

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT  
BỘ MÔN KHAI THÁC LỘ THIÊN**

\*\*\*\*\*📖\*\*\*\*\*



**BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI  
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN 2023**

Giảng viên hướng dẫn:  
**PGS.TS. Trần Quang Hiếu**

Nhóm sinh viên thực hiện:  
**1. Ngô Quốc Dũng - K64**  
**2. Phongsavath chayphet-K64**  
**3. Trần Văn Hơn - K65**

**Hà Nội, tháng 5 năm 2023**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**  
**BỘ MÔN KHAI THÁC LỘ THIÊN**

\*\*\*\*\*📖\*\*\*\*\*



**BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI**  
**NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN 2023**

**ĐỀ TÀI:**

**NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NỔ VI SAI  
HỢP LÝ NHẪM NÂNG CAO HIỆU QUẢ CÔNG TÁC NỔ MÌN  
CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN THUỘC TKV**

Giảng viên hướng dẫn:  
**PGS.TS. Trần Quang Hiếu**

Nhóm sinh viên thực hiện:  
**1. Ngô Quốc Dũng - K64**  
**2. Phongsavath ckayphet-K64**  
**3. Trần Văn Hơn - K65**

**Hà Nội, tháng 5 năm 2023**

# MỤC LỤC

ĐỀ TÀI:.....	2
NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NỔ VI SAI.....	2
HỢP LÝ NHẪM NÂNG CAO HIỆU QUẢ CÔNG TÁC NỔ MÌN CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN THUỘC TKV .....	2
MỞ ĐẦU.....	3
Mục tiêu của đề tài:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Nội dung nghiên cứu:.....	3
CHƯƠNG 1 .....	4
NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT VỀ NỔ MÌN VI SAI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN NỔ MÌN VI SAI .....	4
1.1. NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT VỀ NỔ MÌN VI SAI .....	4
1.1.1. Khái niệm nổ mìn vi sai .....	4
1.1.2. Ưu điểm của nổ mìn vi sai .....	4
1.1.3. Bản chất của nổ mìn vi sai .....	4
<i>a. Hiệu ứng giao thoa của các sóng ứng suất .....</i>	<i>5</i>
<i>b. Hiệu ứng tạo mặt tự do phụ .....</i>	<i>5</i>
1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN NỔ MÌN VI SAI.....	7
1.2.1. Khái niệm về phương pháp, phương tiện nổ .....	7
1.2.2. Phương pháp gây nổ bằng kíp kiện vi sai .....	9
1.2.3. Sử dụng kíp nổ vi sai phi điện .....	13
1.3. Kết luận .....	18
CHƯƠNG 2 .....	19
NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NỔ VI SAI...19	
ĐẾN HIỆU QUẢ CÔNG TÁC NỔ MÌN .....	19
2.1. CÁC YẾU TỐ TỰ NHIÊN.....	19
2.1.1. Tính chất cơ lý đất đá.....	19
2.1.2. Ảnh hưởng của điều kiện địa chất thủy văn .....	21
2.2. CÁC YẾU TỐ KỸ THUẬT .....	21
2.2.1. Ảnh hưởng của điều khiển năng lượng nổ.....	21
2.2.2. Ảnh hưởng của việc lựa chọn thời gian vi sai hợp lý .....	23
2.2.3. Ảnh hưởng của các thông số hệ thống khai thác .....	24
2.2.4. Mức độ đập vỡ đất đá .....	25
2.2.5. Chiều sâu khoan thêm, chiều cao cột thuốc và chiều dài búa .....	25

2.2.6. Sơ đồ bố trí mạng lỗ khoan trên tầng.....	26
2.2.7. Ảnh hưởng của vị trí điểm khởi nổ.....	27
2.2.8. Ảnh hưởng của phương pháp nổ.....	27
2.2.9. Ảnh hưởng của phương pháp điều khiển nổ.....	28
2.3. CÁC YẾU TỐ KINH TẾ - TỔ CHỨC.....	29
2.3.1. Yếu tố tổ chức.....	29
2.3.2. Yếu tố kinh tế.....	30
2.4. KẾT LUẬN.....	30
CHƯƠNG 3 .....	31
ĐỀ XUẤT, LỰA CHỌN SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NỔ VI SAI HỢP LÝ NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐẬP VỠ ĐẤT ĐÁ VÀ ĐẢM BẢO AN TOÀN KHI TIẾN HÀNH NỔ MÌN CHO MỎ THAN ĐÈO NAI-TKV .....	31
3.1. GIỚI THIỆU MỎ THAN ĐÈO NAI.....	31
3.1.1. Vị trí địa lý, hiện trạng khai thác .....	31
3.1.2. Hệ thống khai thác .....	32
3.1.3. Đồng bộ thiết bị khai thác.....	33
3.1.4. Đánh giá hiện trạng công tác khoan - nổ mìn.....	34
<i>a. Công tác khoan</i> .....	34
<i>b. Công tác nổ mìn</i> .....	35
3.1.5. Đánh giá hiện trạng mức độ đập vỡ đất đá .....	36
3.1.6. Đánh giá hiện trạng mức độ đập vỡ đất đá .....	38
3.2. ĐỀ XUẤT, LỰA CHỌN SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NỔ VI SAI HỢP LÝ NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐẬP VỠ ĐẤT ĐÁ VÀ ĐẢM BẢO AN TOÀN KHI TIẾN HÀNH NỔ MÌN CHO MỎ THAN ĐÈO NAI-TKV .....	39
3.2.1. Đề xuất, lựa chọn sơ đồ điều khiển nổ vi sai hợp lý cho mỏ than Đèo Nai-TKV .....	39
3.2.2. Tính toán an toàn khi tiến hành nổ mìn cho mỏ than Đèo Nai-TKV ...	47
<i>a) Tính toán khoảng cách an toàn, quy mô bãi nổ</i> .....	47
<i>b) Lựa chọn khoảng cách an toàn cho người và thiết bị</i> .....	48
3.3. Kết luận chương 3.....	49
KẾT LUẬN CHUNG.....	50
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	51

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

	trang
<b>Bảng 1. 1</b> Thông số cơ bản của kíp điện vi sai .....	9
<b>Bảng 1. 2</b> Điện trở của kíp vi sai điện.....	10
<b>Bảng 1. 3</b> Thời gian giữ chậm của kíp vi sai điện.....	10
<b>Bảng 1. 4</b> Điện trở của kíp vi sai an toàn.....	11
<b>Bảng 1. 5</b> Thời gian giữ chậm của kíp vi sai an toàn.....	11
<b>Bảng 1. 6</b> Đặc tính kỹ thuật của vật liệu nỏ phi điện của nhà máy Z121 .....	16
<b>Bảng 1. 7</b> Thời gian giữ chậm danh nghĩa và đặc điểm của kíp đặc biệt .....	16
<b>Bảng 2. 1</b> Phân loại đất đá theo mức độ nứt nẻ .....	19
<b>Bảng 2. 2</b> Phân loại đất đá của Giáo sư M.M. Protodiaonov.....	20
<b>Bảng 3. 1</b> Các thông số đặc điểm hiện trạng khai thác năm 2022 mỏ than Đèo Nai.....	31
<b>Bảng 3. 2</b> Hiện trạng thông số HTKT của mỏ than Đèo Nai.....	33
<b>Bảng 3. 3</b> Tổng hợp thiết bị khai thác chủ yếu của mỏ than Đèo Nai .....	33
<b>Bảng 3. 4</b> Kết quả xác định kích thước đá quá cỡ, và cỡ hạt nỏ mịn trung bình hợp lý theo dung tích gàu xúc tại mỏ than Đèo Nai .....	37
<b>Bảng 3. 5</b> Tổng hợp các thành phần cỡ hạt đất đá, đường kính cỡ hạt trung bình .....	38

## DANH MỤC HÌNH VẼ

trang

<b>Hình 1. 1</b> Sơ đồ xác định thời gian vi sai theo 1- sóng nén (sóng tới); 2- sóng kéo (sóng kéo phản xạ).....	5
<b>Hình 1. 2</b> Sơ đồ tác dụng của số mặt tự do và tạo mặt tự do phụ .....	6
<b>Hình 1. 3</b> Các phương án đấu ghép phương tiện nổ .....	8
<b>Hình 1. 4</b> Kíp điện nổ vi sai .....	10
<b>Hình 1. 5</b> Ảnh kíp nổ điện số KĐ8.N - Sản phẩm của Z121 .....	10
<b>Hình 1. 6</b> Ảnh kíp vi sai điện KVĐ.8N - Sản phẩm của Z121 .....	10
<b>Hình 1. 7</b> Ảnh kíp điện vi sai an toàn KVA.8Đ - Sản phẩm của Z121 .....	11
<b>Hình 1. 8</b> Sơ đồ đấu ghép mạng nổ.....	12
<b>Hình 1. 9</b> Sơ đồ đấu ghép mạng nổ vi sai qua hàng (sử dụng kíp điện vi sai kết hợp dây nổ) .....	13
<b>Hình 1. 10</b> Sơ đồ đấu ghép mạng nổ sử dụng kíp điện vi sai .....	13
<b>Hình 1. 11</b> Sơ đồ cấu tạo của kíp nổ phi điện .....	14
<b>Hình 1. 12</b> Sử dụng phương tiện liên kết mạng nổ trên mặt.....	15
<b>Hình 1. 13</b> Ảnh kíp nổ vi sai phi điện - Sản phẩm của Z121.....	16
<b>Hình 1. 14</b> Sơ đồ mạng nổ khi sử dụng kíp vi sai phi điện trên mặt với dây nổ xuống lỗ khoan .....	17
<b>Hình 1. 15</b> Sơ đồ mạng nổ khi sử dụng ngòi nổ chậm phi điện trên dây chính .....	17
<b>Hình 2. 1</b> Sự phụ thuộc đường kính cỡ hạt vào độ cứng (f), dung trọng ( $\gamma$ ) và đường kính khối nứt đất đá (dn) .....	21
<b>Hình 2. 2</b> Mức độ phá vỡ nền tảng phụ thuộc vào chiều sâu khoan thêm.....	25
<b>Hình 2. 3</b> Các vùng đập vỡ đất đá khi nổ lượng thuốc hình trụ.....	26
<b>Hình 2. 4</b> Sơ đồ bố trí mạng lỗ khoan và tương quan ranh giới vùng đập vỡ của các lượng thuốc nổ .....	27
<b>Hình 2. 5</b> Ảnh hưởng của thời gian vi sai tới tỉ lệ đá quá cỡ ( $d_c \geq 60$ cm) .....	29
<b>Hình 3. 1</b> Hiện trạng khai thác mỏ than Đèo Nai .....	31
<b>Hình 3. 2</b> Ảnh hưởng cỡ hạt trung bình đến năng suất máy xúc .....	37
<b>Hình 3. 3</b> Phân tích khảo sát cỡ hạt bằng phần mềm WipFlag 3.0.....	38
<b>Hình 3. 4</b> Sơ đồ hai nhánh lệch pha về thời gian vi sai .....	40
<b>Hình 3. 5</b> Sơ đồ quan hệ giữa hướng khởi nổ với tác dụng sóng chấn động.....	40
<b>Hình 3. 6</b> Sơ đồ điều khiển nổ vi sai đề xuất cho mỏ than Đèo Nai – TKV .....	46
<b>Hình 3. 7</b> Sơ đồ điều khiển nổ vi sai đề xuất cho mỏ than Đèo Nai – TKV .....	47

## MỞ ĐẦU

Khoan - nổ mìn là khâu công nghệ đầu tiên của dây chuyền sản xuất mỏ lộ thiên. Đây là phương pháp hiệu quả nhất sử dụng công tác làm toi đất đá tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV. Khi nổ mìn chỉ khoảng 20-30% năng lượng nổ có tác dụng phá vỡ đất đá, phần năng lượng còn lại tạo ra các tác động không mong muốn: sóng chấn động, sóng va đập không khí, đất đá văng, hậu xung, bụi và khí độc. Việc nghiên cứu các giải pháp nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá và đảm bảo an toàn là vấn đề cấp thiết, phải đặt ra đối với công tác nổ mìn hiện nay ở các mỏ than lộ thiên thuộc TKV.

Khu vực Cẩm Phả - Quảng Ninh có số lượng mỏ khai thác than lớn nhất cả nước, bao gồm nhiều mỏ than lộ thiên tập trung tại các mỏ Cọc Sáu, Đèo Nai và Cao Sơn. Điều kiện khai thác ở các mỏ than lộ thiên hiện nay đang có xu hướng khai thác ngày càng xuống sâu và trở lên khó khăn hơn trong các điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn phức tạp, nhất là mỏ than Đèo Nai. Do vậy, đề tài nghiên cứu khoa học mà nhóm sinh viên đưa ra: **“Nghiên cứu lựa chọn sơ đồ điều khiển nổ vi sai hợp lý nhằm nâng cao hiệu quả công tác nổ mìn cho các mỏ than lộ thiên thuộc TKV”** có tính cần thiết và cấp bách nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất kính doanh cho Công ty CP than Đèo Nai-TKV.

- Mục tiêu chung:

Đánh giá được ảnh hưởng của các sơ đồ điều khiển nổ vi sai đến hiệu quả công tác nổ mìn.

- Mục tiêu cụ thể:

Lựa chọn được sơ đồ điều khiển nổ vi sai hợp lý nhằm nâng cao chất lượng đập vỡ đất đá và đảm bảo an toàn khi tiến hành nổ mìn trên các mỏ than lộ thiên thuộc TKV.

Nội dung nghiên cứu:

1. Nghiên cứu lý thuyết về nổ mìn vi sai và các phương pháp điều khiển nổ mìn vi sai.

2. Nghiên cứu ảnh hưởng của các sơ đồ điều khiển nổ vi sai đến hiệu quả công tác nổ mìn.

3. Đề xuất, lựa chọn được sơ đồ điều khiển nổ vi sai hợp lý nhằm nâng cao chất lượng đập vỡ đất đá và đảm bảo an toàn khi tiến hành nổ mìn tại mỏ than Đèo Nai-TKV.

## CHƯƠNG 1

# NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT VỀ NỔ MÌN VI SAI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN NỔ MÌN VI SAI

### 1.1. NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT VỀ NỔ MÌN VI SAI

#### 1.1.1. Khái niệm nổ mìn vi sai

Nổ mìn vi sai là nổ thứ tự từng lượng thuốc hoặc từng nhóm lượng thuốc với khoảng thời gian dẫn cách rất nhỏ tính bằng phần ngàn giây (còn gọi là phương pháp nổ miligiây).

So với phương pháp nổ tức thời, phương pháp nổ vi sai đặc biệt có hiệu quả trong đất đá từ độ khó nổ trung bình đến rất khó nổ. Phương pháp nổ mìn vi sai được ứng dụng từ năm 1945 ở Mỹ, 1949 ở Anh, 1951 ở Nga và bắt đầu sử dụng ở Việt Nam năm 1962. Để có sự giao thoa thì thời gian vi sai giữa các lượng thuốc là nhỏ nhất (khoảng 5ms), để tạo ra mặt tự do phụ thì thời gian vi sai lớn hơn (từ vài chục đến vài trăm ms). Tác dụng và đập phụ chủ yếu phụ thuộc vào sơ đồ vi sai.

Phương pháp nổ mìn vi sai được kỹ sư Berlinnuri nổ lần đầu tiên năm 1934-1935, sau đó được sử dụng rộng rãi ở Mỹ năm 1945, ở Anh 1949, ở Nga 1951, còn ở Việt Nam bắt đầu được năm 1962 trong công nghiệp mỏ. Công nghệ nổ mìn vi sai được xem là một phát minh vĩ đại nhất trong công nghiệp nổ ở cuối thế kỷ XX. Giai đoạn đầu cơ sở khoa học của phương pháp nổ mìn vi sai còn gây nhiều tranh cãi trong khoa học. Tuy nhiên hiệu quả mang lại từ thực tiễn đã đòi hỏi cần phải có các công trình nghiên cứu sâu sắc về nó.

#### 1.1.2. Ưu điểm của nổ mìn vi sai

Hiện nay nó được sử dụng rất rộng rãi, đặc biệt là trong ngành mỏ. Nổ mìn vi sai rất có hiệu quả vì nó đập vỡ đất đá đồng đều hơn, giảm đá quá vụn và đá quá cỡ, giảm được chỉ tiêu thuốc nổ, mạng lưới lỗ khoan được mở rộng, giảm tác dụng chấn động, giảm đá văng và sóng đập không khí.

#### 1.1.3. Bản chất của nổ mìn vi sai

Về bản chất quá trình phá vỡ khi nổ mìn vi sai có rất nhiều tác giả nghiên cứu, có nhiều quan điểm xung quanh vấn đề này, nhưng chung quy các tác giả đều thống nhất 3 yếu tố cơ bản sau đây tạo nên tác dụng tích cực của nổ mìn vi sai.

- Sự xuất hiện hiệu ứng giao thoa của các sóng ứng suất giữa các đợt nổ kế tiếp;
- Hiệu ứng tạo mặt tự do phụ của đợt nổ trước cho đợt nổ sau;



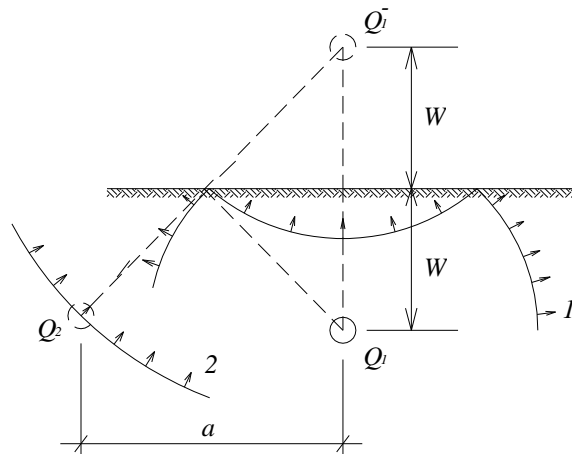
- Hiệu ứng va đập giữa các cục đá bay khi nổ.

**a. Hiệu ứng giao thoa của các sóng ứng suất**

Hiệu ứng giao thoa xảy ra trong trường hợp các phần tử đá do tác dụng của đợt nổ trước và đợt nổ sau chuyển dịch trùng hướng, khi đó các giá trị về sự dịch chuyển, trạng thái ứng suất và cường độ phá vỡ được tăng lên. Như vậy để có sự giao thoa ứng suất phải điều khiển lượng nổ  $Q_2$  nổ vào thời điểm sóng kéo phản xạ của lượng nổ  $Q_1$  lan truyền đến lượng nổ ở  $Q_2$ . Theo lý luận này thời gian vi sai (thời gian dẫn cách giữa 2 đợt nổ) được xác định bằng công thức sau:

$$\Delta t = \frac{\sqrt{a^2 + 4.W^2}}{v_y}, \text{ s} \tag{1.1}$$

Trong đó: a- khoảng cách giữa các lượng thuốc, m; W - đường cản ngắn nhất, m;  $v_y$  - Tốc độ lan truyền của sóng ứng suất trong môi trường đất đá, m/s.



