

## 海上风电小专题

### 降本持续进行、平价还需时日

#### 投资要点:

➤ **海风增速明显快于陆风。**国内风电快速增长，海上风电增速高于陆地风电。国内陆地风电起步较早，2021年进入平价之后总体增速相对稳定，海风在经历2021年抢装之后，2022-2025年新增装机总量绝对数有所下降，但十四五期间海风整体增速高于陆风。根据我们预测，2022-2025年中国陆风新增装机分别为47/60/76/88GW，GAGR 23%，海上风电新增装机分别为6.5/10.5/12/15GW，GAGR 32%，海风发展显著快于陆风。

➤ **顶层设计完善，指导各省推进风电等可再生能源发展。**随着江苏、苏州、湖北、山东、江西等省市十四五规划相继发布，各地区十四五期间风电装机规模也逐渐清晰。据北极星电力网不完全统计，截止7月底共有27个省市自治区已明确十四五期间风电预期装机规模超过262GW。

➤ **海风资源禀赋，相对陆风优势明显，风机大型化趋势凸显。**海风能有效提高发电利用小时数，提高发电量。海上静风期较少，风机有效发电时间较陆风更长，高发电量有助于降低度电成本，提高潜在收益。当前陆风年有效发电小时数多在2000-2500小时，海风则有2500-3800小时。2021年海上风电平均新增单机容量已经达到5.6MW，相比2018年提高1.8MW。随着海上风电发展加快，6MW风机占比从2020年的2%快速提升至15%，4-5.9MW风机占比从2020年的9%提升至25%，3MW以下风机整体占比从2020年的62%，快速下降至2021年的20%，风机大型化趋势明显。

➤ **国内大多数地区，陆风已经实现平价，海风平价仍在进行。**从目前已经公布的海风项目来看，多数项目处于2800-3800小时区间，初始建造成本13000-15000元/KW，目前国内大部分地区无法达到平价（同样假定IRR 8%为平价标准），当初始建造成本降至10000-12000区间，沿海年均利用小时数在3200-3800小时的海风项目将逐步完成平价（无需地补）。

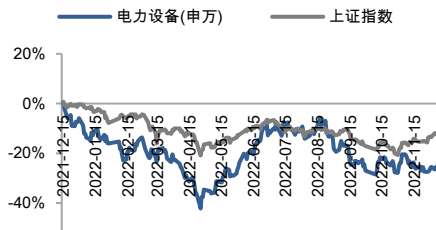
➤ **大兆瓦海风代差缩小，部分机型实现反超。**根据2022年1-6月已公布的招标数据显示，国内有三个招标项目要求风机规模≥11MW，说明国内海风逐步向10MW+平台靠近，国内外海风代差加速减小。国内明阳智能、电气风电、金风科技均有11MW+风机中标，国内风电企业大兆瓦海风机整体建设进度不低于国外，海风代差逐步缩小。明阳智能开发的MySE16.0-242海上风电机组单机容量达16MW，超过维斯塔斯V236-15.0MW、西门子歌美飒14MW-222DD、GE Haliade X 14MW-220三款机型，一举“跃居”成为全球单机容量最大的海上风电机组。

➤ **投资建议：**我国发展海上风电具有海上地理位置优、靠近消纳地、利用小时数高等优势。政策端十四五新能源发展规划提出全力发展新能源发电；产业端大兆瓦海风的技术进步将推动海上风电逐步平价化；我们预计政策端与产业端的联合演绎将促进海上风电加速发展。重点推荐海风领域出现盈利拐点的部分整机和零部件板块。

➤ **风险提示：**风电装机不及预期、大宗商品超预期上涨、大兆瓦海风推进不及预期。

### 强于大市(维持评级)

#### 一年内行业相对大盘走势



#### 团队成员

分析师 邓伟  
执业证书编号: S0210522050005  
邮箱: dw3787@hfzq.com.cn

#### 相关报告

## 正文目录

|     |                                 |    |
|-----|---------------------------------|----|
| 1.  | 碳中和愿景下全球风电迎高增长契机 .....          | 1  |
| 1.1 | 全球“碳中和”愿景下，海外国家和地区相继出台风电政策..... | 1  |
| 1.2 | 全球风电持续受益碳中和，实现气候目标风电还需加速.....   | 2  |
| 1.3 | 多政策密集出台，带领中国风电发展进入快车道 .....     | 3  |
| 1.4 | 海风平价在即，开发潜力巨大 .....             | 7  |
| 1.5 | 国内外大兆瓦海风机代差逐步缩小 .....           | 11 |
| 1.6 | 海风大型化国内走在前列 .....               | 12 |
| 2.  | 投资建议.....                       | 13 |
| 3.  | 风险提示.....                       | 13 |

## 图表目录

|   |    |
|---|----|
| 图表 1：全球各国和地区“碳中和”拟实现时间 .....              | 1  |
| 图表 2：欧洲光伏、风电年装机预测 .....                   | 1  |
| 图表 3：2001-2021 年全球新增风电装机-分海陆 .....        | 2  |
| 图表 4：2001-2021 年全球累计风电装机-分海陆 .....        | 2  |
| 图表 5：到 2030 年，全球风电预测装机与气候目标所需风电装机差额 ..... | 3  |
| 图表 6：2022 年国内可再生能源政策 .....                | 3  |
| 图表 7：27 个省市十四五规划装机一览（GW） .....            | 4  |
| 图表 8：2022 年国内可再生能源政策 .....                | 5  |
| 图表 9：2020 年和 2021 年全球风电装机排名 .....         | 6  |
| 图表 10：2020 年和 2021 年全球海上风电装机排名 .....      | 6  |
| 图表 11：2012-2021 年国内新增风电装机 .....           | 6  |
| 图表 12：2012-2021 年国内累计风电装机 .....           | 6  |
| 图表 13：2011-2021 年国内新增装机-分海陆 .....         | 7  |
| 图表 14：2012-2021 年国内累计装机-分海陆 .....         | 7  |
| 图表 15：2022-2025 年国内新增陆风装机预期（GW） .....     | 7  |
| 图表 16：2022-2025 年国内新增海风装机预期（GW） .....     | 7  |
| 图表 17：工程院预期十四五是海上风电关键培育期 .....            | 8  |
| 图表 18：海风年均利用小时数优势明显 .....                 | 8  |
| 图表 19：2021 年各省发电量排名(亿千瓦时) .....           | 9  |
| 图表 20：2021 年各省份用电量排名(亿千瓦时) .....          | 9  |
| 图表 21：历年风电项目国补政策 .....                    | 9  |
| 图表 22：陆地风电 IRR 敏感性分析 .....                | 10 |
| 图表 23：新增风电机组单机容量分布 .....                  | 10 |
| 图表 24：风电平均新增单机容量对比（MW） .....              | 10 |
| 图表 25：海上风电 IRR 敏感性分析 .....                | 11 |
| 图表 26：2022 年招标情况 .....                    | 11 |
| 图表 27：主流风机厂商大兆瓦风机对比 .....                 | 12 |

