

TS. HÀ MINH HIỆP (Chủ biên)

SẢN XUẤT THÔNG MINH

TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT
Hà Nội - 2019

Tập thể tác giả

TS. HÀ MINH HIỆP (Chủ biên)

ThS. NGUYỄN VĂN KHÔI

*Trong sản xuất thông minh, khoa học máy tính
và công nghệ thông tin đã “thu hẹp” không gian
của hệ thống sản xuất hiện nay.*

*“Hệ thống sản xuất thực” được ánh xạ
trên “hệ thống sản xuất ảo”
hình thành hệ thống sản xuất thông minh
dựa trên nền tảng “hệ thống thực - ảo”.*

LỜI NHÀ XUẤT BẢN

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang tạo ra cuộc cải biến đáng kể về công nghệ sản xuất, trong đó, sản xuất thông minh đang trở thành một xu thế tất yếu. Sự chuyển đổi nền sản xuất với việc ứng dụng hàng loạt công nghệ số hóa như Internet kết nối vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI) hay điện toán đám mây (Cloud Computing)... vào hoạt động sản xuất đã hình thành nên một nền sản xuất đặc biệt, đó là sản xuất thông minh (Smart Manufacturing). Sản xuất thông minh tích hợp các thiết bị sản xuất với các cảm biến dựa trên nền tảng điện toán, truyền thông, mô hình hóa dữ liệu, điều khiển, mô phỏng và kỹ thuật dự đoán... Với các công nghệ hệ thống thực - ảo, IoT, AI, điện toán đám mây,..., sản xuất thông minh trở thành trụ cột quan trọng của cách mạng công nghiệp 4.0. Các doanh nghiệp áp dụng mô hình, công cụ, giải pháp sản xuất thông minh trở thành doanh nghiệp sản xuất thông minh. Nhờ đó, doanh nghiệp có thể tối ưu hóa quá trình sản xuất, tăng năng suất, tạo ra các sản phẩm mới có chất lượng cao hơn, không gian sản xuất được mở rộng, nguồn nhân lực có sự am hiểu về công nghệ...

Sản xuất thông minh có vai trò hết sức quan trọng nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của các quốc gia trong nền kinh tế toàn cầu. Nhiều quốc gia đã phát triển các sáng kiến để đáp ứng yêu cầu phát triển trong tương lai như Đức với chính sách Công nghiệp 4.0 (Industrie 4.0); Hoa Kỳ với Sản xuất Hoa Kỳ (Manufacturing USA); Trung Quốc với chiến lược quảng bá Sản xuất tại Trung Quốc năm 2025 (Made in China 2025); Hàn Quốc xây dựng Chương trình Đổi mới sản xuất 3.0 (Manufacturing Innovation 3.0); Pháp với sáng kiến Công nghiệp của tương lai (Industrie du Futur) và Nhật Bản với việc xây dựng kế hoạch phát triển Xã hội siêu thông minh 5.0 (Society 5.0)... Việt Nam hiện nay đang có đầy đủ cơ hội để tiếp cận sản xuất thông minh, tuy nhiên chúng

ta cần tiếp tục xây dựng và triển khai mạnh mẽ cơ chế, chính sách, giải pháp đột phá để sớm hình thành các mô hình sản xuất thông minh trong doanh nghiệp, từng bước thực hiện thành công việc chuyển đổi nền kinh tế số, đưa đất nước phát triển lên một tầm cao mới.

Cho đến nay, ở Việt Nam chưa có một tài liệu nào đề cập đến vấn đề này một cách toàn diện, cụ thể và hoàn chỉnh. Do đó, trước nhu cầu cấp thiết của việc áp dụng sản xuất thông minh trong các doanh nghiệp, đồng thời với mục đích mang đến cho các nhà lãnh đạo cấp Trung ương, địa phương, các nhà hoạch định chính sách, nhà khoa học, các chuyên gia, các doanh nghiệp, đặc biệt là doanh nghiệp khởi nghiệp và độc giả có nhu cầu tìm hiểu về vấn đề này, Nhà xuất bản Chính trị quốc gia Sự thật xuất bản cuốn sách ***Sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0*** do TS. Hà Minh Hiệp hiện đang công tác tại Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (Bộ Khoa học và Công nghệ) làm chủ biên.

Trong 5 chương đầu của cuốn sách, các tác giả đã trình bày các vấn đề xoay quanh sản xuất thông minh bao gồm: các khái niệm, nguồn gốc hình thành; các tiêu chuẩn với vai trò là nền tảng kết nối trong sản xuất thông minh; các công cụ thiết kế và cải tiến hệ thống sản xuất thông minh; bộ công cụ sản xuất thông minh cho doanh nghiệp. Từ các vấn đề chung đó, nhóm tác giả dành chương cuối để phân tích cụ thể vấn đề sản xuất thông minh ở Việt Nam, nhìn nhận những cơ hội tiếp cận và triển khai sản xuất thông minh thông qua việc phân tích SWOT, khảo sát, đánh giá hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của các doanh nghiệp Việt Nam, từ đó đề xuất các giải pháp nhằm thúc đẩy sản xuất thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

Mặc dù các tác giả và Ban biên tập đã hết sức cố gắng trong quá trình biên soạn, biên tập, song đây là vấn đề mới nên khó tránh khỏi còn hạn chế, thiếu sót, Nhà xuất bản và các tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để hoàn thiện nội dung cuốn sách trong lần xuất bản sau.

Xin giới thiệu cuốn sách cùng bạn đọc.

Tháng 5 năm 2019

NHÀ XUẤT BẢN CHÍNH TRỊ QUỐC GIA SỰ THẬT

LỜI GIỚI THIỆU

Tiến bộ kỹ thuật từng bước làm thay đổi cách thức sản xuất của con người. Khác hoàn toàn so với trước đây, công nghệ sản xuất hiện nay được coi là nền tảng cốt lõi của cuộc cách mạng công nghiệp. Từ cuộc cách mạng công nghiệp đầu tiên đến cách mạng công nghiệp lần thứ tư, các công nghệ sản xuất mới về cơ bản đã thay đổi điều kiện làm việc và lối sống của con người.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất bắt đầu vào thế kỷ XVIII thông qua việc sử dụng năng lượng hơi nước và cơ giới hóa sản xuất. Cơ giới hóa sản xuất giúp đạt được năng suất lao động cao gấp tám lần so với sản xuất với các bánh xe quay đơn giản trong cùng một khoảng thời gian. Sức mạnh hơi nước đã được biết đến sau đó. Việc sử dụng năng lượng hơi nước cho mục đích công nghiệp là bước đột phá lớn nhất để tăng năng suất lao động của con người. Thay thế cho các máy dệt chạy bằng cơ, máy hơi nước có thể cung cấp năng lượng để sử dụng trong các nhà máy dệt. Tàu hơi nước, đầu máy chạy bằng hơi nước đã mang lại những thay đổi “cách mạng” bởi vì con người và hàng hóa có thể di chuyển khoảng cách lớn trong khoảng thời gian ngắn hơn.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai bắt đầu vào nửa sau thế kỷ XIX, đầu thế kỷ XX thông qua việc phát hiện ra sản xuất điện và dây chuyền lắp ráp. Henry Ford (1863-1947) đã lấy ý tưởng sản xuất hàng loạt từ một lò mổ ở Chicago, trong đó, những con lợn được treo trên băng chuyền và mỗi người bán thịt chỉ thực hiện một phần nhiệm vụ xẻ thịt con vật. Henry Ford đã áp dụng các nguyên tắc này vào sản xuất ô tô và làm thay đổi mạnh mẽ quá trình sản

xuất. Một trạm lắp ráp toàn bộ một chiếc ô tô trước đó được thay thế bằng sản xuất theo từng cấu phần trên băng chuyền, do đó, tốc độ lắp ráp nhanh hơn đáng kể và chi phí thấp hơn.

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba bắt đầu vào những năm 70 của thế kỷ XX thông qua tự động hóa bằng cách sử dụng các bộ điều khiển và máy tính được lập trình trong bộ nhớ. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba giúp tự động hóa toàn bộ quy trình sản xuất. Ví dụ như các robot thực hiện các hành động được lập trình từ trước mà không cần sự can thiệp của con người.

Loài người hiện nay đang thực hiện cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Cuộc cách mạng này có đặc trưng là ứng dụng công nghệ thông tin và truyền thông vào công nghiệp, do đó, cuộc cách mạng này còn được gọi là cách mạng công nghiệp 4.0. Nó dựa trên sự phát triển của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba. Các hệ thống sản xuất được mở rộng bằng kết nối mạng và Internet. Điều này cho phép các hệ thống sản xuất có thể thực hiện giao tiếp thông tin trong quá trình sản xuất. Đây là bước tiếp theo trong tự động hóa sản xuất. Mạng lưới của tất cả các hệ thống này dẫn đến việc hình thành “hệ thống thực - ảo” (Cyber-Physical Systems, CPS) của các nhà máy thông minh với hệ thống sản xuất, máy móc và con người được kết nối, giao tiếp qua hệ thống sản xuất và hệ thống mạng.

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đã và đang tạo ra sự thay đổi nhanh chóng và mạnh mẽ về phương thức sản xuất và tiêu dùng. Với đặc trưng là điều khiển hệ thống, trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence, AI), Internet kết nối vạn vật (Internet of Things, IoT),... Nền tảng công nghệ số tích hợp sản xuất thông minh đã tối ưu hóa quy trình, phương thức sản xuất. Tất cả những vấn đề này đòi hỏi tìm ra các giải pháp công nghệ, tối ưu hóa quá trình sản xuất theo hướng bền vững với các công nghệ chủ chốt là: công nghệ in 3D, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ tự

động hóa, robot, công nghệ Internet kết nối vạn vật (IoT) và Internet kết nối dịch vụ (IoS).

