

《地球科学国际交流》(十四)

中国地质科学院 “七五”对外科技合作成果选编

中国地质科学院国际合作处编



地质出版社

《地球科学国际交流》(十四)

中国地质科学院
“七五”对外科技合作成果选编

中国地质科学院国际合作处 编

地质出版社

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书共刊登 14 篇论文。这些论文是中国地质科学院科技人员同美、日、法、德、加、澳等国科技人员近年来的合作研究成果。主要包括以下内容:1. 构造地质;2. 岩石学;3. 矿床地质;4. 地球化学;5. 包裹体;6. 古生物学;7. 测试技术。论文资料丰富,各项实验数据齐全可靠,观点新颖,可供地质院校师生、研究所及实验室科技人员及野外地质工作者参考。

地球科学国际交流(十四)

中国地质科学院“七五”对外科技合作成果选编

中国地质科学院国际合作处 编

* * *

责任编辑:刘建三 邢瑞玲 宫月董

地质出版社出版发行

(北京和平里)

北京市地质矿产局印刷厂印刷

(北京德外黄寺大街 24 号)

新华书店总店科技发行所经销

* * *

开本:787×1092 1/16 印张:14.375 字数:350000

1993 年 6 月北京第一版·1993 年 6 月北京第一次印刷

印数:1—600 册 国内定价:11.00 元

ISBN7-116-01281-8/P·1067

前 言

自改革开放以来,在地质矿产部的直接领导下,我院与世界上近 60 个国家和地区进行了不同形式的地质科技交流,开展了上百项双边和多边合作研究。“七五”期间,对外科技交流与合作有了更大的进展,取得了丰硕累累的成果。在研究工作中引进了先进的地学理论、学术思想和技术方法,培养了一批科技骨干,大大推动了本院科技工作的发展。

本书编入的 14 篇论文是我院科学家与国外同行在“七五”期间进行合作研究的部分成果。出版这些成果,旨在促进同行之间的学术交流,活跃学术空气,提高科研水平。因篇幅有限,还有一些好的论文未收入本书,将通过其它渠道进行交流。

中国地质科学院常务副院长 王泽九

1992 年 7 月

目 录

喜马拉雅特提斯域中、新生代沉积盆地演化构造格局及其与阿尔卑斯的对比	
..... 刘宝珺 余光明 陈成生 W·弗里希 L·拉斯巴赫(1)	
渭河地堑之起源	宁崇质 邓乃恭 易明初(19)
西藏安多一曲水间岩浆活动与变质作用	贺节明 刘朝基 刘振声 谭富文(29)
加拿大育空地区 TOM 重晶石-铅-锌-银 Sedex 矿床的地球化学研究	
..... 芮宗瑶 葛朝华 张洪涛 孔令朴 王龙生(45)	
华北陆台辽西冰长石-绢云母型低温浅成热液脉金矿床	林宝钦 沈而述
..... 张立东 高翎 B·E·泰勒 F·罗伯特 J·K·莫腾森 K·H·波尔森(60)	
广西大厂硫盐矿物共生组合及其实验研究	李九玲 G. H. Moh 王乃鼎(80)
中国金伯利岩中金刚石包体矿物研究及其地幔地质学和找矿意义	
..... 张安棟 许德煥 H. O. A. Meyer(100)	
澳大利亚维多利亚州 Walwa 锡矿田流体包裹体和氧同位素初步研究	宋学信(112)
矿物溶解作用的化学动力学和成矿物质迁移	
..... 张荣华 胡书敏 J. Posey-Dowty D. Crerar M. Borcsik(120)	
关于笔石、几丁虫和虫牙的有机岩石学研究	
... 汪啸风 萧建新 陈善庆 李志宏 B·-D·埃特曼 A·霍夫奈克 R·布洛克(139)	
幔源铬尖晶石的红外光谱学研究及其地质学应用	郭立鹤 张维睿(166)
华北蓟县和华南京山中、上元古界岩石的古地磁研究及其地质构造意义	
..... 张惠民 张文治 D. P. Elston(180)	
质子探针分析——矿物微区痕量元素分析的新突破	周剑雄 W. L. Griffin(199)
北美粉煤灰研究现状及粉煤灰今后研究方向	王立本(216)

CONTENTS

The Tectonic Evolution of Mesozoic—Cenozoic Sedimentary Basins in Himalaya Tethys and Its Comparison with That of Alps	<i>Liu Baojun, Yu Guangming, Chen Chengsheng, W. Frisch, and L. Raichbacher</i>	(17)
The Origin of the Weihe Graben	<i>Ning Chongzhi, Deng Naigong, and Yi Mingchu</i>	(27)
Magmatic Activities and Metamorphism in the Amdo-Quxu Area, Xizang (Tibet)	<i>He Jieming, Liu Chaoji, Liu Zhensheng, and Tan Fuwen</i>	(43)
Geochemical Study of the TOM Ba-Pb-Zn-Ag Sedex Deposit in the Yukon Territory, Canada	<i>Rui Zongyao, Ge Chaohua, Zhang Hongtao, Kong Lingbu, and Wang Longsheng</i>	(58)
The Adularia-Sericite Type Epithermal Gold Deposit of Liaoxi, in North China Platform	<i>Lin Baoqin, Shen Ershu, Zhang Lidong, and Shang Lin, B. E. Taile, F. Luobote, J. K. Motengsen, K. H. Poersen</i>	(79)
The Paragenesis Related to Sulfosalts from Dachang and Their Experimental Investigation	<i>Li Jiuling, G. H. Moh, and Naiding Wang</i>	(98)
Inclusions in Diamonds from Chinese Kimberlites and Their Mantle Significance	<i>Zhang Andi, Xu Dehuan, and H. O. A. Meyer</i>	(111)
Preliminary Study of Fluid Inclusions and Oxygen Isotopes of the Walwa Tin Field, Victoria, Australia	<i>Song Xuexin</i>	(118)
Chemical Kinetics of Mineral Dissolutions and Mass Transfer	<i>Zhang Ronghua, Hu Sumin, J. Posey-Dowty, D. Crerar, and M. Boresik</i>	(137)
Graptolite, Chitinozoan, Scoleodont Reflectance and Their Use as an Indicator of Thermal Maturity	<i>Wang Xiaofeng, Xiao Jianxin, Chen Shanqin, Li Zhihong, B. -D. Erdtmann, A. Hofknecht, and R. Brocke</i>	(164)
Infrared Spectroscopic Study of Mantle-Derived Cr-Spinels and Its Geological Application	<i>Guo Lihe, and Zhang Weirui</i>	(177)
Palaeomagnetism of Middle and Upper Proterozoic Rocks in Jixian, North China and in Jing-shan, Hubei Province, South China	<i>Zhang Huimin, Zhang Wenzhi, and D. P. Elston</i>	(198)
Trace Element Analysis in Minerals by the Proton Microprobe	<i>Zhou Jianxiong, and W. L. Griffin</i>	(215)
The State of the Art of Fly Ash Research in Northern America and Research Projects in the Future	<i>Wang Liben</i>	(224)

