

# 钢铁行业电气化迫在眉睫

■本报记者 苏南

生态环境部前不久发布的《全国碳排放权交易市场覆盖水泥、钢铁、电解铝行业工作方案(征求意见稿)》(以下简称《意见稿》)明确提出,自2024年起,将水泥、钢铁、电解铝三个高耗能行业纳入全国碳排放权交易市场管理,并计划在2025年底前完成首次履约工作。

随着碳排放权交易市场的扩大和碳排放管理要求的提高,钢铁行业电气化将变得更为迫切。电气化不仅是钢铁行业趋势之一,也是实现减排目标和促进可持续发展的必要措施。

## ■ 碳减排压力大

由于大量使用化石能源,钢铁行业的碳排放不可避免。2022年,钢铁行业碳排放量达18.2亿吨,约占我国碳排放总量的17%,是仅次于发电行业的高碳排放行业,占全球钢铁碳排放总量的60%以上。其中,70%以上的碳排放来自于烧结、焦化、高炉等工序。在国际新型贸易壁垒和国内“双碳”目标下,钢铁行业面临着碳减排的巨大压力。

刚刚发布的“双碳”目标下加快工业领域终端电气化研究—钢铁行业报告(以下简称“研究报告”)显示,2022年,我国钢铁行业能源消费量达5.60亿吨标准煤,约占全国能源消费总量的10%。其中,转炉

炼钢的能源消费量为5.49亿吨标准煤,占钢铁行业能源消费量的98%;电炉炼钢的能源消费量为0.11亿吨标准煤。煤炭和焦炭占钢铁行业购入能源的90%以上,油气能源约占1.7%,电力仅占6.3%。其中,60%以上的煤炭和焦炭转化为焦炉煤气、转炉煤气、高炉煤气等各种煤气使用。

中国能源研究会能效与投资评估专委会主任焦健在近日举行的“加快构建新型电力系统:需求侧革新研讨会”上表示,钢铁是国民经济的基础,是典型的能源资源密集型,“钢铁与有色金属行业相似,与建材、石化化工行业存在关联性,促进钢铁行业高质量发展,可带动其他高耗能行业转型。”

“钢铁行业作为我国一个关键的耗能产业,在当前国内经济转型的背景下,迫切需要深入研究并开发高效节能低碳技术。”中国电力科学研究院用电与高效研究所用电技术研究室主任陈末末表示,“今年,国家已经启动绿氢化工的重大攻关项目,与此同时,绿氢炼钢项目也正在积极筹备之中。根据目前的进展情况,预计该项目将在明年正式对外发布,届时将从国家层面统筹协调相关工作的开展。”

## ■ 构建“钢—化—建—能”体系

电力是钢铁生产过程中必不可少的能

源支撑。按照吨钢电耗466千瓦时计算,2022年钢铁行业电力消费量约4749亿千瓦时,占钢铁行业能源消费量的10.4%。其中,转炉炼钢的电力消费量占钢铁行业电力消费量的89%。

焦健对《中国能源报》记者表示,钢铁行业涉及面广、产业关联度高、消费拉动大,与电力、热力、建材、石化化工、有色金属等行业高度关联。先行先试促进钢铁行业电气化发展,不仅有利于钢铁行业实现可持续的高质量发展,也有利于探索构建“钢—化—建—能”一体化新型智慧生产体系,推动钢铁行业与电力、建材、石化化工、有色金属等传统行业的耦合发展,是工业电气化发展的重中之重。

研究报告显示,预计到2030年、2050年、2060年,钢铁行业碳排放量将分别达到15.3亿吨、2.7亿吨、0.9亿吨。钢铁行业加快电气化发展,为钢铁行业实现“双碳”目标作出积极贡献,到2030年、2050年、2060年,电气化率将分别达到14%、46%、57%,预计可分别减少碳排放2.8亿吨、7.6亿吨、1.0亿吨,累计减少碳排放11.6亿吨,对钢铁行业的碳减排贡献度将达到63%。

