

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

三 岩石 矿物 地球化学

第8号

喜马拉雅岩石圈构造演化

西藏蛇绿岩

中国地质科学院 主编

王希斌 鲍佩声 邓万明 王方国 著

地质出版社

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

三 岩石 矿物 地球化学 第 8 号

喜马拉雅岩石圈构造演化

西 藏 蛇 绿 岩

中国地质科学院 主编

王希斌 鲍佩声 邓万明 王方国 著

地 质 出 版 社

FUG 103

内 容 简 介

本书是一部西藏蛇绿岩的专著。它是根据中法合作项目对西藏蛇绿岩进行考察和综合研究的成果撰写而成。专著首次对西藏两条著名的蛇绿岩带进行了系统的全面的总结。全书共包括四篇,对蛇绿岩的层序剖面,蛇绿岩的矿物学、岩石学、地球化学特征,蛇绿岩的成因及其形成的古构造环境均作了系统的论述,并对蛇绿岩中豆荚状铬铁矿矿床的成因提出了新见解。本专著反映了这次考察的新发现、也反映了当前研究的新成果。

本书适合于从事矿物学、地球化学、蛇绿岩、板块构造研究及铬铁矿找矿勘探的广大地质工作者和高等院校地质专业的师生参考。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

三 岩石 矿物 地球化学 第8号

喜马拉雅岩石圈构造演化

西藏蛇绿岩

中国地质科学院 主编

王希斌 鲍佩声 邓万明 王方国 著

*

责任编辑:邢瑞玲 刘建三

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 20 插页: 18页 字数: 465,000

1987年12月北京第一版·1987年12月北京第一次印刷

印数: 1—1,800册 国内定价: 8.20元

统一书号: 13038·新429

序

青藏高原位于亚洲大陆的南部，地处巨型特提斯-喜马拉雅构造域的东段。由于它具有独特的自然地理环境和复杂的地壳结构，长期以来就引起国际地学界的瞩目，成为地球科学家们竞相探索的对象，围绕着它的成因和某些特殊地质现象的解释，曾经提出过这样、那样的推论和假说，不止一次地展开过激烈的论争。早在19世纪末叶，喜马拉雅山就被地质和地球物理学家当作地壳均衡论的例证；而巨型推覆构造的发现，更激发了众多地质学家深入探索的兴趣。特别是本世纪60年代以来，由于国际合作“上地幔”计划的完成和“地球动力学”计划的实施，板块构造学说的兴起，这里更被视为研究和解决造山带地质演化和大陆板块岩石圈发展模式的理想地区，是解决亚洲乃至全球构造问题的一个关键地区，这或许就是近年来国际地学界掀起“青藏高原热”的真正原因。

青藏高原是世界上形成时代最晚、面积最大的高原，总面积200多万 km^2 ，平均海拔高度4500m，蕴藏有巨大远景的铬、铁、有色金属、贵重金属、硼、锂等重要矿产资源。喜马拉雅山是世界上最高的山系，东西绵亘2500km，平均海拔高度6,000m。青藏高原和喜马拉雅山丰富多彩的地质现象和极其特殊的构造群体组合，是举世罕见的。高原的崛起，堪称我们这个星球晚近地质时期最伟大的地质事件之一。因此，研究和查明青藏高原地质构造特征和地壳上地幔形成演化规律，查明高原隆升机理及其对环境的影响，对于本区矿产资源的勘查、开发，国土整治和环境预测以及发展地球科学理论，都具有不可忽视的意义和作用。

我国政府和各有关地质部门十分重视青藏高原的地质调查研究工作。早在50年代初期，以李璞教授为首的中国科学院西藏工作队地质组就在西藏中、东部进行了历时两年的路线地质调查。以后，地质部在柴达木盆地和川西、藏东、藏南等地，开展了石油普查和区域地质矿产的调查；中国科学院等单位在祁连山进行了路线地质调查研究工作。

青藏高原大规模的地质调查研究工作是从60年代开始的。1960—1961年、1963年和1966—1968年，中国科学院三次组织综合考察队和科学考察队，对西藏和希夏邦马峰、珠穆朗玛峰及其毗邻地区进行了地层古生物、岩石、构造等多学科的地质考察。青海、甘肃、西藏、四川、云南等省、自治区地质局在广阔地区内开展了中、小比例尺的地质调查和矿产普查，会同有关科研单位完成了除西藏以外的各个地区百万分之一（温泉幅、玉树幅、昌都幅、重庆幅等）地质矿产图件的编、测工作和若干二十万分之一图幅的地质矿产调查工作。中国地质科学院和四川、青海、新疆地质局在川西、西藏等地进行了区域地质综合研究和铬铁矿、石油、煤等矿产普查工作。地质部航空物探大队自1969年开始在东经 88° — 94° ，北纬 29° — 33° 范围内进行了二十万分之一的航空磁测工作。

70年代，除各有关省、自治区地质局继续在更大范围开展中比例尺地质调查和若干矿种的普查、勘探工作以外，进行了拉萨幅、日喀则幅及西昆仑山等地百万分之一的地质填图工作。中国地质科学院会同有关地质局、队在西藏、祁连山等地开展了以基性、超基性岩及铬铁矿为主的专题研究，进行了格尔木—拉萨路线地质调查和青海、川西、藏东

