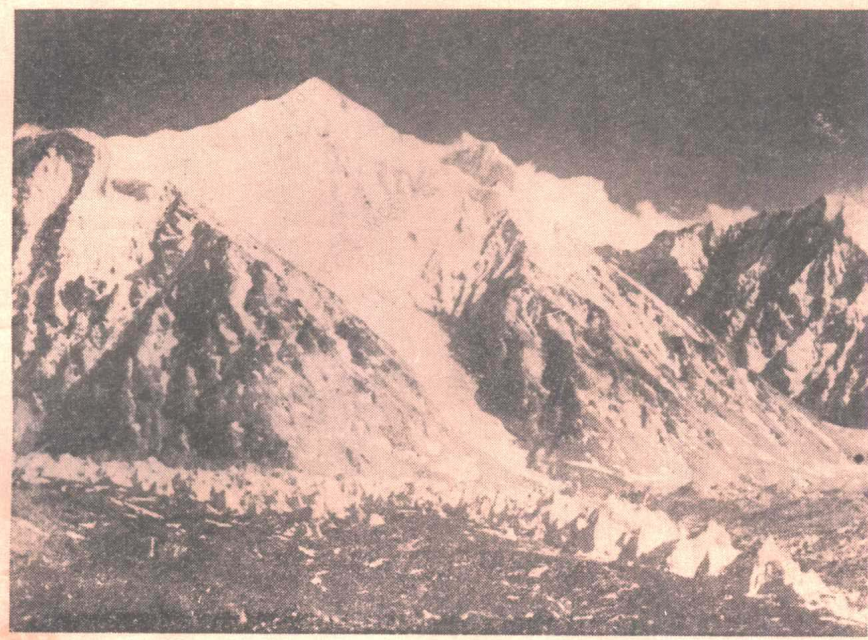


5517

56.5083

地质矿产部青藏高原地质文集编委会

5310



青藏高原地质文集

17

5083

17

5083

0

地质出版社

青藏高原地质文集

(17)

地质矿产部青藏高原地质文集编委会

地质出版社

内 容 简 介

本书为《青藏高原地质文集》第17集，书中大部分文章系一九八三年四月在成都召开的“地质矿产部青藏高原地质科学第二次讨论会”上宣读的，以西藏地区的实际材料为主体，少量其他地区的内容。作者分地区对地层层序、沉积建造、古生物群、区域构造、岩浆活动、变质作用、岩石地球化学特征及其有关矿产和地热资源进行了论述。论文对研究青藏高原的地质构造特征和形成演化规律提供了新的基础资料。

本书可供地质学者和地质院校师生参考。

青藏高原地质文集

(17)

地质矿产部青藏高原地质文集编委会

责任编辑：郝明玮 刁志忠 牛坤芳

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华店经售

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：25³/₈ 插页：一个 字数：599,000

1985年4月北京第一版·1985年4月北京第一次印刷

印数：1—2,020册 定价：6.70 元

统一书号：13038·新63

目 录

1. 西藏花岗岩类的成因类型及其演化·····	余希静 (1)
2. 青海下元古界变质作用特征·····	陈基娘 王云山 (19)
3. 西藏喜马拉雅前寒武系基底岩系的变质作用特征 ·····	茅燕石 卫管一 张伯南 孙似洪 石绍清 (47)
4. 祁连山主要地质特征·····	向鼎璞 (61)
5. 滇西点苍山的抬升与山前磨拉石沉积 ·····	罗建宁 肖永林 苏俊周 邹培馨 (81)
6. 试论横断山区地槽褶皱带的多旋回·····	陈炳蔚 (99)
7. 云南剑川盆地新构造运动特征与云南高原隆起问题 ·····	何浩生 何科昭 朱照宇 (105)
8. 秦昆纬向构造带在东昆仑地区的区域构造特征·····	张长华 胡高纯 (119)
9. 西南三江地区弧形深断裂—板块俯冲带的构造演化·····	王凯元 (127)
10. 东昆仑山万宝沟断裂显微构造的初步研究·····	凌小惠 (141)
11. 西藏冈底斯—念青唐古拉构造带的演化及成矿控制·····	谷良备 (155)
12. 藏南地区新构造运动对水系、湖泊形成及演变的控制·····	易绍先 常凤亭 (167)
13. 西藏班戈地区晚白垩世腹足类化石·····	潘云唐 (183)
14. 西藏阿里地区日土县早二叠世茅口期有孔虫动物群·····	聂泽同 宋志敏 (199)
15. 西藏定日的海相白垩、第三系·····	郝诒纯 万晓樵 (227)
16. 西藏拉萨彭坡农场地区白垩纪的双壳类动物群·····	苟宗海 (233)
17. 云南保山、施甸地区早石炭世珊瑚化石·····	段丽兰 (255)
18. 青海赛什腾群的珊瑚化石及其地层意义·····	林宝玉 (281)
19. 西藏丁青拉贡塘组的介形类和有孔虫及其时代·····	李玉文 (291)
20. 青海囊谦早第三纪介形类·····	卫 民 (313)
21. 试用数学地质方法探讨川西义敦地区中酸性岩浆岩岩石化学特征、成 岩成矿系列及演化·····	侯立玮 傅德明 肖 懿 (329)
22. 关于阿尔卑斯型铬铁矿成岩成矿机制的一种设想 ·····	周 详 朱明玉 倪心垣 (349)
23. 藏东斑岩型铜钼矿床蚀变矿化分带特征及其与J.D.Lowell劳厄尔 模式的对比·····	杜心范 (369)
24. 青藏高原地热资源概述·····	万子益 (383)
25. 以伦坡拉盆地为例推论青藏高原陆相第三系盆地及其石油地质条件 ·····	徐正余 赵敬平 吴兆龙 (391)

