

附件

《国家工业节能技术应用指南与案例(2022年版)》之二： 有色行业节能提效技术

(一) 侧顶吹双炉连续炼铜技术

1. 技术适用范围

适用于有色金属行业铜精矿冶炼工艺的熔炼和吹炼工序节能技术改造。

2. 技术原理及工艺

采用高铁硅比 ($Fe/SiO_2 \geq 2$) 的熔炼渣型、安全可靠地直接产出含铜 75% 的白冰铜，吹炼采用较高铁钙比渣型、产出含硫 $<0.03\%$ 的优质粗铜。因熔吹炼烟尘率低、渣量小含铜低、流程返料少以及反应热利用充分，获得铜精矿至粗铜直收率 $>90\%$ 和粗铜单位产品综合能耗降低，实现高效化、清洁化、自动化连续炼铜。熔炼和吹炼工艺流程如图 1。

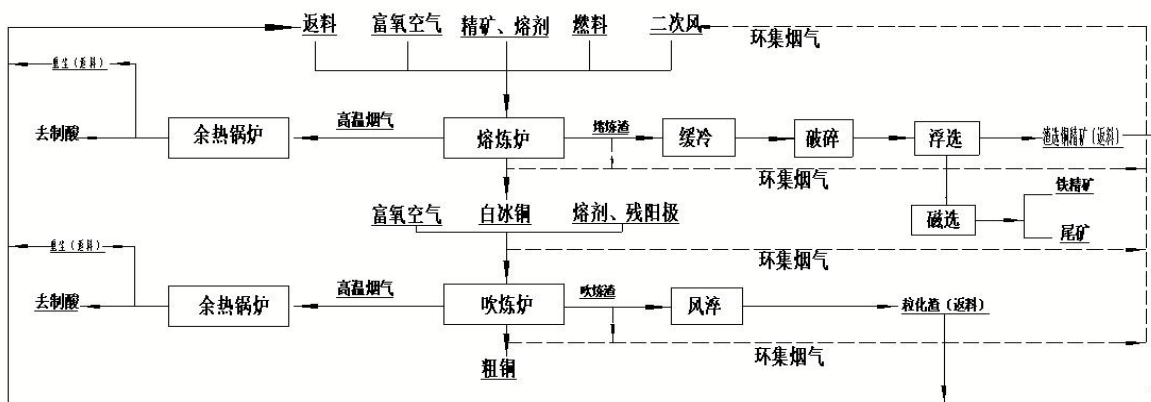


图 1 熔炼和吹炼工艺流程图

3.技术指标

(1) 粗铜单位产品综合能耗: <80 千克标准煤;

(2) 熔炼渣铁硅比(Fe/SiO_2): >2, 吹炼渣铁钙比(Fe/CaO): >3;
熔炼烟尘率: <2%, 吹炼烟尘率: <1%; 铜精矿-粗铜的直收率: >90%,
铜冶炼回收率: >98.6%;

(3) 环集烟气 100%收集用于熔炼二次鼓风, 硫的总捕集率: >99.95%;

(4) 作业率: >99%, 炉寿命超过 3 年;

(5) 白冰铜含铜 75%, 粗铜含硫<0.03%。

4.技术功能特性

(1) 铜精矿经一步熔炼产出含铜 75%的白冰铜, 将造钎和铜钎造渣吹炼过程的反应热汇集在双侧吹熔池反应区, 有效降低了熔炼工序的燃料消耗;

(2) 采用高铁硅比($\text{Fe}/\text{SiO}_2 \geq 2$)的熔炼渣型, 熔炼渣量小, 带走的热量少; 同时渣精矿、吹炼渣及重尘的返回量小, 进一步降低熔炼工序燃料率;

(3) 熔融态的白冰铜、粗铜均采用溜槽转输到下一步工序, 显热得以充分利用;

(4) 利用吹炼富余热量可 100%消化电解返回的残阳极, 节省了单独熔化残极的能耗。

5.应用案例

赤峰云铜年产 40 万吨铜建设项目，技术提供单位为赤峰云铜有色金属有限公司。

(1) 用户用能情况：该项目为新建项目。

(2) 实施内容及周期：建设两条与年产 20 万吨阴极铜匹配的粗铜生产线，包括新型富氧双侧吹熔池熔炼炉、多枪顶吹连续造铜吹炼炉，以及熔炼余热锅炉、吹炼余热锅炉、供风供水设施、熔炼渣连续排放装置、吹炼渣清洁化风淬设施、残极装炉设施、收尘系统、烟气制酸系统、集散控制系统，同时配套建设共用的制氧装置、熔炼渣浮选系统等。实施周期 2 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期：建设完成后，吨铜综合能耗与能耗限额国家标准的先进值相比降低约 70 千克标准煤，折合节约标准煤 2.8 万吨/年，减排 CO₂ 7.6 万吨/年。投资回收期 7.5 年。