铁、铜矿产的专题研究。中国科学院于1973—1976年再次组织综合考察队，在藏南、藏北进行了更广泛的地质、地球物理的调查研究工作，并编纂出版了系列专著。

从1980年开始，我国各有关部门在青藏高原开展了第二轮大规模的地质和地球物理的调查研究工作。地质矿产部和中国科学院与法国科研中心进行了“喜马拉雅地质构造与地壳上地幔形成演化”的合作研究，地质矿产部青藏高原地质调查研究队对整个青藏高原及其周边地区的地质矿产开展了深入的调查研究。与此同时，地质矿产部青藏高原地质调查大队会同有关省、自治区地质矿产局加强了对已有成果的综合研究，于1980年编制出版了一百五十万分之一的青藏高原地质图，编纂出版了“青藏高原地质文集”和“青藏高原区域地层简表”等专论和专著，比较全面、系统地总结了青藏高原已经积累的地质调查和地质科学研究的丰富成果。

中法“喜马拉雅地质构造与地壳上地幔形成演化”合作研究，是一次大规模的多学科、多工种的综合地质调查研究工作。在实际调查研究和综合分析地质、地球物理、地球化学研究成果的基础上，并搜集、研究前人和邻区资料，对青藏高原的构造特征和隆升机理进行了较系统的阐述。在此基础上，主要包括：中法合作研究所取得的多方面的、引人注目的科学成果。

（一）在地层古生物研究方面，取得了突破性进展，完善了喜马拉雅地区和藏北申扎地区古生代地层系统；进一步证实了冈底斯地区古生界属冈瓦纳相稳定类型沉积；特别是对藏北石炭二叠纪冰海相沉积和冷水型动物群的深入研究，为冈瓦纳古陆的演化及其与欧亚古陆的分界提供了新的依据；古生代牙形石和冷水型珊瑚群的系统研究，不仅为地层层序划分和确定冈瓦纳古陆北界提供了依据，而且使本区成为当前世界上冷水型珊瑚群研究最详细地区之一。

（二）发现并详细研究了申扎地区奥陶—志留系界线剖面，定日志留—泥盆系界线剖面，聂拉木泥盆—石炭系界线剖面 and 古错侏罗—白垩系界线剖面。这些界线剖面地层层序完整，化石丰富，具有建立界线层型剖面所必备的地质条件。它们不仅为探讨青藏高原和特提斯—喜马拉雅构造带的地质构造演化历史提供了宝贵资料，而且为争取在我国建立某些地层的界线层型剖面，增加了候选剖面。

（三）通过堆晶辉长岩、岩浆房、岩墙岩床群、斜长花岗岩的发现以及地层古生物学、岩石矿物学、地球化学及微构造学的深入研究，建立了雅鲁藏布江完整的蛇绿岩剖面，为我国乃至世界蛇绿岩研究提供了典型实例。

（四）雅鲁藏布高压低温蓝闪石片岩带和冈底斯高温变质带的详细研究及其矿物组合的确定和划分，从地层、岩石矿物、地球化学以及构造等方面的证据出发，对雅鲁藏布古沟、弧、盆体系的再造，为探讨喜马拉雅及其邻区构造演化建立了理想模式。

（五）藏北申扎—纳木湖一带巨大推覆构造带的发现，班公—怒江蛇绿岩带的证实，以及对安多—东巧等地蛇绿岩岩石序列、成因、特征及相关地质构造背景的详细研究，对认识高原地壳增厚原因，探讨冈瓦纳古陆与欧亚古陆聚敛、碰撞历史及构造演化，提供了论据。

（六）对喜马拉雅和冈底斯地区的中酸性侵入岩、火山岩以及高喜马拉雅等地变质岩进行了较深入的研究。划分了岩带和变质相带；首次开展了系统的熔融包体研究；进一步进行了岩石同位素年代研究，提出一批可靠的测年数据。在珠穆朗玛峰和念青唐古拉地区

获得 1250Ma 变质岩年龄 (U-Pb 等时线), 康马岩体片麻状花岗岩测得 485、486、588Ma (U-Pb, Rb-Sr 等时线) 年龄数据。

(七) 对雅鲁藏布江一带蛇绿岩底部豆荚状铬铁矿矿床的成因, 提出了由原始二辉橄榄岩通过两种辉石的不一致熔融而形成的新见解。

(八) 人工爆炸地震和磁大地电流测深、地磁差分测深结果, 揭示了高原地壳结构特征。探明喜马拉雅地区地壳厚度 70 余公里, 冈底斯地块的地壳厚度一般 60km 左右, 壳内存在两个低速、低阻层, 地壳具有明显的层状结构; 在珠穆朗玛峰一带莫霍界面突然抬升, 地壳厚度仅达 50km, 显示喜马拉雅山并无山根; 藏北普遍存在 15—20km 的壳幔混合层。

(九) 对中新世代地层和部分古生代地层进行了古地磁的测量和研究。古地磁数据提供了冈瓦纳大陆分裂和分裂出的微板块以不同速度向北漂移以及高原地壳聚敛、缩短的证据, 同时计算了各时代陆块漂移的速率。

(十) 在藏南羊卓雍错和普莫雍错第一次获得实测的大地热流数据。高的热流值 (羊卓雍错为 3.5HFU, 普莫雍错为 2.2HFU) 说明喜马拉雅地区存在浅部热源体, 并计算了高原隆升、侵蚀速率, 为探讨青藏高原形成演化和隆升过程提供了热力学方面的证据。

