

某浮选铜精矿中铜、金浸出试验研究

聂光华^{1,2},邱廷省³,刘志红¹

(1. 贵州大学矿业学院 ; 2 北京科技大学土木与环境学院 ; 3 北京科技大学冶金与生态工程学院)

摘要:在氯盐酸性体系中,对某浮选铜精矿进行了加压氧化浸铜的试验研究,探讨了温度、氧分压、硫酸用量、氯化钠用量等对铜精矿中铜、铁浸出的影响。试验结果表明:在氧化温度 110、氧分压 0.45 MPa、矿样粒度 - 0.043 mm 占 85 %、硫酸用量 90 g/L、氯化钠用量 30 g/L、液固比 5/1、浸出时间 2.5 h、搅拌速度 750 r/min 初始条件下,获得铜浸出率为 92.18 %。铜浸出渣经摇床重选脱硫,脱硫渣氰化浸金。当浮选精矿铜浸出率达到 90 % 以上时,对应渣中金的氰化浸出率都在 96 % 以上。

关键词:加压氧化;酸性体系;铜精矿;浸出;铜;金

中图分类号:TF 111.3 文献标识码:B 文章编号:1001-1277(2009)08-0037-04

浮选铜精矿一般通过火法和湿法提取铜,在冶炼过程中回收金。火法冶炼厂投资较大,一般要求冶炼铜精矿铜品位较高。湿法铜冶炼厂规模根据具体情况可大可小,可在矿山就地建设,生产成本也低^[1-3]。加压氧化法是难处理金矿石预处理三大方法之一,具有金浸出率高,对矿石的适应性强,环保风险小等特点,同时能综合回收铜、硫等产品^[4]。

某矿山浮选小型试验获得铜精矿品位较低,而含金较高。如以铜精矿外售,由于铜品位低,经济效益较低。而作为金精矿处理时,由于金以显微、次显微包裹于硫化矿中,采用常规氰化浸金,金浸出率极低,同时铜等金属会消耗大量的氰化物。因此,为实现效益最大化,进行了该浮选精矿金、铜回收研究。

1 矿石性质

试验所用原料为某矿山小型试验浮选铜精矿。其多元素分析及铜物相分析结果分别见表 1 和表 2。

表 1 试样的化学成分分析结果

元 素	w / %
Cu	11.85
S	29.32
Fe	26.25
Pb	0.01
Zn	0.12
SiO ₂	16.85
Al ₂ O ₃	6.80
CaO	0.55
MgO	0.84
Au*	30.65
Ag*	47.82

* w (Au) /10⁻⁶, w (Ag) /10⁻⁶。

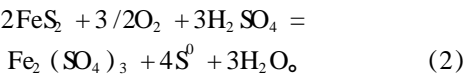
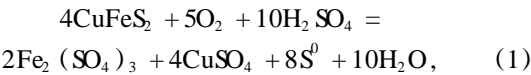
表 2 铜物相分析结果

相 别	w (Cu) / %
自由氧化铜	1.50
结合氧化铜	0.11
次生硫化铜	1.31
原生硫化铜	8.93
总 铜	11.85

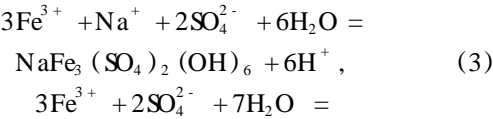
表 1、表 2 结果表明:该精矿中铜品位较低,而含硫较高,铜矿物以原生硫化铜为主,氧化铜矿含量较高。矿石的矿物分析表明:硫化铜矿主要为黄铜矿,次为辉铜矿、蓝辉铜矿,少量的铜蓝、斑铜矿等;氧化铜主要为孔雀石,少量硅孔雀石。黄铁矿含量相对较高,主要脉石矿物为石英、长石及高岭土。金大部分以显微、次显微嵌布于硫化矿物中。

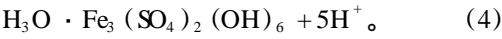
2 浸出机理

由该铜精矿矿物组成可以看出,氧化铜矿和氧化铁矿物在酸性下容易分解浸出,而黄铜矿、黄铁矿是主要硫化矿,也是最难酸浸处理的矿物。试验采用硫酸-氯化钠水溶液体系并在低温低氧气压下氧化浸出该浮选铜精矿,黄铜矿、黄铁矿的氧化浸出^[5-6]:



其中,氧化浸出过程中的三价铁、二价铜、氯离子等在体系中起到催化作用,同时伴随铁的沉淀:





