

# 电解铝企业的环境污染问题及治理措施

陈国辉

中国神华哈尔乌素露天煤矿循环经济产业孵化基地 内蒙 鄂尔多斯 010300

**摘要:** 伴随着我国电解铝企业生产技术的不断提高,金属铝的纯度和质量都有了很大的提高,相关领域的发展也有了很大的推动。但是,在使用电解法制造金属铝的过程中,可能会产生各种各样的污染物,这给我国现阶段的环境污染防治带来了一定的压力。为了促进电解铝行业的现代化发展,有必要不断更加重视电解铝行业的污染防治。企业需要从生态经济的角度严格控制生产过程中的各种污染物,在排放前对污染物进行无害化处理。

**关键词:** 电解铝企业; 环境污染; 问题分析; 治理措施

## 引言

在现代社会,金属铝是必不可少的原料之一,目前电解铝仍然是制备金属铝的有效途径。但电解铝的制备过程中会产生大量的有毒有害物质,如果不对这些物质进行处理,就会对生态环境造成损害。电解铝企业需要承担环保责任,增强环保意识,不断优化生产流程,在加强环保的基础上,提高资源利用率,充分实现企业内部资源的循环,从而促进电解铝企业的可持续发展,使电解铝企业更适合未来生态社会的发展目标。

## 1 电解铝行业现状

电解铝产业广泛分布于中国内蒙古、新疆、云南、山东等地区。近年来,在不同地区电力成本差异因素的影响下,上述地区凭借自身的电力成本优势,电解铝产能占比不断提高,而河南以前电解铝大省的电解铝产能逐渐从国内第一下降到第四。在成本、资源等一系列因素的影响下,大部分电解铝产业分布在西部资源相对丰富的地区,约占63.1%。目前,我国电解铝行业的用电来源主要是火电,占比超过80.0%,通过火电生产1.0t电解铝相应产生的二氧化碳约为11.2t,可见,长时间通过火电生产电解铝,会对生态环境造成更严重的破坏。作为一个高能耗行业,电解铝行业的电力消耗尤为突出,这也是电解铝生产中成本消耗最大的环节。伴随着国际能源价格的不断上涨,一些能源短缺地区的电解铝产业逐渐退出电解铝生产阶段。面临着电解铝行业日益激烈的市场竞争,广大企业希望通过优化电解铝生产工艺来降低生产成本。其中,部分企业生产工艺优化效果不明显,在控制能耗的同时难以保证产品质量符合要求;在电解铝生产实践中,一些企业提出通过加强电流来应对电压不足的问题。但由于整流系统性能难以满足相关要求,优化效果不尽如人意。从根本上说,由于电压与电流效率呈正相关,需要建立电压与电流的协调关系,这

需要依靠复杂的数字建模才能实现,难度更大。此外,一些企业试图通过加强管理来促进电解铝生产过程的优化和整合,取得了一定的效果,但尚未取得根本性突破。总的来说,由于我国电解铝生产企业在生产技术和生产工艺研发上的投入仍然有限,电解铝生产能耗的优化效果仍然不够明显。

## 2 电解铝污染物的来源

在电解铝工业中,最常用的制备金属铝的方法是冰晶石- $Al_2O_3$ 熔盐电解法。该方法将电解铝的制备视为一个电化学反应过程,同时加入 $Al_2O_3$ 、 $AlF_3$ 和 $AlF_6Na_3$ 等原料,在电解槽中将原料加热至950℃左右,直接通过电化学反应进行当前的。铝金属沉淀在电解槽的阴极上,然后用真空抽吸等方法将铝金属提取出来。开采出的金属铝将被送往锻造厂,金属铝液将在熔炼炉中进行工业化使用,并根据最终产品的需要制成铝锭或铝合金。 $Al_2O_3$ 在电解槽中完全溶解,然后与阳极元素发生氧化还原反应,在阴极析出金属铝,在阳极析出气态 $CO_2$ 为主。由于原料中含有 $AlF_3$ 等化学成分,在电解过程中可能会产生氟化物等有毒有害粉尘,这些化学成分以电解烟气的形式沉淀下来。电解烟气中的主要成分是氟化物,氟化物可分为气态成分和固态成分。气态氟化物主要是 $HF$ 、 $CF_4$ 和 $SiF_4$ 等物质,固态氟化物主要是氟化物粉尘、 $AlF_6Na_3$ 等固体成分。铝电解加工过程中产生的氟化物是主要的环境污染物。同时,电解槽中阳极部件氧化过程中,部分硫元素可能被氧化成 $SO_2$ ,因此排出的气体中可能含有一定量的硫。 $SO_2$ 的成分<sup>[1]</sup>。这些污染物污染电解铝车间,影响技术人员生命健康。如果这些废气直接排放,将对当地大气环境造成不可逆转的破坏。