这套专著分为: 喜马拉雅及邻区地壳—上地幔构造演化、地层古生物、蛇绿岩、中酸性岩浆岩、变质岩、人工爆炸地震测深、磁大地电流测深、古地磁测量、热水地球化学及活动构造等各个分册, 各分册分别就有关领域的研究成果进行了全面的总结和论述。

我们编辑出版这套专著的目的, 就是为了对几年实际调查研究所取得的丰富资料和科学数据进行一次科学的总结, 以期为青藏高原地区的经济建设和资源勘查、开发作出贡献, 为发展我国地质科学事业作出贡献, 为青藏高原地质探索的历史增加一个新的篇章。专著中所总结的内容和一些结论性的认识, 自然要经受历史的检验。今后的实践将会证明, 其中一些认识是正确的或基本正确的, 另一些认识是片面的甚至是错误的。我们希望正确的部分得到采纳和继承, 错误的部分得到纠正, 我们切望获得批评和指正。

前 言

近20年来,蛇绿岩受到世界地质学家的广泛关注。这首先是因为它在全球构造中占有关键性的位置。西藏蛇绿岩在解决大陆板块构造中举足轻重,因此,它引起国内外地质学家浓厚兴趣。1980—1982年由中法双方开展的“喜马拉雅地质构造与地壳上地幔的形成和演化”合作项目,对西藏蛇绿岩进行了广泛的专题考察。

现已查明,西藏有两个主要的蛇绿岩带。一条是沿着雅鲁藏布江—印度河分布的、发育良好的蛇绿岩带,曾被视为冈瓦纳板块与欧亚板块汇聚的缝合带。经调查研究认为其以日喀则地区发育较全且保存较好。该带沿雅鲁藏布江向东经泽当、朗县至雅鲁藏布江大拐弯处南下进入缅甸,并与那加—阿拉干山脉蛇绿岩带相连(图0-1)(李春昱等,1982);向西经达吉岭、仲巴、普兰伸向印度河上游。在我国境内全长超过1500km与其它缝合带相比,它保存了较完整的古洋壳地质遗迹。我们认为它是中生代冈瓦纳大陆板块内部的一条缝合线,是研究板块构造和青藏高原演化的一个十分典型的地区。另一条蛇绿岩带是位于前带以北并大体呈平行分布的班公湖—怒江蛇绿岩带(图0-1)。此带最西段在我国境内的班公湖一带,似与上述雅鲁藏布江蛇绿岩带有汇合趋势,并进入克什米尔地区;向东沿怒江河谷南下进入滇西北后又延出国境。这条岩带的蛇绿岩同前者一样,均属中生代的古洋壳残体,不过它比前者形成的时间较早,并被认为是板内缝合带。然而,它的特征并不明显(除了蛇绿岩作为标志外),区域地质构造格局也不十分清楚,其构造性质还有待进一步积累资料予以揭示。该岩带的古洋壳残体多已解体,尤在藏北湖区一带构造较为复杂。

本专著是中法合作蛇绿岩组1980—1982年三年考察的最终成果。文中所反映的成果主要限于中法合作项目的考察范围。藏南工作范围主要限于雅鲁藏布江流域中段,即东起仁布,西至达吉岭一带,全长约500余公里,另对泽当蛇绿岩带作了暂短的考察。藏北工作范围以中部湖区为主,其北线东起安多东,西至东巧以西一带;南线东起那曲,西至江错和申扎一带。此外,还考察了丁青蛇绿岩带。

在中法双方共同合作下,对考察区蛇绿岩取得了较为丰富的地质资料和若干新的重要进展:

一、藏南雅鲁藏布江岩带

通过1:10万的路线地质填图(仁布—昂仁间),从而查明了以下几个关键性地质问题:

1. 建立了一批组合较齐全、层序较完整的蛇绿岩剖面,特别是首次发现的大竹区和吉定堆积岩剖面(王希斌,1980)以及相继(1981年)发现的白岗剖面(郑海翔),都大大充实了该区蛇绿岩资料。

2. 在于卡堆找到了蛇绿岩层序中的席状岩床群(王希斌、曹佑功,1980),并进一步查明了枕状熔岩之下的辉绿岩是以席状岩床产出(法方尼古拉教授提出)为特征,岩墙次之。从而确定了一种新的洋壳类型。

3. 查明了雅鲁藏布江蛇绿岩带内系由两套壳层组成：一为典型（时代属早白垩世）洋壳，并保存了较完整的连续剖面，另一套为深海相沉积夹放射虫硅质岩和火山岩，不具有洋壳特征，其时代为晚侏罗—早白垩世，属于外来移置体。

4. 查明了早白垩世洋壳与上白垩统日喀则群之间的界线及其关系，从而为探讨早白垩世蛇绿岩的形成环境和蛇绿岩推覆体的性质提供了重要证据。

5. 找到了具动热变质成因的石榴石角闪岩（法方尼古拉发现），并在地幔橄榄岩底部圈定出一条广泛的蛇纹混杂带。从而确定了雅鲁藏布江缝合带的主构造面位置，为研究该缝合带的构造演化和蛇绿岩的侵位机制提供了新的证据。

二、藏北湖区

藏北蛇绿岩带的超基性岩早在60年代初即已查明其存在，然而是否存在蛇绿岩的其它组合，在1980年前资料甚少^①。为了进一步查明藏北蛇绿岩的存在及其发育特征，1981—1982年中法队蛇绿岩组在藏北中部湖区进行考察，并取得了以下重要成果：

