

高品位残矿回收在黄金矿山中的意义和作用

李军峰, 张 顺, 宋晓燕, 刘维民
(山东黄金矿业(玲珑)有限公司, 山东 招远 265419)

摘 要: 随着深部中段的探矿工程实施揭露, 山东玲珑金矿面临着资源储量大幅减少, 矿石品位明显下降的趋势。通过资源评估和成本对比分析, 找出了一条切实可行的创新路子: 在加大低品位矿石利用的同时, 成立了高品位残采回收队伍, 利用民采队伍的人力和残采的技能, 为玲珑金矿开采高品位矿石, 不仅提高了黄金产量, 还降低了风险和成本, 效益显著, 对周边矿山影响深远, 值得向全国矿山范围推广。

关键词: 有色金属冶金; 玲珑金矿; 资源储量; 高品位金矿石; 残采回收

中图分类号: TF831 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0676(2014)03-0083-05

Significance and Function of High Grade Remnant Ore Recovery in Gold Mines

LI Junfeng, ZHANG Shun, SONG Xiaoyan, LIU Weimin
(Shandong Gold Mining (Linglong) Co. Ltd., Zhaoyuan 265419, Shandong, China)

Abstract: With the implementation of exploration engineering in the deep zone of the middle area, the Linglong gold mine faces risk of resource reserves and ore grade decreasing sharply. Through the comparative analysis of resources assessment and cost, new useful ways to solve the problem are presented. Make full use of the low grade ore, and set up a residual high grade residual ore recovering team with experience and skill of private mining to exploit more high grade ore. In practical applications, the scheme improved the output of gold, reduced the risk and cost, then obtained remarkable economic effects. So it can provide reference for other gold mines in China.

Key words: nonferrous metallurgy; Linglong gold mine; resource reserves; high grade gold ore; remnant ore recovery

大多数矿山企业现在和未来都要面临一个问题, 即资源储量减少, 品位下降。尤其像山东黄金集团旗下的玲珑金矿这样一个老矿山, 更是尤为突出, 深部矿脉的含矿率不及浅部的十分之一, 并且成本大幅度增加, 再加上民采势力的干扰, 如果没有黄金价格的支撑, 将非常艰难。为了求生存求发展, 既要保证黄金产量的增长, 还要维持员工收入不受影响, 只有面对和解决这些问题, 才能走出困境。最终玲珑金矿选择了“降本增效, 科技创新”的路子, 即在降低成本的基础上, 加大矿石出矿规

模。加大出矿规模采取了 2 条创新路子, 一是将边界品位从 1.5 g/t 降为 1.0 g/t, 使低品位矿石得到了利用^[1]; 二是从社会上招募有经验的残采人员, 即在私营矿山从事作业的民采矿工, 成立高品位残矿回收队伍, 专门开采回收浅部中段被破坏或丢弃的边角矿, 支脉残矿。通过以上 2 种方案的实行, 效果立刻显现出来, 并且在玲珑金矿各矿区迅速得到普及推广, 甚至辐射到山东黄金集团下辖的周边几个矿山。本文介绍了玲珑金矿高品位残矿回收的经验方法, 希望能对全国贵金属矿山企业有帮助。

1 玲珑金矿田地质概况

1.1 区域地质背景

玲珑金矿田位于“招掖金矿带”之中,地跨山东招远和黄城,矿田面积 70 平方公里,该金矿带地处华北地台鲁东地盾西北隆起区,西临沂沭深大断裂带,栖霞-掖县(今莱州)复背斜北翼。区内东西向、北东向、北西向断裂构造发育,组成了本区基本构造格架。规模较大的有破头青断裂、玲珑断裂。破头青断裂位于矿田东南侧,走向北东,南东缓倾,是矿田的导矿兼容矿构造。玲珑断裂是一条呈北东走向的区域性断裂构造,横贯矿田中部,陡倾,表现为左旋压扭性质,纵贯本区中部。断裂构造控制了矿田的发生、发展,制约了矿脉展布的格局。区

