

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA LỚP NƯỚC ĐẾN MỨC ĐỘ PHÁ HỦY ĐẤT ĐÁ BẰNG SÓNG PHẢN XẠ KHI NỔ Mìn PHÁ ĐÁ DƯỚI NƯỚC

KS. NGUYỄN XUÂN KIỀU, TS. ĐÀM TRỌNG THẮNG
Bộ Tư lệnh Công binh

1. Tổng quan

Trên thế giới, công tác nổ mìn phá đá dưới nước được bắt đầu áp dụng từ thế kỷ XVIII, nhưng mãi đến giữa thế kỷ XX nó mới được áp dụng rộng rãi, với các hạng mục nổ phá rất đa dạng như [3]: nổ phá đá mở luồng và khơi thông luồng lạch, nổ tạo hố móng cho công trình cầu, nổ xây dựng âu tàu bến cảng, nổ đào hào để đặt các đường ống dẫn nhiên liệu và đặt dây cáp qua đáy sông biển, nổ khai thác khoáng sản, nổ phục vụ xây dựng các công trình quân sự dưới nước. Các phương pháp nổ chủ yếu được áp dụng như nổ om, nổ văng với các lượng nổ đặt trong lỗ khoan, dưới hố hoặc bằng các lượng nổ đặt ngoài hay bằng lượng nổ lổm.

Mặc dù đã có không ít các công trình có quan tâm nghiên cứu về công tác nổ mìn phá đá dưới nước, nhưng hiện nay còn tồn tại nhiều vấn đề về lý luận, về kỹ thuật và công nghệ cần được nghiên cứu giải quyết như: ảnh hưởng của lớp nước đến quá trình cơ học vật lý xảy ra khi nổ phá đá, công thức tính lượng nổ, chỉ tiêu thuốc nổ, kỹ thuật điều khiển tối ưu và kỹ thuật khoan, định vị dưới nước...

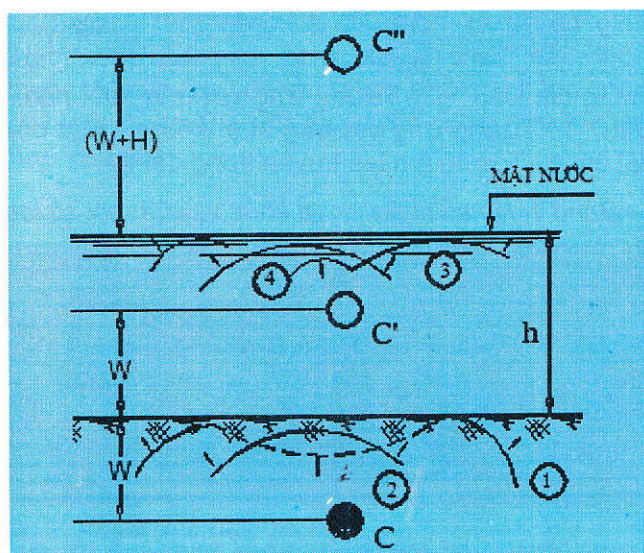
Đa số các cơ quan thiết kế vẫn sử dụng hệ thống công thức xác định các thông số nổ mìn trên cạn để tính toán cho nổ mìn dưới nước, vì vậy các kết quả nổ mìn dưới nước không phản ánh đúng bản chất và không đủ chính xác. Các chuyên gia nghiên cứu về nổ mìn phá đá dưới nước đều nhận thấy rằng, giữa nổ mìn trên cạn và nổ mìn dưới nước có sự khác nhau về nhiều mặt. Nhiều tác giả đã đưa ra nhận xét [3]: "Trong tất cả các trường hợp không thể áp dụng máy móc các thông số nổ trên cạn để tính nổ mìn dưới nước". Có sự khác nhau đó là do tồn tại lớp nước phía trên lượng nổ đã làm thay đổi quá trình cơ học vật lý khi phá hủy đá.

Xuất phát từ lý do trên, bài báo đi sâu vào việc nghiên cứu phân tích ảnh hưởng của lớp nước đến độ phá hủy đất đá bằng sóng phản xạ.