1. 在东巧以西发现迄今为止已知规模最大的枕状玄武岩露头（水帮屋里）。
2. 在安多桥头及其以东的捷日窝玛发现了席状岩墙群。
3. 确定了依拉山、蓬湖、切里湖、姜索日、白拉、尼昌等多处堆积杂岩的存在，并建立了堆积岩剖面层序。
4. 发现了东巧、安多东等多处蛇纹混杂岩剖面 and 放射虫硅质岩露头。

本专著是集体的劳动成果，先后参加考察的人员有：

中方：中国地质科学院地质研究所肖序常、王希斌、鲍佩声、高延林、王方国、汤跃庆；西藏地质科学研究所曹佑功；原高原地质研究所郑海翔；中国科学院地质研究所邓万明、常承法。

法方：法国南特大学尼古拉（A. Nicolas）教授，法国巴黎地球物理研究所济拉尔道（J. Girardeau），蓬佐菲（A. Prinzhofer），杜波尔（B. Dupre）和法国巴黎兰斯大学马尔库（J. Marcoux）。

本专著基本上运用了蛇绿岩和板块构造理论，阐述了蛇绿岩的有关问题。鉴于不同作者在认识上可能存在差异，故本书各篇基本保持相对的独立性，以便反映各作者的观点。

专著的第一、三篇及第四篇由王希斌、鲍佩声撰写；第二篇及第四篇的一部分由邓万明、王方国撰写。

专著中附图、插图及照片分别由中国地质科学院地质研究所和中国科学院地质研究所承担，各种分析化验测试数据分别由中国地质科学院地质研究所、矿床地质研究所、岩矿测试研究所和中国科学院地质研究所以及高能物理研究所承担。

本文初稿及其附图“雅鲁藏布江（中段）蛇绿岩带地质图”承蒙地质矿产部科技司总工程师张炳熹教授、中国地质科学院矿床地质研究所陈正研究员、武汉地质学院北京研究生院邓晋福和莫宣学副教授等审阅并提出宝贵的修改意见。在野外考察期间，西藏地质矿产局地质二队章树民、周详等，以及地质五队等有关同志给予热情协助，并提供了资料上的方便。在此谨致以衷心的感谢。

