

# TÁC ĐỘNG CỦA DÒNG ĐIỆN CHẠM ĐẤT MỘT PHA VÀ BẢO VỆ CHỌN LỌC KHỐI CHẠM ĐẤT MỘT PHA Ở LƯỚI ĐIỆN 6-35 KV CÓ TRUNG TÍNH CÁCH LY Ở VÙNG MỎ QUẢNG NINH

TS. PHẠM TRUNG SƠN  
*Trường Đại học Mỏ-Địa chất*

## 1. Tổng quan

Ở các lưới điện phân phối của các Công ty than thuộc vùng mỏ Quảng Ninh có cấp điện áp làm việc 6÷35 kV, vấn đề quan trọng ở lưới điện này là chế độ nối đất trung tính, vì nó có ảnh hưởng quyết định đến độ tin cậy cung cấp điện, tính nguyên vẹn của máy điện và cáp lực, sự an toàn của con người làm việc dọc đường dây cáp điện, cũng như ảnh hưởng tới việc lựa chọn nguyên lý, loại thiết bị bảo vệ và tự động hóa, phương pháp sử dụng các thiết bị này đối với việc cắt điện và cảnh báo tín hiệu khi xảy ra chạm một pha. Chạm đất một pha chiếm tới 75÷90 % trong tổng số các sự cố về điện. Dòng chạm đất phụ thuộc vào điện áp làm việc của lưới, điện dung cách ly của mạng so với đất và tiết diện của cáp. Độ lớn của dòng chạm đất có thể so sánh tương đương với dòng tải, có thể thay đổi từ một vài đến hàng trăm Ampe. Khi bị chạm đất, toàn bộ các kết nối của lưới điện bị quá áp trong một thời gian dài, kèm theo phóng điện hồ quang.

Về lý thuyết, khi chạm đất hoàn toàn, điện áp các pha không bị sự cố sẽ tăng  $\sqrt{3}$  lần điện áp pha. Thời gian làm việc của lưới điện khi xảy ra chạm đất một pha phụ thuộc vào độ ổn định nhiệt của máy biến áp đo lường có trung tính của cuộn dây phía sơ cấp được nối trực tiếp xuống đất. Tại các công ty than thuộc vùng mỏ Quảng Ninh, hiện tại đang sử dụng một số chế độ nối trung tính như sau:

- ❖ Trung tính cách ly;
- ❖ Trung tính nối đất;
- ❖ Trung tính nối đất qua cuộn kháng (điện trở), ràng buộc theo quy chuẩn, quy phạm.

Trên cơ sở của các giải pháp đã được biết đến và các trang thiết bị bảo vệ rơle khối chạm đất một pha hiện có trong các lưới điện phân phối 6-35 kV của các Công ty than thuộc vùng mỏ Quảng Ninh, việc đảm bảo độ nhạy và chọn lọc tới 100 % đã không đạt được yêu cầu. Vì vậy, cần phải có các nghiên cứu đánh giá bổ sung.

## 2. Các tác động của dòng điện chạm đất đối với lưới điện khi xảy ra chạm đất một pha

Thực tế biên độ của các xung điện áp quá áp khi chạm đất một pha có thể đạt tới  $(3,5\div 3,8)U_f$ , làm hư hỏng cách điện giữa các pha, dẫn tới ngắn mạch giữa các pha qua đất. Sau khi rơle bảo vệ cắt ngắn mạch giữa các pha, chế độ chạm đất một pha vẫn còn tồn tại. Khi chạm đất sẽ có phóng điện hồ quang tại điểm chạm đất, kèm theo quá áp tại các pha còn tốt của lưới.

Hiện tượng cộng hưởng sắt từ xuất hiện trong lưới điện sẽ làm mạng phức tạp hơn, dẫn tới làm hư hỏng các máy biến điện áp, các máy biến áp điện lực công suất nhỏ. Khi xảy ra chạm đất trên cột điện bê tông cốt thép, có thể làm hư hỏng cột, theo giới hạn của đất mà xuất hiện điện áp bước gây nguy hiểm cho con người và động vật.