Sự kết nối của “hệ thống sản xuất thực” (hệ thống sản xuất trong điều kiện thực tế gồm: máy móc, phương tiện, các quy trình sản xuất...) và “hệ thống sản xuất ảo” (hệ thống sản xuất dựa trên công nghệ mạng gồm: công nghệ nhận dạng qua tần số vô tuyến (Radio Frequency Identification, RFID), công nghệ cảm biến, công nghệ vi xử lý, công nghệ thông tin viễn thông...) đã hình thành hệ thống thực - ảo. Sự tích hợp giữa quy trình sản xuất dựa trên nền tảng hệ thống thực - ảo và quy trình tổ chức và quản lý sản xuất đã hình thành hệ thống sản xuất thông minh. Đây là điểm “đòn bẩy” trong cách mạng công nghiệp 4.0.

Sản xuất thông minh được đặc trưng bởi hệ thống thực - ảo, trong đó, việc ứng dụng công nghệ thông tin hiện đại sẽ mang lại các lợi thế về chất lượng, thời gian và chi phí so với sản xuất truyền thống. Sản xuất thông minh được thiết kế theo mô hình tích hợp giữa hoạt động sản xuất và hoạt động kinh doanh của doanh nghiệp trong một thể thống nhất, giúp doanh nghiệp có khả năng thích ứng, tự thích ứng, đáp ứng linh hoạt, hạn chế rủi ro và phát triển bền vững.

Trình độ tự động hóa cao là một trong những tiêu chuẩn quan trọng của sản xuất thông minh. Sản xuất thông minh có lợi thế vượt trội về thời gian và không gian so với sản xuất truyền thống. Điều này được thực hiện nhờ tính linh hoạt của các hệ thống sản xuất dựa trên hệ thống thực - ảo, tự động giám sát các quy trình sản xuất trong một phạm vi lớn. Sản xuất thông minh là hệ thống có khả năng đáp ứng linh hoạt với thời gian sản xuất thực tế, qua đó cho phép tối ưu hóa tốt nhất quy trình sản xuất của doanh nghiệp. Sản xuất thông minh không chỉ giới hạn ở một địa điểm, nhà máy hoặc phân xưởng (còn gọi là đơn vị sản xuất), mà có thể được tối ưu hóa theo mạng lưới của nhiều đơn vị sản xuất trong cùng hệ thống.

Đây có thể coi là một cuộc cách mạng về sản xuất. Sản xuất thông minh là giải pháp giúp doanh nghiệp thực hiện “chuyển đổi số” thành công trong cách mạng công nghiệp 4.0, giúp doanh nghiệp đổi mới công nghệ, nâng cao năng suất, tiết kiệm chi phí, thời gian, tạo ra sự kết nối giữa các đối tượng sản xuất (máy móc, phương tiện, các quy trình sản xuất...). Sản xuất thông minh có nhiều ưu điểm so với sản xuất tự động hóa và sản xuất thông thường. Đó là: tối ưu hóa quy trình sản xuất với hệ thống thực - ảo; tối ưu hóa điều kiện sản xuất theo yêu cầu của khách hàng; tối ưu hóa nguồn nhân lực và máy móc để phù hợp với quy trình sản xuất thông minh...

Cuốn sách này tập trung giới thiệu một số kiến thức, vấn đề có liên quan đến sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0.

Chương 1 giới thiệu tổng quan về sản xuất thông minh, tương lai của sản xuất tự động hóa trong cách mạng công nghiệp 4.0. Nền tảng của hệ thống sản xuất thông minh là “hệ thống thực - ảo” bao gồm: “hệ thống sản xuất thực” và “hệ thống sản xuất ảo”.

Chương 2 đánh giá hiện trạng về tổ chức sản xuất thông minh. Các vấn đề nghiên cứu hiện tại và tương lai về sản xuất thông minh được thống kê và tóm tắt trong Chương này. Sản xuất thông minh là một sáng kiến bao trùm, thay đổi mô hình sản xuất hiện tại, do đó, nghiên cứu về sản xuất thông minh sẽ gồm nhiều vấn đề, nội dung có liên quan ở hiện tại và tương lai. Nhiều khái niệm, thuật ngữ, quan điểm, mô hình sản xuất thông minh mới được giới học giả và doanh nghiệp chấp nhận, tiếp tục phát triển để mở rộng tiềm năng của sản xuất thông minh.

Chương 3 tổng hợp các vấn đề về tiêu chuẩn với vai trò là nền tảng kết nối sản xuất thông minh. Sản xuất thông minh là động lực đóng góp cho GDP của mỗi nước nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia trong nền kinh tế toàn cầu trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0. Trong sản xuất thông minh, các tiêu chuẩn

là yếu tố quan trọng, áp dụng khoa học tư duy hệ thống trong quản lý và tổ chức sản xuất giúp các tập đoàn công nghiệp, doanh nghiệp sản xuất và cung cấp hàng hóa, dịch vụ theo cách thống nhất hơn, hiệu quả hơn, an toàn và bền vững hơn. Cùng với đổi mới công nghệ, các tiêu chuẩn giúp sản xuất thông minh kết nối các cấu phần trong hệ sinh thái sản xuất.

Chương 4 giới thiệu về các công cụ để thiết kế và cải tiến hệ thống sản xuất thông minh. Trong sản xuất thông minh, quy trình thiết kế và cải tiến nhà máy (Factory Design and Improvement, FDI) cùng với các hệ thống điều khiển sản xuất cho phép phân tích các chức năng của công cụ, phần mềm và các tiêu chuẩn để cải tiến nhà máy hiện có hoặc thiết kế nhà máy mới. Ở giai đoạn ban đầu, các công cụ phần mềm thương mại có sẵn có thể được sử dụng để tăng cường hệ thống sản xuất của doanh nghiệp. Trên cơ sở đó, doanh nghiệp tiếp tục sử dụng các công cụ phần mềm và tiêu chuẩn để lập kế hoạch cải tiến hệ thống sản xuất, xác định các lỗ hổng trong hệ thống sản xuất, lập kế hoạch để giải quyết hoặc hạn chế các lỗ hổng đó.

Chương 5 trình bày về định hướng xây dựng bộ công cụ sản xuất thông minh cho doanh nghiệp. Mục tiêu của sản xuất thông minh là tối ưu hóa hệ thống sản xuất với sự trợ giúp của kỹ thuật số, công nghệ và các yếu tố khác cho phép hỗ trợ hoạt động sản xuất của một doanh nghiệp. Sự tổ hợp của kỹ thuật số, công nghệ và các yếu tố khác sẽ quyết định “mức độ số hóa” của một doanh nghiệp sản xuất. Các bộ công cụ sản xuất thông minh bao gồm một loạt các giải pháp từ công nghệ hỗ trợ máy tính, công cụ làm việc, nguyên tắc quản lý, phương pháp đào tạo, thực hành tổ chức... giúp các doanh nghiệp phát triển khả năng sản xuất thông minh.

Chương 6 trình bày cơ hội tiếp cận, triển khai sản xuất thông minh ở Việt Nam. Theo đó, cách mạng công nghiệp 4.0 đang mở ra nhiều cơ hội cho các nước, đặc biệt là các nước đang phát triển như Việt Nam trong việc nâng cao năng suất và rút ngắn khoảng cách

với các quốc gia phát triển. Từ việc khảo sát thực tế đối với 302 doanh nghiệp ở Việt Nam, nhóm tác giả đánh giá hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của doanh nghiệp qua 5 vấn đề: hoạt động quản lý doanh nghiệp; hoạt động ứng dụng công nghệ trong sản xuất kinh doanh; hoạt động phát triển lực lượng lao động; khả năng xây dựng nền tảng sản xuất; nhu cầu của doanh nghiệp khi tham gia các chương trình, dự án thúc đẩy sản xuất thông minh. Phân tích SWOT về sản xuất thông minh tại Việt Nam cho thấy, Việt Nam đang có đầy đủ cơ hội tiếp cận sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0. Việt Nam cần tiếp tục xây dựng và triển khai mạnh mẽ cơ chế, chính sách, giải pháp đột phá để sớm hình thành các mô hình sản xuất thông minh trong doanh nghiệp, từng bước thực hiện thành công việc chuyển đổi nền kinh tế số, đưa đất nước phát triển lên một tầm cao mới.

*

* *

Nhóm tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn chân thành và sâu sắc tới Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (Bộ Khoa học và Công nghệ) và các đơn vị trực thuộc Tổng cục: Vụ Hợp tác quốc tế, Vụ Kế hoạch tài chính, Vụ Tổ chức cán bộ, Trung tâm Chứng nhận phù hợp (Quacert) và Trung tâm Đào tạo nghiệp vụ Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (QTC) đã hỗ trợ nhóm tác giả hoàn thành một số nội dung trong cuốn sách này, đặc biệt là nội dung khảo sát về hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của doanh nghiệp. Nhóm tác giả cũng xin gửi lời cảm ơn đến Tổ chức Năng suất châu Á (Asian Productivity Organization, APO), TS. Santhi Kanoktanaporn (Tổng Thư ký của APO) và ThS. Ngô Thu Hương (Cán bộ quản lý dự án của APO) đã hỗ trợ nhóm tác giả tiếp cận các nội dung mới về sản xuất thông minh của Tổ chức Năng suất châu Á.

