

国土资源部国际合作与科技司 联合资助
中国地质调查局

QINGZANG GAOYUAN DE PENGZHUANG ZAOSHAN ZUOYONG JI XIAOYING

青藏高原的碰撞 造山作用及效应

肖序常 等著

地质出版社

国土资源部国际合作与科技司 联合资助
中国地质调查局

青藏高原的碰撞造山 作用及效应

肖序常 等著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是在“青藏高原的碰撞造山作用及效应”专项研究成果基础上编写而成,全书分五篇十七章,内容包括:藏南缝合带及冈底斯岩浆岩形成过程,喜马拉雅地区变质岩及构造特征,西昆仑-喀喇昆仑地质构造演化及其效应,西昆仑和田地区金刚石重砂找矿及其成矿地质条件分析,青藏高原东北缘大陆岩石圈现今的变形和位移,甘肃西秦岭新生代火山作用与火山岩,青藏及邻区新生代典型磨拉石沉积及重点盆地对比研究,欧亚大陆及其碰撞造山带的宽频地震探测、观测数据的处理和结果,穿越喜马拉雅山造山带的宽频地震探测资料的综合解释,青藏地区深部地球物理研究的基本现状、野外实验、数据处理及反演,青藏高原南部壳幔导电性结构模型,藏南壳幔导电性结构的构造地质及大陆动力学涵义,青藏高原碰撞造山及其效应的几个基本问题,青藏高原构造演化及多能源效应。内容较为丰富。

本书可供有关地质科研、生产和教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

青藏高原的碰撞造山作用及效应/肖序常等著.
—北京:地质出版社,2010.8
ISBN 978-7-116-06780-6

I. ①青… II. ①肖… III. ①青藏高原—造山运动—研究 IV. ①P542

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 146736 号

责任编辑:吴宁魁 等
责任校对:关风云
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083
电 话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324513(编辑室)
网 址:<http://www.gph.com.cn>
电子邮箱:zbs@gph.com.cn
传 真:(010) 82310759
印 刷:北京天成印务有限责任公司
开 本:787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$
印 张:38.75 图版:55 面
字 数:990 千字
印 数:1—800 册
版 次:2010 年 8 月北京第 1 版·第 1 次印刷
定 价:126.00 元
书 号:ISBN 978-7-116-06780-6

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

参加编写人员（按章节先后）：

前 言 肖序常

第一章 赵志丹 莫宣学 董国臣 周 肃 郭铁鹰等

第二章 刘 焰 王猛等

第三章 姚建新 王 永 刘 训 张招崇 鲍佩声 王 军 肖序常等

第四章 赵 磊 徐向珍 柳玉龙 宋蓓蓓 杨华等

第五章 陈智梁 刘宇平 唐文清 张清志 赵济湘 潘忠司等

第六章 喻学惠等

第七章 王成善 朱利东 向芳等

第八章至第十章 姜 枚 钱 辉 王有学 薛光琦 李海鸥 宿和平等

第十一至第十五章 魏文博等

第十六至第十七章及结束语 肖序常 姚建新等

前 言

一、概况

本专著是在“十五”期间“青藏高原的碰撞造山作用及效应”专项研究成果的基础上编写而成，该专项原属国土资源部国际合作与科技司管理，后由该司与中国地质调查局共同管理，是一多学科、多方法手段的研究项目，下设四个工作项目：

（一）青藏高原地体边界及岩石圈剪切断裂对青藏高原形成的贡献（中法合作，时限拟订 2001~2006 年，中国地质科学院地质研究所负责）；

（二）青藏高原西部及南部岩石圈结构与碰撞造山带地球物理深探测，即中、美、尼、法合作的 Hi-Climb 计划（以 MT 探测为主）[中国地质科学院地质研究所及中国地质大学（北京）负责]；

