

中国科学院“百人工程”项目
国家自然科学基金项目
国家科技攻关项目
中国科学院“九五”重点项目

联合资助

中国碰撞造山带研究

陈海泓 侯泉林 肖文交 主编



海洋出版社

中国科学院“百人工程”项目
国家自然科学基金项目
国家科技攻关项目
中国科学院“九五”重点项目

联合资助

中国碰撞造山带研究

陈海泓 侯泉林 肖文交 主编

海洋出版社

1999年·北京

内 容 简 介

1

本书是一部关于中国主要碰撞造山带最新研究成果和进展的论文集。

全书共分为四个部分：(1)碰撞造山带研究新进展。重点讨论多岛海型碰撞造山带模式，碰撞造山带大地构造相分析方法以及磁组构研究在造山带研究中的应用等。(2)我国主要碰撞造山带的最新研究成果。重点论述大别山碰撞造山带、闽西南前陆褶皱冲断带，以及西昆仑碰撞造山带蛇绿岩研究等。(3)地球化学以及构造模拟实验在造山带研究中的应用。(4)造山带及其与伴生的盆地有关的矿产资源。本书可作为从事大地构造研究的科研、教学人员和研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国碰撞造山带研究／陈海泓等著．-北京：海洋出版社

1999.7

ISBN 7-5027-4758-3

I.中… II.陈… III.褶皱带-研究-中国 IV.P542

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 15446 号

责任编辑：王加林

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京媛明印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月北京第 1 次印刷

开本：787×1092 1/16 印张：15.5

字数：375 千字 印数：1~500 册

定价：36.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

板块构造理论的诞生为碰撞造山带研究奠定了主体理论框架，而碰撞造山带的精细解剖则是当前大陆动力学的主要内容之一。10年来，围绕大陆造山带这一主题，中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放研究实验室对中国乃至东亚地区的造山带展开了广泛而深入的研究工作，取得了一大批引起国内外学术界瞩目的科研成果，同时，一批青年科学工作者也逐渐成长起来，他们在开放实验室浓郁而自由的学术气氛熏陶下、在导师的精心培养下，孜孜探索，立志创新，取得了可喜的成绩，一些青年科学工作者已在学术界初露头角，并成为开放实验室的科研骨干。

从开放实验室成立伊始就有“周五学术沙龙”的习惯，这逐渐演变成了开放室的文化。到“沙龙”讲演的人，不仅有知名学者与客座研究人员，更主要的是青年学者。本书的作者大多是“沙龙”的常客，因此本书的编辑出版也算是对开放实验室成立十周年的一份薄礼。

本书编辑出版的同时，恰逢开放实验室学术委员会副主任李继亮研究员60华诞。作为一名大地构造学家，李继亮研究员不仅热衷于自身的学术修养，对碰撞造山带研究颇有建树，还花大量心血栽培新秀，十几年来培养了数十名博士后、博士与硕士研究生，可谓桃李满天下。

本书的主要作者几乎全部是李继亮研究员直接或间接的学生，多年来颇受其学术思想的滋养，对固体地球科学尤其是碰撞造山带的一些领域有所心得。本书共分四部分。第一部分“碰撞造山带研究进展”，论述了近年来碰撞造山带及其相关研究领域的重要进展，如“多岛海古地理重建”、“造山带大地构造相”及“磁组构的大地构造相分析”等。第二部分主要论述我国主要碰撞造山带的最新研究成果。重点论述大别山碰撞造山带、闽西南前陆被皱冲断带，以及西昆仑碰撞造山带蛇绿岩研究等；第三部分以地球化学以及构造模拟实验在造山带研究中的应用为主题；第四部分就造山带及其伴生的盆地有关的矿产资源进行了较为详细的讨论。

总之，收入本书的论文对中国碰撞造山带研究的理论与方法进行了探讨，也是多年来对李继亮研究员“碰撞造山带大地构造相”等学术思想的继承和发展。

本书的研究工作与出版得到了中国科学院“百人工程”项目、中国科学院“九五”重大项目、国家自然科学基金项目（批准号：49672148，49602038）与国家重点科技攻关305项目的资助，也得到了中国科学院地质研究所和岩石圈构造演化开放研究实验室的支持。本书的激光照排和图件复照等工作分别由中科院地质所的关静和胥云等同志完成。谨致谢忱！

因本书作者主要是近些年来成长起来的青年科学工作者，知识和经验不足，加之时间仓促，文中错误和疏漏之处在所难免，恳请读者不吝赐教。

主 编

1999年3月于北京

目次

造山带研究进展

多岛海型碰撞造山作用初探——以北疆与华南地区为例 …	陈海泓 侯泉林 肖文交 (1)
几种重要大地构造相及其在造山带研究中的应用	侯泉林 肖文交 李培军 柴育成 陈海泓 (17)
磁组构在碰撞造山带大地构造相类研究中的应用及其意义	肖文交 陈海泓 侯泉林 柴育成 (27)
关于大陆造山带研究的几点思考	柴育成 (41)
碰撞造山主剪切带相及其动力学意义	周 辉 陈海泓 侯泉林 肖文交 (42)
碰撞造山带变质作用 PTt 轨迹研究	俞良军 (48)

造山带研究实例

晚石炭世中蒙多岛海的古地磁学初步制约	陈海泓 郝 杰 肖文交 (58)
大别造山带北部增生楔杂岩及大型轴向走滑构造	肖文交 侯泉林 陈海泓 (69)
南中国天山西部冲断褶皱系前缘区的结构	肖安成 张春生 李景文 (80)
从被动陆缘到前陆盆地的演化：来自闽西南地区三叠系的证据	李培军 侯泉林 孙 枢 (92)
南秦岭晚古生代-三叠纪弧前增生楔的初步确认	王宗起 陈海泓 郝 杰 (100)
阜平高级变质岩系地层划分及其形成的大地构造背景	郝 杰 王凯怡 刘小汉 邓希光 (114)
新疆大地构造四个阶段的演化及其基本特征	王元龙 成守德 (122)
西昆仑造山带前陆构造带的沉积-构造演化	张国成 (133)