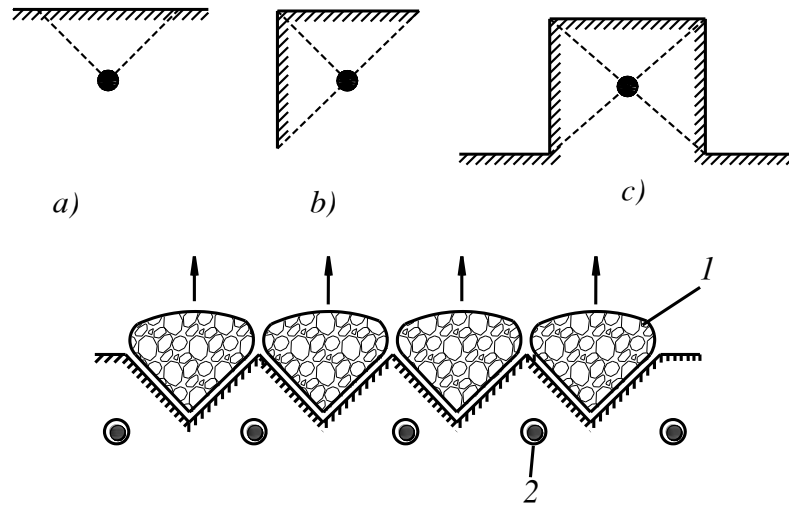
**Hình 1. 1** Sơ đồ xác định thời gian vi sai theo 1- sóng nén (sóng tới);  
2- sóng kéo (sóng kéo phản xạ)

**b. Hiệu ứng tạo mặt tự do phụ**

Nghiên cứu về sự ảnh hưởng của mặt tự do đến cơ chế phá hủy đất đá nhận thấy các tính chất sau:

- Khối lượng đất đá phá hủy của lượng thuốc tỷ lệ với số mặt tự do (hình 1.2).
- Bề mặt tự do làm phát sinh sóng dẫn phản xạ có tác dụng gây phá hủy mãnh liệt theo sự di chuyển các phần tử đất đá về phía mặt tự do.

Kế thừa các tính chất trên, quan điểm này cho rằng thời gian vi sai và sơ đồ dẫn cách giữa các đợt nổ được tính toán sao cho đợt nổ trước tạo ra được nhiều mặt tự do phụ cho đợt nổ sau. Thực chất sự xuất hiện mặt tự do phụ làm tăng tác dụng của sóng phản xạ, đồng thời làm giảm sức kháng của đất đá dẫn đến làm tăng tốc độ dịch chuyển của các phần tử đá về phía bề mặt tự do.



**Hình 1. 2** Sơ đồ tác dụng của số mặt tự do và tạo mặt tự do phụ

Đất đá bị đập vỡ, kèm theo sự tăng thể tích khí di chuyển về phía mặt tự do, vì vậy nếu chiều rộng khe nứt (mặt tự do phụ) được tạo ra do đợt nổ trước không đủ rộng thì làm cho quá trình phá vỡ sẽ khó khăn hơn và đợt nổ trước sẽ tạo ra sức kháng phụ cho đợt nổ sau. Chiều rộng khe hở giữa phần đất đá đã bị phá vỡ và không bị phá vỡ tỷ lệ với đường kháng nhỏ nhất và hệ số nở rời .

Chiều rộng cần thiết của khe hở, để trở thành mặt tự do phụ theo các tài liệu thí nghiệm bằng:

$$\delta = \left( \frac{1}{20} \div \frac{1}{30} \right) \cdot W \quad (1.2)$$

Dựa trên quan điểm hiệu ứng tạo mặt tự do phụ A.N Khanukaev đề nghị xác định thời gian dẫn cách vi sai theo công thức sau:

$$\Delta t = t_1 + t_2 + t_3 , \text{ ms} \quad (1.3)$$

Trong đó:  $t_1$  - thời gian lan truyền sóng ứng suất từ lượng thuốc đến mặt tự do, ms;  $t_2$  - thời gian tạo thành kẽ nứt theo biên lăng trụ phá vỡ, ms;  $t_3$  - thời gian chuyển dịch đất đá để tạo thành kẽ nứt đủ rộng, ms.

Thông thường thời gian  $t_1 = 1 \div 2$  ms, rất nhỏ so với  $t_2$  và  $t_3$ , nên có thể bỏ qua, khi đó thời gian vi sai bằng:

$$\Delta t = t_2 + t_3 \quad (1.4)$$

Từ quan hệ hình học xác định được:

$$t_2 = \frac{w}{v_n \cdot \eta \cdot \cos \alpha} \quad (1.5)$$

Trong đó:  $v_n$  - tốc độ tạo thành kẽ nứt khi nổ, (m/s);  $\eta$  - hệ số nứt nẻ,  $\eta = 0,5-1$ ;  $\alpha$  - nửa góc ở đỉnh phễu nổ,  $\alpha = 45^\circ$ .

Đối với đất đá có  $v_n = 1700 \div 2000$  m/s và lỗ khoan có đường kính 220

đến 250mm thì  $t_2=(10 \div 15)$ ms.

Nếu coi khối đá bị phá vỡ bằng nổ được dịch chuyển như một lăng trụ nguyên thì:

$$t_3 = 80.10^{-6} \cdot \frac{w^2 \cdot \rho \cdot \text{tg} \alpha}{d}, \text{ ms} \quad (1.6)$$

Trong đó:  $\rho$  - mật độ đất đá,  $\text{kg/m}^3$ ;  $d$ - đường kính lỗ khoan, cm;  $w$ - đường cân chân tầng, cm.

Thay vào công thức đối với trường hợp phổ biến trong điều kiện mở lộ thiên cỡ trung bình trên thế giới: lỗ khoan đường kính  $d=(220 \div 250)$ mm, mật độ đất đá  $\rho=(2,2 \div 2,8).10^3 \text{ kg/m}^3$ ;  $w=1000$ cm thì:  $t_3=(10 \div 15)$  ms.

Thay vào ta có thời gian vi sai để đảm bảo điều kiện hình thành bề mặt tự do phụ:

$$\Delta t = \frac{w}{v_n \eta \cos \alpha} + 80.10^{-6} \cdot \frac{w^2 \rho \text{tg} \alpha}{d}, \text{ ms} \quad (1.7)$$

Như vậy thời gian vi sai  $\Delta t=(25 \div 35)$ ms. Trị số này nói chung phù hợp với thực tế và nó giảm xuống khi độ cứng của đất đá tăng.

### ***c. Hiệu ứng va đập của các cục đá bay khi nổ***

Theo quan điểm này đất đá được đập vỡ tốt hơn là có sự đóng góp của hiệu ứng va đập giữa các cục đá bay ra khi nổ, vì vậy thời gian vi sai và sơ đồ nổ cần xác định sao cho xác suất va đập giữa các cục đá bay ra khi nổ là cao nhất. Các nhà nghiên cứu theo quan điểm này có G. Teichman, D. Hancock, N. Meuskens, H. Egge...

Động năng của cục đá khi nổ mìn bị bay xa là:

$$A_d = \frac{mv^2}{2} = \frac{\gamma V v^2}{2}, \quad (1.8)$$

Trong đó:  $m$ - khối lượng hòn đá ;  $\gamma$ - mật độ thể tích ;  $v$ - vận tốc của hòn đá vào thời điểm va đập ;  $V$ - thể tích của hòn đá.

Mức độ đập vỡ tăng khi số lượng va đập tăng. Do vậy cần xác định các thông số và sơ đồ nổ sao cho hướng bay các cục đá phù hợp để tăng số lần va đập.

## **1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN NỔ MÌN VI SAI**

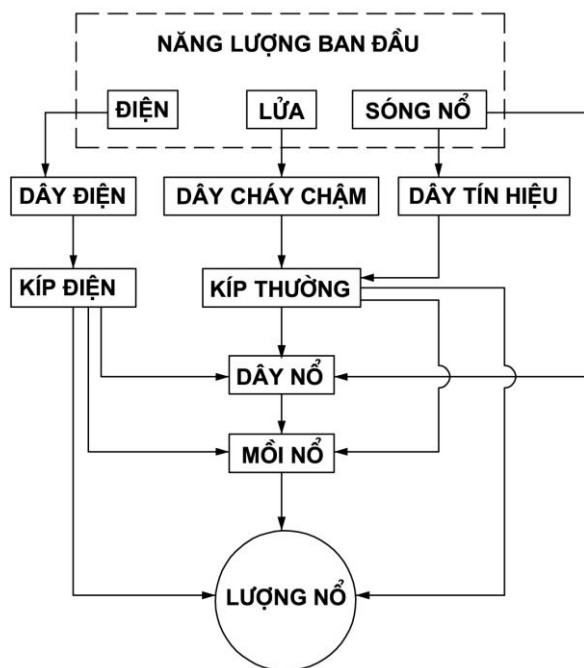
### **1.2.1. Khái niệm về phương pháp, phương tiện nổ**

Phương pháp gây nổ là phương thức sử dụng dạng nguồn năng lượng để gây nổ thuốc. Mỗi một phương pháp gây nổ thì có thể chế tạo thành nhiều dạng phương tiện hay dụng cụ gây nổ khác nhau.

Phương tiện nổ là các dụng cụ, vật tư hay thiết bị tạo ra các ngoại xung ban đầu làm gây nổ lượng thuốc. Trong công tác nổ phương tiện gây nổ được gọi là các phụ

kiện gây nổ gồm: kíp nổ, dây nổ, dây cháy chậm, mồi đốt, máy nổ mìn, dây điện, mồi nổ,...được sử dụng cho mục đích gây nổ lượng nổ chính.

Dựa trên các nguồn năng lượng khác nhau, người ta chế tạo thành các dạng phương tiện gây nổ khác nhau và được đấu ghép thành hệ thống phương tiện nổ để gây nổ lượng nổ chính, xem hình 1.3.



**Sơ đồ đấu ghép phương tiện nổ**

**Hình 1.3** Các phương án đấu ghép phương tiện nổ

Đây là hệ thống các phương tiện hiện đại dùng để khởi nổ các lượng thuốc một cách thuận lợi, an toàn và linh hoạt. Hệ thống dây dẫn tín hiệu nổ trên mặt đất lắp với kíp nổ (tức thời, vi sai), khống chế thứ tự nổ cho hệ thống gây tín hiệu nổ lắp với kíp nổ ở trong các lượng thuốc nổ.

Theo công dụng có thể chia hệ thống mạng nổ phi điện ra làm 3 phần:

- Hệ thống dây dẫn tín hiệu nổ với kíp nổ tức thời dùng để dẫn tín hiệu nổ từ nguồn kích nổ đến nơi nổ mìn (gọi là hệ thống dây dẫn tín hiệu sơ cấp “LIL”)
- Hệ thống dây dẫn tín hiệu nổ với kíp nổ (tức thời hay vi sai) nhận tín hiệu nổ từ hệ thống tín hiệu nổ sơ cấp để khởi nổ (tức thời hay vi sai) cho các dây dẫn tín hiệu nổ ở trong các lượng thuốc (còn gọi là hệ thống truyền tín hiệu nổ trên mặt TLD).
- Hệ thống dây dẫn tín hiệu nổ với kíp nổ (tức thời hay vi sai) nhận tín hiệu nổ từ hệ thống trên mặt để khởi nổ cho lượng thuốc nổ trong lỗ khoan (gọi là hệ thống bên trong lỗ khoan LLHD). Hệ thống trên mặt và vào từng lỗ khoan gọi là chung là hệ thống tứ cấp.
- Để khởi nổ cho hệ thống tín hiệu nổ sơ cấp dùng máy khởi nổ phi điện.

- Để lắp ráp mạng nổ phải dùng hộp nối chum.
- Để nối dây dẫn tín hiệu nổ với dây nổ phải dùng “móc J”

Giữa sơ đồ vi sai và thời gian vi sai có mối quan hệ với nhau .Với mỗi sơ đồ vi sai tương ứng có thời gian vi sai thích hợp.

- Sơ đồ vi sai có tính chất quyết định đến chất lượng đập vỡ ,nó thể hiện vai trò phá vỡ đất đá là do sự giao thoa sóng ,tạo mặt tự do hay va đập phụ .

Sơ đồ vi sai có 1 số dạng cơ bản là :

(1) Qua hàng; (2) Qua hàng – qua lỗ; (3) Đường chéo,dạng đặc biệt của sơ đồ chéo là sơ đồ nê tam giác, nê thang; (4)sơ đồ qua từng lỗ.

### 1.2.2. Phương pháp gây nổ bằng kíp kiện vi sai

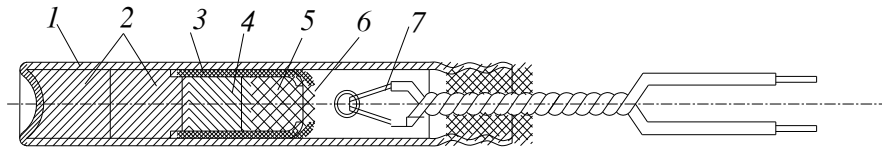
Kíp điện có cấu tạo tương tự như kíp thường. Nhưng khác kíp thường ở điểm trước mũ kíp được đặt môi lửa điện. Môi lửa điện được giữ cố định nhờ hai dây dẫn điện, nút nhựa ở miệng kíp. Để tránh môi lửa điện tuột ra, vỏ kíp ở miệng được đập sóng tạo gờ với nút nhựa.

Kíp điện gồm loại có dây tóc, không có dây tóc và dùng tia lửa điện, xem hình 1.5. Nhưng sử dụng nhiều nhất là loại có dây tóc. Bọc xung quanh dây tóc là chất bốc lửa có nhiệt độ bùng cháy thấp. Khi có dòng điện chạy qua dây tóc môi lửa điện, dây tóc nóng lên và truyền nhiệt cho chất bốc lửa phụt cháy làm khởi nổ lượng nổ nhóm 1 của kíp và làm kíp nổ. Dây tóc được chế tạo bằng hợp kim nicro (80% niken và 20% crom), inva (36% niken và 64% sắt). Đường kính dây tóc từ 24-54 micromet, chiều dài là 0,5-5 milimet. Dây tóc có thể gắn cứng hoặc đàn hồi. Chủ yếu dùng loại gắn cứng vì có độ bền cao khi rung động. Dây tóc gắn với hai tấm đồng, cách điện bằng tấm bìa nhỏ. Hai miếng đồng gắn với hai đầu dây điện dẫn ra.

**Bảng 1. 1** Thông số cơ bản của kíp điện vi sai

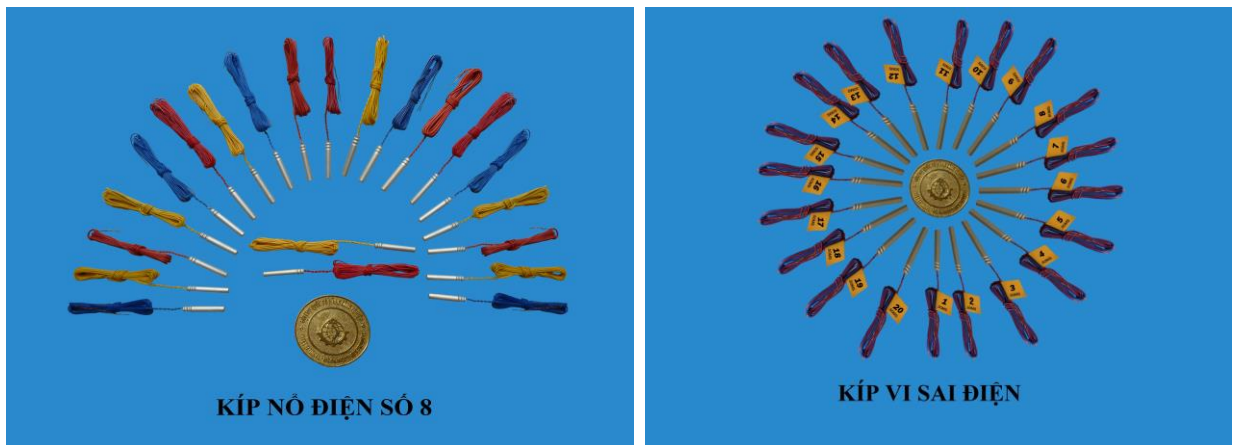
TT	Nước sản xuất		
	Thông số	Nga	Ấn Độ
1	Vật liệu làm vỏ	Fe mạ Cu	nhôm
2	Cường độ nổ	8	8
3	Đường kính ngoài, mm	7,2	7,2
4	Đường kính trong, mm	6,3	6,4
5	Chiều dài kíp, mm	72	60
6	Chiều dài dây dẫn, m	2	4
7	Điện trở toàn phần, $\Omega$	1,8 – 3	1,8 – 2,3

8	Dòng điện an toàn, A	0,18	0,18
9	Dòng điện đảm bảo nổ, A	1,2	1,2
10	Số vi sai	Từ số 1 ÷ 13	
11	Thời gian vi sai	25/50/75/100/125/150/200/250/325	



**Hình 1. 4 Kíp điện nổ vi sai**

1. Vỏ kíp; 2. Thuốc ten; 3. Mũ kíp; 4. Phuminat thuỷ ngân;
5. Thành phần chất cháy chậm; 6. Lưới tơ; 7. Môi lửa điện;
8. Thành phần chất cháy; 9. Nút bằng chất dẻo.



**Hình 1. 5 Ảnh kíp nổ điện số KĐ8.N - Sản phẩm của Z121**

**Hình 1. 6 Ảnh kíp vi sai điện KVĐ.8N - Sản phẩm của Z121**

**Bảng 1. 2 Điện trở của kíp vi sai điện**

Kíp có chiều dài dây dẫn điện [m]	2	4,5	6	8	12
Điện trở [ $\Omega$ ]	2,0÷3,2	2,4÷3,6	2,6÷3,8	2,8÷4,0	3,4÷4,6

- Số kíp và thời gian giữ chậm danh nghĩa, xem bảng 1.3:

**Bảng 1. 3 Thời gian giữ chậm của kíp vi sai điện**

Số kíp	1	2	3	4	5
T.gian [ms]	25	50	75	100	125

Số kíp	6	7	8	9	10
T.gian [ms]	150	200	250	325	400
Số kíp	11	12	13	14	15
T.gian [ms]	500	600	700	800	900
Số kíp	16	17	18	19	20
T.gian [ms]	1000	1125	1250	1400	1550



**Hình 1. 7** Ảnh kíp điện vi sai an toàn KVA.8D - Sản phẩm của Z121

**Bảng 1. 4** Điện trở của kíp vi sai an toàn

Kíp có chiều dài dây dẫn điện [m]	2	3	5	6
Điện trở [ $\Omega$ ]	2,0÷ 3.2	2,2÷3.4	2,5÷3,7	2.8÷4.0

- Thời gian giữ chậm danh nghĩa theo các số kíp, xem bảng 1.5:

**Bảng 1. 5** Thời gian giữ chậm của kíp vi sai an toàn

Số kíp	1	2	3	4	5	6
Thời gian [ms]	25	50	75	100	125	150

Việc đấu ghép các kíp nổ tương tự như đấu ghép các mạng điện thông thường. Có bốn cách ghép cơ bản : mắc nối tiếp toàn bộ, mắc song song toàn bộ, mắc song song - nối tiếp, mắc nối tiếp - song song, xem hình 2.19.

