

中国电气化率超越美欧的重大意涵

■ 徐耀强

党的二十届四中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》明确提出加快建设新型能源体系,“提高终端用电电气化水平,推动能源消费绿色化低碳化”。电气化率,即电能占终端能源消费的比重,是衡量国家现代化水平和能源转型进程的关键指标。中国电力企业联合会9月24日发布的《中国电气化年度发展报告2025》显示,在持续多年的快速攀升后,2024年中国电气化率约28.8%,较上年提高0.9个百分点,已历史性地超越美欧主要发达经济体。预计“十五五”时期年均增长约1个百分点,到2030年全国电气化率将达35%左右,超出经济合作与发展组织(OECD)国家平均水平8—10个百分点。作为优质、高效、清洁的二次能源,电能大规模应用和对其他能源品种的替代,有利于提高经济效率,保障国家能源安全,助力“双碳”目标达成。在全球能源加速转型的大背景下,中国电气化率超越美欧,并非是一个简单的数字赶超,而是蕴含着深远战略意义的标志性事件。这一里程碑式的跨越,其背后折射出的是中国在经济发展模式、能源安全战略、技术创新路径和体制机制改革上的系统性深刻变革,具有多维重大而深远的意涵。

■ 意涵一:经济发展绿色化步伐明显加快

电气化率的跃升本质上是能源消费结构的“绿色重构”,在此领域对美欧国家的超越,意味着中国经济发展的“含绿量”显著提升,绿色低碳转型的步伐正在全面加速。事实上,中国作为世界上最大的发展中国家,近年来在经济发展绿色化进程方面取得显著成就,为全球可持续发展贡献了重要力量。

首先,电气化率跃升推动产业结构绿色转型。2024年,中国工业领域电气化率达27.7%,其中高技术及装备制造业电气化率更是突破64.7%,远超欧美制造业平均水平。电力替代传统化石能源的过程中,钢铁、化工、建材等高耗能行业通过“电熔炉”“电加热”等技术改造,单位产值能耗显著下降。特别是,新能源汽车、5G通信设备、工业机器人等高新技术产业的快速发展,不仅推动制造业升级,还带动上下游产业链绿色化转型。与此同时,服务业与农业的电气化转型同步推进。在服务业领域,数据中心、5G基站等新型基础设施的广泛应用,促进了数字经济的绿色发展,成为经济增长的新引擎。农业领域通过“光伏+农业”“电气化灌溉”等模式,推动农业生产与乡村生活电气化率提升至43.6%,实现生态保护与农业现代化的协同发展,让产业转型的绿色底色愈发鲜明。

其次,电气化率跃升促进能源消费结构优化。电能作为一种高效、清洁的二次能源,其在终端能源消费中的应用,能够显著提高能源利用效率。例如,在工业领域,电炉炼钢、电窑炉等技术的应用,不仅减少了煤炭消耗,还提高了生产效率。统计表明,2024年,中国钢铁行业电炉炼钢占比达到20%,较2020年提高10个百分点,吨钢综合能耗下降38%,颗粒物、二氧化硫排放量削减80%以上。在消费领域,电采暖、电炊具等电气化产品的普及,改变了居民生活方式,提高了生活品质,同时也减少了散煤燃烧等传统用能方式带来的环境污染。尤为重要的是,随着清洁能源和电气化技术的广泛应用,中国的能源消费结构逐渐从以煤炭为主转向多元化发展。2024年,中国能源消费结构中,煤炭占比下降至55%左右,天然气占比提高至9%,非化石能源占比达到16%。这种多元化的发展不仅提高了能源供应的稳定性,还减少了对单一能源的依赖,增强了能源系统的韧性。

再次,电气化率跃升助力环境治理效能释放。从源头减排来看,电力作为清洁的二次能源,替代工业、交通、建筑等领域的煤炭、燃油消费后,可大幅降低二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等污染物排放。以交通领域为例,我国交通电气化率虽起步较晚,但2024年已

达6.5%,是美国的两倍。2024年,全国新能源汽车保有量达到3140万辆,比“十三五”末的492万辆增长5倍多。新能源汽车的普及不仅减少机动车尾气排放,更通过“车网互动”技术反哺电网,形成“减排—储能—增效”的良性循环。从区域治理来看,电气化率的区域协调发展进一步放大环境效益。粤港澳大湾区电气化率达41.7%,较日本同期高出约10个百分点;长三角、京津冀、成渝经济圈电气化率均突破30%。这些区域通过高电气化率带动污染物排放强度显著低于全国平均水平,成为环境治理的“示范窗口”。

