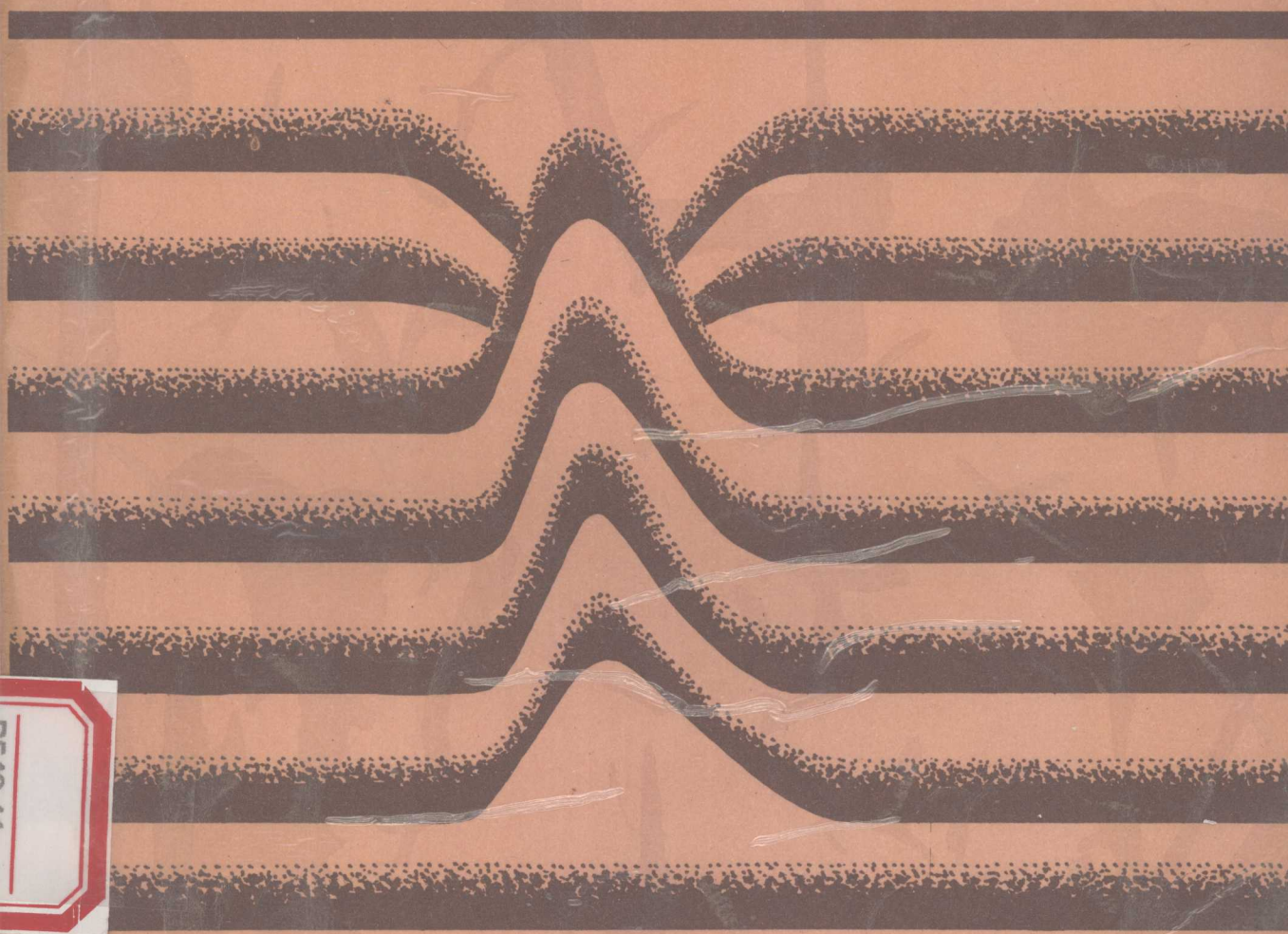


东秦岭板块构造

DONG QIN LING BANKUAI GOU ZAO

贾承造 施央申 郭令智 著



南京大学出版社

东秦岭板块构造

PLATE TECTONICS OF EASTERN QINLING
MOUNTAINS OF CHINA

贾承造 施央申 郭令智 著

江苏工业学院图书馆
藏书章

南京大学出版社

1988 • 南京

东秦岭板块构造

贾承造 施央申 郭令智 著

*

南京大学出版社出版

(南京大学校内)

江苏省新华书店发行

江苏省阜宁印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 8.5 插页: 6 字数: 207千

1988年8月第1版

1988年8月第1次印刷

印数: 1—1700

*

ISBN 7-305-00191-0

P·15

定价: 3.00元

前言

板块构造理论在本世纪60年代兴起以来,引起了地球科学的巨大变革,近10年来国际地质学界在板块构造理论中取得的新进展集中在环太平洋地体构造(Howell *et al*, 1985),高应力智利型和低应力马里亚纳型两类活动大陆边缘的发现(Uyeda *et al*, 1980),大陆地壳薄皮构造(许靖华, 1980, 1985),前寒武纪板块构造演化(郭令智、施央申、马瑞士, 1980, 1985; Kröner, 1982; Condie, 1986)等方面。显然,大陆古板块构造,特别是古大陆边缘构造和应用板块构造理论对大陆造山带的研究已成为当前大地构造学研究中的前沿和重点之一。

秦岭横亘我国大陆中部,是我国地质、地理、生物和气候的天然南北分界线。东秦岭系指成徽盆地以东的部分,主要位于陕西、河南和湖北省。东秦岭地区发育了自元古代至中生代长达10几亿年的古板块构造活动历史,这一地区古板块构造研究对于揭示我国大陆和亚洲东部的大地构造特征和演化规律都有重要意义。因此笔者对东秦岭地区古板块构造运动进行了6年深入系统的综合研究。本书以板块构造理论为指导,对东秦岭古板块构造演化作了较全面的论述,内容涉及两类古大陆边缘构造、前寒武纪板块构造演化、前寒武纪地体构造、推覆构造、板内A型俯冲构造、东秦岭造山带模式等六个方面基本理论问题,以期能对东秦岭大地构造研究、矿产资源寻找及板块构造理论的发展作出自己的贡献。

