

# 电解铝生产工艺的优化分析

刘 玥 孙 鑫

内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司 内蒙古自治区 通辽 029200

**摘 要:** 针对当前电解铝能耗高的现状,对电解铝生产工艺进行了优化分析,优化从工艺优化开始。在工艺改进后,通过分级控制优化平均电压,并调整工艺操作参数,以提高电流效率,解决高铝工作的影响。它降低了辅助设备的能耗,以完成生产过程的整体优化。

**关键词:** 电解铝; 生产工艺; 电耗; 优化

## 引言

电解铝生产过程的优化在工业的创新和发展阶段备受关注,但往往会遇到技术问题。电解铝生产的主要影响因素是高能耗。在优化其生产工艺同时,还需要注意铝电解中电压的稳定性,避免电解温度过高从而影响产品质量。管理和控制的重点应放在电解铝生产过程的控制阶段,要求员工全面了解常规问题和影响因素,有效解决实际管控过程中的具体问题,实现预期发展目标。

## 1 电解铝生产原理

根据定义,电解铝生产企业是指通过电解技术生产铝原料的企业。科技的发展改变了这个行业的许多技术,现代铝电解工艺一般选用冰晶石-氧化铝融盐电解法。电解阳极材料是普通的碳体,阴极材料是液态铝。所谓电解是在一定温度下电解槽的两个电极上发生强电流的化学反应。通过这种反应,得到铝原料。电解反应所消耗的能量可以用固定公式计算:  $Q = 2.980V/\eta$

类型:  $Q$ 代表消耗掉的电能(kwh/t-AL);  $V$ 为电压值大小(V);  $\eta$ 为通过电槽的电流效率(%)。无论常数参数如何,公式表明,在一定条件下,如果电压值小于电流效率较高,耗电量越小,节能效果越大。这个规律也可以从用电量比较表中得到。分析发现,铝电解液节能技术既可以在降低电压方面进行创新,也可以提高电流效率<sup>[1]</sup>。

## 2 我国电解铝生产现状分析

高能耗是我国电解铝工业发展中普遍存在的问题。这个问题在没有资金的小企业中尤为重要。生产一吨铝通常需要大量电力。同时,一些企业在优化技术的过程中遇到了明显的困难,难以降低能耗,保证产品质量,满足相关标准的要求。一些企业在实践中提供了加强电流的方法,有效地解决了电压不足的问题,但很难达到预期的效果,因为电源系统的效率不能满足相关要求。事实上,由于电压降将导致同步电流效率下降,我们需

要处理两者之间的关系,并注意两者之间的平衡,但平衡状态的实现必须由复杂的数字建模支持,因此很难实现。此外,一些企业试图通过加强管理来优化生产过程,并取得了一些成果,但没有取得根本突破。目前,我国电解铝企业在技术和技术研发方面投入较少,整体能耗没有得到有效优化<sup>[2]</sup>。

## 3 电解铝生产实践中存在的主要问题

### 3.1 安全问题

电解铝的生产需要不断地提供大量的电能,而电解槽具有较高的工作功率和较大的能耗。在实践中,通常不可能长时间保持电源连续性,当电解液、高能设备波动时,整个电网的安全将受到显著的负面影响。由于电解槽是一种带电设备,在运行过程中必须与地面隔离,不能接地或出现“零偏差”,否则会增加安全风险,危及员工人身安全。在制造实践中,当使用铁工具时,员工很容易接触到电解槽,从而导致出现点火现象。此外,在使用电解槽时,铝电解的工作环境温度高于900℃,容易引起燃烧事故。

### 3.2 低电流效率

在“碳达峰、碳中和”的国家战略目标下,推动电解铝行业持续提升能源利用效率、降低碳排放强度,国家对电解铝企业采取了阶梯电价等相关政策。在此背景下,考虑到电价因素,为了节约经济成本,实现电解铝行业绿色、低碳、循环发展,许多铝电解企业在生产过程中通常选择低压技术。由于电解槽设计不合理、槽型不当、工艺不合格、所用原料质量差、操作质量差等因素,电解槽的整体效率降低,随着其使用寿命的增长,槽底状况将逐渐恶化,阴极将严重磨损,石墨的抗侵蚀性将降低,安全风险将进一步提高,这不利于生产活动的发展。

### 3.3 生产成本

由于电解铝的生产必须消耗电力,大多数企业通常决

定建造自己的发电厂来提供电力。同时,电解铝企业通常选择在电价较低的地区建设。此外,一些企业利用当地煤矿建立生产链。然而,目前在实践中仍然存在许多成本因素,由于工艺没有优化,很难有效控制生产成本<sup>[3]</sup>。

## 4 电解铝生产工艺的优化分析

### 4.1 过程优化

作为一个高能耗工业,电解铝工业生产工艺的优化应从加工工艺的优化入手。电解质铝生产过程中的能耗主要是恒流等辅助过程,直流占总能耗的95%左右。根据现代电解铝生产技术,直流电消耗量受到触电槽效率与电流干扰,其平均电流与直流流量成正比。直流电消耗对电流没有直接影响。电解铝生产要达到良好的技术指标,不能直接减少直流消耗。为了优化生产过程,必须保证电解过程中槽体的规律性和稳定性。目前,60kA侧插自焙铝电解槽主要采用边部加工方式。由于给料机方法的限制,这种方法不仅会导致局部沉积物,而且会导致电解槽电流的耗尽,因为它无法抵消空气出口。因此,采用半压缩槽体处理技术填补上口空隙,保证了相对规则和稳定的槽体。半导体外壳的主要加工方法是沿槽板添加5厘米乘5厘米的加工边缘,用压壳工具沿阳极边缘加压,尽可能保持较大的压制面积,使其与电解质充分接触,并用新型氧化铝覆盖外壳表面。这个过程不允许其他电解质进入。这一加工阶段与电解质的其他元素一起形成槽的新侧面,可以起到一定的贮存作用,有助于电解质熔化槽的侧面,并在一定程度上抵消氧化铝的反应。基于电解质的熔融性质,半压体在加工时在熔融氧化铝表面形成壳体表面,从根本上解决了氧化铝熔融能力差的问题。通过保持电解槽的稳态和优化铝的电解加工工艺,解决电解质不能熔化壳面造成槽体畸形问题。

