

西秦岭造山带早子沟金矿床金矿化特征及找矿潜力评价

田向盛^{1,2}, 孙新春^{3,4*}, 邱昆峰⁵, 王玉玺^{1,2}

(1. 甘肃省贵金属矿产资源勘查与综合利用工程技术研究中心; 2. 甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院;
3. 甘肃省地质调查院; 4. 甘肃省地矿局院士创新研究中心; 5. 中国地质大学(北京)地质科学与资源学院)

摘要:早子沟金矿床位于西秦岭造山带的夏河—合作地区,是夏河—合作地区乃至西秦岭造山带经济价值最高的金矿床之一。基于早子沟金矿床找矿勘探新近发现的地质现象,对早子沟金矿床地质和金矿化特征进行了系统总结,结合前人年代学数据,对微细浸染型/细脉状毒砂—黄铁矿型和脉状石英—辉锑矿—自然金型 2 类金矿化的成矿时代和矿床成因进行探讨,认为二者成矿时代相差较大,可能存在不同的源区。早子沟金矿床 2 类金矿化分别在浅部岩体周围断裂发育部位和深部低角度断裂发育部位显示出了较好的成矿潜力,应作为下一步找矿勘探的重点。

关键词:早子沟金矿床;矿床地质;矿床成因;潜力分析;深部找矿;金矿化

中图分类号 TD11 P618.51

文章编号:1001-1277(2024)04-0065-06

文献标志码:A

doi:10.11792/hj20240414

引言

夏河—合作地区位于西秦岭造山带西北端,是秦岭造山带最重要的金矿集区之一。早子沟金矿床是夏河—合作地区金资源储量最大的金矿床之一,同时也是目前该地区产量最高的金矿床。前人关于区域上矿床成因的研究主要集中在矿区地球化学特征、流体同位素特征等成矿年代学的讨论上^[1-3],对矿床矿化特征体现出的成矿复杂性和多期性认识不够深入。本文通过对早子沟金矿床地质特征,特别是野外勘查中新发现的金矿化特征进行总结,结合前人资料,对成矿时代和矿床成因进行探讨,结合深部找矿预测新方法^[4-7]对找矿潜力进行评价,以期对今后找矿勘探工作有所帮助。

1 区域地质背景

秦岭造山带位于中央造山系中部,向东包括桐柏—大别造山带,向西与阿尼玛卿造山带、东昆仑造山带和祁连造山带相接,是中国最重要的造山带之一。秦岭造山带以洛南断裂、商丹古缝合带和勉略古缝合带 3 条区域性断裂为界,自北向南可划分为华北地块南缘、北秦岭、南秦岭(秦岭微地块)和扬子地块北缘 4 个构造单元^[8-10]。此外,以宁陕断裂为界,可将南秦岭造山带分为东西两段,东段为东秦岭造山带,西段为西秦岭造山带^[11]。

夏河—合作地区位于西秦岭造山带西北端,大地

构造位置处于特提斯阿尔卑斯—喜马拉雅、太平洋和古亚洲洋及其后的环西伯利亚弧形构造三大构造动力学体系的交会部位。区域出露地层主要是一套海陆交互相不纯碳酸盐岩沉积建造,石炭系至三叠系地层显示出水深由浅至深再逐渐变浅的特点。白垩系、新近系和第四系地层零星不整合分布在古生界地层之上。区域性大断裂夏河—临潭断裂呈北西向展布,将研究区划分为东西 2 个部分(见图 1)。东部构造以新堡—力士山复背斜为主体,北西向力士山—围当山逆冲断裂发育;西部构造以断裂为主,北西向桑科南—格里那断裂分割上、下三叠统地层。

区域岩浆岩发育,出露各类侵入岩 50 余处,包括德乌鲁、美武、达尔藏、阿夷山等规模较大的岩基和较小的岩株和岩脉。岩浆侵位明显受断裂控制,在夏河—临潭断裂两侧显示出分布不均的特点,岩体多沿区域北西向构造呈长轴状展布,而岩脉多直接填充在该断裂西侧次级断裂中。锆石 U-Pb 定年结果显示,这些中酸性岩体锆石 U-Pb 年龄集中在 230~250 Ma^[12-15]。区域内发育加甘滩、早子沟、以地南、早仁道、下看木仓、老豆、岗岔等数十个大型、超大型金矿床及众多中、小型金矿床(点),累计探获金金属量超过 440 t。

