

紫金山金矿低品位金矿资源的开发利用

李小文

(中国地质大学,湖北 武汉 430074)

摘要 如何合理开发利用低品位矿产资源,这是矿山生产持续发展的重要问题。紫金山金矿通过十几年的努力,在低品位矿产资源开发利用方面取得了重大的成就。本文重点阐述了紫金山金矿低品位资源开发利用的有关技术和措施。

关键词 低品位矿产资源;开采过程;开发利用

中图分类号 :TD863 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-6532(2005)05-0035-05

众所周知,受经济技术条件的影响,我国黄金资源的开发利用总体水平不高,许多矿山对小于 1g/t 的低品位黄金资源,一般作为废石丢弃,造成宝贵资源的浪费。

紫金山金矿地处福建西部,在中国南方潮湿多雨的环境下开创了堆浸提金的成功典范。矿山开采近10年来,特别是2000年开采方式由地下转为露采后,十分重视低品位金矿资源的综合利用,近几年在出矿平均品位小于 1g/t 的情况下,强化合理开采,实现了低品位金矿资源开发利用,并取得了重大的成就,使损失率控制在1%以内,资源综合利用率达到75%。

1 矿山地质概况

紫金山矿床属高硫浅成低温热泉氧化矿床,主要发育于北西向构造—隐爆角砾岩密集带及其上下碎裂花岗岩构造破碎带中。金矿体产于蚀变花岗岩及穿插于其中的隐爆碎屑岩、构造角砾岩、英安玢岩脉内,位于潜水

面以上的氧化带中,矿体与围岩之间没有明显分界线,工业矿体靠系统采样化验圈定。

矿石为单一次生氧化金矿石,具有极易选冶特点。主要有益组分为金,主要赋存于孔隙、裂隙中,矿床规模较大,品位较贫,含量一般为 $(0.5 \sim 8) \times 10^{-6}$ 。其中表内矿体保有矿石量7000万t,品位 $(1.00 \sim 6.26) \times 10^{-6}$,平均品位 1.3×10^{-6} ;表外保有矿石量4500万t,品位为 $(0.50 \sim 0.99) \times 10^{-6}$,平均品位 0.5×10^{-6} 。

2 加强生产勘探夯实资源基础

紫金山金矿发现于1983年,地质勘查工作由福建省闽西地质大队承担。1992年完成详查工作,初步圈定了工业矿体和矿床范围,共圈定了表内、表外矿体94个,分别计算了C、D、E级储量,共获各类金储量18.9t,平均品位 2.15×10^{-6} 。

1993年紫金矿业集团公司组织开采后,生产能力迅速提高,原先的地质勘探程度和

收稿日期 2005-03-03

作者简介:李小文(1972-),男,紫金矿业集团股份有限公司工程师,中国地质大学在职研究生,长期从事技术与管理工作。

储量级别远远不能适应矿产开发要求,为此,紫金山金矿在开采生产的过程中,利用井下开采的生产运输巷道及采准巷道,并耗资近 2000 万元,有针对性的布置生产探矿工程,完成 27000 余米的坑道工作量和 2000 余米的钻探工程量,1、2 号矿体规模也成倍地增加,并发现了更大的 0 号矿体,矿床工业储量可达到 100t 以上,2001 年 8 月,经国土资源部确认紫金山金矿总储量达 138t,潜在价值高达百亿元。

3 运用经济法则调整矿床工业指标

紫金山金矿通过多年来对金矿床资源开发利用的效果分析和经验总结,并根据生产技术指标和市场价格,主动降低矿石边界品位,调整工业指标重新圈定矿体,矿床规模和矿床的经济价值发生根本性变化,为低品位金矿资源的大规模开发利用奠定了资源基础。