造山带地球化学、构造模拟实验

闽西北晚震旦纪-早古生代变质火山岩的岩石地球化学特征及大地构造背景探讨	任胜利 周新华 (149)
主波长理论的单层纵弯褶皱模拟实验研究	付永涛 曾佐勋 刘立林 (162)
新疆库地不孜完沟花岗岩的元素地球化学研究	王志洪 侯泉林 陈海泓 (168)
塔里木盆地早二叠世岩浆作用的特征及形成的地球动力学过程	陈汉林 杨树锋 董传万 周宇章 赵冬冬 贾承造 魏国齐 (174)

造山带矿产资源与盆地

新疆北部金属矿床时空分布格局——古生代多岛海型碰撞造山带的标志	
..... 秦克章 孙 枢 陈海泓 郝 杰 (183)	
华北地区海相油气形成条件及其分布规律探讨	何海清 赵文智 (197)
西昆仑造山带的演化对塔里木盆地中央隆起带的影响	罗金海 何登发 (209)
胶东东西两个金矿成矿带的对比——从矿体侧伏的空间变化规律看二者的一致性	谢宏远 沈远超 (217)
小秦岭金矿的大地构造相分析	王义天 胡正国 (224)

Contents

Progresses in orogenic analysis

Archipelago - type collisional orogenesis: examples from orogenic belts in Northern Xinjiang and South China	
.....	Chen Haihong, Hou Quanlin, and Xiao Wenjiao (1)
Some significant tectonic facies and its application in analysis of orogenic belts	
... Hou Quanlin, Xiao Wenjiao, Li Peijun, Chai Yucheng and Chen Haihong	(17)
Magnetic fabrics and its application to tectonic facies analyses of collisional orogenic belts	
... Xiao Wenjiao, Chen Haihong, Hou Quanlin and Chai Yucheng	(27)
Points about analyses of collisional orogenic belts	 Chai Yucheng (41)
The main shear zone in collision orogenic belt and its tectonic significance	
.....	Zhou Hui, Chen Haihong, Hou Quanlin and Xiao Wenjiao (42)
Study on the P - T - t path of the metamorphism in the collision orogenic belts	
.....	Yu Liangjun (48)

Examples of Chinese orogenic belts

Preliminary paleomagnetic constraints on Sino - Mongolia archipelago in Later Carboniferous	
.....	Chen Haihong, Hao Jie, Xiao Wenjiao, J.P.Dobson and F.Heller (58)
An accretionary complex and large - scale orogenic - parallel strike - slip tectonics of the northern Dabie orogenic belt	
... Xiao Wenjiao, Hou Quanlin and Chen haihong	(69)
The frontal structure of the fold - thrust belt in the western South Tianshan, China	
.....	Xiao Ancheng, Zhang Chunsheng and Li Jingwen (80)
The transition from passive continental margin to foreland basin: evidences from the Triassic strata in Southwestern Fujian, China	
.....	Li Peijun, Hou Quanlin and Sun Shu (92)
Preliminary determination of a Late Paleozoic and Triassic fore - arc accretionary wedge in the south Qinling	
.....	Wang Zongqi, Chen Haihong and Hao Jie (100)
Stratigraphic classification and their tectonic setting of the Fuping high - grade metamorphic complex	
... Hao Jie, Wang Kaiyi, Liu Xiaohan and Deng Xiguang	(114)
Basic Characteristics of Geotectonic Evolution of Xinjiang	
.....	Wang Yuanlong and Cheng Shoude (122)
The sedimentary - tectonic evolution of the foreland fold and thrust belt of the West Kunlun Mountains, Xinjiang, China	
.....	Zhang Guocheng (133)

Geochemistry and structural modeling of orogenic belts

- Petrological and geochemical characteristics of the Late Sinian - Early Paleozoic
metavolcanic rocks and their geological implications in NW Fujian Province, China
..... Ren Shengli and Zhou Xinhua (149)
- The experimental simulation study on the dominant wavelength theory of single layer
buckle fold Fu Yongtao and Zeng Zuoxun (162)
- Trace element characteristics of the granites at Buzhiwangou in Kuda, Xingjiang
..... Wang Zhihong, Hou Quanlin and Chen Haihong (168)
- Characteristics of Early Permian magmatism in Tarim Basin and its dynamic process
..... Chen Hanlin, Yang Shufeng,
Dong Chuanwan, Zhou Yuzhang, Zhao Dongdeng Jia Chengzao and Wei Guoqi (174)

Deposit and mineral resources and interaction between orogenic belts and basins

- Temporal-spatial distribution framework of metal deposits in northern xinjiang:
as guides of paleozoic archipelago - type collision orogenic belts
..... Qin Kezhang, Sun Shu, Chen Haihong and Hao jie (183)
- Marine oil - gas formation condition and its distribution regularity in North
China area He Haiqing and Zhao Wenzhi (197)
- Influence of the evolution of the Western Kunlun orogen belt on the central uplift
of the Tarim Basin Luo Jinhai and He Dengfa (205)
- Contrast of Zhaoyuan - Laizhou gold mineralized belt with Muping - Rushan
gold mineralized belt Xie Hongyuan and Shen Yuanchao (217)
- Tectonic facies analysis on Xiaoqinling gold deposits
..... Wang Yitian and Hu Zhengguo (224)

