

小秦岭红土岭矿区中深部金矿地质特征及找矿方向

叶会寿^{1,2}, 何春芬², 杨生强², 冯建之², 李江山²

(1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 河南省地矿局第一地质调查队, 河南 洛阳 471023)

摘 要:通过地质调查,查明红土岭矿区中深部金矿体的3种产出方式:a)地表露头矿的深延部分;b)隐伏于地表及浅部无矿段的深部;c)赋存于隐伏矿脉之中。通过对矿床的矿石物质组成、结构构造、金的赋存状态和成矿机理的研究认为,矿床属中低温热液脉状金矿床。指出S884-①、S1002-①号矿体的中深部及S899、S884、S881、S1002矿脉的中深部具有良好的找矿前景。

关键词:红土岭矿区;中深部;金矿地质特征;矿床成因;找矿方向

中图分类号:P61.51

文献标识码:A

文章编号:1007-6956(2003)04-0228-05

20世纪80年代~90年代,在小秦岭红土岭地区地表及地表以下垂深300~400m的浅中部(标高1700~1250m)发现了出岔中型金矿床^①和红土岭小型金矿床^②,依此建立了日处理矿石350t的选矿厂1座。由于金矿的强力开发,资源危机日益突出,攻深找盲则成为解决此问题的有效途径之一。

以往,小秦岭金矿田各矿床的勘探深度一般按300~500m控制,由此所形成的勘查现状是:出岔矿床的浅中部勘探标高大体为1700~1250m,红土岭矿床的浅中部则为1600~1200m。中深部是相对地表及浅部而言的,乃指以矿床原勘探范围的下部标高为基础,按《岩金地质勘探规范》(全国矿产储量委员会,1984)所规定的矿床勘探深度一般要求1~2倍所圈定的空间块体。红土岭地区中深部大致界定为标高1250~800m的空间块体。本文中在对坑道PD1175(坑口标高约1175m,下同)、PD1100、PD1050、PD986、PD848等所揭露的深部含矿构造带和金矿体进行观察研究的基础上,总结中深部金矿地质特征,探讨矿床成因,并指出进一步找矿的方向。

1 矿区地质

红土岭矿区位于华北陆块南缘小秦岭变质

核杂岩^[1]上。变质核杂岩主要由新太古界太华岩群中基性火山—沉积建造的中深变质岩系(自下而上可划分为基性喷发壳岩、观音堂岩组及焕池峪岩组)和燕山期花岗岩体组成。其周缘发育太要和小河拆离断层系,内部发育老鸦岔复背形和一系列韧—脆性剪切带。成矿带属熊贵金属成矿带小秦岭金矿田,由北、北中、中3个矿脉密集带(简称“矿带”)组成,矿区位于北中矿带中段。

矿区地表及中深部主要出露观音堂岩组,主要岩石类型为黑云斜长片麻岩、矽线石榴长石片麻岩、变粒岩和石英岩,其次为斜长角闪岩。原岩为一套滨海—浅海相碎屑—泥质沉积建造,夹有基性火山喷发岩。

矿区位于文峪岩体的东南侧,除出露杨砦峪灰色片麻岩和四范沟片麻状花岗岩外,脉岩亦发育,按其产状划分为东西向、南北向、北西西向、北东向4组。据穿切关系及同位素年龄资料,脉岩生成顺序为:花岗伟晶岩(γ_{p2}^1)→二长花岗岩($\eta\gamma_3$)→燕山早期辉绿(玢)岩脉($\beta_{\mu 5}^2$)→燕山晚期花岗斑岩($\gamma_{\pi 5}^3$)→燕山晚期(含金)石英脉。

矿区处于区域老鸦岔复背形七树坪次级向形中。断裂构造发育,按产状可划分为近东西向、近南北向、北东向、北西向4组。其中近东西向最发育,如S875(注:与矿脉编号相同)、

