

蓝色风电 绿色生活

舒印彪

海风轻拂，“风车”转动，一座座矗立在蔚蓝色大海上的风电机组源源不断送来电能，“电从海上来”的场景正在我国沿海不断出现。

自2007年建成第一台海上风电机组至今，我国海上风电实现了跨越式发展。海上风电装机容量从2015年的104万千瓦增至3650万千瓦，占全球海上风电装机容量

的近一半，位居世界第一。我国已形成从开发设计、生产制造到施工建设、运维管理较为完整的海上风电技术链、产业链。2023年，我国风电机组、叶片、齿轮箱、发电机、固定式基础等产能占全球产能比重均超过60%。

能源是人类赖以生存的基础，构建新型能源体系是时代向我们提出的课题。国

务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》提出，坚持陆海并重，推动风电协调快速发展，完善海上风电产业链，鼓励建设海上风电基地。作为优质清洁能源，海上风电是新型能源体系的重要组成部分。我国海上风能资源丰富，大力发展海上风电对保障我国能源安全、推进绿色低碳转型、实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。

助力实现海洋立体开发

我们为什么要走向海洋，发展海上风电？

为提升清洁能源供应保障能力。从自然条件上看，我国沿海5米—50米水深、海平面上70米高度的海上风电资源可开发量超过5亿千瓦。海上平均风速比陆上高20%左右，海上风电年平均利用小时数超过2500小时，最高可超过4000小时，平均比陆上风电高500小时左右。从区域经济上看，我国东部沿海地区经济发达，是重要的用电负荷中心，海上风电靠近沿海省份，就近接入，对保障东部地区能源电力供应、提高非化石能源消费比重具有重要作用。此外，海上风电还能与“西电东送”形成时间、空间上的互补，保障我国电力系统运行的可靠性和充裕性。

有助于推动海洋强国建设。发展海上风电能够带动海洋测风、海洋工程等相关上下游产业链联动发展，助力海上风电与海洋潮汐能、海上光伏、氢能、海上油气资源等协同开发，实现设施共享、联合运维，促进海上新型能源产业发展。海上风电还可以和海洋牧场、海洋监测、旅游服务等共同发展，实现“海上粮仓+清洁能源”立体开发，提高海洋资源综合利用效率。通过多领域深度融合，将有力推动海洋资源开发向循环利用型转变。

打造电力科技新高地

要在汪洋大海上建起“发电厂”，面临诸多技术挑战。海上风电场处在强风、大浪、咸水腐蚀的复杂海洋环境中，风机基础要承受风、浪、海流等多种载荷，长距离的海底输电线路需具备防水、耐腐蚀、抗机械牵拉及外力碰撞等多重性能，机组安装还要利用大型海上专业施工船舶作业。因此，海上风电对装备设计、制造、建设、安装技术和建成后的机组运维、故障处理要求都很高。

近年来，我国海上风电核心装备技术水平快速提升，已具备大容量海上风电机组自主设计、研发制造、安装调试、运行检修能力，零部件整体国产化率达到90%以上，为解决上述难题提供了有效方案。

制造大容量风电机组可以有效提升风能开发利用水平，降低单位容量工程投资和安装施工运维成本，是海上风电技术发展的主要方向。我国自主研发的B1260A型



舒印彪肖像画。 张武昌绘

叶片长度达126米，是全球最长风电叶片。2023年7月，全球首台16兆瓦海上风电机组在福建海上风电场成功并网发电。机组轮毂中心高度152米，相当于50层楼高，叶轮扫风面积约5万平方米，相当于7个足球场，叶片每转1圈，可发电约34千瓦时，每年可输出超6600万千瓦时清洁电能，满足3.6万户三口之家一年的用电量。主轴如同海上风电机组的“关节”，是决定机组设备使用寿命的关键。紧随新型叶片，我国自主研发的18兆瓦海上风电主轴承在2023年8月下线，实现了大功率风机轴承国产化。

不只风电机组，海上风电是复杂的系统工程，需要并网送出、海上施工、运行维护等配套工程技术配合。柔性直流输电技术具有潮流反转方便快捷、事故后快速恢复供电等诸多优点，能有效解决海上风电场大容量、远距离输电问题。2021年，我国首个海上风电柔性直流输电工程——江苏如东海上风电±400千伏柔性直流输电系统成功并网，在建的广东阳江青洲海上风电项目则采用更先进的±500千伏柔性直流输电技术。设备运输、安装施工、运行维护也需

要研制专门的船舶。2022年，国内首艘第四代海上风电安装平台“白鹤滩”号交付使用。该船配备的绕柱式起重机能吊起2000吨的风电基础和风机设备，相当于吊起1300辆家用小汽车，增强了我国近海深水及深远海风电机组施工安装能力。2023年11月，配置了智能运维信息化系统、海缆敷设及海缆抢修等系统的多功能风电运维母船“海峰3001”号投入使用，助力解决海上风电运维的痛点和难点。

