

# 浅析拜尔法种分分解率提高措施

## Analysis on the Measures to Improve the Decomposition Rate of Bayer Process

李宏伟

Hongwei Li

国家电投山西铝业有限公司 中国·山西 原平 034100

State Power Investment Shanxi Aluminum Co., Ltd., Yuanping, Shanxi, 034100, China

**摘要:** 在氧化铝生产过程中,分解率越高则意味着每一个循环过程中氧化铝产量越高,每一个循环过程中氧化铝产量越高,则对降低生产成本、提高产品质量和经济效益具有重要意义。影响分解率的因素有很多,论文重点对分解降温及改进措施进行阐述。

**Abstract:** In the process of alumina production, the higher the decomposition rate means that the higher the alumina yield in each cycle process, the higher the alumina production in each cycle process is of great significance to reduce the production cost and improve the product quality and economic benefits. There are many factors affecting the decomposition rate, and the paper focuses on the decomposition of cooling and improvement measures.

**关键词:** 氧化铝;拜尔法;分解率;种分温度;产量

**Keywords:** alumina; Bayer method; decomposition rate; seed and division temperature; yield

**DOI:** 10.12346/etr.v4i6.6231

## 1 引言

伴随着中国科学技术的进步和经济水平的发展,在目前的生产、生活过程中,氧化铝的用途变得非常广泛,所以加强氧化铝生产工艺的研究就相当重要。然而,氧化铝的生产工艺相对复杂,影响因素较多,各个生产工序及环节的好坏会直接影响最终的产能、质量和成本的消耗。只有对其影响的相关因素进行深入分析和合理控制,才能保证最终效益最大化。

## 2 背景及现状

中国某氧化铝厂,生产系统提产改造后,高压溶出进料量达到 520m<sup>3</sup>/h 以上,但精液降温能力因进料量增加及粗液合流后难以保证种分首槽温度的精确控制。根据技术月报及现场统计,平均首槽温度 63.58℃,末槽温度为 55.3℃,平均种分分解率为 48.62%。以上状况满足不了种分分解率的指标控制要求。

该厂精液降温当时采用板式换热器,共有三组,每组的

前两级为精液与种分母液进行换热,第三级为精液与循环水进行换热,以保证种分分解温度的精确控制。板式换热器系统存在问题较多,主要表现在以下几方面:板式换热器通过能力较差,每组设计最大通过能力为 800m<sup>3</sup>/h,开二备一。该厂当前采用“创新串联法”粗液全合流生产工艺,其产生的粗液全部汇至拜尔法高压溶出稀释槽,由此精液产出总量增大,相应地精液量由原来的 1200m<sup>3</sup>/h 增加到 1400m<sup>3</sup>/h 左右。为保证液量的正常通过,生产组织上经常采用现有三个组板式换热器全运行的方式,这样造成的后果是:一是板式换热器没有备用设备,碱洗、酸洗、清理和倒组等工作不能按计划周期进行,给生产带来极大隐患。

二是板式的降温效果得不到保证,满足不了砂状氧化铝工艺上种分首槽温度的控制要求,也对分解率产生负面影响。分解车间的中间降温采用宽流道板式换热器,其运行效果直接关系到种分降温梯度的合理分布,是影响砂状粒度指标和种分分解率的关键设备。宽流道板式换热器自投产以来,已发生多次设备泄漏事故。对板片两头处的泄漏,一般

【作者简介】李宏伟(1986-),本科,从事冶金工程研究。

采用补焊的方式来修理,但对板片中间部分的泄漏,因无法补焊只能采用封流道的措施,由此减少了换热面积而影响换热效果,特别是在夏天,最差时首末槽温差只有 $5^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ ,这种状况不能满足中间降温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的降温梯度的要求。另外由于板片内部泄漏,使铝酸钠溶液进入到循环水系统,造成氧化铝和碱的浪费,同时堵塞宽流道板式换热器。因此需对精液降温 and 种分中间降温两个生产薄弱环节进行更新改造,满足当前“创新串联法”粗液全合流工艺的需要,以及下一步提高高压溶出进料量的需求,从而达到种分系统分解率提高的目的。

### 3 拜尔法种分原理和生产工艺流程

#### 3.1 拜尔法种分原理

拜尔法种分的过程也就是铝酸钠溶液晶种分解的过程。晶种分解是指在过饱和的铝酸钠溶液中添加晶种、降温并不断搅拌分解析出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 过程。其反应式如下:

搅拌、降温



分解车间种分分解是在平底型机械搅拌槽中进行的。铝酸钠精制溶液在种分槽中在加一定晶种的条件下,经过降温和停留一定时间,溶液稳定性遭到破坏,发生分解反应。同时加入一定量的氢氧化铝作晶核(种子),促进了分解过程的进行。因为铝酸钠溶液与氢氧化铝晶体之间的界面张力比较大( $\sigma=1250$ 达因厘米),分解过程实际上不能提供这么大的表面能,即氢氧化铝是很难自发成核的,只有加入现成的晶种,才能克服不能自发生成氢氧化铝晶核的困难,使氢氧化铝结晶析出。铝酸钠溶液晶种分解的过程极为复杂,其中包括:

- ①次生晶核的形成;
- ②氢氧化铝晶粒的破裂与磨蚀;
- ③氢氧化铝晶体的长大;
- ④氢氧化铝晶粒的附聚。

#### 3.2 影响晶种分解过程的主要因素

该企业目前主要采用国产铝石为原料的工厂,主要采用中等 $N_t$ 浓度、低苛性比值,产品旋流分级的方法获得砂状氧化铝。在种分分解过程中,为了使氢氧化铝更快地从溶液中结晶析出,要求溶液具有较大的过饱和度,即较低稳定性,凡使溶液稳定性降低的因素,都会使分解速度加快。影响分解过程的主要因素有:

- ①分解温度及降温梯度;
- ②铝酸钠溶液的浓度和苛性比值;
- ③晶种数量和质量;
- ④分解时间及母液苛性比值;
- ⑤搅拌的强度;
- ⑥杂质。

#### 3.3 晶种分解流程

分解工序是拜尔法生产的关键工序之一,担负着将叶滤送来经板式降温精液进行加种子分解的任务。精液送到立盘过滤机冲滤饼后经精种泵进入种分槽分料箱,分配到I、II步种分首槽,经过约45小时以上的分解后,产出的合格浆液由末槽自压出料到立盘过滤机进行液固分离,滤饼作为种子回头加入种分槽,滤液经板式升温后送蒸发;另有部分浆液经分级机分级后,粗粒氢氧化铝送焙烧炉出成品,溢流返回分解槽。每组种分槽从各有5台宽流道板式换热器对料浆进行中间降温。由以上分析得知,在生产条件和工艺流程确定的条件下,只有确保分解条件的稳定,才能保证种分分解率的提高。

### 4 降温设备改造的必要性及可行性

#### 4.1 降温设备改造的必要性

种分温度是拜尔法种子分解生产氧化铝最重要的参数,不仅关系到砂状氧化铝的粒度质量指标,也关系到种分分解率产出指标。因此种分槽温度必须要控制在合理的要求范围之内。分解车间的中间降温采用宽流道板式换热器,其运行效果直接关系到种分降温梯度的合理分布,是影响砂状粒度指标和种分分解率的关键设备。

#### 4.2 降温设备改造的可行性

①在现有板式降温厂房西侧预留空地建一组板式(二级料板式,一级水板式),通过能力为 $800\text{m}^3/\text{h}$ ,并配套增加一台精液泵及一条精液管和一条种分母液管。一是确保当前粗液合流生产工艺的要求,以及下一步高压溶出进料量时的液量通过;二是保证精液降温对板式换热器的换热要求,确保种分首槽温度控制在砂状氧化铝工艺要求的范围之内;三是为板式换热器的碱洗、酸洗、检修等工作按计划周期进行提供保障。

②因每台宽流道板式换热器是独立运行,更换时隔离作业,不会对其他宽板产生影响。因此对I、II步4#、8#宽流道板式换热器进行整体更换,在技术上和施工上是完全可行的,并且可以确保首末槽温差,特别是在夏季达到 $10^{\circ}\text{C}$ 以上的降温要求,保持合理的中间降温梯度,为砂状氧化铝粒度指标和种分分解率的完成提供可靠的保障。

### 5 分解率提高的当前措施

该氧化铝厂依据实际情况和结合专家组意见并认真讨论后,确定本次分解率提高的改造的主要内容如下。

种子分解工序:

种子分解工序的中间降温采用宽流道板式换热器。为确保首末槽温差,特别是在夏季达到 $10^{\circ}\text{C}$ 以上的降温要求,保持合理的中间降温梯度,将4#、8#宽流道板式换热器进行整体更换,同时在I、II步3#槽增加宽流道板式换热器,

快速降温、提高换热效率,为砂状氧化铝粒度指标和种分分解率的完成提供可靠的保障。宽流道板式换热器是每台独立运行,更换时隔离作业,不会对其他宽板产生影响。将新购置的宽流道板式换热器现场就位后,再进行管道流程的合叉。宽通道焊接式板式换热器设备选型在全国范围内进行公开招标,最终确定采用某设备有限责任公司生产的LHKD0.8/100—530—W型换热器,换热面积为530m<sup>2</sup>,这种板式换热器与同类型的国产板式换热器相比有以下优点:

①传热效率高,压力损失小。与其他换热器相同,宽流道板式换热器也设有热流体的介质流道和冷流体的介质流道。但是,其只有冷流体侧在板片间形成一种有触点的介质流道,供循环水通过,而热流体侧在板组间形成无触点的介质通道,保证含有固体颗粒的氢氧化铝浆液顺利通过,因此压力损失小,流体分布均匀;

②传热系数高。在处理同一种物料的情况下,宽流道板式换热器的传热系数高出其他换热器200W/(m·K);

③安装清理检修方便。宽流道板式换热器采用碱液定期清洗,可维持较高运转率,不需拆卸设备;

④宽流道板式换热器的板片材质选用:SM0254。SM0254是一种高合的奥氏体不锈钢材料,含钼量高,耐腐蚀性能好。

## 6 降温设备改造后的效果及经济效益分析

①更换4台、增加2台宽流道板式换热器后,可满足中间降温的需要,保证首末槽温差 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的工艺要求,保证砂状粒度指标 $-45\text{m}\leq 17\%$ 和种分分解率 $\geq 50\%$ 指标的完成。

②经济效益:

高压溶出运转率按95%,项目实施后,确保全年高压溶出单系列进料量为530m<sup>3</sup>/h,矿浆折合比按9.8m<sup>3</sup>矿浆/tAO,则每年多产氧化(530-500) $\times 2 \times 365 \times 24 \times 95\% / 9.8 = 5.1$ 万吨。

## 7 结语

综上所述,本项目经过全面实施完成后,整体效果良好。中间降温改造完成后,确保首末槽温差,特别是在夏季达到10 $^{\circ}\text{C}$ 以上的降温要求,保持合理的中间降温梯度,种分分解率平均可提1.8%。

## 参考文献

- [1] 内部资料.生产运行部年报[Z].
- [2] 梅剑珊.氧化铝生产工艺[Z].
- [3] 郭万里.氧化铝制取工[M].太原:山西人民出版社,2006.
- [4] 内部资料.某氧化铝厂分解车间近3年内技术月报及统计数据[Z].