

T

hử nghiệm cáp điện hạ áp bằng khí nén

Công ty điện lực
Hydro-Québec
(Canada) phát triển
và thực hiện một kỹ
thuật mới để thử
nghiệm cách điện của
cáp ngầm.

Theo số liệu thống kê do Ủy ban Dây dẫn Cách điện (thuộc Viện Kỹ sư Điện và Điện tử (IEEE) công bố thì ở Bắc Mỹ, hàng năm có hơn 32.000 km cáp điện ngầm hạ thế được lắp đặt. Tuy nhiên, một cuộc khảo sát của Ủy ban Dây dẫn Cách điện xác nhận rằng khoảng 2/3 các công ty điện của Mỹ quan ngại về độ tin cậy của lưới cáp ngầm hạ áp của họ.

Nguyên nhân phổ biến nhất dẫn đến hư hỏng cáp

trong hệ thống cáp ngầm hạ áp của Công ty điện lực Hydro-Québec, nơi cáp được lắp đặt trong các đường ống, là do hư hại về cơ, có nhiều khả năng bị hư hại ngay từ khi lắp đặt. Hồng cách điện trong môi chất dẫn điện, chẳng hạn như nước bị ô nhiễm, có thể dẫn đến hình thành sự cố phóng điện hồ quang. Hồ quang này khi đó có thể làm hỏng cáp hoặc các thiết bị liên kết, đe dọa an ninh của mạng công ty điện lực và ảnh hưởng tới an toàn công cộng.

Trong một số điều kiện nhất định, các chất khí tạo ra bởi các vật liệu tiếp giáp với sự cố phóng điện hồ quang thậm chí có thể dẫn đến vụ nổ mạnh. Một số sự cố lớn như vậy xảy ra hàng năm ở Bắc Mỹ. Mặc dù những sự cố này là tương đối hiếm trên hệ thống phân phối điện hạ áp của Hydro-Québec, nhưng có thể gây hậu quả nghiêm trọng đối với an toàn công cộng và đối với các công trình lắp đặt. Các hệ thống bảo vệ lắp đặt trên lưới điện, chẳng hạn



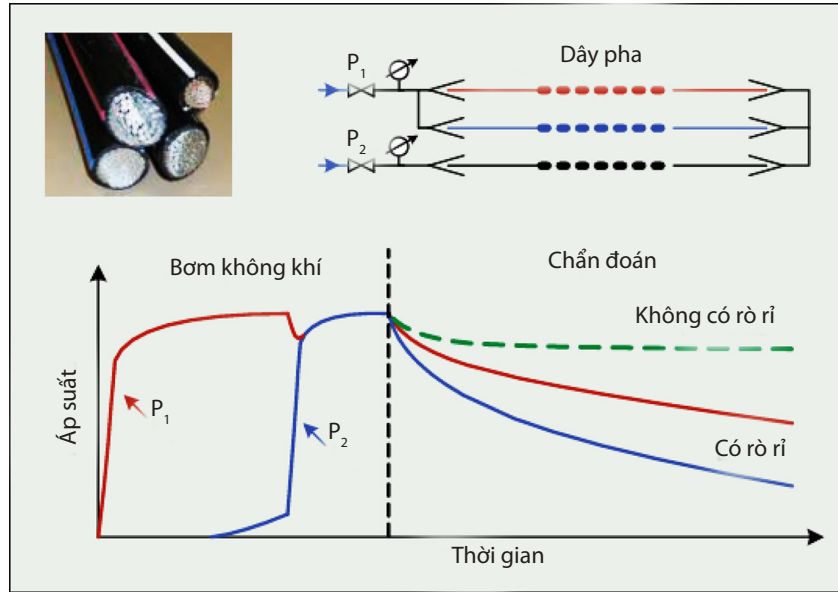
Quang cảnh đường phố bị thiệt hại sau vụ nổ trong miệng cống mà nguyên nhân là các chất khí tạo ra do sự cố hồ quang hạ áp

như cầu chảy và aptomat, không có hiệu quả trong việc loại trừ loại sự cố này. Sự cố nhiều khi chập chờn, phát triển một cách ngẫu nhiên và có thể xuất hiện sau một khoảng thời gian dài.