Ở trên các đường dây dẫn điện, khi xảy ra chạm đất, dòng chạm đất sẽ gây nhiễu loạn lớn về sóng điện từ. Rõ ràng, chạm đất kèm theo hồ quang điện, là nguồn gây cháy, nổ. Đối với cáp điện khi xảy ra chạm đất kép qua đất, có thể gây cháy vỏ cáp, có thể gây thiệt hại lớn cho sản xuất, cho thiết bị điện... Hồ quang tại điểm chạm đất khi dòng hồ quang khoảng 10 A, sẽ tạo ra quá áp tới  $(3,5\div 3,8)U_f$ . Khi dòng hồ quang lớn hơn 10 A sẽ tạo ra quá điện áp tới  $3U_f$ , khi dòng hồ quang tới 20÷50 A sẽ tạo ra quá điện áp tới  $2,7U_f$ . Việc hồ quang cháy ổn định phụ thuộc vào việc giảm quá áp và mức độ tăng dòng hồ quang.

Quá áp cực đại khi chạm đất một pha, xảy ra trong các tình huống sau đây:

- ❖ Điện áp xuất hiện trên pha sự cố tại thời điểm đầu tiên phóng điện hồ quang;
- ❖ Vào thời điểm hồ quang bị dập tắt và điện áp cháy trở lại (phóng điện lần hai) ở nửa chu kỳ tiếp theo của điện áp.

Sự cố phóng điện hồ quang lần hai xảy ra ở một giá trị khác không của điện áp ở trung tính của lưới, phụ thuộc vào sự dập tắt hồ quang sau khi phóng điện hồ quang lần đầu và có giá trị khoảng  $0,5-1,4 U_f$ .

Quá điện áp cực đại khi chạm đất một pha có thể đạt tới  $3,8U_f$ , nếu như dòng hồ quang bị dập tắt khi chuyển qua thời điểm không. Hồ quang bị dập tắt nhanh chóng khi điện áp các pha không bị sự cố vượt quá điện áp pha, khi trung tính xuất hiện điện áp và khi sự cố tiếp theo (phóng điện hồ quang) vào thời điểm cực đại của điện áp của pha sự cố, cũng như khi điện áp tại trung tính tăng lên và khi quá áp tại các pha không bị sự cố của lưới.

Ưu điểm của mạng trung tính cách ly là có thể bù một phần dòng chạm đất thông qua điện trở nối đất trung tính, cho phép giảm quá áp, giảm hiện tượng cộng hưởng sắt từ, cải thiện điều kiện tác động của rơle bảo vệ.

### 3. Các chế độ nối đất trung tính ở mạng trung tính cách ly và ảnh hưởng của nó tới việc bảo vệ chọn lọc khỏi chạm đất một pha

Các chế độ nối đất trung tính của lưới điện  $6-35$  kV, có thể được áp dụng:

- ❖ Trung tính cách ly;
- ❖ Trung tính nối đất qua cuộn dây dập hồ quang;
- ❖ Trung tính nối đất qua điện trở;
- ❖ Trung tính nối đất qua cuộn dây dập hồ quang, nối sun với điện trở.

Trung tính nối đất qua cuộn dây dập hồ quang cho phép bù hoàn toàn dòng điện dung khi chạm đất và hạn chế quá áp hồ quang. Điều này vừa có mặt tích cực và mặt tiêu cực và mặt tiêu cực xuất hiện khi điều chỉnh cuộn dây dập hồ quang không chính xác, quá điện áp có thể xảy ra khi chạm đất trong chế độ thiếu pha, xảy ra khi cắt điện không đồng thời máy cắt hoặc hư hỏng tiếp điểm của máy cắt.

