

## 聚焦碳排放

## “碳达峰、碳中和”对我国铜工业发展的影响

王满仓, 陈瑞英

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 本文首先论述我国铜工业的发展背景,提出行业面临的资源自给率低、装备水平有待提升、国际铜市场话语权弱等系列问题;其次,结合行业碳排放特点,提出除铜冶炼企业外,矿山企业的碳减排也应引起重视,并针对企业碳减排路径给出方向性建议;再次,结合“双碳”目标要求,分析我国铜工业发展面临的机遇与挑战:新能源产业发展带动铜的消费,绿色循环经济驱动再生铜占比提升,行业转型升级和产能布局调整导致企业竞争压力加剧等;最后,结合上述分析,针对铜行业的低碳发展提出建议供相关部门参考。

[关键词] 碳达峰;碳中和;铜工业;产能布局

[中图分类号] F416.32; X758 [文献标志码] A [文章编号] 1672-6103(2021)06-0001-04

DOI:10.19612/j.cnki.cn11-5066/tf.2021.06.001

2020年9月,我国在联合国大会上提出: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。“碳达峰、碳中和”的宣示是我国应对全球气候变化做出的重大战略决策,将开启各行业领域向绿色低碳发展转型的新时代。

铜是重要的有色金属品种之一,也是现代工业的重要基础原料。在“碳达峰、碳中和”实现过程中,我国铜工业发展面临着前所未有的机遇和挑战。结合行业自身的发展特点,如何更好地适应和满足“双碳”时代的发展趋势和目标要求,是相关部门和生产企业需要思考的问题。

## 1 我国铜工业发展现状

### 1.1 资源自给率低

我国铜资源紧缺,保障程度低;原料供应缺口

大,对外依存度高。据2021年美国地质调查局统计,2020年世界已探明的铜储量约8.7亿t,其中,中国铜资源储量约2600万t,占比仅为3%。2020年世界矿铜产量约2000万t(金属量),其中,中国矿铜产量约170万t,占比约为8.5%。世界现有储量的静态保证年限为43.5年,而中国仅为15.3年。在目前较高的地质资源开发强度下,铜原料对外依存度仍超过70%。

### 1.2 部分矿山企业装备水平有待提升

受资源条件制约,国内中小型铜矿企业的技术装备水平较低,与大型铜矿企业相比差距较大。尤其是近年国内铜冶炼技术发展较快,受产业结构调整、环保政策升级等因素影响,一批落后的铜冶炼产能逐步被淘汰。

作为传统行业,国内矿山企业在数字化、智能化方面起步较晚,且由于投入高、短期效益或直接效益不明显,多数企业对此投入动力不足。受环保政策的限制,污染严重的鼓风机、反射炉和电炉铜冶炼工艺在国内已被淘汰,国内自主开创的双底吹、侧吹熔炼-多枪顶吹吹炼等连续炼铜技术已达到国际领先水平。

[收稿日期] 2021-07-09

[作者简介] 王满仓(1981—),男,河北河间人,高级工程师,硕士,主要从事技术经济评价工作,现任中国恩菲工程技术有限公司工程经济咨询中心技术经济室主任。

[引用格式] 王满仓,陈瑞英.“碳达峰、碳中和”对我国铜工业发展的影响[J].中国有色冶金,2021,50(6):1-4.

### 1.3 国际铜市场话语权弱

我国是世界上最大的铜生产国和消费国,但在国际铜市场的话语权较弱,行业利润分配更多倾向于产业链上游的资源端。

据相关统计报道,2020 年全球精炼铜产量为 2 394 万 t,其中,中国精炼铜产量为 1 002.5 万 t,占比约 42%;2020 年全球精炼铜消费量为 2 533 万 t,其中,中国精铜消费量 1 198 万 t,占比约 47%<sup>[1]</sup>。2020 年,中国铜粗炼和精炼产能分别为 905 万 t 和 1 325 万 t,较 2008 年分别增长 340 万 t 和 697 万 t,年均增速分别为 5% 和 9.2%。

