

前言

2021 年，处于发展初期的全球海上风电迅猛成长。中国装机容量达到 16.9GW，几乎是此前欧洲 10 年装机容量的总和。风机大型化加速，各项成本都在降低，前景巨大。

风机大型化促使安装船不断变大变强。浮吊、起重船、大型铺缆船的尺寸和能力以及安装效率提升。

风电海工装备领域已经出现了大型化装备订单潮，替代目前中小型安装船队。国内和国外市场表现不一，国内安装船建造市场已经出现投机态势，2022 年左右的订单已经超过 10 艘。

欧洲风电安装船日费有待提升，对于动辄超过 3 亿美元的风电安装船，融资时间长，承包商在等待日费的进一步抬升。

由于全球部分海上风电项目已经实现了平价，成本降大幅降低，浮式风电的经济性日趋凸显。

浮式风电在技术上不受限于水深，能够解锁全球海上风能的大部分资源，前景广阔。先知先觉的挪威 Aker 集团已经成立了诸多浮式风电公司，参与了多个浮式风电开发项目，领跑浮式风电新赛道。浮式风电经过多年的测试，技术日趋成熟，目前处于商业化应用的前沿。

当然，浮式风电最大的问题还是高成本，关键技术比如平台技术、系泊技术和动态电缆技术，风机技术等，都有很大的完善空间。

在全球海上风电加速发展以及浮式风电即将商业化应用的 2022 年，SinorigOffshore 推出《全球风电海工与浮式风电市场 2022-2030 年展望》报告，对海上风电和浮式风电市场规模、投资规模、装备需求进行分析展望，以供业内人士参考。

研究方法

报告覆盖风电海工主要细分市场，分析了这些市场的现状以及在未来 5-10 年的发展趋势，是目前风电海工产业最全面的一本报告。

报告展望数据来源多而广泛，除了 SinorigOffshore 自己的风电海工装备数据，还引用了国内可再生能源学会风电专委会（CWEA）以及欧洲专业风电研究机构的数据。

报告对全球整个海上风电产业发展的展望期设置为 10 年，即预测到 2030 年。在这个框架下，报告对主要风电海工装备需求展望到 2025 年。根据现有海上风电相关项目推进和计划表，许多项目的并网时间已经超过 2025 年，利于报告对风电安装船、运维船和其他风电海工装备的需求预测。

报告采用了先预测未来装机容量变化，然后测算出全球各大市场每年的风机安装量，再预估风机大型化的趋势，从而得出每年安装风机单机容量呈现上升趋势的结论。2025 年以后，欧洲可能都将是 12MW 以上的机型。

最后，报告根据不同风电安装船对不同型号机型的安装能力，测算出每年平均安装风机数量，得出每年实际风电安装船需求量。

必须指出的是，风电海工装备可替代性强，可改装性强。平台和设备均可以改装来适应越来越大的市场。

在某些区域市场，风电海工船舶甚至用渔船、浮吊和驳船经过简单的改装而投入作业，因而未来新造装备存在不确定性。但总体而言，随着风电大型化，风电海工装备正在变得越来越专业，许多新造风电安装船和运维船，包括铺缆船，都根据风电市场的特点进行了单独定制，不再广泛适用于多个市场，提高了对未来大型新造风电海工装备预测的准确性。

本报告海工专业数据来自于 SinorigOffshore 的风电海工数据库，SinorigOffshore 的海工情报 (www.sinorigoffshore.com)。同时，SinorigOffshore 大量研判了其他各种海工数据，调研走访了深度参与海工项目的行业专家，包括融资、法律、保险、建造、设计以及关键设备供应商、新闻咨询机构等，如今报告付梓刊行，供业内参考。

