

中国拥有世界最大的超低排放火电厂群——

火电厂转型“绿电厂”

本报记者 廖睿灵

在不少人的印象中，火电厂是冒着黑烟的落后产能。事实上，伴随中国环保产业取得长足进步，许多传统火电厂已变身“绿电厂”，成为行业绿色低碳转型的先进样本。

纵观今天国内的火电厂，清洁低排、环境友好已成为突出特点。中国企业以一系列先进技术装备设施，建成世界最大的超低排放火电厂群，掀开绿色火电新篇章。更清洁高效利用煤炭、更绿色环保运营电厂，成为中国坚定推进能源转型的生动注脚。

火电厂节能减排成效显著

走进国家能源集团江苏常州电厂，一辆辆污泥运输车把城市污泥缓缓倒入全密闭式污泥处理车间，这些污泥经过处理后，与燃煤均匀掺混，作为原料为机组发电提供动力。

“作为过去的传统火电厂，我们正积极向综合能源服务商转型，和地方政府签订了城市污水处置协议，对城市污水进行资源化、无害化、规模化利用，做无废城市建设的参与者。”国家能源集团江苏常州电厂有关负责人说。

浙江乐清湾畔，坐落着国内首座国产百万千瓦级超超临界火力发电厂。蓝色的厂房、240米高的烟囱与周围的青山绿水融为一体。“烟囱冒着的白烟主要是水蒸汽，温度再高些就会变成透明气体。燃煤燃烧后产生的气体，经过了脱硫、脱硝、除尘等处理，达到超低排放标准，烧煤和烧天然气一样清洁。”华能玉环电厂厂长刘艳贵介绍。

作为传统火电厂绿色转型的代表之一，华能玉环电厂承担着浙江省统调机组10%的发电任务。早在2016年，玉环电厂就已率先完成超净排放改造，大气污染物排放量大幅削减。同时，电厂自主研发建成了国内首套污泥、固废直燃掺烧系统。目前电厂已有4套工业固废燃烧装置和2套污泥直掺锅炉磨煤机装置，固废和污泥日处置能力可达到300吨以上。

“我们在完成超低排放改造后，也在积极探索成为综合能源服务供应者。目前已经建成年供热量达50万吨的超长距离供热项目，供热管线长约40公里，为医药、化工等行业提供生产性用热，为医院、学校、社区等场所提供生活性用热。”刘艳贵介绍，截至今年3月，项目累计供汽量已达108.27万吨，累计节约标煤13.2万吨，减排二氧化碳34.32万吨，相当于种植阔叶林约1900公顷。

实现全流程管控污染物超低排放

从传统高排放高污染的火电厂转变为环境友好的“绿电厂”，实现超低排放是关键一步。

位于海南乐东黎族自治县的国家能源集团乐东电厂，是全省首家达到超低排放标准的电厂。在这里，燃煤燃烧后，机组出口烟气中的氮氧化物、二氧化硫排放量均控制在每立方米10毫克以内，出口烟气粉尘排放量控制在每立方米1毫克以内。机组运作产生的灰渣、石膏等固体废物还能实现100%利用，颗粒物及噪声等无组织排放均达到世界标准。

“跟传统火电厂相比，现在多数火电厂有个共同特点，就是‘超低排放’。”国家能源集团有关负责人告诉记者。通俗来说，超低排放是指燃煤机组大气污染物排放浓度基本达到燃气机组排放水平，污染物排放总量低，氮氧化物可以实现燃用天然气的环境效益。超低排放是相对于传统火电排放标准实现更低的排放限值管控，一般在基准氧量6%条件下，燃煤机组颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等大气污染物排放浓度限值分别为10、35、50毫克/立方米，相较于《火电厂大气污染物排放标准》重点区域执行的特别排放限值（颗粒物、二氧化硫、氮氧化物分别为20、50、100毫克/立方米），分别降低了50%、30%、50%，是目前国际上最严格的火电排放限值要求。

从全国范围看，多数火电厂已达成超低排放标准。根据中国电力企业联合会发布的《中国电力行业年度发展报告2023》，截至2022年底，全国达到超低排放限值的煤电机组约10.5亿千瓦，占煤电总装机容量比重约94%。2022年，全国电力烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放量分别比上年降低19.4%、13%、11.6%。

观察火电厂运作全流程，脱硫、脱硝、除尘属于污染物排放的末端治理。目前，中国已形成成熟的超低排放技术路线，煤电污染防治技术领先全球。而在燃煤电厂污染物排放的源头控制和过程管控方面，中国也已取得不少积极成效。

“源头控制就是控制燃煤质量，从源头上减少污染物生成，从这方面看，近些年中国在煤炭洗选领域取得长足进步，煤炭洗选技术和装备都已达到国际先进水平，其中重介质选煤技术在全国获得了大面积推广和应用，煤炭入选率也实现了快速提升，为源头控制提供了良好的技术和装备条件。”国家能源集团上述负责人说。

再看过程管控环节。过去，燃煤机组煤耗是造成资源浪费和环境污染的原因之一。伴随多地积极推进煤电机组“三改联动”，不少高煤耗、高污染的落后小机组、小锅

炉已被淘汰，新建火电项目主要为大容量、高参数机组。根据电力规划设计总院发布的《中国电力发展报告2023》，“十四五”前两年，煤电“三改联动”改造规模合计超过4.85亿千瓦，完成“十四五”目标约81%。其中节能降耗改造1.52亿千瓦、灵活性改造1.88亿千瓦、供热改造1.45亿千瓦。根据相关规划，“十四五”期间，全国将持续推进煤电“三改联动”，改造规模合计6亿千瓦左右。