多岛海型碰撞造山作用初探^①

——以北疆与华南地区为例

陈海泓 侯泉林 肖文交

(中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放研究实验室, 北京 100029)

摘 要 大陆地区尚存在宽广的、线状特征不显著的造山带, 在地貌上多为广阔的高原或连绵的山地。这些造山带并非单纯地由陆-陆碰撞作用所造就, 而是由多岛海的弧后盆地收缩 (backarc basin collapse) 所形成。东南亚多岛海是这一大地构造格局最为典型的现实模型。

多岛海大地构造单元在空间上的分布特征是: 构造混杂带或复理石破碎岩层 (broken formation) 与弧基底和盖层或弧岩浆岩相间排列, 前者代表收缩了的弧后盆地, 后者则为弧地质体。鉴别多岛海构造——古地理特征的主要标志包括: 具有代表活跃弧岩浆作用与增生作用的前缘弧; 诸弧地体具有与后缘克拉通可以对比的陆壳基底; 具有相似的古生物群落; 具近似的古地理标志 (古纬度、古气候等); 具弧后成因的蛇绿岩套等。中国是一个多造山带的国家, 其中一些造山带便形成于多岛海的弧后收缩作用。本文以沉积地质学、构造地质学与古地磁学以及造山带大地构造相分析等一些重要资料为依据, 扼要地探讨了北疆与华南多岛海型碰撞造山带的基本构造特征与地质演化。

关键词 多岛海弧后收缩 残余弧 北疆与华南多岛海

1 前 言

中国大陆众多的山脉是如何形成的? 这一直是中外几代地质学家孜孜探求的问题。早在 19 世纪末, 随着殖民者的脚步, 一些欧洲地质学者对中国的山脉开始了具有现代意义的地质考察与理论探索。如李希霍芬等对川东山脉的描述与填图可能是世界上最早对前陆褶冲带的地质记录。

本世纪初地槽理论在欧美的兴起, 带来了一场认识山脉的革命, 地质学的先驱们确信山脉是由一些巨大地槽的褶皱回返而造就的 (Hall, 1859)。Suess 的特提斯、Argand 的环太平洋、特提斯型山脉曾为地质学家广泛引述。我国地质学的先驱们提出了具有中国特色的造山作用理论: 如多旋回说、断块理论、地质力学说等, 这些理论已被中国地质学工

①中国科学院“百人计划”、中瑞合作项目 (Grant No. 21~29834.90), 中国科学院“九五”重大项目和国家自然科学基金 (编号 49672148, 49602038) 项目资助。

作者广泛地应用到地质实践中。

板块构造理论的问世使人们对山脉成因的认识进入了一个全新的阶段，用板块的碰撞作用来解释造山带已成为主流。然而，愈来愈多的地质、地球物理与地球化学资料表明，仅仅用经典的两陆夹一洋的板块构造模式来认识中国大陆造山带看来是过于简单化了。同样，在亚洲的中、东部，大型克拉通之间的活动带如此之宽阔、地质构造之多样、演化历史之复杂，很难用已有的造山作用理论模型予以圆满的解释。如西伯利亚与中朝板块间的巨型造山带，其间存在若干条断续分布的蛇绿混杂带，夹有众多构造块体与弧地质体。这些块体的早期演化具有可比性，古地理恢复工作证明其大多具有亲缘性。尽管 Sengör 等 (1991, 1992, 1993) 曾用弧前持续增生模式（即阿尔泰型造山作用）来创造性地解释这一地区的大地构造演化历史，但这一模式面临的挑战是：岩浆前缘与混杂作用并非由北向南逐渐年轻，增生带中存在若干具前寒武纪基底的大陆地块。由于这些基底岩石在构造热事件历史、同位素地球化学等方面存在可比性，而古生代的地质演化，如古生物分区、古纬度、岩石建造特征，亦显示一定的亲缘性，同时，混杂带的时代各处相近，因此用地体模式予以解释似乎过于牵强。

针对中国大陆造山带的客观实际，本文以沉积地质学、构造地质学与古地磁学，以及造山带大地构造相特征等一些重要资料为依据，扼要地探讨了北疆与华南多岛海型碰撞造山带的基本构造特征与地质演化，从而试图用多岛型的造山作用来解释这类复杂的造山带。

2 多岛海型造山作用的重要术语

多岛海 (archipelago) 是一个松散的地理学概念。它系指由众多岛屿构成的海域，如菲律宾是个多岛的国家，地理学者常称之为菲律宾多岛海。我们使用多岛海这一术语用来界定在大陆板块的边缘由弧后扩张作用所形成的众多岛弧（或残余弧）与弧后盆地相间的构造—地理格局 (Hsü, 1994, 1995; 陈海泓和肖文交 1998; Hsü and Chen, 1999)。这些岛弧大都为大陆地壳，有些甚至仍与大陆地区相连。而这些基底似乎又多为早期活动大陆边缘的大陆增生产物。因此，多岛海属于大陆岩石圈板块边缘构造活动带的一种表现形式 (图 1)。

多岛海大地构造单元在空间上的分布特征是：构造混杂带或复理石破碎岩层 (broken formation) 与弧基底和盖层或弧岩浆岩相间排列，前者代表衰缩了的弧后盆地，后者则为弧地质体。鉴别多岛海构造——古地理特征的主要标志包括：具有代表活跃弧岩浆作用与增生作用的前缘弧；诸弧地体具有与后缘克拉通可以对比的陆壳基底；具有相似的古生物群落；具近似的古地理标志（古纬度、古气候等）；具弧后成因的蛇绿岩套等 (陈海泓和肖文交, 1998; Hsü and Chen, 1999)。多岛海的现代类比是东南亚多岛海。