2 矿区地质特征

早子沟金矿床位于甘肃省甘南藏族自治州合作市西南 9 km 处。截至 2022 年底,早子沟金矿床(包括格娄昂矿段)累计查明金金属量 132.8 t。

收稿日期:2023-10-10;修回日期:2024-01-20

基金项目:甘肃省科技计划项目(22YF7GA050);中央引导地方科技发展资金项目(YDZX20216200001297)

作者简介:田向盛(1984—),男,高级工程师,从事地质找矿及矿业开发工作;E-mail:274867816@qq.com

*通信作者:孙新春(1978—),男,正高级工程师,从事地质矿产调查、勘查及管理工作;E-mail:15117071709@qq.com

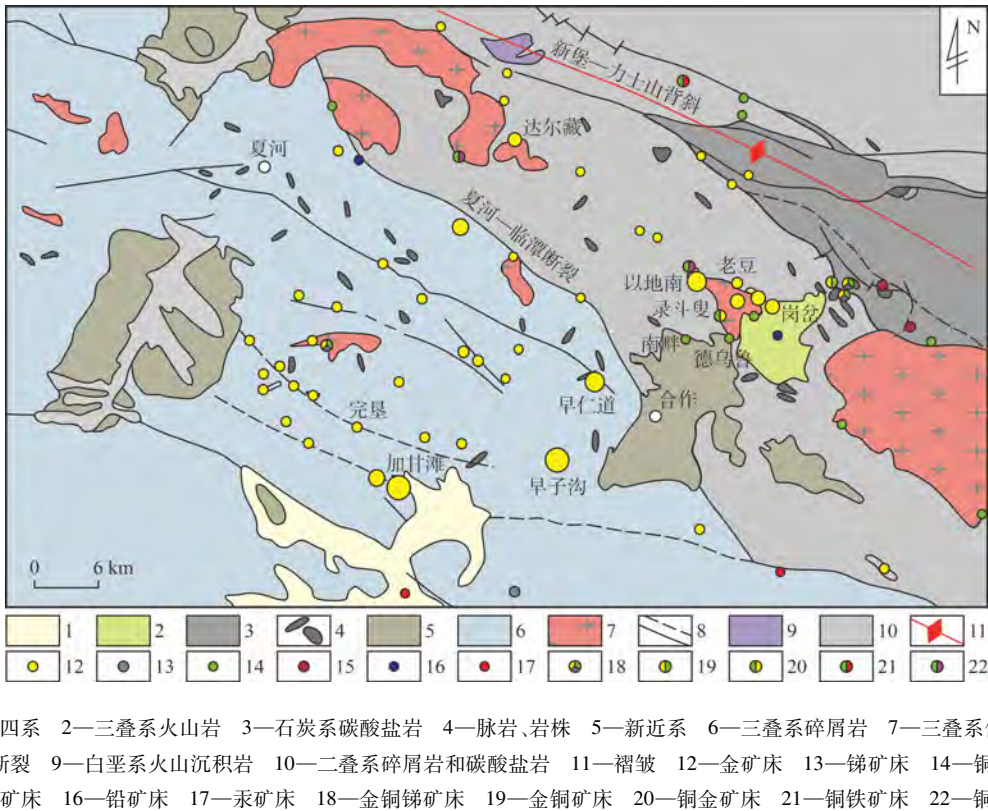


图 1 夏河—合作地区地质矿产图

2.1 地 层

早子沟金矿床矿体展布于合作市早子沟和夏河县格楼昂一带中三叠统古浪堤组下段(T_2g^1)、第四系地层及侵位其中的岩浆岩中(见图 2)。古浪堤组下段从东向西、层序从下到上又可分为 3 段:下部(T_2g^{1-1})为深灰色、灰绿色条纹状粉砂质板岩夹泥质

板岩及中—薄层岩屑长石砂岩、褐灰色灰岩条带;中部(T_2g^{1-2})为矿体的主要赋存层位,包括上部浅灰、黄绿色条带状板岩夹石英细砂岩透镜体及灰岩条带,下部灰黑色硅质板岩与浅灰色粉砂质板岩及灰色条带互层;上部为(T_2g^{1-3})灰黑色硅质板岩与浅灰色粉砂质板岩互层。

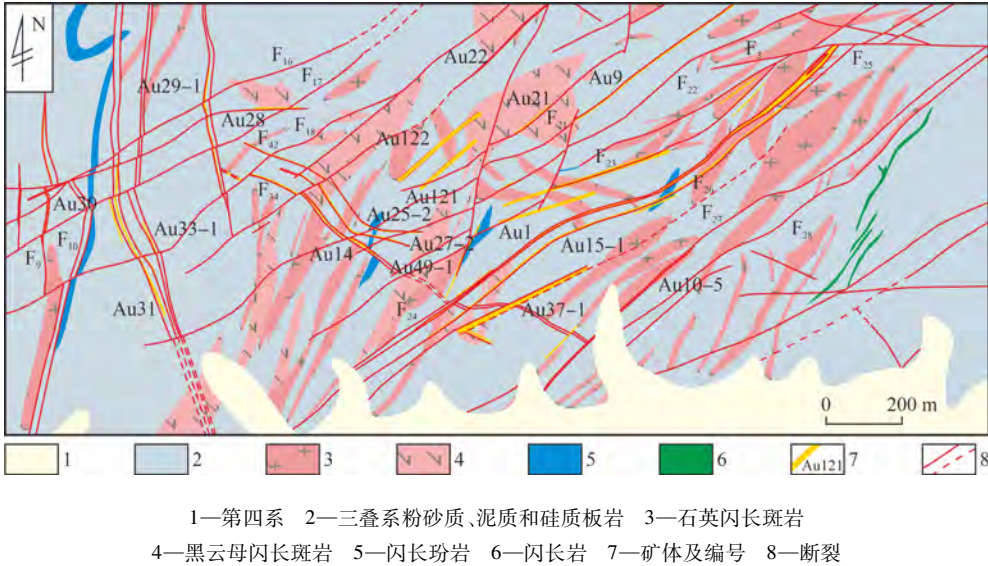


图 2 早子沟矿区地质图

2.2 构 造

早子沟金矿床位于新堡—力士山复背斜南翼,桑

曲—早子沟断裂北侧。矿区内断裂极度发育,包括近东西向、近南北向、北东向、北西向和北北东向

5 组^[8],且除北北东向外的其他 4 组断裂均是主要控矿构造。其中,北西向和近南北向断裂主要分布在矿区西部(见图 2)。北西向断裂走向与区域构造走向一致,被北东向和近南北向断裂穿插。北东向断裂在矿区内规模最大,以 40°~60°走向斜切矿区中部,几乎遍布全区,倾向南东,倾角 80°~88°,延伸稳定,长 1 000~2 000 m,常形成宽 2~20 m 的断裂破碎带,控制着矿区主要侵入岩和矿化带的分布。近南北向断裂倾向 85°~95°,倾角 62°~88°,延伸大于 670 m,宽 3~22 m,破坏了北西向断裂的展布形态,控制着南北向矿体的分布。近东西向断裂在矿区地表出露较少,但井下生产勘探和开采工作揭露了矿区内近东西向隐伏断裂广泛存在,并对矿体具有明显的控制作用。

2.3 岩浆岩

矿区中酸性岩浆岩发育十分密集,成群发育为岩脉或岩枝,总体上自矿区南西向北东侵入,主要呈北东向展布,在矿区西部偏转至近南北向(见图 2)。野外勘查显示,侵入岩岩性主要有石英闪长斑岩、黑云母闪长斑岩和闪长玢岩等。其中,以石英闪长斑岩和黑云母闪长斑岩分布最为广泛,且与金矿化关系最为密切,是主要赋矿围岩。

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

早子沟金矿床共圈定矿体 646 个。根据空间展布特点,矿体可分为陡倾斜的北东向、北西向、近南北向矿带和缓倾斜的近东西向矿带等 4 个矿带。其中,北东向矿带包含矿体 429 个,矿化强度明显高于其他矿带,以 Au1 矿体为典型代表。Au1 矿体为矿区内规模最大的矿体,受 F₂₄断裂控制,浅部因受缓倾斜断裂 F₃ 错断,向南位移 10~30 m(见图 3)。矿体总体形态呈比较规则的脉状,走向 55°,倾向 140°~150°,倾角 80°~85°,局部呈直立状态,长 1 300 m,平均厚度 3.10 m,金平均品位 4.01 g/t,单矿体资源量为 28.729 t。近南北向矿带包含金矿体 144 个,以矿区西部受 F₉ 断裂控制的 Au30 矿体规模最大、控制程度最高,其他矿体(如 Au29 矿体)规模较小且连续性较差。

北西向矿带产出矿体 60 个,多发育为断续脉状,以 Au14 矿体为代表,是矿区的次要矿带。近东西向矿带为 2011 年以来新发现的一组缓倾斜盲矿体,以 M6 矿体为典型代表。M6 矿体呈脉状产于 F₃ 断裂中,与 F₃ 断裂一起明显错断陡倾斜的 Au1 矿体。M6 矿体走向 80°,倾向 165°~180°,倾角 10°~26°,断续长 1 080 m,平均厚度 2.90 m,金平均品位 3.82 g/t,单矿体资源量 13.297 t。新近发现并已投

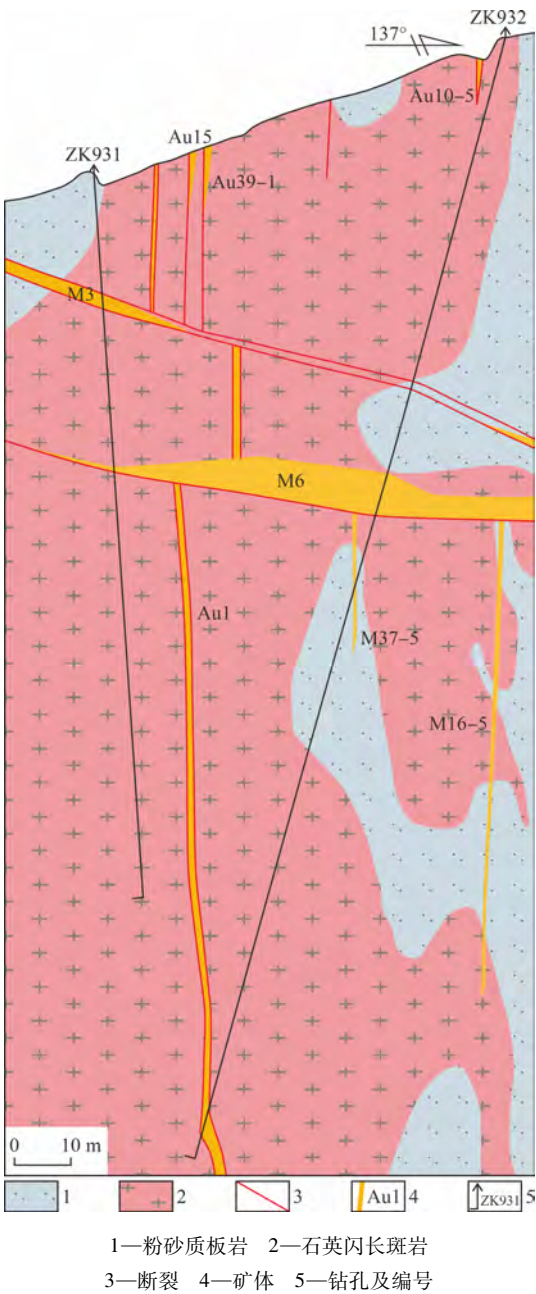


图 3 早子沟金矿区典型勘探线剖面图

Fig. 3 Profile of typical exploration line in Zaozigou Gold District

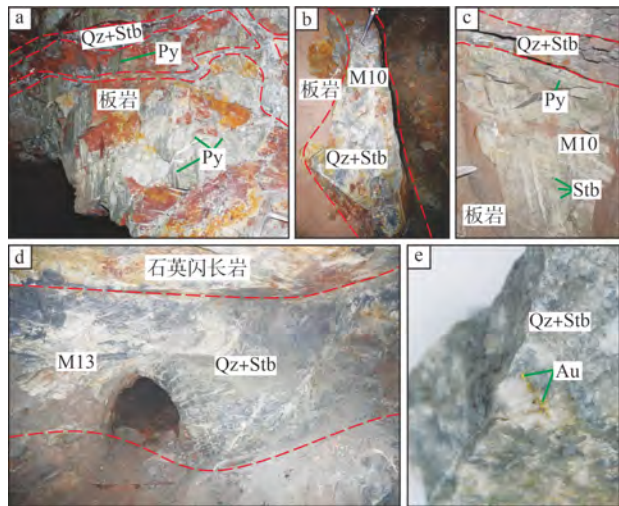
入生产的几个重要矿体,如 M10、M11、M13 和 M24 矿体也均在该矿带内发育。

