

2024年第3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

随着对可再生能源需求的增加以及对环境保护的重视，海上风电成为了清洁能源产业的重要组成部分。海上风电产业主要包括海上风电装备，海上风电装备指用于在海上建设和运营风力发电场的设备和设施。在海上建设风力发电场时，需要用到各种不同类型的装备，以确保风力发电场的稳定运行和高效发电，主要包括风力发电机组、风力发电塔、输电系统及维护船舶和设备，海上风电也作为一种潜力清洁能源，具有发电利用效率高、不占用土地资源、适宜大规模开发、风机水路运输方便、靠近沿海电力负荷中心等优势。我国海上风能资源丰富、开发潜力巨大，对保障能源安全、推进绿色低碳发展、实现“双碳”目标具有重要意义。近年来，得益于国家相关规划及相关政策对新能源发展的大力扶持，同时伴随着全国范围内的电力需求持续增长，我国海上风电行业迅猛发展，行业装机容量也随之快速增长。

一、产业发展现状¹

1、全球海上风电产业现状

海上风电因其资源丰富，不占用陆上土地资源，适合大规模、高强度开发，开发效率高，靠近传统的电力负荷中心，有利于电网消纳、减少长距离输电带来的投资成本增加和电力损耗等诸多优势，其发展更是得到了世界各国的大力支持。同时，随着全球碳减排工作的推进，各主要经济体陆续公布了各自可再生能源的占比目标或风电装机容量规划，从政策端推动自身能源转型，支撑绿色能源发展。以全球能源转型为标志的新发展阶段已经开启，海上风电也迎来了高景气发展¹。

根据全球风能理事会（GWEC）的统计数据，截至 2022 年底，全球海上风电累计装机容量已达到 64.3GW，遍布三大洲 19 个国家/地区，占全球风电总装机容量的约 7.1%。主要海上风电市场装机容量分布为：中国 30.51GW、欧洲 30.272GW、中国台湾地区 1.0GW、东盟 0.874GW、日韩 0.278GW、美国 0.042GW。按现有海上风电装机总容量排名，中国已于 2021 年超越英国成为全球海上风电装机规模最大的国家，并在 2022 年保持第一；英国是全球海上风电装机第二大

¹ <https://mp.weixin.qq.com/s/6b4PuLdkgYPEwryMTS-W4w> 中交海峰 张金福

国，占全球总规模的 22%；德国、荷兰、丹麦和比利时，排名依次为第三、第四、第五和第六；上述 6 个国家占据了全球海上风电市场的九成以上。

2、产业的发展趋势

我国海上风电潜力巨大，可开发容量达到 30 亿千瓦；沿海省份高度重视海上风电发展，根据相关地方政府相关规划，“十四五”海上风电新增装机超过 4400 万千瓦，年均新增超过 1000 万千瓦。2021 年海上风电抢装，2022 年中央补贴取消，海上风电将步入平稳快速增长期。

趋势一：海洋资源一体化开发

海上风电紧邻负荷中心，海上风电逐渐走向深远海，新建输电设施成本较高，而利用现成的天然气管道可以大大降低成本，同时海上风电与海洋牧场、海上油气、海水淡化，氢能、储能多种能源综合利用融合发展，有助于提升海域利用效率，推进海上风电制氢等综合应用，是海上风电的重要发展方向。

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》提出，支撑海洋资源综合利用，推动海上风电项目开发与海洋牧场、海上制氢、观光旅游、海洋综合试验场等相结合，力争到 2025 年底累计建成投产装机容量达到 1800 万千瓦。

趋势二：半直驱、直驱比重不断增大

海上风电场建设的核心设备之一是风电机组。随着海上风电的需求上升，机组单机容量增大，海上风电机组的类型从早期应用在陆上风电的恒速恒频鼠笼式异步风机发展为变速恒频的高速传动双馈式异步风机，目前半直驱式永磁同步风机和直驱式永磁同步风机在海上风电中应用比例不断增加。