## 1. 碳中和愿景下全球风电迎高速增长契机

### 1.1 全球“碳中和”愿景下，海外国家和地区相继出台风电政策

能源危机促碳中和加速，多国官宣碳中和达成时间。在全球气候变暖及能源危机的大背景下，全球各国加快自身能源升级，持续推动能源改革，大力加强新能源的开发利用，“碳中和”已经成为越来越多国家和地区的长期战略目标。根据 ENERGY & CLIMATE INTELLIGENCE UNIT（2022）公开信息显示，目前已有数十个国家和地区提出了“零碳”或“碳中和”的气候目标，囊括 2 个已实现国家、17 个已立法国家，包括中国在内的 32 个已制定政策文件国家和 18 个已官宣国家。

图表 1：全球各国和地区“碳中和”拟实现时间

|      |  |
|------|--|
| 已达成  | 不丹（2050）、苏里南（2050）   |
| 已立法  | 包括：德国（2045）、瑞典（2045）、日本（2050）、法国（2050）、英国（2050）、西班牙（2050）、新西兰（2050）等在内的17个国家   |
| 政策文件 | 包括：中国（2060）、芬兰（2060）、意大利（2050）、冰岛（2040）、美国（2050）、澳大利亚（2050）、比利时（2050）等在内的32个国家 |
| 官宣   | 包括：巴西（2050）、印度（2070）、阿根廷（2050）、泰国（2050）、越南（2050）、马来西亚（2050）、以色列（2050）等在内的18个国家 |

数据来源：ENERGY & CLIMATE INTELLIGENCE UNIT（2022）、华福证券研究所

\*括号内为拟实现年份

欧洲能源危机，促可再生能源政策加速出台。自俄乌战争以来，欧洲能源危机凸显，欧洲谋求能源转型更急迫，5月18日，欧盟委员会正式公布《REPower EU Plan》，将2030年可再生能源消费结构目标由此前的40%提升至45%，2021-2030年可再生能源预期新增装机容量从1067GW提升至1236GW，提升幅度为16%。

图表 2：欧洲光伏、风电年装机预测

| 欧洲风光装机预测 |                    |                  | 光伏（GW） | 风电（GW） | 合计（GW） |
|----------|--------------------|------------------|--------|--------|--------|
| 政策名      | Fit for 55 政策      | 2021 年新增装机       | 26     | 17     |        |
| 关键目标     | 可再生能源消费占比 40%条件下   | 2021-2030 年合计    | 420    | 480    | 900    |
| 出台时间     | 2021 年 7 月         | 2022-2030 年均新增装机 | 44     | 51     | 95     |
| 政策名      | REPowerEU Proposal | 2021 年新增装机       | 26     | 17     |        |
| 关键目标     | 新增 80GW            | 2021-2030 年合计    | 460    | 520    | 980    |
| 出台时间     | 2022 年 3 月         | 2022-2030 年均新增装机 | 48     | 56     | 104    |
|          |                    | 年均新增较前方案增幅       | 10.2%  | 8.6%   | 9.3%   |
| 政策名      | REPowerEU Plan 正式版 | 2021 年新增装机       | 26     | 17     |        |
| 关键目标     | 可再生能源消费占比 45%条件下   | 2021-2030 年合计    | 538    | 598    |        |
| 出台时间     | 2022 年 5 月 18 日    | 2022-2030 年均新增装机 | 57     | 65     | 121    |
|          |                    | 年均新增较前方案增幅       | 18.0%  | 15.5%  | 16.6%  |

数据来源：European commission、华福证券研究所

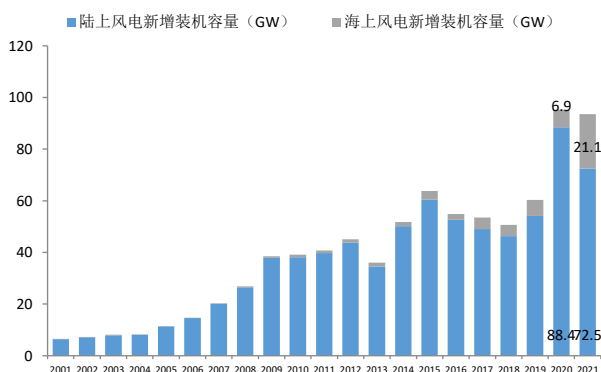
根据我们测算风电 2021-2030 年预期装机量将提升 598GW, 2022-2030 年均装机量为 65GW, 相对三月份的提案有 16% 的上调, 欧洲可再生能源进度持续提速。同时, 针对海上风电丹麦、德国、比利时与荷兰四国在 5 月 18 日共同签署文件, 计划打造一个欧洲的“绿电中心”。四国承诺, 到 2030 年, 海上风电装机总量将达到 65GW。到 2050 年将四国的海上风电装机增加 10 倍, 从目前的 16GW 提高至 150GW。

**美国风电加速, 成为全球第三大风电经济体。**美国能源部 (DOE) 发布《海上风能战略》, 提出了推动美国成为全球海上风电领导者的可行性策略。战略指出, 到 2030 年美国海上风电装机容量需达到 30GW, 以实现 CO2 减排 7800 万吨, 并计划到 2050 年达到 110GW 的海上风电装机容量, 其风电发展进程亦有加速迹象。

## 1.2 全球风电持续受益碳中和, 实现气候目标风电还需加速

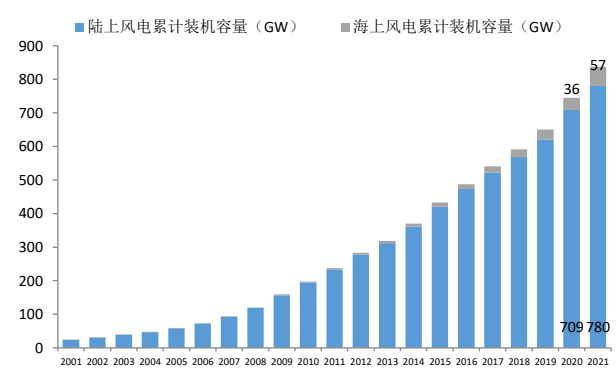
2021 年全球新增风电装机容量 93.6GW, 同比微降 1.78%, 累计装机容量达到 837 GW, 比 2020 年增长 12.4%。陆风新增装机 72.5GW, 同比降幅 17.98%, 但海风新增装机 21.1GW, 同比大幅增长 206%。

