西藏乃东—米林地区雅鲁藏布江结合带的地质特征及构造演化

苏学军[1],段国玺[1],彭兴阶[2,3],包俊跃[1],肖 玲[1]
SU Xue-jun[1], DUAN Guo-xi[1],PENG Xing-jie[2,3],BAO Jun-yue[1],XIAO Ling[1]

1. 云南省地质调查院矿产调查所,云南 大理 671000;
2. 云南省地勘局第三地质大队,云南 大理 671000;
3. 西藏地勘局区域地质调查队,西藏 堆龙德庆 851400
1. *Institute of Mineral Resources Investigation, Yunnan Institute of Geological Survey, Dali* 671000,*Yunnan*,*China*;
2. *No.3 Geological Party, Yunnan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Dali* 671000, *Yunnan, China*;
3. *Regional Geological Survey Party,Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development,Doilungdêqên* 851400,*Tibet, China*

摘要:以新一轮1:25万区域地质调查及专题研究成果为基础,结合前期1:20万区域地质填图和科学考察资料,对雅鲁藏布江结合带的区域地质背景、基本地质特征、构造演化模式及有关问题进行了探讨。以雅鲁藏布江结合带为重点,论述了三叠纪玉门蛇绿岩构造冲断片、晚三叠世郎杰学弧前增生楔、泽当-罗布莎-朗县蛇绿混杂构造冲断片和白垩纪朗县弧前构造混杂岩片的基本地质特征。并将雅鲁藏布江结合带中蛇绿混杂构造冲断片的原始层序与特罗多斯典型蛇绿岩剖面对比,初步建立了研究区各构造带从新元古代—寒武纪克拉通化阶段、奥陶纪—二叠纪克拉通陆表海发展阶段、三叠纪—侏罗纪洋盆主扩张阶段、侏罗纪—白垩纪俯冲消减阶段、白垩纪—渐新世闭合-碰撞造山阶段到中新世以来的伸展、拆离、快速隆升阶段之演化模式。

关键词:雅鲁藏布江结合带;蛇绿混杂岩;构造演化;乃东—米林地区;西藏
中图分类号:P54 **文献标识码**:A **文章编号**:1671-2552(2006)06-0700-08

Su X J,Duan G X,Peng X J,Bao J Y,Xiao L. Geological characteristics and tectonic evolution of the Yarlung Zangbo junction belt in the Nêdong-Mainling area, Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(6):700-707

Abstract: On the basis of the new-round 1:250000 regional geological survey and special-subject research, combined with the previous 1:200000 regional geological mapping and scientific expedition information, the paper discusses the regional geological setting, basic geological characteristics and tectonic evolution model of the Yarlung Zangbo junction zone and relevant problems. With emphasis on the Yarlung Zangbo junction zone, the paper deals with the basic geological characteristics of the Triassic Yumen ophiolite thrust slice, Upper Triassic Langjiexue forearc accretionary wedge, Zêtang-Luobusha-Langxian ophiolitic mélange thrust slice and Cretaceous Langxian forearc tectonic mélange sheet. The authors have also correlated the original sequence of ophiolitic mélange thrust slice in the Yarlung Zangbo junction belt with the typical ophiolite section in Troodos, Cyprus and preliminarily constructed a model of evolution of various tectonic belts in the study area from the Neoproterozoic-Cambrian cratonization stage→stage of Ordovician-Permian cratonic epicontinental sea development→stage of Triassic-Jurassic main ocean basin spreading→Jurassic-Cretaceous subduction stage→stage of Cretaceous-Oligocene closing and collisional orogeny→stage of extension, detachment and rapid uplift since the Miocene.

Key words: Yarlung Zangbo junction zone; ophiolitic mélange; tectonic evolution; Nêdong-Mainling area; Tibet

收稿日期:2005-07-20;**修订日期**:2006-04-10
地调项目:中国地质调查局《1:25万林芝县幅、扎日区幅、隆子县幅区域地质调查及专题研究》项目(基2002002-18)成果之一。
作者简介:苏学军(1968-)男,高级工程师,从事区域地质调查和研究。E-mail:kcs@vip.sina.com

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

西藏乃东－米林地区位于冈底斯山脉、喜马拉雅山脉和雅鲁藏布江东端巨型拐弯之南迦巴瓦构造结的西侧。雅鲁藏布江蛇绿岩带东延急剧变窄,北喜马拉雅康马隆子褶冲带趋于尖灭。其地质构造独特,沉积构造演化复杂,岩浆活动频繁,变形变质作用和构造样式复杂多样,是研究东特提斯造山带构造格局和构造演化过程的关键地带。本文以新一轮1:25万区域地质调查和前期1:20万区域地质调查实际资料为基础,结合近年来的地质科学考察成果,对乃东－米林地区雅鲁藏布江结合带的地质特征及演化模式进行探讨。

1　区域地质背景

研究区地跨冈底斯陆块、雅鲁藏布江结合带和喜马拉雅陆块3个构造单元。后者又分为北喜马拉雅特提斯被动大陆边缘康马隆子褶冲带和高喜马拉雅基底逆冲带(图1)。

1.1　冈底斯陆块

1.1.1　结晶基底岩系

基底岩系为古元古代念青唐古拉岩群,分布于桑日县沃卡、朗县念久峰至林芝县嘎马、八拉一带,为一套达高绿片岩相、角闪岩相、麻粒岩相的变质岩系,出露假厚度达13267 m以上❶。其中分布于冈底斯南部朗县大周塘、米林县里龙、林芝县八拉一带的八拉岩组,为一套变质超镁铁岩、角闪紫苏透辉麻粒岩、紫苏角闪麻粒岩、紫苏角闪斜长麻粒岩、角闪辉石岩、斜长角闪岩、角闪石岩。岩石化学成分:SiO_2为40.9%~51.15%,TiO_2为0.17%~2.34%,CaO为7.47%~18.16%,MgO为8.48%~23.75%,NaO_2+K_2O为0.42%~4.38%。化学定量分类分别为苦橄岩、苦橄玄武岩、拉斑玄武岩和少量碱性玄武岩。岩石富镁、高钙、低钛和钾,$CaO/Al_2O_3>1$,与C.K.布鲁克斯和S.R.哈特(1974)不贫铝的橄榄岩质科马提岩和不贫铝的玄武质科马提岩特征一致。岩石的REE具有HREE分馏程度低、曲线平直的特点,与南非巴顿不贫铝的科马提岩的稀土配分型式相同。这表明本区八拉岩组紫苏角闪透辉麻粒岩之岩石地球化学具有绿岩带科马提岩的特征。

