

# 陕西旬阳盆地金属矿床 成矿条件及找矿前景

陈松岭 胡祥昭 邹海洋 编著

中南大学出版社

## 目 录

绪言 .....	( 1 )
第一章 区域成矿地质背景 .....	( 7 )
第一节 大地构造背景 .....	( 8 )
第二节 区域地层 .....	( 11 )
第三节 区域构造 .....	( 16 )
第四节 区域矿产 .....	( 25 )
第二章 旬阳盆地成矿环境 .....	( 30 )
第一节 晚古生界沉积建造 .....	( 30 )
第二节 泥盆纪岩相古地理环境及其与铅锌金 成矿关系 .....	( 36 )
第三节 构造环境 .....	( 40 )
第四节 铅锌金多金属矿床基本特征 .....	( 53 )
第三章 典型金矿床(淋湘金矿床)研究 .....	( 61 )
第一节 矿区地层与含矿岩系特征 .....	( 61 )
第二节 控矿构造 .....	( 69 )
第三节 矿床地质特征 .....	( 82 )
第四节 围岩蚀变特征及蚀变分带 .....	( 111 )
第五节 矿床成因和成矿模式 .....	( 117 )

第四章	典型铅锌矿床研究·····	(128)
第一节	赵家庄铅锌矿床·····	(128)
第二节	大岭铅锌矿床·····	(137)
第三节	泗人沟铅锌矿床·····	(146)
第四节	关子沟铅锌矿床·····	(155)
第五节	矿床成因和成矿模式·····	(157)
第五章	成矿条件及成矿作用分析·····	(162)
第一节	成矿条件及控矿因素·····	(162)
第二节	综合成矿模式·····	(173)
第六章	找矿前景分析·····	(177)
参考文献	·····	(182)

## 绪 言

陕西旬阳盆地是秦岭泥盆系中重要的成矿带之一,成矿地质条件优越。该区以西的凤太矿田已发现有八卦庙、双王、铅硐山、八方山等大型、特大型微细粒浸染型金矿和大中型层状热水喷流沉积的铅锌矿,其北侧的柞山矿田分布有大西沟、银洞子、二台子等铅、锌、银、金、铁多金属矿床。本区自 20 世纪 50 年代以来也先后开展过不同层次的地质、物探及化探普查找矿工作,并发现了大岭、赵家庄、泗人沟、关子沟等中小型铅锌矿床。1994 年西北有色地勘局 713 地质队在淋湘开展金矿普查找矿取得突破,初步圈定了四个金矿化带。为了加速淋湘金矿找矿工作的步伐,及时解决找矿工作中可能遇到的地质问题,并对整个旬阳盆地金属矿床的成矿地质条件和找矿前景作出科学的评估,原中国有色金属工业总公司地质勘查总局于 1996 年向原中南工业大学地质系下达了“陕西旬阳盆地金属矿床控矿条件研究及找矿预测”研究课题,研究期限为三年。本书为该课题研究的主要成果。

本课题的研究目标为,深化对旬阳盆地金属矿床成矿地质条件和成矿规律的认识,查明区内主要金矿床和铅锌矿床(点)的地质特征、控矿因素和成矿条件,分析旬阳盆地金矿找矿前景,以淋湘金矿为突破点,对其外围和深部进行深入研究,预测找矿靶区和有利的找矿部位。针对该研究目标,我们确定了课题的主要研究内容:旬阳盆地区域成矿环境,泥盆纪沉积盆地的特征和沉积环境,同生构造及其与成矿的关系;中生带以来后造山构造期的伸展拆离(滑脱)构造及其与金矿床的形成过程和定位机制;工作区遥感图像解译和矿田构造格架研究;以淋湘金矿床为重点,研究本区

金矿床地质特征、矿石矿物组合、结构构造、主要载金矿物特征、金的赋存状态和金颗粒的形态、粒径、成色,矿区主要控矿构造,围岩蚀变,成矿物理化学条件,矿化阶段、矿床成因和成矿模式;收集区内主要铅锌矿床(赵家庄、大岭、泗人沟和关子沟)地质资料,研究铅锌矿床地质特征、成矿条件、矿床成因及其与金矿床的时空关系、矿床空间分带等;将本区与邻区和我国主要大中型微细粒金矿成矿区域和典型矿床进行比较,全面分析旬阳盆地的成矿条件;综合区域化探、物探和遥感解译资料,进行找矿预测。

课题组紧紧围绕上述研究目标和研究内容,与原西北有色地勘局及其下属的 713 地质队密切合作,经过为期三年的野外和室内综合研究,圆满完成了各项研究任务,取得了很好的研究效果,不仅在淋湘地区的金矿找矿取得了重大突破,发现了厚大的金矿体,同时,取得了一系列重要的地质认识,查明了旬阳盆地金属矿床成矿环境和成矿地质条件,为该区进一步的地质找矿工作奠定了坚实的理论基础。

本课题取得的主要地质认识如下:

1. 根据镇旬地区卫星图像解译,查明区内存在东西向和南北向并存的断裂构造格局。东西向构造控制了多金属矿带的分布,南北向与东西向断裂交汇处和东西向断裂构造拐弯处控制了多金属矿田的分布。

2. 镇旬成矿区泥盆纪沉积盆地具有南高北低,东西分异的特点,经纬交织的基底断裂和同生断裂构造控制了次级盆地构造及多金属矿田(床)的空间分布。

3. 旬阳盆地志留系地层和泥盆—石炭系地层为两个相对独立的构造变形体(单元),它们的构造变形方式有很大的差异,是非整体构造变形的典型范例。志留系和泥盆系之间存在一大型滑动构造带,它是与非整体构造变形紧密相关的构造现象,而不是以往所认为的“假整合”或“不整合”。

4. 泥盆系地层是铅、锌、金、汞、锑、砷多金属矿产赋存的主要层位,志留系地层中也含有铅锌多金属矿产。

5. 淋湘金矿的含矿岩系为一套细碎屑岩(斑点千枚岩)和碳酸盐岩(灰岩、白云质灰岩、白云岩、生物碎屑灰岩)组合,其化学组分具有  $\text{SiO}_2$  和  $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$  含量偏高的特点,说明沉积过程中有海底热水的参与;其稀土模式曲线为向右倾斜的曲线,并出现铈异常,也反映出海底喷流和热水沉积的特征。

6. 根据电子探针分析结果,淋湘金矿主要赋矿围岩斑点千枚岩中的铁白云石斑点的化学成分具有  $\text{Fe}^{2+}$  含量较高、 $\text{Mg}^{2+}$  含量较低的特点, $\text{Fe}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  比值为 0.75,与八卦庙和双王金矿中铁白云石斑点的成分非常相似,斑点千枚岩是近矿围岩蚀变的重要标志。

7. 斑点千枚岩为下泥盆统西岔河组的一部分。在淋湘金矿区,斑点千枚岩为两侧受断裂构造限制的一个构造岩片,剖面上呈板状体或楔形体。

8. 淋湘金矿区的主要控矿构造为近东—西向的断裂破碎带,主要矿带均产在大型东—西向断裂带中,矿带走向也为东—西向。

9. 淋湘金矿床控制矿体的构造为:断裂带膨胀部位或局部张开部位,断裂带拐弯处或产状发生明显变化的部位(特别是产状变缓处),多组断裂交叉部位,主断裂带旁侧羽状断裂或次级断裂,主断裂带旁侧层间破碎带等。

10. 淋湘金矿床控矿断裂构造具有多期活动的特点,其中,泥盆纪沉积时期以同生断裂活动和中生代的伸展滑脱构造活动与金矿床的形成具有直接的成因联系。

11. 淋湘金矿床的主要矿(化)带规模宏大,特别是通过本次研究,扩大了Ⅳ号带的规模,并在Ⅳ号带中发现了新的矿石类型(致密块状黄铁矿型金矿石)和大脉状的矿体,为Ⅳ号带的找矿注入了新的生机。同时,将Ⅳ号矿带和Ⅰ号矿带连成一个大的矿带,

开展综合找矿,可提高找矿工程的有效性和命中率。

12. 根据显微镜、电子探针等研究,金的载体矿物主要有:黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、石英、粘土矿物等,金的赋存状态有可见金、显微金和次显微金,金矿物的形态以不规则状、椭圆状、树枝状和片状为主,金的成色一般在 95% 以上。

13. 根据野外现场观察和室内测试分析,可将淋湘金矿床的形成过程划分为两个主要成矿期:热液期和表生期。其中,热液成矿期又可进一步划分出四个成矿阶段:黄铁矿—石英脉阶段、磁黄铁矿—黄铁矿—银金系列—石英阶段、多金属硫化物—银金系列—石英碳酸盐阶段和黄铁矿—石英碳酸盐阶段。泥盆纪海底喷气—热水沉积作用对形成金的矿源层具有重要意义。

14. 淋湘金矿的围岩蚀变与金矿化关系十分密切,主要蚀变类型有:铁锰碳酸盐化、铁白云石化、黄铁矿化、硅化、方解石化、褐铁矿化等。

15. 包体测温和成分研究结果表明,热液成矿期的成矿温度为  $130\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 320\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,属中低温条件;成矿流体的压力为 290 atm (29.384 MPa),为浅成环境;成矿流体的化学成分以  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^{-}$ 、 $\text{F}^{-}$  等离子较多为特色,属  $(\text{K}^{+}) + \text{Ca}^{2+} + \text{Na}^{+} + \text{Cl}^{-} (\text{F}^{-})$  型盐水, pH 值为 4.26~5.40, Eh 值为  $-0.548 \sim -0.3934\text{V}$ ,说明流体偏酸性,形成于较还原环境。

16. 硫同位素分析结果表明,含矿热液的硫源主要来自地层和地下热卤水;铅同位素分析结果显示出铅主要来源于造山带铅,同时可能有少量上部地壳的铅加入;氢氧同位素分析结果表明成矿热液中的水不是来源于大气降水,而是来源于地层中的水和深部热卤水。

17. 淋湘金矿床的成因模式为中低温渗流热卤水成因,成矿物质主要来源于泥盆系矿源层,含矿热液为渗流热卤(盐)水,成矿期为燕山期(中生代)。

18. 大岭、赵家庄铅锌矿和泗人沟、关子沟铅锌矿分别产于泥盆系石家沟组灰岩和志留系黑色板岩中,矿体产状稳定,厚度大,矿石物质成分简单,以闪锌矿为主,围岩蚀变不发育或很弱,属海底热水喷流成因的层状矿床。

19. 赵家庄—淋湘铅锌多金属矿带的成矿地质环境、赋矿地层特征和时代、岩相古地理环境、控矿构造、成矿物理化学条件、矿床地质特征以及空间分带特征等与我国主要已知大型矿田,如凤太矿田、西成矿田以及国内外一些大型、超大型卡林型金矿分布区均可作对比,说明本区具有较好的成矿地质条件。

20. 从成矿地质条件出发,结合本区找矿工作的进展情况和金矿(化)体的工程揭露和民采情况,尤其是对矿带的规模和深部变化趋势进行分析,淋湘地区金矿的找矿前景十分乐观,可望探明大中型金矿。

本书编写分工如下:前言,第一章第一节,第三节,第二章第二节,第三章第三节,第六章和结束语由陈松岭完成;第一章第二节,第二章第一节,第二节,第三章第一节,第四节,第四章由胡祥昭完成;第一章第四节,第二章第四节,第三章第三节,第五节,第五章由邹海洋完成。

本项研究工作,得到了原西北有色地勘局和 713 地质队领导和专家们的大力支持。在赴野外现场工作之前,地勘院李永祥副院长、刘平高级工程师亲自为我们介绍地质情况。713 地质队的领导和专家也对本项研究工作寄予厚望,并提出了许多珍贵的指导性意见;地勘院领导多次不辞辛劳,亲自将我们送到离队部六百多里外的工作现场,具体安排我们的工作和生活。在此,我们表示深深的谢意。在野外工作期间,得到了 713 地质队野外组同志们热情接待和帮助,特别是配合我们工作的涂光龙、陈连红、王亚伟、李剑斌、孙浩、曹广杰等同志,任劳任怨,在气候酷热,山上严重缺水的恶劣环境下,仍坚持工作,和我们密切合作,使得项目研究



工作能够如期顺利进行,为此,我们表示衷心的感谢。西北有色地勘局党委书记何青松、副局长林书行、地勘院院长卢纪英、王东生等领导同志对我们的研究工作也予以高度的关心,并提出许多建设性的意见,我们向他们表示最诚挚的谢意。

## 第一章 区域成矿地质背景

研究区位于秦岭泥盆系多金属成矿带的东南部(图 1—1)。秦岭泥盆系铅、锌、金、银多金属成矿带是秦岭造山带中颇具特色的成矿带之一,该矿带从陕西东部到甘肃东部,延伸近 600 km,矿带内铅、锌、金、银等金属矿点百余处,已查明大型铅锌矿 5 处,中型铅锌矿 13 处,大中型金矿 5 处,大型银矿 1 处,大型铁矿 1 处,此外,汞锑矿产的储量在全国也占有一定的比例。因此,秦岭泥盆系中的矿产,在整个秦岭成矿带中占有相当重要的地位。

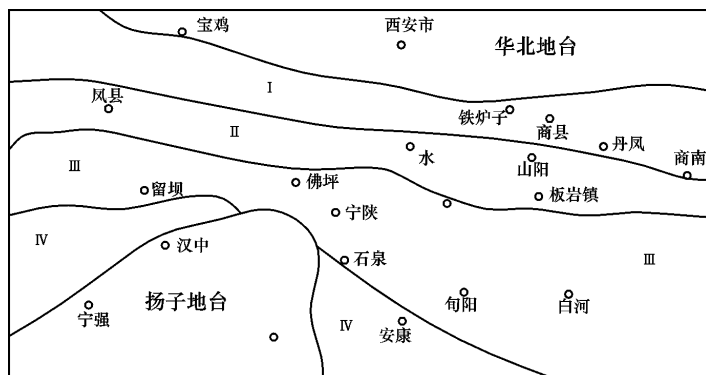


图 1—1 秦—巴地区构造单元及工作区大地构造位置

- I —— 北秦岭早古生代褶皱隆起带
- II —— 凤县—柞水—山阳华力西褶皱带
- III —— 留凤关—旬阳—白河印支褶皱带
- IV —— 北大巴山早古生代褶皱带

从 20 世纪 60 年代开始,地质工作者就对本区的铅锌矿产进行了地质勘查和研究,先后发现了一批大中型铅锌矿;70 年代中期以来,在层控矿床理论的指导下,找矿工作取得了重大突破,厂坝—李家沟、邓家山、铅碛山、八方山、银铜子等大型—超大型铅、锌、银多金属矿床均在此期间内先后完成勘探。与铅、锌多金属矿相比,金矿的找矿起步较晚,始于 80 年代,但经过短短十多年的时间,取得了很大的进展。在泥盆系地层中,找到了一大批大、中型微细粒浸染型金矿,其中,最具有代表性的矿床有:八卦庙、双王、李坝、庞家河、金龙山等。对于秦岭泥盆系地层中的铅、锌、金、银多金属矿床的成因认识,也经历了几个阶段:从 60 年代到 70 年代早期的中低温热液成矿理论,至 70 年代中期的层控矿床模式,发展到现在的喷气—沉积和热水沉积成因模式。随着对矿床成因认识的逐步提高和深化,人们越来越重视对区域成矿地质背景和成矿地质条件的研究,尤其是对本区泥盆纪构造背景、沉积盆地特征、岩相古地理环境、沉积作用及其与成矿关系等基础地质问题进行深入的探索,取得了一些的新的认识。

## 第一节 大地构造背景

秦岭泥盆系成矿带的分布范围大体上与南秦岭海西—印支褶皱带相当,其北界以唐藏—商南深大断裂与北秦岭加里东褶皱带分开。成矿带自西向东可以进一步划分为几个成矿区(或大型矿田):西和—成县成矿区(西成成矿区)、凤县—太白成矿区(凤太成矿区)、板房子—沙沟河成矿区(板沙成矿区)、柞水—山阳成矿区(柞山成矿区)和镇安—旬阳成矿区(镇旬成矿区)。

秦岭造山带作为中国南北地质衔接和东西地质转化的枢纽地区,地质构造十分复杂,许多中外著名地质学者对这一地区进行过大量的研究工作。早在 20 世纪 30 年代,赵亚曾、黄汲清在《秦岭

山及四川地质研究》一书中,揭示了秦岭地质构造的初步轮廓。李四光先生于 40 年代用地质力学的观点对该地区进行了构造体系的划分。张文佑、李春昱、陈国达、马杏垣、张伯声、叶连俊、关士聪等人也对秦岭地区做过不同程度的研究。70 年代中期以来,对秦岭地区的研究工作进入一个新的阶段,取得了许多新的认识,其中,李春昱、王鸿祯、张秋生、张国伟、许志琴等所做的工作具有代表性。到目前为止,尽管有关秦岭山脉形成和演化的一些基础地质问题尚有较大的争议,但秦岭作为华北地块和扬子地块的对接带这一点是不容置疑的。根据张国伟等的意见,两地块之间的对接线(缝合线)位于唐藏—丹凤—商南一带,即商丹断裂。

秦岭造山带的形成和演化,经历了漫长的地质历史,是华北地块和扬子地块长期联合作用的结果。太古代—元古代初期,华北地块和扬子地块之间的秦岭地区处于海洋环境(秦岭洋板块)。从早元古代开始,华北地块的南缘由裂解作用导致北秦岭裂陷海槽的生成。在该裂陷海槽中沉积了一套以基性火山岩和陆源碎屑岩和碳酸盐岩组成的火山-沉积岩系(秦岭群)。

早元古代晚期,在北秦岭裂陷海槽的北侧产生了宽坪裂陷海槽。至中元古代,由于地壳的裂解作用加剧,在华北地块已固结的基底上,产生了吕梁—中条—熊耳裂谷,在扬子地块北缘,产生了武当—碧口裂谷,在新生的裂陷海槽中,同样沉积了一套火山-沉积岩系(熊耳群、武当群、碧口群)。晋宁运动是本区重要的一次构造运动,它结束了华北地块南缘和扬子地块北缘的早期初始裂谷的发育,并产生大规模的变质变形和岩浆侵入。同时,晋宁运动使得华北地块和扬子地块对接,秦岭洋板块消失(俯冲到华北板块之下)。

晋宁运动之后,秦岭地区暂趋稳定,但从晚元古代末至早古生代,该区地壳再次发生裂解,在北秦岭地区生成二郎坪海槽和丹凤海槽,其性质为陆内裂谷,沉积了一套下部为细碧角斑岩系、上部

为硅质岩和复理石(类复理石)岩系的“类蛇绿岩套”组合(二郎坪群和丹凤群),时代被厘定为早古生代(寒武—奥陶系)。南秦岭和大巴山在早古生代处在相对稳定的沉积环境,发育了一套底部为黑色硅质岩建造,中上部为陆源碎屑岩和碳酸盐岩建造的沉积岩组合。加里东运动是秦岭造山带发育历史上又一次重要的构造运动,尤其在北秦岭地区更为强烈,形成北秦岭加里东褶皱带,它彻底地重塑了北秦岭元古代到早古生代的地质体,形成片麻岩穹隆和推覆构造,加里东期的变质作用也达到高峰,它使二郎坪群和丹凤群达到绿片岩相和绿帘闪岩岩相,局部甚至到低角闪岩相,使秦岭群早期的绿片岩相变为角闪岩相,深部甚至达到麻粒岩相,在变质作用的中心还形成了很多深熔花岗岩体。在南秦岭地区,加里东运动主要以垂直升降运动为主。在旬阳地区,志留系和泥盆系之间为平行不整合接触关系,在北大巴山、摩天岭等处也形成一定规模的加里东褶皱带。

晚古生代期间,在商丹断裂以南由于拗陷作用产生一个近东西向展布的大型沉积盆地——秦岭泥盆纪沉积盆地。该沉积盆地是在扬子地块的基底上发展起来的,盆地中沉积了一套以泥盆系为主的巨厚层陆源碎屑岩和碳酸盐岩,沉积厚度达到数千米至万米以上。在海盆内部,从南向北可分出三个分区:陆棚浅海区、陆棚隆起区、陆棚—陆坡半深水—深水区。紧靠商丹断裂南边的礼县—柞水—山阳一带,为秦岭泥盆纪海盆中拗陷最深的地带,沉积了一套半深海至深海相类复理石沉积建造,厚度愈万米。另一方面,海盆内部沿东西方向也出现隆拗相间的结构,这种构造格局将泥盆系海盆分割成一些次级盆地,如柞山盆地、镇旬盆地、西成、凤太盆地等。在泥盆纪沉积作用期间,由于同生断裂的活动及海底喷气和同生热液(热水)成矿作用,形成了著名的秦岭泥盆系铅、锌、汞、锑、金、银、铁多金属成矿带。

印支运动结束了秦岭地区晚古生代沉积海盆的发育,使得海

水全部向西退出,晚古生代沉积的地层普遍遭受构造变形和轻度区域变质作用,秦岭造山带终于形成,其基本轮廓也已经成形。秦岭造山带的发展从此进入了另一个新的时期——后造山构造期,此时,秦岭地区地壳厚度明显增大,刚性增强,特别是加里东运动和印支运动所产生的褶皱、逆冲断层和推覆构造,造成晚古生代以前的沉积建造经过强烈褶皱之后,在南北方向大大压缩,并在上下方向多层次叠复、拼合,尤其是逆冲断层和推覆构造所产生的构造叠复和拼合的规模更为可观。在此条件下,后造山期构造运动则以伸展作用为主,形成大规模的伸展剥离断层,并伴随有中生代(燕山期)的岩浆活动及有关的成矿作用。至新生代,秦岭地区以断块活动为特征,形成一些新生代的断陷盆地。

## 第二节 区域地层

区域内出露的地层为志留系、泥盆系、石炭系及第四系,其中志留系出露于研究区南部及汉江两岸地区,泥盆系则为研究区内出露的主要地层,且分布范围大,与成矿关系最密切,石炭系仅分布于研究区北部的少量地区,第四系主要分布在山间及汉江两岸。

### 一、志留系

志留系地层分布于研究区南部及汉江两岸地区,根据 1:5 万甘溪幅、蜀河镇幅区调报告,志留系地层又可分为:下统梅子垭岩组、中统双河镇岩组及上统水洞沟岩组。其岩性由一套深灰色、灰黑色条带状板岩夹灰绿色千枚岩、凝灰质砂岩组成,岩性较单一,在灰黑色条带状板岩中,常含星散状立方体黄铁矿。

志留系地层由于岩性较单一,且遭受浅区域变质作用,在 20 世纪 90 年代前被认为与矿化关系不大,但随着工作的深入,已陆续发现产于志留系地层中的泗人沟铅锌矿及关子沟铅锌矿,因此,

加强对志留系地层的研究,将使该区找矿工作有重要突破。

## 二、泥盆系

按 1:5 万甘溪幅、蜀河镇幅区调资料,本区泥盆系地层又可分为下统西岔河组、公馆组及中统大枫沟磨沟段杨岭沟组和上统冷水河组、南羊山组以及铁锁洞白云岩。

泥盆系地层在本区出露面积最大,广布于整个区域,区内赵家庄铅锌矿、大岭铅锌矿及淋湘金矿均产在该地层中。

### (一) 下泥盆统

下泥盆统在本区均有出露,自下而上分为西岔河组、公馆组及龙家河组,但根据甘溪幅、蜀河镇幅 1:5 万区调资料,分为公馆组及西岔河组,本报告即按区调报告将下泥盆统分为西岔河及公馆组。

#### 1. 西岔河组( $D_{1x}$ )

西岔河组为 1980 年区调队《陕西省泥盆系》新建组名,相当于 1984 年陕一队公馆地区的中泥盆下组庙沟段。

本组下段为灰绿—暗绿色硅质砾岩、石英砂岩夹板岩、粗砂岩,上段为浅灰绿—浅灰色石英砂砾岩、粗砂岩及细砂岩,顶部为深灰—灰黑色绢云母板岩、绢云母粉砂质板岩。

西岔河组总的特征为一套以砾岩、砂岩为主的滨海相沉积物,其顶部为深灰色、灰黑色绢云母板岩、绢云母粉砂质板岩。该组厚度横向变化大,各地厚度不一。

本组平行不整合于志留系灰黑色条带状板岩之上。

#### 2. 公馆组( $D_{1g}$ )

本报告所指公馆组与杜定汉所著《陕西秦巴地区泥盆系研究》一书指的公馆组相当。其下整合于西岔河组绢云母粉砂质板岩之上。

公馆组岩性较单一,主要为一套白云岩组合。按岩石组合自

下而上可分为两段。

上段为灰、深灰色厚层—中厚层细晶—隐晶质白云岩及砂质白云岩。

下段为浅灰—灰白中厚层状细晶、粉晶白云岩,局部为含砂质细晶白云岩,含层孔虫 *Amphipora*. SP., 介形虫 *Paramoel Leri-tia subtrapezoidalis* Wang. 及腹足类化石。

本组出露厚度大于 500 m。

## (二) 中泥盆统

本区中泥盆统自下而上划分为石家沟、大枫沟及杨岭沟组。

### 3. 石家沟组( $D_2s$ )

依据岩性组合分为上、中、下三段。

上段( $D_2s^3$ ),灰色—灰白色中厚层灰岩、泥灰岩,局部夹中厚层炭质灰岩及钙质千枚岩。

中段( $D_2s^2$ ),灰色中厚层状白云岩夹泥灰岩,夹黄铁矿化灰岩。在赵家庄、大岭及淋湘矿区,常见钙质千枚岩与粉砂质千枚岩互层。

下段( $D_2s^1$ ),深灰色薄层状含白云质灰质板岩及中厚层状泥灰岩,上部为灰色中薄、中厚层状泥质灰岩或钙质板岩、钙质千枚岩,含丰富的腕足类及珊瑚化石。

本组出露厚度 100~150 m,与上、下地层均呈整合接触。

### 4. 大枫沟组( $D_2d$ )

大枫沟组是一直沿用的地层名称,甘溪幅及蜀河镇幅给予了重新定义,将其分为东西两部分,牛家沟以东为大枫沟组磨沟段( $D_2d^m$ ),牛家沟一带为牛家沟礁灰岩( $D_2n^j$ ),杨货郎沟以至冷水河以西为狮子园岩组。

#### (1) 大枫沟组磨沟段( $D_2d^m$ )

出露于旬阳县城北阎家沟脑—大磨沟—詹家人院一带,底部在大磨沟以东覆于公馆组之上,以西由于断层破坏出露不全。



岩性为一套以碳酸盐岩为主夹板岩及少量砂岩的组合,总厚度 303.20 m。

### (2) 牛家沟礁灰岩( $D_2n^j$ )

牛家沟礁灰岩是由甘溪幅及蜀河镇幅新命名的非正式岩石地层单位,专指出露于旬阳县城北牛家沟一带的一套生物礁灰岩灰生物灰岩、砾屑灰岩夹泥质岩。

总厚度 744.50 m。

### (3) 狮子园岩组( $D_{2ss}$ )

狮子园岩组为甘溪幅重建的构造岩石地层单位,依岩性组合分为上、中、下三段。

下段:含生物碎屑、砂屑微晶、细晶灰岩。

中段:绢云母板岩夹泥灰岩。

上段:生物碎屑灰岩或微晶灰岩。

## 5. 杨岭沟组( $D_{2y}$ )

本组相当于杜定汉 1985 年所著《秦巴地区泥盆系地层研究》一书中的古道岭组。杜定汉书中曾建议:鉴于杨岭沟组为跨统地层单位,此名不宜沿用,但甘溪幅仍用此名。为不至于造成混乱,我们仍采用此名。

按岩石组合,本组分为上、下两段。

上段( $D_{2y}^2$ ),深灰色厚层灰岩,含泥质生物灰岩,夹钙质粉砂质板岩,含丰富的珊瑚、腕足类化石。

下段( $D_{2y}^1$ ),灰绿色、翠绿色中厚层状钙质粉砂岩、千枚岩夹板岩,本段上部为细晶白云岩,含较多的生物化石。

本组地层总出露厚度大于 600 m,与上、下伏地层均呈整合接触。

## (三) 上泥盆统( $D_3$ )

本区上泥盆统据岩性组合和生物特征,自下而上划分为冷水河组和南羊山组。

## 6. 冷水河组(D<sub>3</sub>l)

本组岩性为一套砂岩与泥、砂质灰岩不等厚互层或以砂岩为主的浅海相沉积层,含珊瑚、腕足类、腹足类及少量牙形刺化石。

按岩性组合分为上、中、下三段。

上段(D<sub>3</sub>l<sup>3</sup>),灰—深灰色中厚层状隐晶质灰岩,局部为泥质灰岩夹灰—黄褐色薄层细粒钙质石英砂岩,含腕足类化石。

中段(D<sub>3</sub>l<sup>2</sup>),上部为浅肉红色中厚层状白云质灰岩,含泥质条带灰岩及白云岩,含牙形刺化石。

下段(D<sub>3</sub>l<sup>1</sup>),下部为灰—浅灰色条带状细粒钙质石英砂岩夹灰岩透镜体,中部为细粒石英砂岩夹细—中粒结晶生物灰岩,上部为钙质砂岩和砂质灰岩互层,含牙形刺化石。

本组地层出露厚度大于 600 m,与上、下伏地层均呈整合接触。

## 7. 南羊山组(D<sub>3</sub>n)

本组为一套灰质、泥质、砂质岩石的组合,生物群以下部含腕足类为主、上部含丰富的牙形刺化石为特征。

按岩性组合分为上、下段。

上段(D<sub>3</sub>n<sup>2</sup>),上部为深灰色厚层白云岩、灰岩与含泥砂质条带灰岩组成韵律层,下部为石英岩夹含球粒灰岩,含腕足类 *Fenticospirifer. sp. j* 和牙形刺化石。

下段(D<sub>3</sub>n<sup>1</sup>),下部为灰—深灰色厚层块状砂质灰岩间夹少量浅灰色钙质砂岩,中部为浅灰—灰色具泥质条带的斑纹状钙质砂岩,局部变化为砂质灰岩,上部为灰—深灰色厚层状砂质灰岩,间夹少量深灰色厚层状钙质砂岩,含腕足类、双壳类及丰富的牙形刺化石。

本组厚度大于 200 m,与冷水河组及上覆下石炭统深灰色厚层含燧石条带砂质白云岩均呈整合接触。

### 三、石炭系(C)

石炭系在本区出露范围不大,仅呈零星分布于南羊山向斜之核部。

#### (一) 下统( $C_1$ )

##### 8. 袁家沟组( $C_{1y}$ )

深灰色含燧石条带灰岩,中厚层白云质灰岩,靠下部有角砾状白云质灰岩,底部为含砂质条带灰岩夹砂岩,含较多的珊瑚及层孔虫化石。

#### (二) 中统( $C_2$ )

##### 9. 四峡口组( $C_{2s}$ )

黑色炭质页岩夹砂岩和深灰色含燧石条带灰岩,向东两侧相变为泥质灰岩,夹页岩及含燧石灰岩,含蜓科化石。

#### (三) 上统( $C_3$ )

##### 10. 羊山组( $C_{3y}$ )

浅灰白色厚层—巨厚层纯灰岩夹白云质灰岩,含米氏蜓等蜓科类化石。

### 四、第四系(Q)

第四系多分布于旬阳河两岸及其山谷冲沟中,主要为现代河床冲积的残积物及坡积物砂砾、砂质土等,厚 0~15 m 不等。

## 第三节 区域构造

### 一、镇旬成矿区总体构造格局

镇旬成矿区是秦岭泥盆系 Pb、Zn、Ag、Hg、Sb、Au 多金属成

矿带中一个较为重要的成矿区,其北以镇安—板岩镇断裂与柞水—山阳成矿区相隔,南以泥盆系与志留系不整合(假整合)面为界,东临武当古陆,西侧为宁陕—佛坪水下隆起,成矿区面积达数千平方公里。

区内构造以东西向为主,包括复式褶皱和断裂构造,褶皱构造主要有金鸡岭复向斜、公馆回龙复背斜和南羊山复向斜。复向斜核部由三叠系、二叠系和石炭系地层组成,两翼及仰起端为泥盆系、志留系或更老的地层。褶皱轴向为近东西向,形态为宽缓褶皱,两翼地层多发育次级褶皱。次级褶皱以不对称倒转褶皱为主,局部可见平卧褶皱。

区内主干断裂构造均为近东西向至北西西向断裂,成矿区北界的镇安—板岩镇断裂是东秦岭地区重要的区域性深断裂,它将柞山成矿区和镇旬成矿区分隔开来,断裂两侧泥盆纪沉积作用和成矿特征均有较大差异,断裂北侧(柞山地区)以次深海—深海相碎屑沉积建造为主,并具有浊积岩的特征,成矿作用以 Pb、Zn、Ag、Au 为主;断裂的南侧发育一套浅海碳酸盐岩台地相的石灰岩、白云岩及少量细碎屑岩组合,成矿作用则以 Hg、Sb、As、Au、Pb、Zn 为主。镇旬成矿区内的北成矿带(锡铜沟—金龙山 Hg、Sb、Au、Pb、Zn 成矿带)明显受镇安—板岩镇断裂的控制,并紧靠断裂带南侧发育,延伸方向与断裂带走向一致。成矿区内另一条区域性大型断裂为公馆—白河断裂,其走向为北西西向,向东一直延伸到湖北省十堰市附近,延伸长度达 200 km 以上,著名的公馆汞锑矿带就产在该断裂带的北盘。

除上述主干断裂外,成矿区内次级或更低级别的断裂构造亦十分发育,包括近东西向、北西向压扭性断裂和北东向断裂,此外,近东西向的挤压片理化带、节理密集带等构造软弱带也十分发育。

根据镇旬成矿区卫星图像解译结果(图 1—2),明显看出本成矿区内断裂构造十分发育,以近东西向断裂为主(包括北西西向和

北东东向断裂),其次为近南北向(包括北北西向)和北北东向断裂,这些断裂构造在平面上组成经纬交织的构造格局。

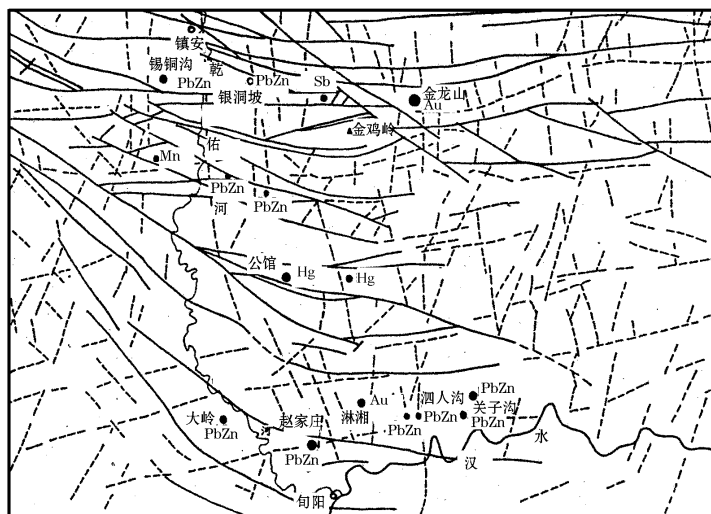


图 1—2 镇旬成矿区遥感图像解译图(根据 TM 图像解译)

在镇旬成矿区内,近东西向断裂构造在平面上形成一个向南凸出的弧形,弧形弯曲最大的部位位于旬阳—公馆—金鸡岭、金龙山一带,该带的走向为近南北向(图 1—2)。在遥感图像上,可以观察到这种弧形弯曲实际上为两组区域性断裂的交叉、汇合所致,即北西西向断裂和东西向断裂(北东东向断裂)相互汇合,在汇合部位由于构造复合和包容作用而形成弧形断裂构造面。这种因构造交汇而形成的弧形构造面或构造转折部位往往是矿田构造中最有利于成矿物质富集的容矿构造,尤其是构造转折的内凹处对成矿更为有利。本成矿区内赵家庄—淋湘 Pb、Zn、Au 矿田,公馆—青铜沟 Hg、Sb 矿田、金龙山 Au、Sb、As 矿田等均无一例外处在这

种构造部位(图 1—2),不能说是一种巧合。翟裕生在分析断裂构造对成矿的控制作用时曾指出“往往只有在断裂的某些有利部位才有矿田及矿床产出……”,雅科列夫进一步指出矿田及矿床只是分布在以下地段:断裂带弯曲的地段,断裂分支处,两组以上断裂交叉处和主干断裂派生的羽状断裂旁侧。因此,在分析本成矿区控矿构造时,要非常注意这些构造特殊的地段。

从卫星图像上观察,本成矿区内南北向构造及北北东向构造亦十分发育,其中,规模最大的为乾佑河南北向构造。赵家庄(Pb、Zn)、淋湘(Au)、公馆(Hg、Sb)、月西(Pb、Zn)、银洞坡(Pb、Zn)之间也存在一个断续分布的南北向(北北西向)构造带,金龙山(Au、Sb、As)、泗人沟(Pb、Zn)一带南北向构造也较发育(图 1—2)。近几年来,东秦岭地区的南北向构造引起越来越多的注意,尤其是通过遥感解译和深部地球物理资料分析,发现了不少前人一直未能认识到的南北向构造。然而,这些南北向构造在野外往往难以识别,它们与传统地质观点中的断层区别较大,因此在各种地质填图中未能将它们发现和表示在地质图上。我们在镇旬成矿区以北的柞水—山阳成矿区对这种构造做过专门研究,将遥感解译,地面调查,岩相古地理分析,地球物理资料分析等结合起来,经过多年探索,确认柞山地区南北向构造实属一种较为隐蔽的隐伏基底断裂构造,在地表常以剪切片理化带、节理密集带、地层产状变化带、角砾岩化带等形式表现出来。镇旬地区的南北向构造与柞山地区基本类似,代表一组基底断裂构造方向,它与东西向构造一起组合成南北交织的基底构造格局,控制了泥盆纪沉积盆地隆拗相间的海底地形和次级盆地展布格局,并且与海底喷气和热水沉积成矿作用具有密切的关系。

## 二、泥盆纪沉积盆地构造特征

秦岭泥盆系中的 Pb、Zn、Ag、Hg、Sb、Au 等金属矿床,其成矿

作用与泥盆纪海底喷气和热水沉积作用关系密切,其中,Pb、Zn、Ag 多金属矿床为海底喷气—热水沉积矿床系列,Hg、Sb、Au 矿床多为热水沉积—后生改造叠加型矿床系列。因此,在研究成矿构造时,要把与成矿作用密切相关的盆地构造研究摆在首位,对于叠加改造型矿床,还应该研究与叠加改造成矿作用有关的构造(造山期和后造山期构造)。然而,由于种种原因,对秦岭地区泥盆纪沉积盆地构造的研究起步较晚,从 20 世纪 80 年代开始才逐渐得到重视,其中,较具代表性的工作为杜定汉、杨志华、杨振升、杨锦源、曹宣铎、刘本培等人所做的岩相古地理方面的研究工作。

秦岭泥盆纪沉积海盆相当广阔,东西长超过 700 km,南北方向的宽度比现今泥盆系地层出露的宽度要宽得多,因为现在泥盆系出露宽度是经过强烈褶皱并发生了多层次构造叠复、在南北方向大大压缩了的。整个秦岭泥盆纪海域海底地形具有南高北低、东西分异的特点,南部海域从近岸滨海到浅海的相带分布比较清楚,而北部海域则一般被认为是活动性较大的沉降地带,属于陆缘斜坡下次深海—深海相。东西分异的特点表现在沿东西方向海底地形出现隆拗相间的结构,从西秦岭东段起,自西向东分别出现西成海盆—灰两海隆—凤太海盆—佛坪海岛—东岳凹陷—迷魂阵隆起—柞山海盆。这种盆地构造格局将泥盆纪海域分成几个一级海盆——西成海盆、凤太海盆、柞山海盆和镇旬海盆,分别对应现在的几个成矿区域。二级海盆的规模较大,其面积一般都在数千平方公里,控制成矿区的分布。控制矿田和矿床的盆地构造一般为规模更小的三级盆地或四级盆地,其面积一般为数十平方公里。

镇旬盆地为东秦岭地区内陆棚海盆,其北面的柞山盆地为外陆棚海盆。根据杨志华等人研究,镇旬盆地泥盆系岩相组合以开阔台地碳酸盐岩相为主,代表陆棚浅海沉积环境。镇旬盆地的内部结构具有南高北低,东高西低的特点,尤其是东西差异更为明显,沉积相带的分界线均呈南北向展布(图 1—3)。在旬阳、镇安

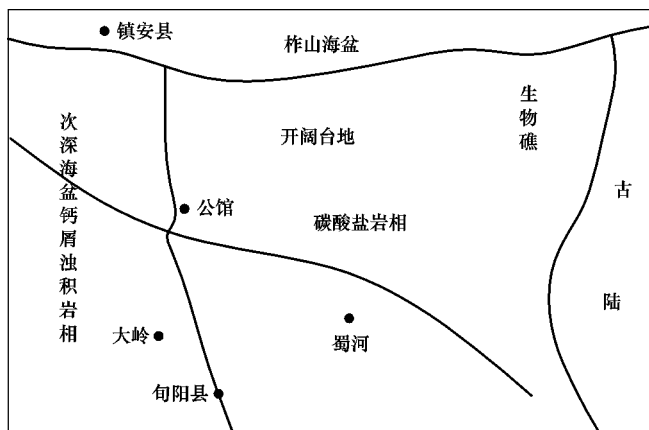


图 1-3 镇旬盆地中泥盆世岩相古地理图  
(据杨志华等)

乾佑河以东约 10~20 km, 有一条近南北向展布的生物礁或礁滩相带存在, 宽约 4~10 km, 长约 50 km, 该相带以东的碳酸盐盆地和陆源碎屑岩区基本上是陆相冲积扇和潮坪相区, 相带西侧为深水一次深水浊积岩相区, 据此, 杨志华等认为, 秦岭地区存在着南北向的裂陷带。东西向和南北向基底构造并存的格局将该地区切割成许多大小不一的构造断块—沉积盆地, 控制着秦岭地区沉积作用、岩浆活动和成矿作用。

根据遥感图像解译结果,镇旬地区确实存在东西向和南北向构造同时并存、相互交织的构造格局,是基底构造在沉积盖层中的反映,这种构造格局控制了镇旬盆地中规模更小的三级盆地和四级盆地的发育,也控制了铅、锌、汞、锑、多金属矿田(床)的空间分布,遗憾的是,目前对于次级盆地构造(三级或四级盆地)的研究甚少。根据现有资料分析,在镇旬盆地中可以划分出三个东西向的多金属成矿带和六个多金属矿田。三个成矿带分别为:锡铜沟—金龙山铅锌、金、锑成矿带(北带),公馆—青铜沟汞锑矿带(中带),



和大岭—赵家庄—淋湘—泗人沟—关子沟铅、锌、金成矿带(南带)。这三个成矿带主要受近东西向的基底断裂(同生断裂)控制。在这三个成矿带中,又可进一步划分出六个多金属矿田:锡铜沟—银洞坡铅锌矿田、金龙山金(锑)矿田、月西铅锌矿田、公馆—青铜沟汞矿田、赵家庄—淋湘铅锌金矿田和泗人沟—关子沟(志留系)铅锌矿田(图 1—4),这些矿带和矿田在空间上基本上有规律地展布,具有等间距性,矿带展布方向为近东西向,而矿田之间的连线为东西向和南北向同时并存,显然矿田也同时受到南北向构造

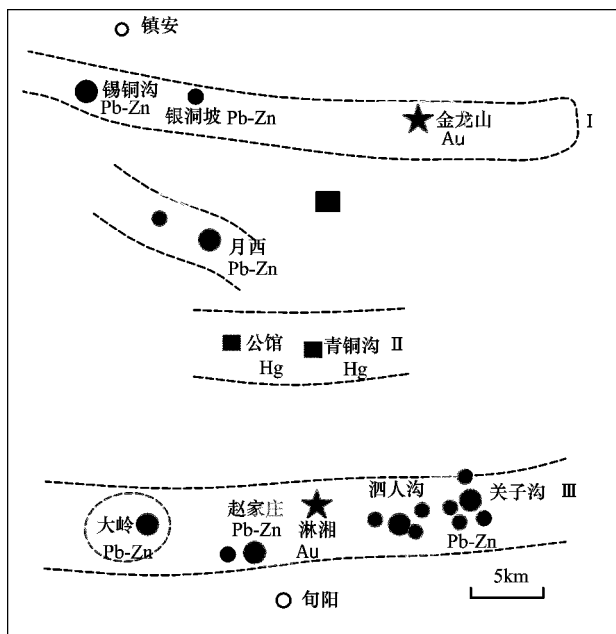


图 1—4 镇旬成矿区主要矿带、矿田和矿床(点)

