

铜冶炼炉渣选矿的典型性分析

Typicality analysis of copper smelting slag beneficiation

夏自发¹, 邹毅仁¹, 张晓刚², 杨晓文²

(1. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038; 2. 内蒙古黄岗矿业有限责任公司, 内蒙古 赤峰 025350)

摘要: 本文通过对铜渣选矿的典型性分析, 归纳出取得良好技术经济指标的通用措施, 采取渣包高温缓冷、渣堆场预破碎、半自磨工艺、阶段磨矿阶段选别、取消中矿单独再磨再选、组合用药、磁选回收铁和改善过滤性能等措施。提出了适合铜渣选矿的典型工艺流程, “粗碎 + 半自磨 + 粗磨 + 快速浮选 + 再磨 + 一粗三扫二精浮选 + 尾矿磁选” 流程技术经济指标良好, 可在类似项目上推广使用。

关键词: 铜渣选矿; 工艺流程; 典型性分析; 阶段磨矿阶段选别

Abstract: Based on the typicality analysis of copper smelting slag beneficiation, this paper summarized the general measures to obtain good technical and economic indicators, such as high temperature slow cooling of slag ladle, pre-crushing, semi autogenous grinding process, stage-grinding and stage-separation, cancellation of separate regrinding of middling, combination of reagent, iron recovery by magnetic separation and improvement of filtration performance. this paper puts forward the typical process applicable for slag beneficiation as follows: “Primary ore crushing + Semi-autogenous grinding + Coarse grinding + Speed flotation + Regrinding + Multiple flotation + Tailings magnetic separation”, this process has good technical and economic indexes and can be popularized in similar projects.

Key words: copper smelting slag beneficiation; process; typicality analysis; stage-grinding and stage-separation

1 前言

选矿方法处理铜冶炼炉渣具有处理能力大、回收率高、成本低、富集效果好的特点, 是目前回收铜渣中有用组分最经济有效的方法之一。

铜渣选矿厂的入选原料为铜冶炼炉渣, 在项目建设前, 一般没有可利用的有代表性的原料进行前期研究, 需要参考类似铜渣选矿厂生产实践, 因此, 深入理解具体项目特性与准确把握铜渣选矿的共性都非常重要。

国内已建成投产了多个铜渣选矿厂, 并在试验研究、工程设计、项目建设、运营管理、设备维护、工艺流程、指标控制等方面提供了大量的信息和资料。

截至目前, 由中国恩菲工程技术有限公司负责咨询、设计的铜渣选矿项目有 60 多个, 其中有 10 多个铜渣选矿厂已投产运营, 已积累了大量的设计、工程和生产实践经验。

通过梳理、对比、分析和总结铜渣选矿领域的文献、报告、经验和数据, 可以归纳出铜渣选矿的共性。

2 典型性分析

2.1 原料性质

(1) 主要矿物有铜硫化物、金属铜、磁铁矿、铁橄榄石、石英、玻璃体等, 各矿物的相对含量与冶炼工艺有关。

文章编号:

1672-609X(2021)02-0006-03

中图分类号: TD952

文献标志码: A

作者简介: 夏自发(1981-), 男, 湖南长沙人, 高级工程师, 硕士, 主要从事选矿咨询与设计工作。

(2)质硬、性脆、易碎、难磨、密度大。

(3)有用组分粗细嵌布不均,两头多中间少,需要细磨才可解离。

(4)不同冶炼工艺产生的铜渣,含铜品位差异大,一般为0.6%~6%。

(5)铜渣的含铜品位受冶炼炉放渣操作的影响较大,入选品位波动较大。

2.2 缓冷制度

铜渣中铜、铁的赋存状态及嵌布粒度直接影响了铜渣的可选性,而晶粒大小又主要取决于渣包在相变温度以上时的冷却速度。

综合考虑结晶粒度、渣包投资、缓冷场地、安全生产等因素,在相变温度(约1050℃)以上时,应放慢冷却速度,在相变温度以下时,应加快冷却速度,从而缩短冷却周期。

典型的缓冷方式:为了减少“放炮”概率,缓冷终点温度可控制在950℃~1000℃,高于此温度时,渣包自然冷却,一般熔炼炉渣自然冷却时间不宜少于8h,转炉渣不宜少于24h;低于此温度时,渣包加水冷却,倒包温度可控制在壁温60℃以下,以减少“红包”概率。

