

5G技术 赋能绿色低碳未来

■本报记者 李丽昊

“数字化时代已经到来，5G作为新一轮科技革命和产业变革的代表性、引领性技术，是发展数字经济的基石和先锋。”中国工程院院士、中国环境科学研究院国家重点实验室主任吴丰昌提出，“未来，应进一步发挥5G技术的引领作用，为新时代生态文明建设提供更大、更好的科技支撑。”在近日召开的“世界5G大会”上，多位业界专家指出，5G技术加持下，不论传统化石能源行业还是新兴产业业态，都出现了前所未有的新变化，加速融合数字技术与实体经济将进一步推动社会经济绿色低碳发展，助力实现“双碳”目标。

■助力传统行业节能降碳

国家能源集团环境工程领域首席专家李井峰指出：“在能源产业链中，5G技术在控制系统、设备运行、安全应急、智慧管理领域都具有巨大的应用潜力。”

以电力行业为例，李井峰介绍，面向“双碳”目标，火电厂亟待变得更加灵活智能，以适应大量新能源接入和更为复杂的工况数据，有了5G技术加持，数据监测、大数据应用都变得更加容易，运行效率也有所提高。比如，国家能源集团在内蒙古东

胜建成的国内首个“5G+智慧火电厂”项目，已入选国家工信部2022年“工业互联网平台+5G全连接工厂试点”名单。

助力传统火电领域提质增效只是5G技术应用的“冰山一角”，在业界看来，5G技术已成为促进传统生产方式绿色转型的重要“帮手”。

“过去，化工、钢铁、矿山、电力等生产领域往往存在高排放、高污染的问题，5G网络的搭建将有助于企业实现高效生产、安全运行、环保达标、节能减排，从而提升绿色转型效益。”5G+工业互联网’的融合发展将助力新型工业化发展。”中国联通政企客户事业群副总裁冯兰晓表示。

■推动新兴产业发展升级

工信部最新数据显示，截至今年10月末，我国5G基站总数已达321.5万个，占移动基站总数的28.1%。5G、千兆光网、物联网等网络基础设施建设加速推进，连接用户规模持续扩大。而越铺越大的5G蓝图，同样在影响着环保等新兴产业发展。

在吴丰昌看来，5G在水体污染治理重大专项领域就有很多应用场景，自动传感、自动监测、自动传输和智能化处理等大数

据技术，替代了10年前人工采样、人工分析、集中报送的“手动作业”模式，在我国水体污染治理和控制方面发挥了重大作用。

在大气污染治理方面，中国工程院院士、清华大学教授郝吉明提出，过去，污染源排放清单数据获取往往有所滞后，空气质量模型存在较大误差，而在数据大爆炸的新时代，环境大数据融合技术带来了解决空气污染问题的新机遇。通过采集大气环境科学数据、建立数据综合管理平台，大气治理领域已实现污染源排放清单的动态化更新，对空气污染天气成因有了更深理解，空气质量数据预报准确率也有所提升。

冯兰晓表示，各级环保部门都存在跨层级、跨区域、跨部门的多方协作，在水、气、土的治理过程中涉及要素众多，处理信息量巨大，数字化手段将有效搭建起业务

协同桥梁，让生态环境管理决策变得更加精准和智能。

■支持建设绿色可持续未来

高通公司高级市场总监陈雷表示：“当前，全球可持续发展聚焦于社会、经济和环境三大关键支柱。一是通过倡导新的价值观、商业模式和市场，提高生产力和效率，推动经济长期增长。二是通过民众生活质量的提高、数字平等和包容性的提升，让更多群体能够受益于社会进步，推动社会可持续发展。三是通过减少碳排放，实现能源、水、土地和其他自然资源的可持续利用，保护绿水青山，实现环境的可持续发展。如今5G技术商用已经进入第五年，5G技术将为全球可持续发展提供重要技术支撑。”

据了解，目前，全球范围内已有265家运营商部署了5G商用网络，另有超过275家运营商正在投资部署5G技术。有行业预测认为，到2035年，5G技术的应用将创造13.1万亿美元的经济产出，各行各业数字化转型也将不断加速。