收稿日期:2003-09-07

基金项目:国土资源部矿产资源补偿费“河南省灵宝市小秦岭金矿田北矿带金矿普查”项目

作者简介:叶会寿,男(1964),中国地质科学院博士生,高级工程师,从事矿产勘查和地质科研。

①武警黄金九支队,河南省灵宝市出岔—乱石沟金矿区西段勘探地质报告,1993

②河南省地调一队,河南省灵宝县红土岭矿区金矿普查地质报告,1986

S8201、S893、S884、S899等,其次为北东向,如S1002,见图1。

含矿断裂(又称矿脉)的规模一般长50~3 800 m,厚度0.15~7.68 m,走向近东西,倾向南,倾角 $16^{\circ}\sim 65^{\circ}$,一般 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$,以中等倾斜为主。由含金石英脉、矿化蚀变岩、糜棱岩、碎裂岩和断层泥砾组成。其中含金石英脉长数米至数百米,呈脉状、透镜状断续分布。从构造岩

的组合、控矿特征等方面分析,构造活动经历了韧性 $\rightarrow$ 韧脆性 $\rightarrow$ 脆性的多期次多阶段的演化,对金矿的形成具有明显的控制作用。

在S875、S8201、S893、S884等矿脉的浅中部均赋存工业矿体。通过深部坑道的初步揭露,在S875、S8201矿脉的中深部发现了规模较大的工业矿体,同时还发现了呈隐伏状的矿脉S8202及其赋存的工业矿体。

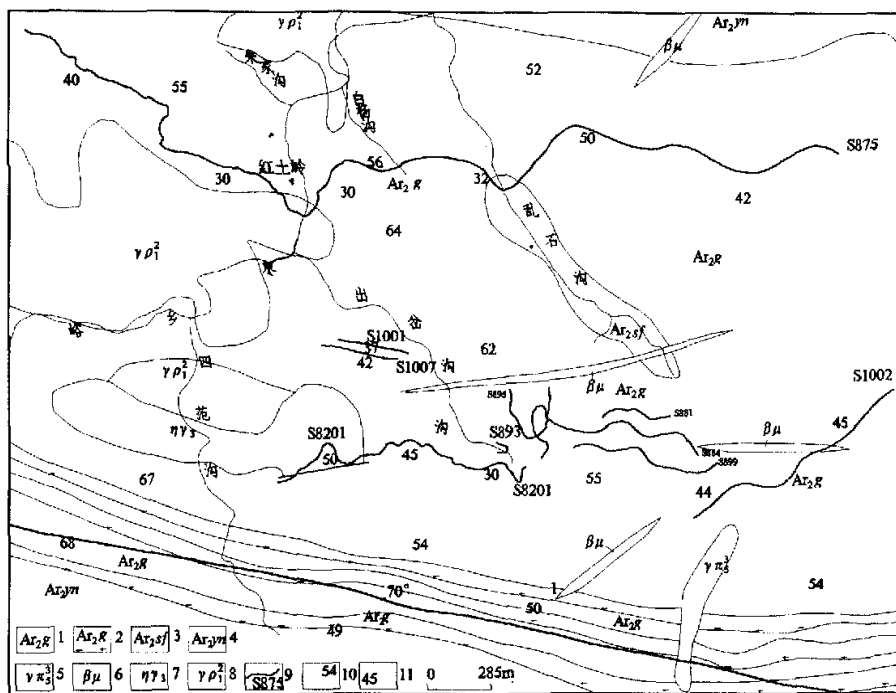


图1 红土岭矿区矿脉分布图

Fig. 1 The distributing map of ore-veins in Hongtuling gold field

1. 新太古界观音堂岩组;2. 新太古界观音堂岩组石英岩;3. 新太古代四范沟片麻状花岗岩;
4. 新太古代杨砦峪灰色片麻岩;5. 燕山晚期花岗斑岩脉;6. 辉绿岩脉;7. 加里东期二长花岗岩;
8. 五台期花岗伟晶岩;9. 矿脉及编号;10. 片麻理产状;11. 矿脉产状