（三）青藏高原东北部岩石圈的变形和位移——GPS 测量续作（以成都地质矿产研究所为主与美国合作）；

（四）青藏高原及邻区某些重大疑难问题立典研究，下设五个课题：

1. 藏南缝合带（雅鲁藏布江缝合带为主）及冈底斯岩浆岩形成过程 [中国地质大学（北京）负责]；

2. 青藏高原南部前寒武纪变质岩时限、特征对比研究（中国地质科学院地质研究所）；

3. 青藏高原钾质火山岩时、空特征及新生代地质事件的研究 [中国地质大学（北京）负责]；

4. 青藏高原新生代典型磨拉石沉积及重点盆地对比研究（成都理工大学地学院）；

5. 西昆仑-喀喇昆仑地质构造演化及效应 [地科院地质研究所及中国地质大学（北京）]。

以上各项目、课题野外工作自 2002 年开始；第（四）项第 5 课题（西昆仑-喀喇昆仑地质构造演化及效应）同时挂靠在中国地调局实施的“中国典型造山带岩石圈结构及动力学研究”项目，该项目已由中国地调局 2007 年 2 月中旬组织评审验收通过（评审优秀），其成果也纳入本专著。另外“青藏高原的碰撞造山作用及效应”专项设有综合组和办公室，主要任务是对青藏高原岩石圈构造演化及效应的有关问题作分析归纳，并负责协调、促进各项目和课题的工作。“青藏高原的碰撞造山作用及效应”是项目总称，碰撞造山是一复杂

过程、效应也是多方面，本书仅根据几年间采集到的有关资料作概略阐述，诚希同行审正。

二、主要成果

1. 首次在青藏高原中西部完成了从低喜马拉雅穿越尼泊尔喜马拉雅、雅鲁藏布江缝合带进入高原腹地的宽频地震探测剖面及若干条短剖面（即中美、尼、法合作的 Hi-Climb 计划——Himalayan-Tibetan Continental Lithosphere during Mountain Building 计划），对喜马拉雅地区西段仍存在 MBT，MCT，和 STD 断裂系进一步提出依据，并对其特征作了阐述；对印度大陆与欧亚大陆拼接碰撞、深部过程和模式提供了重要依据；所获层析图像也证实了印度板块未作长距离俯冲于青藏高原之下；推断藏南热活动和低速层分布，主要是由于“拆沉作用”及上地幔底侵部分熔融所致；此外对碰撞造山、伸展构造的深部过程、岩石圈各向异性、应力作用与成矿关系也作了探讨。

2. 对青藏高原地体构架及其大陆动力学作了全面论述；通过中法地质和天然地震合作考察与探测，对青藏高原结构、碰撞造山类型、青藏高原北部早古生代复合地体构架、喜马拉雅 NS 和 EW 向拆离构造、大型走滑断裂等作了详尽论述，对青藏高原地体拼合、演化的动力学过程提出了“多（海）盆、多陆块、多岛弧、多俯冲、多碰撞”新颖的认识；基于天然地震数据，对青藏高原地幔结构、地幔羽、上地幔各向异性、岩石圈俯冲板片的拆沉作用等作了全面阐述，对青藏高原隆升动力学机制进行了深入探讨，提出高原隆升碰撞新颖的动力学模式。（该成果由许志琴、杨经绥、李海兵、姜枚等完成。由于涉及学科较多，且是多年丰富积累，将另专著出版，未列入本专著）。

3. 通过对藏南雅鲁藏布江缝合带地区六条剖面的电性结构成像分析，提出雅鲁藏布江及班公错-怒江缝合带地区三维构造特征，提出藏南巨厚的中下地壳具有良好的导电性，具有“熔融体”和“热流体”状态，但高导体并不完全是连续的，至雅鲁藏布江大拐弯处高导层变薄变浅，电阻率升高等新成果，为深入探讨岩石圈形变特征、热结构以及印度板块和欧亚板块拼接碰撞特征、模式以及藏南冈底斯带成矿作用提供了重要科学依据。

4. 青藏高原东、北缘岩石圈现今变形和位移的研究（中美合作），这也是续作课题，继 2002 年之后，继续在甘、青、川地区、鲜水河断裂带进行 GPS 动态监测和持久的野外观测、数据采集，并采用 GAMIT-GLOBK 最新版软件进行 GPS 数据处理；上述工作同时与活动构造以及相关的地质、地貌实际考察相结合。值得特别提到的是上述地带是多发震区，该课题对丽江、大姚、德令哈、格尔木等地区地震预测作了及时上报，使得发震区有所警觉，为人民生命财产安全作出了切实贡献，并受到四川省地震局等单位的表彰（附件略）。还值得一提的是，该课题对南水北调西线一期工程地壳活动性进行了分析研究、

