

GIẢI ĐOÁN ĐỘNG LỰC MÔI TRƯỜNG TRẦM TÍCH TRÊN CƠ SỞ PHÂN BỐ KÍCH THUỐC HẠT CÁT

Nguyễn Ngọc Anh¹, Nguyễn Văn Vương², Trần Nghi²

¹ Viện Lu nguyên và Môi trường biển, 246 Đà Nẵng, Ngô Quyền, Hải Phòng
Email: anhnn@imer.ac.vn hoặc anh.n2006@gmail.com

² Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

Tóm tắt:

Sử dụng các máy tính trong phân tích dữ liệu địa chất định lượng đang ngày càng phổ biến trong những năm gần đây bởi chúng có khả năng phân tích một lượng lớn dữ liệu và chuyển nhanh các dữ liệu đó thành các thông tin có ích. Bài báo này ghi nhận một chương trình máy tính luận giải nguồn gốc các phân bố kích thước hạt trầm tích dựa trên phương pháp của Rukhin. Chương trình có thể xác định các yếu tố vật lý cơ bản của môi trường tích tụ trầm tích như sóng, dòng chảy, hoạt động của gió và sự tương tác giữa chúng với nhau. Ngoài ra, kết quả tính toán từ chương trình cũng có vai trò quan trọng trong các nghiên cứu trầm tích luận, đặc biệt là trong khôi phục các môi trường tích tụ trầm tích. Chương trình được viết bằng ngôn ngữ lập trình fortran và có thể chạy trên các máy tính sử dụng hệ điều hành Window.

AN INTERPRETATION OF DEPOSITIONAL ENVIRONMENT HYDRODYNAMICS BASED ON THE GRAIN-SIZE DISTRIBUTION OF SANDS

Nguyen Ngoc Anh¹, Nguyen Van Vuong², Tran Nghi²

Abstract:

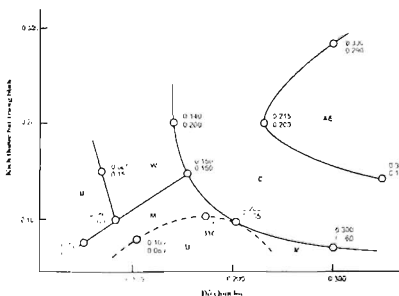
The use of high speed electronic computers for the analysis of quantitative geological data has been increasing in recent years because of the ability of computers to analyze large quantities of data and rapidly transform this data into meaningful information. This paper presents a fortran program for the genetic interpretation of the grain size distributions of sands and coarse silts by using Rukhin's method. The program can estimate principal physical environmental factors such as currents, waves, aeolian activity, and their interactions. In addition, calculated results from the program can be helpful in sedimentological studies, especially for the reconstruction of ancient depositional environments. The program can run within the Compaq Visual Fortran Professional Edition 6.6.0 and Window computers. The fortran source codes along with the necessary input and output data files can be obtained from the authors's e-mail at anhnn@imer.ac.vn or anh.n2006@gmail.com.

I. MỞ ĐẦU

Những thành tựu gần đây trong nghiên cứu trầm tích luận đã chỉ ra rằng các thông số kiến trúc hạt của trầm tích hiện nay có thể được sử dụng để xác định các môi trường tích tụ trầm tích có hơn [1 - 22]. Hầu hết các nhà nghiên cứu đều cho rằng các thông số kích thước hạt trung bình, độ lệch chuẩn, độ bất đối xứng và độ nhọn là các dấu hiệu của các môi trường tích tụ trầm tích. Mục đích của bài báo này là giới thiệu một chương trình fortran luân giải tự động nguồn gốc của các phân bố kích thước hạt trầm tích dựa trên phương pháp của Rukhin [15]. Chương trình được viết bằng ngôn ngữ lập trình fortran và có thể xác định các yếu tố môi trường vật lý cơ bản như sóng, dòng chảy, hoạt động của gió và sự tương tác giữa chúng với nhau.

II. PHƯƠNG PHÁP

Để thực hiện nghiên cứu này, hai quy trình sau đây đã được thực hiện bao gồm: (1) - xác định các thông số thống kê độ hạt; (2) - xác định các giá trị kích thước hạt trung bình và độ chọn lọc trên sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - độ chọn lọc" (hình 1) do Rukhin [15] đề xuất rồi từ đó xác định các yếu tố vật lý cơ bản của môi trường tích tụ trầm tích, đồng thời cũng xác định cả môi trường tích tụ trầm tích.



