

编者按:

祁雨沟金矿区位于华北板块南缘、熊耳山隆起的东南部,是我国重要的黄金生产基地之一,其成因属爆破角砾岩型。该矿自发现以来,相继有许多地勘单位在该区开展了地质普查工作,也取得了一定的成效。近年来,随着矿山生产能力的不断提高,加强地质找矿工作,新增黄金资源量,已成为当务之急。本期推出一组文章,从黄金资源勘探与综合利用的角度,对祁雨沟金矿区深边部进行成矿预测和潜力分析。其中,《祁雨沟角砾岩型金矿区深边部找矿浅析》研究了矿区地质特征,提出了深部成矿前景和找矿方向;《祁雨沟隐爆角砾岩型金矿床资源评价》研究了矿区资源综合利用的概况及方法。我们希望通过祁雨沟矿区深边部找矿预测、资源评价分析,让读者更全面地了解该区的深部资源特征及找矿远景。



祁雨沟角砾岩型金矿区深边部找矿浅析

田宏伟¹, 付彩云¹, 李惠²

1.河南金源黄金矿业有限责任公司,河南 嵩县 471400;

2.中国冶金地质勘查工程总局,河北 保定 071000

摘要:通过对祁雨沟金矿区的区域成矿背景、隐爆角砾岩型金矿床地质特征的分析,结合构造叠加晕的最新研究成果和探矿成效,对区内角砾岩型金矿床的深部成矿前景进行了预测,确定了找矿方向。

关键词:角砾岩型金矿床;地质特征;深部成矿预测;找矿方向;祁雨沟;河南

中图分类号:P618.51 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-2518(2010)01-0001-05

1 矿区地质概况

祁雨沟矿区出露地层主要为太古宇太华群变质岩系和元古宇长城系。区内太华群(Arth)为一套中深变质基性—中性火山岩及火山碎屑岩,主要岩性为黑云斜长片麻岩及混合片麻岩、斜长角闪岩,片麻理产状,倾向120~160°,倾角20~30°,是矿区金矿体的主要围岩,厚度大于1 100 m;熊耳群(Pt₂xn)分布于区域的东部和南部,不整合于太华群之上,为一套中基性—中酸性火山岩夹火山碎屑岩,是中元古代早期华北地块南部裂谷的产物,岩性以安山岩为主,其次为凝灰岩、凝灰角砾岩、熔岩角砾岩等,成层产出,产状平缓,厚度为320 m左右。

区内断裂十分发育,主要有近EW、NE和NEE

向3组。其中,近EW向断裂是秦岭造山带活动的产物,在熊耳山南侧较发育,重要的有马超营断裂带,走向270~300°,由3~4条次级断裂组成,带内及两侧岩石片理化强烈,构造角砾岩、糜棱岩发育,延长数十千米,对熊耳山地区强烈发育的NE向构造具有明显的隔断作用;NE和NEE向构造与造山期后的伸展作用关系密切,在熊耳山地区极为发育,并控制熊耳山的构造格架和矿产分布,是本区主要的含矿和控矿构造。区内各组断裂均具金矿化,以NE、NNE向2组含金性最好。

区域岩浆活动具有长期性、多期性的特点,其中最强烈的为前加里东和燕山期,燕山期的岩浆活动与爆破角砾岩及金矿床的形成关系密切。祁雨沟金矿床

收稿日期:2009-04-15;修订日期:2009-07-30.

作者简介:田宏伟(1968-),男,河南登封人,工程师,主要从事地质找矿工作.E-mail:lytianhongwei2008@163.com

成因以隐爆角砾岩型为主,其次为构造蚀变岩型。

2 矿床地质特征

2.1 角砾岩筒特征

角砾岩筒由多种角砾岩组成,筒内角砾岩的特征、产出规律以及相互关系决定着矿体的特征。矿区角砾岩筒的产状总体与角砾岩带一致,单个角砾岩筒平面上呈长条状、椭圆状、纺锤状等,产出面积为 $0.001\sim 0.78\text{ km}^2$ 。角砾成分以围岩角砾为主,具有分带性。在地表以下 $50\sim 100\text{ m}$,以安山岩为主;其下部以片麻岩为主;深部石英斑岩含量增加。矿体围岩主要为片麻岩,其次为石英斑岩及安山玢岩,已控制的矿体呈透镜状产出。矿体主要由压碎、震爆角砾和各种成分胶结物、蚀变矿物组成。金属矿物以黄铁矿、黄铜矿等金属硫化物为主,地表可见其