推动持续创新、高质量发展

深远海风能资源可开发量是近海的3倍以上，发电更加稳定，是海上风电开发的重点。《“十四五”现代能源体系规划》提出，鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。我国沿海省份纷纷制订海上风电发展规划，推动海上风电由近及远有序开发。深远海意味着新的挑战，传统固定式基础施工成本高、受海底地形与暗流影响大，深远海漂浮式风电技术应运而生。去年5月，我国首座深远海漂浮式风电平台“海油观澜号”并网发电，工作海域距离海岸线100公里以上、水深超过100米，年均发电量可达2200万千瓦时。

展望未来，海上风电将在能源转型中扮演更加重要的角色。根据东部沿海各省份海上风电发展规划测算，预计到2030年，我国海上风电装机将达到1.5亿千瓦，海上风电发电量占东部沿海地区用电量比重将达到约10%；到2060年，海上风电装机将超过10亿千瓦，海上风电发电量占东部沿海地区用电量比重将超过30%。海上风电开发要素多、投资大、风险高，要加强资源勘测，建立海洋空间大数据库，开展海上风电资源开发利用总体规划，推进集约化、规模化开发，提升资源开发整体效益。

新目标对风电开发基础能力提出新要求。面对复杂开发环境以及发电预测、电力消纳难以准确评估的难题，需要加强资源评估、微观选址、设备选型、并网分析

等各环节全过程协同设计与优化迭代，构建海上风电全过程协同开发体系。建立适应不同应用场景的精细化仿真平台，提高新装备与新技术验证水平，降低海上风电项目开发技术风险。建立海上风电技术标准和检测认证体系，实现技术产品标准化、序列化。开发高效率成套测试验证平台，以标准化促进技术成果应用、提高生产效率。健全绿色产品标准认证体系，推行绿色设计、绿色制造、绿色建造，促进资源循环利用。

关键领域科技创新时不我待。进一步降低海上风电建设成本、提升开发利用效率，需要发挥科技创新引领作用，加强项目勘察、设计、施工、安装、运维等技术研发，突破大型碳纤维叶片等技术瓶颈，发展海上风电柔性直流输电、海上换流平台紧凑型轻量化等技术。研发适应深远海域的超大型安装平台，让数字化技术与深远海资源勘测、项目建设、智能运维等环节深度融合。

随着海上风电技术不断进步，相信会有更多机组挺立在大海之上，为经济社会发展持续注入绿色能量。

（作者为中国工程院院士、中国电机工程学会理事长）

科技名家笔谈

中国科协科学技术传播中心、陈嘉庚科学基金会与本报合作推出



哈尔滨创建共产党员服务队抢单平台“用电@他好使”

智能服务搭建“连心桥”

本报记者 方圆

春分已至，北方辽阔的大地上悄然显露出黑黝黝的沃土，静待播种。在黑龙江省哈尔滨市北大荒集团闫家岗农场的智能育秧车间，机械手臂在育秧盘内播土、洒水、播种、盖土，动作连续、干净利落。

“高经理，您放心。我们对原有用电设备及新安装的自动化育秧播种机进行了仔细检查，线路连接安全可靠，峰值负荷也在变压器额定功率范围内。以后有用电疑问和困难随时下单联系我们。”国家电网黑龙江电力（李庆长）共产党员服务队队员王高然接到北大荒集团闫家岗农场负责人高水峰在“用电@他好使”抢单服务平台提交的服务申请后，指导高水峰打开平台视频连线功能，详细查看设备铭牌参数以及电源线路连接情况，并叮嘱安全用电注意事项。这支以全国劳动模范、优秀共产党员

李庆长同志命名的服务队，是全国电力系统、也是黑龙江省内第一支共产党员服务队。23年来，服务队始终用心用情用力架起党和群众的“连心桥”，累计受理客户求助电话接近10万个，现场服务约1.7万次，受益46万人次。

为从根本上解决传统线下志愿服务所受的时间空间限制、沟通渠道匮乏等问题，2021年，国网哈尔滨供电公司党委充分发挥党建引领作用，积极推动服务创新，成功打造了全国首创的共产党员服务队抢单平台——“用电@他好使”，并在哈尔滨新区试点应用。该平台迅速成为连接用户与电力服务的有效桥梁，用户提交服务申请后，服务队队员通过平台与用户进行视频对接，实现“零分钟到现场”。这不仅提高了工作效率，更让用户感受到了前所未有的

便捷和温暖。

2023年10月，平台开始正式运营，并进行了升级改造，融合AI智能服务引擎，能够根据用户的行为偏好，量身打造个性化的引导与服务体验。通过创新的“管家”模式，为各类用户提供办电“一站式”服务指导，为用户带来更加便捷、智能的电力服务体验。

从在变电亭喷涂绘呼号到人工发放联系卡，从拨打电话到使用手机线上下单。历代队员与时俱进，将科技与人性化相结合，不断完善服务理念、革新服务方式、优化服务模式、丰富服务手段，更好地满足时代的需求和用户的期望。

