CHU KỲ MILANKOVICH TRONG CÁC SỐ LIỆU ĐO TỪ CẢM ĐỊA TẦNG TẠI RANH GIỚI TRẦM TÍCH PERMI - TRIAS LŨNG CẨM (HÀ GIANG)

LƯU THỊ PHƯƠNG LAN, BROOKS ELLWOOD, NGUYỄN THANH DUNG

I. MỞ ĐẦU

Chu kỳ Milankovitch là tập hợp những sự kiện phản ánh sự biến đổi thời tiết theo chuyển động của Trái Đất, bao gồm : độ lệch tâm, sự nghiêng của trục và sự tiến động của biến thiên qũy đạo Trái Đất, được kỹ sư dân dụng người Serbi Milankovitch nghiên cứu từ những năm 1930. Sự liên quan của các chu kỳ thời tiết đến các chuyển động của Trái Đất sau đó được rất nhiều nhà nghiên cứu tiến hành tiếp. Gần đây Berger [2] đã khẳng định và phát triển lý thuyết của Milankovitch khi nghiên cứu sự ổn định của các tần số lớn trong lịch sử Trái Đất cho các nghiên cứu cổ khí hậu. Các kết quả nghiên cứu cho thấy sự phù hợp giữa tính toán lý thuyết và các chu kỳ thời tiết thu được trên các số liệu của các chuỗi trầm tích trong khoảng tuổi từ Creta đến Trias là 100 nghìn năm, 41 nghìn năm và 21 nghìn năm.

Tiến hành phân tích phổ Fourier các số liệu đo độ từ cảm, nhóm nghiên cứu người Mỹ đã tìm ra các chu kỳ lệch tâm 100 nghìn năm, chu kỳ nghiêng qũy đạo 41 nghìn năm và chu kỳ tiến động 21 nghìn năm khi nghiên cứu mẫu ở khoảng ranh giới Cenoman - Touron tại mặt cắt GSSP Pueblo, Colorado, Mỹ và ở khoảng ranh giới Pleistocence - Eocene tại Alamedilla, Tây Ban Nha [12].

Trong hai thập kỷ qua, một nhóm tác giả người Mỹ đã tiến hành nhiều nghiên cứu độ từ cảm địa tầng trên các chuỗi trầm tích. Các nghiên cứu [5, 6, 9] đã chỉ ra đường biến thiên của độ từ cảm có hai dạng đặc trưng : dạng thứ nhất liên quan tới các biến đổi khí hậu có chu kỳ ngắn, biên độ nhỏ, được dùng để xét tương quan khu vực [3, 5] ; dạng thứ hai liên quan tới các biến đổi khí hậu có chu kỳ dài, biên độ lớn. Tuy nhiên, tất cả các công trình trước đây đã sử dụng sự biến đổi chu kỳ trên góc độ định tính để tính tương quan. Các tác giả đã dùng đặc trưng hình thái biến thiên của các chu kỳ : tăng, giảm, sự chồng chập các chu kỳ nhỏ trên chu kỳ lớn để tính tương quan địa tầng. Gần đây, việc nghiên cứu này đã tiếp cận đến tính định lượng. Các nhà nghiên cứu đã dùng biến đổi Fourier để lọc các chu kỳ nhỏ và lấy ra các chu kỳ dài [9, 12], đó chính là các chu kỳ của Milankovitch.

Công trình này thông báo kết qủa nghiên cứu độ từ cảm tại mặt cắt ranh giới Permi - Trias ở Lũng Cẩm, Hà Giang nhằm cung cấp thông tin đánh giá về các chu kỳ biến động cổ khí hậu được phản ánh trên số liệu đo độ từ cảm tại Việt Nam.

II. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Độ từ cảm

Độ từ cảm (Magnetic Suscepbitility-MS) là tham số đánh giá độ nhậy cảm của vật chất khi chúng được đặt trong từ trường. Độ từ cảm trong trầm tích biển là một hàm số phụ thuộc nồng độ các vật liệu từ chứa trong nó và tổ hợp các yếu tố cấu trúc của nó (thành phần thạch học, cấu trúc hạt, hoặc hình dạng cấu trúc).

