

TOÀN CẢNH THỊ TRƯỜNG PIN LƯU TRỮ VÀ XU HƯỚNG TRONG TƯƠNG LAI

**Đặng Hoàng Hợp, Hà Thị Hoài Thương, Đinh Thị Minh Hiền,
Phan Thị Hoài Phương, Chu Văn Thủy**

*Trung tâm Thúc đẩy Phát triển Thị trường Khoa học và Công nghệ,
Cục Đổi mới Sáng tạo, Bộ Khoa học và Công nghệ*



Trong bối cảnh năng lượng toàn cầu đang chuyển dịch mạnh mẽ sang các nguồn tái tạo, việc lưu trữ năng lượng, đặc biệt là công nghệ pin điện đã trở thành một hợp phần tối quan trọng nhằm đảm bảo an ninh lưới điện và thúc đẩy quá trình chuyển đổi sang năng lượng sạch. Bài báo khái quát về thị trường pin lưu trữ trên thế giới, phân tích các xu hướng gần đây, những biến động của thị trường, đồng thời đưa ra các dự báo trong tương lai.

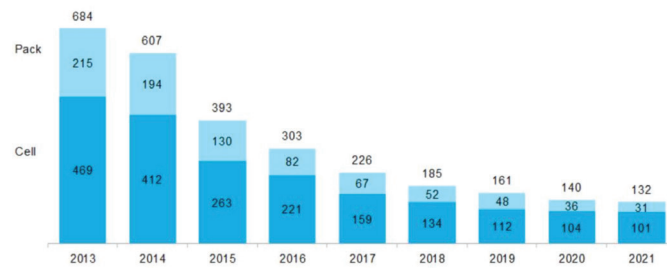


Tổng quan về thị trường lưu trữ pin trên thế giới

Thị trường pin điện những năm gần đây

Thị trường hệ thống lưu trữ năng lượng bằng pin (BESS) toàn cầu đã chứng kiến sự tăng trưởng theo cấp số nhân. Sau nhiều năm bổ sung công suất ở mức khiêm tốn, các dự án lắp đặt hàng năm đã tăng vọt, đặc biệt là từ năm 2016 trở đi, trong đó pin Li-ion và hệ thống lưu trữ muối nóng chảy dẫn đầu xu thế. Hiện nay, Hoa Kỳ, châu Âu và châu Á (dẫn đầu là Trung Quốc) là những thị trường thống trị trong lĩnh vực này. Tính đến năm 2020, Hoa Kỳ chiếm 33% công suất vận hành trên thế giới (không bao gồm thủy điện tích năng - PHS), tiếp theo là Tây Ban Nha (18%) và Đức (14%) [1]. Năm 2021, doanh số xe điện của Trung Quốc đã vượt qua châu Âu, cho thấy một thị trường nội địa cho pin đang phát triển nhanh chóng [2].

Thị trường lưu trữ điện cố định bị chi phối chủ yếu bởi pin Li-ion, chiếm 93% các dự án lắp đặt quy mô lưới điện vào năm 2021 [2]. Trong họ pin Li-ion, đã có một sự chuyển dịch đáng kể sang công nghệ sử dụng điện cực dương Phốt phát sắt liti (LFP). Công nghệ này được đánh giá cao nhờ chi phí thấp, độ an toàn cao và vòng đời dài hơn so với các loại pin sử dụng điện cực dương dựa trên niken như oxit liti niken mangan coban (NMC). Thị phần của LFP trong lĩnh vực BESS tại Vương quốc Anh được dự báo sẽ vượt 70% vào năm 2030 [3]. Xu hướng này cũng được phản ánh trên toàn cầu, khi LFP chiếm 50% thị trường BESS Li-ion vào năm 2021 [2].



Phân tích giá trung bình theo trọng số của bộ pin và cell (tính theo USD/kWh thực tế năm 2021). Nguồn: BloombergNEF (tháng 11/2021).

