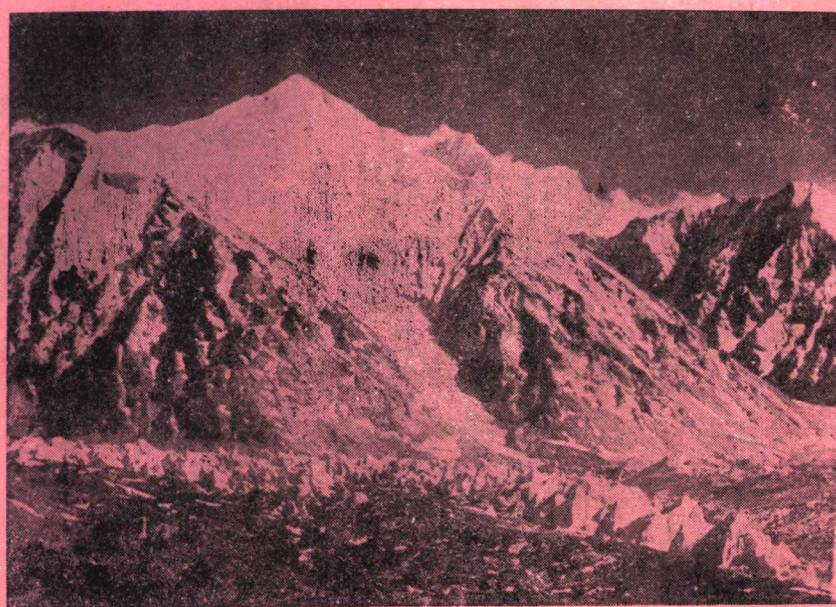


地质矿产部青藏高原地质文集编委会



青藏高原地质文集

19

地质出版社

青藏高原地质文集

(19)

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“六五”期间《青藏高原地质文集》的最后一辑，计有文章11篇。文章主要内容为高原花岗岩、中新世代火山岩及川西早前寒武纪绿岩带残块（科马提岩）岩石地球化学的研究成果；本辑还发表有不同于板块和槽台说的隆槽体系观点，对青藏高原形成、演化、隆起原因提出了新的认识；还有根据板块理论对高原形成抬升机制的探讨文章；本辑还刊载有川西下三叠及晚三叠世沉积环境等方面的资料，以及关于青藏地区卫星影象制图的文章。本书为进一步研究青藏高原地质构造特征、形成演化规律及寻找金矿提供了参考依据。本辑之末还刊出了青藏高原地质文集第1—18辑目录，以便读者参阅。

本书可供从事青藏高原研究的地质学者，地质科研人员及地质院校师生参考。

青藏高原地质文集

(19)

地质矿产部青藏高原地质文集编委会

责任编辑：王培生

地质出版社出版发行

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：9.375 铜版插页：5页 插页：4页 字数：218,000

1988年11月北京第一版·1988年11月北京第一次印刷

印数：1—1120册 国内定价：3.30元

ISBN 7-116-00291-X/P·264

前 言

《青藏高原地质文集》自1982年开始出版，作为地质矿产部“六五”重点科研项目“青藏高原地质构造形成演化与主要矿产分布规律”的地质科研成果之一，已系列陆续出版19辑，计论文309篇约720万字，主要反映了地质矿产部系统“六五”期间在青藏高原地区，在地质构造，地层、古生物，岩石、岩石地球化学，水文地质、工程地质，第四纪地质，地热及地球物理等方面的研究成果。这些成果，对探索青藏高原形成演化、矿产分布规律将起到重要的推动作用。《青藏高原地质文集》的整个编辑出版工作，得到了地质矿产部、中国地质科学院及有关单位的领导、专家、学者的大力支持，使文集得以持续出版，特在此表示衷心感谢。

地质矿产部的“七五”科技攻关项目“三江地区构造岩浆带的划分及主要有色金属矿产分布规律”的研究，其研究内容及相应成果，是“六五”青藏项目的继续和深化。鉴此，将沿用《青藏高原地质文集》的出版系列，发表“三江”项目研究中的中间性成果，交流研究中的新认识和新发现。计划编辑出版第20、21、22三辑，自1988年开始，每年1辑。

由于工作需要，从第20辑开始，将对原编辑委员会成员作适当调整。

青藏高原地质文集 编辑部

目 录

青藏高原南部花岗岩锶、氧同位素特征及其对花岗岩带·····	刘振声 王洁民 (1)
青藏高原中生代火山岩特征及其稀土配分模式·····	李泰钊 徐 宪 (18)
横断山北段囊谦盆地新生代钙碱性次粗面岩的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 法坪年龄测定结果 ·····	杨大雄 王培生 (89)
川西锦屏山区早前寒武纪绿岩带残块之初步探讨 ·····	吴根耀 刘秉光 蒋保林 徐瑞松 (45)
川西呷村多金属矿床中的自然金和富汞金矿 ·····	杨时惠 苏俊周 徐明基 傅德明 汤志凯 (58)
川西红土坡地区地层时代及沉积环境的初步研究·····	李开元 侯立玮 刘开榜 (65)
青藏高原大地构造问题·····	郑海翔 张选阳 (73)
青藏高原在全球构造上的地位和作用·····	潘桂棠 (91)
青藏高原地区卫星影象制图数学基础的探索·····	武奇龄 (99)
川西昌台晚三叠世遗迹化石及沉积环境研究·····	胡世华 曾宜君 罗再文 (111)
西藏阿里地区早第三纪欧利组及六射珊瑚·····	肖劲东 (120)
青藏高原地质文集第1—18辑目录 ·····	(133)

青藏高原南部^①花岗岩锶、氧同位素 特征及其对花岗岩带

刘振声 王洁民

(中国地质科学院成都地质矿产研究所)

前 言

青藏高原位于地球上一个特殊的部位,因此,它具有独特的地质背景及演化历史,而花岗岩类岩石的微量元素特征是其演化的最明显标志。各旋回、各类型的花岗岩中的锶、氧同位素是反映其成因类型的重要因素之一。本文以锶、氧同位素资料探讨了青藏高原南部花岗岩的成因分类,并与世界较典型的花岗岩进行对比,其中许多数据为首次发表。