Hình 1. Sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" Việc luân giải các trường trên sơ đồ đã được đưa ra ở bảng 1

Các thông số thống kê độ hạt mô tả phân bố kích thước hạt trầm tích có thể được tính toán bằng các phương pháp hình học [5, 8, 20] hoặc các phương pháp moment [2, 7]. Mỗi phương pháp đều có các ưu điểm và nhược điểm khác nhau, và việc chọn lựa phương pháp thì phụ thuộc vào bản chất vấn đề nghiên cứu. Mặc dù có nhiều phương pháp khác nhau đã được phát triển để tính toán các thông số đó, nhưng chỉ có phương pháp hình học của Folk and Ward [5] và phương pháp moment của Friedman [7] là được sử dụng rộng rãi nhất trong

nghiên cứu trầm tích luận. Tuy nhiên, về bản chất, phương pháp moment chỉ là một phương pháp toán học chứ không phải phương pháp hình học, trong đó mỗi hạt trầm tích đều được phản ánh thông qua giá trị của các phép đo thống kê. Vì vậy, phương pháp moment sẽ cho kết quả tính toán các thông số thống kê độ hạt chính xác hơn so với phương pháp hình học và nó cũng sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này

Sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" đã được đề xuất bởi Rukhin [15] từ hơn 40 năm trước đây để xác định các các yếu tố vật lý cơ bản của môi trường trầm tích, đồng thời cũng xác định môi trường tích tụ trầm tích. Tuy nhiên, các tính toán phức tạp đã gây ra rất nhiều khó khăn khi sử dụng sơ đồ trên của Rukhin. Ngày nay, do các máy tính có khả năng phân tích một lượng lớn dữ liệu và chuyển nhanh các dữ liệu đó thành các thông tin có ích nên các nguyên lý của Rukhin đã có thể dễ dàng được mã hóa thành các thuật toán trong các chương trình máy tính. Việc luận giải các trường trong sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" đã được xác định trong bảng 1. Các đường biên phi tuyến trong sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" đã được xấp xỉ bằng các phương trình khác nhau và cũng được chỉ ra ở bảng 2.

Bảng 1. Luận giải các trường trên sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc"

Trường	Các yếu tố môi trường	Môi trường tích tụ trầm tích
W	Sóng và dòng chảy mạnh	Bờ biển (bãi biển, vùng sóng vỡ, vùng sóng vỡ, các vùng nước nông)
M	Sóng và dòng chảy yếu	Thềm lục địa, mặt bờ thấp, đới chuyển tiếp và hồ
C	Các dòng chảy vô hướng	Sông, bờ biển và thềm lục địa
AE	Hoạt động của gió	Dụn cát
U		Chưa được xác định

Bảng 2. Xấp xỉ các đường biên phi tuyến trên sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc". Các ký hiệu: x tương ứng với độ chọn lọc, y tương ứng với kích thước hạt trung bình

Các đường biên phi tuyến	Xấp xỉ các đường biên phi tuyến	R^2
G1	$y = -2x + 0.28$	1
G2	$y = 3.3333333x^2 + 0.033333333x + 0.07$	1
G3	$y = -5x + 0.9$	1
	$y = 3x^2 - 1.95x + 0.375$	1
G4	$y = -6x^2 + 2.05x - 0.065$	1
G5	$y = -3.2126697x^2 + 2.7133484x - 0.23486425$	1
	$y = 1.8106996x^2 - 1.3934156x + 0.41588477$	1