限于作者水平，文中错漏及谬误之处敬请批评指正。

① 长春地质学院杨丙中、郑一义在1979年青藏高原讨论会上口头发言。

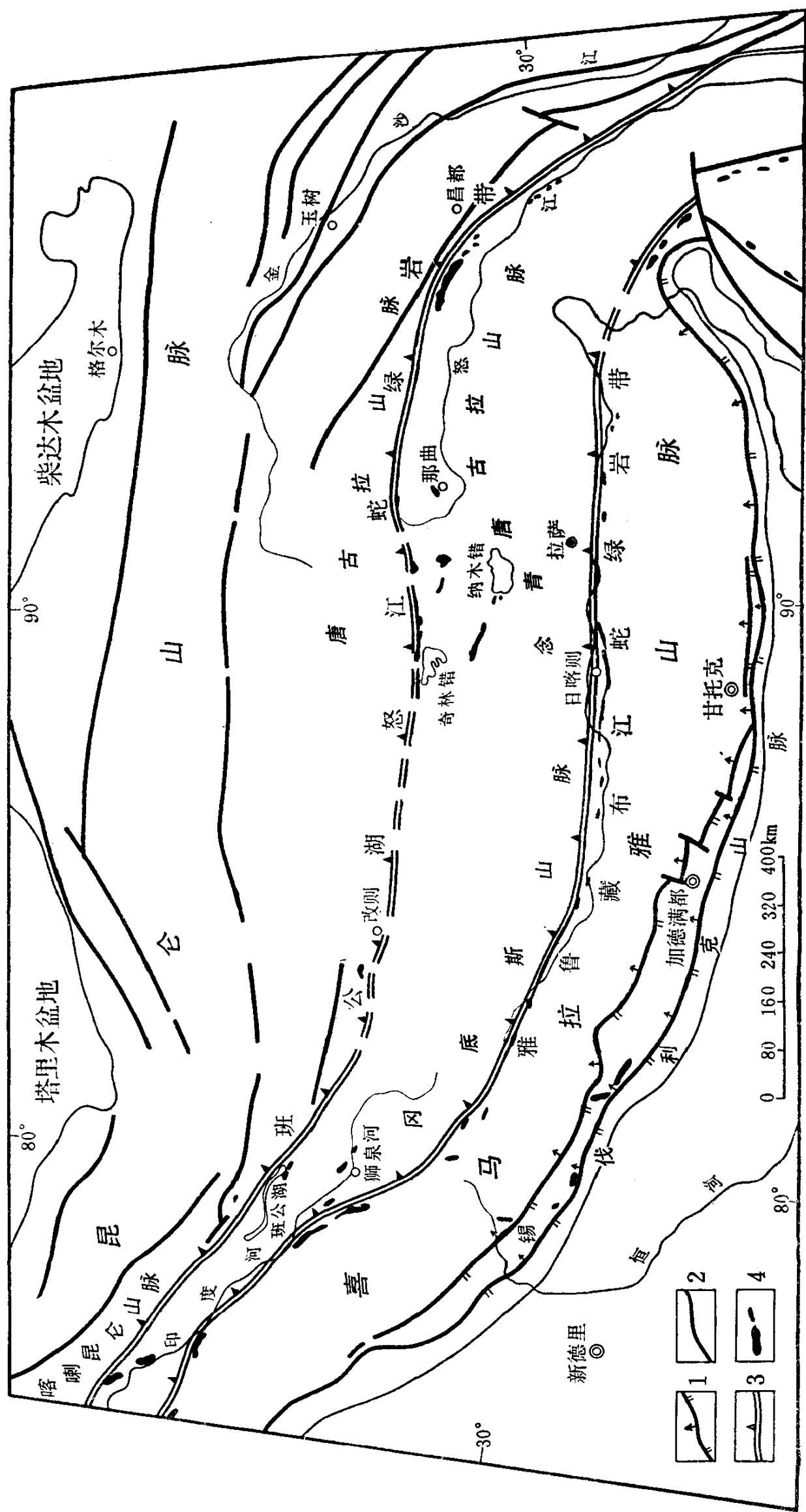


图 0-1 西藏蛇绿岩带分布略图

Fig. 0-1 The distribution plan of the ophiolites, Tibet.

1—逆冲断层, 2—深断裂, 3—中生代板块缝合线, 4—蛇绿岩及镁铁-超镁铁岩

目 录

前言	VIII
第一篇 雅鲁藏布江蛇绿岩带	1
第一章 蛇绿岩地质	2
第一节 区域地质构造特征	2
第二节 蛇绿岩岩石组合及剖面	7
第二章 蛇绿岩的岩石学、矿物学和地球化学	43
第一节 地幔橄榄岩	43
第二节 堆积杂岩	57
第三节 席状岩床(墙)群	73
第四节 火山岩	85
第三章 雅鲁藏布江蛇绿岩的成因	110
第四章 喜马拉雅特提斯洋壳发育和演化的若干特点	127
参考文献	132
第二篇 藏北班公湖-怒江蛇绿岩带	138
第一章 蛇绿岩地质	139
第一节 区域地质概况	139
第二节 蛇绿岩岩石组合及剖面	141
第三节 蛇绿岩的时代	149
第二章 蛇绿岩的矿物学、岩石学和地球化学	153
第一节 超镁铁质岩类	153
第二节 堆晶杂岩	162
第三节 火山岩类	173
第三章 藏北蛇绿岩的成因	202
参考文献	212
第三篇 与蛇绿岩有关的铬铁矿矿床	215
第一章 罗区铬铁矿矿床	215
第一节 矿区地质构造概述	215
第二节 蛇绿岩地质构造及剖面	217
第三节 岩石学、矿物学和化学成分	219
第四节 铬铁矿矿床	226
第二章 东巧铬铁矿矿床	247
第一节 矿区地质特征	247
第二节 岩石学、矿物及化学成分	248
第三节 铬铁矿体的产出部位及含矿岩石	258
第四节 矿床地质特征及铬尖晶石成分	261

目

录

第三章 铬铁矿矿床的成因讨论	269
第一节 铬铁矿产出的特定岩石组合	269
第二节 豆荚状铬铁矿矿床的成因机制	270
第三节 豆荚状铬铁矿矿床成矿规律和分布规律	286
参考文献	289
第四篇 西藏蛇绿岩图鉴	292
英文摘要	329
附图：雅鲁藏布江中段蛇绿岩地质图（由测绘出版社出版）	

CONTENTS

INTRODUCTION	VII
Part I. THE YARLUNG ZANGBO (TSANGPO) RIVER OPHIOLITE BELT, SOUTHERN TIBET	1
Chapter 1. Regional geology of the ophiolite belt	2
1. Some features of the regional geological structure	2
2. Rock assemblages and sections of the ophiolite.....	7
Chapter 2. Petrology, Mineralogy and Geochemistry of the ophiolite	43
1. Mantle peridotites	43
2. Cumulate complexes	57
3. Sheeted sill swarms	73
4. Volcanics.....	85
Chapter 3. Genesis of the Yarlung Zangbo River ophiolite	110
Chapter 4. Some characters of development and evolution of the oceanic crust for the Himalayan-Tethys.....	127
References	132
Part II. BANGONG LAKE-NUJIANG RIVER OPHIOLITE BELT, NORTHERN TIBET	138
Chapter 1. Regional geology of the ophiolite	139
1. General situation of the regional geology	139
2. Rock assemblages and sections of the Northern Tibet ophiolite	141
3. Age of the ophiolites	149
Chapter 2. Petrology, Mineralogy and Geochemistry of the ophiolite	153
1. Ultramafic rocks	153
2. Cumulate complexes	162
3. Volcanics.....	173
Chapter 3. Genesis of the Northern Tibet ophiolite	202
References	212
Part III. CHROMITE DEPOSITS RELATED TO THE OPHIOLITES	215
Chapter 1. Luoqu chromite deposits.....	215
1. Geological setting of the ore area	215
2. Geology sections of the ore area ophiolite	217
3. Petrology, mineralogy and chemistry of the ophiolite.....	219

4. Chromite deposits.....	226
Chapter 2. Dongqiao chromite deposits.....	247
1. Geological features of the ore area	247
2. Petrology, mineralogy and petrochemistry	248
3. Location of the chromite deposits in the massif and rock associations of the mineral belt.....	258
4. Geological characters of the chromite deposits and Cr-spinel compositions	261
Chapter 3. Discussion on the genesis of the chromite deposits.....	269
1. Chromite-bearing rock associations	269
2. Mechanism of the genesis for the podiform chromite deposits	270
3. Metallogenesis of the podiform chromite deposits	286
References	289
Part IV. PICTORIAL HANDBOOK OF THE TIBET OPHIOLITES	292
Abstract in English	329
Attached map: Geological map of the ophiolite zone along the mi- ddle Yarlung Zangbo River, Xizang (Tibet)	

第一篇 雅鲁藏布江蛇绿岩带

雅鲁藏布江缝合带是一条著名的巨型构造带。对沿此带分布的蛇绿岩套为了不同的目的曾进行过多次科学考察，随着研究工作的进展，对它的认识也在不断地深化。

60年代初，中国科学院组织了对西藏的首次考察，其中包括对雅鲁藏布江超基性岩的专题考察，并取得了一批开拓性成果，为后来该区进一步开展超基性岩和铬铁矿的普查勘探和科研工作以及近年来开展的蛇绿岩的研究工作打下基础；其后又进行过多次考察（周云生等，1981）。1965年以来，西藏地质局有关地质队在这一地区开展了以寻找铬铁矿为目的普查勘探和科研工作，取得了丰富的资料。

70年代以来随着板块构造理论的兴起，于是人们又用新的观点重新认识以往所观察的地质现象。常承法等（1973）在论述西藏南部珠穆朗玛峰地区地质构造时曾指出雅鲁藏布江蛇绿岩套的存在。肖序常于1978年首次以研究蛇绿岩为目的专门调查了日喀则蛇绿岩，并指出沿江流域的蛇绿岩套由枕状基性熔岩、辉绿-辉长岩、橄榄岩等组成（肖序常，1980）。Gansser（1974）认为沿印度河—雅鲁藏布江分布的是一条蛇绿混杂岩带。

然而在80年代以前，由于工作地区的局限，并未找到组合齐全、层序完整的蛇绿岩剖面。1980—1982年开展的中法合作项目对雅鲁藏布江蛇绿岩带（中段和西段）进行了深入的调查，并配合1/10万路线地质观察和填图工作，终于在大竹区、吉定和白岗等地找到了包括堆积杂岩在内的完整剖面（王希斌等1981）；与此同时，还查明了辉绿岩以岩床形式产出，圈定了变形橄榄岩带底部蛇纹混杂带，发现了大洋型花岗岩——钠长花岗岩以及在桑桑一带发现了新的枕状熔岩露头区等，都大大丰富和完善了对该区蛇绿岩的认识。

对雅鲁藏布江缝合带的认识也取得了新的进展。最初曾认为雅鲁藏布江缝合带是一条印度板块与欧亚板块之间的重要分界。经过近年来的考察结果表明，雅鲁藏布江缝合带和它北面的所谓第二缝合带——班公湖-怒江缝合带都不能作为冈瓦纳大陆的北界，而是代表古生代以后冈瓦纳大陆北缘陆壳发生的分离而又敛合的产物（肖序常，1983）。因此冈瓦纳古大陆与欧亚古大陆之间的真正界线还应在班公湖-怒江蛇绿岩带以北。由此可见，以蛇绿岩为重要标志的雅鲁藏布江缝合带乃是中生代在冈瓦纳大陆内部发生的一条板内缝合带。

第一章 蛇 绿 岩 地 质

第一节 区域地质构造特征

雅鲁藏布江蛇绿岩带大致沿着雅鲁藏布江谷地两侧呈近东西向展布。它是我国规模最大的蛇绿岩带之一。它代表了中生代冈瓦纳板块内的一条缝合带。该缝合带是一条非常复杂的构造带，是喜马拉雅-特提斯海最终闭合的一次大规模的板块俯冲事件的直接产物，表现了比较典型的地缝合线特征。雅鲁藏布江缝合带以蛇绿岩为主体，其两侧邻区由北而南包括以下几个不同构造单元^①：（1）冈底斯-念青唐古拉火山岩浆弧；（2）陆缘山前磨拉石带；（3）边缘盆地（弧前盆地）复理石带；（4）雅鲁藏布江蛇绿岩带；（5）印度地块北缘复理石混杂带。

冈底斯火山-岩浆弧沿冈底斯-念青唐古拉山脉分布。向西延伸到克什米尔的拉达克地区，向东延伸到察隅地区。它是由深成相和喷出相组成的一套钙碱性岩浆岩系列（金城伟等，1978）。前者主要由花岗岩及花岗闪长岩组成。它们系多期侵入形成的大型复合岩基。其侵入时代为燕山晚期-喜马拉雅期。岩体侵入的最高层位为晚白垩世-早第三纪地层。不整合盖层的最低层位是第三纪地层，大多为早第三系。侵入岩同位素年龄范围为120—30Ma，大致可分为120—95Ma，90—50Ma（主要侵入期），40—31Ma三组。显示了岩浆活动的多期的特点。

陆缘磨拉石带有两条：一条沿雅鲁藏布江分布，称沿江砾岩（E—N），其底部夹薄层煤，以岩相不稳定和厚度变化大、分选性很差为特点，属典型磨拉石建造。该套砾岩与北侧的冈底斯-念青唐古拉火山岩浆岩套呈不整合接触；另一条带追踪蛇绿岩带呈狭长带状分布，并不整合覆盖于蛇绿岩和上侏罗-下白垩统（J₃—K₁）之上，称柳区砾岩（E）。岩性以紫红色砾岩为主，砾石成分主要有蛇绿岩、紫红色放射虫燧石岩以及其它砂岩等。厚约200—1000m。这两套砾岩均很少变质。它们是在板块碰撞以后沉积的。可视为地缝合线的补充标志。