提出建议,引起社会上较大反响,受到有关部门的重视;以上为国家社会需求作出的贡献,也使我们项目立项主导思想、初衷得以实现和告慰。

5. 藏南缝合带及冈底斯岩浆岩形成过程课题,对冈底斯花岗岩类、雅鲁藏布江蛇绿岩和钾质-超钾质火山岩的年代学、岩石学和地球化学等提供了较多翔实数据,并作了分析研究认为:冈底斯花岗岩类发生时限主要在50~55 Ma,从南到北具有 K_2O/SiO_2 比值增高的规律性;对雅鲁藏布江缝合带中段蛇绿岩作了进一步研究,证明它具有印度洋 MORB 型 Sr-Nd-Pb 同位素特征——印度洋继承了 Tethys 洋地幔域地球化学特征。课题组对该区新生代为主的钾质-超钾质火山岩时空分布、地球化学、同位素测年等提供了系统数据,并对其与高原演化深过程和隆升时间的关系作了精练论述,认为拉萨地块碰撞后钾质-超钾质岩浆活动、南北向裂谷形成等与岩石圈减薄作用有着密切关系,从钾质-超钾质岩浆岩分布特征岩石学、地球化学域属性差异,说明印度板块未曾长距离向北俯冲。对钾质-超钾质岩浆岩成矿作用也作了简要阐述。

6. 青藏高原新生代钾质火山岩及深源包体课题,对昆仑山-西秦岭-三江地区钾质火山岩及其中深源包体作了详细岩石学、同位素测年、同位素地球化学特征研究,并结合有关地球物理资料提出中新世以来西秦岭岩石圈的拆沉作用诱发岩石圈底部地幔发生部分熔融和软流圈地幔物质上升是新生代碱性岩浆作用的主因;值得特别提出的是在西秦岭钾质火山岩中发现地球上出露罕见的钾霞橄黄长岩(kamafugite)(在中国首次发现,全球不及10处报道),其意义在于该火山岩是钾质火山岩中起源最深的熔浆,课题组对该类火山岩作了岩石学、矿物学和地球化学方面深入的研究,对该区乃至高原东、北部岩石圈组分、物态、结构以及深部演化有着重要意义。

7. 喜马拉雅前寒武纪变质杂岩研究课题,对东喜马拉雅构造结变形特征作了进一步对比研究,分出“南向挤出”和“北向楔入”两大构造体系;对高喜马拉雅卡达地区的退变质榴辉岩作了进一步研究,认为该退变质榴辉岩的源岩为新元古代亏损地幔的基性岩,在渐新世被带入冈底斯岛弧带之下形成的榴辉岩;对喜马拉雅碳酸岩进行了研究,提出火成碳酸岩不只形成于岩石圈地幔,强调沉积的碳酸岩可发生部分熔融作用形成岩浆碳酸岩的新认识;结合藏南大陆动力学演化特征首次对该区分出三条变质岩带。

8. 沉积盆地课题,首次对青藏高原北部大型沉积盆地北起酒泉盆地,向南柴达木盆地、可可西里盆地(东部为主)新生代以来沉积特征、构造变形、演化进行了实地调查和分析对比研究,提出以上盆地都经历早期走滑拉分盆地、中期前陆盆地、晚期陆内(山间)盆地的演化阶段,而且提出上述盆地在新生代具有“向北生长”(南面盆地形成早于北面盆地)的年代学依据和构造格局等方面的新认识。

