

文章编号: 1009-3850(2003)03-0012-09

西藏南部过铝花岗岩的分布及其意义

廖忠礼¹, 莫宣学², 潘桂棠¹, 朱弟成¹,

王立全¹, 江新胜¹, 赵志丹²

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 本文从西藏南部过铝花岗岩的岩带划分、空间分布和岩浆活动的峰期、规模等方面,总结了西藏南部过铝花岗岩时空分布的基本特点和规律:过铝花岗岩岩浆活动始于早侏罗世,在中新世达到峰期,且主要集中在20~10Ma;岩石类型主要有电气石花岗岩、白云母花岗岩和二云母花岗岩;冈底斯带过铝花岗岩岩浆活动具有由东到西、由南向北的迁移活动规律;西藏南部过铝花岗岩的形成时代可划分为5期。

关键词: 过铝花岗岩; 同位素年龄; 藏南

中图分类号: P588.12⁺1

文献标识码: A

班公湖-怒江缝合带以南的西藏南部岩浆活动强烈,尤其是中生代以来的岩浆作用伴随着特提斯洋形成、消亡、大陆碰撞及高原隆升的全过程。在青藏高原的形成与演化中,“特提斯”是基础,“碰撞”是原因和动力,“隆升”是结果。各时代的岩浆活动与青藏高原的发展紧密联系,这些高温熔体以及它的地球化学特征能直接反映岩石圈的物质组成和发生在深部的地质作用。因此,岩浆岩和岩浆作用的研究可能是将高原隆升历史和机制联系起来的重要纽带^[1](莫宣学,2000,青藏高原及周边地区火山岩、侵入岩序列及对比)。

西藏广泛分布过铝花岗岩,喜马拉雅地区是闻名世界的过铝花岗岩研究重点地区^[2,3]。喜马拉雅带含白云母花岗岩的存在,为印度大陆向北俯冲于青藏大陆之下提供了岩石学证据^[2]。但在以往的研究中,对具有特殊构造意义的过铝花岗岩重视不够,在一定程度上限制了人们更加全面、客观地认识

青藏高原的演化历史。在国内,系统地研究西藏南部过铝花岗岩,目前仍是空白。针对这一不足,在总结过去研究资料的基础上,笔者于近两年对西藏过铝花岗岩进行了研究,对西藏南部过铝花岗岩的时空分布和基本特征进行全面系统的总结,讨论西藏南部过铝花岗岩与欧亚大陆与印度大陆碰撞及高原隆升过程中可能具有的意义。

1 藏南过铝花岗岩的分布

1.1 过铝花岗岩带的划分

西藏南部的过铝花岗岩类大致呈近东西向的带状分布,分别属于冈底斯-念青唐古拉构造-岩浆区和喜马拉雅构造-岩浆区(莫宣学,2000)。该带从北至南进一步可细分为班戈-伯舒拉岭带、措勤-申扎带、南冈底斯带、拉轨岗日带(北喜马拉雅北带)、北喜马拉雅南带及高喜马拉雅带,再加上产于雅鲁藏布江缝合带中的花岗岩,共7条带(图1)。这几条

收稿日期: 2003-08-01

第一作者简介: 廖忠礼,1969年生,博士,副研究员,从事岩石学及区域地质方面的研究。

资助项目: 国家重点基础研究发展规划项目(2002CB412600, G1998040800),中国地质调查局青藏高原南部空白区基础地质调查与研究(1212010310102)、青藏高原地质构造及其资源环境效应综合研究项目(200113900069)。

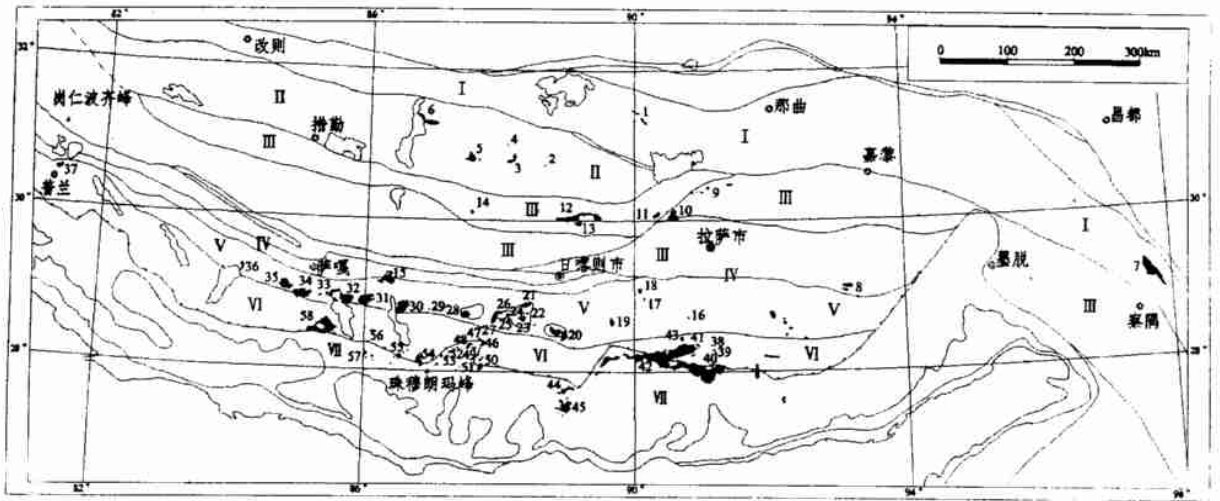


图1 西藏南部过铝花岗岩分布图(底图据潘桂棠等^[4])

