

# NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH KHOẢNG CÁCH TỐI THIỂU GIỮA ĐƯỜNG LÒ TỚI PHAY PHÁ ĐỨT GỖY BẰNG PHƯƠNG PHÁP SỐ

TS. ĐÀO VIẾT ĐOÀN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

**P**hay phá đứt gãy thường gây trở ngại cho công tác thiết kế và thi công các công trình ngầm, đường lò. Thông thường khi thi công các công trình ngầm, đường lò gần đến các đứt gãy hoặc đào qua các đứt gãy thường xảy ra các sự cố trượt lở đất đá vào trong khoảng trống làm nguy hiểm cho người và máy móc thiết bị, làm ngừng trệ sản xuất và ảnh hưởng đến tốc độ thi công chung của công trình. Các công trình ngầm, đường lò nằm song song gần đứt gãy phay phá thì khoảng cách giữa công trình ngầm, đường lò đến đứt gãy có ảnh hưởng đến độ ổn định của công trình, khoảng cách này càng nhỏ thì mức độ ổn định của công trình càng kém, khoảng cách càng lớn thì độ ổn định càng cao. Chính vì thế xác định khoảng cách tối thiểu giữa công trình ngầm, đường lò tới đứt gãy có ý nghĩa vô cùng quan trọng đến độ ổn định của công trình. Bài báo sử dụng phần mềm Flac mô phỏng xác định khoảng cách tối thiểu từ đứt gãy đến vị trí đặt đường lò khi đường lò đào song song với các đứt gãy.

## 1. Cách nhận biết và đặc điểm đất đá xung quanh đứt gãy

Những dấu hiệu khi gặp đứt gãy là [2]:

- ❖ Các đá nằm cạnh nhau có khác biệt nhau về thể nằm hoặc thời gian thành tạo tuổi của đá;
- ❖ Có dăm kiến tạo, mặt trượt dọc theo đới phá hủy;
- ❖ Xuất hiện những nguồn lộ nước nóng có độ khoáng hóa cao, các điểm tích tụ quặng;
- ❖ Ranh giới của các miền trường có đặc tính khác nhau như cường độ, cấu trúc.

Đặc điểm đất đá xung quanh đứt gãy là:

- ❖ Đất đá xung quanh đứt gãy thường phân hủy nứt nẻ mạnh, vỡ vụn, cà nát. Đứt gãy cũng có thể coi là vùng có mạng khe nứt dày đặc, độ bền của đất đá vùng này giảm hẳn so với các vùng khác trong khối đá thậm chí có khi phải xem như là đất đá rời rạc;

- ❖ Xung quanh đứt gãy thường tồn tại các vùng có quy luật phân bố ứng suất đặc biệt;
- ❖ Trong các phay phá, đứt gãy có thể chứa bùn, sét, nước và các thành phần phong hóa khi thi công các công trình ngầm qua khu vực này gây sập đổ, tai nạn trong khi thi công;
- ❖ Chúng có tác động đến mức độ ổn định của công trình ngầm tùy thuộc vào thể nằm so với trục của công trình ngầm.

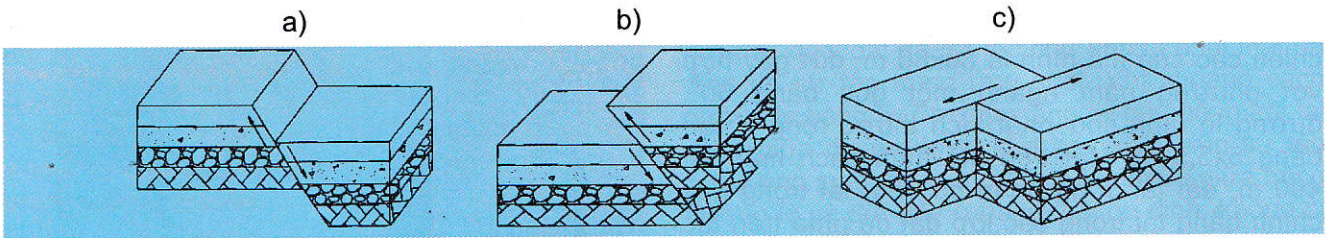
## 2. Phân loại đứt gãy

Thông thường đứt gãy thường xảy ra tại nơi có điều kiện địa chất không ổn định. Đứt gãy đi đôi với những đới dập nát mà trong quá trình đứt gãy hình thành nên (đứt gãy làm đá hai bên cánh của đứt gãy dịch chuyển hai bên của mặt trượt làm cho đá bị phá hủy). Dựa vào quan hệ dịch chuyển đương đối giữa hai bờ đứt gãy chia đứt gãy ra làm 3 loại là: đứt gãy thuận (Normal fault), đứt gãy nghịch (Thrust fault) và đứt gãy dịch chuyển ngang (Strike-slip fault).

