

聚焦碳排放

我国铝行业碳达峰碳中和路径研究

杜心 谢文俊 王世兴

(中铝环保节能集团有限公司, 北京 100038)

[摘要] 铝行业是有色行业最大的二氧化碳排放源,所以降低铝行业碳排放是我国实现碳达峰、碳中和的重要保证。基于有色行业及国际铝业的碳减排目标,结合我国铝行业碳排放现状,我国铝行业预计于2025年实现碳达峰。我国铝行业碳排放以原铝生产碳排放为主,且以能源消耗排放的CO₂占比最大,存在电解铝生产中煤电占比大,电解铝、氧化铝能耗指标下降的空间有限,关键降碳技术存在瓶颈,再生铝产能占比较低的问题。针对上述问题,提出了提高能源利用效率、优化产业结构、优化能源结构、推动零碳、负碳技术创新等技术路径。

[关键词] 碳达峰; 碳中和; 原铝; 再生铝; 能源; 零碳技术; 二氧化碳排放量

[中图分类号] TF821

[文献标志码] A

[文章编号] 1008-5122(2021)04-0001-04

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.04.001

Technical Path to Achieve Carbon Peak and Carbon Neutralization in China's Aluminum Industry

DU Xin, XIE Wen-jun, WANG Shi-xing

Abstract: The aluminum industry is the largest source of carbon dioxide emissions in the non-ferrous industry, so reducing carbon emissions in the aluminum industry is an important guarantee for China to achieve carbon peak and carbon neutralization. Based on the carbon emission reduction targets of non-ferrous industry and international aluminum industry, combined with the carbon emission status of China's aluminum industry, China's aluminum industry is expected to achieve carbon peak in 2025. The carbon emissions of aluminum industry in China are mainly from raw aluminum production, and the proportion of CO₂ emissions from energy consumption is the largest. There is a large proportion of coal power in the production of electrolytic aluminum in China's aluminum industry, and the space for the reduction of energy consumption indexes of electrolytic aluminum and alumina is limited. There are still bottlenecks in key carbon reduction technologies, and the production capacity of recycled aluminum is relatively low. In view of the above problems, technical paths such as improving energy utilization efficiency, optimizing industrial structure, optimizing energy structure, and promoting zero-carbon technology innovation are proposed.

Key words: carbon peak; carbon neutralization; primary aluminum; recycled aluminum; energy; zero-carbon technology; carbon dioxide emissions

[收稿日期] 2021-07-27

[作者简介] 杜心(1977—),男,天津人,博士,高级工程师,主要从事节能与碳排放、生态修复技术研究。

[引用格式] 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.

0 前言

2020年9月22日,习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论会首次提出了我国的二氧化碳排在2030年前达峰及2060年前实现碳中和的目标。至2021年7月6日中国共产党与世界政党领导人峰会,习近平主席至少在10余次国际会议、4次国内会议讲话中先后阐述了碳达峰与碳中和的目标、意义、政策、措施及行动等内容,受到国内外的广泛关注。近期,国家发改委、国资委委托相关行业协会、科研院所针对碳达峰、碳中和约束下电力、建材、有色等重点行业的发展路径开展研究。有色金属工业协会也开展了有色金属行业碳达峰实施方案的研究。

1 铝行业碳达峰、碳中和目标

1.1 碳达峰、碳中和的定义

根据联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)的定义,碳达峰是指某个地区或行业年度二氧化碳排放量达到历史最高值,然后进入持续下降的过程,是二氧化碳排放量由增转降的历史拐点。碳达峰涉及达峰年份和峰值。碳中和是指人类活动产生的二氧化碳排放量,与二氧化碳去除技术(如植树造林)应用实现的吸收量达到平衡。

1.2 铝行业碳达峰、碳中和目标

2019年10月,国际铝业协会理事会第96次会议决定成立温室气体减排途径工作组,并初步拟定了铝行业温室气体排放覆盖范围及2050年温室气体零净排放目标和途径。

2021年3月,国际铝业协会发布了《2050年铝业温室气体排放路径》,提出全球铝行业温室气体减排目标:到2050年,在全球铝产量17000万t(其中原铝产量9000万t)条件下,全球铝行业全产业链(铝土矿开采、氧化铝及电解铝生产、铝加工制造,以及废料回收、再生)的排放总量为2.5亿t二氧化碳当量;其中,所有与原铝生产相关的工艺流程(特别是冶炼过程)耗电产生的排放量将近于零,直接排放为2亿t二氧化碳当量,回收和制造过程中的燃料燃烧和电力消耗排放0.5亿t二氧化碳当量。

参照国际铝业温室气体减排目标,结合我国当前铝行业二氧化碳排放现状,以及中国有色金属工

业协会提出的有色行业力争2025年前实现碳达峰,2040年减排40%目标,预计我国铝行业有望于2025年实现碳达峰^[1],峰值约为5.6亿t二氧化碳当量。

2 铝行业排放现状

2018年,全球铝产量为9500万t,其中,原铝产量6400万t,再生铝产量3100万t。全球铝行业二氧化碳排放量11.3亿t当量^[2]。同期,我国铝产量为4275万t,其中,原铝产量3580万t,再生铝产量695万t,我国铝行业二氧化碳排放量5.2亿t当量。2018年全球与中国铝行业二氧化碳排放量对比如图1所示。

