

文章编号: 1009-3850(2006)03-0008-08

西藏林芝地区林芝岩群麻粒岩及时代讨论

尹光候¹, 包 钢¹, 杨淑胜², 胡清华²

(1. 云南省地质调查院, 云南 昆明 650056; 2. 云南省地质调查院矿产调查所, 云南 大理 671000)

摘要: 林芝地区雅鲁藏布江大峡谷西侧的尼洋河、雅鲁藏布江河谷地带, 广泛出露有属冈底斯岩浆弧基底岩系的林芝岩群。笔者等在2001—2004年进行1:25万林芝县幅区域地质调查中, 于雅鲁藏布江东岸的里龙及西岸扎西绕登一带, 在林芝岩群下部中高级变质基性岩中新发现呈透镜状、饼状、瘤状、长条状、豆荚状等零星分布的麻粒岩。初步研究, 化学成分具有富MgO, 高CaO, 低TiO₂、K₂O, Al₂O₃/TiO₂比值接近20, 与世界上典型玄武质科马提岩特征相似; 稀土总量较低, 类似于中—基性火山岩; 原岩可能为一套富镁的超镁铁—镁铁质火山岩系。时代属古元古代。

关 键 词: 林芝; 古元古界; 林芝岩群; 麻粒岩; 西藏

中图分类号: P588.34

文献标识码: A

雅鲁藏布江大峡谷西侧, 尼洋河以南海拔高达6000m的冈底斯山脉, 南到海拔1400m的雅鲁藏布江河谷地带, 广泛出露有一套主要岩石类型为片麻岩类、变粒岩、浅粒岩类、角闪质岩类、片岩类、石英岩类、大理岩类及混合岩类等构成的结晶岩系。最早为李璞(1953)在进行1:50万路线地质调查时将其称之为前寒武系波密片麻岩; 其后1:100万拉萨幅(1977)划为时代不明的混合岩(H);《西藏地质志》(1993)划为时代不明的波密察隅杂岩带^[1]; 1:20万波密幅、通麦幅(1995)划为前震旦系冈底斯岩群;《西藏岩石地层》(1997)^[2]、潘桂棠和罗建宁(2001)将其厘定为前寒武纪念青唐古拉岩群。本次1:25万林芝县幅区域地质调查划为林芝岩群, 并于雅鲁藏布江东岸(低海拔区)里龙、西岸扎西绕登一带该岩群下部中发现呈残留体、包裹体产出的麻粒岩, 具南非的巴伯顿不贫铝的科马提岩特征和次生绿岩带性质, 时代划归古元古代。

1 地质背景

林芝地区古元古界林芝岩群, 分布于冈底斯岩浆弧东南缘, 东起尼洋河与雅鲁藏布江交汇处林芝县八拉村附近, 向西沿雅鲁藏布江两岸的米林县岗嘎大桥—扎西绕登—玉松, 直至朗县大周塘一带, 长逾140km, 南北宽10~22km, 主体变质达低角闪岩相, 局部残留有高角闪岩相—麻粒岩相, 属冈底斯岩浆弧基底岩系。出露叠置厚度达16452m, 主要岩石类型为石榴二云透辉斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、含石榴黑云斜长片麻岩、角闪(片)岩、黑云斜长变粒岩、斜长变粒岩、含石榴二长浅粒岩、黑云二长变粒岩、黑云夕线石英片岩、含石榴斜(钾)长二云石英片岩、含石榴夕线斜长黑云石英片岩、含夕线石榴长石二云石英片岩、黑云夕线石英片岩、石英岩、粗晶大理岩、透闪透辉大理岩、透辉石粗晶、巨晶大理岩及混合岩等, 部分残留紫苏角闪斜长麻粒岩、紫苏透辉

收稿日期: 2006-04-15

第一作者简介: 尹光候, 1957年生, 教授级高级工程师, 硕士, 从事区域地质矿产调查与研究。

资助项目: 中国地质调查局“1:25万林芝县幅区域地质调查”。

角闪斜长麻粒岩、紫苏角闪麻粒岩。部分岩石中包含了3个世代矿物共生组合、糜棱岩和糜棱岩化岩石，显示了多期次变质作用叠加的特点。

此外,由于白垩纪花岗岩大量侵入、蚕蚀和改造,造成多以残留体出露或相互包裹;二者出露面积比约2:1(图1)。岩群在长期的地质作用下,形成共轴叠加褶皱、平卧褶皱、紧闭同斜褶皱、不协调叠加褶皱、钩状无根褶皱与断裂较为发育,各岩层接触关系不甚明显。南部出露朗县蛇绿混杂岩(KL.)。

2 麻粒岩基本特征

麻粒岩出露于雅鲁藏布江沿岸里龙-扎西绕登米林段，尤其在卧龙镇作许—玉松一带，产于林芝岩群下部($P_1 L^1$)中高级变质基性岩中(图1)，呈透镜状、饼状、瘤状、长条状、豆荚状等包裹于斜长角闪岩中(图版1)，少量包裹于片麻岩、糜棱岩化岩石中^[1~3]，相对集中有8处之多，延伸近东西向、北东向，最大者长轴100~200cm，最小几个厘米，一般呈

