

秦巴金属矿产成矿概论

耿树方 严克明 周伟勤 项礼文 范本贤 王彦斌 著



地质出版社

秦巴金属矿产成矿概论

耿树方 严克明 周伟勤 著
项礼文 范本贤 王彦斌

地质出版社

·北京·

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

本书运用区域控制论、成矿作用不可逆论和基底成分影响(控制)论等观点,从区域成矿规律和找矿方向出发,运用地质、地球物理、地球化学和深部地质等多学科理论综合地研究了秦岭一大巴山及邻区的成矿特征及成矿规律,取得了一些突破性的重大进展,首次提出:秦巴地区没有真正的古大洋,而只有多次“洋盆化”的多期裂陷海槽;秦巴地区没有典型(标准)的蛇绿岩套,而只有“洋盆化”环境中的类蛇绿岩套;扬子陆块(地台)与华北陆块(地台)属于同一个岩石圈板块;秦岭构造带是板内多旋回裂陷-增生-碰撞的重叠构造带;本区属于过渡型地壳类型的成矿区域,因而优势矿种是贵金属 Au、Ag、Pt 和有色金属 Pb-Zn、Mo、Cu、Hg、Sb,其中 Au 是“贯通元素”;本区有 11 条裂陷-增生矿带、5 条裂陷边缘过渡带成矿带、19 条重要断裂控矿带和 35 个综合找矿远景预测区。本书并特别指出了铂矿的找矿前景。

本书是第一系统论述秦巴及邻区金属矿产成矿规律的专著,对地质科研、地质教学和秦巴地区的找矿实践,都有重要的参考价值和实用意义。

图书在版编目(CIP)数据

秦巴金属矿产成矿概论/耿树方等著. —北京:地质出版社,1994.6

ISBN 7-116-01651-1

I. 秦… II. 耿… III. 金属矿床-成矿规律-秦巴地区 N. P618.201

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 03894 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:张新元

*

北京汇文印务公司排版 中国人民解放军 1201 印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 $1/16$ 印张:11.625 插页:1页 附彩图:1幅 字数:266千字

1994年6月北京第一版·1994年6月北京第一次印刷

印数:1—1000册 国内定价:24.00元

ISBN 7-116-01651-1

P·1335

前 言

一、概 述

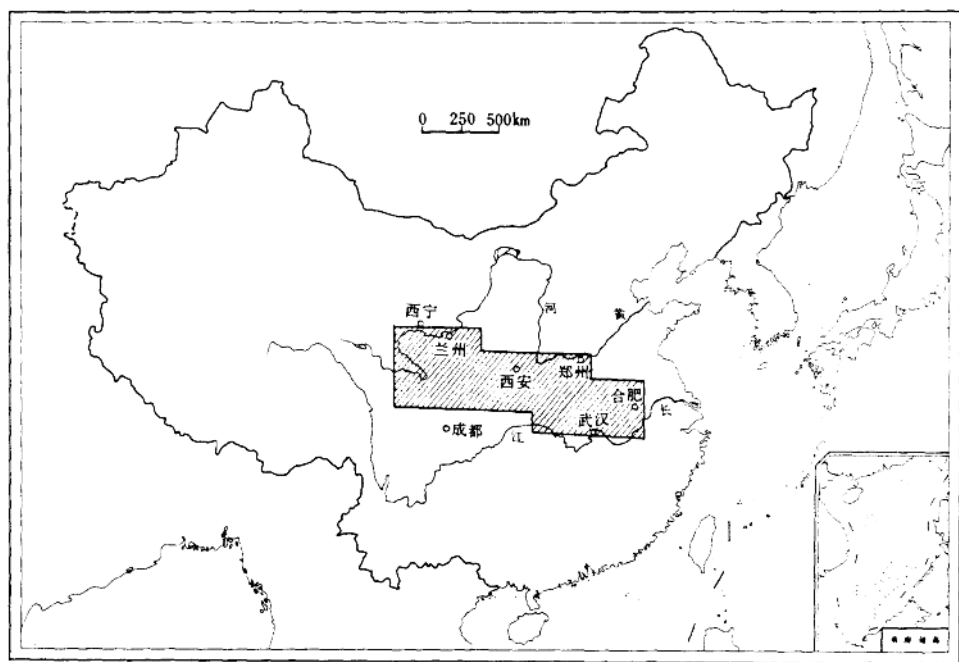
秦岭地处中国腹心地带，地理位置重要，地质构造复杂，矿产资源丰富。为加速查明秦岭及邻区地质特征和矿产资源，地矿部于1986年以“地发〔1986〕280号”文件下达了“七五”重点科技攻关项目86C09号“秦巴地区重大基础地质问题和主要矿产成矿规律研究”任务。本课题属于总项目的第8个二级课题。根据项目总设计书和有关领导同志“要出高层次的综合性的重大地质成果”的要求，本课题重点放在秦岭—大巴山（以下简称秦巴）地区的主要金属矿产（包括贵金属金、银，有色金属铅、锌、钼、汞、锑、铜等）的成矿特征与成矿规律的研究上。原定总项目研究范围为西起青、甘两省交界区，东至京广线，北以渭河—黄河南岸为界，南到米仓山—大巴山。但考虑到大别山在地史上曾与秦岭同属一个大的构造—成矿带，本课题的综合研究范围东延到大别山东端的郧庐断裂带。研究区域的地理坐标约为东经 $101^{\circ}30'$ — $117^{\circ}30'$ ，北纬 31° — 35° （见下页研究区位置示意图）。从图中可以看出，研究区域恰横亘在中国大陆中央地带。秦岭—大巴山不仅是我国南、北方之间的地质分界线，而且是南、北方之间的气候、动植物群落、土壤、水系和地形—地貌等等的自然区域分界线。研究秦岭—大巴山和大别山地区的地质—成矿特征对于认识我国南、北方地质构造和地质演化史及其间的相互关系具有重要意义，同时也有利于阐明秦岭—大巴山作为南、北方自然地理和生物分区的自然界线的形成原因。

