên kết với nhau trong chuỗi giá trị toàn cầu. Vào đầu thế kỷ 21, Hoa Kỳ là nhà nhập khẩu lớn nhất các sản phẩm trung gian trong các hoạt động kinh tế thâm dụng NC&PT cao và trung bình cao, với Nhật Bản là nhà cung cấp quan trọng nhất. 20 năm sau, Trung Quốc đã trở thành nhà nhập khẩu (và xuất khẩu) lớn nhất các sản phẩm trung gian này. Nước này cũng là nhà cung cấp chính cho các nền kinh tế láng giềng (Nhật Bản, Hàn Quốc và Đài Loan) và là nhà cung cấp lớn thứ hai cho Hoa Kỳ, sau Mexico. Những sự phụ thuộc lẫn nhau này sẽ khiến khả năng tách rời giữa Trung Quốc và các nước OECD trở nên rất khó khăn và tốn kém.

#### *Có cần tái cấu trúc sự phụ thuộc lẫn nhau?*

### *Quản lý hợp tác quốc tế trong khoa học*

Các số liệu về hợp tác khoa học quốc tế cho thấy rằng các nhà nghiên cứu từ các quốc gia khác nhau làm việc cùng nhau bất kể lập trường ý thức hệ của chính phủ. Khám phá khoa học diễn ra trong một hệ sinh thái kết nối dựa trên trí tuệ tập thể, bí quyết, tài năng, nguồn lực tài chính và cơ sở hạ tầng từ khắp nơi trên thế giới. Sự phát triển ấn tượng về năng lực khoa học của Trung Quốc trong hai thập kỷ qua khiến nước này trở thành đối tác hấp dẫn đối với nhiều nhà nghiên cứu ở các nước OECD và ngược lại. Hơn nữa, những thách thức toàn cầu như đại dịch COVID-19, biến đổi khí hậu và các vấn đề kinh tế - xã hội phức tạp khác không thể được giải quyết nếu không có sự hợp tác nghiên cứu quốc tế.

Hiện nay, các mạng lưới nghiên cứu toàn cầu vẫn chưa xem xét đầy đủ ý nghĩa của chủ quyền công nghệ ngày càng tăng, đặc biệt là trong các lĩnh vực nghiên cứu có tiềm năng sử dụng kép. Sự hợp tác đang suy giảm giữa Trung Quốc và Hoa Kỳ trong lĩnh vực khoa học tự nhiên và kỹ thuật kể từ năm 2020 và có thể sự suy giảm này ngày càng lớn. Trong khi vẫn còn nhiều điều không chắc chắn, các chính sách tránh rủi ro quá mức có thể gây ra sự tách rời hợp tác quốc tế trong khoa học một cách đột ngột và sâu rộng hơn. Thách thức chính sách đối với các quốc gia thành viên OECD là tạo điều kiện cho các nhà nghiên cứu của họ tiếp tục tham gia học thuật một cách mạnh mẽ và có nguyên tắc đồng thời bảo vệ lợi ích và bảo vệ các giá trị của họ trong một môi trường địa chính trị phức tạp. Điều này sẽ không dễ dàng và việc quản lý các rủi ro cũng như lợi ích của quốc tế hóa sẽ cần được cung cấp thông tin bằng cách lập bản đồ thường xuyên dựa trên dữ liệu về các mối quan hệ nghiên cứu để xác định lĩnh vực nào cần thiết cho khoa học mở hơn và lĩnh vực nào không. Các nhà nghiên cứu cũng sẽ cần đa dạng hóa các mối liên kết quốc tế của họ, dựa trên sự hỗ trợ từ các cơ quan tài trợ nghiên cứu, những cơ quan này có thể làm nhiều hơn nữa để tăng cường mối quan hệ của họ với nhiều tổ chức đối tác trên toàn cầu.

### *Bảo đảm dòng chảy thương mại công nghệ cao*

Tốc độ hội nhập thị trường tài chính và sản phẩm nhanh chóng ở cấp độ toàn cầu, kết hợp với việc không ngừng theo đuổi mục tiêu đạt được hiệu quả thông qua chuỗi cung ứng toàn cầu, đã mang lại lợi ích kinh tế nhưng cũng bộc lộ những điểm yếu dễ bị gián đoạn, như đã thấy trong đại dịch COVID-19. Sự phức tạp ngày càng tăng, căng thẳng địa chính trị gia tăng, đã tạo nên tính dễ đổ vỡ của hoạt động hậu cần trong chuỗi cung ứng toàn cầu.

Sự tăng trưởng và hội nhập của Trung Quốc vào nền kinh tế thế giới thể hiện

qua việc ngày càng nhiều các công ty sản xuất ở các nước OECD sử dụng Trung Quốc như một nguồn đầu vào công nghệ cao và là nền tảng cho khâu lắp ráp cuối cùng. Điều này đã gây ra sự phụ thuộc lẫn nhau về công nghệ ngày càng tăng giữa các nền kinh tế Trung Quốc và OECD (ví dụ: trong chất bán dẫn), nhưng cũng làm dấy lên lo ngại về các lỗ hổng trong chuỗi cung ứng trong các công nghệ quan trọng. Cùng với đó, Trung Quốc đã tích lũy được năng lực công nghệ ngày càng tinh vi và đã dẫn đầu thị trường trong một số lĩnh vực – chẳng hạn như 5G – và đi đầu trong các lĩnh vực khác, bao gồm AI, máy bay không người lái và các công nghệ khác có tiềm năng ứng dụng quân sự.

Những diễn biến này đã làm dấy lên lo ngại về an ninh quốc gia giữa các nước OECD, dẫn đến việc “an ninh hóa” các dòng thương mại công nghệ cao ngày càng tăng. Điều này được chứng minh trong việc sử dụng ngày càng nhiều các rào cản đối với việc tiếp cận thị trường trực tiếp, chẳng hạn như danh sách tiêu cực, kiểm soát xuất khẩu và thắt chặt sàng lọc đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI), và các rào cản gián tiếp, chẳng hạn như các tiêu chuẩn quốc gia. Các nền kinh tế OECD cũng đang xem xét các lựa chọn để đa dạng hóa chuỗi cung ứng, giúp chúng trở nên linh hoạt hơn và ít bị tổn thương hơn trước sự gián đoạn và các cú sốc. Điều này có thể đòi hỏi phải tăng cường năng lực toàn cầu để sản xuất nhiều nguồn nguyên liệu và đầu vào, hàng hóa trung gian và thành phẩm đáng tin cậy và bền vững trong các lĩnh vực ưu tiên, cũng như nâng cao năng lực cơ sở hạ tầng hậu cần.

Liệu những thỏa thuận mới này có hiệu quả như những thỏa thuận hiện tại hay không vẫn còn là một câu hỏi mở, nhưng các hệ sinh thái công nghệ riêng biệt và tách rời đang xuất hiện ở Trung Quốc và các nền kinh tế thị trường tự do. Kết quả là việc tái phân chia thế giới thành các khối có thể sẽ hy sinh một số lợi ích thu được từ chuyên môn hóa, tính kinh tế theo quy mô cũng như phổ biến thông tin và bí quyết. Nó cũng sẽ dẫn đến sự cạnh tranh có thể làm suy yếu sự hợp tác trong tương lai đối với những thách thức lớn toàn cầu, và có thể báo hiệu sự suy yếu của bất kỳ khái niệm nào về sự phụ thuộc lẫn nhau về kinh tế đóng vai trò là bức tường chống lại xung đột trong tương lai.

### **1.3. Nâng cao hiệu suất công nghiệp thông qua đầu tư KHCN&ĐMST**

Loại can thiệp chính sách tự chủ chiến lược thứ hai liên quan đến nâng cao – dưới hình thức chính sách công nghiệp toàn diện, trong đó chính sách KHCN&ĐMST đóng vai trò nổi bật. Sự hồi sinh của chính sách công nghiệp là chủ đề được tranh luận tích cực trong hơn một thập kỷ qua, đặc biệt là trước nhu cầu chuyển đổi nhanh chóng bền vững và mối đe dọa cạnh tranh do các chính sách công

nghiệp của Trung Quốc đặt ra. Trong khi sự kết hợp giữa chính sách công nghiệp và ĐMST trong hầu hết các nền kinh tế OECD vẫn chủ yếu tập trung vào NC&PT, ưu đãi thuế và hỗ trợ đầu tư giai đoạn sớm, các biện pháp can thiệp có mục tiêu đã từng có sự hồi sinh được hợp lý hóa bởi những căng thẳng địa chính trị, các vấn đề liên quan đến chuỗi cung ứng và nhiều mục tiêu “xanh” khác nhau. Đặc biệt, tiến trình khử cacbon kêu gọi một “cuộc cách mạng công nghiệp chạy đua với thời hạn” chỉ dựa vào tín hiệu giá, có nghĩa việc thay đổi công nghệ cần thiết để có thể đạt được mục tiêu phát thải ròng bằng 0 diễn ra quá chậm chễ.

Hầu hết các nhà kinh tế chấp nhận sự tồn tại các cơ sở lý thuyết cho các chính sách công nghiệp nhưng hoài nghi về khả năng can thiệp của chính phủ để đạt được đúng mục tiêu, kịp thời, hiệu quả thực tế và sự bất cân xứng về thông tin giữa khu vực công và tư, và những rủi ro chính trị của việc thu tóm chính sách bởi những người trong nội bộ đầy quyền lực và những nhóm lợi ích đặc biệt. Những rào cản này không phải là không thể vượt qua và trong thực tế liên quan tới hầu hết các lĩnh vực chính sách của chính phủ. Các cuộc thảo luận lớn liên quan đến việc thiết kế các chính sách công nghiệp, cũng như các nhu cầu đánh giá và tái thẩm định đang ngày càng cần thiết.

Về vấn đề này, OECD đã phác thảo một khuôn khổ để xây dựng chính sách công nghiệp hỗn hợp, trong đó nhấn mạnh bổ sung các công cụ tiềm năng trong nhiều thời kỳ. Khuôn khổ bao gồm sự khác biệt giữa các chiến lược theo chiều ngang và các chính sách mục tiêu, các công cụ “cầu kéo” và “cung đẩy”, các chính sách cải thiện hiệu suất của doanh nghiệp và những chính sách ảnh hưởng đến các điều kiện khung cho ĐMST.

### ***Động lực “ĐMST nội sinh” của Trung Quốc***

Mặc dù Trung Quốc đã đạt được các thành tựu kinh tế nổi bật, nhưng quốc gia này vẫn có nguy cơ mắc vào bẫy thu nhập trung bình. Để thoát khỏi viễn cảnh này, chính phủ Trung Quốc đã đưa ra một số sáng kiến cao cấp trong nhiều năm nhằm thúc đẩy phát triển công nghệ và nâng cấp nền tảng cơ sở sản xuất của họ. Chiến lược “Đổi mới sáng tạo bản địa” được triển khai năm 2006 như một phần của Chương trình phát triển KH&CN trung hạn và dài hạn (2006-2020), nêu bật quyết tâm của Trung Quốc là bắt kịp nhanh chóng các quốc gia công nghiệp tiên tiến và phản ánh trọng tâm đổi mới sự can thiệp của nhà nước trong phát triển công nghệ.

Các hướng dẫn nhằm hỗ trợ hệ thống thực thi toàn diện thông qua điều phối các chính sách về đầu tư NC&PT, ưu đãi thuế, hỗ trợ tài chính, mua sắm công, sở hữu trí tuệ và giáo dục. Một bước ngoặt quan trọng khác của Trung Quốc vào năm 2015,

đó chính là sự ra mắt của chính sách công nghiệp “Made in China 2025”, chuyển trọng tâm từ việc “bắt kịp” sang “vượt qua” các nước OECD trong lĩnh vực ĐMST, đưa Trung Quốc trở thành một “siêu cường quốc” KHCN&ĐMST vào năm 2049.

Kể từ đó, Trung Quốc đã đạt được những tiến bộ nhanh chóng để trở thành quốc gia dẫn đầu thế giới về công nghệ trong một số lĩnh vực. Trong đó, Trung Quốc đang dẫn đầu trong lĩnh vực mạng 5G và giữ vị thế vững chắc trong các lĩnh vực như AI và pin xe điện. Trung Quốc cũng đầu tư rất nhiều vào nghiên cứu và cường độ NC&PT của quốc gia này đã vượt qua các nước EU.

Bên cạnh đó, chính phủ Trung quốc cũng triển khai một số công cụ chính sách công nghiệp độc đáo, đặc biệt là Quỹ Định hướng của Chính phủ, các chính sách khu vực tài chính nhà nước, doanh nghiệp phi tài chính quốc doanh và doanh nghiệp tư nhân để phát triển và nâng cao năng lực bản địa của ngành KH&CN. Nói chung, các chính sách hỗ trợ công nghiệp này đề cập nhiều đến việc Trung Quốc chi hỗ trợ cho các ngành công nghiệp của họ nhiều hơn so với các nền kinh tế khác, số tiền ước tính cao hơn gấp đôi mức chi của Hoa Kỳ tính theo đồng đô la Mỹ năm 2019.

Căng thẳng gia tăng với Hoa Kỳ trong những năm gần đây đã khiến cho quan điểm của Trung Quốc về toàn cầu hóa và sự phụ thuộc lẫn nhau thay đổi, trong đó “an ninh công nghệ” đang nổi lên như một khía cạnh cốt lõi trong khái niệm an ninh quốc gia toàn diện của chính phủ Trung Quốc. Đối mặt với môi trường bên ngoài ngày càng hỗn loạn và diễn biến khó lường, chính phủ Trung Quốc đã nỗ lực tìm mọi cách đổi mới để vượt qua nhiều thách thức mà nước này gặp phải, đồng thời đề cao tầm quan trọng của “ĐMST nội sinh” là yếu tố cốt lõi để trở nên tự chủ. Kế hoạch Phát triển Kinh tế và Xã hội Quốc gia 5 năm lần thứ 14 (2021-2025) và Chiến lược kinh tế Hai vòng xoay nhằm mục đích đạt được “sự tự cung tự cấp” công nghệ cốt lõi và giảm sự phụ thuộc của Trung Quốc vào công nghệ nước ngoài như công nghệ chất bán dẫn tiên tiến và những công nghệ mà nước này đang có sự phụ thuộc lớn.

Các sáng kiến gần đây nhất được đề cập là “Made in China 2025”, Kế hoạch 5 năm lần thứ 14, Chiến lược kinh tế Hai vòng xoay và Chiến lược “Quân dân dung hợp”, tức là hợp nhất quân sự-dân sự (Military-Civil Fusion, viết tắt là MCF) của Trung Quốc, tất cả đều được nêu ngắn gọn bên dưới. Những sáng kiến quan trọng này vừa mang tính khái quát cao vừa ngắn gọn, đặt ra các mục tiêu, phương hướng, ưu tiên và trong khuôn khổ chính. Theo sau các sáng kiến này thường là các kế hoạch hành động mô tả chi tiết đầy đủ, định hướng triển khai sử dụng các công cụ

và biện pháp chẳng hạn như đầu tư của chính phủ, chương trình NC&PT, dự án trình diễn, ưu đãi thuế, hỗ trợ tài chính và chính sách nguồn nhân lực. Trên thực tế, Trung Quốc lập kế hoạch cho KH&ĐT rất toàn diện từ các chiến lược cấp cao cho đến cấp ngành và nhiều thực tiễn cấp tỉnh được nhân rộng. Chính phủ Trung Quốc sử dụng một hệ thống tình báo chiến lược phức tạp để giám sát và theo dõi các chính sách, chiến lược, năng suất đầu vào và đầu ra của KH&ĐT trong và ngoài nước, đồng thời đưa ra lời khuyên chiến lược cho những nhà hoạch định ra quyết định. Hệ thống này dựa trên các cơ sở dữ liệu rộng lớn được quản lý bởi Viện Thông tin Khoa học và Kỹ thuật Trung Quốc, trực thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ. Viện này thu thập và phổ biến dữ liệu gồm các bằng sáng chế, tài năng trong nước và thành tựu của các chương trình tài trợ KH&ĐT lớn. Nó cũng thu thập và phổ biến thông tin tình báo “mã nguồn mở” về các nguồn lực, xu hướng và thành tựu KH&ĐT nước ngoài, thúc đẩy chuyển giao công nghệ từ các nguồn nước ngoài sang các ngành công nghiệp quốc gia.

### ***Chương trình nghị sự “tự chủ chiến lược mở” của Liên minh châu Âu***

Mặc dù chi tiêu của Ủy ban Châu Âu cho KH&ĐT và chính sách công nghiệp chỉ bằng một phần nhỏ so với chi tiêu của các quốc gia thành viên EU, nhưng chúng có ảnh hưởng mạnh mẽ đến định hướng của các chính sách của EU. Chính sách của EU đã đóng vai trò trung tâm trong việc thúc đẩy khái niệm “quyền tự chủ chiến lược mở” ở châu Âu như một phần của Chương trình nghị sự “chuyển đổi kép” xanh và kỹ thuật số. Các quốc gia thành viên EU có những quan điểm khác nhau về ý nghĩa và tác động của quyền tự chủ chiến lược. Một số thích chính sách công nghiệp của châu Âu nhắm vào các lĩnh vực cụ thể hơn, trong khi những thành viên khác lại thích các biện pháp tạo điều kiện cho sự đổi mới theo chiều ngang. Trước tình hình đại dịch COVID-19, Ủy ban Châu Âu đã đưa ra một chiến lược công nghiệp mới để hỗ trợ quá trình chuyển đổi kép - chuyển đổi xanh và kỹ thuật số - giúp cho ngành công nghiệp EU có sức cạnh tranh mạnh hơn trên toàn cầu và nâng cao quyền tự chủ chiến lược mở của EU. Chiến lược này được cập nhật vào năm 2021 nhằm phản ánh các bài học từ đại dịch, đặc biệt là nhu cầu muốn biết rõ hơn về các khu vực phụ thuộc chiến lược của EU, chúng có thể phát triển trong tương lai như nào và mức độ nào dẫn đến các lỗ hổng có thể bị khai thác.

