

甘肃西成铅锌矿集区金矿成矿条件及找矿方向

邓海军¹,朱多录^{1,2},王哲¹,谈应范¹,马东阳¹

(1. 甘肃有色地质勘查局 106 队;2. 兰州大学资源管理学院)

摘要:西成铅锌矿化集中区已发现多处中小型金矿床(点),主要矿化类型有微细浸染型和石英脉型,代表性矿床有安家岔金矿床和小沟里金矿床。综合研究表明,中泥盆统安家岔组 and 西汉水组是主要矿源层,岩浆活动为成矿提供热动力条件和部分成矿物质,层间破碎带及构造交汇部位矿化富集。“攻深找盲”是今后勘查的主攻方向,同时,应注意在铅锌矿床外围有利的构造部位及有岩浆或深源热液活动的部位找矿。

关键词:地质特征;成矿条件;找矿方向;西成铅锌矿化集中区

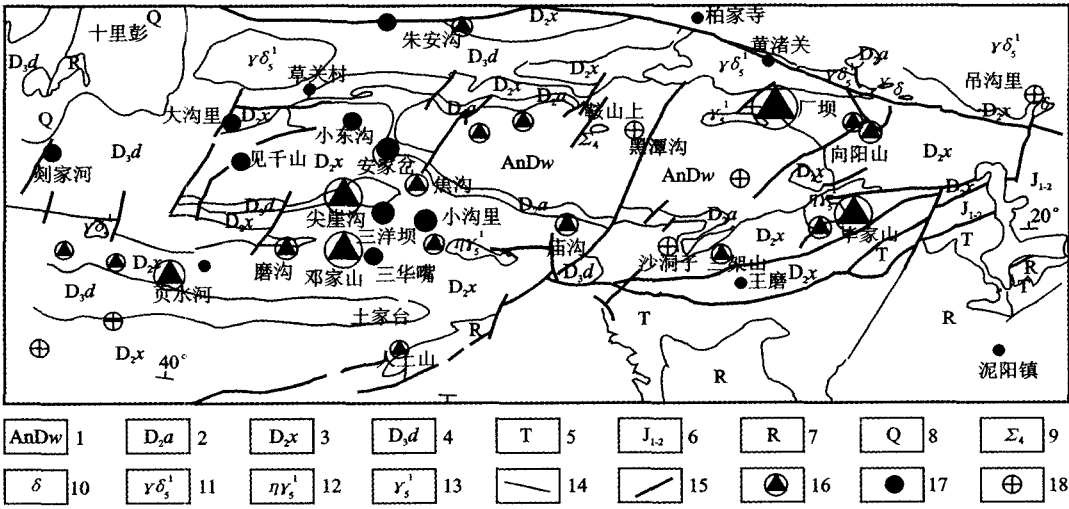
中图分类号:P 618.51 文献标识码:A 文章编号:1001-1277(2010)02-0019-04

西成铅锌矿化集中区位于甘肃省西和、成县地区,矿化集中区面积约 1 200 km²。在这个长数百千米,宽数十千米的成矿带上,分布有厂坝—李家沟特大型铅锌矿床 1 处,毕家山、邓家山、洛坝和尖崖沟 4 个大型铅锌矿床及若干个小型铅锌矿床,为现已探明的国内仅有的几个特大型矿田之一。20 世纪 80 年代末至今,又在西成矿化集中区发现了安家岔、小沟里、三洋坝、三华嘴、小东沟、程家大山、见千山、剡家河、大沟里、常大林等多处中小型金矿床及矿点^[1-2],充分显示本区具有较大的金矿找矿潜力。但目前只发现几处中小型矿床,大多数为矿点。分析总结铅锌金矿带上金矿成矿条件、成矿规律及成矿模式,对在

西成盆地内寻找卡林型、石英脉型等金矿床,具有重要的指示意义。

1 区域地质概况

西成铅锌矿集区是中国重要的铅锌资源基地,位于秦岭造山带中秦岭褶皱带南亚带,北以高桥—礼县断裂为界,南以临潭—山阳断裂为界,形成构造三角区。该带以碎屑岩—碳酸盐岩建造为主,地层主要为前泥盆系吴家山组,泥盆系中统安家岔组、西汉水组,泥盆系上统洞山组。区内断裂、褶皱构造复杂,岩浆侵入活动强烈,成矿地质条件极为有利(见图 1)。