造的控制,尤其是赵家庄—淋湘矿田、公馆—青铜沟矿田、月西矿田、锡铜沟—银洞坡矿田等恰好分布在一个近南北向的狭长带中,与杨志华等描述的南北向生物礁或礁滩相带大致吻合,说明南北

向的盆地构造对矿田的分布确实起着不可忽视的控制作用。从矿田本身的形态分析,矿田的长轴方向一般为近东西向,是否代表控制矿田的次级盆地的形态也为东西向椭圆形盆地仍值进一步探讨。

### 三、同生断裂与多金属矿产成矿的关系

翟裕生在《矿田构造学》一书中指出:“海相(热水)沉积矿田构造一般可分为同生沉积构造和后生变形构造两类,前者具有找矿意义,后者具有改造意义,两者在找矿上皆具重要性。”镇旬矿田的 Pb、Zn、Au、Hg、Sb 多金属矿床,与泥盆纪沉积盆地中的热水成矿作用关系十分密切,后者主要受沉积过程中的同生断裂(生长断裂)所控制。本成矿区中的镇安—板岩镇断裂、公馆—白河断裂和佛坪—旬北断裂等均为多期活动的同生断裂,它们分别控制了区内三条主要的东西向成矿带(北带、中带、南带)。从卫星图像上观察,区内东—西向主干断裂在空间分布上具有明显的等距性,间距约 10 km,从旬阳县城往北至镇板断裂,依次发育 6 条东西向主干断裂(图 1—2)。在旬阳—公馆—镇安一带,东西向断裂与北西向断裂交汇形成弧形断裂带。这些东—西向主干断裂基本上都是同生断裂,在泥盆纪沉积作用期间,它们一起组合成往北逐级下降的阶梯状正断层组合,使镇旬盆地出现南高北低的海底地形(图 1—5);沿同生断裂附近海底同生热液活动较为频繁,为(同生)热水成矿作用提供了很好的成矿条件。除了东西向主干断裂外,近南北向的断裂带也具有同生断裂的性质,它们与东西向断裂的交叉部位常常构成热水沉积成矿作用的中心。赵家庄、淋湘、月西、金龙山、锡铜沟、银洞坡等矿床均产在两组同生断裂交叉部位附近。

### 四、叠加改造型矿床的控矿构造特征

在镇旬盆地中发育的 Hg、Sb、Au 多金属矿床,其后生改造特

征十分明显,矿体一般均产在断裂带或顺层破碎带中。例如,金龙山金矿的控矿构造为东西向背斜和同方向的断裂构造复合控矿,在多组断裂交叉部位矿体明显变厚。矿体主要产在背斜核部的顺层破碎带中,明显具有后生改造性质。淋湘金矿与东西向的大型断裂构造带关系密切,矿体主要产在断裂带两侧的千枚岩和碳酸盐岩中,受派生断裂或次级断裂的控制。公馆汞矿的含矿体也受背斜翼部和转折部位控制,并同时受东—西、北西—南东、北东—南西和近南北向四组断裂控制,含矿体为脉状或板状体,沿断层或破碎带分布。

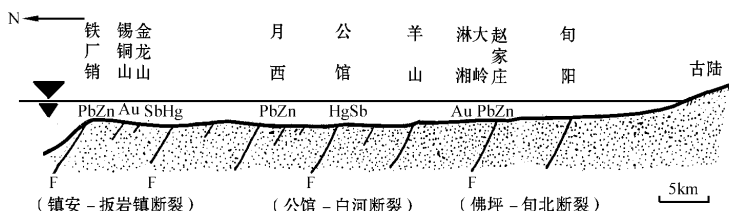


图 1—5 镇旬盆地构造、古地理剖面图

显而易见,叠加改造型矿床除受盆地构造和同生断裂构造控制外,还明显受到后生构造的控制,根据我们分析,这些后生控矿构造主要为中生代以来的后造山期伸展构造,它们也在一定程度上继承了早期构造的构造面。关于秦岭地区后造山期(中生代以来)的伸展构造,目前研究尚少,我们将在后面有关章节中逐步涉及和探讨其有关问题。

## 第四节 区域矿产

镇旬成矿区是秦岭泥盆系成矿带中重要成矿区之一,已知矿产有 Pb、Zn、Au、Hg、Sb、Cu 等(图 1—4)。

### 一、铅锌

铅锌矿产是整个秦岭成矿带的最主要矿产,也是本成矿区主要矿产之一。主要矿床有锡铜沟铅锌矿床、银洞坡铅锌矿床、月西铅锌矿床等。该类矿床具有很明显的层控性,含矿地层是以典型台地碳酸盐岩为主的泥盆系岩系,矿体多产于炭泥质灰岩、生物碎屑灰岩及其层间破碎带,或碳酸盐岩与千枚岩界面附近的白云石硅岩中。矿体厚度大,延伸稳定,多呈顺层延展的层状,似层状、透镜状,矿体产状与围岩一致。矿石物质成分简单,金属矿物主要为闪锌矿,其次为方铅矿、黄铁矿、黝铜矿、毒砂等,脉石矿物为石英、方解石和铁白云石。矿石结构有细—粗粒不等粒结构,交代结构和显微莓球群结构;矿石构造以条带状构造和稀疏—稠密浸染状构造为主。层纹构造、条带构造和显微莓球群结构都表明矿化为同生沉积成因,而矿体中的矿化富集部位多见斑块状和角砾状构造,矿物组合明显成网脉穿切和胶结先期形成的闪锌矿集合体,并伴随有不均匀的硅化和碳酸盐化。根据矿体产状和矿石构造特征,可以分出两个成矿期:同生期的喷气沉积和成矿作用,以及后期的动热改造作用。由于改造强烈,部分矿床后生特点明显。

### 二、金

金矿也是整个秦岭成矿带中最主要的矿产之一,特别是近十年来,先后探明了双王、八卦庙、李坝等大型金矿床。本成矿区中金也是主要矿产,已知金矿床有:二台子金矿床、金龙山金矿床等。

秦岭成矿带内已知金矿床多产出在铅锌矿床边部,与其相间排列或发育于铅锌矿带的尖灭部位。金矿床同样受地层层位控制,二台子金矿床产于中泥盆统厚层碳酸盐岩中的钠长石化角砾岩带中,金矿化与古道岭灰岩中沿断裂带发育的多种蚀变作用形成的近东西向分布的石英钠长岩、重晶石岩、含铁白云石方解石岩蚀变带有关,金矿体均赋存于角砾岩内,并严格受角砾岩带控制。角砾成分与围岩一致,棱角状或浑圆状,大小不等,胶结物主要为含铁白云石、方解石、石英与钠长石,其中有浸染状黄铁矿。矿体呈不规则带状、透镜状和囊状。矿石矿物有自然金、砷黝铜矿、黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、闪锌矿、辉铜矿、白铁矿、褐铁矿、毒砂、辰砂、自然银等。脉石矿物有石英、方解石、铁白云石、钠长石、重晶石等。矿石构造以角砾状构造、块状构造、网脉状构造为主,少见斑点状、条纹状构造。矿石结构为显微粒状变晶结构、溶蚀交代结构,它形晶结构等。黄铁矿是主要载金矿物,特别是细粒含砷黄铁矿含金较高。金主要为超显微金及显微金。

金龙山金矿产于下石炭统和中、上泥盆统的细碎屑岩—薄层灰岩中。金矿化主要分布于强挤压变形带、褶皱、断裂构造发育的钙质页岩、粉砂质页岩、粉砂岩及薄层灰岩中,由于矿化宽度及矿化强度均受控矿断裂特征和不同部位地层岩性的影响,从而使矿体产状、规模变化都较大,矿体形态以层状、似层状及脉状为主。矿石矿物主要有菱铁矿、毒砂、辉锑矿及少量闪锌矿、黄铜矿等。脉石矿物主要为石英、方解石、绢云母、重晶石、粘土矿物等。矿石构造主要有块状、条带状、角砾状、细脉浸染状、网脉状构造等,矿石结构主要有自形结构、半自形结构,交代溶蚀结构和草莓状结构等。黄铁矿与毒砂是主要载金矿物,而且黄铁矿主要为细粒的,含砷黄铁矿富含金,金主要为超显微金。

本区产于细碎屑岩—不纯碳酸盐岩中的金矿床,均发育有强的黄铁矿化、毒砂矿化、硅化、碳酸盐化和褐铁矿化。黄铁矿化、褐

铁矿化、中等强度硅化与金矿化呈正相关,而强硅化和碳酸盐化形成的粗粒石英和方解石组成的脉体则不利于金矿化发育,金矿床成因与泥盆纪海底喷气热液作用和同构造期间循环热水成矿作用有关。

### 三、汞、锑

汞、锑是整个秦岭成矿带中仅次于铅锌的金属矿产。本区汞、锑矿的重要性则超过了铅锌矿,同该区其他金属矿床一样,汞、锑也同样受层位控制。如旬阳以北的公馆汞矿床和青铜沟汞锑矿床等,其容矿地层都是下泥盆统公馆组的白云岩,同时矿化又明显地受断裂控制。如公馆汞矿床的含矿体主要产于背斜翼部和转折部位,受东西向、北西—南东、北东—南西和近南北向四组断裂控制。含矿体呈脉状或似板状体沿断层或破碎带分布,单个矿体形状呈更不规则的透镜状、脉状和囊状。公馆矿田南矿带和青铜沟矿床,主要为汞、锑综合矿石,而公馆北矿带则是单汞矿石。从公馆南北矿带比较可知:汞、锑矿石形成于下部,而单汞矿石则形成于海拔较高的部位。主要矿物辉锑矿和辰砂都有几个世代,早阶段辉锑矿与微晶白云石伴生,中期阶段辉锑矿与中粗粒白云石和方解石、石英伴生。辰砂呈浸染状、斑点状、团块状聚晶和细脉产于石英晶间裂隙中,并穿插辉锑矿,晚期阶段细脉状、网脉状辰砂有时有重晶石伴生。工业矿体多赋存于硅化强烈而形成的石英脉中,辉锑矿中除含较多 Hg 外,还含有 Cu、Pb、Zn、Ag 等,辰砂的杂质元素则主要为 Sb、Pb 和 As。公馆、青铜沟矿床铅同位素组成属单阶段正常铅,模式年龄分布在 456~381Ma, 202~240Ma 和 85~176Ma 三组中,故目前一般认为本区汞矿床可能是加里东期至海西期成矿物质进入沉积盆地,形成矿源层,而在区域构造演化的海西晚期至燕山期不同阶段构造热事件影响下经改造形成后生汞、锑矿床。

## 四、铜

铜矿是本成矿区的次要矿产,目前已知的矿床只有镇安二台子矿床,另外还有芦池沟铜矿点和蜀汉镇、桥沟、薛家沟等矿化点。镇安二台子矿床是产于中泥盆统碳酸盐岩中的钠长石化角砾岩带中的金铜矿床。含矿地层为中泥盆古道岭组上部礁灰岩,其中有十余个透镜状和筒状蚀变角砾岩体沿区域性断裂带分布,部分角砾岩体中有达到工业要求的金铜矿化,主要金属矿物有:砷黝铜矿、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿等。而芦池沟铜矿点和蜀汉镇等铜矿化点,均为石英脉型铜矿点,含矿石英脉顺层或斜切层理产于中泥盆下统及下志留统的千枚岩和灰岩破裂带中,含矿石英脉的脉幅一般仅数厘米,个别达 1.5 m。主要金属矿物为黄铜矿、黄铁矿、褐铁矿、孔雀石、蓝铜矿等。

## 五、铁

铁矿在本成矿区也是次要矿产之一,目前只发现了赵湾铁山铁矿、穿洞岩铁矿、大黑山铁矿等几处铁矿化点,矿化体分布于中泥盆下统和下志留统的千枚岩和碳酸盐岩中,多产于构造破碎带和构造裂隙中,部分产在褶皱轴部或其旁侧。单个矿化体多为透镜状、不规则状、产状变化大,有分支复合现象。矿化体围岩蚀变有硅化、碳酸盐化。矿石矿物主要有赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿,矿体规模小,矿石为致密块状和蜂窝状构造,品位变化大。

综上所述,镇旬盆地中金属矿床的形成与盆地的形成发展和随后的造山演化有密切的关系。该区主要矿体中存在的含硫化物显微莓球群的硅岩及层纹状矿石,说明本区经历了同生沉积成矿作用,成矿金属元素来源于沉积期上升的热水。另外根据本区矿体产状、形态和矿石组构有显著的后生特点,说明本区经历了后期改造成矿作用。所以本区的成矿作用包括有:①泥盆纪盆地中的

喷气沉积或热水沉积作用;②沉积物成岩及埋藏变质期的改造作用;③造山期—变形和变质流体的改造作用。镇旬盆地中的铅锌矿床主要是同生热水沉积成因的,部分受到较显著的沉积期后改造。铜和金更多出现于热水系统的晚期相,或具有同构造期的后生矿化性质。汞锑的富集以后生改造作用为主。它们构成了镇旬盆地晚古生代的一个互有成因联系的矿床系列。



## 第二章 旬阳盆地成矿环境

### 第一节 晚古生界沉积建造

#### 一、旬阳盆地地质发展简述

早古生代时期,本区是扬子板块北部活动大陆边缘中的南北向裂陷—裂谷沉积盆地的一部分,该盆地的具体位置在东经  $108^{\circ} \sim 110^{\circ}$  之间的山阳、柞水、旬阳、安康、平利和紫阳一带。它的形成是由于武当地块自西向东不断从深部向浅部抽拉—逆冲至地壳表层的结果。鉴于盆地内最老地层为奥陶系,因此,至少武当地块在奥陶纪时期就开始了上述的构造过程。这一过程不仅形成了南北向的裂陷盆地,而且武当地块也为这一盆地提供了大量的陆源碎屑沉积物。

从更大范围上观察,这一南北向沉积盆地是从寒武纪,甚至是从震旦纪开始的。当发展到奥陶纪时,本区已处在一个较深水缺氧的沉积盆地环境,形成了含炭较高的黑色页岩系和深水的碳酸盐岩。志留纪可能是本区强烈沉降的又一时期,不仅有火山活动的熔岩和凝灰质岩石,而且有大量发育的细碎屑组成的浊积岩。据修编 1:20 万紫阳幅的最新资料,志留系的相带是呈南北向展布、东西向相变的,而槽模所指示的流动方向也是东西向的,因此从沉积岩的相带及其相变的方向看,该南北向沉积盆地在早古生代时不仅存在,而且也表现得相当明显。

早古生代至泥盆纪早—中世,由东西向伸展体制形成的南北

向沉降盆地,主要表现为沉积岩相带呈南北向展布,但岩石相变则为东西向,如大枫沟组,由东向西分别为磨沟段的碳酸盐岩夹板岩相变为牛家沟段的生物礁灰岩及狮子园段钙屑蚀积岩。

晚泥盆世以后至三叠纪,盆地处于缓慢沉降、基本达到补偿充填的阶段,台地类型的沉积是这个时期的基本特征,当盆地沉降缓慢、充填物质很多时,盆地可以变浅而接受陆相或海陆交互相的沉积,如中石炭统的四峡口组。由于上泥盆统(包括部分中泥盆统)至石炭系的岩层从形成以后没有进入深构造层次,未发生固态塑性流变,故它们的起始变形面为层理。

## 二、晚古生代沉积建造

旬阳盆地古生界地层发育,但在早古生代,地层变质相对较深,构造置换强烈,加之本次研究的淋湘—赵家庄矿区,出露的地层主要为晚古生代地层,所以此处主要讨论晚古生界的沉积建造。

旬阳盆地晚志留世与早泥盆世之间发生的加里东运动是一场规模宏大的造山运动,因此,在早泥盆世早期,旬阳盆地首先接受磨拉石建造沉积,表现为:①西岔河底部为一套砾岩粗砂岩等的粗碎屑岩的沉积,如在淋湘矿区庙沟剖面中,在西岔河组底部,出露的岩性为砾岩—粗砂岩—砂岩,属典型磨石建造的岩石共生组合;②区域上,西岔河组大致沿武当古陆的边缘分布,应当为山前陆相冲积扇—水下扇沉积,旬阳盆地更表现为水下扇沉积。

早泥盆世晚期开始,海平面迅速下降,本区为碳酸盐复理石建造沉积,公馆组沉积了一套以白云岩为主的潮坪相高镁碳酸盐。中泥盆世开始,大枫沟组岩性为东西两部分,牛家沟以东为一套以碳酸盐为主夹板岩及少量砂岩的潮坪相沉积,典型剖面位于旬阳县城以北磨沟中,牛家沟一带相变为一套以生物礁灰岩为主的礁滩相沉积,往西于杨货郎沟至冷水河以西相变为一套原岩以钙屑蚀积岩为特征的边缘斜波相沉积,以上三个地层单元为等时异相

沉积,反映出沉积盆地由向东西由潮坪→礁滩→斜坡的沉积环境变化。

中泥盆世至石炭纪,旬阳盆地处于稳定阶段,此时,盆地内主要为台地碳酸盐沉积建造。

另外,在早中泥盆世盆地内均普遍发生过一次大规模的海底热水喷流,形成了一套热水沉积岩建造,镇安二台子金矿及赵家庄、大岭铅锌矿均与此次大规模热水喷流沉积岩有关。

### 三、泥盆系、志留系地层及其含矿性

赵家庄—淋湘多金属成矿带内,主要出露的地层为泥盆系,其次为志留系。志留系及泥盆系均为区内的主要赋矿地层,本节将重点讨论泥盆系和志留系地层及含矿性。

#### (一) 泥盆系地层及含矿性

赵家庄—淋湘多金属成矿带内出露泥盆系地层自下而上可分为:

##### 1. 西岔河组(D<sub>1x</sub>)

西岔河组主要出露于赵家庄—淋湘多金属成矿带的南部,自双庙垭—野猪湾至青山岭—瞒藏沟一带,713队在1:1万地质填图中,在淋湘矿区的庙岭河附近志留系条带状板岩之上发现一套砂砾岩,并确认属西岔河组底部岩石。

由于西岔河组为一套砂砾岩组合,出露镇旬盆地底部,因此,其出露厚度各地不一,出露的岩性各地也略有差异,即该地层横向变化很大。

按照岩石组合,西岔河组在本区可分为上、中、下三段。

下段:灰绿—暗绿色长石石英砂岩及粉砂岩,局部为粗砂岩,偶夹少量碳酸盐岩。

中段:浅灰—灰白色含砾砂岩与砂岩、细砂岩互层,在淋湘庙岭河可见有很好的粒序层,其中斜层理非常发育。

上段:深灰—灰黑色绢云母板岩,绢云母砂质板岩及灰绿色千枚岩。

本组厚度变化大,但总的趋势是西部厚度大于东部出露厚度。本组地层与下伏志留系地层呈平行不整合接触。

### 2. 公馆组(D<sub>1g</sub>)

公馆组在矿带内南部广泛出露,公馆组地层出露的地区,多形成陡崖,总体走向近于东西,其岩性主要由一套厚层—巨厚层状的白云岩夹白云质灰岩组成,依岩性组合可分为上、下两段。

上段:薄层状结晶灰岩、白云岩夹千枚岩,含珊瑚和腕足类化石。

下段:中厚层状白云质灰岩,白云岩或硅质、白云质铁锰碳酸盐岩。

公馆组为矿带含矿层位之一,赵家庄铅锌矿的李家庄铅锌矿体即赋存在此层中。

本组地层出露厚度 50~500 m 不等,整体上从东向西出露厚度越来越大。

公馆组与上、下伏地层均呈整合接触。

### 3. 石家沟组(D<sub>2s</sub>)

石家沟组是本区出露范围最广,分布面积最大的地层之一,也是本区最主要的含矿层,依岩性组合分为三个岩性段(淋湘矿区分为两个岩性段)。

下段——主要岩性为薄层灰岩和千枚岩互层,局部夹薄层砂岩及粉砂质千枚岩,靠上部为中厚层灰岩及生物灰岩。含群体珊瑚及腕足类化石。

中段——中厚层灰岩、生物灰岩夹千枚岩薄层,含珊瑚及海百合茎等化石。

上段——主要岩性为灰白色薄层灰岩,黄褐色千枚岩及炭质灰岩与泥质岩互层,炭质灰岩中常见珊瑚及海百合茎化石。

#### 4. 大枫沟组(D<sub>2</sub>d)

大枫沟组依岩性组合分为两个岩性段。

下段——由一套砂岩、砂板岩夹薄层状泥灰岩组成。

上段——主要岩性为灰白色中厚层灰岩,白云岩及生物灰岩含丰富的群体珊瑚化石,局部可构成礁灰岩。

#### 5. 杨岭沟组(D<sub>2</sub>y)

杨岭沟组主要出露于淋湘金矿区,赵家庄铅锌矿、大岭铅锌矿均未出露。

杨岭沟组依岩性组合可分为三段。

下段——下部为灰白色白云质灰岩、白云岩及黄绿色千枚岩组成韵律层,上部为深灰色生物碎屑灰岩与灰白色白云质灰岩互层。

中段——主要岩性为灰绿色绢云母千枚岩,在淋湘矿区可作为标志层。

上段——主要岩性为白云质砂岩、灰绿色钙质千枚岩与深灰色生物碎屑灰岩组成韵律层。

#### 6. 冷水河组(D<sub>3</sub>l)

本组主要出露于淋湘金矿区,赵家庄、淋湘铅锌矿区均未见出露。

在淋湘矿区冷水河组依岩性组合可分为上、下二段。

下段——主要岩性为薄—中厚层状生物碎屑灰岩与钙质砂岩组成韵律层。

上段——主要岩性为中厚层状灰岩及厚层状白云质灰岩。

### ● 泥盆系地层含矿性分析:

1. 赵家庄—淋湘铅锌金矿带上,主要成矿元素 Pb、Zn、Au 均赋存在泥盆系地层中,也就是说,泥盆系地层直接控制 Pb、Zn、Au 的产出。

2. 在旬阳地区,泥盆系时期由于古构造活动而使海底出现多

个拗陷区,构成较封闭的海湾,形成封闭和半封闭的滞流环境,由于海水流动不畅,形成了富镁质的蒸发岩相—白云岩类的沉积,白云岩类经后期的区域变质作用,其结晶颗粒增大,粒间空隙增大,有利于含矿溶液的运移、交代及沉淀富集。

3. 从本区岩层中铅锌元素含量表(表 2—1)中可以看出,本区泥盆系地层中各岩石内铅的含量均比克拉克值高 1.88~4.02 倍,说明本区泥盆系地层是矿化的矿源层。

表 2—1 泥盆系石家沟组铅锌含量表

 $w/10^{-6}$ 

岩石类型	Pb			Zn		
	含量	克拉克值	富集系数	含量	克拉克值	富集系数
砂岩, 千枚岩	21	7	3	20	15	1.33
泥灰岩, 页岩	87.5	20	1.88	115	95	1.2
碳酸盐岩	36	9	4	46.90	20	2.4

## (二) 志留系地层及其含矿性

志留系地层主要分布于矿带南部地区,由一套深灰色、灰黑色条带状板岩夹灰绿色千枚岩、凝灰质砂岩组成,岩性较单一,在灰黑色条带状板岩中,常含星散状立方体黄铁矿。以往对志留系地层的含矿性分析研究不够,近年来,由于在本矿带的泗人沟及关子沟等地,先后找到和发现了产于志留系地层中的铅锌矿床,才增加了人们对该地层含矿性的重视。

1. 据本次工作所采少量样品分析,该地层灰绿色粉砂质千枚岩及灰黑色条带状板岩中铅锌的含量均大于地壳中同类岩石的 5 倍以上,说明该地层为铅锌的矿源层。

2. 矿带东端、泗人沟及关子沟铅锌矿床(点)均产于志留系地层的条带状板岩和千枚岩中,即志留系地层为直接赋矿母岩。

3. 前已述及,志留系地层的灰黑色条带状板岩中,有一层富

含黄铁矿的板岩,这反映该区当时处于还原环境,硫源充足,有利于铅锌(方铅矿、闪锌矿)的成矿。

## 第二节 泥盆纪岩相古地理环境 及其与铅锌金成矿关系

加里东运动以后,本区地貌反差进一步加大,区域以南的扬子区及区域以北的华北区隆起为陆地,而本区(南秦岭)则沉陷为海。按其自然地势,本区北边为陡峻的秦岭,南为平缓的汉南和牛山—平利古陆,本区则成为狭长的海盆,海域范围从早期到晚期逐渐扩大,至晚泥盆世本区成为海侵最广的时期。

### 一、早泥盆世

在早泥盆世时期,本区最早接受沉积,首先,形成了一套岩性稳定,主要由粗碎屑岩组成的岩石,即西岔河组。本组分布范围有限,生物不发育,岩性横向变化很大,具近岸相特征。主要为陆源砂砾建造,砾石成分主要为志留系的硅质岩,其次为脉石英,分选差、磨圆度差,说明当时地形切割厉害,砾石未经长距离搬运,属就地堆积的产物。

早泥盆世晚期,本区沉积一套以镁质碳酸盐为主的岩石,向上逐渐过渡为粉砂质及泥质岩,此时,生物发育,尤其是腕足及珊瑚繁盛,给本区铅锌金矿的成矿提供了极为有利的岩性及生物条件。

综上所述,从岩性上看,早泥盆世本区岩性由西岔河组的砂砾岩、公馆组砂质白云岩、含砂白云岩到石家沟组的细砂、粉砂岩、泥页岩(经后期区域变质作用,成为千枚岩),代表了一个完整的海进旋迴。

早泥盆世的古构造与古地理面貌比较简单,由于受加里东运动的影响,基本承袭了东西纬向构造带的形象,当时海域呈东西向

的狭长海槽,本区沉积大部属浅—滨海环境,地层由西向东超覆,证明海水由西向东侵入,早中期海水经康县、略阳直泻旬阳海湾;晚期由于海水范围有所扩大,导致了另一支海水由西秦岭徽县侵入,经凤县、留坝、尔后与康县、略阳的海水汇合注入旬阳海湾,公馆—赵家庄淋湘一带此时为早期早泥盆世的沉积中心,晚期沉积中心从厚度看似已向西迁移。

纵观早泥盆世的岩相,本区显然属滨海海湾潮坪相,早期沉积的西岔河组具近岸相特征,主要为陆源砂砾岩建造,晚期本区沉积了一套热水沉积岩,岩性由含铅、锌、汞、金的含砂的镁质碳酸盐岩为主,向上过渡为粉砂—泥质岩,在纵剖面上反映了海岸相—潮坪相—海湾相序。由于受周围古陆的限制,该期形成了半封闭的海湾,发育了一套含镁铁高的碳酸盐岩,非常有利于铅、锌、汞、金的沉积。

## 二、中泥盆世

中泥盆世时期,本区海侵范围继续扩大,当时海盆的总面貌基本继承早泥盆世东西向沉积盆地的特征,但其沉积物的组合,沉积相类型,沉积厚度,生物丰度等均与之有显著的差别。海盆边缘仍为陡峻的秦岭山地,基本以唐藏—商南断裂为北界,由于断层升降幅度差异明显结果形成了较陡的海岸地势,阻止了海水的北进。海盆南部此时地势已趋低缓,海岸线已逼近洋县、安康以北,当海水由西向东推进时,中泥盆地层则在大范围内分别超覆在不同的老地层之上。

当时,本区一带为浅水地区,由于四周地形已被夷平趋向于准平原化,故水介质稳定,陆源物质较少,岩性以碳酸盐为主夹泥质岩(目前已经区域变质成千枚岩、板岩)。各地层单元底部均有碎屑岩沉积,并从粗到细自成旋迴,在剖面上反映为从浅至深,从滨海至台地相相序,代表了海平面稳定时期的渐进型序列。所以,在



中泥盆世时期,本区基本上见不到碎屑岩,从大枫沟组下部含铁砂岩中含原始有颌鱼类来看,本区应属靠近白水江海岛的滨岸地带,虽然本区在大枫沟组砂岩中发现有少量鱼类化石,说明本区曾经发生过东西向的区域性隆起,但考虑到该期珊瑚、腕足类、层孔虫等在本区均很发育,因此从整体分析,本区当仍属海相环境。

近年来研究认为,本区当时曾有大规模的海底热水喷流,形成了一套热水喷流沉积岩及热水沉积矿床。赵家庄、大岭等地铅锌矿床(点)即位于本相区内,矿层赋存在碳酸盐岩与泥质岩交替部位偏碳酸盐一侧,这与铅硐山等地多金属矿带的沉积条件和形成部位均很相似。

### 三、晚泥盆世

在整个秦巴地区,晚泥盆世早期是海侵的全盛时期,区域北部周至的王润河、虎豹河一带开始海侵导致上泥盆统桐峪寺组直接覆于下古生界之上,本区南部巴山地区下高川一带,也开始接受晚泥盆世沉积,致使三岔沟组超覆于寒武系之上。此时,海盆周围古陆和山地已基本夷平,海盆内部地形趋于平缓,海岛范围渐趋缩小,早期阶段很有可能曾经经历过一次短暂的区域性上升隆起,但对本区总体海洋面貌影响不大,海侵方向与中泥盆世相同。

在地层发育特征上,由于受古东西向构造的影响,以山阳一柞水一线为界,南北两地有显著不同,北部白云一柞水一带下东沟组以粘土岩为主夹碎屑岩及碳酸盐岩,桐峪寺组以碎屑岩为主夹粘土和少量碳酸盐岩,沉积厚度巨大,属类复理石建造。南部旬阳一带,冷水河组以碳酸盐岩为主夹碎屑岩,南羊山组则为碳酸盐岩与碎屑岩互层,沉积厚度相对偏小。

晚泥盆世时期,本区以泥砂质岩石和碳酸盐岩石为主,碳酸盐岩石中普遍含碎屑物质,呈砂状结构、碎屑粒状结构。杜定汉等在旬阳冷水河剖面上底部发现具有灰—灰紫色含粉砂质砾状灰岩,

说明当时该区为干燥气候下的动水氧化环境。

从上面若干事实可以认为,本区此时总体环境应属滨海浅水动荡环境,从纵向分析,早期含植物化石,属滨海相沉积,中晚期碳酸盐岩具有碎屑颗粒结构,生物化石(珊瑚、腕足类)发育,属滨海海滩相。

#### 四、岩相古地理环境与铅锌金成矿关系

本区加里东运动以后,海水由西向东侵入到了镇安板岩镇断裂以南,形成了一个三面环陆,西部通海的半封闭海湾。由于沉积环境闭塞,水流不畅,为介质中铅、锌及其他多金属组分的集中、提高介质含盐度、改变介质 Eh 和 pH 值、促使金属组分浓集和沉淀提供了前提。

早泥盆世,旬阳海湾基底地势南高北低,地貌复杂。北部为一槽状海域,海水较深,沉积了浅海陆棚相粉砂泥质沉积物;南部地势较高,水体较浅,为滨海海湾潮坪相沉积区。该相区位于武当古陆西缘。海底地势崎岖不平,具有一系列的凸丘和洼地,在洼地内部及其边缘形成局部缺氧条件,是铅锌等硫化物成矿的必要条件。

早泥盆世晚期,本区发生第一次大规模的海底热水喷流事件,海底热水喷流携带大量的 Pb、Zn、Hg、Sb 等多金属元素及 Au、Ag 等贵金属元素,这是形成 Pb、Zn、Sb、Hg 等多金属矿床与 Au、Ag 等贵金属矿床的充分条件。

中泥盆世,本区继续遭受海侵,当时镇安—旬阳仍属一个狭长的海盆,处于一个相对封闭的环境,沉积环境相对稳定,沉积速度缓慢,水流不畅,生物发育,普遍含有机质及金属硫化物,铅锌等多金属组分主要赋存在石家沟组生物灰岩、不纯灰岩及其与泥质岩(千枚岩)界面偏碳酸盐岩中。

成矿物质来源主要是由海底热水喷流提供的铅、锌、金等成矿元素,在上述的有利环境及岩性条件下沉积形成铅、锌、金等矿床。

### 第三节 构造环境

旬阳盆地位于南秦岭印支褶皱带与大巴山褶皱造山带的衔接部位,正是这一特殊的构造位置,造就了本区复杂的构造面貌。从构造演化历史来看,本区经历了伸展(沉积阶段)→收缩或挤压(印支造山运动)→伸展抬升(后造山构造期)三个大的阶段,每个阶段的构造特征迥然不同,它们叠加在一起,形成了现在所看到的复杂的构造概貌。

#### 一、矿田构造总体格局

旬阳盆地构造以东西向的褶皱和断裂为主,大羊山复式向斜是区内主体构造。该向斜横贯全区,东西长 50 km,南北宽 25 km,轴向近东西向,西端转向北西。向斜北翼陡,倾角  $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ,南翼缓,倾角  $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,剖面形态为宽缓向斜。轴部由石炭系地层组成,两翼为泥盆系、志留系地层,向斜南翼发育有多个次级小褶皱,轴向也为近东—西向。

● 银洞河背斜:位于银洞河至十里凹北,走向北西,长 5 km,宽 2 km,东部开阔,向西倾伏,由泥盆系西岔河组组成。

● 十里凹向斜:位于十里乡白岩河地段,为小型开阔向斜,长 5 km,宽 3 km,轴向北西,由下泥盆统公馆组和中泥盆统石家沟组、大枫沟组地层组成,赵家庄铅锌矿即位于该向斜南翼。

此外,在大岭铅锌矿区附近发育有红岩潭—大岭背斜,大山—大岭向斜等,在其南部还有甘溪—蒿塔背斜。

旬阳盆地存在三个东西向的多金属成矿带:北带、中带和南带,以南带(赵家庄—淋湘成矿带)规模最大,发现矿床的种类最多。

在赵家庄—淋湘铅锌金成矿带中,东西向构造是主干构造,包

括断裂构造和次级褶皱构造,尤其是东—西向断裂构造,规模宏大,其中,纵贯矿带的大型东—西向断裂构造就有三条,其延伸长度均在 40 km 以上。东—西向断裂在矿带西段走向均发生变化,转成北西方向,形成平面上向南凸出的弧形断裂。其中,大岭铅锌矿和赵家庄铅锌矿恰好位于弧形断裂的内凹处。除东西向断裂外,南北向和北东向的横向断裂也较为发育,尤其是在卫星图像上较清晰地显示出来(参见图 1—2),在赵家庄、淋湘和泗人沟等处,南北向构造特别发育。

与镇旬成矿区的北带和中带比较,南成矿带的主要控矿构造也为近东西方向的大型断裂,主要铅、锌、金多金属矿床均产在大型东西向断裂的旁侧,如大岭、赵家庄、淋湘和泗人沟矿床,然而在矿区控制矿体的构造往往均为大型东西向断裂旁侧的次级断裂构造。这些东西向大型断裂构造一般为多期活动的断裂,有些在泥盆纪(或早古生代)就已存在,并表现为同生断裂的性质(图 1—5),控制了沉积时期的盆地构造、沉积作用和热水成矿作用,导致热水沉积的铅、锌矿床沿东西向呈带状分布,并产在断裂附近。在后造山期(中生代),这些东西向构造在区域伸展的环境下以正断层方式活动,并为晚期热液叠加改造成矿作用提供了通道和场所。因此,该矿带中东西向断裂构造对铅、锌、金多金属矿床的形成起了重要的作用,构成区内金属矿床主要成矿条件之一。

除受东西向同生断裂构造控制以外,次级盆地构造对泥盆纪热水沉积成矿也起决定性的控制作用,大岭、赵家庄、淋湘铅锌金多金属矿床都产在镇旬海盆的次级小盆地(三级盆地)环境,东西向和南北向基底构造是控制次级盆地形成和空间展布的重要因素,本矿带自西向东依次出现三个矿田(床):大岭矿床(Pb、Zn)、赵家庄—淋湘矿田(Pb、Zn、Au)和泗人沟—关子沟矿田(Pb、Zn),很可能分别对应三个次级盆地,除泗人沟—关子沟为志留纪次级盆地形成的矿田外,大岭和赵家庄—淋湘矿田为中泥盆世形成的

小型盆地构造控制的矿田。由于本次研究经费和时间均十分有限,未能对该矿带的次级盆地构造进行野外和室内的详细研究,然而,同生断裂和次级盆地构造是本矿带内最重要的控矿因素和成矿地质条件,有待于今后作更深入的研究。

## 二、推覆构造

马杏垣教授指出,岩石圈内部多层次拆离滑脱现象的发现,使构造研究实现了一个突破。顺层拆离是岩石圈的基本构造属性,岩层的顺层滑脱形成大规模的推覆构造或剥离构造,造山带实质上就是不同规模、不同等级、不同方向、不同层次下的逆冲推覆构造体相互叠置在一起的构造变形—变质地体。作为南秦岭造山带的旬阳一带,是在印支—燕山期南北挤压体制下,经逆冲推覆褶皱成山,形成不同岩片相互叠置和堆垛的构造岩片系统。根据杨志华等研究,本区可划分出四个构造岩片系统:棕溪准原地系统,汉江推覆体,羊山推覆体和张坪推覆体(图 2—1)。

### (一) 棕溪准原地系统

分布于测区西南部落马寨、阎家沟、两岔河及中部棕溪乡、关子沟和东部沙沟—仙河一带,呈不连续的构造窗出露于汉江复背形的核部。组成地层为棕溪岩组、大贵岩组和梅子垭岩组,其顶部为落马寨—棕溪推覆断层,底界未出露。内部以棕溪—沙沟剥离断层分为滑覆岩片和基部岩片两部分。上部滑覆岩片中以早期伸展构造的固态塑性流变构造群落、顺层掩卧褶皱、顺层韧性剪切带、鞘褶皱和顺层流劈理为特征;基部岩片中以极发育的顺层流劈理和次级韧性剪切带为特征。

### (二) 汉江推覆体

分布于测区中、南部汉江两岸,北以天宝寨—青山岩推覆断层为界,东、南、西三面延出图外,底部以落马寨—棕溪推覆断层置于

图 2—1

棕溪准原地系统之上。内部以沙沟—仙河口剥离断层分为滑覆岩片和基部岩片,组成地层为沙沟岩组、梅子垭岩组。构造特征是在以早期伸展形成的固态流变构造群落之上叠加有推覆期形成的面理掩卧褶皱, $S_2$  应变滑劈理,韧性剪切带等。

### (三) 羊山推覆体

出露于测区西部及北部,东起小河沟脑向西经大磨沟、十里洼、冷水河西延出图幅,北部在羊山以北亦出图幅,底部以天宝藏—青山岩推覆断层置于汉江推覆体之上,内部又以陈家院—迎风园剥离断层为界分为滑覆岩片和基部岩片两部分。组成地层为双河镇岩组、水洞沟岩组及晚古生界的沉积地层。本推覆体中剥离断层上下变形、变质差异明显,滑覆岩片中地层为变质微弱的沉积岩石地层单位,大部分是以原始沉积面理为变形面。沿剥离断层地层构造流失明显;基部岩片中以早期伸展构造的构造群落为主,叠加有推覆期形成的面理( $S_1$ )、掩卧褶皱、缓倾的  $S_2$  应变滑劈理、韧性推覆断层等。

### (四) 张坪推覆体

出露于图幅西北部,因图幅内出露面积较小,对其性质还有待进一步研究。组成地层为天星河组。西南以张坪推覆断层为界,东为任家厂脆性断层所截。变形样式为轴面北倾的同斜褶皱、逆冲断层和部分地层的构造置换。

这四个构造岩片形成在垂向上叠置的构造格局,最上面的为张坪推覆体,往下为羊山推覆体,汉江推覆体超覆在棕溪准原地系统之上,但其又被羊山推覆体盖住。各推覆体之间发育有大型低角度韧性推覆断层,如羊山推覆断层、汉江推覆断层等。各推覆体的推覆距离,据扬志华等(1:5 万区测报告)意见,汉江推覆体的根部带在本区以南,由南向北推覆,距离达 40 km 以上;羊山推覆体由北向南推覆,推覆距离达 14 km 以上,根据上述两个推覆体

的推覆方向,本区推覆构造具有双向推覆的特点,即南边的地质体向北推覆,北边的地质体向南推覆,两者在本区相互重叠。从构造演化时间顺序而言,汉江推覆构造的形成略早于羊山推覆构造。

### 三、伸展构造

伸展构造是本区另一种重要的构造类型。从古生代以来,本区经历了两次重要的伸展时期。早期的伸展作用形成了区内古生代的沉积盆地,盆地中沉积了一套奥陶—石炭系陆源碎屑和碳酸盐岩沉积建造。根据东秦岭地区卫星图像解译、地层岩相古地理对比分析等结果,早期的伸展作用以南北向伸展为主,但在本区也出现过东西向的伸展作用,以致形成南北向展布的次级盆地(见第一章),区内中泥盆统沉积岩相带的分布也是呈南北走向的。

后造山期的伸展构造是本区重要的伸展构造类型,以剥离断层和大型滑脱构造为特征,多条滑脱断层在剖面上常组合成阶梯状构造。本区伸展构造是在南北向拉张环境下形成的,是继印支期造山运动(挤压、收缩体制)之后产生的另一种新的构造群落。

剥离断层是区内伸展构造的重要表现形式之一,本区剥离断层具有以下基本特征:①断层上、下盘岩层变形、变质差异明显,上盘变质较浅,构造置换较弱,下盘变质相对较深,构造置换强烈;②上、下盘岩层均遭受不同程度的构造剥蚀,使部分地层变薄和丢失,以不同层位与断层相交;③



照片 2—1 泥盆系薄层粉砂岩中发育的顺层掩卧褶皱

的构造剥蚀,使部分地层变薄和丢失,以不同层位与断层相交;③



较浅层次的相对年轻地层直接盖在较深层次相对较老岩层之上；  
④沿断裂带普遍发育有糜棱岩、千糜岩。

陈家院—迎凤园剥离断层是区内规模最大的剥离断层之一，该剥离断层沿羊山推覆体志留系与泥盆系界线分布，长度达 30 km 以上(图 2—2)。剥离断层的主滑动面为宽几厘米至几十厘米的千糜岩组成的强韧性变形带，断层下盘为志留系变质细碎屑岩，岩石中普遍发育顺层的透入性流劈理( $S_1$ )，沿劈理面有绢云母、绿泥石定向排列并见有由黄铁矿构成的拉伸线理，岩层中相对强度较大的砂质薄层形成断续分布的无根钩状褶皱。剥离断层上盘为泥盆系不同的地层单元，沿断层走向地层流失明显(图 2—2)，地层总体变质轻微、变形较弱。但随岩石成分和组分形式的不同也显示出明显的差异。紧靠剥离断层上盘的西岔河岩组已被拉断，呈零星出露的构造透镜体夹于剥离断层带中。

区内另外两条规模较大的剥离断层是沙沟河剥离断层和棕溪剥离断层，它们的特征与陈家院—迎凤园剥离断层大致相似。

褶皱层构造也是区内伸展构造的重要表现形式之一，褶皱层是单文琅、付昭仁、宋鸿林等在研究北京西山地质构造特征的基础上提出来的，是指“在较深构造层次的水平剪切流变机制下，经受变形—变质作用改造和重塑的地层实体……是一套发育有多级顺层掩卧褶皱和顺层韧性剪切带为代表的固态流变构造群落，并经历了强烈递进变形，由新生面理叠换原生层理而形成的崭新构造—地层单元”。旬阳地区志留系以泥质岩为主的浅变质岩中，褶皱层构造十分发育，主要表现为：①顺层掩卧褶皱(照片 2—1)；②顺层轴面劈理；③顺层韧性剪切带；④拉伸线理；⑤粘滞型石香肠。

