伴生金银回收研究与进展

罗晓华　　黄万抚
(武山铜矿)　(南方冶金学院)

摘　要: 伴生金银回收一直是各国选矿工作者研究的课题。本文概述了我国伴生金银回收的主要方法和存在的问题, 并对伴生金银研究现状和发展方向进行了评析。

关键词: 伴生金银; 回收方法; 研究
中图分类号: TD953　　文献标识码: A　　文章编号: 1009-5683(2004)01-0005-03

Study and Advances of Associated Gdd and Silver Recovery

Luo Xiaohua
(Wushan Copper Mine, Jiangxi Copper Industry Group Co.)
Huang Wanfu
(Environment and Construction Engineering College, Nanfang Metallurgy Institute)

Abstract: The recovery of associated gdd and silver ores has been a subject of ore dressing workers in various countries. The main methods and problems in the recovery of the associated gold and silver ores of our country are presented, and the current state of study and development trend of the associated gold and silver ores are analyzed.

Keywords: Associated gold and silver ore; Recovery method; study

从有色金属矿产资源中回收伴生金银矿物已在金银生产中占有重要地位。据不完全统计, 全世界从有色金属矿产资源中回收伴生金的产量约占金总产量的 10%, 其中美国为 40%, 苏联为 25%, 日本为 65%, 澳大利亚为 59%, 菲律宾为 62%, 巴布亚新几内亚为 100%。我国有色金属矿产资源中伴生金的储量也非常大, 至 1985 年底约占黄金总储量的 50%。伴生金银主要赋存在铜矿、镍矿、铅锌矿中, 并且分布地域集中: 大冶、铜陵、德兴、白银、金川、辽宁等地区约占 80%。国外伴生金回收情况为: 美国伴生金回收率为 60%～70%, 苏联为 70%, 我国伴生金回收率只有 50%～60%, 资源浪费严重。开展提高载金银矿物中伴生金银回收率研究, 既是对矿产资源综合开发和研究利用, 提高企业经济效益, 又可以减少公害, 保护环境, 促进矿山企业的可持续性发展。

1　伴生金银矿石类型及其回收方法

我国伴生金银矿石类型大致可分为五类。

(1) 含少量硫化物的金银矿石。这类矿石的硫化物含量低, 通常以黄铁矿为主。金银是主要的回收对象, 其它元素或矿物没有工业价值, 或只能作为副产品加以回收。一般采用简单的选矿工艺流程, 便可以获得较好的选矿指标。

(2) 含多量硫化物的金银矿石。这类矿石中, 黄铁矿或毒砂含量多, 它们和金银均是回收对象。要将金银和硫化矿物从这类矿石中混选出来比较容易, 但要分离金银和硫化矿物, 要采用较复杂的选-冶联合流程, 否则金银的回收率不会太高。

(3) 含多金属硫化矿的金银矿石。矿石中除含有金银外, 还有铜、铜-铅、铅-锌-银、钨-锑等多种金属矿物, 仍具有作为金银矿体单独开采的价值, 金在矿石中的分布极不均匀, 可供综合回收的组分较多, 需采用比较复杂的选矿工艺流程。这类矿石随着采掘的延伸, 矿石性质也发生了变化, 选矿药剂和选矿方法必须随之进行调整。

(4) 含金碲化物矿石。这类矿石中, 以自然金形态产出者为多, 也有一部分金赋存在金的碲化物中。这类矿石可采用混合浮选流程, 浮选尾矿进行氰化, 浮选精矿进行焙烧后氰化或化学处理进行氰化。

罗晓华, 江西铜业集团公司武山铜矿, 高级工程师, 副部长, 在职工程硕士, 332204 江西省瑞昌市。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

(5) 含金银铜矿石。这类矿石与含金银多金属硫化矿区别在于金银的品位低, 但仍然可以作为主要回收元素之一。这类矿石中, 当浮选铜矿物时, 金银大部分进入铜精矿中, 在冶炼时金银亦富集在精铜中, 电解铜时金银则残留在阳极泥中, 然后从阳极泥中回收金银。