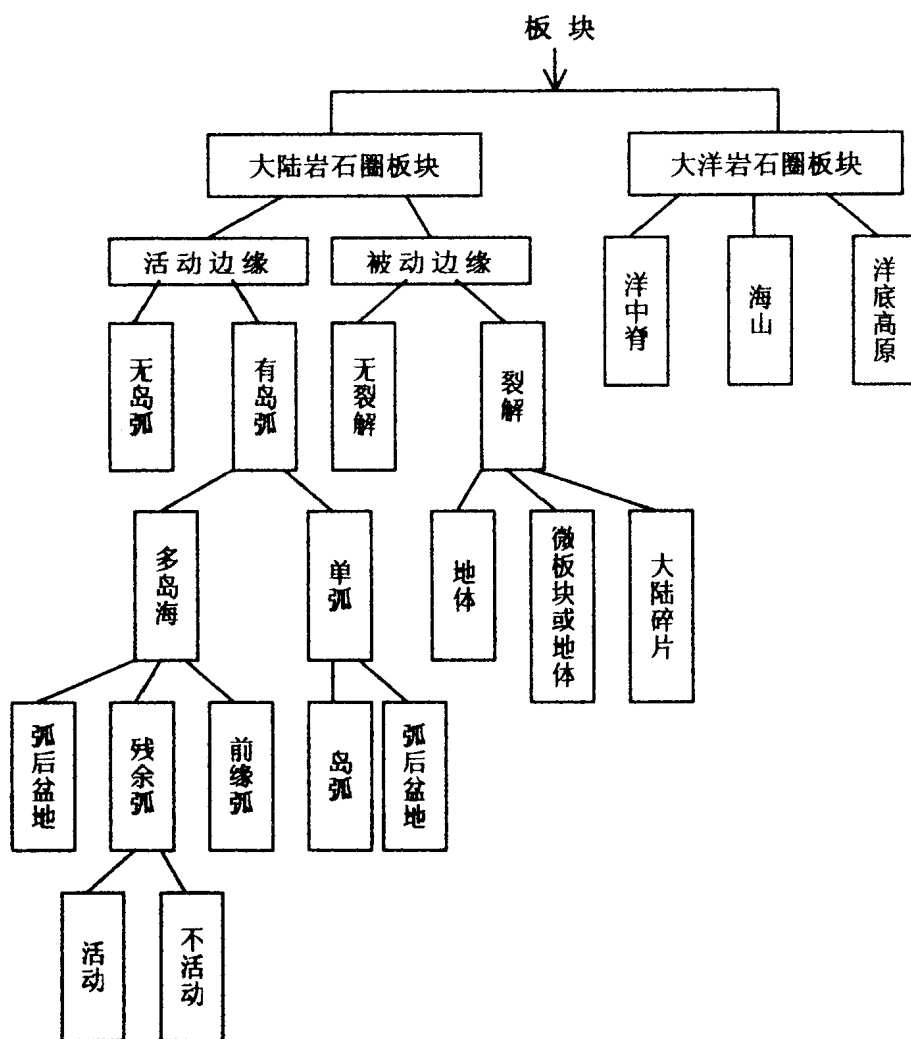


图1 根据现代板块构造与板块边缘性质所界定的大地构造单元级别

3 现代多岛海的基本地理单元

东南亚多岛海在大地构造上属欧亚板块的南缘。澳大利亚板块持续地向欧亚板块俯冲，两大板块的边界位于印度尼西亚的班达—巽他弧以南和西太平洋马里亚纳弧以东(Hsü, 1994, 1995)。位于前缘弧和欧亚大陆之间的是众多残余弧和弧后盆地(Karig, 1971; Karig *et al.*, 1975)(图2)。当南海在新生代早期张开时，形成了这些残余弧。有些盆地仍然是海底扩张的中心，如马里亚纳海盆。在马里亚纳弧之后，是一些不再活动的海盆，如

西菲律宾海盆和马来西亚海盆。有些海盆正在遭受挤压作用，如 Celebes 海盆、苏禄海盆和南海，而一些海盆已经完全被弧后萎缩作用所消减。位于这些盆地之间的是残余弧，如介于西菲律宾和 Parece Vela 海盆之间的 Palau-Kyushu 海脊、Celebes 海盆和苏禄海盆之间的苏禄海脊以及南海海盆和 Palawan 海沟之间的 Reed Bank。沉降的残余弧顶部的沉积层序类似于被动陆缘。