Chiến lược công nghiệp một mặt đề xuất tăng cường và đa dạng hóa giao dịch thương mại quốc tế, mặt khác tăng cường năng lực đổi mới của EU trong các lĩnh vực chiến lược quan trọng, sử dụng các công cụ như các Dự án quan trọng vì lợi ích chung của EU (IPCEIs), các liên minh công nghiệp, và các nguồn tài trợ từ Chương

trình Horizon Europe và Quỹ Quốc phòng EU (EDF).

Để đối phó với đại dịch COVID-19, EU đã ra mắt quỹ NextGenerationEU vào năm 2020, trị giá 750 tỷ EUR (euro) (theo trị giá năm 2018) nhằm đáp ứng và phục hồi sau khủng hoảng kinh tế do đại dịch COVID-19 gây ra. Mục đích của quỹ này là để giảm thiểu tác động kinh tế và xã hội của đại dịch, đồng thời làm cho các nền kinh tế và xã hội châu Âu bền vững hơn, kiên cường hơn và chuẩn bị tốt hơn cho những thách thức và cơ hội của quá trình chuyển đổi xanh và kỹ thuật số. NextGenerationEU tập trung vào các mục tiêu chính sau đây: Đẩy mạnh chuyển đổi số (Tăng cường hạ tầng kỹ thuật số, khuyến khích ứng dụng công nghệ thông tin trong các lĩnh vực như y tế, giáo dục, và công nghiệp); Xây dựng xanh (Đầu tư vào các dự án bảo vệ môi trường và thúc đẩy sử dụng năng lượng tái tạo, cải thiện hiệu suất năng lượng và giảm khí thải nhà kính); Tăng cường sự thích ứng (Hỗ trợ những nước chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bởi đại dịch để giúp họ đối phó và phục hồi sau khủng hoảng); Tăng cường ổn định và thúc đẩy sự tăng trưởng (Hỗ trợ kinh tế trong giai đoạn khó khăn và giúp các nước EU phục hồi sự tăng trưởng kinh tế bền vững).

Kế hoạch Phục hồi và Phục hồi nhanh (RRF) là công cụ trọng tâm chính của NextGenerationEU. EU coi RRF là một cơ hội duy nhất để đẩy nhanh quá trình phát triển và chuyển đổi các hệ thống KHCN&ĐMST ở các quốc gia thành viên. Ủy ban Châu Âu đã ước tính tổng chi tiêu cho nghiên cứu và ĐMST của RRF của các quốc gia thành viên vào khoảng 44,4 tỷ EUR. Các khoản đầu tư này nhằm mục tiêu đến quá trình chuyển đổi xanh, công nghệ kỹ thuật số và y tế, đồng thời đi kèm với cải cách chính sách KHCN&ĐMST ở một số quốc gia.

Mặc dù Ủy ban Châu Âu liên tiếp hỗ trợ nhiều kênh cho nghiên cứu và đổi mới thông qua Chương trình Horizon Europe và Quỹ cấu trúc, nhưng bộ công cụ về chính sách ĐMST của cơ quan này đã mở rộng hơn trong những năm qua nhằm bao quát được toàn bộ chuỗi ĐMST. Điều này đã mang lại nhiều sáng kiến mới, bao gồm Hội đồng ĐMST EU Âu (European Innovation Council), được thành lập vào năm 2021 với ngân sách 10 tỷ EUR trong 7 năm. Ủy ban Châu Âu đã thông qua Chương trình nghị sự ĐMST EU mới vào năm 2022 để đưa EU đi đầu trong những lĩnh vực được mô tả là một làn sóng ĐMST "công nghệ sâu" mới. Công nghệ sâu bắt nguồn từ khoa học, công nghệ và kỹ thuật tiên tiến, đồng thời kêu gọi NC&PT đột phá và các đầu tư vốn lớn. Chương trình nghị sự phác thảo các hành động tận tâm nhằm cải thiện khả năng tiếp cận tài chính cho các công ty khởi nghiệp và mở rộng quy mô ở EU; thử nghiệm những ý tưởng mới thông qua các cơ chế quản lý thử nghiệm (regulatory sandboxes); giúp tạo ra "các thung lũng ĐMST khu vực", ở



cả các khu vực tụt hậu; thu hút và giữ chân nhân tài ở EU; và cải thiện khung chính sách về KHCN&ĐMST. Nhiều hành động dựa trên các biện pháp sẵn có, được mở rộng hoặc liên kết tốt hơn với các biện pháp khác.

*Ngày càng nhấn mạnh vào các công nghệ lưỡng dụng*

Trước khi Nga tiến hành cuộc chiến tại Ukraina, môi trường an ninh EU đã có sự thay đổi rõ ràng từ trước đó rất lâu. Các hệ thống dân chủ của EU bị thách thức bởi nhiều mối đe dọa hỗn hợp. Ủy ban Châu Âu coi đầu tư vào ĐMST và sử dụng tốt hơn công nghệ dân sự trong quốc phòng là chìa khóa để nâng cao chủ quyền công nghệ của EU và giảm sự phụ thuộc chiến lược của nó. Nhiều công nghệ quan trọng cho an ninh và quốc phòng ngày càng bắt nguồn từ lĩnh vực dân sự và sử dụng các thành phần quan trọng lưỡng dụng.

Ủy ban Châu Âu đã công bố “Kế hoạch hành động phối hợp giữa các ngành công nghiệp dân sự, quốc phòng và vũ trụ” vào năm 2021, nhằm mục đích tăng cường sự bổ sung cho nhau giữa các chương trình và công cụ dân sự và quốc phòng của EU, thúc đẩy các công ty spin-offs từ NC&PT không gian và quốc phòng cho các ứng dụng dân sự, và tạo điều kiện thuận lợi cho các công ty “spin-ins” ĐMST dựa trên nền tảng dân sự vào các dự án hợp tác quốc phòng của EU. Theo sau nó là “Lộ trình về các công nghệ quan trọng đối với an ninh và quốc phòng” năm 2022. Lộ trình này xác định các công nghệ quan trọng đối với an ninh và quốc phòng của EU. Nó tìm các cách để có thể đảm bảo rằng các cân nhắc về quốc phòng được kết hợp tốt hơn trong các chương trình nghiên cứu và ĐMST dân sự của EU và ngược lại. Nó cũng nhằm mục đích thúc đẩy ngay từ ban đầu các cách tiếp cận chiến lược và phối hợp trên toàn EU đối với các công nghệ quan trọng cho an ninh và quốc phòng, đồng thời giảm sự phụ thuộc chiến lược và các lỗ hổng trong chuỗi giá trị và chuỗi cung ứng liên quan đến các công nghệ này.

Trên thực tế, những kế hoạch này đã chuyển thành tăng cường hợp tác và phối hợp giữa các chương trình dân sự giống như Horizon Europe và các sáng kiến quốc phòng như Quỹ Quốc phòng EU (EDF), để sử dụng hiệu quả hơn các nguồn lực và các công nghệ cũng như tạo ra quy mô kinh tế. Được thành lập vào năm 2021 với ngân sách 8 tỷ EUR trong vòng 7 năm, EDF thúc đẩy hợp tác NC&PT giữa nghiên cứu công (thường là tổ chức nghiên cứu và công nghệ, thay vì trường đại học) và các doanh nghiệp. Nó hỗ trợ các dự án hợp tác và cạnh tranh trong toàn bộ chu trình NC&PT, bao gồm thiết kế, tạo mẫu và thử nghiệm. Kế hoạch hành động cũng gồm có Đài quan sát mới về Công nghệ quan trọng cho không gian, quốc phòng và các lĩnh vực dân sự liên quan, bắt đầu hoạt động năm 2023. Đài quan sát này sẽ xác

định, giám sát và đánh giá các công nghệ quan trọng, bao gồm cả ứng dụng tiềm năng của chúng và các chuỗi cung ứng và giá trị liên quan, cũng như mọi nguyên nhân gốc rễ của sự phụ thuộc và lỗ hổng chiến lược.

### ***Chiến lược công nghiệp hiện đại của Hoa Kỳ***

Mặc dù Hoa Kỳ có xu hướng từ bỏ một chiến lược công nghiệp quốc gia chính thức, nhưng lĩnh vực NC&PT được tài trợ công và mua sắm trong các lĩnh vực liên quan đến quốc phòng đều được củng cố phát triển trong lịch sử và vai trò lãnh đạo của Hoa Kỳ có trong nhiều công nghệ, bao gồm mạch tích hợp, GPS và internet. Những đột phá này là kết quả của chiến lược kết hợp quân sự và dân sự chặt chẽ liên quan đến sự hợp tác chặt chẽ giữa mạng lưới các trường đại học và các công ty đẳng cấp thế giới của Hoa Kỳ, ví dụ như thông qua các tổ chức liên bang như Cơ quan Dự án Nghiên cứu Tiên tiến Quốc phòng. Sự trỗi dậy gần đây của Trung Quốc trong các công nghệ quan trọng mới nổi như 5G đã khiến một số nhà hoạch định chính sách và nhà phân tích Hoa Kỳ đặt câu hỏi liệu cách tiếp cận này có đủ đáp ứng cho thế kỷ 21 hay không, trong bối cảnh kêu gọi một chiến lược công nghiệp quốc gia tích cực hơn không những phục vụ lợi ích phát triển kinh tế mà còn phục vụ cả an ninh quốc gia. Theo đó, Hoa Kỳ cần triển khai phương án tiếp cận chính thức, tích hợp có hệ thống mạnh mẽ với chính sách công nghiệp hơn nếu muốn thắng thế trong cuộc cạnh tranh công nghệ với Trung Quốc. Cách tiếp cận như vậy cần nhắm đến tất cả các lĩnh vực kinh tế có sự đóng góp vào năng lực kỹ thuật tổng thể và khả năng phục hồi sản xuất của đất nước, đồng thời nhằm mục tiêu tăng cường “môi trường hoạt động” hỗ trợ ĐMST trong các doanh nghiệp, tổ chức và cá nhân làm việc.

Tương tự như vậy, Chính quyền Biden đã ký ba dự luật lớn với sự ủng hộ của lưỡng đảng:

- Luật CHIPS và khoa học (2022) nhằm mục đích đảm bảo Hoa Kỳ duy trì và nâng cao lợi thế KH&CN của mình bằng cách đầu tư vào NC&PT, các kỹ năng và sản xuất chất bán dẫn, cũng như trong các lĩnh vực công nghệ khác như công nghệ nano, năng lượng sạch, điện toán lượng tử và AI. Nó cũng nhằm mục đích mở ra các cơ hội cho KHCN&ĐMST vươn ra ngoài khơi và nhắm mục tiêu đến những nhóm bị bỏ rơi trong lịch sử. Kể từ đó, Bộ Thương mại Hoa Kỳ đã công bố chiến lược thực hiện có trị giá hơn 50 tỷ USD cho “Quỹ CHIPS cho Hoa Kỳ”. Quỹ Khoa học Quốc gia cũng đã thành lập Ban Giám đốc công nghệ, đổi mới và quan hệ đối tác để tăng cường thương mại hóa nghiên cứu và công nghệ.

- Luật Giảm lạm phát (2022) hướng tới các doanh nghiệp nhỏ thông qua các

biện pháp bao gồm (i) tăng gấp đôi khoản tín dụng thuế NC&PT được hoàn lại cho các doanh nghiệp quy mô nhỏ, từ 250.000 USD lên 500.000 USD; (ii) ban hành các nội dung yêu cầu trong nước và đưa ra các ưu đãi thuế có mục tiêu để thúc đẩy sự phát triển của chuỗi cung ứng của Hoa Kỳ đối với các công nghệ như năng lượng mặt trời, năng lượng gió, thu hồi các-bon và hydro sạch; (iii) hỗ trợ triển khai các công nghệ không phát thải phân tán thông qua Trung tâm Thúc đẩy Năng lượng Sạch và Bền vững, trong đó ưu tiên hơn 50% khoản đầu tư cho các cộng đồng khó khăn; và (iv) hỗ trợ các hợp tác xã điện nông thôn bằng cách tài trợ năng lượng sạch và nâng cấp hiệu suất năng lượng.

- Luật Việc làm và Đầu tư Cơ sở hạ tầng (2021) nhằm tăng cường sản xuất trong nước để hồi sinh cơ sở công nghiệp của Hoa Kỳ. Nó bao gồm các cam kết chế tạo trong nước các phương tiện và các bộ phận của chúng không phát thải, sử dụng các khoản tài trợ để hỗ trợ sản xuất pin và linh kiện pin, các cơ sở sản xuất cần trang bị lại cũng như trang bị thêm cho các cơ sở hiện có. Nó cũng nhằm mục đích đầu tư vào các cơ sở sản xuất năng lượng tiên tiến và các dự án trình diễn thử nghiệm năng lượng sạch tại các cộng đồng khu vực mà các mỏ than hoặc nhà máy điện đã ngừng hoạt động.

Theo Nhà Trắng, tầm nhìn mạnh mẽ về “chiến lược công nghiệp hiện đại của Hoa Kỳ” thống nhất các luật này. Chiến lược này cam kết triển khai đầu tư công lớn vào ba lĩnh vực chính, đó là cơ sở hạ tầng, ĐMST và năng lượng sạch. Nó tìm cách “thu hút” đầu tư tư nhân và thúc đẩy các ĐMST để có thể đạt được các lợi ích kinh tế và an ninh quốc gia cốt lõi. Các luật này đều là những nỗ lực huy động trong nhiều năm và dự kiến sẽ thúc đẩy đầu tư ở quy mô lịch sử, với tổng trị giá 3,5 nghìn tỷ USD trong thập kỷ tới tính cả vốn đầu tư công và đầu tư tư nhân.

Chiến lược công nghiệp nhấn mạnh mẽ vào việc phát triển năng lực sản xuất, vì những năng lực này tạo ra công ăn việc làm được trả lương cao, giảm thiểu lỗ hổng trong chuỗi cung ứng và là cơ sở nền tảng để xây dựng và duy trì vị trí dẫn đầu về công nghệ của Hoa Kỳ. Do đó, chúng là một phần của chiến lược góp phần tạo nên một nền kinh tế Hoa Kỳ bền vững và an toàn hơn, giúp Hoa Kỳ định vị tốt hơn vị trí của mình để vượt qua những cú sốc trong tương lai. Giải quyết bất bình đẳng là một phần quan trọng của phương pháp tiếp cận này, đồng thời nhiều công cụ của chiến lược nhắm mục tiêu đến các nhóm và khu vực yếu thế. Hơn nữa, nhấn mạnh vào việc phát triển năng lực sản xuất và công nghệ trong nước, chiến lược này thừa nhận tầm quan trọng của quan hệ đối tác quốc tế để hoàn thành nhiệm vụ của mình.

### **1.3. Chính sách tăng cường các liên minh khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo quốc tế**

Loại can thiệp chính sách tự chủ chiến lược thứ ba (nâng cao) bắt nguồn từ việc dự báo lợi ích quốc gia trong các quy định, chuẩn mực, tiêu chuẩn và liên minh quốc tế. Sự hội tụ của các vấn đề liên quan đến thương mại, công nghệ và dân chủ đã mở rộng quan điểm về vai trò của công nghệ trong việc định hình và thúc đẩy các mô hình liên minh và liên kết quốc tế mới. Ở một mức độ nào đó, các liên minh này được tạo ra giữa các nền dân chủ có cùng chí hướng, chẳng hạn như các quốc gia OECD, có thể có được sự tăng cường hợp tác theo quy định chung để cùng thiết lập các tiêu chuẩn công nghệ toàn cầu dựa trên các giá trị được chia sẻ. Ở một cấp độ khác, sẽ nhằm mục đích nâng cao các chuẩn mực và giá trị cạnh tranh trên toàn cầu thông qua đầu tư và hỗ trợ công nghệ, đặc biệt là ở các quốc gia có nền kinh tế thu nhập thấp và trung bình. Ví dụ về các chính sách liên quan như là Sáng kiến Vành đai và Con đường (BRI) của Trung Quốc và Sáng kiến Đối tác G7 về Cơ sở hạ tầng và Đầu tư Toàn cầu. Ở một số khía cạnh, những nỗ lực xây dựng liên minh này thể hiện sự “tái liên kết” với những quốc gia có cùng chí hướng và đáng tin cậy – đôi khi còn gọi là “friend-shoring” (chiến lược chuyển sản xuất tại các quốc gia bằng hữu). Nó cho thấy xu hướng chuyển giao công việc hoặc dự án sang các quốc gia hoặc vùng lãnh thổ mà có quan hệ gắn kết, thân thiện. Thay vì tập trung vào việc chuyển giao công việc dựa trên những yếu tố giá cả thấp như trong trường hợp "offshoring," "friend-shoring" nhấn mạnh vào việc tạo quan hệ đối tác dựa trên tình bạn, lòng trung thành và hiểu biết sâu sắc về văn hóa, chia sẻ giá trị chung, hoặc sự tương đồng về ngôn ngữ và thị trường.

Tự chủ chiến lược không nên đồng nhất với chủ nghĩa biệt lập và không một quốc gia đơn độc nào có được tất cả các khả năng công nghệ cần thiết để cạnh tranh thành công trong nền kinh tế toàn cầu và bảo vệ an ninh quốc gia. Các quốc gia có thể khuếch đại sức mạnh ĐMST trong nước của mình thông qua các liên minh chiến lược được lựa chọn kỹ lưỡng, đồng thời tăng cường an ninh quốc gia của chính mình bằng cách hỗ trợ năng lực công nghệ cho các quốc gia khác.