内花岗岩石主要有混合花岗岩和重熔花岗岩两大类,前者包括玲珑混合花岗岩和郭家岭混合花岗岩闪长岩,后者为栾家河中粗粒黑云母花岗岩^[2]。

1.2 矿脉地质特征

玲珑金矿田范围内出露的主要矿脉 200 余条,具有工业开采价值的近 70 条。矿田的大小矿脉,其展布特征基本与控矿断裂构造一致,在主矿脉的两侧,其支脉较发育,部分主矿脉和支脉往往呈密集的脉群出现。脉群走向一般在北东 35°~70°。各脉群内部及相邻脉群间,矿脉关系错综复杂,穿插、交汇、分枝、复合现象明显,各脉倾角一般在 40°~90°。矿脉的围岩蚀变主要有钾化、硅化、绢云母化、碳酸盐化以及蚀变叠加而成的黄铁绢英岩化等,具有明显的水平分带特点。矿田构造及矿脉分布情况见图 1。

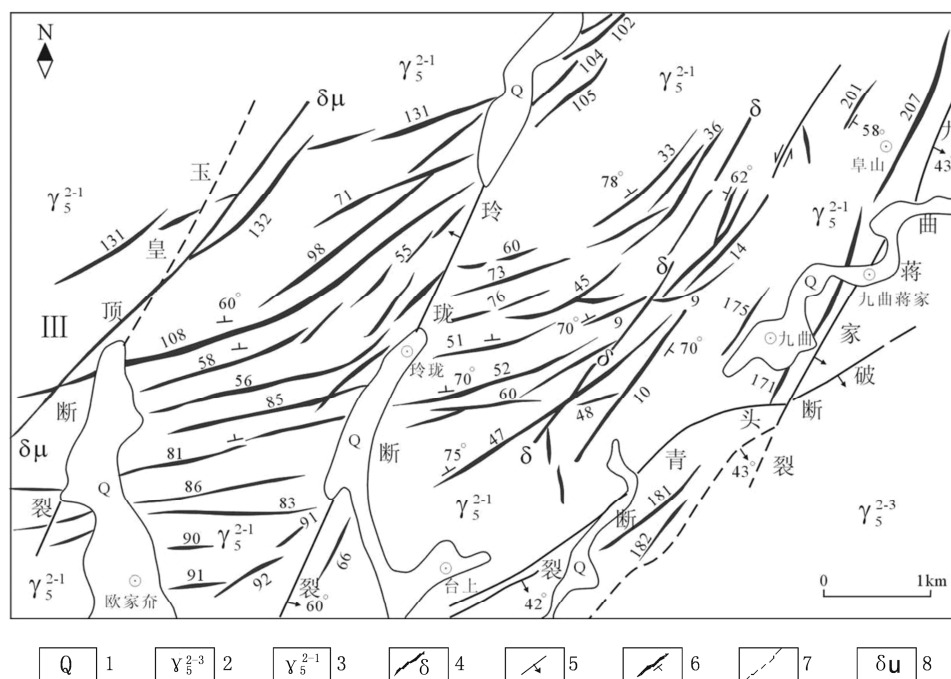


图 1 玲珑金矿田地质简图^[3]

(1-第四系; 2-滦家河型中粗粒花岗岩; 3-玲珑型黑云母花岗岩; 4-中基性脉岩; 5-矿田一级、二级断层; 6-矿脉编号及其产状; 7-推测断层; 8-闪长玢岩)

Fig.1 Geological diagram of Linglong Gold Mine^[3]

(1- quaternary system; 2- Luanjiahe medium-coarse granite; 3-Linglong meroxene granite; 4- basic-intermediate volcanics;

5-the primary and secondary fault; 6-vein number and occurrences; 7-presumed faults;8-diorite-porphryrite)

