

# “三低一优”技术在210KA系列电解槽上的应用

李 辉

甘肃华鹭铝业有限公司 甘肃 白银 730900

**摘要:** 本文以节能降耗为中心, 浅析了通过技术工艺调整对节能降耗的促进作用和必要性。分析了降低氧化铝浓度对降低炉底沉淀的促进作用, 分析了通过适当添加氟化铝, 改变电解质成分, 降低分子比的方法, 随着分子比的适当降低, 提高了电解质导电率, 提高了氧化铝在电解质中的溶解速度, 降低了铝的二次损失, 为提高铝产量, 提供了基础。

**关键词:** 分子比; 氧化铝浓度; 效应系数; 优化电压; 节能

引言: 适当的优化电压, 优化电解质温度和两水平, 更加促进了氧化铝的及时电解, 提高了电效, 最后明确了严格现场管理和严抓现场各项基础作业是铝电解高效平稳运行的基础和根本保证, 通过这四项工艺提升, 为降低效应系数、降低直流电单耗提供了可靠保证。

## 1 铝电解生产工艺概况和现状

随着铝工业的不断发展, 三低一优技术是铝电解增效降耗的较好途径, 三低一优技术具有较多优点, 电解槽电流效率高、电耗降低, 二次反应损失减少等优点。但因为三低一优技术要求氧化铝浓度和分子比控制比较精准, 也就存在现场不易操作和控制, 运行波动较大的问题, 为了进一步确保铝电解生产安全平稳高效运行, 寻求铝电解技术条件的持续优化和提升, 从理论联系生产实践出发, 进行了思考和分析并采取了以下措施<sup>[1]</sup>。

## 2 铝电解技术工艺改进的必要性和具体措施:

### 2.1 优化电压的必要性和优化措施:

预焙阳极铝电解生产过程中, 原铝直流电单耗是考核和评价生产经营管理主要的技术经济指标之一。决定吨铝直流电单耗的两个因素是槽平均电压和电流效率。提高电流效率、提高产量能大幅降低电耗是大家所共知的。在此基础上, 持续的优化电压就极为关键。槽平均电压共有七个部分组成:  $V_{\text{平均}} = E_{\text{极化}} + V_{\text{阴极}} + V_{\text{阳极}} + V_{\text{质}} + V_{\text{母线}} + V_{\text{效应}} + V_{\text{线路}}$ , 在电解过程中, 电解质压降、阳极压降、都有较大的压缩性。一般来说降低平均电压的途径有以下几种方法:

2.1.1 降低阳极碳块的压降, 采用高品质阳极, 比电阻要小于65欧姆为佳

2.1.2 降低铝母线压接面的压降, 提高光洁度。

2.1.3 降低阳极导杆和平衡母线的卡具压降, 从早期的平均压降45—50mv, 通过清洗、打磨阳极导杆和大母线, 以及平时的测量, 紧固, 现在这一块压降一降为15—20mv, 效果比较明显。

2.1.4 降低阴极母线软连接的压降, 提高焊接质量

2.1.5 提高阴极质量, 采用半石墨化阴极, 可降低炉底压降, 同时认真做好电解槽的焙烧和启动工作, 启动初期做到高温, 高分子比, 长时间的效应启动, 确保电解质和炉底干净, 氧化铝浓度低是降低炉底压降的关键

2.1.6 提高换阳极质量, 降低氧化铝的浓度, 降低炉底沉淀的生成

2.1.7 减少阳极效应, 降低效应电压。

2.1.8 提高电解质的电性, 需要合适的添加剂在平均电压的各个组成部分中, 电解质电压降占的比重很大, 所以在生产中采取必要的措施来提高电解质的导电率, 达到降低电耗是非常必要的, 我们采取的主要措施有: 保持好合理的电解质温度(930—950℃); 尽可能的降低分子比; 控制好氧化铝浓度(2—4%); 勤捞碳渣。

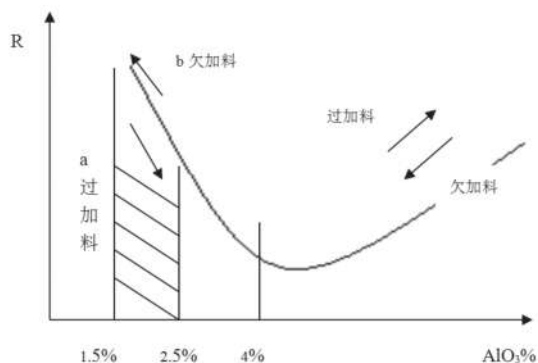
2.1.9 从电压的优化和管理上面也看出了, 降低氧化铝浓度, 降低效应系数和改善电解质成分, 降低分子比对节能降耗的重要性和必然性。

