

ĐIỀU KIỆN BIẾN CHẤT ĐÁ HOA CHỨA RUBY MỎ QUỲ CHÂU NGHỆ AN

Ngày nhận bài : 17-01-2008

TẠ TRỌNG THẮNG, VŨ VĂN TÍCH,
NGUYỄN VĂN VƯỢNG

Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội

I. MỞ ĐẦU

Ruby được tìm thấy trong đá hoa khu vực mỏ Quý Châu vẫn đang là đề tài tranh luận về điều kiện thành tạo. Mỏ đá hoa chứa ruby nằm ngay tại rìa đông bắc của khối Bù Khạng (hình 1), đã được nghiên cứu khá chi tiết dưới góc độ tuổi cũng như đặc điểm cấu trúc kiến tạo. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về đặc điểm thạch học các đá gneis và đá phiến mica, nhưng đặc điểm biến chất của đá hoa chứa ruby trong khu vực này chưa được nghiên cứu chi tiết. Nghiên cứu thành phần thạch học, khoáng vật học cho phép xác định điều kiện nhiệt độ và áp suất cũng như suy luận về nguồn gốc thành tạo của chúng.

Bài báo trình bày các kết quả thạch luận và khoáng vật các mẫu dọc theo mặt cắt hướng TB-ĐN cắt qua mỏ Quý Châu trên cơ sở các phân tích thành phần thạch học và khoáng vật học chi tiết dưới kính hiển vi và phân tích microsond.

II. BỐI CẢNH ĐỊA CHẤT KHU VỰC

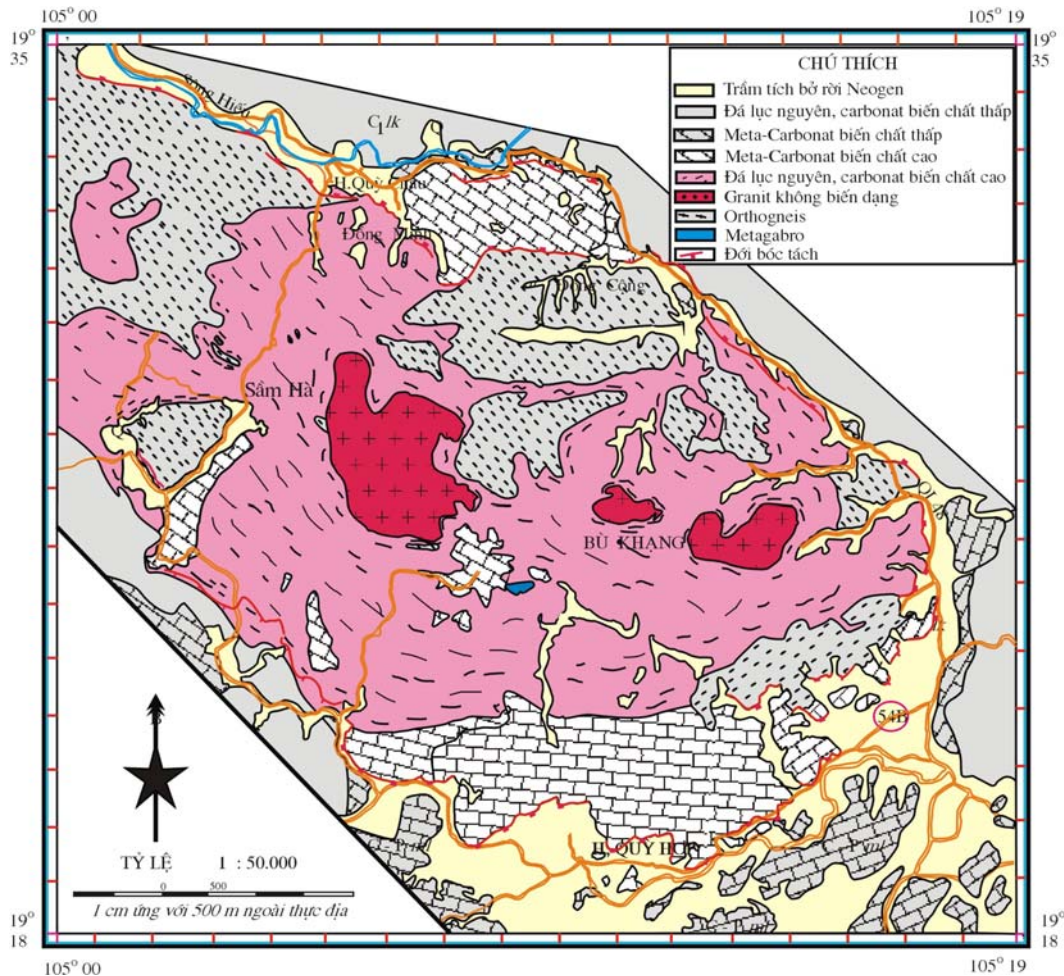
Khối Bù Khạng bao gồm phần lớn các đá metapellit và metacarbonat lộ ở phần trung tâm, phủ lên trên thuộc hai bên cánh là các đá hoa chứa metabauxit [11] và metapellit có trình độ biến chất yếu dần ; xa dần về hai bên cánh, các đá gần như không bị biến chất [6]. Ranh giới giữa các đá biến chất và các đá không bị biến chất là một đới xiết trượt dẻo, ứng với nó là sự có mặt của các đá mylonit. Mỏ ruby được tìm thấy phần lớn trong các đá hoa thuộc đới xiết trượt dẻo này. Bối cảnh kiến tạo của khối biến chất Bù Khạng đã được nghiên cứu khá chi tiết, trong đó các đá gneis và phiến mica biến chất được hình thành trong Kainozoi liên quan đến hoạt động bóc tách do căng giãn vào thời kỳ này [7]. Do hoạt động căng giãn làm Moho nâng cao, gây biến

