เศรษฐกิจไฮโดรเจนและมาตรการความปลอดภัย : กรณีศึกษาสาธารณรัฐประชาชนจีน

บทนำ

การพัฒนาของอุตสาหกรรมไฮโดรเจนมีบทบาทและได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น ในสถานการณ์ปัจจุบันที่โลกต้องเผชิญกับวิกฤตสภาพอากาศแปรปรวน รัฐบาลจีนจึงได้พยายามที่จะหาวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ตลอดจนการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำให้เกิดความเป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutrality) นอกจากนี้ วิกฤตการใช้พลังงานเชื้อเพลิง (fossil energy crisis) ก็เป็นปัญหาประการหนึ่งที่เป็นตัวเร่งให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้พลังงานในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกไปสู่การใช้พลังงานสะอาด (clean energy) เพื่อให้การใช้พลังงานมีความยั่งยืนและช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ ไฮโดรเจนที่เป็นพลังงานสะอาดจึงเป็นทางเลือกที่จะนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาวิกฤตข้างต้น เนื่องจากพลังงานไฮโดรเจนมีข้อดีหลายประการ เช่น ไม่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจก (zero emissions) เป็นพลังงานที่ให้ความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ง่าย สามารถผลิตได้หลายแนวทาง เช่น การผลิตด้วยวิถีคาร์บอนต่ำเกิดจากกระบวนการอิเล็กโทรลิซิส (Electrolysis) แยกน้ำโดยอาศัยไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน[1]

ประเทศจีนเป็นผู้ผลิตไฮโดรเจนรายใหญ่ที่สุดในโลก คิดเป็นสัดส่วนประมาณ ๑ ใน ๓ ของปริมาณที่ผลิตได้ทั่วโลก โดยในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ จีนผลิตไฮโดรเจนได้สูงถึง ๓๓ ล้านตัน และด้วยสภาพภูมิประเทศทางภาคเหนือของประเทศที่มีแหล่งทรัพยากรที่สามารถให้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม และแหล่งพลังงานน้ำจากภูมิประเทศทางตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้จีนตั้งเป้าที่จะเพิ่มกำลังการผลิตพลังงานทดแทนจากไฮโดรเจนซึ่งผลิตขึ้นโดยใช้กระแสไฟฟ้า (renewable electricity-based hydrogen) โดยพลังงานไฮโดรเจนซึ่งผลิตขึ้นโดยใช้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานลมและแสงอาทิตย์มีมูลค่าประมาณ ๒๒.๕ ถึง ๓๓.๖ หยวนต่อกิโลกรัม หรือประมาณ ๓.๕๓ ถึง ๕.๒๗ ดอลลาร์ต่อกิโลกรัม[2] และภายในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ มีการคาดการณ์ว่าปริมาณความต้องการในการใช้พลังงานไฮโดรเจน

---

[1]สรุปจาก BCG A joint Report by Boston Consulting Group and the Team of Academician Minggao Ouyang, “China Hydrogen Industry Outlook”, August 2023, pp. 6-7, สืบค้นเมื่อ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๗, จาก https://web-assets.bcg.com/d4/2a/657fc0544c4e85a6c7533aed18fa/bcgxouyang-minggao-china-hydrogen-industry-outlook-en.pdf

[2]สรุปจาก Xiohan Gong; Rainer Quitzow; Anatole Boute, RIFS Study Research Institute for Sustainability – Helmholtz Centre Potsdam, “China’s Emerging Hydrogen Economy”, Policies, Institutions, Actors, Potsdam, January 2023, p. 13, สืบค้นเมื่อ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๗, จาก https://publications.iass-potsdam.de/rest/items/item_6002649_2/component/file_6002650/content

ในประเทศจีนจะสูงถึง ๓๕ ล้านตัน และสูงถึง ๖๐ ล้านตันในปี ค.ศ. ๒๐๕๐[3] นอกจากนี้ เมื่อวันที่ ๒๒ กันยายน ค.ศ. ๒๐๒๐ ประธานาธิบดี Xi Jinping ได้ประกาศว่า ประเทศจีนจะลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ก่อนปี ค.ศ. ๒๐๓๐ และทำให้เกิดความเป็นกลางทางคาร์บอนให้ได้ก่อนปี ค.ศ. ๒๐๖๐ จากคำประกาศดังกล่าวยิ่งทำให้เห็นถึงความสำคัญของการที่ประเทศจีนสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานไฮโดรเจน[4] และประเทศจีนยังได้มีการจัดทำแผนระยะกลางและระยะยาวสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนที่เรียกว่า “the Medium-and Long-Term Plan for the Development of the Hydrogen Energy Industry (2021-2035)” เพื่อกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาไฮโดรเจนและโครงสร้างด้านพลังงานของประเทศในอนาคตให้มีทิศทางที่ชัดเจน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่อุตสาหกรรมไฮโดรเจนในประเทศจีนอีกด้วย

ภาพรวมสถานการณ์เศรษฐกิจไฮโดรเจนในประเทศจีน

๑. เหตุปัจจัยที่ทำให้ประเทศจีนขับเคลื่อนเศรษฐกิจไฮโดรเจน[5]

(๑) การใช้นวัตกรรมเป็นกลไกในการขับเคลื่อนการแข่งขันทางเศรษฐกิจ

ประเทศจีนถือเป็นผู้นำระดับแนวหน้าในการขับเคลื่อนและให้ความสำคัญกับการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยในส่วนของพลังงานไฮโดรเจนนั้น ประเทศจีนได้ริเริ่มการวิจัยและพัฒนาตั้งแต่ในช่วงต้นปี ค.ศ. ๑๙๕๐ เพื่อใช้ไฮโดรเจนเหลวและออกซิเจนเป็นพลังงานขับเคลื่อนของจรวดในการทดลองทางอวกาศ และมีการวิจัยเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cells) ที่สถาบันด้านเคมีฟิสิกส์ Dailan นอกจากนี้ ภายหลังการปฏิวัติวัฒนธรรมในปี ค.ศ. ๑๙๗๖ ประเทศจีนได้มุ่งเป้าไปที่การพัฒนาประเทศให้มีความทันสมัย ที่เรียกว่า “the Four Modernizations” ได้แก่ การเกษตร การอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการป้องกันประเทศ ซึ่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถือเป็นหนึ่งในสี่เสาหลักในการพัฒนาประเทศเพื่อใช้เป็นกลไกในการกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศ ต่อมา ในปี ค.ศ. ๑๙๘๖ รัฐบาลจีนได้ประกาศแผนในการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง “State High-Tech Development Plan” โดยการริเริ่มโครงการนำร่อง “FCEV[6] project” ซึ่งเป็นหนึ่งใน

---

[3]BCG A joint Report by Boston Consulting Group and the Team of Academician Minggao Ouyang, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ ๑, p. 8

[4]Kevin Jianjun TU, Études del’Ifri Center for Energy & Climate, “ Prospects of a Hydrogen Economy with Chinese Characteristics”, October 2020, p. 6, สืบค้นเมื่อ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๗, จาก https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/tu_china_hydrogen_economy_2020_1.pdf

[5]เพิ่งอ้าง, pp. 29-37

[6]FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) คือรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าป้อนสู่ระบบขับเคลื่อน โดยใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งเชื้อเพลิง FCEV นำเสนอทางเลือกที่สะอาดและมีประสิทธิภาพสำหรับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในทั่วไปและรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่, ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก https://www.innomatter.com/ev-nev/hydrogen-combustion-engine-vs-fcev-how-difference/, สืบค้นเมื่อวันที่ ๒๑ มิถุนายน ๒๕๖๗

โครงการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า โดยนับตั้งแต่ปี ค.ศ. ๒๐๑๕ จีนได้ผลักดันยุทธศาสตร์ “Made in China 2025 (MIC 2025)” มีเป้าหมายเพื่อปรับเปลี่ยนแนวทางการผลิตของจีนเพื่อเป็น “แหล่งผลิตสินค้าอุตสาหกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง” (a global powerhouse in high-tech industries) และคาดการณ์ว่า ภายในปี ค.ศ. ๒๐๒๕ โครงสร้างของพลังงานไฮโดรเจน เช่น การผลิตไฮโดรเจน สถานีบริการไฮโดรเจน จะต้องแพร่หลายและเข้าถึงได้โดยสะดวก

(๒) อุปสรรคที่เกิดขึ้นในตลาดพลังงานสะอาดในประเทศจีน

นับแต่มีการประกาศโครงการ “ten cities, thousand vehicles” ในปี ค.ศ. ๒๐๐๙ จำนวนรถไฟฟ้าในจีนมีจำนวนสูงถึง ๓.๓๕ ล้านคันเมื่อสิ้นปี ค.ศ. ๒๐๑๙ อย่างไรก็ตาม มีกระแสต่อต้านอย่างมากจากกลุ่มอนุรักษ์ในท้องถิ่น อีกทั้งจีนยังไม่สามารถส่งเสริมให้ตลาดการแข่งขันรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศเป็นไปอย่างธรรม นอกจากนี้ เทคโนโลยีการผลิตแบตเตอรี่ก็เป็นอุปสรรคอีกประการหนึ่งในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน และด้วยอุปสรรคด้านพลังงานไม่ว่าจะเป็นระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ (battery storage) หรือพื้นที่สำหรับตั้งโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบเก็บหรือกักเก็บ (pumped hydro) ที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้ประเทศจีนหันมาให้ความสำคัญกับเศรษฐกิจไฮโดรเจนซึ่งในทางทฤษฎีแล้วเชื่อว่าจะเป็นแหล่งพลังงานที่มีประสิทธิภาพและจะมีส่วนช่วยในการปฏิรูปโครงสร้างด้านพลังงานของประเทศได้

(๓) ระดับความขัดแย้งระหว่างสหรัฐอมริกาและจีนที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดข้อกังวลเรื่องความมั่นคงทางพลังงาน

นับตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๙๓ จีนไม่สามารถพึ่งพาตนเองด้านพลังงานได้ และเริ่มมีการนำเข้าปริมาณน้ำมันดิบที่สูงขึ้น จนกระทั่งในปี ค.ศ. ๒๐๑๗ จีนนำหน้าสหรัฐอเมริกาโดยก้าวขึ้นเป็นผู้นำเข้าน้ำมันรายใหญ่ของโลก และในปี ค.ศ. ๒๐๑๙ อัตราส่วนการพึ่งพิงการนำเข้านำมันดิบสูงถึง ๗๑ เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราส่วนการพึ่งพิงการนำเข้าน้ำมันของสหรัฐอเมริกาลดต่ำลงในรอบสิบปี ซึ่งสถานการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นกับก๊าซธรรมชาติเช่นกัน สงครามทางการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกาและจีนโดยเฉพาะในสมัยประธานาธิบดีโดนัลด์ ทรัมป์ ที่ใช้มาตรการกีดกันทางการค้าต่อธุรกิจชั้นนำของประเทศจีน เช่น บริษัท Huawei บริษัทด้านพลังงานนิวเคลียร์ (China General Nuclear Power Group) ก่อให้เกิดแรงกดดันและข้อกังวลต่อความมั่นคงทางพลังงานของจีนที่อาจจะประสบปัญหาหากยังต้องมีการพึ่งพิงต่างชาติ ดังนั้น การที่จีนยังพึ่งพิงการนำเข้าน้ำมันและก๊าซธรรมชาติจากสหรัฐอเมริกาจึงถือเป็นภัยคุกคามต่อความมั่นคงของประเทศซึ่งรัฐบาลจีนให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังจะเห็นได้จากการที่ประธานาธิบดี Xi Jinping เน้นย้ำให้หน่วยงานของรัฐและบริษัทที่ประกอบธุรกิจด้านน้ำมันที่รัฐเป็นเจ้าของเร่งเพิ่มการสำรวจและกำลังการผลิตเพื่อช่วยสร้างความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ และด้วยเหตุนี้ เศรษฐกิจไฮโดรเจนจึงเข้ามามีบทบาทเพื่อจะนำมาทดแทนการนำเข้าน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

(๔) ความกดดันในฐานะประเทศที่ก่อมลพิษทางอากาศ

เนื่องจากปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในประเทศที่สูง โดยเฉพาะการเผาไหม้ของถ่านหินที่มักจะก่อให้เกิดหมอกควันพิษ (haze pollution) ทำให้รัฐบาลจีนต้องเร่งแก้ไขปัญหาในเรื่องนี้โดยการประกาศแผนปฏิบัติการเพื่อป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศในปี ค.ศ. ๒๐๑๓

