

# PIN LITHIUM-ION: Định hình sự phát triển của thế giới

Nguyễn Phúc

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Giải Nobel về hóa học 2019 đã được trao cho ba nhà khoa học: John B Goodenough, M. Stanley Whitham và Akira Yoshino vì những nghiên cứu phát triển pin Lithium-ion. Sự ra đời của loại pin này đã tạo nên một cuộc cách mạng trong việc lưu trữ năng lượng, tạo tiền đề cho sự phát triển công nghệ từ điện thoại di động, xe điện, các thiết bị số...; mở ra tiềm năng về một xã hội không dùng nhiên liệu hóa thạch, góp phần giảm thiểu những tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu. Những đóng góp này của các nhà khoa học dường như đang làm cho cả thế giới ngày nay “chạy” bằng pin.

## Cuộc cách mạng trong lưu trữ năng lượng

Pin Lithium-ion ra đời trong cuộc khủng hoảng dầu mỏ vào những năm 1970. Nhà hóa học người Anh M. Stanley Whitham (Đại học Binghamton) đã nghiên cứu phát triển các phương pháp có thể dẫn đến các công nghệ về năng lượng mà không sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Ông đã phát hiện ra một vật liệu giàu năng lượng, có thể sử dụng để tạo ra cực âm trong pin Lithium. Đây chính là tiền đề để phát triển loại pin Lithium có thể hoạt động đầu tiên. Trong nghiên cứu thử nghiệm của mình, Whittingham đã sử dụng Titan disulfua và kim loại Lithium (Li) làm điện cực. Lithium là một trong những nguyên tố nhẹ nhất trong bảng tuần hoàn hóa học, chứa đựng tiềm năng điện hóa rất lớn. Khi các điện cực kim loại Lithium được sử dụng, chúng tạo ra mật độ năng lượng (lưu trữ năng lượng cho mỗi đơn vị thể tích) cao hơn so với pin truyền thống, cho phép tạo ra những thế hệ pin nhỏ, gọn nhưng lại có dung lượng điện năng cao.



Pin Lithium-ion được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử từ bình dân đến xa xỉ; từ chiếc điện thoại thông minh, đồ gia dụng, thiết bị đeo tay đến chiếc xe hơi, máy bay hay các thiết bị tinh vi của tàu vũ trụ, trạm không gian.

Tuy nhiên, pin sạc Lithium này lại không được ứng dụng vào thực tế vì nó phải được tổng hợp trong điều kiện chân không hoàn toàn với chi phí đắt đỏ và có mùi khó chịu khi tiếp xúc với không khí (do Titan disulfua phản ứng tạo thành các hợp chất Hydro sulfua). Bên cạnh đó, pin có điện cực Lithium kim loại có thể gây cháy trong điều kiện khí quyển bình thường vì có nước và oxy trong không khí. Do vậy, việc nghiên cứu đã chuyển qua phát triển pin không sử dụng kim loại Lithium mà sử dụng các hợp chất hóa học của

Lithium với khả năng nhận và giải phóng các ion Lithium.

Năm 1980, nhà vật lý người Mỹ John B Goodenough (Đại học Texas) dự đoán rằng cực âm sẽ có tiềm năng lớn hơn nữa nếu nó được tạo ra bằng cách sử dụng oxit kim loại thay vì sulfua kim loại. John B Goodenough đã phát minh ra một loại pin Lithium mới (pin Lithium-ion), trong đó Lithium có thể di chuyển qua pin từ điện cực này sang điện cực khác dưới dạng ion  $Li^+$ . Trong loại pin mới này, Lithium được kết hợp với một kim loại chuyển tiếp như coban, niken, mangan hoặc sắt và oxy để tạo thành cực âm. Ông đã chứng minh được rằng, oxit coban với các ion Lithium ( $LiCoO_2$ ) xen kẽ có thể tạo ra công suất lên đến 4 volt. Đây là một bước đột phá quan trọng, dẫn đến pin mạnh hơn nhiều. Bằng cách sử dụng  $LiCoO_2$  đã mở ra một triển vọng mới cho công nghệ pin và đặc biệt là pin có thể sạc lại (nhờ vào tính chất của nó là một chất dẫn điện tích dương ổn định). Phát minh của ông giúp tăng gấp đôi tiềm năng hoạt động của pin Lithium, tạo ra những điều kiện phù hợp để có một loại pin mạnh và hữu dụng hơn.

