

# 零碳园区从“试验田”到“万木春”还有多远

□ 张小宝 郭 兴

在我国,工业园区能耗占全国总能耗66%以上,是减碳的主战场。《“十五五”碳达峰行动方案》提出,“十五五”期间,建设100个左右国家级零碳园区和500个左右零碳工厂。业内人士表示,此举将引导新建项目优先向零碳园区集聚。

据《国家级零碳园区建设名单(第一批)》,首批国家级园区建设周期仅3~6年,时间紧、任务重。目前,安徽广德、内蒙古鄂尔多斯和赤峰已在零碳园区建设上率先探路,尝试作答。这些答案可复制吗?要寻找答案,还需回到这场试验的起点。

## “种子”已经破土

政策发令枪在2025年7月打响。国家发展改革委、国家能源局等三部门联合印发《关于开展零碳园区建设的通知》,为零碳园区建设指明方向。而后,随着内蒙古、山东、广东等10余个省区发布零碳园区建设方案,首批52个国家级零碳园区建设名单公布,建设进程提速。

从当前零碳园区建设实践看,“园中园”模式成为主流探索方向,即在现有开发区、高新区、经开区基础上进行零碳化升级改造。对此,北京大学能源研究院副院长杨雷表示,“园中园”相当于在园区内部划出“试验田”。整个工业园区一次性全面零碳化难度极大,选择条件相对成熟的局部区域先行先试,是务实可行的路径。

安徽宣城广德经济开发区便是“园中园”模式的典型代表。固德威技术股份有限公司(以下简称“固德威”)在该园区打造了“园中园”零碳样本。在“源网荷储智”(电源、电网、负荷、储能、智慧管控一体化)指引下,固德威通过绿电自给与市场化购电互补调配,将工厂绿电占比提升至50%,绿电消纳率稳定在95%以上,从源头减少传统火电消耗。另外,固德威依托WE平台联合广德市交通投资有限公司共建虚拟电厂,年度代理电量超2亿度,电力市场化交易年收益超160万元,实现了分布式能源从闲置存量到市场化资产的价值转化。

如果说广德代表的是存量改造的路径,那么鄂尔多斯和赤峰则提供了另一种思路——从零开始建设零碳园区。在鄂尔多斯,远景科技集团(以下简称“远景”)打造了全球首个落地的零碳园区。该项目配套风光储一体化项目与自建配网,依托双AI大模型智能调度,将弃风弃光率控制在5%以内。同时,园区分级能碳服务体系则规模化摊薄企业单独开展碳管理的合规成本,助力出口企业应对欧盟碳关税。在赤峰零碳园区,远景更进一步,实现了“以绿制绿”(即用绿电生产绿色产



安徽宣城广德经济开发区固德威电源科技(广德)有限公司园区

(固德威技术股份有限公司供图)

品),打通了“绿色电力+绿色氢氨+绿色算力”的路径。

## 推广尚存梗阻

标杆已立,但“从1到100”的跨越仍面临三大梗阻。

一是经济性存疑,系统协同不足。这是规模化推广最直接的障碍。远景首席可持续发展官孙捷指出,试点阶段可依靠政策倾斜打造样板,但规模化推广后,钢铁、化工等高耗能园区改造投入高、回报周期长,不少经营主体对“投入产出账”心存疑虑。他还指出:“当前不少园区的零碳建设停留在装光伏、买绿证的单点动作,尚未形成能源供给、产业降碳、运营管理的系统协同,降碳效果打折扣。”

二是地区差异显著,难以批量化复制。即便解决了单个园区的经济账和系统协同问题,不同地区在资源禀赋与产业结构上的本质差异,仍使经验迁移面临挑战。西北风光资源丰富,可依托低成本绿电发展直供模式,东部土地紧张则需依靠虚拟电厂、绿电直连解决绿电供给。东部新兴产业园区侧重能碳管理,中西部高碳排放园区则需推动电氢耦合等深度脱碳技术。经验可以借鉴,但方案难以照搬。

三是认知转变滞后,标准体系有待适配。在上述硬约束之外,更深层的障碍来自观念层面。在杨雷看来,认知是制约零碳园

区建设最薄弱的环节,关键在于如何通过机制创新将技术用好并组合起来。标准层面,国家核心评价框架已明确,但高新制造与重化工园区的产业基底不同,各地区风光资源、能源结构各异,在统一框架下仍呈现差异。未来标准体系应进一步提升对不同类型园区的适配性。