CONTRIBUTION TO THE GEOLOGY OF THE QINGHAI-XIZANG (TIBET) PLATEAU

Vol.17

Contents

1. Granitoid Genetical Type and Its Evolution in Xizang (Tibet)
.....Yu Xijing (13)
2. The Characteristics of the Metamorphism of Lower Proterozoic
Group in Qinghai Province.....Chen Jinjiang, Wang Yushan (41)
3. The peculiarities of the Metamorphism of Precambrian Basement
Rock Series in Himalayan Region, Xizang (Tibet)
.....Mao Yanshi, Wei Guanyi, Zhang
Bonan, Shun Sihong, Shi Shaoqing (59)
4. The Main Geological Characteristics in Qilianshan Region
.....Xiang Dingpu (77)
5. The Study of the Uplift of Diancangshan Mt. and the Molasse
Deposits at Its Piedmont
.....Luo Jianning, Xiao Yonglin, Su Junzhou, Zhou Peixing (95)
6. Some New Observations on Polycyclicity of Geosynclinal Fold
Belts in Hengduanshan Mountains.....Chen Bingwei (104)
7. The characteristics of the Neotectonism in Jianchuan Basin,
Yunnan and Their Bearing on the Yunnan Plateau Uplifting
.....He Haosheng, He Kezhao, Zhu Zhaoxu (116)
8. On the Regional Structural Feature of the Qinling-Kunlun Latitu-
dinal Tectonic Zone in the East Kunlun Region
.....Zhang Changhua, Hu Gaochun (126)
9. The Geotectonic Evolution of the Deep Arcuate Fracture-Plate
Subduction Zones of Sanjiang Region, Southwestern China
.....Wang Kaiyuan (138)
10. A Preliminary Study on Microstructure in the Wanbaogou Fault
in Eastern Kunlun Mountains.....Ling Xiaohui (150)
11. The Evolutional Process and the Metallogenetic Control of the
Gang-Nyain (Gangdise-Nyainqentanglha) Structural Zone, Xizang
(Tibet)Gu Liangbei (165)
12. The Formation and Evolution of the Water Systems and Lakes
under the Control of the Neotectonic Movement in Southern
Xizang (Tibet)Yi Shaoxian, Chang Fengting (180)
13. Late Cretaceous Gastropods in Bange County, Xizang (Tibet)

- *Pan Yuntang* (194)
14. Foraminiferal Assemblage of Lower Permian Maokou' an Longge Formation in Rutog, Ngari Area, Xizang (Tibet)
..... *Nie Zetong, Song Zhimin* (215)
15. The Marine Cretaceous and Tertiary Strata of Tingri, Xizang (Tibet) *Hao Yichun, Wan Xiaoqiao* (232)
16. A Cretaceous Bivalve Fauna in Pengbo Farm Area of Lhasa, Xizang (Tibet) *Gou Zonghai* (246)
17. Early Carboniferous Corals from Baoshan and Shidian, Yunnan
..... *Duan Lilan* (272)
18. Some Corals from the Saishiteng Group of Qinghai Province and Its Stratigraphical Significance..... *Lin Baoyu* (286)
19. Some Marine Ostracods and Foraminifers from Lagongtang Formation in Denqen, Xizang (Tibet) and Their Geological Age
..... *Li Yuwen* (305)
20. Eocene Ostracods from Nangqen in Qinghai..... *Wei Min* (323)
21. A Study of the Petrochemical Characters, Lithogenetic and Mineralogenetic Series and Evolution of the Intermediate-Acid Magmatic Rocks in Yidun Region, West Sichuan by Means of Geomathematical Methods..... *Hou Liwei, Fu Deming, Xiao Yi* (346)
22. A Thought on the Diagenetic and Mineralogenetic Mechanism of Alpine Type Chromite..... *Zhou Xiang, Zhu Mingyu, Ni Xinyuan* (364)
23. The Character of the Alteration and Mineralization Zones of the Porphyry Cupromolybdenum Deposit in Eastern Xizang (Tibet) and Its Comparison with the J. D. Lowell Model..... *Du Xinfan* (379)
24. On the Resource of Terrestrial Heat in Xizang (Tibet) Plateau
..... *Wan Ziyi* (390)
25. On the Tertiary Continental Basins and Their Petroleum Potential in Qinghai-Xizang(Tibet) Plateau with Lunpola Basin as Example
..... *Xu Zhengyu, Zhao Jingping, Wu Zhaolong* (398)

西藏花岗岩类的成因类型及其演化

GRANITOID GENETICAL TYPE AND ITS EVOLUTION IN XIZANG(TIBET)

余希静

(成都地质矿产研究所)

西藏地区花岗岩类岩浆活动十分频繁、强烈、分布广泛。笔者于1980—1982年间对该区花岗岩类进行野外实地观测、室内测试研究,发现花岗岩类在时空分布、岩石类型、岩石化学、地球化学及成矿作用等方面呈现一定规律性的变化。本文从地质特征、岩石矿物学、岩石化学、稀土元素地球化学、锶同位素特征等五方面综合研究其成岩方式、物质来源、形成演化的地质背景并研究其内在成因联系,探讨其成因类型、演化规律。

根据成岩物质来源与成岩方式,西藏花岗岩类划分为两种不同成因类型(系列):(1)混染—同熔型(简称同熔型)。(2)重熔—改造型(简称改造型)。同熔型系由上地幔衍

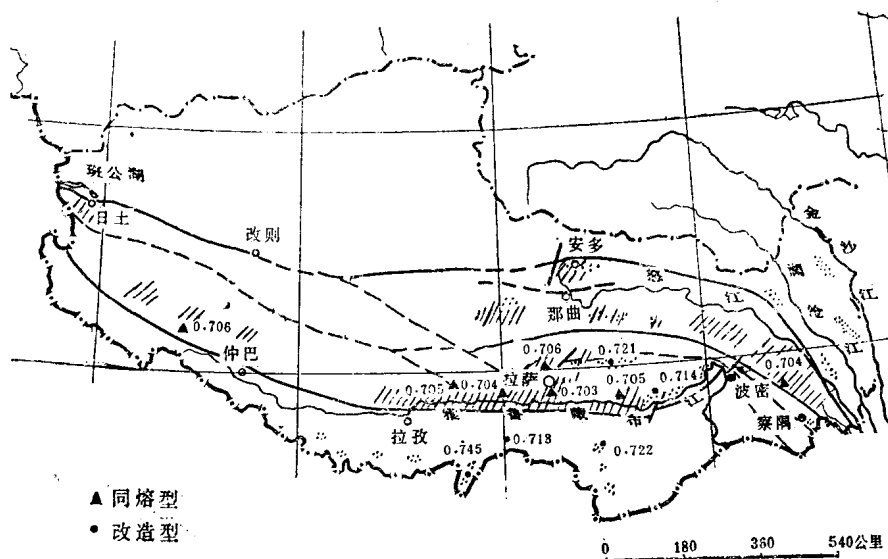


图 1 西藏两种成因类型花岗岩分布略图

注:斜线为同熔型花岗岩主要分布区;细点为改造型花岗岩分布区;图中数字表示 $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_I$ 值

Fig. 1. Sketch map showing the distribution of granite of two genetic types in Xizang.

Included lines—main distributive area of syntexistype granite; Small dots—the main distributive area of reform-type granite; Numbers in the map indicate the $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_I$ value.