Một số nghiên cứu đã đi đến kết luận rằng hiện chưa có phương pháp nào hiệu quả, kinh tế, có thể áp dụng ngay để kiểm tra tình trạng cách điện một khi cáp đã được lắp đặt trong đường ống hoặc chôn trực tiếp. Thử nghiệm điện môi tỏ ra bất lực, không thể phát hiện ra vật liệu cách điện bị rạn nứt trong môi trường khô ví dụ như trong các ống dẫn cáp. Vì vậy để loại bỏ vấn đề này, rõ ràng là cần phải có một phương pháp để kiểm tra tính toàn vẹn về cơ của cách điện cáp, đặc biệt là khi đã được lắp đặt trong ống dẫn trước khi bàn giao mạch điện. Hydro-Québec quyết định phát triển một kỹ thuật thử nghiệm mới với sự hợp tác của các đối tác là Dow Chemical Co. (bang Michigan, Mỹ) và ndb Technologies Inc. (Quebec, Canada).

THỬ NGHIỆM KHÍ NÉN

Nguyên lý của kỹ thuật mới về thử nghiệm cách điện cáp điện hạ áp là bơm không khí nén vào lõi cáp và sau đó theo dõi những thay đổi về áp suất trong một khoảng thời gian nhất định. Cách điện bị rạn nứt gây ra rò rỉ, do đó có thể phát hiện được nhờ hiện tượng sụt áp bên trong cáp. Dựa trên nguyên lý này, một quy trình thử nghiệm độc đáo đã được phát triển nhằm tối ưu hóa khoảng thời gian thử nghiệm và độ tin cậy chẩn đoán. Thử nghiệm bao gồm hai bước: Bơm không khí và chẩn đoán. Đầu tiên bơm không khí nén ở áp suất p_1 vào một đầu của cáp cho đến khi áp suất p_2 ở đầu kia bắt đầu tăng lên. Thời gian cần thiết để áp suất p_2 bắt đầu



Thử nghiệm khí nén bao gồm hai bước. Không khí nén (P_1) được bơm ở một đầu cáp cho đến khi áp suất (P_2) bắt đầu tăng lên ở đầu kia. Việc chẩn đoán dựa trên độ sụt áp theo thời gian.

tăng là khác nhau, đặc trưng đối với từng đoạn cáp. Thời gian này tăng theo chiều dài cáp và độ nén chặt của sợi cáp, và giảm theo kích thước dây dẫn. Sau đó bơm không khí nén đồng thời ở cả hai đầu của cáp. Việc chẩn đoán “có rò rỉ/không có rò rỉ” căn cứ vào hiện tượng sụt áp theo thời gian. Áp suất được theo dõi kể từ khi kết thúc việc bơm không khí. Khoảng thời gian thử nghiệm là hàm của thời gian đặc trưng của cáp, được xác định ở bước đầu. Kỹ thuật này có thể áp dụng cho các loại cáp chum bao gồm một số dây dẫn pha có thể được đấu nối thành mạch kín. Tuy nhiên, hiện đã có qui trình áp dụng cho cáp điện một pha.

Lợi thế của việc đấu nối nhiều cáp thành mạch kín là các đầu của mạch kín nằm ở cùng một chỗ, do đó có thể bơm không khí và đo áp suất ở cả hai đầu dây. Ngoài ra, có thể kiểm tra đồng thời tất cả các pha, nhờ đó giảm được đáng kể thời gian cần thiết để thực hiện các thử nghiệm.

THIẾT BỊ THỬ NGHIỆM CÁCH ĐIỆN CÁP

Thiết bị thử nghiệm cách điện cáp, mang tên INSULEAK, dựa trên phương pháp tối ưu hóa thời gian, được phát triển ở dạng thiết bị độc lập, di động, hoàn toàn tự động. Thiết bị thử nghiệm có ba thành phần chính:

- Một hệ thống điện khí nén để bơm không khí nén vào lõi cáp.
- Một bộ điều khiển điện tử với phần mềm hỗ trợ các chức năng thử nghiệm thông minh.
- Đường ống khí nén với các đầu nối cáp để nối thiết bị thử nghiệm với cáp.

