

NGHIÊN CỨU ĐỐI SÁNH RUBY, SAPHIR TỪ CÁC MỎ KHÁC NHAU CỦA VIỆT NAM

LÊ THỊ THU HƯƠNG

Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

Tóm tắt: Hiện nay, các mỏ ruby và saphir chất lượng cao của Việt Nam xuất hiện tại Yên Bái (Lục Yên) và Nghệ An (Quỳ Châu và Quỳ Hợp). Saphir tối màu với trữ lượng lớn được khai thác ở các tỉnh Tây Nguyên (Gia Lai, Đắk Lắk và Lâm Đồng), Đồng Nai và Bình Thuận. Ngoài ra, ruby và saphir còn có thể được khai thác ở Quảng Nam với trữ lượng và chất lượng thấp hơn. Nghiên cứu so sánh đặc điểm ngọc học, hóa học của ruby và saphir từ các mỏ khác nhau có thể đưa ra các đặc điểm đặc trưng của từng loại mỏ và ứng dụng phân biệt nguồn gốc địa lý của chúng. Saphir Tây Nguyên, các tỉnh miền Nam và saphir Quảng Nam được phân biệt với saphir Yên Bái và Nghệ An bởi chất lượng ngọc thấp, kém trong suốt. Hàm lượng Fe trung bình trong các mẫu saphir ở Tây Nguyên cao hơn rất nhiều so với saphir ở các vùng khác. Ruby Nghệ An và Yên Bái được phân biệt bởi tỷ lệ oxyt các nguyên tố tạo màu là Fe_2O_3/Cr_2O_3 và TiO_2/Cr_2O_3 . Ngoài ra, dựa vào hàm lượng các nguyên tố tạo màu Cr và Fe cũng có thể phân biệt ruby Yên Bái ở các mỏ khác nhau.

I. TỔNG QUAN

Ruby và saphir có màu xanh, hồng, tím, cam được khai thác ở tỉnh Yên Bái, Nghệ An và Quảng Nam. Saphir màu xanh lam, xanh lục, vàng hay còn gọi là BGY saphir (blue, green, yellow) được khai thác ở các tỉnh Tây Nguyên gồm Gia Lai, Đắk Lắk, Lâm Đồng và các tỉnh miền Nam gồm Đồng Nai, Bình Thuận. Ruby và saphir ở Yên Bái, Nghệ An được khai thác từ năm 1983, ở Miền Nam và Tây Nguyên vào đầu những năm 1990 và ở Quảng Nam vào những năm 2000. Trong số các địa phương khai thác ruby và saphir, Yên Bái luôn được coi là nguồn cung cấp quan trọng nhất đối với ruby và saphir các màu.

Những mỏ khai thác sớm nhất (1983) ở Yên Bái gồm Nước Ngập, Hin Om, Khâu Nghiên, Vàng Sao, Mây Thượng, Mây Hạ, Phái Chạp, Tân Lập và Lâm Đồng, đều thuộc địa bàn 2 xã Khoan Thống và An Phú, huyện Lục Yên, nằm bên bờ Đông của sông Chảy [6]. Các mỏ được khai thác muộn hơn (1990) nằm bên bờ Tây của sông Chảy bao gồm Làng Chạp, Trúc Lâu (huyện Lục Yên) và Tân Đồng, Hoa Cương, Tân Hương (huyện Yên Bình). Các mỏ ở địa bàn Khoan Thống - An Phú do được khai thác trước nên gọi tắt là mỏ cũ phân biệt với mỏ mới là các mỏ khai thác sau ở địa bàn Trúc Lâu, Tân Hương [6].

Hiện nay, nhìn chung việc khai thác ruby và saphir được tiến hành trên phạm vi nhỏ, sản lượng khai thác thấp hơn so với thời kỳ đạt đỉnh của những năm 1990. Các mỏ cung cấp ruby, saphir chất lượng cao có thể mài cắt theo kiểu mài giác (facet) bị giảm mạnh, chủ yếu cung cấp ruby, saphir chất lượng mài kiểu vòm tròn (cabochon) (Ảnh 1, 2).

