

doi:10.3969/j.issn.1671-9492.2014.04.015

# 电炉渣浮选的工艺改造研究与生产实践

朱海锋, 黄红军, 孙 伟, 刘润清

(中南大学 资源与生物工程学院, 长沙 410083)

**摘 要:** 大冶某电炉渣含铜 0.8%, 根据其嵌布粒度不均匀、品位低的特点进行了磨矿细度、耗气量、搅拌速度、矿浆浓度等条件试验, 从而确定相关参数, 并且扫选采用浮选柱对其中细颗粒矿物进行回收, 使尾矿铜品位由 0.32% 降至 0.20%。经过系列改造后有效提高了铜精矿的产率与回收率, 最终获得品位 19.06%、回收率 72.16% 的铜精矿。

**关键词:** 嵌布粒度; 浮选柱; 改造

**中图分类号:** TD952

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-9492(2014)04-0064-03

## Process Transformation Research and Production Practice on Flotation of Electric Furnace Slag

ZHU Haifeng, HUANG Hongjun, SUN Wei, LIU Runqing

(School of Mineral Processing and Bioengineering, Central South University, Changsha 410083, China)

**Abstract:** The electric furnace slag from Daye contains 0.8% Cu. Based on the characteristics of its uneven dissemination size and low grade, conditional tests were conducted such as grinding fineness test, gas consumption test, stirring speed test and pulp density test, etc. Relevant parameters were determined by the conditional tests, and flotation column was applied to recover the fine mineral particles in scavenging, finally the copper grade of tailings decreased from 0.32% to 0.20%. Through a series of transformation, the yield and recovery of copper concentrate were both improved, and the grade of copper concentrate was 19.06% with recovery of 72.16%.

**Key words:** dissemination size; flotation column; transformation

大冶电炉渣选矿厂设计能力为 60 万 t/a, 炉渣原料含铜 0.8%, 2010 年虽已投产, 但由于电炉渣中铜矿物嵌布粒度不均匀、品位较低, 原磨矿系统与浮选工艺不能获得较为理想的浮选效果。针对这种情况, 在试验研究的基础上, 对磨矿系统与工艺流程进行了改造。

根据相关文献<sup>[1-3]</sup>, 粗颗粒浮选时既要使颗粒充分悬浮, 又要使颗粒获得足够的机会上浮, 因此矿浆浓度、耗气量等条件将对电炉渣中粗颗粒浮选产生重要影响。又由于部分细颗粒铜矿物存在, 细颗粒矿物的回收将影响铜精矿浮选的回收率, 进行了现场浮选柱试验。经综合改造后, 获得了铜品位 19.06%、回收率 72.16% 的铜精矿。

### 1 电炉渣性质

电炉渣性质较为复杂, 与一般铜矿石相比, 其

嵌布粒度不均匀, 密度大, 硬度大, 粗磨较易, 细磨较难<sup>[4-6]</sup>。渣中铁和硅含量较高, 主要成分有硅酸铁、磁铁矿, 硅元素大部分在造渣中生成铁的硅酸盐, 少量硅以硅灰石形式存在。铜主要以硫化铜形式存在, 少量以氧化铜与金属铜形式存在。其硫化铜矿颗粒较细, 多数处在  $-43\ \mu\text{m}$ ; 渣中还有微

表 1 电炉渣的多元素分析结果

Table 1 Multi-element analysis results of electric furnace slag /%

元素	Fe	Cu	Pb	Zn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S
含量	36.58	0.92	0.40	2.87	23.54	1.48	2.67	1.51	1.37

表 2 铜物相分析结果

Table 2 Analysis results of copper phase /%

相别	氧化铜中铜	金属铜中铜	硫化铜中铜	其它铜	总铜
含量	0.022	0.070	0.75	0.078	0.92
分布率	2.39	7.61	81.52	8.48	100.0

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (51104190)