Phần dưới đây sẽ nêu bật các khía cạnh KH&CN trong BRI đầy tham vọng của Trung Quốc và nỗ lực gần đây của nước này nhằm định hình các tiêu chuẩn công nghệ quốc tế; các liên minh công nghệ mới được thành lập bởi EU và Hoa Kỳ.

#### ***Sáng kiến Vành đai và Con đường của Trung Quốc và thúc đẩy tiêu chuẩn hóa***

##### ***Sáng kiến Vành đai và Con đường (BRI)***

BRI là một chương trình có chiều sâu chiến lược nhằm thúc đẩy hợp tác kinh

tế, đầu tư, và hạ tầng giữa Trung Quốc và các quốc gia trong khu vực và trên toàn thế giới. Chương trình tập trung vào việc xây dựng một mạng lưới vận tải đa phương tiện và kết nối liên vùng giữa Trung Quốc và các quốc gia châu Á, châu Âu, châu Phi và Trung Đông thông qua hệ thống đường sắt, đường bộ, đường thủy và đường hàng không. BRI cũng tập trung vào việc xây dựng cơ sở hạ tầng và kết nối liên vùng trong khu vực Thái Bình Dương thông qua các cảng biển, các tuyến đường hàng hải và hạ tầng liên vận. BRI nhấn mạnh vào việc thúc đẩy hợp tác kinh tế và đầu tư giữa Trung Quốc và các quốc gia khác. Điều này bao gồm việc xây dựng các khu kinh tế đặc thù, các khu công nghiệp, các cụm khu kinh tế và hỗ trợ cho các dự án phát triển khác nhau; Thúc đẩy trao đổi văn hóa, giáo dục, du lịch giữa các quốc gia, nhằm tăng cường sự gắn kết và đồng thuận giữa các quốc gia; Hỗ trợ phát triển bền vững và xanh, bao gồm việc đẩy mạnh dự án năng lượng tái tạo, quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường.

Được khởi xướng lần đầu vào năm 2013, BRI là sáng kiến chính sách đối ngoại đặc trưng của Trung Quốc, vượt qua Kế hoạch Marshall sau Chiến tranh thế giới thứ hai để trở thành dự án cơ sở hạ tầng toàn cầu lớn nhất từng được thực hiện. Các ngân hàng và doanh nghiệp Trung Quốc đã đầu tư hàng tỷ USD vào BRI để tài trợ và phát triển cơ sở hạ tầng viễn thông, nhà máy điện, cảng và đường cao tốc ở hàng chục quốc gia. Kể từ đó, phạm vi của nó đã được mở rộng cả Con đường tơ lụa kỹ thuật số (Digital Silk Road) nhằm cải thiện mạng lưới viễn thông, khả năng AI, điện toán đám mây và hệ thống thanh toán di động và thương mại điện tử (trong số các lĩnh vực công nghệ cao khác) của các nước tiếp nhận và Con đường tơ lụa y tế (Health Silk Road) nhằm biến tầm nhìn của Trung Quốc về quản trị y tế toàn cầu thành hành động.

Trung Quốc cũng đang sử dụng BRI, đặc biệt là hợp phần Con đường tơ lụa kỹ thuật số, để bổ sung cho nỗ lực thúc đẩy các tiêu chuẩn nội địa trong các tổ chức và nhóm ngành tiêu chuẩn quốc tế và thúc đẩy quá trình hài hòa hóa quy định. Đến năm 2021, BRI bao gồm hơn 140 quốc gia, chiếm gần 40% sản lượng toàn cầu và 63% dân số thế giới. BRI gồm các hoạt động KHCN&ĐMST nhằm giải quyết các thách thức phát triển, đặc biệt là trong ngành nông nghiệp, năng lượng và chăm sóc sức khỏe. Trong năm 2016, Bộ Khoa học và Công nghệ, Ủy ban Cải cách và Phát triển Quốc gia, Bộ Ngoại giao và Bộ Thương mại của Trung Quốc đã cùng nhau công bố Kế hoạch Hợp tác về Khoa học, Công nghệ và Đổi mới sáng tạo thuộc BRI. Cuối năm 2021, Trung Quốc đã tham gia hợp tác KHCN&ĐMST với 84 quốc gia thông qua BRI, hỗ trợ 1.118 dự án nghiên cứu chung và thành lập 53 dự án phòng thí nghiệm chung. Hơn nữa, trên 30 trung tâm chuyên giao công nghệ song phương

hoặc đa phương giữa Trung Quốc và các quốc gia khác đã được xây dựng nhờ vào BRI. Kể từ năm 2016, BRI đã hỗ trợ trao đổi và đào tạo khoảng 180.000 cán bộ KH&CN ở Trung Quốc và hơn 14.000 nhà khoa học trẻ cho công việc nghiên cứu ngắn hạn. Mặc dù khó có thể ước tính được chi phí của các hoạt động này, nhưng ước tính rằng, vào năm 2019, chỉ riêng Viện Hàn Lâm Khoa học Trung Quốc đã cung cấp khoảng 268 triệu USD cho các dự án KH&CN liên quan đến BRI và hiện nay dường như con số còn lớn gấp nhiều lần. Vào năm 2018, Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc cũng đã thành lập Liên minh các Tổ chức Khoa học Quốc tế (ANSO), một tổ chức khoa học quốc tế phi lợi nhuận, phi chính phủ nhằm hỗ trợ nhu cầu và xây dựng năng lực khoa học của Nam bán cầu thông qua quan hệ đối tác và hợp tác với các nước thành viên và các tổ chức của nó. ANSO hiện có 67 thành viên đến từ 48 quốc gia, bao gồm 27 học viện quốc gia, 23 trường đại học, 10 viện và cơ quan nghiên cứu quốc gia và 7 tổ chức quốc tế. Liên minh này tài trợ và xây dựng các chương trình học bổng và cấp học bổng, các chương trình đào tạo và nghiên cứu hợp tác, đồng thời cung cấp giải thưởng và phần thưởng cho cả cá nhân và tổ chức. Ngân sách của nó rất khiêm tốn – khoảng 13 triệu USD vào năm 2021, phần lớn trong số đó tài trợ cho học bổng và các dự án nghiên cứu hợp tác.

BRI được coi là một trong những chiến lược chiến lược quan trọng nhất của Trung Quốc, nhằm mở rộng tầm ảnh hưởng của quốc gia và thúc đẩy hợp tác toàn cầu. Tuy nhiên, nó cũng đã gây ra nhiều tranh cãi và lo ngại về sự ảnh hưởng của Trung Quốc.

#### *Chiến lược Tiêu chuẩn Trung Quốc 2035*

Chiến lược nhằm xây dựng và định hình các tiêu chuẩn công nghệ và tiêu chuẩn ngành trong các lĩnh vực quan trọng, như CNTT-TT, AI, thương mại điện tử, ô tô tự lái, và nhiều lĩnh vực khác. Mục tiêu của Chiến lược là giúp Trung Quốc chiếm ưu thế trong việc định hình các tiêu chuẩn toàn cầu và đảm bảo ảnh hưởng quan trọng đối với tiêu chuẩn công nghệ và công nghiệp trong tương lai.

Các tiêu chuẩn rất quan trọng đối với ĐMST: chúng cung cấp nền tảng cho sự phát triển và khả năng tương tác của công nghệ, đồng thời bảo vệ khả năng tiếp cận thị trường toàn cầu đối với các công nghệ. Theo chiến lược Made in China 2025, chính phủ Trung Quốc đã đưa ra Tiêu chuẩn Trung Quốc 2035 vào năm 2018. Chiến lược này nhằm mục đích tối ưu hóa việc quản trị tiêu chuẩn hóa ở Trung Quốc, nâng cao tính hiệu quả và cải thiện mức độ quốc tế hóa các tiêu chuẩn của Trung Quốc. Đặc biệt, nó nhằm mục đích cải thiện sự tương tác non yếu mang tính truyền thống giữa tiêu chuẩn hóa và đổi mới công nghệ ở Trung Quốc, đồng thời thiết lập một cơ chế chính thức để liên kết các dự án KH&CN với công tác tiêu

chuẩn hóa. Điều này sẽ rất quan trọng đối với Trung Quốc khi nước này tìm kiếm các cách phát triển hệ sinh thái NC&PT nhằm nâng cao năng lực toàn ngành, đặc biệt là trong các ngành quan trọng và mới nổi như AI, điện toán lượng tử và công nghệ sinh học. Tiêu chuẩn Trung Quốc 2035 cũng nhằm mục đích thúc đẩy tính tương thích giữa các tiêu chuẩn Trung Quốc và các hệ thống tiêu chuẩn quốc tế, bao gồm thông qua việc công nhận lẫn nhau và phối hợp phát triển các tiêu chuẩn nội địa và ngoài nước. Chiến lược này cũng thúc đẩy hợp tác tiêu chuẩn trong BRI.

Các tiêu chuẩn quốc tế xuất hiện từ nhiều nguồn khác nhau, trong đó các tổ chức thiết lập tiêu chuẩn quốc tế đóng vai trò quan trọng. Các công ty hợp tác quốc tế với những người chơi khác (bao gồm cả đối thủ cạnh tranh) trong các tổ chức này để phát triển và áp dụng các tiêu chuẩn được tạo ra thông qua các nỗ lực phối hợp kỹ thuật. Nhờ ưu thế công nghệ của mình, các công ty của Hoa Kỳ đã đi đầu trong việc tạo ra và thiết lập các tiêu chuẩn quốc tế tại các diễn đàn này trong phần lớn thời kỳ sau Chiến tranh Thế giới thứ hai. Tuy nhiên, khi năng lực ĐMST trong các công nghệ then chốt của Trung Quốc mạnh lên, tầm ảnh hưởng đến các tiêu chuẩn quốc tế của nước này cũng tăng lên. Điều này tạo ra sự không chắc chắn lớn bởi Hoa Kỳ (và các quốc gia có cùng chung quan điểm khác) và Trung Quốc có các phong thái can dự khác nhau và nắm giữ các giá trị khác nhau. Những người tham gia vào cơ quan thiết lập tiêu chuẩn này bao gồm cả các nhà nghiên cứu của chính phủ và khu vực tư nhân từ các quốc gia thành viên, nhưng cách tiếp cận của Hoa Kỳ là để khu vực tư nhân dẫn đầu, tận dụng kinh nghiệm và chuyên môn kỹ thuật sâu rộng cũng như kiến thức về nhu cầu và yêu cầu của thị trường.

Ngược lại, Trung Quốc (và EU), thực hiện một cách tiếp cận mang tính chính phủ lãnh đạo hơn, điều này đã được giải thích như là chính trị hóa những gì đã được thừa nhận rộng rãi cho đến nay đó là quy trình kỹ trị. Các tiêu chuẩn kỹ thuật cũng thiết lập các tiêu chuẩn chi phối quyền riêng tư và bảo mật các công nghệ khác nhau, đặc biệt là công nghệ số. Vì những điều này cho đến nay vẫn dựa trên các giá trị và chuẩn mực của nền kinh tế thị trường tự do, do đó có những lo ngại rằng sự thống trị ngày càng tăng của Trung Quốc trong các tổ chức thiết lập tiêu chuẩn có thể đặt ra rủi ro chiến lược đối với tính toàn vẹn của chúng do các giá trị khác nhau. Những căng thẳng này dẫn đến những lo ngại về vai trò của các tổ chức thiết lập tiêu chuẩn quốc tế trong việc thiết lập các tiêu chuẩn công bằng và đáng tin cậy sẽ bị suy yếu, cuối cùng gây tổn hại đến tiến bộ công nghệ và cạnh tranh thị trường.

### ***Các liên minh mới liên quan đến EU và Hoa Kỳ***

Cả Hoa Kỳ và EU gần đây đã đưa ra những tuyên bố về tầm quan trọng của cam kết quốc tế nhằm thúc đẩy các chuẩn mực và giá trị tự do dân chủ, đồng thời giảm thiểu các nguy cơ đối với an ninh quốc gia vốn ẩn chứa bên trong các công

nghệ tiềm năng lưỡng dụng. Trong kế hoạch chiến lược công nghiệp của mình, Hoa Kỳ thừa nhận tầm quan trọng của việc đa dạng hóa chuỗi cung ứng, thông qua các nỗ lực để chuyển sản xuất một số sản phẩm sang các thân thiện.

### *Hội đồng Công nghệ và Thương mại EU - Hoa Kỳ*

Được triệu tập lần đầu tiên vào năm 2021, Hội đồng Công nghệ và Thương mại EU - Hoa Kỳ nhằm thúc đẩy việc sử dụng công nghệ một cách có trách nhiệm, phù hợp với các giá trị dân chủ và bảo vệ nhân quyền. Nó tìm cách tăng cường hợp tác xuyên Đại Tây Dương trên một loạt vấn đề, bao gồm kiểm soát xuất khẩu và sàng lọc FDI, để bảo vệ an ninh quốc gia, đảm bảo chuỗi cung ứng (đặc biệt là liên quan đến chất bán dẫn) và các tiêu chuẩn công nghệ, bao gồm cả hợp tác về AI. Nói chung, nó nhằm mục đích đảm bảo sự lãnh đạo chung trong việc thiết lập các tiêu chuẩn toàn cầu cho các công nghệ mới nổi và quan trọng khác, đồng thời chống lại các ảnh hưởng độc tài trong công nghệ số và mới nổi. Hội đồng này đã thành lập 10 nhóm làm việc về các chủ đề này, hoàn toàn tôn trọng quyền tự chủ về quy định của mỗi bên.

### *Các nhóm khu vực khác*

Nhóm Đối thoại Tứ giác An ninh hay còn được gọi là Bộ tứ kim cương bao gồm Úc, Ấn Độ, Nhật Bản và Hoa Kỳ nhằm thúc đẩy các giá trị dân chủ chung và tôn trọng các quyền con người phổ quát theo cách công nghệ được thiết kế, phát triển, quản lý và sử dụng. Trọng tâm của nó bao gồm các công nghệ quan trọng và mới nổi (ban hành gần đây là “Các nguyên tắc về an ninh chuỗi cung ứng công nghệ quan trọng”, xung quanh các trụ cột là an ninh, tự chủ và toàn vẹn), giảm thiểu và thích ứng với biến đổi khí hậu, và các công nghệ vũ trụ.

Nhóm Bộ tứ kim cương này cũng đã khởi động Chiến lược Quan hệ đối tác vắc-xin vào năm 2021 để thúc đẩy khả năng tiếp cận bình đẳng, an toàn và hiệu quả đối với vắc-xin ở khu vực Ấn Độ Dương-Thái Bình Dương. Bộ tứ kim cương làm việc thông qua các nhóm chuyên gia nghiên cứu và các cuộc họp quốc tế, gồm cả hội nghị thượng đỉnh của các nhà lãnh đạo tổ chức hai năm một lần. Một nhóm mới, quy mô lớn hơn bao trùm khu vực châu Á-Thái Bình Dương đã được ra mắt vào năm 2022, có tên là Khuôn khổ kinh tế Ấn Độ Dương-Thái Bình Dương vì sự thịnh vượng. Một trong những mục tiêu chính của nó là đa dạng hóa chuỗi cung ứng để đảm bảo tiếp cận an toàn với chất bán dẫn, khoáng sản quan trọng và công nghệ năng lượng sạch. Hoa Kỳ cũng đã công bố Hiệp định Đối tác vì sự thịnh vượng kinh tế của Châu Mỹ vào năm 2022 để giúp các chuỗi cung ứng trong khu vực linh hoạt hơn trước những cú sốc bất ngờ, đồng thời thúc đẩy ĐMST trong cả khu vực công



và tư nhân.

### *Nhóm 7 nước có nền công nghiệp tiên tiến (G7)*

Chương trình nghị sự của G7 từ lâu đã đề cập đến các vấn đề KHCN&ĐMST. Sáng kiến lớn nhất cho đến nay là Quan hệ đối tác về cơ sở hạ tầng và đầu tư toàn cầu (PGII), được công bố trong Hội nghị thượng đỉnh các nhà lãnh đạo G7 năm 2022. Quan hệ đối tác này nhằm mục đích huy động 600 tỷ USD để đầu tư vào cơ sở hạ tầng toàn cầu vào năm 2027, với khoản đầu tư lên tới 300 tỷ euro thông qua sáng kiến “Cửa ngõ toàn cầu” của EU, và 200 triệu USD đến từ Hoa Kỳ. Thông qua tài chính hỗn hợp, PGII tìm cách huy động các nguồn lực cộng đồng và tư nhân để theo đuổi các giá trị, phát triển cơ sở hạ tầng bền vững, chất lượng cao. Sáng kiến “Cửa ngõ toàn cầu” của EU tập trung vào kỹ thuật số, khí hậu, năng lượng, giao thông, y tế, giáo dục và nghiên cứu, và được củng cố bởi cách tiếp cận dựa trên giá trị nhằm thúc đẩy các giá trị dân chủ, tiêu chuẩn cao, quản trị chặt chẽ và minh bạch. Sáng kiến của Hoa Kỳ tập trung vào năng lượng sạch, cơ sở hạ tầng và mạng lưới kỹ thuật số an toàn, tăng cường bình đẳng giới và an ninh y tế. Cả hai sáng kiến đều nhấn mạnh lợi ích cạnh tranh của các khoản đầu tư này đối với các doanh nghiệp trong nước, bên cạnh tiềm năng tạo việc làm. Cả hai sáng kiến kêu gọi cách tiếp cận toàn chính phủ, với các mức đầu tư liên quan và phạm vi bao phủ của chúng.

