

2024年第7期

海上风电产业专利预警分析



汕尾市市场监督管理局

海上风电产业

海上风电是指在潮间带、近海海域等主要区域建立风力发电设施，包括风力发电机组的安装、海底电缆的铺设、海上风电场的运维管理等，将风能这一可再生能源转化为电能，供应给电网或特定用户。海上风电具有资源丰富、发电利用小时高、不占用土地和适宜大规模开发的特点，是全球风电发展的前沿领域。目前，我国近海离岸 50km 以内，4 级以上的风能资源潜在开发量为 2.34 亿 kW，3 级以上的风能资源潜在开发量为 3.76 亿 kW。我国近海离岸的风能资源具有巨大的开发潜力，这对于推动我国能源结构转型、海上风电产业发展具有重要意义。

一、产业发展现状¹

1、全球海上风电总体发展趋势

(1) 全球风电发展概况

2023 年，全球风电装机突破第一个 TW 里程碑。要实现“COP28”设定的“2030 年前将全球可再生能源发电装机容量增加两倍”以及“将全球升温控制在工业化前水平的 1.5℃以内”的目标，需要风电年新增装机从当前的 117GW 提升到 320GW。预计到 2030 年，全球装机总量将达 3.5TW。全球风能协会（GWEC）近期上调了 2024-2028 年全球装机增长预测，预计 2024 年全球新增装机量将达到 130GW，未来 5 年 CAGR 接近 10%，年均新增装机约为 158GW。

海上风电方面，增速同样会加快，主要贡献将来自于中国与欧洲地区。2023 年，全球海上风电新增装机 10.8GW，其中中国（含台湾地区）、欧洲分别新增 6.9GW、3.8GW；截至 2023 年底，全球海上风电累计装机 75.2GW，其中中国装机约 38GW，欧洲装机 34.4GW（英国/德国分别占据 43%/24%），2023 年中国与欧洲地区的新增和累计海上装机容量均超过全球 90% 的市场。根据 GWE C 预测，2024-2028 年海上风电占总体风电装机的份额将逐步提升，全球海上风电装机容量预计将增加 138GW，CAGR 提升至 28%，高于过去 5 年的 14.8%，年装机容量为 27.6GW。预计自 2026 年起，美国和亚太新兴市场（除中国）的海风装机可能会有较大增长，到 2028 年，中国和欧洲以外地区的年新增装机可能超过全球比重的 20%。预计 2028 年，全球海上风电市场年新增装机量将达 37.

https://mp.weixin.qq.com/s/XVX10i261X_bHDLfcSIZYg 风电产业专题研究：全球海上风电市场展望与产业链需求

1GW，海上风电在总体装机中的份额将从目前的 9%增至 20%。

(2) 欧洲海上风电现状及展望

欧洲方面，根据 WindEurope 预测，2023 年欧洲新增海上风电 3.8GW，德国是欧洲最大风电装机国，荷兰、英国、法国、丹麦和挪威为主要新增海上风电装机国，土耳其、塞尔维亚等非欧盟国家也有相当规模的新增装机。预计 2024-2030 年欧洲新增装机共 260GW，其中 94GW 为海上风电，年新增装机量将超过达成气候和能源目标所需的 33GW/年。欧洲海风年度装机量将在 2030 年达到 31.4 GW，首次反超陆风，为全球海上风力发电市场增长提供动力。

欧洲海风推进较快的英国/丹麦/德国/荷兰分别有 12.7/9.2/8/4GW 项目开启或完成竞拍，考虑到海风建设周期较长，这些项目大多要到 2029 年以后进入商业化运营。2024-2028 年，欧洲地区预计建成超过 42GW 的海上风电容量，英国/德国/波兰/荷兰/法国/丹麦分别贡献 44%/15%/11%/8%/6%/5%的装机份额。

从此前积累的存量项目来看，欧洲海上风电的新增装机量从 2025、2026 年开始呈现明显增长，而后新项目大规模竞标奠定了 2029 年、2030 年装机将急剧增加的趋势。另一方面，第二届“北海峰会”设定了到 2030 年北海 120GW 的装机目标，由此可以倒推出招标流程将于 2027 年前基本完成，在项目审批、成本和供应链基本稳定的前提下，欧洲海风设备需求有望在未来 3 年内起量，助力各国达成 2030 年目标。具体来看，英国在现有装机排名欧洲首位的同时，2024-2030 年年均新增 5GW，始终领先欧洲其他国家；德国、荷兰、丹麦将继续保持当前优势，扩大装机容量；荷兰和爱尔兰预计到 2030 年后显著发力。

