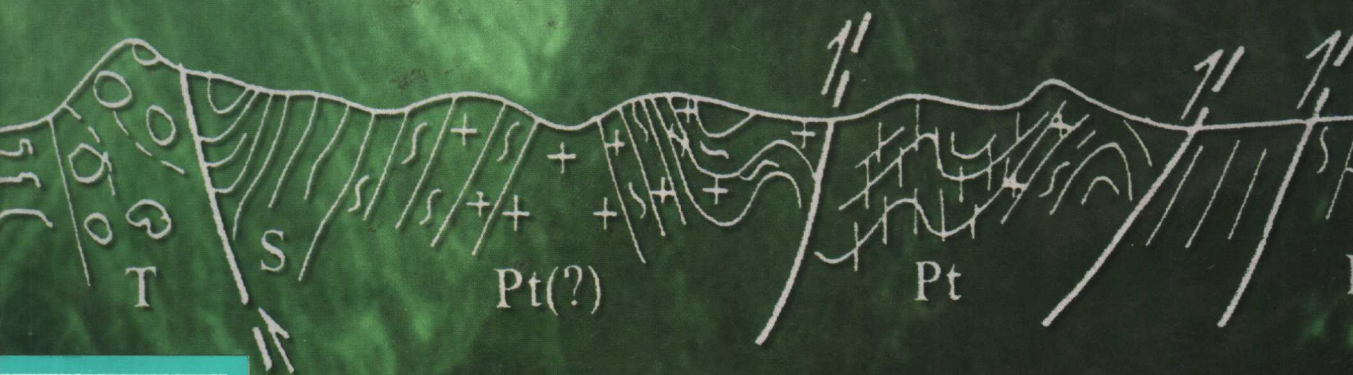


姜春发
王宗起
李锦轶

等著

中央造山带 开合构造



地质出版社

2000

中国
史学
研究

2023
年第
1期

中国 史学 研究 月刊 创刊 四十 周年 纪念 特刊

中国
史学
研究

2023
年第
1期

中国
史学
研究
月刊
创刊
四十
周年
纪念
特刊

1. 2023

中央造山带开合构造

姜春发 王宗起 李锦轶 等著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本专著是首次将西昆仑、东昆仑、西秦岭、东秦岭及大别造山带作为统一整体而进行研究的成果，目的在于阐明中央造山带的总体特征。主要内容有：中央造山带的基底、沉积及地层、花岗岩、蛇绿岩、构造变形及形成机制等。

本专著提供了较多的野外观察和室内测试的新资料，提出了一些新观点，对于研究造山带的形成机制、特提斯演化、青藏高原隆升和区域大地构造学，均有重要参考价值，也可作为研究生和大学生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

中央造山带开合构造/姜春发等著.-北京：地质出版社，2000.4

ISBN 7-116-03039-5

I. 中… II. 姜… III. 褶皱带-地质构造-研究-中国 IV. P548.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 12266 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 渠洁渝 白 铁

责任校对：田建茹

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：10 字数：243000

2000 年 4 月北京第一版·2000 年 4 月北京第一次印刷

印数：1—500 册 定价：25.00 元

ISBN 7-116-03039-5

P·2102

(凡购买地质出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页者，本社发行处负责调换)

前 言

横亘中国中部的中央造山带，有狭义与广义之分（见第一章），本专著是指狭义的中央造山带。

中央造山带处于古亚洲构造域和特提斯构造域重叠部位，因而具有复杂的构造演化史。中央造山带是查明两大构造域之间关系的枢纽地带，也是研究青藏高原形成演化和隆升机制的重要地带，更是探讨中国南方与北方自然环境产生差异原因的关键地带，所以成为国内外学者研究的热点。1997年和1998年，先后召开了“中央造山带学术研讨会”和“中国中央造山带结构、组成和演化国际学术研讨会”。因此，中央造山带的概念很快被地学界所接受，并将中央造山带的研究推上一个新的高度，引起国内外地学界的广泛关注。

本专著是以参加工作人员所取得的野外实际资料为基础，运用开合构造理论，阐述中央造山带的地层及沉积特征、花岗岩类、蛇绿岩及混杂堆积、构造热事件、中央造山带的形成演化与动力学机制。编写人员均参加了野外调查，但侧重地区和侧重学科各有不同，综合分析时皆以侧重地区和侧重学科所取得的研究成果为准。编写人员分工是以专题负责人为主笔编写有关专题章节：第一章、第二章和第七章由姜春发编写，第三章由王宗起和赵民编写，第四章由王作勋编写，第五章由汤耀庆编写，第六章由李锦轶、牛宝贵、刘志刚和曲国胜编写。

