

青藏高原北部地体 构造与演化

——格尔木-额济纳旗地学断面走廊域地质构造与演化研究

陈炳蔚 姚培毅 郭宪璞 刘训 董学斌 等著

A stylized geological cross-section illustration showing various colored layers representing different geological strata. The layers are depicted in shades of yellow, green, brown, and dark purple, separated by white lines indicating boundaries. The overall shape suggests a landscape profile with a prominent yellow feature on the left and a dark purple feature on the right.

地质出版社

青藏高原北部地体构造与演化

——格尔木-额济纳旗地学断面 走廊域地质构造与演化研究

陈炳蔚 姚培毅 郭宪璞 刘 训 董学斌 等著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是“格尔木-额济纳旗地学断面多学科综合调查研究”课题下属于课题“格尔木-额济纳旗地学断面走廊域地质构造与演化研究”的科研总结。作者以板块活动论、地体分析法为指导思想,重点揭示了断面走廊域内欧亚古大陆南部“条块”相间的陆内造山带的形成机制,结合各造山带之间块体运动状态,阐明了印度板块、西伯利亚板块之间的运动学、动力学等演化关系。本书可供广大从事地质工作的科研、教学以及地质普查、找矿人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

青藏高原北部地体构造与演化:格尔木-额济纳旗地学断面走廊域地质构造与演化研究/陈炳蔚等著,一北京:地质出版社,1996.10

ISBN 7-116-02220-1

I. 青… I. 陈… III. 地质构造-中国-青藏高原-研究 N.P548.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 15822 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:江晓庆 钟正钢

北京地质印刷厂印制 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:7.875 铜版图:2 个 字数:18.2 万

1996 年 10 月北京第一版·1996 年 10 月北京第一次印刷

印数:1—400 册 定价:13.00 元

ISBN 7-116-02220-1

P·1665

绪 论

全球地学断面(GGT)计划是80年代后期国际岩石圈研究计划中的重大计划。它是通过在全球部署的170余条深部断面来研究全球的地壳、上地幔以至岩石圈的构造状态的。目前已在全球编制出50条跨越大陆、大洋中各类构造单元的区域性地学断面。它的实施推动了地质、地球物理、地球化学等多学科之间的协作配合。此项研究对自然资源的合理开发、生态环境、基础科学研究都有着重要意义。“七五”期间,我国进行的亚东-格尔木地学断面的综合研究,取得了显著的成果,积累了认识青藏高原中、南部岩石圈结构和变形的宝贵资料,建立了大陆碰撞的俯冲-叠覆模式。“格尔木-额济纳旗地学断面多学科综合调查研究”是“八五”期间得到国家自然科学基金会重点资助的地质矿产部深部地质计划项目。该断面所通过的地理位置属青藏高原北部及北邻地区,即是亚东-格尔木断面的北延部分(图1)。该断面可

