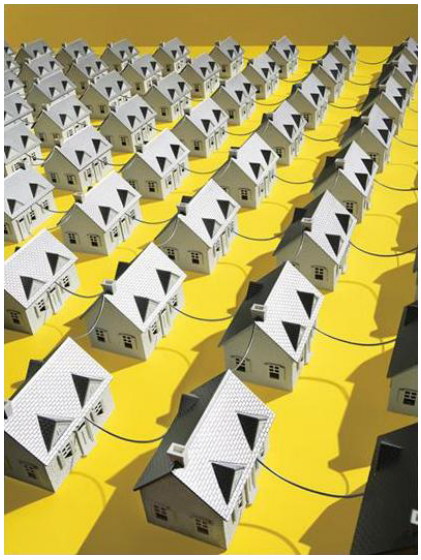
Lưới điện phân tán

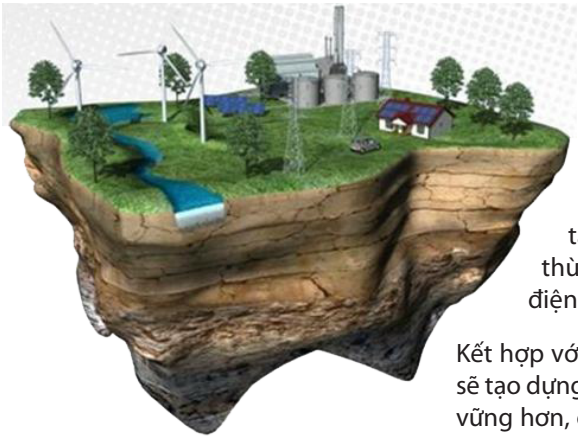
✧ P. NGUYỄN

Lưới điện vài chục năm tới sẽ là tập hợp các hệ thống điện thông minh và gọn nhẹ cho phép mọi gia đình và bất kỳ tổ chức nào cũng có thể tạo ra, lưu trữ và chia sẻ điện.



Thoạt nhìn, thị trấn Fort Collins, bang Colorado (Mỹ), trông có vẻ lỗi thời. Những tòa nhà thế kỷ 19 được bảo quản tốt nằm trông ra những con đường đầy lá. Một chiếc xe điện phục chế chạy dọc đại lộ Mountain Avenue. Thanh bình và không ô nhiễm.

Thế nhưng thị trấn kỳ lạ này lại là trung tâm của một trong những kế hoạch năng lượng đô thị đầy tham vọng của Mỹ. 150.000 cư dân của Fort Collins đang cố gắng thực hiện việc mà chưa hề có cộng đồng dân cư nào khác từng làm: biến thị trấn này thành nơi *"không tiêu tốn năng lượng"*, nói chính xác hơn là không tiêu thụ nhiều hơn năng lượng do cư dân thị trấn tạo ra. Và toàn thị trấn đặt mục tiêu giảm 80% lượng khí thải carbon vào năm 2030, tiến đến hoàn toàn không thải carbon vào giữa thế kỷ này. Để biến điều đó thành hiện thực, các kỹ sư ở đây đang tích cực triển khai một loạt công nghệ năng lượng tiên tiến, bao gồm tua-bin khí hỗn hợp thay thế các nhà máy đốt than già cỗi, các hệ thống năng lượng mặt trời trên mái nhà, những khu vườn năng lượng mặt trời, tua-bin gió, hệ thống lưu trữ nhiệt và điện, các mạng lưới điện tiểu vi và các chương trình tiết kiệm năng lượng.



Đây là một kế hoạch táo bạo và công ty điện địa phương muốn đặt cược vào nó. Cũng như các công ty điện trên toàn thế giới, họ đang phải vật lộn với sự tan rã mô hình sản xuất điện tập trung độc quyền truyền thống. Chi phí tạo ra điện dùng năng lượng mặt trời và gió hiện đã giảm đến mức việc tự sản xuất điện đã trở nên đại trà ở nhiều nước, với sự cho phép của cơ quan quản lý.

Các công nghệ trong những thập kỷ tới sẽ cho phép chúng ta phân rã hoàn toàn lưới điện, tạo điều kiện cho các xí nghiệp, nhà máy, trường học và các hộ gia đình tự cung cấp điện phần lớn thời gian trong ngày và nhiều ngày trong năm. Năng lượng mặt trời, pin nhiên liệu và tua-bin gió, mọi thứ sẽ rẻ hơn so với bây giờ. Nhu cầu năng lượng cũng sẽ giảm vì các hệ thống sưởi, làm mát, chiếu sáng và các thiết bị khác sẽ dùng điện hiệu quả hơn. Những tiến bộ công nghệ pin và các dạng lưu trữ năng lượng sẽ giúp dễ dàng khắc phục sự biến động (trồi sụt) không thể tránh khỏi của nguồn điện mặt trời và điện gió. Lưới điện thông minh và các công nghệ khác sẽ kết nối các máy phát điện tiểu vi với nhau thành mạng lưới điện linh hoạt cho phép người ta bán bớt lượng điện dư thừa hay mua thêm từ lưới điện chính khi cần.