Theo Hauzenberge [2], ở Việt Nam có bốn loại mỏ ruby và saphir nguyên sinh đó là: (1) ruby và saphir đi cùng với các quá trình biến chất trao đổi thuộc đá biến chất cao bất gặp ở điểm mỏ Cò Mạn, xã Trúc Lâu; điểm mỏ Khe Nhân và Kinh La, xã Tân Hương và điểm mỏ Phước Hiệp (Quảng Nam); (2) ruby và các loại saphir màu trong đá vôi biến chất xuất hiện ở Khoan Thống, An Phú, Nước Ngập, Hin Om, Khâu Nghiên, Vàng Sao, Mây Thượng, Mây Hạ, Phai Hạp, Tân Lập và Lâm Đồng (Yên Bái) và Quỳ Châu, Quỳ Hợp (Nghệ An); (3) saphir liên

quan đến các đá magma có ở Đắk Lắk, Lâm Đồng, Đồng Nai và Bình Thuận; (4) ruby trong các đá nền chứa feldspar gặp tại Kilomet 12, 15, và 23 dọc Quốc lộ 70 ở Lục Yên và Yên Bình (Yên Bái). Tuy nhiên, ngày nay ruby và saphir chủ yếu được khai thác ở các mỏ phong hóa.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các mẫu sử dụng cho nghiên cứu này được sưu tập và mua trong các chuyến đi thực địa từ năm 2009-2012. Tất cả gồm 339 mẫu ruby và saphir các loại, trong đó có 143 mẫu thô và 196 mẫu đã chế tác (112 mẫu cắt mài giác và 84 mẫu cắt mài vòm tròn), trọng lượng dao động từ 0,6 ct đến 6,3 ct.

Các đặc tính ngọc học của ruby và saphir được nghiên cứu trên máy lưỡng cực kế, khúc xạ kế, cân ngọc học, đèn cực tím, kính hiển vi phương pháp nhúng. Thành phần hóa học của ruby và saphir được phân tích trên máy JEOL JXA 8900RL, điện thế 20 kv và dòng điện 20 nA. Kết quả đo hóa cuối cùng là kết quả trung bình của 5 điểm đo trên mỗi mẫu.

Bao thể được phân tích bằng quang phổ Raman trên máy Jobin Yvon LabRam HR 800 kết nối với kính hiển vi quang học Olympus BX41, sử dụng laser bước sóng 514 nm. Để xác định bao thể, các phép đo Raman được đặt ở chế độ đo confocal (tia laser tập trung ở phạm vi 2-5 μm).

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Đặc điểm ngọc học

Đặc điểm ngọc học và bao thể của ruby, saphir của các mỏ cũ và các mỏ mới ở Yên Bái được tóm tắt trong Bảng 1.