1—前泥盆系 2—中泥盆统安家岔组 3—中泥盆统西汉水组 4—上泥盆统洞山组 5—三叠系 6—中下侏罗统 7—第三系 8—第四系
9—海西期超基性岩 10—闪长岩 11—印支期花岗闪长岩 12—印支期二长花岗岩 13—印支期花岗岩 14—地层界线 15—断层
16—铅锌矿床(点) 17—金矿床(点) 18—铜矿床(点)

图 1 西成铅锌矿集区地质图

收稿日期:2009-10-29
作者简介:邓海军(1966—),男,甘肃通渭人,高级工程师,长期从事矿床勘查与研究工作;甘肃省兰州市城关区九州大道 388 号,甘肃有色地质勘查局 106 队,740036

西成矿田成矿作用时间上的演化和空间上的分异受同生断层控制。礼县—白云—山阳深大断裂是秦岭海槽中目前发现的规模最大的一级同沉积断裂(生长断裂),主导方向为近东西向,它的同生构造作用主要表现为控制泥盆纪一级沉积盆地,通过控制岩相古地理环境进而控制铅锌金矿床的形成与展布。二级同生断裂——黄渚关断裂和人士山断裂直接控制西成矿田的展布。本区泥盆系中没有明显的火山岩层位,但有富钠、富硅、富镁铁碳酸盐及重晶石等热水沉积岩层位及与水热喷气有关的蚀变角砾岩带^[3]。低序次 NE 向石鼓子断裂两侧的差异运动形成厂坝—李家沟三级断陷滞流盆地,盆地水体深、封闭条件好,有利于铅锌金等矿层的沉积与发育。

印支期中酸性侵入岩,有糜署岭、草关花岗岩闪长岩体,黄渚关、厂坝、沙坡里、大山二长花岗岩体,侯家村闪长岩体等。岩石多具似斑状结构,蚀变较弱,围岩砂卡岩化不发育,角岩化带较窄。祁坝—小沟里—三洋坝一带的花岗岩脉群与金矿化关系密切。

2 矿床地质特征

西成盆地内金矿床有两种类型:安家岔微细浸染型、小沟里石英脉—蚀变岩型。矿化主要发生于黄铁矿化、毒砂化、钠长石化、硅化、碳酸盐化、绢云母化围岩蚀变较强部位,远离蚀变带时便明显减弱或消失。黄铁矿化石英细脉发育多期时,矿化较好。含硫化物石英脉、碳酸盐脉、岩浆侵入岩脉是找金的重要标志。

2.1 安家岔金矿床

安山岔金矿床位于吴家山—广金坝背斜西部倾伏端,主要赋矿地层为中泥盆统安家岔组碎屑岩—碳酸盐岩。矿化主要赋存在砂质千枚岩相灰岩过渡部位。区内火成岩主要有海西期超基性岩、印支期花岗岩类以及时代不明的黄铁钠长细晶岩脉、煌斑岩脉等中基性脉体。区内近东西向断裂、层间破碎带和片理化带发育,也发育有近南北向、北东向和北西向断裂,构造交汇部位矿化较好。围岩蚀变主要有硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、毒砂化、绢云母化、绿泥石化等,镁铁质增高,金矿化变富。

圈定矿体十几个,矿体一般长数十米至数百米,厚 0.5~5 m,品位 $1 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-6}$,最高 34×10^{-6} ,延深大于 100 m。矿体以似层状、层状为主,其次为透镜状、脉状。矿体产状与地层基本一致,局部有小角度斜交,向南倾,倾角 $40^\circ \sim 60^\circ$ 。矿体呈平行或斜列式展布,近东西向延伸^①。矿化类型为石英脉

型和蚀变岩型,且明显具有多期多阶段的特点,可分为矿前期(I)、金成矿期(II)、矿后期(III)等3期,包括碳酸盐石英脉阶段(I₁)、黄铁钠长细晶岩脉阶段(II₂)、少黄铁石英脉阶段(II₁)、黄铁矿碳酸盐石英脉阶段(II₂)、黄铁石英碳酸盐脉阶段(II₃)、少石英碳酸盐黄铁矿脉阶段(II₄)、闪斜煌斑岩脉阶段(III₁)和石英碳酸盐脉阶段(III₂)等8个演化阶段。成矿期4个阶段在空间上的复合、叠加,往往形成大而富的工业矿体^[4]。金属矿物以黄铁矿、毒砂、自然金为主,其次有少量黄铜矿、斑铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉锑矿。脉石矿物一般为石英、方解石、铁白云石。载金矿物主要为黄铁矿,其次为辉锑矿、石英。金除少数明金外,主要为显微金,以小圆球状及链状赋存在黄铁矿的微裂隙中和晶面上,或被吸附在黄铁矿边缘。部分呈裂隙金、晶隙金及粒状显微金、包体金与黄铁矿伴生。