冈底斯地块南缘边缘盆地（或称弧前盆地？）复理石带广泛分布于蛇绿岩带的北侧，属晚白垩世的海相复理石建造——日喀则群（K₂）。其下部为页岩、砾岩夹泥灰岩透镜体，产海相动物化石；中下部为页岩夹灰岩或与砂岩、粉砂岩互层，产大型有孔虫及固着蛤和菊石；上部为砾岩、砂岩、粉砂岩夹生物碎屑灰岩，产腕足类和菊石。具有近岸边缘海古地理区的生物组合面貌。沉积建造具明显韵律，浊流与滑塌沉积发育，厚度近6000m，为均一典型的陆源碎屑建造，代表了冈底斯大陆边缘盆地沉积环境。它构成一复式向斜构造，发育一系列同斜倒转褶皱并伴有逆冲断层及陡倾劈理。该套复理石北界以高角度逆冲于新老第三系（E—N）沿江砾岩之上，其南侧与蛇绿岩带接触。日喀则群与蛇绿岩套（K₁）

^① 万子益等，1982，雅鲁藏布江缝合带地质构造特征。地质旅行简介1—22页。

的界线是以放射虫硅质岩层之上的蛇绿岩质砂砾岩或硬砂岩为标志。其上(北侧)为日喀则群, 其下为早白垩世蛇绿岩套(图 I-1-1)。作为日喀则群底界的砂砾岩(或硬砂岩), 其厚度虽不大(仅几米), 但出露广泛。见于大竹区以西坡嘎(照片3)、吉定、铜拉、把脚(照片2)以及桑桑东南的恰扎嘎等地(照片1)。可见, 在日喀则群与蛇绿岩套顶部的放射虫硅质岩之间存在一沉积间断。两者代表了两种截然不同的沉积相。日喀则群复理石代表的是大陆边缘沉积环境, 而放射虫硅质岩及其下伏的枕状熔岩代表的是典型的洋壳。不言而喻, 日喀则群不属于缝合带的组成部分。

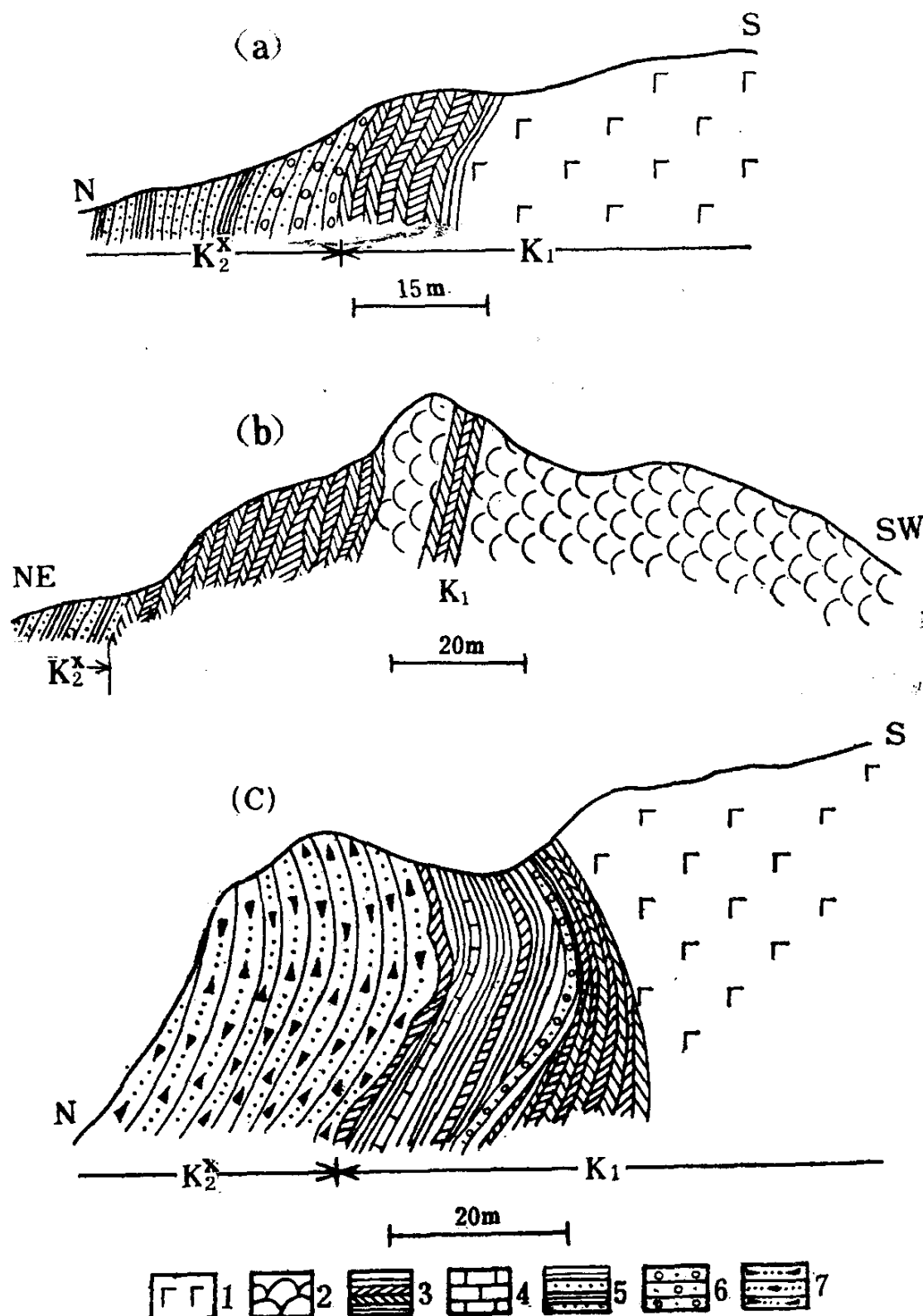


图 I-1-1 早白垩世蛇绿岩套火山岩顶部盖层示意剖面
(示放射虫硅质岩与日喀则群(K₂)的分界及其接触关系)