图表 3: 2001-2021 年全球新增风电装机-分海陆



数据来源: GWEC、华福证券研究所

图表 4: 2001-2021 年全球累计风电装机-分海陆

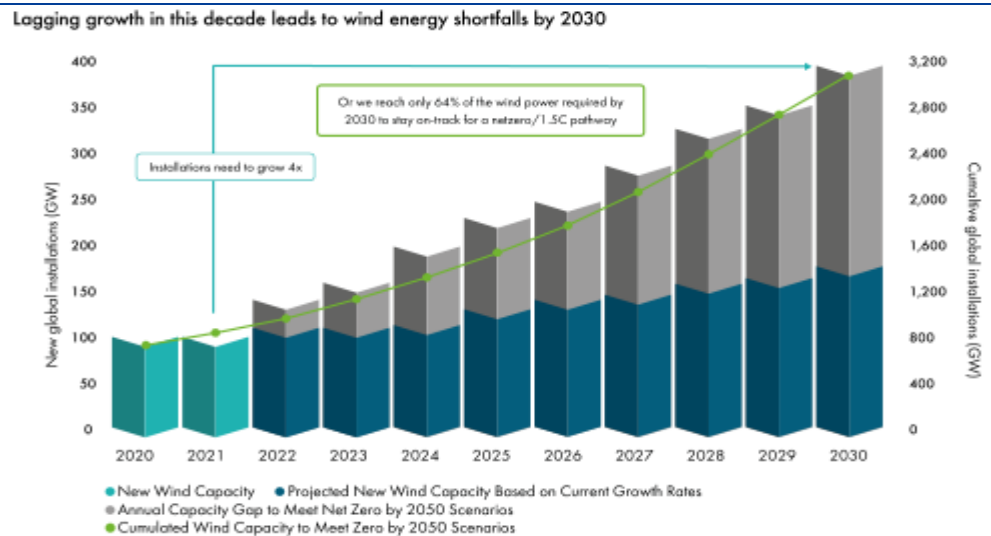


数据来源: GWEC、华福证券研究所

**全球风电装机量增长, 但以目前预计量, 仍有不足。**根据 GWEC 最新发布的《2022 年全球风能报告》, 未来 5 年 (2022—2026 年), 预计全球风电新增装机容量为 557 GW, 复合年均增长率为 6.6%, 即每年新增装机容量超过 110 GW。其中, 预计全球陆上风电新增装机容量为 466 GW, 复合年均增长率为 6.1%, 年平均装机容量为 93.3 GW; 预计全球海上风电新增装机容量将超过 90 GW, 复合年均增长率为 8.3%, 年平均装机容量为 18.1 GW。

报告清晰的指出: 如果按照目前预测的发展速度, 2030 年的全球风电装机容量将不足全球 1.5 °C 温升情景及净零排放路径所需风电装机容量的 2/3, 这实际上将无法实现气候目标。若要实现 21 世纪末全球温升不超过 1.5 °C 及 2050 年净零排放目标, 到 2030 年, 风电年装需要达到目前的 4 倍, 累计装机容量需要达到 3200GW 才能实现目标, 未来风电发展空间或比预测和想象中的更广阔。

图表 5：到 2030 年，全球风电预测装机与气候目标所需风电装机差额



数据来源：GWEC、华福证券研究所

### 1.3 多政策密集出台，带领中国风电发展进入快车道

中国官宣“30·60”，多政策支持可在生能源发展。2020 年 9 月 22 日，我国领导人习近平在第 75 届联合国大会一般性辩论上公开承诺，中国的二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和，这是我国首次提出“双碳”目标。

2022 年 5 月，多项新能源政策密集出台，涉及光伏、风电、储能等多个领域，全面促进可再生能源的发展。2022 年 6 月，《关于印发“十四五”可再生能源发展规划的通知》中提到“十四五”期间，可再生能源在一次性能源消费中占比超过 50%。到 2025 年，可再生能源发电量达到 3.3 亿千瓦。十四五期间，增量在全社会用电量增量中的占比超过 50%，风电和太阳能发电量实现翻倍。

图表 6：2022 年国内可再生能源政策

| 日期         | 政策名称                        | 发布单位                    | 内容  |
|------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| 2022 年 6 月 | 《关于印发“十四五”可再生能源发展规划的通知》     | 国家发改委、能源局、财政部等 9 部门联合印发 | 十四五期间，可再生能源在一次性能源消费中占比超过 50%。到 2025 年，可再生能源发电量达到 3.3 亿千瓦。十四五期间，增量在全社会用电量增量中的占比超过 50%，风电和太阳能发电量实现翻倍。 |
| 2022 年 5 月 | 《关于进一步推动新型储能参与电力市场和调度运用的通知》 | 国家发展改革委、国家能源局           | 新型储能可作为独立储能参与电力市场。鼓励配建新型储能和所属电源联合参与电力市场，加快独立储能参与市场调峰，进一步支持用户侧储能发展                                   |
| 2022 年 5 月 | 《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》      | 国家发展改革委、国家能源局           | 加快推进沙漠、戈壁、荒漠等区域的大型风光大基地建设，鼓励地方政府加大力度支持户用光伏，积极推进乡村分布式风电开发。   |

|            |                             |                |   |
|------------|-----------------------------|----------------|---|
| 2022 年 5 月 | 《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》         | 国家财政部          | 到 2025 年，财政政策工具不断丰富，有利支持各地区各行业加快绿色低碳转型。支持光伏、风电、生物质等可再生能源，促进新能源替代石化能源。               |
| 2022 年 5 月 | 《乡村建设行动实施方案》                | 中共中央办公厅、国务院办公厅 | 实施乡村清洁能源建设工程。发展太阳能、风能、水能、地热能、生物质等清洁能源，在条件适宜的地区探索建设多能互补的分布式低碳综合能源网络                  |
| 2022 年 1 月 | 《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》 | 国务院            | 全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展，坚持集中式与分布式并举，加快建设风电和光伏发电基地，到 2030 年，风电、光伏发电总装机容量达到 12 亿千万以上。 |

数据来源：国务院及国家各部委官网、华福证券研究所

顶层设计完善，指导各省推进风电等可再生能源发展。随着江苏、苏州、湖北、山东、江西等省市十四五规划相继发布，各地区十四五期间风电装机规模也逐渐清晰。据数字能源网不完全统计，截止 7 月底共有 27 个省市自治区已明确十四五期间风电预期装机规模超过 262GW。