2.2 小沟里金矿床

小沟里金矿区处于小沟里倒转向斜的核部,出露地层为中泥盆统西汉水组上段的第二岩性层(D₂x²⁻²)。岩性主要为石英绢云母千枚岩、薄层粉晶灰岩、砂质千枚岩、变砂岩,极少量的白云石石英钠长石、方解石钠长石、生物碎屑灰岩等。产状大致为 $(180^\circ \sim 210^\circ) \angle (45^\circ \sim 55^\circ)$ 。

矿区广泛发育近东西向的层间挤压构造破碎带及其与之相配套的张、剪性裂隙,构成了小沟里导矿、容矿构造。区内岩浆活动频繁,海西期的中酸性花岗岩脉顺层侵入,产状与地层产状一致。单层可分支、复合并呈多条细脉顺层发育,与成矿关系极为密切。脉体越发育,分支越多,矿化越好。岩浆活动的不同成因、多期次的侵入为金矿床的形成和富集提供了良好的时间、空间和热源。矿床近矿围岩的热液变质主要表现为中—低热液蚀变作用,主要有:硅化、钠长石化、黄铁矿化、铁碳酸盐化、毒砂化等。

矿化类型为石英脉型,已发现大小近 60 条石英脉金矿体。矿体主要受层间挤压构造破碎带控制。产状与地层产状一致,局部小角度切割地层。形态为似层状、脉状、透镜状。矿体分支、复合、膨胀、收缩现象明显,矿化不均。矿体从长几米到 2 000 多 m(断续长),宽约 0.50~3.00 m,最宽可达 6.00 m,品位从 $1.00 \times 10^{-6} \sim 6.89 \times 10^{-6}$,最高达 38.00×10^{-6} ,斜深从几米到 300 m。

矿石的结构类型主要为:①石英脉型金矿石具交代结构、碎裂结构;②蚀变岩型金矿石具鳞片变晶结构,交代残留及交代假象。矿石的构造类型主要为条带状、细脉状及星点状、块状构造。

矿石的矿物成分:金属矿物主要有褐铁矿、黄铁

①李瑞祥.安家岔微细浸染型金矿化地质特征及找矿标志.秦岭地区金矿地质科研讨论会论文选编,1991.

矿、毒砂、自然金和银金矿、方铅矿、少量闪锌矿,主要脉石矿物为石英、钠长石和碳酸盐矿物相互紧密嵌布。金主要以独立矿物存在,有少量银金矿。主要载金矿物为石英、钠长石、方解石、白云石等碳酸盐矿物。金呈两种嵌布形态:一种为在石英、钠长石、方解石、铁白云石等矿物之间晶隙中分布,以角砾状为主;另一种沿载金矿物的微裂隙中分布,呈长条及树枝状。矿石中金的粒度在 $74 \sim 300 \mu\text{m}$ 间占 67.71% ,为粗粒金,局部可见 2 mm 以上的巨粒金。金的成色为 $915 \sim 763$,平均 $815^{[1]}$ 。

金矿床的形成与岩浆热液成矿作用有关,硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 明显富集轻硫, $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为 6.66‰ ,与岩体(脉)中的硫化物硫同位素组成相似,具有细菌还原海水硫酸盐($\delta^{34}\text{S} = -5\text{‰} \sim 20\text{‰}$)的特征,说明成矿流体中硫主要来源于海水硫酸盐的还原硫。金矿床中矿体石英脉 Ar-Ar 年龄为 $(197 \pm 1) \text{ Ma}$,等时线年龄为 $(193 \pm 1) \text{ Ma}$,其时代相当于燕山早期,与岩体的侵入时间一致^[5]。

3 矿床成矿条件

3.1 地层条件

西成盆地泥盆系中统下部为安家岔组 and 上部西汉水组,为碎屑岩系和碳酸盐岩建造。上统洞山组为千枚岩、砂岩、灰岩等。根据冯建忠等^[6]研究,西成盆地泥盆系金背景值平均为 3.2×10^{-9} ,与陕西凤太盆地(金背景值为 3.1×10^{-9})、双王地区(金背景值为 3.3×10^{-9})泥盆系金的背景值相近,为本区主要的矿源层。小沟里金矿区脉岩和岩体富含 Au。大山岩体为 3.85×10^{-9} ,岩体外细粒花岗斑岩脉为 12×10^{-9} ,矿区外围脉岩为 $33.25 \times 10^{-9} \sim 40 \times 10^{-9}$,矿区脉岩中高达 240×10^{-9} ,岩体为金矿床提供了部分成矿物质^[7]。