Hà Nội, tháng 5 năm 2019

TM. Nhóm tác giả

TS. HÀ MINH HIỆP

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<i>Danh mục từ viết tắt</i>	20
 <i>Chương 1</i>	
SẢN XUẤT THÔNG MINH, TƯƠNG LAI CỦA SẢN XUẤT TỰ ĐỘNG HÓA TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0	27
1. Sản xuất thông minh	27
1.1. Sản xuất thông minh là gì?	27
1.2. Một số đặc điểm chính của sản xuất thông minh	31
2. Nguồn gốc của sản xuất thông minh	32
3. Sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0	35
3.1. Lịch sử hình thành các cuộc cách mạng công nghiệp	35
3.2. Các xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp 4.0	37
3.3. Lợi ích của sản xuất thông minh	42
3.4. Nền tảng cốt lõi của sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0	43
3.5. Đặc điểm và mô hình tương tác trong hệ thống thực - ảo	45
4. Các trụ cột trong sản xuất thông minh	48
5. Một số mô hình doanh nghiệp áp dụng sản xuất thông minh trên thế giới	52
5.1. Nhà sản xuất công cụ điện <i>Black & Decker</i> (<i>Power tool manufacturer Black & Decker</i>)	54

5.2. Công ty Hirotec Nhật Bản (Japanese Company Hirotec Group)	55
5.3. Tập đoàn AW North Carolina (AWNC)	56

Chương 2

MỘT SỐ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU HIỆN TẠI VÀ TƯƠNG LAI VỀ SẢN XUẤT THÔNG MINH	57
1. Một số phương pháp nghiên cứu về sản xuất thông minh	57
1.1. Phương pháp mô hình tham chiếu (Reference Models)	57
1.2. Phương pháp trực quan hóa (Visualization)	61
1.3. Phương pháp phân tích thị trường	64
2. Một số vấn đề nghiên cứu về công nghệ trong sản xuất thông minh	65
2.1. Tiêu chuẩn	65
2.2. Phân tích dữ liệu	66
2.3. Bảo mật dữ liệu	69
2.4. Chất lượng dữ liệu	71
2.5. Cảm biến	73
3. Một số vấn đề nghiên cứu về hoạt động kinh doanh trong sản xuất thông minh	74
3.1. Bảo mật kinh doanh	74
3.2. Hoạt động kinh doanh phục vụ (Servitized Business)	74

Chương 3

TIÊU CHUẨN VỚI VAI TRÒ LÀ NỀN TẢNG KẾT NỐI TRONG SẢN XUẤT THÔNG MINH	79
1. Sự cần thiết xây dựng tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh	80
1.1. Tầm quan trọng của tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh	80

Mục lục	17
----------------	-----------

1.2. Một số tổ chức tiêu chuẩn hóa xây dựng tiêu chuẩn sản xuất thông minh	81
2. Tiêu chuẩn trong sản xuất thông minh	85
2.1. Tiêu chuẩn và hệ sinh thái sản xuất thông minh	85
2.2. Tiêu chuẩn và các vấn đề công nghệ trong sản xuất thông minh	113
3. Một số thuận lợi, khó khăn, cơ hội và thách thức trong xây dựng tiêu chuẩn sản xuất thông minh	116
3.1. Thuận lợi	116
3.2. Khó khăn	118
3.3. Cơ hội	120
3.4. Thách thức	121

Chương 4

CÔNG CỤ THIẾT KẾ VÀ CẢI TIẾN HỆ THỐNG SẢN XUẤT THÔNG MINH

1. Mô hình thiết kế và cải tiến nhà máy (FDI)	124
1.1. Mô hình FDI	124
1.2. Một số công cụ cho FDI	127
2. Công cụ quản lý vòng đời sản phẩm (PLM)	131
2.1. Giới thiệu chung	131
2.2. Ý nghĩa của vòng đời sản phẩm	133
2.3. Vai trò của PLM trong sản xuất thông minh	135
3. Công cụ sản xuất kỹ thuật số (DM)	138
3.1. Giới thiệu chung	138
3.2. Sử dụng công cụ sản xuất kỹ thuật số trong sản xuất thông minh	139
4. Công cụ hoạch định nguồn lực doanh nghiệp (ERP)	149
4.1. Giới thiệu chung	149
4.2. Lợi ích và đặc điểm của ERP	151
4.3. Triển khai ERP	156
4.4. Khó khăn trong triển khai ERP	160

4.5. Các yếu tố thành công quan trọng trong triển khai ERP	162
5. Công cụ quản lý chuỗi cung ứng (SCM)	166
5.1. Định nghĩa SCM	166
5.2. Lợi ích của SCM	169
5.3. Thách thức của SCM	172
5.4. Phần mềm SCM	173
5.5. Tương lai nghiên cứu SCM	175
6. Công cụ hệ thống thực thi sản xuất (MES)	177
6.1. Giới thiệu chung	177
6.2. Các chức năng của MES	179
6.3. Lợi ích của MES	182
6.4. Mối quan hệ của MES với các hệ thống khác	183
6.5. Ứng dụng MES trong công nghiệp	185
<i>Chương 5</i>	
ĐỊNH HƯỚNG XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ SẢN XUẤT THÔNG MINH CHO DOANH NGHIỆP	189
1. Các công cụ hỗ trợ sản xuất thông minh	190
1.1. Công cụ tinh gọn (Lean Tools) đối với hiệu suất hoạt động sản xuất	191
1.2. Công cụ sản xuất kỹ thuật số (Digital Manufacturing Toolbox)	195
1.3. Công cụ sản xuất điện tử (E-manufacturing)	196
1.4. Công cụ hệ thống sản xuất thông minh quy mô nhỏ (Small-scale Intelligent Manufacturing)	197
1.5. Công cụ công nghiệp 4.0	197
2. Mô hình “cấp độ thông minh” và các yếu tố ảnh hưởng đến “cấp độ thông minh”	199
2.1. Các “cấp độ thông minh” của doanh nghiệp	199
2.2. Mô hình “cấp độ thông minh”	200
2.3. Mô hình “cấp độ thông minh” cho các doanh nghiệp	202

Mục lục	19
3. Bộ công cụ sản xuất thông minh	206
3.1. Một số bộ công cụ sản xuất thông minh cụ thể	206
3.2. Định hướng xây dựng bộ công cụ sản xuất thông minh cho doanh nghiệp	215
Chương 6	
VIỆT NAM VÀ CƠ HỘI TIẾP CẬN, TRIỂN KHAI SẢN XUẤT THÔNG MINH	218
1. Cơ hội tiếp cận sản xuất thông minh trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0	219
2. Định hướng xây dựng khung tiêu chuẩn sản xuất thông minh tại Việt Nam	226
2.1. Thực trạng	226
2.2. Định hướng xây dựng khung tiêu chuẩn phục vụ sản xuất thông minh	228
3. Khảo sát, đánh giá sơ bộ về hiện trạng và nhu cầu áp dụng sản xuất thông minh của doanh nghiệp Việt Nam	231
4. Phân tích SWOT và một số đề xuất áp dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam	245
4.1. Phân tích SWOT	245
4.2. Một số đề xuất áp dụng sản xuất thông minh tại Việt Nam	248
5. Đề xuất một số giải pháp thúc đẩy sản xuất thông minh tại Việt Nam trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0	253
PHỤ LỤC	259
Phụ lục 1: Một số vấn đề nghiên cứu về công nghệ trong sản xuất thông minh tại Việt Nam	259
Phụ lục 2: Danh mục tham khảo một số tiêu chuẩn phục vụ sản xuất thông minh	275
TÀI LIỆU THAM KHẢO	286

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
1	A2A	Application-to-Application	Ứng dụng với ứng dụng
2	AI	Artificial Intelligence	Trí tuệ nhân tạo
3	ANSI	American National Standards Institute	Viện Tiêu chuẩn quốc gia Hoa Kỳ
4	AMR	Advanced Manufacturing Research	Tổ chức nghiên cứu sản xuất tiên tiến
5	ASME	The American Society of Mechanical Engineers	Hiệp hội Kỹ sư cơ khí Hoa Kỳ
6	B2B	Business-to-Business	Doanh nghiệp với doanh nghiệp
7	B2MML	Business to Manufacturing Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu doanh nghiệp sản xuất
8	BD	Big Data	Dữ liệu lớn
9	BDBA	Big Data Business Analytics	Phân tích kinh doanh dữ liệu lớn
10	BMT	Business Management Tools	Công cụ quản lý doanh nghiệp
11	BOL	Beginning of life	Bắt đầu vòng đời sản phẩm
12	CAD	Computer-Aided Design	Thiết kế hỗ trợ máy tính
13	CAE	Computer-Aided Engineering	Kỹ thuật hỗ trợ máy tính
14	CAM	Computer-Aided Manufacturing	Sản xuất hỗ trợ máy tính
15	CAN	Controller Area Network	Mạng khu vực điều khiển

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
16	CAQS	Computer-Aided Quality System	Hệ thống chất lượng hỗ trợ máy tính
17	CAX	Computer-Aided Technology	Công nghệ hỗ trợ máy tính
18	CIM	Computer-Integrated Manufacturing	Sản xuất tích hợp máy tính
19	CIO	Chief Information Officer	Giám đốc công nghệ thông tin
20	CMSD	Core Manufacturing Simulation Data	Thông tin dữ liệu mô phỏng sản xuất lõi
21	CMSD	Core Manufacturing Simulation Data	Dữ liệu mô phỏng sản xuất lõi
22	CNC	Computer Numerical Control	Điều khiển số máy tính
23	CPI	Continuous Process Improvement	Mô hình cải tiến quá trình liên tục
24	CPS	Cyber-Physical Systems	Hệ thống thực - ảo
25	CRM	Customer Relationship Management	Quản lý mối quan hệ với khách hàng
26	CST	Cloud, Storage Tools	Công cụ lưu trữ, đám mây
27	DAT	Data Analytics Tools	Công cụ phân tích dữ liệu
28	DCS	Distributed Control System	Hệ thống điều khiển phân tán
29	DES	Discrete Event Simulation	Mô phỏng sự kiện rời rạc
30	DFMA	Design for Manufacturing and Assembly	Mô hình thiết kế sản xuất và lắp ráp
31	DM	Digital Manufacturing	Sản xuất kỹ thuật số
32	DNC	Distributed Numerical Control	Điều khiển số phân tán
33	DST	Design and Simulation Tools	Công cụ thiết kế và mô phỏng

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
34	EDDL	Electronic Device Description Language	Ngôn ngữ mô tả thiết bị điện tử
35	EDI	Electronic Data Interchange	Trao đổi dữ liệu điện tử
36	EOL	End of life	Cuối vòng đời sản phẩm
37	EP	Extended Products	Sản phẩm mở rộng
38	ERP	Enterprise Resource Planning	Hoạch định nguồn lực doanh nghiệp
39	ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Viện Tiêu chuẩn viễn thông châu Âu
40	FB	Function Blocks	Các khối chức năng
41	FDI	Factory Design and Improvement	Thiết kế và cải tiến nhà máy
42	FEA	Finite Element Analysis	Phân tích phần tử hữu hạn
43	FMS	Flexible Manufacturing System	Mô hình sản xuất linh hoạt
44	FMT	Fabrication, Manufacturing Tools	Công cụ chế tạo, sản xuất
45	GDP	Gross Domestic Product	Tổng sản phẩm quốc nội
46	GSM	Global System for Mobile Communications	Hệ thống toàn cầu cho thông tin di động
47	HMI	Human Machine Interface	Giao diện người và máy
48	ICT	Information and Communications Technology	Công nghệ thông tin và truyền thông
49	IEC	The International Electrotechnical Commission	Ủy ban Kỹ thuật điện quốc tế