目录

第一章 全球海上风电市场现状暨 2022-2030 展望	13
1.1 全球主要海上风电市场现状和规划	14
1.2 2021 年全球海上风电装机统计	24
1.3 全球主要国家和地区海上风电最新规划	28
1.4 全球海上风机大型化趋势	34
1.5 全球海上风电 2022-2030 年展望	41
1.6 全球海上风电资本支出 2022-2027 展望	47
1.7 全球海上风电度电成本展望	51
附录：中国海上风电回顾与展望	54
第二章 油气巨头转型海上风电——趋势和挑战	56
2.1 油气开发经验用于海上风电	57
2.2 油服公司转型风电成为风潮	61
2.3 挪威政府：海上风电投资回报较低	63
2.4 石油巨头能源转型任重道远	68
2.5 海上风电和海洋油气投资对比和展望	70
第三章 海上风电安装船供需现状与 2022-2025 展望	71
3.1 全球海上风电安装船发展现状及趋势	72
3.2 中国风电安装船船队分析	78
3.3 欧洲风电安装船船队分析	87
3.4 全球风电安装船 2022-2030 供需展望	96
3.5 全球风电安装船市场最新动态	101
第四章 全球海上风电运维船现状与 2022-2025 展望	123
4.1 全球风电运维船分析与 2030 需求展望	124
4.2 欧洲海上风电场与运维船未来发展预测	130

4.3 全球海上风电运维技术现状与发展趋势	134
4.4 全球风电运维船市场最新动态	139
第五章 全球海上风电重点技术发展趋势	147
5.1 全球海上风电技术发展趋势	148
5.2 欧洲海上换流站现状及发展前景	156
5.3 我国海上换流站现状及发展前景	161
5.4 中国海上风电成本大幅度降低	164
第六章 欧洲与美国海上风电行业与项目简介	168
6.1 英国海上风电行业和典型项目分析	169
6.2 丹麦海上风电行业和典型项目分析	183
6.3 荷兰海上风电行业分析	188
6.4 德国海上风电行业分析	190
6.5 比利时海上风电行业分析	192
6.6 挪威国油 Equinor 的海上风电发展战略	194
6.7 美国海上风电市场和政策简介	198
6.8 美国海上风电发展前景评估	201
6.9 美国海上风电发展可能慢于预期	206
6.10 欧洲风电供应链将覆盖美国市场	209
第七章 浮式风电特点与发展现状	214
7.1 浮式风电的特点和发展	215
7.2 浮式风电潜在市场	220
7.3 浮式风电供应链	222
7.4 浮式风电最新动态	225
7.5 浮式风电的优势和技术挑战	236
7.6 浮式风电成本降低分析和展望	241

第八章 全球浮式风电项目统计与案例分析	246
8.1 全球浮式风电项目统计	247
8.2 X1 Wind 漂浮式风电概念简析	253
8.3 全球首个浮式风电项目 Hywind Tampen 简介	257
8.4 Blue H TLP 漂浮式风电技术简析	260
8.5 Hywind 漂浮式风电技术简析	264
8.6 Ideol-Damping Pool 漂浮式风电技术简析	268
8.7 WindFloat 漂浮式风电技术简析	272
8.8 我国漂浮式风机发展现状和展望	277
第九章 全球浮式风电市场 2022-2030 年展望	281
9.1 全球浮式风电装机量 2022-2030 年展望	282
9.2 欧洲、亚洲和美国浮式风电分析和展望	285
9.3 全球浮式风电远期展望	289
第十章 浮式风电技术分析	293
10.1 浮式风电技术简介	294
10.2 浮式风电技术发展趋势	297
10.3 漂浮式风机关键技术统计	300
10.4 浮式风机六种基础选型	305
10.5 浮式风机半潜式基础选型	311
10.6 浮式风机浮体结构技术	317
10.7 浮式风机系泊系统	319
10.8 浮式风电技术难题和发展前景	320
第十一章 全球主要地区海上风电项目和运营商	322
附录 1: 中国海上风电项目和运营商列表	322
附录 2: 欧洲大于 800MW 的海上风电项目统计	327