6. 预计到 2025 年行业普及率及节能减排能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 24%。可实现节约标准煤 16 万吨/年，减排 CO₂ 44.4 万吨/年。

(二) 380A/m² 电流密度电解铜应用技术及装备

1. 技术适用范围

适用于有色金属行业铜精炼生产制造工序节能技术改造。

2. 技术原理及工艺

采用高电流工艺（即 380A/m² 电流密度）实现电解效率提升；采用电解液双向平行流供液循环技术，实现电解液流速均衡及对底部平行双向旋转过程优化控制；采用双向平行流腔道一体化浇铸成型电解槽技术，电流密度分布均匀，提高电解出铜率和生产效率；采用乙烯基树脂整体浇铸电解槽，实现铜精炼电解规模化生产应用。电解铜工艺流程如图 2 所示。

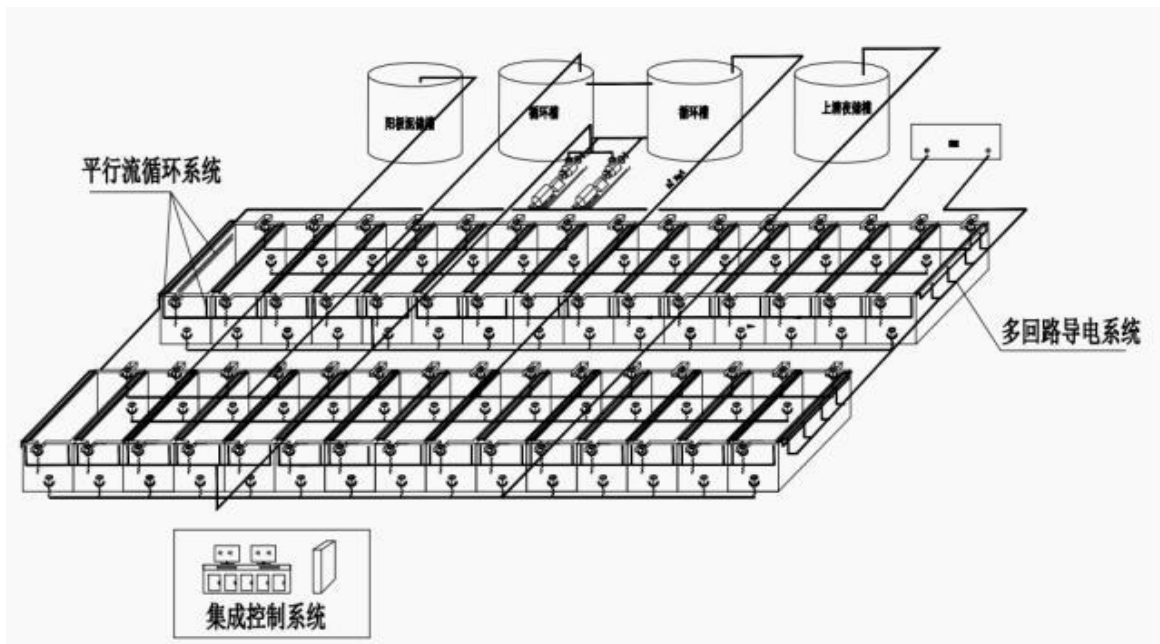


图 2 电解铜工艺流程图

3. 技术指标

- (1) 吨铜标准煤耗：70 千克；
- (2) 残极率：13%~14%；
- (3) 电流效率：98%~99%；
- (4) 阳极泥回收率：98.3%；
- (5) 电流密度：380~400 安/平方米。

4.技术功能特性

- (1) 采用双向平行流供液循环技术，提高电流密度；
- (2) 采用多回路导电技术，电流密度分布均匀，提高铜精炼的质量和生产效率；
- (3) 采用双向平行流腔道电解槽一体化浇筑成型技术，提高抗压强度，降低热膨胀系数。

5.应用案例

南国铜业年产阴极铜 30 万吨改造项目，技术提供单位为杭州三耐环保科技股份有限公司。

(1) 用户用能情况：30 万吨铜产量需要电解槽 1080 台，综合能耗为 3.5 万吨标准煤/年，蒸汽用量 450 吨/吨铜。

(2) 实施内容及周期：采用“380A/m² 电流密度电解铜技术及装备”进行改造，利用管槽一体化设计实现电解槽、循环系统、导电系统等集成。实施周期 2 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，阴极铜生产周期同比缩短 2 天，阳极铜生产周期同比缩短 3~4 天。同时，

吨铜标准煤耗由 120 千克降至 70 千克，折合节约标准煤 1.5 万吨/年，减排 CO₂ 4.2 万吨/年。投资回收期 2 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能减排能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 72%。可实现节约标准煤 39 万吨/年，减排 CO₂ 108.1 万吨/年。