(the Action Plan on Prevention and Control of Air Pollution 2013) หลังจากการประกาศใช้แผนปฏิบัติการดังกล่าว ค่าฝุ่นพีเอ็ม ๒.๕ ในจีนโดยรวมลดลงอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ดี จากการจัดอันดับจำนวน ๑๐๐ เมืองที่ก่อมลพิษมากที่สุดในโลกในปี ค.ศ. ๒๐๑๙ เมืองต่าง ๆ ในประเทศจีนยังคงติดอันดับเมืองที่ก่อมลพิษ และต่อมาเมื่อประสบกับปัญหาการแพร่ระบาดของโรคโควิด-๑๙ ซึ่งมีการประกาศปิดเมืองอู่ฮั่นซึ่งเป็นแหล่งแพร่กระจายของเชื้อ ส่งผลให้มีการปิดโรงงานอุตสาหกรรม การหยุดชะงักของการจราจร ทำให้ปริมาณมลพิษในประเทศโดยเฉพาะปริมาณฝุ่นพีเอ็ม ๒.๕ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อสถานการณ์ดังกล่าวผ่านพ้นไป กิจกรรมกรรมต่าง ๆ ทางเศรษฐกิจของประเทศและวิถีชีวิตของผู้คนเริ่มกลับสู่สภาวะปกติ ทำให้ปัญหามลพิษต่าง ๆ กลับมาทวีความรุนแรงอีกครั้งหนึ่ง จึงเป็นเหตุให้ประเด็นเรื่องเศรษฐกิจไฮโดรเจนเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญ เนื่องจากพลังงานไฮโดรเจนเป็นพลังงานสะอาด และจะมีส่วนช่วยให้การณรงค์เรื่องท้องฟ้าในประเทศกลับมาสดใสประสบผลสำเร็จ “blue sky campaign”

(๕) การตระหนักถึงปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

หลังจากประเทศจีนเปลี่ยนสถานะจากประเทศที่มีรายได้ต่ำค่อนไปทางรายได้ปานกลาง เป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลางค่อนไปทางรายได้สูง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ดี จีนถือเป็นประเทศที่ปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไอออกไซด์เกินค่าเฉลี่ยที่กำหนดของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นที่คาดหวังของนานาประเทศให้จีนดำเนินการแก้ไขปัญหาด้านสภาพภูมิอากาศ สิ่งเหล่านี้ทำให้จีนต้องพึ่งพาประสิทธิภาพและอาศัยศักยภาพของเศรษฐกิจไฮโดรเจน และมีการประกาศจากประธานาธิบดี Xi Jinping ว่าจีนจะทำให้เกิดความเป็นกลางทางคาร์บอนให้ได้ก่อนปี ค.ศ. ๒๐๖๐ คำประกาศนี้ถือเป็นเป้าหมายสำคัญที่จะทำให้การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความก้าวหน้า

๒. แนวนโยบาย แผนงาน และการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไฮโดรเจนในประเทศจีน

๒.๑ องค์กรหรือบุคคลที่มีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไฮโดรเจน

การขับเคลื่อนเศรษฐกิจไฮโดรเจนในประเทศจีนอาศัยการทำงานร่วมกันหลายภาคส่วน ซึ่งมีองค์กรที่สำคัญดังนี้[7]

(๑) **คณะมุขมนตรี (The State Council)** เป็นโครงสร้างหลักของรัฐบาลภายใต้พรรคคอมมิวนิสต์จีน (The communist Party of China) โดยคณะมุขมนตรีจะเป็นผู้วางนโยบายในภาพรวมเกี่ยวกับการพัฒนาด้านพลังงานไฮโดรเจน โดยมีองค์กรที่ทำหน้าที่ดำเนินการภายใต้คณะมุขมนตรี คือ **The National Development and Reform Commission (NDRC)** เป็นองค์กรที่มีภารกิจรับผิดชอบภาคพลังงานของประเทศโดยมีองค์กรภายใต้การกำกับ คือ The national Energy Administration (NEA) นอกจากเป็นองค์กรหลักที่รับผิดชอบภารกิจด้านพลังงานของประเทศแล้ว NDRC ยังมีภารกิจที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ช่วยลดปริมาณ

[7] Xiohan Gong; Rainer Quitzow; Anatole Boute, RIFS Study Research Institute for Sustainability – Helmholtz Centre Potsdam, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ ๒, pp. 27-31,

คาร์บอนในกระบวนการผลิตไฮโดรเจน การเก็บรักษา ตลอดจนการคมนาคมขนส่ง สำหรับ NEA มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดทำร่างกฎหมาย และกฎระเบียบต่าง ๆ ที่ใช้ในภาคพลังงาน ตลอดจนจัดทำแผนงานซึ่งผนวกรวมเรื่องการส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีไฮโดรเจนและการพัฒนาอุตสาหกรรมไว้ในแผนดังกล่าวด้วย นอกจากนี้ ในส่วนของภาครัฐวิสาหกิจ มีองค์กรที่เกี่ยวข้อง คือ คณะกรรมการกำกับดูแลและบริหารรัฐวิสาหกิจ **the State-Owned Assets Supervision and Administration Commission (SASAC)** ซึ่งต้องรายงานผลการดำเนินการโดยตรงต่อคณะมุขมนตรี โดย SASAC มีหน้าที่และความรับผิดชอบในการกำกับดูแลและบริหารจัดการรัฐวิสาหกิจต่าง ๆ รวมทั้งรัฐวิสาหกิจที่ดำเนินกิจการในภาคพลังงาน เพื่อให้รัฐวิสาหกิจเหล่านี้กำหนดยุทธศาสตร์และแผนการดำเนินงานเกี่ยวกับไฮโดรเจน

(๒) **The Ministry of Industry and Information Technology (MIIT)** มีภารกิจหลักในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ไฮโดรเจนในระบบขนส่งสาธารณะ MIIT ได้สร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานเพื่อร่วมกันพัฒนาให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและส่งเสริมอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ใช้พลังงานรูปแบบใหม่ ซึ่งรถยนต์ที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากไฮโดรเจนเป็นหนึ่งในงานที่ร่วมกันพัฒนาขึ้นดังกล่าวด้วย ในการทำงานร่วมกันนี้ MIIT ดำเนินการร่วมกับ NDRC, the Mistry of Science and Technology (MOST), the Ministry of transport (MOT), the Ministry of Housing and Urban-Rural Development (MHURD), คณะกรรมการกำกับดูแลและบริหารรัฐวิสาหกิจ the State-Owned Assets Supervision and Administration Commission (SASAC), the Ministry of Finance (MOF) โดยผู้นำของแต่ละองค์กรจะมีการประชุมประจำปีเพื่อหารือแนวทางในการทำภารกิจร่วมกัน

(๓) **The Ministry of Science and Technology (MOST)** มีภารกิจในการส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาไฮโดรเจนโดยการส่งเสริมเทคโนโลยีนวัตกรรมและการใช้พลังงานไฮโดรเจนในรถยนต์และการก่อสร้างสถานีบริการไฮโดรเจน (hydrogen refueling stations)

(๔) **The Ministry of Housing and Urban-Rural Development (MHURD)** มีภารกิจในการพัฒนาเทคนิคและงานส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานของพลังงานไฮโดรเจน

(๕) **China Development Bank (CDB)** แม้ CDB จะไม่ได้มีนโยบายโดยเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับไฮโดรเจน แต่ CDB ก็ได้แสดงออกถึงความตั้งใจที่จะให้การสนับสนุนการคมนาคมขนส่งที่ใช้พลังงานสะอาด (green transport) ดังนั้น การสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานไฮโดรเจนเป็นเซลล์เชื้อเพลิงในรถยนต์ย่อมได้รับการสนับสนุนจาก CDB โดยในปี ค.ศ. ๒๐๒๑ CDB ได้ออกแผนการดำเนินงานเพื่อสนับสนุนการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการทำให้เกิดความเป็นกลางทางคาร์บอน ให้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ภาคพลังงานวางไว้ “the Working Plan of Supporting the Achievement of the Objectives of Carbon Peaking and Carbon Neutrality” ตลอดจนสนับสนุนเงินให้กู้ยืมในวงเงิน CNY 500 billion หรือราว ๆ US$ 75.1 billion สำหรับการใช้พลังงานสะอาดในภาคพลังงานซึ่งรวมถึงไฮโดรเจน

(๖) นอกจากองค์กรต่าง ๆ ที่ดำเนินการในส่วนกลางที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น การพัฒนาไฮโดรเจนของจีนยังขับเคลื่อนด้วยกลไกของรัฐบาลท้องถิ่นทั้งระดับมณฑลและเทศบาล (local governments ; provincial or municipal governments) และราชการส่วนภูมิภาคของ NDRC ตลอดจน

หน่วยงานในภูมิภาคอื่น เช่น MOST MIIT จะเป็นผู้รับผิดชอบในการนำนโยบายด้านไฮโดรเจนไปประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ นอกจากนี้ ยังอาศัยความร่วมมือจากหน่วยงานด้านการจราจรในภูมิภาค (the local traffic management administrations) ซึ่งจะเข้ามามีบทบาทและช่วยให้การใช้พลังงานไฮโดรเจนในรถยนต์เป็นไปโดยสะดวกยิ่งขึ้น และยังมีหน่วยงานด้านการคลังในภูมิภาค (the local finance administration) ที่มีบทบาทสำคัญในการให้เงินอุดหนุนและกองทุนต่าง ๆ สำหรับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บไฮโดรเจน (hydrogen storage) นวัตกรรมทางเทคโนโลยี และการก่อสร้างสถานีบริการไฮโดรเจนและอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน

๒.๒ นโยบายและแผนงานที่สำคัญ

การส่งเสริมการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงของรัฐบาลจีนเริ่มต้นดำเนินการมาตั้งแต่ในช่วงยุค ค.ศ. ๑๙๕๐ ซึ่งปัจจุบันการพัฒนาพลังงานไฮโดรเจนได้รับความสนใจและมีบทบาทสำคัญในโครงสร้างเซลล์เชื้อเพลิงและพลังงานทดแทนของประเทศ ซึ่งสามารถสรุปพัฒนาการที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้[8]

๑. ระยะแรก ช่วงยุคต้นปี ค.ศ. ๑๙๕๐ ดำเนินการเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

(๑) **Space programs** การวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับไฮโดรเจนและเซลล์เชื้อเพลิงในประเทศจีนเริ่มต้นในปี ค.ศ. ๑๙๕๐ โดยสถาบันเคมีและฟิสิกส์ Dalian (the Dalian Institute of Chemical Physics DICP) โดยนักวิทยาศาสตร์จีนเห็นถึงความไปเป็นได้ในการนำไฮโดรเจนเหลวและออกซิเจนมาใช้ในการขับเคลื่อนจรวด ซึ่งประสบผลสำเร็จในปี ค.ศ. ๑๙๗๕

(๒) **863 program or State High-Tech Development Plan** โครงการ 863 เริ่มต้นดำเนินการในปี ค.ศ. ๑๙๘๖ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงในสาขาต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้จีนปลอดจากภาระทางการเงินสำหรับการใช้เทคโนโลยีจากต่างชาติ ซึ่งการดำเนินโครงการนี้ก่อให้เกิดการเร่งรัดให้การวิจัยสร้างประโยชน์ในเชิงพาณิชย์สำหรับเทคโนโลยีไฮโดรเจนขั้นสูง

(๓) **973 program or National Basic Research Program** โครงการ 863 เริ่มต้นดำเนินการใน ค.ศ. ๑๙๙๗ เพื่อพัฒนาการวิจัยขั้นพื้นฐาน นวัตกรรม และเทคโนโลยี ให้สอดคล้องกับนโยบายเร่งด่วนด้านการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยงานวิจัยเกี่ยวกับไฮโดรเจนเริ่มต้นในปี ค.ศ. ๒๐๐๑ ซึ่งโครงการ 973 ได้ให้ทุนสนับสนุนในงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจน

(๔) **National Key R&D Program** ในปี ค.ศ. ๒๐๑๖ จีนได้รวบรวมแผน/โครงการพัฒนาด้านการวิจัยและพัฒนาต่าง ๆ ให้เป็นหนึ่งเดียวกัน ซึ่งรวมถึงการผนวกรวมโครงการ 863 และโครงการ 973 เข้าด้วยกัน National Key R&D Program ที่กำหนดขึ้นนี้มีบทบาทสำคัญในการรวบรวมทรัพยากรต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์มาใช้ในการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับไฮโดรเจน ซึ่งโครงการนี้บริหารจัดการโดย The Ministry of Science and Technology (MOST)

๒. ระยะที่สอง อยู่ในช่วงการดำเนินการที่เรียกว่า “Five Year Plan FYPs” เป็นยุคของการวางแผนงานต่าง ๆ เพื่อรวมศูนย์การบริการจัดการเศรษฐกิจแบบสังคมนิยม มีการริเริ่มแผนพัฒนาเศรษฐกิจในภาพรวมของประเทศ และระดับภูมิภาคใหม่ ๆ ดังนี้