2. Ảnh hưởng của lớp nước đến mức độ phá hủy đất đá

Lý thuyết phá đá bằng sóng phản xạ của G.I. Pakrôpski và A.N. Khanucaep [5, 6], đã chứng minh rằng đối với đất đá có độ cứng âm học ($\rho.c$) $> 5.10^5$ g/cm².s (độ cứng âm học bằng tích giữa mật độ và tốc độ âm lan truyền trong vật liệu), thì cơ chế phá hủy đá chủ yếu do sóng ứng suất.

Cũng theo lý thuyết này, khi sóng tới lan truyền từ lượng nổ đến mặt phân cách giữa hai môi trường, thì phát sinh sóng phản xạ (gọi là sóng phản xạ 1) lan truyền ngược hướng với sóng tới và quy luật phát triển của sóng phản xạ được xem như lan truyền từ lượng nổ ảo nằm đối xứng với lượng nổ thật qua mặt phân cách.



H.1. Mô hình sự xuất hiện sóng dẫn và sóng phản xạ ở mặt phân cách: C - Lượng nổ thực; C' - Lượng nổ ảo 1; C'' - Lượng nổ ảo 2; 1 - Sóng tới; 2 - Sóng phản xạ 1; 3 - Sóng khúc xạ; 2 - Sóng phản xạ 2

Mặt khác, theo lý thuyết về nổ dưới nước [1, 2, 4] thì sóng phản xạ lan truyền từ mặt nước (gọi là sóng phản xạ 2) cũng tuân theo các quy luật quang học, âm học và được xem như phát sinh từ lượng nổ nằm đối xứng với lượng nổ thật qua mặt nước. Từ phân tích trên, chúng ta đưa ra sơ đồ phân tích sự xuất hiện sóng phản xạ khi nổ lượng nổ đặt trong môi trường đá dưới nước (H.1).

Mô hình bài toán là một lượng nổ hình cầu có khối lượng (C), được chôn sâu vào trong môi trường đất đá (có độ sâu W), chiều dày lớp nước phía trên là (h). Sau khi kích nổ, sóng ứng suất nén (còn gọi là sóng tới 1) lan truyền từ tâm nổ đến mặt phân cách giữa hai môi trường đất đá và nước. Khi đó, tại đây xuất hiện sóng phản xạ 1 lan truyền vào môi trường đất đá và sóng khúc xạ vào môi trường nước. Cường độ và tốc độ dịch chuyển của các hạt trong sóng phản xạ 1 và khúc xạ được xác định từ điều kiện liên tục đối với ứng suất và tốc độ trên mặt phân cách, đối với trường hợp phản xạ thẳng góc, được xác định theo phương trình sau [5]:

$$\begin{cases} \sigma_T + \sigma_{PX} = \sigma_{KX} \\ u_T + u_{PX} = u_{KX} \end{cases} \quad (1), (2)$$

Trong đó: σ_T , σ_{PX} , σ_{KX} - Trị số ứng suất tương ứng trong sóng tới, sóng phản xạ và khúc xạ; u_T , u_{PX} , u_{KX} - Trị số tốc độ dịch chuyển của các hạt tương ứng trong sóng tới, sóng phản xạ và khúc xạ.

Ứng suất trong sóng lan truyền ở mỗi thời điểm và mỗi điểm trong môi trường được rút ra từ định luật bảo toàn xung lượng:

$$\sigma = \pm \rho \cdot c \cdot u; \quad u = \frac{\pm \sigma}{\rho \cdot c} \quad (3)$$

Trong đó: Dấu "+" - Tương ứng với ứng suất nén; Dấu "-" - Tương ứng với ứng suất kéo; ρ - Mật độ đất đá; c - Tốc độ âm lan truyền trong đất đá.