图表目录

第一章 全球海上风电市场现状暨 2022-2030 展望	13
图表 1.1.1 全球主要海上风电区域市场现状和规划	14
图表 1.1.2 全球主要海上风电国家发展现状和规划	15
图表 1.1.3 欧洲主要海上风电国家发展现状和规划	16
图表 1.1.4 欧洲海上风电现状和规划 单位: GW	17
图表 1.1.5 欧洲海上风电项目平均容量 单位: MW	17
图表 1.1.7 欧洲计划中项目结构形式比例	18
图表 1.1.8 欧洲主要海上风电运营商对比	18
图表 1.1.9 中国海上风电现状和规划 单位: GW	19
图表 1.1.10 中国海上风电项目平均容量 单位: MW	20
图表 1.1.11 中国海上风电主要运营商	20
图表 1.1.12 亚太 (除中国外) 海上风电现状和规划 单位: GW	21
图表 1.1.13 亚太 (除中国外) 海上风电项目平均容量 单位: MW	21
图表 1.1.14 亚太 (除中国) 计划中项目结构形式比例	22
图表 1.1.15 北美海上风电现状和规划 单位: GW	22
图表 1.1.16 北美海上风电项目平均容量 单位: MW	23
图表 1.1.17 北美市场计划中项目结构比例	23
图表 1.2.1 2021 年全球海上风电装机容量对比 单位: GW	24
图表 1.2.2 全球海上风电新增装机容量 2008-2021 年变化 单位: GW	25
图表 1.2.3 全球海上风电累计容量 单位: GW	25
图表 1.2.4 全球部分海上风电在建项目	26
图表 1.2.5 中、欧、亚太区部分海上风电项目对比	27
图表 1.3.1 全球海上风电最新规划	28
图表 1.3.2 中国各地区海上风电十四五规划发展目标	30
图表 1.4.1 2022 年全球最新海上风机发展	34
图表 1.5.1 全球海上风电年度新增容量 2022-2030 年展望	41
图表 1.5.2 全球海上风电累计容量 2008-2030 年展望 单位: GW	42
图表 1.5.3 2030 年全球海上风电四大市场格局展望	42

图表 1.5.4 欧洲市场海上风电装机每年新增容量 2022-2030 年展望 (单位: GW)	43
图表 1.5.5 欧洲市场海上风电装机总容量 2022-2030 年展望 (单位: GW)	43
图表 1.5.6 中国海上风电 2008-2030 年每年装机数据展望 (GW)	44
图表 1.5.7 中国海上风电累计装机容量 2008-2030 年展望 (GW)	44
图表 1.5.8 北美市场海上风电装机每年新增容量 2022-2030 年展望 (单位: GW)	45
图表 1.5.9 北美市场海上风电装机总容量 2022-2030 年展望 (单位: GW)	45
图表 1.5.10 亚太市场海上风电装机每年新增容量 2022-2030 年展望 (单位: GW)	46
图表 1.5.11 亚太市场海上风电装机总容量 2022-2030 年展望 (单位: GW)	46
图表 1.6.1 全球海上风电 2022-2027 年资本支出展望 单位: 亿美元	47
图表 1.6.2 全球四大地区海上风电 2022-2027 年资本支出展望 单位: 亿美元	48
图表 1.6.3 全球固定式和浮式风电项目 2022-2027 年资本支出展望 单位: 亿美元	49
图表 1.6.4 全球浅水、深水和超深水风电项目 2022-2027 年资本支出展望 单位: 亿美元	50
图表 1.7.1 全球海上风电度电成本 2050 年展望 单位: 美元每百度	51
图表 1.7.2 浮式风电平准化度电成本降低 2050 年展望	52
图表 1.7.3 风场规模为 1GW 的项目使用 10MW 和 14MW 风机的成本对比	53
第二章 油气巨头转型海上风电——趋势和挑战	56
图表 2.1.1 Subsea 7 和 OHT 公司对未来海上风电市场的展望	62
图表 2.3.1 油气项目与风电项目盈亏比例对比	65
图表 2.5.1 海上风电与海洋油气资本支出 2022-2025 年展望	70
第三章 海上风电安装船供需现状与 2022-2025 展望	71
图表 3.1.1 未来海上风机参数	74
图表 3.1.2 国内主要坐底式风电安装船	74
图表 3.2.1 中国不同船型的海上风电安装船数量	78
图表 3.2.2 中国不同安装能力的风电安装船数量	78
图表 3.2.3 中国自升式风电安装船建造交付分析	79
图表 3.2.4 中国自升式风电安装船船队规模 2009-2023 年变化	79
图表 3.2.5 中国自升式风电安装船状态	80