3.2 构造条件

区域 I 级褶皱吴家山背斜向西倾伏端,安家岔、小沟里等金矿床(点)绝大部分位于其倾伏端次级褶皱,构成了很好的圈闭构造。这里应力集中,不仅褶皱、断裂、层间破碎带、片理化带发育,而且北东向、南北向、北西向构造也较发育,成为深部含矿热液向上运移的通道或矿体就位场所,尤其是构造交汇部位对成矿极为有利。

3.3 岩浆岩条件

小沟里、三洋坝等金矿床的花岗斑岩脉和花岗闪长斑岩脉与金矿体密切共生,部分金矿体产于岩脉的

旁侧甚至岩脉中,岩脉金的富集程度较高。

研究表明,大山花岗岩及顺层侵入的岩脉与小沟里金矿床有密切的时间、空间及成因关系,并提供了热源、水源和部分成矿物质,矿床类型为岩浆热液型。安家岔金矿床岩浆活动的主要作用并非提供成矿物质而是提供热源。

4 成矿模式

中晚泥盆纪时期,西成盆地内富含陆源物质和区域大断裂及同生断裂带来的富含深部初始矿源层物质的热卤水,在封闭一半封闭盆地环境中沉积,使 Pb、Zn、Au、Ba 等成矿物质聚集,经沉积压实作用形成衍生矿源层;在印支碰撞造山作用下,形成吴家山复式背斜及次级背、向斜。造山期后的热液脉动和持续的近南北向挤压应力作用以及地热、岩浆热使由多种流体成分混合而成的渗流热卤水发生环流,对深部地层中 Au、Pb、Zn 等元素发生较强的淋滤作用,含矿流体在岩浆热动力推动下向上运移,并在背、向斜核部、翼部应力集中区形成成矿流体储集层;进一步挤压,褶皱紧闭,岩石破裂,出现了破劈理、层间滑动断裂,使成矿流体因应力释放而迁移至这些开放性构造部位,随着物化条件的改变,Au 发生沉淀、富集而成矿。

5 找矿方向

(1)西成矿集区铅锌矿带近年来发现安家岔、小沟里等小型金矿床数处,矿床类型为微细浸染型、石英脉型。而陕西凤太等地发现大中型金矿床多处,矿床类型主要为微细浸染型、构造蚀变角砾岩型,代表矿床有八卦庙、双王金矿床。两地具有相似的成矿背景和成矿演化过程,矿床成矿系列、矿床类型、矿化种类等具有一定的相似性,但从矿床数量、矿床规模、矿床类型等方面比较,存在较大差异。根据矿床成矿系列预测理论^[8],西成地区具有寻找微细浸染型、构造角砾岩型金矿床的潜在条件。

(2)国内外大量金矿勘查资料表明:金矿体的延深往往大于其走向长度。小沟里金矿床 I-3 号矿体长 1170 m ,勘查深度小于 200 m ,大部分矿体向深部继续延深,其深部是否存在破碎蚀变岩型金矿床,将值得进一步探索。三洋坝金矿床 1 号矿体长度达 800 m ,但倾斜延深仅 120 m ;三华嘴金矿床 1 号矿体长 1600 m ,但倾斜延深仅 100 m ;刘家河金矿床 1 号矿体长度大于 450 m ,但倾斜延深不到 $50 \text{ m}^{[9]}$ 。矿床深部具有较大的找矿空间,应加大勘查力度,使矿体规模进一步扩大。

(3)王怀远根据 $1/2.5$ 万沟系次生晕异常分布

①浩德成,杜志忠,王润堂,等.甘肃省成县小沟里金矿床详查报告.甘肃有色地质勘查局 106 队,2004.

特征认为:规模大、强度高、浓集中心明显的异常均分布于西成矿集区的西部。而西和六巷、花轿子、小沟里等砂金矿床也说明西部金矿源的广泛分布,是寻找岩金矿床的有利地区。

(4)本区金矿床与铅锌矿床在时间演化和空间分布上关系密切。厂坝铅锌矿床方铅矿单矿物含金 210×10^{-9} ,闪锌矿单矿物含金 200×10^{-9} ,黄铁矿单矿物含金 320×10^{-9} ^[1],说明金在铅锌成矿过程中达到了预富集。目前,成县发现的金矿床只有小沟里1处,而厂坝—李家沟铅锌矿床外围尚未见发现金矿床报道,这可能是铅锌矿的勘查热潮“冷淡”了其余矿种的勘查,如铜、钨(钼)、金等。因此,厂坝、李家沟、毕家山等铅锌矿床外围是寻找金矿床的潜在地区。

