

# MỘT SỐ YẾU TỐ LÀM SAI LỆCH THỜI ĐIỂM KÍCH NỔ CỦA KÍP ĐIỆN

TS. KHÔNG CAO PHONG  
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Công tác nổ mìn được xem là một trong những công đoạn chính trong khai thác mỏ do phương pháp khai thác bằng khoan nổ mìn được áp dụng rộng rãi đối với những vật liệu khác nhau và thiết kế mỏ khác nhau và được áp dụng tại mỏ hầm lò và lộ thiên. Ngoài ra nổ mìn còn được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực xây dựng cầu đường, thủy lợi.

## 1. Các yếu tố an toàn trong công tác nổ mìn vi sai điện

Trong nổ mìn vấn đề kích nổ là một công việc hết sức quan trọng có ảnh hưởng rất lớn đến an toàn và chất lượng của một vụ nổ. Cùng với sự phát triển của công nghệ nổ mìn, các phương pháp kích nổ khác nhau đã được phát minh và ứng dụng từ cách đây gần 200 năm. Từ thời kỳ sử dụng dây cháy chậm, các phương pháp kích nổ đã phát triển qua: kích nổ bằng kíp thủy ngân (1865); kích nổ bằng kíp điện (1880); kích nổ bằng kíp điện có vi sai 0,5 giây (1900); kích nổ phi điện bằng dây nổ Cord (1907); kích nổ bằng kíp điện vi sai mili giây (1943); kích nổ phi điện bằng sóng nổ dùng ống NONEL và kíp phi điện (1963); và tới nay đang được đề xuất sử dụng là phương pháp kích nổ dùng kíp điện tử (1990/200) [1]. Tuy nhiên ở nước ta hiện nay các kíp nổ điện (kíp thường và kíp vi sai) vẫn được sử dụng phổ biến bởi những ưu điểm sau [1]:

- ❖ Có độ an toàn cao hơn do có khả năng kích nổ ở vị trí cách xa so với bãi nổ;
- ❖ Có khả năng điều khiển kích nổ chính xác hơn;
- ❖ Có khả năng kiểm tra mạng nổ;
- ❖ Thời gian vi sai chính xác hơn phù hợp với các ứng dụng nổ mìn theo nhánh, theo hướng hay nổ trong hầm lò;
- ❖ Giảm thiểu hiện tượng phụt bụi và sóng chấn động;
- ❖ Có khả năng sử dụng ở các mỏ than có nhiều khí bụi nổ;
- ❖ Có giá thành thấp hơn so với nổ phi điện.

Để góp phần phát triển bền vững cho nền kinh tế nói chung và công nghiệp mỏ nói riêng thì công tác nổ mìn còn đòi hỏi phải thực hiện các biện pháp nổ đảm bảo hiệu quả kinh tế và tránh tác động đến môi trường. Để thực hiện yêu cầu đó thì một trong những biện pháp thực hiện là lựa chọn phương pháp nổ mìn vi sai với các phương tiện khác nhau [2]:

- ❖ Sử dụng nổ mìn điện với những kíp nổ vi sai;
- ❖ Sử dụng dây nổ với rơle vi sai;
- ❖ Sử dụng phương tiện nổ phi điện;
- ❖ Sử dụng phương tiện nổ phi điện kết hợp với dây nổ.

Do đó vấn đề nghiên cứu những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng nổ mìn vi sai điện là vấn đề cần được quan tâm ở nước ta. Nội dung bài báo sẽ đề cập tới các vấn đề ảnh hưởng tới sự chính xác và các yếu tố an toàn trong công tác nổ mìn vi sai điện.

## 2. Nguy cơ kích nổ sớm

Nguy cơ kích nổ sớm là nhược điểm chính của kíp nổ điện. Nguy cơ này xuất hiện do có hiện tượng dòng điện từ các nguồn điện lạ (không phải từ máy nổ mìn) chạy vào mạch nổ mìn. Các nguồn điện này có thể là: nguồn điện do các tia sét gây ra; nguồn điện do hiện tượng tĩnh điện; nguồn điện do cảm ứng điện từ của các nguồn sóng radio và dòng điện lạc do hiện tượng chạm đất của mạng điện.