喜马拉雅特提斯域中、新生代沉积盆地演化 构造格局及其与阿尔卑斯的对比

刘宝珺 余光明 陈成生

(成都地质矿产研究所)

W·弗里希 L·拉斯巴赫

(德国蒂宾根大学)

内容提要 作者认为喜马拉雅特提斯构造域中、新生代的沉积盆地演化乃是冈瓦纳大陆北缘的裂解、新生洋盆的产生与消亡的过程。大约于三叠纪末—侏罗纪初班公-怒江洋盆率先出现,相继雅鲁藏布洋盆问世。可能与雅鲁藏布洋的扩张有关,尚未发育成熟的班公-怒江洋于侏罗纪末就夭折关闭了。雅鲁藏布洋闭合,即印度板块与藏北板块开始碰撞发生于早—晚白垩纪之间或晚白垩世早期。沉积学和构造变形变质特征表明,沿雅鲁藏布江缝合带分布的日喀则群(K_2)复理石属残留盆地的沉积。喜马拉雅区中、新生代盆地构造格局,无论是构造、岩相单元的平面展布,还是盆地演化历程和动力机制与阿尔卑斯都非常相似。但两者的基底性质不同,演化时间不同,沉积效应差异大。

一、前言

阿尔卑斯-喜马拉雅特提斯构造域西段的地质研究工作已经相当深入,那里是地质学许多重要理论的策源地;而东段的喜马拉雅地区则相对研究薄弱,许多工作有待于我们继续开展和深入研究。自 A. Gansser 于 60 年代中叶对喜马拉雅进行了早期地质总结以后,近二三十年里,许多中、外地质学者不畏青藏高原条件艰苦,历尽磨难,他们在岩石学、古生物地层学和构造地质学等方面做了大量的研究工作,积累了丰富的资料。在此基础上,加强该区的沉积学研究,开展沉积盆地的构造演化分析,并将其与阿尔卑斯的盆地演化进行对比,无疑将是一项很有意义的工作。它不仅可为解释青藏高原的形成历史提供沉积学方面的重要依据,而且对于分析和论证整个特提斯域的构造运动史和运动规律也是非常重要的。鉴于此,成都地质矿产研究所与德国蒂宾根大学地质研究所合作开展了“喜马拉雅—阿尔卑斯中、新生代的沉积盆地演化对比计划”的研究课题,经过 3 年来共同对喜马拉雅和阿尔卑斯的野外考察和室内综合研究,在沉积岩石学、沉积盆地分析和构造学等方面都取得了可喜的进展。本文是对喜马拉雅特提斯域沉积盆地演化构造格局的一个概括总结。

持板块构造观点的学者对青藏高原主体部分的构造单元或沉积区的划分意见几乎都是大同小异的(常承法等,1982;王乃文,1984;余光明等,1986)^[2,5,6]。原因是这个地区的地层、岩石和主要构造线的分布都有一定的规律,明显地呈带状展布。但对于这些构造单元或沉积区的演化历史以及它们之间的相互关系等问题的认识却存在着较大的分歧。下面我们将分别阐述各沉积区(图 1)的沉积演化特征及全区的构造演化格局。而本文所讨论的重点是雅鲁藏布缝合带,因为它是论证这一地区盆地构造演化史的关键性地带。

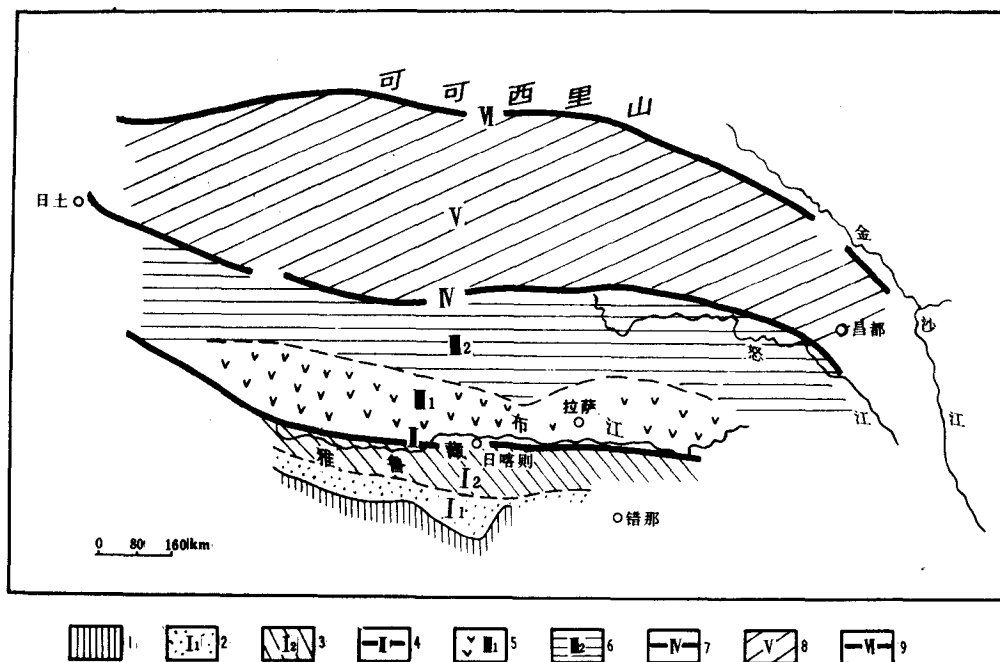


图1 喜马拉雅特提斯构造域中、新生代的构造-沉积分带略图

- 1—高喜马拉雅结晶岩带；2—喜马拉雅被动边缘南分区；3—喜马拉雅被动边缘北分区；4—雅鲁藏布缝合带；
5—冈底斯火山-岩浆弧区；6—冈底斯-念青唐古拉区；7—班公湖-怒江缝合带；8—羌塘地块；9—可可西里-金沙江缝合带