Trong trường từ thấp, MS được xác định bởi tỷ số của moment từ cảm M_i và biên độ của trường H_j (cường độ thấp) đặt trong trường từ đó.

$$M_i = \chi_{ij} H_j \text{ (khối lượng riêng)}$$

$$\text{Hoặc } M_i = k_{ij} H_j \text{ (thể tích riêng)}$$

Trong các biểu thức trên, MS đo trong hệ SI được biểu hiện bằng tham số k, khi phép đo được gắn với thể tích 1 mét khối (m^3) và là một đại lượng không thứ nguyên. MS sẽ biểu hiện bằng tham số χ, khi phép đo gắn với khối lượng 1 kg và có đơn vị là m^3/kg. Cả hai tham số k và χ đều là đại lượng bất đẳng hướng.

2. Sự hình thành MS trong quá trình trầm tích biển

Trầm tích biển tạo bởi những thành phần có nguồn gốc lục địa, có nguồn gốc do gió và những thành phần carbonat sinh vật hoặc vỏ silic của các vật chất hữu cơ trong môi trường biển. Độ lớn của MS là do sự đóng góp của các thành phần có nguồn gốc lục địa và sinh vật, song các thành phần sinh vật chỉ là các chất nghịch từ yếu, nên các thành phần có nguồn gốc lục địa là chủ yếu. Vì vậy, các dòng vật liệu có nguồn gốc lục địa đi vào môi trường biển sẽ quyết định những biến đổi của MS. Nếu quá trình đó có tính chu kỳ thì cũng sẽ gây ra những biến đổi có tính chu kỳ trong các trầm tích và được phản ánh trong giá trị MS. Có rất nhiều yếu tố có thể làm biến đổi những dấu hiệu MS này, có thể giảm về cường độ MS song những đặc trưng có tính chu kỳ vẫn được giữ lại và có thể tách ra. Chồng lên những biến đổi có tính chu kỳ là những sự kiện có tính dị thường, như hoạt động của núi lửa hay các tác động về khí tượng. Những tác động này có thể gây ra các dấu hiệu có tính địa phương, khu vực hoặc toàn cầu [3].

Trong quá trình tạo đá, MS của các trầm tích biển bị suy giảm do các hạt sắt từ chiếm ưu thế trong các trầm tích chưa thành đá bị biến đổi thành pha thuận từ trong suốt quá trình chôn vùi và tạo thành đá, chủ yếu do các hoạt động khử sunfat của các vi khuẩn từ. Quá trình này chuyển hóa rất nhiều sắt thành pha thuận từ như sunfat sắt và carbonat. Tuy nhiên, quá trình này không loại bỏ sắt khỏi đá mà tổng lượng sắt trong đá vẫn được giữ nguyên. Những pha mới này sau đó đóng góp cùng với các thành phần thuận từ do vật chất bở rời khác như sét và các thành phần sắt còn lại hoặc tái sinh tạo thành MS trong trầm tích tạo đá [10]. Quá trình tạo đá sẽ làm biến đổi một vài thành phần thuận từ vốn là sản phẩm của các trầm tích biển có nguồn gốc lục địa.

Trong quá trình tạo thành đá sau cùng, MS trong hầu hết các đá trầm tích phản ánh quá trình vật lý trong các thành phần bở rời do gió mang tới các bể trầm tích. Như những quan sát trên trầm tích trong môi trường chưa thành đá, các quá trình thời tiết, núi lửa, kiến tạo, sự biến đổi mực nước biển và sự cân bằng đẳng tĩnh cũng ghi nhận được trong môi trường trầm tích tạo đá tại địa phương và khu vực.

