

需求侧发电成本压力陡增 “交得出” “发好电” “靠得住” 成海上风机制胜关键

■本报记者 李丽雯

截至今年第四季度，我国多个沿海省份陆续发布百万千瓦级海上风电招投标规划。据记者不完全统计，今年海上风电项目招标总容量已超过1300万千瓦，刷新历史最高纪录。

正值海上风电国补退坡元年，海上风电市场的火热势头却丝毫不减。面对庞大的市场需求，海上风电整机商正摩拳擦掌，市场也开始重新洗牌。

项目招标创新高

从公开信息来看，今年，广东、山东、浙江、江苏、辽宁、福建等沿海省份均有大量海上风电项目上马。其中，广东海上风电发展势头尤为猛烈，招标规模超过700万千瓦，占据全国海上风电项目的半壁江山。与此同时，山东、浙江、江苏等沿海省份海上风电项目总招标容量也都超过了100万千瓦。

不仅如此，今年内，国内各省份更是发布了最新的“十四五”海上风电发展规划，除广东、福建等传统海上风电大省外，广西、山东等“新秀”也加入海上风电开发行

列。粗略估算，“十四五”期间，国内海上风电总规划装机容量已超过5000万千瓦。

另据行业合作发出的《全球海上风电倡议》，综合当前发展条件以及我国的目标，到“十四五”末，我国海上风电累计装机容量需达到1亿千瓦以上；到2030年，累计装机容量需达2亿千瓦以上；到2050年，累计装机容量不少于10亿千瓦。

不过，随着海上风电国补的退坡，海上风电成本压力激增，为进一步降低海上风电度电成本，近年来，机组大型化趋势愈加明显。据风能专委会发布的数据，国内风电机组的大型化进程持续推进，2021年，海上风电与陆上风电的机组平均功率分别达到了5.6兆瓦与3.1兆瓦，相较此前年份有大幅提升。

整机市场形成新格局

从今年数据来看，海上风机大兆瓦趋势更为明显。目前公布的海上风电项目招标结果显示，新中标项目的单机容量普遍在8兆瓦及以上。

在高速海域，明阳智能今年内占整

机中标市场超过30%。与此同时，远景能源、金风科技、上海电气等整机制造商也陆续获得订单，而中标机型单机容量大多为10兆瓦及以上水平。其中，远景能源旗下的EN-252/14机型凭借其可以适应更大的极限风和更多气旋的能力，不仅获得广东等省的海上风电项目订单，更进一步远销海外。

在中低风速区域，远景能源旗下的EN-226/8.5机型拿到了华能苍南、龙源射阳、中广核惠州三个海上风电项目，共计容量近150万千瓦。另外，运达风电、中国海装、明阳智能等整机制造商也斩获了不少订单，中标机型单机容量也均在8兆瓦以上。

实际上，今年以来，受风电整机制造市场竞争加剧与风机大型化趋势的影响，海上风电机组投标价呈持续下降态势。最新数据显示，截至今年9月，海上风机招标价格已较今年初下降了50%以上，海上风机的招标价格区间已达到3500元/千瓦左右。

把控细节成竞争关键

值得注意的是，在业界看来，大兆瓦机组虽是降本利器，但要真正实现海上风电高质量发展，风机制造商要有对安装、发电、运维各个细节的把控。

远景能源的工作人员告诉记者，平价时代，海上风机首先需要具备优异的发电性能。“只有高发电量才能算得过来账。EN-226/8.5机型每千瓦扫风面积可达4.72平方米，即使在低风速环境下，也能保障较低的工程造价。同时，远景通过自研的第四代先进叶片翼型和整机优化控制协同，显著提升了风机捕风性能，通过适配的功率和风轮，确保海工设备具有高可寻性，支撑项目快速投建完工。”

为适应海上风电的快速发展需求，远景还配套了高效的海上产品供应网络，通过自研自制的核心零部件快速实现生产交付。

另据行业研究机构华龙证券发布的

数据，目前，海上风电项目全生命周期成本中，风电机组、吊装、运维成本占比分别约为28%、11%、28%，这意味着，海上风电项目建成后的运维成本仍不容忽视。远景打造了相对灵活的工程方案，利用货架式模块化开发特性，可实现零部件的分合和空中更换，降低吊装难度，节约海上风电机组的安装和运维成本。

在保障海上风机稳定运行方面，上述工作人员向记者表示，EN-226/8.5机组依托伽利略超感知系统及远景全方位多层次测试验证体系，该机型采用了基于寿命预测的自适应控制，对整机载荷做了进一步优化，不仅能够实时监控风机运行情况，更能够基于伽利略实测大数据平台，实现精准部件诊断及预测，优化运维，保障机组高可利用性。

目前，国内主流整机制造商陆续宣布在沿海省份建设海上风电装备制造产业园区，在业界看来，在区域优势的加持下，海上风电关键设备和零部件有望实现就近配套，运输成本有望进一步下降。



