

深读

## 海南新基座

③海南省海上风电场工程

# 加快海上风电场开发建设,让资源优势与产业发展交融 在海南,海上“风”景正好

■ 海南日报全媒体记者 李梦瑶

### 清洁·转型

“借风”降碳,向蓝海要绿能

东方市感城镇西侧近海,天高云阔,海风猎猎。

10月11日,伴随最后一记锤击落定,一根巨型钢管桩稳稳扎根深海,标志着国家能源集团在海南首个海上风电项目主体工程正式开工。

东方、儋州、临高……过去两年,越来越多海上风车在海南周边海域种下,似“白色森林”般于海天之间绵延铺展。取之不尽的风能,源源不断地转化为澎湃电能,经并网后“点亮”千家万户。

海南是海洋大省,也是生态大省。在自贸港建设背景下,海南正将海上风电产业作为培育壮大海洋新兴产业、推动能源绿色低碳转型的“牛鼻子”,加快海上风电场开发建设,吸引产业链上下游企业集聚,让资源优势与产业发展交融,着力打造清洁能源岛,再造一个“海上海南”。

向海图强、向绿图强。如今在海南,海上“风”景正好。

临高西北海域,60台单机容量10兆瓦风电机组巍然耸立,118米长的巨型叶片展翼“捕风”。

2024年12月27日,随着值班员按下海上风机启动的指令,华能临高CZ1海上风电项目正式并网,发出海南第一度海上绿电。

“风速达到3米/秒,风机即具备发电条件。”华能临高海上风电场项目负责人刘庆文说,当风速达到12米/秒时,风机进入满发状态,每小时发电量可达1万度。

截至9月,这片“海上白色森林”今年已贡献绿电7.08亿千瓦时,可满足24万户家庭年用电量。

风能变电能,海南人并不陌生。在东方、儋州、文昌等地,会看到陆地上也有不少巨型“风车”耸立旋转。明明处处有风,为何还要舍近求远,跑去海上建风电场?

“相较陆地,海上风能资源更好,利用率高20%到40%。”在华能海南清洁能源分公司生产环保部主任助理陈智耿看来,发展海上风电,还能减少占用宝贵的土地资源,避免与城市发展的冲突。

今年前三季度,我国海上风电新增并网容量同比增长42.1%。当“向海争风”成为新蓝海,不少“捕风者”将视线投向了同一个地方:海南。

国家能源局2022年批复的《海南省海上风电场工程规划》显示,我省将建设11个海上风电场,总装机容量1230万千瓦。不久,一批央企、国企迅速闻“风”而来——

2023年12月5日,华能临高CZ1海上风电项目正式开工建设;2024年1月28日,中能CZ2、大唐CZ3海上风电项目在儋州集中开工;2025年10月11日,国能龙源CZ8海上风电项目首根单桩基础顺利沉桩……

“海上海南”,“风景”为何这般好?

中国能源建设集团有限公司首席科学家、中国电力工程顾问集团有限公司董事长罗必雄认为,海南海域面积很大,海上风能资源十分丰富,沿海平均风速较大,风功率密度和风能利用小时数较高,适合规模化开发海上风能。

对于企业而言,海上风电项目落子海南是“优选项”。对于海南而言,发展海上风电则是“必选项”。

一方面,海南是海洋大省,受管辖辖约200万平方公里的海域面积,寻求海洋经济高质量发展新动能是现实需求;另一方面,海南也是生态大省,生态环境在自贸港建设中具有基础性地位,推动形成绿色生产生活方式是题中应有之义。

可以看到,无论是向海洋要发展效益,还是向清洁能源要转型,海上风电产业都是一块重要“拼图”。

近年来,海南相继出台一系列政策文件,明确提出大力发展风、光、生物质等可再生能源。2022年5月出台的《海南省风电装备产业发展规划(2022—2025年)》,提出打造西部海上风电产业园,建设儋州洋浦、东方两个海上风电装备制造基地。与此同时,海南完成全国第一个海上风电规划环评审查,为大规模发展海上风电打下了坚实基础。