Việc điều chỉnh cộng hưởng ở lưới trung tính cách ly trong quá trình chạm đất và dập tắt hồ quang, ở một vài trường hợp dẫn đến sự cố lặp lại, khi điện áp bằng hoặc nhỏ hơn điện áp pha và trên các pha không bị hư hỏng quá điện áp có thể đạt đến  $2,4U_f$ . Khi điều chỉnh việc bù từ 15 đến 30 %, quá áp hồ quang trên lưới có thể đạt đến  $(2,8-3)U_f$ , điều này có thể làm giảm hiệu quả trung tính nối đất qua cuộn dập hồ quang. Việc ở lưới trung tính cách ly có điều chỉnh cộng hưởng, thì không cần phải xét đến dòng điện chỉnh định cho bảo vệ khỏi chạm đất một pha.

Khi điều chỉnh không chính xác cuộn dập hồ quang, quá trình san phẳng điện áp pha sau khi

dập hồ quang nằm ở đặc tính của mạch dập. Tần số mạch dập được xác định bởi cấp độ điều chỉnh bù và bản chất hình thành mạch dao động cộng hưởng.

Khi điều chỉnh chính xác cuộn dây dập hồ quang hoặc điều chỉnh với lượng quá bù nhỏ, thì khi chạm đất một pha xảy ra cũng không thể tránh khỏi việc mất điều chỉnh cuộn dây dập hồ quang, và việc xảy ra các mạch dập thúc đẩy việc cắt điện khỏi kết nối lưới với dòng điện dung lớn. Mạch dập có thể gây ra sự cố trở lại, làm cho điện áp tiến sát giá trị cực đại, gây ra quá điện áp lên các pha không bị sự cố.

Tuy nhiên ở các pha không bị sự cố có dòng điện dung đặc biệt chảy qua, đó là dòng rò, dòng rò tồn tại các thành phần sóng hài bậc cao so với tần số cơ bản, việc phân chia các thành phần sóng hài, nghiên cứu điều kiện nảy sinh, tính toán... có thể cho phép phát triển các hình thức bảo vệ đảm bảo chọn lọc cắt điện khỏi ngắn mạch một pha ở lưới  $6-35$  kV.

Ưu điểm của bảo vệ chọn lọc khỏi dòng chạm đất một pha tác động theo dòng điện là việc loại bỏ được thành phần dòng dung, khi dòng chỉnh định của bảo vệ nhỏ hơn dòng sự cố chạm đất một pha. Bởi vậy, đối với lưới điện có cuộn dây dập hồ quang thích hợp hơn cả là vận hành với việc quá bù thành phần dòng điện dung.

Nối đất trung tính qua điện trở lớn hoặc nhỏ sẽ đưa ra một loạt các lợi ích về chất lượng.

Nối đất trung tính qua điện trở lớn được thực hiện với mục đích giới hạn quá điện áp hồ quang và loại bỏ hiện tượng cộng hưởng sắt từ khi cần phải hạn chế thời gian tìm kiếm phần sự cố bởi nhân viên vận hành khi lưới xảy ra chạm đất.

Điện trở lớn được lắp đặt ở trung tính cho phép giảm thời gian phóng điện ổn định của tụ điện tại các pha không bị sự cố trong khoảng thời gian tạm cắt điện. Thời gian để tụ điện phóng điện hoàn toàn từ  $0,008-0,010$  s. Việc tính toán giá trị điện trở cần đảm bảo dòng điện khi chạm đất một pha lớn hơn dòng chỉnh định của rơle.

Điện trở nối đất thấp ở lưới trung tính cách ly đảm bảo dòng chỉnh định của rơle khi chạm đất một pha và vùng bảo vệ cho cuộn dây stator của cuộn dây máy phát, máy biến áp, động cơ điện là lớn nhất, tạo điều kiện giảm thiểu hiện tượng cộng hưởng sắt từ và hạn chế việc quá áp ở các pha không bị hư hỏng. Trung tính nối đất qua điện trở nhỏ đảm bảo sử dụng hiệu quả cho lưới điện có các máy phát đồng bộ và các máy điện quay. Điện trở nối đất trong trường hợp này có thể ngăn chặn quá điện áp cho phép ở các pha không bị sự cố với dòng điện dung không nhỏ hơn dòng chạm đất một

pha, bảo đảm cắt điện chọn lọc khỏi sự cố khi chỉnh định role bảo vệ khỏi chạm đất một pha.