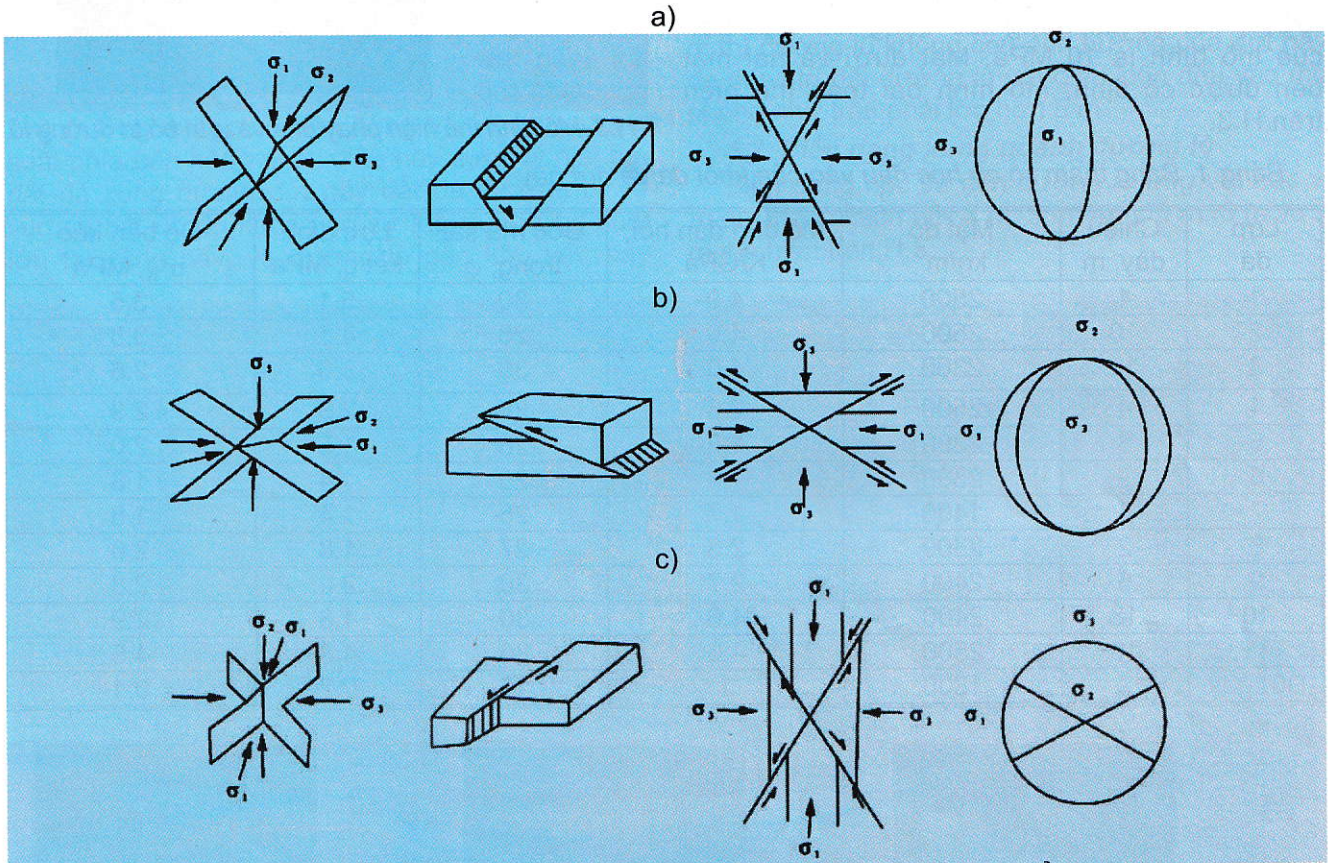
❖ Đứt gãy thuận: là đứt gãy có mặt đứt gãy nghiêng cùng chiều với cánh hạ xuống, đứt gãy thuận đặc trưng cho sự giãn của vỏ trái đất và thường được gọi là đứt gãy trọng lực hoặc đứt gãy do lực kéo căng (Gravity or tension fault) bề mặt trượt so với mặt phẳng nằm ngang bằng  $65^{\circ}$ - $90^{\circ}$ , trong cùng một khu vực thường xuất hiện ở dạng nhóm đứt gãy ít khi ở dạng đơn lẻ, thể hiện trên H.1.a.

❖ Đứt gãy nghịch: là đứt gãy nghiêng ngược chiều với cánh hạ xuống, đứt gãy nghịch đặc trưng cho sự nén ép của vỏ trái đất và thường được gọi là đứt gãy nén ép (compression fault) bề mặt dịch chuyển so với mặt nằm ngang thường bằng  $45^{\circ}$  thể hiện trên H.1.b;

❖ Đứt gãy dịch chuyển ngang: là đứt gãy các cánh đứt ra di chuyển theo phương ngang, không dịch chuyển theo phương thẳng đứng trên dưới và cũng có thể gọi là đứt gãy xoay (wrench fault) thể hiện trên H.1.c.



