

推动传统产业向绿而行

绿色发展是高质量发展的底色，新质生产力本身就是绿色生产力。发展新质生产力不能忽视、放弃传统产业。我国大力推动钢铁、有色金属、石化、化工、建材等传统产业升级，加快工业领域低碳工艺革新和绿色化转型，实现经济焕新发展向绿而行，将对加快培育和发展新质生产力发挥重要作用。本期特邀专家围绕相关问题进行研讨。

加快钢铁低碳技术创新应用



在“双碳”目标引领下，钢铁行业如何实现绿色化转型及高质量发展？

张贤(中国21世纪议程管理中心研究员、中国可持续发展研究会气候变化工作委员会主任):钢铁作为我国经济发展的重要基础性、支柱性产业,为交通、建筑、机械制造等关键领域提供基础原材料。2022年,我国粗钢产量达10.18亿吨,占全球总产量的55.3%,对全球制造业形成有力支撑。然而,钢铁行业具有高能耗与高排放的特点,年碳排放占全国总排放15%以上,仅次于电力部门。在全球气候变化应对和“双碳”目标的推动下,钢铁行业正处于向绿色低碳和智能化转型的关键阶段。

我国出台了一系列政策推动钢铁行业减排和提质增效,确保在2025年前实现行业转型升级和超低排放改造,并在2030年前实现碳达峰目标。综合考虑经济、能源和末端治理三个方面,通过采取限制总产量、提升节能技术、提高电炉钢比及应用末端脱碳技术,加大超低排放改造力度。2000年至2022年,我国粗钢产量从1.285亿吨增至10.18亿吨,尽管钢铁行业碳排放总量随之增加,但单位产品碳排放下降了34.2%,大幅降低单位产品能源消耗和碳排放,反映了钢铁绿

色低碳转型和可持续发展趋势。

以绿色技术创新为钢铁行业高质量发展打好“底色”。国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》提出钢铁行业结构优化和清洁能源替代、推广先进适用技术、深挖节能降碳潜力等系列措施,特别指出将氢冶金和二氧化碳捕集利用一体化技术试点示范作为关键突破方向。

氢冶金技术是实现钢铁行业零碳发展最关键的解决方案。据中创碳投行业减排模型测算,在钢铁行业实现碳达峰阶段,氢冶金技术预计可实现0.71亿吨的减碳量。目前,氢冶金技术主要采用焦炉煤气制备获得灰氢,作为氢原料仍存在碳排放问题。随着电解水制氢技术发展和可再生能源应用,将实现规模化、低成本的氢气供应。我国已初步掌握氢能制备、储备、加氢等主要技术与生产工艺,已启动8个示范项目,宝武集团和河钢集团分别建设完成并投产100万吨和60万吨氢冶金项目。

二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)技术作为新兴的末端减碳治理技术,将在钢铁行业绿色低碳转型中发挥托底作用。目前,钢铁行业正采取减少产量、提升能效、废钢回收以及氢气替代等多项前端减排措施,但仍面临至少8%的剩余减排以达到碳中和目标。CCUS技术已经过电力、化工等行业的验证,未来钢铁行业可通过与这些行业深化合作,

快速打破技术壁垒,逐步实现规模化应用。据《中国碳捕集利用与封存年度报告(2023)》,截至2022年底,我国已投运和规划建设中的CCUS技术示范项目约100个,每年总二氧化碳捕集能力超400万吨。预计到2050年,钢铁行业可通过CCUS技术每年减排近1亿吨二氧化碳,助力实现行业碳中和目标。

未来,钢铁行业的碳中和之路需强化顶层设计,包括优化行业结构、加快技术创新应用、提高行业集中度、充分利用绿色金融,以实现从高碳向低碳的绿色化转型。

一是加大对基础性、前瞻性、关键共性技术的研发,突破钢铁行业减排技术短板。重点推进以氢冶金和CCUS为代表的前沿技术,减少碳排放,形成净零排放的新型碳循环产业链,推动钢铁行业可持续发展。

二是成立千亿级规模的碳中和关键共性技术研发与推广基金,创新碳中和债券、碳中和信贷、低碳指数等金融工具,实现产融结合,促进钢铁行业的技术研发和示范推广。同时,加强碳税制度研究,以现代税收制度参与全球气候治理,探索碳交易和碳税并行政策,增强企业减排动力。

三是发挥新型举国体制优势,设立钢铁行业碳中和和关键共性技术研发中心,充分发挥政府、金融资本、社团组织的协同作用,集合优势企业和上下游相关机构的力量,共同突破低碳技术瓶颈,加快成果示范和推广应用,推动行业全生命周期低碳转型,同时加强国际技术交流合作,共享经验成果。

2014年到2023年

重点统计钢铁企业平均吨钢综合能耗

下降5.87%

吨钢二氧化硫排放

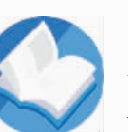
下降81%

吨钢烟粉尘排放

下降70.8%

数据来源:中国钢铁工业协会

推进有色金属产业绿色发展



有色金属行业在节能减排方面取得哪些成效?如何推进产业结构变革?