本课题的研究工作从1986年开始，1988年正式立项开展工作。根据秦巴项目总设计对本课题的要求，在系统收集前人在秦巴地区的工作成果的同时，本次研究及时吸收了秦巴项目下的8个二级课题、26个三级课题和51个四级课题的丰富研究成果，深入分析本地区在地质—成矿研究中的主要症结问题，运用统一的理论观点从宏观上进行较大时、空领域的全面系统的研究。

二、本课题采用的学术思路和指导思想

（一）地质科学具有双重性特征

地质科学所具有的双重性特征，一是指具有全球性的共同规律和普遍性特征；二是指具有地区性（区域性）的特殊规律和特有（独特）特征。各地区之间的地质—成矿特征可能具有某种极大的相似性，但绝不会是完全相同的。地质科学与其他自然科学（如物理、化学等等）相比，没有世界通用的公式和定律，而是具有很明显的区域性特色。但是各区域之间又是互相联系和互相制约的，而且总是大区域制约并控制小区域，全球制约和控制大区域（包括某一个或几个国家），即总是大环境控制小环境，宏观环境控制微观（局部）环境。这是普遍规律。我们将各区域之间这种互相联系和“大”控制“小”的关系简称为



研究区（秦岭—大巴山及邻区）位置示意图
Location of Qinling-Dabashan mountains and adjacent regions

“区域控制论”，而将各地区所具有的特殊规律和特有特征简称为“区域特征原则”。开展本区的研究工作就是以“区域控制论”为基础，按“区域特征原则”研究秦巴地区在整个地质历史的发展演化过程中各种地质作用（包括成矿作用）之间的内在联系和综合特征。

（二）成矿作用是地质作用的组成部分

成矿特征是地质特征中的“特殊”组成部分，成矿规律是各种地质特征和地质规律的集中反映和“最高上层建筑”。本课题把成矿演化史与地质-构造演化史有机融为一体，恢复原自然界地质-成矿作为一个统一整体的本来面目，经过深入系统的分析和研究，找出各个似乎是互无关联的地质（含矿产）事实和地质事件之间的内在联系和因果关系，从而揭示出矿产生成规律。

在漫长的地质（构造）-成矿演化过程中，一方面由于地质-成矿作用的继承性、迁移性、阶段性和新生性决定了成矿物质来源的多源性、成矿作用的多期性和矿床成因的多类型；一方面随着地质历史的发展演化，成矿作用也不断“向前”演化。也就是说，某些不同类型的矿床主要只产生在某一个地质历史阶段。如，沉积变质铁硅质建造——我国“鞍山式”铁矿主要产在新太古代—古元古代；由区域变质作用形成的重要石墨矿床主要产在元古宙；矽卡岩型矿床主要产在显生宙，尤其是晚古生代—中生代时期，等等。成矿作用的这种不可

逆性特征是普遍规律，简称为“成矿作用不可逆论”。本课题将成矿作用不可逆论既作为成矿规律分析的依据之一，也作为地质发展演化史特征的佐证之一。

（三）我国大陆地质的基本特征

稳定区（如地台区）的稳定程度相对较低，并且破裂比较严重；而活动区（如优地槽区）的活动强度却相对较弱。因此，各地质时期都存在有各种不同程度的“过渡型”地区。由于这一基本地质特征决定了我国构造、岩石组合（建造类型）和成矿作用等都具有其独特的特征。所以，在学习、运用国外地质-成矿理论时不能照搬和单纯地模仿，而必须立足于我国地质-成矿特征的实际，从而创建出反映中国地质特点的新的地质-成矿理论。尤其是秦巴及其邻区，地处华北陆块与扬子陆块之间的接合地带，为创立具有中国特点的新的地质-成矿理论奠定了优越的地质条件基础。本书从秦巴地区地史演化与构造特征的实际出发，运用同一岩石圈板块内的“地壳多旋回开（裂）-碰（撞）演化”和地体拼合的理论观点阐述区内构造-成矿与演化特征。

（四）成矿作用的前提是成矿物质

成矿物质的多寡是由地壳和地幔物质成分的不均匀性，即区域地球化学场特征决定的。在具有成矿物质基础的前提下，成矿作用的强度取决于区内地史演化过程中的构造-岩浆活动及构造-沉积作用特征，以及成矿元素在演化循环过程中的迁移-富集程度。所以本书把区域地球化学场特征与地质演化史和成矿演化史有机融为一体，形成“三位一体”的成矿理论观点。同时，由古老变质岩系组成的基底成分特征，对后期金属成矿作用和后期重熔岩浆含矿性特征有重要影响乃至控制作用，而且变质基底岩系中的成矿元素以物质不灭定律的规律随着地质历史的发展演化而不断循环。因此，本书运用“基底成分影响论”和“金属元素演化循环-富集论”的理论观点阐述区内成矿特征。

（五）成矿规律研究必须以基础地质研究为先导

成矿规律研究包括两个方面：一是对成矿地质背景，即控制成矿的地质条件特征的研究；二是对成矿本身的基本问题，如矿床特征、矿床成因、成矿物质来源和成矿模式等的研究。这两个方面缺一不可，前者是后者的基础，后者是前者的“上层建筑”。而对于区域成矿规律研究来说，前者尤显重要。因为控制成矿的地质条件是矿床形成的前提和“大环境”，没有使成矿物质得以聚集的地质和物理-化学条件，即使有比较丰富的成矿物质也难以富集成具有工业价值的矿床，而只能形成“含矿岩石”。所以，只有在研究清楚工作地区的地层层序、时代、生成环境、岩浆成因、岩浆活动期次、岩石类型、构造运动（变动）特征、地壳深部结构以及区域地球化学场的基础上，才能比较深入地、而又符合客观实际地研究区域成矿规律，从而得出正确的结论。

