

能源广角

# 煤电离绿电有多远

# 规

本报记者

纪文慧

□ 本报记者 周雷



为煤电披上“绿装”，是能源转型的重要一环。国家发展改革委、国家能源局近日发布《煤电低碳化改造建设行动方案（2024—2027年）》，明确到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；到2027年，煤电低碳发电技术路线进一步拓宽，建设和运行成本显著下降，对煤电清洁低碳转型形成较强的引领带动作用。这意味着我国在建成全球最大清洁煤电供应体系后，将推动煤电持续向绿。

基于富煤贫油少气的基本国情，我国逐步形成了以煤电为主体的电力体系。在支撑经济发展的同时，煤电也带来了生态环境问题。“双碳”目标下，我们必须推动能源绿色低碳发展，逐步摆脱对化石能源的依赖。考虑到新能源电力的不稳定性，以及新型储能技术较高的成本，在相当长一段时间内，电力系统仍离不开煤电保驾护航。因此，加快煤电绿色低碳转型，是支撑实现碳达峰碳中和目标的现实选择。

为推动煤电行业高效清洁发展，2014年以来我国大力推进煤电企业实施超低排放和

节能改造，引导新建燃煤机组污染物排放基本达到或接近燃气轮机排放限值。经过持续改造，煤电行业二氧化硫、氮氧化物、烟尘年排放量大幅下降，供电标准煤耗也呈现明显下降趋势，达到世界先进水平。到2023年底，我国95%以上煤电机组实现了超低排放。老百姓的实际感受就是，天更蓝了，空气更好了。

虽然现役煤电机组大气污染物排放已普遍达到天然气发电水平，但是碳排放高的问题一直未能有效解决。我国能源领域碳排放占全国碳排放总量的80%以上，其中电力碳排放占能源行业中的占比又超过50%，且绝大部分来源于煤电。长期以来，我国主要通过降低单位发电煤耗的办法来减少碳排放，随着煤电机组能效水平越来越高，仅靠这一办法实现持续降碳的难度越来越大。要想如期实现“双碳”目标，必须借助源端减碳、末端固碳等技术方式，加快煤电低碳化改造。

煤电低碳化改造要达到什么效果？根据《行动方案》，到2027年，相关项目度电碳排放接近天然气发电机组碳排放水平。之所以选择对标气电机组，是因为天然气发电是国

际公认的清洁能源，也是近年来欧美发达经济体的支撑性电源和煤电替代电源，其碳排放仅为煤电的一半。由于我国天然气对外依存度较高，天然气发电并未成为主流，其发电量占比仅为3.2%。若能通过低碳改造大幅降低煤电碳排放，就相当于在短时间内新建了大量气电机组，可在保障能源安全的同时，有效缓解碳达峰压力。

煤电低碳化改造如何实现？目前有三种相对成熟的路线：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，通过电解水制绿氢并合成绿氨，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。近年来，我国积极推进上述技术验证，已具备规模化示范基础。

面对诸多技术路线，企业如何选择？关键在于因地制宜。实施生物质掺烧项目，所在地应具备长期稳定可获得的农林废弃物、

沙生植物、能源植物等生物质资源。绿氨掺烧方面，所在地应具备可靠的绿氨来源，并拥有丰富的可再生能源资源以满足绿氨制备需要。实施碳捕集利用与封存的项目，所在地及周边应具备二氧化碳资源化利用场景，或具有长期稳定地质封存条件。

需要注意的是，无论应用哪种技术路线，都不能大幅增加企业经营压力。近年来，受多重因素影响，煤电企业大面积亏损，财务状况不佳。如果进一步抬高企业负担，很有可能影响煤电企业可持续发展和电力安全稳定供应。针对现阶段煤电低碳化改造建设项目运行成本较高的特点，有关部门应从资金支持、政策支撑、优化调度、技术创新等方面为项目建设提供支持，提升长期运行收益，有效激发煤电低碳化改造建设积极性。