中央造山带的构造异常复杂，因而对它的认识多有分歧。为尊重和展示个人研究成果和所提出的学术见解，本专著在求大同存小异的基础上，基本保持各章节的原貌而未强行统一。这虽然给读者带来麻烦，但可以让读者了解到对某现象尚有不同认识，以便集思广益。

在野外工作期间和收集资料时，曾得到新疆地矿局第一区调队、青海地矿局区调综合队、陕西地矿局区调队、安徽地矿局地质研究所等有关单位的大力支持。特别应当感谢的是，陕西区调队陈家义高级工程师、安徽地矿局地质研究所董树文、孙先儒高级工程师，他们分别带领我课题组成员穿越西秦岭、东秦岭和桐柏-大别山并观察关键地段，还与我们一起讨论疑难问题，使我们受益匪浅。也应感谢的是，国家地震局地质研究所曲国胜副研究员，他应邀协助我课题组成员前往帕米尔和西昆仑高寒缺氧地区，从事微构造变形的研究。青海区调综合队吴向农和郑健康两位高级工程师，不仅在资料上给予大力支持，并多次与我们一起讨论东昆仑有关重要基础地质问题，在此一并致谢！

目 录

前 言

第一章 中央造山带研究的理论基础与主要进展	1
第一节 中央造山带研究的理论基础	1
一、造山带的基底性质及其影响	1
二、开合构造	1
三、单旋回开合与多旋回开合	3
四、构造运动	3
五、构造迁移	4
六、构造转化	4
七、碰撞造山与叠覆造山	4
八、岩石圈点线面开合演化模式	4
第二节 主要进展	4
第二章 中央造山带的两种基底与基底缝合带	7
第一节 软基底与硬基底	7
一、基底的结构	7
二、软基底与硬基底的主要区别	8
三、软基底与硬基底的主要特征	8
四、中央造山带的基底	11
第二节 中央基底缝合带	12
一、中央基底缝合带的特征	12
二、中央基底缝合带的形成	13
第三章 中央造山带的地层及沉积特征	15
第一节 造山带地层组成	15
一、西昆仑造山带地层组成	15
二、东昆仑造山带地层组成	19
三、秦岭造山带地层组成	22
第二节 板块扩张作用及沉积序列	25
一、元古宙扩张作用及沉积序列	25
二、早古生代扩张作用及沉积序列	25
三、晚古生代扩张作用及沉积序列	32
四、二叠纪—三叠纪扩张作用及其沉积序列	35
第三节 古洋盆特征	37
一、古洋盆出现和持续的时间	37
二、古洋盆中的隆体	37
三、古洋盆规模	39
第四节 俯冲增生与沉积作用	43

一、俯冲时间	43
二、俯冲与增生方式	44
第五节 碰撞与沉积作用	49
第六节 聚合沉积序列	52
第七节 沉积大地构造演化——扩张与聚合作用转化及其共生关系	52
小结	54
第四章 中央造山带花岗岩类形成的构造环境及其与基底缝合带的关系	55
第一节 秦岭—大别山花岗岩类形成的构造环境及其与基底缝合带的关系	56
一、秦岭—大别山扬子期(震旦纪—寒武纪初期)花岗岩类空间分带、岩浆演化系列及极性	56
二、秦岭—大别山晚加里东—早华力西期花岗岩类空间分带、岩浆演化系列及极性	58
三、秦岭—大别山晚华力西—印支期花岗岩类空间分带、岩浆演化系列及极性	64
四、秦岭—大别山燕山期花岗岩类与中央造山带构造反转	64
五、基底缝合带构造演化与花岗质岩浆活动	66
第二节 昆仑山花岗岩类形成的构造环境及其与基底缝合带的关系	67
一、昆仑山加里东期花岗岩类形成的构造环境	67
二、昆仑山华力西期花岗质岩浆活动的构造环境及其与基底缝合带的关系	69
三、昆仑山印支期花岗质岩浆活动的构造环境及其与基底缝合带的关系	70
四、昆仑山燕山期花岗质岩浆活动与构造反转	71
小结	71
第五章 中央造山带的蛇绿岩带	73
第一节 中央造山带蛇绿岩综述	73
第二节 中央造山带中典型蛇绿岩特征	75
一、晚前寒武纪—早古生代早中期蛇绿岩带	75
二、早古生代—晚古生代中期蛇绿岩带	91
三、晚二叠世—早三叠世蛇绿岩带	98
第三节 基底缝合带南北两侧蛇绿岩带的对比	102
一、受基底缝合带控制的两侧蛇绿岩的共性	102
二、受不同性质基底控制基底缝合带两侧蛇绿岩的差异	103
第六章 中央造山带的构造变形及重大构造热事件	104
第一节 中央造山带的结构与构造样式	104
一、帕米尔—西昆仑造山带的结构与构造样式	104
二、东昆仑造山带的结构与构造样式	104
三、昆秦岔口造山带的结构与构造样式	107
四、西秦岭造山带的结构与构造样式	109
五、东秦岭造山带的结构与构造样式	110
六、桐柏—大别造山带的结构与构造样式	111
第二节 造山阶段的构造变形	114
一、晋宁期变形	114
二、加里东期变形	115
三、华力西期变形	115
四、印支期变形	118