H.1. Các dạng của đứt gãy: a - Đứt gãy thuận; b - Đứt gãy nghịch; c - Đứt gãy dịch chuyển ngang [1].



H.2. Ba trạng thái ứng suất hình thành 3 dạng đứt gãy và hình thức biểu hiện [1]

Theo H.2 ta có thể thấy rằng:

❖ Hình thành trạng thái ứng suất của đứt gãy thuận là do ứng suất chính lớn nhất theo phương thẳng đứng  $\sigma_1$ , ứng suất nằm ngang  $\sigma_2$  và  $\sigma_3$ , trong đó  $\sigma_2$  cùng phương với đường hướng dốc của đứt gãy. Dựa vào trạng thái ứng suất của đứt gãy thuận và vòng tròn Mohr thấy rằng điều kiện để dẫn đến hình thành đứt gãy thuận là do ứng suất chính lớn nhất  $\sigma_1$  theo phương thẳng đứng tăng dần và ứng suất chính nhỏ nhất  $\sigma_3$  theo phương ngang giảm. Do vậy sự kéo giãn theo phương ngang và đè xuống theo phương thẳng đứng là điều kiện hình thành đứt gãy thuận;

❖ Hình thành trạng thái ứng suất của đứt gãy nghịch là do ứng suất chính lớn nhất  $\sigma_1$  và ứng suất chính  $\sigma_2$  theo phương ngang, ứng suất chính nhỏ nhất  $\sigma_3$  theo phương thẳng đứng, trong đó ứng suất

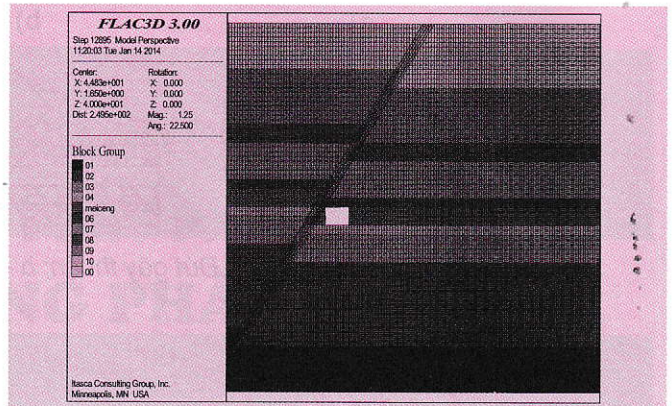
$\sigma_2$  song song với đường hướng dốc của đứt gãy. Dựa vào trạng thái ứng suất của đứt gãy nghịch và vòng tròn Mohr thấy rằng điều kiện để dẫn đến hình thành đứt gãy nghịch là do ứng suất  $\sigma_1$  theo phương ngang tăng dần hoặc ứng suất chính nhỏ nhất  $\sigma_3$  giảm dần. Do vậy sự nén ép theo phương ngang là điều kiện hình thành đứt gãy nghịch;

❖ Hình thành trạng thái ứng suất dịch chuyển ngang là do ứng suất chính lớn nhất  $\sigma_1$  và ứng suất chính nhỏ nhất  $\sigma_3$  theo phương ngang, ứng suất chính  $\sigma_2$  theo phương thẳng đứng, trong đó ứng suất  $\sigma_2$  vuông góc với đường hướng dốc của đứt gãy. Hướng trượt cũng vuông góc với ứng suất  $\sigma_2$ .

### 3. Các thông số đầu vào mô phỏng

Mô hình mô phỏng có 11 lớp đất đá chiều dày các lớp theo chiều từ dưới lên trên như sau: 10;