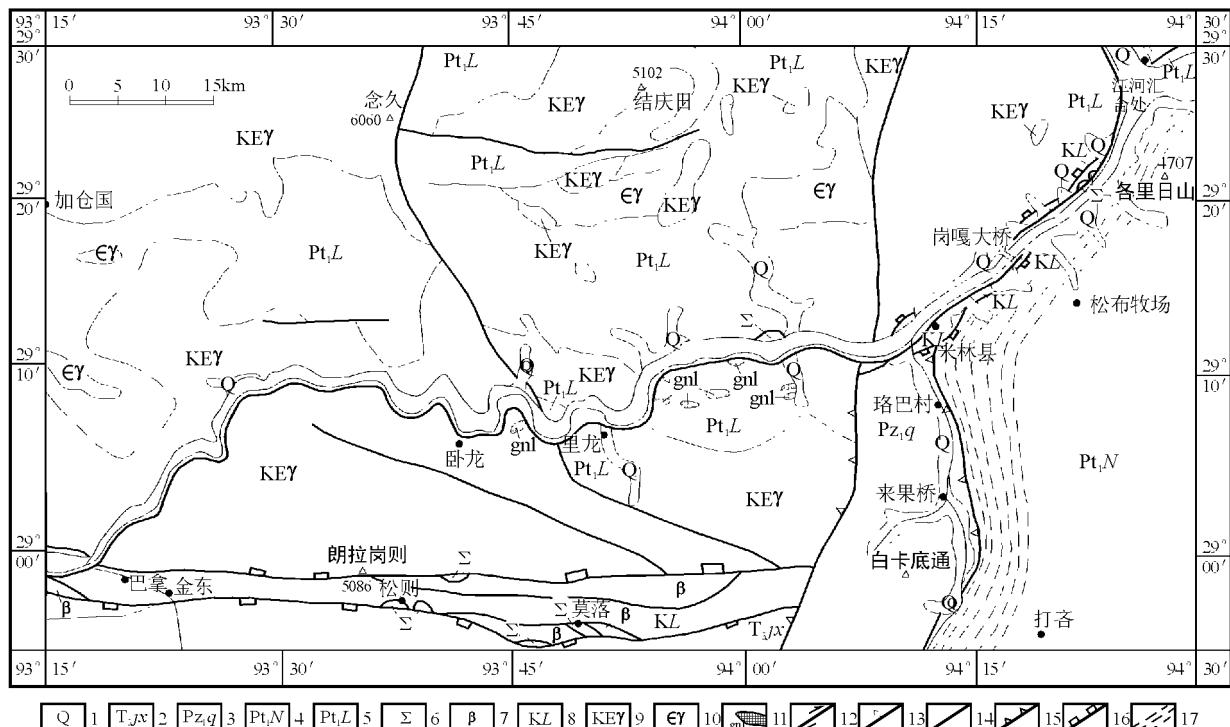


图 1 西藏泽当-米林地区地质略图

1. 第四系; 2. 上三叠统江雄组碳质绢云千枚岩、细粒长石石英砂岩、粉砂岩; 3. 下古生界曲德贡岩组白云母石英片岩、石英片岩、二云石英片岩; 4. 古元古界南迦巴瓦岩群黑云斜长片麻岩、石榴蓝晶黑云斜长片麻岩、眼球状含夕线蓝晶石榴黑云二长片麻岩及斜长角闪片麻岩、变粒岩和片岩夹大理岩; 5. 古元古界林芝岩群。下部角闪透辉石岩、斜长角闪(片)岩及片麻岩、变粒岩夹麻粒岩。中部斜长片麻岩、花岗质片麻岩夹蓝晶夕线黑云石英片岩、大理岩, 上部含蓝晶夕线石榴二云片岩、二云石英片岩及黑云石英片岩夹片麻岩、大理岩、变粒岩; 6. 未分超基性岩类; 7. 变质玄武岩类; 8. 朗县混杂岩; 9. 白垩—古近纪花岗岩类; 10. 寒武纪花岗岩; 11. 麻粒岩; 12. 走滑断裂; 13. 逆断层; 14. 性质不明断层; 15. 剥离断层(齿指向剥离面倾向); 16. 板块结合带主边界断裂; 17. 麝棱岩带

Fig. 1 Simplified geological map of the Zetang-Mainling region

1=Quaternary; 2=Upper Triassic Jiangxiong Formation consisting of carbonaceous sericite phyllite, fine-grained feldspar quartz sandstone and siltstone; 3= Lower Palaeozoic Qoidekong Formation Complex consisting of muscovite quartz schist, quartz schist and two-mica quartz schist; 4= Palaeoproterozoic Nam jagbawa Group Complex consisting of biotite plagiogneiss, garnet disthene biotite plagiogneiss, augen sillimanite disthene garnet biotite monzogneiss and amphibolitic gneiss, leptynite and schist intercalated with marble; 5= Palaeoproterozoic Nyingchi Group Complex consisting of amphibole diopsidite, amphibolite (schist), gneiss and leptynite intercalated with granulite in the lower part; plagiogneiss and granitic gneiss intercalated with disthene sillimanite biotite quartz schist and marble in the middle part, and disthene sillimanite garnet two-mica schist, two-mica quartz schist and biotite quartz schist intercalated with gneiss, marble and leptynite in the upper part; 6= undefined ultrabasic rocks; 7= metamorphic basalts; 8= Langxian mélanges; 9= Cretaceous– Paleogene granites; 10= Cambrian granites; 11= granulite; 12= strike-slip fault; 13= reversed fault; 14= uncertain fault; 15= peel fault; 16= main boundary fault; 17= mylonite belt