R^2 : Hệ số tương quan

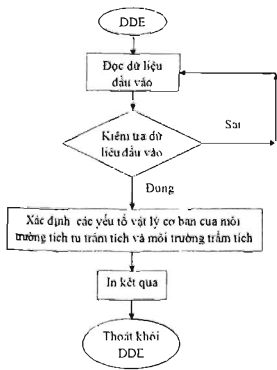
III. CHƯƠNG TRÌNH MÁY TÍNH

Bài báo này ghi nhận một chương trình máy tính DDE (determination of depositional environments) sử dụng sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" của Rukhin để xác định các yếu tố vật lý cơ bản của môi trường tích tụ trầm tích và môi trường trầm tích. Chương trình sử dụng các thông số thống kê kích thước hạt trầm tích như đường kính hạt trung bình và độ chọn lọc để xác định các yếu tố vật lý cơ bản của môi trường tích tụ trầm tích. Chương trình được viết và biên dịch trên ngôn ngữ lập trình fortran có thể chạy trên các máy tính sử dụng hệ điều hành Window. Các máy tính sử dụng các hệ điều hành khác như Macintosh, Linux có cài ngôn ngữ lập trình fortran cũng có thể chạy được chương trình nói trên thông qua mã nguồn của nó. Định dạng đầu vào và đầu ra của chương trình được thiết kế rất đơn giản, dễ hiểu đối với cả những người ít kinh nghiệm sử dụng máy tính. Chương trình này có nhiều ưu điểm bởi nó chạy rất nhanh, dễ sử dụng, cho phép xác định các yếu tố vật lý cơ bản của môi trường tích tụ trầm tích đồng thời cũng góp phần luận giải môi trường tích tụ trầm tích, và đặc biệt cũng rất hữu ích trong nghiên cứu đặc điểm chế độ thạch - động lực của các môi trường trầm tích.

Toàn bộ quy trình tính toán của chương trình máy tính DDE xác định các yếu tố vật lý cơ bản của môi trường tích tụ trầm tích và môi trường tích tụ trầm tích ở hình 2. Lúc bắt đầu mỗi chu trình tính toán, người sử dụng được yêu cầu đưa tên file đầu vào và thư mục chứa chúng. Tất cả dữ liệu đầu vào đều được chương trình kiểm tra xem có đúng định dạng của chương trình hay không, nếu có lỗi thì chương trình sẽ thông báo và yêu cầu nhập lại chúng. Sau khi đọc xong dữ liệu đầu vào đã thỏa mãn yêu cầu của chương trình, chương trình sẽ lập tức trả lại kết quả ngay sau đó trên màn hình MS Dos và file kết quả kèm theo.

Đầu vào của chương trình phải được định dạng theo ASCII TEXT. File đầu vào phải được tạo ra trước khi chạy chương trình. Toàn bộ dữ liệu đầu vào cần thiết cho chương trình tính toán bao gồm số mẫu trầm tích, ký hiệu mẫu trầm tích và hàm lượng phần trăm khối lượng của mỗi cấp hạt trầm tích tương ứng với mỗi mẫu trầm tích. Tổng phần trăm của các cấp hạt phải bằng 100% ($\pm 0.2\%$), nếu không chương trình sẽ không chạy và thông báo lỗi. Đầu ra của chương trình là một file text nằm ở thư mục chứa chương trình. Các thông tin chính về kết quả gồm ký hiệu mẫu, giá trị kích thước hạt trung bình và độ chọn lọc, và các trường trên sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" của Rukhin.

Đầu vào của chương trình phải được định dạng theo ASCII TEXT. File đầu vào phải được tạo ra trước khi chạy chương trình. Toàn bộ dữ liệu đầu vào cần thiết cho chương trình tính toán bao gồm số mẫu trầm tích, ký hiệu mẫu trầm tích và hàm lượng phần trăm khối lượng của mỗi cấp hạt trầm tích tương ứng với mỗi mẫu trầm tích. Tổng phần trăm của các cấp hạt phải bằng 100% ($\pm 0.2\%$), nếu không chương trình sẽ không chạy và thông báo lỗi. Đầu ra của chương trình là một file text nằm ở thư mục chứa chương trình. Các thông tin chính về kết quả gồm ký hiệu mẫu, giá trị kích thước hạt trung bình và độ chọn lọc, và các trường trên sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" của Rukhin.