2 伴生金银回收中存在的主要问题

(1) 矿物单体解离度不高, 裸露金银少, 包裹金银居多。金银嵌布粒度粗细不均匀, 多呈不规则粒状、片状、浑圆状、乳滴状形态以包裹金银和粒间金银形式赋存于矿物体中, 给金银回收工作带来了一定难度。

(2) 浮选工艺流程简单单一, 不能满足对伴生金银回收的要求。

(3) 浮选药剂制度难以满足对伴生金银回收的要求。目前生产上使用的金银特效捕收剂种类不多, 且适应矿石的能力不强, 铜硫分离主要靠石灰作抑制剂, 对氧化铜矿物的浮选采用先硫化后浮选方法等, 影响了金银的回收。

(4) 浮选设备老化、落后, 不能满足回收金银的要求。

(5) 部分含金银的沉积矿物不能及时得到回收而造成金银损失。含金银沉积的矿物分为两种: 一种为沉积矿砂, 多在磨矿回路中; 如分级机槽中、返砂槽中、球磨机中等, 另一种为结钙物, 如泡沫槽中、矿浆管中等。如不能及时回收这些含金银沉积物, 部分粗颗粒金银就会流失于尾矿中。

(6) 对副产品及尾矿产品中流失金银的回收工作缺乏足够认识, 没有采取必要措施, 导致金银总体回收率不高。

(7) 在经济承包经营活动中, 企业只重视铜指标的考核, 忽视对金银生产指标的考核, 导致选矿生产中的药剂制度、工艺条件只注意满足选铜要求, 而没有兼顾回收金、银的需要, 使金银不能得到充分的回收。

3 伴生金银回收研究现状

3.1 选矿工艺

铜绿山铜矿通过采用混汞– 浮选法处理伴生金银矿物比用单一浮选金总回收率提高 5%, 其中汞金回收率为 40%～50%, 金总回收率达到 89%; 采用摇床一浮选法金的总回收率比单一浮选法提高8.5%, 浮选尾矿金品位由0.49g/t降到0.2g/t; 对氧化矿采用在浮选铜前优先选金工艺即在不加硫化钠的条件下, 添加丁铵黑药和丁基黄药浮选金精矿, 可使金的回收率提高到 80%。柳红采用半优先浮选– 混合浮选– 混合精矿再磨– 分离工艺处理伴生金银铜矿物, 得到铜、金、银回收率分别为93.25%、77.87%、64.07%。郑其等对义金寨金矿矿石采用混精再磨– 铜硫分离– 硫精矿再磨– 氰化浸出– 浸渣(硫精矿), 硫精矿氰化作业浸出率为金96.14% 银61.08%, 金银总回收率分别为93.72% 和78.65%, 有效地回收了硫精矿中的金银。周源对以金铜为主的难选多金属矿石, 采用混合浮选– 混精铜硫分离浮选– 硫精矿再磨硫脲炭浸提金工艺, 硫精矿再磨后经硫脲炭浸提金, 可产出占原矿金量7.89% 的成品金, 浸渣硫精矿中金的含量可降到1.35g/t, 与金铜精矿中回收的金合计, 金的总回收可达79.11%, 比生产指标提高 15%。李进善等则提出含铜硫化金精矿经硫酸化焙烧后, 铜可用稀酸浸出回收, 然后用硫脲浸取金及银, 浸出率分别能达到 98% 和 90%。张泽强以硫铁矿烧渣为原料, 通过添加活性还原剂, 用废硫酸直接还原浸出铁并制得铁黄, 同时用以二– 2– 乙基己基磷酸为主体的三元萃取剂萃取回收浸液中的铜, 用全泥氰化和锌粉置换工艺从浸渣中提取金银, 使烧渣中的有价金属铁、铜和金的回收率分别达到了93.31%、80.78% 和 90.18%。李明霞等采用常规硫化浮选– 磁选– 脉动高梯度磁选联合流程方法对铜铁矿伴生金银进行回收研究取得铜、金、银、铁回收率分别为 45%、52.24%、30%、82.39%。

