

2018年08月01日

# 快马加鞭的海上风电

## ——风电行业深度报告之海上风电

看好

相关研究

### 投资要点:

- **海上风电资源禀赋优越，预计未来三年市场空间达到 1800 亿。**我国海上风能资源丰富，近海风能可供开发资源达到 5 亿千瓦。海上风场距离负荷中心较近，消纳能力强，风电发展逐渐向海上转移。2017 年海上风电装机实现大幅增长，增速达到 97%。根据规划，我国未来三年海上风电装机容量年复合增长率超过 30%，重点推动江苏、浙江、福建、广东等省的海上风电建设。以海上风电成本 14000 元/KW 测算，2020 年我国海上风电累计装机目标 15.78GW，预计 2018-2020 年我国海上风电建设投资市场空间将达到 1800 亿元。
- **电价政策倾向海上风电，项目投资进展快马加鞭。**2018 年 1 月 1 日实施新上网标杆电价，但维持海上风电上网标杆电价不变，近海风电项目标杆上网电价为每千瓦时 0.85 元，潮间带风电项目标杆上网电价为每千瓦时 0.75 元。此次电价调整逐步引导风电项目开发向非限电地区转移，并鼓励海上风电开发。2017-2018 年，我国核准海上风电项目 18 个，总计 5367MW；开工项目 14 个，总计 3985MW。
- **海上风电未来成本下行，经济竞争力显著提升。**受益于风电的技术进步和规模扩大，风电机组价格、风电开发投资成本及运行维护成本呈现不断下降趋势。目前近海风电的投资是陆上风电的 1.5-2 倍，大约为 14000-19000 元/KW，预计 2020、2030 和 2050 年降至 14000、12000 和 10000 元/KW。目前近海风电的运行维护成本是陆上风电的 1.5 倍，未来有望持续降低。
- **关注海上风电产业链中的整机制造和零部件环节。**海上风电产业链结构同陆上风电相似，主要分为运营、整机制造、零部件三环节，风电机组、风塔及桩基、海底电缆则是海上风电项目开发重要部分。风电机组在海上风电项目中成本占比最高，占单位总投资约 32%，主要由叶片、齿轮箱、发电机、电控系统、塔架等零部件组成。随着风电技术和海上风电的发展，风电机组的发展趋势是单机容量的大型化，国内整机制造商市场份额集中，4 家企业占据约 90% 的市场份额。

### 投资建议:

- **随着海上风电大功率风机逐步成熟，海上风电投资成本下降明显，海上风电发展进入加速期。**我们认为政策的支持、成本的下降、运营商的偏爱等多方因素将有力的推动海上风电发展。看好金风科技、东方电缆、泰胜风能、天顺风能、中天科技等。

### 证券分析师

韩启明 A0230516080005  
hanqm@swsresearch.com  
刘晓宁 A0230511120002  
liuxn@swsresearch.com  
郑嘉伟 A0230518010002  
zhengjw@swsresearch.com

### 研究支持

张雷 A0230117040007  
zhanglei@swsresearch.com

### 联系人

宋欢  
(8621)23297818x7409  
songhuan@swsresearch.com

## 投资案件

### 关键假设点

2018-2020 年全国海上风电吊装量分别为 2.2GW、3.9GW、6.8GW；

2018-2020 年全国风电吊装量分别为 25GW、30GW、35GW；

### 有别于大众的认识

市场普遍认为海上风电发展难度大，技术不成熟，无法规模化发展，我们认为随着海上风电整机国产化以及海上风电示范项目的推行，海上风电通过近 10 年的经验积累具备了大规模发展的能力；

市场普遍认为国家对于新能源补贴落地具有不确定性，我们认为国家发展新能源的方向不会发生变化，后续随着配额制和绿证的推出，可再生能源补贴紧张局面有望得到缓解，海上风电运营企业也将直接受益；

### 核心假设风险

海上风电项目投产不达预期；海上风电标杆电价调整

# 目录

<b>1. 海上风电资源丰富，高速发展打开市场空间</b> .....	<b>9</b>
1.1 风能资源储备丰富，海上风电前景广阔 .....	9
1.2 风电发展向非限电地区转移，海上风电优势显著 .....	11
1.3 海上风电全面启动，市场空间超千亿 .....	12
<b>2. 全面解读海上风电产业链格局</b> .....	<b>15</b>
2.1 海上风电呈现与陆上风电相异的产业格局 .....	15
2.2 海上风电的主要开发运营商为大型电力央企 .....	18
2.3 核心零部件和原材料是风电机组的关键部分 .....	19
2.4 整机制造商市场份额集中，国内外技术水平逐步缩小 .....	21
2.5 风电塔架及桩基技术含量高，行业具有较高毛利率 .....	24
2.6 海底电缆是海上风电项目开发重要环节 .....	25
2.7 海上风电安装船及运维市场开启，发展前景广阔 .....	26
<b>3. 欧洲是全球海上风电的领头羊</b> .....	<b>28</b>
3.1 欧洲代表全球海上风电的发展方向 .....	28
3.2 配额制推动英国海上风电发展 .....	29
3.3 欧洲专利申请领先全球，中美迎头赶上 .....	31
<b>4. 从政策变化看海上风电全面提速</b> .....	<b>32</b>
4.1 风电标杆调整，引导海上风电开发 .....	32
4.2 受益政策规划驱动，从项目示范到全面加速发展 .....	34
4.3 平价上网在即，风电发展迈向市场化 .....	44
<b>5. 从成本下降看海上风电发展加速</b> .....	<b>46</b>
5.1 技术进步带动海上风电成本下降 .....	46
5.2 技术进步叠加成本下降，海上风电投资收益前景可观 .....	48
<b>6. 从运营商布局看海上风电加速发展</b> .....	<b>49</b>
6.1 从三峡集团看运营商战略布局 .....	49
6.2 从三峡集团看海上风电项目发展 .....	50
6.3 管中窥豹看海上风电发展趋势 .....	53

<b>7. 海上风电朝着规模化、大功率化方向发展 .....</b>	<b>54</b>
7.1 整机制造商积极布局大功率风电机组.....	54
7.2 海上风电项目规模扩大，进军深海领域 .....	56
<b>8. 相关标的梳理.....</b>	<b>57</b>
8.1 金风科技（002202） .....	57
8.2 泰胜风能（300129） .....	59
8.3 天顺风能（002531） .....	60
8.4 中天科技（600522） .....	62
8.5 东方电缆（603606） .....	65

## 图表目录

图 1: 中国风电资源分布图.....	9
图 2: 中国弃风限电情况 (单位: %) .....	11
图 3: 风电利用小时数有所改善 (单位: 小时数) .....	11
图 4: 陆上风电新增装机量及同比增长 (单位: GW, %) .....	11
图 5: 沿海地区用电量高于西北地区 (单位: 亿千瓦时) .....	12
图 6: 风电行业新增装机略有下滑 (单位: GW) .....	13
图 7: 2017 年各区域装机变化情况 (单位: %) .....	13
图 8: 海上风电装机量逐年增长 (单位: MW) .....	13
图 9: 海上风电新增装机增速远超陆上风电 (单位: %) .....	13
图 10: 2020 年各省海上风电布局 (单位: 万千瓦) .....	14
图 11: 2020 年海上风电开工规模目标布局 (单位: %) .....	14
图 12: 预计 2018-2020 年海上风电装机情况 (单位: 万千瓦) .....	14
图 13: 海上风电投资开发各环节 .....	15
图 14: 海上风电场输电系统构成.....	15
图 15: 陆上风电成本构成分解 (单位: %) .....	16
图 16: 海上风电成本构成分解 (单位: %) .....	16
图 17: 海上风电产业链各环节 .....	17
图 18: 2020-2050 年钢材年均需求 (单位: 万吨) .....	21
图 19: 2020-2050 年永磁材料年均需求 (单位: 万吨) .....	21
图 20: 2017 年国内海上风电风机制造商新增装机容量 (单位: %) .....	23
图 21: 2017 年国内海上风电风机制造商累计装机容量 (单位: %) .....	23
图 22: 风塔是整套风机的支撑 .....	24
图 23: 风塔产品内部结构 .....	24
图 24: 海上风电机组基础结构的基本形式及适用范围 .....	25
图 25: 海上风电机组基础结构的基本形式及具体结构 .....	25
图 26: 近海风力发电场典型布局图 .....	26
图 27: 全球海上风电新增装机容量情况 (单位: %) .....	28

图 28: 全球海上风电累计装机容量情况 (单位: %)	28
图 29: 英国可再生能源配额制运转流程	30
图 30: 全球海上风电专利首次申请地域分布 (单位: %)	31
图 31: 全球海上风电专利目标市场国地域分布 (单位: 件)	31
图 32: 五大地区海上风电专利申请总数 (单位: 件)	32
图 33: 五大地区海上风电专利对外输出量 (单位: 件)	32
图 34: 响水海上风电项目升压站吊装	51
图 35: 响水近海风场全景图	51
图 36: 三峡集团海上风电项目发展布局	52
图 37: 2017 年风电行业主流机型仍然为 3MW 以下机组 (单位: %)	54
图 38: 2017 年海上风电 4MW 机组累计装机容量占比最高 (单位: %)	54
图 39: 中国风电机组单机容量需求预测 (单位: GW)	54
图 40: 中国新增和退役风电机组规模预测 (单位: GW)	54
图 41: 2013-2018Q1 金风科技营业收入 (单位: 百万元, %)	58
图 42: 2013-2018Q1 金风科技归母净利润 (单位: 百万元, %)	58
图 43: 2013-2017 年金风科技营业收入构成 (单位: %)	58
图 44: 金风科技海外市场营业收入 (单位: 百万元, %)	58
图 45: 2013-2018Q1 泰胜风能营业收入 (单位: 百万元, %)	59
图 46: 2013-2018Q1 泰胜风能归母净利润 (单位: 百万元, %)	59
图 47: 2013-2017 年泰胜风能收入构成 (单位: %)	60
图 48: 泰胜风能海外市场营业收入 (单位: 百万元, %)	60
图 49: 2013-2018Q1 天顺风能营业收入 (单位: 百万元, %)	61
图 50: 2013-2018Q1 天顺风能归母净利润 (单位: 百万元, %)	61
图 51: 2013-2017 天顺风能收入构成 (单位: %)	61
图 52: 天顺风能海外销售占比较高 (单位: %)	61
图 53: 2013-2018Q1 中天科技营业收入 (单位: 百万元, %)	62
图 54: 2013-2018Q1 中天科技归母净利润 (单位: 百万元, %)	62
图 55: 2017 年中天科技主营业务收入构成 (单位: %)	62
图 56: 中天科技营业收入贡献 (单位: %)	62
图 57: 2013-2017 中天科技各主营业务毛利率 (单位: %)	63