2 矿床地质

2.1 矿体特征

在S875、S8201、S8202等矿脉中深部(标高1 300~900 m)圈定矿体4个,估算的资源量达大型规模。矿体产出方式有3种:(1)地表露头矿的深延部分,如S8201-③号矿体,控制斜深达1 044 m,见图2-(a);(2)隐伏于地表及浅部无矿段(俗称“无矿帽”)的深部,如S875-①号矿体,见图2-(b);(3)位于隐伏矿脉之中,如

S8202-①号矿体,见图2-(c)。矿体产状受构造带形态变化控制,与构造带的产状基本一致,倾向南,倾角 $16^{\circ}\sim 60^{\circ}$,矿体呈似层状、脉状、透镜状分布于矿脉中,沿走向及倾向出现波状起伏,膨大收缩现象。

S8201-③号矿体资源量最多,占矿区中深部总量的47%,是矿区的主要开采对象。走向长710 m,一般斜宽350 m,具大型规模,呈似板状,连续性好,矿体厚度0.59~6.94 m,平均厚度2.12 m,厚度变化系数69%,为较稳定型。单

样金品位 $0.20 \times 10^{-6} \sim 122 \times 10^{-6}$, 平均 9.93×10^{-6} , 品位变化系数 152%, 为不均匀类型; 勘探类型属Ⅲ类。

2.2 矿石矿物成分

金矿物以自然金为主, 其次为银金矿。金属矿物以黄铁矿为主, 黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉

钼矿、辉碲铋矿、磁铁矿等少量, 约占矿物总量的 7%。脉石矿物以石英为主, 其次为绢云母、长石、黑云母、方解石、铁白云石、绿泥石等, 微量矿物有绿帘石、重晶石、锆石、磷灰石、榍石等, 约占矿物总量的 3%, 与矿床浅中部的矿石矿物成分基本一致。

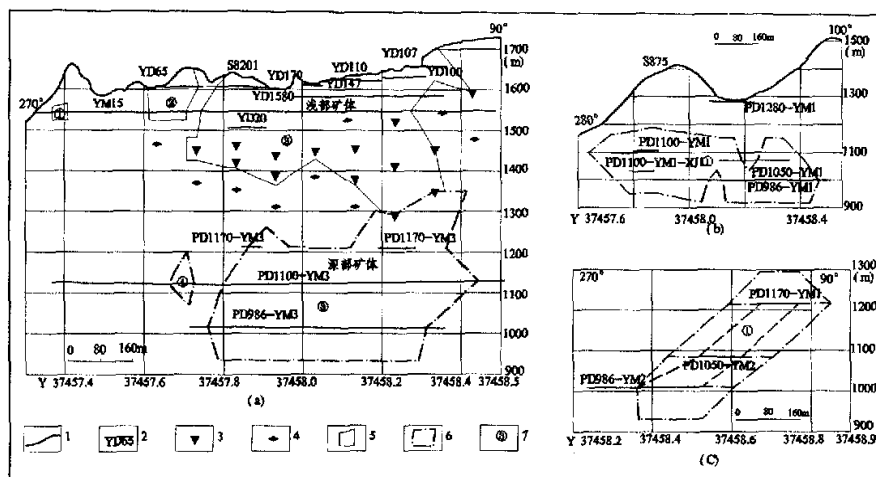


图2 红土岭矿区中深部矿体分布图

Fig. 2 The distributing map of ore-bodies in middle-deep part of Hongtuling gold deposit

1. 矿脉露头投影线; 2. 坑道投影位置及编号; 3. 见矿钻孔; 4. 未见矿钻孔; 5. 浅部矿体界线; 6. 中深部矿体界线; 7. 矿体编号; (a). 深部矿体为浅部矿体的深延部分; (b) 深部矿体隐伏于地表或浅中部无矿段; (c). 深部矿体隐伏于隐伏矿脉中