葛建平[中国地质大学(北京)自然资源战略发展研究院常务副院长]:有色金属作为国民经济发展的基础材料,包括除铁和铁基合金以外的所有金属。2023年,我国十种常用有色金属产量首次突破7000万吨大关,固定资产投资比上年增长17.3%。以新能源汽车、锂电池、光伏产品为代表的“新三样”成为拉动铜、铝、锌、锂、镍等有色金属需求增长的新引擎。

当前,新兴产业发展要求高端制造业不断升级,进而要求优化材料支撑体系,这将带动有色金属行业转型发展。新质生产力本身就是绿色生产力。加快绿色化转型既是构建现代化产业体系的重要途径,又是传统产业接续转换新动能的关键所在。《有色金属行业碳达峰实施方案》《2024—2025年节能降碳行动方案》相继印发,为有色金属行业的绿色低碳转型和碳达峰目标实现提供政策支持和行动指南。有色金属行业遵循国家政策指引,依托技术创新和工艺改造,在节能减排和绿色低碳方面取得亮眼成效。

有色金属产业链各环节的新技术、新工艺不断涌现。在勘探、采矿端,通过建立智能矿山管理平台,实现所有设备的集中监控和优化管理,全面提升能源利用效率;在冶炼端,通过新能源替代火电有效减少燃煤电力应用,大幅降低碳排放;在加工端,通过物联网、大数据分析等数字化管理技术,实现产品质量的实时检验与修复,减少废品率,降低资源消耗。

以电解铝行业为例,截至去年年底,该行业碳排放约占全国总量的4.5%,目前电解铝绿色电比例已超25%。内蒙古自治区霍林郭勒市正全力打造“中国绿电铝之城”,2023年,该市3家电解铝企业完成8.67万吨绿电铝认证,预计2024年,在铝精深加工方面的绿色消费占比可达60%以上。

2022年综合能耗为每吨铜205千克标煤,较2012年下降50%,产业能效优于标杆水平的产能约占45%,企业自主研发技术成为加速铜冶炼产业低碳转型的重要推动因素。中金岭南研发的两段短流程炼铜工艺解决了铜冶炼工艺中存在的流程长、不连续、中间物料热能损失高等技术难题,节能减排效率大幅提高。

未来,有色金属行业需立足变革、创新与融合三大着力点,迸发出强劲活力。

在变革方面,系统推进产业结构变革,引导过剩产能和不具备竞争力的产能主动退出,加快研发和生产附加值高、市场竞争力强的绿色产品;积极推进工艺流程变革,推广采用清洁节能生产技术,对高耗能工艺进行低碳改造,加快布局配置二氧化碳捕集利用与封存;有序推进管理模式变革,建立健全绿色生产和安全管理体系,制定相应的标准及审核机制,引导上下游企业合作,推动绿色供应链管理。

在创新方面,全面加强行业技术创新,系统布局清洁生产、资源循环、能源优化、废物处理的关键核心技术攻关;创新研发低耗合金新材料,对传统有色金属加工过程中产生的中间产品进行精深加工,提高资源利用效率;持续加强体制机制创新,坚持“人才第一”和产学研用联合攻关双管齐下,建立满足绿色发展需求的人才培育机制和企业生态。

在融合方面,推动行业与智能化技术相融合,将5G、人工智能和工业物联网融入能源管控、安全环保及物料平衡中;推动与其他行业相融合,与能源、汽车、建筑行业合作共同开发绿色产品,寻求金融机构的绿色资金支持;推动行业与国际平台相融合,打造绿色合作项目,获取最新环保技术与管理经验,吸引外商前来投资。

新兴产业的快速发展为传统产业转型提供重要发展机遇,有色金属行业应借此“东风”,牢牢把握发展时机,加快产业转型升级步伐,努力成为新质生产力发展增添新成色。

2014年到2023年

重点统计钢铁企业平均吨钢综合能耗

下降5.87%

吨钢二氧化硫排放

下降81%

吨钢烟粉尘排放

下降70.8%

数据来源:中国钢铁工业协会

据不完全统计,当前我国规划和运行二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)示范项目总数接近百个,涵盖电力、油气、化工、水泥、钢铁等多个行业

其中超半数的项目建成投产

具备二氧化碳捕集能力 超400万吨/年

注入能力 超200万吨/年

数据来源:《中国碳捕集利用与封存年度报告(2023)》



如何通过跨行业协同和系统化管理推动建筑产业走集约零碳之路?