3.2 金矿化特征

早子沟金矿床金矿化类型包括微细浸染型/细脉状毒砂-黄铁矿型金矿化和脉状石英-辉钨矿-自然金型金矿化。

微细浸染型/细脉状毒砂-黄铁矿型金矿化是早子沟金矿床主要的金矿化类型,也是开采早期最重要的金矿化类型。毒砂和黄铁矿是最主要的载金矿物。黄铁矿和毒砂在控矿断裂两侧的蚀变地层和中酸性岩脉中呈稀疏浸染状分布(见图 4-a),或在石英-碳酸盐脉内或两侧呈稠密浸染状分布。细脉状毒砂-黄铁矿在矿区岩浆岩和板岩地层中也极为常

见,毒砂和黄铁矿呈浸染状发育在石英-碳酸盐矿物细脉中,或以纯粹的毒砂和黄铁矿矿物组合成脉,或呈极细的脉状发育在石英-碳酸盐脉的脉壁,密度较大时发育为网脉状。



a—石英-辉锑矿细脉穿插含浸染状毒砂、黄铁矿的板岩地层

b—板岩地层中的石英-辉锑矿脉发育膨缩变化

c—含浸染状毒砂、黄铁矿的板岩地层被极细的石英-辉锑矿脉穿插,两侧可见浸染状的辉锑矿叠加在毒砂、黄铁矿之上

d—M13 矿体局部发育厚大石英-辉锑矿脉,最厚可达 3 m

e—石英-辉锑矿脉状沿微裂隙发育自然金

Qz—石英 Stb—辉锑矿 Py—黄铁矿 Au—自然金

图 4 早子沟金矿床主要矿化特征

Fig. 4 Main mineralization characteristics of Zaozigou Gold Deposit

脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化规模较大,可见自然金,是早子沟金矿床锑资源量的全部来源和金资源量特别是自然金的重要来源。这一矿化类型以尺度不一、形式多变的石英-碳酸盐-辉锑矿为主(见图 4-b~d)。脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化的矿物组合较为简单,金属矿物几乎全部为辉锑矿,少量的自然金与辉锑矿或石英共生(见图 4-e),局部可见混杂而来被挤压破碎的黄铁矿,脉石矿物以石英为主。该类型金矿化的厚度变化极大,在陡倾斜矿体中一般较薄,为 0.02~0.5 m,在缓倾斜的近东西向矿体中厚度明显变大,最厚可达 3 m(见图 4-d)。

近年来,早子沟金矿床在石英-辉锑矿-自然金型金矿化的找矿勘探上成果显著。新近发现的 M7、M10、M11、M13 和 M24 矿体是目前金产量的重要来源乃至主要来源。这些矿体隐伏于地下,严格受明显错断陡倾斜矿体的近东西向缓倾斜断裂控制,相对于陡倾斜矿体中发育的石英-辉锑矿脉厚度明显较大,辉锑矿含量相对较高,两侧板岩或岩浆岩中的浸染状毒砂、黄铁矿也明显减弱,局部可见辉锑矿呈浸染状叠加在浸染状毒砂和黄铁矿上(见图 4-c)。最新勘查结果显示,在早子沟金矿床距地表 1 000 m 以下的深

部沿缓倾斜断裂发育了规模更大的石英-辉锑矿脉。

3.3 围岩蚀变

早子沟金矿床的矿体周围地层和岩浆岩中广泛发育围岩蚀变,蚀变主要为绢云母化、碳酸盐化、硅化和硫化,主要形成了绢云母、碳酸盐和石英等非金属矿物,以及以黄铁矿和毒砂为主的金属矿物。绢云母化在矿区内分布最为广泛,在岩浆岩中尤为发育,因此早子沟金矿区的蚀变岩浆岩和板岩总体呈绿色。石英和碳酸盐矿物的结晶贯穿了早子沟金矿床的整个成矿过程,二者在矿区发育广泛,形式多样,主要以各类脉体形式填充在矿区地层和岩浆岩的各个裂隙和微裂隙中,或扩散渗透交代整个岩石块体,形成面状或团块状的石英或碳酸盐矿物。碳酸盐矿物主要包括铁白云石、白云石和方解石,其中以铁白云石最为常见,白云石仅和胶状黄铁矿和毒砂共生发育,方解石则在石英-辉锑矿脉中更为常见。脉体中的热液在充填交代过程中,渗透交代围岩地层的现象常见,石英往往呈面状扩散而导致大规模地层或斑岩基质发生硅化,碳酸盐则更易在蚀变矿物的残余晶型中结晶为团块状,叠加在绢云母化上,偶尔呈面状分布。矿区内赤铁矿交代矿体的现象在地表以下 150 m 内常见,局部形成“氧化矿”。

