

西藏曲水岩基 4 个系列花岗岩类的特征及构造意义

熊清华

(江西省地矿厅地矿调研大队 向塘 330201)

提 要 曲水岩基解体,建立 7 个超单元和 6 个独立单元。该岩基由 M 型、俯冲 I 型、同碰撞 I 型和同碰撞 S 型花岗岩类 4 个系列组成。着重描述这 4 个系列花岗岩类的地质学、岩石学、岩石化学、地球化学及就位特征;并就新特提斯洋规模、性质、关闭以及印度板块与拉萨陆块的碰撞、西藏高原隆升机制等提出了一些新认识。

关键词 西藏 曲水岩基 花岗岩类 系列 特征

中图分类号 P588.121,P542.4

冈底斯岩带位于雅鲁藏布江缝合带北侧,沿印度河—雅鲁藏布江河谷分布。该岩带东西延伸 2 600 km,南北宽一般为 30~50 km,是世界上最大的岩带之一。以往不少中外地质学家^[1~8]对该岩带进行过不少研究,取得了许多成果。曲水岩基位于冈底斯岩带中段,为冈底斯岩带中代表性岩基。该岩基岩石组成复杂,侵位历史长,也是以往冈底斯岩带中研究最详细的岩基。众多研究者认为它具有安第斯 I 型花岗岩特征,其形成与板块俯冲作用有关。

新近我们对曲水岩基进行了较详细的野外地质调查,运用单元—超单元填图新方法对岩基进行了详细划分,查明了岩基的内部组成和侵入顺序,建立了该区的岩石谱系单位系统。在此基础上,综合研究了各岩石单元的地质学、岩石学、岩石化学、微量元素、稀土元素、同位素和包体特征及定位机制等,并将这些不同岩石单元归入 4 个花岗岩类系列中,即 M 型、俯冲 I 型、同碰撞 I 型和同碰撞 S 型花岗岩类。新资料表明同碰撞 I 型和同碰撞 S 型花岗岩类是该岩基的主体岩石,这与过去的认识明显不同。本文描述了这 4 个系列花岗岩类的基本特征,讨论了它们与板块构造的关系,并指出了其构造意义。

1 区域地质背景

曲水岩基大地构造位置位于冈底斯—念青唐古拉板片南部^[9],岩基南侧以冲断层带为界与雅鲁藏布江缝合带相连接(图 1)。

岩基围岩为中新生界。南部为白垩系,由板岩、千枚岩、变石英角斑岩、变安山岩、变质砂岩、大理岩等组成,为一套深海火山—碎屑岩沉积建造,代表消减带陆缘裂陷中沉积组合。北部为古新统,由安山岩、安山质凝灰岩、安山质火山角砾岩、粉砂岩、砾岩组成,为一套火山—火山碎屑岩沉积建造。岩基东北部为侏罗—白垩系,由灰岩、页岩、粉砂岩、石英砂岩、岩屑石英

本文于 1997 年 8 月 1 日收到。

作者简介:熊清华,男,1962 年生,高级工程师,1983 年毕业于武汉地质学院,1996 年获硕士学位。从事花岗岩地质、构造地质、区域地质研究,已发表《关于江西地壳构造演化四个问题的认识》等论文 10 余篇。