Khi thiết kế sơ đồ đấu ghép, cần căn cứ vào yêu cầu của mạng nổ, khi dùng kíp để kích nổ lượng thuốc trong lỗ khoan, có thể dùng một cặp kíp đấu song song để nâng cao xác suất nổ (giảm xác suất mìn câm). Mạng nối tiếp có ưu điểm là kiểm tra được tình trạng thông mạch toàn mạng trước khi gây nổ.

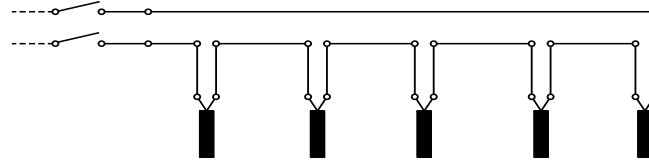
Việc tính toán các thông số mạng nổ điện cần căn cứ theo dạng năng lượng của nguồn điện.

a. Nguyên tắc tính toán mạng nổ với dòng ổn định một chiều hoặc xoay chiều :

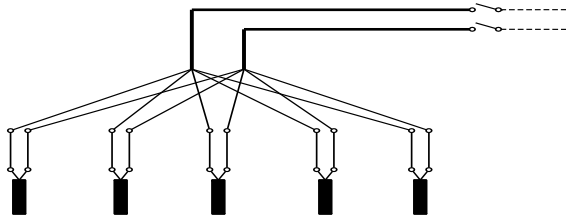
- Căn cứ vào sơ đồ đấu ghép, xác định điện trở toàn mạng  $R_m$ ;
- Xác định cường độ dòng điện chạy qua mạch chính:

$$I_c = \frac{U}{R_m} \quad (1.9)$$

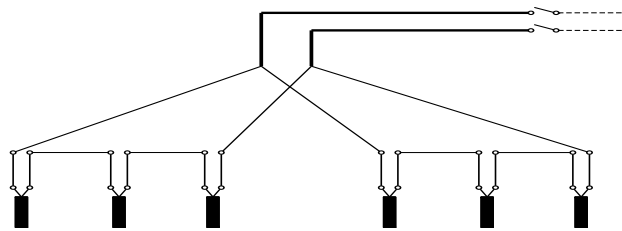
Trong đó:  $U$ - điện áp,  $V$ ;  $R_m$ - điện trở của toàn mạch,  $\Omega$ .



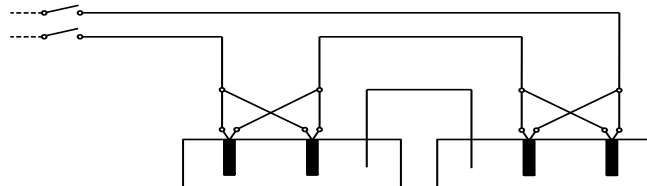
a,



b,



c,



d,

**Hình 1. 8 Sơ đồ đấu ghép mạng nỏ**

- a. Mắc nối tiếp; b. Mắc song song; c. Mắc nối tiếp - song song  
d. Mắc song song - nối tiếp

- Từ xác định cường độ dòng điện chạy qua mỗi kíp  $I_k$  phải thoả mãn điều kiện:

$$I_k \geq I_{đb} \quad (1.10)$$

Khi đấu nối tiếp thì tất cả các kíp trong toàn mạng nỏ được đấu nối tiếp với nhau. Dòng điện qua kíp khi đấu nối tiếp khi một lỗ có 1 kíp là:

$$I_k = I_c = \frac{E(U)}{R_0 + R_c + R_n + n(R_k + R_N)}, A \quad (1.11)$$

Trong đó:  $I_c$ - dòng điện chạy qua mạch chính,  $A$ ;  $E$ - điện áp của nguồn một chiều,  $V$ ;  $U$ - hiệu điện thế của dòng xoay chiều,  $V$ ;  $R_0$ - điện trở trong của nguồn điện 1

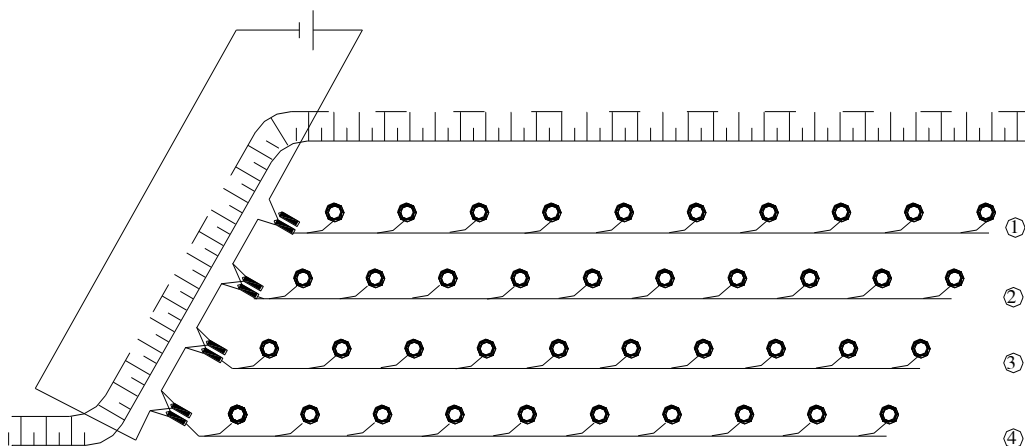


chiều,  $\Omega$ ;  $R_c$ - điện trở dây chính của mạng nổ,  $\Omega$ ;  $R_n$ - điện trở của dây điện nối trên mặt đất,  $\Omega$ ;  $R_k$ - điện trở của 1 kíp,  $\Omega$ ;  $R_N$ - điện trở của đoạn dây nối dài kíp,  $\Omega$ ;  $n$ - số kíp trong mạng nổ, chiếc.

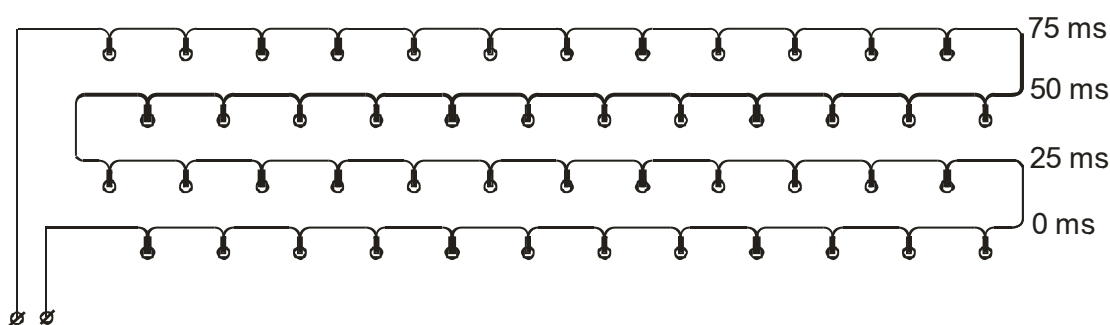
Để đảm bảo nổ thì dòng qua kíp phải đảm bảo điều kiện:

$$I_{\max} \geq I_k \geq I_{cp} \quad (1.12)$$

Tùy theo nguồn điện và số lượng kíp toàn mạng mà xác định  $I_{cp}$  đúng quy định.



**Hình 1.9** Sơ đồ đấu ghép mạng nổ vi sai qua hàng  
(sử dụng kíp điện vi sai kết hợp dây nổ)



**Hình 1.10** Sơ đồ đấu ghép mạng nổ sử dụng kíp điện vi sai

### 1.2.3. Sử dụng kíp nổ vi sai phi điện

Đây là một hệ thống sử dụng nguồn năng lượng thấp (dạng sóng nổ yếu) để kích nổ. Nguồn năng lượng này được tạo ra từ hộp khởi nổ (hoặc kíp nổ) sau đó được duy trì và lan truyền trong dây dẫn tín hiệu đến gây nổ kíp vi sai phi điện.

*Kíp nổ vi sai phi điện* có cường độ nổ số 8, chất nổ nhóm 2 ở đáy kíp có thể là ten hoặc pent, trước chất nổ nhóm 2 là chất nổ kích thích chuyển tiếp. Thời gian chậm nổ của kíp do lượng chất cháy chậm phía trước chất nổ kích thích và được đặt trong ống thép. Khi nhận được tín hiệu từ dây truyền nổ hoặc dây tín hiệu, chất nổ chuyển tiếp nổ và làm chất cháy chậm hoạt động. Kíp phi điện khác kíp điện ở chỗ có chất nổ chuyển tiếp nhạy với tín hiệu từ dây dẫn, vỏ của kíp làm bằng nhôm, một đầu kíp được

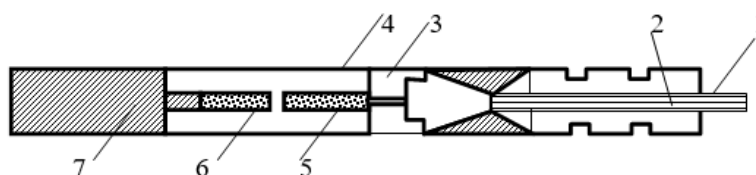
gắn chặt với dây dẫn tín hiệu, xem hình 2.30.

*Dây truyền tín hiệu* có dạng hình trụ rỗng, vỏ làm bằng nhựa bền dai, chắc, khả năng chịu kéo tốt tối thiểu là 13 kg, đường kính trong là 1 mm, đường kính ngoài từ 3 - 4 mm tùy theo yêu cầu về khả năng chịu kéo. Bên trong có tráng một lớp hoạt chất HMX có khả năng nổ với tốc độ 2000m/s, mật độ hoạt chất 17mg/m.

*Kíp nổ vi sai phi điện trên mặt (Ngòi nổ chậm trên dây chính)*: là kíp nổ phi điện có độ chậm ms được sử dụng thiết kế điều khiển vi sai ngay trên mặt đất cho các dây truyền xuống lỗ khoan. Kíp nổ chậm trên mặt bao gồm một ống dây dẫn tín hiệu (*dây rải mặt*) có một đầu bịt kín để ngăn nước, còn đầu kia gắn với kíp vi sai phi điện, chứa 0,46g ten. Kíp nổ vi sai phi điện trên mặt được xem như một role vi sai điều khiển trên mặt. Dây rải mặt có các độ dài khác nhau: 3,6m; 4,9m; 6,1m; 9m; 12m; 15m và 18m, được phân biệt thời gian vi sai bởi màu sắc của hộp đầu chum, thí dụ: hệ thống Primadet TLD (Australia) có ký hiệu:

- Màu xanh lá cây có thời gian vi sai 0, 5, 9 ms ;
- Màu vàng có thời gian vi sai 17 ms ;
- Màu đỏ có thời gian vi sai 25 ms ;
- Màu trắng có thời gian vi sai 42 ms ;
- Màu da cam có thời gian vi sai 100 ms;

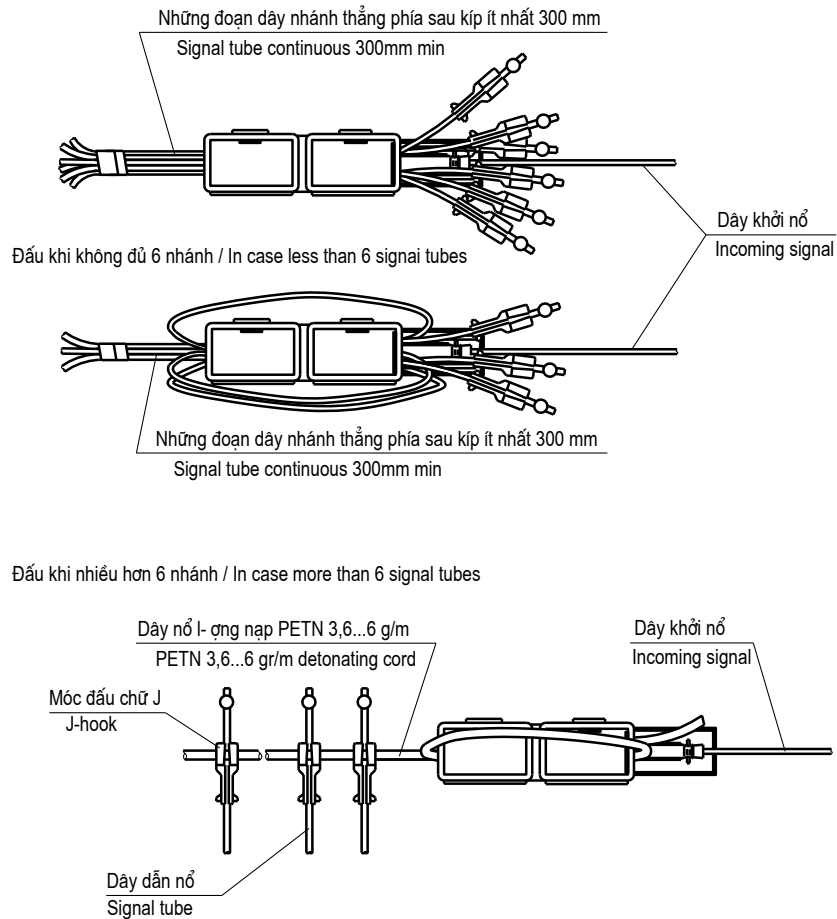
*Kíp nổ vi sai phi điện dưới lỗ (Ngòi nổ chậm xuống lỗ)*: là ngòi nổ phi điện có độ chậm từ phần ngàn giây đến vài phút, chứa 0,79g ten. Dây dẫn tín hiệu xuống lỗ (*dây xuống lỗ*) có độ bền cơ học cao, chịu được các cọ sát và va đập bên trong lỗ khoan, một đầu được bịt kín, còn đầu kia được gắn vào kíp vi sai phi điện. Dây xuống lỗ được gắn với kíp có độ nổ chậm lớn và được lấy giá trị bằng nhau cho tất cả các lỗ mìn (tùy theo số lượng lỗ mìn trong bãi nổ) nhằm đảm bảo lỗ mìn đầu tiên chỉ khởi nổ khi tín hiệu nổ đã truyền được đến lỗ mìn nổ cuối cùng của bãi. Thời gian vi sai của dây xuống lỗ PRIMADET LLHD (Australia) có tới 30 số với  $\Delta t$  từ 15÷4350 ms.



**Hình 1. 11** Sơ đồ cấu tạo của kíp nổ phi điện

1. Dây dẫn sóng nổ; 2. Chất chống dòng điện lạc; 3. Chất nổ chuyển tiếp; 4. Vỏ nhôm;
5. Chất nổ chậm; 6. Chất nổ mìn (diazo); 7. Chất nổ chính.

*Phương tiện để liên kết mạng* để liên kết nhanh, tiện lợi khi liên kết mạng nổ thì có thể sử dụng một trong hai phụ kiện sau, xem hình 1.13:

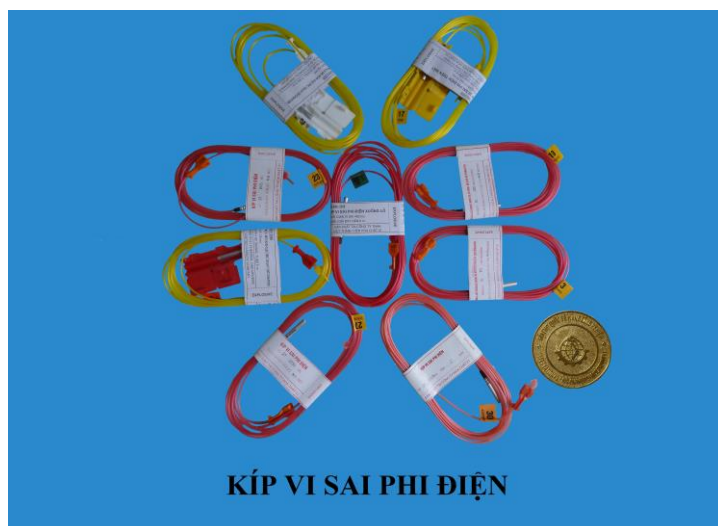


**Hình 1. 12** Sử dụng phương tiện liên kết mạng nổ trên mặt

- Hộp nối chùm dùng để nối và truyền tín hiệu sóng nổ giữa các dây tín hiệu với nhau hoặc giữa các dây tín hiệu với dây nổ. Hộp nối chùm có màu sắc khác nhau để phân biệt, được làm bằng nhựa bền bao quanh ngòi nổ để tránh các tác động vô tình;

- Móc chữ "J" ghi rõ số nổ chậm và thời gian nổ chậm, dùng để nối nhanh chóng và chắc chắn dây tín hiệu vào dây truyền nổ chính.

*Dây tín hiệu sơ cấp* (còn gọi là kíp phi điện khởi nổ, ví dụ như dây LIL của Ôxtralia): Là một loại dây dẫn tín hiệu dùng để truyền tín hiệu sóng nổ từ nơi điều khiển nổ đến bãi mìn phi điện. Dây tín hiệu sơ cấp có độ dài khác nhau, một đầu bịt kín, đầu kia gắn một kíp nổ tức thời phi điện với cường độ nổ số 8 để điều khiển nổ cho lượng nổ đầu tiên trong bãi nổ phi điện.



