

低品位金矿资源的开发利用

薛迎喜

(中国地质矿业集团总公司筹备组)

摘 要 概述了国内外在开发利用低品位金矿资源方面所取得的成就和最新进展,尤其是堆浸技术几年来的发展。

关键词 低品位金矿 开发利用 堆浸技术

1 堆浸发展概况

1993年 5月以前,中国黄金收购、配售实行的是定价方式,其价格远远低于国际市场价格,因而 3g/t 以下的低品位金矿石一般被认为没有工业价值,很少被开发利用。与此相反,美国等发达国家大规模处理低品位金矿石,临界品位可以达到 0.2g/t 。近几年来,随着国家黄金政策的变化,一些原来被认为没有工业价值的金矿床正逐步被开发利用并取得较好的经济效益,比较著名的有新疆富蕴县萨尔布拉克金矿和陕西太白双王金矿。

对于开发利用低品位金矿资源,目前普遍认为最好、最经济的方法是堆浸法。1967年美国矿业局提出了用堆浸法处理低品位含金氧化矿石,1969年正式发表了堆浸法提金的试验报告。1971年堆浸法在美国内华达州的卡林、科特茨等矿山开始推广应用。特别是美国矿业局研究出制粒堆浸技术后,金矿堆浸技术得到了迅速发展。美国黄金产量由 70年代末的 27t 增至 1995年的 340t ,堆浸工艺的推广起了一定作用。目前,堆浸黄金产量约占全美黄金总产量的 $1/3$ 。

我国自 1979年冶金部黄金局发出“关于进行堆浸法处理低品位矿石试验的通知”以来,各有关科研单位和黄金生产单位都普遍

重视。在冶金部黄金局组织下,于辽宁虎山金矿进行了“低品位金矿堆浸法提金”试验研究。历时两年的小型试验、扩大试验、工业试验获得成功。到 1985年,已有辽宁、北京、河南、河北、云南、黑龙江、山东等省市进行了堆浸法提金试生产,这时规模最大的只有几千 t 。1988年,在全国金矿地质工作领导小组办公室组织指导下,陕西太白县双王金矿进行了万吨级规模的堆浸试验,并取得成功。1990年,在地矿部低品位金矿堆浸技术研究咨询中心的组织实施下,中国第一座 10万 t 级低品位黄金堆浸矿山萨尔布拉克金矿在新疆富蕴县建成,目前规模已扩大至 18万 t 。现在,堆浸技术已被广大黄金生产者所掌握,在全国各地都有不同规模的堆浸厂,仅地矿部门年堆浸能力可达 180万 t 。

2 堆浸技术的进展

堆浸技术近几年发展较快,主要表现在以下方面:

(1)堆浸厂规模大。如美国内华达州著名的卡林矿区,为提高处理低品位(氧化矿边界品位 0.2g/t ,硫化矿 0.5g/t ,含碳硫化矿 1.0g/t)矿石的经济效益,矿山生产规模很大:矿石的日采掘量最高可达 20万 t ,年采掘量近 1亿 t ,堆浸场面积数十甚至上百 hm^2 ,仅

一采坑年生产黄金达 28t 为适应大规模堆浸生产的需要,矿石的开采都采用大型机械。卡林金矿挖掘机铲斗容量 17.6 m^3 ,运输的自卸卡车载重量为 100t 150t 内华达州的园山金矿 1987 年投资 1.4 亿美元扩建,使堆浸生产规模由原来日处理矿石 1.7 万 t 提高到 3 万 t,矿堆规模达 200 多万 t 澳大利亚 Telfer 金矿堆浸厂,1992 年的堆浸生产能力达 1000 万 t 我国堆浸矿山规模与世界矿业发达国家相比差距较大,规模小,最大的堆浸矿山萨尔布拉克金矿年堆浸规模也只不过 18 万 t 该矿矿石类型为砂砾岩型,平均原矿品位 3.62 g/t ,堆浸场地 2 万 m^2 以上,堆高 4.51 ~ 5.81m,金浸出率达 90.61%,金回收率 87.75%。

(2)延长浸出时间或搞长年浸出。其措施为冬季对浸出液加热,改喷淋为滴淋。滴淋与喷淋相比有许多优点:渗透性强;减少挥发;冬天氰化液不易冻结;管道不易受阻和易于维护。如美国斯莫基 瓦利等公司曾在 -10°C 温度下,通过用潜水加热器将氰化溶液加热到 1°C 的办法,进行冬季条件下堆浸;美国内华达州的卡林金矿和科罗拉多州的圣路易斯斯都是通过滴淋浸出的。