chất các đá granit và trầm tích trước đó để tạo nên các đá gneis, phiến hai mica, metacarbonat, metabauxit chúng ta bắt gặp hiện nay. Tuổi xác định trên các khoáng vật đồng biến chất như biotit, phlogopit, muscovit bằng phương pháp Ar-Ar cho các đá gneis, đá phiến mica, đá hoa tạo vòm và các đá hoa chứa ruby tương tự nhau, biến thiên trong khoảng 35-21 tr.n [5, 7, 10]. Đi cùng với các hoạt động biến chất là các hoạt động xâm nhập các đá granit và permatit, tuổi protolith của chúng là $19,2 \pm 8$ đến $19,8 \pm 2$ tr.n xác định trên các đơn khoáng biotit và feldspat-K bằng phương pháp Rb-Sr [2].

Mỏ ruby Quý Châu có thành phần thạch học tương tự trong vòm Bù Khạng, bộc lộ chủ yếu là : đá gneis, đá hoa, đá skarn và một số thể granit. Quan sát thực địa cho thấy các đá phiến gneis và metacarbonat có dạng phân lớp thành từng dải xen kẽ nhau, tại ranh giới giữa các dải này là các đá skarn. Nghiên cứu cấu trúc biến dạng các đá này cho thấy hầu hết các đá biến chất đều bị biến dạng và phân phiến mạnh, các chi thị về thạch cấu trúc cho thấy các đá đều bị phân phiến theo phương $125-140^\circ$, mặt phiến cắm về phía đông bắc với góc biến đổi $30-45^\circ$, càng về phía đông bắc, góc cắm càng giảm dần, các cấu trúc S-C minh chứng cho chiều cắt thuận. Các đá xâm nhập đặc trưng chủ yếu bằng đá granit hạt nhỏ sáng màu, đi cùng là các pegmatit của nó. Trong các đá granit thường có casiterit chỉ thị cho sự có mặt của thiếc và pegmatit của nó thì rất giàu tuamalin và biotit. Các đá granit hầu như không bị biến dạng. Tiếp xúc giữa granit và đá gneis không có dấu hiệu xuyên cắt mà theo kiểu lacolit, chứng tỏ các đá granit là đồng kiến tạo.

