

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO    BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG**  
**VIỆN KHOA HỌC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN**

**ĐỖ ĐỨC NGUYỄN**

**ĐẶC ĐIỂM TÍNH CHUYÊN HÓA SINH KHOÁNG VÀ MỨC ĐỘ BÓC  
MÒN GRANITOID KHỐI NGỌC TỤ, KON TUM**

**CHUYÊN NGÀNH: ĐỊA CHẤT HỌC**  
**MÃ SỐ: 9440201**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT**

**HÀ NỘI - 2023**

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO    BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG  
VIỆN KHOA HỌC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN

**ĐỖ ĐỨC NGUYỄN**

**ĐẶC ĐIỂM TÍNH CHUYÊN HÓA SINH KHOÁNG VÀ MỨC ĐỘ BỐC  
MÒN GRANITOID KHỐI NGỌC TỤ, KON TUM**

**CHUYÊN NGÀNH: ĐỊA CHẤT HỌC**

**MÃ SỐ: 9440201**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT**

**TẬP THỂ CÁN BỘ KHOA HỌC HƯỚNG DẪN**

**1.TS. Mai Trọng Tú**



**2.TS. Trịnh Xuân Hòa**



**HÀ NỘI - 2023**

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, các số liệu là trung thực và các kết quả trình bày trong luận án chưa được ai công bố trong công trình nào.

**Tác giả**



**Đỗ Đức Nguyên**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
MỤC LỤC.....	ii
DANH MỤC BẢNG.....	iv
DANH MỤC HÌNH .....	v
DANH MỤC ẢNH .....	vi
MỞ ĐẦU.....	1
1. Mục tiêu của luận án.....	2
2. Nhiệm vụ của luận án .....	2
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu .....	2
4. Các điểm mới của luận án.....	2
5. Các luận điểm bảo vệ.....	2
6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn .....	3
7. Cơ sở tài liệu.....	3
8. Cấu trúc của luận án .....	3
CHƯƠNG 1. KHÁI QUÁT VỀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN KHU VỰC NGỌC TỤ, KON TUM.....	5
1.1. Khái quát về lịch sử nghiên cứu .....	5
1.2. Đặc điểm địa chất và khoáng sản khu vực Ngọc Tụ. ....	9
1.2.1. Địa tầng.....	9
1.2.2. Magma.....	10
1.2.3. Kiến tạo .....	27
1.2.4. Khoáng sản.....	28
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .....	31
2.1. Cơ sở lý luận.....	31
2.1.1. Tính chuyên hóa địa hóa và chuyên hóa sinh khoáng .....	31
2.1.2. Nghiên cứu mức độ bóc mòn granitoid.....	39
2.2. Phương pháp nghiên cứu .....	42
2.2.1. Tổng hợp, phân tích, hệ thống hóa các tài liệu.....	42
2.2.2. Khảo sát thực địa, lấy các loại mẫu phân tích.....	42
2.2.3. Hệ phương pháp phân tích.....	46
2.2.4. Hệ phương pháp xử lý số liệu, luận giải kết quả .....	46
CHƯƠNG 3. TÍNH CHUYÊN HÓA SINH KHOÁNG CỦA GRANITOID KHỐI NGỌC TỤ, KON TUM .....	48
3.1. Tính chuyên hóa sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ trên cơ sở nghiên cứu chuyên hóa địa hóa .....	48
3.2. Tính chuyên hóa sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ trên cơ sở nghiên cứu các số liệu thạch hóa.....	53
3.3. Môi trường oxy hóa - khử của granitoid khối Ngọc Tụ .....	59

3.4. Đặc điểm khoáng hóa liên quan đến granitoid khối Ngọc Tụ.....	65
3.4.1. <i>Điểm khoáng hóa molipdenit tại mỏ đá Ngọc Tụ</i> .....	65
3.4.2. <i>Điểm khoáng hóa molipdenit Đăk Mạnh</i> .....	71
CHƯƠNG 4. ĐẶC ĐIỂM MỨC ĐỘ BÓC MÒN GRANITOID KHỐI NGỌC TỤ, KON TUM.....	77
4.1. Đặc điểm kiến trúc cấu tạo đá và biến thiên hàm lượng khoáng vật theo các mức độ cao .....	77
4.2. Đặc điểm phân đới đứng thạch hóa và biến thiên hàm lượng nguyên tố theo độ cao.....	81
KẾT LUẬN .....	89
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	91
CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ.....	95

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Thành phần nguyên tố chính (%tl) granitoid khối Ngọc Tụ .....	21
Bảng 1.2: Các tham số so sánh nhóm nguyên tố hiếm-vết (ppm) trong granitoid khối Ngọc Tụ.....	23
Bảng 1.3: Các tham số so sánh nhóm nguyên tố đất hiếm (ppm) trong granitoid khối Ngọc Tụ.....	24
Bảng 2.1: Bảng phân loại các nguyên tố của V. Goldschmidt (1924).....	32
Bảng 2.2: Trị số clark các nguyên tố hóa học (theo A.A. Golovin, 2000). ....	33
Bảng 2.3: Tiềm năng sinh khoáng kim loại hiếm granitoid theo Karaeva Z.G.[39]	35
Bảng 2.4: Thông số modul thạch hóa của granitoid vùng Zabaical, LB Nga (Permiakov B.N., 1986) .....	36
Bảng 2.5: Tiêu chuẩn loại magnetit-granit (kiểu MT) và ilmenit -granit (kiểu IL) theo trạng thái oxy hóa - khử (Ishihara, 1977)[26].....	38
Bảng 3.1: Tham số địa hóa các nguyên tố trong granit porphyr (n -25 mẫu).....	48
Bảng 3.2: Tham số địa hóa các nguyên tố trong granit hạt trung - nhỏ (n-20 mẫu).50	50
Bảng 3.3: Giá trị tính toán các modul thạch hóa cho granitoid khối Ngọc Tụ .....	54
Bảng 3.4: Giá trị modul thạch hóa của granitoid khối Ngọc Tụ đối sánh với nhóm đá granitoid vùng Zabaical, LB Nga.....	55
Bảng 3.5: Bảng các thông số nguyên tố chính (%tl) và vi lượng (ppm) trong granitoid khối Ngọc Tụ.....	58
Bảng 3.6: Kết quả phân tích mẫu giả dải trong granitoid khối Ngọc Tụ.....	60
Bảng 3.7: Tỷ số $Fe_2O_3/FeO$ trong granitoid khối Ngọc Tụ .....	61
Bảng 3.8: Thành phần khoáng vật trong đới khoáng hóa molipdenit theo các khe nứt dạng mạng mạch trong granitoid khu vực Ngọc Tụ[9].....	66
Bảng 3.9: Thành phần hóa mạch khoáng hóa molipdenit trong granitoid khu vực Ngọc Tụ (%tl) .....	69
Bảng 3.10: Thành phần đơn khoáng molipdenit trên nền thạch anh điểm khoáng hóa molipdenit trong granitoid khu vực Ngọc Tụ (%tl) .....	69
Bảng 3.11: Thành phần khoáng vật trong đới khoáng hóa molipdenit theo các khe nứt dạng mạng mạch trong granitoid khu vực Ngọc Tụ[9].....	72
Bảng 3.12: Thành phần hóa mạch khoáng hóa molipdenit trong granitoid khu vực Ngọc Tụ (%tl) .....	72
Bảng 3.13: Thành phần khoáng vật trong đới biến đổi cạnh mạch thạch anh – molipdenit.....	74
Bảng 3.14: Thành phần đơn khoáng molipdenit (%tl) ở đới khoáng hóa molipdenit granitoid khối Ngọc Tụ .....	75
Bảng 3.15: Thành phần đồng vị oxy trong quặng molipdenit Ngọc Tụ .....	75
Bảng 4.1: Thành phần khoáng vật chính của đá theo các mức độ cao của khối.....	80
Bảng 4.2: Thành phần khoáng vật phụ của đá theo các mức độ cao của khối .....	80

Bảng 4.3: Hàm lượng trung bình (%tl) các nguyên tố tạo đá của granitoid khối Ngọc Tụ theo các mức độ cao của khối.....	81
Bảng 4.4: Đặc trưng số theo Zavarishky và hệ số phân đới thạch hóa theo chiều đứng của granitoid khối Ngọc Tụ.....	83
Bảng 4.5: Thông số địa hóa và gradient các nguyên tố vi lượng (ppm) theo các mức độ cao của granitoid khối Ngọc Tụ.....	83
Bảng 4.6: Thông số chuyên hóa địa hóa nhóm nguyên tố sinh khoáng (ppm) theo các mức độ cao của granitoid khối Ngọc Tụ.....	84
Bảng 4.7. Tỷ số nguyên tố chỉ thị cho tương thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ theo Amshinsky N.N. (1973).....	86
Bảng 4.8. Tỷ số nguyên tố chỉ thị mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ theo Amshinsky N.N. (1973).....	86

### **DANH MỤC HÌNH**

Hình 1.1: Sơ đồ vị trí phân bố granitoid khối Ngọc Tụ trên bình đồ cấu khu vực [4]7	
Hình 1.2: Sơ đồ địa chất khu vực Ngọc Tụ, Đắk Tô, Kon Tum [6] .....	8
Hình 1.3: Sơ đồ cấu trúc thạch học khối granitoid Ngọc Tụ [9].....	16
Hình 1.4: Biểu đồ phân loại granitoid khối Ngọc Tụ theo Cox (1979) .....	20
Hình 1.5: Phân loại granitoid khối Ngọc Tụ theo Tuttle và Bowen (1958).....	20
Hình 1.6: Biểu đồ phân chia loạt granitoid khối Ngọc Tụ theo Le Maitre (1989) ...	20
Hình 1.7: Phân loại granitoid Ngọc Tụ theo Chappel và White (1974) .....	20
Hình 1.8: Biểu đồ đất hiếm chuẩn hóa theo Chondrite (a) và đa nguyên tố chuẩn hóa theo Manti nguyên thủy (b) của granitoid khối Ngọc Tụ .....	25
Hình 1.9: Biểu đồ phân chia bối cảnh kiến tạo granitoid (Pearce, 1984) .....	26
Hình 1.10: Biểu đồ phân chia bối cảnh kiến tạo Bachelor Bowden, 1985 .....	26
Hình 2.1: Mô hình mặt cắt các mức bóc mòn của thể xâm nhập granitoid .....	39
Hình 2.2: Sơ đồ vị trí khảo sát granitoid khối Ngọc Tụ.....	44
Hình 2.3: Mặt cắt địa hình granitoid khối Ngọc Tụ.....	45
Hình 3.1: Biểu đồ tương quan khoảng cách (d) các nguyên tố trong granit porphyr ...	49
Hình 3.2: Biểu đồ tương quan khoảng cách (d) các nguyên tố trong granit hạt trung - nhỏ .....	51
Hình 3.3: Biến thiên hệ số tập trung của các nguyên tố hóa học trong granit porphyr và granit hạt trung - nhỏ khối Ngọc Tụ.....	53
Hình 3.4: Biểu đồ sinh khoáng granitoid khối Ngọc Tụ theo Le Maitre (1989) và Meinert (1995) .....	57
Hình 3.5: Biểu đồ sinh khoáng granitoid khối Ngọc Tụ theo Pearce (1984) và Meinert (1995) .....	57
Hình 3.6: Biểu đồ sinh khoáng theo Meinert (1995) cho granitoid khối Ngọc Tụ...57	
Hình 3.7: Biểu đồ sinh khoáng granitoid theo Ryan D. Taylor (2010) .....	57
Hình 3.8: Biểu đồ sinh khoáng granitoid theo V.T. Pokalov (1973) .....	57

Hình 3.9: Biểu đồ sinh khoáng granitoid theo Blevin. P.L, (2004); (A) theo độ oxy hóa khử và (B) theo độ phân dị.....	59
Hình 3.10: Biểu đồ phân chia các loại ilmenit và magnetit các đá granitoid khối Ngọc Tụ theo Tsuesue và Ishihara (1972).....	59
Hình 3.11: Biểu đồ trạng thái oxy hóa - khử theo Blevin. P.L, (2004).....	61
Hình 3.12: Biểu đồ phân bố nhóm nguyên tố đất hiếm .....	62
Hình 3.13: Các loại đá granitoid khối Ngọc Tụ để phân tích bao thể nguyên sinh ..	62
Hình 3.14: Phổ Raman xác định thành phần bao thể nguyên sinh trong khoáng vật thạch anh chứa CO <sub>2</sub> các kiểu đá granitoid khối Ngọc Tụ.....	64
Hình 3.15: Phổ Raman xác định thành phần bao thể nguyên sinh trong khoáng vật thạch anh chứa H <sub>2</sub> O ở thể lỏng các kiểu đá granitoid khối Ngọc Tụ.....	64
Hình 3.16: Dải phổ bao thể nguyên sinh fluorapatite (Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> F) được bao quanh bởi tinh thể thạch anh của các kiểu đá granitoid khối Ngọc Tụ.....	64
Hình 3.17: Phổ các nguyên tố trong khoáng vật đới đá biến đổi gần mạch quặng thạch anh - molipdenit khu vực xã Đăk Rơ Nga và vị trí phân tích trên khoáng vật .....	74
Hình 3.18: Biểu đồ phân bố đất hiếm của đới quặng thạch anh - molipdenit so với đá granit hạt trung - nhỏ và granit porphyr hạt lớn khối Ngọc Tụ. ....	76
Hình 4.1: Mặt cắt phân bố các mẫu địa hóa đá gốc trên granitoid khối Ngọc Tụ ....	77
Hình 4.2: Biến thiên hàm lượng (%tl) các nguyên tố theo độ cao.....	82
Hình 4.3: Phân loại nguyên tố hóa học theo tính chất dịch chuyển của chúng trong granitoid Ngọc Tụ. ....	85
Hình 4.4: Mô hình mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ ở mức II .....	87
Hình 4.5: Mô hình bóc mòn địa chất granitoid (A- mô hình theo lý thuyết; B- mô hình dự kiến granitoid khối Ngọc Tụ).....	88

## DANH MỤC ẢNH

Ảnh 1.1: Granit porphyr tại mỏ khai thác granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum (NT2302) (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2018).....	13
Ảnh 1.2: Granit porphyr tại suối Đăk Rơ Sa, Ngọc Tụ (NT2109) .....	13
Ảnh 1.3: Ranh giới của granit hạt trung - nhỏ chuyển tiếp với granit porphyr. (NT2110) (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2018).....	13
Ảnh 1.4: Granit porphyr với ban tinh hạt lớn. (NT2334) .....	13
Ảnh 1.5: Granit hạt trung - nhỏ (I) và granit porphyr (II): or, pl, bt, qu (Mẫu LM2101/1)(Ảnh: Công Thị Diệp, 2018).....	17
Ảnh 1.6: Granit porphyr. fk, pl, mc, q. (Mẫu LM 2101/3) .....	17
Ảnh 1.7: Plagiocla phân đới trong granit porphyr. pl, bt (Mẫu LM 2105).....	17
Ảnh 1.8: Granit porphyr khối Ngọc Tụ. fk, pl, mc, bt, q, qu. (Mẫu LM2109) .....	17
Ảnh 1.9: Granit hạt trung- nhỏ. fk; pl; mc; bt; q. (Mẫu LM 2334).....	17
Ảnh 1.10: Granit hạt trung- nhỏ. pl; mc; bt; q. (Mẫu LM 2334/1) .....	17
Ảnh 1.11: Đới biến đổi greizen hóa trong granit porphyr (NT2323) .....	19



Ảnh 1.12: Biến đổi greizen hóa trong granit porphyr khu vực mỏ đá Ngọc Tú (NT2325) (Ảnh: Vitali Gvozdev, 2017) .....	19
Ảnh 1.13: Các khoáng vật trong đới biến đổi granitoid khối Ngọc Tú .....	19
Ảnh 3.1: Molipdenit rìa mạch greizen yếu bị chùng bởi sericit hóa, chlorit hóa (NT2303)(Ảnh: Nguyễn Văn Niệm, 2017).....	67
Ảnh 3.2: Molipdenit hạt trung - nhỏ xâm tán trong vi khe nứt của đá granit bị biến đổi sericit hóa, ít muscovit hóa; (NT2303/2) (Ảnh: Nguyễn Văn Niệm, 2017) .....	67
Ảnh 3.3: Molipdenit xâm tán trong đá granit porphyr khu vực mỏ đá Ngọc Tú.....	67
Ảnh 3.4: Bao thể bismut tự sinh trong galenobismutin (Mẫu KT2303 /2). Nicol (-) 500x. Chp, Bi, Gb.....	68
Ảnh 3.5: Galenobismutin và chalcopyrit gặm mòn pyrit (Mẫu KT2303/2). Nicol (-) 100x. Chp, Gb, Py .....	68
Ảnh 3.6: Ilmenit dạng que trong đới biến đổi chứa các hạt hematit (Mẫu KT2304. Nicol (-)100x.....	68
Ảnh 3.7: Pyrotin trong nền đá granit bị biến đổi. ....	68
Ảnh 3.8: Molipdenit xâm tán trong nền đá biến đổi (Mẫu KT2303/2 từ Ảnh 3.6). Nicol (-)100x .....	68
Ảnh 3.9: Bao thể lỏng - khí, hình tròn, ovan, nhiều cạnh. Thành phần các pha: lỏng 80-90%, khí 10 - 20%. Nhiệt độ đồng hoá: 200 - 250°C[9]. ....	70
Ảnh 3.10: Bao thể lỏng - khí, hình tròn, ovan, nhiều cạnh. Thành phần các pha: 70 - 75% lỏng, 25 - 30% khí. Nhiệt độ đồng hoá khoảng: 275°C[9] .....	70
Ảnh 3.11: Hệ thống khe nứt chứa mạch thạch anh - molipdenit xuyên cắt đá granit porphyr khu vực Ngọc Tú. (NT2305) (Ảnh: Nguyễn Văn Niệm, 2017) .....	73
Ảnh 3.12: Các khoáng vật quặng trong mạch thạch anh - molipdenit (KT2305).....	73
Ảnh 4.1: Granit porphyr chứa thể tù (Đắk Rơ Nga). ....	78
Ảnh 4.2: Thể tù trong đá granit porphyr khối Ngọc Tú (Đắk Rơ Nga). ....	78
Ảnh 4.3: Granit porphyr khối Ngọc Tú (Đắk Rơ Nga).....	78
Ảnh 4.4: Đá granit porphyr. Độ cao 730m. (NT2428) .....	79
Ảnh 4.5: Granit porphyr sáng màu, suối Đắk Rơ Sa, Ngọc Tú. ....	79
Ảnh 4.6: Mạch thạch anh – fluorit trong đá granit porphyr.....	79

## MỞ ĐẦU

Các thành tạo magma thành phần acid phân bố khá rộng rãi trong đới cấu trúc Pô Cô thuộc địa khối Kon Tum. Nhiều công trình nghiên cứu được công bố trong các tạp chí trong và ngoài nước về đặc điểm địa chất, thạch luận các đá magma xâm nhập, đã phần nào làm sáng tỏ về thành phần vật chất, điều kiện thành tạo của các đá magma.

Đối tượng nghiên cứu là granitoid khối Ngọc Tụ, phân bố chủ yếu trên địa bàn xã Ngọc Tụ, huyện Đăk Tô, tỉnh Kon Tum, đã được đề cập trong nhiều công trình như: Trong công tác đo vẽ địa chất 1:200.000 của Nguyễn Văn Trang (1985) và 1:50.000 của Nguyễn Quang Lộc (1998) đã xác định các dấu hiệu về trọng sa, địa hoá, kiến tạo như phía đông, đông nam khu Ngọc Tụ có thuộc đới quặng Tu Mơ Rông là trường quặng wolframit- molipdenit Ngok Loak, bismut cùng với di thường xạ - hiếm; Dương Đức Kiên (2006)[3] đã phân ra các đới khoáng hóa, các trường khoáng hóa wolframit được đặc trưng bởi thành hệ thạch anh – wolframit, ngoài ra có biểu hiện khoáng hóa molipdenit, các kiểu thành hệ quặng nội sinh; Trần Trọng Hòa (2005)[4] nghiên cứu khoáng hóa vàng và molipdenit ở granitoid khối Ngọc Tụ; Trần Hoàng Vũ (2014)[20] nghiên cứu hoạt động kiến tạo Indosini và tiến hóa magma đới khô Pô Cô, đồng thời cho rằng granitoid Ngọc Tụ có khả năng tạo quặng Cu-Mo porphyry. Kết quả nghiên cứu gần đây nhất của đề tài KH-CN cấp bộ TNMT.2016.03.05 “*Nghiên cứu tính chuyên hóa địa hóa molipden các thành tạo granitoid kiểu Bà Nà và tiềm năng sinh khoáng Mo của chúng*” đã xác nhận các điểm khoáng hóa, quặng hóa molipdenit trong nội granitoid khối Ngọc Tụ khu vực Đăk Manh, xã Đăk Rơ Nga là: khoáng hóa dạng mạng mạch molipdenit (Mo-W-Bi) theo các khe nứt trong granitoid; khoáng hóa dạng mạch thạch anh - molipdenit (Mo-W-Bi (U) xuyên cắt granitoid có dạng mạch thạch anh-molipdenit, molipdenit dạng hạt nhỏ đến vảy lớn) xuyên cắt đá granit porphyry.

Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu chuyên sâu để xác định khả năng sinh quặng và mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ, làm cơ sở cho dự báo triển vọng khoáng sản nội sinh liên quan, cũng như khả năng thành tạo các mỏ sa khoáng và liên quan đến thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ.

Để góp phần giải quyết những vấn đề còn tồn tại nêu trên, nghiên cứu sinh đã chọn đề tài **“Đặc điểm tính chuyên hóa sinh khoáng và mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum”**.

### **1. Mục tiêu của luận án**

- Làm rõ tính chuyên hóa sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum.
- Nghiên cứu mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum.

### **2. Nhiệm vụ của luận án**

- Nghiên cứu đặc điểm địa chất, thành phần vật chất và điều kiện thành tạo của granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum.
- Nghiên cứu tính chuyên hóa địa hóa và chuyên hóa sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ.
- Nghiên cứu, đánh giá mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ.

### **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu là granitoid khối Ngọc Tụ, khu vực huyện Đăk Tô, tỉnh Kon Tum.

### **4. Các điểm mới của luận án**

Lần đầu tiên chứng minh được granitoid khối Ngọc Tụ có tính chuyên hóa sinh khoáng Mo, W, U trên cơ sở hệ thống hóa và phân tích luận giải dữ liệu địa hóa, thạch địa hóa, đồng vị, bao thể theo các lý thuyết khoa học hiện đại.

Lần đầu tiên luận án đánh giá granitoid khối Ngọc Tụ đã bị bóc mòn ở mức trung bình – thấp và tổ hợp nguyên tố đặc trưng cho dịch chuyển lên là Si, K, Be, Ga, La, Li, Nb, Sc, Rb, Hf, Re, Tl, Mo, Sn, W, Th, U và nhóm nguyên tố dịch chuyển xuống là Mg, Cd, Cu, Ti, Cr, Co, Ni, V.

### **5. Các luận điểm bảo vệ**

**Luận điểm 1:** Granitoid khối Ngọc Tụ có tính chuyên hóa sinh khoáng Mo, W và U.

**Luận điểm 2:** Khối granitoid Ngọc Tụ có độ bóc mòn trung bình - thấp và biểu hiện rõ nét tính phân đới địa hóa theo mặt cắt đứng, đặc trưng bởi nhóm nguyên tố dịch chuyển lên là Si, K, Be, Ga, La, Li, Nb, Sc, Rb, Hf, Re, Tl, Mo, Sn, W, Th, U và nhóm nguyên tố dịch chuyển xuống là Mg, Cd, Cu, Ti, Cr, Co, Ni, V.

## 6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Kết quả nghiên cứu về tính chuyên hóa sinh khoáng và mức độ bóc mòn của granitoid khối Ngọc Tụ cho thấy phần vòm đỉnh đã hoàn toàn bị bóc mòn và trong diện tích đó không còn triển vọng cho khoáng sản tương ứng, vấn đề này mở ra triển vọng cho tìm kiếm, phát hiện khoáng sản Mo-W-U trong các trường đá vây quanh và ở những nơi granitoid chưa xuất lộ hoặc có biểu hiện bởi các chỏm nhỏ.

Kết quả nghiên cứu mức độ bóc mòn có ý nghĩa thực tiễn trong địa chất và khoáng sản như: đánh giá hình thái thể granitoid, đánh giá khối lượng vật chất bị bóc mòn và đưa vào môi trường trầm tích v.v...

## 7. Cơ sở tài liệu

Luận án được xây dựng trên 02 đề tài KHCN [8,9] mà nghiên cứu sinh là thành viên chính, trong đó NCS đã trực tiếp khảo sát thực địa, lấy các loại mẫu, nghiên cứu các mặt cắt chi tiết khu vực Ngọc Tụ, Đăk Tô, Kon Tum.

Ngoài 24 mẫu phân tích bằng phương pháp ICP-AES tại Viện Địa chất Viễn Đông (FEGI) - LB Nga của chính NCS. Luận án còn sử dụng kết quả phân tích của 02 đề tài KHCN [8,9] nêu trên gồm: 22 mẫu địa hóa bằng phương pháp ICP - MS cho 41 nguyên tố; 05 mẫu kết quả thành phần bao thể đánh giá môi trường magma nguyên sinh của granitoid (trên 40 mẫu phân tích); 03 mẫu đồng vị bền oxy cho đá và quặng molipdenit, 03 mẫu phân tích đồng vị U-Pb trên zircon để xác định tuổi cho hai dạng đá (granit porphyr và granit hạt trung - nhỏ); 15 mẫu microsond: chủ yếu trong khoáng vật quặng; 55 mẫu thạch học; 8 mẫu kích hoạt neutron cho đá tổng và 5 mẫu kích hoạt neutron cho đơn khoáng; 15 mẫu khoáng tương; 20 mẫu bao thể xác định nhiệt độ thành tạo quặng...

Đồng thời, luận án cũng sử dụng kết quả phân tích đồng vị Re – Os (Trần Hoàng Vũ, 2014)[20], đồng vị bền S (Trần Trọng Hòa, 2005)[4], của Nguyễn Trường Giang (2001)[2], Nguyễn Quang Lộc (1998)[6] và các báo cáo trong lưu trữ địa chất.

## 8. Cấu trúc của luận án

Ngoài mở đầu và kết luận, luận án được cấu trúc thành các chương như sau:

Chương 1. Khái quát về đặc điểm địa chất và khoáng sản khu vực Ngọc Tụ, Kon Tum.

Chương 2. Cơ sở lý luận và phương pháp nghiên cứu.

Chương 3. Tính chuyên hóa sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum.

Chương 4. Đặc điểm mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum.

## LỜI CẢM ƠN

Luận án được thực hiện và hoàn thành tại Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Mai Trọng Tú và TS. Trịnh Xuân Hòa, NCS xin bày tỏ lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc tới các thầy hướng dẫn. Trong suốt quá trình thực hiện, NCS đã nhận được sự quan tâm, động viên và giúp đỡ của Phòng Địa hóa và Môi trường, cũng như của lãnh đạo Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản và các phòng, ban trực thuộc. Đồng thời, NCS cũng nhận được sự tư vấn phương pháp và sự trợ giúp của chuyên gia PGS.TS Bùi Minh Tâm, GS.TSKH. Gvozdev Vitalii trong công tác khảo sát thực địa và định hướng nghiên cứu sinh khoáng; sự hỗ trợ nhiệt tình của TS. Vera Pakhomova, TS. Maksim Blokhin thuộc Viện Địa chất Viễn Đông (FEGI) - Liên bang Nga trong công tác phân tích các loại mẫu và luận giải kết quả. NCS xin trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ quý báu của cơ quan, các nhà khoa học và các đồng nghiệp trong suốt quá trình thực hiện luận án này.

## **CHƯƠNG 1. KHÁI QUÁT VỀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN KHU VỰC NGỌC TỤ, KON TUM**

### **1.1. Khái quát về lịch sử nghiên cứu**

Vùng nghiên cứu thuộc đới cấu trúc Pô Cô, khối Kon Tum là nơi tiếp giáp giữa 2 đới uốn nếp: rìa đông bắc đới uốn nếp Neoproterozoi - Mesozoisóm Ngọc Hồi - M'Đrak - Đăk Lin và rìa tây nam đới uốn nếp Paleo - Mesoproterozoi Sơn Hà - Tắc Pô với đặc trưng uốn nếp cơ bản phương uốn nếp tây bắc - đông nam và đông bắc - tây nam tương ứng, bao gồm chủ yếu bởi các đá biến chất cao tuổi Proterozoi và các thành tạo granitoid Hải Vân ( $P_3-T_1$ ), Bà Nà ( $T_2$ ). Đây chính là vùng chịu ảnh hưởng của sự đụng độ giữa vi lục địa Ấn Độ (Gondwana) vào mảng Âu - Á.

Trước năm 1975, vùng nghiên cứu nằm trong phần phía bắc của địa khối Kon Tum đã được các nhà địa chất Pháp nghiên cứu, đứng đầu là J. Fromaget (1937, 1941, 1952). Kết quả nghiên cứu được tổng hợp trên bản đồ địa chất Đông Dương tỷ lệ: 1:2.000.000 (1952). Về công tác địa vật lý có bản đồ trọng lực (khái quát) Đông Dương do D.P. Lejang và G. Coston thành lập từ năm 1935. Năm 1967, hải quân Mỹ đã tiến hành bay từ máy bay tỷ lệ 1:1.000.000. Tuy nhiên tất cả các công trình này đều mang tính khái quát về hình thái cấu trúc của khu vực lớn, chưa có những nghiên cứu cụ thể.

Sau năm 1975, với sự hỗ trợ tích cực của các nhà địa chất Liên Xô (cũ), công tác nghiên cứu địa chất và khoáng sản được tiến hành mạnh mẽ và khá bài bản. Trong các công trình đo vẽ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1:200.000 và 1:50.000, (Trần Tính và nnk, 1986[12]- được hiệu đính vào năm 1998; Đỗ Văn Chi và nnk, 1998; Nguyễn Quang Lộc và nnk, 1998[6];...) đã phân chia, chính xác hóa ranh giới các thành tạo địa chất, phát hiện, mô tả nhiều điểm khoáng sản. Mặc dù còn có nhiều quan điểm về cấu trúc - kiến tạo, nhưng thành phần vật chất các thành tạo địa chất trong vùng nghiên cứu, về cơ bản, đã có sự thống nhất của nhiều tác giả.

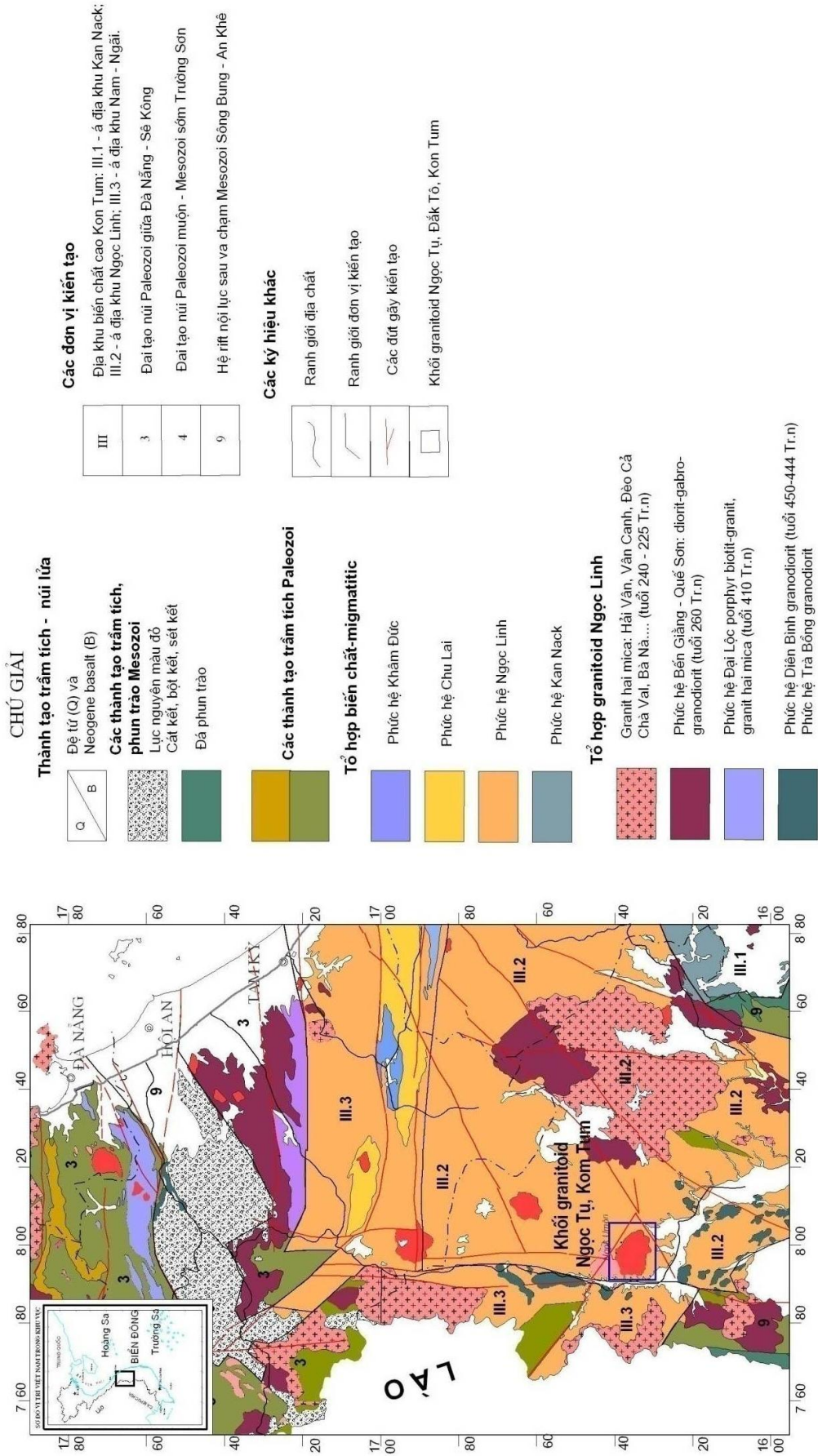
Về mặt địa chất, các công trình nghiên cứu chi tiết về khu vực như là “Đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Đăk Tô tỷ lệ 1:50.000” (Nguyễn Quang Lộc và nnk, 1998)[6]; “Nghiên cứu điều kiện thành tạo và quy luật phân bố khoáng sản quý hiếm liên quan đến hoạt động magma khu vực miền Trung và Tây Nguyên” (Trần Trọng Hòa và nnk, 2005)[4], “Nghiên cứu sinh khoáng và dự báo triển vọng khoáng sản đới cấu trúc - kiến tạo Pô Cô” (Dương Đức Kiên và nnk,

2006)[3]. Theo các tác giả này, vùng nghiên cứu nằm trong đới Pô Cô thuộc đới “kiến trúc Kon Tum” gồm các thành tạo biến chất hệ tầng Tắc Pô, phức hệ Diên Bình, phức hệ Hải Vân, phức hệ Bà Nà, hệ tầng Kon Tum.

Về mặt khoáng sản, Nguyễn Xuân Bao và Nguyễn Tường Chi mô tả theo nguyên tắc thành hệ trên cơ sở thành phần vật chất và hệ thống hóa theo lĩnh vực sử dụng. Quy mô, triển vọng, không gian phát triển, không có gì cụ thể hơn so với kết quả tìm kiếm khoáng sản của công tác đo vẽ địa chất 1:200.000 và 1:50.000 đã xác định các dấu hiệu về trọng sa, địa hoá, kiến tạo các tác giả đã đánh giá và phân vùng triển vọng khoáng sản ở khu Ngọc Tụ như sau: Phía đông, đông nam của diện tích nghiên cứu thuộc đới quặng Tu Mơ Rông, trường quặng wolframit - molipdenit Ngok Loak, có triển vọng với khoáng sản trọng tâm là wolframit, molipdenit, bismut và xạ - hiếm. Còn Dương Đức Kiên và nnk (2006)[3] đã phân ra các đới khoáng hóa, các trường khoáng hóa, các kiểu thành hệ quặng nội sinh. Trong đó, vùng nghiên cứu có trường khoáng hóa wolframit Ngọc Tụ được đặc trưng bởi thành hệ thạch anh - wolframit; ngoài ra có biểu hiện khoáng hóa molipdenit. Nguyễn Quang Lộc và nnk (1998)[6] tập trung nghiên cứu khối granitoid Ngok Loak khá chi tiết về đặc điểm thạch học khoáng vật, thạch hóa. Trần Trọng Hòa và nnk (2005)[4] nghiên cứu khoáng hóa vàng và molipdenit ở granitoid khối Ngọc Tụ với kết quả về thành phần nguyên tố hiếm trong đơn khoáng, nồng độ NaCl trong bao thể, đồng vị bền S trong pyrit cho thấy quặng hóa đặc trưng nguồn dung dịch nhiệt dịch từ dưới sâu lên, còn đồng vị tuổi của quặng hóa tương ứng Trias giữa.

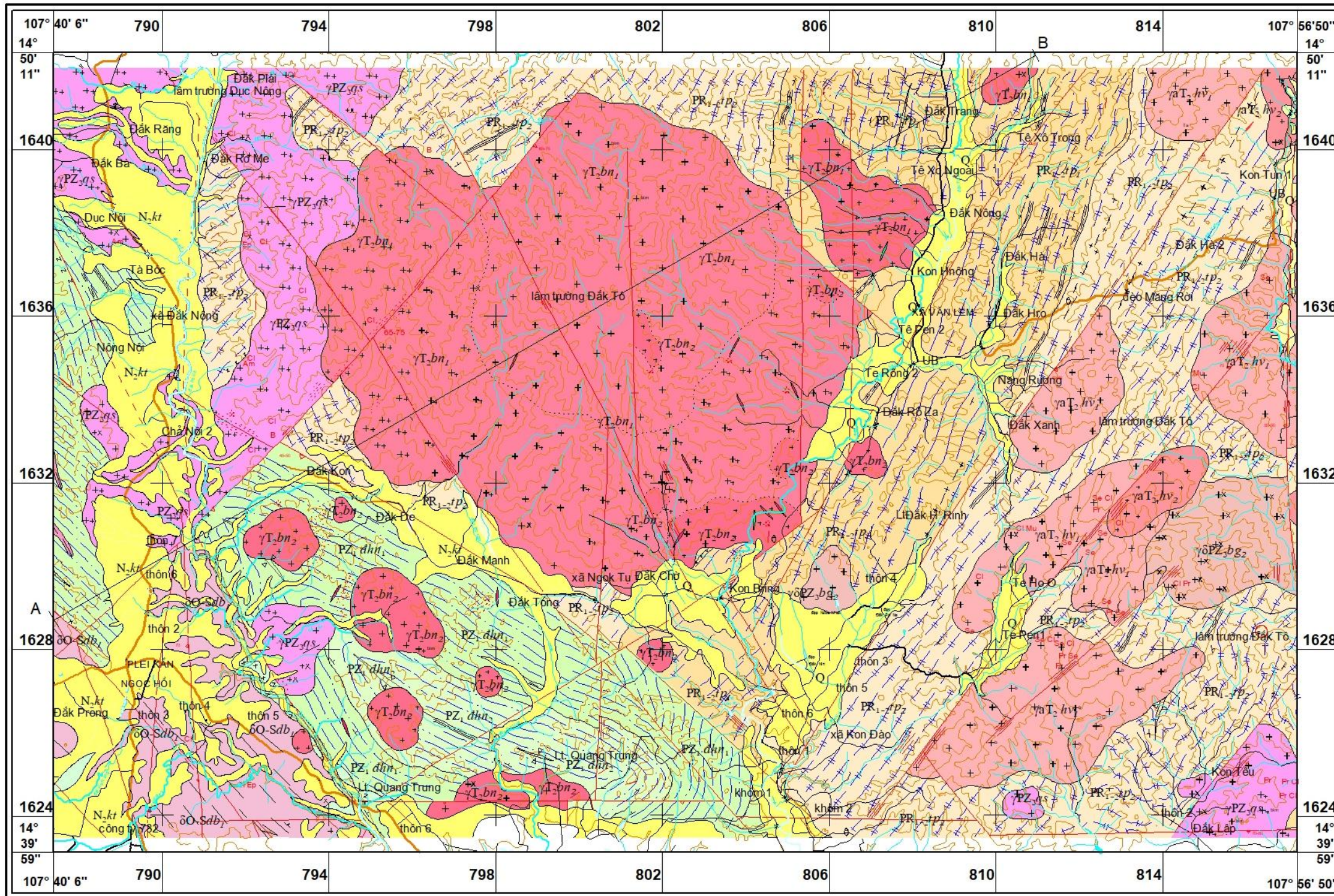
Luận văn Thạc sỹ của Trần Hoàng Vũ (2014)[20] nghiên cứu hoạt động kiến tạo Indosini và tiến hóa magma đới khô Pô Cô đã làm rõ tuổi và cơ chế thành các phức hệ xâm nhập trong khu vực, đồng thời cho rằng granitoid Ngọc Tụ có khả năng tạo quặng Cu-Mo porphyry.

Công trình “Nghiên cứu chuyên hóa địa hóa molipden các thành tạo granitoid kiểu Bà Nà và tiềm năng sinh khoáng Mo của chúng” của Nguyễn Văn Niệm và nnk (2018)[9] xác định granitoid khối Ngọc Tụ có liên quan đến tiềm năng sinh molipden trên cơ sở nghiên cứu tổng hợp nhiều loại thành phần vật chất của đá.