(3)分层筑堆,边堆、边喷、边浸。如卡林金矿,由于堆场面积大,矿山采用不出渣,分层砌堆矿石的筑堆方法,一般每堆单层厚 7.5m 左右即开始喷、浸,当累计堆高到 100~150m 后,不再堆高。矿堆上的每一层,不是等全部进矿完成后才开始喷、浸,而是当局部堆矿到一定高度后即开始喷、浸,这样做可缩短筑堆—浸出周期,降低成本,同时可提高设备利用率。不足之处是回收率也相对降低。

(4)普遍采用制粒堆浸技术。有些矿山泥质成分较高,使堆浸难以正常进行。矿石在堆浸前先制粒,既可以防止筑堆时物料产生偏析,浸出时又能防止细泥的转移;制粒还可使制粒物料的体积密度大幅度降低,孔隙度大大提高,从而大大提高了矿堆的渗透性。试验

结果表明:通过制粒,物料的渗透速度一般可提高 10~100 倍。制粒物料堆浸,不仅缩短了浸出时间,提高了金浸出率,而且也缩短了矿堆的洗涤时间,从而大大缩短了浸出周期,氰化物的用量也相应减少。我国新疆、贵州、云南、湖北、河南、浙江的部分堆浸矿山也采用了制粒技术。1991 年地矿部低品位金矿堆浸技术研究咨询中心与新疆哈密巴河县赛都金矿合作,在该矿进行了 2 万 t 级的制粒堆浸工业试验,到目前年堆浸规模已扩大到 10 万 t,是国内最大的制粒堆浸厂之一。该矿入堆矿石品位 $1.7\sim 3.5\text{ g/t}$,金浸出率 80%~85%,回收率达 75%~80%。

(5)短期堆浸与长期堆浸相结合,最大限度地提高经济效益。如美国内华达州的金坑金矿,金储量 248t,1.3 亿 t 矿石中有 8500 万 t 低品位矿石,平均品位仅 1.2 g/t ,采用长期堆浸,其中一个堆长 1500m,宽 500m,分 5 层,每层 10m,共 50m 高,浸出周期 3~5 年,回收率 70% 左右;美国波里阿利斯矿是采用短期堆浸与长期堆浸相结合的堆浸厂,破碎后的矿石先堆浸一个月,回收其中 70% 的金,然后再将浸渣运到永久性堆浸厂,进行长期堆浸,最终总的浸出率可达 75%。

(6)多段逆流浸出—直接电解。其工艺为制粒堆浸—小溶积浸出液浸出—浸出液按阶段循环流过浸堆—得到较高品位的贵液直接电解。

(7)原矿就地浸出。就地浸出是矿石不用采出,在矿体上直接进行浸出。就地浸出必须具备的条件是:矿体本身裂隙发育,浸出液能够渗透进去,矿体下部底板无断层及裂隙,注入的浸出液能得到回收,而且不污染地下水。由于就地浸出不需要笨重的采矿、运输及加工设备,所以成本较低,使得一些储量较小、埋藏较深的矿床,也能够进行盈利开采。

(8)研究和改进高寒、干旱及沙漠地区的堆浸工艺。南美已经在海拔 4300m 左右的沙漠地区通过滴淋方式进行了堆浸现场试验。

用重选方法回收微细粒金

袁 领 群

(武汉工业大学非金属矿研究所)

摘 要 讨论了用重选方法回收微细粒黄金的途径及设备。介绍了淘洗盘在粗选方面的应用效果。建议精选采用快速摇床。

关键词 微细粒金 淘洗盘 砂矿 原生矿 快速摇床

黄金的特点是比重大 (19.32), 矿石中含杂质的比重也在 15.60 以上, 因此, 重选无论在砂金选别中还是在原生金矿选别中均占有重要地位, 而且重选成本较其它方法都低。但随着黄金嵌布粒度的减小, 金的回收亦产生困难。砂矿中, 金的粒度一般较粗, 粒度 5

~ 1.65mm 的为粗粒金, 0.42~ 0.15mm 的为微粒金, 小于 0.15mm 的称最微粒金 (或漂浮金), 一般都用单一的重选法回收, 只是不同设备对微粒金及漂浮金的回收率不一样; 对于原生矿, $> 70\mu\text{m}$ 的为粗粒金, 70~ $1\mu\text{m}$ 为细粒金, $< 1\mu\text{m}$ 为微粒金, 原生矿中