3. Sự liên quan của chu kỳ thời tiết với những biến thiên MS khác

Kết quả phân tích MS trong hầu hết các nghiên cứu trên đá trầm tích biển chỉ ra rất nhiều mức chu kỳ thời tiết khác nhau. Có một số chu kỳ rất dài được minh giải như là kết quả của quá trình biển tiến và biển thoái do sự thăng giáng của mực nước biển liên quan với các thời kỳ băng hà. Những loại chu kỳ khác ngắn hơn rất nhiều được cho là kết quả của các quá trình biến đổi thời tiết [6, 7]. Kết quả nghiên cứu về chu kỳ MS trên cặp đá vôi và sét vôi tại đoạn ranh giới Dani - Selandi (paleocen) ở Zumaia, Tây Ban Nha được minh giải là kết quả của các biến thiên thời tiết. Chu kỳ thời tiết ở đây do chuyển động tiến động 19 - 23 nghìn năm.

Nằm chồng lên những chu kỳ này là những xung MS rất nổi trội ; chúng thường được giải thích bằng sự ngập lụt toàn bộ bề mặt và bằng dòng các mảnh vụn chấy mạnh bất thần đi vào các bồn trầm tích. Khi biên độ MS rộng hay thay đổi đột ngột (thể hiện thông qua nhiều điểm số liệu) thì được lý giải bằng các quá trình địa chất gây nên sự biến đổi căn bản của các trầm tích vịnh biển. Ví dụ, sự biến đổi về hình dạng từ MS thấp trong Permi đến MS cao trong Trias [13] đã được giải thích bằng sự chấy đột ngột các vật liệu mảnh vụn vào các bồn trầm tích đại dương, là môi trường có nhiều quần thể thực vật biển vào thời gian này [1]. Một xung MS tương tự đã được gắn với ranh giới K-T (Creta - Đệ Tam) và được lý giải bởi sự biến động của thời tiết vào thời kỳ đó [8].

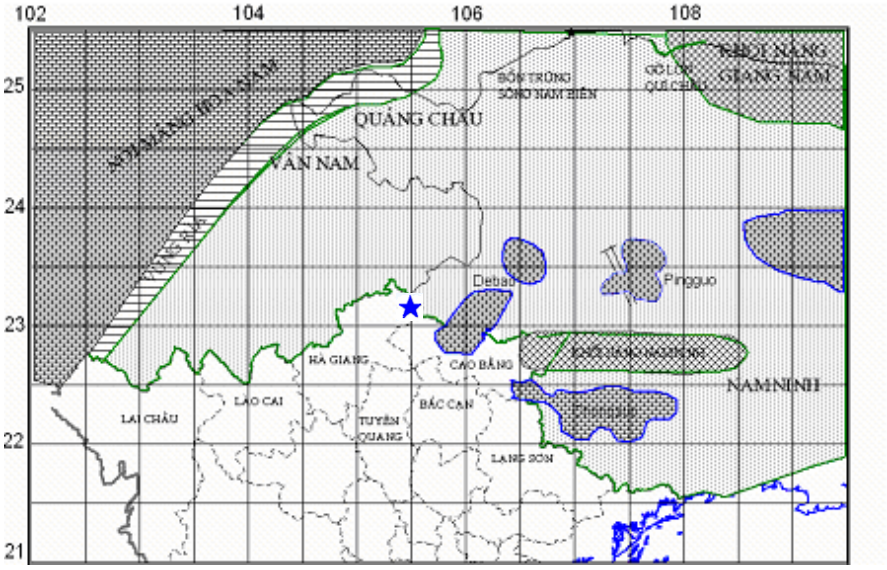
Sự thay đổi khí hậu toàn cầu có một số tác động lên các chuỗi số liệu đo độ từ cảm. Khi khí hậu ấm và ẩm trong nước biển thường hình thành các hạt từ rất nhỏ như maghemit, magnetit, hematite và gregrit. Ngoài ra khi mưa nhiều cũng làm tăng việc bào mòn vật liệu lục nguyên và tăng MS. Hiện tượng băng tan nhiều dẫn tới quá trình biển tiến và cũng lại làm tăng sự bào mòn vật chất và do đó làm tăng MS.