## 多方协同破局

面对上述梗阻,各方正在寻求解法。当前,零碳园区建设主要由地方政府主导。针对这一现状,国家发展改革委能源研究所能源可持续发展研究中心主任、研究员田智宇表示:“地方政府应通过完善营商环境、建设零碳园区平台来招商引资,将绿色能源打造为招商新优势。”他建议,加强绿电资源要素保障,充分利用园区及周边绿电资源;转变招商方式,扭转依托补贴和税收返还招商思路,精准识别对绿电有需求的企业;省级政府要引导产业向可再生能源富集区转移,推动新建项目向零碳园区载体集中。

孙捷也表示,零碳园区本质是价值中心,而非单纯的成本投入项。要真正实现价值转化,关键是把零碳建设和园区招商、企业经营、产业发展深度绑定,让降碳成果转化为实实在在的经济效益和发展红利,而非孤立的环保投入。目前,零碳园区从成本中心走向价值中心的路径日渐清晰。远景作

为园区新型电力系统和全栈零碳解决方案提供商,不仅能提供一站式完整解决方案,还能提供覆盖零碳园区从规划建设到长期运营的全周期长效服务。“零碳园区的建设需要系统级的解决方案,包括新型电力系统、绿色产业集群、AI能碳管理平台等,既需要‘一张蓝图’的顶层设计规划,也需要落地能力,如此才能真正帮助地方政府解决能耗双控和碳排放双控的挑战,助力绿色发展。”孙捷说。

在这一点上,固德威与远景不谋而合。固德威创始人、董事长黄敏表示:“零碳园区‘从成本中心走向价值中心’,核心是打破‘降碳等同于成本投入’的传统误区,将低碳改造、节能降耗、绿色治理转化为可量化、可持续的多维收益,实现降本、增收、增值三位一体发展。”当前,固德威正在推动“源网荷储智”一体化布局与场景规模化复制。今年上半年,固德威成功与湖北黄冈高新区签署低碳零碳园区框架合作协议。

随着风光成本持续下降,智能化技术不断进步,零碳园区已具备大规模推广的技术条件。杨雷指出,真正瓶颈不在于“能不能建”,而在于“能不能推广”——能否将先行者验证过的商业模式和运营经验,适配到资源禀赋、产业结构各不相同的园区。当越来越多“试验田”长出新芽,当先行者的定制化经验沉淀为标准化的解决方案,“万木春”便不再遥远。

## 关 注

### 绿氢是实现能源转型的关键“拼图”

□ 张小宝

中国产业发展促进会氢能产业分会常务理事单位——水电水利规划设计总院副院长张益国近日受联合国新闻(UN News)邀请,通过线上方式接受专访,分享了绿氢在能源转型中的作用、发展面临的核心挑战,以及中国在绿氢领域的优势与未来发展图景。

“绿氢是利用太阳能、风能等可再生能源产生的绿电经水电解生产出的氢气,生命周期碳排放远低于化石能源制氢,具备显著的绿色低碳价值,是能源转型的重要技术方向。”张益国表示,当前风光发电存在间歇性、波动性,富余电力难以低成本长周期储存;钢铁、化工及远洋航运、重型卡车等领域,仅靠电气化实现低碳转型仍有瓶颈。绿氢恰好可弥补上述短板,绿氢既可作为长周期储能载体消纳富余绿电,也可作为零碳燃料提供高温热能,或作为工业原料深度参与生产流程,覆盖难电气化场景,因此被业内称为能源转型的“最后一块拼图”。

张益国指出,绿氢从技术示范走向大规模应用仍面临核心制约:一是全产业链成本偏高,当前绿氢制取成本是传统灰氢的2倍~3倍,尚未达到市场价,限制了推广速度;二是配套基础设施薄弱,储运体系、加氢站覆盖率与加油站、充电桩差距较大。

中国风光资源集中于“三北”地区,用氢需求集中在东部沿海,当前氢气以公路运输为主,经济运输半径有限,储运成本在终端用氢成本中占比较高,进一步抬高应用门槛。随着产业规模扩大与基建完善,相关制约有望逐步缓解。

张益国强调,中国氢能消费规模已连续多年位居世界第一,在电解槽产能、绿氢项目建设、加氢站数量、氢燃料电池汽车保有量等关键指标上均处于全球领先水平,“制储输用”全产业链体系已基本形成,正进入规模化推广应用阶段。

中国发展绿氢具备系统性规模优势。一是全球最大的可再生能源装机规模,提供充足且成本持续下降的绿电基础;二是具备完整的制氢装备制造能力与庞大下游市场,形成全链条协同发展格局。

“根据《新型能源体系建设“十五五”规划》,中国计划到2030年实现可再生能源制氢规模达到200万吨,届时绿氢将深度融入生产生活。”张益国说,氢燃料电池汽车将为公众提供更清洁的出行选择,天然气管道掺氢技术可使居民使用更低碳的燃气,而钢铁、化工等行业的绿氢替代将大幅削减工业碳排放,同时带动绿电消纳、提升能源供应稳定性、助力实现“双碳”目标,发展成果惠及民生。