2.3 预破碎

缓冷渣包的容积一般不小于12m³,为了避免大块铜渣堵塞破碎机,需要在渣堆场进行预破碎。典型的预破碎方式:在缓冷场冷却后的铜渣,采用渣包车或龙门吊倾倒入渣堆场,自然地地形跌落高差为3m左右,大部分缓冷渣在坠落时被摔碎,小部分未被摔碎的大块缓冷渣利用移动式液压破碎机进行预破碎,破碎后的铜渣粒度为0~500mm,采用前装载机倒运至粗碎厂房的原料缓冲矿仓。

2.4 碎磨工艺

碎磨作业是渣选车间基建投资、电耗及钢材消耗最多的生产环节,选择节能低耗的碎磨工艺,是实现铜渣选矿节能降耗目标的关键。

碎磨工艺主要有以下三类:

1)常规碎磨工艺(主要是以圆锥破碎机为代表的多段破碎工艺)

该工艺已经在河南灵宝、山西垣曲、湖北大冶、山东方圆铜业、内蒙古华鼎铜业、四川会理和越南生权等地区或企业的铜渣选矿厂应用。

2)半自磨工艺(主要是SAB工艺)

该工艺已经在河南豫光金铅、青海铜业、河南中原黄金、山东烟台国润、山西侯马、江西贵溪、福建紫

金铜业、广西防城港和赞比亚谦比希等地区或企业的铜渣选矿厂应用。

3)高压辊磨工艺(以高压辊磨机为核心设备的超细碎工艺)

高压辊磨工艺广泛应用于铁矿、水泥等行业,但应用于铜渣破碎的案例极少。

根据国内铜渣选矿的生产现状,目前广泛应用的碎磨工艺主要是常规碎磨工艺和半自磨工艺。

基于工业场地条件和属地环保要求,典型的碎磨工艺是半自磨工艺,该工艺也是近十年来新建铜渣选矿中应用最广泛的工艺。

半自磨工艺的主要优点:能接受较大的给料粒度,可替代中细碎和筛分作业,避免了铜铈的循环累积;工艺流程短,占地面积小;作业环境友好,有利于达到环保要求。主要缺点是电耗较高。

2.5 磨浮流程

铜渣中铜的赋存状态复杂,金属铜和铜矿物嵌布粒度粗细不均,两头多中间少,+0.074mm和-0.038mm的占比都较高。磨矿细度-0.074mm占75%时,部分金属铜和铜矿物已经单体解离,单体解离的金属铜可浮性非常好,上浮速度快,回收率高。

多个铜渣选矿厂生产实践表明,磨矿细度-0.074mm占75%时,粗磨后快速浮选作业的铜品位28%~35%,铜回收率高达70%,大部分的铜可在粗磨条件下回收。在该磨矿细度下,还有部分金属铜或铜矿物没有单体解离,甚至为包裹体,需要再磨才能解离,这些细粒的金属铜、铜矿物及其连生体,可浮性稍差,上浮速度慢,需要较长的浮选时间。

生产实践及诸多研究结果均表明^[1-4],铜渣选矿宜采用阶段磨矿阶段选别流程。

2.6 取消中矿单独再磨再选

多个铜渣选矿厂的生产实践,中矿的矿量波动大、粒度细、浓度低,分级效率低,磨矿效率也低,再选作业不稳定,对铜渣选矿的指标提升不明显,生产中停开或取消中矿单独再磨再选作业^[5-6]。

2.7 药剂制度

选用合适的捕收剂是实现金属铜、铜矿物与脉石有效分离的关键。通过文献统计,使用频率较高的捕收剂有Z-200、丁基黄药、丁胺黑药、异戊基黄药,这些药剂都有较好的浮选效果,组合使用效果最好,其次为混合使用,单独使用稍差^[7]。

具有起泡能力的捕收剂对金属铜浮选效果较

好,Z-200 对金属铜的浮选效果最好,丁胺黑药和异戊基黄药次之,丁基黄药相对较差。

丁基黄药对硫化铜的浮选效果较好,但对氧化铜矿物捕收效果较差。

异戊基黄药对硫化铜的捕收能力最强,但选择性稍差,对氧化铜矿具有一定的捕收作用。

典型的捕收剂组合是 Z-200 与异戊基黄药组合、Z-200 与丁基黄药组合^[8]。快速浮选和粗选使用 Z-200,扫选使用异戊基黄药,使用 Z-200 对部分品位高、可浮性好的金属铜和铜矿物进行选择浮选之后,再采用捕收能力更强的异戊基黄药进行扫选,可以有效降低渣选尾矿含铜品位。