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
50	IFC	Industry Foundation Class	Lớp nền tảng công nghiệp
51	IIC	Industrial Internet Consortium	Hiệp hội Internet công nghiệp
52	IIoT	Industrial Internet of Things	Internet kết nối vạn vật trong công nghiệp
53	IMS	Intelligent Manufacturing Systems	Hệ thống sản xuất thông minh
54	IoT	Internet of Things	Internet kết nối vạn vật
55	IoS	Internet of Services	Internet kết nối dịch vụ
56	ISA	The International Society of Automation	Hiệp hội Tự động hóa quốc tế
57	ISO	The International Organization for Standardization	Tổ chức Tiêu chuẩn hóa quốc tế
58	JIT	Just-in-Time	Hệ thống sản xuất tức thời
59	KPI	Key Performance Indicators	Chỉ số hiệu suất chính
60	LMC	Line and Machine Controls	Điều khiển máy và dây chuyền
61	M2M	Machine-to-Machine	Kết nối máy - máy
62	MES	Manufacturing Execution Systems	Hệ thống thực thi sản xuất
63	MESA	Manufacturing Execution System Association	Hiệp hội hệ thống thực thi sản xuất
64	MESA International	The Manufacturing Enterprise Solutions Association	Hiệp hội giải pháp doanh nghiệp sản xuất quốc tế
65	MIMOSA	An Operations and Maintenance Information Management Open System Alliance	Liên minh hệ thống mở quản lý, vận hành và bảo trì thông tin

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
66	ML	Machine Learning	Học máy
67	MOL	Middle of life	Giữa vòng đời sản phẩm
68	MOM	Manufacturing Operations Management	Quản lý hoạt động sản xuất
69	MPM	Manufacturing Process Management	Quản lý quy trình sản xuất
70	MRP	Material Resource Planning	Kế hoạch nguồn lực vật liệu
71	MRP II	Manufacturing Resources Planning	Hệ thống hoạch định nguồn lực sản xuất
72	MST	Machining Science and Technology	Khoa học và công nghệ sản xuất
73	MTP	Manufacturing Technology Platform	Nền tảng công nghệ sản xuất
74	NIST	National Institute of Standards and Technology	Viện Tiêu chuẩn và Công nghệ Quốc gia Hoa Kỳ
75	OAGi	The Open Applications Group	Nhóm ứng dụng mở
76	OIC	Open Interconnect Consortium	Hiệp hội kết nối mở
77	R&D	Research and Development	Nghiên cứu và phát triển
78	RAMI 4.0	Reference Architecture Model Industrie 4.0	Mô hình kiến trúc tham chiếu về công nghiệp 4.0
79	RAT	Robotics and Automation Tools	Công cụ robot và tự động hóa
80	RFID	Radio Frequency Identification	Nhận dạng qua tần số vô tuyến
81	RTU	Remote Terminal Unit	Thiết bị đầu cuối từ xa
82	PackML	Packaging Machine Language	Ngôn ngữ máy đóng gói

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
83	PDM	Product Data Management	Quản lý dữ liệu sản phẩm
84	PLC	Programmable Logic Controllers	Bộ điều khiển logic lập trình
85	PLCS	Product Life Cycle Support	Hỗ trợ vòng đời sản phẩm
86	PLM	Product Life Management	Quản lý vòng đời sản phẩm
87	PMI	Product and Manufacturing Information	Thông tin sản xuất và sản phẩm
88	PPM	Product and Portfolio Management	Quản lý sản phẩm và danh mục đầu tư
89	PPR	Product Process and Resource	Sản phẩm, quy trình và nguồn lực
90	PRC	Product Representation Compact	Sản phẩm đại diện gọn nhẹ
91	PSL	Process Specification Language	Ngôn ngữ đặc tả quy trình
92	PSS	Product-Service Systems	Hệ thống dịch vụ - sản phẩm
93	SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Kiểm soát giám sát và thu thập dữ liệu
94	SCM	Supply Chain Management	Quản lý chuỗi cung ứng
95	SCT	Sensors and Connectivity Tools	Công cụ cảm biến và kết nối
96	SFC	Shop Floor Control	Quản lý phân xưởng
97	SM	Smart Manufacturing	Sản xuất thông minh
98	SMA	Shape Memory Alloys	Hợp kim nhớ hình
99	SMASM	Smart Manufacturing Apps and Services Marketplaces	Thị trường dịch vụ, ứng dụng sản xuất thông minh
100	SMT	Surface Mount Technology	Kỹ thuật gắn kết bề mặt

TT	Từ viết tắt	Giải thích	
		Tiếng Anh	Tiếng Việt
101	SISO	Simulation Interoperability Standards Organization	Tổ chức tiêu chuẩn tương tác mô phỏng
102	SysML	Systems Modeling Language	Ngôn ngữ mô hình hóa hệ thống
103	T-MES	Traditional MES	Hệ thống thực thi sản xuất truyền thống
104	TPM	Total Productive Maintenance	Duy trì hiệu suất thiết bị tổng thể
105	VR	Virtual Reality	Công nghệ thực tế ảo
106	VSM	Value Stream Mapping	Sơ đồ chuỗi giá trị
107	W3C	World Wide Web Consortium	Tập đoàn Web quốc tế
108	XML	eXtensible Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu mở rộng

Chương 1

SẢN XUẤT THÔNG MINH, TƯƠNG LAI CỦA SẢN XUẤT TỰ ĐỘNG HÓA TRONG CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

Cách mạng công nghiệp 4.0 đã và đang tạo ra sự thay đổi mạnh mẽ về phương thức sản xuất và tiêu dùng nhờ vào sự phát triển mạnh mẽ của khoa học và công nghệ. Cùng với sự phát triển của các công nghệ Internet kết nối vạn vật (Internet of Things, IoT), trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence, AI) hay điện toán đám mây (Cloud computing), “sản xuất tự động hóa” trong cách mạng công nghiệp lần thứ ba sẽ chuyển sang “sản xuất thông minh” (Smart Manufacturing). Cách mạng công nghiệp 4.0 đã hình thành một nền sản xuất đặc biệt, đó là sản xuất thông minh. Nền tảng của hệ thống sản xuất thông minh là “hệ thống thực - ảo” (Cyber-Physical Systems, CPS) bao gồm: “hệ thống sản xuất thực” và “hệ thống sản xuất ảo”. Trong sản xuất thông minh, khoa học máy tính và công nghệ thông tin đã “thu hẹp” không gian của hệ thống sản xuất hiện nay. “Hệ thống sản xuất thực” được ánh xạ trên “hệ thống sản xuất ảo” hình thành hệ thống sản xuất thông minh dựa trên nền tảng “hệ thống thực - ảo”.

1. Sản xuất thông minh

1.1. Sản xuất thông minh là gì?

Cho đến nay, chưa có một khái niệm hay định nghĩa chung nào về sản xuất thông minh. Theo Viện Tiêu chuẩn và Công

nghe Quốc gia Hoa Kỳ (National Institute of Standards and Technology, NIST), sản xuất thông minh là hệ thống được tích hợp đầy đủ, thích ứng với điều kiện thay đổi trong mạng lưới cung ứng tổng thể của doanh nghiệp và nhu cầu của khách hàng theo thời gian thực. Do đó, sản xuất thông minh tích hợp các thiết bị sản xuất với các cảm biến, nền tảng điện toán, công nghệ truyền thông, mô hình hóa dữ liệu, điều khiển, mô phỏng và kỹ thuật dự đoán. Sản xuất thông minh sử dụng các công nghệ về hệ thống thực - ảo, Internet kết nối vạn vật, điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo và khoa học dữ liệu..., đưa sản xuất chính thức trở thành trụ cột quan trọng của cách mạng công nghiệp 4.0.

Trong một nghiên cứu công bố năm 2013, Wallace và Riddick mô tả ngắn gọn về sản xuất thông minh là *“một ứng dụng chuyên sâu công nghệ thông tin về dữ liệu ở cấp độ doanh nghiệp cho phép các hoạt động sản xuất được thực hiện “thông minh”, hiệu quả và linh hoạt”*¹.

Định nghĩa của Liên minh lãnh đạo sản xuất thông minh (Smart Manufacturing Leadership Coalition, SMLC) nêu rõ: *“Sản xuất thông minh là khả năng giải quyết các vấn đề hiện tại và tương lai thông qua hạ tầng mở cho phép các giải pháp kinh doanh được thực hiện, tạo ra giá trị lợi thế cho doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng toàn cầu”*.

Các khái niệm, định nghĩa hiện nay đều khẳng định quan điểm chủ đạo của sản xuất thông minh là sử dụng công nghệ thông tin và truyền thông, công nghệ phân tích dữ liệu tiên tiến để cải thiện, nâng cao năng suất, hoạt động sản xuất của doanh nghiệp từ cấp độ nhà máy, mạng lưới cung cấp, mạng lưới phân

1. E. Wallace and F. Riddick, “Panel on Enabling Smart Manufacturing,” State College, USA, 2013.

phối đến chuỗi cung ứng. Bên cạnh đó, một số quan điểm còn cho rằng, sản xuất thông minh có vai trò quan trọng đối với kiểm soát vòng đời sản phẩm.

Một điểm quan trọng và khác biệt của sản xuất thông minh so với các phương thức sản xuất khác là sự tham gia “linh hoạt” của con người vào hệ thống sản xuất thông minh cùng nhiều công nghệ khác nhau (như hệ thống thực - ảo, IoT, robot, tự động hóa, phân tích dữ liệu lớn và điện toán đám mây...). Sản xuất thông minh giúp doanh nghiệp tập trung vào giải quyết ba mục tiêu chính: tối ưu hóa toàn bộ hệ thống sản xuất; sản xuất bền vững; phát triển chuỗi cung ứng linh hoạt, đáp ứng yêu cầu của khách hàng trong khoảng thời gian ngắn nhất.