Kết hợp với nhau, những tiến bộ này sẽ tạo dựng tương lai năng lượng bền vững hơn, ở đó vai trò của nhiên liệu hạt nhân và hóa thạch giảm dần, tác động của ô nhiễm môi trường, khí thải nhà kính và chất thải hạt nhân giảm đi.

Thay đổi tất yếu

Tương lai đó sẽ không xảy ra ở Fort Collins hoặc bất cứ nơi nào khác nếu không vượt qua những thách thức, bao gồm không chỉ các vấn đề công nghệ mà còn cả chính sách và pháp lý. Hiện nay, mỗi khi có hộ gia đình lắp đặt tấm quang điện trên mái nhà và bắt đầu *'xoay ngược'* đồng hồ điện, hay mỗi khi có một chiếc tua-bin gió mới bắt đầu quay, lưới điện sẽ nhiễu loạn. Những nhiễu loạn riêng lẻ có thể không đáng kể, nhưng khi số lượng lên đến hàng trăm nghìn hay hàng triệu thì áp lực trên lưới điện vốn không được thiết kế để xử lý những nhiễu loạn này có khả năng gây thảm họa.

Ngành điện đang trải qua thay đổi cơ bản giống như viễn thông và máy tính đã từng trải qua. Hãy nhớ lại thời hoàng kim của điện thoại cố định với nhà mạng độc quyền. Giờ đây, vô số nhà mạng viễn thông cung cấp nhiều lựa chọn có dây lẫn không dây hơn những gì mà người ta mong đợi. Tương tự, các máy tính trước đây từng là những cỗ máy khổng lồ không phải ai cũng có thể đụng đến. Nhưng khi CPU và bộ nhớ trở nên đủ rẻ và đủ mạnh, mọi người đều có thể sở hữu máy tính riêng, có thể trao đổi với nhau qua

mạng Internet và tận dụng sức mạnh tính toán phân tán *'trên mây'*.

Clark Gellings tại Viện Nghiên cứu Điện lực Mỹ (EPRI) hình dung điều tương tự cho điện với ElectriNet: một mạng lưới các hệ thống điện có tính tương tác và liên kết với nhau, kết hợp với viễn thông và internet (Gellings đầu tiên công bố khái niệm khách hàng tự quản lý việc sử dụng điện của mình, gọi là *"quản lý tải về phía cầu"* trên IEEE Spectrum số tháng 12/1981). Mạng lưới như vậy sẽ cho phép các công ty điện kết nối một cách thông minh với các hộ gia đình, các nhà cung cấp dịch vụ và các đối tác khác, cho phép thực hiện hàng tỷ *"giao dịch"* điện hàng ngày giữa các nhà máy điện và người dùng. Các thiết bị thông minh trong nhà sẽ có thể điều chỉnh tự động theo những thay đổi trong giá điện, ví dụ như tự tắt hoặc bật khi giá tăng hay giảm. ElectriNet cũng cung cấp các dịch vụ dữ liệu và thông tin liên lạc.

Ngoài ra, các cảm biến tiên tiến được triển khai trên toàn mạng sẽ cho phép các nhà khai thác mạng lưới giám sát hệ thống điện theo thời gian thực, một khả năng quan trọng cho việc phát hiện lỗi và tấn công mạng để ngăn ngừa hoặc giảm thiểu tổn thất.

Một mạng lưới thật thông minh và gọn nhẹ có thể xử lý vô số giao dịch diễn ra giữa hàng trăm ngàn hay hàng triệu nhà sản xuất điện cá nhân và người tiêu dùng không chỉ là mong muốn, mà là yêu cầu tất yếu.

Tích hợp thông minh

Hãy xem nước Đức, chính sách tài trợ hào phóng cho năng lượng tái tạo đã tạo ra thêm 30 giga watt (GW) năng lượng mặt trời và 30 GW năng lượng gió chỉ trong vài năm. Vào buổi trưa một ngày trời quang, năng lượng tái tạo có thể chiếm hơn một nửa sản lượng điện ở Đức.