弧后盆地的萎缩作用在南美东海岸也有所报道，那里外缘曾镶嵌岛弧和弧后盆地 (Dalziel, 1981)。类似的模型可能存在于地中海地区以及北美西北海岸地区。

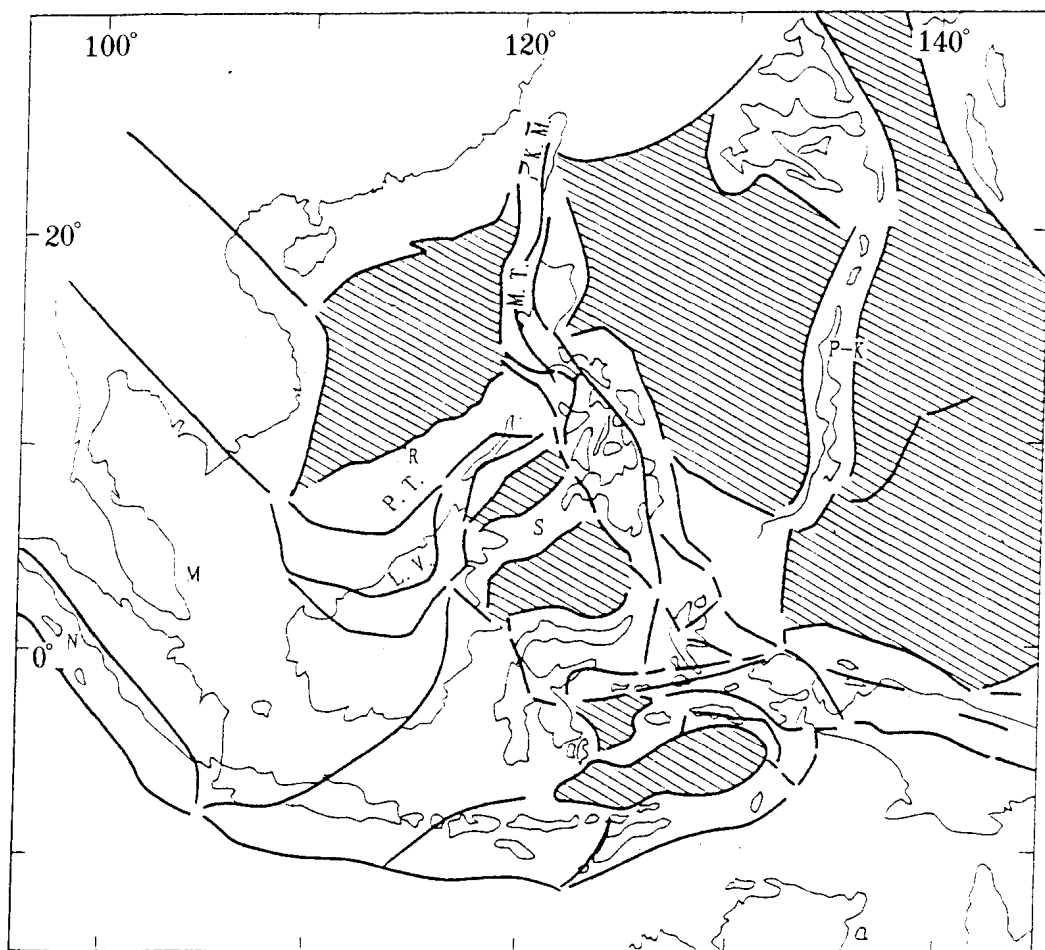


图 2 东南亚多岛海格局图(据 Hsü, 1994)

M.T. 马尼拉海沟；K.M. 垦丁混杂带；L.V. 卢帕尔混杂带；P.T. 巴拉望海槽；S 苏禄脊；R 南沙群岛；M 马来半岛

4 北疆多岛海

关于中国北方的大地构造已有颇多论述。板块构造理论的拥护者将中国北方、蒙古与俄罗斯远东地区这一中亚巨型造山带一般理解为西伯利亚板块与中朝—塔里木板块之间的缝合带 (Sengor, 1985; Coleman, 1989; Hsü, 1991)。80 年代初, 在内蒙古贺根山地区发现蛇绿混杂带 (李春昱等, 1982), Sengor 等在研究了从乌拉尔山至鄂霍次克海的大地构造后提出, 这是一条巨型的贯穿整个古生代的弧前增生带, 即阿尔泰型造山带 (Sengor *et al.*, 1993)。

我们最初试图以阿尔泰型造山作用的理论模型作为工作假说, 研究北疆与内蒙的造山带。然而, 我们的地质观察结果似乎并不支持这一模型。按弧前增生模型预测, 北疆—内蒙造山带的花岗岩前锋 (magmatic front) 应由北向南逐渐年轻, 即由震旦—寒武纪逐渐过渡为泥盆—石炭纪, 混杂带 (即增生楔) 的年龄亦有相应的变化。此带中不应存在 (或极少) 前寒武纪的基底岩石。但地质事实并非如此, 花岗岩的年龄各处较为一致, 混杂带的年龄南北差异不大, 其中夹有太多的基底岩石与具岛弧性质的火山—沉积盖层。

在北疆, 从塔里木盆地北缘至阿尔泰山之间的广大区域, 可以鉴别出主要五条构造混杂带与五个具有变质基底与火山—沉积盖层的弧地质体 (何国琦等, 1994)。它们代表了塔里木—华北板块西北缘晚古生代多岛海的构造单元 (图 3)。因此, 我们认为这是一个多岛海型的碰撞造山带。

沿独库公路的构造剖面可以很好地展示这一多岛海型碰撞造山带的大地构造特征, 在西南天山的大龙湖地区, 发育了非常典型的构造混杂带, 我们称之为大龙湖混杂带。该混杂带由构造岩块与强烈剪切的基质所构成。岩块的成分主要有枕状玄武岩、辉长辉绿岩、放射虫硅质岩、石灰岩及各种火山岩, 基质为各种火山岩、泥质岩, 遭到绿片岩相的变质作用。大量放射虫的鉴定工作 (李红生和张汝藩, 1999) 表明其时代为晚泥盆—早石炭世。尽管主要构造面理的方向表示构造指向 (vergence) 为 NW 向, 但我们认为这是晚期 (新生代) 构造改造的产物, 从区域大地构造相分析结果看, 其前陆褶皱带位于南部的塔里木北缘。翻过铁克里克大坂, 志留纪的碳酸盐主要为台地相与斜坡相的沉积产物, 代表了塔里木北缘分裂出来的一个残余岛弧。哈尔克山至巴音布鲁克草原, 发育了另一条蛇绿混杂带, 主要由志留—泥盆纪的复理石与肢解的蛇绿岩套组成, 其构造指向为 SW 向, 即向中天山岛弧俯冲所成。中天山弧以前寒武纪与早古生代的变质岩为基底, 在一些角闪岩相的变质岩中测出了 1800Ma 的年龄 (胡葛琴, 1985)。由于强烈的俯冲作用, 中天山弧的北缘发育大量的韧性剪切带。岛弧的盖层主要为石炭纪的陆相或海陆交互相火山—沉积岩, 大多未遭受强烈构造形变。天山的北麓为一宽广的构造混杂带, 其主体部分遭受了角闪岩相至绿片岩相的变质作用, 变质强度总体上由南向北逐渐变轻, 代表了俯冲带的不同深度及时间序列。混杂带中的构造岩块主要有蛇绿岩套的几乎所有组合, 如蛇纹岩、辉长岩、辉绿岩、枕状玄武岩、红色泥岩及放射虫硅质岩, 尚有火山质复理石的破碎岩层, 构造面理的产状主要为 SW 陡倾斜, 构造指向 NE 向。在巴音沟口处, 一些