Tĩnh điện. Tĩnh điện được tạo ra khi các khối vật liệu tự nhiên được tiếp xúc, tách rời hay do sự biến đổi nhiệt độ. Tĩnh điện được hình thành và tích trên cơ thể của con người trong quá trình vận động. Các vật liệu phi kim như nhựa, cao su, vải sợi, ... là các vật liệu dễ dàng hình thành nên hiện tượng tĩnh điện. Tĩnh điện có thể gây ra các tác động nguy hiểm khi các điện tích trên cơ thể người hoặc trên các vật thể được giải phóng qua kíp nổ [3].

Hiện tượng tĩnh điện phát sinh nhiều hay ít phụ thuộc nhiều vào sự di chuyển của thợ mìn, các loại quần áo sử dụng. Thời tiết hanh khô cũng là điều kiện thuận lợi cho việc hình thành nên tĩnh điện.



Cũng theo các thí nghiệm điều tra ở [3], thì điện áp sinh ra trên cơ thể con người do tĩnh điện gây ra có thể đạt tới 5000 V, trong một số trường hợp có thể đạt 15÷20 KV. Năng lượng tích lũy trên cơ thể người do tĩnh điện vào khoảng 3,75 mJ. Mức năng lượng này đủ để kích nổ cho một kíp điện.

**Sóng radio.** Theo tài liệu [4], các thiết bị liên lạc cầm tay (bộ đàm, điện thoại di động) có thể có công suất phát tới 5 W. Với công suất này có thể gây ra dòng điện tới 500 mA khi các nguồn thu phát sóng điện từ này để ở gần các kíp nổ có dây dẫn được khép kín mạch. Các vòng dây khép kín có tác dụng như một ăng ten thu nhận sóng điện từ của các thiết bị thu phát. Dòng điện lạc do sóng radio này có thể gây kích nổ cho các kíp điện trong một số điều kiện cụ thể (thông thường dòng điện kích nổ của các kíp là khoảng 1,2 A). Bên cạnh các thiết bị liên lạc cầm tay thì các đường dây điện công suất lớn cung cấp điện cho các thiết bị khai thác cũng có thể bức xạ ra các sóng điện từ tới công suất 10 W [4].

**Dòng điện lạc.** Đây là những dòng điện chảy trong lòng đất. Chúng thường có xuất xứ từ các thiết bị điện có tiếp xúc với đất (chạm đất) theo một cách nào đó [5] hoặc do hiện tượng sét đánh xuống đất gây ra. Dòng điện lạc xâm nhập vào mạng điện nổ mìn thông qua: những chỗ cách điện hỏng; những điểm nối dây mạng không thực hiện cách li với đất. Khi dòng điện lạc xâm nhập vào mạng điện nổ mìn ở một điểm và đi ra ở một điểm khác có thể gây kích nổ đối với các kíp nổ điện.

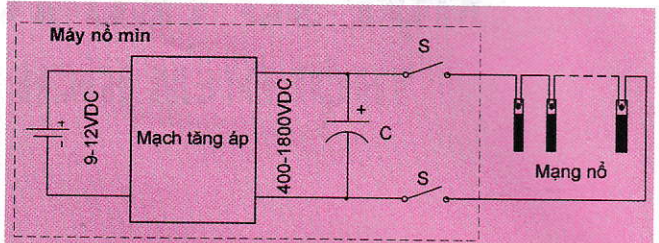
**3. Các yếu tố ảnh hưởng tới thời điểm kích nổ trong nổ mìn vi sai điện**

