

## 产经观察

到2025年底电炉钢产量占粗钢总产量比例力争提升至15%

## 短流程炼钢，节能降碳潜力大

本报记者 王云杉

钢铁业是支撑国民经济的基础产业，也是制造业门类中碳排放量较大的工业部门，其绿色低碳转型意义重大。

今年，国家发展改革委等部门出台《钢铁行业节能降碳专项行动计划》，将“提升短流程电炉炼钢比重”作为推动钢铁业绿色低碳发展的一项重要举措，提出“到2025年底，废钢利用量达到3亿吨，电炉钢产量占粗钢总产量比例力争提升至15%”。

什么是短流程电炉炼钢？在钢铁业，冶炼工艺主要有两种，一种是以铁矿石为主要原料的“高炉—转炉”长流程炼钢，俗称转炉钢，另一种是以废钢为主要原料的短流程电炉炼钢，俗称电炉钢。和长流程炼钢不同，短流程电炉炼钢的主要原料是废钢，工序上则省去了焦化、烧结、高炉炼铁等污染、能耗和碳排放相对较高的环节。

发展短流程电炉炼钢的意义何在？下一步将如何推进？记者进行了采访。

## 采用短流程电炉炼钢冶炼工艺，降碳减排效果显著

废钢破碎、机器轰鸣，走进河钢集团石钢公司废钢加工车间，2台大型龙门剪和1台大功率破碎机正对条状、板状废钢进行剪切和破碎处理。

在电炉车间，两座双竖井废钢预热直流电弧炉很是显眼。废钢经过分拣和处理后，会被送至配料间、装入料篮，再送至电炉顶部进行预热，后通过电炉熔化成钢水。这款电炉采用了独特的废钢预热方法，可利用生产余热将废钢温度提升到600至800摄氏度，从而缩短废钢熔化时间，提高生产效率。随后，钢水顺着出钢口流入钢包中，送往精炼车间进行精炼和真空处理，之后完成连铸。“这些工序，和长流程炼钢区别不大。”石钢公司炼钢厂厂长助理杨韦华说。

“绿色低碳发展是钢铁生产的新要求、新趋势。”石钢公司发展建设部副部长杨卓告诉记者，2018年，新厂区启动建设时，就舍弃了老厂区的长流程，坚定选择了短流程。

“矿石、焦煤、焦炭、球团，曾经钢铁生产所必需的原材料，如今已从采购清单中消失，使用的原料变成了各类废钢，工作环境也更清洁了。”杨卓表示。经初步测算，相比老厂区，新厂区吨钢综合能耗降低62%，吨钢水耗降低46%，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等主要污染物减少75%。

此外，短流程电炉炼钢还有生产组织灵活、原料适应性强的优点。“长流程炼钢，工序一环连着一环，化学反应复杂。即便市场有波动，需要灵活调整产量，也不能轻易停掉高炉，否则重新启动需要大量成本。短流程工艺没有高炉炼铁环节，就避免了这些问题，生产组织更加紧凑高效。”杨韦华表示，短流程工艺还能灵活适应不同种类的废钢原料，将其转化为钢铁产品。

当前，我国“高炉—转炉”长流程炼钢在粗钢总产量中的占比为90%左右。据中国钢铁工业协会（以下简称“中钢协”）课题组初步测算，2021年我国长流程钢铁企业吨钢碳排放约为1.8吨，其中70%以上来自铁前工序，而省去了铁前工序的全废钢电炉炼钢企业吨钢碳排放约为0.36吨，降碳效果显著。

“纯废钢短流程电炉炼钢比‘高炉—转炉’长流程炼钢每吨碳排放低1.5吨左右，是钢铁行业降低二氧化碳排放最有效的途径。未来，钢铁行业降碳的主要路径之一就是发展电炉短流程炼钢。”中钢协相关负责人表示，推动钢铁业节能降碳，“高炉—转炉”和



电炉在上、下半场的角色和降碳贡献不同，“上半场”碳排放总量降低要靠长流程，“下半场”实现碳中和还得靠短流程。”

## 政策有力支撑，行业快速发展，电炉钢比例有望逐步提升

四川达州市宣汉县一处废钢回收加工基地内，挂车往来穿梭，车里装载着来自周边市县的汽车报废件、废弃冰箱外壳等废钢。在这里，一天约有3000吨废钢经处理后，被运至附近的航达钢铁炼钢厂。“废钢是短流程炼钢的主要原料，约占公司炼钢成本的80%。”四川德润钢铁集团航达钢铁炼钢厂厂长刘曙光表示。