一、锶同位素

近年来, G. Faure (1978) 根据锶同位素地球化学特征研究了地幔、地壳、陆壳及海洋的演变, 得出了许多有价值的结论。他指出 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值在判定岩浆地质体的物质来源方面有着特殊的作用。并根据 900 多个火山岩(玄武质到安山质)样品分析资料, 指出现代地幔中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值在 0.7020—0.7060 范围内变化; 另据大量沉积岩、变沉积岩锶同位素分析, 得出陆壳中该比值平均为 0.720; 古老硅铝质岩石中为 0.715—0.725; 不同时代海相碳酸盐岩为 0.707—0.709。这些结论为研究花岗岩的物质来源及成因类型的划分提供了重要依据。

(一) 花岗岩成因分类简述

花岗岩虽然是组成陆壳所特有的岩石类型, 但其物质来源并不局限于陆壳。因此, 不同物质来源的花岗岩具有不同的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值, 此值作为岩石学者们划分其成因类型的重要依据之一。目前, 世界上对花岗岩的成因分类主要有如下几种:

著名岩石学家徐克勤等(1963, 1980)将我国华南花岗岩分为改造型和同熔型; 王联魁(1982)将同一地区的花岗岩分为 I 系列和 II 系列。B. W. Chapell and A. I. R. Whit 据东澳大利亚花岗岩研究划分出 S 型和 I 型。王德滋、徐光炽、胡受奚等进一步将华南花岗岩增划出 M 型(幔源型)和 A 型, 后者系指非造山带花岗岩, 具有较高碱金属(K、Na)含量。所以, 后来有人将其称为碱性花岗岩。此外, 还有日本学者石原舜三(1977)根据所含副矿物的特征, 把花岗岩分为磁铁矿型和钛铁矿型。佐佐木(1979)认为磁铁矿型相

① 指北纬34°以南的川西、西藏及青南地区。

当于I型, 钛铁矿型相当于S型。笔者认为磁铁矿型与I型, 钛铁矿型与S型之间有着密切的联系, 但彼此有别, 不能简单进行对比。

综上所述, 地壳上多数花岗岩主要属两种成因类型, 即物质来源于以地表沉积岩、变沉积岩为主的改造型花岗岩(S型、I系列及大部分钛铁矿型花岗岩)和来源于上地幔衍生物或下部地壳的同熔型花岗岩(M型、I型、II系列及大部分磁铁矿型花岗岩)。

笔者认为, 花岗岩的岩石类型与地质构造环境有着密切的联系。岩浆旋回常与构造旋回时空相依。然而, 同一岩性的花岗岩在不同构造旋回中均可形成, 如黑云母花岗岩可以形成于加里东期、海西直到喜马拉雅期, 也可以在稳定地台区产出, 还可分布在造山带。因此, 花岗岩的岩石类型很难反映它与构造环境在时空上的联系, 而且同一岩性的花岗岩在不同构造环境中的含矿性有着明显差异。如岛弧活动大陆边缘和陆内断陷带环境中产出的花岗岩以钛、铜、钼、锌、铅等矿产为主; 而陆内花岗岩常以钨、锡、铍、锂、铌、锆等矿产为主; 与陆内裂谷及深断裂有关的“断熔”花岗岩则富含稀土、锂、铌、锆、锡等元素。因此, 与构造环境相结合, 对花岗岩进行成因分类不仅具有理论意义, 而且对认识金属成矿带形成的时空规律具有实际意义。英国学者 W. S. Pitchen and R. H. Sillitoe 以及我国涂光炽教授(1983)等认为花岗岩类型的划分要与它所产生出的地质构造环境相结合。

青藏高原是研究全球新生代板块构造的典型地区之一, 曾经历多次构造旋回和岩浆旋回, 根据花岗岩与板块活动的关系, 可划分如下几种类型。

1. 岛弧型花岗岩: 如冈底斯和念青唐古拉花岗岩带。岩带位于雅鲁藏布江和班公湖—怒江两结合带之间。据肖序常、常承法的研究认为这里是中、新生代印度板块沿雅鲁藏布江一线向北俯冲形成的典型火山岛弧区, 以发育大量三叠—早第三纪中酸性侵入岩和火山岩为特征。其展布方向与俯冲带相一致, 并以同熔型花岗岩为主, 伴随少量改造型, 与现代日本岛弧相似。

2. 活动大陆边缘型花岗岩: 主要分布于藏东玉树—德钦一带。据俞如龙资料, 该花岗岩带及其附近的火山岩主要为海西期中酸性—偏基性的钙碱系列岩石, 其同位素年龄值界于244—192Ma之间, 主要特点与北美加里福尼亚的活动大陆边缘花岗岩带相似。主要形成同熔型花岗岩。

3. 被动大陆边缘花岗岩: 出露在藏北唐古拉花岗岩带, 位于班公湖—怒江缝合线北侧。该区中生代为台型沉积, 三叠—侏罗纪的火山岩形成于扩张环境, 与其相伴的中酸性侵入岩主要为改造型。

4. 陆块碰撞型花岗岩: 藏南拉轨冈日和喜马拉雅花岗岩带为其主要分布地带。它们是新生代陆块碰撞的产物, 展布在主中央断裂带的主边界逆冲带上, 为典型陆壳断熔的改造型花岗岩。

5. 陆块内A型俯冲型花岗岩: 如川西马尔康—九龙花岗岩带。朱夏提出在中生代时期, 四川盆地西部边缘向西曾发生A型俯冲, 以三叠—白垩纪时期最强烈。因而造成陆壳层间滑动薄壳构造, 使沉积岩、变沉积岩花岗岩化, 重熔形成后龙门山改造型花岗岩带。

6. 陆内深断裂和坳陷型花岗岩: 如藏东江达、玉龙、青尼洞一带的含铜斑岩。它们明显地受澜沧江深大断裂控制, 深断裂可能切穿地壳达上部地幔, 直接为熔浆提供通道而

形成同熔型含铜斑岩等花岗岩。

7. 蛇绿岩套型花岗岩：此类花岗岩岩体小，数量少，由基性岩浆分异的后期产物。如雅鲁藏布江蛇绿岩套中的大竹卡奥长花岗岩和怒江蛇绿岩套中的安多奥长花岗岩，属典型的幔源型花岗岩。

(二) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值在花岗岩成因分类中的应用

根据岩浆岩中锶中位素初始比值的大小，能揭示其原始岩浆的物质来源，因此越来越引起岩石学者们的重视。目前，已成为花岗岩成因分类的重要依据之一。

华南改造型花岗岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值变化范围在0.7112—0.7360之间，同熔型为0.7036—0.7085二者分界值为0.710；东澳大利亚S型花岗岩比值在0.706—0.718范围内变化，I型则为0.7036—0.7070，分界值为0.706；日本磁铁矿型花岗岩该比值为0.7036—0.7060，钛铁矿型为0.7036—0.713，二者无明显的分界值(图1)。Hamilton and Meyers把 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值界于0.7040—0.7060之间的花岗岩认为其源岩来自于上部地幔的熔浆，大于0.7060的则可能是下部地壳与部分上部地幔物质混熔而成的熔浆。

