

西藏冈底斯中部淡色花岗岩锆石U-Pb年龄及其地质意义

翟庆国¹, 李 才¹, 李惠民², 王天武¹

ZHAI Qingguo¹, LI Cai¹, LI Huimin², WANG Tianwu¹

1. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061;

2. 中国地质调查局天津地质矿产研究所, 天津 300170

1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China;

2. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Tianjin 300170, China

摘要: 对冈底斯花岗岩带中段罗扎岩体淡色花岗岩进行的锆石U-Pb同位素定年和岩石地球化学研究表明, 淡色花岗岩锆石U-Pb年龄为 $133.9 \text{ Ma} \pm 0.9 \text{ Ma}$, 为早白垩世岩浆活动的产物, 岩石属于钙碱性系列, 具有强过铝质花岗岩的特征, 暗示着本区在早白垩世时期发生过同碰撞事件。这一研究成果为冈底斯地区早白垩世时期发生地壳缩短增厚提供了新证据。

关键词: 藏南; 冈底斯; 淡色花岗岩; 锆石U-Pb年龄; 地壳缩短增厚

中图分类号: P597+.3; P588.12+1

文献标识码: A

文章编号: 1671-2552(2005)04-0349-05

Zhai Q G, Li C, Li H M, Wang T W. U-Pb zircon age of leucogranite in the central Gangdise, Tibet, and its geological significance. *Geological Bulletin of China*, 2005, 24(4): 349-353

Abstract: Zircon U-Pb dating and a geochemical study of leucogranite in the Luoza intrusion in the central segment of the Gangdise granite belt, Tibet, indicate that leucogranite has a zircon U-Pb age of $133.9 \pm 0.9 \text{ Ma}$ and is the product of Early Cretaceous magmatism; the rock belongs to the calc-alkaline series and has the features of strongly peraluminous granite, which suggests that a syn-collision event took place during the Early Cretaceous in the study area. This research result provides new evidence for the crustal shortening and thickening in the Gangdise area during the Early Cretaceous.

Key words: southern Tibet; Gangdise; leucogranite; zircon U-Pb age; crustal shortening and thickening

冈底斯花岗岩带主体时代为燕山期—喜马拉雅期, 长期以来被认为是印度板块沿雅鲁藏布江缝合带向北俯冲消减的产物^[1,2]。近年来在青藏高原进行的1:25万区域地质调查成果表明, 冈底斯花岗岩带中存在印支期岩浆活动^[3], 结合其他研究资料, 认为冈底斯地区的演化历史比过去认识的要复杂得多^[3-5]。近年来报道了一些冈底斯地区白垩纪时期的淡色(白云母、二云母)花岗岩, 并初步研究认为属

于碰撞型花岗岩^[6,7], 表明在140~130 Ma冈底斯地区发生过地壳加厚和快速隆升^[7-9]。笔者通过对冈底斯中部罗扎岩体淡色花岗岩的锆石U-Pb定年, 结合地球化学资料, 认为冈底斯中部地区在早白垩世时期发生过大规模的陆内汇聚作用。

1 地质背景和岩体特征

罗扎岩体位于西藏南木林县罗扎乡, 构造上位

收稿日期: 2004-09-26; 修订日期: 2005-01-20

地调项目: 中国地质调查局青藏高原1:25万玛依岗日幅(200313000015)、申扎县幅(20001300009141)区域地质调查部分成果。

作者简介: 翟庆国(1980-), 男, 硕士, 构造地质学专业。E-mail: zhaiqingguo@126.com

通讯作者: 李才(1953-), 男, 教授, 从事青藏高原大地构造和区域地质研究。E-mail: licai010@sina.com

于冈底斯—念青唐古拉板片南部的冈底斯花岗岩带内,在平面上呈东西向长条状延伸(图1)。罗扎岩体呈复式岩基状产出,侵位于石炭纪、二叠纪砂岩和片岩中,主要岩石类型为二云母花岗岩、白云母花岗岩、黑云母花岗岩和巨斑花岗岩闪长岩。在接触带处见大量花岗岩细脉呈枝状穿插于石炭纪—二叠纪地层中,岩体内含有大小不等的砂岩、片岩捕虏体,有较好的冷凝边和烘烤边。巨斑花岗岩闪长岩时代为晚三叠世^[3],野外见淡色花岗岩侵入其中。