图表 3.2.6 中国自升式风电安装船状态-----	80
图表 3.2.7 中国主要自升式风电安装船承包商-----	81
图表 3.2.8 中国主要自升式风电安装船承包商-----	82
图表 3.2.9 中国主要风电安装船建造商-----	82
图表 3.2.10 中国主要风电安装船建造商-----	83
图表 3.2.11 中国运营中的自升式风电安装船清单-----	83
图表 3.2.12 中国在建自升式风电安装船清单-----	85
图表 3.2.13 中国待定的自升式风电安装船项目清单-----	85
图表 3.3.1 欧洲自升式风电安装船-----	87
图表 3.3.2 欧洲自升式风电安装船能力-----	87
图表 3.3.3 欧洲自升式风电安装船交付状况-----	88
图表 3.3.4 欧洲自升式风电安装船船队规模-----	88
图表 3.3.5 欧洲自升式风电安装船状态-----	89
图表 3.3.6 欧洲自升式风电安装船状态分析-----	89
图表 3.3.7 欧洲自升式风电安装船建造国家-----	90
图表 3.3.8 欧洲自升式风电安装船建造船厂-----	90
图表 3.3.9 欧洲自升式风电安装船承包商-----	91
图表 3.3.10 欧洲自升式风电安装船设计-----	91
图表 3.3.11 欧洲自升式风电安装船起重能力-----	92
图表 3.3.12 欧洲船型风电安装船列表-----	92
图表 3.3.13 欧洲在建中大型自升式风电安装船列表-----	93
图表 3.3.14 欧洲在运营中大型自升式风电安装船列表-----	94
图表 3.3.15 欧洲小型自升式风电安装船列表-----	95
图表 3.4.1 全球海上风机吊装量 2022-2030 年展望 单位：台-----	96
图表 3.4.2 中国海上风机吊装量 2022-2030 年展望-----	97
图表 3.4.3 中国海上风机安装船需求量 2022-2030 年展望 单位：座-----	97
图表 3.4.4 中国海上风电安装船供给和需求 2022-2030 年展望-----	98
图表 3.4.5 中国海上风机安装船利用率 2022-2030 年展望-----	98
图表 3.4.6 全球除中国外市场海上风机吊装量 2022-2030 年展望-----	99
图表 3.4.7 全球除中国外市场海上风机安装船需求量 2022-2030 年展望-----	99
图表 3.4.8 全球除中国外市场海上风电安装船供给和需求 2022-2030 年展望-----	100

图表 3.4.9 全球除中国外海上风机安装船利用率 2022-2030 年展望	100
---	-----

第四章 全球海上风电运维船现状与 2022-2025 展望 123

图表 4.1.1 全球风电运维船状态分析	125
图表 4.1.2 全球风电运维船区域市场比例	125
图表 4.1.3 全球风电运维船建造国家分析	126
图表 4.1.4 全球风电运维船承包商数量	126
图表 4.1.5 全球风电运维船承包商市场份额分析	127
图表 4.1.6 全球风电运维船新造和改装分析	127
图表 4.1.7 全球专业风电运维船每年交付分析 单位：艘	128
图表 4.1.8 全球专业风电运维船船队规模变化 2014-2023 年 单位：艘	128
图表 4.1.9 全球风电运维船规模 2022-2025 年展望	129
图表 4.1.10 全球风电运维船规模和海上风电装机总量对比展望	129
图表 4.2.1 北海周边国家累积能力的保守模型和乐观模型	131
图表 4.2.2 北海各国海上风电部署容量	131
图表 4.2.3 运营和未来的英国风电场	132
图表 4.2.4 风电场到海岸的距离累积量(公里)	132
图表 4.3.1 海上风电运维成本	134
图表 4.3.2 不同类型运维船典型参数	136

第五章 全球海上风电重点技术发展趋势 147

图表 5.1.1 全球供应商主要风机型号	149
图表 5.1.2 叶片相关部件材料/软件等进口情况	150
图表 5.1.3 主轴承、传动链试验测试设备进口情况	150
图表 5.1.4 双馈式风机与永磁直驱风机的区别	150
图表 5.1.5 全球海上风电场输电方式选择	151
图表 5.4.1 2021 年底广州海上风电项目采购价格	164

第六章 欧洲与美国海上风电行业与项目简介 168

图表 6.1.1 Hornsea One 风电场主要参数	172
------------------------------	-----

图表 6.2.1 现有三期 Horns Rev 海上风电场对比	186
图表 6.5.1 比利时海上风电项目分布	192
图表 6.7.1 美国海上风电发展装 2030 年机计划	198
图表 6.7.2 美国东部各州海上风电补贴方式和补贴水平	199
图表 6.10.1 美国本土建造符合琼斯法案的海上风电安装船工作模式	210
图表 6.10.2 美国风电驳船+国外安装船模式工作模式	210