据上所述， $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值与花岗岩体所处的地质环境有一定的关系。华南地台

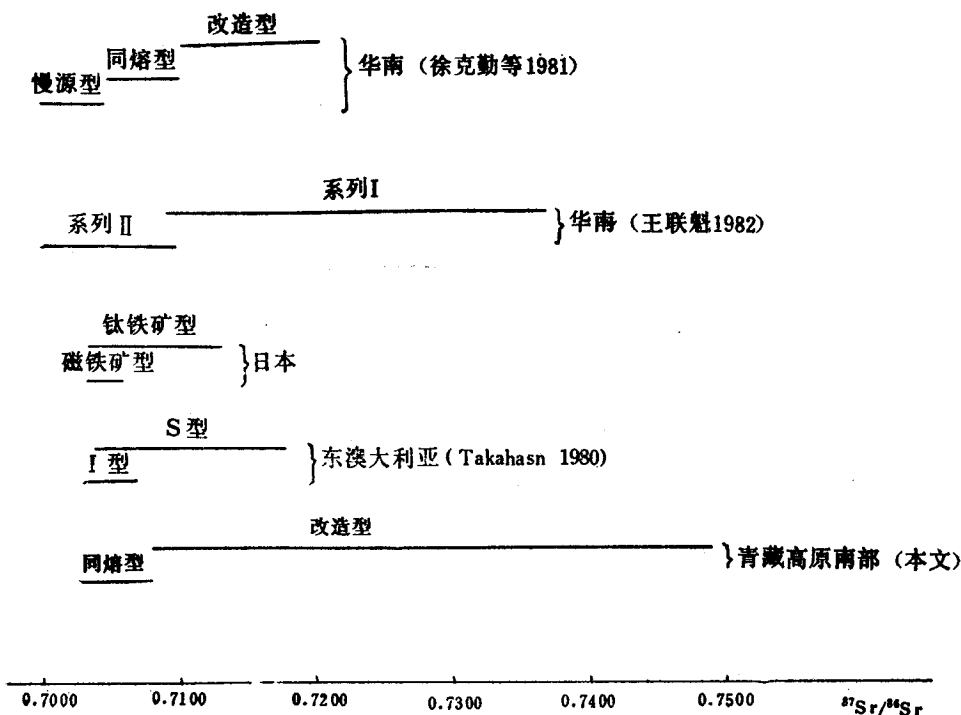


图 1 不同地区各类花岗岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值的变化范围

Fig. 1 Ranges of initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values of various granites in different regions

区，地壳较老且成熟度高，花岗岩体比值变化范围较大，分界值较高；东澳大利亚为海西褶皱带，处于陆块边缘过渡带，地壳成熟度较华南低， $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值较华南低；日本相对上述地区地壳更年轻，成熟度最低，因此比值最低。由此可见，利用 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比

表 1

序号	岩带	岩体名称及岩性 (成因类型)	Rb(ppm) (平均值)	Sr(ppm) (平均值)	Rb/Sr (平均值)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值(Sr_i) 岩体年龄(t)相关系数(γ)	采样点 (经纬度)
1	唐古拉岩带	查吾拉岩体 黑云母花岗岩 (改造型)	169.5	128.4	1.32	$Sr_i = 0.7255 \pm 0.0025(\delta)$ $t = 240 \pm 41(\delta)\text{Ma}$ $\gamma = 0.9229$	东经 $92^\circ 20'$ 北纬 $30^\circ 30'$
2		安多-聂荣岩体 花岗闪长岩 (改造型)	266	188.1	1.41	$Sr_i = 0.7224 \pm 0.0009(\delta)$ $t = 157 \pm 10(\delta)\text{Ma}$ $\gamma = 0.9918$	东经 92° 北纬 32°
3		丁青南岩体 (改造型)				$Sr_i = 0.7121 \pm 0.00143$ $t = 100 \pm 1.4\text{Ma}$ $\gamma = 0.9995$	东经 $95^\circ 30'$ 北纬 $31^\circ 20'$
4	念青唐古拉岩带	罗钦拉岩体 花岗闪长岩 (同熔型)	212	113.8	1.90	$Sr_i = 0.7077 \pm 0.0002$ $t = 102.2 \pm 1.5\text{Ma}$ $\gamma = 0.9997$	东经 93° 北纬 $30^\circ 20'$
5		罗钦拉岩体 黑云母花岗岩 (同熔型)	171	135	1.27	$Sr_i = 0.7076 \pm 0.0006(\delta)$ $t = 104.2 \pm 9.4(\delta)\text{Ma}$ $\gamma = 0.9841$	同 上
6		班戈岩体 黑云母花岗岩 (同熔型)	196	161.9	1.21	$Sr_i = 0.7070 \pm 0.001$ $t = 127 \pm 17\text{Ma}$ $\gamma = 0.9477$	东经 90° 北纬 $31^\circ 20'$
7		班戈岩体 黑云母花岗岩 (同熔型)	181	172.1	1.05	$Sr_i = 0.7079 \pm 0.0008(\delta)$ $t = 125.7 \pm 9.91(\delta)\text{Ma}$	东经 90° 北纬 $31^\circ 20'$
8		盐湖岩体 黑云母花岗岩 (同熔型)	170.6	137.7	1.24	$Sr_i = 0.7055 \pm 0.00045$ $t = 99 \pm (\delta)\text{Ma}$	东经 $82^\circ 20'$ 北纬 $32^\circ 20'$
9	冈底斯岩带	羊八井岩体 黑云母花岗岩 (同熔型)	195	230.3	0.85	$Sr_i = 0.7070 \pm 0.0008(\delta)$ $t = 46.7 \pm 3(2\delta)\text{Ma}$	东经 $90^\circ 40'$ 北纬 $29^\circ 40'$
10		曲水岩体 二长花岗岩 (同熔型)	281	450.2	0.62	$Sr_i = 0.7067 \pm 0.0004(2\delta)$ $t = 44.3 \pm 14(2\delta)\text{Ma}$	东经 $90^\circ 45'$ 北纬 $29^\circ 20'$
11		曲水岩体 花岗闪长岩 (同熔型)				$Sr_i = 0.7036$ $t = 17.30\text{Ma}$ $\gamma = 0.9687$	同 上
12		曲水岩体 花岗闪长岩 (同熔型)				$Sr_i = 0.7052 \pm 0.00057$ $t = 52.40 \pm 11.75\text{Ma}$	同 上
13		古荣-拉萨岩体 角闪花岗岩 (同熔型)				$Sr_i = 0.7057, t = 55.76 \pm 9.95\text{Ma}$ 矿物内部等时线 $Sr_i = 0.7053, t = 59.4 \pm 0.47\text{Ma}$	东经 $91^\circ 45'$ 北纬 $29^\circ 35'$