在罗必雄看来,这一系列动作,都为包括海上风电产业在内的海南清洁能源项目开发建设,提供了行动纲领和实施依据。

数据显示,近两年海南海上风电场总投资超300亿元;儋州洋浦、东方等地逐步形成风电产业集群。目前,华能临高CZ1、中能CZ2、大唐CZ3等3个海上风电项目相继实现全容量并网发电,汨汨绿电奔涌不息。

大唐(儋州)海洋能源开发有限公司总经理张建国说,目前中国大唐正积极筹备大唐CZ3海上风电项目二场址开工工作,力争2025年底具备开工条件,2026年底实现整个项目的全容量并网投产。

### 集约·攻关

技术突围,扎稳“定海神针”

摊开国能龙源CZ8海上风电项目总平面布置图,42台风电机组有序分布。

“原本我们计划安装50台10兆瓦风电机组,最终调整为22台10兆瓦、20台14兆瓦的风电机组。”国能龙源CZ8海上风电项目负责人刘旦介绍,该风电场规划容量为500兆瓦,每100兆瓦风电机组桩基用海面积仅5.45平方公里,用海面积远远低于相关规定。

将项目图从“平面”变为“立体”,会发现水面之下也大有乾坤:百米高的风机列阵海上,一处当地企业开发的“海洋牧场”镶嵌其间。

从“精打细算”到“一海多用”,是为哪般? 他的回答很干脆:落实集约节约用海的硬要求。

的确,伴随海洋经济快速发展,用海需求持续增加,海域空间资源稀缺性日益凸显。但在新发展理念指引下,理应答好“提高海域资源使用效率”这道必答题。

可奇怪的是,明明想要少用海、少占地,这片海上风电场的中间却有一大片“留白”。“这是为了给海洋生物‘让路’。”刘旦说。

在项目前期勘察过程中,曾有人在周边海域目击到有大型海洋生物出没。开发海上风电,对它们有没有影响? 为了把握好项目开发与生态保护的边界,项目团队开启了“支线任务”:进行样线调查,摸清这群海洋生物的活动规律、威胁因子。

经调查、论证,项目团队最终决定,将原本规划的一片风电场选址海域让出来,留足“生态边界”。

相较陆上风电,海上风电开发面临着太多的未知。除了水中行踪无定的生物种群,更大的未知挑战,则来自海底复杂多样的地质构造——这直接关系到,一根根长约90米、直径8米,重量达1400余吨的海上风机单桩,能否如“定海神针”般屹立不倒。

但在对海底地质进行勘探后,项目团队还是收获了坏消息:半数以上机位地勘揭露有孤石,孤石强度大小不一且分布无规律。

“海底孤石,是将风机单桩插入海底过程中最大的拦路虎之一。”刘旦解释,这就好比钉钉子处藏有硬石,如果“硬来”,很有可能将“钉子”折损卷边。

项目团队决定“两条腿”走路:一方面,通过地勘进行微观选址,选择孤石强度较低且不厚,施工难度相对较小的机位;另一方面,以“技术突围”破局,寻找更坚固的“钉子”或换一种“钉法”。

在组织设计、施工等相关参建单位展开数次头脑风暴后,一个个新点子在项目团队中闪现:

针对孤石强度较低且不厚的机位,将风机单桩桩底管节改为“加厚版”钢板,采取直接打入方式;遇到强度较高、厚度较大的孤石,则先用地勘小钻机钻小孔,将孤石破碎后再将风机单桩打入。

11月5日,国能龙源CZ8海上风电项目部,工作人员打开施工可视化系统,数十公里外的海上施工现场一览无余:每一个打桩面有50余人同时作业,巨型机械吊臂平缓而稳定地“挥舞”。

“天气条件好时,大概3天能完成一根风机单桩的沉桩施工。”刘旦说,截至10月底该项目已完成3个基础沉桩,预计2026年1月完成全部基础施工、3月即可实现全容量并网发电,“得益于前期准备扎实、技术攻关顺利,这一进度比我们之前的计划提前了整整半年。”