双馈式齿轮箱故障率相对较高；直驱式没有齿轮箱，运行稳定，对发电机性能要求高，且成本偏高。

半直驱技术路线采用中速齿轮箱+中速永磁同步发电机+全功率变频技术，兼顾直驱的高稳定性和双馈的低成本优势，即避免使用多级齿轮箱导致的故障率偏高，也减轻了永磁发电机的体积和重量，预计是“十四五”海上风电发展选择趋势。

二、热门技术解析²

² <https://mp.weixin.qq.com/s/ZMpUlnGMu9ag7CpZKhiuWA> 海风讲堂 | 中国海上风电发展介绍及全过程开发流程

1、漂浮式是风电产业的必然之争

目前，我国主要对离岸距离较近（10-50km 以内）和海水较浅（0-50m 以内）的近海海域进行海风资源开发。随着时间的推移，近海海域资源开发已经接近饱和，进一步开发剩余的近海海域面临着多方面的挑战。

首先，我国近海水域范围有限，海上风电的发展空间在很大程度上受到施工作业、航道、渔业养殖的挤占。其次近海地区的水深相对较浅（多为 50 米以下），这可能会影响最优技术路线的选择。此外，近海地区的环境高度敏感，沿海生态系统和海洋生物多样性使得开发海上风电面临较强的生态约束。最后，近海风电场址布局相对分散，运营维护方面的降本效率相对较弱，整体规模效应还有很大提升空间。

据 GWEC 统计，全球超过 80% 的海上风能资源潜力都蕴藏在水深超过 60 米的海域。我国拥有长达 1.8 万公里海岸线和 300 万平方公里的可利用海域面积，每年风速大于或等于 6m/s 的时数达到 4000 小时。

我国深远海风资源丰富，具备海风开发由近及远的自然基础，根据中国对海风的规划，海风资源规划空间 400GW，其中近海 100GW，深远海 300GW，深远海地区风能储量是近海的三倍以上。

漂浮式海上风电发展主要经历单机示范项目、小规模试点项目、预商业项目和商业规模项目四个阶段，目前大多数已安装的漂浮式海上风电项目是单机或多机示范项目。

漂浮式基础是“深海风能岛”，适应性和灵活性是优势。不同于传统的固定式基础，漂浮式基础通过在浮体内部注水压载，实现在水中漂浮并保持平衡状态，能够适应深海环境的变化，捕捉到更多的深海风能资源。

漂浮式基础的制造和安装过程相对简单，更容易进行整体运输和吊装，可缩短风电项目的建设周期、降低成本。

2、消纳更多依赖柔直送出

考虑资源潜力、消纳能力、近海海域用地紧张等因素，深远海风电必然是未来海上风电发展的重要方向。

相比陆上风电，海上风电的并网送出工程更为复杂。从技术经济性角度看，近海风电使用交流输电技术具有明显优势；随着深远海风电开发规模的扩大化，

直流送出方案优势逐步凸显。在输送功率相等、可靠性相当的可比条件下，直流输电的换流站投资高于交流输电的变电站投资，而直流输电线路投资低于交流输电线路投资；随着输电距离的增加，交/直流输电存在等价距离，目前通常认为约在 50~75km 范围。

随着电力电子技术发展、换流装置价格下降，交/直流输电的等价距离还会进一步缩短。大规模海上风电接入我国东南沿海负荷中心电网，加之电网特高压直流落点多、分布式光伏大量接入，电网安全稳定问题相对突出。我国在“十四五”乃至更长时期内，将主要采用高压交流、柔性直流输电技术来实现海上风电并网送出。

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 4 月 1 日至 2024 年 4 月 30 日期间新增授权专利 1709 件，其中发明专利授权 1167 件，实用新型专利申请 542 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、中国电力科学研究院有限公司、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	163
2	中国电力科学研究院有限公司	54
3	北京金风科创风电设备有限公司	42
4	SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A S	37
5	中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司	36
6	VESTAS WIND SYSTEMS A S	35
7	阳光电源股份有限公司	32
8	GENERAL ELECTRIC RENOVABLES ESPANA SL	32
9	华为数字能源技术有限公司	32
10	浙江大学	28