续表

序号	岩带	岩体名称及岩性 (成因类型)	Rb(ppm) (平均值)	Sr(ppm) (平均值)	Rb/Sr (平均值)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值(Sr_i) 岩体年龄(t)相关系数(γ)	采样点 (经纬度)
14	冈底斯岩带	拉萨岩体 黑云母花岗岩 (同熔型)				$\text{Sr}_i = 0.7053$ $t = 56.5 \text{ Ma (K-Ar)}$	东经 $91^\circ 51'$ 北纬 $29^\circ 37'$
15		南木林岩体 花岗闪长岩 (同熔型)				$\text{Sr}_i = 0.7051$ $t = 34.6 \pm 2.6 \text{ Ma (K-Ar)}$	东经 $80^\circ 00'$ 北纬 $29^\circ 30'$
16		南木林岩体 花岗闪长岩 (同熔型)	109.3	596.9	0.18		同上
17		冈仁波齐岩体 花岗闪长岩 (同熔型)				$\text{Sr}_i = 0.7055$ $t = 22 \text{ Ma (U-Pb)}$	东经 $81^\circ 20'$ 北纬 $31^\circ 10'$
18		日土岩体 黑云母花岗岩 (同熔型)	146.2	326	0.45	$\text{Sr}_i = 0.7046 \pm 0.0007 (\delta)$ $t = 243.44 \pm 21 (\delta) \text{ Ma}$ $\gamma = 0.9893$	东经 $79^\circ 40'$ 北纬 $33^\circ 20'$
19		阿扎贡拉岩体 黑云母花岗岩 (同熔型)				$\text{Sr}_i = 0.7045$ $t = 72 \text{ Ma (U-Pb)}$	东经 $96^\circ 00'$ 北纬 $29^\circ 40'$
20		朗县岩体 花岗闪长岩 (同熔型)				$\text{Sr}_i = 0.7051$ $t = 55.7 \pm 1.4 \text{ Ma (K-Ar)}$	东经 $93^\circ 10'$ 北纬 $29^\circ 10'$
21		甲格岩体 黑云母花岗岩 (改造型)				$\text{Sr}_i = 0.7140$ $t = 88 \pm 4.2 \text{ Ma (K-Ar)}$	东经 $94^\circ 00'$ 北纬 $29^\circ 10'$
22		皮康岩体 黑云母花岗岩 (改造型)				$\text{Sr}_i = 0.7211$ $t = 136 \text{ Ma (U-Pb)}$	东经 $93^\circ 00'$ 北纬 $29^\circ 30'$
23		麦拉岩体 黑云母钾长花岗岩 (改造型)				$\text{Sr}_i = 0.7138$ $t = 31 \text{ Ma (K-Ar)}$	东经 $83^\circ 30'$ 北纬 $30^\circ 30'$
24	拉轨冈日岩带	康马岩体 片麻状花岗岩 (改造型)	268.6	67.0	4.01	$\text{Sr}_i = 0.7140 \pm 0.0012 (2\delta)$ $t = 484 \pm 1.4 (2\delta) \text{ Ma}$	东经 $99^\circ 40'$ 北纬 $28^\circ 30'$
25		康马片麻状花岗岩 (改造型)				$\text{Sr}_i = 0.7186 \pm 0.0081$ $t = 485 \pm 6 \text{ Ma}$	同上
26		康马片麻状二云母花岗岩 (改造型)				$\text{Sr}_i = 0.72072 \pm 0.00087$ $t = 434.7 \pm 37.3 \text{ Ma}$	同上

续表

序号	岩带	岩体名称及岩性 (成因类型)	Rb(ppm) (平均值)	Sr(ppm) (平均值)	Rb/Sr (平均值)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值(Sr_i) 岩体年龄(t) 相关系数(γ)	采样点 (经纬度)
27	拉轨冈日岩带	康马片麻状花岗岩 (改造型)	221.5	102.3	2.17	$\text{Sr}_i = 0.73298 \pm 0.0009(\delta)$ $t = 338.65 \pm 5.5(\delta)\text{Ma}$	东经 $99^\circ 40'$ 北纬 $28^\circ 30'$
28		打拉岩体片麻状二云母花岗岩 (改造型)				$\text{Sr}_i = 0.7221$ $t = 30.2\text{Ma}(\text{K}-\text{Ar})$	东经 $92^\circ 10'$ 北纬 $28^\circ 30'$
29	喜马拉雅岩带	告鸟岩体电气石白云母花岗岩 (改造型)	30.0	11.0	2.73	$\text{Sr}_i = 0.7478 \pm 0.00097$ $t = 42.95 \pm 2.6\text{Ma}$	东经 $89^\circ 00'$ 北纬 $27^\circ 30'$
30	雀儿山岩带	雀儿山岩体黑云母花岗岩 (同熔型)	170.7	198.3	0.86	$\text{Sr}_i = 0.7081 \pm 0.0004$ $t = 206 \pm 15(2\delta)\text{Ma}$ $\gamma = 0.996$	东经 $98^\circ 55'$ 北纬 $32^\circ 00'$
31	马尔康—九龙岩带	可尔因岩体二云母花岗岩 (改造型)	312.9	133.9	2.34	$\text{Sr}_i = 0.7104 \pm 0.0009(\delta)$ $t = 222 \pm 5(\delta)\text{Ma}$ $\gamma = 0.9990$	东经 $101^\circ 51'$ 北纬 $31^\circ 40'$
32		甲基卡二云母花岗岩 (改造型)				$\text{Sr}_i = 0.7088 \pm 0.0011$ $t = 214.65 \pm 1.65\text{Ma}$	东经 $101^\circ 20'$ 北纬 $30^\circ 20'$
33		折多山黑云母花岗岩 (改造型)				$\text{Sr}_i = 0.70846 \pm 0.00077$ $t = 8.2 \pm 0.4\text{Ma}$	东经 $101^\circ 50'$ 北纬 $30^\circ 00'$