三、秦巴地区地质问题和矿产问题的症结 以及当前解决的程度

秦岭地处中国大陆的腹地，并且是中国南、北方之间的自然区域分界线，因此从本世纪20年代以来它就引起了中外地质界人士的关注。六七十年来，国内外地质学家对秦岭造山带及其邻区从各个方面进行了研究；但一些重大的基础地质问题和矿产问题一直没有得

到全面的解决。这些问题主要是：

- 1) 究竟存在不存在“秦岭地轴”？
- 2) 扬子地台（扬子陆块）与华北地台（华北陆块）究竟是在何时拼合（碰撞）的？
- 3) 秦岭地区究竟存在不存在原生的“古大洋”？
- 4) 秦岭构造带究竟是怎样生成和演化的？

随着这些重大的基础地质问题而带来的主要矿产问题是：

- 1) 秦巴地区的战略找矿方向是什么？即本区究竟哪些矿种是优势矿种？
- 2) 各优势矿种的区域成矿条件和主要成矿特征是什么？

这些重大的地质、矿产问题通过“七五”期间深入的专题研究和本课题全面系统的综合研究工作，目前虽然尚未得到彻底解决，但已经获得了初步结果。这就是：

1) 确证组成原“秦岭地轴”的原“秦岭群”，包括了新元古代早期的宽坪群、晚期的陶湾群、早古生代的二郎坪群及与其相当的岩系斜峪关群和丹凤群等。新厘定的真正的秦岭群由三套变质岩组合构成（游振东，1990；安三元，1990），即由下部的海相基性火山岩与陆缘碎屑岩、中部的陆缘碎屑岩与不纯碳酸盐岩、上部的含碳质碳酸盐岩（区域变质后为含石墨大理岩）构成。秦岭群原岩的形成时代问题，根据同位素年代学的多种方法测定、相互验证的结果（张宗清等，1989；游振东，1990），其年龄值为2250—2000Ma，属古元古代后期。新厘定的秦岭群分布范围比原秦岭群的范围缩小了许多，其时代也由太古宙改正为古元古代后期（ Pt_3^2 ）。据此，原“秦岭地轴”已经称不上是标准的（典型的）“地轴”了，但是仍为秦岭造山带中的古隆起带。中—新元古代以来，该古隆起带将秦岭分隔为南、北两种不同的地质构造和成矿环境。

2) 对于扬子地台（陆块）与华北地台（陆块）何时拼合（碰撞），秦岭有无原生古大洋和秦岭构造带的发生与演化等问题，本书运用“区域控制论”和“区域特征原则”，经过全面、系统、综合的研究后提出：①扬子陆块与华北陆块原属同一个岩石圈板块，古元古代后期裂解为“华北”（为原岩石圈板块的主体部分）与“扬子”两部分，并生成古秦岭裂陷海槽。因此，秦岭地区从古元古代以来没有原生古大洋；但是，从古元古代后期到早古生代，产生过3次具有不同特征的“洋盆化”裂陷海槽。②扬子陆块与华北陆块之间曾发生过3次张裂和3次挤压碰撞，两陆块最后一次的碰撞并重新形成“中国地台”的时间是中三叠世。③整个秦岭构造带从古元古代后期裂陷海槽的生成到新生代，经历了5个演化阶段和9个演化期，在演化过程中曾发生过6次拉张、裂解和6次挤压、碰撞，所以是一个复杂的板内多旋回开裂-碰撞的重叠造山带。

3) 对于秦巴地区的战略找矿方向问题，30多年来几经反复。60年代曾认为“秦岭是中国的乌拉尔”，提出主要找与超基性岩有关的铬铁矿等矿产，但经过近10年的努力效果不佳；70年代“铁矿大会战”时又认为“秦岭是找铁的好地方”，提出在秦岭地区主要找沉积变质型和基性岩钒钛磁铁矿型（“攀枝花式”）铁矿，最终效果也不理想。那么秦岭地区的优势矿种究竟是什么？这是本区战略找矿的重大方向问题。80年代以来，尤其是通过“七五”科技攻关，现已基本查明本区的优势矿种是金、银、铅、锌、钼、汞、锑。一个地区的优势矿种与这个地区的地壳类型有密切关系。秦巴地区虽然曾发生过多次“翻天覆地”的强烈构造运动，但镁铁质洋壳并不发育，而主要是洋壳与硅铝质陆壳之间的过渡类型的地壳。因此，成矿作用不以铬、铁等黑色金属为主，而是以贵重金属、银和部分有色

金属钼、(铜)、铅、锌和汞、锑等为主。

四、本书的撰写

参加本课题的研究人员有：耿树方（课题负责人）、项礼文、严克明、周伟勤、范本贤、王友松；另有费文恒、孙红兵参加了 1990 年以前的工作，王彦斌参加了 1990 年以来的部分工作。本书编写工作的具体分工如下：

耿树方，前言，第一、三章，主要结论，第四章的一部分，第五章第一节、第二节的一部分和第六章第二节的一部分；

严克明，第二章，第四章的一部分；

周伟勤，第六章第一节，第二节的一部分；

项礼文，第四章的一部分和第五章第二节的一部分；

王彦斌，第五章第一节的一部分，英文译文的校订；

范本贤，全书制图（包括书内插图及本书附图《秦巴地区主要岩浆建造类型图》）。

本书全文最后由耿树方统一定稿。全书英文由张新元同志翻译；刘乃隆先生审读了全部英文译文，在此表示感谢。

目 录

第一章 区域构造特征	1
第一节 华北陆块南缘 (I)	1
第二节 秦岭构造带 (II)	3
第三节 扬子陆块 (III)	7
第四节 松潘-阿坝构造带 (IV)	9
第五节 大别地块 (V)	9
第二章 与成矿有关的主要沉积建造	11
第一节 与成矿有关的主要沉积建造和生成时代	11
第二节 重要成矿时期的古地理、古构造	16
第三节 层控矿床的控矿因素和成矿机理	29
第三章 与成矿有关的主要岩浆建造	32
第一节 主要岩浆建造类型及其特征	32
第二节 各类岩浆建造中的金属成矿特性	58
第四章 与成矿有关的主要构造	76
第一节 秦巴及邻区构造-成矿演化	76
第二节 主要断裂及其与成矿作用的关系	86
第五章 区域地球化学场、深部地壳结构及其与成矿的关系	101
第一节 区域地球化学场与成矿的关系	101
第二节 深部地壳结构与成矿的关系	118
第六章 优势矿种成矿区(带)及构造-成矿分区	128
第一节 优势矿种成矿区(带)	128
第二节 区域成矿分区及找矿方向预测	140
主要结论	154
主要参考文献	160
英文摘要	163
附图:秦巴地区主要岩浆建造类型图 (1:2 000 000)	