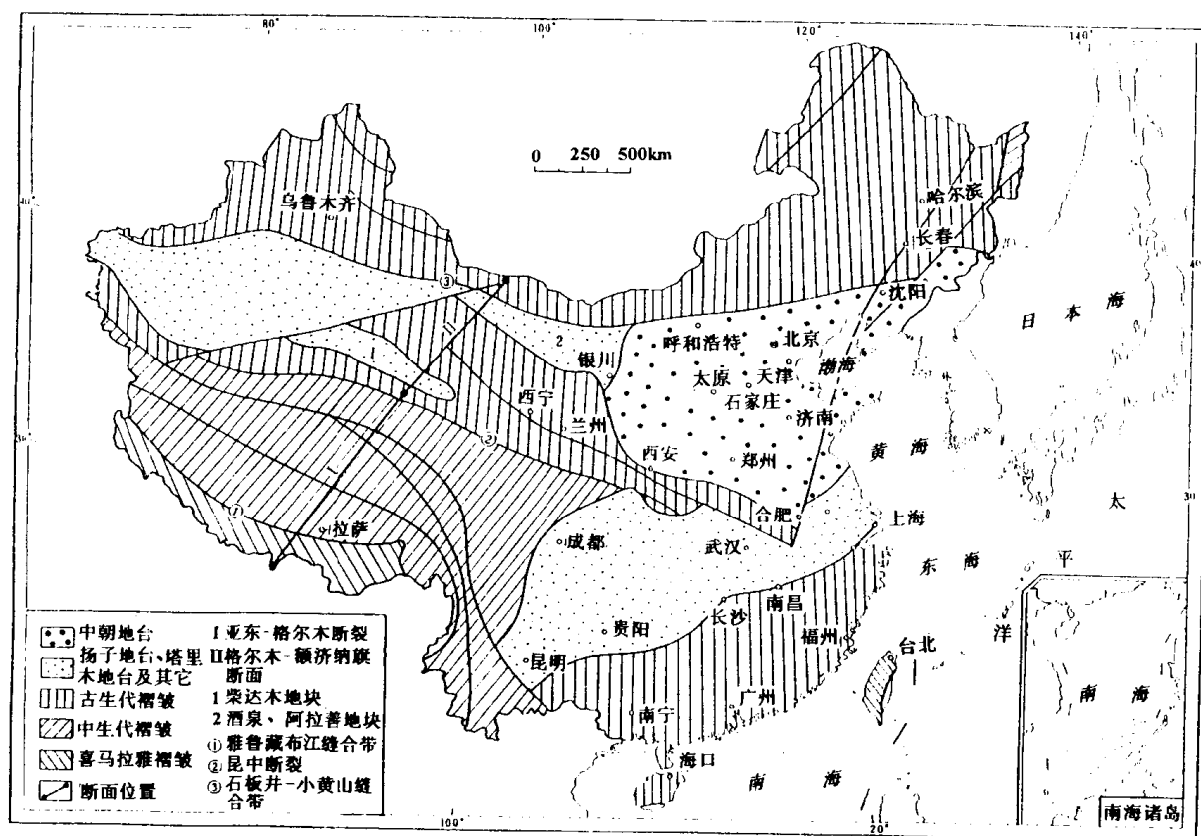


图1 中国大地构造略图

Fig. 1 Sketch map of tectonic division of China

与北面的蒙古中央断面、俄罗斯西伯利亚断面衔接,往南通过亚东-格尔木断面与印度次大陆断面相连,从而形成一条纵贯亚洲大陆南北的国际岩石圈大断面,因此它的意义和重要性

是可想而知的。

1. 研究目的和任务

“格尔木-额济纳旗地学断面走廊域^①地质构造与演化研究”是“格尔木-额济纳旗地学断面多学科综合调查研究”项目下属的一个基础地质课题。该课题的目的和任务是：在项目总体设计思想指导下，对断面走廊域及邻区各地质体间的关系、运动状况进行综合研究，特别是对区内古生代造山带的形成机制、构造变形以及镶嵌在造山带中古老地壳块体的属性进行重点研究，为项目研究建立本区地壳-岩石圈结构模式的总任务提供有关基础资料和地质依据。

为适应上述任务的需要，本课题配备了古生物地层专业、沉积-构造专业、地质构造专业及古地磁专业的研究人员，并相应设立了四个专题，以便从不同角度进行研究。

本书是在上述课题的研究报告基础上改写而成的。

2. 研究区地质构造概况

本地学断面穿越青海、甘肃和内蒙古三省区，南起昆仑山北部，过柴达木盆地、祁连山、酒泉盆地至北山内部。在地质构造上，它处于古亚洲大陆的南部；在漫长的地质演化历史中，经历了中元古代的固结阶段、新元古代末至早古生代裂陷阶段及晚古生代初造山阶段。本区著名于世界的古生代褶皱山系，如昆仑褶皱系、祁连褶皱系、北山褶皱系等，就是在此背景下形成的，各褶皱系之间镶嵌有柴达木、中祁连、酒泉等古老地壳块体，构成明显的条、块相间的构造格局（图 1-1）。晚古生代晚期，南邻的特提斯洋的打开，使二叠—三叠纪特提斯的一个分支经青海南山，由南往北插入到南祁连附近。早中生代，来自北面（西伯利亚地台）强烈的推挤和叠覆作用可一直影响到昆仑中央断裂附近。特别重要的是，自晚中生代末雅鲁藏布洋的封闭以来，印度板块的向北推挤导致地壳缩短和增厚、青藏高原强烈隆升及本区老褶皱山系的活化再生，最终形成现今复杂的地壳和岩石圈结构。因此，本区是研究印度板块与欧亚板块相互作用，弄清青藏高原隆升机理，以及解决亚洲大陆动力学问题的关键地区之一。

本区的地质工作已有一定的研究基础。近年来青海、甘肃和内蒙古等省区在已完成的 1:20 万区域地质调查工作的基础上，均编著出版了各自的区域地质志。在祁连褶皱山系，特别是在北祁连，由于铬铁矿的详细勘查及在该带较早引进板块学说，长期以来开展了多项专题研究。“六五”期间，姜春发等人在昆仑山及张以弗等人在可可西里进行了科学考察，对昆仑褶皱山系及相关的地质构造问题进行了研究。他们的研究成果已在《昆仑开合构造》（姜春发等，1991）、《青海可可西里及邻区地质概论》（张以弗等，1991）的两本专著中得到充分反映。对“北方槽区”的板块构造，在李春昱教授领导和协调下，开展了若干年的深入研究；嗣后左国朝等人开展的“北山板块构造及成矿规律”和“北山地区古生代岩石圈的形成和演化研究”都获得了显著的成果。北方（槽区）板块的科研成果已以论文集及专著的形式出版。多年来的油气田及盐类资源的勘查工作推动了柴达木盆地、酒泉盆地等地区的基础地质工作。

但是，由于研究区内属高寒缺氧的自然环境，气候条件多变而恶劣，因而与我国东部相比，总体而言研究程度不高，许多重要的基础地质问题在深度和广度上认识均较肤浅，不少争论问题和悬而未决的问题需要更深入的调查研究。本书作者对下列诸方面的问题进行了深入的调查研究，并取得了满意的成果。

① 走廊域是指断面线两侧各 50km 的范围。

(1)区内发育的数条古生代褶皱山系的演化特点、造山过程以及变形特征还缺少系统的资料。

(2)各褶皱山系之中及边界附近发育程度不一的基性、超基性岩带(有的称蛇绿岩带),它们的时代、性质、产状在构造演化中所起的作用。

(3)北山褶皱山系中存在3—5条大的地质界线,是否存在西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块及塔里木板块在此交汇的问题?