Cùng với khái niệm sản xuất thông minh, một số thuật ngữ có liên quan cũng được sử dụng phổ biến trong thời gian qua:

“*Intelligent Manufacturing*” (IM) là một thuật ngữ mô tả về sản xuất thông minh, khác với thuật ngữ “*Smart Manufacturing*” (SM). Đôi khi, IM được sử dụng đồng nghĩa với SM. “Smart” là một tính từ có rất nhiều nghĩa, trong đó cũng có ý nghĩa gần giống với “Intelligent”. Tuy nhiên, “Intelligent” chỉ khả năng phân tích, giải quyết vấn đề một cách khoa học và hiệu quả, còn “Smart” lại chỉ khả năng nắm bắt nhanh nhạy tình hình hoặc diễn biến đang xảy ra. Do đó, IM được sử dụng nhiều hơn đối với khía cạnh công nghệ, ít được sử dụng đối với khía cạnh tổ chức.

Kumar định nghĩa về IM là “*khả năng tự điều chỉnh và/hoặc tự kiểm soát để sản xuất sản phẩm trong phạm vi các thông số kỹ thuật thiết kế*”¹. SM là một phiên bản mới của IM, phản ánh mức độ và tác động của các công nghệ “thông minh” như: Internet kết nối vạn vật, điện toán đám mây, hệ thống thực - ảo,

1. S. Kumar, “Intelligent Manufacturing Systems,” http://pcharts.tripod.com/int_manu.pdf

dữ liệu lớn. Theo nghiên cứu của Xifan Yao, trí tuệ nhân tạo là động lực chính thúc đẩy IM phát triển thành SM¹.

“*Smart Factory*” là một thuật ngữ được sử dụng cùng với các khái niệm khác như: Internet kết nối vạn vật trong công nghiệp (Industrial Internet of Things, IIoT) và hệ thống thực - ảo để chỉ nhà máy thông minh. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng, phạm vi của nhà máy thông minh là tập trung cải thiện, nâng cao năng suất, hoạt động sản xuất của doanh nghiệp ở cấp độ nhà máy². Trong đó, phạm vi của sản xuất thông minh lại tập trung để cải thiện, nâng cao năng suất, hoạt động sản xuất của doanh nghiệp từ cấp độ nhà máy, mạng lưới cung cấp, mạng lưới phân phối đến chuỗi cung ứng.

“*Industrial Internet*” được hiểu là Internet công nghiệp. Internet công nghiệp là sự hợp nhất của máy móc công nghiệp và phần mềm³. Một số ý kiến cho rằng, sự khác biệt lớn nhất giữa Internet công nghiệp và sản xuất thông minh là phạm vi của Internet công nghiệp chỉ tập trung chủ yếu vào máy móc công nghiệp ở cấp độ nhà máy, còn sản xuất thông minh là mạng lưới cung cấp tổng thể. Do đó, Internet công nghiệp là nền tảng để tối ưu hóa hệ thống sản xuất thông minh.

1. Xifan. Y, Jiajun. Z, Jiangming. Z and Claudio. RB, From Intelligent Manufacturing to Smart Manufacturing for Industry 4.0 Driven by Next Generation Artificial Intelligence and Further On, 5th International Conference on Enterprise Systems (ES), 2017.

2. S. Wang, J. Wan, D. Li, and C. Zhang, “Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook,” Int. J. of Distributed Sensor Networks, No.4, pp. 1-10, 2016.

3. J. Bruner, “Industrial Internet: The machines are talking,” O’Reilly Media, Sebastopol, USA, 2013.

1.2. Một số đặc điểm chính của sản xuất thông minh

Tính kết nối

Kết nối là một đặc điểm quan trọng của sản xuất thông minh. Thiết bị trong sản xuất thông minh được kết nối với nhau thông qua hệ thống mạng để có thể truyền thông tin, dữ liệu. Dữ liệu này được truyền theo thời gian thực. Truyền dữ liệu theo thời gian thực cho phép tăng cường khả năng hợp tác nhanh chóng và hiệu quả của nội bộ (giữa các bộ phận) trong doanh nghiệp, hợp tác giữa các nhà sản xuất và nhà cung cấp.

Tính tối ưu hóa

Tối ưu hóa trong sản xuất thông minh được hiểu là một doanh nghiệp có năng lực sản xuất, có thể dự đoán được nhu cầu thị trường và người tiêu dùng, hiệu quả sản xuất cao, chất lượng sản phẩm tốt và chi phí sản xuất thấp. Tính tối ưu hóa của sản xuất thông minh được thực hiện thông qua tự động hóa. Tự động hóa “thông minh” sẽ làm giảm đáng kể sự can thiệp của con người, giúp giảm số lượng lỗi trong quá trình sản xuất sản phẩm.

Tính minh bạch

Hạn chế của sản xuất truyền thống là khó khăn trong việc lưu trữ, sử dụng và khai thác một nguồn dữ liệu chính xác do hệ thống dữ liệu của quá trình sản xuất không được quản lý đồng bộ. Trong sản xuất thông minh, nguồn dữ liệu này là duy nhất, được lưu trữ, sử dụng và khai thác minh bạch. Trong quá trình sản xuất, dữ liệu được lưu giữ theo thời gian thực, vì vậy, doanh nghiệp có thể truy cập để xác định số lượng khách hàng và đánh giá nhu cầu của khách hàng trong tương lai.

Tính chủ động

Một đặc điểm khác của sản xuất thông minh là tính chủ động do các công nghệ được áp dụng trong quá trình sản xuất.

Các cảm biến trong sản xuất thông minh không chỉ cho biết số lượng các sản phẩm hiện có, mà còn tự động kết nối với bộ phận kinh doanh của doanh nghiệp để giảm số lượng hàng tồn kho xuống mức thấp nhất. Hệ thống thiết bị sản xuất tích hợp với công nghệ thông tin sẽ xác định sự “bất thường” trong quá trình sản xuất, qua đó cho phép doanh nghiệp có thể chủ động ngăn chặn các vấn đề “bất lợi” trước khi xảy ra.

Tính linh hoạt

Linh hoạt trong sản xuất thông minh có nghĩa là doanh nghiệp có thể nhanh chóng phản ứng với những thay đổi của môi trường và yêu cầu của khách hàng. Doanh nghiệp xác định cấu hình hệ thống thiết bị, xây dựng sơ đồ vận hành sản xuất để bảo đảm đáp ứng “nhanh nhất” với những thay đổi trong quá trình sản xuất.

2. Nguồn gốc của sản xuất thông minh

Sản xuất tự động hóa hiện nay có nguồn gốc từ cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba với sự ra đời của công nghệ thông tin, tự động hóa trong quá trình tổ chức và quản lý sản xuất. Sản xuất tự động hóa được bắt đầu từ Hoa Kỳ, hình thành bởi công nghệ bán dẫn, siêu máy tính, laptop (thập niên 1970 và thập niên 1980), Internet (thập niên 1990).

Sự tiến bộ trong công nghệ máy tính và chế tạo máy đã hình thành nền sản xuất tự động hóa từ mô hình sản xuất hàng loạt. Trong sản xuất tự động hóa, vật liệu, linh kiện trong quá trình sản xuất được vận chuyển, lưu trữ trong hệ thống và truy xuất thông tin tự động khi cần thiết. Các công cụ, máy móc được điều khiển chủ yếu bởi máy tính, ít được điều khiển trực tiếp bởi con người. Tùy thuộc vào phạm vi và mức độ tự động hóa của quá trình sản xuất, các thuật ngữ khác nhau đã được sử dụng để mô tả về sản xuất tự động hóa như: buồng sản xuất linh hoạt (Flexible Manufacturing Cells); hệ thống sản xuất linh hoạt

(Flexible Manufacturing Systems); sản xuất tích hợp với máy tính (Computer-Integrated Manufacturing).

Vào khoảng năm 1990, thuật ngữ sản xuất thông minh xuất hiện, cùng với việc phát hành và xuất bản chính thức tạp chí *Sản xuất thông minh (Journal of Intelligent Manufacturing)*¹ và cuốn sách *Hệ thống sản xuất thông minh (Intelligent Manufacturing Systems)*². Tạp chí *Sản xuất thông minh* là diễn đàn quốc tế duy nhất cho các nhà phát triển hệ thống sản xuất thông minh. Thông qua hoạt động xuất bản các bài báo có chất lượng cao giới thiệu về các ứng dụng của công nghệ thông tin, đặc biệt là trí tuệ nhân tạo trong sản xuất, tạp chí là kênh liên kết quan trọng giữa các nhà nghiên cứu và nhà sản xuất về hoạt động sản xuất thông minh.

Cùng vào thời điểm đó, vào năm 1995, Nhật Bản bắt tay vào nghiên cứu sản xuất thông minh và ghi dấu ấn trong lịch sử thông qua việc hình thành Chương trình Hệ thống sản xuất thông minh (Intelligent Manufacturing Systems, IMS) để hỗ trợ phát triển công nghiệp. IMS là một chương trình nghiên cứu của Nhật Bản tập trung vào lĩnh vực công nghiệp dựa trên các công nghệ sản xuất tiên tiến. Nhật Bản đã triển khai IMS trong tổng cộng 15 năm với 2 giai đoạn:

+ Giai đoạn 1 (từ năm 1995 đến năm 2005): tập trung vào nghiên cứu các quy trình sản xuất, Nhật Bản đã đạt được kết quả quan trọng trong các lĩnh vực từ lập kế hoạch, thiết kế sản phẩm đến xử lý sản phẩm.

