

氯化法提纯金粉工艺的探究

朱延胜 赵举峰

灵宝黄金集团股份有限公司黄金冶炼分公司, 河南 灵宝 472500

[摘要] 氯化浸出法在金银冶炼黄金精炼过程中得到了广泛应用, 但在实际应用中会受到多种因素的影响导致成品金粉质量下降。因此, 针对氯化法浸金工艺影响因素展开分析, 结合具体试验得到最优工艺条件, 让金质量分数大于 99.99%, 切实提高氯化法提纯金粉工艺实际效果。

[关键词] 氯化法; 提纯金粉; 浸出技术; 质量控制

DOI: 10.33142/aem.v2i5.2138

中图分类号: TF831

文献标识码: A

Study on Purification of Gold Powder by Chlorination Method

ZHU Yansheng, ZHAO Jufeng

Gold Smelting Branch of Lingbao Gold Group Co., Ltd., Lingbao, Henan, 472500, China

Abstract: Chlorination leaching method has been widely used in gold and silver smelting and refining process, but it will be affected by many factors in practical application, resulting in the quality decline of finished gold powder. Therefore, based on the analysis of the influencing factors of chlorination gold leaching process, combined with the specific test, the optimal process conditions were obtained, and the gold mass fraction was greater than 99.99%, which effectively improved the actual effect of chlorination gold purification process.

Keywords: chlorination method; purified gold powder; leaching technology; quality control

引言

中国的黄金资源存储量为 6865 吨, 占全球黄金储量的第三名, 随着科学技术的提高, 中国的黄金产量逐年提高, 连续多年蝉联全球第一。尤其是在经济发展和国民经济水平提高后, 人们对黄金产品质量要求越来越高, 目前, 国内黄金多数在上海黄金交易所上市交易。2019 年, 上海黄金交易所修订《金锭》、《金条》标准, 对黄金相关产品质量标准提出了更高要求。如何改进提纯工艺, 满足新标准要求, 是每个上海黄金交易所可提供标准金锭企业都需要面对的。

1 黄金湿法冶炼工艺的影响因素

近几年来黄金资源日益紧张, 进入冶炼环节的矿石品位低、有害元素多, 对黄金冶炼提纯工艺造成严重影响, 可能导致成品黄金质量下降, 想要让黄金资源得到合理利用, 充分发挥出黄金经济效益, 就要对黄金湿法冶炼工艺生产黄金过程中影响因素进行详细的分析。从浸出阶段和还原阶段两个方面入手, 进行研究。在此之前, 先来了解黄金湿法冶炼工艺的影响因素。黄金湿法冶炼工艺先要借助氧化法提金得到金泥, 进而采用湿法精炼得到金, 这其中湿法冶炼具体工艺流程如下: 置换金泥预浸脱锌、预浸渣一次氯化浸出、粗金还原、二次氯化浸出、一次金还原精炼等工序环节, 最终得到成品金粉。总的来看, 在湿法冶炼过程中的主要任务就是去除金泥中过量的锌粉和其他杂质, 氯化浸出的主则是将金和其他杂质金属溶解到浸出液中, 让金和银进入到氯化浸出渣中, 经过置换后, 得到粗金粉和粗银粉。在此基础上对二者进行还原精炼就会得到成品的金粉和银粉。传统的氯化浸出中采用氯气, 但氯气作为重大危险源, 存在极大的安全隐患。而且在加入氯气的过程中, 会污染车间环境, 且浸出时间要保持 12h, 才能够保证金的浸出率。整体来看, 过长的反应时间, 不仅延长了生产周期, 也导致资金大量积压, 最为主要的是长时间的浸出增加了生产危险性。在此基础上, 改用了氯酸钠取代氯气进行浸出。但氯酸钠在应用过程中会受到多方面因素的影响, 工艺控制条件一旦出现波动, 可能直接导致浸出率降低到 70% 以下。不仅如此, 没有溶解的金还会对阳极板造成影响, 导致电解效率降低, 金银质量也无法保证。长期生产实践证明, 在氯化浸出阶段中的主要影响因素包括氯化钠质量浓度、盐酸质量浓度、反应温度和浸出时间等方面, 而在还原阶段中的主要影响因素则分为氧化还原电位、反应温度和添加剂等方面。

2 氯化法提纯金粉工艺试验分析

2.1 试验准备

文献一对目前国内外金精炼提纯工艺: 电解法、王水法、液氯法、氯化法四种方法优缺点进行比较, 指出氯化法操作简单, 投资少, 且不积压金, 是目前黄金矿山首选的金提纯工艺^[1]。但受近年来黄金资源负变影响, 氯化法也需要根据

实际生产过程进行工艺调整,才能适应生产实际需求。基于氯化法浸金工艺的原理,先对预浸渣进行处理,根据过往经验和具体数据情况可知。预浸渣成分中主要包括 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 等元素,含量分别在 23.25%、36.81%、1.03%、2.38%、7.26%。而在预浸渣成分中最为主要的是金银元素,其中金元素中主要包括单质金和离子金,银元素则包括单质银、氯化银和离子银。从分析结构来看,绝大部分金银元素都呈现了单质状态。借助单一影响因素试验和正交试验,结合氯化法浸金工艺的条件,最终发现,氯酸钠用量、液固比、盐酸用量、浸出温度、浸出时间对金浸出率具有一定的影响。