(4)柴达木盆地是前寒武系结晶地块,还是由于不同造山带拼合的复合褶皱带?

(5)走廊域构造带及地体划分还缺少系统的生物地层、沉积特征、构造特征、古地磁特征等方面的各种证据。

(6)各褶皱山系与相邻块体之间相互作用的运动状态及动力学上的内在联系。

(7)中生代早期来自北方的强大挤压和叠覆作用以及新生代以来由于印度板块向北的挤压和叠覆,青藏高原的隆升效应等也是本课题值得重视和探讨的问题。

3. 研究工作的指导思想、方法和取得的主要成果

本书以板块活动论与地体构造分析为指导,以大洋地球物理资料为依据,根据板块间几种边界如洋中脊、转换断层、海沟和缝合线等的分布情况,将全球分成20余个板块。在大陆上,一般是把造山带作为板块汇聚、拼合的边界。板块学说应用到造山带,诸如缝合带、岛弧增生、大陆刮离、洋壳残片等概念,比槽、台学说进了一大步。地体构造分析,在大陆造山带的应用上又是板块构造的深化和发展。地体构造分析不仅继承了槽、台学说部分理论,注意研究物质的组成及变化规律,而且运用板块学说强调水平驱动力作用。现在的地体研究不仅把环太平洋大陆边缘地质作为重点课题,而且将其作为大陆板块内部造山带、古大陆边缘地质研究的重要课题。为此,我们根据若干造山带保存的各种(岩石、生物地层、构造及古地磁等)地质记录,分析了造山全过程的动力学机制,并将造山带初步划分出三种类型。

第一类,为碰撞造山带。这类造山带在两大板块最终汇聚碰撞前,没有发生地体增生,只发育两大板块的大陆边缘带、洋壳俯冲形成的蛇绿混杂岩带及深成侵入-火山岩带。如喜马拉雅造山带即属此类。

第二类,为增生-碰撞造山带。这类造山带在两大板块汇聚和碰撞前,发育有广阔的大陆边缘带,发生或多或少的地体增生作用,表现为洋岛或海山、岛弧、微陆块等与褶皱带交错、相嵌的构造格局。板块碰撞后,造山带出现了强烈的构造变形和变位。例如在青藏高原的中部,沿澜沧江带和金沙江带等发育的古特提斯造山带及在断面北端沿石板井、小黄山发育的造山带亦属此类。环太平洋造山带是其中特殊的例子,它形成于本类造山带碰撞前的早期阶段,也发生地体增生和拼合作用,表现出洋岛或海山、岛弧、微陆块与褶皱带的相嵌构造格局,但两大板块尚未最终碰撞,地体增生引起的构造变形相对微弱。

第三类,为陆内碰合造山带。这类造山带发育在大陆内部,是在早期普遍拉张运动产生的一系列裂陷槽及小洋盆的基础上发育起来的。这些裂陷槽和小洋盆的两侧只出现很窄的大陆边缘带,也缺少地体增生作用(没有外来地体,最多是移置地体的拼合)。裂陷槽及小洋盆的封闭碰合过程类似于板块碰撞过程,并沿碰合带形成褶皱造山带。它们是由大陆内部简单开、合作用形成的造山带。造山带内一般找不到典型的蛇绿岩带剖面。如祁连、柴达木北缘、阿尔金、祁曼塔格等造山带均属此类。它们即是本书的重点研究对象。

板块学说适宜描述和解释第一类大陆增长过程相对简单的造山带;而对过程复杂的后

两类造山带,地体构造分析在解释和描述上作了较好的补充和完善。应当指出,大多数造山带在碰撞后,各板块间的相互运动仍要继续一段时期,最初它们处于“联而不合”的状态,最后阶段还会形成复杂的叠覆构造形态。正如本章第二节所描述的那样,在本区众多著名的古生代褶皱山系在早中生代陆内叠覆后有一段稳定夷平时期,至少在祁连山前断裂以南的老褶皱山系又经历了新生代以来的喜马拉雅运动,随着青藏高原的隆升而活化,形成坐落在高原之上的数条新的山系。我们暂称它们为陆内叠覆-再生造山带。其中阿尔金造山带新生代走滑作用很突出,它的情况很复杂。是否可称陆内再生-走滑造山带?

在研究过程中,作者在充分研究已有资料的基础上(尤其注意吸收近期的新研究成果和新资料),有目的、有针对性地开展野外地质调查,对一些关键地段、重要地质现象或争论问题采用多“兵种”(生物地层、沉积、岩浆岩、构造等)协同攻关和“集体会诊”的办法。野外所选择的主要研究方向是:

(1)北山造山带的构造演化。选择了金塔-小黄山-呼鲁赤古特和马鬃山-红石山两条主干剖面,进行地层古生物、沉积、构造、古地磁等方面的综合考察,注意是否存在西伯利亚板块、塔里木板块在北山交汇的问题。

(2)祁连山造山带、柴达木北缘及昆仑造山带北部地质构造和演化。地层、构造、沉积、古地磁各专业按各自针对问题,穿插若干条典型剖面进行解剖,注意其形成演化机制及与相邻块体的关系。