取得较好成果。北部非洲在极端恶劣的沙漠环境下, 采用在永久性浸出槽中进行浸出, 解决了沙漠地区高挥发量问题。

(9) 矿石通过微生物预处理后进行堆浸。加拿大的 Giant Bay 微生物工艺公司, 从 80 年代初开始进行堆浸金矿的细菌预氧化工艺研究, 在过去的几年中, 完成了细菌在堆浸的实验室试验。步骤为将品位为 1.2g/t 的难浸金矿堆在场地上, 用含细菌的酸性溶液淋沥预氧化矿石几周至数月, 然后, 用石灰水调整矿堆的 pH 值, 再用氰化物溶液浸金。金的浸出率由常规堆浸法的 20% 提高到 70%, 细菌预氧化费用只占总成本的一小部分。美国纽芒特公司研究出一种系统工艺, 可在矿石中大量繁殖细菌以引发硫化矿物的生物预氧化。目前这一工艺已成功地应用于处理卡林矿区的低品位含硫原生矿石, 从 1995 年 10 月起不到 3 个月的时间里, 共生产黄金 160kg, 并计划在未来 3 年的时间里, 用此工艺生产黄金 3t 以上。陕西地矿局第三地质队

对陕西太白县双王金矿西段品位为 0.501g/t 的黄铁矿包裹型金矿石进行了微生物预氧化堆浸生产试验, 金的浸出率由原来的 22% 提高到 56%, 这是国内首次 1000t 级的微生物预氧化堆浸工艺试验, 具有开创性。

(10) 注重环境保护。美国对堆浸场地的建设极为重视, 一般采用高密度聚乙烯软板作为底垫, 软板厚 1.5~ 2mm, 软板上先堆砌 10~ 20cm 厚的含矿细砂或土壤, 然后才堆砌粗、细不等的矿石, 这样可防止底垫被刺穿后氰化液流出污染环境。同时, 还在底垫下加设电极, 随时监测氰化液的渗漏情况, 在贵液池四周架设铁丝网, 池子上空悬挂银灰色飘带, 以此防止人、畜、离类受到毒害。堆浸矿渣除对氰化物作技术处理外, 对即将闭坑矿山的尾渣, 采用恢复生态平衡的措施, 即在开采矿石时, 先把剥离的表土集中堆放, 待矿山闭坑后, 再把这些表土覆盖到废弃的尾渣上, 以能生长植物, 恢复生态平衡。

(收稿日期: 1996-08-19)

tion amount of dextrin on cassiterite surface occurs at pH 7.6, yet, the equilibrium adsorption point of H^+ and OH^- on cassiterite surface in pulp is at around pH 5.4. Dextrin is adsorbed on cassiterite surface by action with $Sn(OH)_4$. Dextrin adsorbed on hematite is obviously more than that on cassiterite. The adsorption peak is at pH 6.6. This shows the selectivity of dextrin interaction between the two minerals.

Development of Low-grade Gold Resources

Xue Yingxi

The achievement and new progress in this field at domestic and abroad were reviewed, especially the progress in heap leaching recently.

Concentration of Subsieve Gold by Gravity Separation

Yuan Lingqun

The technology and equipment for recovering subsieve gold by gravity concentration were discussed, test results of washing pan as rougher concentrator were introduced, high-speed shaking table was recommended to be used in cleaning step.

Key Factors in Bacterial Heap Leaching of Gold

Wang Jinxiang

Research and application progress in bacterial heap leaching of gold were reviewed, the technology factors as bacterial kinds, ore properties and implement condition were discussed, and some measures were put forward for improving the process.

Experiment and Production for Reclaiming of Ta and Nb from Tailings Separated

by Reverse Magnetic Separation

Qiu Debiao

The "acid leaching process" have been improved on basis of commercial test. In contrasting with the old process, the new one had increased 18.2% in concentrate grade and 59.0% in recovery, and the economic profit had risen greatly.

Recent Behavior in Industrial Minerals Development

Wang Jingliang

Any behavior and questions which are worthy of notice in industrial minerals development were summarized, the recent industrial minerals output and developing matter of each countries were introduced.

Guye Laying Stress on Environmental Protection During Development of Mineral Resources

Li Houcai

Guye District of Tangshan City has hold up rational developing mineral resources according to laws for many years. They comprehensively harness subsided region on basis of straightening order of mining industry, and receive remarkable economic and social benefits.

Manufacturing Fused Quartz Using Tailings Separated from Kaolin Ore

Liu Shuxing et. al

Quartz concentrate has been separated from the tailings according to the process mineralogical characteristic of the tailings in Fuzhou, and qualified fused quartz has been manufactured using the concentrate.

翻译: 赵军伟 校对: 冯安生