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 163 件,以交流干线或交流配电网络的电路装置为主,该公司最新发明专利 CN115249979B 公开了一种双馈风电机组弱电网工况下的故障穿越控制方法及装置,涉及新能源发电技术领域。该方法包括:根据并网点机端的电网电压值确定双馈风电机组的运行状态;获取所述运行状态确定对应的无功电流给定策略,并根据所述无功电流给定策略确定所述运行状态对应的无功电流;将所述无功电流分配至所述双馈风电机组。本申请的双馈风电机组弱电网工况下的故障穿越控制方法及装置,有助于提高双馈风电机组在弱电网环境下的适应性,在保证迅速无功支撑能力的情况下,避免因快速变换的无功波动造成电压振荡。

2、中国电力科学研究院有限公司

中国电力科学研究院有限公司(简称中国电科院)成立于 1951 年,是国家电网有限公司直属科研单位,是中国电力行业多学科、综合性的科研机构。主要从事超/特高压交直流输变电技术、电网规划分析及安全控制技术、输变电工程

设计与施工技术、配用电技术以及新能源、储能与电工新技术、信息与通信、能效测评及节能、人工智能等技术的研究，研究范围涵盖电力科学及其相关领域的各个方面。

建院六十余年来，中国电科院肩负着促进电力科技进步、为电力工业建设和发展提供坚强技术支撑的重要历史使命。在我国电力工业发展的各个标志性阶段，都提供了大量的技术支撑，做出了积极贡献。围绕电力科学及其相关领域的各个方面，攻克了一系列重大核心技术，显著提升了自主创新能力，在我国电力事业的发展过程中发挥了不可替代的作用。获得国家级科技奖励超百项(其中国家科技进步特等奖 2 项、一等奖 11 项)，省部（行业）级科技奖励 900 余项，累计拥有有效专利 3700 余项，出版专著 450 余部，发表学术论文 8000 余篇。

拥有国家电网有限公司特高压交流试验基地、特高压直流试验基地、西藏高海拔试验基地、特高压杆塔试验基地，国家电网仿真中心、国家电网计量中心，构建了目前世界上功能最完整、试验能力最强、技术水平最高的特高压、大电网试验研究体系，并在大电网安全稳定经济运行、特高压交直流输电、坚强智能电网及泛在电力物联网建设等方面发挥重大作用。建成了国家能源大型风电并网系统研发（实验）中心和国家能源太阳能发电研发(实验)中心，具备完善的风电和太阳能发电试验检测能力。

该公司本期新增专利申请数量为 54 件，以交流干线或交流配电网络的电路装置为主，该公司最新发明专利 CN117913851A 公开了一种风电场-集中式储能的频率支撑协调控制方法及系统包括：当系统的实时频率低于设定阈值时，基于系统频率、额定频率、设定的下垂增益、系统频率变化率和设定的惯性增益计算风电场-集中式储能需增发有功功率；根据风电机组的运行状态，将风电机组分为 1 类恒功率和 2 类非恒功率运行机组；基于风电机组转速、转矩极限和机组常工作状态的发电功率计算可增发功率容量；基于需增发有功功率和可增发有功功率在所述 1 类恒功率运行机组、2 类非恒功率运行机组和储能之间进行功率分配，得到频率支撑协调控制方案。本发明充分挖掘了恒功率运行风电机组增发功率的潜力，扩展了风电机组的频率支撑能力，可以降低储能的配置和运行需求，提高了经济性。

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 42 件，以风力发动机的控制为主，该公司最新发明专利 CN117823531A 公开了一种传动系统和风力发电机组，包括固定件、主轴、轴承、端盖以及密封组件，主轴插接于固定件的配合孔内并与固定件同轴设置，轴承设置于主轴与固定件之间，在主轴的轴向上，轴承的两端分别设置有端盖，至少一个端盖在主轴的径向上面向主轴的一端设置有环形容纳槽，密封组件设置于容纳槽，密封组件环绕主轴设置且在径向上夹持于主轴以及端盖之间，密封组件包括沿轴向交替且层叠设置的密封环以及间隔环，密封环的数量至少为两个，间隔环的硬度大于密封环的硬度，其中，容纳槽上设置有回油孔，沿径向，间隔环覆盖回油孔设置。本方案能够在密封失效的情况下进行回油处理并形成二次密封，防止漏油产生的不良影响。

