

硫化铅精矿氧气侧吹熔池熔炼直接炼铅新技术

蔺公敏¹ 宾万达²

(1.河南新乡中联总公司,河南 新乡 453731;2.中南大学,湖南 长沙 410083)

[摘 要] 介绍了硫化铅精矿氧气侧吹直接炼铅工业试验的结果,测算了 60 kt/a 铅生产规模的技术经济指标。

[关键词] 铅冶炼;熔池熔炼;氧气侧吹

[中图分类号] TF812.031.1

[文献标识码] B [文章编号] 1672-6103(2005)01-0015-03

2001 年 11 月河南新乡中联总公司建成了 1.5 m² 氧气侧吹熔池熔炼试验炉,开始了硫化铅精矿直接炼铅的工业试验。到 2003 年 7 月,试验基本获得成功,此后又对炉子做了多次局部改进,并且不断优化工艺条件。经过多次长时间的试生产,目前该氧气侧吹熔池熔炼炉已进入正常生产状态。2004 年 8 月该项技术通过了河南省科技厅组织的技术成果鉴定,专家认定该项技术是一项高效、节能、环保的炼铅新技术,技术经济指标已接近国际先进水平。

1 氧气侧吹熔池熔炼直接炼铅工业试验

1.1 工艺流程

氧气侧吹熔池熔炼直接炼铅技术源于前苏联开发的瓦纽可夫熔池熔炼炉(属侧吹炉),该技术处理硫化铅矿的可能性已有论述和试验^[1,2],但未见有关工业化试验研究的详细报道。河南省中联总公司氧气侧吹直接炼铅工业试验流程如图 1。

硫化铅精矿直接炼铅包括氧化熔炼和还原熔炼两个过程。为了节省试验的设备投资,本试验装备比较简陋,采用一台侧吹炉分段完成精矿的氧化熔炼和富铅渣(初渣)的还原熔炼,即氧化熔炼所产的富铅渣水碎堆存至一定数量后返回同一侧吹炉进行还原熔炼。其供料系统、烟气冷却系统、收尘系统也共用一套。必须指出的是,大规模生产氧化和还原装置必须彼此分开,有各自的系统。

含水 5%~8%未经制粒的铅精矿(或富铅渣)、返

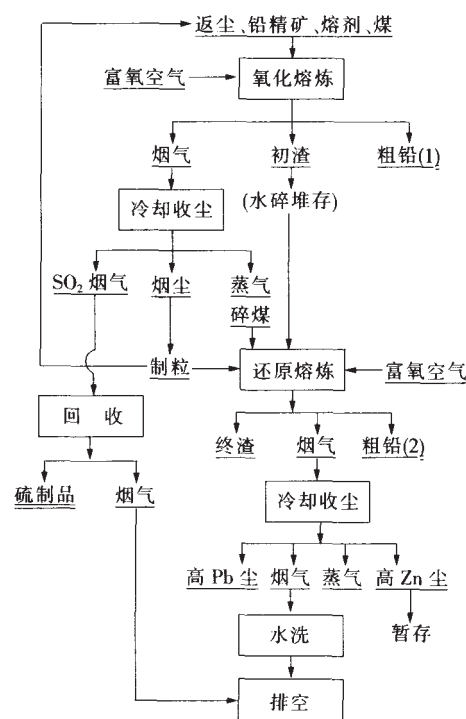


图 1 硫化铅精矿氧气侧吹熔池熔炼直接炼铅工业试验工艺流程图

尘(经制粒)、熔剂和煤(破碎至小于 20mm),按冶金计算设定的比例经核子皮带称配料连续地加入侧吹炉进行熔炼。熔炼得到的粗铅和炉渣经各自的虹吸道连续地放出炉外。

氧化熔炼的烟气经汽化冷却器、布袋除尘器、引风机后,进入 SO₂ 回收车间生产焦亚硫酸钠和亚硫酸铵。还原熔炼烟气经由同一汽化冷却器,但在布袋除尘器之前先经过表面冷却器,从引风机出来的废气水洗后排空。试验表明,这一套烟气冷却收尘