**Hình 1. 13** Ảnh kíp nối vi sai phi điện - Sản phẩm của Z121

**Bảng 1. 6** Đặc tính kỹ thuật của vật liệu nối phi điện của nhà máy Z121

TT	Thông số	Giá trị
I	Dây dẫn tín hiệu nối:	
1	Đường kính ngoài, mm	3
2	Chiều dài dây, m	3,6; 4,9; 6; 9; 12; 15; 18;...
3	Tốc độ truyền nối, m/s	2000
4	Độ bền, kG	18
5	Màu sắc	- Màu đỏ dùng cho kíp tiêu chuẩn và kíp xuống lỗ. - Màu vàng dùng cho kíp trên mặt.
II	Kíp nối phi điện:	
1	Đường kính ngoài (max), mm	7,3
2	Cường độ nối	Số 8
3	Vật liệu làm vỏ kíp	Nhôm

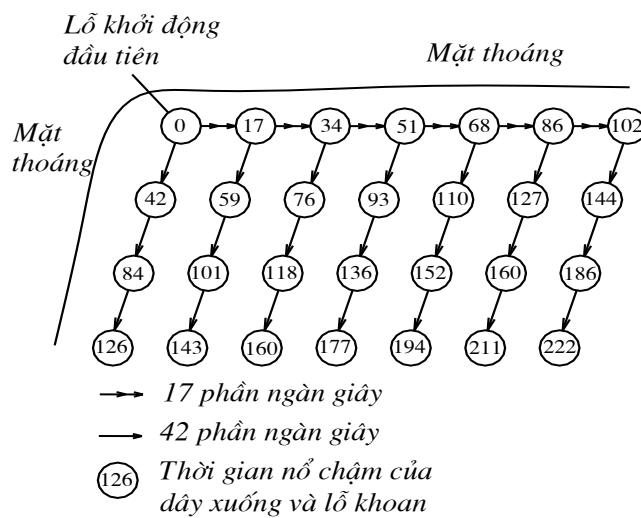
**Bảng 1. 7** Thời gian giữ chậm danh nghĩa và đặc điểm của kíp đặc biệt

Thông số hoặc đặc điểm	Kíp trên mặt (KTM)				Kíp xuống lỗ (KXL)
	17	25	42	100	400
Thời gian giữ chậm, ms					

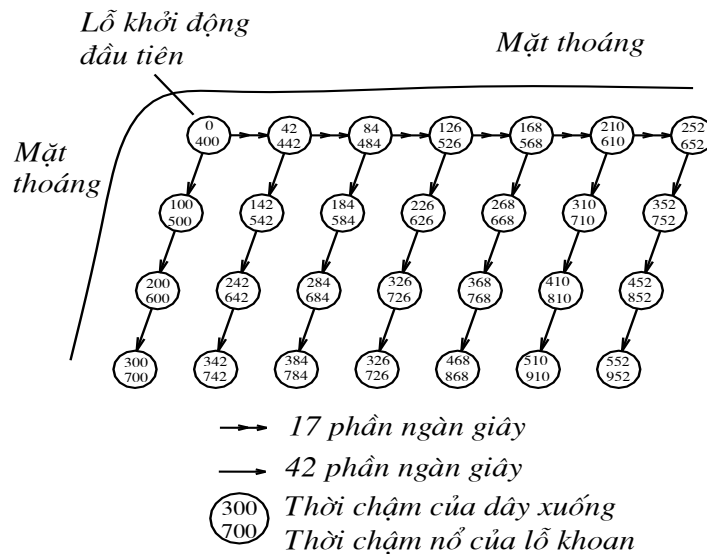
Màu hộp đầu chùm	Vàng	Đỏ	Trắng	Xanh	-
Màu dây tín hiệu	Vàng	Vàng	Vàng	Vàng	Đỏ
Màu móc chữ “J”	Vàng	Đỏ	Trắng	Xanh	Da cam

### Các dạng sơ đồ nổ khi sử dụng hệ thống kích nổ phi điện

Trên cơ sở bản chất của nổ mìn vi sai và dựa vào đặc tính kỹ thuật của các phụ kiện trong hệ thống vi sai phi điện có thể sử dụng các dạng sơ đồ điều khiển vi sai như sau (xem hình 1.14 và 1.15):



**Hình 1. 14** Sơ đồ mạng nổ khi sử dụng kíp vi sai phi điện trên mặt với dây nổ xuống lỗ khoan



**Hình 1. 15** Sơ đồ mạng nổ khi sử dụng ngòi nổ chậm phi điện trên dây chính

+ Kíp nổ vi sai phi điện trên mặt (TLD) kết hợp với dây nổ xuống lỗ khởi nổ trực tiếp lượng thuốc nổ mìn.

+ Dây dây tín hiệu sơ cấp (LIL) kết hợp với kíp nổ vi sai phi điện trên mặt (TLD) và kíp nổ vi sai phi điện dưới lỗ (LLHD).

+ Dây nổ trên bề mặt loại công suất nhỏ kết hợp với kíp nổ vi sai phi điện dưới lỗ (LLHD).

***Ưu điểm chính công nghệ nổ vi sai phi điện:***

- Kết hợp được những ưu điểm của phương pháp gây nổ bằng điện và dây nổ đồng thời loại bỏ được những nhược điểm của hai phương pháp này;

- Độ tin cậy và độ an toàn cao;  
- Cho phép thiết kế sơ đồ nổ vi sai linh hoạt với số lượng số vi sai không hạn chế;

- Không chịu tác động của dòng điện tạp và sóng điện từ;  
- Cấu ghép đơn giản;  
- Cho phép thiết kế nổ vi sai ngay trong lỗ khoan;  
- Hiệu quả phá đá tốt, cỡ hạt đồng đều, ít để lại mô chân tầng, kích thước đồng đá gọn.

- Giảm hậu xung, cho phép tăng quy mô vụ nổ;  
- Giảm chỉ tiêu thuốc nổ;  
- Điều khiển tốt hướng dịch chuyển của đồng đá;  
- Việc phối hợp sử dụng dễ dàng các phụ kiện trong sơ đồ nổ làm cho việc thiết kế trở lên thuận tiện và tối ưu;  
- Nâng cao hiệu quả nổ so với các phương pháp thông thường.

**1.3. KẾT LUẬN**

Nghiên cứu lý thuyết về nổ mìn vi sai và các phương pháp điều khiển nổ mìn vi sai trong chương 1 cho phép nhóm sinh viên thực hiện, vận dụng để giải quyết các vấn đề cần nghiên cứu cụ thể trong chương 2 và 3 dưới đây.

## CHƯƠNG 2

### NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NỔ VI SAI ĐẾN HIỆU QUẢ CÔNG TÁC NỔ MÌN

Hiệu quả công tác nổ mìn là một hàm phụ thuộc vào rất nhiều biến số, mức độ ảnh hưởng của các biến số đến hiệu quả nổ có khác nhau. Để thuận tiện cho việc đánh giá chúng ta có thể phân loại các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả nổ mìn làm 3 nhóm theo đặc trưng riêng dưới đây:

#### 2.1. CÁC YẾU TỐ TỰ NHIÊN

##### 2.1.1. Tính chất cơ lý đất đá

- Những tính chất cơ bản của đất đá có ảnh hưởng đến hiệu quả công tác khoan chủ yếu là: Độ cứng, độ nứt nẻ, độ mài mòn, độ hạt, độ dính, mật độ..., còn ảnh hưởng chủ yếu đến công tác nổ là: Độ bền khối (thông qua các giới hạn bền về nén, kéo, cắt), mật độ và độ nứt nẻ...

**Bảng 2. 1** Phân loại đất đá theo mức độ nứt nẻ

Cấp nứt nẻ	Mức độ nứt nẻ (Độ khối) của đất đá	Độ nứt nẻ riêng $\gamma$ ( $m^{-1}$ )	Đường kính trung bình của khối nứt, $d_0$ (m)	Tỷ lệ (%) của các khối có kích thước lớn hơn (cm)			Chỉ số truyền âm $A_i$
				30	40	50	
I	Nứt nẻ rất mạnh (Khối nhỏ)	$>10$	$\leq 0,1$	$<10$	$\approx 0$	0	$\leq 0,1$
II	Nứt nẻ mạnh (Khối trung bình)	$2 \div 10$	$0,1 \div 0,5$	$10 \div 70$	$<30$	$>5$	$0,1 \div 0,25$
III	Nứt nẻ trung bình (Khối lớn)	$1 \div 2$	$0,5 \div 1,0$	$70 \div 100$	$30 \div 80$	$5 \div 40$	$0,25 \div 0,4$
IV	Nứt nẻ ít (Khối rất lớn)	$1 \div 0,65$	$1 \div 1,5$	100	$80 \div 90$	$40 \div 80$	$0,4 \div 0,6$
V	Nứt nẻ rất ít, đặc xít (Khối cực kỳ lớn)	$<0,65$	$>1,5$	100	100	100	$0,6 \div 1,0$

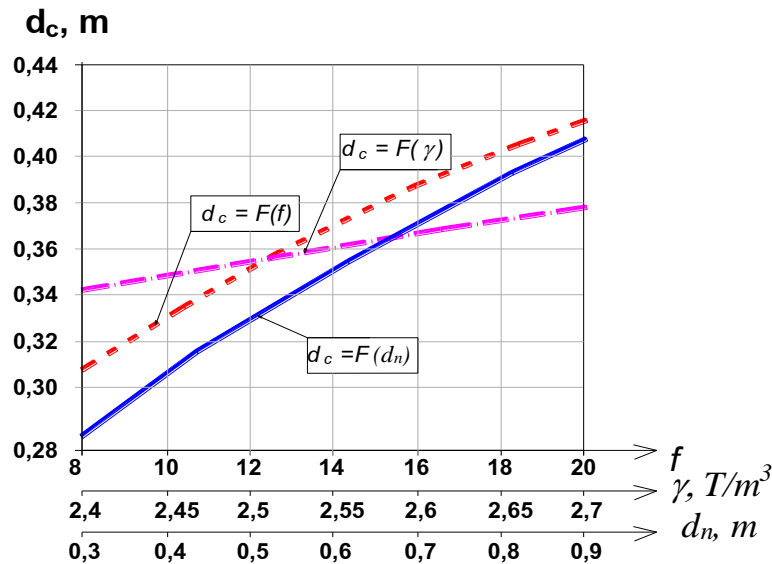
**Bảng 2. 2** Phân loại đất đá của Giáo sư M.M. Protodiaonov

Cấp đất đá	Hệ số độ kiên cố	Mức độ kiên cố (f)	Loại đất đá	Góc nội ma sát
I	20	Đặc biệt kiên cố	Đá ba dan, quắc dít đặc cứng,...	87 <sup>0</sup> 08'
II	15	Rất kiên cố	Đá Granit rất cứng, poofia thạch anh, cát Kết và đá vôi cứng nhất	86 <sup>0</sup> 11'
III	10	Kiên cố	Granit đặc, cát kết và đá vôi rất cứng, via quặng thạch anh	84 <sup>0</sup> 18'
III <sub>a</sub>	8	Kiên cố	Đá vôi cứng, Granit không cứng lắm, đá hoa cứng, Đôlônit, pirit	82 <sup>0</sup> 53'
IV	6	Tương đối kiên cố	Cát kết thường, quặng sắt,...	80 <sup>0</sup> 32'

Theo nhiều tác giả thì ảnh hưởng của các yếu tố này tới quá trình phá huỷ có khác nhau, nhưng trên quan điểm phá huỷ đất đá bằng năng lượng sóng nổ thì nứt nẻ hoặc phân lớp là môi trường làm tăng hệ số hấp thụ năng lượng sóng ứng suất và làm giảm tác dụng đập vỡ do sóng ứng suất, vì vậy đối với đất đá nứt nẻ để tăng hiệu quả đập vỡ phải tạo ra xung nổ có tác dụng kéo dài bằng cách tăng đường kính lượng thuốc, dùng thuốc nổ có thời gian phản ứng hóa học kéo dài (thuốc nổ dạng hạt), thời gian vi sai lớn.

Hướng nứt nẻ, đặc biệt là hướng phân lớp của đất đá có ảnh hưởng đáng kể tới tốc độ sóng ứng suất trong đất đá mỏ. Do đó tùy theo vị trí tương đối của lượng thuốc nổ so với hướng phân lớp (hay khe nứt) mà năng lượng sóng ứng suất bị hấp thụ nhiều hay ít. Khi nổ mìn trong đất đá nứt nẻ và phân lớp thì hướng phá huỷ mạnh nằm ở hướng vuông góc với mặt phân lớp. Theo P.I.Kutrieravui thì điều kiện nổ tốt nhất là có 1 khe nứt (hay phân lớp) vuông góc với hướng phá, còn điều kiện xấu nhất là phương vị hướng phá tạo với hệ thống khe nứt 1 góc bằng 45<sup>0</sup>. Điều này có ý nghĩa quan trọng khi lựa chọn sơ đồ vi sai trong đất đá nứt nẻ và phân lớp. Theo GS.Kuznecov [19]: Trong điều kiện các thông số khoan nổ mìn không đổi, đường kính cỡ hạt nổ mìn tỉ lệ thuận với độ cứng, dung trọng và đường kính khối nứt (hình 2.1).





**Hình 2. 1** Sự phụ thuộc đường kính cỡ hạt vào độ cứng ( $f$ ), dung trọng ( $\gamma$ ) và đường kính khối nứt đất đá ( $d_n$ )

### 2.1.2. Ảnh hưởng của điều kiện địa chất thủy văn

Quá trình mở rộng và xuống sâu khai thác dưới mức thoát nước làm gia tăng tỉ lệ nước mặt và nước ngầm chảy vào mỏ, đây là nguồn tạo nước trong các lỗ khoan của các bãi nổ. Sự vận động của nước làm tăng tốc độ hòa tan thành phần Nitrat amôn ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), dẫn đến thay đổi thành phần và tính chất của thuốc nổ, giảm hiệu quả đập vỡ đất đá. Tỉ lệ thành phần cỡ hạt lớn có xu thế gia tăng khi tỉ lệ nước trong đất đá tăng. Để đánh giá ảnh hưởng của điều kiện ĐCTV đến mức độ MĐĐV đất đá, các Nhà khoa học trên thế giới đã tiến hành nổ thực nghiệm trong 3 loại môi trường đất đá có độ ngậm nước khác nhau: Đất đá khô hoàn toàn (không ngậm nước), đất đá nửa bão hòa (ngậm nước 50 %) và đất đá bão hòa hoàn toàn (ngậm nước 100 %). Kết quả nghiên cứu cho thấy: Tỉ lệ cỡ hạt >70 mm tăng từ 55,64 % (khi nổ trong môi trường đất đá khô hoàn toàn) lên 84,25 % (khi nổ trong môi trường đất đá nửa bão hòa) và đạt 91,16 % khi nổ đất đá bão hòa nước hoàn toàn. Trong khi đó, thành phần cỡ hạt có < 60 mm và thành phần cỡ hạt 60÷70 mm lại có xu thế giảm nhanh rõ rệt (hình 2.12) [15].

Ngoài làm giảm hiệu quả đập vỡ, nước ngầm còn làm giảm năng suất máy khoan, tăng nguy cơ sập lở thành lỗ khoan và tăng tỉ lệ thuốc nổ chịu nước. Theo số liệu thống kê trong những năm gần đây: Tỉ lệ thuốc nổ tại mỏ than Cao Sơn tăng từ 20,76 % (năm 2010) lên 39,33 % (năm 2015), tương ứng 89,4 %. Một số bãi nổ phải sử dụng hoàn toàn thuốc nổ chịu nước.

## 2.2. CÁC YẾU TỐ KỸ THUẬT

### 2.2.1. Ảnh hưởng của điều khiển năng lượng nổ

Hiệu quả nổ mìn cao hay thấp được đánh giá thông qua phần năng lượng hữu ích

dùng để đập vỡ (khi mục đích nổ là đập vỡ) đất đá so với tổng số năng lượng nổ của lượng thuốc nổ, gọi là hệ số sử dụng hữu ích năng lượng nổ:

$$\eta = \frac{W}{w} \quad (2.1)$$

Trong đó: W: năng lượng tham gia đập vỡ; w: toàn bộ thể năng của chất nổ.

Thông thường hệ số này rất nhỏ (từ vài % đến 15, 20%). Phần năng lượng nổ còn lại bị tổn thất dưới nhiều dạng như: tổn thất hóa năng dư, gây sóng chấn động, sóng đập không khí, làm văng xa đất đá, nghiền vụn quá mức cần thiết,...

Tổn thất hóa năng dư thường xảy ra khi lượng thuốc kích nổ không hết, khi dùng thuốc nổ kích nổ kém đặt trong lỗ khoan đường kính nhỏ hoặc dùng thuốc mìn không đủ công suất, khi nạp mìn không cẩn thận, không đảm bảo mật độ nạp,... Nhiều khi tổn thất này rất lớn. Tổn thất dưới dạng gây sóng chấn động thường rất lớn khi nổ mìn đồng loạt, khi bố trí lượng thuốc không đều, không cân đối. Sóng đập không khí là dạng tổn thất do sản phẩm khí nổ bị phụt ra ngoài không khí, không tham gia đập vỡ đất đá, thường là do lắp bua không cẩn thận, không đảm bảo chiều cao cột bua, chất lượng bua kém.

Tổn thất năng lượng nổ dưới dạng nghiền quá vụn đất đá là do sử dụng loại thuốc không hợp lý, lượng thuốc nạp tập trung không đều, sử dụng đường kính lỗ khoan chưa hợp lý, mạng lỗ khoan chưa hợp lý, phương pháp nổ không phù hợp. Như vậy để giảm bớt tổn thất năng lượng nổ và nâng cao hiệu quả nổ phải giải quyết hàng loạt các vấn đề, gọi chung là các phương pháp điều khiển năng lượng nổ.

Khi nổ mìn làm toi đất đá trên mỏ lộ thiên, việc điều khiển năng lượng nổ là hoàn thiện công tác nổ mìn nói chung, cần phải dựa trên cơ sở áp dụng các biện pháp điều khiển nổ phù hợp thì mới đem lại hiệu quả nổ tối đa. Điều khiển đập vỡ đất đá bằng nổ mìn là tạo ra trong môi trường đất đá các thông số sóng ứng suất đảm bảo cường độ đập vỡ đất đá nhất định. Xuất phát từ những yếu tố cơ bản xác định quá trình hình thành trường ứng suất có thể đưa ra các hướng cơ bản để hoàn thiện công tác nổ mìn:

- + Hoàn thiện loại thuốc nổ trên phương diện tạo ra xung lực nổ hợp lý (do kể tới sự kéo dài vùng phản ứng hóa học).
- + Hoàn thiện kết cấu lượng thuốc nổ.
- + Hoàn thiện các thông số (đường kính lỗ khoan, chỉ tiêu thuốc nổ, các thông số bố trí lượng thuốc nổ và sơ đồ phân bố mạng lỗ khoan trên tầng,...).
- + Áp dụng phương pháp nổ mìn vi sai.
- + Lựa chọn sơ đồ vi sai và thời gian vi sai thích hợp.

### 2.2.2. Ảnh hưởng của việc lựa chọn thời gian vi sai hợp lý

Việc tính toán thời gian theo quan điểm này phải xét đến tốc độ bay và góc bay của cục đá, song chưa có một công thức nào hợp lý được thừa nhận.

