

技术突破、园区示范与市场机制协同发力

工业领域脱碳逐步迈向“深水区”

■本报记者 李慧

在实现碳达峰碳中和目标过程中,工业领域始终是关键场景之一。数据显示,工业部门贡献了我国超过一半的碳排放,是减排的存量主体。今年7月初,国务院印发《“十五五”碳达峰行动方案》,明确提出到2030年我国单位GDP二氧化碳碳排放比2025年降低17%,规模以上工业单位增加值二氧化碳排放降低17%以上。工业领域脱碳正从“选择题”加速变为“必答题”。

在能源基金会首席执行官兼中国区总裁邹骥看来,工业领域脱碳已经迈入技术攻坚与成本重构的“深水区”,节能降碳改造不再是“锦上添花”,需要技术创新、产业组织和市场机制共同发力。

找准工业领域脱碳突破口

目前,工业领域既是我国碳减排的重点,也是难点。

邹骥指出,从碳排放存量来看,工业部门依然占据中国全社会碳排放的一半以上,但不同产业的发展态势已经出现明显分化:钢铁、水泥等行业排放增长趋缓甚至下降,而石化、化工、煤化工以及化肥等行业受需求旺盛带动,排放压力仍在持续增加。

与此同时,新一轮电力需求正在快速形成。邹骥认为,未来值得重点关注三大新增用电领域:AI算力中心、居民生活以及现代服务业。其中,AI带来的算力需求增长尤为突出,未来5至10年可能形成数千亿千瓦时新增用电需求,对能源系统提出新的挑战。

面对工业领域减排的新形势,邹骥提出“4+2”技术路径,即合理控制需求和持续提升能效、电力系统深度低碳化、终端电气化、清洁燃料替代,加上负排放技术和非二氧化碳温室气体减排两项支撑路径。

在他看来,新阶段提高能效已不能简单依赖淘汰落后设备,而应借助AI等数字

技术深度优化工业流程。“AI真正的价值,不只是作为语言模型,更是深入工业工艺控制层面。”他介绍,在流程工业中,AI结合先进传感器、控制模型和通信技术,可实现10%至40%的减排效果,目前已在部分石化、化工龙头企业加快推广。

电气化也成为工业低碳化的重要突破口。邹骥表示,目前,中国工业电气化率约为30%,大量1000摄氏度以下的工业热工过程已经具备电气化替代条件。在电力系统持续提高风电、光伏等清洁能源占比的基础上,绿电替代工业终端化石能源具有广阔空间。

对于钢铁、水泥等难减排行业,高温工艺则需要依靠绿氢、绿氨、绿色甲醇等清洁燃料实现替代。虽然目前成本仍然较高,但随着产业链逐步完善和市场规模扩大,这一方向有望成为未来制造业新的竞争优势。

零碳园区打造绿色转型样板

相比单个企业,工业园区正成为推动工业领域脱碳的重要抓手。目前,我国拥有2500多个国家级和省级工业园区,其排放量占工业排放总量的60%以上,推进零碳园区建设对于助力工业领域绿色转型具有现实意义。

邹骥认为,未来5至10年内,建设100至200个真正意义上的零碳园区具有现实基础,建议现阶段立足实际,率先建设一批条件成熟的示范园区,通过典型带动整体提升。

在具体路径上,基础设施和产业改造缺一不可。一方面,新建园区应从规划阶段就按照零碳理念配置电、热、水、物流等基础设施;另一方面,存量园区可以重点推进绿色电力、绿色物流以及能源系统改造。

近年来备受关注的“绿电直连”正是重要探索方向。邹骥认为,对于大量出口型企业而言,“绿电直连”不仅能够提高绿色电力消费比例,更有助于满足国际市场越



来越严格的产品碳足迹要求。

与此同时,产业本身的低碳转型仍是园区建设核心。不同产业需要采用差异化路径,例如钢铁行业推进氢冶金,石化园区发展循环经济,化工产业加强物质循环利用,而AI则可广泛应用于能源管理、碳排放监测和工艺优化,实现绿色化与智能化深度融合

“中国是全球最大的制造业国家,也是全球工业体系最完整的国家。”邹骥表示,“中国探索出成熟的零碳园区发展路径,对全球工业低碳转型都将有借鉴意义。”