注：3 据郑海翔(1985)；9、10、24 据F. Debon(1984)；11、25、29 据王文俊(1984)；12、13 据许荣华(1984)；15、17、19、20、21、22、23、28 据伍勤生(1982)；5、7、18、27 据余希静(1985)；14 据桂训唐(1982)；32、33 据徐永生(1984)；30 据刘宝田(1985)；其余为本文。

值来划分花岗岩成因类型时，需考虑所处的地质构造环境，方能比较可靠地确定彼此之间的分界值。青藏高原主要为中、新生代褶皱带发育的地区，地壳成熟度与其它地区不同，且处于大陆板块强烈活动的位置，其花岗岩锶同位素初始比值也具自己的特征。现讨论如下：

本文的33个 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值中，一些数据为本所测定系首次发表，其余为近几年兄弟单位所作的成果(表1)。测试方法主要为铷锶全岩法，少数为单矿物法。笔者所研究的25个花岗岩体分布在青藏高原南部不同构造部位的花岗岩带中。不同岩带的岩体地质、岩石矿物学、岩石化学、微量元素及稀土元素地球化学特征，较清楚地反映出岩体的成因类型及其与地质构造环境的关系。现根据统计的方法找出不同成因类型花岗岩中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值的分界值及分布特征。

图2中直方柱的分布频率清楚地表明青藏高原南部改造型和同熔型花岗岩中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值的分界值为 0.708 ± 0.001 。此值略低于中国华南，高于日本和东澳大利亚，这与

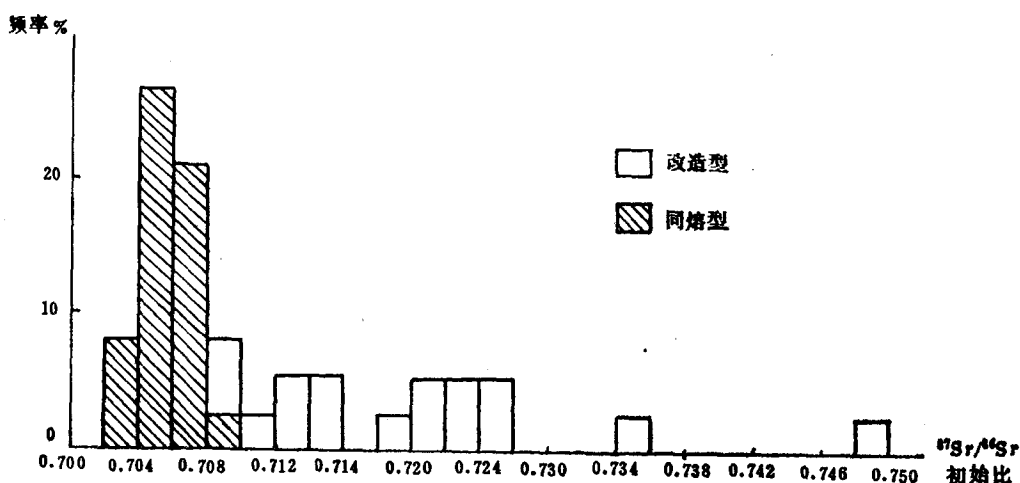


图 2 青藏高原南部两类花岗岩中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值分布频率直方图

Fig. 2 Histogram showing the distributive frequency of the initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values of two types of granites in the southern Qinghai-Xizang plateau

它们彼此所处的地质构造环境的差异有关。

青藏高原花岗岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值的变化范围较大, 界于0.7028—0.7470之间, 其中同熔型花岗岩为0.7028—0.7080, 改造型为0.7081—0.7470, 有别于上述地区。

(三) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值的变化与花岗岩带及其岩性的关系

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值在区内各花岗岩带中具有各自的特征, 比值与岩性或岩带无明显的关系, 而与其所处的地质构造环境关系极为密切。

1. 以黑云母二长花岗岩和花岗闪长岩为主的藏北唐古拉岩带, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值较高, 变化在0.7121—0.7255之间, 平均为0.7211, 主要为陆壳改造型花岗岩。

2. 藏中念青唐古拉岩带主要为黑云母花岗岩和含钾长石斑晶的花岗闪长岩。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为0.7070—0.7079, 平均为0.7076, 多属陆壳物质强混染的同熔型花岗岩。该带地处冈底斯岛弧外带, 远离俯冲带, 岩体围岩多为古生代和中生代台型或冒地槽型沉积, 洋壳物质很少。与加里福尼亚西北部的地质环境(中生代冒地槽区)和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0.7060—0.7082)初始比值十分相似。

3. 藏南冈底斯岩带主要为辉石闪长岩、石英闪长岩和黑云母二长花岗岩。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值较低, 大部分为0.7028—0.7070, 平均为0.7052。其南侧与雅鲁藏布江俯冲带毗邻, 为洋壳物质较多的优地槽区, 具相似于加里福尼亚东南部的地质环境和初始比值(0.7031—0.7060)。它们主要为受地壳物质混染较弱的同熔型花岗岩。

4. 藏南拉轨岗日岩带主要为片麻状黑云母花岗岩和片麻状二云母花岗岩。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为0.7027—0.7330, 平均为0.7217。岩带的形成与新生代陆壳碰撞有关, 除岩带东部个别岩体外, 属典型的改造型花岗岩。

5. 喜马拉雅岩带主要为电气石二云母或白云母花岗岩, 其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值很高, 最高可达0.7478, 为典型的改造型花岗岩。

6. 雀儿山岩带展布于川西雀儿山—稻城一线, 主要为黑云母花岗岩。带内主要岩体——雀儿山岩体, 其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为0.7081。这个值界于改造型和同熔型之间。据资料分析及岩体地质特征, 认为该岩体仍然属陆壳改造型花岗岩。

7. 马尔康—九龙岩带沿康滇地轴北段西缘呈南北向延展, 主要为黑云母花岗岩和二云母花岗岩, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为0.7085—0.7104, 平均为0.7092。为扬子陆台边缘的改造型花岗岩。其初始比值在大陆壳锶同位素增长线以下, 可能与基底物质较基性有关。

(四) 通过研究对比, 影响 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值大小主要与下列因素有关:

1. 根据G. Faure所作的地球锶同位素演化图(图3), 可看出青藏高原南部改造型花岗岩中 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值投影点位于大陆地壳锶同位素增长线的两侧; 同熔型花岗岩则大部落入玄武岩区或其附近。此外, 据Rb/Sr比值与 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值相关图(图4)可看出, 改造型花岗岩铷含量一般较高, 为169—312ppm, 锶含量一般较低, 为67—197ppm(表1), Rb/Sr比值较高, 为1.18—4.0; 同熔型花岗岩则相反, 铷含量较低, 为83—212ppm, 最高达281ppm, 锶含量较高, 为111—450ppm, 最高为596ppm, Rb/Sr比值较低, 为0.45—1.90, 由此可见, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值与Rb/Sr比值成正相关关系。

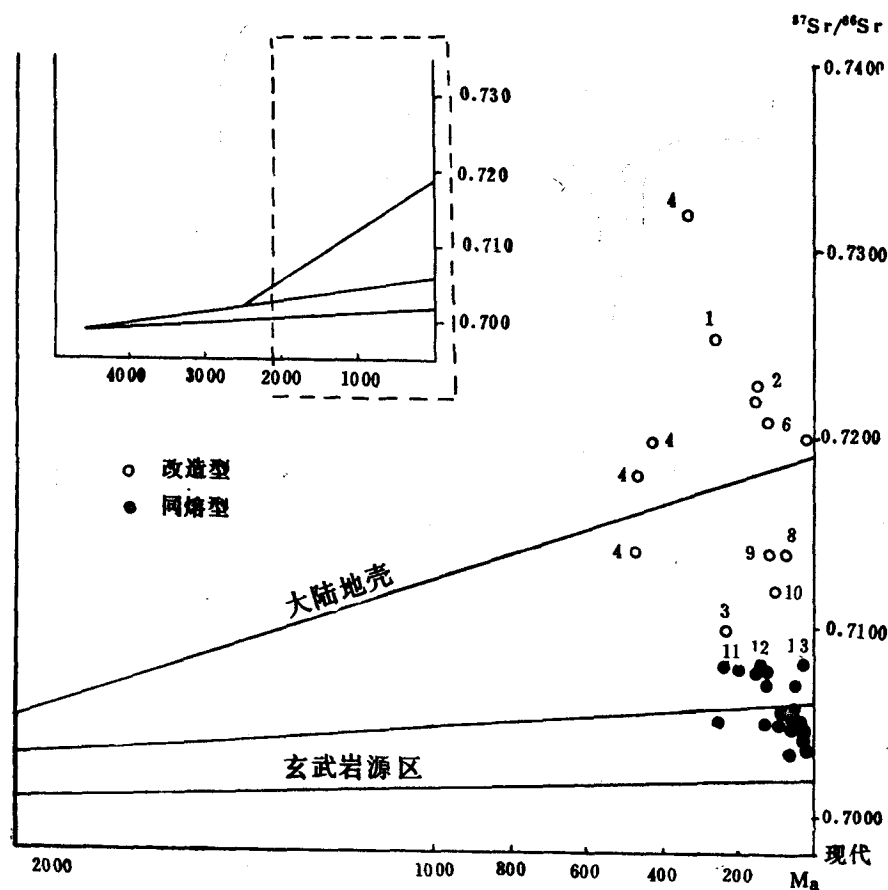


图3 上地幔及大陆壳锶同位素演化图

Fig. 3 Strontium-isotope evolution of upper mantle and continental crust

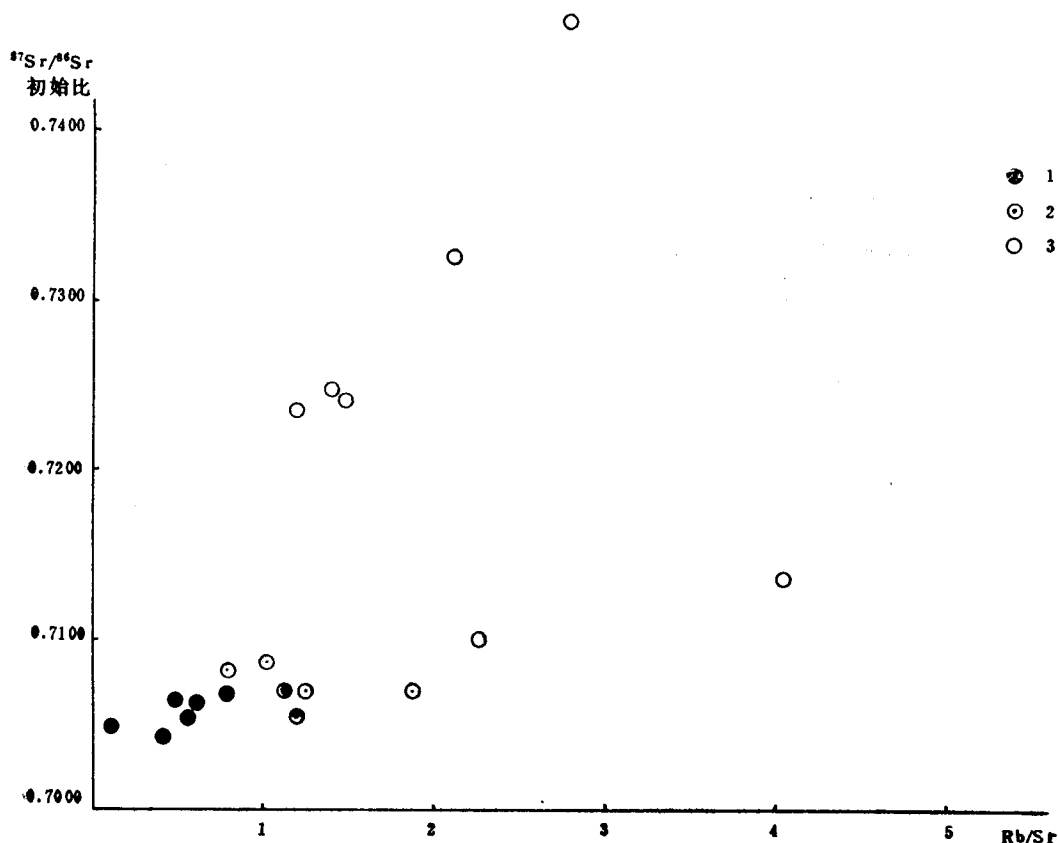


图 4 青藏高原南部花岗岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值与 Rb/Sr 比值相关图

1—岛弧同熔型；2—岛弧同熔型+改造型；3—陆内改造型

Fig. 4 Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and Rb/Sr values of granite in the southern Qinghai-Xizang Plateau.

1—Island-arc syntexis type; 2—Island-arc syntexis + reform type; 3—Intracontinental reform-type.