III. ĐÁ METACARBONAT CHỨA RUBY KHOÁNG VẬT HỌC VÀ THẠCH HỌC

Nghiên cứu dưới lát mỏng cho thấy các đá biến chất khu vực này chủ yếu bao gồm đá gneis chứa



Hình 1. Sơ đồ địa chất khối Bù Khang theo Lê Duy Bách (1998) và Jolivet et al (1999), được bổ sung tài liệu của các tác giả bài báo này

biotit-granat-silimanit dạng sợi, đá phiến hai mica, đá hoa (cansiphir, cipolin) và skarn xen kẽ nhau. Ruby chất lượng ngọc thường tìm thấy trong đá hoa, có thành phần chính là : canxit (Cc), dolomit (Do), clorit (Chl), phlogopit (Phl), muscovit (Mus), biotit (Bt), spinel (Spl), olivin (Olv), feldspat (Flt), plagiocla (Pl), tremolit (Tre), scapolit (Scp), talc (Tc), ruby (Ru), pyrit (Pyr), granat (Grt), humit (Hu), diopsid (Di). Ngoài các khoáng vật trên, trong đá hoa còn gặp một số khoáng vật phụ khác như ilmenit và zircon.

Canxit có mặt trong các đá hoa phần lớn thuộc loại tổ hợp đồng hình của Ca và Mg. Theo kết quả phân tích microsond, một số canxit có chứa Mg xấp xỉ 9% (Phạm Hoè, 2003). Humit, tiếp xúc cân bằng với phlogopit, canxit và dolomit. Tổ hợp

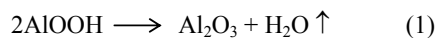
khoáng vật này minh chứng cho điều kiện cân bằng ở nhiệt độ cao. Tuy nhiên hàm lượng FeO, TiO₂ trong thành phần hóa học của humit thấp, chứng tỏ tổ hợp cân bằng trong điều kiện nhiệt độ dao động từ 500 đến 700°C. Amphibol, chủ yếu thuộc loại giàu canxi và nhôm như tremolit và pargasit, trong đó pargasit thường thấp nhôm và thấp kiềm. Amphibol thường tiếp xúc cân bằng với olivin, diopsit, canxit và dolomit, tổ hợp này cũng chứng tỏ các đá bị biến chất ở nhiệt độ cao xấp xỉ tương granulit. Pyroxen thường gặp là loại giàu canxi, phân tích microsond cho thành phần của diopsit. Tuy nhiên orthopyroxen vắng mặt trong các đá metacarbonat, cũng như trong các đá gneis. Olivin trong đá hoa thường là fosterit (Fo). Các khoáng

vật mica gặp trong đá hoa thường là biotit, phlogopit, muscovit, margarit và clorit. Kết quả phân tích microsond cho thấy cả clorit và phlogopit thường giàu nhôm và nghèo silic. Scapolit khá phổ biến, sự hiện diện của nó cho thấy có mặt chất bốc tham gia trong quá trình biến chất. Kết quả phân tích microsond cho thấy thành phần của scapolit có hàm lượng CO₂ và Cl cao, điều này chứng tỏ nhiều phản ứng khử carbonat xảy ra trong quá trình biến chất tiến triển. Về thành phần, scapolit thuộc loại meionit. Meionit thường đi với diopsit, pargasit và spinel. Scapolit có hàm lượng Ca tương đối cao, do vậy thường đi với môi trường áp suất tương đối cao. Spinel có thành phần hoá học đa dạng, trong đó hàm lượng nhôm cao và V₂O₅ gần 4%. Trong lát mỏng spinel thường tiếp xúc cân bằng với ruby, olivin, diopsit, dolomit và canxit. Corindon chủ yếu là ruby và tìm thấy dưới dạng hai tổ hợp cộng sinh : 1) corindon tiếp xúc cân bằng với canxit và spinel hoặc canxit-ruby ; 2) corindon cân bằng với canxit, scapolit, plagiocla và pyrit. Hàm lượng crom trong ruby biến đổi từ 0,002 cho tới 2%.