10~20cm产出,与斜长角闪岩、片麻岩呈韧性剪切接触,构成麻粒岩相二辉石带^[3~5]。此外,在尼洋河与雅鲁藏布江交汇处糜棱岩化石榴片麻岩、石榴角闪(斜长)片麻岩及石榴斜长片麻岩增多,其中石榴子石含量增大并常集中残留体状(图版2)。

主要岩石类型为紫苏透辉角闪麻粒岩、紫苏角闪麻粒岩、紫苏角闪斜长麻粒岩(图版3)、紫苏角闪透辉斜长麻粒岩、含紫苏黑云角闪斜长麻粒岩等,具粒状变晶结构、镶嵌变晶结构、冠状反应边结构等,块状构造;主要由斜长石(0~67%)、普通角闪石(18%~40%)、透闪石(0~15%)、透辉石(1%~57%)、紫苏辉石(2%~8%)及少量黑云母、钾长石等矿物组成。

紫苏透辉角闪麻粒岩具紫苏辉石→透辉石→普通角闪石→黑云母反应边,透辉石中包含有浑圆状紫苏辉石,产生由麻粒岩相→角闪岩相的退变^[5~7](图版4)。包含了3个世代矿物共生组合,显示了多期次变质叠加特点:早世代矿物组合为紫苏辉石+透辉石,晚世代矿物组合为黑云母+斜长石(An大于36,(一)2V小于45°)+角闪石,后期为动力变质矿物组合。反映麻粒岩经历降温、降压过程。矿物组成有紫苏辉石、透辉石、铁铝榴石、普通角闪石、斜长石、钾长石、黑云母、透闪石等。共生组合为:Hy(紫苏辉石)+Hb(普通角闪石)+Pl(斜长石)、Hy+Hb+Bi+Pl、Hy+Hb、Hy+Di(透辉石)+Hb+Pl、Hy+Hb+Di。

紫苏辉石多残留于普通角闪石、透辉石、透闪石核部(图版5),具正高突起,Ng淡蓝绿色,Np浅红色,平行消光,正延性,具透辉石→透闪石→普通角闪石或黑云母冠状反应边。电子探针分析结果见表1,据其与透辉石、斜长石和铁铝榴石组合,以及矿物反应边等,推断形成于中压变质环境(曾用二辉石等温度计计算,得出形成温度约为1118~1299℃,压力38.2×10⁸Pa)。

透辉石具正高突起,无色—淡蓝绿色,辉石式解理,Ng∠C=40~42°,常与角闪石、长石、石榴子石等共生,也可由紫苏辉石退变而成。透辉石往往还被透闪石、普通角闪石包绕,形成反应边结构。

铁铝榴石正高突起,均质性,无色,常包含有石英、长石、黑云母、角闪石包体,形成筛状变晶结构,部分退变形成冠状反应边结构。电子探针结果(表1):MgO为3.136%~4.36%,CaO为0.998%~7.889%,Al₂O₃为21.518%~21.096%,FeO为19.529%~32.497%,MnO为2.184%~9.162%,含

量变化大,成分环带显示由中心→边部FeO、MgO含量增加,MnO、CaO减少,说明石榴子石经历了一个减压变质过程^[6~7]。

普通角闪石具正中突起,具闪石式解理,Ng∠C=22°,Ng黄绿、蓝绿色,Np浅黄绿色、黄色,常与黑云母、白云母、石榴子石、长石等共生,退变后被黑云母、阳起石、绿帘石等包绕,形成反应边结构。据成分特征(表1),形成于500℃左右。

黑云母为半自形片状,Ng红棕、暗褐、棕色、红褐色,Np浅黄色。为交代角闪石边缘产出,自身后期常具绿泥石-绢云母化,少量残留于石榴子石中。电子探针分析结果(表2):MgO为8.57%~12.56%,CaO为0.008%~0.082%,FeO为15.818%~21.122%,MnO为0.112%~0.329%,黑云母成分由中心→边缘MgO、MnO、FeO含量增加,TiO₂含量及FeO/(FeO+Fe₂O₃)随温度的升高而增加。

透闪石具正中突起,闪石式解理,长柱状半自行—自形,长轴2~15mm,短轴0.5~3mm,Ng∠C≤25°,无色,呈辉石的反应边。

根据共生角闪石-斜长石Ca分配等温线图,角闪岩相温度约为500~649℃,压力6.3×10⁸Pb。计算公式如下:

(1)伍德和坂野(1973)二辉石地质温度计

$$T = -10202 \{ \ln K_D - 7.65 \times X_{Fe}^{opt} + 3.88 (\times X_{Fe}^{opt}) \}$$

2~4.6]

式中: $X_{Fe}^{opt} = Fe^{2+}/(Mg+Fe^{2+})$, T为绝对温度(°K)