紫金山金矿在 1995 年前执行的福建省(93)闽储便字第 080 号文件批准的矿床工业指标:边界品位 1×10^{-6} ,最低工业品位 3×10^{-6} ,最小可采厚度 $\geq 1\text{m}$,夹石剔除厚度 $\geq 2\text{m}$,进行矿体圈定,提交 C 级矿石量 378024t,金 1532.1kg,平均品位 4.05×10^{-6} ; D 级矿石量 908879t,金 3919.0kg,平均品位 4.31×10^{-6} ,各级表外金矿体矿石量 6801441t,金 10516.20kg。表内 + 表外金金属量 18.9t,表内 + 表外金矿石储量 880 万 t。根据紫金山金矿的矿化特征,1996 年紫金山矿业股份有限公司提出采用大型露天开采的采矿方式以充分利用大量低品位矿石资源,主动提出降低品位圈定矿体,对上述工业指标进行了调整,并成功地应用于实践。经原冶金部黄金管理局批准的工业指标为:边界品位 $\geq 0.5 \times 10^{-6}$,块段最低工业品位 $\geq 1.0 \times 10^{-6}$,矿床平均工业品位 $\geq 1.5 \times 10^{-6}$,矿体最小可采厚度 $\geq 3\text{m}$,夹石最小剔除厚度 $\geq 6\text{m}$,经本次储量核算,提交表内 B + C + D 级

矿石量 77320010t,金金属量 123460kg,平均品位 1.60g/t ,表外矿石量 47781459t,金金属量 30001kg,平均品位 0.63g/t 。

由上可知,矿山运用经济法则重新制定了矿床工业指标,开创了低品位矿产资源开发利用的新局面。新的矿床工业指标比原定指标下降幅度在 50% 以上,这不仅增大了实际利用低品位金矿资源矿量近千万吨,而且为生产计划制定提供了可操作的标准,使原先认为没什么开采价值的小型金矿床一跃成为国内著名的特大型金矿床。

4 降低入选品位实现境界的增扩

随着对资源条件的深入认识和矿产开发利用总体水平的提高,运用技术经济评价手段对矿山原露天开采境界进行重新评价和设计显得十分必要。

紫金山金矿针对矿石属易选氧化贫矿石,可选性极佳,选矿指标高的特点,选矿采用大规模破碎 + 洗矿 + 堆浸(或炭浸)的提金工艺获得巨大成功,并经过四期技术改造后,选矿能力提高到 3 万 t/d,综合回收率可达 75%,选矿成本控制在 10 元以下,矿山克金综合成本下降到 50 元以下,达到国际领先水平。这一成本,使品位 $(0.3 \sim 0.5) \times 10^{-6}$ 的矿石都能得到利用(边际品位的确立,是在不分摊公共固定费用情况下,仍能生产,且有一定利润计算的)。入选品位由原来的 1g/t 降至 0.3g/t ,特别是启动二次资源含金固体废弃物 $(0.3 \sim 0.7\text{g/t})$ 的综合回收利用工程后,使原来圈定不能使用的表外矿或“废石”变为可能利用的矿石,矿石厚度增大,储量增加,从而实现了低品位金矿资源的有效回收利用。

若按原境界进行开采,原境界外存在大量的低品位金矿资源不能回收利用,2001 年紫金山金矿露天开采范围增界扩域的方案开始设计制定,境界圈定以 1999 年提交的金矿床 B + C + D 级表内矿作为圈定露天开

采境界的依据,并尽可能兼顾表外矿的开采,为更大规模地开发利用低品位金矿资源提供了新的基地。方案中的关键内容是把上世纪80年代初期地质详查报告中的1~2矿化带的NE边缘矿体,纳入增界开采范围内,使开采总量明显增加,对比结果为(1)比设计院提交的方案增加矿石量(0.7g/t以上)2806.41×10⁴t,黄金金属量28155.14kg(2)与矿业公司的早期露采境界方案相比,增加矿石量(0.7g/t)1272.4×10⁴t,黄金金属量13335.37kg。方案的经济效益显著。

露采境界增扩的新方案,集中体现了充分回收利用低品位金矿资源的战略思想,达到了增产增效,延长矿山服务年限,使企业持续发展的目的。

5 地采转露采实现规模开发

生产初期,紫金山金矿地下开采采用操作简单、成本低廉和安全性较好的浅孔留矿房柱法,并采用无轨设备装岩和运输,大幅降低生产成本,矿山生产能力迅速提高。井下出矿能力最大可达1.0万t/d,矿山年产量从1994年的4.3万t提高到1999年的180万t,矿石开采成本仅16.70元/t,为矿床资源开发的新发展创造了条件。

矿床的露天开采,具有更能利用高效采掘运输设备,降低生产成本和改善劳动条件的显著优点,有利于获得规模效益。为实现低品位金矿床开发利用的效益最大化,紫金山金矿结合矿床规模大,矿石品位低,矿体埋藏浅,剥采比小等特点,提出了开采方式由地下转为露天开采的重大举措。

