

青海省铜矿开发利用现状及对策研究*

王飞¹, 王佳², 王真³, 陆智平¹

(1. 青海省国土规划研究院, 青海 西宁 810001; 2. 青海省地质调查局, 青海 西宁 810001; 3. 青海省有色地质矿产勘查局, 青海 西宁 810007)

摘要:铜矿是青海省重要的矿产资源之一, 综述了青海省铜矿资源及开发利用现状, 分析了存在的问题并提出了相应的对策与建议。

关键词:铜矿; 开发利用; 回采率; 回收率; 青海省; 德尔尼铜矿

中图分类号:F124.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0076(2015)02-0005-04

DOI:10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2015.02.002

Research on the Development and Utilization of Copper in Qinghai Province

WANG Fei¹, WANG Jia², WANG Zhen³, LU Zhiping¹

(1. Qinghai Institute of Land and Resource Planning, Xining 810001, China; 2. The Geological Survey of Qinghai Province, Xining 810001, China; 3. Qinghai Provincial Bureau of Nonferrous Metal Geological Exploration, Xining 810007, China)

Abstract: Copper is an important mineral resources in Qinghai province. In this article, the development and utilization status of copper resources was summarized, the existing problems were analyzed and some countermeasures and advice were put forward.

Key words: copper; development and utilization; mining rate; recovery rate; Qinghai Province; Deerni Copper deposit

青海省作为全国资源大省, 矿产资源总量丰富, 种类齐全, 潜在价值巨大^[1]。截止 2013 年底, 省内共发现各类矿产 133 种, 占全国已发现 172 种矿产的 77.33%, 其中探明有资源储量的矿产为 107 种, 占全国已探明有资源储量矿产的 68.2%。截止 2012 年底, 有 59 种矿产的保有资源储量居全国前十位, 其中钾盐、镁盐(含 MgSO₄、MgCl₂)、锂矿、锶矿、芒硝、石棉、冶金用石英岩、玻璃用石英岩、电石用灰岩和化肥用蛇纹岩等 11 种矿产的保有资源储量居全国第一位^[2]。青海是一个典型的资源型省份, 矿产资源开发是青海经济发展的重要支柱, 资源优势化为经济优势的前景看好。其中铜矿又是青海省重要的矿产资源之一, 有着良好的成矿地质条件,

其开发利用已初见规模, 带动青海本地经济增长。

1 青海省铜矿资源概况

截止到 2012 年底, 青海省上表铜矿区共 47 处(含共生矿, 不含锡铁山的伴生铜), 其中大型矿床 1 处, 中型 5 处, 小型 12 处, 矿点 29 处(资源量小于 1 万 t); 规模最大的为德尔尼铜钴矿床, 铜资源储量 52.22 万 t。47 处矿床(点)中, 普查工作程度 22 处, 详查的 11 处, 勘探的 14 处。

青海省铜矿的上表资源储量一直持续增长(见表 1), 由 2000 年的 190.90 万 t 增长到 2012 年的 247.02 万 t。伴生铜也呈持续增长的趋势, 由 2010

* 收稿日期: 2015-03-09

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(1212011220934)

作者简介: 王飞(1982-), 男, 宁夏固原人, 工程师, 工学学士, 主要从事地质矿产勘查综合研究及矿产规划工作。

年的 410 t 增长到 2012 年的 11 227 t,增长了 26 倍。

表 1 青海省查明铜资源储量变化情况 /t

年份	非伴生铜	伴生铜	合计
2000	1 909 019	—	1 909 019
2005	2 147 001	—	2 147 001
2010	2 436 510	410	2 436 920
2011	2 460 788	1 194	2 461 982
2012	2 470 224	11 227	2 481 451

青海省 2012 年底累计查明铜资源储量 247.02 万 t,保有铜资源储量 211.23 万 t,动用储量 1.21 万 t。青海铜矿上表矿床(点)中,总计 43 座矿山,单一铜矿或以铜为主的矿床(点)有 15 处,其余矿床(点)均共伴生铅、锌、钴、锡等有色金属矿产及镓、镉、锗、硒等稀有矿产,大部分矿床(点)还共伴生金、银等贵金属矿产。

青海省铜矿资源的主要特点是:一是查明资源分布较为集中,行政区划上主要集中于海南州兴海县和果洛州玛沁县;二是大中型矿床较少,仅占 9.3%,全省上表矿床中仅有大型矿床 1 处,大部分为小型及以下矿床;三是查明资源储量中,贫矿多,富矿少;四是大部分矿床(点)共伴生有较多的其他有色金属、稀贵金属矿产。