9. 西昆仑-喀喇昆仑地质构造演化及效应课题, 有3点首次(或较早)发现: ①在康西瓦断裂带南缘和北缘首次在碱质基性火山岩中发现深源包体(包晶和尖晶石二辉橄榄岩); ②首次在团结峰温泉沟(乔戈里峰东)采集到丰富的志留系疑源类和几丁虫化石, 在达布达尔一带发现早志留世笔石, 在甜水海-麻扎以南等处发现二叠纪孢子花粉等, 为区调地层划分提供了依据; 首次运用磁性地层方法, 测定、划分了柯克亚剖面时代; ③首次在西构造结中国境内进行 AFTA 测试。有两点再次认识: ①再次认为本区不存在浩瀚的“原特提斯大洋”或“秦祁昆大洋”、“西昆仑大洋”等, 但在早古生代—新元古代(或稍早)确存在古岛弧、古陆块与洋盆相间的构造格局; ②再次对西昆仑成因——弧-弧、弧-陆碰撞模式以及塔里木向南的“A型俯冲”模式提出质疑、否定。有一点提示: 经过对金刚石重砂指示矿物鉴定和分析研究, 再次提示金刚石矿源区有可能是铁克里克古断隆之北而不是其南的托满一带, 并认为当时河流重砂富集趋势与现代河流方向相反, 但这仅是沿卡拉喀什河二、三阶地重砂取样的初步结论, 尚待进一步结合新构造演化史、地质、地球物理和地球化学等综合调查研究作出最终较为确切的判断。

10. 综合组对近年青藏高原碰撞造山及效应中有关深部过程、拆沉作用以及特提斯演化等几个基本问题, 作了概略阐述。关于资源效应, 综合组强调青藏高原的“多能源效应”, 指出青藏高原具有油气、冻土带水合物、砂岩铀矿以及岩浆型铀矿等的形成条件, 它们在时空和生因上有着相互共生、耦合和促长关系, 因而在勘察、研究中应开展多学科结合的综合研究, 并需采取多工种协同、联合勘探、研究; 应避免以后重复工作。此外, 还应扬弃过去油气生因的观念, 应充分考虑“慢源(慢流或慢汁)”对油气合成催化的重要作用(提出“慢源合成催化生油论”), 因而对柴达木盆地以及青藏地区中、新生代盆地等今后应重视深部地质构造格局的深探测研究。

最后强调提出: 项目研究成果多篇已在有关地学刊物上发表, 但为了将项目整体情况公诸同好, 倾听批评指正, 故再综合集成此册。应再说明的是: 第一工作项目“青藏高原地体边界及岩石圈剪切断裂对青藏高原形成的贡献”由于涉及多学科、有历年丰富的积累, 自成体系, 另专著中已有体现(参阅《造山的高原》, 2007, 许志琴、杨经绥、李海兵、张建新、吴才来等, 地质出版社出版), 本专著不再纳入。

由于项目研究内容较广泛, 涉及学科方法手段较多, 以上成果中恐有遗漏或偏颇之处, 以及编排中内容重复、繁简不一等, 诚希读者审正。

三、致谢

在历次本项目成果评审中专家组李廷栋院士、赵逊、吴功健、肖庆辉、袁学诚研究员以及莫宣学教授等, 及国土资源部科技与国际合作司和中国地质调

查局有关领导高平、白星碧和卢民杰研究员等针对不同课题，提出了许多修改、补充建议，对提高本项目成果综合、总结等方面很有指导意义。

在野外调查期间，陕西省地调院、河南省地调院、新疆地矿（勘）局、西藏地矿（勘）局、地调院及所属地矿队（新疆地质十队、八队、三队、二队等）、国家“305”项目办公室以及省、区工作站等单位在交通、住食、协同工作和提供资料、信息等方面给予了大力支持、热情帮助；西昆仑课题先后协同工作的还有韩方林、计文化、王世炎、尹宗义、李博秦、宋述光、罗照华、王彦斌以及苏犁等同志，在此一并致以衷心感谢。在综合成果中，还引用了早期共同工作同仁刘训、罗照华、高锐等研究员的研究成果……此不一一列举。本书编排、审校等得到鲍佩声研究员和翟庆国博士等的帮助。

（肖序常 执笔）

目次

前 言

第一篇 青藏高原南部碰撞造山作用及其效应

第一章 藏南缝合带及冈底斯岩浆岩形成过程	赵志丹 莫宣学 董国臣 周肃 郭铁鹰等 (3)
第一节 林子宗火山岩的时代及其意义	(3)
第二节 冈底斯带中段花岗岩的时代、岩石学和地球化学	(11)
第三节 冈底斯带碰撞后钾质-超钾质岩石时空分布与意义	(27)
第四节 西藏雅鲁藏布江蛇绿岩及其揭示的特提斯地幔域特征	(33)
第五节 拉萨地块碰撞-后碰撞岩浆作用类型的 Sr-Nd 同位素证据	(48)
第二章 喜马拉雅区变质岩及构造特征	刘焰 王猛等 (57)
第一节 喜马拉雅区变质岩研究现状	(58)
第二节 喜马拉雅区变质杂岩特征	(62)
第三节 喜马拉雅区变质岩的大陆动力学涵义与初步的结论	(87)