淡色花岗岩出露面积约350km²,呈长条状展布(图1),主要组成矿物为钾长石、斜长石、石英、白云母和黑云母,副矿物为磁铁矿、锆石、磷灰石,有时还含有少量榍石。岩石粒度较均匀,钾长石含量(约40%)大于斜长石含量(约30%),白云母和黑云母总含量在6%左右,总体上白云母含量大于黑云母。

2 地球化学特征

淡色花岗岩的主量、稀土和微量元素分析结果列于表1。结果显示,岩石属钙碱性系列,具有高SiO₂ (72.16%~75.14%)、Al₂O₃ (13.75%~14.67%) 和 K₂O (4.31%~5.75%) 的特点, K₂O>Na₂O (2.37%~3.18%), 低CaO (0.36%~0.91%), 贫FeO_T和MgO; A/CNK多大于1.11(仅1个样品为1.01), CIPW标准矿物中刚玉分子含量均大于2.23%, 在A/CNK-A/NK图解中岩石落在过铝质花岗岩区。这些特征都符合强过铝质花岗岩类的特点^[10]。Rb和Th强烈富集, Ba、Ta、Nb、Ga、V等元素相对富集, 而Zr、Hf、Y、Sr、Yb等相对亏损, 轻重稀土元素比值较大(5.55~17.42), 稀土元素分配曲线向右倾斜, 呈V字型, 铕负异常明显(图2)。微量元素蛛网图呈锯齿状(图3), 与同碰撞花岗岩类相似^[16]。

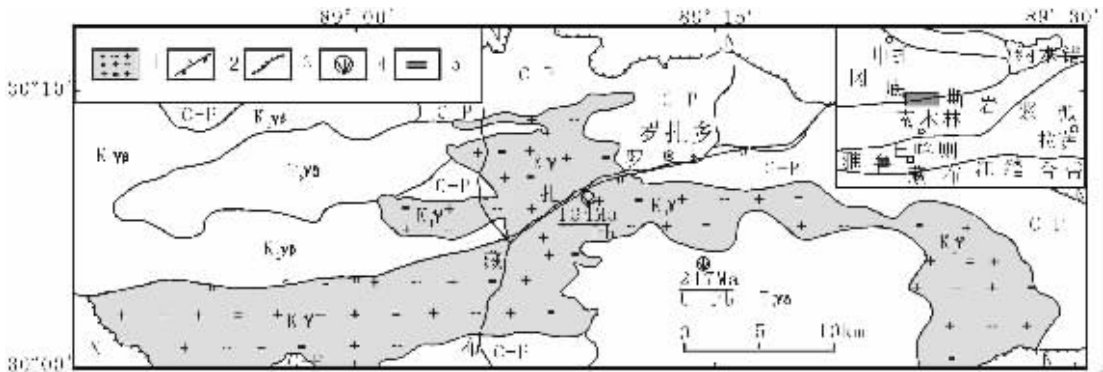


图1 藏南冈底斯中部淡色花岗岩分布区地质略图

Fig.1 Geological sketch map of the area of leucogranite in the central Gangdise, Tibet

1—淡色花岗岩;2—逆断层;3—角度不整合;4—同位素年龄取样点及测试方法;5—研究区;