林波荣(清华大学建筑学院副院长、生态规划与绿色建筑教育部重点实验室主任):建筑行业是我国碳排放的主要来源之一,其碳排放主要指运行时产生的直接碳排放和间接碳排放,2022年该行业碳排放总量为22亿吨,占全国总量的19%。

工业园区以工业和民用建筑群为基本单元,同时容纳工业生产、交通等多个用能排碳行业,是推动跨行业低碳转型的最佳场景之一。目前,我国国家级和省级工业园区达2500多家,集中了全国超80%的企业,A股企业在海外建厂的数量超500个,有四成以上工业产品的产量居世界第一。国际能源署指出,未来建筑行业实现零碳,需整合包括发电端、电网、需求响应和储能等技术,在各种市场创新机制下实现大规模多能融合。因此,最好的解决方式之一就是以建筑群或园区为主体,跨行业推动建筑行业节能降碳。

当前,我国园区碳排放约占全国的31%,部分园区碳排放强度达每万元增加值碳排放量20吨,部分产品在国际市场遭遇绿色壁垒。随着以新能源汽车、锂电池、光伏产品“新三样”为代表的制造业出海建厂,努力降低产品全过程碳排放已成趋势。面对国际绿色壁垒与国内“双碳”目标任务,工业园区亟需走集约零碳之路。

实现化工节能降碳改造



在促进化工产业绿色低碳转型方面,采取了哪些关键技术和创新举措?

刘玲娜(北京化工大学文法学院研究员):化工产业是制造业的重要组成部分,是国民经济支柱产业之一。2023年,我国化工产业营业收入9.27万亿元,产业利润4862.6亿元。经过多年发展,我国已成为世界化工第一大国和世界石油化工第二大国,无机原料、乙烯、甲醇等重要大宗产品产量稳居世界前列,为能源安全和经济社会发展提供坚实保障。

化工产业上游主要是石油开采与炼制产业,包括油气开采和运输、炼油和石油化工产品加工制造,中游为基本有机与高分子产业,下游为农业、能源、交通、机械、电子、纺织、轻工、建筑、建材以及居民生活配套服务相关产业。“十三五”以来,通过加快淘汰和有序退出落后产能,化工产业总体规模、产业集中度、整体技术水平持续提升。

传统化工产业主要消费煤炭、石油等化石能源,在产生大量碳排放的同时,会排放多种空气污染物。通过产业结构调整、化工技术创新和绿色转型升级,加快构建科技含量高、资源消耗低、环境污染少的绿色低碳循环经济体系,在降低污染物排放的同时加快新技术、新工艺、新生产要素发展,推动化工产业向好向绿向新转变。

第一,以新材料提升产品质量,加快构建多元化产品体系。以石油化工为例,我国每年在石油炼制与化学品生产过程中的碳排放量近6亿吨,约占全国碳排放总量的6%。与传统材料相比,化工新材料具有质量轻、性能优异、功能性强、技术含量高、附加值高等特点。2022年,我国化工新材料产能超4500万吨,产量超3100万吨,产值首次超1万亿元,近5年平均增速在20%以上。

目前,国家能源集团榆林化工5万吨/年聚乙二醇(PGA)可降解材料示范项目已正式建成投产,与生产传统聚丙烯塑料相比,煤基聚乙二醇可降解材料吨产品原料煤耗可降低约50%,二氧化碳碳排放降低约65%,工艺增加值增加2至3倍,具有较高市场竞争力和环保效益。在PGA技术

的基础上,化工产业要逐步升级产品体系,构造以生物基高分子材料为主的低碳产品替代传统产品,形成功能齐全、品种多样的生物降解材料系列产品,推进化工新材料综合利用、低碳多元化转型。

第二,以新技术促进产业链强链补链延链,持续推动产业高端化转型。近年来,我国化工产业的规模集中度、基地集群化程度、整体技术水平和核心竞争力都取得新突破。其中,大宗基础化学品产能产量多年稳居世界首位。以2022年10月中国石油广东石化拉开投产序幕为标志,我国炼油总产能已达每年9.2亿吨,其中千万吨及以上炼厂增加到32家,成为世界第一炼油大国。