## 2.2 降低氧化铝浓度的控制原理和措施

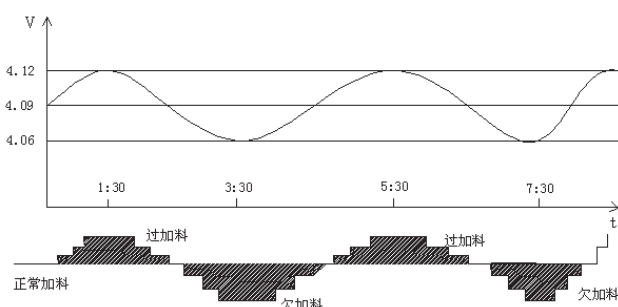
$\text{AlO}_3$ 浓度智能寻迹控制技术, 在基本控制原理上和以前的自适应控制技术基本相同, 也是通过对槽电阻的变化来判断其浓度的高低, 继而对下料间隔进行不间断调整。在生产实践中, 由于氧化铝浓度不能在线检测, 通常情况下, 可根据槽电压的寻迹运行情况, 判断电阻的高低, 再根据电阻的高低, 进行加料量的适时调整, 一般设置欠过料限制电压(通常是30mv)来切换料量, 始终把 $\text{AlO}_3$ 浓度智能寻迹控制在目标范围以内。大量研究表明, 槽内 $\text{AlO}_3$ 浓度和槽电阻之间存在一种特定的非

**通讯作者:** 李辉, 1975年3月 汉族 男 甘肃庆阳宁县人 现就职于甘肃华鹭铝业有限公司 主任 工程师 本科 研究方向: 铝电解及碳素。

线性相关，其关系可以用 $\text{AlO}_3$ 特征电阻曲线加以表示：



从图中可以看出：由于低浓度区电阻斜率较大，易于计算机识别，加之在低浓度区产生的沉淀较少，炉底洁净，所以控制浓度在2%至4%之间。当槽电阻增大时，电压就会开高，表明浓度偏低，这时NB就会继续缩短，当槽电阻变小时，电压就会降低，这时NB会拉长，如果电压继续走低，NB就会做更大拉长调整，这样通过欠过加料的不断调整，使电压靠近在设定电压附近。在控制电压的电脑曲线上，可以清楚地看到，对于一个工艺技术条件调整合适的电解槽，其电压曲线走势是非常平滑的。通过电压和氧化铝加料曲线，适时的调整加料间隔，下图就是电解生产上的电压和氧化铝加料曲线寻迹控制关系：



氧化铝浓度控制的原则是：工艺技术条件是基础，操作质量是保证，如果技术条件调整不合理，作业质量不高，精细化程度不够，任何先进的控制技术也发挥不了应有的作用，所以在工艺技术条件的调整上，尽最大可能调整电解槽运行在良好状态，狠抓作业质量，提高操作水平。过多的人工干预，不一定能取得高效，应养成多看多分析少动的习惯，一切以科学规范管理为核心，坚决禁止自以为是和经验主义的做法。在实际的加料操作中，槽子不吃料，就是槽内氧化铝浓度偏高，可适当延长加料间隔，降低槽内氧化铝的浓度，减少沉淀生成，如果料量合适，打击头不堵来效应，可适当缩短加料间隔<sup>[2]</sup>

### 2.3 降低分子比的必要性和措施

与此同时，用于改善电解质性能的 $\text{AlF}_3$ 、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{MgF}_2$ 等诸种添加剂也在生产中不断地得到应用，使得电解质成分不断改善，由于国内氧化铝中含有锂元素，经过长期的摸索，实践发现我公司电解质体系分子比在2.4-2.6的时候，可以使得2-4%的氧化铝充分溶解，温度也可保持在930-950之间，电解质黏度，比重，导电率都很好，电解质和铝水分层良好，减少了铝损失，适当的分子比和温度，提高了电解质导电率，提高了氧化铝在电解质中的溶解速度，降低了铝的二次损失，提高了铝产量、能源消耗得到进一步的降低<sup>[3]</sup>。

铝电解生产启动初期，为了确保高温启动，形成规整的炉膛，耐高温冲击的炉邦，一般在启动初期都要在电解槽侧部碳块大面处加入需补充一定量的钠盐，使得电解质分子比较高在2.8-3.0左右，据统计210KA电解槽在此阶段补充 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 量大约为1.5T左右，启动后出于建立炉膛的考虑，电解质要保持较高的分子比，装炉时用于提升电解质分子比的钠盐由于在焙烧过程中已被内衬材料大量吸收，分子比有所降低，通常启动初期电解质水平在30cm以上，铝液水平在12cm左右，一般20天左右后两水平将趋于正常。正常后，一般在30-45天左右的时候，开始定量添加氟化铝，添加量在25-45公斤/天之间，具体添加量要根据分子比，槽温，和电解质状况，炉子现场状况综合评判进行调整。提高氟化铝的添加量的参考标准是：