1.3 矿石矿物成分及矿石结构构造

1.3.1 矿石矿物成分

矿石的主要矿物为自然金、银金矿、黄铁矿、黄铜矿、石英和绢云母等。其中黄铁矿、黄铜矿、

石英, 是主要的载金矿物, 也是所谓的容易形成高品位矿石的矿物。矿石的次要矿物为磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、褐铁矿、镜铁矿、长石和方解石等。

1.3.2 矿石结构

按矿物的晶粒大小分级为: 自形粒状结构、半自形粒状结构、它形粒状结构、骸形结构。其中自形粒状结构、半自形粒状结构为矿石的主要结构类型, 黄铁矿多以自形粒状和半自形粒状产出。

1.3.3 矿石构造

矿石主要分为致密块状构造、条带状构造、细粒浸染状构造、细脉网脉状构造。其中致密块状构造是以黄铁矿集合体为主的一种构造, 条带状构造是以黄铁矿与石英构成条带状的一种构造, 这两种构造的矿石均容易形成高品位矿石。

1.4 成矿规律

1.4.1 矿体分布规律

玲珑金矿田的金矿脉虽然严格受断裂构造控制, 然而工业矿体往往只出现在容矿断裂构造的一定部位, 有的分布于断裂走向的中间部位, 有的在接近尖灭处的两端, 断续分布, 形态复杂, 大小不一, 厚薄不一。大的工业矿体走向长约 300~500 m, 延伸约 250~500 m, 小矿体走向长 10~60 m, 矿体厚度最大可达 16 m, 最薄仅为 0.1 m。这些矿体在平面和剖面上表现为脉状、似层状、透镜状、雁行状等, 在矿体垂直纵投影图上表现为不规则的矿包、矿饼, 甚至少数柱状矿体和矿巢^[4]。

矿体富集标高自上而下逐渐减弱。一条延伸较大的含金石英脉, 其在垂向上的矿化并非均匀的, 而是分段富集的特点, 在一个富集段内, 矿化富集程度呈连续变化直至尖灭。

1.4.2 黄铁石英脉与矿化富集的关系

由于含金石英脉往往呈尖灭再现断续分布, 加之不同地段断裂的发育程度、产状、破裂程度等的差异, 所以断裂中石英脉的形态可有一定差别。按石英脉出露的长宽比及石英脉的分叉和并列等特点, 将断裂带内的石英脉分为 3 种形态类型 (矿脉形态类型参见图 2), 它们的含矿性则各不相同:

(1) 稳定厚脉型石英脉: 长 80~500 m, 宽 2~16 m, 走向上稳定连续, 有时有少量分叉或分支, 尖灭较迅速, 垂向稳定, 含矿率高, 是区内主要工业矿脉。

(2) 薄脉型石英脉: 规模大的长 50~200 m, 宽不足 1 m, 规模小的长 5~30 m, 宽只有 0.2~0.8 m。这种脉型有时会伴有支脉并列出现, 经过一段距离有时汇合, 水平方向尖灭缓慢, 垂向尖灭迅速, 含矿率总体不高, 尤其像这种规模小的脉型, 由于块段可供开采矿石量较少, 在几十年前的工业要求标

准当中均不作为有工业价值的矿脉开采, 但通常这种矿脉局部脉段也会出现金的高浓度富集, 矿石品位一般在 2~50 g/t, 有的可高达 100 g/t 以上, 因此成为高品位残矿回收的重要对象^[4]。