(2)默西埃单辉石地质温压计

$$T = (6308.5 \times \ln K'W + 45449)/D$$

$$P = (351.32 \times \ln K'W - 706 \ln K'a + 95.99)$$

3 岩石化学特征

各类麻粒岩的化学成分特征见表2。

麻粒岩为基性—超基性麻粒岩^[5,6],化学成分与世界上典型玄武质科马提岩具有的富MgO(3.89%~23.74%),高CaO(6.52%~17.37%),低TiO₂(<0.86%)、低K₂O(<1.62),高CaO/Al₂O₃比值(>1),Al₂O₃/TiO₂比值接近20等特征相似。斜长角闪质岩石围岩的化学成分特征亦表明与世界上典型玄武质科马提岩富MgO、高CaO、低TiO₂、K₂O、高CaO/Al₂O₃比值等特征相近。

4 地球化学特征

麻粒岩和角闪岩石围岩稀土含量见表3,从稀

表 1 紫苏辉石、单斜辉石等矿物对电子探针分析结果及阳离子数表(μm⁻²/%)

Table 1 Electron-probe analyses and cation numbers in hypersilene and clinoxyroxene ($\text{W}_{\text{Fe}}/\%$)

样品	LZ5001-7(含紫苏黑云角闪斜长麻粒岩)										LZ5006-27(石榴夕线二云斜长片麻岩)										(紫苏透辉角闪斜长麻粒岩)											
	Bi(corr)					Gr(corr)					Gr(rim)					Gr(corr)					Gr(rim)					Ky		Ky		Hy(corr)		Hy(corr)
化学成分	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	阳离子数	%	
SiO ₂	36.394	3.020	36.993	2.956	38.480	3.014	41.63	6.582	63.493	1.057	35.514	2.937	36.265	2.934	35.904	2.936	37.117	0.797	54.728	0.797	51.228	1.869										
TiO ₂	2.048	0.13	0.123	0.010	0.135	0.009	0.648	0.076	0.000	0.000	2.615	0.164	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Al ₂ O ₃	17.247	1.684	21.252	19.96	21.436	1.978	15.001	2.792	23.084	0.452	19.221	1.878	21.518	2.05	21.096	2.033	63.154	1.597	2.238	0.238	3.781	0.162										
Cr ₂ O ₃	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084	0.010	0.003	0.009	0.009	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Fe ₂ O ₃	0.000	0.047	0.157	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
MgO	12.208	1.51	3.236	0.384	4.360	0.509	8.942	2.108	0.000	0.000	8.640	1.063	3.136	0.379	2.654	0.324	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	
CaO	0.082	0.005	7.889	0.677	6.811	0.57	10.528	1.786	4.305	0.077	0.008	1.059	0.092	0.998	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
MnO	0.289	0.020	3.733	0.254	2.184	0.146	0.303	0.038	0.031	0.000	0.323	0.025	8.503	0.583	9.162	0.633	0.048	0.001	0.366	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
FeO	16.195	1.121	26.364	1.761	26.572	1.743	16.621	2.194	0.004	0.004	19.529	1.352	29.552	1.997	29.712	2.033	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	
MnO	0.030	0.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045	0.005	0.058	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
ZnO	0.062	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Na ₂ O	0.128	0.020	0.024	0.039	0.009	0.009	2.039	0.627	8.833	0.286	0.17	0.03	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
K ₂ O	9.518	1.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.532	0.114	0.112	0.002	9.625	1.014	0.000	0.036	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026			
Total	94.23		99.660		100.21		96.244		99.88		95.773		100.094		99.609		100.793		100.520		100.613											
T/°C		591					500																									
P/10 ⁸ Pa																																

LZ420-9

0.018

500

6.33

38.2

由中科院地质所(2003)测试。

表 2 麻粒岩及角闪岩石围岩岩石化学分析表($w_B/\%$)Table 2 Petrochemical compositions in granulite and hornblendite ($w_B/\%$)

序号	岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	总量
1	含石榴斜黝帘石角闪岩	40.90	1.170	16.40	5.81	11.13	10.52	9.18	0.18	0.67	2.21	0.150	100.3
2	斜长角闪岩	43.15	0.980	22.81	3.47	8.03	10.22	4.41	0.164	1.49	3.44	0.370	100.1
3	角闪石岩	54.02	0.450	10.61	5.91	5.05	8.69	8.96	0.140	0.36	2041	0.130	96.73
4	紫苏角闪斜长麻粒岩	49.15	0.85	19.29	3.27	6.75	9.80	6.00	0.16	0.30	3.07	0.12	98.76
5	含紫苏黑云角闪斜长麻粒岩	59.12	0.65	17.34	2.53	4.02	6.52	3.27	0.12	1.62	3.74	0.18	99.11
6	紫苏透辉角闪麻粒岩	44.08	1.70	10.57	4.07	7.95	12.82	14.43	0.18	0.43	1.81	0.02	98.06
7	紫苏透辉角闪斜长麻粒岩	47.54	0.53	20.52	2.24	6.95	11.46	7.13	0.13	0.12	2.28	0.02	98.92
8	紫苏角闪麻粒岩	51.15	0.31	3.97	1.26	9.85	7.49	23.74	0.21	0.08	0.34	0.01	98.41
9	紫苏透辉角闪斜长麻粒岩	55.02	0.86	18.70	2.90	4.78	7.60	3.89	0.13	0.76	4.08	0.23	98.95
10	紫苏透辉斜长麻粒岩	48.13	0.76	7.12	2.13	6.95	17.37	14.69	0.17	0.15	1.02	0.03	98.52
11	斜长角闪岩	45.84	1.13	9.75	3.44	7.38	15.34	13.45	0.20	0.31	1.38	0.05	98.27