## 产业聚焦

# 钢铁业发展聚焦节能降碳

我国是全球最大钢铁生产国和消费国。“双碳”背景下，钢铁业绿色低碳发展备受关注。

近日，钢铁行业低碳工作推进委员会2024年年会暨钢铁行业绿色低碳发展研讨会在山东日照举办。本次会议更新了中国钢铁行业低碳技术路线图，钢铁低碳服务平台同期发布。

“我们坚信，钢铁业未来必将实现绿色低碳高质量转型发展，为国家‘双碳’目标的实现发挥钢铁脊梁的作用。”中国钢铁工业协会党委副书记、副会长兼秘书长姜维表示，在国家相关部门的支持指导下，钢铁业低碳工作稳步推进，行业内正汇聚起推动中国钢铁行业绿色低碳高质量发展的磅礴力量。

### 节能降碳力度加大

钢铁业是山东省日照市支柱产业之一。山东省约8000万吨钢铁产能，半数布局在日照市。该市把先进钢铁产业绿色低碳发展列入“9+3”攻坚行动，出台《先进钢铁产业绿色低碳发展攻坚行动方案》，推动山钢日照公司、日钢集团全面完成全流程超低排放改造。这两大龙头企业均已达到环保绩效A级，获评国家级绿色工厂。

“我们企业以‘全面最佳实践能效标杆示范厂’创建为契机，全面开展极致能效领航工程，吨钢能耗、水耗等指标均处于国内领先水平。”山钢日照公司总经理陈云鹏介绍，该企业坚定不移走绿色低碳发展道路，环保投入累计达83亿元。2024年1月2日起，山钢日照公司全面融入中国宝武绿色低碳发展战略，系统导入宝钢环保能源管理体系，打开了企业绿色低碳高质量发展新局面。

钢铁业是能源消耗和二氧化碳排放的重点行业，也是实现绿色低碳发展的重要领域。中钢协副秘书长冯超介绍，近年来，我国钢铁业通过实施产能置换、超低排放、极致能效三大改造工程，加快转型升级改造，积极推动行业绿色低碳发展，节能降耗成效显著，行业的绿色发展水平得到大幅提升。

在环保方面，从2014年到2023年，重点统计钢铁企业吨钢二氧化碳排放下降81%；吨钢烟粉尘排放下降70.8%。截至今年7月1日，已有139家钢铁企业在中钢协网站进行超低排放改造公示。

在节能增效方面，从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%。2023年通过极致能效工程的开展，58家重点培育企业的高炉、转炉、焦炉、电炉等工序能耗水平平均实现不同幅度降低。今年5月，国务院印发《2024—2025年节能降碳行动方案》，要求尽最大努力完成“十四五”时期节能降碳约束性指标。该方案对钢铁行业节能降碳行动进行部署，包括加强钢铁产能产量调控、深入调整钢铁产品结构和加快钢铁行业节能降碳改造，加大了节能降碳的攻坚力度。

按照《钢铁行业节能降碳专项行动计划》提出的目标，2024年至2025年，通过实施钢铁行业节能降碳改造和用能设备更新形成节能量约2000万吨标准煤、减排二氧化碳约5300万吨。

姜维表示，推动钢铁业节能降碳是当前积极稳妥推进碳达峰碳中和的重要途径。钢铁业要抓住当前低碳转型的主要矛盾和矛盾的主要方面，深刻认清系统能效提升是现阶段到近中期降碳的重点路径，通过深度节能技术应用与装备升级改造，实现能源精细化

管控，余热余能应收尽收，做到全系统极致能效，实现节能降碳、降本增效。

当下正值钢铁业下行周期，系统能效提升是全行业不同水平、不同规模企业都可选择的降碳突破口。与会专家建议，围绕推广应用先进节能技术，强化余热余能回收与利用，推动行业加快节能装备更新开展工作。同时，加快新质生产力与钢铁业节能降碳的有机结合，充分挖掘系统节能降碳潜力，加强绿色能源技术应用。

### 加快低碳技术进步

我国钢铁业碳排放量占全国碳排放总量的15%左右，是国内31个制造业门类中碳排放量最大的行业。为加快实现钢铁业碳达峰碳中和，2021年中钢协成立了钢铁行业低碳工作推进委员会，组织行业专家编制发布了《钢铁行业碳达峰、碳中和愿景和低碳技术路线图》，提出通过系统能效提升、资源循环利用、流程优化创新、冶炼工艺突破、产品迭代升级、捕集封存利用6条技术路径，到2060年，通过CCUS(碳捕获、利用与封存)实现碳中和的愿景。

