

近日,国家发展改革委、国家能源局印发《煤电低碳化改造建设行动方案(2024—2027年)》,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,围绕煤电低碳化改造建设意义、强化科技创新、紧抓工程示范等发表解读文章——

# 加快煤电低碳化发展 支撑构建新型能源体系

## 煤电低碳化改造建设意义重大

基于富煤贫油少气的基本国情,经多年发展,我国形成了以煤电为主体的电力体系。党的十八大以来,习近平总书记提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略,将能源发展的可持续性摆在更加突出位置,大力发展可再生能源,实施煤电超低排放改造,建成世界最大的清洁发电体系,但受新能源电力间歇性、波动性影响,煤电仍发挥着能源安全兜底保障作用。

截至2023年底,我国煤电装机容量约11.7亿千瓦,占全国电力总装机的40%,发电用煤约占全国煤炭消费总量的60%,碳排放量约占全国碳排放总量的40%。《行动方案》提出生物质掺烧、绿氨掺烧、碳捕集利用与封存等3种煤电低碳化改造建设方式,通过持续改造升级,推动煤电碳排放达到气电水平,有助于减少煤炭使用和碳排放,是推进煤炭清洁高效利用、加速构建新型能源体系的必然要求,也是提升煤电行业核心竞争力、助力实现碳达峰碳中和目标的关键举措。

## 强化科技创新引领 为煤电低碳化发展提供坚实保障

近年来,国内外就推进存量煤电机组低碳化改造和新上煤电机组低碳化建设开展了相关探索,但相关工作仍处于起步阶段。要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,加快煤电低碳发电技术研发和推广应用,突破煤电掺烧生物质、高比例掺烧农作物秸秆、低成本绿氨制备等关键技术,推动解决煤电烟气二氧化碳捕集能耗高、吸收剂损耗大、大型塔内件传质性能差、捕集—发电系统协同难、控制流程复杂等关键问题,补齐二氧化碳资源化利用、咸水层封存、产业集成耦合等技术短板。

推进煤电低碳化技术创新,要统筹科研院所、行业协会、骨干企业等创新资源,发挥国家实验室、国家重点实验室等国家战略科技力量作用,推动产、学、研、用协同创新,形成自主创新强大合力。针对煤电低碳化改造建设中存在的堵点卡点问题,要集中优势力量攻克短板弱项,为实现煤电行业规模化降碳探索更多可靠技术路径。

## 坚持工程示范见实效 为煤电低碳化高质量发展蓄势赋能

《行动方案》提出,到2025年,转化应用一批煤电低碳发电技术,为煤电清洁低碳转型探索有益探索;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,形成的煤电低碳化改造建设项目对煤电清洁低碳发展形成较强的引领带动作用。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与经济性。在实践中实现技术迭代和进步,推动煤电低碳化技术从“实验室”踏入“应用场”,走出一条技术成熟、成本可控、安全可靠的煤电行业绿色低碳高质量发展的新路径。

# 2024年度《中国能源发展报告》 《中国电力发展报告》发布

7月16日,电力规划设计总院组织编写的《中国能源发展报告2024》《中国电力发展报告2024》在京发布。两本报告紧密跟踪行业动态,全面总结了2023年我国煤炭、油气等各能源品种的供需形势和能源科技、政策、国际合作等方面的主要进展,对电力行业2023年发展情况进行了详细分析阐述,分别研判了能源、电力发展趋势,对相关政策进行了深入解读并提出建议,为政府决策、企业经营和社会发展提供支撑与服务。

## 《中国能源发展报告2024》

### 01

#### 新型能源体系建设取得积极进展

电规总院清洁能源研究院院长饶建业表示,我国能源供应能力显著增强。2023年一次能源生产总量达到48.3亿吨标准煤,同比增长4.2%。非化石能源发电实现新突破,2023年非化石能源发电装机容量达到15.7亿千瓦,占比达到53.9%。其中,风电、光伏装机突破10亿千瓦。能源储运基础设施进一步完善,电力输送通道不断完善,油气储运设施持续加强,新型储能、抽水蓄能规模再创新高。

《中国能源发展报告2024》显示,我国能源消费仍呈现刚性增长态势。2023年我国能源消费总量达57.2亿吨标准煤,同比增长5.7%,能源消费弹性系数达到1.1,能源消费增速自“十一五”以来首次高于GDP增速。我国能源低碳转型稳步推进,非化石能源消费比重提高至17.9%,石油消费比重增加至18.3%,天然气消费比重增加至8.5%。煤炭消费比重下降至55.3%。重点领域节能降碳工作持续推进,扣除原料用能和石化能源消费量后,2023年单位GDP能耗强度下降0.5%,工业、建筑、交通等领域节能降碳加快推进。

