



共伴生矿产和尾矿综合利用是危机矿山解困的途径之一——部分危机矿山调查研究记述

丁其光¹, 汪镜亮¹, 朱昌洛¹, 朱祖泽²

(1. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041

2. 昆明理工大学, 云南 昆明 650093)

摘要:全国部分危机矿山调查研究表明:危机矿山解困首先仰赖于原矿山深部和边部找到足够可以缓解困境的接替资源;其次要加大矿石中共伴生资源的综合利用;第三要充分利用矿山多年堆积的尾矿资源和新产生的尾矿资源。

关键词:危机矿山; 共伴生矿产; 尾矿; 综合利用

中图分类号:TD98 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2009)06-0031-04

3. 矿石中含有铅矾、铅铁矾、磷氯铅矿等易泥化的次生矿物,因此磨矿后应首先考虑脱泥,为闪锌矿、方铅矿的分离、回收创造良好的条件。

4. 脱泥后浮选回收闪锌矿、方铅矿。浮选尾矿中的菱锌矿、白铅矿可使用硫化钠等药剂使其表面硫化,然后通过浮选回收,或利用其与脉石矿物的密度差异采用重选回收。

参考文献:

- [1]中国地质科学院矿产所编著. 金属矿物显微镜鉴定[M]. 北京:地质出版社,1978.
- [2]王濮,潘兆橹,翁玲宝,等编著. 系统矿物学[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [3]常丽华,陈曼云,等编著. 透明矿物薄片鉴定手册[M]. 北京:地质出版社,2006.

Process Mineralogy Study of Lead - Zinc Oxidized Ore

YANG Lei, LIU Fei-yan, CHEN Xiao-qing, YANG Jin-zhong

(Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract:In the lead - zinc oxidized ore, there are many kinds of zinc minerals, such as sphalerite, smithsonite, zincite, calamine, etc., and many kinds of lead minerals, such as galena, cerussite, lead vitriol, plumbojarosite, pyromorphite, etc. In this ore, the grain size of sphalerite and galena is fine and ultrifine, and the disseminated circumstance is ratherish complex. Thus, suitable grinding operation may be considered. There are some minerals which are easy - to sliming occurred in this ore. After grinding operation, the de - sliming treatment should be considered. Upon completion of desliming treatment, selective flotation of sphalerite and galena may be carried out. The smithsonite and cerussite occurred in tailings can be recovered by flotation after sulphidizing treatment by using sulphidizing agents, such as Na_2S . They also can be recovered by gravity separation methods.

Key words:Oxidized ore; Smithsonite; Cerussite; Lead vitriol; De - sliming; Gravity separation

收稿日期:2009-04-29

基金项目:全国危机矿山接替资源找矿技术方法类项目(200799097)

作者简介:丁其光(1940 -),男,研究员,长期从事矿产综合利用研究和管理工作。

1 前 言

“危机矿山”是指在现有开采利用技术、开采能力条件下,保有可采储量的服务年限不足 5 年(严重危机)、10 年(中度危机)和 15 年(轻度危机)的国有大中型矿山。

我国大部分非油气矿山建成于 20 世纪 50~60 年代,经过几十年的开采,除油气矿山外,全国现有 47 个矿业城市和 400 多个矿山的探明储量已面临枯竭,直接涉及 300 多万矿工和 1000 余万家属的工作和生活。在 25 种主要金属的 415 个大中型矿山中,危机矿山约占总数的 50%。

统筹规划危机矿山接替资源找矿勘查工作,是保证我国经济社会可持续发展以及矿业可持续发展的重大战略举措,2004 年 9 月 6 日国务院常务会议审议通过《全国危机矿山接替资源找矿规划纲要(2004~2010 年)》(简称纲要),从而开启了我国危机矿山接替资源找矿工作,主要目标是在有资源潜力和市场需求的矿山周边或深部新发现并查明一批储量,延长矿山服务年限。

为了对危机矿山接替资源找矿工作开展以来的找矿成果尤其是危机矿山共伴生资源和尾矿利用成果获得真实认知,在全国危机矿山接替资源找矿办公室的领导和协调帮助下,2008 年 3 月至 12 月,作者实地调查了全国 43 个正在进行接替资源找矿的危机矿山,并取得了大量的第一手资料,通过归纳整理,作者对危机矿山解困的途径等相关问题进行了分析和探讨。

