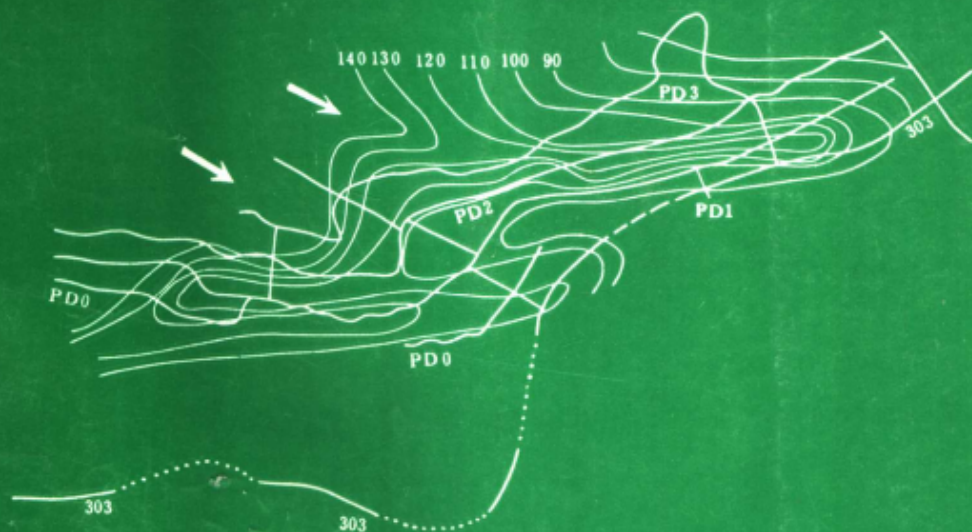


小秦岭桐沟金矿反转构造 及找矿矿物学

薛良伟 周长命 等著



中国地质大学出版社

INVERSION TECTONICS AND PROSPECTING MINERALOGY OF TONGGOU GOLD DEPOSIT IN XIAOQINLING REGION

Xue Liangwei Zhou Changming *et al.*

CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS

ISBN 7-5625-1049-0



9 787562 510499 >

封面设计: 梁书亭 ISBN 7-5625-1049-0/P·370 定价: 15.00 元



P61
X

小秦岭桐沟金矿反转构造 及找矿矿物学

薛良伟 周长命 庞继群 王祥国 著

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述了小秦岭地区典型金矿床剪切带控矿特征、石英脉金矿、石英与黄铁矿标型特征及深部成矿预测等问题。通过对两期剪切带进行详细的岩石学、显微构造、应变机制、构造地球化学特征及含金性对比研究,首次提出金矿是构造反转的产物,其定位方式为“断层窗模式”;总结了8000余粒黄铁矿晶体形态、热电性、晶胞参数及成分等标型特征;对石英包裹体及同位素年龄进行了系统测试,进而探讨了成矿环境及时代;建立了“深源浅成、构造反转”成矿模式;进行了找矿矿物学成矿预测。

本书可供从事金矿床及其他地质研究和教学人员、野外地质工作者、黄金生产企业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

小秦岭桐沟金矿反转构造及找矿矿物学/薛良伟,周长命等著. —武汉:中国地质大学出版社, 1996.3

ISBN 7-5625-1049-0

I. 小…

II. ①薛…②周…

III. ①金矿床-地质构造-小秦岭 ②金矿物-找矿矿物学-小秦岭

N. P618.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 01103 号

出版发行 中国地质大学出版社 (武汉市·喻家山·邮政编码 430074)

责任编辑 刘士东 责任校对 熊华珍

印 刷 中国地质大学出版社印刷厂

开本 787×1092 1/16 印张 6.75 字数 180 千字 图版 6

1996 年 3 月第 1 版 1996 年 3 月第 1 次印刷 印数 1—300 册

定价: 15.00 元

前 言

由于黄金的生产与需求与日俱增,现有的资源量远不能满足国民经济需要,因此在努力寻找和开辟新的黄金生产基地的同时,尤其应开展矿区周围盲矿体的找矿预测研究,加强危机矿山的深部和外围的地质找矿工作,扩大现有金矿区的远景,缓解黄金生产增长与勘查基地不足的矛盾。

小秦岭地跨河南(豫)、陕西(陕)两省,是我国著名的黄金工业基地之一。该区采金历史悠久,在小秦岭东蹄子沟有摩崖石刻,内容为“景泰二年六月二十日开洞三百余眼”。景泰二年为1451年,属明朝中期。1964年河南省地质局重新发现小秦岭金矿,在方圆500km²、人迹稀少的小秦岭山区,评价了一批大、中、小型金矿床,目前已发现含金石英脉和含金蚀变构造带1200余条。河南省地质矿产厅地质调查一队、陕西省地质矿产局地质六队以及中国人民武装警察部队黄金九支队、十四支队等对该区金矿勘查均做出了重要贡献。小秦岭金矿地质科研工作主要是从80年代开始的,先后有十余家单位相继进入本区,从不同角度对矿源层、成矿物质来源及其运移和富集规律、成矿模式、矿床成因、成因矿物学和找矿矿物学、成矿温压条件及包裹体成分等方面进行研究,均取得了令人瞩目的成绩,促进了小秦岭地区黄金地质事业的发展。