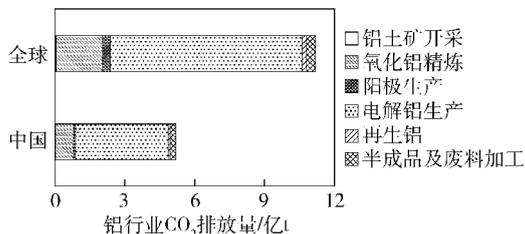


图1 2018年全球与中国铝行业二氧化碳排放量

铝行业包括原铝生产(铝土矿开采、氧化铝生产、阳极生产、电解铝生产)、再生铝及铝加工及产品制造等产业链,其中原铝生产二氧化碳排放量约占铝行业二氧化碳排放量的94.85%,如图2所示。

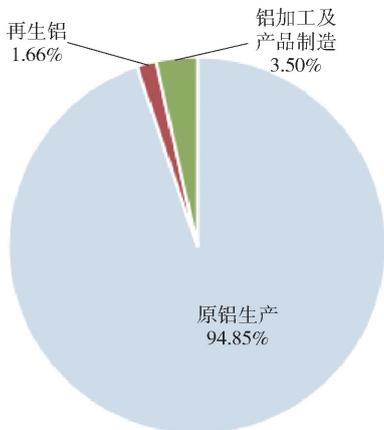


图2 铝行业中各产业二氧化碳排放占比

原铝生产中,能源消耗排放的二氧化碳占比较大,达到77.5%(其中,电能消耗排放的二氧化碳量约占64.4%,热能消耗排放的二氧化碳量占比13.1%)。原铝生产中各排放源所占的比例如图3所示。

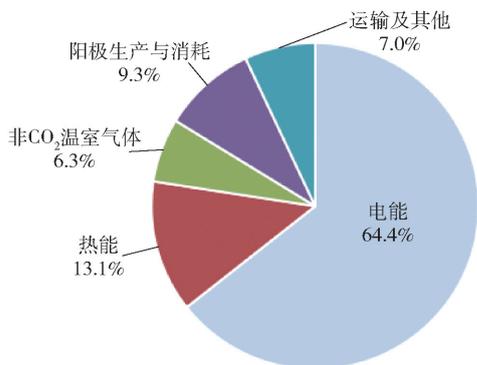


图3 原铝生产中各排放源占比

3 我国铝行业碳排放存在问题

3.1 电解铝生产中煤电占比大

与欧美电解铝企业相比,我国电解铝行业在电解环节上的排碳量较高,主要原因是国内原铝电力能源严重依赖火电。据统计,2020年底,我国电解铝运行产能消耗的自备电占比65.2%,网电占比34.8%。其中,自备电全部为火电,网电按照各区域电网的发电结构进行划分。经测算,在电解铝的能源结构中,火电占比88.1%,非化石能源占比11.9%。2020年国内外铝企业能源结构对比^[3]见表1。

表1 2020年国外主流铝企业能源结构对比

企业名称	原铝产量/万 t	电力结构	吨铝 CO ₂ 排放量/t
俄铝 (Rusal)	375.6	水电(93%)	3.3
海德鲁 (Hydro)	209.1	可再生能源(70%)、天然气(20%以上)	3.0
美铝 (Alcoa)	226.3	可再生能源(73%)、天然气与煤炭(27%以上)	6.9
力拓 (Rio Tinto)	318.1	水电(50%)、天然气与煤炭(50%)	6.8
国内	3 805.0	火电(88.1%)、非化石能源(11.9%)	11.2

3.2 电解铝、氧化铝能耗指标大幅下降的空间有限

目前,原铝生产最典型的生产工艺仍为冰晶石-氧化铝融盐电解法(霍尔-埃鲁特熔盐电解法)。经过100多年来的工艺持续优化,氧化铝、电解铝生产工艺指标潜力挖掘已接近极限,在生产工艺没有发生颠覆性改变的条件下,铝冶炼各项指标下降空间有限。

3.3 关键降碳技术仍存在瓶颈

铝冶炼生产中,低温余热回收、无废冶金、惰性阳极、高效超低能耗铝电解、二氧化碳捕集利用等零碳、负碳核心技术的储备不足。

3.4 再生铝占比较低

测算表明,再生铝的二氧化碳排放量仅为原铝二氧化碳排放量的4%左右。2020年,全球铝产量为9 910万t,其中再生铝产量3 380万t,占全球铝产量的34.1%。同年,我国铝产量为4 448万t,其中再生铝产量740万t,占国内铝产量的16.6%。我国再生铝产量与国际平均水平存在较大差距。