通过加压氧化酸浸,铜离子进入浸出液中,可通过萃取—电积回收,尽量使铁以铁矾形式沉淀,减少铁离子对铜萃取的不利影响,同时也减少了萃余液的处理难度。

铜精矿中大部分铜离子浸出后,才可能从浸出渣中氰化浸金^[7-8]。浸出渣通过摇床重选分离脱除单质硫后,进行常规的氰化浸金。

3 试验方法

加压氧化浸铜试验在 FCH 型 2 L 钛衬高压釜中进行。矿石在棒磨机中磨到合适粒度,按试验条件调浆后,加入高压釜中。根据试验条件要求,调整好搅拌速度,及时补加氧气,调节好高压釜氧气分压,保持高压釜压力平衡,同时保持好釜内温度。氧化浸出后矿浆,在多用真空过滤机中过滤,液体送化验分析。

加压氧化浸铜渣经 2 次洗涤后,在 LYN - 1100 × 500 型摇床上进行重选脱硫,脱硫渣氰化浸金。氰化浸金试验在锥型瓶中进行。取 25 g 脱硫渣和 50 g 水加入锥型瓶中,用碱调浆 pH 值至 10 ~ 12 后,加入 NaCN 和 5 g 活性炭,NaCN 用量 10 kg/t,在 HY - 8 型调速振荡机上摇瓶氰化浸出 16 h。浸出液送化验分析。浸渣经淋洗、烘干制样送化验分析。试验药剂为化学纯,水为自来水。

4 浸铜试验研究结果及讨论

4.1 加压氧化浸铜试验

铜浸出采用一次一因素试验方法,考察了矿样粒度、氧化温度、氧气分压、起始硫酸用量、氯化钠用量、矿浆浓度、搅拌速度、氧化浸出时间等对铜、铁浸出的影响,试验结果见图 1 ~ 8。

试验初始条件:温度 110 °C,氧分压 0.45 MPa,浓硫酸用量 90 g/L,氯化钠用量 40 g/L,液固比 5/1,浸出时间 2.5 h,搅拌速度 750 r/min。图 1 表明:矿样粒度对铜氧化浸出有较大影响。粒度减小,铜浸出率提高,而粒度对铁的浸出影响不大。矿样粒度 - 0.043 mm 占 85 % 以上时,铜的浸出率上升较慢。考虑到磨矿成本等因素,试验选用矿样粒度 - 0.043 mm 占 85 % 为最佳。

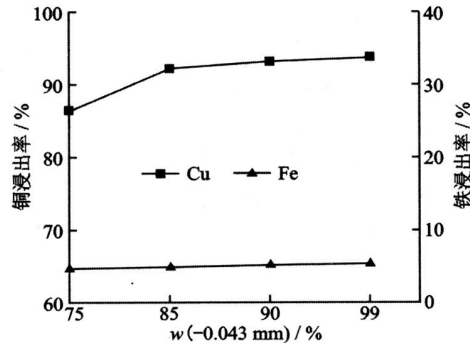


图 1 矿样粒度对金属浸出率的影响

图 2 表明:铜浸出过程中,温度对铜、铁浸出率的影响很大。当浸出温度低于 90 °C 时,铜浸出率较低,铁浸出率较高;在 90 ~ 100 °C 温度时,铜浸出率急剧上升,铁大量沉淀。铜浸出率随温度上升而提高,铁浸出率先高后低。这是因为铁浸出后生成沉淀物所致。在 100 ~ 120 °C 时,铜浸出率持续较快上升,铁浸出率稳定且达到最低;氧化温度 110 °C 时,铜的浸出率较高,而铁浸出率很低。因此,氧化温度确定为 110 °C 较为合适。

