

低电压高效能电解铝工艺关键参数优化与能耗降低策略

刘朋涛 龙海军 刘俊良 吴庭何 吴跃旭

遵义铝业股份有限公司，贵州 遵义 563100

摘要：电解铝行业属于高能耗产业，其可持续发展遭遇重大考验。文章重点关注低电压高效率电解铝工艺关键参数改良及能耗削减办法，探究此工艺在加强生产效益、促使行业走向绿色化进程中的意义；分析当前工艺执行时碰到的关键难题，给出对应的改良建议。通过对设备性能、操作流程、经营模式等多角度的研究，期望给电解铝企业缩减能耗、改善竞争力赋予理论支持和实际帮助，促使整个行业达成节能减排并迈向高品质发展的目的。

关键词：低电压高效能；电解铝工艺；关键参数优化；能耗降低；节能减排

电解铝属于现代工业的关键基础材料，被全面应用于建筑、交通、电子等诸多领域。但它存在高能耗、高污染的生产特点，这引发它在能源危机加重、环保标准不断提高的情况下遭遇很大的发展难题。低电压高效能电解铝工艺给这个行业冲破困局带来了希望，通过改善关键参数来达成降低能耗的目的，成了行业转型升级的主要走向。透彻探究此工艺，对于推进电解铝行业长久稳定发展有着厚重的意义。

1 低电压高效能电解铝工艺关键参数优化与能耗降低策略的研究价值

1.1 促进产业可持续发展

全球倡导绿色发展之际，电解铝行业碰上了很大的环保与能源方面的压力。传统电解铝工艺耗能多、污染重，极大限制了产业的持续发展。低电压高效能电解铝工艺通过对一些重要参数加以改良，可以明显减小能源损耗、缩减污染物排放量。比如，某个电解铝企业采用这种工艺之后，生产期间的电能损耗大幅缩减，废气排放量也得到了有效的管控，从而极大地减轻了对周边环境造成的不良影响。此工艺得以应用，既契合国家节能减排的相关政策需求，又给企业带来不错的社会声望，进而吸引到更

多的绿色投资及合作机遇，为电解铝产业的长远稳定发展形成牢靠根基，促使整个产业朝着绿色、可持续的方向不断前行^[1]。

1.2 提升企业经济效益

低电压高效能电解铝工艺的关键参数改良及能耗削减策略同企业经济效益休戚相关。能源成本在电解铝生产当中所占比重不小，削减能耗就表示直接缩减生产成本。通过改良电解槽电压、电流密度这些关键参数，可以加强电解效能、缩减能源损耗。比如有些企业改善电解槽内衬材质和构造，改良电解质合成物，使得电解进程更为稳定高效，单位产量所耗能源大幅下降。这样既减小了企业经营成本，又优化了产品在市场上的竞争能力。当市场价格起伏不定的时候，能耗低的企业就能以更便宜的价格卖出产品，进而抢占更多的市场份额，增添销售收入和盈利，改进企业的综合经济效益^[2]。

2 低电压高效能电解铝工艺关键参数优化与能耗降低策略实施中面临的问题

2.1 设备性能与工艺需求不匹配

电解铝生产设备乃是达成低电压高能效

工艺的根基所在。当下有些企业的设备效能同工艺需求之间存有显著不相适应之处。不少企业仍然采用那些已服役数年之久的老旧电解槽,此类电解槽当初设计之时并未把低电压高效工艺的需求纳入考量范围之内,其槽体构造十分简陋,隔热层老化现象很突出,从而引发诸多热量在电解期间通过槽壁散发至周边环境当中。就好比一间透风的屋子很难守住室内温度一样,老旧电解槽必要耗费更多的电能去弥补热量的损耗,以此保障电解反应得以持续不断地开展下去。电极材料上传统碳素电极处于高温、强电解质环境时,极易产生氧化与腐蚀现象,伴随使用时间增长,电极电阻持续变大,这样既缩减了电流传送效率,又造成电解期间电能化为成无用的热能,从而加重了能耗状况。某些企业由于电极损耗速度太快,只得频繁停机去换电极,每次更换都会耗费诸多人力与物力,而且引发生产暂停,极大地影响到生产效率以及工艺的稳定性,使得低电压高效工艺无法得到执行^[3]。

2.2 工艺参数控制精度不足

低电压高效能电解铝工艺对关键参数的控制精度有着很高的要求,但在实际生产当中,要做到这一点却是十分困难的事情。电解过程属于一种较为复杂的动态体系,其中的电压、电流密度、电解质温度以及成分等参数彼此关联、互相影响,哪怕只是其中某一参数出现极其微小的变动,也极有可能引发一连串的反应,从而破坏整个体系的均衡状况。但是,在实际运作的时候,有些企业的操作人员对于这些参数之间存在着怎样的内部联系并没有清楚地认识到,常常只是按照自己以往的经验来执行操作任务。比如当需要调节电压的时候,操作人员并未周全地考量电解质温度和成分所产生的改变,于是就造成在电压经过调节之后,电流密度突然出现不正常的波动现象。这样一来电解槽内的化学反应速度便失去了应有的协调与平衡,既影响到了电解的工作效率,又