Bảng 1. Hệ số phản xạ và khúc xạ của một số loại đất đá

Loại đất đá	ρ (g/cm ³)	c (m/s)	$\rho \cdot c$ (g/cm ² .s)	$\frac{\rho \cdot c}{\rho_n \cdot c_n}$	K_{PX}	K_{KX}	Ghi chú
Nước	1	$0,015 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	1	0	1	Tham khảo
Bùn	2,12	$2,4 \cdot 10^5$	$5,09 \cdot 10^5$	3,39	0,17	0,83	Tham khảo
Đá vôi	2,53	$3 \cdot 10^5$	$7,79 \cdot 10^5$	5,06	0,67	0,33	Tham khảo
Granít	2,65	$5,1 \cdot 10^5$	$13,5 \cdot 10^5$	9	0,8	0,20	Tham khảo
Điabaz	3,30	$6 \cdot 10^5$	$19,8 \cdot 10^5$	13,2	0,86	0,14	Tham khảo

Khi chiều sâu lớp nước bằng không ($h=0$) thì phương trình (5), (6), (7) sẽ có dạng:

$$\sigma_{PX} = -\sigma_T; \quad \sigma_{KX} = 0; \quad K_{PX} = 1; \quad K_{KX} = 0. \quad (8)$$

Trong trường hợp này sóng tới lan truyền đến mặt tự do chuyển hoàn toàn thành sóng dẫn phản

Thay (3) vào (2) ta được phương trình:

$$\frac{\sigma_T}{\rho \cdot c} - \frac{\sigma_{PX}}{\rho \cdot c} = \frac{\sigma_{KX}}{\rho_n \cdot c_n} \quad (4)$$

Trong đó: ρ_d , ρ_n , c_d , c_n - Mật độ và tốc độ tương ứng trong đất đá và trong nước.

Giải hệ (1) và (4), nhận được:

$$\sigma_{PX} = \frac{\rho_n \cdot c_n - \rho \cdot c}{\rho \cdot c + \rho_n \cdot c_n} \cdot \sigma_T = -K_{PX} \cdot \sigma_T \quad (5)$$

$$\sigma_{KX} = \frac{2\rho_n \cdot c_n}{\rho \cdot c + \rho_n \cdot c_n} \cdot \sigma_T = K_{KX} \cdot \sigma_T \quad (6)$$

Trong đó:

$$- \frac{\rho_n \cdot c_n - \rho \cdot c}{\rho \cdot c + \rho_n \cdot c_n} = K_{PX} \text{ gọi là hệ số phản xạ, đặc}$$

trung cho giá trị ứng suất trong sóng phản xạ 1.

$$\frac{2\rho_n \cdot c_n}{\rho \cdot c + \rho_n \cdot c_n} = K_{KX} \text{ : gọi là hệ số khúc xạ, đặc}$$

trung cho giá trị ứng suất trong sóng phản xạ.

Vì vậy ta có:

$$K_{PX} + K_{KX} = 1 \quad (7)$$

Vì độ cứng âm học của nước nhỏ hơn của đất đá, do đó sóng phản xạ từ mặt phân cách nước và đất đá vào môi trường đá sẽ là sóng dẫn (ứng suất mang dấu âm). Đá có độ bền kéo rất nhỏ so với độ bền nén, cho nên sóng phản xạ sẽ có tác dụng phá huỷ rất mạnh mặc dù ở đó có thể sóng nén không còn đủ cường độ để phá đá.

Các mối quan hệ (5), (6), (7) chỉ ra rằng biên độ trong sóng phản xạ và khúc xạ phụ thuộc vào tỷ số giữa độ cứng âm học của môi trường đất đá và nước, tỷ số này càng lớn thì ứng suất trong sóng phản xạ càng lớn và ngược lại. Các phân tích đối với một số loại đất đá được trình bày trong Bảng 1.

xạ lan truyền vào trong đất đá, tức là trở về trường hợp nổ mìn trên cạn.

Khi sóng khúc xạ lan truyền đến mặt nước thì phát sinh sóng dẫn phản xạ 2 từ mặt nước lan truyền xuống đáy nước. Từ thời điểm sóng phản xạ 2 gặp đáy nước, nó sẽ làm thay đổi thông số