4 找矿潜力评价

自 1997 年至今,早子沟金矿床的开采历史已达二十余年,开采方式也在 2004 年由露天开采转为地下开采。但是,由于早子沟金矿床在成矿深度、赋矿岩性、矿体产状和矿化类型等诸多方面的多样性和复杂性,即使前人对关于早子沟金矿床的成因问题开展了大量工作,但依然很难就其成因类型达成共识。争议的关键在于成矿时代,以及由此衍生的成矿与岩浆岩的成因关系。

相对单调的矿物组合特征极大限制了早子沟金矿床成因研究工作的开展,以至于在二十多年的开采过程中,早子沟金矿床的成因研究工作依然主要集中在成矿年代学的讨论方面。前人大量的锆石 U-Pb 年代学研究结果显示,早子沟金矿床广泛发育的中酸性岩浆岩主要侵位于早—中三叠世 235~250 Ma^[12,16-17]。与黄铁矿和毒砂共生的绢云母⁴⁰Ar-³⁹Ar 年龄显示,早子沟金矿床成矿在 242~246 Ma^[16],而与矿化(何种类型矿化)共生的独居石 U-Pb 定年,得到了 211 Ma 的成矿年龄^[17]。

野外勘查显示,早子沟金矿床辉锑矿化的形成明显晚于毒砂-黄铁矿化,主要证据包括:①浸染状和细脉状毒砂-黄铁矿化总是被规模不一的石英-辉锑矿脉穿插(见图 4-a);②井下局部可见石英-辉

锑矿脉周围浸染状的辉锑矿叠加在浸染状毒砂-黄铁矿化之(见图4-c);③石英-辉锑矿脉中偶见被挤压破碎的黄铁矿。

综上所述,推断2类金矿化并非在同期热液事件中形成,成矿时代应相差较大,主要理由是:①2类金矿化矿物组合差别明显,金属矿物组合完全不同,全无交集,且石英-辉锑矿脉中的黄铁矿均被挤压破碎,表明石英-辉锑矿热液事件发生时,黄铁矿已结晶完全,二者为非同期热液事件产物;②以浸染状矿化为主导的陡倾斜Au1矿体被赋存在 F_3 断裂中缓倾斜M6矿体的辉锑矿脉错动,向南位移30 m(见图3),这显示石英-辉锑矿化发生晚于或与 F_3 断裂同时形成,二者又明显晚于陡倾斜Au1矿体的形成,2类金矿化在时间上应间隔较久。考虑到绢云母 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 定年和独居石U-Pb定年均是较为成熟的年代学分析方法,其可靠性和准确性早已被证实,并在地质学中被广泛使用,因此,前人所测2个成矿年龄分别代表了微细浸染型/细脉状毒砂-黄铁矿型金矿化和脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化的成矿时代(独居石代表脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化成矿时代)。结合岩浆侵位时代,2类金矿化与岩浆活动显示出明显不同的时间关系,微细浸染型/细脉状毒砂-黄铁矿型金矿化与岩浆侵位时间一致,关系密切;而脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化晚于区域岩浆侵位20 Ma之久,并非是岩浆热液活动的产物。

赋存在毒砂和黄铁矿中的不可见金是早子沟金矿床金的最重要来源,占90%以上。因此,微细浸染型/细脉状毒砂-黄铁矿型金矿化依然是早子沟金矿床找矿勘查的重要目标。根据现有开采情况,矿区深部以脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化为主导的缓倾斜矿体两侧毒砂和黄铁矿化明显减弱,局部甚至几乎不发育毒砂和黄铁矿,这表明以微细浸染型/细脉状毒砂-黄铁矿型金矿化为主导的陡倾斜矿体以矿区浅部断裂为主要赋存部位。考虑到与岩浆岩的密切关系,该类金矿化很可能是岩浆侵位晚期岩体顶部热液活动的产物,浅部断裂是理想的热液上升通道和硫化物沉淀场所。因此,矿区浅部岩体周围的断裂发育部位,应作为这类金矿化的找矿靶区。

