

水下涡轮机撬动海洋能源未来

■本报记者 王林

从日本鸣门海峡,到欧洲的英吉利海峡,多台水下涡轮机正在部署。这种可以撬动洋流能源的新技术,正在成为推动海洋能源发展的新方向。水下涡轮机是一种海洋洋流涡轮机,旨在充分利用洋流力量并将其转化为电能,工作原理与传统风力涡轮机类似,只不过是在水下运行,水流过涡轮叶片使其旋转,从而驱动发电机发电。过去5年,全球多个国家都开始尝试部署水下涡轮机示范项目并推动技术研发,尽管业内普遍持乐观态度,但考虑到洋流力量巨大且海洋存在诸多未知挑战,水下涡轮机技术实现规模化应用仍然任重道远。

■上半年两个示范项目启动

今年2月,英国潮汐能公司Proteus Marine Renewables在日本鸣门海峡启动水下潮汐涡轮机项目AR1100,装机量为1.1兆瓦,采用三叶片水平轴转子设计,配备机电式俯仰控制机构和液压驱动偏航系统,以优化发电效率,安装在重力基础上并通过海底电缆连接至电网。

AR1100不同于传统金属结构,叶片和核心组件全部采用定制化碳纤维复合材料,可以应对严苛的海洋环境,包括每秒超3米的强洋流冲击、盐雾腐蚀、生物附着等。同时,叶片内嵌传感器网络实时监测水流速度与方向,通过机器学习算法驱动轮毂内的机电变桨系统,使每个叶片可以独立调节角度,让AR1100在复杂潮汐中始终保持最佳攻角,从而获得最佳效率。

3月,法国潮汐能开发商Normandie Hydroliennes开始在英吉利海峡开发NH1商业规模潮汐能试点项目,该项目设计安装4台水下涡轮机,总装机容量250兆瓦,预计2028年开始每年向法国电网输送34

吉瓦时电力,相当于1.5万户家庭电力需求,可年减排近6万吨二氧化碳。

Normandie Hydroliennes公司总监Katia Gautier表示,4台水下涡轮机安装在水下38米深处,专为海洋环境精心打造。NH1项目不仅具备技术竞争力,同样具备成本竞争力。据悉,NH1项目已获得欧盟3130万欧元资金支持,被《欧洲能源创新》杂志誉为“21世纪最具革命性的可再生能源突破之一”。此外,法国还在推进一个Flowatt项目,该项目计划安装7台水下涡轮机,总装机容量17.5兆瓦,可为约2万居民供电。

在英国,苏格兰可再生能源公司SAE Renewables在彭特兰湾部署MeyGen项目,安装了4台水下涡轮机,于2018年投运。该项目运营与维护经理Fraser Johnson表示,MeyGen项目证明了水下涡轮机的有效性。

■技术研发聚焦成本和效率

水下涡轮机作为一种利用水流转化为电能的设备,工作原理类似于风力涡轮发电机,但同样速度下能产生更大能量,且对尺寸要求相对更小,尤其适用于水流动力较大海域。同时,水下涡轮机不依赖风向和天气变化,更稳定可靠,因为潮汐规律可以准确预测。

针对水下涡轮机的设计和制造,主要围绕具有成本效益且更具效率的方式展开,业内对该技术持乐观态度。目前,水下涡轮机主要有两种类型,分别是需要快速水流的潮流系统和捕获潮流势能差的潮差系统。