(3) 我国海上风电现状及展望

我国风电装机目标确定性强，海风拐点显现周期向上，2023 年起进入新增长周期，未来两年增量空间可观。根据国家能源局数据，2024 年一季度全国海上风电新增装机并网 0.69GW，同比增长 35.29%；海上风电累计装机并网接近 38GW，同比增长 23.11%。“十四五”全国风电规划总装机目标 592GW，假设达成总装机目标的情况下，近两年风电装机增量空间超 150GW，我们预计 2024 年海风装机并网有望超 10GW，到 2025 年我国海风累计装机量将达到 60GW。海风项目集中核准、竞配、开工、并网，叠加国内外下游需求改善，风电市场有望维持较高景气度。

2、产业的发展趋势

海上风机机组朝着大型化方面发展，平均功率上行趋势显著。2023年，欧洲装机的海上风电机组平均功率达到 9.7MW，同比 2022 年增幅超过 20%，2014-2023 年 CAGR 约 11%。2023 年海上风机订单平均功率也创下 14.9MW 的记录，未来几年风机平均功率有望进一步扩大。

(1) 维斯塔斯 (Vestas Wind Systems A/S) : V236-15.0MW

2021 年，全球陆上风电领导者维斯塔斯推出 V236-15.0MW 风机，新技术使其在项目投标过程中的竞争力得到提升，从而引领海上风电的发展进步。V236-15.0MW 以模块化的形式提升零部件规模效应，降低平准化度电成本，并且打造面向全系列产品的供应链。V236-15.0MW 在推出时拥有全世界最大的叶轮扫风面积和最高的额定功率，单机年发电量提升到约 80GWh，相比 V174-9.5MW 海上风机的年发电量提高 65%，风机容量系数可超过 60%。该型号风机 2023 年获得包括波兰 Baltic Power 1140MW 项目、德国 He Dreiht 960MW 项目、Hollandse Kust West VI 780MW 项目在内的首批订单，将于 2024 年开展批量生产。

(2) 通用电气子公司 GE Vernova: Haliade-X12-14MW

作为美国传统工业巨头通用电气子公司，GE Vernova 于 2024 年 4 月独立上市，推出 Haliade-X 平台系列风机单机容量已从 12MW 跃升到 14MW，最大额定功率可达 14.7MW，并且已取得了 DNV 认证。Haliade-X14MW 是 12MW 的升级版，叶片长 107 米，单机年发电量约 74GWh，风机容量系数约 61%，2025 年将在全球最大海上风电场 Dogger Bank 3.6GW 项目 C 阶段中部署。未来，GE 海上风电业务将专注于围绕单机容量 Haliade-X15.5MW 机型展开。

(3) 西门子歌美飒 (Siemens Gamesa Renewable Energy) : SG14-222DD

2020 年，西门子歌美飒推出 SG14-222DD 海上风电机组，采用永磁直驱技术，风轮直径为 222 米，单机功率高达 14.7MW，使用 PowerBoost 功能时可达到 15MW。该机型具备直接驱动、Integral Blade 一体成型技术、远程诊断服务和可回收叶片等创新技术。108m 长的叶片使得风轮扫风面积达到 39000m²，2022 年发电量(AEP)较上一代增加了 25%，并且风机设计可以适用于所有风速，从而提高盈利能力，在 2024 年实现量产。

二、热门技术解析²

1、风力发电波动性会造成电网难以消纳

在风力发电波动性会造成电网难以消纳方面，上海电力大学苏向敬、符杨等人的《基于 DALSTM 和联合分位数损失的海上风电功率概率预测》文章提出了一种基于多任务联合分位数损失的双重注意力概率预测模（multi-taskdual-stageattentionalLSTM，MT-DALSTM），实现了对海上风电功率的超短期概率预测，可有效支撑风电场的运行方式调整，帮助促进大规模海上风电的安全稳定消纳。基于东海大桥海上风电场的真实案例仿真分析，得到结论：一是特征注意力机制可以挖掘出存在于历史信息中的特征与预测值的关联关系，从而赋予重要特征更高的注意力权重，提升关键特征信息的表达。具体表现为挖掘出了传统关联分析方法所忽略的变桨角度特征；二是时序注意力机制可以在 LSTM 基础模型上，进一步挖掘历史时刻的关键信息，使得预测保持较高的准确度；三是所提的多任务联合分位数损失，在模型训练时动态调节各损失在总损失中的占比，使得预测结果在可靠性、锐度和综合得分等方面均有一定程度提升。

2、海上风电集电系统电压等级将逐步转向 66kV

在海上风电集电系统电压等级将逐步转向 66kV 方面，中国广核新能源控股有限公司王朝辉和中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司施朝晖等的《基于海上风电场区 66kV 集电系统海缆最大截面经济性分析》和中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司王霄鹤等的《海上风电场经 66kV 海缆送出系统过电压机理》主要指出如下：