第三节 后造山阶段的构造变形	119
一、燕山期变形	119
二、喜马拉雅期变形	122
第四节 主要构造热事件的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代学	123
一、中巴公路(帕米尔)主要构造热事件的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年	123
二、新藏公路沿线(西昆仑)主要构造热事件的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年	124
三、青藏公路沿线(东昆仑)主要构造热事件的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年	125
四、西秦岭主要构造热事件的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年	130
五、中央造山带西秦岭和昆仑山 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年揭示出的几次构造热事件	134
第五节 重大构造热事件的确认及主要特征	134
一、1000~800 Ma 的构造热事件	134
二、500~450 Ma 前后的构造热事件	135
三、450~380 Ma 的构造热事件	135
四、350~280 Ma 的构造热事件	135
五、230~210 Ma 的构造热事件	135
六、210~170 Ma 的构造热事件	135
七、160~100 Ma 的构造热事件	135
八、第三纪—第四纪的构造热事件	135
第六节 中央造山带基底缝合带两侧的变形差异——构造变形特征简要总结	135
第七章 中央造山带基本特征及形成机制	137
第一节 中央造山带基本特征	137
第二节 中央造山带的形成机制	139
一、东秦岭造山带的形成机制	139
二、东昆仑造山带的形成机制	141
三、西昆仑造山带的形成机制	141
四、多旋回开合造山模式	144
五、碰撞造山与叠覆造山的比较	144
参考文献	146
英文摘要	151
后 记	154

第一章 中央造山带研究的理论 基础与主要进展

横亘中国中部的昆仑、秦岭等东西向巨型造山带，将中国地质、资源和生态环境等分成南北两大不同区域，构成南方与北方自然环境的天然分界线，为强调其居中位置和这一巨型造山带整体，称之为中央造山带（姜春发，1993a）。

中央造山带有狭义与广义之分：前者为一东西向巨型造山带，其西起塔什库尔干断陷，东以郯庐断裂为界，包括西昆仑、东昆仑、西秦岭、东秦岭和大别山五个造山带，全长约4000 km；后者为具有全球规模的巨型造山带，即除上述五个造山带外，还包括祁连山、阿尔金山和柴达木等，并西出国境经帕米尔向地中海延展，东越过郯庐断裂，经山东五莲、荣城，东出国境向朝鲜延展。

本专著中所研究的范围系指前述的狭义的中央造山带（图1）。其中，西以塔什库尔干断陷将西昆仑与帕米尔分开，东以阿尔金断裂将东西昆仑分开，以昆秦岔口（共和盆地）分开东昆仑与西秦岭，大体以宝成铁路及其以西的徽成盆地（或成盆地）为界分开西秦岭与东秦岭，后者以南阳盆地与大别山分开。

中央造山带进一步划分为北、中、南三带：北带为古生代造山带，属古亚洲构造域；南带为印支期造山带，属特提斯构造域；中带为前寒武纪变质杂岩带和花岗岩带，属古老基底残块，古生代时演化为岛弧带（图1）。

第一节 中央造山带研究的理论基础

一、造山带的基底性质及其影响

地台有基底，裂陷槽或造山带也有基底。根据中国前震旦系沉积型相、变形变质特征和出露情况，将基底划分为两种类型：软基底或扬子型基底，硬基底或华北型基底（见第二章）。软基底以扬子区为代表，古元古代末形成结晶基底，长城系至青白口系形成褶皱基底，震旦系属稳定的盖层；结晶基底出露少，其上被巨厚的褶皱基底覆盖，故显示固结程度低而呈柔性或塑性。硬基底以华北区为代表，新太古代末形成结晶基底，古元古代末形成褶皱基底，长城系至青白口系属稳定的盖层；结晶基底出露广泛，而褶皱基底则分布零星，故显示固结程度高而呈刚性。