Hình 2: Sơ đồ khối của chương trình máy tính DDE

IV. ÁP DỤNG

Để minh họa chương trình máy tính DDE, các mẫu trầm tích Holocene ở khu vực vịnh Tiên Yên - Hà Cối (hình 3) đã được thu thập để xác định các yếu tố vật lý cơ bản của môi trường tích tụ trầm tích và môi trường trầm tích. Dữ liệu phân bố kích thước hạt trầm tích khu vực vịnh Tiên Yên - Hà Cối đã được phân tích bằng cả hai phương pháp rây và pipet (bảng 3). Kết quả luận giải môi trường trầm tích của chương trình máy tính DDE đã được chỉ ra ở bảng 4

Bảng 3: Hàm lượng phân trăm cấp hạt của các mẫu trầm tích khu vực vịnh Tiên Yên - Hà Cối

Kỹ hiệu mẫu	Hàm lượng phân trăm các cấp hạt trầm tích (mm)																
	2-16	16-125	125-10	10-0.8	0.8-0.63	0.63-0.5	0.5-0.4	0.4-0.315	0.31-0.25	0.25-0.2	0.2-0.16	0.16-0.125	0.125-0.1	0.1-0.09	0.09-0.075	0.075-0.063	0.063-0.05
1	0.00	0.00	4.53	1.87	4.11	4.21	3.61	7.38	8.05	5.34	9.32	12.26	11.08	2.08	4.99	7.35	13.73
2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19	0.75	1.12	3.81	4.33	5.19	11.42	16.99	18.06	2.44	12.19	12.74	9.35
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.93	1.38	4.37	21.72	31.13	7.07	16.16	9.10	6.08
4	0.00	0.00	0.00	0.00	3.89	1.09	1.53	4.56	5.68	8.88	17.57	31.95	14.82	6.47	3.16	0.00	0.00
5	0.00	0.00	1.65	0.74	2.20	2.88	3.87	21.88	33.45	21.54	8.84	2.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.83	1.90	2.54	5.25	16.39	14.43	2.27	5.32	21.73	24.31
7	10.78	4.95	12.71	11.57	24.26	15.13	8.91	6.94	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Bảng 4: Kết quả tính toán từ chương trình DDE

Kỹ hiệu mẫu	Kích thước hạt trung bình	Độ chọn lọc	Các trường trên sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" của Rukhin
1	0.265	0.268	U
2	0.148	0.107	W
3	0.116	0.042	U
4	0.196	0.134	W
5	0.317	0.157	U
6	0.117	0.077	U
7	0.852	0.432	U

Cách tiếp cận của Rukhin được trình bày ở trên mang tính vật lý bởi nó đơn giản hóa các quá trình phức tạp, các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến tỷ lệ giữa các hạt thô, hạt mịn hơn và khoảng không gian lỗ rỗng giữa các hạt trên. Với một độ nhám đáy ổn định, bề dày của dòng chảy phân tầng dưới tác động của các lớp biên nhiều động do sóng và gió là tương đối nhỏ so với giá trị tương ứng nhận được trong các lớp biên có dòng chảy dòng nhất đẳng hướng. Trong những tình huống như thế này, chế độ trơn đều về thủy lực sẽ nhanh chóng chuyển sang chế độ rối nhám. Khi nhiễu động rối chạm tới đáy sẽ ngăn cản sự tích tụ các hạt mịn vào trong khe hổng của trầm tích. Ngược lại, hoạt động của dòng



Hình 3: Vị trí các mẫu trầm tích được thu thập ở khu vực vịnh Tiên Yên - Hà Cối

chảy mạnh sẽ gây ra sự phân tán phân tán trầm tích và gia tăng độ rỗng giữa các hạt trầm tích. Vì vậy, các biến đổi nhỏ nhưng có liên quan đến các cấp hạt trong một mẫu cũng cần phải được xác định và vẽ trên sơ đồ. Nếu như các yếu tố được đề cập ở trên tác động đồng thời cùng một lúc thì các phân phối cấp hạt thu được sẽ bao gồm các trầm tích hạt mịn với độ bất đối xứng âm và các trầm tích hạt thô hơn với độ bất đối xứng dương.

Do cách tiếp cận được trình bày ở trên theo quan điểm vật lý nên phương pháp này chỉ có thể áp dụng đối với trầm tích có kích thước hạt từ cát trung đến cát mịn và bột thô. Khi các cấp hạt lớn hơn 0.63 mm có hàm lượng phần trăm khối lượng lớn hơn 20% thì có thể cho kết quả luận giải không được chính xác bởi nó chịu ảnh hưởng của các chu kỳ trầm tích cổ hơn. Tuy nhiên, trong những trường hợp như vậy, các ảnh hưởng đó có thể được ghi nhận và chỉ được loại bỏ khi đặc điểm kích thước hạt của nguồn cung cấp vật liệu trầm tích cũng được nghiên cứu. Thông qua cách áp dụng trực tiếp này, chúng ta có thể luận giải các môi trường trầm tích có từ những dữ liệu phân bố cấp hạt trầm tích.

