

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA SÓNG CHẤN ĐỘNG DO NỔ PHÁ ĐÁ DƯỚI NƯỚC ĐẾN NỀN ĐÁ SAN HỒ Ở QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA

PGS.TS. ĐÀM TRỌNG THẮNG, GS.TS. VŨ ĐÌNH LỢI,  
ThS. NGUYỄN THÀNH ĐỒNG - Học viện Kỹ thuật Quân sự

Quần đảo Trường Sa là một tập hợp gồm nhiều đảo, bãi đá ngầm có nguồn gốc thành tạo từ thềm san hô có phạm vi từ  $6^{\circ}12'$  đến  $12^{\circ}00'$  vĩ Bắc và từ  $111^{\circ}30'$  đến  $117^{\circ}20'$  kinh Đông, ở giữa biển Đông. Quần đảo này có độ dài từ Tây sang Đông là 800 km, từ Bắc xuống Nam là 600 km với độ dài đường bờ biển đạt 926 km. Kết quả nghiên cứu của nhà khoa học Việt Nam cũng như quân và dân sống trên đảo nhận thấy diện tích các đảo cũng thay đổi tùy theo mùa, giảm vào mùa đông và tăng vào mùa hè. Sự sống còn của đảo lệ thuộc vào sự phát triển của san hô, nếu san hô chết sẽ khiến đảo dễ bị sóng và gió bão bào trụi. Với địa thế đặc biệt có ý nghĩa lớn cả về kinh tế và quốc phòng, nên từ trước đến nay việc xây dựng các công trình phát triển kinh tế cũng như bảo vệ chủ quyền quần đảo Trường Sa là một trong nhiệm vụ quan trọng hàng đầu của dân tộc ta. Vì vậy mà việc mở luồng và xây dựng âu tàu bến cảng là một công việc quan trọng đầu tiên để đảm bảo cho các phương tiện của ta tiếp cận được các đảo. Với điều kiện khoa học công nghệ chung trên thế giới, đặc biệt đối với Việt Nam, từ trước đến nay sử dụng năng lượng nổ vẫn là phương pháp chính được ứng dụng rộng rãi trong việc phá đá san hô dưới nước phục vụ việc xây dựng các công trình ở khu vực quần đảo Trường Sa. Ví dụ mở luồng nhỏ ở đảo Nam Yết 1970, mở hoặc nạo vét luồng, cảng ở các đảo Thuyền Chài, Phan Vinh, Song Tử Tây, Trường Sa lớn giai đoạn 1990-2000 [8]; đặc biệt vụ nổ mở luồng ở đảo Đá lớn năm 1989-1991, đây là vụ nổ lớn nhất Việt Nam, khối lượng thuốc nổ sử dụng cho mỗi lần nổ đến 120 tấn và tạo một luồng có kích thước mặt cắt ngang sâu 4,5-5 m, chiều rộng luồng 45-50 m [7].

Khi nổ sẽ xuất hiện rất nhiều các dạng tác động xấu đến môi trường xung quanh như sóng chấn động, sóng đập thủy lực, sóng xung kích trong

không khí, mảnh văng và bụi khí độc, tuy nhiên sóng chấn động là một yếu tố gây nguy hiểm đến độ bền và sức sống của đảo san hô. Chính vì vậy bài báo này tiến hành khai thác, nghiên cứu, phân tích và đề xuất phương pháp đánh giá ảnh hưởng của sóng chấn động đến nền san hô thành tạo nên đảo khi nổ mìn phá đá dưới nước.