中央造山带以基底缝合带（见第二章）为界，其南为软基底，其北为硬基底。属软基底仅有南带，属硬基底则有中带和北带。因造山带南北差异明显而基底性质又南北有别，故得出结论：基底性质不同，其上造山带的形成演化和成矿作用也各异（姜春发，1993）。

二、开合构造

地学中的开合思想早已有之，至少可追溯到 A. I. Wegener 的大陆漂移说。60 年代之后，特别是到了 80 年代，开合思想已逐步深入人心。笔者认为，事物的分与合（或聚与

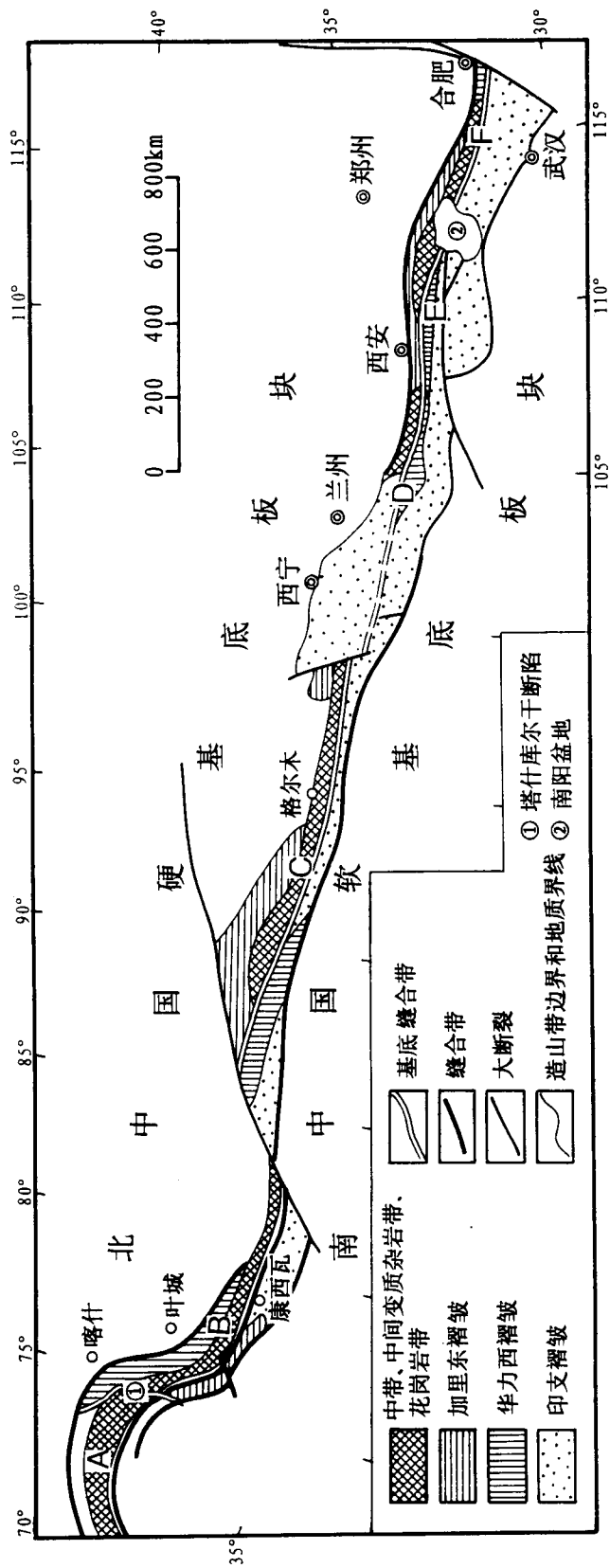


图 1 中国中央造山带分带简图

A—帕米尔; B—西昆仑; C—东昆仑; D—西秦岭; E—东秦岭; F—大别山

散)是事物演化的基本规律,“天下大事分久必合,合久必分”,即是古代人们对这种规律的深刻认识。具体到地学,开合则是岩石圈或地壳演化的基本形式。板块构造虽然也谈开合,但更侧重的是“合”,是俯冲碰撞;而所谓开裂则必开裂成洋壳,事实上开裂并不都成洋,有的成裂谷,有的成裂陷槽,甚至成盆地,即使是陆相盆地也有开合问题。因此,笔者吸取板块构造和多旋回构造运动理论之长,并结合构造迁移论,提出“开合构造”,以开合并举而区别于板块构造。