生物或底部地壳物质局部熔融形成岩浆,在上升贯入上部地壳过程中不同程度也混染了壳源物质。改造型系由陆壳硅铝层物质遭受混合岩化、花岗岩化多次反复作用在原地或半原地经部分重熔改变或产生再生岩浆,沿张性裂隙侵入而成。前者与“Ⅰ”型花岗岩类相似,后者与“S”型花岗岩类相当,并与徐克勤等(1979)所提出的花岗岩类成因类型相同。其空间分布与地质背景如图1。

一、两种成因类型花岗岩的特征对比

根据地质特征、岩石矿物学、岩石化学、稀土元素分布模式、锶同位素等方面的差异对两种成因类型花岗岩对比如下:

(一) 地质特征对比

不同成因类型花岗岩类在宏观地质方面具显著差异,其特征:

1. 同熔型:呈小规模的岩基、岩株、岩床、岩墙。岩石有辉石闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等中至酸性岩类。它们密切相伴或单独产出。岩体附近常有时代相差不大、成分相近的火山岩系。岩石呈半自形粒状结构,块状构造。与围岩间界面清楚,内接触带岩石结构变细,外接触带有角岩化、大理岩化、矽卡岩化。岩体内部一般无包体,偶于岩体边部或局部地段(如聂当)见有包体,其成分似微晶闪长岩,由微粒角闪石和斜长石组成,如曲水、扎囊、林芝、扎西则等岩体。

2. 改造型:根据成岩方式不同又可分为两个亚型。(1)重熔—改造型:呈规模巨大、形状不规则的大岩基,出露面积达数百至数千平方公里。如东达山、聂荣、太昭等。岩石有黑云母花岗岩、黑云母花岗闪长岩、黑云母二长花岗岩等。岩石结构、构造极不均一,常呈基质为粗粒结构的似斑状结构(斑晶大小 $1\times 2-2.5\times 4$ 厘米、含量由 $n-30\%$);常呈似片麻状构造、残留纹状构造(图版Ⅰ—2)、斑杂构造,内含条状包体(图版Ⅰ—4)。岩体内部常见各种形态残留体,变斑晶、包体,其大小 $n-n\times 10$ 厘米,大者几米,成分以黑云母(图版Ⅰ—1、8)、钾长石(图版Ⅰ—7、8)、红柱石、堇青石等矿物为特征,亦有由石英(图版Ⅰ—3)、石榴石(图版Ⅰ—6)“S”形残留体单独组成。与围岩接触界面清楚,外接触带显角岩化(图版Ⅰ—5)、矽卡岩化;亦有界面模糊不清者。(2)重熔—再生—改造型:呈小穹窿、岩株岩床和小层状体。岩石有白云母花岗岩、电气石花岗岩、二云母花岗岩。不含或含少量黑云母。岩石结构、构造基本均匀,呈中、细粒结构或基质呈细粒结构的似斑状结构;呈块状构造或似片麻状构造。常侵入于同熔型及重熔改造型花岗岩中。

(二) 岩石矿物学特征对比

1. 岩石结构、构造:同熔型较为均一,通常呈中粒半自形粒状结构、花岗结构(图版Ⅱ—1、2、3、4),块状构造。改造型较复杂、多样,常见花岗变晶结构(图版Ⅱ—5、7、8)、净边结构,蠕英石发育(图版Ⅱ—6),呈似片麻状构造、斑杂构造、变余碎斑构造。

2. 矿物成分:两种不同成因花岗岩在次要造岩矿物方面具有明显差异。同熔型花岗岩除含黑云母外,通常含有 $n\%$ 的普通角闪石,少量单斜辉石。改造型中的重熔—改造型

花岗岩富含黑云母量达8%—25%，含少量红柱石、堇青石，偶见少量普通角闪石或白云母。改造型中的重熔—再生—改造型花岗岩以普遍含有白云母为其特征，伴生少量电气石、萤石、石榴石。

3. 副矿物组合：锆石、磷灰石在两种成因类型花岗岩中均普遍存在。最特征的差异在于铁、钛氧化物的含量及其他副矿物组合。同熔型花岗岩副矿物含量一般较高，3—5千克/吨，个别岩体高达13千克/吨。磁铁矿占副矿物总量68%—96%，类似于石原舜三的磁铁矿系列。钛主要以榍石形式出现，没有或仅有极少量钛铁矿形成。改造型花岗岩副矿物含量变化较大，原地、半原地重熔—改造型花岗岩副矿物含量1.3—6千克/吨，以含硫化物为其特征。东达山岩体磁黄铁矿占副矿物总量36.5%，罗钦拉岩体黄铁矿占副矿物量总的3.9%。钛铁矿含量较同熔型花岗岩明显增高，占副矿物总量的5—25%。重熔—再生—改造型花岗岩副矿物含量低为60—650克/吨，钛铁矿占副矿物总量的2—14%，较同熔型花岗岩高，该类花岗岩以出现石榴石等区别于其他类型花岗岩。从副矿物组合及钛铁矿、磁铁矿含量变化表明，同熔型花岗岩成岩物质来源深，形成于氧逸度高的环境；改造型花岗岩含硫、碳、氟等元素，形成于接近地表，还原度高、氧逸度低的环境。

4. 黑云母特征对比：

黑云母是两种成因类型花岗岩共有的造岩矿物，其物理化学性质反映成岩的物质来源及物理化学条件。黑云母特征有以下显著区别：

(1) 颜色与包体：改造型花岗岩黑云母多呈深褐色，具强多色性。晶片内常有锆石、磷灰石包体。包体多呈圆滑—次圆滑状，锆石包体周围常有蜕变晕圈。同熔型花岗岩黑云母通常呈绿、黄绿、暗绿色，晶片内部较洁净，通常没有或仅有极少量自形柱状细小磷灰石、磁铁矿包体。

(2) 黑云母化学成分：不同类型花岗岩黑云母化学成分根据谢应雯(1982)所做，以氧22为基础计算主要阳离子数及主要晶体化学参数列于表1。由 $Mg-(Al^M + Fe^{3+} + Ti) - (Fe^{2+} + Mn)$ 图解(图2)和 $Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn - Mg$ 图解(图3)表明同熔型花岗岩黑云母为镁质黑云母，Mg离子数 >2.0 ，MF值 >0.45 ，变动于0.45—0.60之间，在八面体位置中Mg离子数 $>37\%$ 。改变型花岗岩黑云母为铁质黑云母，Mg离子数 <1.60 ，MF值 <0.35 ，变动于0.13—0.35之间。八面体中Mg离子数 $<29\%$ ，主要由 Al^M 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 所占据。镁离子的富集程度反映同熔性花岗岩黑云母形成于较高温，改造型花岗岩黑云母形成的温度条件较低。