ứng suất trong sóng phản xạ 1 lan truyền vào đất đá. Vì vậy, quy luật biến đổi trong sóng phản xạ 1 chỉ đúng ở giai đoạn đầu của quá trình phản xạ, khi mà sóng phản xạ 2 lan truyền từ mặt nước chưa tới đáy nước hoặc khi chiều sâu lớp nước rất lớn, mà ở đó khi kết thúc quá trình phá hủy tại mặt phân cách thì sóng dẫn phản xạ 2 từ mặt nước chưa lan tới đáy nước. Khi đó ta có các điều kiện biên tương ứng về sự tồn tại của sóng phản xạ 1: "Thời gian tác dụng phá hủy của sóng phản xạ tại phần tử đất nằm trên mặt phân cách giữa hai môi trường đất đá và nước (τ) phải nhỏ hơn tổng thời gian lan truyền sóng khúc xạ từ mặt phân cách giữa đất đá và nước đến mặt nước và thời gian lan truyền sóng dẫn phản xạ 2 từ mặt nước đến đáy nước" được biểu diễn qua quan hệ sau:

$$\tau < \frac{2h}{c_n} \quad (9)$$

Hoặc chiều sâu nước h^* rút ra tương ứng từ điều kiện (9) gọi là chiều sâu giới hạn, khi đó với mọi $h > h^*$ quy luật trong sóng phản xạ 1 luôn đúng (h^* được trình bày ở phần dưới).

Khi điều kiện (9) không thỏa mãn, có nghĩa là sóng dẫn phản xạ 2 lan truyền từ mặt nước đến đáy nước và làm thay đổi thông số trong sóng phản xạ 1 truyền vào đất đá. Theo kết quả nghiên cứu về nổ dưới nước [1, 2, 4] đã chứng minh rằng khi sóng phản xạ 2 lan truyền từ mặt nước đến điểm nào đó trong môi trường nước thì làm triệt tiêu áp suất trong sóng tới (trong trường hợp của chúng ta là sóng khúc xạ). Vì vậy, tại thời điểm sóng dẫn phản xạ 2 lan truyền đến đáy thì bắt đầu xuất hiện hiện tượng phản xạ toàn phần của sóng phản xạ 1 vào môi trường đất đá. Khi đó hệ số phản xạ $K_{PX}=1$ giống như trường hợp nổ mìn trên cạn phát huy được tối đa năng lượng trong sóng phản xạ để phá hủy đá. Tuy nhiên, vì giai đoạn này tương ứng với thời gian tác dụng nổ ở giai đoạn cuối, nên năng lượng nổ trong sóng phản xạ toàn phần truyền vào đất đá luôn nhỏ hơn trường hợp nổ trên cạn. Khi chiều sâu nước càng nhỏ thì mức độ chênh lệch năng lượng trong sóng phản xạ giữa trường hợp nổ trên cạn và dưới nước càng nhỏ thì nổ dưới nước càng tiệm cận giống trường hợp nổ trên cạn.

Để phân tích đánh giá ảnh hưởng của lớp nước đến mức độ phá hủy đất đá qua tác dụng của sóng phản xạ, chúng ta lần lượt phân tích các trường hợp sau để so sánh:

a - Trường hợp 1: nổ mìn trên cạn ($h=0$)

Chiều sâu chôn thuốc tới hạn (w_0^*) để tồn tại sự phá hủy bằng sóng phản xạ được rút ra từ điều kiện: "Biên độ sóng ứng suất phản xạ trên

mặt thoáng lớn hơn hoặc bằng độ bền kéo tức thời của đá":

$$|\sigma_{PX}(w)| = \sigma_T(w) = p_0 \cdot \left(\frac{r_0}{w} \right)^\beta \geq [\sigma_K] \quad (10)$$

Trong đó: p_0 - Giá trị áp lực ban đầu của sản phẩm nổ trong mìn; $p_0 = (\rho_{BB} \cdot D^2)/8$; D - Tốc độ kích nổ, m/s; p_0 - Mật độ thuốc nổ, kg/m³; β - Hệ số suy giảm hàm áp lực nổ theo khoảng cách, khi nổ trong các loại đất đá khác nhau; $\beta=1+3$; $[\sigma_K]$ - Độ bền kéo tức thời của đá; r_0 - Bán kính lượng nổ.