桐沟金矿是小秦岭地区东部的一个资源危机矿山,为了促进矿山稳定发展,国家黄金管理局(现冶金部黄金管理局)下达了“河南省灵宝市桐沟金矿构造控矿条件研究”(编号91-93-10)研究项目。其目的是运用韧性剪切带控矿理论,研究矿区构造、矿床特征及其相互关系,寻找、预测新的矿体,变小矿为中矿;在区域内用桐沟金矿的矿床构造模式指导寻找新的“桐沟式”富金矿。项目承接单位为本所(河南省地质科学研究所),工作时间从1991年9月至1993年8月。

桐沟矿区内亦有一处明朝中期的采金老硐,桐沟脑老硐外的崖壁题刻是:“义里下庄村景泰二年×年×月造”。1964年5月,小秦岭地区再次发现岩金矿,桐沟矿区的302、303、304、305等石英脉即是当时发现编号的,由于露头规模小未引起重视。

1984年初,桐沟金矿开始小规模开采,并于1986年5月正式建矿。建矿之后,先后提交了2份选矿试验报告和3份储量报告:地质矿产部郑州综合利用研究所(1986)提交的“灵宝市桐沟金矿选矿试验报告”,国家黄金管理局长春黄金研究所(1992)提交的“河南省灵宝市桐沟金矿矿石选矿试验报告”;桐沟金矿与本所合作提交了3份矿山地质勘探报告:“桐沟金矿303脉西段矿山地质勘探储量报告”(1989),“桐沟金矿303脉矿山地质勘探补充储量报告”(1990),“桐沟金矿302脉、303脉中段矿山地质勘探储量报告”(1992)。通过以上工作,不断加深对矿区矿床、构造特征的认识。近年来,由于生产规模不断扩大,保有矿石储量不足,急需扩大后备资源量,因此,需要对桐沟金矿控矿构造及矿床分布特征进行研究,寻找新矿体,缓解后备资源紧张状况。

本专题组进行了野外大比例尺填图、坑道编录、采样及室内测试鉴定等大量工作,截至1993年3月,采集光片、薄片、探针样、定向片、测温片共190件,岩组分析3件,岩石化学、稀土元素、微量元素分析各5件,C、O、Si、Pb、 β 同位素合计32件,黄铁矿晶体形态

分析 31 件 (8 000 余粒), 热电性测试 42 件, 单矿物元素分析 6 件 (15 项元素), X 衍射、红外光谱样品各 7 件, 石英包裹体 Rb-Sr 等时线年龄 1 组, ^{39}Ar - ^{40}Ar 同位素年龄样品 2 件, 石英及方解石爆裂测温 25 个, 石英包裹体气、液相成分及盐度测定共 8 件, 均一测温 10 件, 构造地球化学样品 16 件 (22 项元素), 化探剖面样品 21 件 (16 项元素)。通过综合研究, 基本查明了矿区构造格架, 发现小秦岭地区剪切带具多期、多阶段发育的特点; 对控矿韧-脆性剪切带与非控矿韧性剪切带进行了详细的岩石学、显微构造、应变强度及构造地球化学特征研究, 认为金矿成矿是受反转构造控制的, 属剪切带型金矿, 其定位方式为“断层阀”模式; 对含金石英脉的规模、产状、物质组成、矿石类型、围岩蚀变、成矿物理化学条件及矿床成因进行了深入的研究, 划分出 3 个矿化阶段; 总结了黄铁矿、石英的找矿矿物学特征及其与相邻典型矿区的异同点, 并且用之于找矿; 测定成矿时代为中条期 (1 900~2 200Ma); 建立了“深源浅成、构造反转”的成矿模式; 预测矿区远景储量数十吨, 成矿潜力较大, 远景可达大型规模。

张荫树同志曾负责课题前期工作。鹿继群同志负责剪切带地质方面的工作, 包括资料的综合整理、图件的编绘及其文字报告的编写。王祥国同志负责区域地质概况、各个章节的数据处理及其文字报告的编写。郭文秀同志参加了 1992 年 4 月至 1993 年 2 月的野外及室内工作。徐莉同志负责剪切带地质中剪切应变部分的岩矿鉴定及其文字编写工作。薛良伟、周长命同志负责项目的组织协调, 完成了绪言、结语、矿床地质及找矿矿物学与成矿预测等章节的编写。全书最后由薛良伟同志统一定稿。

课题研究中得到中国科学院地质研究所谢奕汉高工、范宏瑞博士, 北京大学地质系郑亚东教授, 中国地质大学 (武汉) 钟增球教授, 河南省黄金管理局张庆祥博士的热情指导和帮助; 本所张荫树、石铨曾、彭应达高级工程师曾亲临矿山指导工作; 卢欣祥、董有、刘长命、强立志等高级工程师对科研工作提出了宝贵意见; 朱嘉伟工程师提供了卫片、航片解译资料。各类样品测试承蒙中国科学院地质研究所、中国科学院贵阳地球化学研究所、中国有色金属总公司北京地质矿产测试中心、地质科学院宜昌地质矿产研究所、地质科学院矿床研究所、地质科学院地质研究所、湖北省地质实验研究所、河南省岩矿测试中心、河南省地质矿产厅地调二队及本所实验室承担, 各类图件由本所鲍玉霞、张燕同志清绘, 庄建敏、张东南、余坤工程师帮助处理了大量数据, 英文摘要及目录等由冯有利工程师翻译。