C-P—石炭系—二叠系;N—新近系;K_γ—淡色花岗岩;K_{γβ}—黑云母花岗岩;T_{γδ}—巨斑状花岗岩闪长岩

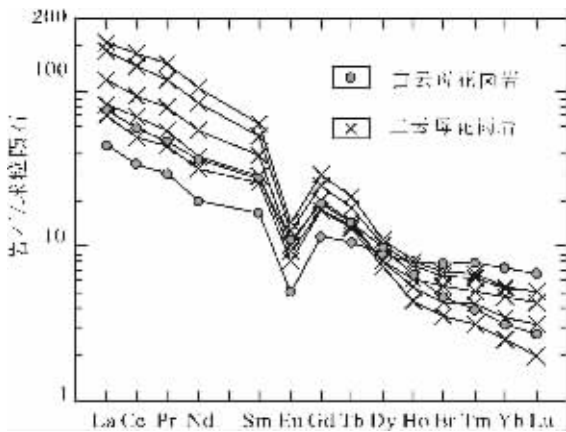


图2 淡色花岗岩稀土元素配分图

Fig.2 REE distribution patterns of leucogranite

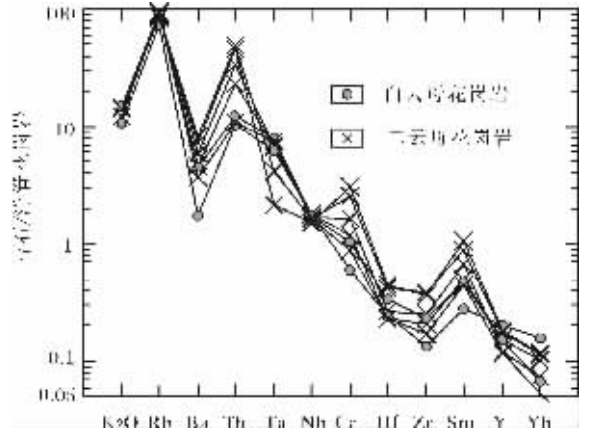


图3 淡色花岗岩微量元素蛛网图

Fig.3 Trace element spidergram of leucogranite

① 吉林大学地质调查研究院.1:25万西藏申扎县幅区域地质调查报告.2003.

3 锆石U-Pb年代学

3.1 测试方法

样品(T055)取自罗扎藏布东南岸岩体中部的鲜二云母花岗岩,取样点位于西藏南木林县罗扎乡西南约7 km处。锆石样品挑选由河北省区域地质调查所岩石矿物实验室完成,所选锆石无包裹体、无裂纹、无熔蚀,晶体呈浅粉红色,透明长柱状和短柱(粒)状,晶体完整,自形程度高,为典型的岩浆锆石(图4)。

锆石U-Pb定年采用同位素稀释法进行,锆石的精选、化学处理和U-Pb同位素分析均由天津地质矿产研究所同位素实验室李惠民完成。锆石的溶解及U、Pb的分离在Krogh^[11]程序的基础上做相应的改进。锆石在0.25 mL容积的氟塑料容器内溶解,并使用²⁰⁸Pb-²³⁵U混合稀释剂。将U、Pb用硅胶-磷酸溶液加在同一单铯灯丝上,在VG354型质谱仪上用高灵敏度的Daly检测器进行U、Pb同位素测定,所有U、Pb同位素数据均对质量歧视效应进行校正。实验全流程Pb空白为0.030~0.050 ng,U空白为0.002~0.004 ng。

3.2 测定结果

二云母花岗岩锆石U-Pb同位素测定结果见表2,谐和线见图5。测定的4个U-Pb同位素数据点均落在谐和曲线上,其中1~3号数据点²⁰⁶Pb/²³⁸U表面年龄基本一致,介于133.2~134.7 Ma之间,4号数据点²⁰⁶Pb/²³⁸U表面年龄相对偏小,为127.0 Ma±1.4 Ma。4个数据点给出的²⁰⁶Pb/²³⁸U表面年龄加权平均值131.7 Ma±5.9 Ma,而1~3号数据点的²⁰⁶Pb/²³⁸U表面年龄加权平均值133.9 Ma±0.9 Ma。笔者认为,133.9 Ma±0.9 Ma代表所测岩石的岩浆结晶年龄,这与冈底斯中部羊八井和查孜地区一些淡色花岗岩的时代一致^[7]。