Hình 1.1: Sơ đồ vị trí phân bố granitoid khối Ngọc Tú trên bình đồ cấu khu vực [4]





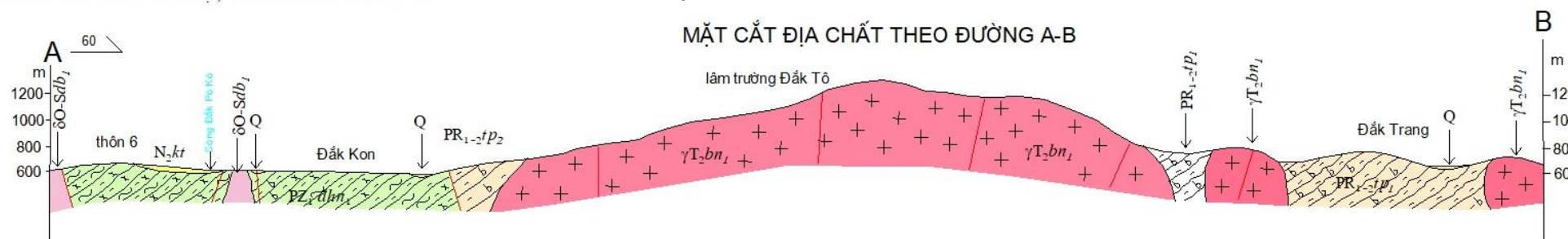
**CHÚ GIẢI**

Q	Đệ tứ: cuội, sỏi, cát, sạn.
N <sub>2</sub> kt	Hệ tầng Kon Tum: Sét kết xen cát sạn kết, cuội sỏi kết.
$\gamma T_{2}bn_1$	Khối granitoid Ngọc Tú Granitoid porphyr, hạt lớn, sáng màu
$\gamma T_{2}bn_2$	Granitoid hạt trung- nhỏ, sẫm màu
$\gamma a T_2 hv_2$	Phức hệ Hải Vân: Pha 1: Granit biotit hạt vừa- lớn sẫm màu.
$\gamma a T_2 hv_1$	Pha 2: Granit biotit có muscovit sáng màu.
$\gamma PZ_{2}gs$	Phức hệ Quế Sơn: Pha 1: granit biotit hornblend có dạng porphyr.
$\gamma \delta PZ_{2}bg_2$	Phức hệ Bến Giằng: Pha 2: gabrodiorit, diorit hornblend- biotit.
$\delta O-Sdb_1$	Phức hệ Diên Bình Pha 1: diorit, diorit thạch anh, diorit biotit hornblend
PZ <sub>1</sub> dhn <sub>2</sub>	Hệ tầng Đak Hoiang Tập 2: đá phiến thạch anh - 2 mica, đá phiến thạch anh felspat- mica, lớp mỏng quazit mica.
PZ <sub>1</sub> dhn <sub>1</sub>	Tập 1: đá phiến thạch anh- felspat- biotit- silimanit, đá phiến thạch anh 2 mica- granat.
PR <sub>1-2</sub> p <sub>2</sub>	Hệ tầng Tắc Pồ Tập 2: gneis 2 mica, gneis biotit- (granat) hạt nhỏ, đá phiến thạch anh- felspat- 2 mica- silimanit
PR <sub>1-2</sub> p <sub>1</sub>	Tập 1: gneis biotit hạt vừa đến lớn, plagiogneis biotit, gneis 2 mica; amphibolit, quazit
PR SE AM CL MU EP	KÝ HIỆU KHÁC Các biến đổi: prenit hóa (PR), sericit hóa (SE), amphibolit hóa (AM); clorit hóa (CL), muscovit hóa (MU), epidot hóa (EP).
a b	Đứt gãy: a- xác định, b- dưới lớp phủ.
a b	Ranh giới địa chất: a- xác định, b- dự kiến.
a b	a - Đối càn nát; b - Đối sùng hóa
a b	a - Granit; b - Gneis bioti-amphibolit

Sơ đồ được thành lập dựa theo các tờ Bản đồ địa chất và khoáng sản,  
tỷ lệ 1:200.000 Kon Tum-Buôn Mê Thuột; 1:50.000 Nhóm tờ Đắk Tô

Tỷ lệ 1:100.000

**MẶT CẮT ĐỊA CHẤT THEO ĐƯỜNG A-B**



Hình 1.2: Sơ đồ địa chất khu vực Ngọc Tú, Đắk Tô, Kon Tum [6]

Trong công tác khảo sát địa vật lý: “Kiểm tra chi tiết cụm dị thường địa vật lý máy bay vùng Ngọc Tú, tỉnh Kon Tum” (Nguyễn Trường Giang và nnk, 2001)[2] đã đánh giá được bản chất và triển vọng các dị thường phóng xạ, đồng thời cũng đã ghi nhận các điểm khoáng hóa molipdenit và khoáng sản đi kèm ở Đăk Dê và Ngọc Tú.

Như vậy, các công trình nghiên cứu trước đây chủ yếu phục vụ cho đo vẽ bản đồ địa chất, tìm kiếm khoáng sản và tính chuyên hóa địa hóa của Mo và một số nguyên tố khác mà chưa đánh giá được khả năng sinh quặng và mức độ bóc mòn khối granitoid Ngọc Tú.

## **1.2. Đặc điểm địa chất và khoáng sản khu vực Ngọc Tú.**

### **1.2.1. Địa tầng**

Theo tài liệu bản đồ địa chất 1:50.000 của Nguyễn Quang Lộc và nnk (1998)[6] các thành tạo địa tầng phân bố trong khu vực nghiên cứu bao gồm.

#### **1.2.1.1. Hệ tầng Tác Pô (PR<sub>1-2</sub> tp)**

Hệ tầng Tác Pô được Nguyễn Xuân Bao, Trịnh Long và nnk (1996) xây dựng trên cơ sở hệ tầng Đak My và xếp và phức hệ Ngọc Linh có tuổi Paleo-Mesoproterozoi. Trong diện tích nghiên cứu chúng phân bố ở phía bắc và phía đông với diện tích khoảng 70 km<sup>2</sup>.

Thành phần vật chất hệ tầng bao gồm 2 tập như sau:

Tập 1: gneisbiotit, gneis biotit chứa granat, plagiogneis biotit, gneis 2 mica; lớp mỏng gneis amphibol, amphibolit, gneis pyroxen, quarzit biotit.

Tập 2: gneis 2 mica, gneis biotit ( $\pm$  granat) hạt nhỏ, plagiogneis biotit, đá phiến thạch anh - feldpat - mica ( $\pm$  granat), đá phiến thạch anh - feldpat - 2 mica - silimanit, đá phiến thạch anh - biotit ( $\pm$  disten), đá phiến thạch anh - biotit ( $\pm$ cordierit), đá phiến thạch anh - biotit - silimanit, đá phiến thạch anh - feldpat - mica - graphit; lớp mỏng quarzit mica, thấu kính amphibolit.

Tổng bề dày của hệ tầng Tác Pô khoảng 1900 - 2150m.

#### **1.2.1.2. Hệ tầng Đăk Honiang (PZ<sub>1</sub> đhn)**

Các đá biến chất hệ tầng Đăk Honiang phân bố hẹp phía tây nam của phạm vi nghiên cứu, chúng tạo thành 2 dải chính kéo dài phương tây bắc - đông nam có diện tích tổng cộng khoảng 40km<sup>2</sup>.

Thành phần vật chất hệ tầng bao gồm 2 tập như sau:

Tập 1: Đá có thành phần chủ yếu là plagiogneis biotit - amphibol, plagiogneis biotit ( $\pm$  granat) hạt nhỏ.

Tập 2: Đá có thành phần là phiến thạch anh - plagiocla - 2 mica, đá phiến thạch anh - 2 mica - silimanit ( $\pm$  granat), đá phiến amphibol hạt nhỏ.

Các đá biến chất hệ tầng Đăk Honiang không hoàn toàn giống với phần trên “hệ tầng Sa Thày” (Trần Tính, 1993) cũng như “hệ tầng Tiên An” của Trịnh Long, Nguyễn Xuân Bao (1994), vì trong tập 2 có phát hiện lớp sét vôi dày 20m, có quan hệ kiến tạo với các thành tạo hệ tầng Đak Tolir. Do đó, các tác giả thành lập phân vị địa tầng mới thuộc phức hệ Khâm Đức.

Chiều dày của tầng dưới 850 ÷ 1050m.

#### 1.2.1.3. Hệ tầng Kon Tum ( $N_2 kt$ )

Hệ tầng Kon Tum đã được Nguyễn Xuân Bao xác lập năm 1982 được hiệu đính năm 1994 và được Nguyễn Ngọc Hoa chỉnh lý bổ sung năm 1994. Các trầm tích của hệ tầng lộ thành các dải hẹp dọc theo các thung lũng xâm thực sâu, chủ yếu phân bố từ phía tây bắc xuống tây nam và một ít ở tây nam vùng nghiên cứu, chiếm diện tích khoảng 14 km<sup>2</sup>.

Thành phần vật chất: Sét bột kết chứa monmorilonit, cát kết hạt nhỏ màu xám đen, xám xi măng, xanh lục xen kẽ các lớp cát sạn, cuội sỏi sạn cát.

#### 1.2.1.4. Hệ Đệ tứ (Q)

Các trầm tích thềm bậc II chiếm diện tích khoảng 35 ÷ 40 km<sup>2</sup>, phân bố dọc theo các thung lũng. Thành phần: sét cát, cát bột lẫn ít sạn màu vàng, dày 1 ÷ 7m.

### 1.2.2. Magma

Trong diện tích nghiên cứu, ngoài granitoid khối Ngọc Tụ, còn có mặt các thành tạo xâm nhập của các phức hệ: Diên Bình, Bến Giằng - Quế Sơn và Hải Vân. Đặc điểm của đối tượng nghiên cứu nêu trên thể hiện theo các phân vị địa chất chung như sau:

#### 1.2.2.1. Phức hệ Diên Bình ( $\delta\gamma O-S db_1$ )

Phức hệ Diên Bình do Huỳnh Trung, Nguyễn Xuân Bao (1979) xác lập. Phức hệ có thành phần phân dị liên tục từ diorit tới granit (3 pha xâm nhập và pha đá mạch) và được đặc trưng bởi tổ hợp cộng sinh khoáng vật chủ yếu sau: plagiocla + thạch

anh ± felspat kali + biotit ± hornblend ± muscovit. Các đá thuộc phức hệ phân bố thành các chỏm nhỏ nằm ở phía tây nam khu vực nghiên cứu. Với thành phần đá là pha 1 của phức hệ và đặc điểm như sau: granodiorit, tonalit hạt trung có thành phần plagiocla + thạch anh ± felspat kali + biotit + hornblend ± muscovit.

Tuổi thành tạo: Theo Nguyễn Thị Bích Thủy (2018) đá granitoid Diên Bình có tuổi đồng vị U-Pb tương ứng với 470 triệu năm được xếp tuổi Ordovic – Silur.

#### 1.2.2.2. Phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn ( $\gamma\delta PZ_3 bg_2$ )

Phức hệ Bến Giằng và phức hệ Quế Sơn do Huỳnh Trung (1979) xác lập. Sau đó Izok (1981) đã thống nhất gộp phức hệ Quế Sơn với phức hệ Bến Giằng thành phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn có thành phần phân dị liên tục từ diorit qua granodiorit đến granit và các đá mạch tương ứng.

Trong khu vực nghiên cứu, các đá thuộc phức hệ Bến Giằng- Quế Sơn phân bố theo hướng bắc nam từ Đắc Plai, Đắc Ro thuộc Ngọc Hồi. Khối có dạng dẹt ngang, diện tích gần 10km<sup>2</sup>, xuyên cắt các đá biến chất hệ tầng Tắc Pô. Khối có thành phần chính là granodiorit biotit hornblend hạt trung dạng gneis; ở rìa khối bị felspat kali mạnh mẽ.

Tuổi thành tạo: Theo Huỳnh Trung, Nguyễn Xuân Bao (1979) kiểu Bến Giằng có tuổi tuyệt đối 363 ÷ 282 triệu năm và xếp tuổi Paleozoi muộn.

#### 1.2.2.4. Phức hệ Hải Vân ( $\gamma T_2 hv$ )

Phức hệ Hải Vân do Huỳnh Trung, Nguyễn Xuân Bao (1979) xác lập. Các đá của phức hệ này được chia ra 3 pha (pha 1, 2 và pha đá mạch).

- Pha 1: granit biotit hạt trung tới lớn tương đối sẫm màu, có muscovit.
- Pha 2: granit biotit có muscovit sáng màu.
- Pha mạch: aplit, granit aplit, pegmatoid, thạch anh.

Trong vùng nghiên cứu gặp pha xâm nhập chính - pha 1

Thành phần granit, granit biotit khá sẫm màu cấu tạo khối đến định hướng yếu phương đông bắc – tây nam. Các đá tương tiếp xúc trong ít gặp, chúng có thành phần xuống tới granodiorit với lượng biotit lên tới 10 - 15%. Ở đới nội tiếp xúc gặp nhiều thể tù với kích thước từ vài cm<sup>2</sup> tới hàng chục cm<sup>2</sup> bị biến đổi ở những mức độ khác nhau. Các thể tù là diorit dạng gneis, granodiorit dạng gneis, gneis 2 mica, đá phiến thạch anh 2 mica - granat, đá phiến thạch anh - biotit - silimanit, ...

Các đá xâm nhập phức hệ Hải Vân có giá trị tuổi đồng vị U-Pb là khoảng 241±2 tr.n theo Lê Đức Phúc (2012).

#### 1.2.2.5. Khối granitoid Ngọc Tụ

##### **Đặc điểm địa chất granitoid khối Ngọc Tụ**

Khối granitoid Ngọc Tụ mang tên một trong những đỉnh núi cao nhất trong vùng, cách Đăk Tô khoảng 16 km về phía tây bắc. Khối có dạng đẳng thước với đường kính khoảng 12 - 13km, diện tích khoảng 320km<sup>2</sup>. Trên bản đồ địa chất 1:200.000, Trần Tính và nkk (1985)[12] xếp khối này vào phức hệ Bà Nà tuổi Creta muộn. Các nghiên cứu trước đã phân chia ra 2 pha xâm nhập và đá mạch. Pha 1 gồm granit có muscovit hạt trung tới lớn, dạng porphyr, hạt không đều; pha 2 sáng màu hơn, hạt trung - nhỏ và đều hơn; pha đá mạch granit aplit, pegmatit, thạch anh. Ổ rìa tiếp xúc với hệ tầng Tắc Pô phổ biến hiện tượng sùng hóa thạch anh - fenspat, thạch anh - biotit - cordierit.

Tổng hợp kết quả phân tích hóa silicat cho granitoid khối Ngọc Tụ [9] cho thấy hàm lượng trung bình của: SiO<sub>2</sub>= 72,54%, TiO<sub>2</sub>= 0,23%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>= 13,65%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>= 0,84%, FeO = 1,13%, MgO = 0,35%, CaO = 0,83%, Na<sub>2</sub>O = 2,65%, K<sub>2</sub>O = 5,08% (Bảng 1.1).

Kết quả đo phổ gamma của Nguyễn Trường Giang và nkk (2001)[2] đã xác định bản chất phóng xạ: hàm lượng kali 3 - 5%, urani 18 - 20ppm, thori 30 - 35ppm.

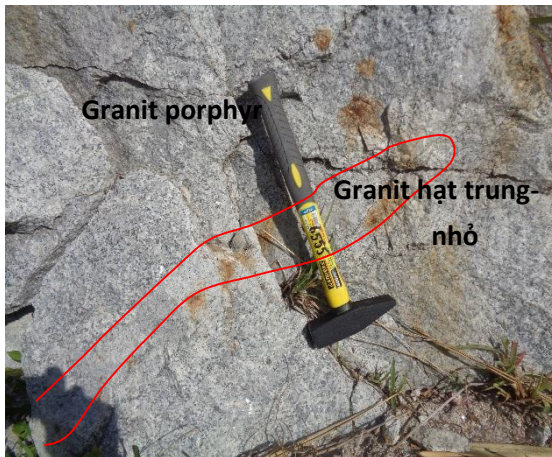
Với sự hỗ trợ của các nhà địa chất có kinh nghiệm cao như GS.TSKH. Gvozdev Vitalij, PGS.TS Bùi Minh Tâm, NCS cùng tập thể tác giả đề tài đã tiến hành khảo sát địa chất (Ảnh 1.1; Ảnh 1.2), địa hóa trên đối tượng nghiên cứu và đã ghi nhận granitoid khối Ngọc Tụ là 2 nhóm đá chính, ranh giới giữa 2 nhóm đá không rõ ràng, biểu hiện sự chuyển tương theo độ sâu (Ảnh 1.3). Thành phần gồm: Nhóm I- đá granit porphyr với ban tinh hạt lớn, cấu tạo khối, sáng màu, xám sáng đến sẫm màu (Ảnh 1.4); Nhóm II- đá granit hạt trung - nhỏ, cấu tạo khối, sáng màu đến sẫm màu.



Ảnh 1.1: Granit porphyr tại mỏ khai thác granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum (NT2302) (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2018)



Ảnh 1.2: Granit porphyr tại suối Đắc Rơ Sa, Ngọc Tụ (NT2109) (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2018)



Ảnh 1.3: Ranh giới của granit hạt trung-nhỏ chuyển tiếp với granit porphyr. (NT2110) (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2018)



Ảnh 1.4: Granit porphyr với ban tinh hạt lớn. (NT2334) (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2018)

### **Đặc điểm thạch học**

+ *Granit porphyr* với ban tinh hạt lớn, từ sẫm màu đến sáng màu gồm có một loại là ban tinh feldpat phân bố đều trong đá (Ảnh 1.4) và loại thứ hai là ban tinh phân bố định hướng, phân bố không đều trong nền đá, chủ yếu gặp dọc suối Đắc Rơ Nga, phía nam khối. Thành phần của hai loại này giống nhau gồm thạch anh, feldpat, ít biotit, ban tinh feldpat lớn - rất lớn dao động từ 1-4cm (Ảnh 1.4). Trong kiểu đá này, một số khu vực gặp các ổ pegmatit đặc biệt có gặp những biến đổi chông đới greizen hóa yếu, biến đổi chlorit hóa, sericit hóa, thạch anh hóa, anbit hóa, gặp ở dọc suối Đắc Ta Kan (khu vực thủy điện Đắc Rơ Sa), khu vực Đắc Manh.

Thành phần khoáng vật: chủ yếu là thạch anh (q), plagiocla (pl), feldpat kali (fk), biotit (bt), muscovit (mc).

- Plagiocla chiếm 40 - 42%, có dạng tấm tự hình với kích thước đạt (0,45x 0,7) đến (2,2x3,5)mm (Ảnh 1.6) đa phần plagiocla bị sét - sericit hoá yếu, có tấm bị muscovit hoá yếu, song tinh đa hợp thanh nét đến tắt đới (oligoclas - andezin).

- Feldpat kali (32 - 34%) có dạng tấm nửa tự hình có kích thước dao động trong khoảng rất rộng từ (0,5 x 0,8)mm đến vài cm quan sát thấy bằng mẫu cục, feldpat kali có cấu trúc vân pertit, có tấm khảm các vi tinh plagiocla tự hình biến đổi, có hạt bị carbonat hoá yếu. (Ảnh 1.5)

- Thạch anh (23 - 25%) tha hình phân bố không đều trong mẫu, có chỗ tạo đám, kích thước thay đổi từ 0,3 đến 0,7mm, mặt sạch, tắt làn sóng yếu. (Ảnh 1.5)

- Biotit (~ 2%) dạng tấm ngắn bị chlorit hoá hoặc muscovit hoá loang lổ phân bố rải rác. Biotit màu lục đậm có đa sắc mạnh. Rải rác gặp vài tấm nhỏ muscovit (4-5%) không màu dạng lưới rách (muscovit nhiệt dịch). (Ảnh 1.8)

- Khoáng vật phụ có zircon vài hạt, monazit và apatit dạng méo mó thường đi cùng biotit, ít sphen.

- Khoáng vật quặng (qu) màu đen dạng hạt nhỏ méo mó phân bố rải rác, phản chiếu ánh kim mạnh. (Ảnh 1.8)

+ *Granit hạt trung-nhỏ*, sáng màu đến sẫm màu, cấu tạo khối, đôi khi có dạng porphyr. Trong đó đáng chú ý, khi khảo sát nhiều điểm gặp granit hạt trung-nhỏ, sáng màu xen kẽ trong đá granit porphyr (nhóm I) có ranh giới chuyển tiếp hoặc không có ranh giới rõ ràng.

Thành phần khoáng vật chủ yếu là thạch anh, plagiocla, felspat kali, biotit, muscovit, biotit thường bị chlorit hóa.

- Felspat kali chiếm 38 - 40%, có bề mặt mờ đục do bị biến đổi sét hoá, một số tấm rõ vân pertit, một số có song tinh mạng lưới (microclin). Felspat có dạng tấm tự hình và nửa tự hình kích thước không đều thay đổi trong phạm vi rộng từ (0,35x0,5)(3x4)mm, phân bố đều khắp trong mẫu, một số tấm lắng trụ plagiocla nhỏ khá tự hình nằm khảm trên tấm felspat kali lớn. (Ảnh 1.9)

- Plagiocla dao động từ 28 - 30%, thường bị biến đổi sét hoá, sericit hoá khá dày bề mặt, một số bị muscovit hoá yếu. Plagiocla còn tàn dư song tinh đa hợp, một số có hiện tượng tắt đới mờ. Đôi nơi tại chỗ tiếp xúc giữa plagiocla và felspat kali có hiện tượng mọc xen mirmekit. (Ảnh 1.10)

- Thạch anh (24 - 26%), có dạng tha hình méo mó lấp đầy khoảng trống giữa các khoáng vật. Thạch anh không màu, mặt sạch, giao thoa xám sáng, tắt sóng rõ.

- Mica bao gồm cả biotit (3 - 4%) và muscovit (3 - 4%), chúng có dạng tấm kéo dài với 2 cạnh ngắn nham nhở không rõ ràng, phân bố rải rác khá đều trong mẫu, một số chỗ tập trung thành đám ô.

- Biotit (1-2%) thường bị biến đổi chlorit hoá ven rìa hoặc hoàn toàn đồng thời dải epidot vi hạt, hạt nhỏ dọc khe nứt cát khai. Một số tấm không bị biến đổi hoặc phần trung tâm không bị biến đổi có màu nâu đỏ đa sắc rõ.

- Muscovit không màu, cát khai thanh nét 1 phương, giao thoa bậc 2.

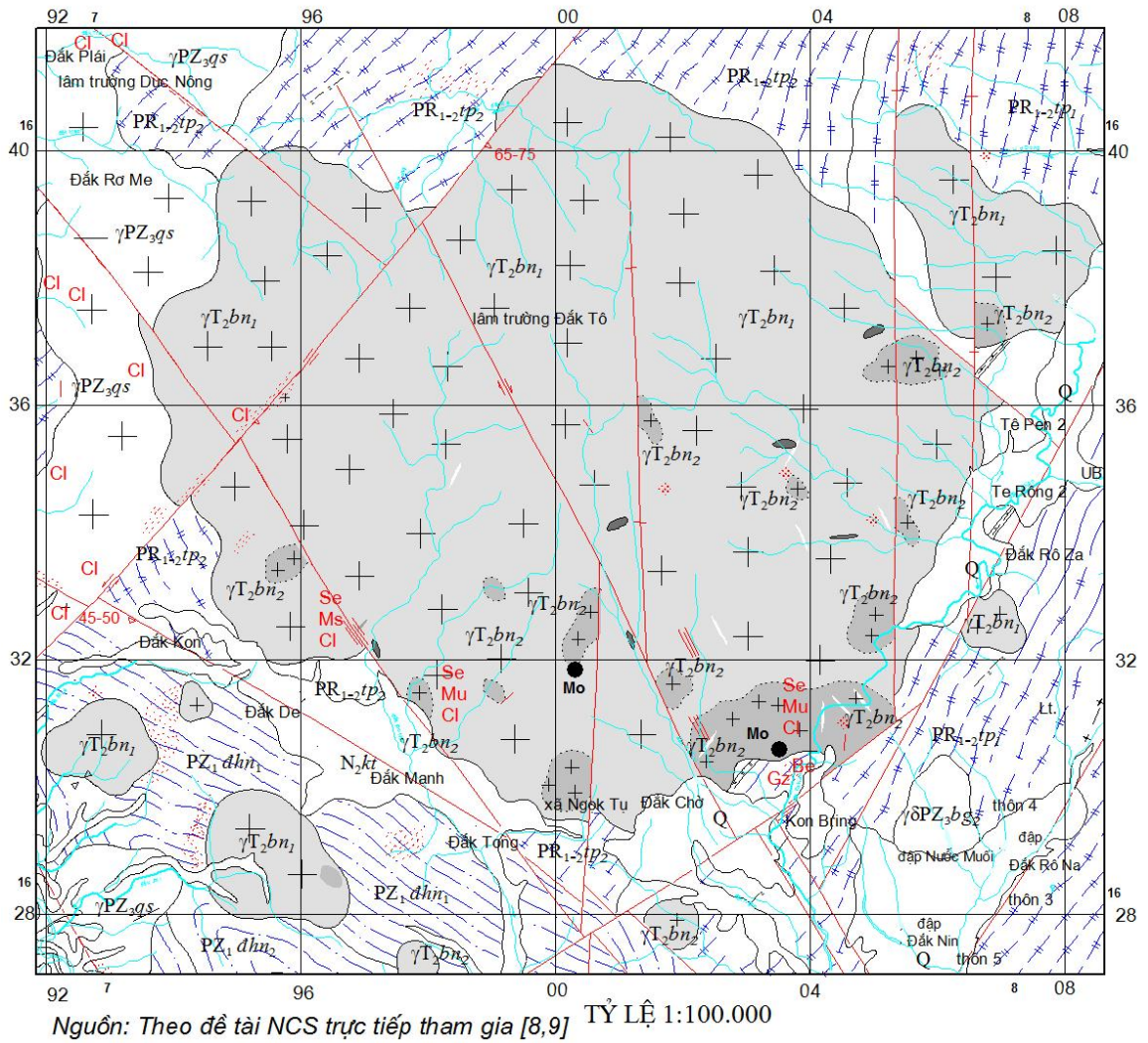
- Các khoáng vật phụ: zircon, apatit, monazit, ít sphen.

Apatit có dạng trụ kéo dài không màu, bề mặt lấm tấm bản, nổi cao, giao thoa xám ghi, tắt đứng kéo dài âm.

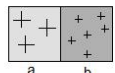
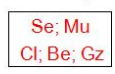
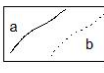

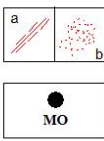
Zircon có dạng hạt gạo có riềm đen bao quanh, một số hạt méo mó nằm khảm trên biotit.

- Khoáng vật quặng (qu) hạt nhỏ méo mó màu đen không thấu quang phản chiếu ánh kim mạnh. (Ảnh 1.5)

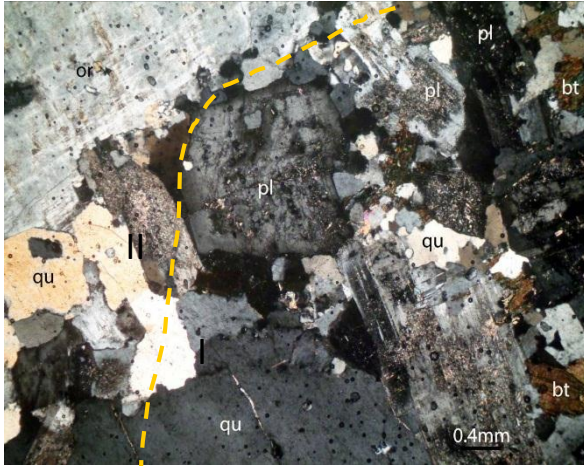




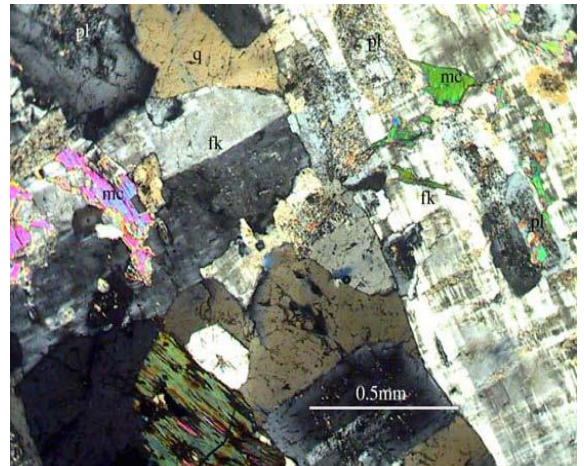
CHÚ GIẢI

- |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Khối granitoid Ngọc Tú</b><br/>Granit: a. porphyr, b. trung - nhỏ</p> |  <p>Các biến đổi: sericit hóa (Se), muscovit hóa (Mu); clorit hóa (Cl); berezit hóa (Be); greizen hóa (Gz)</p> |  <p>Ranh giới địa chất:<br/>a- xác định, b- dự kiến.</p> |
|  <p>Đứt gãy: a- xác định, b- dưới lớp phủ.</p>                               |  <p>Điểm khoáng hóa molipdenit</p>                                                                            |                                                                                                                                              |

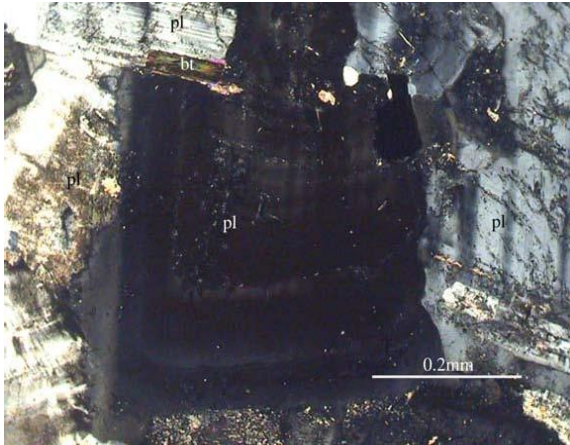
Hình 1.3: Sơ đồ cấu trúc thạch học khối granitoid Ngọc Tú [9]



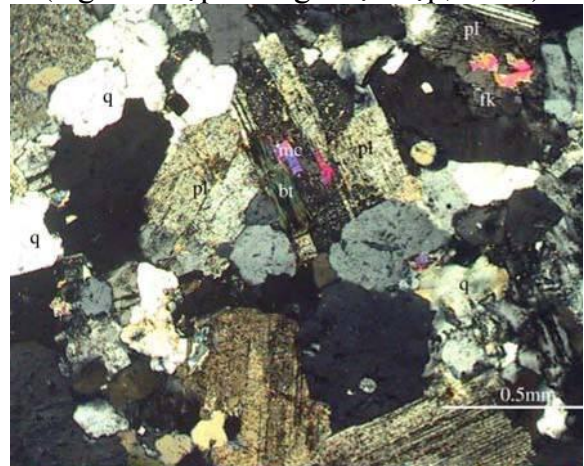
Ảnh 1.5: Granit hạt trung - nhỏ (I) và granit porphyr (II): or, pl, bt, qu (Mẫu LM2101/1)(Ảnh: Công Thị Diệp, 2018)



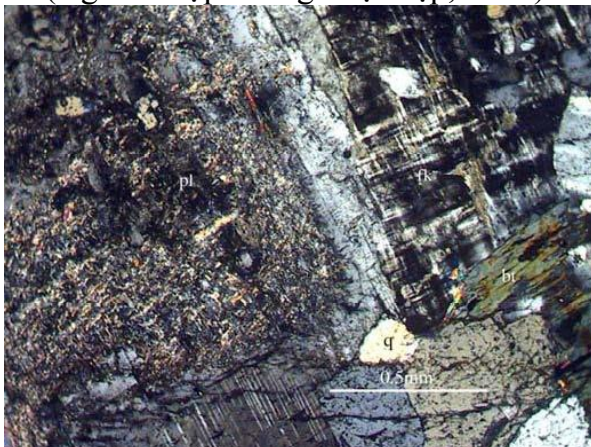
Ảnh 1.6: Granit porphyr. fk, pl, mc, q. (Mẫu LM 2101/3)  
(Người chụp: Công Thị Diệp, 2018)



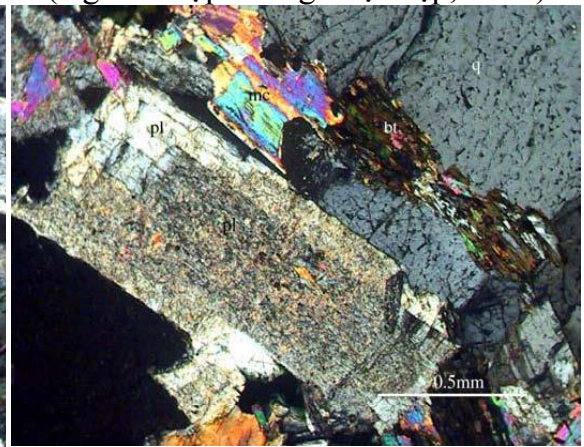
Ảnh 1.7: Plagiocla phân đới trong granit porphyr. pl, bt (Mẫu LM 2105)  
(Người chụp: Công Thị Diệp, 2018)



Ảnh 1.8: Granit porphyr khối Ngọc Tú. fk, pl, mc, bt, q, qu. (Mẫu LM2109)  
(Người chụp: Công Thị Diệp, 2018)



Ảnh 1.9: Granit hạt trung- nhỏ. fk; pl; mc; bt; q. (Mẫu LM 2334)  
(Người chụp: Công Thị Diệp, 2018)



Ảnh 1.10: Granit hạt trung- nhỏ. pl; mc; bt; q. (Mẫu LM 2334/1)  
(Người chụp: Công Thị Diệp, 2018)

### **Các đới đá biến chất trao đổi**

Khu vực nghiên cứu khá phổ biến hoạt động greizen hóa yếu (Ảnh 1.11), thường phát triển gần mạch, chiều rộng từ vài mét đến 30 mét. Đặc điểm thạch học khoáng vật như sau (từ đá gốc ra ngoài): 1/ feldpat kali (52 - 53%) dạng tấm lớn, phân bố rất không đều, bề mặt mờ đục, dọc theo cắt khai của feldpat kali phát triển dày đặc sericit dạng vảy, một số hạt feldpat kali có song tinh đơn; 2/ thạch anh (35 - 37%) dạng hạt lớn méo mó, không màu, tắt làn sóng yếu, muscovit (3 - 4%) dạng tấm, dạng méo mó, không màu, giao thoa cao, sericit (7 - 9%) dạng vảy, bề mặt sạch, thường tạo đám - ổ không đều; 3/ đới quặng xâm tán, chủ yếu là thạch anh, muscovit chứa quặng xâm tán, gồm: ilmenit (vài hạt), rutin xâm tán rải rác trong nền mẫu hoặc tạo đám méo mó, bị hydroxyt sắt hóa mạnh, một vài ổ keo limonit xuyên lấp trong khe hở của phi quặng, phản chiếu nâu đỏ và lấm tấm ánh kim.

- Phần granit hạt lớn, sáng màu (Ảnh 1.13): có hiện tượng greizen hóa với thành phần gồm chủ yếu feldpat kali (40 - 41%) dạng hạt nửa tự hình, kích thước (1x2) - (5x8)mm, bề mặt bị sét hóa loang lổ, song tinh đơn, một số hạt ven rìa hoặc phần nhân có song tinh mạng lưới rõ; trên bề mặt feldpat kali khảm plagiocla dạng tấm nhỏ tự hình.

Quặng tạo đám méo mó không đều (ít ~ 1%), phân bố cùng với epidot nhiệt dịch hoặc phân bố trên đám -ổ muscovit dạng tấm lớn hoặc phân bố trên các tấm biotit biến đổi, phản chiếu ánh kim khá mạnh.

- Phần hạt trung - nhỏ với thành phần gồm chủ yếu feldpat kali (47 - 49%) dạng hạt méo mó, dạng hạt nửa tự hình, kích thước khá đều, kích thước từ 0,1mm đến 1,5mm theo bề ngang, cá biệt một số hạt có kích thước đạt 2mm; feldpat kali bề mặt bị sét hóa không đều, song tinh mạng lưới khá rõ hoặc song tinh đơn.

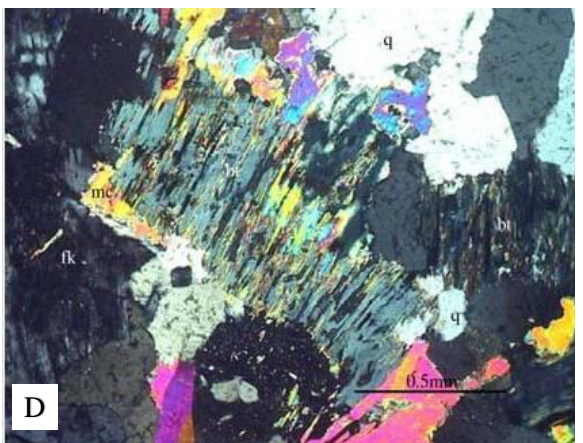
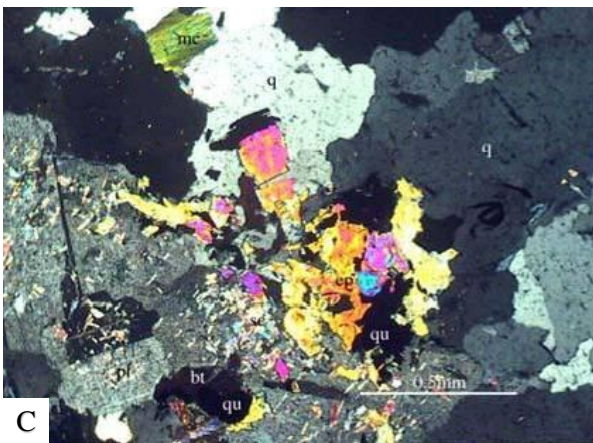
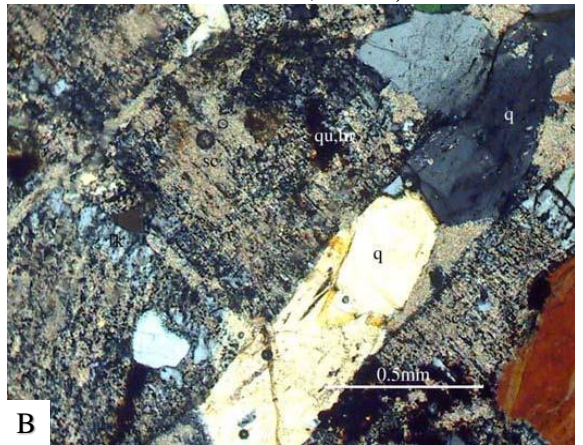
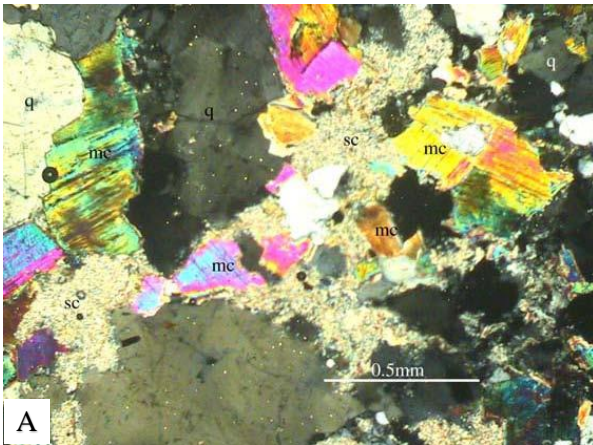
Quặng (~1%) dạng hạt khá tự hình hoặc dạng hạt méo mó (một số hạt phân bố cùng với epidot nhiệt dịch), phản chiếu ánh kim mạnh.



Ảnh 1.11: Đới biến đổi greizen hóa trong granit porphyr (NT2323)  
(Ảnh: Nguyễn Văn Niệm, 2017)



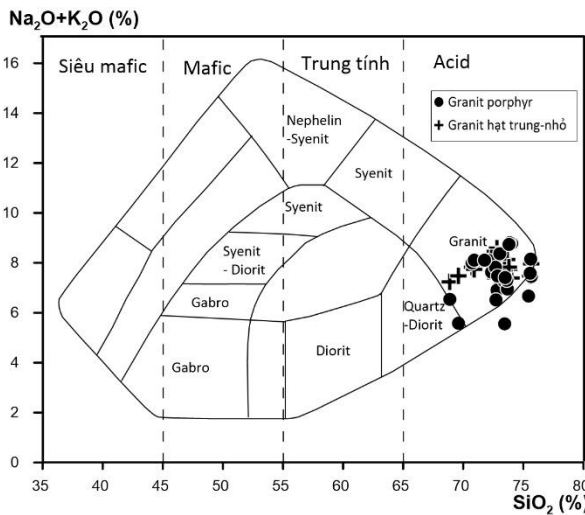
Ảnh 1.12: Biên đổi greizen hóa trong granit porphyr khu vực mỏ đá Ngọc Tụ (NT2325) (Ảnh: Vitali Gvozdev, 2017)



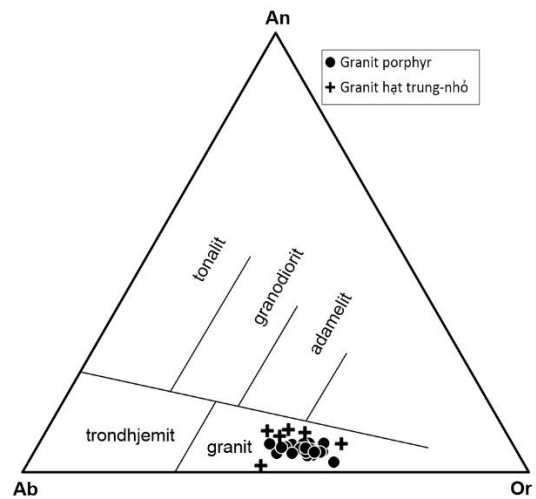
Ảnh 1.13: Các khoáng vật trong đới biến đổi granitoid khối Ngọc Tụ  
A- Đới biến đổi greizen hóa trong granit porphyr: sc, mc, q; B - Đới biến đổi greizen hóa chứa quặng: fk, sc, q, qu; C- Đới biến đổi greizen sáng màu: mc, bt, q, qu; D- Đới biến đổi greizen hóa trong granit hạt trung-nhỏ: fk, mc, q, qu  
(Người chụp: Công Thị Diệp, 2018)

**Đặc điểm thạch hoá**

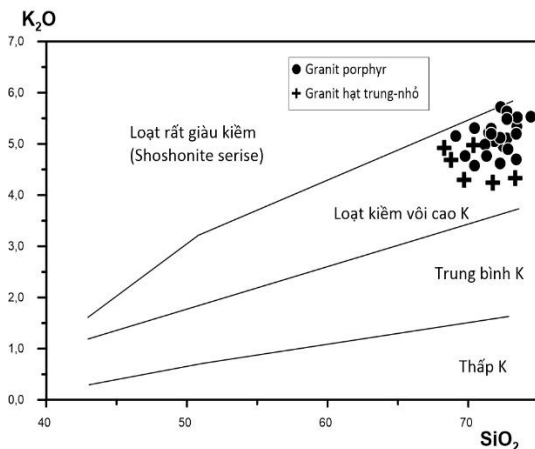
Trên biểu đồ phân loại  $SiO_2 - (Na_2O+K_2O)$  của Cox (1979) (Hình 1.4) và theo phân loại thành phần (%) khoáng vật Tuttle và Bowen, 1958 (Hình 1.4), các đá granitoid khối Ngọc Tụ đều rơi vào trường granit với hàm lượng  $SiO_2$  dao động trong khoảng 69,78- 74,44, trung bình 72,54%. So sánh giữa các oxyt tạo đá với  $SiO_2$  cho thấy, granit có các đặc trưng địa hóa nguyên tố chính tương đồng nhau: cùng cao hàm lượng (%t)  $TiO_2 = 0,23\%$ ,  $Al_2O_3 = 13,65\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,84\%$ ,  $FeO = 1,13\%$ ,  $MgO = 0,35\%$ ,  $CaO = 0,83\%$ ,  $Na_2O = 2,65\%$ ,  $K_2O = 5,08\%$ . Mặt khác, hàm lượng tổng kiềm khá cao với chỉ số  $(Na_2O+K_2O) = 7,19-8,41\%$  thuộc vào granit loạt kiềm, trong khi đó chỉ số  $(K_2O/Na_2O) = 1,36-2,78$  đa phần lớn hơn 0,6 cho thấy chúng thuộc granit loạt kiềm vôi cao kali (Bảng 1.1) (Hình 1.6) đồng thời thuộc loạt magma potassic. Theo môi trường magma thì khối ở trạng thái oxy hóa vừa với tỷ lệ  $Fe_2O_3/(Fe_2O_3+FeO)$  trung bình 0,47. Theo phân loại granit (Hình 1.7) thì tương đồng với granit kiểu S.