报告初稿完成后, 本所林潜龙总工程师和强立志高级工程师审阅了文稿。1993 年 12 月 24 日, 冶金部黄金管理局组织了评审。冶金部黄金管理局寸圭主任担任主审, 中国科学院地质研究所刘秉光研究员、黑龙江省黄金公司顾帮才高级工程师、长春黄金研究所朱泰天高级工程师、冶金部黄金管理局宋玉国工程师、辽宁省黄金公司关国恩高级工程师、中国地质矿产信息研究院郑仁城研究员等担任评审员, 专家组对本书稿提出了许多宝贵意见, 对本书的修改帮助很大。定稿时参阅了近年发表的有关文献资料。

笔者怀着万分感激的心情, 对于上述曾经给予本项工作以支持、帮助、指导和关心的单位和个人表示深切谢意。

由于时间紧迫, 加上笔者水平有限, 在研究的深度和广度上尚感不足, 错漏和不足之处在所难免, 敬希读者不吝赐教。

目 录

1 区域地质概况	(1)
1.1 地层	(1)
1.2 构造	(2)
1.2.1 褶皱构造	(2)
1.2.2 断裂构造	(2)
1.3 侵入岩	(3)
1.3.1 花岗岩类	(3)
1.3.2 脉岩类	(3)
1.4 金矿化特征	(4)
1.4.1 矿脉特征	(4)
1.4.2 矿体特征	(4)
2 剪切带特征	(6)
2.1 桐沟矿区剪切带宏观地质特征	(6)
2.1.1 西阴-雷家坡向斜构造中剪切带分布特征	(6)
2.1.2 剪切带与向斜构造的关系	(8)
2.1.3 剪切带与花岗岩的空间关系	(8)
2.1.4 桐沟矿区剪切带的规模及空间展布	(8)
2.2 岩石、矿物及显微应变特征	(9)
2.2.1 构造岩石类型	(9)
2.2.2 矿物的显微构造特征	(11)
2.2.3 岩石有限应变分析	(12)
2.2.4 运动学指向标志	(16)
2.3 剪切带的控脉特征及机制	(18)
2.3.1 剪切带的控脉特征	(18)
2.3.2 剪切带的控脉机制	(20)
2.4 剪切带的物质组成及变化	(21)
2.4.1 矿物组合变化特征	(21)
2.4.2 岩石化学及微量元素成分的变化	(21)
3 矿床地质	(27)
3.1 矿区地质	(27)
3.1.1 地层	(27)
3.1.2 岩浆岩	(28)
3.1.3 构造	(33)
3.2 矿床地质特征	(33)
3.2.1 石英脉特征	(33)

3.2.2 矿石物质成分.....	(35)
3.2.3 金的赋存状态.....	(38)
3.2.4 矿石结构与构造.....	(40)
3.2.5 围岩蚀变.....	(40)
3.3 矿床地球化学特征.....	(41)
3.3.1 矿石地球化学特征.....	(41)
3.3.2 稳定同位素组成特征.....	(44)
3.4 矿床成因及成矿机制.....	(48)
3.4.1 矿床成因.....	(48)
3.4.2 成矿机制.....	(49)
3.5 成矿时代.....	(50)
3.5.1 Rb-Sr 同位素年龄.....	(51)
3.5.2 ^{40}Ar - ^{39}Ar 同位素年龄.....	(53)
4 找矿矿物学与成矿预测.....	(58)
4.1 黄铁矿标型特征.....	(58)
4.1.1 产状.....	(58)
4.1.2 形态特征.....	(58)
4.1.3 晶胞参数.....	(66)
4.1.4 热电性.....	(67)
4.1.5 成分.....	(70)
4.2 石英标型特征.....	(72)
4.2.1 产状.....	(72)
4.2.2 石英包裹体特征.....	(73)
4.2.3 红外光谱特征.....	(81)
4.3 成矿预测.....	(81)
4.3.1 剪切带的控矿作用.....	(81)
4.3.2 找矿矿物学与成矿预测.....	(82)
4.3.3 远景预测.....	(84)
4.4 成矿模式.....	(85)
5 结论.....	(88)
英文摘要.....	(90)
参考文献.....	(96)
图版	