氧化次生矿物。

角砾岩筒中以中一粗角砾岩为主,其次为巨角砾岩,细角砾岩最少(图1)。金矿化与角砾岩中的角砾粒径大小关系密切,在角砾成分和体积相同的前提下,角砾粒径越小相应胶结物的含量越高,金矿化越好,反之则相反。细、中和粗角砾岩常存在相互充填胶结关系,多以胶结物形式产出。粒径 $<3\text{ mm}$ 的极细角砾岩,其中黄铁矿等发生金属矿化,石英、绿泥石较发育,金品位在 $2\times 10^{-6}\sim 60\times 10^{-6}$ 之间;细一粗角砾岩中黄铁矿多呈团块状、网脉状、浸染状分布;巨角砾岩中黄铁矿分布很少,主要在其裂隙或角砾边缘呈脉状、细脉状产出。

2.2 矿床地质特征

角砾岩金矿床中矿体严格受角砾岩筒控制,且全部赋存于隐爆角砾岩筒中,形态为透镜状。已控制



图1 祁雨沟金矿区角砾岩体

的J6角砾岩金矿体赋存标高 $470\sim 580\text{ m}$,平面上位于02~12勘探线之间。矿体在平面上有 580 m 中段和 540 m 中段的穿脉控制,在垂向上有ZK601、ZK801 2个坑内钻控制,投影最大长度 127 m 。矿体具分支复合现象,在 580 m 中段为1个矿体,到 540 m 中段分为2个分支;矿体厚度变化不大,平均厚 12.44 m ,厚度变化系数为 69.95% 。矿体有用组分分布不均匀,品位跳跃性很大,最低品位 0.10×10^{-6} ,最高 37.08×10^{-6} ,品位变化系数为 162.98% 。矿体走向与岩筒长轴方向一致,倾向 229° ,倾角 $51\sim 71^\circ$ 、平

均 59° ,矿体中没有发现具有破坏性的构造(图2)。

J5角砾岩筒共发现2个成矿段,第1成矿段位于岩筒 $520\sim 620\text{ m}$ 标高与03~07横勘探线之间,由数个矿体构成,矿体最大长度 120 m ,最大水平厚度 74 m ,估算矿石量 102 万 t ,地质品位 2.51 g/t ;第2富集矿段在 400 m 之下、J5角砾岩筒南部接触带上,受角砾岩体控制,赋存标高 $240\sim 370\text{ m}$,平面上位于08~12线之间,长 120 m ,走向近EW,倾向N,倾角 18° ,矿体在空间上呈大透镜状产出,具分支复合现象,厚度在 $1.00\sim 65.75\text{ m}$ 之间,平均厚度 36.44 m ,厚

度变化系数为 105.78%，矿体有用组分分布不均匀，品位在 $0.50 \times 10^{-6} \sim 90.98 \times 10^{-6}$ 之间，矿体平均品位 1.82×10^{-6} ，品位变化系数为 308.55%；520~400 m 标高为相对弱矿段。

2.3 矿石特征

矿石金属矿物以黄铁矿、黄铜矿(局部可形成独立铜矿体)、方铅矿为主，自然金、闪锌矿、辉钼矿、磁铁矿、银金矿次之；非金属矿物以石英、正长石、斜长石为主，角闪石、绿钙闪石、绿泥石、方解石次之。主要的有用组分为自然金，其次为自然银、方铅矿、黄铜矿。矿石结构主要有碎裂、包裹、交代残余、填隙、晶粒、包含以及乳浊状等；矿石构造主要为浸染状、角砾状、蜂窝状，少数为块状、条带状。按胶结物中硫化物含量，将矿石类型划分为石英黄铁矿型、石英多金属硫化物型、黄铁矿银金矿型。