Từ (10) nhận được chiều sâu chôn thuốc nổ tới hạn:

$$w_0^* = r_0 \cdot \left(\frac{p_0}{[\sigma_K]} \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad (11)$$

Như vậy, khi nổ mìn trên cạn với mọi chiều sâu chôn thuốc $w < w_0^*$ thì tồn tại sự tham gia của sóng phản xạ để phá hủy đá. Theo lý thuyết về nổ om và nổ ngậm thì giá trị của chiều sâu này có thể được xác định theo công thức [6]:

$$w_0^* = \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{C}{K}} \quad (12)$$

Trong đó: ξ - Hệ số phụ thuộc vào mức độ vỡ lở bề mặt đất đá, dao động xung quanh trị số 2, để đơn giản chọn $\xi=2$; C - Khối lượng thuốc nổ, kg; K - Chỉ tiêu thuốc nổ văng tiêu chuẩn, kg/m³.

b - Trường hợp 2: chiều sâu lớp nước rất lớn, không xuất hiện sóng phản xạ toàn phần đủ phá hủy đất đá

Trường hợp này, hệ số phản xạ sẽ cố định trong suốt quá trình phản xạ và chiều sâu chôn thuốc tới hạn (w_2^*) để tồn tại sự phá hủy bằng sóng phản xạ được rút ra từ điều kiện giống như trường hợp trên cạn.

$$|\sigma_{PX}(w)| = K_{PX} \cdot p_0 \cdot \left(\frac{r_0}{w} \right)^\beta \geq [\sigma_K] \quad (13)$$

Thay (9*) vào biểu thức trên và rút ra chiều sâu chôn thuốc tới hạn:

$$w_2^* = r_0 \cdot \left(\frac{K_{PX} \cdot p_0}{[\sigma_K]} \right)^{\frac{1}{\beta}} = w_0^* \cdot (K_{PX})^{\frac{1}{\beta}} \quad (14)$$

Như vậy, khi khi nổ mìn với chiều sâu chôn thuốc $W \leq W_2^*$ thì tồn tại sự tham gia của sóng phản xạ để phá hủy đất đá.

Chiều sâu lớp nước giới hạn (h^*) mà với mọi giá trị chiều sâu nước $h > h^*$ thì hệ số phản xạ tại mặt phân cách giữa hai môi trường đất đá và nước sẽ không thay đổi, tức là tác dụng nổ giống như nổ trong môi trường vô tận phân lớp. Giá trị h^* được xác định theo điều kiện biên như sau: "Khi sóng

dẫn truyền từ mặt nước đến đáy nước, tại thời điểm đó sóng phản xạ 1 truyền vào đất đá sẽ chuyển thành sóng phản xạ toàn phần và giá trị biên độ của sóng sẽ nhỏ hơn độ bền kéo tạm thời của đá “:

$$\sigma_{PX}(w) = \sigma_T(w) = p_0 \cdot \left(\frac{r_0}{w}\right)^\beta \cdot e^{-\alpha \cdot t} \leq [\sigma_K] \quad (15)$$

Trong đó: $\sigma_T(R)$ - Quy luật biến đổi theo thời gian t của ứng suất trong sóng nổ tại một thời điểm trong không gian; α - Hệ số đặc trưng cho sự suy giảm của hàm áp lực nổ; t - Thời gian, trong trường hợp này bằng tổng thời gian sóng khúc xạ lan truyền từ đáy nước đến mặt nước và thời gian sóng phản xạ 2 lan truyền từ mặt nước đến đáy nước, $t = (2h/C_n)$.

$$\sigma_T(R) = p_0 \cdot \left(\frac{r_0}{w}\right)^\beta \cdot e^{-\alpha \cdot t} \quad (16)$$

Thay giá trị t vào (11) vào (15), ta nhận được h^* :

$$h^* = \frac{C_n \cdot \beta}{2\alpha} \cdot \ln\left(\frac{w_0}{w}\right) \quad (17)$$

Giá trị h^* phụ thuộc chiều sâu chôn thuốc nổ w , khi w tăng thì h^* giảm và ngược lại.