4 铝行业实现碳达峰、碳中和的路径

结合我国铝行业碳排放特点,实现碳达峰、碳中和的路径主要包括提高能源利用效率、产业结构调整、能源结构调整、零碳(负碳)技术开发等,详见表2。

表2 铝行业碳减排技术路径

技术路径	技术路线	措施减排潜力
能效提高	节能新技术及新产品技术推广应用	较小
	能源梯级利用	较小
	循环经济	较小
产业结构调整	淘汰落后产能	较大
	产能向新能源丰富的地区转移	较大
	提高再生铝比例	较大
能源结构调整	可再生能源利用(水、风、光、电)	较大
	核能替代(供电、供热)	中等
	绿色氢能利用(氧化铝焙烧、运输)	较大
零碳技术开发	生物质燃料	较大
	惰性阳极(电解)	较大
	无钙冶金	较小
负碳项目开发	农林碳汇	中等
	碳捕集、利用与封存技术应用(CCUS)	较大
	生物质能碳捕集与封存(BECCS)	较大

4.1 节能提效 降低碳排放强度

2005年,《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十一个五年规划的建议》首次把节约资源上升为我国的“基本国策”。自2006年至今的3个“五年规划”中,降低单位GDP能耗的节能指标始终

被列为“五年规划”的重要约束性指标之一。2006—2019年,我国单位GDP能耗下降了42.5%,单位GDP二氧化碳排放量下降了47.9%,电解铝交流电电耗从14 575 kW·h/t降到13 555 kW·h/t,下降了约7.0%。

多方测算表明,节能和提高能源利用效率对我国实现2030年前碳排放达峰目标的贡献在70%以上,可再生能源和核电的贡献接近30%。二氧化碳捕获和封存技术对我国2030年前实现碳达峰目标很难做出实质性贡献^[4]。

因此,要实现碳达峰、碳中和,应加大节能技术及设备的推广应用,创新合同能源管理等第三方节能服务模式,推进节能技术、节能设备、能源梯级利用和余热利用,促进提高能源利用效率的项目落地;加强全流程、全链条、全要素对标管理,进行节能诊断,发现差距,开展精益管理,以持续改进为载体,挖掘节能降耗潜力,优化技术经济指标。

4.2 优化铝产业结构 提高再生铝产量

1) 巩固和化解电解铝过剩产能,严控电解铝4 500万t天花板产能;2) 加大“城市矿山”开发力度,大力发展短流程冶炼工艺,大幅度提高再生铝生产能力和再生铝比例;3) 选择沿海和水电丰富的绿色能源地区进行铝产业布局,推动产业集聚发展,打造铝集群化产业基地,降低物流运输和金属重熔过程中的碳排放。

4.3 优化能源结构 实现铝产业绿色发展

优化能源结构,收缩电解铝火电产能,增加清洁能源使用比例,是实现铝行业碳达峰、碳中和最直接和最有效的途径。主要措施包括:1) 淘汰燃煤自备电厂,或者通过自备机组发电权置换,利用清洁能源置换火电;2) 对自备电厂进行清洁化改造,用低碳或零碳能源替换燃煤;3) 利用企业厂房及周边环境,建设风、光电站,配合储能技术,实现清洁能源直供;4) 依托水电、核电资源,置换电解铝产能,实现

清洁能源直接利用;5) 推行低碳运输,逐步引进电动、氢能运输车辆。

4.4 推动技术创新 实现颠覆性降碳技术突破

整合国内科研院所,组建中国有色金属行业低碳绿色发展创新平台,围绕节能降碳、清洁生产、清洁能源等领域布局前瞻性、战略性、颠覆性项目,实施绿色技术攻关行动,力争在铝行业中实现无废冶金、高效超低能耗铝电解槽、惰性阳极以及二氧化碳捕集、利用和封存技术等方面取得突破,为绿色发展提供技术支撑。

5 结束语

2021年7月30日,中共中央政治局召开会议,提出要统筹有序做好碳达峰、碳中和工作,尽快出台2030年前碳达峰行动方案,坚持全国一盘棋,纠正运动式“减碳”,先立后破,坚决遏制“两高”项目盲目发展。铝行业作为碳排放大户,要以碳达峰、碳中和目标为契机,促进产业升级,通过不断提升能效、大力调整产业结构、增加清洁能源使用、推动科技创新,促进产品应用,抢占国际低碳发展制高点。

[参考文献]

- [1] 中国有色金属工业协会一季度新闻发布会答记者问[R/OL]. [2021-05-19]. <http://www.hnmm.cn/plus/view.php?aid=27304>.
- [2] 国际铝协:2050年全球铝行业温室气体减排路径(摘要)[R/OL]. [2021-03-22]. <https://www.ccmn.cn/news/ZX018/202103/255039ad8b9145db8f17c970f96f48cc.html>.
- [3] 国泰君安期货. 铝产业链的“碳足迹” | “碳达峰”显性约束下的铝行业变局(一)[R/OL]. [2021-03-31]. <http://futures.eastmoney.com/a/202103311866157484.html>.
- [4] 白泉. 建设“碳中和”的现代化强国 始终要把节能增效放在突出位置[J]. 中国能源,2021(1):7-11,16.