Fig. I-1-1 The contact relation between the early Cretaceous radiolarian chert and Xigaze group

1—块状玄武岩(或粒玄武岩); 2—枕状玄武岩; 3—放射虫硅质岩; 4—泥质岩; 5—砂页岩; 6—蛇绿质砂砾岩; 7—硬砂岩

(a) 大竹区西坡嘎剖面; (b) 吉定铜拉剖面; (c) 吉定西把脚剖面

印度地块北缘复理石带广布于蛇绿岩带以南。为一套巨厚的“冒地槽”沉积。它与不同时代地层均为断层接触或推覆于晚侏罗一早白垩世硅质-火山岩套之上。由砂岩、页岩互层组成，生物化石以菊石和瓣鳃类为主。韵律发育，以常伴有辉绿岩岩床为特征。厚2000余米。代表中生代印度板块北侧大陆坡的半深海环境。

沿此带北侧还伴有另一条混杂带，它沿蛇绿岩带南侧呈带状分布，以江孜-萨嘎间的混杂带较为典型。近东西向延伸与蛇绿岩带大致平行分布直至仲巴。长达700余公里，出露宽度约10—50km。混杂带南侧与晚三叠世复理石呈断层接触。该混杂带包括两种性质不同的混杂体，一为蛇纹混杂体，另一为泥砂质混杂体。蛇纹混杂体位于地幔橄榄岩体的底部（南侧）并与其呈渐变过渡，其最宽可达2—3km。其南界与不同时代地层呈断层接触。该套混杂体的基质以强烈蛇纹石化斜辉橄榄岩或蛇纹岩为主，挤压、剪切形变普遍，片理化明显，破碎严重。泥砂质混杂体是以复理沉积的砂页岩、砂板岩为基质，它广布于蛇绿岩带或晚侏罗一早白垩世火山-硅质岩系南侧，出露宽度变化甚大，构成了雅鲁藏布江中段构造混杂带的主体（高延林等，1980）。该套混杂体的基质为蛇绿岩带南侧中生代复理石沉积地层，挤压、剪切和错碎作用普遍，其中混杂有同时代、不同层位、不同岩性的各种规模的原地岩块和蛇绿岩套成分。原地岩块一般规模较小，数厘米至数十厘米不等；外来岩块形状不规则，杂乱镶嵌，其规模多在数米至数十米，其岩性有硅质岩、角闪岩、超镁铁岩和灰岩等。该混杂岩带的出现表明这里存在过汇聚板块边缘。它与变质橄榄岩带的南缘的蛇纹混杂带一起均可作为雅鲁藏布江缝合带存在的重要依据。

缝合带两侧的变质作用组合复杂，可分为两类：

（1）高温低压变质组合主要发育在冈底斯陆缘火山岩浆弧中，以中酸性侵入岩与桑日群中酸性火山岩中的高温热接触变质、高温接触交代、中温区域变质等作用为代表。其高温低压变质矿物组合有红柱石、叶腊石、硬绿泥石、堇青石、黑云母、石英等，为仰冲板块一侧所具有的变质作用特点；

（2）高压低温变质带发育在地幔橄榄岩带南侧的晚侏罗一早白垩世的地层中，为俯冲带的标志。其高压变质矿物为蓝闪石类，包括冻蓝闪石和蓝透闪石，黑硬绿泥石，硬柱石和硬绿泥石等（肖序常，1984）。

缝合带的形变特征表现在一系列的断裂和褶皱形态的发育，其北侧断裂大多由南向北逆冲、组成由老到新的一系列叠瓦状构造，并伴随挤压片理带及紧密倒转褶皱（主要发育在日喀则群中）。其南侧断层一般由北向南逆冲掩覆并伴随中酸性岩的侵入活动。

总之，自两大陆碰撞以后构造运动仍十分频繁，沿蛇绿岩带分布的第三纪柳区砾岩遭受了变形和断裂作用、晚期花岗斑岩岩墙的侵入以及一系列东西向的逆冲断层和倒转构造的发育都说明了地壳还在继续缩短。

雅鲁藏布江蛇绿岩带出露于两套复理石带之间。其中段（仁布—昂仁）是迄今已知该带保存较好的蛇绿岩地段（见附图）。根据本专题组1980年所开展的1/10万路线地质填图（见附图）表明，蛇绿岩带以地幔橄榄岩为主体并伴有两套性质不同的壳层。一套组成早白垩世蛇绿岩洋壳，出露于地幔橄榄岩带的北侧，它以具保存较完整的蛇绿岩层序为特征，出露宽约2—3km，以仁布至吉定间发育较全，但由昂仁向西至达吉岭间可能由于构造原因，该套蛇绿岩洋壳大部消失，仅在桑桑东南和然嘎等局部地段有残留（图I-1-2）。该套洋壳层序由北往南（自上而下）由枕状熔岩、席状岩床（墙）杂岩和堆积杂岩等组成