表1 西藏冈底斯中部淡色花岗岩主量、稀土和微量元素分析结果

Table 1 Major element, trace element and REE analyses of leucogranite							
样品号 岩性	P ₁₁ QY ₁₃ 二云母 花岗岩	P ₁₁ QY ₁₈ 白云母 花岗岩	P ₁₁ QY ₁₉ * 二云母 花岗岩	P ₁₁ QY ₂₃ * 二云母 花岗岩	P ₁₁ QY ₂₅ 白云母 花岗岩	P ₁₁ QY ₂₆ * 二云母 花岗岩	P ₁₁ QY ₂₉ * 二云母 花岗岩
SiO ₂	72.92	75.14	72.81	72.20	74.27	72.16	73.60
TiO ₂	0.24	0.15	0.18	0.31	0.18	0.30	0.16
Al ₂ O ₃	14.11	13.75	14.42	14.09	14.67	14.40	14.01
Fe ₂ O ₃	0.61	0.95	0.18	0.16	0.09	0.20	0.01
FeO	0.80	0.33	1.20	1.77	0.33	1.67	1.43
MnO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
MgO	0.47	0.25	0.40	0.63	0.30	0.59	0.42
CaO	0.63	0.46	0.36	0.91	0.47	0.79	0.74
Na ₂ O	3.14	2.95	3.21	2.64	2.37	2.61	3.18
K ₂ O	5.72	4.31	5.75	5.69	5.55	5.59	4.96
P ₂ O ₅	0.23	0.18	0.24	0.25	0.32	0.21	0.29
H ₂ O ⁺	0.93	1.35	0.73	1.13	1.26	1.26	1.03
CO ₂	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07
Total	99.87	99.89	99.55	99.85	99.87	99.85	99.92
A/CNK	1.01	1.31	1.18	1.11	1.37	1.18	1.11
CaO/Na ₂ O	0.20	0.16	0.11	0.34	0.20	0.30	0.23
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	58.79	91.67	80.11	45.45	81.50	48.00	87.56
La	28.39	10.93	19.72	43.87	17.94	49.53	16.48
Ce	57.37	20.69	41.76	89.22	36.13	107.60	30.88
Pr	7.59	2.85	5.36	11.31	4.52	14.38	4.23
Nd	26.19	9.32	17.90	39.65	17.01	49.12	14.82
Sm	5.97	2.51	4.40	7.90	4.20	9.49	3.96
Eu	0.60	0.29	0.54	0.73	0.64	0.82	0.47
Gd	4.06	2.38	3.53	5.09	3.91	5.98	3.51
Tb	0.55	0.40	0.51	0.67	0.53	0.78	0.49
Dy	2.06	2.25	2.03	2.59	2.52	2.83	1.90
Ho	0.31	0.45	0.35	0.43	0.37	0.46	0.25
Er	0.73	1.29	0.93	1.07	0.79	1.13	0.59
Tm	0.11	0.20	0.13	0.16	0.10	0.17	0.08
Yb	0.59	1.25	0.81	0.92	0.54	0.93	0.43
Lu	0.08	0.17	0.11	0.13	0.07	0.13	0.05
ΣREE	134.6	55.0	98.1	203.7	89.3	243.4	78.1
ΣLRREE/ΣHREE	14.85	5.55	10.68	17.42	9.11	18.61	9.70
Ba	291	87	232	406	227	363	184
Rb	374	298	368	347	361	340	366
Sr	64	30	46	68	56	69	42
Ga	18.5	22	16.3	24	26	25.1	26.6
Ta	4.7	4.3	4.8	2.9	5.5	1.5	5.2
Nb	16.6	17.6	17.6	16.3	17.1	15.2	16.4
Hf	2.4	2.2	2.1	3.8	3	4	2.1
Zr	85	45	71	132	78	126	58
Y	8.43	14.12	10.77	12.22	10.44	12.73	8.13
Th	27.10	8.40	18.60	38.80	9.70	35.80	8.60
U	8.30	4.60	2.10	0.00	5.00	0.00	0.00

注:由湖北省地质实验室研究所武汉综合岩矿测试中心测试;主量元素含量%,微量和稀土元素10⁻⁶; *数据引自参考文献[6]

4 讨论与结论

岩相学和岩石地球化学特征显示罗扎岩体的淡色花岗岩为强过铝质花岗岩,是地壳沉积变质岩部分熔融的产物。它的形成与喜马拉雅地区的淡色花岗岩有一定的相似之处^[12,13]。