图表 7：27 个省市十四五规划装机一览（GW）

| 省份  | 光伏装机  | 风电装机  | 合计    |
|-----|-------|-------|-------|
| 山东  | 34.28 | 7.66  | 41.94 |
| 内蒙古 | 32.62 | 51.15 | 83.77 |
| 河北  | 32.1  | 20.26 | 52.36 |
| 甘肃  | 32.03 | 24.8  | 56.83 |
| 青海  | 30    | 8.07  | 38.07 |
| 广东  | 20    | 20    | 40    |
| 江西  | 16    | 2     | 18    |
| 湖北  | 15.02 | 4.98  | 20    |
| 浙江  | 15    | 5     | 20    |
| 宁夏  | 14    | 4.5   | 18.5  |
| 四川  | 10.19 | 5.77  | 15.96 |
| 河南  | 10    | 10    | 20    |
| 江苏  | 10    | 11    | 20    |
| 西藏  | 8.63  |       | 8.64  |
| 辽宁  | 6     | 10    | 16    |
| 黑龙江 | 5.5   | 10    | 16    |
| 海南  | 5     | 12.3  | 17.3  |
| 天津  | 3.96  | 1.16  | 5.12  |
| 上海  | 2.7   | 1.8   | 4.5   |
| 吉林  | 5     | 16    | 21    |
| 陕西  |       |       | 45    |
| 新疆  |       |       | 49    |
| 贵州  | 20    | 4     | 25    |
| 山西  | 37    | 10    | 47    |

|    |        |        |        |
|----|--------|--------|--------|
| 广西 | 13     | 18     | 31     |
| 云南 |        |        | 15     |
| 福建 | 3      | 4.1    | 7      |
| 合计 | 381.03 | 262.55 | 752.99 |

数据来源：数字能源网、华福证券研究所

根据规划，十四五期间将重点打造九个清洁能源大基地和五个海上风电基地。清洁能源基地涉及东三省、甘肃、云南、贵州、新疆等地，均为风光储一体化大基地，部分地区因地制宜搭配水电和火电，形成能源调控和互补，构建“风光水火储”全面一体化能源配比，而五大海风基地均处于广东、福建、浙江等沿海省份。

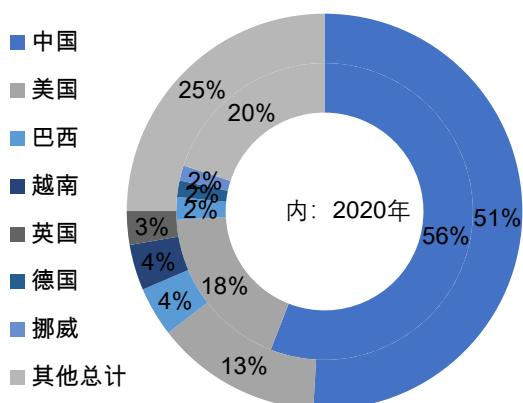
图表 8：2022 年国内可再生能源政策

| 基地类型   | 基地名称        | 风电 | 光伏 | 水电 | 火电 | 储能 | 省份  |
|--------|-------------|----|----|----|----|----|-----|
| 清洁能源基地 | 松辽清洁能源基地    | √  | √  |    |    | √  | 东三省 |
|        | 冀北清洁能源基地    | √  | √  |    |    | √  | 河北  |
|        | 黄河几字弯清洁能源基地 | √  | √  |    | √  | √  | 宁夏  |
|        | 河西走廊清洁能源基地  | √  | √  |    | √  | √  | 甘肃  |
|        | 黄河上游清洁能源基地  | √  | √  | √  |    | √  | 青海  |
|        | 金沙江上游清洁能源基地 | √  | √  | √  | √  | √  | 四川  |
|        | 雅砻江流域清洁能源基地 | √  | √  | √  |    | √  | 贵州  |
|        | 金沙江下游清洁能源基地 | √  | √  | √  |    | √  | 云南  |
|        | 新疆清洁能源基地    | √  | √  | √  |    | √  | 新疆  |
| 海风基地   | 广东海风基地      | √  |    |    |    |    | 广东  |
|        | 福建海风基地      | √  |    |    |    |    | 福建  |
|        | 浙江海风基地      | √  |    |    |    |    | 浙江  |
|        | 江苏海风基地      | √  |    |    |    |    | 江苏  |
|        | 山东海风基地      | √  |    |    |    |    | 山东  |

数据来源：新华社、各政府文件、华福证券研究所

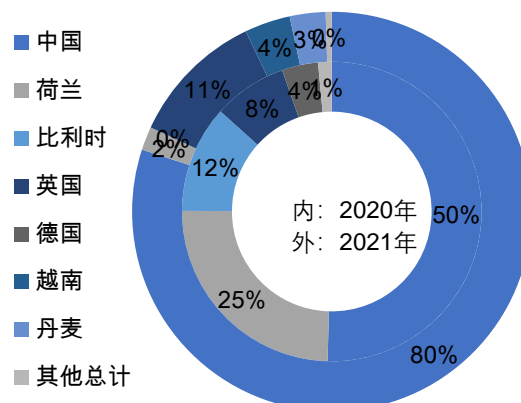
国内风电蓬勃发展，海风装机一枝独秀。2021 年全球风电新增装机 93.6GW，整体前三位为中国、美国、巴西，其中中国装机占比 50.91%，前五名市场合计约 80%。海上风电中国一枝独秀，其海上风电增量占比从 2020 年的 50%快速提升至 80%，这也让中国超越英国成为全球海上风电累计装机最多的国家。

图表 9：2020 年和 2021 年全球风电装机排名



数据来源：GWEC、华福证券研究所

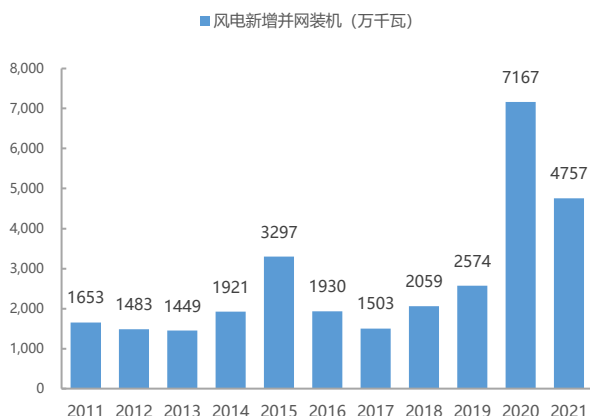
图表 10：2020 年和 2021 年全球海上风电装机排名



数据来源：GWEC、华福证券研究所

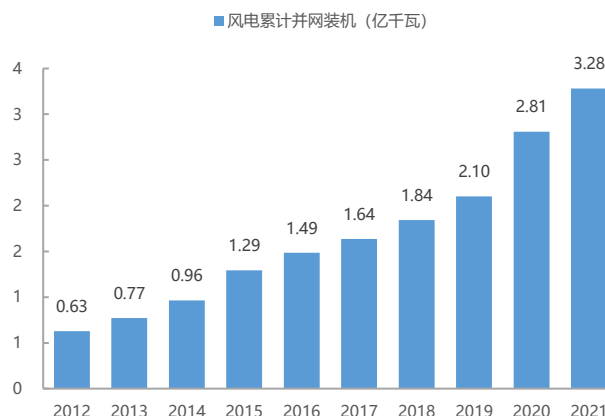
2021 年中国风电装机总量 47.6GW，较 2020 年的 71.7GW 下滑 33%，主要系 2020 年风电存在抢装导致当年装机量大幅增长。国内累计装机 328GW，较 2020 年增长 16.7%。