CONTENTS

Chapter 1 Regional Tectonic Features	1
1. South margin of North-China landmass (I)	1
2. Qinling tectonic belt (II)	3
3. Yangtze landmass (III)	7
4. Songpan-Aba tectonic belt (IV)	9
5. Dabie massif (V)	9
Chapter 2 Main Sedimentary Formations Related to Metallization	11
1. Types and ages of formation of main sedimentary formations	11
2. Paleogeography and paleo-tectonics in principal metallogenic periods	16
3. Ore-controlling factors and metallogenic mechanism of stratabound deposits	29
Chapter 3 Main Magmatic Formations Related to Metallization	32
1. Types and features of main magmatic formations	32
2. Metallogenic characters of metals in magmatic formations	58
Chapter 4 Main Structures Related to Metallization	76
1. Tectono-metallogenic evolution in Qin—Ba Mountains and adjacent regions	76
2. Principal faults and their relationship to metallization	86
Chapter 5 Regional Geochemical Fields, Deep Crustal Construction, and Their Relationship to Metallization	101
1. Relationship between regional geochemical field and metallization	101
2. Relationship between deep crustal construction and metallization	118
Chapter 6 Metallogenic Zones (Belts) of Advantageous Mineral Species and Tectono-Metallogenic Divisions	128
1. Metallogenic zones (belts) of advantageous mineral species	128
2. Regional metallogenic divisions and prospecting prognosis	140
Main Conclusions	154
Main References	160
Abstract in English	163
Attached Map: Main Magmatic Formation Types in Qinling—Dabashan Mountains	
(1 : 2 000 000)	

第一章 区域构造特征

根据“区域控制论”和“区域特征原则”，秦岭—大巴山地区的区域构造特征及发展演化历史，与其邻区华北陆块、扬子陆块和松潘构造带有密切的内在联系。因此，本区构造特征的论述涉及华北陆块南缘、扬子陆块北缘、松潘构造带北缘、大别陆块和整个秦岭构造带等五个构造单元。前人对秦巴及邻区构造单元的划分各有不同的原则和方案；本文的构造单元分区主要考虑以下原则：

- 1) 基底岩系时代和特征；
- 2) 每一构造单元内分布的主体地层时代和特征；
- 3) 习惯的地质-地理分区和命名。

根据这些基本原则将本区划分为以下各构造单元（图 1-1）：

1. 华北陆块南缘；
2. 秦岭构造带；
3. 扬子陆块；
4. 松潘-阿坝构造带；
5. 大别地块。

现分节详细论述各构造单元特征。

第一节 华北陆块南缘（I）

华北陆块的基底由三层组成：下层是古、中太古代（3000Ma 以上）的古老岩层（岩石）组成的分散古陆核；中间层为新太古代—古元古代早期（3000—2300Ma 左右）形成的整体变质结晶基底层（即第一基底层）；上层是古元古代中-后期（约 2300—1900Ma 左右）形成的上覆变质岩系基底层（即第二基底层）。本区因地处华北陆块南部，至今尚未发现有古、中太古代古陆核的存在。因此，本区基底由中间层的太华群、登封群等和上层的铁铜沟组、嵩山群及其相当的变质岩层组成。根据各区分布的主体地层时代和特征的不同分为如下 2 个“亚区（带）”。

一、华北陆块南缘带（I₁）

本区的主要特点是发育有 2 套特殊的地层——熊耳群火山岩系和罗圈组冰碛-冰水沉积岩系。熊耳群是在华北陆块变质基底之上的大陆裂谷内形成的一套以安山岩类为主的海相火山-沉积岩系，主要由安山岩类及与其相应的火山碎屑岩组成，夹少量玄武岩和酸性火山岩（任富根等，1989）。火山-沉积岩系厚度变化较大，在熊耳山、崤山和北邻的济源等地较厚，可达 4000—5000 m 以上，向西和往北逐渐减薄，并且北端的山西吕梁地区小两岭火山岩属陆相喷发。说明此裂谷为从北向南发育的近南北向的大陆裂谷，而且向南裂谷宽度增大。因此，有人认为具有三叉裂谷的特征（王鸿祯等编《中国古地理图集》，1985）。熊耳