收稿日期: 2013-07-24

作者简介: 朱海锋(1988-), 男, 江苏南通人, 硕士研究生。

量的硫酸铁、碳酸铁等。电炉渣多元素分析结果见表 1，铜、铁物相分析结果见表 2~3。

表 3 铁的化学物相分析结果

Table 3 Analysis results of iron phase /%

相别	碳酸铁中铁	硫化铁中铁	磁铁矿中铁	赤褐铁矿中铁	硅酸铁中铁	硫酸铁中铁	总铁
含量	0.10	0.10	8.77	2.89	24.97	0.41	37.24
分布率	0.27	0.27	23.55	7.76	67.05	1.10	100.0

## 2 浮选工艺试验

在原有药剂制度条件下，对影响粗颗粒浮选的相关因素进行了条件试验，磨矿细度、耗气量等条件试验均为一次粗选。

### 2.1 磨矿细度试验

磨矿细度试验结果见图 1。从图 1 可以看出，经过一次粗选后，精矿品位与回收率随着磨矿细度的增加，均呈现先增加后降低的趋势。磨矿细度过低时，目的矿物与硅酸铁等脉石矿物得不到充分分离，因此精矿品位相对较低。但磨矿细度达到 $-74\mu\text{m}$ 占 98.27%时，铜精矿的品位与回收率反而下降，脉石矿物过分细磨后跟随气泡上浮过多，并且金属铜颗粒较细会使其表面亲水程度增大从而不利于浮选<sup>[6]</sup>。综合考虑磨矿细度为 $-74\mu\text{m}$ 占 85%。

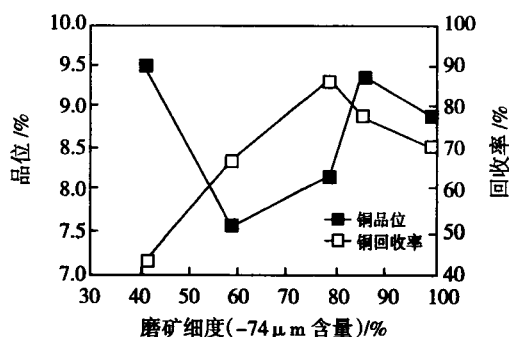


图 1 磨矿细度试验结果

Fig.1 The results of grinding fineness test

### 2.2 耗气量试验

原矿具有嵌布粒度不均匀、粗颗粒所占比重较多的特点，其与气泡碰撞的几率低且矿物易从气泡上脱落，因而适当的耗气量十分重要<sup>[7-8]</sup>。在磨矿细度 $-74\mu\text{m}$ 占 80%条件下进行了耗气量试验，图 2 为试验结果，由图 2 可知耗气量过小时，精矿品位较高但回收率较低，随着耗气量的增加，脉石矿物与气泡碰撞的几率增加，精矿品位降低，但回收率显著增加。综合考虑品位与回收率指标，耗气量在  $200\text{ m}^3/\text{h}$  最为合适。

### 2.3 浮选矿浆浓度试验

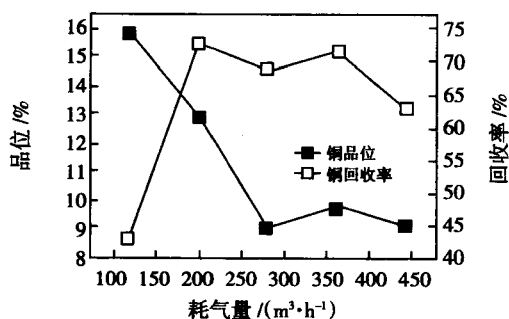


图 2 耗气量试验结果

Fig.2 The results of air consumption

在相同药剂制度下，进行了矿浆浓度浮选试验，试验结果见图 3。由图 3 可知，矿浆浓度在 33.3%时，经过一次粗选后铜精矿回收率与品位均达到最高。当矿浆浓度过高时，浮选的回收率与品位均受到较大影响，浮选指标明显下降。矿浆浓度为 28.4%时，铜精矿回收率较低，综合考虑确定浮选时矿浆浓度为 33%，液固比为 3 : 1。

