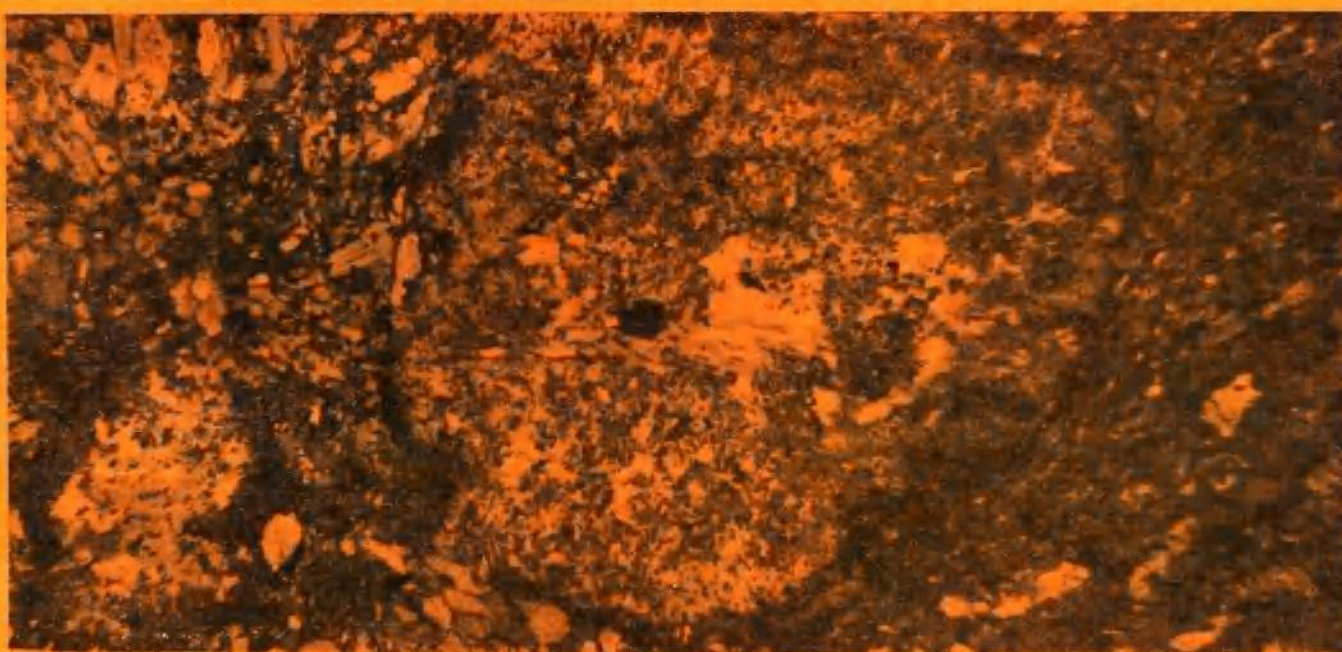


中华人民共和国地质矿产部 地质专报 四 矿床与矿产 第38号

秦岭东部 微细金矿成矿条件

李文亢 方永安 石准立 樊硕诚 吴向东 编著



地质出版社

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

四 矿床与矿产 第 38 号

秦岭东部微细金矿成矿条件

李文亢 方永安 石准立 樊硕诚 吴向东 编著

地 质 出 版 社

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

“中国东部金矿地质研究”科研成果分地质专报和文集两个系列陆续出版。

本报是在大量地质调查、实验测试和综合研究的基础上编写的。书中系统论述了秦岭东部微细金矿的成矿地质地球化学背景、成矿条件及成矿规律；划分出不同类型的微细金矿床及成矿区带，阐明了不同类型微细金矿床的基本地质特征及控矿因素；通过元素地球化学、同位素地质及矿物包裹体等方面的研究，探讨了成矿物质来源、成矿物理化学条件及成矿作用，建立了成矿模式；归纳总结了不同类型金矿床的地质、地球化学找矿评价判别标志；在建立综合信息系统的基础上，进行了成矿预测，指出了区域成矿远景区和值得进一步工作的地段。

本书共分 6 章，插图 53 张，图版 6 幅，内容丰富，资料翔实，具有较高的理论水平和实际应用价值。

本书可供从事有关专业的地质、科研人员和地质大专院校师生参考使用。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

四 矿床与矿产 第 38 号

秦岭东部微细金矿成矿条件

李文亢 方永安 石准立 樊硕诚 吴向东 编著

*

责任编辑：张树新 蒋云林

地质出版社出版发行

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路 29 号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：8.625 铜版图：3 页 字数：198000

1993 年 10 月北京第一版·1993 年 10 月北京第一次印刷

印数：1—400 册 定价：6.35 元

ISBN 7-116-01307-5/P·1085

前 言

横亘中国中部的秦岭山系，地质构造复杂，素以盛产多金属矿产而称著，黄金是其特色矿种之一，具有悠久的开采利用历史。在以往地质工作中，对原生金矿的工作较侧重于前震旦纪变质岩分布区，这无疑是正确的，并已取得重大成果，如小秦岭地区现已发展成为我国重要的黄金生产基地之一。1965年原陕西省地质局第三普查队在太白县南的泥盆系中发现了双王金矿化带。1975年，陕西省地质矿产局第三地质队四分队在含金角砾岩带西段测制地质剖面时，首次发现金品位较高的金矿石，随即发现7m宽的金矿体。经勘探证实，仅八号矿体已达到大型规模。双王金矿床以其独特的产出形式而为人们所注意。80年代以来，随着我国对微细浸染金矿地质工作的开展，秦岭南部的汞锑矿带已成为寻找该类金矿的瞩目之地。近年来，在这些地区已先后发现了一些微细金矿化，从而提供了新的找矿信息，显示了成矿前景。