Trên thực tế, khi tiến hành điều khiển nổ vi sai các lượng nổ thì chất lượng đập vỡ đất đá của vụ nổ được cải thiện một cách rõ rệt: cỡ hạt đất đá nổ ra đều, ít đá quá cỡ, kích thước đồng đá nổ mịn gọn,... Tuy không có những tính toán định lượng cụ thể, nhưng có thể khẳng định đó là kết quả tổng hoà của 3 hiệu ứng: giao thoa sóng ứng suất, tạo bề mặt tự do phụ và va đập giữa các tảng đá bay. Ngoài ra, còn các hiệu ứng phụ khác như giảm đáng kể hậu xung, giảm đá văng, sóng va đập không khí và sóng chấn động cũng nhỏ hơn, có thể điều khiển hướng văng của đất đá,....

Mức độ tác dụng của ba yếu tố trên khó xác định. Tùy theo quan điểm và điều kiện cụ thể của vụ nổ mà lựa chọn sơ đồ nổ và tính toán thời gian vi sai hợp lý.

Thời gian vi sai có thể xác định theo các công thức thực nghiệm sau:

$$\Delta t = k_v \cdot w, \text{ ms} \quad (2.2)$$

Trong đó:  $k_v$  - hệ số phụ thuộc vào tính chất của đất đá, ms/m, đối với đá rất cứng  $k_v = 3$ , đá cứng  $k_v = 4$ , đá cứng vừa  $k_v = 5$ , đá nứt nẻ mềm yếu  $k_v = 6$ ;  $w$  - đường kháng chân tầng, m.

Hoặc thời gian vi sai có thể được tính theo công thức sau:

$$\Delta t = \frac{a_n \cdot c \cdot \rho}{(30 - 35) \cdot \sigma_n \cdot g}, \text{ ms} \quad (2.3)$$

Trong đó:  $\sigma_n$  - Độ bền nén của đất đá,  $\text{kG/cm}^2$ ;  $c$  - tốc độ lan truyền của sóng dọc,  $\text{m/s}$ , (thực tế có thể lấy bằng tốc độ âm lan truyền trong môi trường đất đá);  $\rho$  - mật độ đất đá,  $\text{kg/cm}^3$ ;  $a_n$  - khoảng cách giữa lượng nổ,  $\text{m}$ ;  $g$  - gia tốc trọng trường,  $g=9,8\text{m/s}^2$ .

Tốc độ âm trong đá khác nhau, thường dao động trong phạm vi từ  $3000 \div 5000\text{m/s}$ . Đối với đá cát kết  $c=3000 \div 4000\text{m/s}$ , đá vôi từ  $4000 \div 4800\text{m/s}$ , đá granít từ  $5200-5500\text{m/s}$ , và đối với điaaba  $5600\text{m/s}$ .

Công thức (2.3) chỉ ra, thời gian vi sai phụ thuộc vào độ cứng âm học  $c \cdot \rho$  và độ bền nén tuyệt đối của đá  $\sigma_0$ . Độ cứng âm học tăng thì thời gian vi sai tăng, khi độ bền nén của đá  $\sigma_0$  tăng thì thời gian vi sai giảm và ngược lại.

Thời gian vi sai khi nổ đào các đường hầm có thể được xác định theo công thức thực nghiệm sau:

$$\Delta t = \frac{31,5}{\sqrt[4]{c \cdot \rho}} \cdot w - 6 \cdot \sqrt{c \cdot \rho} + 9,6, \text{ ms} \quad (2.4)$$

Trong đó:  $c$  - tốc độ lan truyền của sóng dọc, m/s;  $\rho$  - mật độ đất đá, T/m<sup>3</sup>;  $w$  - đường cản ngắn nhất, m.

Do vậy, việc lựa chọn thời gian vi sai hợp lý cho phép xác định sơ đồ điều khiển nổ vi sai phù hợp với điều kiện tự nhiên của mỏ.

### **2.2.3. Ảnh hưởng của các thông số hệ thống khai thác**

- Thông số quan trọng nhất là chiều cao tầng (H): Khi tăng chiều cao tầng đến mức hợp lý không những cải thiện được công tác mỏ mà còn làm tăng năng suất khoan, tăng suất phá đá của 1 mét dài lỗ khoan, tăng bán kính vùng đập vỡ của lượng thuốc (do tăng chiều cao cột thuốc), giảm chiều sâu khoan thêm (tăng hệ số sử dụng lỗ khoan), giảm chi phí thuốc nổ và phương tiện nổ,...

- Kích thước khu vực cần nổ: Đặc trưng là chiều dài L và chiều rộng A. Tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng bãi nổ ảnh hưởng tới hiệu quả nổ mìn. Khi L nhỏ mà A lớn sẽ làm giảm hiệu quả nổ do sức cản bên sườn gia tăng, ngược lại khi L lớn và A nhỏ thì chất lượng đập vỡ sẽ không tốt do ảnh hưởng của hàng đầu tiên lớn (hàng đầu tiên thường xuất hiện đá quá cỡ và mô chân tầng).

- Số hàng mìn (n): n liên quan chặt chẽ tới các đại lượng trên, đặc biệt là chiều rộng khoáng khai thác A. Khi n tăng lên thì sẽ tăng chất lượng nổ, tăng năng suất khoan và hệ số sử dụng mét khoan, ngược lại khi n quá nhỏ sẽ tồn tại nhiều mô chân tầng và đá quá cỡ, năng suất khoan cũng giảm theo.

Với những mỏ có tầng khai thác lớn, phương pháp nổ vi sai mang lại rất nhiều ưu điểm:

- Đất đá sau khi nổ phải có cỡ hạt phù hợp với yêu cầu của các công đoạn sản xuất tiếp theo;

- Đảm bảo hình dạng và độ dốc sườn tầng cần thiết, tạo điều kiện an toàn cho công tác khoan nổ lần sau;

- Đổng đá nổ mìn phải có mật độ, hình dạng và kích thước yêu cầu, thuận lợi cho công tác xúc bốc;

- Khoảng cách bay xa và hướng dịch chuyển của đất đá nổ mìn phải đúng dự kiến, đặc biệt khi nổ văng vào khoảng trống đã khai thác;

- Chấn động nổ do mìn là nhỏ nhất, đảm bảo độ ổn định tối đa với công trình xung quanh và đối với khối đất đá nằm gần bờ kết thúc, đảm bảo góc dừng của bờ dự kiến;

-Đổng đá nổ mìn phải đủ khối lượng cần thiết để máy xúc hoạt động liên tục và năng suất cao trong thời gian quy định;

--> Đảm bảo cho công tác mỏ có hiệu quả kinh tế, an toàn và ít ảnh hưởng đến

môi trường.

#### 2.2.4. Mức độ đập vỡ đất đá

Phương pháp nổ mìn vi sai mang lại những hiệu quả rõ rệt so với phương pháp nổ mìn dây cháy chậm và nổ mìn sử dụng kíp nổ điện tức thời về chất lượng đập vỡ đất đá:

- Đất đá sau khi nổ phải có cỡ hạt phù hợp với yêu cầu của các công đoạn sản xuất tiếp theo;

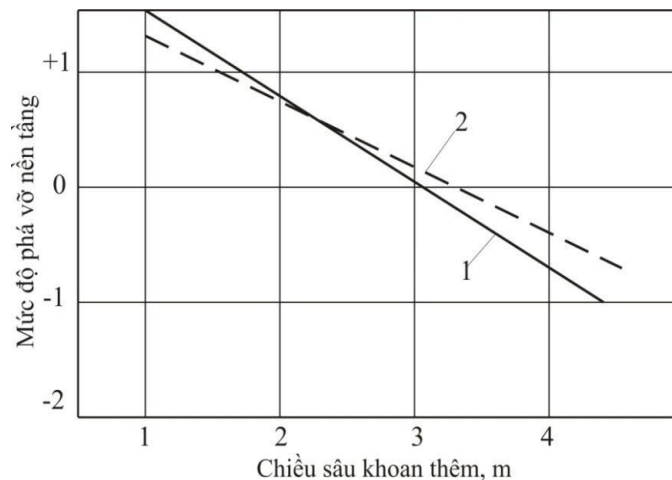
- Đống đá nổ mìn phải có mật độ, hình dạng và kích thước yêu cầu, thuận lợi cho công tác xúc bốc;

- Đống đá nổ mìn đạt đủ khối lượng cần thiết để máy xúc hoạt động liên tục và năng suất cao trong thời gian quy định

#### 2.2.5. Chiều sâu khoan thêm, chiều cao cột thuốc và chiều dài búa

Ba đại lượng trên có quan hệ rất mật thiết với nhau và ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả nổ mìn. Khi nổ mìn lỗ khoan lớn trên mỏ lộ thiên, lỗ khoan thường được chia thành 3 phần chủ yếu theo chiều dài và mỗi phần có một chức năng riêng.

+ Chiều sâu khoan thêm  $L_{kt}$  vùng (III) có chức năng chủ yếu để đảm bảo duy trì mức nền tảng theo thiết kế.



**Hình 2. 2** Mức độ phá vỡ nền tảng phụ thuộc vào chiều sâu khoan thêm

1- Lượng thuốc tập trung; 2- Lượng thuốc phân đoạn

+ Chiều dài búa  $L_b$  vùng (I) là phần lỗ khoan chứa vật liệu tạo ra sức kháng chống phụt sản phẩm nổ ra khỏi lỗ khoan, giúp quá trình kích nổ xảy ra hoàn toàn và nâng cao hiệu quả nổ, đảm bảo an toàn.

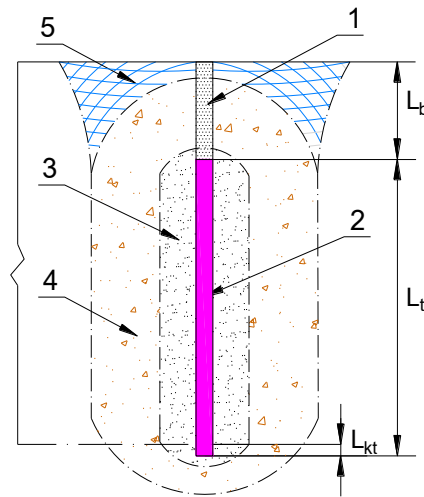
Thực tế và lý thuyết cho thấy dùng búa có chất lượng tốt sẽ tăng được hiệu quả nổ từ 10% ÷ 20%. Khi giảm được chiều dài búa sẽ tăng chiều cao phần nạp thuốc, giảm vùng đập vỡ kém ở phần tầng phía trên

+ Chiều cao cột thuốc cơ bản  $L_{tcb}$  vùng (II) có nhiệm vụ chính là đập vỡ đất đá

(Hình 2.3).

Khi nổ mìn với lượng thuốc nổ nhất định, phạm vi vùng đập vỡ đất đá được chia thành 2 vùng: vùng đập vỡ có điều khiển và vùng đập vỡ không điều khiển. Vùng đập vỡ có điều khiển là vùng đất đá bị đập vỡ xung quanh đường kính lượng thuốc nổ, còn vùng đập vỡ không điều khiển là vùng đất đá nằm phía trên cột thuốc (mặt tầng) và vùng đất đá khu vực sườn tầng (hình 2.3).

Khi chiều cao cột bụi không tương thích với chiều cao cột thuốc, đường kính lỗ khoan và độ cứng đất đá thì sẽ tồn tại vùng đất đá (5) mà ở đó năng lượng nổ tác động với cường độ rất yếu, không đủ để tách đất đá ra khỏi nguyên khối hoặc đất đá bị đập vỡ với kích thước hạt rất lớn. Đây là một trong những nguyên nhân làm phát sinh tỉ lệ đá quá cỡ (hình 2.3).



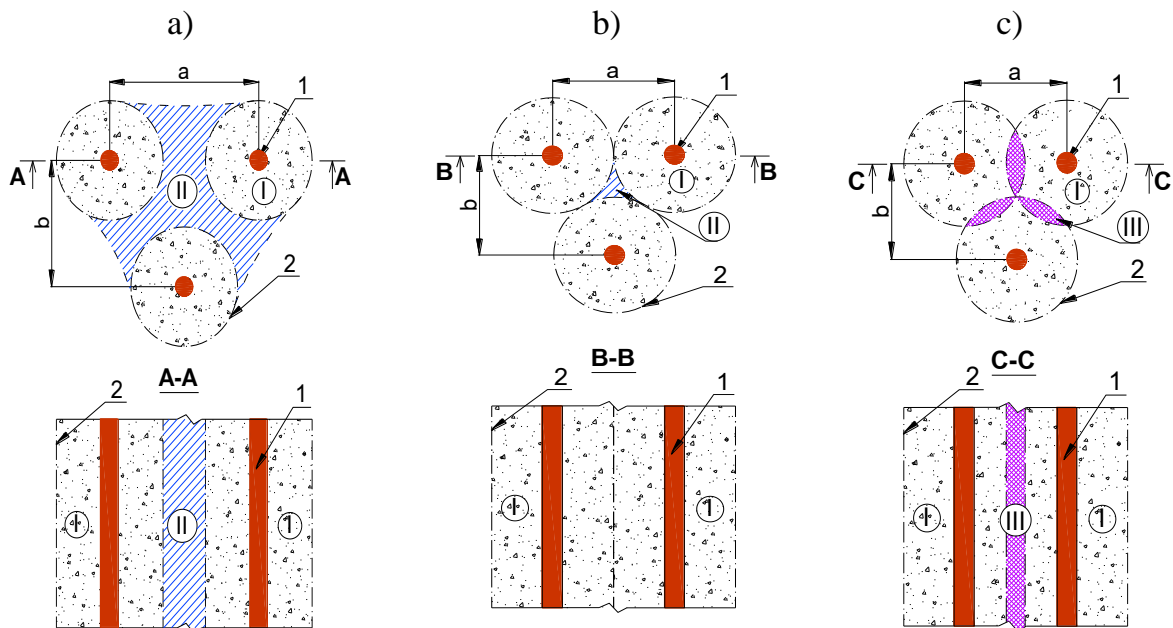
**Hình 2. 3** Các vùng đập vỡ đất đá khi nổ lượng thuốc hình trụ

1- cột bụi; 2- lượng thuốc nổ; 3- vùng nghiền nát; 4- vùng đập vỡ có điều khiển; 5- vùng đập vỡ không điều khiển

### 2.2.6. Sơ đồ bố trí mạng lỗ khoan trên tầng

Mạng lỗ khoan có thể được bố trí theo sơ đồ: Mạng ô vuông, mạng tam giác đều hoặc tam giác cân. Mạng nổ được đặc trưng bằng các thông số cơ bản như: khoảng cách giữa các lỗ khoan trong hàng (a) và khoảng cách giữa các hàng khoan (b). Với một loại đường kính lỗ khoan nhất định sẽ tồn tại vùng đập vỡ tương ứng. Khi nổ mìn các lượng thuốc gần nhau có thể xảy ra các trường hợp:

- Trường hợp 1 (TH1): Bán kính vùng đập vỡ của các lượng thuốc nổ không tiếp xúc với nhau (Hình 2.4a);
- Trường hợp 2 (TH2): Bán kính vùng đập vỡ của các lượng thuốc nổ tiếp xúc nhau (Hình 2.4b);
- Trường hợp 3 (TH3): Bán kính vùng đập vỡ của các lượng thuốc nổ giao cắt nhau (Hình 2.4c).



**Hình 2. 4** Sơ đồ bố trí mạng lỗ khoan và tương quan ranh giới vùng đập vỡ của các lượng thuốc nổ

I- vùng đập vỡ; II- vùng không đập vỡ; III- vùng nghiền nát; 1- lượng thuốc nổ; 2- biên giới vùng đập vỡ đất đá

Từ hình 5 cho thấy: Đối với TH1, năng lượng của các lượng thuốc nổ không đủ để tác dụng đến khối đất đá (II) nằm ngoài ranh giới vùng đập vỡ của các lượng thuốc xung quanh. Trong trường hợp này, đất đá vùng (II) chỉ mở rộng hệ thống khe nứt tự nhiên. Đây là nguyên nhân làm phát sinh nhiều đá quá cỡ hoặc cỡ hạt có đường kính lớn. Khác biệt với TH1, đối với TH3 đất đá khối (III) lại bị nghiền nát do sự giao thoa năng lượng nổ của các lượng thuốc nổ, gây lên tổn thất, lãng phí thuốc nổ, giảm suất phá đá và tăng chi phí khoan nổ mìn. Để đạt được hiệu quả cao trong công tác khoan nổ mìn, cần tính toán lựa chọn sơ đồ và các thông số mạng nổ đảm bảo các vùng đập vỡ tiếp xúc nhau và thể tích vùng (II) nhỏ nhất TH2.

### 2.2.7. Ảnh hưởng của vị trí điểm khởi nổ

Vị trí điểm nổ cũng có ảnh hưởng đáng kể tới chất lượng đập vỡ: Khi vị trí điểm nổ ở phía trên thì thời gian tác dụng nổ ngắn, hậu xung về phía sau lượng thuốc tăng gây khó khăn cho đợt khoan nổ lần sau, dễ để lại mô chân tầng.

Khi kích nổ từ dưới lên thì thời gian tác dụng nổ kéo dài, phần chân tầng phá hủy tốt vùng ứng suất phát sinh mạnh và có hướng phá thuận lợi, tác dụng hậu xung giảm.

### 2.2.8. Ảnh hưởng của phương pháp nổ

Các phương pháp nổ khác nhau sẽ cho chất lượng đập vỡ và hiệu quả nổ khác nhau. Sở dĩ như vậy là vì mỗi phương pháp có mức độ sử dụng năng lượng nổ nhất định vào mục đích phá đá bằng cách điều khiển về kết cấu không gian của các lượng thuốc nổ hoặc về giãn cách thời gian nổ giữa các lượng thuốc.

Theo kết cấu không gian của lượng thuốc nổ dài, tập trung, phẳng.

Theo thời gian thứ tự kích nổ trong một lượng thuốc và giữa các lượng thuốc nổ có các phương pháp nổ tức thời, nổ chậm, nổ vi sai.

Phương pháp nổ mìn vi sai là cách điều khiển năng lượng nổ có hiệu quả trên cơ sở kéo dài thời gian tác dụng nổ, tăng số lần đặt tải nổ, tạo ra mặt tự do mới và tạo ra các va đập cơ học phụ khi đất đá dịch chuyển.

Cơ sở lý thuyết của phương pháp nổ mìn vi sai như sau: Khi nổ lượng thuốc nổ I, trường ứng suất mà nó sinh ra còn đang tồn tại trong khối đá do lượng thuốc nổ thứ II đảm nhiệm thì lượng thuốc nổ thứ II nổ, vì vậy tạo ra sự giao thoa cộng hưởng ứng suất giữa 2 lượng thuốc nổ I và II, làm kéo dài thời gian tác dụng nổ. Mặt khác tác dụng nổ mang đặc trưng xung lực, đất đá ở trong chế độ chịu tải nhiều xung lực sẽ được đập vỡ tốt hơn. Tuy nhiên để có sự giao thoa sóng ứng suất thì thời gian vi sai rất nhỏ (vài % giây).