大地构造研究中最重要的是空间、时间和物质成分辩证统一。古板块构造研究中的主要困难在于它是多期构造运动结果的迭加和总和。笔者在东秦岭古板块构造研究中强调以下三点基本方法:首先注意构造形变和岩浆岩组合、沉积建造组合及变质作用组合的综合分析方法,以时间为经,空间为纬,从物质成分入手研究其板块构造背景。其次广泛利用了地球化学和地球物理学在大地构造学研究中的新进展。由于某些元素丰度场对大地构造背景的灵敏性和对成岩后构造变动的相对稳定性,已成为判别元素母岩的板块构造背景及其演化的有效手段。元素地球化学与构造地质学互相结合成为大地构造学在当代很有希望的研究方向之一。笔者还认为类比是科学研究中一种基本的和有效的思维方法,“将今论古”的现实主义原则在板块构造研究中仍然是适用的。因此笔者在古板块构造研究中辩证地利用了“将今论古”的研究方法。

东秦岭地区大地构造研究历来受到地质学界的重视,对它研究认识水平可分为两个阶段:

第一阶段:30年代至70年代中期为台槽说阶段,以黄汲清教授(1931, 1954, 1979)为代表,主要观点认为东秦岭为多旋回地槽区,并划分了秦岭地轴及北秦岭优地槽、南秦岭冒地槽的构造格局。主要研究者还包括赵亚曾教授(1931),德日进教授等(1935),地质部秦岭区测大队(1958),中国科学院地质所张文佑教授(1957, 1959),阎廉泉总工程师(1963)等。

第二阶段:70年代中期至今,开始了应用板块构造理论研究秦岭大地构造阶段。李

春昱教授(1975, 1978, 1980)首先提出了一个东秦岭古板块俯冲活动的模式。孙枢研究员等(1981)提出中-晚元古代东秦岭北部存在一个裂谷系。王鸿祯教授等(1979, 1980, 1981, 1982)从生物地层区研究出发,指出秦岭是华北和扬子两个陆缘带拼合的结果。马杏垣教授(1984)也对东秦岭地区大地构造作过重要的研究工作。

同期研究者还包括张秋生(1980),吴汉泉(1980),马少龙(1981),许志琴(1986),陶洪祥等(1985),林潜龙等(1985),安三元等(1985),张国伟(1986)等。需要指出,应用板块构造理论对东秦岭大地构造的研究仍处于开始阶段,已发表的研究成果虽然或者限于局部地区和某一方面,或者是概括性的总结,但都作了有益的探索,对进一步深入研究无疑有重要的启示作用。

笔者的研究工作是在1981~1986年期间进行的,其间先后8次进行野外专题研究工作,累积野外工作时间12个月。野外研究地区包括河南省卢氏、栾川、灵宝、方城、南召、鲁山、西峡、淅川、信阳,陕西省商县、洛南、商南、丹凤、山阳、凤县、宝鸡,甘肃省两当,湖北省十堰、房县、神农架等地,累积野外考察路线3000余公里(图1-1)。在室内共完成岩石薄片研究300片,岩石光面15块,硅酸盐分析样品50个,稀土元素分析样品40个,微量元素分析样品70个,人工重砂样品2个,古生物化石样5个。同时利用电子计算机进行了CIPW标准矿物计算、稀土元素标准化处理和制图工作,并广泛参考和引用了前人在上述研究区域取得的研究和分析成果。

本项研究工作得到南京大学地质系及构造地质学教研室老师和研究生的支持和帮助。在本书完稿过程中,承蒙叶连俊教授、王鸿祯教授、马杏垣教授、池际尚教授、李廷栋研究员、吴利仁研究员、徐克勤教授、王德滋教授、张贻侠教授、钱祥麟教授、劳秋元教授、曹荣龙研究员、孙大中研究员、俞剑华教授、胡受奚教授、卢华复教授等审阅全文,并提出部分修改意见,笔者对这些学者和专家的宝贵建议表示衷心感谢。

本项研究工作中,笔者曾在1983年北京《国际前寒武纪地壳演化讨论会》,1986年英国BGS《国际元古代火山岩地球化学与成矿会议》和1986年南京大学《国际大陆边缘地质讨论会》宣读论文,分别介绍了阶段性研究成果。美国K.C. Condie教授、英国J.A. Pearce教授和T.C. Pharaoh博士、联邦德国A. Kröner教授、日本水谷伸治郎教授与笔者作过有益的讨论和交流。

本项研究工作是南京大学地质系与河南省地矿局合作科研项目《东秦岭地区有色金属贵金属成矿规律研究》的一部分,笔者等承担这一项目的构造部分研究工作。在研究中得到胡受奚教授、盛中烈高级工程师和林潜龙总工程师及局所许多同志的帮助。本书中引用了河南、陕西、湖北三省地矿局及其他有关单位的许多资料,河南省地矿局科研所给以经费的支持,江苏省地矿局实验室、华东有色金属勘探公司科研所、南京地矿所实验室提供了测试分析工作的方便及帮助,在此一并致谢。

本书的出版得到国家自然科学基金的资助。

目 录

第一章 重建东秦岭板块构造格架

- 第一节 东秦岭古板块构造重建..... (1)
- 第二节 华北板块与扬子板块的缝合线构造——红花铺-二郎坪-马顺蛇绿岩套..... (5)

第二章 华北板块南部中-晚元古代安第斯型活动大陆边缘构造及岩石地球化学特征

- 第一节 地层与构造单元划分..... (13)
- 第二节 熊耳山古火山弧..... (14)
- 第三节 宽坪古俯冲杂岩..... (31)
- 第四节 古官道口-栾川前弧盆地..... (45)
- 第五节 关于板块构造运动出现时间的讨论..... (51)

第三章 扬子板块北部中-晚元古代地体增生型活动大陆边缘及其构造演化

- 第一节 扬子板块北缘中-晚元古代地体拼贴增生构造..... (54)
- 第二节 震旦纪-早古生代扬子板块北缘地体离散构造与沟-弧-盆系的形成..... (69)
- 第三节 中秦岭古岛弧系..... (82)
- 第四节 结论与讨论..... (92)

第四章 华北板块与扬子板块晚加里东-印支期碰撞拼贴构造及两种类型中-晚元古代大陆边缘构造的比较

- 第一节 华北板块与扬子板块碰撞拼贴构造模式及对初始碰撞的研究..... (94)
- 第二节 华北板块南缘逆冲推覆构造和扬子板块北缘滑脱推覆构造..... (97)
- 第三节 东秦岭中-晚元古代两类大陆边缘构造的比较..... (110)