Akira Yoshino (nhà khoa học người Nhật Bản, làm việc tại Đại học Meijo) đã sử dụng cực âm do Goodenough phát triển với cực dương trong pin (gồm các ion Lithium và electron được đặt trong vật liệu carbon gọi là than cốc dầu mỏ) để tạo ra pin Lithium-ion thương mại đầu tiên vào năm 1985. Kết quả là Akira Yoshino đã tạo ra một loại pin an toàn, cứng, nhẹ có thể được sạc hàng trăm lần trước khi hiệu suất của nó bị giảm sút. Ưu điểm của pin Lithium-ion là chúng không dựa trên các phản ứng hóa học phá vỡ các điện cực mà dựa trên các ion Lithium chạy qua lại giữa cực dương và cực âm [1].

Pin Lithium-ion lần đầu được thương mại hóa rộng rãi nhờ hãng Sony Energitech năm 1991. Tùy thuộc vào kim loại chuyển tiếp được sử dụng trong pin Lithium-ion, pin sẽ có công suất và độ an toàn khác nhau. So với các dòng pin đời cũ, Lithium-ion ưu thế hơn nhờ sử dụng chất điện phân chứa đầy muối Lithium, có thể tích trữ được năng lượng rất lớn trong một diện tích rất nhỏ. Điều này rất phù hợp với các công nghệ, thiết bị mới (thường đòi hỏi pin nhỏ gọn, dung lượng cao, an toàn hơn và có thể sạc đi sạc lại nhiều lần).

Các thiết bị điện tử cầm tay như điện thoại, máy tính xách tay hiện nay hầu như sử dụng  $\text{LiCoO}_2$  (lithium coban oxit) làm cực âm. Chất này có mật độ năng lượng cao, nhưng kém an toàn, đặc biệt nguy hiểm khi pin bị rò rỉ. Lithium sắt phosphate ( $\text{LiFePO}_4$ ), lithium mangan oxit ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ ) và lithium niken mangan coban oxit ( $\text{LiNiMnCoO}_2$ ) là các vật liệu âm cực phổ biến, tuy nhiên chúng có mật độ năng lượng thấp hơn  $\text{LiCoO}_2$ , nhưng lại có vòng đời lâu và an toàn hơn. Những pin sử dụng các vật liệu này thường được dùng trong các thiết bị y tế. Đặc biệt,  $\text{LiNiMnCoO}_2$  hiện nay là ứng viên hàng đầu cho pin ứng dụng trong xe chạy điện. Lithium niken coban nhôm oxit ( $\text{LiNiCoAlO}_2$ ) và Lithium titanat ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ) được sử dụng trong những mục đích đặc biệt.

### **Cả thế giới “chạy” bằng pin**

Pin Lithium-ion ra đời đã cách mạng hóa cuộc sống của con người kể từ khi chúng tham gia thị trường lần đầu tiên vào năm 1991. Thế hệ pin này đã đặt nền tảng cho sự phát triển của một xã hội hướng tới không có nhiên liệu hóa thạch và thế giới công nghệ không dây với vô vàn những lợi ích. Chúng đã trở thành một phần quan trọng trong vô số thiết bị điện tử từ bình dân đến xa xỉ; từ chiếc điện thoại thông minh, đồ gia dụng, thiết bị đeo tay đến chiếc xe hơi, máy bay hay các thiết bị tinh vi của tàu vũ trụ, trạm không gian. Trong thế giới kết nối internet vạn vật (IoT), hầu như tất cả đều đang được vận hành bởi pin Lithium-ion.