（1）海上风电场集电系统最大海缆截面选定拓扑优化设计是降低海上风电场总投资、提高传输效率及系统可靠性的有效手段，由于集电系统汇集网拓扑结构存在多种方式，且过往优化研究中并未考虑最大海缆截面约束条件，导致集电系统拓扑在非凸非线性寻优过程中效率低，难以获得全局最优的布局方案，《基于海上风电场区 66kV 集电系统海缆最大截面经济性分析》通过单亲遗传算法和最小生成树技术（MST）进行 66kV 集电系统拓扑优化，并在优化过程中加入了

<https://mp.weixin.qq.com/s/P1-qjagXeUQFTeKHSVV9ng> 中国电力专栏综述|海上风电送出与并网技术

最优海缆最大截面选型的约束条件，减少搜索空间，提高寻优精度，加快搜索速度，能够有效提高 66kV 集电系统整体的经济性。

(2) 过电压水平是海上风电场交流送出系统的关键参数，对于系统设计、设备选型具有重要影响，为掌握影响海上风电场送出系统过电压水平的关键因素，准确评估系统过电压，对海上风电场经 66kV 海缆送出系统的过电压机理展开研究，《海上风电场经 66kV 海缆送出系统过电压机理》基于无故障甩负荷过电压、单相接地故障甩负荷过电压、空载长线过电压等几个场景，详细分析了海上风电场经 66kV 海缆送出系统的过电压机理，为 66kV 送出系统方案设计提供理论依据。其仿真研究的主要结论是：海上风电场经 66kV 交流海缆送出系统的过电压水平与风电机组的控制保护策略紧密相关，66kV 系统的接地方式对于系统的过电压水平具有重要影响。

三、全球新增专利预警分析

通过检索，得到海上风电产业于 2024 年 7 月 1 日至 2024 年 7 月 31 日期间新增授权专利 1761 件，其中发明专利授权 1216 件，实用新型专利申请 545 件(部分专利同时属于多个领域)，新增专利的细分领域主要申请人情况如下表 1 所示。主要申请人的统计分析是按照专利申请人的申请量进行统计和排序，以此研究相关技术领域中活跃的企事业单位和个人。海上风电产业的专利申请人按专利申请总量排名，由表 1 可以看出，全球海上风电产业主要专利申请人为：国家电网有限公司、广东电网有限责任公司、北京金风科创风电设备有限公司等。

表 1 海上风电产业主要专利申请人排名 Top10 (数量：件数据来源：壹专利)

排名	申请人	专利数量
1	国家电网有限公司	51
2	广东电网有限责任公司	41
3	北京金风科创风电设备有限公司	33
4	SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A S	24
5	山东大学	23
6	中国电力科学研究院有限公司	23
7	国网江苏省电力有限公司	21
8	华为数字能源技术有限公司	21
9	中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司	21
10	SIEMENSGAMESARENEWABLEENERGYAS	21

龙头企业的创新能力对于产业的创新发展起着直接的影响。通过对这些龙头企业进行深入分析，可以帮助创新主体评估自身的优势和劣势，并预测市场趋势，

制定战略规划以及确定市场定位。以下选取部分本期新增公开或公告专利数量较多的企业进行分析介绍：

1、国家电网有限公司

国家电网有限公司成立于 2002 年 12 月 29 日，注册资本 8295 亿元，以投资建设运营电网为核心业务，是关系国家能源安全和国民经济命脉的特大型国有重点骨干企业。公司经营区域覆盖我国 26 个省（自治区、直辖市），供电范围占国土面积的 88%，供电人口超过 11 亿。近 20 多年来，国家电网持续保持全球特大型电网最长安全纪录，建成 35 项特高压输电工程，成为世界上输电能力最强、新能源并网规模最大的电网，公司专利拥有量持续排名央企第一。公司位列 2023 年《财富》世界 500 强第 3 位，连续 19 年获国务院国资委业绩考核 A 级，连续 11 年获标准普尔、穆迪、惠誉三大国际评级机构国家主权级信用评级（标普 A+、穆迪 A1、惠誉 A+），连续 8 年获中国 500 最具价值品牌第一名，连续 6 年位居全球公用事业品牌 50 强榜首，是全球最大的公用事业企业，也是具有行业引领力和国际影响力的创新型企业。

该公司本期新增专利申请数量为 51 件，以交流干线或交流配电网的电路装置为主，该公司最新发明专利 CN202410561169.8 公开了一种海上风电场的交直流系统可靠性评估方法及系统，本方法通过考虑海上风电场运行环境和风速多重不确定特性，通过海上风电场的多重时序可靠性运行模型生成运行场景集，并利用运行场景集对以交直流系统的总运行成本最小化为目标条件构建的交直流系统调度优化模型进行优化求解，确定交直流系统中各个节点的电力负荷的最优削减量方案，并通过交直流系统中各个节点的电力负荷的最优削减量方案确定交直流系统的可靠性指标，从而提高海上风电场的交直流电力系统可靠性评估的准确性。