开合构造的“开”与“合”,并非如一张纸撕开或再拼贴而无质的变化那样简单,“开”与“合”必然产生物质的变化(如物质的积聚、分散、变质、变形等),或者说,地壳开合过程也就是组成地壳物质的变化过程。这种物质变化的踪迹显示一定序列,如从陆相到浅海相再到深海相等;因此笔者提出,扩张序列与压缩序列,以及由扩张序列和压缩序列组成开合序列与由扩张期和压缩期交替而构成开合旋回的观念,试图深化开合思想,进而探讨了开合的动力机制(姜春发等,1992;姜春发,1994)。

简言之,开合构造是,以对立统一相互转化的观点,运用综合的方法,侧重查明岩石圈或地壳开裂与拼合过程中各种物质的变化,特别查明开合成矿,研究洋陆或槽台的相互转化,确定开合序列,划分开合旋回,归纳开合类型,测定开合速率,追溯开合历程,寻找开合规律,探讨开合的动力机制,建立岩石圈或地壳以及含油气盆地等的开合演化模式。岩石圈时开时合,此开彼合,在开合不断交替过程中向前演化,这可能是岩石圈演化的基本模式。

三、单旋回开合与多旋回开合

由开合序列反映出的扩张与压缩构成一次开合旋回,扩张与压缩不断交替出现则构成多次开合旋回。前者称为单旋回开合,后者称为多旋回开合。从造山带看,有的造山带,如阿尔卑斯,陆壳经一次开裂形成了一次洋盆,只经一次俯冲碰撞形成了造山带,即是单旋回开合而形成的单旋回开合造山带;有的造山带,如中央造山带,陆壳经早古生代、晚古生代,在其南缘西段又经中生代,先后裂解成洋,又先后俯冲碰撞成陆,逐步形成统一的造山带,即是多旋回开合而形成的多旋回开合造山带。不仅中央造山带如此,就是其中的各造山带也是多旋回开合造山带。

四、构造运动

构造运动,是地壳或岩石圈演化的动力,是五大地质作用(沉积、岩浆、变质、变形和成矿)的起因;五大地质作用是构造运动的不同表现形式。

构造运动可分为地幔运动及地壳运动,前者往往是后者的起因。无论是地幔运动还是地壳运动,都有升降运动与水平运动之分。幔隆、幔拗是升降运动的反映,特别是地幔柱及巨型地幔柱不仅产生升降运动,也产生水平运动和物质交换。地幔对流主要是水平运动的表现,而上升流与下降流则是升降运动的表现。此外,地幔尚有分异运动,促使壳幔物质交换。水平运动,进而分为扩张运动和压缩运动。

扩张运动,是产生张力的运动,可使地壳或岩石圈伸展、沉陷、减薄、裂开和洋壳增生。压缩运动,也就是通称的造山运动或褶皱运动,可使地壳或岩石圈缩短、隆起、增厚、拼合和洋壳消减而陆壳增生。

升降运动与水平运动可以相互转化^①，拉张运动与压缩运动也可相互转化。不能一提垂直运动就意味着是固定论，地幔的升降运动可导致板块的水平运动。从这一点讲，升降运动又占了主导地位。

五、构造迁移

构造迁移系指，在岩石圈或地壳的一定区域和一定演化阶段，构造运动表现为沿一定方向依次有规律的位移（姜春发等，1992）。

构造迁移有五条规律性：构造迁移起点点源性，走向迁移定向性，侧向迁移向洋性或偏对称性，离隆向坳迁移性和迁移终点运动强度减弱性。中国及邻区可划分四个构造迁移区，每个迁移区都有一定的主导迁移方向。根据构造迁移确认，古生代以来海水同时向东、西两个方向，即向大西洋方向和太平洋方向，发生进退，并非一个时期向赤道海侵，另一个时期向两极海退。这一论点，将有助于全球海平面变化的研究。

六、构造转化

事物往往具有对立统一的两个方面，并又处在相互转化之中，地质现象更是如此；隆起与坳陷，地槽与地台，洋壳与陆壳，山脉与盆地，升降运动与水平运动，扩张运动与压缩运动，元素的集聚与分散，沉积与剥蚀，稳定与活动，地幔与地壳，以及板块的分裂与拼合等等，无不存在相互转化。因此可以说，构造转化观是地学中的一个重要思想。