Lý do chính khiến pin Lithium-ion được sử dụng phổ biến là bởi mật độ năng lượng cao của nó. Hơn nữa, pin Lithium-ion có thời gian sạc ngắn hơn và chu kỳ sạc xả nhiều lần hơn trước khi hỏng (chai pin). Những đặc tính này tạo ra pin có tuổi thọ cao hơn, dung lượng lớn hơn. Vì vậy, việc thương mại hóa pin này trở nên nhanh chóng và rộng rãi trên thị trường. Pin Lithium-ion đã, đang và sẽ tiếp tục là công nghệ có thể định hình tương lai của nền kinh tế thế giới. Pin giờ đây còn quan trọng hơn cả dầu mỏ. Trong tương lai, quốc gia nào làm chủ chuỗi cung ứng sản phẩm này sẽ chiếm ưu thế trong việc nắm giữ vị trí số 1 thế giới trong nhiều lĩnh vực. Hơn 2/3 dân số thế giới đang dùng ít nhất một thiết bị di động và gần như tất cả đều hoạt động bằng pin sạc Lithium-ion. Ngành công nghiệp pin Lithium-ion ngày nay đã phát triển rất mạnh với trị giá 37,8 tỷ USD năm 2018 và kỳ vọng đạt hơn 94 tỷ USD vào năm

2024 [2], thu hút hàng vạn người tham gia nghiên cứu.

Với tính ưu việt mà không một loại pin nào có thể sánh kịp, pin Lithium-ion có thể lưu trữ hiệu quả các nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, năng lượng gió. Điều này mở ra một tương lai xán lạn là đến một ngày không xa, con người sẽ không dùng đến nhiên liệu hóa thạch, từ đó giảm phát thải khí nhà kính. Trên thực tế, các quốc gia đang hướng đến những ứng dụng to lớn của thế hệ pin này. Chẳng hạn, Mỹ đã xây dựng một cơ sở trữ điện bằng pin Lithium-ion lớn nhất thế giới với 400.000 tấm pin Lithium-ion có khả năng lưu trữ đủ điện cho khoảng 2.000 hộ gia đình sử dụng trong 4 giờ. Hay như các tập đoàn hàng không lớn đang chú ý đến việc phát triển những máy bay điện thay vì dùng nhiên liệu lỏng như hiện nay. Theo Quartz (một ấn phẩm điện tử về tin tức kinh doanh của Mỹ) thì thế hệ máy bay điện sẽ gây tác động đến môi trường ít hơn các dòng máy bay dùng nhiên liệu lỏng hiện nay. Máy bay điện với tầm bay 1.000 km cho mỗi lần sạc có thể được sử dụng cho một nửa số chuyến bay thương mại ngày nay, giảm lượng phát thải carbon toàn cầu khoảng 15%.

### **Thế hệ tương lai của pin**

Những công nghệ, thiết bị ngày càng tinh vi (đa tính năng, độ phân giải cao, trọng lượng nhỏ...) thì càng yêu cầu về thể tích và khối lượng pin nhỏ nhưng khả năng lưu trữ phải lớn. Tuy nhiên, giống như tất cả các loại pin, pin Lithium-ion cũng có những nhược điểm và giới hạn. Một thực tế không thể phủ nhận đó là pin Lithium-ion đã đạt đến giới hạn an toàn về mật độ năng lượng trong

một diện tích cụ thể. Trong thế giới IoT, các thiết bị đang ngày càng phát triển với tốc độ chưa từng thấy (nhiều tính năng, thông minh và gọn nhẹ hơn), nhưng lại bị giới hạn bởi nguồn cung của năng lượng. Thực tế, công nghệ pin đã không có được những tiến bộ trong nhiều thập kỷ, nó không hoạt động tốt trong môi trường nhiệt độ cao, hao nhanh và dễ bắt lửa.

Để khắc phục những hạn chế nêu trên, các tập đoàn đa quốc gia, trung tâm nghiên cứu hàng đầu thế giới đang đầu tư nhiều tiền của và nhân lực để tìm kiếm công nghệ pin mới. Những nghiên cứu ban đầu đã đem lại nhiều kết quả lạc quan. Các nhà khoa học thuộc Đại học Công nghệ Nanyang (NTU) của Singapore đã phát triển loại pin mới, thế hệ tiếp theo của pin Lithium-ion [3]. Theo đó, loại pin sạc cực nhanh này có thể sạc lại tới 70% chỉ trong 2 phút. Pin thế hệ mới cũng có tuổi thọ dài hơn 20 năm (gấp hơn 10 lần so với pin Lithium-ion hiện nay). Bước đột phá này sẽ có tác động trên phạm vi rộng đối với tất cả các ngành công nghiệp sử dụng pin Lithium-ion. Trong điện thoại di động, máy tính bảng và trong xe điện, pin Lithium-ion hiện nay có tuổi thọ thường kéo dài khoảng 500 chu kỳ sạc, tương đương với hai đến ba năm sử dụng. Bên cạnh đó, các nhà khoa học đã phát triển một loại “tế bào” nhiên liệu mới, cho phép chỉ một lần sạc là có thể sử dụng trong vòng một tuần. Công nghệ này kết hợp giữa thép không gỉ với lớp màng mỏng, hạn chế lượng nhiệt tỏa ra ở mức tối thiểu, giúp pin bền và có tuổi thọ cao hơn.