## 资 讯

### 深能北控合成绿氨项目顺利投产

**本报讯** 中国产业发展促进会氢能产业分会会员单位——深能北方能源控股有限公司项目日前取得关键进展。公司旗下位于内蒙古鄂尔多斯鄂托克旗的505兆瓦风光制氢一体化合成绿氨项目全部电解槽完成调试并顺利投产,制氢站具备稳定产氢能力,为绿氢制绿氨产业链奠定坚实基础。

据悉,从第一台电解槽启动到全部48台投运,深能北控项目团队用两个月完成全部调试工作。面对风光资源波动适配、电解水系统集成、全流程安全管控等多重挑战,项目团队以严谨务实的态度逐一破解难题,从单机试车到系统联动,每一步都反复验证,稳扎稳打,最终实现装置一次开车成功,氢气纯度稳定达标。

作为国家能源局首批氢能试点、全国首批大型零碳绿色化工示范项目,鄂托克旗项目从蓝图规划到稳定产氢,走出了一条扎实的攻坚之路。如今,高纯度绿氢的稳定产出,为项目按下“加速键”。下一步,该项目将加快绿氢与合成氨工序的高效耦合,全力贯通“绿电—绿氢—绿氨”全链条规模化运行,为国家“双碳”目标贡献可落地的产业力量。(陈学谦)

### 我国实现全球规模最大单批次绿氨出口

**本报讯** 近日,3750吨产自吉林大安的绿氨经陆路运抵江苏连云港,装船启航发往韩国。这是全球规模最大的单批次绿氨出口,标志着我国绿色燃料首次凭借全生命周期碳减排效益,获得国际市场价值认可。

这批绿氨产自国家电投集团“氢洲·大安绿氨”项目。该项目是目前全球最大的单体绿氨装置,年产能达18万吨,依托吉林西部800兆瓦风电光伏资源,通过电解水制氢再合成氨的全绿电工艺路线生产,全过程碳排放较传统煤制氨降低90%以上。此前,该项目已获得全球首张ISCC EU非生物来源可再生燃料氨认证,拿到了进入欧盟等国际低碳市场的“通行证”。

通过把绿电转化成绿氢,再把绿氢转化成方便储存、方便运输的绿氨出口到国际市场,一方面可以获得更高的绿色溢价,另一方面,可以把卖不出的绿电变成可以卖得出的绿氨,向全世界提供绿色燃料。据测算,这3750吨绿氨相比国内传统煤制合成氨,全生命周期可减排二氧化碳超万吨,相当于约100万棵树木一年的碳吸收总量。(陈学谦)

# “东华炉”让更多农林废弃物转化为绿色燃料

生物质气化技术研讨暨“东华炉”现场观摩会共探绿色燃料产业高质量发展路径

□ 陈学谦 郭 兴

7月31日,生物质气化技术研讨暨“东华炉”现场观摩会在内蒙古通辽扎鲁特旗召开。会议由中国化学工程所属东华工程科技股份有限公司(以下简称“东华公司”)主办,中化学(内蒙古)新材料有限责任公司协办,来自属地政府、主管部门、行业协会、企业及媒体的150余位代表齐聚一堂,共同见证“东华炉”生物质气化技术品牌发布,并致力于搭建产学研用深度融合的交流合作平台,共同探讨绿色燃料产业高质量发展路径。

## 绿色燃料迎来机遇期

国家能源局原副局长张玉清在会上表示,今年以来,一系列顶层设计释放强烈信号,发展绿色燃料已从“选择题”变为“必答题”、“鼓励倡导”变为“刚性约束”。我国作为油气进口大国,更需要加快可再生能源非电利用、发展绿色燃料。“十五五”时期,绿色氢氨醇、可持续航空燃料(SAF)等绿色燃料将迎来重要发展契机。

经过“十四五”期间的试点推动,叠加国际组织政策调整,绿色氢氨醇的应用场景已逐步打开。中国科学院院士徐春明表示,为实现“双碳”目标,我国终端能源消费结构正由化石能源为主体向非化石能源为主体转型。在此影响下,石油化工等高碳排放行业将提升绿电、绿氢的应用,以满足碳排放考核要求。

石化化工场景外,交通运输转型也急需绿色燃料。在石油和化学工业规划院副院长李志坚看来,绿色甲醇、绿色合成氨、可

持续航空燃料等已成为航运与航空领域绿色转型的现实选择。到2030年,全球绿色航空燃料需求约800万吨~1600万吨油当量,船用绿色燃料需求约500万吨~1000万吨油当量。好消息是,我国已打通全品类船用绿色燃料加注模式,启动可持续航空燃料应用试点,并在政策端明确“十五五”期间将推进绿色氢氨醇在工业领域规模化应用。