CONTENTS

1 General situation of regional geology	(1)
1.1 Stratum	(1)
1.2 Structure	(2)
1.2.1 Fold structure	(2)
1.2.2 Fault structure	(2)
1.3 Intrusive rocks	(3)
1.3.1 Granite rocks	(3)
1.3.2 Vein rocks	(3)
1.4 The characteristics of gold mineralization	(4)
1.4.1 The characteristics of gold vein	(4)
1.4.2 The characteristics of orebody	(4)
2 The characteristics of shear zones	(6)
2.1 The geological characteristics of Tonggou mineral district	(6)
2.1.1 The distributive characteristics of shear zones in Xiyin-Leijiapo syncline structure	(6)
2.1.2 The relationship of shear zone with syncline structure	(8)
2.1.3 The space relationship of shear zones with granite	(8)
2.1.4 The scale and space distribution of shear zones in Tonggou mineral district	(8)
2.2 Rocks, minerals and characteristics of microstrain	(9)
2.2.1 Types of structural rocks	(9)
2.2.2 The characteristics of microstructure in minerals	(11)
2.2.3 Analysis of finite strain on rocks	(12)
2.2.4 The directional mark of movement	(16)
2.3 The characteristics and mechanism of vein-controlling of shear zones	(18)
2.3.1 The characteristics of vein-controlling of shear zones	(18)
2.3.2 The mechanism of vein-controlling of shear zones	(20)
2.4 The mass consist and changement of shear zones	(21)
2.4.1 The changing characteristics of mineral assemblage	(21)
2.4.2 The changement of petrochemistry and microelements composition	(21)
3 Geology of ore deposits	(27)
3.1 Geology of mineral district	(27)
3.1.1 Stratum	(27)
3.1.2 Magmatic rocks	(28)
3.1.3 Structure	(33)

3.2	The geological characteristics of ore deposits	(33)
3.2.1	The characteristics of quartz vein	(33)
3.2.2	The mass composition of ore	(35)
3.2.3	The host state of Au	(38)
3.2.4	The texture and structure of ore	(40)
3.2.5	Alteration of wall rock	(40)
3.3	The characteristics of ore deposits geochemistry	(41)
3.3.1	The characteristics of ore geochemistry	(41)
3.3.2	The characteristics of stable isotopes composition	(44)
3.4	The genesis of ore deposits and metallogenic mechanism	(48)
3.4.1	The genesis of ore deposits	(48)
3.4.2	The metallogenic mechanism	(49)
3.5	The metallogenic epoch	(50)
3.5.1	Rb-Sr isotope ages	(51)
3.5.2	^{40}Ar - ^{39}Ar isotope ages	(53)
4	Exploration mineralogy and metallogenic prognosis	(58)
4.1	The topomorphic characteristics of pyrite	(58)
4.1.1	Occurrence	(58)
4.1.2	The morphological characteristics	(58)
4.1.3	Unit cell parameter	(66)
4.1.4	Pyroelectricity	(67)
4.1.5	Composition	(70)
4.2	The topomorphic characteristics of quartz	(72)
4.2.1	Occurrence	(72)
4.2.2	The characteristics of quartz inclusion	(73)
4.2.3	The characteristics of infrared spectrometry	(81)
4.3	Metallogenic prognosis	(81)
4.3.1	Ore-controlling function of shear zone	(81)
4.3.2	Exploration mineralogy and metallogenic prognosis	(82)
4.3.3	Prospective prognosis	(84)
4.4	Metallogenic model	(85)
5	Conclusions	(88)
	Summary	(90)
	References	(96)
	Plates	

1 区域地质概况

小秦岭金矿田是我国著名的金矿集中区之一，位于豫陕交界处，西起陕西华阴，东至河南灵宝，长约 80km，宽约 15km，为近东西向的透镜状狭长地带。其大地构造部位属中朝准地台（华北陆台）南缘，华山-熊耳山台隆西段，南北两侧分别以小河、太要韧性剪切带为界。区内岩浆活动频繁，变质变形作用强烈、复杂，断裂构造发育，分布有杨寨峪、文峪（包括东闯）、四范沟、大湖等大型金矿床和枪马峪、桐沟等中小型金矿床几十处，是我国目前重要的产金基地和金矿远景区之一（图 1-1）。

