

西藏尼玛县南部中晚侏罗世 松木果强过铝花岗岩带的发现及其意义

卢书炜 任建德 白国典 杨俊峰 吕际根

(河南省地质调查院, 河南 郑州 450051)

摘要:班公湖—怒江结合带南 80~100 km 处, 分布着一条东西长度超过 100 km 的强过铝(SP)花岗岩带, 由松木果岩体、央雄勒岩体等数个岩体构成。岩体侵位于昂孜错—色热巴断裂南北两侧, 包含 5 次侵入事件, 均属高钾钙碱性强过铝花岗岩类, 是后碰撞型 SP 花岗岩, 时代为中—晚侏罗世。研究认为, 岩带的形成与班公湖—怒江结合带尼玛段中侏罗世之前向南俯冲闭合作用有关, SP 花岗岩带的有限长度和相对区域上早的侵位时代还表明, 中特提斯洋是多块体、分时段闭合的。

关键词:尼玛县; 松木果; 后碰撞; 强过铝花岗岩; 中—晚侏罗世

中图分类号: P588.12⁺¹ **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2006)02-0332-08

在青藏高原腹地习惯上称作冈底斯北缘的昂孜错—甲岗山之间断续分布着一个并不引人注目的花岗岩带。对该花岗岩带的直接研究始于 1977—1979 年的 1:100 万区域地质调查^①, 当时仅有一条地质路线涉及到岩带东段的央雄勒岩体, 定名为花岗闪长岩, 没有岩石化学和定年资料; 西段岩体仅有据卫片进行的很不准确的形态勾绘, 没有岩带的概念。在近年开展的 1:25 万区域地质调查过程中, 通过对上述岩体的综合调查, 发现该岩带岩体强过铝特征非常明显, 笔者将就花岗岩带的地质及年代学、岩石学、地球化学特征和构造意义将进行探讨。

1 区域地质背景

研究区(图 1)位于冈底斯—拉萨地块中部, 最北部为班公湖—怒江结合带(I)的一部分^[1]。在结合带南边缘断续出露一套岛弧型火山岩(去申拉组), 时代为中侏罗世^[2], 并具埃达克岩特征(另文)。冈底斯—拉萨地块自北而南依次为早白垩世弧后盆地(II₁)、永珠—纳木错结合带(II₂)、早白垩世岛弧(II₃)和冈底斯燕山期—喜山期岩浆弧(II₄), 分别与中晚侏罗世以来的新特提斯洋向北俯冲活动于地表所处的不同地段相对应, 而永珠—纳木错结合带可能是打开于晚侏罗世并迅

速关闭于早白垩世早期的一个结合带。松木果—央雄勒强过铝花岗岩带分布于早白垩世岛弧(II₃)和冈底斯燕山期—喜山期岩浆弧(II₄)交接部位, 构造—岩浆分区属冈底斯—念青唐古拉构造岩带北带的中段^②。岩体与昂孜错—色热巴断裂关系密切, 该断裂航磁特征显示为一超壳断裂^[3], 是一条早期由南向北逆冲、晚期左旋韧性走滑的多期活动断裂。

2 岩体地质及岩石学特征

岩带北距班公湖—怒江结合带 80~100 km, 南距雅鲁藏布江结合带 150~180 km, 近东西向带状展布特征明显, 带宽 20 km 左右, 东西长度约百余千米, 出露面积约 254 km²。带内岩体呈岩株状产出, 从西至东依次由①昂孜错复杂岩体、②松木果复杂岩体、③纳玻拉简单岩体、④江热复杂岩体、⑤央雄勒复杂岩体、⑥曲松乃嘎简单岩体、⑦叶鲁未简单岩体组成。岩体出露于区域性的昂孜错—色热巴断裂南北两侧, 侵位于石炭—二叠纪地层中, 与周围则弄群火山岩所见地段显示为断层接触。该岩带包含 5 次侵入事件, 前 4 次侵入岩从早至晚暗色镁铁质包体及中性岩脉均迅速减少、以至消失, 而白云母含量逐渐增多; 富白云母花岗岩均不含暗色镁铁质包体; 带内岩石无定向结构; 除个别具稀少的伟

收稿日期: 2005-10-13; 改回日期: 2006-01-20

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目(200013000140)资助。

作者简介: 卢书炜, 1964 年生, 男, 教授级高级工程师, 主要从事区域地质调查与研究; E-mail: lushw@126.com。

① 西藏自治区地质局区域地质调查大队. 1:100 万日喀则幅、亚东幅区域地质调查报告, 1983.

② 莫宣学. 青藏高原及周边地区火山岩/侵入岩序列及对比. 见: 青藏高原区域地质调查理论与方法, 2000.

