

优化碎磨工艺对拉拉铜矿选矿指标的影响

杨恢州

(四川凉山矿业股份有限公司, 四川 会理 615146)

摘要:探讨了拉拉铜矿选矿厂碎磨工艺及其设备存在的问题,通过优化碎磨流程中各段破碎比、提高筛分效率、增加二段磨矿、精确装、补球等技术手段,有效的提高磨矿产品的细度,使生产指标得到了较大的改善。实践表明:在保证各产品精矿质量的同时,铜、钼及钴的回收率可分别提高 2.37% 10.75% 和 5.2%,同时,铁精矿产量提高 10%,具有良好的经济效益。

关键词:碎矿;磨矿;破碎比;筛分效率;选矿指标

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2016.02.023

中图分类号:TD952 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2016)02-0097-04

凉山矿业拉拉铜矿是一座中型露天铜多金属矿山,矿石中除富含铜之外,还伴生钴、钼、铁、金、银、硫等多种有用元素,矿山产品有铜精矿、钼精矿、钴精矿以及铁精矿。2003年,矿山在原 1500 t/d 生产规模的基础上进行了 4500 t/d 改扩建,由于设计上存在的一些缺陷,扩建投产后未能达产达标;选厂通过不断技改扩能,直至 2007 年,虽然 3000 t/d 系统的处理量达到了设计要求,但磨矿细度 -0.074 mm 45%~50%,铜回收率 88% 左右。选厂结合现场生产实际情况,根据选矿试验研究和流程考察分析,通过更换不相配套的破碎设备、合理的分配各段破碎比、应用精确装、补球技术、新增分段再磨工艺等优化措施,保证了磨矿细度 -0.074 mm 60% 左右,达到稳定生产,选矿效益显著^[1-2]。

1 磨矿细度试验

磨矿细度是影响选矿指标的重要因素^[3]。磨矿细度过粗,影响铜钼矿物与脉石矿物的单体解离;磨矿过细,易产生过磨,严重影响生产技术指标。只

有采用适宜的磨矿细度,才能保证较佳的浮选指标^[4-5]。磨矿细度试验流程见图 1,试验结果见图 2。

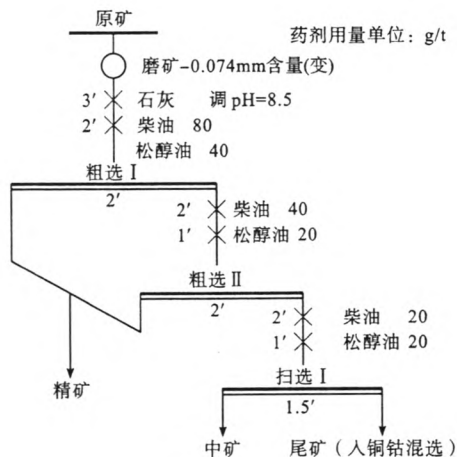


图1 试验流程

Fig. 1 Test flowsheet

图 2 表明,随着磨矿细度的增加,精矿中含铜、钼、钴的品位均呈下降趋势,但是铜、钼的回收率却呈明显增高趋势,钴在精矿中的损失也越来越低,当

收稿日期:2015-07-07;改回日期:2015-12-06

作者简介:杨恢州(1981-),男,工程师,硕士,主要从事选矿技术研究及生产管理工作。

磨矿细度在 60% 以上,其变化幅度趋于平缓,综合考虑,磨矿细度取-0.074 mm 60%~65% 为宜^[6]。

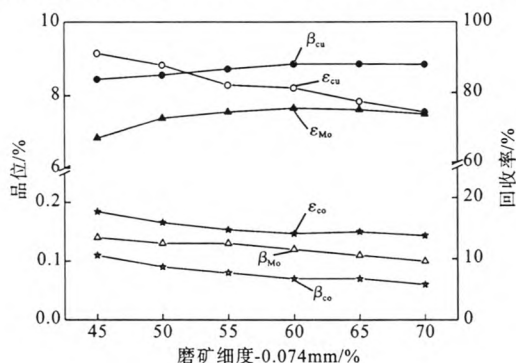


图2 磨矿细度试验结果

Fig. 2 The results of grinding fineness

2 碎、磨流程问题分析

2.1 碎矿流程

(1) 各段破碎比不合理,粗碎和细碎破碎比偏小,中碎破碎比偏大。

(2) 粗碎机的排矿口与中碎机的给矿口不太匹配,为了中碎机不堵矿,必须把粗碎机的排矿口调到最小。但是调到最小时,粗碎的处理能力又偏小。这就说明,粗碎形成了对破碎系统的制约,是一个瓶颈。

(3) 振动筛筛分效率偏低,金属筛网筛孔易被磨损后变大,造成最终碎矿产品粒度-14 mm 只达到 83%。

2.2 磨浮流程

(1) 从生产统计数据表明,2011 年之前较 2011 年之后,矿石硬度发生了较大变化。相同磨矿时间所获得磨矿细度差异较大。

(2) 磨矿细度不达标时,粗选回收效果较差。

(3) 适当降低浮选浓度,提高铜钼分离和铜钴分离效果^[7-8]。

选厂为了保证回收率,采用了高浓度浮选工艺,虽然在一定程度上提高了金属回收率,但却引起浮选流程不太畅通,精矿品位波动较大,同时给铜钼分离和铜钴分离带来困难。适当降低浮选浓度,可以提高铜钼分离和铜钴分离效果。

