

·地质与测量·

赤峰柴胡栏子金矿构造控矿规律及找矿方向^{*}

李德亭 袁怀雨

(北京科技大学)

摘 要 内蒙古赤峰市柴胡栏子金矿是一座以蚀变岩型为主、石英脉型为辅的中型黄金矿床,控矿构造研究表明,矿区内构造可划分为导矿构造、运矿和容矿构造;运矿和容矿构造发育在导矿构造两侧 120 m 范围以内,并直接控制着矿体的空间产出形态;成矿后期发育的 NE 向和近 EW 向的构造常被脉岩充填并切穿和错动矿体,但总体断距不大。因此其主要找矿方向应是寻找导矿构造的隐伏延伸部分以及两侧的运矿和容矿构造,并根据此认识在矿区外围钻探获得了工业矿体,使找矿工作取得了突破。

关键词 导矿构造 运矿和容矿构造 工业矿体 黄金矿床

Ore-controlling Law of Structures and Ore Prospecting Direction in Chaihulanzi Gold Deposit, Chifeng Region

Li Deting Yuan Huaiyu

(University of Science & Technology Beijing)

Abstract Chaihulanzi gold deposit in chifeng city, Inner Mongolia is of medium size, with altered rock type as the main type and quartz vein type, the auxiliary. The investigation of its ore - controlling structures shows that the ore-controlling structures in this area can be divided into ore-transmitting, ore - carrying and ore-depositing types. The ore-carrying and ore-depositing structures are distributed within 120 m wide range along both sides of the ore-transmitting structure and directly control the spacial occurrence shape of the orebody. The NE and near EW direction structures developed in the later period of ore formation are frequently filled by the vein rock and the ore body is cut or staggered, but with not large fracture distance on the whole. Therefore, the main ore-prospecting direction should be to look for the hidden extending part of ore-transmitting structure and the ore-carrying and ore - depositing structures along its both sides. A new orebody has been found by drilling in the periphery of the mine district according to this understanding gaining a breakthrough in ore prospecting.

Keywords Ore-transmitting structure, Ore - carrying and ore-depositing structures, industrial orebody, Gold deposit

内蒙赤峰市柴胡栏子金矿床位于赤峰市西约 40 km 的松山区初头郎镇,位于著名的赤峰 - 朝阳金矿集中区的西段,本区内有柴胡栏子、莲花山、红花沟、索虎沟等金矿床。该矿经过 20 多年的生产,近年来已出现了资源危机,并较多的科研单位对本矿区及周围开展了成矿规律及成矿预测工作,取得了一些研究成果^[1~4]。但由于金矿区第四系黄土覆盖厚,多年来找矿工作一直没有取得突破性进展。在矿山的支持下,中国科学院地质与地球物理研究所矿产资源研究重点实验室开展了新一轮联合科研工作,本文介绍的是其中部分研究成果。

1 矿床地质特征简介

柴胡栏子金矿在大地构造位置上,位于华北地台北缘东段燕北隆起区内,即以往所称的内蒙地轴

东段,其具体位置处在铭山隆起北东端(图 1)。矿区黄土覆盖严重,出露地层主要是晚太古界变质岩系,上太古界建平群是本区出露的最古老地层,已发生角闪岩相和麻粒岩相变质,构成本区的结晶基底。建平群可以进一步划分为 2 个岩组,下部为小塔子沟组,相当于冀东的迁西群,莲花山金矿和红花沟金矿即产于该地层中,其岩石组合主要为斜长角闪岩片麻岩、黑云斜长片麻岩、麻粒岩、斜长角闪(辉石)岩及少量磁铁矿石岩等;上部为大营子组,相当于冀

^{*} 基金项目:中科院知识创新重大工程项目“华北东部盆地山系统与战略资源预测”(KZCX1-07)。

李德亭(1968-),男,北京科技大学土木与环境工程学院,高级工程师,100083 北京市海淀区学院路 30 号北京科技大学 610⁹信箱。

东的滦县群,柴胡栏子金矿即产于该组地层中,主要岩石类型为斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩、黑云片岩、大理岩、夹石英岩,大理岩的数量较下部的小塔子沟组显著增加^[5,6]。变质岩又发生了强烈的混合岩化作用并形成混合花岗岩。其次为中生代陆相火山-沉积岩。