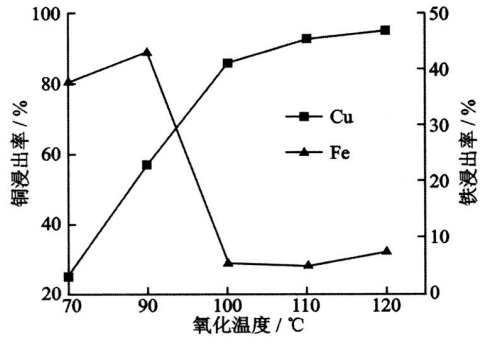


图 2 氧化温度对金属浸出率的影响

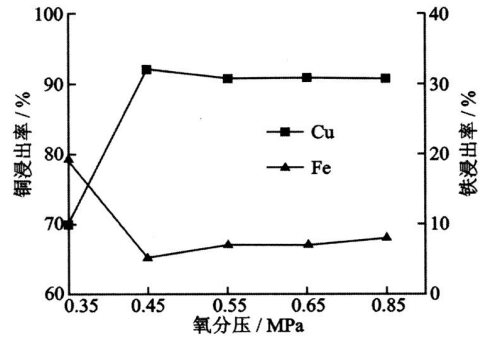


图 3 氧分压对金属浸出率的影响

图 3 表明:氧分压小于 0.45 MPa 时,铜的浸出率随着氧分压的增加显著提高,而铁浸出率显著下降。其原因主要是提高氧分压,氧气的溶解度增大,从而加快了硫化矿的氧化速度,铜浸出率增大,也易于 Fe^{3+} 的生成,促进了沉淀反应的进行。当氧分压大于 0.45 MPa 时,氧的传质趋于平衡,能够满足反应对氧的需要,氧的影响趋弱,铜的浸出率已经不随氧分压而变化。因此,选择氧分压 0.45 MPa 为佳。

铜精矿加压氧化浸出过程中,硫酸不仅是硫化矿的溶解剂,它对铁的沉淀起到非常重要的作用。从试验结果图 4 可以看出,铁的浸出率随酸度增加而显著增加。反应式 (4) 说明,高浓度的 H^+ 不利于铁的沉淀反应,同时铜的浸出率增加也缓慢。当硫酸用量达到 90 g/L,再增加硫酸用量时,铜浸出率反而减小。因此,浓硫酸用量确定为 90 g/L 较为合适。

Cl^- 参与铜的氧化溶解反应,加速了铜硫化合物的氧化溶解,钠离子参与铁离子沉淀反应^[6-9]。从图

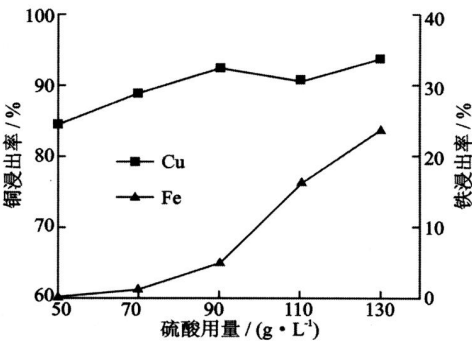


图 4 硫酸用量对金属浸出率的影响

5的试验结果可以看出:随着 NaCl浓度增大,铜的浸出率增加,而铁的浸出率急速下降。浸铜过程中应保持较高的氯化钠浓度,但当氯化钠用量大于 30 g/L,继续增大用量,对铜、铁的浸出影响已不大。因此,NaCl用量确定为 30 g/L 较为合适。

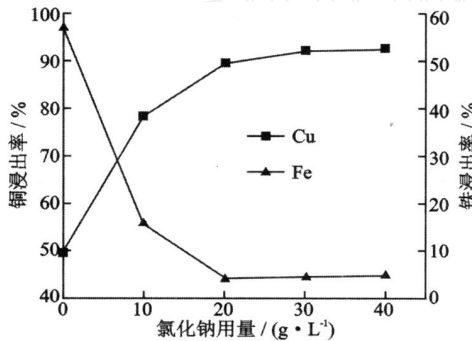


图 5 NaCl用量对金属浸出率的影响

从图 6可以看出:在试验范围内矿浆浓度,对铁的浸出率影响很小。降低矿浆浓度,铜的浸出率有所提高,但处理量降低,增加了处理成本;提高矿浆浓度,将使压力釜和搅拌器磨损增加,搅拌阻力增大。为此,试验矿浆浓度定为 16.67%,此时液固比为 5/1。

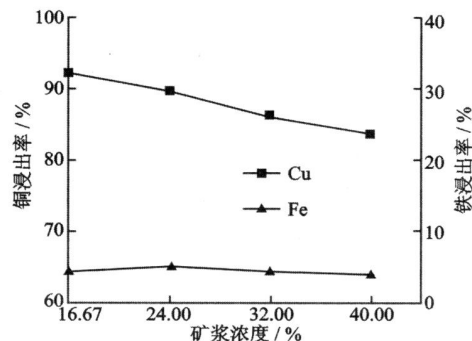


图 6 矿浆浓度对金属浸出率的影响

图 7表明:高压釜搅拌速度的提高有利于铜的浸出和铁生成沉淀。在角速度 750 r/min(线速度 1.88 m/s)时有较好的铜浸出率,过快的转会加快设备的磨损。