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]	1954
2	E02D27/00	作为下部结构的基础 [2006. 01]	617
3	G06Q50/00	特别适用于特定商业行业的系统或方法，例如 公用事业或旅游（医疗信息学入 G16H） [2006. 01, 2012. 01]	504
4	F03D80/00	不包含在组 F03D1/00-F03D17/00 中的零件、组件或附件 [2016 • 01]	497
5	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]	483
6	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]	390
7	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]	339

排名	技术领域	描述	专利数量
8	G06Q10/00	行政；管理（8,2012·01）[2012·01]	329
9	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 F03D 13/30）[2016·01]	266
10	H02J7/00	用于电池组的充电或去极化或用于由电池组向负载供电的装置[2006.01]	239

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络的电路装置、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	CN111492558B	供电仲裁装置、供电装置、耗电装置、供电远程控制装置、供电仲裁方法及电力系统	索尼公司	提供一种供电仲裁装置，使得电力消耗方侧可以采取主动以稳定电力系统并抑制电力消耗方的峰值电力。
2	CN112952907B	供电系统及直流汇流箱的输出电压控制方法	华为数字能源技术有限公司	本申请提供了一种供电系统及直流汇流箱的输出电压控制方法，采用本申请，可保证直流汇流箱在与逆变器难以通信的情况下依然可以正常启动和工作，提高了供电系统的稳定性，适用性强。
3	CN113775488B	冷却系统及风力发电机组	金风科技股份有限公司	本发明涉及一种冷却系统及风力发电机组。本发明通过各

序号	公开号	专利标题	申请人	核心创新点
				冷却回路之间相互隔离地热耦合实现冷量的合理分配及余热的合理应用,从而实现冷热的均衡利用,降低系统功耗。
4	EP3087655B1	POWER SUPPLY SYSTEM	MURATA MANUFACTURING CO	一种电源控制系统,包括: 电源控制装置(4), 包括控制单元(82)和连接到主外部电源系统(1)的电源路径; 和 第二外部发电系统,该第二外部发电系统与第一外部发电系统分离并且连接到电源控制装置。
5	CN112567129B	用于风力涡轮功率系统的跳闸减少工具	通用电气可再生能源西班牙有限公司	一种用于风力涡轮功率系统的电路的跳闸减少工具。当跳闸的位置位于多个电气装置中对应于电路的薄弱环节的电气装置中时,处理器基于收集的数据确定用于电路的第二电容水平。另外,处理器在电路的薄弱环节处提供第二电容水平,以减少电气装置的未来跳闸。
6	CN113474152B	用于制造用于风力涡轮的转子叶片的叶片部段的结构部件的方法	通用电气可再生能源西班牙有限公司	该方法包括提供结构部件的模具,该模具具有限定结构部件的外表面的外壁。该方法还包括将至少一个工具销紧固到外壁,用于在结构部件中限定销接头槽。此外,该方法包括将(多个)外纤维层和(多个)结构特

序号	公开号	专利标题	申请人	核心创新点
				征经由树脂材料灌注在一起,以便形成结构部件。
7	CN112639283B	转子叶片, 风能设备和用于优化风能设备的方法	乌本产权有限公司	转子叶片在安装在风能设备处之前在分离部位处分为内叶片部段和外叶片部段, 其中内叶片部段从根部段伸展至分离部位, 其中所述根部段用于将转子叶片安装在风能设备的转子毂处, 并且外叶片部段从分离部位直至转子叶片尖部。
8	CN111720260B	风力涡轮机叶片和风力涡轮机	西门子歌美飒可再生能源公司	该风力涡轮机叶片包括外壳和具有至少一个翼梁帽的翼梁, 借以所述至少一个翼梁帽中的至少一个包括至少两个纵向支撑结构元件, 借以所述至少两个纵向支撑结构元件中的至少两个沿风力涡轮机叶片的纵向方向布置成彼此相邻, 并且至少一个纵向支撑结构元件包括碳纤维增强塑料, 且至少一个另外的纵向支撑结构包括与碳纤维增强塑料不同的至少一种纤维增强塑料。
9	CN108757905B	风电增速箱的润滑机构及其刮油板	南京高速齿轮制造有限公司	本发明公开一种风电增速箱的润滑机构及其刮油板, 包括箱体、低速级齿轮、中间级齿轮、高速级齿轮和润滑油道。