■ 意涵二:能源供给自主化能力显著增强

能源是工业的血液,是现代经济的命脉。能源安全是关系国家经济社会发展的全局性、战略性问题。我国“富煤、少气、缺油”的资源禀赋,决定了传统能源结构中石油对外依存度高的风险。长期以来,我国石油对外依存度达72%,天然气对外依存度达45%。而电气化率超越美欧,通过与可再生能源的深度耦合,为破解能源安全困境、实现供给自主化提供了核心解决方案。

其一,强韧性现代能源体系建构是能源供给自主化的可靠屏障。电气化率超越美欧的核心支撑,是中国能源供给体系自主可控能力的系统性提升。作为全球最大的能源消费国,中国的电力供给正从传统的“煤电为主”,加速转向“风、光、水、核、储”等多能互补的现代能源体系。这些能源的资源禀赋主要立足于国内,特别是风光资源取之不尽、用之不竭。电气化率的提升,实质上是在将终端能源需求从高度依赖进口的石油和天然气,转向能够立足国内资源保障的电力。这极大地提升了中国能源体系的韧性,削弱了国际地缘政治动荡和全球油气价格波动对国内经济的冲击,为国家的长远发展筑牢了能源安全基石。

其二,可再生能源的规模化开发是能源供给自主化的关键突破。中国已构建起全球最大、发展最快的可再生能源体系。截至今年5月底,全国可再生能源发电装机达到20.9亿千瓦,比“十三五”末的9.34亿千瓦,翻了一番多。2024年可再生能源发电量占比达36%,较2019年提升14个百分点,相当于每年减少原油进口1.2亿吨。更关键的是,中国在可再生能源技术领域实现全面自主化,核心设备国产化率超98%,彻底摆脱了对国外技术的依赖。此外,在核电领域,中国自主设计的“华龙一号”等先进核电技术,不仅在国内得到广泛应用,还成功出口到多个国家和地区。截至2024年,中国可再生能源装机、发电量、新增装机3项指标均居全球首位,构建起全球最大的清洁电力生产体系,为电气化率提升提供了稳定、自主的能源保障。

其三,跨区域能源配置能力提升是能源供给自主化的重要支撑。通过“西电东送、北电南供”的全国一张网布局,新疆天山北麓戈壁能源基地、沙戈荒风光大基地等项目将西部资源优势转化为能源优势,特高压输电技术以98.5%的效率实现清洁能源的远距离输送。雅砻江两河口水电站108亿立方米的库容实现水电“丰蓄枯用”,德阳“光—储—氢”示范园的氢能“充电宝”技术,将能源转化效率提升至90%以上,通过储能调峰技术创新,解决了可再生能源的波动性难题。这种“生产—储备—输送”全链条的自主可控,使中国在全球能源格局动荡中保持了供应稳定,彰显了电气化率超越背后的战略安全价值。

■ 意涵三:电力系统智能化水平全面提高

一个高电气化率的社会,必然要求一个与之匹配的、高度智能化的电力系统。中国通过广泛应用大数据、云计算、物联网和人工智能技术,电网实现了从“源随荷动”的刚性系统,向“源网荷储互动”的柔性系统转变。中国电气化率超越美欧,并非简单的数量堆砌,其背后是数字技术与电力技术的深度融合,始终伴随着电力系统从“用上电”到“用好电”的智慧升级,



是电力系统控制与管理水平的质的飞跃。

一是发电端的智能化转型,筑牢了绿色电力供给根基。随着风电、光伏等新能源装机规模持续扩大,其随机性、间歇性对电力系统安全稳定提出挑战,而智能化技术正成为破解这一难题的关键。通过机器学习算法融合气象数据与历史发电数据,中国新能源发电功率预测精度显著提升,华为盘古气象大模型实现秒级预报,速度较传统方法提升万倍以上。在设备运维端,智能监测系统已实现全面覆盖。截至2024年,全国6.5亿台智能电表形成的感知网络,为发电计划优化提供了精准数据支撑,覆盖率已超98%。