二、喜马拉雅被动边缘区的沉积演化特征

被动边缘区南与高喜马拉雅结晶岩带为界，北与雅鲁藏布蛇绿岩带为界。它与雅鲁藏布洋盆的形成和演化密切相关，大致经历了从三叠纪至白垩纪中期的演化历程。根据沉积特征，其又可进一步划分为南分区和北分区。南分区的中生代地层主要是一套海岸和浅水陆棚的沉积；北分区以深水陆棚、斜坡、陆隆或盆地边缘的沉积为主。二叠纪时本区连同藏北均属于冈瓦纳大陆北缘的稳定地台环境，大致在三叠纪或更早一些时期开始裂解^[6,3]（常承法，1984；王乃文，1984；J. L. Mercier 等，1984；刘增乾等，1983），这是众人较为统一的认识。从沉积记录来看，本区最晚在晚三叠世已由稳定地台的裂解而开始孕发被动边缘了^[2]（余光明等，1986）。由于区内早、中三叠世的地层出露不多，所以冈瓦纳大陆北缘裂解初期的沉积特征并不清楚。晚三叠世裂解作用已具有一定的规模，南、北分区的沉积分异已相当明显，南浅北深，处于非成熟的被动边缘阶段。南分区此时大部分地区处于海岸环境，代表性沉积是高成熟度的海滩和沿岸沙坝的石英砂岩（图2A）。尽管纵向层序所反映的水深变化不大，但沉积厚度达1千多米，说明盆地底盘的沉降速率是相当可观的，这正是裂陷阶段的重要特征之一。北分区这时的水体较深，即沉降速率非常大。如仁布地区的上三叠统主要是海底扇和低密度浊流的沉积（图2B，图版I—1、2）。值得指出的是，我们在仁布县城以南发现了一套夹于低密度浊流沉积中的含巨大岩块和砾石的泥岩。岩块和砾石无磨圆、无分选，杂乱地散布在泥基质中，最大的岩块长轴达100m左右，砾石一般3—30cm，除岩块（>1m）外，砾石的含量约20%—30%，其成分主要是砂岩和中、酸性火山岩。这些显然反映了滑塌加碎屑流的堆积特点（图版I—3、4）。在低密度浊流沉积中出现这种含岩块和砾石的岩层大概与发生于海底的同沉积断陷作用有关，由此推

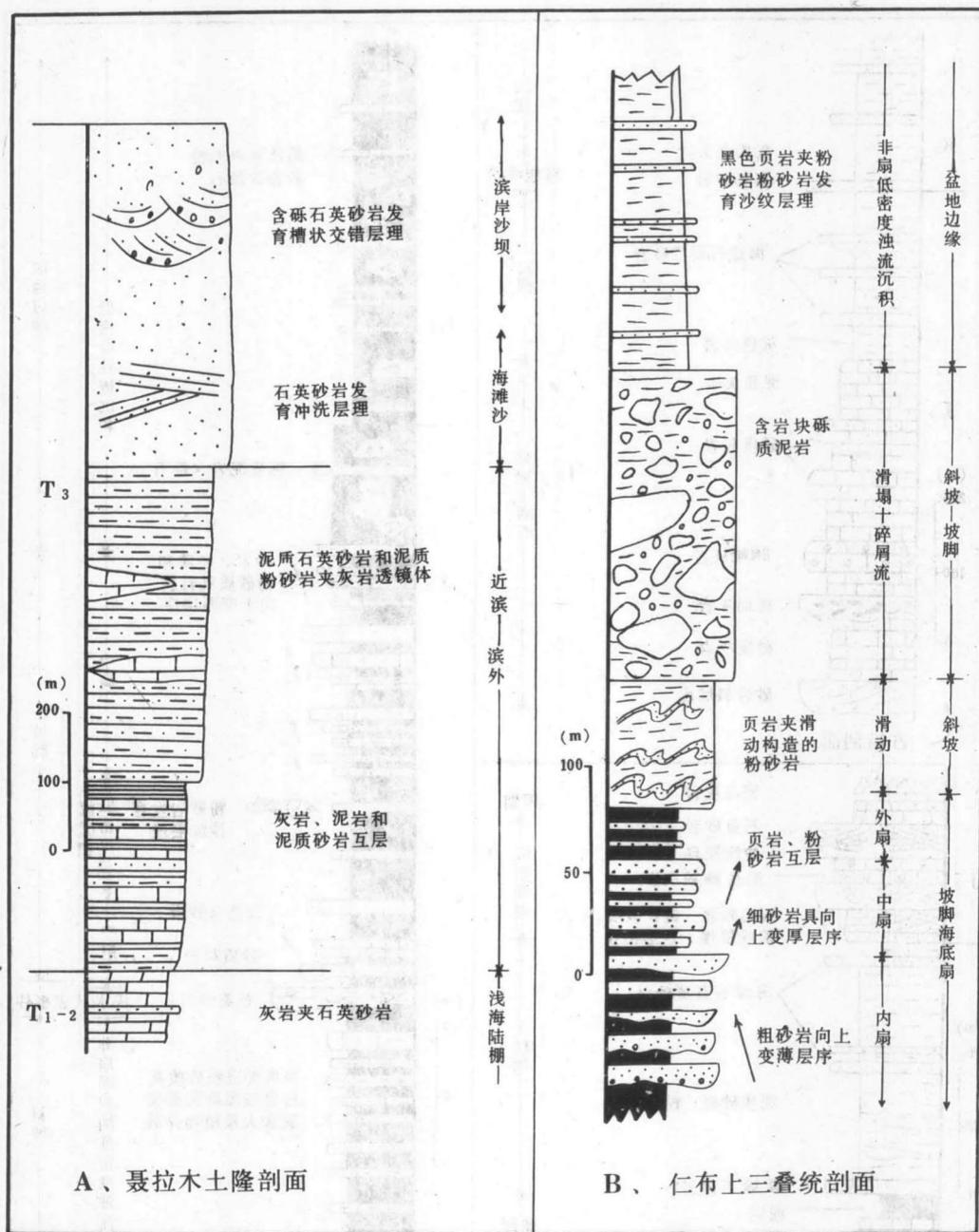


图2 喜马拉雅被动边缘晚三叠世沉积相柱状图

测当时裂陷可能还在继续发展。

从侏罗纪至白垩纪中期, 本区经历了从非成熟被动边缘到成熟被动边缘的演化过程。南分区的这种演化序列相当明显。从图3A可以看出, 早侏罗纪主要是陆源碎屑海岸和陆棚的沉积, 大量的粗粒陆源沉积物和从海岸到陆棚的水体变深的层序说明当时不仅源区的地势比较高, 剥蚀速度快, 而且盆地自身的沉降也比较快, 表现出非成熟被动边缘的特征。侏罗纪中、晚期(J₂—J₃)的主要沉积特征为: (1) 碳酸盐与陆源沉积物混积; (2) 水体浅, 属于具有障壁性质的进积型海岸的沉积(图版