“七五”期间，在由国家计委组织，由地矿部主持的国家重点科技攻关项目“中国东部隐伏矿床研究”中，设置了“秦岭东部微细金矿成矿条件及找矿方向”专题，要求以秦岭东部泥盆系分布区的微细金矿为主要研究对象，并适当注意古生界其他层位及三叠系中的同类型金矿。专题下设4个次级专题，分别由中国地质大学（北京）、陕西省地矿局第三地质队、沈阳地质矿产研究所及陕西省地矿局物化探队的研究组承担。本书即是在以上专题研究最终成果的基础上，经整理提炼而成。

研究工作开始于1987年6月，通过近三年的野外调查、实验测试及综合研究，在获取大量实际资料的基础上，系统总结了秦岭东部微细金矿成矿地质地球化学背景、矿床特征、成矿条件、控矿因素及成矿规律。对具有不同成矿特点的金矿床作了分类，并阐明了它们的分布规律和成矿前景。通过典型矿床的研究，分析了不同类型矿床的成矿物质来源、成矿物理化学条件及成矿机理，确立了矿床和矿体的定位机制，提出了找矿的地质、地球化学判别标志。在建立综合信息系统的基础上，提出了成矿预测区，并对已知矿床的外围及深部找矿进行了预测。

在工作中注意了利用前人工作成果，并与地质普查勘探工作相结合，因而获得了较好的效果。但由于时间短，人力和财力有限，以致有些方面的研究尚缺乏一定的深度和广度，而对一些问题的解决也不尽人意，这些都有待于今后进一步研究。

自始至终参加本项研究工作的主要人员有：陕西省地质矿产局方永安、樊硕诚、吴向东、金勤海、王文贤、杨汉兴、同敏忠、刘兴泽、胡西宁、王继芸、刘西天、周乐熙、田翠莲，中国地质大学（北京）石准立、刘瑾璇、鞠党辰，沈阳地质矿产研究所李文亢、具然弘、孟繁义、姜信顺等。

整个研究工作是在地矿部科技司的组织领导下，沈阳地质矿产研究所、陕西省地质矿产局、中国地质大学（北京）的直接领导和支持下进行的，并得到张炳熹、秦肅、尚瑞均、陈如意、孙培基等专家学者的指导，陕西省地矿局三队、物化探队、一队、七队等的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

本书由李文亢、方永安、石准立、樊硕诚、吴向东编写。其中前言、第一章、第六章、结论由李文亢、方永安编写，第二章由吴向东编写，第三章由樊硕诚编写，第四章由石准立编写，第五章由李文亢编写，全文由李文亢、方永安汇总贯通和修改定稿。由于编写时间短、加之笔者水平有限，错误在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

前 言	(I)
第一章 区域成矿地质背景	(1)
第一节 区域地层	(1)
第二节 区域构造及其对成矿的控制	(5)
第三节 区域岩浆活动	(9)
第四节 区域金矿化分类及分区	(10)
第二章 区域地球化学特征	(13)
第一节 水系沉积物中微量元素的地球化学特征	(13)
第二节 岩石中微量元素的地球化学特征	(16)
第三节 金的表生地球化学特征	(19)
第四节 金异常特征及分布规律	(21)
第三章 含金角砾岩带分布规律及金矿化地质特征	(23)
第一节 含金角砾岩带分布规律	(23)
第二节 含金角砾岩带地质及金矿化特征	(27)
第三节 含金角砾岩带地球化学特征	(48)
第四章 钠长-碳酸岩角砾岩型金矿床地质特征及成矿机制探讨	(57)
第一节 矿床地质特征	(57)
第二节 含金角砾岩体特征	(62)
第三节 矿体特征	(64)
第四节 成矿物质来源	(70)
第五节 矿物包裹体研究与成矿物理化学条件	(76)
第六节 金的迁移与沉淀	(83)
第七节 成因类型及成矿模式	(90)
第五章 微细浸染型金矿地质特征及成矿条件	(94)
第一节 金矿化分布特征	(94)
第二节 金矿化地质特征	(95)
第三节 成矿作用分析	(105)
第六章 找矿标志及成矿预测	(112)
第一节 找矿标志	(112)
第二节 成矿预测	(115)
结 语	(116)
主要参考文献	(118)
图版及图版说明	(119)
英文摘要	(127)

CONTENTS

INTRODUCTION	(I)
CHAPTER 1. GEOLOGICAL BACKGROUND OF THE METALLO- GENIC PROVINCE	(1)
1. Regional stratigraphy.....	(1)
2. Regional geologic structure	(5)
3. Regional magmatic activities	(9)
4. Classification of gold deposits and division of ore zone.....	(10)
CHAPTER 2. REGIONAL GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS.....	(13)
1. Geochemical characteristics of microelement in drainage sediment	(13)
2. Geochemical characteristics of microelement in the rocks	(16)
3. Geochemical characteristics of supergene of gold.....	(19)
4. Characteristics of gold element anomalies and their distribu- tion regularities.....	(21)
CHAPTER 3. GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND DISTRI- BUTION REGULARITIES OF THE GOLD-BEARING BRECCIA BELTS	(23)
1. Distribution regularities of the gold-bearing breccia belts	(23)
2. Geological characteristics of gold mineralization of the gold- bearing breccia belts	(27)
3. Geochemical characteristics of the gold-bearing breccia belts	(48)
CHAPTER 4. GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ORE- FORMING MECHANISM OF ALBITE-CARBONATE BRECCIA GOLD DEPOSITS	(57)
1. Geological characteristics of the ore deposits	(57)
2. Characteristics of the gold-bearing breccia.....	(62)
3. Characteristics of ore bodies.....	(64)
4. Sources of ore substances.....	(70)
5. Study of inclusions in minerals and physico-chemical condi- tions of ore-forming process.....	(76)
6. Migration and precipitation of gold	(83)
7. Genetic type and metallogenic model.....	(90)
CHAPTER 5. GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND METAL- LOGENETIC CONDITIONS OF DISSEMINATION GOLD	