Tác dụng nổ vi sai phát huy hiệu quả theo quan điểm tạo ra mặt tự do phụ của lượng thuốc nổ trước cho lần nổ sau. Mặt tự do mới làm phát sinh sóng phản xạ kéo ở khối do lượng thuốc nổ sau đảm nhiệm tạo điều kiện phá hủy thuận lợi và cường độ phá hủy tăng lên.

Lý thuyết và thực tế đã chứng minh, khi nổ khối đá có nhiều mặt tự do thì thể tích phá hủy của lượng thuốc nổ tăng lên. Khi nổ vi sai nhờ sơ đồ vi sai tạo ra nhiều mặt tự do mà có thể tăng mạng thông số, giảm chỉ tiêu thuốc nổ mà chất lượng đập vỡ vẫn tốt. Theo quan điểm tạo ra mặt tự do phụ thì thời gian vi sai phải lớn hơn so với quan điểm giao thoa sóng ứng suất (tức là thời gian vi sai phải vào khoảng vài chục % giây).

Với những lý do trên mà phương pháp nổ mìn vi sai có ưu việt hơn hẳn phương pháp nổ tức thời, nó đã khắc phục được các nhược điểm của phương pháp nổ tức thời. Kết quả là mạng lưới lỗ khoan được mở rộng, chỉ tiêu thuốc nổ giảm, giảm chấn động, đá bay, chất lượng đập vỡ tốt hơn.

Để phát huy tính ưu việt của phương pháp nổ mìn vi sai cần phải xác định chính xác thời gian vi sai và chọn được sơ đồ vi sai phù hợp.

### **2.2.9. Ảnh hưởng của phương pháp điều khiển nổ**

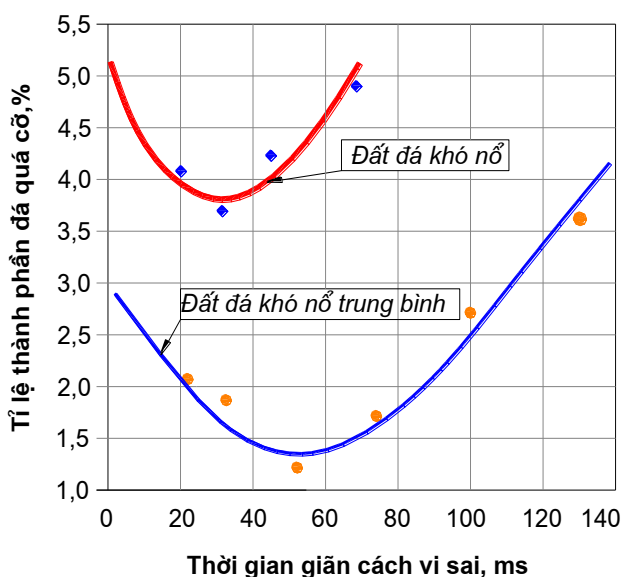
Theo thứ tự kích nổ giữa các lượng thuốc trong một bãi mìn và thứ tự kích nổ giữa các phần thuốc nổ trong cùng một lỗ khoan, có thể chia thành 02 phương pháp: Nổ tức thời (nổ các lượng thuốc cùng một thời điểm) và nổ vi sai (giữa các lượng thuốc có thời gian nổ khác nhau).

Hiện nay, phương pháp nổ tức thời trong một bãi mìn gần như không được áp



dụng khi làm toi đất đá phục vụ công tác xúc bốc, trừ một số trường hợp đặc biệt như: nổ văng để mở diện khai thác đầu tiên, nổ mìn điều khiển đất đá để san lấp các công trình xung quanh.

Phương pháp nổ vi sai ngày càng được áp dụng rộng rãi vì đây là phương pháp tạo ra nhiều mặt tự do cho khối đá, kéo dài thời gian tác dụng nổ và tạo ra sự va đập phụ giữa các khối đất đá chuyển động với tốc độ và hướng khác nhau. Do đó, cho phép hiệu quả đập vỡ đất đá. Ngoài ra, khi nổ vi sai còn giảm tác động của sóng chấn động và sóng đập không khí đối với các công trình xung quanh.



**Hình 2.5** Ảnh hưởng của thời gian vi sai tới tỷ lệ đá quá cỡ ( $d_c \geq 60$  cm)

Theo Repin thành phần cỡ hạt có kích thước 60 cm giảm từ 2,8 xuống 1,6 % (tương ứng 1,7 lần) khi tăng thời gian giãn cách vi sai lên  $25 \div 50$  ms. Sau đó, nếu tiếp tục tăng thời gian vi sai, thành phần cỡ hạt tăng gần như tuyến tính (hình 2.5). Trong các phương pháp nổ vi sai, phương pháp nổ vi sai các phần thuốc nổ trong cùng một lỗ khoan cũng ít được sử dụng do làm tăng chi phí giá thành và thời gian thi công nạp mìn.

## 2.3. CÁC YẾU TỐ KINH TẾ - TỔ CHỨC

### 2.3.1. Yếu tố tổ chức

Đây là yếu tố ảnh hưởng cuối cùng tới chất lượng và hiệu quả nổ mìn vi sai.

Trước hết là quy mô bãi nổ: rõ ràng tăng quy mô bãi nổ sẽ giảm được các chi phí phụ, giảm được thời gian chết của các thiết bị nổ. Tuy nhiên nó cũng bị hạn chế bởi khả năng thi công, thời gian cho phép nạp nổ, thời tiết khí hậu, điều kiện địa chất thủy văn, tính ổn định của đất đá, loại thuốc nổ. Ngoài ra nó còn liên quan đến tổ chức của toàn bộ dây chuyền công nghệ sản xuất. Nếu cơ giới hoá việc nạp mìn, lấp búa thì quy mô bãi nổ có thể được tăng lên, còn dùng phương pháp thủ công thì quy mô bãi nổ

giảm đi rõ rệt. Việc chọn quy mô một bãi nổ hợp lý trước hết cần căn cứ vào phương pháp nạp, tính chất đất đá, điều kiện địa chất thủy văn, loại thuốc nổ sử dụng, thời tiết khí hậu từng mùa và kế hoạch bóc đá.

Tiếp theo là tổ chức công tác khoan - nổ mìn: tuân thủ hộ chiếu khoan, theo dõi và điều chỉnh trong quá trình khoan, điều chỉnh hộ chiếu nổ phù hợp, tổ chức tốt việc chuẩn bị thuốc nổ ở từng lỗ khoan, chuẩn bị mìn nổ, nạp mìn, lấp búa đảm bảo chất lượng và cuối cùng là đấu ghép mạng nổ vi sai theo đúng sơ đồ đã chọn, kiểm tra chặt chẽ độ an toàn...đó là tất cả các công việc cần hoàn tất và có tính chất quyết định đến hiệu quả nổ. Mọi cố gắng tính chọn các thông số hợp lý sẽ là vô nghĩa nếu phần hoàn thiện cuối cùng này không được chú trọng.

### **2.3.2. Yếu tố kinh tế**

Đây cũng là vấn đề quan trọng và nó có tính quyết định đến giá thành cuối cùng. Việc tính chọn các thông số, loại thuốc nổ, phương tiện nổ, phương pháp nạp nổ cơ giới hay thủ công cũng phải dựa vào đơn giá và tính toán kinh tế làm sao đem lại hiệu quả cao nhất cho từng khâu và cho cả dây chuyền công nghệ sản xuất mỏ.

Tóm lại, nghiên cứu các yếu tố tổng hợp ảnh hưởng đến hiệu quả công tác nổ giúp chúng ta hiểu rõ bản chất các mối quan hệ mật thiết giữa chúng, từ đó tìm ra các giải pháp, các thông số hợp lý để hoàn thiện công tác nổ mìn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, có lợi về kinh tế và an toàn.

## **2.4. KẾT LUẬN**

Nghiên cứu ảnh hưởng của các sơ đồ điều khiển nổ vi sai đến hiệu quả công tác nổ mìn trong chương 2 cho phép nhóm nghiên cứu đi sâu hơn để tính toán, đề xuất, lựa chọn được sơ đồ điều khiển nổ vi sai hợp lý nhằm nâng cao chất lượng đập vỡ đất đá và đảm bảo an toàn khi tiến hành nổ mìn Cho mỏ than Đèo Nai-TKV sẽ thực hiện ở trong chương 3.

## CHƯƠNG 3

# ĐỀ XUẤT, LỰA CHỌN SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NỔ VI SAI HỢP LÝ NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐẬP VỠ ĐÁ ĐÁ VÀ ĐẢM BẢO AN TOÀN KHI TIẾN HÀNH NỔ MÌN CHO MỎ THAN ĐÈO NAI-TKV

### 3.1. GIỚI THIỆU MỎ THAN ĐÈO NAI

#### 3.1.1. Vị trí địa lý, hiện trạng khai thác

Mỏ than Đèo Nai do Công ty cổ phần than Đèo Nai quản lý, nằm ở Phường Cẩm Tây, Thị xã Cẩm Phả, Tỉnh Quảng Ninh.

Mỏ than Đèo Nai hiện đang được khai thác tại 2 khu vực là Nam Lộ Trí và Công Trường Chính:

- Khu Nam Lộ Trí là khu vực mới được mỏ Đèo Nai đưa vào khai thác từ năm 2010, đối tượng khai thác là các vỉa 1A, 4C và 6B. Sản lượng than trong một vài năm gần đây 310÷440 ngàn tấn/năm, tương ứng với đất bóc 4,0÷4,3 triệu m<sup>3</sup>/năm, hệ số bóc k = 9,25÷13,8 m<sup>3</sup>/tấn. Tính đến tháng 6/2019 cốt cao đáy mỏ ở mức +45 m.

- Khu Công Trường Chính là khu vực khai thác chính của mỏ Đèo Nai, đối tượng khai thác là tập vỉa dày G. Tại khu vực này, hiện tại công tác khai thác đang bám trụ vỉa GI3a(2), sản lượng trung bình của khu đạt 1,1÷1,3 triệu tấn/năm tương ứng với đất đá thải hàng năm 13,5÷14,3 triệu m<sup>3</sup>/năm, hệ số bóc trung bình từ 10÷12,35 m<sup>3</sup>/t. Tính đến tháng 6/2019 độ sâu đáy moong ở mức -180 m, góc dốc bờ công tác trung bình 20÷25<sup>0</sup>.



**Hình 3. 1** Hiện trạng khai thác mỏ than Đèo Nai

Đất đá bóc trong khu mỏ chủ yếu đá gốc, gồm các loại đá: Sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết, có độ cứng đất đá thay đổi  $f = 3,06 \div 13,79$ , trung bình 11,5, phải làm tươi sơ bộ trước khi nổ mìn. Đất phủ Đệ tứ đã được bóc gần hết trong quá trình khai thác của mỏ.

**Bảng 3. 1** Các thông số đặc điểm hiện trạng khai thác năm 2022 mỏ than Đèo Nai

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
1	Cốt cao đáy mỏ	m	-225
2	Sản lượng khai thác	10 <sup>6</sup> Tấn	1,75
3	Đất đá bóc sản xuất	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	21,7
-	Đất đá nguyên thổ	"	21,7
-	Đất đá bóc lại bãi thải cũ	"	
4	Hệ số bóc sản xuất	m <sup>3</sup> /Tấn	12,4
5	Tỷ lệ làm toại	%	90
6	Khối lượng đất đá làm toại	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	19,5
7	Độ cứng đất đá nổ mìn (Protodiaconov)		11,5
8	Thể trọng đất đá	tấn/m <sup>3</sup>	2,6
9	Cung độ vận chuyển đất đá	km	6,5
10	Khối lượng vận tải đất đá	10 <sup>6</sup> Tkm	366,4

**- Hướng trình tự khai thác:**

+ Do điều kiện địa hình địa chất khu mỏ, các vỉa than trong khu vực Công ty Cổ phần than Đèo Nai - Vinacomin quản lý gồm có hai chòm vỉa:

Chòm vỉa G (khu Lộ Trí) có cấu tạo phức tạp, phân bố không liên tục, có dạng thấu kính.

Chòm vỉa Dày (khu Công trường chính) phân bố trong phần lớn diện tích của mỏ, vỉa biến thiên mạnh về chiều dày và có cấu tạo theo hướng Bắc lên hướng Nam và từ trung tâm ra hai phía.

- Khai thác đồng thời cả hai khu vực Lộ Trí và Công trường chính, song cường độ khai thác ở các khu vực là khác nhau. Khu Công trường chính tập trung khai thác khu Trung tâm trước rồi phát triển dần sang cánh Nam và cuối cùng là cánh Bắc. Đối với khu Lộ Trí khai thác khu Nam Moong và khu Trung tâm trước sau đó phát triển dần lên phía Đông Nam còn khu Tây Bắc khai thác sau cùng.

Trình tự khai thác của Công ty Cổ phần than Đèo Nai - Vinacomin không ảnh hưởng đến các công trình xung quanh.

**3.1.2. Hệ thống khai thác**

Trong quá trình khai thác, các mỏ than lộ thiên sử dụng hệ thống khai thác (HTKT) dọc, một hoặc hai bờ công tác có vận tải, đổ thải bãi thải ngoài và bãi thải trong, khấu theo lớp dốc. Các thông số HTKT như: Chiều cao tầng H = 5÷16 m; chiều rộng mặt tầng công tác nhỏ nhất B<sub>min</sub> = 25÷50 m; góc nghiêng bờ công tác φ = 13÷26<sup>0</sup>.

Các thông số HTKT hiện đang áp dụng tại các mỏ than lộ thiên lớn thuộc TKV thể hiện trong Bảng 2.2.

**Bảng 3. 2** Hiện trạng thông số HTKT của mỏ than Đèo Nai

TT	Các thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Chiều cao tầng đất bóc	m	10 ÷ 15
2	Chiều cao phân tầng khai thác than	m	5 ÷ 7,5
3	Chiều rộng mặt tầng công tác B <sub>min</sub>	m	25 ÷ 45
4	Chiều rộng mặt tầng tạm dừng	m	5 ÷ 15
5	Số tầng trong 1 nhóm tầng	tầng	2 ÷ 3
6	Góc nghiêng bờ công tác	độ	13 ÷ 15
7	Góc dốc sườn tầng	độ	55 ÷ 65

### 3.1.3. Đồng bộ thiết bị khai thác

Theo kết quả nghiên cứu và kinh nghiệm rút ra từ hoạt động thực tiễn trên các mỏ lộ thiên thế giới và Việt Nam, đối với quan hệ giữa máy xúc và ô tô, mức độ hợp lý của đồng bộ thiết bị (ĐBTB) được thể hiện qua biểu thức xác định trọng tải ô tô ( $q_0$ ) theo dung tích gàu xúc ( $E$ , m<sup>3</sup>) và cung độ vận tải ( $L$ , km):

$$q_0 = (4,5 \times E + a) \times \sqrt[3]{L}, \text{ tấn} \quad (3.1)$$

Trong đó: a - hệ số; a = 3 khi  $E \geq 4 \text{ m}^3$  và a = 2 khi  $E < 4 \text{ m}^3$ .

Căn cứ vào tỷ số giữa dung tích gàu xúc của máy xúc ( $E$ ) và dung tích của thùng xe ( $V_0$ ) hoặc khối lượng của đất đá trong gàu  $E.K_x.\gamma$  và tải trọng của ô tô  $q_0$ , xác định sự phối hợp giữa máy xúc và ô tô có được coi hợp lý hay không. Khi đất đá cứng phải nỗ mìn tỷ số  $V_0/E$  không được nhỏ hơn 2. Trên thực tế:

$V_0/E = 4 \div 6$  khi khoảng cách vận tải của ô tô  $L = 1 \div 1,5 \text{ km}$ ;

$V_0/E = 6 \div 8$  khi khoảng cách vận tải của ô tô  $L < 5 \text{ km}$ ;

$V_0/E = 8 \div 12$  khi khoảng cách vận tải của ô tô  $L = 7 \div 8 \text{ km}$ .

**Bảng 3. 3** Tổng hợp thiết bị khai thác chủ yếu của mỏ than Đèo Nai

TT	Thiết bị	Số lượng, chiếc
<b>I</b>	<b>Máy khoan</b>	
1	CBIII-250MH	5
2	DML, D245S, TITON... d = 150 ÷ 230mm	2
3	TAMROC, d = 89 ÷ 127mm	1
4	CbM, d = 160mm	
<b>II</b>	<b>Máy xúc</b>	

1	Máy xúc ЭКГ-4,0;5A	14
2	Máy xúc ЭКГ-8U	
3	Máy xúc ЭКГ-10Y	
4	CAT 320, E = 3÷4,7 m <sup>3</sup>	1
5	PC 1250-7, 8R, E = 6,7 m <sup>3</sup>	7
6	PC 2000, E = 12m <sup>3</sup>	
<b>III</b>	<b>Xe ô tô các loại</b>	
1	CAT 769D (36 T)	
2	CAT 773E&F (58 T)	42
3	CAT 777D (96 T)	
4	HD 325-6;7 (36 T)	
5	HD 465-5; 7;(55÷58 T)	27
6	HD 785-5; 7 (91 T)	20
7	Benlaz 75581 (90T)	
8	HM-400-2R, Volvo A40D (37 T)	20
9	HUYNDAI HD 270	5
10	KAMAZ (20 T)	
11	Scania P215, P340	5

### 3.1.4. Đánh giá hiện trạng công tác khoan - nổ mìn

#### a. Công tác khoan

Đất đá tại mỏ chủ yếu thuộc loại khó khoan, độ cứng trung bình  $f = 10 \div 14$ . Thiết bị khoan được sử dụng tại các mỏ bao gồm máy khoan xoay cầu (MKXC) chạy điện CBIII-250 có chất lượng loại B, C và máy khoan thủy lực (MKTL) DML, D245S, DM-45, ROC-L7,... đường kính 150÷230 mm để khoan nổ mìn phá đá lần 1. Khối lượng khoan tại các mỏ chủ yếu vẫn do MKXC chạy điện đảm nhiệm (chiếm 60÷65% khối lượng khoan toàn mỏ). Công tác khoan nổ mìn phá đá lần 2, phá mô chân tầng và phụ trợ khác chủ yếu được thực hiện bằng MKTL TAMROCK, TITON đường kính 89÷127 mm.

Các MKXC đường kính  $d = 250$  mm hiện đang sử dụng tại một số mỏ đều có thời gian sử dụng đã lâu và qua nhiều lần trung, đại tu. Tuy nhiên, do được bảo dưỡng thường xuyên, năng suất trung bình của máy khoan CBIII-250 vẫn đảm bảo theo năng suất định mức.