“除了生态环保等领域应用5G技术改变生产方式外，5G技术更能够引领绿色低碳生活方式的转变。在绿色消费、绿色出行、绿色家居等领域，5G等数字技术的融入将能打造碳普惠、绿色公共交通、智慧家庭等场景，有助于提升全民节约意识、环保意识和生态意识，以数字生活引领公众绿色低碳新风尚。”冯兰晓强调。

陈雷也指出，5G物联网还可以为智慧城市、智慧家庭、工业自动化、精准农业等行业的各类终端和服务提供无处不在的连接，从而提高效率，节约能源。

我国碳足迹数据库建设提速

■本报记者 李丽昊

近日，由清华大学环境学院牵头、国内外30所高校和科研机构共同发起组织的“天工计划”获得最新进展，其第一阶段成果——碳足迹核算生命周期评价数据库正式发布。

随着我国逐步建立产品碳足迹管理体系，本土碳足迹数据库的设计建设也不断提速。在业界看来，本土碳足迹数据库的建设将为我国工业产品实现碳足迹管理、提升国际竞争力提供支持。

■首个本土单元过程数据库问世

作为该数据库开发的牵头人之一，清华大学环境学院副院长、碳中和讲席教授徐明指出，碳足迹核算包含产品从资源开采到处理处置全生命周期的碳排放，而进行全生命周期评价的关键是数据，能够表征我国各行业现状的数据是建立我国产品碳足迹管理体系的重中之重。“天工计划”此次发布的数据库是基于人工智能技术构建智能化、标准化、开放透明的生命周期评价体系，能够为我国乃至全球产品提供碳足迹管理服务，为应对气候变化提供技术、工具和数据基础。这也是我国首个开放透明生命周期单元过程数据库。

“天工LCA数据库”由天工社区150余个行业专家联合构建，涵盖55个行业、4000多组单元过程的70000多条公开数据。

据了解，产品碳足迹属于碳排放核算的一种，在各国推进减碳目标的大背景下，产品碳足迹管理已经

成为全球热点。近年来，一些国家逐步建立起重点产品碳足迹核算、评价和认证制度，越来越多的跨国公司也将产品碳足迹纳入可持续供应链管理要求。

■本土数据库建设势在必行

面对国内“双碳”目标以及国际市场环境变化，业界普遍认为，完善产品碳足迹管理、建设本土数据库已是推动实现“双碳”目标、提升产品竞争力的必要手段。

中国国际工程咨询公司资源与环境业务部气候应对处处长木其坚指出，碳足迹管理不仅能够刺激消费侧自主选择降碳，还有助于传导供应链的绿色低碳转型诉求，更有利于提升产品的国际竞争力。

不过，徐明坦言，目前，我国产品碳足迹的全生命周期评价主要应用欧美企业发布的商业数据库，无法追溯和验证数据来源。“在本土数据库相对缺乏的情况下，我国企业只能被动接受无法表征我国先进生产技术、过时、不公平的数据。”徐明说，“更有许多数据库没有动力去更新，甚至还在使用十多年前的数据来源，无法满足当下各行业需要。”

为此，业界普遍认为，因地制宜地建立本土产品碳足迹数据库迫在眉睫。复旦大学环境科学与工程系教授王玉涛表示，天工数据库的发布将帮助企业更加准确核算产品碳足迹和价值链排放，识别产品全生命周期各阶段减排潜力，并指导企业开展低碳工艺改造，帮助企业构建绿色低碳供应链。

■各行业碳足迹数据库建设提速

为加快提升我国重点产品碳足迹管理水平，今年11月，国家发改委等五部门联合印发《关于加快建立产品碳足迹管理体系的意见》，明确了“加强碳足迹背景数据库建设”“提升数据质量”“推动碳足迹国际衔接与互认”等重点任务，设定了在2030年实现主要产品碳足迹核算规则、标准和碳标识得到国际广泛认可的目标。

诸多因素引导下，我国本土碳足迹数据库建设正在提速。木其坚表示，当前，我国碳足迹管理数据库的建设主要是企业自主、市场导向，后续很可能会有多个行业性乃至专用供应链等专业数据库接连问世，这些数据库的建设都能为我国碳足迹管理体系添砖加瓦。