**3.1. Nguyên lý điều khiển kích nổ điện**

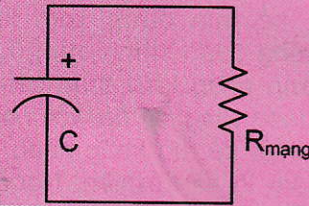
Sơ đồ nguyên lý mạch kích nổ. Để thực hiện việc kích nổ cho một mạng nổ mìn dùng kíp điện thì người ta sử dụng các máy nổ mìn điện. Cấu trúc tổng quát của một hệ bao gồm máy nổ mìn ghép nối với mạng nổ như được thể hiện như trên H.1. Trong đó nguồn điện của máy nổ mìn thường sử dụng là pin hoặc ắc quy có điện áp một chiều khoảng 9÷12 V. Điện áp này được mạch tăng áp của máy đẩy lên giá trị 400÷1800 V tùy theo loại máy và số lượng kíp máy có khả năng thực hiện kích trong một vụ nổ. Điện áp này sẽ được nạp vào cho tụ điện cao áp C để tích trữ năng lượng phục vụ cho việc kích nổ. Khi thực hiện kích nổ khóa S sẽ được đóng lại, năng lượng trong tụ điện C sẽ được giải phóng qua mạng nổ tạo ra dòng điện kích nổ cho các kíp trong mạng.

Năng lượng kích nổ kíp điện. Theo [6] và [7] thì để kích nổ cho một kíp nổ điện thì dòng điện do tụ điện C giải phóng qua các dây tóc (mồi điện) của các kíp nổ phải đạt giá trị cỡ 1,2 Ampe trong một

khoảng thời gian xác định. Tương ứng với dòng điện kích thích đó, năng lượng cần thiết để kích nổ cho kíp điện là 6 mJ/Ω/4 ms.



H.1. Cấu trúc hệ thống nổ mìn điện



H.2. Sơ đồ tương đương mạch nổ mìn

Thời điểm kích nổ kíp là thời điểm năng lượng qua kíp đạt giá trị nổ này.

**3.2. Mô hình mô phỏng hệ thống nổ mìn điện**

Sơ đồ tương đương của mạch nổ mìn được xác định như H.2. Trong đó:  $R_{mạng}$  - Điện trở tổng của mạng nổ; Tụ điện C và điện áp đặt lên tụ được xác định theo tùy thiết bị nổ mìn. Phương trình dòng điện trong mạch RC được xác định bởi

$$U_C(0) + \frac{1}{C} \int_0^t idt + R_{mạng} \cdot i = 0. \tag{1}$$

Nghiệm của phương trình có dạng:

$$i(t) = \frac{U_C(0)}{R_{mạng}} e^{-\frac{t}{R_{mạng}C}} \tag{2}$$

Công suất điện trên một đơn vị điện trở của dây dẫn và dây tóc của kíp nổ được xác định theo công thức sau đây:

$$P = i^2 \cdot 1\Omega, W. \tag{3}$$

Năng lượng nhiệt sinh ra trên 1 đơn vị điện trở của kíp điện như trên

$$E = \int_0^t Pdt = \int_0^t i^2 dt, J. \tag{4}$$

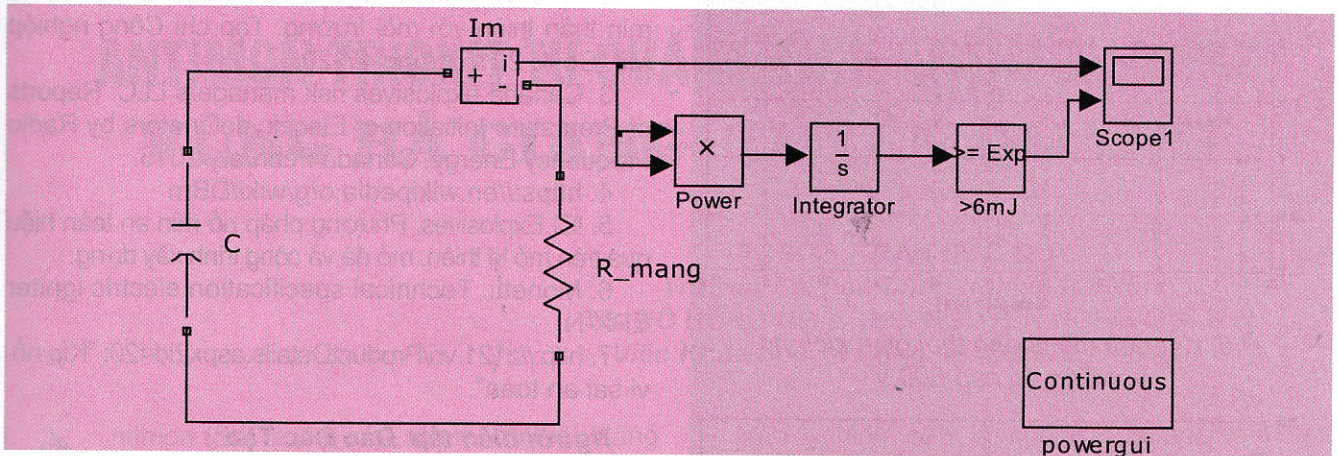
Dựa vào nguyên lý ở trên thời điểm kích nổ được xác định tại thời điểm  $E > 6$  mJ. Từ các công thức (3), (4) mô hình mô phỏng cho hệ thống nổ mìn được xây dựng như H.3. Mô hình bao gồm phần mô phỏng mạch kích nổ (tụ điện và điện trở của mạng nổ). Dựa vào dòng điện giải phóng từ tụ điện sang mạng nổ, sơ đồ mô phỏng theo công thức (4) xác định năng lượng giải phóng trên một đơn vị điện trở của mạng. Thời điểm nổ được xác



định là điểm năng lượng này đạt giá trị 6 mJ.

Để kiểm tra đặc tính của mô hình so với thực tế, dạng sóng điện áp đầu ra của máy nổ mìn với khi ghép với một điện trở tương đương với điện trở

mạng đã được đo kiểm tra với máy hiện sóng (oscillo). Kết quả cho thấy sự tương đồng giữa dạng sóng thu được trên thiết bị thực và kết quả mô phỏng.