图表 11：2012-2021 年国内新增风电装机



数据来源：CWEA、华福证券研究所

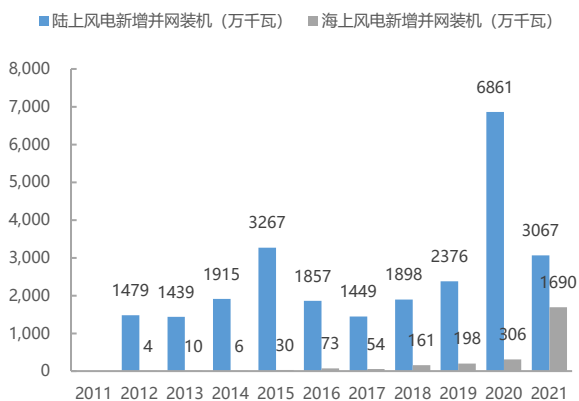
图表 12：2012-2021 年国内累计风电装机



数据来源：CWEA、华福证券研究所

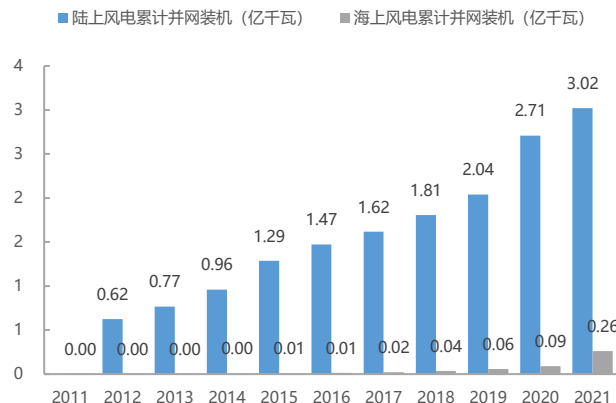
2021 年国内风电装机呈现陆风装机下滑，海风快速发展的趋势。陆风装机在经历 2020 年抢装潮之后，呈现明显下滑，2021 年国内陆风装机量 30.67GW，较 2020 年的 68.6GW 大幅下滑 55%，但海上风电装机量 16.9GW，较 2020 年的 3.06GW 大幅增长 452%，陆风累计装机 302GW，海风累计装机 26GW，较 2020 年同比增长 189%，海风装机量实现跨越式发展。

图表 13：2011-2021 年国内新增装机-分海陆



数据来源：CWEA、华福证券研究所

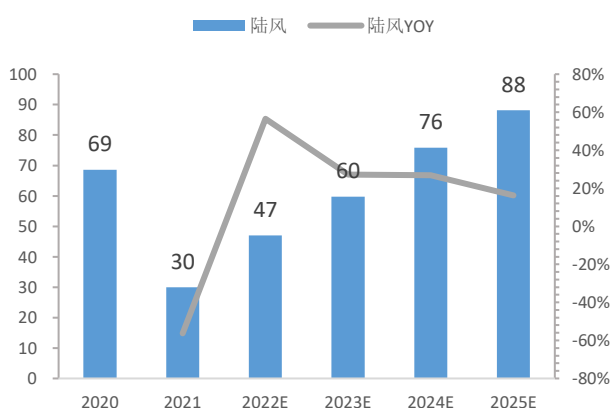
图表 14：2012-2021 年国内累计装机-分海陆



数据来源：CWEA、华福证券研究所

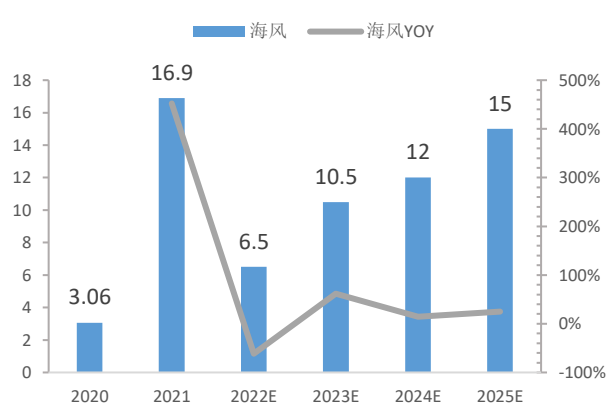
国内政策加持风电行业发展迅速，海风增速优于陆风。陆地风电起步较早，2021 年进入平价之后总体增速相对稳定，海风在经历 2021 年抢装之后，2022-2025 年新增装机总量绝对数有所下降，但十四五期间海风整体增速高于陆风。根据我们预测，2022-2025 年中国陆风新增装机分别为 47/60/76/88GW，GAGR 23%，其中海上风电新增装机分别为 6.5/10.5/12/15GW，GAGR 32%，海风发展显著快于陆风。

图表 15：2022-2025 年国内新增陆风装机预期



数据来源：CWEA、GWEC、国家能源局、华福证券研究所

图表 16：2022-2025 年国内新增海风装机预期



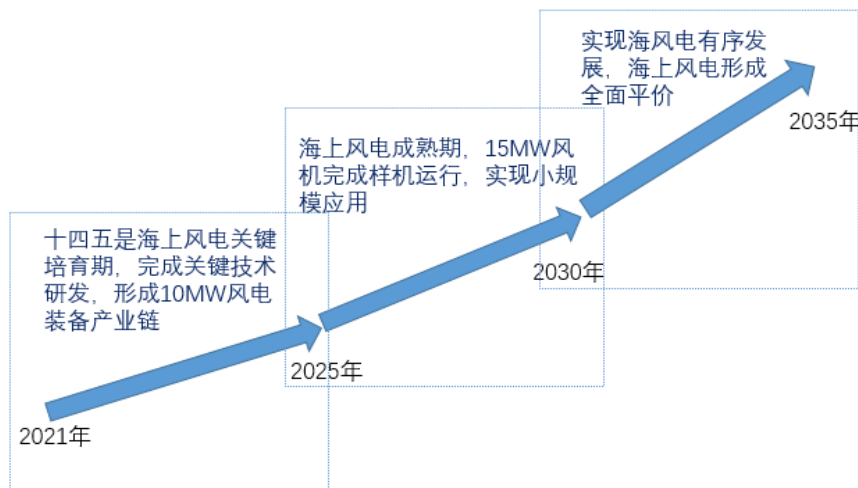
数据来源：CWEA、GWEC、国家能源局、华福证券研究所

#### 1.4 海风平价在即，开发潜力巨大

我国海上风电潜力巨大，十四五是关键培育期。2021 年底，中国工程院重大咨询项目在京召开，项目评审结论从战略高度明确我国海上风电是最优质的新能源之一，对低碳电力转型意义巨大，十四五是海上风电关键培育期。根据评估结果，