2. 图5表明随着岩体绝对年龄值减小, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值有增高的趋势, 与大陆壳锶同位素增长线相一致。但因各岩体侵位多为中、新生代, 相对于地壳演化历史来说是很短暂的, 所以花岗岩投影点较分散, 其线性较差。

3. 从图 6 可看出, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值与花岗岩带分布区域的地壳厚度成反消长关系, 即地壳厚度大则初始比值小, 且以同熔型花岗岩为主, 而且多为中、新生代成熟度低的年青地壳; 初始比值较高的改造型花岗岩则多分布在地壳厚度相对较薄的地台区或及边缘, 地壳较老, 成熟度也较高。

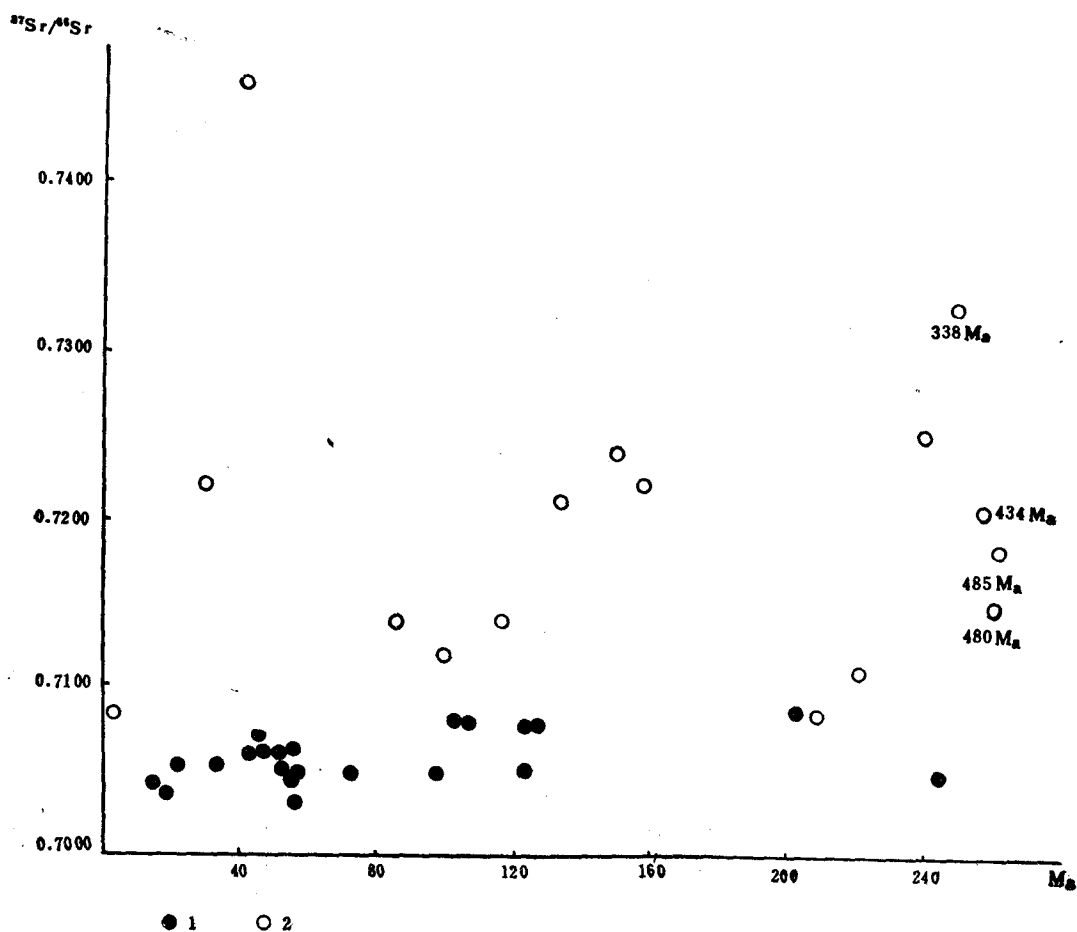


图 5 青藏高原南部花岗岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值与绝对年龄关系

1—同熔型, 2—改造型

Fig. 5 Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values in relation to absolute ages of granites in the southern Qinghai-Xizang plateau