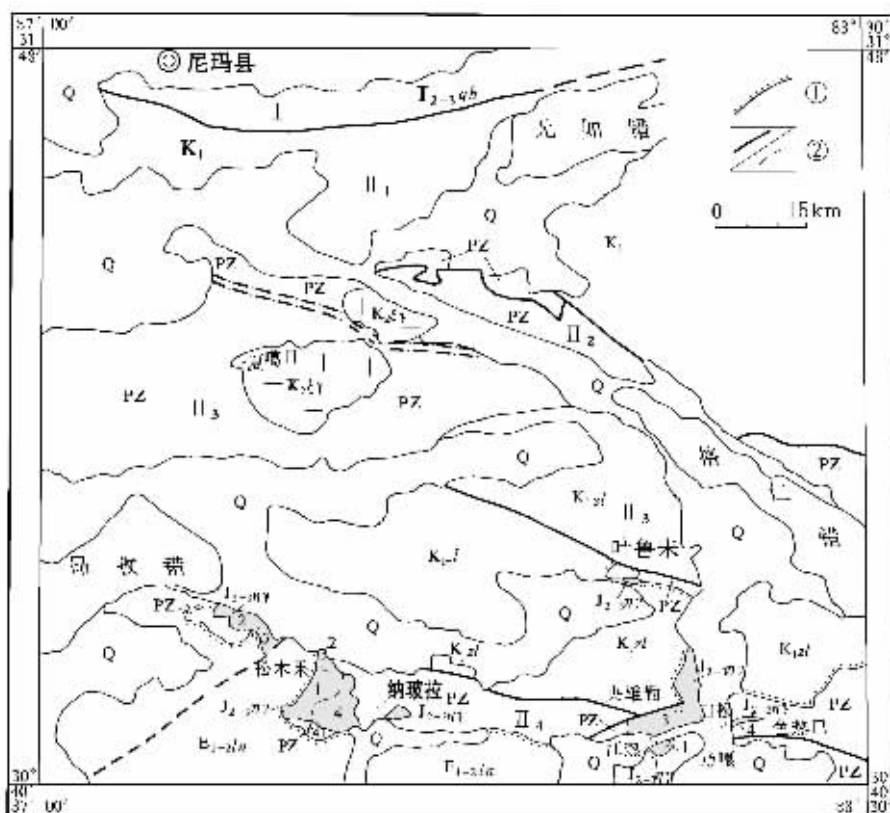


图 1 松木果地区地质略图(据 1:25 万尼玛区幅、热布喀幅地质图修改)

Q—第四系;E₁-J_n—林子宗群;K₁—下白垩统;K_{2zl}—则弄群;T_{2-3qh}—确哈拉群;PZ—古生界;K_{2ξγ}—晚白垩世正长花岗岩;J_{2-3ηγ}—中—晚侏罗世二长花岗岩;1—斑状中粒黑云母二长花岗岩;2—中粒黑云母二长花岗岩;3—斑状中粒二云母二长花岗岩;4—细中粒白云母二长花岗岩;I—斑公湖—怒江结合带;II₁—早白垩世弧后盆地;II₂—永珠—格仁错构造带;II₃—早白垩世岛弧;II₄—冈底斯岩浆弧;①—角度不整合;②—断层/韧性剪切带

Fig.1 Geological sketch map of the Songmuguo area

(modified from the 1:250,000 geological maps of the Nyima Sheet and Rabka Sheet)

Q—Quaternary;E₁-J_n—Linzi zong Group;K₁—Lower Cretaceous;K_{2zl}—Zenong Group;T_{2-3qh}—Quehala Group;PZ—Paleozoic;K_{2ξγ}—Late Cretaceous syenogranite;J_{2-3ηγ}—Mid-Late Jurassic monzogranite;1—Porphyritic medium-grained biotite monzogranite;2—Medium-grained biotite monzogranite;3—Porphyritic medium-grained two-mica monzogranite;4—Fine-medium-grained muscovite monzogranite;I—Bangong Co-Nujiang junction zone;II₁—Early Cretaceous back-arc basin;II₂—Yungzhug-Gyaring Co tectonic belt;II₃—Early Cretaceous island arc;II₄—Gangdise magma arc;①—Unconformity;②—Fault/ductile shear zone

晶—细晶岩脉外,大部分以无岩脉为特征。岩体多具不规则形状,有时有岩枝插入围岩,具主动就位特点。央雄勒岩体长轴与区域构造线方向大角度斜交,具有一定的被动就位特点。5次侵入岩均属高钾钙碱性强过铝花岗岩类。以下按侵入早晚顺序分别叙述之。

2.1 斑状中粒黑云母二长花岗岩

该类花岗岩是松木果岩体、江热岩体的主要组成部分。岩石呈灰白色,似斑状结构,块状构造。斑晶为钾长石,含量15%~25%(个别达50%),分布不均,密集处显聚斑结构,一般

0.8 cm×1.7 cm~1.4 cm×4.5 cm, 为微斜长石;基质由钾长石(20%)、斜长石(29%)、石英(21%)、黑云母(4%)组成,副矿物为磁铁矿—白钛石,其中钾长石为微斜长石,斜长石(An 26)为更长石。黑云母分布不均,含量较多处常伴有少量角闪石。岩体内部较发育暗色镁铁质微粒包体、中基性岩脉及伟晶—细晶岩脉;斑晶及包体定向排列形成强弱不均的叶理状构造,叶理产状总体平行于侵入体与围岩的边界。

2.2 中粒黑云母二长花岗岩

分布于岩带西段的松木果、昂孜错岩体中,脉动侵入上

述斑状花岗岩,具很窄的冷凝边。岩石呈灰白色,中粒花岗岩结构,块状构造,由钾长石(42%)、斜长石(26%)、石英(30%)、黑云母(2%~3%)、白云母(少量)组成,副矿物为磁铁矿(已风化为褐铁矿),其中白云母呈片状,片径0.5~2mm。岩体内部偶见暗色镁铁质微粒包体。

