

# 氧化铝生产方法简介及蒸发工序能耗分析

李军超

(国家电投集团山西铝业有限公司, 山西 原平 034100)

**摘要** 本文一是对氧化铝生产方法进行了详细介绍, 了解各类氧化铝生产方法的优缺点; 二是对蒸发工序进行了介绍, 对蒸发能耗进行了分析。据实验结果, 以往四效蒸发器的热效率很低, 出现这种情况是四效蒸发器外排的冷凝水以及乏汽消耗了大量热造成的, 目前根据工艺能耗大部分氧化铝厂均采用的是六效降膜蒸发器。

**关键词** 氧化铝生产方法 生产蒸发工序 能耗

中图分类号: TF6

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)08-0003-02

该文的主要目的是了解氧化铝的生产方法: 如何优化蒸发工序, 减少新蒸汽使用量及系统热损失, 降低成本, 从而不断提升能源的利用率。

## 1 研究背景及意义

随着社会现代化的进程逐渐加快, 能源短缺的情况也在不断恶化, 我国开始实行可持续发展战略, 并不断加大对能源的重视程度。铝合金是金属材料其中的一种, 由于其耐腐蚀强、光泽度高等优良性质, 被广泛应用到了工业的生产建设中, 从而持续推动着我国氧化铝生产工业的发展。氧化铝生产工业是国民经济的重要支柱之一, 对社会的发展起着至关重要的作用。我国每年的铝产量在国际上都名列前茅, 同时我国也是一个耗铝大国, 每年的铝消耗量是其他发达国家的一倍, 因此, 我国当前的国家能源政策首先把节能降耗排在了第一位, 节能降耗能够节约资源, 提升资源的利用率, 使我国的市场竞争力不断提高, 同时也能降低成本, 从而给企业带来巨大的经济效益。以上都能够说明氧化铝生产工业实行节能降耗政策的必要性。

## 2 氧化铝的生产方法

### 2.1 烧结法

烧结法最开始叫碳酸钠烧结法, 是由一名法国人提出的, 经过不断的发展和改良, 最终成为了现在的碱石灰烧结法。烧结法首先进行生料配置和烧结, 然后再将熟料进行溶出, 其次将粗液进行脱硅, 再进行碳酸化分解, 然后将氢氧化铝送去焙烧, 最后只需要蒸发完碳分母液就相当于完成了整个烧结法的过程。烧结法的基本原理主要涉及到了与化学方面有关的专业知识, 首先对铝土矿和适量的苏打以及石灰石进行高温烧结, 直到氧化铝和氧化铁与苏打进行化学反应生成铝酸钠和铁酸钠, 氧化硅和氧化钛与石灰进行化学反应生成不定量的硅酸钙和钛酸钙。然后再用水或者稀碱溶液进行溶出, 硅酸钙不与溶液产生反应因此会产生泥渣, 铁酸钠分解成为氢氧化钠和一水氧化铁沉淀, 得到的铝酸钠溶液通入足量的二氧化碳对其进行分解等相关操作, 最终会析出晶体得到氢氧化铝, 氢氧化铝在

经过高温焙烧后就会分解出所需要的氧化铝。还有一部分母液进行种子分解得到纯度较高的氧化铝。<sup>[1]</sup>烧结法的工序流程比较复杂, 并且总能耗很高, 但是使用烧结法处理一些低品位矿石往往能发挥出不错的作用效果, 包括对于一些二氧化硅含量较高的铝原料都在广泛的应用烧结法。根据最新的调查结果显示, 高硅铝土矿在我国总的铝矿石资源中占到了一个相当不错的比例, 因此, 烧结法还是具有很强的应用价值。