二是电网端的数字化重构,打通了电力高效传输脉络。作为电力流动的“主动脉”,电网的智能化升级实现了从“被动运维”到“主动管控”的转变。在输电环节,无人机巡检已实现规模化应用,结合AI图像识别技术可精准定位线路缺陷。截至2024年底,全国智能变电站数量突破2.8万座,同比增长12.6%,这些变电站通过智能传感与自动控制技术,实现了运行状态的实时感知与故障快速处置。更值得关注的是,全息数字电网与5G通信技术的融合应用,让跨区域电力调配更加精准高效,全国跨省跨区交易电量的高效输送,背后正是智能电网技术的坚实支撑。

三是用能端的智慧化协同,激活了电力系统整体效能。在用户侧,“源网荷储”互动生态加速成型,智能化实现快速渗透。例如,虚拟电厂通过AI算法聚合分布式能源与储能资源参与市场交易,车网互动技术让电动汽车成为电网的“移动充电宝”,而企业综合能源管理平台可实现能耗优化与成本控制。特别是,调度环节作为电力系统的“大脑”,其智能化水平直接决定用能水平与效率。南方电网调度云超算平台投运后,每秒可完成825万次浮点运算,配合AI负荷预测系统,使南方五省区负荷预测准确率超97.4%。

四是装备端的系统化进阶,支撑了电气化率稳步跃升。2024年国家发改委与国家能源局发布的《关于加快推进新型电力系统建设的指导意见》,明确将智能化作为核心发展方向,中央财政为此安排380亿元专项资金,用以推动智能技术创新与装备升级。特高压输电技术的自主掌握实现了跨区域能源的高效调配;氢能储能、电化学储能等新型储能技术的突破,为电网提供了灵活调峰手段。特别是,从中央调度的“神经中枢”到末端用户的“智能电表”,智能化技术使电力系统具备了自我感知、自主决策、自适应调节的能力。

■ 意涵四:资源配置市场化程度正在加大

电气化率超越美欧不仅是技术与规模的胜利,更

是电力市场化改革深化的必然结果。电力作为基础生产要素,其市场化程度直接影响能源资源的配置效率,而中国通过“管住中间、放开两头”的改革路线,由此推动电力真正回归商品属性,为电气化进程注入了制度活力。

其一,基础性制度体系相继出台,筑牢了市场化配置底座。近年来,随着电力体制改革步入深水区,一系列基础性制度相继落地,为市场化配置筑牢了制度根基。《中华人民共和国能源法》已于今年1月1日正式施行,《电力市场监管办法》修订完善,市场运行、信息披露等四大基础规则逐步统一,从顶层设计上打破了行政壁垒。2024年底发布的《全国统一电力市场发展规划蓝皮书》更明确了“2025年初步建成、2029年全面建成、2035年完善提升”的清晰路径,推动电力市场从区域试点迈向全国协同。

其二,多层次交易市场健全完善,实现了全链条资源优化。当前我国已形成中长期交易稳预期、现货交易发现价格、辅助服务保稳定的多元交易格局。中长期交易作为市场基石,2025年1—8月交易电量达41785亿千瓦时,为经营主体提供了稳定的电量保障;现货市场作为核心机制加速推进,目前25个省内市场均已开展现货交易,其中12个实现正式或连续结算运行,通过24小时实时电价信号引导资源动态配置。辅助服务市场则不断扩容,涵盖调峰、调频等多个品种,更将储能企业、虚拟电厂等新型主体纳入其中,推动系统灵活性资源的市场化配置。

其三,新能源全面入市改新政,加速了清洁能源消纳。高电气化率的可持续性离不开绿色电力的支撑,而市场正是破解新能源消纳难题的关键抓手。近年来,新能源入市步伐持续加快,2024年,全国新能源市场交易电量9569亿千瓦时,占新能源发电量的52.3%。绿电、绿证交易规模的爆发式增长更凸显市场激励作用,2024年,全国各电力交易中心累计完成绿色电力交易电量2336亿千瓦时,同比增长235.2%;全国完成绿证交易4.46亿个,同比增长364%。绿色电力正从“政策驱动”转向“市场驱动”。