DEPOSIT	(94)
1. Distribution characteristics of gold mineralization	(94)
2. Geological characteristics of the gold deposits.....	(95)
3. Analysis of metallogenesis.....	(105)
CHAPTER 6. ORE-HUNTING INDICATORS AND METALLOGE-	
NETIC PROGNOSIS	(112)
1. Ore-hunting indicators	(112)
2. Metallogenetic prognosis.....	(115)
CONCLUSION	(116)
MAIN REFERENCES	(118)
PLATES WITH EXPLANTIONS	(119)
ENGLISH ABSTRACT	(127)

第一章 区域成矿地质背景

第一节 区域地层

研究区位于东秦岭中部，在陕西省地质志的地层区划^[1]上将本区划为秦岭区，且主要属徽县-旬阳分区和礼县-柞水分区。区内地层出露较全（图 1-1），从元古宇到中生界均有出露，其中以古生界分布最广，尤其是在徽县-旬阳分区的旬阳、镇安西口一带，晚古生代地层发育齐全，剖面连续，化石丰富，是研究地槽区晚古生代海相地层的理想地区。在古生代地层中，蕴藏着丰富的矿产，特别是泥盆系，是秦岭地区金等多金属矿产的主要赋矿层位。

各地层分区对比见表 1-1。

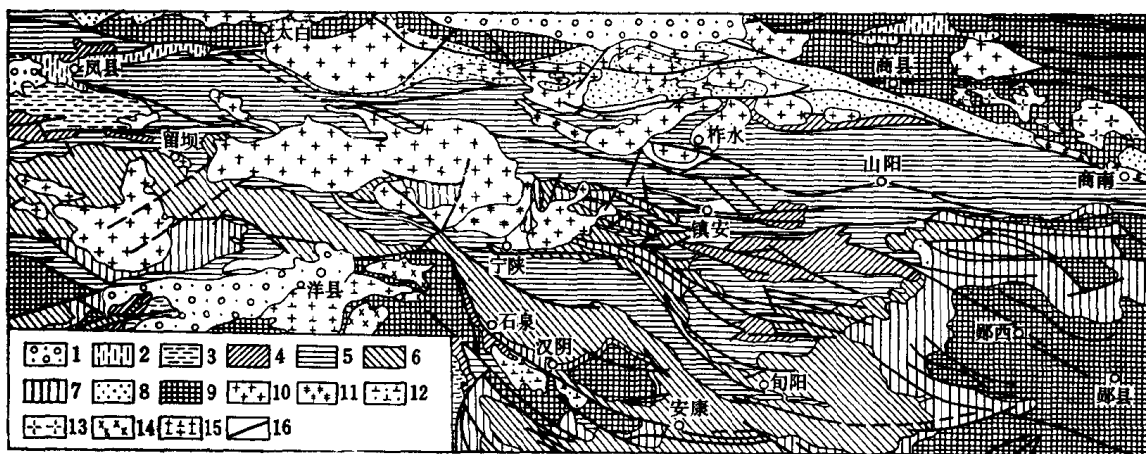


图 1-1 区域地质略图

Fig. 1-1 Sketch geological map of eastern Qinling

1—新生界；2—侏罗—白垩系；3—三叠系；4—石炭—二叠系；5—泥盆系；6—志留系；7—寒武—奥陶系；8—前古生界；9—元古宇（包括震旦系）；10—中生代花岗岩类；11—晚古生代花岗岩、石英闪长岩；12—早古生代石英闪长岩；13—早古生代花岗岩；14—元古宙辉长岩、苏长岩；15—元古宙斜长花岗岩、石英闪长岩；16—断层

一、元古宇

元古宙地层包括郧西群、耀岭河群和震旦系，其中郧西群和耀岭河群是区内迄今发现的最老地层，主要分布于研究区东部的郧西、山阳及南部的石泉、安康一带。前者由海相层状酸性火山岩夹正常沉积岩组成，厚度大于 1 000 m。后者以中基性火山岩及其碎屑岩为主，厚 300—2 000 m。

震旦系包括陡山沱组及灯影组。陡山沱组由碳酸盐岩及碎屑岩组成，下部有时夹酸性凝灰岩及凝灰砂砾岩，在郧西地区为绢云母钙质片岩及绿泥片岩等，顶部常夹灰岩，与下伏地层呈超覆不整合接触。灯影组以碳酸盐岩为主，岩石包括白云质灰岩、灰岩、藻灰

表 1-1 秦岭东部地层划分对比表

Table 1-1 Stratigraphic correlation of eastern Qinling

地 层	分 区	礼 县 - 柞 水 分 区		徽县-旬阳分区	
		唐藏-山阳小区	凤县-镇安小区		
三 叠 系	上 统				
	中 统				岭 沟 组
	下 统			留凤关群 任家沟组 西坡组	金鸡岭组
二 叠 系	上 统			十里墩群	龙洞川组
					熨斗滩组
					西 口 组
	下 统				水峡口组
					五里坡组
石 炭 系	上 统		武王沟组	未 分	羊 山 组
	中 统	未 分	铁厂铺组		逍遙子组
	下 统	未 分	界河街组	未 分	四峡口组
		二峪河组			袁家沟组
泥 盆 系	上 统	(下东沟组)	桐峪寺组	铁山群	南羊山组
			九里坪组		冷水河组
	中 统	青石垭组	星红铺组	杨 岭 沟 组	
		池 沟 组	古道岭组	大 枫 沟 组	
		牛耳川组	王家楞组	石 家 沟 组	
	下 统			公 馆 组	
志留系	中上统			未 分	
	下 统			未 分	
奥陶系	上 统			未 分	两岔口组
	下中统		未 分		吊床沟组
寒武系	上 统		蜈蚣丫组	未 分	蜈蚣丫组
	中 统		岳家坪组		岳家坪组
	下 统	未 分	水沟口组	下统	水沟口组
元 古 宇	震旦系	灯 影 组			
		陡 山 沱 组			
		耀 岭 河 群			
		郧 西 群			