---

[8]Kevin Jianjun TU, Études del’Ifri Center for Energy & Climate, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ ๔, pp. 47-50

(๑) **13th FYP** แผนดังกล่าวเริ่มประกาศใช้ในเดือนมีนาคม ค.ศ. ๒๐๑๖ เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และหลักการในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศระหว่างปี ค.ศ. ๒๐๑๖ ถึง ค.ศ. ๒๐๒๐ โดยในส่วนแผนงานด้านพลังงานถูกกำหนดโดย NDRC และ NEA ในเดือนธันวาคม ค.ศ. ๒๐๑๖ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัยในด้านการกักเก็บพลังงาน โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เชื้อเพลิง ควบคู่กับการริเริ่มโครงการผลิตไฮโดรเจน นอกจากนี้ แผน 13th FYP ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการคมนาคมขนส่งที่มีการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี ซึ่ง MOST และ MOT เป็นผู้รับผิดชอบได้มีการกำหนดแผนงานขึ้นในเดือนมิถุนายน ค.ศ. ๒๐๑๗ เพื่อวางเป้าหมายให้มีการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง และกระตุ้นให้มีการริเริ่มการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฮโดรเจน

(๒) **14th FYP** แผนฉบับนี้จะดำเนินการในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๒๑ ถึงปี ค.ศ. ๒๐๒๕ สำหรับประเด็นเรื่องเศรษฐกิจไฮโดรเจนเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจและคาดหมายว่าจะทวีความสำคัญและครอบคลุมทุกภาคส่วน แผนงานเศรษฐกิจไฮโดรเจนถูกกำหนดโดย MOST NDRC NEA MIIT ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐอื่น โดยพลังงานไฮโดรเจนและการกักเก็บพลังงานเป็นเป้าหมายหลักในการพัฒนาแผนด้านเทคโนโลยีและการเร่งรัดการพัฒนาอุตสาหกรรมในแผน 14th FYP นอกจากนี้ ยังมีแผนงานสำหรับการพัฒนาพลังงานสะอาดในภาคอุตสาหกรรมเพื่อนำไปสู่การลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (decarbonization) และการเรียกร้องให้รัฐวิสาหกิจและภาคธุรกิจขนาดใหญ่ปรับเปลี่ยนไปสู่การใช้พลังงานไฮโดรเจนสีเขียวซึ่งเป็นพลังงานสะอาด (green hydrogen) ส่งเสริมการผลิตไฮโดรเจนเพื่อเป็นพลังงานทดแทน และพัฒนาเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน[9]

๓. ระยะที่สาม เป็นการดำเนินการด้านกฎหมาย กฎระเบียบ แนวทาง ประกาศหรือคำสั่ง ซึ่งออกโดยหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(๑) **Made in China 2025** ภายใต้ MIC 2025 ที่เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี ค.ศ. ๒๐๑๕ รัฐบาลจีนวางแผนที่จะให้การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เชื้อเพลิง โดยมีการกำหนดตัวชี้วัดที่ชัดเจนให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงธุรกิจการค้าได้ ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงด้านไฮโดรเจน เพื่อที่จะยกระดับการพัฒนาของประเทศด้านอุตสาหกรรม

(๒) **State Council's Work Report in 2019** การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฮโดรเจนถูกนำมากล่าวถึงเป็นครั้งแรกในรายงานที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากซึ่งเป็นการนำเสนอโดยนายกรัฐมนตรี (Chinese premier)

(๓) **Energy Statistical Reporting Mechanism 2019 (NBS)** แผน NBS เป็นแผนที่จะเชื่อมโยงข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจนซึ่งเริ่มต้นในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ ทำให้เห็นได้ว่าไฮโดรเจนมีบทบาทสำคัญในแผนนโยบายและการพัฒนาประเทศของจีน

---

[9]Zhou, T., Gosens, J. and Jotzo, F. 2022, "China's hydrogen plans: Near-term policy challenges & Australia-China links in decarbonization", Policy Brief. The Australian National University, p 8, สืบค้นเมื่อ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๗, จาก https://iceds.anu.edu.au/files/ANU%20policy%20brief%20-%20China's%20hydrogen%20plans_0.pdf

(๔) **การเสนอร่างกฎหมายว่าด้วยพลังงานในปี ค.ศ. ๒๐๒๐** NEA ได้เสนอร่างกฎหมายว่าด้วยพลังงานเพื่อขอรับคำปรึกษาและรับฟังคิดเห็นจากสาธารณชนในเดือนเมษายน ค.ศ. ๒๐๒๐ และหากกฎหมายฉบับนี้มีผลใช้บังคับ จะมีการกำหนดให้ไฮโดรเจนเป็นตัวพาพลังงานหรือพาหะพลังงาน[10] เป็นครั้งแรก (energy carrier) โดยไฮโดรเจนจะถูกนำมาใช้เพื่อลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนสูง (fossil fuel) เพื่อให้บรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน[11]

(๕) **นโยบายสนับสนุนที่ดำเนินการโดยหน่วยงานของรัฐในระดับต่าง ๆ** ช่วงต้นปี ค.ศ. ๒๐๒๐ ได้มีนโยบายการสนับสนุนเศรษฐกิจไฮโดรเจนประมาณ ๓๗ นโยบายจากภาคส่วนต่าง ๆ โดยจำนวน ๗ นโยบาย มาจากรัฐบาลกลาง ๓๐ นโยบาย จากรัฐบาลท้องถิ่น เช่น Shandong กำหนดนโยบายเพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจไฮโดรเจนจำนวน ๖ นโยบาย ตามมาด้วย Guangdong จำนวน ๕ นโยบาย ทำให้เห็นได้ว่า เศรษฐกิจไฮโดรเจนมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งทั้งในมุมมองของรัฐบาลกลางและระดับท้องถิ่น

๔. the Medium-and Long-Term Plan for the Development of the Hydrogen Energy Industry (2021-2035)[12]

แผนงานฉบับนี้ถูกกำหนดขึ้นในเดือนมีนาคม ค.ศ. ๒๐๒๒ ซึ่งเป็นแผนระดับประเทศฉบับแรกที่กำหนดขึ้นเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไฮโดรเจนในประเทศจีน แผนฉบับนี้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ให้พลังงานไฮโดรเจนเป็นโครงสร้างพลังงานในอนาคตของประเทศ และกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาในระยะต่าง ๆ ตลอดจนการนำไปปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

(๑) **การกำหนดยุทธศาสตร์ด้านพลังงานไฮโดรเจน**

๑) กำหนดให้พลังงานไฮโดรเจนเป็นส่วนสำคัญในระบบพลังงานของประทศ

๒) กำหนดให้ไฮโดรเจนเป็นตัวพาพลังงานหรือพาหะพลังงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการใช้พลังงานสะอาดและลดการใช้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

๓) กำหนดให้พลังงานไฮโดรเจนเป็นทิศทางที่สำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมในอนาคต

(๒) **เป้าหมายของการพัฒนา** แผนฉบับนี้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาในทุกระยะ ๕ ปี ดังนี้

---

[10]เนื่องจากไฮโดรเจนถูกผลิตขึ้นมาจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ ดังนั้น ไฮโดรเจนจะถูกจัดเป็นพาหะพลังงาน (Energy Carrier) มากกว่าเป็นแหล่งพลังงาน (Energy Source) และเมื่อไฮโดรเจนถูกผลิตออกมาแล้วนั้นก็สามารถนำไปเก็บรักษา ขนส่ง และนำไปใช้ในรูปแบบต่างๆ เช่น เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน กระบวนการผลิตแอมโมเนีย เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) และ อุตสาหกรรมโลหะและการเชื่อมโลหะ เป็นต้น, ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้จาก https://www.erc.or.th/th/energy-articles/2691, สืบค้นเมื่อวันที่ ๒๘ มิถุนายน ๒๕๖๗

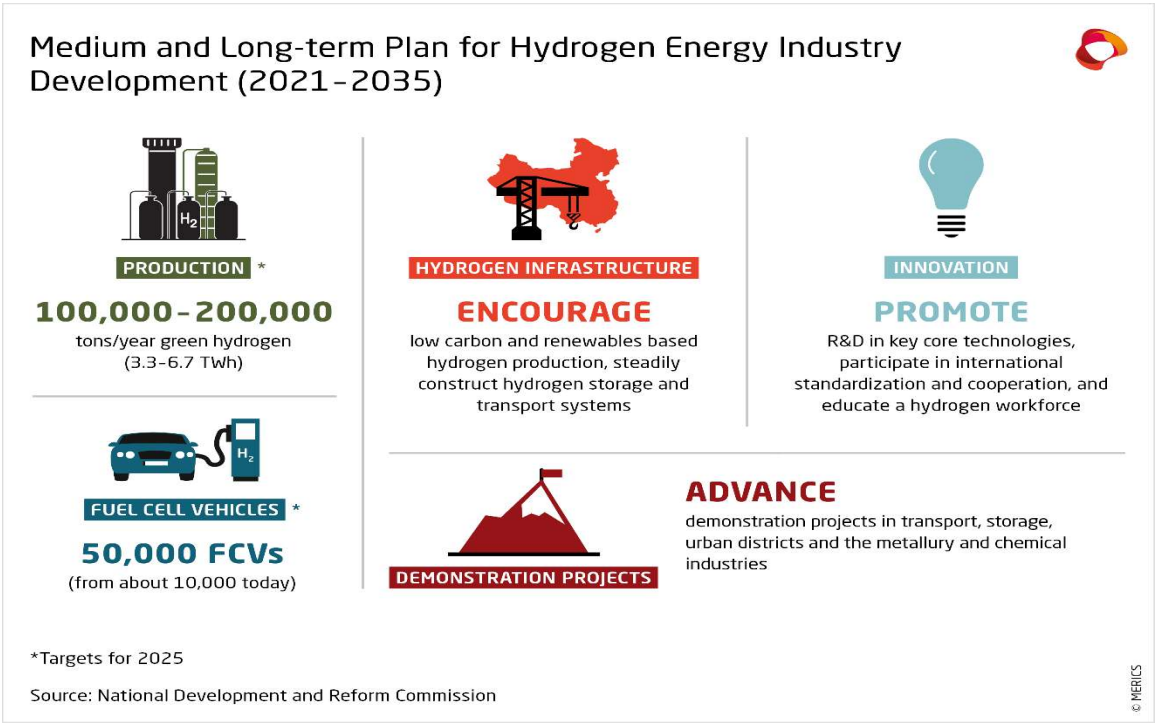
[11]Xiohan Gong; Rainer Quitzow; Anatole Boute, RIFS Study Research Institute for Sustainability – Helmholtz Centre Potsdam, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ ๒, p. 34

[12]BCG A joint Report by Boston Consulting Group and the Team of Academician Minggao Ouyang, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ ๑, pp. 8-9

๑) ภายในปี ค.ศ. ๒๐๒๕ จีนตั้งเป้าหมายให้มีรถยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนโดยใช้เซลล์เชื้อเพลิงจำนวน ๕๐,๐๐๐ คัน บนท้องถนน โดยจะต้องมีสถานีบริการไฮโดรเจนที่เพียงพอ รวมทั้งจะต้องมีการผลิตไฮโดรเจนสีเขียวซึ่งเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่เป็นพลังงานสะอาดที่ผลิตจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ให้ได้ปริมาณสูงถึง ๑๐๐ กิโลตัน (kilotons) ถึง ๒๐๐ กิโลตันต่อปี หรือ ๑๐๐,๐๐๐ ตัน ถึง ๒๐๐,๐๐๐ ตันต่อปี[13] เพื่อให้พลังงานไฮโดรเจนกลายเป็นส่วนสำคัญและเพิ่มระดับการใช้ไฮโดรเจนตลอดจนดำเนินการเพื่อให้สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง ๑ ล้านตัน ถึง ๒ ล้านตัน ต่อปี

๒) ภายในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ จีนตั้งเป้าให้ระบบการพัฒนาเทคโนโลยีนวัตกรรมด้านพลังงานไฮโดรเจน การผลิตพลังงานไฮโดรเจนที่เป็นพลังงานสะอาด และการจัดหาปริมาณพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการ (supply system) มีความมั่นคงและเข้มแข็ง นอกจากนี้ จีนยังคาดการณ์ให้มีการใช้ไฮโดรเจนอย่างกว้างขวางเพื่อช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศที่อยู่ในระดับสูง

๓) ภายในปี ค.ศ. ๒๐๓๕ จีนตั้งเป้าหมายให้อุตสาหกรรมไฮโดรเจนมีความเข้มแข็งและมีการนำไปใช้ในหลายภาคส่วนครอบคลุมการคมนาคมขนส่ง การกักเก็บพลังงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และตั้งเป้าให้สัดส่วนการใช้ไฮโดรเจนสีเขียวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และกลายเป็นเสาหลักในการเปลี่ยนผ่านการใช้พลังงานไปเป็นพลังงานสะอาด