## 3 电解铝企业存在的技术存在的问题

### 3.1 电流效率不足

近年来随着我国市场经济的不断发展,铝产品价格

呈下降趋势。在这种情况下,由于考虑到用电成本,越来越多的电解铝企业在生产实践中广泛采用低压技术,这受到电解槽设计不合理、不完善等诸多因素的影响。技术和操作水平不够。电解槽整体效率难以保证,特别是随着电解槽使用时间的延长,炉底状况不断恶化,阴极磨损严重,电解槽的抗侵蚀能力下降石墨弱化,导致安全隐患增加,不适用于电解铝。生产发展得当。

### 3.2 工艺设备技术落后

目前,电解铝生产企业仍需提高新工艺装备、新技术的应用效果,特别是在一些电解铝生产的基础槽中,对阴极损伤的相关原理和规律的认识还不充分,存在一定的问题。难以有效扩展。电解槽的使用寿命。致使电解槽难以按规定寿命正常生产,设备损坏率过高。此外,在焙烧过程中,经常会出现电流分布不均的现象,造成能量消耗大,导致电解槽在运行过程中物理场不稳定,无法有效控制热平衡。另外,电解槽的电阻具有高灵敏度,对外界因素高度敏感,难以有效控制电解槽的惯性和阳极效应。因此,当不稳定因素出现时,将对电解铝生产的正常发展产生不利影响。

## 4 电解铝企业的环境污染的治理措施

### 4.1 废水污染的防治

电解铝生产过程中会产生氰化物、氟化物等有毒有害物质,会对水源造成一定的污染。电解铝企业必须对废水进行提前中和处理,达到国家排放标准后排入净化管道。目前,已有多家电解铝企业应用了废水处理的创新思路。工业废水和生活废水经处理后不外排,经室内废水处理设备处理后回用,有效提高了水资源的利用率。为提高废水处理效率,电解铝生产企业必须根据自身特点选择自动化废水处理系统。废水处理系统主要分为混合反应、气浮和过滤等,经过后续处理的废水可作为植物灌溉用水、冷却水和喷洒设备。企业的生活废水可能含有过多的油而不能直接排放。生活污水经污水处理后可用于灌溉和公园清洁<sup>[2]</sup>。电解铝企业在废水处理过程中,必须严格减少废水排放量,加大水资源在企业内的循环利用,不断提高水资源的重复利用率,以实现环境保护和资源节约的同时保护和实现电解铝企业的可持续发展。

### 4.2 空气污染的防治

电解铝行业的主要污染源是大气污染,大气污染物主要分为CO、SO<sub>2</sub>和各种氟化物。空气污染物不仅会危害生态环境,还会危害人体健康。为了达到理想的大气污染防治效果,公司管理人员首先要提高环保意识,不断优化生产工艺,提高电解制铝效率,与各种氟化物完

全反应减少中间反应物质的产生,从而有效减少空气污染物的形成;其次,铝电解企业需要加强对电解槽结构的研究,保证电解槽装置的气密性,这也是减少大气污染物的有效措施,但很多时候需要打开电解槽为了减少电解槽开启后的大气污染排放,需要设计一种更高效的带电解槽的排烟装置,对废气进行回收利用<sup>[3]</sup>。此外,电解槽必须拆装更换,技术人员必须在电解槽内设置合理的烟气回收系统,将电解过程中产生的污染物进行无害化处理后排放。

### 4.3 噪声污染的防治

电镀铝企业的噪声源集中在机械设备上,因此企业可以根据噪声高低,采用相应的噪声处理装置,减缓机械设备的振动,并对生产车间进行降噪处理,不断优化车间的工作环境,有效控制保证了员工的身体健康。一些技术人员在操作设备时可能会戴上专业的消音耳塞或在隔音控制室中操作。企业必须对工作环境进行噪声检测,对噪声超过5分贝的机械设备进一步进行降噪处理。

### 4.4 建设与规范贮存场所

对于电解铝工业中所排放的有害废弃物,应按其种类和特性进行分类贮存。首先,你得把垃圾和它的源头区分开来。无法直接判定其危害性质的,应根据《国家危险废物名录》中的鉴别结论及环评报告进行鉴别,无法判定时,应根据危害性质进行鉴别,然后根据危害性质进行鉴别。废物,不作为普通的工业废物处理。二是要根据《危险废物贮存污染控制标准》及环境影响评价的规定,对危废进行特殊的收储设施、设备及场所设置。三是对各种类型的有害垃圾进行分区、分级存储,对有害垃圾存储设备内不能存储普通的工业废弃物。对需要进行填埋地的,应根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》进行建造、处理,对危险废弃物进行建造、处理,并根据《危险废物填埋污染控制标准》进行建造、处理。