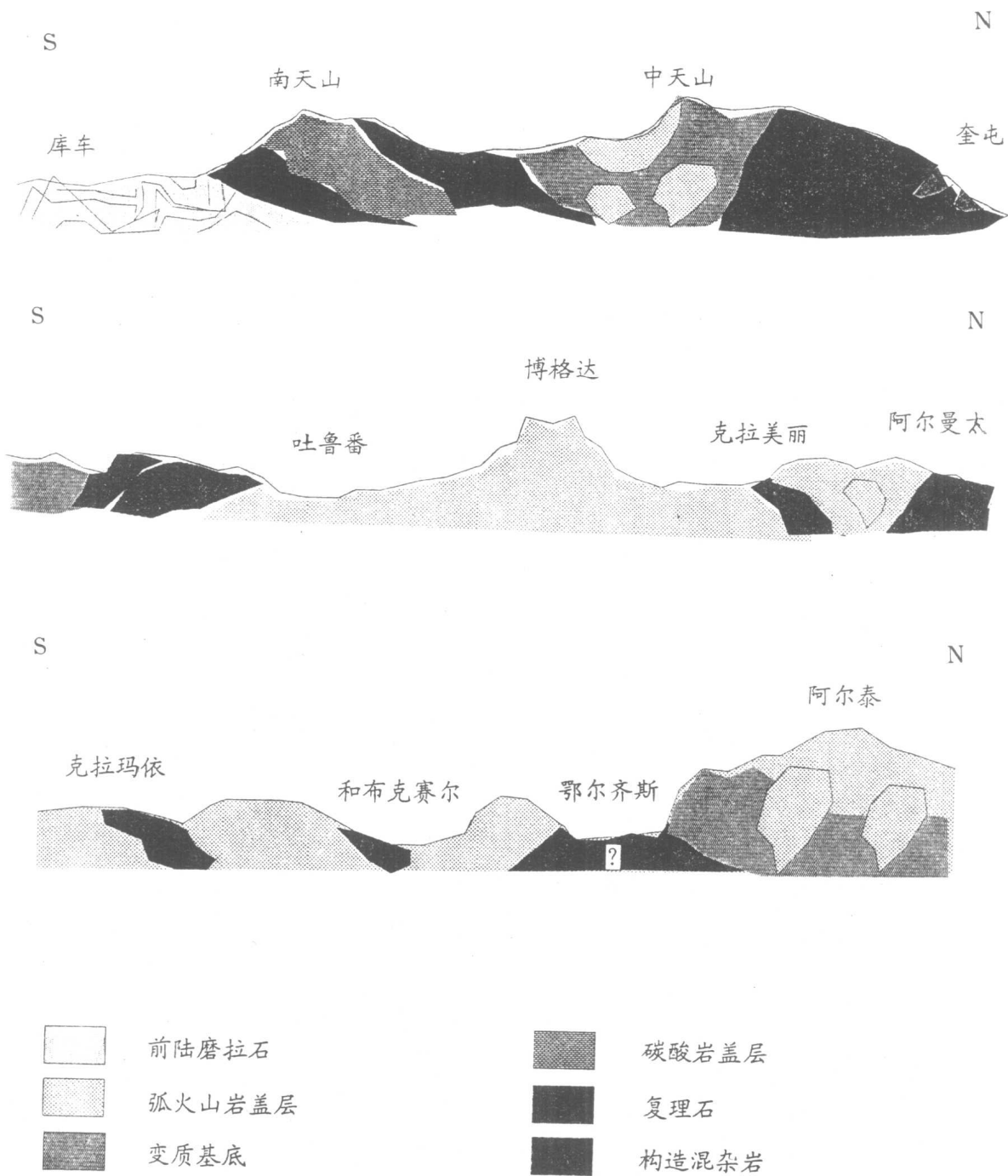


图3 北疆大地构造单元剖面图

石炭纪的未变质浊积岩序列产出在混杂带之上,地层产状有的呈扇形,颇似前陆盆地的生长地层(growth strata),反映了增生楔上的弧前盆地同构造沉积特点。

准噶尔盆地可能是一个由残余弧后盆地经斜坡向弧地质体转化的十分独特的构造单元。盆地西部、西北、西南边缘为消减边缘,由于有利的几何形态而使部分盆地得以保存,构成了准噶尔盆地的主体。向东经过斜坡带,在克拉美丽山与天山之间则为岛弧火山盖层为主体的弧地质体,个别地点可见古生代的变质基底。石炭纪火山岩形成侏罗山式的褶皱。