2、广东电网有限责任公司

广东电网有限责任公司是国有大型骨干企业中国南方电网有限责任公司（目前世界 500 强排名第 83 位）的全资子公司，注册资本 668 亿元。公司拥有变电站 2813 座（其中 500 千伏变电站 69 座），变电容量 5.9 亿千伏安，输电线路总长度 9.809 万千米，资产总额 5185.09 亿元，是全国规模最大的省级电网公司之一。

公司设有博士后科研工作站，拥有省部级重点实验室 2 个、工程技术研究中心 5 个，获批建设国家能源研发创新平台 2 个，在电网运行、电力调度、信息通信、检测试验、综合能源等多个业务领域具有较强的科技创新和自主研发能力，公司复杂大电网管控、可靠性管理、电力市场化交易以及超导电力应用、柔性直流输电、电力机器人等关键技术走在全国前列。广东电网连续安全稳定运行超过 27 年，供电可靠性领先城市数量连续十三年保持全国领先，连续 14 年在广东省地方政府公共服务评价中排名第一。

该公司本期新增专利申请数量为 41 件，以交流干线或交流配电网的电路装置为主，该公司最新发明专利 CN118412883A 公开了一种风电机组一次调频的模拟方法及系统，其方法包括：采集待调频风电机组的运行数据，并根据待调频风电机组的工作原理和运行数据对待调频风电机组进行数学建模，得到风电机组模型；使用风电机组模型模拟待调频风电机组的稳定运行和暂态运行，获得稳定运行网侧电流值和暂态运行网侧电流值，并对稳定运行网侧电流值和暂态运行网侧电流值进行分析，获得风电机组模型的调试结果；根据风电机组模型的调试结果，使用减载控制和桨距角控制的方式对风电机组模型进行一次调频，获得风电机组一次调频的模拟结果；提高风电机组一次调频动态模拟的准确性，解决了传统数字仿真无法准确模拟复杂非线性物理特性的问题。

3、北京金风科创风电设备有限公司

北京金风科创风电设备有限公司作为全球可信赖的清洁能源战略合作伙伴，以“生态引领可持续发展的清洁能源产业模式（EOD+ENERGY）”为核心，致力于构建“可持续·更美好”的未来社会能源基础，在能源开发、能源装备、能源服务与能源应用领域提供可信赖的产品与解决方案。金风科技是深交所、港交所两地上市公司。全球风电累计装机容量超 92GW，逾 46,000 台运行风电机组遍布世界。公司业务已遍及全球 6 大洲、38 个国家，全球员工超 10,000 名，研发和技术人员超 3,000 名。金风科技已连续 11 年排名稳居中国风电整机制造商第一、连续 7 年位列全球前三，累计出口风机占中国出口总量的 60%。从下一代清洁能源产品设计到新型电力系统应用，金风科技始终携手全球伙伴进行可持续创新，目前，公司累计拥有全球专利技术申请 6,700 余项、软件著作权 1,100 余项，累计参与国家、行业、地方及团体、协会标准制定 349 项，累计参加国际标

准制定 32 项。

该公司本期新增专利申请数量为 33 件，以风力发动机的控制为主，该公司最新发明专利 CN112308275B 公开了风力发电机组的最优桨距角辨识方法和设备，所述最优桨距角辨识方法包括：确定风力发电机组在最大功率点跟踪阶段内的寻优风速区间；确定在寻优风速区间内的最优桨距角值以及在所述最优桨距角值下的最优增益值；将所确定的在寻优风速区间内的最优桨距角值确定为风力发电机组的实际最优桨距角值，将在所述最优桨距角值下的最优增益值确定为风力发电机组的实际最优增益值。采用本发明示例性实施例的风力发电机组的最优桨距角辨识方法和设备，能够准确获得风力发电机组的实际最优桨距角值和实际最优增益值。

四、全球新增专利技术主题分析

统计海上风电产业专利申请的 IPC 分类号情况，包括分类号对应的技术内容下的专利申请数量，研究海上风电产业在重点技术领域的分布、重点技术领域的专利申请活跃程度，从而明晰技术的发展趋势和热点等。