尽管我国铜产量和消费量世界占比最大,但近年来,我国铜冶炼产能快速扩张,在国内原料供给不足、海外资源高度集中的背景下,冶炼加工费(TC/RC)持续下滑,国内铜冶炼企业的利润空间被逐渐压缩。2006 年,铜价大幅攀升至高位运行,国际铜矿商却下调冶炼加工费,并取消实施多年的价格分享条款。自此之后,铜价高企带来的超额利润由铜矿山独享,冶炼企业只能依靠加工费来获取收益。近期国际铜价大幅攀升,最高已突破 10 000 美元/t 的历史高位,而我国铜冶炼企业与国际矿商谈判的长单铜精矿加工费却跌至近十年新低 59.5 美元/t,现货加工费更低至 30 美元/t,在硫酸等副产品收益补贴有限的情况下,尽管铜价高企,但冶炼企业却面临难以盈利的局面。

综上所述,我国铜工业发展在实现“双碳”目标的同时,还面临资源自给率低、部分矿山企业装备水平有待提升、国际铜市场话语权弱等系列问题。

## 2 铜行业碳排放及企业减排路径

### 2.1 碳排放

由于铜矿一般品位较低,折算至单位铜产品后,矿山企业碳排放强度高于冶炼企业。从减小铜产品碳足迹值的角度,除冶炼企业外,矿山企业的碳减排也应引起重视。

目前,由于行业基础调研不足,数据统计有限且存在口径差异,还没有铜行业碳排放量的官方统计数据。但普遍认为,冶炼企业才是铜行业碳排放的重点单位,对其减排管控的重视程度明显高于矿山。2016 年,国家发展改革委发布的《关于切实做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知(发改办气候[2016]57 号)》中,将有色行业作为八大重点

温室气体排放行业之一,其中包括电解铝和铜冶炼两个子行业,未提及矿山企业。按照国家发展改革委发布的《温室气体排放核算方法与报告指南》,结合典型企业技术指标,测算范围包括燃料燃烧、能源材料、工业过程的直接排放以及净外购电力、热力的间接排放,估计一般铜矿山的吨铜碳排放强度约为 4~7 tCO<sub>2</sub>;而铜冶炼的吨铜碳排放强度大致在 0.85~1.5 tCO<sub>2</sub>。可见,折算至单位铜产品后,矿山的排放强度指标明显高于冶炼企业。因此,从降低铜产品碳足迹值的角度,矿山企业的碳减排必须引起重视。

### 2.2 碳减排路径

铜企业应结合自身特点,按照“源头减量、过程控制、末端治理”的原则设计碳减排路径,例如低碳能源替代、工艺过程优化、碳捕集利用与封存(CCUS)等。

结合矿山企业的生产特点,主要碳排放源是采选过程中的电力消耗,一般占比 80% 以上,其他主要为物料运输过程中的柴油消耗等;而铜冶炼企业同样是以电力消耗的间接排放为主,一般占比也在 80% 左右,其他主要为天然气、油料、煤炭等化石能源燃烧以及石灰石分解所直接排放的二氧化碳。因此,从源头管控方面,能源结构优化是铜矿山和冶炼企业减碳的关键环节,应重点关注如光伏、储能、微电网、氢能技术的应用以及装备电气化水平的提升等;其次,从过程控制角度,可通过能源综合管控系统实现智慧减碳,利用工艺技术优化实现节能提效等;再次,从末端治理的角度,吸收借鉴先进企业的技术经验,关注未来低成本碳捕集、封存以及碳资源化等前沿技术的研发与应用进展。

## 3 “双碳”目标背景下我国铜工业发展趋势

根据中国有色金属工业协会初步统计,2020 年,我国有色金属行业二氧化碳排放量约为 6.6 亿 t,占全国总排放量的 4.7%。国家有关部门制定的《有色金属行业碳达峰实施方案》(征求意见稿)初步提出:到 2025 年有色金属行业力争率先实现碳达峰,2040 年力争实现减碳 40%。在国家 and 行业“双碳”目标要求下,我国铜工业发展面临机遇与挑战并存的局面:需求侧主要表现为新能源产业发展带动铜消费增加的市场机遇,供应侧主要表现为再