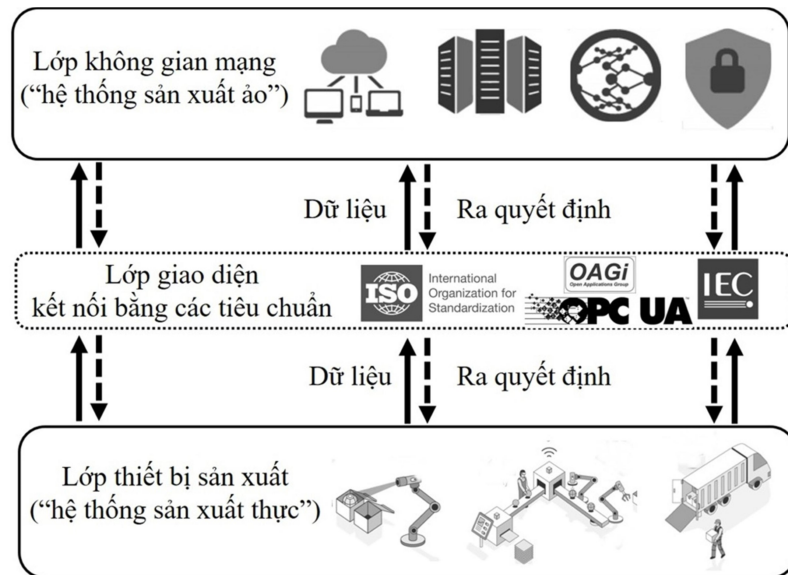
1. Kusiak, A. 1990a. "Editorial." *Journal of Intelligent Manufacturing* 1 (1): 1.

2. Kusiak, A. 1990b. *Intelligent Manufacturing Systems*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

+ Giai đoạn 2 (từ năm 2005 đến năm 2010): Nhật Bản đã đề xuất "Nền tảng công nghệ sản xuất" (Manufacturing Technology Platform, MTP). MTP đã có những đóng góp nhất định cho các hoạt động của IMS ở các góc độ khác nhau, là tiền đề để hình thành khung IMS trong tương lai.

Sự hình thành khung IMS đã giúp các doanh nghiệp Nhật Bản tiếp cận, chuyển đổi mô hình sản xuất truyền thống sang mô hình sản xuất thông minh. Cùng với sự phát triển của các công nghệ như CPS, IoT, AI, điện toán đám mây,..., sản xuất thông minh đã trở thành mục tiêu phấn đấu của các doanh nghiệp, một trụ cột quan trọng giúp doanh nghiệp cạnh tranh trong bối cảnh mới.

Doanh nghiệp áp dụng mô hình, công cụ, giải pháp sản xuất thông minh trở thành doanh nghiệp sản xuất thông minh (xem Hình 1.1).



Hình 1.1: Mô hình doanh nghiệp sản xuất thông minh

Mô hình doanh nghiệp sản xuất thông minh gồm hai lớp cơ bản là lớp thiết bị sản xuất (hay còn gọi là “hệ thống sản xuất thực”) và lớp không gian mạng (hay còn gọi là “hệ thống sản xuất ảo”). Hai lớp này được liên kết bởi lớp giao diện kết nối bằng các tiêu chuẩn. Lớp thiết bị sản xuất có thể có mức độ “thông minh” riêng, nhưng mức độ “thông minh” của toàn mô hình doanh nghiệp sản xuất thông minh được quyết định bởi lớp không gian mạng.

3. Sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0

3.1. Lịch sử hình thành các cuộc cách mạng công nghiệp

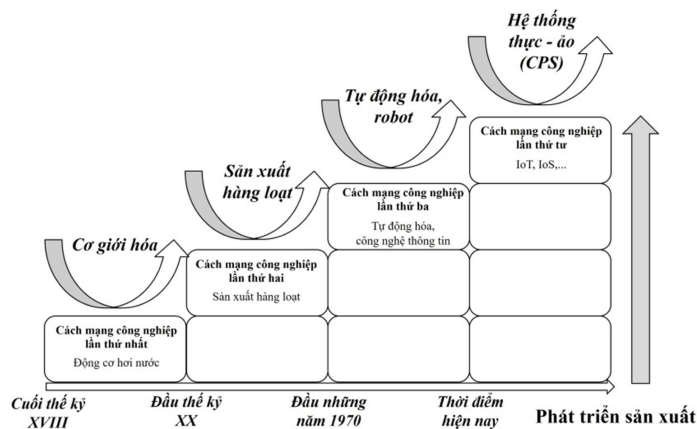
Các cuộc cách mạng công nghiệp trong lịch sử diễn ra khi những công nghệ và phương thức mới đã làm thay đổi nhận thức sâu sắc trong hệ thống kinh tế và cấu trúc xã hội. Lịch sử loài người đến nay đã xuất hiện ba cuộc cách mạng công nghiệp và đang tiến hành cách mạng công nghiệp lần thứ tư (4.0).

Cho đến nay, ba cuộc cách mạng công nghiệp đã dẫn đến những thay đổi “mang tính cách mạng” về mô hình và phương thức sản xuất: sản xuất cơ giới hóa thông qua động cơ hơi nước (trong cách mạng công nghiệp lần thứ nhất) được phát triển thành sản xuất hàng loạt trong các dây chuyền lắp ráp (trong cách mạng công nghiệp lần thứ hai) và sản xuất tự động hóa dựa trên nền tảng công nghệ thông tin (trong cách mạng công nghiệp lần thứ ba).

Tuy nhiên, trong những năm qua, nhiều nhà nghiên cứu và các nhà hoạch định chính sách trên toàn thế giới đã ủng hộ cho một cuộc cách mạng công nghiệp mới, đó là cách mạng công nghiệp lần thứ tư (xem Hình 1.2). Về quy mô và tốc độ, cuộc cách mạng công nghiệp này có sự phát triển chưa từng có trong lịch sử, tốc độ phát triển “cấp số nhân”, tác động to lớn đến kinh tế và

xã hội. Đây là kết quả của một thế giới đa diện, kết nối sâu sắc nơi mà chúng ta đang sống. Thực tế là công nghệ mới luôn sinh ra những công nghệ mới hơn, tân tiến hơn.

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra sâu rộng, tác động đến toàn bộ nền sản xuất toàn cầu. Cuộc cách mạng công nghiệp này dựa trên sự phát triển vượt bậc về công nghệ số, trong đó, quá trình sản xuất tự động hóa được tích hợp với con người và các hoạt động kinh doanh, dịch vụ của doanh nghiệp. Doanh nghiệp thực hiện quá trình chuyển đổi từ sản xuất tự động hóa sang sản xuất thông minh dựa trên nền tảng hệ thống thực - ảo nhằm đáp ứng linh hoạt các yêu cầu của khách hàng và thị trường trong một khoảng thời gian rất ngắn.



Hình 1.2: Lịch sử hình thành 4 cuộc cách mạng công nghiệp

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: Stephen, JE. A policymaker's guide to smart manufacturing. Report, Information Technology & Innovation Foundation, Washington DC, November 2016.

Cách mạng công nghiệp 4.0 được đặc trưng bởi việc ứng dụng IoT, IoS vào quá trình sản xuất của doanh nghiệp, cho phép hệ thống sản xuất của doanh nghiệp được tích hợp đa chiều và trở nên “thông minh hơn”. Sản xuất thông minh là quá

trình sản xuất linh hoạt, thay thế cho quá trình sản xuất tự động hóa hiện nay nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp trong bối cảnh hội nhập quốc tế.

Làn sóng tiến bộ về công nghệ được đặc trưng bởi sự phát triển của công nghệ chủ chốt mới với 9 tiến bộ về công nghệ nền tảng. Trong giai đoạn chuyển đổi này, các cảm biến, máy móc và hệ thống công nghệ thông tin sẽ được kết nối dọc theo chuỗi giá trị của một doanh nghiệp. Các hệ thống được kết nối này có thể tương tác với nhau bằng các chuẩn giao thức dựa trên Internet và phân tích dữ liệu, qua đó giúp doanh nghiệp có thể dự đoán lỗi, tự cấu hình và thích ứng với các thay đổi. Công nghiệp 4.0 sẽ giúp thu thập và phân tích dữ liệu trên máy tính, cho phép doanh nghiệp thực hiện quy trình nhanh hơn, linh hoạt hơn và hiệu quả hơn để sản xuất hàng hóa với chất lượng cao hơn và chi phí giảm. Công nghiệp 4.0 là động lực thúc đẩy tăng năng suất sản xuất, tăng trưởng công nghiệp, thay đổi lực lượng lao động và nâng cao năng lực cạnh tranh của quốc gia.

3.2. Các xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp 4.0

Các lợi ích và tiềm năng của 9 xu hướng công nghệ trong cách mạng công nghiệp 4.0 đối với các nhà sản xuất, nhà cung cấp thiết bị đã và đang được nghiên cứu trong những năm gần đây, cụ thể như sau:

Xu hướng 1: Phân tích dữ liệu lớn

Phân tích dựa trên dữ liệu lớn chỉ mới xuất hiện và được áp dụng trong sản xuất thời gian gần đây. Phân tích dữ liệu lớn nhằm tối ưu hóa quá trình sản xuất, tiết kiệm năng lượng và cải thiện dịch vụ. Trong bối cảnh cách mạng công nghiệp 4.0, ứng dụng phân tích dữ liệu lớn trong việc thu thập và đánh giá toàn diện dữ liệu từ nhiều nguồn thiết bị và hệ thống sản xuất

khác nhau (hệ thống quản lý doanh nghiệp và hệ thống quản lý khách hàng) sẽ trở thành giải pháp quan trọng để hỗ trợ doanh nghiệp đưa ra các quyết định theo thời gian thực.

Xu hướng 2: Robot tự động

Các nhà sản xuất trong nhiều ngành công nghiệp từ lâu đã sử dụng robot để giải quyết các nhiệm vụ phức tạp, nhưng trong công nghiệp 4.0, robot đang được phát triển với nhiều tiện ích lớn hơn. Robot đang trở nên tự chủ, linh hoạt và hợp tác hơn. Trong tương lai, robot sẽ tương tác với nhau và làm việc "an toàn" bên cạnh con người. Những robot này sẽ có giá thấp hơn, phạm vi hoạt động rộng hơn, và nhiều chức năng hơn so với những robot được sử dụng trong sản xuất ngày nay.

Xu hướng 3: Mô phỏng

Hiện nay, các mô phỏng 3D của sản phẩm, vật liệu và quy trình sản xuất đã được sử dụng, nhưng trong tương lai, công nghệ mô phỏng cũng sẽ được sử dụng rộng rãi hơn trong các hoạt động của nhà máy. Những mô phỏng này sẽ sử dụng dữ liệu theo thời gian thực để phản ánh các hoạt động thực trong một hệ thống ảo. Các hoạt động thực này bao gồm hoạt động của máy móc, sản phẩm và con người. Điều này cho phép các nhà sản xuất kiểm tra và tối ưu hóa các thông số cài đặt cho sản phẩm trong hệ thống ảo trước khi triển khai trong hệ thống thực, từ đó tiết kiệm chi phí, tăng chất lượng và giảm thời gian thiết lập hệ thống nhà máy.