在贡嘎岩组斜长角闪岩中获Sm－Nd模式年龄为693 Ma、910 Ma、1397 Ma,角闪石$^{39}Ar-^{40}Ar$年龄为1417 Ma、1282 Ma、944 Ma、559 Ma、231 Ma❶;在桑日县沃卡电站黑云斜长片麻岩中获锆石U－Pb年龄1920 Ma❷;在波密县迫隆乡斜长角闪岩中获Sm－Nd年龄2296 Ma±63 Ma,Rb－Sr年龄1868 Ma±146 Ma;在波密县波弄贡斜长角闪岩中获Sm－Nd等时年龄2178 Ma±12 Ma和1453 Ma±14 Ma❸;在察隅县下察隅斜长角闪岩中获Sm－Nd模式年龄2145.6~2264.06 Ma、1524.46~1598.01 Ma和Sm－Nd等时年龄2138 Ma❹。上述同位素年龄资料表明原岩的时代可能为古元古代。而八拉岩组中一套高角闪岩相－麻粒岩相的富镁超镁铁－镁铁质基性火山岩系与绿岩带的科马提岩相似,故有属太古宇之可能。

1.1.2　泛非末期增生基底岩系

新元古代－寒武纪松多岩群,由石英片岩、绢云钠长片岩、白云母石英片岩、阳起石片岩、绿帘钠长片岩夹石英岩、薄层大理岩组成。变质达绿片岩相二云母级,与念青唐古拉岩群呈隐蔽不整合接触。绿片岩中所获Sm－Nd等时年龄507.7 Ma❷,与聂拉木地区的肉切村岩群、康马隆子地区的曲德贡岩组[1]和察隅腾冲地区含震旦纪－寒武纪微古化石的波密群、公养河群、梅树村岩群、单龙河岩组相当,为冈瓦纳古陆北缘泛非末期的增生基底岩系。

1.1.3　奥陶纪－二叠纪稳定型盖层

奥陶纪桑曲组、古玉组、拉久弄巴组,泥盆纪松宗群,石炭纪诺错组、来姑组,二叠纪洛巴堆组,分布于八宿松宗、然乌一带。以含化石丰富的碳酸盐岩为主,有少量砂泥质碎屑岩及碱性玄武岩,总厚度达3000 m左右。

1.1.4　中生代岛弧火山岩

中晚三叠世查曲浦组安山岩、英安流纹岩,分布于拉萨南部多吉扎、贡嘎县普下乡一带,厚达881 m以上[2]。

侏罗纪叶巴组、多底沟组和白垩纪比马组、旦师庭组,均为钙碱性铝过饱和、硅过饱和安山岩、英安岩。在里特曼-戈蒂里图解中,样品点均投在造山带火山岩区日本岛弧火山岩附近;在Zr－TiO_2相关图解中,均投于岛弧钙碱性系列熔岩区内。叶巴组之稀土配分型式为右倾斜、Eu负异常之轻稀土富集型,与近代岛弧火山岩雷同。比马组和旦师庭组之稀土配分型式为轻稀土弱富集型,显示成熟岛弧火山岩的特征[2]。

1.1.5　冈底斯岩浆弧花岗岩带

大致以冈底斯主脊为界,南部为早白垩世时苏长辉长岩、闪长岩-石英闪长岩、英云闪长岩-花岗闪长岩-角闪黑云二长花岗岩组成的I型花岗岩复式岩基带;北部为晚白垩世似斑状黑云二长花岗岩、古新世碰撞-造山同构造花岗岩和始新世、渐新世造山期后浅成花岗岩组成的S型花岗岩复式岩基带[1]。

南岩基带早白垩世深源同熔型花岗岩系列呈近东西向环带状杂岩基展布。岩体与围岩热变质不明显,岩脉较发育,岩体内部具变形组构,具深成强力就位的特点。岩石以SiO_2低、MgO及MgO/FeO+MnO+MgO+CaO高、$K_2O<NaO$为特征。岩石中Cu、Zn、Mo、Au、Ni较高,与长江中下游同熔型花岗岩相似。K/Rb、K/Cs、Rb/Cs值与华南同熔型花岗岩相近,而显著高于华南改造型花岗岩。岩石稀土配分型式为轻稀土富集之右倾曲线,与广西本洞英云闪长岩相同。上述特征对斑岩型铜、钼、金矿化十分有利。

---

❶ 云南省地质调查院.1:25 万林芝县幅区域地质调查报告.2003.

❷ 西藏区域地质调查队.1:20 万沃卡幅区域地质调查报告.1994.

❸ 甘肃省区域地质调查队.1:20 万通麦幅、波密幅区域地质调查报告.1995.

❹ 云南省地矿局第三地质大队.1:20 万松冷幅、竹瓦根幅区域地质调查报告.1995.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