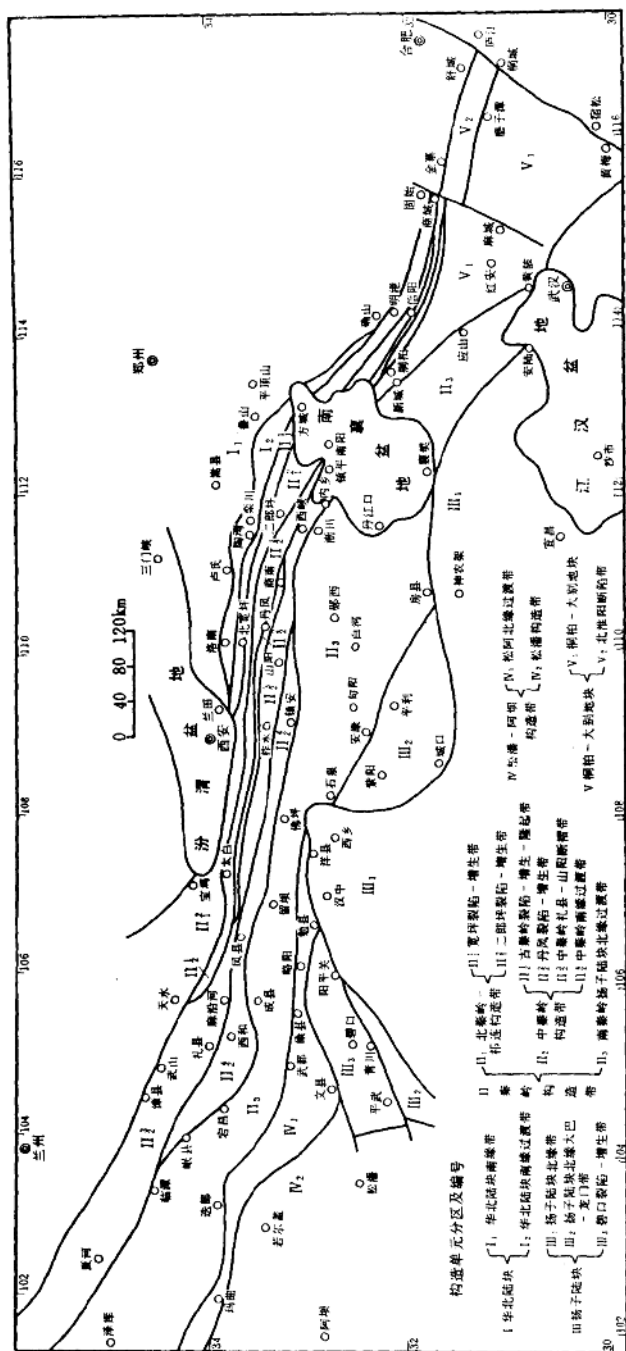


图 1-1 秦岭—大巴山地区构造分区略图

Fig. 1-1 Tectonic divisions of Qinling-Dabashan mountains (i. e., Qin-Ba Mts.) and adjacent regions

群的形成时代,据同位素年代学研究结果(U-Pb法和Rb-Sr法,任富根等,1989)其年龄值为1675—1320Ma,说明属于中元古代早期,即相当于“长城纪”(1850—1400Ma)中—晚期及“蓟县纪”初始期的产物。在熊耳群之上发育了相当于“蓟县纪”的未变质的官道口群、汝阳群等一套浅海碳酸盐岩和碎屑岩沉积,表明裂谷已停止发展而演化为陆内海盆。

区内的另一岩系特点是发育一套冰碛-冰水沉积的罗圈组。罗圈组主要由冰碛砾岩、泥砾岩、含砾板岩及含砾粉砂质页岩等组成(张二朋等,1991),其岩性和厚度均不稳定。这可能是冰碛-冰水沉积岩系的特点之一。对于罗圈组的生成环境,从它分布在华北陆块边缘——南缘和西缘(贺兰山地区)的事实可以认为,它是山麓冰川-滨海冰水沉积的产物,因此具有从北向南、由下而上冰碛-冰水沉积逐渐相变为正常的滨海-浅海相沉积的特点。这是华北陆块边缘的重要特征之一。

二、华北陆块南缘过渡带(I₂)

位于卢氏-马超营断裂之南,其基底仍为华北陆块南部的中—上层变质岩系基底。本区(带)发育的特征性地层是陶湾群。陶湾群由一套轻变质的碎屑岩系组成,下部为粗碎屑岩(片状砾岩、含碳质或碳钙质砾岩等),中部是砂页岩(粉砂岩、板岩及千枚岩等),上部为泥质碳酸盐(片状大理岩等)(王作勋等,1990;张维吉等,1989)。陶湾群的生成时代,根据同位素年代学研究结果(张宗清等,1989),陶湾群下覆层位栾川群大红口组变基性岩和变粗面岩的Sm-Nb等时线年龄为682Ma,陶湾群上部片状大理岩中的绢云母片岩Rb-Sr年龄为569Ma,说明陶湾群的生成时代为700—570Ma时期,即晚震旦世—早寒武世初期。对于陶湾群的形成环境,根据其岩石组合特点和生成时代,它是晋宁运动后期由扬子陆块与秦岭构造带组成的“南中国陆块”与华北陆块相碰撞,在两陆块边缘(实际是秦岭构造带边缘与华北陆块边缘)衔接地带的大陆斜坡区遗存的板内陆间残留海槽。这表明本区属于华北陆块南缘的边缘过渡带。

第二节 秦岭构造带(Ⅱ)

处于本区域的中间部位,是研究区的主体部分。由于整个秦岭构造带是一个复杂的多旋回裂陷-增生-拼合碰撞的重叠造山带,所以可根据裂陷基底岩系时代及岩性特征,以及增生的主体地层时代与岩石组合特征等,划分出如下3个亚带和6个小带。

一、北秦岭构造亚带(I₁)

包括宽坪裂陷-增生带和二郎坪裂陷-增生带两个小带。

1. 宽坪裂陷-增生带(Ⅱ₁)

位于宝鸡-铁炉子-黑沟-栾川-明港断裂之南。宽坪裂陷海槽发生在华北陆块南缘斜坡带与古秦岭裂陷-增生-隆起带的衔接地带。组成该裂陷-增生带的主体地层是宽坪群。宽坪群主要由变铁镁质的玄武质熔岩及相关的凝灰-泥灰岩类和基性侵入岩-脉岩类、变泥砂质岩石、硅质大理岩和黑云大理岩等组成(万渝生等,1990)。自下而上可以明显分为三个岩石组合系列:下部以基性熔岩为主,中部以泥砂质碎屑岩为主;上部则以不纯碳酸盐为主。这一沉积层序表明,宽坪裂陷海槽(或称“扩张的边缘海盆”)的最大裂陷深度可能达到了硅镁层中、下部,以后停止了发展,并逐渐演化为陆内海盆。宽坪群的生成时代,根据张宗清等(1989)的Sm-Nd法同位素年代学研究结果,为1153Ma、1085Ma和986Ma,即生

