工程建设 黄金矿山

文章编号:1672-609X(2004)02-0014-04

紫金山金矿低品位资源开发的地质技术研究

刘荣春
(福建紫金矿业股份有限公司,福建 上杭 364200)

关键词:低品位资源;地质技术;经济模型;评价软件

摘 要:介绍了紫金山金矿床赋存的基本特征;重点阐述了生产探矿增加储量,扩大矿床规模,建立低品位矿开发经济模型和资源评价软件系统研制等系列地质技术研究与创新成果;强调了加大经济与科技投入,对矿山的发展有重大意义。

中图分类号:TD166
文献标识码:A

收稿日期:2003-12-25

作者简介:刘荣春(1964-),男,福建上杭人,副总经理、矿长,地质高级工程师,中国地质大学在职研究生,从事技术及管理工作。

我国是有色金属资源较为丰富的国家之一,但人均占有的资源量却相对较少;并且,在已生产的矿山中,可供持续开采的资源量严重不足。强化矿山地质技术研究,深入有效地开展矿床低品位资源补探、查定和评价,增加矿产资源,对矿业的持续开采意义十分重大。紫金山金矿投资组织技术攻关,通过实施生探增储技术措施、建立资源开发经济模型、研制资源评价系统软件等地质科技工作,为紫金山特大型金矿床的发现和确认提供了科学依据,保障了紫金矿业的持续发展。

1 矿床地质概况

紫金山金矿床属次火山热液金属硫化物次生富集金的成矿类型。矿体赋存于潜水面以上的氧化带中,海拔标高范围是508~1 016m,平面分布范围在15~12勘探线间,长600m,宽400m左右。矿体形态多呈透镜状,也有脉状。矿体均有分枝复合和尖灭再现现象,走向302°~306°,倾角40°~50°,倾向NE。矿体自SW向NE展布,受到SW向构造严格控制,主要矿带有0、1、2号三条。矿体总体厚度变化系数为67%,属较不稳定—不稳定类型。矿体品

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

位变化系数在 63%~107%, 属含量较均匀—不均匀型。

矿体的主要围岩是中细粒花岗岩、隐爆角砾岩,其次为英安玢岩,局部为构造角砾岩、碎屑岩。围岩均受到不同程度的矿化作用, 矿岩界线不明显。

2 矿床特征研究与生探找矿

通过分析认为,金矿体是由浅成次火山侵入体及其伴随的火山岩的热液系统从岩浆的去气作用部位延伸到喷气孔和酸性热泉,将高硫化成矿环境结合为一体的,属高硫浅成低温热液矿床,有利于实现找矿增储目标。

2.1 矿床地质特征

(1)强烈的蚀变作用。紫金山金矿矿床的蚀变类型主要有硅化、绢云母化、明矾石化、地开石化等;次有钾化、氯黄晶化、硬石膏化;再次有表生阶段的高岭石化、黄钾铁矾化、褐铁矿化等。由于蚀变强度大和范围广,除燕山晚期花岗闪长岩体和部分花岗斑岩外,燕山早期几乎全岩蚀变。出现在上部的硅化蚀变的地质作用可分为五个时期。金矿化始于次火山热液蚀变期,盛于热水溶液蚀变期。续后的残渣溶液蚀变期和表生氧化期, 使金元素发生迁移,出现了富集或贫化现象,而氧化带中的金矿体与围岩几乎融为一体。

(2)矿体富集特点。由于火山—次火山热液活动的强烈作用,形成了紫金山低温热液—次生富集型金矿床。矿体有原生阶段和次生阶段的富集部位之分,但主要分布在 700m 标高以上的氧化带中,以自然金形式存在于充填裂隙铁的氧化物、氢氧化物细脉和网脉中,而且形态各异,粗细不一。矿石的自然类型为石英—褐铁矿氧化矿。

2.2 矿化特征与找矿标志

(1)矿化特征。矿化体主要分布在 16~15 勘探线,长 800m,宽大于 300m,垂直厚度最大达 287m。品位在 2g/t 以上的矿体呈断续脉状分布;当边界品位降至 0.5g/t 后,矿体成片产出,呈巨大透镜状,显示了矿化整体连续性好的特大型低品位资源矿床的性质。样品分析中 10g/t 以上品位的矿量约占总数 0.3%,矿体具典型的面状矿化特征。

(2)找矿标志。通过对矿床特征研究和生产实践总结认为,紫金山金矿矿区地质环境中的找矿标志,主要有如下几点:①重视氧化作用,结合 Au 元素的化探异常现象与矿体直接指示的关系,发现矿区内 $Au>100\times10^{-9}$ 时,可望找到隐伏矿化带。②蚀变和构造控制作用,对矿体的影响十分明显,是重要的寻矿标志。③发育的中酸性次火山岩体以及氧化带,成群的古人采矿硐穴,提示矿体的赋存范围和区域。