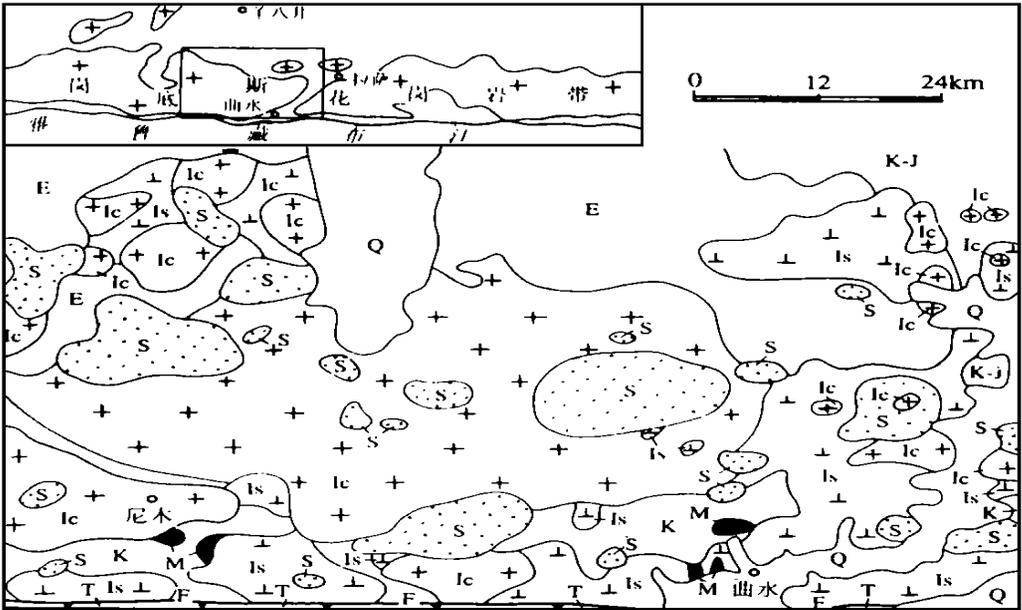


图1 曲水地区地质略图

Fig.1 Geological sketch map of the Quxu area

Q—第四系;E—老第三系;K—白垩系;K—J—白垩—侏罗系;T—三叠系;

S—同碰撞S型花岗岩系列;Ic—同碰撞I型花岗岩系列;Is—俯冲I型花岗岩系列;

M—俯冲M型花岗岩系列;F—缝合带中主要断裂带

砂岩等组成,属一套浅海碎屑岩—碳酸盐沉积建造,为陆棚盆地沉积组合。

区内地层褶皱变形主要以开阔褶皱为主,褶皱轴向为东西向,卷入地层主要为白垩系和古新统。断裂构造发育,以东西向断裂为主,北东向和南北向断裂次之。区内常见一些东西向脆性冲断层,岩基南部发育两条巨大东西向韧性剪切带,剪切带形成时代为始新世晚期。

曲水岩基总体呈东西向展布,由一系列东西向椭圆状、圆状和透镜状深成岩体组成,总面积约 3 800 km²(图 1)。岩石类型有:辉长苏长岩、辉长闪长岩、闪长岩、石英闪长岩、石英二长闪长岩、斜长花岗岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、钾长花岗岩、白岗岩等。岩体的侵位时代为早白垩世—始新世。该岩基形成发展与新特提斯构造演化关系密切。

2 各系列花岗岩类划分和基本特征

2.1 各系列花岗岩类划分

曲水岩基经过详细填图,共填绘侵入体 205 个,建立了 26 个单元(表 1),其中归并超单元 7 个,超单元组合 2 个,另有 6 个独立单元。表 1 和表 2 列出了各单元、超单元地质学、岩石学、岩石化学、地球化学、同位素和侵位特征等,各单元、超单元基本特征虽明显不同,但具一定变化规律^[10]。在上述岩石谱系单位划分基础上,根据各单元、超单元特征的相似性和联系性,参考皮切尔^[11]和皮尔斯^[12]的分类,考虑花岗岩形成与本区构造发展的关系,把本区花岗岩类

划分为 4 个系列,即俯冲 M 型、俯冲 I 型、同碰撞 I 型、同碰撞 S 型(表 2)。

表 2 曲水岩基本单元、超单元岩石化学和地球化学特征

Table 2 Petrochemical and geochemical characteristics of various units and super-units of the Quxu batholith