清华大学碳中和研究院院长、环境学院教授贺克斌指出，世界经济将从能源的资源依赖型走向能源的技术依赖型，而中国是全球工业体系最全的国家之一，在建设产品碳管理数据库的过程中更应厘清“碳账本”。建议中国研究机构与企业谨慎选取数据，不能迷信国际方法，应根据中国本土情况进行研究，结合中国国情探索碳足迹管理系统建设。

中国可再生能源学会常务理事、能源综合系统专委会副主任李鹏建议，为进一步提高碳排放数据公信力，可利用基于区块链、可信计算等数字化技术的科学方法，从技术上解决绿色能源信任问题。

全球首个商业测试项目最早于2025年问世

海洋热能技术开发时代将到来

■本报记者 王林

壳牌近期与美国Makai海洋工程公司签署一项合作协议，将测试和开发包括海洋热能转换(OTEC)系统在内的潜在变革性创新技术。与此同时，英国技术初创公司Global OTEC设计的全球首个利用OTEC技术的商业规模发电装置有望于2025年上线。全球范围内，OTEC技术正加速接近实际应用阶段。

■海洋热能开发正当时

据了解，OTEC技术旨在利用海水温差来发电，即被太阳照射变热的海洋表层与较寒冷的较深层海域之间的温差，当热流从一层流向另一层时，两层中的热力引擎获取一些热量，并将其转化为可用能源。理论上，整个过程可以产生大量能量。业内预计，全球范围内，每年通过OTEC技术可产生700万千瓦电力，而且不会对海水流动产生有害影响。

与许多可再生能源不同的是，理论上，海洋热能可以全天24小时无波动地运行。《新科学家》指出，OTEC技术在沿海国家、岛屿国家和地区更具发展优势，海洋热能完全可以成为清洁能源应用的一个潜在解决方案。

有业内人士指出，岛屿国家拥有丰富的阳光、风和海浪，具有巨大可再生能源潜力，OTEC技术非常适合为这些国家提供基本负荷能源。

联合国工业发展组织指出，预测表明，到2030年海洋经济有望达到3万亿美元以上，并创造4000万个就业机会。海洋能源可同时满足岛屿国家对蓝色和绿色经济的期望，能够显著提高气候适应能力。

■首个商业项目开发中

据Global OTEC公司介绍，该公司正在开发一种基于OTEC技术的浮式温差发电平台，旨在帮助OTEC技术加速普及，预计将于2025年在非洲中西部岛国圣多美和普林西比的海岸开始商业调试，届时有望成为岛国使用海洋清洁能源取代进口柴油燃料的典范。

据悉，这一发电平台外形类似浮式驳船，采用模块化设计，总装机1.5兆瓦，可以满足圣多美和普林西比近17%能源需求。如果部署成千上万台这种平台，完全可以实现大规模供电。今年4月，该平台获得20个太平洋岛屿国家和地区的批准。同时，平台冷水立管安装方法也获得了海事保险检验公司ABL集团的证书。

Global OTEC公司创始人兼首席执行官丹·格雷奇表示，该平台初期平准化度电成本约为每兆瓦时150美元至300美元。

据了解，上述平台利用约26摄氏度的表层海水蒸发低沸点的工作流体，产生的蒸汽推动涡轮机旋转，带动发电机发电，同时，通过管道从海洋深处抽

出约4摄氏度冷水，冷水将蒸汽冷凝，重新成为工作流体，以实现持续循环。

相比太阳能，OTEC发电平台占用空间小得多；相比风力发电，由于靠近赤道的热带地区风力强度较小、季节性强，利用OTEC技术更有效率。

■技术资金是最大挑战

不过，《海洋科学与工程》杂志指出，OTEC技术面临高昂的基础设施成本和海水的腐蚀性环境。油价网报道称，全球目前只有两家小型OTEC示范工厂向电网供电，分别位于美国夏威夷和日本，只能满足100户家庭的能源需求。截至目前，技术障碍、资金缺乏、深水海洋环境等因素，制约了OTEC技术的商业应用。