图片新闻

湖北十堰：汉江孤山电站完成左岸船闸主体建设

12月7日，湖北省十堰市郧阳区汉江孤山电站完成左岸船闸主体建设，转入细化施工。
人民图片

Bentley 举办 2022 年基础设施数字化光辉大奖赛： 各类技术助力电力行业实现数字化突破

■本报记者 杨晓舟

近日，基础设施工程软件公司 Bentley Systems (以下简称“Bentley 软件”)举办了 2022 基础设施数字化光辉大奖赛，旨在表彰 Bentley 软件的用户在推进全球基础设施的设计、施工和运营方面做出的杰出贡献。共有来自 47 个国家/地区的 180 多个组织提交了近 300 个参赛项目。

据了解，Bentley 软件是一家基础设施工程软件公司，其为电力能源等多个行业及工程提供创新软件解决方案，共服务于 186 个国家/地区。产品包括基于微型工作站的建模和模拟应用程序，助力项目交付的流程化、标准化的工程全生命周期管理系统，用于资产和网络性能管理的实时资产情报系统，以及构建工业元宇宙的 iTwin 数字孪生云平台。

数字孪生技术促项目高效施工

在数字孪生技术方面，除了拥有兼具开放性和扩展性的基础设施架构，Bentley 软件还涉及实景建模和物联网，这些基础设施架构技术所提供的丰富数据可以支持工业基础分类的产出。

今年 11 月，Bentley 软件通过了 SYNCHRO 4D 的功能增强，SYNCHRO Cost 和 SYNCHRO Perform 应用程序的加入，用于对电力等基础设施工程项目的规划、管理和执行方式。

据了解，SYNCHRO 4D 用于为基础设施工程提供 4D/5D 模型制作功能，可以创建可施工组件，并向模型分配施工属性，进行混合现实建模、施工几何图形放样以及通过网络和移动方式访问信息以改善团队协作、状态更新和现场进度报告。而 SYNCHRO Cost 的加入使项目团队可以利用多合同采集、付款申请跟踪和变更单管理等功能，控制预算并跟踪整个合同期限中的财务进展，降低财务风险，并使项目利润最大化。SYNCHRO Perform 则可增强施工绩效管理，包括采集每日工程量进度、日记、计划外事件、时间表、票据和估算现场成本等功能，可为项目反馈和

生产效率洞察提供最短的周期时间。

湖北省电力勘测设计院提交的武汉徐东 220kV 高智能化地下变电站数字化项目，荣获 2022 基础设施数字化光辉大奖赛能源通信网络类别大奖。湖北院作为设计单位，在建设过程中，先后进行了 5D 数字化施工过程精准管控、设备安装三维模拟、变电站建造费用精准管控、VR 模拟以及 AR 技术应用、变电站数字孪生技术应用等方面的技术创新，全面实现数字化设计、建造和运维一体化。

“2018 年以前，因电力工程本身具有静电，我们的工程在组塔架线高空作业这些高风险性环节中，面临着成员承载力、施工承载力、管理承载力、机械承载力的挑战，安全空间方面亟需更加直观可靠的数字化手段。在多方调研下，我们把目光放在了 Bentley 软件上并选择了 SYNCHRO 软件。”国网衡水供电公司建设部副主任张航告诉记者，经过 SYNCHRO 4D 施工过程推演模拟人梯窗口、作业横板铺设等关键节点，保障了施工安全与效率。

碳计算赋予低碳清洁转型以抓手

除了助力基础设施项目的数据采集、设计建模、施工和运维，Bentley 软件数字孪生平台还助力基础设施碳计算，在基础设施数字孪生中零成本实现隐含碳计算、报告和分析。

Bentley 软件的 iTwin 平台包含碳计算的集成工作流，该集成支持利用建筑隐含碳计算器 (EC3) 在基础设施数字孪生解决方案中进行碳估算。集成了 EC3 之后，Bentley 软件基于 iTwin 的基础设施数字孪生解决方案以及构建于 iTwin 平台之上的第三方应用程序能够基于免费开源式 EC3 碳数据库和计算器，简化并加快生成碳报告和数据分析。

湖北省电力勘测设计院有限公司数字化分公司副经理王伟认为，数字化对于双碳目标的实现非常重要。“双碳目标主要就在于构建清洁低碳高效的能源体系，控制石化能源的总量，着力提高能效。风电和光伏是未来新型电

力系统主体。”但这将对未来电网的安全运行带来一定挑战。风电和光伏的体量比较小，布点数量多，需要电网拥有快速获取实时数据并高效分析运行、调整运行策略的能力。王伟指出，未来的电力系统为能源互联网，数字化就是能源互联网的核心抓手。而数字化孪生技术将打通“源网荷储”各个环节，把海量分布式能源通过数字化手段形成虚拟的能源调控中心，以助力新能源的接入和使用，实现清洁低碳的目标。

拓展数字化的广度深度应用

Bentley 软件专家在光辉大奖赛上告诉记者：“就今年入围项目的应用情况而言，我们很清晰地看到数字化技术在电力行业的深入应用和推广，并在两个方向上有比较明确的拓展和突破。”