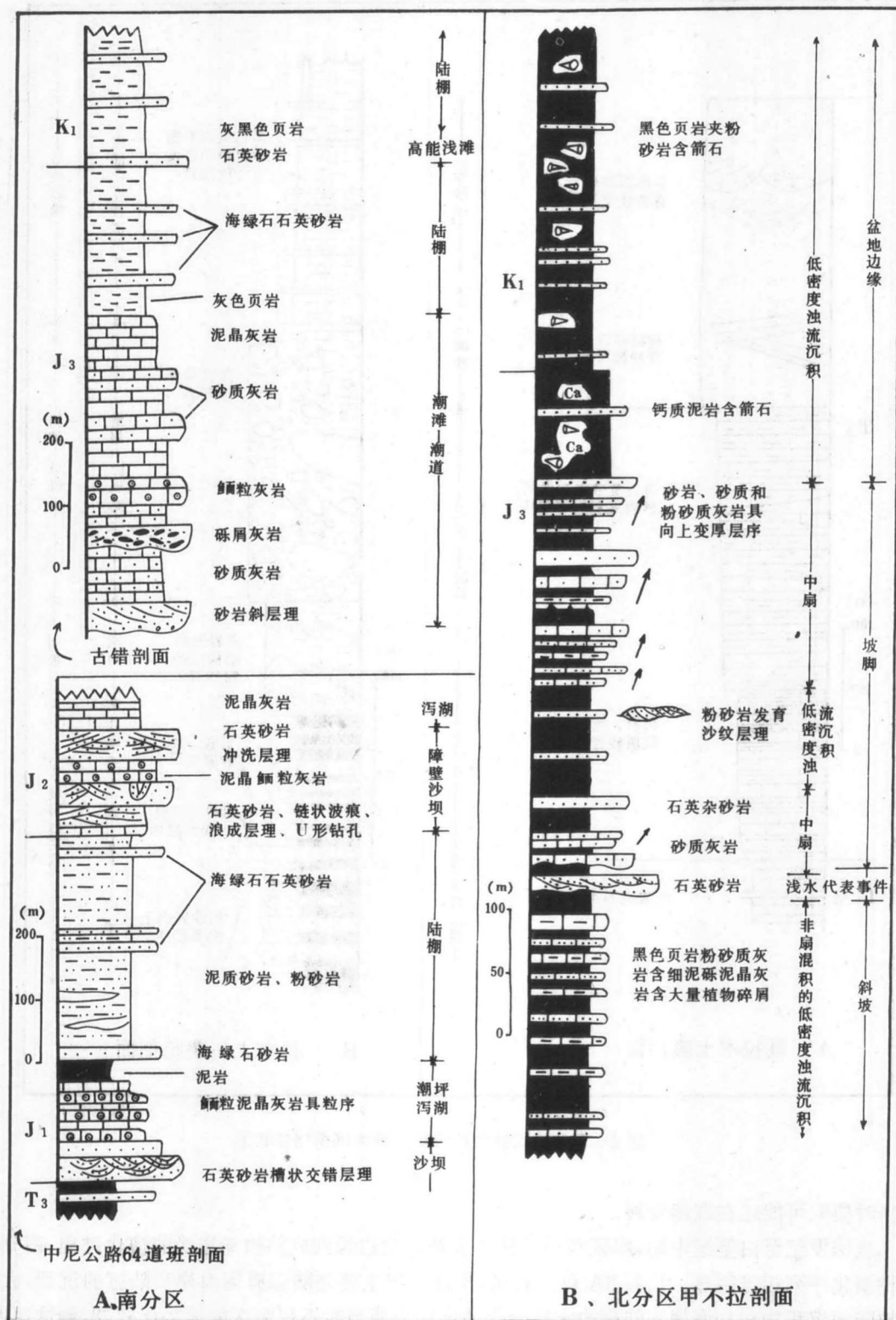


图3 喜马拉雅被动边缘侏罗纪—早白垩世的沉积相柱状图

I—5、6)。上述特征标志着陆源物质的供应量减少,盆地的下沉速度减慢,盆地已渐趋成熟,表现为一典型的过渡型被动边缘。从晚侏罗世晚期至早白垩世,这里水体持续加深,原海岸环境被淹没而转变为陆棚,沉积物以泥质组分居多。众所周知,虽然导致这种层序产生的原因很多,但我们认为本区的这种相变可能主要与盆地的热冷却沉降效应、相对海平面的上升和物源区的地势降低并趋于稳定致使沉积物的粒度变细、供给量减少等因素有关。此外,早白垩世本区还具有等斜的缓斜台陆缘的特点(余光明等,1986)。上述特征表明晚侏罗世晚期—早白垩世本区已演化为成熟型被动边缘。在北分区未见到可靠的下、中侏罗统,不过上侏罗统和下白垩统的演化序列与南分区是相当吻合的(图3B),从下到上依次为:斜坡环境的碳酸盐与陆源碎屑混积的低密度浊流沉积(J_3^1)—斜坡下部的砂、泥质低密度浊流沉积和碳酸盐与陆源碎屑混积的海底扇体系(J_3^2)—盆地边缘的粉砂、泥质低密度浊流和远洋沉积(K_1)。结合南分区的演化特征,上述相序相应地反映了该被动边缘由过渡型—趋于成熟—成熟型的演化过程。需要特别指出的是在北分区的侏罗系深水泥质沉积中夹有厚层状的高成熟石英砂岩,其中可见发育很好的牵引流成因的大型交错层理,这可能暗示着有区域性海平面急剧下降的地质事件的存在,其成因仍有待进一步探讨。