2 青海省铜矿资源开发利用概况

截止 2012 年年底,青海省已上表的 47 处铜矿矿区中,已利用的铜矿矿区有 29 处,其中,完全被利用的有 22 处,已利用铜矿资源主要分布在海东地区、海北藏族自治州、黄南藏族自治州、海南藏族自治州、海西蒙古族藏族自治州、玉树藏族自治州等。

2.1 不同规模铜矿资源开发利用

2012 年青海省铜矿共有 7 个矿山生产,其中大型矿山 1 座、中型矿山 2 座、小型矿山 2 座、小矿山 2 座。全年共开采矿石量 421.2 万 t,生产铜精矿 21.11 万 t,实现销售收入 14.13 亿元,实现工业总产值 18.40 亿元,年利润 5.84 亿元,上交税费共 4.86 亿元。

青海省在产大型铜矿只有 1 座,即青海威斯特铜业有限责任公司德尔尼铜矿,设计采矿能力 240 万 t,2012 年自产矿石量 343.3 万 t,生产含铜 16.5% 的铜精矿 16.74 万 t,销售收入 11.92 亿元,工业总产值 13.89 亿元。年利润是 5.44 亿元,税费总和 4.43 亿元。

中型铜矿 2 座,即:青海赛什塘铜业有限责任公司赛什塘铜矿、青海启源矿业开发有限公司兴海县

索拉沟铜多金属矿。设计生产能力合计 108 万 t,自产铜矿石 62.54 万 t,实现销售收入 2.0047 亿元,年生产铜精矿(含 Cu 20.2%、18%)2.33 万 t,实现工业总产值 2.4593 亿元,实现利润 5 204 万元,上缴税费总和 3 994.91 万元。

小型矿山 2 座,设计采矿能力合计 19 万 t,自产铜矿石 12.62 万 t,生产铜精矿 2 100 t,实现销售收入 550 万元,上缴税费总和为 111.2 万元,年度亏损 1 500 万元。亏损主要是索拉吉铜矿引起,银灿铜锌矿盈亏平衡。

2.2 采矿情况

青海省目前开采铜矿山,仅 2 处为露天开采,其余均为地下开采,平均开采回采率为 87.87%。露天开采平均回采率 93.38%,地下开采平均回采率 87.14%。

露天开采铜矿山一般采用组合台阶采矿法、分区分期采矿法,运输设备有平板车、载重汽车、农用车等。

地下开采铜矿山一般采用浅孔留矿法、崩落法,凿岩设备部分采用凿岩机,多使用人工打眼,人工装卸矿石;运输设备有窄轨人力矿车、电机车、人推矿车、平板车运矿、绞车牵引等,部分为架子车,坑外运矿使用载重汽车、农用车等。小型非正规矿山大部分采用较为落后的崩落法;凿岩设备为风钻,人工装卸矿石;架子车、手扶拖拉机运矿石。此类矿山一般无任何回采率统计资料,采富弃贫现象非常普遍,品位低于 1% 的铜矿资源浪费非常严重^[3]。

2.3 选矿情况

青海省铜矿企业一般采用直接浮选法,平均选矿回收率 85.37%,平均入选品位 2.0%。由大中型企业开采的矿山入选矿石一般含铜 1.6%~2.4%,选矿指标较好,精矿品位符合市场需要,尾矿品位大都低于一般边界品位。精矿平均 Cu 品位 17.62%,尾矿 Cu 品位 0.06%~0.3%。

未完全建成的矿山选矿方法大多也采用直接浮选法,个别采用摇床重选;但选矿设备多是正规选厂淘汰下来的落后、陈旧设备,选矿效果较差,平均回收率约为 53%,精矿 Cu 品位 19.01%,尾矿 Cu 品位 0.37%,资源浪费较为严重。

2.4 资源综合利用情况

青海省铜矿床共伴生资源较多,主要有铅、锌、钴、金、银等,由于技术条件、经济效益等因素,多数矿山没有开展综合利用工作,仅对共生的部分工业

品位以上、易选矿种开展了回收,其他共生矿种没有开展综合利用工作。因区位条件和企业重视程度不够,青海省铜矿山的综合利用水平不高,工艺技术研究相对滞后,有待进一步提高。

青海省目前铜矿采选废石及尾矿利用基本为零^[4],绝大多数企业仅利用废石垫路、平整场地,多数堆放于采场、坑口附近。尾矿基本没有利用,均堆放于尾矿库中。矿坑废水基本直接排放,选矿废水大多数选厂进行了利用,选矿厂基本做到了无废水排放。