Bảng 1. So sánh đặc điểm ruby và saphir của các mỏ Yên Bái^a

Đặc điểm	Khoan Thống - An Phú, Yên Bái (mỏ cũ)		Tân Hương - Trúc Lâu, Yên Bái	
	Số lượng mẫu	Kết quả	Số lượng mẫu	Kết quả
Màu sắc	118	Không màu, xám, hồng, hồng tím, đỏ nhạt đến sẫm, xanh da trời nhạt đến sẫm ^b	73 (mẫu thô và mài)	Không màu, cam, xám, đỏ đậm, đỏ cam, xanh da trời, xám, xanh da trời, xám nâu ^c
Độ trong suốt	118	Đục đến bán trong suốt	73 (mẫu thô và mài)	Đục đến trong suốt
Chiết suất	35	$n_o = 1,760-1,763$, $n_e = 1,768-1,771$ $n_o = 1,759-1,762$, $n_e = 1,768-1,770$ ^b	20 mẫu mài giác 10 mẫu mài vòm tròn	$n_o = 1,761-1,763$, $n_e = 1,768-1,771$ $n_o = 1,762-1,763$, $n_e = 1,768-1,770$ $n = 1,76-1,77$
Lưỡng chiết suất	35	0,008-0,009	20 mẫu mài giác	0,008-0,009
Đặc điểm quang học	35	Một trục âm	20 mẫu mài giác	Một trục âm
Tỷ trọng	85	3,92-4,04 3,92-4,00 ^b	30 (mẫu mài)	3,91-4,02 3,91-4,07 ^c
Tính đa sắc	25	Tính đa sắc từ trung bình đến mạnh	30 (mẫu mài)	Tính đa sắc từ yếu đến trung bình
Phản ứng với tia cực tím sóng dài	25	<i>Hồng đến đỏ</i> : Đỏ đến đỏ cam <i>Không màu đến xám</i> : Cam <i>Xanh da trời</i> : Xanh da trời nhạt, cam	30 (mẫu mài)	<i>Hồng đến đỏ</i> : Đỏ (tín hiệu), đỏ cam <i>Không màu đến xám</i> : Xám, xám nâu <i>Xanh da trời</i> : Xanh da trời nhạt, cam <i>Cam</i> : Cam đỏ (tín hiệu)
Phản ứng với tia cực tím sóng ngắn	25	<i>Hồng đến đỏ</i> : Đỏ <i>Không màu đến xám</i> : Cam <i>Xanh da trời</i> : Xanh da trời, cam	30 (mẫu mài)	<i>Hồng đến đỏ</i> : Đỏ (tín hiệu), đỏ cam <i>Không màu đến xám</i> : Xám, xám nâu <i>Xanh da trời</i> : Xanh da trời nhạt, cam <i>Cam</i> : Cam đỏ
Bao thể	50	Apatit, rutil (dạng kim, dạng mây), ilmenit, zircon, biotit, muscovit, diaspor, boehmit, calcit, amphibol, hematit, turmalin, chlorit, spinel, kaolinit, pargasit, nordstrandit, pyrotin, phlogopit ^b Đới màu, song tinh dạng phiến, nứt, Bao thể hai pha (khí-lỏng)	30 (mẫu mài)	Rutil (dạng kim, dạng mây), spinel, diaspor, plagioclase, magnetit, hematit đới màu, nứt, Bao thể hai pha (khí-lỏng)

^a Theo kết quả của nghiên cứu này;

^b Theo Kane và nnk (1991);

^c Theo Nguyễn Ngọc Khôi và nnk (2011).

Bảng 2. So sánh đặc điểm ruby và saphir của các mỏ Nghệ An, Tây Nguyên và Quảng Nam và các

Đặc điểm	Ruby và saphir Nghệ An ^a		Ruby và saphir Quảng Nam ^b		Saphir Tây Nguyên	
	Số lượng mẫu	Kết quả	Số lượng mẫu	Kết quả	Số lượng mẫu	Kết quả
Màu sắc	37	Hồng, hồng tím đến đỏ, xanh da trời nhạt đến đậm ^b	35	Không màu, xám, tím hồng đến đỏ, nâu đỏ, xanh da trời phớt xám ^c	76	Xanh da trời đến tím
Độ trong suốt	37	Từ không trong suốt đến bán trong suốt hoặc trong suốt	35	Rất đục đến đục	76	Rất đục đến đục
Chiết suất	14	$n_o = 1,759-1,762$, $n_e = 1,767-1,771$ $n_o = 1,759-1,762$, $n_e = 1,768-1,770$ ^b	3	$n_o = 1,760-1,761$, $n_e = 1,768-1,771$ $n_o = 1,760-1,766$, $n_e = 1,768-1,774$ ^c	40	$n_o = 1,760-1,766$, $n_e = 1,768-1,774$ ^d
Lượng chiết suất	14	0,008-0,009	3	0,008-0,010	40	0,008-0,010
Đặc điểm quang học	14	Một trục âm	3	Một trục âm	40	Một trục âm
Tỷ trọng	18	3,98-4,04 3,92-4,00 ^b	11	3,91-4,03 3,90-4,03 ^c	52	3,96-4,03 3,99-4,03 ^d
Tính đa sắc	18	Đa sắc trung bình đến mạnh	11	Đa sắc trung bình đến mạnh	52	Đa sắc trung bình đến mạnh
Phản ứng với tia cực tím sóng dài	18	<i>Hồng đến đỏ</i> : Phản ứng mạnh (đỏ cam) <i>Xanh nhạt đến đậm</i> : Phản ứng mạnh (xanh nhạt, cam)	11	<i>Hồng đến đỏ</i> : Không phản ứng <i>Không màu đến xám</i> : Không phản ứng <i>Xanh nhạt đến đậm</i> : Phản ứng yếu (xanh nhạt)	20	Không phản ứng
Phản ứng với tia cực tím sóng ngắn	18	<i>Hồng đến đỏ</i> : Phản ứng mạnh (đỏ cam) <i>Xanh nhạt đến đậm</i> : Phản ứng mạnh (xanh nhạt, cam)	11	<i>Hồng đến đỏ</i> : Không phản ứng <i>Không màu đến xám</i> : Không phản ứng <i>Xanh nhạt đến đậm</i> : Phản ứng yếu (xanh nhạt)	20	Không phản ứng
Bao thể	18	Amphibol, boehmit, calcit, diaspor, muscovit, biotit, graphit, kaolinit, rutil, zircon Calcit, apatit, nordstrandit, pyrotin, phlogopit ^b Đới màu ^b , bao thể khí-lồng	11	Granat, mica, chlorit, đới màu, song tinh	52	Uranium, columbit, spinel, sinh khoáng, thể dẹt