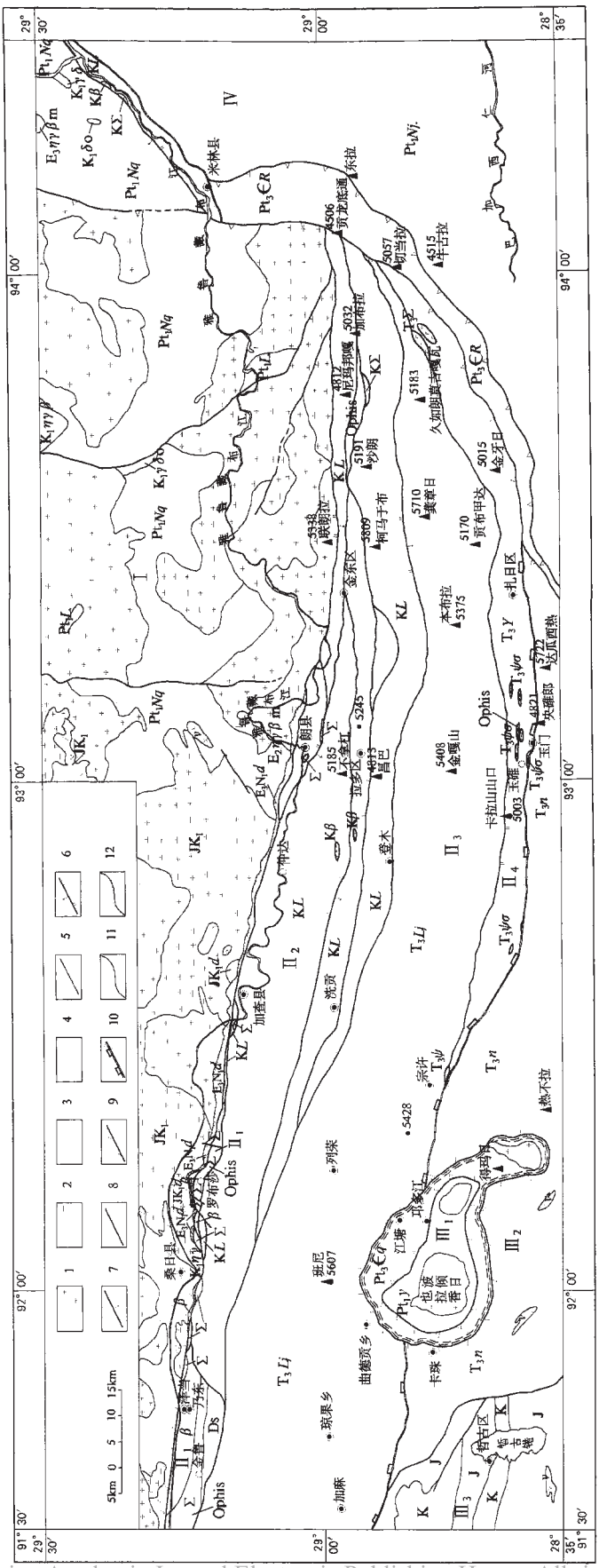


图1 西藏乃东—米林地区雅鲁藏布江结合带地质简图

Fig.1 Geological sketch map of the Yarlung Zangbo junction zone in the Nêdong-Mainling area, Tibet

1—花岗岩;2—花岗闪长岩;3—安山岩;4—辉长岩;5—性质不明断裂;6—逆断裂;7—正断裂;8—区域性断裂;9—伸展剥离断裂;10—板块结合带主边界断裂;11—地质界线;12—不整合界线;E_2N_1d—大竹卡组;KL—朗县混杂岩;K—白垩系;JK_1—叶巴组、比马组、旦师庭组;J—侏罗系;T_3Y—玉门混杂岩;T_3n—涅如组;T_3Lj—郎杰学群;YM—ophis玉门蛇绿岩;ZD—ophis泽当蛇绿岩;LBS—ophis罗布莎蛇绿岩;LX—ophis朗县蛇绿岩;$Pt_3 \in q$—曲德贡岩组;$Pt_3 \in R$—肉切村岩群;Pt_3y—亚堆扎拉岩组;Pt_1Nj—南迦巴瓦岩群;Pt_1Nq—念青唐古拉岩群;Ds—硅质岩;γo—奥长花岗岩;β—基性熔岩、枕状熔岩;υ—辉绿辉长岩;Σ—超基性岩;Ⅰ—冈底斯岩浆弧;Ⅱ—雅鲁藏布江结合带;$Ⅱ_1$—罗布莎蛇绿混杂岩;$Ⅱ_2$—朗县构造混杂岩;$Ⅱ_3$—章村褶冲束;$Ⅱ_4$—玉门蛇绿混杂岩;Ⅲ—康马-隆子褶冲带;$Ⅲ_1$—也拉香波倾日变质核杂岩;$Ⅲ_2$—达拉-三安曲林褶冲束;$Ⅲ_3$—哲古错-日当褶冲束;Ⅳ—高喜马拉雅基底逆冲带

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

北岩基带晚白垩世－古新世S型重熔型花岗岩系列,其南界与围岩热变质不甚明显,内部变形组构仍较发育,具中部强力就位的特点。岩基北界与围岩热变质明显,发育堇青石、红柱石、十字石、电气石和刚玉角岩,具中浅部强力就位特征。岩石之SiO_2、K_2O+Na_2O、K_2O/Na_2O、$K_2O<Na_2O$较南岩基带均有显著的增高,其稀土配分型式为轻稀土富集、右倾、Eu亏损型,与上地壳不同程度部分熔融所形成的S型花岗岩相同。

北岩基带及尼洋河以北,始新世－渐新世含榴二云二长花岗岩、微斜长石花岗岩,呈小岩株近东西向星散分布,与围岩热蚀变较明显,发育较宽的斑点板岩及红柱石、十字石、石榴子石角岩。岩石为高酸碱度、高分异度和高演化成熟度的二长花岗岩系列。其稀土元素、微量元素、副矿物组合特征与改造型花岗岩钨－锡－铍－铌－钽－铀成矿系列相同。具有锂、锡、钽、铍伟晶岩和碧玺、红柱石、黄玉等成矿的有利条件。

1.2　雅鲁藏布江结合带

雅鲁藏布江结合带夹持于冈底斯岩浆弧和北喜马拉雅康马隆子褶冲带之间,是一条狭长的强烈构造变动带。带内发育远洋深水含放射虫硅质沉积、镁铁质火山熔岩、席状岩墙群、堆晶杂岩及超镁铁岩(详见后述)。并发育三叠纪和白垩纪深海平原、浊积扇及少量以浅海为主体的弧前盆地复理石沉积楔形体[1,3]。

1.3　北喜马拉雅康马隆子褶冲带

北喜马拉雅特提斯被动大陆边缘拗陷受喜马拉雅隆升伸展作用,形成了西起普兰,经仲马(南)、拉轨岗日、康马、也拉香波倾日等核杂岩组成的隆升带。拉轨岗日群、亚堆扎拉岩组片麻岩中锆石SHRIMP年龄为1812 Ma±7 Ma❶,核杂岩基底应为喜马拉雅陆块古元古代结晶基底的一部分。