由湖北省地质实验中心(2003)测试;序号与图2、图3序号相同。

表 3 麻粒岩及角闪岩石围岩稀土元素分析表($w_B/10^{-6}$)Table 3 REE contents in granulite and hornblendite ($w_B/10^{-6}$)

序号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	总量	δEu	$(\text{La}/\text{Yb})_N$
1	11.62	27.38	3.71	17.51	4.41	1.43	4.27	0.71	4.07	0.77	2.22	0.34	1.84	0.26	19.69	100.23	0.995	4.26
2	27.21	68.08	9.35	40.53	8.56	2.18	6.76	1.00	5.00	0.93	2.77	0.43	2.55	0.38	25.40	201.13	0.847	7.19
3	3.09	10.16	2.07	11.80	3.98	1.32	4.89	0.84	5.38	1.09	2.90	0.42	2.47	0.34	25.96	76.71	0.914	0.84
4	9.34	20.06	2.89	12.36	2.89	0.83	2.74	0.42	2.54	0.53	1.43	0.23	1.44	0.20	13.07	70.97	0.889	4.37
5	14.18	27.19	3.38	13.55	2.85	1.00	2.72	0.40	2.32	0.44	1.22	0.19	1.28	0.19	11.21	82.12	1.083	7.47
6	2.32	8.22	1.63	10.26	3.37	1.13	4.03	0.71	4.53	0.98	2.61	0.38	2.33	0.32	22.19	65.01	0.936	0.67
7	1.54	3.63	0.54	2.31	0.78	0.43	0.94	0.16	0.99	0.21	0.55	0.09	0.55	0.08	4.72	17.52	1.534	1.89
8	0.93	2.54	0.47	2.33	0.82	0.28	1.07	0.17	1.11	0.23	0.61	0.10	0.63	0.09	5.45	16.83	0.914	1.00
9	14.55	31.50	4.46	18.66	4.00	1.20	3.72	0.57	3.50	0.66	1.81	0.27	1.74	0.25	17.54	104.43	0.936	5.64
10	18.92	38.88	5.32	21.38	4.69	1.74	4.24	0.64	3.80	0.71	2.00	0.28	1.68	0.23	19.23	123.47	0.990	7.59
11	7.24	18.67	2.66	13.91	3.91	1.29	4.36	0.73	4.33	0.78	2.34	0.36	1.89	0.27	21.20	83.89	0.957	2.58

由湖北省地质实验中心(2003)测试;序号与图2、图3序号相同。

土分析结果来看,4、5、9、10样品的稀土配分曲线为轻稀土富集型(图2), $\sum\text{REE}$ 为 $(22.6 \sim 32.81) \times 10^{-6}$, LREE/HREE为 $2.14 \sim 3.11$, δEu 为 $0.889 \sim 1.083$, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 为 $4.37 \sim 7.59$, 稀土总量较底,类似于中—基性火山岩,与滇西哀牢山带双沟玄武岩、四川理塘枕状玄武岩相仿。角山质岩类以1、2、3、11为代表,其 $\sum\text{REE}$ 为 $(19.69 \sim 25.96) \times 10^{-6}$, LREE/HREE为 $0.37 \sim 3.45$, δEu 为 $0.9 \sim 1.0$, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 为 $0.84 \sim 7.19$, 稀土配分型式为轻稀土弱富集或平坦型曲线,类似于现代岛弧钙碱性拉斑玄武岩系列和洋岛拉斑玄武岩系列^[8](图3)。

岩石微量元素(表4)中除Sc高于泰勒克拉克

值Rb、Sr、Zr、Nb、Ba、Hf、Th、U、V、Cr、Co、Ni、Cs、Cu、Pb、Zn、Li、Ti的平均值均低于泰勒克拉克值。

据岩石学、岩石化学、岩石地球化学特征,恢复原岩可能为一套富镁的超镁铁—镁铁质火山岩为主,含侵入杂岩、沉积钙泥质建造。

5 时代讨论

林芝县普拉镇八拉—金星剖面斜长角闪岩中获Sm-Nd模式年龄为1509~693 Ma(表5)。

从斜长角闪石中选取角闪石单矿物(LZ5003-31-2-4)做常规 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 阶段升温定年分析,其结果见表6。由 $780^\circ \sim 1320^\circ\text{C}$ 的7个阶段组成了一个良好

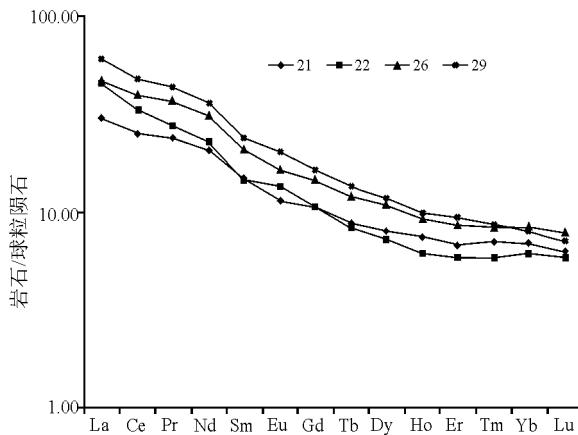


图2 古元古界林芝岩群麻粒岩稀土配分曲线(仿Boynton, 1984)