(3)各造山带之中及之间的块体在地质演化过程中所起的作用和它们的属性。

室内的综合研究工作,主要是在野外重点研究资料和前人研究资料的基础上,对断面走廊域及邻区进行构造带及地体等地质单元的划分,编制项目总体任务所要求的各种图件资料。

通过上述一系列的工作,所取得的主要成果和新的进展如下:

(1)确认北山造山带以石板井-小黄山蛇绿岩带为界可分出两个大的性质不同的地壳单元。北山北部属哈萨克斯坦板块范畴,它往东延过雅干隆起南进入蒙古境内,往西与中天山、北天山及东准噶尔相连。北山南部属塔里木地台,往东它与阿拉善地块相抵,往西进入塔里木地台本部。

(2)初步认为在断面走廊域内所发育的数条蛇绿岩带,大多不具典型的蛇绿岩套剖面。例如北山地区的红石山一带、柴达木北缘以及昆北的祁曼塔格等地的蛇绿岩剖面层序不全,厚度不大,深海沉积物少特别是硅质岩不发育,火山岩以中性为主,大多没有达到洋盆阶段。仅北祁连裂隙较深,蛇绿岩带发育程度较高,可能达到小洋盆程度。

(3)建立了走廊域内各地体及其不同块段的沉积-构造演化序列,为研究走廊域地质构造演化历史打下了基础。通过对断面走廊域内古生代、中生代地层的沉积-构造特征的系统研究,认为北祁连在志留纪时为深水复理石沉积环境,形成的砾石层实为海底峡谷的沉积产物,沉积物质来源于中祁连,南祁连志留系复理石来源于北面的中祁连和南面的柴达木。在北祁连和南祁连,发现青白口系现与下伏蓟县系之间存在不整合的关系,青白口系具复理石沉积特征。在中祁连和北祁连青白口复理石层之上,上覆震旦系多若诺尔群具中基性火山喷发物,指示北祁连小洋盆的打开始于震旦纪或青白口纪。

(4)对断面走廊域及邻区的古生代以来古生物地理区系进行了系统的划分和对比,建立了一个新的一级生物古地理分区——中轴生物古地理大区。这一生物古地理大区,以所产的

古生物属种丰度和分异度高为特征,明显区别于冈瓦纳生物大区和北方生物大区。对造山带之中构造复杂、争论较大的疑难地层,采用非史密斯地层学原理进行了研究,深化了已有的认识水平。断面走廊域内一些地段前寒武系变质地层,据野外考察所获得的新资料,有一部分应属早古生代裂陷型的活动型沉积产物。

(5)初步确认在地学断面走廊域内至少有6条韧性剪切带。其中的石英大多具有中低温组构,反映断裂作用以由北往南的逆冲作用为主,伴有右旋走滑作用。韧性剪切带的活动虽然是多期次的,但主幕发生在早中生代。

(6)所获得的23个古地磁新数据为断面走廊域地体划分和地体的运动演化提供了古地磁依据,证实北山北带属于哈萨克斯坦板块,反映了板块逆时针旋转演化的特点。古地磁研究还证实了北祁连地体古生代南向位移事件。

目 录

绪论	陈炳蔚(1)
第一章 地体的划分	王乃文(6)
第二章 青藏高原北部及邻区各地体地层系统及其对比	郭宪璞(8)
第一节 柴达木-昆仑北缘地体的地层	(8)
第二节 中南祁连地体的地层	(11)
第三节 北祁连地体的地层	(13)
第四节 北山南部地体的地层	(16)
第五节 北山北部地体的地层	(18)
第六节 走廊域各地体地层总体格架分析	(21)
第三章 青藏高原北部及邻区古生物地理区系	姚培毅(23)
第一节 寒武纪	(23)
第二节 奥陶纪	(25)
第三节 志留纪	(26)
第四节 泥盆纪	(28)
第五节 石炭纪	(29)
第六节 二叠纪	(31)
第七节 三叠纪	(33)
第八节 侏罗纪	(35)
第九节 白垩纪	(36)
第十节 第三纪	(37)
第十一节 第四纪	(39)
第四章 断面走廊域不同地体的沉积-构造演化	刘 训 傅德荣 韦光明 王 永(42)
第一节 南昆仑地体	(42)
第二节 柴达木-北昆仑地体	(43)
第三节 中南祁连地体	(45)
第四节 北祁连地体	(50)
第五节 北山南部地体	(55)
第六节 北山北部地体	(58)
第七节 走廊域及邻区的沉积演化史	(61)
第五章 地体和重要边界的特征	陈炳蔚 王彦斌 左国朝(69)
第一节 前寒武纪变质基底初步分析	(69)
第二节 地体的主要特征	(71)
第三节 地体重要边界的主要特征	(76)
第四节 主要韧性剪切带和推覆构造带	(82)

第六章 古地磁研究成果及其地质意义	董学斌 杨惠心 李鹏武(89)
第一节 断面域及其邻区古地磁研究概况	(89)
第二节 格尔木-额济纳旗地学断面古地磁研究成果	(89)
第三节 格尔木-额济纳旗地学断面主要地体的古地磁特征	(95)
第四节 北山北部地体归属的古地磁证据	(96)
第五节 北山南部地体、塔里木板块及哈萨克斯坦板块之间的关系	(97)
第六节 北祁连地体晚古生代的南向位移	(98)
第七节 格尔木-额济纳旗地学断面及其邻区主要地体的演化及其古地理重建	(99)
第八节 关于青藏高原边界及隆升时代的讨论	(102)
第七章 青藏高原北部及邻区地体离散、拼合的演化	陈炳蔚 姚培毅(104)
第一节 古陆块北缘的洋、陆转化	(104)
第二节 古陆壳内部裂陷、碰合的构造演化(兼论青藏高原北部相关造山带的演化 特征)	(107)
主要参考文献	(111)
英文摘要	(114)
图版说明及图版	(119)