3.2 选矿药剂

针对凤凰山铜矿矿石性质研制出的 M16、M17 新药剂主要成分为硫氮氰酯类化合物、离子型化合物和一些具有起泡性能的活性剂。该系列产品稳定性好, 对硫化铜矿物的选择性捕收效果好, 对伴生金、银有较强的捕收能力, 用于半优先浮选作业中与现场“OSN–43、丁铵黑药”药方相比: 在铜精矿品位及选硫指标相近的情况下可提高铜回收率0.35%～0.61%, 金回收率 6% 以上, 银回收率 4% 以上。P– 60 药剂是一种浮选金银的新药剂。它是以石油产品为原料加工制成的浅棕色的中性油状液体, 是一种含硫多组份混合物。原料来源丰富, 合成工艺简单, 价格便宜, 产品质量稳定。该药剂用于铜绿山矿硫化矿和氧化矿浮选时, 在不影响铜的选别指标前提下, 伴生金回收率分别提高3.96% 和3.79%。BJ–1201 是为提高硫化矿伴生金银回收率而研制的新型组合捕收

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

剂, 该药剂具有无毒、现场易于实施等特点。邵广全用新型组合药剂 BJ-120| 取代丁黄药作捕收剂对易门大红山铜矿伴生金银进行回收, 可以大幅度提高铜矿中伴生金、银的回收率, 金的回收率从 63%提高到 82%, 银的回收率从 69%提高到 83%。BK-301 是在吸收国外捕收剂 S-4037 优点的基础上, 结合我国的原料特点研制成功的一种新型硫化矿复合捕收剂。该药剂以酯类、烷基磷酸盐类为主要成分, 具有选择性好、浮选泡沫稳定、易操作等优点。与丁基黄药及丁基铵黑药相比, 具有泡沫稳定、过程易控制、选择性好、捕收能力适宜等优点。特别是由于 BK-301 能在弱碱性介质中成功地实现铜、锌硫化矿物的分离浮选, 非常有利于金银矿物的回收, 也利于后续选硫作业中对硫化铁矿物的活化。冉江东、唐怀志应用已二胺残液对选铜及其伴生金、银进行浮选研究, 结果表明: 已二胺残液相对黄药和丁铵黑药而言, 不仅具有良好的选择性, 而且具有很强的捕收性能, 是黄铜矿及伴生金银的有效捕收剂。其突出的特点是对细粒级(- 0.038mm)和难选矿物-墨铜矿效果更为明显, 这实质上是药剂组合使用的结果。罗传胜、雷鸣针对铜录山矿低品位含泥高(- 0.010mm 占 10% ～20%)的氧化铜矿石特性, 采用新型起泡剂 W-701 代替生产中使用的传统型起泡剂 2 号油(松醇油), 大大改善了浮选泡沫性能, 使铜精矿品位和铜及伴生金银的回收率大幅度提高。工业试验处理含 Cu 1.07%(结合铜占 30%)、含 Au 1.01g/t(包裹金占 10.7%)、含银 6.2g/t 的原矿, 可获得含 Cu、Au、Ag 分别为 20.32%、20.72g/t, 85g/t 的铜精矿, 相应回收率分别为 71.60%、77.35%、51.61%。与使用 2 号油起泡剂相比, 铜精矿含 Cu、Au、Ag 分别提高 5.41%、4.78g/t、25.3g/t, 相应回收率提高 7.7%、4.03%、6.96%。