图 58: 2013-2018Q1 中天科技综合毛利率及净利率 (单位: %)	63
图 59: 2013-2018Q1 东方电缆营业收入 (单位: 百万元, %)	66
图 60: 2013-2018Q1 东方电缆归母净利润 (单位: 百万元, %)	66
图 61: 2013-2017 东方电缆各项业务毛利率 (单位: %)	66
图 62: 2013-2017 东方电缆综合毛利率与净利率 (单位: %)	66
图 63: 2017 年东方电缆主营业务收入构成 (单位: %)	66
图 64: 2013-2017 年东方电缆收入构成 (单位: %)	66
表 1: 中国陆地和近海风能资源潜在开发量 (单位: 万平方千米、亿千瓦)	9
表 2: 风能资源划分区域	10
表 3: 2010 年至 2017 年中国海上风电装机情况 (单位: GW)	13
表 4: 风电产业链相关上市公司	17
表 5: 2016 年海上风电开发商累计装机容量 (单位: MW)	18
表 6: 双馈式风电机组整机成本构成拆分 (单位: %)	19
表 7: 国内主要海上风机 (单位: m、m <sup>2</sup> 、MW)	22
表 8: 国外主要大兆瓦海上风机 (单位: MW)	22
表 9: 国内外启动 10MW+ 大功率海上风电发电机组情况 (单位: MW)	23
表 10: 各类桩基优缺点对比	25
表 11: 目前国内主要海上风电专业船舶	27
表 12: 截至 2017 年底欧洲海上风电累计装机情况 (单位: 个; 台; MW)	28
表 13: 截至 2017 年底欧洲海上风电装机容量和台数 (单位: GW, 台, %)	29
表 14: 2002 年以来英国可再生能源证书价值变化情况 (单位: 英镑/个)	30
表 15: 我国首批海上风电特许权招标项目详情	33
表 16: 陆上风电与海上风电上网电价对比 (单位: 元/KWh)	33
表 17: 2009-2013 年海上风电主要政策	35
表 18: 我国已建成的海上风电场 (截止 2013 年底) (单位: MW)	35
表 19: 2014-2016 年海上风电相关政策	36
表 20: 2014-2016 年年我国已建成投运的海上风电项目 (单位: MW、m、元/KW)	38
表 21: 2017-2018 年海上风电相关政策	39
表 22: 十三五期间在建及新开工核准项目 (单位: MW、亿元)	41

表 23: 风电发展"十三五"规划各省海上风电布局 (单位: MW) .....	43
表 24: 各省海上风电规划动态调整情况 (单位: MW) .....	43
表 25: 测算可再生能源补贴缺口假设条件 (单位: 元/KWh、GW) .....	44
表 26: 2016 年-2020 年可再生能源补贴缺口 (单位: 亿元、亿千瓦时) .....	45
表 27: 中国现行的主要风电补贴政策 .....	45
表 28: 中国典型风电场预期投资成本和上网电价 (单位: 元/KWh) .....	47
表 29: 成本测算主要假设条件 (单位: MW、万元/MW、年、万元) .....	48
表 30: 海上风电投资成本与投资收益率 (单位: 万元/MW、元/KWh、%) .....	48
表 31: 海上风电运营 IRR 对于 EPC 和利用小时的敏感度分析 (单位: 元/W、%) .....	48
表 32: 海上风电运营 LCOE 对于 EPC 和利用小时的敏感度分析 (单位: 元/W、元/KWh) .....	49
表 33: 风电机组机型发展及市场需求 (单位: MW) .....	55
表 34: 国内外大功率海上风电机组研发完成情况 (单位: MW) .....	55
表 35: 国内外启动 10MW+ 大功率海上风电发电机组情况 (单位: MW) .....	56
表 36: 2017 年中国风电机组制造商市场份额 (单位: MW、%) .....	57
表 37: 公司海上风电中标项目情况 .....	64
表 38: 东方电缆海缆项目中标情况 .....	67
表 39: 可比公司估值 (单位: 亿元、元/股、倍) .....	68
表 40: 关键假设表之电力设备新能源 .....	69

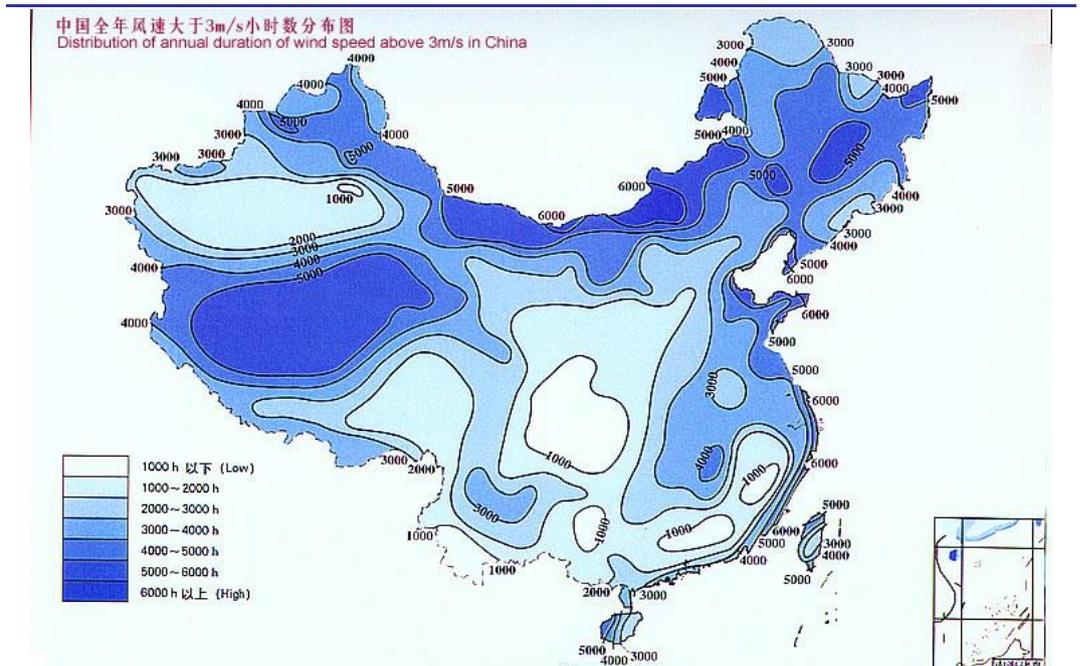
# 1. 海上风电资源丰富，高速发展打开市场空间

## 1.1 风能资源储备丰富，海上风电前景广阔

风力发电是可再生能源领域中技术最成熟、最具规模开发条件和商业化发展前景的发电方式之一。风能开发和利用不受资源约束，环境影响小，可以大规模和可持续发展。全球的风能约为  $2.74 \times 10^9 \text{ MW}$ ，其中可利用的风能为  $2 \times 10^7 \text{ MW}$ 。在现有风电技术条件下，我国风能资源足够支撑 10 亿千瓦以上风电装机，风力发电将是未来能源和电力结构中的一个重要的组成部分。同时，发展风力发电对于解决能源危机、减缓气候变化、调整能源结构有着非常重要的意义。

我国海上风能资源丰富，近海风能可供开发资源达到 5 亿千瓦。我国海岸线辽阔，海上风能资源丰富，主要集中在东南沿海地区。我国东南沿海及附近岛屿的有效风能密度为 200-300 瓦/平方米以上，全年大于或等于 3 米/秒的时数约为 7000 多小时，大于或等于 6 米/秒的时数约为 4000 小时。根据发改委能源研究所发布的《中国风电发展路线图 2050》报告，中国水深 5-50 米海域，100 米高度的海上风能资源开放量为 5 亿千瓦，总面积为 39.4 万平方千米。

图 1：中国风电资源分布图



资料来源：电机技术网、申万宏源研究

表 1：中国陆地和近海风能资源潜在开发量（单位：万平方千米、亿千瓦）

地区	范围	总面积（万平方千米）	风能资源潜在开发量（亿千瓦）
陆上	70 米高	约 960	26
海上	水深 5-50 米，100 米高度	39.4	5

资料来源：《中国风电发展路线图 2050》，申万宏源研究

不同省份的海上风力资源和地质条件差异明显。我国风能资源最丰富的区域出现在台湾海峡，由该区域向南、北两侧大致呈递减趋势。具体而言，江苏、山东等长江以北属于典型的低风速、无台风风险市场，需求大叶轮机组，河北、辽宁等更北部海域还要考虑海冰的影响；广东、浙江等属于典型的低风速、有台风风险市场，需求的是大叶轮抗台风机组；福建、粤东部分区域、台湾海峡等属于典型的高风速、有台风风险市场，需求的是更大容量抗台风机组。