图 2—3 为区内褶皱层构造要素的一些实例。本区褶皱层构造主要发育在岩性比较柔软、成分以泥质为主的细碎屑沉积岩中，以志留系地层最为发育，泥盆系厚层碳酸盐岩中的千枚岩层也发育有分划性顺层韧性剪切带。



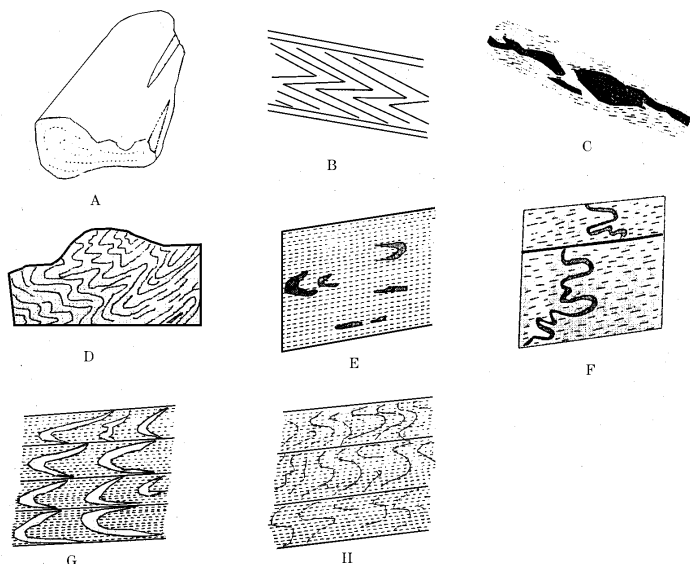


图 2—3 旬北地区志留系地层中发育的褶皱层构造

A——小水河  $S_{1m}^a$  中鞘褶皱标本素描；B——老虎沟  $D_2z$  大理岩中顺层掩卧褶皱；C——西沙沟  $S_{1m}$  中沙岩石香肠构造；D——甘溪褶皱层构造；E——仙河  $O_{sg}$  中的顺层掩卧褶皱；F——沙沟硅质岩中石英脉的顺层掩卧褶皱；G——冷水河口  $S_{1m}$  中的褶皱层构造；H——西沙沟  $O_{sg}$  中的顺层掩卧褶皱

## 四、若干重要构造问题的讨论

### （一）泥盆系和志留系的构造和变质特征

泥盆系和志留系是本区分布最广的两套地层，它们不仅在岩性、构造变形特征、变质程度上存在较大的差异，而且，二者之间的接触关系长期以来也是争论的焦点，有“平行不整合”、“不整合”和

“构造接触”等观点。

泥盆系在区内相当发育,主要分布在工作区北侧,总厚度达三千余米,自下而上依次为西岔河组、公馆组、大枫沟组、杨岭沟组、冷水河组和南羊山组。岩性以厚层至巨厚层灰岩、白云岩为主,夹少量细碎屑岩。该套地层经受了轻度的变质作用,部分灰岩变质成大理岩,泥质岩都变质成千枚岩和板岩。从构造变形特征看,该套地层形成一个宽约数十公里的宽缓向斜构造—羊山向斜。在向斜的两翼发育一些宽缓的次级褶皱。总的来看,该套地层未经强烈的构造变形,基本上保持了沉积岩层的特征,但在局部地段和厚层灰岩中的泥质岩夹层中,构造变形可以非常强烈,特别是泥质岩中,面理化作用十分强烈,原始沉积构造几乎完全被新生面理代替,构造置换作用相当彻底,常常可以看到砂岩薄层被挤压、拉断,形成无根褶皱和钩状褶皱(照片 2—2),这种构造



照片 2—2 泥盆系中的无根褶皱

大致相当于单文琅、付昭仁褶叠层构造模式中的分划性顺层韧性剪切带构造。

志留系地层主要在本区南部、西部大面积出露,为一套厚度巨大(叠置厚度五千余米)、岩性单一的泥质岩组合,变质后形成千枚岩、板岩。根据陕西省地矿局综合研究队 1:5 万区测报告,本区志留系地层自下而上可划分为四个岩组:大贵岩组、梅子垭岩组、双河镇岩组和水洞沟岩组。与泥盆系地层相比,志留系地层构造变形十分强烈,原始层理几乎完全被一组产状稳定、向北倾斜(倾角约  $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ )的面理构造所置换,这种面理构造为区域变质岩中最常见的区域性面理。通过对旬北淋湘村附近志留系条带状

板岩中残留原始层理的系统观察和研究,发现志留系地层中发育有大量的中小型紧闭褶皱,褶皱规模一般为十余米至数十米宽。掩卧褶皱、无根褶皱、钩状褶皱在志留系地层中也相当发育,志留系地层中,原始层理几乎被破坏殆尽,取而代之的是一组新生面理,这种新生面理相当于单文琅、付昭仁褶皱层构造模式中的顺层掩卧褶皱中的轴面劈理。志留系地层的总体构造概貌是由多个褶皱层叠置而成的构造—地层组合体。在单个褶皱层内,被卷入掩卧褶皱的原生地层常常变成无序的,其原始层理  $S_0$  也失去了作为填图要素的意义;多个叠置的褶皱层(构造—地层单元)仍可按新老划分为大致层序。

泥盆系和志留系在岩性、构造式样、变形变质程度上的巨大差异,是本区最大的特色之一,以至于在进行 1:5 万填图工作时,对这两套地层所采用的地层划分方法、填图方法等均有很大区别,前者采用层序—岩石地层填图法,后者采用构造—变质岩填图法(采用构造—岩石地层单位划分和命名方案)。从镇旬地区地质演化历史来看,本区泥盆系和志留系地层所经历的构造变形历史基本相同,因为加里东运动在本区是以升降运动为特征,没有产生褶皱造山运动。本区主要造山构造期为印支期,因此,泥盆系和志留系地层变质变形特征的差异,主要是由于这两套地层在岩性和力学性质上的明显区别造成的。巨厚层岩性强硬的泥盆—石炭系地层整体覆盖在柔软的志留系泥质岩之上,形成明显的“双层”结构。在区域应力场的作用下,上下两层岩石由于其力学性质的巨大差异,分别以不同的方式发生变形,强硬岩层以宽缓褶曲和断裂作用为主要变形方式,柔软岩层则发生强烈褶皱甚至揉皱,并发生大面积的面理化和构造置换作用。这两个相对独立变形的单元体之间(志留系和泥盆—石炭系)则不可避免地产生相对滑动,形成了滑动构造。该滑动构造带中岩层普遍强烈变形,发育有较宽的构造破碎带,此外,构造透镜体、同斜褶皱、平卧褶皱、褶皱层构造在

滑动带中也常常发育。显而易见,陕西旬北地区的构造变形作用表现出了明显的非整体性,即上下两层不是作为一个整体而变形的,它们作为两个独立的构造变形块体(岩片,板片),分别以自己独特的方式产生构造变形(图 2—4)。

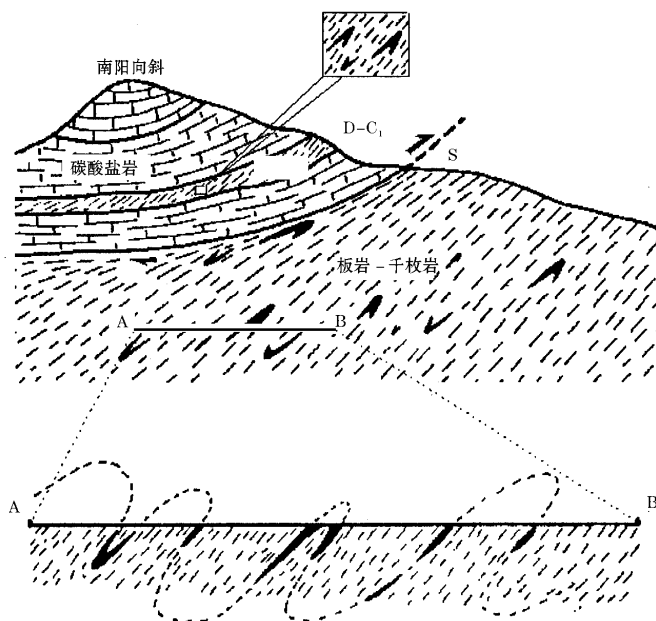


图 2—4 旬北地区志留系和泥盆系构造变形特征

## (二) 构造变形的非整体性和滑动构造

通过以上构造变形实例的分析,可以得出这样一个地质认识:当力学性质反差较大的一些地质体组合成一个复杂的地质组合体时,在区域构造应力场的作用下,这个复杂地质组合体的构造变形就表现出了明显的非整体性或块体性,即这些力学性质反差很大且相对独立的地质块体分别以自己特有的方式发生变形。虽然各

地质块体的变形方式各不相同,但作为同一构造应力场作用的产物,它们的变形又是紧密相联系的。

从某种意义上说,构造变形的非整体性是绝对的(因为没有任何一个地质体是绝对均质的),整体性是相对的。但作为构造地质研究来说,根据我们研究的尺度,如果把研究对象作为一个整体,其构造变形比较简单,能够反映研究对象的构造全貌,就没有必要从非整体性的角度进行研究;反之,如果研究对象是一个复杂的地质组合体(如火山岩区),各独立变形单元体的变形方式区别很大,且地质构造又相当复杂时,那么,就必须从构造变形的非整体性出发,分别研究和剖析各独立变形单元体的构造变形特征,再进行综合(拼)合,才能全面认识该复杂地质组合体构造变形的真实面貌。

从构造变形的非整体性出发,可以将一个比较复杂的地质组合体划分为若干个相对独立变形的构造变形单元体。构造变形单元体一般由力学性质比较相近的一些地质体构成,同一构造变形单元体内部的各地质体以比较相同或相近的形式发生构造变形,不同构造变形单元体的构造变形方式则有较大的差别。因此,构造变形单元体可以定义为:在区域构造应力场作用下,以相同或相近方式发生构造变形的地质块体,它可以由一个或多个紧邻的力学性质相同或相近的地质体构成。

由于不同构造变形单元体的变形方式很不相同,那么,在相邻两个构造变形单元体之间则不可避免地要产生相对滑动,形成滑动构造。这种滑动构造在自然界中十分普遍,是一种重要的地质构造类型。

滑动构造在野外比较容易识别,通常具有下列地质特征:

(1)滑动构造的规模不等,其长度可以由数百米至数公里,甚至数十公里,滑动构造带的宽度一般为数米至数十米,少数规模特别大者可达数百米。

(2)存在比较明显的构造破碎带,破碎带中一般发育构造角砾

岩,角砾岩具有一定的磨圆度和定向性,常常可指示相对滑动方向。

(3)构造透镜体、石香肠构造比较常见。

(4)岩层强烈褶皱,一般以紧闭、同斜褶皱为主,倒转褶皱、平卧褶皱和揉皱构造也常常出现,变形强烈者甚至形成无根褶皱、钩状褶皱等。

(5)常常出现以顺层掩卧褶皱为主体的褶皱叠层构造。

(6)岩石强烈面理化,新生面理常常掩盖了原始层理。

(7)面理转向现象十分普遍,紧邻滑动带附近,面理产状一般与滑动构造平行,远离滑动带则逐渐变为与滑动构造斜交。

(8)糜棱岩化带偶尔发育。

滑动构造两侧的构造变形单元体的性质(岩性、力学性质)、规模、变形方式及它们之间的过渡关系等是决定滑动构造地质特征的主要因素。如果相邻两个构造变形单元体的力学性质差别很大,并且是突变式截然的接触关系,那么,滑动构造带的宽度一般不大;反之,如果两者是一种渐变的接触关系,则可能形成宽度很大的滑动构造带,其地质特征与前者有明显差异。因此,滑动构造在野外的表现形式是多样化的,视具体地质情况而定。

滑动构造的识别并不困难,关键在于要认识到滑动构造存在所隐含的地质意义,滑动构造两侧往往是两个相对独立的构造变形单元体,其变形方式常常有较大的区别,这也是滑动构造与通常意义上的断层构造的最大区别之处。构造恢复是一项复杂而又艰难的工作,滑动构造的厘定和构造变形单元体的划分和研究,对全面真实地认识一个地区的地质构造轮廓具有重要的意义。

## 第四节 铅锌金多金属矿床基本特征

旬阳盆地赵家庄—淋湘多金属矿带已查明和发现的矿床有:



大岭铅锌矿床、赵家庄铅锌矿床、泗人沟铅锌矿床、关子沟铅锌矿床和淋湘金矿床。对本矿带的矿床曾有过沉积改造、沉积变质、热水沉积成因等不同的看法,这主要是由于矿带内矿床有较为复杂的成矿过程,而具有多样化的地质特征。根据目前的研究和我们这次工作的成果,我们认为该矿带的矿床具有如下特征。

## 一、层位控制

矿带内的矿床都具有明显的层控性,以往认为本矿带的矿床都产于泥盆系的层位中,铅锌成矿作用是在中泥盆世与沉积作用同时发生的。通过本次工作,发现本矿带内的矿床都具有层控性,但不一定均产于泥盆系地层中,泥盆系下统公馆组和中统石家沟组是本矿带主要含矿层,志留系下统也是本矿带的一个主要含矿层,前者产有大岭铅锌矿床、赵家庄铅锌矿床,后者产有泗人沟铅锌矿床和关子沟铅锌矿床,两者的不整合面附近产有淋湘细脉浸染型金矿。

## 二、含矿层组成和层序

在本区含矿地层剖面中,层状硫化物和几种相关岩石组成显示了和典型沉积矿床一样的含矿层,含矿层与下伏和上覆岩层之间显示基本连续沉积的性质,并表现出一定的层序特点。

含矿层一般厚约数米至数十米,组成含矿层的岩石类型主要是泥质岩、粉砂岩和碳酸盐岩,而且多为过渡类型的岩石:粉砂质板岩、钙质千枚岩、粉砂质千枚岩、泥质粉砂岩。碳酸盐岩类常为不纯灰岩,其中含较多量的泥质粉砂岩,其化学组成有的富铁、富镁,有的富锰。含矿层岩石有的明显富有机质,另外,含矿层中还普遍出现富硅质岩。含矿层的组成岩石可分为原地组分和外来组分两部分,原地组分一般为泥质及细碎屑沉积物,代表一种较稳定的相对还原环境形成的沉积物,而外来组分既有突然加入的粗粒

崩塌岩屑,也有流出海底的热液沉积物及其再沉积产物。

本矿带内最常见的层序为:石灰岩、富硅质岩和千枚岩层序,含矿层下盘为厚层灰岩,生物碎屑灰岩,白云质灰岩;其上为富硅质岩层,再上为钙质千枚岩、粉砂质千枚岩、薄层灰岩互层。含矿层及其附近的岩石均具薄层水平层理,发育韵律条带,含矿层由含炭绿泥绢云千枚岩,含金属硫化物的硅质白云质灰岩、结晶灰岩、生物碎屑灰岩组成。

### 三、矿体的规模、产状和形态

本成矿带矿体均受层的控制,少数几个主矿体可与一般沉积矿床的层状矿体相比较,但绝大多数矿体规模较小,产状和形态变化较大,特别是金矿体的形态要复杂得多,且矿化极不均匀。一个矿床内常有大小悬殊的若干个矿体,其中有一个或两个最大的矿体构成主矿体,如赵家庄铅锌矿有 6 个矿段,共有 43 个矿体,其中以野猪湾矿段的Ⅳ号矿体和Ⅱ号矿体规模最大。大岭铅锌矿共圈出大小矿体 5 个,以Ⅰ号矿体规模最大。铅锌矿床这一特征可能是由于含矿热液系统在其活动高峰期集中排放、沉积的结果。

当然,矿体的规模、产状和形态主要与沉积作用有关,但也不仅仅取决于沉积作用,矿体产状形态的某些变化也明显受到成岩后生改造和构造变形影响,从矿体的整体形态和产状上看,本矿带内的铅锌矿体的形态较规则,产状稳定性好,而金矿体的形态多变,产状稳定性极差,本矿带内矿体可分为如下几种主要类型。

#### (一) 层状矿体

在由细碎屑岩、碳酸盐岩组成的含矿层内可以见到典型的层状矿体,层状矿体由一层硫化物矿石或成互层的条带条纹状含金属硫化物沉积岩构成,与上、下岩层具有清楚而平整的界面,走向上稳定延伸,厚度变化较均匀。如赵家庄铅锌矿床野猪湾矿段中的Ⅳ号矿体,走向长 450 m,延深 50 m,平均厚度 4.88 m,产于含

铁、锰质较高的灰岩、白云岩和粉砂质板岩中。

## （二）似层状矿体

矿化整体顺层分布,含矿情况变化较大,从连续性好、富集程度大、矿化较均匀到连续性不好、富集程度中等到小、矿化较不均匀到不均匀。这类矿体由块状、条带状、角砾状和稠密—稀疏浸染状矿石构成。本成矿带内绝大多数铅锌矿体均属于这一类型。其中规模较大的矿体其稳定性较好,可与层状矿体接近。但似层状矿体绝大多数为小矿体,矿体与含矿岩层一起发生了弯曲,矿体与岩层整合接触。该类矿体主要产于含铁锰质较高的白云质灰岩、砂质白云岩、硅质白云质灰岩和粉砂质板岩中。

## （三）脉状矿体及不规则状矿体

这类矿体主要由块状、角砾状、稠密—稀疏浸染状蜂窝状矿石构成,本矿带内少数铅锌矿体和大部分金矿体均属于这一类型。特别是金矿体,其厚度、产状及矿石品位沿走向和倾向变化均较大,有明显的膨胀收缩、尖灭再现和尖灭侧现等现象,另外矿体的穿层现象也很明显,主要矿带和矿化体均受断裂构造的控制;受东西向断裂构造控制的矿体的规模大、产状较稳定,多为脉状矿体。而受北东向、北西向断裂构造控制的矿体的规模一般很小,产状变化很大,多呈不规则矿体。该类矿体主要产于白云质灰岩、砂质白云岩、生物碎屑岩、粉砂质千枚岩中。

# 四、容矿岩石类型和特征

本矿带铅锌矿床的容矿沉积岩可明显归为两大类:一类为碳酸盐岩,另一类是泥质岩和细碎屑岩。本矿带出露的碳酸盐岩均属中、下泥盆统,作为容矿的碳酸盐岩均为薄层—中厚层不纯灰岩和白云岩,主要有:白云质灰岩、硅质白云岩、生物碎屑灰岩、泥灰岩、铁锰碳酸岩化灰岩和白云质灰岩。从剖面上看,常常表现为钙

质千枚岩、粉砂质千枚岩、薄层—中厚层碳酸盐岩呈互层或交替出现。赵家庄铅锌矿床和大岭铅锌矿床的容矿岩石即属于此类。第二类容矿岩石主要为下志留统的薄层状深灰色板岩和薄层钙质千枚岩、粉砂质千枚岩夹层组成。

淋湘金矿的容矿岩层也可分为两大类,一类为碳酸盐岩,另一类是泥质岩和细碎屑岩。碳酸盐岩为中、下泥盆统的白云质灰岩,生物碎屑灰岩及砂质白云岩。岩层厚度及岩性在横向上急剧变化。如Ⅰ号矿带容矿岩石白云质灰岩、砂质白云岩由东向西厚度从几十米急剧变化到十几米,在寨沟处则仅见 1 m 左右。容矿的泥质岩为下泥盆统的灰绿色千枚岩和粉砂质千枚岩,发育有很明显的铁白云石和黄铁矿的自形晶斑点,故被称为斑点状千枚岩。从整个地层剖面上看,泥质岩层、粉砂质层和碳酸盐岩层常常交替出现,构成薄层条带状韵律层,层序上常见有粉砂质条带由水平状向微波状直至小扁豆状,说明这套岩层是在潮汐沉积环境下形成的。

## 五、矿石的宏观和显微组构

各类矿体中矿石构造和相应的显微组构都各有特点,一般说来,层状矿体中与层理一致的条纹和层纹构造都十分发育,表现出与围岩变质程度相一致的重结晶变形轻微,仅表现为层纹揉皱,较少伴有沿微裂隙发育的细脉。部分叠加后期热液矿物组合,形成典型脉体及交代体。两类矿体的矿石组构都反映出成矿作用长期演化的特点。下面对各种重要的矿石的宏观和显微组构作概括说明。

### (一) 层状、似层状类沉积组构

包括厚层块状、条带和韵律条带及层纹构造,这类构造是反映矿床同生沉积成因的重要依据之一。

块状构造:层状似层状矿体内主要有块状闪锌矿和少量块状

黄铁矿,实质上是一种具有块状层理的硫化物岩石。根据结构不同可将块状闪锌矿分为致密块状和角砾状两种。前者由密集细粒它形闪锌矿颗粒组成。角砾状闪锌矿矿石由黄铁矿集合体及石英碎屑和团块、多呈浑圆状散布于细粒闪锌矿基质中构成。另外在大岭矿区还可见到块状黄铁矿石为细粒致密块状,其中常可见到闪锌矿等沿黄铁矿颗粒间隙发育。

条带和条纹构造:是层状矿体内最重要的矿石组构类型,在大多数层状、似层状矿体内都看到。它是由无矿条带和矿石条带相间组成。如赵家庄铅锌矿床层状矿体条纹条带状矿石是由小于 2 mm 以及 5~10 mm 的矿石条纹条带和无矿条纹条带相间构成。矿石条纹条带中金属矿物颗粒细小,一般为 0.1~0.5 mm,呈浸染状均匀分布,常见有闪锌矿条带、黄铁矿—闪锌矿条带、方铅矿—闪锌矿条带,矿石条纹条带中的脉石矿物与相邻无矿条纹条带的矿物相同。

层纹构造:多见于层状矿体顶、底和边部,在容矿岩石中有由一种矿物或两种矿物组成的薄纹层。最常见的是层纹状黄铁矿和层纹状闪锌矿。在泥质岩石或含硅质较高的碳酸盐岩中的黄铁矿层纹中常可见到黄铁矿的草莓群,黄铁矿显微草莓直径一般为 0.02~0.08 mm。

## (二) 脉状构造和角砾状构造

脉状构造和角砾状构造,反映含金属沉积物中的部分组分在成岩和后生作用中开始出现较显著的活化迁移的结果。它们明显与层理平行或与交切层理的裂隙有关。如本矿带内的一些脉状铅锌矿体,这种有些具层纹和条带的矿石生成沿层理发育的相互平行的一系列脉带,脉宽 0.1~1.0 cm,脉内闪锌矿等金属矿物多为中粒矿物集合体。铅锌矿体中的角砾状矿石主要为中粗粒闪锌矿、石英和碳酸盐脉充填交代含矿角砾,这些角砾棱角分明,也有溶蚀圆化的,但总体上拼接性较好。

淋湘金矿床中的金矿化脉明显受平行层理和斜交层理的裂隙控制,热液沿这些方向充填交代形成平行的黄铁石英金矿脉或交叉脉的黄铁石英金矿化脉。这些矿化脉与容矿围岩的边界较清楚。另外金矿床中的角砾状矿石,角砾成分主要为容矿的白云质灰岩,角砾一般 1~5 cm,个别大于 10 cm,这些角砾保存棱角,胶结物为断层泥及黄铁矿化的方解石网脉。

### (三) 溶蚀、交代组构

本成矿带矿石中矿物间的溶蚀交代现象,说明存在多阶段的矿化作用,这在金矿石中表现最为明显,而对铅锌矿来说,交代作用并不占主导地位。在块状和条带状矿石中都可见到黄铁矿、石英被闪锌矿和方铅矿交代成为岛屿状。交代细脉在矿石中是常见的,但量很少,并属于不同的形成阶段,其中有一些是明显晚于主要金属矿物,而叠加在原生组构之上的。块状和条带状黄铁矿和闪锌矿矿石中一般只能见到方铅矿细脉,或块状闪锌矿矿石中有粗粒黄铁石英脉交代;只有个别地方见到有少量磁黄铁矿和方铅矿交代块状闪锌矿,矿物组合主要为闪锌矿、闪锌矿—黄铁矿、闪锌矿—方铅矿、闪锌矿—方铅矿—黄铁矿。金矿脉中交代作用十分发育,石英、黄铁矿呈细脉状充填交代斑点状千枚岩,磁黄铁矿呈胶状镶边交代石英脉中的黄铁矿,菱锰矿呈网脉状交代褐铁矿,自然金和银金矿呈不规则状、树枝状浸染分布于铁锰碳酸盐化黄铁石英脉中。这些组构与一般热液脉状矿体相同,反映了本成矿带存在多期多阶段的矿化作用。

## 六、矿石的矿物组成

本成矿带中矿石物质组成主要包括含金属硫化物的热液沉积组分和盆地水体中的正常沉积组分,沉积物形成后又经历了较复杂的成岩和后生变化。各种后生变化可以促使部分组分发生迁移,并形成若干新生矿物,但它们主要是就地取材,迁移范围非常

有限,因而,就矿石化学组成来看,可以认为基本能代表初始沉积时的组成状况。

本区铅锌矿石中主要金属元素与世界沉积岩容矿的硫化物矿床相似,以富锌、贫铜和铅含量变化大为特征,矿石物质成分简单,各矿床均以闪锌矿为主,方铅矿黄铁矿次之,另外还有极少量黄铜矿、磁黄铁矿等,矿床中  $Pb/Zn$  小于  $1/5$ ,且从西往东,从大岭铅锌矿→赵家庄铅锌矿→泗人沟铅锌矿→关子沟铅锌矿,有黄铁矿含量减少,而方铅矿增多的现象。

金矿石中主要矿物与秦岭成矿带中的微细粒浸染型金矿床相似,主要金属矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿;脉石矿物有石英和碳酸盐矿物。黄铁矿、褐铁矿为重要的载金矿物,金银系列矿物均以自然金为主,次为银金矿,并以显微粒级占优势。

## 七、围岩蚀变

本区铅锌矿床内的围岩蚀变类型简单,蚀变强度弱,主要类型有硅化、碳酸盐化和黄铁矿化。硅化形成的微细粒石英集合体与矿化关系密切,而粗粒石英和方解石组成的脉体则一般矿化较差。黄铁矿化一般很弱,且多与硅化相伴生,黄铁矿化强时则矿化好。

与金矿化有关的围岩蚀变类型较复杂,蚀变强度大,主要类型有:硅化、黄铁矿化、铁锰碳酸盐化、铁白云石化、方解石化和绿泥石化。随着赋矿围岩岩性不同,蚀变组合也略有差异。其中黄铁矿化、硅化和铁锰碳酸盐化,均与金矿化呈正相关关系。蚀变强的地段,金矿化发育,矿化好,矿体厚度大,特别是它们组合在一起时,矿化效果最佳。铁白云石化分布范围较广,能起到远程找矿标志的作用,而后期的硅化和方解石所形成的粗粒石英脉和粗粒方解石脉则矿化差。

## 第三章 典型金矿床(淋湘金矿床)研究

### 第一节 矿区地层与含矿岩系特征

淋湘金矿床出露的主要地层为志留系的板岩,下泥盆统西岔河组的砂岩和粉砂质千枚岩及公馆组的含矿白云岩和白云质灰岩,中泥盆统石家沟组含生物灰岩及大枫沟组砂岩、碳酸盐岩,杨岭沟组碳酸盐岩与千枚岩,冷水河组只出露一部分,现由老到新叙述如下:

#### 一、矿区地层

##### (一) 志留系(S)

志留系地层分布于矿区南部。其岩性主要为灰黑色条带状板岩、灰绿色千枚岩、砂质条带板岩,岩性较单一,很难见到生物化石,据甘溪幅、蜀河幅 1:5 万的填图资料,将其分为双河镇岩组和水洞沟岩组。

##### 1. 双河镇岩组( $S_{2s}$ )

出露于矿区南部的岩性以灰黑色板岩、灰绿色千枚岩夹变质石英粉砂—细砂岩为主。在变形特征上仍以早期固态塑性流变发育的构造群落为主,原始层理  $S_0$  几乎全部被新生面理  $S_1$  (流劈理)转换。在千枚岩与变质砂岩中石英脉常呈无根褶皱、钩状褶皱,尽管本岩组构造置换较强,但在局部地段仍保留有浊流沉积的特征。



## 2. 水洞沟岩组( $S_3sd^a$ )

出露于矿区南部,出露厚度 800 m±。

岩性上部为灰绿色、绢云绿泥千枚岩夹灰色变质石英细砂—粉砂岩条带,中部为灰色条带状绿泥绢云母板岩,粉砂质板岩夹少量变质粉砂岩,下部为灰绿色绿泥绢云母千枚岩或灰—暗灰色粉砂质绢云母板岩夹石英粉砂岩条带。

与下伏地层双河镇岩组整合接触。

## (二) 泥盆系(D)

泥盆系是矿区出露的主要含矿地层,由于剥离断层的作用,下泥盆统西岔河组及公馆组仅在局部出露,出露最广的为太枫沟组。

### 1. 下泥盆统西岔河组( $D_1x$ )

西岔河组主要出露在矿区西部银洞沟,及矿区东部淋湘上院一带,依岩性组合,矿区西岔河组可分为上、中、下三段。

#### 下段( $D_1x^1$ )

下段岩性为灰白色、黄褐色厚层状中粒、不等粒砂岩,夹粉砂岩,主要出露于矿区西部银洞沟等地,东部及中部未出露。

#### 中段( $D_1x^2$ )

本段主要出露于矿区西部银洞沟,在填图中可作为标志层,出露厚度约 15 m。岩性为灰白色砂砾岩、含砾砂岩和砂岩互层,在砂岩中斜层理、交错层理均较发育。

#### 上段( $D_1x^3$ )

本段在矿区内均有出露,Ⅳ号矿体产于本段岩石中,主要岩性为粉砂质板岩、粉砂质千枚岩、灰绿色斑点状千枚岩。

灰绿色斑点状粉砂质千枚岩:灰绿色,斑状变晶结构,千枚状构造,变斑晶为铁白云石、石英、绢云母及黄铁矿,斑点一般占 25%~30%,粒径 0.5~1.5 mm。铁白云石的晶形较差,多为它形,但解理发育,明显被后期的石英交代。

铁白云石斑点千枚岩的出现,是矿化出现的标志,当千枚岩中

的变斑晶为黄铁矿时,则进入矿体附近。

矿区西岔河组与下伏志留系为断层接触,与上覆公馆河组也为断层接触。

## 2. 下泥盆统公馆组( $D_1g$ )

公馆组是矿区主要含矿层位之一,矿区的 I、II 号矿体均赋存在该组岩石中,或该组与西岔河组及大枫沟组接触的断层中。

公馆组的主要岩性为灰白色含砂白云岩、厚层状砂质白云岩、夹白云质砂岩。砂质白云岩中,石英的含量一般为 20%~30%,有时高达 50%。砂质白云岩中除含石英外,尚有长石及白云母,两者含量有时可高达 20%,白云石含量一般在 50%以上,目前这类岩石被认为是海底热水喷流形成的,属热水沉积岩。公馆组地层厚度小于 100 m,地层厚度沿走向横向变化很大,由东向西约 2 km 的范围内,厚度从 40~50 m 急剧变化到 15 m 左右,至寨沟则仅厚 1 m 左右。

公馆组与西岔河组整合接触。

## 3. 中泥盆统大枫沟组( $D_2dm$ )

大枫沟组为矿区最主要的含矿层位,按 1:5 万甘溪幅资料,矿区出露的大枫沟组应为磨沟段。岩性为含生物碎屑微晶—细晶灰岩夹含钙质千枚岩及板岩。

## (三) 第四系(Q)

矿区第四系主要发育在冲沟及坡凹地,由残坡积物、砾石、砂土等组成,厚 0~15 m。

# 二、含矿岩系特征

## (一) 矿化岩石特征

本区的含矿岩石主要为斑点状千枚岩、石灰岩、白云质灰岩、白云岩及砂质白云岩、生物灰岩、生物碎屑灰岩、砂岩等。

### 1. 斑点状千枚岩

斑点状千枚岩是本区的主要含矿岩石之一,矿区的Ⅲ号矿体赋存在该岩石中。

斑点状千枚岩中的斑点通常由铁白云石、石英、绢云母及黄铁矿构成(照片 3—1),当黄铁矿斑点增多时,预示着快到矿体的部位,即:黄铁矿斑点的多寡与矿化呈正相关的关系。

斑点中的铁白云石为菱面体,常见马鞍形解理,斑点含量为 5%~15%。为了探讨本矿区斑点状千枚岩中铁白云石中的化学成分特点,本次工作用电子探针分析了铁白云石的化学成分,结果见表 3—1。

表 3—1 铁白云石的主要化学成分

w/%

样品编号	CaO	MgO	FeO	MnO	CO <sub>2</sub>
D—15	27.50	13.12	15.03	0.43	43.90
八卦庙金矿床	28.49	12.31	15.13	0.56	43.52

注:据电子探针分析。

从表 3—1 中可以看出,斑点状铁白云石的化学成分的特点是具较高含量的  $\text{Fe}^{2+}$ ,而  $\text{Mg}^{2+}$  的含量则相对较低, $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{Mg}^{2+}$  之比为 0.75,与八卦庙金矿床及双王金矿床中的铁白云石斑点的成分非常接近。

### 2. 碳酸盐岩

区内矿化碳酸盐岩是最主要的含矿岩石。

矿化碳酸盐岩呈浅灰色,矿物成分除主要为碳酸盐矿物外,普遍含石英及极少量长石,化学成分上均不同程度地含  $\text{SiO}_2$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等(表 3—2)。

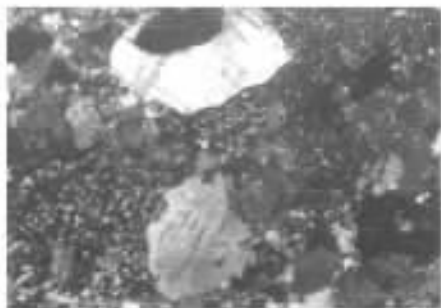
矿化碳酸盐岩往往遭受不同程度的蚀变,原岩重结晶现象明显,原岩方解石或白云石普遍增大(照片 3—2)。





### 3. 砂岩

矿化砂岩主要分布在矿体上盘, 区内矿化赋存在砂岩内较少见, 但可作为矿化围岩。



#### (二) 含矿岩系特征

##### 1. 含矿岩系的横向变化

含矿岩系的地层岩性横向变化大, 如

照片 3—2 黄铁矿化碳酸盐化  
泥灰岩 反(一)20×

斑点状千枚岩走向向东西两侧皆变为不含斑点的千枚岩。白云质砂岩在 2 km 的范围内, 从东向西由近 20 m 厚变为仅厚 1 m 左右。

##### 2. 含矿岩系的剖面特征

含矿岩系在剖面上, 泥质岩、砂质岩和钙质岩常交替出现, 构成薄层条带状韵律, 层序上常见有粉砂质条带, 由水平状向微波状至小扁豆状变化, 具潮汐沉积特点。

##### 3. 含矿岩系的岩石化学成分特点

为了探讨本区含矿岩系的岩石化学成分, 本次工作选择了矿区六件三种矿化岩石(白云石, 斑点状千枚岩, 钙质砂岩)送地矿部武汉岩矿综合测试中心, 分析其化学成分, 分析结果见表 3—2, 为了对比和说明本区含矿岩系的特征, 将南京大学、长春地质学院发表的白云岩及千枚岩的分析结果一并列于表 3—2 中。

从表 3—2 中可以看出, 矿区含矿岩系的岩石与中国同类型岩石相比,  $\text{SiO}_2$ ,  $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$  等含量普遍偏高, 说明在岩石形成过程中有海底热水参与, 与海底热水沉积岩的化学成分相当。

##### 4. 含矿岩系的稀土元素特征

为了进一步讨论矿区含矿岩系的特征,本次科研工作中,采集了三种不同的岩性,进行了稀土元素分析,其分析结果列于表 3—3 中,并据此作出了稀土元素分布模式图(图 3—1)。

从表 3—3 中可以看出,本区含矿岩系的稀土元素含量普遍小于地壳中同类岩石的平均值,与国内外卡林型矿床相当或接近。

稀土模式分布图(图 3—1)表明,本区稀土模式曲线为左陡倾的曲线,三个样品出现铈异常。目前的研究认为,海底喷流喷气形成的岩石均具有铈的异常,这也反映本区岩石属热水沉积岩。

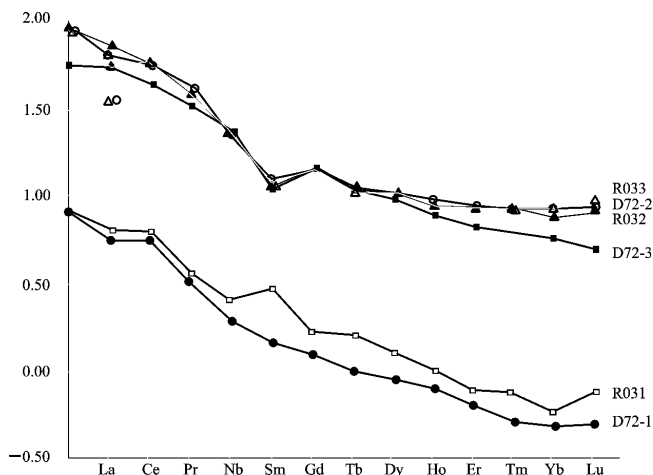


图 3—1 稀土模式分布图

根据以上特征,初步认为,本区含矿岩系形成于海底热水喷流的沉积环境,岩石类型为碳酸盐岩及碎屑岩夹泥质岩,沉积相为碎屑岩沉积区与碳酸盐沉积区的过渡相,沉积环境属于浅海陆棚潮坪环境。这与刘东生等总结的美国和我国卡林型金矿床均产在碳酸盐沉积发育地区、赋矿地层均为碳酸盐建造、其金矿体往往产在碳酸盐建造中碳酸盐沉积向碎屑岩沉积的过渡部位的特征是一致的。

## 第二节 控矿构造

### 一、矿区构造基本特征

淋湘金矿区位于大羊山复式向斜的南翼,区内地层总体北倾,倾角一般较缓,但在断裂带附近往往变陡,自南向北依次出露志留系黑色(条带状)板岩、下泥盆统西岔河组斑点千枚岩、中泥盆统石家沟组、大枫沟组、杨岭沟组和冷水河组的碳酸盐岩夹千枚岩(图 3—2),地层中普遍发育一组向北倾斜的透入性劈理构造,尤其是碎屑岩中(千枚岩、板岩等)更为发育,几乎掩盖原始层理构造。上述地层总体沿东西方向呈带状出露,主要岩性段之间常有纵向断层发育,尤其是志留系板岩、下泥盆统西岔河组斑点千枚岩与中泥盆统碳酸盐岩之间均为断层接触。在矿区内,斑点千枚岩实际上是两侧受断裂构造限制的一个构造岩片,剖面上呈板状体或楔形体。

矿区内褶皱构造不甚发育,在矿区北面谭家一碾盘沟一带,发育一轴向近东西向的宽缓背斜,在矿区南面的志留系地层中,发育有许多小型褶皱构造,轴向也为近东西向。矿区内主要构造为近东西向断裂带,由三条大致平行的断裂构造组成( $F_1$ ,  $F_2$  和  $F_3$ ) (图 3—2),东西长达 3 km 以上,此外,还发育有多条近南北方向的横向断裂。

图 3—3 和图 3—4 为横穿矿区的两条南北向剖面地质构造图,从图中可以看出,三条纵向断层  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  将矿区地层分割成一些构造岩片,断裂带中或附近地层产状很陡,可见断层牵引现象。在大磨沟剖面  $D_{065}$  号观察点,见一走向近东西方向的大型正断层,断层面产状  $10^\circ \angle 80^\circ$ ,为高角度正断层,断层上盘为中厚层状灰岩,产状近于水平,但在断裂带附近由于牵引作用产状变陡,指示上盘向下滑动。上盘岩层中还可见到多处层间滑动破碎带构



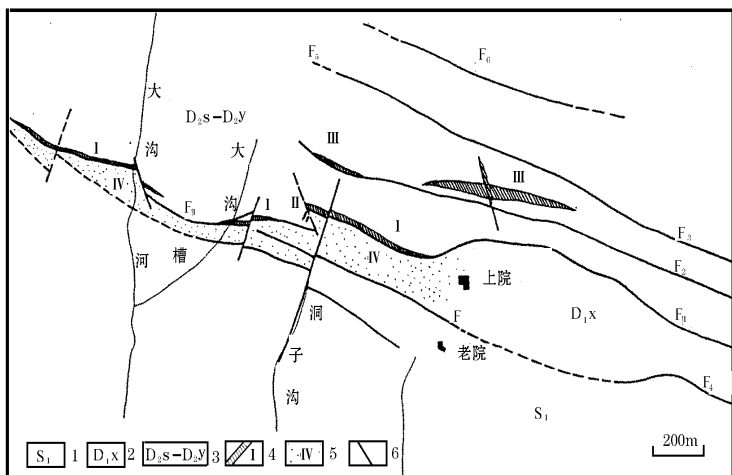


图 3-2 淋湘金矿地质简图

- 1——志留系条带状板岩；                      2——西岔河组斑点千枚岩；  
 3——中上泥盆统灰岩夹千枚岩；          4——I、II、III矿带；  
 5——IV矿带；                                  6——断层

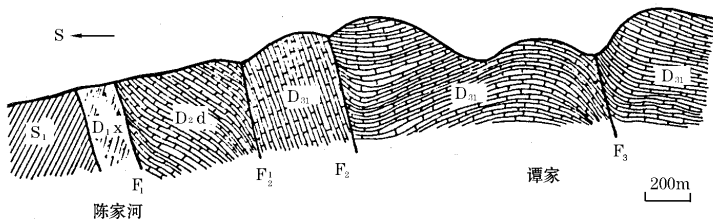


图 3-3 淋湘金矿区大磨沟剖面地质构造图

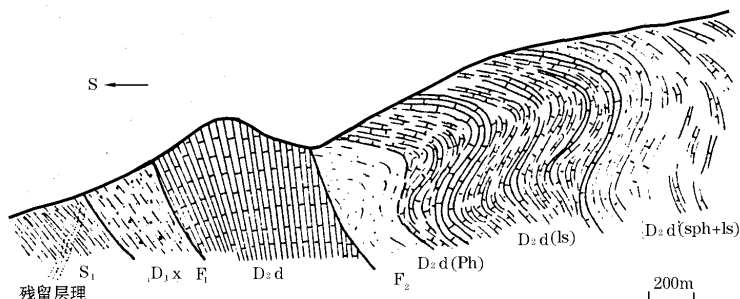


图 3—4 淋湘金矿区大沟河剖面地质构造图

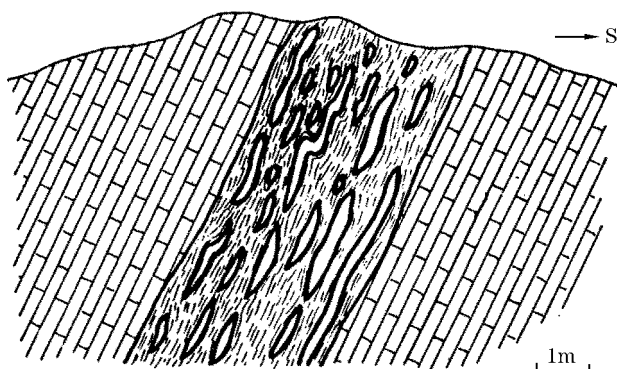


图 3—5 泥盆系灰岩中的层间滑动带(大磨沟)

造(图 3—5)。断层下盘也为中厚层灰岩,产状北倾,倾角  $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。在大沟河剖面  $F_2$  断层以北,发育有“S”形褶皱(图 3—4),其规模较大,属中型褶皱。组成褶皱的地层为中泥盆统大枫沟组的中厚层灰岩夹千枚岩,褶皱轴向为近东西向。野外观察,在大沟河西侧山脊上,地层产状向北缓倾,倾角  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ,至半山坡,地层逐渐转为向南陡倾,倾角为  $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ,在山沟处地层又转为向北倾斜,其剖面形态为“S”形,若只观察单个褶曲,则其形态产状为平