c - Trường hợp 3: $h < h^*$

Hệ số phản xạ sẽ thay đổi trong thời gian truyền sóng nổ, trường hợp này xảy ra khi điều kiện (12) không thoả mãn. Khi đó chiều sâu chôn thuốc tới hạn (w_1^*) để tồn tại sự phá huỷ bằng sóng phản xạ được rút ra theo cách tương tự như trên:

$$w_1^* = w_0 \cdot e^{-\frac{2h}{C_n} \cdot \frac{\alpha}{\beta}} \quad (18)$$

Phân tích ba trường hợp trên cho thấy quá trình cơ học vật lý xảy ra khác nhau (một trường hợp nổ trên cạn và hai trường hợp nổ dưới nước), chúng ta nhận thấy mức độ phá huỷ đất đá bằng sóng phản xạ phụ thuộc vào chiều sâu nước, khi chiều sâu nước bằng không thì mức độ phá huỷ đất đá bằng sóng phản xạ nhận được lớn nhất, khi chiều sâu nước tăng dần thì mức độ phá huỷ đất đá giảm dần và khi chiều sâu nước tăng đến giá trị giới hạn h^* thì mức độ phá huỷ đất đá bằng sóng phản xạ sẽ bão hoà, tức là mức độ phá huỷ đất đá bằng sóng phản xạ sẽ giữ nguyên khi tiếp tục tăng chiều sâu nước.

Mức độ phá huỷ đất đá này có thể được đánh giá qua chiều sâu chôn thuốc nổ tới hạn được xác định tương ứng với các trường hợp trên. Từ phân tích trên ta nhận được:

$$w_2^* < w_1^* < w_0 \quad (19)$$

Để đánh giá ảnh hưởng của lớp nước lên đến mức độ phá huỷ đất đá do sóng phản xạ so với trường hợp nổ mìn trên cạn, ta đưa vào hệ số K_n bằng tỷ số giữa chiều sâu chôn thuốc nổ tới hạn khi nổ dưới nước và chiều sâu chôn thuốc tới hạn trên cạn:

❖ Khi nổ trên cạn tức $h=0$:

$$K_n = \frac{w_0}{w_0} = 1; \quad (20)$$

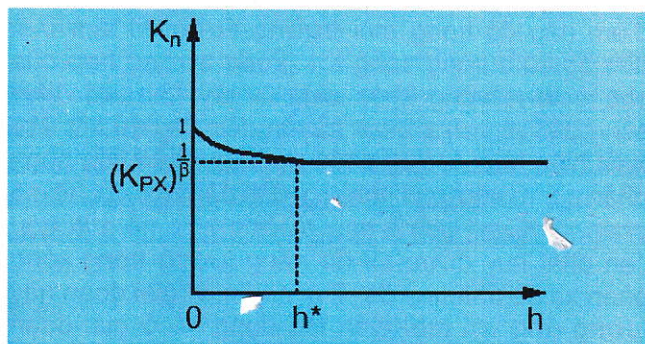
❖ Khi $0 < h < h^*$:

$$K_n = \frac{w_1^*}{w_0} = e^{-\frac{2h}{C_n} \cdot \frac{\alpha}{\beta}} \quad (21)$$

❖ Khi $h \geq h^*$:

$$K_n = \frac{w_2^*}{w_0} = (K_{PX})^{\frac{1}{\beta}} \quad (22)$$

Từ công thức (21) nhận thấy khi $h=0$ thì trở về trường hợp (a), khi $h=h^*$ thì trở về trường hợp (c), vì vậy công thức (21) là dạng tổng quát cho cả ba trường hợp, nó đặc trưng cho mức độ phá huỷ đất đá bằng sóng phản xạ (xem hình H.2). Kết quả này phù hợp với các đánh giá kết quả ngoài thực tiễn nổ mìn phá đá dưới nước đối với trường hợp nổ om ngầm [3, 5, 6].



H.2. Mức độ phá huỷ đất đá bằng sóng phản xạ (K_n) phụ thuộc vào chiều sâu nước h .

3. Kết luận

Khi nổ mìn phá đá dưới nước, mức độ phá huỷ đất đá bằng sóng phản xạ ngoài việc phụ thuộc vào giá trị lượng nổ, tính chất của đất đá và chiều sâu nổ giống như nổ trên cạn, thì nó còn phụ thuộc vào tốc độ lan truyền sóng âm trong nước và đặc biệt còn phụ thuộc vào chiều sâu lớp nước.