七、碰撞造山与叠覆造山

板块构造理论兴起之后，碰撞造山的概念已深入人心，造山带的形成皆被认为是碰撞造山的结果，也就是说，造山往往与洋壳俯冲、陆壳相碰有关。一些实际资料显示，洋盆闭合之后的陆壳演化阶段，仍有强烈的造山运动，同样形成可观的造山带。有人称这种造山为陆内俯冲造山；任纪舜则称之为叠覆造山，意指两陆壳叠覆（一个陆壳爬上另一陆壳或冲入其下）。既然存在多旋回开合，也就有多旋回陆壳演化阶段，产生多旋回叠覆造山也就不足为奇了。事实确是如此，越来越多的资料证实，多旋回开合造山带中，常有不止一次的叠覆造山，在西昆仑、东昆仑和东秦岭造山带中均可找到这样的实例。如果说碰撞造山是板缘造山的话，那么叠覆造山则属板内造山，这很好地解释了地台的造山现象。可见，碰撞造山与叠覆造山是两种不同性质的造山，具有两种不同的动力机制。两种造山具有同样重要意义，分清这两种造山，将有利于探讨地壳演化规律和大陆动力学。

八、岩石圈点线面开合演化模式

愈来愈多的资料证明，岩石圈有开有合，时开时合，此开彼合，合久必开，分久必合。无论开裂或拼合，往往由“点”开始，然后呈剪刀式扩展成线，再扩展到面。这种由点到线，再由线到面的发展过程，是岩石圈点线面开合演化的基本模式。详见任纪舜等（1980）、姜春发、朱松年（1992）的有关专论和文章。

第二节 主要进展

通过几年野外调查和室内综合分析，对中央造山带的研究已取得如下主要进展。

1. 绘制横跨帕米尔、西昆仑、东昆仑、西秦岭、东秦岭和大别山各造山带的信手路线

^① 姜春发，地壳的垂直运动与水平运动，地质报，1981年2月23日。

构造剖面, 获得一些可确定岩体和构造热事件的测年数据, 为研究中央造山带补充了有关资料。

2. 首次比较系统地对昆仑、秦岭等各造山带作为统一整体进行研究, 并归纳出其总体特征, 认为中央造山带位于两种不同性质基底之上, 具有三带结构: 北带是古生代造山带, 为北中国硬基板块南部大陆边缘, 属古亚洲构造域; 南带是印支造山带, 为南中国软基板块北部大陆边缘, 属特提斯构造域; 中带为前寒武纪变质杂岩带和花岗岩带, 属古老基底残块, 古生代时演化为岛弧带。

3. 根据古生代以来地层沉积序列及其与板块活动的关系, 提出中央造山带存在三次重要扩张期, 即中一晚奥陶世、早石炭世和晚二叠世—中三叠世, 确定三个开合序列和划分三次开合旋回, 即加里东、华力西和印支开合旋回。

4. 根据实际资料, 提出洋隆体碰撞观点, 认为从洋壳俯冲至两陆壳碰撞是个复杂过程, 并非如通常认为的两陆壳直接碰撞那样简单。首先是陆壳与洋隆体(岛弧、海山、洋岛、陆块等)的碰撞, 之后才是两陆壳的碰撞, 洋隆体之间的碰撞并与陆壳的碰撞, 复杂多样; 这种观点使碰撞造山研究深入一步, 将丰富造山带的研究内容, 促进大陆动力学的发展。

5. 整理了花岗岩类资料, 确定了时代和期次, 研究了花岗岩类与板块活动的关系, 根据各期次花岗岩类演化迁移方向和地球化学极性, 提出判断俯冲方向的新见解, 虽然有待实践检验, 却是富有新意的探索。

6. 探讨了三条蛇绿岩带的形成环境和形成时期, 除确认昆仑南缘阿尼玛卿及木孜塔格一带蛇绿岩属印支期洋壳残片外, 还强调指出了整个造山带内部到目前尚未发现某些国外学者所谓的印支期大洋或弧后洋盆的直接证据。

7. 系统地研究了中央造山带的构造-热事件, 划分了变形期次, 查明了构造样式, 提出了每一主造山阶段均以单向推覆为主的见解, 即北带北推南带南推, 以基底缝合带为中心, 基本呈南宽北窄的偏对称的扇形构造。查明了造山期后陆壳演化阶段的构造运动仍很强烈, 且可划分为三期: 早期(T_3 — J_2), 以热体制作用为主, 属压扁机制; 中期(J_3 — K_1), 以动力作用为主, 属简单剪切机制; 晚期(K_2 以来), 以隆升为主, 并使部分地段构造面理反转。较晚一期产生大型韧性走滑的时间是 $120.7 \text{ Ma} \pm 1.80 \text{ Ma}$ 。确认中央造山带在形成过程中有八次重大构造-热事件, 其中 $450 \sim 380 \text{ Ma}$ 、 $350 \sim 280 \text{ Ma}$ 和 $230 \sim 210 \text{ Ma}$ 三次事件几乎波及整个造山带。