"Điều đó có vẻ tốt, nhưng với công ty điện nó tạo nên áp lực rất lớn", theo Benjamin Kroposki, giám đốc hệ thống năng lượng tích hợp tại Phòng Thí nghiệm Năng lượng tái tạo quốc gia Mỹ. Khi một lượng lớn năng lượng tái tạo được tạo ra, sản lượng của các nhà máy điện trung tâm thường giảm tương ứng để giữ cho hệ thống cân bằng. Nhưng nếu xảy ra sự cố mất điện cục bộ hoặc đột biến điện áp hay nhiễu loạn điện lưới khác, mạch bảo vệ sẽ nhanh chóng tắt các bộ chuyển đổi quang điện (hệ thống chuyển đổi dòng điện một chiều từ tế bào năng lượng mặt trời thành dòng điện xoay chiều). Và điều này có thể gây bất ổn cho toàn hệ thống, *"nếu bị mất 30 GW chỉ trong một phần mười giây, bạn không thể bật các máy phát điện thông thường lên đủ nhanh để bù đắp"*.

Vì thế người Đức đã phải chi hàng trăm triệu đô la cho những bộ chuyển đổi thông minh hơn và các kênh thông tin liên lạc cho phép các hệ thống quang điện tự động khắc phục bất kỳ rối loạn nào chứ không chỉ đơn giản tắt đi. Khách hàng đang phải trả giá đắt cho cải tiến đó: giá điện ở Đức đã tăng gấp đôi kể từ năm 2002, hiện đắt hơn gấp bốn lần giá điện ở Illinois (Mỹ). Đây là bài học cho các quốc gia khác: đảm bảo các hệ thống năng lượng mặt trời và gió được tích hợp với lưới điện theo hướng ổn định toàn hệ thống.

Nhật Bản đang tiến hành một thử nghiệm khá lớn của với hướng tiếp cận tích hợp như vậy. Tại một nơi cách Tokyo 30 phút xe lửa, một thành phố thông minh tên là Kashiwanoha đang được xây dựng. Tại đây, năng lượng, nước và các dịch vụ công khác cho khoảng 26.000 dân cư được quản lý một cách thông minh với nhiều cấp độ, từ hộ gia đình, công sở cho đến mạng toàn thành phố.

Khái niệm thành phố thông minh không phải mới, nhưng nó chỉ thực sự được quan tâm ở Nhật Bản sau khi xảy ra thảm họa Fukushima hồi tháng 3/2011, khó khăn chồng chất do mất điện và nước. Vì thế hệ thống điện Kashiwanoha được thiết kế để cung cấp nguồn điện không gián đoạn cho các hệ thống quan trọng như thang máy, máy bơm nước, và các bệnh viện trong trường hợp khẩn cấp. Để làm được điều đó, nó dùng các nguồn pin trữ điện và lưới điện tiểu vi, cho phép chia sẻ điện

và có thể hoạt động trong tình trạng cô lập (ngắt khỏi lưới điện chính).

Điện than không biến mất

Giả sử các thành phố hướng tới tương lai như Fort Collins và Kashiwanoha đạt được mục tiêu năng lượng của mình, thành công đó liệu có thể nhân rộng? Điều đó phụ thuộc vào một loạt các công nghệ mới: lưu trữ năng lượng, thiết bị sử dụng điện hiệu quả, phương thức khai thác than và khí đốt tốt hơn, cảm biến mạng lưới, máy phát điện tiên tiến... Nếu có bất kỳ công nghệ nào trong số đó không phát triển theo cách mà các chuyên gia mong muốn, đều có thể gây cản trở kế hoạch. Các nhà quản lý và hoạch định chính sách cũng cần phải được thuyết phục để thực hiện các khoản đầu tư khổng lồ cho cơ sở hạ tầng phục vụ mạng lưới điện tích hợp thông minh.

Ngay cả khi tất cả những thay đổi trên xảy ra, lưới điện trong 50 năm tới vẫn sẽ không khác nhiều so với lưới hiện nay ở một số điểm quan trọng. Ví dụ, các nhà máy dùng than lớn sẽ vẫn là trụ cột. Theo báo cáo Triển vọng năng lượng quốc tế 2013 của Cơ quan Thông tin Năng lượng Mỹ, các nhà máy điện dùng than già cỗi sẽ được cho *"nghỉ hưu"* ở các quốc gia phát triển, nhưng các quốc gia khác sẽ tiếp tục xây dựng mới. Theo dự báo của báo cáo trên, Trung Quốc hiện là nước tiêu thụ than hàng đầu thế giới, sẽ bổ sung thêm khoảng 530 GW công suất điện đốt than vào năm 2040. Một khi các nhà máy mới này đi vào hoạt động, chúng sẽ rất khó dẹp. Đây là lĩnh vực có sức ì rất lớn. ❐