IV. MỐI LIÊN HỆ PHA VÀ QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH CÁC TỔ HỢP KHOÁNG VẬT CỦA ĐÁ HOA CHỨA RUBY

Việc phân tích mối liên hệ pha được xem xét trên cơ sở sự vắng mặt và có mặt các tổ hợp cân bằng pha quan sát được dưới kính hiển vi và kết quả phân tích thành phần hóa học các khoáng vật đã trình bày ở trên. Sự có mặt của các tổ hợp khoáng vật trong đá hoa được diễn giải theo các phương trình dưới đây.

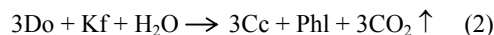
Sự có mặt của tổ hợp Cc-Ru-Spl hoặc Cc-Ru cho thấy ruby được hình thành trực tiếp từ các đá trầm tích carbonat giàu nhôm trong điều kiện biến chất cao, điều này phù hợp với sự có mặt của bauxit trong trầm tích đá vôi chưa bị biến chất hoặc biến chất thấp hơn trong khu vực Bù Khạng. Sự hình thành của ruby có thể liên quan đến sự mất nước trực tiếp của diaspor trong quá trình biến chất tiến triển [3] và được diễn giải theo phương trình :



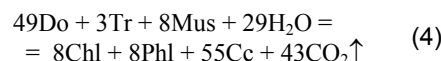
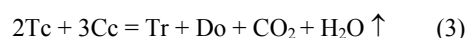
Mặt khác, chúng ta cũng thấy ruby đi cùng với plagiocla, pyrit, spinel và canxit, như vậy ruby cũng có thể là sản phẩm của quá trình biến chất từ đá vôi chứa bauxit không sạch. Trong trường hợp này sinh ra corindon không có chất lượng ngọc. Quá trình hình thành tổ hợp này có thể được diễn giải như sau :

các đá vôi chứa bauxit không sạch bị biến chất trong điều kiện nhiệt độ cao, do sự có mặt của silic nên silic được ưu tiên hình thành plagiocla trước. Do môi trường carbonat - dolomit giàu nhôm và nghèo silic, khi hết silic, chỉ có spinel được hình thành ; khi hết Mg, corindon hay ruby được thành tạo.

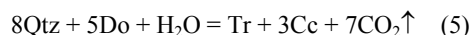
Sự vắng mặt của feldspat-K và sự có mặt của phlogopit đi cùng canxit trong một số mẫu có thể liên hệ với phản ứng sau :



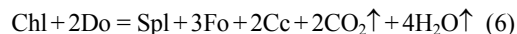
Mặt khác sự tồn tại của tổ hợp nhiệt độ thấp như Cc + Do + Tc + Tr + Chl + Mus + Phl được giải thích bằng 2 phương trình (3) và (4) sau đây:



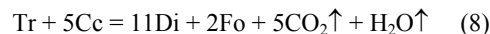
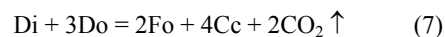
Trong đá hoa, thạch anh gần như vắng mặt nhưng với sự có mặt của tremolit và canxit cân bằng chứng tỏ tremolit và canxit được hình thành theo phản ứng sau :



Sự có mặt của spinel và hầu như không còn chlorit trong hầu hết các mẫu, chứng tỏ quá trình biến chất đã diễn ra theo chiều nhiệt độ tăng theo phương trình sau :



Sự có mặt của fosterit đi cùng diopsit trong phần lớn các mẫu, chứng minh sự gia tăng nhiệt độ trong quá trình biến chất ; sự có mặt của các khoáng vật này chứng tỏ tồn tại các phương trình sau :



Theo quan điểm nhiệt động học với sự có mặt của các tổ hợp spinel+ ruby+ clorit cùng với tổ hợp canxit + dolomit + fosterit + tremolit và humit + phlogopit trong đá hoa, chứng tỏ các đá này đã bị biến chất trong điều kiện nhiệt độ tăng đi cùng với giảm áp.