ที่มา : https://merics.org/en/ report/chinas-nascent-green-hydrogen-sector-how-policy-research-and-business-are-forging-new

[13] 1 t = 1,000 kg และ 1 กิโลตัน เทียบเท่ากับ 1,000,000 กิโลกรัม (1 kt = 1,000,000 kg)

๒.๓ การใช้ไฮโดรเจนในภาคส่วนต่าง ๆ

ไฮโดรเจนมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงสมควรถูกนำมาใช้ประโยชน์ในภาคส่วนต่าง ๆ ได้แก่ การคมนาคมขนส่ง กลุ่มพลังงาน และกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิต สรุปได้ดังนี้[14]

(๑) **การใช้ไฮโดรเจนในการคมนาคมขนส่ง** ยุทธศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้พลังงานรูปแบบใหม่เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. ๒๐๑๒ ถึงช่วงปี ค.ศ. ๒๐๒๐ โดยมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้พลังงานไฮโดรเจน และภายใต้แผน “the Medium-and Long-Term Plan for the Development of the Hydrogen Energy Industry (2021-2035)” และแผน “The Industrial Development Plans of New Energy Vehicles (2021-2035)” ก็ได้เน้นย้ำถึงเป้าหมายในการนำไฮโดรเจนมาใช้เป็นเซลล์เชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งมีการคาดการณ์จาก The society of Automobile Engineers of China เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๖ ว่า ศักยภาพการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าจะต้องสูงถึงหนึ่งแสนคัน และจะเพิ่มขึ้นเป็นหนึ่งล้านคันในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ อย่างไรก็ดี เป้าหมายในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ ถูกเลื่อนออกไปจนถึงปี ค.ศ. ๒๐๓๕ นอกจากนี้ ยังมีการวางแผนขยายการใช้ไฮโดรเจนไปยังภาคส่วนการขนส่งทางทะเลและทางอากาศ (shipping or aviation) อีกด้วย

เมื่อกล่าวถึงการใช้ไฮโดรเจนในภาคการคมนาคมขนส่งในประเทศจีน การผลิตรถยนต์ไฟฟ้า FCEVs (Fuel Cell Electric Vehicles) ถือว่ามีความโดดเด่นเป็นอย่างมาก ประกอบกับข้อพิจารณาเรื่องยานยนต์ไร้มลพิษ (zero – emission vehicle) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ทำให้ตลาดรถยนต์ไฟฟ้า FCEVs เติบโตอย่างรวดเร็ว โดยในปี ค.ศ. ๒๐๒๑ จำหน่ายได้มากกว่า ๑๗,๐๐๐ คัน และมีการเติบโตของตลาดสูงมากกว่า ๗๐ เปอร์เซ็นต์ในแต่ละปี ทั้งนี้ ปัจจัยสำคัญที่จะผลักดันให้ตลาดรถยนต์ไฟฟ้า FCEVs ประสบความสำเร็จ ได้แก่ ๑) การพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง ๒) การสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานในการพัฒนาไฮโดรเจนทั้งกระบวนการผลิต การกักเก็บพลังงาน และการคมนาคมขนส่งตลอดจนการกระจายสถานีบริการไฮโดรเจน ๓) การลดราคาพลังงานไฮโดรเจน และ ๔) การสนับสนุนในระดับนโยบายและแนวทางในการพัฒนาด้านการตลาดที่ชัดเจน ตลอดจนการให้เงินอุดหนุนและสิทธิประโยชน์ทางภาษี[15]

(๒) **การใช้ไฮโดรเจนในกลุ่มพลังงาน** ภายใต้แผน “the Medium-and Long-Term Plan for the Development of the Hydrogen Energy Industry (2021-2035)” เน้นย้ำถึงแผนการดำเนินการที่จะมีการสำรวจแหล่งพลังงานและการส่งเสริมเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน การใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำรอง ตลอดจนการใช้พลังงานไฮโดรเจนในการกระจายไฟฟ้าและเป็นแหล่งพลังงานความร้อนสำรองในบริเวณย่านที่พักอาศัยเขตอุตสาหกรรม เหมืองแร่ และเมืองท่า

---

[14]Xiohan Gong; Rainer Quitzow; Anatole Boute, RIFS Study Research Institute for Sustainability – Helmholtz Centre Potsdam, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ ๒, pp. 41-44

[15]BCG A joint Report by Boston Consulting Group and the Team of Academician Minggao Ouyang, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ ๑, pp. 14-18

นอกจากนี้ NRDC และ NEA ยังริเริ่มให้มีโครงการสาธิตการใช้ระบบกักเก็บพลังงานไฮโดรเจน โดยมีเป้าหมายจะจัดตั้งขึ้นที่เมือง Zhangjiakou ในจังหวัด Hebei เพื่อเป็นโครงการนำร่องในภูมิภาค

(๓) **การใช้ไฮโดรเจนในภาคอุตสาหกรรม** ไฮโดรเจนมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งจีนตั้งเป้าหมายจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมเคมี ภายใต้ประกาศ “the Notice by the State Council of the Action Plan for Carbon Dioxide Peaking Before 2030 (2021)” และแผน “the Medium-and Long-Term Plan for the Development of the Hydrogen Energy Industry (2021-2035)” โดยกำหนดให้บริษัทผู้ประกอบกิจการเหล็กนำพลังงานไฮโดรเจนมาใช้เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และตั้งแต่ปี ค.ศ. ๒๐๒๒ NDRC และ NEA มีเป้าหมายในการสนับสนุนให้อุตสาหกรรมถ่านหินและเคมีหันมาใช้พลังงานไฮโดรเจนเพื่อเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ และส่งเสริมให้มีการพัฒนาไฮโดรเจนสีเขียว นอกจากนี้ ยังมีการปฏิบัติการภายใต้แผน “the Implementation Plan of Carbon Peaking of Industry (2022)” ที่ให้ความสำคัญกับไฮโดรเจนในฐานะพลังงานที่มีคาร์บอนต่ำซึ่งจะมีส่วนอย่างมากในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมการก่อสร้าง และอุตสาหกรรมการคมนาคมขนส่ง อีกทั้งภายใต้แผน “the Medium-and Long-Term Plan for the Development of the Hydrogen Energy Industry (2021-2035)” รัฐบาลจีนมีเป้าหมายที่จะใช้พลังงานไฮโดรเจนซึ่งเป็นพลังงานที่ให้ความร้อนสูงมาใช้ในการประกอบอุตสาหกรรมและเพื่อนำมาใช้แทนที่พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแอมโมเนีย เมทานอล และอุตสาหกรรมโรงกลั่น ซึ่งก่อนหน้าที่รัฐบาลจีนจะมีแผนด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจน ก็ได้มีการดำเนินโครงการนำร่องโดยการใช้พลังงานไฮโดรเจนในอุตสาหกรรมเคมีเกิดขึ้นในหลายพื้นที่ เช่น Ningxia Baofeng Energy at Ningxia Energy and Chemical Base ซึ่งสามารถผลิตเมทานอลได้ถึง ๑๓,๐๐๐ ตันในปี ค.ศ. ๒๐๒๑ นอกจากนี้ หน่วยงานด้านพลังงานของประเทศ เช่น MIIT NDRC ยังมีเป้าหมายที่จะนำพลังงานทดแทนจากไฮโดรเจนมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตซีเมนต์อีกด้วย

ภาพรวมกฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจนในประเทศจีน[16]

ประเทศจีนยังไม่มีกฎหมายเฉพาะหรือกฎระเบียบเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฮโดรเจน ด้วยเหตุนี้ นโยบายพื้นฐานสำหรับการพัฒนาการใช้ไฮโดรเจนในประเทศจีนส่วนใหญ่มาจากแผนนโยบายด้านอุตสาหกรรมและกฎระเบียบที่วางขึ้นเพื่อใช้ในท้องถิ่น และในเดือนเมษายน ค.ศ. ๒๐๒๐ ได้มีการเสนอร่างกฎหมายพลังงาน (The draft Energy Law of the People’s Republic of China) ซึ่งกำหนดแหล่งพลังงานที่หลากหลายซึ่งมีไฮโดรเจนเป็นหนึ่งในพลังงานเหล่านั้น โดยมิได้กล่าวถึงพลังงานไฮโดรเจนแยกออกมาเป็นการเฉพาะ แต่ก็ถือได้ว่าเป็นความก้าวหน้าที่สำคัญและทำให้ข้อดีต่าง ๆ ของพลังงานไฮโดรเจนได้ถูกสะท้อนให้เห็นในร่างกฎหมายดังกล่าว และมุ่งหวังว่าการดำเนินการต่าง ๆ ของภาคเอกชน

---

[16]Vera Zhang, CMS law.tax.future, “ Hydrogen Law, Regulations & Strategy in China”, 24 November 2021, pp. 10-14, สืบค้นเมื่อ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๗, จาก https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/china

เกี่ยวกับพลังงานไฮโดรเจนไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างสถานีบริการไฮโดรเจน การผลิตไฮโดรเจน การกักเก็บพลังงาน ตลอดจนการคมนาคมขนส่งจะเป็นไปโดยสะดวกยิ่งขึ้น อนึ่ง จีนมีกฎระเบียบและมาตรฐานต่าง ๆ ด้านพลังงานที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจน สรุปการดำเนินการได้ดังนี้

(๑) ภายใต้กฎระเบียบเกี่ยวกับความปลอดภัยในการจัดการสารเคมีอันตราย “Regulations on the Safety Management of Hazardous Chemicals” ไฮโดรเจนจัดเป็นสารเคมีอันตรายประเภทหนึ่ง จึงเป็นที่เข้าใจโดยทั่วไปว่า การดำเนินโครงการผลิตไฮโดรเจนและสถานีบริการไฮโดรเจนต้องขอรับใบอนุญาตประกอบธุรกิจสารเคมีอันตราย ใบอนุญาตดังกล่าวออกโดยองค์กรที่กำกับดูแลด้านความปลอดภัย (safety production supervision and management department) กระทรวงการบริหารจัดการกรณีฉุกเฉิน (Ministry of Emergency Management of PRC) และในเดือนธันวาคม ค.ศ. ๒๐๒๐ ได้มีการประกาศนโยบาย “China’s Energy Development in the New Era” ซึ่งกำหนดให้มีการเร่งรัดการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนควบคู่กับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจน เช่น การผลิตไฮโดรเจนสีเขียว การกักเก็บ การคมนาคมขนส่ง การนำมาประยุกต์ใช้ การส่งเสริมการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน และอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน และต่อมาเมื่อวันที่ ๑๙ เมษายน ๒๐๒๑ องค์กรด้านพลังงานแห่งชาติ (the National Energy Administration) ได้เผยแพร่ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับพลังงาน “Guiding Opinions on Energy Work 2021” โดยผลักดันให้มีโครงการทดลองนำร่องในอุตสาหกรรมพลังงานไฮโดรเจน เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างจีนและสหภาพยุโรปในนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีพลังงาน เช่น พลังงานไฮโดรเจน

(๒) จีนมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจนในเรื่องต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความปลอดภัย มีมาตรฐานระดับชาติ ๑๒ มาตรฐาน และมาตรฐานอุตสาหกรรม ๒ มาตรฐาน ด้านการทดสอบประสิทธิภาพก๊าซ มีมาตรฐานระดับชาติ ๔ มาตรฐาน มาตรฐานด้านอุตสาหกรรม ๓ มาตรฐาน และมาตรฐานในระดับท้องถิ่น ๑ มาตรฐาน ด้านการทำก๊าซให้บริสุทธิ์ มีมาตรฐานระดับชาติ ๒ มาตรฐาน และมาตรฐานด้านอุตสาหกรรม ๓ มาตรฐาน ด้านการกักเก็บพลังงาน มีมาตรฐานระดับชาติ ๓๓ มาตรฐาน ด้านการคมนาคมขนส่ง มีมาตรฐานระดับชาติ ๑๙ มาตรฐาน ด้านสถานีบริการ มีมาตรฐานระดับชาติ ๑๒ มาตรฐาน และด้านระบบเซลล์เชื้อเพลิง มีมาตรฐานระดับชาติ ๘ มาตรฐาน