Một đặc điểm nổi bật của thị trường pin trong thập kỷ qua là sự sụt giảm mạnh về giá. Trong giai đoạn 2010-2021, giá trung bình theo trọng số của một bộ pin Li-ion đã giảm 89% theo giá trị thực, từ hơn 1.200 USD/kWh xuống còn 132 USD/kWh [2]. Tuy nhiên, xu hướng dài hạn này đã bị phá vỡ vào năm 2022, khi chi phí cell pin tăng lần đầu tiên trong hơn một thập kỷ. Sự gia tăng này chủ yếu do giá các nguyên liệu thô chính tăng vọt, đặc biệt là lithium carbonate, hydroxide, niken và coban. Nguyên nhân là do tắc nghẽn trong chuỗi cung ứng và các yếu tố địa chính trị [2, 3].

Tương lai của thị trường pin điện

Các dự báo chỉ ra rằng, BESS sẽ tạo thành xương sống của thị trường lưu trữ năng lượng linh hoạt trong tương lai gần. Ví dụ, tại Vương quốc Anh, BESS dự kiến sẽ chiếm 81% công suất lắp đặt của Hệ thống lưu trữ năng lượng (ESS) vào năm 2030 và 64% vào năm 2050. Sự tăng trưởng này được thúc đẩy bởi các

cam kết Net Zero quốc gia và sự mở rộng quy mô của ngành sản xuất năng lượng tái tạo. Chỉ riêng tổng thị trường BESS của Vương quốc Anh được dự báo sẽ tăng từ dưới 2 GWh vào năm 2022, lên hơn 15 GWh mỗi năm từ năm 2030 [3].

Thị trường có khả năng sẽ chứng kiến sự đa dạng hóa các công nghệ pin, mặc dù Li-ion sẽ giữ vững thị phần đa số. LFP được cho là sẽ củng cố vị thế như là công nghệ được lựa chọn cho các hệ thống lưu trữ tĩnh, trong khi các điện cực NMC giàu niken sẽ vẫn chiếm ưu thế trong lĩnh vực xe điện (EV) do cần mật độ năng lượng cao hơn. Hiện nay có 2 giải pháp thay thế chính được kỳ vọng là:

Pin natri-ion (Na-ion): Công nghệ này đang nổi lên như một sự thay thế mạnh mẽ và cạnh tranh về chi phí so với LFP. Lợi thế chính là sự phụ thuộc vào các vật liệu dồi dào và rẻ tiền như natri, khả năng sử dụng các lá thu dòng bằng nhôm cho cả cực dương và cực âm, tránh việc sử dụng đồng và các vật liệu quan trọng như lithium. Pin Na-ion được dự báo sẽ tăng từ thị phần không đáng kể lên hơn 7% thị trường BESS của Vương quốc Anh vào năm 2040. Hiệu suất hoạt động tốt ở nhiệt độ lạnh hơn càng làm tăng thêm sự phù hợp của loại pin này tại các khu vực địa lý khác nhau [3].



Natri-ion được kỳ vọng là một trong những giải pháp tối ưu để thay thế pin phốt phát sắt lithi trong tương lai gần. Ảnh: ST.

Pin dòng chảy: Loại pin này đặc biệt phù hợp cho các ứng dụng lưu trữ năng lượng trong thời gian dài (từ 4 giờ trở lên). Thiết kế độc đáo của chúng cho phép điều chỉnh độc lập công suất (quyết định bởi kích thước của khối pin) và dung lượng năng lượng (quyết định bởi thể tích của chất điện giải lỏng). Hiện nay, pin dòng chảy oxy hóa khử Vanadium (VRFB) là loại được thương mại hóa nhiều nhất và được dự báo sẽ chiếm khoảng 6% thị trường BESS của Vương quốc Anh vào năm 2040 [1, 3].