## 1. Phân tích đặc tính và tác dụng của sóng chấn động khi nổ

Khi nổ thời gian tác động của áp lực nổ vào môi trường đất đá rất ngắn, thông thường không quá mấy phần trăm giây, nhưng thời gian chấn động của nó có thể kéo dài đến mấy giây (khi nổ lớn) và ở khoảng cách càng xa tâm nổ, thời gian tác dụng của sóng chấn động càng lớn. Ở khoảng cách xa tâm nổ sóng địa chấn được ghi lại có dạng mô tả như hình H.1. Thời kỳ ban đầu của sóng địa chấn có biên độ nhỏ và thời gian ngắn gọi là phần vi động (ab), nó gây tác dụng chấn động không lớn. Phần tiếp theo (sau b) đột ngột sinh ra chấn động lớn (với biên độ và thời gian lớn) đây là phần chủ yếu của chấn động nổ gây nguy hiểm đến công trình gọi là pha chấn động chính. Sóng chấn động được đặc trưng bởi các tham số như biên độ dao động, chu kỳ dao động, tốc độ dao động, gia tốc dao động. Các thông số này phụ thuộc vào quy mô vụ nổ, khoảng cách đến tâm nổ, đặc tính vụ nổ và môi trường. Từ kết quả rút ra trong thực tiễn nhận thấy biên độ và chu kỳ dao động sóng chấn động trong đá rời rạc ngậm nước là lớn nhất và bé nhất trong đá cứng như hình H.1 [1].

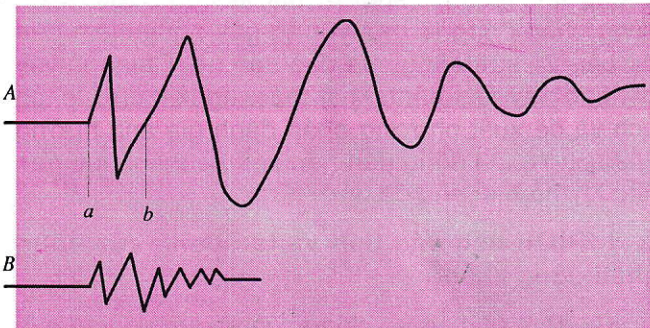
Các thông số đặc trưng cho sóng chấn động nổ bao gồm chu kỳ dao động của các phần tử đất đá, biên độ sóng, vận tốc của các phần tử đất đá và gia tốc sóng. Trong thực tiễn tốc độ của phần tử đá (V) là thông số được áp dụng phổ biến làm tiêu chuẩn trong tính toán phá hủy và an toàn nổ đối với

đất đá, nó có thể được xác định theo công thức sau [2, 4, 5, 6]:

$$\frac{V}{g \cdot T_0} = \frac{200}{f(n)^{1/3}} \left( \frac{r_0}{R} \right)^{3/2} \quad (1)$$

Trong đó: R - khoảng cách từ tâm nổ đến điểm nghiên cứu, m;  $r_0$  - Bán kính lượng nổ, m;  $T_0$  - Hằng số thời gian phụ thuộc vào tính chất của đất đá, (đối với cát chảy và bùn  $T_0=0,11 \div 0,13$  s; đối với đất có độ bền trung bình  $T_0=0,06 \div 0,09$  s; đối với đá cứng  $T_0=0,01 \div 0,3$  s);  $f(n)$  - Hàm chỉ số tác dụng nổ; g - Gia gia tốc trọng trường,  $g=9,81 \text{m/s}^2$ .

Đất đá sẽ bị phá hủy hoặc biến dạng dẻo nếu tốc độ các hạt đạt đến giá trị tới hạn tương ứng nào đó. Mỗi loại vật liệu rắn hay đất đá đều có giá trị tới hạn xác định.



H.1.1. Hình dạng sóng địa chấn phát sinh khi nổ: A - Sóng địa chấn trong thổ nhưỡng rời ngâm nước; B - Sóng địa chấn trong đá rắn; ab - Phần sóng mới đến (phần vi động); sau b - Phần chấn động chính.

## 2. Nghiên cứu đề xuất phương pháp ảnh hưởng cơ học của sóng chấn động đến nền đá san hô

Do đặc điểm thành tạo, đá san hô là loại vật liệu giòn, cường độ chịu nén thấp và thay đổi theo không gian (cường độ chịu nén khoảng 100-300  $\text{kg/cm}^2$ ). Mặt khác trong đá chứa nhiều lỗ rỗng và ở trạng thái bão hòa nước, đây là các yếu tố bất lợi, vì vậy mà tác động của sóng chấn động do nổ ảnh hưởng không nhỏ đến môi trường san hô.