3 生产探矿

紫金山金矿在开矿前的地质工作及勘探工程程度不够,没有使矿体的规模得到有效控制,矿山采用了生产中探矿的技术措施。经过多年的不懈努力,终于改变了地质部门认为紫金山金矿床品位及矿体厚度稳定性差、投资收益低,开发意义不大的看法。

3.1 地下开采生产探矿

原提供批准的 5.45t 金储量远不能满足矿山生产需要, 紫金山金矿于 1994 年至 1999 年增大了生产探矿量,投入资金 2 000 余万元,完成了探矿工程巷(硐)27 378.21m,钻探工程量 2 000 余米。同时,采集矿石分析样品 7 864 个, 开展了低品位矿石提金试验及矿岩物理性分析鉴定等技术工作,对矿床规模有了新的认识。

(1)“一巷多用”技术。紫金山金矿床的全岩蚀变和矿化特征,展示了矿区内存在大范围低品位资源的前景。采用“一巷多用”技术,既能满足生产、运输开拓要求,又可实现探矿增储目的。1995 年开始选择主要矿化部位的 760、800、880m 中段间加掘了 780m 和 840m 中段,使矿体的变化区域进一步得到控制。

(2)低矮中段工程的探采结合。地质详查报告中提供的矿床规模小的原因是多方面的, 其中勘探程度低,工程没有达到对矿体的有效控制是重要原因之一。如 0 号矿带和 I–1 号矿带的东南延伸范围都缺乏足够的探矿工程控制。针对这种情况,矿山及时采用了低矮中段工程的探采结合措施,不仅在原详查地段 7 勘探线以西矿带的 NW 翼布置了 860、830、760m 等生探中段; 在 0 勘探线以东的 SE 翼形成了 910、870、840m 等中段。760m 标高以下的矿体倾向延伸部位有 730、700、640m 等中段控制。这种以生产坑探为主,中段高为 30~40m,穿脉间距 30~40m,钻探为辅,网度为 40m×40m 的勘探程度,达到了正规勘探Ⅱ和Ⅲ类型要求,为矿床大规模开发所需的储量与级别确定提供了保证。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3.2 露天开采生产探矿

紫金山金矿为实现低品位资源的大规模开发,达到资源利用最大化,成本最低化和效益显著化的目标,矿山生产方式从 2000 年起,由地下转为露天开采。针对这种情况,及时采取了露采生产与探矿结合的工程措施,以达到进一步揭露矿体,增大资源利用量的目的。实践表明,实施露采生产探矿技术措施,不仅发现了矿区东部高边坡带 1 000m 标高以上范围的脉体, 还纠正了过去认为 970m 以上标高无矿体的看法。

(1)勘探与采剥工程结合。紫金山金矿应用组合台阶陡帮开采剥离工艺。2~3 个组合台阶作业,每个组合台阶有 5 个台阶组成,每组台阶内自上而下尾随开采。台阶布置近南北方向,与矿体总体走向交角 40°~70°。组合台阶由此往南推进,当上部平台推进 50~60m 时,下部平台随接推进,当组合阶段均推到预定宽度即为一周期。生产穿孔近南北向布置,孔斜深 16m 左右(垂深为 14m 左右),孔距 6~7m,排距 3.5m,梅花形排列,3~4 排孔为一个爆区。这种综合的采剥工艺,极有利于探采结合,充分利用生产勘探工程,形成有平台炮孔、台阶坡面及组合台阶联合网度,有效揭露和控制矿体。

(2)露采生探的技术要点。实践中,首先依据地质资料中的平面、剖面图,进行开拓设计;在采剥中, 要在爆堆铲装后形成的台阶坡面进行编录取样,以控制矿体的边界、夹石等重要参数变化,并结合地下采空区充填体含矿情况,制定生产穿爆所需的地质平面图;生产中,对生探工程所揭露的矿化异常部位、矿岩交界线、构造控制点以及炮孔处进行规范取样、编录,有时还可结合现场直接淘洗认别法,达到准确控制矿体边界,提供品位样图,指导露采作业。通过计算分析,可修改相关图和预测下部采区矿体的产出状况,达到对矿体确切评价和充分利用的效果。

4 矿床资源评价

4.1 矿石性质

经过多手段多方法试验分析证明, 金矿石中 93%是石英为主的脉石, 其次为地开石或其它粘土矿物。化学成份是 90%以上的石英,其次为少量的 Al_2O_3 和 Fe_2O_3。矿物性质表明,矿石多数偏软并具可碎性,硬度系数为 4~10,密度 2.39t/m^3,松散密度为 1.6 t/m^3,属简单易选的矿石。