Các nghiên cứu trên đây cho thấy, những sự kiện thay đổi thời tiết trong quá khứ được thể hiện trên số liệu đo độ từ cảm. Vì vậy, nghiên cứu độ từ cảm của vật chất trong môi trường có khả năng cho thông tin về các sự kiện biến động thời tiết.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU MS TẠI LŨNG CẨM VÀ MINH GIẢI

1. Vị trí và phương pháp thu thập mẫu

Điểm lấy mẫu Lũng Cẩm (*hình 1*) nằm ở ven quốc lộ 4C, cách thị trấn Phố Bảng (huyện Đồng Văn) khoảng 4 km về phía đông nam có tọa độ địa lý 23°14'11" B, 10°13'02" Đ. Tại mặt cắt, các mẫu



Hình 1.
Sơ đồ vị trí lấy mẫu

Chú gải :

Đá vôi

Vị trí lấy mẫu

lấy trên khoảng ranh giới Permi-Trias, khoảng cách lấy mẫu cách đều 5 cm. Tại đây đã thu thập liên tục 101 mẫu MSEC trên chiều dài 5 m, gồm 30 lớp. Chi tiết mặt cắt Lũng Cẩm được mô tả trong [3].

2. Kết quả nghiên cứu MS và bàn luận

Toàn bộ tập hợp mẫu được đo tại trường đại học tổng hợp Louisiana (Mỹ). Cả số liệu thô (đường đứt nét) và số liệu làm trơn (đường liền nét) đều được thể hiện trên *hình 2a*. Số liệu làm trơn dùng để tính toán và xây dựng các đồ thị tiếp theo. Các đồ thị trình bày dưới dạng bán logarit, trục logarit biểu diễn giá trị MS và trục còn lại biểu diễn chiều cao quy ước (so với mẫu số 1). Cả số liệu MS thô và số liệu MS đã làm trơn cùng được biểu diễn trên các đồ thị bán logarit này. Trên đồ thị, xu hướng chu kỳ MS tăng hoặc giảm qua hai điểm số liệu hoặc nhiều điểm hơn sẽ được coi là sự biến đổi có độ tin cậy. Điều nhận thấy rõ ràng trên *hình 2a* là các chu kỳ nhỏ nằm chồng chập lên chu kỳ lớn. Giá trị MS có sự nhảy bậc rõ ràng khi đi qua lớp 12 và 13. Dưới lớp 11 các giá trị MS đều biến đổi trong khoảng 10^{-9} (m^3/kg), còn khi đi qua lớp 12 giá trị MS tăng lên $*10^{-8}$(m^3/kg).

Trên hình 2a các chu kỳ nhỏ dao động trên nền các chu kỳ lớn. Rõ ràng là, theo bề dầy tích tụ trầm tích, các giá trị từ cảm đã thể hiện các chu kỳ khác nhau. Để làm rõ sự biến thiên của các chu kỳ chúng tôi đã chọn công thức :

$$\delta MS = (MS - MS_{chuẩn})/MS_{chuẩn}$$

trong đó : $MS_{chuẩn} = 5{,}5 \times 10^{-8}$ m^3/kg.

