

核技术应用产业即将迎来万亿元“蓝海”

2030年左右整体规模或将翻一番

■本报记者 朱学蕊

中国核能行业协会常务副理事长曹述栋10月15日在该协会主办的2025年核技术应用产业国际大会上透露,过去十年,中国核技术应用产业迈入高速发展期。据初步统计,截至2024年底,我国核技术应用产业规模已接近9000亿元,年均增速保持在15%以上,预计今年将突破万亿元大关。

核技术应用以核科学为基础,以核技术基础产业为支撑,广泛嵌入国民经济和社会发展多个行业应用场景的现代高新技术产业。当前,全球已有150多个国家在不同层面开展核技术应用,涵盖工业、医疗、农业、社会安全、科研、环境保护等诸多领域。从守护人类健康的精准医疗,到保障粮食安全的农业改良,再到驱动产业升级、环境治理、社会安全维护乃至深空探测,核技术正日益成为推动社会现代化进程的关键引擎,应用广度与深度持续拓展。

■ 助力工业生产绿色转型

曹述栋表示,在经济社会全面绿色转

型的进程中,核技术也成为实现“双碳”目标的重要支撑。尤其在辐照加工、先进制造、废水处理等方向,核技术凭借高效、清洁的独特优势,有力助推工业生产绿色低碳转型,其中电子束处理废水技术已实现规模化应用,为全球环境治理贡献了“中国智慧”与“中国方案”。

据了解,在能源领域,电子束处理废水技术已有实践。例如,光伏企业在生产过程中产生的切片废水污染物浓度高、可生化性差,是污水处理的难点;动力电池回收产生的废水高盐分、高化学需氧量(COD)、含重金属,采用传统环保技术处理难度大且成本高企。针对这些难题,国内校企联合研发的电子束特种废物处理技术已通过中试证明,该技术可有效提高切片废水预处理阶段的可生化性,并在深度处理阶段解决高浓度废水的处理难题,同时能有效去除动力电池回收产生废水中的COD和总磷。

此外,电子束处理工业废水技术还可应用于抗生素废水、菌渣等特殊有害物质

的无害化处理,以及电线电缆、热缩材料、发泡材料、辐射固化、轮胎预硫化等环境治理领域。

■ 瞄准目标加快部署

随着应用场景越来越丰富,万亿“蓝海”近在眼前,如何高质量地撬动这个庞大的市场?

国家层面已有部署。2024年,国家原子能机构联合十部委发布《核技术应用高质量发展三年行动方案》,系统推动产业持续健康发展,并且锁定“到2026年,力争核技术应用产业年直接经济产值达4000亿元”的目标。今年9月12日颁布的《原子能法》,单独设置核技术应用专门章节,明确国家支持核技术在工业、农业、生物、医疗卫生、生态环境保护等领域的应用,推进核技术造福社会与民生。

曹述栋指出,得益于政策和顶层法律的有力护航,各地积极依托区位优势,加速布局核技术应用产业集群。其中,四川、浙

江、甘肃等一批产业园区拔地而起,逐步形成集聚发展新格局。

针对未来发展前景,大会发布的《中国核技术应用产业发展报告(2025)》(以下简称《报告》)预期,2030年左右,我国核技术应用产业整体规模将翻一番,发展质量显著提升,基本建成安全可靠、高效利用、均衡协调的核技术应用基础产业平台,产业链融合创新能力大幅增强,重点行业拓展应用蓬勃发展,市场活力、企业效益、人才培养全面提升,行业治理更加完善。

国家原子能机构原副主任、中国核能行业协会特邀专家王毅韧指出,我国核技术应用产业发展空间巨大,但当前仍存在产业化和创新能力不足、产业发展环境需进一步优化等明显短板,未来要面向国民经济和社会发展主战场,着力构建新质生产力,推动核技术应用产业高质量发展,打造现代化核技术应用产业体系。