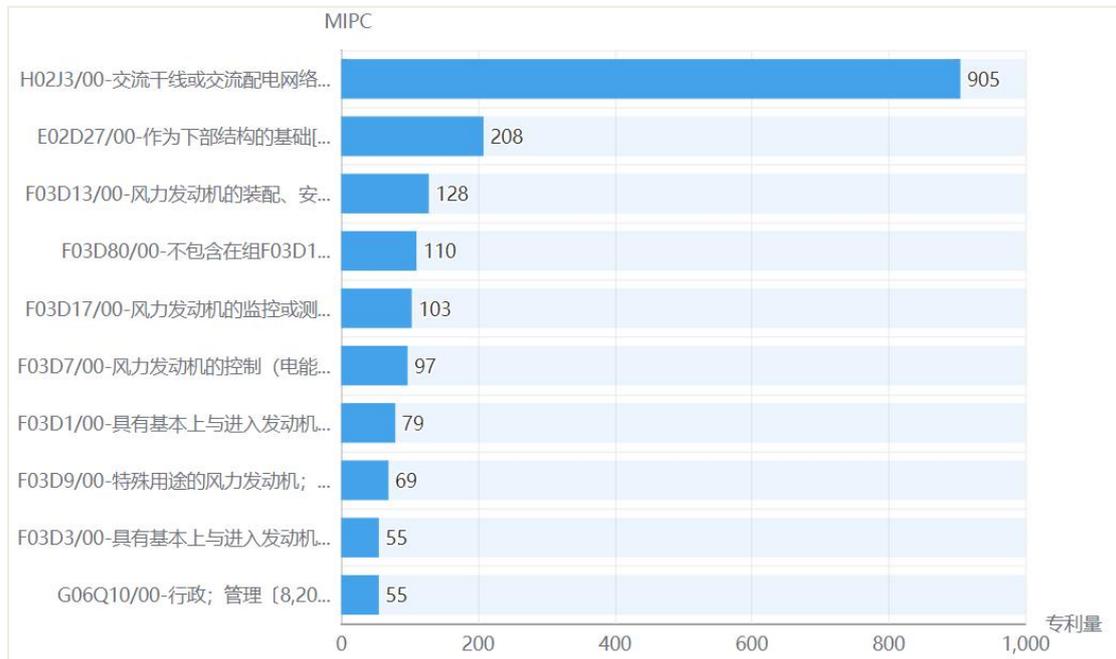


图 1 海上风电产业技术主题 Top10（数量：件数据来源：壹专利）

表 2 海上风电产业技术领域释义

排名	技术领域	描述	专利数量
1	H02J3/00	交流干线或交流配电网络的电路装置 [2006.01]	905
2	E02D27/0	作为下部结构的基础 [2006.01]	208

排名	技术领域	描述	专利数量
	0		
3	F03D13/00	风力发动机的装配、安装或试运行，适用于运输风力发动机部件的配置[2016.01]	128
4	F03D80/00	不包含在组 F03D1/00-F03D17/00 中的零件、组件或附件[2016·01]	110
5	F03D17/00	风力发动机的监控或测试，例如诊断（试车过程中的测试入 F03D13/30）[2016·01]	103
6	F03D7/00	风力发动机的控制（电能的供给或分配入 H02J，例如网络中调整、消除或补偿无功功率的装置入 H02J3/18；发电机的控制入 H02P，例如用于取得所需输出值的发电机的控制装置入 H02P9/00）[2006.01]	97
7	F03D1/00	具有基本上与进入发动机的气流平行的旋转轴线的风力发动机(其控制入 F03D7/02)[2006.01]	79
8	F03D9/00	特殊用途的风力发动机；风力发动机与受它驱动的装置的组合(与由风提供动力的车辆推进单元相结合的装置入 B60K16/00；与风力发动机相结合为特征的泵入 F04B17/02)；安装于特定场所的风力发动机（产生电能的混合风力光伏能源系统入 H02S10/12）[2016·01]	69
9	F03D3/00	具有基本上与进入发动机的气流垂直的旋转轴线的风力发动机（其控制入 F03D7/06）	55
10	G06Q10/00	行政；管理（8,2012·01）[2012·01]	55

根据图 1 和表 2 所示，展示了海上风电产业在各个细分技术领域的专利布局情况。专利申请主要集中在：交流干线或交流配电网的电路装置、风力发动机的装配、安装或试运行等细分技术领域。

五、核心专利技术解读

专利文献集法律、经济以及技术属性于一身，核心专利的出现，可以带动技术进步和行业发展，甚至会对行业带来颠覆性的影响。通过对新增核心专利的筛选和解读，可以帮助企业快速定位产业的关键技术发展现状，为企业的战略决策提供重要的信息支撑。以下是列举出本领域新增专利中前 10 个最具价值的专利。详细信息如下表 3 所示。

表 3 新增专利列表（专利价值度 Top10）（数据来源：壹专利）

序号	公开号	专利标题	申请人	核心创新点
1	CN110088460B	用于控制风能设施的方法	乌本产权有限公司	本发明涉及一种用于运行风能设施的方法,并且风能设施(100)具有空气动力学的转子(106),所述空气动力学的转子具有转子毂和叶片角可调整的转子叶片(202),并且空气动力学的转子(106)可以沿其方位方向调整。
2	US12040621B2	提供了一种用于收集、产生和传输千兆瓦级能量的系统	洲际能源控股集团有限公司	提供一种用于收集、产生和传输千兆瓦级能源的系统。所述节点变电所定位在距所述可再生能源来源一定距离处,使得得到负载的能源传递效率超过传统的高压电力传输。
3	CN112253386B	风力发电设备及其叶片自变桨控制方法、系统和装置	华能酒泉风电有限责任公司	本发明公开了一种风力发电设备、叶片自变桨控制方法、叶片自变桨控制系统和叶片自变桨控制装置,可以有效地解决现有技术中存在的在叶片无法进行正常的回桨时,可能使风力发电机的转速无法下降,以致引发风力发电机超速甚至发生飞车的问题。
4	CN114585809B	海上风力发电浮体的设置方法	艾斯 E&T(工程与技术)公司	本发明提供一种海上风力发电浮体的设置方法。在于提供一种不受海水深度限制且便于海上组装的海上风力发电浮体的设置方法。