卧褶曲,多个平卧褶曲在剖面上组合成“S”形褶皱,其成因和形成机制与区域伸展滑脱构造的形成有关。

$F_1$  断层是矿区内最主要的断裂构造,它控制了 I 号、II 号和 III 号矿化带的分布,该断裂带长达 3 km 以上,并发育有较宽的断裂破碎带,最宽处达 50~60 m,最窄处不足 1 m,断裂带总体北倾,倾角较陡,一般均在  $70^\circ$  以上,沿走向和倾向产状变化较大,常常呈舒缓波状, $F_1$  断层将下泥盆统西岔河组斑点千枚岩与中泥盆统碳酸盐岩分割开,断层两侧岩性差异很大,过去曾认为  $F_1$  断层南盘的斑点千枚岩为志留系地层, $F_1$  所在的位置既是断层,同时又处在地层和岩性不整合面之上,通过本次工作确定斑点千枚岩为下泥盆统西岔河组的一部分,在本矿区,斑点千枚岩在地表出露宽度东宽西窄,最宽处达 300 m,最窄处约数十米。斑点千枚岩中发育一组透入性劈理构造,产状总体北倾,倾角较陡,约  $60^\circ\sim 80^\circ$ ,在矿区东部产状南倾,倾角  $30^\circ\sim 40^\circ$ ,这组劈理构造完全掩盖了原始层理,因此,在矿区内无法确定斑点千枚岩的“层”和层理,斑点千枚岩的北界和南界均受断层限制。

发育在斑点千枚岩以南的黑色(条带状)板岩(志留系),也发育有一组向北倾斜的透入性劈理(板理)构造,但却未完全掩盖岩石中的原始层理,在黑色板岩中经常可观察到韵律层理,风化后常以颜色条带显示出来,通过对李家岭一大沟槽一带系统的构造地质调查,我们发现黑色板岩中的板理与(残留)原始层理时而一致,时而不一致,有时呈大角度相交。总体而言,板理产状基本比较稳定,以北倾为主,倾角约  $40^\circ\sim 50^\circ$ 。而原始层理的产状则变化较大,根据原始层理产状对黑色板岩的构造进行恢复,发现在李家岭以南的黑色板岩中存在多个小型褶皱,其轴向以东西向为主,并有南北向和北东向的叠加褶皱(图 3—6,图 3—7),其构造格局、构造式样等与泥盆系地层中发育的构造有较大区别。

根据矿区内发育的各种构造形迹的组合特征,结合秦岭地区

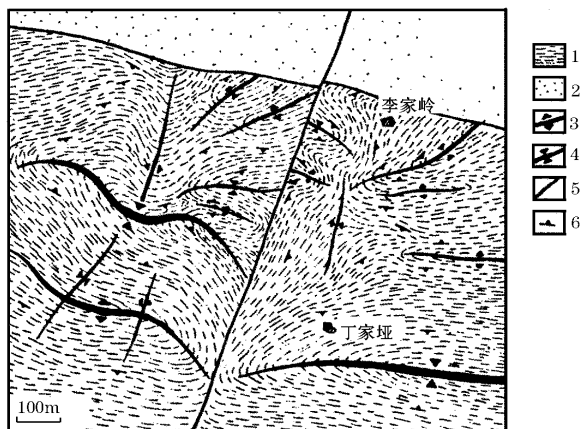


图 3—6 志留系条带状板岩中的褶皱

- 1——条带状板岩； 2——斑点千枚岩； 3——背斜轴；  
4——向斜轴； 5——断层； 6——原始层理产状

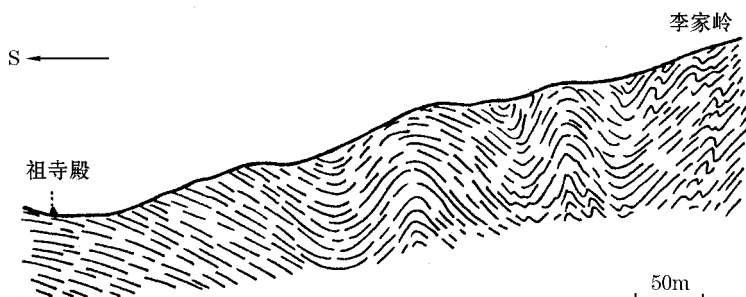


图 3—7 李家岭—祖寺殿志留系板岩中的褶皱构造

构造演化历史,我们认为本区存在较典型的伸展滑脱构造,它是在秦岭造山带整体褶皱成山之后,于中生代后造山构造期在该区地区处于总体伸展的构造环境下形成的一系列构造形迹的组合,包

括以下主要组成部分:①主滑动带;②铲形断层;③构造岩片和抬斜断块;④伴生构造,如牵引褶皱、“S”形褶皱等。

本区伸展滑脱构造的主滑动带位于志留系与泥盆系之间的岩性不整合面,以厚层灰岩为主体的泥盆系地层在相对柔软的志留系板岩之上向北整体滑脱(图 3—8),受滑脱剪切作用的影响,主

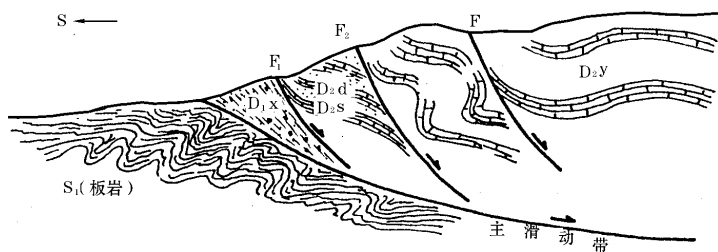


图 3—8 淋湘金矿区伸展(滑脱)构造模式

滑动带附近的志留系地层常常被强烈褶皱(图 3—7, 图 3—8),形成各种形态复杂的小褶皱或褶叠层构造。在主滑动带上盘,发育有一系列铲形断层,它们在近地表处表现为高角度正断层(如  $F_1$ 、 $F_2$ ),向深处呈铲形变缓。多个铲形断层将滑动带上盘地层切割成构造岩块或构造岩片,如矿区内的斑点状千枚岩即为构造岩片,它与志留系板岩,中泥盆统碳酸盐岩之间的关系为构造拼合关系,即由构造(断裂)作用将不同时代、不同岩性的构造块体或构造岩片拼合到一起,每个构造岩片或岩块可以由单个时代的地层组成,也可由多个时代的地层组合而成。在主滑动带和铲形断层附近,由于剪切滑动常常形成一些伴生构造,例如,在大磨沟剖面的  $D_{065}$  号观察点,发育有大型的牵引褶皱(图 3—3, 图 3—9)和层间滑动(破碎)带构造(图 3—5),在大沟河剖面发育有大型“S”型褶皱和平卧褶皱,等等,这些伴生构造均与滑脱构造具有密切的成因联

系,它们所指示的断层运动方向也是协调一致的,为同一应力场作用下形成的一系列不同序次和规模的构造组合。

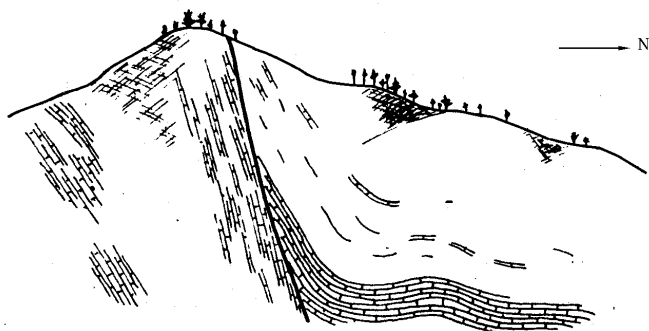


图 3—9 伸展正断层伴生的牵引褶皱(大磨沟)

## 二、矿床构造

根据 713 地质队地质资料和野外工程控制情况,淋湘金矿床的金矿(化)体主要集中在四个矿化带中,除Ⅱ号矿化带规模较小外,其他三个矿化带均受大型东西向断裂带的控制,其中,Ⅰ号和Ⅳ号矿化带受  $F_1$  断层控制,Ⅲ号矿化带受  $F_2$  断层控制,矿化带走向与断层走向一致,为东西向。褶皱构造控矿作用不明显。

发育在  $F_1$  断裂及其旁侧的Ⅰ号和Ⅳ号矿体群,过去认为是两种不同类型的矿体:Ⅰ号矿体群为发育在  $F_1$  断层及其北盘碳酸盐岩中的铁锰碳酸盐化矿体群,而Ⅳ号矿体群则为泥盆系西岔组和志留系千枚岩中的石英脉型金矿化体(群)。从这种认识出发,在布置找矿工程时将两类矿体群分开来考虑,导致效果欠佳,尤其是对Ⅳ号矿体群的评价和找矿前景感到比较茫然。通过本次研究工作,得出新的认识,认为两个矿体群(Ⅰ号和Ⅳ号)均为受  $F_1$  断裂带控制的矿体群,其主要区别在于矿化围岩不同,导致矿石类型差

异,然而,从矿化带的分布、控矿构造等方面分析,则得出它们实际上为受同一构造控制的矿化带的结论。据现有资料,Ⅰ号矿体群和Ⅳ号矿体群均产在  $F_1$  断层旁侧,矿化带延伸方向与  $F_1$  一致。原来认为Ⅳ号矿体群只产在李家岭至大沟槽一带的斑点千枚岩中,但通过本次工作,发现Ⅳ号矿化带向西一直延伸到大沟河—寨沟一带,其延伸长度与Ⅰ号矿体群基本协调一致。

从控制矿体的构造特征分析,Ⅰ号矿体群和Ⅳ号矿体群一样,都是受  $F_1$  断层旁侧派生(伴生)的次级断裂构造控制(图 3—10),控矿断裂的走向以东西向为主,南北向和北东向断裂构造也控制一部分矿(化)体的产出。因此,可以把Ⅰ号矿带和Ⅳ号矿带合并起来,作为一个大型矿带来考虑,尤其在深部,这两个矿带很可能相互会合,联成一片。

Ⅲ号矿体受  $F_2$  断层的控制,产在  $F_2$  断层的上盘,矿化围岩为大枫沟组厚层灰岩。矿带走向与  $F_2$  断裂带走向一致,为东西走向。但根据 713 地质队最近工程揭露情况,Ⅲ号矿带中的矿(化)体走向与  $F_2$  断层是斜交的,为北西走向,在淋湘上院北面山脊上,见一北西走向的矿(化)体,产在顺层断裂破碎带中,明显受层间(滑动)断裂构造的控制。因此, $F_2$  断层旁侧的层间断裂带是本矿区一种较重要的容矿构造类型,值得在今后找矿工作中重视。

淋湘金矿控制主矿带分布的东西向断层( $F_1$ ,  $F_2$ ),为多期活动的断裂构造,具有以下几方面特征。

①发育有较宽的断裂破碎带,一般均有数米宽,最宽处可达 50 m,例如,大沟河东坡 TC40—1 探槽中可见宽四十多米的断裂破碎带(图 3—11)。

②断裂带中发育有各种形态和大小的构造角砾岩,在较好的构造剖面上可观察到各个世代的构造角砾岩组合,例如 TC40—1 中揭露的  $F_1$  断裂破碎带中,发育有两种不同类型的构造角砾岩带(图 3—11),北带以强烈的构造碎裂为特征,形成大型的碎裂岩

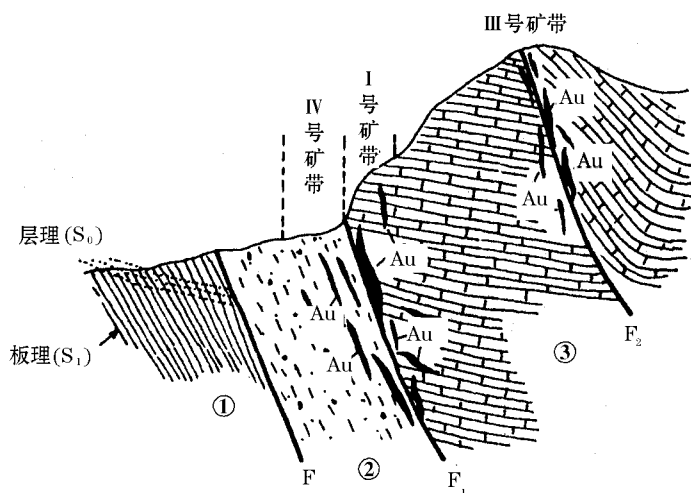


图 3—10 淋湘金矿 I 号、IV 矿和 III 号矿带空间关系  
① 志留系板岩; ② 斑点千枚岩; ③ 中上泥盆统碳酸盐岩

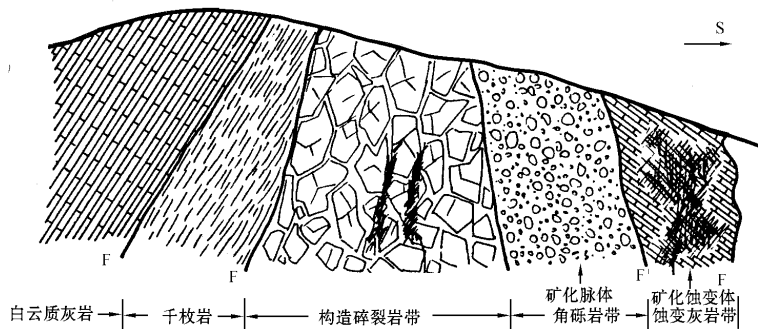


图 3—11 淋湘矿区  $F_1$  断裂带横剖面图(TC40—1, 大沟河)



块,岩块大小为1米至数米,棱角明显,碎裂岩块之间位移不大,因此该带属构造碎裂岩带,其宽度为二十余米。南带以发育磨圆度很好的构造角砾岩为特征,角砾形态呈浑圆状,大小为5~10 cm,成分为白云质灰岩,角砾含量约60%,胶结物为断层泥,属典型的压性构造角砾岩。南带宽约15 m。

③断裂带中或其旁侧岩石片理化强烈,破劈理、节理等均十分发育,常形成劈理化带,节理密集带。利用一些小构造还可判别断层错动方向。在大沟槽东坡 $F_1$ 断层旁侧岩石中的节理测量结果表明, $F_1$ 断层在发育过程中具有右行平移的特征。

④断裂带旁侧地层产状(或劈理产状)发生明显变化,一般变得较陡,甚至直立,或者产状变得很零乱,在矿区东部的大庙垭附近,受 $F_1$ 断层的影响,斑点千枚岩的千枚理产状近于直立,并发生扭曲现象。在大磨沟剖面, $F_1$ 和 $F_2$ 断层旁侧的地层产状均很陡,近于直立,远离断层则产状逐渐变缓。在本区,地层(或片理)直立可作为判别断层存在的标志之一。

⑤断层旁侧常发育有牵引构造,例如,在大磨沟剖面 $D_{065}$ 号观察点,可观察到典型的牵引褶皱,根据牵引构造判断该断层为正断层(图3-9)。

⑥断裂带旁侧岩石蚀变现象比较发育,常见的蚀变有:硅化、绿泥石化、碳酸盐化、铁锰碳酸盐化、黄铁矿化等。

⑦断层产状一般较陡,最陡者近于直立,但产状变化也较大,在平面和剖面上常常呈舒缓波状延伸。

除上述主要特征外,淋湘金矿床的金矿(化)体产出规律也受到断裂构造的控制。总的来说,金矿(化)体在空间上变化很大,尖灭、分支、复合、侧现和再现等现象十分普遍,给找矿工作带来很大的难度,金矿(化)体的膨胀、收缩规律目前还尚未完全查清。但根据我们野外现场调查结果,金矿(化)体一般均产在断裂构造的特殊部位,整条断裂带均匀矿化的现象极为罕见。概括而言,以下一

些断裂构造的特殊部位往往有富矿体产出(图 3—12)。

①断裂带膨胀部位或局部张开部位:本矿区控矿断裂构造一般均发育有宽窄不一的断裂破碎带,金矿化体多产在断裂破碎带较发育的部位,或断层面局部张开的部位。反之,破碎带发育不好,断层面紧闭,金矿化一般不好,但破碎带很宽的地方并不一定含矿都很好,还受其他因素制约。

②断层拐弯处或产状发生明显变化部位:淋湘金矿的控矿断裂在平面和剖面上常常是舒缓波状弯曲延伸,在断裂带的弯曲部位(内凹处),往往有富矿体产出,例如,在大沟河 MT—23 民采坑中,断裂破碎带的产状明显变缓,倾角由原来  $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$  转变为  $30^{\circ}\pm$ ,断裂带拐弯现象非常明显,在拐弯内凹处,发育一厚约 1.5 m 的金矿体,矿体产状  $10^{\circ}\angle 30^{\circ}$ 。在大沟槽附近产出的 I-2 号矿体,在近地表附近断裂带向北陡倾,矿化也很差,在离地表约 15 m 深的民采坑 MT—18 中,控矿断裂的产状由向北陡倾转变为向南倾斜,且倾角较缓,约  $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ,金矿体在此明显膨大,厚 1~1.5 m。随着民采巷道向下掘进,矿体更为厚大,达 2~3 m 厚(图 3—13)。在整个淋湘金矿区,金矿化体受断裂拐弯部位控制的现象较为普遍。

③多组断裂的交叉部位:除近东西向断裂带为主要控矿断裂外,本区还发育有一些横向断裂,以南北向和北东向为主,它们与东西向断裂交叉部位往往也有富矿体产出,且部分矿脉方向也为北东向或南北向。

④主断裂带旁侧的羽状断裂或次级断裂:在淋湘矿区,经常观察到与主断裂带旁侧羽状断裂关系密切的金矿(化)体产出,羽状断裂的产状以北东走向为主,倾角一般较缓。

⑤主断裂带旁侧的层间破碎带:在淋湘上院北面发育的 III 号矿带中,有较大一部分矿体是受  $F_2$  断层旁侧层间破碎带控制的,矿体产状与地层产状大体一致,矿体产在白云质灰岩的层间破碎带中,其走向以北西向为主,向北东倾,倾角较缓,约  $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。

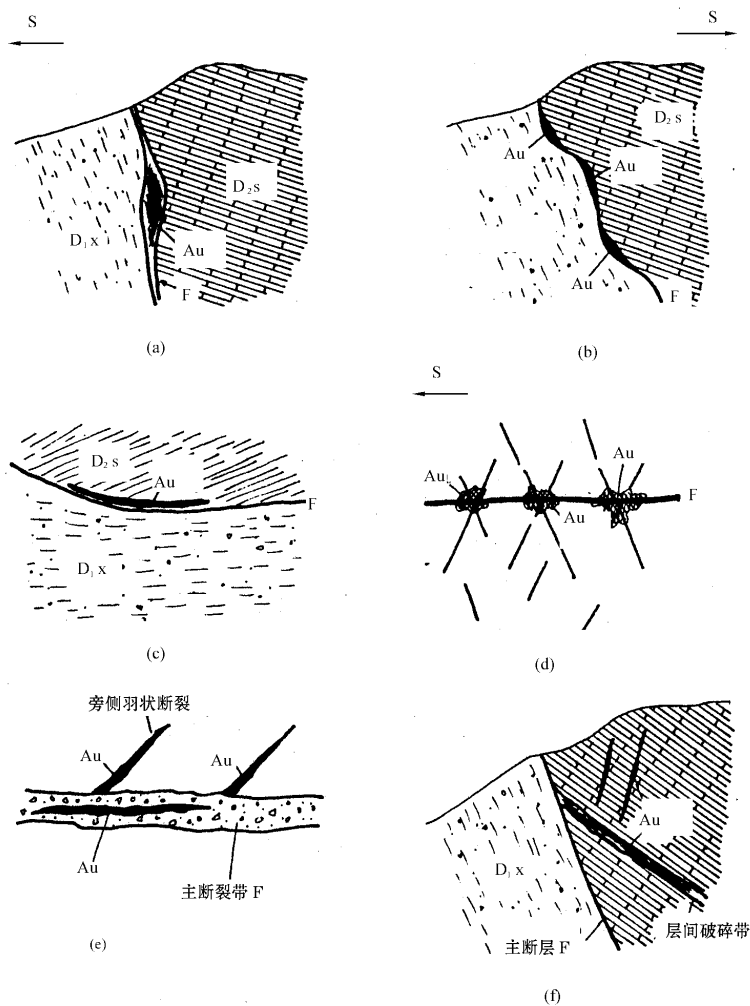


图 3-12 淋湘金矿主要控矿断裂构造

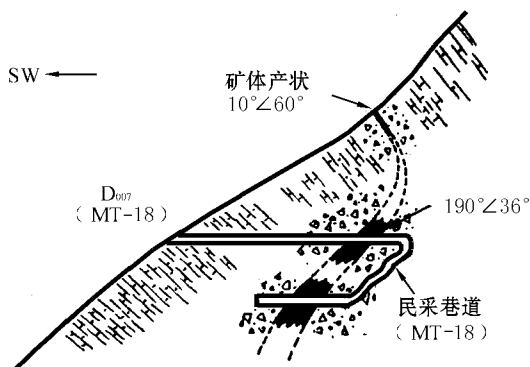


图 3—13 I-2 号矿体向深部变厚现象(大沟槽)

与其他大多数金矿床一样,淋湘金矿床的控矿构造也比较复杂,尤其是矿体变化大,膨胀收缩规律较难很好掌握,以至于影响找矿工作的顺利进展,应大力加强构造地质的研究工作,尤其是要进行系统的构造地质研究,并精确定位,从三维空间上准确地查明控矿构造的空间变化特征及矿体膨胀收缩、尖灭再现、尖灭侧现等规律,以便及时有效地指导找矿,真正达到科研和生产密切配合,并有效指导生产这一目的。

淋湘金矿床主要控矿断裂构造的形成时代及其演化历史,目前尚存在一些争议,然而,根据现有地质资料分析,并结合整个秦岭造山带演化历史,我们认为中生代燕山晚期是区内主要断裂构造重要的活动期和主要成矿期,此时构造活动以伸展作用为主,形成东西向的大型正断层组合,即我们在前面描述的伸展滑脱构造,控制了区内热液活动和成矿作用。以往的研究工作对秦岭造山带形成之后的构造活动重视不够,而且主要仍然以挤压构造作为研究对象,很少注意到秦岭造山带形成之后转入另一种构造环境,即

后造山期伸展的构造环境。在镇旬成矿区和柞山成矿区,经过多年的研究,我们认为秦岭地区后造山构造期的伸展构造不仅存在,而且其重要性需要重新认识,正是这种伸展构造与区内一些金属矿床的形成有密切的成因联系。淋湘金矿就是一个典型的例子。金矿体产在伸展滑脱构造系统的铲形正断层中。此外,这种伸展构造也在一定程度上利用了一部分早期挤压构造形成的构造面,甚至是同生构造或基底构造的构造面。

### 第三节 矿床地质特征

目前淋湘金矿床已圈定出四个金矿(化)带,大小金矿化体近十个,现将其主要矿(化)带和矿体特征介绍如下。

#### 一、矿(化)体特征

淋湘金矿矿(化)带矿体规模、产状及品位分布特征见表 3—4。

##### I 号矿带:

东起淋湘上院子,向西经大沟槽、大沟河、寨子垭,至寨沟二磨台,长达 3 000 余米,宽 5~18 m,平均宽 10 m 左右,矿带赋存于中泥盆统中厚层白云质灰岩和白云岩中,并明显受  $F_1$  断裂控制,矿化作用主要与  $F_1$  断裂及其派生的次级剪切带的密集裂隙有关。矿带呈近东西向至北西西向展布,倾向北北东,倾角陡,  $50^\circ \sim 75^\circ$ , 该矿带是本金矿床最重要的矿带之一,已圈出 I-1、I-2、I-3 三个金矿体,其规模、产状见表 3—4,由于西部矿体埋深相对较浅, I-3 矿体揭露效果最好,相反 I-1、I-2 揭露较差,且勘探规模较差。

##### II 号矿(化)带:

分布于 I-3 金矿体的北西,赋存于  $F_1$  断裂带北侧的生物碎

屑灰岩中,矿化受一组走向北东向的节理裂隙控制。该矿(化)带规模最小,已圈出三个金矿(化)体,其中Ⅱ-1号矿体规模较大(表3—4),而Ⅱ-2、Ⅱ-3规模极小。

### Ⅲ号矿带:

该矿带展布于淋湘上院子北  $F_2$  断裂带北侧的中厚层白云质灰岩中,由于该处剥蚀较小,矿体相对埋藏较深,故地表矿化较弱,矿化明显地受  $F_2$  及旁侧次级剪切裂隙控制。矿(化)带长 620 余米,宽 50 余米,矿(化)带呈近东西向展布,倾向南,倾角陡,  $60^\circ \sim 80^\circ$ ,该矿化带是本金矿床重要的金矿(化)带之一,已圈出Ⅲ-1、Ⅲ-2、Ⅲ-3 三个金矿化体,其规模产状见表 3—4。

### Ⅳ号矿带:

东起李家岭,向西经大沟槽、大沟河至寨沟,长达 2 000 余 m,宽 40~80 m,平均 60 m 左右,矿带赋存于下泥盆统西盆河组灰绿色斑点千枚岩中。该矿带同Ⅰ号矿带一样受  $F_1$  断裂控制,从图 3—2 中可以看出,Ⅳ号矿带与Ⅰ号矿带相汇合,使该矿床主要矿体的厚度更大,延伸更稳定。

本矿区金矿在空间分布上具有以下特征:

1. 金矿床均产于中、下泥盆统的白云岩、白云质灰岩、生物碎屑灰岩、砂质白云岩及粉砂质千枚岩中,这套岩层的沉积环境属浅海陆棚潮坪环境,是界于碎屑岩沉积区与碳酸盐岩沉积区的过渡地带的沉积产物。

2. 金矿体的形态以脉状、透镜状为主,同时袋状、囊状、不规则状的矿体也较发育。矿体形态和产状主要受断裂构造的控制。

- (1) 受东西向断裂控制的矿体,其矿脉脉幅往往较宽,矿体规模大。该类矿体往往仅分布于东西向断裂带内,由若干条以黄铁矿为主的矿脉体,沿断裂带分布,同时这些黄铁矿矿脉又充填交代于白云岩的网状裂隙中,形成网脉浸染状矿体。它们共同构成该

表 3—4

类矿体(图 3—14),由于东西向断裂在走向上和倾向上常呈舒缓波状,其中的金矿体的形态产状也随之发生变化,常常有膨胀收缩、尖灭再现、侧现和分支复合现象出现,一般在断裂带产状变缓处矿体变厚,矿化强度增大,而在断裂产状较陡时,矿脉较窄,矿化也相应减弱。如 KT105 内 I-3 矿体的膨胀收缩间距为 50 m 左右。又如二磨台的民采坑内揭露到的 I-3 号矿体,在上部  $F_1$  断裂倾角为  $75^\circ$  左右,矿脉宽 1~2 m,向下倾角逐渐减小到  $50^\circ$  左右,矿脉则相应逐步增宽至 4.5 m 以上,且矿化增强。

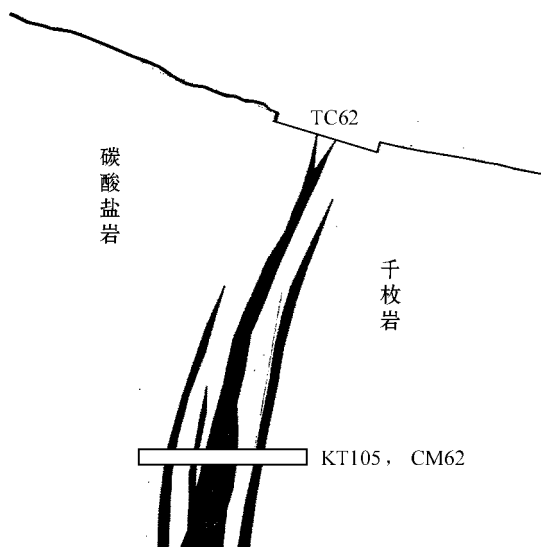


图 3—14 淋湘金矿床 62 线剖面图

(2) 受北东向和北西向断裂控制的矿体,主要为黄铁矿脉或石英黄铁矿脉,其矿脉的脉幅往往较窄,矿体规模也相对较小。当断裂产状较陡时矿脉脉幅往往较小,而产状缓的矿体其矿脉脉幅



会明显增宽。如 KT105 中矿脉倾角大于  $60^\circ$  时,其脉幅均小于 15 cm,一般为 15~10 cm;而 KT105 中 CM62 处一倾角为  $45^\circ$  的矿脉脉幅则为 25 cm。

(3) 东西向断裂与北东向和北西向断裂交汇处,则往往会使金矿体厚度增厚,矿化强度增强,而形成囊状、袋状和不规则状的富矿体。

3. 根据野外工作和室内研究结果发现,由地表向深部绝大部分矿体的厚度都普遍增厚,品位也明显地逐步增高,如大沟河西 I-3 号矿体地表处呈细脉状,而在 KT105 和 KT104 中,矿脉脉幅宽达 2 m 以上,最宽处可达 5 m 以上,且矿化明显增强,呈稠密浸染一致密块状金矿脉产出(图 3—14);又如在大沟槽处, I-2 号矿体,在地表也呈细脉状,则在 MT-18 民采坑内,矿脉宽度达 0.8~1.0 m;再如 IV 号矿带中地势较高的坡上,主要以细小石英脉型金矿化体产出,矿体产状变化大,脉宽 10 cm 左右,而在大沟槽东侧山坡的民采坑中发现了大脉状产出的稠密浸染一致密块状金矿脉,脉体厚 1~2 m,产状稳定,品位 4~5 g/t,且其旁侧和上部均有细小石英脉型金矿化体产出。另外,同一矿体的地表探槽矿样和坑道矿样的光片,经高倍显微镜和电子探针测试,其结果表明,地表探槽中的矿石,其中很少见到金颗粒,且褐铁矿的含金值低于探针扫描分析背景,而相对应的坑道中的矿石,常可观察到或扫描到金矿物,如 Rb<sub>73</sub> 样品中不到 4 cm<sup>2</sup> 的光样上发现了大小含银、自然金或银金矿颗粒 9 粒;又如 KT105、CM62 处 R<sub>041</sub> 样品中一颗 1.5 mm 的不规则黄铁矿中发育有 8 颗不规则状的含银自然金。

## 二、矿石特征

### (一) 矿石类型及矿物成分特征

本矿区内不同矿(化)带中的矿石根据其主要金属矿物及蚀变矿物组合,将矿石类型划分为:褐铁矿型金矿石、黄铁矿型金矿石、

磁黄铁矿—黄铁矿型金矿石、石英铁锰碳酸盐型金矿石、黄铁矿石英脉型金矿石。

### 1. 黄铁矿型金矿石

主要产于灰绿色斑点千枚岩中的Ⅳ号矿带和中厚层白云质灰岩中的Ⅰ号矿带的下部。金属矿物主要为黄铁矿,少量的银金矿、磁黄铁矿、褐铁矿等;非金属矿物有石英和少量铁白云石、粘土、绢云母、方解石等。该类型金矿是本矿区最主要的金矿石之一。

### 2. 褐铁矿型金矿石

主要产于中厚层白云质灰岩中的Ⅰ号矿带上部。金属矿物主要有自然金、银金矿、纤铁矿、针铁矿及少量黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、菱铁矿、孔雀石等;非金属矿物有石英、粘土、方解石等。该类型金矿石是本矿区近地表最主要的金矿石之一。

### 3. 石英铁锰碳酸盐型金矿石

产于白云质灰岩和生物碎屑灰岩中的Ⅱ、Ⅲ号矿(化)带内。金属矿物主要有自然金、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、褐铁矿、菱铁矿、菱锰矿等,非金属矿物有:石英、方解石、白云石、重晶石等。该类型金矿石也是本矿区主要的金矿石之一。

### 4. 磁黄铁矿—黄铁矿型金矿石

在灰绿色斑点千枚岩中的Ⅳ号矿带内,常见该类型矿石。金属矿物主要为黄铁矿、磁黄铁矿和少量银金矿、褐铁矿等;非金属矿物有石英和少量铁白云石、粘土、绢云母、方解石等。该类型金矿石是本矿区主要的金矿石之一。

### 5. 黄铁矿石英脉型金矿石

金属矿物主要有黄铁矿、自然金、方铅矿、菱铁矿、褐铁矿等,金属矿物含量少,主要由非金属矿物组成,有石英及少量铁白云石、绢云母、方解石、绿泥石、粘土等。该类型金矿石是本矿区较次要的金矿石,主要产在斑点千枚岩中的Ⅳ号矿带内。

## (二) 矿石结构构造特征

### 1. 矿石结构

本矿区内矿石结构具有典型的充填交代结构特征,主要类型如下:

(1)交代自形晶结构:黄铁矿交代石英、方解石等长成自形晶,分布于石英脉或石英方解石脉中。早期黄铁矿多呈中细粒的立方体状自形晶,中期黄铁矿多呈五角十二面体形自形晶(照片 3—3)。

(2)交代假象结构:褐铁矿交代立方体状黄铁矿,且保持其立方体假象分布于矿石中。

(3)它形粒状结构:含银自然金、自然金多呈它形粒状、树枝状交代褐铁矿、石英、黄铁矿等矿物,浸染状分布于矿石中。

(4)交代镶边结构:胶状变晶状磁黄铁矿沿黄铁矿边缘呈镶边交代(照片 3—4)。

(5)交代包含结构:黄铁矿在褐铁矿中,黄铜矿在褐铁矿中呈交代包体。

(6)交代残余结构:黄铁矿、黄铜矿等被方铅矿交代呈孤岛状残余体。

(7)网脉交代结构:菱锰矿呈网脉状交代菱铁矿(照片 3—5)。

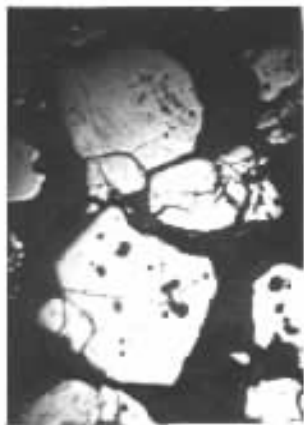
(8)交代溶蚀结构:黄铁矿被方铅矿交代溶蚀,黄铁矿被磁黄铁矿交代溶蚀,脉石矿物被黄铁矿交代溶蚀。

(9)压碎结构:中粗粒五角十二面体的黄铁矿被压碎,裂隙发育。

(10)固溶体分离结构:黄铁矿在闪锌矿中呈乳虫状固溶体分离。

### 2. 矿石构造

本矿区内矿石主要为浸染状构造、稠密浸染状构造、块状构造、蜂窝状构造、脉状构造、角砾状构造,以及少量条纹条带状构造



照片 3—3 黄铁矿交代自形  
晶结构 反(—)30×



照片 3—4 胶状变晶磁黄铁矿沿  
黄铁矿边缘呈镶边交代  
反(—)100×

和胶状组构等。

(1)浸染状构造:黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、黄铜矿等分别或组合在一起呈稀疏的星点状分布于石英脉中。

(2)稠密浸染状构造:黄铁矿、磁黄铁矿、自然金等一起呈稠密浸染状分布于石英脉中。

(3)块状构造:黄铁矿、磁黄铁矿、自然金一起呈致密块状分布于Ⅳ号体群中。

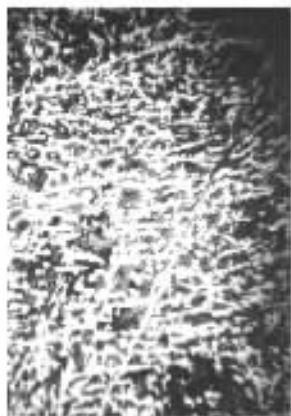
(4)蜂窝状构造:稠密浸染状—块状的黄铁矿型金矿石经过表生期的风化淋滤,形成具蜂窝状构造的矿石。照片 3—6 为褐铁矿的蜂窝状构造。

(5)细脉状构造:石英—黄铁矿脉或菱锰矿—方解石脉呈细脉状充填交代于金矿石中(照片 3—7,3—8)。

(6)角砾状构造:含黄铁矿的铁锰碳酸盐化的方解石脉充填于



照片 3—5 菱锰矿呈网脉状  
交代菱铁矿 反(一)60×



照片 3—6 黄铁矿被风化淋滤  
形成褐铁矿 反(一)120×

白云质灰岩角砾中,起胶结物的作用。

(7)条带条纹状构造:黄铁矿呈细粒自形晶浸染分布于千枚岩中,由于细粒黄铁矿在各微层中含量不同,而显条带条纹构造(见照片 3—9)。

(8)胶状组构:褐铁矿具同心环带状及弯曲环带状胶状组构。另外磁黄铁矿呈胶状变晶结构环边交代黄铁矿(照片 3—4、3—10)。

### 三、主要载金矿物特征

本矿床内的载金矿物包括有:黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、石英、粘土矿物等。主要载金矿物的特征如下:

#### (一) 黄铁矿

是本矿床内原生矿石中最主要载金矿物之一,各矿(化)带矿石中黄铁矿的含量变化极大,含量少的少于 3%,多的达 40%以上。



照片 3—7 斑点千枚岩中的黄铁矿石英细脉穿插交代结构 反(一)30×



照片 3—8 菱锰矿与方解石呈脉状充填于褐铁矿中 反(一)30×



图 3—9 斑点千枚岩中细粒黄铁矿顺千枚岩揉皱(S<sub>1</sub>)分布 反(一)30×



照片 3—10 褐铁矿呈环带状 反(一)60×



照片 3—11 黄铁矿中金的面扫描



照片 3—12 胶状磁铁矿中金的面扫描

黄铁矿按生成先后可以划分为四个世代。其特征如下。

(1) I、IV 世代的黄铁矿以立方体形为主,自形程度较高; II、III 世代含金黄铁矿以立方体形和五角十二面体形为主,自形程度高,多呈半自形—自形晶,反射率偏高。

(2) 从 I → II → III 世代,黄铁矿颗粒由细到粗, I 世代的黄铁

矿最细一般小于 0.05 mm, II 世代的一般为 1~2 mm, III 世代的黄铁矿颗粒一般均较大, 最大达 5 mm, IV 世代的一般为集合体或粗大颗粒。

(3) 从 I → II → III 世代, 与黄铁矿伴生的矿物种类及结构类型由简单到复杂。

(4) I 世代黄铁矿不发育, 主要以浸染状分布于岩石中, 有两种形式: 一种为条带浸染状, 另一种为斑点浸染状, 其含金性不好。II 世代黄铁矿最发育, 主要以稠密—稀疏浸染状至块状分布于矿体中, 结晶程度好, 由于环境不同具有两种主要晶形, 在白云质灰岩中以立方体晶形为主, 次为五角十二面体晶形, 而在斑点千枚岩中则以五角十面体为主, 次为立方体形, 金矿物均以包体形状浸染分布。III 世代黄铁矿在本矿区较发育, 仅次于 II 世代黄铁矿, 主要与石英脉或石英方解石脉有关, 呈粗粒半自形—自形浸染状分布, 含金性好, 金同样是以包体状浸染分布。IV 世代的黄铁矿多呈团块状, 粗粒浸染状分布于晚期石英脉或石英方解石脉中。这类黄铁矿含金极差, 基本上不含金。

## (二) 褐铁矿

是本矿床内氧化矿石中最主要载金矿物之一, 主要分布于白云质灰岩、生物碎屑灰岩的金矿带的浅部矿体中。镜下鉴定主要为纤铁矿和针铁矿。主要由黄铁矿、磁黄铁矿等含铁矿物氧化而来, 常保留原生矿物的假象。具有交代假象结构, 胶状组构和蜂窝状构造。常呈不规则团块状、脉状、揉曲状形态产出。矿体下部的含金性比上部的好, 金均以显微金或次显微金形式存在于褐铁矿裂隙和颗粒间。

## (三) 磁黄铁矿

是本矿床内原生矿石中主要载金矿物之一。其含量与含金黄铁矿的相关性极大, 特别是与 II 世代的黄铁矿关系极密切。本矿

床中的磁黄铁矿均具有胶状组构,呈镶边状交代含金黄铁矿。相对应磁黄铁矿按生成先后可以划分出两个世代,它们均呈胶状,Ⅰ世代的磁黄铁矿与Ⅱ世代黄铁矿伴生,Ⅱ世代的磁黄铁矿与Ⅲ世代黄铁矿相伴生。电子探针扫描结果表明,磁黄铁矿的含金性好,是本区的主要含金矿物,金主要以包体状浸染分布。

#### (四) 石英

是本矿区普遍存在的矿物,也是脉石矿物中的最主要部分。按其生成先后和其矿物共生组合等特征可以划分出四个世代,从Ⅰ→Ⅱ→Ⅲ→Ⅳ世代,石英颗粒由小到大,早期石英多为隐晶质交代围岩,后来的多呈脉状与其他矿物一起充填于裂隙中。早期石英脉常被晚期的石英脉穿插,各世代石英均与黄铁矿的相应世代密切共生。矿石中金的品位一般随石英含量的增加而增高。

#### (五) 黄铜矿

是本矿床内原生矿石中载金矿物之一,其含量很少,但与金的关系极为密切。黄铜矿呈不规则状、细脉状分布于黄铁矿(Ⅳ)裂隙中,黄铜矿较发育处,自然金颗粒往往较多。金主要与黄铜矿共生,或呈包体状浸染分布。

#### (六) 粘土矿物

主要分布于矿体两侧,呈隐晶粘土质结构,因氧化而松散,内含大量已完全褐铁矿化的黄铁矿和泥炭质,易污手,赋金性较强。自然金往往呈明金或微显金与粘土矿物共生,或呈次显微金被粘土矿物吸附在其表面上。

### 四、金的赋存状态

通过大量的光片鉴定、人工重砂和电子探针测试分析,结果表明:本矿区的主要载金矿物有黄铁矿、褐铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、石英和粘土矿物等;金的赋存状态有明金、显微金和次显微金;次



显微金多存在于原生矿物黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿中,电子探针扫描图像显示金呈分散状分布于黄铁矿、磁黄铁矿和黄铜矿中(见照片 3—11、3—12);而明金和显微金多赋存于黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、石英、粘土矿物之间或其裂隙中,赋存状态如下(表 3—5)。

- ①黄铁矿中的裂隙金(照片 3—13 至 3—17);
  - ②褐铁矿中的裂隙金(照片 3—18 至 3—20);
  - ③石英中的裂隙金(照片 3—21,3—22);
  - ④石英颗粒中的包体金;
  - ⑤黄铁矿与石英间的晶隙金;
  - ⑥褐铁矿与石英或碳酸盐间的晶隙金;
  - ⑦褐铁矿颗粒间的晶隙金(照片 3—23);
  - ⑧黄铁矿中的包体金(照片 3—24,3—25);
  - ⑨磁黄铁矿中的包体金(照片 3—26);
- (黄铜矿细脉之间的金矿脉(粒间金))(照片 3—27)。

表 3—5 淋湘金矿床中金矿物的 Au、Ag 含量表

载体矿物	金颗粒类型 (数目)	$w(\text{Au})$ /%	$w(\text{Ag})$ /%	Au 成色 平均值	
黄铁矿	裂隙金(30)	83.1~94.3	5.7~16.9	865	899
	包体金(2)	86.0~96.8	3.2~14.0	914	
	粒间金(3)	86.0~96.1	3.9~14.0	914	
石 英	裂隙金(2)	82.0~90.5	9.5~18.0	863	
	包体金(2)	86.4~96.0	4.0~13.6	912	
	粒间金(3)	86.0~96.1	3.9~14.0	914	
黄铜矿	粒间金(1)	85.55	4.45	855.5	
磁黄铁矿	包体金(1)	98.6	1.4	986	
氧化型	裂隙金(16)	94.0~99.96	0.04~6.0	961	
半氧化型	裂隙金(10)	82.7~88.08	11.92~17.3	870	

### (一) 单体金的嵌布关系

有包体金,晶隙金和裂隙金;其主要产出形式有:

### (二) 金矿物的形态

光片下观察到的金颗粒多呈不规则状,椭圆状,片状;包体金多呈圆状;人工重砂中金矿物也呈不规则粒状和片状。

### (三) 金的粒径特点

显微金的粒径在  $1\sim 50\ \mu\text{m}$  之间,一般为  $8\sim 25\ \mu\text{m}$ ,人工重砂粗淘金粒一般为  $0.1\sim 0.2\ \text{mm}$ 。