①分子比超过2.65；②槽温高于948；③电解质黏度增大，电解质易喷；④氧化铝进料处打击头易堵，且不好处理，壳面硬；⑤炉膛缩小，电解质降低的时候

降低氟化铝的添加量的参考标准是：

①分子比低于2.45；②槽温低于928；③电解槽摆电压时；④电解槽大面和壳面酥软，化炉邦的时候；⑤炉膛增大，铝水平突然降低电解质升高时

通过多年生产总结出：最好将电解质的分子比控制在2.3-2.6。适时调整NB间隔、分子比降低可以减少碳的消耗量，降低铝在溶液中的溶解损失，同时降低电解质初晶温度，为保持8~15℃的过热度，降低槽温提供了有力保障。

### 2.4 降低电解温度的必要性和措施

在正常的铝电解生产过程中，电解温度是电解铝生产中一个十分重要的技术条件，降低电解温度还可提高电流效率，工业实践表明，温度每降低10℃，效率将增加近1%。此外，低温电解将延长槽寿命，这也从另一方面节约了大量的能耗。低温电解是一种重要的节能途

径.但低温、低分子比的负面作用是,容易产生沉淀,而沉淀又不容易溶解,造成伸腿过长,造成槽电压不稳,铝水摆动大,因此降低分子比和温度,这项工作不能急功近利,要循序渐进地开展<sup>[4]</sup>。

我厂采用添加氟化铝来降低电解质的初晶温度,加1%的氟化铝,大约可以降低初晶温度5℃,但是电解质温度也不宜过低,不能低于930度,具体采取以下措施,降低温度的措施(高于950度):

2.4.1 适当增加氟化铝,不要一次性增加的过多,防止过热度增大,化炉邦,一般提高5-10公斤/天

2.4.2 测槽子阳极电流分布,过大的,高于平均值1.6以上的,有可能阳极长包,一般来说我公司 阳极电流分布大于2.8的就有可能长包,长包造成电解槽阳极和阴极短路,局部过热,温度升高

2.4.3 槽子碳渣增多,电解质脏,也会造成温度升高,要及时打捞炭渣

2.4.4 电解槽中总量不够,电解质和铝水平都低,效应增多,也会导致温度上升,这种情况最为危险,长时间的效应,会烧损炉邦,造成漏槽事故,要积极补充电解质,提高电压,确保电解质溶化,适当减少出铝,提高热稳定性。

#### 2.5 降低效应系数的措施和必要性:

效应系数是反映炉子整体运行状况的重要参数,效应越多,效应系数越高.一般来说.7-10天来一个效应,效应时间为3分钟为正常,而效应越多说明电解槽物料和能量都不平衡,尤其效应过多,且不好熄灭效应的电解槽,要高度关注,很多病槽,漏槽就是发生在效应多的电解槽上.以前公司效应系数是0.18—0.30次/槽.日,通过上部结构的改造,以及三低一优工艺的实施,加强设备

的巡视,检查和维修,减少打击头堵塞的时间,使效应系数降为0.08-0.15次/槽.日.尤其是我们还采取利用换位认真处理打击头下的氧化铝沉淀,减少了堵料现象的发生,促进了氧化铝的融解,降低了效应系数<sup>[5]</sup>。

#### 3 技术优化后的生产情况分析和业绩汇总

自开始进行三低一优技术优化和强化基础作业管理措施以来,电解槽的稳定性大幅度增强,直流电单耗、槽平均电压、炉底压降(平均385mv)效应系数都大幅度降低.电压降低了0.075V,电解槽实际平均工作电压降为4.093V,电效93.21%,提高了1.1%,直流电单耗降低了390 KW.H/t.AL。

结语:电解铝生产要想取得好的技术指标,是非常有难度的,在这个过程中,降低分子比,降低氧化铝浓度,降低电解质温度,保证适当的过热度,调整和控制好电解质和铝水平,是技术工艺优化提升的必由之路.再次基础上,通过一系列的改造和严抓各项基础作业,才能最终达到节能降耗的目的。

#### 参考文献:

- [1]邱竹贤.铝电解原理与应用(第一版)[M]徐州:中国矿业大学出版社,1998
- [2]姚广春.冶金炭素材料性能及生产工艺 第一版[M]北京:冶金工业出版社,1992
- [3]高子忠,田宝君,叶绍龙,金属冶金学[M].北京:冶金工业出版社,1990.
- [4]邱竹贤.铝电解质初晶点数据与低温电解[J].轻金属,2003(3).(37-38)
- [5]周铁托,洪建中,殷恩生,潘玉星,刘永刚.铝电解低分子比控制过程中若干技术问题探讨[J].轻金属,1997(10).(38-42)