新元古代－寒武纪曲德贡岩组为二云片岩、二云石英片岩、石榴千糜岩、绿泥片岩、变粒岩及大理岩,夹斜长角闪岩。与亚堆扎拉岩组间为基底剥离断层所截,与上覆晚三叠世涅如组间为主剥离断层。全岩Rb－Sr年龄为501 Ma❷,将其与肉切村岩群对比,为喜马拉雅陆块泛非末期的增生基底[1]。

石炭系、二叠系和早中三叠世吕村组,为厚度不大的稳定型冰海相碎屑岩、浅海细碎屑岩和碳酸盐岩盖层沉积。

晚三叠世涅如组、侏罗系、白垩系为被动大陆边缘坳陷浅海相泥质碎屑岩、碳酸盐岩沉积和边缘裂谷型高Ti、高K碱性玄武岩喷发❸。

白垩纪二辉辉石岩、辉长辉绿岩、闪长岩岩脉、岩墙、岩枝,为被动大陆边缘裂谷地幔隆起玄武岩浆分异的产物。中新世二云二长花岗岩、电气石白云二长花岗岩为碰撞期后随核杂岩上隆而侵入的[1]。

1.4　喜马拉雅基底逆冲带

由古元古代南迦巴瓦岩群结晶基底和新元古代－寒武纪肉切村岩群增生基底组成[2,4,5]。古生界、中生界盖层均遭剥离断层所破坏而缺失。

新一轮1:25万区域地质调查,墨脱县幅证实南迦巴瓦岩群有高压麻粒岩,向西在定结县、亚东县及帕里一带又相继发现了基性麻粒岩和深成相超镁铁岩、超浅成相超镁铁岩。其锆石U－Pb年龄分为2500~2100 Ma、1990~1795 Ma、1144~1064 Ma、845~736 Ma和553~461 Ma5个时间段❹。

2　雅鲁藏布江结合带的地质特征

由高压低温和低压高温变质岩带组成的双变质带、蛇绿混杂岩带被认为是古大洋消减封闭－碰撞遗迹的有力证据。沿雅鲁藏布江构造带出露众多由超基性－基性岩、基性火山熔岩、放射虫硅质岩及复理石等组成的蛇绿岩带、蛇绿混杂岩带及其他板块边界标志,它代表了中生代冈瓦纳古陆内一条重要的结合带[3,6,7]和东特提斯洋最终消亡的遗迹。

乃东－米林雅鲁藏布江结合带,在纳伊普曲被夺松－比丁伸展走滑断裂切割成东西2部分。西段宽30~50 km,东段宽仅2~5 km。夺松－比丁断裂两侧结合带产状相反,可能反映了西段在喜马拉雅期印度板块持续向北推挤,使地壳缩短逆冲加积的结果。东段结合带急剧变窄则可能与南迦巴瓦构造结结晶基底快速上隆有关。因此,夺松－比丁伸展走滑断裂正好成为平衡东西段的转换构造。

2.1　三叠纪玉门蛇绿岩构造冲断片

为雅鲁藏布江结合带南缘时代最老的蛇绿岩。以卡拉山剖面出露较全(图2),自下而上(由南向北)岩性特征如下。

(1)超基性岩

见有少量变质橄榄岩构造块体,由二辉橄榄岩组成。岩石蚀变强烈,蛇纹石化普遍。橄榄石、辉石呈残斑状。橄榄石显拉长、波状消光、扭折带及重结晶。辉石具波状消光、晶体弯曲及滑动双晶。

超基性岩之岩石化学成分介于角闪橄榄岩和纯橄岩之间。与罗布莎之变质橄榄岩相较,该超基性岩的Al_2O_3=4.026%~9.05%、CaO=2.36%~9.49%,明显高出数倍;MgO/(MgO+〈FeO〉)=0.64~0.75,也较罗布莎纯橄岩(0.89)、斜辉橄榄岩(0.84)显著偏低。岩石MgO/〈FeO〉=4.3~7.1,介于镁质超基性岩和铁质超基性岩之间,属铁镁质岩。与中国祁连山地槽、内蒙古地槽的超基性岩成分相近[3]。岩石之微量元素含量普遍高于微氏值,与原始地幔(Jagouty,1977)相较,Rb、Sr、

❶ 中国地质大学(武汉).1:25 万定结县幅区域地质调查报告.2003.

❷ 陕西省区域地质调查队.1:20 万加查幅区域地质调查报告.1995.

❸ 云南省地质调查院.1:25 万隆子县幅区域地质调查报告.2004.

❹ 中国地质调查局成都地质矿产研究所,中国地质大学(北京),中国地质大学(武汉).1:25 万墨脱县幅、江孜县幅、亚东县幅、定结县幅区域地质调查报告.2003.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

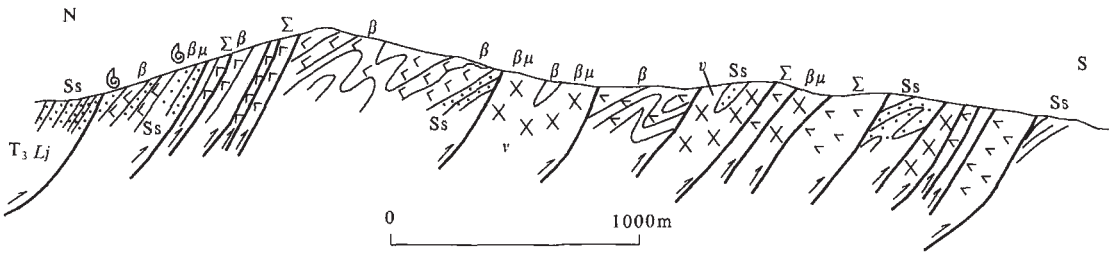


图2 隆子县卡拉晚三叠世玉门蛇绿构造冲断片剖面

Fig.2 Section of the Late Triassic Yumen ophiolite thrust slice at Karrêg, Lhünzê County