第七章 浮式风电特点与发展现状 214

图表 7.1.1 海上风机基础结构随水深演变	218
图表 7.1.2 四种基本的浮式风机类型	219
图表 7.2.1 全球浮式风电主要国家和地区	220
图表 7.3.1 典型漂浮式海上风电项目的主要设备供应商情况	223
图表 7.3.2 中海油深远海浮式风机国产化研制及示范应用项目主设备招标情况	223
图表 7.4.1 苏格兰首次海上风电海域租赁中标公司和中标价格	227
图表 7.5.1 浮式风电联合系泊模式分析	238
图表 7.5.2 浮式风电关键技术挑战难度划分表	239
图表 7.6.1 固定桩基和浮式风电平准化度电成本 2050 展望	243
图表 7.6.2 浮式风机成本结构	244
图表 7.6.3 浮式风机成本降低潜力	244

第八章 全球浮式风电项目统计与案例分析 246

图表 8.1.1 全球浮式风电测试项目数量	247
图表 8.1.2 全球浮式风电测试项目年度装机总容量 MW	248
图表 8.1.3 全球主要国家浮式风电测试项目数量	248
图表 8.1.4 全球浮式风电测试项目装机总容量 MW	249
图表 8.1.5 全球浮式风电测试项目技术方案分析	249
图表 8.1.6 全球浮式风电测试项目技术方案分析	250
图表 8.1.7 全球浮式风电项目统计	250
图表 8.1.8 全球即将进一步测试的浮式风电项目统计	251
图表 8.1.9 全球漂浮式风机项目汇总（包括样机和缩尺样机测试项目）	252

图表 8.2.1 X1 Wind 里程碑事件时间线	254
图表 8.3.1 Hywind Tampen 风电场布置图	258
图表 8.3.2 三种浮式风机浮体结构对比	258
图表 8.4.1 四种张力腿型漂浮式风机方案	261
图表 8.4.2 四种代表性张力腿型漂浮式风机设计参数	261
图表 8.5.1 Hywind 技术里程碑事件历程图	264
图表 8.5.2 Hywind 技术三代参数对比表	265
图表 8.6.1 Ideol-Damping Pool 技术里程碑事件	268
图表 8.6.2 Ideol-Damping Pool 技术参数表	269
图表 8.6.3 Ideol 风机浮体批量化建造示意图	271
图表 8.7.1 WindFloat 技术的里程碑事件	272
图表 8.7.2 WindFloat 项目主要技术参数	273
图表 8.7.3 WindFloat 设计方案	274
图表 8.7.4 WF1 到 WFA 的优化内容	275
图表 8.8.1 三峡引领号的工程进度	277
第九章 全球浮式风电市场 2022-2030 年展望	281
图表 9.1.1 全球浮式风电新增装机容量 2022-2030 年展望	282
图表 9.1.2 全球浮式风电 2030 年全球市场分布	282
图表 9.1.3 全球浮式风电装机容量 2022-2030 年展望	284
图表 9.2.1 欧洲海上漂浮式风电部署图	286
图表 9.2.2 亚洲海上漂浮风电部署图	287
图表 9.2.3 美国海上漂浮风电部署图	288
图表 9.3.1 全球浮式风电 2050 年展望	289
图表 9.3.2 全球主要国家浮式风电发展现状	290
第十章 浮式风电技术分析	293
图表 10.1.1 浮式风机的基础类型	296
图表 10.2.1 浮式风电度电成本降低趋势	298
图表 10.3.1 垂直轴风机与水平轴风机基本情况对比	301

图表 10.4.1 浮式风机基础总体设计参数对比表-----	305
图表 10.4.2 系泊系统与锚固系统对比表图片-----	308
图表 10.4.3 45m 水深不同漂浮式风机(6MW)成本对比分析-----	309
图表 10.4.4 不同型式漂浮式风机综合对比表-----	310
图表 10.5.1 四立柱方案与三立柱方案对比-----	315

第十一章 全球主要地区海上风电项目和运营商 ----- 322

附录 1: 中国海上风电项目和运营商列表-----	322
附录 2: 欧洲大于 800MW 的海上风电项目统计-----	327