容易使得局部区域温度过高,加大能源损耗量并增添设备损毁的可能性。而且有些企业所装配的检测设备技术较为落后,不能即时且精准地收集参数数据,数据传送还会有所延误。这样一来,运作人员就不能立即知晓工艺参数的改变状况,很难做到对参数的精确调节,造成整个电解过程一直处于非理想的运行状态,耗费的能量自然也就降不下来。

2.3 操作人员专业素质不均衡

操作人员的专业素质会左右低电压高效能电解铝工艺的执行成果。当下电解铝行业操作人员专业水平良莠不齐这一状况,成了该工艺得以推广应用的一大阻碍。伴随电解铝技术持续发展,新设备、新工艺接连出现,可是有些操作人员的知识更新却跟不上技术发展速度,对于低电压高效能工艺的原理认知流于表层,不清楚关键参数改良的重点及操作办法。在实际生产过程中一旦遭遇工艺参数起伏不定或者设备出现异常现象时,常常就会不知所措,乃至采用错误的操作手段。就拿添加电解质来说,不能按照电解槽的真实运行状况来精准把控添加量和添加时间,引发电解质成分混乱,电解反应不能正常开展,提升了能耗和生产成本。企业针对操作人员的培训系统不完备,培训内容没有系统性和指向性,培训形式单调,造成操作人员很难深刻领会新工艺、新技术,没法完全发挥设备和工艺的长处,极大地限制了低电压高效能电解铝工艺在企业里的推行和使用^[4]。

2.4 企业管理模式有待完善

企业管理模式对于低电压高效能电解铝工艺关键参数改良以及能耗削减策略的执行有着重要的支持意义,不过很多电解铝企业的管理模式存在突出不足。就设备管理而言,缺少科学的设备养护计划和预防性检修体系,设备养护往往是在设备发生故障之后才展开被动修理,这样一种“哪里疼医哪里”的管理形

式,既提升了设备突然出现故障的可能性,又影响到生产的持续性,而且由于频繁修理还会致使设备性能下滑、能耗增大。在能源经营方面,企业未形成完备的能耗观测与剖析体系,不能精准把握各个生产环节的能源耗费状况,很难察觉到能源损耗的核心之处,就无法制订出具有针对性的节能举措。有些企业对于电解槽散热损耗、电极消耗等能耗重点部位缺少细致的数据观测,这引发节能工作宛如“瞎子摸象”,不知从何处着手。

3 低电压高效能电解铝工艺关键参数优化与能耗降低的应对策略

3.1 设备升级改造以匹配工艺要求

面对设备性能与工艺需求不相适应这一情况,企业要全方位推动设备更新改造工作向前迈进。在电解槽改造方面,可以参考先进的设计思路,利用双层槽壁构造,并填入新式隔热物质,从而有效地阻止热量传递途径,缩减电解期间热量的散失量。比如某个企业在对电解槽执行改造的时候,选取纳米气凝胶隔热毡当作内衬填充材料,该材料具备极小的导热系数,经过改造之后,电解槽散发出去的热量大幅减小。而且在电极材料更新换代这个层面上,也要积极探寻新种类的复合电极材料,把碳基材料同金属氧化物实施复合处理,以此来优化电极的导电性能和抗腐蚀能力。某科研团队所研发的新型复合电极,在实际应用时,其使用寿命比传统电极近乎多出一倍,这就缩减了更换次数,从而削减了设备保养开支以及由于更换电极而产生的生产停止用时。而且采用智能化设备也是重要举措之一,依靠自动化运送物料系统和精确控制温度的系统,可以达成生产过程中的准确操作,缩减由人为因素造成的能源损耗,给低电压高效能工艺的稳定运行给予牢靠的设备支持。

3.2 建立精准参数控制体系

创建精确的参数控制体系需企业在技术

研发和经营革新两方面共同努力。在工艺参数研究层面,企业要同科研机构展开专门研究,通过众多实验和模拟,深刻把握电压、电流密度、电解质成分等参数彼此间的耦合关系,从而形成起精确的参数模型。比如某个企业就曾同高校展开合作,利用计算机模拟技术,针对不一样工况之下的电解过程执行仿真分析,进而确定各个参数理想的取值范围以及变动规律。而在实际的控制进程当中,则采用先进的检测和控制系統,设置高精度的传感器来及时收集相关的数据,譬如使用光纤温度传感器和霍尔电流传感器,这样就能极速而且准确地得到有关温度和电流的信息。而且运用像神经网络算法这样的人工智能算法,把收集到的数据拿来作即时剖析和预估,一旦参数超出规定范围,系統就会自行发送调节命令,达成参数的动态改良。创建起参数控制的闭合反馈体系同样十分关键,要定时评定参数控制的成果,按照评定状况来改善控制模型和算法,持续提升参数控制的精确程度和稳定水平,保证电解过程一直处在高效节能的运作状态之下^[5]。