(三) 岩石化学成分特征对比

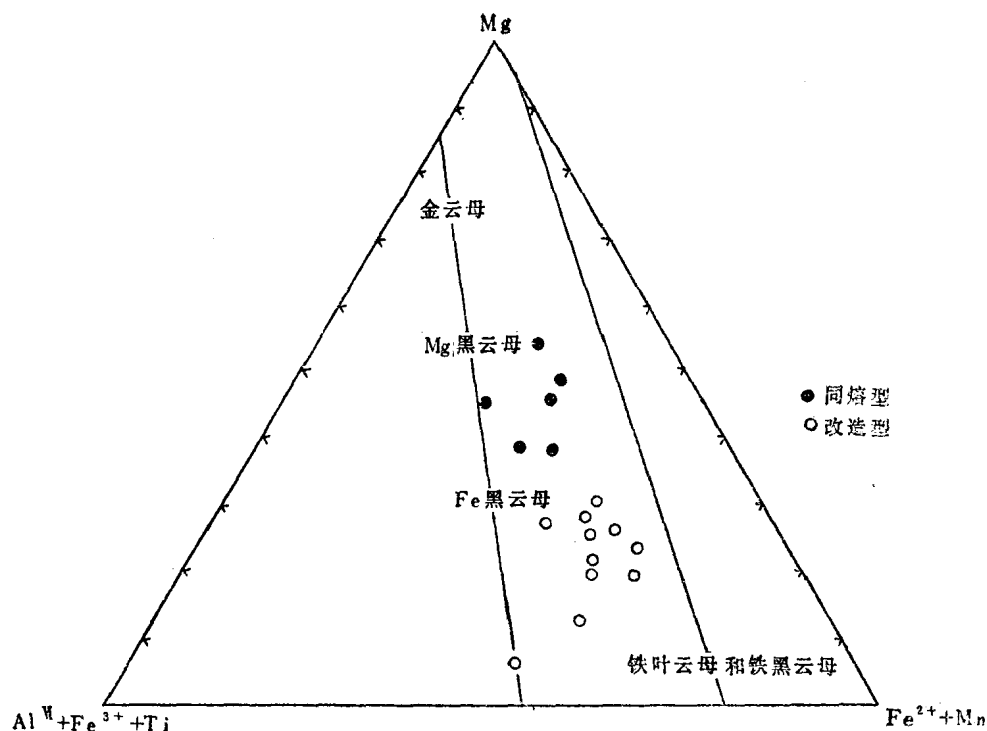
根据测定和收集的548件岩石全分析结果的综合研究表明，不同成因类型花岗岩的岩石化学主要参数在以下几方面具有明显差异。

1. 铝过饱和度($Al' = Al - Na - K - 2Ca$)：同熔型花岗岩主要为负值，(样品总数的89.3% <1)。改造型花岗岩主要为正值， $Al' > 1$ ， Al' 值在5—30的占58.6% (图4)。

2. 铝指数($Al_2O_3 / (K_2O + Na_2O + CaO)$ 摩尔比)：同熔型花岗岩83.7% <1 ，改造型花岗岩98.5% >1 (图5)。西藏地区花岗岩类铝指数与华南花岗岩类近似，以1.05为两种不同成因类型花岗岩的区分点，较查佩尔·怀特所测定“I”型花岗岩与“S”型花岗岩区分点1.1稍低。

表 1 西藏二种成因类型花岗岩黑云母主要晶体化学参数

成因类型	样品编号	阳离子数			八面体中阳离子(%)			MF
		Mg	$\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}$	Al^{VI}	Mg	$\text{Al}^{\text{VI}} + \text{Fe}^{3+} + \text{Ti}$	$\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}$	
改造型	1	1.28	2.826	0.558	25.3	24.6	50.1	0.312
	2	1.42	2.933	0.532	27.1	20.9	52.0	0.327
	3	1.67	3.022	0.901	21.6	27.1	51.3	0.279
	5	1.03	3.761	0.192	19.0	23.4	57.6	0.214
	6	1.23	3.424	0.276	23.1	20.7	56.2	0.265
	8	1.14	3.382	0.691	20.6	28.0	51.4	0.253
	10	1.50	2.961	0.601	27.8	24.5	47.7	0.337
	13	1.59	3.022	0.643	28.7	22.5	48.8	0.344
	18	0.46	2.894	1.512	8.8	41.3	49.9	0.136
	19	0.69	3.388	1.133	12.9	34.1	53.1	0.170
	21	1.52	2.389	0.519	28.3	27.7	44.0	0.377
同熔型	4	2.81	2.142	1.051	44.2	29.3	26.5	0.588
	7	2.68	2.114	0.351	48.4	18.5	33.1	0.559
	11	2.01	2.449	0.579	37.3	23.1	39.6	0.451
	12	2.43	2.443	0.434	39.5	27.6	32.9	0.498
	14	3.01	2.038	0.462	52.1	18.8	29.1	0.597
	15	2.51	2.345	0.382	45.2	20.1	34.8	0.517

注: MF = $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mn})$ 离子数图 2 西藏两种成因类型花岗岩黑云母 $\text{Mg}-(\text{Al}^{\text{VI}} + \text{Fe}^{3+} + \text{Ti})-(\text{Fe}^{2+} + \text{Mn})$ 图解

同熔型为Mg质黑云母和Fe质黑云母, 改造型为Fe质黑云母和铁叶云母

Fig. 2. Diagram showing $\text{Mg}-(\text{Al}^{\text{VI}} + \text{Fe}^{3+} + \text{Ti})-(\text{Fe} + \text{Mn})$ of biotite in Xizang granite of two genetic types. There are magnesium biotite and ferruginous mica in syntexis-type granite and ferruginous biotite and siderophyllite in reform-type granite