Lý thuyết nổ đã chứng minh vật liệu bị phá hoại ở những điểm có mật độ động năng sinh ra do nổ lớn hơn công riêng phá hủy vật liệu. Tốc độ ứng với mật độ động năng bằng công riêng phá hoại do nổ  $A_M$  gọi là tốc độ tới hạn  $V_{th}$ , được xác định theo phương trình cân bằng công:

$$\frac{\rho \cdot V_{th}^2}{2} = A_M \Rightarrow V_{th} = \sqrt{\frac{2 \cdot A_M}{\rho}} \quad (2)$$

Trong đó:  $A_M$  - Công riêng phá hoại;  $A_M^t$  - Công riêng phá hủy vật liệu;  $\rho$  - Mật độ đá san hô;  $A_M = K_A \cdot A_M^t$ ,  $K_A$  - Hệ số động của vật liệu theo ở điều kiện tĩnh tiêu chuẩn.

Giá trị tốc độ cho phép nền đá san hô không bị biến dạng dư khi nổ có thể gọi là tốc độ an toàn cho phép ( $V_{at}$ ). Trị số này được xác định tương tự như  $V_{th}$ .

Hiện nay chưa có tiêu chuẩn qui định để đánh giá mức độ giảm bền của đá sau nổ [1, 2, 4, 6]. Tuy nhiên để đánh giá mức độ tác động của nổ đến môi trường đá san hô có thể sử dụng công thức tính tốc độ dao động của phần tử đất đá (1) so sánh với tốc độ tới hạn của đá san hô và tốc độ cho phép đối với đá san hô (2). Công thức (1) có thể viết dưới dạng khi với thuốc nổ TNJ tiêu chuẩn:

$$V = \frac{200gT_0}{\sqrt[3]{f(n)}} \left( \frac{18,6\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1,5} \quad (3)$$

Đối với đá cứng  $T_0=0,01 \div 0,3$  s, vì vậy với đá san hô mềm bão hòa nước, nên hằng số thời gian chọn  $T_0=0,3$  s. Vì vậy bán kính vùng giới hạn  $R_{th}$  hoặc vùng an toàn  $R_{at}$  được suy ra dưới dạng:

$$R_{th} = \left[ \frac{200gT_0}{V_{th}\sqrt[3]{f(n)}} \cdot 18,6^{1,5} \sqrt{Q} \right]^{2/3} \quad (4)$$

$$R_{at} = \left[ \frac{200gT_0}{V_{at}\sqrt[3]{f(n)}} \cdot 18,6^{1,5} \sqrt{Q} \right]^{2/3} \quad (4')$$

Phân tích mối quan hệ giữa các thông số trong công thức 3, 4 và 4' chỉ ra sự phụ thuộc của bán kính vùng nguy hiểm của sóng chấn động đối với nền đá san hô như sau:

- ❖ Trị số bán kính ảnh hưởng của sóng chấn động đối với nền đá phụ thuộc tổng hợp vào ba tham số khối lượng thuốc của một vụ nổ, chỉ số tác dụng nổ và tốc độ tới hạn hay tốc độ an toàn cho phép của nền đá (tức độ bền của đá);

- ❖ Khối lượng thuốc nổ càng tăng thì bán kính ảnh hưởng của sóng chấn động đối với nền đá càng lớn và ngược lại;

- ❖ Chỉ số tác dụng nổ càng lớn thì bán kính ảnh hưởng của sóng chấn động đối với nền đá càng nhỏ và ngược lại;

- ❖ Loại đá san hô có độ bền càng nhỏ (tương ứng với tốc độ tới hạn càng nhỏ) thì bán kính ảnh hưởng của sóng chấn động đối với nền đá càng lớn và ngược lại.

Trong ba tham số ảnh hưởng đến bán kính nguy hiểm của sóng chấn động đối với nền đá san hô, thì chỉ số tác dụng nổ được xem là một tham số "động". Bản thân nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó có chiều sâu nước, điều kiện thủy văn. Nó là tham số có thể lựa chọn, điều chỉnh để nhằm đảm bảo hiệu quả nổ và giảm thiểu tác dụng đến môi trường. Hiện nay chưa có phương pháp xác

định tổng quát cho hàm chỉ số tác dụng nổ dưới nước [2, 4, 6].