I. 班戈-伯舒拉岭带: 1. 班戈; 7. 德姆拉; II. 措勤-申扎带: 2. 甲岗山; 3. 央雄勒; 4. 松木果; 5. 查木岗; 6. 文部; III. 南冈底斯带: 8. 朗县; 9. 宁中; 10. 羊八井; 11. 雪古拉; 12. 罗扎; 13. 松多; 14. 郎那; IV. 雅鲁藏布结合带: 15. 夏如; V. 拉轨岗日带: 16. 绒博; 17. 更惹; 18. 曲珍; 19. 康马; 20. 哈金桑惹; 21. 茶尔; 22. 果毛; 23. 亚学; 24. 结结错; 25. 但这马错; 26. 公目; 27. 麻布加; 28. 抗青大; 29. 加错拉; 30. 扎日诗种; 31. 曲布桑; 32. 娄无拉; 33. 马拉山; 34. 恰足翁; 35. 昌果; 36. 曲康义; 37. 纳木那尼; VI. 北喜马拉雅南带: 38. 卡龙; 39. 当巴; 40. 拉康; 41. 洛扎; 42. 库拉岗日; 43. 热陇拉; 46. 定结县城西; 47. 正嘎; 48. 帕日-日德; 49. 目贡普曲; 50. 扎西弄; 51. 多雅拉; 52. 塔木齐; 53. 通门; VII. 高喜马拉雅带: 44. 顶嘎; 45. 告乌; 54. 绒布寺; 55. 普士拉; 56. 屋拉淌嘎; 57. 聂拉木; 58. 吉隆区。岩体编号见表1

Fig. 1 Distribution of the peraluminous granites in southern Xizang (after Pan Guitang et al., 1999)

I. Baingoin-Baxoila zone; 1= Baingoin; 7= Demola; II. Coqen-Xainza zone; 2= Jaggangshan; 3= Yangxiongle; 4= Songmuguo; 5= Chamugang; 6= Ombu; III. South Gangdise zone; 8= Nangxian; 9= Nyingzhong; 10= Yangbajain; 11= Xuegula; 12= Luozha; 13= Songduo; 14= Langna; IV. Yarlung Zangbo suture zone; 15= Xarru; V. Lhagoi Kangri zone; 16= Rongba; 17= Gengrag; 18= Quzhen; 19= Kangmar; 20= Lhaqensangrag; 21= Chaga; 22= Guomao; 23= Yaxue; 24= Jiejieco; 25= Danzhemacu; 26= Gongmu; 27= Mabujia; 28= Kangqingda; 29= Gyacola; 30= Zharishzhong; 31= Qubusang; 32= Louwula; 33= Malashan; 34= Qiazuweng; 35= Changgo; 36= Qukangyi; 37= Namunani; VI. southern zone of North Himalayas; 38= Kalong; 39= Dangba; 40= Lhakang; 41= Lhozhag; 42= Kulagangri; 43= Relongla; 46= western Dinggye County; 47= Zhengga; 48= Pan-Ride; 49= Mugongpuqu; 50= Zhaxinong; 51= Duoyala; 52= Tamuqi; 53= Tongmen; VII. Higher Himalaya zone; 44= Dingga; 45= Kawu; 54= Rongpusi; 55= Pushila; 56= Wulatangga; 57= Nyalam; 58= Gyirong. See Table 1 for the numbers of granite masses

花岗岩带基本平行于雅鲁藏布江缝合带出露,各岩带之间相隔约60~70km。从高喜马拉雅带至班戈-伯舒拉岭带,规模越来越小,延续性越来越差。冈底斯-念青唐古拉岩区长约2000多公里,宽近百公里,多为复合岩体中的边部;拉轨岗日带断续延展约500km,宽约40km,为一岩株群;北喜马拉雅南带为分散的岩床,长约700km,宽约70km。

班戈-伯舒拉岭带、措勤-申扎带和南冈底斯带的围岩多为中生界,其次为上古生界,岩性复杂,接触关系多样。有侵入接触,围岩出现角岩、片岩、片麻岩等,有时伴随红柱石产生;也有交代侵入接触,生成夕卡岩和出现铁矿化;还有混合交代接触,围岩

变为眼球状混合岩和条带状混合岩。总体看,南冈底斯带以侵入接触为主,与围岩大多为顺层接触,主体岩体基本上处于复背斜核部。

拉轨岗日带大致以定日为界,可分为东西两段。东段岩体整合侵入上古生界,围岩常出现宽广的中级变质带,局部地段生成一些混合岩;西段岩体侵入于中生界中,围岩出现较狭窄的低级变质带。该带岩体往往出露于单个背斜构造的核部。

北喜马拉雅南带的岩体大多侵入于下古生界,常与围岩整合和相间,构成变质岩、花岗岩和混合岩相间的杂岩体,如亚东和聂拉木地区。少数岩体整合侵入中生界,如洛扎岩体,除出现宽广的中深度质