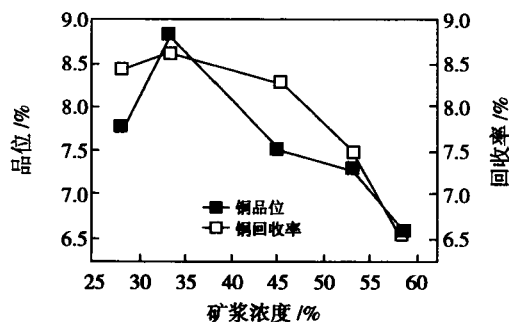


图 3 矿浆浓度试验结果

Fig.3 The results of pulp density test

### 2.4 转速试验

浮选搅拌主要是使颗粒完全离底并均匀悬浮，转速试验结果如图 4 所示。在  $2000\text{ r/min}$  下，铜精矿品位较高，但是部分矿物颗粒并未完全悬浮，因此回收率较低。随着搅拌速率的提升，回收率明显提高，但品位逐渐下降。在  $2000\text{ r/min}$  条件下，回收率与品位均相对较好，因此确定其为最佳浮选转速。

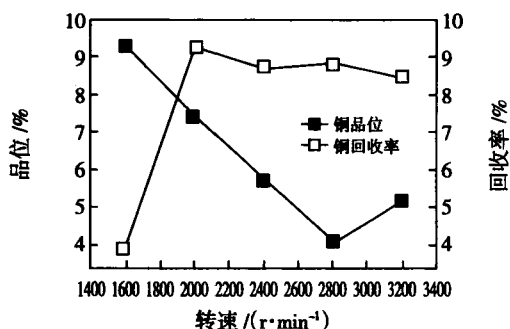


图 4 浮选机转速试验结果

Fig.4 The results of flotation machine speed test

### 3 现场浮选工艺改造

#### 3.1 磨矿系统改造

原磨矿系统其最终溢流细度为 $-74\ \mu\text{m}$ 占75%,未达到磨矿试验所确定的 $-74\ \mu\text{m}$  85%,且原磨矿系统所选用球磨机处理量较小。为了达到足够的磨矿细度并产生足够的规模效益,新增一台MQY4060球磨机,改造后磨矿系统如图5所示。改造后, $-74\ \mu\text{m}$ 含量为85%,年处理量由60万t增加到80万t。

#### 3.2 浮选流程改造

根据粗颗粒浮选的相关机理和矿浆浓度耗气量等试验<sup>[8]</sup>,最终选择CLF型浮选机,将矿浆浓度控制在33%左右,耗气量在 $200\ \text{m}^3/\text{h}$ 。对原流程所产尾矿成分进行分析,发现其铜品位为0.32%,少数金属铜及个别硫化铜呈微细粒单体滞留在尾矿中而未被选别,为对尾矿中的细颗粒含铜矿物回收,进行了浮选柱扫选试验。在原有浮选系统上添加两台浮选柱,最终尾矿由0.32%降至0.20%,回收率由63.69%提高至72.16%。最终浮选流程如图5所示,试验结果见表4。

表4 电炉渣浮选试验结果

Table 4 Flotation test results of electric furnace slag /%

产品名称	产率	铜品位	铜回收率
精矿	3.22	19.06	72.16
尾矿	96.78	0.20	27.84
原矿	100.0	0.85	100.0

### 4 结论

1) 实验室研究结果表明,磨矿细度、矿浆浓度、耗气量等条件对于电炉渣浮选有明显的影响。综合考虑电炉渣浮选的回收率与品位,将磨矿细度控制在 $-74\ \mu\text{m}$  85%,矿浆浓度33%,耗气量 $200\ \text{m}^3/\text{h}$ 最为适合。

2) 现场生产实践表明,由于电炉渣嵌布粒度不均匀,细颗粒铜矿物采用浮选机浮选回收率不高,采用浮选柱扫尾能将滞留于尾矿中未被选别的微细颗粒单体回收,从而有效提高回收率。

3) 经过磨矿系统改造,原厂处理量由60万t/a增加到80万t/a,磨矿细度由 $-74\ \mu\text{m}$ 占75%提高到85%,达到后续浮选处理所要求的细度。通过浮选柱扫选等新工艺流程,最终获得铜精矿品位