V. NHIỆT ĐỘ VÀ ÁP SUẤT THÀNH TẠO

Sự tồn tại của tổ hợp Do + Cc + Fo + Di + Tr sinh ra từ các phản ứng (7) và (8) cho thấy nhiệt độ thành tạo là khá cao, các phản ứng này đóng vai trò như một đẳng biến (isograd) phân chia trường tồn

tại giữa tremolit và forsterit, đồng thời với sự giao nhau của hai phân ứng cho phép xác định điểm vô biến M trên biểu đồ T- X_{CO_2} (hình 2) chứng minh cho trường bền vững của các đá metacarbonat nói chung và corindon nói riêng, nhờ đó có thể xác định gián tiếp áp suất thành tạo của các đá trên.

1. Nhiệt độ thành tạo

Qua phân tích tổng quan tổ hợp cộng sinh, sự có mặt của các tổ hợp khoáng vật nhiệt độ cao như biotit + silimanit sợi trong các đá paragneis và phiến mica cũng như olivin + diopsit trong đá hoa cho thấy các đá này đã trải qua quá trình biến chất nhiệt độ cao. Sự có mặt của humit + phlogopit trong đá hoa chứng tỏ các đá này đã trải qua quá trình biến chất ở nhiệt độ cao tương ứng với phần sâu của tương amphibolit và phần nông của tương granulit.

Nhiệt độ thành tạo được tính toán trên cơ sở cân bằng nhiệt động của cặp canxit-dolomit (canxit chứa Mg là pha cân bằng với dolomit) trong một mẫu đá hoa có ruby (La615/4) đã được phân tích chi tiết thành phần bằng microsond.

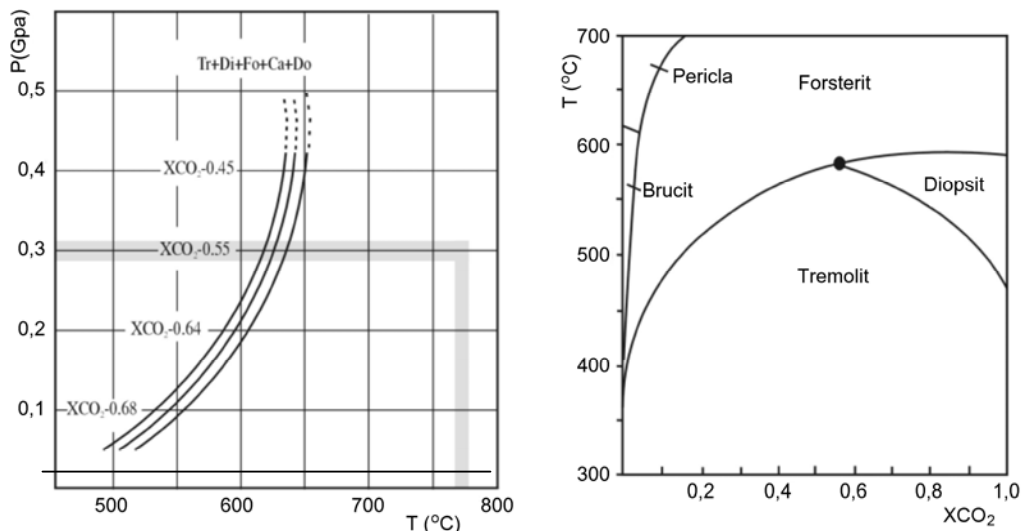
Việc tính toán kết quả nhiệt độ dựa trên phương trình nhiệt động thực nghiệm do D. Puhon [9] đề xuất, theo đó nhiệt độ cân bằng tỷ lệ với X_{MgCO_3} và diễn giải theo công thức : $\text{Log } X_{MgCO_3} = -1414/T(^{\circ}\text{K}) + 0,4869$. Để áp dụng tính toán trên phương trình nhiệt động này, hàm lượng Mg trong canxit được chuyển