### 2.2 拜耳法

拜耳法是以奥地利化学家拜耳的名字来命名的, 在18世纪后期, 拜耳提出了拜耳法, 该方法适用于硅含量较低的铝土矿, 具有很强的实用性。在处理三水铝石型铝土矿时, 拜耳法能够大大降低成本, 有效提升企业的经济效益, 并且使用拜耳法的工作效率远超其他方法。当前世界上所有氧化铝和氢氧化铝的生产方法超过一半都是使用的拜耳法, 可见其应用范围之广。拜耳法主要有分解和溶出两个过程, 首先要将立盘产生的晶种氢氧化铝和精液混合进入分解首槽, 经过长时间的搅拌分解后, 铝酸钠溶液中的氧化铝就能够以氢氧化铝的状态不断析出, 并送往焙烧。同时立盘产生的分解母液蒸浓后, 继续参与溶出反应。分解过程和溶出过程连续不断的交替使用就可以处理一批接一批的铝土矿, 并提取出纯度较高的氢氧化铝。拜耳法的生产流程比较简单, 没有太多复杂的操作步骤, 并且其消耗的能量很低, 成本也不高, 虽然选用晶种来进行搅拌分解, 花费的时间很长, 但提取出来的氢氧化铝纯度更高, 杂质的含量也较低。

### 2.3 联合法

我国工业上生产氧化铝的方法主要有两种方法: 一种是烧结法, 另一种是拜耳法。两种方法各有其长处也各有其短处, 而联合法同时具备该两种方法的优点。在某些特定的情况下, 如果只使用拜耳法或者烧结法的其中一种来进行提取氧化铝的工作, 往往会由于方法自身的局限性而影响氧化铝的提取质量。联合法很好地解决了这一问题, 它适用于所有类型的铝土矿, 在保证铝土矿质量的前提下

还可以进一步提高提取氧化铝的效率,使铝土矿资源物尽其用,大大提升资源的利用率,从而不断地为企业增收效益。联合法共分为三种最基本的流程,分别是并联法、串联法以及混联法。并联法可以用来处理品位比较低的铝土矿,补碱由烧结法系统低价碳酸钠供应降低生产成本,使拜耳法免受有机物的影响,能够制取出质量更高的砂状氧化铝。缺点就是工艺流程繁多,并且循环碱量得到了大幅度的提升。串联法是将拜耳法和烧结法同时使用,优点是能够使氧化铝的回收率不断提升,缺点就是生产流程比较难以把控。在生产过程中,经常会出现烧结不成功的现象,并且硫酸钠不能够有效地去除。根据我国铝土矿的结构特点可知,我国大部分的铝土矿都是硅含量比较高但是铁含量比较低,成分含量也有很大的区别,为了有效提升氧化铝的质量以及纯度,我国经过长期的不懈奋斗,终于自主研发出了混联法。混联法具备了拜耳法和烧结法所有的优点,将两套提取系统融合在了一起,增强了整个生产流程的协调性和可控性。混联法具体的工艺流程如下,首先使用拜耳法对硅含量较低的铝土矿进行处理,进而得到赤泥和铝酸钠溶液,然后将得到的铝酸钠溶液进行净化以及分解,再将赤泥与硅含量较高的铝土矿混在一起全部烧结成熟料,最后再按照烧结法的操作流程进行相关的操作。使用混联法的优势,在处理硅含量较高的铝土矿时,先采用烧结法能够提升赤泥中氧化铝以及氧化钠的回收率,然后再将烧结法产生的一部分溶液输送到拜耳法中对其进行分解,该操作能够使拜耳法获取足够的碱,从而更好提升工作效率。因此可以看出,混联法主要的优点是对氧化铝的回收率较高,并且耗碱量也是最低的,其短板就是,流程比较繁多、耗能明显增多,并且成本也在不断提高。<sup>[1]</sup>由于混联法是由烧结法和拜耳法两种方法组成的,因此,如果在生产的过程中某个环节出现了纰漏,整个生产过程的进度都会受到影响。