表 1 西藏南部过铝花岗岩主要岩体一览表

Table 1 Major peraluminous granite masses in southern Xizang

岩带	年代	岩体名称	岩体编号	岩性	接触关系	面积/ km ²	年龄值/ Ma	测试方法	测试矿物	资料来源
班戈- 伯舒拉岭带	始新世	班戈	1	中-细粒二云二长花岗岩	侵入于拉贡塘组(J ₂₋₃)	36				
	中新世	甲岗山	2	白云母花岗岩	侵入于C-P		22.2	U-Pb	锆石	1:25 万申扎幅
措勤- 申扎带	晚白垩世	文部	6	细粒二云二长花岗岩	侵入于永珠组(C ₂)、 则弄群(J ₃ -K ₁)	90	93.5 ± 1.81			1:25 万邦多幅
	早白垩世	曲松乃嘎	4	中粒白云母二长花岗岩	侵入于C-P	1.2	132	K-Ar	白云母	1:25 万尼玛区幅
		央维勒	3	中-细粒白云母二长花岗岩		58	132, 142	K-Ar	白云母	
	中侏罗世	松木果	5	中-细粒白云母二长花岗岩	侵入于C-P, 岩体内部 具早期火山岩捕虏体	56				
	中新世	松多	13	中细粒二云二长花岗岩	侵入于C-P, E ₂	43.2	20.4			李璞, 1965
羊八井		10	中细粒二云二长花岗岩	52.49 ± 0.76			K-Ar	黑云母	1:25 万当雄幅	
早白垩世	罗扎	12	二云母花岗岩	侵入于C-P	163.38		91.38, 93.4	K-Ar	1:25 万申扎幅	
	郎那	14	细粒含白云母二长花岗岩	侵入于C-P			116, 127	U-Pb	本文; 1:25 万申扎幅	
早侏罗世	宁中	9	中粗粒二云二长花岗岩	侵入于C ₁₋₁			196.23 ± 2.82	K-Ar	1:25 万当雄幅	
	夏如	15	中细粒二云二长花岗岩	侵入于T ₃ J ₂	179		188.64 ± 2.74	K-Ar	1:25 万当雄幅	
雅江带	中新世	绒博	16	二云二长花岗岩	侵入于J, K	5.7	16.20 ± 0.29	K-Ar	白云母	1:25 万桑桑区幅
		麻布加	27	二云二长花岗岩	沿拆离断层带产出	80	14.56 ± 1.33	K-Ar	黑云母	1:20 万浪卡子幅
	抗青大	28	二云二长花岗岩	产出于变质核杂岩内部	95		7.9 ± 1.2, 10.5 ± 1.6, 17.0 ± 1.8	裂变径迹	磷灰石	1:25 万定结幅
拉- 岗- 日- 带	中新世	加措拉	29	二云二长花岗岩	侵入于T		13.6	K-Ar	黑云母	刘振声等, 1994
		札日诗种	30	似斑状二云母二长花岗岩	侵入于维美组(J ₃)		7.1	Rb-Sr		Debon, 1986
	布扎	片麻状中粗粒二云母花岗岩		侵入于维美组		12.7			中科院珠峰科考报告, 1975	
	节金浦	中细粒似斑状二云母花岗岩	侵入于维美组		34				中科院珠峰科考报告, 1975	
	马拉山	33	中细粒二云二长花岗岩	侵入于J ₂		16.11			1:25 万萨嘎县幅	
	恰足翁	34	中细粒二云二长花岗岩	侵入于P ₂₋₃ J ₂						
	昌果	35	中细粒二云二长花岗岩	侵入于P ₂₋₃ J ₂	922		16.83, 17.39			1:25 万萨嘎县幅
	曲康义	36	中细粒二云二长花岗岩	侵入于P ₂₋₃ J ₂						
	哈金桑惹	20	二云二长花岗岩	侵入于P-T	80		30	U-Pb	锆石	1:25 万江孜幅

续表

Table 1 Continued

岩带	年代	岩体名称	岩体编号	岩性	接触关系	面积/ km ²	年龄值/Ma	测试方法	测试矿物	来源	
											拉
北喜马拉雅南带	中新世	曲珍	18	电气石二云二长花岗岩	侵入于 AnZ	40	32.18	K-Ar	白云母	转引自 1:20 万浪卡子幅	
		康马	19	二云二长花岗岩	侵入于拉纳岗日群	36	33~27	热事件年龄	白云母	1:25 万江孜幅	
		曲布桑	31	中粒黑云母花岗岩	侵入于维美组						王文俊等, 1981; 1:25 万江孜幅
		姜无拉	32	中细粒似斑状二长花岗岩	侵入于维美组						
		卡龙	38	二云母二长花岗岩	侵入于拉康组 (K ₁)	7.4	558~451	成岩年龄			
		当巴	39	二云母二长花岗岩	侵入于拉康组	3.8					
		拉康	40	白云母电气石二长花岗岩	侵入于拉康组		10.9	K-Ar	白云母	董劲松等, 2003	
		洛扎	41	白云母电气石二长花岗岩	侵入于拉康组	8.2	11.6	K-Ar	白云母	董劲松等, 2003	
		库拉岗日	42	二云母二长花岗岩(主要)	侵入于拉康组		12.4, 13.3	K-Ar	白云母	董劲松等, 2003	
				白云母电气石二长花岗岩(局部)	侵入于 M ₂	1780.5	15.1, 15.8	Rb-Sr	白云母	董劲松等, 2003	
		北喜马拉雅南带	中新世	热嘎拉	43	二云母二长花岗岩	侵入于涅如组 (J ₂)、日当组 (T ₃)	19.8	10.2	K-Ar	白云母
顶嘎	44			电气石白云母二长花岗岩	侵入于 ε	80	14.1	K-Ar	白云母	董劲松等, 2003	
告乌	45			白云母二长花岗岩	侵入于 ε	172	10.7, 10.9, 10.8, 11.4	³⁹ Ar- ⁴⁰ Ar	白云母	Maluski, 1988	
定结县城西	46			电气石白云母花岗岩	侵入于马卡鲁杂岩	15	14.93 ± 0.11(坪), 15.30 ± 0.77(等时线)	³⁹ Ar- ⁴⁰ Ar	白云母	1:25 万江孜幅	
正嘎	47			电气石白云母花岗岩	侵入于马卡鲁杂岩	10	8.2 ± 2.1	K-Ar	磷灰石	张玉泉等, 1981	
帕日·日德	48			二云二长花岗岩		20					
目贡普曲	49			电气石白云母花岗岩		15					
多雅拉	51			二云二长花岗岩		15					
绒布寺	55			电气石白云母二长花岗岩	侵入于聂拉木岩群 (AnZ) 和肉切村岩群 (Z-ε)		17.2				1:25 万聂拉木县幅
普士拉	54			含电气石白云母花岗岩	侵入于聂拉木岩群 (AnZ) 和肉切村岩群 (Z-ε)						
高喜马拉雅带	中新世	屋拉滴嘎	56	二云母花岗岩	侵入于聂拉木岩群 (J ₂)						
		聂拉木	57	细粒电气石二云二长花岗岩	侵入于聂拉木岩群		12.5			中科院珠峰科考报告, 1975	
		吉隆区	58		侵入于 J ₂	37.7	16.11			1:25 万吉隆县幅	