CONTENTS

Introduction	<i>Chen Bingwei</i> (1)
Chapter 1 The division of the terranes	<i>Wang Naiwen</i> (6)
Chapter 2 The strata system and correlation on the terranes of the North Qinghai-Xizang Plateau	<i>Guo Xianpu</i> (8)
Section 1 The Strata of the Qaidam-north margin of the Kunlun terrane	(8)
Section 2 The Strata of the Middle-South Qilian terrane	(11)
Section 3 The Strata of the North Qilian terrane	(13)
Section 4 The Strata of the South Beishan terrane	(16)
Section 5 The Strata of the North Beishan terrane	(18)
Section 6 The Strata framework of the North Qinghai-Xizang Plateau	(21)
Chapter 3 The paleobiogeography of the North Qinghai-Xizang Plateau and adjacent region	<i>Yao Peiyi</i> (23)
Section 1 Cambrian	(23)
Section 2 Ordovician	(25)
Section 3 Silurian	(26)
Section 4 Devonian	(28)
Section 5 Carboniferous	(29)
Section 6 Permian	(31)
Section 7 Triassic	(33)
Section 8 Jurassic	(35)
Section 9 Cretaceous	(36)
Section 10 Tertiary	(37)
Section 11 Quaternary	(39)
Chapter 4 The Sedimentary-tectonics evolution of different terranes	<i>Liu Xun, Fu Derong and Wang Yong</i> (42)
Section 1 The South Kunlun terrane	(42)
Section 2 The Qaidam-North Kunlun terrane	(43)
Section 3 The Middle-South Qilian terrane	(45)
Section 4 The North Qilian terrane	(50)
Section 5 The South Beishan terrane	(55)
Section 6 The North Beishan terrane	(58)
Section 7 The Sedimentary development of the terranes on the North Qinghai-Xizang Plateau	(61)
Chapter 5 The characteristics of terranes and main boundaries	

.....	<i>Chen Bingwei, Wang Yanbin and Zuo Guochao</i>	(69)
Section 1	The preliminary analysis on the metamorphic basement of the Pre-Cambrian	(69)
Section 2	The main characteristics of terranes	(71)
Section 3	The main characteristics about the important boundaries of terranes	(76)
Section 4	The main ductile-shear zones and overthrust structure zones	(82)
Chapter 6	The study on the paleomagnetism and geological significance	
.....	<i>Dong Xuebin, Yang Huixin and Li Pengwu</i>	(89)
Section 1	The general survey of paleomagnetism research of terranes	(89)
Section 2	The research achievements of paleomagnetism	(89)
Section 3	The paleomagnetism characteristics of main terranes	(95)
Section 4	The paleomagnetism evidence about jurisdiction of the North Beishan terrane	(96)
Section 5	The relationship among the South Beishan terrane, Tarim plate and Kazakhstan plate	(97)
Section 6	The south transposition of the North Qilian terrane in Late Paleozoic	(98)
Section 7	The evolution and paleogeographical reconstruction of main terranes	(99)
Section 8	Discussing about the boundary and time of lift of the Qinghai - Xizang plateau	(102)
Chapter 7	The evolution of divergence and amalgamation for terranes on the North Qinghai-Xizang and adjacent region	
.....	<i>Chen Bingwei and Yao Peiyi</i>	(104)
Section 1	The inversion between ocean and continent for the north margin of paleolandmasses	(104)
Section 2	The tectonic evolution for extensional depression and collision of inside of paleocontinental crust—discussion on the evolutionary characteristics of orogenic belt of the North Qinghai-Xizang plateau	(107)
References		(111)
Abstract		(114)
Plates and explanations		(119)

绪 论

全球地学断面(GGT)计划是80年代后期国际岩石圈研究计划中的重大计划。它是通过在全球部署的170余条深部断面来研究全球的地壳、上地幔以至岩石圈的构造状态的。目前已在全球编制出50条跨越大陆、大洋中各类构造单元的区域性地学断面。它的实施推动了地质、地球物理、地球化学等多学科之间的协作配合。此项研究对自然资源的合理开发、生态环境、基础科学研究都有着重要意义。“七五”期间,我国进行的亚东-格尔木地学断面的综合研究,取得了显著的成果,积累了认识青藏高原中、南部岩石圈结构和变形的宝贵资料,建立了大陆碰撞的俯冲-叠覆模式。“格尔木-额济纳旗地学断面多学科综合调查研究”是“八五”期间得到国家自然科学基金会重点资助的地质矿产部深部地质计划项目。该断面所通过的地理位置属青藏高原北部及北邻地区,即是亚东-格尔木断面的北延部分(图1)。该断面可