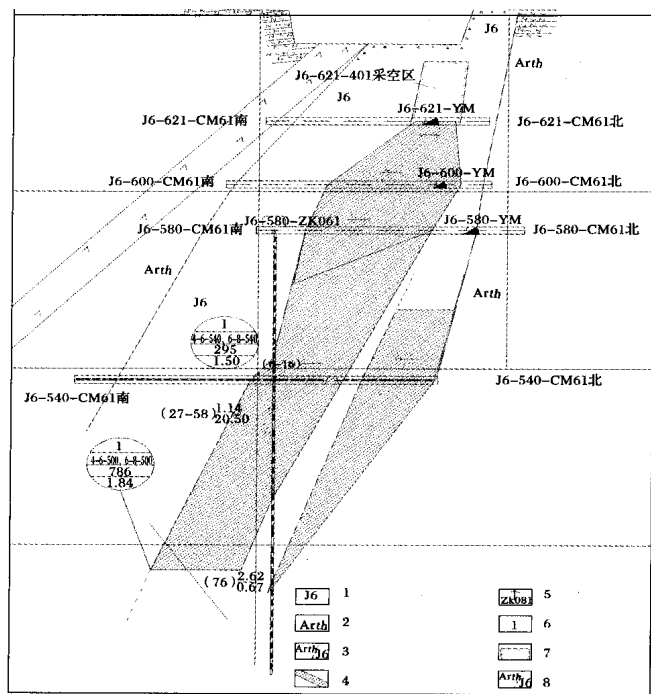


图2 6号角砾岩体06 勘探线矿体剖面图

1.角砾岩体及编号;2.片麻岩;3.实测角砾岩体边界;4.控制的矿体;
5.竣工钻孔及编号;6.矿体编号;7.采空区位置及编号;8.推测边界

地段呈浸染状分布。

3 深部找矿预测

以祈雨沟金矿区 J5、J6 角砾岩筒为例，对矿区角砾岩筒的深部含矿性进行预测。

3.1 J5 角砾岩筒深部找矿预测

2007 年，河南金源黄金矿业公司联合中国冶金地质勘查总局地球物理勘查院物探中心采用构造叠加晕方法对 J5 角砾岩筒进行了深部成矿预测。根据矿区角砾岩筒都具有多期、多阶段叠加成矿成晕的特点，综合研究 J5 角砾岩筒各中段、各勘探线上原生晕特点及不同成矿阶段形成矿体原生晕的叠加结构，总结出祈雨沟角砾岩型金矿床构造叠加晕的总体特征，建立了构造叠加晕模式。

(1) 祁雨沟角砾岩型金矿床具有多期、多阶段叠加成矿成晕特点，其主成矿期分为 4 个成矿阶段。其中第 IV 阶段形成黄铁矿—石英脉或网脉，局部脉体宽度超过 30 cm；第 V 阶段形成黄铁矿—石英细脉带，且以黄铁矿构成细脉主体；第 VI 阶段形成较宽的多金属硫化物—石英脉体，主要矿物有石英、黄铁矿、方铅矿、黄铜矿，且有大量自然金出现，为富矿体的主要形成阶段；第 VII 阶段矿化进入尾声阶段，只产出少量的金属矿物。

(2) 构造叠加晕模式反映了角砾岩筒与金矿体的相互依存关系及主成矿期 3 个主成矿阶段 (IV、V、VI) 同位叠加成矿形成矿体晕的叠加特征。

(3) 构造叠加晕模式深部预测串珠状盲矿体(晕)可能是同一阶段形成的 2 个矿体(晕)，也可能是 2 个主成矿阶段形成的 2 个矿体(晕)在空间上的同位叠加结果，或是 2 个主成矿阶段分别形成的 2 个矿体(晕)。