Việc tính toán độ lớn của điện trở từ việc cân nhắc cấp độ nhỏ nhất được lựa chọn.

Mắc sun điện trở cuộn dây dập hồ quang cho phép loại bỏ mạch đập sau khi dập hồ quang, hạn chế quá áp khi sự cố lặp lại đến  $2,4U_f$ . Mắc sun điện trở cho phép:

- ❖ Hạn chế quá áp trên các pha không bị sự cố khi chạm đất đến các giá trị điện áp thử nghiệm của máy điện xoay chiều theo sự phù hợp về khối lượng và tiêu chuẩn thử nghiệm các thiết bị điện;

- ❖ Tăng độ lớn thành phần tác dụng của dòng điện chạm đất và hơn cả là đảm bảo sự chọn lọc của bảo vệ, loại bỏ quá trình cộng hưởng sắt từ.

Việc tính toán độ lớn của điện trở mắc sun cần đảm bảo quá điện áp tối đa trên các pha không bị hư hỏng khi chạm đất không lớn hơn  $2,6U_f$ .

Chế độ nối đất trung tính ở mạng 6 (10÷35) kV được lựa chọn theo các dấu hiệu quan trọng sau:

- ❖ Độ tăng của dòng chạm đất;

- ❖ Có sự hiện diện của các máy phát điện và động cơ điện trong lưới (đảm bảo yêu cầu đối với giới hạn quá áp).

Hiện nay còn thiếu giải pháp duy nhất trong tính toán cài đặt role khỏi chạm đất một pha ở lưới điện 6÷35 kV (do không hoàn hảo trong sử dụng), cũng như các phương pháp kiểm tra độ nhạy của bảo vệ. Việc tính toán chỉnh định theo dòng bảo vệ khỏi chạm đất một pha trên các đường dây truyền tải được thực hiện bởi các đường cáp song song, được làm rõ bởi các thử nghiệm thực tế. Các máy biến dòng thành phần thứ tự không được lắp đặt trên từng cấp và cuộn dây thứ cấp của nó được đấu nối nối tiếp với bộ phận khởi động (role dòng) của bảo vệ. Chỉnh định bảo vệ chọn lọc còn phụ thuộc vào việc sử dụng đúng kỹ thuật đấu nối vỏ cáp với đất của máy biến áp lực. Việc sự cố các tiếp điểm kết nối ở sơ đồ mạch chính của bảo vệ sẽ dẫn đến bảo vệ tác động không chọn lọc.

Trên các đường dây trên không, các biến dòng theo tổng dòng điện 3 pha (lọc dòng thành phần thứ tự không  $3I_0$ ) được sử dụng, có dòng không cân bằng lớn phụ thuộc vào đặc tính và chất lượng sản xuất của máy biến dòng. Để đảm bảo an toàn khỏi dòng không cân bằng đã dẫn đến làm tăng giá trị cài đặt theo dòng chỉnh định của bảo vệ.

Điện trở tức thời tại điểm chạm đất khi đường dây trên không đứt và rơi xuống đất có thể đạt tới 5÷7 kΩ, dòng chạm đất nhỏ dẫn đến việc tính toán chỉnh định cài đặt bảo vệ thấp hơn. Trong trường

hợp này độ nhạy của bảo vệ không đảm bảo, không tác động với các tín hiệu chạm đất.