8. 划分了不同性质的基底, 查明了中央造山带位于两种不同性质的基底上, 提出了基底不同其上造山带的形成演化及成矿作用也各异的观点。

9. 根据中国南方与北方自然环境的差异, 认为中央造山带处于构造枢纽部位, 它的形成演化长期对中国南方与北方生态、资源和人类生存环境产生了巨大的影响, 并提出了中央造山带是条“金腰带”的论断, 意指不仅金矿丰富, 也将是宝玉石的重要产地。

10. 根据中央造山带蛇绿岩出露的情况, 再结合南北天山洋壳皆向中间岛弧带俯冲的事实, 提出了岛弧带两侧洋壳皆向中间岛弧带俯冲的见解; 虽然有待证实, 却提供了一种思路。

11. 初步进行了中央造山带与阿尔卑斯比较的研究, 认为两者虽有一些相同特征, 但差异之处更为突出; 最根本的差别在于, 基底形成时间的早晚不同, 裂陷槽发育时间的长短有别, 出现洋盆的期次各异, 经历构造运动的多少相差悬殊。

12. 根据中央造山带与阿尔卑斯比较的研究, 提出了叠覆造山与碰撞造山产生的构造效应具有同等重要意义的观点, 合理地解释了中央造山带碰撞造山之前或之后所产生的构造变形和大量花岗岩类, 并认为叠覆造山影响更广, 既可造山, 又可产生造山期后的大规模岩浆活动、构造变形以及成矿作用等。

第二章 中央造山带的两种基底与基底缝合带

中央造山带位于性质不同的两种基底上，基底性质不同其上造山带的发育、形成和演化也各异。因此，有必要对造山带的基底进行讨论。

第一节 软基底与硬基底

一、基底的结构

基底，通常系指地台盖层之下的前寒武纪变质岩系。按开合构造看，造山带及其前身的裂隙槽或活动带，也是在某种陆壳上奠基和发展起来的，因此，造山带或裂隙槽像地台一样，也有基底。根据已积累的大量实际资料，多数学者认为，震旦纪时中国南方陆壳与塔里木-华北陆壳已联为一体，形成统一陆壳，古生代以来的造山带就是在这个统一的陆壳上发育形成的。这个震旦纪统一的陆壳，一般称之为古中国地台（任纪舜等，1980），有人称之为原始中国大陆（程裕淇主编，1994），而本专著中则认为也可称之为古中国板块。就是这个古中国地台或古中国板块，构成中国及邻区造山带，特别是中央造山带的基底。

从上述古中国地台或古中国板块作为造山带的基底来看，这种基底一般由三部分组成：下部为结晶基底，中部为褶皱基底，上部为未变质基底，即通常所谓的地台的基底和盖层。基底的这种“三层楼结构”，在造山带中一般显示不清；上部未变质基底往往与造山带的沉积是连续的，不如结晶基底和褶皱基底之上的未变质基底那样明显。

（一）结晶基底

结晶基底，是由区域动力热流变质作用或区域中高温变质作用形成，属高绿片岩相-角闪岩相或麻粒岩相的各种结晶片岩、大理岩、片麻岩、混合岩及麻粒岩等深变质岩系。结晶基底，一般由两部分组成：下部为片麻岩、混合岩等，有时可见麻粒岩；上部为结晶片岩、大理岩等。

（二）褶皱基底

褶皱基底，是由区域低温动力变质作用形成，主要属低绿片岩相的片岩、千枚岩、板岩、变砂岩、变火山岩及结晶灰岩等浅变质岩系，普遍不整合于结晶基底之上。

（三）未变质基底

未变质基底，是由未变质或轻微变质的碎屑岩、火山碎屑岩、火山岩和碳酸盐岩等稳定型沉积组成，即通常所说的地台盖层沉积；与褶皱基底多呈不整合接触，一些地段则为假整合接触，个别地段则显过渡关系。未变质基底，是指与其上覆的造山带的沉积而言，实际上它是褶皱基底的盖层，属稳定型或地台型沉积，与其上覆造山带的活动型或地槽型沉积往往呈连续过渡关系；考虑传统习惯，本专著中仍以“盖层”称之。

上述结晶基底，一些学者称之为刚性基底；褶皱基底，一些学者称之为柔性基底、塑

性基底或变质基底；也有人将结晶基底和褶皱基底统称为变质基底。为避免与本专著中所称的软基底和硬基底的概念混淆，建议以结晶基底和褶皱基底称之，而变质基底则是结晶基底和褶皱基底的统称，简称为基底。