仅考虑 0—50 米海深、平均风功率密度大于 300 瓦/平方米区域的开发面积，按照平均装机密度 8 兆瓦/平方千米计算，我国海上风电装机容量可达到 3009GW。而截止 2021，我国海上风电累计装机仅 26GW，占比不到 1%，剩余开发空间巨大。

图表 17：工程院预期十四五是海上风电关键培育期



数据来源：央视网、人民政协网、华福证券研究所

**海风资源禀赋，相对陆风优势明显。**海风能有效提高发电利用小时数，提高发电量。海上静风期较少，风机有效发电时间较陆风更长，高发电量有助于降低度点成本，提高潜在收益。当前陆风年有效发电小时数多在 2000-2500 小时，海风则有 2500-3800 小时。

图表 18：海风年均利用小时数优势明显

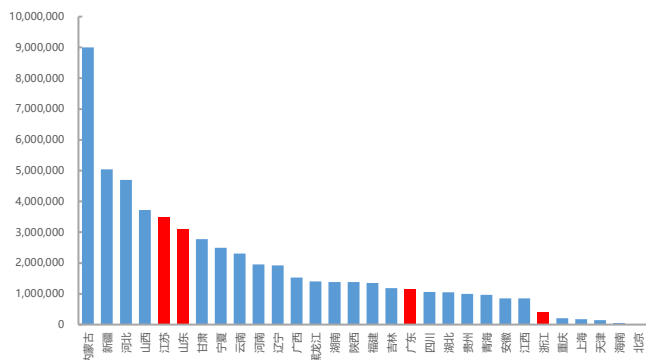
| 省份                 |                    | 平均利用小时数 |
|--------------------|--------------------|---------|
| 风力资源优越的内陆地区        | 内蒙古                | 2429    |
|                    | 四川                 | 2377    |
|                    | 新疆                 | 2309    |
|                    | 吉林                 | 2298    |
|                    | 辽宁                 | 2292    |
| 22 年部分海风项目         | 浙江青州七海风项目（离岸 70KM） | 3768    |
|                    | 浙江青州一海风项目（离岸 50KM） | 3696    |
|                    | 山东牟平海风项目（离岸 45KM）  | 3233    |
|                    | 广东汕尾海风项目（25KM）     | 3086    |
|                    | 浙江岱山海风项目（24KM）     | 2902    |
| 2021 年全国风电年平均利用小时数 |                    | 2232    |

数据来源：各项目环评报告、WIND、中国气象局、华福证券研究所

**海风项目靠近东南沿海消纳中心，实现就地消纳，减少损耗。**国内陆地风能最丰富的主要在西部地区，需要特高压线路实现远距离输送。而海上风电可实现就地消纳，无远距离传输问题，进一步扩大离岸半径，提高利用小时数。从 2021 年各省用电状况可以看出，广东、山东、浙江、江苏等用电大省在发电量上并不占优，

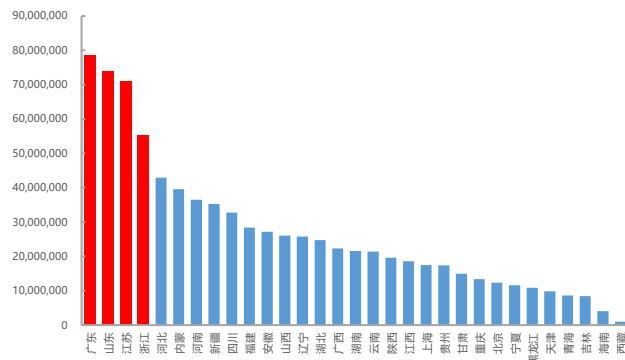
均需外省补给，但均有大力发展海上风电的条件，大力发展海风有助于解决其用电紧张，显著减少火电等化石能源消耗及西电东输带来的电网压力。

图表 19：2021 年各省发电量排名(亿千瓦时)



数据来源：WIND、国家统计局、华福证券研究所

图表 20：2021 年各省份用电量排名(亿千瓦时)



数据来源：WIND、国家统计局、华福证券研究所

风电市场核心驱动因素已经改变。2021 年陆风取消补贴，2022 年海风取消补贴，国补退坡和取消使得风电市场核心驱动因素已经从补贴转向产业链自发的降本增效。

图表 21：历年风电项目国补政策

| 日期                | I 类资源区 | II 类资源区 | III 类资源区 | IV 类资源区 |
|-------------------|--------|---------|----------|---------|
| 2009 年 8 月-2014 年 | 0.51   | 0.54    | 0.58     | 0.61    |
| 2015 年            | 0.49   | 0.52    | 0.56     | 0.61    |
| 2016 年            | 0.47   | 0.5     | 0.54     | 0.6     |
| 2017 年            | 0.47   | 0.5     | 0.54     | 0.6     |
| 2018 年-2019 年 6 月 | 0.4    | 0.45    | 0.49     | 0.57    |
| 2019 年 7-12 月     | 0.34   | 0.39    | 0.43     | 0.52    |
| 2020 年            | 0.29   | 0.34    | 0.38     | 0.47    |

\*2018 年底前核准的陆风项目，2020 年前未并网的，国家不再补贴；2019 年-2020 年底核准的陆风项目，2021 年前未并网的，国家不再补贴，2021 年以后核准的陆风项目全面实现平价上网

|                   | 近海风  | 潮间带风电     |
|-------------------|------|-----------|
| 2014 年 6 月-2018 年 | 0.85 | 0.75      |
| 2019 年 7-12 月     | 0.8  | 参考陆上风电指导价 |
| 2020 年            | 0.75 | 参考陆上风电指导价 |

\*2018 年底前核准的海风项目，2021 年底之前全面并网，执行核准上网电价，2022 年以后完成并网的，按并网年份指导价格

数据来源：国家发改委、华福证券研究所

国内大多数地区，陆风已经实现平价。过去十年全球陆地风电平均度电成本下降 56%，海上风电平均度电成本下降 48%。2021 年，全国平均风电利用小时数 2232 小时，根据 IRR 分析，按目前 5000 元/KW 初始建造成本，我国大多数地区

