

KHAI THÁC NGUỒN NĂNG LƯỢNG MỚI VÀ TÁI TẠO - MỘT SỐ GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ LIÊN QUAN

TS NGÔ ĐỨC MINH

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên

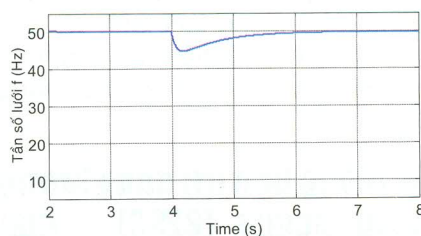
Vấn đề khai thác các nguồn năng lượng mới và tái tạo đã được nghiên cứu và ứng dụng ở các nước phát triển từ nhiều năm nay. Ở Việt Nam, để khai thác có hiệu quả tiềm năng sẵn có đáp ứng các tiêu chuẩn về chất lượng điện năng theo yêu cầu của công nghiệp và tiêu dùng vẫn còn là một thách thức đặt ra đối với các nhà khoa học. Bài viết giới thiệu một số giải pháp công nghệ có liên quan nhằm thúc đẩy việc khai thác các nguồn năng lượng mới và tái tạo như thủy điện nhỏ, điện gió, điện mặt trời... ở nước ta hiện nay.

Để đáp ứng nhu cầu sử dụng điện năng ngày càng gia tăng, yêu cầu đặt ra là phải phát triển thêm các nguồn điện mới, trong đó, các nguồn điện công suất nhỏ được sản xuất theo công nghệ sạch như: thủy điện, điện sức gió, điện mặt trời, điện thủy triều... đã được Chính phủ khuyến khích. Đặc biệt, đối với vùng sâu, vùng xa - nơi điện lưới quốc gia không vươn tới được bởi điều kiện kinh tế hoặc địa lý - thì mạng điện cục bộ trên cơ sở khai thác tiềm năng sẵn có trong tự nhiên để cấp điện tại chỗ là lựa chọn phù hợp hơn cả.

Mạng điện cục bộ là một hệ thống điện riêng rẽ, hoạt động có tính chất độc lập, không kết nối vào hệ thống điện lưới quốc gia. Trong phạm vi công suất một vài trăm đến vài ngàn W thì cả 3 loại hình mạng điện có nguồn cấp từ phong điện, pin mặt trời cũng như thủy điện nhỏ (mà ở Việt Nam có tiềm năng phát triển) đều có chung một số đặc điểm:

- Công suất nguồn phát có tính thụ động, không ổn định do luôn phụ thuộc nhiều vào yếu tố tự nhiên. Ví dụ như pin mặt trời: năng

lượng phát ra phụ thuộc cường độ của bức xạ mặt trời thay đổi theo giờ trong ngày; chất lượng điện năng thấp (điện áp, tần số và tính liên tục); hệ số mạng tải thấp, hiệu quả khai thác hệ thống không cao; độ dự trữ công suất thấp, không có khả năng huy động công suất đỉnh đáp ứng cho dạng tải đột biến (động cơ khởi động). Đó là nhược điểm cố hữu của phong điện và thủy điện nhỏ, thể hiện trên hình 1, tại thời điểm 4s tăng công suất tiêu thụ, tốc độ turbine giảm đột ngột làm suy giảm nghiêm trọng tần số máy phát và thời gian trở có thể kéo dài, sau đó mới khôi phục được tần số định mức.



Hình 1: Đặc tính ổn định tần số theo tải

Một số giải pháp thông thường có thể được nêu ra để giải quyết vấn đề này, tuy nhiên để áp dụng với mạng cục bộ công suất nhỏ là

không phù hợp, như: Biện pháp giảm thấp công suất vận hành máy phát ở mức $K_{pt} = (0,6 \div 0,7)$: làm giảm tính kinh tế của hệ thống mà không khai thác hiệu quả tiềm năng tự nhiên; Sử dụng các thiết bị khởi động mềm riêng cho mỗi động cơ: không kinh tế, hệ số tận dụng động cơ thấp; Điều hành san tải: quá trình sản xuất sẽ thụ động, không đáp ứng đòi hỏi của tải khách hàng. Như vậy, cần phải tìm được một giải pháp kỹ thuật thích hợp, khả thi và hiệu quả nhất.

Một số hệ tích trữ năng lượng

Tích trữ năng lượng là bài toán được đặt ra ngay từ rất sớm, khi cân bằng năng lượng luôn có sự chênh lệch về năng lực phát và nhu cầu tiêu thụ tại mỗi thời điểm. Năng lượng được tích trữ với nhiều mục đích: bảo vệ nguồn phát khi đầu vào dư thừa, tích trữ sử dụng lại khi nguồn phát thiếu và đảm bảo chất lượng điện năng cung cấp cho các hộ tiêu thụ.