第二篇 青藏高原北部碰撞造山作用及其效应

第三章 西昆仑-喀喇昆仑地质构造演化及其效应	姚建新 王永 刘训 张招崇 鲍佩声 王军 肖序常等 (93)
第一节 西昆仑及邻区地层和古生物概况	(93)
第二节 西昆仑山新生代沉积与构造运动特征	(123)
第三节 西昆仑及邻区岩浆岩	(138)
第四节 西昆仑及邻区构造格局和演化	(194)
第四章 西昆仑和田地区金刚石重砂找矿及成矿地质条件分析	赵磊 徐向珍 柳玉龙 宋蓓蓓 杨华等 (214)
第一节 研究思路和研究方法	(214)
第二节 金刚石重砂找矿成果	(220)
第三节 工作区地幔可能的组成及状态	(252)
第四节 关于塔里木地台金刚石找矿的思考	(257)
第五章 青藏高原东北缘大陆岩石圈现今的变形和位移	陈智梁 刘宇平 唐文清 张清志 赵济湘 潘忠司等 (259)
第一节 青藏高原及其东前陆地壳运动的 GPS 监测	(259)
第二节 青藏高原东北缘大陆岩石圈现今变形和位移	(263)
第三节 鲜水河、龙门山断裂交会区现今构造 GPS 研究	(272)
第四节 应用高精度 GPS 监测鲜水河断裂的现代地壳运动	(276)
第五节 GPS 在地球动力学和地震研究中的应用	(281)

第六节 南水北调西线一期工程区地壳活动有关的地质问题·····	(284)
第六章 甘肃西秦岭新生代火山作用与火山岩	
——中国首次发现钾霞橄黄长岩·····	喻学惠等 (293)
第一节 西秦岭地区新生代火山岩产出的地质背景、时空分布及火山地质特征···	(294)
第二节 新生代火山岩的结构分类和岩石学特征·····	(296)
第三节 新生代火山岩的矿物学特征·····	(299)
第四节 新生代火山岩的全岩化学及岩石名称的确定·····	(315)
第五节 新生代火山岩的地球化学·····	(319)
第六节 新生代钾霞橄黄长岩和碳酸岩的起源和成因·····	(326)
第七章 青藏高原新生代典型磨拉石沉积及重点盆地对比研究 ·····	
·····	王成善 朱利东 向芳等 (331)
第一节 研究内容及工作进展概况·····	(332)
第二节 青藏高原北部盆地构造沉积演化·····	(333)
第三节 江汉盆地西缘白垩纪—第四纪沉积演化与长江三峡的贯通·····	(376)
第四节 结 语·····	(384)

第三篇 穿越喜马拉雅山—青藏高原西南部宽频地震探测

——中、美、尼、法 Hi-Climb 合作项目·····	
·····	姜枚 钱辉 王有学 薛光琦 李海鸥 宿和平等
引 言 ·····	(389)
第八章 欧亚大陆及其碰撞造山带的宽频地震探测研究概况 ·····	(391)
第一节 喜马拉雅造山带宽频地震探测研究深部构造的进展·····	(391)
第二节 穿越喜马拉雅带的宽频地震探测计划 (Hi-Climb) 及其主要研究内容···	(393)
第三节 台站布置野外工作安排与实施·····	(397)
第四节 仪器、观测数据的采集与质量评述·····	(408)
第九章 观测数据的处理和结果 ·····	(410)
第一节 数据的预处理与数据存档·····	(410)
第二节 近震事件的广角反射地震结果·····	(415)
第三节 远震事件的接收函数反演结果·····	(430)
第四节 远震事件的接收函数偏移结果·····	(435)
第五节 远震事件的地震层析方法处理结果·····	(438)
第十章 穿越喜马拉雅造山带的宽频地震探测资料的综合解释 ·····	(447)
第一节 喜马拉雅构造带及其两侧的地壳上地幔结构·····	(447)
第二节 喜马拉雅山南北和青藏高原地壳上地幔的各向异性特征与深部构造运动的 关系·····	(455)
第三节 印度西藏碰撞带的消减作用·····	(460)
第四节 两条南北向宽频地震剖面的对比研究·····	(465)
第五节 青藏高原深部构造与矿产资源关系的初步探讨·····	(469)
本篇结束语 ·····	(475)

第四篇 青藏高原南部岩石圈电性结构的大地电磁研究	魏文博执笔
引言	(479)
第十一章 青藏地区深部地球物理研究的基本现状	(481)
第一节 青藏高原是现代地球科学研究的热点地区	(481)
第二节 关于青藏高原形成、演化机理的研究	(482)
第三节 INDEPTH 在西藏进行的大地电磁深探测	(483)
第十二章 野外实验	(486)
第一节 测线布置	(486)
第二节 仪器和设备	(487)
第三节 观测方法、技术	(491)
第四节 数据质量	(494)
第十三章 数据处理与反演	(495)
第一节 大地电磁测深数据处理技术	(495)
第二节 MT 反演方法	(495)
第十四章 西藏高原南部壳-幔导电性结构模型	
——地球物理解释	(499)
第一节 定性分析	(499)
第二节 定量解释	(500)
第十五章 藏南壳、幔导电性结构的构造地质学及大陆动力学涵义	
——地质解释	(506)
第一节 地下岩石的导电性	(506)
第二节 大陆岩石圈的导电性	(508)
第三节 青藏高原南部岩石圈构造格架及物质状态	(510)
本篇结束语	(532)
 第五篇 青藏高原碰撞造山作用及效应有关研究成果评述	肖序常执笔
第十六章 青藏高原碰撞造山及效应的几个基础问题	(537)
第一节 青藏高原碰撞造山深部过程	(537)
第二节 “拆沉作用”在青藏高原碰撞造山和隆升中的重要意义	(541)
第三节 特提斯形成、演化及有关的大陆动力学背景问题	(544)
第四节 青藏高原隆升时限和速率简述	(548)
第十七章 青藏高原构造演化与多能源效应	(551)
第一节 有关青藏高原能源战略选区的初步认识	(551)
第二节 多能源综合调查、协同勘探及油气生因的探讨	(561)
第三节 青藏高原及邻区油气生因的进一步考虑	(563)
 总结束语 (存在问题及建议展望)	肖序常 姚建新执笔 (566)
参考文献	(568)
图版	

Contents

Foreword

Part I Collisional Tectonics and its effects of the southern Qinghai-Tibetan plateau

- Chapter 1 The magmatic evolution of the suture zone in the southern Tibetan plateau and the Gangdise terrain (3)
- Chapter 2 Metamorphic complex and its tectonic significance in the Himalayan region (57)

Part II Collisional Tectonics and its effects of the northern Qinghai-Tibetan plateau

- Chapter 3 Tectonic evolution and its effects of the western Kunlun Mountains and Karakorum Mountains (93)
- Chapter 4 Geological setting and indicator minerals for diamond in the western Karakorum and Hetian area (214)
- Chapter 5 Characteristics of deformation and crustal movement of the northern and eastern regions of the Qinghai-Tibetan plateau (based on results of recent GPS observations) (259)
- Chapter 6 Cenozoic volcanism in the western Qinlin Mountains (first discovery of the Kama fugite in China) (293)
- Chapter 7 The comparative studying of the Cenozoic Molasse and sedimentary basin in the northern Qinghai-Tibetan plateau (331)

Part III The seismological survey across the Himalaya in the west and south of the Tibetan Plateau (Co-operation project for China, United States, Nepal, and France)

- Preface (389)
- Chapter 8 Seismological survey in collisional orogenic belt of the Eurasian continent (391)
- Chapter 9 The data processing and results for the observation (410)
- Chapter 10 The integral interpretation for the Hi-Climb broad-band seismological data (447)

Part IV The Magnetotelluric research on lithosphere electrical property beneath the south of the Tibetan Plateau (Sino-US cooperated)

- Preface (479)
- Chapter 11 Current status of geophysical research on deep structure beneath Tibet area (481)
- Chapter 12 Field experiment (486)
- Chapter 13 Data processing and inversion (495)