2.3 斑状中粒二云母二长花岗岩

此类花岗岩分布于岩带东部,为央雄勒岩体的主要组成部分,出露面积达52 km²。岩石呈灰白色,似斑状结构,块状构造。斑晶为钾长石,含量从边缘相带的2%~5%向中心逐渐增多达16%,方块状—半自形板柱状,1.4 cm×1.4 cm~1.5 cm×2.5 cm,为条纹长石。基质由钾长石(25%~22%)、斜长石(37%)、石英(24%)、黑云母(3%~4%)、白云母(2%)组成,副矿物为磁铁矿—白钛石—石榴石。基质中斜长石为更长石,电子探针测试结果为Ab87,An13;钾长石为微斜长石,新鲜;石英他形粒状,波状消光明显,常聚集;黑云母、白云母呈片状,片径0.7~2 mm。

2.4 中细粒—中粒白云母—二云母正长花岗岩

该岩石在岩带中从西向东均广泛发育,但岩性特征略有变化。在松木果岩体中,该次侵入岩为主要组成部分,脉动侵入上述黑云母花岗岩,岩性为中细粒白云母二长花岗岩。岩石呈白色,花岗结构,块状构造。由钾长石(45%)、斜长石(20%)、石英(23%)、黑云母(1.5%)、白云母(2.5%、局部达5%)组成,副矿物为白钛石。岩石中钾长石为微斜长石,新鲜;斜长石为更长石;黑云母片状,为0.3~3 mm,个别向绿泥石变化;白云母片状,为0.3~3 mm。

在央雄勒岩体中该次侵入岩呈小岩瘤状位于岩体中心,侵入周围中斑状中粒二云母二长花岗岩,二者界线呈锯齿状,前者边缘发育有后者的钾长石捕虏晶。央雄勒岩体岩性为中粒二云母二长花岗岩,岩石呈灰白色,花岗结构,块状构

造,由斜长石(44%)、钾长石(30%)、石英(20%)、黑云母(3%)、白云母(3%)组成。岩石中斜长石An为28,属更长石;云母片状,为0.4~1 mm。

纳玻拉岩体、曲松乃嘎岩体及叶鲁未岩体仅由该次侵入岩组成。曲松乃嘎岩体为含少量黑云母的白云母二长花岗岩;纳玻拉为不含黑云母的中粒白云母二长花岗岩。

2.5 花岗斑岩

此岩石为该岩带最晚形成的侵入岩,出露较少,主要见于西部的昂孜错岩体及松木果岩体中。岩石呈灰白色,斑晶由钾长石(10%)、斜长石(7%)、石英(10%)、黑云母(5%)组成,基质呈微嵌晶结构,由两种长石(40%)、石英(23%)、黑云母(5%)组成。

3 岩石地球化学特征

3.1 岩石化学特征

松木果强过铝花岗岩带岩石SiO₂均较高,平均71.44%,为酸性岩。Na₂O+K₂O=6.27%~8.43%,Na₂O/K₂O=0.44~1.10(表1),与一般花岗岩相比碱总量不高但K₂O偏高,在K₂O—SiO₂图解上(图2)均位于高钾钙碱性系列区,里特曼指数(σ)为1.24~2.68,为高钾钙碱性岩石;Al₂O₃含量略偏高,过铝指数1.11~1.28,均大于1.10;第二次侵入岩中出现白云母,第3次和第4次侵入岩富含白云母,整个岩带岩石均为强过铝(SP)花岗岩。除早期侵入的斑状中粒黑云母二长花岗岩外所有岩石中TFeO+MgO+TiO₂含量均小于<2%,也与强过铝(SP)花岗岩即浅色花岗岩相一致。

3.2 微量元素特征(表1)

在洋中脊花岗岩(ORG)标准化微量元素配分图(图3)上,松木果岩带各次侵入岩曲线形态相似,表明其相近的构造环境和相似的源区物质。强烈富集图式左侧的不相容元素

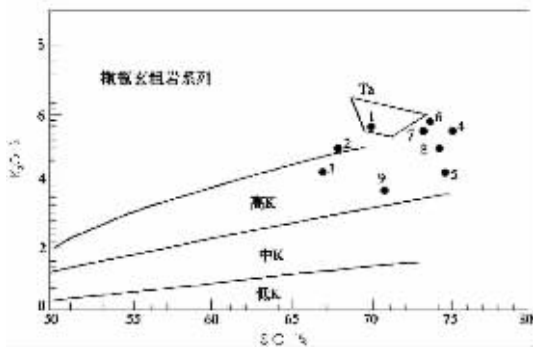


图2 K₂O—SiO₂图解^[4]

1—3—斑状中粒黑云母二长花岗岩;4—中粒黑云母二长花岗岩;
5—斑状中粒二云母二长花岗岩;6—9—细—中粒二云母正长花岗岩

Fig.2 K₂O—SiO₂ diagram

1—3—Porphyritic medium-grained biotite monzogranite;4—Medium-grained biotite monzogranite;5— Porphyritic medium-grained two-mica monzogranite;6—9—Fine- to medium-grained two-mica syenogranite