超单元	单元	岩石化学	微量元素	稀 土 元 素	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	矿化	侵位特征	花岗岩
	列顶	A/CNK < 1.0 高硅富碱	Cu, Au, As, Cr, Sc 等含量较高	$\Sigma\text{REE} = (123.5 \sim 184.4) \times 10^{-6}$		Cu, Au		
彭岗	卡布下爬	A/CNK > 1.15, 高硅富钾, DI = 85	Cr, Th, Cu, As, Sb, Bi 等含量较高, Rb/Sr = 0.4 ~ 7.22	$\Sigma\text{REE} = (101 \sim 309) \times 10^{-6}$, $\delta\text{Eu} = 0.2 \sim 0.72$, $\text{Eu}/\text{Sm} = 0.06 \sim 0.25$		W, Sn	受韧性剪切带控制	同碰撞 S 型
	山岗	~92, A·R = 2.43						
	结浦林	~2.83						
东嘎	羊达	A/CNK = 1.0 ~ 1.15, A·R = 2.36	Se, U, Th, Hf, Cu, Cr, Sn, As, Sb, Bi 等元素含量较高	$\Sigma\text{REE} = 173 \times 10^{-6}$, $\delta\text{Eu} = 0.59$, $\text{Eu}/\text{Sm} = 0.17$			沿多组断裂交会处上侵	同碰撞 I 型
	通嘎	~2.64						
安岗	孔洞郎	A/CNK = 1.0 ~ 1.15, A·R = 2.32	富 Co, Cu, Zn, As, Sb, Bi, 贫 Li, Ba, B, Rb, Zr 等, Rb/Sr = 0.2 ~ 0.3	$\Sigma\text{REE} = (171.1 \sim 345.2) \times 10^{-6}$, $\delta\text{Eu} = 0.44 \sim 0.79$, $\text{Eu}/\text{Sm} = 0.14 \sim 0.22$			沿巨陡滑断层拉分空隙贯入	同碰撞 I 型
	续迈	~2.42						
	伦主岗							
曲水	南木	A/CNK < 1.0, A·R = 1.76	富 Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Sn 等, 大部分亲硫元素含量低, Rb/Sr = 0.1 ~ 0.29, K/Rb = 120 ~ 361	ΣREE 变化较大, $\delta\text{Eu} = 0.5 \sim 0.87$, $\text{Eu}/\text{Sm} = 0.16 \sim 0.28$	0.703 ~ 0.706	Cu, Au, Mo	热轻气球膨胀式	俯冲 I 型
	哈热萨	2.50, $\delta = 2.01$ ~ 2.58, DI = 52.3						
	科木	78.1						
	金珠村							
古荣	那木堆	A/CNK < 1.0, A·R = 1.66	富 Co, Ni, Sc, V, Sb, Cu 等, 贫 Be, Ba, Nb, Ta 等, Rb/Sr = 0.28 ~ 0.55	$\Sigma\text{REE} < 146 \times 10^{-6}$, $\delta\text{Eu} = 0.55 \sim 0.78$, $\text{Eu}/\text{Sm} = 0.18 \sim 0.25$	0.7052 ~ 0.7056	Cu, Au	破火山口沉陷	俯冲 I 型
	仲堆果	1.98, DI = 56.7						
	嘎冲	73.9						
塞普	达堆	A/CNK < 1, A·R = 1.75 ~ 2.07, DI = 58.7 ~ 67.5	多数亲铜、亲铁元素含量较高, Rb/Sr = 0.08 ~ 0.2	$\Sigma\text{REE} = (106 \sim 181.2) \times 10^{-6}$, $\delta\text{Eu} = 0.71 \sim 1.04$, $\text{Eu}/\text{Sm} = 0.22 \sim 0.39$	0.7047 ~ 0.7057	Cu, Au	热轻气球膨胀式	俯冲 M 型
	增布							
	蟠郎							
卡如	旺乡	A/CNK < 1.0, $\delta = 2.48 \sim 2.89$	富 Bi, As, Cu, Pb, Zn, B 等, Rb/Sr = 0.06 ~ 0.14	$\Sigma\text{REE} = (94.2 \sim 183.3) \times 10^{-6}$, $\delta\text{Eu} = 0.84 \sim 1.10$, $\text{Eu}/\text{Sm} = 0.27 \sim 0.37$		Cu, Au	底辟式	俯冲 M 型
	拔路							
	吞普	A/CNK < 1.0, $\delta = 2.30$	多数亲铜、亲铁元素含量较高					
	棉将	A/CNK < 1.0, $\delta = 2.26$	贫 Sr, Ba, Zr, Ni, Mo 等, 富 Sb, As, Co					
	洛堆	A/CNK < 1.0, $\delta = 2.12$	贫 Li, Rb, Sr, Nb, U 等	$\Sigma\text{REE} = 73.3$, $\delta\text{Eu} = 1.11$				

2.2 各系列花岗岩类基本特征

(1) 俯冲 M 型系列: 包括吞普、棉将和洛堆单元, 主要岩性为辉长苏长岩、辉长闪长岩和斜长花岗岩。岩体以小岩滴形式零星分布于岩基南部, 时代为早白垩世中晚期。岩石中亲铜亲铁元素含量较高, 稀土元素总量低 ($73.3 \times 10^{-6} \sim 104 \times 10^{-6}$), δEu 值较大 (0.8 ~ 1.11), Eu/Sm 比值较大 (0.35 ~ 0.37)。

(2) 俯冲 I 型系列: 包括卡如、塞普、古荣和曲水超单元, 有闪长岩、石英闪长岩、石英二长闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩和二长花岗岩等。岩体多以圆状、椭圆状小岩株产于岩基的南部和北部。岩体中常见深源闪长质包体(左荣超单元除外), 叶理构造发育。岩石化学特征是 A/CNK < 1.0, 标准矿物计算不出现刚玉分子。岩石中多数亲石元素趋于贫化, 多数亲铜亲铁元素趋于富集。在皮尔斯元素变异图解中落入火山弧花岗岩区。岩石稀土元素总量变化较大, 但 δEu 值多在 0.71 ~ 1.10 之间, $\text{Eu}/\text{Sm} = 0.17 \sim 0.32$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} < 0.706$ 。岩石常伴有