其四,跨区域电力交易瓶颈突破,重构了电力流动格局。市场化配置的核心价值在于让电力流向最高效的需求节点,而跨区域交易正是实现这一目标的关键载体。国家电网与南方电网建立跨经营区常态化交易机制,在“硬联通”的基础上实现了电力交易的“软对接”。数据显示,2025年1—8月,全国跨省跨区交易电量达10294亿千瓦时,同比增长9.4%。这种“全国一盘棋”的配置模式,在迎峰度夏等关键时段尤为关键,成功化解了局部供电压力。

(作者系中国电力企业联合会专家委员、特约研究员)



图为参赛个人正在进行实操竞赛。徐丽玉 何倩/摄

本报讯 10月31日,由南网储能公司承办的广东省大型水电机组人工智能算法测试员职业技能竞赛在番禺电力科技园圆满收官。作为深入广东“广东技工”工程的重要赛事,本次竞赛由广东省职工职业技能竞赛组委会主办,吸引了省内116名精英、31支队伍同台竞技。

竞赛聚焦运用人工智能软件编程技术实现的算法程序,包括算法的设计、开发和测试全阶段,分设个人赛和团体赛两大板块。个人赛通过“理论答题+技能实操”的双环节设计,多维度检验选手在人工智能领域的高水平技术实力。前者涵盖Python程序设计、机器学习、深度学习等内容;后者模拟电力系统生产

场景,要求选手基于水电机组相关数据,完成AI算法模型调试等实操任务,全方位选拔既懂理论又善实操的复合型人才。团体赛侧重于AI技术在实际场景中的落地应用,充分展现广大职工主动拥抱技术变革带来的广度与深度。决赛答辩现场,各参赛团队围绕作品的业务背景、业务痛点、业务价值、技术实现四大核心方面进行详细汇报,每一份作品都生动彰显选手的创新智慧。

南网储能公司积极承办本次竞赛,严格按照省赛标准高质量推进赛程安排、技术支持、后勤保障等赛事工作,确保大赛各环节精准衔接,全力以赴为选手搭建一个专业、有序的竞技舞台。同时,特邀广东

以赛育才赋能水电行业数智升级

——广东省大型水电机组人工智能算法测试员职业技能竞赛落幕

省人工智能产业协会、国网新源集团有限公司、哈尔滨工业大学等单位的专家组成评审团,确保赛事公平公正。

经过激烈角逐,南网储能信通公司林泽鑫、游锦鹏以精湛的技术功底勇夺个人赛一等奖;南网储能鲁布革电厂鲁厂人工智能应用小队凭《基于时间序列大模型的水情预测》脱颖而出,斩获团体赛一等奖。

一等奖作品《基于时间序列大模型的水情预测》,将时间序列大模型应用引入到水情预测这一传统领域,突破传统模型在复杂水文系统中预测精度不足、极端事件应对能力弱的问题,通过更精准的预测有效减少弃水、最大化水资源利用效率,为水电站防洪调度提供了可复制、可推广的解决方案。

“竞赛的实操题与我们日常工作场景高度契合,像电力设备健康状态评估,正是要求基于配电网线路潮流密度、变压器铁芯损耗等4个核心特征展开分析。这次竞赛让我更清楚怎么把机器学习模型的超参数优化和实际运维需求结合起来,以后处理类似工作会更高效率。”南网储能信通公司王彬在赛后采访中难掩兴奋,他表示,竞赛不仅是技能比拼的舞台,更是解决

工作难题的“练兵场”。

团体赛二等奖团队代表、广州市奔流电力科技有限公司黄华辉分享道:“我们团队针对抽水蓄能电站中传统机械蝶阀缺乏数字化监测的问题,提出一种融合图像合成与关键点检测的智能视觉分析方法。通过自动识别阀门开度及条码,实现阀门状态与身份的智能识别,显著提升了电站巡检的智能化与自动化水平。接下来我们会继续完善方案,争取在更多电站推广。”

“参赛选手在竞赛中尽显风采,赛出了水平,赛出了团结,赛出了友谊,集中展现了新时期职工队伍卓越的职业素养和争创一流的精神面貌。”南网储能信通公司总经理陈鹏仁表示。

此次大赛的成功举办,对加快广东省水电行业高素质劳动者大军建设及数智化转型具有重要的示范性和带动性。南网储能公司将全面总结本次大赛经验,立足公司实际,继续打造过硬的办赛水平和服务质量,着力探索更多富有特色的活动平台,为培养新时代产业技术人才和发展新质生产力贡献央企力量。

(何倩)