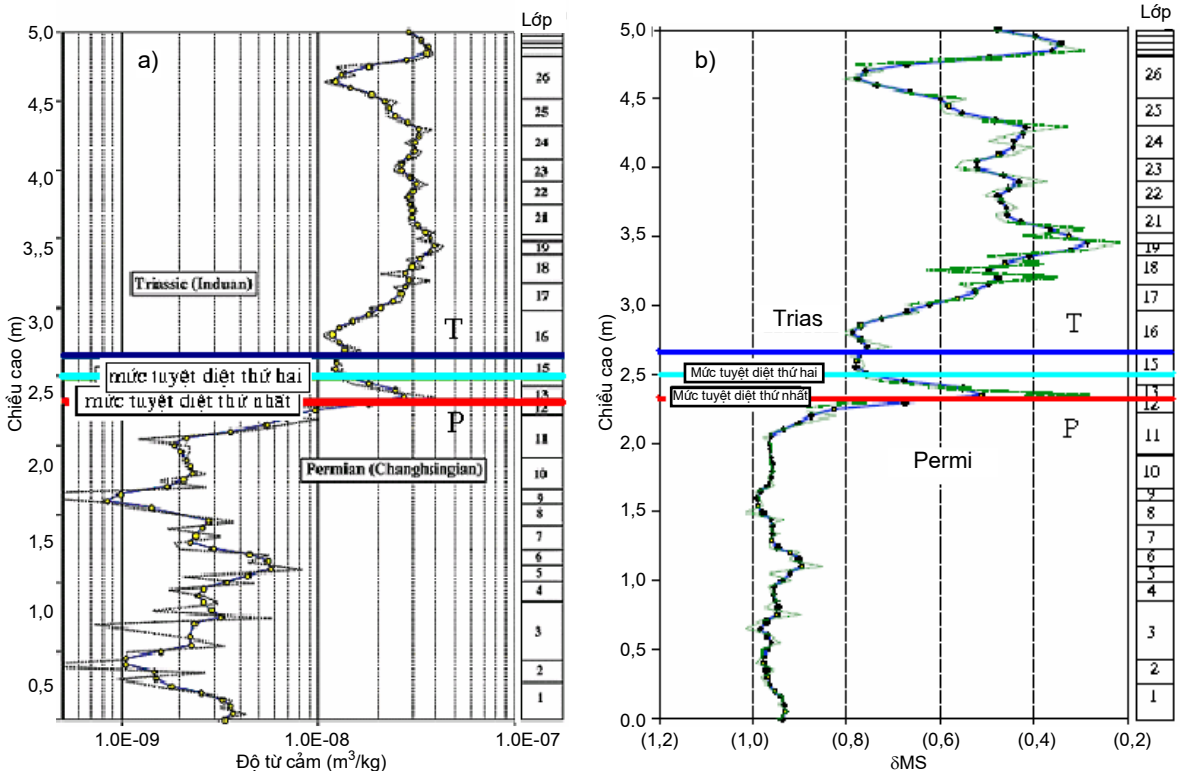
Giá trị MS sau biến đổi được thể hiện trong *hình 2b*. Trên hình vẽ các chu kỳ lớn đã thể hiện rõ nét hơn và bám sát theo các chu kỳ lớn này là sự dao động của các chu kỳ nhỏ.

Để nghiên cứu các chu kỳ lớn, đã sử dụng phương pháp Fourier để tách các chu kỳ nhỏ ra khỏi các chu kỳ lớn.

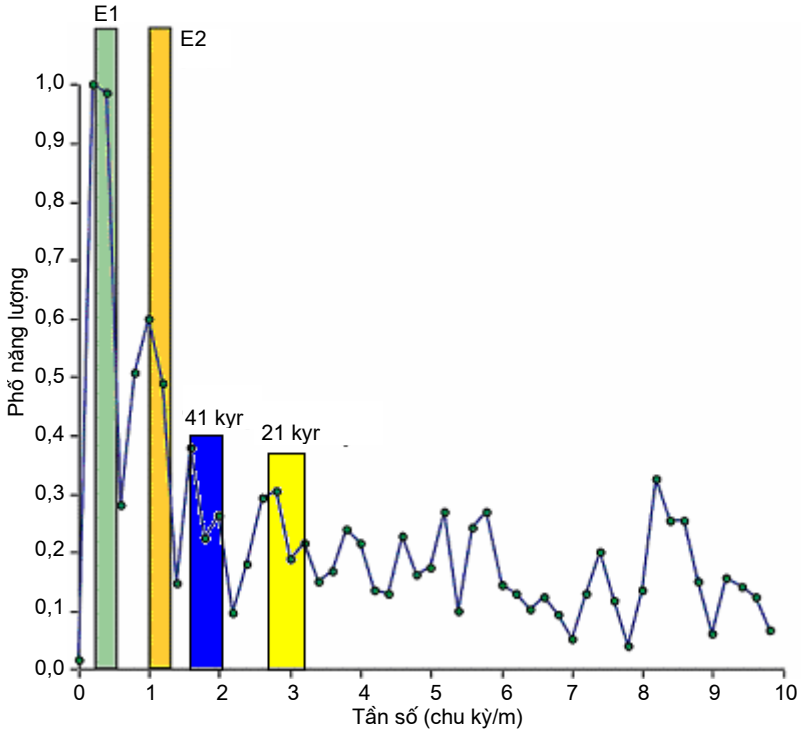
Trong công trình này chúng tôi áp dụng phương pháp Fourier để xác định đặc trưng tần số trên tập hợp số liệu MS đã được làm trơn với giả định khoảng cách giữa các mẫu là tuyến tính theo một khoảng thời gian, tức là $\Delta x \sim \Delta t$. Kết quả phân tích Fourier trình bầy trên *hình 3*.