2022年,美国能源部宣布,加码探索水下涡轮机技术潜力,启动海底水动力和河流千兆瓦系统(SHARKS)项目,旨在加

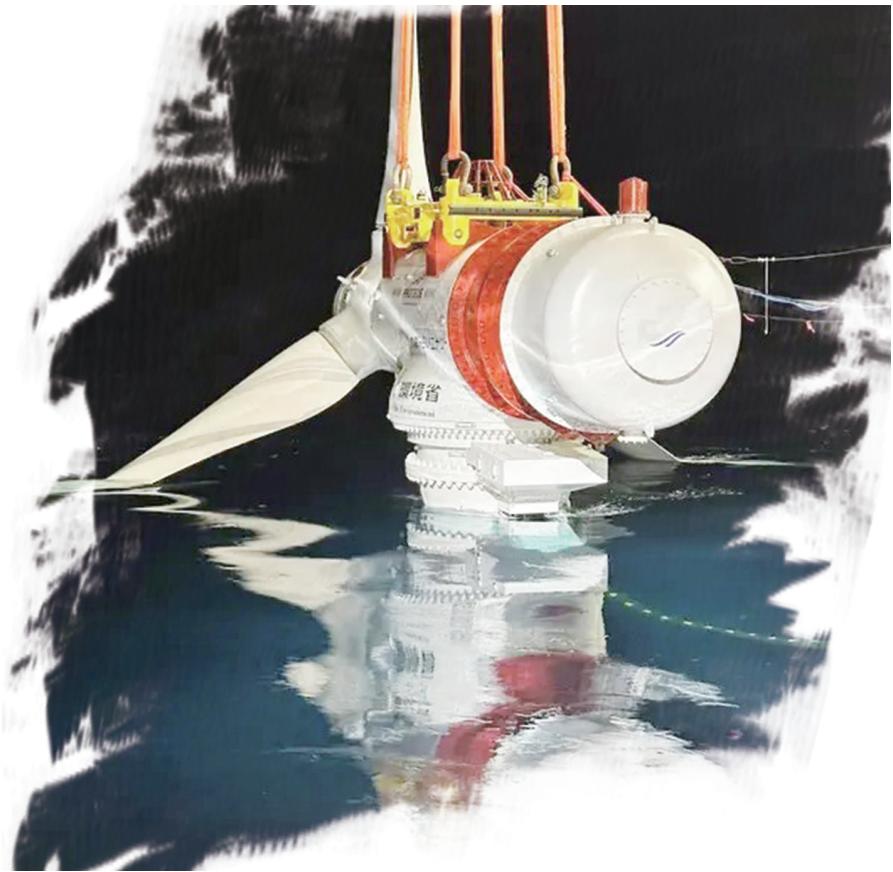
大研究水下涡轮机与水下环境相互作用情况,从而尽可能降低应用成本。SHARKS项目获得美国能源部下属机构3800万美元的资助,主要围绕两种水下涡轮机类型展开研发,目标是开发成本低于每千瓦时0.05美元的海洋发电技术。

■对海洋生态影响有待观察

水下涡轮机技术目前仍处于起步阶段,但近年来涌入资金源源不断,加之政策对创新技术的诸多支持,都为技术大规模商业应用奠定基础,其有望成为海洋清洁能源经济重要一环。美国能源部指出,水下涡轮机具有绿色、可再生等优点,可谓探寻海洋能源利用的新思路。

不过,高昂的初始成本、对海洋生态系统的潜在影响、可部署区域有限仍是阻碍水下涡轮机商业化的关键挑战。政策鼓励和市场机制将成为推动水下涡轮机等新兴技术加速商业化的关键。长期以来,流体动力涡轮机的高成本阻碍了商业推广。目前,潮汐能发电成本约为0.15至0.2欧元/千瓦时,高于陆上风电。美国华盛顿大学机械工程系教授布莱恩表示,针对海洋能源开发,如果失去市场支持机制,新兴技术很难实现经济可行。

水下涡轮机采用特殊设计,有固定在海床上和浮动两种类型。材料经过特殊处理,能有效抵抗海水腐蚀,包括使用高强度钢或复合材料,并通过实时监测系统检测结构状况。以NH1为例,其涡轮机基座实际上相当于一块“人工礁石”,为海洋生物提供新的栖息地,鱼类和其他海洋生物可以回到项目区域,并以涡轮机为“家”。对渔业而言,“人工礁石”效应可能增加鱼类数量,因此需要合理规划航道和捕鱼区域。



今年2月,英国潮汐能公司在日本鸣门海峡启动水下潮汐涡轮机项目。

不过,多数社区支持此类项目,认为能创造更多就业并降低能源使用成本。

需要注意的是,海洋环境维护困难,如水下涡轮机产生的噪音和振动对海洋生态影响,需要深度研究。有分析认为,水下涡轮机可能干扰河口区域野生动物的活动模式,迫使海洋哺乳动物离开曾经栖息的地方。

英国国家海洋学中心的物理海洋学家Michela De Dominicis指出,在海洋中部部署涡轮机可能会对生态系统产生难以预料的连锁反应。“如果只部署一台,即便有影响,也会相对有限。但如果数千台,很有可能会以潜在方式对海洋环境造成更深层次的干扰。”

“大鱼”入海,护航十五运

——南方电网深圳供电局完成国内首次海上架空输电线路桩基础水下智能机器人巡检



南方电网深圳供电局输电管理所工作人员在铁塔基础上操控水下机器人开展巡检。
黄海鹏/摄



水下智能巡检机器人。
黄海鹏/摄

■陈玉辉 张成巍

“哗,哗……”深圳前海海域的海上架空输电线路杆塔附近,一条灰黑色的“机械鱼”正缓缓驱动六向矢量推进电机,通过控制六个不同方向的螺旋桨的启停进行移动,开展海底桩基础巡检作业。