表 2：风能资源划分区域

区域	定位	特点
东南沿海及其岛屿	我国最大风能资源区	有效风能密度大于、等于 $200\text{W}/\text{m}^2$ 的等值线平行于海岸线，沿海岛屿的风能密度在 $300\text{W}/\text{m}^2$ 以上，有效风力出现时间百分率达 $80\sim 90\%$ ，大于、等于 $8\text{m}/\text{s}$ 的风速全年出现时间约 $7000\sim 8000\text{h}$ ，大于、等于 $6\text{m}/\text{s}$ 的风速也有 $4000\text{h}$ 左右
内蒙古和甘肃北部	我国次大风能资源区	风能密度为 $200\sim 300\text{W}/\text{m}^2$ ，有效风力出现时间百分率为 $70\%$ 左右，大于、等于 $3\text{m}/\text{s}$ 的风速全年有 $5000\text{h}$ 以上，大于、等于 $6\text{m}/\text{s}$ 的风速在 $2000\text{h}$ 以上
黑龙江和吉林东部以及辽东半岛沿海	风能也较大	风能密度在 $200\text{W}/\text{m}^2$ 以上，大于、等于 $3\text{m}/\text{s}$ 和 $6\text{m}/\text{s}$ 的风速全年累积时数分别为 $5000\sim 7000\text{h}$ 和 $3000\text{h}$
青藏高原、三北地区的北部和沿海	风能较大区	风能密度在 $150\sim 200\text{W}/\text{m}^2$ 之间，大于、等于 $3\text{m}/\text{s}$ 的风速全年累积为 $4000\sim 5000\text{h}$ ，大于、等于 $6\text{m}/\text{s}$ 风速全年累积为 $3000\text{h}$ 以上
云贵川，甘肃、陕西南部，河南、湖南西部，福建、广东、广西的山区，以及塔里木盆地	我国最小风能区	有效风能密度在 $50\text{W}/\text{m}^2$ 以下，可利用的风力仅有 $20\%$ 左右，大于、等于 $3\text{m}/\text{s}$ 的风速全年累积时数在 $2000\text{h}$ 以下，大于、等于 $6\text{m}/\text{s}$ 的风速在 $1500\text{h}$ 以下
以外的广大地区	风能季节利用区	风能密度在 $50\sim 100\text{W}/\text{m}^2$ 之间，可利用风力为 $30\sim 40\%$ ，大于、等于 $3\text{m}/\text{s}$ 的风速全年累积在 $2000\sim 4000\text{h}$ ，大于、等于 $6\text{m}/\text{s}$ 的风速在 $1000\text{h}$ 左右

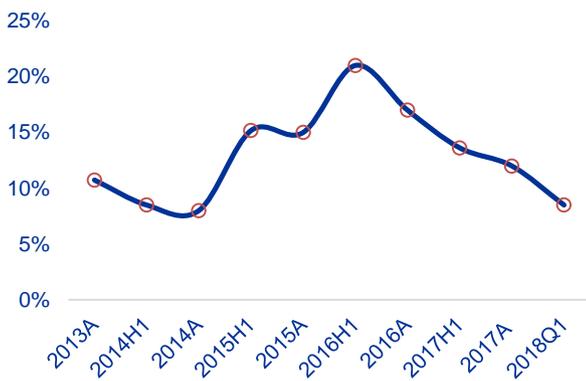
资料来源：《中国风电发展路线图》，申万宏源研究

利用风能资源发展风电，为实现非化石能源占一次能源消费比重达到 **15%** 的目标提供**重要支撑**。在国家相关部门重视和多重政策的支持下，风电已成为我国第三大电源，从补充能源进入替代能源的发展阶段。《风电发展“十三五”规划》指出，“十三五”期间风电建设总投资将达到 **7000 亿元以上**，到 **2020 年底**，风电年发电量要确保达到 **4200 亿千瓦时**，约占全国总发电量的 **6%**。增加可再生能源在一次能源消费结构中的比例，并以最终和清洁煤电价匹配为发展目标。

## 1.2 风电发展向非限电地区转移，海上风电优势显著

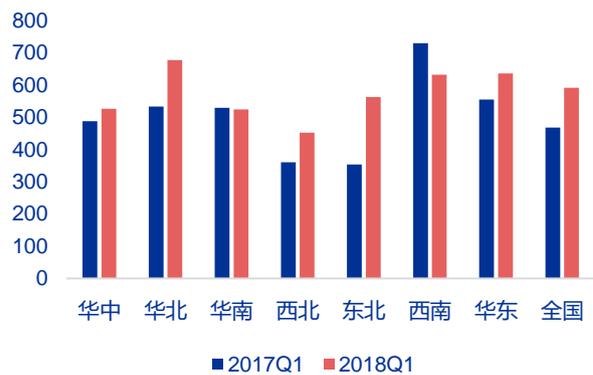
陆上风电发展增速趋缓，弃风限电现象略有好转。2017年陆上风电新增装机18.50GW，相比较2016年22.78GW的新增装机量，同比下降18.79%，陆上风电发展增速有所放缓。2018年一季度，全国平均利用小时数592小时，同比增加124小时；全国弃风电量为91亿千瓦时，同比下降44亿千瓦时；弃风率为8.5%，同比下降7.9个百分点，与2017年相比弃风限电情况明显好转；但国家电网提出的目标是在2020年弃风率控制在5%以内。

图2：中国弃风限电情况（单位：%）



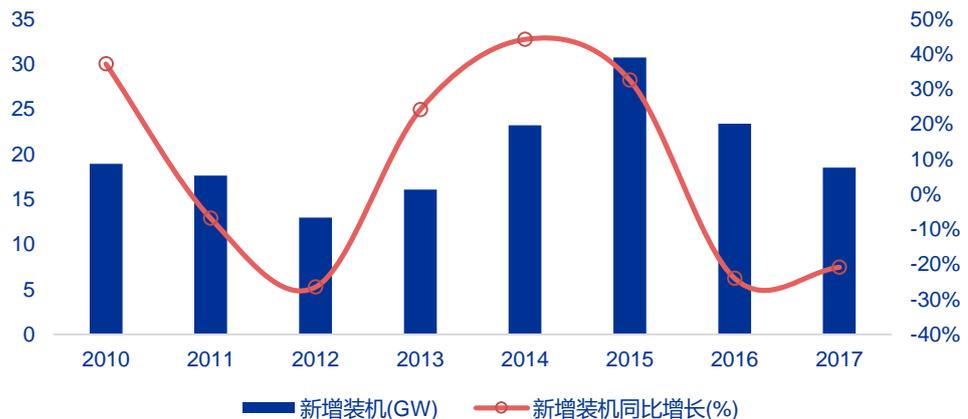
资料来源：国家能源局、申万宏源研究

图3：风电利用小时数有所改善（单位：小时数）



资料来源：国家能源局、申万宏源研究

图4：陆上风电新增装机量及同比增长（单位：GW，%）



资料来源：CWEA、申万宏源研究

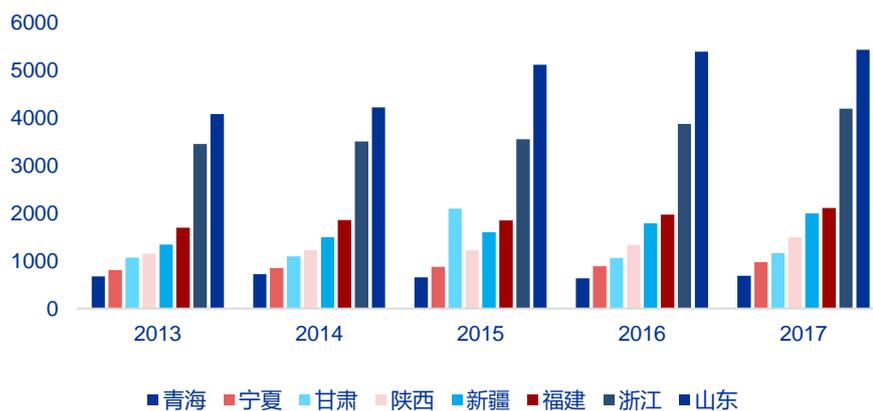
陆上风电发展受限使得海上风电成为风电发展新出路。陆上风电发展主要受限于弃风消纳问题，弃风现象严重主要在于系统调峰能力严重不足，新能源发电与送出工程建设进度不同步和体制机制的问题。新能源富集地区不同程度地存在跨省、跨区通道能力不足问题，已成为制约新能源消纳的刚性约束。而海上风场基本都建设在沿海100-200公里以内，

距离负荷中心较近，减少电力传输损失，并且常年有风，所以很适合电负荷中心的需求。海上风电的发展，有望满足行业发展增量需求，成为风电发展新出路。

**海上风电利用小时数超陆上风电，发电量优势显著。**陆上风电年均利用小时数为 2200 左右，海上风电根据资源条件不同，利用小时数一般也不同，但是平均利用小时数可以达到 3000 小时以上。相较于陆上风电，目前我国海上风电单机容量以 2.5-5MW 为主，高于陆上风电以 2MW 类型为主的单机容量。随着技术水平提高，单机规模持续扩大，更强更稳的风力以及更高的利用小时数，海上风电的发电优势将更加显著。

**海上风电能够为我国东南沿海省份提供有效的能源补充。**海上风能资源主要处于东部沿海地区，以福建、浙江、山东、江苏和广东五个省份为主。东部沿海省市是国内经济最发达的地区，用电领先并处于电负荷中心，为大规模发展海上风电提供了足够的市场空间。同时，这些省市电力供应紧张，用电增长速度较快，随着火电装机量的进一步走弱，用电缺口将进一步扩大，海上风电可以作为目前常规使用能源的有效补充。2017 年，海上风力资源所在的主要五个东南沿海省份（福建、浙江、山东、江苏和广东）总用电量为 23502 亿千瓦时，是西北地区的 6.1 倍左右，消纳能力强。

图 5：沿海地区用电量高于西北地区（单位：亿千瓦时）



资料来源：Wind、申万宏源研究

### 1.3 海上风电全面启动，市场空间超千亿

**风电行业新增装机量短期下滑，长期看行业发展稳定向上。**受 2015 年风电抢装带来的需求透支、红六省限装的影响，2016 年与 2017 年风电行业新增装机需求量持续下滑。2017 年全国新增风电并网装机容量 19.66GW，较 2016 年的 23.37GW，同比下降 15.88%。不同于 2010-2012 年的风电行业，在平价上网日趋临近的大背景下，风机行业需求不存在大幅下滑的风险，长期看风电行业总体发展稳定。

**风电投资重心逐渐向非限电地区转移，海上风电有望受益。**2017 年三北地区新增装机占比呈小幅下滑，由 2016 年 53%降为 2017 年 51%。同时中东部及南方地区新增装机由 2016

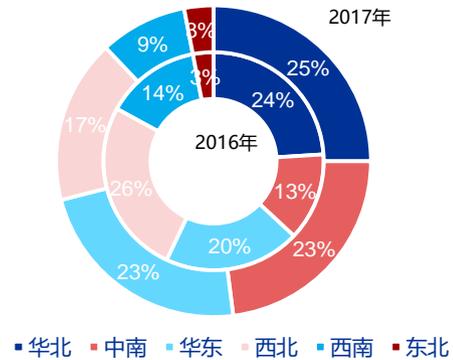
年的 47% 增至 2017 年的 49%。“三北”地区弃风限电严重，同时由于技术进步使低风速区域可利用率提升，风电投资重心逐渐向中东部地区转移。海上风能资源区多集中于非限电地区，海上风电有望直接受益。