Xu hướng 4: Tích hợp hệ thống

Hầu hết các hệ thống công nghệ thông tin ngày nay không được tích hợp đầy đủ. Các doanh nghiệp, nhà cung cấp và khách hàng ít khi được "kết nối" chặt chẽ với nhau. Các bộ phận trong doanh nghiệp như kỹ thuật, sản xuất và dịch vụ cũng không được trao đổi thông tin thường xuyên. Các chức năng từ cấp doanh nghiệp đến cấp phân xưởng cũng không được tích hợp

đầy đủ. Nhưng với cách mạng công nghiệp 4.0, các doanh nghiệp trong chuỗi cung ứng, phòng ban, chức năng của doanh nghiệp sẽ gắn kết hơn nhiều. Phát triển các mạng tích hợp dữ liệu phổ biến cho phép các chuỗi giá trị trong và ngoài doanh nghiệp tự động liên kết chặt chẽ với nhau.

Xu hướng 5: Internet kết nối vạn vật

Ngày nay, chỉ có một số cảm biến và máy móc của nhà sản xuất được nối mạng và sử dụng điện toán. Các cảm biến, thiết bị và bộ điều khiển tự động được đưa vào hệ thống điều khiển quá trình sản xuất. Với Internet kết nối vạn vật trong công nghiệp (IIoT), các thiết bị sẽ được kết nối “nhúng” với máy tính thông qua các tiêu chuẩn. Qua đó cho phép các thiết bị tương tác với nhau và với bộ điều khiển. Internet kết nối vạn vật cũng phân cấp phân tích và ra quyết định, cho phép phản hồi theo thời gian thực.

Xu hướng 6: An ninh mạng

Hiện nay, nhiều doanh nghiệp vẫn dựa vào hệ thống quản lý nội bộ và sản xuất “đóng”, không được kết nối. Với sự kết nối và sử dụng các chuẩn giao thức truyền thông trong cách mạng công nghiệp 4.0 đòi hỏi nhu cầu bảo vệ các hệ thống công nghiệp và dây chuyền sản xuất quan trọng khỏi các mối đe dọa về an ninh mạng. Do đó, thông tin liên lạc an toàn, tin cậy cũng như hệ thống quản lý truy cập và nhận dạng chính xác, bảo mật cao của máy móc và người dùng là rất cần thiết.

Xu hướng 7: Công nghệ đám mây

Các doanh nghiệp đã sử dụng các phần mềm dựa trên công nghệ đám mây để phân tích dữ liệu và ứng dụng của doanh nghiệp trong giai đoạn vừa qua. Cách mạng công nghiệp 4.0 yêu cầu gia tăng việc chia sẻ dữ liệu sản xuất. Đồng thời, hiệu suất của các phần mềm dựa trên công nghệ đám mây được cải thiện, đạt được thời gian phản ứng chỉ trong vài mili giây. Do đó, dữ liệu sẽ được triển khai bằng công nghệ đám mây nhiều hơn.

Công nghệ đám mây cho phép nhiều dịch vụ phân tích dữ liệu của hệ thống sản xuất, thậm chí cho phép thực hiện giám sát và kiểm soát các quá trình sản xuất theo thời gian thực dựa trên công nghệ đám mây.

Xu hướng 8: Công nghệ in 3D

Các doanh nghiệp mới bắt đầu áp dụng sản xuất bồi đắp theo từng lớp, chẳng hạn như công nghệ in 3D để tạo nguyên mẫu và sản xuất các thành phần riêng lẻ. Với cách mạng công nghiệp 4.0, các phương pháp sản xuất bồi đắp này sẽ được sử dụng rộng rãi để sản xuất các lô sản phẩm với các thiết kế phức tạp, nhẹ. Các hệ thống sản xuất với công nghệ bồi đắp phi tập trung có hiệu suất cao sẽ làm giảm khoảng cách vận chuyển, giảm thời gian lưu kho và tăng năng suất.

Xu hướng 9: Hệ thống thực tế ảo

Các hệ thống dựa trên thực tế ảo sẽ tăng cường hỗ trợ nhiều dịch vụ khác nhau như lựa chọn các sản phẩm trong kho, hướng dẫn vận hành, sửa chữa qua thiết bị di động... Mặc dù hiện nay, các hệ thống này đang ở giai đoạn sơ khai, nhưng trong tương lai, các doanh nghiệp sẽ sử dụng rộng rãi hệ thống thực tế ảo để cung cấp cho thông tin, hình ảnh theo thời gian thực nhằm cải thiện quá trình ra quyết định của doanh nghiệp.

Để hỗ trợ doanh nghiệp trong quá trình chuyển đổi từ sản xuất tự động hóa sang sản xuất thông minh, một số quốc gia đã xây dựng và triển khai các chương trình lớn về công nghệ sản xuất thông minh: Chính phủ Đức khuyến khích việc triển khai tin học hóa trong các ngành công nghiệp sản xuất trong chương trình “Công nghiệp 4.0” của Đức; Nhật Bản xây dựng kế hoạch phát triển Xã hội siêu thông minh 5.0 (Society 5.0); Hoa Kỳ tập trung vào sản xuất thông minh. Các quốc gia và vùng lãnh thổ khác như Đài Loan và Hàn Quốc cũng đã thiết lập các dự án quốc gia về sản xuất thông minh. Điều này cho thấy sản xuất

thông minh đã trở thành một chủ đề quan trọng đối với các nhà nghiên cứu và các nhà phát triển chính sách công nghiệp trên toàn thế giới¹ (xem Bảng 1.1).

Bảng 1.1: Tóm tắt các chương trình sản xuất thông minh của một số quốc gia

Quốc gia	Chương trình, chính sách sản xuất thông minh	Nguồn lực đầu tư
Áo	Các dự án R&D liên kết với Công nghiệp 4.0.	250 triệu Euro (khoảng 280 triệu USD)
Trung Quốc	- Chương trình “Sản xuất tại Trung Quốc 2025” (Made in China 2025 Program); - Kế hoạch thực hiện cho Dự án đặc biệt về sản xuất thông minh năm 2016.	Tổng kinh phí chưa quy định cụ thể. Tính đến thời điểm này, Trung Quốc đang đầu tư hơn 3 tỷ USD
Liên minh châu Âu (EU)	Chương trình Nhà máy tương lai (Factories of the Future)	7 tỷ Euro (7,8 tỷ USD) (từ năm 2013 đến năm 2020)
Đức	Chương trình Công nghiệp 4.0.	500 triệu Euro (khoảng 550 triệu USD)
Thụy Điển	Chiến lược công nghiệp thông minh (Smart Industries Strategy).	163 triệu SEK (khoảng 18 triệu USD) cho các chương trình hỗ trợ sản xuất thông minh khác nhau
Anh	Chương trình Sản xuất giá trị cao (High-Value Manufacturing Catapult), một mạng lưới gồm 07 viện công nghệ sản xuất tiên tiến và 1 Trung tâm công nghệ sản xuất.	140 triệu Bảng (220 triệu USD)

1. Stephen, JE. A policymaker’s guide to smart manufacturing. Report, Information Technology & Innovation Foundation, Washington DC, November 2016.

Quốc gia	Chương trình, chính sách sản xuất thông minh	Nguồn lực đầu tư
Hoa Kỳ	Chương trình Sản xuất Hoa Kỳ. Có 04 cơ quan chính gồm Viện đổi mới thiết kế và sản xuất kỹ thuật số IMI (DMDII); America Makes; Viện sản xuất năng lượng sạch thông minh (Clean Energy Smart Manufacturing Institute); Viện cải tiến sản xuất vật liệu tổng hợp tiên tiến (Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation) tham gia Chương trình sản xuất thông minh.	Đầu tư công 240 triệu USD; từ các nguồn kinh phí của tập đoàn tư nhân 460 triệu USD

3.3. Lợi ích của sản xuất thông minh

Cải thiện năng suất: Các quy trình sản xuất thông minh cho phép truy cập, sử dụng và khai thác nhiều hơn hệ thống dữ liệu trong mạng lưới chuỗi cung ứng. Dữ liệu theo thời gian thực sẽ giúp doanh nghiệp dự báo năng lực sản xuất để đáp ứng yêu cầu của thị trường và khách hàng một cách hiệu quả nhất. Nhờ vậy, doanh nghiệp sẽ cung cấp các sản phẩm cần thiết, không bị hiện tượng dư thừa, tồn kho,... nhờ đó tác động trực tiếp vào việc nâng cao năng suất của doanh nghiệp.

Tạo ra các sản phẩm mới và chất lượng cao hơn: Khi năng suất được cải thiện, doanh nghiệp sẽ tiết kiệm được tài chính để đầu tư vào hoạt động nghiên cứu và phát triển sản phẩm. Phân tích dữ liệu lớn trong sản xuất thông minh giúp doanh nghiệp thấy được nhu cầu của khách hàng đối với sản phẩm của doanh nghiệp, qua đó tập trung nghiên cứu và phát triển các sản phẩm mới, có chất lượng cao hơn.

Tạo ra lực lượng lao động am hiểu công nghệ: Áp dụng sản xuất thông minh là một cách thức để doanh nghiệp thu hút lực lượng lao động trẻ, am hiểu công nghệ vì sản xuất thông minh chủ yếu dựa vào nền tảng các công nghệ chủ chốt trong cách mạng công nghiệp 4.0. Sử dụng dữ liệu thống nhất và minh bạch trong sản xuất thông minh giúp nhân viên có cơ hội nghiên cứu và phát triển sản phẩm mới, tăng năng suất. Do đó, sản xuất thông minh lại là động lực thu hút một lực lượng lao động đông đảo, có khả năng và trình độ am hiểu công nghệ cao.