(๓) ในเดือนมิถุนายน ค.ศ. ๒๐๒๐ กระทรวงคมนาคมได้วางแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาเส้นทางการขนส่งทางน้ำ “Inland Waterway Navigation Development Outline” เพื่อให้มีการศึกษาและส่งเสริมการใช้พลังงานไฮโดรเจนในอุตสาหกรรมดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ในบริบทของกฎหมายที่วางแนวทางและมาตรฐานในการดำเนินการสถานีบริการไฮโดรเจนยังไม่มีความชัดเจนเพียงพอ ดังนั้น การดำเนินการในระดับท้องถิ่นจึงได้มีการวางแนวปฏิบัติขึ้นใช้บังคับในท้องที่ เช่น บทบัญญัติว่าด้วยการจัดการด้านความปลอดภัยในสถานีบริการไฮโดรเจนและรถยนต์ไฟฟ้าในเมือง Suzhou “Interim Provisions on Safety Management of Hydrogen refueling Stations and Hydrogen Fuel Vehicles in Suzhou City” ที่กำหนดให้การดำเนินการดังกล่าวต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยในการทำงาน และกฎระเบียบเกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยกรณีสารเคมีอันตราย (the Work Safety Law, Administrative Regulations on the Safety of Hazardous Chemicals) นอกจากนี้ บริษัทผู้ประกอบการสถานีบริการไฮโดรเจนยังต้องยื่นคำขอเพื่อให้มีการตรวจ

รับรองภาชนะรับแรงดัน (the PRC Mobile Pressure Vessel/Cylinder Filling Permit) จากหน่วยงานที่รับผิดชอบกำกับดูแลด้านการตลาดในพื้นที่นั้น ๆ (the Administration for Market Regulation of the city) ก่อนเข้าดำเนินกิจการด้วย ส่วนทำเลที่ตั้ง รูปแบบการก่อสร้าง และมาตรการด้านความปลอดภัยของสถานีบริการไฮโดรเจนจะต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับมาตรฐานระดับชาติที่มีในปัจจุบัน จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในท้องถิ่นภายใต้กฎระเบียบของแต่ละท้องที่มีการดำเนินการที่แตกต่างกัน เช่น เมือง Shanghai มีหน่วยงานที่กำกับดูแลด้านการดำเนินการสถานีบริการไฮโดรเจนและการขอรับใบอนุญาต ได้แก่ The Housing Urban-Rural Development Department เมือง Dalian การส่งเสริม การอนุมัติ การก่อสร้าง และการจัดการสถานีบริการไฮโดรเจนอยู่ในความรับผิดชอบของ The Municipal Development and Reform Commission

สำหรับรายการก่อสร้าง (construction specification) สถานีบริการไฮโดรเจนอยู่ในความรับผิดชอบของ the General Office of the Ministry of Housing and Urban-Rural Development และได้มีการออกมาตรฐานระดับชาติในเรื่องดังกล่าวในเดือนมีนาคม ค.ศ. ๒๐๒๑ และยังได้มีการออกมาตรฐานด้านเทคนิคที่ใช้สำหรับสถานีบริการเชื้อเพลิงและสถานีบริการไฮโดรเจน (Technical Standard for Automobile Refueling and Hydrogen Refueling Stations) ในเดือนมิถุนายน ค.ศ. ๒๐๒๑ เพื่อกำหนดรูปแบบการก่อสร้าง การจัดการกรณีสร้างใหม่ ซ่อมแซมหรือปรับปรุง และการขยายโครงการสถานีบริการไฮโดรเจน

(๔) กรณีการลงทุนโดยต่างชาติ รายการส่งเสริมการลงทุน “the Catalogue of Industries Encouraging Foreign Investment 2020 Edition” กำหนดให้อุตสาหกรรมไฮโดรเจนอยู่ในรายการส่งเสริมการลงทุนดังกล่าวด้วย โดยอุตสาหกรรมที่มุ่งเน้น ได้แก่ การผลิตเชื้อเพลิง การกักเก็บ การคมนาคมขนส่ง การเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งหรือแก๊สเป็นของเหลว (liquefaction) การก่อสร้าง และการดำเนินการสถานีบริการไฮโดรเจน ตลอดจนการผลิตเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน สำหรับนักลงทุนต่างชาติที่ลงทุนในกิจการข้างต้นจะได้รับข้อเสนอสิทธิประโยชน์ด้านการลงทุน เช่น ภาษี สิทธิเกี่ยวกับที่ดิน

(๕) ในวันที่ ๒๓ เมษายน ค.ศ. ๒๐๒๐ กระทรวงการคลัง กระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะกรรมการด้านการพัฒนาและปฏิรูป (the Ministry of Industry and Information Technology, the Ministry of Science and Technology, and the Development and Reform Commission) ได้ร่วมกันออกข้อกำหนดเกี่ยวกับการอุดหนุนการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (FCVs) โดยการจ่ายค่าตอบแทนให้กับเมืองที่นำร่อง และในข้อกำหนดยังได้กำหนดกรอบเวลาไว้ประมาณ ๕ ปี ในการทำให้การใช้พลังงานไฮโดรเจนและอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ กรอบเวลาดังกล่าวคิดคำนวณจากค่าใช้จ่ายที่สูงในการผลิตเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน แบตเตอรี่ และระยะทางในการขนส่งไฮโดรเจนทั่วทั้งประเทศ

(๖) ไฮโดรเจน น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติ ถูกจัดให้เป็นสารเคมีอันตรายตาม “Catalogue of Hazardous Chemicals 2015 Edition”เนื่องจากสามารถติดไฟได้ง่าย (flammable nature) อย่างไรก็ตาม จากมุมมองด้านพลังงาน ไฮโดรเจนไม่อาจถูกจัดเป็นสารเคมีอันตรายและกำกับดูแลโดยระบบดังกล่าว ซึ่งต่อมาในปี ค.ศ. ๒๐๑๙ ได้มีการออกข้อคิดเห็นในการบังคับการในส่วนที่

เกี่ยวกับภาคแรงงานในเอกสารรายงานของรัฐบาล “an opinion on implementing a division of labour among key work departments” โดยมีข้อแนะนำว่า ไม่ควรที่จะให้ภาระงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าอยู่ภายใต้หน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง แต่ควรให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันรับผิดชอบดำเนินการในเรื่องนี้ รวมทั้งดำเนินนโยบายเรื่องรถยนต์พลังงานใหม่ (New Energy Vehicle: NEV) และการส่งเสริมให้มีการก่อสร้างสถานีชาร์ตและสิ่งอำนวยความสะดวกในสถานีบริการไฮโดรเจน ให้มีความต่อเนื่อง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในที่นี้รวมถึงหน่วยงานด้านพลังงานแห่งชาติ (the National Energy Administration) และหน่วยอื่นซึ่งมีบทบาทและอำนาจหน้าที่ในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การผลิต การกักเก็บพลังงาน การขนส่งไฮโดรเจน

มาตรการความปลอดภัย[17]

ที่มา : https://www.linkedin.com/pulse/safety-considerations-use-hydrogen-industrial-settings-dogukan-unal-

๑. บททั่วไป

การกำกับดูแลพลังงานไฮโดรเจนของจีนในปัจจุบันอยู่ภายใต้หลักเกณฑ์ด้านสารเคมีอันตราย (the category of hazardous chemicals) อย่างไรก็ดี หากร่างกฎหมายว่าด้วยพลังงาน (the Energy Law (Exposure Draft)) ที่มีการเสนอในเดือนเมษายน ค.ศ. ๒๐๒๐ มีผลใช้บังคับ ไฮโดรเจนจะถูกพิจารณาในรูปแบบพลังงาน มิใช่สารเคมีอันตรายอีกต่อไป นอกจากนี้ จีนยังมีการกำกับดูแลพลังงานไฮโดรเจนด้วยมาตรฐานที่หลากหลาย เช่น ระบบมาตรฐานด้านความปลอดภัยไฮโดรเจนและ

---

[17]สรุปจาก Jianfu, W. (2021), “Chapter 8 Feasibility Study of Large-scale Development of Hydrogen Energy Industry in China from the Perspective of Safety Laws and Regulations”, in Li, Y., H. Phoumin, and S. Kimura (eds.), Hydrogen Sourced from Renewables and Clean Energy: A Feasibility Study of Achieving Large-scale Demonstration. ERIA Research Project Report FY2021 No. 19, Jakarta: ERIA, pp. 153-197, สืบค้นเมื่อ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๗, จาก https://www.eria.org/uploads/media/Research-Project-Report/RPR-2021-19/14_Chapter-8-Feasibility-Study-of-Large-scale-Development-of-Hydrogen-Energy-Industry-in-China-from-the-Perspective-of-Safety-Laws-and-Regulations.pdf

แนวทางการก่อสร้างสถานีบริการไฮโดรเจน เกณฑ์มาตรฐานเหล่านี้ทำให้ความปลอดภัยไฮโดรเจนครอบคลุมทั้งการเตรียมความพร้อม การกักเก็บ การคมนคมขนส่ง และการเติมไฮโดรเจน อย่างไรก็ดี หากเปรียบเทียบกับการพัฒนาที่รวดเร็วด้านอุตสาหกรรมไฮโดรเจนแล้ว เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้บังคับอยู่ในปัจจุบันถือว่าไม่ทันต่อการพัฒนาดังกล่าวและไม่สามารถส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาในอุตสาหกรรมไฮโดรเจนได้ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จีนจะต้องพัฒนากฎหมายใหม่ ๆ ที่ตอบสนองต่อเทคนิคด้านความปลอดภัย มาตรการความปลอดภัย และการป้องกันความเสี่ยง เพื่อให้สอดรับกับทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนที่มีขนาดใหญ่

๒. การเตรียมความพร้อมด้านไฮโดรเจนและกฎหมายด้านความปลอดภัย

การเตรียมความพร้อมด้านไฮโดรเจน (Hydrogen preparation) ในมุมมองด้านเทคโนโลยีแยกพิจารณาได้เป็น ๓ ลักษณะ ได้แก่ ๑) เทคนิคด้านความปลอดภัย (Technical Safety) เช่น การป้องกันการติดไฟและการระเบิดของอุปกรณ์ กระบวนการที่มีความปลอดภัยและเชื่อถือได้ ๒) การจัดการด้านความปลอดภัย (Management Safety) เช่น การควบคุมความปลอดภัยสำหรับวัตถุไวไฟและมลพิษจากก๊าซที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ระยะห่างที่ถือว่ามีความปลอดภัย การกำหนดให้มีเจ้าหน้าที่ทำหน้าที่กำกับดูแลด้านความปลอดภัย ๓) การป้องกันความเสี่ยง (Risk prevention) เช่น การป้องกันการรั่วไหลของก๊าซ การบำบัดรักษาหรือซ่อมบำรุงในกรณีเกิดอุบัติเหตุต่อบุคคล หรืออุปกรณ์หรือโรงงาน โดยการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับไฮโดรเจนครอบคลุมสาระของกฎหมายและกฎระเบียบที่ใช้ในปัจจุบัน สรุปได้ดังนี้

(๑) **เทคนิคด้านความปลอดภัย** (technical safety) ภายใต้ the Work Safety Law (revised in 2014) กำหนดให้ผู้ผลิตและผู้ดำเนินการยอมรับกระบวนการ เทคโนโลยี วัตถุดิบ และอุปกรณ์ใหม่ ๆ และต้องมีความเข้าใจ ตลอดจนเรียนรู้เทคนิคด้านความปลอดภัยและมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยที่ใช้งานได้ในขณะที่มีการก่อสร้างหรือการขยายกิจการด้วย นอกจากนี้ ภายใต้ the Fire Protection law (revised in 2019) กำหนดบทบัญญัติเกี่ยวกับรูปแบบและการก่อสร้างสำหรับกิจการการผลิตอุตสาหกรรมไฮโดรเจนซึ่งต้องสอดคล้องกับมาตรฐานระดับชาติเรื่องเทคนิคการป้องกันไฟ และยังมี The Supervision Regulation on Safety Technology for Stationary Pressure Vessel ซึ่งกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับแรงดันที่ใช้กับพลังงานไฮโดรเจน มาตรฐานเฉพาะดังกล่าวนี้มุ่งเน้นไปที่ส่วนประกอบด้านเคมีและเครื่องยนต์

(๒) **การจัดการด้านความปลอดภัย** (management safety) ภายใต้กฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยในการทำงาน (the Law on Work Safety) มีบทบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับสิทธิของลูกจ้าง หน้าที่และความรับผิดชอบเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน การกำกับดูแล และการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงาน และสำหรับกิจการที่มีลูกจ้างมากกว่า ๑๐๐ คน กฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยในการทำงาน กำหนดให้มีองค์กรหรือสถาบันที่ทำหน้าที่จัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานหรือการจัดการความปลอดภัยสำหรับบุคคลที่ทำงานเต็มเวลา รวมทั้งต้องมีวิศวกรที่ได้รับการรับรองด้านความ

ปลอดภัย นอกจากนี้ the Fire Protection law (revised in 2019) ยังได้กำหนดให้มีระบบจัดการป้องกันไฟ และ the Regulations on Safety Management of Hazardous Chemicals ยังได้กำหนดการดำเนินการเกี่ยวกับความปลอดภัยสำหรับสารเคมีอันตราย