对此,《报告》从四个方面提出具体

路径:一是深化顶层战略谋划,推动制订《原子能法》配套法及实施细则,配合出台《“十五五”核技术应用产业发展规划》,促进设立国家重大核科学技术专项,逐步建立核技术应用产业统计调查制度及运行分析制度,将核技术应用产业融入国民经济和社会发展大局。二是持续落实《核技术应用高质量发展三年行动方案》,聚焦产业发展短板,抓紧实施七项重点任务和五大政策措施,突破一批关键技术,建设一批创新平台,培育一批专精特新企业。三是强化创新驱动,以新型举国体制统筹核科学、核技术、核关联产业的一体化协同推进,促进“四链”深度融合,实施“人工智能+核技术+X”行动计划,实施核技术在典型行业高价值场景的应用示范,完善核技术要素价值释放机制。四是鼓励打破行业“玻璃幕墙”,建立跨界多元协同创新联盟和专业化服务平台,并严守安全发展底线,推动核技术应用产业走出去,加强平等互利合作和交流互鉴。

上接1版

辽沈大地“绿”意涌动

看电网——近三年电网年均投资超200亿元,连创历史新高。有效应对迎峰度夏期间负荷达历史峰值的严峻考验。在东北地区率先开展电力现货市场连续结算试运行,成功开展全国首次新型储能黑启动城市电网大容量火电机组试验。纳入国家“十四五”主网架规划的23项500千伏输电工程全部完成核准,巴林一奈曼一早新等14项500千伏工程建成投运。以500千伏辽宁中部内外层双环网及辽南、辽西500千伏环网为核心,220千伏电网为基础,“供电分区化、连接紧密化”的坚强电网结构已经建成……

2023年9月7日,习近平总书记主持召开新时代推动东北全面振兴座谈会时强调,加快发展风电、光电、核电等清洁能源,建设风光火核储一体化能源基地。

辽宁省能源局相关负责人表示,辽宁省能源系统认真贯彻落实习近平总书记重要指示精神,深入贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略,扛牢维护国家能源安全政治责任,全力推进清洁能源强省建设,积极谋划实施高质量能源项目,加大绿电制氢氨醇、塔岩储热等能源创新应用力度,力争“十五五”期间建成辽宁海上风电、沿海核电、辽西风光、储能四大千万千瓦级清洁能源基地,打造具有辽宁特色的新型能源体系。

■ 低碳转型,强力赋能——制造业绿色竞争力持续提升

沈阳铁西区,华晨宝马工厂附近,十余座地热井架高耸耸立,机器轰鸣,现场一派繁忙景象。

辽宁地热资源丰富,已探明地热资源储量居东北三省之首。沈阳华晨宝马地热项目于2024年10月正式开工,采用中深层地热井下换热技术,拟建设28眼地热井,将于今年供暖季建成使用,结合多种新能源形式为工厂一期58万平方米提供零碳供暖。“项目投资方之一、技术支持方万江新能源股份有限公司品牌总监毕波告诉《中国能源报》记者,项目建成后,华晨宝马动力总成工厂及第六代动力电池中心将实现100%非化石能源供热,预计年减碳量约18000吨。

以清洁能源赋能制造业,推动制造业绿色转型,华晨宝马还有更多实践。

“早在2021年9月,华晨宝马就通过国内首批次绿电交易完成购电27.8亿千瓦时,居全国首位,占当期全国绿电成交量的35%。”华晨宝马汽车大中华区不动产管理部环境与可持续发展高级经理于岳龙说,自2021年起,宝马沈阳生产基地及36个非生产场所均100%使用可再生能源电力。

今年1月24日,习近平总书记在听取辽宁省委和省政府工作汇报时指出,辽宁工业体系比较完备,要统筹传统产业转型升级和战略性新兴产业培育壮大,加快建设现代化产业体系。传统产业要强化产业基础再造和重大技术装备攻关,不断提升核心竞争力。培育壮大战略性新兴产业重在强化科技创新和产业创新深度融合,因地制宜发展新质生产力。

牢记嘱托,辽宁坚持改造升级传统产业和培育壮大新兴产业、未来产业齐头并进,以科技创新引领新质生产力发展,加快构建以先进制造业为支撑、具有辽宁特色优势的现代化产业体系。2024年,全省规模以上工业单位增加值能耗同比下降3.9%，“十四五”以来累计下降13.6%。今年上半年,辽宁高技术制造业增加值同比增长9.2%、投资同比增长18.8%。

作为我国船舶与海洋工程装备制造重要基地,辽宁船舶制造业含“绿”量不断提升——拥有完全自主知识产权、可减少碳排放20%以上的单舱世界最大1.3万立方米B型LNG燃料舱已实现实船安装与交付,完成全球首艘甲醇双燃料智能VLCC开发与设计,国内首台甲醇双燃料低速机去年5月在大连成功交验……