上述专家指出，从应用的广度上来说，在电力项目全生命周期的不同阶段都有相应的突破，相应的可落地技术方案不断地被尝试和应用。数字化技术的应用帮助相应企业用户拓展新的业务领域、打破原有传统业务的形式和范围，进而不断提升企业本身的竞争力，获得良性的发展。

“另外一个方向就是在数字化技术深度应用方面的精耕细作，在施工项目中琐碎的人、机、料、法、环各个环节的管理，我们看到很多项目从设计到后续的运维应用处理，数字化技术在深度的应用方向上不断地细化。”

该专家同时强调：“行业已由前两年的数据产生与提炼，逐步过渡到知识库的创建和完善，并且基于知识库的支持，实现最终业务定制和满足业务需求。在整个发展过程中，Bentley 软件一直充分发挥自身长处，如 BIM 建模技术、实景建模技术、数字化施工管控技术、数据孪生应用技术，以及虚拟现实技术和云计算相关新技术，把这些新技术不断地落实到相应的电力能源行业解决方案中，支持用户的数字化和智能化发展，为用户在技术层面上保驾护航。”

在日前举行的 2022 腾讯全球数字生态大会智慧能源专场，腾讯云能源和资源行业首席专家孙福杰表示，碳达峰碳中和目标的提出给能源行业，特别是电力系统提出巨大挑战，要助力发电侧、电网侧和消费侧的转型，保障电力系统的安全稳定运行，就要注意到数字化技术在其中的作用。

全流程监控生产运行过程

在孙福杰看来，消费侧是目前能源产业的重点降碳领域。“其中最具有代表性的就是工业园区。国家级工业园区有 600 多个，省级的工业园区有 2000 多个。这些工业园区是我国经济发展和工业升级的重要承载平台，其碳排放量也比较高，是碳减排的重要战场。”

如何保证这些园区和企业的稳定增长，同时达到绿色转型目标是行业面临的共同难题。“如今，企业对运营效率的要求包含节能降碳、降本增效、提高质量等多个维度。简单来说，就是要实现绿色发展。这些要求不是割裂的，我们要去寻求一个能统筹规划、协同解决所有问题的方案。”腾讯云副总裁、能源和资源行业产研负责人刘立萍说。

腾讯碳中和高级顾问、腾讯战略发展部高级顾问翟永平告诉记者：“以一个工厂为例，要实现绿色发展，首先要理清自己的碳足迹，这就需要拆解每一道工序，收集大量数据，再通过数字化技术分析计算出最节能、最高收益目标下的排产模型。这只有利用数字化技术才能实现。”

“数字化技术并不只是简单地对工厂、企业发出指令，实现远程控制，而是以高逼真、沉浸式的解决方案对企业的生产运行过程进行实时状态监测、风险预警、故障诊断和联动反馈。有测算显示，运用数字化技术后，工厂能耗可降低 10%，效率提升 12%，净利润也有大幅提升。”刘立萍说。

系统性出发满足多样化需求

消费侧是算力助力能源领域绿色转型的一个方面。“‘双碳’目标的提出给电力系统的供应侧、电网侧、消费侧都提出了新要求。除了消费侧需要节能提效外，发电侧也面临大力发展可再生能源的任务，电网侧则面临提升新能源消纳的巨大挑战。一方面，要提升可再生能源的发电能力。另一方面，还要注意到高比例可再生能源接入后对电网安全稳定运行的影响。”孙福杰指出。

孙福杰表示：“大型风光基地位置偏远，运维工作量大。若建立区域性集中控制中心，不仅可以控制可再生能源电站的发电、储能，还可以减少运维人员巡视、排查风险的需求，在提高效率的同时实现了集约化管理。而不管是数据采集、传输、分析、处理等，都离不开大数据等先进技术。”

“目前已经有很多发电集团开始建立以省为单位的集中控制中心和运维中心，借此监控该省范围内所有的可再生能源发电站。”刘立萍说，“每一个省的情况都不相同，企业的需求也不一样。数字化技术的特点就是根据多样化的需求，不断积累经验，解决行业内企业不同的业务问题。”

转型要经历长期持续迭代

在产业内部看来，能源领域数字化呈现多技术融合趋势下，一方面，能源企业在应用数字化产品上有对高成本的担忧。另一方面，散落在市场上的各类数字化应用价格不一，各互联网企业也面临成本控制挑战。同时，是否具备在某一具体场景落地深耕的能力，也是互联网企业比拼竞争的关键。

“从长远角度出发，数字化转型是能源产业的发展趋势，行业内也达成了共识。但有的企业只看到了成本问题，有的企业则看到的是收益。在我们看来，能源企业数字化转型是投入产出比的问题，如果企业将其当做概念炒作或者逐利的目标，那么并不能真正解决业务上的困境。”刘立萍认为。

腾讯云副总裁、能源和资源行业负责人石梅表示，数字化转型一定是互联网公司和企业共同创作的过程。帮助能源企业转型，优化能效不是一蹴而就的事情，而是一个不断迭代的过程，需要辩证地考虑，协同促进碳排放量的降低。

腾讯云：
「数字能源不只是实现远程控制」

■本报记者 董梓童