Ss—砂板岩；β—玄武岩、枕状玄武岩；βμ—辉绿岩；υ—辉长岩；Σ—超基性岩；T3*Lj*—郎杰学群

Ba相近，Zr、Hf、Nb、Ta略高，显示富集地幔特征。岩石的REE23.3×10^{-6}~83.63×10^{-6}，Ce/Y1.4~2.74，δEu0.92~1.11，为轻稀土富集型，与秦巴造山带桦树沟岩体的稀土配分型式相似[8]。

(2)基性岩

多为蚀变辉绿岩，呈扁豆状、似脉状及不规则构造块体。具细粒辉绿结构、嵌晶含长结构、辉绿辉长结构，块状构造。岩石具低Si、低K、中Ti、富Mg的特征，岩石化学定量分类为超基性岩类。岩石REE45.69×10^{-6}，Ce/Y1.94，$(La/Yb)_N$5.13、0.93，与结晶分异型苦橄玄武岩的稀土配分型式相似。

(3)玄武岩

多为蚀变块状玄武岩，部分强蚀变枕状玄武岩、蚀变杏仁辉石玄武岩及少量蚀变粗玄岩。岩石具低K_2O(0.13%~0.54%)、高TiO_2(1.63%~2.95%)、高CaO(7.07%~11.97%)、富MgO(6.5%~11.20%)的特征。在TiO_2-P_2O_5相关图中，属板内玄武岩。岩石之微量元素含量介于洋中脊和板内玄武岩之间(Pearce，1982)。Nb/La1.1~1.4，Rb/Sr0.09~0.028，与原始地幔和N-MORB的微量元素丰度比较接近(Condie，1989)。岩石的REE72.30×10^{-6}~255.36×10^{-6}，$(La/Yb)_N$4.19~10.59，δEu1.05~1.46，为轻稀土弱富集型，Eu正异常，与P-MORB相似(Lercex，1983)，可能形成于富集的地幔热柱源区。

(4)远源浊积岩及硅质岩

浊积岩由灰色薄层状砂板岩组成，发育槽模构造及深水复理石相遗迹化石：*Nerites* sp.，*Palaeodictgon* sp.和晚三叠世薄壳双壳类：*Halobia subyunnanensis*，*Posidonia guangyuanensis*，*P. subrugosa*，*P.* cf. *wengenensis*，*Monotistenuicostata*，*M. salaniniria*，*M. digona*，*M. haueri*等。浅灰色硅质岩夹层中含微体化石，经王玉净先生鉴定为门类不清的环状微体生物。

2.2 泽当、罗布莎、朗县蛇绿混杂岩构造冲断片

以泽当金鲁剖面(图3)、罗布莎剖面(图4)最具代表性。区内蛇绿岩虽遭受强烈构造破坏，但仍能大致恢复与特罗多斯(Troodos，Cyprus)典型洋壳剖面相似的原始层序，岩石类型发育较全。现自下而上简述如下。

(1)变质橄榄岩

变质橄榄岩有斜辉辉橄岩、二辉橄榄岩和纯橄岩，以斜辉辉橄岩为主体。呈大小不等强变形的构造块体断续分布，无冷凝边，显示“无根”岩体侵位的特征。

变质橄榄岩的岩石化学成分，纯橄岩$SiO_2$40%左右，斜辉辉橄岩$SiO_2$43%左右，二辉辉橄岩$SiO_2$44.28%，贫Al_2O_3(1.94%~3.15%)，与地中海型变质橄榄岩相近。富MgO(34.55%~42%)，m/f>8，属镁质超基性岩。Cr_2O_3平均0.6%，属

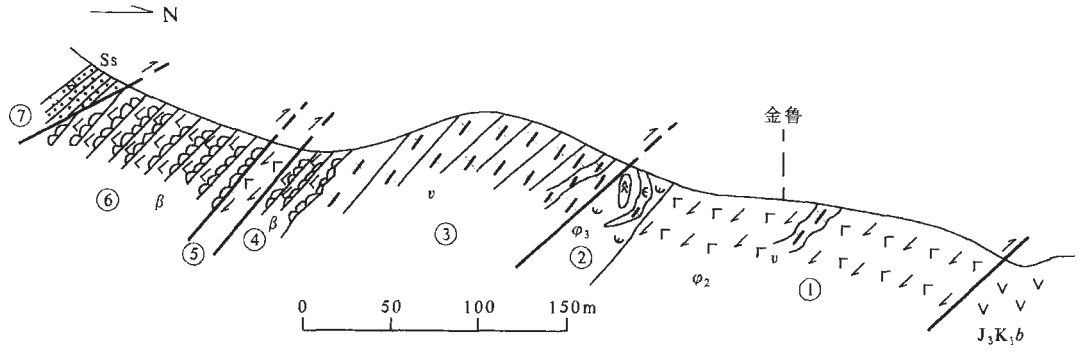


图3 金鲁-正给热-泽当蛇绿岩剖面(据1:20万泽当幅区域地质调查报告(1994)修改)

Fig.3 Section of the Jinlu-Zhenggaireze-Zêtang ophiolite

Ss—砂板岩、彩色燧石岩；β—枕状玄武岩；υ—辉长辉绿岩；φ3—橄榄岩；φ2—辉橄岩；J3K1*b*—比马组安山岩

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

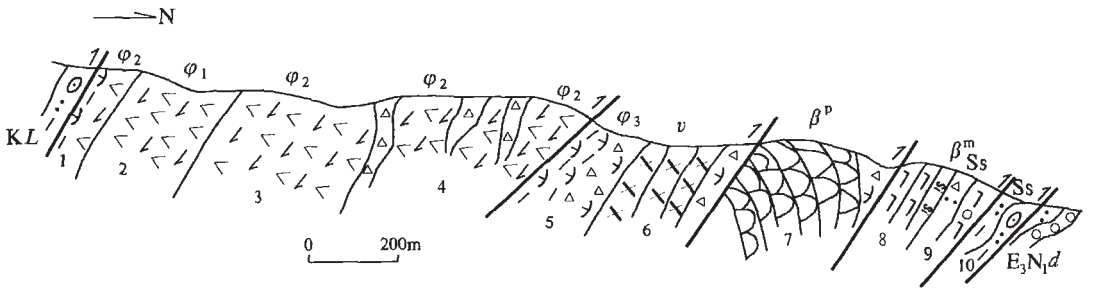


图4　罗布莎龙给曲蛇绿岩剖面(据1:20 万加查幅区域地质调查报告(1995)修改)