“当前,钢铁行业的主要生产工艺以转炉炼钢为主,对化石能源高度依赖。”焦健表示,展望未来,我们期望通过电炉炼钢、氢冶金、基于二氧化碳资源化利用的绿色

洁净炼钢技术等低碳生产工艺和技术,促进电力、氢和碳三种要素的有效协同和深度融合,形成一种新的生产模式,推动钢铁行业的电气化进程。为此,我们规划了三个主要的技术路径:首先,原料替代路径,即通过寻找和利用替代原料来降低对传统碳基原料的依赖;其次,能源替代路径,这涉及将传统能源替换为更清洁、高效的能源形式;最后,综合技术应用路径,通过集成和创新多种技术手段,以实现钢铁行业“能—碳—电”协同优化,即降低能源消费、减少碳排放以及新型能源体系下促进电力消纳,促进“双碳”目标下钢铁行业高质量发展。

## ■ 电气化仍面临约束

在业内人士看来,尽管当前钢铁行业电气化发展的路径基本清晰,但在政策引领、技术工艺、资源保障、能源保障、市场机制等方面仍存在一定约束,需要政府、企业和科研机构等多方面的协同合作。

《中国能源报》记者采访中了解到,加快钢铁电气化亟须完善钢铁行业电气化发展顶层设计及配套政策,将电气化发展纳入钢铁行业“双碳”整体规划,明确以降碳为导向的钢铁行业电气化发展短期和中长期目标及路径,制定钢铁行业电气化发展技术路线图和实施计划,指导企业开展电

气化发展行动。短期内可着力支持电炉炼钢、传统工序电气化、智能制造及智能化解决方案、余热发电、可再生能源开发利用等技术推广应用,同时鼓励钢铁行业探索布局氢冶金、CCUS及二氧化碳炼钢等颠覆性技术,先立后破有序推动钢铁行业电气化发展。

业内普遍认为,可将绿色消费作为评价、认证和标识绿色产品的重要依据和内容,鼓励全社会优先使用绿色能源和采购绿色产品服务,将绿电溢价传导到钢价上,提高钢铁行业电气化发展的技术经济性,提升企业电气化发展的积极性。此外,鼓励钢铁企业主动参与电力市场交易购买绿电,降低跨省绿电交易门槛,简化企业绿电购买流程,推动企业与绿电供应商签订稳定的中长期购电合同锁定未来电价,降低电价波动风险对企业生产成本的影响。

焦健建议,鼓励钢铁行业在加快电气化发展的同时,将节能减排及余热回收利用、新能源开发利用及绿电应用纳入企业低碳发展总体规划,利用屋顶、空地等空间因地制宜开发可再生能源,自发自用、就近消纳,开发绿色微电网,逐步替代钢铁企业原有的自备电厂,提高企业新能源使用比例,实现多能互补,为钢铁行业电气化发展提供更加清洁低碳的能源保障。

上接1版

科技赋能,我国电力技术实现历史性跨越。仅以南瑞集团研发的我国水电厂计算机监控系统及产品为例,其不但完成国产化生产,还在乌东德水电站、丰宁抽水蓄电站等全面应用。与此同时,换流阀、稳控、保护等自研装备和技术,有力支撑张北柔直、苏州同里综合能源服务等10余项重大科技示范工程,以及白鹤滩—江苏、锡盟—南京等30余条特高压建设。南瑞集团科技信息部二级职员张妍说:“科研精神流淌在我们的基因里。”

电网调度自动化系统相当于电网“大脑”,这项技术曾被国外垄断。南瑞集团坚持自主研发,相关系统实现省级及以上调度中心全覆盖。该集团新型电力系统智能调控科技攻关团队带头人、电网运行风险防御技术与装备全国重点实验室副主任滕贤亮告诉《中国能源报》记者:“从打破垄断到实现核心技术国际领先,电网调度自动化技术前瞻布局至关重要。我们从国家重大需求、市场需求和一线需求中找问题,加强基础研究,终于实现重大突破。”

从依赖到不依赖,从被动到主动,从孤立到协同……传统电力系统与新系统的匹配难题被一一攻克。滕贤亮说:“我们不断前移电网的保护理念和实践,着重突破高比例新能源电网运行控制关键技术,推进研究成果的规模化应用。从设备级、产品级再到器件级,全方位实现高水平自立自强,在国际上贡献更多中国清洁能源方案,在国内守护好老百姓的用能幸福感。”

近年来,南京聚集智能电网国家先进制造业集群,拥有相关企业1200家,产业规模占全国市场的80%。滕贤亮形象地称,南京就像中国的电力硅谷,一个个创新理论、一件件领先装备从这里走向全国,走向世界。

## 产研结合加速成果转化—— 不断提升科技创新的惠民贡献度

科技创新与产业发展紧密融合,江苏做出了特色。

张妍告诉《中国能源报》记者:“坚持科研标准产业三位一体发展,极大提升着科研成果成果转化效率。企业依托全国重点实验室、国际国家标准组织、学术交流平台、联合科研单位和产业上下游企业,构建良好的学术产业生态,不断提高技术创新自主权和能源国际话语权。”2023年底,由南瑞集团承接IEC可持续电气化交通系统委员会秘书处工作,实现我国IEC系统委员会秘书处“零”的突破。

2014年12月,习近平总书记在江苏省产业技术研究院考察时指出:“要深入推进科技和经济紧密结合,推动产学研深度融合,实现科技同产业无缝对接,不断提高科技进步对经济增长的贡献度。”

江苏是我国核电产业发展大省,科研成果转化不断拓展应用场景边界,提升我国核电技术水平和安全性能,为全球贡献中国方案。核能耦合石化产业,赋能石化行业绿色低碳转型也是探索之举。

黄海之滨,田湾核电基地6台在运核电机组巍然屹立,在建的7、8号机组拔地而起。这是目前全球在运在建装机容量最大核电基地,装机总量将超过900万千瓦,年发电能力可超过600亿千瓦时。2021年5月19日,在中俄两国元首视频连线见证下,田湾核电站新机组开工,瞄准核能领域基础研究、关键技术研发和创新成果转化,坚持安全第一,树立全球核能合作

# 江苏激活高质量发展“新”动能



国网江苏电力淮安金湖飞虎共产党员服务队巡检湖区线路,保障湖区居民安全用电。 国网江苏电力/供图

典范。今年6月19日,我国首个工业用途核能供汽项目——“和气一号”项目在这里投产,一条长达23.36公里的银色管道将高品质零碳蒸汽送至连云港徐圩新区的石化基地,标志着我国核能综合利用从单一发电、满足城市居民供暖后,拓展进入工业供汽领域。

据江苏核能党委书记、董事长张毅介绍,作为首批“绿色低碳先进技术示范工程项目”,“和气一号”建成后,每年可以输送480万吨零碳清洁蒸汽。“核能牵手石化不仅开辟了核能助力传统产业绿色升级的新途径,也为区域经济高质量发展注入更强劲动能。”

核能供汽还在探索新实践。今年8月核准的江苏徐圩一期工程为全球首个将高温气冷堆与压水堆耦合,创新采用“核反应堆—汽轮机—供热系统”协同运行模式,以工业供热为主,兼顾电力供应的核动力厂,未来将更好助力石化产业加快绿色转型。

科研驱动产品升级,产业反哺科研提升。

走进国内首个光储直柔电力用房零碳建筑——国网江苏电科院江南民居风格的生产科研楼,斜面屋顶铺设光伏瓦,外墙采用光伏幕墙,辅以光伏车棚,光伏建筑一体化技术完美落地。科研楼光伏发电总装机容量115千瓦,年发电量11万千瓦时,建筑每年用电约10万千瓦时,光伏绿电可满足全部用能需求,光伏幕墙和光伏瓦应用集热技术,能为大楼供应生活热水。整栋建筑采用直流汇流技术,综合能效得到极大提升。