第五章 东秦岭燕山期A型板块俯冲带

- 第一节 大型犁式断裂系..... (113)
- 第二节 花岗斑岩带..... (116)
- 第三节 磨拉石沉积与区域变质作用..... (118)
- 第四节 结论与讨论..... (119)

结语..... (122)

参考文献..... (123)

Abstract..... (128)

照片文字说明..... (130)

第一章

重建东秦岭板块构造格架

第一节 东秦岭古板块构造重建

东秦岭地区广泛分布着从太古界至新生界的沉积岩、岩浆岩和变质岩建造及漫长地质历史时期中历次构造运动的构造形迹。这一地区发育着从元古代至中生代长达10几亿年的古板块构造活动史，是研究我国和亚洲东部大陆板块构造的关键地区之一。

研究表明：东秦岭古板块构造格架是华北板块南部和扬子板块北部两个活动大陆边缘经

表 1-1 东秦岭古板块构造格架

构造期	时代	华北板块南缘	扬子板块北缘
碰撞后	燕山期	东秦岭燕山期陆内A型俯冲运动	
碰撞期	海西-印支期		弧后盆地闭合，发育大型滑脱推复构造
	晚加里东-早海西期	中秦岭古岛弧系与华北板块南缘碰撞，并在华北南缘前陆产生大型逆冲推复构造	
碰撞前	震旦纪-早加里东期	被动大陆边缘(?)	沟-弧-盆系 { 中秦岭古岛弧系 郧西-耀岭河古 弧后盆地
	中-晚元古代	安第斯型活动大陆边缘 { 熊耳山 古火山弧 宽坪古 俯冲杂岩 古前弧 盆地和古 弧后盆地	地体增生型活动大陆边缘 { 武当山地体 陡岭地体 神农架地体 汉南地体

