

综述

有色金属工业碳排放现状与实现碳中和的途径

张伟伟

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 本文通过分析有色金属工业的碳排放现状,指出碳排放主要发生在冶炼环节,尤其是铝冶炼环节,并提出了有色金属工业实现碳中和的三个主要途径:使用清洁能源、提高能源利用率和发展CCUS技术。其中,氢能是有色金属工业清洁能源的首选;提高能源利用率可通过开发新工艺和淘汰落后工艺、提升关键设备设计制造水平、发展热能梯级利用技术来实现。有色金属工业应加紧布局,确保各阶段碳中和目标如期实现。

[关键词] 碳中和; 碳排放; 有色金属; 清洁能源; 能源利用率; CCUS技术

[中图分类号] TF8 [文献标志码] A [文章编号] 1008-5122(2021)02-0001-03

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.02.001

Carbon Emission Status of Nonferrous Metal Industry and Ways to Realize Carbon Neutralization

ZHANG Wei-wei

Abstract: This paper analyzed the current situation of carbon emission in nonferrous metal industry, pointed out that carbon emission mainly occurred in smelting process, especially in aluminum smelting process, and put forward three main ways to realize carbon neutralization: using clean energy, improving energy utilization rate and developing CCUS technology. Among them, hydrogen energy was the preferred clean energy for nonferrous metal industry; The improvement of energy utilization can be achieved by developing new processes and eliminating backward processes, improving the design and manufacturing level of key equipment, and developing thermal energy cascade utilization technology. The nonferrous metal industry should intensify its layout to ensure that carbon neutrality targets at all stages were achieved on schedule.

Key words: carbon neutralization; carbon emission; nonferrous metals; clean energy; energy utilization rate; CCUS technology

0 前言

碳中和是指企业、团体或个人测算在一定时间内直接或间接产生的温室气体排放总量,通过植树

造林、节能减排等形式,以抵消自身产生的二氧化碳排放量,实现二氧化碳“零排放”^[1]。

2006年,“碳中和”被《新牛津英语字典》公布为年度字汇。2007年,“碳中和”被正式编写入新版《新牛津英语字典》。随着全球变暖趋势日益显著,碳中和作为一种新型环保形式和遏制全球变暖的重要举措,越来越受到人们的关注。

2015年12月,世界各国在《巴黎协定》中承诺,把全球平均气温升幅控制在工业化前水平以上低于

[收稿日期] 2021-01-27

[作者简介] 张伟伟(1988—),男,河南焦作人,硕士,工程师,主要从事冶炼烟气制酸和尾气治理的研发和技术服务工作。

2℃之内,并努力将气温升幅限制在工业化前水平以上1.5℃之内,并在2050—2100年实现全球“碳中和”目标,即温室气体排放与吸收之间的平衡。

2020年9月22日,习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话,“中国将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”^[2]。

从提出至今的十多年间,碳中和引起了社会各界的广泛关注,有色金属工业作为高能耗、高排放行业,在实现碳中和的进程中任重道远。本文对有色金属工业碳排放现状进行分析,并就有色金属工业实现碳中和的途径进行了研究探讨。

1 有色金属工业碳排放现状

有色金属工业是我国的支柱产业,在国民经济中占据重要地位。近年来,我国有色金属工业发展迅速,2020年我国十种有色金属产量为6168万t,其中精炼铜产量为1002.5万t,同比增长7.4%;原铝产量为3708.0万t,同比增长4.9%;铅产量644.3万t,同比增长9.4%;锌产量642.5万t,同比增长2.7%。

有色金属工业是我国七大工业耗能大户之一,是推进节能降耗的重点行业^[3]。根据国家统计局数据,2019年全球因使用化石燃料排放的二氧化碳为368亿t,其中,我国碳排放量为103亿t,占全球总排放量的28%,居全球第一。我国有色金属工业碳排放量约占碳排放总量的6%,约6亿t,是我国碳排放的主要来源之一。