市场机制激发绿色创新动力

工业领域脱碳既需要技术突破,也

离不开市场机制的长期引导。随着全国碳排放权交易市场逐步扩围,钢铁、水泥、电解铝等重点行业将陆续纳入,全国碳市场正在从电力行业向工业领域延伸。

不过,在邹骥看来,当前碳市场仍需进一步发挥价格信号作用。“碳价本质上是产业转型的指挥棒。”他说,目前,中国碳市场价格仍低于企业实际减排成本,对技术研发和产业投资的激励作用有限。未来应建立更加清晰的碳价预期,使企业能够根据长期价格信号安排技术创新和低碳投资。

邹骥建议,未来碳市场不仅要覆盖更多行业,更应增强对绿电消费、短流程炼钢等重点低碳技术的激励作用,真正成为

推动绿色新质生产力发展的工具。

对于当前快速发展的AI产业,邹骥认为,其对绿色转型“机会与挑战并存”。一方面,AI能够大幅提升工业能效、优化生产流程;另一方面,算力中心快速扩张也意味着巨大的新增用电需求。如果新增电力更多依靠风电、光伏等清洁能源,AI将成为推动工业绿色转型的重要技术力量。

展望未来,邹骥认为,中国工业绿色转型不仅是节能减排,更意味着工业发展范式的升级。“通过园区转型,实现绿色化与智能化深度融合,中国工业将迈向新的低碳乃至零碳发展阶段。”他表示,这将给全球的工业减碳带来积极动力和借鉴。

国网永安市供电公司:

坚守“号户结对”30年为困难群众纾难解困近万次

■俞慧敏

7月20日,国网永安市供电公司电力调度中心的“全国青年文明号”青年志愿者,再次走进龙翔社区结对帮扶对象、孤寡老人吴国栋家中,送上米面油等慰问物资,同时,为其仔细检查屋内用电线路健康状况,确保高温酷暑下负荷增加的用电安全,并帮忙整理家务,陪伴老人一起回看庆祝建党105周年的视频实况。当看到屏幕中红旗漫卷、国泰民安的画面时,老人眼眶湿润,不停地念叨:“感谢党,感谢你们这些电力部门的孩子,让我老有所依。”

青年志愿者中,一名头发花白的老同志格外引人注目。他叫詹长熟,是一名老共产党员,1996年“号户结对”社会公益活动启动时,他是国网永安市供电公司电力调度中心的一名调度员,也是该中心当时争创“全国青年文明号”的骨干成员,名副其实的第一代“号户结对”践行者。已经退休的他获知这次“号户结对”走进龙翔社区活动,特意从百公里外的老家赶来入户结对帮扶。

“公司通过‘号户结对’公益活动,不仅有助于年青人树立正确的人生观,更能在一次次的活动中体现个人价值。”詹长熟说。至今,国网永安市供电公司活动室还陈列着他在九十年代的一张泛黄的照片。那时,意气风发的他身着工装,为一位白发老人喂食牛奶,老人的笑脸温暖如春。从当年的牛奶盒到今天上门的工具包,跨越三十年,詹长熟依然初心不改,热衷“号户结对”公益活动中带来的满足与快



图为1996年,身着工装的詹长熟为社区白发老人喂食牛奶。

国网永安市供电公司/供图

乐。困难户笑了,青年志愿者笑了,这或许就是“号户结对”能够一以贯之的真谛所在。

号,即“青年文明号”;户,指的是社区孤寡老人、残障家庭、留守儿童等困难户;结对,就是“青年文明号”与社区孤寡老人、残障家庭、留守儿童等困难户一对一建立长期固定的结对帮扶关系,通过照料起居、义务用电安全检查、情感陪伴、健康咨询等形式,将供电服务延伸至辅助社会基层治理,不仅能够培养、淬炼供电年青人情操,积极践行国家电网社会责任,还能有力助推社会和谐。今年6月,中共三明市委文明办、市委社会工作部、共青团三明市委、三明市妇女联合会联合授予“号户结对”为新时代文明实践创新案例项目优秀奖。