技术创新引领行业转型

火电厂到“绿电厂”的转身，离不开多项关键创新技术的支撑。生态环境部有关负责人表示，近年来，中国环保产业取得长足发展，为深入打好污染防治攻坚战提供了重要保障。其中，新技术新成果不断转化应用，有力支撑了污染防治攻坚战。火电厂超低排放、大型垃圾焚烧、燃煤烟气治理技术装备达到世界领先水平，中国已建成世界上最大的超低排放火电厂群。

如今，中国各项环保新技术新成果不断转化应用，有力支撑引领行业迈向低碳发展。在江西赣州，华能秦煤瑞金电厂拥有国内首创、具有自主知识产权的国产安全智能型DCS/DEH一体化、全厂主辅一体化分散控制系统技术，这里的燃煤机组是国内首个应用基于国产芯片和国产操作系统的二次再热燃煤机组，标志着中国高参数、大容量发电领域核心控制设备实现完全自主可控。在广东深圳，妈湾电厂通过汽轮机通流技术改造、“低压变频、低压上船”岸电模式等手段，大幅降低机组发电污染物排放量。同时，电厂通过磨煤机节能改造、工业废水处理

延伸阅读

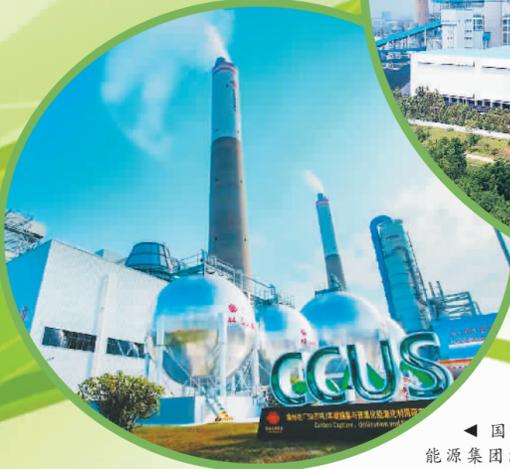
煤电“三改联动”

煤电行业是中国电力领域中二氧化碳排放的重点行业，清洁高效利用煤炭资源是深入推进能源革命的重要一环。

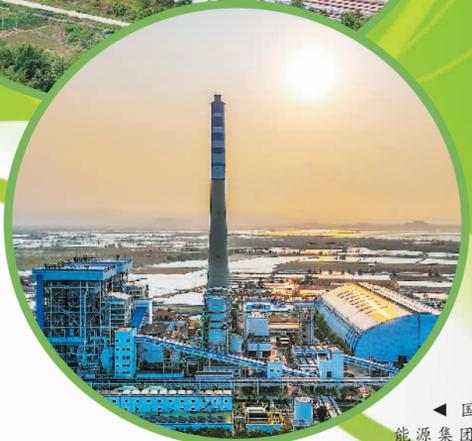
2021年10月，国家发展改革委、国家能源局印发《全国煤电机组改造升级实施方案》，进一步提出大力推动煤电节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”，并设置了煤电“三改联动”的时间表和路线图。预计“十四五”期间，煤电节能降碳改造规模不低于3.5亿千瓦、供热改造规模力争达到5000万千瓦、灵活性改造完成2亿千瓦。

(本报记者 孙懿整理)

▼ 位于江西赣州的华能秦煤瑞金电厂。



国家能源集团江苏泰州电厂。



国家能源集团乐东电厂。

设施升级改造等，有效达成节能目的，每年减少电费、水费等成本支出超百万元。

“积极改造煤电机组，推动火电厂向低碳转型，是因为火电在能源保供中占据重要地位。”刘艳贵说，如今，以风、光为主的新能源装机规模进一步扩大，而煤电具备全时段频率稳定性和出力可调性，是确保电力系统稳定的基础，仍将在未来很长一段时间里发挥兜底保障和灵活调节作用。

“当下，我国煤电机组超低排放系列技术日益成熟并得到广泛应用。国家大力推动火电厂超低排放，进一步推动化石能源减污降碳清洁发展，既是寄望于火电在化石能源绿色低碳转型中发挥示范引领作用，也是明确在能源转型的大战略中，火电将继续发挥能源保供‘压舱石’‘稳定器’的功能。”国家能源集团上述负责人说。

《2024年能源工作指导意见》提出，持续推进煤炭开发节能降碳，加快煤层气产业化发展，大力建设瓦斯抽采利用规模化矿区和示范项目。继续实施煤电“三改联动”，稳妥有序淘汰落后产能。今后，伴随“三改联动”等改造规划有序推进，更多先进节能技术逐步落地，火电行业将继续在能源保供和绿色转型领域发挥积极作用，为中国如期实现“双碳”目标提供可靠支撑。

简单来说，“三改联动”就是针对煤电机组进行的三种技术改造：节能降碳改造是为了让煤电机组降低度电煤耗和二氧化碳排放；供热改造是为了让煤电机组能够承担更多的供热负荷，实现对低效率、高排放的分散小锅炉的替代；灵活性改造是为了让煤电机组进一步提升负荷调节能力，为新能源消纳释放更多的电量空间，并帮助电网安全稳定运行。

“双碳”目标下，中国煤电行业既要发挥兜底保障作用，又要不断提升清洁高效发展水平，“三改联动”是关键一步。目前，各地正多措并举推进煤电机组“三改联动”，助力新型电力系统构建，推动能源清洁低碳转型。

图为华能玉环电厂。
本版照片均为受访企业供图