2.2 具体分析

第一,氯酸钠用量对金浸出率的影响。从试验数据来看,随着氯酸钠用量增加,金浸出率随之上升。但当氯酸钠用量达到 350kg/t 时,继续增加氯酸钠用量并不会让金浸出率出现明显的上升趋势,整体浸出率区域稳定,如果在氯酸钠用量超过 350kg/t,不仅不会增加浸出率,还会产生大量的氯气。但如果氯酸钠用量小于 350kg/t,会导致金反应不完全,也不利于金的浸出。总的来看,氯酸钠用量控制在 350kg/t 时,效果最优。第二,液固比对金浸出率的影响。试验一共设置了五个液固比,其他因素均按照最佳条件进行设置,从试验数据来看,液固比增加,金浸出率升高。但当液固比达到 5:1 时,继续增加液固比反而让金浸出率出现降低趋势。在液固比小于 5:1 时,金浸出率较低。这是因为此时预浸渣中的银元素会形成氯化银沉淀。但如果液固比较大,会导致反应时间不够,并不利于金的浸出。总的来看,液固比为 5:1 时,效果最优^[2]。第三,盐酸用量对金浸出率的影响。从试验数据来看,盐酸用量越多,金浸出率越高,盐酸用量的增加可以让氯酸钠和盐酸之间实现充分的反应,产生更多的氯气。但在盐酸用量较少或者不足时,会造成大量的氯酸钠被消耗,导致金浸出率降低。反之,盐酸用量较多,多余的盐酸并不会参与到反应中,不会影响到金浸出率。盐酸用量为 70g/L 时,浸出率趋于稳定。第四,浸出温度对金浸出率的影响。按照上述得到的最佳液固比展开试验,从试验数据来看,浸出温度越高,金浸出率越高,浸出温度的降低会让氯酸钠和预浸渣之间的反应速率降低,并不利于二者的反应。从数据来看,浸出温度为 70℃时,浸出率趋于稳定,温度升高至 80℃时,浸出率为 95.19%。

第五,浸出时间对金浸出率的影响。从试验数据来看,浸出时间越长,金浸出率越高,浸出时间的延长可以让氯酸钠和预浸渣之间实现充分的反应,但在浸出时间为 1.5h 时,浸出率趋于稳定不再提高,此时浸出率为 97.11%。

2.3 后续分析

除了上述内容之外,氯化法浸金工艺反应结束后,还需要进入还原阶段,在这个阶段中,氧化还原电位、反应温度和添加剂等参数条件的设计也非常关键。第一,氧化还原电位对金元素提取的影响。通过实际试验数据来看,氧化还原电位在 700mV 后呈现出了急剧下降趋势,应该控制在 690-700mV 范围内,此时可以得到最大程度的还原,是最为理想的反应终点,此时还原率在 90%,得到的金粉金质量分数为 99.992%。第二,反应温度和添加剂对金元素提取的影响。相比之下,还原温度对还原率的影响较低,但如果温度过高会对后续的排料和洗涤产生负面影响,非常容易导致金粉出现污染的情况,最佳温度应该控制在 55℃-57℃。第三,添加剂对金元素提取的影响。添加剂可以进一步提高金元素的质量,含氯添加剂可以将金元素质量提高 99.997%,且保证银质量在 $10 \times 10 \times 10^{-6}$ 以下,质量较好。

2.4 总结分析

总的来看,最佳的氯化法浸金工艺条件为:氯酸钠用量 350kg/t、盐酸用量为 70g/L、料液液固比为 5:1、浸出温度 80℃、浸出时间 1.5h。在这样的条件下,金的浸出率可达到 97.65%,是目前效果最优的工艺。在氯化法浸金工艺生产过程中,氯酸钠用量、盐酸用量、料液液固比、浸出温度、浸出时间是最为主要的影响因素,这些因素如果没有得到良好的控制,那么氯化法提纯金粉工艺生产的质量也无法保证。不仅如此,这些因素还会对后续的还原阶段产生影响,因此在实际生产过程中,需要科学设计这些因素的参数。而在后续还原阶段,也需要对相应的参数条件进行控制,可以得到的金质量分数大于 99.998%,满足实际生产需求^[3]。

3 总结

综上所述,氯化法提纯金粉工艺的浸出效果较优,可以达到 94.60%,能够替代传统氯气浸金工艺,但在实际应用的过程中,需要注意一些细节问题。氯酸钠存储使用的过程中,要按照危化品的等级进行管理,远离明火和热源等。还要对各项参数条件进行控制,如氯酸钠用量 350kg/t、盐酸用量 70g/L 等,以提高浸出率。

[参考文献]

- [1]魏莉,汪丹,郭平.黄金提纯工艺研究与生产实践[J].黄金,2000(3).
- [2]杜主义,王夏,王亭圆.液氯化法金精炼工艺优化与实践[J].黄金,2019(9).
- [3]贾玉娟,王晓辉,程伟,等.难处理金矿非氰浸金研究进展[J].工程科学学报,2019,000(003):307-315.

作者简介:朱延胜(1972-),男,河南灵宝市人,汉族,助理工程师,研究方向:黄金冶炼加工、金精矿金矿石分析、环保检测。赵举峰(1976-),男,河南灵宝市人,汉族,助理工程师,研究方向:黄金冶炼加工。