成在中元古代末期—新元古代早期,相当于“蓟县纪”末—“青白口纪”。

2. 二郎坪裂陷-增生带 (Ⅱ₂)

位于北宽坪-瓦穴子-乔端-毛集-长台关断裂之南、天水-油房沟-商县-朱阳关-夏馆-信阳断裂之北。二郎坪裂陷海槽主要发生在宽坪群变质增生带基底上,并与古秦岭变质增生隆起带相接壤。组成该裂陷-增生带的主体地层是二郎坪群。二郎坪群主要由三套岩石组合组成(符光宏等,1989;李彩一等,1990):下部细碧角斑岩-枕状熔岩系;中部中基性-中酸性火山碎屑岩及放射虫硅质岩;上部不纯碳酸盐岩及复理石岩系。对于二郎坪群的岩石组合特征和生成环境,有两种不同意见:王润三等(1990)认为,二郎坪群具有比较完整的层序序列,是目前东秦岭已知的发育最完整的蛇绿岩套,并提出二郎坪群蛇绿岩很可能形成于大洋中脊,是古洋壳的残片。王仁民、陈珍珍等(1990)则指出,二郎坪群缺乏洋壳的主体部分超镁铁质底部带,也未见变质橄辉岩、洋壳辉长岩和席状岩墙群,基性枕状熔岩的单层厚度不大,中酸性火山碎屑岩和杂砂岩、粘土岩等比值太大,虽然有一些很小的超镁铁质串珠状小透镜体,但都是后期沿断裂挤入的小侵入体;不过也确实存在具有洋壳性质的某些局部特征,诸如有基性枕状熔岩、含放射虫硅质岩以及M型斜长花岗岩等。因此,后者认为二郎坪群不是典型的洋壳沉积组合,而是向洋中脊转化过程中的产物,还没有发展成为典型的洋壳时便夭折了,所以是由拉张生成的“过渡壳”,最多只是一个再生小洋盆。本书作者根据对全区地质历史演化特点的研究和“区域控制论”理论,基本同意后者的意见,同时将这种底部超镁铁岩和中部席状岩墙都不发育、但上部的枕状熔岩-放射虫硅质岩-复理石岩系和M型斜长花岗岩等发育、确实具有蛇绿岩套某些特征的岩石组合系列称为“类蛇绿岩套”,以此与大洋壳中生成的典型(标准)蛇绿岩套相区别。“类蛇绿岩套”代表了过渡型洋壳(包括再生小洋盆)的地质环境,并具有一套特有的成矿特征。

对于二郎坪群的生成时代,依据李采一等(1990)在河南南召县白土岗乡大青山地区的二郎坪群结晶灰岩中首次收获的大量头足、腹足、腕足、珊瑚和苔鲜虫类等化石鉴定结果,其时代以中奥陶世为主。另对该岩系各组的同位素年代研究结果,Rb-Sr全岩等时线年龄为495—357Ma之间,说明属于早古生代,并以奥陶纪为主。

这些事实说明,二郎坪裂陷海槽的生成是兴凯运动的产物,形成了北祁连-北秦岭裂陷带。在此裂陷带东段的北秦岭地区形成了二郎坪群“类蛇绿岩套”。

二、中秦岭构造亚带 (Ⅱ₂)

包括古秦岭裂陷-增生-隆起带、丹凤裂陷-增生带、中秦岭礼县-山阳断拗带和中秦岭南缘过渡带等4个小带。

1. 古秦岭裂陷-增生-隆起带 (Ⅱ₂₁)

位于天水-油房沟-商县-官坡-朱阳关-夏馆-信阳-商城断裂之南、漳县-武山-天水-唐藏-丹凤-商南-镇平-桐柏断裂之北。在该增生-隆起带中的主体地层是秦岭群变质岩系。对于组成秦岭群的岩石组合层序,有两种不同意见:张国伟等(1988)认为,秦岭群不是一套统一的岩层,而是一个复杂的构造岩片、岩块组合体;组成秦岭群的岩层主要是下部的黑云母片麻岩类和角闪片麻岩-变粒岩类,上部的含碳质大理岩不属于秦岭群,而是后期推覆到秦岭群之上的早古生代产物。张国伟等并提出(1990)应将“秦岭群”改称为“秦岭杂岩”。游振东等(1990)对秦岭群的研究结果确认,秦岭群是由三个互相联系而又互相区别的岩石序列组成的,这三个自然岩性组合分别代表了不同的原岩建造特征:下部是陆源碎

屑岩（包括泥质岩）建造，局部含基性火山岩；中部为泥灰岩与部分砂岩建造；上部是含炭质碳酸盐岩建造。它们都属于大陆边缘型的火山沉积建造序列。其中，基性火山岩类仅有少量产出，说明秦岭群主要由陆壳岩石组成。安三元等（1990）对秦岭群的研究结果得出了与游振东等人相同的结论，指出：太白地区的秦岭群下部为大陆溢流拉斑玄武岩、酸性火山岩和部分沉积碎屑岩（即火山-沉积建造）；中部为陆源碎屑岩、泥质岩及泥质、白云质杂砂岩（即陆源碎屑-泥质建造）；上部为白云岩夹少量石灰岩和泥岩（即碳酸盐岩建造）。它们都代表了大陆边缘的海盆环境，与大洋地壳无关。本书同意游振东和安三元等的意见，并根据“成矿作用不可逆论”进一步确认，秦岭群上部的含石墨白云质大理岩确应属于秦岭群的组成部分。因为由区域变质作用形成的石墨矿床主要都赋存在元古宙变质岩系中，而古生代—中生代的石墨矿床主要是以接触变质作用为主。对于秦岭群形成的地质环境问题，张国伟等（1988）指出，秦岭构造带是在新太古代形成的统一克拉通地块基底上产生初始裂谷而形成的。本书从8个方面阐述了扬子陆块与华北陆块同属一个岩石圈板块（详见第四章），并提出，秦岭群是在古中国岩石圈板块内古元古代后期产生的“古秦岭裂陷海槽”中生成的火山-沉积岩系。根据秦岭群下部岩层中夹有拉斑质玄武岩和中酸性火山岩，以及中部为碎屑岩和上部为含炭质碳酸盐岩的岩石组合序列特点确定，古秦岭裂陷海槽的最大裂陷深度可能到达硅镁层中一下部，但中途停止了向深部发展而演化为板内海盆。