Khi tất cả các biện pháp nối đất trung tính trong lưới 6÷10 kV có các bảo vệ dòng điện khỏi chạm đất một pha không đảm bảo với yêu cầu chọn lọc và độ nhạy khi xảy ra chạm đất một pha, thì chúng vẫn được sử dụng để cắt điện chọn lọc khi ngắn mạch giữa các pha qua đất.

Để bảo vệ khỏi chạm đất 1 pha, có thể áp dụng các phương pháp bảo vệ sau:

- ❖ Theo thành phần điện áp thứ tự không ( $3U_0$ ) (báo tín hiệu);

- ❖ Định hướng bảo vệ dòng điện theo dòng điện  $3I_0$  và điện áp  $3U_0$  trên cơ sở tần số 50 Hz;

- ❖ Bảo vệ theo dòng điện  $3I_0$  trên cơ sở tần số 50 Hz;

- ❖ Theo sự xếp chồng của dòng điện với các thành phần tần số khác với tần số 50 Hz;

- ❖ Phản ứng lên các thành phần tần số cao của dòng điện chạm đất, xảy ra tự nhiên (trong thời gian của quá trình quá độ dập hồ quang);

- ❖ Phản ứng lên điện áp  $3U_0$  và dòng  $3I_0$  trong quá trình quá độ.

Bảo vệ theo thành phần điện áp thứ tự không, tác động cắt điện, được thực hiện trên từng đường dây, ở các xuất tuyến của thanh cái, nó có ưu điểm hơn bảo vệ định hướng theo dòng  $3I_0$  và với các bảo vệ khác là tối thiểu hóa thành phần sóng hài bậc cao, bảo vệ tác động tốt hơn khi phóng điện hồ quang và không ảnh hưởng đến cuộn dây dập hồ quang. Bảo vệ định hướng theo sự tăng lên của dòng  $3I_0$  trong lưới, áp dụng hiệu quả cho các trường hợp:

- ❖ Với dòng điện nhỏ nhất khi chạm đất một pha ở mạng có trung tính nối đất qua điện trở có thành phần tác dụng của dòng chạm đất là 35÷40 A ở trung tính và với thành phần dòng điện dung không lớn hơn 5 A (loại sơ đồ bảo vệ có biến dòng thành phần thứ tự không).

- ❖ Ở các mạng phân phối có cấp điện áp 6÷10 kV với cuộn dây dập hồ quang nối vào trung tính của các trạm biến áp ở các khu công nghiệp, lưới điện thành phố với số lượng lớn cấp điện, có thành phần dòng điện dung khi kết nối không lớn hơn 5A.

Thực hiện bảo vệ hiệu quả theo dòng điện  $3I_0$  mà không có cuộn kháng, trong trường hợp phức tạp cần phải nối đất qua điện trở với dòng điện 10÷15 A. Để giải quyết vấn đề chọn lọc tín hiệu chạm đất một pha trong các lưới điện có bù, các thiết bị bảo vệ và báo tín hiệu chạm đất, làm việc dựa trên các đại lượng điện của quá trình quá độ

được sử dụng. Ở lưới điện trung tính cách ly hoặc được nối đất qua điện trở lớn bảo vệ dựa theo nguyên lý tác động được sử dụng.

Phần lớn việc bảo vệ nằm ở việc sử dụng thiết bị xác định vị trí sự cố, có hai giải pháp sau đây:

- ❖ So sánh biên độ của dòng quá độ được kết nối với đối tượng được bảo vệ.

- ❖ Xác định dấu hiệu tức thời của thành phần công suất thứ tự không tại thời điểm đầu tiên của quá trình quá độ.

Theo giải pháp đầu tiên được thực hiện bởi các thiết bị làm việc với tổng dòng điện đo lường tương đối, và theo hướng thứ hai - Hướng thiết bị bảo vệ làm việc với tổng dòng điện đo lường hoặc dòng riêng.

Thiết bị bảo vệ khỏi chạm đất làm việc với tổng dòng điện đo lường hoặc dòng riêng chỉ phản ứng với độ lớn của dòng điện quá độ và tác động cắt nhanh không duy trì thời gian khi chạm đất hoàn toàn.