矿体产于大营子组变质岩中发育的北西向构造蚀变带内,围岩是一套晚太古界变质的含石墨绢云母片岩、石榴变粒岩等的浅变质岩系,属中温热液蚀变岩型金矿,与成矿有关的蚀变主要为黄铁绢英岩化,其次为硅化及晚期的碳酸盐化、高岭土化,主要蚀变岩石有含石墨绢云母化蚀变岩和蚀变大理岩;石英脉型矿石和蚀变岩型矿石的金属矿物成分相似,脉石矿物成分差别较大。主要金属矿物为黄铁矿,其次为黄铜矿、自然金、磁黄铁矿等,金属矿物总含量不高,一般在1%~15%。

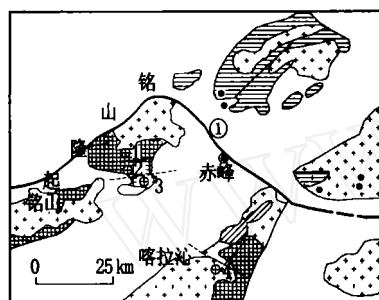


图1 赤峰-朝阳金矿集中区地质

1 - 花岗岩体; 2 - 中生代地层; 3 - 晚古生代地层; 4 - 震旦纪-早古生代地层; 5 - 晚太古界变质岩; 6 - 实测及推测断层; 7 - 主要金矿床及编号; 8 - 小金矿床和金矿点; - 赤峰-开源深断裂

图内金矿床编号: 1 柴胡栏子金矿; 2 田莲花山金矿; 3 红花沟金矿; 4 安家营子金矿

2 构造控矿特征及规律

综合地表以及井下地质研究表明,柴胡栏子金矿区断裂构造发育,其基底变质岩系的主体构造为一个大体走向东北、向南东方向倒转的复式背斜构造,现在保存下来的地层构造是这一复式背斜的倒转翼,其正常翼已被剥蚀掉了(图2)。矿区内具有典型的断裂构造控矿特征,其控矿构造样式总体上表现为NNW和近SN向,2条矿脉分列主构造 F_1 的两侧(图2),可划分为导矿构造、运矿构造和容矿构造;运矿和容矿构造发育在导矿构造(F_1)两侧120 m范围以内,并直接控制着矿体的空间产出形态。

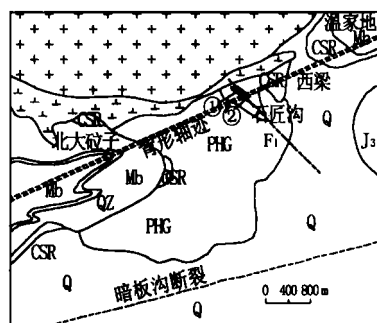


图2 柴胡栏子金矿区地质构造

1 - 石英岩; 2 - 大理岩; 3 - 含石墨绢云母片岩; 4 - 片麻岩;
5 - 燕山期花岗岩; 6 - 印支期辉长闪长岩; 7 - 上侏罗统;
8 - 第四系; 9 - 断层; 10 - 金矿脉

2.1 矿体简明地质特征

矿区内2条矿脉中以1号矿脉为主要金矿体(图3),2号矿脉位于1号脉东约200 m,与1号矿脉基本平行,延长约300 m,无工业价值。在开采过程中,又陆续发现一些新的小矿体,均沿1号矿脉的两侧分布,且与之大致平行。1号主矿脉形态产状严格受北西向构造蚀变带控制,总体沿走向方向自北西向南东、沿延深方向自地表向下矿体厚度逐渐变薄,呈上宽下窄的楔形。矿体向下延深80~170 m,平均斜深111 m,从北西向南东矿体的延深加大,有向南东侧伏趋势。走向NW310~315°;延长近800 m,倾向南西,倾角40~72°;蚀变岩矿体平均厚8 m。含金石英脉形态不甚规则,成团块状、不规则扁豆状分布于控矿构造带中,一般厚0.5~2 m,最厚可达6 m。矿体由蚀变岩型矿石和石英脉型矿石组成,以蚀变岩型为主,石英脉型矿石次之。同时有大量小规模含金石英脉与大量闪长玢岩脉在空间上相互伴生,并显示出同化闪长玢岩的现象。矿体与围岩为渐变过渡,依化验结果圈定矿体边界。

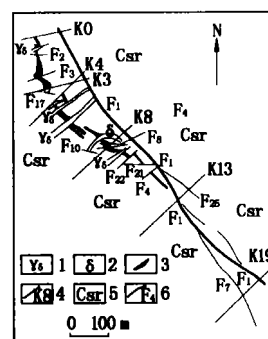


图3 柴胡栏子金矿1号矿脉平面展布

1 - 花岗闪长岩脉; 2 - 闪长岩脉; 3 - 金矿脉;
4 - 勘探线及编号; 5 - 含石墨绢云母片岩; 6 - 断层及编号

2.2 导矿构造

从较大的区域范围看,本区主要断裂构造有矿区南部的暗板沟断裂(图 2)和北部的阴河断裂(在图 2中花岗岩体北部),2条断裂近于平行,属于区域性断裂构造,它们控制了本区金矿床的形成和中、新生代的岩浆活动^[7,8]。在这 2条大断裂之间则发育一系列小规模断裂构造,主要为 NNW 和 SN 向,大部分被一系列闪长玢岩脉充填,其中一部分成为导矿、运矿和容矿构造。

矿区内导矿构造为 F_1 ,该断层规模最大,沿走向出露长度大于 1 km,向北西进入了辉长闪长岩体,向南东延伸到 15 线附近分支,分支部分又称为 F_2 断层,再往南即为黄土覆盖区,延伸情况虽不明朗但预测应该会有较长的展布,很可能和暗板沟断裂相通,共同成为本区的控矿构造。其走向 NNW330°,倾向 SW,断裂产状较陡,一般其倾角为 70~75°左右,深部近于直立并可能变为反倾,它控制 1 号矿带的整体走向和延展。断层破碎带宽 3~10 m,带内发育大量构造片理和多种颜色的断层泥,显示断层有多期活动迹象。断层两侧有次一级断层发育,与 F_1 呈小角度相交,为运矿和容矿提供了有利条件。

2.3 运矿和容矿构造特征

区内的运矿和容矿构造表现为一系列 NNW 和近 SN 的次级断裂,既是矿液运移的通道,同时又是容矿空间,其间充填有闪长玢岩脉和石英脉,蚀变矿化好的即成为工业矿体,构造的产状特征和 1 号矿体特征基本一致。少数矿脉倾角变缓到 40°左右,呈舒缓波状,一般厚度不大,在 0.5~2 m 左右。含金石英脉以及矿化的闪长玢岩脉在走向上和倾向上具有明显的尖灭再现和膨大狭缩特点,硫化物细脉充填裂隙,亦有浸染状等矿化形式,这反映了成矿的多阶段和构造具有多期活动的特点。

在 13 线以南矿体规模明显变小,有尖灭趋势,并且和 F_1 的距离也变小,同时主构造也分出 1 条支断裂 F_2 ,有构造发散的迹象,矿体也在此尖灭,18 线亦是目前矿山控制矿体的南部边界。多年来一直受此制约,外围没有发现新的矿体。

2.4 破矿断裂

在矿区常见一系列破坏矿脉的断裂构造,基本为 NEE 向,常被细粒闪长岩脉、花岗闪长岩脉充填(图 3),与矿脉界限清晰,为成矿后期断层,它们总长度断距小,对矿体的破坏不大,但对矿脉有较为明显