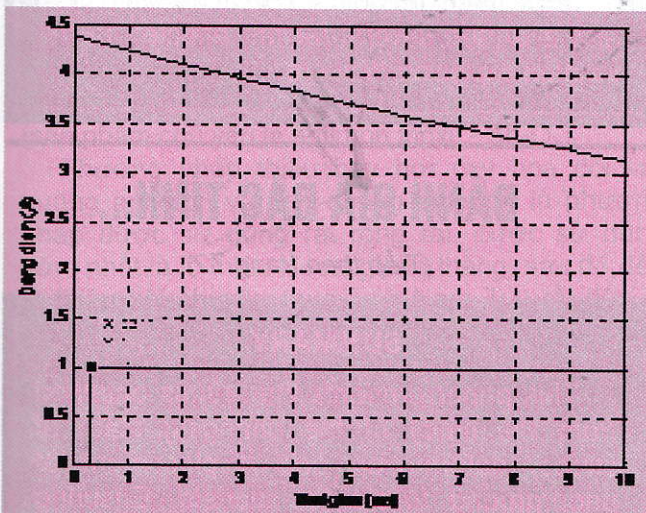


H.3. Mô hình mô phỏng hệ thống nổ mìn

**3.3. Kết quả mô phỏng mạch điện kích nổ**

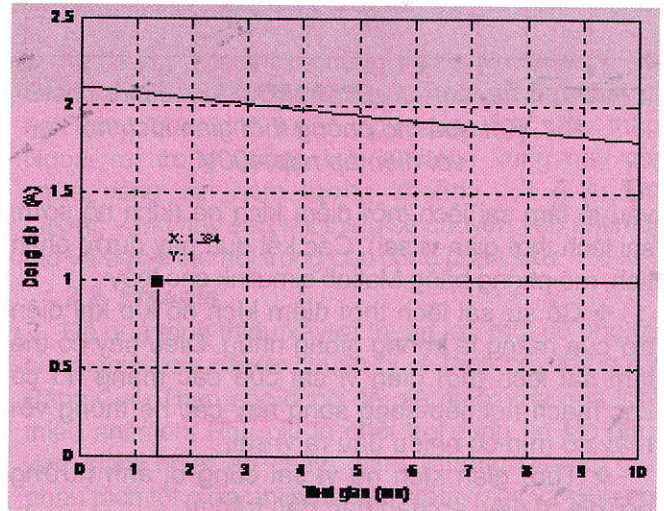
Để thực hiện khảo sát các yếu tố ảnh hưởng tới thời điểm kích nổ của kíp mô hình mô phỏng H.3 được đặt các tham số theo số liệu thực tế của thiết bị và kíp nổ lấy tại Công ty Hóa chất Mỏ (MICCO) Bắc Trung bộ: điện dung tụ nạp 220  $\mu$ F; điện trở dây tín hiệu điện áp tới mạng kíp 100  $\Omega$ ; điện trở kíp 3,7  $\Omega$ /kíp. Đầu tiên, các giá trị điện trở của mạng tương ứng với số lượng kíp bằng 10 và 50 lần lượt được thực hiện. Kết quả thực hiện mô phỏng với được thể hiện như trên H.4 và H.5.

X là thời điểm kích nổ. Với kết quả mô phỏng được, sai lệch thời gian vi sai của hai trường hợp là 1,06 ms. Để khảo sát ảnh hưởng của điện áp nạp cho tụ điện C tới thời điểm kích nổ của kíp các giá trị điện áp đầu là 400 V và 600 V được mô phỏng với số lượng kíp bằng 20. Kết quả mô phỏng được thể hiện trên H.6 và H.7.



H.4. Kết quả mô phỏng thời gian kích nổ với 10 kíp

Kết quả cho thấy thời điểm nổ của các kíp (điểm đánh dấu màu đen) bị thay đổi bởi điện trở của mạng nổ: 137  $\Omega$  trong trường hợp 10 kíp; 285  $\Omega$  trong trường hợp 50 kíp. Trong đó tọa độ theo trục



H.5. Kết quả mô phỏng thời gian kích nổ với 50 kíp

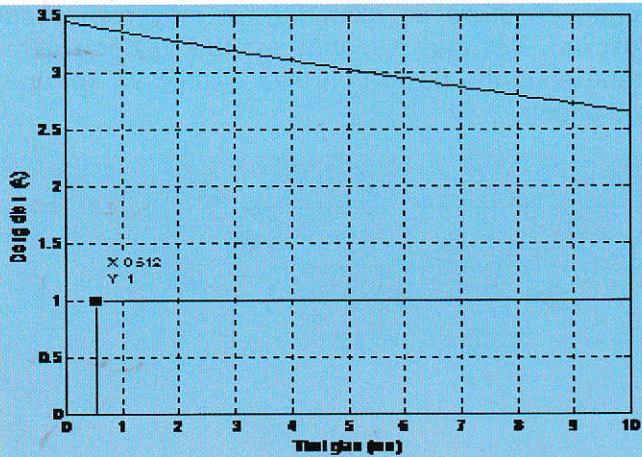
Kết quả thu được cũng cho thấy sự ảnh hưởng của điện áp nạp tới thời gian nổ vi sai của các kíp.

Nguyên nhân của hiện tượng này là do khi điện trở mạng tăng lên thì dòng điện giải phóng của tụ điện sẽ bị giảm (4,4 A và 2,1 A trong hai mô phỏng đầu). Do đó thời gian đạt tới giá trị năng lượng kích nổ của các kíp sẽ chậm hơn.