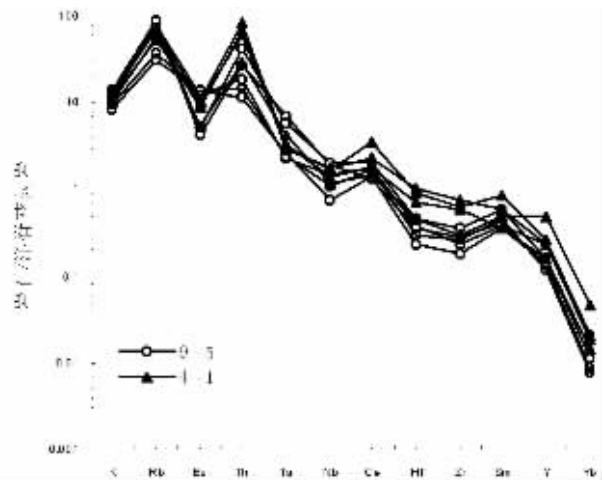


图3 微量元素标准化曲线图

Fig.3 Normalized trace element patterns

表 1 松木果—央雄勒岩带岩石常量元素 (%), 稀土和微量元素 (10^{-6}) 成分
 Table 1 Major element (%), REE (10^{-6}) and trace element (10^{-6}) compositions of granitic rocks
 from the Songmuguo–Yangxiongle granite belt

岩石名称	斑状中粒黑云母二长花岗岩			中粒黑云母二 长花岗岩	斑状中粒二云母 二长花岗岩	中细粒-中粒二云母正长花岗岩			
	35097/1	35098/1	3417/1	35100/1	2031/1	35093/2	35093/1	2042/1	2033/1
岩体名称	松木果			松木果	央雄勒	松木果			曲松乃嘎 央雄勒
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	70.35	67.93	66.89	75.50	74.81	73.47	73.49	74.19	70.87
TiO ₂	0.38	0.50	0.56	0.17	0.12	0.23	0.18	0.13	0.11
Al ₂ O ₃	14.55	15.02	15.38	12.98	13.49	14.11	14.07	14.39	16.52
Fe ₂ O ₃	0.67	1.20	0.76	1.33	0.14	0.43	0.09	0.95	0.05
FeO	2.05	2.25	3.05	0.22	1.50	1.02	1.17	0.60	0.75
MnO	0.04	0.05	0.06	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03
MgO	1.07	1.41	1.60	0.30	0.58	0.50	0.42	0.22	0.41
CaO	1.53	1.33	2.45	0.29	1.50	0.45	0.58	0.32	2.77
Na ₂ O	2.92	3.36	3.11	2.32	2.32	2.50	3.19	2.85	3.68
K ₂ O	4.72	4.81	4.00	5.38	3.85	5.63	5.24	4.99	3.35
P ₂ O ₅	0.12	0.16	0.23	0.05	0.09	0.18	0.18	0.08	0.18
H ₂ O ⁺	1.34	1.69	1.60	1.24	1.22	1.23	1.08	1.04	1.05
CO ₂	0.04	0.02	0.06	0.02	0.02	0.04	0.11	0.04	0.02
A/CNK	1.15	1.14	1.11	1.28	1.24	1.28	1.18	1.35	1.12
FeO*/FeO*+MgO	0.71	0.70	0.7	0.83	0.74	0.74	0.75	0.87	0.66
σ	2.13	2.68	2.12	1.82	1.24	2.17	2.33	1.97	1.77
V	38.4	51.8	59.2	17.7	13.7	18.5	15.4	12.2	8.4
Cr	5.0	33.3	45.0	13.2	2.3	8.7	8.0	41.8	9.6
Ni	8.5	13.4	13.4	6.0	2.3	5.2	5.3	7.9	3.8
Rb	220.5	283.4	229.8	270.4	151.2	364.5	358.8	308	121.9
Sr	168	151	203	48	188	60	53	158	257
Zr	203	206	250	102	91	123	95	78	61
Ba	509	524	459	273	703	261	212	592	705
Th	49.2	66.5	54.6	22.7	11.9	34.5	22.2	14.7	9
Sc	6	8.9	8.7	4.3	3.0	2.8	2.3	4.2	2.4
Hf	6.4	8	9.2	4.1	2.7	4.2	3.3	3.4	2.1
Nb	14.2	16.4	17.4	11.5	10.9	19.7	18.7	14.6	7.7
Co	18.2	14.6	17.2	18.6	13.1	16.3	17.3	3.4	18.2
Ta	2.3	2.2	2.1	2.9	1.7	4	5	1.6	1.8
Ga	21.5	19.6	21.4	18	22.4	22.9	18.7	13.8	22.2
K/Rb	177.69	140.89	144.49	165.16	211.37	128.22	121.23	134.48	228.12
Rb/Sr	1.31	1.88	1.13	5.63	0.8	6.08	6.77	1.95	0.47
Rb / Ba	0.433	0.541	0.501	0.990	0.215	1.397	1.692	0.52	0.173
La	25.01	63.68	35.08	24.13	25.49	29.72	18.68	16.58	24.66
Ce	62.63	126.2	80.78	52.08	59.60	70.16	46.24	62.62	47.09
Pr	5.77	13.81	8.69	5.52	6.89	7.78	5.14	4.48	5.09
Nd	18.33	45.36	29.08	19.97	22.75	26.19	17.9	14.66	17.41
Sm	3.22	7.46	5.14	4.44	4.04	5.14	3.72	3.49	3.30
Eu	0.79	1.07	0.99	0.44	1.15	0.55	0.48	0.66	1.38
Gd	2.63	5.54	3.97	4.67	2.95	3.81	3.03	3.1	2.68
Tb	0.39	0.74	0.58	0.87	0.38	0.51	0.41	0.51	0.37
Dy	2.22	3.81	3.09	5.57	1.64	2.41	1.9	3.19	1.88
Ho	0.43	0.72	0.59	1.1	0.3	0.41	0.32	0.62	0.33
Er	1.17	1.82	1.54	3.4	0.69	1	0.74	1.68	0.8
Tm	0.18	0.27	0.24	0.54	0.11	0.15	0.11	0.27	0.11
Yb	1.18	1.66	1.47	3.71	0.6	0.92	0.69	1.67	0.63
Lu	0.18	0.24	0.23	0.51	0.09	0.13	0.1	0.23	0.08
Y	11.43	18.4	15.88	33.86	8.45	11.1	9.04	16.63	9.74
Σ REE	135.57	290.79	187.34	160.80	135.13	159.98	108.5	130.38	115.57
Σ Ce/Σ Y	5.84	7.76	5.79	1.97	7.88	6.83	5.64	3.67	5.95
δ Eu	0.81	0.49	0.65	0.29	0.97	0.36	0.42	0.6	1.38