“建筑+能源”的跨界发展正为江苏创造更多可能。从发展绿色建筑到“城乡建设碳达峰碳中和先导区”建设,绿色城乡建设,江苏省绿色建筑规模长期居全国首位。新能源汽车同样是江苏的一张“名片”。

截至今年6月底,江苏新能源汽车保有量达209.23万辆,全国占比接近1/11。而在新能源汽车车联网互动技术研发方面,江苏亦底气十足。8月9日,江苏成功实施

我国首次省域大规模车联网互动应用,覆盖全省482座充电站点,1277辆新能源汽车参与错峰充电,为用电高峰时段让出1.2万千瓦负荷,有效削峰电量达1.7万千瓦时,可满足2100户家庭1天的用电量。

光储充换微电网是研究车联网互动的关键技术。国网江苏电科院车联网互动技术研究员潘溢介绍:“电科院内的试验平台发挥仿真优势,位于无锡的车网互动示范中心则具有实证优势,二者联合形成‘问题—攻关—仿真—验证—反馈’的良性生态循环,试验平台——实证平台相结合的研究模式帮助技术研究有效落地。”

从实验到实践,车联网互动关键技术跑出“加速度”。

今年3月,全国首个电动汽车智慧充电示范区在江苏建成,实现从“车等待桩”到“桩匹配车”的转变,覆盖苏州、无锡、常州三地近500平方公里,惠及新能源汽车车主超50万人。

“在‘e充电’App中输入目的地、续航里程和电池容量后,就能自动获取最优的充电方案,距离、时间和价格建议一目了然。”正在智慧充电示范区体验中心充电的新能源车主武铁君告诉《中国能源报》记者。

## 让发展实体经济成为“看家本领”—— 在强链补链延链上展现新作为

2023年7月,在听取江苏省委和省政府工作汇报时,习近平总书记强调,要把守牢实体经济、构建现代化产业体系作为强省之要,在强链补链延链上展现新作为。

地处长三角、长江经济带交汇区域和对外开放前沿,江苏产业体系完整、市场规模大、开放程度高,是全国产业链供应链的重要枢纽和支撑。江苏把实体经济作为发展的“看家本领”,着力构建自主可控的现代产业体系,做强30余条优势产业链,其中清洁能源产业颇具亮点——

总部坐落于“新能源之都”常州的天合光能股份有限公司(以下简称“天合光能”),是光伏产业链龙头企业。天合光能产业园和光伏科学与技术国家重点实验室分立总部大楼两边,调研和洽谈者络绎不绝。天合光能副总裁、光伏科学与技术国家重点实验室副主任陈奕峰告诉《中国能源报》记者,该公司从2015年开始进行TOPCon技术的产业化研究。2021年, TOPCon技术和大尺寸电池技术融合形成210叠加TOPCon技术。“天合光能不断创新研发,i-TOPCon电池效率第28次创造了世界纪录。”

截至2023年底,江苏省多晶硅产能10万吨,硅片产能300GW,电池片产能240GW,组件产能300GW,产能水平领跑全国;2023年,505家省内重点光伏企业营收约7225亿元,占全国总量的约40%;全省光伏区域布局同步优化,呈现出制造与应用并重,苏南、苏中与苏北协同发展,大中小企业融通发展的格局。

当前,全国60%以上的海上风电供应链企业聚集江苏,建成风电产业全生命周期的产业链和产业集群,成为风电产业最安全省份和产出输出大省,以高塔筒、大叶轮为代表的低风速风机技术处于世界领先水平。截至2023年底,江苏海上风电装机容量近1200万千瓦,约占全国海上风电装机总量的40%。