关于秦岭群的生成时代，根据张宗清等（1989）研究，U-Pb 年龄值为 2260Ma，Sm-Nd 等时年龄为 2080Ma；游振东等（1990）研究结果 Th-Pb 等时线年龄值为 2211Ma。这说明秦岭群原岩生成在古元古代后期的 2300—2000Ma 时期，在以后的漫长地史演化过程中又曾经历过多次强烈的构造-热事件的作用（如新元古代、早古生代、晚古生代—早中生代等），从而使其构造更加复杂化。

2. 丹凤裂陷-增生带（Ⅰ₂）

分布在古秦岭增生-隆起带的南侧，即天水-唐藏-丹凤-商南-镇平断裂带之南。在此裂陷-增生带内分布的主体岩层是丹凤群。对于丹凤群的岩石组合特征和生成环境等问题，据孙勇等（1988）研究结果，下部主要由细碧岩、枕状熔岩、角斑岩、变安山质火山岩等组成的基性—中基性火山岩系；上部为凝灰角砾岩和成熟度较低的变长石、石英杂砂岩、凝灰质千枚岩与薄层晶灰岩或透镜状白云质大理岩。局部地区可见到稀疏的辉绿岩墙和英安岩脉近于平行地穿入岩层中。据此认为丹凤群为岛弧蛇绿岩与弧后扩张盆地洋壳残块的复合体，生成在活动大陆边缘岛弧和边缘盆地中。本书根据丹凤群与二郎坪群一样，其下部超镁铁岩和中部席状岩墙均不够发育、上部的放射虫硅质岩等也不够发育，而且碎屑岩成分所占比例也较大等岩石组合特点，说明丹凤群也不是典型（标准）的蛇绿岩套，因此亦称为“类蛇绿岩套”。它是在古秦岭隆起带向“北”挤压，使其北侧的二郎坪裂陷海槽逐渐闭合的同时，在其南侧发生了“商-丹裂陷带”。所以从“区域特征原则”分析，丹凤群是古秦岭隆起带边缘裂陷海槽中的一套基性火山-沉积岩系，其裂陷的最大深度可能达到硅镁层下部——莫霍面附近。

对于丹凤群生成的时代问题，曾普遍认为与二郎坪群同期，均属早古生代。本书根据古生物化石的最新资料（李采一等，1990）和同位素年龄资料认为可以进一步划分：二郎坪群的主体生成时代是早古生代早—中期（即早寒武世后期—晚奥陶世初期）；而丹凤群的主体生成时代则是早古生代中—晚期（即晚奥陶世—志留纪末期），其同位素年龄 Rb-Sr 等

时线为 447Ma, Sm-Nd 年龄值 402Ma (孙勇等, 1988)。从“区域控制论”的原理分析, 这种进一步划分恰好说明, 在古秦岭隆起带北侧的二郎坪裂陷海槽闭合的同时, 产生了古秦岭隆起带南侧的丹凤裂陷海槽, 所以丹凤群的时代比二郎坪群稍晚。

3. 中秦岭礼县-山阳断拗带 (Ⅰ₃)

此带的北界与丹凤裂陷-增生带之间没有十分明确的“以断裂为界”的界线, 因为组成该断拗带的主体地层刘岭群与丹凤群之间没有显著的不整合面或较长时期的沉积间断面。此带的南界为礼县-麻沿河-凤镇-山阳-西峡-内乡断裂带。组成本断拗带的主体地层, 西段是舒家坝群, 东段是刘岭群, 南阳盆地以东的信阳地区为南湾组。西段的中-上泥盆统舒家坝群, 下部为变砂、板岩夹多层白云质灰岩和砂-泥质灰岩, 上部为粉砂岩、砂岩和板岩互层。由舒家坝向北出现了陆相-海陆交互相的上泥盆统大草滩群紫红色砂岩、粉砂岩组合。东段的中-上泥盆统刘岭群原岩由一套巨厚的复理石岩系组成, 其物源主要来自北部的古秦岭变质岩系和花岗岩类 (任纪舜等, 1989)。该断拗带的产生是由于其南界的礼县-麻沿河-凤镇-山阳-西峡断裂带形成的结果。早泥盆世后期伴随礼县-麻沿河-山阳同生断裂的逐渐形成和发展, 在本区出现了拉张和裂陷环境, 从而在同生断裂北侧不断拗陷、沉积了数千米的巨厚复理石建造, 并向北侧挤压, 使丹凤裂陷海槽完全闭合。礼县-山阳断裂带本身则在同生沉积、发展演化过程中由于沿断裂形成了海底喷溢热液与海水的不断对流循环, 从而使海底热液中携带的成矿元素在有利的地质和物理-化学条件下形成了重要的铅锌矿床和汞锑等矿床。

4. 中秦岭南缘过渡带 (Ⅱ₁)