钢铁业低碳转型是一项复杂、庞大的系统工程。根据形势发展变化，钢铁行业低碳工作推进委员会面向行业征集意见并多次组织委员会专家进行专题讨论和研究，最新形成修订版“双碳”愿景及低碳技术路线图。从技术清单看，33项技术保持不变，20项技术进行了合并或扩展，新增8项技术，最终形成51项技术清单。

“钢铁业实现‘双碳’目标，根本的解决途径在于低碳技术进步，核心是技术创新、技术突破和技术推广。”中国工程院院士、钢铁行业低碳工作推进委员会专家委员会主任毛新平表示。

在他看来，从“碳达峰”到“碳中和”各个阶段，六大路径及各路径关键技术各有分工，有的贯穿始终，有的在“碳中和”阶段发挥显著作用；有的技术可同步推进，实现“同频共振”，有的技术则彼此接力，完成“螺旋上升”。六大路径相辅相成、协同互补，共同构成中国钢铁工业“碳中和”技术路线，有力支撑钢铁业“碳中和”目标实现。

根据技术路线图，中钢协正积极引导推动行业低碳技术进步。据不完全统计，截至目前，中国至少有22家钢铁企业和科研院所的57个前沿低碳技术研发项目正在同步开展，部分项目已取得阶段性成果，中国宝武、河钢、中信泰富特钢等一批优秀企业开展的富氢碳循环高炉炼铁、氢基竖炉、近零碳排放电炉等低碳技术创新相继进入示范应用阶段。

与此同时，世界上多条低碳技术路线也在不同的国家、不同的企业和科研机构同步开展研发，钢铁业新赛道的竞争日益激烈。

业界注意到，世界各国特别是发达国家，针对低碳技术投资大、风险高、周期长的特点，在低碳技术研发支持上，加强顶层设计，加大资金支持，动辄几十亿、数百亿美元的一揽子政策补贴，用于支持企业、研究机构搭建共性技术研发平台，开展低碳技术研发。

记者从本次会议获悉，中钢协已向国家提出建议，在钢铁业设立国家钢铁低碳技术创新中心，配套钢铁强国科创专项资金，加大对突破性世界前沿低碳技术研发经费支持力度，以企业为主体，以绿色低碳、数字智能和多学科融合领域的基础前沿技术突破性颠覆性创新和共性技术协同创新为目标，打通上下游产业链和协同创新增长点。重点支持钢铁



图① 攀钢研究院铁钎联合实验室，技术人员从轧机上取下刚生产的0.015毫米超薄高合金钢产品。  
新华社记者 张豪夫摄

图② 江苏省连云港市赣榆区柘汪镇一家钢铁企业铸钢车间。  
王春摄(中经视觉)

业及上下游产业链开展八大世界前沿低碳共性技术研发及应用。

### 搭建平台形成合力

我国钢铁业低碳转型时间紧、任务重，目前还面临全国碳市场扩围、欧盟碳边境调节机制(CBAM)等新情况新挑战。

2024年《政府工作报告》提出，扩大全国碳市场行业覆盖范围。生态环境部应对气候变化司有关负责人透露，2024年下半年，钢铁等行业将开展企业碳排放数据报送及月度存证工作。

CBAM已进入过渡期，从2026年起，将正式对进口到欧盟的相关产品征收碳关税。钢铁业是首批被覆盖的行业之一。姜维分析，在向欧盟出口高端产品方面，中国钢铁业将有可能面临成本上升、价格优势缩小、产品竞争力下降的挑战。叠加其他发达国家可能也会设置类似CBAM的贸易壁垒，对钢铁业产生的影响将更加广泛。在此背景下，行业企业更要积极应对。

2022年5月，钢铁行业环境产品声明(EPD)平台首发上线。EPD是基于国际标准ISO14025，对产品全生命周期的环境数据和信息进行规范格式的报告。EPD体系是目前世界上应用最广泛的环境声明。中钢协提出，办好EPD平台，让环境产品声明成为低碳产品“体检证”、市场经济“信用证”、国际贸易“通行证”。

“经过两年多的积累，钢铁行业环境产品声明平台已成为一个以钢铁行业为核心、打通钢铁产业链各个环节、满足上下游用户环境绩效披露需求的平台。”欧冶云商股份有限公司高级副总裁张佩璇介绍，截至2024年6月，该平台发布EPD129份，用户注册数达4326，EPD下载使用达30708次。首钢、太钢的EPD报告已获韩国SK集团和欧美用户认可，鞍钢13份EPD报告被宝马、大众、丰田等国际知名汽车制造商广泛认可。



作为与保障性住房建设、“平急两用”公共基础设施建设并列的“三大工程”之一，城中村改造通常需处理复杂的权益资产关系，如何啃下“硬骨头”备受关注。

日前，自然资源部印发《城中村改造国土空间规划政策指引》(以下简称《指引》)，从城中村改造工作的痛点难点入手，重点关注基于资源资产关系的规划编制与实施，以及如何维护群众合法权益。围绕做实城中村改造的前期调查评估、在国土空间规划中统筹城中村改造要求、完善城中村改造实施的政策保障等提出具体举措。

“城中村改造不是‘白纸作画’，高度复杂的产权关系、人员构成、空间分布、历史遗存等都给国土空间规划编制带来难题。”自然资源部国土空间规划局相关负责人介绍，通过对21个超大特大城市和14个城区常住人口300万人以上的大城市开展研究，就各地城中村改造中存在的难点堵点问题进行研判，发现在推动城中村改造国土空间规划工作中，需要立足城中村资源资产关系，规划要注重刚弹结合，加大城中村改造政策的支持力度，完善规划实施监督并强化全生命周期管理。

加强城中村资源资产评估是基础前提。《指引》提出，要依托人口普查、国土调查、城市国土空间监测、地籍调查等数据基础，开展城中村基础数据、社会状况等信息的调查工作，形成覆盖全面、权威统一的城中村数据资源体系。综合考虑多元诉求，查找突出问题，开展承载力评估以及安全隐患评估，加强风险影响评估。

进一步强调国土空间规划对城中村的管控和引领。《指引》明确，总体规划层面强调对城中村改造目标、区域和时序方面的引领作用，按照有效消除各类安全隐患、推动城市高质量发展的要求，确定城中村改造目标，划定城中村改造重点区域。详细规划层面统筹城中村改造的规划管控要求，建立分层传导的详细规划编制体系，作为实施依据，统筹好生产、生活、生态空间布局，把城中村改造融入城市整体发展。

城中村改造规划要与土地资源资产配置方案、实施计划进行衔接。需基于资源资产关系叠加改造地产权信息，结合改造方式，合理划定实施地块范围，加强规划与土地资源资产配置方案、实施计划的衔接，分类提出资产准备、配置运营策略，更好创造空间价值。

建立顺应城市发展和符合群众利益的正面、负面清单。对有助于优化城市空间结构、提升产业发展能级、完善城市功能、补齐重大公共基础设施、促进生态保育、活化与保护历史文化等的纳入正面清单。在改造过程中充分考虑村民和外来人口的合理诉求和生活需求，切实提升人民群众的获得感、幸福感、安全感。对有特殊保护要求、“大拆大建”、损害群众利益的，制定规划监督的负面清单。

基于数字化平台系统加强规划实施监督。将城中村改造规划成果按程序纳入国土空间规划“一张图”实施监督信息系统，作为实施成效评估的依据，强化对城中村改造的全生命周期管理。充分利用数据资源，深化数字技术应用，辅助城中村改造数字化、精细化管理。

此外，《指引》针对城中村改造工作特点，明确了需要重点考虑的内容，并纳入详细规划审查要点，包括要落实国土空间总体规划的要求；要充分评估资源环境承载能力、公共服务设施和基础设施承载能力，在详细规划层面通过强化评估和论证的深度，明确改造方向；要符合土地政策相关规定；要充分征求相关权属人及相关主管部门意见；要切实保障维护群众安全和正当权益等。

据介绍，围绕推进“三大工程”，自然资源部此前先后发布了《支持城市更新的规划与土地政策指引(2023版)》与《平急功能复合的韧性城市规划与土地政策指引》，侧重点各有不同。《更新指引》主要聚焦城市更新中规划与土地政策融合，《平急指引》更加强调在规划中统筹发展和安全，以及场景应用牵引下的平急功能转换。上述文件从不同角度为地方依法依规推动“三大工程”、因地制宜改进规划方法、制定土地政策提供了相应指导。

本版编辑 祝君壁 李和风 美编 王子莹



● 截至今年7月1日已有139家钢铁企业在中钢协网站进行超低排放改造公示

2023年 58家重点培育企业的高炉、转炉、焦炉、电炉等工序能耗水平平均实现不同幅度降低