(4) 一次成矿形成的 1 个矿体、或在多个构造成矿有利部位形成的多个矿体都各有其前、尾晕。两次成矿在有利构造部位同位或部分同位叠加，则使前、尾晕强度增大。不同矿体在构造空间呈串珠状分布时，若上下 2 个矿体距离较近，则在其间形成了前、尾晕共存现象。

(5) 矿体特征指示元素组合：前缘晕元素组合为 As、Sb、Hg；近矿晕元素组合为 Au、Ag、Cu、Pb，且 Cu、Pb 强异常反映第 VI 阶段成晕的叠加部位；尾晕元素组合为 Bi、Mo、Mn、Co、Ni、V、Ti、W。

根据祁雨沟角砾岩型金矿床的元素组合、各指示元素指示意义及其构造叠加晕发育特点、单阶段形成原生晕的轴(垂)向分带及不同阶段形成矿体晕在空间上的叠加结构，表明盲矿预测的最佳指示元

2.4 围岩蚀变

角砾岩筒的围岩蚀变有黄铁矿化、绿泥石化、绿帘石化、黑云母化和钾长石化等。其中黄铁矿多呈团块状、网脉状产出，黄铁矿化普遍发育，是矿床主要蚀变类型之一，与金矿化关系密切，金主要富集在黄铁矿中。此外，黄铁矿又是重要的载金矿物，金矿化强弱与黄铁矿粒度、自形度有关。微细粒、他形粒状黄铁矿与金矿化十分密切。绿泥石化在矿体和围岩中均发育，也是重要的蚀变类型，在胶结物矿化发育

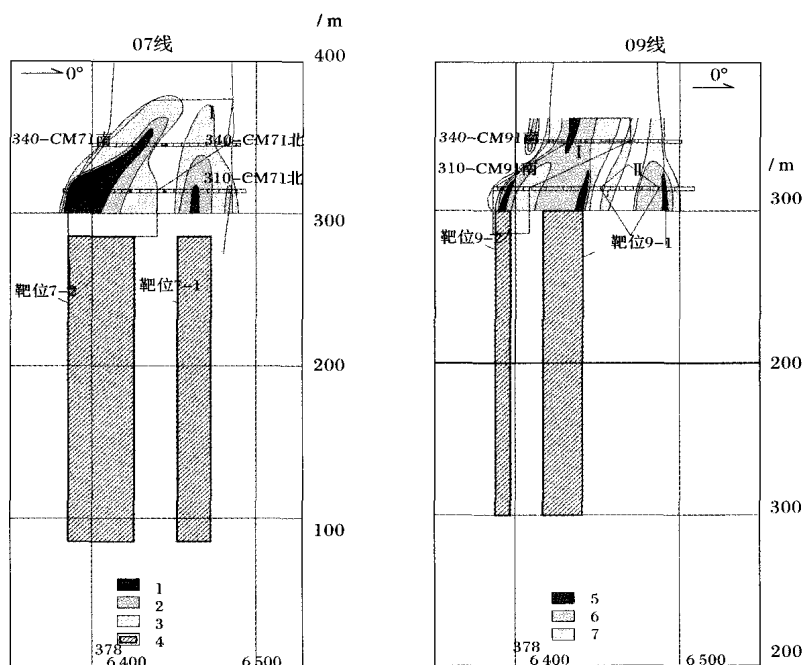


图3 5号角砾岩体07和09勘探线构造叠加晕及靶位预测剖面图

1.内带异常 $\geq 10 \times 10^{-6}$; 2.中带异常 $\geq 5 \times 10^{-6}$; 3.外带异常 $\geq 1 \times 10^{-6}$; 4.预测靶位; 5.内带异常 $\geq 40 \times 10^{-6}$; 6.中带异常 $\geq 20 \times 10^{-6}$; 7.外带异常 $\geq 10 \times 10^{-6}$

素组合为 Au、Ag、Cu、Pb、As、Sb、Hg、Bi、Mo、Mn、Co。其中 Au、Ag 是最直接、最重要的指示元素; Cu、Pb 强异常出现指示有多金属硫化物阶段叠加, 可能形成富矿体; As、Sb、Hg 是前缘晕特征指示元素; Bi、Mo、Mn、Co 是尾晕特征指示元素。

