

行业视点

电解铝企业节能降碳应对策略探讨

杨明忠

(中国铝业股份有限公司连城分公司, 甘肃 兰州 730335)

[摘要] 在当前“碳中和、碳达峰”目标背景下,针对当前电解铝行业碳排放较高的问题,分析电解铝企业碳盘查的主要关注点,包括碳核算边界的确定、核算范围及方法、碳排放管理等,并结合当前电解铝企业的发展情况,提出提升清洁能源比例、使用高品质预焙阳极、升级改造现有槽型、节能技术创新、加强生产管理、建立碳排放管理体系、加大废铝回收利用等应对策略,探讨促进电解铝节能降碳高质量发展的路径。

[关键词] 电解铝;碳排放管理;碳核算;节能降碳;应对策略;碳中和;碳达峰

[中图分类号] TF821 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-2423(2023)02-0001-04

DOI: 10.19610/j.cnki.cn10-1873/tf.2023.02.001

0 前言

我国电解铝行业经过近90年的发展,在全球原铝生产中占据举足轻重的地位。2017年电解铝行业开始供给侧改革,新增产能规模受限,主要是等量或减量产能置换,根据政策要求,现阶段我国电解铝行业合规产能上限约为4500万t/a^[1]。电解铝行业无序产能扩张的时代一去不返,市场完全竞争态势逐步形成,发展秩序步入正轨,高质量发展成为电解铝企业降本增效提升竞争力的必选项。国家“3060双碳”目标为电解铝高质量发展指明了路径。根据有色工业协会统计^[2],2020年我国有色行业二氧化碳排放量为6.6亿t,占全国总排放量的比重约为5%,峰值预计达到7.5亿t。其中,电解铝行业二氧化碳排放量为5.5亿t,占有色行业的83.3%^[3]。中铝集团发布的《碳达峰碳中和行动方案》明确提出“力争2025年前实现碳达峰,2035年降碳40%,持续发展低碳冶金技术,优化能源结构,率先在行业内实现碳中和”的总体目标。本文重点从电解铝企业目前碳盘查的主要关注点分析入手,

结合当前电解铝企业发展,提出源头降碳、槽型改造、科技创新、对标控制、建立体系、氛围形成等应对策略,促进电解铝节能降碳高质量发展。

1 电解铝企业碳排放盘查主要关注点

碳排放是关于温室气体排放的一个总称或简称。温室气体中最主要的气体是二氧化碳,因此用“碳(Carbon)”一词作为代表。虽然并不准确,但让人们最快了解碳排放的方法就是简单地将“碳排放”理解为“二氧化碳排放”。

在电解铝碳排放盘查过程中,主要关注点有核算边界的确定、核算范围及方法、碳排放管理。

1.1 核算边界的确定

电解铝企业核算边界一般包括企业所属的直接生产系统、辅助生产系统以及直接为生产服务的附属生产系统。直接生产系统即电解铝生产线;辅助生产系统包括动力、供电、供水、化验、机修、库房、运输等系统,不包含外转供、工程施工用电;附属生产系统包括生产指挥系统(厂部)和厂区内为生产服务的部门和单位(如职工食堂、车间浴室、职工宿舍等)^[4]。生产过程中消耗的主要能源有天然气、煤炭、油品、碳阳极和电力等。核算边界要确保不重不漏,各碳排放源信息清晰明确。

1.2 核算范围及方法

在我国,要根据《中国电解铝生产企业温室气

[收稿日期] 2022-11-17

[作者简介] 杨明忠,男,甘肃天水市人,本科,高级经济师,研究方向为电解铝运营优化、节能减排、碳排放。

[引用格式] 杨明忠. 电解铝企业节能降碳应对策略探讨[J]. 绿色矿冶, 2023, 39(2): 1-4.