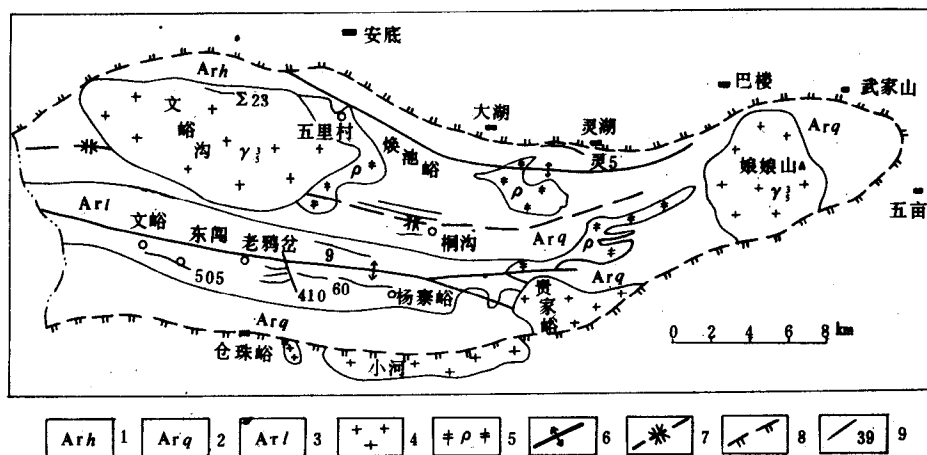


图 1-1 河南小秦岭金矿田地质构造略图

Fig. 1-1 Sketch map of geological structure of Xiaolinling gold district, Henan

1. 太古界焕池峪组；2. 太古界枪马峪组；3. 太古界闾家峪组；4. 花岗岩；
5. 伟晶岩；6. 背斜轴；7. 向斜轴；8. 韧性剪切带；9. 矿脉及编号

1.1 地层

区内地层为太古界太华群中深变质岩系，前人根据岩性组合、构造变形变质作用、原岩建造、接触关系等从下至上一般划分为 3 个组：闾家峪组（Arl）、枪马峪组（Arq）、焕池峪组（Arh）。近来的研究表明，包括小秦岭地区太华群在内的华北陆台西南缘太古界变质基底为花岗岩-绿岩地体。现将小秦岭地区花岗岩-绿岩地体的岩石组成分述如下。

小秦岭地区的绿岩地层可分为太华群枪马峪组和焕池峪组。枪马峪组以角闪质片麻岩为主，原岩以拉斑玄武岩为主，夹酸性火山岩，具双峰模式；焕池峪组原岩为沉积岩，以云母石英片岩为主，有大理岩夹层。

太华群枪马峪组：位于枪马峪、七树坪、雷家坡、黄天母等地，呈东西向展布，构成西

阴-雷家坡向斜(七树坪向斜)核部,为一套黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩及石英岩组合。可分为两段:下段为长石石英岩与角闪斜长片麻岩互层,长石石英岩一般为3层,夹有黑云斜长片麻岩、石墨黑云斜长片麻岩和石墨石英岩,厚600m;上段岩性为斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩和黑云斜长片麻岩等,厚680m。

太华群焕池峪组:主要分布于小秦岭地区北部石板沟及五里村—焕池峪—太阳沟岭一带,出露面积约8km²,组成五里村背斜(形)核部。主要岩性为大理岩、白云石大理岩、黑云斜长片麻岩、石墨黑云斜长片麻岩等。其中大理岩的岩性较复杂,多具蛭石化、蛇纹石化、绿帘石化、次闪石化和透辉石化。地层总厚度>700m。

阎家峪组:分布于小秦岭分水岭附近、北部安家窑—灵湖一带,构成老鸦岔背斜主体。主要岩性为黑云斜长片麻状花岗岩,为一套英云闪长岩-花岗闪长岩-奥长花岗岩(TTG岩系)的变质产物。岩体内有大量花岗伟晶岩脉、辉绿岩脉和石英脉穿插,是小秦岭地区最重要的含矿岩系,杨寨峪、文峪、四范沟、东闯等典型金矿床均赋存于本组内。

1.2 构造

小秦岭地区经历了长期的构造变形变质作用,区内褶皱、断裂构造极为发育,主构造线方向呈近东西向展布,南北分别以小河、太要区域性韧性剪切带为界,构造形态上形成了北西西向的形态复杂的线型褶皱,总体上构成短轴背斜或穹隆,在此基础上发育了一系列的断裂构造——本区主要的控矿构造。最新的研究成果表明(石铨曾,1993),小秦岭片麻岩地体是科迪勒拉型变质核杂岩。

1.2.1 褶皱构造

区内褶皱构造由北向南依次有五里村背斜、西阴-雷家坡向斜、老鸦岔背斜等。其中老鸦岔背斜为横贯全区、规模最大的褶皱构造。

(1) 五里村背斜:位于枣乡峪五里村、大湖峪太阳沟一线,呈北西-南东向展布,西部被文峪花岗岩吞蚀,主要地层为焕池峪组。

(2) 西阴-雷家坡(七树坪)向斜:位于枣乡峪七树坪—大湖峪黑峪口一线,呈东西向展布,向西超过文峪花岗岩(γ_3^3)延入陕西境内,主要地层为枪马峪组。向斜轴部为金矿密集区,桐沟金矿位于该向斜东部。

(3) 老鸦岔背斜:位于西峪—老鸦岔—牛圈沟一线,东部为娘娘山花岗岩(γ_3^3)所截,呈近东西向展布,是小秦岭地区最主要的背斜构造,主要出露岩性为原阎家峪组黑云斜长片麻花岗岩。背斜轴部为主要金矿密集区,小秦岭金矿田大部分矿床均赋存在老鸦岔背斜构造内。

1.2.2 断裂构造

区内断裂构造发育,以两条围限断裂规模最大,长度均大于75km。其中矿田北侧的太要断裂向北倾,倾角35°~60°;南侧的小河断裂向南倾,倾角50°~70°。矿田内部断裂按走向可分为4组:近东西向(70°~110°)、近南北向(20°~340°)、北东向(20°~70°)及北西向(290°~340°)。其中,以近东西向组最发育,规模最大,是矿田内的主要含矿构造。

断裂构造主要表现为含石英脉的、线状分布的剪切带,具有成群成带分布的特点。构造

岩主要为糜棱岩类、构造片岩类和碎裂岩类。刘长命等^① (1991) 研究认为, 该区糜棱岩类的形成深度为 10~15km, 温度为 250~400℃, 差异应力为 50~100MPa。