sang phần trăm mole của $MgCO_3$. Kết quả tính cho nhiệt độ $774 \pm 16^{\circ}\text{C}$. Tuy nhiên nhiệt độ thành tạo phụ thuộc rất nhiều vào hàm lượng chất bốc, do vậy kết quả tính toán nhiệt độ ở đây coi như gần đúng.

2. Áp suất thành tạo

Sự có mặt của sillimanit và vắng mặt disten trong metapelit xen kẹp trong các dải đá hoa chứng tỏ các đá này hình thành trong điều kiện áp suất thấp. Việc tính áp suất thành tạo không thể tính toán bằng định lượng trực tiếp vì thiếu dữ liệu phân tích microsond, do vậy áp suất thành tạo phải dựa vào việc ước tính bằng lưới thạch học trên cơ sở nhiệt độ đã tính ở trên và phần trăm hàm lượng CO_2 có mặt trong đá, từ đó đối chiếu với kết quả thực nghiệm của M. Gottschalk và P. Metz (1984) để suy ra áp suất thành tạo của các đá trên.

Đối với việc tính toán áp suất thành tạo của các đá, sự có mặt của chất bốc luôn đóng vai trò quan trọng đặc biệt với các đá carbonat. Như đã phân tích trong phần khoáng vật học và tổ hợp cộng sinh cho thấy sự có mặt của chất bốc là khá nhiều bằng chứng là sự hiện diện khá phong phú của khoáng vật scapolit. Việc xác định phần trăm của CO_2 rất quan trọng, nhưng cũng do thiếu kết quả phân tích bao thể nên việc xác định hàm lượng CO_2 (X_{CO_2}) phải thông qua phân tích tổ hợp cộng sinh ; sự có mặt của tổ hợp cộng sinh (diopsit + dolomit + canxit + tremolit + forsterit), ứng với tổ hợp này phải thông qua phân tích tổ hợp cộng sinh ; sự có



Hình 2. Biểu đồ xác định nhiệt độ T- X_{CO_2} và biểu đồ xác định áp suất P-T- X_{CO_2} cho đá hoa chứa tổ hợp cân bằng tremolit + diopsit + forsterit ở Quý Châu theo [M. Gottschalk và P. Metz (1984), Perkin (1986)]

mặt tổ hợp cộng sinh (diopsit + dolomit + canxit + tremolit + forsterit), ứng với tổ hợp này chứng tỏ đá được cân bằng tương ứng với điều kiện của điểm vô biến M (hình 2) ; từ đó rút ra giá trị X_{CO_2} theo thực nghiệm, ta có xấp xỉ là 0,57 (hình 2).

Kết hợp giá trị phần trăm của CO_2 với X_{CO_2} ~0,57 và nhiệt độ thành tạo tính toán ở trên là 774°C, có thể suy ra từ biểu đồ thực nghiệm (hình 2) giá trị áp suất vào khoảng $4 \pm 0,2$ Kbar ; giá trị này tương đối thấp và tương ứng với phần thấp nhất của trường amphibolit nhưng lại tương đối cao so với các quá trình biến chất tiếp xúc thông thường.