2.5 典型铜矿山资源综合利用

德尔尼铜矿是青海省典型矿山,也是唯一的以铜为主,共生有钴、硫、锌等,伴生金、银的大型热液型铜矿。该矿资源条件较好,铜品位较富,铜品位一般为 1% 左右,个别样品高达 10% 以上,平均 1.268%,高于国内大型铜矿平均为 0.65% 的品位。在全国查明的 24 座大型铜矿中,含铜品位仅低于新疆阿舍勒铜矿(含铜品位 2.43%)和西藏玉龙铜矿的氧化矿(2.53%),居全国第三位,并共生多种金属可供综合利用,尤其是钴资源潜在价值很高,平均含钴 0.089%,高于金川的(0.021%~0.038%)2~3 倍。

矿石中的主要有用元素有 Cu、S、Zn、Co,还有 Au、Ag、Se、Cd、Ga、In 等。钴品位一般为 0.08%~0.1% 左右,个别样品高达 0.4% 以上,平均 0.089%;锌品位一般为 1% 左右,个别样品高达 7.28%;硫品位一般为 30%~40% 左右,个别样品高达 50% 以上。已查明铜金属量 57.85 万 t,钴金属量 2.84 万 t,金金属量 29 290 kg,平均品位 0.53 g/t。银金属量 275 t,平均品位为 6.7 g/t。锌金属量 16.22 万 t。

自上世纪六十年代探明储量以来,国内多家科研机构曾多次对其进行过综合利用研究。但因铜矿中铜的嵌布粒度过细,有用矿物与脉石矿物的嵌布关系复杂,脉石矿物多为易浮难抑、容易泥化的硅酸盐类矿物,其中,钴且呈类质同象不均匀分布等诸多因素,矿石非常难选。针对难度较大的钴硫精矿的综合利用问题,青海威斯特铜业有限责任公司组织申报了国家科技攻关项目,2001 年《青海德尔尼钴硫精矿选冶联合回收钴》被列入青海省科技攻关项目,北京矿冶研究总院曾以德尔尼钴硫精矿为原料,完成了全流程小型和扩大试验研究,取得了阶段性成果,钴浸出率可达到 84%,回收率大于 75%。2004 年底,公司又申报了题为《青海德尔尼铜矿钴硫精矿综合回收技术》的国家科技攻关项目,本项目在前期科研、工作基础

上,拟定了开发钴硫精矿综合回收新工艺,达到全面综合回收有价金属和硫产品多元化的目标。

青海威斯特铜业有限公司德尔尼铜钴矿 2005 年开发规模为年采选矿石 30 万 t,2006 年达到 240 万 t 的大型矿山规模。矿山服务年限为 20 a。通过混合浮选生产出的铜精矿将进一步冶炼阴极铜,同时获得的钴硫混合精矿,因钴品位过低(0.141%),原地堆放封存。

3 铜矿资源开发利用中存在的主要问题

3.1 勘查程度低

勘查程度低,制约了青海省铜矿资源的规模开发利用。青海省铜矿源勘查程度较低,根据上表的铜矿上分析,以小型矿山为主,仅有大型矿床 1 处;其中普查工作程度的 22 处,详查工作程度 11 处,勘探的 14 处,需进一步提高勘查程度查明矿区内资源情况。

3.2 缺乏工艺技术的支撑

对于缺乏工艺技术的支撑,主要表现在铜矿床中钴的分离提取工艺研究经多年的努力,没有取得实质性的进展,制约了综合利用工作的开展,而锗、镓、镉、铟等元素因品位低,选矿工艺难以解决而无利用。铜矿山中的硫铁矿,因市场因素和运输问题难以利用。矿床中伴生的金、银,因品位较低在选矿时随主矿种进入精矿中,由于品位低、数量少无法单独计价,其综合利情况不清。

3.3 开采规模小,资源破坏较严重

多数小矿区经过多年的小规模开采,使得矿区资源遭到了不同程度的破坏,加上资金投入困难,小型矿区的资源储量规模小,矿山技术改造困难较多。

3.4 资源综合利用不够

青海省有色金属矿山的区位条件差,运输费用高,综合利用投入大,也制约了综合利用工作的开展。总体看,制约青海省铜矿山开展综合利用的因素主要是工艺技术研究滞后,区位条件差所致,使得共生资源未尽其用。

4 对策建议

4.1 依靠科技进步,突出科技创新

加强新技术、新工艺的开发利用,积极引进国内外的先进技术、工艺和设备,提高资源利用率和回收

率。积极推进先进采选冶技术的应用,建立健全矿山“三率”考核体系,保证矿山“三率”达标。鼓励矿山企业开展科技创新和技术攻关,低品位和共伴生矿产资源综合利用技术、“三废”综合回收利用技术以及难采、难选矿的采选冶技术。