图 6：风电行业新增装机略有下滑（单位：GW）



资料来源：CWEA、申万宏源研究

图 7：2017 年各区域装机变化情况（单位：%）



资料来源：CWEA、申万宏源研究

**海上风电装机实现大幅度增长。**根据中国风能协会的统计，2017 年，我国海上风电新增装机(吊装量)319 台，容量达到 1160MW，比上年增长 97%，海上风电装机增速有较明显的优势。海上风电累计装机量呈现爆发式增长，由 2010 年 150MW 增长至 2017 年的 2790MW。海上风电新增装机占综合新增装机的比重迅速上升，由 2010 年的 0.74% 增长至 2017 年的 5.90%，占比逐步提升。

图 8：海上风电装机量逐年增长（单位：MW）



资料来源：CWEA、申万宏源研究

图 9：海上风电新增装机增速远超陆上风电（单位：%）



资料来源：国家能源局、申万宏源研究

表 3：2010 年至 2017 年中国海上风电装机情况（单位：GW）

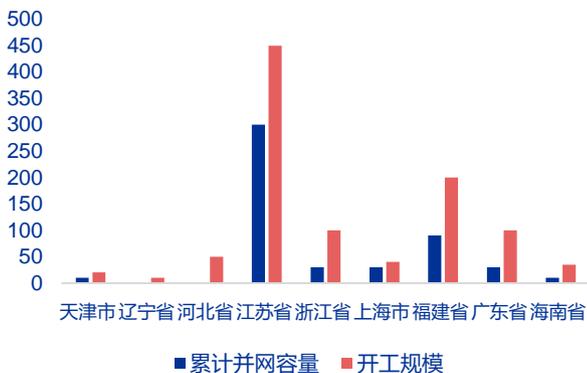
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
陆上风电	新增装机	18.79	17.52	12.83	16.03	22.97	30.39	22.78	18.5
	累计装机	44.58	62.1	74.93	90.96	113.94	144.33	167.1	185.6

海上风电	新增装机	0.14	0.11	0.13	0.06	0.23	0.36	0.59	1.16
	累计装机	0.15	0.26	0.39	0.45	0.67	1.03	1.63	2.79
总计	新增装机	18.93	17.63	12.96	16.09	23.2	30.75	23.37	19.66
	累计装机	44.73	62.36	75.32	91.41	114.61	145.36	168.73	188.39
海上风电占比		0.74%	0.62%	1.00%	0.37%	0.99%	1.17%	2.52%	2.52%

资料来源：CWEA，申万宏源研究

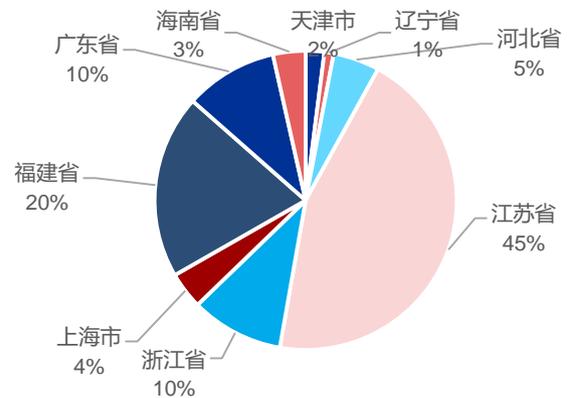
**海上风电全面启动，发展前景广阔。**2017 年海上风电全面启动，海上风电装机规模持续扩大，2017 年国内海上风电项目招标 3.4GW，同比增长 81%，占全国招标量的 12.5%。根据国家《风电发展“十三五”规划》，到 2020 年全国海上风电开工建设规模达到 10GW，力争累计并网容量达到 5GW 以上，重点推动江苏、浙江、福建、广东等省的海上风电建设。

图 10：2020 年各省海上风电布局（单位：万千瓦）



资料来源：国家能源局、申万宏源研究

图 11：2020 年海上风电开工规模目标布局（单位：%）

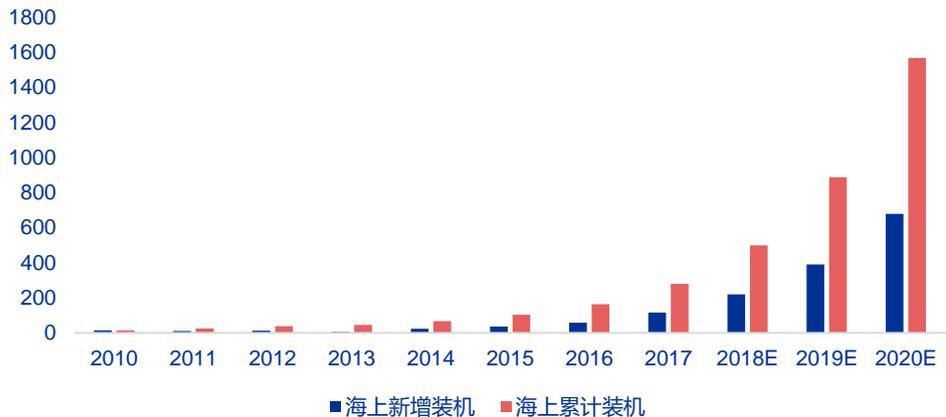


资料来源：国家能源局、申万宏源研究

**我国未来四年海上风电装机容量年复合增长率超过 75%。**结合“十三五”海上风电发展目标，风能咨询机构 MAKE 预计，截至 2020 年中国海上风电累计装机容量将达到 15.78GW（吊装量）。按照预计，未来 3 年海上风电累计装机容量复合增长率超过 75%。

以海上风电投资开发成本 14000 元/KW 测算，结合 2020 年我国海上风电累计装机容量 15.78GW 的估计值，预计到 2018-2020 年我国海上风电建设投资市场空间约 1800 亿元。

图 12：预计 2018-2020 年海上风电装机情况（单位：万千瓦）



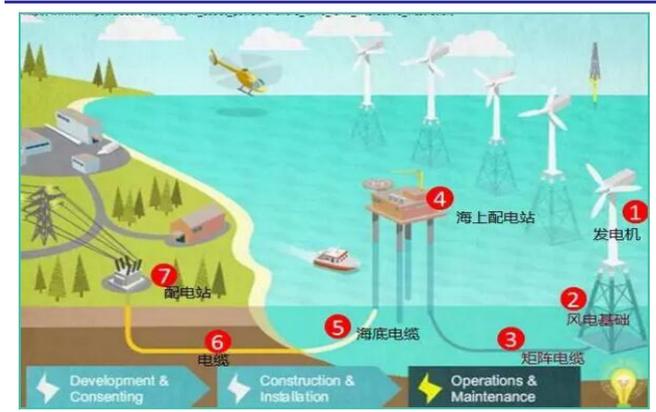
资料来源: CWEA、《风电发展“十三五”规划》、申万宏源研究

## 2. 全面解读海上风电产业链格局

### 2.1 海上风电呈现与陆上风电相异的产业格局

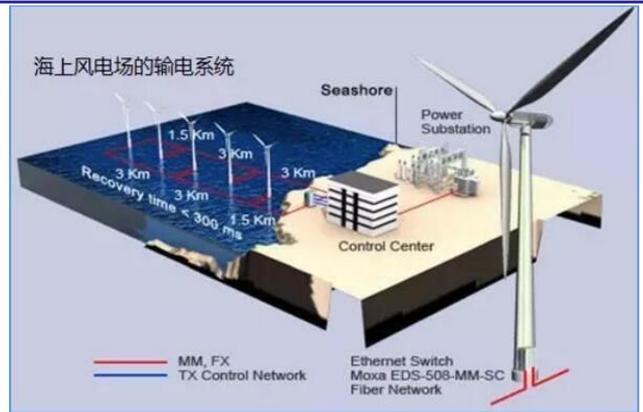
海上风电投资开发包括项目开发前期工作、风电场项目建设以及运营维护。前期包括海上风电规划、申请项目开发权、申请项目核准 3 个阶段。海上风电规划包括地址选择、实地勘察、项目环评及方案设计研究等。海上风电场则主要由一定规模的风电基础和输电系统构成，风电基础包括风电机组如叶片、风机、塔身和机组安装等部分，输电系统则由交流集电线路，海上升压站和无功补偿设备，海底电缆，陆上变电站和无功补偿设备组成，已建成海上风电场大部分采用高压交流输电系统（HVAC）。运营维护由风电整机厂商和运营商共同负责。

图 13: 海上风电投资开发各环节



资料来源: 北极星风力发电网、申万宏源研究

图 14: 海上风电场输电系统构成



资料来源: 北极星风力发电网、申万宏源研究

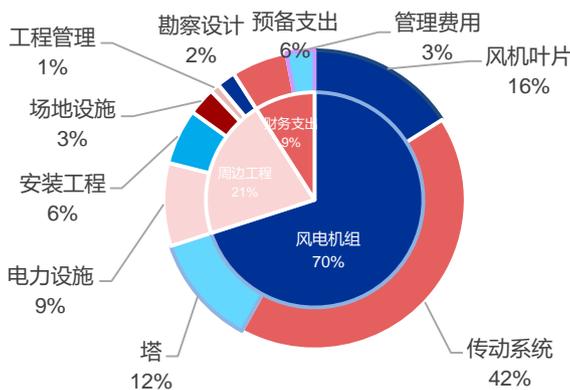
海上风电产业异于陆上风电产业，区别于陆上风电发展。从本质上看，陆上风电是“机组+电网+一般性电力工程”；海上风电则是“风电项目+海洋工程”，海底光缆、海上桩基

及海上装机如吊船、打桩船是海上风电项目重要组成部分。不同于陆上风电项目建设，海上风电的发展一定程度上借鉴海洋工程的技术，牵扯到海域功能的区分，航道，电缆的铺设，海上风机的设计、施工和安装，并网，环保，甚至国防安全等一系列问题。从设计、制造、安装、运维各个方面要提升到一个更高的高度，发展模式异于陆上风电。