综上可知,喜马拉雅被动边缘的演化在南、北分区的反映都是很明显的。但我们也必须看到,南、北分区之间的相变是比较突然的,仅在几十公里的平面距离之内,就从南分区的海岸相急剧地变为北分区的深水斜坡—盆地边缘相,显然这种变化在平面上是不连续的,这可能与后期的构造作用有关。

由于雅鲁藏布洋盆的闭合,晚白垩世本区的盆地性质已发生了较大变化,即转变为残留盆地的一个组成部分(见下文)。

三、雅鲁藏布缝合带的演化特征

雅鲁藏布缝合带可谓是青藏高原地质研究程度最高的地带。有关这里的地质论文之多,不胜枚举。那么,该缝合带是否已经研究清楚了呢?答案无疑是否定的。下面我们就与该缝合带演化有直接联系的几个问题,如沉积盆地的相带展布、混杂堆积、板块的缝合时间以及缝合后的盆地演化等予以讨论。

1. 雅鲁藏布洋盆闭合时期及日喀则群沉积性质

雅鲁藏布江中段的岩石和地层分布,从北到南依次为冈底斯山的中酸性火山岩和侵入岩带,雅鲁藏布江谷地的日喀则群(K_2)和蛇绿岩带,此外,还有出露于日喀则群两侧的磨拉石带(E_3 — N_1) (图4)。根据现有的板块构造理论和模式,前人比较一致地将上述岩石和地层的展布解释为火山—岩浆弧—弧前盆地(日喀则群)—海沟、洋盆(蛇绿岩带)的板块构造格局(肖序常,1984;王希斌,1984;余光明等,1986;尹集祥等,1988)^[7,2,10]。同时根据上述日喀则群和磨拉石的形成时代,基本上都将雅鲁藏布洋盆的闭合时限定为始新世至渐新世。

然而,我们的研究表明,现称日喀则群的主体并非弧前盆地沉积,而属于残留盆地的沉积,依据如下:(1)日喀则群复理石的沉积厚度巨大,总厚度达2700m,这么大的沉积厚度及其所反映的沉积速率,一般弧前盆地是难以达到的。(2)本套复理石存在两类物源截然不同的碎屑组分,第一类为来源于南面的稳定大陆边缘、具有再轮回性质的高成熟的石英砂,与之形成鲜明对比的另一类是大量的蛇绿岩碎屑,包括玄武岩、放射虫硅质岩、辉绿岩和辉长岩等碎屑,以及少量的安山岩和英安岩碎屑,根据古流向,后一类碎屑组分来自于北面,属于海底扇沉积。这是弧前盆地模式难于解释的,因弧前环境的碎屑沉积物主要应来自于火山—岩浆弧。(3)前人将日喀则群中的一些蛇绿岩质砂岩命

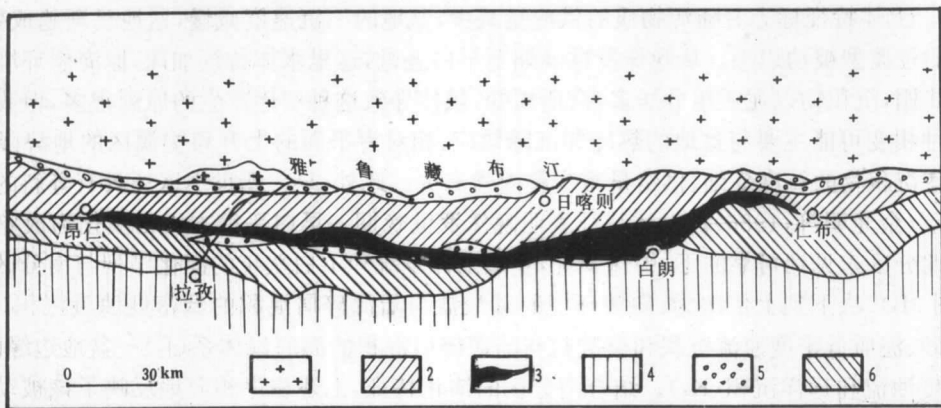


图4 雅鲁藏布江中段的岩相分布略图

1—冈底斯火山-岩浆岩带;2—日喀则群复理石;3—蛇绿岩带;4—喜马拉雅被动边缘北分区复理石;5—第三系磨拉石带;6—含岩块的复理石带

名为冲堆组,并解释为海沟内斜坡沉积(尹集祥,1988)。事实上,区内蛇绿岩质砂砾岩多处可见,均呈透镜体产出,无论其上下岩层,还是其中的夹层都是细粒复理石,而且侧向上尖灭相变为细粒复理石。可见,它们是产出于日喀则群复理石中的一种独特的沉积单元——海底扇沉积,不宜作为地层单位独立分出。特别重要的是,无论弧前还是海沟内斜坡,它们均位于板块的前缘,当洋盆闭合、两个大陆板块碰撞时,这些部位受到的冲击应当是强烈的,其沉积层的变形和变质作用无疑是明显的(Tor H. Nilsen, 1985)^[14]。然而,日喀则群的情况恰恰相反,其变质作用相当微弱,虽然有比较强烈的褶皱,但并未发生剪切变形。据 J. L. Mercier et al. (1984) 的研究,日喀则群的褶皱主要与发生于第三纪的陆内俯冲有关。(4)我们在日喀则群的蛇绿岩质砾质海底扇沉积中,不仅发现部分二叠系和三叠系的灰岩砾石,而且还找到了花岗岩砾石。这种老地层和侵入岩体遭受剥蚀后的碎屑物质进入到深水盆地中的现象,说明跨弧板块的前缘已被显著抬升,并发生了向南的逆推作用。(5)区域沉积相序变化:喜马拉雅被动边缘的南分区早白垩世为陆棚乃至深水陆棚环境,而晚白垩世急剧地转变为浅水碳酸盐台地。雅鲁藏布江地区的下白垩统主要是远源的低密度浊流沉积和远洋硅质沉积等,上白垩统则以发育海底扇体系为特征,海底扇的发育通常标志着相对海平面的下降或源区的构造抬升作用(G. Shanmugam, R. J. Moiola et al., 1985)。拉萨地块的相变基本上也是同步的,下白垩统为海相地层,而上白垩统主要是陆相地层(陈国铭、李廷栋,1984)。沉积相在纵向上的这种变化表明早、晚白垩世之间是本区的一个构造变动时期。