Đối với các MKXC thủy lực đường kính 230÷250 mm mới được đầu tư tại mỏ,

năng suất trung bình theo ca của máy thực hiện đạt từ 128÷162% so với định mức.

MKTL hiện có của mỏ làm việc có hiệu quả và cho năng suất cao nhất trong phạm vi đất đá có mức độ khó khoan  $P_k = 10\div 15$  (thuộc nhóm II÷III, độ kiên cố  $f = 10\div 12$ ), ít hoặc không có nước ngầm. Trong những khu vực có nước ngầm hoạt động hoặc độ cứng đất đá  $f > 13$ , năng suất theo ca của MKTL đường kính  $D = 230$  mm giảm 15÷20%, đồng thời các chi phí khoan cũng tăng. Hệ số sử dụng mét khoan tại mỏ trung bình 88,5÷92,5%.

Nhìn chung, công nghệ và thiết bị khâu khoan đang sử dụng ở các mỏ hiện nay đã đáp ứng được yêu cầu sản xuất của các mỏ. Tuy nhiên, cần nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật hợp lý nhằm đảm bảo năng suất máy khoan khi mỏ khai thác xuống sâu.

### ***b. Công tác nổ mìn***

- Vị trí nổ mìn nằm trong khai trường vỉa G, vỉa Dày 2 Công ty Cổ phần than Đèo Nai - Vinacomin (có bảng tọa độ kèm theo).

- Các hướng tiếp giáp với khai trường như sau:

- Phía Đông giáp khai trường Công ty CP than Cọc Sáu - Vinacomin

- Phía Tây giáp khu Lộ Trí

- Phía Nam giáp thành phố Cẩm Phả

- Phía Bắc giáp khai trường Công ty CP than Cao Sơn - Vinacomin

- Các hướng khác là khu vực đồi núi bãi thải, không có khu vực dân cư, công trình kiên cố quan trọng.

+ Đặc điểm đất đá khu vực khai trường nổ mìn: Bao gồm trầm tích hệ Trias, thống thượng, bậc Nori- rết, điệp Hòn Gai ( $T_{3n-rhg}$ ), được phân bố trên toàn diện tích khu mỏ gồm:

- Phụ điệp dưới ( $T_{3n-rhg1}$ ) có chiều dày khoảng 300m. Đất đá chủ yếu là cuội kết, xen kẽ một số lớp mỏng cát kết, bột kết và một số các lớp than mỏng không có giá trị công nghiệp.

- Phụ điệp giữa ( $T_{3n-rhg2}$ ) có chiều dày khoảng 700 ÷ 1.000m, bao gồm các loại đất đá cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết và vác vỉa than.

Độ cứng đất đá (theo Protodiaconop):  $f = 7 \div 15$  thuộc loại đất đá vừa và rất cứng.

Công tác nổ mìn hiện nay của các mỏ than lộ thiên do Công ty Công nghiệp Hoá chất Mỏ thực hiện.

Các loại thuốc nổ đã và đang dùng bao gồm:

- Thuốc nổ chịu nước: NTR-05, NTR-07, ANFO chịu nước;

- Thuốc nổ không chịu nước: ANFO thường. Thuốc nổ sử dụng trong điều kiện lỗ

khoan khô chủ yếu là Anfo trong nước sản suất; AD1 sử dụng có chiều hướng giảm dần, tỷ lệ giữa Anfo và AD1 là 85/15.

Phương tiện nổ sử dụng ở mỏ chủ yếu là hệ thống truyền tín hiệu nổ do các xí nghiệp trong nước sản xuất. Kíp vi sai phi điện trên mặt với thời gian vi sai 17, 25, 42 và 100 ms. Phương pháp nổ mìn vi sai qua hàng qua lỗ là phương pháp nổ tiên tiến được áp dụng trên các mỏ lộ thiên trong ngành. Mạng truyền nổ vi sai theo đường chéo, rạch, qua hàng qua lỗ được sử dụng chủ yếu. Đây là các mạng tương đối phù hợp trong điều kiện tự nhiên của mỏ. Cụ thể:

- Chiều cao tầng thay đổi từ 5÷20 m, chủ yếu H = 12÷15 m;
- Mạng lưới lỗ khoan dạng tam giác đều, các thông số mạng lưới (a x b) tương đối hẹp: a x b = 8,0 x 7,0 m; 7,5 x 6,5 m; 7,0 x 7,0 m; 6,5 x 5,5 m;
- Chiều cao cột thuốc ( $L_T$ ) thay đổi tùy theo chiều cao tầng và chiếm tỷ lệ khoảng (0,35÷0,7) x H;
- Chiều sâu khoan thêm thay đổi trong khoảng từ 1÷3 m;
- Chiều dài búa thay đổi trong khoảng từ 4÷8 m tùy theo chiều cao tầng;

Hiện nay, các mỏ đang trong quá trình khai thác xuống sâu, lượng nước ngầm tăng. Do đó, tỉ lệ thuốc nổ chịu nước có xu thế tăng.

### 3.1.5. Đánh giá hiện trạng mức độ đập vỡ đất đá

Mức độ đập vỡ đất đá (MĐĐV) đất đá là một thông số tổng hợp không chỉ phản ánh cường độ đập vỡ đất đá, mà nó cần phải được xem xét trong mối liên quan với tất cả các khâu khoan nổ, xúc bốc, vận tải. MĐĐV được đặc trưng bằng đường kính cỡ hạt trung bình ( $d_{tb}$ , m).

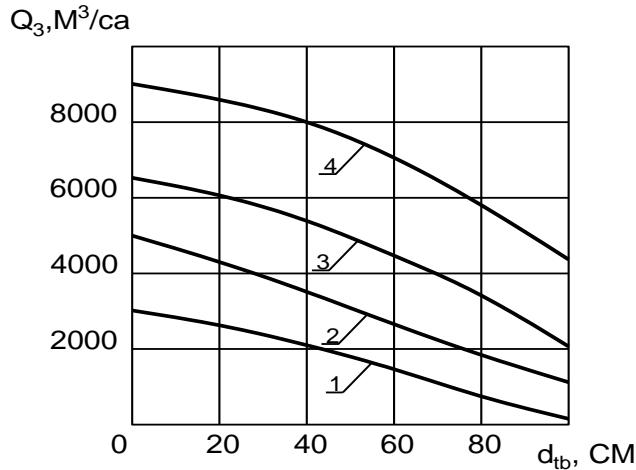
Trong khâu chuẩn bị đất đá cho xúc bốc trên mỏ lộ thiên, mức độ đập vỡ đất đá trực tiếp ảnh hưởng đến chi phí sản xuất của các khâu: khoan- nổ mìn ( $C_n$ ) lần 1 và lần 2, xúc bốc ( $C_x$ ) và vận tải ( $C_v$ ). Do vậy, mức độ đập vỡ đất đá được coi là hợp lý khi tổng chi phí sản xuất ( $\Sigma C_i$ ) cho các khâu này là nhỏ nhất:

$$C_{\Sigma} = C_n + C_x + C_v = \Sigma C_i \rightarrow \min \quad (3.2)$$

Khi  $d_{tb}$  của đồng đá nổ mìn lớn tới giới hạn cho phép của xúc bốc thì chi phí của khâu khoan-nổ mìn là nhỏ nhất, nhưng chí phí cho xúc bốc tăng lên do đất đá khó xúc, giảm hệ số xúc đầy gàu, tăng thời gian chu kỳ xúc, dẫn đến làm giảm năng suất máy xúc

Năng suất máy xúc phụ thuộc vào cỡ hạt đất đá nổ thể hiện trên biểu đồ hình 3.2.





**Hình 3. 2** Ảnh hưởng cỡ hạt trung bình đến năng suất máy xúc  
1,2,3,4 – Tương ứng với máy xúc ЭКГ-4,6; -8И; -12,5; -20

Để nâng cao năng suất máy xúc cần giảm kích thước cục trung bình. Muốn vậy cần phải tăng chỉ tiêu thuốc nổ ( $q$ ) và chọn được các thông số nổ mìn hợp lý. Song nếu tăng  $q$  quá lớn thì chi phí khoan nổ sẽ tăng nhanh mà tiết kiệm do tăng năng suất xúc không bù lại được. Do đó phải chọn được  $d_{tb}$  hợp lý để đảm bảo chi phí cho toàn bộ dây chuyền sản xuất là tối thiểu.

Quá trình nghiên cứu lý thuyết và thực tế của các tác giả Liên Xô (cũ) đã chỉ ra: trong điều kiện các mỏ sử dụng máy xúc tay gầu có dung tích  $4 \div 8 \text{ m}^3$  kết hợp với ô tô tải trọng  $27 \div 75$  tấn, đất đá có độ khó nổ và dễ nổ thì kích thước hợp lý của cỡ hạt trung bình có thể xác định theo công thức:

$$d_{tb} = (0,15 \div 0,2) \sqrt[3]{E}, \text{ m} \quad (3.3)$$

Trong đó: 0,15- ứng với đất đá dễ nổ; 0,2- ứng với đất đá có độ khó nổ trung bình đến khó nổ.

Hiện nay, tại các mỏ lộ thiên thuộc TKV đang sử dụng các loại máy xúc tay gầu chạy điện và máy xúc thủy lực có dung tích gầu từ  $3,5 \div 12 \text{ m}^3$  để xúc đất đá. Trong đó các máy xúc có dung tích gầu từ  $4,6 \div 6,7 \text{ m}^3$  là các máy xúc xúc đất đá chủ lực của các mỏ chiếm tới 72% tổng số máy xúc. Kết quả xác định kích thước đá quá cỡ, và cỡ hạt nổ mìn trung bình hợp lý theo dung tích gầu xúc xem bảng 4.

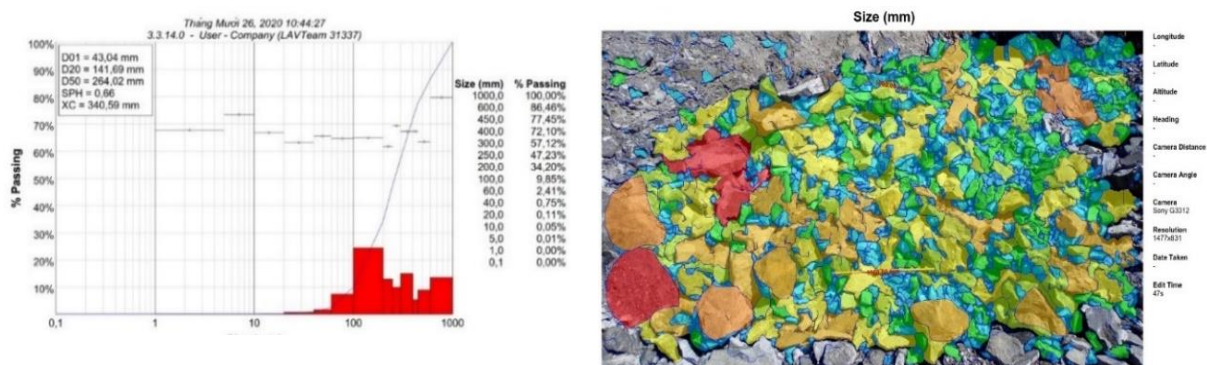
**Bảng 3. 4** Kết quả xác định kích thước đá quá cỡ, và cỡ hạt nổ mìn trung bình hợp lý theo dung tích gầu xúc tại mỏ than Đèo Nai

TT	Loại máy xúc	E, m <sup>3</sup>	d <sub>qc</sub> , m	d <sub>tb</sub> , m
1	MXTG	4,6	1,25	0,33
2		5	1,28	0,34
3		8	1,50	0,40

4		10	1,62	0,43
5	MXTLGT	5,7	1,34	0,36
6	MXTLGN	3,5	1,14	0,30
7		4,7	1,26	0,34
8		5,2	1,30	0,35
9		6,7	1,41	0,38
10		12	1,72	0,46

### 3.1.6. Đánh giá hiện trạng mức độ đập vỡ đất đá

Để đánh giá MĐĐV đất đá tại các mỏ than lộ thiên vùng Cẩm Phả, Hòn Gai và MVB, đề tài đã tiến hành khảo sát cỡ hạt đất đá nổ mìn bằng phần mềm WipFlag 3.0 bản demo tại các mỏ đại diện trong từng vùng.



**Hình 3. 3** Phân tích khảo sát cỡ hạt bằng phần mềm WipFlag 3.0

Kết quả khảo sát đường kính cỡ hạt trung bình nổ ra cho các máy xúc E = 12m<sup>3</sup>; máy xúc E = 4,7÷6,7 m<sup>3</sup> thể hiện bảng 5.

**Bảng 3. 5** Tổng hợp các thành phần cỡ hạt đất đá, đường kính cỡ hạt trung bình

TT	Chỉ tiêu, thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Dung tích gàu xúc, E		12 m <sup>3</sup>
2	Thành phần cỡ hạt		
-	0-0,20 m	%	24,63
-	0,20-0,40 m	"	23,78
-	0,40-0,60 m	"	21,8
-	0,60-0,80 m	"	16,49
-	0,80-1,00 m	"	10,06
-	> 1 m	"	3,24
3	Đường kính cỡ hạt trung bình,	m	0,45

	$d_{tb}$		
--	----------	--	--

Qua kết quả khảo sát thành phần cỡ hạt tại các khu vực cho phép rút đánh giá như sau:

MĐĐV đất đá tại mỏ than Đèo Nai có đường kính cỡ hạt trung bình hợp lý, đảm bảo năng suất máy xúc, cũng như khả năng chứa đất đá trên thùng xe ô tô.

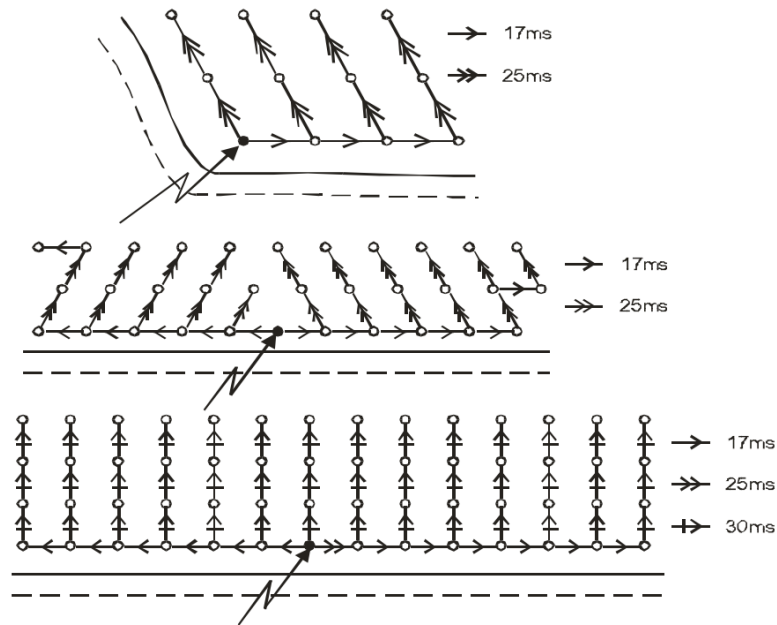
Đất đá quá cỡ có xu hướng phát sinh nhiều tại các bãi nổ đất đá có độ cứng, độ khối lớn, chủ yếu tại khu vực nhiều nước ngầm (khu vực trụ các vỉa than) và các bãi nổ có chiều cao tầng dưới 10 m, do đó MĐĐV tại các khu vực này chưa đảm bảo,  $d_{tb}$  còn lớn hơn mức độ yêu cầu đảm bảo năng suất máy xúc, ảnh hưởng năng suất máy xúc và khả năng chứa đầy thùng xe của ô tô.

Một số bãi mìn có thành phần cỡ hạt không đồng đều, tỉ lệ thành phần cỡ hạt có đường kính  $> 0,4$  m chiếm từ 34,3÷61,9 %.

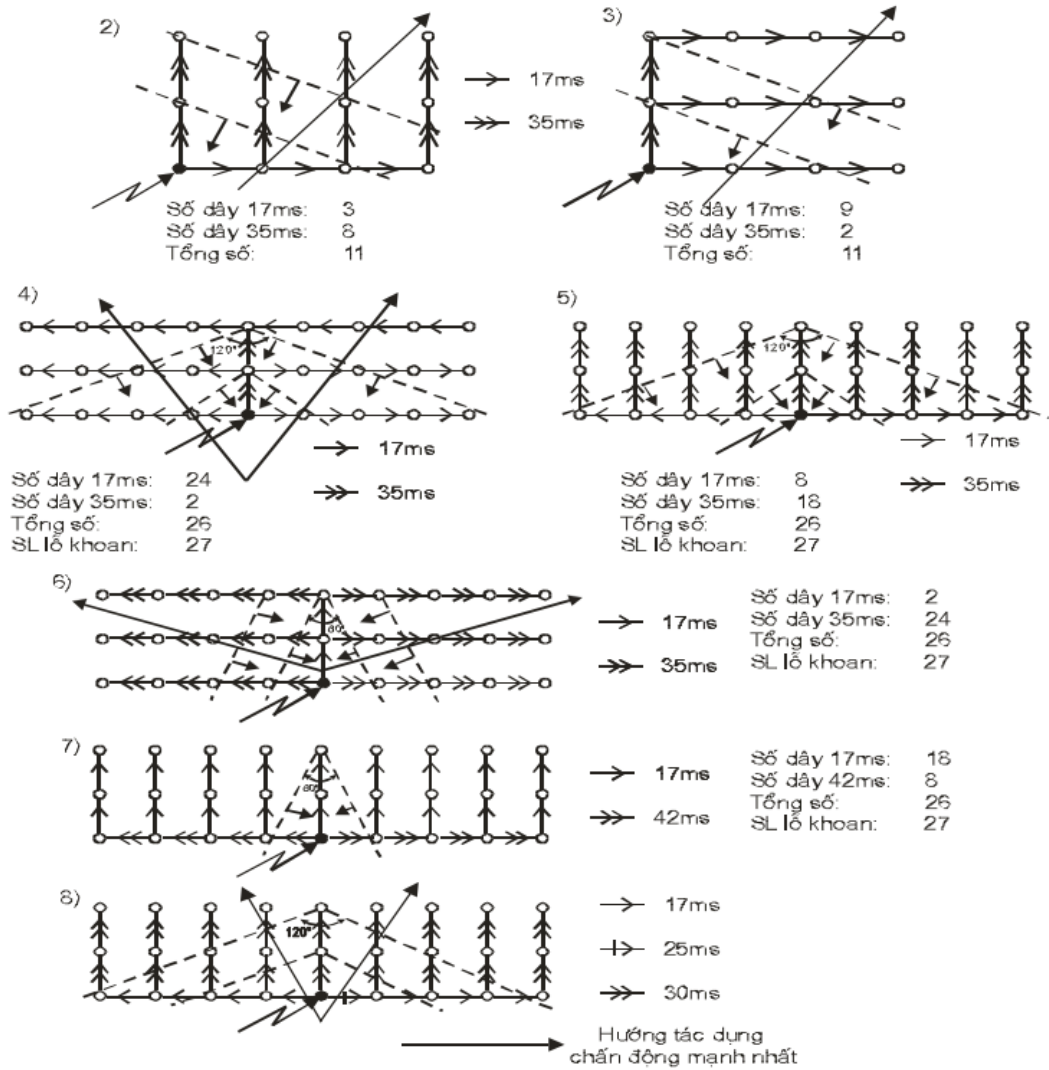
### **3.2. ĐỀ XUẤT, LỰA CHỌN SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN NỔ VI SAI HỢP LÝ NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐẬP VỠ ĐẤT ĐÁ VÀ ĐẢM BẢO AN TOÀN KHI TIẾN HÀNH NỔ MÌN CHO MỎ THAN ĐÈO NAI-TKV**