根据构造叠加晕理论, 在构造叠加晕剖面或垂直纵投影图上, 前缘晕指示元素 As、Sb、Hg 的异常强度从矿体前缘→矿体头→矿体中部→矿体尾→尾晕, 由强→弱→强, 或异常一直很强(中、内带异常), 特别是在控制最深的坑道 310 m 中段样品中出现强异常, 指示深部还有盲矿存在, 若在矿体下部或尾部出现强异常, 则指示矿体延深还很大(图3)。

通过对祁雨沟金矿床 J5 角砾岩筒进行深部盲矿预测, 共指出 4 个盲矿靶区、14 个靶位。预测金金属量 7.2 t, 具有较好的探矿前景。

3.2 J6 角砾岩筒深部找矿预测

J6 角砾岩体, 在平面上, 从 580 m 中段开始变宽, 向深部有继续变宽的趋势; 剖面上, 岩体上盘产状在 540 m 中段由陡变缓, 为矿液运移、沉淀富集创造了有利条件。在 540 m 中段 6 勘探线和 8 勘探线施工了 2 个深部普查钻孔, 深部矿体向 WS 侧伏, 控制矿体长度大于 110 m, 厚度 17.72 m, 估算(333)类金金属量大于 1 000 kg。此外, J6 角砾岩筒西南部 10 勘探线在 540 m 中段施工的普查钻孔 ZK0101, 已经在深部 450 m 标高见到矿化体, 钻孔揭露的部位是

多期次蚀变叠加的富矿部位。J6 角砾岩筒南东 225 m 的 J5 角砾岩体平面上在 340 m 中段变宽, 剖面上在 340 m 中段由陡变缓, 形成了厚大矿体, 其角砾组成及蚀变特征与 J6 基本相同, 预示 J6 岩筒深部具有找矿前景。由于 J6 角砾岩型金矿床与 J4、J5 角砾岩金矿床具有相同的成因和成矿机制, 因此类比 J4 角砾岩型金矿床, 采用含矿岩系的角砾岩筒规模及含矿率对 J6 资源量进行估算, 预测 J6 角砾岩金矿资源量为 4 750 kg, 扣除已经探明金属量 1 653 kg, 深部探矿潜力大于 3 000 kg。

综合祁雨沟金矿区 J6 角砾岩筒的地质特征、控矿条件和富集规律等方面资料, J6 角砾岩筒在 540 m 中段以下与 J5、J4 角砾岩筒有相同的成矿条件, 表明 J6 角砾岩筒深部具有广阔的找矿前景, 其找矿方向: J6 角砾岩筒西南侧伏端 8 线、10 线 400~540 m 标高的深部详查及 4 线深部 310 m 标高采用深孔钻进行普查; 另外, 重视 J6 岩体外围 NE 向构造蚀变带的地质调查工作, 对 NW 向辉绿岩脉成矿性进行普查, 寻找新矿点, 对 NE 向 F39 脉等已知金矿点进行深部揭露, 扩大找矿远景。

参考文献

- [1] 李维明. 伏牛山地区金成矿条件及靶区优选[R]. 廊坊: 武警黄金地质研究所, 1997.
- [2] 翟裕生. 中国区域成矿特征及若干值得重视的成矿环境[J]. 中国地质, 2003, 30(4): 337-342.

- [3] 吕国安.成矿区带地球化学异常评价方法[M].北京:冶金工业出版社,2002.
- [4] 李世华,韩军,柴春新.河南祁雨沟金矿四号含金角砾岩筒地质地球化学特征及成因[J].黄金,1998,(7):15-17.
- [5] 徐勇.浅论矿集区的资源潜力与勘查评价[J].中国地质,2002,29(3):263-270.
- [6] 陈毓川.中国主要成矿区带矿产资源远景的评价[M].北京:地质出版社,1999.
- [7] 李惠,余斌.祁雨沟隐爆角砾岩型金矿床 J5、J7 角砾岩构造叠加晕模型及成矿预测[M].北京:地质出版社,2007.
- [8] 河南金源黄金矿业责任有限公司.河南金源黄金矿业责任有限公司 2008 年度地质探矿增储报告[R].嵩县:河南金源矿业责任有限公司,2008.
- [9] 齐金忠,李汉光.祁雨沟隐爆角砾岩型金矿床构造应力、成矿流体及元素地球化学[M].北京:地质出版社,2005.