(5)近年来在美国卡林型金矿带的一系列找矿新进展说明,地层对于成矿的意义不如构造和深源的成矿流体^[10]。在找矿方面注意在有利的构造部位及有岩浆或深源热液活动的部位找矿。如压性或压扭性挤压带、区域不整合面和假整合面、两套差别较大的岩性接触面、褶皱轴部层间虚脱和断层张裂部位,尤其是构造交汇部位是金矿体赋存的重要部位。侯家村、草关、大山等岩体及岩脉发育地段应注意寻找石英脉型金矿床。

6 结 语

西成铅锌矿集区多处中小型金矿床及矿点显示其巨大的找矿潜力。区内断裂、褶皱构造复杂,岩浆侵入活动强烈,成矿地质条件极为有利。而与邻区陕西凤太等地相比,具有相似的成矿背景和成矿演化过程,因此,西成地区具有较好的找矿前景。安家岔、小

沟里等金矿床深部仍是今后找矿的主攻方向。铅锌矿化发育地段,如厂坝、毕家山、邓家山、尖崖沟、页水河等铅锌矿床外围,在有利的构造部位及岩浆岩发育部位,岩性接触面、褶皱轴部层间虚脱和断层张裂部位,尤其是构造交汇部位是寻找金矿床的重要部位。区内多处金矿床都是利用化探手段发现的,异常指示效果明显,传统的地球化学方法仍是寻找金矿床的重要手段^[11]。砂金矿床也是本区寻找岩金矿床的直接标志。

[参考文献]

- [1] 汪东波,邵世才,刘国平,等.金与铅锌矿化的时空关系及应用[J].矿床地质,2001,20(1):78-84.
- [2] 王怀远.西成矿化集中区金的成矿规律研究[J].甘肃冶金,2004,26(1):19-24.
- [3] 祁思敬,李厚民,李英,等.秦岭地区若干重要成矿系列[J].西安工程学院学报,1999,21(4):28-34.
- [4] 谭立群.甘肃省安家岔金矿床矿物包裹体研究[J].贵金属地质,1994,3(4):248-261.
- [5] 邵世才,汪东波.南秦岭三个典型金矿床的 Ar-Ar 年代及其地质意义[J].地质学报,2001,75(1):106-109.
- [6] 冯建忠,汪东波,王学明.西秦岭泥盆系 Au 背景值的确定、元素地球化学特征及地质意义[J].中国地质,2005,32(1):100-105.
- [7] 冯建忠,汪东波,邵世才,等.西秦岭小沟里石英脉型金矿床成矿地质特征及成因[J].矿床地质,2002,21(2):159-166.
- [8] 朱裕生.矿产预测理论——区域成矿学向矿产勘查延伸的理论体系[J].地质学报,2006,80(10):1518-1526.
- [9] 田继孝.甘肃西成地区金矿地质特征及找矿方向[J].黄金,2004,25(5):8-11.
- [10] 王登红.卡林型金矿找矿新进展及其意义[J].地质地球化学,2000,28(1):92-96.
- [11] 施俊法,姚华军,李友枝,等.信息找矿战略与勘查百例[M].北京:地质出版社,2005:112-258.

Gold ore-forming conditions and prospecting directions in Xicheng lead and zinc mineralization field of Gansu

Deng Haijun¹, Zhu Duolu^{1,2}, Wang Zhe¹, Tan Yingfan¹, Ma Dongyang¹

(1. 106 Team of Gansu Non-ferrous Metal Geological Exploration Bureau;

2. College of Resource Management, Lanzhou University)

Abstract: Many middle-small gold deposits were found in Xicheng lead and zinc mineralization field and their major types are micro-disseminated type and quartz vein type, whose representative deposits are Anjiacha deposit and Xiaogouli deposit. Anjiacha group and Xihanshui group in Middle Devonian system are the main mineral source bed. Magma activities provided the thermodynamic conditions and part of ore-forming substance. The ore-forming minerals enriched in the interlaminar broken belt and structure convergence position. The major prospecting work in the future is to find in depth and blind orebodies. At the same time, the prospecting work should pay attention to the places of advantaged structures and magma or hot liquid activity parts.

Keywords: geological characteristic; ore-forming condition; prospecting direction; Xicheng lead and zinc mineralization field

(编辑:宿晓静)