^a Theo kết quả của nghiên cứu này;

^b Theo Kane và nkk (1991);

^c Theo Nguyễn Ngọc Khôi và nkk (2007);

^d Theo Smith và nkk (1995).

Đặc điểm ngọc học của ruby, saphir ở các mỏ Quỳnh Châu và Quỳnh Hợp (Nghệ An) so sánh với mỏ tại Quảng Nam và saphir kiểu BGY tại Gia Lai, Đắk Lắk, Lâm Đồng, và các tỉnh miền Nam (Đồng Nai, Bình Thuận) được thể hiện chi tiết ở Bảng 2. Về màu sắc, có thể phân biệt saphir Tây Nguyên và saphir các tỉnh miền Nam với saphir các vùng còn lại (Nghệ An, Yên Bái) do có yếu tố pha màu (vàng hoặc lục) trên tông màu xanh từ rất nhạt đến rất sẫm. Ngoài ra, saphir Tây Nguyên và các tỉnh miền Nam hoàn toàn không có phản ứng với các tia cực tím sóng dài và sóng ngắn. Trong khi đó, phản ứng của ruby, saphir ở các vùng khác được thể hiện rất rõ rệt bởi sự thay đổi màu. Bên cạnh đặc điểm màu sắc đặc trưng, các đặc điểm ngọc học khác như độ trong suốt, chiết suất, lượng chiết suất, tính đa sắc, tỷ trọng và bao thể chỉ có thể được xem như đặc tính hỗ trợ để phân biệt nguồn gốc các mẫu vì có dải trùng lặp. Mặc dù vậy, ruby, saphir thuộc mỏ cũ (Yên Bái) và mỏ Quỳnh Châu, Quỳnh Hợp có sự tương đồng rất rõ về hệ bao thể đặc trưng. Trong tổng số 150 mẫu nghiên cứu, các bao thể amphibol, turmalin, kaolinit, pargasit, nordstrandit và pyrotin chỉ thấy ở ruby, saphir mỏ cũ (Yên Bái) và mỏ Quỳnh Châu, Quỳnh Hợp mà không tìm thấy trong ruby, saphir ở các vùng khác.

Nghiên cứu đặc điểm ngọc học mang tính mô tả mẫu thu thập được từ các mỏ khác nhau nhằm mục đích ứng dụng tra cứu, kết hợp với các đặc điểm hóa học của mẫu để đưa ra định hướng xác định nguồn gốc.