2.3 矿石类型及结构构造

矿区中深部金矿石均为原生矿石。根据有用矿物组合, 脉石矿物种类, 矿石可分为石英脉型和蚀变岩型两类。前者包括黄铁石英脉型、多金属硫化物石英脉型; 后者包括蚀变构造岩型、蚀变围岩型。其中黄铁石英脉型为本区主要矿石类型。

矿石结构类型有中粗粒自形一半自形晶粒状结构、中细粒它形晶粒状结构、似斑状结构、交代结构、充填结构、包含结构和压碎结构等。其中具中细粒它形晶粒状结构、充填结构、包含结构和压碎结构的矿石含金性较好。

矿石构造以条带状、细脉状、浸染状、团块状为主, 块状、星点状、斑杂状和云朵状其次。其中具条带状、细脉状、块状构造的矿石含金性较好。

2.4 金的赋存状态

金矿物与黄铁矿、石英关系密切, 其次为方铅矿。其主要载体矿物为黄铁矿, 其次为石英、方铅矿。依据金矿物与载体矿物的镶嵌关系, 自然金呈裂隙金、包体金、粒间金 3 种嵌布形式。

其中, 裂隙金占 40% ~ 50%, 主要沿黄铁矿、方铅矿和石英等矿物的微裂隙嵌布; 包体金占 30% ~ 40%, 主要包于黄铁矿、方铅矿和石英中; 粒间金占 10% ~ 20%, 嵌布在一种或几种硫化物的晶粒间或硫化物与石英晶粒间。金的赋存往往与矿石结构构造具有密切关系, 金多赋存于具中细粒它形晶粒状结构、压碎结构、包含结构、充填结构和条带状、细脉状、块状构造的矿石中; 具其它结构构造的矿石含金性往往较差。石英脉型矿石比蚀变岩型矿石含金性好。因此, 依据矿石类型、结构构造能大致判断其含金性。

2.5 成矿期次划分

矿区中深部成矿期次仅有热液期, 根据矿脉的相互穿插关系, 热液期又可划分为 4 个矿化阶段, 与浅中部矿化各阶段特征及形成的产物基本一致。

黄铁矿—石英阶段(I), 富硅热液沿断裂带以充填方式大量堆积, 形成厚大石英脉体。石英脉多呈乳白色、油脂光泽, 含金性差, 但为以后金矿化的叠加富集提供了依附体。

石英—黄铁矿阶段(II), 富金热液沿着 I 阶

段石英脉及其围岩的微裂隙充填交代形成含金黄铁矿化石英细脉或条带,是金的主要成矿阶段。

石英—多金属硫化物阶段(Ⅲ),含金热液仍以裂隙充填交代为主,叠加于Ⅰ、Ⅱ阶段石英脉复合体或构造岩中,除黄铁矿、自然金外,以出现方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等多金属硫化物为特征,但分布范围局限,是金的重要成矿阶段。

石英—碳酸盐阶段(Ⅳ),形成石英碳酸盐脉,多呈细脉状、网脉状分布于主体石英脉(Ⅰ)的顶底板围岩中,含金微量。

2.6 围岩蚀变

矿体围岩蚀变种类较多,常见有硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化,以及它们相互组合,如黄铁绢英岩化,黄铁硅化等;绿帘石化、绿泥石化、钾长石化、钠长石化仅局部出现。其中,黄铁矿化、硅化、绢英岩化、黄铁绢英岩化与金矿化关系密切。由含金石英脉两侧往外,围岩蚀变由强到弱,金的含量一般由高到低。

3 矿床成因

3.1 成矿时代

同位素测年为矿床生成的时代提供了新证据。王义天等选取本区 S875 矿脉的矿化蚀变岩中黑云母进行 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 法定年,结果表明 S875 矿脉主期成矿作用发生于 128 ~ 126 $\text{Ma}^{[2]}$,因此将成矿时代定为早白垩世。