### 4.2 可控电压稳定性

由于在电解质铝生产过程中,电压稳定性是影响工艺质量的主要因素之一,因此在其生产模型优化阶段,需要对影响因素进行综合分析,理顺主要原因。其中,电压稳定性分为电压和母线电压。在生产过程中,必须考虑整个生产工作中的应力水平,并准备工作以建立完善的应力体系,而不是以单应力形式生产。目的对生产过程中的应力进行分阶段处理,有效缓解各环节的功率压力。具体来说,压力均值法旨在调节应力作用时间,为区间和作用系数的弱化提供基本条件。同时,它还可以有效地处理影响母线电压的电压,保证电解槽结构的稳定性,从接触面压力逐渐切换到输入点,控制端子位置、母线柱、缝隙挡板短交点等,使电压始终低于10MV<sup>[4]</sup>。

### 4.3 提高电流效率

提高电流效率的方法主要包括校正一般参数、质量控制和工艺改进、人工腿伸展的尺寸控制,通过正交试验优化电解质工艺参数,并使用具有良好生产性能的铝和阳极材料,这也是提高电流效率的重要手段。在实践中,我们可以智能控制电解槽的温度,对多个影响因素进行组合研究,使用单因素方法,研究影响电解液温度的关键因素,重点控制关键因素,确保分子比和超微粒在合理范围内。如果电解液温度过高,分子比可以控制在下限附近,相反,如果电解液温度过低,应注意保持分子比接近上限。此外,有必要根据电解槽冷热冲程的总体变化趋势来确定添加的氟盐量,保持分子比的稳定,并始终保持在合理范围内,避免波动过频繁或异常波动。除了技术手段外,管理手段也是提高电流效率的重要途径。推动电解铝生产活动向标准化、标准化方向发展,提高整体管理水平,企业可以有效减少人为主观因素对当前效率的负面影响,达到提高生产效率的目的。

### 4.4 着重加强电解槽的保温效果

使用低压节能技术将减少电解槽运行期间的热源,以保持稳定的温度环境,这对电解槽的绝缘技术提出了一定的要求,有必要寻找提高电解槽绝缘效果的方法。可以采取很多措施,最好是增加阳极反应段的材料厚度,调节烟气流量,目标开口的布置,以散热并确保电解槽结构保持不变。如果采取上述措施后,温度仍有下降趋势且无法保持稳定,则需要增加电流强度,提供能量并保持节能,使温度保持在一定范围内。电解槽内部结构也是低压节能技术的关键之一。电解槽的结构会影响热量的分布,并会对电解液的反应产生一定的影响。因此,应合理优化电解槽内部结构。

### 4.5 对生产余热充分利用

在电解铝生产过程中,残余电极被吸入电解槽,附着在残余电极上的氧化铝和炭渣携带大量余热,而电解槽本身也含有大量的余热,因此,为了节约能源,不要浪费余热,电解槽的余热可在电解槽中用于预热和烘焙电解,使阳极的电解质块提前进入工作状态。此外,当预热后将电解质块添加到电解槽中时,一方面,它很容易融化到液体电解质中,并且液体电解质在电解槽中沉淀的概率将显著降低,它一方面可以保证电解槽生产过程的稳定性,另一方面,将大大有助于节约能源,降低电解铝过程中的消耗<sup>[5]</sup>。

### 4.6 电流效率优化

电流效率的优化从调整参数开始.通过对温度槽的智能控制,可以将分子比和过热保持在相对合理的变量

内。当温度过高时，必须确保分子比保持在下限附近，否则接近上限。根据电解槽内冷中暑的变化趋势，改变流量以保证分子比保持在相对合理的范围内。采用单因素法对电解槽的影响因素进行检测，实现了有针对性的临界控制。目前已有许多技术，包括调节人脚尺寸、改变电流效率、优化电解参数等。同时，电流效率受到氧化铝、阳极材料和控制模式的影响。而在传统的生产过程中，随着电流效率的提高，铝熔解损耗会增加，导致电效率降低。因此，我们也可以从阳极强化开始，调整钉棒角度，将其缩短到18cm-19cm，减小曝光尺寸，降低阳极压降，从而优化电流效率。

### 5 结束语

优化电解铝生产工艺可以大大提高各项指标，有效提高企业的生产效率。在优化过程中，我们主要关注电

解铝的消耗和各种生产程序的操作，从不同的条件。半压技术用于优化整体加工工艺，优化能耗、平均电压和电流效率，实现整体生产过程的逐步优化。

### 参考文献

- [1]杨异, 杨冠群.铝电解技术问答[M].北京: 冶金工业出版社, 2019.(02):18-20
- [2]冯兴春.铝电解生产工艺节能途径[J].金属世界, 2019.(03):77-78.
- [3]张宁,陈伟.电解铝生产节能减排技术探究[J].中国金属通报,2019(11):100-101.
- [4]余海波,张延安.科技进步推进电解铝工业的循环经济和节能减排[J].轻金属,2019(02):3-6.
- [5]于丽,邓振明.我国电解铝产业专利现状[J].中国科技信息,2020(08):19-20+13.