带外,亦有混合岩产生。此带岩体多为顺层侵入体。

高喜马拉雅带为顺层侵入于结晶岩系中的岩床和岩株,经常与大规模的区域混合岩化相伴生。主要岩相为电气石白云母花岗岩,电气石二云母花岗岩。岩石中的碱性长石一般不具双晶和条纹,光轴角小;斜长石为钠-更长石,双晶亦不发育,有时具极宽的环带。碱性长石交代斜长石的现象很普遍,反条纹结构常有显露。该岩带特征副矿物是电气石,其属镁铁电气石系列;另一特征副矿物是石榴子石;其他副矿物尚有黄玉、锆英石、榍石等。

1.2 过铝花岗岩的空间分布

藏南主要出露过铝花岗岩岩体有 58 个(表 1),出露总面积约 5000km²,主要呈带状分布于班公湖-怒江带一线以南;在构造背景上属于冈底斯-喜马拉雅构造区;在构造-岩浆带上主要涉及冈底斯-念青唐古拉和喜马拉雅-拉轨岗日构造岩浆带,主要为喜马拉雅构造-岩浆旋回的产物;其延展方向大体与区域构造线一致(图 1)。岩体规模相差极大,最小的岩体不足 1km²,规模最大的库拉岗日岩体出露面积为 1780km²,构成一总体呈近东西向延伸的巨大岩基。

2 过铝花岗岩的时代

对过铝花岗岩类形成时代的确定,是研究区内构造运动、岩浆演化、成矿规律的重要内容之一。现有资料显示^[5~30],西藏南部过铝花岗岩的同位素年龄按岩带的不同有差异,一般在 20~10Ma 之间,特别是北喜马拉雅带,属中新世,为喜马拉雅晚期产物;而雅鲁藏布结合带以北 3 个岩带的部分岩体为 140~90Ma,主要集中在白垩纪和中新世,以及晚侏罗世和始新世。

2.1 岩浆活动的峰期

为了探讨岩浆活动的年龄约束,笔者综合分析了西藏南部岩浆岩最近 20 年来公开发表的 704 个年代学数据,发现整个西藏南部岩浆活动呈增强趋势并在中新世达到顶峰(图 2),而西藏南部过铝花岗岩的岩浆活动亦有相同的趋势(图 3)。

自 20 世纪 70 年代开始对西藏南部同位素年代的研究工作,至今已积累了 200 余件过铝花岗岩同位素年龄值数据,其中测试方法多为 K-Ar 法,少数为 U-Pb、Ar-Ar、Rb-Sr 法年龄值。由于 K-Ar 法的放射成因子体⁴⁰Ar 是气体,对热事件敏感,容易丢

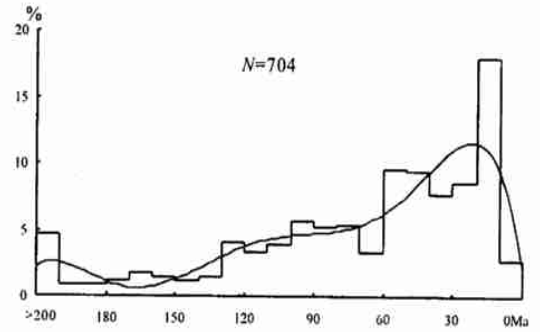


图 2 藏南花岗岩同位素年龄分布直方图

Fig. 2 Bar chart showing the isotopic ages of the granites in southern Xizang

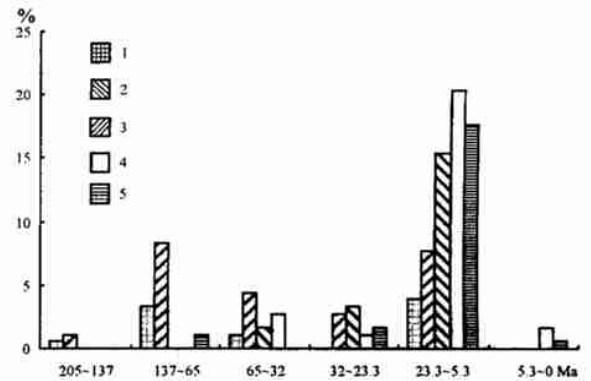


图 3 藏南过铝花岗岩同位素数据统计

1. 班戈带和申扎带 ($N=16$); 2. 南冈底斯带 ($N=44$); 3. 拉轨岗日带 ($N=37$); 4. 北喜马拉雅南带 ($N=47$); 5. 高喜马拉雅带 ($N=38$)