注: 样品由湖北地质实验研究所分析, 常量元素分析方法为 XRF 熔片法, Rb、Cr 为 XRF 粉末法, 其余元素为 ICP-AES 法测定。

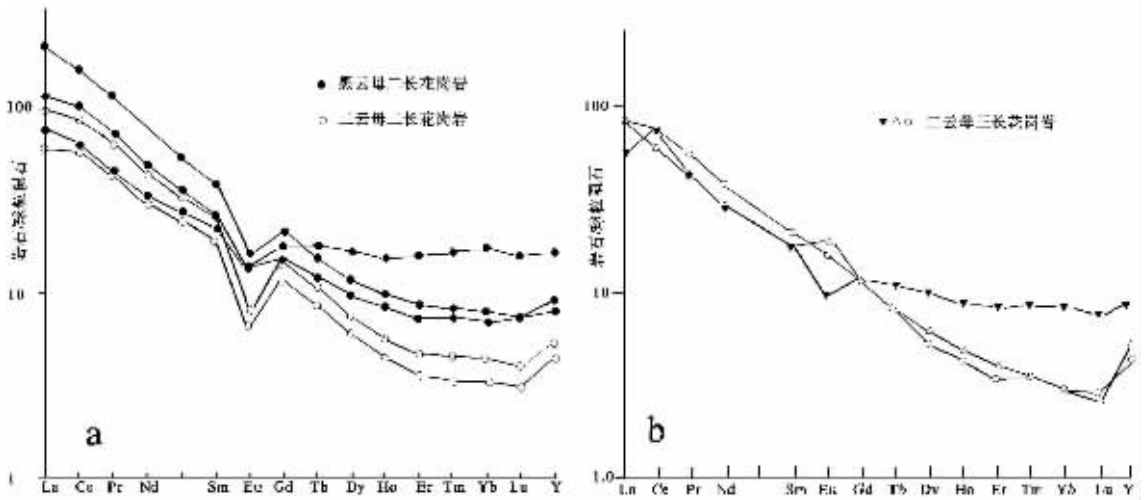


图4 稀土元素标准化曲线

a—松木果岩体;b—央雄勒岩体和曲松乃嘎岩体

Fig.4 Chondrite-normalized REE distribution patterns

a—Songmuguo intrusion;b—Yangxiongqie intrusion and Qisongnaiga intrusion

表2 研究区岩体 K-Ar 年龄分析结果

Table 2 K-Ar ages for rock bodies in the study area

序号	岩体	送样号	样品名称	岩石类型	$W(K)/10^{-2}$	$W(^{40}\text{Ar})/10^{-6}$	$^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$	年龄/Ma	ϕ (空氩)/ 10^{-2}
1	松木果	3417/1	黑云母 斑状中粒黑云母二长花岗岩		4.716	0.05568	0.009896	163 ± 5	12.7
2	央雄勒	2031/1	白云母 斑状中粒二云母二长花岗岩		8.095	0.08307	0.008602	142 ± 4	6.5
3	曲松乃嘎	2042/1	白云母 中—细粒白云母正长花岗岩		8.305	0.07872	0.007945	132 ± 4	6.4

注:样品由宜昌地质矿产研究所中国地质调查局同位素地球化学开放实验室测试。

K、Rb、Ba、Th,且具Ba的负异常(表1);大范围中等程度亏损图式右侧相容元素,具Ce、Sm的正异常,与同碰撞花岗岩^[4]型式基本一致。

3.3 稀土元素特征

松木果岩带各次侵入岩稀土总量 $115.57 \times 10^{-6} \sim 290.79 \times 10^{-6}$,平均 158.23×10^{-6} (表1),明显低于世界花岗岩稀土含量平均值 250×10^{-6} [6],这与该岩带岩石中普遍缺乏诸如角闪石、黑云母和像褐帘石这样的富REE副矿物有关。稀土元素标准化曲线均属轻稀土富集型(图4)。铕异常系数变化较大,早期侵入岩石为中等铕亏损,晚期侵入岩不正常地出现弱铕正异常。