近日,南方电网深圳供电局完成国内首次应用水下智能巡检机器人进行海上架空输电线路桩基础探伤检测和可见光巡查,为第十五届全国运动会保电筑牢海底“安全防线”。据检测,该处线路杆塔桩基础状态良好,各项指标正常。

作为海上输电线路的“定海神针”,桩基础的健康状态直接关系电网安全运行。“传统人工潜水检测存在高压坏

境作业风险高、水下视野受限、数据采集效率低等问题,且国内尚无针对海上桩基础的专项运检标准。”南方电网深圳供电局输电管理所技能专家白岩石介绍。此次应用的水下机器人,正是为破解行业痛点量身定制的“深海尖兵”。

这条其貌不扬的“大鱼”——水下智能巡检机器人集成声成像、4K高清摄影、钢管厚度精密测量等智能传感器及可伸缩机械手臂,通过声呐系统,“大鱼”可完成桩基础与海底地形三维高精度建模,并利用机械臂搭载的涡流测厚仪对重点区域进行“触诊式”检测,精准测量桩基础钢管壁厚度及防腐涂层完整性,同步回传的4K影像则可清晰呈现桩基础表面裂纹等微观缺陷,为杆塔基础稳定性评估提供毫米级数据支撑。同时,为保障“大鱼”能在复杂海流环境中保持稳定姿态,该水下智能巡检机器人拥有六向矢量排布电机,且下潜深度可达350米。

相较于传统人工潜水检测模式,使用水下智能巡检机器人进行巡检可将单个桩基础检测耗时从4小时压缩至40分钟,效率提升超5倍,且检测范围覆盖以往人工目视无法观测到的桩基础底部等隐蔽部位,同时可规避潜水员水下作业等安全隐患。

本次巡检是南方电网深圳供电局落实“智能运检”战略的关键实践,也是国内首次将机器人技术应用到海上输电线路桩基础巡检的创新尝试。不仅填补了行业标准空白,更构建了“无人机+杆塔视频+水下机器人”的“空天海”立体巡检网络,不仅是技术突破,更为国内海上输电线路运维提供了可复制的“深圳方案”。

下一步,南方电网深圳供电局将以此次试点为契机,推动水下机器人巡检纳入常态化运维体系,同步开展多机器人协同作业、自主路径规划等技术攻关,构建覆盖“检测—评估—修复”的全链条智能运维生态,为第十五届全国运动会保供电及海上输电线路智能化运维开辟安全高效新路径。

图片新闻



6月4日,在安徽省合肥未来大科学城,紧凑型聚变能实验装置(BEST)园区工程工地上,机器轰鸣,现场一片忙碌的建设景象。
人民图片

新技术助力钙钛矿太阳能电池加速产业化

本报讯 近日,南京航空航天大学科研团队开发出气相辅助表面重构技术,抑制了产业级钙钛矿模组在户外环境下的不可逆退化,在30厘米×30厘米的钙钛矿模组中首次实现与商用晶硅太阳能电池相当的户外运行稳定性。相关成果已发表于国际学术期刊《科学》。

“对产业级钙钛矿模组来说,其寿命远低于商用晶硅太阳能电池,钙钛矿太阳能电池从实验室走向市场仍任重道远。”论文共同通讯作者、中国科学院院士郭万林表示。

据了解,此次研发出的气相辅助表面重构技术,相较于此前的气相氟化技术,无需专用设备,仅通过气相沉积多齿配体即可实现钙钛矿表面结构的原位重构,隔离缺陷富集的表面单元,实现离子不可逆迁移的抑制。

“经过气相辅助表面重构的太阳能电池,实现了更高的光电转换效率和稳定性。”论文共同通讯作者、南京航空航天大学国际前沿科学研究院教授赵晓明介绍,从光、暗循环加速老化测试结果推算,模组的预计T80寿命(效率下降至初始效率的80%所需的时间)能够达到2478次循环,等效于25摄氏度环境下循环运行超过6.7年,换算成户外使用寿命可超过25年,为现有公开研究中最具稳定性的钙钛矿模组。

赵晓明表示,这项创新技术不仅阐明了不可逆离子迁移是导致器件性能永久衰退的本质原因,更首次在产业级钙钛矿模组上实现了与硅太阳能电池比肩的户外稳定性。同时,工艺成本较前代技术大幅下降,且兼容现有光伏产业链设备体系,标志着该领域从实验室创新向产业化落地迈出了关键一步。(宗合)