2.8 磁选

对浮选尾矿采用磁选工艺选铁,渣选铁精矿 TFe 品位可达 48% ~ 52%,产率可达 30% ~ 40%。渣选铁精矿可作为重介质用于洗煤厂,也可用作炼铁厂和水泥厂的配料,为企业创造较大的附加

价值。

2.9 过滤

由于采用阶段磨矿阶段选别,渣选铜精矿的粒度较粗,易过滤,不需要采用压滤机脱水,渣选铜精矿、渣选铁精矿和渣选尾矿都可以采用陶瓷过滤机脱水,易操作,成本低,产品水分可以满足冶炼和外售的要求。

3 典型工艺流程及指标

通过对铜渣选矿的典型性分析,可以提炼出适合铜渣选矿的典型工艺流程为:“粗碎 + 半自磨 + 粗磨 + 快速浮选 + 再磨 + 一粗三扫二精浮选 + 尾矿磁选”,最终产品为渣选铜精矿、渣选铁精矿和渣选尾矿。典型工艺流程如图 1 所示。多个铜渣选矿厂采用了该工艺流程,投产后达产达标顺利、流程顺畅平稳、生产指标先进,部分铜渣选矿厂所获得的技术指标见表 1。

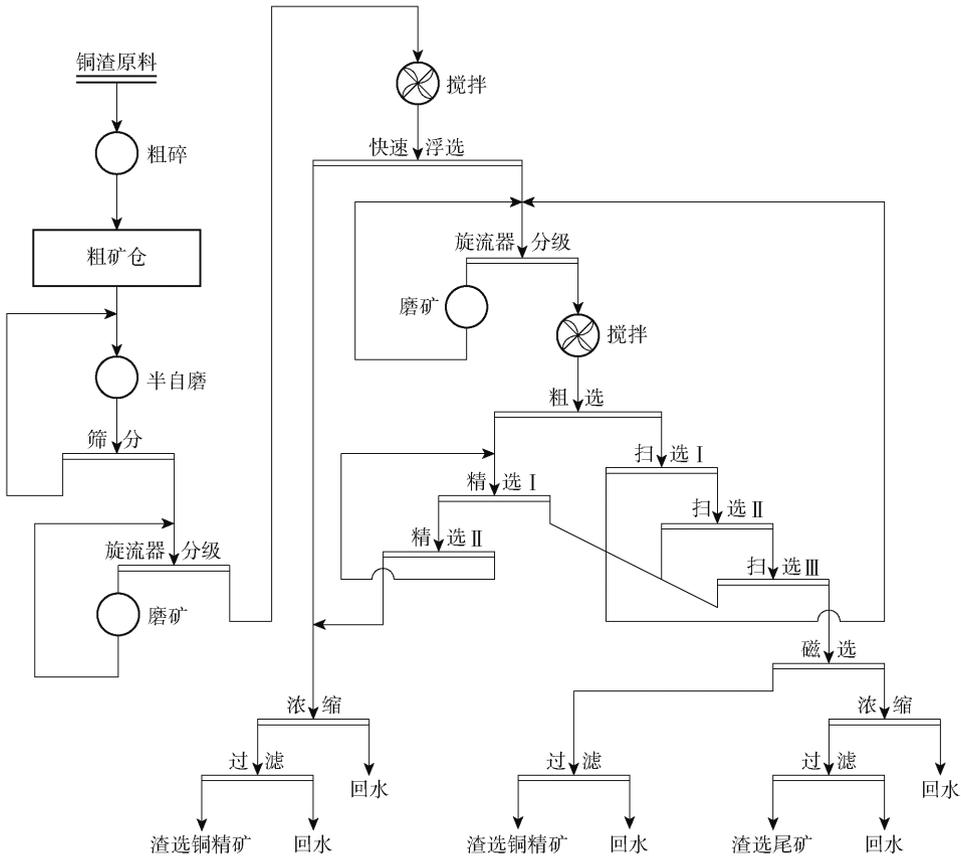


图 1 适合铜渣选矿的典型工艺流程

4 结论

(1) 通过对铜渣选矿的典型性分析,归纳出取得良好技术经济指标的通用措施,如渣包高温缓冷、

渣堆场预破碎、半自磨工艺、阶段磨矿阶段选别、取消中矿单独再磨再选、组合用药、磁选回收铁和改善过滤性能等。

(下转第 19 页)