Các sáng kiến khác có liên quan gần đây của G7 bao gồm Nhóm công tác về An ninh và Tính toàn vẹn của Hệ sinh thái Nghiên cứu Toàn cầu, được thành lập để phát triển các nguyên tắc, phương pháp hay nhất, bộ công cụ và học viện ảo nhằm nghiên cứu về an ninh và tính toàn vẹn; và Câu lạc bộ Khí hậu mới để thúc đẩy hành động vì khí hậu và nâng cao tham vọng, đặc biệt tập trung vào lĩnh vực công nghiệp.

## **II. CHÍNH SÁCH KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO THÚC ĐẨY CHUYỂN ĐỔI BỀN VỮNG**

### **2.1. Hướng tới cách tiếp cận chính sách đa cấp và trực tiếp hơn**

#### ***Tăng tốc ĐMST cho mục tiêu phát thải cacbon thấp***

Nếu không tăng tốc ĐMST theo hướng phát thải cacbon thấp, sẽ không thể đạt được mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Ví dụ, trong lĩnh vực năng lượng, sẽ phải chuyển đổi hoàn toàn hệ thống năng lượng toàn cầu. Thay vì dùng nhiên liệu hóa thạch, 2/3 tổng nguồn cung cấp năng lượng vào năm 2050 sẽ bắt nguồn từ năng lượng gió, mặt trời, năng lượng sinh học, địa nhiệt và thủy điện trong

“Kịch bản Phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050” (NZE) của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA). Để đạt được mục tiêu này, cần triển khai nhanh chóng trên quy mô lớn các công nghệ hiện có như công nghệ điện gió và mặt trời, cũng như phát triển và sử dụng rộng rãi các công nghệ còn lâu nữa mới hoàn thiện như hydro xanh. Bên cạnh đó cũng cần phải thay đổi hành vi. Hình 3.1 cho thấy các công nghệ hiện có trên thị trường đáp ứng gần như tất cả các mức giảm phát thải cần thiết vào năm 2030 trong kịch bản NZE. Tuy nhiên, đến năm 2050, gần 50% lượng phát thải CO<sub>2</sub> theo kịch bản NZE giảm được là nhờ các công nghệ hiện đang ở giai đoạn trình diễn hoặc nguyên mẫu, tỷ lệ thậm chí còn cao hơn trong ngành công nghiệp nặng.

Tính cấp bách để đạt mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050 cho thấy nhu cầu phải “nén” chu kỳ ĐMST đối với các công nghệ năng lượng sạch ở giai đoạn đầu. Trong kịch bản NZE của IEA, hầu hết các công nghệ năng lượng sạch chưa được chứng minh ở quy mô hiện nay, sẽ cần phải tiếp cận thị trường chậm nhất vào năm 2030. Theo đó, tốc độ phát triển nhanh hơn nhiều so với tốc độ thường đạt được trong lịch sử và đặt ra những yêu cầu mới đối với các hệ thống đổi mới và trên phạm vi rộng hơn là đối với chính sách của chính phủ. Các chuỗi đổi mới về bản chất rất mong manh, nên có thể làm gián đoạn đổi mới. Vì thế, nhiều quốc gia thường đóng vai trò hỗ trợ các chuỗi đổi mới trên phạm vi rộng.

### ***Thách thức về tính bền vững đòi hỏi phải có định hướng lớn hơn trong hoạch định chính sách***

Quá trình chuyển đổi bền vững đòi hỏi phải thay đổi toàn bộ hệ thống, ví dụ như trong hệ thống năng lượng và hệ thống nông sản. Mặc dù nghiên cứu và ĐMST đóng vai trò quan trọng trong việc định hình lại các hệ thống này, nhưng các yếu tố khác cũng rất cần thiết, bao gồm các thông lệ xã hội, thể chế, cơ sở hạ tầng và thị trường hiện nay. Do đó, quá trình chuyển đổi bền vững mang tính “kỹ thuật - xã hội”, trong đó công nghệ và xã hội cùng phát triển để đáp ứng thách thức bền vững. Phạm vi thay đổi này ngụ ý rằng các công ty, chính phủ, các cơ quan nghiên cứu công và xã hội cần phải thích ứng. Các chủ thể này đưa ra những kế hoạch, chiến lược và chương trình riêng để định hình quá trình chuyển đổi. Điều này tạo ra sự phức tạp, bất ổn và mơ hồ, do đó quá trình chuyển đổi kỹ thuật - xã hội vẫn khó dự đoán và định hướng.

Chia sẻ các mục tiêu và hợp tác giữa các bộ phận khác nhau của hệ thống có thể giúp giảm bớt sự bất ổn và mơ hồ, khi nhiều bên cùng nỗ lực hướng tới các mục tiêu và giải pháp chung. Do đó, trọng tâm ngày càng quan trọng của chính sách KHCN&ĐMST là giúp phát triển và kết nối các mục tiêu chung giữa nhiều bên liên

quan. Theo quan điểm này, KHCN&ĐMST nên hỗ trợ quá trình chuyển đổi có mục đích.

Tính định hướng tiềm ẩn trong tất cả các khâu hoạch định chính sách theo thiết kế, nhưng việc khắc phục các lỗi định hướng trong các hệ thống KHCN&ĐMST có sự khác biệt. Trong vài thập kỷ qua, sự kết hợp chính sách KHCN&ĐMST đã đi theo chiều ngang và thiếu định hướng về nghiên cứu và công nghệ mà nó hỗ trợ. Điều này hiện đang bị thách thức bởi tính cấp bách của phát triển bền vững và “an ninh hóa” của các chính sách KHCN&ĐM, gây thêm áp lực cho các chính phủ trong việc đưa ra các chính sách KHCN&ĐMST mang tính định hướng. Về vấn đề này, các quốc gia đang thử nghiệm các công cụ chính sách mới, chẳng hạn như tài trợ dựa trên giải quyết thách thức và chính sách đổi mới theo định hướng sứ mệnh (MOIP) thu hút nhiều bên tham gia, bao gồm các công ty và tổ chức nghiên cứu khu vực công để cùng sáng tạo và hợp tác trên lộ trình phát thải ròng bằng 0.

Những nỗ lực này giúp “xây dựng” và phát triển các cấu trúc và công nghệ mới góp phần vào quá trình chuyển đổi bền vững. Các quốc gia có thể sử dụng các chính sách công để phát triển không gian thử nghiệm, đặc biệt là thông qua hỗ trợ NC&PT công, nhưng không gian này có thể mở rộng, như thí điểm, phòng thí nghiệm sống, cơ chế thử nghiệm (sandbox) và các trình diễn khác để phát triển các giải pháp thay thế bền vững, công nghệ, dịch vụ, quy trình tổ chức. Các chính sách công cũng giúp mở rộng quy mô và củng cố các giải pháp và thực tiễn bền vững như thông qua trợ cấp hoặc mua sắm công nhằm thúc đẩy triển khai công nghệ cacbon thấp. Hình 3.2 phác thảo một danh sách các công cụ thường được sử dụng để thúc đẩy các hoạt động nghiên cứu và ĐMST; Bảng 2.1 nhấn mạnh đến một số công cụ chính sách KHCN&ĐMST phổ biến được sử dụng để giải quyết vấn đề phát thải ròng bằng 0.

**Bảng 2.1.** *Danh mục các công cụ chính sách thường được sử dụng trong chính sách KHCN&ĐMST*

Quản trị	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chiến lược, chương trình và kế hoạch</li> <li>- Xây dựng hoặc cải cách cấu trúc quản trị hoặc cơ quan công</li> <li>- Xây dựng chính sách về đánh giá, tổng hợp và dự báo</li> <li>- Tư vấn chính thức của các bên liên quan hoặc chuyên gia</li> <li>- Các cơ quan điều phối KHCN&amp;ĐMST theo chiều ngang</li> <li>- Các cơ quan giám sát pháp lý và tư vấn đạo đức</li> <li>- Tiêu chuẩn và chứng nhận phát triển và ứng dụng công nghệ</li> <li>- Chiến dịch nâng cao nhận thức cộng đồng và các hoạt động quảng bá khác.</li> </ul>
----------	--

Hỗ trợ tài chính trực tiếp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tài trợ của tổ chức cho nghiên cứu công</li> <li>- Tài trợ dự án cho nghiên cứu công</li> <li>- Tài trợ cho NC&amp;PT và đổi mới kinh doanh</li> <li>- Các Trung tâm tài trợ xuất sắc</li> <li>- Các Chương trình mua sắm phục vụ NC&amp;PT và ĐMST</li> <li>- Học bổng ngắn hạn và các khoản vay và học bổng sau đại học</li> <li>- Các khoản vay và tín dụng ĐMST trong tài trợ quỹ đầu tư doanh nghiệp</li> <li>- Phiếu ĐMST</li> </ul>
Hỗ trợ tài chính gián tiếp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giảm thuế hoặc đóng góp xã hội cho doanh nghiệp đầu tư NC&amp;PT và ĐMST</li> <li>- Giảm thuế cho các cá nhân hỗ trợ NC&amp;PT và ĐMST</li> <li>- Các kế hoạch bảo lãnh nợ và chia sẻ rủi ro</li> </ul>
Hạ tầng hợp tác (cứng và mềm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nền tảng kết nối và hợp tác</li> <li>- Hỗ trợ riêng cho hạ tầng nghiên cứu</li> <li>- Dịch vụ thông tin và truy cập bộ dữ liệu</li> </ul>
Hướng dẫn, quy định và các biện pháp khuyến khích	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dịch vụ phổ biến công nghệ và tư vấn kinh doanh</li> <li>- Quy định KH&amp;CN</li> <li>- Quy định và khuyến khích di chuyển lao động</li> <li>- Quy định và khuyến khích sở hữu trí tuệ</li> <li>- Thách thức và giải thưởng KH&amp;CN&amp;ĐMST</li> </ul>

*Nguồn: EC-OECD KH&CN&ĐMSTP Compass, <https://KH&CN&ĐMSTp.oecd.org>.*

Đồng thời, quá trình chuyển đổi bền vững đòi hỏi phải “phá vỡ” và ngừng các hoạt động và cấu trúc không bền vững, bao gồm loại bỏ dần các công nghệ gây ô nhiễm và thải nhiều carbon. Nếu không, các thử nghiệm đổi mới thường bị ngăn cản không thể mở rộng quy mô, vì những ràng buộc và phụ thuộc vào quy trình đã tồn tại. Những ràng buộc và phụ thuộc thường có xu hướng bảo tồn các công nghệ và thực tiễn dựa trên hóa thạch hiện tại. Ví dụ, các chính sách khác như trợ cấp nhiên liệu hóa thạch hỗ trợ ổn định các hệ thống kỹ thuật - xã hội không bền vững và cần phải loại bỏ dần, nhưng sẽ vấp phải khó khăn về mặt chính trị. Mặc dù các quốc gia cần giảm hỗ trợ cho các công nghệ không bền vững và thường chiếm ưu thế, nhưng họ cũng phải tính đến giảm thiểu các hậu quả xã hội khôn lường có thể xảy ra. Vì lý do này và để giảm khả năng chống lại quá trình chuyển đổi, các chiến lược chuyển đổi cần kết hợp các biện pháp điều chỉnh như thắt chặt các quy định theo từng giai đoạn, bồi thường tài chính, các chương trình đào tạo lại và đào tạo lực lượng lao động cho các vùng khó khăn.

Thông qua tính hai mặt của các động lực “xây dựng” cái mới và “phá vỡ” cái

cũ này mà các quá trình chuyển đổi kỹ thuật - xã hội xuất hiện. Ngoài ra, bối cảnh rộng lớn của sự phát triển ngoại sinh (ví dụ, các xu hướng kinh tế - xã hội tiến triển chậm) hoặc các cú sốc (như bầu cử, khủng hoảng kinh tế và chiến tranh) có thể gây mất ổn định hệ thống kỹ thuật - xã hội hiện nay và mở ra “cơ hội” cho những đổi mới đột phá theo hướng thải ít cacbon. “Viễn cảnh đa cấp độ” này ngày càng phổ biến như một mô hình chính sách để thúc đẩy quá trình chuyển đổi bền vững. Điểm chính là quá trình chuyển đổi diễn ra thông qua sự liên kết của các quá trình củng cố lẫn nhau bên trong và giữa ba cấp độ xây dựng “đổi mới thích hợp”, sự phá vỡ của các “chế độ” kỹ thuật - xã hội hiện có và những thay đổi trong bối cảnh ngoại sinh rộng lớn hơn. Kết quả chuyển đổi kỹ thuật - xã hội vượt ra ngoài việc áp dụng các công nghệ mới và bao gồm đầu tư cho hạ tầng mới, thiết lập thị trường mới, phát triển các sở thích xã hội mới và hỗ trợ những người trong độ tuổi lao động và cộng đồng tích lũy các kỹ năng và tận dụng cơ hội mới như một phần của sự chuyển đổi “công bằng”.

Do tính đến các yếu tố phức tạp trên nên rất khó để lập kế hoạch từ trên xuống; và quá trình chuyển đổi phụ thuộc vào nhiều hành động thường độc lập diễn ra ở các cấp độ khác nhau bị chi phối bởi tầm nhìn chung. Những hành động độc lập này cần hỗ trợ lẫn nhau và tạo ra một “vòng tham vọng” để phát triển và triển khai công nghệ, bắt đầu một chu trình phản hồi tích cực, trong đó chính sách tái phân bổ tài chính cho các công nghệ các-bon thấp, ĐMST của doanh nghiệp, cải tiến công nghệ và hỗ trợ xã hội cho quá trình chuyển đổi gia tăng, tạo điều kiện cho vòng chính sách tiếp theo thúc đẩy quá trình chuyển đổi. Sự tăng tốc của quá trình chuyển đổi kỹ thuật - xã hội có thể được kích hoạt bởi các “điểm tới hạn tích cực” giúp củng cố chu kỳ hiệu quả của sự thay đổi mang tính chuyển đổi tiếp theo. Các chính sách công có thể kích hoạt các điểm tới hạn tích cực, tạo sự khởi đầu và các điều kiện để chúng lan tỏa qua các hệ thống kỹ thuật - xã hội.

Các chính phủ cần phát triển năng lực quản trị và thể chế để thực hiện các nhiệm vụ “xây dựng” cái mới và “phá vỡ” cái cũ này, khai thác các cơ hội trong bối cảnh kỹ thuật - xã hội rộng lớn hơn, tìm kiếm cơ hội để kích hoạt các tầng tới hạn và thúc đẩy chuyển đổi công bằng. Năng lực quản trị và thể chế có phạm vi rộng, đề cập đến cách chính phủ định hướng và lựa chọn các ưu tiên; cách phát triển và duy trì mối quan hệ với các chủ thể khác trong hệ thống ĐMST, đặc biệt là các công ty lớn thực hiện NC&PT; và cách học hỏi như thông qua giám sát và đánh giá. Bản chất xuyên suốt của quá trình chuyển đổi kỹ thuật - xã hội là những năng lực này không nên tập trung vào một bộ hoặc cơ quan đơn lẻ mà cần được phân bổ rộng rãi trong chính phủ.

## **2.2. Thúc đẩy quá trình chuyển đổi bền vững trong các lĩnh vực chính sách khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo**

Chuyển đổi bền vững trong các hệ thống kỹ thuật-xã hội như năng lượng, thực phẩm và giao thông vận tải phụ thuộc vào sự phát triển và triển khai các công nghệ hỗ trợ. Điều này lại phụ thuộc vào các hệ thống KH&CN&ĐMST hoạt động tốt để tạo ra tri thức KH&CN phù hợp với tốc độ và quy mô. Các hoạt động nghiên cứu và ĐMST cần được đầu tư lớn và định hướng rõ ràng, nhưng các khoản đầu tư này phải phù hợp với việc đánh giá lại các hệ thống KH&CN&ĐMST và các chính sách KH&CN&ĐMST hỗ trợ của chúng để đảm bảo chúng “phù hợp với mục đích” góp phần vào quá trình chuyển đổi bền vững. Việc đánh giá lại này có lẽ được thực hiện tốt nhất ở cấp độ tiêu lĩnh vực chính sách tạo nên hỗn hợp chính sách KH&CN&ĐMST rộng rãi. Điều đó gồm nhiều loại nguồn lực hỗ trợ khác nhau (tức là tài trợ và tài chính, cơ sở hạ tầng nghiên cứu và kỹ thuật, công nghệ hỗ trợ, kỹ năng và năng lực, các điều kiện khuôn khổ khác nhau và cơ sở bằng chứng để hỗ trợ quá trình ra quyết định) và một loạt các mối quan hệ trong các hệ thống KH&CN&ĐMST (nghĩa là giữa KH&CN&ĐMST và xã hội; giữa khu vực công, khu vực tư nhân và phi lợi nhuận; giữa các bộ phận khác nhau của chính phủ; và ở cấp độ quốc tế). Tư duy hệ thống có thể giúp xác định và hiểu các mối liên kết quan trọng, sức mạnh tổng hợp và sự đánh đổi giữa các tiêu lĩnh vực thường được xử lý riêng biệt này. Những thách thức chính đối với chính sách KH&CN&ĐMST trong việc thúc đẩy quá trình chuyển đổi bền vững gồm:

### *Các phương thức đối tác mới*

- Thúc đẩy và làm sâu sắc hợp tác KH&CN&ĐMST giữa các doanh nghiệp, hệ thống nghiên cứu công, các chính phủ và khu vực phi lợi nhuận về chuyển đổi
- Thu hút sự tham gia của xã hội vào KH&CN&ĐMST để thúc đẩy chuyển đổi
- Thúc đẩy sự gắn kết giữa các chính phủ về chuyển đổi nhờ sự hỗ trợ của KH&CN&ĐMST phụ thuộc vào hợp tác giữa một số cơ quan chính phủ
- Đẩy mạnh hợp tác quốc tế về KH&CN&ĐMST để hỗ trợ chuyển đổi

### *Các cách hỗ trợ ĐMST*

- Định hướng tài trợ công và tư để hỗ trợ chuyển đổi
- Phát triển và áp dụng các công nghệ mới để hỗ trợ chuyển đổi phù hợp
- Hướng sử dụng hạ tầng nghiên cứu và kỹ thuật phục vụ chuyển đổi
- Trang bị các kỹ năng và năng lực cần để thực hiện chuyển đổi nhờ sự hỗ trợ của KH&CN&ĐMST

- Đảm bảo các điều kiện khuôn khổ khác nhau để KHCN&ĐMST hỗ trợ chuyển đổi

- Xây dựng và sử dụng tri thức và bằng chứng hỗ trợ chuyển đổi

Phần này cũng xem xét triển vọng cải cách hỗ trợ chuyển đổi trong mười tiêu lĩnh vực chính sách này. Với các khía cạnh hệ thống và đa cấp của các hệ thống kỹ thuật - xã hội, các cải cách chính sách sẽ cần bao quát các tiêu lĩnh vực này, vì nhiều cơ hội cải cách phụ thuộc vào tiến độ trong các tiêu lĩnh vực khác. Việc đánh giá cao những mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau này là cần thiết và nên trao quyền cho các nhà hoạch định chính sách có nhận thức tốt hơn và xác định các điểm đòn bẩy mà họ có thể hành động để dỡ bỏ các rào cản đối với chuyển đổi.