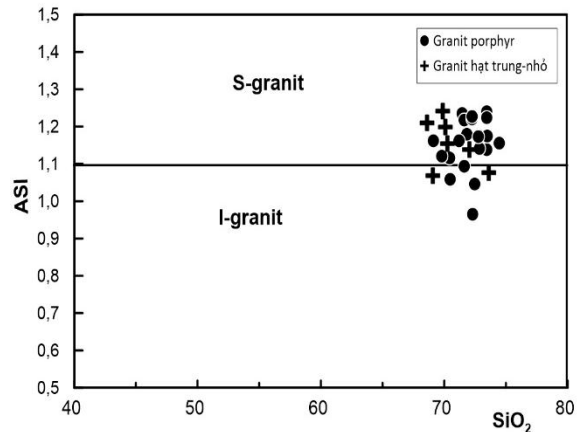
Hình 1.4: Biểu đồ phân loại granitoid khối Ngọc Tụ theo Cox (1979)



Hình 1.5: Phân loại granitoid khối Ngọc Tụ theo Tuttle và Bowen (1958)



Hình 1.6: Biểu đồ phân chia loạt granitoid khối Ngọc Tụ theo Le Maitre (1989)



Hình 1.7: Phân loại granitoid Ngọc Tụ theo Chappel và White (1974)

Bảng 1.1: Thành phần nguyên tố chính (%t) granitoid khối Ngọc Tú

TT	SHM	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MKN	Tổng
1	DH 2405	72,30	0,14	11,73	1,91	0,63	0,04	0,24	0,84	2,69	5,72	0,10	2,00	98,34
2	DH 2341	72,76	0,16	11,95	1,05	0,24	0,01	0,27	0,83	3,08	5,63	0,04	0,70	97,71
3	DH 2336	72,48	0,17	12,12	1,03	1,27	0,04	0,34	0,88	2,80	4,95	0,17	0,58	96,82
4	DH 2325	73,44	0,21	14,56	1,08	1,70	0,05	0,32	0,72	2,82	5,34	0,16	0,60	98,99
5	DH 2423	74,44	0,20	13,70	0,55	1,04	0,05	0,33	0,90	2,56	5,53	0,10	1,00	99,40
6	DH 2439	72,76	0,21	13,62	0,16	1,16	0,05	0,30	0,89	2,69	5,11	0,10	0,86	97,90
7	DH 2416	71,46	0,22	13,70	0,62	1,16	0,04	0,38	0,56	2,68	5,22	0,09	1,01	97,15
8	DH 2463	73,42	0,08	13,17	0,66	1,38	0,03	0,11	0,62	3,25	4,70	0,09	1,40	98,91
9	DH 2348	73,42	0,21	14,08	0,73	1,91	0,04	0,37	0,78	2,70	5,20	0,14	0,80	99,38
10	DH 2345	72,84	0,22	13,56	0,64	0,84	0,04	0,38	0,91	2,98	4,90	0,14	0,43	97,88
11	DH 2105/1	69,10	0,20	13,94	0,00	0,00	0,05	0,42	0,94	2,85	5,15	0,14	0,03	97,83
12	DH 2107/3	71,62	0,23	13,50	1,05	0,24	0,05	0,42	0,62	2,56	5,30	0,09	0,58	96,26
13	DH 2404	73,50	0,21	12,40	0,93	1,41	0,04	0,34	0,36	2,38	5,52	0,09	0,79	97,97
14	DH 2446	72,26	0,28	13,81	0,90	1,59	0,06	0,48	0,78	2,96	4,62	0,11	0,90	98,75
15	DH 2109/2	71,84	0,24	13,71	0,62	1,16	0,05	0,43	0,78	2,88	5,05	0,12	1,20	98,07
16	DH 2334	72,26	0,18	13,79	1,25	1,28	0,05	0,34	0,63	2,76	5,12	0,16	0,66	98,47
17	DH 2462	71,20	0,16	13,38	1,08	1,70	0,05	0,27	0,61	3,04	4,99	0,08	0,74	97,30
18	DH 2109	70,44	0,17	12,98	0,64	0,84	0,02	0,32	0,63	2,87	5,31	0,07	0,42	97,71
19	DH 2109-KT	71,62	0,28	12,67	0,93	1,41	0,02	0,31	0,72	2,83	5,19	0,06	1,96	98,00
20	DH 2109/1	69,78	0,22	13,11	1,91	0,63	0,03	0,36	0,72	3,17	4,76	0,05	0,57	98,31
21	DH 2302/1	71,30	0,21	14,30	0,16	1,16	0,01	0,43	0,75	2,42	4,77	0,06	0,63	97,19
22	DH 2305/3b	70,46	0,17	12,67	0,90	1,59	0,02	0,47	0,81	3,36	4,57	0,03	0,68	98,73
23	DH 2331	72,76	0,23	13,73	0,66	1,38	0,04	0,34	0,65	2,77	5,49	0,08	0,68	98,81
24	ĐT.8070	75,62	0,09	14,12	0,33	0,50		0,40	0,36	2,55	5,60	0,04	0,09	99,70
25	ĐT.8072	75,44	0,11	13,65	1,05	0,24		0,10		1,76	4,90	0,04	0,11	97,40

26	ĐT.8079	73,62	0,27	13,48	0,64	0,84	0,10	0,50	1,21	2,75	4,55	0,09	0,27	98,32
27	ĐT.8081	71,78	0,30	14,06	0,93	1,41	0,10	0,50	1,15	2,93	5,18	0,07	0,30	98,71
28	ĐT.8092	72,84	0,33	13,92	1,91	0,63	0,10	0,20	1,08	2,75	4,73	0,13	0,33	98,95
29	ĐT.8273	73,50	0,31	13,78	0,62	1,16	0,00	0,10	1,20	2,68	4,73	0,15	0,31	98,54
30	ĐT.8278	74,30	0,31	13,63	0,55	1,04	0,10		1,08	2,68	4,55	0,16	0,31	98,71
31	ĐT.9097	74,46	0,29	13,64	0,16	1,16		0,30	1,32	2,68	4,73	0,14	0,29	99,17
32	ĐT.9279	73,44	0,28	14,05	0,90	1,59		0,30	0,61	2,48	5,48	0,12	0,28	99,53
33	ĐT.9280	72,76	0,31	14,26	1,08	1,70		0,20	0,42	2,33	5,15	0,11	0,31	98,63
34	ĐT.9393	72,26	0,30	14,56	0,66	1,38		0,50	1,15	2,75	5,83	0,05	0,30	99,74
35	ĐT.1423/1	71,18	0,29	14,56	0,79	2,02		0,50	1,94	3,23	4,90	0,05	0,29	99,75
36	ĐT.459	69,48	0,58	15,03	1,25	1,28	0,10	0,70	1,06	2,62	5,57	0,09	0,58	98,34
37	ĐT.8071	73,42	0,31	12,88	1,03	1,27		0,60	1,08	2,68	5,03	0,15	0,31	98,76
38	ĐT.8075	72,76	0,22	14,24	0,73	1,91	0,10	0,30	1,46	3,03	4,80	0,03	0,22	99,80
39	ĐT.1415	73,64	0,16	15,94	0,74	0,62			0,36	3,14	4,25	0,11	0,16	99,12
40	ĐT.4095	73,54	0,31	13,84	0,94	0,69		0,30	0,72	2,68	5,05	0,11	0,31	98,49
	Min	69,10	0,08	11,73	0,16	0,2	0,02	0,1	0,36	0,08	4,25	0,03	0,03	96,26
	Max	75,62	0,58	15,94	1,91	2,02	0,10	0,70	1,94	3,36	5,83	0,17	2,00	99,80
	Trung bình	72,54	0,23	13,65	0,84	1,13	0,04	0,34	0,83	2,65	5,08	0,10	0,60	98,01

*Nguồn số liệu:*

*Mẫu DH- thuộc đề tài TNMT.2016.03.05 [9];*

*Mẫu ĐT- Bản đồ địa chất 1:50.000 nhóm tờ Đắk Tô [6].*

Theo hàm lượng và đặc điểm phân bố các nguyên tố hiếm - vết (Bảng 1.2) cho thấy, các granit khu vực nghiên cứu có các đặc trưng nguyên tố vết cũng khá tương đồng nhau: khá nghèo các nguyên tố trường lực mạnh như Ta (1,72-4,53ppm), Nb (15,11-22,61ppm), Zr (29,81-163,57ppm), Y (9,86-64,22ppm) và Hf (1,28-4,40ppm).

Bảng 1.2: Các tham số so sánh nhóm nguyên tố hiếm-vết (ppm) trong granitoid khối Ngọc Tú

TT	SHM	K <sub>2</sub> O	Ba	Rb	Sr	Cs	Ta	Nb	Hf	Zr	Y	Th	U	Cr	Ni	Co	Sc	K/Rb	Rb/Sr	Rb/Ba
1	DH 2405	5,72	379,05	403,71	72,61	16,85	2,39	15,34	3,66	133,73	26,28	42,54	11,03	59,27	11,05	3,42	4,70	137,36	5,56	1,07
2	DH 2341	5,63	119,34	345,68	-	15,43	1,72	16,29	3,19	136,17	31,23	47,02	8,07	47,51	5,46	1,30	4,70	108,56	-	2,90
3	DH 2336	4,95	200,54	430,66	43,21	26,35	4,10	20,15	2,46	91,97	20,33	27,93	17,49	43,81	6,03	2,22	3,70	95,96	9,97	2,15
4	DH 2325	5,34	360,39	428,47	67,87	29,70	3,18	22,61	4,40	139,12	23,77	33,97	4,91	79,43	7,14	2,36	4,50	108,23	6,31	1,19
5	DH 2423	5,53	394,20	409,45	76,76	27,51	2,41	16,71	4,16	147,53	30,21	44,18	7,58	56,72	5,08	3,45	4,70	117,93	5,33	1,04
6	DH 2439	5,11	310,40	389,43	67,96	26,85	2,43	17,62	3,85	132,08	30,86	46,45	10,48	48,27	4,47	3,16	4,80	111,36	5,73	1,25
7	DH 2416	5,22	387,20	381,17	77,21	26,50	3,20	17,41	3,62	146,38	30,89	52,35	7,20	61,37	4,67	3,55	4,90	98,03	4,94	0,98
8	DH 2463	4,70	-	442,14	18,77	27,68	4,53	17,87	1,28	29,81	9,86	9,35	10,79	117,12	30,43	0,85	2,23	105,51	6,56	-
9	DH 2348	5,20	285,64	369,57	62,84	13,21	2,11	17,34	3,60	134,17	64,22	37,05	11,58	73,48	5,15	3,16	4,00	123,16	5,88	1,29
10	DH 2345	4,90	329,19	350,57	72,59	16,95	3,80	21,68	3,31	137,62	52,72	39,15	18,97	81,28	4,77	3,48	4,50	112,69	4,83	1,06
11	DH 2105/1	5,15	242,78	360,61	65,77	18,05	1,85	16,81	2,75	130,98	23,57	32,08	4,44	95,33	7,07	3,17	3,90	112,34	5,48	1,49
12	DH 2107/3	5,30	302,43	380,65	69,77	14,56	2,69	18,17	3,46	140,63	35,62	36,60	17,87	76,83	8,87	3,38	5,30	108,46	5,46	1,26
13	DH 2404	5,52	386,15	405,82	44,22	16,93	2,11	15,11	3,93	136,03	32,37	43,73	13,96	59,02	5,33	3,07	4,70	118,19	9,18	1,05
14	DH 2446	4,62	312,70	387,71	74,36	37,27	3,29	17,28	3,72	140,58	29,14	35,36	6,83	64,92	29,84	4,64	5,40	105,69	5,21	1,24
15	DH 2109/2	5,05	310,09	362,65	79,09	22,84	3,69	17,03	3,95	127,62	27,90	40,36	8,20	52,78	6,86	3,43	5,10	93,85	4,59	1,17
16	DH 2334	5,12	261,34	446,43	49,44	33,59	2,82	17,76	3,26	121,42	21,70	29,21	32,52	71,88	6,91	2,88	4,00	105,41	9,03	1,71
17	DH 2462	4,99	226,25	403,48	55,26	17,96	3,95	18,45	2,44	89,38	26,63	30,17	23,24	62,57	56,75	2,47	3,90	99,03	7,30	1,78
18	DH 2331	5,31	338,59	352,81	86,44	16,04	2,21	17,56	4,25	163,57	26,09	40,70	6,90	70,58	6,78	2,69	4,40	-	4,08	1,04
	Min		119,34	345,68	18,77	13,21	1,72	15,11	1,28	29,81	9,86	9,35	4,44	43,81	4,47	0,85	2,23	93,85	4,08	0,98
	Max		394,20	446,43	86,44	37,27	4,53	22,61	4,40	163,57	64,22	52,35	32,52	117,12	56,75	4,64	5,40	137,36	9,97	2,90
	X		302,72	391,72	63,78	22,46	2,92	17,84	3,40	126,60	30,19	37,12	12,34	67,90	11,81	2,93	4,41	109,52	6,22	1,39

Nguồn số liệu:

Mẫu DH – thuộc đề tài TNMT.2016.03.05; phương pháp ICP - MS (Viện địa chất Viễn đông, Nga)[9]



Bảng 1.3: Các tham số so sánh nhóm nguyên tố đất hiếm (ppm) trong granitoid khối Ngọc Tú

TT	SHM	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Eu/Eu*	Yb/Lu <sub>N</sub>	La/Sm <sub>N</sub>	La/Yb <sub>N</sub>	ΣREE
1	DH 2405	40,18	83,80	9,45	31,04	6,36	0,60	5,51	0,88	4,65	0,89	2,62	0,43	2,40	0,30	0,31	1,23	3,95	11,39	189,10
2	DH 2341	82,36	59,44	17,21	49,34	10,57	0,84	7,80	1,18	6,35	0,88	3,18	0,36	2,42	0,33	0,28	1,11	4,87	23,12	242,26
3	DH 2336	27,12	51,64	6,96	23,33	4,82	0,50	4,67	0,70	3,50	0,72	2,04	0,38	1,50	0,27	0,32	0,86	3,51	12,30	128,13
4	DH 2325	41,26	87,39	10,33	33,58	7,98	0,57	5,75	0,82	5,05	0,81	2,66	0,29	1,89	0,26	0,26	1,10	3,23	14,86	198,64
5	DH 2423	45,03	91,65	11,13	35,91	7,72	0,66	6,25	0,80	5,98	0,92	2,85	0,37	2,55	0,38	0,29	1,04	3,64	12,00	212,19
6	DH 2439	42,32	89,50	10,76	34,91	7,40	0,61	6,13	0,88	5,31	1,16	3,48	0,45	2,43	0,39	0,28	0,97	3,57	11,81	205,70
7	DH 2416	46,99	95,60	11,13	36,08	8,20	0,58	5,76	0,87	5,64	0,90	3,40	0,28	2,63	0,36	0,26	1,11	3,58	12,16	218,40
8	DH 2463	5,58	11,55	1,57	6,68	1,51	0,12	1,26	0,24	1,56	0,32	1,04	0,13	0,97	0,14	0,26	1,02	2,31	3,92	32,67
9	DH 2348	41,79	77,89	11,91	48,99	12,56	1,48	14,70	2,28	11,31	1,93	4,92	0,61	3,15	0,50	0,33	0,97	2,08	9,00	234,02
10	DH 2345	41,10	83,99	10,68	37,84	8,79	0,87	8,93	1,50	7,40	1,54	4,69	0,62	3,48	0,52	0,30	1,02	2,92	8,03	211,95
11	DH 2105/1	30,26	63,63	7,64	24,32	5,45	0,48	4,75	0,64	3,80	0,62	1,95	0,23	1,79	0,12	0,29	2,22	3,47	11,46	145,68
12	DH 2107/3	40,65	81,98	9,78	33,24	6,96	0,62	5,41	0,96	5,46	1,11	2,65	0,48	2,28	0,45	0,31	0,78	3,65	12,14	192,02
13	DH 2404	41,50	83,95	10,92	39,76	8,25	0,59	6,58	1,13	5,54	1,19	3,60	0,43	2,75	0,39	0,24	1,09	3,14	10,24	206,57
14	DH 2446	34,46	72,75	8,65	31,51	6,71	0,61	5,58	0,95	5,26	0,85	2,65	0,46	2,39	0,41	0,30	0,90	3,21	9,78	173,24
15	DH 2109/2	36,43	74,59	8,69	30,64	6,25	0,64	5,79	0,89	5,50	1,12	2,95	0,41	3,06	0,41	0,32	1,15	3,64	8,08	177,38
16	DH 2334	27,66	56,64	7,46	24,24	5,80	0,49	5,04	0,70	4,05	0,69	1,97	0,28	1,31	0,31	0,28	0,64	2,98	14,36	136,65
17	DH 2462	27,25	56,05	6,75	24,16	5,73	0,51	4,65	0,83	5,10	0,95	2,96	0,35	2,81	0,34	0,30	1,25	2,97	6,59	138,43
18	DH 2331	42,16	81,09	9,88	32,24	7,19	0,65	4,87	0,82	4,77	0,77	2,55	0,35	2,24	0,35	0,33	0,98	3,66	12,81	189,93
	Min	5,58	11,55	1,57	6,68	1,51	0,12	1,26	0,24	1,56	0,32	1,04	0,13	0,97	0,12	0,24	0,64	2,08	3,92	32,67
	Max	82,36	95,60	17,21	49,34	12,56	1,48	14,70	2,28	11,31	1,93	4,92	0,62	3,48	0,52	0,33	2,22	4,87	23,12	242,26
	X	38,56	72,40	9,49	32,10	7,12	0,63	6,08	0,95	5,34	0,97	2,90	0,38	2,34	0,35	0,29	1,08	3,36	11,34	179,61

Nguồn số liệu:

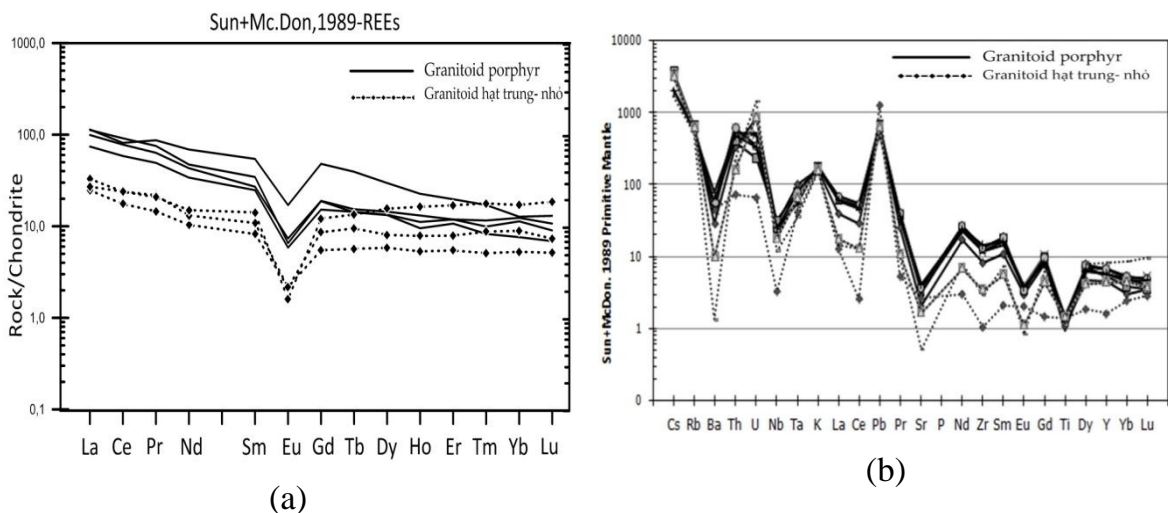
Mẫu DH – thuộc đề tài TNMT.2016.03.05; phương pháp ICP - MS (Viện địa chất Viễn đông, Nga) [9].

Trên biểu đồ phân bố đất hiếm chuẩn hóa theo thành phần của Chondrit (Hình 1.8-a) có thể thấy: đá granitoid khu vực nghiên cứu chúng có hàm lượng các nguyên tố đất hiếm khá tương đồng nhau, đều giàu đất hiếm nhẹ so với đất hiếm nặng, tỷ số  $(La/Yb)_N = 3,92-23,12$ ;  $(La/Sm)_N = 2,08-4,87$ ; với dị thường âm của Eu trung bình  $(Eu^*/Eu = 0,24-0,33)$  (Bảng 1.3) cũng thể hiện cho sự tương đồng của nhóm nguyên tố đất hiếm.

Các nguyên tố đất hiếm được chuẩn hóa với chondrite cho đường biểu diễn có độ nghiêng âm, có độ dốc ở các nguyên tố đất hiếm nhẹ (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu) và nhóm các nguyên tố đất hiếm trung bình (MREE: Gd, Tb, Dy, Ho), xuất hiện dị thường âm Eu có sự phân dị nhẹ nguồn magma (Hình 1.8-a).

Với tổng hàm lượng đất hiếm  $\Sigma REE = 32,3-242,26$  (Bảng 1.3) có thể thấy, chúng tương đương với sản phẩm của hoạt động magma của loạt kiềm vôi. Điều này còn được thể hiện ở hàm lượng các nguyên tố Nb, Ta, Zr, Y và Hf ở trên và thể hiện rõ trên biểu đồ đa nguyên tố chuẩn hóa theo thành phần Manti nguyên thủy (Hình 1.8-b), ngoại trừ dị thường âm Sr có thể do kết tinh phân đoạn của plagiocla (Sr thay thế cho Ca trong plagiocla), đặc trưng cho plagiocla ở mức nông.

Các đặc điểm thạch học- khoáng vật và đặc điểm địa hóa nêu trên chứng tỏ các granit khu vực nghiên cứu đều thuộc về một kiểu tổ hợp và được hình thành từ cùng một kiểu magma.

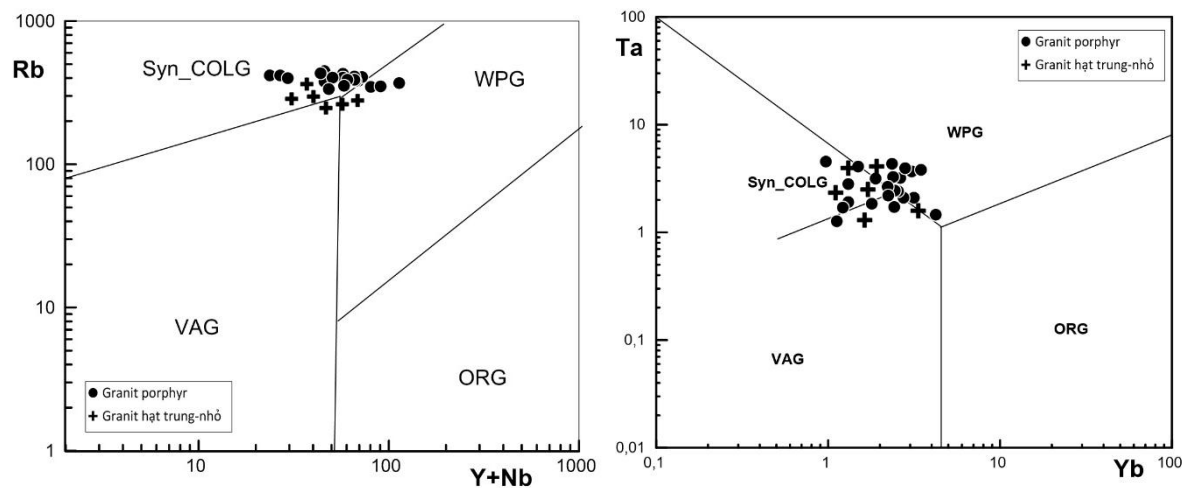


Hình 1.8: Biểu đồ đất hiếm chuẩn hóa theo Chondrite (a) và đa nguyên tố chuẩn hóa theo Manti nguyên thủy (b) của granitoid khối Ngọc Tú

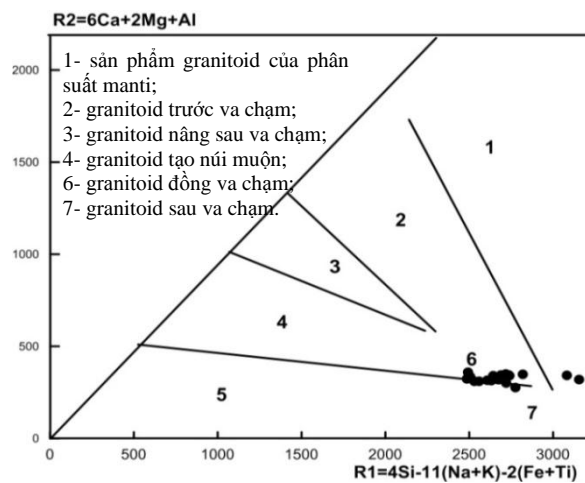
### Nguồn gốc và bối cảnh kiến tạo

Với các đặc trưng địa hóa khá cao Al, K chỉ số Lacroix - LI đa phần  $>0,6$ , khá giàu các nguyên tố có bán kính ion lớn (LILE) và nhóm đất hiếm nhẹ (LREE), các đá granit tương ứng với granit kiềm - vôi cao kali là sản phẩm kết tinh từ dung thể có nguồn gốc hỗn hợp manti - vỏ. Mặt khác, tỷ lệ  $(Yb/Lu)_N = 0,64-2,22$  gần như không đổi, trong khi đó tỷ lệ  $(La/Yb)_N = 3,92-23,12$  có biến động lớn chứng tỏ chúng có nguồn gốc nóng chảy từ vật liệu trộn lẫn manti-vỏ. Xét theo đặc điểm nghèo Nb, Ta, Hf và có thể thấy rằng chất nền của các granit này có thành phần gần gũi với chất nền thường được giả định cho các granit loạt kiềm vôi điển hình.

Theo phân loại bối cảnh kiến tạo granitoid khối Ngọc Tụ thuộc kiểu granit đồng chạp (Syn-COLG). (Hình 1.9; Hình 1.10).



Hình 1.9: Biểu đồ phân chia bối cảnh kiến tạo granitoid (Pearce, 1984)



Hình 1.10: Biểu đồ phân chia bối cảnh kiến tạo Bachelor Bowden, 1985

Về tuổi thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ:

Trong các công trình nghiên cứu trước đây như công tác lập bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000, Nguyễn Văn Trang và nnk (1984) và tỷ lệ 1:50.000 Nguyễn Văn Lộc (1998)[6] xếp granitoid khối Ngọc Tụ vào phức hệ Bà Nà. Kết quả gần đây về tuổi đồng vị bằng phương pháp U-Pb trên zircon của Trần Hoàng Vũ (2015)[20] là  $240,5 \pm 0,8$  Tr.n và Nguyễn Văn Niệm (2018)[9] là  $241 \pm 4$  Tr.n. Như vậy, có thể nhận định rằng tuổi đồng vị bằng phương pháp U-Pb trên zircon của granitoid khối Ngọc Tụ có tuổi tuyệt đối là  $240 \div 241$  Tr.n, tương đương với Trias giữa ( $T_2$ ).

**Tóm lại:** Khối granitoid Ngọc Tụ gồm các kiểu đá chính là granit porphyr, granit hạt trung- nhỏ và đá mạch.

Thành phần khoáng vật chính gồm: plagiocla: 20-31%, felspat kali (orthoclas + microclin): 34-49%, thạch anh từ 26-30%, biotit : 1-2%, muscovit từ 1-2%. Biotit thường bị chlorit hóa. Các khoáng vật phụ: zircon, apatit, monazit, sphen..

Theo phân loại granit là dạng đá granit cao silic ( $SiO_2$  trung bình 72,54%) với tổng lượng kiềm trung bình cao ( $Na_2O+K_2O = 7,19-8,41\%$ ). Trong đó lượng kali thường trội hơn natri ( $K_2O/Na_2O = 1,36-2,78$ ), thuộc loại magma potassic, thuộc loại vôi kiềm cao kali, thuộc loại magma oxy hóa, phân loại bồi cảnh kiến tạo granitoid khối Ngọc Tụ thuộc kiểu granit đồng va chạm. Tuổi thành tạo theo các công trình nghiên cứu mới có tuổi Trias giữa ( $T_2$ ).

### **1.2.3. Kiến tạo**

Trên diện tích nghiên cứu, các hệ thống đứt gãy phát triển theo hai hệ thống: á kinh tuyến và tây bắc-đông nam.

#### **a. Đứt gãy á kinh tuyến**

Đứt gãy á kinh tuyến thuộc loại đứt gãy sâu. Trong vùng nghiên cứu chúng chủ yếu bị phủ bởi trầm tích Đệ tứ, hệ tầng Kon Tum. Tuy nhiên, xét toàn đới cấu trúc Pô Cô, các đứt gãy của hệ thống này, nhất là các đứt gãy bậc cao đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành cấu trúc khu vực và khống chế quặng. Các đứt gãy bậc 1, bậc 2 thuộc hệ á kinh tuyến cắm khá dốc từ  $65^\circ$  đến  $90^\circ$ , biên độ dịch chuyển thẳng đứng từ 4 km đến 7 km, kéo dài từ hàng trăm đến hàng chục km.

Đứt gãy Pô Cô là một đứt gãy sâu, cắm gần thẳng đứng ( $80^\circ$ ) và có xu hướng nghiêng về phía tây, biên độ dịch chuyển thẳng đứng từ 6 đến 7 km, chiều sâu phát

triển trên 35 km. Nó là một trong các đứt gãy chính đóng vai trò quan trọng trong bình đồ cấu trúc chung của khu vực, quyết định phương cấu trúc á kinh tuyến của vùng nghiên cứu. Hoạt động của nó là yếu tố chính trong việc hình thành trũng Kon Tum. Dọc theo đứt gãy là hàng loạt các thể xâm nhập, thành phần đa dạng, đặc biệt có thể siêu mafic. Kéo theo Pô Cô là hàng loạt các đứt gãy phụ F2, F3, đồng thời nó cũng tạo nên nhiều giao cắt với các đứt gãy khác. Do vậy đứt gãy sâu Pô Cô là tiền đề quan trọng trong quá trình tạo khoáng của vùng nghiên cứu.

#### **b. Hệ đứt gãy tây bắc -đông nam**

Trên vùng nghiên cứu còn phát triển đứt gãy tây bắc - đông nam. Góc cắm từ  $45^\circ$  đến  $90^\circ$ , phổ biến khoảng  $70^\circ$  đến  $80^\circ$ .

Hầu hết các đứt gãy được thể hiện rất rõ ràng trên các trường địa vật lý. Tuy nhiên hầu hết chúng đều bị các đứt gãy của hai hệ thống đông bắc-tây nam và á kinh tuyến làm dịch chuyển. Điều đó cho thấy các đứt gãy của hệ thống này có thời gian hoạt động khá sớm, chỉ sau hệ á vĩ tuyến. Chúng không đóng vai trò gì về cấu trúc địa chất trên diện tích nghiên cứu. Theo tài liệu biến dạng kiến tạo, các khe nứt của hệ này chủ yếu là các khe nứt tách, được thành tạo do lực ép kiến tạo có phương đông bắc.

Các đứt gãy thường tái hoạt động ở các pha kiến tạo khác nhau và ngay trong cùng một hệ, ở các pha khác nhau, đặc điểm kiến tạo của chúng cũng có thể khác nhau.

#### **1.2.4. Khoáng sản**

Khoáng sản khu vực nghiên cứu được phát hiện đó là molipdenit đi kèm là vàng, wolfram, đồng, bismut, có nguồn gốc nhiệt dịch, liên quan tới các đới cà nát, đập vỡ, albit hoá, phân bố trong các đới nội tiếp xúc của các đá granit hạt trung-nhỏ thuộc granitoid khối Ngọc Tụ.

- Khoáng hoá vàng khu Nam Đak Pung nằm phía tây nam diện tích Ngọc Tụ 1, thuộc thôn Đắc Pung, Ngọc Tụ, Đắc Tô, Kon Tum.

Khu vực có sự phân bố của một loạt các khối xâm nhập granit, granodiorit với kích thước nhỏ  $0,1 \div 0,5 \text{ km}^2$  thuộc phức hệ Bến Giằng-Quê Sơn, các đá granit hạt trung- nhỏ thuộc granitoid khối Ngọc Tụ, Đắc Tô, Kon Tum. Tại các vị trí tiếp xúc với khối xâm nhập nhỏ đá phiến bị epidot hoá, clorit hoá mạnh. Trong đá xâm tán

khá dày các khoáng vật sulfur: pyrit, chalcopyrit hạt nhỏ tha hình. Kết quả phân tích hấp thụ nguyên tử cho hàm lượng Au: 0,5 g/t, Ag: 1g/t.[6]

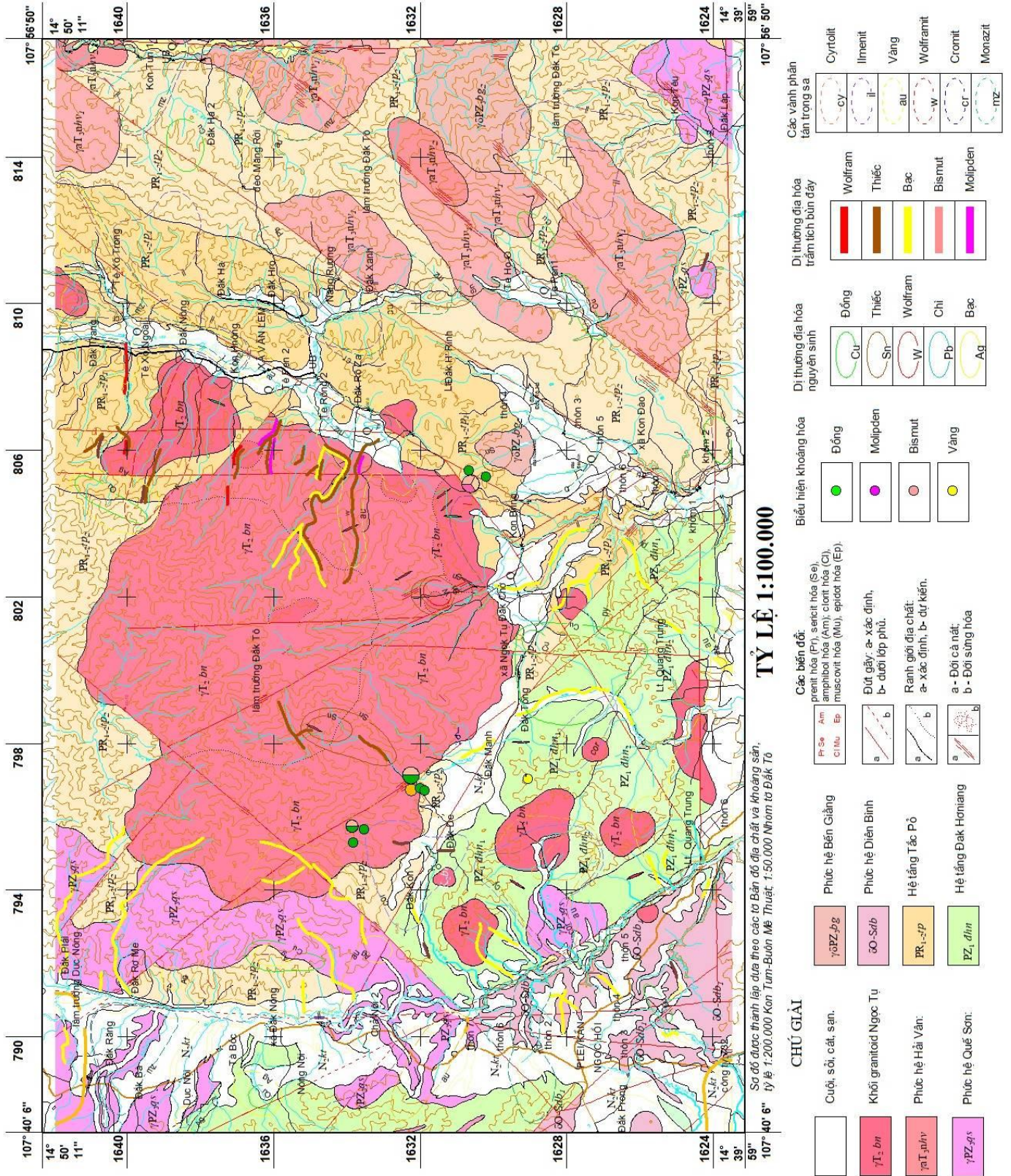
- Khoáng sản molipdenit (đồng, wolfram, bismut) khu Đắc Dé, có diện tích 3km<sup>2</sup>, phân bố ở phía tây bắc diện tích Ngọc Tụ, Đắc Tô, Kon Tum.

Đá vây quanh quặng là các đá granit biotit hạt trung-nhỏ thuộc granitoid khối Ngọc Tụ. Hoạt động kiến tạo diễn ra rất mạnh mẽ với sự xuất hiện các đứt gãy, đặc biệt là hệ thống đứt gãy tây bắc-đông nam, các đới cà nát, dập vỡ, là điều kiện thuận lợi để phát triển các mạch nhiệt dịch mang quặng molipdenit (khoáng sản đi kèm là đồng, wolfram, bismut).

Quặng chủ yếu nằm trong các mạch, mạng mạch nhiệt dịch thạch anh - sulfur, có kích thước từ vài cm đến 15 - 30cm tạo nên đới mạch rộng 5÷10m, đôi khi chúng ở dạng xâm tán trong đá granit, phân bố trong đới nội tiếp xúc giữa đá granit hạt trung - nhỏ và đá phiến kết tinh của hệ tầng Tắc Pô. Thành phần khoáng vật quặng gồm: pyrit, chalcopyrit, molipdenit, bismutin.

- Điểm quặng molipdenit (đồng, wolfram, bismut) mỏ đá Ngọc Tụ, Đắc Tô, Kon Tum. Quặng nằm trong đới nội tiếp xúc của đá granit hạt trung - nhỏ thuộc granitoid khối Ngọc Tụ với các đá biến chất hệ tầng Tắc Pô. Điểm quặng bao gồm các đới vi mạch thạch anh-molipdenit có chiều rộng 12 - 20m, chiều dài khoảng 150m phát triển dọc theo đới dập vỡ của đứt gãy phương tây bắc-đông nam. Chiều dày của các mạch nhỏ phổ biến từ 10 đến 35cm. Quặng có dạng mạch - xâm tán, chủ yếu phát triển theo khe nứt với thế nằm 280 – 290 $\angle$ 65-75.

Thành phần khoáng vật: molipdenit màu xám bạc, thường tạo thành ổ nhỏ 0,2-1,5mm xâm tán khá dày trong mạch, wolframit màu đen tinh thể dạng kim que phân bố ở rìa mạch, pyrit hạt nhỏ dạng tha hình chalcopyrit màu vàng dạng vết bám, malachit xanh lá cây, bornit xanh cổ vịt, ngoài ra còn gặp fluorit màu tím.



Hình 1.11: Sơ đồ địa chất khoáng sản khu vực granitoid khối Ngọc Tú [6]

## CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Cơ sở lý luận

#### 2.1.1. Tính chuyên hóa địa hóa và chuyên hóa sinh khoáng

Vấn đề “chuyên hoá địa hóa” đã xâm nhập đã được đề cập trong công trình của Kopchev-Dvornikov V.C. và Rub M.G.[41], “Bàn về chuyên hóa sinh khoáng và chuyên hóa địa hóa các phức hệ magma” trong “Chuyên hóa sinh khoáng các phức hệ magma”. M. Nedra, 1964, trang 7-24: “Chuyên hóa địa hóa được hiểu là đặc điểm hành vi của các nguyên tố vi lượng trong đá, khi hàm lượng trung bình của chúng cao hơn trị số Clark”.

Theo “Từ điển địa chất” của Nhà xuất bản “M. Nedra” năm 1978[49]: “Chuyên hoá địa hóa magma là đặc tính của magma có hàm lượng của các nguyên tố cao hơn (chuyên hoá địa hóa dương) hoặc thấp hơn (chuyên hoá địa hóa âm) so với trị số Clark”.

Theo Kazitryn Iu.V. và nnk. (1975): “Chuyên hoá địa hóa của đá (dương hoặc âm) là sự tăng hoặc giảm tương đối của hàm lượng nguyên tố quặng so với trị số Clark của chúng”.

Thuật ngữ “chuyên hoá” của đá được dùng để đánh giá về tiềm năng mang quặng của đối tượng nghiên cứu. Việc đánh giá định lượng hàm lượng các nguyên tố trong đá vượt trị số Clark là tính chuyên hoá địa hóa “dương”. Ngược lại, tính chuyên hoá địa hóa “âm” thể hiện hàm lượng trung bình của nguyên tố thấp hơn Clark.

Với các phức hệ magma riêng lẻ thì hợp lý hơn và có ý nghĩa thực tiễn hơn khi phân biệt *chuyên hóa địa hóa toàn phần* và *chuyên hóa địa hóa từng phần*. Chuyên hóa địa hóa toàn phần của các phức hệ xâm nhập và phun trào được hiểu là hàm lượng trung bình của các nguyên tố trong tất cả các pha và các tướng của xâm nhập riêng lẻ đều cao hơn Clark. Chuyên hóa địa hóa từng phần đặc trưng bởi tính chuyên hóa địa hóa của các nguyên tố riêng biệt chỉ có trong các pha riêng biệt.

Về phương thức gây nên chuyên hóa địa hóa có thể phân chia ra: 1) chuyên hóa liên quan với đặc điểm thạch địa hóa của magma ban đầu; 2) chuyên hóa đồng hóa (dưới sâu và cục bộ); 3) chuyên hóa sinh ra trong quá trình phân dị magma.



Hiện nay, trên Thế giới đang tồn tại hai quan điểm chính về khả năng tạo quặng liên quan đến chuyên hóa địa hóa dương hay chuyên hóa địa hóa âm của nguyên tố tạo quặng trong đá. Mặc dù vậy, thực tế của nhiều mỏ quặng ở nhiều nơi trên Thế giới cũng như ở Việt Nam cho thấy các đá magma có hệ số tập trung cao của Sn, W hoặc U, Th thường có quan hệ mật thiết về thời gian và không gian với các mỏ khoáng sản đó.