Hệ thống tích trữ kinh điển nhất được bắt đầu sử dụng phổ biến vào những năm 70 thế kỷ XX là hệ

thống thủy điện dùng bơm. Điện được tạo ra từ nguồn năng lượng khác (gió, mặt trời, nhiệt...) khi dư thừa sẽ được dùng để bơm nước lên hồ chứa. Công trình nổi tiếng theo hệ thống này có thể kể đến là đập Northfield Mountain, bang Massachusetts (Mỹ) được xây dựng vào năm 1972, đập cao 330 m, tích trữ được 2,7 triệu KWh.

Cùng một triết lý chuyển điện năng thành cơ năng để tích lũy, hệ thống CAES (Compressed Air Energy Storage) bơm khí nén vào một hệ thống chứa để dùng lại bằng cách xả khí vào turbine, phát thành điện khi có nhu cầu. Hệ thống tích năng lượng CAES được sử dụng cho những hệ thống trạm phát công suất lớn. Ví dụ, trạm 110 MW tại McIntosh, Alabama (Mỹ) với hệ chứa là một mỏ muối cũ có đường kính 66 m, sâu 300 m, chứa được năng lượng của nhà máy phát điện trong 26 giờ.

Về mặt công năng sử dụng, hai hệ thống trên chỉ có ý nghĩa về mặt tích trữ năng lượng chứ gần như không có khả năng bù tức thời những biến động lưới do tải công suất lớn gây nên.

Khác với 2 kiểu tích trữ năng lượng lớn, hệ thống tích năng lượng kiểu Flywheels (bánh đà) lại cho phép huy động công suất rất nhanh do năng lượng điện được tích lũy thành động năng quay rất nhanh rotor. Hệ thống tích lũy năng lượng Flywheels có 2 kiểu chính: kiểu "chậm" với vận tốc rotor khoảng 6.000 v/ph được chế tạo bằng vật liệu nặng và kiểu "nhanh" với vận tốc trên dưới 60.000 v/ph được chế tạo bằng vật liệu sợi thủy tinh - carbon. Với thủy điện nhỏ, hệ thống này cũng không phù hợp bởi nhược điểm: công suất nhỏ, hệ thường có công suất (2-6) MW, cá biệt như hệ thống ứng dụng tại một khu công nghiệp ở New York (Mỹ) năm 2006 có công suất lên đến 10 MW, đòi hỏi công nghệ về cơ khí, vật liệu rất

cao.

Để cải thiện chất lượng điện lưới, khắc phục những dao động gây ra tức thời bởi quá trình khởi động tải lớn (ví dụ: động cơ lớn), hệ tích lũy năng lượng kiểu nam châm siêu dẫn (Superconducting Magnetic Energy Storage - SMES) đã và đang được sử dụng. SMES dựa trên nguyên lý chuyển hóa năng lượng điện sang năng lượng từ và chuyển hóa ngược lại khi cần. Vật liệu dẫn tạo nên nam châm điện được làm lạnh đến nhiệt độ siêu dẫn nhận dòng điện DC và tích dưới dạng năng lượng từ. Năng lượng tích lũy được theo công thức cơ bản $E = 1/2 LI^2$, trong đó: L là tự cảm của nam châm siêu dẫn. Việc hạ nhiệt độ dây quấn nam châm xuống nhiệt độ siêu dẫn nhằm mục đích tối thiểu hóa tổn hao đồng. Do vậy, thông thường hệ thống này đạt hiệu suất 95-98%. Do quan hệ chuyển đổi năng lượng là quan hệ điện - từ nên quá trình chuyển đổi dạng năng lượng là cực nhanh, huy động công suất đỉnh trong vòng miligiây. Chính vì ưu điểm này, hệ thống được quan tâm nghiên cứu và triển khai từ những năm 70 thế kỷ trước, với dải công suất lớn (cỡ 1.000-10.000 MW). Tuy nhiên, hiện nay, đã có những hệ thống dùng cho dải công suất nhỏ, ví dụ như hệ thống tại Nhà máy Goerg Fischer Mössner GmbH (Vương quốc Bỉ) huy động được công suất 1,4 MW trong vòng 0,8 giây (dung lượng 0,3 kWh). Tuy nhiên, SMES có nhược điểm là hệ thống làm lạnh vật liệu phức tạp, chiếm diện tích lớn, đặc biệt khi cấp công suất điện tăng lên.

Hệ thống tích trữ năng lượng dùng ắc quy (BESS) - Giải pháp công nghệ có nhiều ưu điểm

Một vài đặc điểm

BESS có cấu trúc bao gồm một bộ biến đổi công suất (bán dẫn

công suất) hai chiều AC-DC-AC kết hợp với kho trữ năng lượng dùng ắc quy (battery), có lịch sử phát triển gần như đồng thời với hệ thống tích năng lượng theo kiểu bơm cưỡng bức. Tuy hệ thống BESS không có lợi thế về giá thành so với hệ thống tích trữ năng lượng theo kiểu bơm cưỡng bức nhưng lại có lợi thế hơn hẳn về không gian và khả năng phản ứng. Hơn thế, BESS tỏ ra đặc biệt lợi thế trong những hệ cấp điện không kết nối lưới quốc gia, như hệ thống năng lượng gió, mặt trời, thủy điện nhỏ hoạt động độc lập (ché độ ốc đảo) và sử dụng cho các hệ thống kết nối với lưới như một nguồn dự phòng. Ưu điểm của BESS ngày càng nổi trội dựa trên sự phát triển của các thiết bị bán dẫn, hệ vi điều khiển, các thuật toán điều khiển và những tiến bộ của công nghệ ắc quy.

Trong các hệ thống BESS, hệ thống sử dụng ắc quy chì thuộc hàng cổ điển nhất. Ưu điểm của hệ thống là giá thành rẻ và phổ thông, phù hợp với những quốc gia có trình độ kỹ thuật còn hạn chế. Tuy nhiên, còn có một số hệ thống được thiết kế với dung lượng khá lớn như hệ thống 40 MWh tại Chino, California (Mỹ); hay một loại battery hiện đại hơn là Li-ion battery, có mật độ tập trung năng lượng rất cao (400 kWh/m³ hay 130 kWh/tấn), hiệu suất đạt gần 100% song có giá thành cao (600 USD/kWh).

Có thể nói, hệ thống BESS được nghiên cứu phát triển thành công nhất tại Nhật Bản (từ những năm 80 của thế kỷ XX) sử dụng ắc quy Natri Sulfur (NAS). Đây là loại ắc quy có hiệu suất tương đối cao (89%). Nhật Bản hiện đã đưa hệ BESS dùng NAS có công suất tổng lên tới 270 MW với khả năng phát công suất danh định liên tục trong 6 giờ. Các hệ thống này làm nhiệm vụ tích trữ năng lượng gió, ổn định chất lượng điện đầu ra trước khi hòa lưới. Hệ BESS sử dụng NAS lớn nhất là hệ

thống triển khai ở miền Bắc Nhật Bản với công suất 34 MW/245 MWh cho cánh đồng năng lượng gió. Hệ thống này cũng đã được xuất khẩu sang Mỹ với tổng công suất 9 MW.

Trong các hệ tích trữ năng lượng BESS truyền thống, khả năng phóng năng lượng tỷ lệ nghịch với tích lũy trên ắc quy. Nói cách khác, khả năng giải phóng năng lượng của ắc quy mạnh nhất khi nạp đầy và yếu dần khi cạn. Nhằm khắc phục điểm yếu này, một thế hệ ắc quy khác đã ra đời có tên là flow battery (pin dòng chảy). Flow battery tích trữ năng lượng trên cơ sở sử dụng những bình chứa khổng lồ chất điện môi có khả năng nạp lại, với ưu điểm lớn nhất là khả năng giải phóng năng lượng độc lập với năng lượng tích lũy, có tuổi thọ cao. Tuy nhiên, loại ắc quy này đòi hỏi hệ thống phụ trợ phức tạp (bơm, cảm biến, bộ điều khiển và bình chứa trung gian) và ảnh hưởng tác động đến môi trường khá lớn.

Đối với các hệ thống phát điện độc lập với lưới điện quốc gia (off-grid), vấn đề đáng quan tâm hàng đầu là ổn định điện áp lưới cục bộ. Về bản chất, đây là vấn đề cân bằng năng lượng nơi phát và nơi thu. Các yếu tố tác động làm mất ổn định cân bằng năng lượng cho hệ thống có thể đến từ 2 phía (phát và thu). Về phía phát, năng lượng có thể bị thay đổi theo chu kỳ một vài phút (như gió mạnh yếu từng cơn, mặt trời bị mây che) hoặc theo chu kỳ ngày đêm, tuần trăng (thủy triều), mùa (thủy điện). Về phía thu, đặc tính tải tiêu thụ là không ổn định. Hơn nữa, các quá trình quá độ của thiết bị cũng gây nên mất ổn định lưới (ví dụ quá trình khởi động động cơ lớn). Để giải quyết vấn đề mất cân bằng này, bắt buộc các hệ thống phát điện không hòa lưới phải có "vùng đệm" năng lượng. Vấn đề sử dụng BESS cho hệ thống phát điện sức gió, mặt trời, lai sức gió - mặt trời đã được tiến hành nghiên cứu và đưa vào thực

tiễn với nhiều hình thức phong phú, có thể kể đến các hệ đơn flywheel, BESS hay hệ lai flywheel-diesel, battery-ultracapacitor... và tính đến thời điểm này, BESS vẫn đang chiếm một số lượng áp đảo.

Khác với các hệ thống on-grid chỉ cần quan tâm đến chất lượng điện áp trước khi hòa lưới, các hệ thống độc lập phải đối mặt với một khó khăn lớn hơn là vấn đề thiếu/thừa năng lượng. Chính vì vậy, hệ thống tích lũy năng lượng cho ứng dụng off-grid vừa phải đảm bảo khả năng cung cấp năng lượng nhanh, kịp thời phản ứng với biến động tải tức thời, vừa phải có khả năng tích lũy năng lượng khá lớn để cung cấp cho tải trong khoảng thời gian có năng lượng đầu vào rất yếu, thậm chí không có (ví dụ: hệ năng lượng mặt trời vào ban đêm...). Chính vì vậy, khi tính toán hệ tích trữ năng lượng, người thiết kế luôn có xu hướng đặt ra bài toán trong trường hợp xấu nhất. Đó là khi tải lớn nhất và nguồn năng lượng đầu vào thấp nhất. Tất nhiên, bài toán năng lượng phải kết hợp với bài toán kinh tế, từ đó mới dẫn đến đáp án: hệ tích lũy có dung lượng đến đâu.

BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ

Mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ có nhiều nét tương đồng với hệ phát năng lượng gió/mặt trời chế độ ốc đảo. Nếu chỉ xét năng lượng đầu vào, thủy điện nhỏ có lợi thế hơn. Năng lượng đầu vào của thủy điện nhỏ có thể coi là một nguồn ổn định. Tuy nhiên, khả năng huy động công suất tức thời chính là vấn đề đáng bàn đối với các thủy điện sử dụng kênh dẫn. Khi có biến động tải tăng đột biến, thủy điện nhỏ kênh dẫn không có khả năng huy động công suất lập tức mà phải chấp nhận độ trễ về thời gian của dòng chảy. Trong trường hợp xấu, tải có công suất đỉnh vượt công suất máy phát hay dòng chảy đỉnh của kênh dẫn, chất lượng điện áp sẽ rơi vào trạng

thái rất kém. Lúc này, về bản chất, hệ thống cũng sẽ giống với hệ phát điện sức gió/mặt trời trong trường hợp mất cân bằng năng lượng vào - ra.

BESS trong mạng điện cục bộ nguồn pin mặt trời

Năng lượng do nguồn pin phát ra phụ thuộc vào bức xạ mặt trời nên khả năng huy động công suất có tính thụ động. Khi bức xạ mặt trời đủ lớn (theo tính toán thiết kế) thì nguồn pin cấp cho phụ tải tiêu dùng, nếu dư thừa sẽ được tích nạp vào BESS, còn khi bức xạ suy giảm dưới mức tính toán nguồn pin không đáp ứng đủ công suất cho tải thì BESS sẽ phát bổ sung. Đặc biệt, khi mất nguồn thì BESS đóng vai trò nguồn dự phòng tức thời.

Vấn đề khai thác các nguồn năng lượng mới và tái tạo thu hút sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu. Ở Việt Nam, để đáp ứng các tiêu chuẩn chất lượng điện năng theo yêu cầu công nghiệp và tiêu dùng vẫn đang là thách thức đặt ra đối với các nhà khoa học. Từ các chủ trương, chính sách của Nhà nước mong muốn thúc đẩy việc khai thác có hiệu quả các tiềm năng thế mạnh (vị trí địa lý) về năng lượng mới và tái tạo đến việc tìm ra các công nghệ phù hợp, cần kết hợp giữa học hỏi kinh nghiệm của các nước phát triển và không ngừng khuyến khích sự sáng tạo của các nhà nghiên cứu ở cả khu vực doanh nghiệp và viện nghiên cứu, trường đại học ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- PGS.TS Lê Văn Doanh. Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả.
- TS Ngô Đức Minh. Luận án TS năm 2010, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.