## 《中国电力发展报告2024》

### 01

#### 新型电力系统建设加速推进

电规总院电力发展研究院院长刘强表示,我国电力供给朝着清洁低碳、安全充裕的方向加速推进。截至2023年底,全国发电装机容量29.2亿千瓦,同比增长13.9%;全国发电量9.3万亿千瓦时,同比增长6.7%;“西电东送”规模达3亿千瓦,较上年增长约400万千瓦。非化石能源发电装机容量突破15.7亿千瓦,同比增长23.9%,占全国总装机53.9%,历史性超过火电装机。新型储能爆发式增长,2023年新增规模约2260万千瓦,是2022年末新型储能规模的2.6倍。

《中国电力发展报告2024》显示,2023年我国全社会用电量达到9.2万亿千瓦时,同比增长6.7%。自2013年以来,电力需求稳步增长,全社会用电量增加3.88万亿千瓦时,十年平均增速约5.6%。用电结构持续优化,第三产业用电量年均增速10.3%,用电比重提高了6.4个百分点;居民生活用电量年均增速7.1%,用电比重提高约2个百分点。

刘强表示,我国电力系统运行效率不断提升。新能源利用保持较高水平,全国风电、光伏利用率达到97.3%、98%。重点领域的节能降碳

改造持续推进,燃煤发电、电解铝、水泥等重点行业能效水平进入世界先进行列,6000千瓦及以上火电供电标准煤耗降至302克/千瓦时。清洁能源技术装备水平全球领先。风电、光伏发电等新能源技术处于国际先进水平,百万千瓦级水电机组建设能力领跑全球,核电形成了自主品牌的“华龙一号”“国和一号”“玲龙一号”等三代先进压水堆技术。统一电力市场体系建设步伐加快。2023年,完成市场化交易电量5.7万亿千瓦时,同比增长7.9%,占全社会用电量61.4%。多层次电力市场体系有效运行,电力中长期交易在全国范围内常态化运行,省级电力现货市场建设全面铺开,南方区域电力现货市场首次实现全区域结算试运行,辅助服务市场建设加速开展。输配电价体系不断完善,抽水蓄能价格形成机制持续优化,煤电容量电价机制初步建立。绿电绿证交易规模实现倍增,交易体系进一步完善。

### 02

#### 新型电力系统建设进程的几点研判

1.“增量达峰”是我国碳达峰的核心特征  
以电动汽车、锂电池、太阳能电池“新三样”

成交额达144.44亿元,同比增长410%,交易规模明显扩大。我国积极参与全球能源治理,绿色能源合作成果丰硕。

### 02

#### 建设“双碳”目标下的新型能源体系

围绕“双碳”目标下的新型能源体系建设,《中国能源发展报告2024》提出了三方面研判:

1. 实现“双碳”目标,需要更加注重消费侧节能降碳。我国重点用能行业节能降耗的空间和潜力巨大,加快推进消费侧的节能降碳工作是实现“双碳”目标的关键。

2. 西部地区新能源开发与当地产业发展需统筹布局。为应对并网、消纳、环境等挑战,西部地区新能源基地开发需要统筹能源、产业和生态等关键要素,积极引导有转移潜力的产业向西布局,同时做好存量产业负荷的绿色供能替代。

3. 氢能基础设施建设需提前做好统筹布局。促进氢能产业发展,应该在更大范围提前统筹布局好氢能的生产和消费,积极构建西氢东送、北氢南送的运输格局,探索建立氢能资源优化配置平台,为终端提供绿色稳定安全的氢能供应。

为代表的新质生产力,和以5G、人工智能为代表的数字经济将成为我国用电量增长的新增长极,未来5—10年,我国每年新增用电量将维持在5000亿千瓦时左右。与发达国家“自然达峰”不同,我国碳达峰将是一个用电量增量巨大的“增量达峰”进程。

2. 推动新能源可靠替代是突破“不可能三角”的核心抓手

当前新能源可参与电力平衡容量比例极小,需通过建设系统友好型电站等模式,依托高精度长时间尺度功率预测、新能源主动支撑、一体化调控等技术和机制创新,应用新的规划技术,逐步提升新能源电力替代能力。经研究,预计2030年新能源电力替代将提升至装机规模的8%以上。

3. 调节能力提升的核心是“源网荷储四端统筹优化”

我国新能源已进入跨越式增长的新阶段,消纳压力持续增大。需以保障新能源合理消纳利用为目标,确定调节能力需求,源网荷储四端统筹优化。预计到2025年,源网荷储各侧调节能力协调发展,可调用的最大调节能力提升约3亿千瓦。

(来源:电力规划设计总院)