4 岩浆侵位时代

央雄勒岩体使周围石炭系碎屑岩产生明显的接触变质作用,但早白垩世则弄群火山岩从未见接触变质现象,据此判断岩体形成时代应早于早白垩世。

本次工作在该岩带取得3件单矿物K-Ar测年数据(表2),经宜昌地质矿产研究所中国地质调查局同位素开放实验室分析测试(分析方法:K-Ar稀释法),其中松木果岩体早期

侵入体大斑状中粒黑云母二长花岗岩中黑云母K-Ar年龄(163 ± 5)Ma;央雄勒岩体斑状中粒二云母二长花岗岩中白云母K-Ar年龄(142 ± 4)Ma;曲松乃嘎岩体中—细粒白云母二长花岗岩白云母K-Ar年龄(132 ± 2)Ma。上述样品原样新鲜,分析结果相对集中一致,年龄大小与野外确定的相对侵位序次吻合,数据真实可信。综合判断松木果—央雄勒强过铝花岗岩带岩体形成时代为中—晚侏罗世。

5 构造背景和成因分析

花岗岩构造环境划分是花岗岩成因分类研究的基础^[7],另一方面,研究花岗岩成因类型又可以为地质构造演化提供直接证据。

在非活动性元素构造环境判别图^[8](图5)上,松木果岩带各次侵入岩样点主体位于同碰撞花岗岩区。关于碰撞花岗岩研究近年来有一些新的认识,Liegeois^[9]提出后碰撞花岗岩的概念,意指主海洋关闭以后,连续的板块汇聚导致产生的陆内逆冲、扭动和地块的横向挤压或逃逸,或沿剪切带仍有大量水平块体运动的陆内环境,这显然与Pitcher^[9]、pearce^[9]等人认为的碰撞花岗岩是在同碰撞早期地壳收缩与堆叠阶段中

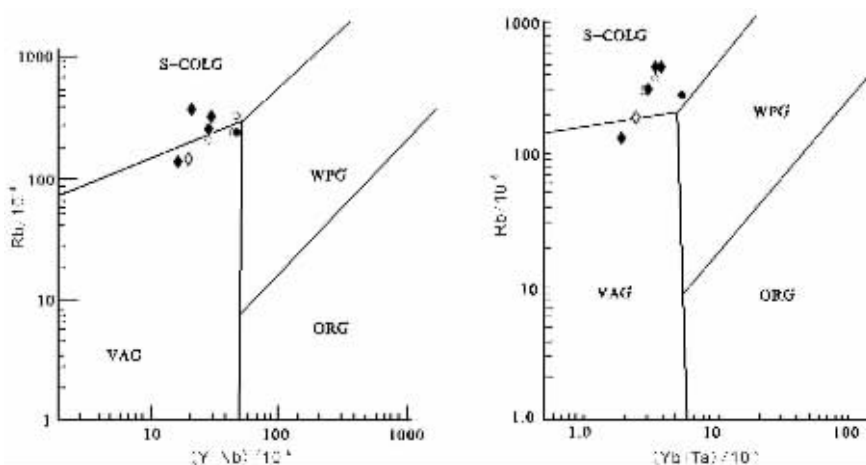


图 5 微量元素构造环境判别图^[5]

VAG—火山弧花岗岩;WPG—板内花岗岩;S—COLG—同碰撞花岗岩;ORG—洋中脊花岗岩

○—斑状中粒黑云母二长花岗岩;●—中粒黑云母二长花岗岩;◇—斑状中粒二云母二长花岗岩;◆—中细粒—中粒二云母花岗岩

Fig.5 Discrimination diagram of the tectonic environment using trace elements

VAG—Volcanic arc granite;WPG—Within-plate granite;S—COLG—Syn-collisional granite;ORG—Mid-oceanic ridge granite. ○—Porphyritic medium-grained biotite monzogranite;●—Medium-grained biotite monzogranite;◇— Porphyritic medium-grained two-mica monzogranite;◆— Fine- to medium-grained two-mica granite

形成不同。根据 Sylvester^[10]的综合评述,松木果岩带各岩体均属后碰撞强过铝花岗岩。

斑状黑云母二长花岗岩伴有较多的暗色镁铁质微粒包体及中基性岩墙,暗色矿物以黑云母为主,3个样品过铝指数平均为 1.11 (大于 1.0), $FeO^*/FeO^*+MgO=0.7$ 、 $Fe^{3+}/Fe^{2+}+Fe^{3+}=0.35$,这些特征与 Barbarin^[11]花岗岩分类的含堇青石过铝花岗岩类(CPG)相当;负锫异常明显,表明岩浆起源较浅;结合暗色包体及中基性岩墙等判断该岩石主要来自壳源,具有一定的幔源混染(幔源岩浆可能是热的载体)。

中粒黑云母二长花岗岩仅伴稀少的镁铁质包体,特征矿物组合为黑云母+少量白云母,其中白云母粒度可与其他明显为岩浆相的粒度相比,没有被其他矿物包裹,系原生白云母。过铝指数为 $1.28 > 1.0$, $FeO^*/FeO^*+MgO=0.82$,与 Barbarin^[11]花岗岩分类的含堇青石过铝花岗岩类(CPG)接近;结合暗色包体稀少判断,该次侵入岩岩浆主要来自壳源,幔源贡献很少。