Fig. 3 Statistics for the isotopic geological ages of the peraluminous granites in southern Xizang

1 = Baingoin and Xainza zones ($N=16$); 2 = South Gangdise zone ($N=44$); 3 = Lhagoi Kangri zone ($N=37$); 4 = southern zone of North Himalayas ($N=47$); 5 = Higher Himalaya zone ($N=38$)

失而造成样品年龄的年轻化。笔者为了提高同位素年龄测定的可信度,采取对各种数据对比研究的方法,并拟对 7 个主要岩体作高精度离子探针 SHRIMP 法测试,从而为西藏南部过铝花岗岩的时代划分、岩石成因、物质来源等工作提供宝贵的基础资料。从目前已收到两个样品的结果表明,罗扎岩体 Lz09-1b 共计 14 个分样构成了一条比较理想的直线,它与一致曲线上交点年龄为继承锆石结晶年龄,即源岩形成年龄,反映下地壳岩浆源区变质岩残留

体的年龄信息;下交点年龄 $116 \pm 43\text{Ma}$ 为岩浆结晶年龄,即花岗岩体侵入(位)年龄。从而揭示罗扎过铝花岗岩体的年龄为 $116 \pm 43\text{Ma}$ 。

2.2 岩浆活动的规模

各时期岩浆活动的规模存在明显差异(图4),其中200~137Ma期间形成的花岗岩约 80km^2 ,137~96Ma时期的中酸性侵入岩面积约 230km^2 ,96~65Ma的侵入岩面积为 100km^2 ,65~32Ma的面积为 600km^2 ,32~23.3Ma为 120km^2 ,而小于23.3Ma约 4000km^2 ,岩浆活动主要集中在中新世($< 23.3\text{Ma}$)和始新世(56.5~32Ma),其中中新世过铝花岗岩面积占西藏南部过铝花岗岩总面积的77.29%。

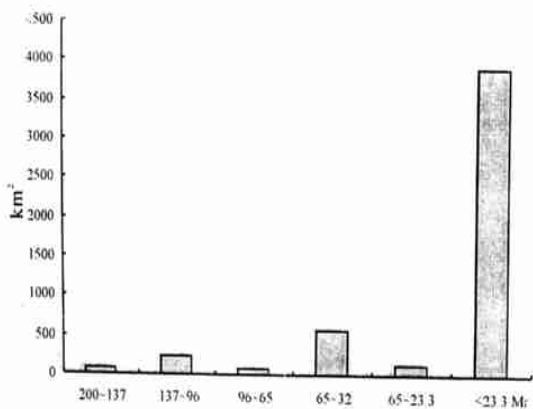


图4 藏南过铝花岗岩年龄-面积统计图

Fig. 4 Age-areal bar chart for the granites in southern Xizang

3 过铝花岗岩分布的基本特点和规律

(1)班戈-伯舒拉岭带、措勤-申扎岩带与南冈底斯岩带大多是由多期多阶段侵入的复式岩体组成,而过铝花岗岩只是其中一期。根据收集的176个年龄数据(图3)可以看出,雅鲁藏布结合带以北岩带过铝花岗岩的岩浆活动主要集中在白垩纪和中新世;南冈底斯岩带过铝花岗岩的岩浆活动主要集中在晚侏罗世、白垩纪、始新世和中新世;拉轨岗日岩带过铝花岗岩的年龄分布范围为34~5.8Ma,主要为中新世和渐新世;而北喜马拉雅南带过铝花岗岩的岩浆活动主要集中在20~10Ma,为中新世。

(2)就岩性而言,西藏南部过铝花岗岩的岩石类型主要有电气石花岗岩(图5)、白云母花岗岩(图6)和二云母花岗岩(图7)。此外,在平都山口见有红柱石二云母花岗岩,在聂拉木江林、仁布县曲珍、乃

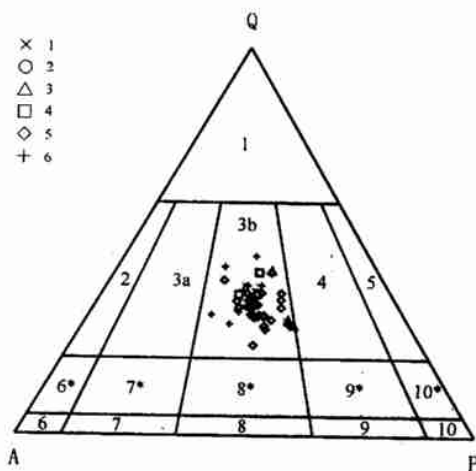


图5 藏南电气石花岗岩分类图解

1. 富石英花岗岩; 2. 碱长花岗岩; 3a. 花岗岩(正长花岗岩); 3b. 花岗岩(二长花岗岩); 4. 花岗闪长岩; 5. 英云闪长岩、斜长花岗岩; 6*. 碱长石英正长岩; 7*. 石英正长岩; 8*. 石英二长岩; 9*. 石英二长闪长岩; 10*. 石英闪长岩、二长辉长岩; 6. 碱长正长岩; 7. 正长岩; 8. 二长岩; 9. 二长闪长岩、二长辉长岩; 10. 闪长岩、辉长岩、斜长岩。X 班戈-伯舒拉岭带; O 措勤-申扎带; Δ 冈底斯带; □ 拉轨岗日带; ◇ 北喜马拉雅南带; + 高喜马拉雅带。Q. 石英; A. 碱性长石; P. 斜长岩 An_{05-100} ; $Q+A+P=100$