Các thành phần thử nghiệm này lắp vừa bên trong hộp, nhờ đó bộ thiết bị nhỏ gọn, di động và dễ sử dụng. Nguồn điện là bộ acquy có thể nạp điện lại, được bố trí bên trong hộp. Tuy nhiên, không khí nén ở áp suất ≈ 500 kPa phải được cấp từ nguồn bên ngoài, ví dụ như máy nén khí di động hoặc máy nén khí lắp trên xe tải. Mức áp suất này không ảnh hưởng đến cách điện cáp.

Thiết bị thử nghiệm cách

điện cáp tiến hành thử nghiệm một cách tự động, chỉ hiển thị tình trạng có rò rỉ/không có rò rỉ và không yêu cầu nhập vào máy bất kỳ tham số nào về cáp. Chế độ thử công cho phép người dùng điều khiển các van đối với các thử nghiệm đặc biệt.

Việc phát triển các đầu nối cáp vạn năng đã được tiến hành với sự cẩn trọng đặc biệt. Chúng được thiết kế bằng cao su được gia cố, mặt bên trong hình nón, mặt bên ngoài hình trụ. Hình dạng này cho phép đầu nối cáp lắp vừa với các loại cáp đường kính từ 8 mm đến 34 mm. Vòng đai kẹp (côliê) có bề mặt bên trong nhẵn cho phép nối cáp kín hơi hoàn toàn.

THỬ NGHIỆM TẠI HIỆN TRƯỜNG

Rất nhiều thử nghiệm trong phòng và tại chỗ đã chứng minh rằng thiết bị thử nghiệm cáp INSULEAK có những tính năng sau:

- Phát hiện hư hại vỏ cáp có đường kính lỗ thủng nhỏ hơn 1 mm trên đoạn cáp chiều dài tới 200 m.
- Thử nghiệm cách điện mất

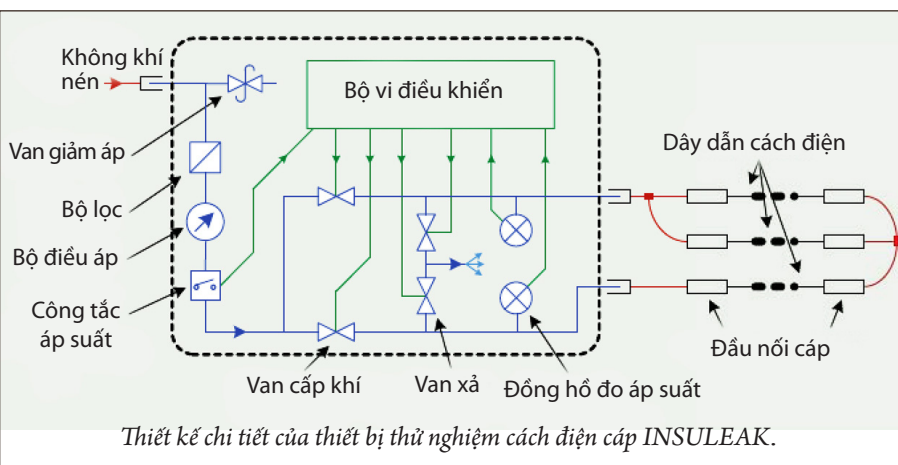
từ 1 phút đến vài phút, chủ yếu tùy thuộc vào tiết diện cáp và chiều dài đoạn cáp, thời gian này được điều chỉnh tự động theo trở kháng khí nén của cáp được thử nghiệm (ví dụ, 1 phút đối với đoạn cáp tiết diện 380 mm² dài 30 m và 10 phút đối với đoạn cáp 3 ruột tiết diện 53,49 mm² dài 200 m.

- Kết quả không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ môi trường và độ ẩm không khí.
- Đặc tính điện môi của cách điện cáp không thay đổi với áp suất bơm không khí tới 500 kPa.
- Thử nghiệm cáp hoàn chỉnh kéo dài trung bình từ 15 đến 20 phút, kể cả thời gian lắp các bộ nối cáp.

Thiết bị thử nghiệm bằng khí nén sử dụng đơn giản, không yêu cầu phải nhập dữ liệu và hiển thị kết quả rõ ràng: Cách điện bị thủng hoặc còn tốt. Nhóm công tác thực địa đang làm việc có thể thực hiện thử nghiệm chỉ sau vài giờ huấn luyện.