在炼化一体化、煤制烯烃、乙烷裂解等装置发展驱动下,我国乙烯总产能突破每年5000万吨。但国内基础化工市场较为饱和,很多企业产能利用率低于80%,部分关键原料依赖进口,茂金属聚乙烯和聚丙烯自给率约10%,异戊橡胶、聚甲醛、聚碳酸酯、聚苯硫醚、聚酰胺的自给率约在50%。需加快布局低碳高附加值领域,攻克从原料制备、材料合成到加工应用领域的核心技术难题,实现智能化生产和数字化运营,助推价值创造、效率提升、管理变革。促进上中下游企业有效衔接、协同发展,推进化工产业从中低端向高端化升级。

第三,以新工艺实现过程降碳,加快新能源与化工产业耦合发展。在生产环节,促进化工与绿电、绿氢有机融合,加强氢能在化工工艺过程中的使用,推动绿氢耦合化工项目规模化应用。近年来,我国在二氧化碳加氢制甲醇、芳烃、汽油和二氧化碳制可降解塑料等高价值化学品方面取得积极进展。在末端环节,大力探索资源化利用技术研发,积极开展以二氧化碳捕集与封存(CCS)、二氧化碳捕集利用与封存为主的技术攻关,为化工产业过程降碳提供了技术支撑。

以煤化工产业为例,其二氧化碳排放浓度高、易回收、成本低,其中70%可实现回收。目前,国家能源集团鄂尔多斯煤制油的CCS示范项目已累计注入地下封存超30万吨二氧化碳。陕西延长石油集团年捕集30万吨二氧化碳项目建成投产,将捕集的二氧化碳全部用于油田驱油开采与地质封存,预计每年可减排30万吨二氧化碳。

开辟零碳园区建筑新模式

园区空间广阔、容积率低,工艺过程用能高、排热量大,具备太阳能光伏等可再生能源和工艺余热梯级利用的可能。传统的园区能源系统规划建设表现为各行业相互独立,工业与民用能源系统互不联通,造成装机冗余量大、可再生能源本地消纳困难、投资与运行成本高等问题。北京、合肥等地工商产业园的实践表明,若能以园区为主体统筹可再生能源生产和用能,构建冷热梯级利用以及与之互为依托的新型供、储、充、用能源系统,可降低园区峰值电网负荷和总碳排放量15%以上。

建议借助“新三样”对产业的聚集带动效应,将新型低碳园区、零碳园区作为“第四样”,开辟我国建筑产业发展新模式。

一是以“新三样”园区为样板,推动“产业—建筑—交通—电力”跨行业协同关键技术研究与示范。目前全球已有27个国家、143个项目通过双向充电技术将电动车变成市政电网的储能单元,以应对可再生能源不稳定与灾害电力短缺等问题,我国也明确提出要推动新能源汽车与园区场景互动。“新三样”园区在新能生产、存储与消费等要素上优势显著,可以其样板,因地制宜推动跨行业协同技术研发与标准编制,带动传统建材产业转型升级。

二是以建材类园区工业余热利用为纽带,推动工业与建筑行业能源一体化建设。据预测,当前我国可利用工业余热达每年72亿吉焦,其中60%来源于钢铁和水泥生产,若能被100%利用,则可承担约1/6的工业与建筑用热需求,每年可减排6亿吨到11亿吨。建议融合我国低温热远距离输送、欧洲跨季节储热等技术优势,推动一批利用工业园区余热向民用建筑供应暖气、生活热水、工艺用热的示范工程。

三是以城市更新为关键场景,以资源定业态,推动新质生产力应用与传统产业转型。老旧园区“先定业态,再定能源系统”的传统更新方式难以有效发挥本地产业优势与能源资源禀赋。可探索反向更新思路,即以本地既有产业组成、能源资源禀赋为边界条件,通过设定最大化应用新质生产力、降低碳排放为目标,来匹配园区乃至整个城市的产业与民用业态融合。

四是推动零碳园区与制造业一起“出海”。国际市场对零碳产品的刚需,以及“一带一路”共建国家与我国在工业与基础设施建设方面的合作,为在海外建设零碳园区提供了发展机遇,可在“新三样”、水泥、钢铁、化工等重点领域打造样板工程,推动工程建设标准互认,逐步打通相关政策法规与机制通道。