Au、Cu、Fe 等矿化,岩体多具热轻气球膨胀、底辟或破火山口沉陷定位特征。

(3)同碰撞 I 型系列:包括安岗和东嘎两个超单元,类型有花岗闪长岩和二长花岗岩。岩体以近东西向楔状或椭圆状岩株形式产出,分布于岩基中部,出露面积约占岩基总面积 1/2。岩体明显侵入前述两系列花岗岩中,时代为始新世中期。岩体中可见各类包体和捕虏体,发育钾长石巨晶(最大可达 $6 \times 10 \text{ cm}^2$)。岩石化学特征是偏铝质, $A/CNK = 1.0 \sim 1.15$, 标准矿物计算中出现刚玉分子,但含量 $< 0.6\%$ 。在 ACF 图解中投影点分布于 I 和 S 型花岗岩类分界线附近。微量元素特征是富 Co、Cu、Zn、As、Sb、Bi、V 等,贫 Li、Be、Rb、B 等,在皮尔斯元素变异图解中落入同碰撞花岗岩类区。该岩石稀土元素总量较高, $\delta Eu = 0.44 \sim 0.79$, $Eu/Sm = 0.14 \sim 0.23$ 。该系列花岗岩类岩体侵位多沿近东西向走滑断裂运移产生拉分空隙不断侵入。

(4)同碰撞 S 型系列:彭岗超单元属该系列花岗岩类,岩石类型有二长花岗岩、钾长花岗岩和白岗岩。该系列花岗岩分布最广,各岩体多以东西向展布,椭圆状或圆状岩株形式产出,侵入前述同碰撞 I 型花岗岩系列中,时代为始新世中晚期。岩体中不见任何包体。该类岩石不含普通角闪石,但副矿物中常有电气石、石榴石等出现。岩石化学成分主要特点是 SiO_2 含量高 ($> 72.69\%$), K_2O 含量高 ($\geq 4.2\%$), $A/CNK > 1.15$, 标准矿物计算均出现刚玉分子,且含量 $\geq 0.96\%$, 在 ACF 图解中均落入 S 型花岗岩区。多数元素趋于贫化, Rb、Nb、Ta、U、Th、Be 等趋于富集,在皮尔斯微量元素变异图解中落入同碰撞花岗岩区。该系列岩石稀土总量较低, δEu 值较小 ($0.2 \sim 0.72$), Eu/Sm 较小 ($0.06 \sim 0.25$)。岩体侵位多受韧性剪切带控制,可能与上地壳内部岩石挤压、拆离、俯冲、剪切作用等有关。

3 构造意义

综上所述,可以看出区内 4 个系列花岗岩类具明显不同特征。这 4 个系列花岗岩类是本区构造运动发生发展历史的重要记录之一。通过分析本区花岗岩类特征,可以获得有关本区构造特征的几点认识。

(1)新特提斯洋盆闭合过程及关闭时间: M 型 \rightarrow 俯冲 I 型 \rightarrow 同碰撞 I 型 \rightarrow 同碰撞 S 型定位顺序反映出印度板块向拉萨陆块俯冲、碰撞全过程。白垩纪,印度板块洋壳向拉萨陆块南侧成熟岛弧下俯冲,岛弧之下洋壳物质发生熔融, M 型花岗岩类形成。早白垩世末,随着印度板块洋壳不断向拉萨陆块俯冲,诱发陆壳下部物质发生重熔,俯冲 I 型花岗岩类产生。始新世中期,印度板块与拉萨陆块碰撞,随碰撞作用进行,地壳内部物质发生熔融,先存基性岩浆与这些熔融物质沿大型走滑带上侵,同碰撞 I 型花岗岩类形成。始新世中晚期,两板块继续挤压,该区地壳大大加厚,深部地温升高,上地壳内部物质发生熔化,同碰撞 S 型花岗岩类产生。

(2)新特提斯洋规模和性质:区内主体花岗岩类并非是俯冲 I 型花岗岩类,说明印度板块消减规模有限,但区内俯冲 I 型花岗岩类时代跨度较大,说明消减作用持续时间长。这两者之间存在矛盾,也许说明新特提斯洋有限,或者仅具边缘海性质,或者当时有多个小型海盆。这与肖序常^[13]认为日喀则蛇绿岩套代表一小型海盆洋壳残体的分析一致。