[作者简介] 蔺公敏(1956—),男,河南辉县人,总工程师。

[收稿日期] 2004-12-16 收修修改稿

系统仅适用于还原熔炼,而氧化熔炼烟气 SO_2 浓度高,对管道、引风机产生腐蚀。氧化熔炼烟气应采用余热锅炉、电收尘、引风机流程。

1.2 氧气侧吹炉

氧气侧吹熔池熔炼技术的核心装置是氧气侧吹炉,该炉为水套围成,其结构见图 2。

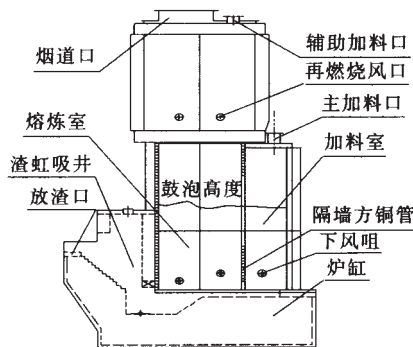


图 2 氧气侧吹炉结构示意图

1.3 冶炼原理

氧气侧吹炉的工作原理是:经过配料的炉料和煤通过皮带从加料室顶部加入炉内强烈搅拌的熔体中,工业氧气或富氧空气从位于炉子两侧的风口鼓入熔体,鼓风使熔体强烈搅拌,煤燃烧完全,硫化矿氧化或富铅渣还原。熔体的强烈搅拌使炉料颗粒在熔体中迅速熔化和均匀分布,化学反应高速进行。由于氧气鼓入渣层中,故硫化物直接与氧反应生成 Pb 和 PbO ,或与熔渣中 PbO 反应生成 Pb 。硫化铅和硫酸铅(来自返尘)氧化熔炼过程中的主要反应是:



控制炉渣熔体中氧势,可实现被处理物料的氧化和还原,得到相应的目标产物。

1.4 操作参数

1.5 m^2 试验炉正常生产时使用 2 个风口,炉两侧各 1 个。氧气站产出的工业氧浓度 87%~88%,流量 1 170 m^3/h ,输送压力 0.15 MPa。

氧化熔炼产出高浓度 SO_2 烟气、一次粗铅和含 PbO 28%~35%的富铅渣。还原熔炼用煤作还原剂,产出二次粗铅和渣。

2 工业试验结果

2.1 主要指标

工业试验采用的铅精矿含 Pb 50%,所取得的指

标列于表 1。

表 1 硫化铅精矿氧气侧吹熔池熔炼工业试验主要参数和技术经济指标

指标	单位	氧化熔炼	还原熔炼
温度	$^{\circ}\text{C}$	1 150	1 200
风口压力	MPa	0.085~0.095	0.08~0.09
床能力	$\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	110~125	90~100
有效作业率	%	>96	>98
吨精矿耗氧气(100%)	m^3	210~250	275~300
吨炉料耗氧气(100%)	m^3		170~200
煤率(以炉料计)	%	4.79	20
粗铅产率(从精矿中)	%	65~70	
粗铅产率(从初渣中)	%		91~95
粗铅含 Pb	%	>98	>96
粗铅含 S	%	0.3	
烟尘率(占炉料)	%	20~25	22~29
炉渣含 Pb	%	28~35	1~3
炉渣含 Zn	%	7~9	4~6
炉渣含 Ag	g/t	50~55	18~25
离炉烟气 SO_2 体积分数	%	20~24	
入化工车间 SO_2 体积分数	%	7~8	0.027~0.03
脱硫率	%	>98	
Au 回收率	%	99	
Ag 回收率	%	96	65~70

工业试验得出以下结论:

(1) 硫化铅精矿氧气侧吹熔池熔炼直接炼铅工艺技术操作上可行,侧吹炉在熔炼过程中完全可以长期稳定运行。

(2) 金属 Pb 、 Au 、 Ag 的提取率均可达到其他现代直接炼铅工艺的同水平。硫化铅精矿氧化熔炼离炉烟气 SO_2 浓度高达 20%~24%,有利于硫的回收利用,避免了 SO_2 气体对环境的污染。

(3) 侧吹炉中既可进行硫化铅精矿的氧化熔炼,又可完成固态或液态富铅渣的还原熔炼。由于熔池激烈搅拌,生成的铅滴能迅速长大、下沉,无需设置铅渣澄清区,故侧吹炉床能力高。此外,炉子还具有寿命长、有效作业率高等优点。

2.2 存在的问题

(1) 氧单耗和煤率高。由于氧站制氧能力不够,炉子规模小热损失大,还原加入冷的富铅渣等原因,试验炉的煤率高,氧单耗相应也高。

(2) 烟尘率较高。造成试验炉烟尘率过高的原

因有:氧气浓度低,烟气量大;上升烟道高度(4.5 m)不够,烟尘不能及时回落入炉内;还原段炉料投入量小,还原时间过长。

(3) 锌的回收。在冶炼过程中,Zn 大部分最好能富集在烟尘或炉渣中。但试验中终渣含 Pb 1%~3%时,其含 Zn 只有 4%~6%,说明精矿中的 Zn 仅 50%进入终渣,Zn 在渣中没有得到富集,但也未能在烟尘中得到富集。此现象可能是还原时间过长造成的。由于氧化与还原共用一个试验炉(由于制氧能力的限制,还原段不能加入足够的炉渣),因而炉渣在炉内停留时间过长,造成 Zn 的挥发进入烟尘。另外,由于还原熔炼为保证产出足够维持炉缸温度的铅量加有返尘,烟尘率高,这也是 Zn 未能在炉渣中富集的原因。需要说明的是,在大型工业炉设计时,控制还原条件使 Zn 富集到炉渣,还是富集进入烟尘,是一个重要的讨论课题。

3 60kt/a 铅生产规模的技术经济指标预测

设铅精矿成分为(%):Pb 55,Fe 7.0,SiO₂ 3.8,CaO 0.35,S 17.0,Zn 4.7。根据硫化铅精矿氧气侧吹熔池熔炼数学模型计算。预测氧气侧吹炉大型化后,采用加液态炉渣还原,煤和氧气的单耗将比试验炉有大幅度的下降,与烟气量成正比关系的烟尘率也会随着下降(见表 2)。

应该说明的是,计算模型是经工业试验数据修正过的,与大型炉还原区加液态初渣在前提条件上有所不同,因此表 2 中 60 kt/a 炉还原烟尘率偏高。按平衡状态数模(未经修正)计算^[9],还原区烟尘率为 7.1%,终渣含 Zn 11.1%。从精矿至粗铅的加工费(车间成本)试验炉为 760 元/t,预测 60 kt/a 炉的为 540 元/t。

4 结语

河南省新乡中联总公司(民企)开发的硫化铅精矿氧气侧吹熔池熔炼直接炼铅工艺,是一项替代

表 2 试验指标与模型计算值指标对比

指标	单位	试验炉 生产数据	试验炉模 型计算数据	60kt/a 模型 计算数据
氧化区				
氧气浓度	%	85~88	88	90
床能力	t/(m ² ·d)	110~125	123	100
吨精矿耗氧气 (100%)	m ³	210~250	210	167
吨炉料耗氧气 (100%)	m ³	130~160	142	128
煤率 (以精矿计)	%	7.26	5.28	3.46
煤率 (以炉料计)	%	4.79	3.57	2.65
烟尘率(占炉料)	%	20~25	17.54	14.45
还原区				
氧气浓度	%	85~88	88	21~25
床能力	t/(m ² ·d)	90~110	95.4	92
吨初渣耗氧气 (100%)	m ³	280~320	284	37
吨炉料耗氧气 (100%)	m ³	170~200	182	29
煤率(以初渣计)	%	35~44	31.29	7.69
煤率(以炉料计)	%	20~25	19.94	6.08
烟尘率(占炉料)	%	22~29	21.50	15.83

烧结鼓风炉炼铅工艺的新技术。它具有投资省,全部设备国产化,环保节能,技术经济指标先进等优点,已具备设计大型生产装置的条件,有望大规模工业化生产应用。

[参考文献]

- [1] 毛月波,祝明星.富氧在有色冶金中的应用[M].北京:冶金工业出版社,1988.202.
- [2] Ванюков А. В. и др., Плавка в жидкой ванне, М.: Металлургия, 1988.
- [3] Быстров в. п. и др., Применение автогенных процессов в производстве свинца, М.: ЦНИИцветмет экономики и информатики, 1988, вып. 2.

《中国有色冶金》被《中国知识资源总库·科技精品期刊库》收录

经《中国知识资源总库》编委会提议,中国学术期刊(光盘版)电子杂志社决定实施《中国知识资源总库·科技精品期刊库》建库工程。通过对《中国期刊全文数据库》中近 8000 种期刊 10 年的引文统计分析,筛选出文献引用频次排名在前 500 位的高水平科技期刊,进行全面、系统、完整的数字化整合,以期建成我国有代表性的、完备的、系统的国家级期刊精品数据库。《中国有色冶金》被《中国知识资源总库·科技精品期刊库》收录。

Abstracts and Key words

Design of the World's Largest Metallurgical Acid Plant

Translated selectively by QIAO Yan-qiang (1)
Lurgi has recently commissioned the world's largest metallurgical sulfuric acid plant with a peak capacity of 4,200mtpd(4,630 stpd), built on a LSTK basis for Western Mining Fertilizer in Mt. Isa, Australia. The plant is based on copper smelter and converter off gas with complementary sulfur burning to match the acid demand of the associated fertilizer production. The main design features of the installation are highlighted. The paper focuses on process and mechanical design issues and it presents a number of interesting details of the project. Those criteria and some resulting features of the main equipment are discussed.

Key words: metallurgical off gas; acid making; sulfuric acid plant; design

Single Stage Copper Making-Flowsheet Development

Translated selectively by ZHU Wei-ping (5)
In 1989 CSIRO Minerals initiated investigations into continuous converting of copper matte into low sulfur blister in Siros melt type reactors. Following the successful piloting of this processing route, some effort was directed towards a single stage copper making process where copper metal is made in one step from concentrate. The aim of the project is to develop a continuous process, which offers considerable environmental and economic benefits over conventional copper making processes, which use Pierce-Smith converters. In the selection of the optimum flowsheet a number of slag treatment options have been considered and tested. These unit operations include: leaching and electrowinning, flotation-leaching-electrowinning and flotation with recycling of recovered copper through the smelting vessel. In this paper the suitability of these process options are evaluated using the available information and recently measured copper recoveries from our testwork at CSIRO.

Key words: copper concentrate; single stage copper making; Siros melt reactor; slag treatment

Optimization of Concentrate Spray Nozzle of Jinlong Company's Flash Furnace

SONG Xiu-ming (11)
This paper describes structural features and operation of concentrate spray nozzle of Jinlong Company's flash

furnace and presents the considerable improvement in nozzle performance achieved after optimization of operating parameters and modification of nozzle structure according to problems arising from the operation.

Key words: flash furnace; concentrate spray nozzle; parameter optimization; structural features

Oxygen Side-blown Bath Smelting of Lead Sulfide Concentrate -A New Process for Direct Lead Smelting

LIN Gong-min BIN Wan-da (15)
The paper presents results of pilot commercial test on oxygen side-blown direct lead smelting process for treating lead sulfide concentrate and techno-economic indexes calculated based on a lead production capacity of 60,000 t/a.

Key words: lead smelting; bath smelting; oxygen side-blown

Pilot Commercial Test on Iron Removal with Addition of Aluminum in Zinc Fire Refining

YANG Lin-ping TANG Mo-Tang YANG Sheng-Hai (18)

To counter high yield of liquated hard zinc in zinc re-distillation process and difficulty in recovering hard zinc, a pilot commercial test on iron removal with addition of aluminum has been conducted based on theoretical analysis, as a result, the hard zinc yield has dropped from 2.5% to 0.5%.

Key words: zinc; liquated refining; iron removal with addition of aluminum; aluminium-bearing hard zinc; hard zinc

Production Practice of Cobalt Removal with Antimony Trioxide and Zinc Powder in Zinc Hydrometallurgical Process

MA Yang-hui YANG Xiong-kui (22)

This article presents process and fundamental principle for cobalt removal with antimony trioxide and zinc powder in No. II Zinc System of Zhuzhou Smelter, analyses factors that affect cobalt removal and proposes measures for controlling re-dissolution and closed-circuit circulation of cobalt.

Key words: zinc hydrometallurgy; solution purification; antimony trioxide; cobalt removal; re-dissolution of cobalt