### 4.5 提高槽罩密封率

铝电解槽的烟气收集效率由空气的效率和电解槽中的烟气量来保证。通风效率高,达到集气效率时,所需烟量会减少;如果电解槽在空气中的效率较低,要达到同样的集气效率需要较大的气体量,此时电解槽的散热量会增加,净化系统的能耗也会增加。为了获得更高的集气效率和降低能耗,需要提高电解槽的密封效率。电解槽的密封效率是盖板(包括端盖板)的密封和上部结构的密封。但是,铝电解槽的上部结构是固定的,没有创新的空间。提高细胞膜的封闭率是唯一更可行的方法<sup>[5]</sup>。电热罐可换装新型储能罐盖,具有密封效果好、启闭方

便、无热量等特点,可防止漏电。一般罐内的烟雾。

#### 4.6 构建战略转型计划

电解铝企业的战略转型涉及产业政策的转变、碳中和目标与企业业务战略目标的融合、对因碳中和而兴起的众多新兴产业的认识、传统业务组合的调整、以及新的二次成长曲线,应该重点学习这条线。战略转型不仅需要发展上下游产业,还需要关注未来的减排和中和需求。1)梳理上下游铝冶炼和新能源系统产业方向和发展规划,协调碳中和近期和远期目标与国家有色金属产业政策和规划。确保工业和碳中和主要目标的落实,协调发展方向、重大项目和各方面部署要求。在产业布局上,重点向云南、广西、四川、内蒙古等可再生能源多、天然气资源储量充足、铝冶炼产能释放的地方靠拢。2)除加大自身技术研发和电力储备外,积极探索绿色投资方向,加大对低碳、负碳、零碳等技术领域的投入,补充碳中和资产储备,提高绿色融资能力。推动绿色低碳金融产品在生产、使用和长远发展中有序应用,扩大绿色信贷、绿色债券、绿色基金和绿色保险产品,以杠杆作用完成低碳转型。3)将碳中和目标与企业发展战略目标相结合<sup>[6]</sup>,比较企业内部管理结构和排放构成,将目标划分年限和部门,从管理上结合不同层面的碳中和;体系和实施目标与管理体深度结合,确保质量目标引导短期和长期发展方向,定量目标能够定期实施、监测和披露。

#### 4.7 加强监督管理

企业应根据有关的行业垃圾标准及规定,检查垃圾的产量、储存及处理,并在有害垃圾的处理登记簿上做好登记。在危险废物丢失或被盗的时候,要精确地找到造成危险废物丢失或被盗的根源,并要对其进行防范和处理,以避免造成环境污染的事件的出现,并且要立即将情况汇报给地方的生态环保部门。涉及到电解铝类危废的,请登陆“固废环保管理系统”,认真完成危废电

子转运表的内容。首先,就是有害垃圾的运输过程。同一集团公司的两家子公司也必须按照相关要求<sup>[7]</sup>办理转让计划报送和转让文件手续。二是严格的内部转移记录,即从危险废物来源登记和报送开始;对于工厂车间的废弃物转移已经登记备案,一些单位和机构只记录废弃物仓库的信息,车间产生的危险废物不需要备案,因此无法追溯。回到危废生产环节,无法全程跟踪管控危废转移。公司必须要求在转账过程中的每个环节都有专人负责,并实行严格的签字制度。

#### 结束语

综上所述,电解铝行业是传统的高排放、高污染行业,也是纳入全国碳排放权交易市场管控的八大行业之一。电解铝企业主动作为,积极响应和落实国家要求,制定碳中和目标,挖掘自身碳减排潜力,降低原铝产品生产过程中的碳排放,推动上下游产业链共同减排,有助于进一步降低汽车、电子等铝制品的全生命周期碳足迹,提升产品低碳竞争力。

#### 参考文献

- [1]杨桃艳,黄晓梅,胡学军.浅析电解铝企业的环境污染问题及治理措施[J].有色金属设计,2020,47(1):37-41.
- [2]于丽,邓振明.我国电解铝产业专利现状[J].中国科技信息,2020(8):13,19-20.
- [3]郭福宝.治理电解铝行业环境污染的措施研究[J].世界有色金属,2019(1):25+27.
- [4]高康宁,晁波阳,申文斌,等.电解铝厂大修渣污染分析与防治对策[J].资源节约与环保,2017(8):134-134.
- [5]杜纪福,杨翠红.中国电解铝行业产能过剩现状、成因及化解对策研究[J].科技促进发展,2018,14(5):331-337.
- [6]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(4):317,319.
- [7]高兴禄,成庚,等.铝电解槽炉帮优化控制技术开发与工业化应用研究[J].轻金属,2021(2):26-30+55.