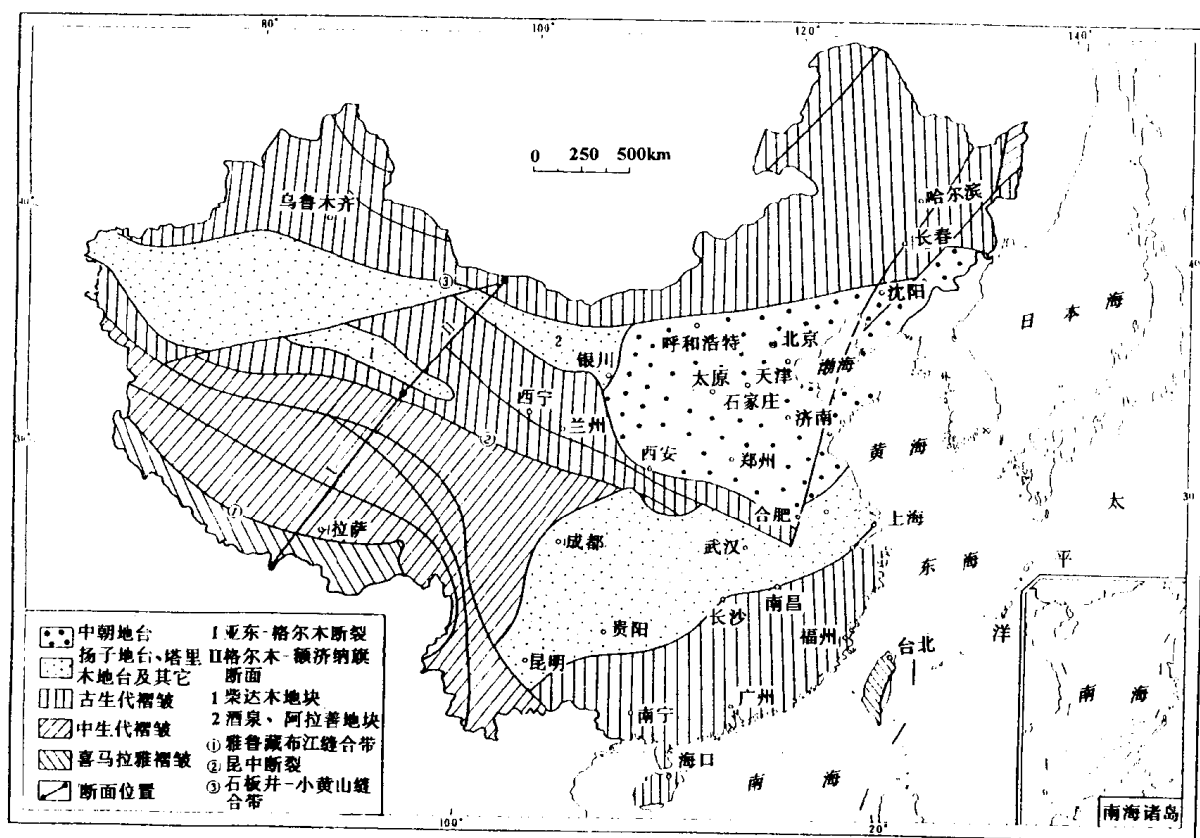


图1 中国大地构造略图

Fig. 1 Sketch map of tectonic division of China

与北面的蒙古中央断面、俄罗斯西伯利亚断面衔接,往南通过亚东-格尔木断面与印度次大陆断面相连,从而形成一条纵贯亚洲大陆南北的国际岩石圈大断面,因此它的意义和重要性

是可想而知的。

1. 研究目的和任务

“格尔木-额济纳旗地学断面走廊域^①地质构造与演化研究”是“格尔木-额济纳旗地学断面多学科综合调查研究”项目下属的一个基础地质课题。该课题的目的和任务是：在项目总体设计思想指导下，对断面走廊域及邻区各地质体间的关系、运动状况进行综合研究，特别是对区内古生代造山带的形成机制、构造变形以及镶嵌在造山带中古老地壳块体的属性进行重点研究，为项目研究建立本区地壳-岩石圈结构模式的总任务提供有关基础资料和地质依据。

为适应上述任务的需要，本课题配备了古生物地层专业、沉积-构造专业、地质构造专业及古地磁专业的研究人员，并相应设立了四个专题，以便从不同角度进行研究。

本书是在上述课题的研究报告基础上改写而成的。

2. 研究区地质构造概况

本地学断面穿越青海、甘肃和内蒙古三省区，南起昆仑山北部，过柴达木盆地、祁连山、酒泉盆地至北山内部。在地质构造上，它处于古亚洲大陆的南部；在漫长的地质演化历史中，经历了中元古代的固结阶段、新元古代末至早古生代裂陷阶段及晚古生代初造山阶段。本区著名于世界的古生代褶皱山系，如昆仑褶皱系、祁连褶皱系、北山褶皱系等，就是在此背景下形成的，各褶皱系之间镶嵌有柴达木、中祁连、酒泉等古老地壳块体，构成明显的条、块相间的构造格局（图 1-1）。晚古生代晚期，南邻的特提斯洋的打开，使二叠—三叠纪特提斯的一个分支经青海南山，由南往北插入到南祁连附近。早中生代，来自北面（西伯利亚地台）强烈的推挤和叠覆作用可一直影响到昆仑中央断裂附近。特别重要的是，自晚中生代末雅鲁藏布洋的封闭以来，印度板块的向北推挤导致地壳缩短和增厚、青藏高原强烈隆升及本区老褶皱山系的活化再生，最终形成现今复杂的地壳和岩石圈结构。因此，本区是研究印度板块与欧亚板块相互作用，弄清青藏高原隆升机理，以及解决亚洲大陆动力学问题的关键地区之一。