“OTEC技术最早于19世纪提出，但技术和投资挑战使得商业开发少之又少。过去几年，小规模测试项目开始增多。”美国太平洋西北国家实验室高级研究员安德烈亚·科平表示。

值得注意的是，基于OTEC技术的设施需要从海面下1000米处源源不断地获取大量冷水，因此需要建造巨大、防风暴且应对海水的生物污染和腐蚀性的金属管道。一条普通陆上电厂的管道扩建就需要百万甚至千万美元资金。美国太平洋西北国家实验室估计，为了在成本上与更成熟的电力选择竞争，至少需要建造一个装机100兆瓦的OTEC设施。

钙钛矿电池商用道阻且长

■本报记者 林水静

钙钛矿电池近期频频传来好消息：协鑫光电1米×2米钙钛矿单结组件效率达18.04%；极光电能1.2米×0.6米商用尺寸钙钛矿组件面积效率达到18.2%，两者均打破世界纪录。与此同时，中国科学院合肥物质科学研究院近期通过设计添加剂均匀化钙钛矿薄膜分布，获得了26.1%的光电转换效率；隆基绿能自主研发的晶硅—钙钛矿叠层电池，效率达33.9%。

光伏作为一种绿色低碳的清洁能源，在能源供应领域发挥着越来越重要的作用。那么，钙钛矿电池近来的各项突破意味着什么？钙钛矿电池距离商业化还远吗？

清华大学电气工程学院特聘教授刘畅向《中国能源报》记者介绍：“与其他光伏产品动辄600摄氏度、1100摄氏度的生产条件相比，钙钛矿电池生产要求更为简单，仅不到200摄氏度。并且组件具有柔性、极薄和高效率的特性，能耗回收期只有几个月，而硅基电池一般需要3年。”

凭借着各项优势，钙钛矿电池赛道已吸引诸多企业入局。目前，除了晶硅龙头企业隆基绿能外，汽车巨头长城、比亚迪也被吸引加入。

不过，作为一项新兴技术，钙钛矿电池要想把上述优势转化为实实在在的产品竞争力并不容易。

极光电能联合创始人、总裁于振瑞在接受《中国能源报》记者采访时表示，钙钛矿电池要实现大规模商业化，仍需进一步提升效率。“虽然近期行业内已实现在平米尺寸上超18%效率的阶段性成果，但这只是刚刚达到与晶硅电池竞争的基本门槛。要想参与市场竞争，钙钛矿电池效率要超过20%才有优势。”

此外，在产品寿命上，行业内也多有担忧。刘畅解释：“钙钛矿电池因其特性，目前的电池器件使用寿命大体在3至5年。若以晶硅电池为标准，则需要把寿命提升至25年才有可能实现并网发电的目标。”

于振瑞表示：“钙钛矿组件还需要通过更加强化的光热联合老化等测试项目，以及积累更多的户外实际电站应用数据，来证明产品寿命。”

在产业链方面，高成本也使量产难度增加。刘畅表示，上游的产线建设和仪器设备供应尚未有标准化规范，主要由各企业自主研发为准。“目前，市面上仅捷佳伟创、杰普特、德沪等公司可以提供部分主要设备。”

业内人士普遍认为，钙钛矿电池实现商业化应用，解决稳定性是首要任务。“钙钛矿电池在温度、湿度、光照不适的条件下容易发生降解。因此，尽管其在实验室的理论效率能高达40%，但实际做到很有难度。若该问题得不到解决，未来钙钛矿电池商业化面临障碍。”隆资光伏产业分析师方正表示。

“行业内还存在着叠层电池和单结钙钛矿电池两种技术路线的争议。有观点认为，单结钙钛矿电池将早于叠层电池实现产业化。”于振瑞说，“长期来看，两种技术产品各有优势，在大面积上，单结钙钛矿电池更有度电成本优势；在有限面积上，叠层电池则能装更大容量。不过，无论是哪种技术路线，如果稳定性问题不解决，都将难以实现商业化。”

对此，于振瑞建议行业上下游协同配合，打通全产业链。“尤其是设备供应商、原材料供应商，应一起深化合作，探讨多种合作模式，推动产业链共同发展。”