### ***Tài trợ KHCN&ĐMST và tài chính cho quá trình chuyển đổi bền vững***

#### ***Tài trợ nghiên cứu công***

Mặc dù đầu tư công cho NC&PT năng lượng và môi trường đã tăng lên trong những năm gần đây, nhưng tốc độ tăng trưởng sẽ cần mạnh mẽ hơn nếu muốn phát triển công nghệ phải theo kịp với việc đạt được các mục tiêu phát thải ròng bằng 0. Quá trình chuyển đổi bền vững đòi hỏi mức độ đầu tư chuyển đổi trong một thời gian dài, bao gồm tất cả các phần của chuỗi đổi mới. IEA ước tính đầu tư công toàn cầu của các quốc gia thành viên cho NC&PT, trình diễn năng lượng vào năm 2021 là gần 23 tỷ USD, phần lớn trong số đó được nhằm vào các công nghệ cacbon thấp. Tỷ lệ tăng hàng năm là 5%, thấp hơn mức trung bình hàng năm là 7% trong giai đoạn 2016 - 2020. Chi NC&PT năng lượng của Trung Quốc đã tăng hơn 2,5 lần trong giai đoạn 2015 - 2021 và theo ước tính, Trung Quốc vượt Hoa Kỳ một chút về chi tiêu công cho NC&PT, trình diễn năng lượng. Trong khi các mức tăng này được xem là tích cực, thì mức chi theo tỷ lệ phần trăm của tổng sản phẩm quốc nội (GDP) vẫn chưa bằng một nửa so với cuối những năm 1970, khi các nước đầu tư mạnh vào NC&PT, trình diễn năng lượng để đối phó với cú sốc giá dầu. Tình trạng khẩn cấp về khí hậu là một thách thức lớn đòi hỏi mức độ đầu tư tương tự đầy tham vọng.

Cũng như mức chi cho NC&PT, trình diễn năng lượng ngày càng tăng, các chính phủ cần xem xét cách thức đầu tư của họ và những phần nào của chuỗi đổi mới cần nhắm mục tiêu. Các chính phủ vẫn là nhà đầu tư chính trong nghiên cứu khám phá cơ bản, nhưng cần nhiều giải pháp tập trung hơn và có định hướng để tạo ra tri thức mới và công nghệ cacbon thấp. Điều này đòi hỏi phải kết hợp chuyên môn và hiểu biết sâu sắc từ các ngành và lĩnh vực khác nhau của xã hội, cũng như nghiên cứu liên ngành và xuyên ngành. Trong khi hầu hết các quốc gia đang áp dụng các sáng kiến chính sách để thúc đẩy nghiên cứu liên ngành và xuyên ngành,

những hoạt động này cần được nhân rộng một cách khẩn cấp và mạnh mẽ để hỗ trợ quá trình chuyển đổi sang các lộ trình phát triển kinh tế - xã hội bền vững hơn.

Một phần quan trọng của gói chính sách đổi mới để giải quyết vấn đề khí hậu là thu hẹp khoảng cách tài trợ cho các dự án trình diễn quy mô lớn. Khoản tài trợ cần thiết là rất lớn, đặc biệt trong lĩnh vực công nghiệp. Theo ước tính của IEA, cần ít nhất 90 tỷ USD tài trợ công trên toàn cầu vào năm 2026 cho các dự án trình diễn công nghệ năng lượng sạch để sẵn sàng thương mại hóa vào năm 2030 và giúp đạt mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào giữa thế kỷ này. Một số tiến bộ đã đạt được với việc các chính phủ hỗ trợ các dự án NC&PT và trình diễn lớn thông qua các gói phục hồi hậu COVID-19 (Hộp 3.3), cũng như thông qua một loạt chính sách công nghiệp xanh mới, bao gồm Đạo luật Giảm lạm phát và Đạo luật Đầu tư cơ sở hạ tầng và việc làm của Hoa Kỳ, Quỹ Đổi mới của EU, Quỹ Đổi mới xanh của Nhật Bản và Kế hoạch 5 năm lần thứ 14 của Trung Quốc với sự chú trọng ngày càng nhiều vào ngành công nghiệp nặng; hydro; thu hồi, sử dụng và lưu trữ cacbon (CCUS); và các công nghệ năng lượng quan trọng khác. Cụ thể hơn, Chính phủ Hoa Kỳ đã phát động Thử thách Trình diễn Công nghệ năng lượng sạch vào giữa năm 2022 để đáp ứng mục tiêu 90 tỷ USD của IEA, số tiền này đã cao hơn mục tiêu đề ra tại Diễn đàn hành động về năng lượng sạch toàn cầu tại Pittsburgh vào tháng 9 năm 2022, khi một số quốc gia và Ủy ban châu Âu cam kết đóng góp lớn.

Câu hỏi chính sách quan trọng là chi bao nhiêu so với NC&PT và trình diễn để triển khai các công nghệ hiện có. Câu trả lời phụ thuộc vào cường độ tương đối của thất bại thị trường liên quan đến phát triển công nghệ, chủ yếu là hiệu ứng lan tỏa tri thức ở giai đoạn NC&PT, trình diễn và thực tiễn ở giai đoạn phổ biến. Tầm quan trọng tương đối của hỗ trợ triển khai (thúc đẩy thị trường) so với hỗ trợ NC&PT và trình diễn (thúc đẩy công nghệ) sẽ tăng lên cùng với sự dịch chuyển từ các công nghệ khá non trẻ sang các công nghệ gần có khả năng cạnh tranh trên thị trường. Dữ liệu đăng ký bằng sáng chế và nhãn hiệu có thể được sử dụng để xác định các nỗ lực tương đối gắn liền với NC&PT và trình diễn. Sau giai đoạn tăng trưởng mạnh mẽ từ năm 2006 đến 2012, bằng sáng chế liên quan đến các công nghệ khí hậu đã giảm gần đây trong tổng số bằng sáng chế. Điều này chủ yếu là do sự tăng trưởng mạnh mẽ hơn việc cấp bằng sáng chế trong các lĩnh vực công nghệ khác, nhưng cũng do sự sụt giảm mạnh về cấp bằng sáng chế công nghệ liên quan đến khí hậu tại Cơ quan Sáng chế Nhật Bản. Ngược lại, tỷ lệ nhãn hiệu bao gồm các hàng hóa và dịch vụ liên quan đến khí hậu đã tăng lên rõ rệt trong hai thập kỷ qua, một dấu hiệu tích cực của sự thành công trong việc phổ biến và triển khai công nghệ. Các mô hình ở đây cần được xem xét kỹ hơn và có thể có sự khác biệt rõ nét giữa các khu vực,



nhưng cũng cho thấy các chính phủ cần quan tâm hơn đến NC&PT và trình diễn nếu các công nghệ hiện đang trong giai đoạn NC&PT và trình diễn hoặc nguyên mẫu cần được đưa ra thị trường vào năm 2030.

### ***Tài trợ công cho NC&PT và ĐMST trong doanh nghiệp***

Các doanh nghiệp chiếm tỷ trọng lớn nhất trong chi tiêu cho NC&PT ở hầu hết các quốc gia OECD và chủ yếu thực hiện các hoạt động ĐMST. Chính phủ các nước hỗ trợ khác nhau cho các doanh nghiệp để khuyến khích họ thực hiện NC&PT và ĐMST. Các công cụ chính sách mà các chính phủ sử dụng cũng không giống nhau. Trong hai thập kỷ qua đã có sự thay đổi đáng kể trong hỗn hợp chính sách hỗ trợ NC&PT doanh nghiệp với sự thay đổi gần như trên toàn cầu từ các công cụ hỗ trợ trực tiếp sang phụ thuộc nhiều hơn vào các ưu đãi thuế NC&PT. Tại các quốc gia OECD, ưu đãi thuế NC&PT chiếm khoảng 60% tổng hỗ trợ của chính phủ cho NC&PT doanh nghiệp vào năm 2019, so với 36% năm 2006.

Sau hai thập kỷ triển khai rộng rãi, đã có sự đồng thuận lớn về nguyên tắc, các ưu đãi thuế phải phù hợp hơn để khuyến khích các hoạt động NC&PT có tiềm năng đến gần với thị trường. Ngược lại, các khoản tài trợ trực tiếp cũng phải hợp lý hơn để hỗ trợ NC&PT lâu dài, rủi ro cao, cũng như nhắm mục tiêu vào các lĩnh vực cụ thể sản xuất hàng hóa công hoặc có tiềm năng lan tỏa đặc biệt cao. Cả hai biện pháp đều hỗ trợ tích cực, nhưng tính cấp bách ngày càng tăng trong việc đối phó với những thách thức xã hội quan trọng như biến đổi khí hậu cho thấy cần có cách tiếp cận đúng hướng bằng các biện pháp trực tiếp. Phần lớn nguồn tài trợ ĐMST này sẽ được chuyển qua các lĩnh vực như năng lượng và giao thông vận tải. Sự thay đổi trọng tâm chính sách này trùng khớp với việc chính phủ các nước áp dụng ngày càng nhiều chính sách công nghiệp, bao gồm cả chính sách ĐMST định hướng sứ mệnh (MOIP), đòi hỏi các chính phủ đưa ra những lựa chọn chính sách ĐMST rõ ràng, cùng với các chủ thể khác (đặc biệt là các doanh nghiệp), cho những nơi có các nguồn lực hạn chế. Đồng thời, các chính phủ cần nâng cao kỹ năng và năng lực để vận hành các chương trình tài trợ trực tiếp có yêu cầu về thách thức phát thải ròng bằng 0.

### ***Tài trợ tư nhân cho NC&PT và ĐMST***

Ngay cả với sự hỗ trợ hỗn hợp, tài trợ của chính phủ vẫn không đủ bù đắp sự thiếu hụt tài chính cản trở ĐMST bền vững tiếp cận thị trường và vì vậy tài trợ tư nhân cần được huy động. Ví dụ, vốn mạo hiểm là thành phần chính bổ sung hỗ trợ của chính phủ cho công nghệ, tài trợ cho thí điểm và trình diễn các ý tưởng sáng tạo và các công nghệ triển vọng, thường là kết quả của hoạt động NC&PT do chính phủ

tài trợ. Vốn mạo hiểm cũng rất quan trọng giúp các doanh nghiệp nhỏ vượt ra khỏi thị trường ngách ban đầu. Tuy nhiên, đầu tư vào quá trình chuyển đổi xanh vẫn là một thách thức đối với các nhà đầu tư tư nhân vì một số lý do: khả năng sinh lời không đủ so với các khoản đầu tư có rủi ro; khó đánh giá rủi ro do thông tin bất cân xứng giữa các nhà đầu mới và nhà đầu tư; và những thách thức trong việc đáp ứng các yêu cầu về “tỷ lệ hoàn vốn nội bộ” hoặc ngưỡng “lợi nhuận trên vốn chủ sở hữu”. Những điểm bất lợi này trên thị trường vốn làm hạn chế vốn tư nhân cho hoạt động NC&PT và trình diễn công nghệ cacbon thấp.

Khái niệm “tài chính kết hợp”, ban đầu nổi lên như một công cụ sáng tạo trong cộng đồng phát triển để huy động vốn tư nhân cho các dự án bền vững tại các nước đang phát triển, đang thu hút được sự chú ý trong lĩnh vực chính sách KHCN&ĐMST như một cách để kết hợp tài trợ công và tư trên toàn thế giới cho chuỗi ĐMST. Nó hoạt động bằng cách kết hợp các công cụ giảm thiểu rủi ro như cơ chế thua lỗ đầu tiên với vốn vay và vốn chủ sở hữu để giúp các công ty vượt qua khó khăn ở các giai đoạn khác nhau của chu kỳ ĐMST. Mỗi công cụ đều có những đặc điểm riêng biệt về nguồn gốc của vốn, cách thức thực hiện hoàn vốn đầu tư và cách giảm thiểu rủi ro so với lợi nhuận tiềm năng. Tài chính hỗn hợp có thể giúp tăng quy mô đầu tư tư nhân cho NC&PT và ĐMST để đáp ứng tốt hơn những thách thức về tính bền vững ở cả các nước phát triển và đang phát triển, đồng thời có khả năng đưa ra định hướng lớn hơn vào tài trợ KHCN&ĐMST. Đặc biệt, tài chính hỗn hợp có thể được sử dụng để giúp tăng nguồn tài trợ cho NC&PT và ĐMST mới cho “hàng hóa công” như hệ thống nước và không khí sạch. Đây là những lĩnh vực có lợi nhuận xã hội cao nhưng lại thiếu động lực đầu tư vào các dự án KHCN&ĐMST có rủi ro kinh tế và công nghệ cao.

### ***Thúc đẩy các công nghệ chuyển đổi bền vững***

Trong những năm gần đây, các công nghệ năng lượng cacbon thấp đã được lựa chọn triển khai rộng rãi, đặc biệt là quang điện, pin EV và tua-bin gió. Lý do là vì chi phí của các công nghệ này giảm mạnh, ví dụ, pin EV và quang điện đều đã giảm 90% chi phí so với thập kỷ qua. Chi phí được cắt giảm là nhờ những tiến bộ công nghệ nhanh chóng, được thúc đẩy bởi các khoản đầu tư vào hoạt động NC&PT, các khoản trợ cấp hào phóng (như biểu giá điện hỗ trợ) và lợi thế kinh tế nhờ quy mô. Kết quả là nhiều nguồn năng lượng tái tạo đã có giá thành rẻ hơn nhiên liệu hóa thạch.

Triển vọng phát triển công nghệ trong tương lai còn chưa chắc chắn và thường đòi hỏi đầu tư lớn, đặc biệt là của khu vực tư nhân. Các chính phủ đang đảm nhận

những vai trò can thiệp khi tìm cách kìm hãm chu kỳ ĐMST, nên phải đưa ra các lựa chọn công nghệ. Những lựa chọn này thường được thể hiện qua các mô hình danh mục đầu tư nhằm tìm cách “đặt cược dàn trải” vào sự đa dạng của công nghệ và để tránh bị “khóa chặt” vào một công nghệ. Tuy nhiên, các quốc gia dành ưu tiên khác nhau cho các công nghệ, phản ánh một phần các cam kết công nghệ trước đây (ví dụ, các nhà cung cấp nhiên liệu hóa thạch lớn, Na Uy và Mexico, dành phần lớn cho NC&PT và trình diễn trong lĩnh vực này; trong khi công nghệ hạt nhân chiếm phần lớn chi tiêu cho NC&PT và trình diễn ở Pháp và các quốc gia khác có cơ sở hạt nhân lớn). Hydro và pin nhiên liệu vẫn còn khiêm tốn so với các lĩnh vực công nghệ khác nhưng lại là lĩnh vực phát triển nhanh nhất trên toàn cầu.

Những ví dụ này chứng minh rằng công nghệ có thể đóng góp vào quá trình chuyển đổi, nhưng cũng có thể tạo ra các ngoại ứng tiêu cực mà chính sách KHCN&ĐMST sẽ giúp dự đoán và quản lý, chẳng hạn như sử dụng một số kỹ thuật quản trị công nghệ. Trong OECD, Diễn đàn toàn cầu về Công nghệ đã được ra mắt vào tháng 12 năm 2022 để thúc đẩy sự hợp tác của nhiều bên liên quan về chính sách và công nghệ số mới nổi (Hộp 2.1), và Khuyến nghị năm 2021 của Hội đồng về Quản trị Quy định linh hoạt để đặt ra các tiêu chuẩn về quản trị và chính sách điều tiết nhằm khai thác tốt hơn tác động xã hội.

#### **Hộp 2.1.** Diễn đàn toàn cầu về công nghệ của OECD

Hợp tác quốc tế sẽ là nền tảng của chính sách và quản trị công nghệ mới nổi hiệu quả, nhưng bối cảnh của các diễn đàn với cách tiếp cận đa ngành thực sự vẫn còn thưa thớt. Diễn đàn mới cho hợp tác quốc tế về chính sách công nghệ mới đang nổi lên. Vào tháng 12 năm 2023, cuộc họp cấp Bộ trưởng Kinh tế Kỹ thuật số của OECD sẽ tạo ra một Diễn đàn Toàn cầu mới về Công nghệ của OECD nhằm mục đích cung cấp địa điểm đối thoại chuyên sâu thường xuyên để đi tắt và đón đầu các cơ hội và rủi ro dài hạn do công nghệ mang lại. Nhằm tạo điều kiện cho các bên liên quan và những cuộc thảo luận dựa trên giá trị về nhiều công nghệ cụ thể giữa các Thành viên và đối tác của OECD, đáp ứng những khoảng trống hiện có trong ở một số diễn đàn.

Một số mục tiêu khác bao gồm:

- Xác định và phân tích về phát triển công nghệ cụ thể ở những nơi có tác động đáng kể đến xã hội, kinh tế, an ninh và tính bền vững, và ở những nơi có một số tác động tiềm tàng lớn đối với khung chính sách và quy định.
- Khám phá các cách tiếp cận mới đối với những thách thức và cơ hội chính sách do nhiều công nghệ và mô hình kinh doanh mới nổi tạo ra.
- Chia sẻ một số thông lệ tốt về quản trị công nghệ để xây dựng lòng tin giữa những người tham gia và thúc đẩy cách tiếp cận chung và chặt chẽ dựa trên lợi ích chung và giá trị dân chủ.

#### ***Cơ sở hạ tầng nghiên cứu và kỹ thuật***

Các loại cơ sở hạ tầng khác nhau rất cần thiết cho nghiên cứu và đổi mới công nghệ. Phòng thí nghiệm và thiết bị nghiên cứu là những ví dụ rõ ràng, nhưng các cơ

sở hạ tầng khác bao gồm cơ sở hạ tầng hỗ trợ khoa học mở (ví dụ: kho lưu trữ kỹ thuật số cho dữ liệu nghiên cứu) và đổi mới mở (ví dụ: phòng thí nghiệm sống, trình diễn công nghệ và dịch vụ khuyến nông). Nhiều cơ sở hạ tầng trong số này; gồm cơ sở hạ tầng nghiên cứu công lớn và cơ sở hạ tầng kỹ thuật; đòi hỏi kinh phí ban đầu đáng kể và phải phát triển các mô hình kinh doanh phân bổ chi phí và lợi ích một cách công bằng và bền vững. Quá trình chuyển đổi theo định hướng thách thức mang đến những cơ hội mới, chẳng hạn như địa điểm trình diễn quy mô lớn và các sáng kiến mở rộng quy mô cần thiết cho quá trình chuyển đổi bền vững, nhưng cũng gặp khó khăn trong việc thích ứng với nhóm tác nhân mới cũng như nhu cầu hỗ trợ nghiên cứu và ĐMST.

Về phương diện lịch sử, các rào cản cấu trúc và sự bế tắc đã đặt ra một thách thức lớn đối với sự hợp tác hiệu quả giữa các cơ sở hạ tầng nghiên cứu công và rộng hơn là với người dùng hoặc đối tác tiềm năng hoạt động trong một số lĩnh vực và giai đoạn khác nhau của quy trình NC&PT, bao gồm cả cơ sở hạ tầng kỹ thuật. Điều này được đặt lên hàng đầu trong quá trình ứng phó với COVID-19 khi khả năng kết nối được thiết lập giữa các tác nhân hệ thống, chẳng hạn như tác nhân hoạt động trong nghiên cứu cơ bản, ứng dụng và công nghiệp là rất quan trọng để thúc đẩy sự phát triển của nhiều giải pháp khoa học. Sự phức tạp của cuộc khủng hoảng đã làm nổi bật giá trị của quy trình làm việc liên cơ sở hạ tầng đối với những dự án yêu cầu dịch vụ của nhiều cơ sở hạ tầng nghiên cứu công và cơ sở hạ tầng kỹ thuật. Nó cũng nhấn mạnh vị thế như là nơi cộng tác giữa các đối tác đa dạng và khác nhau, đồng thời là đầu mối cho sự phát triển và phổ biến dữ liệu và nghiên cứu độc đáo và tiên tiến. Việc tích hợp hiệu quả những khả năng ứng phó với khủng hoảng vào nhiệm vụ của các cơ sở hạ tầng nghiên cứu công và cơ sở hạ tầng kỹ thuật sẽ yêu cầu chuyển từ ưu tiên hiệu quả tài chính ngắn hạn sang xây dựng các dự phòng chiến lược, khả năng phục hồi và hiệu quả dài hạn. Mặc dù điều này có khía cạnh tài trợ, nhưng nó cũng đòi hỏi chuyên môn, cả đối với nội bộ hoạt động và để mang lại lợi ích cho hệ thống KHCN&ĐMST lớn hơn.

### ***Hợp tác và đổi mới trong các hệ sinh thái ĐMST***

Huy động một nhóm các bên tham gia đa dạng, gồm doanh nghiệp, chính phủ, cộng đồng khoa học và người dân, để hợp tác trong quá trình chuyển đổi sẽ là điều cần thiết. Những chính phủ có truyền thống lâu đời trong việc thúc đẩy các liên kết công nghiệp – hàn lâm, sử dụng kết hợp nhiều công cụ chính sách, bao gồm tài trợ, quy định, dịch vụ thông tin và sắp xếp quản trị, để thúc đẩy và làm sâu sắc thêm các mối quan hệ. Các chính phủ ngày càng sử dụng quỹ tài trợ dựa trên thách thức và

chính sách ĐMST theo định hướng sứ mệnh để tập hợp nhóm tác nhân khác nhau vào các thỏa thuận hợp tác nhằm mục tiêu chuyển đổi. Đối với một số nền tảng hợp tác định hướng sứ mệnh, việc chuyển đổi các chương trình NC&PT quốc gia và quốc tế sang những mô hình mở với nhu cầu về các quy trình quản trị mới để chuyển giao kiến thức, bao gồm quản lý liên minh, chia sẻ tài sản, quyền riêng tư, minh bạch, tạo giá trị và trách nhiệm. Những nỗ lực chung giữa các khu vực công, tư nhân và phi lợi nhuận đã gặp phải những thách thức đối với việc chia sẻ dữ liệu, quyền sở hữu và tạo ra giá trị. Các chính sách có thể giúp chia sẻ kiến thức và nguồn lực, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình ra quyết định và điều chỉnh sự đổi mới phù hợp với nhu cầu xã hội.

Khi công nghệ trở nên phức tạp hơn, ĐMST đang ngày càng chuyển sang các mô hình hợp tác dựa trên nền tảng. Việc sắp xếp thể chế mới, chẳng hạn như những nền tảng hợp tác, đang nổi lên điều phối một nhóm các bên tham gia đa dạng trong khu vực công và tư nhân, đồng thời tạo ra giá trị bằng cách khai thác các hiệu ứng của nền tảng. Từ đó đưa ra yêu cầu một kiến trúc công nghệ cho phép những thành viên trong đó ĐMST nhanh chóng, nhưng cũng cộng tác với nhiều đối tác bên ngoài, những đơn vị này có thể sử dụng nền tảng cho ĐMST của riêng họ. Nhiều Chính phủ, cùng với một số đối tác trong ngành công nghiệp, doanh nghiệp khởi nghiệp và xã hội dân sự, đang phát triển các hình thức thử nghiệm của những nền tảng hợp tác này để cung cấp mối liên kết tốt hơn giữa nghiên cứu và ĐMST, đồng thời thúc đẩy thương mại hóa. Bằng cách tập hợp nhiều chuyên gia từ những học viện; ngành công nghiệp và lĩnh vực từ thiện, các nền tảng hợp tác thường linh hoạt hơn một số khung pháp lý quốc gia khi thiết lập những tiêu chuẩn kỹ thuật cho ứng dụng công nghệ và quản lý rủi ro liên quan. Hơn nữa, sự tham gia của Chính phủ vào một số nền tảng hợp tác có thể giúp giảm rủi ro đầu tư vào những công nghệ mới nổi.

Cuối cùng, các nhà tài trợ nghiên cứu ở nhiều quốc gia đang cố gắng thúc đẩy nghiên cứu xuyên ngành, nhằm giải quyết những vấn đề phức tạp ngoài tầm với của khoa học truyền thống. Nghiên cứu xuyên ngành là một cách thiết thực để giải quyết nhiều vấn đề, chẳng hạn như quá trình chuyển đổi bền vững, vốn gây nhiều tranh cãi và rủi ro cao. Đó là một phương thức nghiên cứu tích hợp cả các nhà nghiên cứu học thuật từ nhiều ngành không liên quan; bao gồm khoa học tự nhiên; khoa học xã hội và nhân văn; và những người tham gia phi học thuật để đạt được mục tiêu chung liên quan đến việc tạo ra kiến thức và lý thuyết mới. Với quy mô và tính cấp bách của những thách thức, nghiên cứu xuyên ngành cần phải được nhân rộng và trở thành một phương thức hoạt động chủ đạo cho nghiên cứu. Điều này sẽ

ảnh hưởng đến cả việc sắp xếp thứ tự ưu tiên cho những lĩnh vực nghiên cứu và nhiều thay đổi đối với quy trình tài trợ, bao gồm tiêu chí tài trợ, bình duyệt và đánh giá ngang hàng.

### ***Phối hợp liên chính phủ trong quá trình chuyển đổi***

Quá trình chuyển đổi kỹ thuật - xã hội rất phức tạp và không chắc chắn, đòi hỏi sự phản ứng của các cơ quan chính phủ. Do đó, mối liên kết giữa chính phủ và sự gắn kết chính sách là rất cần thiết cho quá trình chuyển đổi. Tuy nhiên, giống như một số tổ chức lớn, chính phủ phải vật lộn với những thách thức trong việc điều phối, có thể dẫn đến sự thiếu nhất quán trong chính sách hỗn hợp cho quá trình chuyển đổi và cuối cùng là hiệu quả chính sách kém hơn. Điều này cũng áp dụng cho các chính sách KHCN&ĐMST và sự kết hợp biện pháp hỗ trợ mà Chính phủ đưa ra có thể không tương xứng với thách thức hiện tại hoặc sự kết hợp chính sách rộng lớn hơn giữa quy định và khuyến khích. Sai lệch có thể theo chiều ngang (giữa những chính sách ĐMST và chính sách ngành), theo chiều dọc (giữa các bộ và cơ quan thực hiện), hoặc đa cấp (giữa chính quyền trung ương và khu vực).

Các chuyển đổi bền vững không thể đạt được hoặc thậm chí không thể được thúc đẩy, chủ yếu do những chính sách KHCN&ĐMST, mặc dù chúng chắc chắn là cần thiết. Một loạt các ngành góp phần phát thải khí nhà kính, và những chính sách ngành trong các lĩnh vực như năng lượng và nông nghiệp dự kiến sẽ thực hiện phần lớn công việc nặng nhọc này. Một số lĩnh vực này ở nhiều quốc gia OECD có những hoạt động và năng lực KHCN&ĐMST đáng kể của riêng mình, khi được kết hợp với nhau, có thể lấn át một số lĩnh vực thuộc trách nhiệm trực tiếp của các Bộ nghiên cứu và cơ quan tài trợ của họ. Hỗ trợ theo ngành của chính phủ bao trùm toàn bộ hoạt động của chuỗi đổi mới, từ nghiên cứu cơ bản đến trình diễn, phổ biến và triển khai công nghệ. Nhiều chính phủ liên kết việc đạt được mức phát thải ròng bằng 0 với mục tiêu chính sách công nghiệp đang phát triển, trong đó việc tăng tốc độ đưa các công nghệ mới đầy hứa hẹn vào hệ thống năng lượng có thể thúc đẩy tăng trưởng kinh tế trong tương lai. Ví dụ, những mối quan tâm về an ninh năng lượng cũng định hình chương trình nghị sự chính sách này thông qua các khái niệm như “quyền tự chủ chiến lược”. Do đó, khung rộng hơn này dẫn đến các lĩnh vực chính sách khác của chính phủ, làm tăng thêm những thách thức về phối hợp và gắn kết.

Tính cụ thể của lĩnh vực là những cân nhắc quan trọng đối với chính sách KHCN&ĐMST khi cố gắng thúc đẩy và tập hợp a nhiều bên tham gia để phát triển một số đổi mới hỗ trợ quá trình chuyển đổi. Hoạt động KHCN&ĐMST của ngành

vận hành với logic, thể chế và thực tiễn chính sách của riêng chúng thường khác với chính sách KHCN&ĐMST chung. Điều này tự nó không phải là vấn đề, nhưng nhấn mạnh sự cần thiết của cơ chế quản trị nhằm thúc đẩy sự liên kết chiến lược để giải quyết các vấn đề xuyên suốt như biến đổi khí hậu. Không có gì chắc chắn, và thất bại trong điều phối thường do cơ cấu ngân sách của chính phủ, nó có xu hướng làm giảm sự hợp tác và thường thúc đẩy cạnh tranh giữa nhiều bộ phận khác nhau của chính phủ. Nhiều thỏa thuận quản trị khác nhau đã xuất hiện trong những năm qua để cải thiện sự gắn kết tổng thể của chính sách, chương trình và công cụ KHCN&ĐMST trên một loạt các cơ quan và ban ngành của chính phủ, cũng như ở nhiều cấp quản trị khác nhau (ví dụ: khu vực, quốc gia, EU). Trong số này có tầm nhìn quốc gia được chia sẻ, về lộ trình và sứ mệnh; mô hình quy định mới cung cấp phạm vi thử nghiệm lớn hơn; đánh giá nhu cầu công nghệ ngành; lập chương trình chung giữa các cơ quan tài trợ nghiên cứu và ĐMST; giám sát chiến lược của ủy ban liên ngành cấp cao. Ngoài các cơ chế “chính thức” này, một số thỏa thuận và điều kiện không chính thức (ví dụ: luân chuyển nhân lực) cũng có thể thúc đẩy hợp tác liên chính phủ. Lãnh đạo chính trị ở cấp cao nhất cũng thường là điều kiện tiên quyết cho cách tiếp cận định hướng xuyên suốt chính phủ.

Theo chiều hướng tương tự, việc các chính sách ĐMST định hướng sứ mệnh gần đây chuyển hướng sang cố gắng kết hợp nhiều biện pháp can thiệp công bổ sung với nhau để đạt được những mục tiêu đầy tham vọng mà chính sách KHCN&ĐMST phân mảnh truyền thống chỉ tạo ra một số kết quả. Các “gói kết hợp” cụ thể này của chính sách nghiên cứu và ĐMST cũng như biện pháp quản lý có thể kéo dài những giai đoạn khác nhau của chu kỳ ĐMST, từ nghiên cứu đến trình diễn và triển khai thị trường; kết hợp một số công cụ cung đẩy và cầu kéo. Một số quốc gia hiện đang thử nghiệm chính sách ĐMST định hướng sứ mệnh khác nhau để giải quyết tất cả thách thức xã hội, bao gồm cả phát thải ròng bằng 0.

### ***Các điều kiện khung cho quá trình chuyển đổi bền vững hỗ trợ KHCN&ĐMST***

Vai trò của KHCN&ĐMST trong quá trình chuyển đổi kỹ thuật - xã hội được hình thành bởi một loạt yếu tố cấu trúc và thể chế. Ví dụ:

- Tổ chức khoa học và quyền tự chủ của các tổ chức thực hiện nghiên cứu, chẳng hạn như trường đại học, tất cả đều định hình đáng kể những ưu tiên và thực hành nghiên cứu công; điều chỉnh ảnh hưởng của các can thiệp chính sách công.

- Trong đổi mới công nghệ, hoạt động của thị trường sản phẩm và thị trường lao động, phạm vi điều chỉnh (bao gồm định giá các-bon, sở hữu trí tuệ, bảo vệ môi

trường, v.v.), tiêu chuẩn kỹ thuật, mô hình kinh doanh và địa lý của doanh nghiệp, cùng nhiều yếu tố khác, tất cả đều ảnh hưởng đến tỷ lệ và hướng đổi mới. Giá năng lượng nhiên liệu hóa thạch thấp cũng ảnh hưởng đến những khuyến khích đầu tư vào đổi mới hiệu quả năng lượng và các-bon thấp, với xu hướng cường độ bằng sáng chế các-bon thấp trên toàn thế giới liên kết chặt chẽ với sự thay đổi giá dầu quốc tế, tức là giá dầu càng cao, tốc độ tăng trưởng bằng sáng chế càng cao trong các sáng chế về các-bon thấp.

Những điều kiện khung này có thể kích hoạt hoặc cản trở quá trình chuyển đổi kỹ thuật xã hội. Đây là những điểm đòn bẩy quan trọng để thúc đẩy quá trình chuyển đổi, nhưng cũng sẽ tạo ra có một số rào cản. Mục này phác thảo ba điều kiện khung ảnh hưởng đến ĐMST các-bon thấp, đó là tính năng động trong kinh doanh, tiêu chuẩn và định giá các-bon .

Thiếu sự năng động trong kinh doanh có thể ngăn cản những ĐMST các-bon thấp vượt qua những ĐMST dựa trên nhiên liệu hóa thạch và bảo đảm thị phần, ngay cả khi chúng hiệu quả hơn. Doanh nghiệp khởi nghiệp thường là phương tiện đưa ĐMST triệt để thâm nhập thị trường, các công ty lâu đời hơn thường tập trung vào một số thay đổi gia tăng đối với nhiều công nghệ đã được thiết lập. Do đó, giới hạn đối với cạnh tranh có thể làm chậm quá trình chuyển đổi bền vững. Sự tập trung quyền lực thị trường cũng là một thách thức vì các nhà đầu tư dài hạn (ví dụ: ngân hàng có nhiều tài sản, nhà đầu tư tổ chức) có thể ủng hộ những công ty đã đứng vững trên thị trường vì nhận thấy lợi nhuận ổn định. Mặc dù một số hình thức tài trợ thay thế (ví dụ như nhà đầu tư thiên thần và đầu tư mạo hiểm) có thể khuyến khích chấp nhận rủi ro nhiều hơn, nhưng không đầu tư với thời hạn đủ dài để thúc đẩy quá trình chuyển đổi.