(3)印度板块与拉萨陆块碰撞时间和方式:由同碰撞 I 型花岗岩时代推断印度板块与拉萨陆块发生碰撞的时代为始新世中晚期。大量同碰撞 I 型花岗岩类出现及其定位特征说明两板块碰撞方式具斜向走滑碰撞特征。右行走滑剪切作用在板块碰撞过程中起了重要作用。

(4)高原岩石圈厚度及隆升机制:西藏高原区的巨大地壳厚度用双层地壳来解释与地球物

理资料不相吻合。缝合带及青藏高原内部构造变形较弱(始新世之前),难以用挤压作用机制来解释高原隆升,如果用岩浆作用来解释,上述问题就很好解决。首先,大规模同碰撞 I 型花岗岩类产生,导致了该区地壳物质初步加厚和高原区初步抬升。以后持续不断同碰撞 S 型花岗岩形成,如冈底斯岩带中曲水岩基中有始新世同碰撞 S 型花岗岩,羊八井、雪古拉和拉轨岗日岩带存在中新世 S 型花岗岩,说明大约 40Ma 至今高原区地壳持续加厚和进一步抬升。由此看来,青藏高原岩石圈内部多期多层次俯冲、滑脱、拆离、碰撞、挤压和剪切作用引起岩石圈物质熔融和再分配调整,是驱使青藏高原整体地壳加厚和隆升的直接原因。

参 考 文 献

- 1 金成伟,许荣华.喜马拉雅和冈底斯山脉中段的花岗岩类.见:中法喜马拉雅考察成果.北京:地质出版社,1984.
- 2 刘国惠.略论西藏南部花岗岩带的特征和成因.见:中法喜马拉雅考察成果.北京:地质出版社,1984.
- 3 金成伟.喜马拉雅和冈底斯中段花岗岩类的微量元素和稀土元素特征.见:喜马拉雅地质 II.北京:地质出版社,1984.
- 4 王俊文等.藏南中酸性深成岩体的 Rb-Sr 同位素研究.地球化学,1981,(3):242~246.
- 5 张玉泉等.西藏高原的地壳运动特征的探讨.地球化学,1981,(2):136~140.
- 6 高延林.青藏高原三个太平洋型古大陆边缘的特征和演化.西藏地质,1988,(3):13~28.
- 7 Burg J P & Chen G M. Tectonics and Structural Zonation of Southern Tibet, China. Nature, 1984, 311(20):219~223.
- 8 Allegre C J, Courtillot V, Tapponnier P et al. Structure and evolution of the Himalaya-Tibet orogenic belt. Nature, 1984, 307(5):7~22.
- 9 周洋等.西藏板块构造—建造图(1:150万).北京:地质出版社,1989.
- 10 熊清华等.西藏冈底斯岩带中段尼木—曲水岩基单元—超单元划分及主要特征.地质探索,1996.
- 11 Pitcher W S. Granite type and tectonic environment. In: (K. Hsu ed.), Mountain Building Processes. 1983, 19~40.
- 12 Pearce J P et al. Trace Element Discrimination Diagrams from Tectonic Interpretation of granitic rocks. J. Petrol., 1984, 25: 956~983.
- 13 肖序常.藏南日喀则蛇绿岩套及其有关的大地构造问题.见:中法喜马拉雅考察成果.北京:地质出版社,1984.

CHARACTERISTICS OF FOUR SERIES OF GRANITOIDS IN THE QUXU BATHOLITH, TIBET, AND ITS TECTONIC SIGNIFICANCE

Xiong Qinghua

(Regional Geological Survey, Jiangxi Bureau of Geology and Mineral
Exploration and Development, Xiangtang, Jiangxi)

Abstract Seven superunits and six independent units are established for the disintegrated Quxu batholith. The batholith is composed of subduction M-type, subduction I-type, syn-collision I-type and syn-collision S-type granitoids. This paper mainly presents an introduction to the geological, petrological, petrochemical, geochemical and emplacement characteristics of those series of granitoids and discusses their tectonic significance. In addition, the author also puts forward some new ideas about the scale, nature and closing of the Neo-Tethys ocean, the collision between the Indian plate and the Lhasa block and the mechanism for the uplift of the Qinghai-Tibet plateau.

Key words: Tibet, Quxu batholith, granitoids, series, characteristics