Trong công tác nổ, khi chỉ số tác dụng nổ  $n=1$  thì tương ứng hàm chỉ số nổ  $f(n)=1$ , đây là trường hợp đặc trưng cho dạng nổ văng chuẩn. Vì vậy để thuận tiện cho việc đánh giá ảnh hưởng của chỉ số tác dụng nổ đến tốc độ và bán kính vùng ảnh hưởng của sóng chấn động, có thể đưa ra "phương pháp so sánh" tính như sau:

❖ Tốc độ dao động của nền đá tương đối:

$$\frac{V_n}{V_1} = \frac{1}{\sqrt[3]{f(n)}} = \frac{1}{\sqrt[3]{0,4 + 0,6n^3}} \quad (5)$$

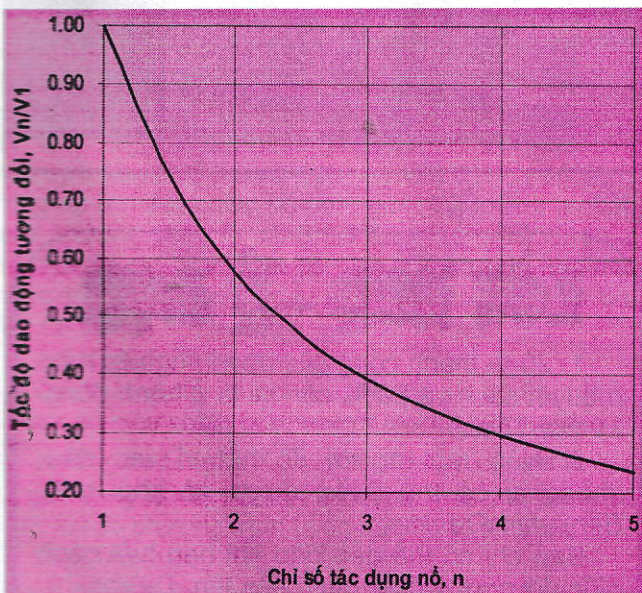
Trong đó:  $V_n$  - Tốc độ nền đá tại vị trí khảo sát tương ứng với chỉ số nổ  $n$ ;  $V_1$  - Tốc độ nền đá tại vị trí khảo sát tương ứng với chỉ số nổ tiêu chuẩn ( $n=1$ ).

❖ Bán kính tới hạn vùng ảnh hưởng tương đối của nền đá:

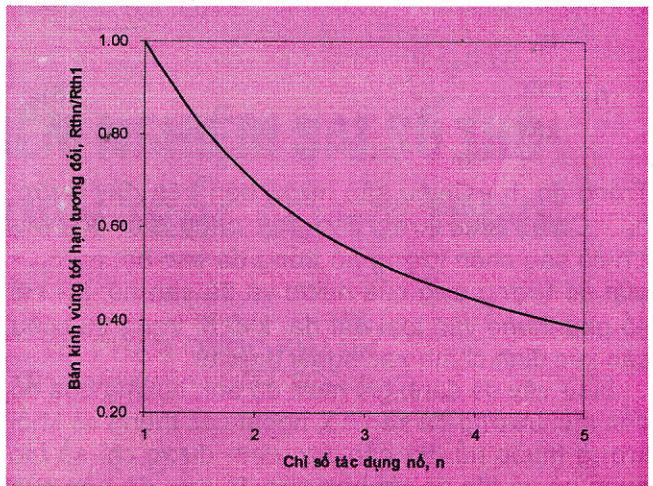
$$\frac{R_{thn}}{R_{th1}} = \frac{1}{(\sqrt[3]{f(n)})^{2/3}} = \frac{1}{(\sqrt[3]{0,4 + 0,6n^3})^{2/3}} \quad (6)$$

Trong đó:  $R_{thn}$  - Bán kính tới hạn vùng ảnh hưởng của nền đá tương ứng với chỉ số nổ  $n$ ;  $R_{th1}$  - Bán kính tới hạn vùng ảnh hưởng của nền đá tương ứng với chỉ số nổ tiêu chuẩn ( $n=1$ ).