序号	公开号	专利标题	申请人	核心创新点
10	CN111279069B	用于风力涡轮机的导风系统	温诺韦弗公司	公开了用于将风力涡轮机前方和/或上方的风从第一方向引导至第二方向的导风系统。该导风系统导风件被布置并构造成使风的方向改变,以便通过将周围的一些风添加或引导到尾流中使离开导风件的风将增大转子后方的尾流中的风速。

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	CN113339203B	一种风力机塔架螺栓松动的报警系统	大唐新疆清洁能源有限公司	风力发动机的监控或测试
2	CN111444626B	双馈风机结构参数在线参数辨识方法	河北工业大学	风力发电机电气控制领域
3	CN111486063B	具有减震功能的发电装置	重庆三峡学院	发电机减震装置领域
4	CN105209754B	包括冲击吸收装置组合的浮动式及配件上的海上风力涡轮	IFP 新能源公司	海上风力涡轮的领域
5	CN111441909B	一种能够避免强风破坏的风力发电装置	驻马店职业技术学院	风力发电技术领域
6	CN108644073B	一种风力发电机塔筒的清洁机器人	北京工业大学	风电机器人领域
7	CN106143825B	海上浮式水电联产平台	武汉理工大学	船舶或类似浮动结

序号	公开号	专利标题	申请人	细分领域
				构领域
8	CN104364518B	控制风轮机上的叶片的型线的方法	KK 风能解决方案公司	风电叶片领域
9	CN101711308B	风能设备的转子叶片	再生动力系统欧洲公司	风电叶片领域
10	CN102155352B	漂浮式水上风力发电设备	张啸	风力发电技术领域

七、汕尾市海上风电产业专利预警分析

截止 2024 年 4 月 30 日，汕尾海上风电产业具有发明专利申请 21 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：华能汕尾风力发电有限公司、广东天能海洋重工有限公司、汕尾明阳新能源科技有限公司等。

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	汕尾明阳新能源科技有限公司	3
4	广东电网有限责任公司汕尾供电局	3
5	华润新能源(陆丰)风能有限公司	2
6	汕尾市信微实业有限公司	1
7	林雄强	1
8	广东红海湾发电有限公司	1
9	广东电网有限责任公司汕尾陆河供电局	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。