强韧的产业链,让企业发展后劲更足。远景能源高级副总裁姜益民告诉《中国能源报》记者,在江苏,远景科技集团重点布局江阴千亿智慧能源产业园和射阳海上风电产业园。“江阴千亿级智慧能源产业园已布局风电、储能、电池等全产业链。射阳海上风电产业园是公司全球首个主营智能大兆瓦风机装备制造基地,已于年初下线全球首个碳中和风机。”同时,远景帮助江苏打造零碳产业园,基于“新型能源系统、智慧物联系统、产业生态系统”三大系统,高质量打造“港产城人”协同发展的零碳产业新城。

## 一流配电网建设呵护历史—— 为秀美古城现代化建设注入强劲动能

一座姑苏城,半部江南诗。位于苏州古城东北隅的平江历史文化街区,距今已有2500多年历史,被誉为“没有围墙的江南文化博物馆”。街巷两侧古建筑众多,苏州市在保留近8000户居民原生态生活方式的同时,实现了保护性更新。

2023年7月6日,习近平总书记来到这里考察时强调,平江历史文化街区是传承弘扬中华优秀传统文化、加强社会主义精神文明建设的宝贵财富,要保护好、挖掘好、运用好,不仅要在物质形式上传承好,更要在心里传承好。

漫步平江历史文化街区,店铺内充足的空调供给,摊位上现做着烧烤、绿豆冰、苏式点心等美食。全长1606米的街道上既看不到一根电线,也看不到油烟。

“架空线入地整治,电缆沿着这些砖下铺设”“厨房完成了电气化改造,提升安全性的同时,减少路面油烟脏污”“为了风格相符,多次讨论后变电箱外罩采用做旧的木头箱样式”……说起街区供电保障和改造,国网苏州供电公司市中供电服务中心党支部书记李富鹏如数家珍。

古城区是苏州城区的核心区域,首批国家历史文化名城。2018年9月起,苏州市启动开展中心城区架空线整治和入地工程。截至目前,已完成古城区57条主次干道和228条支路街巷的架空入地工程。

据李富鹏介绍,以此为契机,国网苏州供电公司开展古城区世界一流城市配电网示范区建设等一系列古城保护更新工作,为秀美古城的现代化建设注入强劲动能。“我们将古城划分为30个联络有序、负荷均衡的单元格,打造具有苏州特色的‘苏州窗·圆融网’,示范区当年建成。”

据了解,目前苏州古城区世界一流城市配电网示范区网格内已实现中压故障100%全自动、低压用户故障100%主动抢修、运维消缺及时率100%、计划检修100%对外不停电,供电可靠率达99.9994%,年均停电时间不超过30秒,达到世界一流水平。

“配电网是神经末梢,是电网建设的‘最后一公里’。基于苏州配电网的特点,我们探索解决新型电力系统时空匹配的关键技术,利用数字孪生等先进技术,实现从被动发现到主动治理的转变,让用户资源和配电网实现更好互动。”国网苏州供电公司配电网管控中心主任杨晨说,“让老百姓用电更有幸福感,用而不觉,让电力像空气一样自然存在,就是最好的服务。”

自2013年开始,国网苏州公司首创配电网单元制建设模式,建成吴江—南浔、青浦、嘉善等6条长三角互联互通配电网线路,投运国内首条跨省长功率柔性直流互联线路,建成全国电压序列最全、应用场景最多的中低压直流配用电系统,全国首条高温超导低压直流电缆……立足技术创新推动设备更新,实现服务供电可靠性持续提升。

加强能源高水平自立自强,奋力打造发展新质生产力重要阵地。沿着习近平总书记的足迹,《中国能源报》记者感受到,“走在前,做示范”不仅体现在江苏“强富美高”建设的“大寓意”中,也体现在能源基础设施建设呵护百姓生活的“工笔画”里。政府和每一个人,都在努力“多想一点,多走一步”,协同开拓新质生产力发展新空间,尽心守护老百姓的用能幸福感。