有色金属工业的二氧化碳排放主要由能源消耗产生,主要集中在铝、铜、铅、锌等金属的冶炼环节。这些金属的冶炼环节的二氧化碳排放量约占有色金属工业总排放量的80%,其中铝行业的排放量占到65%左右^[4],而深加工过程基本不产生二氧化碳。由此可见,有色金属工业碳减排的主要目标在冶炼环节,尤其是铝冶炼环节。

有色金属冶炼工艺主要包括火法冶金、湿法冶金、电冶金等。在这三种冶金工艺中,湿法冶金能耗较低,环境影响较小;火法冶金和电冶金能耗较大,环境影响也较大,是有色金属工业主要的碳排放和污染物排放来源。有色冶炼环节的碳排放通过直接或间接消耗化石燃料产生:火法冶金直接消耗化石燃料,向大气中直接排放二氧化碳气体;电冶金直接消耗电能,而我国的电力系统以火电为主,火电约占

全国总发电量的70%,因此电冶金过程间接消耗化石燃料,向大气中间接排放二氧化碳气体。

2 有色金属工业实现碳中和的途径

有色金属工业实现碳中和的主要途径有使用清洁能源、提高能源利用率和发展CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage)技术等。

2.1 使用清洁能源替代传统化石能源

有色金属工业的碳排放主要由化石能源消耗引起,矿石自身产生的碳排放相对较少。2020年,我国一次能源消耗总量将近50亿t标准煤,有色金属工业能耗约占全国总能耗的6%,约3亿t标准煤。有色金属工业消耗的能源主要为煤、石油、天然气等化石能源,其中还包括相当一部分的电能。清洁能源如氢能、太阳能等在有色金属工业中还鲜有大规模应用。清洁能源不产生温室气体,对环境友好,因此大力推广清洁能源在有色金属工业中的应用可从根本上解决碳排放的问题。

清洁能源具有可再生、无污染的优良特性,近些年来,世界各国均不断加大清洁能源规模化应用的开发力度。目前,风能、水能、太阳能、核能在电力行业已有广泛应用。随着清洁能源在电力行业应用范围的不断扩大,电冶金工艺间接消耗化石燃料造成的碳排放问题将逐步得到解决。对于直接消耗化石燃料的冶金工艺,发展替代能源将成为解决碳排放问题的必由之路。有色金属工业往往规模较小、分布较广,风能、水能、太阳能由于受地理位置、气候条件、资源条件的限制,难以在有色金属工业中实现规模化应用;核能因其核辐射的特性和巨大的建设成本,也难以在有色金属工业中实现规模化应用。氢能具有质量轻、热值高、燃烧性能好的优点,被誉为21世纪最具发展潜力的清洁能源。相比其他清洁能源,氢能更易在有色金属工业中实现规模化应用,成为未来有色金属工业发展清洁能源的首选。

根据国家发改委、能源局印发的《能源生产和消费革命战略(2016—2030)》,至2030年,非化石能源占一次能源消费比重将由2020年的15%升至20%;2050年,非化石能源占一次能源消费比重将达到50%。随着清洁能源利用技术的不断完善,清洁能源必将得到大力推广,有色金属工业也将顺应时代潮流,逐步发展清洁能源冶金技术,从源头控制,减少碳排放。

2.2 提高能源利用率

2.2.1 开发新工艺,淘汰落后工艺

有色冶金工艺可谓百花齐放、百家争鸣。我国有色金属工业经过数十年的发展,基本上拥有世界上所有已知的冶金工艺,但各冶金企业发展状况不同,部分企业仍使用落后的生产工艺,造成能源大量浪费。在实现碳中和的进程中,有色冶金企业应逐步淘汰落后工艺,采用新工艺,降低能源消耗,提高能源利用率。例如,铜熔炼应优先采用先进的富氧闪速及富氧熔池熔炼工艺,替代反射炉、鼓风机和电炉等传统工艺;氧化铝优先发展选矿拜耳法等技术,逐步淘汰直接加热熔出技术;电解铝生产优先采用大型预焙电解槽,淘汰自焙电解槽和小预焙槽;铅熔炼优先采用氧气底吹炼铅工艺及其他氧气直接炼铅技术,改造烧结鼓风机工艺,淘汰土法炼铅工艺;锌冶炼优先发展新型湿法工艺,淘汰土法炼锌工艺。