Fig.4　Section of the Longgaiqu ophiolite, Luobusha

E_3N_1d—大竹卡组;*KL*—朗县构造混杂岩;Ss—砂板岩、燧石岩;β^p—枕状玄武岩;β^m—块状玄武岩;υ—层状辉长岩;φ_3—橄榄岩;φ_2—辉橄岩;φ_1—纯橄岩

含铬超基性岩。岩石的Ti、V、Cu、Co、Ni与Alleger等(1968)不同火山岩之过渡元素球粒陨石的分配型式基本相似。其Mn、Fe、Cr较丰富,未出现Ti和V亏损,表明本区变质橄榄岩是没有经过部分熔融的原始地幔。岩石的∑REE1.38×10⁻⁶~4.43×10⁻⁶,δCe0.985,δEu0.658,属弱Ce亏损、Eu负异常之平坦型分配曲线。

(2)堆晶杂岩

大致分为上、中、下3部分。下部以纯橄岩为主,有少量异剥橄榄岩、辉石岩,宽80~120 m;中部夹多层均质辉长岩透镜体和异剥钙榴岩脉,宽30~60 m;上部以层状辉长岩为主,夹均质辉长岩及条带状纯橄岩,宽80~100 m。

(3)辉长—辉绿岩

岩石以细粒为主,部分为中粒。具辉绿结构、辉长辉绿结构。岩石具高铝玄武岩和碱性玄武岩的特征。其∑REE25.64×10⁻⁶~50.98×10⁻⁶,δEu1.064~1.1403,δCe0.8965~0.9776,稀土配分型式为轻稀土亏损型,与大洋拉斑玄武岩基本相同。

(4)枕状及块状玄武岩

岩石以高Al_2O_3(15%~17%)、富MgO(7.1%~11.2%)、低K_2O(<0.5%)为特征。在Zr—P_2O_5相关图中为洋岛玄武岩和洋脊玄武岩,在Zr—TiO_2相关图中为板内玄武岩和洋脊玄武岩。微量元素含量多介于洋中脊和板内玄武岩之间(Pearce,1982)。Nb/La1.1~1.4,Rb/Sr0.09~0.082,与Condie(1989)原始地幔和N—MORB的微量元素丰度比较接近。岩石的∑REE21.52×10⁻⁶~98.97×10⁻⁶,相对高于大西洋中脊玄武岩。其稀土配分曲线为轻稀土亏损左倾平坦型。

(5)放射虫硅质岩

硅质岩有呈夹层和外来岩块2种。有浅灰、紫红色者,含晚侏罗世—白垩纪放射虫:*Praeocaryomma* sp.,*Trillas* sp.,*Podobursa* sp.,*Pantanillum* sp.,*Aliebium* sp.,王玉净认为化石组合的时代为晚侏罗世—早白垩世。

(6)斜长花岗岩

见于金鲁、康萨、朗县八龙等地,呈小岩枝和囊状侵入于玄武岩、辉绿岩中。岩石以富SiO_2、Na_2O,贫Mg、Fe为特征。Al_2O_3/K_2O+Na_2O+CaO为0.91,岩石的∑REE65.93×10⁻⁶,∑Ce/∑Y0.67,$(Ce/Yb)_N$0.51,为轻稀土亏损型,与日喀则大竹卡钠长花岗岩[4]和特罗多斯斜长花岗岩相近似(R.G.Cole-

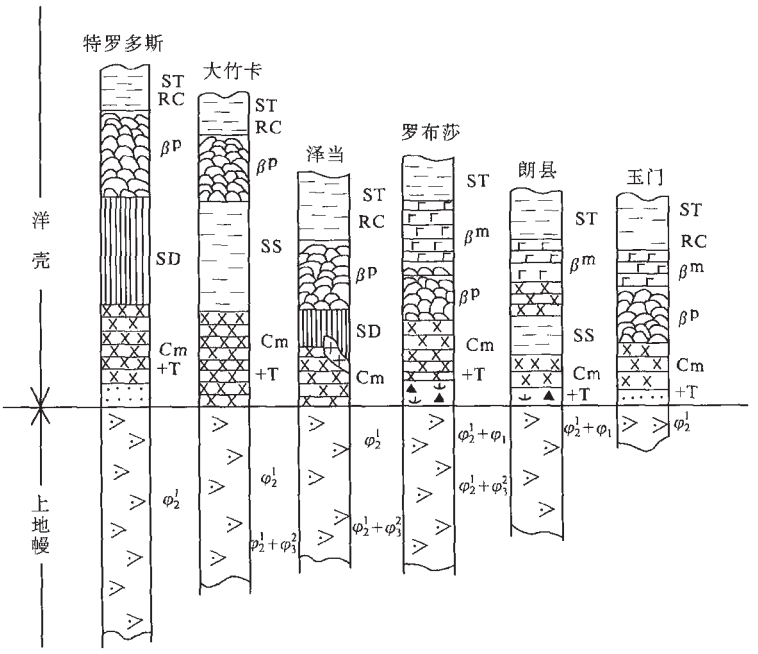


图5　泽当、罗布莎、朗县、玉门蛇绿岩与典型蛇绿岩对比

Fig.5　Correction of ophiolites in Zêtang, Luobusha, Langxian and Yumen with typical ophiolites

ST—沉积岩;RC—放射虫燧石岩;β^m—块状玄武岩;β^p—枕状玄武岩;Cm—堆晶杂岩:层状辉长岩+均质辉长岩+纯橄岩;SD—席状岩墙;SS—席状岩床;T—橄长岩;φ_2^1—斜辉辉橄岩;φ_3^2—二辉橄榄岩;φ_1—纯橄岩