的牵引作用,甚至有膨大现象。如 F_3 断层位于 2 号勘探线附近,走向北东 75°,倾向北西,倾角 72°~74°,断层带平直延伸,断面擦痕十分发育,破碎带宽 0.6~1.0 m,片理化带不发育,该断层明显地将矿脉错断。

3 构造控矿带预测与验证

根据上述矿床地质特征,尤其控矿构造特征和矿化类型及其空间分布,1 号矿化带的南延部分仍然十分稳定,应具有相当规模的成矿潜力,我们认为 F_1 断裂(1 号矿带)南段被黄土覆盖的 18~32 线约 700 m 的走向长度内,必然存在同一矿化系统的自然延伸,这对预测并寻找隐伏矿体以及工程验证提供了理论支持。

3.1 甚低频电磁仪扫面与构造显示

甚低频电磁仪不受黄土盖层影响,可以准确反演地表以下 60 m 范围内的构造差异特征。在 18 线以北已知控矿系统认识的基础上,建立了初步构造控矿解释模型,并根据已知构造带方位,从 17 线往南东圈定出长 750 m、宽 450 m 的构造靶区,采用线距 50 m,点距 10 m 的网度进行甚低频测量。扫面结果显示(图 4),沿构造带走向 300 向东南方向追索至 32 线,矿化构造系统一直稳定延伸,从图上明显可见 F_1 和 F_2 2 条断裂又重新复合到一起成为一条较为宽大的主系统构造;这就可以推测 1 号矿化带可能向南延伸约 700 m,也可能指示矿化系统有向南东方向侧伏的趋势。

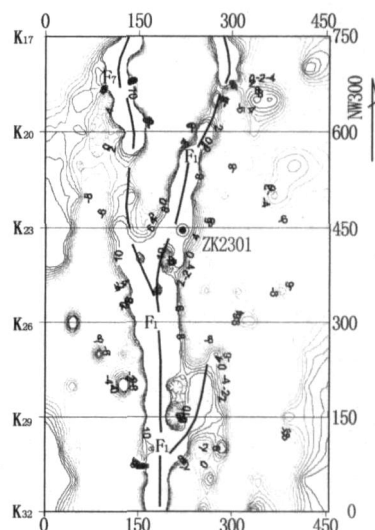


图 4 甚低频电磁仪测量结果解释

3.2 工程验证

根据上述研究成果和地球物理勘查结果,在矿
(下转第 66 页)

方法的试验结果见表 3。

表 3 浮选、重选和混汞的试验结果对比

选矿方法	精矿金品位 / (g · t ⁻¹)	金的回收率 / %
浮选	117.3	53.7
重选	94.6	29.2
混汞	125.8	51.3

从表 3 可见,重选中矿和尾矿细磨后,其中的金用浮选法回收率最高;用混汞法得到的金品位最高,但因为混汞法对环境造成较大的汞污染,不宜采用;而重选法金的回收率最低,主要是细磨不利于重选。从提高金的回收率考虑,可采用浮选的方法来回收重选中、尾矿中的金。浮选后的尾矿再进行氰化处理,可进一步提高金的回收率。由于中矿和尾矿进行了细磨,氰化效果大大增强,浸出时间明显缩短。这种重选、浮选、氰化三者联合的方法可最大限度地回收金,使金的总回收率达到了 94.2%。浮选富集后的金精矿经淘洗后,在电炉上熔炼得到合质金;尾矿氰化后的贵液用还原法进一步提取金,此法为常规提金,在此不再讨论。

3.3 经济效益分析

日处理量 5 000 t 的凡口铅锌矿选矿厂每年在浮选槽底和精矿泡沫输送管道以及砂矿池底、螺旋分级机槽底、球磨机衬板缝隙等处产生的结垢物和沉砂共有 300 t 左右。这些沉积物中平均含金量为 12.8 g/t。按金的总回收率为 94.2% 计算,应用上述工艺每年可回收黄金 3 kg 多,除去生产成本,按目前市场价格,可盈利 30 多万元,经济效益明显。