在矿床开采的早期,由于大规模的石英-辉锑矿脉尚未被发现,其勘查工作也没有被重视。但是,随着开采的进行,大规模的石英-辉锑矿脉被发掘出来,与其共生的自然金使这类矿石的金品位最高可以达到300 g/t,其重要性不言而喻。近年来,早子沟金矿床包括M7、M10、M11、M13和M24矿体在内一系列缓倾斜隐伏矿体的发现和开采也证明了这一点。

该类金矿化应当被更多重视起来,找矿勘探工作也应对其进行有针对性的部署。

野外勘查显示,脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化受缓倾斜断裂控制明显,且形成时间明显晚于区域岩浆活动,而与秦岭造山带晚三叠世大规模造山型金矿形成的时间一致,表明脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化很可能是在秦岭造山带晚三叠世南北陆块自东向西拼合事件中形成,其成矿流体很可能来自勉略洋盆闭合时洋壳俯冲碰撞过程中产生的变质流体,区域性断裂是重要的导矿构造,而末端的低角度断裂则是最重要的容矿构造。由于该类金矿化成矿流体来源较深,成矿深度相对较大,最深可达15 km^[18],早子沟金矿区纵横交错的断裂特别是深部低角度断裂为脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化提供了良好的储存空间,找矿潜力巨大。

根据长期的勘查实践和综合研究,早子沟金矿区深部找矿前景巨大,可能存在“上脉下层”的矿体分布特征。浅部地层强烈褶皱,陡倾断裂发育,矿体受断裂和岩脉控制;深部矿体主要受侵入体控制。主要证据如下:①地表在78勘探线—87勘探线呈背斜形态,岩脉集中分布,深部闪长岩增多;②缓倾斜矿体(M4、M6、M9)发育,向四周倾斜,矿区周围断裂呈环形分布^[19];③原生晕测量结果显示,200 m深度以浅化探异常受断裂控制呈带状,2 500 m深度以深化探异常显著,呈团块状,早子沟金矿床原生晕地球化学参数(前缘晕元素与尾晕元素累加累乘)在200~300 m深度总体表现为下降,峰值深度分别为3 000 m和2 800 m,而这2处均见有多条品位高、延伸稳定的厚大矿体;2 600 m深度以深出现以倍数增加的矿体,尤其是2 500 m深度以深出现连续递增,反映了2 500 m深度以深很有可能出现厚大盲矿体^[20-21]。

5 结 论

综合早子沟金矿床近年来最新的勘探成果,总结了早子沟金矿床地质和金矿化特征;结合前人年代学数据,重新审视和分析了成矿年代及矿床成因,得到以下2点结论:

1)早子沟金矿床金矿化包括微细浸染型/细脉状毒砂-黄铁矿型金矿化和脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化2类,后者明显晚于前者,2类金矿化很可能具有不同的成矿物质源区。

2)与岩浆岩时空关系密切的微细浸染型/细脉状毒砂-黄铁矿型金矿化勘查工作应以浅部岩浆岩附近的断裂发育部位为主要找矿靶区,而脉状石英-辉锑矿-自然金型金矿化很可能有更深的源区和赋

矿层位,结合原生晕进行预测,认为早子沟金矿床深部找矿潜力较大。

[参考文献]

[1] 陈瑞莉,陈正乐,伍俊杰,等. 甘肃合作早子沟金矿床流体包裹体及硫铅同位素特征[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2018,48(1):87-104.

[2] 徐永利,刘景显,严康,等. 西秦岭夏河县姜隆哇岩体的发现及其对找矿的指示意义[J]. 黄金,2023,44(8):84-91.

[3] 刘景显,韦乐乐,火兴达,等. 甘肃省拉美扎沙地区找矿模型及找矿效果[J]. 黄金,2020,41(4):9-13,24.

[4] 望开磊,缪广,屈海浪,等. 甘肃流沙沟金矿床围岩蚀变特征及其与金矿化的关系[J]. 黄金,2023,44(3):81-85.

[5] 魏子鑫,秦连元,要悦稳,等. 青海省格尔木市白日其利金矿区构造叠加晕深部找矿预测[J]. 黄金,2023,44(1):75-81.

[6] 刘云华,赖正哈,王硕,等. 陕西太白金矿床“三位一体”找矿预测模型及深部找矿预测[J]. 黄金,2023,44(7):10-18.

[7] 刘建民,赵国春,徐刚,等. 辽东半岛金矿成矿作用与深部资源勘查[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2021,51(6):1 613-1 635.