**海上、陆上风电的成本构成比例差异显著，呈现不同的产业格局。**由于涉及海洋工程，海上风电项目比陆上风电多了海上桩基及海底光缆，开发投资成本构成不同。海上风电机组基础、变电站工程、桩基、运输安装和输电线路费用较高，导致海上风电单位造价高于陆上风电；同时海上装机需要专业风电运输安装船以及吊船，海上风电安装成本显著高于陆上风电安装成本。

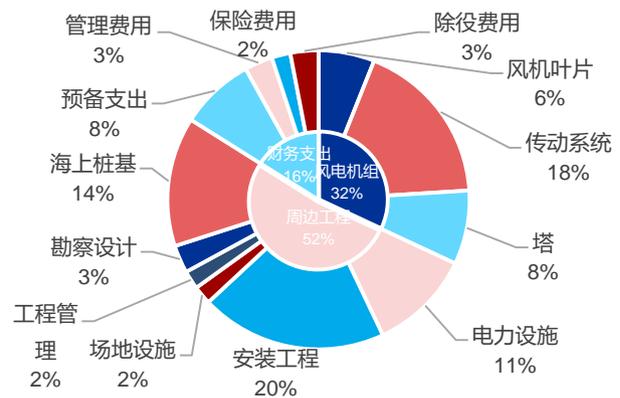
国内海上风电暂时还处于探索发展阶段，国产海上风机大多是对陆上风机进行改装或升级，通过提升陆上风机容量，做一些防腐措施改造成海上风机。面对恶劣的海洋环境，风机可靠性会大打折扣，导致海上风电运维成本很高。由此导致海上、陆上风电的成本构成比例差异显著，海上风电风电机组成本占比为 32%(含风塔)，远低于陆上风电 70%(含风塔)，相反海上风电的运营、安装等成本占比则远高于陆上风电，产业格局相异。

图 15: 陆上风电成本构成分解 (单位: %)



资料来源: NavigantConsulting、申万宏源研究

图 16: 海上风电成本构成分解 (单位: %)



资料来源: NavigantConsulting、申万宏源研究

**海上风电项目在硬件方面主要由风电机组、风塔及桩基、海底电缆三部分组成。**在海上风电的总投资中，整机、风塔、海底光缆等设备投资约为 50%，按照目前海上风电平均开发投资造价 14000 元/KW 计算，2018-2020 年面向整机制造商以及周边部件供应商如桩基、海底光缆等的海上风电市场近 900 亿元。

海上风电产业链结构同陆上风电相似，主要分为运营、整机制造、零部件三环节。从产业链环节来看，海上风电和陆上风电没有明显区别，自下而上分为风电场运营、风电整机制造、风机零部件制造三个环节。目前海上风电运营商主要是五大集团及其下属能源公司，例如南方电网综合能源有限公司、华能、大唐、申能、国家电投、三峡、中核、中广核等；风电整机相对市场化，海上风电累计装机容量目前国内排名靠前的是金风科技、远

景能源等，零部件环节由于技术门槛较低，涉及公司较多，主要以叶片、塔架、齿轮箱等生产商为主。

图 17：海上风电产业链各环节



资料来源：北极星电力网、申万宏源研究

表 4：风电产业链相关上市公司

产业链环节	产品	代码	证券简称
风机零部件	叶片	600458.SH	时代新材
		002080.SZ	中材科技
		002531.SZ	天顺风能
		600031.SH	三一重工
		600875.SH	东方电气
	塔架	300129.SZ	泰胜风能
		002487.SZ	大金重工
		002531.SZ	天顺风能
		002487.SZ	大金重工
	齿轮箱	300569.sz	天能重工
		0658.HK	中国高速传动
	轴承	300443.SZ	金雷风电
		300185.SZ	通裕重工
		002122.SZ	天马股份
	电控系统	000400.SZ	许继电气
002184.SZ		海得控制	
铸件	601218.SH	吉鑫科技	
	002204.SZ	大连重工	
海底光缆		600522.SH	中天科技
海上安装		603606.SH	东方电缆
		600320.SH	振华重工
风电整机		601226.SH	华电重工
		600416.SH	湘电股份

	002202. SZ	金风科技
	600875. SH	东方电气
	600290. SH	华仪电气
	0916. HK	龙源电力
	0958. HK	华能新能源
风电运营商	0816. HK	华电福新
	1798. HK	大唐新能源
	601016. SH	节能风电
	000862. SZ	银星能源

资料来源：Wind, 申万宏源研究

## 2.2 海上风电的主要开发运营商为大型电力央企

海上风电的主要开发运营商为大型电力央企。与陆上风电相比，海上风电的技术壁垒更高，开发商较为单一，国电集团、中广核、鲁能、申能、中水电、三峡新能源等传统电力风电企业占据海上风电主要份额。2016年，海上风电运营开发商前三的分别为国能投、中广核以及三峡新能源，累计装机容量分别为534.5MW、208MW、202MW；占比分别为33%、13%、12%。

表 5：2016 年海上风电开发商累计装机容量（单位：MW）

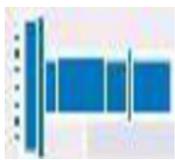
序号	运营企业	装机容量 (MW)
1	国电集团	534.5
2	中广核	208
3	响水风电	202
4	鲁能	200
5	申能	102.2
6	东海风电	102
7	中水电	80
8	中闽	50
9	三峡集团	44.5
10	国电投	20
11	天润	9
12	华能集团	7.5
13	福建投资	5
14	道达重工	2.5
15	中海油	1.5
	其他	61.3
	合计	1630

资料来源：CWEA, 申万宏源研究

## 2.3 核心零部件和原材料是风电机组的关键部分

风电机组在海上风电项目中成本占比最高，占单位总投资约 32%。按照目前海上风电平均开发投资造价 14000 元/KW 计算，2018-2020 年对应市场空间为约为 580 亿元。风电机组主要由叶片、齿轮箱、发电机、电控系统、塔架等组成。涉及关键原材料有钢、铝、铜、混凝土、玻璃纤维、碳纤维、环氧树脂、永磁材料等，其中钢材、碳纤维复合材料和永磁材料有望得到更多关注。

表 6: 双馈式风电机组整机成本构成拆分 (单位: %)

零部件	产品介绍	占比	产品介绍	占比
塔架	 <p>塔架一般是指风塔塔筒与基础段组成的整套塔架，目前塔架高度普遍为 60 米至 80 米</p>	26.30%	 <p>齿轮箱是在风力发电机组中应用很广泛的一个重要的机械部件。其主要功用是将风轮在风力作用下所产生的动力传递给发电机并使其得到相应的转速</p>	12.91%
叶片	 <p>叶片是一个大型的复合材料结构，其重量的 90% 以上由复合材料组成，每台发电机一般有三支叶片</p>	22.20%	 <p>发电机是指将其他形式的能源转换成电能的机械设备。工作原理基于电磁感应定律和电磁力定律。用适当的导磁和导电材料构成互相进行电磁感应的磁路和电路，以产生电磁功率，达到能量转换的目的</p>	3.44%
旋翼	 <p>用于安装旋翼桨叶、并使旋翼与传动系统和操纵系统相连接的中间部件</p>	1.37%	 <p>用来追踪、跟随不断变化的风向</p>	1.25%
轴承	 <p>轴承是当代机械设备中一种重要零部件。它的主要功能是支撑机械旋转体，降低其运动过程中的摩擦系数，并保证其回转精度</p>	1.22%	 <p>变桨系统是风电机组控制系统的核心部分之一，对机组安全、稳定、高效的运行具有十分重要的作用。变桨控制是通过调节桨叶的节距角，改变气流对桨叶的攻角，进而控制风轮捕获的气动转矩和气动功率</p>	2.66%
主轴	 <p>主轴指从发动机或电动机接受动力并将它传给其它机件的轴。主轴亦称“光轴”，是“主光轴”的简称：在光具组中具有对称性</p>	1.91%	 <p>变流器是使电源系统的电压、频率、相数和其他电量或特性发生变化的电器设备</p>	5.01%

	的直径		
主体框架	需要足够坚固支持涡轮传动、风电机组的传动系统，同时保证重量不可以过重	2.80%	变压器
			变压器是利用电磁感应的原理来改变交流电压的装置，主要构件是初级线圈、次级线圈和铁芯（磁芯）。 3.59%
制动系统	风力发电制动分两部分，气动制动与机械制动。气动制动就在定桨风机上就是让桨叶的液压缸动作，使叶尖产生气动阻力，实现气动制动。机械制动就是在风机齿轮箱高速轴端或低速轴端安装有盘式刹车，利用液压或弹簧的作用，使刹车片与刹车盘作用，产生制动力矩	1.32%	机罩
			较轻的机体包括风电机组的传动系统 1.35%

资料来源：winddirection、申万宏源研究

**风机叶片是风力发电机组的关键核心部件之一，关注碳纤维复合材料。**叶片设计、制造及运行状态的好坏直接影响到整机的性能和发电效率，对风电场运营成本影响重大。从零部件价值量的角度来看，叶片价值量极大，其成本约占风机总成本的 22.2%，**2018-2020 年对应的市场空间约为 130 亿元。**随着风电机组尺寸的增大及海上风电的发展，叶片将越来越长且拥有更高叶尖线速度（至 120 米/秒），未来风电机组叶片的大型化和轻质化将成为叶片发展主要方向。目前，风电叶片主要以玻璃纤维作为增强材料，但为满足风电机组叶片的大型化和轻质化要求，未来中国在风电叶片的生产中将更多使用碳纤维。按《中国风电发展路线图 2050》规划，2020 年、2030 年、2050 年应用碳纤维的风电机组市场份额预计将达到 22.16%、35.45%、61.70%。

**齿轮箱的可靠性对风机的寿命起着决定性的作用，尤其是海上大功率风电齿轮箱。**风力发电机齿轮箱位于机舱内部，是目前兆瓦级风机传动链中的薄弱环节，属易过载和过早损坏率较高的部件，**其成本占风机总成本约 12.91%，2018-2020 年对应的市场空间约 80 亿。**