2 危机矿山接替资源找矿概况

《纲要》实施以来,全国危机矿山接替资源找矿工作有效稳步扎实开展,找矿成果喜人,新增了一批资源储量。2008 年 10 月 23 日全国地质勘查行业管理座谈会上国土资源部提供的资料显示,已探获新增资源储量:原煤 29 亿 t、铁矿石 6 亿 t、锰矿石 561 万 t、铜金属 127 万 t、铅锌金属 252 万 t、钨(三氧化钨)11 万 t、金金属 164t、银金属 3488t、磷矿石 4232 万 t。有效缓解了矿山危机,经济效益和社会效益显著。平均延长矿山服务年限 13 年,稳定矿山职工 34 万人,潜在经济价值超过万亿元,促进了当地经济社会和谐发展。

3 危机矿山解除危机(解困)的途径

截止到 2007 年底,已部署安排勘查工作的矿山 216 座,71 座矿山取得重要进展,其中新增资源储量达到大型矿床规模的有 26 座,达到中型矿床规模的有 45 座。一些矿山虽然尚未有大的找矿突破,但也出现了不少新增资源储量的前景。这些成果为危机矿山解除危机(解困)起到关键作用,是危机矿山解除危机(解困)的主要途径。

不少危机矿山的矿石中除了主要矿产外,还含有数量不等的共伴生资源,有的共伴生资源的潜在价值还十分可观,在矿山开采的旺盛期,部分矿山创造条件综合回收利用了部分或全部共伴生资源,但大部分限于当时的认识和工艺技术条件未能加以利用,这些共伴生组分综合利用无疑将成为危机矿山解除危机(解困)的另一条途径。

危机矿山开采的历史过程中,矿石选矿产生的尾矿除了近年有部分用于充填采空区外,长时间内大部分尾矿未得到合理利用,仅仅堆存于尾矿库内,这类尾矿既含有可回收利用的共伴生资源,又含有可大宗利用的脉石非金属矿,因此尾矿的综合利用不仅对环境安全有利,而且是危机矿山解除危机(解困)的又一条途径。

4 加强共伴生资源的综合利用是危机矿山缓解资源危机的重要环节

到 2008 年,在 632 座被调查危机矿山中,有 466 座具有资源潜力,其中预测资源量达到大型矿床规模的有 104 座,中型和小型分别为 183 座和 168 座,并且不少新增矿产是共伴生资源,及时抓好这些资源的综合利用对危机矿山解除危机(解困)将起到关键作用,同时也对矿山的综合利用提出了新问题、新任务。下面以最具有代表性的几个危机矿山为例作简要说明。

(1)瑶岗仙黑钨矿矿床矿石的综合利用已取得了重大成就,但由于黑钨区开采近 100 年,黑钨资源已逐步枯竭,2007 年黑钨矿矿床保有储量仅有 23378t 钨金属量(203.9 万 t 矿石量)。共伴生资源仅有铜 6963t,锡 5930t(累计探明 18497t),银 95t,砷 39880t。

而新发现并探明的瑶岗仙裕新多金属矿床富含钨、钼、铋、锡、铜、铅、锌等多种金属,所蕴藏的白钨

资源量位于世界已探明白钨资源储量第四位,共探获金属量:白钨 204446t;锡 26020t;钼 6764t;铋 22033t;铜 18132t;铅 51385t;锌 44742t。按现有价格估算,其资源价值达 300 亿元以上。为综合利用这些新资源,缓解矿山资源危机,矿山投资 3.24 亿元,新建采选工程投产后瑶岗仙钨矿可平均年产白钨精矿 4500t、钼金属 166t、铋金属 577t,其综合利用潜力将得到更大发挥,而且按瑶岗仙钨矿白钨矿石储量计算,这个百年老矿将焕发青春,再为我国钨矿贡献 100 年资源。

(2) 黄沙坪铅锌矿实现了接替资源勘查的重大突破。新发现的远景铅锌矿铅锌平均品位分别为 3.02%、6.41%。发现的铁钨钼多金属矿床,有三氧化钨 8.8 万 t,平均品位为 0.32%;钼 3.5 万 t,平均品位为 0.092%;铁矿石 1880 万 t,平均品位为 15.38%。潜在经济价值达 150 亿元,铅锌资源危机得到了有效解除,可延长老矿山开采年限 20 年;钨钼多金属矿床可供开采 50 年以上,为共伴生资源的综合利用及相应尾矿的利用开辟了崭新的前景。