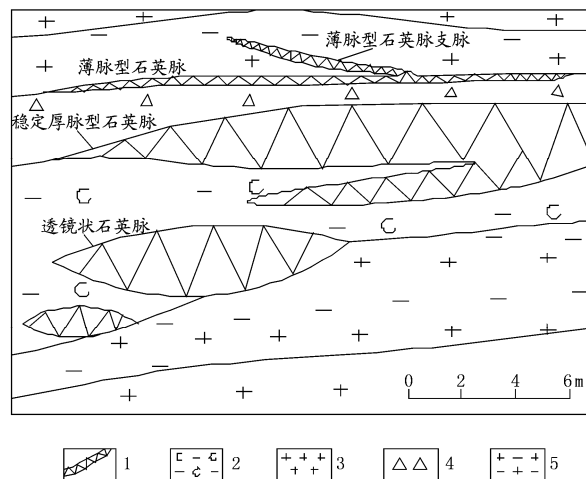


图 2 可供开采回收的矿脉平面示意图

(1-石英脉; 2-蚀变岩; 3-花岗岩; 4-断层破碎带; 5-硅化花岗岩)

Fig.2 The plan sketch of recoverable veins

(1-quartz vein; 2-altered rock; 3-granite; 4-fault zone; 5-silicified granite)

(3) 透镜状石英脉: 规模大的长 20~80 m, 宽 3~8 m, 规模小的长 3~15 m, 宽 1~5 m。这种脉型走向和垂向上尖灭都比较迅速, 含矿率高, 通常是富矿的集中地。规模小的透镜状石英脉, 也如同前面规模小的薄脉型石英脉一样, 以前通常也丢弃不开采, 主要是因为块段可供开采矿石量较少, 因此也成为高品位残矿回收的重要对象。

2 可供开采回收的高品位矿石所属脉段、块段、区域对象

高品位矿石开采回收的大范围区域主要集中在比较浅部的上中段, 此段含矿率比较高, 矿石品位一般都能达到 10~100 g/t。除了以上提到的 2 种薄脉型和透镜脉型石英脉可以进行高品位残采回收外, 还有以下 2 种类型的矿段在残采回收范围内。

2.1 稳定厚脉型石英脉废旧采场的边角矿和顶底间柱

玲珑金矿目前采用的大多是无底柱采矿方法和盘区采矿方法, 在 15 年前则基本采用的是有底柱采矿方法^[5], 此采矿法在建出矿漏斗的时候, 要

把切巷建在运输巷道上方,因此会丢失一部分矿石底柱,另外,切巷的上方还要建多个溜矿口,溜矿口之间就会丢失部分矿石间柱,还有采场顶底板和顺路各联络穿的间柱都会丢掉,由此看出,有底柱采矿方法比无底柱采矿方法的矿石损失率明显大很多,是残采回收的重点目标。

2.2 稳定厚脉型石英脉未开采的小块段

玲珑金矿一直实行的勘探网度是 $40\text{ m}\times 40\text{ m}$ 或 $40\text{ m}\times 20\text{ m}$,提交正规开采矿块的长度和高度分别不低于 $40\text{ m}\times 40\text{ m}$,而低于 20 m 长和 20 m 高的矿块达不到开采要求,很多会被丢掉。玲珑金矿以前制定的矿块开采指标要求远远大于现在,几十年前工业开采矿块总体平均品位不能低于 5 g/t ,边界品位不能低于 3.5 g/t ,目前根据黄金价格则分别调整到 2 g/t 和 1.0 g/t ^[1]。这样,以前就会经常出现这样一种情况:在上部中段,一条厚脉型石英脉可能在十几米长的脉段内总体工业开采平均品位达不到 5 g/t 而不被开采,但是在某一小段的几米内金会局部富集产生高品位矿石。

3 高品位残采回收机制和效果

玲珑金矿有着上千年的开采历史,抗日战争时期曾经遭受日本侵略者的大肆掠夺,近几十年又受到民采的严重干扰破坏,早已是千疮百孔^[6],出现了一系列的问题:引发矿山地质灾害^[7];浅部和较深部的富矿地段被切断塌陷,无法大规模正规开采,白白丢弃;造成矿产资源资料不明,判断不清,为以后的深部探矿造成障碍。