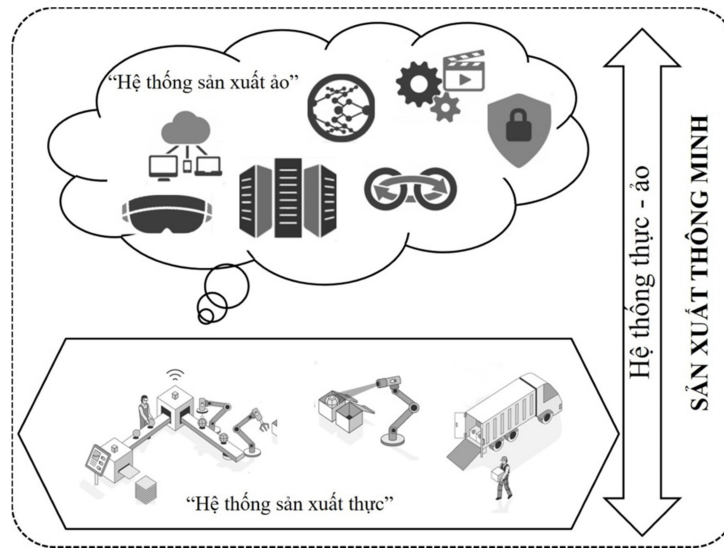
Sử dụng hiệu quả năng lượng: Sản xuất thông minh giúp tối ưu hóa quá trình sản xuất, qua đó có thể giảm lượng khí thải carbon, giảm chất thải trong quá trình sản xuất. Đặc biệt, với các ngành công nghiệp sử dụng nhiều năng lượng, sản xuất thông minh sẽ là công cụ đặc biệt để giúp doanh nghiệp sử dụng tiết kiệm năng lượng, giảm chất thải, qua đó giúp giảm giá thành sản phẩm.

Mở rộng không gian sản xuất: Sản xuất thông minh không chỉ giới hạn phạm vi sản xuất tại một đơn vị sản xuất, mà có thể được tối ưu hóa theo mạng lưới của nhiều đơn vị sản xuất trong cùng hệ thống.

3.4. Nền tảng cốt lõi của sản xuất thông minh trong cách mạng công nghiệp 4.0

Nền tảng cốt lõi của sản xuất thông minh là “hệ thống thực - ảo” (Cyber-Physical Systems, CPS) bao gồm: “hệ thống sản xuất thực” (hệ thống sản xuất vật lý gồm: máy móc, phương tiện, các quy trình sản xuất...) và “hệ thống sản xuất ảo” (hệ thống sản xuất mạng gồm: công nghệ nhận dạng qua tần số vô tuyến (Radio Frequency Identification, RFID), công nghệ cảm biến, công nghệ vi xử lý, công nghệ thông tin viễn thông; “hệ thống nhúng” (Embedded Systems, ES)...).

CPS cung cấp cái nhìn tổng quan về sản xuất thông minh đối với vòng đời của một sản phẩm, bắt đầu từ giai đoạn thiết kế sản phẩm, sản xuất, kinh doanh, bảo trì, khai thác và tái chế sản phẩm đó.



Hình 1.3: Hệ thống thực - ảo trong sản xuất thông minh

CPS cho phép tối ưu hóa quá trình trao đổi các thông tin cần thiết để sản xuất, đồng thời kiểm soát toàn bộ quy trình sản xuất dựa trên nền tảng IoT (xem Hình 1.3). Thông qua hệ thống sản xuất ảo với sự tích hợp của hạ tầng công nghệ thông tin và các phần mềm ứng dụng, CPS được “kích hoạt” bởi sự tham gia của con người, máy móc, thiết bị. Hay nói cách khác, con người (bao gồm: nhà sản xuất, người tiêu dùng...) không chỉ tham gia trực tiếp vào quản lý và kiểm soát hệ thống sản xuất thông minh, mà còn được “nhúng” vào trong hệ thống sản xuất thông minh thành một thể thống nhất.

Khác với các hệ thống sản xuất thông thường hiện nay, CPS trong hệ thống sản xuất thông minh có thể được coi là hệ thống

của các hệ thống với sự tham gia của nhiều lĩnh vực khác như: kỹ thuật cơ khí, kỹ thuật điện, khoa học máy tính...

Sự chuyển đổi từ công nghiệp truyền thống hiện nay sang cách mạng công nghiệp 4.0 gắn liền với việc hình thành và phát triển hệ thống sản xuất thông minh. CPS sẽ tạo ra nhiều thách thức mới về công nghệ, mô hình tổ chức sản xuất và với người lao động trong doanh nghiệp. Con người, máy móc và hệ thống sản xuất ảo sẽ tương tác chặt chẽ, hiệu quả và an toàn với nhau thông qua các giao diện phù hợp để hình thành nên mô hình sản xuất kinh doanh mới, giúp doanh nghiệp nâng cao năng suất, đạt lợi nhuận cao.

Các thành tựu của cách mạng công nghiệp 4.0 và các ý tưởng đổi mới, sáng tạo sẽ là nền tảng vững chắc để giúp các doanh nghiệp vượt qua những thách thức của quá trình chuyển đổi từ sản xuất truyền thống sang sản xuất thông minh.

3.5. Đặc điểm và mô hình tương tác trong hệ thống thực - ảo

Hệ thống thực - ảo là một hệ thống tích hợp hệ thống sản xuất ảo và hệ thống sản xuất thực.

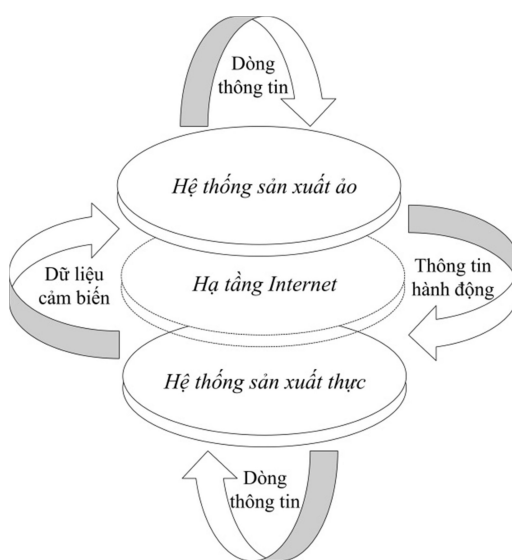
Các cấu phần của CPS hoạt động độc lập với nhau, có sự kết nối, trao đổi thông tin và tương tác trong các tình huống khác nhau, ở tất cả các cấp độ từ máy móc, quy trình, phân xưởng và doanh nghiệp¹. Hệ thống sản xuất ảo sẽ cho phép tương tác với các thiết bị, máy móc và con người... trong hệ thống sản xuất thực thông qua hệ thống cảm biến.

Các cấu phần thực hiện sản xuất là thành phần quan trọng của hệ thống sản xuất thực. Hệ thống sản xuất thực cho phép

1. Kusiak, A. A four-part plan for smart manufacturing. ISE Mag 2017; 49: 43–47.

tương tác với hệ thống công nghệ thông tin và truyền thông, công nghệ điều khiển... trong hệ thống sản xuất ảo.

Tương tác giữa hệ thống sản xuất thực và hệ thống sản xuất ảo sẽ giúp doanh nghiệp tối ưu hóa quá trình sản xuất giúp doanh nghiệp đưa ra quyết định tốt nhất để đáp ứng nhanh chóng nhu cầu của thị trường và yêu cầu của khách hàng (xem Hình 1.4).



Hình 1.4: Mô hình tương tác trong hệ thống thực - ảo

Nguồn: Tác giả xây dựng trên cơ sở: D. S. Eric, K. Kyoung-sook, E. Subrahmanian, R. Lee, F. J. de Vaulx, Y. Murakami, K. Zettsu, R. D. Sriram, (2013), A Vision of Cyber - Physical Cloud Computing for Smart Networked Systems. National Institute of Information and Communications Technology, Department of Commerce, pp. 61.

Thông qua hệ thống cảm biến, CPS có thể nhận dữ liệu trực tiếp từ hệ thống sản xuất thực và chuyển đổi chúng thành tín hiệu số. CPS có thể chia sẻ thông tin và dữ liệu để kết nối với các mạng kỹ thuật số.

CPS sẽ cho phép và hỗ trợ giao tiếp giữa con người, máy móc và sản phẩm. Các cấu phần của một CPS có thể thu thập và xử lý dữ liệu, đồng thời có thể tự kiểm soát một số nhiệm vụ cụ thể và tương tác với con người thông qua hệ thống các giao diện.

Như vậy, có thể hiểu một cách đơn giản nhất, CPS là sự tích hợp của máy tính, mạng, hệ thống thiết bị, máy móc trong hệ thống sản xuất. Đây là sự tích hợp của rất nhiều công cụ và hệ thống nhằm giúp cho quá trình sản xuất của doanh nghiệp trở nên linh hoạt và thông minh hơn.

Thông qua phương pháp phân tích và mô phỏng, CPS sẽ dự đoán về các thách thức của hệ thống sản xuất hiện tại đối với hoạt động của mạng cảm biến, bộ truyền động thông minh, cơ sở dữ liệu... và đặc biệt là các giao thức truyền thông. CPS được dựa trên sự phát triển mới nhất của khoa học máy tính (Computer Science, CS), công nghệ thông tin và truyền thông (Information and Communications Technology, ICT), khoa học và công nghệ sản xuất (Machining Science and Technology, MST)... Đây đồng thời cũng là các ngành khoa học, công nghệ trụ cột của cách mạng công nghiệp 4.0.

Có thể nói, trong sản xuất thông minh, CPS cung cấp các lợi thế về chất lượng, thời gian và chi phí so với sản xuất truyền thống. Sản xuất thông minh được thiết kế theo mô hình hoạt động sản xuất gắn với hoạt động kinh doanh định hướng dịch vụ và phát triển bền vững. Mô hình sản xuất thông minh có tính thích ứng, tự thích ứng, linh hoạt và quản lý rủi ro.

Đây là một cuộc cách mạng về sản xuất. Sản xuất thông minh không chỉ dẫn đến đổi mới về công nghệ, nâng cao năng suất, tiết kiệm chi phí và thời gian, mà còn hướng đến bảo vệ môi trường, thúc đẩy phát triển bền vững, tạo ra sự kết nối về không gian mạng giữa các đối tượng sản xuất, mở ra nhiều cơ hội, thị trường mới cho doanh nghiệp trong cách mạng công nghiệp 4.0.