基于上述依据,我们认为雅鲁藏布洋盆闭合——印度板块与藏北板块开始碰撞,发生在早—晚白垩世之间或晚白垩世的早期。碰撞可能首先发生在两个板块的突出部位,由于碰撞俯冲板块刮起的蛇绿岩质构造杂岩体以及部分下冲的洋壳发生强烈的逆冲和抬升作用,于是在冈底斯火山-岩浆弧前面形成了一个主要由洋壳物质组成的外弧造山带。该带处于动力不稳定状态,因此可向残留复理石盆地提供大量的沉积物。同时,位于外弧造山带后面的部分火山-岩浆弧岩石和老地层也可被推覆到盆地的前缘,一起作为源区母岩。所以作为沉积物源的日喀则群(蛇绿岩质海底扇沉积)除了大量的蛇绿岩碎屑外,还含部分火山岩、岩浆岩及老地层岩石的碎屑。另外,盆地边缘由于构造抬升,沉积物的供给量大幅度增加,与此同时,盆地规模却大大缩小,所以残留复理石盆地往往具有沉积厚度巨大的特点。

值得指出的另一个问题是,代表沉积盆地原始展布格局的相带能被完整保存下来的造山带是

很难见到的。因为板块的缝合以及缝合后的继续汇聚作用使得几乎所有的造山带的原始相带都已支离破碎、残缺不全,何况雅鲁藏布缝合带形成后,还受到印度板块陆内俯冲的强烈影响。所以不难想象,上述雅鲁藏布江中段岩石和地层的所谓有规律的分带,即从北到南依次代表火山—岩浆弧—弧前—海沟的格局,仅仅是一种假像。我们认为在洋盆闭合之前,这种相带展布也许存在。诸如前人在日喀则群中发现的那些碎屑成分主要为中、酸性火山岩和花岗岩的沉积露头,尤其是那些直接超覆于冈底斯岩基之上的岩层(J·P·巴苏雷等,1984),可能就属于残留的原始弧前盆地的沉积。但它们与区域上广泛分布的日喀则群复理石的主体显然不能混淆。然而,据我们在仁布等地的观察,前人所指的这类沉积并不是白垩纪地层而是第三系磨拉石。

2.3 种成因类型的岩块和砾岩

沿雅鲁藏布蛇绿岩带南侧出露的那一套复理石,因其中含有大小不等的岩块或砾石,而被称为野复理石(J·P·巴苏雷等,1984;麦尔西叶等,1984),对其成因争议也比较大。中法科考队(1980)将其归因于与纳布作用有关的外来岩块,而余光明和王成善等(1986)^[2]则持滑塌沉积成因的观点。经研究,我们认为存在3种成因性质不同的岩块和砾石。

(1)与逆掩、纳布作用有关的岩块

这是区内分布最广的一类。多数岩块长轴几十—几百米,大者可达千米,甚至覆盖于整个山头。最常见的岩块是灰岩、复理石和硅质岩。通过对这些岩块的研究,我们有两个新的发现:①前人认为岩块和基质的时代都早于晚白垩世或至多为赛诺曼期(吴浩若,1982;J·P·布尔格等,1984)^[9]。然而,我们在仁布—江孜剖面上却发现了第三系磨拉石的岩块。其特点为紫红—杂色,砂、砾岩与泥岩互层,发育牵引流成因的交错层理和冲刷构造,碎屑成分与区内的第三系磨拉石完全相同。虽然没有化石、年龄依据,但根据上述诸特征我们认为将其定为第三系磨拉石是没有问题的。这一发现说明在第三纪之后或包括第三纪在内本区仍有纳布作用,反映了印度板块陆内俯冲对该区的强烈影响。②在江孜勇拉附近,我们发现许多岩块明显地顺层排列,而且这些岩块内部的岩层面与围岩的层面是平行的,岩块的长轴一般都大于几十米,两端,呈明显的透镜体形状(图版I—8)。这些现象说明岩块不是外来岩块,而是原先夹于软的泥质岩层中的灰岩和砂岩层由于逆掩、推覆作用或其派生的剪切作用而形成的构造透镜体。其形成机制见图5。

根据上述发现我们得出的结论是:区内逆掩、纳布作用成因的岩块,相对基质而言,既有外来的,也有层间的构造透镜体。它们的形成时间贯穿于板块的俯冲、碰撞和碰撞后的汇聚阶段。

(2)混杂岩

混杂岩在区内并不多见。我们仅在仁布—江孜公路上发现了一个混杂岩纳布体。其主要特点是内部所含的岩块相对较小,一般为几厘米至几米,几乎未见大于100m的岩块;常见的岩块是玄武岩、超基性岩、泥页岩、砂岩和硅质岩,未发现灰岩,排列杂乱;基质为黑色含大量有机炭的泥质物;基质连同岩块的剪切劈理都非常发育(图版I—7)。在野外,W. Frisch教授和L. Ratschbacher博士称之为标准的混杂岩。上述特征基本上反映了混杂岩应是雅鲁藏布洋盆向北俯冲阶段的产物。

(3)滑塌堆积

区内属滑塌沉积成因的岩块和砾岩非常少见。我们唯一发现的就是上文已经指出的出露于仁布县城以南约10km处的那一套含岩块和砾石的泥岩。它属于冈瓦纳大陆北缘开裂阶段的产物。

综上所述,研究区所谓的野复理石中所含的岩块和砾石的成因类型巧妙地与盆地的演化阶段相对应:即滑塌堆积的岩块和砾石—盆地开裂阶段;混杂岩—板块俯冲阶段;逆掩、纳布成因的外来岩块和构造透镜体—板块俯冲、碰撞和碰撞后的汇聚阶段,包括陆内俯冲阶段。