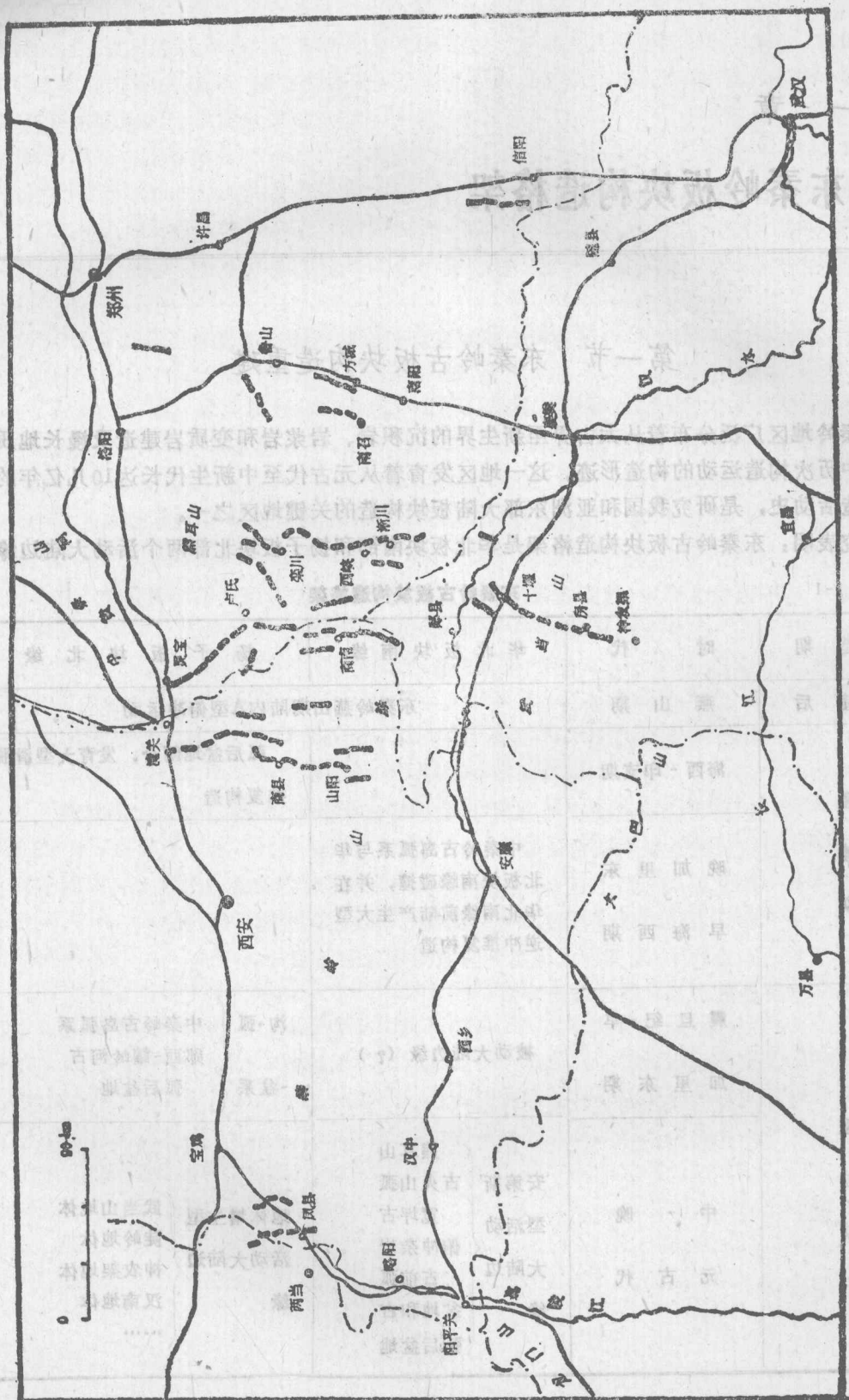


图 1-1 东秦岭地区野外研究工作路线图

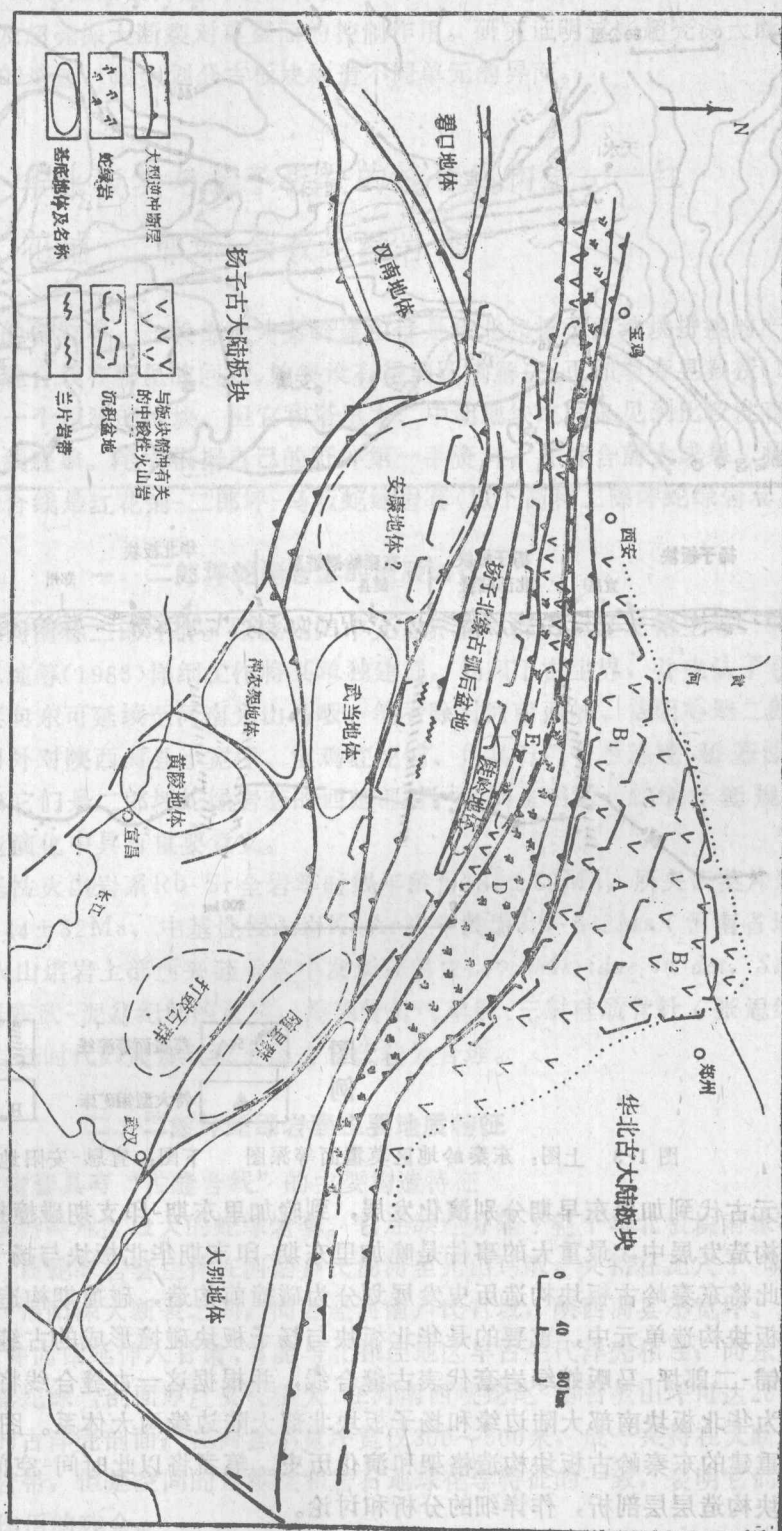


图 1-2 东秦岭古板块构造图

A. 熊耳山古火山弧
B₁. 古前弧盆地 B₂. 古弧后盆地
C. 宽坪古俯冲杂岩
D. 缝合线构造——红花铺-二郎坪-马坝蛇纹岩套
E. 中秦岭古岛弧系

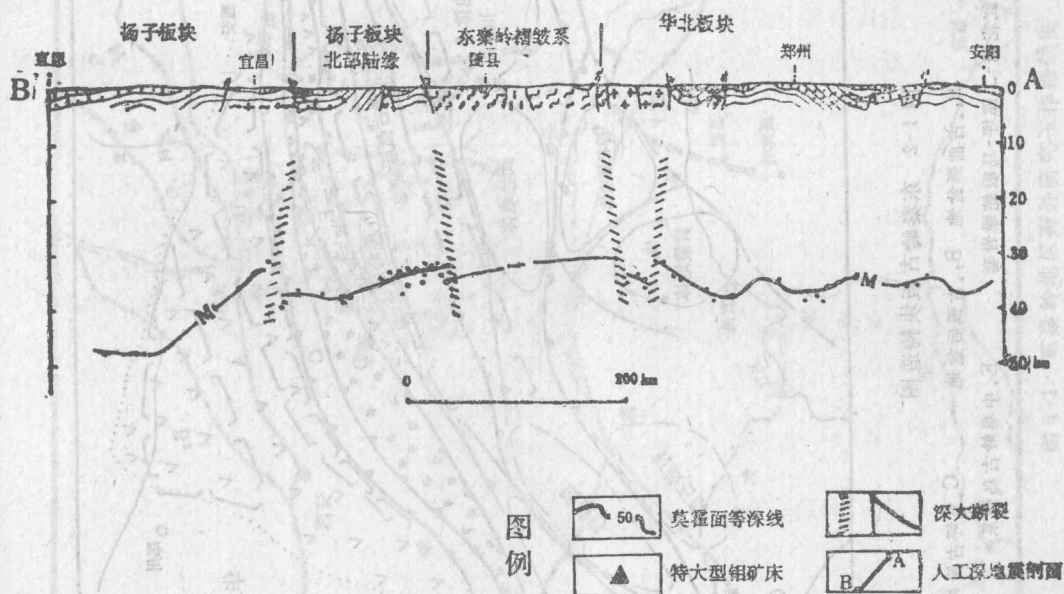
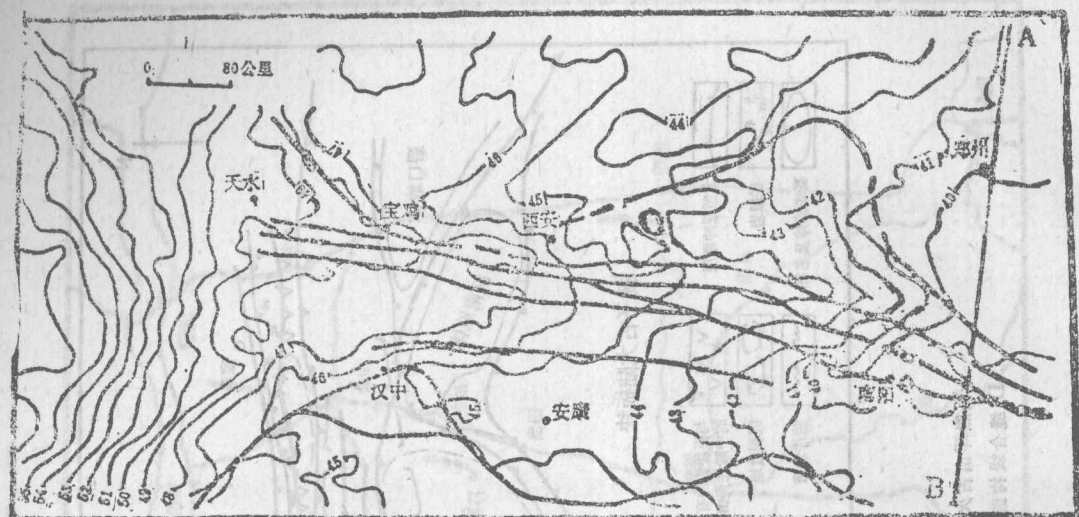