二、软基底与硬基底的主要区别

中央造山带及其南北两侧广大地区的基底，差异明显，不仅结晶基底的形成先后有别，而且褶皱基底和盖层（未变质基底）的厚度、分布范围及形成时间，差别也更大。特别是从 1800 Ma 至 800 Ma 长达 1000 Ma 的这段漫长的地质历史时期，即从长城纪开始至青白口纪末，南侧地区多接受裂陷槽型或活动型沉积（表 2-1），厚度巨大，一般 20~30 km，厚者可逾 50 km；而北侧广大地区多接受地台型或稳定型沉积（表 2-2），厚度较小，一般万余米。换言之，从长城纪开始，南侧处于活动环境时，北侧则已稳定；到震旦纪末，南侧形成的是褶皱基底，北侧形成的却是地台盖层。由于长城系—青白口系形成的褶皱基底广布于南侧地区，而其下的结晶基底出露少且零星，因此褶皱基底成为南侧地区基底“三层楼”的主体。这种褶皱基底，固结程度低，以此为主体的基底也就相对显示为塑性或柔性。据此，姜春发（1993b）称这种“三层楼”的基底为软基底，与板块相对应则称之为软基底板块（简称软板块）。由于长城系—青白口系形成的地台盖层广布于北侧地区，而其下的元古宙褶皱基底分布零星，再下的太古宙结晶基底又呈较大块体广泛出露，因此地台盖层（造山带的未变质基底）与结晶基底共同构成基底“三层楼”的主体。这种基底，固结程度高，相对具有刚性，故称为硬基底，与板块相应则称之为硬基底板块（简称硬板块）。

三、软基底与硬基底的主要特征

对比软硬两种基底的差异，并结合地球物理和地球化学资料，可概括出软基底和硬基底的各自简要特征。

（一）软基底或扬子型基底的简要特征

1. 结晶基底形成于古元古代，即形成时间晚，出露少并呈碎块，埋藏深。
2. 褶皱基底形成于新元古代或更晚，发育时间长，厚度大，出露广泛，有的地段呈大片。
3. 地台盖层起始时间晚，发育时间短，厚度小。
4. 物探显示重力低，磁性弱，多呈线状。
5. 地球化学显示富 Na 和 K 等。
6. 地壳的化学成分，由下地壳至上地壳的分异形式与华北完全相反，MgO 含量递增，K₂O 含量与 K₂O/Na₂O 值递减，推测地壳物质多来自上地幔（张本仁等，1991）。

7. 上地幔显示富 Ti、Al、K 和 Cu（张本仁等，1994）。玄武岩包裹体中除含有尖晶石二辉橄榄岩外，还多见石榴子石二辉橄榄岩。

（二）硬基底或华北型基底的简要特征

1. 结晶基底形成于新太古代末，即形成时间早，出露较广，有的地段呈大块，埋藏浅。
2. 褶皱基底形成于古元古代末，发育时间短，厚度小，分布零星。
3. 地台盖层起始时间早，发育时间长（从中元古代—新古生代），厚度大，表明稳定时间长。
4. 物探显示重力高、磁性强，多呈面状。
5. 地球化学显示富 Fe 和 Ti 等。

表 2-1 中央基底缝合带以南软基底对比表

		羌塘南部 ①②	羌塘北部 ①②③	中央造山带南带 ①②③④⑤⑥	扬子地区 ①	华南西部 ①	华南东部 ①
下古生界	志留系	稳定型沉积	稳定型沉积	活动型沉积	稳定型沉积	过渡型沉积	活动型沉积
	奥陶系			过渡型沉积			
	寒武系	公养河群		稳定型沉积			
	震旦系	肉切村群					
新元古界	青白口系	澜沧群	石碧盐井群 鼓口群	? 万宝沟群 Z_1by Z_2by	马槽园群 会理群 昆阳群	历口群 落可群 板溪群 下江群 丹洲群	神山村 麻源群
	中元古界			西秦岭白依沟群 活动型沉积	打鼓石群 神农架群	双溪坞群 上溪群 双桥山群 冷家溪群 梵净山群 四堡群	
古元古界	蓟县系	崇山群	乔戈里群 康鱼洞子群 袁牢山群	大别山群 桐柏山群	水月寺群 康定群	裂陷槽 盖层 褶皱基底 结晶基底	
	长城系	念青唐古拉群 高黎贡山群					
新太古界		珠穆朗玛群 或莫拉木群					