注：三叠系以上中、新生界略去

岩及硅质岩等,厚150—500m,与下伏陡山沱组为整合接触。

二、下古生界

主要分布于本区南部,总体由泥质岩、碳酸盐岩和碎屑岩组成,厚达万余米(最小出露厚度200m)。可划分为寒武系,奥陶系和志留系。

1. 寒武系:在徽县-旬阳分区和礼县-柞水分区的凤县-镇安小区,下、中、上三统发育基本齐全,化石丰富。其中下统为水沟口组,主要由碳质、硅质板岩和石灰岩等组成,厚度15—1056m。中统岳家坪组以石灰岩、泥质板岩为主,在徽县-旬阳分区则主要为白云质灰岩,厚度85—950m。上统蜈蚣丫组为灰岩夹少量碳质砂岩、板岩,有的以白云岩为主,厚度141—650m。

值得一提的是,在本次研究中,“陕西凤县—湖北郧西微细浸染金矿成矿地质条件的研究”专题组在陕西汉阴县鹿鸣茅垭子金矿附近原划志留纪地层中,发现了早寒武世梅树村期小壳动物化石。经沈阳地质矿产研究所刘效良鉴定有以下种属: *Archaeooides Kuanchuanpuensis* Qian 宽川铺似古球壳, *Cylindrochites* sp. 筒管壳未定种, *Vase-shaped ssils* gen. et sp. indet. 瓶状微化石(属种未定)(图版V-1—7)。因此,寒武系在本区的分布将有所扩大,原划的志留系将解体。

2. 奥陶系:在礼县-柞水分区和徽县-旬阳分区,主要是镁质碳酸盐岩(白云质灰岩、白云岩)夹千枚岩,厚350—1200m。在徽县-旬阳分区,下中奥陶统为水田河组和吊床沟组,上统为两岔口组,岩性主要为千枚岩及灰岩,厚272—2027m。礼县-柞水分区的凤县-镇安小区缺失下奥陶统以上层位,部分地区与唐藏-山阳小区相似,寒武—奥陶系划分较复杂,难以统一,故未进一步划分。

3. 志留系:仅见于徽县-旬阳分区。下统下部为一套碳质千枚岩、碳质板岩、碳质硅质岩、细砂岩;上部为灰岩、千枚岩、砂岩、云母石英片岩、绢云板岩等。总的来看,上、下部为含碳质、硅质岩石,下、中部夹中酸—中基性火山碎屑岩。志留系下部常含硫铁矿、钼矿、铀矿、重晶石等矿产。在安康以北,志留系分布较广,厚度1375—5525m,由于在部分层位中采到寒武纪小壳化石,其时代及层位划分尚有待进一步厘定,其中碳硅质岩及砂质岩为含金层位,月河流域砂金来源可能与此有关。中上统在西部为含碳千枚岩、砂岩、灰岩,东部以杂色千枚岩为主,厚1300—5171m。

志留系向西经留坝、白水江而延入甘肃省境内,在同一带上的拉尔玛金矿区原划为下志留统的地层中也采到早寒武世小壳化石。在陕西白水江至留坝一带,志留系为一套黑色碳质千枚岩、板岩和粉砂岩,部分地区富含黄铁矿,并有铀矿化。地层未详细划分。

三、上古生界

在秦岭区,晚古生代海相地层相当发育,以徽县-旬阳分区出露较为齐全,其地层连续,化石丰富。在礼县-柞水分区只有泥盆系及石炭系,缺失二叠系。现将各系地层分述如下。

1. 泥盆系:是研究区内分布最广的地层,也是金等多金属矿床的主要赋存层位。其沉积特点及岩相建造等在两个地层分区(即礼县-柞水分区和徽县-旬阳分区)存在一定差异。

下泥盆统:仅分布于徽县-旬阳分区,由下而上分西岔河组及公馆组。西岔河组由砂岩、砾岩夹白云质灰岩、泥质灰岩等组成,与下伏志留系为平行不整合或不整合接触。公

馆组以白云岩及白云质灰岩为主，夹砂岩或千枚岩，为区内汞锑矿床的重要赋矿层位。下统总厚 49—891m。在礼县-柞水分区下统缺失。

中泥盆统：在徽县-旬阳分区以浅海相碳酸盐岩为主，由下而上分为石家沟组、大枫沟组及杨岭沟组。岩石主要为灰岩、白云岩、千枚岩、板岩夹砂岩，含珊瑚、腕足等化石，总厚 687—2 980m。在礼县-柞水分区的唐藏-山阳小区分为牛耳川组、池沟组及青石垭组，岩石以板岩、砂岩、粉砂岩为主夹泥质灰岩及白云质灰岩，局部夹火山碎屑岩，具类复理石（或浊流）沉积特点，常直接超覆于寒武—奥陶系之上。在礼县-柞水分区的凤县-镇安小区，由下而上分为王家楞组、古道岭组及星红铺组，主要岩石为砂岩、粉砂岩、板岩及灰岩等，厚 29—4 280m。中泥盆统是本区有色金属、贵金属及黑色金属的重要赋矿层位，区内钠长-碳酸岩角砾岩型金矿及浸染型金矿即主要赋存其中。

上泥盆统：在礼县-柞水分区称九里坪组，由砂岩、板岩夹薄层灰岩及泥质灰岩组成，厚约 900m。在徽县-旬阳分区分为冷水河组及南羊山组，以砂质、泥质灰岩为主，夹钙质砂岩及板岩，含腕足类及牙形刺化石，厚 244—1 394m，在镇安等地区局部还出现有含火山成分的杂砾岩。上泥盆统也是区内金矿重要赋矿层位之一，如九里坪组产有钠长-碳酸岩角砾岩金矿，冷水河组产有微细浸染金矿。