(๓) **การป้องกันความเสี่ยง** (risk prevention) ภายใต้กฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยในการทำงาน (the Law on Work Safety) มีการกำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการกู้ภัยในเหตุฉุกเฉิน การตรวจสอบ และการจัดการกับอุบัติเหตุ การจัดทำแผนการกู้ภัยฉุกเฉิน และหลังจากอุบัติเหตุเกิดขึ้นต้องมีการรายงานให้ผู้รับผิดชอบกำกับดูแลสถานที่นั้นรับทราบโดยทันที ทั้งนี้ เพื่อให้มีการใช้มาตรการอย่างมีประสิทธิภาพ จัดระบบการกู้ภัย ป้องกันอุบัติเหตุไม่ให้ลุกลาม และลดความเสียหายที่เกิดขึ้น และภายใต้ the Fire Protection law (revised in 2019) และกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันไฟไหม้และการกู้ภัย กำหนดให้บริษัทผู้ประกอบการผลิตไฮโดรเจนต้องมีแผนการจัดการกรณีเกิดไฟไหม้และการอพยพคน นอกจากนี้ ภายใต้กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อสถานการณ์ The Regulations on Emergency Response to Production Safety Accidents ได้กำหนดให้มีดำเนินการต่าง ๆ เช่นกำหนดขอบเขตความหมายของคำว่า “การเตียมการในกรณีมีสถานการณ์ฉุกเฉิน” กำหนดให้ทีมหน่วยกู้ภัย การขุดเจาะ ตลอดจนการออกคำสั่งเพื่อบังคับการ

๓. ปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นและเครื่องมือ/ตัวชี้วัดที่ช่วยในการวิเคราะห์

(๑) **เทคนิคด้านความปลอดภัย** มาตรฐานในเรื่องนี้ได้กำหนดปัจจัยเสี่ยงของไฮโดรเจนและกำหนดให้ผู้ประกอบกิจการต้องเตรียมความพร้อมในการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อบรรเทาความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น กำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ให้มีความเหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันมิให้เกิดการระเบิดหรือการรั่วไหล

(๒) **การจัดการด้านความปลอดภัย** มาตรฐานในเรื่องนี้โดยส่วนใหญ่จะมีข้อจำกัดเรื่องลักษณะตามธรรมชาติ คุณสมบัติ โครงสร้างอาคาร ด้วยเหตุนี้ ภายใต้ข้อเรียกร้องเกี่ยวกับการจัดการด้านความปลอดภัยสำหรับการผลิตสารเคมีอันตราย กิจการผลิตไฮโดรเจนจะต้องตั้งอยู่บนพื้นที่ที่อนุญาตให้ทำกิจการสารเคมีอันตรายหรือตั้งอยู่ในสวนอุตสาหกรรมเคมี (chemical park) นอกจากนี้ในเรื่องคุณสมบัติต้านทานการติดไฟสำหรับสถานีผลิตไฮโดรเจนจะต้องไม่ต่ำกว่าระดับที่กำหนด และอาคารโรงงานจะต้องเป็นอาคารชั้นเดียว มีช่องระบายอากาศที่อยู่ในระดับสูงที่สุดของอาคาร อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ช่วยลดแรงดันจะต้องถูกติดตั้งไว้ทุกอาคารเพื่อป้องกันการระเบิดของสารอันตราย มีทางออกฉุกเฉินไม่น้อยกว่าสองทาง และต้องมีแนวกันไฟ (fire break) ทั้งด้านนอกและด้านในตัวอาคารโดยมีความยาวของแนวสำหรับด้านนอกมากกว่าหรือเท่ากับ ๑๒ เมตร และด้านในมากกว่าหรือเท่ากับ ๘ เมตร ตลอดจนมีการจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมผลิตไฮโดรเจนและออกซิเจนจะต้องไม่อยู่ในโรงงานเดียวกัน มีการกำหนดระยะห่าง (distance) ของการผลิตในขั้นตอนต่าง ๆ เช่น ระยะห่างระหว่างเครื่องอัดอากาศหรือปั๊มลมไฮโดรเจน ระยะห่างระหว่างเครื่องกลั่นไฮโดรเจน และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตไฮโดรเจนจะต้องมีระบบป้องกันการติดไฟ (fire prevention) และกำจัดฟ้าสถิต (static electricity)

(๓) **การคุ้มครองความปลอดภัย** มาตรฐานในเรื่องนี้กำหนดให้มีการตรวจวัดการรั่วไหลของไฮโดรเจน และมีระบบการแจ้งเตือนติดตั้งไว้ในบริเวณที่อาจมีการติดไฟหรือมีการระเบิดของสารเคมีในกระบวนการผลิตไฮโดรเจน และยังต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเตือนสำหรับการตรวจจับการรั่วไหลและแรงดันที่สูงซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไฮโดรเจน การรั่วไหลของไฮโดรเจนควรจะถูกจัดการด้วยวิธีการที่เหมาะสมก่อนที่จะเกิดอุบัติภัยตามมา และต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับ “Code for Design of Electrical Installation Atmosphere of Fire and Explosion (GB50058)” นอกจากนี้ มาตรฐานในเรื่องนี้ยังกำหนดให้ผู้ดำเนินการต้องสวมชุดป้องกันไฟฟ้าสถิต (electrostatic protection clothing) และผู้ดำเนินการจะต้องเข้ารับการฝึกอรบรมและการประเมินเพื่อทดสอบอย่างสม่ำเสมอด้วย

๔. กฎหมายด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บและการขนส่งไฮโดรเจน

ขั้นตอนระยะกลางของการเตรียมการและการใช้ไฮโดรเจนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก คือ การกักเก็บและการขนส่งพลังงานไฮโดรเจน การกักเก็บและการขนส่งที่ปลอดภัยมีความเกี่ยวข้องกับงานขนาดใหญ่และมีขอบเขตที่กว้างขวาง ในขณะที่ปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับแรงดันสูงในการขนส่งก๊าซไฮโดรเจน (35 MPa (หน่วยวัดแรงดัน) หรือมากกว่านั้น) มาตรฐานเกี่ยวกับการขนส่งไฮโดรเจนเหลว และมาตรฐานเกี่ยวกับท่อในการขนส่ง การดำเนินการในเรื่องนี้จึงต้องใช้กฎระเบียบทั่วไปเกี่ยวกับการขนส่งวัตถุไวไฟและวัตถุที่อาจเกิดการระเบิด และโดยที่ความต้องการ (demand) ในการกักเก็บพลังงานไฮโดรเจนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น วัสดุอุปกรณ์ใหม่ ๆ เทคโนโลยี และการส่งเสริมเทคโนโลยีด้านความปลอดภัยในการกักเก็บ แต่ปัจจุบันการขนส่งไฮโดรเจนในประเทศจีนใช้การขนโดยรถพ่วงท่อยาวเป็นหลัก (long tube trailers) เนื่องจากการวางท่อในการขนส่ง (long piping transportation of hydrogen energy) ยังอยู่ในรหว่างขั้นตอนการทดลองและการทำรูปแบบสาธิต การดำเนินการในเรื่องนี้จึงถือได้ว่ายังมีข้อจำกัด

ที่มา: https://th.dzmer.com/pressure-vessel/cng-long-tube-trailers.html

แต่ในอนาคตหากมีการขนส่งผ่านท่อก็จะทำให้ศักยภาพในขนส่งไฮโดรเจนเพิ่มสูงขึ้น โดยความปลอดภัยในเรื่องนี้จะต้องมุ่งเน้นไปที่การเลือกใช้วัสดุที่มีความปลอดภัยและเชื่อถือได้ การวางระบบเพื่อตรวจจับการรั่วไหล ตลอดจนการจัดการพื้นฐานในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ มาตรฐานเกี่ยวกับท่อขนส่งได้ถูกกำหนดไว้ใน Code for Design of Hydrogen Stations GB50177 และ Technical Regulations for safety of Hydrogen Use GB50177 ครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ เช่น รูปแบบของท่อที่สร้างใหม่ กรณีการปรับปรุง และขยายการใช้บังคับให้รวมถึงสถานีบริการไฮโดรเจน สถานีสำรองไฮโดรเจน บริเวณโรงงาน ตลอดจนกำหนดเทคนิคด้านความปลอดภัยในเรื่องต่าง ๆ เช่น การใช้ การนำมาแทนที่หรือ

ทดแทน การกักเก็บ การบีบอัด การเติม การป้องกันไฟ การจัดการสถานการณ์ฉุกเฉิน ระบบป้องกันความปลอดภัย อย่างไรก็ดี มาตรฐานข้างต้นไม่ได้นำมาใช้บังคับกับการการฝังท่อขนส่งที่มีระยะทางยาว ดังนั้น ปัจจุบันจีนจึงยังไม่มีมาตรฐานที่ใช้บังคับในเรื่องนี้

การกักเก็บและการขนส่งไฮโดรเจนในประเทศจีนต้องขอรับใบอนุญาตในการคมนาคมขนส่ง (transportation licenses) และการจัดการความปลอดภัยในรูปแบบสารเคมีอันตราย (hazardous chemicals) และอยู่ภายใต้กฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยเกี่ยวอุปกรณ์ที่มีความพิเศษ (the Special Equipment Safety Law) ซึ่งกำหนดให้ตัวชี้วัดของการกักเก็บไฮโดรเจนและการขนส่งภาชนะรับแรงดันจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดเทคนิคด้านความปลอดภัย เช่น วัสดุที่ใช้ในการกักเก็บและอุปกรณ์การขนส่งจะต้องสามารถป้องกันฝุ่น ป้องกันการกัดกร่อน สามารถรับแรงดึง/แรงกดได้สูง ความต้านทานแรงกระแทก สำหรับการจัดการด้านความปลอดภัย กฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยเกี่ยวอุปกรณ์ที่มีความพิเศษ กำหนดว่าผู้ที่ใช้อุปกรณ์พิเศษจะต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดเทคนิคด้านความปลอดภัย เช่น การประเมินความปลอดภัย การทบทวนความปลอดภัยในกระบวนการกักเก็บแบบเต็มรูปแบบ และในส่วนของความปลอดภัยของบุคคลในการทำงาน กำหนดให้บุคคลจะต้องได้รับการศึกษาและฝึกอบรมด้านความปลอดภัย การป้องกันไฟฟ้าสถิต และสวมชุดป้องกันในการปฏิบัติงาน สำหรับบริบทด้านสิ่งแวดล้อมสะท้อนให้เห็นได้จากการกำหนดระยะห่างของถังกักเก็บไฮโดรเจนเหลวซึ่งต้องตั้งห่างจากบริเวณบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ถนนสาธารณะ และโกดังเก็บสินค้า นอกจากนี้ ยังมีข้อปฏิบัติในด้านความปลอดภัยอื่น เช่น การห้ามคมนาคมขนส่งในสภาพอากาศที่เลวร้าย ข้อห้ามกรณีเกิดแรงดันสูง การติดตั้งอุปกรณ์บนพื้นดินก่อนการบรรทุกและก่อนการขนถ่ายสินค้า ความจุ/ปริมาณที่รับได้ ข้อห้ามการบรรทุกเกิน สถานที่กักเก็บต้องแยกออกจากบริเวณที่พักของพนักงาน

๕. กฎหมายด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับสถานีบริการไฮโดรเจน

ปัจจุบันยังไม่มีกฎหมายเฉพาะที่ใช้บังคับกับสถานีบริการไฮโดรเจน การดำเนินการในเรื่องนี้จึงอาศัยมาตรฐานที่มีอยู่ในการกำกับดูแล เช่น Code for Design of Hydrogen Stations และเทคนิคด้านความปลอดภัยอื่น เช่น แรงดันและอัตราการระบายก๊าซ การกำหนดระยะห่างเพื่อความปลอดภัย การตรวจสอบด้านการรั่วไหลและระบบการแจ้งเตือน

๖. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการด้านพลังงานไฮโดรเจน

ปัญหาและอุปสรรคในหัวข้อนี้แยกพิจารณาได้ดังนี้

๖.๑ ปัญหาอุปสรรคในกระบวนการผลิตไฮโดรเจน สรุปได้ดังนี้

(๑) การไม่ให้ความสำคัญกับการกำหนดเทคนิคตัวชี้วัดด้านความปลอดภัยในการเตรียมความพร้อมสำหรับกระบวนการผลิตไฮโดรเจน (safety technical indicators of the hydrogen energy preparation process) และการวางแผนการจัดการเพื่อตอบสนองต่อสิ่งที่เป็นอันตราย (hazards response plan in management) การดำเนินการในเรื่องนี้มีการกล่าวถึงในกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยในการทำงาน (the Law on Work Safety) แต่ก็ระบุเพียงว่า กระบวนการซึ่งเป็น

เรื่องใหม่นี้จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนเรื่องอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย และยังขาดแนวทางเรื่องความเสี่ยงความปลอดภัย (safety risk) ที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