为了减少剥离费用,加快露采工程建设,1997年12月17日紫金山金矿在860m标高以上范围成功实施了千吨级微差定向抛掷揭顶大爆破,拉开了金矿露天开采的序幕。此次抛掷揭顶大爆破,大幅度减少剥离时间,加快露采剥离进度,剥离成本降低了三分之一。1998年是矿山生产方式转型的关键时期,地

下开采时留下的235万m³采空区严重制约矿床开发的规模效益,经过比较、论证和筛选,采用井下硐室爆破、整体强制崩落法技术,对井下670m中段以上主要采空区集中进行处理,保证了矿山开采方式的转型衔接和露采规模效益的形成。通过二年基础剥离工作,1999年12月20日停止地下开采,全面转入露天开采。在全面转产的2000年里,紫金山金矿的黄金产量突破4t大关,体现了低品位矿产开采的一流技术和显著的效益。2004年,紫金山金矿采剥总量达1500万m³,实现规模生产,从而为低品位金矿的开发利用奠定坚实基础。

6 优化采剥工艺降低损失贫化率

紫金山金矿采剥工程使用现代大吨位工程机械,专业化队伍施工,既节约了投资,又使生产规模上了新台阶,但由于目前的技术条件和管理水平等条件限制,影响了低品位金矿资源的回收利用。如何合理进行组织生产,优化工艺,对低品位金矿资源的开发利用是至关重要的。

6.1 穿爆作业

紫金山金矿露天开采用溜井—平硐的开拓方式,陡帮开采。矿体连续、厚大,且矿(岩)可爆性好。降低矿石损失贫化关键是选定合理的采矿方法和穿孔网参数:

1. 根据紫金山金矿矿床地质赋存状况和确定的开拓运输方式,工作线推进方向为从矿体上盘往下盘纵向推进,爆破抵抗线方向平行于矿体走向,将有效降低矿石损失贫化率。

2. 根据原地质资料和上作业平台炮孔岩粉取样成果,对矿体所在位置准确圈定矿岩界线,尽量实行矿岩分穿分爆。

3. 穿爆时,严禁进行抛掷爆破,采用松动爆破,并使用合理的孔网参数,控制爆破效果,降低大块产出率。因爆破效果不太理想,而产生的大块、根底需经二次爆破解小后运

往选厂。

6.2 铲装运输作业

铲装运输中,矿石中混入废石或把矿石作废石排掉,使矿石资源的利用程度降低。为确保铲装过程中低品位金矿资源的有效利用,主要通过如下措施加以控制:

1. 地质部门根据炮孔化验结果安排测量人员对矿岩界线点进行准确标定。
2. 严格铲装方向,加强现场管理,实行分装分运。在铲装时应尽量做到从矿体上盘往下盘方向铲装,先把矿体上盘的碴进行清理,接着再出矿,减少矿体上盘碴混入矿体的机率。当铲装推进至矿岩分界区域时,应加强现场管理人员检查监督,进行现场跟踪淘洗;防止矿岩混装。
3. 运输时,严禁矿石超载,防止运输过程中矿石的损失。

7 强化资源管理实现废石的再回收利用

7.1 “挑块品位分级法”从废石中回收资源

矿山一年的采剥总量在 1500 万 m^3 以上,紫金山金矿品位 0.2 ~ 0.3g/t 低品位废石含量巨大。根据紫金山金矿床地质特征,矿岩分界不明显,围岩矿化程度高,围岩中也含有一定量的金,而金以颗粒的形式主要赋存于孔隙、裂隙中,铲装过程中,进行二次富集,为在剥离的大量废石中回收低品位金矿资源提供了条件。因为露采境界内的低品位矿石与废石一样,其穿爆、铲装费是固定的,若对其回收,其费用增加部份仅是运输费(到堆场与排土场运输费之差)和选冶费,按目前紫金山金矿的成本分析,对 0.2 ~ 0.3g/t 的低品位废石进行“挑块品位分级法”回收资源能产生巨大效益。

“挑块品位分级法”操作简单,只要对品位在 0.2 ~ 0.3g/t 的爆堆中块度尺寸大于或等于 800mm 的矿岩作为废石排弃,小于 800mm 块度的矿岩运往堆场进行回收利用。