SolidEnergy Systems - một công ty sản xuất thuộc Viện Công nghệ Massachusetts (MIT) của

Mỹ đã phát triển một loại pin Lithium trạng thái rắn thế hệ mới có mật độ năng lượng gấp đôi pin Lithium-ion hiện tại. Điều này cũng đồng nghĩa là các thiết bị có thể hoạt động lâu gấp đôi. Ví dụ, hiện nay máy bay không người lái tiên tiến của Viking có cảm biến, máy ảnh và bộ xử lý với nguồn năng lượng dự trữ trong một khối pin nặng nề chỉ đủ giúp máy bay hoạt động trong 20 phút, nhưng với pin mới của SolidEnergy, những chiếc máy bay không người lái này có thể bay trong 40 phút [4].



**Pin của Công ty SolidEnergy Systems (bên trái, màu trắng) có thể tích và trọng lượng chỉ bằng 1/2, nhưng lại có công suất lớn hơn so với dòng pin Lithium thông thường hiện nay (bên phải, màu đen).**

Các nhà nghiên cứu từ Đại học Louvain (Bỉ) mới đây đã phát hiện ra một loại vật liệu có thể chế tạo pin an toàn và hiệu suất cao mới (LTPS), có khả năng tăng tốc độ sạc và xả đến mức chưa từng thấy trước đây [5]. Thực tế, nếu các thử nghiệm đầu tiên được xác nhận, vật liệu mới này có thể được sử dụng trong pin của tương lai với khả năng lưu trữ năng lượng tốt hơn, sạc, xả nhanh hơn và an toàn hơn nhằm vào nhiều mục đích sử

dụng, từ điện thoại thông minh, đến xe đạp và ô tô điện. Người đi đầu trong việc sản xuất định dạng pin mới cho xe điện chính là Tesla. Siêu nhà máy Gigafactory của công ty này được xem là nhà máy pin có công suất sản xuất lớn nhất thế giới.

Có thể khẳng định, pin Lithium-ion được biết đến như một loại pin kỳ diệu, lợi thế của nó vượt xa những thiếu sót và đó là lý do tại sao chúng vẫn được gọi là tương lai của thế giới ☺

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] nobelprize.org/prizes/chemistry /2019/summary.  
 [2] Lithium Ion Battery Market 2019-2024 Trends, Analysis, Market Forecast (https://www.marketwatch.com/press-release/lithium-ion-battery-market-2019---2024-trends-analysis-market-forecast-2019-08-22).  
 [3] NTU develops ultra-fast charging batteries that last 20 years (http://enewsletter.ntu.edu.sg/(X(1)S(thprnaakmy5ukmngemu2eoql))/classact/Oct14/Pages/cn20.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1).  
 [4] A New Lithium-Metal Battery Takes Flight in Drones (https://www.greentechmedia.com/articles/read/a-new-lithium-metal-battery-takes-flight-in-drones).  
 [5] Davide Di Stefano, Anna Miglio, Koen Robeyns, Yaroslav Filinchuk, Marine Lechartier, Anatoliy Senyshyn, Hiroyuki Ishida, Stefan Spannenberger, Denise Prutsch, Sarah Lunghammer, Daniel Rettenwander, Martin Wilkening, Bernhard Roling, Yuki Kato, Geoffroy Hautier (2019), “Superionic Diffusion through Frustrated Energy Landscape” *Chem.*, DOI: 10.1016/j.chempr.2019.07.001.