斑状中粒二云母二长花岗岩、中细粒—中粒白云母—二云母二长花岗岩均富含白云母,该白云母粒径与其他明显为岩浆相的粒度相同,未被包裹,系原生白云母。副矿物以白钛石为主。据 5 件样品分析结果,两次侵入岩的过铝指数 A/CNK 平均值均为 $1.24 > 1.0$,不伴变质岩、火山岩、镁铁质岩,无镁铁质包体、残留体。 $FeO^*/FeO^*+MgO=0.74\sim 0.75 < 0.8$ 。上述特征与 Barbarin^[11]花岗岩分类的含白云母过铝花岗岩类(MPG)极其一致。同时,根据邓晋福^[12-14]等人的研究,白云母花岗岩岩浆是由再循环的表壳泥质沉积物的熔融作用产生

的,没有幔源物质的贡献。但同时,二云母二长花岗岩锫异常特征的多样性也暗示其岩浆起源的复杂性。

如前述,松木果花岗岩带诸岩体均侵位于昂孜错—色热巴断裂附近,早期富黑云母过铝花岗岩类(CPG)均位于该断裂南侧,代表性的松木果岩体就位型式以主动膨胀为主、构造扩张居次;晚期富白云母过铝花岗岩类(MPG)位于该断裂南、北两侧,代表性的央雄勒岩体长轴方向呈 50° 角斜交断裂带,具典型的被动就位特点。两种不同的强过铝花岗岩类型与该地区复杂的地质发展历史和色热巴断裂活动密切相关。色热巴断裂是一条早期由南向北逆冲、晚期韧性左旋走滑的多期活动断裂,可能是某一结合带闭合之后陆壳内部应力调整产生的构造带。后碰撞过程早期,主要是通过热的幔源岩浆底侵而使地壳岩石发生干的深熔作用产生岩浆,形成富黑云母含堇青石过铝花岗岩;后期,随着逆冲断层和韧性剪切带的形成,为深埋地壳深部岩石脱水过程中释放出来的含水流体提供了通道,使地壳岩石可以在有水作用下发生“湿的”深熔作用,产生含白云母过铝花岗岩,这与 Barbarin^[15]关于两类强过铝花岗岩的成因解释是一致的。晚期岩体的被动就位特征是由于岩浆充填主断裂左行走滑过程中出现的斜向张裂的结果。

6 结论和讨论

松木果—央雄勒岩带是一个后碰撞 SP 花岗岩带。带内岩体呈小岩株状产出,早期侵入体分布零散,以主动就位为主,岩性为(斑状)中粒黑云母二长花岗岩,属 Barbarin^[15]花岗

岩分类的含堇青石过铝花岗岩类(CPG);晚期侵入体主要分布于岩带东部,以构造扩张就位为主,岩性为(斑状)中细粒—中粒白云母二长花岗岩—二云母二长花岗岩,均富含白云母,属 Barbarin^[15]花岗岩分类的含白云母过铝花岗岩类(MPG)。岩带形成于中—晚侏罗世,说明中侏罗世以前研究区附近就已存在板块俯冲碰撞作用,这个时间要比以往认识的雅鲁藏布江缝合带和永珠—格仁错构造带闭合时间要早很多。

1:25万尼玛区幅、热布喀幅区域地质调查表明,岩带北侧80~100km的班公湖—怒江结合带尼玛段发育残余海沉积的中侏罗世俄蒙勒组浅海相碎屑岩组合和整合其上的晚侏罗世沙木罗组滩相组合,是一个于早侏罗世末就已向南俯冲闭合的结合带,这与该岩带的形成时间和后碰撞成因相吻合。反过来,中—晚侏罗世松木果—央雄勒岩带后碰撞成因也是班公湖—怒江结合带尼玛段的关闭时间不晚于中侏罗世的又一证明。另一方面,松木果—央雄勒SP花岗岩带东西长仅百余千米,远不及藏南高喜马拉雅山地区白云母和二云母花岗岩带长达2000km的规模^[16],但这或许正是班公湖—怒江结合带东西向分段特征的真实体现,准确地说,班公湖—怒江结合带不是两个统一板块整体拼贴的结果,也不是两个不规则块体拼贴时接触早晚不同造成的,而是由多块体、多岛弧系、不同时间、多种方式、多方向聚敛拼贴的组合^[17]。就松木果—央雄勒SP花岗岩带东西长度而言,南向俯冲块体东西长度不应超过200~300km,即SP花岗岩带长度的两倍。

致谢:本文是1:25万尼玛区幅、热布喀幅区域地质调查项目成果之一,是项目组全体成员集体努力的结果,文稿得到罗照华教授悉心审阅并提出很多宝贵意见,一并表示感谢。

参考文献(References):