Theo “Hướng dẫn nghiên cứu các thành tạo magma trong đo vẽ lập bản đồ địa chất” năm 2017 [43], nghiên cứu chuyên hóa địa hóa ở LB Nga hiện nay được tập trung cho 3 nhóm nguyên tố, phản ánh cấu tạo vành điện tử của nguyên tử theo V.Goldschmidt (1924) (Bảng 2.1).

Bảng 2.1: Bảng phân loại các nguyên tố của V. Goldschmidt (1924).

Siderophil	Chalcophil	Lithophil	Atmophil
Fe <sup>1</sup> , Co <sup>1</sup> , Ni <sup>1</sup>	(Cu), Ag	Li, Na, K, Rb, Cs	(H), N, (O)
Ru, Rh, PdZn, Cd, Hg	Be, Mg, Ca, Sr, Ba	He, Ne, Ar, Kr, Xe	
Os, Ir, Pt	Ga, In, Tl	B, Al, Sc, Y, REE	
Au, Re <sup>2</sup> , Mo <sup>2</sup>	(Ge), (Sn), Pb	Si, Ti, Zr, Hf, Th	
Ge <sup>1</sup> , Sn <sup>1</sup> , W <sup>3</sup>	(As), (Sb), Bi	P, V, Nb, Ta	
C <sup>3</sup> , Cu <sup>1</sup> , Ga <sup>1</sup>	S, Se, Te	O, Cr, U	
Ge <sup>1</sup> , As <sup>2</sup> , Sb <sup>2</sup>	(Fe), Mo, (Os)	H, F, Cl, Br, I	
	(Ru), (Rh), (Pd)	(Fe), Mn, (Zn), (Ga)	

*Ghi chú:*

1- Chalcophil và lithophil trong vỏ trái đất

2- Chalcophil trong vỏ trái đất

3- Lithophil trong vỏ trái đất

Các nhà địa hóa Liên bang Nga đã sử dụng hệ số Clark tập trung (Ktt) cho các mức chuyên hoá như sau:  $0,7 < Ktt < 1,5$  - không có tính chuyên hóa địa hóa;  $Ktt > 1,5$  - có tính chuyên hoá địa hóa dương và  $< 0,7$  - chuyên hóa địa hóa âm.

Có rất nhiều nhà địa hóa trên thế giới đã đề xuất hàm lượng trung bình của nguyên tố hóa học cho từng loại đá và khởi đầu là Clark. Từ các nguồn tài liệu: Vinogradov (1962), Beus (1976), H.J.M. Bowen (1979), L.X. Borodin (1981), Gmelns Handbook (1981), A.A. Ronov (1988), A.A. Iaroshevski (1990), L.N. Ovtrnikov (1990), V.V. Ivanov (1994, 1996, 1997) v.v... Năm 2000, A.A. Golovin

đã tổng hợp để thành lập bảng trị số Clark với lượng mẫu đầy đủ nhất và đang được các nhà địa hóa trên thế giới chấp nhận.

Trong luận án này, NCS sử dụng bảng trị số Clark mới nhất được A.A. Golovin (2000) tổng hợp từ các nguồn tài liệu địa hóa trên thế giới.

Bảng 2.2: Trị số clark các nguyên tố hóa học (theo A.A. Golovin, 2000).

Nguyên tố	Siêu bazơ	Bazơ	Trung tính	Axit	Sét, phiến sét	Cát kết	Carbonat	Vô
P	100	1 270	1 050	870	610	400	500	1 000
Ti	1 600	10 900	5 500	2 000	4 000	5 000	1 600	4 900
Ag	0,06	0,1	0,017	0,04	0,07	0,1	0,01	0,073
As	2,0	2,0	1,9	1,6 <sup>2</sup>	5,0	1,2	2,0	1,8 <sup>2</sup>
B	5	5	15	15	50	35	20	12 <sup>1</sup>
Ba	45	290	400	700	550	300	50	470
Be	0,2	0,4	1,8	3,5	3	2	0,6	2
Bi	0,014	0,05	0,18	0,66	0,36	0,17	0,05	0,2
Cd	0,06	0,18	0,13	0,17	0,3	0,1	0,03	0,16
Ce	1,5	31	40	72	73	35	12,5	70
Co	80	30	20	10	19	9	1,0	23
Cr	2 500	230	100	14	200	35	11	93
Cu	80	90	60	25	55	25	7,0	53
Ga	2,5	18	18	19	30	10	0,36	18
Ge	1,3	1,5	1,5	1,5	2,2	1,4	0,2	1,8
La	0,92	17	25	35	35	15	8,0	30
Li	4,3	20	20	80	55	30	17	25
Mo	0,8	1,3	1,0	1,5	1,5	1,3	0,4	1,2
Nb	0,4	7,0	9,0	20	13,6	18	0,6	16
Ni	1230	80	61	8,0	70	35	20	56
Pb	0,4	6,0	16	20	15	13	13,8	16
Sb	0,1	0,35	0,2	0,3	1,35	0,2	0,15	0,3
Sc	30	30	15	7,0	12	7	1,0	17
Sn	0,3	2,0	2,5	3	6	2,3	0,5	2,3
Sr	17	460	440	270	260	250	370	370
Ta	0,2	1,0	1,0	2,5	2	2,0	0,16	2,2
V	87	300	150	70	150	30	30	190
W	0,3	1,0	1,2	2,0	3,5	2,5	0,6	1,4
Y	3,8	27	28	40	26	18	7,9	32
Zn	50	84	73	58	95	40	20	68

*Ghi chú: Đơn vị tính (ppm)*

Thuật ngữ “chuyên hóa sinh khoáng” được một số ít tác giả sử dụng như là từ đồng nghĩa với “chuyên hóa địa hóa”, một số tác giả khác chỉ sử dụng cho khoáng sản. Về bản chất, chuyên hóa sinh khoáng là một trường hợp đặc biệt của chuyên hóa

địa hóa và thuật ngữ này được khuyến cáo chỉ nên dùng khi bàn về chuyên hóa có liên quan với mỏ khoáng sản.

**Theo “Từ điển địa chất”. 2 tập. M. Nedra, 1978[49]:** *Chuyên hóa sinh khoáng magma* là trường hợp đặc biệt của chuyên hóa địa hóa đá magma, chỉ liên quan đến các thành phần kim loại liên quan đến các mỏ quặng. Một số tác giả còn bổ sung cho thuật ngữ chuyên hóa sinh khoáng là tổng các quá trình tạo khả năng tạo quặng của magma, kết thúc bằng việc hình thành các mỏ quặng.

**Theo Smorchkov I.E.:** “Về xác định khái niệm chuyên hóa sinh khoáng đá magma” trong: *Chuyên hóa sinh khoáng magma* là khả năng tạo quặng của dung thể magma, nghĩa là tồn tại tập hợp các yếu tố gây nên sự xáo trộn phân dị vật chất trong buồng magma, tập trung các nguyên tố vào các khu riêng biệt trong buồng, cũng như tách vật chất quặng ra khỏi dung thể silicat.

**Theo Từ điển địa chất mở của VSEGEI[50]:** Chuyên hóa sinh khoáng (*metallogenic specialization*) là một bộ (một tập hợp) khoáng sản chủ đạo, đặc trưng cho một đối tượng địa chất hoặc một quá trình địa chất nào đó, ví dụ như, nút quặng hay vùng quặng, thành hệ địa chất, một khoảng thời gian địa chất v.v.

Chuyên hóa sinh khoáng đá magma thường trùng với chuyên hóa địa hóa của chúng. Để đánh giá chuyên hóa sinh khoáng phức hệ magma thì sử dụng tiền đề địa hóa đối với triển vọng khoáng sản - đặc điểm định tính và định lượng của đá magma, chỉ ra khả năng tạo mỏ của chúng. Tiền đề trực tiếp là đặc điểm phân bố các nguyên tố quặng đặc trưng cho kiểu mỏ, tiền đề gián tiếp là đặc điểm thành phần nguyên tố, bao gồm hàm lượng và đặc điểm phân bố của các nguyên tố tạo đá và nguyên tố vi lượng không tham gia vào thành phần quặng.

Phương pháp địa hóa xác định chuyên hóa sinh khoáng của đối tượng magma có thể sử dụng trong 3 hướng sau:

a) Làm rõ đặc trưng địa hóa tạo quặng của đối tượng nghiên cứu trên cơ sở phân tích thống kê hàm lượng nguyên tố hóa học và các thông số địa hóa khác. Phân tích thống kê đa cấu tử cho phép chỉ ra biểu hiện chính của xu hướng địa hóa quặng trên cơ sở các xu hướng nhất quán về hành vi của các nguyên tố tạo quặng và nguyên tố đi kèm, cũng như đánh giá mức độ tác động đến sự biến đổi hóa học của hệ thống. Theo đó có thể phân định các quá trình dẫn đến sự hình thành quặng (ví dụ, quặng

sulfua) và kiểu quặng hóa liên quan, cũng như có thể dự đoán được các khu vực có thể tập trung chúng.

b) Phát hiện hàm lượng dị thường của nguyên tố quặng trong đá và khoáng định dị thường.

c) Xác lập quy luật biến thiên nguyên tố quặng và nguyên tố đi kèm theo thời gian và không gian, cho phép xây dựng mô hình quá trình thành tạo quặng trong mối liên quan với mô hình thạch học của đối tượng. Có tầm quan trọng mang tính thực tiễn nhất là tính chuyên hóa địa hóa của các pha magma.

Có nhiều phương pháp xác định tính chuyên hóa sinh khoáng của các phức hệ magma: theo modul thạch địa hóa của Karaeva Z.G. (1968)[39], của Permiakov B.N. (1986)[45] hoặc theo các biểu đồ sinh khoáng của Pokalov V.T. (1973), của Meinert (1995)[29], của Twist và Kleeman (1989) v.v.

Với hơn 1200 mẫu địa hóa ở Đông Xaian, Liên bang Nga, Karaeva Z.G.[39] đã xác định được tỷ lệ các nguyên tố kiềm và kiềm thổ có liên quan với tiềm năng sinh khoáng của các thành tạo granitoid. Theo đó, các tiềm năng sinh khoáng của granitoid kim loại hiếm được chia ra 10 trường với các giá trị của 2 cấu tử  $A=Na+K-Ca$  và  $B=(Na-Ca)/K$  như sau:

Bảng 2.3: Tiềm năng sinh khoáng kim loại hiếm granitoid theo Karaeva Z.G.[39]

I	Granodiorit không biến đổi $A=100-130$ , $B=0,65-0,8$
II	Monsonit và adamelit không biến đổi: $A=130-165$ , $B=0,35-0,7$
III	Granit không bị biến đổi $A=165-190$ , $B=0,35-0,7$
IV	Alaskit không bị biến đổi $A=200-220$ , $B=0,7-0,9$
V	Granosyenit biến đổi (chứa khoáng hóa casiterit-sulfur, Mo, W và đa kim) $A>200$ , $B=0,1-1,0$
VI	Granit biotit và granit sáng màu bị biến đổi (chứa mỏ W, Mo, Be, Sn thành hệ silicat và đa kim, chứa mica và một phần pegmatit kim loại hiếm) $A=100-160$ , $B>0,85$
VII	Granit-alaskit bị biến đổi (chứa mỏ thành hệ silicat và thành hệ thạch anh, của pegmatit kim loại hiếm và pegmatit pha lê) $A=200-220$ , $B>0,95$
VIII	Granit chứa của mỏ W, Mo, Be: $A=100-160$ , $B>0,85$
IX	Granitoid chứa Ta có mica Li: $A\geq 220$ , $B>1,1$
X	Granit chứa Ta có khoáng vật màu kiềm: $A>220$ , $B>1,1$

Trên cơ sở nghiên cứu một cách toàn diện về granitoid Zabaikalie, LB Nga, Permiakov B.N. (1986)[45] cho rằng tiềm năng sinh khoáng của các tổ hợp granitoid có mối liên quan chặt chẽ với modul thạch hóa của các nguyên tố tạo đá, gồm: độ silic (q), độ calci (c), độ kiềm (a), độ sắt (f) và kiểu kiềm (n). Chúng được tính theo công thức sau:

$$q = [\text{Si} - (\text{Na} + \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg} + \sum \text{Fe})] / \text{Si}; c = \text{Ca} / (\text{Ca} + \text{Na} + \text{K}); a = (\text{Na} + \text{K}) / \text{Al};$$

$$f = \sum \text{Fe} / (\sum \text{Fe} + \text{Mg}); n = \text{Na}' / (\text{Na} + \text{K}); \text{Na}_2\text{O}' = 0,7\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$$

Bảng 2.4: Thông số modul thạch hóa của granitoid vùng Zabaical, LB Nga (Permiakov B.N., 1986)

Nhóm đá granitoid		Modul thạch hóa				
Số hiệu	Kiểu sinh khoáng	q	c	a	f	n
I	Đa kim-Au và đa kim	0,49-0,55	0,235-0,31	0,65-0,72	0,32-0,53	0,59-0,76
		0,55-0,60	0,12-0,26	0,69-0,80	0,32-0,40	0,59-0,64
II	Mo-Au	0,62-0,68	0,15-0,24	0,72-0,80	0,32-0,44	0,49-0,56
		0,68-0,70	0,15-0,18	0,72-0,85	0,32-0,52	0,63-0,66
IIIa	Mo	0,70-0,72	0,14-0,20	0,65-0,76	0,57-0,62	0,535-0,61
		0,72-0,74	0,105-0,20	0,72-0,86	0,44-0,62	0,535-0,69
IIIb	Mo	0,74-0,76	0,125-0,15	0,67-0,70	0,54-0,70	0,57-0,61
		0,76-0,785	0,105-0,15	0,67-0,78	0,54-0,70	0,57-0,61
IV	W-Mo	0,74-0,76	0,01-0,07	0,90-1,01	0,70-0,825	0,52-0,61
V	W và fluorit	0,74-0,76	0,07-0,09	0,81-0,90	0,825-0,92	0,46-0,50
		0,76-0,785	0,01-0,09	0,78-1,01	0,70-0,92	0,46-0,57
VI	W-Sn và kim loại kiềm hiếm	0,785-0,805	0,02-0,08	0,75-1,00	0,59-0,97	0,49-0,61
VII	Nb chứa F, Nb-W và fluorit	0,805-0,83	0,01-0,08	0,75-0,91	0,74-0,93	0,46-0,61

Theo Kozlov V.D.[40] đánh giá tính chuyên hóa sinh khoáng kim loại hiếm của granit trên cơ sở tỷ lệ của tập hợp các nguyên tố có chuyên hóa địa hóa dương và chuyên hóa địa hóa âm, công thức như sau:

$$\frac{F.a-Li.b-Be.d-Sn.e-W.f-\dots}{Ba.l-Sr.m-\dots}$$

Đồng thời, một loạt các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm của các nhà địa hóa trên thế giới cũng khẳng định mối liên quan chặt chẽ giữa thành phần thạch hóa đá magma với tiềm năng sinh khoáng. Những kết quả đó được phản ánh trên các biểu đồ sinh khoáng, như:

Biểu đồ tương quan CaO-Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O (Pokalov V.T., 1973) liên quan các trường sinh khoáng Cu-Mo, Mo, W-Mo, Sn; biểu đồ Rb-Sc và V-Ni (Meinert, 1995) liên quan đến sinh khoáng Mo, Sn, W, Zn, Cu, Au; biểu đồ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO-SiO<sub>2</sub> (Ryan D. Taylor, 2010) liên quan sinh khoáng molipden porphyr, đồng porphyr và Sn; tương quan giữa Ba-Rb-Sr (Twist và Kleeman, 1989) liên quan granit sinh khoáng Sn-W-Mo, granit phân dị, v.v.... Biểu đồ khả năng sinh khoáng độ oxi hóa – khử cho W-Mo, Sn, Au-Bi (Blevin P.L, 2004).

Những nghiên cứu về đặc điểm môi trường magma đã chỉ ra rằng, khả năng tạo quặng của thành tạo granitoid có liên quan chặt chẽ với đặc tính oxy hóa - khử của chúng. Theo Ishihara (1977)[26], granitoid có thể phân chia ra loạt magnetit và loạt ilmenit dựa trên hàm lượng magnetit của chúng. Mỗi một loạt granit nêu trên được đặc trưng bởi những kiểu khoáng hóa riêng biệt: loạt granit - magnetit thường liên quan với các kiểu mỏ sulfua chứa Cu, Pb, Zn và Mo; còn loạt granit - ilmenit có xu hướng tạo nên các mỏ oxýt chứa Sn và W (Ishihara, 1981)[27].

Các yếu tố môi trường địa hóa magma theo các giai đoạn tiến hóa của chúng được định lượng hóa bằng thành phần bao thể nguyên sinh (Primary inclusions: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, NO....theo Yves Moussallam, 2016; Ronald J. Bakker, Manish A. Mamtani, 2000[34]), đồng thời kết hợp với đặc điểm thạch địa hóa của granitoid làm rõ môi trường địa hóa magma nguyên sinh thuận lợi cho sinh khoáng.

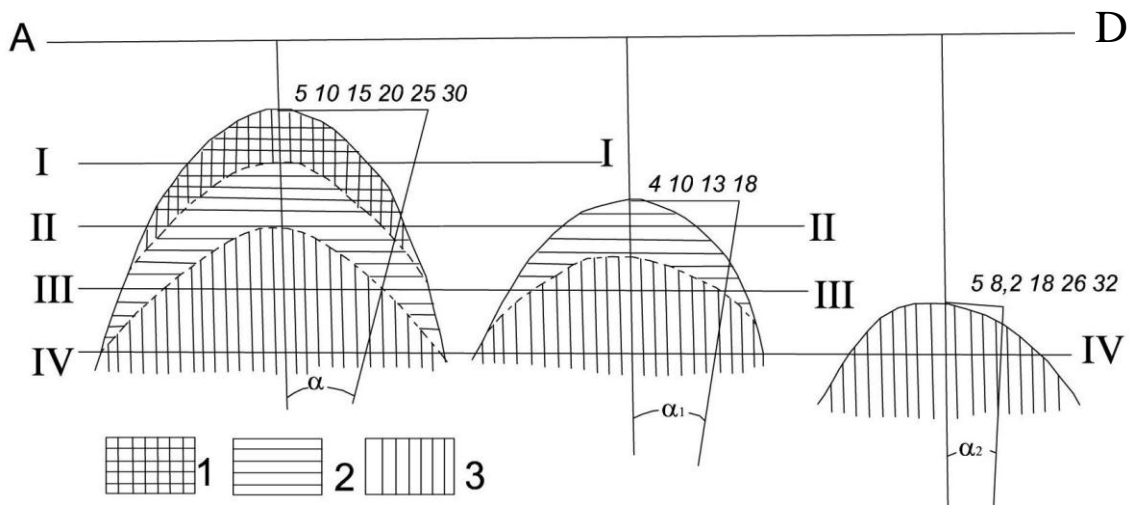
Bảng 2.5: Tiêu chuẩn loại magnetit-granit (kiểu MT) và ilmenit -granit (kiểu IL) theo trạng thái oxy hóa - khử (Ishihara, 1977)[26]

<b>Đặc điểm</b>	<b>MT/oxy hóa</b>	<b>IL/Khử</b>
Thành phần khoáng vật phụ: magnetit và ilmenit	Magnetit > 0,1% (khoáng vật phụ khác: ilmenit, hematit, pyrit, chalcopyrit)	Ilmenit ( $\pm$ magnetit) <0,1% - Khoáng vật phụ khác: pyrotin, graphit (monazite, garnet), muscovit
Độ từ cảm	>10 <sup>-4</sup> emu/g	<10 <sup>-4</sup> emu/g
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /FeO (Wt%) trong granit sáng màu	>0,35/(>0,5)	<0,35/ (<0,5)
$\delta^{34}\text{S}$	>0	<0
$\delta^{18}\text{O}$	Thấp	Cao
Sự biến đổi tỷ số [Fe/(Fe+Mg)] trong biotit và amphibol theo hướng tăng hàm lượng SiO <sub>2</sub>	Giảm	Tăng
Thành phần nguyên tố	Nghèo nguyên tố lithophil	Giàu nguyên tố lithophil
Nguyên nhân tạo ra tính oxy hóa khử	Do quá trình tạo các sản phẩm hòa tan trong nước magma. Và có vai trò quan trọng của các khoáng vật sắt/chứa sắt	Lấy C từ vật chất hữu cơ của vỏ trầm tích
So sánh với granit kiểu S và I của Chappel và White (1974)	- Không tương đồng với granit kiểu I - Kiểu I tạo ra nhiều khoáng sản kim loại khác hơn. Đặc biệt, tạo quặng Sn, W	Tương đồng với granit kiểu S
Khoáng hóa liên quan	Mo, Cu-Mo, Au	Sn, W
Hành vi nguyên tố	Mo; W đi cùng Mo dưới dạng molipdoscheelit;	- Sn <sup>4+</sup> và Sn <sup>2+</sup> cùng tồn tại nhưng Sn <sup>4+</sup> chiếm ưu thế hơn; - Sn chỉ có khả năng tách đủ khối lượng tạo quặng từ granitoid khử giàu Li-F. - Sn <sup>4+</sup> có thể tách ra và tạo khoáng hóa greizen gần khối magma (thạch anh - casiterit) còn Sn <sup>2+</sup> tạo khoáng xa khối xâm nhập (casiterit-sulfua); - Chất lưu tách ra từ dung thể chứa nước magma ở nhiệt độ xấp xỉ 700 <sup>0</sup> C. - W <sup>6+</sup> tồn tại dưới dạng wolframit, scheelit và trong cassiterit

### 2.1.2. Nghiên cứu mức độ bóc mòn granitoid

Việc đánh giá mức độ bóc mòn khối granitoid đang nghiên cứu có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá mức độ bóc mòn cấu trúc chứa quặng cũng như khả năng tồn tại quặng ở phần sâu, để từ đó định hướng hệ phương pháp tìm kiếm phát hiện mỏ khoáng liên quan đến hoạt động của hệ magma quặng.

Nhìn chung, các khối xâm nhập granitoid có thể phân chia tương đối thành các phần sau theo các nghiên cứu của Bondarenko V.N. (1969)[37] và Amshinsky N.N. (1978)[35], v.v... (Hình 2.1)



Hình 2.1: Mô hình mặt cắt các mức bóc mòn của thể xâm nhập granitoid

1- granit dạng aplit, 2- granit porphyr, 3- granit hạt trung – nhỏ. I-IV- các mức bóc mòn; A-D- bề mặt cổ;  $\alpha$ - góc giữa đường biến thiên hàm lượng của nguyên tố dịch chuyển lên (U) và trục đứng.

Hệ phương pháp đánh giá mức độ bóc mòn của các khối magma đã được các nhà địa hóa Xô Viết như Liakhovich V.V. (1967)[42], Bondarenko V.N. (1969)[37], Amshinsky N.N. (1978)[35] nghiên cứu và thực nghiệm cho các khối magma granitoid cụ thể ở Liên bang Nga. Kết quả nghiên cứu đó hiện đang được dùng làm cơ sở lý thuyết cho nghiên cứu và điều tra địa chất, tìm kiếm phát hiện khoáng sản ở Liên bang Nga.

Mức độ bóc mòn khối xâm nhập được đánh giá trên cơ sở dữ liệu địa chất, thạch học, địa hóa, phản ánh tính phân đới của khối xâm nhập. Dựa trên quan niệm cho rằng thành phần ban đầu của dung thể magma là đồng nhất và cùng thành tạo trong một điều kiện như nhau để so sánh mức độ bóc mòn của các khối xâm nhập. Như vậy, càng xuống sâu thì thành phần của khối granitoid càng đồng nhất và gần giống với dung thể ban đầu nhất. Theo đó, việc đánh giá mặt bóc mòn dựa trên cơ sở đối



sánh mức độ biến đổi thành phần và mức chênh lệch hàm lượng trung bình các nguyên tố trong đá so với thành phần dung thể nguyên sinh. Trên cơ sở đó, Bondarenko V.N. và Verkhovskaya, (1969)[37] đã đề xuất sử dụng các phương pháp toán thống kê để xác lập mức độ bóc mòn khối xâm nhập (so với phần vòm đỉnh) của các khối xâm nhập.

Để đánh giá xu hướng dịch chuyển của các nguyên tố và làm cơ sở cho đánh giá mức độ bóc mòn các khối xâm nhập ở Gorny Altai, trên cơ sở thực tế địa chất của các khối granitoid Karasuc và Trirchin, Amshinsky N.N. (1978) đã tiến hành lấy mẫu địa hóa nguyên sinh và phân chia 3 tập mẫu theo các mức chênh lệch độ cao từ 200m đến 400m [35,36]. Với khối Karasuc, có 3 tập mẫu như sau: tập mẫu trên, độ cao tuyệt đối 3200 – 2800m, tập mẫu giữa 2700-2500m, tập mẫu dưới 2300-2100m. Trên cơ sở đó, đã xác định được rằng, mức bóc mòn càng lớn thì cường độ phóng xạ ở các đới rìa của khối xâm nhập granitoid càng thấp (Hình 2.1), đồng thời hàm lượng các khoáng vật phụ chứa urani giảm có quy luật khi xuống sâu. Vấn đề này cũng được Liakhovich V.V. (1967) nghiên cứu và xác nhận rằng, đối với các khối granitoid thì khoáng vật chỉ thị rõ nhất là uraninit, hàm lượng của khoáng vật này càng xuống sâu càng giảm.

Ngoài ra, việc đánh giá tương đối về mức độ bóc mòn khối granitoid cũng được dựa trên sự biến thiên đặc điểm kiến trúc và cấu tạo của đá. Ví dụ, nơi có nhiều granit porphyr hạt lớn cũng như nhiều thể tù của đá bị xuyên cắt là khu vực bị bóc mòn thấp. Ngược lại nơi đá granit có cấu tạo hạt đều, thành phần khá ổn định, không có thể tù là nơi bị bóc mòn mạnh [35].

Đồng thời, kết quả nghiên cứu khoáng vật phụ trong đá granitoid theo các mức độ cao tuyệt đối khác nhau cũng đã xác định rằng màu sắc và hình dạng của một số khoáng vật phụ cũng biến đổi theo chiều sâu.

Kết quả nghiên cứu một khối lượng lớn các khối xâm nhập granitoid đã xác định được tập hợp các nguyên tố “dịch chuyển lên” như Si, K, Li, Nb, La, Y, W, Be, Sn, Mo, Rb, U, Th... và tập hợp các nguyên tố “dịch chuyển xuống” như Fe, Ti, V, Cr, Ni, Co, Zn[35,36] . Trên cơ sở đó, Amshinsky N.N. (1973, 1978) đã đề xuất phương pháp đánh giá định lượng độ sâu bóc mòn của các khối xâm nhập riêng lẻ trên cơ sở nghiên cứu tổng thể và tính toán gradient cho các oxyt trên một khoảng độ

cao. Đồng thời đề xuất sử dụng tỷ số của các đặc trưng số của Zavarisky A.N. (1955) là a, S, Q, b, c mà trong đó a, S, Q - phản ánh hàm lượng của các nguyên tố “dịch chuyển lên” (Si và K), còn b và c - nguyên tố “dịch chuyển xuống” (Mg, Fe và Ca). Các tỷ số đó được gọi là hệ số phân đôi đứng thạch hóa. Hệ số phân cực thạch hóa  $K_1 = (a+s)/(b+c)$ ; hệ số axit - bazơ  $K_2 = Q/(b+c)$  và  $K_3 = S/(b+c)$ ; hệ số kiềm - bazơ  $K_4 = a/(b+c)$ ; hệ số axit - kiềm  $K_5 = S/a$ .

Gradient biến thiên hàm lượng của một oxit hoặc là của giá trị của hệ số phân đôi đứng thạch hóa được tính cho 1km độ sâu được tính theo công thức sau:

$$g = [(X_t - X_d) \cdot 1000] / h$$

Trong đó, g – gradient;  $X_t$  và  $X_d$  là hàm lượng oxyt (%tl) hoặc hệ số phân đôi đứng thạch hóa của mặt cắt trên và dưới; h là chênh lệch độ cao (mét).

Trong phân đôi địa hóa thì phân chia khối granitoid ra 4 phần là vòm đỉnh, phần trên, phần giữa và phần sâu, chênh lệch độ cao của mỗi phần là 400m. Mỗi một phần đặc trưng bởi giá trị  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_2O/MgO$ , Nb/Y, Yb/Co, Nb/V... Trong đó tỷ số Nb/V > 4 tương ứng với phần vòm đỉnh, bóc mòn thấp, Nb/V ≈ 2, tương ứng với phần trên của khối và thường có biểu hiện quặng hóa, Nb/V ≈ 1,2 đặc trưng cho phần giữa và Nb/V < 1 chỉ gặp trong đới sâu không chứa quặng của khối granitoid. Cụ thể là Nb/V > 4 trong granitoid đặc trưng cho bóc mòn thấp, Nb/V < 1 chỉ đặc trưng cho phần thấp của granit và không chứa quặng v.v [35;36].

Dựa trên tỷ số giữa các nguyên tố chỉ thị  $K_2O/MgO$ , Nb/Y và Yb/Co đá granitoid tương nông (10,0 - 0,8 - 1,5); tương độ sâu trung bình (4,0 - 0,4 - 1,0); tương sâu (2,0 - 0,3 - 0,3).

Việc đánh giá tương đối về mức độ bóc mòn khối granitoid cũng được dựa trên sự biến thiên cấu tạo đá. Với granit porphyr hạt lớn cũng như nhiều thể tù của đá bị xuyên cắt là khu vực bị bóc mòn thấp và có cấu tạo hạt đều, thành phần khá ổn định, không có thể tù là nơi bị bóc mòn mạnh [36].

Kết quả nghiên cứu khoáng vật phụ trong đá granitoid theo các mức độ cao tuyệt đối khác nhau cũng đã xác định rằng màu sắc và hình dạng của một số khoáng vật phụ cũng biến đổi theo chiều sâu. Khoáng vật zircon lăng trụ dài, thành tạo trong điều kiện magma đông lạnh nhanh; Các khoáng vật apatit, xenotim, sphen, chứa nhiều bao thể nhỏ màu đen.

Trên cơ sở tổ hợp nguyên tố đặc trưng cho dịch chuyển lên và dịch chuyển xuống, có thể phản ánh hình dạng thực của khối granitoid. Theo mặt cắt ngang, đối với khối dạng vòm, biến thiên các nguyên tố dịch chuyển lên có dạng lồi vòm và các nguyên tố dịch chuyển xuống sẽ là hình trũng chậu.

Phương pháp đánh giá định lượng mức độ bóc mòn granitoid nêu trên được các nhà địa chất Liên bang Nga sử dụng trong việc đánh giá mức độ bóc tiềm năng tài nguyên và tìm kiếm, dự báo khoáng sản[47].

## **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Phương pháp luận khoa học nêu trên là cơ sở chủ đạo cho nghiên cứu thành phần thạch học, khoáng vật, địa hóa học (các nguyên tố chính, nguyên tố vết, khoáng vật phụ, đồng vị) của granitoid khối Ngọc Tụ nhằm luận giải mức độ bóc mòn các khối xâm nhập nói riêng và cấu trúc chứa quặng nói chung. Từ đó có thể định hướng đúng đắn và hiệu quả trong việc xác lập hệ phương pháp tìm kiếm phát hiện khoáng sản liên quan.

Trên cơ sở đã nêu, luận án sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

### **2.2.1. Tổng hợp, phân tích, hệ thống hóa các tài liệu**

NCS đã tham khảo, thu thập và tổng hợp các dạng tài liệu có liên quan đến nội dung nghiên cứu của luận án, gồm:

- Các công trình đo vẽ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:200.000; tỷ lệ 1: 50.000 trong khu vực nghiên cứu [6,12].

- Các đề án, đề tài và báo cáo chuyên đề về magma, địa hóa, địa vật lý, địa tầng, sinh khoáng [1,2,3,4,5,8, 9,11,10,11,13,14,15,16,17,18,19].

- Các công trình, bài báo chuyên sâu công bố trên tạp chí trong và ngoài nước [20,21,22,26,34,35,38].

Các kết quả nghiên cứu trên đã được hệ thống hóa về mặt địa chất, địa hóa và khoáng sản.

### **2.2.2. Khảo sát thực địa, lấy các loại mẫu phân tích.**

Nghiên cứu, đánh giá kết quả đạt được và tồn tại sau khi xử lý các tài liệu hiện có, để đảm bảo sự đầy đủ và tính đồng bộ của dữ liệu, phục vụ mục tiêu, nhiệm vụ của luận án, NCS đã triển khai công tác khảo sát thực địa bổ sung, cụ thể là:

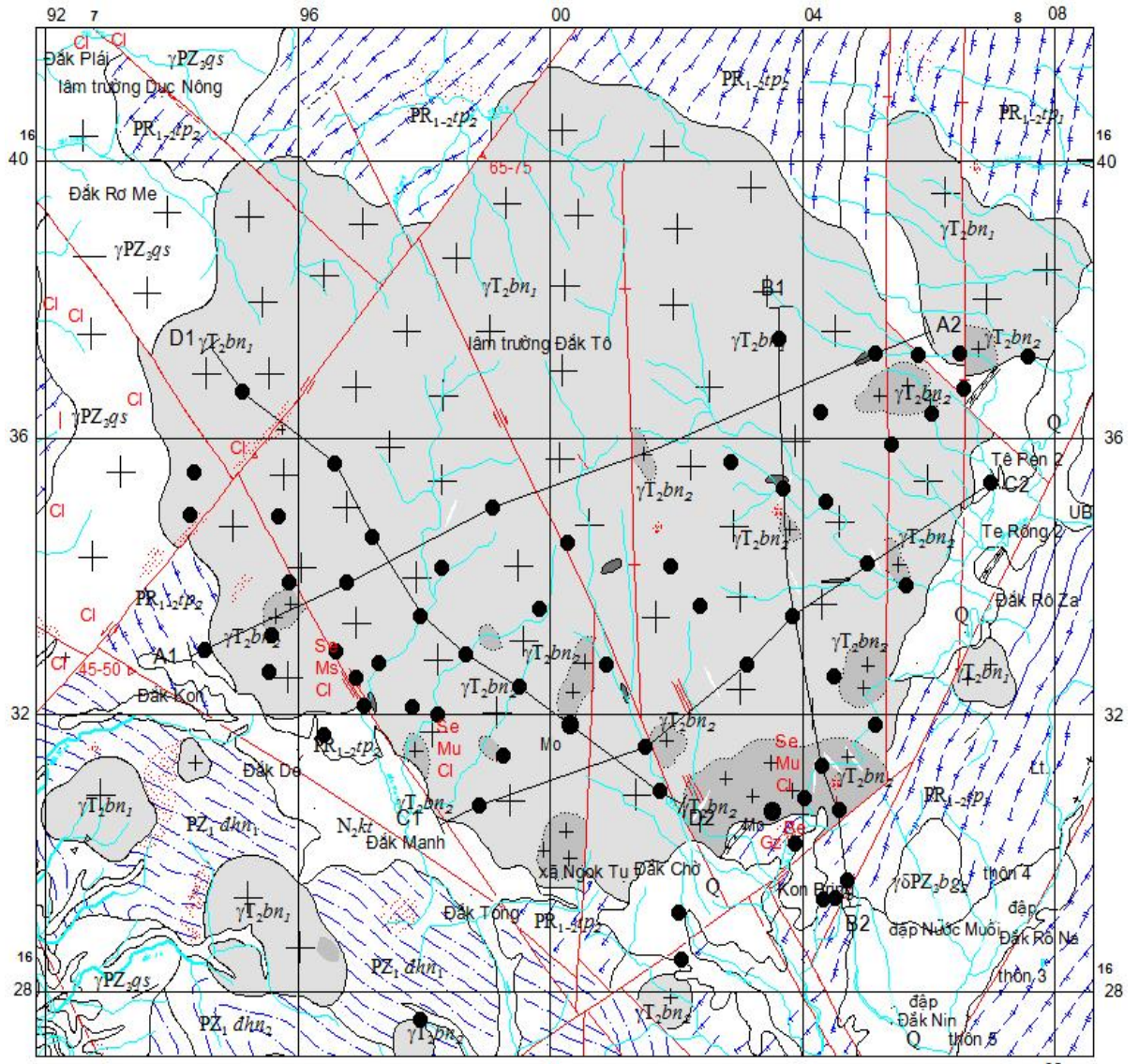
- Khảo sát, kiểm tra và chi tiết hóa các diện lộ granit, điếm khoáng hóa, đới đá biến đổi đặc trưng, mô tả và thu thập bổ sung các loại mẫu thạch học, khoáng tương, địa hóa... phục vụ các công tác phân tích làm cơ sở nghiên cứu sâu về đặc điểm thạch hóa, hành vi địa hóa của các nguyên tố hóa học và môi trường địa hóa của thể granitoid.

Các mẫu thạch học đá gốc, đá biến đổi có kích thước dài, rộng, dày từ (5x3x2)cm đến (9x6x3)cm.

Mẫu địa hóa đá granit được lấy ở dạng các cục nhỏ phân bố theo dạng phong bì, đảm bảo trọng lượng của mẫu từ 300 đến 500g. Mẫu địa hóa nguyên sinh đảm bảo “tươi”, không bị biến đổi. Ngoài ra, để làm sáng tỏ hành vi địa hóa của các nguyên tố hóa học, phục vụ việc luận giải tiềm năng khoáng sản liên quan với granit, các điếm xuất lộ khoáng hóa cũng được triển khai lấy mẫu thạch học đá biến đổi và nghiên cứu, xác định tổ hợp cộng sinh nguyên tố và tính phân đới của chúng.

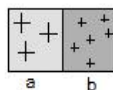
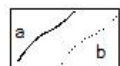
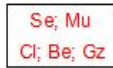


- Trên cơ sở cấu trúc địa chất và địa hình - địa mạo granitoid khối Ngọc Tụ, NCS áp dụng phương pháp nghiên cứu tính phân đới về mức độ bóc mòn khối granitoid theo dữ liệu nghiên cứu khối granit Karasuk, dãy núi Altai, của Amshinski N.N. (1973). Đây là phương pháp đã được ứng dụng có hiệu quả thực tế ở LB Nga, so sánh các mức bóc mòn của các khối granitoid dựa trên giả thiết về thành phần đồng nhất của dung thể magma ban đầu và sự giống nhau về lịch sử phát triển. Các khối granitoid của cùng một phức hệ khi càng xuống sâu thì tính đa dạng của thành phần càng giảm và gần gũi với thành phần của dung thể ban đầu. Như vậy, nhiệm vụ đánh giá mức bóc mòn của khối có thể giải quyết trên cơ sở đối sánh thành phần tại các mặt phẳng của mặt cắt bóc mòn mà hiện tại so với thành phần của dung thể magma ban đầu tương đồng về đặc điểm địa chất granitoid khối Ngọc Tụ như: có cấu tạo granit porphyr đến granit hạt trung – nhỏ; thành phần khoáng vật, thành phần hóa học, tuổi thành tạo 240 triệu năm.

Với granitoid khối Ngọc Tụ, NCS đã lập mặt cắt (Hình 2.2; Hình 2.3), lấy các loại mẫu và phân tập mẫu theo 3 nhóm độ cao là: 1 –tập mẫu trên, độ cao tuyệt đối (1150-950m) 14 mẫu; 2 – tập mẫu giữa (950-750m) 15 mẫu; 3 –tập mẫu dưới (750-650m) 16 mẫu, phục vụ cho việc tính toán độ bóc mòn của khối.



Nguồn: Theo đề tài NCS trực tiếp tham gia [8,9] TỶ LỆ 1:50.000

**CHÚ GIẢI**

- |                                                                                     |                                                                                                                       |                                                                                      |                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Khối granitoid Ngọc Tú</b><br/>Granit: a. porphyr, b. trung - nhỏ</p>                                           |  | <p>Ranh giới địa chất:<br/>a- xác định, b- dự kiến.</p> |
|  | <p>Các biến đổi: sericit hóa (Se),<br/>muscovit hóa (Mu); clorit hóa (Cl);<br/>berezit hóa (Be); greizen hóa (Gz)</p> |  | <p>a - Đối cà nát;<br/>b - Đối sùng hóa</p>             |
|  | <p>Đứt gãy: a- xác định, b- dưới lớp phủ.</p>                                                                         |                                                                                      |                                                         |

Hình 2.2: Sơ đồ vị trí khảo sát granitoid khối Ngọc Tú



### **2.2.3. Hệ phương pháp phân tích**

+ Phân tích thạch học, khoáng tương: nhằm làm rõ thành phần thạch học của đá granitoid nguyên sinh và của đá biến đổi cạnh mạch, thành phần khoáng vật quặng và quan hệ của chúng. Trên cơ sở tổng hợp các kết quả phân tích của các công trình có trước là 55 mẫu thạch học và 15 mẫu khoáng tương tại Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.

+ Phân tích hóa silicat, bổ sung thêm dữ liệu cho xác định thành phần hóa học đá, cũng như các nghiên cứu khác.

+ Phân tích địa hóa đá granit và quặng chủ yếu được Viện Địa chất Viễn Đông, Phân viện thuộc Viện Hàn Lâm Khoa học LB Nga thực hiện, bao gồm:

- 22 mẫu ICP-MS cho 41 chỉ tiêu (Mo, Ta, Nb, Cu, Pb, Zn, Bi, Sn, W, U, Cd, Ag, Zr, V, Cr, ...)

- 24 mẫu ICP-AES cho đá granitoid khối Ngọc Tú.

- 40 mẫu thành phần bao thể nguyên sinh magma CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, một số nguyên tố chính (Fe, K, Na...) trong granitoid để xác định môi trường oxy hóa khử của đá, dự báo mức độ thuận lợi của dung thể magma trong quá trình huy động nguồn vật chất tạo quặng.

- 15 mẫu microsond nhằm xác định khoáng vật và thành phần một số nguyên tố vết (Ni, Co, Mn, U...) trong molipdenit, pyrit ở đới quặng molipdenit/đới biến đổi liên quan.

+ Ngoài ra, một loạt phương pháp phân tích định lượng khác cũng được phân tích tại Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, bao gồm:

- 8 mẫu kích hoạt Notron cho đá tổng và 5 mẫu kích hoạt Notron cho đơn khoáng nhằm xác định hàm lượng các nguyên tố trong các khoáng vật trong các thân khoáng, trong đá granitoid, thành phần U, REE.... Phương pháp này giúp luận giải điều kiện thành tạo quặng, có thể xác định khoáng sản liên quan với chuyên hóa địa hóa.

- 20 mẫu bao thể xác định nhiệt độ thành tạo quặng.