金矿物在矿石中的分布极不均匀,本次研究工作共磨制金矿石光块样 62 件,其中仅 14 块样中发现有自然金或含银自然金颗粒,共计 70 颗,而且这些光片中金颗粒的分布也是很不均一的,如  $D_{007-2}$ 、 $D_{029-1}$  等光块中均只见一颗显微金颗粒,而  $Rb_{73}$  光块中在不到  $4\ \text{cm}^2$  的面积内就找到了 9 颗金颗粒, $Rb_{73-2}$  光块在不到  $3\ \text{cm}^2$  的范围内就找到了 9 颗金颗粒,且它们集中于两处分布,如  $R_{041}$  光块中一颗不规则状中等粒度的黄铁矿就发现了 8 颗金颗粒,且该光块内还发现了 4 颗金颗粒, $R_{040}$  中也发现了 12 颗金颗粒。而别的几块光块中一般仅有  $2\sim 5$  颗,这说明本矿床内金颗粒具有局部相对富集性,呈不均一状分布。

### (四) 金颗粒的成色

对在显微镜下找到的金矿物颗粒,我们根据其表面特征和其颜色色调特征,以及载金矿物的特征,对它们进行分类,对各类金矿物颗粒选择有代表性的颗粒进行了电子探针分析,其结果表明金矿物主要有两种类型:自然金和含银自然金。另外可能还有少量的银金矿。

根据金矿物单体的产出形式,并结合电子探针分析结果,可以得出如下结论:



A



B



C

照片 3—13 沿黄铁矿裂隙充填(交代)的  
不规则形态的自然金(标志  $D_{041-3}$ )

A. 反(一) 200× B. 背射图像 C. 金面扫描图像



A



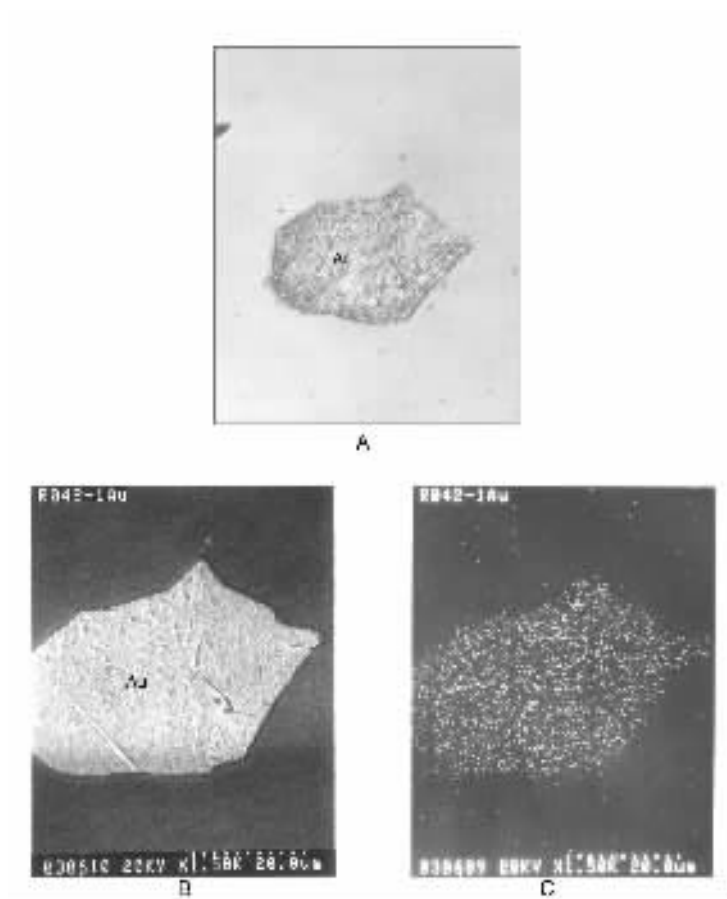
B



C

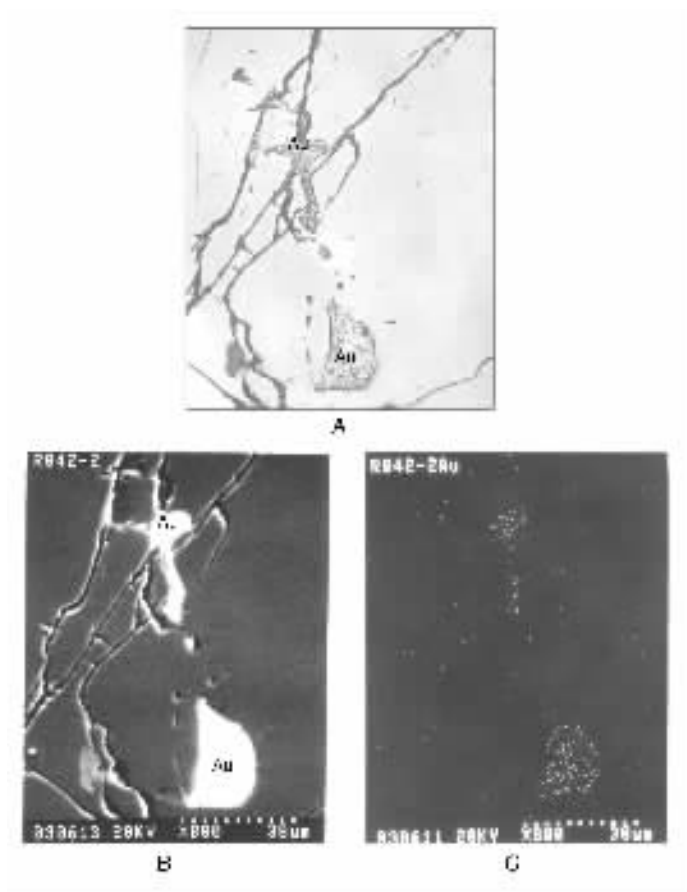
照片 3—14 黄铁矿中不规则状的自然金(标本 R<sub>040</sub>)

A. 反(一) 300× B. 背射图像 C. 金面扫描图像



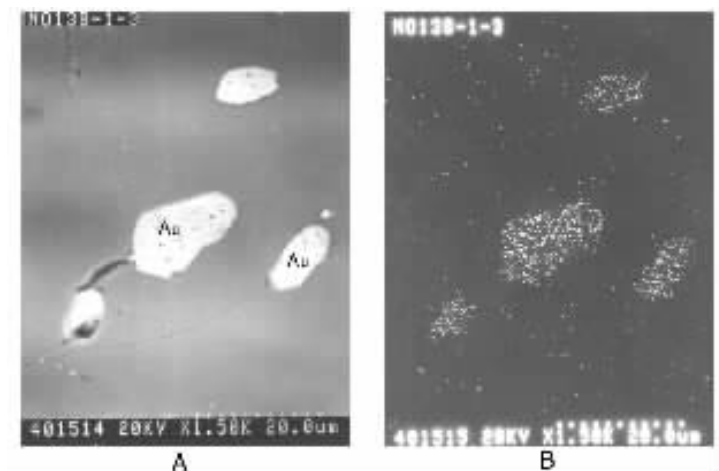
照片 3—15 黄铁矿中不规则状的自然金(标本 R<sub>042-1</sub>)

A. 反(一) 400× B. 背射图像 C. 金面扫描图像



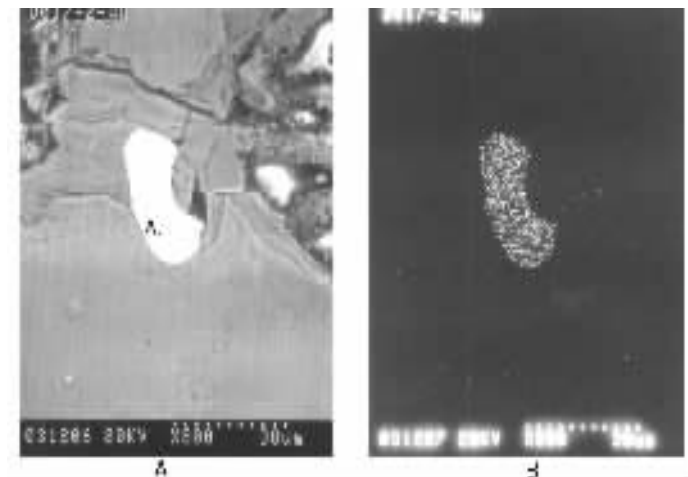
照片 3-16 黄铁矿中不规则状的自然金(标本  $R_{024-2}$ )

A. 反(一) 400×      B. 背射图像      C. 金的面扫描图像



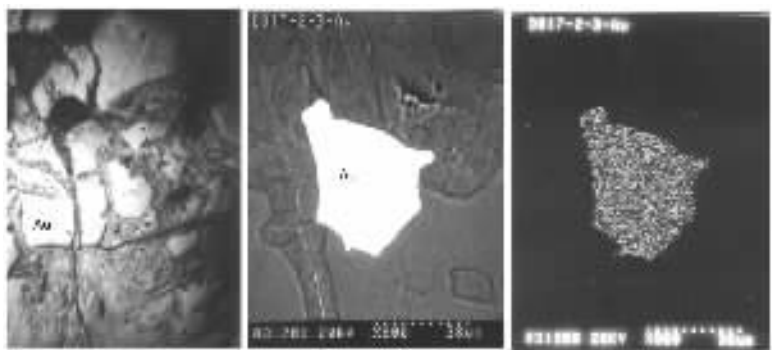
照片 3—17 黄铁矿中不规则状的自然金(标本 N1<sub>0138-1-3</sub>)

A. 背射图像 1500×      B. 金的面扫描图像



照片 3—18 褐铁矿中不规则状的自然金(标本 D0<sub>17-2-B</sub>)

A. 背射图像      B. 金的面扫描图像



A

B

C

照片 3-19 产于褐铁矿中的自然金(标本 D<sub>017-2</sub>)

A. 显微照片 反(一) 120× B. 背射图像 C. 金的面扫描图像

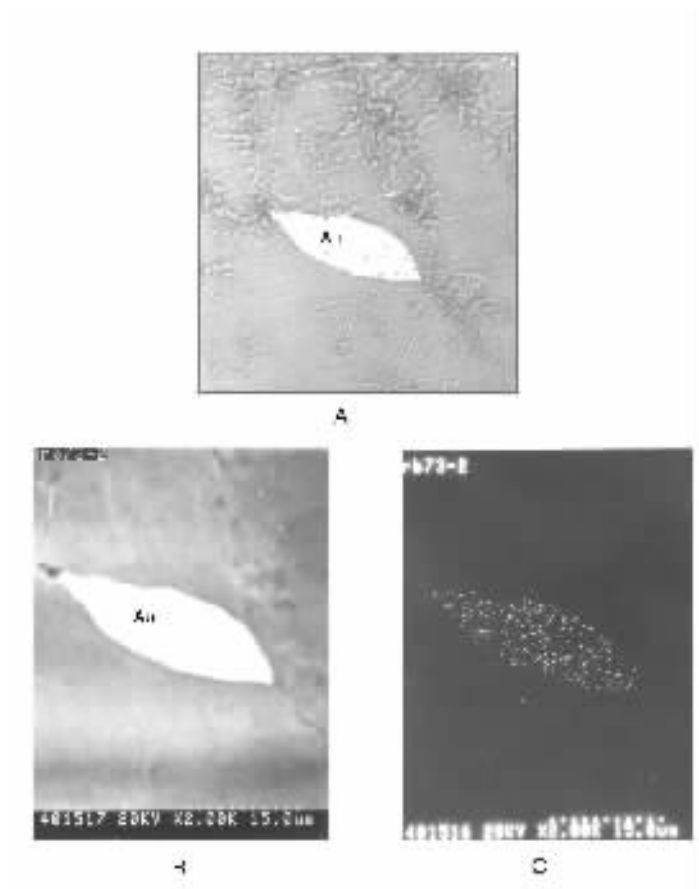
①产于强烈氧化作用下形成的褐铁矿化矿石中的金矿物一般均呈较深的赤金黄色,其金颗粒成色高(均大于 940),主要为自然金,这类矿石均具蜂窝状构造,且蜂窝状构造越发育,金颗粒的成色越高,最高可达 999.6。自然金主要为裂隙金和粒间金。

②产于原生矿石中的金矿物多呈较深的金黄色,其金矿物成色也较高,其中产于较早期黄铁矿、磁黄铁矿中的包体金的成色相对较高,一般在 986~961 之间;而产于黄铁矿、磁黄铁矿、石英、碳酸盐中的裂隙金和粒间金的成色相对较低,一般在 943~831 之间,这些含银自然金呈金黄色。

③产于半氧化矿中的金颗粒一般均呈金黄色,成色相对而言较低,一般为 880~827 之间,多呈粒间金分布,少量裂隙金。这可能与 Au 的迁移活动性比 Ag 小有关。

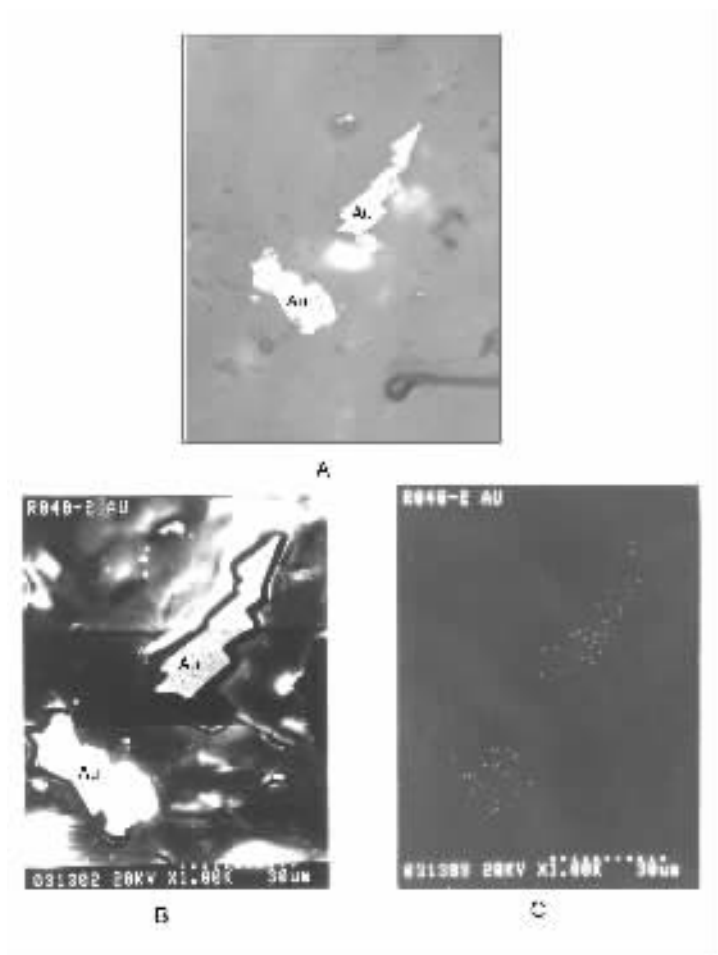
④本矿床内金的主要产出形式为裂隙金,其次为粒间金,极少量为包体金,这说明金的沉淀具有明显的滞后性,而早期沉淀的金矿物成色往往较高,往后成色降低,可能说明金较银优先析出沉淀。而后期的氧化淋滤作用,又使金矿物淋滤富集,且成色最终增高。





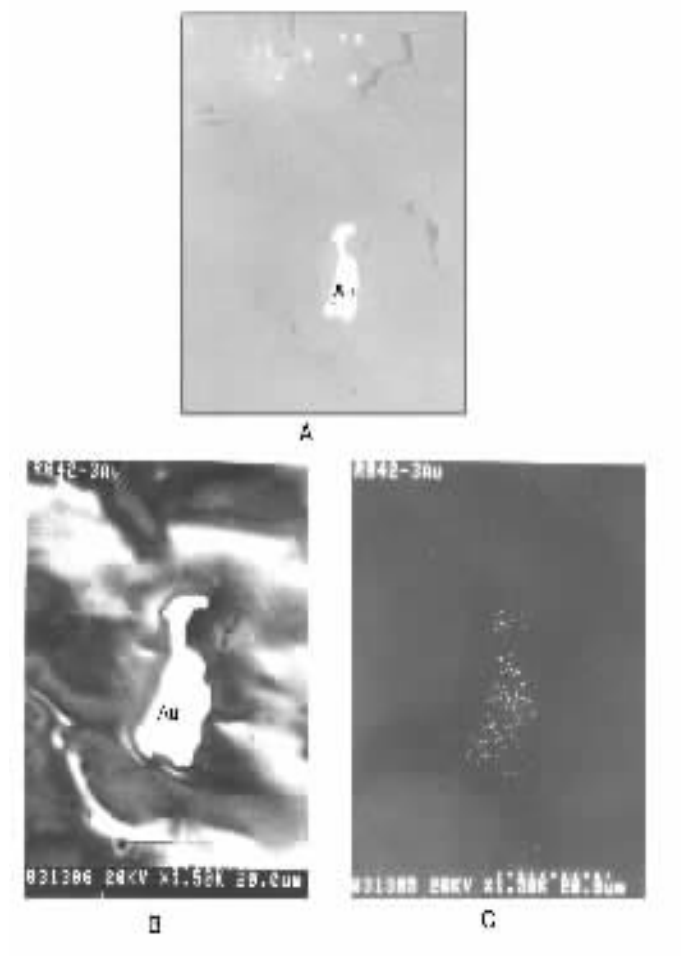
照片 3—20 褐铁矿裂隙中的自然金(标本  $Rb_{173-2}$ )

A. 反(一) 800×      B. 背射图像      C. 金的面扫描图像



照片 3—21 石英中不规则状自然金(标本  $R_{040-2}$ )

A. 反(一) 400×      B. 背射图像      C. 金的面扫描图像



照片 3—22 石英中不规则状的自然金(标本 R<sub>042-3</sub>)

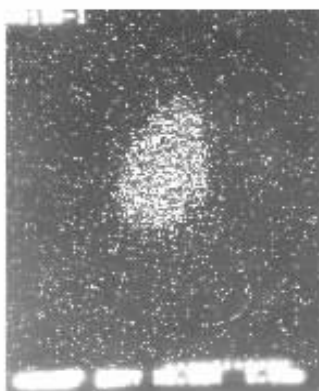
A. 显微镜 反(一) 400× B. 背射图像

C. 金的面扫描图像



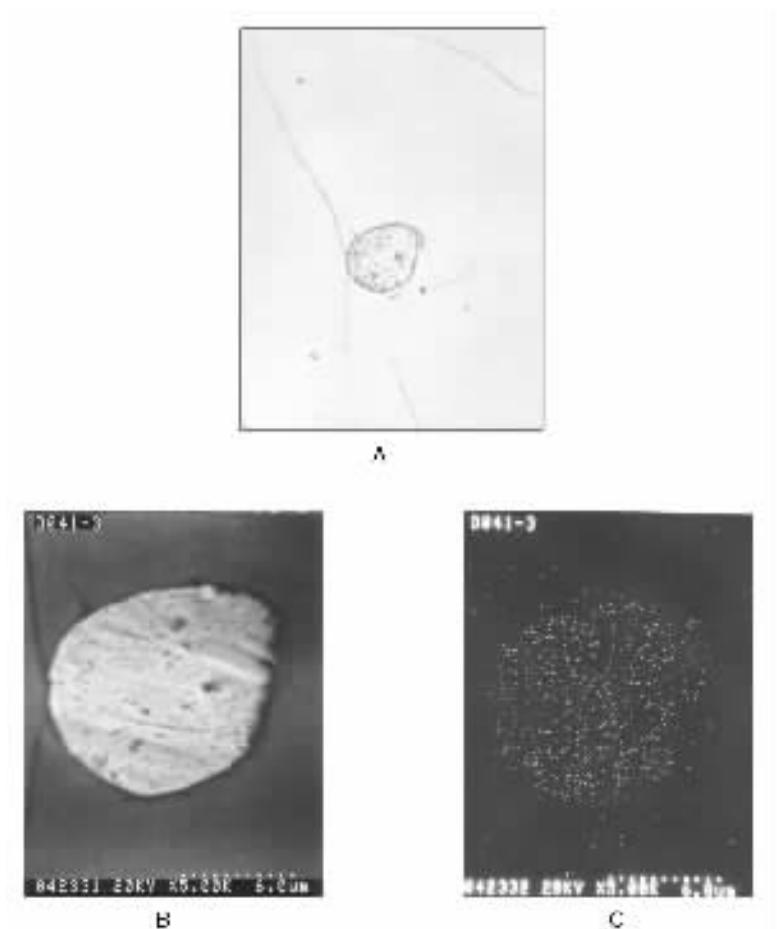
照片 3—23 产于褐铁矿颗粒之间的含银自然金(标本  $Rb_{73}$ )

A. 显微镜 反(一)120× B. 背射图像 C. 金的扫描图像



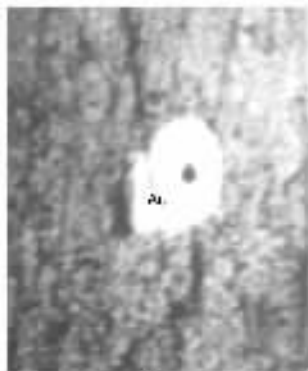
照片 3—24 黄铁矿中的包体金(标本  $N_{0138-1}$ )

A. 背射图像 30× B. 金的面扫描图像 40×

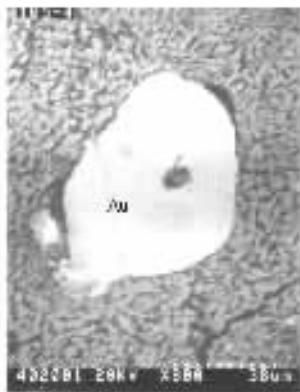


照片 3—25 黄铁矿中的包体金(标本 D<sub>041-3</sub>)

A. 反(一) 400×      B. 背射图像      C. 金的面扫描图像



A



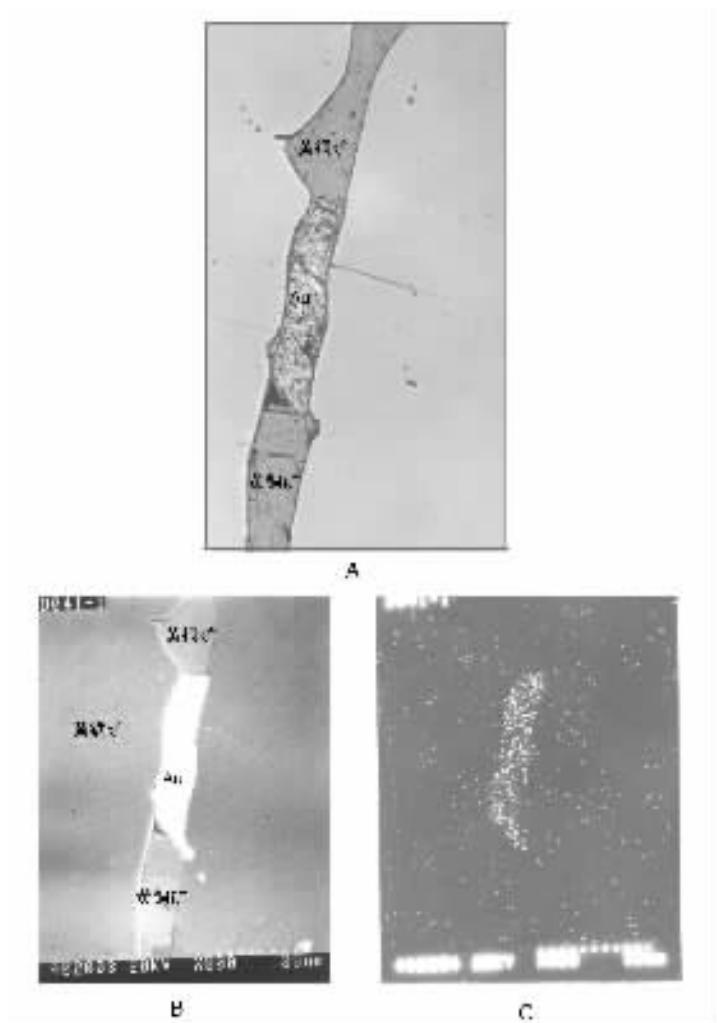
B



C

照片 3—26 变胶状磁黄铁矿中的包体金(标本 D<sub>105-4</sub>)

A. 反(一) 400×      B. 背射图像      C. 金的面扫描图像



照片 3—27 黄铜矿与自然金组成细脉沿

黄铁矿裂隙充填交代(标本  $D_{041-1}$ )

A. 反(一) 400×

B. 背射图像

C. 金的面扫描图像

## 五、矿床成矿阶段划分及矿物的生成顺序

根据矿物共生组合、矿石结构构造、围岩蚀变及分带性研究、均一法测温和爆裂法测温结果,淋湘金矿床可以划分出两个成矿期:热液成矿期和表生成矿期。热液成矿期又进一步可以划分出四个成矿阶段,即黄铁矿—石英脉阶段、磁黄铁矿—黄铁矿—银金系列—石英阶段,多金属矿物—银金系列—石英阶段和黄铁矿—石英—碳酸盐阶段(表 3—6)。

### A. 热液成矿期

I. 黄铁矿—石英脉阶段:本阶段不太发育,主要表现为石英呈隐晶质交代围岩或呈细脉状分布,黄铁矿呈细粒状浸染分布于硅化围岩中和呈细粒状与隐晶质石英组成细脉状分布,未见金矿物。成矿温度 300℃左右。矿物组合及生成顺序为:石英(I)→黄铁矿(I)。

II. 磁黄铁矿—黄铁矿—银金系列—石英阶段:本阶段硅化强且广,形成大量石英脉,其产状顺层、切层均有,脉体内形成了大量中等粒度的立方体形和五角十二面体形的黄铁矿;磁黄铁矿也大量形成,其呈胶状镶边状包围黄铁矿(II),脉体内可见显微金,脉旁围岩内也有矿化。该阶段是本区金的最主要成矿阶段,其均一化温度平均为 210℃。矿物组合及生成顺序为:石英(II)→黄铁矿(II)→绢云母→磁黄铁矿(I)→黄铜矿(I)→银金系列矿物。

III. 多金属矿物—银金系列—石英阶段:本阶段主要伴随硅化、铁锰碳酸盐化生成一系列金属矿物及银金系列矿物,新生黄铁矿(III)对早期黄铁矿(II)等有溶蚀交代现象。III 世代黄铁矿多呈粗粒立方体和五角十二面体状。矿物共生组合复杂。该阶段是本区金的重要成矿阶段,使金矿化相对富集。其均一化温度小于 200℃,平均 191℃。矿物组合及生成顺序:石英(III)→铁锰方解



表 3-6 淋湘金矿床成矿阶段及矿物生成顺序

	热液期				表生期
	黄铁矿 - 石英阶段	磁黄铁矿 - 黄铁矿 - 银金系列 - 石英阶段	多金属矿物 - 银金系列 - 石英阶段	黄铁矿 - 石英 - 碳酸盐阶段	褐铁矿 - 自然金阶段
石英	————	————	————	————	
黄铁矿	————	————	————	————	
绢云母		-----	-----		
磁黄铁矿		————	————		
黄铜矿		-----	————		
银金系列矿物		————	————		
铁锰方解石			————	————	
闪锌矿			————		
方铅矿			————		
绿泥石			————	————	
方解石			————	————	
褐铁矿					————
白铅矿					-----
异极矿					-----
菱锰矿					————
铜蓝					-----
孔雀石					-----
褐锰矿					-----
粘土矿物					-----

石(Ⅰ)→黄铁矿(Ⅲ)→磁黄铁矿(Ⅱ)→闪锌矿→黄铜矿(Ⅱ)→方铅矿→银金系列矿物。

Ⅳ. 黄铁矿—石英—碳酸盐阶段: 表现为黄铁矿与石英或黄

铁石英与方解石或方解石单独呈脉状产出,其有穿过早期矿脉的现象。该阶段未见金矿物产出,其均一化温度小于  $164^{\circ}\text{C}$ 。矿物组合及生成顺序:石英(Ⅳ)→黄铁矿(Ⅳ)→方解石(Ⅱ)。

### B. 表生期

为褐铁矿—自然金阶段:主要表现为金属硫化物等在地表浅部氧化变成褐铁矿及其他次生矿物,金矿物在本阶段相对富集。矿物组合及生成顺序:褐铁矿→含银自然金→自然金→白铅矿→异极矿→菱锰矿→铜蓝→孔雀石→褐锰矿→粘土矿物。

## 第四节 围岩蚀变特征及蚀变分带

本矿床围岩蚀变的特点是蚀变多局限在已知含矿层位内,蚀变与矿化呈正相关关系,如蚀变强,则矿化好;否则,矿化差,甚至为无矿地段。

### 一、围岩蚀变的种类及特点

矿床围岩蚀变种类相对简单,围岩蚀变类型主要有硅化、铁白云石化、黄铁矿化、方解石化、铁锰碳酸盐及褐铁矿化。

#### (一) 硅化

硅化是淋湘金矿床最常见和最发育的蚀变之一,硅化的主要表现形式有三种。

①石英呈细脉状,脉宽  $1\sim 5\text{ cm}$ ,以  $2\sim 3\text{ cm}$  的为多见,常沿千枚岩(照片 3—28)、白云质砂岩、白云质灰岩及白云岩的裂隙、节理处充填,有时呈雁行状排列,此种由热液蚀变形成的石英细脉与区域变质作用中形成的石英条带显著不同,区域变质作用中形成的石英脉多沿板理面、千枚岩层面分布,形状为石香肠,随层理而弯曲,脉体粗大,多数在几十厘米以上,且主要在千枚岩、板岩中

发育,而硅化形成的石英脉往往脉体小,穿层,对岩石无选择性,不随岩层面而变化。

②石英呈细粒交代白云岩及方解石,或者呈团块状充填于白云质灰岩、石灰岩及白云岩内(照片 3—30)。

③石英呈网状分布在千枚岩中(照片 3—31)。

## (二) 铁白云石化

铁白云石化广泛发育于矿床内,是矿区与矿化关系密切的一种蚀变,铁白云石化的表现形式主要呈斑点状分布于千枚岩中,铁白云石可单独呈斑点产出,也可与绢云母、粘土矿物一起组成斑点。当铁白云石化强烈时,其斑点含量可达 20% 以上(照片 3—1A、3—1C)。

铁白云石仅限制在矿体两盘的围岩内,远离矿体,铁白云石斑点消失。

## (三) 黄铁矿化

黄铁矿化是矿区最常见和最发育的一种蚀变,与矿化关系最密切,黄铁矿化发育,矿化就好;远离矿体,黄铁矿化消失。

本矿床黄铁矿化主要呈三种产出形式。

①呈浸染状(斑点状)黄铁矿产出。在近矿围岩中,黄铁矿呈浸染状(斑点状)产出(照片 3—1D);从围岩到矿体,黄铁矿呈星散状—稀疏浸染状(斑点状)—稠密浸染状产出。此种产出形式的黄铁矿往往晶形较好,一般为立方体及五角十二面体,晶体粒径为 0.5~2 mm(照片 3—32)。

②呈细脉状产出。此种产出形式的黄铁矿化仅发育在近矿体处,远离矿体很快消失,脉体往往小于 1 cm。

③呈团块状或大脉状产出。这种蚀变本身就已构成矿体,黄铁矿呈它形细粒不规则状或致密块状。金则分布于黄铁矿的裂隙边缘,或黄铁矿与其他矿物接触处。



照片 3—28 硅化千枚岩石英  
呈细脉分布于千枚岩  
中(+), 10×



照片 3—29 硅化碳酸盐化千枚岩  
方解石与石英组成不规则细脉  
分布于千枚岩中, (+), 20×



照片 3—30 硅化灰岩石英  
呈团块状分布在灰岩中(+), 20×



照片 3—31 强硅化千枚岩石英  
呈网状分布在千枚岩中(+), 20×

#### (四) 方解石化

方解石化主要发生在矿体上盘, 矿体下盘少见。方解石呈细脉状或不规则团块分布于碳酸盐岩及砂岩、千枚岩中, 早期方解石脉常含黄铁矿及软锰矿, 晚期方解石脉为含黄铁矿的石英脉并切穿早期的方解石脉(照片 3—33)。

#### (五) 铁锰碳酸盐化

分布范围主要限于碳酸盐岩石中, 沿含矿层位表面分布, 蚀变弱者为铁锰碳酸盐化白云岩、灰岩, 强者为铁锰碳酸盐岩。铁锰矿物呈团块状或脉状, 风化面为深褐色及棕色, 新鲜面为黄褐色及褐



照片 3—32 黄铁矿化灰岩  
黄铁矿呈稀疏浸染状分布在  
灰岩中 (—), 4×



照片 3—33 方解石化灰岩  
方解石呈团块状分布在白云质  
灰岩中 (+), 20×

黑色。

#### (六) 褐铁矿化

此种蚀变表现形式为沿岩石表面或节理、裂隙分布, 呈薄膜状, 在矿体表面, 褐铁矿与其他矿物一起组成蜂窝状、胶状的铁帽产出, 为硫化物矿体经氧化而成, 是寻找矿体的直接标志。

## 二、蚀变类型与矿化关系

### (一) 黄铁矿化与金矿化关系

本矿床黄铁矿化与金矿化关系密切, 黄铁矿化强烈则金矿化好, 黄铁矿化弱, 则金矿化差, 黄铁矿化与金矿化强度呈正相关关系(图 3—15)。

经野外与室内的详细研究, 金在黄铁矿中的含量与黄铁矿的下列特征有关。

(1) 金矿化与细粒浸染状、细脉状黄铁矿关系密切, 细粒浸染状、细脉状黄铁矿含金高( $>40 \times 10^{-6}$ ); 而粗粒及星点状产出的黄铁矿含金量则大大低于前者( $<1 \times 10^{-6}$ )。

(2) 金矿化与黄铁矿的晶形有关。黄铁矿晶形好, 含金低。

而晶形差,则含金高。这主要是由于晶形好的黄铁矿在结晶过程中,由于自身的净化作用,排除杂质(包括金在内)的能力强;而晶形差、颗粒细的黄铁矿表面能大,吸附能力强,故吸附金质点多而含金量高。

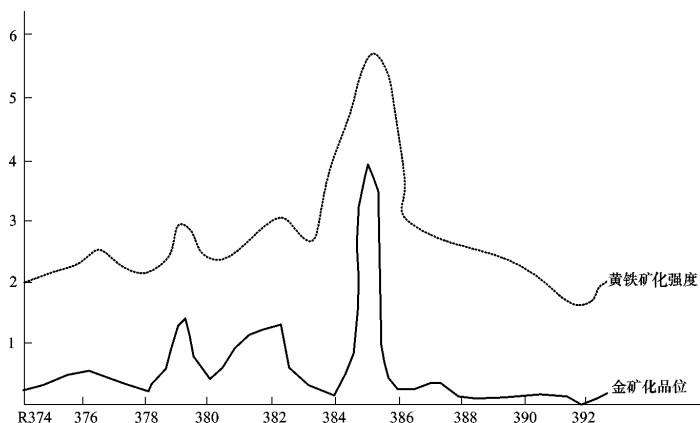


图 3—15 金和黄铁矿含量对比曲线

## (二) 硅化与金矿化关系

硅化与金矿化关系密切,硅化自始至终贯穿整个成矿作用始末,岩石发生硅化后,其物理性质发生显著变化,岩石变得刚而脆,易形成裂隙,为含矿热液充填成矿提供了空间。但硅化与金矿化显然不是一种因果关系,亦即金矿化发育必定硅化发育,但硅化发育不一定就有矿化。

## (三) 碳酸盐化

本矿床碳酸盐化包括铁白云石化及方解石化。

碳酸盐化主要分布于矿体外侧,它的分布范围比黄铁矿化、硅化范围大,因此,碳酸盐化是寻找本类矿床的远程找矿标志。

综上所述,可以看出本矿床围岩蚀变均为中—低温蚀变,在空间上,它们分布在含矿破碎带及含石英脉两侧,在成因上,它们

是含矿热液与围岩相互交代的结果,由于蚀变作用强,范围大,矿化与蚀变关系密切,尤以黄铁矿化、硅化与矿化强度呈正相关关系,因而对矿化有较好的指示作用。

### 三、围岩蚀变分带

根据野外详细观察和室内的系统研究,以主要蚀变矿物的出现为主要依据,将本矿床围岩蚀变从外向内分为三个带。

#### (一) 外带

铁锰碳酸盐—方解石—绢云母化带,蚀变岩石为浅灰—灰白色。由于绢云母化作用,岩石产生退色,因此此带又可称为退色化带。退色化千枚岩具鳞片变晶结构,斑点状、云雾状构造;退色化碳酸盐岩具粒状变晶结构,重结晶结构,云雾状构造。

该带宽 2~5 m,主要分布在远离矿体的地带或无矿地段。

#### (二) 中带

硅化—铁白云石化—黄铁矿化带。

在千枚岩一侧,铁白云石呈斑点分布在千枚岩中;在白云岩、灰岩一侧,铁白云石呈细粒状交代碳酸盐中的方解石。黄铁矿在千枚岩中呈斑点出现,在碳酸盐岩中则呈稀疏浸染状。硅化主要是石英呈细脉,团块分布在岩石中。

此带宽 5~30 m,矿化好的地段,此带则出露完全。

#### (三) 内带

黄铁矿化—硅化带。

此带紧靠矿体,矿山开采中,一般作矿体开采,黄铁矿常与石英组成密切的细脉、网脉或大脉甚至成致密块状,靠近地表。黄铁矿常氧化成褐铁矿,因而地表常表现为铁帽,是找矿最直接的标志。

内带宽 2~20 m,无矿地段此带不发育。

## 第五节 矿床成因和成矿模式

### 一、成矿物理化学条件

#### (一) 成矿温度及包裹体特征

如前所述,淋湘金矿床的热液成矿期具有中、低温矿物组合的特点,石英、黄铁矿基本贯穿了整个热液成矿期,磁黄铁矿、方铅矿等则局限在中期热液成矿阶段,方解石则集中在晚期热液成矿阶段。故我们这次工作着重对本矿区的石英、黄铁矿、方铅矿分别进行了包裹体均一法测温和爆裂法测温,测温结果如表 3—7。本矿区中石英包体少而微小,一般为  $2\sim 4\ \mu\text{m}$ ,少数达  $5\ \mu\text{m}$  以上,形态多为不规则状、条状、椭圆、圆形等,主要为气液包裹体,气液比一般为  $3\sim 5$ ,少数可达  $6\sim 7$ ,纯气体或纯液体包体罕见。从表中可知,对同一热液成矿阶段,用两种方法同时测温,得到的结果相近。热液成矿的第 I 阶段的成矿温度在  $303\ ^\circ\text{C}$  左右,集中分布区间应是  $320\ ^\circ\text{C}\sim 250\ ^\circ\text{C}$  之间;第 II—III 阶段,也就是金成矿的主阶段的成矿温度范围为  $168\ ^\circ\text{C}\sim 269\ ^\circ\text{C}$ ,集中分布于  $179\ ^\circ\text{C}\sim 250\ ^\circ\text{C}$  之间,平均温度为  $231\ ^\circ\text{C}$ ;第 IV 阶段成矿温度范围为  $136\ ^\circ\text{C}\sim 196\ ^\circ\text{C}$ ,集中分布于  $158\ ^\circ\text{C}\sim 168\ ^\circ\text{C}$  之间,平均  $163\ ^\circ\text{C}$ 。综上所述,热液成矿期成矿温度变化于  $136\ ^\circ\text{C}\sim 320\ ^\circ\text{C}$  之间,由早到晚,成矿温度递减,金成矿的主阶段 II—III 阶段成矿温度约为  $210\ ^\circ\text{C}\sim 250\ ^\circ\text{C}$ ,相当于中低温成矿。

#### (二) 成矿流体的压力

E. N. Amagat 依据  $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$  体系相图,认为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  是部分混溶的,其混溶程度与温度和压力有关,据此,他提出了计算成矿时  $\text{CO}_2$  密度  $D_{\text{CO}_2}$  的公式,即:



$$D_{\text{CO}_2} = \frac{L_2}{L_2 + \Delta L_1} \times d_{\text{CO}_2} \quad (3-5-1)$$

式中:  $D_{\text{CO}_2}$  为成矿时  $\text{CO}_2$  的密度。

$L_2$ 、 $\Delta L_1$  分别为部分均化温度下包体中  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的体积百分数。

$d_{\text{CO}_2}$  为部分均一化温度时液态  $\text{CO}_2$  的密度。

本次工作中,由我校地质所测得  $\text{CO}_2$  包体的均一化温度为:部分均一化温度  $Th_{\text{CO}_2} = 21.58\text{ }^\circ\text{C}$ , 均一温度  $T = 203\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $L_2 = 0.50$ ,  $\Delta L_1 + L_2 = 1$ 。利用部分均一化温度  $Th_{\text{CO}_2} = 21.58$  可查得  $d_{\text{CO}_2} = 0.750\text{ g/cm}^3$ ; 把上述值代入(3-5-1)式,得成矿时  $\text{CO}_2$  的密度  $D_{\text{CO}_2} = 0.375\text{ g/cm}^3$ ; 进一步利用  $D_{\text{CO}_2}$  和均一温度  $T = 203\text{ }^\circ\text{C}$ , 查  $P-V-T$  图解,得  $P = 2938 \times 10^4\text{ Pa}$ 。

按地压梯度  $2786 \times 10^4\text{ Pa/km}$  计算,其成矿深度为  $1055\text{ m}$ , 属浅成成矿矿床。

### (三) 成矿流体的化学成分

根据矿物包裹体化学成分(表 3-8)及测温结果,得出本矿区包体和成矿流体的化学成分特征如下:

(1) 石英包裹体中以水为主要组成部分,含量为  $786 \sim 923\text{ }\mu\text{g/g}$ , 平均为  $854\text{ }\mu\text{g/g}$ , 它也是成矿流体的主体。

(2) 在液相组分中一般均有  $\text{Na}^+ > \text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{Na}^+ / \text{K}^+ = 1.03 \sim 4.93$ , 平均为  $2.47$ ,  $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+} = 8.8 \sim 10.0$ , 平均为  $9.13$ 。且有一价阳离子浓度小于二价阳离子浓度,即  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) < 1$ , 平均为  $0.85$ 。液相组分阴离子中:  $\text{Cl}^- > \text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^- / \text{F}^-$  在  $1.10 \sim 25.40$  之间, 平均为  $7.31$ 。

(3) 气相组分中,  $\text{CO}_2 > \text{N}_2 > \text{CH}_4 > \text{H}_2 > \text{CO}$ ,  $(\text{CH}_4 + \text{CO} + \text{H}_2) / \text{CO}_2$  值小于  $1$ , 介于  $0.046 \sim 0.089$  之间, 平均为  $0.053$ , 为强还原环境。

表 3—7

表 3—8

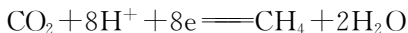
(4) 从Ⅱ→Ⅲ→Ⅳ阶段,成矿流体中心, $\text{Na}^+/\text{K}^+$ 值递减, $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值递增,气相组分普遍递减,说明高的 $\text{Na}^+$ 浓度、低 $\text{K}^+$ 浓度、高密度 $\text{CO}_2$ 和高 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比值对成矿非常有利。

计算表明,包裹体水溶液密度为 $0.855 \text{ g/cm}^3$ 左右,矿化度约为 $33.2 \text{ g/l}$ ,相当于盐水。化学成分中以 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 为主,次为 $\text{K}^+$ ,阴离子主要为 $\text{Cl}^-$ ,次为 $\text{F}^-$ ,可见成矿溶液为 $(\text{K}^+)+\text{Ca}^{2+}+\text{Na}^++\text{Cl}^++(\text{F}^-)$ 型盐水。

#### (四) 成矿流体的物理化学条件

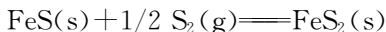
(1) pH值的计算:利用包裹体成分(表3-8),取本矿床成矿温度 $210^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ ,成矿压力为 $2938 \times 10^4 \text{ Pa}$ ,根据D. A. Crerar(1978)对 $\text{CO}_2-\text{NaCl}-\text{H}_2\text{O}$ 体系中pH值的变化规律的研究成果,即可计算出本矿床成矿流体的pH值为 $4.26 \sim 5.40$ ,平均pH值为 $4.36$ (成矿温度平均值为 $231^\circ\text{C}$ 时求得),说明淋湘金矿床成矿流体的酸碱度变化不大,热液早期→晚期pH值增大,表明含金矿物沉淀环境为偏酸性。