Khi chiều sâu lớp nước tăng thì làm giảm mức độ phá huỷ đất đá do sóng phản xạ gây ra (tức là giảm năng lượng trong sóng phản xạ truyền vào

(Xem tiếp trang 50)

4. Kết luận

Từ những kết quả phân tích về lý thuyết và đo đạc tính toán thực nghiệm, chúng tôi rút ra một số kết luận sau đây:

❖ Hoàn toàn có thể sử dụng máy toàn đạc điện tử để đo đạc chuyển độ cao qua giếng đứng xuống hầm khi thi công các công trình đường hầm có độ sâu lớn. Kết quả đo đạc thực nghiệm cho thấy phương pháp đo này có độ chính xác chuyển độ cao hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu độ chính xác cần thiết trong thi công các công trình hầm.

❖ Phương pháp chuyển độ cao xuống hầm bằng máy toàn đạc điện tử cho phép tự động hoá quá trình đo đạc, nâng cao hiệu quả của công tác trắc địa khi thi công các công trình hầm, khắc phục được những khó khăn về mặt kỹ thuật thường gặp phải khi sử dụng các phương pháp đo cao truyền thống. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phan Văn Hiến. Trắc địa công trình ngầm.

Nxb Giáo dục. Hà Nội. 2001.

2. Trần Viết Tuấn, Lê Đức Tình. Bài giảng môn học "Đo xa điện tử". Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội. 2006.

2. Đoàn Văn Trung. Hướng dẫn sử dụng máy toàn đạc điện tử TC(R) 403/405/407. Tài liệu dịch từ bản tiếng Anh. Hà Nội. 2003.

Người biên tập: Võ Chí Mỹ

SUMMARY

The content of this paper presents some methods to carry elevation from the earth's surface to underground which including the principle and ability of these methods. The results and calculations of measurements are base on model of vertical well while the elevation is changed by total station (TCR405).

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG...

(Tiếp theo trang 46)

đất đá) và khi chiều sâu lớp nước lớn hoặc bằng giá trị tới hạn ($h > h^*$) thì mức độ phá huỷ đất đá do sóng phản xạ sẽ không thay đổi (tức là năng lượng trong sóng phản xạ truyền vào đất đá nhỏ nhất và không thay đổi khi chiều sâu lớp nước tăng). Giá trị chiều sâu lớp nước h^* được xem như là điều kiện biên để xuất hiện hiện tượng nổ om ngầm dưới nước. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Baum F.A. Xtannhiucovich. K.P. Seckhocher... Vật lý nổ. Nhà xuất bản Phizmatlit, Matscova. 2002.

2. Vlastop O.E. Lý thuyết cơ bản về tác dụng nổ. Nhà xuất bản VIA Matscova. 1957.

3. Galkin V.V. Gilmanop R.A. Công tác nổ dưới nước. Nhà xuất bản Nheđra, Matscova. 1987.

4. Coul. R. Nổ dưới nước. Nhà xuất bản văn hoá đối ngoại. Matscova. 1950.

5. Kutuzov. B.N. Phá huỷ đất đá bằng thuốc nổ và cơ học. Nhà xuất bản Nheđra. Matscova. 1973.

6. Kutuzov. B.N. Phá huỷ đất đá bằng thuốc nổ. Nhà xuất bản Nheđra. Matscova. 1996.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

At present, the calculation explosion to destroy rock stone underwater to be used the calculation formulas explosion to destroy rock stone on land. So we don't receive the correct results and it does not close with reality; the effect and economic is low. This article analyzes the problems about the influences of depth of waterlayer above explosion to volume of destroyed rock stone by the reflection wave.

When the explosion to destroy rock stone underwater, the measure of destroy rock stone by the reflected wave depends on not only value of explosion, the properties of rock stone and translated velocity of sound wave in water but also special on the depth of explosion underwater. When the depth of underwater increases, the measure of destroy rockstone by the reflected wave decreased, the depth of underwater higher or equal limited value ($h > h^*$), the measure of destroy rock stone by the reflected wave do not change. The value of the depth of underwater is initial condition to occur the phenomenon on underwater simmered explosion.