Các tiêu chuẩn đóng vai trò quan trọng trong việc định hình quỹ đạo ĐMST, bao gồm cả công nghệ xanh, nơi chất lượng không khí và quy định về chất thải đã thúc đẩy sự phát triển của các công nghệ sạch như bộ chuyển đổi xúc tác và nhà máy đốt rác. Nhiều loại tiêu chuẩn khác nhau có thể được sử dụng. Ví dụ, tiêu chuẩn hoạt động đặt ra mục tiêu kiểm soát thống nhất cho các công ty, nhưng không chỉ ra cách thức đạt được mục tiêu này. Và tiêu chuẩn dựa trên công nghệ quy định phương pháp và đôi khi là thiết bị thực tế mà các công ty phải sử dụng để tuân thủ một quy định cụ thể, chẳng hạn như yêu cầu một tỷ lệ phần trăm điện năng được tạo ra bằng các nguồn tái tạo. Bằng cách này, những tiêu chuẩn giúp tạo ra nhu cầu ĐMST và phát thải các-bon thấp thúc đẩy thay đổi công nghệ.

Do thị trường không định giá được ô nhiễm các-bon nên có quá ít động cơ



khuyến khích các công ty phát triển hoặc triển khai các công nghệ có thể giảm lượng khí thải các-bon . Định giá các-bon là cách để khiến những người gây ô nhiễm phải trả tiền cho lượng khí thải nhà kính của họ, ví dụ như thông qua thuế các-bon hoặc hệ thống giao dịch giới hạn. Bằng cách làm cho khí thải gây ô nhiễm trở nên tốn kém, các chính sách định giá các-bon làm thay đổi chi phí và lợi ích tương đối của những công nghệ cạnh tranh. Điều này có thể dẫn đến sự phát triển của một số công nghệ và quy trình mới tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường hơn. Tuy nhiên, những biện pháp như thuế các-bon không được ưa chuộng về mặt chính trị và hiện đang được đặt ở mức dưới mức tối ưu. Các chính sách KHCN&ĐMST có thể giúp củng cố tác động của giá các-bon bằng cách hỗ trợ những ĐMST giúp giảm chi phí của công nghệ xanh, giúp chúng cạnh tranh với công nghệ hiện có. Bằng cách này, chính sách KHCN&ĐMST có thể thay thế một phần cho giá các-bon thấp, điều này hỗ trợ cho chính sách KHCN&ĐMST mạnh hơn. Chính sách KHCN&ĐMST cũng có thể giúp tạo ra những người chiến thắng về kinh tế từ quá trình chuyển đổi các-bon thấp, điều này có thể mang lại lợi ích cho khả năng chấp nhận chính trị của chính sách khí hậu trong tương lai. Từ quan điểm về khả năng chấp nhận của công chúng, nhiều chính sách khí hậu KHCN&ĐMST cũng có vẻ là một lựa chọn hấp dẫn. Nghiên cứu gần đây cho thấy rằng trợ cấp cho các công nghệ các-bon thấp về mặt hệ thống là chính sách khí hậu được ưa chuộng nhất so với việc định giá, cấm hoặc quy định các-bon.

### ***Sự tham gia của xã hội***

Quá trình chuyển đổi toàn diện và lấy con người làm trung tâm là chìa khóa giúp thế giới tiến nhanh hơn trong việc đạt được các mục tiêu khí hậu, đó là hành động tập thể và nhất quán hướng tới mức phát thải ròng bằng 0 vào giữa thế kỷ. Sự chấp nhận rộng rãi của xã hội là cần thiết để tạo tính hợp pháp và hỗ trợ cho các chính sách chuyển đổi mạnh mẽ và cải thiện khả năng phục hồi trước những thất bại chính trị. Đạt được động lực để giải quyết các quá trình chuyển đổi kỹ thuật-xã hội xanh sẽ cần có sự hỗ trợ của công chúng đối với những chính sách dựa trên bằng chứng kỹ thuật, cũng như lập luận của công chúng về tương lai của công nghệ trong xã hội. Hơn nữa, trong bối cảnh phức tạp, việc thu hút người dân tham gia vào chính sách KHCN&ĐMST có thể khai thác nhiều nguồn ý tưởng và thông tin đa dạng, cũng như giúp xác định nhu cầu và mối quan tâm thực sự của những nhóm xã hội khác nhau, bao gồm cả các nhóm ít được đại diện trong lĩnh vực KHCN&ĐMST. Điều này có thể thúc đẩy nhiều quyết định chính sách hợp pháp hơn, đáp ứng tốt hơn nhu cầu của người dân và có tính đến các tác động kinh tế - xã hội rộng lớn hơn cũng như ý nghĩa đạo đức.

Đây là những cân nhắc quan trọng đối với quá trình chuyển đổi “công bằng”, với mục tiêu là bảo đảm rằng các chi phí và lợi ích của quá trình chuyển đổi sang một tương lai bền vững hơn được chia sẻ công bằng và không ai bị bỏ lại phía sau. Điều này có thể bao gồm các biện pháp như cung cấp hỗ trợ cho những người trong độ tuổi lao động có thể bị thay thế bởi quá trình chuyển đổi các-bon thấp, đầu tư vào giáo dục và đào tạo để giúp mọi người thích nghi với các ngành công nghiệp mới và bảo đảm rằng những cộng đồng bị thiệt thòi có tiếng nói trong quá trình chuyển đổi. Ví dụ: Ủy ban Châu Âu đã đưa ra Cơ chế Chuyển đổi Công bằng, huy động khoảng 55 tỷ EUR trong giai đoạn 2021-2027 để giảm bớt tác động kinh tế xã hội của quá trình chuyển đổi ở các khu vực bị ảnh hưởng nhiều nhất. Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) đã thành lập Ủy ban toàn cầu về chuyển đổi năng lượng sạch lấy con người làm trung tâm, đã công bố 12 khuyến nghị chính được thiết kế để giúp người dân hưởng lợi từ các cơ hội và phản ứng với những thay đổi do quá trình chuyển đổi năng lượng sạch tạo ra.

Cuối cùng, việc truyền đạt những điều bất chắc về khoa học cho xã hội và minh bạch về những quan điểm khoa học mâu thuẫn hoặc bất đồng sẽ tiếp tục là một thách thức lớn, và rủi ro thông tin sai lệch và sai lệch khoa học làm suy yếu vai trò quan trọng của kiến thức KH&CN mới trong bất kỳ sự chuyển đổi nào đối với xã hội. Các chính phủ, nhà khoa học và nhà công nghệ cần rút ra bài học từ kinh nghiệm COVID-19 để xây dựng chiến lược và thực hiện các biện pháp chống lại thông tin gây hiểu lầm và thông tin xuyên tạc, bằng cách thông tin đầy đủ về hiện trạng của biến đổi khí hậu và sự cần thiết của các biện pháp giảm thiểu và thích ứng.

### ***Tình báo chiến lược cho quá trình chuyển đổi bền vững***

Quá trình chuyển đổi đòi hỏi các chính sách KH&CN&ĐMST mang tính hệ thống và phải đẩy nhanh hơn nữa các hành động trong nhiều điều kiện bất chắc. Do vậy, cần nhiều cơ sở kiến thức và bằng chứng khác nhau để cung cấp thông tin cho việc thiết kế, thực hiện, gắn kết và đánh giá chính sách KH&CN&ĐMST. Các phương pháp có liên quan bao gồm tầm nhìn chiến lược và đánh giá công nghệ, mô hình hóa và mô phỏng, lập bản đồ hệ thống và lộ trình, giám sát và đánh giá cũng như phát triển các chỉ số định lượng, tất cả đều có thể được gọi chung là "tình báo chiến lược". Việc cung cấp và sử dụng thông tin tình báo chiến lược hiện tại có phù hợp với tham vọng lớn của các chương trình nghị sự về chính sách chuyển đổi hay không là điều đáng nghi ngờ. Chính sách KH&CN&ĐMST mang tính chuyển đổi đòi hỏi kiến thức và bằng chứng để hỗ trợ thiết lập định hướng, thử nghiệm và học tập

trong bối cảnh mang tính hệ thống, liên ngành, phức tạp và bất chắc. Những nhu cầu này có thể đòi hỏi các tổ chức và cơ sở hạ tầng tri thức mới hoặc được điều chỉnh đáng kể, cũng như một số kỹ năng và năng lực tổ chức mới; về cơ bản là một quá trình chuyển đổi trong sản xuất và sử dụng tình báo chiến lược. Một thách thức cụ thể đối với nhiều quốc gia là hiểu được phạm vi dữ liệu có sẵn; tổng hợp kiến thức; bằng chứng từ các nguồn và có định dạng khác nhau được tạo ra cho những mục đích khác nhau. Với suy nghĩ này, một số quốc gia đang trong quá trình phát triển cơ sở hạ tầng tình báo chiến lược xuyên suốt cho các chính sách KHCN&ĐMST để đáp ứng thách thức chuyển đổi.

### *Phân tích công nghệ định hướng tương lai*

Nhiều bộ nghiên cứu quốc gia và cơ quan tài trợ đã sử dụng tầm nhìn chiến lược trong những thập kỷ gần đây để giúp họ thiết lập các ưu tiên nghiên cứu, tổ chức theo nhiều cấu trúc mới của những bên tham gia và trở nên linh hoạt hơn với tư cách là những tổ chức trong thời điểm bất chắc. Thách thức “chuyển đổi song sinh” đã chứng kiến sự quan tâm ngày càng tăng đối với một số hoạt động nhìn xa trông rộng, chẳng hạn như việc Ủy ban Châu Âu gần đây đã bổ nhiệm một ủy viên phụ trách tầm nhìn xa, công bố báo cáo tầm nhìn chiến lược hàng năm kể từ năm 2020 và tổ chức một mạng lưới các bộ trưởng có tầm nhìn cho tương lai từ các quốc gia thành viên EU. Nhiều công cụ chính sách, chẳng hạn như tầm nhìn chiến lược, có thể giúp làm sáng tỏ những gì có thể xảy ra trong tương lai. Nó cũng có thể gián tiếp làm giảm sự bất chắc bằng cách thúc đẩy hành động tập thể xung quanh tầm nhìn tương lai được chia sẻ rộng rãi, như về quá trình chuyển đổi bền vững.

Đánh giá công nghệ là một quá trình tương tác, dựa trên bằng chứng để làm sáng tỏ các khía cạnh xã hội, kinh tế, môi trường và pháp lý cũng như tác động của KH&CN mới và mới nổi. Nó nhằm mục đích cung cấp thông tin cho dư luận, giúp định hướng NC&PT và như một nguồn thông tin tình báo chiến lược để hình thành chính sách thúc đẩy và quản lý các công nghệ mới và mới nổi. Đánh giá công nghệ được tiến hành vì nhiều lý do đôi khi chồng chéo. Nó được triển khai để dự đoán những tác động tiềm tàng của nhiều công nghệ mới và mới nổi, để tránh bất ngờ và cho phép quản lý rủi ro; sự bất chắc. Nó cũng được sử dụng để định hướng ĐMST và phát triển công nghệ hướng tới các mục tiêu xã hội, bằng cách cung cấp thông tin và định hình việc thiết lập chương trình nghị sự cũng như đưa ra giá trị và chuẩn mực quan trọng trong mối quan hệ giữa công nghệ và xã hội. Đánh giá công nghệ cũng nằm trong quản trị công nghệ.

### *Các chỉ tiêu giám sát, đánh giá và thống kê*

Sự xuất hiện của các chính sách KHCN&ĐMST mang tính chuyển đổi đưa đến những thách thức mới cho việc giám sát và đánh giá, vì chỉ số KHCN&ĐMST hiện tại và phương pháp đánh giá truyền thống không thể nắm bắt được sự phức tạp của quá trình chuyển đổi cơ bản của hệ thống kỹ thuật - xã hội. Cần có phương pháp có thể nắm bắt những tác động ở cấp độ hệ thống và cho phép học hỏi và đánh giá quá trình, cũng như các phương pháp có thể giải thích cho những tương tác chính sách, sự tham gia của nhiều bên liên quan và sự phối hợp giữa các lĩnh vực khác nhau. Do chính sách đặt ra các ưu tiên cho thay đổi mang tính chuyển đổi, nên việc đánh giá cũng cần nắm bắt được liệu hướng ĐMST và thay đổi có đáp ứng nhu cầu xã hội hay không.

Quá trình chuyển đổi kỹ thuật - xã hội là sâu và rộng, và nhiều khía cạnh không được tính đến trong các thước đo hiện có. Một thách thức chính đối với việc xây dựng bằng chứng là khả năng hạn chế dữ liệu hợp dữ liệu về đầu vào ĐMST với dữ liệu về dòng nguyên liệu quan trọng đối với quá trình chuyển đổi bền vững. Trong khi chương trình liên kết dữ liệu không tiến triển nhanh như yêu cầu và cần phải vượt ra ngoài lĩnh vực thống kê kinh tế. Điều này đòi hỏi sự điều phối và quy định chính sách hiệu quả hơn để bảo đảm có những không gian an toàn trong đó dữ liệu có thể được coi là bí mật và được xử lý, phân tích một cách an toàn với đầy đủ tiềm năng của nó. Một số tổ chức thống kê quốc gia đang vượt qua thách thức đó.

Do các thách thức bao trùm nhiều lĩnh vực và nhân tố, nên cần một chương trình nghị sự được chia sẻ với các lĩnh vực chính sách và thống kê khác, đòi hỏi phải phá vỡ tâm lý không muốn hợp tác và chia sẻ, trong khi vẫn duy trì một số mức độ chuyên môn hóa. Thách thức chuyển đổi xanh đòi hỏi phải đo lường và phân tích để tính toán cẩn thận bản chất riêng biệt của những chỉ số cấp vi mô, cũng như chỉ số về các đặc tính nổi bật của ĐMST ở nhiều hệ thống địa phương, khu vực, quốc gia và toàn cầu, và sự biến đổi của chúng. Việc đo lường KHCN&ĐMST và phân tích chính sách cũng cần công cụ để mô tả và quản lý sự bất chắc.

Khi các nhà hoạch định chính sách sử dụng các chỉ số làm động lực thúc đẩy quá trình chuyển đổi xanh, một thách thức lớn đối với cả chính sách và đo lường là xu hướng cố gắng tạo ra hình ảnh xanh, bền vững mà không phản ánh đúng tình trạng thực tế. Chẳng hạn như tình trạng khi các hoạt động được thực hiện nhưng được quảng cáo hoặc tuyên bố có tác động tích cực đối với môi trường hoặc bền vững mà thực tế không thể chứng minh hoặc không đúng với sự thật. Điều này có nguy cơ làm loãng nội dung thông tin của những chỉ số đó. Các nhà hoạch định chính sách cần làm việc với chuyên gia về chỉ số để đưa ra những hệ thống mạnh

mẽ, khó gian lận, tiếp cận thách thức một cách chiến lược. Khi các chỉ tiêu càng lớn về mặt kinh tế, môi trường và danh tiếng, thì rủi ro thông tin sai lệch sẽ thay thế dữ liệu và phân tích chất lượng cao cũng càng lớn.

### ***Hợp tác quốc tế***

Hành động phối hợp quốc tế có thể thúc đẩy ĐMST, tăng cường tính kinh tế theo quy mô, tăng cường khuyến khích đầu tư và thúc đẩy một sân chơi bình đẳng khi cần thiết. Chia sẻ kinh nghiệm giữa các quốc gia và ngành công nghiệp có thể giúp giảm rủi ro cá nhân và đẩy nhanh tiến độ hướng tới những giải pháp các-bon thấp khả thi. Một số biện pháp và cam kết triển khai có thể đẩy nhanh hiệu quả kinh tế theo quy mô và giảm chi phí tương ứng. Với quy mô và phạm vi toàn cầu của những thách thức như biến đổi khí hậu, ngày càng có nhiều ý kiến cho rằng cần phải làm nhiều hơn nữa ở cấp độ đa phương để thúc đẩy phát triển, triển khai và phổ biến công nghệ. Các cuộc đàm phán của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu đã thiết lập sự đồng thuận mạnh mẽ cho hành động và nhiều nước đã cam kết thực hiện hành động thông qua Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) của họ. Rất nhiều sáng kiến cho sự tham gia toàn cầu thiết thực đã và đang hoạt động, thu hút sự tham gia của nhiều Chính phủ, doanh nghiệp, tổ chức quốc tế và đa phương, tổ chức xã hội dân sự và nhà đầu tư. Số lượng và sự đa dạng của các sáng kiến hợp tác quốc tế đã tăng lên đáng kể trong những năm gần đây và nhiều sáng kiến trong số này đã có những đóng góp quan trọng cho tiến trình chuyển đổi các-bon thấp.