(2) Eh值的计算:根据包体成分资料可知,成矿流体中存在着 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 等组分,在这些组分达到稳定时,有下列平衡存在



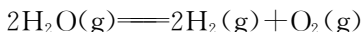
据此则可计算出 $\text{Eh} = -0.5480 \sim -0.3934 \text{ V}$ ,说明该成矿流体形成了较还原的环境。

(3) 硫、氧逸度值的计算:根据本矿床中金的主成矿阶段普遍有磁黄铁矿呈环边状交代包裹黄铁矿的特点,就有如下平衡存在。



根据热力学计算,可知 $\lg f_{\text{S}_2} = -19.80 \sim -17.26$ ,平均 $\lg f_{\text{S}_2} = -18.41$ , $f_{\text{S}_2} = 1.60 \times 10^{-20} \sim 5.51 \times 10^{-18}$ ,平均 $3.85 \times 10^{-19}$ 。

根据石英包裹体中  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  共生的特点,有:



可得  $\lg f_{\text{O}_2} = -43.41 \sim -39.24$ , 平均  $\lg f_{\text{O}_2} = -41.15$

$f_{\text{O}_2} = 3.89 \times 10^{-44} \sim 5.75 \times 10^{-40}$ , 平均  $f_{\text{O}_2} = 7.08 \times 10^{-42}$

从上述计算结果可知,淋湘金矿床成矿流体的  $\lg f_{\text{O}_2} = -43.14 \sim -39.24$ ,  $f_{\text{O}_2} = 3.89 \times 10^{-44} \sim 5.75 \times 10^{-40}$ , 反映其为弱还原条件, 与包裹体气相成分的还原参数  $[(\text{CH}_4 + \text{CO} + \text{H}_2) / \text{CO}_2]$  和  $\text{Eh} = -0.547984 \sim -0.393355$  等情况大致相吻合。  $\lg f_2 = -19.80 \sim -17.26$ ,  $f_{\text{S}_2} = 1.60 \times 10^{-20} \sim 5.5 \times 10^{-18}$ , 表明成矿流体的硫逸度低; 成矿的氧逸度与硫逸度的变化区间, 也正好是主要载金矿物黄铁矿, 磁黄铁矿等形成共生组合的稳定区间。

#### (五) 硫同位素组成特征

淋湘金矿床内硫化物的  $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$  值均较大(表 3-9), 均为大的正值。黄铁矿中的  $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ , 早期为 +18.21, 中期为 +17.83 和 +15.53, 中晚期相对最低为 +14.01; 平均为 +16.11; 中期方铅矿的  $\delta^{34}\text{S}$  为 +14.28; 其五个样品  $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$  的极差为 4.2, 均方差为 1.98, 反映它们之间相对变化不大, 这些矿物的硫同位素组成基本上能代表含矿热液的总硫同位素组成。反映出淋湘金矿硫同位素组成的特征为: 从早期(Ⅰ)→中期(Ⅱ、Ⅲ)→晚期(Ⅳ), 成矿流体的  $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$  值下降, 且均为较大的正值, 从而表明本矿床的含矿热液的硫

表 3-9 淋湘金矿床内硫同位素组成表

样品编号	矿物名称	成矿阶段	$\delta^{34}\text{S}\text{‰}$	平均
D <sub>011-3</sub>	黄铁矿	Ⅰ	+18.21	+15.97
R <sub>024</sub>	黄铁矿	Ⅱ-Ⅲ	+17.83	
R <sub>030</sub>	黄铁矿	Ⅱ-Ⅲ	+15.53	
D <sub>015-3</sub>	黄铁矿	Ⅱ-Ⅳ	+14.01	
D <sub>200</sub>	方铅矿	Ⅲ	+14.28	

据桂林矿产地质研究院同位素室分析

源主要来源于地层和深部变质热卤水。

### (六) 铅同位素组成特征

本次研究,共作了六件铅同位素分析,其中淋湘金矿床四件,其分析结果及计算结果见表 3—10。

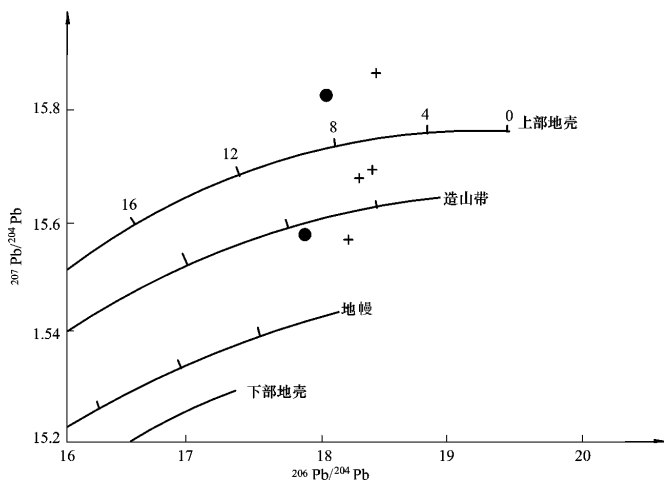


图 3—16 淋湘金矿床石铅同位素组成图

(据 Doe 和 Zoitman, 1979)

由表 3—10 可知本区铅位素组成除一个样品  $R_{030}$  为异常铅外,其余均相当稳定,特别对同一矿床来说,其变化范围小。本矿带内的  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  为 18.312~17.791 均小于 18.70,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  为 15.574~15.772;  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  为 38.014~38.595 均小于 38.90。说明其应属于正常铅。将其投影到不同地质环境的铅同位素演化曲线图上(图 3—16),主要分布于单阶段造山带演化曲线附近,说明铅同位素主要为单阶段正常铅,铅主要来源于造山带铅,同时可能有少量上部地壳铅加入。

将上述单阶段正常铅用 R. F. C 法(Russell-Faruuhar-Camming)分别计算出  $t_{206}$ 、 $t_{208}$ ,得出最大值为 173 Ma,最小值 107 Ma,

表 3—10 矿带内铅同位素组成表

样号	采样位置	矿物名称	铅同位素组成			R. F. C 法模式年龄(Ma)		
			$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$t_{206}$	$t_{208}$	平均
D <sub>200</sub>	淋湘金矿	方铅矿	18.104	15.574	38.290	173	171	172
D <sub>015-3</sub>	淋湘金矿	黄铁矿	18.185	15.660	38.489	154	129	141
R <sub>024</sub>	淋湘金矿	黄铁矿	18.312	15.706	38.595	123	107	115
R <sub>030</sub>	淋湘金矿	黄铁矿	18.560	15.915	39.109	161	/	/
D <sub>086-1</sub>	关子沟	方铅矿	17.791	15.580	38.104	248	218	238
D <sub>082-2</sub>	赵家庄	方铅矿	17.937	15.772	38.023	213	226	219.5

属燕山期,从而可推测其成矿模式年龄在 107 Ma~173 Ma 之间。

### (七) 氢氧同位素组成特征

从表 3—11 可知:石英中  $\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$ 变化于+15.9~+20.02 之间,平均+18.52, $\delta\text{D}_{\text{‰}}$ 变化于-42.8~-74.0 之间,平均为-58.84;五个样品的  $\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$ 和  $\delta\text{D}_{\text{‰}}$ 的极差值均较大分别为 4.12 和 31.2;结合成矿温度计算出成矿流体的  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}_{\text{‰}}}$ 值变化于+7.97~+12.02 之间,平均为+10.57,投影于图 3—17 中,投点均落于远离大气水的变质水中和近原始岩浆水与变质水处,由于本区岩浆岩不发育,故

表 3—11 淋湘金矿床中石英氢氧同位素组成表

样品编号	$\delta\text{D}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}(\text{‰})(\text{计算})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{石英}}(\text{‰})$
D <sub>011-1</sub>	-63.2	+8.87	+16.8
D <sub>014-1</sub>	-74.0	+7.97	+15.9
R <sub>022</sub>	-70.59	+12.09	+20.02
R <sub>035</sub>	-42.80	+11.98	+19.91
R <sub>036</sub>	-43.63	+12.02	+19.95
平均值	-58.84	+10.57	+18.52

计算公式: $\Delta\delta\text{O}_{\text{石英-水}}=2.51\times 10^6\cdot \text{T}^{-2}-1.95$ (据 Clayto R. N. 1972)

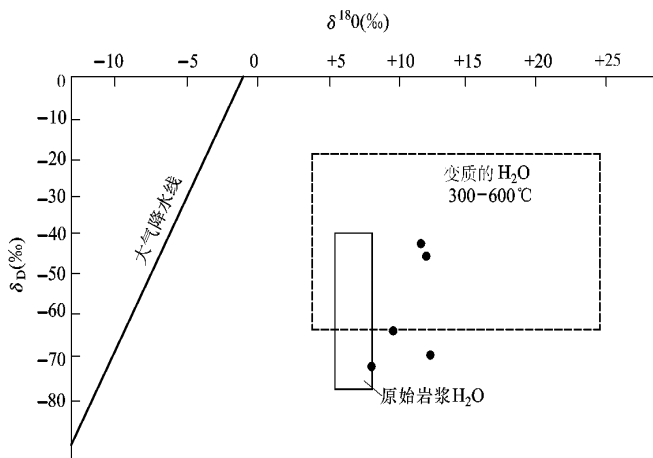


图 3—17 淋湘金矿床石英包裹体  $\delta D - \delta^{18}O H_2O (‰)$  图

本矿床水源应主要来源于地层水和深部变质热水,同时有雨水的加入。

## 二、矿床成因及成矿模式

淋湘金矿床产于古生界的中下泥盆统中,与地层的关系十分密切,其物质组分简单,矿石物质成分与围岩成分没有太大的差别。结合矿床地质特征、包裹体、同位素等分析资料,可推测淋湘金矿床的成矿物质主要来自含矿围岩和深部地层,成矿流体主要为地层封存水和深部变质水演变成成矿热盐水,为  $(K^+) + Ca^{2+} + Na^+ + Cl^- + (F^-)$  型热盐水,成矿温度为  $136\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 320\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,成矿压力为  $290 \times 10^5\text{ Pa}$  左右,成矿流体的 pH 为  $4.26 \sim 5.40$ ,偏酸性, Eh 值为  $-0.5480 \sim -0.3934\text{ V}$ ,  $f_{O_2}$  为  $3.89 \times 10^{-44} \sim 5.75 \times 10^{-40}$ ,为还原环境,  $f_{S_2} = 1.6 \times 10^{-20} \sim 5.5 \times 10^{-18}$ ,矿体受近东西向—北西西向断裂及其派生的北西向、北东向断裂的控制。据此,我们认为淋湘金矿床是一种产于沉积岩中的渗流热(盐)水成因的



中低温热液矿床。

淋湘金矿床的成矿作用过程可以归纳为:

(1) 在早中泥盆世的古海盆内,由于旬阳地区处于扬子板块边缘,其沉积主体为碳酸盐岩和细碎屑岩组成的陆棚相沉积,并有海底喷流和热水沉积的参与,形成了本区的矿源层。

(2) 随后,从海西期开始,扬子板块向华北板块靠拢过程中开始局部接触和碰撞,到印支构造阶段,秦岭海盆上升为陆,从而形成一系列的大型褶皱和区域性断裂。在这种长期而强烈的构造背景下,淋湘地区地下水、地层封存水以及含水多的粘土质沉积物、碳酸盐发生去水脱碳作用而释放出大量的  $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{CO}_2$ ,它与深部地层提供的变质热液混合,形成以  $\text{H}_2\text{O}$  为主要成分的  $(\text{K}^+) + \text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + (\text{SO}_4^{2-} + \text{F}^-)$  型热水溶液。这种热水在活动过程中,不断激活和提取矿源层中的金、硫等成矿元素,构成含金的成矿热盐水。金主要以  $\text{HAu}(\text{HS})_2$  和  $\text{AuCl}_2^-$  等形式存在于成矿流体中。

(3) 至燕山构造期,在区域性伸展构造环境下,含金的成矿流体沿伸展断裂上升,并在有利的构造部位成矿。早阶段成矿热液沿着断裂向两侧渗透、交代、溶蚀改造岩石中沉积型的黄铁矿,激活金等成矿元素,使成矿流体中  $\text{Au}$  的含量不断增高。同时早期的黄铁矿—石英细脉、微脉呈顺层产出,由于此时温度仍较高,故金往往不随它们一起沉淀,金仍以络合物的形式存在于成矿流体中,故本阶段金矿化往往不发育,或金矿化极弱。

(4) 受构造动力和热能的影响以及下渗雨水补给,逐步破坏了地下热水的平衡体系,在断裂之间形成了地下热水循环系统,它从较大范围内不断激活和萃取活化地层中的金和其他成矿元素。由于流体上升,运移过程中压力减少,温度下降,将明显使上述络合物和络合离子稳定性下降,分解而使金沉淀。另外沿裂隙下渗的天然水与成矿热液混合,将进一步提高介质的氧化还原电位,这

种条件下,部分  $\text{H}_2\text{S}$  被氧化成  $\text{SO}_4^{2-}$ ,而使成矿介质的 pH 值降低,也是造成金和有机络合物和金的硫氢络合物的分解沉淀、聚集成矿的原因之一。随着成矿溶液介质物化条件的变化,可发生如下化学反应: $\text{CH}_4 + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  和成矿流体中的铁、铜、铅、锌等离子作用形成硫化物。这样金主要以独立矿物形式与黄铁矿、磁黄铁矿等共同沉淀下来,此时金主要呈次显微金的形式存在于上述金属硫化物中,其次还可出现极少量的显微包体金,主要是由于开始时金在成矿流体中的浓度很低,难以长大。随后由于成矿流体中大量矿物的晶出,  $f_{\text{O}_2}$  的进一步提高, pH 值的进一步下降,金的络合物大量分解,金的浓度相对增高,金颗粒增大,显微金的比例增高。这点可用本区显微金主要以裂隙金产出和金与黄铜矿(微量)密切相关来解释。此矿化阶段为本矿床的主矿化阶段,形成的载金矿物数量多且含金量高,往往构成淋湘金矿的主要矿体。

(5) 随着温度的渐降,  $f_{\text{O}_2}$  增大,矿化进入晚期,在大量沉淀出石英及方解石脉的同时,晶出少量黄铁矿,含金均不高,随之结束热液成矿作用。

(6) 由于地表不断遭到风化剥蚀,淋湘金矿床处于表生氧化淋滤作用下,金属硫化物在细菌氧化和化学氧化作用下产生硫酸、硫酸盐等。由于原生金属硫化物的被氧化,其所载的金粒也跟着释放出来,其中微细粒金可悬浮在水体中随水迁移,并在合适的地方沉淀富集。随着矿床浅部氧化程度的加深,硫化物相当一部分被氧化,亚铁离子被氧化沉淀,硫酸被迁移或与碳酸盐反应,系统的 pH 值和 Eh 值均逐渐升高;当介质 pH 值  $>4$  时硫化物可被氧化生成稳定的  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,它可使随水迁移的微细金颗粒呈硫代硫酸盐络合物存在,随水下迁至混合带解析出单质金,并被水解析出的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  捕获沉淀富集,然后归并长大为自然金。因此,褐铁矿、针铁矿、赤铁矿常成为次生自然金的主要载体矿物。

## 第四章 典型铅锌矿床研究

旬阳盆地铅锌矿床(点)众多,其中赵家庄铅锌矿由有色 713 队进行了普查评价,并于 1988 年 12 月提交了《陕西省旬阳县赵家庄铅锌矿床普查评价地质报告》,大岭铅锌矿也由 713 队进行了普查找矿工作,于 1986 年 12 月提交了《陕西旬阳县大岭铅锌矿区普查找矿地质报告》。泗人沟铅锌矿床目前正由陕西省地矿局安康地质队进行普查评价,关子沟铅锌矿系一民采矿床。

### 第一节 赵家庄铅锌矿床

赵家庄铅锌矿床位于旬阳县甘溪区,跨越一里乡和向柳乡,距旬阳县城北 13 km。

该矿先后有地矿局 105 队,有色 716 队等做过矿区及外围的普查找矿工作,1985—1986 年 713 队重新做了部分地表工作,并配合了深部工程,于 1988 年提交了普查评价地质报告。通过这些工作对矿区的含矿层,控矿构造特征,矿石的结构构造,矿体的形态产状,矿床成因提出了许多新的看法,并获得铅的 D 级储量 0.16 万吨,锌的 D 级储量 6.91 万吨。由于该队当时任务转移,人员变迁,工作尚未完成,特别是对矿区地层分层简单,区内的构造轮廓及控矿因素尚未查明,因而对成矿规律及矿床远景难于做出正确评价。

本次工作,重点对本区含矿层、控矿构造、矿床形态、产状、矿石结构构造进行了较详细的工作,特别是对成矿地质条件重点进行了研究,获得了许多新的认识,但由于我们的工作属区带性质,

限于人力、财力及时间等因素,很多看法,尚属初步性,有待今后工作进一步深化。

## 一、矿区地层

矿区出露地层简单,主要为下志留统及下、中泥盆统和第四系,其中含矿岩系为中泥盆统的碳酸盐岩。

### (一) 下志留统( $S_1$ )

下志留统主要分布于矿区南部,地貌上多为缓坡及负地形,主要岩性为板岩及千枚岩,地层走向为 NNW,倾向 NE,倾角  $10^\circ \sim 45^\circ$  不等。

板岩:深灰—灰黑色,鳞片粒状变晶结构,板状构造。主要矿物成分为石英、绢云母及少量有机质,板岩中见有大颗粒自形晶黄铁矿。黄铁矿为浅黄色,风化后为褐黑色,晶形主要为立方体,其次为五角十二面体,直径  $0.5 \sim 1$  cm。

千枚岩:灰绿色、浅灰色,主要矿物成分为绢云母、石英及绿泥石,鳞片变晶结构,千枚状构造。千枚理发育,千枚岩中小揉皱及不规则石英脉非常发育。

下志留统未见底,与上覆西岔河组呈断层接触或平行不整合接触。

### (二) 泥盆系

#### 1. 西岔河组( $D_{1x}$ )

分布在矿区南部的双庙垭—野猪湾—青山岭—瞒藏沟一带,出露宽度变化很大,最宽的达 1600 m,薄的仅 500 m,岩层厚 400 ~ 500 m,岩层走向北北西,倾向北东,倾角  $20^\circ \sim 50^\circ$ 。

本组主要岩性底部为千枚岩及钙质千枚岩,上部为千枚岩夹薄层灰岩或灰岩透镜体。

#### 2. 公馆组( $D_{1g}$ )

本组西经青山岭,向东经野猪湾,李家庄至铅洞崖,断续出露,长 8000 m,出露宽度 50~500 m 不等,地形上多形成陡崖。

公馆组为矿区的含矿层之一,李家庄铅锌矿即赋存在该地层中。

主要岩性为:上部厚层结晶灰岩夹千枚岩,含丰富的珊瑚及腕足类化石,下部为厚层白云质灰岩、白云岩或硅质白云质铁锰质灰岩。

### 3. 石家沟组( $D_1s$ )

石家沟组是赵家庄铅锌矿床的最主要含矿层,分布于整个矿区中部。

依岩性组合,矿区石家沟组可划分为上、中、下三段。

#### 下段( $D_1s_1$ )

分布在矿区中部,野猪湾、银洞子矿体赋存在此层位中,地层走向北北西,西部转为北西,倾向北东,倾角变化很大,从  $20^{\circ}\sim 80^{\circ}$  不等,出露宽度 300 m 左右。

本段主要岩性为薄层灰岩和千枚岩互层,局部夹薄层粉砂质千枚岩,靠上部为中厚层灰岩及生物灰岩。

本段化石丰富,主要含群体珊瑚及腕足类化石。

#### 中段( $D_1s_2$ )

分布在矿区中部,闫家沟、龚家垭和铅洞崖矿体赋存在此层位中,地层走向北西,倾向北东,倾角  $20^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ,出露宽度 400~600 m。

本段主要岩性为灰绿色千枚岩与薄层灰岩互层,靠上部夹有白云质灰岩透镜体。

本段含化石丰富,主要含群体珊瑚和海百合茎化石。

#### 上段( $D_1s_3$ )

分布于矿区北部,在子房庙向斜转折端呈弧形,地层走向北西,倾向北东,倾角  $20^{\circ}\sim 32^{\circ}$ ,出露宽度 300~400 m。

上段岩性主要由中厚层灰岩、白云质灰岩和炭质灰岩组成

的互层,底部为薄层灰岩夹钙质千枚岩。

本段化石减少,仅在上部中厚层灰岩见生物碎屑(片)。

#### 4. 大枫沟组( $D_1d$ )

分布于子房庙附近,构成矿区向斜之核部地层,按岩性组合,分为上、下两岩性段,出露宽度 300~350 m。

下段:岩性主要由含铁砂岩,砂板岩夹薄层状泥灰岩,绕子房庙向斜呈环状分布。

上段:构成子房庙向斜的核部,出露长 750 m,宽 180 m,北部被断层破坏,出露不全。

岩性主要为:中厚层灰岩、白云岩及生物灰岩。

本段含丰富的生物化石,主要为群体珊瑚,局部可构成生物礁灰岩。

## 二、矿区构造

矿区位于羊山向斜南翼之张家寨—嵩塔断层及大岭—白岩河断层间,受其影响,矿区发育一系列次一级褶皱和断层。

### (一) 褶皱

矿区次一级的褶皱有子房庙—宋家山向斜、杨家沟背斜及青山岭—石罐子向斜,这一系列的向、背斜,走向皆与区域构造线一致,为近东西向,规模均小。

### (二) 断层

矿区断层发育,依断层走向可分为三组,即近东西向、北东向及北西向三组,其中近东西向组最发育,规模最大。

矿区矿体总体受近东西向断层控制,但具体就某一矿段而言,直接控制矿体的断层为北东向及北西向断层。

#### 1. $F_1$ 断层

位于双庙垭—龚家庄—青山岭一带。走向近东西向,倾向北

北东,倾角  $70^{\circ} \pm$ , 该断层形成近百米宽的破碎带,沿矿带有不规则的石英脉贯入,在西部青山岭一带,在  $F_1$  断层中见明显的断层角砾岩,角砾大小悬殊,棱角明显,从整体看该断层属正断层性质。

$F_1$  断层直接与李家庄矿体有关,矿体位于该断层的上盘。

## 2. $F_2$ 断层

该断层位于马鞍山—龚家垭—罗家坡,走向北东,倾向北西,倾角  $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ,断层延长 3000 m。在罗家坡等地,见有大面积的断层镜面及断层擦痕。在该处,断层破碎带宽 2 m,沿破碎带进行构造地球化学采样,铅的平均品位达 1.18%。破碎带中石英脉发育,在石英脉中见方铅矿等金属矿物。

闫家沟、龚家垭矿体分布在该断层的上盘。

根据断层擦痕指示的上、下盘的运动方向以及断层破碎带内石英脉的特征等分析,该断层应为逆断层。

## 3. $F_3$ 断层

该断层位于冷水河—银洞子—刘家山带,断层全长 1700 多米。

断层走向北西,倾向北东,倾角  $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ,断层产在厚层白云质灰岩与千枚岩之间,属层间破碎带,断层两侧有近 100 m 的揉皱。该断层的作用,使得断层上盘灰岩受到强烈蚀变,野猪湾及银洞子矿体在其上盘。

# 三、矿床特征

## (一) 矿体形态、产状及规模

赵家庄铅锌矿由六个矿区组成,各矿区的主要矿体均为层状、似层状及透镜状,赋存在泥盆系下统公馆组( $D_{1g}$ )及泥盆系中统石家沟组( $D_{2s}$ )蚀变的碳酸盐岩中。

矿体受围岩的层间滑脱构造和层间破碎带控制,产状基本与围岩一致(图 4—1)。

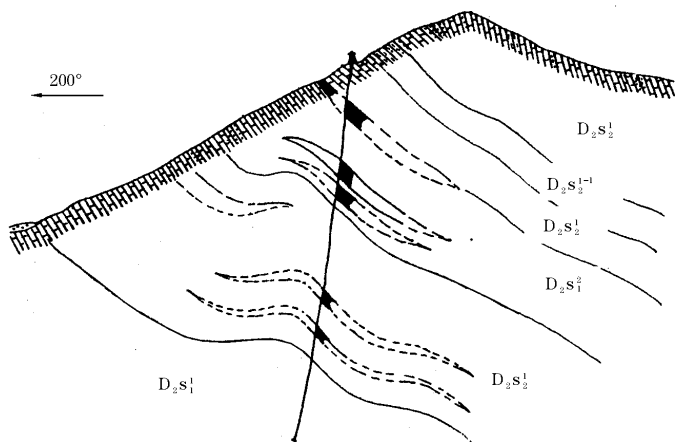


图 4-1 赵家庄铅锌矿野猪湾矿段 45 线剖面图

野猪湾矿区已经由有色 713 队普查评价,下面以野猪湾矿区为重点叙述如下:

该矿区已圈定 I、II、III、IV 等 4 个主要工业矿体,其中 I、II 号矿体赋存在石家沟组白云岩与生物灰岩中,III、IV 号矿体赋存在白云岩与白云质灰岩中,矿体互相重叠,平行产出,矿体走向北西西  $300^\circ$ ,倾向北北东,倾角  $30^\circ$  左右,矿体向北东倾伏。矿体靠近地表部分为氧化矿,深部为原生硫化矿。锌的品位大大高于铅的平均品位,属富锌矿床。

### 1. I 号矿体

矿体为似层状,长 200 m 以上,矿体厚 1.29~10.01 m,平均 4.64 m,平均品位铅 0.14%,锌 5.89%,平均氧化率高达 87.32%,属氧化矿石。

### 2. II 号矿体

矿体呈透镜状产于白云岩与生物灰岩之间的层间破碎带中,目前已揭露长 150 m,厚 15.98~18.33 m,平均厚 17.16 m,铅平



均品位仅 0.02%，锌平均品位 7.17%，属富锌矿石，氧化率为 89.27%，属氧化矿。该矿体沿倾向突然尖灭，深部很有可能尖灭再现，值得今后工作中注意。

### 3. III 号矿体

矿体为似层状，沿走向呈现尖灭再现，目前已控制长 450 m，铅平均品位 0.02%，锌平均品位 5.55%，平均厚度 2.59 m。

### 4. IV 号矿体

该矿体是矿区规模最大、连续性最好的一个矿体，目前正由当地政府组织民采。

矿体呈层状，走向长 450 m，平均厚 4.88 m，向北东方向侧伏，其中西段出露地表，东段为隐伏盲矿体。

西段地表出露长 200 m，平均厚 5.46 m，铅平均品位 0.45%，锌平均品位 5.93%。锌的氧化率高达 82.17%，属氧化矿石。

东段，为深部盲矿体，出露长 200 m，平均厚 5.46 m，铅平均品位 0.01%，锌平均品位 3.95%，属原生硫化矿。

上述四个工业矿体，上、下互相平行重叠产出，且分别赋存在上、下两个层位中，矿体之间铅直距离仅 20~25 m，矿体往北东侧伏，且有厚度变大、品位变富的特点，极有可能在其东部找到新的延深矿体。

龚家垭、铅洞崖、李家庄、闫家沟、银洞子矿区均与野猪湾矿区大同小异，此处不再赘述。

## （二）矿石矿物成分

该矿床矿石中原生矿物成分简单，主要为闪锌矿、方铅矿，其次为黄铁矿及少量黄铜矿与辰砂，氧化矿物有菱锌矿、异极矿、铅钒、白铅矿、铜蓝、褐铁矿、硬锰矿等，脉石矿物为白云石、方解石、石英、菱铁矿及含铁锰方解石。

### 1. 原生金属矿物

①闪锌矿：为矿区最主要的金属矿物，呈不规则条带状、团块状

及致密块状产出,红褐—黄褐色,半金属光泽,粒径多在 1~5 mm 之间。

②方铅矿:铅灰色,强金属光泽,性脆,呈叶片状、细粒集合体及自形粒状集合体产出,粒径 1~10 mm。

③黄铁矿:稻草黄色,条痕黑绿色,粒径 1~5 mm,晶形为立方体及五角十二面体,常见晶面条纹,呈浸染状及不规则条带状产出。

④辰砂:朱红色,多分布在方铅矿及闪锌矿之边缘,少见。

## 2. 氧化矿物

该矿床氧化带发育,形成氧化矿物大于原生矿物,现就本区最主要氧化矿物描述如下:

### ①菱锌矿

广泛分布于氧化带,呈不规则状及菱形集合体,表面常呈黄褐、棕褐及橘黄色,常在闪锌矿边缘形成晕圈结构,系闪锌矿在地表的氧化物。

### ②铅钒

深灰色,呈不规则状,分布在方铅矿之边缘,常与白铅矿构成胶状结构,系由方铅矿氧化形成。

## (三) 矿石结构构造

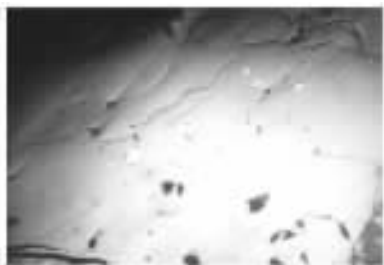
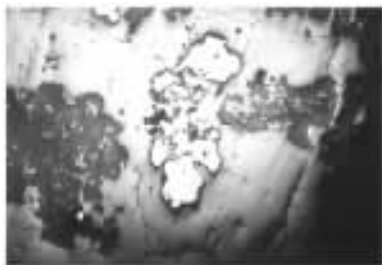
矿石的结构有自形粒状结构、交代残留结构(照片 4—1, 4—2)、填隙结构、乳滴状结构等。

矿石构造主要有条带状构造、似条带状构造、浸染状构造和块状构造。

## (四) 围岩蚀变

本矿床蚀变类型简单,蚀变种类少,蚀变强度不大。主要蚀变类型有碳酸盐化、硅化、黄铁矿化及白云岩化。

### 1. 硅化



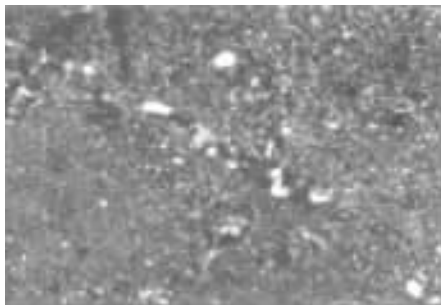
照片 4—1 黄铁矿被闪锌矿交代  
呈残余状 反(—)43×

照片 4—2 细粒黄铁矿呈不规则粒状  
沿闪锌矿裂隙交代 反(—)75×

硅化是矿区最常见的蚀变之一,主要表现为石英细脉、网脉穿过围岩(照片 4—3),靠近矿体,石英细脉增长,脉幅增宽,另外,石英常成团块状交代灰岩中的方解石。

## 2. 碳酸盐化

碳酸盐化也是矿区最主要与最常见的蚀变,碳酸盐矿物(方解石、白云石等)组成方解石脉或铁白云石。方解石脉在近矿围岩中广泛发育,越靠近矿体,方解石脉(或铁白云石脉)越发育,无矿地段脉体减少直至消失,碳酸盐化的



照片 4—3 黄铁矿与石英成细脉  
分布于粉砂岩中 反(+)20×

的范围大大宽于硅化的范围,是本区重要的找矿标志之一。

## 3. 黄铁矿化

黄铁矿化为近矿围岩蚀变,本矿床黄铁矿化呈两种产出形式。

①呈星散状浸染状分布于石灰岩、白云岩及千枚岩中。黄铁矿晶形较好,常呈立方体或五角十二面体,粒径较大,从 0.2~5 mm,从围岩到矿体,逐渐从星散浸染状至稀疏浸染状至稠密浸染

状变化,黄铁矿的含量多少与岩性关系不大,主要与距矿体的远近及矿体的规模有关。

②呈细脉状产出。此种产出状态与矿体的规模有关,纯的黄铁矿脉或石英黄铁矿脉,碳酸盐黄铁矿脉,靠近矿体黄铁矿化越发育,远离矿体则越不发育。

黄铁矿化范围小,蚀变强度大,易于识别(有时地表已风化成褐铁矿脉),是本矿区最主要的找矿标志。

## 第二节 大岭铅锌矿床

大岭铅锌矿床位于赵家庄—淋湘铅锌金矿带的西段,行政区划属旬阳县甘溪区大岭乡和麻坪乡管辖。该矿先后有地矿局安康队和 105 队、有色 716 队、712 队、713 队进行过地质普查找矿工作,尤以 713 队工作时间长,工作较深入,于 1980 年 12 月提交了《陕西省旬阳县大岭铅锌矿区普查找矿地质报告》,获得铅 D 级储量  $\times\times\times\times\times$  吨,锌 D 级储量  $\times\times\times\times\times$  吨,目前正由当地乡政府组织民采。

本次科研工作中,重点对成矿地质条件,矿化规模等进行了较详细的工作,获得了许多新的认识。

### 一、矿区地层

矿区出露地层简单,主要为中、下泥盆统的碳酸盐岩和碎屑岩,其中的含矿层为中泥盆统石家沟组。

现依老到新叙述如下:

#### (一)泥盆系

##### 1. 西岔河组( $D_{1x}$ )

西岔河组分布在矿区的西南部,矿区仅出露其上部,底部未出

露。

主要岩性为一套砂岩、砂质千枚岩,依岩性组合可分为三个岩性段。

下段( $D_1x^1$ ):中厚层状黄褐色砂岩,中粒砂状结构,局部可见斜层理及交错层理。

中段( $D_1x^2$ ):灰黑色炭质千枚岩,夹砂质条带,砂质条带厚 1~5 cm。

上段( $D_1x^3$ ):灰绿色薄层砂岩夹灰绿色千枚岩,局部为砂岩与千枚岩互层,沿岩层面发育有透镜状、条带状的石英细脉,石英细脉与岩层同步褶皱。

## 2. 下泥盆统公馆组( $D_1g$ )

公馆组分布于矿区南部,岩性简单,主要为中厚层状灰岩、白云岩及白云质灰岩,岩石多为灰—深灰色,半自形晶粒结构,交代假象结构,本组下部为中—薄层状灰—绿灰色白云质灰岩夹灰岩,局部夹少量灰绿色千枚岩。

## 3. 中泥盆统石家沟组( $D_2s$ )

石家沟组在矿区广泛出露,其出露面积约占矿区的三分之一,主要分布于矿区的中部,为本矿床的主要含矿层位。

矿区石家沟组按其岩性组合可划分为两个岩性段。

### 下岩性段( $D_2s^1$ )

本段下部为灰色、灰绿色绢云母千枚岩,千枚岩中黄铁矿非常发育,主要为稀疏浸染状,中部为灰—深灰色薄—中厚层状灰岩夹灰绿色千枚岩、白云质砂岩,并见有一层厚 5~15 m 的灰褐色石英砂岩夹层,上部为黄绿色砂岩、粉砂岩、砂质千枚岩夹石英砂岩透镜体、泥灰岩、灰岩及泥板岩,上部岩层岩相沿走向及倾向变化大。

### 上岩性段( $D_2s^2$ )

该岩性段为矿区的惟一含矿层位,目前区内所发现的矿体均

分布在该层位中。

本岩性段下部发育有一层厚约 3~10 m 的生物灰岩。该生物灰岩层位稳定,可作为矿区的标志层。生物灰岩中的化石主要为珊瑚,其次为层孔虫、苔藓虫、海百合茎及藻屑等,中上部为白云质灰岩夹白云岩及灰岩,生物灰岩中常含金属矿物黄铁矿。

#### 4. 中泥盆统大枫沟组( $D_2d$ )

大枫沟组出露于矿区北部及西部铁山梁等地,依岩性组合分为两个岩性段:

##### 下岩性段( $D_2d^1$ )

灰绿色砂岩,钙质粉砂岩,粉砂质千枚岩,千枚岩夹薄层灰岩,泥灰岩。

##### 上岩性段( $D_2d^2$ )

深灰色—灰黑色薄层灰岩夹泥灰岩、千枚岩,层间含 1~2 m 的炭质条带,千枚岩夹层往往仅厚 1~2 m。薄层灰岩中珊瑚化石发育。

### (二) 第四系(Q)

矿区第四系包括河流冲积层、坡积层及盖山石层,前者属现代河流沉积物及坡积物,主要由砂、砾石及砂质土组成,分布于冲沟及坡度较缓的山坡、坡脚处,后者为钙质就地胶结灰岩风化破碎的残积灰岩角砾而成。

## 二、矿区构造

矿区构造为羊山复式向斜南翼的次一级构造,铁山—桂花树向斜横贯全区,区内的主要控矿构造为东西向、北东向及南北向断裂构造。

### (一) 褶皱构造

矿区褶皱构造为横贯全区的铁山—桂花树向斜,该向斜轴向

为 NWW290°, 西段宽缓, 东段紧闭, 局部倒转, 向斜核部为大枫沟组砂岩、千枚岩, 两翼分别为石家沟组地层。

区内矿体(化)均受此向斜构造控制, 在褶皱倒转部位、层间破碎带发育的矿体, 厚度增大, I 号矿体沿该向斜东端呈半月形展布。

## (二) 断裂构造

### 1. $F_3$

$F_3$  断层分布于铁山—桂花树向斜轴部之东段, 出露长度 1500 m, 走向近东西, 倾向北, 倾角  $75^\circ \pm$ 。

$F_3$  断层西段断面平直, 沿断层挤压片理明显, 挤压带宽 1~2 m, 呈小角度( $5^\circ \pm$ )斜切地层, 在矿区 32 线以东, 该断裂转为层间破碎带, 然后随褶皱构造向东变弱而消失。

根据断层面的特征、破碎带及其两侧挤压特征以及地层错动特征, 该断裂为平移逆断层。

I-V 号矿体受此断裂有关的层间破碎带控制。

### 2. $F_1$ 及 $F_2$ 断裂

$F_1$  及  $F_2$  断裂为一组互相平行的断裂, 分别从矿区中部及东部通过。

由于  $F_1$  及  $F_2$  断裂的力学性质, 断层特征基本相似, 故以  $F_1$  为例讨论本组断裂的特征。

$F_1$  断层从矿区中部通过, 断层走向 NE60°, 倾向南东, 倾角  $70^\circ \sim 75^\circ$ 。

该断层断面呈舒缓波状, 断裂紧闭, 断裂上下盘岩层被强烈揉皱, 断层下盘逆冲断距 10~100 m 不等。该断层通过的矿区南部, 断层两侧  $D_{1x}$  与  $D_{2s}$  直接接触, 公馆组地层被断失。根据上述特征, 可以认为该断层为一逆冲断层。

$F_1$  断层切割破坏了早期近东西向的褶皱及断裂。

### 3. 南北向断层

该组断层规模小,对地层及矿化破坏作用均不明显,仅在黑龙沟一带有出露。

## 三、矿体形态、产状、规模

矿区矿体沿中泥盆统石家沟组下部白云质灰岩产出,形态受大铁山—桂花树向斜东翘起端控制,目前共发现大小矿体 5 个,以 I 号矿体规模最大,为矿床内惟一具有工业远景的矿体,与围岩呈整合接触(图 4—2)。

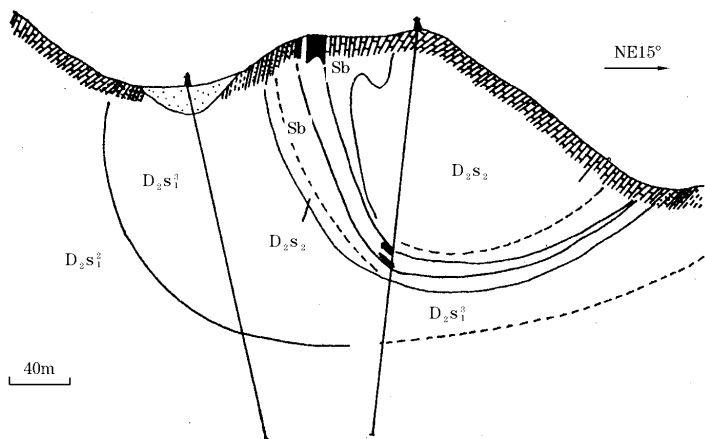


图 4—2 大岭铅锌矿 15 线地质剖面图

I 号矿体: 根据该矿体形态及组合特征,将该矿体分为 I-1 及 I-2 两部分,总体为半月形,呈似层状、透镜状分布。断续长 520 m。

I-1 矿体产出于大铁山—桂花树向斜南翼及东端部位,含矿层岩性为深灰色中—厚层状白云质灰岩,矿体顺层产出。

该矿体形态复杂,其西端宽大,东段薄小,向北西尖灭,呈似层



状的半月形展布,矿体产状与地层产状一致,地表南段向南倒转,倾角  $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ,东段向西倾,倾角  $40^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ,深部随构造形态延伸。

矿体长  $>400\text{ m}$ ,最大厚度  $>18\text{ m}$ ,最小厚度约  $1\text{ m}$ ,平均厚度  $6.98\text{ m}$ 。

矿石品位变化大,尤其是铅锌氧化矿石,铅平均品位  $3.35\%$ ,品位变化系数 207,但锌的品位变化大大小于铅的变化,锌平均品位  $3.74\%$ ,品位变化系数 106。

I-2 号矿体产出于大铁山—桂花向斜的北翼,与 I-1 号矿体同属一个含矿层位,含矿岩性为中泥盆统石家沟组白云质灰岩,属 I-1 号矿体向北西的延伸部分。

矿体长度推测约  $100\text{ m}$  左右,矿体平均厚度  $2.64\text{ m}$ ,锌的平均品位为  $7.54\%$ 。

I-2 号矿体深部可能与 I-1 号矿体相连接。

II 号矿体、III 号矿体、IV 号矿体及 V 号矿体与 I 号矿体大致类似,但规模较小。

## 四、矿石矿物成分及特征

本矿床矿石矿物成分简单,主要金属矿物为闪锌矿、方铅矿、菱锌矿、白铅矿,其次为黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、软锰矿及褐铁矿、菱铁矿、异极矿,主要脉石矿物为白云石、方解石、石英、绢云母及粘土矿物。

### (一) 原生金属矿物

本区原生金属矿物成分简单,其中闪锌矿占  $85\%$  以上,方铅矿占  $10\%$  左右,其余  $5\%$  为黄铁矿、磁黄铁矿及黄铜矿。氧化矿物主要为菱锌矿及白铅矿,这两种氧化矿物占有所有氧化矿物的  $95\%$  以上,其他氧化矿物软锰矿、褐铁矿、异极矿总和不超过氧化矿物的  $5\%$ 。

#### 1. 闪锌矿

本区内最主要的原生金属矿物为闪锌矿,黄褐—米黄色,半金属光泽,属低温闪锌矿,呈它形不规则细粒状及半自形粒状,粒径 $0.2\sim 0.5\text{ mm}$ ,主要呈致密块状产出,其次为条带状及团块状。

## 2. 方铅矿

铅灰色,强金属光泽,呈自形立方体,或细粒集合体,方铅矿除与闪锌矿呈致密块状产出外,常呈脉状和细脉状产出,方铅矿细脉含少量黄铁矿,并穿过致密块状的闪锌—方铅矿矿石,说明方铅矿的形成稍晚于闪锌矿的形成,方铅矿粒径较粗大,常在 $1\text{ mm}$ 以上。

## 3. 黄铁矿

呈三种产出状态:

①呈浸染状分布在围岩中,此种产状的黄铁矿是在热液蚀变中形成的,晶形常呈立方体,晶体粗大,粒径均在 $1\text{ mm}$ 以上。

②与闪锌矿、方铅矿一起呈致密块状矿石产出,黄铁矿为半自形—它形,被闪锌矿溶蚀交代,或呈自形晶交代闪锌矿及方铅矿,黄铁矿粒径在 $1\text{ mm}$ 以下。

③与方铅矿一起组成黄铁矿方铅矿细脉,此种细脉往往穿过早期的致密块状方铅矿—黄铁矿—闪锌矿矿石。

本矿床中黄铁矿虽有各种产出形式,但黄铁矿的含量却很少,约占金属矿物的 $8\%$ 以下。

## 4. 磁黄铁矿及黄铜矿

这两种均少见,其总含量在 $1\%$ 以下,主要产出在早期的闪锌矿—方铅矿致密块状矿石中,黄铜矿主要做闪锌矿及方铅矿的固溶体分解产物。

## (二) 氧化矿物

本矿床氧化带发育,在近地表部位,几乎所有原生金属矿物均被氧化,主要的氧化物有菱锌矿及白铅矿,其次为褐铁矿及软锰矿。

(1) 菱锌矿 氧化带内最常见的氧化矿物之一,颜色为黄褐—棕褐色,半金属—玻璃光泽,呈不规则状及菱面体,常与白铅矿一起形成致密块状矿石。

(2) 白铅矿 灰白—白色,为本区氧化带内常见的氧化矿物之一,常与铅钒构成胶状结构,分布在方铅矿之边缘。

(3) 褐铁矿 在氧化带中广泛分布,常呈黄铁矿假象产出,亦见有不规则状或树枝状及网状分布于原生矿物中,形成网格及交错状结构。

### (三) 脉石矿物

矿床中脉石矿物主要为方解石、铁白云石,其次为石英及菱铁矿等。

## 五、矿石结构构造

矿石结构有它形粒状结构、交代残留结构(照片 4—4, 4—5, 4—6)、交代假象结构、固溶体分离形成的乳滴状结构等。



照片 4—4 闪锌矿呈不规则  
脉状穿插交代块状黄铁矿  
反(—)43×

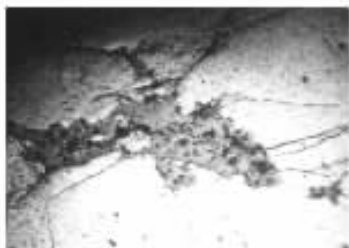


图 4—5 不规则状闪锌矿交代  
黄铁矿 反(+)43×

## 六、矿床围岩蚀变特征

大岭铅锌矿床围岩蚀变较弱,蚀变强度不大,蚀变矿物种类单一,蚀变类型简单,主要蚀变类型有硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、铁锰碳酸盐化及褐铁矿化。

### (一) 硅化

为矿区最常见的一种蚀变。矿体及近矿围岩均受到程度不同的硅化。岩石蚀变后硬度增大,岩石中见石英脉及石英团块。另外,石英常和碳酸盐一起组成石英碳酸盐脉分布在岩石中,近矿体硅化增强,远离矿体硅化明显减弱直至消失。

### (二) 碳酸盐化

为矿区最常见的一种蚀变,其分布范围远大于硅化范围,蚀变的表现形式为:方解石及白云石、铁白云石常形成不规则的细脉、网脉、团块充填于围岩中(照片 4—7)。

碳酸盐化在矿区分为早晚两期,早期为纯碳酸盐脉,呈褐色、褐黄色,除碳酸盐以外,还含有褐铁矿及软锰矿等,晚期为含黄铁石英碳酸盐脉,并切穿早期的碳酸盐脉。

蚀变与矿化关系密切,当碳酸盐化强烈时,矿化富集。

### (三) 黄铁矿化

黄铁矿化也是矿区最常见的一种蚀变类型,根据黄铁矿的产出形式,分为两种类型。

浸染状黄铁矿化:在矿体的两侧围岩中,黄铁矿呈星散浸染状分布,黄铁矿晶形完好,一般为立方体,颗粒粗大,粒径 0.5~1 cm,此种蚀变尤其在千枚岩及炭质岩层中发育。

细脉状黄铁矿化:分布在近矿围岩中,黄铁矿(氧化后呈褐铁矿)呈细脉产出,脉幅小于 1 mm,越近矿体,细脉越发育。

以上三种蚀变常同时分布,蚀变强度与矿化强度呈正比。

### 第三节 泗人沟铅锌矿床

泗人沟铅锌矿床,位于旬阳县城北东 20 km。

该矿原为一铅锌矿化点,为 1:20 万区测工作中发现,近来由陕西省地矿局安康地质队进行地质普查找矿工作。目前找矿工作已获突破性进展,正进行深部评价,现为当地民采。

由于该区属普查新区,虽有省局安康队在此工作,限于部门分割,体制不顺等方面的原因,无法收集该队的地质资料,仅从民采人员中了解到一些基本情况,并对少量民采坑道进行现场观察,详细的研究工作有待今后深入。

该矿床(点)为旬北铅锌多金属矿床(点)之一,成矿地质条件优越,矿区面积大,位于赵家庄—淋湘铅锌金矿带的东端,山脉总体为东西走向,但山沟为南北向,切割强烈,地形陡峻,相对比高 200~500 m,海拔高程 800 m 以上,平均坡度  $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,泥盆系灰岩、白云岩出露地带形成陡峭的山峰或悬崖陡壁。志留系地层和泥盆系千枚岩地区则为平缓坡地,坡度  $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。

该矿交通不便,仅有简易公路与县道相通,一遇雨季,则无法通行。

#### 一、矿区地层

矿区出露的地层主要为志留纪的板岩夹千枚岩及中、下泥盆统的灰岩、白云岩、砂岩、千枚岩等,在冲沟及低洼处分布有第四系的残坡积物,现由老到新叙述如下。

##### (一) 志留系

##### 1. 下志留统梅子亚岩组( $S_1m$ )

下志留统为本区的主要含矿层位,贯穿于整个矿区的中部及

南部,地层走向近东向,整体倾向北,倾角  $30^{\circ}\sim 58^{\circ}$  不等。

主要岩性为灰黑色条带状板岩夹千枚岩。

板岩:深灰色—灰黑色,鳞片粒状变晶结构,板状构造,镜下见主要矿物成分为石英、绢云母、绿泥石及有机质,板岩中见自形程度好的立方体黄铁矿,黄铁矿粒径  $0.5\sim 1\text{ cm}$ ,晶体粗大。

板岩上部夹砂质条带。

千枚岩:灰绿色,粒状鳞片变晶结构,千枚状构造、丝绢光泽强烈,镜下见主要成分为绢云母、绿泥石及石英,千枚岩中小揉皱发育,靠上部为砂质千枚岩。

梅子亚组按岩性组合可分为:

B段:粉砂质绢云母板岩夹含砾(凝灰质)砂岩,铅锌矿体主要赋存于该段中。

C段:灰色条纹状绢云母板岩,粉砂质绢云母板岩夹细砂岩条带。

D段:长英质砂岩,细砂岩,局部硅化。

关于该套岩层的归属问题,目前暂按 1:5 万区测资料的意见,定为下志留统,但由于该套地层厚度大,缺少或无化石资料,杜定汉在秦巴地区泥盆系地层的研究中认为,暂不具备讨论时代归属问题,建议今后有关部门进一步加强研究。

## (二)泥盆系

### 2. 下泥盆统西岔河组( $D_1x$ )

西岔河组分布在矿区北部,其主要岩性为砂岩、粉砂岩夹千枚岩。

本次工作未作详细工作。

西岔河组与下志留统是平行不整合或断层接触。

### 3. 下泥盆统公馆组

公馆组分布在矿区北部,其主要岩性为一套厚—中厚层状的

白云质灰岩、白云岩、白云质砂岩、含砂白云岩夹千枚岩,含珊瑚、腕足类及海百合茎化石。

#### 4. 中泥盆统大枫沟组磨沟段(D<sub>2</sub>d)

本组地层分布于矿区北部,由生物碎屑灰岩,钙质砂岩夹千枚岩组成。

与下伏地层是整合接触。

### (三) 第四系(Q)

第四系主要分布于山沟中平缓坡地,由砂、砾、砂土等残积物组成。

## 二、矿区构造

矿区褶皱构造不发育,为大羊山复式向斜之南翼,呈一单斜。

矿区断裂构造主要有近东西向及北东向两组。

### (一) 东西向断裂

该组断裂为区域性的断裂构造,横贯矿区北部。

断层走向北西西  $280^{\circ}\sim 300^{\circ}$ ,倾向北,倾角陡,一般为  $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ,断面呈舒缓波状,断层两旁岩层产状陡立,岩石破碎,断层带宽约 10 m,断层破碎带内有铅锌异常显示,该断层可能为含矿溶液的通道,因此,有必要在其上盘(北盘)寻找与下盘相似的铅锌矿床,事实上,其北盘已有化探资料显示有铅锌等化探异常。

该断层造成矿区下志留统与中、下泥盆统接触,在矿区还有一系列与该断层平行的层间破碎带,这些层间破碎带控制着矿体的产出。

### (二) 北东向断裂

该组断裂在矿区内较发育,目前地矿局所控制的矿体主要与该断裂有关。

断裂走向北东  $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ,倾向北西,倾角陡,断裂带宽 1~2 m,

沿走向延长大于 1000 m, 断裂带内, 岩石破碎, 断面平直光滑, 沿走向尖灭再现, 膨胀收缩现象明显。

### (三) 南北向断裂

该组断裂为成矿后的断裂, 与泗人沟大致平行, 规模小, 对成矿的破坏作用不大。

## 三、矿体的形态产状及规模

泗人沟铅锌矿床目前正由省地矿局安康地质队进行普查评价, 由于受部门分割的限制, 很多深部资料无法收集到, 有关矿体形态、产状、规模等方面的资料只能根据地表出露的情况及部分民采坑的资料加以整理, 叙述于后。

根据矿体的矿化特征, 本矿床分为 I、II、III 号矿体。

### (一) I 号矿体

位于矿区南部, 矿体为层状、似层状, 受围岩的层间滑脱构造和层间破碎带的控制, 与围岩产状近于一致, 矿体走向近东西, 倾向北, 局部转为倾向南, 矿体倾角  $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

I 号矿体沿走向长约 1000 m 以上, 两端尚未完全控制住。矿体最大厚度 10 m 以上, 最小 0.5 m, 平均 4 m 以上, 沿走向延伸稳定, 沿倾向延深不清楚, 从民采坑已控制的情况推测分析, 延深至少在 100 m 以上。铅平均品位  $0.3\% \pm$ , 锌最大品位  $25\%$  以上, 最小  $1\% \pm$ , 平均品位  $6\%$  以上, 属富锌矿石。

矿化围岩为千枚岩及深灰色条带状板岩。

I 号矿体上部为氧化矿石, 平均氧化率  $80\%$ , 氧化深度 50 m 以上。

### (二) II 号矿体

位于矿区中部, 矿体为似层状、透镜状, 受层间破碎带及矿区  $F_2$  断裂控制, 与地层呈小角度相交, 走向 NEE—SWW, 倾向



NWW320°~340°, 倾角 50°~70°。

矿体沿走向断续长 500 m 以上, 两端尚未控制住。矿体无论在走向上还是倾向上, 均有尖灭再现、膨胀收缩的现象, 矿体膨胀处的最大厚度 20 m 左右, 最小处仅几十厘米, 平均 1 m 左右, 厚度变化系数 200% 以上。矿体铅平均品位在 0.1% 以下, 锌平均品位 5%±, 锌的含量、品位均大大高于铅, 属富锌矿石。

### (三) III 号矿体

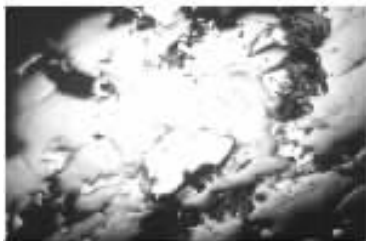
位于矿区北部, 矿体为似层状、透镜状, 赋矿围岩为下志留统上段的千枚岩及条带状板岩, 矿体产状受层间滑脱构造控制, 矿体总体走向 NE—SW, 倾向 NW, 倾角 70°±。

矿体沿走向长约 100 m, 沿倾向延深 50 m 以上, 矿体最大厚度 8 m 以上, 最小 1 m, 平均厚度 3 m 以上, 矿体铅平均品位 0.2%~0.3%, 锌平均品位 6% 以上, 属富锌矿体。

除上述三个主要矿体, 尚有一些规模较小的矿体。

## 四、矿石的结构构造

矿石的结构主要有半自形粒状结构, 交代残留结构(照片 4—8 至照片 4—9), 固溶体分离的乳滴状结构。



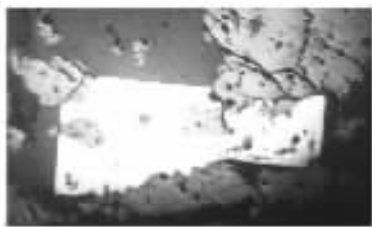
照片 4—6 黄铁矿被闪锌矿交代  
细脉呈不规则状方铅矿又呈不规则脉状交代闪锌矿 反(—)43×



照片 4—7 铁白云石化砂岩  
反(+)20×



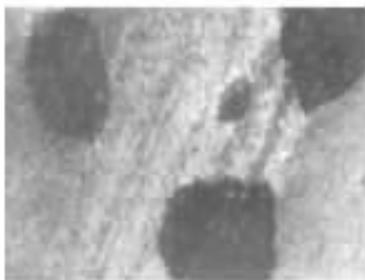
照片 4—8 细粒黄铁矿组成细脉  
交代闪锌矿 反(—)75×



照片 4—9 自形粗粒黄铁矿被  
闪锌矿交代 反(—)43×



照片 4—10 强硅化黄铁矿化板岩  
反(—)20×



照片 4—11 斑点状千枚岩  
反(—)20×

矿石的构造主要有稠密浸染状构造、块状构造及细脉状构造、条带状构造、似条带状构造。

## 五、矿石的矿物成分及其特征

矿石的主要原生金属矿物有闪锌矿、方铅矿,其次有黄铁矿、磁黄铁矿,含少量的黄铜矿及软锰矿;主要的氧化矿物有菱锌矿、白铅矿、铅钒,其次为褐铁矿及极少量的异极矿等;主要脉石矿物为绢云母、石英、粘土矿物及铁白云石。

### (一) 原生金属矿物

#### 1. 闪锌矿

黄褐色—红褐色,它形细粒结构,极少数为菱形十二面体,半金属—玻璃光泽,条痕为淡褐色,粒径 $1\sim 5\text{ mm}$ 之间。闪锌矿主要呈两种产出状态。

①与方铅矿、黄铁矿等矿物呈致密块状矿石,沿层间破碎带、层间滑脱构造带充填交代,此种产出形式的闪锌矿品位富,易采易选,是前民采的主要开采对象。

②呈不规则状、细脉状沿围岩的裂隙节理充填交代脉石矿物。

## 2. 方铅矿

方铅矿主要呈立方体及它形细粒集合体,常呈铅灰色、强金属光泽,颗粒从细至粗粒均发育,粒径多数在 $1\sim 10\text{ mm}$ 之间。方铅矿有两种产出状态。

①与闪锌矿及黄铁矿等金属矿物呈致密块状产出,此种产出状态的方铅矿,仅占矿石矿物的 $3\%\sim 5\%$ ,其余绝大部分为闪锌矿,闪锌石占 $90\%$ 以上。

②方铅矿呈细脉状产出,脉幅 $1\sim 5\text{ cm}$ ,长 $1\sim 2\text{ m}$ ,细脉几乎全由方铅矿组成。脉体一般平行于层状闪锌矿—方铅矿矿体,有时则穿过致密块状矿石,反映了方铅矿细脉的形成晚于致密块状矿石。

## 3. 黄铁矿

黄铁矿呈自形粒状及不规则状,浅黄色,在自形立方体晶面上常见晶面条纹,黄铁矿粒径 $1\sim 5\text{ mm}$ ,本矿床黄铁矿的含量占矿石矿物的 $5\%$ 以下。

## 4. 磁黄铁矿

主要呈不规则粒状,在闪锌矿、方铅矿的致密块状矿石中发育,其含量在 $3\%$ 以下。

## 5. 黄铜矿

呈乳滴状,为闪锌矿中的固溶体分解产物,含量极少。

## （二）氧化矿物

本区主要氧化矿物为菱锌矿、白铅矿、铅钒，其次为褐铁矿、异极矿等。

### 1. 菱锌矿

分布于氧化带，呈不规则状及半自形粒状集合体，极少数为菱形十二面体，颜色为黄褐—棕褐色，极少数为橘黄色，半金属—玻璃光泽，在光学显微镜下常见菱锌矿在闪锌矿边缘呈晕圈。

### 2. 铅钒

分布于氧化带，呈不规则状，沿方铅矿之边缘及裂隙、解理分布，常与白铅矿构成胶状结构。

### 3. 白铅矿

灰白色，不规则状及胶状，在光学显微镜下为灰色，以其强均质性，高于铅钒的反射率与铅钒相区别。

白铅矿与铅钒一道组成黑白相间的同心胶状分布于方铅矿之边缘。

### 4. 褐铁矿

系黄铁矿的氧化产物，常为不规则状，地表呈蜂窝状。

另外还有少量异极矿等氧化矿物。

## （三）主要脉石矿物

### 1. 石英

呈不规则它形粒状分布在闪锌矿及方铅矿矿石中，有时与方铅矿或黄铁矿组成细脉，常被金属矿物溶蚀交代。

### 2. 绢云母

呈不规则鳞片状，分布在闪锌矿及方铅矿之致密块状矿石中。

### 3. 绿泥石

呈鳞片状，分布于致密块状矿石及细脉状矿石中。

## 六、围岩蚀变

本区围岩蚀变的种类、强度,皆大于赵家庄及大岭铅锌矿,主要蚀变类型有硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、铁白云石化等。

### (一) 硅化

硅化是该矿区最常见最发育的蚀变之一,本矿区硅化主要有两种表现形式。

①主要的一种是板岩、千枚岩的硅化石英脉。这种由蚀变形成的石英脉与区域变质作用中形成的石英脉显然不同,蚀变形成的石英脉一般脉幅窄,多数穿层,且脉中往往含方解石、白云石、黄铁矿等矿物。区域变质作用中形成的石英脉一般与板理或层理方向一致,膨胀收缩现象明显,形态上呈香肠状,脉幅宽,最厚处达 1 m 以上,脉主要由纯石英组成(照片 4—10)。

②另一种在靠近矿体部位,往往见石英呈聚斑分布,有时成小团状,或由石英交代原岩中的其他矿物。

### (二) 碳酸盐化

该矿床碳酸盐化除碳酸盐矿物(方解石、白云石)呈脉状穿于岩层中外,还见铁白云石往往呈斑点状出现在千枚中(照片 4—11)。

### (三) 黄铁矿化

黄铁矿化也是本矿床最常见、最发育的与矿化关系最密切的一种蚀变,本矿床黄铁矿化主要有三种形式。

①黄铁矿碳酸盐细脉或黄铁矿石英细脉穿插在岩石中,越靠近矿体越发育。

②黄铁矿呈斑点状出现于千枚岩中。

③呈浸染状或稠密浸染状出现于岩石中,从围岩到矿体,黄铁矿由星散状黄铁矿至浸染状黄铁矿至稠密浸染状黄铁矿递变,呈

现有规律的变化。

矿床围岩除上述三种主要蚀变外,尚有褐铁矿化,铁锰碳酸盐化等。

## 第四节 关子沟铅锌矿床

关子沟铅锌矿位于旬阳县关口乡,距县城约 40 km,为赵家庄—淋湘铅锌金矿带的最东端,该矿点系 1:20 万区测中发现,尚未进行正规的地质工作,目前,由西北电管局等单位开采。

### 一、矿区地层

按 1:20 万区测资料,矿区出露的地层主要有下志留统板岩夹千枚岩,中、下泥盆统的灰岩、白云岩、白云质灰岩、砂岩、千枚岩,含矿层主要为下志留统板岩夹千枚岩。

#### (一) 下志留统( $S_1$ )

下志留统在本区广泛发育,主要出露于矿区的南部及中部,地层产状走向近东西,倾向南,局部偏向北东,倾角  $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。

主要岩性为灰黑色—深灰色条带状板岩夹千枚岩。

板岩:灰黑色—深灰色,鳞片粒状变晶结构,板状构造,条带状构造,板劈理发育,板理与层理近于一致,局部呈小角度相交,板岩中主要矿物成分为石英、绢云母及泥质炭质物。常见有机质顺层分布,在中下部常出现一层含黄铁矿板岩,黄铁矿晶形完好,呈立方体,晶面上常见晶面条纹,黄铁矿晶体粗大,粒径  $0.5\sim 1$  cm,黄铁矿含量占  $5\%\sim 10\%$ ,此种黄铁矿是在区域变质作用中形成的。

千枚岩:灰绿色,鳞片变晶结构,千枚状构造,丝绢光泽,常含砂质,主要矿物成分为绢云母、绿泥石、石英。

该套板岩夹千枚岩的时代沿用 1:20 万区测资料,由于该层中缺少化石,岩层厚度大,目前暂无结论性意见。

矿区下志留统未见底。

## (二) 中下泥盆统(D<sub>1+2</sub>)

由于未作详细的工作,中下泥盆统未分。

中下泥盆统出露于矿区北部,其岩性主要由白云质灰岩、白云岩夹砂岩及千枚岩组成,灰岩中含丰富的珊瑚、腕足类化石。

## 二、矿区构造

矿区位于大羊山复式向斜的东侧仰起端,区内地层为单斜地层,产状较为平缓,向北西倾斜,倾角一般为  $20^{\circ}\pm$ 。

断裂构造在区内比较发育,主要为东西向的大型断裂,此外,尚有少量北东向和北西向断裂发育。

## 三、矿体形态、产状、规模及矿石结构构造

关子沟矿床(点)未进行正规的地质普查工作,目前只能根据民采的情况,就所掌握的矿化情况简单要介绍如下:

矿体呈层状、似层状及透镜状产出,其中最大的矿体沿走向已控制 200 m,延深 50 m 以上,平均厚 2 m,矿体最大厚度 10 m 以上。

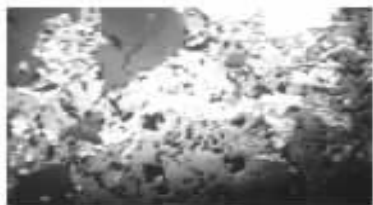
矿体主要受下志留统板岩、千枚岩的控制,顺层沿层间破碎带产出,其次受北东向断裂控制。

据民采坑道分布、坑口布置,该矿床(点)至少应有 5 个矿体以上。

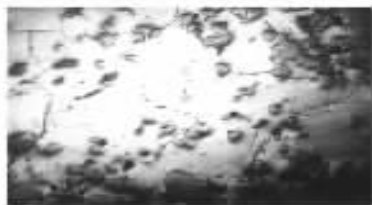
矿石结构主要有半自形粒状结构,交代结构(照片 4—12 至照片 4—14)。矿石构造主要有块状构造、条带状构造及稠密浸染状构造。

矿石构造主要有浸染状构造,条带状构造,块状构造,网脉状及细脉状构造。

金属矿物以闪锌矿为主,闪锌矿占 80% 以上,其次为方铅矿、



照片 4—12 闪锌矿交代早期粗粒  
黄铁矿,又被晚期细粒  
黄铁矿细脉 反(—)75×



照片 4—13 闪锌矿被方铅矿交  
代呈残余岛状 反(—)43×

黄铁矿。方铅矿除与闪锌矿一道呈致密块状矿石产出外,还常呈团块状及细脉状穿过块状闪锌矿、方铅矿矿石,黄铁矿与方铅矿产出形式相同,但其含量则小于方铅矿。



照片 4—14 闪锌矿交代早期  
粗粒黄铁矿,又被晚期细粒  
黄铁矿交代 反(—)43×

#### 四、围岩蚀变

矿床(点)围岩蚀变的类型有  
硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化。

矿床围岩蚀变的特点与泗人沟铅锌矿相同,此处不再赘述。

### 第五节 矿床成因和成矿模式

#### 一、成矿地质条件

##### (一) 岩相古地理条件

寒武系以来,镇甸地区乃至整个秦巴地区地壳长期动荡不定,



海水时进时退。加里东运动以后,本区一直处于海进环境,但小的升降运动仍不断进行,造成地势凹凸不平,此时位于镇旬盆地边缘的旬北地区属于半封闭的海湾,海水相对稳定,古生物(珊瑚、腕足类、海百合、层孔虫等)大量繁殖,盆地内富含有机质形成一个易于成矿的还原环境。

## (二) 成矿物质来源

秦巴地区,在寒武纪和泥盆纪时期,曾经发生过两次大面积的海底热水喷流活动,形成一套热水沉积岩,海底热水喷流携带了大量的有色及贵金属元素,在相对稳定的滞流海湾的还原环境中的有利部位沉积,形成初始矿源层。

区内各地层的铅、锌含量均高于克拉克值,这也说明本区地层是本区矿化的矿源层。

赵家庄、大岭、泗人沟及关子沟铅锌矿床(点)均呈层状及似层状产出,受地层控制明显,矿体(脉)极少有穿层现象。

综上所述,地层是本区控矿的主要因素,泥盆系地层是本区矿化的主要矿源层。

## (三) 构造

在矿源层存在的前提条件下,构造即是能否形成工业矿化的关键因素之一。

在强烈的构造作用下,岩石发生塑性变形。首先,岩层产生褶皱,在泥质岩和碳酸岩的接触部位,由于塑性变形的差异,形成滑脱构造,含矿溶液由于滑动分异和重力分异,在滑脱构造造成的空隙部位沉淀成矿,这就是为什么在褶皱的核部、转折端矿体变富变厚的原因。本区大岭铅锌矿Ⅰ号矿体在大铁树一桂花向斜的转折端形成厚大矿体正好说明构造的控矿作用。

当岩石塑性形变继续发展,产生脆性形变而形成断层后,含矿溶液沿岩石弱化带运移,在合适的空间及场所(如破碎带及两侧的

节理断裂)沉淀成矿,形成受断裂构造控制的层控矿体。

## 二、成矿的物理化学条件

### (一) 成矿温度

赵家庄铅锌矿、大岭铅锌矿及关子沟铅锌矿的爆裂法测温结果如下表(表 4—1)。

从表 4—1 可知:

表 4—1 爆裂法测温结果

矿区名称	样品编号	样品名称	样品粒径/mm	样品质量/g	起爆温度/℃
赵家庄 铅锌矿	D <sub>082</sub>	方铅矿	0.25—0.45	0.5	271
大岭 铅锌矿	D <sub>087</sub>	方铅矿	0.25—0.45	0.5	232
关子沟 铅锌矿	D <sub>080</sub>	闪锌矿	0.25—0.45	0.5	238

① 矿带上各矿床的成矿温度非常接近,说明它们是在同一成矿地质条件下形成的。

② 本区各矿床成矿温度在 232 ℃~271 ℃之间,均属于中低温范围。

③ 矿带上各矿床的成矿温度与热水沉积形成的矿床成矿温度非常相似,从成矿温度上看,说明本区铅锌矿床为热水沉积形成。

### (二) 硫同位素

由于受经费控制及研究重点有所侧重,仅作了 3 件同位素样品,其结果列于表 4—2。

从表 4—2 中可以看出:

① 本区硫同位素  $\delta^{34}\text{S}_{\text{‰}}$  分布区间为 3.92~14.31,全部为正

值。

② 硫同位素测定结果表明,本区硫源主要为生物硫,赵家庄铅锌矿及关子沟铅锌矿可能混入了部分陨石流。

表 4-2 硫同位素组成测定结果表

矿区名称	标本编号	测定对象	测定结果 $\delta^{34}\text{S}_{\text{‰}}$
赵家庄	D <sub>082</sub>	方铅矿	+3.92
泗人沟	D <sub>084</sub>	方铅矿	+14.31
关子沟	D <sub>086</sub>	闪锌矿	+6.33

### (三) 铅同位素

鉴于本次工作重点侧重于淋湘矿区,加上研究经费紧张,因此仅分析了两件铅同位素,其结果列于表 4-3 中。

表 4-3 铅同位素测定结果

矿区名称	标本编号	测定对象	同 位 素 比 值		
			$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
赵家庄	D <sub>082-1</sub>	方铅矿	17.937	15.772	38.623
关子沟	D <sub>080-1</sub>	方铅矿	17.791	15.580	38.014

从表 4-3 中可看出,本区铅同位素的比值范围均属热水沉积矿床范围,赵家庄铅锌矿床可能有一定的深部热水参与成矿作用。

## 三、矿床成因及成矿模式

本矿带的赵家庄铅锌矿、大岭铅锌矿、泗人沟铅锌矿及关子沟铅锌矿成矿地质条件极其相似,有着相同的矿床成因,属同一成矿模式。

矿带内各矿床均受地层控制明显,构造控制了矿化富集部位,矿体形态较简单,为层状及似层状矿体,矿石结构构造简单,矿物成分(含金属矿物及脉石矿物)单一,围岩蚀变弱,爆裂法测温表明

成矿温度为中、低温,  $\delta^{34}\text{S}_{\text{‰}}$  接近生物硫, 铅同位素比值测定表明, 矿液主要来源于地层, 可能有深部矿液参与。

综上所述, 本类矿床成因受海底热水喷流形成的热水沉积岩控制, 是经构造富集的热热水沉积矿床。

成矿模式为: 由海底热水喷流, 携带的铅、锌等成矿物质, 与热水沉积岩一起沉积在海水相对稳定的滞流海湾的还原环境中, 后期的构造活动、区域变质作用提供热源及能量使热水沉积岩中成矿物质活化、转移, 然后富集形成工业矿床。

## 第五章 成矿条件及成矿作用分析

### 第一节 成矿条件及控矿因素

#### 一、大地构造环境

秦岭造山带是横贯于我国腹部的一条重要的构造带,也是贵金属和有色金属资源潜力十分巨大的成矿带。赵家庄—淋湘铅锌金矿带处在该带南部,位于扬子地块北部周边的古生代拗陷区内,与美国卡林地区的金矿对比,其金矿主要产在内华达州古生界中,在古生代期间被南北向罗伯茨山大断裂分为东西两个不同构造单元,东部为优地槽,西部为冒地槽,卡林型金矿床就产于该过渡带。而我国卡林型金矿床主要产于扬子地块的古生代、中生代拗陷区内,也同样是产于构造过渡带中,如滇黔桂卡林型金矿成矿区、秦岭卡林型金矿成矿区等。本成矿带正好落在秦岭卡林型金矿成矿区内,其产出的大地构造部位对形成卡林型金矿床极为有利。另外,据近期的研究表明,我国的卡林型金矿多与裂谷环境有关,如滇黔桂卡林型金矿区与晚加里东—印支期的右江—六盘山—丘(北)广(南)三向联结裂谷系有关,川西北卡林型金矿床则可能与该区冒地槽的印支期裂谷活动有关,而秦岭卡林型金矿床则与秦岭晚加里东期东西向裂谷有关。

#### 二、赋矿地层特征

赵家庄—淋湘铅锌金矿带均赋存于中下泥盆统的浅变质碳酸

盐岩和粘土岩中,矿床与地层的关系十分密切。从美国和我国的卡林型金矿床的产出环境可知,它们均产在碳酸盐沉积发育的地区,赋矿地层均为碳酸盐建造,其金矿体往往产于碳酸盐建造中碳酸盐沉积向碎屑沉积的过渡部位。如美国的卡林、格彻尔、贝尔,我国的戈塘、板其、高龙、双王、八卦庙、金龙山、二台子等金矿床。而且我国卡林型金矿床的主要赋矿地层为泥盆系和三叠系地层,它们往往也就是矿源层。本研究区位于秦岭卡林型金矿区内,其围岩组合为泥盆系中下统的碳酸盐岩和粘土岩,从赋矿地层特征上,它们具有一致性,有利于卡林型金矿的形成。

### 三、赋矿地层时代

泥盆系是南秦岭分布最广的地层,从现有资料来看,整个泥盆系盆地是一个“聚宝盆”,赋存有铅、锌、汞、锑、金、砷、银、铜、铁等矿产,这些矿产往往具有一定的层控性,明显受层位控制。尽管其含矿层位较多,但绝大多数的矿产都分布于下列层位中(图5-1)。

①下泥盆统公馆组,是秦岭最重要的汞锑含矿层位,如公馆、青铜沟等汞锑矿床等,就赋在此层位白云岩中;②中泥盆统下部的安家岔组是西秦岭最重要的铅锌矿层位,如厂坝—李家沟等铅锌矿床等即产于此组中;③中泥盆统上部,如西成地区的西汉水组上段,凤太地区的古道岭顶部,山柞地区的青石垭组,镇旬地区的大枫沟组,是秦岭地区另一重要的铅锌含矿层位,除上述厂坝—向阳山矿田外,其余大中型铅锌矿床和菱铁矿床均赋存于这些地层中;④上泥盆统下部,包括舒家坝群上部、星红铺组、二台子组,以及旬阳的南羊山组等,是区内金矿的重要含矿层位,如李坝金矿、庞家河金矿、双王金矿、二台子金矿、金龙山金矿等;⑤本研究区中泥盆统下部的石家沟组是本研究区中的重要铅锌矿含矿层,大枫沟组是本研究区的重要含金矿层。

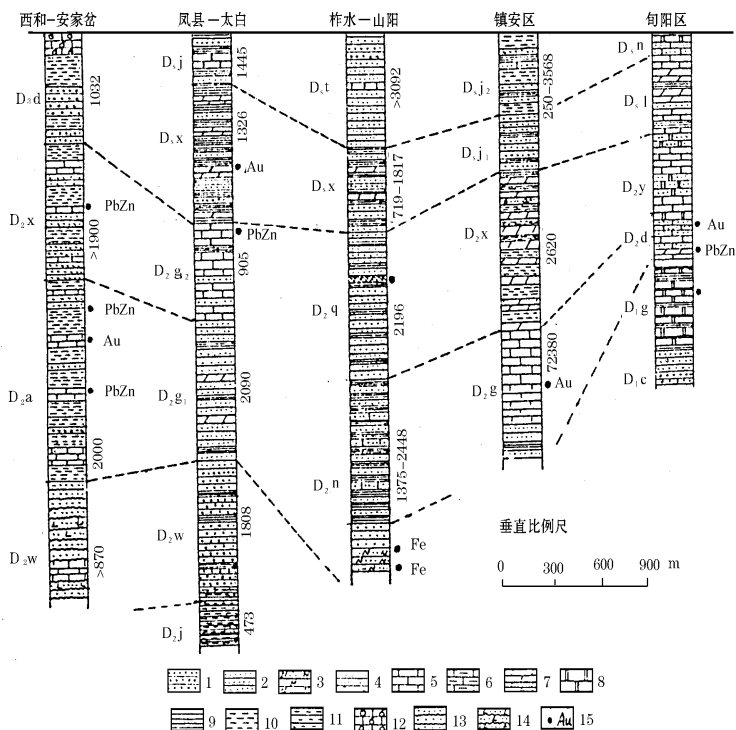


图 5-1 秦岭地区泥盆系铅锌金矿床含矿层位对比

- 1—砾岩;2—砂岩;3—长石石英杂砂岩;4—粉砂岩;5—灰岩;  
6—泥质灰岩;7—泥灰岩;8—白云岩;9—板岩;10—千枚岩;  
11—千枚质板岩;12—生物灰岩;13—石英片岩;  
14—方解石石英片岩;15—含矿层位置及矿种

#### 四、沉积环境及岩相古地理特征

秦岭泥盆系铅锌金多金属成矿带自西向东分布有:西成矿田、凤太矿田、柞山矿田和镇旬矿田,它们主要形成于浅海陆棚的裂陷槽型盆地中,并浓集于盆地中心。这些盆地具有一定深度,分布在

陆缘地区。中泥盆世在成矿区均发育了碳酸盐台地(图 1—3),其生物繁盛,水下地势平缓。控制成矿的古地理环境是台地中的拗陷,海水相对较深。受差异运动,已下降的台地因下沉快、补偿不及时而进一步下沉,致使台地向陆棚碎屑沉积环境演化,从而形成了相对较深、有利于成矿热水聚集的空间部位,但由于旬阳一带是泥盆纪海盆深入扬子板块最远的部分,且赵家庄、大岭一带处于滨、浅海碎屑岩—碳酸盐岩相,往往不能使成矿热水大量聚集于此,这是该区铅锌矿化强度不如北、中带泥盆系中的西成、凤太等矿田的原因。同时秦岭泥盆系矿产明显受断裂构造控制,东西向深大断裂明显地控制了整个矿产的展布(图 5—2),使矿产也呈东西向展布,北东向或北北东向断裂又促使矿产分布集中,由于旬阳—山阳—商州一带存在南北向和北北东向泥盆系基底断裂,为成矿热水系统的迁移提供有利通道,对镇旬盆地内的铅锌、汞锑、金矿产的形成起到了决定性的作用。

## 五、控矿构造特征

淋湘金矿的金矿体主要受东西向的断裂构造、不整合面和层间剥离面构造控制,特别是 I 号矿带内发育有角砾岩带,这与我国卡林型金矿床金矿体产出严格受构造特别是断裂破碎带及角砾岩带控制完全相类似,尤其是秦岭卡林型金矿成矿区内,金矿床均与东西向断裂有关,金矿体呈似层状、透镜状产出,如板其金矿的金矿体也产于  $T_2$  与  $P_2$  的不整合面中,双王金矿和二台子金矿矿体主要受构造角砾岩带控制,金龙山金矿矿体也主要受强挤压变形带、褶皱构造和断裂构造控制。

## 六、成矿物理化学条件

(1) 根据矿物包裹体测定资料,我国卡林型金矿成矿温度一般在  $165\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 290\text{ }^{\circ}\text{C}$  之间,成矿流体盐度多在  $3\sim 9\text{ wt}\%$  ( $\text{NaCl}$ ),





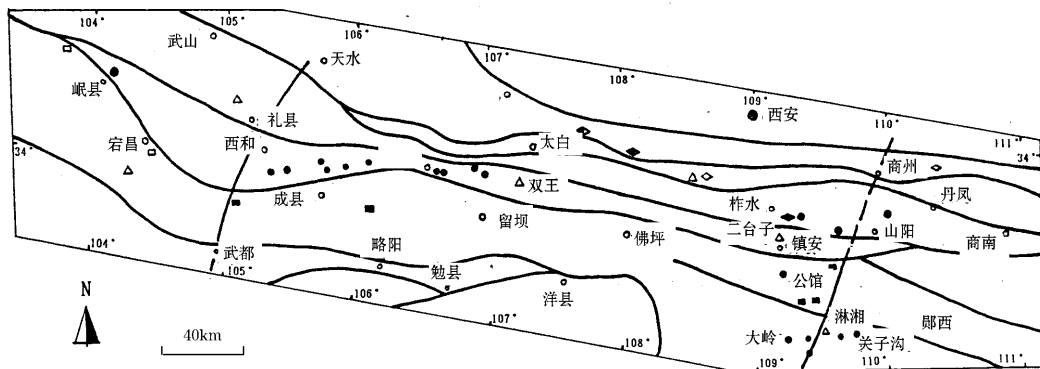


图 5-2 秦岭地区主要断裂与成矿关系略图

●—铅锌矿; △—金矿; □—汞锑矿; ◇—铜矿; ◆—铜银矿; ◆—铁矿

属于盐水范围,个别达卤水程度。流体密度为  $0.71 \sim 0.966 \text{ g/cm}^3$ ,成矿压力一般为  $5.2 \times 10^6 \sim 56 \times 10^6 \text{ Pa}$ ,计算成矿深度约  $0.3 \sim 1.5 \text{ km}$ 。淋湘金矿的成矿温度、压力、流体密度均在此之间,说明其成矿温度、压力、流体密度与这些矿床相似(表 5—1)。

表 5—1 中国卡林型金矿床矿物包裹体测定

典型矿床	成矿温度 / $^{\circ}\text{C}$	成矿 流体盐度 / $\text{NaCl}\%$	成矿 流体密度 / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	成矿 流体压力 / $10^6 \text{ Pa}$	成矿 深度 / $\text{m}$
东北寨	165	5.09	0.965	17	618
桥桥上	186	9.2	0.944	11.6	422
丘洛	255	6.8	0.854	19.3	702
拉尔玛	180—310	$<5$	/	5—25	181—909
李坝	220	9.1	0.71	30—50	1091—1818
八卦庙	260	8	0.80	33—51	1200—1855
双王	350	1.3	0.90	140—175	5091—6364
板其	250	3.24	0.82	44.6	1622
丫他	210—290	1.56	0.79	41.3	1502
戈塘	230	0.06	0.87	5.2	189
革档	221	3.1—7.7	0.95	11.6	422
马雄	200	5.8	0.92	55.9	2033
淋湘	210—250	$<5$	0.855	29.4	1068

\* 成矿深度按地压梯度  $275 \times 10^5 \text{ Pa/km}$  计算,根据有关资料整理。

(2) 从矿物包裹体成分测定结果来看(表 5—2),不同地区金矿床的成矿流体性质稍有不同,黔西南地区多以  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - (\text{Ca}^{2+}) - \text{Cl}^-$  型为主,川西北和桂西北地区以  $\text{Ca}^{2+} - (\text{Mg}^{2+} - \text{Na}^+) - \text{SO}_4^{2-}$  型为主;而秦岭地区则以  $\text{Ca}^{2+} - (\text{Na}^+) - \text{Cl}^-$

( $\text{SiO}_4^{2-}$ )型为主,本研究区淋湘金矿成矿流体为  $\text{K}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{Na}^+ - \text{Cl}^- - (\text{F}^-)$  (由于未测定  $\text{SO}_4^{2-}$ ),与秦岭地区的其他卡林型金矿相类似,而从包裹体中阴阳离子总量看,本研究区的也明显偏低,与秦岭地区卡林型金矿中阴阳离子含量较低相符合。

(3) 与耿文辉等人计算的我国秦岭、川西北、滇黔桂地区卡林型金矿石沉淀时  $f_{\text{O}_2}$ 、 $f_{\text{S}_2}$ 、pH、Eh 值相比较(见表 5—3),淋湘金矿的氧逸度  $f_{\text{O}_2} = 3.89 \times 10^{-44} \sim 5.75 \times 10^{-40}$ ,硫逸度  $f_{\text{S}_2} = 5.5 \times 10^{-18} \sim 1.60 \times 10^{-20}$ ,Eh 值在  $-0.5480 \sim -0.3934$  V 之间,pH 值在 4.26~5.40 之间,与中国卡林型金矿成矿物理化学条件相似,均是在高硫逸度、低氧逸度的中偏酸性的还原环境中成矿的,该环境对金元素的富集成矿非常有利。

(4) 据表 3—9 可知,淋湘金矿硫同位素组成比较稳定, $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$  值均较大,黄铁矿中的  $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ ,早期为 +18.21,中期为 +17.83 和 +15.53,中晚期相对低为 +14.01,平均为 +16.11;中期方铅矿的  $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$  为 +14.28;平均为 +15.97,其组成比李坝和双王矿床的  $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$  值高,而与八卦庙卡林型金矿的相近(平均为 10.5‰)。氢氧同位素资料表明,本区的成矿流体,据  $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}\text{‰}$  图(图 3—17),所有投点均远离大气降水线,落于变质水中或近变质水和岩浆水处,从而表明本区含矿热液主要来源于地层水和深部变质热水,同时后期有大气降水的加入,这些特征与那些岩浆岩不发育地区的卡林型金矿相似程度很高,说明成矿流体来源较复杂,铅同位素组成(图 3—16)说明成矿元素 Au 等除来源于赋矿地层外,可能有很大一部分来源于下部和上部地层。

总之,从成矿物理化学条件来说,不论是成矿温度、压力、成矿物理化学环境,还是成矿流体的来源和组成,淋湘金矿床都与中国卡林型金矿床的条件相同或相似,该来源的成矿流体,有利于其从大范围的围岩中大量萃取 Au,该环境又有利于 Au 的富集,对其形成具有一定规模的金矿床提供了极为有利的条件。



表 5-2 中国卡林型金矿矿物包裹体成分特征表( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )

矿床名称	测定矿物名称	K <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	总量	矿化度/ g·L <sup>-1</sup>	样品数
东北寨	方解石	3.26	11.63	167.67	19.81	9.16	8.37	/	101.85	1.85	17.08	/	8.05	1845.3	2194.3	100.23	3
桥桥上	石英	0.616	0.255	0.004	0.014	0.0543	0.093	0.104	131.97	0	2.91	0.649	13.18	667.7	837.6	1.377	7
	方解石	0.175	1.85	/	1.375	0.773	1.19	25.13	197.45	0	1.585	2.635	15.41	384.26	1081.8	28.18	2
普弄巴	石英	0.96	1.297	12.21	2.703	5.819	6.263	74.84	7.00	0	0.138	0	1.28	3261	3373.5	30.85	2
	方解石	0.486	1.718	149.69	16.21	5.376	6.696	13.59	5.872	0	0.130	0	1.67	834.26	1035.3	187.10	2
坪定	石英	0.768	6.040	12.605	3.275	2.766	9.305	7.577	114.19	3.57	1.49	0.385	17.245	1952.5	2133	19.85	2
李坝	方解石	1.027	1.120	153.067	3.513	0.470	7.123	133.953	25.092	3.065	2.298	0.808	4.063	1407	1742.6	172.3	1
	石英	3.026	9.160	17.774	4.264	1.501	11.961	16.020	258.03	4.636	5.421	0.373	13.938	688.7	1034.8	61.56	6
八卦庙	石英	2.528	9.389	14.631	1.783	1.041	9.885	4.881	125.87	3.402	8.668	0.130	21.64	440.2	644.05	68.53	10
双王	石英	1.19	24.45	2.57	/	0.29	14.13	5.44	166	6.667	4.30	0.024	13.33	1210	1463	51.31	3
紫木幽	石英	2.3	5.2	2.93	0.93	0.8	7.0	<2	4.46	/	87.6	0.008	3.89	1273	1388.8	13.79	3
丫他	石英	2.9	8.6	3.8	0.8	0.6	9.8	<2	12.68	1.00	0.48	0.08	<1.84	1570	1612.8	16.40	2
板其	石英	2.8	6.2	4.9	0.8	0.7	10.0	<2.9	3.8	<1	0.2	0.026	/	500	530.7	56.18	2
马雄	石英	2.007	1.016	9.425	16.96	0.828	0.584	1.284	86.83	4.71	0.62	0.094	/	1180	1306	24.58	2
金牙	石英	0.949	3.864	14.611	0.991	2.056	1.995	6.389	47.63	2.812	7.478	0.205	4.313	3069	3161.8	9.74	6
	方解石	0.977	3.499	17.915	3.308	2.474	8.111	15.665	33.42	1.875	10.004	1.507	1.80	4502	4603	11.29	4
高龙	石英	1.952	1.544	8.645	0.263	3.486	3.137	5.567	53.17	1.815	0.553	0.043	9.972	1040	1130.2	21.77	9
淋湘	石英	0.38	0.94	1.46	0.16	0.94	1.66		38.491	微	1.283	0.775	15.734	854	915.45	6.04	3
	方解石	0.58	0.60	68.55	1.22	14.9	1.18		52.510	微	2.030	0.086	0.0532	408	536.30	137.27	1

据有关资料整理。

表 5-3 中国卡林型金矿成矿物理化学条件热力学计算表

$\lg f_{O_2}$	$\lg f_{S_2}$	pH	Eh/v	地区	资料来源	时间
-31~ -47	-6~ -16	5~ 7.5	-0.57~ -0.2	滇黔桂、秦岭	耿文辉	1985
-33.3~ -43	-12~ -32	3.6~ 6.7	-0.10~ -0.62	滇黔桂	黄金局滇黔桂微细粒型金矿项目	1992
-40~ -52	-8~ -18	3.2~ 5.0		秦岭	有色总公司秦岭卡林型金矿项目	1992
-40.8~ -67.8	-14.2~ -20.5	5.5~ 7.9	-0.47~ -0.61	川西北	刘东生、耿文辉	1992
-39.2~ -43.1	-17.2~ -19.8	4.3~ 5.4	-0.55~ -0.39	淋湘	本项目	1995

## 七、矿床地质特征

(1) 淋湘金矿床的金矿体主要呈似层状、透镜状、不规则状,产于中下泥盆统大枫沟组和西岔河组的碳酸盐岩—粘土岩中,矿体明显受近东西向顺层断裂和层间剥离带控制,这与我国典型卡林型金矿床、矿体明显受构造控制,赋矿地层为古生界和中生界的碳酸盐岩—细碎屑岩完全类似,且它们均与火山岩无关,根据刘东生的分类方案,淋湘金矿应属整合型的卡林型金矿床。

(2) 淋湘金矿的金属矿物有:黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿以及少量方铅矿、黄铜矿、闪铅矿、自然金等,非金属矿物主要为石英、碳酸盐矿物,与其他金矿床相比,除本区不含辉锑矿、辰砂、毒砂等矿物外,其他基本一致,且从主要载金矿物来看,本区主要载金矿物就是前面含量最多的黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿。黄铁矿多呈立方体,五角十二面体状,含金性均好,磁黄铁矿均呈胶状包围黄铁矿呈镶边状,含金性也很好,这说明本矿区成矿流体含金性好,这与八卦庙金矿情况相同。

(3) 淋湘金矿的金银系列矿物以自然金和含银自然金为主(见表 5—4),最高成色为 999.6,最低 820,平均 899,成色较高,并以显微粒级金和次显微粒级金占优势。显微粒级金多呈不规则粒状、树枝状产于黄铁矿、褐铁矿、石英、磁黄铁矿等裂隙和颗粒之间,这与秦岭地区卡林型金矿床的情况完全一致,如李坝、八卦庙、双王、二台子等的金颗粒粒径均与此相当。

表 5—4 卡林型金矿床自然金粒径和成色统计对比表

金矿物 矿床名称	粒径 / $\mu\text{m}$	成色/ $\%$			成色 分析数
		低值	高值	平均	
东北寨	1~40	894	964	908	2
丘洛	2~50	964	995	984	6
拉尔玛	4~62	924.7	981.4	954.3	6
九源	<45~300	800	1000	954	5
李坝	3~20	747	951	834	36
八卦庙	10~2500	847.6	930.7	884	13
双王	4~520	884	1000	964	6
高龙	5~105	996.5	1000		
淋湘	1~50	820	999.6	899	28

(4) 淋湘金矿床的围岩蚀变十分发育,主要有硅化、黄铁矿化、铁锰碳酸盐化、铁白云石化、方解石化、绿泥石化及粘土化。其围岩岩性不同蚀变组合略有不同,其中黄铁矿化、硅化、铁锰碳酸盐化与金矿化关系最密切,它们也是卡林型金矿中最普遍和最重要的蚀变。本区硅化早期主要表现为岩石被细粒石英或石英细脉穿插交代,中期为石英黄铁矿脉顺层或顺断裂充填交代,后期为粗大石英与黄铁矿或方解石呈脉状分布。黄铁矿化早期往往呈细粒状立方体交代沉积期的黄铁矿或与早期石英呈细脉状一起交代围岩;中期黄铁矿化往往与中期石英呈脉状分布,黄铁矿化极强,黄铁矿往往呈立方体与五角十二面体状;后期黄铁矿化表现为黄铁矿呈粗粒稀



疏浸染状分布于石英脉或方解石脉中,黄铁矿化弱。硅化、黄铁矿化与金矿化呈正相关,特别是硅化与黄铁矿化均很强时金矿化越好。铁锰碳酸盐化与金矿化关系也呈正相关,但其分布范围往往较大,能起到指示金矿化存在的作用,而方解石化和后期的硅化形成的粗粒石英所组成的脉体,往往指示金矿化的结束,金矿化差。这些特征均与卡林型金矿的围岩蚀变特征相同。

## 八、铅锌金多金属矿床的空间分带性

秦岭卡林型金矿成矿区成矿地质条件优越。卡林型金矿床与多金属矿带有很大的相关性,它们均具有明显的层控性,卡林型金矿床往往与多金属矿带呈相间排列。如八卦庙卡林型金矿分布在凤太铅锌矿带的北侧,二台子金矿和金龙山金矿则与旬阳公馆汞锑、铅锌多金属矿带和山阳柞水铅锌多金属矿带呈相间排列。若金矿床与多金属矿带在同一带中,则金矿床往往产在多金属矿带矿化减弱或尖灭部位,如双王金矿产于凤太铅锌多金属矿带的矿化减弱部位,安家岔金矿化区也产于厂坝铅锌矿带的减弱尖灭部位,而赵家庄—淋湘铅锌金成矿带位于秦岭多金属矿带之南部,其与公馆汞锑矿带呈平行排列,且淋湘金矿床位于大岭—赵家庄铅锌矿带的尖灭部位。

综上所述,本区的成矿地质条件优越,与国内外著名的卡林型金矿的大地构造环境、赋矿地层特征、成矿物理化学条件、矿床地质特征都相同或相近,对本区形成卡林型金矿十分有利。但本区目前尚未发现中生代以来的岩浆岩体,也就是说中生代以来本区基本未发育岩浆活动,这样与秦岭成矿带中的西成、凤太、柞山成矿区相比,由于在成矿期缺乏岩浆活动,导致叠加成矿作用的热动力作用不足,而使成矿流体激活、萃取成矿元素的范围和淬取率减小,在一定程度上抑制了本区的成矿规模,使淋湘金矿的规模受到一定影响。

## 第二节 综合成矿模式

赵家庄—淋湘多金属矿带产于南秦岭下古生界地层中,与地层关系十分密切。该带各矿床的物质组分均很简单,矿石物质成分与围岩成分差别较小,结合各类矿床的地质特征、包裹体、同位素等资料推测,本区的铅锌多金属矿床的成矿元素主要来源于沉积期上升的热水,成矿物质随热液喷出后沿海底运移到有利的环境中经沉积形成硫化物矿床,矿床形成后,在造山期受到了不同的程度的改造,它主要是一种海底喷气—热水沉积矿床。而淋湘金矿床的成矿物质主要来自含矿围岩和下部地层,其成矿流体主要由地下水演化成的热盐水,且可能受到了变质热液的改造,矿体受东西向断裂、不整合面和层间剥离带控制,据此,淋湘金矿床应属于产于沉积岩中的渗流热盐水成因的中低温热液矿床。

赵家庄—淋湘多金属矿带的成矿作用过程可以归纳如下。

(1) 从早古生代以来,扬子板块北缘处在一个重要的伸展阶段,陆壳上发生了一系列拉张断裂,形成地堑和地垒相间的陆缘构造,呈现出台盆相间的古地理格局。在志留纪,本区为一深水滞流海盆,沉积了一套含炭质较高的细碎屑岩,同时海盆边缘的同生断裂为沉积期上升的含矿热卤水提供了喷溢通道,使其从深部喷溢到海底,成矿物质随热卤水喷出后沿海底运移到有利的环境中,产生热水沉积成矿作用,形成了志留系的喷气—热水沉积的铅锌矿床(泗人沟和关子沟式铅锌矿床)。

(2) 随后的加里东运动在旬阳一带的影响,刚开始主要表现为大面积的抬升,后又转化为再一次的扩张—裂陷运动,使志留系与泥盆系地层间出现了一个平行不整合面。本区在泥盆纪时,总体为一开阔台地环境,早泥盆世主要沉积了一套陆源细碎屑岩,中泥盆世开始广泛沉积了以碳酸盐岩为主的泥质岩—碳酸盐岩的混合类

型。台地中同生断裂的活动,使沉积期上升的含矿热卤水在海底产生热水沉积成矿作用,形成了泥盆系的喷气—热水沉积的铅锌矿床(大岭和赵家庄式的铅锌矿床)。同时热水溶液中的金元素也产生明显的富集,而形成金的矿源层。

(3) 从海西期开始,扬子板块向华北板块靠拢并有局部接触和碰撞,而到印支—燕山构造阶段,由于秦岭海盆上升为陆,并形成一系列的大型褶皱和区域性断裂,在这种长期而且强烈的构造背景下,喷气—沉积的铅锌矿床,成矿物质可产生活化转移,形成沉积改造矿床和沿断裂分布的后成矿床。另外含水多的粘土质沉积物、碳酸盐也会在这种强烈的构造背景下,发生去水脱碳作用,释放出大量的  $H_2O$  和  $CO_2$ ,再连同该地区中的地下水、地层封存水,形成以  $H_2O$  为主要成分的变质流体。这种变质流体在活动过程中不断萃取地层中的 Au、Fe、Pb、Zn、S 等成矿物质,构成含金的成矿流体。在金成矿的早期阶段,成矿流体主要是沿顺层断裂充填交代形成顺层充填交代的细粒黄铁矿—石英细脉和微脉,此时金的络合物仍很稳定。到成矿的中、晚期,由于成矿热液上升运移过程中温度逐渐降低,同时有下渗雨水的稀释混合和硫化物大量晶出降低了还原硫的浓度,使金的络合物开始大量分解,金随铁、硫等进入磁黄铁矿和黄铁矿内,而形成淋湘金矿床中最主要的载金和富金矿物,该阶段也就是本矿床的主矿化阶段。随着温度渐降,矿化进入第三阶段,在沉淀出大量石英和碳酸盐矿物的同时,同时晶出少量的黄铁矿,其含金均不高,随之结束了热液成矿阶段。

综上所述,赵家庄—淋湘多金属成矿带的成矿模式如下(图 5—3)。

I:志留纪(S),深水滞流海盆中沉积了一套含炭质较高的细碎屑岩,同时由于同生断裂的活动使沉积期上升的含矿热卤水在海底产生喷溢,形成喷气—沉积的铅锌矿床。中泥盆世开阔台地环境中形成了一套碳酸盐岩为主的夹少量泥质岩的混合沉积类型,由于台

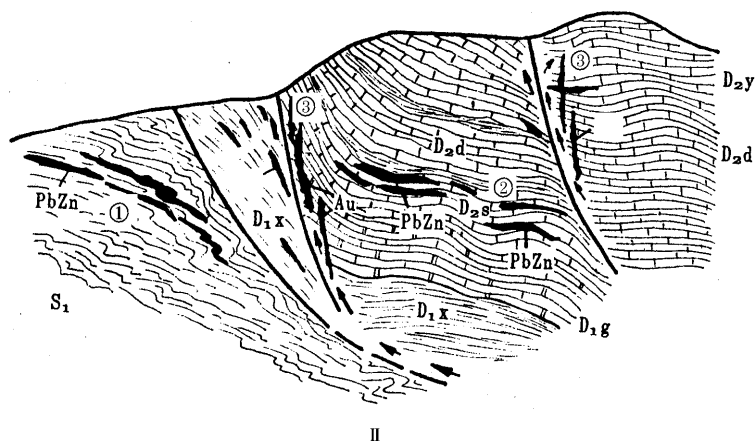
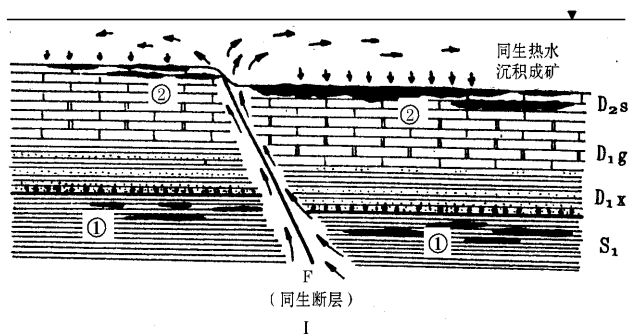


图 5-3 赵家庄—淋湘多金属矿带综合成矿模式图

I——沉积成矿期(同生热水成矿期)

II——后生热液叠加改造成矿期

①——志留系地层中的层状铅锌矿(泗人沟, 关子沟);

②——泥盆系地层中的层状铅锌矿(大岭, 赵家庄);

③——热液叠加改造型金矿床(淋湘金矿)

地中同生断层的活动使沉积期上升的含矿热卤水在海底产生热水喷流,形成喷气—沉积铅锌矿床和形成金的矿源层。

Ⅱ:印支—燕山期,本区抬升成陆,伴随强烈的构造运动,喷气—沉积的铅锌矿床,进一步形成沉积改造矿床和后成矿床。雨水下渗沿断裂带形成地下热水循环,并不断萃取矿源层中 Au、S 等矿质,与同生沉积卤水、地层封存水相混形成混合热盐水,矿液以断裂为通道,在断裂带不整合面和层间剥离带内充填交代,形成金的富矿体。

## 第六章 找矿前景分析

赵家庄—淋湘铅锌金多金属成矿带是秦岭泥盆系镇旬成矿区中重要的成矿带之一,该成矿区的北成矿带(锡铜沟—金龙山矿带)已发现有中型铅锌矿床和金矿床多处。本矿带的金矿找矿工作也已取得突破性进展,在淋湘发现具有很好前景的淋湘金矿床,已被西北前有色地质勘察局列为金矿普查基地。从金矿床的成矿地质条件分析,本区与秦岭泥盆系成矿带中的其他铅、锌、金矿田均可对比,成矿地质条件很好;从淋湘金矿找矿工作的进展情况以及金矿(化)体的工程揭露和民采情况分析,尤其是金矿(化)体的深部变化趋势分析,淋湘地区金矿的找矿前景十分乐观,有望探明大中型金矿床。

秦岭泥盆系是秦岭造山带中重要的含矿岩系,尤其是铅、锌、金、银、汞、锑等多金属矿产资源十分丰富,其中,铅锌矿床主要为泥盆纪海底喷气—热水沉积成因的矿床,而汞、锑、金则为泥盆纪原始沉积富集和中生代热液叠加改造双重成矿作用下所形成的矿床。因此,泥盆纪的沉积作用对区内金属矿床的形成具有决定性的意义,金属矿产的空间分带和矿田、矿床的空间定位均受其控制,从泥盆纪沉积海盆的展布格局、盆地沉积环境等分析,本区与西成矿田、凤太矿田、柞山矿田均有一定的相似之处,但又有所差异。柞山地区为紧靠北秦岭的强烈断陷海槽沉积区,沉积了一套巨厚层的类复理式建造,而本区与凤太地区、西成地区沉积环境比较类似,以台地碳酸盐相和浅海陆棚粉砂泥岩相为主。这种岩性岩相组合及其所代表的沉积环境对铅锌金多金属矿床的形成十分有利,铅锌矿多产在碳酸盐相中,而金矿则以产在碎屑岩相向碳酸盐相过渡带中为

主。同生断裂构造发育是上述泥盆纪沉积盆地的另一个特点,它控制了喷气—热水沉积成矿作用,礼县—凤镇—山阳断裂和岷县—凤县—镇安断裂是秦岭泥盆纪盆地中两条重要的成矿同生断裂,与西成、凤太、柞山矿田中大部分铅锌金多金属矿床的形成具有密切的成因联系。本矿带也发育有多条同生断裂构造,例如佛坪—旬北断裂就是一条规模较大的同生断裂,它控制了大岭、赵家庄和淋湘铅锌金多金属矿床的形成,但与上述两条同生断裂相比,该断裂在规模上相对逊色。

赵家庄—淋湘矿带的金矿层位主要为志留系与泥盆系沉积间断面附近的层位,其中,泗人沟、关子沟铅锌矿产在下志留统顶部的黑色板岩和条带状板岩中(本区缺失中、上志留统),大岭、赵家庄铅锌矿产在中泥盆统下部的石家沟组灰岩中,淋湘金矿则产在下泥盆统西岔河组斑点千枚岩和中泥盆统石家沟组、大枫沟组灰岩中;石家沟组与西成矿田的安家岔组大致相当,著名的厂坝—李家沟铅锌矿等均产生在此层位中,是秦岭地区最重要的含矿层位之一。从岩性组合和变化特征来看,淋湘金矿床的主要矿体产于碎屑岩(千枚岩)向碳酸盐岩过渡的部位,与金龙山金矿的情况十分类似,该矿床金矿体主要产在上泥盆统南羊山组千枚岩向下石炭统袁家沟组中厚层灰岩过渡的部位。这种岩性变化和过渡部位往往十分有利于大中型金矿床的形成,如戈塘、板其、高龙、双王、八卦庙等金矿床的含矿围岩均具有这样的特征。

因此,从泥盆纪成矿环境、盆地构造特征(包括同生断裂)和岩相古地理条件、含矿地层层位以及岩性组合特征等分析,本矿带具备了大中型铅锌金矿床成矿地质条件,与西成、凤太、柞山等地区主要矿田均可对比。但本区也具有一些不利因素,其中,泥盆纪海域在该区过于广阔,海底地形相对比较平坦,次级盆地发育程度不够(台地碳酸盐相大面积分布),同生断裂的规模相对较小等,均不利于大型、超大型矿床的形成。

除了上述泥盆纪沉积盆地构造及沉积环境对铅、锌、金多金属矿床的形成起主要控制作用外,中生代以来的岩浆和热液活动对于以汞、锑、金为主的叠加改造型矿床的成矿也起重要作用。与秦岭其他地区相比较,本矿带在中生代以来的构造活动以及热液成矿作用均较强烈,控制热液活动和成矿作用的断裂构造也为近东西方向的主干断裂构造。它们主要以伸展构造的方式活动,形成一系列铲形正断层和较大规模的层间滑动(脱)带,这种类型的构造对热液活动及叠加改造成矿较为有利,直接控制了区内汞、锑、金等金属矿床的形成和空间定位,镇旬成矿区内的金龙山金矿、淋湘金矿、公馆汞锑矿等均与该类型构造有密切的成因联系,因此本矿带中与中生代叠加改造成矿作用有关的构造也十分发育,与秦岭其他地区较为相似,说明本矿带的成矿地质条件确实有利。然而,中生代以来的岩浆活动在本矿带基本不发育,区内目前尚未发现中生代以来各种岩体,与西成、凤太、柞山地区相比较,大为逊色,由于中生代叠加改造成矿期区内无较大规模的岩浆活动,导致叠加成矿作用的热动力条件不足,在某种程度上抑制了成矿作用的规模。

根据 713 地质队以及其他地质单位在旬北地区进行化探分散流扫面的结果,赵家庄—淋湘铅锌金多金属矿带中化探分散流异常较为明显,成带分布,与矿带走向基本一致。异常种类较多,尤其是铅、锌、银、砷等具有较好的空间相关关系,并形成三个异常集中区,自西向东分别为:赵家庄—白岩沟异常区,泗人沟异常区和洞儿沟—关子沟异常区。这三个异常集中区中分别有赵家庄铅锌矿、泗人沟铅锌矿和关子沟铅锌矿产出,两者对应关系较好,在淋湘金矿区,根据 713 队最新成果,在矿区西部庙岭河乡银洞沟志留系与泥盆系“不整合”面附近,也有较好的金和砷异常分布。

淋湘金矿的找矿工作于 1994 年取得突破性进展,初步圈定四个矿带,预测储量 5.45 万吨,根据有色 713 队对淋湘金矿床几个主要矿带进行工程揭露的情况,以及民采巷道对矿带和矿体的揭露,



我们认为淋湘金矿床具有以下几个方面的显著特点。

①矿带的规模大:淋湘金矿区几个主要金矿(化)带(I号矿带、Ⅲ号矿带和Ⅳ号矿带)的规模很大,特别是通过本次研究工作,将Ⅳ号矿带的延伸长度从原来的 700 m 左右扩大到与I号矿带并驾齐驱。并且认识到两个矿带实际上受同一断裂构造  $F_1$  控制,是分别产于该断裂带两侧不同岩性的围岩中的同一金矿(化)带,这样可以将两个矿带(I号和Ⅳ号)合并成一个矿带来考虑(图 3—9),其规模更宏大,东西长 3 km,南北宽 500 m。这种规模与国内外已知的大型、超大型金矿床相比也毫不逊色。矿带规模如此之大,其找矿前景十分乐观。

②品位高。淋湘金矿的金矿石品位一般较高,多在 4~5 g/t 以上,单个样品的品位可达 20 g/t。且金的颗粒大,以可见金为主,尤其是肉眼可见的颗粒金占有一定的比例,用人工重砂法很容易选出颗粒状的原生金。

③矿石类型多,分带明显。由于容矿围岩岩性的差异,本矿区存在两大类矿石类型:铁锰碳酸盐化金矿石和石英脉型金矿石,前者主要产在  $F_1$  断层北盘的铁锰碳酸盐化的石灰岩、白云岩中(I号矿带),后者产在  $F_1$  断层南盘的斑点千枚岩中。通过本次研究,还发现一种致密块状黄铁矿型金矿石,同样产在Ⅳ号矿带,金品位约 4 g/t 左右。

④矿体厚,变化大。根据对民采巷道的系统调查,淋湘金矿床的金矿体一般均较厚,常达 1~1.5 m,膨胀部位多达 3~4 m 厚,但矿体沿走向和倾向的变化很大,给找矿工作增加很大的难度,尤其在目前尚未很好掌握矿体膨胀收缩规律的阶段,严重影响了找矿工作的顺利进展。

⑤地表品位低,深部找矿前景好。根据 713 地质队槽探工程施工情况,在地表附近不论矿化破碎带很窄或很宽,采样分析结果金的品位均较低,我们认为可能与地表的淋滤作用有较大的关系,而

在距地表数米至数十米的民采巷道中,只要发育有较宽的破碎带和矿(化)体,金的品位一般都较高。此外,根据野外调查,金矿体的厚度向深部有逐渐增大的趋势(图 3—13),但变化也很大,需进一步查明矿体膨胀收缩规律。总体而言,深部的找矿前景较浅部好,特别是Ⅳ号矿带,在浅部主要以细小含矿石英脉产出。本次研究工作中在Ⅳ号矿带的深部发现了呈大脉状产出的金矿体,矿脉厚约 1~2 m,走向近东西向,矿石类型以致密块状黄铁矿型矿石为主。说明Ⅳ号矿带的深部具有较好的找矿前景,可望找到大脉状的金矿体。Ⅰ号、Ⅲ号矿带的深部也同样具有很好的找矿前景。

综上所述,我们认为赵家庄—淋湘铅锌金矿带的成矿地质条件优越,找矿前景较好,但与凤太、西成相比可能存在一些差距,尤其是对于大型—超大型铅锌矿的成矿受到一定的限制,但金矿的成矿前景却相对较好,具备了大中型金矿的成矿地质条件,然而,找矿的难度也较大,特别是金矿具有变化大的特点,矿体膨胀收缩规律较难掌握,加之地表品位低,地表工程施工效果差,给找矿工作带来相当的难度。因此,必须加强科研工作,使科研和生产及时有效地结合起来,指导找矿工作取得新的突破性进展。

## 参考文献

- [1] 张秋生等. 中国东秦岭变质地质. 吉林: 吉林人民出版社. 1981.
- [2] 张祖圻. 南秦岭西段早、中泥盆世地层与床板珊瑚动物群. 北京: 科学出版社. 1981.
- [3] 王鸿祯等. 东秦岭古海域两侧大陆边缘区的构造发展. 地质学报, 1982, (3).
- [4] 涂光炽等. 中国层控矿床地球化学, 第一卷. 北京: 地质出版社. 1984.
- [5] 程裕琪. 中国区域地质概论. 北京: 地质出版社. 1994.
- [6] 耿树方等. 秦巴金属矿产概论. 北京: 地质出版社. 1994.
- [7] 叶连俊, 钱祥麟, 张国伟. 秦岭造山带学术讨论会论文集. 西安: 西北大学出版社. 1991.
- [8] 安三元, 胡能高. 北秦岭裂陷的形成与变质作用. 西安: 西北大学出版社. 1992.
- [9] 裴荣富. 中国矿床模式. 北京: 地质出版社. 1995.
- [10] 陈松岭等. 东秦岭基底断裂构造的遥感研究. 中南矿冶学院学报, 1994; 25 增刊(5).
- [11] 陈松岭等. 陕西旬北浅变质岩区的大型层滑构造. 西北地质科学, 1997, (2).
- [12] 卢焕章等. 典型金属矿床的成因及其构造环境. 北京: 地质出版社. 1995.
- [13] 祁思敬, 李英等. 秦岭泥盆系铅锌成矿带. 北京: 地质出版社. 1993.

- [14] 王集磊等. 中国秦岭铅锌矿床. 北京:地质出版社. 1996.
- [15] 王相等. 秦岭造山带与金属成矿. 北京:地质出版社. 1996.
- [16] 翟裕生等. 大型构造与超大型矿床. 北京:地质出版社. 1997.
- [17] 李晋僧等. 秦岭显生宙古海盆沉积和演化史. 北京:地质出版社. 1997.
- [18] 王思源. 陕西银洞子喷流沉积改造型银多金属矿床成矿构造解析. 现代地质, 1993, 7(1).
- [19] 张二朋等. 秦巴及邻区地质—构造特征概论. 北京:地质出版社. 1993.
- [20] 王俊发等. 秦岭泥盆系层控铅锌矿床. 北京:陕西科学技术出版社. 1991.
- [21] 张本仁等. 秦巴区域地球化学文集. 北京:地质出版社. 1990.
- [22] 陕西省地矿局. 陕西省区域地质志. 北京:地质出版社. 1989.
- [23] 张国伟等. 秦岭造山带的形成及其演化. 西安:西北大学出版社. 1988.
- [24] 许志琴等. 东秦岭造山带的变形特征及构造演化. 地质学报, 1986, (3).
- [25] 杜定汉. 陕西秦巴泥盆系研究. 西安:西安交大出版社. 1986.
- [26] 胡祥昭, 陈松岭等. 陕西淋湘金矿床地质特征和含矿岩系研究. 中南工业大学学报, 1997, (1).
- [27] 刘宝珺等. 岩相古地理基础和工作方法. 北京:地质出版社. 1985.
- [28] 严阵等. 陕西省花岗岩. 西安:西安交通大学出版社. 1985.
- [29] 刘鸿允等. 中国地理图集. 北京:地质出版社. 1986.
- [30] 刘宝珺等. 东秦岭柞水—镇安地区泥盆纪沉积环境和泥盆纪盆地演化. 沉积学报, 1990, 8(4).
- [31] 严克明, 耿树方. 秦巴及其邻区构造研究的新进展和新认识. 中国区域地质, 第四期. 北京:地质出版社. 1993.

- [32] 地矿部秦巴科研项目办公室,陕西省地矿局秦巴金矿科研办公室. 秦巴金矿论文集. 北京:地质出版社. 1993.
- [33] 邹海洋,陈松岭等. 淋湘金矿床地球化学特征. 中南工业大学学报,2001,(2).
- [34] 祁思敬等. 秦岭热水沉积型铅锌(铜)矿床. 北京:地质出版社. 1993.
- [35] 尚瑞均等. 秦巴金矿地质. 合肥:安徽科技出版社. 1992.
- [36] 任纪舜等. 中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿. 北京:科学出版社. 1990.
- [37] 陕西省地矿局综合研究队区调分队. 中华人民共和国区域地质调查报告.(比例尺 1:50000),甘溪幅,蜀河镇幅. 1991.
- [38] 孔繁宗. 陕西省区域地质概述. 中国区域地质,第三期. 北京:地质出版社. 1989.
- [39] 王清晨. 秦岭大地构造演化. 地质科学,1989(2).
- [40] 杨巍然. 东秦岭“开”——“合”史. 地质科学. 1987(5).
- [41] 杨森楠. 秦岭古生代陆间裂谷系统的演化. 地质科学,1985(4).

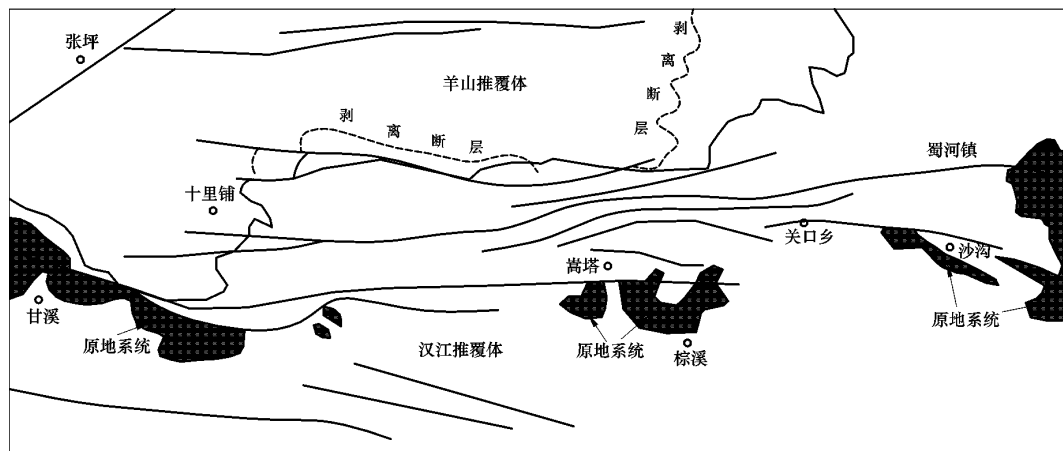


图 2—1 旬阳盆地构造概貌

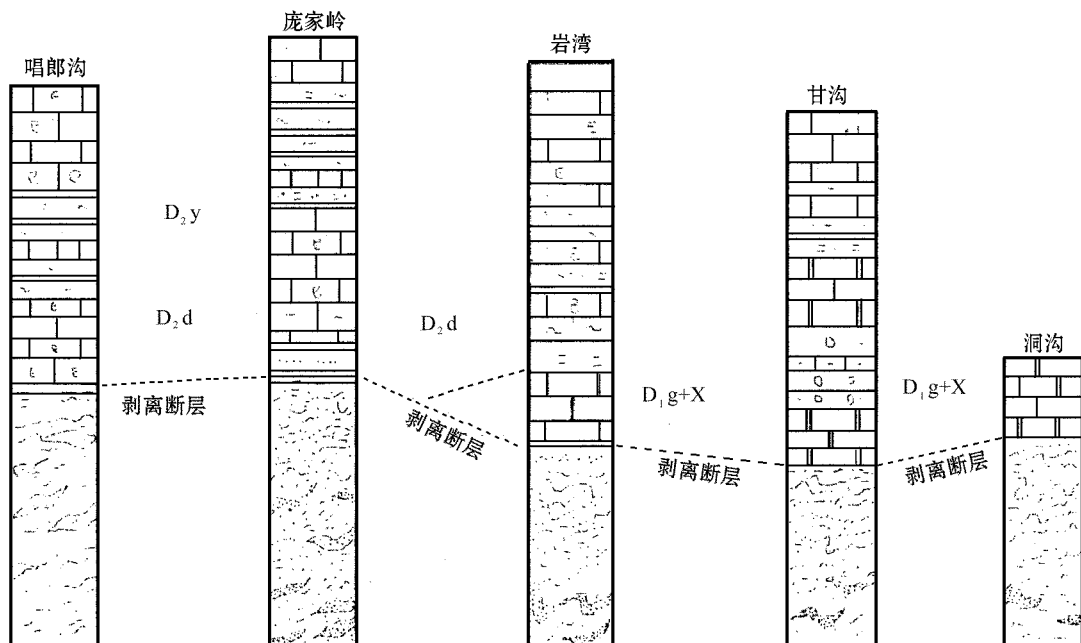
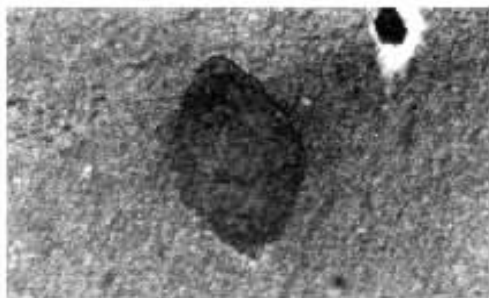
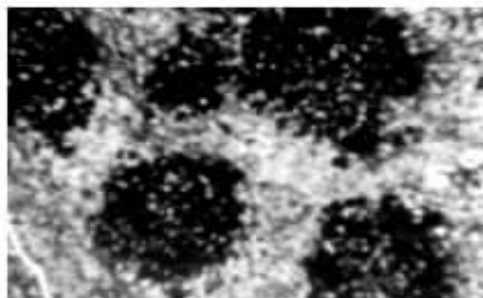


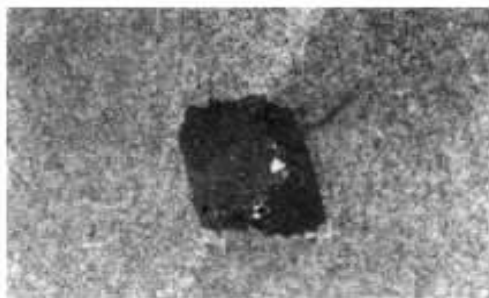
图 2—2 陈家院—迎凤园剥离断层构造剥蚀柱状对比图



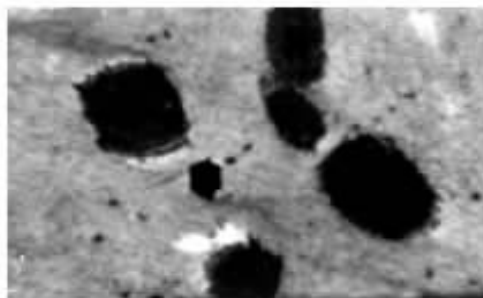
(A)



(B)



(C)



(D)

照片 3-1 斑点状千枚岩 (一)20×

(A) 斑晶为铁白云石；(B)斑晶为石英；(C)斑晶为石英；(D)斑晶为黄铁矿



表 3—2 含矿岩系岩石化学成分

w/%

样品编号	样品名称	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>
D <sub>72-1</sub>	砂质白云岩	1.44	0.04	0.88	1.87	0.75	0.10	18.97	30.26	0.21	0.60	45.37	0.74
R <sub>031</sub>	砂质白云岩	4.35	0.10	1.31	2.17	0.90	0.34	19.48	29.17	0.27	0.17	41.17	0.44
D <sub>72-2</sub>	千枚岩	64.34	0.70	15.18	2.57	3.64	0.05	2.03	0.25	3.29	1.48	5.79	3.19
R <sub>032</sub>	千枚岩	63.04	0.76	15.93	3.70	0.57	0.02	1.20	3.42	4.93	0.25	5.02	0.41
R <sub>033</sub>	千枚岩	57.87	0.67	17.06	0.83	5.85	0.10	2.87	0.53	5.74	0.16	5.13	
D <sub>72-3</sub>	钙质砂岩	71.13	0.07	0.67	4.16	0.31	0.21	0.42	11.85	0.23	0.06	10.42	1.00
南京大学	白云岩	0.76		0.29	0.30	—	—	21.60	30.34	0	0.34	46.81	0.03
鞍山(据贺同兴)	千枚岩	60.80	0.79	19.66	4.36	5.20	0.07	1.39	0.20	4.15	0.55	0.18	3.50

表 3—3 含矿岩系稀土元素含量表

w/%

样品编号	样品名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE
D <sub>72-1</sub>	砂质白云岩	2.93	5.41	0.76	2.38	0.47	0.13	0.40	0.06	0.36	0.07	0.17	0.02	0.13	0.02	2.11	15.43
R <sub>031</sub>	斑点状千枚岩	2.89	6.22	0.81	2.59	0.67	0.26	0.52	0.10	0.53	0.09	0.20	0.03	0.15	0.03	2.60	17.68
D <sub>72-2</sub>	斑点状千枚岩	34.54	63.53	7.66	28.03	5.05	0.98	4.24	0.59	3.84	0.76	2.16	0.34	2.02	0.34	23.02	177.29
R <sub>032</sub>	矿化千枚岩	35.78	70.89	8.62	29.78	5.33	0.91	4.37	0.69	4.05	0.79	2.17	0.34	2.12	0.32	0.79	188.80
R <sub>033</sub>	矿化千枚岩	32.90	55.13	8.26	29.13	5.38	1.08	4.55	0.69	4.30	0.85	2.22	0.34	2.20	0.38	23.27	170.66
D <sub>72-3</sub>	钙质砂岩	21.33	52.24	6.00	24.02	5.15	1.06	4.40	0.64	3.71	0.69	1.73	0.25	1.42	0.20	202.7	143.11
碳酸盐岩		n	11.5	1.1	4.7	1.3	0.2	1.3	0.2		0.3	0.5	0.04	0.5	0.2	30	51.84
砂岩		30	92	8.8	37	10	1.6	10	1.6		2.0	4	0.30	4.0	1.20	40	242.5
页岩+粘土岩		40	50	5	23	6.5	1	6.5	0.9		1	2.5	0.25	3	0.70	30	170.35

注：1. 矿区稀土元素含量由地矿部武汉岩矿测试中心分析。 2. 其余据涂里千和费德波(1961)及维诺格拉多夫(1962)。

表 3—4 淋湘金矿矿(化)带矿体规模、产状表

矿带 及矿体 编号		矿体规模/m			金矿体品位/g·t <sup>-1</sup>		矿体产状	产出部位	见矿工程	备注
		长度	宽度范围	平均宽	品位范围	平均品位				
I	I -1	280	1~8.7	4.28	1.8~2.3	1.95	20°∠60°	淋湘上院子	TC0—1, TC35 TC39, TC41	
	I -2	100	1~2.85	1.93	2.2~18.2	6.34	180°∠70°	大沟槽	民采坑	
	I -3	600	1.10~5.50	3.50	1.1~15.8	6.39	15°∠67°	大沟河	KT101, KT102 KT103, KT105 TC1—8	
II -1		50	4.70	4.70	1.1~15.8	6.39	305∠80	殿沟	TC103	
III	III -1	70	2.10	1.13	1.13	1.13	总体南倾, 倾角 60°	上院子北	TC64, TC3—1	
	III -2	60	1.00	1.00	1.23	1.23		上院子北	TC64, TC62	
	III -3	50	1.70	1.70	1.03	1.03		上院子北	TC62, TC3—1	
IV 带		2000	40~80		4~5		近东西向	李家沟—寨沟	民采坑	

表 3—7 淋湘金矿床包裹体测温结果表

样品	矿物	矿化阶段	测温方法	原生包体			
				测定数	平均温度	最佳温度	温度范围
D <sub>014-2</sub>	石英	Ⅱ—Ⅲ	均一法	10 个	213 ℃	195~216 ℃	186~256 ℃
D <sub>017-1</sub>	石英	Ⅱ—Ⅲ	均一法	9 个	210 ℃	203~219 ℃	175~235 ℃
D <sub>016-6</sub>	石英	Ⅱ—Ⅲ	均一法	8 个	194 ℃	190~201 ℃	176~210 ℃
D <sub>011-1</sub>	石英	Ⅱ—Ⅲ	均一法	10 个	188 ℃	179~189 ℃	168~220 ℃
D <sub>008-1</sub>	石英	Ⅳ	均一法	10 个	164 ℃	158~168 ℃	136~196 ℃
D200	方铅矿	Ⅱ—Ⅲ	爆裂法	起爆温度 269 ℃			
D <sub>015-3</sub>	黄铁矿	Ⅱ—Ⅳ	爆裂法	起爆温度 162 ℃, 252 ℃			
D <sub>011-3</sub>	黄铁矿	Ⅰ	爆裂法	起爆温度 303 ℃			

测试单位:中南工业大学地质研究所

表 3—8 淋湘金矿矿物包裹体气液成分分析结果表

$w/10^{-6}$

样品号	样品名称	阶段	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
D011—5	方解石	Ⅳ	0.58	0.60	68.55	1.22	1.49	1.18	0.086	0.053	2.030	52.51	408
D008—1	石英	Ⅳ	0.39	0.40	1.30	0.13	1.17	1.93	0.632	0.895	1.030	18.57	786
D011—1	石英	Ⅲ	0.33	0.34	1.76	0.19	0.05	1.27	0.788	24.61	1.368	47.34	852
D014—1	石英	Ⅱ	0.42	2.07	1.32	0.15	1.16	1.77	0.904	21.71	1.450	49.55	923
石英样品平均值(3)			0.38	0.94	1.46	0.16	0.94	1.66	0.775	15.74	1.283	38.49	854
样品号	样品名称	阶段	液相	气相	总量	气相 液相	$\frac{Na^+}{K^+}$	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$	$\frac{Cl^-}{F^-}$	$\frac{K^+ + Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$	$\frac{CH_4 + CO + H_2}{CO_2}$		
D001—5	方解石	Ⅳ	73.62	462.7	536.3	6.34	1.034	56.19	0.80	0.017	0.040		
D008—1	石英	Ⅳ	5.32	807.2	812.5	151.7	1.026	10.00	1.65	0.552	0.089		
D011—1	石英	Ⅲ	3.94	926.1	930.1	241.8	1.030	9.263	25.40	0.504	0.046		
D014—1	石英	Ⅱ	7.34	996.6	1004	135.8	4.929	8.80	1.10	1.694	0.048		
石英样品平均值(3)			5.53	910.0	915.5	165.5	2.474	9.125	7.31	0.185	0.053		