KẾT LUẬN

Kết hợp nghiên cứu đặc điểm thạch học, phân tích tổ hợp cộng sinh và thành phần hóa học khoáng vật của các đá hoa chứa ruby khu vực đồi Tỷ, đồi Mồ Côi có thể rút ra kết luận về nguồn gốc và điều kiện nhiệt độ - áp suất thành tạo của đá hoa chứa ruby khu vực mỏ Quý Châu như sau : đá hoa chứa ruby được hình thành trực tiếp từ đá vôi chứa bauxit do quá trình biến chất khu vực liên quan đến quá trình hình thành vòm biến chất Bu Khang vào 36-21 tr.n. Quá trình biến chất các đá hoa chứa ruby xảy ra trong điều kiện nhiệt độ cao và áp suất trung bình tương ứng với $774 \pm 16^\circ C$ và $4 \pm 0,2$ Kbar. Như vậy ruby quan sát thấy trong đá hoa có thể hình thành trực tiếp từ các đá vôi giàu nhôm.

Lời cảm ơn : Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài trọng điểm cấp Đại học Quốc gia và đề tài NCCB 2006-2007. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU DẪN

[1] LÊ DUY BÁCH (chủ biên) và nnk, 1998: Bản đồ địa chất tỷ lệ 1/200.000, tờ Thanh Hoá.

[2] M.J. BICKLE, R. POWELL, 1977: Calcite-dolomite geothermometry for iron-bearing carbonates. *Contrib.Mineral.Petrol.* **59**, 281-292.

[3] V. GARNIER et al, 2002: Ar-Ar ages in phlogopites from marble-hosted ruby deposits in northern Vietnam : Evidence for Cenozoic periods of ruby formation. *Tectonophysic. Chemi. Geolo., V.* **188**, 33-49.

[4] M. GOTTSCHALK, P. METZ, 1984: Konsisten Gleichgewichtsdaten für reaktionen in metamorphen kieseligen dolomiten. *Fortschr. Mineral.* **62**, 1, 78-79.

[5] R.I. HARKER, O.F. TUTTLE, 1955: Study in the system CaO-MgO-CO₂, limits of solid solution along the binary join CaCO₃-MgCO₃. *Am. J. Sci.* **253**, 274-282.

[6] ... JOLIVET et al, 1999: Oligocene-Miocene Bu Khang extensional gneiss dome in Vietnam : Geodynamic implications. *Geology V.* **27**, 67-70.

[7] H. MALUSKI, C. LEPVRIER et al, 1997: Overprinting of indosinian terranes in Truong Son Belt, Abstract, EUG Strabourg.

[8] E.A. NAGY et al, 2000: Oligocene-Miocene granitic magmatism related to extension in central Vietnam and implications for continental deformation in Indochina. *Geology of America.*

[9] D. PUHAN, 1979: Petrographie und geothermo-metrische Untersuchungen an silikatführenden Dolomit-Calcit-Marmoren zur ermittlung der Meta-morphose-bedingungen im Zentral-Damara-Orogen (SW-africa). *Habil. Univ. Göttingen.*

[10] F.S. SPEAR, 1993: Metamorphic phase equilibrium and pressure-temperature-time paths. *Mineralogical society of America*, 799 p.

[11] LÊ VĂN TRẢO, PHẠM VĂN MÃN, 1995: Bauxit Việt Nam. Hội nghị Khoa học Địa chất Việt Nam lần III, Hà Nội, 85-96.

SUMMARY

Metamorphic petrology of ruby bearing marbles in Quy Chau mine

Ruby bearing marbles from Quy Chau mine in Bu Khang core complex were studied in detail based on mineral composition and paragenesis analyses. The mineral composition analyse shows that all of these mineral phase are affiliated to aluminum-rich carbonates. The paragenesis analyse explain that this rock was metamorphosed in amphibolite and lower part of granulite faces, corresponding to 774°C and 4 kbars obtained from calcite-dolomite couple.

The results obtained permit us to conclude that ruby-bearing marbles were formed from aluminum-rich carbonates by a regional metamorphism of deep amphibolite faces related to Bu Khang core complex during Cenozoic tectonic activities.