2. 石炭系：主要分布于研究区东西两侧的山阳-旬阳及凤州-留坝一带，为浅海相碎屑岩及碳酸盐岩沉积，局部夹有陆相砂、泥岩及煤层。在徽县-旬阳分区石炭系发育较全，下统分袁家沟组及四峡口组，前者以灰岩为主，后者为含碳泥质岩夹灰岩及砂岩，上部有陆相砂质页岩夹层。中统的逍遥子组和上统的羊山组均由厚层块状灰岩组成。

在礼县-柞水分区，下统以灰岩为主，北部夹砂岩及泥岩，局部有陆相含煤地层，厚 114—710m。中统为碎屑岩和泥质岩，在北部以砂、砾岩为主，南部为千枚岩夹砂岩、灰岩及火山集块岩，厚 197—964m。上统在北部地区缺失，南部由钙质板岩夹灰岩组成，厚 200—1 836m。

3. 二叠系：仅见于徽县-旬阳分区，统称十里墩群，主要为海相碳酸盐岩，少量为碎屑岩及泥质岩。在该地层分区的东部细分为 6 个组，即下统的垭子组、五里坡组、水峡口组和上统的西口组、熨斗滩组、龙洞川组，其中含有各类华南型化石，与下伏石炭系为整合接触。在西部则为平行不整合接触，总厚 500—3 000m。在礼县-柞水分区二叠系缺失。

四、中生界

1. 三叠系：主要分布于徽县-旬阳地层分区的东西两侧，地层发育不完全，在西部凤县以南只有下统出露，称留凤关群，分西坡组和任家沟组，由板岩、粉砂岩夹薄层灰岩等组成，厚度达 4 500m，与下伏二叠系为整合接触。在西部镇安、羊山一带，上统缺失，下统为金鸡岭组，由碎屑岩及碳酸盐岩组成，厚 113—663m，中统为岭沟组，以灰岩及泥质岩为主，厚 700 余米。在西部的西坡组中，有微细浸染型金矿化。

2. 侏罗系：仅见于徽县-旬阳分区，上统缺失，中统为龙家沟组，由泥岩、粉砂岩及砂岩组成，属山间盆地沉积，与下伏地层呈不整合接触。

3. 白垩系：只有下统出露，称东河群，由砂砾岩及泥质岩组成，为山间盆地沉积，与下伏地层呈不整合接触。

第二节 区域构造及其对成矿的控制

本区属秦岭褶皱系东段的礼县-柞水华力西褶皱带和南秦岭印支褶皱带，其北邻北秦岭加里东褶皱带，南临大巴山加里东褶皱带和摩天岭加里东褶皱带，西与秦岭褶皱系西段相连，东没于南阳盆地。东西长 600 余公里（图 1-2）。

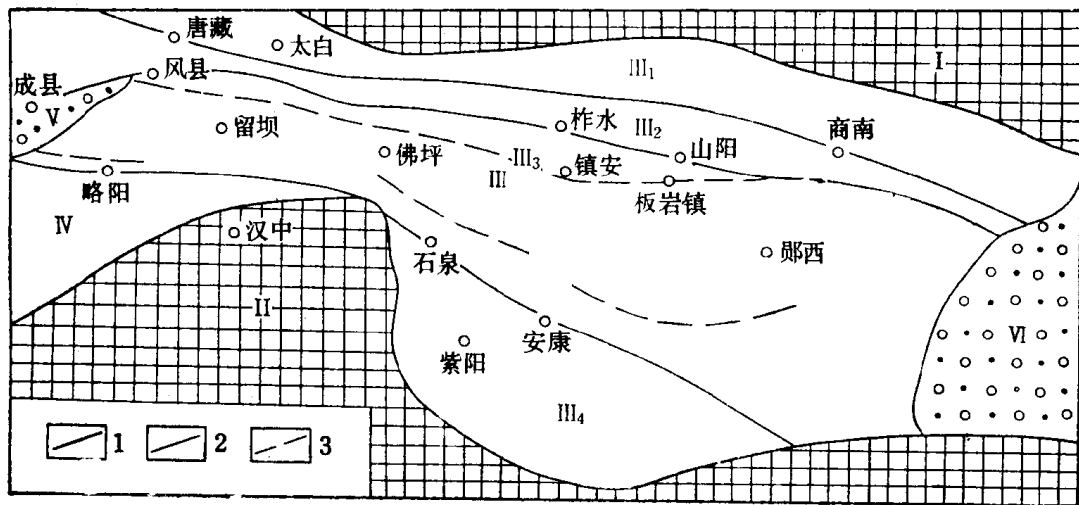


图 1-2 区域构造示意图

Fig. 1-2 Regional tectonic sketch map

I—华北地块；II—扬子地块；III—秦岭褶皱系；III₁—北秦岭加里东褶皱带；III₂—礼县-柞水华力西褶皱带；III₃—南秦岭印支褶皱带；III₄—大巴山加里东褶皱带；IV—松藩-甘孜褶皱系；V—徽成坳陷；VI—南阳坳陷。
1—一级构造单元界线；2—二级构造单元界线；3—断裂带

一、区域构造演化

秦岭褶皱系是在元古宙结晶基底之上发展起来的“再生”地槽。已有资料表明，基底固结于晋宁运动，其时限约为 800—900 Ma。这次运动使南、北两大古陆（扬子古陆与华北古陆）联合，形成早期的中国古地台。按板块构造观点，是南北两大板块发生碰撞，扬子板块向华北板块俯冲，其缝合线大致相当今日之唐藏-商丹断裂带一线（在东段称商南-丹凤断裂），并以此为界，形成南、北秦岭地质构造的差异发展。

北秦岭是早古生代时期秦岭地槽的沉降中心，这是在南北引张作用下形成的裂陷，由于处在应力中心，拉张强烈，切割较深，沉降迅速，形成了巨厚的沉积，其间广泛发育复理石建造和基性—中基性火山岩系，沿断裂带并有基性—超基性岩分布。经加里东运动褶皱隆起，地槽封闭，形成了北秦岭加里东地槽褶皱带。其构造变形以塑性为主，多形成紧闭同斜褶皱和剪切断裂，普遍发育韧性剪切带、糜棱岩带或超糜棱岩带。

南秦岭地槽发展时间较长，经历了加里东、华力西、印支等构造旋回，并于印支运动褶皱回返。早古生代时期，基本与北秦岭处于相同的扩张带中，但其沉降幅度相对较小，总体呈宽缓的浅海环境。其间因受东西向同生断裂控制，形成若干相对较深的断陷带，这些断陷带具有南陡北缓特点，早期沉积了深水含碳硅质岩、泥质碎屑岩等，晚期海水变浅，以浅海陆棚的碳酸盐岩为主，并有碎屑岩及泥岩。在各断陷之间由水下隆起分隔。加里东运动，南秦岭曾随北秦岭一度隆起，唯其所受运动影响的强度不及北秦岭激烈，表现

在构造变形和变质程度均相对较弱。

从泥盆纪开始,拉张作用再度发生,南秦岭复又沉陷,构造线方向偏向南北。早期海浸范围只限于镇安-板岩镇断裂以南的旬阳、宁陕到勉县、略阳等一带,沉积了滨海泻湖相及潮坪相的砂砾岩、泥质岩及白云岩等。中晚泥盆世,海浸进一步扩展,其北可抵唐藏-商丹断裂带。在沉陷区内,由于不均衡的拉张作用,沿先存的区域大断裂之间形成若干断块,其中主要的有三个,分别以凤县-山阳断裂及镇安-板岩镇断裂为界。各断块的沉降幅度不尽相同,由南而北依次加大,形成了北深南浅的阶梯状。在各断块之间,由于受断裂作用影响而出现“槽隆”或水下“断隆”,其延伸方向与大断裂方向一致,从而构成了各断块间的屏障。与之相应,在南秦岭形成了三个不同特点的沉积相带,即通常所称的泥盆系北、中、南带。它们在空间分布上,由南而北,沉积物由细到粗、由薄到厚,沉积环境由浅到深,活动性由弱到强。其中北带位于唐藏-商丹断裂带与凤县-山阳断裂带之间,其特点是沉降幅度大,沉积速度快,沉积厚度大,沉积物中碎屑岩类十分发育,局部有中酸性火山岩,其间可见到有来自北侧山地的变质岩、火山岩等砾石碎屑;中带位于凤县-山阳断裂带与镇安-板岩镇断裂带之间,为浅海陆棚一半深水沉积的细碎屑、泥质夹碳酸盐类岩石,厚4000—7000m,在某些地带碳酸盐岩特别发育,并有生物礁出现;南带处于镇安-板岩镇断裂带与安康-石泉断裂带之间,为相对稳定的台地碳酸盐岩及碎屑岩、泥质岩沉积。华力西运动对北带有重要影响,表现为强烈的褶皱隆起,形成华力西褶皱带。其活动方式主要是由北向南逆冲,多形成轴面南倾的紧闭线形褶皱和压性剪切断层。随着北带的隆起,海水向南退缩,到二叠—三叠纪时,海浸已退至镇安-板岩镇断裂以南。

三叠纪时沉积范围更窄,只限于镇安、羊山到凤县、留坝一带,沉积特点在东部和西部有一定差异。西部沉降较深,沉积速度较快,形成巨厚的类复理石建造。东部则以浅海碳酸盐岩、泥质岩及粉砂岩为主。

印支运动是秦岭地槽的一次重大地质事件,对全区有深远影响,其结果不仅导致地槽的最终封闭,形成印支褶皱带,同时对前期构造叠加和改造,并伴随有大规模酸性—中酸性岩浆侵入。印支运动以强烈的挤压推覆为特征,由北向南逆冲,形成一系列纵弯褶皱和脆性—脆韧性断裂带。这是本区重要的金矿成矿期之一。

侏罗—白垩纪是秦岭地区的陆内发展阶段,主要为断陷盆地和内陆湖泊沉积。白垩纪末的燕山运动对全区又一次叠加,其活动特点是以挤压作用为主,使早期的褶皱进一步复杂,逆冲推覆加强,并有垂向剪切,与此同时伴随有花岗岩类侵入。秦岭构造体系即最终定型于此。

二、构造分区

根据上述演化特征,参考大区上已厘定的构造单元,结合成矿特点,对研究区构造带作如下划分:

1. 礼县-商南构造带:位于研究区北部,介于唐藏-商丹断裂和凤县-山阳断裂带之间,在区域上相当于南秦岭礼县-柞水华力西褶皱带,这是在加里东褶皱基础上发展起来的强烈沉陷带,经华力西运动而褶皱回返。区内出露地层以泥盆系中、上统为主,石炭系次之,岩石为巨厚的类复理石建造,间有中酸性火山岩和火山碎屑岩。岩浆活动频繁,分布有华力西期、印支期和燕山期花岗岩类。构造作用强烈,除华力西运动外,并受印支运动和燕山运动的叠加,褶皱以紧闭线型为主,并有轴面南倾的同斜褶皱。断裂构造发育,

以近东西向为主，并有北东向和北西向叠加，两条规模巨大的边界断层具有长期活动特点，对整个构造带的地质发展有重要控制作用。在本构造带内分布有铅、锌、银、铜、钼、金等金属矿产。