Một số sáng kiến quốc tế gần đây đã được đưa ra. Chúng bao gồm “ĐMST theo Sứ mệnh”, một sáng kiến toàn cầu được đưa ra cùng với Thỏa thuận Paris năm 2015 nhằm thúc đẩy hành động và đầu tư vào NC&PT và trình diễn để làm cho năng lượng sạch có giá cả phải chăng, hấp dẫn và dễ tiếp cận đối với tất cả các quốc gia trong thập kỷ tới. ĐMST theo Sứ mệnh tập hợp nhiều Chính phủ, cơ quan công quyền, doanh nghiệp, nhà đầu tư và khu vực hàn lâm để cùng hợp tác trong hành động và đầu tư công-tư thông qua các “sứ mệnh” theo ngành cụ thể nhằm thúc đẩy ĐMST năng lượng sạch trong những lĩnh vực quan trọng. Một sáng kiến khác, được đưa ra trong COP26 vào năm 2021, là “Chương trình nghị sự đột phá”, bao gồm 45 quốc gia cam kết hợp tác để thúc đẩy ĐMST và triển khai các công nghệ sạch, đồng thời giúp tất cả mọi người có thể tiếp cận chúng với giá cả phải chăng vào năm 2030. Chương trình nghị sự được thiết kế để giúp kích hoạt các điểm tới hạn và khuyến khích hợp tác quốc tế liên quan đến cả khu vực công và khu vực tư nhân. Nó tập trung vào 5 lĩnh vực phát thải chính của nền kinh tế – điện, giao thông đường bộ, thép, hydro và nông nghiệp. Những sáng kiến gần đây hơn bao gồm Câu

lạc bộ Khí hậu Nhóm 7 nước (G7) được đề xuất, nhằm cung cấp một diễn đàn liên chính phủ để thúc đẩy chính sách khí hậu đầy tham vọng trên toàn thế giới; và Diễn đàn toàn diện của OECD về các phương pháp tiếp cận giảm thiểu các-bon, nhằm mục đích tạo thuận lợi cho đối thoại đa phương về chính sách giảm thiểu biến đổi khí hậu.

Khả năng tiếp cận rộng rãi với các công nghệ sạch đòi hỏi sự phổ biến công nghệ đáng kể, đặc biệt là đối với những quốc gia có thu nhập thấp và trung bình, nhiều quốc gia dự kiến sẽ chiếm phần lớn mức tăng phát thải các-bon toàn cầu cho đến năm 2050. Đây là một vấn đề phức tạp cần có nhiều biện pháp can thiệp. Một yếu tố quyết định chính của sự phổ biến quốc tế là mức độ phát triển công nghệ trong nước, hoặc năng lực công nghệ, ở các nước được tiếp nhận. Báo cáo mới nhất của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC, 2022) thảo luận chi tiết về những thách thức chính và các giải pháp khả thi, đồng thời nêu bật những ý tưởng mới nổi về hợp tác quốc tế về ĐMST. Chúng bao gồm thúc đẩy sự tham gia của các nước đang phát triển trong những chương trình công nghệ, một số nhà xây dựng hệ thống đổi mới liên quan đến khí hậu và thành lập các trường đại học ở nhiều nước đang phát triển đóng vai trò là trung tâm để xây dựng năng lực, cũng như khuyến khích các thỏa thuận ngành và tiêu chuẩn khí thải quốc tế. Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC) đã thiết lập Cơ chế công nghệ từ năm 2010 để tạo điều kiện hỗ trợ các nước đang phát triển về phát triển và chuyển giao công nghệ liên quan đến khí hậu. Điều này bao gồm những cơ chế tài chính, xây dựng năng lực và hỗ trợ kỹ thuật để giúp nhiều quốc gia thực hiện nghĩa vụ “Đóng góp do quốc gia tự quyết định” (NDC) của họ. UNFCCC gần đây đã công bố hướng dẫn về thúc đẩy hấp thụ công nghệ để hỗ trợ thực hiện NDC và chương trình làm việc mới của cơ quan này cho đến năm 2027 nhằm thúc đẩy hành động khí hậu thông qua phát triển và chuyển giao công nghệ. Tuy nhiên, hiện nay, việc thiếu vốn vẫn là vấn đề lớn nhất để thực hiện các nhiệm vụ của NDC đầy tham vọng.

### ***Kỹ năng và năng lực***

Quá trình chuyển đổi đòi hỏi những thay đổi trên phạm vi rộng; từ lối sống đến cách thức thực hiện nghiên cứu khoa học; liên quan đến nhiều loại chủ thể khác nhau, bao gồm các tổ chức nghiên cứu, ngành công nghiệp, Chính phủ, doanh nhân và xã hội dân sự. Tuy nhiên, nhiều cá nhân và tổ chức thiếu những thứ có thể được coi là kỹ năng và năng lực hỗ trợ quá trình chuyển đổi (bao gồm cả năng lực động cho phép tổ chức thích ứng với các điều kiện thay đổi). Ví dụ:

- Các cơ quan tài trợ nghiên cứu và thực hiện nghiên cứu cần điều chỉnh quy

trình quản lý chuyên ngành và đào tạo để thúc đẩy nghiên cứu xuyên ngành (TDR), điều này có ý nghĩa đối với năng lực tổ chức và bộ kỹ năng của nhân viên. Ví dụ, các quy trình quản lý và đánh giá ngang hàng và phát triển chương trình cần được điều chỉnh để tính đến những đặc thù của TDR. Một số tổ chức nghiên cứu đã xác định rõ sứ mệnh của họ và tổ chức lại cơ cấu khoa và phòng ban trước những thách thức xã hội, trong khi những tổ chức khác đã đầu tư vào các nền tảng liên ngành hoặc nhiều bên liên quan; điều chỉnh các hoạt động giảng dạy và đào tạo của họ để thúc đẩy TDR. Tuy nhiên, cần phải làm nhiều hơn nữa để thúc đẩy TDR.

- Trong khu vực công, các loại năng lực cần thiết để thúc đẩy quá trình chuyển đổi bền vững vượt xa những kỹ năng thông thường của công chức. Năng lực này không dễ phát triển nhanh chóng, cũng như không thể nhân rộng năng lực và thói quen thành công của tổ chức một cách đơn giản, do chúng gắn liền với lịch sử và văn hóa của tổ chức. Theo OECD, các chính phủ có thể cần xây dựng lại năng lực tổ chức cần thiết để thực hiện các nhiệm vụ chuyển đổi. Đây là thời điểm mà nhiều chính phủ đang tìm cách giảm chi tiêu và giảm quy mô của chính quyền.

- Trong các doanh nghiệp, việc thiếu kỹ năng và năng lực làm giảm lựa chọn đầu tư vào đổi mới của họ. Những công nghệ mới đòi hỏi các kỹ năng và mô hình kinh doanh mới để cho phép phát triển và phổ biến chúng cũng như triển khai cơ sở hạ tầng mới. Ví dụ, quá trình chuyển đổi xanh thành công có thể đòi hỏi phải nâng cấp các bộ kỹ năng trong một số ngành; hỗ trợ các tổ chức giáo dục và doanh nghiệp cung cấp những kỹ năng mới cho nhiều ngành nghề và lĩnh vực mới sẽ xuất hiện từ nền kinh tế xanh; tăng cường thêm kỹ năng trong một số lĩnh vực.

Giải quyết các yêu cầu về kỹ năng và năng lực mới trong hệ thống KHCN&ĐMST đòi hỏi sự tập hợp một số lĩnh vực chính sách, bao gồm thị trường lao động, giáo dục và KHCN&ĐMST. Một mặt, nó đòi hỏi sự hiểu biết về phía cung cấp các kỹ năng và năng lực, bao gồm cả động lực của thị trường lao động và hiệu suất của hệ thống giáo dục. Mặt khác, đòi hỏi phải đánh giá cao nhu cầu đang thay đổi khi các ưu tiên xã hội ngày càng hướng đến tăng cường tính bền vững và phát triển công nghệ quan trọng khác. Nhiều chính sách phát triển kỹ năng và năng lực trong tương lai trong hệ thống KHCN&ĐMST cũng cần nhắm mục tiêu vào phạm vi rộng hơn của các nhóm xã hội, nhân khẩu học và kinh tế để tránh kéo dài sự bất bình đẳng và thúc đẩy quá trình chuyển đổi công bằng. Ví dụ, sự tham gia của các thế hệ trẻ trong việc hoạch định và hành động về chính sách khí hậu ngày càng được coi là chìa khóa để đạt được nhiều mục tiêu phát triển. Hệ thống giáo dục cần trang bị cho thanh niên các kỹ năng và năng lực giúp họ thực hiện các hành vi

vì tính bền vững của môi trường, bao gồm cả các kỹ năng khoa học. Tại nơi làm việc, loại hình công việc mới đang được tạo ra trong khi nhiều công việc hiện có đang thay đổi với việc áp dụng các công nghệ sạch hơn và quy trình làm việc xanh hơn. Đồng thời, một số ngành sẽ phải đối mặt với tình trạng mất việc làm khi xã hội tránh các hoạt động gây ô nhiễm. Học tập dựa trên công việc, giáo dục và đào tạo nghề nói chung, có thể tạo cơ hội cho người lớn nâng cao kỹ năng và trang bị lại kỹ năng để đáp ứng với thị trường lao động xanh hơn. Những cơ hội này nên được khám phá từ góc độ hệ thống kết hợp các chương trình nghị sự về chính sách công nghiệp và ĐMST.

## **KẾT LUẬN**

KHCN&ĐMST ngày càng đóng góp quan trọng vào việc giải quyết hai thách thức toàn cầu đang diễn ra. Thứ nhất, nó đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy cạnh tranh chiến lược giữa các quốc gia thông qua khía cạnh "tự chủ công nghệ". Các quốc gia hiện đang tập trung vào việc phát triển và kiểm soát các công nghệ quan trọng như AI, Internet vạn vật (IoT) và năng lượng tái tạo. Việc sở hữu và điều hành những công nghệ này không chỉ tạo ra lợi thế kinh tế và quân sự mạnh mẽ, mà còn giúp đảm bảo tương lai an ninh của các quốc gia. Thứ hai, KHCN&ĐMST cũng đóng vai trò quan trọng trong việc giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu và đạt được mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Các NC&PT trong lĩnh vực năng lượng tái tạo, quản lý tài nguyên, và công nghệ xanh đang hướng đến việc tạo ra các giải pháp mới để giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu. Đồng thời, các ứng dụng và sản phẩm công nghệ thông minh giúp tối ưu hóa sử dụng tài nguyên và giảm lượng phát thải.

Sự phát triển KH&CN ở Trung Quốc đã góp phần quan trọng vào tri thức toàn cầu và thúc đẩy ĐMST trong các lĩnh vực công nghệ quan trọng cho chuyển đổi bền vững. Trung Quốc dẫn đầu thị trường công nghệ như 5G, pin và điện gió. Tăng trưởng quỹ NC&PT, ổn định và cơ hội quốc tế củng cố sự thành công này. Tuy nhiên, khả năng công nghệ ngày càng tăng cũng dẫn đến cạnh tranh chiến lược mạnh mẽ với các nền kinh tế thị trường tự do. Lo ngại về chính sách do cạnh tranh trong các công nghệ quan trọng có thể gây ảnh hưởng lớn đến trật tự quốc tế và an ninh quốc gia. Đại dịch COVID-19 và xung đột Nga-Ukraina đã làm thay đổi nhận thức về sự phụ thuộc, lợi ích và rủi ro.

EU, Trung Quốc và Hoa Kỳ đang đề xuất các sáng kiến nhằm giảm sự phụ thuộc công nghệ và tăng cường năng lực trong nước. Chính sách thúc đẩy công nghệ, kết hợp với đầu tư phục hồi sau COVID-19, trở thành xu hướng mới kết hợp



an ninh, đổi mới kinh tế và chuyển đổi xanh. Tuy nhìn thấy rõ nhất trong lĩnh vực chất bán dẫn và khoáng sản quan trọng, nhưng xu hướng này cũng lan rộng sang các lĩnh vực công nghệ khác. Những nỗ lực chính sách như vậy có thể phá vỡ chuỗi giá trị toàn cầu và mối liên kết khoa học quốc tế đã được xây dựng trong 30 năm qua. Cùng với sự tăng cường về "giá trị chia sẻ" trong NC&PT công nghệ, các nỗ lực này có thể tạo ra sự "tách rời" trong hoạt động KH&CN&ĐMST, đặc biệt giữa EU và Hoa Kỳ với Trung Quốc. Điều này xuất hiện trong bối cảnh thách thức toàn cầu, đặc biệt là biến đổi khí hậu, đòi hỏi giải pháp toàn cầu kết hợp với hợp tác quốc tế.

Trung Quốc, EU và Hoa Kỳ đang thiết lập nhiều diễn đàn và nền tảng quốc tế để hợp tác phát triển, quản trị và lan tỏa công nghệ. Tuy nhiên, thách thức đối với chủ nghĩa đa phương là làm thế nào để hòa hợp cạnh tranh chiến lược đang gia tăng với hợp tác quốc tế để giải quyết các vấn đề toàn cầu. "An ninh hóa" ngày càng gia tăng trong chính sách KH&CN&ĐMST là một phần của chính sách thúc đẩy quyền tự chủ chiến lược lớn hơn, mặc dù ý nghĩa của nó vẫn gây tranh cãi. Tuy nhiên, mục tiêu chung là giảm rủi ro phụ thuộc lẫn nhau trong KH&CN&ĐMST, tăng cường hiệu suất công nghiệp và củng cố các liên minh quốc tế có cùng chí hướng.

Tổng luận cũng đã tập trung vào sự chuyển đổi tính bền vững thông qua KH&CN&ĐMST, nhấn mạnh rằng thành công của quá trình này phụ thuộc vào sự hỗ trợ của các hoạt động cũng như chính sách KH&CN&ĐMST. Nhiều chuyên gia cho rằng cần "nén" chu kỳ ĐMST để tạo ra những thay đổi đồng thời và nhanh chóng trong nhiều hệ thống. Điều này đòi hỏi một hệ thống KH&CN&ĐMST và chính sách KH&CN&ĐMST có tầm nhìn lớn hơn để kêu gọi sự tham gia từ nhiều bên. Tuy nhiên, hệ thống kỹ thuật - xã hội rất phức tạp, không thể dễ dàng điều hành từ trên xuống. Một quan điểm đa cấp, có hệ thống sẽ giúp tạo ra các hỗn hợp chính sách và phá vỡ hệ thống kỹ thuật - xã hội dựa trên hóa thạch hiện có. Điều này đòi hỏi sự tăng tốc ĐMST cho mục tiêu tiêu các-bon thấp và tính định hướng hơn trong hoạch định chính sách để đạt được mục tiêu này.

Để thúc đẩy quá trình chuyển đổi bền vững, OECD khuyến nghị tập trung vào các lĩnh vực như: Tài trợ KH&CN&ĐMST và tài chính cho quá trình chuyển đổi bền vững; kích hoạt các công nghệ để chuyển đổi bền vững; cơ sở hạ tầng nghiên cứu và kỹ thuật; hợp tác và đối tác trong các hệ sinh thái đổi mới sáng tạo; phối hợp liên chính phủ trong quá trình chuyển đổi; các điều kiện khung cho quá trình chuyển đổi bền vững hỗ trợ KH&CN&ĐMST; sự tham gia của xã hội; tình báo chiến lược cho quá trình chuyển đổi bền vững; nâng cao kỹ năng và năng lực; và hợp tác quốc tế. Ngoài ra, cần tăng cường cơ sở kiến thức, giám sát và đánh giá quá trình chuyển

đổi, cũng như tạo ra môi trường hỗ trợ sự phát triển và cơ hội công bằng trong quá trình chuyển đổi.

Như vậy, KHCN&ĐMST không chỉ thúc đẩy cạnh tranh chiến lược giữa các quốc gia mà còn đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra các giải pháp toàn diện để đối phó với thách thức toàn cầu như biến đổi khí hậu. Chúng tạo ra cơ hội để các quốc gia hợp tác, chia sẻ kiến thức và kết nối tài nguyên để cùng nhau đạt được mục tiêu phát triển bền vững.

## Tài liệu tham khảo

1. Allison, G. et al. (2021), “The Great Tech Rivalry: China vs the U.S.”, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, [https://www.belfercenter.org/sites/default/files/GreatTechRivalry\\_ChinavsUS\\_211207.pdf](https://www.belfercenter.org/sites/default/files/GreatTechRivalry_ChinavsUS_211207.pdf) (accessed on 6 March 2023).
2. Aulie, F. et al. (2022), Will post-COVID-19 recovery packages accelerate low-carbon innovation?, <https://www.oecd.org/greengrowth/2022GGGSD-IssueNote2-Will-post-COVID-19-recovery-packages-accelerate-low-carbon-innovation.pdf> (accessed on 26 February 2023).
3. Amoroso, S. et al. (2021), World Corporate Top R&D Investors: Paving the way for climate neutrality, A joint JRC and OECD report, Publication Office of the European Union., <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/910ccf7b-4c16-11ec-91ac-01aa75ed71a1/language-en> (accessed on 26 February 2023).
4. Araya, D. and M. Mavinkurve (2022), *Emerging Technologies, Game Changers and the Impact on National Security*, Centre for International Governance Innovation, [https://www.cigionline.org/static/documents/NSS\\_Report9\\_SgEhTat.pdf](https://www.cigionline.org/static/documents/NSS_Report9_SgEhTat.pdf) (6 March 2023).
5. Arcesati, R., I. Hors and S. Schwaag Serger (2021), “Sharpening Europe’s approach to engagement with China on science, technology and innovation”, *MERICs workshop input paper*, MERICs, [https://merics.org/sites/default/files/2021-12/211222\\_MERICs%20STI%20paper\\_final.pdf](https://merics.org/sites/default/files/2021-12/211222_MERICs%20STI%20paper_final.pdf) (accessed on 6 March 2023).
6. Atkinson, R. (2020), *The Case for a National Industrial Strategy to Counter China’s Technological Rise*, ITIF, <https://www2.itif.org/2020-case-counter-national-industrial-strategy-china-technological-rise.pdf> (accessed on 6 March 2023).
7. Cammeraat, E., A. Dechezleprêtre and G. Lalanne (2022), “Innovation and industrial policies for green hydrogen”, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 125, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f0bb5d8c-en>.
8. Cedefop (2022), Work-based learning and the green transition, <http://data.europa.eu/doi/10.2801/69991> (accessed on 5 March 2023).
9. OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023.
10. OECD S&T Policy 2025 project website, <https://www.oecd.org/KHCN&DMST/inno/stpolicy2025/>,
11. OECD (2021), OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: Times of Crisis and Opportunity, OECD Publishing, Paris.