实践表明对爆堆进行挑大块品位分级法后,其品位可达 0.6 ~ 0.8g/t。据保守估计,每年能从废石中回收 50 ~ 100 万 t 低品位矿石量,可获利数百万元。这不仅能实现低品位资源的回收利用,而且为企业创造了新的效益。

7.2 “跟踪验证法”回收低品位废石

在开采过程中,紫金山金矿除利用矿床地质资料外,主要通过穿孔岩粉样分析结果进行矿岩界线的划分。由于在穿孔过程岩粉上扬时,粗粒金借自重沉留孔中,岩粉取样过程中人为误差或降雨引起的重选作用等因素影响,个别低品位矿石品位低于实际数;以及个别零星小矿体,在穿孔时未遇上或单孔遇上后因品位不高而被当作无开采价值矿体未被二次圈出,而误成为废石。地质人员可凭专业知识和经验及通过上平台地质情况的实际揭露判断出可能出现矿体的地方,对于这些“废石”爆堆,进行重新取样或淘洗跟踪验证,以避免低品位矿石误当废石外排的现象发生。

7.3 其他日常管理措施

1. 强化矿岩管理,规范操作程序,明确资源管理职责,加大奖惩力度。定期召开资源管理分析研讨会,对采矿过程中资源管理方面存在的问题及时解决。
2. 运用自行研制的与国际接轨的 ISD 储量计算和露采开发系统,进行采场储量管理,实现矿山储量依据市场和成本变化而变化的动态管理。
3. 建立单爆堆资源管理台帐,对单爆堆资源的利用与消耗进行平衡管理,以实现资源利用的最大化。

8 结束语

矿产资源的有限性和不可再生性,要求我们在矿产资源的开发利用过程中,应充分注重低品位矿产资源的开发利用。作为从事矿业开发利用的一员,应积极探索总结开发



聚醋酸乙烯乳液制高炉渣墙体砖的研究

孔祥文^{1,2}, 王静², 隋智通¹, 涂赣峰¹

(1. 东北大学材料与冶金学院, 辽宁 沈阳 110006;

2. 沈阳化工学院应用化学学院, 辽宁 沈阳 110142)

摘要 以含钛高炉渣为集料,聚醋酸乙烯为胶凝材料,辅以添加剂制备了一种新型墙体砖。结果表明,墙体砖中高炉渣掺量可达70%以上,其外观质量、强度性能、体积密度、吸水率和干燥收缩性能等指标均达到或超过砌墙砖的基本要求。

关键词 聚醋酸乙烯;含钛高炉渣;新型墙体砖

中图分类号 X757, TU522.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-6532(2005)05-0039-04

1 前言

我国普通高炉渣的综合利用情况较好,但含钛高炉渣综合利用率较低,技术难度大,攀钢含钛高炉渣为其中典型一例^[1]。目前,含钛高炉渣已累积5000多万t,并以300万t/a的速度递增。不仅占用土地,浪费资源,而且严重污染环境,耗费大量人力物力。因此,寻找大宗利用高炉渣的途径,开发新技术,迫在眉睫。近几年,用含钛高炉渣制备建筑材料已见报道^[2~7]。

而且严重污染环境,耗费大量人力物力。因此,寻找大宗利用高炉渣的途径,开发新技术,迫在眉睫。近几年,用含钛高炉渣制备建筑材料已见报道^[2~7]。

本文以含钛高炉渣为集料,聚醋酸乙烯(PVAC)为胶凝材料,在免烧免蒸条件下制备一种新型墙体砖,其外观质量、强度性能、

利用低品位矿产资源的技术、方法和经验,为矿山持续发展提供技术保证。

Exploitation of Low-grade Gold Mineral Resources at Zijinshan Gold Mine

LI Xiao-wen

(China University of Geosciences, Wuhan, Hubei, China)

Abstract How to reasonably develop and utilize low-grade gold mineral resources is an important problem for sustainable development of the mine's production. With more than 10 years great efforts, Zijinshan Gold Mine has made great achievements in this aspect. This paper emphatically expounds related technologies and measures for exploiting low-grade mineral resources of Zijinshan Gold Mine in more detail.

Key words Low-grade mineral resources; Exploitation process; Development and utilization

收稿日期 2004-09-29

基金项目 国家自然科学基金重点项目(50234040)

作者简介 孔祥文(1962-)男,教授,博士生,主要从事材料物化、二次资源综合利用研究工作。