以上三种生产方法均会用到蒸发,分解系统产出的分解母液送到蒸发系统进行蒸浓,得到较高浓度的循环母液参与下一次反应,进行循环利用。当然循环母液浓度较低时需加入液碱或碱粉进行调配。

### 3 氧化铝生产蒸发工序能耗状况

#### 3.1 我国氧化铝工业发展和能耗状况

在20世纪50年代中期,我国建立了第一个铝厂,时至今日我国的氧化铝工业建设已经取得了十分优异的成绩。进入21世纪以后,我国的多项科技成果取得了重大的突破,并不断刺激着氧化铝工业的发展。根据调查结果显示,我国氧化铝的年产量一直呈上升趋势,氧化铝厂不断扩张,但是忽略了热能的大量损失。近几年随着国家倡导循环经济,氧化铝厂能量回收越来越重要,例如焙烧炉和烧成窑烟气余热回收利用。蒸发工序是氧化铝生产中的重要环节,如何减少蒸发工序能耗损失显得更为重要。

#### 3.2 氧化铝生产蒸发工序原理

蒸发的基本原理是对溶液进行持续的加热直到溶液开始不断的沸腾,这时如果再对其加热,溶液中的溶剂就会不断蒸发,溶剂减少,溶液中的溶质浓度自然也就增多了。一般情况下,溶液中的溶剂都是具有挥发性的而溶质都是不易挥发的。氧化铝生产中,选用的溶剂都是水,铝酸钠溶液蒸发后冷凝成水或汽水对其进行回收利用。

#### 3.3 氧化铝生产蒸发工序介绍

目前氧化铝生产蒸发工序流程概述,原液除少部分直接送母液调配槽外,其余经过降膜加强制循环蒸发器进行蒸发浓缩后送往调配槽。蒸发原液在原液闪蒸器内进行闪蒸,闪蒸的二次汽用作五效的加热蒸汽,闪蒸后的蒸发原液经五效→六效后与四效→三效→二效→一效→一閃→强制循环蒸发器/二级闪蒸器的出料混合后出料。新蒸汽由电厂提供压力约0.6MPa,温度约160℃。蒸汽从一效到六效充分利用,通过循环水带走乏汽和热量。

#### 3.4 氧化铝蒸发工序耗能分析

蒸发工序是氧化铝生产过程中的重要环节,具有不可替代的作用。综合以上,在蒸发过程中,因铝酸钠溶液沸点、真空度、蒸发器换热效率等因素的影响往往制约着蒸水量并伴随能量的损失。<sup>[2]</sup>蒸发工序同时还具有除杂的作用效果,在生产过程中会出现许多杂质进而增加能耗,蒸发工序可以有效去除杂质,进一步提高氧化铝生产质量,并降低能耗。其他主要的能耗损失包括对热能的利用率低、进料不稳定、保温效果差以及蒸发原液的温度难以控制。以上问题都是增加能耗的主要原因,可以针对以上原因,实行相关的策略,一定可以降低氧化铝生产过程中蒸发工序的耗能。

### 4 结语

建设氧化铝工业对我国经济的发展发挥着关键的作用,因此需要不断对氧化铝生产方法进行研究优化;加大对氧化铝生产蒸发工序能耗的重视程度,确保节能降耗工作有序地推进;持续探索降低氧化铝生产能耗的有效方法,以促进我国氧化铝产业不断的发展。

#### 参考文献:

- [1] 刘子意,黄芳,刘学金,路坊海,金会心,徐春,陈玉道,龙文杰,马海珠.氧化铝生产高压溶出及蒸发工序结疤物质的矿物学特征及形成机理[J].有色金属(冶炼部分),2020(04):30-36.
- [2] 毛鹏.氧化铝蒸发工序能耗分析及节能措施[J].有色冶金节能,2019,35(04):18-22.
- [3] 茹文涛,张军.拜耳法氧化铝蒸发工序的智能制造方案探讨[J].世界有色金属,2019(02):4-6.