“刘奶奶，我通过平台预警信息查询到您家用电量突然减少，打来视频电话看看您是否遇到了麻烦。”平台视频界面里，刘奶奶

躺在床上向服务队队员刘晟阳表示近几天气温频繁变化，着凉了感冒。79岁的刘奶奶是首批与服务队建立“守护夕阳”一对一服务档案的老人，刘晟阳知道刘奶奶家属长期外出务工，便赶到附近药店购买了药物及方便食品送到老人家中。“太感谢啦，你真是好孩子。”刘奶奶眼圈泛红。

如今，“用电@他好使”平台已在哈尔滨市范围内得到广泛推广和应用。借助这一平台，国家电网黑龙江电力（李庆长）共产党员服务队为超过2500人提供了志愿服务，实现“线上”服务后，服务队的平均服务时长由原先的2.5小时大幅缩短至0.5小时。服务队队员们利用这一网络平台，不仅实现了便民服务的“上线”，更进一步推动了为民服务的“入网”，真正将连心桥搭建到了群众的“心坎上”。

“许多小问题可以通过视频连线就能帮助指导用户解决，有了线上把脉问诊后，大大缩短了路上奔波的时间，通过平台可以为更多有需求的用户提供。未来，我们将继续优化服务理念，走好新时代网上群众路线，以全新的姿态和面貌，迎接2025年亚洲冬季运动会的到来，为盛会提供卓越、高效的电力服务保障。”服务队队长梅宏刚说。

截至2024年3月3日，雅万高铁累计发送旅客突破200万人次。万里之外的中国天津，中国铁路设计集团有限公司副总工程师赵斗思绪万千。8年间，他和团队手中的一张张设计蓝图变成现实，中国高铁也首次实现了全系统、全要素、全产业链的海外落地。

铁路设计极具挑战。综合考虑自然环境、经济社会发展等诸多因素，设计师必须在各种约束条件下找到最优解。

2015年，赵斗带领团队高质量地完成了雅万高铁可研工作。此后，他又主持了雅万高铁的勘察设计和研究实践，量身打造技术方案。

项目建设过程中，赵斗30多次到达现场，仔细勘察实际情况。

“要体现中国高铁水平，设计人员必须实事求是、因地制宜。”这是赵斗常对团队成员说的一句话。在充分了解当地情况的基础上，雅万高铁设计团队不断完善设计方案。

印尼地震烈度高，存在区域沉降；火山岩土孔隙比大，含水率高，性质特殊……从工程技术方案到结构抗震技术，从动车选型到养护维修模式，一个个具体因素汇集到赵斗脑海里，40多项各类课题研究分别展开，一份满足当地条件、极具竞争力的设计方案最终出炉。

随后，赵斗带领团队又研究出适用于雅万高铁的筒支箱梁，优化了桥梁结构、桥墩尺寸。随着雅万高铁成为东南亚第一条高速铁路，赵斗带领的设计团队用行动擦亮了高铁这张“国家名片”。

国内第一条时速350公里的高铁、第一座现代化综合交通枢纽、第一条30吨轴重的重载铁路……在赵斗30多年的铁路设计生涯中，参与过这样的“首次”“第一”还有很多。

一次次挑战、一次次超越。赵斗说：“我们超越的不是别人，而是我们自己。”

擦亮中国高铁“国家名片”

——记中国铁路设计集团有限公司副总工程师赵斗

本报记者 谷业凯

天津市获得“2024年可持续交通奖”

本报天津电（记者龚相娟）记者近日从天津市住房和城乡建设委获悉，在世界银行总部举办的国际交通转型大会上，经过评委会评选，天津市在众多候选城市中脱颖而出，获得“2024年可持续交通奖”。在获奖仪式上，世界银行和美国交通政策研究所对天津项目给予高度评价，认为天津项目的成功极具示范意义，值得各城市在可持续交通发展中学习借鉴。

据悉，“可持续交通奖”是具有全球最高荣誉的交通类奖项之一，由世界银行、亚洲开发银行、联合国区域发展中心、美国交通政策研究所等10个国际机构的专家和代表组织发起，每年评选一个城市，旨在表彰在可持续交通和城市领域取得非凡成就的城市。此前，获奖的城市包括纽约、巴黎、伦敦、广州、宜昌等。

据介绍，天津市交通改善项目于2016年开始实施，2022年底竣工，利用世界银行贷款，对中心城区重点区域道路进行步行和骑行环境的改造，保障行人和非机动车路权，对地铁站与公交、共享单车的接驳环境进行改善，使行程更加合理、换乘体系更加便捷。

当下正值春季农忙时节，在山东省潍坊市的众多高标准大棚里，农户利用电动作业车开展春季生产作业，有效降低了劳动强度，提高了生产效率。

新华社记者 徐速绘摄