电炉炼钢具有投资少、建设周期短、生产组织灵活、节能降碳效果明显等优势。那么，相较长流程炼钢，短流程炼钢经济性如何呢？刘曙光给记者算了一笔账——

先看长流程。近段时间，1吨铁矿石的价格在1000元以内，铁矿石经高炉炼铁等工序熔化成铁水，每吨成本为2000多元。

再看短流程。目前，1吨废钢的收购价为2000多元，和长流程炼钢的铁水成本差不多。不过，铁水是热态，可直接用于炼钢，不需要添加其他热源，而废钢是冷态，需依靠电极产生高温将其熔化，才能用来炼钢。换句话说，短流程多出了一部分用电成本。

“算下来，在人工等其他费用差不多的情况下，每吨废钢价格要比铁水成本低300元以上，电炉炼钢才能有一定竞争力。”刘曙光说。

为降低用电成本，不少电炉钢企业会根据峰谷电价时段制定生产计划，合理错峰生产。在航达钢铁，电炉的运行时间为21时至次日15时，覆盖了23时至次日7时的低谷时段，避开了15时至21时的高峰时段，吨钢可节省成本五六十元。

尽管经济性有待提升，但不少受访企业

认为，长远看，电炉短流程炼钢的市场竞争力将逐步提升。“随着新型工业化、新型城镇化持续推进，废钢保有量将持续增加，短流程炼钢的原料成本会逐步降低，与长流程炼钢的差距会逐步缩小。在国际市场上，已有不少客户提出采购‘零碳钢’或‘低碳排放钢’，更加绿色低碳的电炉钢也比转炉钢更受欢迎。”杨卓说。

中钢协相关研究报告认为，未来我国电炉炼钢在布局上将向废钢资源丰富、铁矿石资源相对紧缺、有绿电优势的区域集中，在产品方面将向3个方向发展：一是城市周边电炉厂以建筑钢材生产为主，二是围绕装备制造生产特殊钢和高合金钢产品，三是大容积电炉生产“近零碳”汽车板等高档板材。

有利于发展电炉钢的好消息正逐步增多。中钢协相关负责人表示，未来，随着新能源行业快速发展、各地差别化电价政策不断完善、绿电资源越发丰富，电炉炼钢的用电成本将持续降低；有关部门在产能置换、环保、土地等方面对低碳发展的政策支持逐步完善，碳排放约束日趋增强，短流程电炉冶炼技术进步等，也将助力电炉钢得到更大发展。

## 推动技术科学化、发展有序化、政策绿色化、竞争公平化

据世界钢铁协会数据，2023年全球电炉钢占粗钢产量的比重约为28.6%。相较之下，我国发展电炉短流程炼钢还有不小空间。

近年来，一些地方已作出积极探索。比如四川省，近年来立足水电等清洁能源丰富的优势，加快推动电炉炼钢转型升级。2023年，四川短流程电炉炼钢规模达1300万吨，电炉钢产量占比约40%。据中钢协统计，近年来各地计划新建的炼钢产能中27%为电炉，合计1.1亿吨左右，预计2035年我国电炉钢产量比例将达到30%。

下一步，如何科学有序发展短流程电炉炼钢？受访专家和企业提出一些建议。

——提升废钢资源供给能力。“国内的废钢资源供应偏紧，回收、加工和配送体系还不够完善，成本相对偏高。”杨卓认为，应建立废钢保供稳价机制，为稳质量、降成本创造有利条件。“目前，四川省已拥有废钢准入企业19家，废钢加工能力超1200万吨，产业规模已基本匹配全省电炉钢产能。”四川省经济和信息化厅材料工业处处长卿家胜表示，将积极推进废钢回收加工配送产业发展，促进废钢资源向优势企业聚集。据了解，相关部门正制定政策措施，促进废钢产出和市场化规范化。

——加强电力资源保障。专家表示，电费在电炉钢加工成本中占比较大，应鼓励短流程电炉企业因地制宜建设工业绿色微电网，加大可再生能源建设以及电力资源保障，鼓励企业根据峰谷电价时段科学制定生产计划，合理错峰生产，降低用电成本。

——提升电炉装备制造水平。近年来，国内电炉装备制造企业在炉型大型化、电炉与辅助设备集成化等方面取得长足进步，但在自动化装备及检测等方面仍有短板要补。专家认为，要推动电炉装备制造企业联合上下游企业，加快大型高效电炉装备技术研发，积极开发具有自主知识产权的新型电炉。