Thiết bị thử nghiệm cách điện cáp cùng với các đầu nối cáp vạn năng





Thử nghiệm dây cách điện hạ áp bằng khí nén

Các thử nghiệm tại hiện trường bằng thiết bị INSULEAK trên khoảng 70 cáp điện hạ áp thuộc mạng cáp ngầm của Hydro-Québec đã được lắp đặt bằng cách kéo qua các đường ống cho thấy sự liên quan của việc kiểm soát chất lượng lắp đặt. Ngay cả với nhóm được đào tạo kĩ lưỡng, hư hỏng cách điện vẫn có thể xảy ra và không bị phát hiện. Ví dụ, thiết bị thử nghiệm INSULEAK đã phát hiện được lỗ thủng trên một trong năm đoạn cáp, mặc dù tất cả các biện pháp phòng ngừa đã được thực hiện trong quá trình lắp đặt. Đoạn cáp tiết diện 380 mm², dài 40 m này có lẽ đã bị hư hại trong quá trình lắp đặt. Sau khi tháo đoạn cáp này ra, đã phát hiện được lỗ thủng trên vỏ bọc cáp, cách đầu dây khoảng 10 m. Mặc dù lỗ rò tới tận lõi cáp là lớn. Thử nghiệm điện môi trên cáp trước khi tháo cáp đã không phát hiện được lỗi này vì môi trường tại thời điểm đó không đủ dẫn điện.

Thử nghiệm cáp tại chỗ này chứng tỏ thiết bị thử nghiệm INSULEAK là công cụ hiệu quả cho việc xác minh tính toàn vẹn về cơ của cách điện cáp, là kỹ thuật duy nhất để phát hiện các khuyết tật trong môi trường khô mà ở đó các thử nghiệm điện môi không hiệu quả. Với khả năng kiểm tra tự động và các chức năng đọc ra kết quả, thiết bị có khả năng xác minh và đảm bảo kiểm soát chất lượng qui trình lắp đặt cáp điện hạ áp, nhờ đó ngăn ngừa các sự cố phóng hồ quang điện, cải thiện độ an toàn cho các đội công tác hiện trường và cho người dân và nâng cao độ tin cậy lưới điện.



Ví dụ về vỏ bọc bị hư hại trên cáp điện hạ thế được định vị bằng thiết bị thử nghiệm cách điện cáp

Mặc dù được phát triển cho cáp lắp đặt trong đường ống, nhưng công nghệ này cũng có thể áp dụng cho cáp chôn trực tiếp. Công nghệ này thậm chí còn có thể được hiệu chỉnh để áp dụng cho các loại cáp có kết cấu khác với các loại cáp lắp đặt trong hệ thống cáp ngầm phân phối điện của Hydro-Québec (ví dụ, để kiểm tra tính toàn vẹn về cơ của vỏ bọc cáp điện hạ áp nhiều ruột được sử dụng tại một số quốc gia châu Âu hoặc để tiến hành thử nghiệm với các đầu nối cáp được lắp đặt trên các đầu cáp).

ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG

Sử dụng kỹ thuật thử nghiệm bằng khí nén là một lựa chọn hiệu quả về chi phí cho việc lắp đặt cáp điện hạ áp có các đặc tính thiết kế kỹ thuật cao như cáp có khả năng tự sửa chữa, tự phục hồi hoặc cáp có áo giáp. Bằng cách thử nghiệm cáp bằng khí nén sau khi lắp đặt, chi phí có thể thấp hơn so với mua các loại cáp có cách điện bền hơn (ví dụ, cáp có hai lớp cách điện hoặc cách điện dày hơn). Cuối cùng, thử nghiệm bằng khí nén đảm bảo tính toàn vẹn của cách điện. Không thể đảm bảo được điều này ngay cả khi sử dụng các loại cáp có thiết kế có độ bền cao.

Dựa trên sự so sánh các công nghệ thay thế sẵn có và được hỗ trợ bởi các kết luận rõ ràng trong các kết quả thử nghiệm tại chỗ, Hydro-Québec đã quyết định áp dụng thiết bị thử nghiệm INSULEAK, do ndb Technologies chế tạo, để sử dụng trên hệ thống cáp ngầm phân phối điện hạ áp của công ty. Thiết bị này sẽ được sử dụng như một công cụ bảo đảm chất lượng cho cáp điện hạ áp mới lắp đặt.

Nguyễn Thị Dung dịch
Theo "T&D World", số 11 /2013