(๒) ไม่มีกฎหมายและกฎระเบียบเฉพาะด้านเพื่อบังคับใช้กับกระบวนการผลิตไฮโดรเจน นอกจากนี้ ยังขาดความชัดเจนในประเด็นเรื่องข้อกำหนดด้านความปลอดภัยในเรื่องต่าง ๆ เช่น การกำกับดูแล การป้องกันไฟ ใบอนุญาตสำหรับการประกอบธุรกิจ การใช้ประโยชน์ที่ดินกรณีสถานีบริการไฮโดรเจน

(๓) ข้อจำกัดด้านการพัฒนาที่ดินที่เข้มงวดอาจเป็นอุปสรรคในการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนซึ่งมีขนาดใหญ่ (large-scale production)

(๔) การกำหนดแนวกันไฟที่ยาวเกินไปอาจเป็นอุปสรรคในการนำไปบังคับใช้กับเมืองขนาดใหญ่ที่ขาดแคลนทรัพยากรที่ดิน

๖.๒ ปัญหาอุปสรรคในการกักเก็บและการขนส่งไฮโดรเจน สรุปได้ดังนี้

(๑) การขาดความสมดุลระหว่างกระบวนการกักเก็บพลังงานไฮโดรเจน ความหนาแน่น ความปลอดภัย และราคา และการขาดการสนับสนุนเพื่อให้เกิดการพัฒนาของระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

(๒) ไม่มีมาตรฐานหรือระบบที่ใช้บังคับหรือกำกับดูแลสำหรับการวางท่อขนส่งไฮโดรเจนที่มีระยะทางไกล

(๓) มาตรฐานที่จะใช้บังคับกับการกักเก็บและการขนส่งไฮโดรเจนยังไม่เพียงพอ

๖.๓ ปัญหาอุปสรรคกรณีสถานีบริการไฮโดรเจน สรุปได้ดังนี้

(๑) มาตรฐานเกี่ยวกับสถานีบริการไฮโดรเจนในเรื่องแนวกันไฟและระยะห่างของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ก่อสร้างยังขาดความเป็นเอกภาพ ทำให้เป็นอุปสรรคในการก่อสร้างสถานีบริการขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในย่านชานเมืองที่เป็นเมืองศูนย์กลาง

(๒) ไม่มีองค์กรที่ได้รับมอบหมายให้กำกับดูแลการดำเนินการเรื่องสถานีบริการไฮโดรเจนที่ชัดเจน ทำให้เป็นอุปสรรคและเป็นข้อจำกัดสำหรับการอนุมัติให้มีการดำเนินการดังกล่าว

(๓) ข้อจำกัดด้านการพัฒนาที่ดินเป็นอุปสรรคในการสร้างสถานีบริการไฮโดรเจน เนื่องจากปัจจุบันที่ดินที่จะใช้ในการดำเนินการดังกล่าว ต้องเป็นทั้งที่ดินที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งเชิงอุตสาหกรรมและสารเคมี เว้นแต่เป็นการดำเนินการในสวนอุตสาหกรรม (industrial parks)

(๔) ความไม่สมบูรณ์ของแผนงานเพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉินและไม่มีเป้าหมายหรือแนวทางการดำเนินการที่ชัดเจน ซึ่งเป็นผลมาจากการไม่มีกฎหมายเฉพาะเพื่อใช้บังคับในเรื่องดังกล่าว เช่น อุบัติเหตุที่เกิดจากการรั่วไหล ไฟไหม้ การระเบิด หรืออุบัติเหตุอื่นที่อาจเกิดขึ้นในสถานีบริการ และแม้ว่าจะมีกฎหมายว่าด้วยการป้องกันไฟไหม้ (the Fire Protection) แต่การที่กฎหมายดังกล่าวยังไม่มีแนวทางที่จะนำมาใช้กับอุบัติเหตุที่เกิดจากพลังงานไฮโดรเจนทำให้เป็นข้อจำกัดในการพัฒนาอุตสาหกรรม

(๕) พลังงานไฮโดรเจนถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในด้านการคมนาคมขนส่งและอุตสาหกรรม อย่างไรก็ดี ประสบการณ์ในการดำเนินการ ตลอดจนกฎระเบียบต่าง ๆ ในเรื่องนี้ ยังอยู่ในระยะเริ่มแรกของการพัฒนา นอกจากนี้ ควรให้ความสำคัญกับประเด็นเรื่องความปลอดภัยสำหรับ

รถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฮโดรเจน FCEVS ซึ่งขณะที่มีการเติมไฮโดรเจนจะมีอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น และการชน (collision) หรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในการคมนาคมขนส่ง

๗. การดำเนินการที่โดดเด่นเกี่ยวกับความปลอดภัยและสถานีบริการไฮโดรเจนในประเทศจีน[18]

ไฮโดรเจนเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักเบาที่สุด (lightest gas) ง่ายต่อการรั่วไหล (easy to leak) ติดไฟได้ง่าย (flammable) และอาจเป็นสาเหตุให้โลหะแตกหักได้ง่าย (apt to cause brittleness to metal) การใช้พลังงานไฮโดรเจนจึงเป็นความท้าทายในขั้นตอนต่าง ๆ ของการดำเนินการไม่ว่าจะเป็นการกักเก็บ การขนส่ง และการนำมาใช้ในบริบทต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อป้องกันการรั่วไหล (technology development on hydrogen-leaking prevention) การพัฒนาการตรวจจับ/ตรวจวัดการรั่วไหลที่ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว (development of hydrogen sensors with quick response)[19] ซึ่งประเทศจีนได้ดำเนินการในเรื่องนี้มาโดยตลอดเพื่อให้การพัฒนามาตรฐานด้านความปลอดภัยด้านไฮโดรเจนเป็นไปอย่างเป็นระบบเพื่อเป็นหลักประกันและสร้างความเชื่อมั่นแก่การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ

การกำหนดมาตรฐานถือเป็นเรื่องสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรม ปัจจุบันจีนมีมาตรฐานด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฮโดรเจนหลายร้อยฉบับทั้งมาตรฐานระดับชาติ มาตรฐานอุตสาหกรรม มาตรฐานระดับท้องถิ่น และมาตรฐานระดับชุมชน เช่น มาตรฐานด้านความปลอดภัย โดยมาตรฐานฉบับแรกที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฮโดรเจน ได้แก่ GB/T 29729-2013 Basic Requirement for Hydrogen System safety และยังมีมาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน รถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฮโดรเจน นอกจากนี้ เมืองต่าง ๆ ในประเทศจีนได้มีการกำหนดหลักเกณฑ์หรือแนวทางที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างสถานีบริการไฮโดรเจน และโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฮโดรเจนขึ้นใช้บังคับ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

(๑) เอกสารเป็นทางการในการบริหารจัดการสถานีบริการไฮโดรเจนฉบับแรกในระดับท้องถิ่น (the first local management document for hydrogen refueling stations) เกิดขึ้นที่เมืองอู่ฮั่น (Wuhan) ซึ่งเมืองอู่ฮั่นถือเป็นผู้นำในการพัฒนาด้านพลังงานไฮโดรเจนของประเทศ และโดยที่สถานีบริการไฮโดรเจนเป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักในการพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานไฮโดรเจน ในเมืองอู่ฮั่นจึงได้มีการกำหนดเขตพื้นที่ด้านเศรษฐกิจและเทคโนโลยี “Wuhan Economic and Technology Development Zone (Hannan District)” และริเริ่มการอนุมัติและกำกับดูแลสถานีบริการไฮโดรเจนขึ้นในปี ค.ศ. ๒๐๑๘ และมีการออกข้อกำหนดชั่วคราวเกี่ยวกับการอนุมัติและการบริหารจัดการสถานีบริการไฮโดรเจน “the Interim Provisions for the Approval and management of Hydrogen Refueling Station” ซึ่งกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับ

---

[18]เพิ่งอ้าง, pp. 197-201

[19]Guo L et al., “Hydrogen safety: An obstacle that must be overcome on the road towards future hydrogen economy”, International Journal of Hydrogen Energy, pp. 16-17, สืบค้นเมื่อ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๗, จาก https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.08.248

การอนุมัติ การจัดการ การเลือกสถานที่ การรายงาน การก่อสร้าง และการดำเนินโครงการสถานีบริการไฮโดรเจน นอกจากนี้ ในการก่อสร้างยังต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยที่เรียกว่า “Three Simultaneous” ประกอบด้วย ๑) การกำกับดูแลและการจัดการในการก่อสร้าง (Supervision and Management Measures for Construction) ๒) อุปกรณ์ด้านความปลอดภัย (Project Safety Facilities) และ ๓) การรายงานการประเมินด้านความปลอดภัย (Safety pre-evaluation Report)

(๒) เมืองฝอซาน (Foshan) ได้ริเริ่มการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ และได้รับการกล่าวถึงในฐานะเมืองที่ริเริ่มการดำเนินการด้านความปลอดภัยในพลังงานไฮโดรเจน “Foshan has made pioneering exploration in hydrogen energy safety management” และได้มีการออกมาตรการชั่วคราวในการบริหารจัดการสถานีบริการไฮโดรเจนในเดือนสิงหาคม ค.ศ. ๒๐๑๘ “China’s first Interim Measures for the Administration of Hydrogen Refueling Station” ซึ่งถือเป็นมาตรการชั่วคราวฉบับแรกสำหรับการบริหารจัดการสถานีบริการไฮโดรเจนในประทศจีน มีรายละเอียดครอบคลุมทั้งเรื่องการอนุมัติ ความปลอดภัยในการก่อสร้าง และการจัดการด้านความปลอดภัย

(๓) เมืองจางเจียโกว (Zhangjiakou) เป็นเมืองที่มีการทำโครงการพื้นที่สาธิตที่ใช้พลังงานทดแทนและเป็นเจ้าภาพในการจัดงานโอลิมปิกฤดูหนาวเมื่อปี ค.ศ. ๒๐๒๒ โดยในงานโอลิมปิกที่เมืองจางเจียโกวได้มีการให้บริการขนส่งโดยใช้รถไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน จางเจียโกวจึงถือเป็นเมืองที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและเป็นผู้นำในด้านอุตสาหกรรมพลังงานไฮโดรเจน นอกจากนี้ ยังได้มีการออกแนวทางในการกำกับดูแลด้านความปลอดภัยและการจัดการสำหรับอุตสาหกรรมไฮโดรเจนในเดือนมีนาคม ค.ศ. ๒๐๒๐ ขึ้นเป็นครั้งแรก “the first Safety Supervision and Management Approach for the Hydrogen Energy Industry” ประกอบด้วยเนื้อหา ๙ หมวด ๙๐ มาตรา สาระสำคัญของแนวทางดังกล่าว ได้แก่ การจัดการด้านความปลอดภัยในห่วงโซ่อุตสาหกรรม ซึ่งครอบคลุมทั้งการจัดการความปลอดภัยของบริษัทประกอบการ การปฏิบัติการให้เกิดความปลอดภัย รวมทั้งการจัดการเรื่องหน้าที่และความรับผิดชอบของหน่วยงานกำกับดูแล

ที่มา: https://www.tripadvisor.com/Attractions-g297437-Activities-Wuhan_Hubei.html
ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Foshan
ที่มา: https://english.cctv.com/2022/01/27/VIDEaU8AYuMO0mkcjZlHXVVo220127.shtml

บทสรุปและข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจไฮโดรเจนของประเทศจีน[20]

พลังงานไฮโดรเจนสามารถผลิตได้จากแหล่งพลังงานอื่น เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงงานลม พลังงานน้ำ (hydropower) พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง (tidal energy) พลังงานความร้อนใต้พิภพ (geothermal energy) พลังงานนิวเคลียร์ และสามารถเปลี่ยนเป็นไฟฟ้าได้ พลังงานไฮโดรเจนจึงเป็นความหวังในการนำมาใช้แก้ไขปัญหาวิกฤตด้านพลังงาน โดยประเทศจีนมีกำลังการผลิตไฮโดรเจนมากที่สุดในโลก (the world largest hydrogen production capacity) จีนจึงเป็นประเทศที่มีศักยภาพที่จะบรรลุเป้าหมายของการสร้างเศรษฐกิจไฮโดรเจน โดยคำว่า “เศรษฐกิจไฮโดรเจน” ในประเทศจีนจะเป็นที่รู้จักและใช้คำอธิบายในรูปแบบอุตสาหกรรมพลังงานไฮโดรเจน “hydrogen energy industry” และแม้ว่าการพัฒนาเศรษฐกิจไฮโดรเจนในประเทศจีนจะได้รับการพัฒนาและมีความเจริญรุ่งเรืองมากเพียงใด แต่ก็ยังมีอุปสรรคในการดำเนินการและมีข้อเสนอแนะในเชิงนโยบายสรุปได้ดังนี้