V. KẾT LUẬN

Chương trình máy tính DDE (the determination of depositional environments) được viết bằng ngôn ngữ lập trình fortran, dựa trên sơ đồ "Kích thước hạt trung bình - Độ chọn lọc" của Rukhin, cho phép xác định các yếu tố vật lý cơ của môi trường tích tụ trầm tích và môi trường trầm tích. Chương trình sử dụng dữ liệu đầu vào là các giá trị đường kính hạt trung bình, độ chọn lọc của mỗi mẫu trầm tích. Chương trình DDE cho phép tính toán rất nhanh và kết quả của nó có ý nghĩa rất quan trọng đối trong nghiên cứu trầm tích luận, đặc biệt là trong khôi phục các môi trường tích tụ trầm tích.

Lời cảm ơn

Tập thể tác xin cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài nghiên cứu cơ bản mã số QGTD 09 08 trong quá trình thực hiện bài viết này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Blatt, H., Middleton, G. and Murray, R., "Origin of sedimentary rocks", Prentice - Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1980, 634p.
2. Chappell, J., "Recognizing fossil strand lines from grain size analysis", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1967, vol. 37, pp. 157-165.
3. Doeglas, D. J., "Grain size indices, classification and environment", *Sedimentology*, 1968, No. 10, p. 83-100.
4. El-Ella, R. A. and Coleman, J. M., "Discrimination between depositional environments using grain size analyses", *Sedimentology*, 1985, No. 32, p. 743-748.
5. Folk, R. L. and Ward, W. C., "Brazos River bar - a study in the significance of grain size parameters", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1957, vol. 27, pp. 3-26.
6. Friedman, G. M., "Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1961, v. 27, p. 514-529.
7. Friedman, G. M., "Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1967, vol. 37, No. 2, pp. 327-354.
8. Inman, D. L., "Measures for describing the size distribution of sediments", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1952, vol. 22, No. 3, pp. 125-145.
1. Jones, T. A., "Skewness and Kurtosis as criteria of normality in observed frequency distributions", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1969, v. 39, No. 4, pp. 1622-1627.
9. Jordan, R. R., R. N. Benson, N. Spoljaric, T. E. Pickett, H. S. Valia and B. Cameron, "Skewness as a paleoenvironmental indicator: discussion and reply", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1978, v. 48, No. 3, pp. 1000-1004.
10. Klovan, J. E., "The use of factor analysis in determining depositional environments from grain size distributions", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1966, vol. 36, No.1, pp. 115-125.
11. Krumbein, C. W., "Size frequency distributions of sediments and the normal phi curve", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1938, vol. 8, No. 3, pp 84-90.
12. Martins, L. R., "Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1964, pp. 768-700.
13. Marson, C. C. and Folk R. L., "Differentiation of beach, dune, and Aeolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1958, v. 28, No. 2, pp. 211-226.
14. Rukhin, L. B., "Fundamentals of Lithology: Studies on Sedimentary Rocks", Nauka, Leningrad, 1969, 703p.
15. Sahu, B. K., "Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1964, v. 34, No. 1, pp. 73-83.

16. Shepard, F. P. and Young, R., "Distinguishing between beach and dune sands", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1961, v. 31, No. 2, pp. 196-214.
17. Sly, P. G., Thomas, R. L., and Pelletier, B. R., "Interpretation of moment measures derived from water lain sediments", *Sedimentology*, 1983, No. 30, p. 219-233.
18. Spencer, D. W., "The interpretation of grain size distribution curves of clastic sediments", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1963, vol. 33, No.1, pp. 180-190.
19. Trask, P. D., "Mechanical analysis of sediments by centrifuge", *Economic Geology*, 1930, 25, pp. 581 - 599.
20. Valia, H. S., and Cameron, B., "Skewness as a palaeoenvironmental indicator", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1977, vol. 47, No. 2, pp. 784-793.
21. Visher, G. S., "Grain size distributions and depositional processes", *Journal of Sedimentary Petrology*, 1969, Vol. 39, No. 3, pp. 1074-1106.