- [1] 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,1993.528~586.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Xizang Autonomous Region.Regional Geology of Xizang (Tibet) Autonomous Region [M].Beijing:Geological Publishing House,1993.528 ~586 (in Chinese with English abstract).
- [2] 杨德明,李才,和钟华,等.西藏尼玛宋我日火山岩岩石化学特征与构造环境[J].地质论评,1999,45(增刊):972~977.
Yang Deming, Li Cai, He Zhonghua, et al. Petrochemistry and tectonic settings of the volcanic rocks of Songwori in Nima Country, Tibet [J]. Geological Review. 1999, 45 (supp.): 972~977 (in Chinese with English abstract).
- [3] 熊盛青,周伏烘,姚正煦,等.青藏高原中西部航磁调查[M].北京:地质出版社,2002.111~130.
Xiong Shengqing, Zhou Fuhong, Yao Zhengxi, et al. Aeromagnetic Survey in Central and Western Qinghai-Tibet Plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001. 111~130 (in Chinese with English abstract).
- [4] Castro A, Patino Douce A E, Corretge L G, et al. Origin of peraluminous granites and granodiorites, Iberian massifs, Spain: an experimental test of granite petrogenesis [J]. Contrib Mineral Petrol, 1999, 135: 255~276
- [5] Pearce J A, Haris N B W, Tindle A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks [J]. Petrology, 1984, 25(4): 956~98.
- [6] 陈德潜,陈刚.实用稀土元素地球化学[M].北京:冶金工业出版社,1990.59~114.
Chen Deqian, Chen Gang. Applied Rare Earth Element Geochemistry [M]. Beijing: Metallurgy Industry Publishing House, 1990. 59~114 (in Chinese).
- [7] 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,2002.12~52.
Xiao Qinghui, Deng Jinfu, Ma Daquan, et al. The Ways of Investigation on Granitoids [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002. 12~52 (in Chinese).
- [8] Leigeois J P. Some words on the post-collisional magmatism [J]. Lithos, 1998, 45: 15~17.
- [9] Pitcher W S. Granite type and tectonic environment [A]. In: Hsu. K. (ed.). Mountain Building Processes [C]. London: Academic Press, 1983. 19~40.
- [10] Sylvester P J. Post-collision strongly peraluminous granites [J]. Lithos, 1998, 45: 29~44.
- [11] Barbarin B. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments [J]. Lithos. 1999, 46: 605~626.
- [12] 邓晋福,赵海玲,莫宣学,等.中国大陆根—柱构造——大陆动力学的钥匙[M].北京:地质出版社,1996.14~82.
Deng Jinfu, Zhao Hailing, Mo Xuanxue, et al. Continental Roots - Plume Tectonics of China—Key to the Continental Dynamics [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996. 14~82 (in Chinese).
- [13] 邓晋福,赵海玲,赖绍聪,等.白云母/二云母花岗岩形成与陆内俯冲作用[J].地球科学——中国地质大学学报,1994,19(2):139~147.
Deng Jinfu, Zhao Hailing, Lai Shaocong, et al. Generation of muscovite/two-mica granite and intracontinental subduction [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1994, 19 (2): 139~147 (in Chinese).
- [14] 邓晋福,赖绍聪,赵海玲,等.青藏陆内造山火成岩与造山过程[A].见:欧阳自远主编.中国矿物岩石学地球化学新进展(一)[C].兰州:兰州大学出版社,1994.134~135.
Deng Jinfu, Lai Shaocong, Zhao Hailing, et al. Intracontinental orogenic igneous rock and orogenic process in Qinghai-Xizang [A]. In: Ouyang Ziyuan (ed.). New Achievement of Mineralogy Petrology and Geochemistry in China (1) [C]. Lanzhou: Lanzhou University Publishing House, 1994. 134~135 (in Chinese).
- [15] Barbarin B. Genesis of the two main types of peraluminous granitoids [J]. Geol. 1996, 24: 295~298.
- [16] Le Fort P. Manaslu Leucogranite: a collision signature of the Himalaya, a model for its genesis and emplacement [J]. Geophys.

Res., 1981, 86(B11): 10545~10568.

[17] 卢书炜, 任建德, 杜凤军, 等. 从尼玛地区地质新资料看中特提斯洋的构造演化[J]. 沉积与特提斯地质, 2003, 23(3): 35~39.

Lu Shuwei, Ren Jiande, Du Fengjun, et al. Tectonic evolution of

the Meso-Tethyan Ocean: An example from the Nyima region in Xizang [J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 2003, 23(3): 35~39 (in Chinese with English abstract).

Discovery of the Mid-Late Jurassic Songmuguo strongly peraluminous granite belt in the southern part of Nyima County, Tibet, and its significance

LU Shu-wei, REN Jian-de, BAI Guo-dian, YANG Jun-feng, LÜ Ji-gen

(Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450051, Henan, China)

Abstract: A strongly peraluminous (SP) granites belt, extending over 100 km from east to west, is distributed 800–100 km south of the Bangong Co–Nujiang junction zone. It consists of several intrusions such as the Songmuguo intrusion and Yangxiongle intrusion. The intrusions are emplaced on both south and north sides of the Ngangzê Co–Sereba fault and involve five intrusion events. They all belong to high-K, calc-alkaline, SP granites and are post-collisional SP granites of Mid-Late Jurassic age. Study suggests that the formation of the belt is related to the southward subduction and closing of the Nyima segment of the Bangong Co–Nujiang junction zone before the Middle Jurassic. The limited length of the SP granite belt and its earlier regional emplacement time show that the Meso-Tethys is composed of multiple blocks and closed in different times.

Key words: Nyima County; Songmuguo; post-collision; strongly peraluminous (SP) granite; Mid-Late Jurassic

About the first author: LÜ Shu-wei, male, born in 1964, senior engineer, engages in regional geological survey and study; E-mail: lushw@126.com.