(3) 湖北阳新鸡笼山铜金矿在危机矿山找矿工作中,估计新增资源储量数量为:金属量 Cu11.31 万 t, Au14.88t, Mo1.72 万 t。估计新增资源储量品位 Cu1.10%、Au3.20g/t、Mo0.21%。估计新增资源储量潜在价值 80 亿元,预期可延长矿山服务年限 27 年。

(4) 郴州玛瑙山铁锰矿铁锰资源枯竭后,经过深、边部探矿,找到了含铁、锡、铋、钨的水湖里磁铁多金属矿,铋资源总量目前为 62.75 万 t,使精矿铋金属含量年生产能力可达 2000t 以上(目前铋精矿年产量 466.2t,品位 30.76%),从而缓解郴州玛瑙山铁锰矿资源危机。

共伴生资源综合利用对所有矿山都是必需的工作内容,但是对危机矿山更具有紧迫性。危机矿山不仅要加强现行矿产开发中共伴生组分的综合利用,更要重视新增加的新类型的共伴生组分的综合利用,提高综合利用水平。黄沙坪铅锌矿选矿目前除了主元素铅、锌生产外,还综合回收了矿石中共伴生的硫、钨、钼、铁、银(铅精矿)、铋、铜。2007 年各种精矿生产的产值为 55484 万元,利润 19164 万元,对危机矿山解困起到了重要作用。广西南丹铜坑锡矿矿石中包括主金属锡在内可利用的组分有锡、铅、锑、锌、铜、铋、砷、硫、银、钨、钼、金等 12 种,通过贫

硫化矿综合利用选矿新工艺的实施、高酸浸出一黄矾除铁富集铟—铟萃取技术的采用、脆硫铅锑矿冶炼技术的不断改进等,使得目前除金外已能综合回收 11 种,综合利用指数达到 91%,是我国综合利用成就巨大的矿山之一,大大减轻了资源危机的压力。

新疆喀拉通克铜镍矿通过选矿、冶炼加工,有用元素铜、钴、硫、金、银、铂、钯、硒、碲等 9 种可综合回收的组分,已回收了铜、钴、硫、金、银、铂、钯,从而使矿山摆脱了资源危机的阴影。

在调查的危机矿山中,共伴生组分综合利用较好、对矿山解困起到积极作用的还有不少,如:新疆可可托海锂铍钨钼稀有金属矿,开发铍矿石综合回收锂、铈、钽;内蒙大井子铜矿 2007 年除生产铜精矿含铜 3306t 外,还回收共生锡精矿含锡 427t 和伴生银 16.4t,工业总产值 23242 万元;凡口铅锌矿除主金属铅锌外,还综合回收了硫(精矿)、银、镓、锗、汞(进入锌精矿);甘肃花牛山铅锌矿综合回收了银(进入铅、锌精矿)、镓、锗、铟、镉(进入锌精矿);玛瑙山铁锰矿发现了大型的磁铁锡铋钨多金属矿,综合回收了磁铁精矿、铋精矿、钨锡精矿,成为了今后矿山的主要出路和开拓的方向。

但是也要看到,在调查的 43 个危机矿山中,不少矿山由于成矿地质条件的限制,赋存的共伴生组分少,或者含量很低,或者共生关系密切难以有效分离回收,使得这些共伴生组分未能综合利用,没有给这些危机矿山解困贡献力量,成为这些危机矿山未能解困的原因之一,如滇中的牟定郝家河铜矿、易门狮子山铜矿、三家厂铜矿、贵州戈塘金矿、甘肃格尔柯金矿、四川满银沟铁矿等不同程度存在类似困难。

另外,一些危机矿山虽然存在可供综合回收的共伴生组分,但因综合利用工艺技术不完善或未能实施,暂时失去了当前为危机矿山解困发挥效益的时机。

从上述调查结果可以看到,危机矿山共伴生成分的数量、综合回收的难易、综合利用技术水平的高低都将影响这些矿山解困的成效,同时也证明加强共伴生资源的综合利用可有效缓解危机矿山资源危机。

5 尾矿合理利用对危机矿山解困的重要作用

在调查的 43 个危机矿山中,据作者初步统计,

目前堆存的尾矿量已超过 2 亿 t,而且每年新增尾矿量将达 1100 万 t 以上。这些尾矿中,有的主金属有回收可能,有的共伴生组分有回收可能,有的主金属和共伴生组分均有回收可能,但也有不少主金属和共伴生组分均达不到可回收要求。