2. Đặc điểm hóa học

Kết quả phân tích thành phần hóa học của ruby và saphir ở các mỏ khác nhau được thể hiện trong Bảng 3 và 4. Nhiều tác giả như Bank và Henn [1], Kane và nnk [4] cho rằng về chất lượng, ruby Lục Yên (các mỏ khai thác sớm nằm bên bờ Đông của sông Chảy) và Quý Châu có thể so sánh với ruby của vùng Mogok (Myanmar).

Bảng 3. So sánh hàm lượng các nguyên tố gây màu và nguyên tố vết trong thành phần hóa học của ruby các mỏ khác nhau

Oxyt (% tl)	Yên Bái (mỏ mới)	Yên Bái (mỏ cũ)	Quý Châu	Quảng Nam
Cr ₂ O ₃	0,21067-0,22656	0,02881-0,167217	0,02881-0,67217	0,00001-0,00131
Fe ₂ O ₃	0,00645-0,01291	0-0,09799	0-0,04191	0,00054-0,0008
TiO ₂	0-0,03221	0-0,14904	0-0,18354	0-0,00058
Fe ₂ O ₃ /Cr ₂ O ₃	0,03-0,07	0-0,64	0-0,06	0-0,01
TiO ₂ /Cr ₂ O ₃	0-2,73	0-0,297	0-0,268	0-0,44
V ₂ O ₃	0,03159-0,04747	0-0,04725	0-0,04112	0-0,00014
Ga ₂ O ₃	0-0,00715	0-0,01041	0-0,01548	0,00054-0,00109
Mn ₂ O ₃	0-0,01239	0-0,0163	0-0,01305	0-0,00013

Số lượng mẫu đo mỗi mỏ là 15.

Về đặc điểm hóa học, các mẫu từ Yên Bái và Quý Châu có thể được phân biệt với nhau bởi tỷ lệ các nguyên tố tạo màu Fe₂O₃/Cr₂O₃ và TiO₂/Cr₂O₃. Cụ thể, tỷ lệ Fe₂O₃/Cr₂O₃ trong các mẫu Quý Châu dao động trong khoảng 0-0,06, thấp hơn đối với các mẫu khai thác ở Yên Bái, dao động trong khoảng 0-0,64 (mỏ cũ) và 0,03-0,07 (mỏ mới). Tỷ lệ TiO₂/Cr₂O₃ trong các mẫu của mỏ Quý Châu dao động trong khoảng 0-0,268, các mẫu ở Yên Bái là 0-0,297 (mỏ cũ) và 0-2,73 (mỏ mới). Nghiên cứu so sánh về đặc điểm hóa học giữa mẫu ruby ở các mỏ mới và các mẫu ở mỏ cũ cho thấy, hàm lượng Cr trong các mẫu mỏ mới là 0,21067-0,22656, cao hơn hàm lượng Cr trong các mẫu mỏ cũ (0,02881-0,167217) đồng thời cũng cao hơn hàm lượng Cr trong mẫu ở các vùng khác (Quý Châu và Quảng Nam). Trong khi đó, hàm lượng Fe của các mẫu mỏ cũ thấp hơn ở các mẫu mỏ mới và mỏ Quý Châu (Bảng 3).

Bảng 4. So sánh hàm lượng các nguyên tố gây màu và nguyên tố vết trong thành phần hóa học của saphir các mỏ khác nhau

Oxyt (% tl)	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
Yên Bái	1,024-1,835	0-0,018	0,465-0,972	0,003-0,017	0,004-0,019
Nghệ An	1,107-1,816	0-0,025	0,348-0,985	0,005-0,022	0,004-0,017
Quảng Nam	0,090-0,964	0-0,020	0,001-0,048	0,001-0,022	0,006-0,528
Tây Nguyên	1,070-3,200	0,020-0,040	0,020-0,140	0-0,010	0-0,010

Số lượng mẫu đo mỗi mỏ là 10.

Đôi sánh với ruby và saphir vùng Yên Bái và Nghệ An, các mẫu ở Quảng Nam có chất lượng thấp, kém trong suốt. Hàm lượng các nguyên tố gây màu như Cr (đối với ruby), Fe, Ti (đối với saphir) thấp (Bảng 3, 4). Saphir kiểu BGY của Tây Nguyên được cho là liên quan đến đá basalt và

về mặt hóa học được phân biệt bởi hàm lượng cao vượt trội của nguyên tố Fe (nguyên nhân chính gây tối màu cho saphir dạng này) (Bảng 4).