7月20日,永安市供电公司电力调度中心“全国青年文明号”青年志愿者走进龙翔社区结对帮扶对象、孤寡老人吴国栋家中,送去慰问物资。

黄淇舟/摄

“我们除了坚持,还不断丰富‘号户结对’内涵,成员从青年志愿者拓展至共产党员,服务对象从城市社区拓展至乡镇、街道,实行‘认亲式’结对帮扶。今年,通过双向‘认亲’,217名党员、年青志愿者与15个乡镇(街道)的386户困难户建立绑定结对帮扶关系。”国网永安市供电公司党委书记、副总经理江捷介绍,每个“青年文明号”的号长就是结对帮扶的负责人,人走号在,换人不换号,丰富了“青年文明号”创建过程实质性载体。

据统计,自1996年创建“号户结对”公益活动形式以来,已累计开展上门结算帮扶活动3200余次、整治居家用电安全隐患500余处,为困难群众纾难解困近万次。

图片新闻

新疆巴里坤:“光(热)储”项目施工正酣



7月22日,新疆哈密市巴里坤县,中能建哈密“光(热)储”多能互补一体化绿电示范项目光伏区,工人正在架设光伏板。

该项目为国家第二批“沙戈荒”大型风电光伏基地重点工程,采用“光伏+光热”一体化协同模式,建设1350兆瓦光伏和150兆瓦光热,配套建设1座吸热塔、2座220千伏升压汇集站及送出线路。

人民图片

云南电网实现国内首例考虑多工序动态耦合的电网—钢铁供需互动

本报讯 日前,由南方电网云南电网公司牵头攻关的国家重点研发计划顺利完成现场测试工程验证,取得关键突破。在云南曲靖呈钢集团,烧结机、轧钢加热炉、粗轧机等大型生产设备可精准接收电网调度指令,在不影响产品质量前提下自主调整用电负荷,实现高耗能工业用电由“被动用电”向主动适配电网的供需互动转型。

钢铁企业负荷调控长期存在技术难点,整条生产流水线包含烧结、炼铁、炼钢、轧钢等环环相扣的工序,各环节用电特性差异显著,部分设备长期耗能耗稳定,部分设备短时集中爆发用电。传统调控手段仅能单独管控单道工序,无法实现全厂负荷统筹协调。

为破解该痛点,南方电网云南电科院科研团队历经数年专项攻关,为特性各异的生产设备搭建统一“用电画像”,解决不同工序负荷特征差异化、难以统一量化描述的核心瓶颈;研发多目标优化智能协同算法,让各工序如同交响乐团同步配合,在严守生产安全、保障成品工艺质量的基础上,完成全厂负荷动态耦合优化;搭建快速响应控制架构,将多工序协同响应时长压缩至分钟级,形成适配钢铁行业负荷智能调控的成套技术体系。

本次测试打通烧结厂碎料机、轧钢厂加热炉、轧机、带钢、高线等多道工序联动调节通道,设备收到电网指令后15分钟内完成全部响应操作,单次最大调节负荷48.77兆瓦,等效近5万台1匹空调同步启停;全厂可调负荷占比稳定超20%,调节能力预测误差、执行偏差均控制在15%以内,高耗能工业用电彻底告别“电网供给多少就消耗多少”的被动模式,迈入按需配合电网调控的供需互动新模式。

测试阶段,项目联合南方电网云南曲靖供电局开展电网模拟出清联调,曲靖呈钢集团依靠多工序协同调控技术快速完成负荷调整,完整打通“电网出清—企业响应”业务闭环。呈钢集团项目负责人王世立表示,本次测试完成钢铁企业常态化参与电网需求响应全流程闭环验证。

据了解,该成套技术并非仅适用于钢铁行业,项目同步编制工业负荷参与电网互动的测试评价标准,为全国相关行业标准编制提供核心技术依据。云南电科院项目负责人杨家全介绍,后续将把该项技术向电解铝、电解铜等高耗能产业集群全面推广,预计为云南电网新增百万千瓦级可调负荷。该项技术让高耗能企业在稳定生产的前提下,化身电网“灵活调节器”,为大规模新能源并网场景下电力系统平稳运行,提供成熟解决方案。

(周寒英 夏瑶)