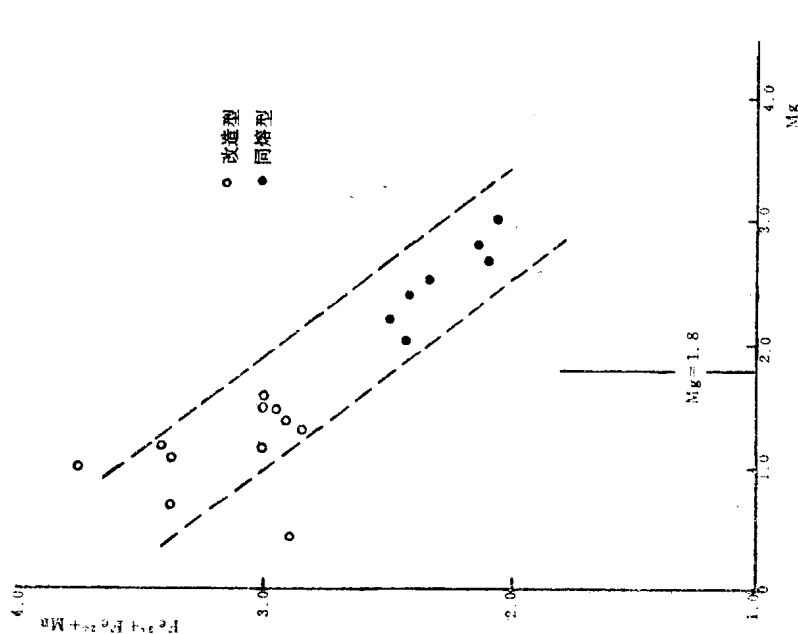


图 3 西藏两种成因类型花岗岩黑云母八面体中 $(Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn)$ — Mg 图解
改造型花岗岩 $Mg < 1.8$ } 两者负相关
同熔型花岗岩 $Mg > 1.8$ }

Fig. 3. Diagram showing $(Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn)$ — Mg in the octahedron of biotite in granite of two genetic types in Xizang.

Reform type granite: $Mg < 1.8$; Syntexis-type granite: $Mg > 1.8$.
Both of them are negatively interrelated

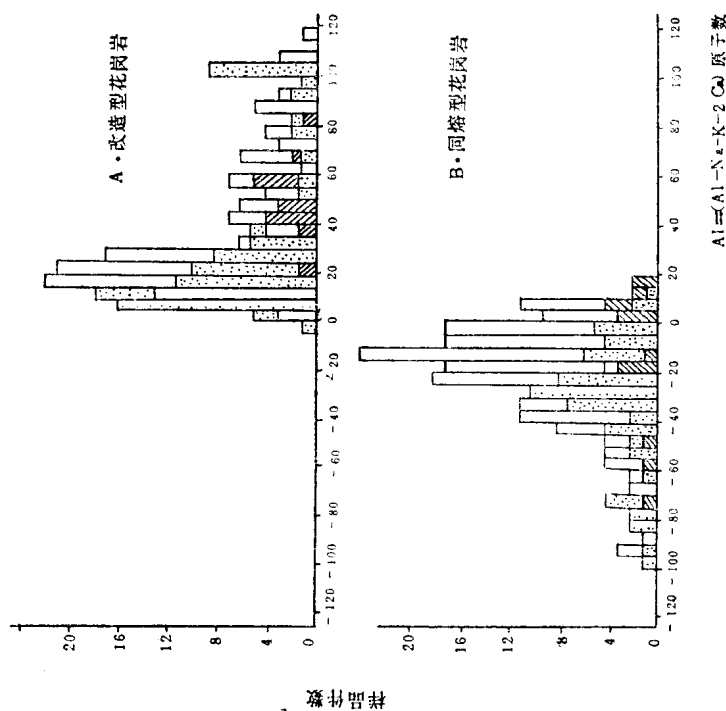


图 4 西藏同熔型、改造型花岗岩 Al' 分布频率直方图
注: 斜线区为澳大利亚柯修斯花岗岩, 细点区为华南花岗岩, 空白区为西藏花岗岩, 单行点区为华南花岗岩和西藏花岗岩

Fig. 4. Histogram showing the distributive frequency of Al' in the syntexis-type and reform-type granite of Xizang (Tibet)

Inclined lines—granite of Cothaws, Australia; Small dots—South China granite; Blank space—Xizang granite; dot-lines—the South China granitoid and Xizang granite

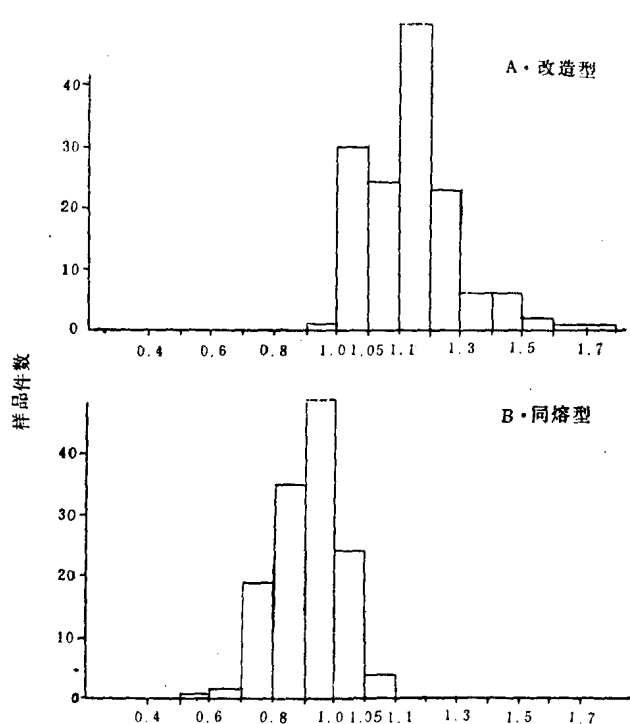


图 5 西藏花岗岩 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ 频度直方图

Fig. 5. Histogram showing the frequency of $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ in Nizang granite.

3. $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比值: 通过对比该比值成果分析, 明显可见改造型花岗岩 75% 比值 < 1 , 同熔型花岗岩含较高 Na_2O 其比值 > 1 之频率高于改造型花岗岩 (图 6)。

4. 在 $(\text{Al}-\text{Na}-\text{K})-\text{Ca}-(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$ 图解中 (图 7), 同熔型花岗岩较集中地分布于斜长石—黑云母—角闪石及斜长石—角闪石—透辉石组合内。改造型花岗岩较集中地分布于斜长石—黑云母—堇青石和斜长石—堇青石—白云母组合内。

岩石化学成分主要参数表明: 改造型花岗岩富铝、钾贫钙、钠, 多属铝过饱和系列。同熔型花岗岩富钠、钙低铝, 多属正常系列。造岩矿物组合表明: 改造型花岗岩缺乏角闪石, 富含黑云母, 并出现红柱石、堇青石、石榴石、白云母等高铝矿物。同熔型花岗岩普遍含有角闪石, 部分出现单斜辉石。以上岩石化学特征与岩石矿物特征互相吻合。