#### 4. Kết luận

Từ các cơ sở phân tích ở bên trên, có thể đánh giá tổng quát như sau:

- ❖ Quá điện áp ở lưới 6÷35 kV khi chạm đất một pha xảy ra đối với tất cả các chế độ nối trung tính và có thể đạt tới  $(3,5÷3,8)U_i$ ;

- ❖ Khi chạm đất một pha, độ lớn của dòng chạm đất tại vị trí chạm đất thay đổi trong giới hạn rộng, độ lớn của dòng chạm đất phụ thuộc vào điện áp làm việc, sơ đồ và độ dài của lưới, đó là những vấn đề liên quan không cho phép đảm bảo sự an toàn và chọn lọc tuyệt đối khi chỉnh định bảo vệ khỏi chạm đất một pha;

- ❖ Dòng chạm đất có chứa thành phần sóng hài bậc cao. Tần số và biên độ của sóng hài phụ thuộc vào phẩm chất tốt của sóng trong sự hình thành các mạch giao động;

- ❖ Còn thiếu giải pháp trong tính toán cài đặt bảo vệ khỏi chạm đất một pha ở lưới 6-35kV (không hoàn hảo trong sử dụng), cũng như các giải pháp kiểm tra độ nhạy của bảo vệ;

- ❖ Trên cơ sở các kết quả phân tích điều kiện làm việc, độ chọn lọc và độ nhạy của bảo vệ khỏi chạm đất một pha trong lưới 6÷35 kV có thể nói về việc cần thiết phải tìm ra các giải pháp giải quyết nhiệm vụ, đảm bảo yêu cầu qui định đối với rơle bảo vệ. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Anh Nghĩa, Trần Bá Đề. Điện khí hoá mỏ. Nhà xuất bản "Giao thông vận tải". Hà Nội, 1997.
2. Nguyễn Anh Nghĩa. Rơle bảo vệ trong hệ thống điện mỏ. Nhà xuất bản "Giao thông vận tải". Hà Nội, 2006.
3. H.B. Чернобровов. Bảo vệ rơle. Nhà xuất

bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 1983.

4. Борухман В.А. Об эксплуатации селективных защит от замыканий на землю в сетях 6-10 кВ и мероприятиях по их совершенствованию // Энергетик, 2000, №1.

5. Вайнштейн Р.А., Головки С.И. Григорьев В.С. и др. Защита от замыканий на землю в компенсированных сетях // Электрические станции. 1998. №7. С. 26-30.

6. Шуин В.А., Гусенков А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6-10 кВ. - М.: НТФ «Энергопрогресс», 2001.

**Người biên tập: Đào Đức Thọ**

#### SUMMARY

The paper presents the current state of 6-35 kV power network with neutral isolated in Quảng Ninh mining province, the impact of single phase short circuit to the ground on the distribution network and selective protective relays.

## HOÀ TÁCH QUẶNG TINH...

(Tiếp theo trang 48)

4. N. Gonen. Leaching of finely disseminated gold ore with cyanide and thiourea solution, Hydrometallurgy 69 (2003).

5. Liyuan Chai, Masazumi Okido, Wanzhi Wei. Effect of  $Na_2SO_3$  on electrochemical aspect of gold dissolution in alkaline thiourea solution, Hydrometallurgy 53 (1999).

6. Gavin Hilson, Monhemius. Alternatives to cyanide in the gold mining industry: what prospect for the future, Journal of Cleaner Production 14 (2006).

**Người biên tập: Trần Văn Trạch**

#### SUMMARY

In this report the leaching test results for gold flotation concentrate Minh Lương, Lào Cai in alkaline thiourea solution are presented. The gold leaching recovery more 90 % has been received at an suitable set of leaching parameters. Using the oxidants such as  $K_2S_2O_8$  or  $K_3Fe(CN)_6$  and leaching regime CIL give the better results.