๑. ความท้าทายในอุตสาหกรรมพลังงานไฮโดรเจน

(๑) การนำมาประยุกต์ใช้กับกิจการเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ (Large-scale commercial application) ซึ่งมีมุมมองต่าง ๆ ดังนี้ ๑) การผลิตไฮโดรเจน โดยที่เทคโนโลยีการผลิตไฮโดรเจนส่วนใหญ่ต้องพึ่งพาแหล่งพลังงานอื่น คือ ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ ในขณะที่ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจยังคงเป็นประเด็นโต้แย้งสำคัญ และแม้ว่าการผลิตไฮโดรเจนและพลังงานที่ได้รับกลับมาจะช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จนเป็นศูนย์ (zero net CO_2 emission) แต่ก็ยังมีข้อพิจารณาในเรื่องการก่อมลพิษในบางบริบท (considered to be pollution-prone to some extent) นอกจากนี้ แหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฮโดรเจน เช่น พลังงานนิวเคลียร์ การผลิตก๊าซจากเชื้อเพลิงชีวมวล (biomass gasification) ก็ยังไม่อาจกระทำได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่การผลิตจากแหล่งพลังงานทดแทนอื่น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ก็มีประสิทธิภาพต่ำและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และ ๒) การกักเก็บพลังงานไฮโดรเจน แม้ว่าเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บพลังงาน เช่น แรงดัน การกักเก็บในรูปแบบของเหลว การกักเก็บในรูปโลหะไฮไดรด์ (metal hydrides) การกักเก็บในรูปแบบสารประกอบอินทรีย์ (organic compound) จะมีความก้าวหน้าและให้ผลลัพธ์ที่ดี แต่ก็ยังขาดความสมดุลและถือเป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพในประเด็นต่าง ๆ เช่น พลังงานต่อหน่วย (hydrogen storage density) (น้ำหนักหรือปริมาตร) ความปลอดภัยในการกักเก็บ ค่าใช้จ่ายที่สูง และ ๓) การใช้พลังงานไฮโดรเจน ความขาดความพร้อมที่จะรองรับการใช้รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนนำไปสู่ค่าใช้จ่ายมหาศาลในการก่อสร้างสถานีบริการไฮโดรเจน และเป็นอุปสรรคต่อผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากสถานีบริการที่ไม่เพียงพอ โดยรวมปัญหาและอุปสรรคในเรื่องนี้คือความ

---

[20] สรุปจาก Wei Shan, Fang-Fang Wang, “ Challenges and Policy Suggestions on the Development of Hydrogen Economy in China”, E3S Web of Conferences 155, 01011 (2020) HEET 2019, , pp. 1-7, สืบค้นเมื่อ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๗, จาก https://www.e3s-conferences.org/ articles/ e3sconf/ pdf/2020/15/ e3sconf_heet2020_01011.pdf

ยากในการสร้างความสมดุลระหว่างความสะดวกสบาย (convenience) และการควบคุมด้านราคา (cost control) ในอุตสาหกรรมไฮโดรเจน

(๒) การคุ้มครองด้านทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรม (Intellectual property protection and innovation) การพัฒนาเทคโนโลยีไฮโดรเจนและโครงสร้างพื้นฐานจำเป็นต้องมีการลงทุนในปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งจะเป็นกลไกสำคัญและเป็นข้อได้เปรียบในการพัฒนาประเทศให้มีนวัตกรรมและมีศักยภาพด้านการวิจัยและพัฒนาที่เข้มแข็ง อีกทั้งในระยะยาว การถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนาจะทวีความตึงเครียดมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากอุปสรรคและข้อขัดแย้งทางการค้าระหว่างจีนและกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป หรือระหว่างจีนกับสหรัฐอเมริกา ในประเด็นสิทธิทางทรัพย์สินทางปัญญาในเทคโนโลยีด้านพลังงาน และในอนาคตการแข่งขันด้านโครงสร้างพื้นฐานทางพลังงานทดแทนในประเทศต่าง ๆ จะมีความเข้มข้นยิ่งขึ้น ในบริบทของการจดสิทธิบัตรเกี่ยวกับพลังงานไฮโดรเจนในระดับโลก สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นถือเป็นประเทศที่มีความโดดเด่น และให้ความสำคัญกับการคุ้มครองสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญา ในขณะที่จีนยังไม่ถือว่าเป็นผู้นำด้านการพัฒนาเทคโนโลยีไฮโดรเจน อีกทั้งการวิจัยและการพัฒนา ตลอดจนสถาบันหรือองค์กรธุรกิจในประเทศจีนก็ยังไม่ให้ความสำคัญกับการจดสิทธิบัตร และมีการจดสิทธิบัตรในต่างประเทศน้อยมาก ด้วยเหตุนี้ การไม่ให้ความสำคัญกับการให้ความคุ้มครองสิทธิด้านทรัพย์สินทางปัญญาเท่าที่ควรย่อมจะเป็นอุปสรรค และไม่เอื้ออำนวยต่อการแข่งขันด้านการค้าและการขยายตลาดในอนาคตท่ามกลางการแข่งขันที่สูงขึ้น

(๓) มาตรฐานด้านความปลอดภัยและการสร้างความเชื่อมั่นให้แก่สังคม (safety standards and social confidence) ผู้เชี่ยวชาญทั่วโลก ตลอดจนภาคอุตสาหกรรมต่างมีความเห็นตรงกันว่าการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนควรเป็นไปอย่างมีมาตรฐาน มีระบบและการจัดการความปลอดภัยที่เชื่อถือได้ อย่างไรก็ดี ในประเทศจีน ประเด็นเรื่องความปลอดภัยในการใช้พลังงานไฮโดรเจนยังคงเป็นเรื่องที่ถูกตั้งข้อสงสัยจากผู้คนส่วนใหญ่ ซึ่งข้อสงสัยในเรื่องนี้เป็นผลมาจากการที่จีนมีการลงทุนในเทคโนโลยีด้านความปลอดภัยไม่สูงมากนัก และยังสะท้อนให้เห็นจากมาตรฐานและการวางระบบต่าง ๆ เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยไฮโดรเจนที่ขาดความพร้อมและไม่สมบูรณ์ เช่น ระบบตรวจจับการรั่วไหลที่มีประสิทธิภาพและอุปกรณ์ตรวจจับอื่นที่สำคัญ นอกจากนี้ ผู้คนโดยส่วนใหญ่ในสังคมยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับพลังงานไฮโดรเจน ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาการกำหนดมาตรฐานด้านความปลอดภัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นจึงเป็นเรื่องที่ต้องเร่งรัดดำเนินการควบคู่ไปกับการสร้างความเชื่อมั่นให้เกิดขึ้นในสังคมด้วย

๒. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

(๑) สมควรมีการเลือกหรือกำหนดพื้นที่ในการพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนในประเทศจีน พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงแนวคิดในการพัฒนาและจุดยืนที่ชัดเจน นอกจากนี้ การพัฒนาอุตสาหกรรมไฮโดรเจนควรให้ความสำคัญในการดำเนินในเรื่องดังกล่าวนี้เป็นลำดับแรก ได้แก่ การใช้ทางการทหาร (military use) การพัฒนาทางอวกาศ การสำรองพลังงานไว้ใช้ในพื้นที่ห่างไกล การผสมผสานเพื่อให้มีการดำเนินการร่วมกันระหว่างการใช้พลังงานทดแทนกับกิจการเชิงพาณิชย์

ขนาดเล็ก สำหรับในบริบทของการสนับสนุนอุตสาหกรรมไฮโดรเจนของรัฐบาลจีนถือได้ว่าเป็นเรื่องสำคัญและได้รับความสนใจและเป็นกระแสอย่างมากในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ ดังจะเห็นได้จากหลายพื้นที่ในประเทศจีนได้มีการกำหนดนโยบายเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมไฮโดรเจน อย่างไรก็ดี ในหลายพื้นที่ยังขาดความพร้อมและยังไม่มีความเหมาะสมในการทุ่มงบประมาณเพื่อสร้างเศรษฐกิจไฮโดรเจน เช่น ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิง และไม่มีอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนในพื้นที่ ดังนั้น การสร้างเศรษฐกิจไฮโดรเจนควรดำเนินการในเรื่องต่าง ๆ เช่น การพัฒนาแนวคิดด้านการตลาดในอุตสาหกรรมไฮโดรเจน (the development of market-oriented hydrogen energy industry) การสนับสนุนด้านงบประมาณที่สมเหตุสมผล การส่งเสริมด้านการผลิต การกักเก็บ และการใช้ไฮโดรเจนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

(๒) การสร้างระบบการพัฒนานวัตกรรม คณะกรรมการด้านการปฏิรูปและพัฒนาพลังงานแห่งชาติ (The national development and reform commission and national energy bureau) ได้มีการออกแผนปฏิบัติการในการปฏิรูปการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงาน (the revolutionary energy technology innovation action plan (2016-2030)) โดยในแผนดังกล่าวกำหนดเป้าหมายภายในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ ในการสร้างระบบการพัฒนานวัตกรรมให้เหมาะสมและสอดคล้องกับแผนงานหรือนโยบายระดับชาติ แสดงให้เห็นว่า จีนให้ความสำคัญกับการพัฒนาศักยภาพของประเทศด้านการพัฒนานวัตกรรม เพื่อให้มีความเป็นอิสระทางนวัตกรรมด้านพลังงาน (independent energy innovation) และทำให้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านพลังงานของประเทศก้าวไปอยู่ในระดับผู้นำในระดับสากล อันจะก่อให้เกิดความร่วมมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านพลังงานของประเทศให้มีความยั่งยืน และทำให้จีนเป็นประเทศผู้นำระดับโลกด้านเทคโนโลยีพลังงานที่สามารถผลิตพลังงานสะอาด (world’s energy technology powerhouse) และเพื่อที่จะให้จีนสามารถแข่งขันด้านทรัพย์สินทางปัญญาในระดับระหว่างประเทศได้ รัฐบาลควรจะต้องให้ความสำคัญและกำหนดทิศทางให้บริษัทผู้ประกอบการตระหนักและให้ความสำคัญกับการให้ความคุ้มครองสิทธิบัตร ส่งเสริมให้มีการจดทะเบียนสิทธิบัตรในต่างประเทศ ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและบริษัทผู้ประกอบการในการพัฒนาข้อได้เปรียบด้านเทคโนโลยีของประเทศ ส่งเสริมการวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีความสำคัญที่จะใช้ในการพัฒนาประเทศ ตลอดจนเพิ่มมูลค่าทางการตลาดของเทคโนโลยีทางนวัตกรรมด้วยการขอจดสิทธิบัตร

(๓) การกำหนดมาตรฐานทางอุตสาหกรรมและการให้ความรู้แก่ผู้คนในสังคม ประเด็นเรื่องความปลอดภัยของพลังงานไฮโดรเจนเป็นสิ่งที่ผู้คนต่างให้ความสำคัญ และเป็นที่ยอมรับว่ามาตรฐานด้านพลังงานไฮโดรเจนและเซลล์เชื้อเพลิงในประเทศจีนยังอยู่ในระหว่างการพัฒนาเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องให้การส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมไฮโดรเจน โดยรัฐจำเป็นต้องลงทุนในเรื่องมาตรการความปลอดภัยซึ่งต้องเรียนรู้จากสาเหตุ กระบวนการ และผลกระทบที่เกิดจากอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากพลังงานไฮโดรเจน รวมทั้งการคาดการณ์อุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น ระบบเตือนภัย และการควบคุม เพื่อให้การกำหนดมาตรฐานด้านความปลอดภัยมีความเหมาะสม นอกจากนี้ จำเป็นจะต้องให้ความรู้แก่ผู้คนในสังคมเกี่ยวกับพลังงานไฮโดรเจนเพื่อป้องกันมิให้สังคมเกิดการหวาดกลัว (panic) และมีข้อคัดค้านในการใช้พลังงานไฮโดรเจน ทั้งนี้

การสร้างความรับรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานไฮโดรเจนครอบคลุมในเรื่องต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติหรือลักษณะของพลังงานไฮโดรเจน การผลิตและวิธีการใช้ที่ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงมิให้เกิดอุบัติเหตุ

๓. ข้อเสนอแนะอื่น[21]

(๑) รัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นควรให้การอุดหนุนโดยตรงแก่การก่อสร้างสถานีบริการไฮโดรเจน เนื่องจากถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญในการใช้รถยนต์ไฟฟ้า

(๒) รัฐบาลควรให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนา และการนำเทคโนโลยีทางไฮโดรเจนมาใช้ให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมซีเมนต์และเหล็ก และควรผนวกรวมเรื่องข้างต้นให้อยู่ในแผนงานพลังงานระดับชาติ

---

[21] Kevin Jianjun TU, Études del'Ifri Center for Energy & Climate, อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ ๔, p.58