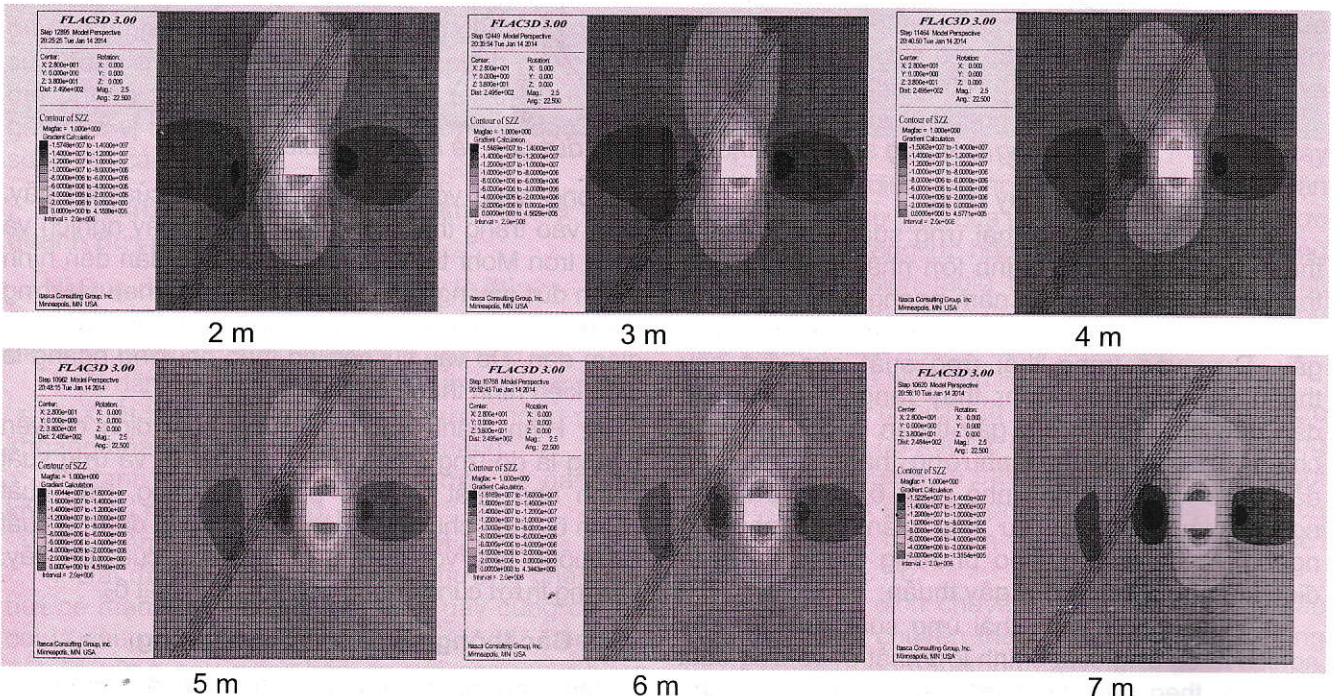
18; 6; 2; 4; 2; 8; 4; 12; 10 và 4 m chiều rộng chiều cao của mô hình là 80x80 m, đứt gãy hợp với phương nằm ngang một góc bằng  $60^{\circ}$ , đường lò hình chữ nhật kích thước rộng x cao bằng 5x3,5 m. Mặt trên mô hình cách mặt đất 400 m, đặt tải trọng phân bố đều, tải trọng này chính bằng tải trọng các lớp đất đá phía trên tác dụng lên, trong mô hình giả sử các lớp đất đá phía trên đều có trọng lượng thể tích  $\gamma = \rho \cdot g = 25 \text{ KN/m}^3$  khi đó tải trọng tác dụng lên mặt trên của mô hình là 10 MPa. Mặt dưới và hai mặt bên được cố định, mô hình bài toán thể hiện trên H.3.



H.3. Mô hình thể hiện phay phá và vị trí bố trí đường lò

Bảng 1. Bảng tham số cơ học đầu vào của khối đá và đứt gãy

Lớp đá	Chiều dày, m	Mật độ $\text{kg/m}^3$	Mô đun đàn hồi, K/GPa	Góc ma sát trong, $\varphi$	Lực dính kết c, MPa	Độ bền kéo $\sigma^*_K$ , MPa
1	4	2500	4.0	30	5.1	3.5
2	10	2500	4.0	28	4.1	3.5
3	12	2300	4.0	30	3.0	2.6
4	4	2500	2.6	28	2.8	2.9
5	8	2200	1.8	28	1.5	2.0
6	2	2300	1.8	25	1.4	1.8
7	4	1400	1.7	25	1.4	1.8
8	2	2300	2.3	27	1.8	2.6
9	6	2400	2.7	30	2.0	2.8
10	18	2400	4.6	30	4.8	2.9
11	10	2500	4.6	30	4.8	4.5
Đứt gãy	2	1800	1	15	0.2	0.1