Fig. 5 Triangular diagram showing the classification of the tourmaline granites in southern Xizang (after Le Maitre et al., 1989)

1= quartz-rich granite; 2= alkali-feldspar granite; 3a= granite (syenogranite); 3b= granite (monzonitic granite); 4= granodiorite; 5= tonalite and plagiogranite; 6* = alkali-feldspar quartz syenite; 7* = quartz syenite; 8* = adamellite; 9* = quartz monzodiorite; 10* = quartz diorite; 6 = alkali-feldspar syenite; 7 = syenite; 8 = monzonite; 9 = monzodiorite, monzogabbro; 10 = diorite, gabbro, anorthosite. X= Baingoin-Baxoila zone; O= Coqen-Xainza zone; Δ= Gangdise zone; □= Lhagoi Kangri zone; ◇= southern zone of North Himalayas; + = Higher Himalaya zone. Q= quartz; A= alkali feldspar; P= anorthosite An_{05-100} ; $Q+A+P=100$

东县叶腊香波见及石榴石花岗岩。这些岩石类型,按 Barbarin^[32]的分类,均属于含白云母过铝质花岗岩类(MPGs)。三种主要岩石类型时空分布特征为:①在空间分布上,高喜马拉雅岩带的岩石类型主要为电气石花岗岩,北喜马拉雅南带、拉轨岗日带主要为白云母花岗岩和电气石花岗岩,而措勤-申扎

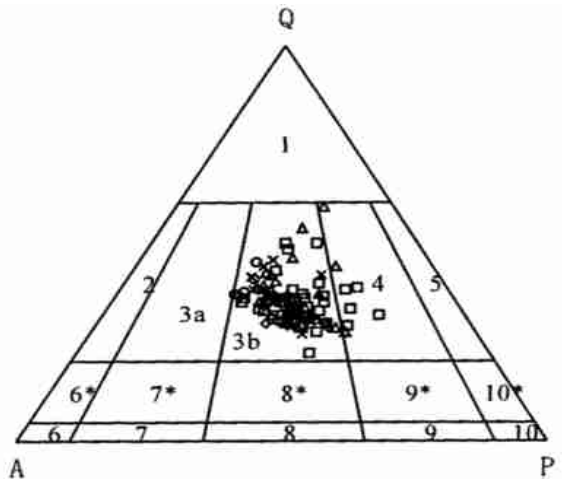
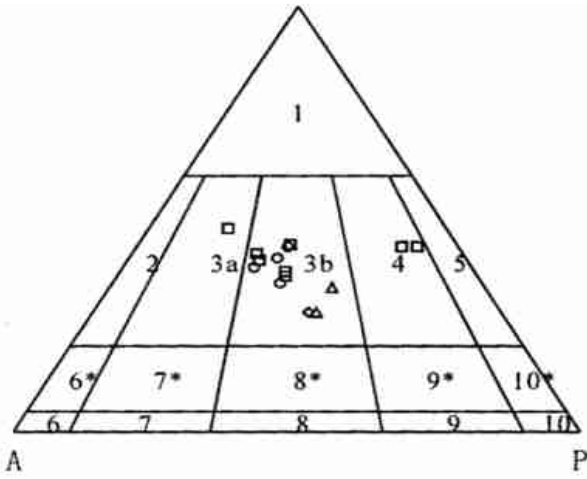


图6 藏南白云母花岗岩分类图解(图例见图5)

图7 藏南二云母花岗岩分类图解(图例见图5)

Fig. 6 Triangular diagram showing the classification of the muscovite granites in southern Xizang granite (See Fig. 5 for rock types)

Fig. 7 Triangular diagram showing the classification of the two-mica granites in southern Xizang (See Fig. 5 for rock types)

带、南冈底斯带主要为二云母花岗岩,即由南而北,电气石含量越来越少;②按侵入顺序从早到晚为:云母花岗岩、白云母花岗岩、电气石花岗岩,指示靠南部侵入时代相对较晚,而越靠北越早。

县罗扎一带;至晚白垩世—早古新世,迁移到文部一带;而古新世—始新世主要分布在班戈一带,并且喜马拉雅带开始有过铝花岗岩岩浆活动;渐新世以来的岩浆活动则基本遍布全区,并于中新世达到顶峰。

(3) 冈底斯带过铝花岗岩岩浆活动具有由东到西、由南而北的迁移活动规律;已有数据表明,时代最老的过铝花岗岩为宁中岩体,属早侏罗世;晚侏罗世—早白垩世的过铝花岗岩岩浆活动分布于南木林

(4) 据同位素年龄数据及岩体(带)的地质特征和接触关系,结合板块构造的演化、沉积特征、变质作用与岩浆活动的期次进行综合研究,西藏南部花岗岩的形成时代可划分为5期(表2)。

表2 西藏南部过铝花岗岩的时代及其期次划分表

Table 2 Division of geological ages and tectonic phases of the peraluminous granites in southern Xizang