本区的地质工作已有一定的研究基础。近年来青海、甘肃和内蒙古等省区在已完成的 1:20 万区域地质调查工作的基础上，均编著出版了各自的区域地质志。在祁连褶皱山系，特别是在北祁连，由于铬铁矿的详细勘查及在该带较早引进板块学说，长期以来开展了多项专题研究。“六五”期间，姜春发等人在昆仑山及张以弗等人在可可西里进行了科学考察，对昆仑褶皱山系及相关的地质构造问题进行了研究。他们的研究成果已在《昆仑开合构造》（姜春发等，1991）、《青海可可西里及邻区地质概论》（张以弗等，1991）的两本专著中得到充分反映。对“北方槽区”的板块构造，在李春昱教授领导和协调下，开展了若干年的深入研究；嗣后左国朝等人开展的“北山板块构造及成矿规律”和“北山地区古生代岩石圈的形成和演化研究”都获得了显著的成果。北方（槽区）板块的科研成果已以论文集及专著的形式出版。多年来的油气田及盐类资源的勘查工作推动了柴达木盆地、酒泉盆地等地区的基础地质工作。

但是，由于研究区内属高寒缺氧的自然环境，气候条件多变而恶劣，因而与我国东部相比，总体而言研究程度不高，许多重要的基础地质问题在深度和广度上认识均较肤浅，不少争论问题和悬而未决的问题需要更深入的调查研究。本书作者对下列诸方面的问题进行了深入的调查研究，并取得了满意的成果。

① 走廊域是指断面线两侧各 50km 的范围。

(1)区内发育的数条古生代褶皱山系的演化特点、造山过程以及变形特征还缺少系统的资料。

(2)各褶皱山系之中及边界附近发育程度不一的基性、超基性岩带(有的称蛇绿岩带),它们的时代、性质、产状在构造演化中所起的作用。

(3)北山褶皱山系中存在3—5条大的地质界线,是否存在西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块及塔里木板块在此交汇的问题?

(4)柴达木盆地是前寒武系结晶地块,还是由于不同造山带拼合的复合褶皱带?

(5)走廊域构造带及地体划分还缺少系统的生物地层、沉积特征、构造特征、古地磁特征等方面的各种证据。

(6)各褶皱山系与相邻块体之间相互作用的运动状态及动力学上的内在联系。

(7)中生代早期来自北方的强大挤压和叠覆作用以及新生代以来由于印度板块向北的挤压和叠覆,青藏高原的隆升效应等也是本课题值得重视和探讨的问题。

3. 研究工作的指导思想、方法和取得的主要成果

本书以板块活动论与地体构造分析为指导,以大洋地球物理资料为依据,根据板块间几种边界如洋中脊、转换断层、海沟和缝合线等的分布情况,将全球分成20余个板块。在大陆上,一般是把造山带作为板块汇聚、拼合的边界。板块学说应用到造山带,诸如缝合带、岛弧增生、大陆刮离、洋壳残片等概念,比槽、台学说进了一大步。地体构造分析,在大陆造山带的应用上又是板块构造的深化和发展。地体构造分析不仅继承了槽、台学说部分理论,注意研究物质的组成及变化规律,而且运用板块学说强调水平驱动力作用。现在的地体研究不仅把环太平洋大陆边缘地质作为重点课题,而且将其作为大陆板块内部造山带、古大陆边缘地质研究的重要课题。为此,我们根据若干造山带保存的各种(岩石、生物地层、构造及古地磁等)地质记录,分析了造山全过程的动力学机制,并将造山带初步划分出三种类型。

第一类,为碰撞造山带。这类造山带在两大板块最终汇聚碰撞前,没有发生地体增生,只发育两大板块的大陆边缘带、洋壳俯冲形成的蛇绿混杂岩带及深成侵入-火山岩带。如喜马拉雅造山带即属此类。

第二类,为增生-碰撞造山带。这类造山带在两大板块汇聚和碰撞前,发育有广阔的大陆边缘带,发生或多或少的地体增生作用,表现为洋岛或海山、岛弧、微陆块等与褶皱带交错、相嵌的构造格局。板块碰撞后,造山带出现了强烈的构造变形和变位。例如在青藏高原的中部,沿澜沧江带和金沙江带等发育的古特提斯造山带及在断面北端沿石板井、小黄山发育的造山带亦属此类。环太平洋造山带是其中特殊的例子,它形成于本类造山带碰撞前的早期阶段,也发生地体增生和拼合作用,表现出洋岛或海山、岛弧、微陆块与褶皱带的相嵌构造格局,但两大板块尚未最终碰撞,地体增生引起的构造变形相对微弱。