2.2.2 提升关键设备设计制造水平

扩大有色金属工业单体规模,采用大型、高效的节能设备,提高能源效率;优化核心设备结构,改进炉内燃烧气氛,保证燃料充分燃烧,提升燃烧效率和传热效率;加强炉窑保温,降低散热损失。

2.2.3 发展热能梯级利用技术

发展热、电、冷联产热能梯级利用技术,充分回收不同品位的热能并加以利用,最大限度地节约能源,降低能耗。

2.3 发展碳捕集、利用与封存技术

碳捕集、利用与封存技术(CCUS技术)是指将二氧化碳从工业排放源中分离,然后直接封存利用,以实现二氧化碳减排的工业过程。作为一项有望实现化石能源大规模低碳利用的新兴技术,碳捕集、利用与封存技术是未来减少二氧化碳排放、保障国际能源安全和实现可持续发展的重要手段^[5]。

政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的《全球升温1.5℃特别报告》对90种建模情景进行了评估。结果显示,几乎所有情形都需要部署CCUS技术才能将全球升温幅度控制在1.5℃以内。根据清华大学气候变化与可持续发展研究院编制的《中国低碳发展战略与转型路径研究项目成果》,2050年,由CCUS技术所减排的二氧化碳量将达到7~8.8亿t/a。由此可见,CCUS技术在实现碳中和的道路上必不可少。

2006年以来,国家发改委、科技部、财政部等十多个部委相继参与并制定了十多项政策措施,鼓励和支持CCUS技术的发展,将CCUS技术列为中

期技术发展规划的前沿技术。2015年至今,发改委和科技部先后制定和更新了《中国碳捕集利用与封存技术发展路线图》,足可以看出我国对CCUS技术的重视程度。

目前,CCUS技术发展尚不成熟,处于起步阶段。全球共有65个商业CCUS设施,其中26个在运行,3个在建,2个暂停运行,13个处于高级开发阶段,21个处于开发早期阶段。由于CCUS技术产业链长,规模大,投资成本高,目前其商业应用主要位于欧美发达国家,我国只有3个在运行项目、2个在建项目、1个处于早期开发阶段的项目,且CCUS项目主要集中在电力和石化行业,钢铁、有色等行业还鲜有CCUS技术的应用报道。

根据国家发改委、能源局印发的《能源生产和消费革命战略(2016—2030)》,2050年,化石能源在我国能源结构中的比重仍将达到50%左右。从当前形势看,未来,有色金属工业完全实现清洁能源替代的难度较大,化石燃料仍将占据一定的比例。只要存在化石能源的消耗,实现碳中和必将依赖CCUS技术,有色金属工业应加紧布局CCUS技术,以中和化石能源消耗带来的碳排放。

3 结束语

综上所述,有色金属工业作为碳排放的主要行业,在实现碳中和的进程中将扮演重要的角色。有色金属工业实现碳中和的途径有:使用清洁能源、提高能源利用率和发展CCUS技术等。随着碳中和目标的临近,有色金属工业应积极响应政府号召,加紧制定本行业的政策措施,确保各阶段碳中和目标如期实现。

[参考文献]

- [1] 戈晶晶. 碳中和倒逼能源智慧发展[J]. 中国信息界, 2021(1): 51-54.
- [2] 蓝虹. 从“十四五”规划建议解读绿色金融发展趋势[J]. 中国金融家, 2020(12): 46-48.
- [3] 杨司戎. 开放获取冶金特色文献资源的建设[J]. 科技情报开发与经济, 2011, 21(6): 94-96.
- [4] 邵朱强, 杨云博. 有色金属行业技术进步对碳排放的影响分析[C]//第十三届中国科协年会第7分会场——实现“2020年单位GDP二氧化碳排放强度下降40%~45%”的途径研讨会论文集. 2011: 156-160.
- [5] 张贤, 张九天, 仲平, 等. CCS全流程示范技术组合专家偏好研究[J]. 中国人口、资源与环境, 2013, 23(4): 34-40.