Bài toán kinh tế

Tính khả thi về mặt kinh tế của một dự án lưu trữ năng lượng về cơ bản gắn liền với tổng chi phí lắp đặt - một khoản chi phí bao gồm nhiều hạng mục hơn là chỉ riêng các cell pin. Cấu trúc chi phí tổng thể chịu ảnh hưởng bởi việc lựa chọn công nghệ, công suất định mức (tính bằng USD/kW) và dung lượng năng lượng (tính bằng USD/kWh) [4].

Chi phí của các công nghệ lưu trữ năng lượng khác nhau

Một hệ thống BESS hoàn chỉnh bao gồm ba thành phần chi phí chính: i) Khối pin: gồm các mô-đun pin và hệ thống quản lý pin (BMS) đi kèm. Chi phí này thường được biểu thị bằng USD/kWh; ii) Hệ thống chuyển đổi năng lượng (PCS): gồm bộ biến tần và các phần cứng khác cần thiết để chuyển đổi dòng điện một chiều (DC) của pin thành dòng điện xoay chiều (AC) của lưới điện. Chi phí này được tính theo công suất định mức, bằng USD/kW; iii) Cân bằng hệ thống (BOP): bao gồm tất cả các phần cứng khác, chi phí xây dựng, mặt bằng, kỹ thuật và chạy thử nghiệm thu [1, 5].

Các dự báo về chi phí cho thấy, xu hướng tiếp tục giảm đối với các hệ thống Li-ion. Một hệ thống Li-ion với thời lượng lưu trữ 4 giờ có chi phí xấp xỉ 1.630 USD/kW vào năm 2019 được dự báo sẽ giảm xuống còn 840 USD/kW vào năm 2030 [1].

Việc so sánh các loại vật liệu pin khác nhau cho thấy sự khác biệt hơn nữa về chi phí. Các mô hình hóa cho thấy, vào năm 2030, một cell pin Na-ion được sản xuất ở quy mô lớn có thể đạt được chi phí 83 USD/kWh, giảm 4% so với một cell pin LFP chi phí thấp ở mức 87 USD/kWh. Lợi thế này chủ yếu đến từ việc sử dụng các vật liệu có chi phí thấp hơn [3].

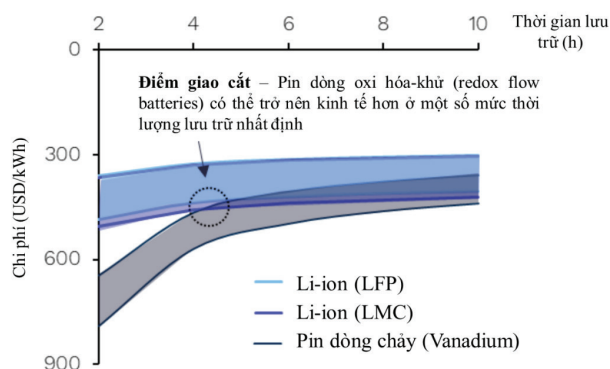


Nhà máy điện lưu trữ kết hợp với pin mặt trời và quang điện ở Spitalhofe, Đức. Ảnh: ST.

Tác động của chi phí pin đến tính kinh tế của các hệ thống lưu trữ năng lượng

Để so sánh tính khả thi về mặt kinh tế của các công nghệ lưu trữ khác nhau, điều cần thiết là phải nhìn xa hơn chi phí vốn ban đầu và xem xét các chỉ số hiệu suất trong suốt vòng đời như chi phí lưu trữ quy dẫn (LCOS). LCOS tính toán tổng chi phí trên mỗi đơn vị điện năng được phóng ra trong suốt vòng đời của dự án, có tính đến chi phí vốn và chi phí vận hành, sự suy giảm hiệu suất và hiệu suất chu trình sạc - xả [1, 3].