Nếu giả định xung đầu tiên có chu kỳ 400 nghìn năm thì lần lượt các xung tiếp theo sẽ có chu kỳ 100 nghìn năm, 41 nghìn năm và 21 nghìn năm. Đây chính là các chu kỳ của Milankovitch. Trong khi phân tích chúng tôi đã chọn xung thứ hai, E2, có giá trị 100 nghìn năm (vùng tô đậm đỉnh E2 cỡ 1,2 chu kỳ/m, hình 3) bởi lẽ chuỗi số liệu mẫu MS tại mặt cắt Lũng Cẩm chưa đủ dài cho tính toán thống kê tần xuất xuất hiện chu kỳ có độ chính xác cao.

Để tính tuổi của mặt cắt nghiên cứu, các tác giả đã phân chia số liệu MS thành các vùng từ MSZ. Việc phân chia vùng từ này dựa trên cơ sở phân chia vùng từ MSZ của mặt cắt chuẩn GSSP Meishan. Các vùng từ này sẽ giống nhau khi có cùng xu hướng MS giống nhau và sự xuất hiện các giống loài cổ sinh như nhau. Kết quả cho thấy : khoảng ranh giới Permi



Hình 2. Kết quả đo độ từ cảm tại mặt cắt Lũng Cẩm
a) Đồ thị số liệu đo MS nguyên thuỷ, b) Đồ thị số liệu đo MS đã được chuẩn hoá

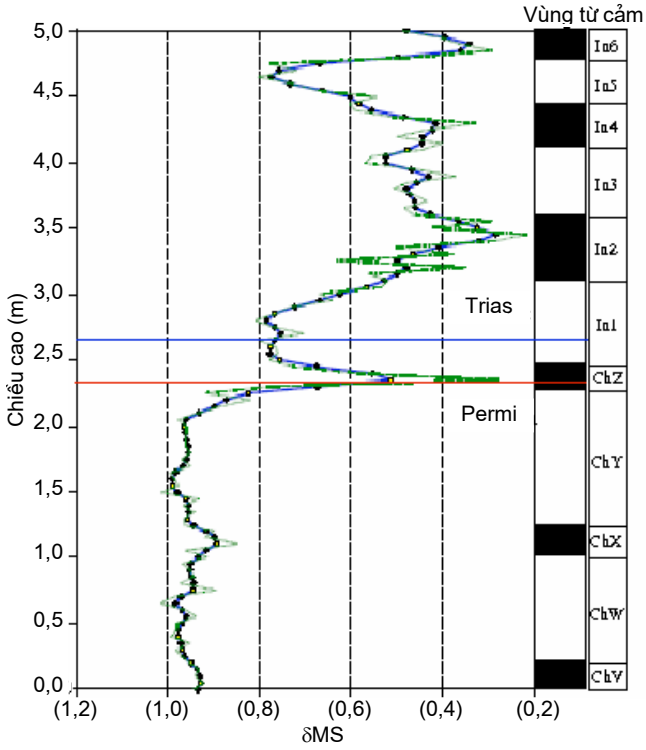


← *Hình 3*.