地质时代	构造运动分期/ Ma	主要地质事件	同位素年龄值/ Ma				代表性岩体
			K-Ar 法	U-Pb 法	Ar-Ar 法	Rb-Sr 法	
渐新世—近代	< 40	为后碰撞阶段。始新世中晚期,陆-陆碰撞作用结束并转入强烈的陆内汇聚时期,形成一系列逆冲推覆走滑韧性剪切断裂带,同时产生壳源重熔(S)型花岗岩	35.09~3.4 (66 件样)	35~9.8 (10 件样)	18~3.4 (15 件样)	29~7.1 (14 件样)	各岩带大多数过铝花岗岩体的时代主要为中新世
古新世—始新世	65~40	为主碰撞期。雅鲁藏布江结合带仍处于俯冲-碰撞阶段,形成一系列壳源型花岗岩	55.7~45 (5 件样)	51		43, 52, 64	班戈
晚白垩世—早古新世	97~65	为初始碰撞阶段。由于退缩性俯冲迁移,在晚白垩世形成文部岩体	93.4~75 (5 件样)	73.5, 80, 87		92.7	文部
晚侏罗世—早白垩世	157~97	早白垩世雅鲁藏布江结合带俯冲作用开始,即产生央雄勒(措勤-申扎岩带)、罗扎(南冈底斯岩带)岩体等壳源重熔(S)型花岗岩	142~100.32 (6 件样)	116			罗扎,央雄勒
三叠纪末—早侏罗世	208~157	古特提斯闭合-碰撞事件,形成壳源重熔S型花岗岩	188.64, 196.23				宁中

4 岩浆活动与构造演化

西藏南部过铝花岗岩的研究丰富了欧亚大陆与印度大陆碰撞及高原隆升过程的研究内容,为印度大陆向北俯冲于青藏大陆之下提供了岩石学证据。

尽管近年来关于现今青藏高原岩石圈结构的研究迅速深化,但新的事实不断地被发现,以下基本特点是大家所公认的(莫宣学等,1995,青藏高原构造演化与岩浆热事件若干问题研究):(1)总体来说,青藏高原地壳很厚(平均70km左右),而岩石圈却相对较薄(平均150km左右);(2)青藏高原各部分岩石圈结构有着明显的差异(不均一性);(3)念青唐古拉以南普遍发育壳内低速层,藏北普遍存在壳幔混合带。现今青藏高原岩石圈结构是高原演化过程中各种地质、地球物理、地球化学事件综合作用的最终结果。基于这一认识,可以讨论西藏南部过铝花岗岩岩浆事件对青藏高原岩石圈形成演化的贡献。

印支运动以后200Ma以来,过铝花岗岩活动逐渐强烈,更集中在3个高峰期:137~96Ma、65~32Ma、20~10Ma,与青藏高原岩浆活动3个高峰期(莫宣学等,1995)——115~75Ma、60~50Ma、小于20Ma基本上是同步的。第一、二次构造-岩浆事件集中在冈底斯带,形成长达2000多公里、面积约 $30 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的冈底斯火山岩-花岗岩基带,这时冈底斯是青藏高原的岩浆活动中心和热中心。第三次构造-岩浆事件在喜马拉雅地区主要发育由于陆壳内的运动与调整而产生的过铝花岗岩。这三次岩浆事件分别与新特提斯洋的俯冲消减、印度次大陆与欧亚大陆碰撞、陆内会聚与高原隆升三个构造事件在时间上基本耦合。

西藏南部过铝花岗岩的时空分布特征所反演的青藏高原岩石圈构造演化的基本特征为:三叠纪末—早侏罗世(208~157Ma)可能代表班公湖-怒江洋盆早期俯冲事件;晚侏罗世—早白垩世(157~97Ma)代表班公湖-怒江洋俯冲消减碰撞事件;晚白垩世—早古新世(97~65Ma)为雅鲁藏布江洋盆俯冲消亡初始碰撞;古新世—始新世(65~40Ma)为主碰撞期,雅鲁藏布江带仍处于俯冲-碰撞阶段,形成一系列壳源型花岗岩;渐新世—中新世转入强烈的陆内汇聚时期,形成一系列逆冲推覆走滑韧性剪切断裂带;从中新世开始,伴随着岩石圈和地壳的加厚而来的是高原岩石圈快速减薄或拆沉作用。

本文参考了最近在西藏开展的1:25万区调部分成果,谨致谢意!

参考文献:

- [1] 邓万明. 青藏高原北部新生代板内火山岩[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [2] 邓晋福,赵海玲,等. 白云母/二云母花岗岩形成与陆内俯冲作用[J]. 地球科学,1994,19(2):139-147.
- [3] 肖庆辉,邓晋福,马大铨,等. 花岗岩研究思维与方法[M]. 北京:地质出版社,2002. 1-50.
- [4] 潘桂棠,李兴振,王立全,等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. 地质通报,2002,21(11):701-707.
- [5] 刘振声,王洁民. 青藏高原南部花岗岩地质地球化学[M]. 成都:西南交通大学出版社,1994. 1-133.
- [6] 涂光灼,张玉泉. 西藏南部花岗岩类地球化学[M]. 北京:科学出版社,1982. 1-190.
- [7] 张玉泉,戴潼谟,洪阿实. 西藏高原南部花岗岩类同位素地质年代学[J]. 地球化学,1981,(1):8-17.
- [8] 陈毓蔚,许荣华. 西藏南部中酸性岩中锆石铀-铅计时讨论[J]. 地球化学,1981,(2):128-135.
- [9] 李璞,戴潼谟,等. 西藏希夏邦马地区岩绝对年龄数据的测定[J]. 科学通报,1965,(10):925-926.
- [10] 西藏自治区地质矿产局. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1993. 319-393.
- [11] 周云生,张魁武,等. 西藏岩浆活动和变质作用[M]. 北京:科学出版社,1981.
- [12] SORKHABI R B, STUMP E. Rise of the Himalaya: A geochronologic approach [J]. GSA Today, 1993, 3(4):87-92.
- [13] 戴潼谟,洪阿实. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 计时及西藏南部喜马拉雅期几个黑云母年龄的测定[J]. 地球化学,1982,(1):48-55.
- [14] 王俊文,成忠礼,桂训唐,等. 西藏某些中酸性岩体的铷-锶同位素研究[J]. 地球化学,1981,(3):242-246.
- [15] 董劲松,钟华明,夏军,等. 藏南洛扎地区过铝质花岗岩的地球化学特征及构造背景[J]. 地质通报,2003,22(5):308-318.
- [16] DEBON F et al. Chemical-mineralogical typology and Rb-Sr dating of the three plutonic belts in Southern Tibet [J]. Terra Cognita, 1983, 3(4):265-269.
- [17] DEBON F et al. Time relationships between magmatism, tectonics and metamorphism in three plutonic belts in Southern Tibet: New K-Ar data [J]. Geology Research, 1985, 74(2):229-236.
- [18] DEBON F et al. The four plutonic belts of the Transhimalaya-Himalaya: A chemical, mineralogical, isotopic and chronological synthesis along a Tibet-Nepal section [J]. Journal of Petrology, 1986, 27(1):219-250.
- [19] MALUSKI H et al. $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ dating for the Trans-Himalaya calc-alkaline magmatism of southern Tibet [J]. Nature, 1988, 298(5870):152-154.
- [20] COPELAND P, HARRISON T M. Episodic rapid uplift in the Himalaya revealed by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analysis of detrital K-feldspar and muscovite, Bengal fan [J]. Geology, 1990, 18(4):354-357.

- [21] COPELAND P et al. Rapid early Miocene acceleration of uplift in the Gangdise belt, Xizang (Southern Tibet), and its bearing on accommodation mechanisms of India-Asia collision [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1987, 86(2-4): 240-252.
- [22] Debon F, 等. 西藏南部三个深成岩带的化学-矿物特征和 Rb-Sr 法地质年龄测定 [M]. 北京: 地质出版社, 1984. 295-304.
- [23] 潘桂棠, 王培生, 徐耀荣, 等. 青藏高原新生代构造演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1990. 32-58.
- [24] 刘国惠, 等. 西藏变质岩及火成岩 [A]. 地质专报(11) [C]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [25] 王增, 申屠保涌, 丁朝建, 等. 藏东花岗岩类及其成矿作用 [M]. 成都: 西南交通大学出版社, 1995.
- [26] 江万, 张双全, 莫宣学, 等. 青藏高原冈底斯带花岗岩及其中铁镁质微粒包体的岩石学特征 [A]. 特提斯地质(22) [C]. 北京: 地质出版社, 1998, 90-96.
- [27] PIERRE DEZES. Tectonic and Metamorphic Evolution of the Central Himalayan Domain in Southeast Zaskar (Kashmir, India) [C]. (Lausanne: Universite de Lausanne, 1999, 99-118.
- [28] AN YIN, HARRISON M T. Geologic evolution of the Himalayan-Tibet Orogen [J]. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 2000, 28(30): 211-280.
- [29] 尹安. 喜马拉雅-青藏高原造山带地质演化 [J]. *地球学报*, 2001, 22(3): 193-236.
- [30] 邹光富, 朱同兴, 冯心涛, 等. 藏南岗巴-定日地区花岗岩单元特征及构造环境 [J]. *沉积与特提斯地质*, 2003, 23(1): 16-26.
- [31] LE MAITRE W R et al. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms [Z]. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1989, p103
- [32] BARBARIN B. Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting [J]. *The Journal of Geology*, 1990, 25(3): 227-238.

The distribution and tectonic significance of peraluminous granites in southern Xizang

LIAO Zhong-li¹, MO Xuan-xue², PAN Gui-tang¹, ZHU Di-cheng¹, WANG Li-quan¹, JIANG Xin-sheng¹, ZHAO Zhi-dan²

(1. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*; 2. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China*)

Abstract: The spatio-temporal distribution of the peraluminous granites in southern Xizang are treated on the basis of lithologic zone division, spatial distribution, peak and scale of magmatic activity. The magmatic activity of the peraluminous granites was initiated during the Early Jurassic, and culminated during the middle Miocene, especially from 20 to 10 Ma. The rock types include tourmaline granites, muscovite granites and two-mica granites. The magmatic activity of the peraluminous granites in the Gangdise zone tends to be migrated from the east to the west and from the south to the north. The tectonic evolution of the lithosphere of the Qinghai-Xizang Plateau deduced from the spatio-temporal distribution of the peraluminous granites in southern Xizang may be generalized as: (1) Latest Triassic to Early Jurassic (208-157 Ma), representing an early subduction phase of the Bangong-Nujiang oceanic basin (2) Late Jurassic to Early Cretaceous (157-97 Ma), representing a subduction and collision phase of the Bangong-Nujiang oceanic basin; (3) Late Cretaceous to early Paleocene (97-65 Ma), representing a subduction and initial collision phase of the Yarlung Zangbo oceanic basin; (4) Paleocene to Eocene (65-40 Ma), representing a major collisional stage of the Yarlung Zangbo Oceanic basin and the formation of crust-derived granites, and (5) Oligocene to Recent, representing an intense intracontinental convergence phase.

Key words: peraluminous granites; isotopic age; southern Xizang