Các biểu thức (5), (6) được phản ánh tương ứng trong hình H.2 và H.3. Như vậy khi nổ cùng một lượng nổ như nhau, khi thay đổi chiều sâu chôn thuốc hay chiều sâu lớp nước phía trên thì ảnh hưởng của sóng chấn động đối với nền đá cũng khác nhau.



H.2. Sự phụ thuộc của tốc độ dao động tương đối của nền đá  $V_n/V_1$  vào chỉ số tác dụng nổ



H.3. Sự phụ thuộc của bán kính vùng tới hạn tương đối  $R_{thn}/R_{th1}$  của nền đá vào chỉ số tác dụng nổ

Như vậy để sử dụng được hệ thống công thức đánh giá về các thông số đặc trưng cho sóng chấn động của nổ trên cạn để tính cho trường hợp khi nổ dưới nước chỉ cần đưa ra phương pháp xác định chỉ số tác dụng nổ  $n$  (với phểu nổ chuẩn) đối với trường hợp nổ dưới nước. Đặc biệt chỉ cần nghiên cứu thực nghiệm khảo sát trường tốc độ dao động của các hạt đất đối với một trường hợp nổ tạo phểu nổ chuẩn dưới nước, thì có thể cho phép xác định được bán kính ảnh hưởng cũng như trường hợp tốc độ đối với các trường hợp nổ có chỉ số  $n$  khác.

Xác định chỉ số tác dụng nổ khi nổ mìn phá đá dưới nước: Trên cơ sở nghiên cứu và phân tích các dạng phụ thuộc của thông số phểu nổ văng và tơi của lượng nổ đáy nước tương tự như dạng phụ thuộc của chúng nhận được khi nổ lượng thuốc chôn trong môi trường đất đá. Mặt khác theo lý thuyết thủy động lực học nổ quá trình nổ diễn ra trong thời gian vô cùng nhỏ được xem như tức thời, nên môi trường đất đá được xem như môi trường chất lỏng lý tưởng không chịu nén, vì vậy khi nghiên cứu về nổ dưới nước chúng ta cũng có thể qui đổi lớp nước như môi trường đất đá nổ với một chiều dày qui đổi tương đương  $h_{qd}$  hay lượng nổ qui đổi tương đương [2, 3].

Với quan điểm như vậy cho phép thay thế chiều sâu lớp nước phía trên đáy nước bằng chiều sâu qui đổi về đá san hô  $h_{qd}$ :

$$h_q = \frac{\rho_n}{\rho_{sh}} h \quad (7)$$

Trong đó:  $h$  - Chiều sâu nước bên trên đáy nước, (m);  $w$  - Chiều sâu chôn lượng nổ trong đá san hô;  $\rho_n, \rho_{sh}$  - Mật độ tương ứng của nước và đá san hô.

Chỉ số tác dụng nổ của phểu nổ tương đương dưới nước được xác định tương tự như khi nổ trên cạn được rút ra như sau:

$$n = \frac{\rho_n h + h_s - h}{\rho_{sh} k(w + \frac{\rho_n}{\rho_{sh}} h)} \quad (8)$$

Trong đó:  $h$  - Chiều sâu nước bên trên đáy nước;  $h_s$  - Chiều sâu nước đến đáy phễu sau nổ;  $w$  - Chiều sâu chôn lượng nổ trong đá san hô;  $\rho_n, \rho_{sh}$  - Mật độ tương ứng của nước và đá san hô;  $k$  - Hệ số phụ thuộc vào loại đất đá,  $k \approx 0,5$ , trong thi công cần xác định chính xác ngoài thực tế.