2. 凤县-镇安构造带：其南北分别以镇安-板岩镇断裂和凤县-山阳断裂为界，在区域上相当于南秦岭印支褶皱带的北部，总体呈东西-北西西向的狭长条带状分布。出露地层以上古生界（特别是中、上泥盆统）为主，少量为下古生界，前者主要是由浅海陆棚的浅水一半深水碎屑岩、泥质岩、碳酸盐岩组成的类复理石建造，与区内金等多金属矿产关系密切，常作为重要的容矿地层。区内岩浆活动强烈，包括加里东期、华力西期和印支期的中基性、中酸性及酸性岩类，其中以印支期花岗岩和闪长岩规模最大，主要分布于中部地区，呈巨大岩基产出，此外还有少量燕山期酸性-中酸性小岩体零星分布。本区受多次构造运动的叠加，褶皱强烈，以镇安-九里坪复向斜为主体，两翼次级褶皱发育，多为紧闭线形，常见平卧、倒转等现象。以区域性的边界大断裂为主导，两侧派生一系列次级断层，多属脆-韧性逆冲体系。本区属南秦岭重要的金及多金属成矿带，产有双王、二台子金矿及大型铅、锌矿床。

3. 留坝-旬阳构造带：为南秦岭印支褶皱带的主体，其北以镇安-板岩镇断裂为界，南止于神水-双河断裂，总体呈近东西向展布。这是秦岭地区地槽发展时间最长的构造带，从震旦纪开始，经历了加里东旋回、华力西旋回和印支旋回，于三叠纪末褶皱回返，使秦岭地槽最终消亡。区内地层出露较全，从震旦系到三叠系皆有分布，早古生代以浅海陆棚的碳酸盐岩、泥岩及细碎屑岩为主，早期沉陷较深，形成了富碳的泥质、硅质沉积，在斜坡地带则为碎屑岩、泥质岩及不纯碳酸盐岩。晚古生代主要为滨海浅滩碳酸盐夹泥质及碎屑沉积。三叠系分布比较局限，只见于羊山北及凤县南一带，前者主要为碳酸盐岩夹细碎屑岩，后者为碎屑岩、泥质岩及碳酸盐岩。区内岩浆活动强烈，以印支期花岗岩及闪长岩类为主，集中分布在中偏西部，呈巨大岩基产出，此外还有华力西期的基性-超基性岩、闪长岩及燕山期的中酸性小斑岩体。

以中部地区的佛坪隆起为中心，东西两段分别由两个巨型复向斜组成。西段称留凤关复向斜，由留坝经留凤关而入甘肃省境内，其北以酒奠梁-江口断裂和南以油房咀-玉皇庙断裂为界，呈向西开放，向东收敛的楔状。东段称金鸡岭-漫川复向斜，其南、北分别以神水-双河断裂和镇安-板岩镇断裂为界，向东因遇郿西古隆起而圈闭，其间形成若干向西突出的“鼻状”背斜。在两个巨型复向斜中，次级褶皱发育，并常有倒转、平卧等现象。构造变形属脆性-脆韧性，断裂以压性或压扭性为主，最大主压应力由加里东、华力西期的南北向（由北向南）转变为印支期的北北西-南南东方向。本区以汞、锑、金、铅、锌等矿产为特征，中部地区有钨、钼等矿。

4. 石泉-安康构造带：位于研究区以南，其北以神水-双河断裂及西淮坝-张家坝断裂而与留坝-旬阳构造带分开。带内出露地层主要为下古生界，其次为震旦系。其中，下古生界底部以含碳硅质、泥质岩为主，代表沉陷较深的滞流半封闭盆地沉积，向上为碎屑岩、碳酸盐岩及含碳泥质岩等，岩石变质程度相对较高，普遍可达高级绿片岩相，部分为角闪岩相。岩浆岩以加里东期和印支期的中基性及碱性或偏碱性基性岩为主。构造变形具有多期叠加特点。褶皱以不对称紧密线形为主，偶有平卧褶皱。断裂多属逆冲推覆系统。区内金属矿产主要为铁、铜、钼、钒、镍、金等。

三、构造对成矿的控制

地质构造对本区金矿的形成有重要控制作用，在区域上控制着金矿的分布格局、矿带展向、矿床分布以及产出形式等。

1. 高级序构造综合控矿：指控制全区金矿分布的构造格架。如前所述，秦岭地槽经历了长期发展和多期构造叠加，形成了复杂的构造体系。导源于早期的南北引张以及后期的继承，决定了本区东西向的构造格局，而金的产出和展布方向与其一致，反映了成矿对构造的依从关系。

本区在整个地质构造发展中，从早古生代早期裂陷到三叠纪末褶皱回返，总体是以沉降作用为主，形成了巨厚的多物源沉积，既丰富了成矿元素，又使某些部位成为储积场所。一些规模大、切割深、活动时间长的断裂为岩浆活动、矿质运移等提供了通道，多期多阶段的构造作用，有利于成矿组分的活化迁移，在构造复合、叠加部位，常导致矿床、矿体的出现。

2. 构造带控矿：在秦岭地区，不同类型和具有不同产出特点的金矿常沿一定地区集中出现，它们分别隶属于不同的构造带。由于这些构造带在地质发展中所处的地质背景、地球化学环境、岩相建造、岩浆活动、变质作用及构造变动等方面的不同而导致成矿作用的差异。如凤县-镇安构造带，以Cu、Pb、Zn、Ag、Co、Ni、Ba等元素的相对浓集为特征，形成铅、锌、铜、钼、银等多金属矿床，金以钠长（碳酸岩）角砾岩型金矿床为主，矿石元素组合为Te-Au建造，如双王、二台子金矿等。又如留坝-旬阳构造带，以Hg、Sb、As、Mo、V、Ba等元素的含量相对较高为特征，岩石区域变质程度较低，除形成汞、锑、钒等矿床之外，金则以微细浸染型为主。石泉-安康构造带则以形成石英细脉型-变质热液金矿及蚀变破碎岩型金矿为主。区域矿产主要为铁、铜、钼、钒、镍等。