图4 二云母花岗岩锆石电镜照片

Fig.4 Scanning electron microscope photographs of zircons from two-mica granite

表2 二云母花岗岩(T055)锆石U-Pb同位素年龄分析结果

Table 2 Zircon U-Pb isotope analysis of two-mica granite (T055)

点号	样品情况 锆石特征	重量 (μg)	浓度 U (10 ⁻⁶) Pb (10 ⁻⁶)	样品中普 通铅含量 (μg)	同位素原子比率					表面年龄/Ma		
					²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb
1	浅粉红色透明细长 柱状自形晶体	30	973 29	0.200	215	0.2550	0.02092 (24)	0.1411 (30)	0.04890 (84)	133.5±1.5	134.0	143.0
2	浅粉红色透明长柱 状自形晶体	20	1299 36	0.140	269	0.2056	0.02088 (27)	0.1401 (28)	0.04864 (69)	133.2±1.7	133.1	130.5
3	浅粉红色透明短柱 状自形晶体	25	1254 38	0.240	191	0.1986	0.02111 (23)	0.1428 (29)	0.04905 (79)	134.7±1.5	135.5	150.4
4	浅粉红色透明短柱 (粒)状自形晶形	25	1300 33	0.160	271	0.1547	0.01990 (21)	0.1336 (23)	0.04868 (58)	127.0±1.4	127.3	132.3

注:①²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb已对实验空白(Pb=0.050 ng,U=0.002 ng)及稀释剂作了校正。其他比率中的铅同位素均为放射成因铅同位素。括号内的数字为2σ绝对误差,例如0.02092(24)表示0.02092±0.00024(2σ)。
②测定结果:1~3号点²⁰⁶Pb/²³⁸U表面年龄统计权重平均值为133.9 Ma±0.9 Ma,MSWD=1.00;4号点²⁰⁶Pb/²³⁸U表面年龄值为127.0 Ma±1.4 Ma

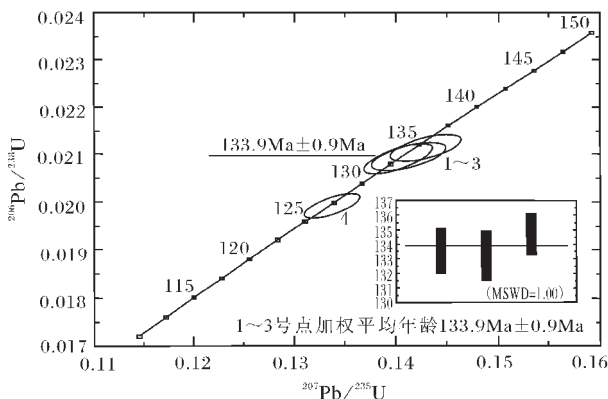


图5 二云母花岗岩锆石U-Pb同位素年龄谐和图
Fig.5 U-Pb concordia for zircons from two-mica granite

近年来的区域地质调查新成果和以往的资料表明,冈底斯地区在拉萨地块与羌塘地块碰撞过程

中发生了地壳缩短加厚^[7,9,14],Murphy等^[9]研究措勤地区认为缩距达约60%,地壳厚度在60~65 km之间,相应的海拔高度达3~4 km,此时冈底斯地区大多数地方缺失晚侏罗世到早白垩世的地层^[1],北部出露少量该时期的地层为碰撞后的残余狭长水道(海沟)的沉积^[14]。然而由于他们的证据较少而受到了质疑,并认为此时冈底斯地区有可能发生了轻微的抬升,但其海拔高度不会超过3~4 km^[15,16]。

对于SiO₂含量在67%~77%之间的强过铝质花岗岩,CaO/Na₂O比值能反映其源区成分特征,Al₂O₃/Ti₂O₅比值可反映其形成时部分熔融的温度。罗扎岩体的淡色花岗岩CaO/Na₂O比值多小于0.3,平均为0.23,说明强过铝质花岗岩的原岩为泥质岩类,并可能含有少量砂岩;Al₂O₃/Ti₂O₅比值在45.45~91.67之间,平均为72.61,说明花岗岩的部分熔融温度高于