3. 论收缩作用和雅鲁藏布缝合带的位置

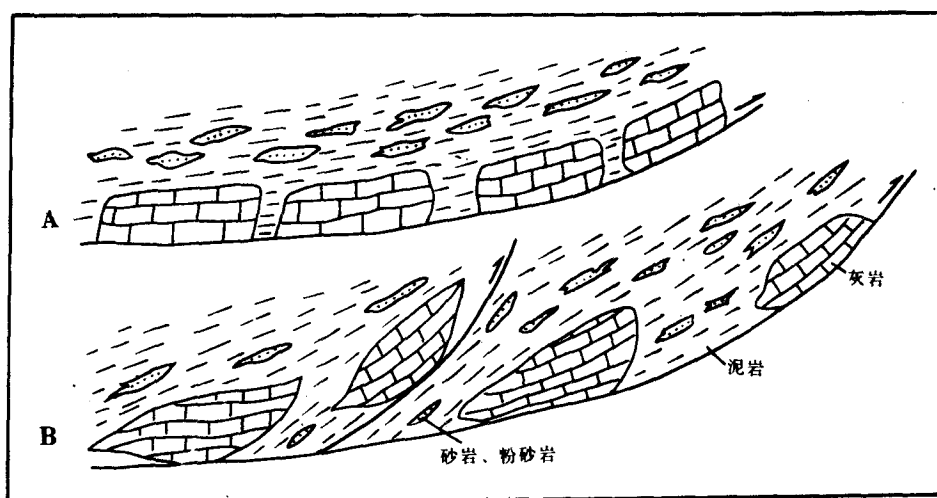


图5 块状灰岩和薄层状砂岩夹层被拉断(A)并进一步位移形成构造透镜体(B)示意图

至今大部分学者都将沿雅鲁藏布江分布的蛇绿岩带作为印度板块与藏北板块的缝合位置,这就是雅鲁藏布缝合带名称的由来。那么,让我们从下面一些事实来看看,它究竟能不能代表缝合带位置。

(1) 沉积相带不协调地紧密堆叠在一起是本区强烈收缩的宏观标志之一。

由图1可以一目了然地看出从喜马拉雅被动边缘的南缘到冈底斯火山-岩浆带,平面相距仅100km左右,在这么短的距离之内要展布前人所划分的“被动边缘—洋盆—海沟—弧前盆地—岛弧”这样一个完整的盆地格局是很难想象的。事实上,区内至少存在3个级别较大的相不连续带,也就是构造叠覆带。第一个带位于上文已经指出的喜马拉雅被动边缘的南、北分区之间。此带的出现是由于北分区的深水相逆掩、叠覆到南分区的海岸、陆棚相之上,致使中间缺失了一套由浅水到深水的过渡相。第二个带是雅鲁藏布江蛇绿岩、野复理石纳布带。我们认为蛇绿岩带及其南侧含大量岩块的野复理石均属于纳布体,理由如下:首先蛇绿岩与含逆掩、推覆成因岩块的野复理石彼此成带毗连(图4),这并不是空间分布的偶合,而是同一构造动因的产物;其次,蛇绿岩及野复理石与周围的地层均为断层接触,蛇绿岩推覆到日喀则群复理石之上的接触关系区内多处可见,而且在南卡堆剖面见其明显地被推覆到第三系磨拉石之上;再者,上文我们已经论证过日喀则群的主体属于残留盆地的沉积,那么代表洋壳的蛇绿岩带出现在残留盆地与被动边缘区之间,这本身就反映出相带在平面展布上的不协调性;最后,J·P·布尔格(1984)^[8]在研究变形构造时也提出过蛇绿岩仰冲到印度大陆过渡边缘上的假设。由此可见,雅鲁藏布江蛇绿岩带的原产地并不在现今的雅鲁藏布江地区。第三个相不连续带位于冈底斯弧与日喀则群之间。火山-岩浆弧与残留盆地的复理石直接相邻,显然是因相变过于急剧,缺少了两者之间应当有的一个浅水区和过渡带。这说明冈底斯弧可能已向南逆掩了不小的距离,它是无根的。

看来由上述3个界面相隔的构造单元向南逆掩的距离都是相当可观的。

(2) 地层的构造变形也明显地反映出强烈收缩和广泛发育的向南逆掩、推覆作用。

从F·普鲁斯特等(1984)^[8]的横贯藏南的综合剖面图(图6)上清楚地看到区内的地层向南逆掩和褶皱是相当强烈的,原作者认为有两期变形作用,并认为这两期变形均与雅鲁藏布洋盆的消亡过程有关。根据我们的观察,除了在雅鲁藏布洋盆消亡过程中产生的强烈逆掩、褶皱和剪切变形之外,继印度板块与藏北板块相撞之后,本区的褶皱和逆掩作用仍是相当可观的,但这个阶段地层的

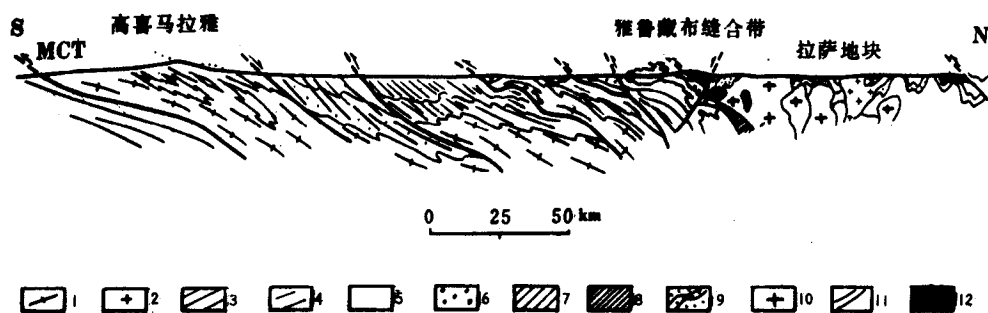


图6 藏南高喜马拉雅-拉萨地块综合剖面

(引自 F. 普鲁斯特等, 1984)

- 1—前奥陶纪喜马拉雅地层; 2—最新花岗岩; 3—古生代地层; 4—特提斯中生代地层; 5—三叠系复理石层;
6—含外来岩块的复理石层; 7—蛇绿岩混杂堆积; 8—蛇绿岩; 9—日喀则群; 10—钙-碱性弧形深成岩体;
11—拉萨地块中生代地层; 12—拉萨地块不整合的安山岩层

剪切变形并不发育,这也是区别于前期(板块碰撞阶段)变形的关键性标志。图7是日喀则群复理石的信手综合剖面。尽管该套地层剪切变形不发育,但褶皱和逆冲断层却非常发育。前面已经提及日喀则群复理石属残留盆地沉积,很显然其褶皱和逆冲作用发生于板块碰撞之后,更有力的证据是在德日附近明显可见日喀则群复理石被推覆到第三系磨拉石之上。再者,区内的第三系磨拉石也普遍发生了褶皱,特别如上文所指出的第三系磨拉石外来岩块的存在是更具说服力的佐证。