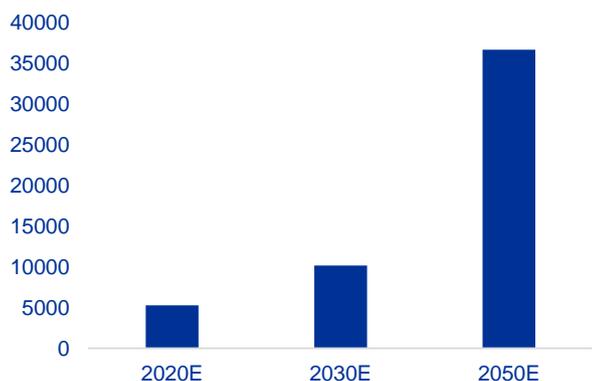
**发电机约占风力发电机组成本的 6%左右，其核心部件为转子及支架、定子及支架、动定轴等。**目前双馈式风力机组采用的发电机包括同步发电机和异步发电机。异步发电机较同步发电机而言，需要的维护较少，更适合海上风电场。相比双馈式发电机，直驱式风机的发电机为低速多级发电机，转数低，磁极数多，体积和重量均比双馈式风机要大。

**风机控制系统成本占风电系统总成本的 15%左右，包括控制系统、偏航系统、制动系统、油冷系统、水冷系统、变频器、变桨系统、电池系统、安全链等。**风机控制系统是综合性控制系统，用于监视电网、风况和机组的运行参数。对机组进行并网、脱网控制，以

确保运行过程的安全性和可靠性。同时还要根据风速、风向的变化，对机组进行优化控制，以提高机组的运行效率和发电量。

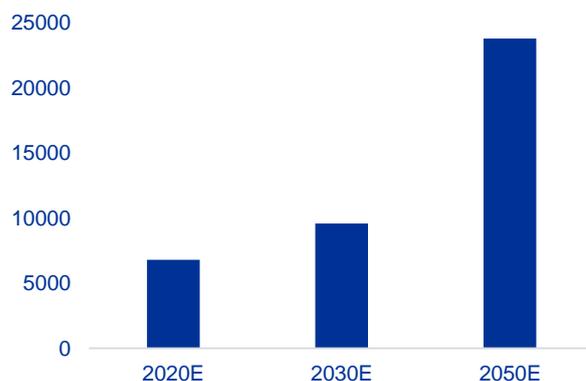
**钢材、永磁材料等关键原材料影响风电产业的发展。**钢材用量约占机组总重量的 90%，钢材的供给需求及价格波动将直接影响风电成本。永磁材料是影响直驱风电机组的关键原材料，其需求将随着直驱风电机组市场规模的扩大而快速增加，这两类材料的供应应得更多关注。以目前中国已探明的稀土资源储量（约 9030 万吨）和产量增长趋势来判断，未来风电产业所需的永磁材料供应量充足。

图 18：2020-2050 年钢材年均需求（单位：万吨）



资料来源：《中国风电发展路线图 2050》、申万宏源研究

图 19：2020-2050 年永磁材料年均需求（单位：万吨）



资料来源：《中国风电发展路线图 2050》、申万宏源研究

## 2.4 整机制造商市场份额集中，国内外技术水平逐步缩小

**风电制造商纷纷布局大兆瓦海上风电机组。**随着海上风电装机需求增长，风电制造商积极布局海上风电，研发大兆瓦海上风电机组。5MW 及以上风电机组已逐渐成为国内外主要风电厂商的发展重点，国外 8MW 机组已完成商业化应用，10MW 机组也已经到实验样机阶段，其中维斯塔斯 8MW 风电机组、Enercon 7.5MW 风电机组、西门子 7MW 风电机组、通用电气 6MW 风电机组、歌美飒 5MW 风电机组等均得到了广泛应用。国内风机厂商如华锐风电 6MW、联合动力 6MW、金风科技 6MW、东方电气 5.5MW、海装风电 5MW 等海上风电机组陆续下线安装，处于样机试验阶段。

**国内海上发电机组面临着技术缺乏有效验证、标准缺失等明显短板，与海外技术差距明显。**我国海上风电机组容量以 3MW-4MW 为主，5MW-6MW 风电机组多处于小批试验阶段，自主研发有所突破，但技术缺乏有效验证，核心技术仍依赖于海外成熟技术。同比之下，欧洲 6 MW 海上风电机组已形成产业化能力并批量安装，8.5 MW 及 9.5 MW 海上风电机组进入样机试运行阶段，12MW 的海上风电机组也已经开始设计，与国外技术水平仍有较大的差距。

表 7：国内主要海上风机（单位：m、m<sup>2</sup>、MW）

整机商	功率等级 MW	机型型号	叶轮直径 m	扫掠面积 m <sup>2</sup>	塔高 m	设计风区	发电机类型
金风科技	6.7	GW154/6700	154	18617	103/定制	IECS	永磁同步
	6.45	GW164/6450	164	21124	108/定制	IECS	永磁同步
	6.45	GW171/6450	171	22960	105/定制	IEC11B	永磁同步
远景能源	4.2	EN-4.2/136	136	—	90/定制	IECS	鼠笼异步
	4.5	EN-4.5/148	148	17203	95/定制	IECS	鼠笼异步
湘电风能	4	XE140-4000	140	15394	100/定制	IEC11B	永磁同步
	5	XE-5MW 平台	128/140/154/172	—	100/定制	IEC1B	永磁同步
华锐风电	5	SL-5000/139	130	15166	100	IEC1B	双馈异步
	5	SL-5000/155	155	18617	105	IEC11B	双馈异步
	5	SL-5000/170	170	22686.5	110	IEC11B	双馈异步
	6	SL-6000/128	128	12861	199	IEC1B	双馈异步
	6	SL-6000/155	155	18617	105	IEC11B	双馈异步
联合动力	3	UP3000-108	108	9161	90	IEC11A	双馈异步
	3	UP3000-120	120	11310	90	IEC11A	双馈异步
	6	UP6000-136	136	14519	95	IEC11A	双馈异步
中国海装	5	H128-5.0	128	—	87/定制	IEC1B	高速永磁
	5	H151-5.0	151	—	97/定制	IEC11B/IEC1B	高速永磁
	5	H171-5.0	171	—	107/定制	IEC11B/IECS	高速永磁
	6.2	H152-6.2	152	—	97/定制	IEC1B	高速永磁
东方风电	5	FD1400-5000	140	15376	90	IEC1B	双馈异步
太原重工	5	TZ5000/128	128	—	定制	IEC1	高速永磁
	5	TZ5000/154	154	—	定制	IEC11	高速永磁

资料来源：中国风电新闻网，申万宏源研究

表 8：国外主要大兆瓦海上风机（单位：MW）

公司名称	型号	功率 (MW)	技术
AMSC	SeaTitan10MW	10MW	高温超导体 (HTS) 发生器
Sway	ST10	10MW	无铁芯永磁发电机
三菱重工&维斯塔斯	V164-9.5MW	9.5MW	永磁同步发电机
	V164-8/8.3	8/8.3MW	永磁同步发电机
	V117-4.2 MW	4.2 MW	
Adwen	AD-180	8MW	永磁同步发电机
Enercon	E126-7.5	7.5MW	永磁同步发电机
三星	S7.0-171	7MW	高速齿轮箱+永磁发电机
	SWT-7.0-154	7MW	直驱永磁发电机
西门子	SWT-6.0-120/154	6.0/7.0MW	直驱永磁发电机
	SWT-4.0-120/130	4.0MW	双馈发电机
歌美飒	G132-5.0	5MW	永磁同步发电机
歌美飒&西门子	SG 8.0-167 DD	8MW	直驱永磁发电机
GE	GEHal iade150-6MW	6MW	永磁同步发电机

资料来源：公司官网，申万宏源研究

表 9：国内外启动 10MW+大功率海上风电发电机组情况（单位：MW）

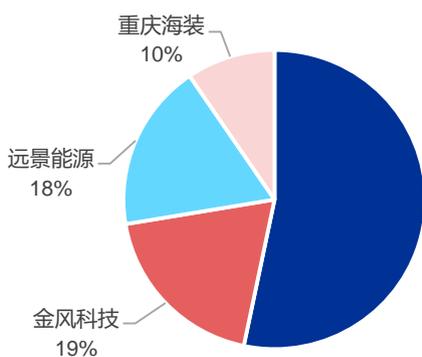
序号	公司名称	时间	功率(MW)	情况简介
1	华锐风电	2014	10MW	完成科技部 863 计划项目 10MW 级“超大型增速式海上风电机组设计技术研究”课题验收
2	山东瑞其能		10MW	计划推出 150m、170m、190m 叶轮直径的 10MW 风机系列
3	中国海装	2017	10MW	中国海装动了“10MW 级海上风电机组研制与开发”项目工作
4	Senvion	2017	10+MW	将生产 10+MW 级海上风电机组
5	湘电风能	2017	7-10MW	由湘电具有世界一流研发和设计水平的中外技术研发团队在其位于欧洲荷兰的海上风电研发设计中心所共同完成
6	GE		12MW	GE 有研发 12MW 级海上风电机组

资料来源：北极星风力发电网，申万宏源研究

国内海上风电机组受限于规模生产及技术水平，国产替代有望降低高成本。国内机组一般由陆上风电机组经过防腐等适应性改造后下海或是引进海外成熟技术，国内整机制造商并不掌握核心技术，尤其是大功率海上风电机组。由于无法实现国产化，受限于规模生产及技术水平，国内风电机组造价成本较高，为 5000-8000 元/KW。目前国内陆上风电机组由于完全国产化，使得造价成本全球最低，因此，只有针对中国海域海床条件和风资源特点，自主研制具有核心技术的国产化海上风电机组才是国内海上风电发展的出路。

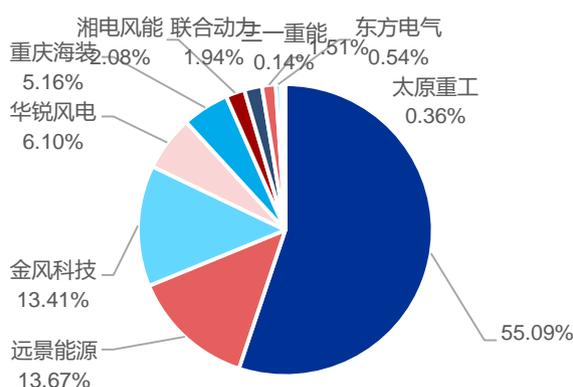
海上风电机组制造商数量较少，市场份额集中。截至 2017 年底，海上风电机组供应商共 11 家，其中累计装机容量达到 150MW 以上的机组制造商有远景能源、金风科技、华锐风电等，市场份额高度集中。2017 年，中国海上风电新增装机 319 台，容量达到 1160MW，同比增长 89.8%，共有 8 家制造企业有新增吊装，主要有金风科技、远景能源和重庆海装。