### **2.2.4. Hệ phương pháp xử lý số liệu, luận giải kết quả**

Toàn bộ mẫu địa hóa được phân tập theo thành phần thạch học của đá (granit porphyr và granit hạt trung - nhỏ) và theo 3 mức độ cao (1000m, 850m, 700m) và sử dụng hệ phương pháp toán thống kê để xác lập các tham số phân bố các nguyên tố,

tính toán hệ số tập trung (Ktt) và các tham số luận giải tính chuyên hóa sinh khoáng và mức độ bóc mòn khối granitoid theo các phương pháp như đã nêu ở trên.

Kiểm tra kết quả phân tích (5 - 10% mẫu) mẫu địa hóa theo Quy phạm địa hóa để xác định tính tin cậy, loại trừ sai số trước khi tính toán và luận giải kết quả.

Sử dụng các phần mềm chuyên dụng như mapinfo, grapher, statisal, các hàm thống kê... để tính toán, xây dựng và thể hiện các bản đồ, sơ đồ, biểu đồ, tương quan địa hóa, các mặt cắt địa chất - địa hóa, các mô hình chuẩn.



### CHƯƠNG 3. TÍNH CHUYÊN HÓA SINH KHOÁNG CỦA GRANITOID KHỐI NGỌC TỤ, KON TUM

#### 3.1. Tính chuyên hóa sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ trên cơ sở nghiên cứu chuyên hóa địa hóa

Như đã nêu ở phần trên, các đá granitoid khối Ngọc Tụ được phân chia thành 2 tập mẫu theo thành phần thạch học là granit porphyr và granit hạt trung- nhỏ (Hình 2.2). Các mẫu địa hóa nguyên sinh được phân tập dựa vào kết quả mô tả tại thực địa có đối sánh với bản đồ địa chất ở các tỷ lệ khác nhau và được kiểm chứng thông qua kết quả phân tích thạch học.

Đối với *granit porphyr*, theo kết quả tính toán ở Bảng 3.1, đặc trưng là nhóm các nguyên tố có tính chuyên hóa địa hóa dương có hệ số tập trung ( $K_{tt} \geq 1,5$ ) gồm: Cs(45,68) Re(23,68) W(3,34) U(3,25) Sn(2,75) Pb(2,46) Rb(2,19) Th(2,05) Be(1,73) Li(1,70) Mo(1,58).

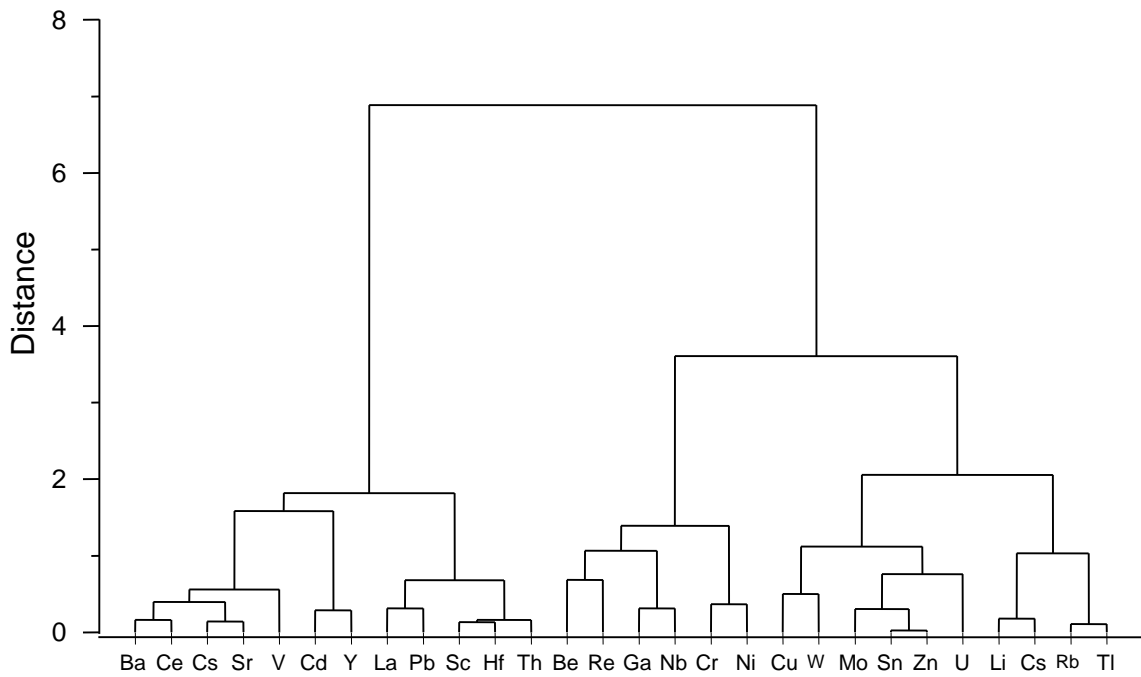
Các nguyên tố có hệ số tập trung gần với trị số Clark ( $1,5 > K_{tt} \geq 0,7$ ) gồm: Ga(1,01) Ce(1,00) As(0,95) Nb(0,85) Zn(0,83) Ta(0,82) La(0,80) Cu(0,79) Ni (0,79).

Nhóm nguyên tố còn lại có hệ số tập trung thấp  $K_{tt} < 0,7$  (chuyên hóa âm) là Zr(0,69) Sc(0,68) Ge(0,67) Y(0,61) Sr(0,39) Ba(0,38) Co (0,29) V(0,28) Cd(0,20).

Bảng 3.1: Tham số địa hóa các nguyên tố trong granit porphyr (n -25 mẫu)

Nguyên tố	Min (ppm)	Max (ppm)	Trung bình (ppm)	S	V(%)	Hệ số tập trung ( $K_{tt}$ )
As	0,79	3,21	1,52	0,67	0,44	0,95
Ba	29,26	394,20	284,52	101,77	0,35	0,38
Be	3,57	15,15	6,24	3,14	0,50	1,73
Cd	0,03	0,09	0,05	0,01	0,32	0,26
Ce	11,55	95,60	71,88	21,24	0,29	1,00
Co	0,85	4,64	2,94	0,92	0,31	0,29
Cu	2,10	34,40	7,85	8,71	1,09	0,79
Ga	16,95	20,91	18,22	1,00	0,05	1,01
Ge	2,37	3,91	2,97	0,33	0,11	0,67
La	5,58	82,36	38,35	15,43	0,40	0,80
Li	18,38	134,12	62,74	36,34	0,59	1,70
Mo	0,65	9,41	2,37	1,95	1,04	1,58
Nb	15,11	22,61	17,86	2,03	0,11	0,85
Ni	4,47	11,05	6,35	14,43	1,16	0,79

Pb	37,42	76,70	46,68	9,04	0,19	2,46
Sc	2,23	5,40	4,41	0,77	0,17	0,68
Sn	5,07	12,29	8,24	1,87	0,23	2,75
Sr	6,89	79,09	59,10	21,37	0,36	0,39
Ta	1,72	4,53	2,96	0,82	0,27	0,82
V	5,30	26,55	18,11	4,88	0,27	0,28
W	0,90	44,50	7,35	10,31	1,39	3,34
Y	9,86	64,22	30,43	12,53	0,41	0,61
Zn	13,20	42,50	32,44	8,70	0,27	0,83
Rb	345,68	446,43	394,01	30,87	0,08	2,19
Th	9,35	52,35	36,91	10,11	0,27	2,05
Zr	29,81	147,53	124,42	30,21	0,24	0,69
Cs	13,21	37,27	22,84	7,31	0,32	45,68
Re	0,006	0,019	0,015	0,05	0,32	23,68
Tl	2,21	3,21	2,73	0,26	0,10	1,44
U	4,44	32,52	12,66	7,29	0,55	3,25



Hình 3.1: Biểu đồ tương quan khoảng cách (d) các nguyên tố trong granit porphyr

Trên hình 3.1 có thể ghi nhận sự phân dị rõ nét 5 nhóm nguyên tố có tương quan chặt chẽ với nhau như sau (chữ đậm là các nguyên tố có chuyên hóa địa hóa dương):

Nhóm 1: **Sn-Zn-Mo-U-W-Cu**.

Nhóm 2: **Li-Cs-Rb-Tl**.

Nhóm 3: **Ga-Nd-Be-Ga-Re-Cr-Ni**

Nhóm 4: **Pb-La-Sc-Hf-Th**

Nhóm 5: Ba-Ce-Cs-Sr-V-Cd-Y

Trong đó, các nguyên tố có tính chuyên hóa địa hóa dương tập trung chủ yếu ở 2 nhóm đầu, còn ở nhóm 5 chủ yếu là các nguyên tố không có chuyên hóa địa hóa. Mặc dù, các nguyên tố Re, Be có chuyên hóa địa hóa dương và không nằm cùng nhóm tương quan chặt với các nguyên tố tạo quặng chính trong nhóm 1 và 2, nhưng trên hình 3.1, các nhóm 1, 2 và 3 cùng kết nối với nhau trong một chùm tương quan với hệ số khoảng cách  $d \approx 4$ .

*Trong granit hạt trung- nhỏ, về tổng quan, có sự tương đồng với granit porphyr về đặc điểm phân bố của các tổ hợp các nguyên tố theo hệ số tập trung, cụ thể là (Bảng 3.2):*

Tổ hợp nguyên tố có chuyên hóa địa hóa dương: Cs(45,72) Re(17,63) U(4,81) Mo(3,47) Pb(2,98) W (2,88) Rb(2,14) Sn(1,95) Cu(1,66).

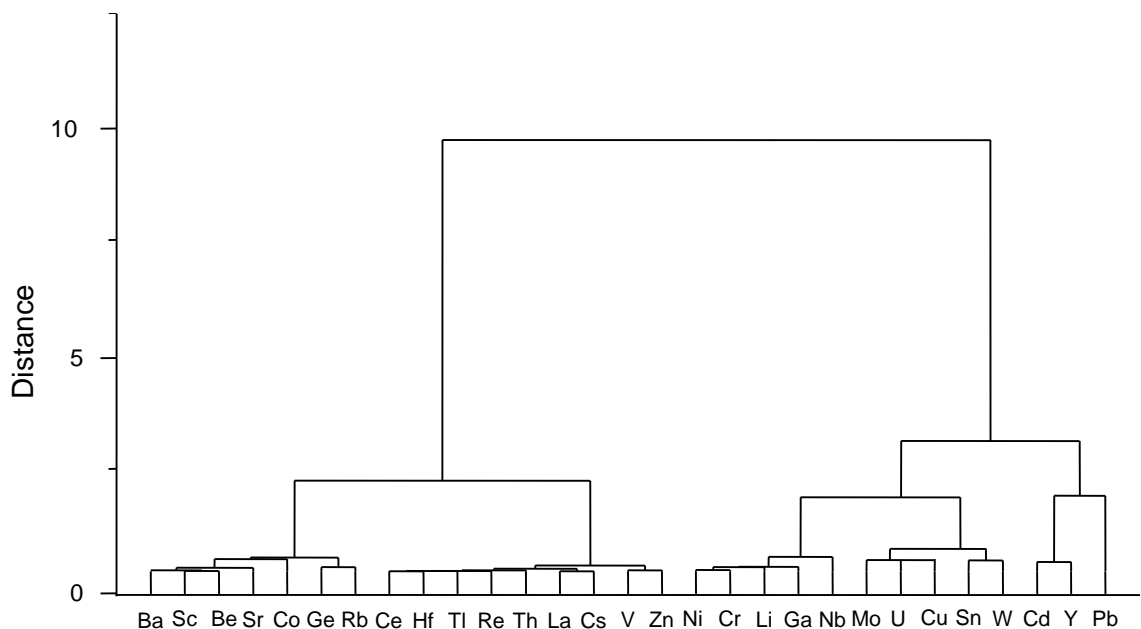
Tổ hợp nguyên tố có hệ số tập trung gần với trị số Clark gồm: Be(1,27) As(1,01) Th(0,94) Ga(0,86).

Tổ hợp nguyên tố có chuyên hóa địa hóa âm là: Li(0,68) Ge(0,55) Ta(0,52) Nb(0,52) Sc(0,42) Y(0,42) V(0,40) Zn(0,39) Ce(0,38) La(0,32) Zr(0,31) Sr(0,29) Ba(0,23) Cd(0,20).

Bảng 3.2: Tham số địa hóa các nguyên tố trong granit hạt trung - nhỏ (n-20 mẫu)

Nguyên tố	Min (ppm)	Max (ppm)	Trung bình (ppm)	S	V(%)	Hệ số tập trung(Ktt)
As	0,83	2,73	1,62	0,88	0,54	1,01
Ba	9,28	538,59	176,11	207,22	1,18	0,23
Be	1,25	7,87	4,57	2,31	0,51	1,27
Cd	0,03	0,05	0,03	0,01	0,29	0,20
Ce	4,65	81,09	27,49	27,09	0,99	0,38
Co	0,97	3,06	1,80	0,87	0,49	0,18
Cu	4,30	31,10	16,57	11,87	0,72	1,66
Ga	10,49	19,81	15,41	3,02	0,20	0,86
Ge	2,10	2,92	2,40	0,33	0,14	0,55
La	8,83	42,16	15,17	13,28	0,88	0,32

Li	7,64	35,03	24,98	10,29	0,41	0,68
Mo	0,46	11,10	5,21	4,48	0,86	3,47
Nb	2,37	17,56	10,87	5,22	0,48	0,52
Ni	5,71	17,18	9,01	4,25	0,47	1,13
Pb	35,40	89,27	56,64	18,26	0,32	2,98
Sc	2,10	4,40	2,70	0,93	0,35	0,42
Sn	1,61	9,29	5,85	2,47	0,42	1,95
Sr	10,86	86,44	42,94	25,92	0,60	0,29
Ta	1,27	2,66	1,87	0,51	0,27	0,52
V	1,78	18,80	7,64	5,92	0,77	0,40
W	1,20	15,78	6,33	5,46	0,86	2,88
Y	7,39	37,54	21,00	10,13	0,48	0,42
Zn	8,10	31,20	15,33	8,51	0,55	0,39
Rb	336,60	417,88	385,66	33,73	0,09	2,14
Th	6,21	40,70	16,88	12,30	0,73	0,94
Zr	11,91	163,57	56,09	54,33	0,97	0,31
Cs	13,33	30,33	22,86	6,67	0,29	45,72
Re	0,005	0,014	0,011	0,05	0,32	17,63
Tl	2,28	3,16	2,74	0,31	0,11	1,44
U	1,38	30,11	18,76	12,21	0,65	4,81



Hình 3.2: Biểu đồ tương quan khoảng cách (d) các nguyên tố trong granit hạt trung - nhỏ  
 Phân tích tương quan hàm lượng các nguyên tố hóa học ở hình 3.2 cho thấy,  
 trong granit hạt trung - nhỏ có 5 nhóm tương quan chặt như sau:

Nhóm 1: **Pb**-Cd-Y

Nhóm 2: **Mo-U-Cu-Sn-W**

Nhóm 3: Ni-Cr-Li-Ga-Nb

Nhóm 4: Ce-Hf-Tl-**Re**-Th-La-**Cs**-V-Zn

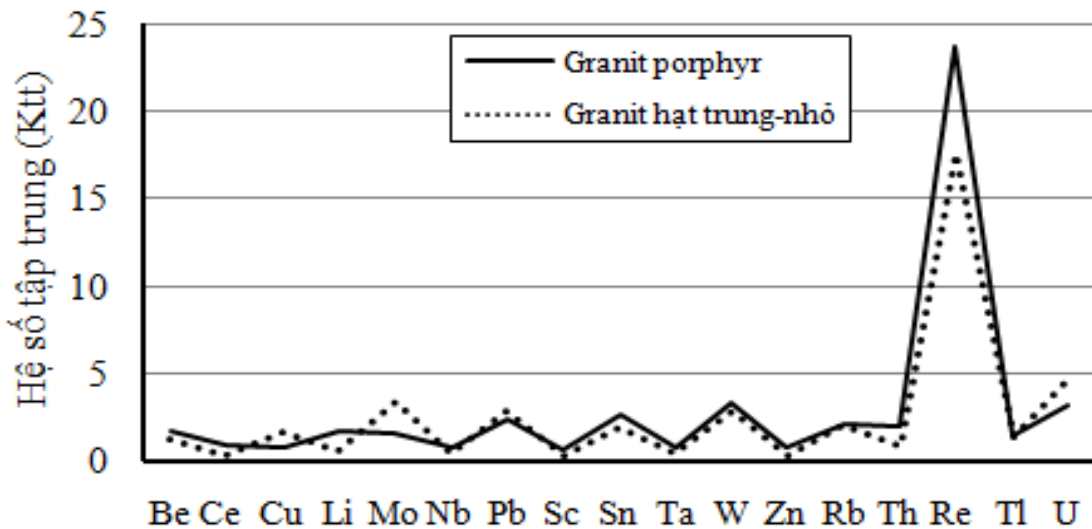
Nhóm 5: Ba-Sc-Be-Sr-Co-Ge-**Rb**

Như vậy, về tổng quan, granit porphyr và granit hạt trung - nhỏ có thành phần các nguyên tố chuyên hóa địa hóa dương giống nhau, đồng thời các nguyên tố tạo quặng kim loại chính Mo, W, U, Sn có tương quan chặt chẽ với nhau. Điều này cũng được thể hiện rõ nét bởi biểu đồ biến thiên hệ số tập trung các nguyên tố chính ở hình 3.3.

Điểm khác biệt chính của granit hạt trung - nhỏ so với granit porphyr là trong tổ hợp các nguyên tố có chuyên hóa địa hóa dương có sự xuất hiện của Cu và thiếu vắng Th, Be, Li. Đồng thời, các nguyên tố tạo quặng chính như Pb, Mo, U có hệ số tập trung cao hơn so với granit porphyr (hình 3.3).

Điểm đáng lưu ý là, mặc dù không có tính chuyên hóa địa hóa, nhưng hệ số tập trung của Ni trong đá granit hạt trung – nhỏ (1,13) cao hơn hẳn so với trong granit porphyr (0,79). Đồng thời, hàm lượng của Cu trong granit porphyr chỉ đạt 0,79 gia tăng lên tới 1,66 trong granit hạt trung – nhỏ, đạt mức chuyên hóa địa hóa dương. Cả 2 nguyên tố này không đặc trưng và được xem là nguyên tố “lạ” đối với đá magma axit, có thể do chúng được đồng hóa từ đá vây quanh trong quá trình hoạt động xâm nhập.

Đồng thời, theo dõi biến thiên hệ số tập trung của Nb và V cho thấy: trong granit porphyr hệ số tập trung của Nb là 0,85 và giảm rõ nét trong granit hạt trung – nhỏ là 0,52. Ngược lại, hệ số tập trung của V lại có tăng từ 0,28 trong granit porphyr lên 0,40 trong granit hạt trung - nhỏ. Điều này phản ánh xu hướng phân đới của chúng theo tiến trình hoạt động magma xâm nhập khối Ngọc Tú.



Hình 3.3: Biến thiên hệ số tập trung của các nguyên tố hóa học trong granit porphyry và granit hạt trung - nhỏ khối Ngọc Tụ

Về sự có mặt với hàm lượng cao của một số nguyên tố rất hiếm như Cs ( $K_{tt} \geq 45$ ) và Re ( $K_{tt} \geq 17$ ) có thể giải thích như sau:

Với Rheni (Re), trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, Re nằm cạnh W và Mo, do đó thường có mặt trong molipdenit và wolframit. Theo Ivanov V.V. (1997)[38], hàm lượng Re trong molipdenit có thể lên tới 1,8%. Rheni thường là thành phần có ích đi kèm, được thu hồi trong quá trình xử lý quặng Mo. Theo Apellin Ph.R. (1985), trong các mỏ Mo thuộc thành hệ molipdenit, khoáng sản đi kèm thường là W và Re.

Xezi (Cs) có hành vi địa hóa gần gũi với Rb, K và Tl. Có xu hướng tập trung trong giai đoạn cuối của quá trình magma. Khoáng vật có ý nghĩa công nghiệp cho thu hồi Cs là ilmenit, monazit, khoáng vật của U. Trong wolframit greizen, hàm lượng trung bình có thể đạt 0,06%Cs. Hàm lượng cao nhất là trong pegmatit, trung bình đạt 0,01% (Ivanov V.V., 1997)[38].

Trên cơ sở kết quả nêu trên, có thể nhận định rằng, các đá granitoid khối Ngọc Tụ có chuyên hóa địa hóa Mo, U, W, Sn.

### 3.2. Tính chuyên hóa sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ trên cơ sở nghiên cứu các số liệu thạch hóa

Để đánh giá tính chuyên hóa sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ, như đã nêu ở chương 2, ngoài tính chuyên hóa địa hóa, luận án còn áp dụng nhiều phương pháp tính toán hiện đang được chấp nhận và sử dụng của nhiều nhà nghiên cứu khác nhau.

- Sử dụng phương pháp của Permiakov B.N. (1986), trên cơ sở nguồn số liệu đã có, luận án đã tính toán 5 modul thạch hóa theo khối lượng nguyên tử của các nguyên tố tạo đá của granitoid khối Ngọc Tú (bảng 3.4), bao gồm: độ Silic: q; độ Calci: c; độ Kiềm:  $\alpha$ ; độ Sắt: f.

Bảng 3.3: Giá trị tính toán các modul thạch hóa cho granitoid khối Ngọc Tú

STT	SHM	Độ silic (q)	Độ calci (c)	Độ kiềm ( $\alpha$ )	Độ sắt (f)	Kiểu kiềm (n)
1	DH 2405	0,76	0,06	0,95	0,85	0,32
2	DH 2341	0,75	0,06	0,93	0,71	0,33
3	DH 2336	0,77	0,06	0,96	0,78	0,36
4	DH 2325	0,76	0,05	0,83	0,82	0,34
5	DH 2423	0,78	0,06	0,86	0,72	0,32
6	DH 2439	0,78	0,07	0,85	0,71	0,35
7	DH 2416	0,76	0,05	0,73	0,72	0,27
8	DH 2463	0,76	0,05	0,79	0,91	0,34
9	DH 2348	0,76	0,06	0,83	0,80	0,34
10	DH 2404	0,76	0,03	0,93	0,79	0,31
11	DH 2446	0,76	0,06	0,83	0,74	0,39
12	DH 2334	0,76	0,05	0,85	0,80	0,35
13	DH 2462	0,75	0,05	0,78	0,85	0,31
14	DH 2312	0,76	0,05	0,91	0,74	0,34
15	DH 2367	0,76	0,06	0,88	0,72	0,33
16	DH 2368	0,76	0,05	0,87	0,71	0,36
17	DH 2469	0,77	0,05	0,79	0,71	0,34
18	DH 2375	0,75	0,05	0,87	0,72	0,34
19	DH 2378	0,78	0,06	0,86	0,70	0,31
20	DH 2109	0,76	0,05	0,93	0,71	0,35
21	DH 2109- KT	0,76	0,05	0,94	0,80	0,35
22	DH 2109/1	0,78	0,06	0,79	0,79	0,33
23	DH 2305/3b	0,77	0,07	0,83	0,74	0,35

24	DH 2331	0,76	0,05	0,73	0,77	0,34
25	DH 2387	0,75	0,08	0,83	0,77	0,31
26	DH 2381	0,77	0,05	0,82	0,73	0,30
27	DH 2382	0,76	0,06	0,80	0,70	0,30
28	DH 2385	0,75	0,07	0,77	0,71	0,33
29	DH 2389	0,76	0,07	0,76	0,71	0,33
30	DH 2390	0,74	0,05	0,81	0,71	0,32
31	DH 2395	0,73	0,06	0,81	0,70	0,32
32	DH 2396	0,71	0,07	0,80	0,72	0,34
Trung bình		<b>0,76</b>	<b>0,06</b>	<b>0,84</b>	<b>0,75</b>	

Bảng 3.4: Giá trị modul thạch hóa của granitoid khối Ngọc Tụ đối sánh với nhóm đá granitoid vùng Zabaical, LB Nga

Nhóm đá granitoid		Modul thạch hóa			
Số hiệu	Kiểu sinh khoáng	q	c	$\alpha$	f
I	Đa kim-Au và đa kim	0,49-0,55	0,235-0,31	0,65-0,72	0,32-0,53
		0,55-0,60	0,12-0,26	0,69-0,80	0,32-0,40
II	Mo-Au	0,62-0,68	0,15-0,24	0,72-0,80	0,32-0,44
		0,68-0,70	0,15-0,18	<b>0,72-0,85</b>	0,32-0,52
IIIa	Mo	0,70-0,72	0,14-0,20	0,65-0,76	0,57-0,62
		0,72-0,74	0,105-0,20	<b>0,72-0,86</b>	0,44-0,62
IIIb	Mo	<b>0,74-0,76</b>	0,125-0,15	0,67-0,70	0,54-0,70
		<b>0,76-0,785</b>	0,105-0,15	0,67-0,78	0,54-0,70
IV	W-Mo	<b>0,74-0,76</b>	<b>0,01-0,07</b>	0,90-1,01	<b>0,70-0,825</b>
V	W và fluorit	<b>0,74-0,76</b>	0,07-0,09	<b>0,81-0,90</b>	0,825-0,92
		<b>0,76-0,785</b>	<b>0,01-0,09</b>	<b>0,78-1,01</b>	<b>0,70-0,92</b>
VI	W-Sn và kim loại kiềm hiếm	0,785-0,805	<b>0,02-0,08</b>	<b>0,75-1,00</b>	<b>0,59-0,97</b>
VII	Nb chứa F, Nb-W và fluorit	0,805-0,83	<b>0,01-0,08</b>	<b>0,75-0,91</b>	<b>0,74-0,93</b>
<b>Granitoid khối Ngọc Tụ</b>		<b>0,76</b>	<b>0,06</b>	<b>0,84</b>	<b>0,75</b>

Kết quả giá trị modul thạch hóa của granitoid khối Ngọc Tụ đối sánh với nhóm đá granitoid vùng Zabaical, LB Nga cho thấy:



Độ silic (q) khá ổn định, dao động trong khoảng  $0,71 \div 0,78$  trung bình 0,76 tương ứng với kiểu sinh khoáng Mo (IIIb), W-Mo (IV), W và fluorit (V). Nhưng 92,3% mẫu phân bố trong khoảng  $0,75 \div 0,78$  nên kiểu sinh khoáng liên quan Mo, W-Mo, W và fluorit.

Độ calci (c) dao động khá mạnh (từ  $0,03 \div 0,08$ ), trung bình 0,06 tương ứng với kiểu sinh khoáng W-Mo (IV), W và fluorit (V), W-Sn và kim loại kiềm hiếm (VI), Nb chứa F, Nb-W và fluorit (VII).

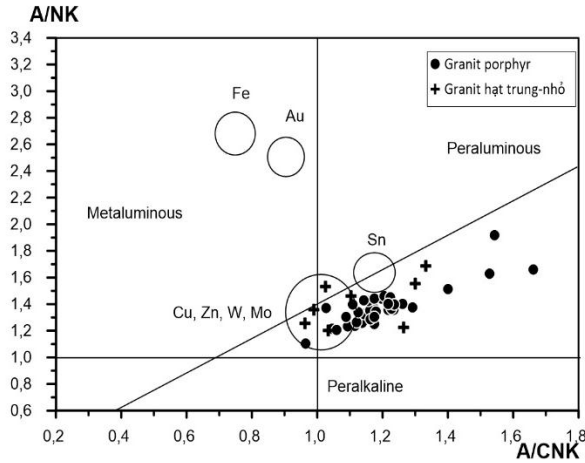
Độ kiềm ( $\alpha$ ) dao động trong khoảng  $0,73 \div 0,96$  trung bình 0,84 tương ứng với kiểu sinh khoáng Mo-Au (II), Mo (IIIa-IIIb), W-Mo (IV), W và fluorit (V), W-Sn và kim loại kiềm hiếm (VI), Nb chứa F, Nb-W và fluorit (VII). Nhưng có 78% mẫu nằm trong khoảng  $0,76 \div 0,88$  nên kiểu sinh khoáng liên quan Mo-Au, Mo.

Độ sắt (f) chủ yếu nằm trong trường giá trị  $0,70 \div 0,85$  (chiếm 80% mẫu), đặc trưng cho (kiểu IV) kiểu khoáng hóa W-Mo. Ngoài ra, có 03 mẫu trong khoảng  $0,83 \div 0,91$  tương ứng với trường quặng hóa W và fluorit; 03 mẫu có giá trị độ sắt nằm trong trường (kiểu V) khoáng hóa Mo và W-Mo ( $0,61 \div 0,68$ ).

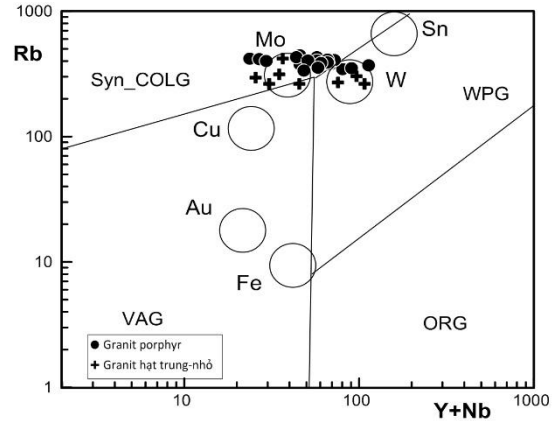
Như vậy, theo phương pháp của Permiakov B.N. (1986), có thể thấy rằng granitoid khối Ngọc Tụ chủ yếu có tiềm năng sinh quặng W, Mo và fluorit.

- Việc sử dụng các biểu đồ sinh khoáng để đánh giá mối liên quan của granitoid Ngọc Tụ với khoáng sản cũng khá phù hợp với nhận định nêu trên.

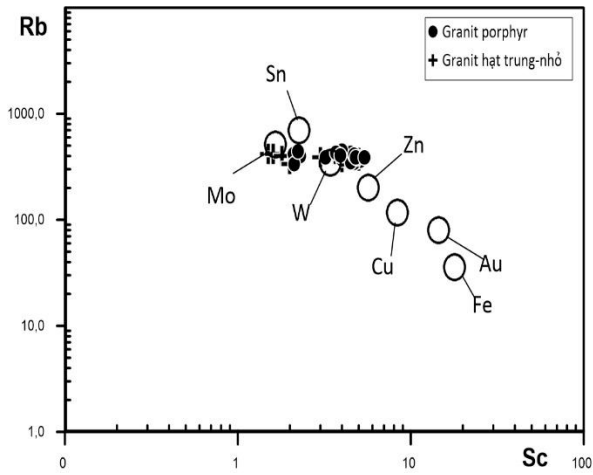
Kết quả thể hiện tương quan của các cặp cấu tử A/NK-A/CNK trên biểu đồ sinh khoáng của Le Maitre (1989) và Meinert (1995), Rb-(Y+Nb) trên biểu đồ sinh khoáng của Pearce (1984) và Meinert (1995) cho thấy granitoid Ngọc Tụ rơi vào trường sinh khoáng Cu, Zn, W, Mo, Sn (Hình 3.4 và 3.5). Còn trên biểu đồ cấu tử Rb-Cs, V-Ni của Meinert (1985), granitoid Ngọc Tụ nằm trong trường sinh khoáng của Mo và W (Hình 3.6).



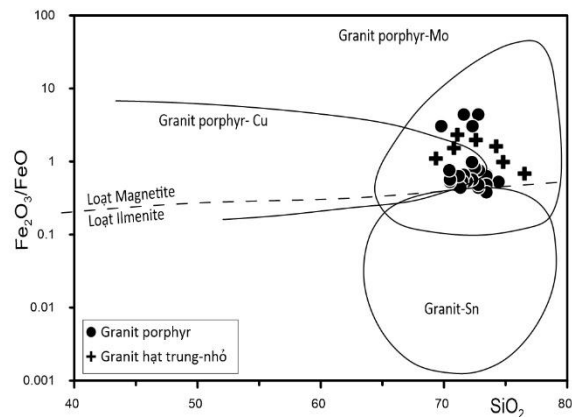
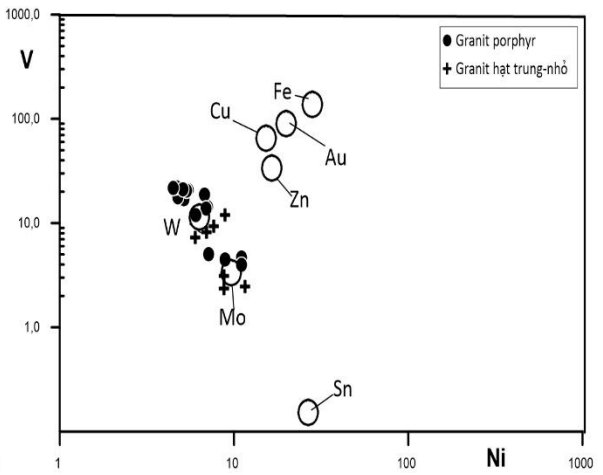
Hình 3.4: Biểu đồ sinh khoáng granitoid khối Ngọc Tụ theo Le Maitre (1989) và Meinert (1995)



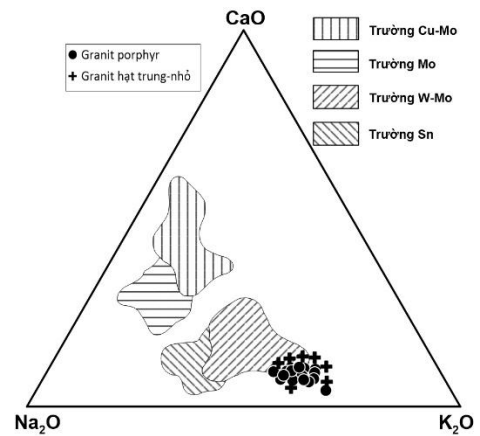
Hình 3.5: Biểu đồ sinh khoáng granitoid khối Ngọc Tụ theo Pearce (1984) và Meinert (1995)



Hình 3.6: Biểu đồ sinh khoáng theo Meinert (1995) cho granitoid khối Ngọc Tụ



Hình 3.7: Biểu đồ sinh khoáng granitoid theo Ryan D. Taylor (2010)



Hình 3.8: Biểu đồ sinh khoáng granitoid theo V.T. Pokalov (1973)

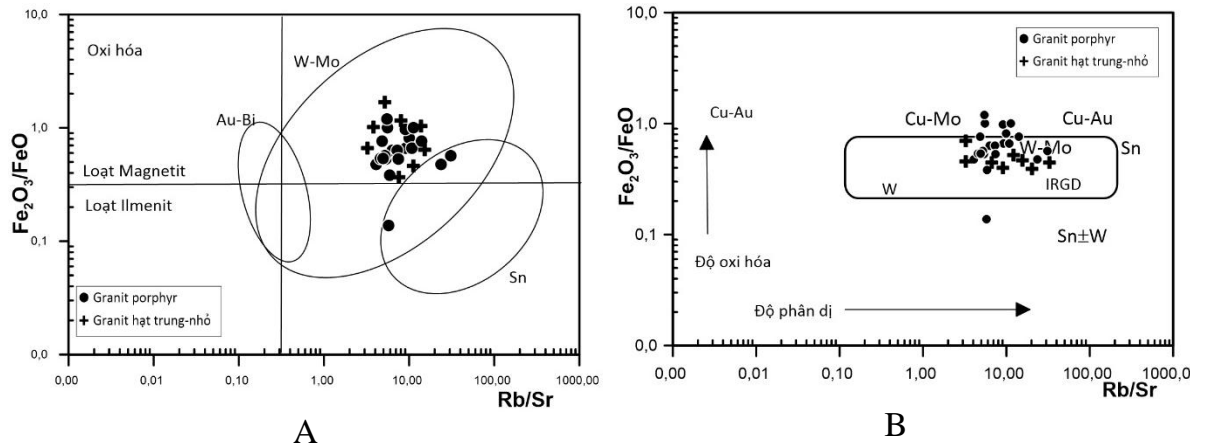
Bảng 3.5: Bảng các thông số nguyên tố chính (%tl) và vi lượng (ppm) trong granitoid khối Ngọc Tú

SH	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Rb	Sr	Y	Nb	Sc	V	Ni	A/NK	A/CNK	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /FeO	Y+Nb	Rb/Sr
DH 2405	72,30	0,14	11,73	1,91	0,63	0,84	5,72	403,71	72,61	26,28	31,04	4,70	20,63	11,05	1,10	0,96	3,03	57,32	5,56
DH 2341	72,76	0,16	11,95	1,05	0,24	0,83	5,63	345,68		31,23	49,34	4,70	20,71	5,46	1,92	1,54	4,38	80,57	
DH 2336	72,48	0,17	12,12	1,03	1,27	0,88	4,95	430,66	43,21	20,33	23,33	3,70	11,93	6,03	1,21	1,05	0,81	43,65	9,97
DH 2325	73,44	0,21	14,56	1,08	1,70	0,72	5,34	428,47	67,87	23,77	33,58	4,50	19,14	7,14	1,40	1,24	0,64	57,35	6,31
DH 2423	74,44	0,20	13,70	0,55	1,04	0,90	5,53	409,45	76,76	30,21	35,91	4,70	21,26	5,08	1,34	1,16	0,53	66,12	5,33
DH 2439	72,76	0,21	13,62	0,16	1,16	0,89	5,11	389,43	67,96	30,86	34,91	4,80	21,87	4,47	1,37	1,18	0,14	65,77	5,73
DH 2416	71,46	0,22	13,70	0,62	1,16	0,56	5,22	381,17	77,21	30,89	36,08	4,90	22,06	4,67	1,36	1,23	0,53	66,96	4,94
DH 2463	73,42	0,08	13,17	0,66	1,38	0,62	4,70	442,14	18,77	9,86	6,68	2,23	5,30	30,43	1,26	1,14	0,48	16,54	23,56
DH 2348	73,42	0,21	14,08	0,73	1,91	0,78	5,20	369,57	62,84	64,22	48,99	4,00	16,91	5,15	1,40	1,22	0,38	113,21	5,88
DH 2345	72,84	0,22	13,56	0,64	0,84	0,91	4,90	350,57	72,59	52,72	37,84	4,50	17,78	4,77	1,33	1,14	0,76	90,56	4,83
DH 2107/3	71,62	0,23	13,50	1,05	0,24	0,62	5,30	380,65	69,77	35,62	33,24	5,30	20,20	8,87	1,36	1,22	4,38	68,86	5,46
DH 2404	73,50	0,21	12,40	0,93	1,41	0,36	5,52	405,82	44,22	32,37	39,76	4,70	20,42	5,33	1,25	1,17	0,66	72,13	9,18
DH 2446	72,26	0,28	13,81	0,90	1,59	0,78	4,62	387,71	74,36	29,14	31,51	5,40	26,55	29,84	1,40	1,22	0,57	60,65	5,21
DH 2334	72,26	0,18	13,79	1,25	1,28	0,63	5,12	446,43	49,44	21,70	24,24	4,00	13,82	6,91	1,37	1,23	0,98	45,94	9,03
DH 2462	71,20	0,16	13,38	1,08	1,70	0,61	4,99	403,48	55,26	26,63	24,16	3,90	16,83	56,75	1,29	1,16	0,64	50,78	7,30
DH 2109	70,44	0,17	12,98	0,64	0,84	0,63	5,31	417,88	29,84	16,32	7,37	2,10	4,67	17,18	1,24	1,12	0,76	23,69	14,00
DH 2302/1	71,30	0,21	14,30	0,16	1,16	0,75	4,77	390,88	56,69	7,39	4,13	3,20	1,78	6,31	2,44	1,98	0,14	11,52	6,89
DH 2331	72,76	0,23	13,73	0,66	1,38	0,65	5,49	352,81	86,44	26,09	32,24	4,40	18,80	6,78	1,31	1,17	0,48	58,33	4,08

Nguồn số liệu: phân tích tại Viện địa chất Viễn đông, CHLB Nga, 2018 [9]

Kết quả này cũng được khẳng định bởi biểu đồ 3 cấu tử CaO-Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O của Pokalov V.T. (Hình 3.8). Bằng biểu đồ 2 cấu tử Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO – SiO<sub>2</sub> của D. Taylor (Hình 3.7) có xu hướng tương tự.

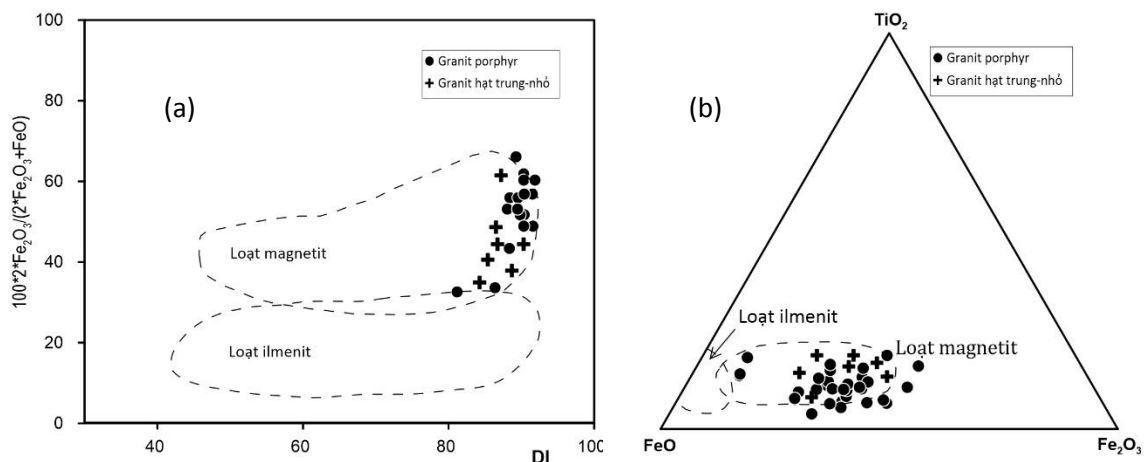
Trên biểu đồ cấu tử (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO) – (Rb/Sr) của Blevin. P.L, (2004) cho thấy granitoid khối Ngọc Tụ chủ yếu thuộc loạt magnetit và liên quan với các mỏ khoáng sản W-Mo, chỉ có ít rơi vào trường ilmenit để liên quan với Sn (Hình 3.9).