第三类,为陆内碰合造山带。这类造山带发育在大陆内部,是在早期普遍拉张运动产生的一系列裂陷槽及小洋盆的基础上发育起来的。这些裂陷槽和小洋盆的两侧只出现很窄的大陆边缘带,也缺少地体增生作用(没有外来地体,最多是移置地体的拼合)。裂陷槽及小洋盆的封闭碰合过程类似于板块碰撞过程,并沿碰合带形成褶皱造山带。它们是由大陆内部简单开、合作用形成的造山带。造山带内一般找不到典型的蛇绿岩带剖面。如祁连、柴达木北缘、阿尔金、祁曼塔格等造山带均属此类。它们即是本书的重点研究对象。

板块学说适宜描述和解释第一类大陆增长过程相对简单的造山带;而对过程复杂的后

两类造山带,地体构造分析在解释和描述上作了较好的补充和完善。应当指出,大多数造山带在碰撞后,各板块间的相互运动仍要继续一段时期,最初它们处于“联而不合”的状态,最后阶段还会形成复杂的叠覆构造形态。正如本章第二节所描述的那样,在本区众多著名的古生代褶皱山系在早中生代陆内叠覆后有一段稳定夷平时期,至少在祁连山前断裂以南的老褶皱山系又经历了新生代以来的喜马拉雅运动,随着青藏高原的隆升而活化,形成坐落在高原之上的数条新的山系。我们暂称它们为陆内叠覆-再生造山带。其中阿尔金造山带新生代走滑作用很突出,它的情况很复杂。是否可称陆内再生-走滑造山带?

在研究过程中,作者在充分研究已有资料的基础上(尤其注意吸收近期的新研究成果和新资料),有目的、有针对性地开展野外地质调查,对一些关键地段、重要地质现象或争论问题采用多“兵种”(生物地层、沉积、岩浆岩、构造等)协同攻关和“集体会诊”的办法。野外所选择的主要研究方向是:

(1)北山造山带的构造演化。选择了金塔-小黄山-呼鲁赤古特和马鬃山-红石山两条主干剖面,进行地层古生物、沉积、构造、古地磁等方面的综合考察,注意是否存在西伯利亚板块、塔里木板块在北山交汇的问题。

(2)祁连山造山带、柴达木北缘及昆仑造山带北部地质构造和演化。地层、构造、沉积、古地磁各专业按各自针对问题,穿插若干条典型剖面进行解剖,注意其形成演化机制及与相邻块体的关系。

(3)各造山带之中及之间的块体在地质演化过程中所起的作用和它们的属性。

室内的综合研究工作,主要是在野外重点研究资料和前人研究资料的基础上,对断面走廊域及邻区进行构造带及地体等地质单元的划分,编制项目总体任务所要求的各种图件资料。

通过上述一系列的工作,所取得的主要成果和新的进展如下:

(1)确认北山造山带以石板井-小黄山蛇绿岩带为界可分出两个大的性质不同的地壳单元。北山北部属哈萨克斯坦板块范畴,它往东延过雅干隆起南进入蒙古境内,往西与中天山、北天山及东准噶尔相连。北山南部属塔里木地台,往东它与阿拉善地块相抵,往西进入塔里木地台本部。

(2)初步认为在断面走廊域内所发育的数条蛇绿岩带,大多不具典型的蛇绿岩套剖面。例如北山地区的红石山一带、柴达木北缘以及昆北的祁曼塔格等地的蛇绿岩剖面层序不全,厚度不大,深海沉积物少特别是硅质岩不发育,火山岩以中性为主,大多没有达到洋盆阶段。仅北祁连裂隙较深,蛇绿岩带发育程度较高,可能达到小洋盆程度。

(3)建立了走廊域内各地体及其不同块段的沉积-构造演化序列,为研究走廊域地质构造演化历史打下了基础。通过对断面走廊域内古生代、中生代地层的沉积-构造特征的系统研究,认为北祁连在志留纪时为深水复理石沉积环境,形成的砾石层实为海底峡谷的沉积产物,沉积物质来源于中祁连,南祁连志留系复理石来源于北面的中祁连和南面的柴达木。在北祁连和南祁连,发现青白口系现与下伏蓟县系之间存在不整合的关系,青白口系具复理石沉积特征。在中祁连和北祁连青白口复理石层之上,上覆震旦系多若诺尔群具中基性火山喷发物,指示北祁连小洋盆的打开始于震旦纪或青白口纪。

(4)对断面走廊域及邻区的古生代以来古生物地理区系进行了系统的划分和对比,建立了一个新的一级生物古地理分区——中轴生物古地理大区。这一生物古地理大区,以所产的

古生物属种丰度和分异度高为特征,明显区别于冈瓦纳生物大区和北方生物大区。对造山带之中构造复杂、争论较大的疑难地层,采用非史密斯地层学原理进行了研究,深化了已有的认识水平。断面走廊域内一些地段前寒武系变质地层,据野外考察所获得的新资料,有一部分应属早古生代裂陷型的活动型沉积产物。

(5)初步确认在地学断面走廊域内至少有6条韧性剪切带。其中的石英大多具有中低温组构,反映断裂作用以由北往南的逆冲作用为主,伴有右旋走滑作用。韧性剪切带的活动虽然是多期次的,但主幕发生在早中生代。

(6)所获得的23个古地磁新数据为断面走廊域地体划分和地体的运动演化提供了古地磁依据,证实北山北带属于哈萨克斯坦板块,反映了板块逆时针旋转演化的特点。古地磁研究还证实了北祁连地体古生代南向位移事件。