体排放核算方法与报告指南(试行)》《铝用炭素材料生产过程中二氧化碳排放量计算方法》及《温室气体排放核算与报告要求》进行碳核算。核算范围包括:化石燃料燃烧排放量、能源作为原材料用途的排放量、工业生产过程排放量和净购入的电力和热力产生的排放量,计算公式如下:

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{原材料}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电和热}} \quad (1)$$

式中, E 为报告主体的温室气体排放总量; $E_{\text{燃烧}}$ 为化石燃料燃烧排放量; $E_{\text{过程}}$ 为能源作为原材料用途的排放量; $E_{\text{电和热}}$ 为净购入电力和热力消费引起的排放量。

化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量,主要依据各种化石燃料的消耗量以及燃料的低位发热值、单位热值含碳量和碳氧化率进行计算。

能源作为原材料用途的碳排放,主要是碳阳极在铝电解生产过程中发生化学反应产生的二氧化碳,主要依据是碳阳极消耗的二氧化碳排放因子和原铝产量,而二氧化碳排放因子依据阳极净耗、碳阳极平均硫含量和灰分含量测算。

电解槽发生阳极效应时,会释放 CF_4 和 C_2F_6 两种强温室气体,工业生产过程中的碳排放就是指根据这两种气体的温室效应系数折算的二氧化碳量,主要依据是阳极效应过程的 CF_4 和 C_2F_6 碳排放因子以及原铝产量。

净购入的电力和热力产生的碳排放是指电力、热力消费在生产过程产生的二氧化碳排放量,主要依据是外购电量、热力和排放因子。

1.3 碳排放管理

碳排放管理包括碳排放数据管理、碳配额管理、碳减排管理、碳排放交易管理和碳排放管理体系建立。

碳排放数据管理主要是建立能源消费台账;实测相关的低位发热值、硫含量、灰分含量;梳理排放因子,平均每天每槽阳极效应,以及活动水平等;统计核算碳排放量;填报年度碳排放报告;组织开展第三方核查等。

碳配额管理主要是根据国家 and 地方相关政策核算年度碳排放配额需求量,及时反映企业实际情况,争取政策支持和足额配额;申请和落实新建项目的配额,并对经确认的排放配额(包括可抵消的核证减排量)履行配额清缴。1单位配额相当于1t二氧化碳当量。

碳减排管理主要是制定减排计划和目标,通过

改变能源结构,采用先进节能及减排技术等,不断降低单位产品碳排放强度,跟踪落实目标完成情况。

碳排放交易管理是指碳排放量的交易工作管理,可自行进行,也可委托第三方进行。

碳排放管理体系建立就是通过 PDCA 持续改进程序,对碳排放管理活动进行有效策划并提供资源,通过实施监测和控制,发现问题及时改进,并将碳排放管理融入企业日常活动中,建立碳排放全过程管控机制,使管理活动规范有效,并不断持续改进碳排放管理绩效。

综上所述,电解铝企业节能降碳工作是一个系统性工程,涉及宏观层面、企业 and 市场等方面,电解铝企业节能降碳工作必须强化专业培训,同时要逐步强化内部流程顺畅,通过技术应用、对标和节能降碳分析找出差距,制定措施并跟踪落实,才能更好地促进节能降碳工作的持续推进。

2 电解铝企业节能降碳应对策略

电解铝企业是高能耗、高排放、高载能行业,节能降碳工作不仅要从国家政府层面进行设计和政策指导推进,从市场方面进行监控和运作,更要在企业层面强化内部管理,从基层抓起,分析各环节,落实到各工序,努力降低碳排放总量和强度。要充分利用政策、市场、技术等多种要素,强化碳资产的管理,降低企业运营成本,提高可持续发展竞争力。现从电解铝企业内部层面及铝的全生命周期过程提出以下思路和建议。