图 1-3 上图：东秦岭地区莫霍面等深图 下图：宜恩-安阳地震剖面

历了中元古代到加里东早期分别演化发展，到晚加里东期-印支期碰撞拼贴的结果。东秦岭古板块构造发展中，最重大的事件是晚加里东期-印支期华北板块与扬子板块的碰撞拼贴事件，据此将东秦岭古板块构造历史发展划分为碰撞前构造，碰撞期构造和碰撞后构造。在东秦岭古板块构造单元中，重要的是华北板块与扬子板块碰撞形成的古缝合线构造。笔者提出红花铺-二郎坪-马嘶蛇绿岩套代表古缝合线，并根据这一古缝合线将东秦岭古板块构造单元划分为华北板块南部大陆边缘和扬子板块北部大陆边缘两大体系。图 1-2 和表 1-1 表示了这一重建的东秦岭古板块构造格架和演化历史。笔者将以此时间-空间体系为网络、对东秦岭古板块构造层层剖析，作详细的分析和讨论。

现代地球物理学研究指出：不同大地构造单元具有不同的莫霍面深度和形态特征。在地

质历史演化过程中这种特征可以不同程度地保留下来,成为恢复和重建古板块构造的重要标志。图1-3概括了东秦岭地区深部构造的主要特征,反映了华北与扬子板块碰撞拼合带莫霍面形态的复杂变化,及超壳深大断裂对莫霍面的控制作用。研究证明这些超壳深大断裂是古板块俯冲带或碰撞带的遗迹,成为划分古板块构造不同单元的界面。

第二节 华北板块与扬子板块的缝合线构造——红花铺-二郎坪-马畎蛇绿岩套

目前持活动论观点的研究者,一般都认为秦岭造山带是华北和扬子两地块拼接的产物,但是华北和扬子两板块缝合线在哪里的的问题,始终没有得到圆满解决。正如李春昱教授(1980)指出:扬子地块可能是一个单独的板块,但它和塔里木、中朝地块之间未见到比较发育的蛇绿岩带以及明显的缝合线迹象。笔者根据自己的野外第一手资料,并综合前人成果,提出华北板块与扬子板块的缝合线是红花铺-二郎坪-马畎蛇绿岩套(以下简称二郎坪蛇绿岩套)。

一、二郎坪蛇绿岩套的地质时代

二郎坪蛇绿岩套在河南称二郎坪群。原被划归中元古界宽坪群,后经王铭生等(1985),林潜龙等(1984)、张思纯等(1983)详细工作将其单独建群,划归下古生界,并确认了它的蛇绿岩组合特征,认为其向东可延续至河南光山马畎。笔者除对河南西峡、信阳等地二郎坪蛇绿岩进行考察之外,另外对陕西商县小宽坪、宝鸡红花铺、户县石门一带基性-超基性杂岩进行了对比研究,提出它们是二郎坪蛇绿岩套的西延部分,从而证明这一蛇绿岩套规模巨大,在东秦岭板块构造演化中具有重要意义。

二郎坪蛇绿岩套基性火山岩系Rb-Sr全岩等时线年龄为 681 ± 39 Ma,所夹云英片岩Rb-Sr全岩等时线年龄为 744 ± 32 Ma,中基性侵入岩K-Ar法年龄为327-542 Ma(河南省地矿局区调队,1985)。在火山熔岩上部所夹硅质岩中发现放射虫*Liosphaeridae in det*, *Stylosphaeridae in det*,属寒武-泥盆纪间的种类,海绵骨针为单射、三射硅质骨针(张思纯等,1983),因此该蛇绿岩套时代归属震旦纪至早古生代较为合理。

二、二郎坪蛇绿岩套主要地质特征

(一) 二郎坪蛇绿岩套具有“古缝合线”的主要构造特征

它规模巨大,是东秦岭地区最大的蛇绿岩套。它连续地分隔了整个华北板块南缘和扬子板块北缘的地质单元。该蛇绿岩套主体在河南卢氏汤河至光山马畎,夹持在瓦穴子-明港深大断裂与朱阳关-大河-信阳深大断裂之间,向西经河南卢氏官坡,陕西商县小宽坪、户县石门至宝鸡红花铺一带,并向西延伸入甘肃,可能与北祁连地区早古生代洋壳相连;向东可能断续延伸至皖西。但出露蛇绿岩剖面厚度变化很大,在河南西峡蛇尾-南召板山坪可达20~30公里,有时出露较完整的古洋壳剖面,在商县小宽坪宽仅300~500米,成一夹持在大断裂带中的具片麻理的基性杂岩带,但是空间的连续性和岩石地球化学特征的一致,表明它们是同一洋壳受构造挤压推覆作用的残余。