Aanalysis on Depth and Margin Prospecting of Qiyugou Breccia-type Gold Area

TIAN Hongwei¹, FU Caiyun¹, LI Hui²

1.Henan Jinyuan Gold Mining Co., Ltd., Songxian 471400, Henan, China;

2.China Metallurgical and Geological Prospecting Bureau, Baoding 071000, Hebei, China

Abstract: By analyzing the regional metallogenic background of Qiyugou gold deposit and the geological characteristics of crypto-explosive breccias type gold deposits, combining with the latest research results and prospecting effect of structural superimposed halos, we predict the prospecting potential of crypto-explosive breccias type gold ore in the deeps and pointed out the prospecting direction.

Key Words: Breccia type gold deposit; Geological characteristics; Deep Metallogenic rognosis; Prospecting direction; Qiyugou; Henan Province

武警黄金部队在甘肃探获超百吨金矿

武警黄金第五支队历经 10 年勘探,在甘肃岷县寨上矿区探获一座资源量高达 108.6 t 的超大型金矿床。这是继甘肃阳山金矿之后,武警黄金部队在西部地区探获的第二座超百吨金矿。专家预测,该矿区潜力巨大,随着勘查工作推进,资源量将进一步攀升。

10 年来,他们依靠数字分析定位等高科技装备和先进技术手段,在矿区 46 km² 的范围内集中技术攻关,先后布设钻孔 97 个,采集矿石样品 14 495 件,并联合西北大学、中国地质大学等科研院所开展了 10 多个课题研究,大胆突破西部地区传统的石英脉型、破碎蚀变岩型找矿思维模式,成功地将微细浸染型矿床和破碎蚀变碳质板岩确定为主要找矿标志,并据此建立起找矿模型。针对寨上矿区地下岩层破碎程度高的特点,探索出多级钻孔结构套管护壁、高质量无固相冲洗液配合钻进、人工造壁等一批先进工艺和技术,一举突破该地区深部钻探无法施工的关键技术瓶颈。

寨上矿区位于甘肃省岷县境内,该矿位于秦岭东西向复杂构造带段,具有良好的地质成矿条件。平均海拔超过 3 000 m,自然环境恶劣,经济条件相对落后。矿区由东向西覆盖逐渐增厚,单独利用地质找

矿难度较大,探矿人员通过综合地质、物探、化探方法进行找矿。截至目前,寨上矿区共投入矿产勘查人员 2 000 余人次,完成钻探工作量 35 000 m,探获 30 余条黄金矿脉,累计提交黄金资源量 108.6 t。据上海黄金交易所对黄金交易行情价格估算,甘肃岷县寨上矿区目前探明的金矿价值在 260 亿元人民币以上。

据内部人士透漏,寨上金矿还将继续采用阳山金矿的模式,预计今年将会对外公开招标。国土资源部矿产开发管理司司长贾其海接受媒体采访时曾表示,要把金矿等矿权管理由行政审批全部变为拍卖形式,是很难实现的,由于中国黄金行业大部分是低品位的小矿,阳山金矿模式也不具有可复制性。

辽宁丹东发现大型金矿

2009 年,辽宁省有色地质局 103 队通过开展深部控制、“探边摸底”等地质工作,实现了深部找矿的重大突破,在辽宁省丹东市发现一座大型金矿,初步探明蕴藏金资源量 20.5 t,可供开采 20 年。

该矿位于丹东市凤城地区,毗邻凤城白云金矿,金资源主要位于地下 300~500 m 范围内,金品位为 3.34 g/t,金含量相对较高,是一座“富矿”。由于位于老金矿附近,开采时可有效节约成本。