生铜占比的增加以及减碳目标要求下行业转型升级的改革压力。

### 3.1 新能源产业发展带动铜的消费

能源结构转变是“双碳”目标实现的重要基础,风电、光伏等清洁能源的开发,特高压输电线路的建设,工业领域终端电气化水平的提升,新能源交通运输工具的推广,无论是发电端、输电端和用电端都将促进铜消费需求的提升。根据国际能源署的报告,在实现《巴黎协定》目标下,未来20年,清洁能源领域的铜需求占比将由目前的20%上升至40%以上<sup>[2]</sup>。铜业巨头必和必拓预计,按照《巴黎协议》的全球碳减排目标,未来30年铜的需求将增加1倍以上。也有相关机构预测,碳中和目标将使中国“十四五”期间每年的铜消费量增加85万t<sup>[3]</sup>。尽管数据预测存在差异,但业内普遍认为,“双碳”目标对未来的铜消费市场将是积极的利好因素。

### 3.2 绿色循环经济驱动再生铜占比提升

在市场需求持续增加的情况下,铜矿资源品位却趋于降低,而矿山产能建设周期长且增长潜力有限,未来铜的供应缺口似乎不可避免,该观点也是导致近期铜价大幅攀升的主要因素之一。2013—2019年,在原生铜供应增长受限的情况下,我国的再生铜产量呈现上升趋势。2019年,中国再生铜供应量为330万t,占铜供应量比重为23.3%,其中,国内回收再生铜约为213.5万t,占再生铜供应量的67%。国内工业发展积累的大量废铜资源逐渐进入回收周期;同时,再生铜的使用在减碳方面比原生铜更具优势,“双碳”目标驱动下,再生铜的占比会逐渐升高,甚至成为未来铜供应的主力军,一定程度上也有利于缓解未来铜供应短缺的局面。

### 3.3 行业转型升级和产能布局调整导致企业竞争压力加剧

绿色低碳转型过程中,一些综合实力较弱的中小企业将面临考验,大型企业的竞争优势将更加凸显,行业通过优胜劣汰,最终实现规模化、现代化、集约化生产。而未来铜价的高位运行和碳交易市场的成熟完善有助于缓解企业低碳转型过程中的成本压力。

要实现铜行业的“双碳”目标,亟待相关企业转型升级,包括通过低碳能源支撑、工艺流程优化、装备材料升级、能源综合管控、资源综合利用、碳捕集利用与封存等多方面实现技术升级;同时,加强企业

碳资产管理,并对组织结构和管理系统进行相应调整,最终实现企业的绿色低碳高质量发展。在转型升级过程中,企业需要增加财力、人力、物力等方面的投入,一定程度上增加了企业负担。结合行业设定的减碳目标,中国有色金属工业协会提出,要严控铝、铜等品种的冶炼产能总量,鼓励产能向可再生电力富集地区转移。在资源、环境双重约束下,如何实现科学可持续发展是行业和企业需要面对的问题。

低碳要求下,新能源等相关行业的发展带动铜的市场需求,有利于铜价的攀升,并能在一定程度上抵消低碳转型所增加的成本支出;而成熟完善的碳交易市场才是低碳竞争公平性的重要保障,通过市场调节机制使企业在“低碳”方面的投入获得相应的价值回报。未来,碳的合理定价将为铜生产企业通过技术变革实现碳减排提供经济支撑和源动力。

## 4 结论

“碳达峰、碳中和”是时代要求和发展趋势,在此背景下,我国铜行业应结合自身特点,既要努力抓住新能源等相关行业发展带动消费需求的机遇,也要积极面对行业转型升级、产能布局调整等方面的现实问题。针对铜工业低碳发展提出以下建议,供相关部门参考。