二郎坪蛇绿岩套两侧被大规模逆冲断层夹持，具有明显的构造定位的特征。根据野外研究，可以区分出三种古缝合线构造剖面类型（图 1-4），即：对冲型——以卢县石门剖面为例，两侧地质体对冲，推覆在蛇绿岩之上，蛇绿岩出露厚度中等；推覆岩片型——以板厂至北沟剖面为例，蛇绿岩呈一夹持在两侧平行逆断层之间的巨大岩片向北推覆，出露厚度可达 20~30 公里，有时有完整洋壳剖面；根带型——以商县小宽坪剖面为例，宽度仅数百米，蛇绿岩岩石具有典型构造挤压成因的片麻理，两侧地层强烈片理化。这表明它们是阿尔卑斯型推覆构造的“根带”，即韧性的蛇绿岩被挤压推覆，然后被剥蚀，仅残留的推覆体的根部。M. Mattauer (1983) 将这种类型称为“隐缝合线” (crypsosuture)。许靖华 (1985) 撞混杂岩 (即缝合线) 可以是陡倾斜的岩根带，也可以是超叠楔形成的扁平逆冲体或叠瓦指出碰带。在阿尔卑斯碰撞带，地缝合线厚度是变化的，Zermatt-Saas 带厚达几公里而在 Arosa Schuppen 带却只有几米。这些特征显然可与二郎坪蛇绿岩套对比。

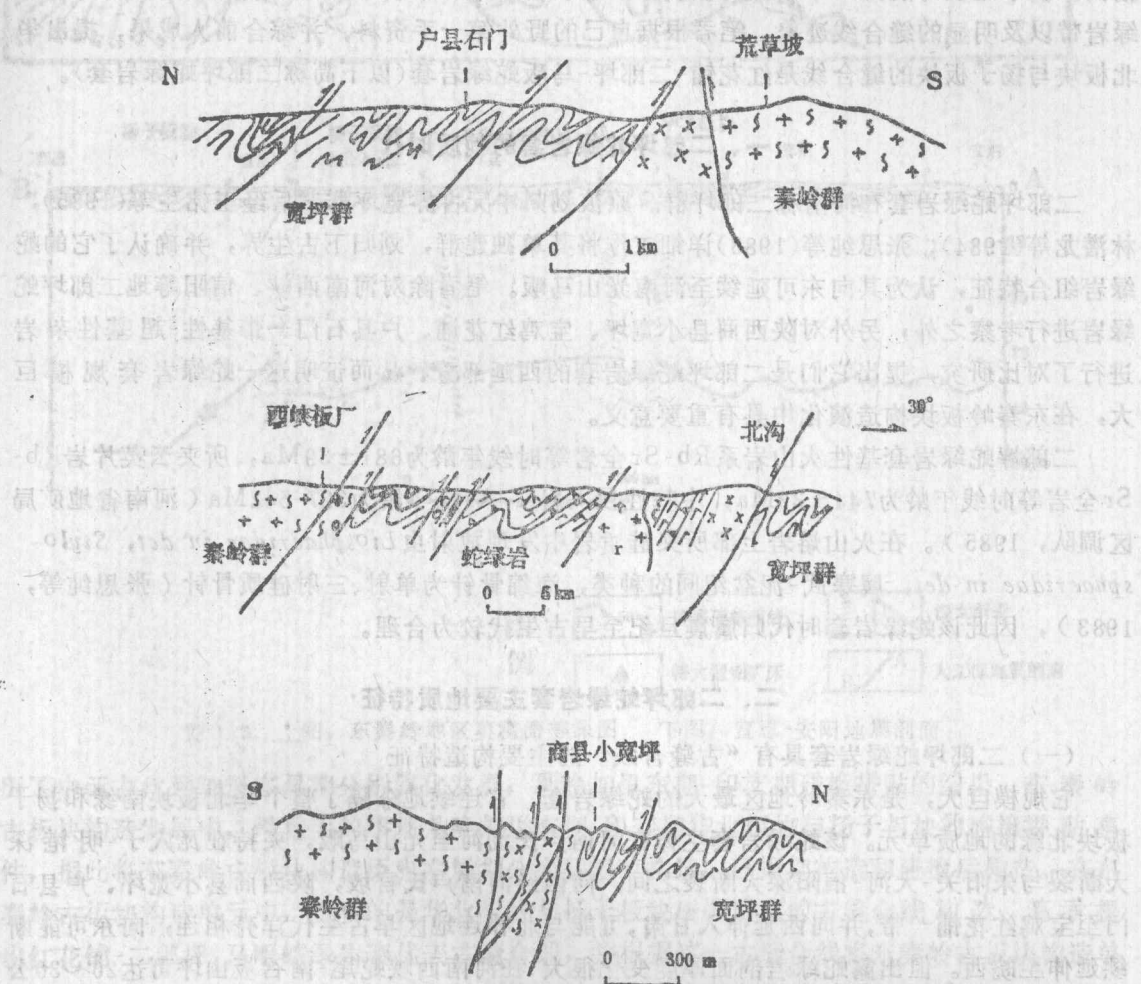


图 1-4 二郎坪蛇绿岩套代表的古缝合线的三种构造剖面类型
 (1) 对冲型 (2) 推覆岩片型 (据林潜龙等, 1984) (3) 根带型

(二) 二郎坪蛇绿岩套的洋壳特征

1. 岩石组合

该蛇绿岩曾受到构造肢解，经林潜龙等（1984）进行恢复工作后发现其具有较完整的洋壳剖面层序，自下而上依次为变质橄榄岩、堆积杂岩、辉绿岩岩墙、枕状块状基性熔岩夹放射虫硅质岩及上部复理石沉积，可与大洋地壳剖面进行对比，见图1-5。

变质橄榄岩一般具有构造岩组构，包括含辉石纯橄岩、斜辉辉橄岩、斜辉橄橄岩等，岩石强烈蛇纹石化、次闪石化及碳酸盐化。变质橄榄岩 $MgO/[FeO]$ （分子比）为9.16~10.45，基性度为1.54~1.64， $MgO/MgO+[FeO]$ （分子比）为0.90~0.91，属镁质超镁铁岩。岩体应属阿尔卑斯型超镁铁质岩体。

堆积杂岩广泛分布在变质橄榄岩以南，包括具堆晶结构的超镁铁质岩，如斜辉辉橄岩、橄橄岩、辉石岩、橄橄辉长苏长岩等；镁铁质堆积岩，如橄橄辉长岩、苏长辉长岩、层状辉长岩等，还包括浅色岩，如英云闪长岩和斜长花岗岩类。

辉绿岩墙杂岩包括组成基性岩墙群的辉绿岩、辉绿玢岩等，其岩石化学特征与上部的基性火山熔岩极为相似。

火山熔岩主要由枕状玄武岩组成，在野外发现良好的枕状构造（照1-1）。岩石多为块状构造，变质深者为片状构造，变余填间结构、变余交织结构、变余辉绿结构，局部变质深时出现纤状变晶结构、花岗纤状变晶结构等。