制造业迈向高端化、智能化、绿色化,绿色能源利用扮演重要角色。

“截至今年9月底,辽宁‘风光’装机合计3650万千瓦,参与2025年绿电交易的装机容量为1400万千瓦,可提供约

220亿千瓦时绿电交易能力。在辽宁,全部市场化用户均可参与绿电交易,交易电量和比例不受限制,且交易价格在东三省最低。”辽宁电力交易中心市场处处长张建介绍,目前辽宁主动参与绿电交易的企业用户已由2021年的3户增至912户,覆盖辽宁全部14个地市,涉及石油化工、冶金锻造、生物制药、汽车制造、5G通信等行业。

■ 创新为匙,活力迸发——能源高端技术装备服务全球

沈阳新松机器人自动化股份有限公司是国家机器人产业化基地,拥有自主知识产权的三大类机器人核心产品,以及自动化三大应用技术方向,近年持续孵化汽车工业、电子工业、新能源等多个具有高度竞争力和良好成长性的优势战略业务,对供电可靠性要求极高。国网沈阳供电公司立足专业化服务,为企业发展筑牢“电力后盾”。

2022年8月,习近平总书记在沈阳新松机器人自动化股份有限公司考察时强调,全面建设社会主义现代化强国,实现第二个百年奋斗目标,必须走自主创新之路。要时不我待推进科技自立自强,只争朝夕突破“卡脖子”问题,努力把关键核心技术和装备制造业掌握在我们自己手里。

立足创新,书“长子”赤诚。近年来,辽宁瞄准能源科技前沿,加强关键核心技术攻关,强化科研成果转化应用,将先进装备制造列为4个万亿级产业基地建设之首。一批批破解“卡脖子”难题的高端能源技术装备从这里诞生,助力我国能源核心技术装备从跟跑到并跑,继而迈向领跑。

在大连市沙河口区香周路、春光街交叉口北侧,一栋巨大的白色建筑上整齐排列着54个白色集装箱站——这是全球首套百兆瓦级液流电池储能调峰电站。

“这座电站基于大连化物所研发的全钒液流电池储能技术,相当于城市的‘电力银行’,可发挥‘削峰填谷’作用,提高电力系统灵活性。”大连化物所副所长、储能技术研究所所长李先锋告诉《中国能源报》记者,该所响应国家需求,发展新型能源技术并进行本地转化,成功支持我国首次新型储能黑启动城市电网大容量火电机组试验。

来自辽宁的高端能源技术装备,不仅保障我国能源安全,助力产业转型,也为全球能源产业提供先进可靠的“中国方案”。

走进“国家砝码”沈鼓集团,各种机器繁忙有序运转,持续刷新能源化工领域重大核心装备和成套解决方案研发应用纪录——乙烯“三机”为中沙产能与投资合作重点项目中沙古雷乙烯项目提供“龙头心脏”;为中俄东线天然气管道提供核心设备天然气长输管线压缩机并实现智能化一键启停;11万空分装置压缩机组赋能全球单厂规模最大的煤制烯烃项目高效投产……在70余年的发展里程里,沈鼓集团累计为能源与化工行业提供重大装备20000余台套,实现200余项国产化首台套突破,近年来更实现20余项世界级项目的重大装备首台套研发和制造。

串珠成链,聚链成群,集群成势。

从沈鼓“国和二号”屏蔽电机主泵工程试验取得重大进展,到特变电工高端套管技术打破国外垄断、全球最大甲醇双燃料动力集装箱船用曲轴成功投用,再到大连融科、沈阳微控等新型储能领军企业迅速崛起,远景、金风等新能源装备龙头企业落户,葫芦岛市接力引进中国原子能科学研究院葫芦岛基地项目,在核工业产业化进程中持续发力,辽宁高端能源装备产业集聚效果逐步显现,形成创新能量正循环,进一步提升产业体系韧性和竞争力的同时,有力推动经济高质量发展。

2023年,辽宁全省经济增速十年来首次超过全国水平,经济总量首次突破3万亿元,2024年经济增速连续赶超全国水平,经济总量超过3.26万亿元。今年上半年,辽宁全省地区生产总值同比增长4.7%,经济结构继续向新调整,经济形势持续向好发展,为新时代东北全面振兴注入强大活力。