Chỉ số LCOS bị ảnh hưởng nhiều bởi thời lượng lưu trữ yêu cầu. Trong khi pin Li-ion thường là lựa chọn hiệu quả nhất về chi phí cho các ứng dụng có thời lượng lưu trữ ngắn (lên đến 4 giờ), chi phí trên mỗi kWh của chúng lại tăng lên đối với các ứng dụng yêu cầu thời lượng dài hơn. Ngược lại, các công nghệ như pin dòng chảy oxy hóa - khử có chi phí ban đầu liên quan đến công suất cao hơn, nhưng chi phí để tăng thêm dung lượng năng lượng lại thấp hơn. Điều này tạo ra một “điểm giao cắt”, thường là sau 4 giờ lưu trữ pin dòng chảy có thể trở thành lựa chọn kinh tế hơn [3].



Đường cong chi phí lưu trữ điện quy dẫn theo thời lượng lưu trữ.
Nguồn: Pacific Northwest National Laboratory (2020).

Chi phí vòng đời (LCC) bao gồm tất cả các chi phí trong suốt vòng đời của một dự án cũng cung cấp những hiểu biết quan trọng. Pin LFP có LCC thấp hơn pin NMC đối với các ứng dụng có thời gian lưu trữ ngắn. Ngược lại, mật độ năng lượng cao hơn của pin NMC có thể giúp nó hiệu quả hơn về mặt chi phí cho các ứng dụng đòi hỏi thời gian lưu trữ dài hơn mặc dù chi phí ban đầu cao hơn. Pin dòng chảy Vanadium, với tuổi thọ rất dài và chất điện giải có thể tái chế sẽ hiệu quả về mặt chi phí trong dài hạn cho các ứng dụng có thời gian lưu trữ từ 4 đến 12 giờ hoặc hơn, cho dù chi phí vốn ban đầu cao hơn [3].

Bài toán kinh tế cho BESS hiếm khi được xây dựng chỉ dựa trên một ứng dụng duy nhất. Khả năng “xếp chồng” doanh thu từ nhiều dịch vụ chẳng hạn như: kinh doanh chênh lệch giá năng lượng (mua lúc giá thấp, bán lúc giá cao), cung cấp các dịch vụ phụ trợ như điều tần và cung cấp công suất dự phòng cho lưới điện là yếu tố quyết định để tối đa hóa giá trị của một tài sản lưu trữ và đảm bảo lợi nhuận cho dự án [5].

*
* *
*

Khi thế giới tiếp tục mở rộng công suất phát điện từ năng lượng tái tạo, nhu cầu về các giải pháp lưu trữ năng lượng mạnh mẽ, linh hoạt và hiệu quả về mặt chi phí sẽ ngày càng tăng cao. Sự đổi mới liên tục trong các công nghệ vật liệu pin, việc mở rộng quy mô sản xuất để đạt được hiệu quả kinh tế theo quy mô lớn hơn, và sự phát triển của các khung pháp lý và thị trường mang tính hỗ trợ sẽ là điều tối quan trọng. Những nỗ lực này sẽ đảm bảo rằng, hệ thống lưu trữ năng lượng bằng pin có thể phát huy hiệu quả tiềm năng của mình như một nền tảng của một hệ thống năng lượng toàn cầu tin cậy, có khả năng phục hồi và bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Office of Fossil Energy, U.S. Department of Energy (2020), *Electricity Storage Technology Review*, OnLocation, 31pp.
- [2] M. Bielewski, P. Andreas, B. Silvia, et al. (2022), *Clean Energy Technology Observatory: Batteries for Energy Storage in The European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, Publications Office of the European Union, DOI: 10.2760/808352.
- [3] The Faraday Institution (2023), *Market and Technology Assessment of Grid-Scale Energy Storage Required to Deliver Net Zero and The Implications for Battery Research in The UK*, Rho Motion, 94pp.
- [4] M. Aneke, M. Wang (2016), “Energy storage technologies and real life applications - A state of the art review”, *Applied Energy*, **179**, pp.350-377, DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.06.097.
- [5] The Energy and Resources Institute (2021), *Energy Storage at The Distribution Level - Technologies, Costs and Applications*, Distribution Utilities Forum, 115pp.