Fig. 2 Chondrite-normalized REE distribution patterns of granulite from the Palaeoproterozoic Nyingchi Group Complex (after Boynton, 1984)

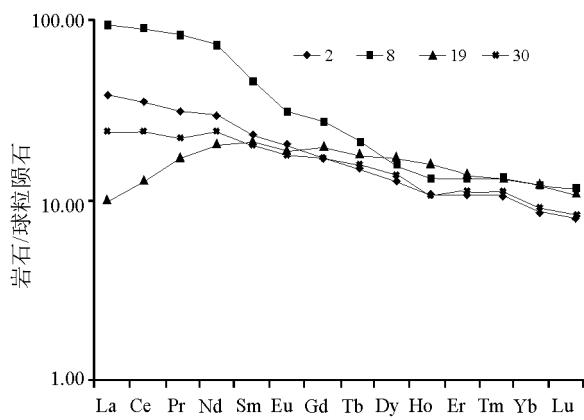


图3 古元古界林芝岩群角闪质岩石形稀土配分曲线(仿Boynton, 1984)

Fig. 2 Chondrite-normalized REE distribution patterns of hornblende from the Palaeoproterozoic Nyingchi Group Complex (after Boynton, 1984)

表4 麻粒岩、角闪岩石围岩微量元素含量($w_B/10^{-6}$)表

Table 4 Trace element contents in granulite and hornblendite ($w_B/10^{-6}$)

序号	Ti	V	Zn	Pb	Rb	Sr	Zr	Nb	Ba	Th	Hf	Sc	Cs	Cu	Ta
1	7190	262	178	0.43	8.70	113	26.9	4.48	71.40	<4	2.60	27.00	4.60	20.70	4.48
2	5040	278	122	0.32	40.80	870	114	3.62	500	<4	8.50	13.10	2.90	48.10	3.08
3		476.0	113.0	10.0	1.7	133	29.0	3.1	107.0	<1.0	1.50	106	13.00	167.0	<0.5
4		154.0	113.0	8.00	<3.0	559	38.0	2.6	133.0	<1.0	1.60	23.5		79.0	
5		144.0	91.0	13.00	46.8	436	108.0	5.6	291.0	4.6	3.30	17.5		59.0	
6		469.0	86.0	6.50	<3.0	151	39.0	2.5	86.0	<1.0	2.40	98.4		339.0	
7		298.0	90.0	8.90	<3.0	574	4.0	3.2	81.0	<1.0	1.10	24.5		25.0	
8		168.0	103.0	7.30	<3.0	35.0	20.0	2.2	62.0	<1.0	0.90	39.6		377.0	
9		183.1	114.0		8.0	556	104.0	4.5	217	1.7P	3.10	25.3	6.0	83.6	<0.5
10		190.7P	97.0		39.4	474	87.0	4.9	305	2.8	2.80	27.5	9.0	68.5	0.6
11	1042	313	61.10		25.60	485	63.30	5.12	164	<4	4.60	30.60	4.20P	73.30P	2.73

由湖北省地质实验中心(2003)测试。

表5 林芝县普拉镇八拉-金星剖面斜长角闪岩 ^{147}Sm - ^{144}Nd 测年结果

Table 5 ^{147}Sm - ^{144}Nd age determinations of amphibolite from the Bala-Jinxing section in Nyingchi

样品号	$\text{Sm}/10^{-6}$	$\text{Nd}/10^{-6}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	2σ	$\text{Ep}(0)$	f_{SMNd}	T_{chir}	T_{DM}	$(49/147)\text{m}$	$(50/144)\text{m}$
L25003-31-2	3.38	13.12	0.1558	0.512719	0.000012	1.6	-0.21	-303	910	9.19392	0.43854
L25003-31-3	2.74	10.94	0.1514	0.512959	0.000012	6.3	-0.23	-1087	335	11.1113	0.45997
L25003-31-4	5.42	23.06	0.1421	0.512496	0.000015	-2.8	-0.28	397	1178	6.54069	0.35688
L25003-31-6	5.41	24.00	0.1362	0.512263	0.000014	-7.3	-0.31	845	1509	6.02002	0.34518
L25003-31-7	4.34	18.59	0.1411	0.512371	0.000013	-5.2	-0.28	732	1397	7.11972	0.38415
L25003-31-8	2.43	13.16	0.1115	0.512612	0.000011	-0.5	-0.43	47	693	11.8844	0.42369
L25003-31-9	2.75	13.00	0.1278	0.512353	0.000011	-5.6	-0.35	631	1231	11.3828	0.44710