2.1 从能源端降碳,提升清洁能源比例

除西南片区外,我国其他地区的电解铝企业电力能源严重依赖火电,自备电厂全部为火电,非化石能源占比相对较低。使用火电,生产1t电解铝所排放的二氧化碳量约为11.2t;使用水电,生产1t电解铝所排放的二氧化碳量几乎为零。2020年,世界较大铝厂俄罗斯铝业联合公司的原铝产量为375.6万t,水电占比93%,吨铝 CO_2 排放量为3.3t;海德鲁铝业的原铝产量为209.1万t,可再生能源占比70%,吨铝 CO_2 排放量为3.0t;美国铝业铝产量为226.3万t,可再生能源占比73%,吨铝 CO_2 排放量为6.9t;力拓集团的产量为318.1万t,水电占比50%,吨铝 CO_2 排放量为6.8t;国内电解铝产量3805万t,火电占比88.1%,非化石能源占比11.9%,吨铝 CO_2 排放量为11.2t^[5]。为此,电解铝企业要降低碳排放,在外购电力方面就要优化结构,

提升清洁能源比例。一要加强与可再生能源企业的合作,在市场化直购电交易时尽可能多配比清洁能源;二要充分利用厂区及周边区域,实施分布式光伏项目、风电项目,增加新能源使用量;三要积极参与源网荷储一体化项目的建设,在降低电价的同时,增加清洁能源使用比例。

2.2 从原料端降碳,使用高品质预焙阳极

在电解铝碳排放中,除电力碳排放外,阳极碳排放是另一大排放源。在节能降碳的背景下,配额管理要求企业必须强化碳排放。电解铝企业应采购低硫、低灰分的高品质预焙阳极,在采购前要评估碳排放影响,包括是否延长换极周期、净耗是否下降等问题。

2.3 改造升级现有槽型

2021年,国家为推动电解铝行业持续提升能源利用效率,降低碳排放强度,服务经济社会绿色低碳循环发展,出台了按铝液综合交流电耗对电解铝行业实行阶梯电价的政策。对于原来较早建设的电解铝企业,由于阴极炭块材质及技术等因素限制,电解槽电耗相对较高,因此要做好统筹规划,通过大修改造逐步对原电解槽进行升级。例如,采用石墨化阴极结合磷生铁浇铸技术和行业内先进成熟的电解槽内衬结构优化技术对电解槽进行升级,降低炉底压降,提高热导率,延长电解槽寿命,尽可能规避阶梯电价涨价风险,同时有效促进节能降碳。

2.4 进行节能技术创新

目前科研院所和电解铝企业都非常重视节能降碳工作,自主研发或联合研发了较多的科研技术,包括电解槽上部与槽壳绝缘优化、降低直流电无功损耗技术、铝电解节能技术集成工业试验、无炭渣阳极铝电解生产技术、焙烧块开槽、阳极导杆组全截面焊接、阳极抗氧化涂层、低电阻高导电节能型钢爪、智能信息化等。科研技术的应用不断优化阳极毛耗、电流效率、槽平均电压、直流电耗等经济技术指标。另外还有配电系统中央节能技术、燃气锅炉节能技术、空压机系统节能技术、水泵电极节能技术、低温余热利用技术等,可进一步节约能源,推动降碳。电解铝企业和科研院应联合起来开拓思路,研究开发颠覆性技术,例如惰性阳极的研发与实践。

2.5 开展全要素生产管理

以全要素对标为抓手,以强化生产过程管控为重点,探索节能降耗提升新路径。对每个生产细节上严格把控,全面提升电解工艺控制和操作水平。

1)加强电解工序过程管控,减少阳极非正常下线,防止阳极下滑爆块和脱极;2)精准编制换极周期表,换极周期优化到班次,吃干榨净高位残极;3)要从能量平衡、物料平衡方面,优化电解槽主要参数控制;4)实施电解槽分类管理,重点槽制定调整措施和时间节点,加强跟踪巡视,确保电解槽安全、稳定、节能高效和长周期运行;5)加强对辅机电耗的对标控制,包括对输料净化系统、电解车间用电、整流所用电、空压系统用电、组装系统用电及熔铸系统用电进行对标优化、逐步改造或淘汰;6)分解水、风、电、气等能源消耗指标,对重点指标和改善不理想的指标重点攻关;7)完善分级计量,关注能耗分解看板,采取检查、督促、考核等手段,实时调整能源消耗指标;8)开展“避峰填谷”等能源管控措施,进一步优化设备运行方式,杜绝空负荷运行,减少能耗;9)跟踪优化炭素合同能源管理项目,降低天然气消耗。总而言之,要从电解铝用能全过程进行分析对标,制定措施并落实到位。