H.4. Phân bố ứng suất theo phương thẳng đứng Szz

4. Phân tích kết quả mô phỏng

4.1. Phân bố ứng suất theo phương thẳng đứng Szz

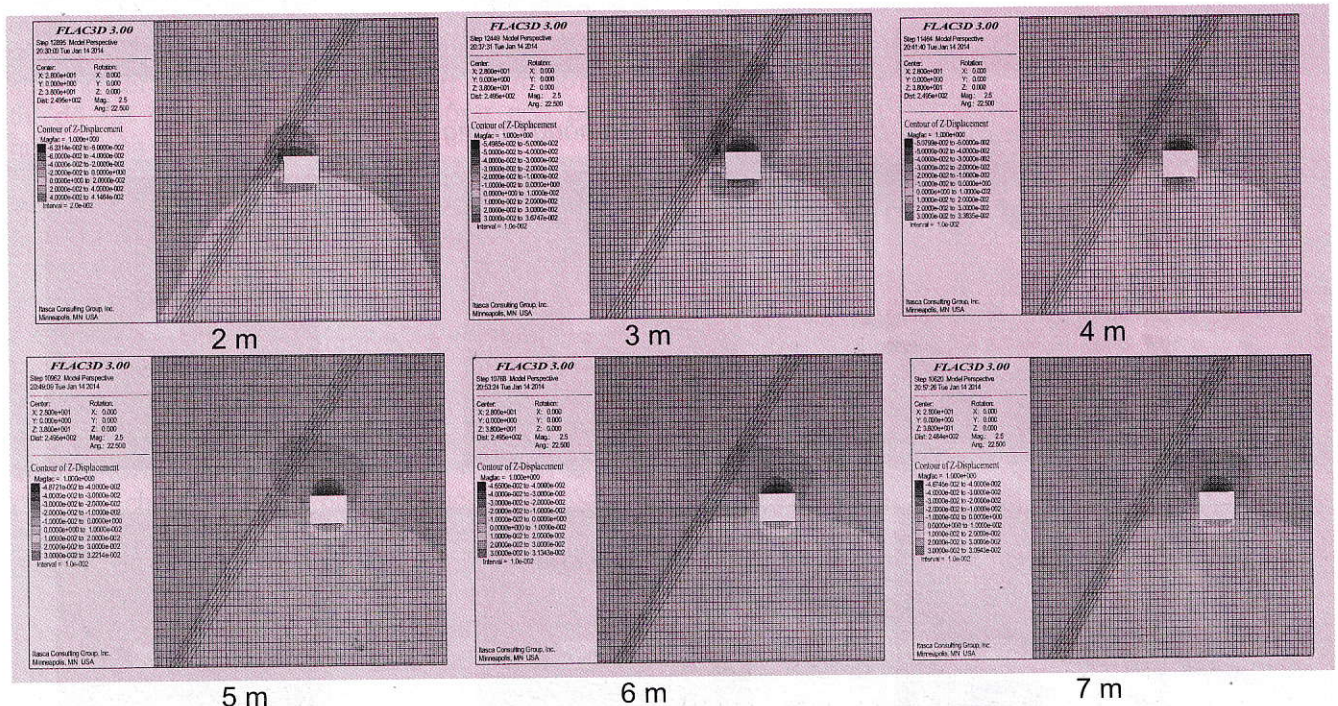
Phân bố ứng suất theo phương thẳng đứng Szz ứng với vị trí đường lò cách đứt 2 m; 3 m; 4 m; 5 m; 6 m và 7 m thể hiện trên H.4. Từ kết quả mô phỏng trên H.4 ta có thể thấy rằng, khoảng cách bố trí đường lò cách đứt gãy thay đổi từ 2÷7 m thì quy luật phân bố ứng suất theo phương thẳng đứng xung quanh đường lò như sau:

❖ Phía bên hông trái (tiếp giáp đứt gãy): khi khoảng cách từ hông đường lò đến đứt gãy bằng 2÷4 m ứng suất phía bên hông trái nhỏ hơn ứng suất phía bên hông phải, điều này được lý giải bởi đất đá xung quanh đứt gãy đất đá thường bị vỡ vụn cả nát do đó không có sự tập trung ứng suất lớn tại vùng này, và đường lò gần khu vực này

thường mất ổn định do đất đá có chứa mạng khe nứt dày đặc, đất đá rời rạc chứ không phải mất ổn định do sự tập trung ứng suất. Khi khoảng cách đường lò bằng 5÷7 m thấy rằng tại bên hông trái tại vùng giữa đường lò và đứt gãy xuất hiện sự tập trung ứng suất điều này chứng tỏ đất đá giữa hông đường lò và đứt gãy ở trạng thái ổn định, không bị phá hủy, giá trị ứng suất tập trung hai bên hông đường lò gần như bằng nhau, như vậy với khoảng cách từ đứt gãy đến hông trái đường lò lớn hơn 5 m thì đường lò không còn ảnh hưởng của đứt gãy do đó vị trí đặt đường lò với điều kiện đầu vào mô phỏng như trên phải lớn hơn 5 m.

4.2. Biến dạng xung quanh đường lò

Biến dạng nóc và nền đường lò ứng với các vị trí đường lò cách đứt 2 m; 3 m; 4 m; 5 m; 6 m và 7 m thể hiện trên H.5.