准噶尔盆地的北部边缘是一个消减边缘,即弧后盆地向周边的岛弧消减形成了绵延近千公里的混杂带。该构造带从东天山经克拉美丽向北西进入准噶尔盆地,并被新生代沉积所覆盖,在盆地西北缘的成吉思汗山出露并在走向上转变为北东向。在这条混杂带中已发现众多蛇绿岩的碎块,如蛇纹岩、辉长岩、辉绿岩以及硅质岩,在西准的红色硅质岩中鉴别出早石炭世的放射虫组合(李红生和张汝藩,1999)。在普遍遭受强烈剪切的基质中,已鉴别出具鲍马序列的火山浊积岩层序,这些火山物质的岩石化学资料表明其具有弧后盆地的大地构造性质。

克拉玛依以北的和什托洛盖,出露了晚古生代的层状钙碱性火山岩与火山碎屑岩,构成了完整而连续的火山沉积序列,该序列可与哈萨克斯坦的成海(chenghi)岛弧火山岩对比(Feng *et al.*, 1989)。这套火山岩尽管在准噶尔盆地北缘被新生代沉积岩所覆盖,但与东准地区仍可对比。在东准的北塔山地区,泥盆—石炭纪的陆相与海陆交互层状火山岩及碎屑岩构成了岛弧盖层序列。该岛弧的基底主要为早古生代的变质岩,其中包括寒武—奥陶纪蛇绿岩、放射虫硅质岩以及志留纪浊积岩和蓝片岩(Liou *et al.*, 1989),在早古生代岩石主要为构造混杂带,可能为一巨大的增生楔构造环境。

沿乌龙古河谷出露至阿尔曼太,另一巨大的构造混杂带向北可沿伸到阿尔泰山脉的山前地区。该构造混杂岩带中既有蛇绿岩套的肢解产物,如:富蕴西北乔夏哈拉铜矿山超基性岩、阿尔泰市郊北山的枕状玄武岩、富蕴的红色放射虫硅质岩等。又有大量火山岩块体,基质为强烈剪切并遭受高绿片岩相到角闪岩相的变质作用。该构造混杂岩带南缘的构造指向为NE向,而NW却为SW向。向北为阿尔泰弧地质体,其基底为元古代的变质岩石(胡嵩琴,1985),沉积盖层为震旦系与下古生界。在喀纳斯湖地区出露了程序清楚、变质作用微弱的火山质复理石,其主体部分为远端浊积岩。早古生代亦以细碎屑沉积为主,可能反映了斜坡相沉积环境。岩浆作用集中在加里东—海西期,其中以S型花岗岩为特征。

关于北疆大地构造格架的讨论,目前主要有以下3种认识:

- (1) 三大板块拼合作用(西伯利亚、哈萨克斯坦—准噶尔与塔里木板块);
- (2) 西伯利亚前缘弧增生带(Sengör *et al.*, 1993);
- (3) 多岛海型碰撞造山带(许靖华等, 1992; Hsü and Chen, 1999)