加大铜矿开发中的科技进步与创新,努力实现金属矿产共伴生有益组分的综合回收利用,提高资源利用水平;拓展开发的空间和规模,实现资源的科学、合理利用。积极开展尾矿中有益元素提取的试验和攻关。

4.2 健全综合利用体系

(1)对于新建矿山,凡是有共伴生矿产资源的必须同时开发、同时利用,严禁单打一的开发方式;凡共伴生矿产不能综合利用的,原则上不予颁发采矿证。对已经开发或正在筹建的矿山,其重要共伴生矿产综合利用问题暂不能解决的,应限定时间,加速选矿工艺的研制与完善,然后再进行规模开发。

(2)加强监督管理、提高矿产资源的利用率,重点对矿产资源开发利用方案的审查、采选回收率以及综合利用指标的考核、动用矿产资源储量的审批核销、闭坑地质报告审查等方面进行监督、检查;逐步建立和完善矿山开发利用方案审批制度、矿山督察制度、统计年报、年度报告和年检制度、资源储量损失报批制度、矿山闭坑审查制度。对违法勘查和开采矿产、严重浪费资源以及破坏矿山生态环境者要坚决查处,依法追究。

(3)要做好科学管理^[5]。对矿产资源进行综合勘查、综合评价、综合开采、综合利用,主管部门及有关部门要主动协调,密切配合。每个企业要根据经济信息,发挥优势,按实际选定规模,做好评估及设计,编制有关综合利用规划和计划,分期分批实施。

(4)综合回收工作必须以市场为导向,做好可行性论证。市场需求是选择矿产品开发方向的依据。根据产品需求信息,进行认真对比分析,要了解国内外市场,并根据市场调查结果,认真做好技术论证,明确综合回收开发项目的目标方向和实施措施。

(5)对矿产资源综合利用工作采取扶持政策。在政策上对积极进行矿产资源综合回收的矿山实行鼓励和税费的扶持。大部分矿山在经过了长期开采后,由于品位的降低,采矿深度的加大,加上产品价格低等原因,普遍存在着经济效益差、资金紧张的现象,所以应免征或少征矿产资源综合回收产品的所得税和矿产资源补偿费,并对为提高资源回收利用

而增加流程和新开发工艺的投资实行优惠或上级专项拨款。

4.3 提高全社会对矿产资源综合利用重要性的认识

我省矿产资源综合利用水平低,其原因是多方面的,有资金和技术方面的原因,但更重要的就是人们对矿产资源综合利用的重要性认识不足,因此必须加强宣传教育工作。为保证青海省社会经济发展对矿产资源的需求,必须提高资源的优化配置和开发利用水平,使共伴生资源的利用率明显提高,逐步缩小与先进省份的差距。

4.4 加大环境保护与治理

(1)将环境保护和环境治理作为矿山开发首要条件^[6]; (2)在矿山闭坑审批时,将环境保护与治理作为主要考核指标。

5 结语

从我省多年来金属矿产资源综合利用积累的经验,结合国内实践来看,铜矿资源节约与综合利用的努力方向,可以归纳为:(1)采用高效、先进的采掘方法,以减少采矿损失率;(2)低品位矿的选矿技术;(3)伴生矿的选矿技术;(4)采用先进的、合理的选矿冶炼技术和工艺流程,以提高矿物回收率;(5)尾矿中有益元素的提取技术;(6)尾矿、废石的综合利用:如制造建筑材料、铺路碎石,尾矿库的加固和绿化等;(7)发展无尾矿或少尾矿工艺,以充分利用矿产资源,真正实现零排放;(8)选矿废水的处理和循环利用。

参考文献:

- [1] 许长坤. 青海矿业循环经济发展探析[J]. 中国矿业, 2010, 19(6): 22-25.
- [2] 高华中. 西部矿产资源可持续利用研究[J]. 矿产保护与利用, 2002(1): 7-10.
- [3] 陆智平, 李熙鑫, 宋顺昌. 柴达木循环经济试验区矿产资源节约与综合利用的初步研究[J]. 中国矿业, 2011, 20(7): 74-77.
- [4] 张锦瑞, 王伟之, 李富平, 等. 金属矿山尾矿综合利用与资源化[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002.
- [5] 邵国庆. 浅谈地矿行政强制执行的若干立法问题[J]. 矿产保护与利用, 2002(2): 1-4.
- [6] 张帆. 环境与自然资源经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 2007.