H.5. Biến dạng nóc và nền đường lò

Từ kết quả mô phỏng trên H.5 ta có thể thấy rằng, khoảng cách bố trí đường lò cách đứt gãy thay đổi từ 2÷7 m thì quy luật biến dạng nóc và nền đường lò như sau:

Tại nóc đường lò:

❖ Vùng đất đá biến dạng dịch chuyển mở rộng về phía đứt gãy và giảm dần khi khoảng cách từ đường lò đến đứt gãy tăng dần, và đạt tới trạng thái gần cân bằng về biến dạng đều trên nóc tại vị trí đặt đường lò tới đứt gãy bằng 7 m;

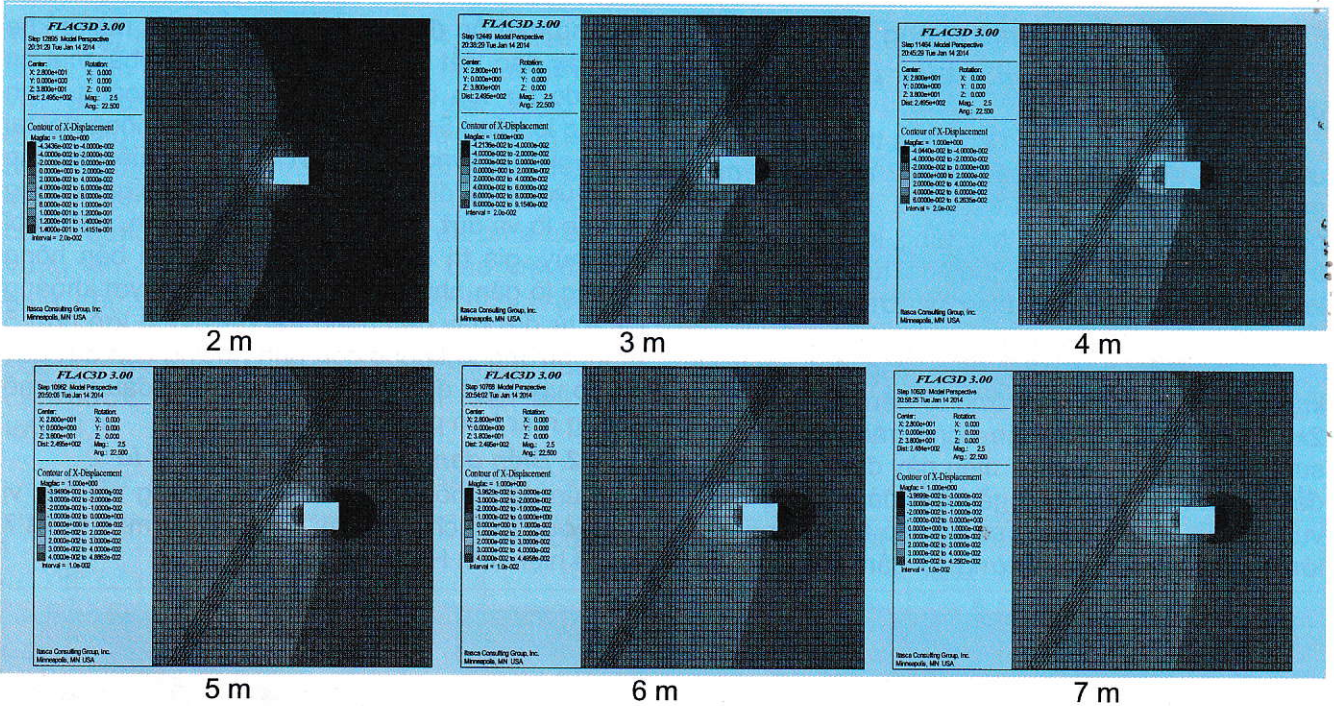
❖ Giá trị biến dạng có xu hướng giảm khi khoảng cách từ đường lò tới đứt gãy tăng, cụ thể giá trị biến dạng tại nóc đường lò với khoảng cách

từ đường lò tới đứt gãy bằng 2 m là 60 mm và giảm xuống còn 30 mm tại khoảng cách bằng 7 m.