Chapter 14	The electrical structure model and its interpretation of Crust-Mantle lithosphere beneath the south of the Tibetan Plateau	(499)
Chapter 15	The structural geology of electrical property of crust-mantle lithosphere beneath southern Tibet and the geodynamic inferring—Geological Interpretation	(506)
Part V Concise review of the collision orogeny of the Qinghai-Tibetan plateau and its effects		
Chapter 16	Discussion on questions concerning the collision orogeny and its effects of the Qinghai-Tibetan plateau	(537)
Chapter 17	Multi-energy resources in the Qinghai-Tibetan plateau	(551)
Conclusions and remarks		(566)
References		(568)
Plate		

第一篇 青藏高原南部碰撞 造山作用及其效应

第一章 藏南缝合带及冈底斯岩浆岩形成过程

本研究成果主要揭示了大陆碰撞过程不同阶段的岩浆作用响应,包括碰撞前(例如狮泉河-改则地区花岗岩)、大陆碰撞过程或者初始碰撞后的延迟阶段(林子宗火山岩,曲水岩基)和后碰撞阶段(钾质和超钾质岩石、含矿斑岩)。在此基础上确定了缝合带中东部大陆碰撞的时限为65 Ma;揭示了伴随着特提斯洋俯冲消减的大规模岩浆混合作用和地壳垂向增生作用;由冈底斯带岩浆作用地球化学类型揭示了冈底斯带地壳结构特征的东西向差异,发现超钾质岩石可能代表了印度大陆的俯冲物质再循环作用,对日喀则蛇绿岩中基性岩石的研究,揭示了俯冲的特提斯洋地幔域的特征。

第一节 林子宗火山岩的时代及其意义

研究(董国臣,2002;Mo等,2002)表明,在冈底斯岩浆岩带大面积分布的林子宗火山岩系蕴含着新特提斯洋闭合与陆-陆碰撞过程的许多信息,一直受到中外地质学家的青睐(金成伟,1981;Yin and Harrison,2000;Pearce and Mei,1988)。关于林子宗火山岩系的地层层序及年龄前人做过很多工作(Pearce and Mei,1988;宋全友,1999;刘训等,1992;王天武等,1999;王松产,1984,1990;王碧香等,1984;陈楚震和王玉净,1984;王思思,1989;刘鸿飞,1993,1995;西藏自治区地质矿产局,1993a, b, 1990, 1997;麦尔西叶等,1998;Maluski et al., 1982;Coulon et al., 1986),对林子宗火山岩系及藏南火山岩研究起了重要作用,也为我们的研究提供了良好的基础。但由于分布广,岩性复杂,化石证据不足,林子宗火山岩系及其内部各组岩石单元的时代归属仍然存在分歧。在前述的文献中,主要存在的问题是:①林子宗火山岩的上、下限年龄不清楚,底界年龄是晚白垩世,还是古近纪仍在争论中;②前人报道的几十个同位素年龄,绝大多数都不是在对林子宗火山岩进行系统的地层研究基础上取样测定的,因此,虽然也代表林子宗火山岩系某一区段的年龄,但是这些同位素年龄数据与火山岩地层层序的对应关系并不清楚,相互之间的可对比性不强,甚至出现矛盾,各组火山岩活动的准确年龄区间尚未确定,没有形成火山岩系完整的年代格架。

林周火山沉积盆地是建立林子宗火山岩年代学格架的理想地区。该区为林子宗火山岩的命名地,其火山岩剖面完整,露头新鲜,连续性好,厚度大,与下伏地层的不整合面清楚,以往科研工作和区调工作大都以其为标准进行对比。详细的岩石学与地球化学研究表明(董国臣,2002),林子宗火山岩的岩浆性质、构造-岩浆类型及形成时的地球动力学环境随着时间的推移有着明显的变化。下部典中组以中钾钙碱性、偏铝质火山岩为主,中部和上部的年波组与帕那组则以高钾钙碱性-钾玄岩质、过铝质火山岩为主,暗示地壳逐渐加厚。林子宗火山岩在微量元素和稀土元素上具有陆缘弧火山岩与陆内火山岩的双重特征。随着时间的推移,弧火山岩的特征逐渐减少,而陆内火山岩的特征逐渐增强,到了晚期