Kết quả khai triển Fourier trên số liệu thô của mặt cắt Lũng Cẩm

Dải qũy đạo E1 ~ 400 nghìn năm và dải qũy đạo E2 ~ 100 nghìn năm

- Trias tại mặt cắt Lũng Cẩm, Hà Giang có 11 vùng từ ứng với 5,5 chu kỳ. Các vùng từ này được thể hiện trên *hình 4*. Vì chu kỳ chọn để tính trong phân tích Fourier có giá trị 100 nghìn năm nên chiều dài mặt cắt tương ứng với 5,5 chu kỳ là: 550 ±50 nghìn năm.



← *Hình 4*.

Kết quả phân tích vùng từ cảm MS trên mặt cắt Lũng Cẩm

KẾT LUẬN

Kết quả phân tích tập hợp 100 số liệu thô về từ cảm thu được tại ranh giới Permi - Trias của mặt cắt Lũng Cẩm (Hà Giang) đã thể hiện rõ các dải chu kỳ thời tiết Milankovitch : E1 ~ 400 nghìn năm, và E2 ~ 100 nghìn năm (liên quan đến chuyển động qũy đạo), chu kỳ 41 nghìn năm (liên quan đến độ nghiêng của trục quay) và chu kỳ 21 nghìn năm liên quan đến chuyển động tiến động). Từ những chu kỳ MS bình ổn được gắn với số liệu E2 ~ 100 nghìn năm của chuỗi phân tích Fourier, đã đánh giá được thời khoảng của mặt cắt nghiên cứu là 550 ±50 nghìn năm.

Lời cảm ơn : bài báo được hoàn thành nhờ sự tài trợ của đề tài NCCB mã số 712006.

TÀI LIỆU DẪN

[1] T.J. ALGEO, B.B. ELLWOOD, N.T.K. THOA, H. ROWE, J.B. MAYNARD, 2007 : The Permo-Triassic boundary at Nhi Tao, Vietnam : Evidence for recur-rent influx of sulfidic watermasses to a shallow-marine carbonate platform. Palaeogeography, Palae-oclimatology, Palaeoecology **252**, *304-327*.

[2] A. BERGER, M.F. LOUTRE, J. LASKER, 1992: Stability of the astronomical frequencies over the Earth's history for paleoclimate studies, Science **255**, *560-566*.

[3] R.E. CRICK, B.B. ELLWOOD, A. EL HASSANI, R. FEIST, J. HLADIL, 1997: Magnetosusceptibility event and Cyclostratigraphy (MSEC) of the Eifelian-Givetian GSSP and associated boundary sequences in North Africa and Europe : Episodes, V. 20, *167-175*.

[4] J. DINARES-TURELL, J.L. BACETA, V. PUJAL-TE, X. ORUE-ETXEBARRIA, G. BERNAOLA and S. LORITO, 2003 : Untangling the Paleocene climatic rhythm : as astronomically calibrated Erly Paleocene magnetostratigraphy and biostratigraphy at Zumaia (Basque basin, northern Spain). Earth and Planetary Scien Letters, **216**, *483-500*.

[5] B.B. ELLWOOD, R.E. CRICK, A. EL HASSANI, 1999 : The magnetosusceptibility event and cyclo-stratigraphy (MSEC) method used in geological correlation of Devonian rock from Anti-Atlas Morocco ; American Association of Petroleum Geologists Bulletin, V. 83, *1119-1134*.

[6] B.B. ELLWOOD, R.E. CRICK, J. GARCIA-AL-CALDE FERNANDEZ, F. SOTO, M. TRYOLS-MASSONI, A. EL HASSANI, E. KOVAS, 2001 : Global correlation using magnetic susceptibility data from Lower Devo-nian rocks. Geology, July 2001 : V. 29, **7**, *583-586*.