IV. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu so sánh, thống kê đặc điểm ngọc học, hóa học của các tập mẫu ruby và saphir thu thập ở các mỏ khác nhau của Việt Nam, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Nguồn gốc địa lý của ruby và saphir có thể được xác định dựa vào đặc điểm hóa học, ngọc học và sự có mặt của các bao thể trong chúng.

- Các mẫu ruby mỏ Yên Bái và Quỳnh Châu có thể phân biệt với nhau bởi tỷ lệ các nguyên tố tạo màu Fe_2O_3/Cr_2O_3 và TiO_2/Cr_2O_3 . Tỷ lệ này trong các mẫu ở Quỳnh Châu thấp hơn so với các mẫu khai thác ở Yên Bái.

- Ruby trong các mỏ mới ở Yên Bái có hàm lượng trung bình của Cr cao hơn, Fe thấp hơn so với ruby của các mỏ cũ ở Yên Bái.

- Saphir Tây Nguyên, các tỉnh miền Nam và saphir Quảng Nam được phân biệt với saphir Yên Bái và Nghệ An bởi chất lượng ngọc thấp, kém trong suốt. Hàm lượng Fe trung bình trong các mẫu saphir ở Tây Nguyên cao hơn nhiều so với saphir ở các vùng khác. Điều này dẫn đến, khác với saphir các vùng khác, saphir Tây Nguyên hoàn toàn không phản ứng với tia cực tím sóng ngắn và sóng dài. Đây là tiêu chí quan trọng để phân biệt saphir Tây Nguyên với saphir trong các vùng khác nhau ở Việt Nam.

VĂN LIỆU

1. Bank H., Henn U., 1990. Rubies from Vietnam. *Goldschmiede und Uhrmacher Zeitung*, No. 12, p. 106.

2. Hauzenberger C.A., Häger T., Hofmeister w., Vu X.Q., Rohan Fernando G.W.A., 2003. Origin and formation of gem quality corundum from Vietnam. *Proceedings of the International Workshop on Geo- and Material - Science*.

3. Kammerling R.C., Keller A.S., Scarratt K.V., Repetto s., 1994. Update on mining rubies and fancy sapphires in northern Vietnam. *G&G*, Vol. 30, No. 2, pp 109-114.

<http://dx.doi.org/10.5741/GEMS.30.2.109>.

4. Kane R.E., McClure S.F., Kammerling R.C., Nguyen D.K., Mora C., Repetto S., Nguyen D.K., Koivula J.I., 1991. Rubies and fancy sapphires from Vietnam. *G&G*, Vol. 27, No. 3, pp. 136-155.

<http://dx.doi.org/10.5741/GEMS.27.3.136>.

5. Nguyễn Ngọc Khôi, Ngụy Tuyết Nhung, Nguyễn Thị Minh Thuyết, Phan Văn Quỳnh, 2007. Characteristics of corundums from Phuoc Hiep occurrence (Quang Nam Province). *Journal of Science (Vietnam National University, Hanoi)*, No. 23, pp. 152-158.

6. Nguyễn Ngọc Khôi, Chakkaphan Sutthirat, Dương Anh Tuấn, Nguyễn Văn Nam, Nguyễn Thị Minh Thuyết, 2011. Ruby and sapphire from the Tan Huong - True Lau area, Yen Bai Province, northern Vietnam. *G&G*, Vol. 47, No. 3, pp. 182-195.

<http://dx.doi.org/10.5741/GEMS.47.3.182>.

7. **Smith C.P., Kammerling R.C., Keller A.S., Peretti A., Scarratt K.V., Nguyen D.K., Repetto S., 1995.** Sapphires from southern Vietnam. *G&G, Vol. 31, No. 3, pp. 168-186.*
[http://dx. doi. org/10.5741/GEMS. 31.3.168.](http://dx.doi.org/10.5741/GEMS.31.3.168)