1) 积极发挥政策层面的组织、协调和导向作用,为铜行业实现“双碳”目标创造条件,抓紧配套政策机制的建设,特别是合理发放配额、完善碳交易机制、产业政策调整等方面。

2) 鼓励和支持专业咨询机构开展铜行业碳排放摸底调研和数据库建设、标准规范制定以及“碳达峰、碳中和”路径等方面的专题研究。

3) 鼓励和支持企业开展行业内上下游及跨行业联合重组,增强企业实力和竞争力,使其在工艺装备、资源综合利用、安全环保等方面得到全面提升。

4) 鼓励低碳金融和低碳技术的开发和应用,从企业实际出发,既要满足“碳达峰、碳中和”的发展要求,也要保证铜工业的可持续发展。

5) 鼓励铜资源高效与循环利用,制定完善相关制度和标准规范,建设循环利用示范工程。

6) 充分发挥协会等行业机构的组织协调作用,制定统一的对外战略措施,利用低碳发展机遇,不断提升中国铜行业的国际话语权。

## [参考文献]

[1] 中华人民共和国工业和信息化部. 2020 年铜行业运行情况[Z]. 2021.

[2] International Energy Agency. The Role of Critical Mineral in Clean Energy Transitions[Z]. 2021.

[3] 建信期货研究中心. 碳中和目标下铜需求测算[Z]. 2021.

## Influence of “carbon peak, carbon neutralization” on the development of copper industry in China

WANG Man-cang, CHEN Rui-ying

**Abstract:** This paper first discusses the development background of China's copper industry, and points out that the industry is facing a series of problems such as low self-sufficiency rate of resources, equipment conditions to be improved, and a greater say required in the international copper market. Secondly, taking the characteristics of carbon emissions in the sector into consideration, it is proposed that, apart from copper smelting companies, due attention shall be also be given to the carbon emission reduction of other mining companies, and directional suggestions are given for the carbon emission reduction paths. Thirdly, under the guidance of the “2-stage carbon reduction” goal, the following opportunities and challenges faced by China's copper industry are analyzed: copper consumption driven by the development of alternative energy source industry, increasing proportion of recycled copper driven by green circular economy, intensified competition pressure brought by industrial transformation & upgrading and yield distribution adjustment. Finally, based on the above analysis, suggestions for low-carbon development of copper industry are given for reference by relevant authorities.

**Key words:** carbon peak; carbon neutrality; copper industry; yield distribution

## 宝钛集团镍材料公司研制出船舶用白铜合金带卷

近日,宝钛集团镍材料公司成功研制出应用于船舶制造的宽幅 1 m、单重 4 t 的白铜合金(BFe30-1-1)带卷,正式开启了高端白铜合金带卷国产化应用进程。

为改变白铜带材依赖进口的现状,结合国内某船舶研究所对该材料的需求,年初,镍及镍合金项目组决定立项,进行技术攻关。宝钛集团镍材料公司技术人员在《高品质 BFe30-1-1 板材研制》科研成果基础上,运用多年的研究经验,经过反复论证与谨慎推演,结合 3T 电渣重熔炉升级改造后真空感应熔炼、电渣重熔双联法工艺的优势,经过一系列的技术攻关,突破了单重 5 吨的白铜合金铸锭的成分偏析、疏松、夹杂及皮下气孔等缺陷难题。

9 月初,宝钛集团镍材料公司在集团公司研究院、科技部的指导下,借助宽厚板公司装备能力,采用自主加工工艺,制备出符合目标要求的白铜合金板坯;同时,充分发挥钛带公司的带材制备技术及二十辊冷轧机组的装备实力,结合白铜材质各个临界状态性能测试结果,最终设计出白铜带卷的热连轧、冷轧工艺参数,最大限度地规避了技术风险,成功研制出  $\Phi(0.5 \sim 0.8) \times 1\,000$  mm 的白铜带卷。针对带式化在线热处理难题,镍材料公司技术人员经过大量的热处理试验,结合不同制度下的取样检测结果,通过科学论证、专业分析确定了最佳的热处理制度。

热处理结束后,船舶研究所结合使用要求,派专人对成品带材的外观尺寸、组织均匀性、力学均匀性、弯曲性能、腐蚀性能等进行了全面检验。结果显示:本次制备的白铜带卷各项性能等远高于 GB/T2059—2017 标准规定,达到船舶用料的特殊要求。

(资料来源:中国有色金属报)