3 生产现场的工艺优化与工业应用

针对生产现场碎、磨流程存在的问题,进行了四个方面的技术改进。

3.1 强化碎矿“多碎少磨”工艺,降低破碎最终产品粒度

为降低入磨粒度,达到“多碎少磨”,对碎矿流程进行如下优化改造^[9-10]:

(1) 对一段破碎设备进行更换,选用山特维克 CJ613 型颚式破碎机替换原破碎机,改造后,提高了粗碎破碎比,解决了以前生产中的排矿产品粒度粗、粒度不均等问题。

(2) 调整中细碎破碎比,均衡中细碎负荷率。将中碎排矿口宽度尺寸从 34 mm 降至 31 mm,细碎排矿口宽度从 17 mm 降至 14~15 mm,调整后,整个流程变得畅通。

(3) 调整振动筛筛孔尺寸,将原来的 16 mm×18 mm 筛网调整至 14 mm×18 mm,并使用耐磨的聚胺脂筛网,使筛分效率从 65% 提高到 83% 以上,产品粒度比较稳定。

通过技术改造和流程优化后,碎矿产品粒度由以前的-14 mm 83% 提高到了-12 mm 92% 以上,达到了“多碎少磨”的工艺要求,优化前后的碎矿设备及破碎比见表 1。

表 1 碎矿设备及破碎比(优化改造前后)

Table 1 Crushing equipment and crushing ratio (before and after optimizing)

作业名称	改造前设备 型号	改造后设备 型号	优化前 破碎比	优化后 破碎比
粗碎	JM1215	CJ613	4	5
中碎	H4800EC	H4800EC	6.25	5.5
细碎	H6800EF	H6800EF	2.22	2.64
筛分	2YAH2160	2YAH2160	-	-

3.2 精确化装补球技术的运用

将昆明理工大学段希祥教授的球径半理论公式所计算确定的装补球制度运用到生产现场的一段磨矿及再磨当中,提高磨矿效果。

(1) 在对碎矿及磨矿产物筛分考察基础上,根据球径半理论公式计算确定初装球球径及比例,通过计

算,将一段球磨机钢球初装球球径及比例调整为: $\Phi 90:\Phi 80:\Phi 60:\Phi 40=2:3:3:2$ (原比例为 $2:3:2:3$),补加球比例为: $\Phi 90:\Phi 80:\Phi 50=3:4:3$ 。同时通过现场取样和检查,对理论计算进行微调使装补球精确化,提高了一段磨矿细度^[3]。

(2)二段再磨钢球初装球球径及比例调整为: $\Phi 50:\Phi 40:\Phi 30=1:2:1$,补加球比例为: $\Phi 50:\Phi 40=1:1$,通过对再磨加球精确化,再磨效果得到

进一步改善。

3.3 采用分段再磨工艺,提高磨矿细度。

通过对磨矿流程考察及论证,确定采用分段再磨工艺方案,进一步提高磨矿细度。现场增加一台 27/45 溢流型球磨机,与 $\Phi 500\text{ mm}$ 的旋流器构成闭路分级磨矿,作为二段再磨。技术改造后,解决了入选细度低的问题,同时改善了浮选及后续作业环境。表 2 为技改考察结果与目标参数对比结果。

表 2 二段再磨考察结果

Table 2 The two-stage grinding inspection results

	细度-0.074 mm/%					循环 负荷/C	旋流器分级 质效率/%	旋流器分级 量效率/%
	分级机溢流	旋流器沉砂	旋流器溢流	旋流器给矿	球磨机排矿			
实际值	46.73	27.08	67.72	45.75	45.55	1.20	40.59	68.00
目标值	41.9	20.7	60	41.9	41.9	1.84	40.11	77.25

3.4 调整工艺流程、优化浮选条件、细化岗位管理

工艺流程优化、管理细化,有利于浮选指标的稳定^[6]。生产过程中采取了如下措施:

- (1)铜精选流程增加精二吸入槽,改善矿浆循环条件,使精选流程更加畅通;
- (2)对部分浮选机泡沫管进行更换或取直,增加坡度等,解决流程不畅通的问题;
- (3)把石灰乳添加点移至一段磨矿溢流口,实时对 pH 值进行检测监控,浮选 pH 值保持在 8.5 左右;
- (4)实时监测浮选浓度,使之保持在 42% 左右;
- (5)对生产岗位实行细化考核,在出现台时处理量波动大于 10%、铜精矿品位小于 18%、铜回收率小于 85% 等问题时,组织相关人员开会,查找、分析出现问题的原因,讨论解决问题的措施及方法。