1.3 侵入岩

区内侵入岩分布广泛。在区域变质及岩浆活动中, 形成了大量的、不同时代的花岗岩及各类脉岩。花岗岩体多呈岩基、岩株产出, 主要有贵家峪、小河、文峪、娘娘山等岩体; 脉岩主要有花岗伟晶岩、辉长辉绿岩、细晶岩、辉绿岩、煌斑岩等。

1.3.1 花岗岩类

花岗岩类是最主要的侵入岩, 具有多时代、多阶段侵位特点。主要有中条期贵家峪岩体, 熊耳期小河岩体, 加里东期杨寨峪岩体, 燕山早期文峪岩体、娘娘山岩体, 岩石类型简单, 均为二长花岗岩。

(1) 中条期贵家峪角闪二长花岗岩体: 岩体呈圆形, 面积约 13km²。岩性较单一, 有不明显相带。边部粒度细, 包体含量少; 中心粒度粗, 暗色包体多。主要矿物组合为: 钾长石 25%~40%, 斜长石 20%~30%, 石英 20%~25%, 角闪石 15%~25%; 矿物粒径多为 2~8mm。局部有辉绿岩脉、伟晶岩脉及含金石英脉。Rb-Sr 等时线年龄值为 1 552Ma (卢欣祥, 1988), 根据地质特征等判断, 其侵入时代应为中条期。

(2) 熊耳期小河二长花岗岩体: 分布于小河韧性剪切带南侧, 呈东西向带状分布, 面积约 45km²。主要矿物组合为: 钾长石 30%~40%, 斜长石 25%~35%, 石英 25%~30%, 黑云母 5%~10%。岩体被高山河组石英砂岩覆盖, U-Pb 年龄值为 1 463Ma。

(3) 加里东期杨寨峪黑云二长花岗岩体: 该期花岗岩规模较小, 呈“似层状”形态, 厚度约 20~140m 左右, 其中钾长石 25%, 斜长石 25%, 石英 20%~25%, 黑云母 20%。K-Ar 法年龄值为 464~482Ma, Rb-Sr 全岩年龄值为 418Ma。

(4) 燕山早期文峪、娘娘山二长花岗岩体: 该期岩体规模较大, 岩体特征相似, 两岩体均呈圆形, 面积分别为 100km²、70km²。主要矿物组合为: 斜长石、钾长石、石英、黑云母等。文峪、娘娘山二长花岗岩分别侵入于太要、小河韧性剪切带中, 两岩体均受到剪切带脆性活动的影响, 产生碎裂花岗岩。对文峪花岗岩测得的几组年龄值为 172Ma (⁴⁰Ar-³⁹Ar 法)、179.5~165Ma (Rb-Sr 法), K-Ar 法年龄值偏低, 其他年龄值相近, 侵入期相当于燕山早期。

详细的地质及地球化学研究表明 (胡受奚、林潜龙等, 1988; 卢欣祥, 1988), 上述各岩体均为陆壳改造型花岗岩, 是深部地壳在不同演化阶段中改造、重熔形成的。岩浆活动频繁可能对金的活化、迁移起到了一定作用。

1.3.2 脉岩类

区内脉岩比较发育, 具有多期、多岩类的特点。脉岩主要岩类有: 熊耳期花岗伟晶岩, 加里东期辉长辉绿岩、闪长岩及辉绿岩等, 印支期正长斑岩、二长斑岩等, 燕山晚期花岗斑岩、细晶岩、含金石英脉、花岗伟晶岩及煌斑岩等。

花岗伟晶岩脉、含金石英脉及煌斑岩脉常穿切燕山早期花岗岩体, 花岗伟晶岩脉同位素

^① 河南省地质科学研究所, 刘长命等, 1991, 河南省东秦岭 (以小秦岭为主) 韧性剪切带特征及与金矿成矿关系研究。

年龄值为 66.53~67.6Ma (K-Ar 法), 煌斑岩脉同位素年龄为 75.9Ma (K-Ar 法), 故 3 种岩脉侵入时代均属燕山晚期。

1.4 金矿化特征

小秦岭金矿田是我国主要黄金产地之一, 区内有大、中、小型矿床数十个, 矿点、矿化点星罗棋布, 所有金矿均赋存在韧-脆性剪切带中, 属受韧-脆性剪切带控制的低硫化物含金石英脉型矿床。

1.4.1 矿脉特征

含金石英脉明显受韧-脆性剪切带控制, 按其走向大致可分为 4 组: 近东西向组、近南北向组、北东向组和北西向组。其中以近东西向组矿化最为强烈, 常构成大、中型矿床。据统计 (刘长命, 1991), 金矿化最佳者在长 1 000~5 000m 的韧性剪切带中, 占 75%; 其次为长 500~100m 者, 占 16.7%。由此可以看出, 本区金矿主要受一组近东西向、长 1 000~5 000m 的韧-脆性剪切带控制, 其次为近南北向和北东向的。