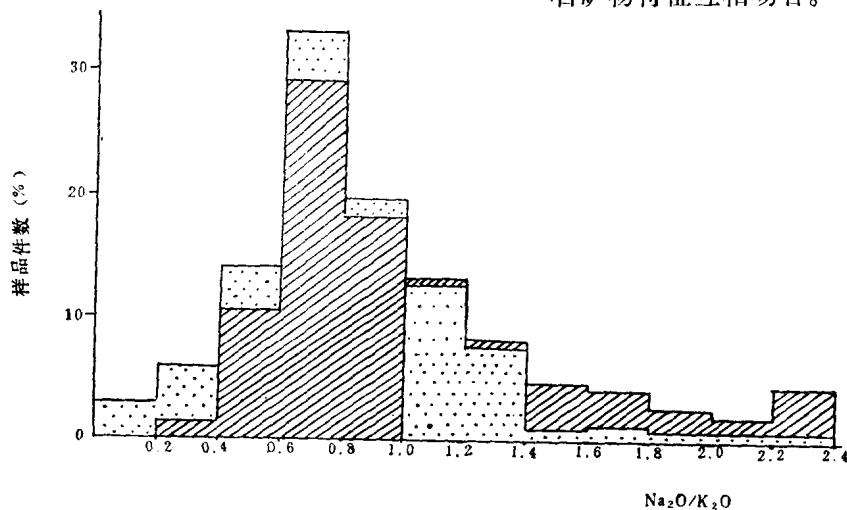


图 6 西藏同熔型和改造型花岗岩 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 分布频率直方图

注: 斜线区为同熔型花岗岩; 细点区为改造型花岗岩

Fig. 6. Histogram showing the distributive frequency of $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ in the syntexis-type and reform-type granite; Small dots indicate the reform-type granite.

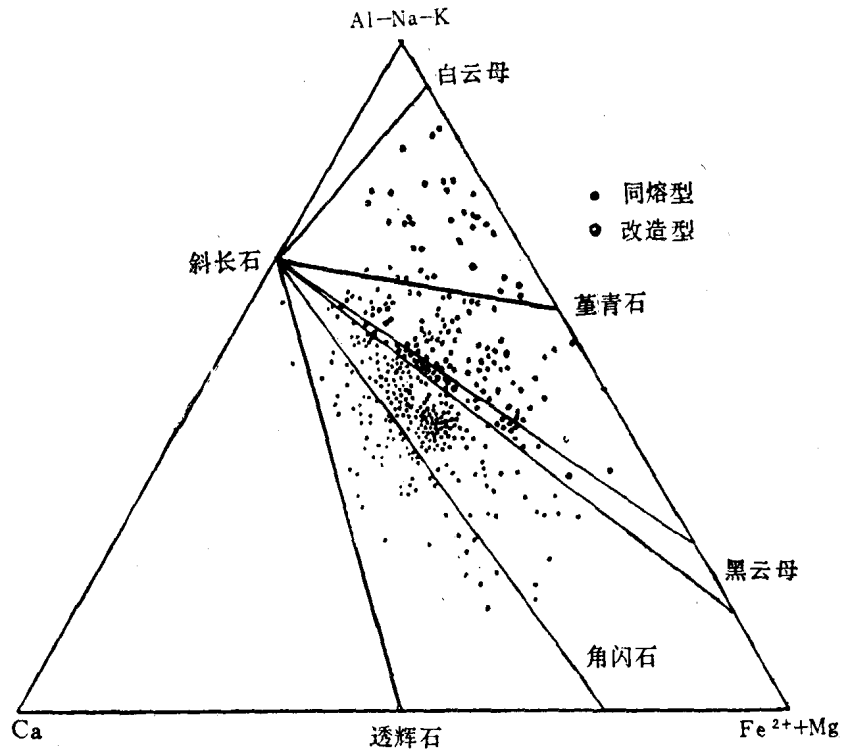


图 7 西藏同熔型和改造型花岗岩 (Al-Na-K)—Cu—(Fe²⁺ + Mg) 图解

Fig. 7. Diagram showing (Al-Na-K)—Ca—(Fe²⁺ + Mg) of the syntexis-type and the reform-type granite of Xizang

(四) 稀土元素分布模式对比

稀土元素在花岗岩类中广泛分布, 因其地球化学性质稳定, 近年来用稀土分布模式判

表 2 西藏两种成因类型花岗岩稀土分布特征参数表

成因类型	岩体及岩性	稀土分布特征参数					
		LREE	HREE	$\frac{LREE}{HREE}$	ΣREE	$\frac{Eu}{Eu^*}$	$\frac{La}{Yb}$
同熔型	a-2 林芝英云闪长岩	150.93	6.79	22.23	157.72	1.40	42.67
	a-1 楚拉花岗闪长岩	120.28	11.09	10.84	131.37	1.26	12.58
	a-3 门巴花岗闪长岩	58.93	7.20	8.18	66.13	1.15	7.95
	b-1 申扎花岗闪长岩	110.44	15.33	7.20	125.77	0.75	7.56
	b-2 班戈花岗闪长岩	105.32	11.91	8.84	117.23	0.71	10.34
改造型	c-1 嘉黎钾斑二长花岗岩	334.45	19.11	17.50	353.56	0.65	18.47
	c-2 羊八井黑云母花岗岩	295.51	32.84	9.00	328.35	0.57	8.83
	c-3 嘉黎黑云母花岗岩	211.35	23.57	8.97	234.92	0.57	8.02
	c-4 太昭黑云母花岗岩	184.65	17.90	10.32	202.55	0.63	11.43
	d-1 嘉黎二云母花岗岩	157.47	19.68	8.00	177.15	0.43	6.97
	d-2 羊八井黑云母花岗岩	202.31	48.16	4.20	250.47	0.33	3.14
	d-3 嘉黎黑云母花岗岩	221.99	22.25	9.95	243.64	0.41	10.21