由中科院地质所测试。

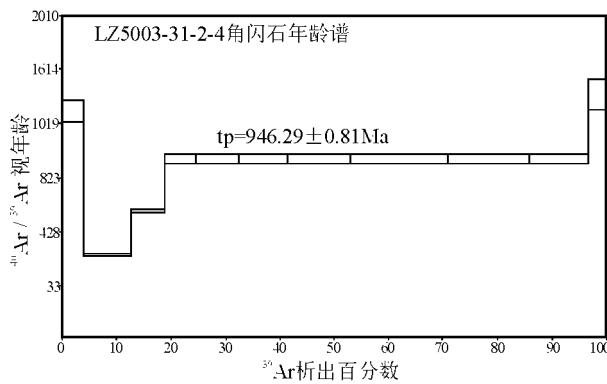
表6 林芝岩群斜长角闪岩中角闪石(LZ5003-31-2-4)⁴⁰Ar-³⁹Ar快中子活化法测年数据表

Table 6 ⁴⁰Ar-³⁹Ar fast neutron activation age determinations of amphibole from amphibolite (Sample No. LZ5003-31-2-4) in the Nyingchi Group Complex

加热阶段	加热温度 / °C	(⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar)m	(³⁶ Ar/ ³⁹ Ar)m	(³⁷ Ar/ ³⁹ Ar)m	(³⁸ Ar/ ³⁹ Ar)m	³⁹ Ar / 10 ⁻¹² mol	(⁴⁰ Ar * ³⁹ Ar)m	³⁹ Ar / %	视年龄 t ± b / Ma
1	420	95.932	0.0675	2.0801	0.16756	1.714	76.33 ± 0.084	3.86	1282.05 ± 78.29
2	540	20.476	0.0357	1.3210	0.0803	3.89 ± 4	10.08 ± 0.008	8.76	231.27 ± 3.15
3	660	42.588	0.0546	2.6471	0.13949	2.755	26.78 ± 0.021	6.20	559.01 ± 11.66
4	780	63.703	0.0462	4.1100	0.17499	2.498	50.55 ± 0.040	5.62	942.04 ± 30.88
5	880	58.026	0.0263	3.9094	0.16184	3.516	50.73 ± 0.034	7.91	944.62 ± 26.61
6	980	57.325	0.0232	5.3279	0.15988	3.975	51.09 ± 0.033	8.95	949.83 ± 26.22
7	1060	55.555	0.0177	4.9320	0.13111	5.202	50.89 ± 0.030	11.7	946.84 ± 24.14
8	1140	53.779	0.0116	4.8908	0.11191	7.953	50.91 ± 0.029	17.9	947.22 ± 22.52
9	1220	54.545	0.0139	4.9315	0.12447	6.612	50.99 ± 0.029	14.8	948.36 ± 23.35
10	1320	55.769	0.0192	4.7155	0.13653	4.809	50.65 ± 0.030	10.8	943.39 ± 24.37
11	1460	109.90	0.07812	7.6628	0.29218	1.476	88.00 ± 0.1128	3.32	1417.14 ± 111.37

测试单位: 中科院地质所 Ar-Ar 法定年实验室; 仪器: 英国 RGA-10 气体源质谱仪。

的年龄坪(图4), 坪年龄为946.29±0.81Ma。角闪石在946.29±0.81Ma的⁴⁰Ar-³⁹Ar坪年龄代表了岩石经历了角闪岩相变质后冷却降温至约550 °C(角闪石的氢同位素封闭温度)时年龄。

图4 ⁴⁰Ar-³⁹Ar坪年龄Fig. 4 ⁴⁰Ar-³⁹Ar plateau ages

同一岩带东西延部分, 西部1:20万下巴淌幅据西藏水利电力勘察设计院在沃卡电站坝址1993年U-Pb年龄1920Ma。东部1:20万通麦幅、波密幅的迫隆乡Sm-Nd年龄为2296±63Ma, Rb-Sr年龄为1868±146Ma; 波弄贡斜长角闪岩中获Sm-Nd年龄2178±12Ma和1453±14Ma。上述同位素年龄样品多采自相当于林芝岩群中部层位中, 其原岩时代可能为古元古代。而下部为一套麻粒岩相之富镁的超镁质一镁铁质变质火山岩系, 有属太古代之可能。上述麻粒岩可能为古老裂谷带受后期造山作用形成之次生绿岩带。因此, 林芝岩群的时代有可能属古元古代或更老。