3.2 成矿物质来源

据李麦兑资料^①(下同),本区硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围 $+0.8\text{‰} \sim -4.3\text{‰}$,平均值 -2.07‰ ,稍具离散性,略向负端偏离。结合整个矿田硫同位素组成特征分析,硫源应来自上地幔或地壳深部。

本区铅同位素组成特征: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 17.195 ~ 17.275,变化百分数为 0.46%; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 15.589 ~ 15.644,变化百分数为 0.35%; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 38.042 ~ 38.160,变化百分数为 0.30%;铅同位素相对稳定,属于正常铅,说明铅来自地壳深部或上地幔。

3.3 成矿物理化学条件

3.3.1 成矿温度

本区均一法测温结果:黄铁矿—石英阶段

(Ⅰ)成矿温度 221 $^{\circ}\text{C} \sim 332^{\circ}\text{C}$,平均 265.7 $^{\circ}\text{C}$;石英—黄铁矿阶段(Ⅱ)成矿温度 240 $^{\circ}\text{C} \sim 282.1^{\circ}\text{C}$,平均 259 $^{\circ}\text{C}$;石英—多金属硫化物阶段(Ⅲ)成矿温度 153 $^{\circ}\text{C} \sim 283^{\circ}\text{C}$,平均 227.6 $^{\circ}\text{C}$;石英—碳酸盐阶段(Ⅳ)成矿温度 165 $^{\circ}\text{C} \sim 201^{\circ}\text{C}$,平均 184.5 $^{\circ}\text{C}$ 。主要成矿阶段(Ⅱ、Ⅲ)温度变化范围为 283 $^{\circ}\text{C} \sim 153^{\circ}\text{C}$,表明矿床形成的温度属中、低温,且以中温为主。

3.3.2 成矿压力

据包体测压结果:黄铁矿—石英阶段成矿压力大于 $1.5 \times 10^8 \text{ Pa}$,石英—黄铁矿阶段为 $1.1 \times 10^8 \text{ Pa}$,石英—多金属硫化物阶段大于 $0.85 \times 10^8 \text{ Pa}$,石英—碳酸盐阶段为 $0.65 \times 10^8 \text{ Pa}$,推测其成矿深度应在 3.4 ~ 5.5 km,属中深矿床。

3.3.3 液体成分

据 8 个包体成分样测定结果,包体气相成分以 H_2O 为主,其次为 CO_2 和 N_2 ,微量 H_2 ;液相成分中阳离子以 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} ,阴离子以 Cl^- 、 SO_4^{2-} 为主,其次为 F^- 、 NO_3^- ,说明成矿热液为富 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等离子和 CO_2 的热热水溶液。热液 pH 值为 4.07 ~ 4.62,属弱酸性。成矿流体盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 6.3% ~ 11.4%,总体上较低。

3.4 成矿流体来源

本区金矿床石英及石英包体水的 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化范围为 9.46‰ ~ 11.02‰,将石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值按张理刚(1985)公式换算成与之平衡的水的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值变化范围为 2.43‰ ~ 6.54‰, $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值变化范围为 -70.48‰ ~ -56.54‰。太华岩群片麻岩中石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为 9.96‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 8.33‰,文峪花岗岩中石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化范围为 9.55‰ ~ 10.75‰, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值变化范围为 8.80‰ ~ 10.00‰,潼峪矿坑水 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值-9.57‰, $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 -74‰^[3]。据此认为,成矿溶液以深源水(岩浆水)为主,混有浅源水(大气水)。

3.5 成矿机理

海西期末—印支期,秦岭地槽封闭,扬子板块与华北板块碰撞对接。之后进入陆内演化或陆内造山阶段,在华北地块南缘形成一系列由北向南的推覆构造^[4],小秦岭结晶基底作为仰冲基底而形成太华推覆体和一系列韧性剪切带。