已经实现陆风平价（假定 IRR 8%为平价标准）。

图表 22：陆地风电 IRR 敏感性分析

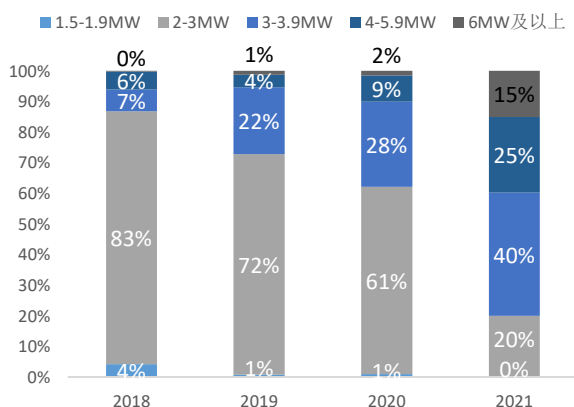
| IRR 分析                | 初始建造成本（元/KW） |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       |              | 3000  | 3500  | 4000  | 4500  | 5000  | 5500  | 6000  | 6500  | 7000  |
| 年均发电利<br>用小时数<br>(小时) | 2000         | 23.3% | 19.4% | 16.4% | 14.1% | 12.2% | 10.6% | 9.3%  | 8.2%  | 7.2%  |
|                       | 2200         | 25.8% | 21.6% | 18.4% | 15.8% | 13.8% | 12.1% | 10.7% | 9.5%  | 8.4%  |
|                       | 2400         | 28.5% | 23.9% | 20.4% | 17.7% | 15.5% | 13.6% | 12.1% | 10.8% | 9.7%  |
|                       | 2600         | 31.2% | 26.2% | 22.5% | 19.5% | 17.1% | 15.2% | 13.5% | 12.1% | 10.9% |
|                       | 2800         | 33.6% | 28.3% | 24.2% | 21.1% | 18.6% | 16.5% | 14.7% | 13.3% | 12.0% |
|                       | 3000         | 36.3% | 30.6% | 26.2% | 22.9% | 20.2% | 18.0% | 16.1% | 14.5% | 13.2% |

数据来源：《焦耳》、国家统计局、国家能源局、WIND、北极星电力网、华福证券研究所

**风机大型化趋势更为明显。**近年来，风机大型化趋势愈加明显，随着平价大基地项目的建设，风场机组资源利用率要求显著提高，陆风风机功率已经从 2MW 迈入 4MW。而海上风电建设成本更高，单机大型化带来的单瓦成本降低尤其显著，考虑到运输、安装、维护等方面因素，大功率以及超大功率海上风机是未来海上风电实现全面平价的重要推手。

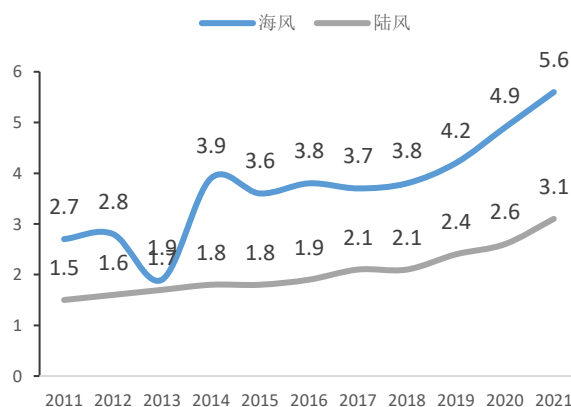
2021 年陆地风电平均新增单机容量达到 3.1MW，较 2018 年提高 1MW，海上风电平均新增单机容量已经达到 5.6MW，相比 2018 年提高 1.8MW。随着海上风电发展加快，6MW 风机占比从 2020 年的 2%快速提升至 15%，4-5.9MW 风机占比从 2020 年的 9%提升至 25%，3MW 以下风机整体占比从 2020 年的 62%，快速下降至 2021 年的 20%，风机大型化趋势明显。

图表 23：新增风电机组单机容量分布



数据来源：GWEC、华福证券研究所

图表 24：风电平均新增单机容量对比 (MW)



数据来源：GWEC、华福证券研究所

**海风尚未平价，降本仍在继续。**海上风电项目整体年均利用小时数较高，从目前已经公布的海风项目来看，多数项目处于 2800-3800 小时区间，初始建造成本 13000-15000 元/KW，目前国内大部分地区无法达到平价（同样假定 IRR 8%为平价标准）。海风降本仍需推进，当初始建造成本降至 10000-12000 区间，沿海年均

利用小时数在 3200-3800 小时的海风项目将逐步完成平价（无需地补）。

图表 25：海上风电 IRR 敏感性分析

| IRR 分析                | 初始建造成本（元/KW） |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       |              | 9000  | 10000 | 11000 | 12000 | 13000 | 14000 | 15000 | 16000 | 17000 |
| 年均发电利<br>用小时数<br>（小时） | 2800         | 8.2%  | 6.8%  | 5.6%  | 4.6%  | 3.8%  | 3.0%  | 2.4%  | 1.8%  | 1.2%  |
|                       | 3000         | 9.1%  | 7.7%  | 6.5%  | 5.4%  | 4.5%  | 3.7%  | 3.0%  | 2.4%  | 1.8%  |
|                       | 3200         | 10.1% | 8.6%  | 7.3%  | 6.2%  | 5.2%  | 4.4%  | 3.7%  | 3.0%  | 2.5%  |
|                       | 3400         | 11.0% | 9.4%  | 8.1%  | 6.9%  | 6.0%  | 5.1%  | 4.3%  | 3.7%  | 3.0%  |
|                       | 3600         | 11.8% | 10.1% | 8.8%  | 7.6%  | 6.6%  | 5.7%  | 4.9%  | 4.2%  | 3.5%  |
|                       | 3800         | 12.7% | 11.0% | 9.5%  | 8.3%  | 7.2%  | 6.3%  | 5.5%  | 4.8%  | 4.1%  |

数据来源：《焦耳》、国家统计局、国家能源局、WIND、北极星电力网、华福证券研究所

### 1.5 国内外大兆瓦海风机代差逐步缩小

根据 2022 年 1-6 月以公布的招标数据显示，国内有三个招标项目要求风机规模  $\geq 11\text{MW}$ ，说明国内海风逐步向 10MW+ 平台靠近，国内外海风代差逐步减小。

综合中标情况看，国内明阳智能、电气风电、金风科技均有 11MW+ 风机中标，国内风电企业大兆瓦海风机整体建设进度不低于国外，海风代差逐步缩小。

图表 26：2022 年招标情况

| 开发商  | 项目名称                | 装机规模<br>(MW) | 风机规模             | 中标人   | 招标时间    |
|------|---------------------|--------------|------------------|-------|---------|
| 浙能   | 台州 1 号海上风电场项目       | 300          | 7-9MW            | 金风科技  | 2022-01 |
| 三峡   | 平潭外海海上风电场项目         | 100          | 8MW+             | 东方/金风 | 2022-01 |
| 粤电   | 青州一、二海风项目           | 1000         | 8MW 抗台风<br>+11MW | 明阳智能  | 2022-01 |
| 国华   | 山东海上风电项目            | 500          | 7-8.5MW          | 金风科技  | 2022-02 |
| 中广核  | 甲子一、二项目             | 900          | 6.45-8MW         | 明阳智能  | 2022-03 |
| 山东能源 | 渤中海上风电 A            | 501          | 11MW+            | 金风科技  | 2022-03 |
| 华能   | 汕头勒门（二）海上风电场        | 592          | 11MW+            | 电气风电  | 2022-04 |
| 中广核  | 中广核惠州港口二 PA（北区）海上项目 | 750          | 8-10MW           |       | 2022-04 |
| 明阳   | 青州四海风项目             | 505          | 8MW+             | 明阳智能  | 2022-04 |
| 大唐   | 南澳勒门 I 海上风电扩建项目     | 352          | 11MW+            |       | 2022-05 |
| 华能   | 苍南 2 号海上风电场         | 300          | 8MW              |       | 2022-05 |
| 中电建  | 莱州海土风电项目            | 304          | 8MW+             |       | 2022-05 |
| 龙源   | 射阳 100 万千瓦海上风电项目    | 1000         | 7MW+             |       | 2022-06 |
|      | 城防港/钦州海风项目          | 2700         | 待公布              |       | 2022-06 |
|      | 连江外海/马祖岛            | 1000         | 待公布              |       | 2022-06 |

|         |        |      |     |         |
|---------|--------|------|-----|---------|
| 华能      | 玉环 2 号 | 500  | 待公布 | 2022-06 |
| 合计 (GW) |        | 11.3 |     |         |