序号	公开号	专利标题	申请人	核心创新点
5	CN113631952B	具有海平面波特性确定的风力涡轮机	西门子歌美飒可再生能源公司	本发明涉及一种风力涡轮机(1),其被配置为设置在海床(S)中或海床(S)上方。本发明的风力涡轮机存在显著的优点,即天线增益图案的旁瓣可以通过涡轮机塔架处的泄漏馈送部而减小
6	CN113424389B	提升来自风力涡轮发电机的无功电流注入	维斯塔斯风力系统集团公司	提供了一种用于操作形成可再生能源发电厂的可再生能源发电机(14)的方法(400),以将有功电流输出改变为确定的有功电流设定点,由此在连接点(20)提供无功电流供应提升。
7	CN111453629B	一种海上风电机组单叶片安装机器人	上海澳傅旭海洋装备技术有限公司	本发明涉及一种海上风电机组单叶片安装机器人,本发明可在风电安装船站位不变且无需另加盘车装置条件下,完成海上大型风电机组单个叶片的全自动安装。
8	CN111547197B	海上风电桩立桩施工船及立桩施工方法	中交第一航务工程局有限公司;中交一航局第二工程有限公司	本发明提出一种海上风电桩立桩施工船及立桩施工方法,该海上风电桩立桩施工船能够独立完成海上风电桩的立桩施工,且其结构简单,施工成本低。
9	CN110912181B	发电机的控制方法	施耐德电器工业公司	本发明涉及一种控制发电机(1)的方法,发电机包括:逆变器(4),设置有电子开关,使得能够确保发电机稳定运行

序号	公开号	专利标题	申请人	核心创新点
				方法。
10	CN113167232B	抑制风力涡轮机中的振动	西门子歌美飒可再生能源公司	提出一种用于抑制风力涡轮机(10)中的振动的方法,所述风力涡轮机包括用于影响从所述风力涡轮机的转子叶片的前缘流到所述转子叶片的后缘的空气流的多个空气动力学设备,每一空气动力学设备可通过致动器在第一凸出构造与第二缩回构造之间移动。

六、新增公知公用技术公开

新增公知公用专利是指那些由于法律原因、时域原因、地域原因而不受法律保护,可以由他人免费使用的专利技术。对这些专利做好二次创新推进工作,可以低投入、高效率地提升企业自主创新能力。以下列举在中国范围内部分新增公知公用专利清单,如下表4。

表4 新增公知公用技术列表(数据来源:壹专利)

序号	公开号	专利标题	申请人	细分领域
1	CN105240221B	半潜筏式随风转向水上风力发电设备	珠海卡洛斯工程咨询有限公司	海上风力发电设备
2	CN101089388B	具有转子的风能设备	诺德克斯能源有限公司	风能设备
3	CN101657632B	用于潮汐涡轮机的配置的系统和方法	欧鹏海德洛集团有限公司	涡轮机
4	CN103452758B	风力涡轮机的制动系统	西门子公司	风力涡轮机
5	CN100455793C	风轮机叶片、风轮机以及控制风轮机工作条件的方法	丹麦技术大学	风轮机叶片
6	CN104271944B	浮动风力涡轮机的协调控制	菱重维斯塔斯海上风力有限公司	风力涡轮机控制器
7	CN105035939B	用于建立风力发电设备的塔的方法和装置	乌本产权有限公司	风力发电设备

序号	公开号	专利标题	申请人	细分领域
8	CN105874195B	柱形浮标平台	X 开发有限责任公司	海上空中 风力涡轮 机
9	CN103842647B	风力涡轮机转子和风 力涡轮机	阿尔斯通可再生能源西班牙有 限公司	风力涡轮 机
10	CN102245896B	风轮机转子以及风轮 机	斯维涡轮公司	风轮机

七、汕尾市海上风电产业专利预警分析

截止 2024 年 7 月 31 日，汕尾海上风电产业具有发明专利申请 25 件，实用新型专利 20 件（部分专利同时属于多个领域），专利的细分领域及主要申请人情况如下表 5 所示。主要申请人的统计分析是按照专利申请人的申请量进行统计和排序，以此研究相关技术领域中活跃的企事业单位和个人。海上风电产业的专利申请人按专利申请总量排名，由表 5 可以看出，汕尾海上风电产业主要专利申请人为：华能汕尾风力发电有限公司、广东天能海洋重工有限公司、广东电网有限责任公司汕尾供电局等。

表 5 海上风电产业主要专利申请人排名（数量：件数据来源：壹专利）

排名	申请人	专利数量
1	华能汕尾风力发电有限公司	22
2	广东天能海洋重工有限公司	6
3	广东电网有限责任公司汕尾供电局	4
4	汕尾明阳新能源科技有限公司	3
5	广东长风新型能源装备制造有限公司	2
6	华润新能源(陆丰)风能有限公司	2
7	广东红海湾发电有限公司	1
8	广东电网有限责任公司汕尾陆河供电局	1
9	广东智迪数字科技有限公司	1
10	广东中安实业有限公司	1

八、汕尾市专利技术主题分析

统计汕尾海上风电产业专利申请的 IPC 分类号情况，包括分类号对应的技术内容下的专利申请数量，研究海上风电产业在重点技术领域的分布、重点技术领域的专利申请活跃程度，从而明晰汕尾海上风电产业技术的发展趋势和热点等。

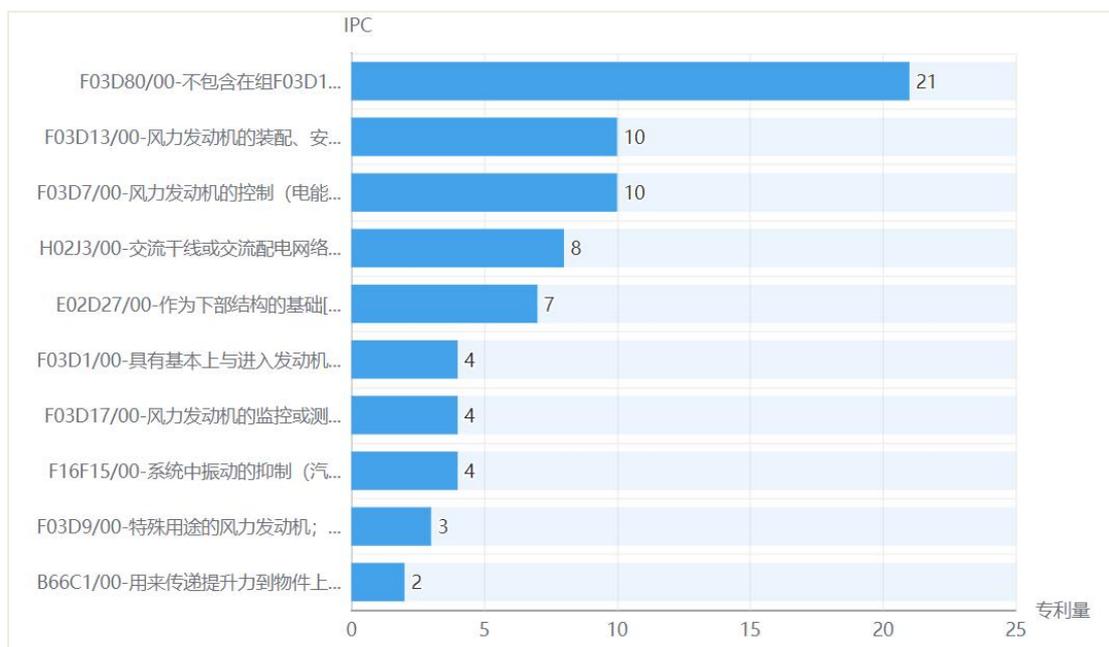


图 2 海上风电产业技术主题 Top10 (数量: 件数据来源: 壹专利)

表 6 海上风电产业技术领域释义

排名	技术领域	描述	专利数量
1	F03D80/00	不包含在组 F03D1/00-F03D17/00 中的零件、组件或附件 [2016·01]	21
2	F03D13/00	风力发动机的装配、安装或试运行, 适用于运输风力发动机部件的配置 [2016.01]	10
3	F03D7/00	风力发动机的控制 (电能的供给或分配入 H02J, 例如网络中调整、消除或补偿无功功率的装置入 H02J3/18; 发电机的控制入 H02P, 例如用于取得所需输出值的发电机的控制装置入 H02P9/00) [2006.01]	10
4	H02J3/00	交流干线或交流配电网络的电路装置 [2006.01]	8
5	E02D27/00	作为下部结构的基础 [2006.01]	7
6	F03D1/00	具有基本上与进入发动机的气流平行的旋转轴线的风力发动机 (其控制入 F03D7/02) [2006.01]	4
7	F03D17/00	风力发动机的监控或测试, 例如诊断 (试车过程中的测试入 F03D13/30) [2016·01]	4
8	F16F15/00	系统中振动的抑制 (汽车座悬挂设备入 B60N2/50); 避免或减少不平衡力的装置或配置, 如由于运动产生的不平衡力 (检	4