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

man,1975)。

综上所述,各蛇绿岩构造冲断片虽遭受了多期次、多层次的构造变形、变质作用,但其原始层序尚可进行恢复,与特罗多斯(Troodos,Cyprus)典型洋壳蛇绿岩剖面和大竹卡蛇绿岩剖面对比见图5。

2.3 晚三叠世郎杰学弧前增生楔

由晚三叠世宋热组、诺利期江雄组和诺利期—瑞替期章村组的浊积扇、深海平原和浅水盆地沉积组成的楔形体。浊积扇中砂体的岩石地球化学均具活动大陆边缘的特征❶。

白垩纪末雅鲁藏布江洋盆封闭,喜马拉雅陆块向北推移,冈底斯弧向南仰冲,郎杰学群弧前盆地沉积被刮起,形成了向南逆推剪切之紧闭歪斜倒转褶皱和逆冲断裂组成的叠瓦状构造。中新世末印度板块向北持续推移,使喜马拉雅陆块和郎杰学弧前增生楔逆冲于白垩纪朗县弧前构造混杂岩

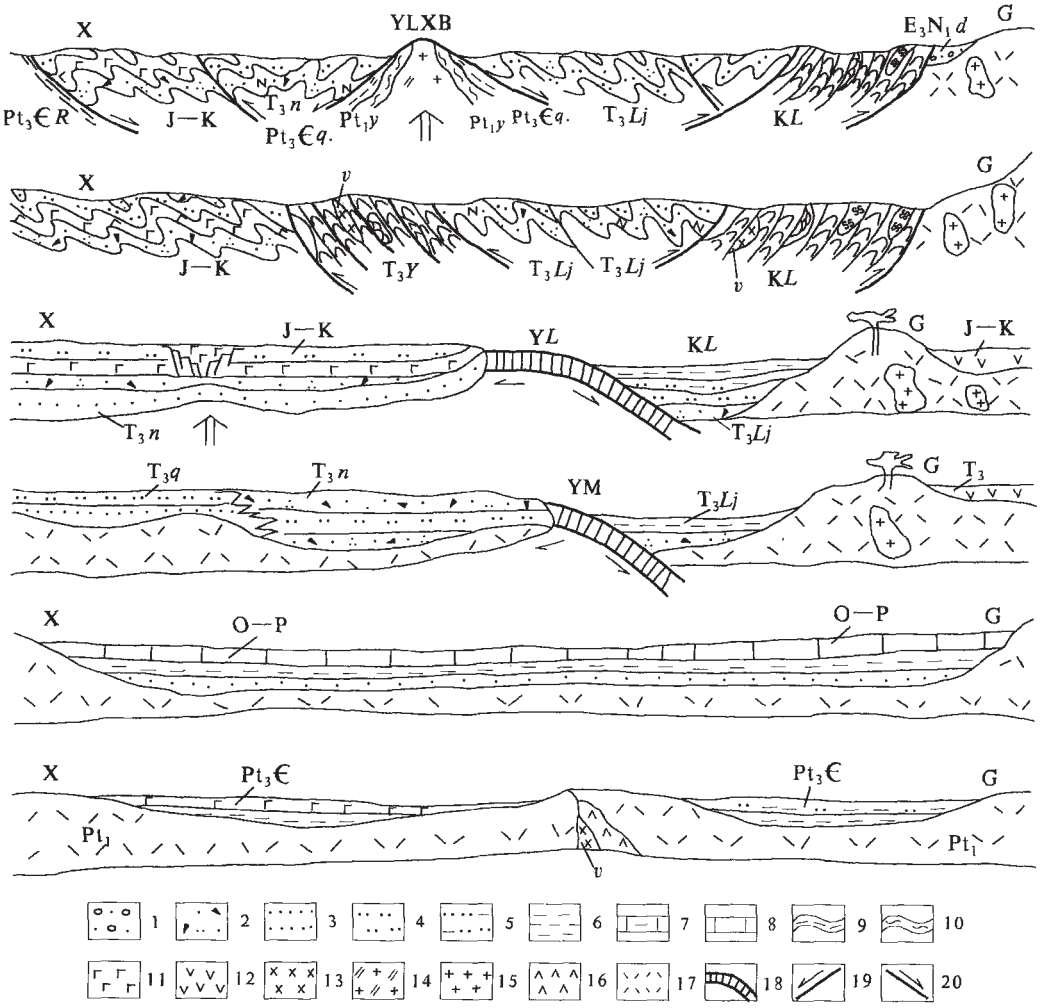


图6 雅鲁藏布江结合带东段及邻区板块构造演化示意

Fig.6 Diagrammatic map showing plate evolution in the eastern segment of the Yarlung Zangbo junction zone and its neighboring areas

1—山前磨拉石沉积;2—岩屑石英砂岩;3—砂岩;4—粉砂岩;5—泥质粉砂岩;6—泥岩;7—泥灰岩;8—灰岩;9—片岩;10—片麻岩;11—玄武岩;12—安山岩;13—辉长岩;14—二长花岗岩;15—花岗岩;16—超基性岩;17—陆壳;18—洋壳;19—正断层;20—逆断层

E_3N_1d—大竹卡组;KL—朗县构造混杂岩;J—K—侏罗系—白垩系;T_3Y—玉门构造混杂岩;T_3q—曲龙贡巴组;T_3n—涅如组;T_3—三叠系;T_3Lj—郎杰学群;O—P—奥陶系—二叠系;$Pt_3\in R$—肉切村岩群;$PT_3\in$—新元古界—寒武系;$Pt_3\in q$—曲德贡岩群;Pt_1y—亚堆扎拉岩组;Pt_1—古元古界;X—喜马拉雅;G—冈底斯;YL—雅鲁藏布江;YM—玉门;YLXB—也拉香波

❶ 云南省地质调查院.1:25 万隆子县幅区域地质调查报告.2004.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

片之上,形成了白露一带向北逆冲的叠瓦状构造。

2.4　白垩纪朗县弧前构造混杂岩片

由基质和构造块体组成。基质为薄层状泥质和砂质沉积夹长石岩屑砂岩组成的浊积扇、深海平原弧前盆地沉积。砂岩成分成熟度较低,发育底模构造,具复理石特征。块体有蛇绿岩块体、二叠纪灰岩块体和结晶基底块体等。其中蛇绿岩块体有镁铁质—超镁铁质构造角砾岩、蛇纹岩片、阳起石片岩块、变质辉长岩块、辉绿岩块、变质玄武岩块等。与围岩呈断层接触。变质辉长岩具条带状结构,由浅色粒状长石和深色辉石互层状产出,显堆晶特征。超基性岩的∑REE3.14×10^{-6}~2.5×10^{-6},稀土配分曲线为轻稀土弱亏损平坦型,与金沙江堆晶岩镁铁岩和橄榄岩相似。辉绿岩和变质玄武岩具低K、中Ti深海拉斑玄武岩的特征。稀土配分型式为轻稀土弱亏损平坦型,具现代洋脊玄武岩的特征。

3　乃东—米林地区雅鲁藏布江结合带构造演化探讨

综合上述,雅鲁藏布江结合带的区域地质背景和各构造带的沉积-构造演化、火山岩带、侵入岩带、双变质带的特征[9~14],可将雅鲁藏布江结合带及两侧陆块的构造演化归纳为:泛非末期克拉通化形成冈瓦纳古陆增生基底、奥陶纪—二叠纪克拉通沉积、二叠纪—三叠纪裂陷扩张、侏罗纪—白垩纪扩张消减、晚白垩世—渐新世封闭-碰撞造山和中新世伸展隆升6个阶段(图6)。冈底斯陆块的念青唐古拉岩群的八拉岩组、贡嘎岩组、真巴岩组和松多岩群、波密群,与喜马拉雅陆块的南迦巴瓦岩群、肉切村岩群、曲德贡岩组,经泛非末期褶皱变质和同构造花岗岩浆侵入而造山回返,在寒武纪末形成了冈瓦纳古陆北部边缘统一的克拉通基底(图6-A)。奥陶纪初,古陆北缘发生伸展转为克拉通陆表海,沉积奥陶纪—泥盆纪稳定型台地相碳酸盐—陆缘碎屑沉积和石炭纪—二叠纪浅海陆棚冰伐碎屑及碳酸盐沉积(图6-B)。

二叠纪中晚期,陆表海进一步伸展拉张,在喜马拉雅-雅鲁藏布江带出现裂谷型和MORB性质的二叠纪玄武岩[15]。中晚三叠世时,雅鲁藏布江带进一步拉伸扩张,发育了215.57 Ma±20.68 Ma之大洋枕状玄武岩和含放射虫硅质岩之深水远洋沉积。晚三叠世时,喜马拉雅与冈底斯间的雅鲁藏布江洋盆已发展到相当规模,形成了喜马拉雅被动大陆边缘曲隆共巴浅海台地—涅如边缘坳陷盆地—玉门边缘裂谷、初始洋盆及洋盆扩张带—郎杰学弧前盆地—冈底斯查曲浦弧火山盆地的整体构造格局(图6-C)。

侏罗纪—白垩纪为雅鲁藏布江盆地的主扩张期,在泽当、罗布莎、朗县雅鲁藏布江洋盆内,发育了低K、中Ti枕状大洋拉斑玄武岩和深水远洋含放射虫硅质复理石沉积。在喜马拉雅被动大陆边缘坳陷内同步发育了规模不大的裂谷型火山岩。雅鲁藏布江洋盆扩张的同时向北消减,在冈底斯上发育了叶巴组、比马组、旦师庭组弧火山盆地。伴随有白垩纪同熔型花岗岩浆侵入和斑岩型铜(钼)、金矿床的形成。在冈底斯弧前盆地中沉积了一套巨厚的冲积扇—深海平原复理石沉积(图6-D)。

白垩纪末—渐新世,雅鲁藏布江洋盆封闭,喜马拉雅陆块与冈底斯陆块相继碰撞,在冈底斯发生规模宏大的重熔型花岗岩浆侵入,形成了冈底斯同构造S型花岗岩带和有关的钨、锡及伟晶岩型铌、钽和宝石矿产(图6-F)。

致谢:本文成文后承蒙任纪舜院士审阅,刘志刚先生提出修改意见,谨表衷心感谢!

参考文献:

[1]中国科学院青藏高原综合科学考察队.西藏岩浆活动和变质作用[M].北京:科学出版社,1981.

[2]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.

[3]王希斌,鲍佩声,邓万明,等.西藏蛇绿岩[M].北京:地震出版社,1987.

[4]章振根,刘玉海,王天武,等.南迦巴瓦峰地区地质[M].北京:科学出版社,1992.

[5]丁林,钟大赉.西藏南迦巴瓦地区高压麻粒岩相变质作用及构造地质意义[J].中国科学(D辑),1999,29(5):385-397.

[6]邓万明.日喀则地区蛇绿岩中微量元素地球化学[A].见:喜马拉雅地质(Ⅱ)[C].北京:地质出版社,1984.

[7]鲍佩声.西藏大竹卡地区蛇绿岩中的钠长花岗岩[J].岩石矿物及测试,1985,4(1):9-13.

[8]张旗,周国庆.中国蛇绿岩[M].北京:科学出版社,2001.

[9]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.

[10]中国地质调查局.喜马拉雅带区域地质调查成果与进展[J].地质通报,2004,23(1):27-39.

[11]中国地质调查局.雅鲁藏布江结合带区域地质调查成果与进展[J].地质通报,2004,23(1):40-44.

[12]中国地质调查局.冈底斯构造带区域地质调查成果与进展[J].地质通报,2004,23(1):45-60.

[13]任纪舜,肖黎薇.1:25万地质填图进一步揭开了青藏高原大地构造的神秘面纱[J].地质通报,2004,23(1):1-11.

[14]中国地质调查局成都地质矿产研究所.青藏高原及邻区1:150万地质图说明书[M].成都:成都地图出版,2004.

[15]朱弟成,潘桂棠,莫宣学,等.特提斯喜马拉雅二叠纪玄武质岩石研究新进展[J].地学前缘,2003,10(3):40.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net