4.2 可采资源评价的经济模型

运用市场规律,遵循经济法则,建立切合实际的资源评价认定经济模型,指导矿山合理开发利用资源,获得良好效益,十分重要。

(1)运用经济法则,修订矿床工业指标。矿床工业指标是圈定矿体和设计储量,指导资源评价与矿山开发的依据。对于矿山来说,既体现了适用市场的能力, 又反映了采选冶技术和生产管理的水平。紫金山金矿经过多年的实践,总结开发了针对低品位矿石利用新工艺和降低生产成本的技术措施。通过及时修订矿床工业指标,使可利用的资源储量得到修正。紫金山金矿 1995 年前执行的矿床工业指标是福建省(93)闽储便字第 080 号文件批准的。其中,边界品位≥1g/t;块段最低工业品位≥3g/t;矿床最小可采厚度≥1m;夹石最小剔除厚度≥2m。1996 年对上述矿床工业指标进行了调整和重新制定并成功应用于生产实践。1998 年原冶金工业部黄金管理局 88 号文件批准了新的矿床工业指标。其中,边界品位≥0.5g/t;块段最低工业品位≥1g/t;矿床最小可采厚度≥3m;夹石最小剔除厚度≥6m。由上述可知,重新制定的矿床工业指标比原指标下降的幅度在 50%以上,增加了可利用的低品位资源量近千万吨。

(2)矿石最低工业品位计算。矿山生产保本品位,必须按市场规律,通过计算确定。计算公式为:

$$\alpha=\frac{\beta C}{DK(1-\rho)}$$

式中:α——最低工业品位,%;

β——精矿品位,%;

C——原矿综合成本,$C=C_1+C_2+C_3+C_4+C_5$,元/t;

C_1——采剥成本,元/t;

C_2——选矿成本,元/t;

C_3——运输成本,元/t;

C_4——管理费,元/t;

C_5——资源税,元/t;

D——单位精矿价格,元/g;

K——选矿回收率,%;

ρ——采矿贫化率,%。

根据矿山情况, 取精矿品位 99.9%, 综合成本为 39.78 元/t,单位精矿价格为 72 元/g,选冶综合回收率为 75%,采矿贫化率为 8%,计算得到生产矿石的最低工业品位约为 0.8g/t。对于边界品位的控制,则按尾矿品位 0.2g/t 的 2.5 倍取值,确定在 0.5g/t。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4.3　开发矿床资源评价软件

依据经济地质理论,结合矿山生产经营成本,研制开发了与国际接轨的 IDS 储量计算软件系统。

IDS 储量计算系统不同于传统方法,它把矿体中各部位的平均品位看成是空间位置的函数,并按以下步骤进行储量计算。

(1)将储量计算范围划分为大小一致的地段。

(2)对每个块段的平均品位进行估值。可利用块段范围内的样品来估算块段品位。

$$C_\alpha=\sum(F_i\times I/A_i^K)/\sum I/A_i^K(i=1,\cdots\cdots N)$$

式中:C_α——块段品位,%;

F_i——i 样点的品位,%;

A_i——i 号样点与块段中心点的距离,m;

K——幂系数,一般采用平方,K 取 2;

N——样品总数(个)。

(3)计算大于等于不同边界品位的块段储量之和,即为总储量,根据不同的入选品位及储量,形成品位—吨位图。

矿山生产方式由井下转露采后,IDS 法计算储量、评价资源和指导开采。当采用大规模露采边界品位为 0.5g/t 指标圈定矿体时,原来的矿化描述为带状矿化带现象变得模糊,取而代之的是个矿化以强硅化为中心的一个垂向构造控制带。台阶高度 12m,与 IDS 资源评价系统的块段保持一致;生产中以炮孔岩粉样品作为二次圈定矿体的依据,效果良好。4 年来的统计结果表明,矿山储量随生产而不断变化的情况基本符合实际,资源开发发展稳定,数字化系统提高了资源动态管理技术。

5　结语

紫金山金矿在资源开发中,科技兴矿,不断扩大矿床规模。矿产资源是矿山生存发展的根本,投资并组织地质技术研究与攻关,突破了传统矿床工业指标限制和资源评价方法的约束,总结出适用市场经济形势和成本变化的规律。采用边采边探等系列措施的动态管理模式圈定矿体和开发应用 IDS 软件系统等技术,成功实现了对紫金山特大型低品位金矿床资源的勘探查定和评价,为矿山的发展提供了基础。

Geological Technique Study of Low Grade Resource Development in Zijinshan Gold Mine

Liu Rongchun

(Fujian Zijin Mine Industry Co., Ltd., Shanghang 364200*, China)*

Key words: low grade resource; geological technique; economic model; evaluation software

Abstract: This paper introduced the basic characters of deposit occurrence in Zijinshan Gold Mine, and elaborated emphatically the geological technique and new achievements about production prospecting of increase reserve, formed economic model of low grade ore development, and resource evaluation system software. It is stressed that increasing economic and technical investment is very important for mine's development.

欢迎订阅
《中国矿山工程》

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net