#### **3.2.1. Đề xuất, lựa chọn sơ đồ điều khiển nổ vi sai hợp lý cho mỏ than Đèo Nai-TKV**

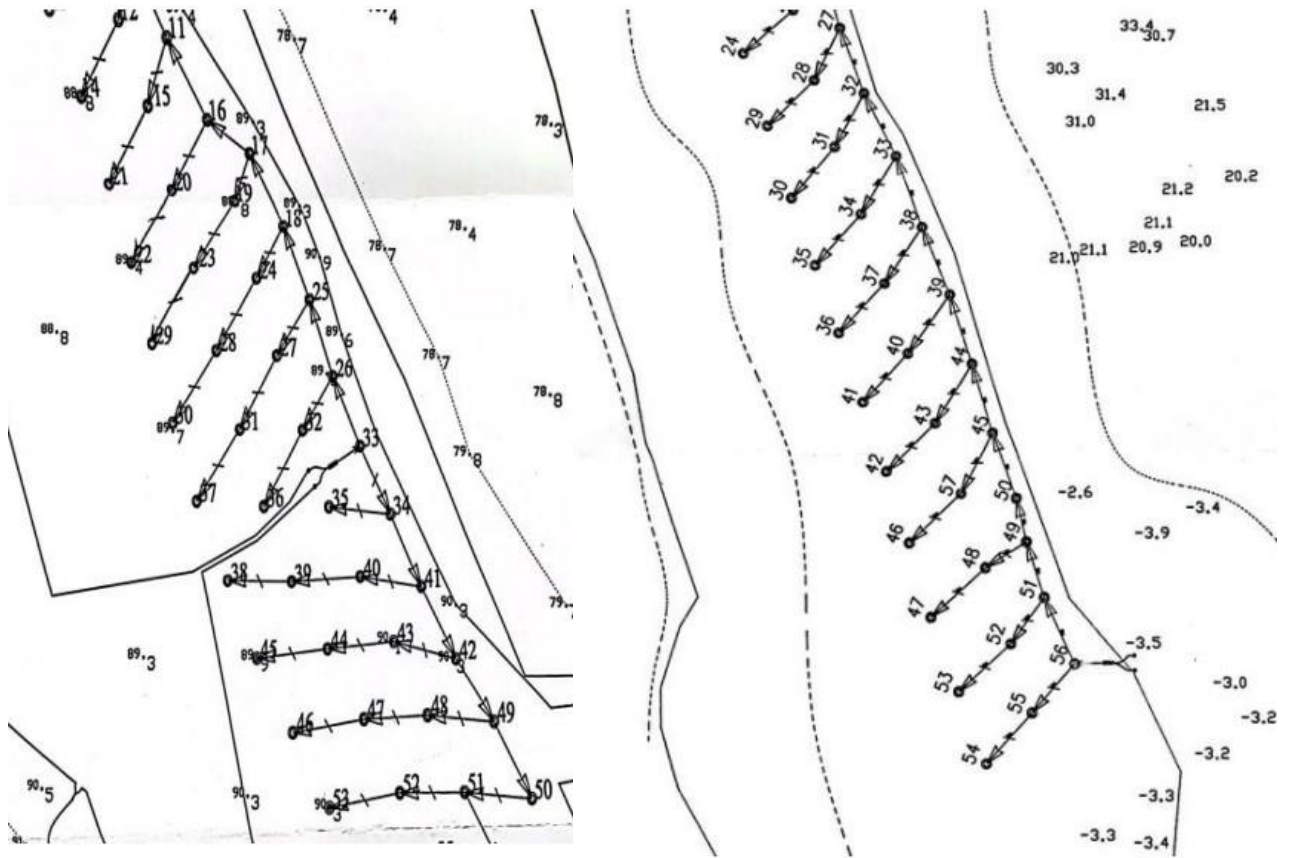
Trong trường hợp nổ trên tầng có mặt tự do ở đầu bãi thì nên đặt điểm khởi nổ ở đầu bãi nổ, (hình 3.4b) nếu bãi nổ dài và không có mặt tự do ở đầu bãi thì đặt điểm khởi nổ ở giữa bãi hàng ngoài cùng, lúc đó sơ đồ vi sai có dạng nê tam giác (hình 3.4b). Trong 2 trường hợp trên thì đặt điểm khởi nổ ở đầu bãi tác dụng chấn động sẽ nhỏ hơn, muốn giảm chấn động khi dùng sơ đồ nê tam thì cần làm lệch pha giữa 2 nhánh (hình 3.4c). - Trình tự khởi nổ trong một bãi nổ cũng có tác dụng làm giảm sóng chấn động: Muốn giảm chấn động phía nào thì phải đặt điểm khởi nổ ở phía đó, nghĩa là hướng khởi nổ của cả bãi mìn phải ngược chiều với hướng về đối tượng cần bảo vệ (hình 3.4, 3.5)



**Hình 3. 4** Sơ đồ hai nhánh lệch pha về thời gian vi sai



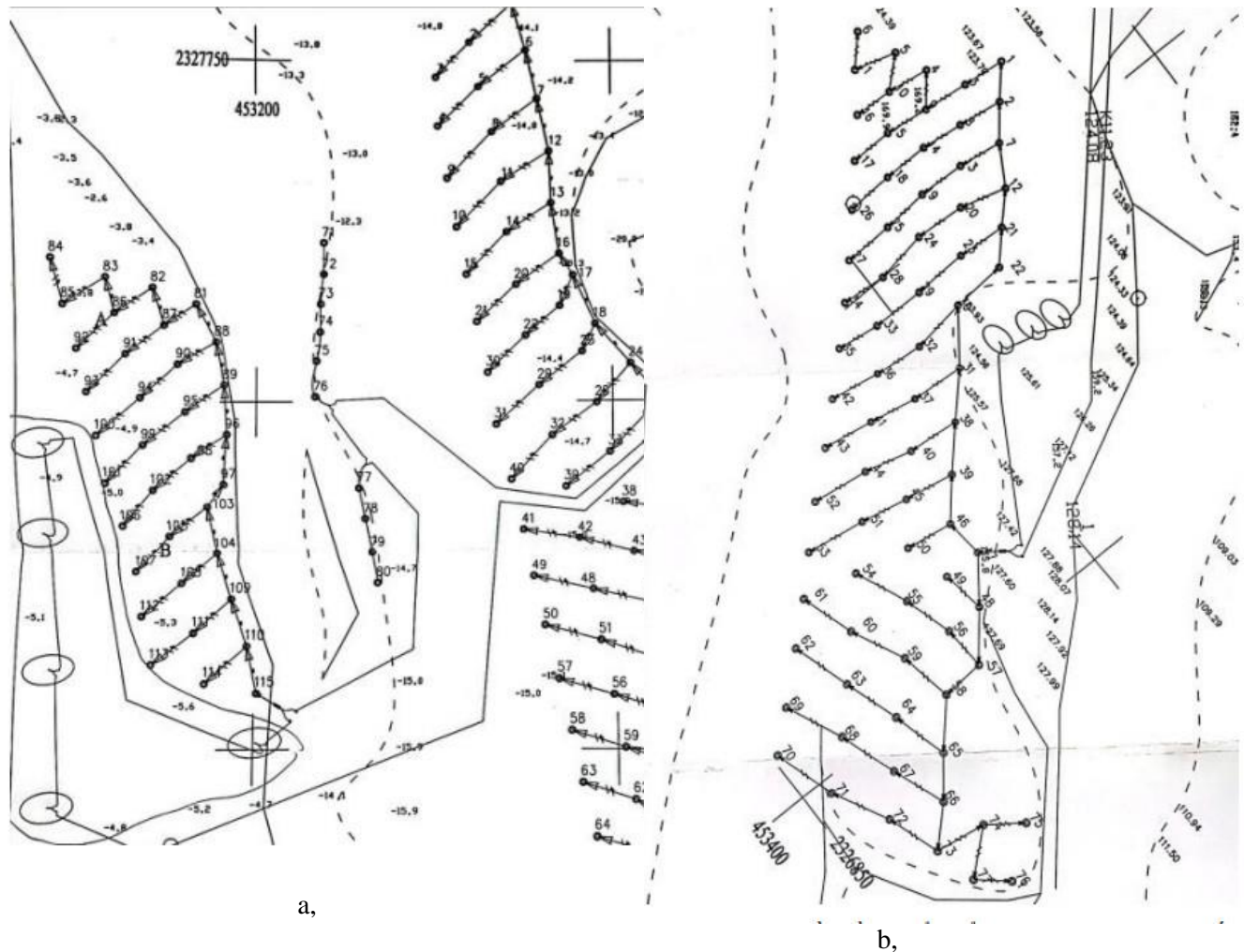
**Hình 3. 5** Sơ đồ quan hệ giữa hướng khởi nổ với tác dụng sóng chấn động



a,

b,

**Hình 3. 6** Sơ đồ điều khiển nổ vi sai đề xuất cho mỏ than Đèo Nai – TKV  
*a- Khởi nổ từ giữa sang hai bên; b- Khởi nổ từ một hướng của bãi mìn*  
 Hệ thống kíp nổ vi sai trên mặt 17 ms và 42 ms; Kíp vi sai phi điện xuống lỗ 400ms



**Hình 3. 7** Sơ đồ điều khiển nổ vi sai đề xuất cho mỏ than Đèo Nai – TKV

a, b- Khởi nổ từ giữa sang hai bên

Hệ thống kíp nổ vi sai trên mặt 17 ms và 42 ms; Kíp vi sai phi điện xuống lỗ 400ms

### 3.2.2. Tính toán an toàn khi tiến hành nổ mìn cho mỏ than Đèo Nai-TKV

#### a) Tính toán khoảng cách an toàn, quy mô bãi nổ

\* **Đối với khu vực khai trường Nam Lộ Trí và Đông Nam vỉa chính.**

+ Thực hiện theo công văn số 710/ATMT-HVC ngày 05 tháng 10 năm 2011 của Cục Kỹ thuật an toàn và Môi trường Công nghiệp - Bộ Công Thương:

- Khu vực Nam Lộ Trí quy mô bãi nổ không vượt quá 20.000 kg/bãi.
- Khu vực Đông Nam vỉa chính quy mô bãi nổ không vượt quá 15.000 kg/bãi.

\* **Đối với khu vực khai trường còn lại**

- **Lựa chọn quy mô bãi nổ:** Để đảm bảo tiến độ bóc xúc khai thác than và đảm bảo an toàn, lựa chọn quy mô bãi nổ  $\leq 100.000$  kg thuốc nổ/bãi nổ.

- **Tính khoảng cách an toàn**

- **Khoảng cách an toàn về chấn động**

Với mỏ lộ thiên (thường xuyên nổ mìn) khoảng cách an toàn về chấn động

được tính theo công thức:

$$R_C = 2 \times K_C \times \alpha \times \sqrt[3]{Q} \quad (\text{mét}) \quad (3.4)$$

**Trong đó:**

$K_C$ : Hệ số phụ thuộc vào tính chất đất nền cần bảo vệ,  $K_C = 7$

$\alpha$ : Hệ số phụ thuộc vào hệ số tác động nổ  $n$ ;  $\alpha = 1$

$Q$ : Khối lượng toàn bộ của phát mìn; chọn  $Q = 8.000 \text{ kg}$

$$R_C = 7 \times 1 \times \sqrt[3]{8.000} = 140 \text{ mét} \quad (3.5)$$

- Khoảng cách an toàn về tác động của sóng va đập không khí

Khoảng cách an toàn về chấn động sóng không khí sinh ra do nổ mìn được tính theo công thức:

$$r_s = k_s \times \sqrt{Q} \quad (\text{mét}) \quad (3.6)$$

**Trong đó:**

$k_s$ : Hệ số phụ thuộc vào các điều kiện phân bố vị trí độ lớn phát mìn, mức độ hư hại, chọn  $k_s = 5,5$ .

$Q$ : Khối lượng toàn bộ của phát mìn; chọn  $Q = 8.000 \text{ kg}$

$$r_s = 5,5 \times \sqrt{8.000} = 492 \text{ m} \quad (3.7)$$

- Khoảng cách an toàn về đất đá văng xa khi nổ mìn

$$R = \frac{2d}{\sqrt{W'}} \quad (3.8)$$

$$W' = C \times \sin\alpha + L_b \times \cos\alpha \quad (3.9)$$

**Trong đó:**

$d$ : Đường kính phát mìn,  $d = 250 \text{ mm}$

$C$ : Khoảng cách từ miệng lỗ khoan đến mép tầng,  $C = 3,0 \text{ m}$

$L$ : Chiều cao cột bụi lỗ mìn,  $L = 6,0 \text{ m}$ .

$\alpha$ : Góc nghiêng sườn tầng ( $75^\circ$ )

$$W' = 3 \times \sin 75^\circ + 6 \times \cos 75^\circ = 4,45 \text{ m}$$

$$R = \frac{2 \times 250}{\sqrt{4,45}} = 237 \text{ m} \quad (3.10)$$

Khu vực này nằm trong vùng cách xa dân cư, công trình quan trọng nên chấn động, sóng không khí, đất đá văng xa sinh ra trong nổ mìn không gây ảnh hưởng đến nhà dân và các công trình.

#### ***b) Lựa chọn khoảng cách an toàn cho người và thiết bị***

Để đảm bảo tuyệt đối an toàn cho quá trình nổ mìn, lựa chọn khoảng cách an toàn như sau:

- Khoảng cách an toàn cho người > 500 m
- Khoảng cách an toàn cho thiết bị > 250 m

### **3.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3**

Trên cơ sở các điều kiện tự nhiên, hiện trạng công tác khai thác và khoan – nổ mìn tại mỏ than Đèo Nai. Nhóm NCKHSV đã đi tính toán, đề xuất các sơ đồ điều khiển nổ vi sai hợp lý cho mỏ than Đèo Nai-TKV. Đồng thời tính toán các khoảng cách an toàn về sóng chấn động, sóng va đập không khí và đá văng khi áp dụng phương pháp nổ mìn vi sai phi điện với các sơ đồ, hướng điều khiển nổ vi sai hợp lý áp dụng cho mỏ than Đèo Nai – TKV.



## **KẾT LUẬN CHUNG**

Công tác nổ mìn ở mỏ thiên là một công tác quan trọng trong quy trình công nghệ khai thác mỏ lộ thiên. Vì vậy công tác nổ mìn cần phải được nghiên cứu và lựa chọn phù hợp để giảm chi phí cho công tác nổ mìn nói riêng và chi phí khai thác nói chung, do đó khâu nổ mìn chiếm một vị trí hết sức quan trọng.

Để nâng cao hiệu quả công tác nổ mìn cho mỏ than Đèo Nai - TKV thì việc lựa chọn sơ đồ điều khiển nổ vi sai hợp lý là rất quan trọng, góp phần nâng cao hiệu quả nổ mìn, đồng thời năng suất xúc bốc và vận tải, giảm được mức chi phí thấp nhất các chi phí sản xuất khai thác.

Đề tài nghiên cứu khoa học có hiệu quả cao hơn và có thể áp dụng vào thực tiễn nổ mìn phá vỡ đất đá cho các mỏ than lộ thiên thuộc TKV. Chúng em mong nhận được sự góp ý của quý thầy cô để cho bản nghiên cứu được hoàn thiện hơn.

Một lần nữa chúng em xin chân thành cảm ơn các thầy cô trong hội đồng bảo vệ nghiên cứu khoa học sinh viên của khoa Mỏ, đặc biệt là PGS.TS. Trần Quang Hiếu đã hướng dẫn, giúp đỡ chúng em hoàn thành đề tài nghiên cứu khoa học này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đàm Trọng Thắng, Bùi Xuân Nam, Trần Quang Hiếu – “Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và công nghệ”, 2015.
2. Hồ Sỹ Giao – “Thiết kế mỏ lộ thiên, Nhà xuất bản giáo dục”, 1999.
3. Nguyễn Đình Ấu, Nhữ Văn Bách – “Phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội”, 1996.
4. Nhữ Văn Bách, Lê Văn Quyển, Lê Ngọc Ninh, Nguyễn Đình An – “Công nghệ khoan nổ mìn hiện đại với lỗ khoan đường kính lớn áp dụng cho các mỏ khai thác đá vật liệu xây dựng của Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và công nghệ”, 2015.
5. Nhữ Văn Bách và nnk (2006), "Những biện pháp giảm thiểu tác dụng chấn động khi nổ mìn ở mỏ Núi Béo", Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất. Số 14/2006, tr. 58-62.
6. Nhữ Văn Bách và nnk (2012), "Phương pháp xác định tốc độ dao động của nền đất khi nổ mìn vi sai phi điện", Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất. Số 38/2012, tr. 25-28.
7. Bùi Xuân Nam (2006), "Chấn động do nổ mìn trên mỏ lộ thiên - Những đặc tính và các yếu tố ảnh hưởng", Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 05/2006, tr. 20-22.
8. Lê Văn Quyển – “Giáo trình phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn”, 2001.
9. Trần Mạnh Xuân – “Các quá trình Sản xuất trên mỏ lộ thiên, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật”, 2011.
10. Các báo cáo địa chất, khai thác của các mỏ than Đèo Nai - TKV.
11. Тюпин В. Н., Хаустов В. В. Зависимость геомеханического состояния трещиноватого массива от интервала замедления в зоне сейсмического действия массовых взрывов // Горный информационно аналитический бюллетень. - 2021. - № 2. - С. 45-54. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0-45-54
12. Чан Куанг Хиеу (2014), "Определение влияния конструкции забойки на интенсивность УВВ, обеспечивающей уменьшение опасной зоны взрыва на угольных разрезах Вьетнама", Горный информационно-аналитический бюллетень, страницы 422-425.