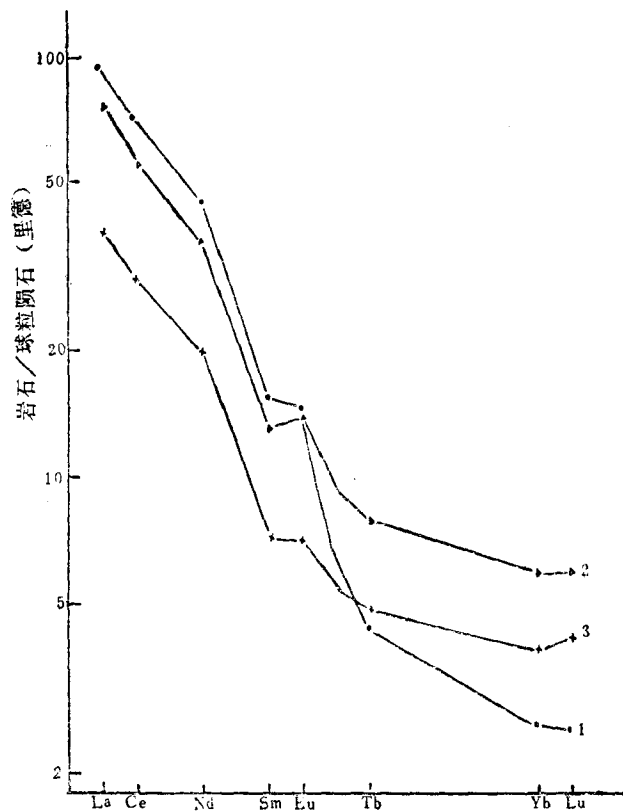


图 8-a

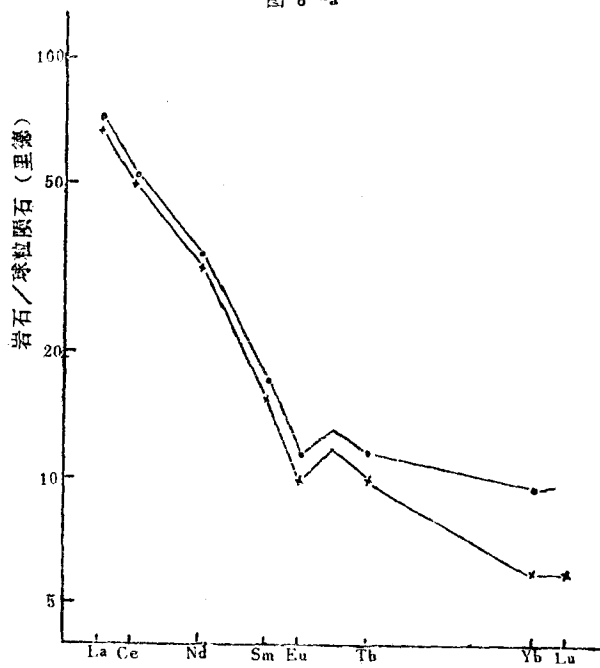


图 8-b

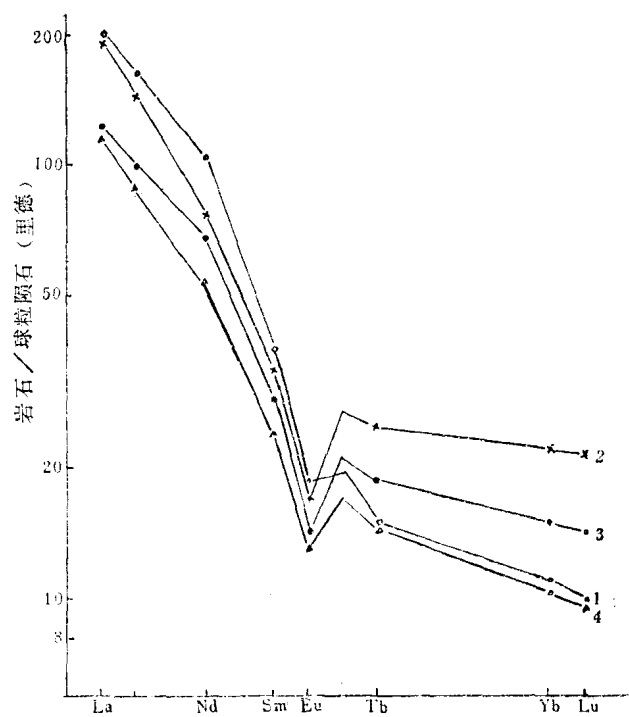


图 8-c

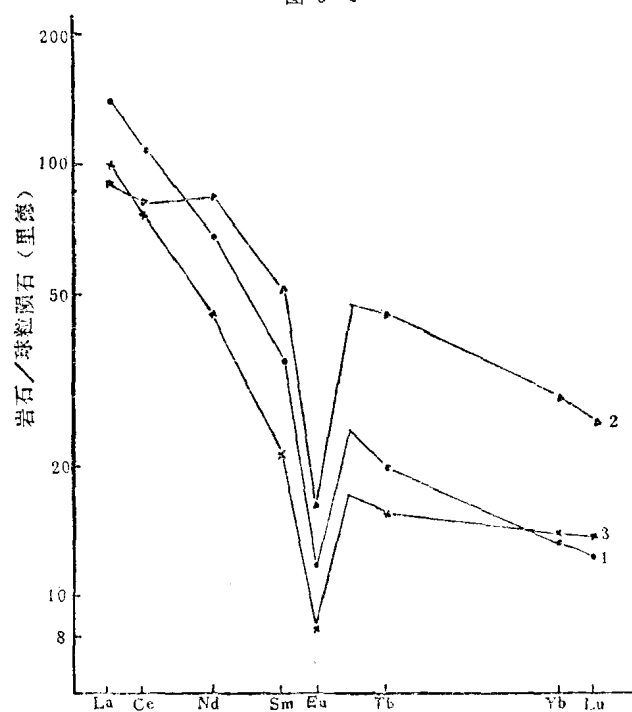


图 8-d

两种花岗岩分布模式图.a和b: 同熔型 c和d: 改造型

Fig. 8. Diagrams showing the distributive model of rare earth elements in granite of two genetic types. a and b: Syntexis-type granite; c and d: Reform-type granite.