3.3 强化人员培训,提高专业素养

要想改善操作人员的专业素养,就得形成起全面且多层级的培训体系。就基础理论而言,企业应当着手撰写专属的培训教材,其内容包含低电压高效能电解铝工艺的原理、重要参数的影响机理之类的基本知识,通过集中授课、线上学习这些途径,助力操作人员领会到该工艺背后蕴含的道理。譬如说某个企业每个月会举办一次集中理论培训课,请来业内行家给大家做讲解,而且安排了课后考核环节,以保证学员们把学到的东西牢牢记住。在实际操作技能培训这一块,可以创建模拟操作平台,使得操作人员可以在虚拟环境当中去执行诸如电解槽开启、参数调节、故障排除等一系列操作训练,从而积攒下更多的实际操作经验。要开展“师带徒”活动,把经验丰富的技术骨干同新员工结成对子,实施一对一帮扶,助力新员

工尽快成长起来。也要促使操作人员踊跃参与行业技术交流活动以及技能竞赛,开阔眼界,学到先进的操作办法和经验。有一家企业定时组织员工参加行业技能大赛,员工在跟别的企业同行沟通交流、展开竞争的时候,不但改进了自身的技能水准,而且学到了新的观念和办法,并用到实际生产当中,切实优化了生产效率和工艺水平。

3.4 优化企业管理模式以增强协同效应

改良企业管理模式要从组织架构、制度创建、信息共享这些方面着手。就组织架构而言,先要冲破部门之间的障碍,组建专门的工艺改良和能耗经营小组,该小组成员来自生产、技术、设备、能源等诸多部门,明晰每个成员的责任与任务,保证各项工作得以协调开展。比如某个企业通过整合内部资源,设立起跨部门的专项小组来负责低电压高能效工艺的执行以及能耗削减事宜,并取得了非常明显的成果。在制度创建方面,形成完备的设备守护管理制度,制订细致的设备巡检方案和守护准则,按时对设备展开全方位的检测和守护,减小设备故障发生率,塑造起科学的能源守护制度,针对各个生产环节的能源耗费执行定量经营,确立能耗考察指标体系,把能耗指标同员工表现相联系,调动员工节省能源的积极性。在信息共享上搭建企业内部信息管理平台,达成生产

数据、设备状况、能源损耗等信息的即时共享并动态更新,各个部门可以通过该平台及时得到所需信息,比如生产部门依照设备状况信息来妥善制订生产计划,技术部门按照能源损耗数据去改良工艺参数,这样便形成工作合力,提升企业整体的经营效率以及能耗把控水平,促使低电压高效率电解铝工艺关键参数改良和能耗削减工作得以顺利推进。

结论

文章就低电压高效能电解铝工艺关键参数改良及能耗削减策略展开全方位探究,剖析此项研究具备何种重要意义,执行过程中有哪些难题,又该怎样解决。研究察觉,低电压高效能电解铝工艺对于推动产业可持续发展、改善企业经济效益、推进行业技术革新等诸多方面均存在明显长处,不过在实际操作时会碰上来自设备性能、参数把控、人员素养以及经营模式等许多层面的问题。通过升级改造设备、创建精准参数控制体系、加大人员培训力度并改善企业经营模式等举措,可以有效地应对现存问题,做到电解铝工艺的改良并缩减能耗。日后伴随技术持续提升、经营水平不断改善,低电压高效率电解铝工艺将会在电解铝行业被更为全面地采用,给整个行业的绿色发展以及可持续发展带来更大的推动作用。

参考文献

- [1]王建斌. 电解铝企业加强管理如何留人的“六种”方略[J]. 现代企业, 2022(11): 37-39.
- [2]杨道贵, 成剑英, 曹安雄. 电解铝厂取水泵站运行管理存在的问题及对策[J]. 云南科技管理, 2022, 35(5): 54-55.
- [3]王旋, 许立松. 电解铝行业碳排放现状和趋势分析[J]. 有色冶金节能, 2022, 38(4): 1-6.
- [4]吴君石, 郝文斌, 弭永利. 离子液体作为电解质应用于电解铝的研究现状与展望[J]. 化学工程, 2020, 48(3): 7.
- [5]朱邦成. 电解铝生产过程控制系统的研究和应用[J]. 世界有色金属, 2019(04): 317+319.