4 碎磨工艺优化技术改造前后选矿指标对比

2011 年完成碎磨工艺技术改造,经统计,改造前后 3000 t/d 系统磨矿细度由 -0.074 mm 45% 提高到 60% 以上,处理矿量提高了 5%。在保证各产品精矿质量的同时,铜回收率提高了 2.37%;钴回收率提高 5.2%;钼回收率提高了 10.75%,铁精矿年产量提高约 10%。

表 3 显示的是 2008 年至 2013 年生产指标对比。从表 4 结果可以看出,技改后(2011~2013 年)比技改前(2008~2011 年)铜回收率提高 3.21%,钼回收率提高 12.37%。说明经过碎磨工艺优化技术改造后,铜、钼技术指标得到了显著改善。

表 3 生产指标技改前后对比

Table 3 Comparison of production index before and after technological transformation

时间	原矿品位/%			精矿品位/%			回收率/%		
	Cu	Co	Mo	Cu	Co	Mo	Cu	Co	Mo
2008	0.82	0.017	0.027	24.43	0.412	44.39	89.06	33.67	58.79
2009	0.74	0.020	0.024	24.68	0.498	46.20	90.09	37.04	65.35
2010	0.79	0.016	0.031	23.82	0.392	48.46	90.07	40.31	69.39
2011	0.83	0.018	0.028	23.79	0.416	47.28	92.87	40.89	80.91
2012	0.84	0.016	0.029	23.15	0.396	47.53	92.72	37.25	72.76
2013	0.83	0.014	0.031	23.95	0.370	48.10	93.25	30.46	76.97

备注:1、论文所述的技改由于不是同时到位的,所以准确的说钴回收率技改效果前后对比是从 2010 年为时间节点的;
2、从 2012 年下半年开始,钴原矿品位大幅下降,并陆续处理了一些难选的北部矿石,选钴流程发粘,效果变差。

技术改造完成后,经估算,2011 至 2013 年公司增加效益 4000 多万元。同时,该项目的实施,由于提高了磨矿细度,设备和管道磨损也大大减轻,大幅降低了选矿成本。另外,该项目提高了矿产资源的综合利用水平,减少了资源的浪费和尾矿的排放,具有较好的社会效益。

5 结 语

针对拉拉铜矿选矿厂碎磨工艺及其设备存在的问题,通过优化碎矿流程中各段破碎比、提高筛分效率、增加二段磨矿、精确化装补球等技术手段,有效的提高了磨矿产品的细度,使生产指标得到了较大的改善。

(1) 优化破碎比,提高筛分效率,降低碎矿产品粒度,实现“多碎少磨”,有效改善碎矿工艺。

(2) 运用精确化装补球技术,提高磨矿效果。

(3) 采用分段再磨工艺,解决了入选细度低的问题,同时改善了浮选及后续作业环境。

(4) 在碎磨工艺优化后,进一步优化控制浮选条件,提高选矿工艺技术的矿石适应性,从而使选矿

指标得到显著提高。

参考文献:

- [1] 段希祥. 拉拉铜矿磨矿新工艺研究报告[R]. 2005.
- [2] 杨恢州. 新增二段再磨可行性论证总结报告[R]. 2009.
- [3] 段希祥. 提高磨矿过程矿物单体解离度及改善磨矿产品质量研究[J]. 有色金属:选矿部分, 1998(3): 33-38, 43.
- [4] 周峰, 孙春宝, 刘洪均, 等. 某低品位铜铅矿低碱度浮选工艺研究[J]. 金属矿山, 2011(3): 80-83.
- [5] 王立刚, 刘万峰, 孙志健, 等. 蒙古某铜铅矿选矿工艺技术研究[J]. 有色金属:选矿部分, 2011(1): 10-13.
- [6] 胡真, 李汉文, 张慧, 等. 某铜铅矿合理选矿工艺的研究[J]. 矿冶工程, 2008(6): 29-32.
- [7] 谢卫红. 富家坞难选铜铅矿浮选工艺研究[J]. 有色金属:选矿部分, 2010(5): 17-20.
- [8] 姜传俊. 铁矿选矿生产工艺流程的技改与实践[J]. 新疆有色金属, 2009(1): 44-45.
- [9] 冉记东. 含铜铅矿石的选矿试验研究及生产实践[J]. 矿产保护与利用, 2001(1): 42-47.
- [10] 井维和, 刘伟, 洪保磊, 等. 乌努格吐山铜铅矿碎磨流程设计及生产实践[J]. 矿业装备, 2015(1): 78-81.

Effect of Grinding Process Optimization on Mineral Processing Index of Lala Copper Mine

Yang Huizhou

(Liangshan Mining Co., Ltd., Huili, Sichuan, China)

Abstract: The paper investigates the Lala copper mine problems in crushing and grinding technology and equipment. The production indexes have been greatly improved by optimizing the broken ore process in every segment of the reduction ratio, improving the screening efficiency and increasing the two-stage grinding, precisising make-up ball and other technical means to improve grinding fineness of mineral products. Practice shows that the recovery rate of copper, molybdenum and cobalt was increased 2.37%, 10.75%, and 5.2%, respectively and the yield of iron concentrate was increased 10%, obtaining good economic benefits.

Keywords: Crushing; Grinding; Reduction ratio; Screening efficiency; Mineral processing index