[7] B.B. ELLWOOD, F.B. HARROLD, S.L. BENOIST, L.G. STRAUS, M. GONZALEZ-MORALES, K. PETRUSO, N.F. BICHO, Z. ZILHÃO and N. SOLER, 2001 : Paleoclimate and Intersite Correlations from Late Pleistocene/Holocene Cave Sites : Results from Southern Europe, Geoarchaeology, V.16, *433-463*.

[8] B.B. ELLWOOD, W.D. MACDONALD, C. WHEELER, S.L. BENOIST, 2003 : The K-T Boundary in Oman: Identified Using Magnetic Susceptibility Field Measurements with Geochemical Confirma-tion. Earth Planetary Science Letters **206**, *529-540*.

[9] B.B. ELLWOOD, W.L. BALSAM, H.H. ROBERTS, 2006 : Gulf of Mexico Sediment Sources and Sedi-ment Transport Trends from Magnetic Susceptibility Measurements of Surface Samples. Marine Geology **230**, *237-248*.

[10] B.B. ELLWOOD, 2007 : Low-Field magnetic susceptibility (MS) of sediments and sedimentary rocks : A general overview of active research areas. Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagne-tism, Springer, 566-572.

[11] B.B. ELLWOOD, J.H. TOMKIN, K.T. RATCLIF-FE, M. WRIGHT, A.M. KAFAFY, 2008 : High resolution Magnetic Susceptibility and Geochemistry for the Cenomanian/Turonian Boundary GSSP with Correla-tion to Time Equivalent Core. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology doi : 10.1016/j. palaeo.2008.01.005 ; Ellwood, B.B., Fillon, R.H., Waterman, A.S., Kassab, A., 2007.

[12] B.B. ELLWOOD, A. KAFAFY, A. KASSAB, J.H. TOMKIN, A. ABDELDAYEM, N. OBAIDALLA, K. WILLSON, D.E. THOMPSON, 2008a : Magnetostra-tigraphy Susceptibility Used for High Resolution Correlation Among Paleocene/Eocene Boundary Sequences in Egypt, Spain and the U.S.A. In Modern Stratigraphic techniques : Theories and Case Histo-ries, eds. Ratcliffe, K. and B. Zaitlin, SEPM Special Publication, in press.

[13] H.J. HANSEN, S. LOJEN, P. TOFT, T. DOLENEC, J. YONG, P. MICHAELSEN and A. SARKAR, 1999 : Magnetic susceptibility of sediments across some marine and terrestrial Permo-Triassic boundaries. Proceedings of the International Conference "Pangea and the Paleozoic - Mesozoic transiction". China University of Geosciences, Hubei, China, *114-115*.

[14] LƯU THỊ PHƯƠNG LAN, B.B. ELLWOOD, ĐOÀN NHẬT TRƯỞNG, ĐẶNG TRẦN HUYÊN, 2007: Khoảng ranh giới Permi-Trias tại mặt cắt Lũng Cẩm (Hà Giang) : so sánh với mặt cắt Meishan, Trung Quốc, bằng tập hợp số liệu từ cảm địa tầng. Tuyển tập Hội nghị Địa vật lý toàn quốc 2007, *86-96*.

[15] http://vi.Wikipedia.org/ wiki/Milankovitch - cycles : Chu kỳ Milankovitch.

SUMMARY

Milankovitch cycles from MS data at Permian - Triassic boundary at Lungcam, Hagiang

The paper presents analysis results on the raw MS data from the P/T boundary section of Lungcam, Ha-giang (101 samples, with distance ~5 cm interval). The results show somes cycles. The picks are : ~400 kyr, ~100 kyr, ~41 kyr and ~21 kyr, indicating Milanko-vitch cycles (essentricity ~400 kyr (E1), ~100 kyr (E2), obliquity 0~41 kyr, and precession P ~21 kyr). The conclusion is MS data sets of Lungcam sediments agreed with weather variation that were associated with movements of the Earth in the Solar system.

Ngày nhận bài : 04-8-2008

Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội, Việt Nam,
Trường Đại học tổng hợp Bang Louisiana, Mỹ