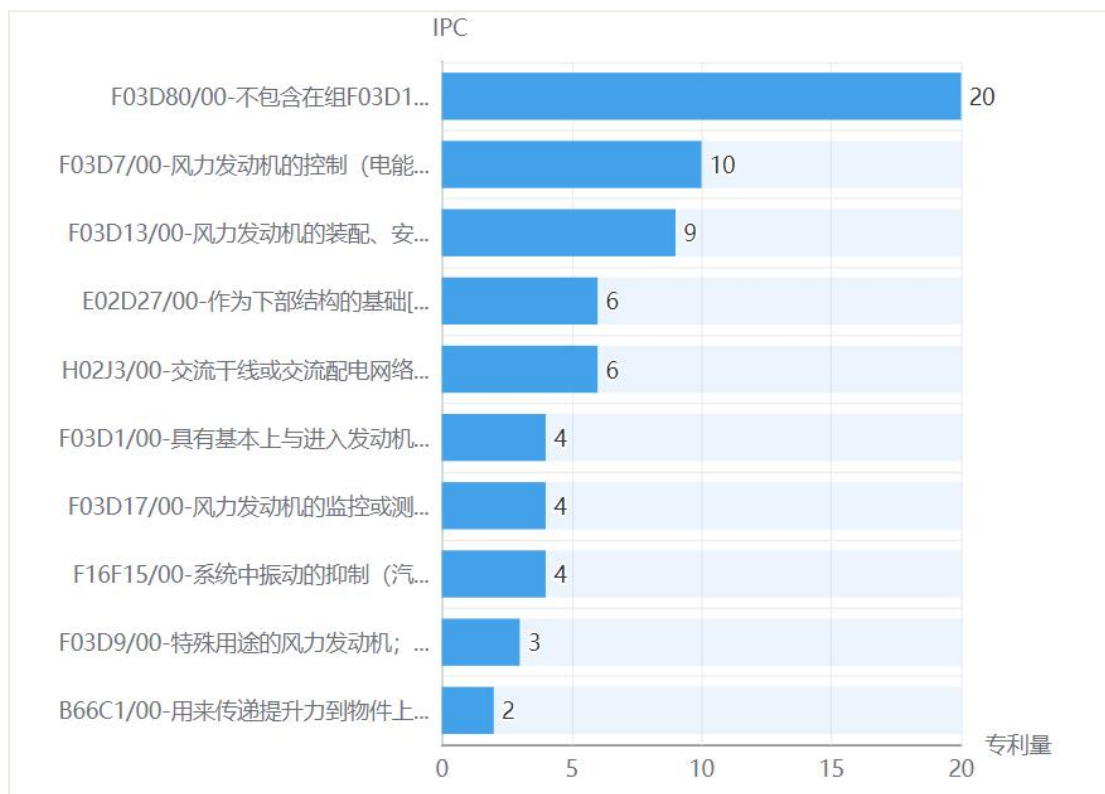


图 2 海上风电产业技术主题 Top10（数量：件 数据来源：壹专利）

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]	20
2	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
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]	9
4	E02D27/00	作为下部结构的基础[2006. 01]	6
5	H02J3/00	交流干线或交流配电网络的电路装置[2006. 01]	6
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 F03D 7/02) [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 F03D 13/30）[201	4

排名	技术领域	描述	专利数量
		6 • 01]	
8	F16F15/00	系统中振动的抑制（汽车座悬挂设备入 B 60N2/50）；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（检验静或动平衡的机器或结构入 G01M1/00）[2006.01]	4
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 B60K 16/00；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

海上风电作为驱动世界各国能源低碳转型的重要路径和我国重点培育的战略性新兴产业，近年来得到飞速发展。在汕尾，海上清洁能源从无到有、从有到专、从专到特，呈现出令人瞩目的快速发展态势。以生产风机的明阳为龙头，汕尾（陆丰）临港产业园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，是我省内唯一一个海上风电主产业链全链条产业园。

汕尾海上风电产业具体有如下特点：首先，海上风电开发条件好。汕尾省管海域红海湾场址中心离岸距离 30—40km，是全省离岸最近的场址，场址水深较浅，场址集中，适宜集中连片、规模化开发，场址综合开发条件最优。国管海域场址风湍流强度较小，风能资源优越，海域面积广，海上风力资源储备丰富，可

³ 汕尾日报：“风”驰“电”掣中的“汕尾制造”——我市全力打造全产业链海上风电装备制造产业基地；南方日报：汕尾海洋工程基地：千亿级产业集群快速发展

供开发的深远海场址有 2855 万千瓦规模。同时，汕尾正在推进以苏南站为中心的北通道，以茅湖北站为中心的中通道，以陆丰站、茅湖站为中心的南通道等“三大能源通道”，提升送出能力 3000 万千瓦，海上风电接入送出条件优越。

其次，汕尾海上风电开发规模大。根据国家批复，广东省“十四五”规划场址中，汕尾纳入规划的海上风电装机规模总共 1040 万千瓦，是全省唯一既有省管海域也有国管海域场址的地市。未来，汕尾还将规划 2255 万的深远海海上风电场址，海上风电场址开发总规模达到 3435 万千瓦。

再次，“海上风电+海水制氢”产业基础优。汕尾市联合各开发企业积极开展海洋氢能研究，着力打造海洋氢能综合利用示范项目，深圳能源集团提出了浮岛式海上风电制氢储氢一体化海上试验平台，华电集团提出了融科氢能产业项目，华润集团提出了风光储氢醇产业项目，中海油集团提出了电解水制氢及储氢、输氢、用氢示范应用项目等氢能产业项目，结合汕尾海岸线优势，充分发挥汕尾海工基地码头优势，开展海上风电海水制氢技术示范。