含金剪切带具有明显的成群成带分布特点。按空间展布可分为北、中、南 3 个矿带。北矿带位于太要断裂以南及五里村背斜之间, 目前有大湖、灵湖 2 个大型金矿床; 中矿带位于七树坪向斜轴部, 有桐沟、金渠沟、出岔-乱石沟等中、小型矿床; 南矿带位于小河断裂以北、老鸦岔背斜控制的范围内, 赋存有文峪、东闯、枪马峪、杨寨峪、金碛岔等本区最主要的大、中型金矿床, 该矿带中探明储量占 3 个矿带探明总储量的 80% 以上, 是小秦岭金矿田最主要的金矿集中区。

含金剪切带具有多期发育的特点。含金剪切带主要具平行分布的特征, 局部可见到多条剪切带相互错断的现象。如桐沟金矿 303 脉错断 305 脉, 出岔-乱石沟矿区 884 脉错断 879 脉, 895 脉又错断 884 脉。

1.4.2 矿体特征

剪切带中的含金石英脉多为单脉型, 有时出现分支、复合及雁列现象。矿体多赋存在相对引张部位, 特别是走向发生偏转及倾向上由陡变缓部位, 均是金矿体赋存的有利部位。

小秦岭金矿田南矿带赋存为本区最主要的大、中型矿床, 工作非常详细, 而中矿带是近年来圈定的, 研究程度较低。南矿带与中矿带的矿体特征对比详见表 1-1。

表 1-1 小秦岭金矿田南矿带与中矿带对比

Table 1-1 Contrast of south ore belt vs. north ore belt in Xiaoqinling gold district

地质特征	南矿带	中矿带
赋矿地层	花岗岩区 (阎家峪组)	绿岩区 (枪马峪组)
构造位置	分布于老鸦岔背斜上	分布于七树坪向斜上
成矿时代	晋宁期、加里东期、燕山期	1 900~2 200Ma
剪切期次	3 期叠加改造	3 期石英脉依次错断

续表 1-1

地质特征	南矿带	中矿带
矿床规模	大、中型为主	中、小型
矿脉走向	近东西向为主，少量南北向	多为东西向，部分北北西向、北北东向
石英脉分布	一般平行等距分布	一般平行，多期穿插，有时深部交叉
成矿阶段	I. 石英-黄铁矿阶段；II. 黄铁矿-石英阶段；III. 多金属硫化物阶段；IV. 石英-碳酸盐阶段	I. 黄铁矿-石英阶段；II. 多金属硫化物阶段；III. 石英-碳酸盐阶段
黄铁矿晶形	{100} 占 70% 以上	聚形晶为主，{100} 占 20%~40%
金粒度	粒度较细	粒度较大，有时以明金为主
金成色	875~960	781~925
成矿标高	2 100~1 500m	1 600~1 000m

2 剪切带特征

韧性剪切带是克拉夫 (Clough, 1897) 在研究苏格兰前寒武基底变形作用时最先提出的概念, 系指由剪切变形或者岩石的塑性流动而造成的强烈变形的线状地带。70 年代以来, I. G. Ramsay、R. M. Sibson 等对韧性剪切带进行了系统研究。目前普遍认为韧性剪切带是在地壳较深层次形成的高应变带, 是前寒武纪结晶基底最常见的一种构造型式。

近年来在金矿的勘查与研究中发现许多脉金矿床、特别是超大型金矿大多产在太古界绿岩带的韧性剪切带中, 具体表现在矿体的形态与产状受剪切带的控制, 如西澳大利亚卡尔古利金矿、金哩金矿、印度科拉尔金矿、加拿大安大略省红湖地区的绿岩带金矿等。国内在这一方面也有很大进展, 已在内蒙古乌拉山、浙江横山、广东河台以及小秦岭地区等地相继发现金矿与剪切带密切相关, 其中广东河台金矿是国内最典型的韧性剪切带型金矿。

小秦岭地区金矿为受韧-脆性剪切带控制的低硫化物石英脉型金矿。刘长命等 (1991) 系统研究了该区韧-脆性剪切带特征及其与金矿的关系, 确认含金石英脉受韧-脆性剪切带长期多阶段演化的控制。

2.1 桐沟矿区剪切带宏观地质特征

前已述及, 小秦岭地区主要有北、中、南 3 个金矿带。桐沟矿区位于中矿带西阴-雷家坡向斜的南翼, 靠近东部转折端, 矿区面积约 4km^2 , 发育数条剪切带, 这些剪切带与中矿带其他矿区发育的剪切带受同一构造体系的制约, 它们在成矿空间、时间上有着密切的联系。

2.1.1 西阴-雷家坡向斜构造中剪切带分布特征

西阴-雷家坡向斜呈东西向展布, 长约 37km , 南北宽约 $2\sim 4\text{km}$, 核部出露岩性为枪马峪组, 北翼产状 $185^\circ\sim 210^\circ\angle 25^\circ\sim 52^\circ$, 南翼产状 $10^\circ\sim 30^\circ\angle 10^\circ\sim 85^\circ$, 轴向呈 $270^\circ\sim 300^\circ$ 延伸, 西部被文峪花岗岩体吞蚀。该带的桐沟矿区、金渠矿区、出岔-乱石沟矿区及红土岭矿区发育规模大小不等的剪切带数十条 (图 2-1)。图 2-1 中剪切带沿用了石英脉的编号。