Hình 3.9: Biểu đồ sinh khoáng granitoid theo Blevin. P.L, (2004); (A) theo độ oxy hóa khử và (B) theo độ phân dị

### 3.3. Môi trường oxy hóa - khử của granitoid khối Ngọc Tụ

+ Dựa vào mối tương quan giữa Fe và chỉ số phân dị (DI) hay tương quan giữa Fe -Ti, granitoid khối Ngọc Tụ nằm trong trường magnetit (Hình 3.10), tương ứng với kiểu granit oxy hóa. Tổng hợp kết quả giải đãi cho thấy này có hàm lượng các khoáng vật magnetit và ilmenit. (Bảng 3.6)



Hình 3.10: Biểu đồ phân chia các loạt ilmenit và magnetit các đá granitoid khối Ngọc Tụ theo Tsuesue và Ishihara (1972)

Bảng 3.6: Kết quả phân tích mẫu giã đỏi trong granitoid khối Ngọc Tụ

STT	Số hiệu mẫu	Trọng lượng phân tích (g)	Phần tử cảm			Phần điện từ									
			Trọng lượng (g)	Mangetit	Khoáng vật lẫn	Trọng lượng (g)	Ilmenit	Mangetit	Mica	Thạch anh	Silimanit	Chlorit	Thạch anh - sét	Monazit	Biotit
1	GĐ.6009	42,7	42,7	6,9	98	2	9		20			7,8	vh		
2	GĐ.4119/2	40,1	40,1	0,1	95	5	1,9	57	5	5		17,6	vh		
3	GĐ.6131/2	188,8	47,2	0,3	70	30	5,1		15	69	3	18,5			
4	GĐ.6086	181,4	90,7	21	90	10	5		20	50		9,7			2
5	GĐ.6131/1	153,2	38,3	0,5	80	20	4,7		25	63	8	7,0			
6	GĐ.5099	130	32,7	2,5	95	5	6,6			93		4,6	1		
7	GĐ.5160	67,2	33,6	2,2	70	30	26,3			95		2,1	33		22
8	GĐ.5100/1	33,4	33,4	1,7	55	45	11,2			100		6,8			5
9	GĐ.5109	17,2	17,2	2,0	45	55	1	25		75		0,2	vh		
10	GĐ.4119/5	21,75	21,75	1,0	50	50	1,2			86		1,75	vh		
11	GĐ.4001	31,7	31,7	5,1	35	65	22,8			93		0,8	10		
12	GĐ.5117/1	22,7	22,7	0,9	40	60	12,3			98		2,8	vh		
13	GĐ.5126	40,3	40,3	2,0	40	60	2,7		40	59		0,1	2		
14	GĐ.6117/1	32,7	32,7	2,0	50	50	4,5		20	79		0,6	20		

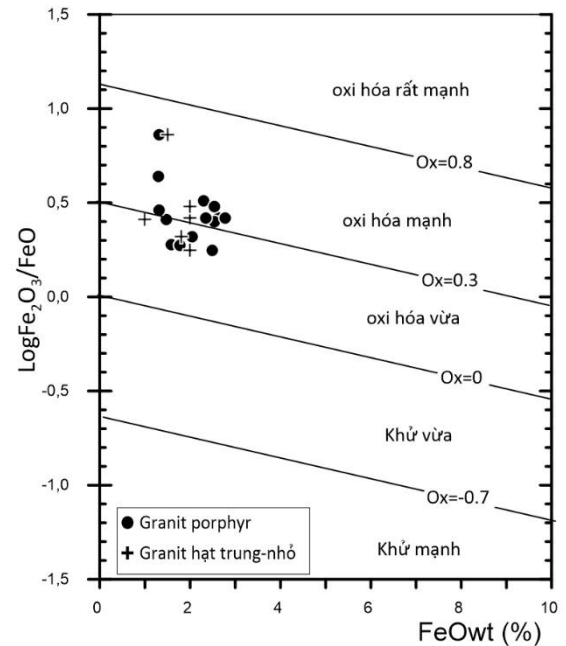
Nguồn số liệu: Tổng hợp kết quả phân tích của Nguyễn Trường Giang [2]

Dựa vào tương quan  $Fe^{2+} - Fe^{3+}$ : Đối với granitoid khối Ngọc Tụ có tính oxy hóa vừa đến và oxy hóa mạnh (Hình 3.11). Đá granitoid của khối đều biểu hiện chlorit hóa, muscovit hóa, sericit hóa, kiềm hóa, epidot hóa. Vì vậy, Ngọc Tụ biểu hiện môi trường oxy hóa là do các quá trình biến đổi magma về sau (biến đổi magma muộn, sau magma...), là tác nhân quan trọng cho quá trình tái phân bố vật chất tạo quặng.

Theo tỷ số  $Fe_2O_3/FeO$  cao, thường  $> 0,5$  (Bảng 3.7), thì granitoid khối Ngọc Tụ có đặc trưng cho môi trường oxy hóa.

Bảng 3.7: Tỷ số  $Fe_2O_3/FeO$  trong granitoid khối Ngọc Tụ

Tên đá	$Fe_2O_3$	FeO	$Fe_2O_3/FeO$
Granit porphyr	0,47	0,32	1,47
Granit porphyr	1,06	1,22	0,87
Granit porphyr	0,84	0,9	0,93
Granit porphyr	0,86	1,4	0,61
Granit porphyr	1,46	1,22	1,20
Granit porphyr	1,38	1,44	0,96
Granit porphyr	1,32	0,89	1,48
Granit hạt trung- nhỏ	1,56	2,88	0,54
Granit hạt trung-nhỏ	0,92	1,12	0,82
Granit hạt trung-nhỏ	0,85	1,07	0,79
Granit hạt trung-nhỏ	0,81	1,58	0,51
Granit hạt trung-nhỏ	0,89	1,67	0,53
Granit hạt trung-nhỏ	0,9	1,57	0,57

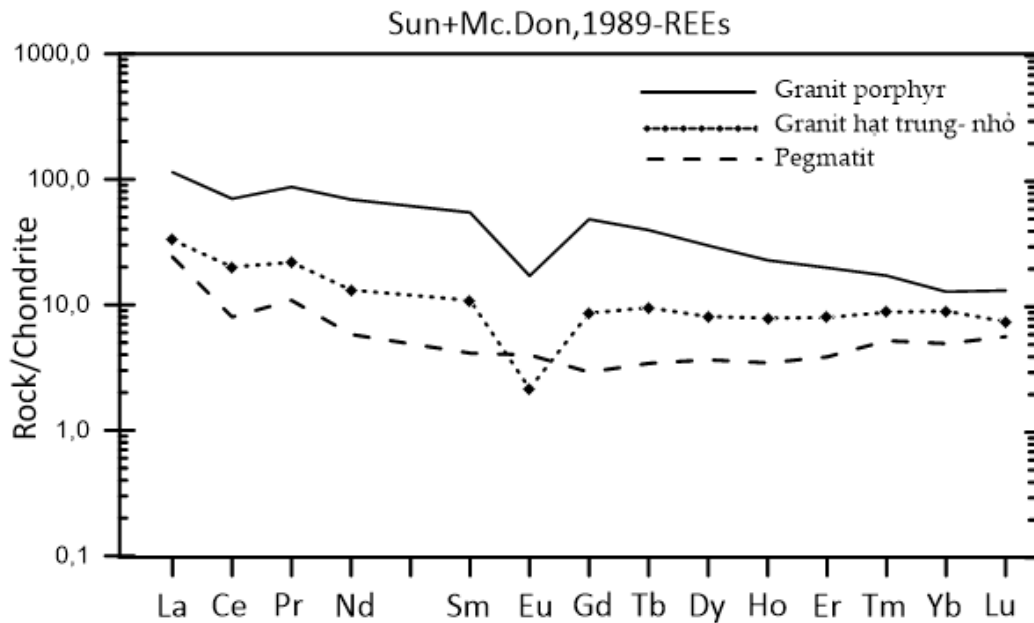


Hình 3.11: Biểu đồ trạng thái oxy hóa - khử theo Blevin. P.L, (2004)

+ Các nghiên cứu của Henderson P. (1984)[25] tập trung nghiên cứu nhóm nguyên tố vết đa hóa trị để xác định trạng thái oxy hóa khử của magma muộn - sau magma, do các điều kiện thứ sinh tác động gồm các nguyên tố: Ce, Eu, Tb, Yb, Tm. Tuy nhiên, mức độ oxy hóa khử phải biến đổi mạnh mới có thể làm thay đổi tính chất của các nguyên tố này, đặc biệt môi trường khử rất lớn mới có thể thay đổi hóa trị của Yb.

Trong granit porphyr, granit hạt trung - nhỏ và pegmatit đã phản ánh rõ có quá trình oxy hóa của granit với đặc trưng xuất hiện cả dị thường âm Ce và Eu (Hình 3.12). Granit hạt trung - nhỏ này phân bố gần khu vực xuất hiện các mạch thạch anh - molipdenit chứa uraninit khu vực suối Đắk Manh - xã Đắk Rơ Nga. Đối với mạch pegmatit gần mỏ đá Ngọc Tụ (điểm quặng Mo-W) chỉ có dị thường Ce nhưng không có dị thường âm Eu (Hình 3.12) thể hiện điều kiện oxy hóa do các khí/chất bốc sinh sau tác động, phản ánh điều kiện thứ sinh gây ra hiện tượng này (quá trình oxy hóa liên quan với nhiệt dịch sau magma), quá trình này có vai trò quan trọng trong việc tái phân bố Mo, W, U và tạo khoáng. Tuy nhiên, đối với pegmatit ở đây còn xuất hiện

dị thường dương Tm nên có thể môi trường thành tạo magma này có tính oxy hóa, nó đặc trưng cho điều kiện oxy hóa của magma bị biến đổi.



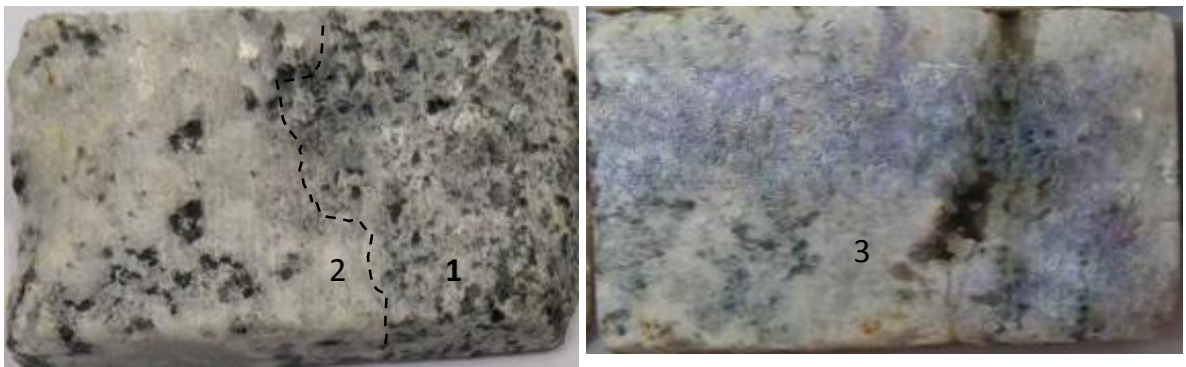
Hình 3.12: Biểu đồ phân bố nhóm nguyên tố đất hiếm

+ Thành phần chất lưu trong bao thể nguyên sinh của các kiểu đá granit porphyr sáng màu và granit hạt trung - nhỏ được phân tích trên thiết bị Ranman tại Viện Địa chất Viễn Đông, Phân viện của Viện Hàn lâm Khoa học LB Nga [9].

- Granit porphyr sáng màu gặp bao thể nguyên sinh trong nền khoáng vật thạch anh (Hình 3.13).

- Granit porphyr sáng màu chuyển tiếp từ đá kiểu thứ nhất (Hình 3.13) tại đới này trong bao thể nguyên sinh nằm trong khoáng vật thạch anh.

- Granit hạt trung- nhỏ sáng màu: kiểu đá này có ranh giới chuyển tiếp với đá granit porphyr sáng màu đã phát hiện được bao thể nguyên sinh.



Hình 3.13: Các loại đá granitoid khối Ngọc Tú để phân tích bao thể nguyên sinh

Các kết quả phân tích như sau:

- Phổ Raman xác định thành phần bao thể nguyên sinh trong khoáng vật thạch anh chứa CO<sub>2</sub> có sự thay đổi trong granitoid từ kiểu 1 có vị trí tại đới này bao thể nguyên sinh nằm trong khoáng vật thạch anh tồn tại CO<sub>2</sub> với mật độ 0,23 - 0,35 g/cm<sup>3</sup> từ 1283,7 cm<sup>-1</sup> đến 1387,0 cm<sup>-1</sup> sang kiểu 2 có vị trí nằm trong kiểu đá này phân bố độc lập, nằm xa ranh giới tiếp xúc với đá biến chất cũng gặp các bao thể nguyên sinh nằm trong khoáng vật thạch anh tồn tại với mật độ 0,15 - 0,25 g/cm<sup>3</sup> với dải phổ của CO<sub>2</sub> từ 1285 đến 1388,1cm<sup>-1</sup> và kiểu 3 vị trí bao thể nguyên sinh nằm trong khoáng vật thạch anh tồn tại với mật độ 0,17 - 0,28 g/cm<sup>3</sup> với dải phổ của CO<sub>2</sub> từ 1353 cm<sup>-1</sup>. (Hình 3.14)

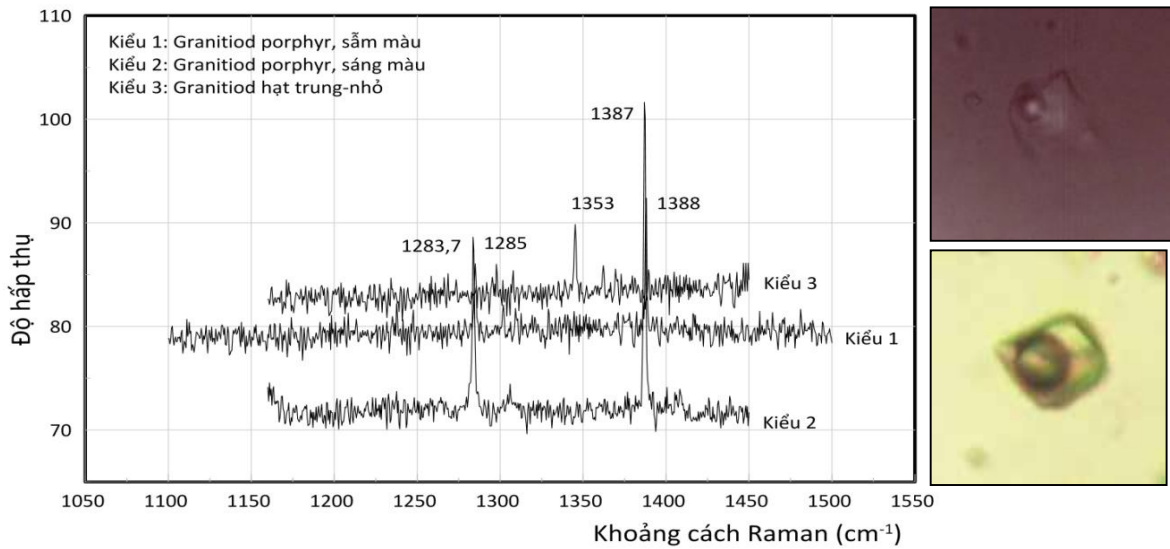
- Phổ Raman xác định thành phần bao thể nguyên sinh trong khoáng vật thạch anh chứa H<sub>2</sub>O ở thể lỏng các kiểu đá granitoid bao gồm: kiểu 1 gặp bao thể nguyên sinh trong nền khoáng vật thạch anh chứa H<sub>2</sub>O với dải phổ là 3625 cm<sup>-1</sup> ở thể khí sang kiểu 2 gặp bao thể nguyên sinh trong nền khoáng vật thạch anh chứa H<sub>2</sub>O thì dải phổ là 3575cm<sup>-1</sup> ở thể lỏng và kiểu 3 gặp bao thể nguyên sinh trong khoáng vật thạch anh tồn tại H<sub>2</sub>O có dải phổ 3625 cm<sup>-1</sup> ở thể lỏng. (Hình 3.15)

- Dải phổ bao thể nguyên sinh fluorapatite (Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F) được bao quanh bởi tinh thể thạch anh của các kiểu đá granitoid bao gồm: kiểu 1 tại vị trí gặp bao thể nguyên sinh giàu F - fluorapatite (Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F) trong tinh thể thạch anh có dải phổ: 464 → 963,2cm<sup>-1</sup>, kiểu 2 tại vị trí gặp bao thể nguyên sinh giàu F - fluorapatite (Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F) trong tinh thể thạch anh có dải phổ: 429 → 465 → 965 cm<sup>-1</sup>. (Hình 3.16)

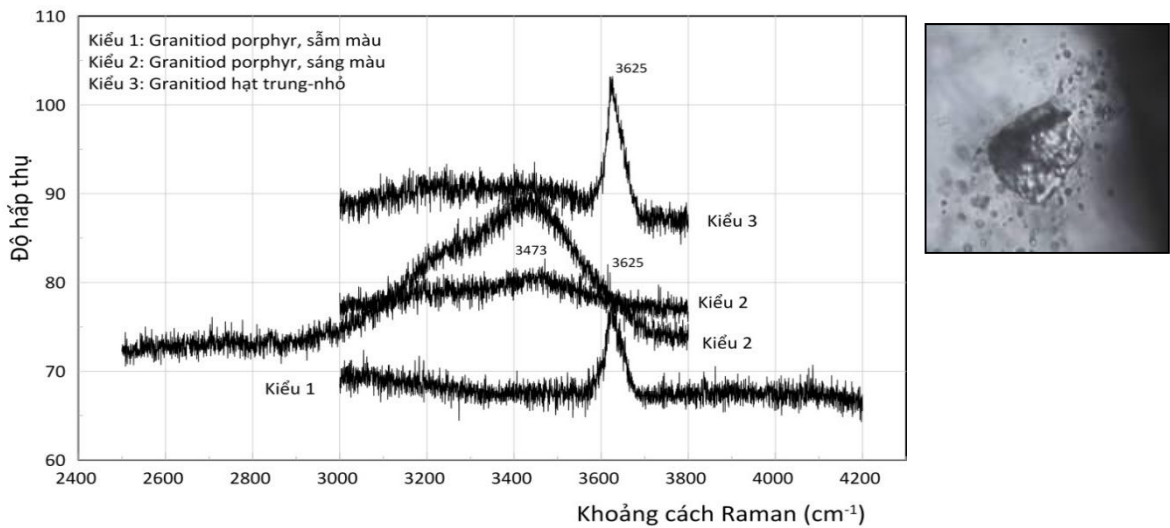
Những kết quả trên cho thấy, trong đá granitoid khối Ngọc Tụ từ kiểu đá thứ nhất lên kiểu thứ 2, 3 có sự gia tăng thành phần và nồng độ chất lưu trong bao thể nguyên sinh, cụ thể giàu CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, thể hiện rõ tính oxy hóa của đá (Yves Moussallam, 2016; Ronald J. Bakker, Manish A. Mamtani, 2000[34]). Ngoài ra, sự xuất hiện của các bao thể giàu F đặc trưng cho thành phần chất bốc và granit hạt trung - nhỏ sinh sau biểu hiện tăng thành phần H<sub>2</sub>O trong bao thể nguyên sinh.

Như vậy, các kết quả nghiên cứu về môi trường magma cho thấy granitoid khối Ngọc Tụ có môi trường oxy hóa vừa đến mạnh. Môi trường này đặc trưng cho sinh khoáng Mo, W, U mà không thuận lợi cho hình thành các mỏ Sn [26,27].

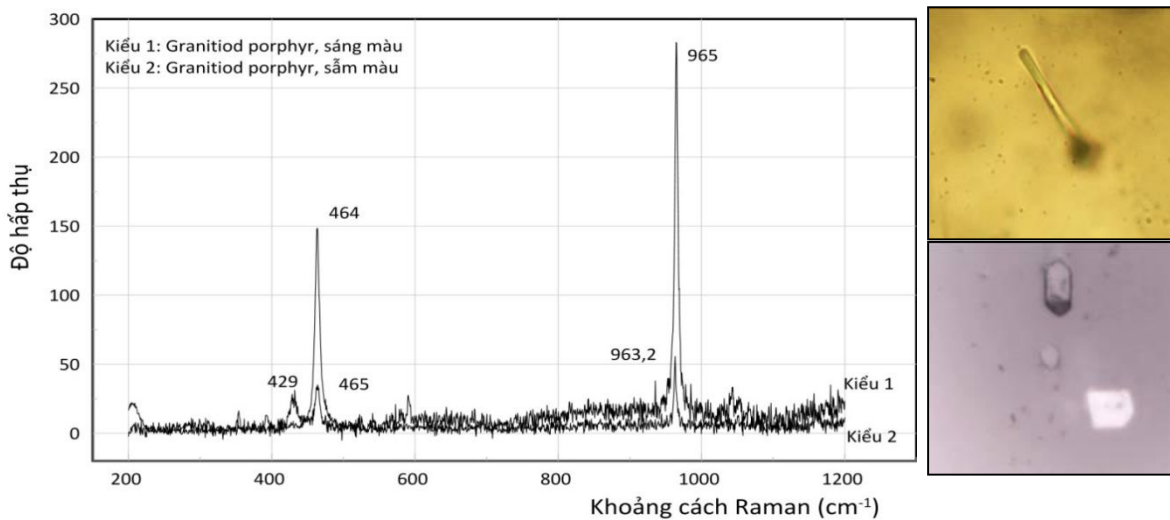




Hình 3.14: Phổ Raman xác định thành phần bao thể nguyên sinh trong khoáng vật thạch anh chứa CO<sub>2</sub> các kiểu đá granitoid khối Ngọc Tú.



Hình 3.15: Phổ Raman xác định thành phần bao thể nguyên sinh trong khoáng vật thạch anh chứa H<sub>2</sub>O ở thể lỏng các kiểu đá granitoid khối Ngọc Tú.



Hình 3.16: Dải phổ bao thể nguyên sinh fluorapatite (Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F) được bao quanh bởi tinh thể thạch anh của các kiểu đá granitoid khối Ngọc Tú.

### 3.4. Đặc điểm khoáng hóa liên quan đến granitoid khối Ngọc Tụ

Các công trình nghiên cứu [2,3,4,6,8] đã xác nhận điểm khoáng hóa, quặng hóa molipdenit trong nội granitoid khối Ngọc Tụ. Điểm khoáng hóa có hai khu vực là: 1- Điểm khoáng hóa molipdenit tại mỏ đá Ngọc Tụ; 2- Điểm khoáng hóa molipdenit Đắc Mạnh.

#### 3.4.1. Điểm khoáng hóa molipdenit tại mỏ đá Ngọc Tụ

##### a. Đặc điểm địa chất khoáng hóa

Điểm khoáng hóa nằm khu vực mỏ đá Ngọc Tụ, đá gốc có thành phần là granit porphyr sáng màu và sẫm màu, granit hạt trung - nhỏ.

Các mạch quặng molipdenit đi cùng khoáng vật sulfua xâm nhiễm theo các khe nứt với phương vị  $250-260 \angle 55-75$  và hệ thống các khe nứt phụ trong đá granit porphyr cùng đới biến đổi chông sericit hóa, chlorit hóa. Bên cạnh đó, molipdenit và các khoáng vật sulfua còn xâm tán trong đá granit, khoáng vật molipdenit ở đây với kích thước tinh thể quặng nhỏ hơn ở mặt các đới khe nứt.

##### b. Thành phần khoáng vật quặng

Đặc điểm khoáng vật quặng chủ yếu ở đây gồm: molipdenit, sheelit; khoáng vật thứ yếu gồm: Wolframit, pyrit, chalcopyrite, arsenopyrit, galenobismutin, mismutin; khoáng vật mạch: turmalin, thạch anh, chlorit, fluorit, sericit... (Ảnh 3.4).

- *Molipdenit*: phân bố theo 3 dạng: 1/ Theo mặt khe nứt - rìa mạch greizen hạt khá lớn quan sát rõ bằng mắt thường; 2/ Các khoáng vật molipdenit còn xuất hiện dưới dạng vi mạch trong các khe nứt nhỏ của đá granit bị biến đổi (Ảnh 3.3); 3/ Dạng sợi, vảy, xen kẹp giữa các tấm phi quặng và rải rác trong nền đá biến đổi muscovit hóa, sericit hóa sét hóa, chlorit hóa mạnh, thạch anh bị rửa lữa.... (Ảnh 3.1; Ảnh 3.2).

- *Scheelit*: phân bố rải rác dưới dạng các hạt tự hình, kích thước hạt 0,1-0,5mm, xâm tán rải rác trong nền mẫu.

- *Wolframit*: Gặp rải rác trong nền mẫu dưới dạng các hạt tự hình, xâm tán rải rác trong nền mẫu.

- *Pyrit*: gặp trong mẫu dạng hạt tự hình, kích thước hạt từ 0,1-0,7mm tạo thành đám ô xâm tán trong nền đá, chiếm khoảng 10% mẫu. Mắt thường cũng có thể quan

sắt được vài hạt pyrit tự hình trong mạch greizen và ít hơn là trong đá granitoid bị biến đổi sericit hóa, chlorit hóa, anbit hóa - cạnh mạch greizen (Ảnh 3.4) với kích thước 0,2 - 0,3 cm.

- *Chalcopyrit (Chp)*, *galenobismutin (Gb)*: gặp khoảng 5 - 12%, dạng hạt tha hình, kích thước hạt từ 0,1 - 0,5mm tạo thành đám ổ, phân bố trong khe nứt của phi quặng, tạo thành mạch xuyên cắt, định hướng theo phương cấu tạo của đá. Ngoài ra chúng còn tạo thành đám ổ nhỏ xâm tán rải rác trong phi quặng. Có chỗ galenobismutin và chalcopyrit gặm mòn thay thế pyrit (Ảnh 3.5). Trong galenobismutin xuất hiện ít bao thể bitmut tự sinh, kích thước < 0,05mm (Ảnh 3.4).

- *Sphalerit*: đi cùng với chalcopyrit và galenobismutin (Ảnh 3.5) còn có ít sphalerit (~ 1%) dạng hạt nhỏ, kích thước < 0,2mm bên trong có chứa nhũ tương chalcopyrit.

- *Arsenopyrit*: gặp vài hạt rải rác trong phi quặng, kích thước < 0,3mm.

- *Ilmenit*: có dạng tấm que, hạt, có tấm khoảng (0,4x2) mm xâm tán rải rác trong đới greizen và nền đá granitoid bị biến đổi. (Ảnh 3.6).

- *Pyrotin*: vài hạt tha hình, kích thước < 0,2mm xâm tán rải rác trong nền đá granitoid bị biến đổi (Ảnh 3.7).

Bảng 3.8: Thành phần khoáng vật trong đới khoáng hóa molipdenit theo các khe nứt dạng mạng mạch trong granitoid khu vực Ngọc Tụ[9]

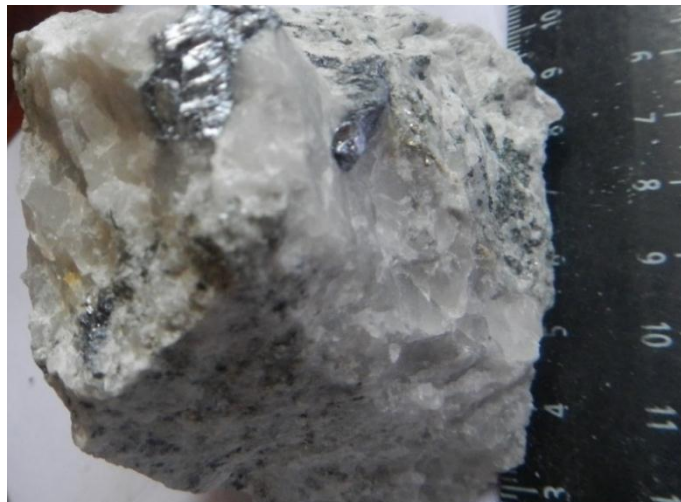
Khoáng vật Mức độ	Khoáng vật nguyên sinh		Khoáng vật thứ sinh
	Quặng	Mạch	
Chủ yếu	Molipdenit Sheelit	Thạch anh Muscovit	Limonit Scorodit
Thứ yếu	Wolframit, Pyrit Chalcopyrit Arsenopyrit Galenobismutin Mismutin	Turmalin, tàn dư feldpat Chlorit Sericit; Fluorit	Covenlin Malachit Azurit
Hiếm gặp	Sphalerit; Pyrotin Bismut tự sinh		
Nhiệt độ thành tạo	200 - 250 <sup>0</sup> C		



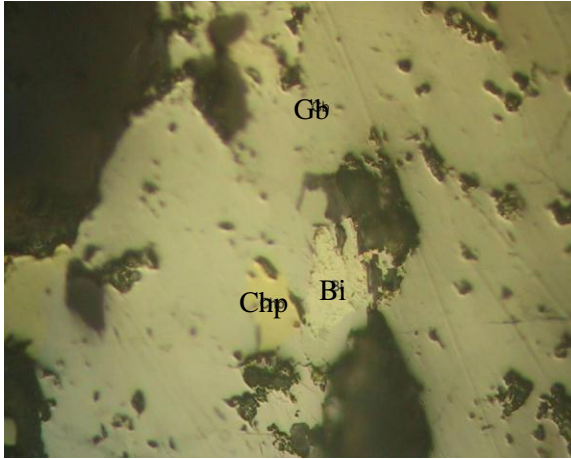
Ảnh 3.1: Molipdenit rìa mạch greizen yếu bị chông bởi sericit hóa, chlorit hóa (NT2303)(Ảnh: Nguyễn Văn Niệm, 2017)



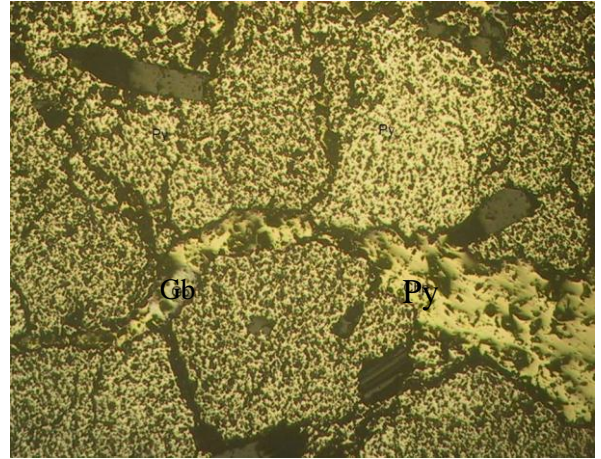
Ảnh 3.2: Molipdenit hạt trung - nhỏ xâm tán trong vi khe nứt của đá granit bị biến đổi sericit hóa, ít muscovit hóa; (NT2303/2) (Ảnh: Nguyễn Văn Niệm, 2017)



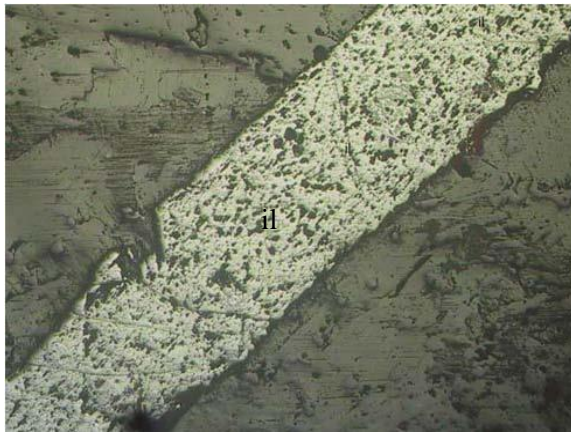
Ảnh 3.3: Molipdenit xâm tán trong đá granit porphyr khu vực mỏ đá Ngọc Tú (NT2304) (Ảnh: Vitali Gvozdev, 2017)



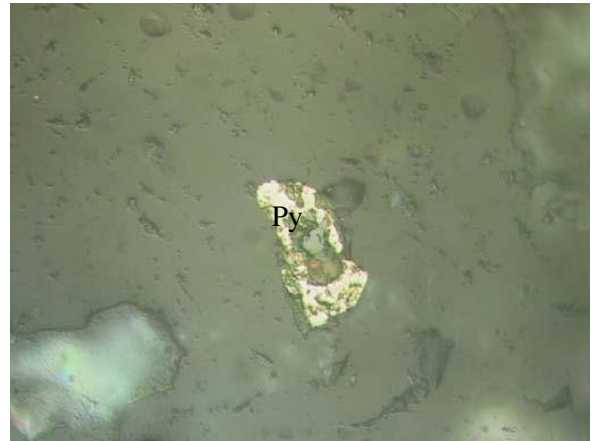
Ảnh 3.4: Bao thể bismut tự sinh trong galenobismutin (Mẫu KT2303 /2). Nicol (-) 500x. Chp, Bi, Gb.



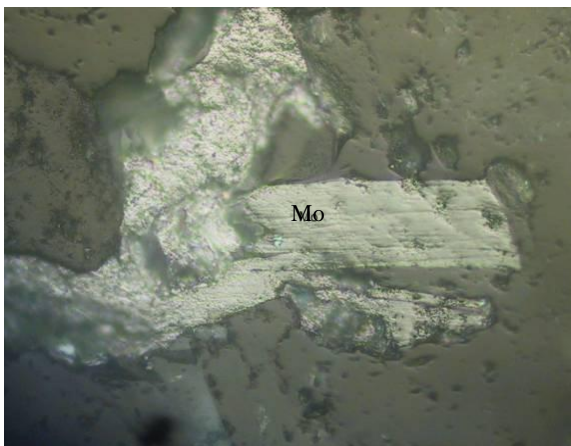
Ảnh 3.5: Galenobismutin và chalcopyrit gặm mòn pyrit (Mẫu KT2303/2). Nicol (-) 100x. Chp, Gb, Py



Ảnh 3.6: Ilmenit dạng que trong đới biến đổi chứa các hạt hematit (Mẫu KT2304. Nicol (-)100x



Ảnh 3.7: Pyrotin trong nền đá granit bị biến đổi. (Mẫu KT2304). Nicol (-)100x



Ảnh 3.8: Molipdenit xâm tán trong nền đá biến đổi (Mẫu KT2303/2 từ Ảnh 3.6). Nicol (-)100x



c, Thành phần hóa mạch quặng

Các mạch thạch anh dày khoảng 1- 1,5 cm chứa các vảy molipdenit kích thước lớn đạt 1 - 2cm nhưng thưa thớt. Mạch molipdenit hạt trung - nhỏ xâm tán trong vi khe nứt của đá granit bị biến đổi sericit hóa, ít muscovit hóa. Kết quả phân tích thành phần hóa quặng thấy hàm lượng như sau: Mo = 0,0291%, W = 0,152% (Bảng 3.9).

Bảng 3.9: Thành phần hóa mạch khoáng hóa molipdenit trong granitoid khu vực Ngọc Tụ (%tl)

Thành phần Số hiệu	Mo	Pb	Sn	W	Zn
DH2303/2	0,0189	0,0092	0,0039	0,0427	0,0017
DH2304	0,0291	0,0013	0,0022	0,1520	0,0037
DH2310/5	0,0142	0,0064	0,0019	0,0191	0,0082

Nguồn số liệu: Phương pháp ICP-MS tại Viện địa chất Viễn đông, CHLB Nga [9]

d, Thành phần hóa khoáng vật quặng: Molipdenit xuất hiện trên bề mặt thạch anh của đá granit (bên cạnh đới đá granit bị sericit hóa, sét hóa, chlorit hóa, epidot hóa, anbit hóa, ít muscovite hóa) có cỡ hạt 0,05 - 0,1mm. Theo kết quả phân tích thành phần khoáng vật molipdenit còn thấy tồn tại Pb (0,22%) đi kèm (Bảng 3.10).

Bảng 3.10: Thành phần đơn khoáng molipdenit trên nền thạch anh điểm khoáng hóa molipdenit trong granitoid khu vực Ngọc Tụ (%tl)

Thành phần Khoáng vật	Mo	S	Pb	Tổng
Molipdenit	59,86	39,32	0,22	99,40

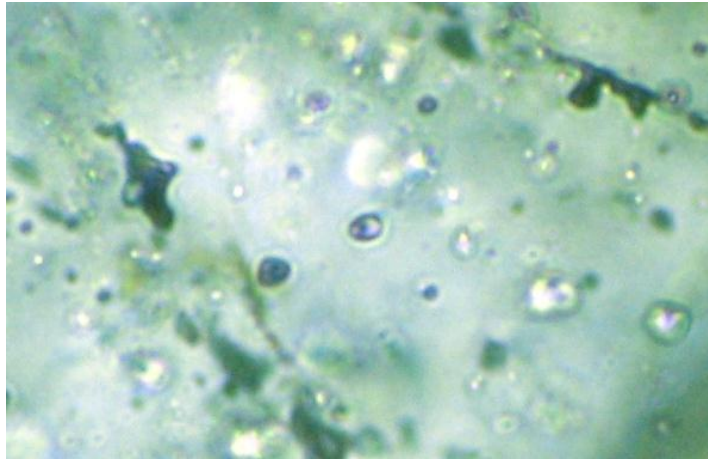
Nguồn số liệu: phân tích tại Viện địa chất Viễn đông, CHLB Nga, 2018 [9]

Sự phân đới về thành phần khoáng vật quặng ở đây cũng thể hiện rõ theo chiều ngang: 1/ Molipdenit hạt nhỏ hầu hết xâm tán trong đá granitoid bị biến đổi sericit hóa, chlorit hóa; 2/ Trong trung tâm đới biến đổi sẫm màu gồm muscovit hóa, sericit hóa, thạch anh hóa, giàu chlorit và đới biến đổi sáng màu (do hàm lượng chlorrit, epidot giảm hẳn) (greizen dạng mạch bị biến đổi chông) đa phần chỉ xuất hiện khoáng hóa sulfua của Cu, Pb, Zn, Fe, Bi..., cùng ilmenit chứa các hạt hematit tách từ dung dịch cứng hay sphalerit chứa nhũ tương chalcopyrit; 3/ Tại rìa đới biến đổi nêu trên trong hệ thống các khe nứt phương vị 250-260  $\angle$  75-55 thấy molipdenit dạng vảy đặc trưng, kích thước lớn.

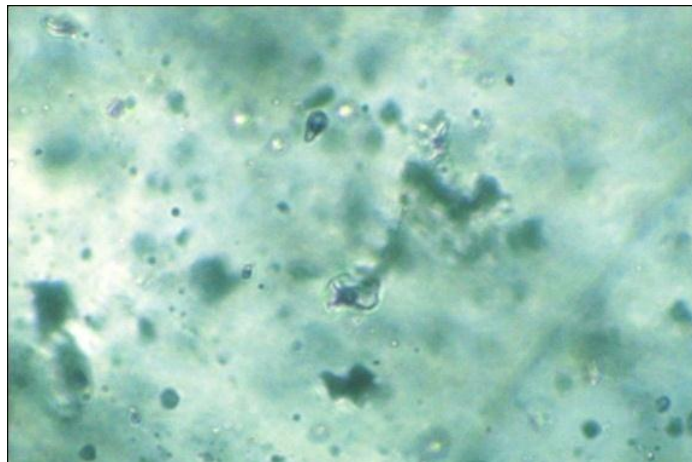
- Kết quả phân tích đồng hóa bao thể tại Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản cho thấy quặng hóa thạch anh- molipdenit có mật độ bao thể lỏng - khí cao (thành phần lỏng chiếm 80 - 90%, khí 10 - 20%), nhiệt độ thành tạo 200 - 250°C (Ảnh 3.9).

- Giai đoạn nhiệt dịch có nhiệt độ thành tạo đạt khoảng 275°C (Ảnh 3.10) đặc trưng cho quặng wolframit đi kèm turmalin. Thành phần turmalin tại đới này có thể là nguồn thứ sinh, không đặc trưng cho đới greizen vòm đỉnh liên quan với Sn; biểu hiện cho giai đoạn muộn của quá trình greizen hóa, kết thúc quá trình thành tạo Sn-W.

- Giai đoạn khí hóa - nhiệt dịch đặc trưng cho quặng thạch anh - pyrit - molipdenit với các bao thể khí - lỏng chiếm 70-80% và nhiệt độ đồng hóa 370 - 385°C, hiếm gặp. Nhiệt độ này có thể biểu hiện cho giai đoạn bắt đầu sinh khoáng molipdenit.



Ảnh 3.9: Bao thể lỏng - khí, hình tròn, ovan, nhiều cạnh. Thành phần các pha: lỏng 80-90%, khí 10 - 20%. Nhiệt độ đồng hoá: 200 - 250°C[9].



Ảnh 3.10: Bao thể lỏng - khí, hình tròn, ovan, nhiều cạnh. Thành phần các pha: 70 - 75% lỏng, 25 - 30% khí. Nhiệt độ đồng hoá khoảng: 275°C[9]

### 3.4.2. Điểm khoáng hóa molipdenit Đắk Manh

#### a. Đặc điểm địa chất khoáng hóa

Điểm khoáng hóa molipdenit mới, khu vực Đắk Manh, xã Đắk Rơ Nga[9] có dạng mạch (thạch anh - molipdenit, molipdenit dạng hạt nhỏ đến vảy lớn) xuyên cắt đá granit porphyr cùng phương  $350^\circ$ . Tại đây gặp các loại đá granit biotit hạt trung - nhỏ, sáng màu có quan hệ chuyển tiếp và chưa thấy các biểu hiện mạch nhiệt dịch xuyên cắt loại đá này.

- Hệ thống khe nứt chứa quặng có phương  $350^\circ$  bị các khe nứt sinh sau phương  $40^\circ$ ,  $80^\circ$  làm xô dịch rất rõ. (Ảnh 3.11)

- Khoáng hóa này liên quan chặt chẽ với điều kiện cấu trúc kiến tạo khá rõ, chúng liên quan với đới đứt gãy và siết ép kiến tạo do hệ thống đứt gãy tạo ra. Tuy nhiên, mạch quặng có molipdenit hạt nhỏ (Đắk Rơ Nga, Ảnh 3.11) phân bố trong đới siết ép mạnh mẽ nhất, khu vực xuất hiện cả dải khoáng vật fluorit màu tím theo các khe nứt của đứt gãy địa phương dọc suối Đắk Manh. Ngoài ra, còn gặp mạch bezerit dày khoảng 17 cm, kéo dài vài mét với thành phần molipdenit hạt nhỏ nghèo ở suối thủy điện Đắk Rơ Sa.

- Còn mạch quặng có molipdenit hạt lớn (Ảnh 3.11), dạng hoa hồng phân bố xa đới siết ép này nhưng vẫn thuộc đới cấu trúc kiến tạo thuận lợi.

Liên quan với kiểu mạch thạch anh - molipdenit hạt nhỏ là đới biến đổi chông: berezit hóa, sericit hóa, argilit hóa, ít muscocit hóa, anbit hóa.

#### b. Thành phần khoáng vật quặng.

Đặc điểm khoáng vật quặng chủ yếu ở đây gồm: molipdenit, sheelit; khoáng vật thứ yếu gồm: Wolframit, pyrit, chalcopyrite, arsenopyrit, galenobismutin, mismutin; khoáng vật mạch: turmalin, thạch anh, chlorit, fluorit, sericit...

- *Molipdenit*: Phổ biến hơn cả, đạt đến 8% toàn mẫu vật. Chúng có dạng tấm vảy tha hình, vảy nhỏ, tạo thành các đám ổ nhỏ, phân bố rải rác trong nền mẫu. Kích thước hạt 0,01-0,5 x 1mm, có chỗ tạo thành ổ 2-3mm (Ảnh 3.11).