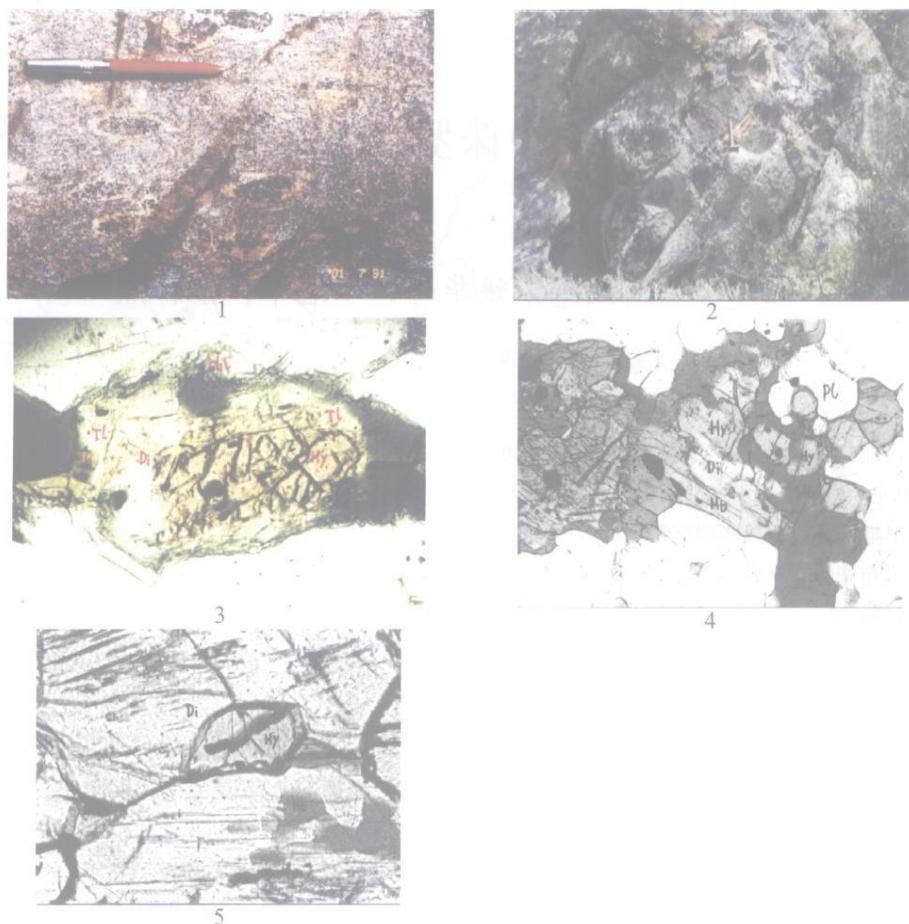
参考文献:

- [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.
- [2] 夏代祥, 刘世坤. 西藏自治区岩石地层 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
- [3] 翟明国, 郭敬辉, 等. 太古宙克拉通型下地壳剖面: 华北怀安-丰镇-尚义的麻粒岩-角闪岩系 [J]. 岩石学报, 1996, 12(2): 222—238.
- [4] 钱祥麟, 崔文元, 等. 内蒙冀东太古界麻粒岩相带的演化 [A]. 地质研究论文集 [C]. 北京: 北京大学出版社, 1985. 20—29.
- [5] 翟明国, 郭敬辉, 等. 华北晋冀蒙交界地区高压麻粒岩带和相邻岩石组合性质 [A]. 钱祥麟, 王仁民, 等. 华北北部麻粒岩带地质演化 [C]. 北京: 地震出版社, 1994. 199—209.
- [6] 郭敬辉, 翟明国, 等. 怀安蔓菁沟前寒武纪高压麻粒岩混杂岩带地质特征、岩石学和同位素年代学 [J]. 岩石学报, 1993, 9(4): 1—30.
- [7] 翟明国, 郭敬辉, 等. 中国华北太古宙高压麻粒岩发现及其初步研究 [J]. 中国科学 B辑, 1992, (12): 1325—1300.
- [8] 沈其韩, 耿元生. 翼西北太古宙条带状麻粒岩的岩石学和地球化学特征 [J]. 岩石学报, 1996, 12(2): 247—260.

图版说明

1. 雪嘎村麻粒岩化片麻岩中麻粒岩残留体
2. 米林县玉松辉石角闪岩中麻粒岩残留体
3. 紫苏角闪斜长麻粒岩, 斜方辉石→透辉石→透闪石→普通角闪石反应边, 单偏光×61
4. 米林县白过多紫苏透辉角闪麻粒岩, 紫苏辉石→透辉石→普通角闪石→黑云母反应边, 单偏光×61
5. 米林县白过多紫苏透辉角闪麻粒岩, 透辉石中包含浑圆他形紫苏辉石, 角闪石交代透辉石单, 偏光×150

图版



The granulites and ages of the Nyingchi Group Complex in the Nyingchi region, Xizang

YIN Guang-hou¹, BAO Gang¹, YANG Shu-sheng², HU Qing-hua²

(1. *Yunnan Institute of Geological Survey, Kunming 650056, Yunnan, China*; 2. *Institute of Mineral Resources, Yunnan Institute of Geological Survey, Dali 671000, Yunnan, China*)

Abstract: The Nyingchi Group Complex assigned to the basement series of the Gangdise magmatic arc crops out along the valleys of the Nyang and Yarlung Zangbo Rivers on the western side of the Yarlung Zangbo Grand Canyon in the Nyingchi region, Xizang. During the geological survey in recent years, the granulites are identified as lenses, cakes, nodules and pods in places in the intermediate- to high-grade metamorphic basic rocks in the lower part of the Nyingchi Group Complex in Nailung on the eastern bank and Zhaxiraodeng on the western bank of the Yarlung Zangbo River. The granulites are characterized by higher MgO and CaO contents, lower TiO₂ and K₂O contents, and Al₂O₃/TiO₂ ratios of nearly 20, similar to those of representative basaltic komatiite in other places of the world. The lower rare earth element amounts show the similarity to the intermediate-basic volcanic rocks. Their prolioths may be represented by Mg-rich ultramafic and mafic volcanic rocks which are traced back to the Palaeoproterozoic.

Key words: Nyingchi; Palaeoproterozoic; Nyingchi Group Complex; granulite; Xizang