为此,玲珑金矿及地方政府曾多次对民采势力进行打击整顿,但民采的干扰破坏难以消除。另外,由于黄金价格的波动,储量的减少,成本的增高,黄金产量只有再上台阶才能保证正常的生产运转。在这种形式下,玲珑金矿的干群齐心协力,集思广益,制定出了高品位残采回收的方案。由于上中段废旧巷道恢复困难,企业内部大规模从事残矿回收安全性达不到要求,需要大量的木支护和螺旋钢支护^[8],回收成本较高,因此,从社会上招募有经验的民采队伍,将他们引进来挂靠在玲珑金矿有签约和施工资质的外委队伍名下,进行高品位矿石残采回收。回收方案分 2 种:一种是俗称的“抠小线”,即沿窄细的高品位矿体在走向和延伸上进行上向和下向抠矿,采取轻微爆破崩裂矿体的方法,捡取

矿石,矿石贫化率极低,但作业空间狭窄,危险性较高一些;另一种是所谓的“削壁充填法”,即沿较厚的黄铁石英脉在走向上和延伸上进行上向采矿,采取围岩与矿石分开爆破的方法,将矿石与围岩剥离,矿石运出,崩落的围岩碎石下向充填,得到的矿石贫化率稍微高一些,但作业空间较大,安全性也大一些。不管是哪一种的残采回收方案,在具体实施当中,都能取得良好效果,既可以减少民采队伍对矿山的破坏,还可以让民采队伍为矿山服务,增加资源利用率,达到双赢的目的。

3.1 承揽方式和费用

工程实行包工包料费用承包方式。玲珑金矿负责提供主要巷道地点的风、水、电供应。外委施工队负责回采矿石所施工的工程费用、废旧巷道的清理发生的人工、材料费用以及矿石搬运、运输所发生的费用。矿方则给予外委施工队定额费用结算,包括:提升动力费、井下运输动力费、地表车辆运输费、破碎动力费。火工品材料则是按照定额单价给外委施工队结算。

3.2 验收步骤

外委施工队必须在矿方指定的地点施工,由矿方相关的人员进行监督管理。矿石验收由矿方运营管理部门进行过磅计量、取样、化验。黄金产量验收则根据精炼厂的过磅单、水分化验单、品位化验单来计量。

3.3 金属量的金额结算

金属量的金额结算实际是按照矿石的等级划分计算的。高品位优质的矿石单价高,低品位的矿石则低。按品位划分为 4 个等级: $< 20\text{ g/t}$ 、 $20\sim 50\text{ g/t}$ 、 $50\sim 100\text{ g/t}$ 、 $> 100\text{ g/t}$,矿石分别对应的每克金单价为 35、60、65、70 元。结算金额根据不同等级的矿石金含量乘以相应的单价。

3.4 高品位残矿回收的效果

根据目前的黄金价格行情以及玲珑金矿的克金成本实际情况,经粗略估算,外委施工队的产金成本要远远低于玲珑金矿的产金成本。另据不完全统计,从 2013 年 6 月开始至 2014 年 1 月,玲珑金矿高品位矿石残采 3000 余吨,回收黄金预计约 110 kg,不仅有效地保证了全年生产量计划,且为第二年的生产指标奠定了基础。随着高品位矿石残采回收工作的展开,矿石产量将逐渐增多,此项工作不仅弥补了玲珑金矿在产量上的不足,还安抚了社会上的一些不稳定因素,效果显著,值得推广。

4 未来工作重点

企业要想求生存求发展, 必须要走科技创新的路子。今后, 玲珑金矿在探矿方面要依矿找矿, 进一步加大矿山深部、上部及周边探矿力度, 尤其更要按照“上下兼顾, 不放边角, 边探边采”的思路, 缓解生产接续紧张的压力。另外还要努力做到节能降耗, 降低成本, 大力提高资源的利用率, 从而有效地将资源效益转化为良好的经济效益^[6]。

参考文献:

- [1] 李军峰, 武际春, 宋泉吾, 等. 山东玲珑金矿低品位矿石的开发利用[J]. 黄金科学技术, 2010, 18(2): 63-66.
Li J, Wu J, Song Q, et al. Development and utilization of the lowest grade ore in Linglong Gold Mine, Shandong province[J]. Gold Science and Technology, 2010, 18(2): 63-66.
- [2] 张秉麒, 王永明, 温兴林, 等. 招远金矿志[M]. 招远: 招远金矿志编纂委员会, 1993.
- [3] 吕古贤, 庄文广, 郭涛, 等. 玲珑金矿构造变形岩相填图找矿方法和预测[R]. 招远: 山东黄金矿业(玲珑)有限公司, 2010.
- [4] 吴肇元, 孔庆存, 王志德, 等. 招远金矿科技成果荟萃[M]. 招远: 招远出版社, 1992.
- [5] 李军峰, 武际春, 陈增光, 等. 金的迁移, 富集特性在玲珑金矿残出沙石中的发现和经济效果[J]. 中国科技博览, 2013(3): 2-3.
- [6] 李军峰, 武际春, 刘维民, 等. 山东玲珑金矿田51号脉成矿规律研究及远景预测[J]. 黄金科学技术, 2012, 20(4): 113-116.
Li J, Wu J, Liu W, et al. Study on metallogenic regularity and prospecting of No.51 vein in Linglong Gold Mine Field[J]. Gold Science and Technology, 2012, 20(4): 113-116.
- [7] 李军峰, 郑小礼, 彭殿东, 等. 玲珑金矿矿山地质灾害的形成与预防治理[J]. 科技创新导报, 2010(35): 67-68.
- [8] 姜伟华, 李军峰, 张万超, 等. 螺旋钢支柱在玲珑金矿采场中的推广应用及效果[J]. 科技创新导报, 2010(33): 57-57.

欢迎订阅 2015 年《黄金》

传播信息 传递经验 促进创新 服务行业

《黄金》于 1980 年创刊, 是黄金行业的综合性科技期刊。主要报道黄金及其相关行业在矿业经济与管理、黄金市场、工业用金、黄金地质、采矿工程、机电与自动控制、选矿与冶炼、安全与环保、分析测试等方面的科研成果和综合评述, 以及新理论、新技术、新工艺、新设备、生产管理经验等内容, 同时还开辟了信息纵横(国内信息、国外信息)、读编往来等栏目。

《黄金》具有权威性, 内容翔实, 信息量大, 实用性强, 覆盖面广, 现已遍布黄金、冶金、有色金属、黑色金属、地质矿产、化工、机械、核工业、耐磨、金融及金银饰品等行业。

《黄金》广告合理的价格定位, 全方位的优质服务, 为客户提供了理想的宣传平台。《黄金》广告现已融入到黄金行业及相关行业的专业学术会议中, 是厂矿企业联系的桥梁和纽带, 是生产、经营、销

售的良师益友。通过《黄金》广告宣传, 有助于树立企业形象, 创出企业名牌, 提高企业知名度, 促进产品销售, 增加企业效益。

《黄金》为月刊, 国际标准连续出版物号 ISSN 1001-1277, 中国标准连续出版物号 CN 22-1110/TF, 国际期刊 CODEN 码 HANGFV, 彩色封面, 国际开本(A4), 国内外公开发行, 国内邮发代号 12-47。国外发行由中国国际图书贸易总公司代理, 代号 M3331。全国各地邮局和我社发行部均可订阅。国内每册定价 25.00 元, 全年定价 300.00 元。

地址: 吉林省长春市南湖大路 6760 号 黄金杂志社发行部收(邮编: 130012)

电话: 0431-89243511 85521861

传真: 0431-85511548-3235

网址: gold.ccgri.com 电子信箱: ggb3068@126.com QQ: 280132602

欢迎国内外新老朋友订阅《黄金》、洽谈《黄金》广告业务!