陕西太白金矿和新星金矿属于尾矿中主金属有回收可能并已大规模实际生产的典型,矿山新建了一个处理量为 3000t/d 的 3 号选厂,处理 Au 平均品位为 0.5g/t 以上的堆浸尾矿(配部分原矿),预计可从 500 万 t 尾渣中回收 1.5t 黄金,价值约 3 亿元,最终尾矿中金含量可降到 0.2g/t。

澜沧铅矿属于尾矿中主金属和共伴生组分均有回收可能的危机矿山,通过引进两家尾矿再选企业,每年可回收铅精矿 7500t、锌精矿 3800t、硫精矿 42000t,年产生经济效益 1200 万元。

大冶鸡冠嘴铜金矿和阳新鸡笼山铜金矿不仅对尾矿中的主金属和共伴生组分进行了回收,而且还最终尾矿用于采矿充填。目前,鸡冠嘴铜金矿堆存的尾矿至少还有 120 万 t 以上,该尾矿含金 0.3g/t、含铜 0.1%。该矿通过浮选回收硫精矿,强磁选回收弱磁性铁,重选回收金,每年可利用新老尾矿 21 万 t,回收 40% 品位的硫精矿 3.5 万 t、品位 60% TFe 的铁精矿 2 万 t、品位 40g/t 的金精矿 10kg,最终尾矿通过旋流器分级将 65% 的粗尾砂用于井下充填采空区,剩下的 35% 已泥化的细泥砂排至尾矿库堆存,每年尾矿利用能产生 4000 万元的利润。鸡笼山铜金矿尾矿库总容量 459 万 m³,占地面积 280 亩,现已堆存尾矿 130 万 m³,每年新增尾矿量 10 万 t,尾矿库剩余容量 329 万 m³。该矿 2001 年建成一座

回收多种元素的尾矿选矿厂,尾矿处理能力 1000t/d,据统计仅 2002 ~ 2003 年就处理尾矿 10 万 m³。通过尾矿综合利用,该矿每年可回收铜精矿 1.2 万 t、铁精矿 8000t、硫精矿 3000t,回收有用组分后的最终尾矿经分级,粗砂(60%)用于井下充填,其经济效益和环境效益十分显著。

栗木锡矿仅水溪庙新尾矿库现已堆存尾矿 650 万 t 以上,四选厂尾矿坝已堆放尾矿 300 多万 t,该尾矿中钼铈钨锡含量均属可再回收的范围。该矿已采用高梯度磁选回收了四选厂尾矿中的钼铈,用螺旋溜槽回收了锡钨,但尾矿中仍含将来可以回收的有价金属镓、钽、金、银等,即使是锡钨钼铈也仍有再回收价值。回收钼钨钨锡后的最终尾砂硅、钾、钠含量较高,是制作玻璃的主要原料,栗木锡矿自 1978 年至今已供应广州、湛江、梧州等玻璃厂家 14 万 t 以上,今后市场前景将更为广阔。

从上述部分危机矿山调查结果可以看到,尾矿合理利用对危机矿山解困确实也发挥了重要作用。

6 结 语

目前,危机矿山深、边部找矿已取得显著成效,一定程度缓解了一些矿山的资源危机,但危机矿山共伴生资源和尾矿的综合利用在缓解资源危机、保护资源和环境安全方面也发挥了重要作用。因此,进一步加强共伴生资源和尾矿的综合利用,不仅是危机矿山解困的重要途径,而且对保护资源、保护环境以及矿山企业的可持续发展都将具有长远的意义。

Comprehensive Utilization of Associated Mineral Resources and Tailings: One of the Ways to Overcome the Mining Crisis

DING Qi-guang¹, WANG Jing-liang¹, ZHU Chang-luo¹, ZHU Zu-ze²

(1. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu, Sichuan, China;

2. Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China)

Abstract: Practical mine investigation illustrates that the mining crisis of the crisis mines can be overcome by three ways. First, the most important way is prospecting at more deep level of original mining area and round the mines, second, comprehensive utilization of associated mineral resources in the mines and third, comprehensive utilization of tailings.

Key words: Crisis mine; Associated mineral resources; Tailings; Comprehensive utilization