以往地层名称	蛇绿岩层序及岩石类型	柱状剖面	矿产类型
大庙组 歪头山组 北部大河组 张家大庄组	5 前复理石		与洋壳有关的层控型 金银矿（围山城）
丹凤窑群 二进 沟组 火神庙组 刘山组 大寨 村组 墨子组一 部份	4 枕状块状熔岩 夹放射虫硅质岩		与细碧角斑岩建造有关的 块状矽化物矿床（刘山麓） 与火山喷发沉积有关的富 矿铁床（条山铁矿）
辉绿岩墙	3 辉绿岩墙杂岩		
横山坪岩体 社旗 基性岩 铁山一毛 集基性超基性杂 岩 邢集基性岩 马阪基性杂岩	2 堆晶杂岩		玉石矿（独山） 铬铁矿（王店一大路庄）
鸭河口—官庄 超基性岩	1 橄橄岩		蛇纹石矿（泌阳郭集官庄）

图1-5 二郎坪蛇绿岩套层序示意图

（据林潜龙等，1984）

2. 岩石地球化学特征

主要元素特征：二郎坪蛇绿岩基性岩墙群岩石 SiO_2 平均含量为49.3%，基性熔岩为49.78%， TiO_2 含量基性岩墙平均约为1.1%，基性熔岩为0.8~1.5%， Na_2O 含量远大于 K_2O （表1-2）。在多种元素丰度投影图上，二郎坪蛇绿岩基性岩主要集中在大洋拉斑玄武岩区，部分分布在大洋玄武岩与岛弧玄武岩过渡区。

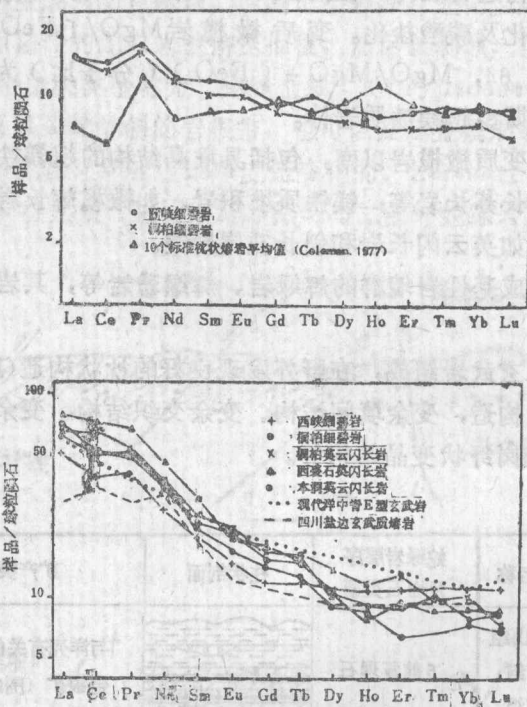


图 1-6 二郎坪蛇绿岩套稀土元素模式图

(据林潜龙等, 1984)

稀土元素特征：基性熔岩稀土元素特征为 $\Sigma\text{REE}=60\sim 65\text{ppm}$ ， LREE/HREE 为 $1.25\sim 1.13$ ， Eu/Eu^* 为 $1.09\sim 1.06$ ， $\text{Sm}/\text{Nd}=0.27\sim 0.31$ ，稀土元素模式为平坦型（图 1-6）。蛇绿岩套中英云闪长岩的 $\Sigma\text{REE}=156\text{PPm}$ ， $\text{LREE}/\text{HREE}=2.75$ ， $\text{La}/\text{Sm}=4.14$ 。这些特征与广西九万大山本洞和浙江绍兴西裘幔源型花岗岩闪长岩、石英闪长岩十分相似，证明二郎坪蛇绿岩中浅色组分也属幔源型（图 1-6）。

微量元素特征：利用蛇绿岩组合中基性组分的微量元素地球化学特征判断蛇绿岩套产生的大地构造背景已成为一种常用的手段（Pearce, 1973, 1980, 1983）。我们测定了该蛇绿岩套从陕西凤县红花铺至河南南召板山坪出露在不同部位的9个基性岩和中性岩样品的13种微量元素含量（表1-3）。在Pearce（1973）的Ti、Zr、Y、Sr元素判别图上（图1-7），二郎坪蛇绿岩样品均位于大洋拉斑玄武岩和岛弧钙碱性玄武岩区内，呈一种过渡的特征。值得注意的是在图1-7中表现出Zr富集和Sr富集的趋势，而在熊耳山古火山弧（见第二章）和中秦岭古岛弧系火山岩（见第三章）均表现出明显的Y和Sr富集的特征。可见二郎坪火山岩和基性侵入岩具有不同于岛弧火山岩的地球化学特征，这在Y的行为中表现最明显。在

二郎坪蛇绿岩套西段岩石主要元素含量

表 1-2

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO%	MgO%	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO%	MnO%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	Na ₂ O%	H ₂ O%	CO%
SF34	47.14	16.36	9.88	9.90	0.734	3.77	5.65	0.181	0.167	0.38	2.96	2.24	0.37
37	57.06	15.04	6.83	4.53	0.897	2.06	5.25	0.129	0.433	2.62	3.40	1.35	0.42
54	52.30	18.80	6.76	2.07	0.587	3.31	4.36	0.142	0.191	1.08	5.26	2.59	2.03
82-142	67.64	12.45	6.61	1.98	0.372	0.74	2.18	0.090	0.079	0.75	4.18	0.86	2.77
143	67.58	14.43	1.34	1.41	0.777	1.02	4.26	0.064	0.174	3.61	2.29	2.00	0.18
144	49.70	18.29	8.02	4.34	1.18	4.46	6.19	0.194	0.297	1.69	3.91	2.16	0.05
145	47.52	16.56	9.06	6.51	1.03	2.45	9.00	0.181	0.174	0.96	3.77	1.96	0.32
146	50.46	17.58	8.62	5.75	0.884	2.45	6.72	0.168	0.162	1.44	4.18	1.96	0.28
5	64.34	16.06	4.31	1.79	0.487	1.42	2.38	0.064	0.172	1.93	4.58	1.56	0.12
92	61.56	15.55	6.31	3.02	0.497	1.95	4.56	0.120	0.094	1.08	3.10	1.17	0.12
93	46.24	17.68	16.34	4.24	1.13	6.92	4.01	0.323	0.273	0.30	0.78	1.16	1.02