因此,试验搅拌角速度选为 750 r/min。

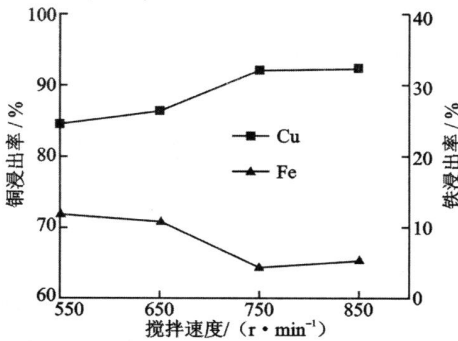


图 7 搅拌速度对金属浸出率的影响

图 8表明:在氧化时间为 2.5h 后,铜的浸出率已经达到较高值,且变化不大,铁沉淀也不再增加。即使再增加氧化浸出时间,对氧化浸出效果影响不大。考虑经济因素,氧化浸出时间不宜过长,确定时间为 2.5h。

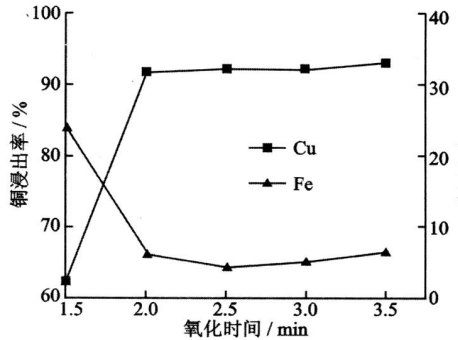


图 8 氧化浸出时间对金属浸出率的影响

4.2 浸铜渣浸金试验

氧化酸浸铜渣经 2 次洗涤后,进行摇床重选除硫,脱硫渣氰化浸金。大量试验结果表明,铜浸出率达到 90%以上的浸出渣,渣中金的氰化浸出率能达到 96%以上。这表明,铜浸出率达到 90%上,铜矿物得到很好的分解,此时金被暴露出来,这利于金的氰化浸出;而氧化酸浸过程中生成物对金的浸出影响较小。部分试验结果见表 3。

表 3 金氰化浸出试验结果

试验序号	铜酸浸出率/%	金氰化浸出率/%	试验序号	铜酸浸出率/%	金氰化浸出率/%
1	24.51	52.09	6	88.79	87.88
2	49.35	57.22	7	90.58	96.55
3	62.42	57.64	8	91.58	96.53
4	69.71	60.78	9	92.18	96.98
5	84.57	88.01	10	93.52	97.43

5 结 语

(1)在氯盐酸体系中加压氧化浸铜,初始条件在

浸出温度 110 °C、氧分压 0.45 MPa、硫酸用量 90 g/L、粒度 -0.043 mm 占 85 %、氯化钠用量 30 g/L、液固比 5/1、浸出时间 2.5 h、搅拌速度 750 r/min 条件下,获得铜浸出率为 92.18 % 较好指标。

(2)铜浸出条件试验表明,氧化温度、氧气分压、硫酸及氯化钠用量对铜的浸出影响都极为明显。在温度 100 ~ 120 °C 时,铜浸出率持续较快上升,铁浸出率稳定且最低。铁的浸出率随酸度增加而显著增加,在保证铜浸出率条件下应尽量减少硫酸的用量。较高氧分压和氯化钠用量可确保铜的浸出和铁的沉淀。

(3)氧化酸浸渣摇床重选脱硫,脱硫渣氰化浸金。试验结果表明:当浮选精矿铜浸出率达到 90 % 以上时,对应渣中金的浸出率都在 96 % 以上。这表明:铜矿物得到很好的分解,金被暴露出来;而氧化浸出过程中生成物对金的氰化浸出影响较小。

[参考文献]

[1] 兰兴华. 从铜精矿中浸出铜技术进展 [J]. 世界有色金属, 2004

(11): 23 - 24.