875°C,属于高温型强过铝质花岗岩^[10,17]。它的形成是在同碰撞期间地壳增厚不明显(≤ 50 km),但在后碰撞阶段由于发生岩石圈的拆沉作用及随后的软流圈上涌或玄武质岩浆的底侵过程中,部分地壳发生深熔作用而形成的^[10,17]。据此笔者认为,冈底斯地区早白垩世时期发生过地壳的缩短增厚,但地壳厚度不会超过50 km。

综上所述,冈底斯中部罗扎岩体淡色花岗岩的侵位年龄为 $133.9 \text{ Ma} \pm 0.9 \text{ Ma}$,与羊八井和查孜地区一些淡色花岗岩在空间上连成一线,并结合其他资料^[7,18-20]可以认为,在冈底斯中部地区存在一条东西向的早白垩世淡色花岗岩带,是冈底斯地区早白垩世时期发生地壳缩短增厚的产物。

致谢:参加野外工作的还有程立人、赵俊才、朱志勇、张予杰、张以春等。

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]Tapponnier P, Zhiqin X, Roger F, et al. Oblique stepwise rise and growth of the Tibet Plateau[J]. Science,2001,294(23):1671-1677.
- [3]李才,王天武,李惠民,等.冈底斯地区发现印支期巨斑花岗岩闪长岩——古冈底斯造山的存在证据[J].地质通报,2003,22(5):364-366.
- [4]曲永贵,王永胜,张树歧,等.西藏申扎地区晚三叠世多布日组地层剖面的启示——对冈底斯印支运动的地层学制约[J].地质通报,2003,22(7):470-473.
- [5]潘桂棠,王立全,朱弟成.青藏高原区域地质调查中几个重大科学问题的思考[J].地质通报,2004,23(1):12-19.
- [6]翟庆国,李才,王天武,等.西藏南木林县折无地区晚白垩世二云母花岗岩地球化学特征及构造环境[J].吉林大学学报:地球科学版,2004,34(1):27-31.
- [7]丁林,来庆洲.冈底斯地区地壳碰撞前增厚及隆升的地质证据:岛弧拼贴对青藏高原隆升及扩展历史的制约[J].科学通报,2003,48(8):836-842.
- [8]M A Murphy, A Yin, P Kapp, et al. Southward propagation of the Karakoram fault system into southwest Tibet:Timing and magnitude of slip[J].Geology, 2000,28:451-454.
- [9]Murphy M A, Yin A, Harrison T M, et al. Did the Indo-Asian collision alone create the Tibetan plateau? [J]. Geology, 1997,25:719-722.
- [10]Sylvester P J. Post-collision strongly peraluminous granites [J]. Lithos., 1995, 45:29-44.
- [11]Krogh T E. A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extractions of U and Pb for isotopic age determinations[J]. Geochim Cosmochim Acta,1973,37:485-494.
- [12]邓晋福,赵海玲,莫宣学,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.
- [13]邓晋福,赵海玲,赖绍聪,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,1996.14-17.
- [14]Yin A, Harrison T M, Ryerson F J,et al. Tertiary structural evolution of the Gangdise thrust system,southeastern Tibet[J]. Journal of Geophysical Research, 1994,99:18175-18201.
- [15]Zhang K J,Zhang Y J,Xia B D. Did the Indo-Asian collision alone create the Tibetan plateau? Comment[J]. Geology, 1998, 26:958-959.
- [16]Zhang K J. Cretaceous palaeogeography of Tibet and adjacent areas (China): tectonic implications [J]. Cretaceous Research, 2000, 21: 23-33.
- [17]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.
- [18]吴珍汉,孟宪刚,胡道功,等.当雄幅地质调查新成果及主要进展[J].地质通报,2004,23(5-6):484-491.
- [19]谢国刚,邹爱建,袁建芽,等.邦多区幅、措麦区幅地质调查新成果及主要进展[J].地质通报,2004,23(5-6):498-505.
- [20]卢书炜,张良,杜凤军,等.尼玛区幅、热布喀幅地质调查新成果及主要进展[J].地质通报,2004,23(5-6):516-519.