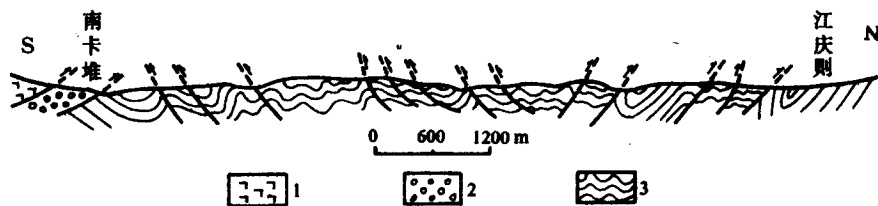


图7 日喀则地区江庆则-南卡堆的日喀则群复理石综合剖面

- 1—蛇绿岩; 2—第三系磨拉石; 3—日喀则群复理石

相带的平面展布以及地层的构造变形表明本区至少发生过两期规模较大的逆掩、推覆作用。第一期可能是在早、晚白垩世之间或晚白垩世早期由印度板块与藏北板块的碰撞所诱发的,第二期则与第三纪或第三纪之后印度板块的陆内俯冲有关。其表现形式不仅是大的构造单元向印度大陆的北缘推覆、彼此叠置,而且,各构造单元之内的许多规模不等的构造岩片也普遍向南逆掩、叠置,结果导致本区的强烈收缩、地壳增厚,构成海拔高程举世无双的造山带。基于这种机制,我们推测:①雅鲁藏布江蛇绿岩带是从北面逆推上来的残留洋壳物质,印度板块与藏北板块的结合位置可能还远在藏北,深埋于地腹。②出露于珠穆朗玛峰地区的前奥陶纪地层可能并非原地的基底地层,而仅代表一个曾经切割基底的构造岩片,其下伏的可能是更新地层的另一构造岩片。

四、藏北区的沉积演化特征

1. 冈底斯-念青唐古拉区

本区位于冈底斯火山-岩浆弧以北,班公湖-怒江缝合带以南。石炭-二叠纪时本区乃系冈瓦纳

大陆北缘的一个组成部分。主要依据是,此阶段的沉积与喜马拉雅地区相似,属地台型;含有冈瓦纳大陆特有的冰碛漂砾和寒冷型动、植物化石(刘增乾,1983;王乃文,1984)^[3,6]。自雅鲁藏布裂陷-洋盆产生,也就是该微大陆从冈瓦纳大陆北缘裂解出来之后的中生代时本区主要是浅水陆棚、海岸、海陆过渡环境和陆相沉积。根据沉积特征和板块构造的基本模式判断,白垩纪本区可能属于弧背(retro-arc)盆地(余光明等,1986)^[2]。

2. 班公湖-怒江缝合带

素有青藏高原第二缝合带之称的班公湖-怒江构造带是继雅鲁藏布缝合带发现之后,人们根据沿该带分布有一系列超基性、基性岩体而提出来的,随后又被蛇绿岩套、构造混杂岩和与蛇绿岩相伴生的深水复理石的发现加以证实。该带曾经过拉张和出现新生洋壳。其作为一个较大型的构造带几乎得到公认,然而对其盆地属性却存在较大的分歧,主要有以下3种不同的认识:(1)从晚三叠世到晚侏罗世,这里曾是个规模较大的洋盆,于侏罗纪末期闭合,并作为冈瓦纳大陆与欧亚大陆的结合带(刘增乾,1983)^[3];(2)将这一带与冈底斯火山-岩浆弧和雅鲁藏布缝合带配套成沟-弧-盆体系,即将此处作为弧后盆地(邓万明,1983;尹集祥,1988)^[10];(3)这里是一个转换盆地(余光明等,1986)^[2]。第二种观点看来过分侧重于板块构造模式的空间配套,而忽略了时间上的配套以及弧后盆地的基本沉积特征。余光明等(1986)^[2]就这个问题已作了较详细的论证,本文不再赘言。本区究竟曾是个较大规模的洋盆,或是个发育尚不成熟的转换盆地呢?由于后期构造因素的干扰,我们认为对此作出确切的回答还需要进一步的工作。

下面简要地概括一下本文将要涉及到的、该构造带目前已经比较明了的2个地质问题。(1)这里存在代表洋壳的蛇绿岩套,这一点是无疑的。1990年10月作者曾随潘桂棠副研究员在八宿附近观察到玄武岩—放射虫硅质岩—黑色硅质页岩的连续层序,在其附近还发现了超基性岩体和灰黑色低密度浊流沉积的粉砂质页岩。前人在其它许多地方也先后发现了蛇绿岩组合(刘增乾等,1983;杨丙中、郑一义,1980;郭铁鹰,1980;杨丙中等,1981;王希斌、鲍佩声、郑海翔,1981;郑海翔、潘桂棠,1981)^[3,4]。(2)该洋盆的存在时限大致是从三叠纪末或侏罗纪初至侏罗纪末期。这无论从蛇绿岩组合中的放射虫硅质岩和有关的复理石的时代,还是根据下伏、上覆地层的时代以及沉积相变化等特征都可得到证实。该带的侏罗纪蛇绿岩组合和有关的复理石不整合覆盖于早古生代的浅变质岩系之上,或晚古生代的地台型沉积之上,或不整合于上三叠统的含煤建造之上;其上覆地层在本构造带的东端为白垩纪陆相红层,而在西段主要是白垩纪的海相浅水碳酸盐沉积。上述沉积相演化表明,班公湖-怒江洋盆是在大陆边缘(冈瓦纳大陆北缘)的基础上,于三叠纪末—侏罗纪初开裂而成的,经历了整个侏罗纪的演化之后,于侏罗纪末关闭。

3. 羌塘地块

本区从有化石依据的泥盆纪地层开始一直到侏罗纪地层几乎都属于地台型的滨、浅海碳酸盐和陆源碎屑沉积以及过渡环境的含煤沉积。但其间夹有火山岩层和存在多个不整合界面,这种现象在三叠纪地层中表现最为显著,所以常承法等(1982)称之为不甚稳定的地台^[5]。白垩纪全区抬升,结束了海相沉积历史,转变为山间和山前断陷盆地的沉积。

五、盆地的板块构造演化模式

综合上述各个带的沉积演化特征,我们将喜马拉雅特提斯构造域中、新生代的板块构造演化格局概括为图8。

晚古生代冈瓦纳大陆北缘一直延伸到藏北羌塘地区。冈瓦纳大陆与欧亚大陆的结合位置在哪