1—syntexis-type, 2—reform-type

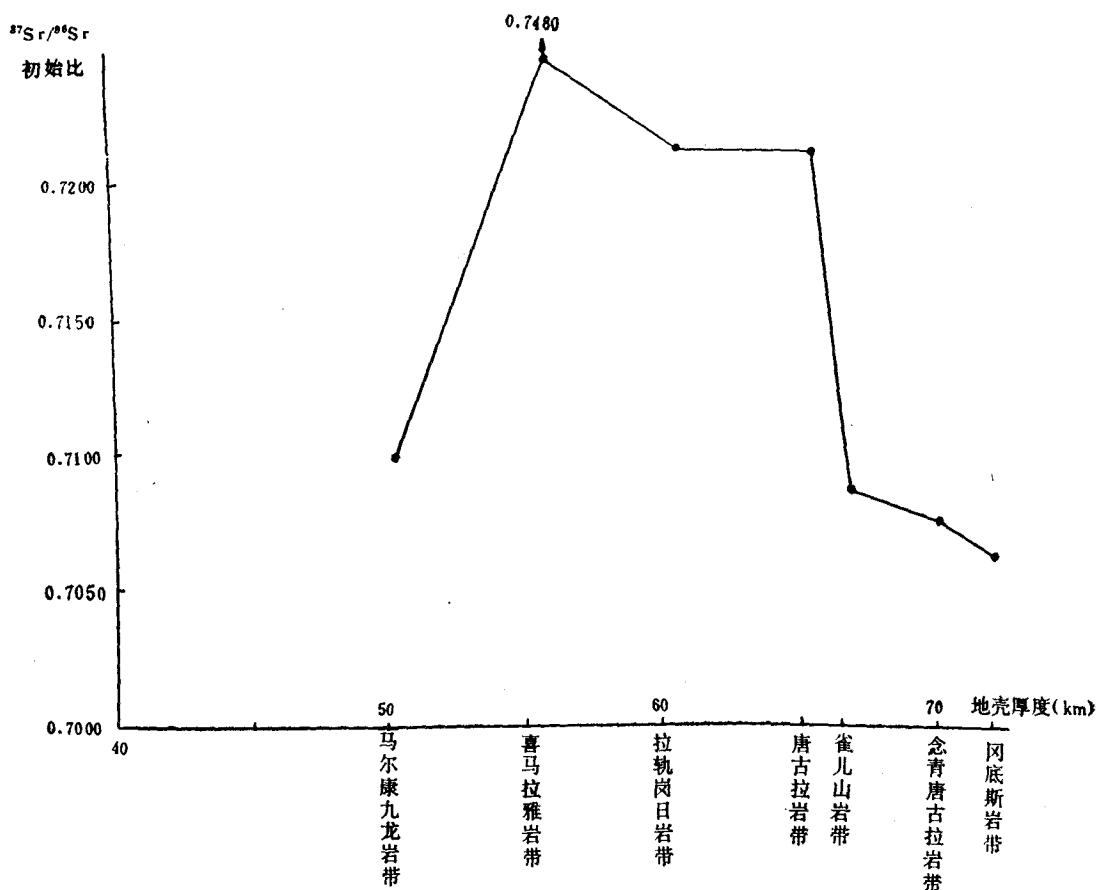


图 6 青藏高原南部各花岗岩带 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值与地壳厚度关系

Fig. 6 Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values of various granite belts in Qinghai-Xizang plateau in relation to the crustal thickness

二、氧同位素

笔者通过对青藏高原南部10个花岗岩体及喜马拉雅和冈底斯岩带外延的部分花岗岩氧同位素分析 (表2), 共计40个分析数据, 标准样均为SMOW, 所涉及岩体分属不同岩带和岩石类型。

(一) 不同类型花岗岩氧同位素 ($\delta^{18}\text{O}\%$) 差别

$\delta^{18}\text{O}$ 在地壳各种岩石中的分配大致为:

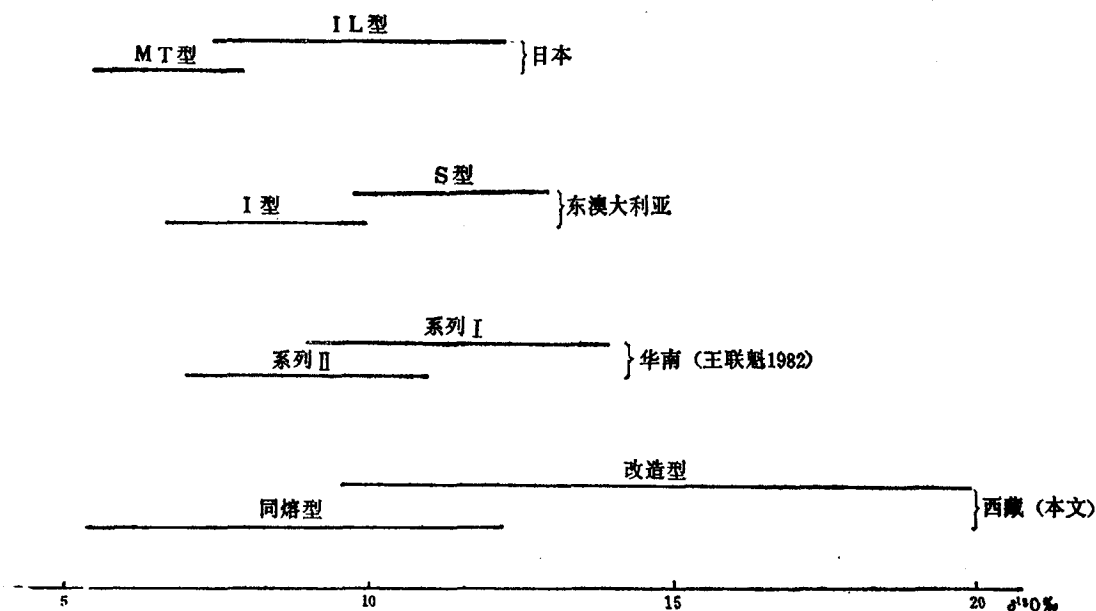
沉积岩 +8—+40% 花岗岩 +6—+15% 基性或超基性岩 +5—+7%。

可以看出 $\delta^{18}\text{O}$ 在幔源岩石和陆源岩石中差别甚大。因此, 岩石学者们把其作为花岗岩成因类型划分另一重要标志之一。Tovlor (1968) 认为深源花岗岩 (下地壳或上地幔) $\delta^{18}\text{O}$ 一般较低, 为+8—+10‰; 而壳源花岗岩中该值则较高。且不同地区花岗岩类岩石中的 $\delta^{18}\text{O}$ 亦不相同 (图7)。日本磁铁矿型花岗岩中 $\delta^{18}\text{O}$ 为+5.3—+8‰, 钛铁矿型为+7.4—

表 2

序号	岩体名称及岩石类型	成因类型	样品数	SiO ₂ (%) 平均值	$\delta^{18}\text{O}\%$ 平均值	资料来源
1	聂荣花岗闪长岩	改造型	2	69.65	11.906	本文
2	查吾拉二长花岗岩		2	72.24	11.431	
3	雅安多二云母花岗岩		1	74.28	18.79	
4	可尔因二云母花岗岩		2	71.09	12.831	
5	班公湖黑云母二长花岗岩		2	76.9	11.202	
6	班戈黑云母花岗岩	强混染	1	73.36	11.657	
7	雀儿山黑云母花岗岩	同熔型	2	73.13	12.219	
8	罗钦拉黑云母花岗岩	同熔型	2	66.93	7.536	
9	拉萨黑云母花岗岩		1	72.39	9.683	
10	安岗花岗闪长岩		1	69.42	9.29	
11	不丹淡色花岗岩	改造型	6	72.67	11.717	P. Blattner 等 (1983)
12	加瓦尔淡色花岗岩		5	73.56	11.76	
13	拉达克卡尔吉尔花岗岩	同熔型	6	54.18	6.60	
14	拉达克斯塔格马希约花岗岩		7	63.93	6.843	

+12.3‰, 两者分界值为+8‰左右; 东澳大利亚S型花岗岩中 $\delta^{18}\text{O}$ 为+10—+13‰, I型为+6.5—+10‰, 分界值+10‰; 我国华南I系列(改造型)花岗岩中 $\delta^{18}\text{O}$ >+10‰, II系列(同熔型)则<+10‰, 幔源型为+6.7—+8.1‰。上述特征表明, $\delta^{18}\text{O}$ 不仅与源始岩浆的来源有密切关系, 同样受地质构造环境的影响。

图 7 不同地区各类花岗岩中 $\delta^{18}\text{O}$ 的变化范围Fig. 7 Ranges of $\delta^{18}\text{O}$ values of various granites in different regions