2.1.1.1 剪切带成群成带集中分布

从图 2-1 中可以看出剪切带大体上呈平行的带状分布, 剪切带在出岔-乱石沟、金渠沟、桐沟矿区均密集成群分布, 大部分剪切带走向为近东西向, 个别地段发生偏转。据统计, 中矿带剪切带可分为 3 组: 近东西向、北东东向和北西西向。其中规模较大 (长度 $> 2500\text{m}$) 的有 5 条: 845、846、871、303、305; 长度为 $1000\sim 2000\text{m}$ 的有 4 条。具有开采价值的含矿剪切带规模较大, 除 305 剪切带外, 长度大于 1000m 的剪切带均赋存有矿体。

2.1.1.2 剪切带具有多期发育的特点

桐沟矿区与出岔-乱石沟矿区出现有多期剪切带相互穿插错断的现象 (图 2-1)。桐沟矿区剪切带分为早、晚两期, 晚期 303 含矿剪切带将早期 305 无矿剪切带左行错断 $3\sim 5\text{m}$ 。在出岔-乱石沟矿区, 含矿剪切带具有多期发育的特点, 近东西向的 884 剪切带错断北西向的 879

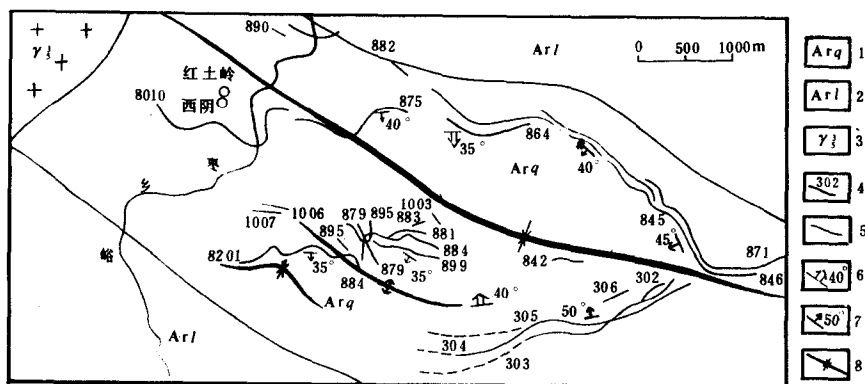


图 2-1 西阴-雷家坡向斜构造剪切带分布图

Fig. 2-1 Distributing map of shear zones in Xiyin-Leijiapo synclinal structure

1. 太古界枪马峪组; 2. 太古界闻家峪组; 3. 燕山期花岗岩; 4. 剪切带及编号;
5. 地质界线; 6. 片麻理产状; 7. 剪切带产状; 8. 向斜构造

表 2-1 西阴-雷家坡向斜构造剪切带一览表

Table 2-1 Shear zone in Xiyin-Leijiapo synclinal structure

分 组 (走向)	剪切带 编号	剪切带规模 (m)	剪切带产状	矿区名称
近东西向	8 010	1 800	$180^{\circ} \angle 35^{\circ} \sim 50^{\circ}$	红土岭
	875	1 200	$175^{\circ} \angle 40^{\circ}$	
	8 201	1 600	$190^{\circ} \angle 30^{\circ} \sim 60^{\circ}$	出岔-乱石沟
	884	1 080	$195^{\circ} \angle 25^{\circ} \sim 40^{\circ}$	
	864	920	$185^{\circ} \angle 35^{\circ}$	金渠沟
	899	850	$190^{\circ} \angle 35^{\circ}$	出岔-乱石沟
	881	420	$175^{\circ} \angle 35^{\circ}$	
	1 007	250	$190^{\circ} \angle 40^{\circ}$	
	1 006	200	$195^{\circ} \angle 35^{\circ}$	
北东东向	883	120	$170^{\circ} \angle 35^{\circ}$	桐 沟
	303	2 600	$20^{\circ} \sim 320^{\circ} \angle 25^{\circ} \sim 60^{\circ}$	
	305	2 600	$330^{\circ} \sim 355^{\circ} \angle 45^{\circ} \sim 65^{\circ}$	
	304	800	$320^{\circ} \sim 350^{\circ} \angle 35^{\circ}$	出岔-乱石沟
	895	510	$335^{\circ} \angle 35^{\circ} \sim 40^{\circ}$	桐 沟
北西西向	306	240	$320^{\circ} \angle 30^{\circ}$	金渠沟
	846	3 120	$235^{\circ} \angle 20^{\circ} \sim 45^{\circ}$	
	845	2 660	$215^{\circ} \angle 20^{\circ} \sim 40^{\circ}$	
	871	2 700	$210^{\circ} \angle 30^{\circ}$	红土岭
	890	580	$200^{\circ} \angle 25^{\circ}$	
	882	490	$230^{\circ} \angle 30^{\circ}$	出岔-乱石沟
	879	510	$60^{\circ} \angle 35^{\circ}$	
	1 003	120	$60^{\circ} \angle 40^{\circ}$	

剪切带, 近北东向的 895 剪切带又错断了 884 剪切带, 其先后顺序为: 879→884→895。剪切带的多期发育特点反映了小秦岭地区构造作用及成矿作用的复杂性。