断岩石成因得到广泛应用。西藏地区部分花岗岩样品由成都地质学院第三系用中子活化法测定其稀土元素, 未测元素数值用沿曲线内插法求得。测定结果主要特征参数列于表2。这表明两种成因类型花岗岩稀土元素分布模式具显著差异。同熔型稀土总量低 $\Sigma\text{REE}=66-157\text{p.p.m.}$, Eu异常不明显, $\text{Eu}/\text{Eu}^*=0.71-1.40$, 稀土分布模式呈向右陡倾斜基本平滑型曲线, 如图8-a、b。图8-a表明部分同熔型花岗岩形成深度大, 氧逸度高, 缺乏陆壳硅铝层特有的碳和硫等元素影响, 不利 E_2^{3+} 还原成 E_2^{2+} , 而 E_2^{3+} 相对富集成正异常, 亦与这类岩石富含斜长石相吻合。成岩物质可能属未受壳层混染的上地幔衍生物。如林芝岩体位于雅鲁藏布江结合带附近, 其地质构造位置与岩体稀土分布模式一致。图8-b表明这类花岗岩形成环境氧逸度稍低, 少量 E_2^{3+} 还原成 E_2^{2+} , 稀土分布模式具不明显的铈负异常, $\text{Eu}/\text{Eu}^*=0.71-0.75$, 轻、重稀土分馏作用较前显示稍强。 $\text{LREE}/\text{HREE}=7.2-8.8$, 成岩物质可能属上地幔衍生物或地壳底部局部熔融形成的岩浆混染少量陆壳物质。

改造型花岗岩稀土分布模式见图8-c、d。原地或半原地重熔—改造型花岗岩稀土总量高, $\Sigma\text{REE}=202-328\text{p.p.m.}$, $\text{LREE}/\text{HREE}=9.0-10.5$, 稀土分布模式如图8-c, 呈向右倾斜“V”型, 铈为中等负异常, $\text{Eu}/\text{Eu}^*=0.5-0.57$, 表明形成环境较同熔型花岗岩浅, 氧逸度低, 原岩硅铝层分散的碳、硫等元素促进还原作用进行, 利于 Eu^{3+} 还原成 Eu^{2+} 。重熔—再生—改造型花岗岩稀土分布模式如图8-d, 呈向右倾斜“V”型, 铈为明显负异常, $\text{Eu}/\text{Eu}^*=0.33-0.43$, $\Sigma\text{REE}=177-250\text{p.p.m.}$, 这表明成岩环境靠近地壳浅成, 氧逸度低, 极利于 Eu^{3+} 还原成 Eu^{2+} , 形成铈明显亏损。其稀土分布模式特性与此类花岗岩多成浅成相小岩体, 富含挥发分矿物, 钾长石/斜长石比值增高等地质、岩石矿物学特征一致。

(五) 铈同位素组成特征对比

本区铈同位素资料见表3, 其空间分布位置见图1。两种成因类型花岗岩各具特点。同熔型花岗岩 $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始比值 $0.703-0.706$, 高于未被混染的现代洋岛玄武岩的 $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$

表3 西藏两种成因类型花岗岩类 $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始值

成因类型	岩体及岩性	$\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始比值	资料来源
同熔型	拉萨黑云母花岗岩	0.7028	桂训唐等1982
	曲水斑状花岗闪长岩	0.7034	伍勤生等1982
	曲水花岗闪长岩	0.7045	伍勤生等1982
	阿扎贡拉闪长岩	0.7042	伍勤生等1982
	郎县花岗闪长岩	0.7051	伍勤生等1982
	南木林花岗闪长岩	0.7053	伍勤生等1982
	岗仁波齐花岗闪长岩	0.7055	伍勤生等1982
	羊八井黑云母花岗岩	0.7066	桂训唐等1982
改造型	麦拉斑状黑云母花岗岩	0.7138	伍勤生等1982
	甲格斑状黑云母花岗岩	0.7140	伍勤生等1982
	皮康斑状黑云母花岗岩	0.7211	伍勤生等1982
	打拉片麻状二云母花岗岩	0.7221	伍勤生等1982
	告乌白云母花岗岩	0.7458	伍勤生等1982
	康马片麻状二云母花岗岩	0.7186	王俊文等1981

初始比值0.7037,表明本区沿雅鲁藏布江结合带北侧分布的同熔型花岗岩可能来源于上地幔衍生物或地壳底部局部熔融形成的岩浆在上升过程中同化混染部分上部陆壳物质。改造型花岗岩 $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始比值为0.713—0.745,其中 $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 的初始比值高于“大陆壳Sr增长线” $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 的初始比值0.719的“高初始比值”花岗岩,这可能由陆壳硅铝层部分直接重熔改造形成。其中低于该数值的“中等初始比值”的花岗岩可能源岩陆壳硅铝层混有部分洋壳或地幔成因物质,经过局部重熔改造形成熔浆贯入上部地壳而成。

二、两种成因类型花岗岩的演化

两种不同成因类型花岗岩的演化发展过程及活动时代与区域地质构造的形成演化密切相关并严格受其控制。主要有五个期次:

(一) 华力西晚期活动的改造型花岗岩。位于本区东部沿金沙江古板块缝合带西侧。其岩体伏于下三叠统之下。

(二) 印支末期至燕山早期, K-Ar 同位素年龄为 173—215 百万年的原地或半原地重熔—改造型花岗岩。位于班公湖—怒江结合带北侧, 如东达山、郭清、聂荣等花岗岩大岩基。

(三) 燕山中期(即大致相当于晚侏罗世—早白垩世), K-Ar 同位素年龄为 110—145 百万年的同熔型花岗岩和原地或半原地改造型花岗岩。前者由于印度板块沿怒江—班公湖缝合带与欧亚板块拼合, 洋壳的俯冲、碰撞, 促使消减洋壳或上地幔物质低度局部熔融形成。后者自陆壳硅铝层部分重熔改造形成。二者组成藏北念青唐古拉带, 如申扎、班戈、嘉黎、太昭、楚拉等岩体。

(四) 燕山晚期至喜马拉雅山早期(即大致相当于晚白垩世—始新世), K-Ar 同位素年龄为 45—96 百万年的同熔型花岗岩与改造型花岗岩, 为印度板块沿雅鲁藏布江结合带向北俯冲, 碰撞形成规模宏伟的冈底斯带。

(五) 喜马拉雅山期, K-Ar 同位素年龄为 12—33 百万年的重熔—再生—改造型花岗岩, 由于板块继续向北推进, 陆块相继产生破裂、褶皱、逆冲断层和推覆构造, 块体(裂块)的重新拼合汇聚使壳层重叠、加厚、聚集之巨大热源使陆壳硅铝层产生局部重熔形成浅成相小穹窿、小岩株, 为本区花岗岩类演化过程中最新产物。它们较集中地分布于喜马拉雅、拉轨岗日地区。

三、小 结

通过对西藏花岗岩类地质特征、岩石矿物学、岩石化学成分、岩石稀土元素分布模式和锆同位素组成特征等多方面综合研究, 确定该区至少存在改造型和同熔型两种不同成岩机制的花岗岩。改造型花岗岩由陆壳硅铝层经过部分重熔—改造或经过重熔—再生岩浆而形成。成岩环境温度较低、氧逸度低、有利于还原作用进行。同熔型花岗岩主要由上地幔衍生物或地壳底部局部熔融形成岩浆侵入地壳上部, 反映成岩环境为高氧逸度、高温的深部相。