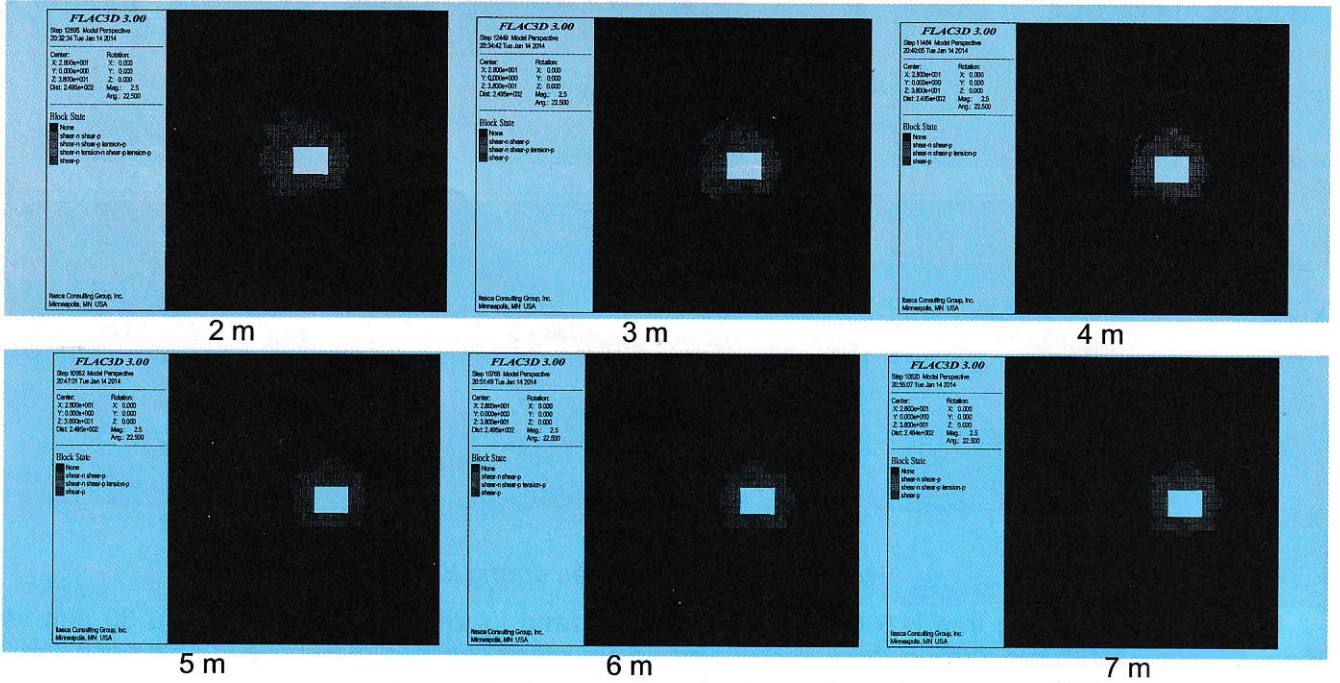
Tại nền đường lò:

❖ Tại nền đường lò vùng đất đá biến dạng dịch chuyển cũng mở rộng về phía đứt gãy và giảm dần khi khoảng cách từ đường lò đến đứt gãy tăng dần và đạt tới trạng thái cân bằng về biến dạng đều phía nền tại vị trí đặt đường lò tới đứt gãy lớn hơn 5 m;

❖ Giá trị biến dạng có xu hướng giảm khi khoảng cách từ đường lò tới đứt gãy tăng, cụ thể giá trị biến dạng nền tại đường lò với khoảng cách từ đường lò tới đứt gãy bằng 2 m là 35 mm và giảm xuống còn 10 mm tại khoảng cách bằng 7 m.



H.6. Biến dạng hai bên hông đường



H.7. Phá hủy xung quanh đường lò

Biến dạng hai bên hông đường lò ứng với các vị trí đường lò cách đứt 2 m; 3 m; 4 m; 5 m; 6 m và 7 m thể hiện trên H.6. Từ H.6 có thể thấy rằng, khoảng cách bố trí đường lò cách đứt gãy thay đổi từ 2-7 m thì quy luật biến dạng hai bên hông đường lò như sau:

- ❖ Khi khoảng cách đường lò tới đứt gãy bằng 2-4 m đường lò nằm gần tiếp giáp với đứt gãy do đó biến dạng phía hông trái (tiếp giáp đứt gãy) lớn hơn giá trị phía hông phải: tại khoảng cách từ

đường lò tới đứt gãy bằng 2 m giá trị biến dạng bên hông trái bằng 130 mm, bên hông phải bằng 40 mm, tại khoảng cách bằng 4 m giá trị biến dạng bên hông trái bằng 50 mm còn bên hông phải tại khoảng cách bằng 4 m bằng 30 mm;

- ❖ Khi khoảng cách từ đường lò tới đứt gãy lớn hơn 5 m giá trị biến dạng hai bên hông đường lò gần tương đương nhau và nằm trong khoảng 30 mm, điều này chứng tỏ khi khoảng cách từ đứt gãy

đến đường lò lớn hơn 5m thì độ ổn định của đường lò không còn bị ảnh hưởng của đứt gãy.

Từ những phân tích trên và giá trị biến dạng xung quanh đường lò ta có thể chọn khoảng cách bố trí đường lò cách đứt gãy với điều kiện đầu vào mô phỏng như trên lớn hơn 5 m.