2.6 建立节能降碳碳排放管理体系

1)正常运行质量管理体系,使所有生产过程和工艺过程处于受控状态。

2)修订完善相关的能源管理制度、计量器具管理制度、碳资产管理制度、能源管理办法,明确管理的职责、内容及统计报表的报送、计量器具的鉴定周期等。这些制度的建立和运行可保证能源数据的真实性和可靠性。

3)建立节能降碳碳排放管理体系。通过体系建立和实施包括方针、目标和相关措施等计划,建立企业节能降碳合规贯标机制和全过程碳排放管理控制机制,使企业的碳排放管理活动规范有效并不断改进。

2.7 加大废铝利用

铝金属的抗腐蚀性强,在使用期间损失极少,可以多次重复循环利用,因此铝具有很强的可回收性。欧洲、北美等发达国家或地区的再生铝产量已普遍超过原铝产量,日本国内全部采用再生铝生产。据IAI,生产1t原铝的碳排放量约为11.2t,而生产1t再生铝的碳排放量仅为0.2t。再生铝生产具有节约资源、减少铝矿资源对外依赖、环保等特点,以及具有明显的节能减排优势,是电解铝企业节能降碳和提升效益的另一重要途径。

2.8 加强对节能降碳工作的宣传引导

为营造节能降碳氛围,国家把8月25日定为全

国低碳日,目的就是倡导每个人自觉肩负节能降碳的社会责任。对电解铝企业来说,要营造人人关心节能降碳,形成人人参与碳减排的氛围。

3 结束语

节能降碳工作不是“运行”,而是一场革命,是推进行业高质量发展,全球生态绿色、文明健康的生产生活方式的转变,以及循序渐进式的内涵式经济增长的路径。在节能降碳工作中,电解铝企业员工必须发挥积极性、主动性和创造性,自觉践行源头降碳、科技创新、对标控制、建立体系等各项节能降碳应对策略,坚定走绿色低碳循环发展道路,才能确保我国“3060 双碳”目标实现,推进生态文明建设。

[参考文献]

- [1] 刘智,李泽森. 铝行业深度分析:成本高位运行,新能源汽车、光伏铝材需求稳增长[R/OL]. [2022-11-2]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1745171797547449635&wfr=spider&for=pc>.
- [2] 缴翼飞. 有色金属行业碳达峰方案公布:严控电解铝新增产能 鼓励发展再生有色金属产业[R/OL]. [2022-11-2]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1749618202537295012&wfr=spider&for=pc>.
- [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] 罗丽芬,周云峰,李昌林,等. 某电解铝企业的碳排放核算方案[J]. 有色冶金节能,35(4):47-50.
- [5] 杜心,谢文俊,王世兴. 我国铝行业碳达峰碳中和路径研究[J]. 有色冶金节能,2021,37(4):1-4.

Strategy of Carbon Reducing in Aluminum Enterprise

YANG Mingzhong

Abstract: In the background of the current goal of “carbon neutrality and carbon peak”, in view of the current high carbon emissions in the electrolytic aluminum industry, the main concerns of carbon inventory inspection in electrolytic aluminum enterprises were analyzed, including the determination of carbon accounting boundaries, accounting scope and methods, carbon emissions management, etc. In combination with the current development of electrolytic aluminum enterprises, it was proposed to increase the proportion of clean energy, use high-quality prebaked anode, upgrade and transform existing cell types, innovate energy-saving technologies, strengthen production management, establish a carbon emission management system, increase waste aluminum recycling and other coping strategies, so as to promote energy-saving, carbon reduction, and high-quality development of electrolytic aluminum.

Key words: electrolytic aluminum; carbon emission management; carbon accounting; energy saving and carbon reduction; countermeasures; carbon neutrality; carbon peak