“可持续航空燃料(SAF)是全球航空业脱碳的关键。全球范围内,尤其是欧盟正通过政策大力推进,中国也在2024年启动部分机场的SAF掺混试点。”国际航空运输协会(IATA)北亚区外事与可持续发展部高级经理邓梁春日日前在“发力新能源产业发展新方向峰会”上表示,对能源化工行业而言,SAF代表一条转型新路径,机遇与挑战并存。

今年,欧盟和英国已正式实施2%的SAF掺混指令,并计划到2030年分别提升至6%和10%,显示出航空业减排已成为不可逆转的全球趋势。

据IATA预测,尽管2025年SAF产量有望增至200万吨,但也仅占航空公司总燃料消耗的0.7%。这一微小比例背后,隐藏着巨大的市场空间与转型机遇。从欧盟到中国,都在通过强制性政策推动SAF发展,为能源化工企业提供了难得的突围方向。

多位与会人士指出,可持续航空燃料已成为全球航空业脱碳的核心路径,其中中国的SAF试点已进入实质性推进阶段。

今年3月19日,国内民航SAF第二阶段试点正式启动,北京大兴、成都双流等4座机场开始对国内航班实施1%的SAF常态化掺混加注,标志着中国航空减排从区域测试迈向全国布局。根据规划,第三阶段试点将于今年第三季度扩展至全国省会机场,逐步验证大规模掺混的技术可行性和供应链稳定性。

尽管前景广阔,SAF的发展仍面临诸多挑战,成本问题是首要障碍。

多位与会专家指出,当前SAF产业陷入“鸡与蛋”的困局——航空公司因SAF价格高、供应不稳定而不敢大规模采购或承诺长期使用;生产企业因缺乏清晰稳定的长期需求信号,不愿投入巨资扩建产能。供需双方相互观望,产业升级陷入僵局。

霍尼韦尔能源与可持续集团高级业务发展经理卢静表示:“原料可获得性确实是制约SAF规模化发展的关键瓶颈,我们正致力于开发生物质、乙醇、甲醇等多种原料路径。”

打破僵局,需要政策支持,产业链协同与技术创新三方面合力。多位专家认为,政府应制定长期、稳定且可预测的政策,为市场传递明确信号。另外,除传统的补贴与税收减免外,还可探索新型融资模式。例如,新加坡推出的旅客燃油附加费机制,通过向乘客收取固定费用并用于集中采购SAF,不仅可以有效分摊成本,也为生产商提供了稳定的需求预期。

产业链的纵向整合与协作同样至关重要。据《中国能源报》记者了解,目前航空公司正从被动的燃料采购方转变为积极的产业投资者,通过设立专项基金、进行股权投资等方式直接参与上游生产项目。此举不仅能够绑定供应,也向市场传递信心。此外,多家大型航空公司开始与企业签署长期购买协议,形成“需求联盟”,为生产商提供收入保障,成为打破观望僵局最直接的市场行为之一。

更关键的是突破原料“瓶颈”,即如何实现降本增效。

与会专家强调,当前主流技术路线严重依赖废弃油脂等有限原料,必须加快发展下一代技术。同时,应推动技术示范与应用,通过“干中学”不断优化工艺、降低成本,验证其规模化应用的可行性。

作为行业实践者,河南君恒实业集团生物科技有限公司可持续发展首席专家、首席运营官胡瑞认为,企业投身SAF需具备两大能力:一是技术路线的持续迭代与本地化适配;二是市场化与盈利能力。他指出,当前制约SAF扩产的核心在于原料复杂性,如地沟油成分差异大,催化剂更换频繁导致成本上升。“后续进入者应结合自身资源禀赋,选择合适的原料与技术路线,并具备应对市场波动与长期投入的耐心。”

“整体看,当前民航业面临重回盈利的迫切挑战,多数企业仍处于微利或亏损状态。在此背景下,尽管SAF试点已启动,航空公司对试点实施仍感压力巨大。”邓梁春日言,“不过无须悲观,中国在可持续航空燃料领域仍具备巨大潜力,企业也在积极投入。”

作为航空脱碳的「新翅膀」——
可持续航空燃料发力亟待打破瓶颈

■本报记者 渠沛然