注：据华东有色金属地质勘探公司科研所实验室分析，样品岩性与采样地点见表1-3。

表 1-3 二郎坪蛇绿岩套西段基性岩微量元素含量

	Ba	Ni	Cr	V	Zr	Y	CO	Sr	Nb	Hf	Ti%	K%	Rb	(ppm)
SF-34	54.7	202	344	182	59.7	24.6	45.0	314	5.7	<1.6	0.54	0.27	9	辉长岩
-37	617	44.8	146	168	106	25.4	27.7	836	9.5	12.2	0.51	2.10	121	闪长岩
-54	337	63.2	149	142	50.5	14.2	20.9	581	7.1	5.8	0.31	0.73	23	辉长岩
82-143	661	13.7	98.2	71.2	254	39.9	10.8	131	13.7	11.4	0.42	3.05	171	角斑岩
-144	239	16.2	47.3	217	180	30.6	31.4	605	7.1	10.5	0.63	1.27	51	玄武岩
-146	500	31.1	43.7	243	39.5	17.0	35.9	984	3.1	1.9	0.46	1.05	25	玄武岩
-5	1175	25.1	138	82.8	80.0	5.8	11.9	1112	<1.6	3.1	0.26	1.34	31	闪长岩
-92	463	141	109	181	55.6	18.7	20.0	390	5.7	7.5	0.30	0.82	20	闪长岩
-93	40.5	19.5	33.0	343	62.4	25.1	30.1	514	6.3	7.0	0.70	0.26	6	辉长岩

注: SF-34, 37, 54, 红花楠基性杂岩; 82-143, 144, 146, 商县北宽坪小宽坪; 82-5, 卢氏官坡, 82-92, 93, 南召板山坪, (此表数据由江苏地质研究所测定)。

Zr/Y-Zr图上(图1-8)二郎坪蛇绿岩也表现从岛弧到MORB、再到洋岛玄武岩的过渡趋势。在用MORB标准化的微量元素含量图上(图1-9),二郎坪蛇绿岩套岩石表现出复杂的地球化学行为。部分基性岩显示高的Rb、Ba,低Ti,具有岛弧拉斑玄武岩的特征,而另一部分则具有大洋拉斑玄武岩的特征。

同位素地质学特征:据研究,MORB的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 范围为0.7022~0.7035,而绝大多数在0.7024~0.7030(Barber *et al.*, 1982; Hofman *et al.*, 1978)。产于该蛇绿岩套上部层序火山熔岩中的河南刘山崖铜矿和破山银矿,含矿夹层中的变质凝灰岩和角斑岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为 0.7029 ± 0.0009 (据林潜龙, 1984),在洋脊玄武岩的范围内。

破山银矿及同一矿带银洞坡金矿金属硫化物中硫、铅同位素组成为:破山 $\delta^{34}\text{S} = 2.30\%$,银洞坡为3.18‰,铅为近似单阶段演化的正常铅,破山 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为16.54~16.886,银洞坡 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为16.89~17.18。同位素地质学研究证明上地幔来源原始岩浆热液矿床硫同位素组成接近陨石硫,不超过5~6‰,显然二郎坪蛇绿岩套中原生矿床属上地幔来源原始岩浆热液矿床,几乎没有陆壳混染。铅同位素特征表明了类似的结论。

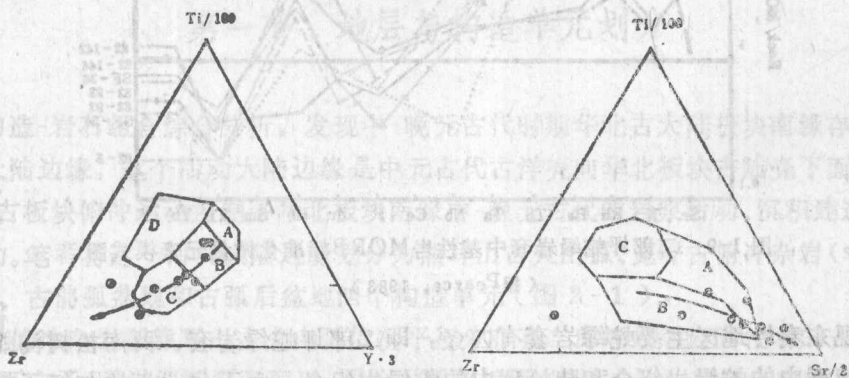


图 1-7 二郎坪蛇绿岩套中基性岩的Ti-Zr-Y和Ti-Zr-Sr图(Pearce等, 1973)

左图: A, B: 低 拉斑玄武岩 B: 大洋底玄武岩 D: 洋岛及大陆玄武岩 B, C: 钙碱性玄武岩

右图: A: 低 拉斑玄武岩 B: 钙碱性玄武岩 C: 大洋底玄武岩

上述资料充分证明了二郎坪蛇绿岩套代表洋壳剖面,是古洋壳的残骸,但是它产生在什么大地构造背景下,仍是一个需要深入探讨的问题。蛇绿岩研究的最新进展表明蛇绿岩产生在多种构造背景下(Moore, 1982)。Coleman(1984)认为可能形成蛇绿岩的构造环境包括洋中脊、弧后盆地、岛弧、被动大陆边缘和小洋盆。他认为大多数蛇绿岩产于两类构造环境:特提斯型产生在小洋盆和特提斯区变薄的陆壳;科迪勒拉型常是变质的和被肢解的,构成北美西部和环太平洋增生地体的基底岩石,可能代表古洋洋壳和弧间洋壳。

二郎坪蛇绿岩套具有较大规模,较完整的洋壳剖面,顶部的放射虫硅质岩和复理石沉积,同位素地质学显示没有陆壳混染的特征及许多类似大洋地壳的岩石地球化学特征,表明它具有类似古大洋地壳的特点。但是由于基性岩中Ti偏低,部分微量元素特征与岛弧拉斑玄武岩相似,可认为二郎坪蛇绿岩套应属特提斯型,可能代表小洋盆环境产生的洋壳。它所具有的复杂的地球化学特征表明在构造侵位和推覆运动中,可能还有岛弧火山岩的加入和混染。