中钢协副会长骆铁军表示，发展电炉炼钢要把握好4个原则：一是技术科学化，电炉建设既要引进国外先进炉型，也要用好国产先进炉型，充分考虑电炉的炉机匹配，不“贪大求洋”；二是发展有序化，控制好节奏，充分考虑原料保障，有序把长流程转为短流程；三是政策绿色化，加快推进碳排放考核体系在钢铁行业的实施，列入规范企业的全废钢电炉生产企业不再纳入“两高”项目管理；四是竞争公平化，严格控制没有进行产能置换新建电炉，确保电炉建设的公平公正。

上图：江西省新钢集团电炉炉节能环保升级改造改造项目车间。

赵春亮摄

## 观察台

既要立足自身、用足用好应用场景丰富的优势，也要面向未来、坚持不懈地以科技创新推动产业创新

习近平总书记强调，“人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，将对全球经济社会发展和人类文明进步产生深远影响。”

当前，人工智能领域迎来一场由生成式人工智能大模型引领的爆发式发展，智能时代正加速到来。

搭载易控智驾露天矿无人驾驶运输解决方案，200多台北吨级新能源无人驾驶矿卡组成的全球最大单矿无人驾驶车队实现连续无人化生产作业；通过华为盘古大模型的多模态预测，宝钢一条热轧生产线的预测钢板精度提高了5%，每年有望多生产2万吨钢板，增收9000多万元……在日前举行的2024世界人工智能大会展区，引人关注的不只是会场入口的人形机器人阵列，更有众多已落地见效的人工智能创新应用实践。

加速人工智能应用落地，我国有丰富的数据资源、广阔的市场需求、稳定的技术基础和多样化的应用场景。在各界共同努力下，智能芯片、算法框架、大模型等关键技术不断突破，智能网联汽车、人形机器人、低空装备等典型产品加速迭代，智能工厂、智能车间等新模式、新业态不断涌现。目前，已经培育421家国家级智能制造示范工厂，万余家省级数字化车间和智能工厂，人工智能企业的数量也超过了4500家，算力规模更是位居全球第二。通过出台实施信息化与工业化、数字经济与实体经济深度融合等方面配套政策，信息化、数字化、智能化正深度融入经济、社会、民生等领域，为加速推动人工智能应用落地提供了经验，也创造了有利条件。

加速人工智能应用落地，既要立足自身、用足用好应用场景丰富的优势，也要面向未来、坚持不懈地以科技创新推动产业创新。一方面，巩固网络基础设施领先优势，继续加快5G网络和千兆光网建设，扩大网络覆盖范围，深化算网融合，稳步构建智能高效的融合基础设施，为智能化发展提供有力支撑。另一方面，聚焦关键核心技术和重要智能装备，深化产学研合作创新，积极培育智能产品、智能装备和智能服务，让更多智能技术在产业舞台上有用武之地。

可以预见，以大模型为代表的人工智能爆发式发展，将给人们的生产生活带来巨大变化，人形机器人等前瞻技术也让产业界和消费者看到了未来的产业发展方向。同时也要看到，推动人工智能应用加速落地，还是要抓住通用人工智能与制造业融合的关键，积极推进智能技术在制造、交通、民生等行业的推广应用和迭代升级。特别是要支持制造业企业通过加快数字化转型、智能化改造降本增效，推动人工智能与传统产业、新兴产业以及未来产业深度融合，推动新质生产力加快发展。

## 中国邮政集团——

## 持续提升“出海”物流服务能力

本报记者 韩鑫

日前，一架来自中国邮政航空公司的B777F全货机，从江苏南京禄口国际机场起飞，赶赴卢森堡。由此，中国邮政正式开通首条自主执飞的洲际航线。“此次开通洲际航线，建立集散发运的邮商货欧洲运输干线，可覆盖欧洲36个国家和地区，运输全程时限可缩短为4至7天。”中国邮政集团党组书记、董事长刘爱力说。

为着力提升跨境服务能力，中国邮政持续增强航空运力，完善航空寄递网络。自2006年8月3日开通“北京—首尔”首条邮航自主国际航线以来，中国邮政航空共执飞20条自主国际航线，航空机队规模已达40余架。中国邮政还开通了20条海运专线、15条中欧班列邮运线路，形成集多种运力、多式联运的综合立体国际运输通道，去年累计运输邮商货73万吨。

近年来，我国加快推动“快递出海”工程，更好服务跨境电商和现代商贸。中国邮政通过不断优化产品服务、完善海陆空立体渠道、布局海外仓等举措，持续提升邮政“出海”服务能力。通过打造邮件、商业快件、货运综合产品体系，实现了全品类、全重量段、全渠道“出海”物流服务，在稳固与多家跨境电商平台战略合作的同时，拓展服务机械、轻纺、化工、汽车配件等制造业客户5240家。海外仓配也更完善，目前已在12个国家和地区建立了15个海外仓，并在国内布局7个中转仓，累计为3500多家中国企业提供包括国内集货、国际段运输、报关清关、境外仓配配送等在内的海外仓配综合服务解决方案。

下一步，中国邮政将持续完善国际物流体系建设，努力建成“上下游相连接、海陆空一体、国内外全覆盖”的国际物流网络。

本版责编：刘温馨

## 新视点

## 煤电低碳化改造建设有了路线图

本报记者 丁怡婷

近日，国家发展改革委、国家能源局联合印发《煤电低碳化改造建设行动方案（2024—2027年）》（以下简称《行动方案》）。《行动方案》提出，到2025年，首批煤电低碳化改造建设项目全部开工，转化应用一批煤电低碳发电技术；相关项目度电碳排放较2023年同类煤电机组平均碳排放水平降低20%左右；到2027年，相关项目度电碳排放较2023年同类煤电机组平均碳排放水平降低50%左右，接近天然气发电机组碳排放水平。

受可再生能源电力随机性、波动性影响，煤电仍将在一定时期内发挥能源安全兜底保障作用。2023年，煤电以不足40%的装机占比，承担了全国70%的顶峰保供任务。“推动

煤电低碳化改造建设，既可以更好发挥存量煤电效能，又可以有力支持新能源开发消纳，还可以助推新兴低碳技术和产业发展，是加快能源绿色低碳转型的重要举措。”中国电力企业联合会规划发展部主任张琳说。

《行动方案》提出了3种改造建设方式：一是生物质掺烧，充分利用农林废弃物、沙生植物、能源植物等生物质资源，实施煤电机组耦合生物质发电；二是绿氨掺烧，利用风电、太阳能发电等可再生能源富余电力，通过电解水制绿氨并合成绿氨，实施燃煤机组掺烧绿氨发电；三是碳捕集利用与封存，采用化学法、吸附法、膜法等技术分离捕集燃煤锅炉烟气中的二氧化碳，实施高效驱油、制备甲醇等

资源化利用，或因地制宜实施地质封存。

《行动方案》明确了加大资金支持力度、强化政策支撑保障、优化电网运行调度、加强技术创新应用等4方面保障措施，包括发挥政府投资放大带动作用，利用超长期特别国债等资金渠道对符合条件的煤电低碳化改造建设项目予以支持；电网企业要优化电力运行调度方案，优先支持减排效果突出的煤电低碳化改造建设项目接入电网等。

中国工程院院士、华北电力大学新能源电力系统国家重点实验室主任刘吉臻告诉记者，近年来，国内外就推进存量煤电机组低碳化改造和新建煤电机组低碳化建设开展了相关探索，但有关工作仍处于起步阶段，“完

成相应改造建设任务，离不开科技创新的引领与支撑。”

《行动方案》提出，加强煤电掺烧生物质、低成本绿氨制备、高比例掺烧农作物秸秆等技术攻关，加快煤电烟气二氧化碳捕集降损、吸收剂减损、大型塔内件传质性能提升、捕集—发电系统协同、控制流程优化等技术研发，补齐二氧化碳资源化利用、咸水层封存、产业耦合耦合等技术短板。掺氨燃烧属于前沿发电技术，以绿氨替代一定比例燃煤进行清洁高效耦合燃烧，可有效降低煤电碳排放水平。

近年来，我国在广东台山等地进行了工业级燃煤机组掺氨燃烧试验，有关技术已经具备规模化示范基础。“在煤电低碳化技术推广过程中，应紧抓工程示范这一关键环节，掌握不同机组条件、不同工况下各类低碳化技术的建设和运行成本，客观全面论证技术的可靠性和经济性，推动煤电低碳化技术从‘实验室’踏入‘应用场’。”刘吉臻说。

下一步，国家发展改革委、国家能源局将支持各有关方面申报实施煤电低碳化改造建设项目，确定有关项目清单并加强组织实施，持续推动降低煤电碳排放水平。