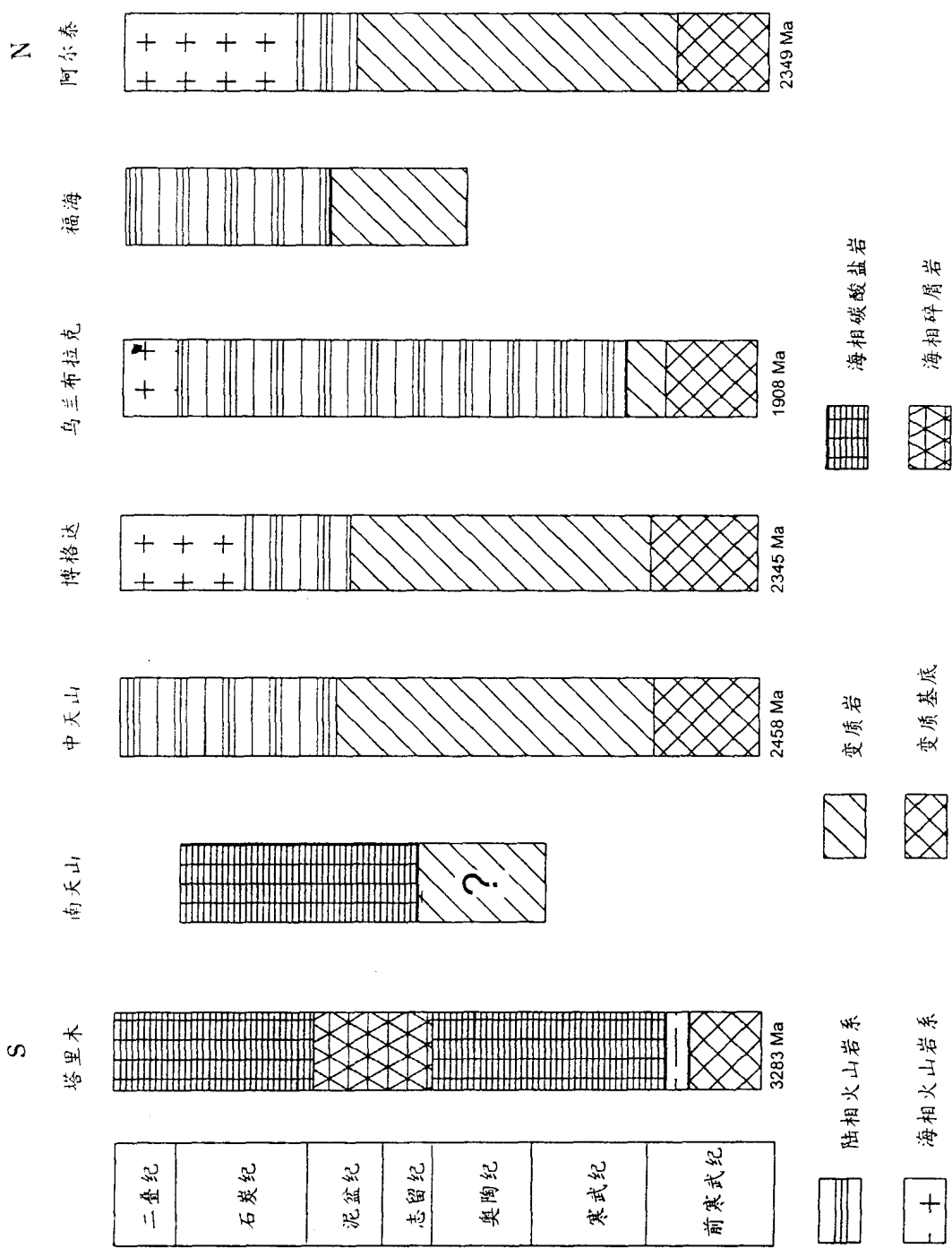


图 4 北疆大地构造单元岩性柱状图

对于板块之间的构造界线，如西伯利亚板块的南部边界，目前仍众说纷纭，有额尔齐斯构造带、克拉玛依-克拉美丽带，或北天山构造带等认识。我们初步认为，分隔西伯利亚与塔里木板块的主洋盆可能位于更北部的阿尔泰山的北部。阿尔泰山以南的弧地质体均为残余弧。这从弧基底与盖层的可比性（图 4）、古纬度分布（图 5）可见一斑。整个北疆地区可能为塔里木板块北缘的多岛海。阿尔泰山弧具有前缘弧的性质，其南部的一系列混杂带均为衰缩的弧后盆地（图 6），其准确性有待于进一步的研究工作来证实。

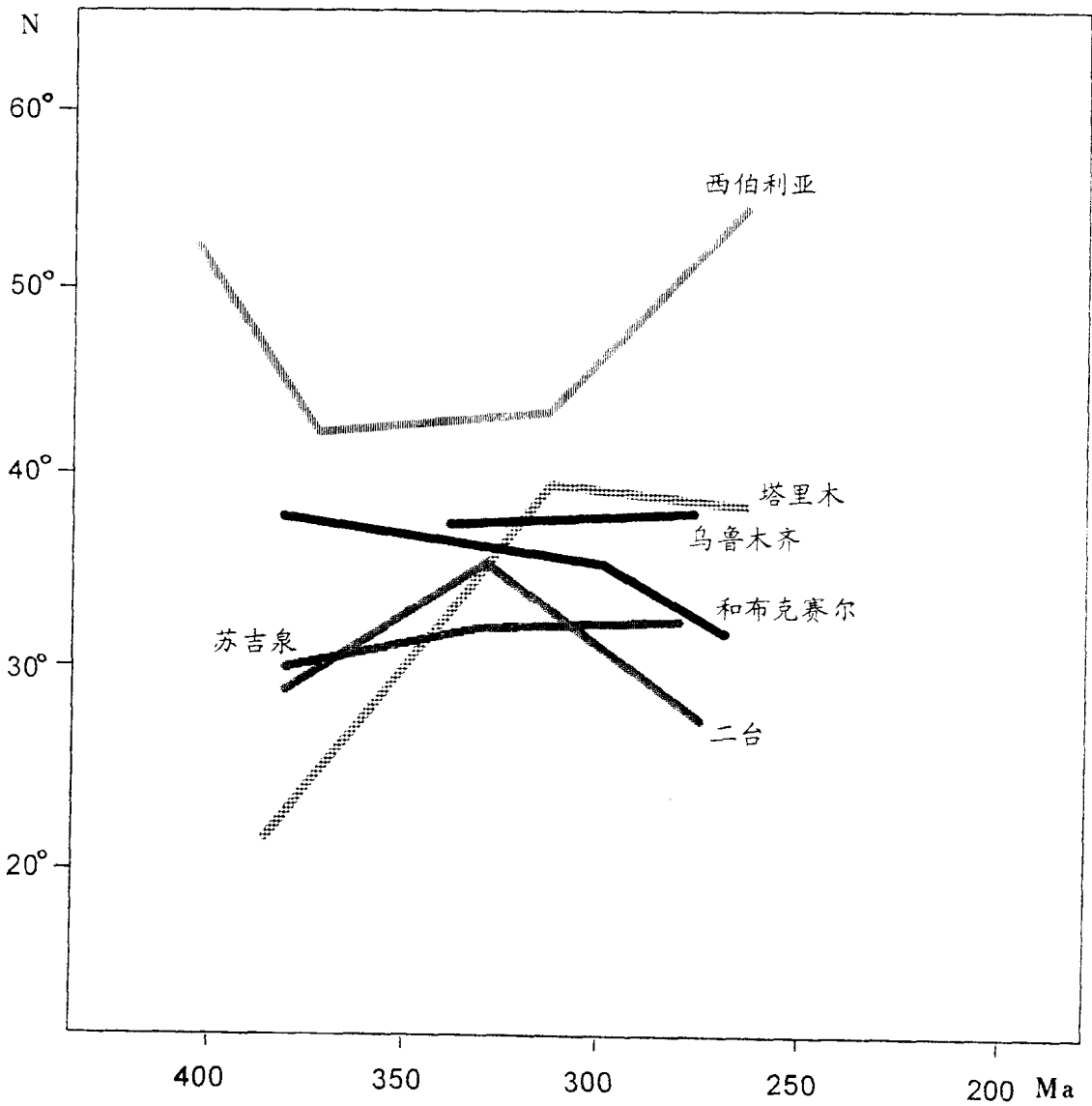


图 5 北疆大地构造单元古纬度图