图 20：2017 年国内海上风电风机制造商新增装机容量（单位：%）



资料来源：CWEA、申万宏源研究

图 21：2017 年国内海上风电风机制造商累计装机容量（单位：%）

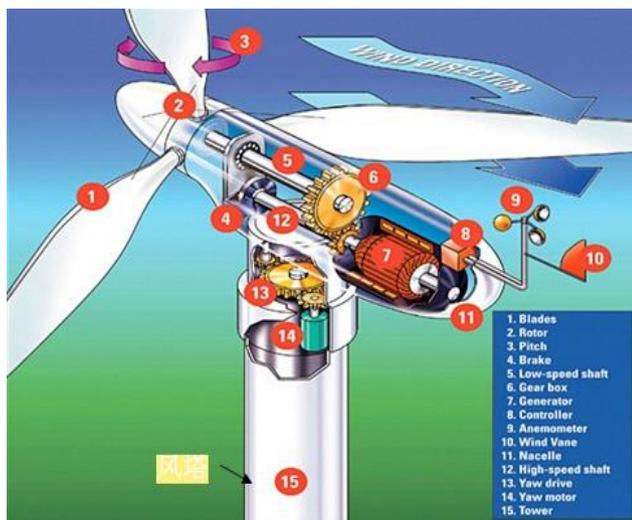


资料来源：CWEA、申万宏源研究

## 2.5 风电塔架及桩基技术含量高，行业具有较高毛利率

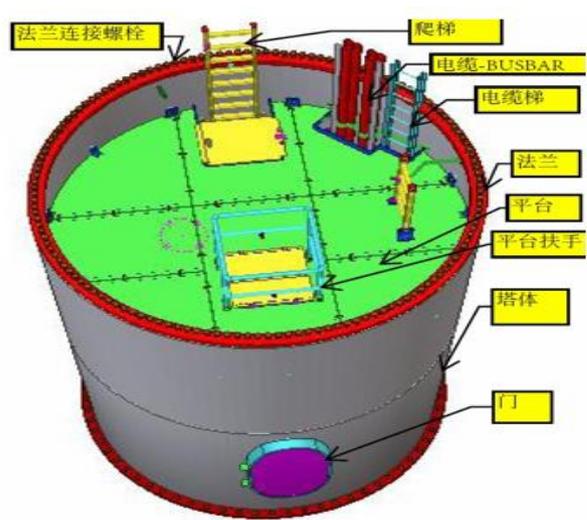
风塔是风电产业链中风电机组的重要组成部分。风电机组是风电项目的核心部分，风塔成本约占风电整机总成本的 20%左右，约占海上风电项目投资成本 8%，为整套风机提供支撑力。其主要功能是支承风力发电机的机械部件，发电系统（重力负载），承受风轮的作用力和风作用在塔架上的力，具有足够的疲劳强度，能够承受风轮引起的振动载荷，包括启动和停机的周期性影响、突风变化、塔影效应等。除塔体外，其内部通常有爬梯、电缆、电缆梯、平台等结构。

图 22：风塔是整套风机的支撑



资料来源：天顺风能公司招股书、申万宏源研究

图 23：风塔产品内部结构



资料来源：天顺风能公司招股书、申万宏源研究

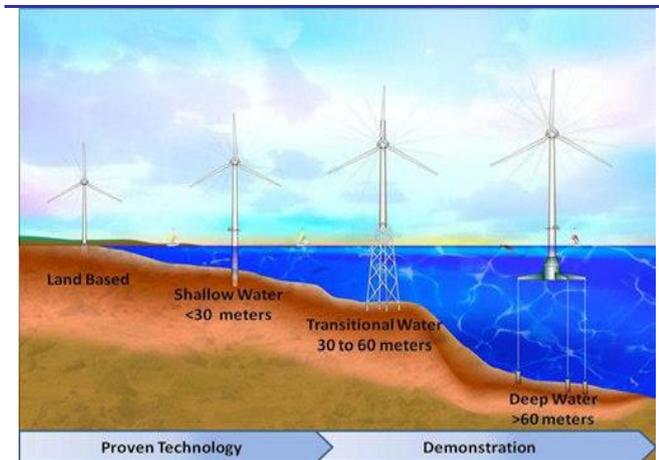
塔架的成本主要取决于其重量，而塔架的重量取决于风机的兆瓦级别以及桩基的类型。塔架一般是指风塔塔筒与基础段组成的整套塔架，目前风电机组的塔架高度普遍为 60 米至 80 米，未来大型风电机组的塔架高度将有可能继续增长，从而增加发电量收益。海上风机塔架的销售价格约为 10000 元/吨，一般占海上风电建设总成本的 8%左右，相比陆上风机，海上风机需要安装管桩、导管架等底部支撑设施，单位钢结构用量更大，一般占海上风电建设总成本的 14%左右，塔架和基导管架在总建设成本中占比约 22%，2018-2020 年有对应 400 亿元的市场空间。

**海上风塔的技术要求更高。**在海上风电设备中，风塔是承担风电机组及叶片产生的荷载，确保风电机组安全、稳定运转的重要部件。与陆上风塔相比，海上风塔需要经受海浪、潮汐、大温差等多种因素的考验，因此在生产过程中要考虑海上防腐等特殊技术要求；除此之外，海上风塔还具有单段长度较长、直径较大、重量较大的特点，技术要求较高。

为承受海上强风载荷、海水腐蚀、海浪冲击等，海上风电机组基础结构远比陆上风电复杂。桩基是海上风电的重要组成部分，主要作用是固定风电机组，根据不同的海床条件、水深、风机和环境情况，海上风电场的基础结构（桩基）主要有四种基本形式：陆地基

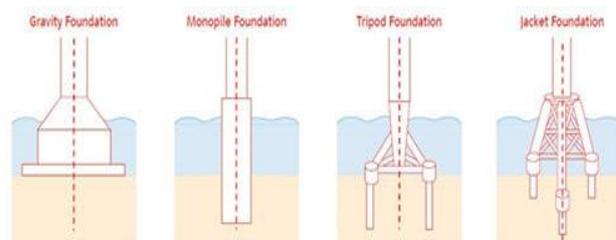
础、单桩基础、基脚架基础和浮式基础。目前，海上风电项目开发所用的基础主要为单桩式和导管架式，但它们对水深有着严格的要求。浮式基础则可以突破这种限制，有望成为下一代海上风电基础的主力类型。

图 24：海上风电机组基础结构的基本形式及适用范围



资料来源：北极星风力发电网、申万宏源研究

图 25：海上风电机组基础结构的基本形式及具体结构



资料来源：北极星风力发电网、申万宏源研究

表 10：各类桩基优缺点对比

基础类型	简要物理特征	适用水深	优点	局限性
重力式	有混凝土和钢制两种结构类型	较浅水深	没有打桩施工噪音，安装成本低	风机中两大，运输困难；需要对海床进行预处理；需要重型设备移动基础
单桩式	有两种类型：单桩钢结构基础和钻孔安装单桩混凝土基础	10-40M	生产工艺简单，安装成本较低，安装经验丰富	施工噪音大，受海床和风机重量影响大
沉箱式	形似钢制桶，倒置于海底，借助海水压力压入海床	暂无数据	无需打桩，安装简单	对海床要求严格
导管式或三脚架式	网格结构或三脚架结构	大于 40M	强度高，安装噪音小，重量轻，适用于大型风机 适用于深水海域	结构复杂，造价昂贵，受海浪作用，容易疲劳失效，大型基础海上安装受天气影响较大
漂浮式	安装不受海床影响	大于 50M	该水域海上风力发电潜力大	仍在研制中，缺乏涉及和安装经验

资料来源：北极星电力网，申万宏源研究

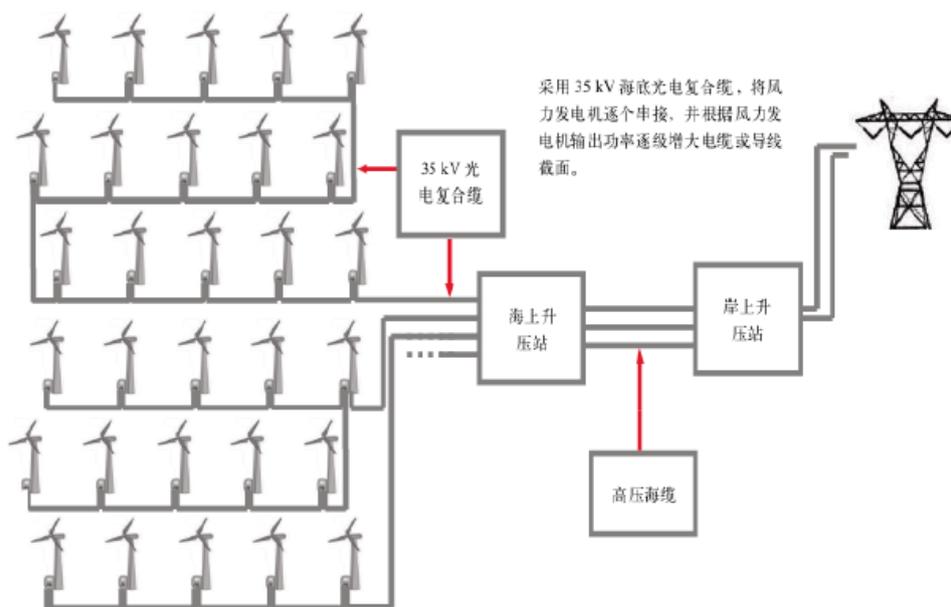
## 2.6 海底电缆是海上风电项目开发重要环节

海底电缆是海上风电与陆上风电较为主要的区别所在，海上风电投资占比约为 5-7%。海上环境恶劣，对于海缆的制作工艺、运输安装、后期维护等提出很高要求。相较于陆上风电，海缆厂家相比于陆缆厂家可选性少，海缆施工难度较大，需要专业的敷缆单位来完成