## 国家发展改革委有关负责同志就《煤电低碳化改造建设行动方案(2024—2027年)》答记者问

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)》(发改环资〔2024〕894号,以下简称《行动方案》)。为便于各有关方面准确理解和把握政策内容,国家发展改革委有关负责同志接受采访,回答了记者提问。

问:请介绍一下《行动方案》出台的背景和意义。

答:近年来,我国积极推进煤炭清洁高效利用,大力发展可再生能源,加快能源绿色低碳转型取得积极成效。但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。对标天然气发电机组碳排放水平,加快煤电低碳化改造建设,是推动能源绿色低碳发展、助力实现碳达峰碳中和目标的重要举措。

为全面贯彻党的二十大精神,认真落实党中央、国务院决策部署,按照《2024—2025年节能降碳行动方案》(国发〔2024〕12号)有关要求,统筹推进存量煤电机组低碳化改造和新上煤电机组低碳化建设,推动构建清洁低碳安全高效的新型能源体系,国家发展改革委、国家能源局联合印发《行动方案》,明确煤电低碳化改造建设的主要目标和工作任务。

问:《行动方案》提出了哪些主要目标?

答:按照2025、2027年两个时间节点,《行动方案》提出了煤电低碳化改造建设工作的目标。

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,显著低于现役先进煤电机组碳排放水平,为煤电清洁低碳转型探索有益经验。

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;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,对煤电清洁低碳转型形成较强的引领带动作用。

问:煤电低碳化改造建设的方式和要求分别是什么?

答:在充分调研、系统分析、深入论证的基础上,《行动方案》提出了3种改造建设方式,并明确了项目布局、机组条件、降碳效果等3方面改造建设要求。

改造建设方式方面: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、制备甲醇等资源利用,或因制宜实施地质封存。

改造建设要求方面:一是项目布局。实施生物质或绿氨掺烧的项目,所在地应具有长期稳定的生物质或绿氨来源。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。二是机组条件。相关机组应满足预期剩余使用寿命长、综合经济性好等基本条件,新建机组须纳入国家规划。鼓励承担煤炭清洁高效利用技术攻关任务、“两个联营”及大型风电光伏基地配套的煤电机组先行先试。三是降碳效果。对照煤电机组自身改造前碳排放水平和2023年同类煤电机组平均碳排放水平,分别对2025年、2027年建成投产项目降碳效果提出明确要求。

问:《行动方案》提出了哪些保障措施?

答:《行动方案》围绕资金支持、政策支撑、电网调度、技术创新4方面,提出了推动煤电低碳化改造建设的保障措施。

一是加大资金支持力度。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。相关项目择优纳入绿色低碳先进技术示范工程。鼓励各地区因地制宜制定支持政策,加大对煤电低碳化改造建设项目的投资补助力度。

二是强化政策支撑保障。探索建立由政府、企业、用户三方共担的分摊机制,对纳入国家煤电低碳化改造建设清单的项目给予阶段性支持。鼓励符合条件的项目通过发行基础设施领域不动产投资信托基金、绿色债券或申请绿色信贷、科技创新和技术改造再贷款等渠道融资,吸引各类投资主体参与和支持煤电低碳化改造建设。

三是优化电网运行调度。推动对掺烧生物质/绿氨发电、加装碳捕集利用与封存设施部分电量予以单独计量。电网企业要优化电力运行调度方案,优先支持降碳减排效果突出的煤电低碳化改造建设项目接入电网,对项目的可再生能源发电量或零碳发电量予以优先上网。

四是加强技术创新应用。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碳、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、产业集成耦合等技术短板。

问:如何推动《行动方案》各项任务有效落地?

答:《行动方案》提出了项目组织、项目实施、宣传推广等3方面组织实施工作要求。

一是项目组织。国家发展改革委、国家能源局组织各地区和有关中央企业申报实施煤电低碳化改造建设项目,按程序组织评审并确定国家煤电低碳化改造建设项目清单。中央企业及其控股子公司项目由中央企业总部申报,其他项目由所在地省级发展改革部门、能源主管部门申报。

二是项目实施。省级发展改革部门、能源主管部门加强对项目建设的原料燃料供应和用地用能等要素保障,强化指导支持、监督管理和安全管控。中央企业总部负责系统内项目监管,确保工程质量和安全。国家发展改革委、国家能源局会同有关部门对项目实施情况开展评估检查。

三是宣传推广。省级发展改革部门、能源主管部门及时跟踪调度项目建设及运行情况,强化煤电低碳发电先进技术推广应用,定期报送工作进展。国家发展改革委、国家能源局加大典型经验宣传推广力度,并适时纳入产业结构调整指导目录、绿色低碳转型产业指导目录、绿色技术推广目录等。(来源:国家发展改革委)