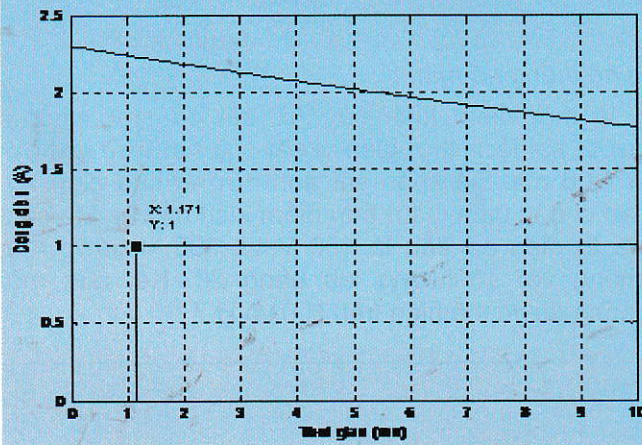
**4. Kết luận**

Bài báo đã tiến hành tổng hợp và phân tích một số





H.6. Kết quả mô phỏng thời gian kích nổ với điện áp nạp 600 V



H.7. Kết quả mô phỏng thời gian kích nổ với điện áp nạp 400V

yếu tố làm sai lệch thời điểm kích nổ (kích nổ sớm, sai lệch thời gian vi sai). Các kết quả này được phân tích, mô phỏng bằng Matlab simulink cho thấy:

- ❖ Có sự sai lệch thời điểm kích nổ kíp khi điện trở của mạng là không giống nhau. Điều này có thể làm sai lệch thời gian vi sai của các mạng nổ có các mạch nối tiếp-song song hay các hệ thống với máy nổ mìn có nhiều đầu ra vi sai;

- ❖ Thời gian kích nổ vi sai cũng bị ảnh hưởng bởi giá trị điện áp nạp ban đầu trên tụ.

Với kết quả thu được tác giả kiến nghị:

- ❖ Các thợ nổ mìn cần nắm vững các nguy cơ có thể gây ra hiện tượng nổ sớm (thiết bị liên lạc, cách điện dây mìn,...) để loại bỏ chúng khi nổ mìn;

- ❖ Để nâng cao độ chính xác vi sai khi nổ mìn với kíp điện cần thực hiện bố trí điện trở các nhánh tương đương với nhau;

- ❖ Các máy nổ mìn có chế độ kích nổ vi sai nhiều kênh có thể thực hiện điều chỉnh điện áp nạp phù hợp với điện trở của mỗi nhánh để đảm bảo sự chính xác vi sai. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Kathryn Podoliak. The Evolution of the Detonator. DynoConsult New leaders' conference 2004.
2. Nhữ Văn Bách. Nguyên tắc thiết kế một vụ nổ mìn thân thiện với môi trường. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 4. 2015; trang 17-20.
3. Canada explosives risk managers LLC. Reports of Premature Initiation of Electric detonators by Radio Frequency Energy. Canada February 2015.
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/DBm>
5. ICI Explosives. Phương pháp nổ mìn an toàn hiệu quả trên mỏ lộ thiên, mỏ đá và công trình xây dựng.
6. Monetti. Technical specification electric igniter EPX-N.
7. <http://z121.vn/ProductDetails.aspx?id=20>: "Kíp nổ vi sai an toàn".

**Người biên tập:** Đào Đức Tạo

**Từ khóa:** nổ mìn, thời gian vi sai, an toàn nổ, kích nổ sớm

**Ngày nhận bài:** 08 tháng 10 năm 2015

**SUMMARY**

Blasting plays an important role in many industrial fields including mining. Blasting with electric detonators is one of the methods is widely use in practice. That causes of high precision in initiate the explosion. In order to improve the precision and safety for the blasting with electric detonators, the paper summaries and analyses several factors effected to the initiated explosion moment.

**ĐÁNH GIÁ ĐẶC TÍNH...**

(Tiếp theo trang 72)

**SUMMARY**

This paper presents the results obtained from the study of the changing state of stress, deformation and displacement of underground toilets for tourists. Ensuring stability for underground construction is very important. After conducting research and evaluate the stability of underground construction, the authors propose appropriate plans to protect the safety of underground toilet.