① 武警黄金九支队,河南省灵宝市出岔—乱石沟金矿区西段勘探地质报告,1993

燕山晚期,由造山期的挤压环境向造山期后的伸展环境转变过程中,因挤压应力的衰减而发生强烈的减压分熔,大规模的花岗质岩浆多阶段复式上侵,所形成的含矿流体沿剪切带等构造薄弱带向上运移,并在适宜的物理化学条件和场所沉淀,形成中低温热液脉状金矿床。

4 找矿方向

(1) 金矿体均赋存于含矿断裂带中,因此,本区的含矿断裂带,尤其近东西向规模较大的含矿断裂带,如 S8201、S875、S884、S899、S1002 等是找矿有利的地质体。

(2) 中深部金矿体往往是浅中部已知矿体的深延部分,如 S8201-③号矿体。因此, S884-①、S1002-①等已知浅中部矿体的中深部,尤其是沿倾向产状由陡变缓处及矿体的侧伏方向是找矿最有利的地段。

(3) 规模较大的含矿断裂带地表或浅中部无矿或弱矿化地段,具复杂而强烈的围岩蚀变,构造地球化学异常发育的部位,其深部往往赋存隐伏的盲矿体,如 S875 矿脉的东段。S884 西段、S1002、S895 的东段均具如此特征,是中深部找盲矿体的有利部位。

(4) 在中深部坑道掘进过程中,往往能发现盲矿脉,若围岩蚀变和矿化发育,则对寻找盲矿体有利。

(5) 矿化石英脉及硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、钾长石化等热液蚀变可作为地质找矿的直接标志。

致谢:参加项目工作的还有颜正信、白焱、段存基、庞振山、徐育新、梁天佑、燕建设等同志;工作期间得到河南省灵宝市地矿局领导刘树林、叶安旺及李宗彦、李勇革、陈彦坤等同志的帮助,河南省灵宝市安底金矿给工作提供了方便;毛景文研究员、孙喜成教授级高工对本文初稿提出了宝贵意见,在此一并致谢。

参考文献:

- [1] 张进江,郑亚东,刘树文. 小秦岭变质核杂岩的构造体制、形成机制及构造演化[M]. 北京:海洋出版社,1998.
- [2] 王义天,毛景文,卢欣祥. 河南小秦岭金矿区 Q875 脉中深部矿化蚀变岩的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄及其意义[J]. 科学通报,2002,47(18):1 427-1 431.
- [3] 梁文艺,孙继东,姜修道. 活动剪切带的有序叠加与金矿的形成[M]. 西安:西北大学出版社,1993.
- [4] 张国伟,董云鹏,姚安平. 秦岭造山带基本组成与结构及其构造演化[J]. 陕西地质,1997,15(2):1-14.

Metallogenic Characteristics and Prospecting of the Middle-deep Part in Hongtoulung Gold Deposit, Xiaoqinling

YE Hui-shou^{1,2}, HE Chun-fen², YANG Sheng-qiang², FENG Jian-zhi², LI Jiang-shan²

(1. Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037;

2. No.1 Geological Surveying Team, Department of Geology and Mineral Resources of Henan Province)

Abstract: Investigation reveals that the ore bodies in the deep part of Hongtoulung gold deposit occur in three types: 1) deep-extended part of the outcrop ore bodies, 2) concealed below shallow parts with-out ore bodies, 3). hosted in concealed veins. According to the study on the mineral components, texture and structure, Au-hosted situation, and ore-forming mechanism, it is suggest that Hongtoulung Gold Deposit should be the low-mesothermal hydrothermal vein ore deposit. And also the mid-deep parts of 884-① ore body, S1002-① ore body and ore veins of S899, S884, S881, S1002 have good prospecting future.

Key words: Hongtoulung; gold deposit; mid-deep part; metallogenic characteristics; metallogenesis; prospecting