4 结 论

(1) 在铅锌矿选矿厂沉积物的酸浸优化条件下,富集在碳酸钙中和共沉淀在黄铁矿及方铅矿中

的单体金全部暴露,并有部分矿石中的包裹金或连生体金暴露出来,经酸浸后可富集 10 倍左右。酸浸后的沉积物进行重选、淘洗和熔炼后,可得到含金 87% 的合质金成品。重选后的中矿和尾矿细磨至 - 300 目,然后经浮选进一步回收金,浮选后的尾渣再经氰化提金,金的总回收率可达到 94.2%。

(2) 含金沉积物属于二次资源,金的回收属于资源的综合利用。有关部门应加强管理,共同制定可行的措施,结合本单位实际情况把含金沉积物收集起来。在收集时注意将含金量高的碳酸钙沉积物和含金量较低的沉砂分别处理,可以降低回收成本。

(3) 试验提出的铅锌选矿厂沉积物中金的回收工艺具有设施简单、方法容易掌握、成本低、经济效益显著、便于实施等特点。酸浸后重选得到的重砂和浮选金精矿既可单独熔炼成合质金,也可与浮选后的尾矿一同送冶炼厂回收金。本工艺对低含金量的铅锌金属矿山从选矿过程所产生的沉积物中回收金有推广意义。

参 考 文 献

- 1 温建康,阮仁满,杨丽梅,等.高硫高硫金精矿提金工艺研究.金属矿山,2003(1):54~56
- 2 郑可利,华杰.某含砷金精矿的焙烧氰化浸出工艺研究.金属矿山,2003(3):27~29
- 3 周世杰,王成功,张淑敏,等.某含铜金精矿氰化浸出提金试验研究.金属矿山,2004(2):38~40
- 4 张岳.提高团结构金矿选矿回收率的试验研究.金属矿山,2002(11):36~38
- 5 石同吉.氰化尾渣综合回收有价金属的研究与实践.金属矿山,2002(3):39~41

(收稿日期 2005-04-11)

(上接第 32 页)

山技术人员的共同努力下, K_{23} 线施工了第一个验证钻孔 ZK2301; 结果在构造带的下盘过度带上、深度 259.15 ~ 261.15 m 处获得工业矿体,金平均品位 9.48 g/t,这就证明了该理论与方法在本区找矿工作中是成功的,困扰矿山多年的外围找矿工作终于取得了突破性进展。目前,矿山进一步的验证工程正继续进行。

参 考 文 献

- 1 梁俊红,姚玉增,金成洙,等.红花沟金矿田莲花山矿区流体地球化学特征.黄金学报,2000,2(1):6~9
- 2 李延河,丁梯平,艾永德.赤峰柴胡栏子金矿床的同位素地球化学特征及成因.地质找矿论丛,1991,6(1):67~75

- 3 和钟铎,梁一鸿,周立宏,内蒙古白乃庙金矿断裂构造控矿研究.地质与勘探,2001,37(2):28~31
- 4 曾建国,刘国春,刘永利,等.内蒙古赤峰红花沟金矿田矿床成因.地质地球化学,2002,30(3):13~18
- 5 李煜平,耿中秋,华北地台北缘中段金矿成矿规律浅析及找矿方向.黄金地质,1997,3(1):23~30
- 6 王义文,谢锡才,安家营子金矿田矿床类型及地质地球化学特征.黄金,1997,18(11):3~9
- 7 徐贵忠,余洪全,杨艺.赤峰西部地区金矿床成矿时代及其成矿机制的新认识.矿床地质,2001,20(2):99~106
- 8 杨艺,余洪全,徐贵忠,等.内蒙古柴胡栏子金矿田燕山期岩浆岩与金矿床.岩石学报,1999,15(3):475~483
- 9 陈书中,狄卫民.干树金矿脉地质特征及成矿预测探讨.金属矿山,2002(4):58~60

(收稿日期 2005-04-02)