3. 断裂构造控矿：以区域大断裂为主导的断裂系统对成矿有明显控制作用。研究区内有重要影响的大断裂如凤县-山阳断裂、南羊山断裂、镇安-板岩镇断裂、石泉-安康断裂等。这些断裂多具有规模大、切割深、活动时间长和先张后压等特点。其中，如凤县-山阳断裂，是划分礼县-商南构造带与凤县-镇安构造带的界线断层，总体呈北西西向延伸，向北倾斜，倾角50—80°，为压性结构，具右行扭动。断裂的形成时间不晚于早古生代，沿线有加里东期基性和酸性岩体分布。泥盆纪时期表现为同生断层，造成其两侧岩相的较大差异。华力西运动，其北侧向南仰冲并上升为陆，印支-燕山运动则为强烈的挤压。断裂带及其派生的次级断裂对钠长-碳酸岩角砾岩型金矿有重要控制作用。镇安-板岩镇断裂是凤县-镇安构造带与留坝-旬阳构造带的分界断层，西延称油房咀-玉皇庙断裂，总体走向由北西西到东西向，其发展大致可分为两个阶段。印支运动以前以张裂为主，印支及燕山运动主要为挤压。前者可形成高盐热谷和深水滞流带，并可导致火山喷气，在张裂斜坡的物化条件转换带形成了含矿建造和容矿建造，同时还可提供成矿组分；后者在构造-热事件中有利于矿质的活化、迁移和富集。与其它大断裂比较，脆性变形更为明显，由其派生的次级断裂发育。这些都是微细浸染型金矿成矿的重要条件。在大断裂以南的留坝-旬阳构造带中，分布有茅坪-韩城断裂、庙沟-羊山断裂、南羊山断裂、仁河-白河断裂及双河-旬阳断裂等，其中有的对导矿和布矿有直接作用，特别是在构造带中出现若干等距分布的挤压破碎带，这些破碎带也是微细浸染金矿的矿化带。其形成是由于挤压力的波状传导而导致强应力带和应力松弛带相间出现。石泉-安康断裂位于研究区南部，总体呈北西

走向。主要为韧性剪切，并有脆性变形叠加，其间固态流变及糜棱岩、千糜岩等发育。断裂形成时间较早，加里东旋回以拉张为主，以后主要表现为挤压，其变形强烈。本断裂带主要控制变质热液-蚀变破碎岩型金矿的产出。

与区域大断裂有成因联系的次级断层，主要控制矿田或矿床的分布，其特征是高角度、压扭或张扭性，具多阶段“突发式”活动，以走向断层为主。

4. 褶皱构造控矿：褶皱构造对成矿的控制作用在于提供有利空间，圈闭成矿流体，聚积成矿组分和改造矿体。区内控矿的褶皱构造主要为古隆起的边缘、短轴背斜或长轴背斜中的局部隆起。特别是“破背斜”以及由差异岩层组成的褶皱尤为重要。前者是由于同褶皱期或褶皱后期的断裂切割，形成导矿、容矿和布矿的构造网络，构成褶皱和断裂的联合控矿体系；后者是由不同性质和不同组构岩层所组成的褶皱，在纵弯作用下易于产生层间滑动或层间断层，相应由其产生的层间虚脱、破碎裂隙等而有利于成矿组分的沉淀。

第三节 区域岩浆活动

本区岩浆活动强烈，发育有元古宙到中生代基性、超基性到酸性的各类岩石。就东秦岭的岩浆侵入活动而言，具有北部强、中部弱，西部强、东部弱以及南北两侧老、中部新等特点。在区内分布的各类侵入岩中，以印支期最为广泛，其次为华力西期，再次为晋宁期和加里东期。现由老而新简述如下：

晋宁期：包括火山岩和侵入岩。火山岩系指产出在郧西群中的酸性熔岩及产在耀岭河群中的玄武岩、安山岩、英安岩等。侵入岩仅见于东部地区，为辉绿岩、辉绿玢岩、花岗斑岩、闪长岩及花岗岩等，多呈岩脉或岩株状侵入于元古宇郧西群及耀岭河群中。

加里东期：分布于研究区北部的山阳、柞水和南部的石泉、汉阴及东部的郧西等地，为石英闪长岩、二长花岗岩、花岗闪长岩、辉长岩及辉绿岩等，多呈岩株状及岩墙状产出。

华力西期：包括中酸性和基性、超基性侵入岩。前者主要分布在研究区的西半部，较大岩体如西坝闪长花岗岩、东河台子石英闪长岩、老城石英闪长岩及高桥街石英闪长岩等。基性超基性岩多为一些规模不大的小岩体，主要沿断裂带零星分布。其中超基性岩的岩石为纯橄榄岩、含辉橄榄岩及斜辉橄榄岩等，按其化学成分应属镁质超基性岩，但向南则以铁质为主。基性岩为辉长岩及角闪岩类，常受不同程度的变质。除此之外，区内还有为数不多的碱性正长岩，如黑云母正长岩、二云母正长岩等，多呈岩床或岩脉产出。

印支期：是区内最重要的一期岩浆岩，以酸—中酸性侵入岩为主，其规模大、分布广，多呈巨大岩基产出，如光头山岩体、华阳岩体、太白岩体、江口岩体、柞水岩体、曹坪岩体等，岩石主要为石英闪长岩、石英二长岩、二长花岗岩、花岗闪长岩、黑云花岗岩及二云花岗岩等。

按侵入岩成因，通常划分为以下类型^[2,3]，即：

同熔型：物质来自深部，系下地壳熔融形成。属此类型的岩体主要有小河口岩体、沙湾岩体、曹坪岩体、柞水岩体、东江口岩体、高桥街岩体等。以小河口岩体为代表，该岩体为中酸性斑岩体群，由4个岩株和3个岩枝组成，侵入于上泥盆统中。岩石主要为二长花岗斑岩、云英闪长斑岩及闪长玢岩等，有时伴有爆破角砾岩。这是受断裂控制的浅成侵