- *Scheelit*: Gặp rải rác trong nền mẫu dưới dạng các hạt tự hình, kích thước hạt 0,1-0,5mm, xâm tán rải rác trong nền mẫu.

- *Galenobismuthin*: Có dạng hạt nhỏ, tạo thành các đám ổ nhỏ phân bố rải rác trong nền mẫu. Kích thước hạt từ 0,01 - 0,5mm, tạo thành các đám ổ vài mm. Có chỗ chúng xen lẫn cùng pyrit.



- *Pyrit*: Số lượng không nhiều, dạng hạt tự hình, xâm tán rải rác trong nền mẫu. Kích thước hạt 0,01 - 1,5mm. Có chỗ chúng tạo thành chuỗi hạt kéo dài.

- *Chalcopyrit*: Có ít, chúng có dạng hạt nhỏ tha hình, kích thước hạt 0,01-0,3mm, phân bố xen lẫn với galenobismuthin và molipdenit

- *Ilmenit*: Có ít, gặp một số hạt nhỏ tự hình, kích thước hạt 0,1 - 0,3mm, xâm tán rải rác trong nền mẫu. Bị biến đổi thành leucoxen ở phần rìa hạt hoặc trên bề mặt hạt. Khoáng vật này chủ yếu gặp trong mạch molipdenit - pyrit (nền giàu thạch anh, feldspat bị biến đổi, ít mica).

- *Turmalin* cũng xuất hiện trong các mạch quặng này.

Bảng 3.11: Thành phần khoáng vật trong đới khoáng hóa molipdenit theo các khe nứt dạng mạng mạch trong granitoid khu vực Ngọc Tú[9]

Khoáng vật Mức độ	Khoáng vật nguyên sinh		Khoáng vật thứ sinh
	Quặng	Mạch	
Chủ yếu	Molipdenit Sheelit	Thạch anh Muscovit	Limonit Scorodit
Thứ yếu	Pyrit Chalcopyrit Arsenopyrit Galenobismutin Mismutin	Turmalin, tàn dư feldspat Chlorit Sericit; Fluorit	Covenlin Malachit Azurit
Hiếm gặp	Sphalerit; Pyrotin Bismut tự sinh		
Nhiệt độ thành tạo	203 - 250 <sup>0</sup>		

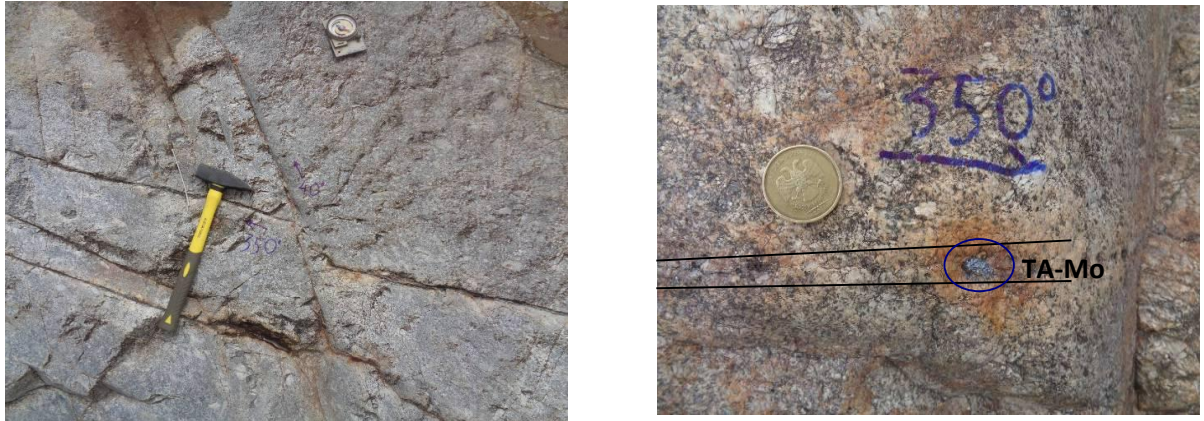
*c. Đặc điểm thành phần hóa quặng*

Kiểu này xuất hiện với các mạch thạch anh chứa quặng dày 3 - 4 cm, xuyên cắt granitoid porphy, kéo dài phương 350<sup>0</sup> chứa các vẩy molipdenit kích thước lớn đạt 1 - 2 cm. Thành phần: Mo = 0,314%, W = 0,1446% (Bảng 3.12) (phương pháp ICP-MS tại Viện địa chất Viễn đông, CHLB Nga) [9].

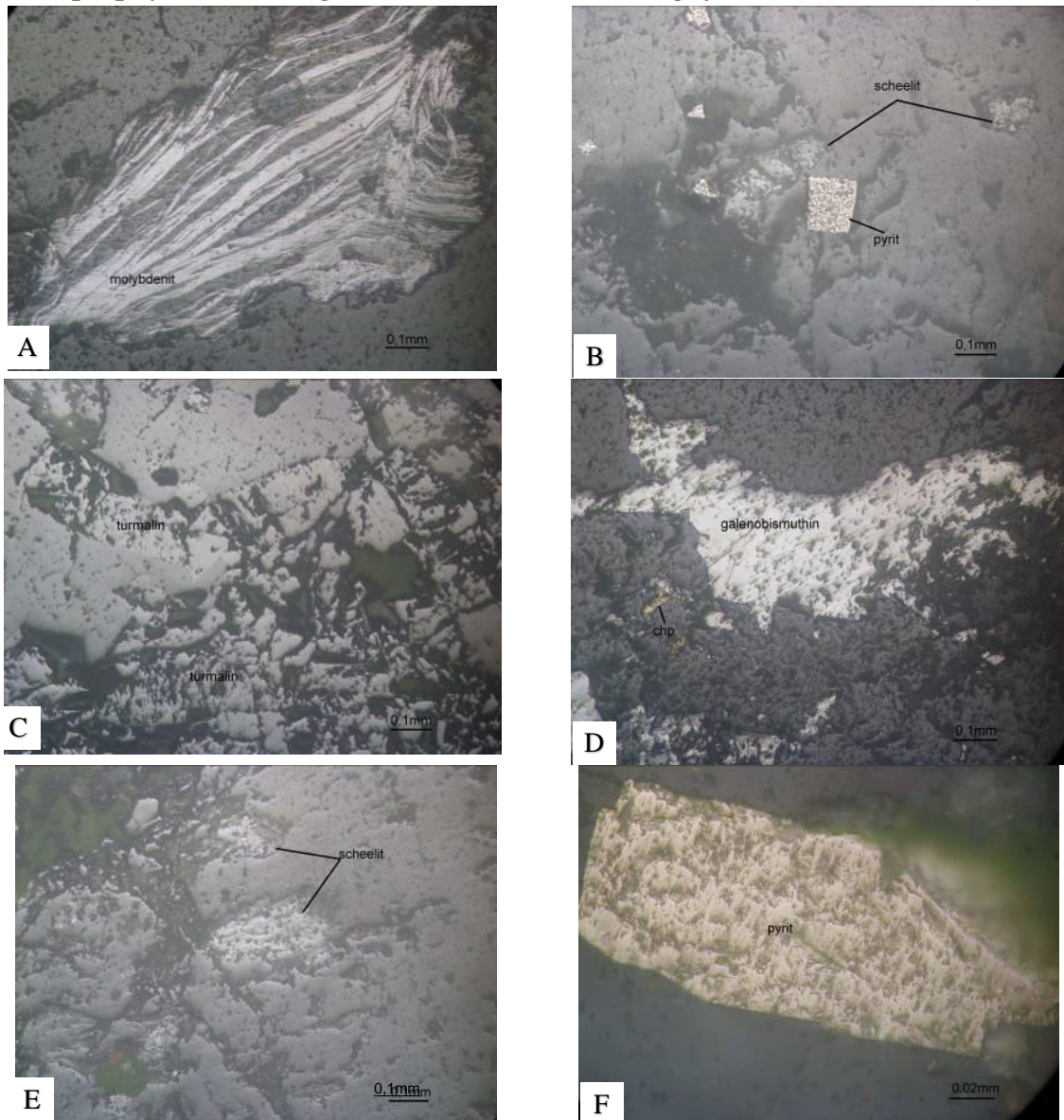
Bảng 3.12: Thành phần hóa mạch khoáng hóa molipdenit trong granitoid khu vực Ngọc Tú (%tl)

Số hiệu Thành phần	Mo	Pb	Sn	W	Zn
	DH 2107/2	0,314	0,017	0,003	0,144
DH2306/3	0,063	-	0,062	0,137	-
DH2305/2	0,384	0,03	0,003	0,126	0,045

Nguồn số liệu: Phương pháp ICP-MS Viện địa chất Viễn đông, CHLB Nga [9]



Ảnh 3.11: Hệ thống khe nứt chứa mạch thạch anh - molipdenit xuyên cắt đá granit porphyr khu vực Ngọc Tú. (NT2305) (Ảnh: Nguyễn Văn Niệm, 2017)



Ảnh 3.12: Các khoáng vật quặng trong mạch thạch anh - molipdenit (KT2305)  
 A- Khoáng vật molipdenit dạng vẩy; B-E-F- Khoáng vật sheelit đi cùng pyrit xâm tán rải rác nền đá; C- Khoáng vật turmalin xuất hiện trong mạch quặng; D - Khoáng vật chalcopyrit dạng hạt nhỏ tha hình đi cùng là galenobismutin.



Dựa trên kết quả phân tích Microsond đơn khoáng molipdenit ( $\text{MoS}_2$ ) được thể hiện ở bảng 3.14 và cho thấy hàm lượng urani trong khoáng vật này khá cao, từ 0,037 - 0,84% . Kết quả trên cho thấy các khoáng vật molipdenit ( $\text{MoS}_2$ ) thường chứa một lượng urani đáng kể. Theo Ivanov V.V. (1997)[38] thì urani thường có mặt trong một biến thể của khoáng vật molipdeni có tên gọi là jondisit của các mỏ Mo-U ở LB Nga (ở Nam Uran, Viễn Đông,...).

Bảng 3.14: Thành phần đơn khoáng molipdenit (%tl) ở đới khoáng hóa molipdenit granitoid khối Ngọc Tú

SHM	Khoáng	Mo	S	Mn	Ni	Co	U	Tổng
NT2305	Molipdenit	18,09	81,43	0,36	0,05	0,08	-	100
KT2305/3	Molipdenit1	17,87	81,45	-	-	-	0,68	100
	Molipdenit2	18,73	80,32	-	0,06	0,05	0,84	100
NT2307	Molipdenit	58,439	41,538	-	-	-	0,037	100

Nguồn số liệu: phân tích tại Viện địa chất Viễn đông, CHLB Nga, 2018 [9]

Kết quả nghiên cứu tuổi đồng vị oxy ( $\delta^{18}\text{O}$ ) [9] của thạch anh nhiệt dịch trong đới quặng thạch anh - molipdenit - sheelit ở bảng 3.15 cho giá trị  $\delta^{18}\text{O} = 9,1 - 12,8\%$ , theo Rollingson [30], đặc trưng cho nguồn magma granitoid của quặng. Đối sánh với nghiên cứu của Trần Trọng Hòa [4], thành phần đồng vị bền  $\delta^{34}\text{S}$  trong các khoáng vật quặng dao động từ  $-0,9\%$  đến  $+4,1\%$ , đặc trưng cho nguồn magma granit.

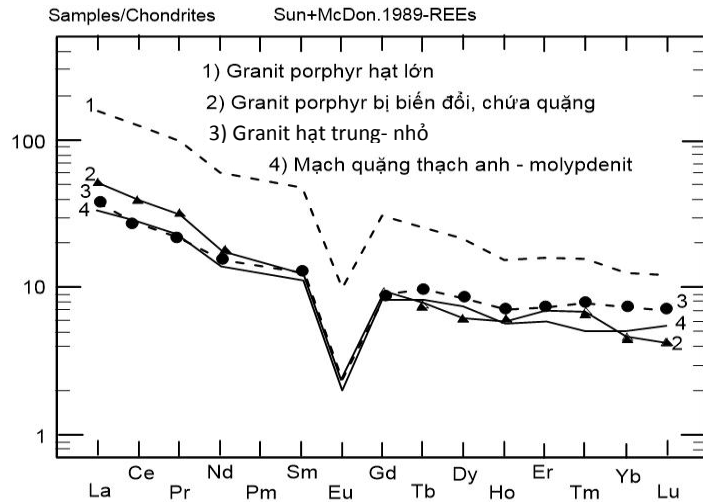
Bảng 3.15: Thành phần đồng vị oxy trong quặng molipdenit Ngọc Tú

TT	Mẫu	Kiểu quặng/đới biến đổi	Đơn khoáng	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ (%)	Sai số
1	R 2306/2	Mạch thạch anh - molipdenit-sulfua	Thạch anh nhiệt dịch	12,8	0,1%
2	NT 2324	Đới biến đổi chứa quặng molipdenit	Muscovit	9,1	
3	DV 2110/3	Mạch thạch anh - molipdenit	Thạch anh nhiệt dịch	11,7	0,1%

Nguồn số liệu: phân tích tại Viện địa chất Viễn đông, CHLB Nga, 2018 [9]

Đặc điểm phân bố các nguyên tố đất hiếm (Hình 3.18) trong mạch thạch anh - molipdenit và đới biến đổi cạnh mạch là giống nhau, có giá trị tương đồng với đá granit hạt trung - nhỏ khối Ngọc Tú. Thấy rằng dị thường dương Tm của đới biến đổi chứa quặng phần nào phản ánh điều kiện oxy hóa do biến đổi thứ sinh (magma muộn) của đá chứa quặng (granit porphyry) tạo điều kiện cho sự di chuyển Mo ra khỏi môi

trường đá gốc để tham gia vào dung dịch tạo quặng. Dạng đồ hình của nhóm nguyên tố đất hiếm trong đới quặng hóa khá trùng với đá granit hạt trung - nhỏ phân bố xung quanh.



Hình 3.18: Biểu đồ phân bố đất hiếm của đới quặng thạch anh - molipdenit so với đá granit hạt trung - nhỏ và granit porphyr hạt lớn khối Ngọc Tụ.

Kết quả phân tích đồng vị Re - Os trên khoáng vật molipdenit trong mạch thạch anh-molipdenit khu vực Ngọc Tụ của Trần Hoàng Vũ (2014)[20] cho tuổi  $238 \pm 1,7$  triệu năm. Đối chiếu với kết quả phân tích tuổi đồng vị bằng phương pháp U-Pb trên zircon  $240,51 \pm 0,8$  triệu năm và  $239,0 \pm 1,5$  triệu năm của Nguyễn Văn Niệm (2018)[9] cho granitoid Ngọc Tụ cho thấy quặng hóa molipdenit thành tạo muộn hơn chút ít, vào giai đoạn cuối của hoạt động magma Ngọc Tụ.

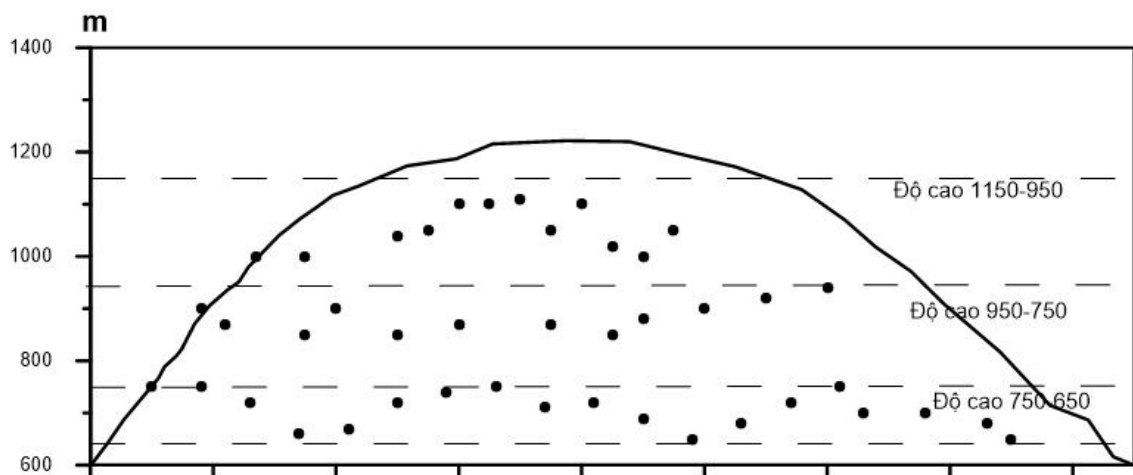
Kết quả nghiên cứu thành phần vật chất của khoáng hóa, nguồn dung dịch và tuổi của quặng hóa cho thấy quặng hóa đặc trưng cho granitoid khối Ngọc Tụ là thạch anh – molipdenit chứa sheelit, uraninit có liên quan nguồn gốc trực tiếp với magma granit của khối Ngọc Tụ và được thành tạo ở giai đoạn của quá trình hoạt động magma này.

Như vậy, tổng hợp các kết quả nghiên cứu đã nêu ở trên cho thấy **granitoid khối Ngọc Tụ có tính chuyên hóa sinh khoáng của Mo, W và U.**

## CHƯƠNG 4. ĐẶC ĐIỂM MỨC ĐỘ BỐC MÒN GRANITOID KHỐI NGỌC TỤ, KON TUM

### 4.1. Đặc điểm kiến trúc cấu tạo đá và biến thiên hàm lượng khoáng vật theo các mức độ cao

Xác định mức bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ dựa vào việc sử dụng các tiêu chí địa chất, thạch học, địa hóa và các tiêu chí khác phản ánh sự phân đới thạch học, địa hóa của khối xâm nhập. Như ở chương 2 đã trình bày, để đánh giá mức độ bóc mòn của granitoid khối Ngọc Tụ, luận án đã phân tập mẫu địa hóa đá gốc theo 3 nhóm theo các khoảng độ cao tuyệt đối là 1150-950m, 950-750m và 750-650m (Hình 4.1).



Hình 4.1: Mặt cắt phân bố các mẫu địa hóa đá gốc trên granitoid khối Ngọc Tụ

Kết quả khảo sát thực tế cho thấy: từ độ cao tuyệt đối 1150m xuống 950m chủ yếu là đá granit porphyr sáng màu, hạt porphyr có kích thước không đều, chiều dài của hạt feldpat dao động từ 1cm đến 4cm (Ảnh 4.1÷ Ảnh 4.2), đôi khi có hạt dài hơn 6cm (Ảnh 4.2). Thành phần granit porphyr chủ yếu là feldpat, nền là thạch anh, plagiocla, feldpat kali, biotit và muscovit. Khoáng vật phụ thường gặp là ortit, monazit, zircon, sphen (ít) và khoáng vật quặng (Bảng 4.1 và Bảng 4.2). Mặc dù, trong granit porphyr đã phát hiện có các thể tù đá lai tính (Ảnh 4.1 và Ảnh 4.2), nhưng tần suất bắt gặp thấp.

Mức độ cao 950- 750m gặp đá granit porphyr ban tinh đều hạt hơn (Ảnh 4.3 và 4.4) và các khoáng vật cũng thay đổi (Bảng 4.1 và Bảng 4.2). Mức độ cao 750-650m bắt gặp đá granit hạt đều, hạt có kích thước trung bình - nhỏ (Ảnh 4.5 và 4.6).



Ảnh 4.1: Granit porphyr chứa thể tù (Đắk Rơ Nga).  
Độ cao 960m (NT2428). (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2017).



Ảnh 4.2: Thể tù trong đá granit porphyr khối Ngọc Tú (Đắk Rơ Nga).  
Độ cao 900m (NT2421). (Ảnh: Vitali Gvozdev, 2017)



Ảnh 4.3: Granit porphyr khối Ngọc Tú (Đắk Rơ Nga)  
Độ cao 750m (NT2431). (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2018).



Ảnh 4.4: Đá granit porphyr. Độ cao 730m. (NT2428)  
(Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2018).



Ảnh 4.5: Granit porphyr sáng màu, suối Đắc Rơ Sa, Ngọc Tụ.  
Độ cao 654m. (NT2115) (Ảnh: Đỗ Đức Nguyên, 2017).



Ảnh 4.6: Mạch thạch anh – fluorit trong đá granit porphyr.  
Độ cao 650m (NT2302). (Ảnh Vitalii Gvozdev, 2017)



Ngoài ra, ở các bãi bồi dọc theo các nhánh suối chảy từ đỉnh Ngọc Tụ xuống như Đăk Rơ Sa và Đăk Rơ Nga cũng ghi nhận sự có mặt của cuội, tảng lẫn thành phần granit aplit sáng màu, đá phiến kết tinh. Một số tảng granit aplit có kích thước khá lớn, khoảng 1x1,5x2m. Thành phần các đá này rất đặc trưng cho các đá phần vòm đỉnh và bên trên đỉnh của khối granit.

Kết quả phân tích xác định hàm lượng khoáng vật (Bảng 4.1 và Bảng 4.2) cho thấy, theo mặt cắt đứng, từ dưới lên trên có sự gia tăng của các khoáng vật plagiocla, felspat kali, monazit và sự giảm dần hàm lượng apatit và ortit.

Hàm lượng của khoáng vật phụ apatit và ortit giảm dần phản ánh sự gia giảm có quy luật của Ca trong đá theo hướng từ dưới lên trên.

Bảng 4.1: Thành phần khoáng vật chính của đá theo các mức độ cao của khối

Mức độ cao (m)	Số lượng mẫu	Thành phần (%)				
		fk	pl	q	bi	mus
950-1150	9	34,2	35,3	25,0	3,0	1,1
		32,2	33,4	33,8	3,9	1,2
750-950	9	32,5	35,4	26,5	4,4	1,7
		33,2	34,7	32,3	2,8	1,3
650-750	12	24,6	28,5	25,8	3,6	1,7
		25,7	25,2	21,9	5,0	1,0
		28,8	33,2	25,2	3,8	1,7

Bảng 4.2: Thành phần khoáng vật phụ của đá theo các mức độ cao của khối

Khoảng độ cao lấy mẫu (m)	Số mẫu	Thành phần (%)								
		Orthit	Zircon	Monazit	Apatit	Sphen	Epidot	Rutil	Fluorit	Quặng
1150 - 950	7	ít		Vài hạt	Vài hạt	Vài hạt	ít	ít		
950 - 750	7	Vài hạt	Vài hạt	ít	1	1	ít		1	ít
750 - 650	8	5	Vài hạt		2	2	Vài hạt			Vài hạt

Như vậy, theo mặt cắt đứng, granitoid khối Ngọc Tụ đặc trưng bởi sự phổ biến đá granit porphyr, kích thước hạt porphyr không đều và có hạt rất lớn, trong đá granit porphyr bắt gặp thể tù của đá vây quanh nhưng với tần suất xuất hiện thấp, ở phần thấp của mặt cắt có sự xuất hiện của đá granit hạt trung – nhỏ. Đồng thời, từ dưới lên trên có sự biến đổi đơn hướng của các khoáng vật tạo đá và khoáng vật phụ.

#### 4.2. Đặc điểm phân đới đứng thạch hóa và biến thiên hàm lượng nguyên tố theo độ cao

Để làm rõ hành vi địa hóa và quy luật phân bố của các nguyên tố hóa học theo độ sâu phân bố, tương ứng với hành vi của chúng trong quá trình thành tạo khối granitoid, luận án sử dụng phương pháp và các công thức tính của Amshinsky N.N. (1973) như đã trình bày ở chương 2.

Bảng 4.3: Hàm lượng trung bình (%tl) các nguyên tố tạo đá của granitoid khối Ngọc Tụ theo các mức độ cao của khối

Khoảng độ cao lấy mẫu (m)	Thông số	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
1150-950 (trung bình 1050)	X	72,75	12,59	0,82	1,27	0,96	2,10	5,41	0,29	0,03	0,12	0,17
	S <sup>2</sup>	0,50	1,32	0,07	0,43	0,65	1,35	0,35	0,05	0,02	0,06	0,03
	V	0,01	0,11	0,08	0,34	0,68	0,64	0,06	0,16	0,54	0,50	0,16
950-750 (trung bình 875)	X	72,65	13,46	0,66	0,79	1,22	2,79	5,07	0,35	0,04	0,11	0,21
	S <sup>2</sup>	0,87	0,55	0,18	0,17	0,55	0,29	0,33	0,12	0,01	0,02	0,06
	V	0,01	0,04	0,27	0,21	0,45	0,11	0,07	0,33	0,21	0,22	0,29
750-650 (trung bình 700)	X	71,38	13,89	0,70	0,75	1,28	2,61	4,97	0,36	0,04	0,12	0,22
	S <sup>2</sup>	0,83	0,64	0,07	0,32	0,27	0,85	0,38	0,06	0,02	0,04	0,04
	V	0,01	0,05	0,11	0,43	0,21	0,33	0,08	0,18	0,62	0,47	0,20
Gradient trung bình “+” (dịch chuyển lên); “-” (dịch chuyển xuống)		+3,91	-3,72		+1,47	-0,93		+1,26	-0,20			-0,13

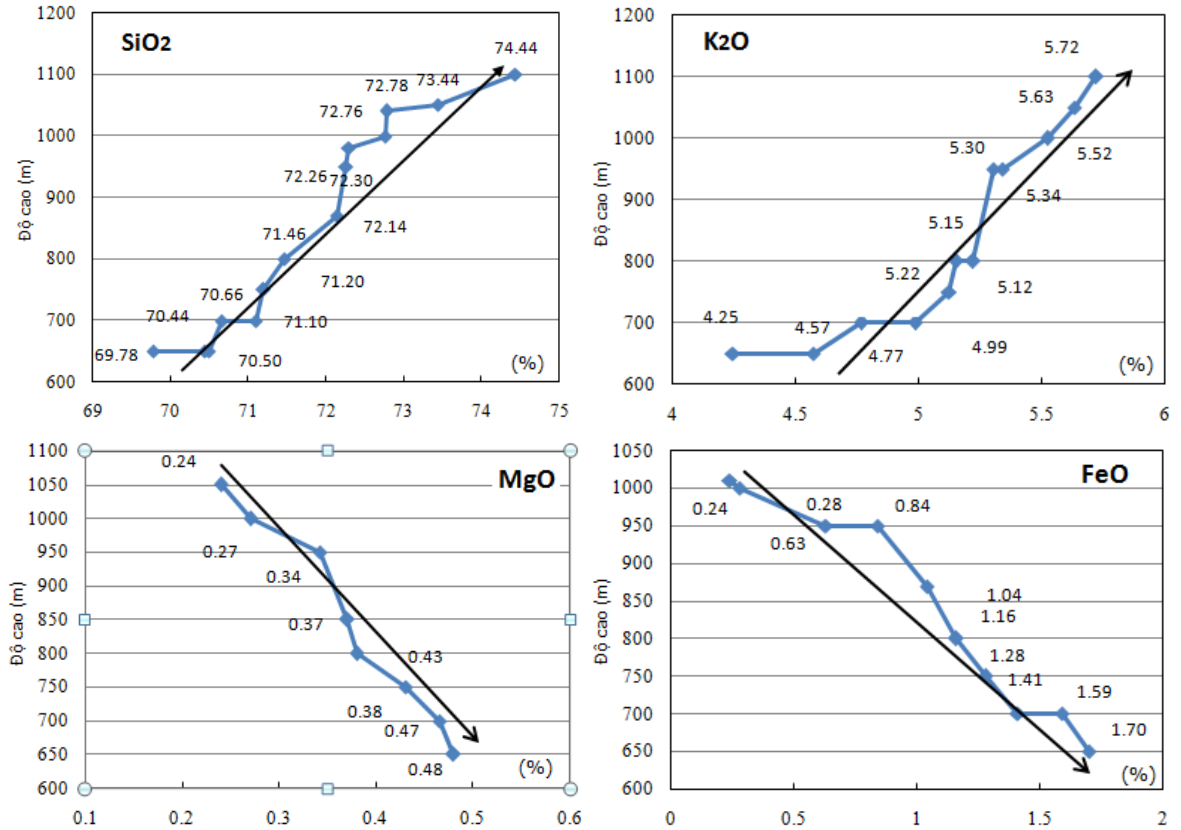
Kết quả tính toán hàm lượng của các nguyên tố tạo đá theo các mức độ cao ở bảng 4.3 và biến thiên hàm lượng của chúng theo chiều thẳng đứng (Hình 4.2) thể hiện rõ nét xu hướng biến thiên hàm lượng (%tl) từ dưới lên trên như sau:

*Xu hướng tăng:* Hàm lượng SiO<sub>2</sub> tăng từ 71,38 ở mức 700m lên 72,65 ở mức 875m và đạt 72,75 ở mức độ cao 1050m. Hàm lượng K<sub>2</sub>O tăng từ 4,97 → 5,07 → 5,41. Tương tự, cũng có xu hướng tăng là hàm lượng của Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,75 → 0,79 → 1,27.

*Xu hướng giảm:* Các thành phần thể hiện xu hướng giảm gồm có MgO, FeO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> và TiO<sub>2</sub>. Trong đó hàm lượng MgO giảm tuần tự từ 0,36 → 0,35 → 0,29; FeO giảm từ 1,28 xuống 1,22 và tới 0,96.

*Không có xu hướng rõ ràng* trong biến động hàm lượng là các thành phần CaO, Na<sub>2</sub>O, MnO và P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Như vậy, granitoid khối Ngọc Tú có đặc trưng thạch hóa bởi tổ hợp các oxyt dịch chuyển lên là  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  và  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  và dịch chuyển xuống là  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  và  $\text{TiO}_2$ .



Hình 4.2: Biến thiên hàm lượng (%tl) các nguyên tố theo độ cao

Kết quả tính toán hệ số phân đới thạch hóa theo mặt cắt đứng (Bảng 4.4) thể hiện rõ nét xu hướng giảm dần từ cao xuống dưới thấp của hệ số phân cực thạch hóa K1, hệ số axit-bazơ K2 và K3, hệ số kiềm - bazơ K4.

Sự phân bố quy luật của các nguyên tố tạo đá và hệ số phân đới thạch hóa cho phép tính toán gradient phân đới đứng cho 1km độ sâu (Bảng 4.3 và Bảng 4.4).

Hệ số được tính theo công thức sau:

$$g = [(X_{\text{trên}} - X_{\text{dưới}}) \cdot 100] / h$$

Trong đó, g – gradient;

X trên, X dưới là hàm lượng oxyt (%tl) ở mặt cắt trên và dưới  
h là chênh lệch độ cao (mét).

Bảng 4.4: Đặc trưng số theo Zavarishky và hệ số phân đối thạch hóa theo chiều đứng của granitoid khối Ngọc Tụ

Độ cao (m)	Đặc trưng số					Hệ số			
	a	c	b	s	Q	K1	K2	K3	K4
1150-950 (6 mẫu)	12,97	1,06	4,41	81,56	36,11	17,27	6,60	14,90	2,37
950-750 (8 mẫu)	13,17	0,84	4,95	81,04	34,89	16,69	6,18	14,35	2,34
750-650 (10 mẫu)	12,86	0,85	5,42	80,87	35,16	16,09	5,91	13,83	2,26
Gradient trung bình cho toàn khối Ngọc Tụ						5,12	2,83	4,57	0,89

Thông số địa hóa (hàm lượng trung bình, độ lệch, hệ số biến phân) và gradient của các nguyên tố vi lượng theo 03 khoảng độ cao được xác định bởi các mẫu địa hóa nguyên sinh, trong đó toàn bộ các mẫu này đã được phân tích hóa silicat và một số lát mỏng thạch học (Bảng 4.5). Theo dõi sự biến thiên hàm lượng trung bình của các nguyên tố vi lượng theo các mức độ cao cho thấy:

*Các nguyên tố dịch chuyển lên* gồm (15 nguyên tố): Be, Ga, La, Li, Nb, Sc, Rb, Hf, Re, Tl, Mo, Sn, W, Th, U.

*Các nguyên tố dịch chuyển xuống* gồm (6 nguyên tố): Cd, Cu, Cr, Co, Ni, V.

Nhóm nguyên tố không thể hiện xu hướng biến đổi quy luật theo các mức độ sâu là (10 nguyên tố): As, Ba, Ce, Ge, Pb, Sr, Ta, Y, Zn, Cs.

Kết quả tính toán ở bảng 4.3, 4.4 và 4.5 không chỉ phản ánh xu hướng biến thiên hàm lượng của các nguyên tố hóa học theo chiều sâu, mà còn phản ánh hành vi của chúng trong quá trình thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ. Kết quả tổng hợp đó cho phép thành lập bảng phân loại nguyên tố hóa học theo hành vi của chúng trong quá trình thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ (Hình 4.3).

Bảng 4.5: Thông số địa hóa và gradient các nguyên tố vi lượng (ppm) theo các mức độ cao của granitoid khối Ngọc Tụ

Độ cao (m)	1150-950			950-750			750-650			Gradient trung bình
	X	S <sup>2</sup>	V	X	S <sup>2</sup>	V	X	S <sup>2</sup>	V	
As	1,29	0,08	0,06	1,52	0,65	0,38	1,48	0,75	0,50	
Ba	264,83	125,80	0,48	333,88	43,27	0,13	323,34	110,39	0,34	
Be	7,25	1,82	0,35	7,16	4,31	0,60	5,18	1,96	0,38	+5,93

Cd	0,04	0,00	0,09	0,05	0,02	0,45	0,08	0,12	1,50	-0,11
Ce	70,57	17,70	0,25	72,53	27,78	0,38	43,24	28,16	0,65	
Co	2,33	0,87	0,37	3,16	1,14	0,36	3,41	1,03	0,43	-3,10
Cr	57,50	16,04	0,28	66,29	19,79	0,26	76,09	15,76	0,24	-24,53
Cu	3,81	1,72	0,45	5,92	4,55	0,77	14,41	12,02	0,83	-30,31
Ga	18,43	1,71	0,09	17,98	0,73	0,04	16,42	2,84	0,17	+5,73
Ge	2,95	0,15	0,05	2,99	0,48	0,16	2,69	0,40	0,15	
La	47,73	23,96	0,50	36,01	13,90	0,39	22,03	13,07	0,59	+73,43
Li	63,10	33,84	0,54	56,53	40,65	0,72	45,99	38,19	0,83	+48,88
Mo	2,57	1,01	0,64	1,29	0,95	0,74	1,13	0,43	0,38	+4,09
Nb	18,60	3,39	0,18	17,84	1,96	0,11	13,58	5,48	0,40	+14,32
Ni	7,42	2,52	0,34	12,72	11,98	0,94	13,67	16,53	1,21	-17,85
Pb	54,53	15,46	0,29	44,74	5,55	0,12	52,96	16,66	0,31	
Sc	4,40	0,48	0,11	4,43	1,08	0,24	3,52	1,19	0,34	+2,50
Sn	8,40	2,63	0,31	7,64	1,74	0,23	7,02	2,74	0,39	+3,96
Sr	47,64	30,08	0,63	59,97	21,27	0,35	50,78	23,22	0,46	
Ta	2,85	1,03	0,36	3,10	0,89	0,29	2,60	1,15	0,44	
V	17,23	4,66	0,27	18,46	6,60	0,36	19,62	6,80	0,59	-6,83
W	5,56	3,80	0,68	4,55	3,67	0,81	4,90	2,78	0,57	+1,87
Y	25,40	4,59	0,18	36,40	17,54	0,48	22,74	8,43	0,37	
Zn	26,40	11,98	0,42	29,08	8,17	0,28	28,30	23,41	0,83	
Rb	402,13	39,57	0,10	388,23	29,12	0,08	384,94	38,54	0,10	+20,55
Cs	22,08	7,02	0,32	21,87	8,84	0,40	23,37	7,69	0,33	
Hf	3,43	0,81	0,24	3,27	0,90	0,28	2,17	1,21	0,56	+3,60
Re	0,02	0,01	0,57	0,02	0,00	0,26	0,01	0,00	0,34	+0,01
Tl	2,71	0,37	0,14	2,70	0,23	0,09	2,61	0,33	0,12	+0,29
Th	37,86	8,56	0,23	36,23	13,22	0,36	21,02	12,61	0,60	+48,13
U	11,90	4,79	0,44	10,07	3,03	0,30	9,93	3,78	0,38	+5,63

Bảng 4.6: Thông số chuyên hóa địa hóa nhóm nguyên tố sinh khoáng (ppm) theo các mức độ cao của granitoid khối Ngọc Tú

Độ cao (m)	1150-950				950-750				750-650				Gradient trung bình
	X	S <sup>2</sup>	V	Ktt	X	S <sup>2</sup>	V	Ktt	X	S <sup>2</sup>	V	Ktt	
Be	7,25	1,82	0,35	2,07	7,16	4,31	0,6	2,05	5,18	1,96	0,38	1,48	+5,93
Mo	2,57	1,01	0,64	1,71	1,29	0,95	0,74	0,86	1,13	0,43	0,38	0,75	+4,09
Sn	8,4	2,63	0,31	2,80	7,64	1,74	0,23	2,55	7,02	2,74	0,39	2,34	+3,96
W	5,56	3,8	0,68	2,78	4,55	3,67	0,81	2,28	4,9	2,78	0,57	2,45	+1,87
Th	37,86	8,56	0,23	2,10	36,23	13,22	0,36	2,01	21,02	12,61	0,6	1,17	+48,13
U	11,9	4,79	0,44	3,40	10,07	3,03	0,3	2,88	9,93	3,78	0,38	2,84	+5,63

Đối chiếu kết quả này với kết quả đánh giá tính chuyên hóa địa hóa (Bảng 4.6) có thể nhận xét như sau:

Các nguyên tố quặng có gradient dương như Mo, Sn, W, Th, U phản ánh tính chuyên hóa địa hóa nguyên sinh về kim loại hiếm của khối granitoid. Sự tập trung các nguyên tố thuộc nhóm đó thường diễn ra ở phần trước của cột magma.

Các nguyên tố quặng có gradient âm chủ yếu là các nguyên tố được xem là “nguyên tố lạ”, không đặc trưng cho magma axit như Cu, Cr, Co, Ni, V. Sự xuất hiện của chúng với hàm lượng khác cao (như Cu và Ni) chủ yếu là do quá trình magma đồng hóa từ đá vây quanh như đá biến chất phức hệ Ngọc Linh và Khâm Đức. Trong một số trường hợp, chúng có thể tạo nên chuyên hóa địa hóa đồng hóa, cụ thể là chuyên hóa địa hóa dương của Cu (1,66) trong đá granit hạt trung – nhỏ của khối Ngọc Tú.

**BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC**

Chu kỳ	Nhóm																			
	1 1A	2 2A	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8	9 8B	10	11 1B	12 2B	13 13A	14 14A	15 15A	16 16A	17 17A	18 18A		
1	H																		He	
2	↑Li	↑Be											B	C	N	O	F	Ne		
3	↕Na	↓Mg											↓Al	↑Si	↕P	S	Cl	Ar		
4	↑K	↕Ca	↑Sc	↓Ti	↓V	↓Cr	↕Mn	Fe	↓Co	↓Ni	↓Cu	↕Zn	↑Ga	↕Ge	↕As	↕Se	Br	Kr		
5	↑Rb	↕Sr	↕Y	Zr	↑Nb	↑Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	↓Cd	In	↑Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	↕Cs	↕Ba		↑Hf	Ta	↑W	↑Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	↑Tl	↕Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs				Cn								
Lantan			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Actini			Ac	↑Th	Pa	↑U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

*Chú thích:*

↑	<i>Dịch chuyển lên</i>	↓	<i>Dịch chuyển xuống</i>
↕	<i>Không có xu hướng</i>	□	<i>Chưa nghiên cứu</i>

Hình 4.3: Phân loại nguyên tố hóa học theo tính chất dịch chuyển của chúng trong granitoid Ngọc Tú.

Kết quả tính toán hệ số gradient ở bảng 4.3, 4.4 và 4.5 thể hiện rõ nét xu hướng biến thiên hàm lượng của các nguyên tố hóa học theo chiều đứng, đồng thời cũng phản ánh hành vi của chúng trong quá trình thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ. Kết quả tổng hợp đó cho phép thành lập bảng phân loại nguyên tố hóa học theo hành vi của chúng trong quá trình thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ (Hình 4.3).

Đối chiếu kết quả tính toán tỷ số giữa các nguyên tố chỉ thị theo Amshinsky N.N. (1973) (Bảng 4.7) cho thấy, tỷ số  $K_2O/MgO$ , Nb/Y, Yb/Co (14,42 - 1,31 - 2,42) trong đá granitoid Ngọc Tụ tương ứng với granitoid tương nông.

Bảng 4.7. Tỷ số nguyên tố chỉ thị cho tương thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ theo Amshinsky N.N. (1973)

TT	Kiểu đá	Tỷ số		
		$K_2O/MgO$	Nb/Y	Yb/Co
1	Granitoid tương nông	15	1,40	2,7
2	Granitoid tương độ sâu trung bình	3,8	0,4	0,9
3	Granitoid tương sâu	2,4	0,3	0,3
	Trung bình granitoid Ngọc Tụ	14,42	1,31	2,42

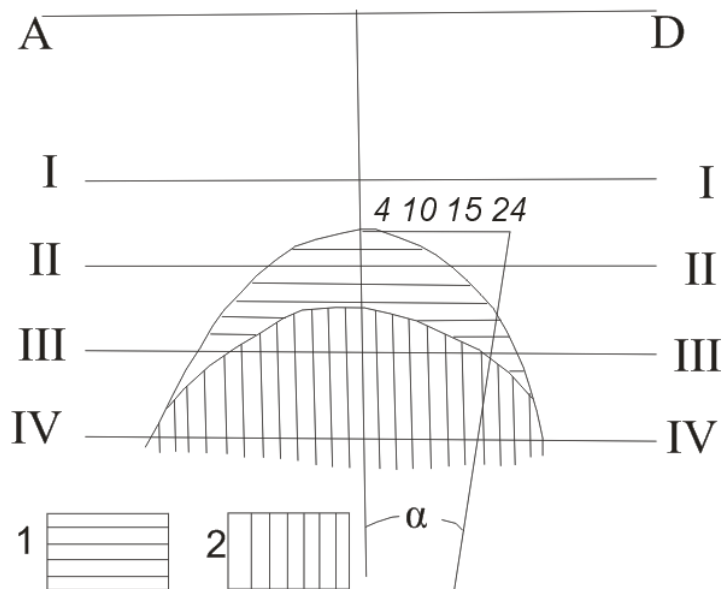
Bảng 4.8. Tỷ số nguyên tố chỉ thị mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ theo Amshinsky N.N. (1973)

TT	Mức độ bóc mòn	Tỷ số Nb/V	Khoáng hóa liên quan
1	Phần vòm đỉnh, bóc mòn thấp	$\approx 4$	Có biểu hiện quặng hóa
2	Phần trên, bóc mòn thấp	2	Ít có biểu hiện quặng hóa
3	Phần giữa, bóc mòn trung bình	1,2	
4	Phần dưới, bóc mòn sâu	0,3	Không có biểu hiện quặng hóa
	Trung bình granitoid Ngọc Tụ	2,18	

Trong các nghiên cứu về phân đới địa hóa, Amshinsky N.N. (1973) phân chia khối granitoid ra 4 phần là vòm đỉnh, phần trên, phần giữa và phần sâu, chênh lệch

độ cao của mỗi phần là 400m. Do đó tỷ số Nb/V là 2,18 phần bóc mòn vòm đỉnh và thường có biểu hiện quặng hóa. Trong bảng 4.7 cho thấy granitoid khối Ngọc Tụ, tỷ số Nb/V là 2,18 của Yb/Co là 2,42 và trên thực tế địa chất ở Ngọc Tụ, các mẫu được lấy cũng tương ứng với các mức biểu hiện quặng hóa thạch anh-molipdenit chứa sheelit và uraninit. Như vậy, kết quả này hoàn toàn phù hợp và tương ứng với đới bóc mòn thấp-trung bình, chứa khoáng hóa kim loại hiếm.