3.3　选矿设备

李定芝提出用闪速浮选机回收粗颗粒单体及裸露连生体金。闪速浮选法是近年来新兴的一种选矿方法, 它采用高浓度浮选粗粒度(或大密度)目的矿物, 在不改变磨矿流程的情况下, 可以在旋流器沉砂、浮选槽沉砂或两者混合沉砂中闪速浮选。闪速浮选能减轻磨矿负荷, 防止目的矿物过磨, 提高磨矿效率, 并及时将已解离的金颗粒回收上来, 从而防止粗粒级金流失于尾矿, 对提高金回收率有利。李悦提出对浮选尾矿采用软复面流槽、摇床、螺旋选矿机和离心选矿机等设备进行尾矿再选, 利用联合工艺对尾矿严格把关, 通常可获得较好的回收效果, 也是增加金银产量的途径之一。

4　伴生金银回收研究发展方向

伴生金银矿石种类繁多, 加强对伴生金银矿物金属矿物学研究, 以确定载金银矿物的嵌布特性是伴生金银回收研究工作的前提, 据此通过选择合理的选矿工艺流程, 采用新型高效捕收剂强化对伴生金银的回收, 采用有效抑制剂来替代或部分替代石灰, 以降低石灰用量, 减少石灰对金银沉淀反应的发生等是提高伴生金银回收率的主要研究方向。

参　考　文　献:

[1]　吴礼杰. 铜铁矿物伴生金银综合回收的研究与实践[J]. 大冶科技, 1990: 24 ～27.

[2]　胡熙庚. 有色金属硫化矿选矿[M]. 冶金工业出版社, 1987, 11.

[3]　李　悦. 鲁珊江. 提高邹平铜矿伴生金银回收率的探讨[J]. 矿业快报, 2002, 8(6): 11 ～13.

[4]　刘新权. 提高红透山铜矿金银回收率研究[J]. 有色矿冶, 1991, 2: 15 ～22.

[5]　汤雁冰. 氧化铜铁矿石中伴生金银的回收[J]. 有色矿山, 2000, 29(3): 28 ～31.

[6]　柳　红, 汤　景等. 提高伴生金银回收率的研究[J]. 有色金属(选矿部分), 2001, (4): 9 ～13.

[7]　郑　其, 杨奉兰等. 采用浮选—氰化工艺合理利用矿产资源[J]. 有色金属(选矿部分), 1998, (2): 15 ～18.

[8]　周　源. 某金矿石浮选—硫脲炭浸综合回收金银铜硫的工艺试验研究[J]. 黄金, 2002, 34(2): 41 ～44.

[9]　T. Groenewaid Hydrometallurgy, 1976, 1: 277.

[10]　R. G. Schulze, J, Metals, 1984, 60: 62.

[11]　李进善, 朱　屯等. 硫脲浸取硫化金精矿砂的比较研究[J]. 化工冶金, 1993, 14(4): 311 ～318.

[12]　张泽强. 硫铁矿烧渣综合利用试验研究[J]. 化学工业与工程技术, 2002, 23(4): 4 ～5.

[13]　李明霞, 王家明等. 铜铁矿伴生金银二次回收的研究[J]. 大冶科技, 1992, (3): 25 ～30.

[14]　李定芝. 凤凰山铜矿伴生金银的回收[J]. 世界采矿快报, 1996, 12(8): 11 ～14.

[15]　邵广全. 提高易门大红山铜矿石伴生金银回收率的研究[J]. 矿冶, 2000, 9(3): 34 ～38.

[16]　周秀英. 捕收剂 BK-301 浮选硫化矿回收铜、锌及伴生金银的研究[J]. 矿冶, 1998, 7(3): 33 ～37.

[17]　冉江东, 唐怀志. 已二胺残液选铜及其伴生金银的试验研究[J]. 河北冶金, 1996, (5): 1 ～3.

[18]　罗传胜, 雷　鸣. 新型起泡剂 W—701 浮选铜录山低品位含泥氧化铜矿石的研究[J]. 矿产综合利用, 2000, 8: 25 ～28.

(收稿日期 2003-08-26)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n