政策推力与需求拉力双重推动下,我国绿色燃料产业定位已实现升级。中国产业发展促进会氢能产业分会副会长兼秘书长张宇指出,国内绿色燃料产业正迎来应用场景由“单点突破”向“全域渗透”跨越、发展逻辑由“重产轻消”向“驱动消费”转型、产业形态由“零散布局”向“系统成链”升级、价值体系由“能源产品”向“多维价值兑现”跃升的四大趋势性变革。需求与政策的双轮驱动,为绿色燃料描绘了广阔前景。然而,当目光从市场端转向供给端,一个不容回避的挑战浮出水面——碳从哪里来?

## 碳源成规模化发展“拦路虎”

以绿色甲醇为例,碳源便是其规模化发展的“拦路虎”。国际可再生能源署明确要求,合成绿色甲醇的氢气和二氧化碳均须来自可再生能源,其中二氧化碳须来源于生物质或从空气中捕集。但直接空气捕集成本高昂,现阶段尚不具备经济可行性。因此,生物质便成为绿色燃料最现实、最核心的碳源。

从国内实际情况看,生物质资源不仅面临收集、储运难题,还存在总量约束与多用途竞争形成的刚性缺口。传统直燃发电

等利用方式对原料要求高、转化效率偏低,大量分散的农林废弃物因经济性不佳被排除在外。而生物质气化技术对原料包容度高,分布式气化模式可有效扩大收集半径,使过去“收不了、用不上”的低品位生物质资源化利用成为可能。用东华公司党委副书记、总经理孟陈周的话来说,生物质气化技术是打通绿色燃料产业“最后一公里”的关键技术。

据介绍,生物质气化技术通过高温裂解将秸秆、木屑等农林废弃物转化为以一氧化碳和氢气为主的合成气。这些合成气不仅是生产绿色甲醇的基础原料,还可通过费托合成工艺制造可持续航空燃料,或经甲烷化反应生产绿色液化天然气。水电水利规划设计总院新能源研究院副院长姜海表示,现有的固定床气化技术、流化床气化技术、气流床气化技术各有适用场景,无绝对优劣之分。“东华炉”通过纯氧加压技术优化,将合成气有效成分提升至气流床相当水平,大幅降低甲烷与杂质含量。“这不仅降低了后续净化工序的能耗与成本,更显著提升了甲醇合成的单程转化率与原料利用率,是现代制甲醇项目的高效优选路线。”姜海说。

技术的突破固然令人振奋,但工程化的验证才是从实验室走向产业化的关键一跃。孟陈周介绍,“东华炉”工业试验装置接连闯过了“原料关”“运行关”“环保经济关”,不仅实现了农林废弃物全品类覆盖,有效破解了碱金属腐蚀与积灰难题,还通过干法排渣、余热回收利用产蒸汽,切实降低了单位合成气成本。目前,“东华炉”工业试验装置已

累计运行超过1000小时,先后成功试烧杨树干、梨树枝、玉米秸秆、小麦秸秆、玉米芯等多种农林生物质原料,运行平稳、合成气品质优良。

## “东华炉”创新开启新征程

“东华炉”生物质气化技术品牌发布标志着该技术迈入商业转化的新阶段。作为上市央企,东华公司始终以服务国家战略为己任。“十四五”以来,公司抢抓战略机遇,将“新能源+绿色化工”确立为重要发展方向,专门组建绿色能化团队,布局绿色化工、绿氢、绿氨、绿色甲醇、航煤、生物质等业务链条,集中优势资源攻关关键核心技术。

在孟陈周看来,“东华炉”品牌的形成源于公司工艺技术与工程技术的积淀,也源于技术与工程团队的刻苦钻研,以及“产学研设用”协同创新的开放生态。以试验装置所在地扎鲁特旗为例,该地区除拥有生物质资源外,地方政府也在资源协调等方面倾力支持,保障了项目投产落地。得益于多方赋能,5月26日,“东华炉”顺利通过中国石油和化学工业联合会组织的科技成果评价,被认定为创新性强、总体达到国际先进水平。

目前,“东华炉”技术工艺包已应用于中国铁建投资集团控股的禾源运达(邯郸)生物质能源有限公司年产11万吨绿色甲醇项目。面向“十五五”,东华公司表示,愿以工程总承包、联合技术开发等多种方式,与产业链伙伴同心协力,让更多农林废弃物转化为绿色燃料。同时,公司将持续加大研发投入,推动“东华炉”向更大规模、更多原料、更场景迭代升级。