排名	技术领域	描述	专利数量
		验静或动平衡的机器或结构入 G01M1/00) [2006.01]	
9	F03D9/00	特殊用途的风力发动机；风力发动机与受它驱动的装置的组合(与由风提供动力的车辆推进单元相结合的装置入 B60K16/00；以与风力发动机相结合为特征的泵入 F04B17/02)；安装于特定场所的风力发动机(产生电能的混合风力光伏能源系统入 H02S10/12) [2016·01]	3
10	B66C1/00	用来传递提升力到物件上的，附在起重机提升、降下或牵引机构上或用于与这些机构连接的载荷吊挂元件或装置(紧固到钢绳或钢缆上的入 F16G11/00)	2

根据图 2 和表 6 所示，展示了海上风电产业在各个细分技术领域的专利布局情况。本期专利申请主要集中在风力发动机零件、组件和风力发动机控制、风力发动机的装配、安装或试运行等细分技术领域。

九、汕尾市创新主体分析

创新主体的创新能力对于产业的创新发展起着直接的影响。通过对这些申请专利量靠前的企业进行深入分析，可以更好为创新主体评估自身的优势和劣势，并预测市场趋势，制定战略规划以及确定市场定位。

1、华能汕尾风力发电有限公司

华能汕尾风力发电有限公司一家从事开发管理,经营管理,生产电力等业务的公司，成立于 2014 年 02 月 12 日，公司坐落在广东省陆丰市，企业的经营范围为:风力发电项目的投资、开发、经营、管理；生产和销售电力；风力发电及其他新能源项目的科技研发；提供电力项目咨询和其他相关服务。主营国内外风电、光伏发电等新能源项目的投资、建设与运营。公司始终坚持以质量和效益为中心，坚持科学发展与合理布局，通过自主开发与项目合作相结合、集中式与分布式相结合、陆地与海上相结合，努力提高发展质量和效益，不断提升公司的盈利能力、竞争能力、抗风险能力和可持续发展能力，立足国内、走向世界，努力创建具有国际竞争力的世界一流新能源企业。

该公司关于海上风电产业专利数量为 22 件，以风力发动机的控制、风力发动机的装配、安装或试运行为主。

2、广东天能海洋重工有限公司

广东天能海洋重工有限公司，位于陆丰市临港工业园罗湖西路1号，公司主要提供海上和陆上风力发电塔、基础管桩、导管架设计、制造、销售及进出口；海洋石油天然气开发设施、港口机械、石油化工设备及钢结构的设计、制造、安装和维修；风力发电设备附件销售及维护服务；自营和代理各类商品和技术的进出口业务；码头及港口货场服务；货物装卸、仓储服务；风电和光伏新能源开发与运营。

该公司关于海上风电产业专利数量为6件，以风力发动机的装配、安装或试运行，适用于运输风力发动机部件的配置为主。

十、汕尾市海上风电产业介绍³

汕尾市作为滨海城市，全市海域面积2.39万平方公里，岛屿881个，均居全省第一，海岸线长455.2公里，居全省第二、粤东首位。与此同时，汕尾风力资源禀赋良好，沿海年均风速达9-10米/秒，风能密度在500瓦/平方米以上，近海深水区年有效平均利用小时数超过4000小时。

“十四五”期间，汕尾规划了共计3435万千瓦的海上风电场址，致力于打造千万千瓦海上风电基地，再造一个“海上三峡”。目前，汕尾后湖、甲子一、甲子二海上风电场共140万千瓦已实现全容量并网。汕尾（陆丰）海洋工程基地集合了海上风电整机、叶片、塔筒、导管架、单桩、海缆等海上风电产业，形成了以生产风机的明阳为龙头，集聚了制造导管架的广东天顺、制造海缆的南海海缆、建设塔筒的广东天能、制造钢管的广东蓝精等海上风电一流头部企业入园，已初步建成集技术研发、设备制造、检测认证、运行维护于一体的海上风电工程装备制造产业园区，基本涵盖了产业链上、中、下游，是广东省内唯一一个海上风电主产业链全链条产业园。

2024年7月3日，全球单体容量最大的漂浮式风电平台“明阳天成号”在广州完成吊装。和普通海上风机不同，“明阳天成号”漂浮式风电平台为全球首次采用双风轮、双主机设计。两座塔筒以“V”字形排列，搭载两台8.3兆瓦风机，总容量达到16.6兆瓦。轮毂中心高度达到128米，空中最大宽度约为369

³汕 <https://mp.weixin.qq.com/s/ugvWcU5ZOMAnnMUpQcblQ> 陆丰海洋经济的“三维布局”

米。据测算，“明阳天成号”正式投运后，平均每年可发电约 5400 万度，能满足 3 万户三口之家一年的日常用电。

汕尾市海上风电产业在装机规模、产业集群、技术创新等方面均取得了显著进展。未来，随着海上风电技术的不断进步和市场需求的持续增长，汕尾市海上风电产业有望迎来更加广阔的发展前景。