数据来源：北极星电力网、公司公告、华福证券研究所

## 1.6 海风大型化国内走在前列

明阳智能开发的 MySE16.0-242 海上风电机组单机容量达 16MW，超过维斯塔斯 V236-15.0MW、西门子歌美飒 14MW-222DD、GE Haliade X 14MW-220 三款机型，一举“跃居”成为全球单机容量最大的海上风电机组。风机叶轮直径 242 米，叶片长 118 米，其机舱重量非常轻，平均每兆瓦重量不到 37 吨，与其他机舱较重的机型相比，其可以更有效的减少塔架和基础结构的“负担”，相比于明阳智能 11MW 海上风电机组，其发电量可提升 45%。

图表 27：主流风机厂商大兆瓦风机对比

| 公司     | 技术概况   | 主要产品性能参数  |
|--------|--|---|
| 西门子歌美飒 | 技术路线包括 2.1MW 到 5.8MW 的带齿轮箱机组及 3.2MW-10MW 直至 14MW 的永磁直驱机组 | 海上 D6/D7 平台，功率 6MW、7MW，风轮直径 154m。<br>海上 D8 平台，功率 8MW，风轮直径 167m。<br>海上 SG14.0-222D，功率 14MW，风轮直径 222m。  |
| 维斯塔斯   | 技术路线包括原维斯塔斯异步双馈机组，三菱重工维斯塔斯的半直驱永磁海上机组                     | 海上 9MW 平台，功率 9.5MW 风轮直径 164m 和 174m。<br>海上 15MW 平台，功率 15MW 风轮直径 236m。（在研）   |
| GE     | 技术路线包括 GE 异步双馈机组，GE-阿尔斯通直驱永磁海上机组                         | 海上 Haliade 平台，功率 6MW，风轮直径 150m；<br>海上 Haliade-X 平台，功率 13MW，风轮直径 220m。（样机）   |
| 金风科技   | 技术路线主要为直驱永磁机组  | GW155-4.5、GW136-4.8<br>GW1653.6/4.0、GW1655.0<br>GW6S/8S 智能风机平台：GW171-6.45MW、GW184-6.45MW、GW154-6.7MW、GW175-8.0MW<br>海上中速永磁 12MW 系列  |
| 明阳智能   | 技术路线主要为双馈+半直驱机组，高功率、超高功率及抗台风海上风电机组                       | MySE5.5MW：5500（叶轮直径 158）<br>MySE6.XMW：6250（叶轮直径 173）<br>MySE6.XMW：6450（叶轮直径 18X）<br>MySE7.XMW：7000/7250（叶轮直径 158）<br>MySE8-10MW 平台：8000-10000（叶轮直径 19X）<br>MySE11MW 平台：11000（叶轮直径 203）<br>MySE16MW 平台：16000（叶轮直径 242） |
| 运达股份   | 技术路线主要为异步双馈机组  | 5MW 系列产品，功率 5MW，风轮直径 130m、139m<br>5.XMW 系列产品，功率 6.0-6.25MW，风轮直径 175m<br>海上 7、9、14MW 系列（在研）  |

|      |  |   |
|------|--|---|
| 远景能源 | 技术路线主要为异步双馈机组                                      | 海上 EN-171/5.5 系列、EN- 4.X MW/136、148 系列和 EN-5.XMW/161 系列以及 8MW 系列  |
| 电气风电 | 技术路线涵盖齿轮箱增速型、风轮直驱型，拥有鼠笼发电机和双馈发电机设计及永磁直驱发电机与变流器耦合技术 | 海上 5.XMW（风轮直径 172m）<br>海上 3.6MW（风轮直径 116m、122m、136m）<br>海上 4.0MW（风轮直径 130m、146m）<br>海上 6.X/7.X（风轮直径 154m、172m）<br>海上 8.0MW（风轮直径 167m） |

数据来源：三一重能招股书、各公司公告、华福证券研究所

## 2. 投资建议

综合来看，国内具备大规模发展海风的地理环境，且海风具备靠近消纳地点和利用小时数高等优势，预期未来海上风电发展速度高于陆地风电。面对双碳战略，国家十四五新能源发展全力推动新能源发电，全国各省市相继出台十四五新能源发展规划，旨在推动国内能源转型。

在大兆瓦海风和深海风的带动下，海风正朝着平价挺进。国内企业正在逐步往海风方向靠拢，技术上代差缩小，部分企业大兆瓦海上风机机型对比海外有一定的优势，未来很长一段时间，国内海上风电将逐步提升行业地位，拉平和陆地风电的装机差距，成为国内新能源转型的有利补充。

重点推荐海风领域出现盈利拐点的部分整机和零部件板块。

## 3. 风险提示

风电装机不及预期。装机量为影响风电行业整体市场规模的核心驱动因素之一，装机量的不及预期将影响到行业进程。

大宗商品超预期上涨。大宗商品的超预期上涨会一定程度抬升风电行业成本，从而影响其单位利润。

大兆瓦海风推进不及预期。大兆瓦海风技术壁垒较高，需跟踪其具体落实情况。

## 分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

## 一般声明

华福证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

## 特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 投资评级说明

| 类别   | 评级   | 评级说明                               |
|------|------|------------------------------------|
| 公司评级 | 买入   | 未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅在 20%以上       |
|      | 持有   | 未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于 10%与 20%之间 |
|      | 中性   | 未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与 10%之间 |
|      | 回避   | 未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间 |
|      | 卖出   | 未来 6 个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下       |
| 行业评级 | 强于大市 | 未来 6 个月内，行业整体回报高于市场基准指数 5%以上       |
|      | 跟随大市 | 未来 6 个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与 5%之间   |
|      | 弱于大市 | 未来 6 个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下       |

备注：评级标准为报告发布日后的 6~12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A 股市场以沪深 300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普 500 指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

## 联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路 1436 号陆家嘴滨江中心 MT 座 20 层

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn