

对低碳铜冶炼工艺技术研究

柳海峰 刘京超 (烟台国润铜业有限公司, 山东 烟台 264300)

摘要: 双闪工艺是低碳铜冶炼工艺中的一种新兴的技术, 其真正意义上达到了速度快、绿色的铜冶炼环保标准。文中从多方面对低碳铜冶炼生产工艺的研究和应用展开了论述。

关键词: 低碳铜冶炼; 铜冶炼工艺; 铜冶炼技术

我国传统的铜冶炼工业一直存在着污染大、能耗高、和效率低下的问题。近几年来, 由于科技创新的持续发展壮大, 我们国家在铜冶炼领域中有有了很大的提升, 很多相对先进的冶炼技术, 这些先进的技术拥有环保、高效、节能等特点, 使我国的低碳铜冶炼工艺上升到了一个新的台阶。

1 我国铜冶炼能耗及主要节能措施

1.1 强化熔炼的方法

也就是采用闪速熔炼以及强化熔池熔炼的技术, 特别是富氧底吹法的使用, 近年发展势头非常强劲。

1.2 对氧气的应用

对氧气的科学应用并且增强富氧的浓度, 能够降低烟气流, 增强烟气中所含二氧化硫的浓度值, 对铜冶炼的节能降耗具有十分关键的作用。

1.3 余热回收

目前我国的炼铜厂基本都已具备回收熔炼的技术, 一些技术相对好的企业, 还有能力可以回收阳极炉以及制酸中温位和低温位余热。回收到的余热可以用在发电等各方面。

1.4 制酸能源消耗的大幅度降低

在整个的铜冶炼环节里, 能源消耗最大的一环便是制酸环节, 现在我们国家的制酸总体水平通常情况下能够将能源消耗控制在每单位时间 110 瓦特, 占有率约为 30% 上下, 节能的潜力是非常大的。主要原因还是得归功于双闪等节能工艺的使用以及对富氧浓度的不断提高, 吹炼工业废气量和熔炼量相对来说都是比较小的, 而 SO_2 的浓度值又是比较高的, 况且工业废气量和浓度值比较平稳, 不仅工业废气传送环节中风机的能源消耗得到了很大的下降外, 浓度较高的 SO_2 转换制酸工艺的运用以及对余热的全方面回收利用创造了非常有利的前提条件。

2 低碳铜冶炼工艺技术研究与应用

2.1 双闪炉自热冶炼技术

2.1.1 双闪炉自热冶炼技术的现状

闪速熔炼炉的研究生产, 使自然熔炼得到了真正的实现, 在是闪速吹炼炉在使用的过程当中, 依然需要以天然气作为补充, 尚无法做到真正的、完全的自热吹炼; 而由我国企业根据闪速熔炼炉进行改良, 加入自主创新而实现的双闪炉自热冶炼技术。

2.1.2 双闪炉自热冶炼技术的研究与应用

炉料在进到炉子里之后, 其展现出来的姿态为高度悬浮状, 然后在不到 2s 的时间里就可以散发出超大的热量, 这便是闪速炉能够达到自热冶炼的基础所在。烟尘率、富氧中的浓度高低以及投料量的大小、冰铜品位的高低等等

都会影响到双闪炉自热工艺的実施。

2.2 粗铜无碳火法精炼工艺技术

2.2.1 粗铜火法精炼现状

粗铜火法精炼工艺从刚开始起就一直采用的是氧化还原工艺, 这一工艺方法到现在也没有得到实质性的突破, 在铜冶炼技术不断进步、富氧强化冶炼得到全面发展的当下, 已经有能力在熔炼和吹炼的过程当中, 将粗铜里除了硫以外的杂质元素消除出去, 而实践表明, 将硫从粗铜中脱离出去依然是大部分阳极炉精炼工序里的一项主要的作用, 对由闪速吹炼而产生的高硫粗铜自然也不例外。

2.2.2 无碳精炼工艺技术研究与应用

传统的氧化还原生产工艺的核心原理是先把硫与别的残渣做深氧化消除, 再利用碳氧还原剂把它还原除氧。要是粗铜的含硫量不到 0.05‰, 就说明达到了氧化的终点; 如果粗铜里的含氧量不高于 0.2%, 就表示达到了还原的终点。实践表明, 在没有添加熔剂的基础下, 阳极炉深氧化的实际脱杂效果并不理想, 尤其是在硫被降到不足 0.05‰ 时, 氧化脱硫的效率明显降低, 而且氧化时间变长, 期间通过的空气除了少量和硫及其他杂质产生反应以外, 大部分的氧都和铜发生反应后生成了氧化亚铜, 当硫被降到不足 0.005% 时, 铜液里的含氧量会高于 0.8%, 因此需要使用碳氢还原剂使氧含量下降到低于 0.2%。

3 高浓度二氧化硫转化制酸工艺技术

3.1 冶炼烟气制酸现状

一般常用的冶炼烟气制酸工艺在对烟气的净化处理环节中, 二氧化硫的浓度需低于 12%。富氧技术的高速发展, 富氧浓度在处理过程中被不断提高, 烟气中二氧化硫的浓度不断上升, 已经达到 20% 的标准。二氧化硫的浓度在经过余热回收和除尘以后, 已经可以达到 22% ~ 25%。

3.2 高浓度二氧化硫转化技术的研究与应用

以祥光铜业为例, 在高浓度二氧化硫转化工艺和传统工艺之间的主要经济指标中, 除了工业硫酸的浓度都被控制在 98% 以外, 其他方面都存在着较大的差异: 在祥光铜业所使用的高浓度二氧化硫转化工艺中, 年产量达到了 666.5 千 t; 转化最大的烟气流速为 13 万 m^3/h ; 其中二氧化硫的浓度为 16.71%; SO_2 转化率 ≥ 99.95 ; 尾气最大排放量为 103027 m^3/h , 尾气 SO_2 最大排放量为 30 kg/h ; 尾气排放最大浓度为 292 mg/m^3 ; 电耗为 63 kWh/t ; t 酸蒸汽回收量为 0.327 t。而在传统制酸工艺中, 工业硫酸浓度为 98%; 产量 (折 100% H_2SO_4) 为 666.2 kt/a ; 转化系统最大烟气流速高达 18 万 m^3/h ; 其中二氧化硫的浓度仅为 12%; SO_2 转化率 ≥ 99.80 ; 尾气最大排放量为 146513 m^3/h , 尾气 SO_2 最大排放量为 115 kg/h ; 尾气排放最大浓度为 785 mg/m^3 ;

电耗为 90kWh/t; t 酸蒸汽回收量为 0.22t。

从上述数据中可以看出,高浓度转化工艺相比传统的制酸工艺来说,不仅可以大量的节省投资,最主要的是能耗相关很大,高浓度转化工艺所需要的电耗相比传统制酸工艺少了 30%,这个数据可以很好的弥补闪速吹炼炉所产生的能耗,使双闪吹炼炉的整体效能可以保持在先进水平之列。

4 余热回收技术

4.1 铜冶炼余热回收的现状

在铜冶炼厂新建或者扩建的过程中,企业都希望可以更有效地回收熔烟气的余热,这过程当中所形成的蒸汽还可以用于发电亦或是其他用途。在整个冶炼烟气余热里,有差不多 10%可以归属于阳极炉烟气所产生的余热,而在一个完整的制酸系统所产生的余热当中,硫酸低温位余热的占比达到了 25%。由此可见,铜冶炼中的余热回收还有可开发的潜力。

4.2 热回收系统的研究与应用

采用热回收系统,可以将传统的热回收率从原来的 70%增加到超过 93%,如果将每吨酸所需要用的电量去除后,依然可以净得电量 350kWh。

4.3 阳极炉烟气余热回收技术的研究与应用

阳极炉烟气二次燃烧和余热锅炉的综合余热回收过程。二次燃烧室设置在余热锅炉的前面,空气从二次燃烧室吹入高温烟道气。燃烧后,未完全燃烧的一氧化碳,甲烷等在燃烧以后再进入到余热锅炉辐射室内。在对流段中

总共安装了六个压缩空气吹灰器,并且使用了一个更大的锅炉鼓来适应阳极炉的风量变化。锅炉的工作压力为 2.5MPa,采用自然的循环方法,蒸汽产量可以达到 6.8t/h。

4.4 高电流密度铜电解工艺技术

在铜电解的生产过程中,节约减排、降低生产成本的最主要的措施是提高电流的密度,是铜冶炼企业长久追求的目标。但到目前为止,电流密度的瓶颈依然存在,传统铜电解的电流密度一般为每平方米 220A~250A 之间,最高峰为每平方米 280A。而永久不锈钢阴极电解的电流密度一般是在每平方米 250A~300A,最高不高于每平方米 330A。

5 结语

铜冶炼加工工艺在借助十多年持续的发展与改进之后,如今相应的工艺都已经趋向成熟了。尽管闪速吹炼工艺在实施的环节中需要另外的专用设备来使冰铜最后达到粉碎的目的,但这些都能够帮助取消多项专用设备所减少的费用来弥补。如今世界各国对环境保护的要求也越来越高了,低碳铜冶炼工艺凭借其先进的、高程度的、节能的自动化技术装备等多项优点,成为低碳铜冶炼加工工艺的发展方向。

参考文献:

- [1] 周松林.低碳铜冶炼工艺技术研究与应用[J].重金属冶金, 2010,8(4):1-4.

作者简介:

柳海峰(1989-),男,山东省烟台人,本科,现有职称:助理工程师,研究方向:冶金工程。

(上接第 83 页)在试管中分别放置,观察沉降现象,受沉降影响,悬浮液上层处于澄清状态,需要对澄清体积变化进行观察。结果显示,对于偏钛酸而言,利用无机陶瓷膜洗涤分离,分散性较为良好。究其原因,与其他两种洗涤净化方式相比,利用陶瓷膜洗涤分离,偏钛酸与铁分离过程中,由于沉降、过滤,偏钛酸三次离子相交联,少量 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 从羟基进一步构成羟桥,在煅烧过程中,于二氧化钛品格中渗透,使产品受到影响。工业水洗后,偏钛酸还涉及到需要喷雾干燥、煅烧处理,因为其具有良好的分散性,可有效避免团聚问题,实现二氧化钛粉体分散性提升,使其应用领域得以拓展^[2]。

5 总结

本文借助硫酸法钛白粉生产工艺,完成微压水解,得到偏钛酸。以偏钛酸作为原材料,主要对其除铁技术进行分析,具体除铁方法包括离心洗涤分离、抽滤洗涤分离以及无机陶瓷膜洗涤分离,通过实验分析,对比三种分离方式的具体除铁效果。结果讨论如下:除铁效果分别与洗涤水用量、洗涤水 pH 值具有较为密切的关联,并且随着洗涤水用量逐渐增加的情况下,除铁效果得到显著改善,但当用水量达到 500mL 时,除铁效果改善幅度不大。为了改善除铁效果,建议未来将洗涤用水量设置为 700mL,确保除铁效果达到最佳。但不建议继续增加用水量,以免造成水资源浪费,增加成本,造成不必要的损失。同时,随着

洗涤水 pH 值上升,除铁效果也呈现逐渐上升趋势,并且还会形成三个平台,即 pH 值 1.5~4.1、5.8~9.1、4.5~6.5,完成 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 离子洗涤,为进一步改善除铁效果,要求相关工作人员应综合考虑多方面因素,将 pH 值分别控制在三个平台范围内,以免受到 pH 值影响,进而造成除铁效果受到影响。即通过合理管控 pH 值保障除铁率。

6 结论

综上所述,铁洗涤难度主要受到洗涤水剂量影响,如果洗涤水超过 500mL,铁洗涤难度增加,本文集中对比了三种除铁工艺,通过有效总结,发现无机陶瓷膜洗涤分离,效果更佳,可承受工作量较大,具有连续操作能力,分散性更优。同时,研究还发现,二氧化钛粉体铁含量与洗涤水 pH 值存在一定的相关性,即 pH 值升高,铁含量也随之更高。总体而言,无机陶瓷膜洗涤分离应用优势明显。

参考文献:

- [1] 王志明.粉煤灰酸法提取氧化铝过程除铁技术研究进展[J].化工管理,2020(27):112-113.
- [2] 李芬芳,龙海云,樊玉川.硫酸法钛白粉生产工艺中间体偏钛酸中除铁技术的研究[J].湖南有色金属,2018(04):42-44.

作者简介:

何树凤(1988-),女,山东龙口人,大专,助理工程师,化工工程方向。