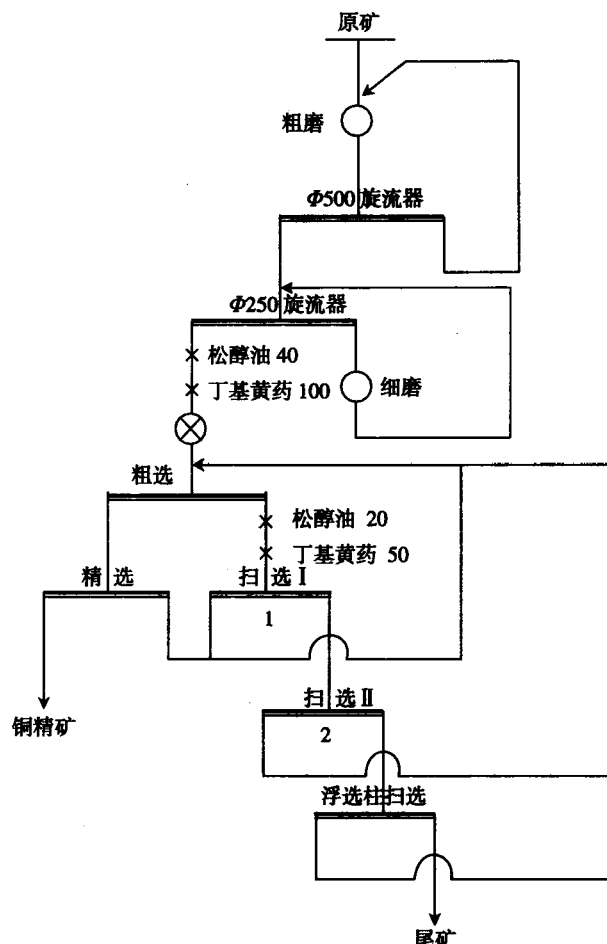


图5 改造后的浮选的流程

Fig.5 Flotation progress after transformation

19.06%、回收率72.16%的铜精矿。

#### 参考文献

- [1] 陈东, 赖茂河, 杨丽君, 等. 适用于粗颗粒矿物浮选的颗粒悬浮特性的研究[J]. 有色金属(选矿部分), 2011(z1): 216-219.
- [2] 沈政昌, 杨丽君, 陈东, 等. 大型冶炼炉渣专用浮选机的研制及其应用[J]. 有色设备, 2007(3): 14-16.
- [3] 何庆浪. 冶炼炉渣专用浮选机在贵溪冶炼厂的应用[J]. 有色金属(选矿部分), 2007(4): 29-31.
- [4] 刘纲, 朱荣. 当前我国铜渣资源利用现状研究[J]. 矿冶, 2008, 17(3): 59-63.
- [5] 杨峰. 电炉渣回收铜技术改造方案的研究与设计[J]. 有色金属(选矿部分), 2006(1): 14-16.
- [6] 杨峰. 江铜贵冶电炉渣回收铜技术改造方案的研究与设计[J]. 铜业工程, 2005(4): 4-7.
- [7] 莫峰, 谢贤, 何庆浪. 选矿技术在处理贵冶贫化电炉渣中的应用[J]. 云南冶金, 2011(5): 29-31.
- [8] 刘惠林, 沈政昌, 王军攀, 等. 粗颗粒浮选机的研制与在选煤厂应用的探讨[J]. 金属矿山, 2006(8): 405-410.

# 电炉渣浮选的工艺改造研究与生产实践

作者: [朱海锋](#), [黄红军](#), [孙伟](#), [刘润清](#), [ZHU Haifeng](#), [HUANG Hongjun](#), [SUN Wei](#), [LIU Runqing](#)  
作者单位: [中南大学资源与生物工程学院, 长沙, 410083](#)  
刊名: [有色金属 \(选矿部分\)](#)  
英文刊名: [Nonferrous Metals Mieral Processing Section](#)  
年, 卷(期): 2014(4)

引用本文格式: [朱海锋](#). [黄红军](#). [孙伟](#). [刘润清](#). [ZHU Haifeng](#). [HUANG Hongjun](#). [SUN Wei](#). [LIU Runqing](#) [电炉渣浮选的工艺改造研究与生产实践](#)[期刊论文]-[有色金属 \(选矿部分\)](#) 2014(4)