北界是礼县-麻沿河-凤镇-山阳-西峡断裂带, 南界为临潭-岷县-宕昌-两当-凤县-镇安断裂带。构成该过渡带的主体地层, 西段为西汉水群粉砂岩、板岩及灰岩; 东段是古道岭灰岩夹板岩、细砂岩, 以及九里坪组和疙瘩寺组板岩夹粉砂岩。在此带中的上泥盆统九里坪组和疙瘩寺组属于次深海相的碎屑浊积岩相。这与礼县-山阳断拗带中的刘岭群巨厚复理石建造有某些相似之处。同时, 礼县-山阳断拗带中的中石炭统磨拉石建造不整合在刘岭群和下石炭统海相地层之上, 表明属于华力西期褶皱带; 本带则为上石炭统武王沟组不整合在与泥盆系连续沉积的下石炭统界河组和铁厂铺组之上, 表明也属华力西期褶皱带。但是此带位于礼县-麻沿河-山阳断裂带的南侧, 因此与礼县-山阳断拗带既有联系, 又有区别, 故作为“南缘过渡带”单独划出。重要的铅锌矿床主要分布在此带内。

还需要指出的是关于礼县-山阳断拗带 (Ⅰ₃) 和中秦岭南缘过渡带 (Ⅱ₁) 的基底特点问题。过去的研究者均认为本区的寒武系、奥陶系地层都属于扬子陆块 (地台) 北缘的组成部分, 因此认为本区泥盆纪海是发育在扬子陆块北缘早古生代基底之上的。但近年来据傅力浦等 (1989) 研究秦巴地区奥陶-志留系地层特征, 奥陶纪时期的华北型与扬子型古生物分区界线约在宝鸡-石泉-安康一线, 这条界线基本上与石泉-安康断裂带相一致。如果这一结论是正确的话, 这就意味着至少在奥陶纪时期古秦岭隆起属于水下隆起 (海底山链), 而且对某些生物群落未造成阻隔。另一事实是, 新元古代后期的耀岭河群火山岩系和“扬子型”的震旦系几乎都分布在凤县-镇安-西峡-内乡断裂带之南。这表明, 在凤县-镇安-内乡断裂带之南是比较单一的扬子陆块的基底, 而在该断裂之北与漳县-武山-天水-唐藏-丹凤-商南-镇平之南的夹持地带 (包括 Ⅱ₂ 与 Ⅱ₃), 则属于华北陆块与扬子陆块之间的早古生代时期过渡性质的基底。

三、南秦岭扬子陆块北缘过渡带 (Ⅱ₃)

本带的基本特点是:在地理-地貌上习惯地称为南秦岭,但是在地质特征和基底岩层性质方面却属于扬子陆块北缘,构造特征上常称为“扬子地台被动大陆边缘”。本书根据此带从新元古代到早古生代曾发生几次不同程度的拉张裂陷并伴随了某些火山喷发等特点,将地理-地质特征结合在一起,称为“南秦岭扬子陆块北缘过渡带”。本带出现的特殊岩层和岩石组合是东部的耀岭河群和西部的白依沟群。耀岭河群(张二朋等,1991)主要由基性—中基性火山熔岩、火山角砾岩和正常沉积的砂泥岩(变质为片岩、千枚岩等)及结晶灰岩组成,并呈互层出现,构成旋回层。在喷发中心(如内乡、枣阳等地)以基性熔岩及火山角砾岩为主,熔岩中具枕状构造,并部分有气孔和杏仁构造;远离喷发中心正常沉积层增多。对于耀岭河群的生成时代和形成环境问题,在耀岭河群下一中部火山角砾岩中常见有来自中—新元古代武当群(郧西群)和随县群的砾石超覆在这些岩层之上;同时有上震旦统地层呈假整合覆盖,其同位素年龄为970—730Ma(U-Pb及Pb-Pb法)。据此,其生成时代应为新元古代中期(“青白口纪”后期—早震旦世)。该群是在武当裂陷海槽因受挤压而闭合的同时,在其北侧又产生了新的拉张裂陷带(即耀岭河裂陷槽)的环境中形成的。

西部的白依沟群(毛裕年等,1990)是由一套火山碎屑岩和正常沉积岩组成的。火山碎屑岩成分以酸性流纹质凝灰岩为主,自下而上火山碎屑岩逐渐减少,正常沉积的陆源碎屑岩则逐渐增多,并组成了16个火山喷发-沉积旋回。白依沟群的生成时代和生成环境问题,根据U-Pb同位素年龄744Ma与734Ma和平行不整合地覆盖其上的太阳顶群底部炭质板岩全岩Rb-Sr等时线年龄535Ma确定,白依沟群属早震旦世,与扬子陆块西北缘的下震旦统开建桥组(苏雄组)可以对比。该群是生成在晋宁运动后期扬子陆块边缘的山间火山洼地-河湖相环境中的产物。

由耀岭河群和白依沟群的岩石组合特征和生成环境特点可以看出,在新元古代时期扬子陆块北缘处在不断活动的拉张-裂陷环境中,而且这种环境继续到了早古生代时期。因此,这个时期是活动大陆边缘,只有到晚古生代—早中生代时期本区才属于被动大陆边缘。还应指出,当今的白依沟群所在地区迭部之西,是在白依沟群生成之后从扬子陆块西北缘裂解离散出去的一个块体,这也表明早古生代时期扬子陆块北缘属于拉张环境的活动性大陆边缘。

第三节 扬子陆块 (Ⅲ)

本区地处扬子陆块北缘,可根据本区各地质单元的不同特点划分出如下三个“亚区(带)”。

一、扬子陆块北缘带 (Ⅲ₁)

属于“传统的”扬子陆块范围的北部边缘带,其边界线均以断裂为界,即由西段的北川-勉县-洋县断裂、中段的城口-房县-青峰断裂和东段的襄樊-广济断裂构成了扬子陆块北缘的边界线。该边缘带具有特征性的岩层和岩石组合是西段的西乡群和中段的马槽园群。西乡群(陶洪祥等,1988;张二朋等,1991)是一套由海相向陆相发展的火山熔岩及火山碎屑岩系;下部以酸性岩类为主,包括流纹英安岩、流纹岩、流纹凝灰岩等,并夹有安山玄武岩、玄武岩和角砾岩;上部则以中酸性和基性岩为主,主要由安山岩、流纹岩、玄武