[8] 张国伟,孟庆任,赖绍聪. 秦岭造山带的结构构造[J]. 中国科学(B辑),1995,25(9):994-1 003.

[9] 张国伟,孟庆任,于在平,等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征[J]. 中国科学(D辑),1996,26(3):193-200.

[10] 孟庆任. 秦岭的由来[J]. 中国科学:地球科学,2017,47(4):412-420.

[12] HU X L,DING Z J,GONG Y J,et al. Ore-hosting igneous rocks in the Xiahe - Hezuo district, West Qinling orogen, China, and their relationships with gold mineralization [J]. Ore Geology Reviews, 2021,133:104127.

[13] LUO B J,ZHANG H F,LÜ X B. U - Pb zircon dating,geochemical and Sr - Nd - Hf isotopic compositions of Early Indosinian intrusive rocks in West Qinling, central China; Petrogenesis and tectonic implications[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology,2012,164:551-569.

[14] 靳晓野,李建威,隋吉祥,等. 西秦岭夏河—合作地区德乌鲁杂岩体的侵位时代、岩石成因及构造意义[J]. 地球科学与环境学报,2013,35(3):20-38.

[15] 韦良喜,陈正乐,庞振山,等. 甘肃省合作市早子沟金矿床构造应力场分析[J]. 地球学报,2018,39(1):79-93.

[16] SUI J X,LI J W,JIN X Y,et al. ⁴⁰Ar/³⁹Ar and U - Pb constraints on the age of the Zaozigou disseminated gold deposit,Xiahe - Hezuo district, West Qinling orogen, China; Implications for the early Triassic reduced intrusion-related gold metallogeny [J]. Ore Geology Reviews,2018,101:885-899.

[17] QIU K F,YU H C,DENG J,et al. The giant Zaozigou Au - Sb Deposit in West Qinling, China: Magmatic or metamorphic-hydrothermal origin? [J]. Mineralium Deposita,2020,55(18):345-362.

[18] GOLDFARB R J,GROVES D I. Orogenic gold: Common or evolving fluid and metal sources through time [J]. Lithos,2015,233:2-26.

[19] 李康宁,程志中,李鸿睿,等. 西秦岭早子沟金矿中酸性侵入岩地球化学、年代学特征及成矿地质体的确定[J]. 岩石矿物学杂志,2023,42(2):205-219.

[20] 汤磊,林成贵,程志中,等. 甘肃省合作市早子沟金矿原生晕三维特征及深部找矿预测[J]. 地质通报,2020,39(8):1 173-1 181.

[21] 林成贵,程志中,吕志成,等. 甘肃省早子沟金矿原生晕分带特征及深部找矿预测[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2020,50(1):70-84.

Gold mineralization characteristics and prospecting potential evaluation of Zaozigou Gold Deposit in the West Qinling orogenic belt

Tian Xiangsheng^{1,2}, Sun Xinchun^{3,4}, Qiu Kunfeng⁵, Wang Yuxi^{1,2}

(1. Engineering Technology Research Center for Exploration and Comprehensive Utilization of Metal and Precious Metal Mineral Resources of Gansu Province;

2. Third Institute Geological and Mineral Exploration, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources;

3. Geological Survey of Gansu Province;

4. Academician Innovation Research Center of Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources;

5. School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences Beijing)

Abstract: Zaozigou Gold Deposit is located in the Xiahe - Hezuo area of the West Qinling orogenic belt, and is one of the most economically valuable gold deposits in this area and even the entire West Qinling orogenic belt. Based on recent geological discoveries in the exploration of Zaozigou Gold Deposit, the geological and mineralization characteristics of the deposit were systematically summarized. Combining previous geochronological data, 2 types of gold mineralization, namely the micro-fine dissemination narrow-vein arsenopyrite - pyrite type and the vein quartz - stibnite type, were discussed in terms of their metallogenic ages and deposit genesis, indicating a significant difference in their metallogenic ages, suggesting the possible existence of different source areas. The 2 types of gold mineralization at Zaozigou Gold Deposit show good prospecting potential in the areas with developed fractures around shallow rock bodies and in areas with low-angle fractures at depth, highlighting the importance of focusing on these areas for future prospecting exploration.

Keywords: Zaozigou Gold Deposit; deposit geology; deposit genesis; potential analysis; deep prospecting; gold mineralization