- [2] 库建刚,刘殿文,张文彬. 浮选铜精矿加压酸浸工艺研究 [J]. 矿冶工程, 2007, 27(5): 31 - 34.
- [3] 邱廷省,聂光华,张强. 难处理含铜金矿石预处理与浸出技术现状及进展. 黄金, 2005, 26(8): 30 - 34.
- [4] 李锋. 难处理金精矿加压氧化-氰化提金工艺研究 [J]. 湿法冶金, 2003, 22(4): 183 - 185.
- [5] R G McDonald, D M Muir. Pressure Oxidation leaching of chalcopyrite. Part I. Comparison of high and low temperature reaction kinetics and products [J]. Hydrometallurgy, 2007, 86: 191 - 205.
- [6] O Herreiros, J Vinals. Leaching of sulfide copper ore in a NaCl - H₂SO₄ - O₂ media with acid pre-treatment [J]. Hydrometallurgy, 2007, 89: 260 - 268.
- [7] 毛仁康,廖德华. 某金精矿预氧化除铜提高金氰化浸出率的试验研究 [J]. 黄金, 2008, 29(9): 36 - 37.
- [8] 谢洪珍,黄怀国,江城,等. 黄铜矿精矿的酸性热压氧化提铜工艺研究 [J]. 矿冶工程, 2003, 23(4): 54 - 59.
- [9] 库建刚,王安理,乔翠杰,等. 氯离子对硫化铜精矿浸出的影响 [J]. 湿法冶金, 2008, 27(2): 113 - 115.

Experimental study on copper and gold leaching from copper concentrate

Nie Guanghua^{1,2}, Qiu Tingsheng³, Liu Zhihong¹

(1. Mining College, Guizhou University; 2. School of Civil & Environment Engineering, University of Science and Technology Beijing; 3. School of Metallurgy and Ecological Engineering, University of Science and Technology Beijing)

Abstract: The studies of pressure oxidation leaching for copper in acid-chloride system from flotation copper concentrates were conducted. The effects of oxidation temperature, oxygen partial pressure, the dosage of sulfuric acid, the dosage of sodium chloride, etc. on the leaching process of copper and iron were discussed. When the partial pressure of oxygen is 0.45 MPa, the temperature is 110 °C, the leaching time is 2.5 h, the concentration of NaCl is 30 g/L, the concentration of H₂SO₄ is 110 g/L, the L/S ratio is 5 and the agitation velocity is 750 r/min, the leaching rate of copper is 92.18 %. The study on cyanidation leaching gold from the residue desulfurized with shaking table was carried on. And the results show that the leaching rate of gold from those residue is more than 96 % and the leaching rate of copper is more than 90 %.

Keywords: pressure oxidation; acid system; copper concentrate; leaching; copper; gold

(编辑:李玉敏)

中国黄金集团提出针对性工作思路和举措

2009年7月24日至25日,中国黄金集团公司在北京举行2009年年中工作会议。这次会议旨在总结集团上半年工作,交流学习基层企业好的经验和做法,查找生产经营和发展建设中存在的问题,对下半年工作提出针对性的思路和举措,以确保全面完成年度任务。国有重点大型企业监事会主席武保忠,中央企业学习实践科学发展观活动第十八指导检查组组长柳学宏、副组长刘珊等领导,以及中国黄金集团公司总经理、党委书记孙兆学,副总经理张廷军、王富江、宋鑫,副总经理、总会计师刘冰,副总经理刘丛生、杜海青,党委副书记、纪委书记宋权礼出席了会议。

孙兆学在工作报告中指出,今年以来,集团公司遇到了“四年翻两番”进程中非常困难的一年。面对这一严峻形势,在国务院国资委的正确领导和监事会的有效监管下,在中央企业学习实践活动第十八指导检查组的指导和鼓励下,集团公司领导班子紧紧抓住学习实践科学发展观活动的有利契机,围绕“成本管理年”的年度工作重点,带领全体员工团结一心、拼搏进取,按照年初工作会的统一部署全面推进各项工作,上半年的生产经营任务总体实现时间过半、任务过半,继续保持了快速增长的态势;“成本管理年”活动扎实推进,降本增效取得明显实效;重点项目建设进展顺利,未来竞争力向经济效益的转化快速推进;融资方式实现突破,资本运作取得新进展;通过深入开展学习实践科学发展观活动,集团全面协调可持续发展能力进一步增强。为确保完成年度任务,孙兆学要求全集团认清形势,采取措施,坚决完成年度任务,为实现更高水平和更高层次的发展作出充分的准备。要尽快行动起来,担负中央企业的历史责任;继续加快资源占有,不断加强地质探矿;精心组织生产,强化基础管理,全面实现降本增效目标和全年生产任务;加快推进项目建设,强化项目管理,尽快形成现实效益;进一步创新融资方式,加快融资进度,为集团发展提供有力支撑;改进完善安全环保体系,努力创建绿色和谐矿山;进一步加强企业领导班子建设,提高干部队伍素质;把学习实践科学发展观作为一项长期任务,常抓不懈、持续推进;以人为本,推进和谐企业、和谐社会建设。(转自中国黄金集团公司网)