Như vậy để đánh giá mức độ ảnh hưởng của nổ đến môi trường đá san hô, ngoài các thông số khối lượng thuốc nổ, thì cần xác định được chỉ số tác dụng nổ và tốc độ tới hạn của đá (tức độ bền của đá san hô). Khi nổ vi sai thì cần qui đổi về lượng nổ tương đương giống như nổ trên cạn để tính.

### 3. Kết luận

Như vậy từ các phương pháp đánh giá trên có thể khẳng định rằng ảnh hưởng của sóng chấn động đến nền đá san hô phụ thuộc vào qui mô vụ nổ, chỉ số tác dụng nổ, chiều sâu nước, chiều sâu chôn thuốc trong môi trường đá, tính chất cơ lý đá san hô và đặc tính thủy triều. Trong các sự phụ thuộc trên thì qui mô vụ nổ, chiều sâu nước (điều kiện chôn thuốc) là hai yếu tố quan trọng nhất và thường xuyên biến đổi, cần điều chỉnh khi tính toán thiết kế nổ ở vùng đảo san hô. Ở mỗi độ sâu chôn thuốc trong môi trường đá nhất định, khi nổ ở thời điểm triều cường thì ảnh hưởng của sóng chấn động đến nền đá mạnh nhất và ngược lại. Áp dụng phương pháp xác định chỉ số tác dụng nổ tương đương khi nổ mìn phá đá dưới nước được trình bày ở trên cho phép kế thừa phương pháp đánh giá ảnh hưởng của sóng chấn động khi nổ trên cạn,

Áp dụng "phương pháp so sánh" so với trường hợp phễu nổ chuẩn cho phép giảm thiểu nghiên cứu thực nghiệm xác định bán kính ảnh hưởng của sóng chấn động đối với nền đá san hô. Chỉ cần khảo sát thực nghiệm với một trường hợp nổ tạo phễu nổ chuẩn dưới nước ( $n=1$ ), thì có thể cho phép xác định được bán kính ảnh hưởng với các trường hợp nổ có chỉ số nổ khác một. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tập hợp các tiêu chuẩn kỹ thuật an toàn về Vật liệu nổ công nghiệp. NXB Lao động. Hà Nội 1998.
2. Hồ Sĩ Giao, Đàm Trọng Thắng, Lê Văn Quyền, Hoàng Tuấn Chung. Nổ hóa học, lý thuyết và thực tiễn. Nhà xuất bản KHKT, Hà Nội 2010.
3. Дам Чонг Тханг. Изучение, обоснование процесса образования воронок донных зарядов

и прогноз зависимости параметров воронок от глубины слоя воды теорией взрыва наземной поверхности. Тар chí Nghiên cứu KH&CN quận sự số 14, Hà Nội 2011.

4. Б.Н. Кутузов. Методы ведения взрывных работ. Часть I и II. Изд. "Горная книга", Москва 2008.

5. Галкин В.В., Гильманов Р.А., Дроговейко И.З. Взрывные работы под водой. Недра, Москва 1987.

6. Технология и безопасность выполнения взрывных работ. Днепропетровск 2008.

7. Lê Văn Trung. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước "Thiết kế nổ mở luồng trên nền đá san hô". Bộ Tư lệnh Công binh 1991.

8. Các báo cáo thiết kế thi công nổ ở khu vực quần đảo Trường sa 1971 đến 2009.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

### SUMMARY

Along with the application of underwater blasting method to building the construction at Trường Sa Islands, it is necessary to study solutions of evaluating the effects of ground vibration to the coral base, which is a basis of the optimal solution for minimizing the adverse effect on the vitality of the island. So this report has researched and proposed solutions aiming to convert water layer above the coral materials and solutions compare relative radius based on index of the action of explosion to inherit the evaluation system of explosion theory in soils.



1. 20 % thành công của doanh nghiệp nằm ở quyết sách và 80 % còn lại là ở hành động. *Lý Gia Thành.*

2. Nếu một người đổ hết ví vào đầu, không ai có thể cướp được nó khỏi anh. *Benjamin Franklin.*

Bạn chỉ có thể dẫn đầu khi bạn biết cách giúp đỡ người khác cùng tiến lên. *DeVos.*

VTH sưu tầm