#### 4.3. Phá hủy dẻo xung quanh đường lò

Phá hủy dẻo xung quanh đường lò ứng với các vị trí đường lò cách đứt 2 m; 3 m; 4 m; 5 m; 6 m và 7 m thể hiện trên H.7. Từ kết quả mô phỏng trên H.7 ta có thể thấy rằng, khoảng cách bố trí đường lò cách đứt gãy thay đổi từ 2÷7 m thì quy luật phá hủy dẻo xung quanh đường lò như sau:

❖ Khi khoảng cách đường lò tới đứt gãy bằng 2÷4 m đường lò nằm gần tiếp giáp với đứt gãy do đó vùng phá hủy dẻo phía hông trái (tiếp giáp đứt gãy) lớn hơn vùng phá hủy dẻo hông phải;

❖ Khi khoảng cách từ đường lò tới đứt gãy lớn hơn 5 m vùng phá hủy dẻo hai bên hông đường lò gần tương đương nhau, điều này chứng tỏ khi khoảng cách từ đứt gãy đến đường lò lớn hơn 5 m thì độ ổn định của đường lò không còn bị ảnh hưởng của đứt gãy.

Từ kết quả mô phỏng và phân tích trên ta có thể chọn khoảng cách bố trí đường lò cách đứt gãy với điều kiện đầu vào mô phỏng như trên lớn hơn 5 m.

#### 5. Kết luận

Dựa vào quan hệ dịch chuyển đường đứt giữa hai bờ đứt gãy chia đứt gãy ra làm 3 loại là: đứt gãy thuận (Normal fault), đứt gãy nghịch (Thrust fault) và đứt gãy dịch chuyển ngang (Strike-slip fault). Một trong những nguyên nhân chính hình thành lên các đứt gãy chủ yếu là do phương tác dụng của các thành phần ứng suất. Từ kết quả mô phỏng với điều kiện đầu vào trên ta có các nhận xét sau:

❖ Khu vực xung quanh đứt gãy thường là vùng có ứng suất giảm, mất ổn định của các công trình ngầm, đường lò khi đào gần khu vực đứt gãy thường là do đất đá xung quanh đứt gãy bị vỡ nhàu cả nát rời rạc gây ra chứ không phải do ứng suất tập trung gây ra;

❖ Khi đào các công trình ngầm song song với đứt gãy thì biến dạng và phá hủy dẻo xuất hiện bên hông tiếp giáp trực tiếp với đứt gãy thường lớn hơn bên hông không tiếp giáp trực tiếp với đứt gãy. Chính vì thế khi thi công công trình ngầm đường lò song song với đứt gãy cần chú ý tăng cường sử dụng các biện pháp gia cố bảo vệ bên hông tiếp giáp trực tiếp với đứt gãy;

❖ Với điều kiện đầu vào và kết quả mô phỏng bằng phần mềm Flac như trên thì khi đào công trình ngầm, đường lò song song với đứt gãy thì khoảng cách tối thiểu từ công trình ngầm, đường lò tới đứt gãy phải lớn hơn 5 m. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Xue Zhi Peng. Simulation of roadway damage induced by fault reactivation. Master thesis. HeNan Polytechnic University. 2010.
2. Nguyễn Quang Phích. Bài giảng cơ học đá. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội. 1992.
3. Chen Yu Min. Cơ sở và các thí dụ công trình thực tế FLAC/FLAC3D. Nhà xuất bản Thủy điện Thủy lợi Trung Quốc (sách tiếng Trung)
4. Peng Wen Bin. Giáo trình thực hành FLAC 3D. Nhà xuất bản Công nghiệp Cơ khí (sách tiếng Trung).
5. Itasca. FLAC Fast Lagrangian Analysis of Continua. User's Guide. Third Edition (FLAC Version 5.0). April. 2005.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

#### SUMMARY

The paper introduces some study results of estimating the minimum distance between the underground construction and the geological faults by numerical methods.

#### ĐỀ TÀI THAM KHẢO

1. Kẻ sĩ cần nhất khí độ phải cho to, kiến thức phải cho rộng. *Bùi Hành Kiệt.*
2. Không biết mà nói là ngu, biết mà không nói là hiểm. *Chiến Quốc Sách.*
3. Cách trị nhà cốt ở hoà thuận, cách mưu sinh cốt ở siêng năng. *Chu Hy.*
4. Việc tốt nhất ở thế gian không gì bằng cứu người nguy cấp, thương kẻ khốn cùng. *Cổ Ngữ.*
5. Không lấy bậy của ai là giàu; không bị nhục với ai là sang. *Công Nghi.*
6. Kẻ xa xỉ thì giàu mà vẫn không đủ, người kiệm ước thì nghèo mà tiêu vẫn có thừa. *Đàm Tử.*
7. Người khôn ngoan hỏi nguyên do làm lỗi ở bản thân, kẻ đại khờ hỏi nguyên do ở người khác. *Khổng Tử.*
8. Không có lỗi nào to bằng ham muốn. Không có tai họa nào to bằng không biết đủ. *Lão Tử.*
9. Nuốt được cái cay đắng trong cái cay đắng mới làm được hạng người trên loài người. *Lục Tài Tử.*

VTH sưu tầm