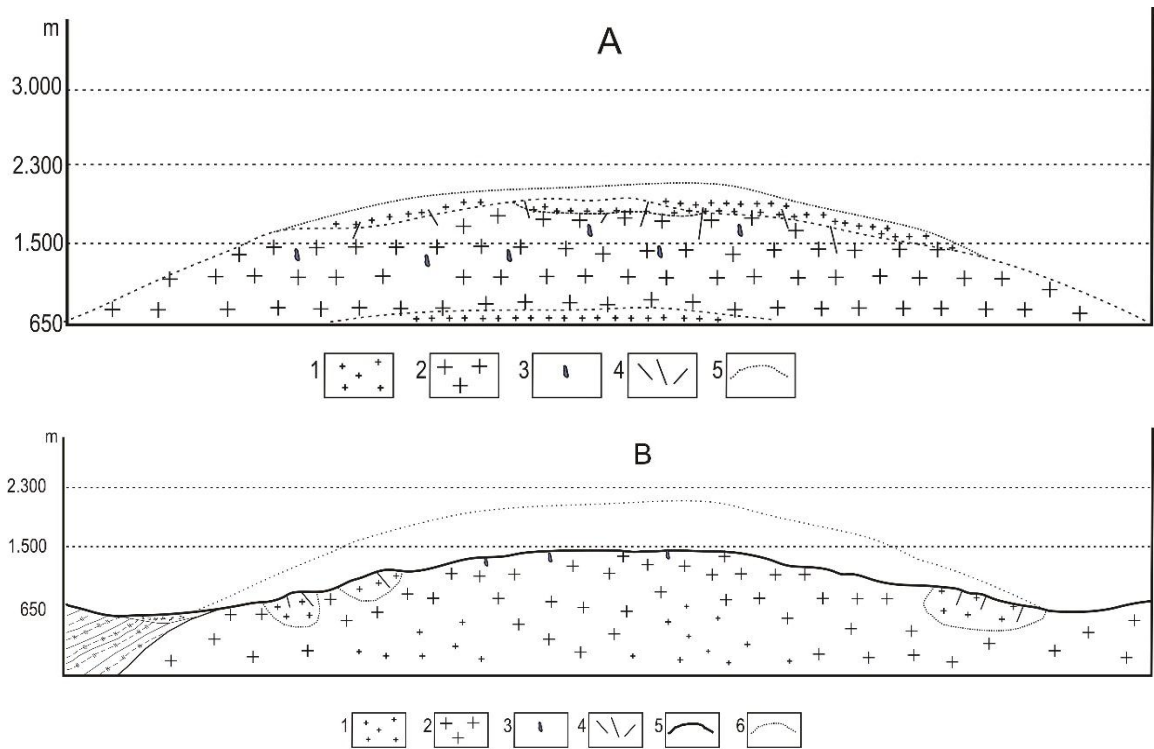
Những kết quả khảo sát và phân tích mẫu, tính toán gradient của các hợp phần khác nhau, cho phép dự kiến mô hình mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ, được thể hiện đã bị bóc mòn từ mức I đến mức II (hình 4.4) đã dự kiến mô hình mức độ bóc mòn của granitoid Ngọc Tụ (Hình 4.5) cho thấy phần quặng hóa ở vòm đỉnh đã hoàn toàn bị bóc mòn và trong diện tích đó không còn triển vọng cho khoáng sản tương ứng.



Hình 4.4: Mô hình mức độ bóc mòn granitoid khối Ngọc Tụ ở mức II

1- granit porphyr, 2- granit hạt trung - nhỏ. I-IV- các mức bóc mòn; A-D- bề mặt cổ;  $\alpha$ - góc giữa đường biến thiên hàm lượng của nguyên tố dịch chuyển lên (urani) và trục đứng.





Chú giải: 1- granit hạt trung - nhỏ; 2- granit porphyry; 3- thể tù; 4- mạch, mạng mạch thạch anh-molipdenit; 5- bề mặt địa hình hiện tại, 6- ranh giới khối granitoid (giả thiết)

Hình 4.5: Mô hình bóc mòn địa chất granitoid (A- mô hình theo lý thuyết; B- mô hình dự kiến granitoid khối Ngọc Tú)

Như vậy, trên cơ sở kết quả khảo sát thực tế và nghiên cứu thành phần vật chất có thể nhận định rằng: **Khối granitoid Ngọc Tú có độ bóc mòn trung bình - thấp và biểu hiện rõ nét tính phân đới địa hóa theo mặt cắt đứng, đặc trưng bởi nhóm nguyên tố dịch chuyển lên là Si, K, Be, Ga, La, Li, Nb, Sc, Rb, Hf, Re, Tl, Mo, Sn, W, Th, U và nhóm nguyên tố dịch chuyển xuống là Mg, Cd, Cu, Ti, Cr, Co, Ni, V.**

## KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu của luận án đã làm sáng tỏ tính chuyên sinh khoáng và mức độ bóc mòn khối granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum. Trong đó:

1. Kết quả nghiên cứu về chuyên hóa địa hóa, môi trường oxy hóa khử magma và khoáng hóa liên quan cho thấy granitoid khối Ngọc Tụ có tính chuyên hóa sinh khoáng Mo, W và U.

2. Granitoid khối Ngọc Tụ tương ứng với tướng xâm nhập nông và mức bóc mòn của khối ở mức trung bình – thấp, được thể hiện bởi các đặc điểm sau:

- Có biểu hiện phân đới theo mặt cắt đứng từ trên xuống dưới theo thành phần đá. Phần trên đá granit porphyr, hạt lớn, đi cùng thể tù, phần thấp hơn là đá granit hạt trung – nhỏ.

- Có sự biến thiên của các khoáng vật tạo đá và khoáng vật phụ theo chiều sâu, từ dưới lên trên hàm lượng các khoáng vật plagiocla, feldspat kali, monazit tăng và hàm lượng apatit và ortit giảm.

- Có sự phân đới đứng địa hóa, trong đó nhóm nguyên tố dịch chuyển lên là Si, K, Be, Ga, La, Li, Nb, Sc, Rb, Hf, Re, Tl, Mo, Sn, W, Th, U và nhóm nguyên tố dịch chuyển xuống là Mg, Cd, Cu, Ti, Cr, Co, Ni, V.

- Các tỷ số  $K_2O/MgO$ ; Nb/; Yb/Co; Nb/V và biến thiên hàm lượng của các nguyên tố dịch chuyển lên cho thấy khối tương ứng với tướng xâm nhập nông và mức bóc mòn mức trung bình- thấp.

### KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu của luận án cho thấy granitoid khối Ngọc Tụ có tính chuyên hóa sinh khoáng với Mo, W, U. Mặc dù đã phát hiện biểu hiện khoáng hóa molipdenit chứa sheelit và uraninit dạng mạch nhưng không nên triển khai công tác tìm kiếm chúng trong phạm vi nội khối do phần vòm đỉnh khối này bị bóc mòn gần hết.

Đồng thời, với mức độ bóc mòn của khối như luận án đã xác định, sẽ có một lượng lớn đất đá bị bóc mòn, rửa lũa hòa tan các nguyên tố có tính linh động cao (như U) và đưa vào môi trường trầm tích. Trong điều kiện thuận lợi, chúng có thể tập trung để tạo nên các mỏ khoáng sản nguồn trầm tích. Nghiên cứu mức độ bóc mòn các khối

granitoid và tính toán dự báo lượng urani bị hòa tan và đưa vào môi trường trầm tích của các nhà khoa học LB Nga, đã dự báo và đã phát hiện được các mỏ urani kiểu “lòng cổ” mà trên bề mặt gần như không có dị thường. Do đó, trong công tác nghiên cứu dự báo khoáng sản cần lưu ý vấn đề này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Nguyễn Xuân Bao và nkk (2000), *Nghiên cứu kiến tạo và sinh khoáng Nam Việt Nam*, Trung tâm Thông tin Lưu trữ địa chất, Hà Nội.
2. Nguyễn Trường Giang và nkk (2001), *Kiểm tra chi tiết cụm dị thường địa vật lý máy bay vùng Ngọc Tú, tỉnh Kon Tum*, Trung tâm Thông tin Lưu trữ địa chất, Hà Nội.
3. Dương Đức Kiên và nkk (2006), *Nghiên cứu sinh khoáng và dự báo triển vọng khoáng sản đời cấu trúc kiến tạo Pô Cô*, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
4. Trần Trọng Hòa và nkk (2005), *Nghiên cứu điều kiện thành tạo và quy luật phân bố khoáng sản quý hiếm liên quan đến hoạt động magma khu vực miền Trung và Tây Nguyên*, Viện Địa chất, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam Hà Nội.
5. Nguyễn Quang Luật (2014), *Bài giảng Sinh khoáng học*, Trường Đại học Mở địa chất Hà Nội, Hà Nội.
6. Nguyễn Quang Lộc và nkk (1998), *Bản đồ địa chất tỷ lệ 1: 50.000 nhóm tờ Đắc Tô*, Trung tâm Thông tin Lưu trữ địa chất, Hà Nội.
7. Nguyễn Trung Minh và nkk (2004), “Xác định tuổi thành tạo khối Bà Nà tương ứng với pha kiến tạo Indosini bằng phương pháp đồng vị U-Pb”, *Tạp chí Địa chất, loạt A, số 287, tr. 20 – 25*, Hà Nội.
8. Nguyễn Văn Niệm và nkk (2014), *Nghiên cứu đặc điểm địa hóa của molipden trong thành tạo granitoid khối Ngọc Tú (phức hệ Bà Nà) làm cơ sở dự báo tiềm năng khoáng sản molipden*, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
9. Nguyễn Văn Niệm và nkk (2018), *Nghiên cứu chuyên hóa địa hóa molipden các thành tạo granitoid kiểu Bà Nà Việt Nam và tiềm năng sinh khoáng Mo của chúng*, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
10. Cục Địa chất và Khoáng sản (2008), *Sử dụng tài liệu địa hoá trong nghiên cứu thạch luận*, Trung tâm Thông tin Lưu trữ địa chất, Hà Nội.
11. Bùi Minh Tâm và nkk (2010), *Hoạt Động magma Việt Nam*, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.

12. Trần Tính, Nguyễn Văn Trang và nnk (1994), *Báo cáo kết quả đo vẽ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Kon Tum - Buôn Mê Thuật tỷ lệ 1/200.000*, Trung tâm Thông tin Lưu trữ địa chất, Hà Nội.
13. Đặng Trung Thuận (1998), *Giáo trình Địa hóa nguyên tố*, Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
14. Huỳnh Trung, Nguyễn Xuân Bao và nnk (1979), *Các giai đoạn hoạt động magma kiến tạo chủ yếu ở Miền Nam Việt Nam*, Trung tâm Thông tin Lưu trữ địa chất, Hà Nội.
15. Trần Văn Trị và nnk (1996), *Tài nguyên khoáng sản Việt Nam*, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
16. Mai Trọng Tú và nnk (2007), *Nghiên cứu tính chuyên hóa địa hóa và tiềm năng khoáng sản liên quan với các thành tạo núi lửa và xâm nhập vùng trũng Tú Lệ*, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
17. Mai Trọng Tú, Yu.B. Mironov và nnk (2019), *Xác lập đặc điểm thạch học – tương đá, điều kiện thành tạo quặng urani khu vực Pà Lừa – Pà Rông*, Trung tâm Thông tin Lưu trữ địa chất, Hà Nội.
18. Nguyễn Khắc Vinh và nnk (1987), *Qui phạm về các phương pháp địa hóa trong công tác đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản rắn*, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
19. Trần Hoàng Vũ và nnk (2015), “Tuổi đồng vị U-Pb trong zircon của granit khối Ngọc Tú, huyện Đăk Tô, tỉnh Kon Tum”, *Hội nghị Khoa học kỷ niệm 75 năm thành lập Ngành địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản*, Hà Nội.

### **Tiếng Anh**

20. Tran Hoang Vu (2014), *Indosinian tectonic and magmatic evolution of the PoKo suture in the Western Highlands, central Vietnam*, Geology Masters thesis, China University of Geosciences (Beijing).
21. Blevin, P.L (2003), “Metallogeny of granitic rocks. In The Ishihara Symposium: Granites and associated metallogenesis”, *Geoscience Australia, Australia, Canberra*, pp. 1–4.
22. Blevin, P.L., (2004), “Redox and compositional parameters for interpreting the granitoid metallogeny of eastern Australia: implications for gold-rich ore systems”, *Resource Geology* 54(3): pp. 241-252.

23. Burnham, C. W., (1979, 1997), "Magmas and hydrothermal fluids. In: Barnes, The actual concentrations of ore metals, sulfur, HCl, H. L. (ed.)", *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits, 2nd edn. New etc., in the MVP that enter the deep parts of ore, protore, York: John Wiley*, pp. 71–136.
24. Cox, K. G., Bell, J. D. and Pankhurst, R. J., (1979), *The Interpretation of Igneous Rocks*, Allen and Unwin, London, 450p.
25. Henderson. P, (1984), *Rare earth element geochemistry*, Elsevier, London, U.K. 510 p.
26. Ishihara, S., (1977), "The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks", *Mining Geol*, 27, pp. 293-305.
27. Ishihara, S., (1981), "The granitoid series and mineralization". *Econ. Geol.*, 75, pp. 458–484.
28. Kigai. I.N, (2011), "Redox problems in the "Metallogenic Specialization" of magmatic rocks and the genesis of hydrothermal ore mineralization". *Petrologiya, Vol.19, No.3*, pp. 316-334, Russia.
29. Meinert, L. D., (1995), "Compositional variation of igneous rocks associated with skarn deposits - chemical evidence for a genetic connection between petrogenesis and mineralization", *Mineral. Assoc, Can., Short Course Series, 23*, pp. 401–418.
30. Rollinson H. R., (1994), *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*, Essex: London Group UK Ltd., 352 p.
31. Ronald J. Bakker, Manish A. Mamtani, (2000), "Fluid inclusions as metamorphic process indicators in the Southern Aravalli Mountain Belt (India)", *Contrib Mineral Petrol (2000) 139*: pp. 163-179.
32. Pearce, J. A., Harris, N. B. W., Tindle, A. G., (1984), "Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks". *J. Petrol.*, 25, pp. 956–983.
33. Tetsuichi Takagi, Katsuhiko Tsukimura, (1997), "Genesis of oxidized- and reduced-type granites", *Economic Geology. Vol 92, 1997*, pp. 81-86.
34. Yves Moussallam, Marie Edmonds, Bruno Scaillet, (2016), "The impact of degassing on the oxidation state of magmas: A case study of Kīlauea volcano", *Earth and Planetary Science, Vol 450*, pp. 317-325.

**Tiếng Nga**

35. Амшинский Н.Н. (1973), *Вертикальная петрогеохимическая зональность гранитоидных плутонов (на примере Алтая)*. Труды СНИИГГиМС, Выпуск 158, Западно-Сибирское книжное издательство, Новосибирск
36. Амшинский Н.Н., (1978), *Минералого-геохимические исследования гранитоидных пород при геологическом картировании и поисках*, Недра, Москва, 101 стр.
37. Бондаренко В. Н., Верховская Л. А., (1969), “Определение степени эродированное интрузивных тел и возможность вероятностной постановки и статистического решения этой проблемы”, *«Сов. геология»*, , № 3, с. 39-52
38. Иванов В.В., (1997), *Экогеохимия элементов*. Недра. Москва, 327 стр.
39. Караева З.Г., (1968), “Петрохимические особенности рудоносности гранитоидов” *Докл. АН СССР. Т. 179, № 6. С. 1436–1439.*
40. Козлов В.Д., (1985), *Геохимия и рудоносность гранитоидов редкометальных провинций*. Наука, Москва, 307 стр.
41. Коптёв-Дворников В.С., Руб М.Г., (1964), *Металлогеническая специализация магматических комплексов*, Недра, Москва, 392 стр.
42. Ляхович В.В., (1967), *Акцессорные минералы в гранитоидах Советского Союза*. М., 448 стр.
43. Маракушев А. А., Безмен Н. И., (1992), *Минерально-петрологические критерии рудоносности изверженных пород*. - М: Недра, 315 стр.
44. Немцович В.М., (1976), *Определение глубины эрозионного среза интрузивов*, Ленинград, Недра, 23 стр.
45. Пермяков Б.Н., (1986), “Петрохимические параметры как индикаторы потенциальной рудоносности магматитов//Металлогения и прогноз полезн. ископ, Мат-лы чтений памяти акад”, С.С. Смирнова. – Чита: Изд-во Заб. фил. Географ, об-ва СССР, – С. 76-78.
46. Складов Е.В и др., (2001), *Интерпретация геохимических данных*. - М:Интернет Инжиниринг,. ISBN 5-89594-063-3, 287 стр.
47. Методические рекомендации по изучению магматических образований применительно к задачам госгеолкарт, *СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2017*. 168 стр.
48. Методические рекомендации по минералого - геохимическим исследованиям гранитоидных пород при геологическом картировании. Новосибирск, (1970), 50 стр.
49. Геологический словарь (1978), *В 2-х томах. А-М*, Издательство: Недра, Москва.
50. Геологический словарь (2010), *В трех томах. Издание третье*. Издательство ВСЕГЕИ; Санкт-Петербург, ISBN 978-5-93761-169-7.

## CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. Nguyen Van Niem, Do Duc Nguyen, Vera Pakhomova, Gvozdev Vitalii, Maksim Blokhin, Mai Trong Tu, Nguyen Minh Long, Doan Thi Ngoc Huyen, Bui Minh Tam, Bui Huu Viet, Pham Hung Thanh, Pham Thi Nhung Ly. “The component of primary inclusions in Ngoc Tu granite block and implications for metallogenic hydrothermal systems”. *International Symposium on the 35<sup>th</sup> Anniversary of collaboration between the Institute of Geological Sciences, VAST and the Institute of Geology and Mineralogy, SB-RAS: 187-198, 2019. Vietnam.*
2. Đỗ Đức Nguyên, Nguyễn Văn Niệm, Phạm Hùng Thanh, Dương Công Hiếu, Bùi Trọng Tấn, Hoàng Thị Thùy Linh, Đinh Công Tiến, Hoàng Thị Thoa. “Đặc tính môi trường oxy hóa - khử của granitoid khối Ngọc Tụ và tính chuyên hóa địa hóa của chúng”. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, Tập 62-kỳ 1-2021, tr. 53-62. Trường Đại học Mỏ - Địa chất.*
3. Đỗ Đức Nguyên, Nguyễn Văn Niệm, Đinh Công Tiến, Hoàng Thị Thoa. “Đặc điểm thạch địa hóa và khoáng hóa liên quan các đá granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum”. *Hội nghị khoa học toàn quốc “Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững” - ERSD 2020; Tiểu ban Tài nguyên địa chất và phát triển bền vững, tr. 83-98, 2020. Trường Đại học Mỏ - Địa chất.*
4. Đỗ Đức Nguyên, Nguyễn Văn Niệm, Bùi Trọng Tấn, Đinh Công Tiến, Hồ Thị Thư. “Nghiên cứu tiềm năng sinh khoáng của granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum”. *Tạp chí Khoa học Công nghệ, Tập 17, số 2-2020, tr. 181-194. Trường đại học Khoa học, Đại học Huế*
5. Nguyen Do Duc, Niem Nguyen Van, Tan Bui Trong, Linh Hoang Thi Thuy, Phuc Duong Van. “Characteristics of hydrothermal changes related to the potential of granitoid mineralization of Ngoc Tu block, Dak To, Kon Tum, Vietnam”. *GEOSEA XVI and GeoCon 2021, Geological Society of the Philippines, Poster-GEO-2018-003-009. Philippines.*



**PHỤ LỤC**

Các phụ lục kết quả phân tích mẫu

Phụ lục bảng 1: Thành phần hóa học nhóm nguyên tố chính (%tl) đá granitoid khối Ngọc Tụ (Nguyễn Quang Lộc, 1998)

TT	Số hiệu mẫu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
1	8070	75,62	14,12	0,36	0,33	0,5	2,55	5,6	0,35	0,01	0,04	0,09
2	8072	75,44	13,65		1,05	0,24	1,76	4,9	0,13	0,04	0,04	0,11
3	8079	73,62	13,48	1,21	0,64	0,84	2,75	4,55	0,48	0,05	0,09	0,27
4	8081	71,78	14,06	1,15	0,93	1,41	2,93	5,18	0,52	0,07	0,07	0,3
5	8092	72,84	13,92	1,08	1,91	0,63	2,75	4,73	0,17	0,05	0,13	0,33
6	8273	73,5	13,78	1,2	0,62	1,16	2,68	4,73	0,08	0,04	0,15	0,31
7	8278	74,3	13,63	1,08	0,55	1,04	2,68	4,55		0,05	0,16	0,31
8	9097	74,46	13,64	1,32	0,16	1,16	2,68	4,73	0,25	0,04	0,14	0,29
9	9279	73,44	14,05	0,61	0,9	1,59	2,48	5,48	0,26	0,02	0,12	0,28
10	9280	72,76	14,26	0,42	1,08	1,7	2,33	5,15	0,17	0,04	0,11	0,31
11	9393	72,26	14,56	1,15	0,66	1,38	2,75	5,83	0,52	0,03	0,05	0,3
12	459	69,48	15,03	1,06	1,25	1,28	2,62	5,57	0,71	0,05	0,09	0,58
13	8071	73,42	12,88	1,08	1,03	1,27	2,68	5,03	0,55	0,03	0,15	0,31
14	8075	72,76	14,24	1,46	0,73	1,91	3,03	4,8	0,29	0,06	0,03	0,22

Phụ lục bảng 2: Thành phần hóa học nhóm nguyên tố chính (%tl) đá granitoid khối Ngọc Tú (Đỗ Đức Nguyên, 2018)

TT	Số hiệu mẫu	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3_tot</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	DH 2105/1	69,10	0,20	13,94	1,83	0,05	0,42	0,94	2,85	5,15	0,14
2	DH 2107	71,62	0,14	6,81	2,39	0,02	0,29	0,23	0,61	2,42	0,07
3	DH 2107/2	72,26	0,10	4,15	1,78	0,02	0,25	0,51	0,23	1,26	0,03
4	DH 2107/3	71,62	0,23	13,50	2,00	0,05	0,42	0,62	2,56	5,30	0,09
5	DH 2109	70,44	0,07	12,98	0,96	0,02	0,12	0,43	2,87	5,31	0,07
6	DH 2109-KT	71,62	0,08	12,67	0,92	0,02	0,11	0,32	2,83	5,19	0,06
7	DH 2109/1	69,78	0,09	13,11	1,07	0,03	0,16	0,32	3,17	4,76	0,05
8	DH 2109/2	70,48	0,24	13,71	2,06	0,05	0,43	0,78	2,88	5,05	0,12
9	DH 2110/5	71,62	0,19	12,39	2,19	0,08	0,36	0,82	2,58	4,25	0,13
10	DH 2302/1	71,30	0,01	14,30	0,41	0,01	0,03	0,05	0,42	9,77	0,06
11	DH 2305/3b	70,46	0,07	12,67	1,01	0,02	0,07	0,81	3,36	4,57	0,03
12	DH 2325	73,44	0,21	14,56	2,04	0,05	0,42	0,72	2,82	5,34	0,16
13	DH 2331	72,76	0,23	13,73	1,82	0,04	0,34	0,95	2,77	5,49	0,08
14	DH 2334	72,26	0,18	13,79	1,82	0,05	0,34	0,86	2,76	5,12	0,16
15	DH 2336	72,48	0,17	14,12	1,59	0,04	0,34	0,58	2,80	4,95	0,17
16	DH 2348	73,42	0,21	14,08	1,89	0,04	0,37	0,78	2,70	5,20	0,14
17	DH 2341	72,76	0,22	11,95	1,27	0,01	0,37	0,03	0,08	3,63	0,04
18	DH 2345	72,84	0,22	13,56	1,88	0,04	0,38	0,91	2,98	4,90	0,14
19	DH 2404	73,50	0,21	12,40	1,79	0,04	0,34	0,36	2,38	5,52	0,09
20	DH 2405	72,30	0,22	13,73	1,91	0,04	0,34	0,84	2,69	5,72	0,10
21	DH 2416	71,46	0,22	13,70	1,95	0,04	0,38	1,12	2,68	5,22	0,09
22	DH 2423	74,44	0,23	13,70	2,10	0,05	0,39	1,00	2,56	5,53	0,10
23	DH 2439	72,76	0,22	13,62	2,02	0,05	0,38	0,99	2,69	5,11	0,10
24	DH 2446	72,26	0,28	13,81	2,21	0,06	0,48	1,28	2,96	4,62	0,11
25	DH 2462	71,20	0,16	13,38	1,52	0,05	0,27	0,61	3,04	4,99	0,08
26	DH 2463	73,42	0,08	13,17	0,91	0,03	0,11	0,42	3,25	4,70	0,09

Phụ lục bảng 3: Thành phần hóa học nhóm nguyên tố (ppm) đá granitoid khối Ngọc Tú (Nguyễn Văn Niệm, 2017)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nguyên tố	DH2105/1	DH2107	DH2107/2	DH2107/3	DH2109	DH2109KT	DH2109/1	DH2109/2	DH2110/5	DH2302/1	DH2305/3b	DH2325	DH2331
Li	81,33	15,76	15,16	24,12	30,81	35,03	25,12	45,23	84,01	7,64	18,81	105,18	32,49
Be	6,41	2,32	151,64	5,52	6,2	7,87	3,45	5,47	5,92	1,25	3,67	4,19	4,99
Sc	3,9	4,6	5,6	5,3	2,1	2,1	2,3	5,1	4,8	3,2	2,12	4,5	4,4
V	14,21	16	11,49	20,2	4,67	7,79	7,93	18,25	17,78	1,78	4,89	19,14	18,8
Cr	95,33	81,03	141,83	76,83	80,58	94,13	68,08	52,78	62,28	39,61	60,38	79,43	70,58
Co	3,17	1,37	3,56	3,38	1,35	0,97	1,63	3,43	3,76	3,06	1,09	2,36	2,69
Ni	7,07	6,69	7,1	8,87	17,18	9,39	8,72	6,86	7,13	6,31	5,71	7,14	6,78
Cu	5,6	36,3	569,6	15,5	21,8	28,1	31,1	9,9	362,8	6,1	8	2,1	4,3
Zn	39,5	17,4	18	34,9	9,7	13,4	18,1	23,9	82	8,1	11,5	42,5	31,2
Ga	18,6	16,04	11,67	17,37	15,51	19,81	16,22	17,42	16,73	10,49	14,42	20,91	16,02
Ge	2,68	2,14	2,11	2,73	2 10	2,22	2,15	3,25	3,01	2,71	2,29	3,02	2,92
As	1,15	11,04	2,57	2,76	2,73	1,37	111	1,46	1,13	0,83	0,94	1,34	2,72
Rb	360,61	296,15	179,64	380,65	417,88	416,49	399,28	362,65	377,59	390,88	336,6	428,47	352,81
Sr	65,77	14,93	29,07	69,77	29,84	38,45	35,37	79,09	50,94	56,69	10,86	67,87	86,44
Y	23,57	10,92	12,73	35,62	16,32	18,51	20,18	27,9	22,59	7,39	37,54	23,77	26,09
Zr	130,98	51,82	32,9	140,63	36,33	53,33	39,05	127,62	96,52	11,91	32,32	139,12	163,57
Nb	16,81	14,58	20,1	18,17	9,95	14,12	12,62	17,03	16,42	2,37	8,61	22,61	17,56
Mo	9,41	189,3	3134,31	5,34	11,1	9,89	3,2	1,64	14,27	0,46	5,5	0,97	1,1
Cd	0,049	0,059	0,576	0,047	0,033	0,03	0,029	0,056	0,39	0,027	0,054	0,037	0,032
Sn	7,38	39,83	29,01	9,86	5,44	6,13	9,29	8,74	9,73	1,61	6,11	12,29	6,5
Cs	18,05	22,63	13,03	14,56	25,09	30,33	25,11	22,84	34,85	27,27	13,33	29,7	16,04
Ba	242,78	117,89	68	302,43	62,83	64,43	68,83	310,09	291,04	312,74	9,28	360,39	538,59
La	30,26	12,39	8,05	40,65	9,07	8,97	12,05	36,43	27,97	8,83	9,92	41,26	42,16

Ce	63,63	24,97	17,32	81,98	16,78	16,63	22,88	74,59	59,79	4,65	22,93	87,39	81,09
Pr	7,64	3	2,19	9,78	1,99	2,18	2,99	8,69	6,83	1,49	2,84	10,33	9,88
Nd	24,32	9,79	7,62	33,24	7,37	8,4	9,33	30,64	23,38	4,13	10,68	33,58	32,24
Sm	5,45	1,95	1,76	6,96	1,9	1,84	2,51	6,25	4,98	0,95	3,27	7,98	7,19
Eu	0,48	0,15	0,13	0,62	0,19	0,15	0,19	0,64	0,51	0,35	0,14	0,57	0,65
Gd	4,75	1,93	1,69	5,41	1,68	1,57	2,63	5,79	4,63	0,89	3,71	5,75	4,87
Tb	0,64	0,3	0,31	0,96	0,33	0,32	0,55	0,89	0,66	0,2	0,78	0,82	0,82
Py	3,8	1,63	1,92	5,46	2,22	1,97	3,07	5,5	4,9	1,39	5,93	5,05	4,77
Ho	0,62	0,38	0,37	1,11	0,45	0,38	0,67	1,12	0,81	0,29	1,39	0,81	0,77
Er	1,95	1,38	1,15	2,65	1,36	1,16	1,97	2,95	2,49	96	4,23	2,66	2,55
Tm	0,23	0,18	0,13	0,48	0,18	0,18	0,31	0,41	0,36	0,18	0,63	0,29	0,35
Yb	1,79	0,91	0,99	2,28	1,31	1,13	2,21	3,06	2,35	1,22	4,24	1,89	2,24
Lu	0,12	0,13	0,16	0,45	0,2	0,16	0,28	0,41	0,37	0,21	0,71	0,26	0 35
Hf	2,75	1,74	0,56	3,46	1,43	1,33	1,71	3,95	2,79	1	1,45	4,4	4,25
Ta	1,85	2,41	2,16	2,69	1,91	1,27	2,66	3,69	4,35	1,69	1,46	3,18	2,21
W	5,85	427,82	1445,9	6,51	6,77	2,76	15,78	5,41	191,22	1,2	8,9	5,63	2,59
Re	0,006	0,013	0,063	0,007	0,005	0,009	0,009	0,01	0,013	0,011	0,014	0,006	0,014
Tl	2,51	1,59	0,65	2,79	2,98	3,16	2,8	2,51	2,69	2,57	2,28	3,05	2,67
Pb	45,23	92,68	169,78	55,26	55,39	59,31	44,76	38,92	64,97	89,27	55,7	46,63	35,4
Th	32,08	14,95	10,08	36,6	10,79	11,87	13,51	40,36	31,91	6,21	18,17	33,97	40,7
U	4,44	7,63	8,35	17,87	26,58	29,36	18,21	8,2	12,67	1,38	30 11	4,91	6,9

Phụ lục bảng 3 (tiếp)

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Nguyên tố	DH2334	DH233 6	DH2348	DH2341	DH234 5	DH2404	DH2405	DH2416	DH2423	DH2439	DH2446	DH246 2	DH246 3
Li	130,81	67,03	49,81	22,9	55,52	18,38	57,29	82,8	73,57	58,46	134,12	29,1	30,97
Be	4,23	7,92	5,46	4,03	4 18	3,59	4,86	5,1	3,57	8,29	11,16	6,99	15,15
Sc	4	3,7	4	4,7	4,5	4,7	4,7	4,9	4,7	4,8	5,4	3,9	2,23
V	13,82	11,93	16,91	20,71	17,78	20,42	20,63	22,06	21,26	21,87	26,55	16,83	5,3
Cr	71,88	43,81	73,48	47,51	81,28	59,02	59,27	61,37	56,72	48,27	64,92	62,57	117,12
Co	2,88	222	3,16	1,3	3,48	3,07	3,42	3,55	3,45	3,16	4,64	2,47	0,85
Ni	6,91	6 03	5,15	5,46	4,77	5,33	11,05	4,67	5,08	4,47	29,84	56,75	30,43
Cu	2,7	2,62	2,34	5,7	6,4	400	4,8	3,3	3,7	20,5	3,1	34,4	6,8
Zn	42,2	29,2	33,8	13,2	37,7	29,1	28,7	32,6	38,1	39,6	38,7	32,7	15
Ga	17,96	18,17	18,73	17,17	18 97	17,66	17,47	17,89	18,08	18,65	18,33	19,46	16,95
Ge	2,92	2,85	3,91	3 13	3,07	2,77	2,82	3 15	2,96	3,14	2,95	2,75	2,37
As	1,33	1,2	1,43	3,21	1,25	1,88	1,33	1,22	1,09	0,98	1,1	0,79	2,39
Rb	446,43	430,66	369,57	345,68	350,57	405,82	403,71	381 17 1	409,45	389,43	387.71	403,48	442,14
Sr	49,44	43,21	62,84	6,89	72,59	44,22	7261	77,21	76,76	67,96	74,36	55,26	18 77
Y	21,7	20,33	64,22	31,23	52,72	32 37	26,28	30,89	30,21	30,86	29,14	26,63	9,86
Zr	121,42	91,97	134,17	136,17	137,62	136 03	133,73	146,38	147,53	132 <sub>h</sub> 08	140 58	89,38	29,81
Nb	17,76	20,15	17,34	16,29	21'68	15 11	15,34	17,41	16,71	17,62	1728	18,45	17,87
Mo	1,2	0,83	0,7	1,62	1,52	7,73	0,83	0,95	1,39	0,65	0,45	1.27	2,84
Cd	0,041	0,037	0,09	0,042	0,045	0,048	0,044	0,036	0,05	0,043	0,034	0,041	0,025
Sn	10,89	7,56	7,17	7,25	8,75	5,85	6,5	7,76	7,84	10,14	9,05	8	5,07
Cs	33,59	26,35	13,21	15,43	16,95	16,93	16,85	26,5	27,51	26,85	37,27	17,96	27,68
Ba	261,34	200,54	285,64	119,34	329,19	386,15	379,05	387,2	394,2	310,4	312,7	226,25	29,26
La	27,66	27,12	41,79	82,36	41,1	41,5	40,18	46,99	45,03	42,32	34,46	27,25	5,58

Ce	56,64	51,64	77,89	59,44	83,99	83,95	83,8	95,6	91,65	89,5	72,75	56,05	11,55
Pr	7,46	6,96	11,91	17,21	10,68	10,92	9,45	11,13	11,13	10,76	8,65	6,75	1,57
Nd	24,24	23,33	48,99	49,34	37,84	39,76	31,04	36,08	35,91	34,91	31,51	24,16	6,68
Sm	5,8	4,82	12,56	10,57	8,79	8,25	6,36	8,2	7,72	7,4	6,71	5,73	1,51
Eu	0,49	0,5	1,48	0,84	0,87	0,59	0,6	0,58	0,66	0,61	0,61	0,51	0,12
Gd	5,04	4,67	14,7	7,8	8,93	6,58	5,51	5,76	6,25	6,13	5,58	4,65	1,26
Tb	0,7	0,7	2,28	1,18	1,5	1,13	0,88	0,87	0,8	0,88	0,95	0,83	0,24
Py	4,05	3,5	11,31	6,35	7,4	5,54	4,65	5,64	5,98	5,31	5,26	5,1	1,56
Ho	0,69	0,72	1,93	0,88	1,54	1:19	0,89	0,9	0,92	1,16	0,85	0,95	0,32
Er	1,97	2,04	4,92	3,18	4,69	3,6	2,62	3,4	2,85	3,48	2,65	2,96	1,04
Tm	0,28	0,38	0,61	0,36	0,62	0,43	0,43	0,28	0,37	0,45	0,46	0,35	0,13
Yb	1,31	1,5	3,15	2,42	3,48	2,75	2,4	2,63	2,55	2,43	2,39	2,81	0,97
Lu	0,31	0,27	0,5	0,33	0,52	0,39	0,3	0,36	0,38	0,39	0,41	0,34	0,14
Hf	3,26	2,46	3,6	3,19	3,31	3,93	3,66	3,62	4,16	3,85	3,72	2,44	1,28
Ta	2,82	4,1	2,11	1,72	3,8	2,11	2,39	3,2	2,41	2,43	3,29	3,95	4,53
W	6,66	4,15	0,9	10,71	3,9	2,08	1,72	2,22	4,58	3,86	4,51	44,5	11,75
Re	0,017	0,017	0,017	0,019	0,018	0,018	0,006	0,018	0,017	0,019	0,015	0,017	0,015
Tl	3,21	2,91	2,55	2,21	2,48	3,12	2,66	2,59	2,7	2,68	2,68	2,77	3,02
Pb	39,94	44,74	46,22	76,7	43,45	40,69	46,04	45,34	48,51	46,84	44,83	46,76	37,42
Th	29,21	27,93	37,05	47,02	39,15	43,73	42,54	52,35	44,18	46,45	35,36	30,17	9,35
U	32,52	17,49	11,58	8,07	18,97	13,96	11,03	7,2	7,58	10,48	6,83	2324	10,79

Phụ lục bảng 4: Thành phần hóa học nhóm nguyên tố (ppm) đá granitoid khối Ngọc Tú (Nguyễn Văn Niệm, 2017)

TT	Kí hiệu mẫu	B	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Sn	Sr	V	W	Y	Zn
1	DH2307/3	53,2	137,3	85,2	3,7	44,9	38,7	32,0	61,6	6,2	15,3	6,7	28,4	32,1	49,0	17,6	34,3	28,6	62,3
2	DH2305/1a	59,3	286,0	75,4	4,7	74,3	33,2	28,6	63,2	< 5	13,5	40,6	27,7	19,7	77,3	20,5	21,2	29,5	70,1
3	DH2305/2a	67,7	166,4	79,7	5,5	116,6	35,6	34,1	75,9	11,5	14,5	11,5	29,9	83,2	63,5	19,9	54,7	28,7	59,9
4	DH2305/3a	66,5	217,4	78,3	5,4	44,7	38,4	33,3	82,2	42,9	17,3	5,6	29,3	16,4	66,3	20,3	50,3	35,7	58,9
5	DH2306/2a	53,8	170,5	80,1	4,2	93,3	21,3	31,7	62,7	< 5	12,3	6,5	239,8	10,3	58,8	18,8	< 20	35,6	57,2
6	DH2306/3a	58,3	133,7	84,6	6,1	62,8	122,5	36,2	70,2	9,8	16,3	7,5	14,5	10,9	44,8	20,3	99,0	30,1	75,4
7	DH2307/1a	52,1	145,2	80,3	5,5	97,1	19,3	32,8	82,8	< 5	13,6	8,6	36,4	< 10	76,4	19,0	< 20	31,3	66,9
8	DH2307/2a	54,8	207,1	75,6	5,1	43,0	15,8	31,3	60,5	< 5	13,9	7,6	27,1	216,7	74,8	17,5	28,4	29,1	83,3
9	DH2308/1	33,3	174,8	48,7	< 2	44,1	19,6	18,7	27,8	25,7	7,0	7,8	27,6	35,1	39,7	6,9	< 20	23,5	35,6
10	DH2308/2	44,6	121,3	78,0	2,4	105,7	44,9	25,4	45,4	51,1	13,0	58,2	31,5	20,2	36,1	10,7	38,1	26,9	43,8
11	DH2308/3	32,6	140,7	39,0	< 2	83,1	22,3	16,4	27,1	15,4	7,6	6,5	44,0	12,5	33,0	6,0	23,6	20,7	40,2
12	DH2309/2	38,0	175,2	46,9	2,2	42,2	13,6	20,4	27,8	8,9	9,3	< 5	35,4	14,6	45,6	8,7	24,2	21,6	43,1
13	DH2309/3	44,8	173,2	79,5	2,2	53,8	103,2	26,9	30,7	< 5	10,4	5,7	29,6	23,3	45,6	11,2	41,8	22,3	49,9
14	DH2310/2	60,4	410,8	82,5	5,7	99,7	18,9	34,4	95,3	< 5	14,1	7,8	28,7	18,8	101,9	24,5	39,7	24,8	72,9
15	DH2310/3	54,9	330,4	73,3	3,9	82,7	21,1	32,7	55,3	< 5	12,2	9,4	24,4	< 10	71,3	18,7	< 20	23,5	64,3
16	DH2308/2a	40,2	69,8	74,8	2,7	48,6	34,4	25,4	38,6	10,6	10,8	10,3	28,8	24,6	35,1	10,2	< 20	28,4	47,6
17	DH2308/3a	38,4	95,1	60,3	< 2	68,7	19,9	17,5	35,4	< 5	6,7	56,2	23,9	< 10	28,1	5,1	75,9	30,3	50,4
18	DH2309/2a	41,6	128,4	69,2	< 2	81,2	17,1	21,8	38,4	61,3	9,2	16,6	26,0	13,0	37,6	8,5	< 20	22,7	49,2
19	DH2309/3a	48,5	177,2	75,1	5,3	65,5	31,7	29,9	30,3	8,5	14,2	52,6	18,9	14,7	45,2	12,9	< 20	25,3	55,5
20	DH2310/2a	74,0	394,3	77,0	7,2	47,5	32,9	32,6	85,0	14,4	11,7	10,6	33,5	< 10	94,7	22,1	89,9	25,1	109,2
21	DH2312/1	58,1	201,4	70,9	4,9	69,6	22,4	33,0	42,3	< 5	14,4	42,2	49,9	27,3	59,2	17,9	40,9	44,7	130,8
22	DH2322/3	65,4	210,0	73,1	5,0	40,6	41,4	28,7	40,6	17,2	11,2	13,0	76,2	21,1	68,3	17,1	71,6	24,6	154,1