相较陆地  
海上风能资源更好  
利用率能高**20%至40%**

世界银行数据显示  
全球可用的海上风能资源中  
深远海占比超**70%**  
但目前开发利用率尚不足**0.5%**

### 潜力·加码

“链”接未来,挺进更深蓝海

国能龙源CZ8海上风电项目的施工团队来自五湖四海,所使用的42台风电机组却“户籍”一致:均是海南产的“明阳牌”。

11月5日,位于东方市临港产业园的明阳智慧能源集团股份有限公司海南南方智能制造基地(以下简称明阳集团东方基地)内,一排排长143米、代号为MySE292的风机叶片,如半幅巨大的飞机翅膀躺卧在地。

“这是我们自主研发的海上超大型叶片,在下线时创造了当时全球叶轮直径最大纪录。”明阳集团东方基地副总经理魏磊介绍,作为海上风电产业链的链主企业,该基地致力于推动海洋能源装备技术高端化、产业集群化和应用场景化,如今已具备生产国际领先的8兆瓦至30兆瓦抗台风型海上风电主机及叶片的能力。

200亩,这是明阳集团东方基地目前的占地面积。如今,该基地正计划再扩建450亩。

“我们打算在海南建设漂浮式海上风机生产基地,预计投资将达100亿元。”他透露,与此同时,明阳新一代中速紧凑半直驱(MCD)产品也将登陆海南,进一步夯实漂浮式海上风机生产基地的技术领先性。

不断加码布局,究竟看中了什么? 魏磊一连提到两个“潜力”。

第一个“潜力”在海南。“海南自贸港的政策优势为我们提供了宝贵的发展机遇,通过利用‘零关税’等一系列政策,可以帮助我们显著降低高端装备的制造成本和出口成本。”他表示,这让“海南造”风机在国际市场上具有较大竞争力。

第二个“潜力”在深海。世界银行数据显示,全球可用的海上风能资源中,深远海占比超70%,但目前开发利用率尚不足0.5%。“我们布局漂浮式海上风机,正是为了让‘迈向深远海’拥有核心装备技术支撑。”魏磊说。

从海南走向海外,从近海迈向深海,越来越多“捕风者”在海南集聚成群,构建起海上风电“产业生态圈”。

“围绕‘上游发电—中游装备—下游应用’链条,我们加快建设风电项目,目前已引进3家整机制造龙头企业,并配套引进海缆等关键部件制造企业,形成较为完整的产业链条。”儋州市发展和改革委员会副主任陈卓钧介绍。

取之不尽的海上风能,串起一条长长的产业链。如今,这根链条仍在不断“生长”。

“依托中能CZ2海上风电项目,我们正牵头联合国内12家单位共同开展国家级‘海上风电制氢综合利用关键技术研发及工程示范’课题研究,旨在突破将海上风能转化为氢能等绿色新质生产力的技术瓶颈,为海南清洁能源岛建设提供技术支撑和示范验证。”海南中能新能源有限公司副总经理吴晓凡介绍,与此同时,该公司还将利用绿电资源在洋浦建设绿氢—绿色甲醇一体化项目。

猎猎海风,点亮转型发展之光。

从“海上风电+海洋牧场”立体用海,到“海上风电+氢能”“海上风电+储能”融合发展,再到协同发展智能电网、能源互联网、高端装备制造等配套产业……以绿色低碳为引领,以高质量发展为核心,海南打造新质生产力重要实践地,加快建设现代化新能源产业体系,一场能源革命和绿色跃迁,正在南海之滨铺陈开来。

(本报海口11月5日讯)

《海南省海上风电场工程规划》显示

我省将建设**11**个海上风电场

总装机容量**1230**万千瓦

近两年海南海上风电场总投资超**300**亿元

儋州洋浦、东方等地逐步形成风电产业集群

2025年10月11日

国能龙源CZ8海上风电项目首根单桩基础顺利沉桩

2024年1月28日

中能CZ2、大唐CZ3海上风电项目在儋州集中开工

2023年12月5日

华能临高CZ1海上风电项目正式开工建设

深读

总监制:林绍炜  
总策划:曹健 张杰  
执行策划:罗清锐  
执行总监:刘乐蒙  
本版AI图:张昕