成，后期维护费用较高。陆缆单公里费用约 25~70 万元，相较于陆上电缆，35kV 海缆单公里费用在 70~150 万元（考虑不同截面），220kV 海缆单公里费用在 400 万元，电缆投资增加较多，同时海缆投资规模同海上风电投资规模同比增加。

海底线缆目前广泛运用的是海底光电复合缆，直接降低了项目的综合造价和投资，并间接地节约了海洋调查的工作量和后期路由维护工作。海底光电复合缆即在海底电力电缆中加入具有光通信功能及加强结构的光纤单元，使其具有电力传输和光纤信息传输的双重功能，完全可以取代同一路径敷设的海底电缆和光缆，节约了海洋路由资源，降低制造成本费用、海上施工费用和路岸登陆费用。我国近两年建设的近海试验风电场全部采用海底光电复合缆实现电力传输和远程控制。

图 26：近海风力发电场典型布局图



资料来源：中国新能源网、申万宏源研究

## 2.7 海上风电安装船及运维市场开启，发展前景广阔

海上风电机组安装专用船的短缺是导致海上风电场开发成本高昂的关键因素之一。海上风电安装船是高度精密的海上设施，能将风机和基础安装设备运输至风电场址，并配备适合各种安装方法的起重设备和定位设备。早期的安装船舶都是借用或由其他海洋工程船舶改造而成，但随着风机的大型化，起重高度和起重能力的要求提高，海上风机安装的专用船舶需求增长。海上风电安装船的建造周期较长，需要 2-3 年时间，需要提前订购来满足预期的市场需求。目前，我国海上风电技术支撑相对薄弱，对海上风电机组的设计施工、研究试验不足，海上风电安装专用船舶短缺，这些因素直接导致海上风电开发成本过高。

**专用安装设备需求显现，发展前景驱动企业布局。**随着海上风电全面提速，对专业船舶需求日益增长。国内船舶制造企业积极布局海上风电安装设备及平台。中船重工(重庆)海装风电设备公司投重金用于海上风电设备研制，其中重要一项就是要建造海上风电安装船；中船集团 708 所也自主研发，为南通海洋水建设计了我国首艘自升式海上风电安装船“海洋 38”号。龙源振华大力发展海上风电安装设备，目前拥有世界最大安装船“龙源振华三号”。此外，也有诸如江苏盛裕风电设备有限公司等民营企业提前布局，希望抢占海上风电安装的先机。

**表 11：目前国内主要海上风电专业船舶**

公司	船舶名称	特点	使用对象
中交三航局	三航“风范号”	2400 吨(2x1200 吨)双臂变幅起重船	海上风电场东海大桥风电示范区风电设备安装专门设计
	三航“风华号”	可在水深 40 米以内的泥砂质海域作业，它是国内最先进、具备最大起重能力的风电安装船，集大型设备吊装、风电基础打桩、设备安装、运输于一体	用于投入福建莆田平海湾风电安装
龙源振华	龙源振华 1 号	可浮态吊装施工，也可坐滩起重作业；广泛用于潮间带和浅海区域起重作业	顺利运用在其如东风电场
	龙源振华 2 号	可在 35m 内水深海域作业；既可进行海上单管桩基础施工及多管桩基础施工也可进行海上大型风机吊装施工	顺利运用在其如东风电场
龙源振华	龙源振华 3 号	国内最大海上风电施工平台；为适应 6 兆瓦以上大功率海上风机市场需求向振华重工定制的海上风电专业施工船舶；最大作业水深达 50 米，开创世界、国内之最，是我国海上风电作业从浅海走向近海的关键利器	2017 年 10 月 28 日，“龙源振华 3 号”在江苏南通举行下水仪式，后续将按计划进行设备调试，并全面开展系泊试验
	普丰托本号	可同时用于漂浮模式和举升模式下的起吊作业，工作水深可达 45 米；托本号”(TORBEN)是国内引进的先进的自带动力定位系统 DP3 的自升式起重平台	自升式起重平台“托本号”(TORBEN)于舟山六横岛海域顺利完成抬升试验，为后续平台投入龙源振华海上施工做好准备
南通海洋水建	海洋风电 38	适合近海及潮间带施工；作业水深小于 35 米，安装方式为分体吊装	
华电重工	华电 1001 号	自升式海上风电安装平台，最大作业水深(加入泥深度)达 35 米	台湾福海风力发电海气象观测塔施工及 30 台风机安装
靖江南洋船舶制造有限公司	华尔辰号	双体船设计，是集风塔打桩、风电设备安装于一体的海上风电设备工程安装施工船舶	远赴珠港澳大桥协助施工

资料来源：北极星电力网，申万宏源研究

**大规模海上风电项目投运，海上运维市场开启。**海上风电风险较大，机组故障率高，维修工作大，需要定期或不定期对海上风机及升压平台进行养护，海上运维市场前景广阔。由于国内海上风电处于初步发展阶段，国内海上风电尚无长期运营经验和成本数据积累，海上运维市场尚处于起步阶段。根据目前国内已建成的海上风电场运维情况看，海上

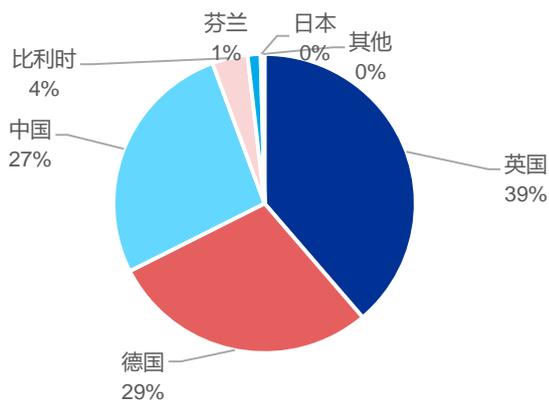
运维工作量是陆上的 2-4 倍，费用远超陆上风电。尽管海上运维门槛高、起步晚，但随着我国海上风电的发展，未来将形成陆上运维和海上运维市场的细分格局。

### 3. 欧洲是全球海上风电的领头羊

#### 3.1 欧洲代表全球海上风电的发展方向

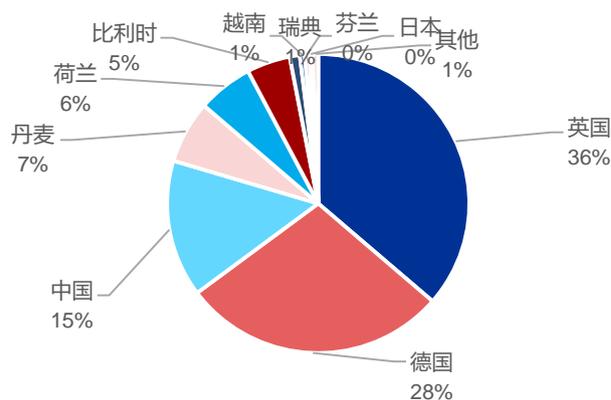
欧洲是当前全球最大的海上风电行业市场。2017 年，欧洲海上风电新增装机容量为 3148MW，占全球海上风电新增装机容量 72.6%，海上风电累计装机容量为 15780MW，占全球海上风电累计装机容量 83.9%。欧洲海上风电开发的主力国家有英国、德国、丹麦、荷兰、比利时等。其中英国是全球海上风电的第一大国，拥有海上风电项目 31 个，并网海上风电机组台数 1753 台，2017 年新增装机容量 1679MW，累计并网容量达 6835MW。德国自 2012 年以后逐渐成为世界上重要的风电工程市场，其政府组织也明确提出必须在国内开展新能源转型工作，加大力度发展海上风电行业。截至 2017 年，德国拥有海上风电项目 23 个，并网海上风电机组台数 1169 台，累计并网容量 5355MW。

图 27：全球海上风电新增装机容量情况（单位：%）



资料来源：GWEC、申万宏源研究

图 28：全球海上风电累计装机容量情况（单位：%）



资料来源：GWEC、申万宏源研究

表 12：截至 2017 年底欧洲海上风电累计装机情况（单位：个；台；MW）

国家	海上风电项目数量	并网海上风电机组台数	累计并网容量	2017 年新增/拆除容量
英国	31	1753	6835	1679
德国	23	1169	5365	1247
丹麦	12	506	1268	-5
荷兰	7	365	1118	0
比利时	6	232	877	165
瑞典	5	86	202	0
芬兰	3	28	92	60
爱尔兰	2	7	25	0

西班牙	1	1	5	0
挪威	1	1	2	0
法国	1	1	2	2
总计	92	4149	15779	3148

资料来源：EWEA，申万宏源研究

欧洲拥有世界一流的海上风电制造企业和领先的技术水平。截至 2017 年底，在欧洲累计并网的海上风电机组中，Siemens Gamesa 占据了最大的份额，占并网容量 63.29%，占并网台数 63.80%，其次是 MHI Vestas 占并网容量 18.35%，占并网台数 22.13%。在欧洲的投标机组已经从 6MW 为主向 7-8MW 过渡。预计到 2020 年，试验机型将达到 12-14MW 的水平。风轮直径相应地从现在 150-170 米的水平增加到 200 米以上。对比中国市场现状，目前仍停留在 4MW 为主要的时代。2017-2018 年，5-7MW 的装机正快速增长，到 2020 年，中国海上新增装机或将进入 8-9MW 为主要的阶段。预计在 2025 年，中国海上风电市场也将迎来 10MW 时代。中国与欧洲存在约 3 年迭代期的差距。

表 13：截至 2017 年底欧洲海上风电装机容量和台数（单位：GW，台，%）

整机商	并网容量 (GW)	并网容量占比	并网台数 (台)	并网台数占比
Siemens Gamesa	10.0	63.29%	2647	63.80%
MHI Vestas	2.9	18.35%	918	22.13%
Senvion	1.2	7.59%	206	4.97%
Adwen	1.0	6.33%	202	4.87%
其他	0.7	4.43%	176	4.24%
总计	15.8	100.00%	4149	100.00%

资料来源：EWEA，申万宏源研究

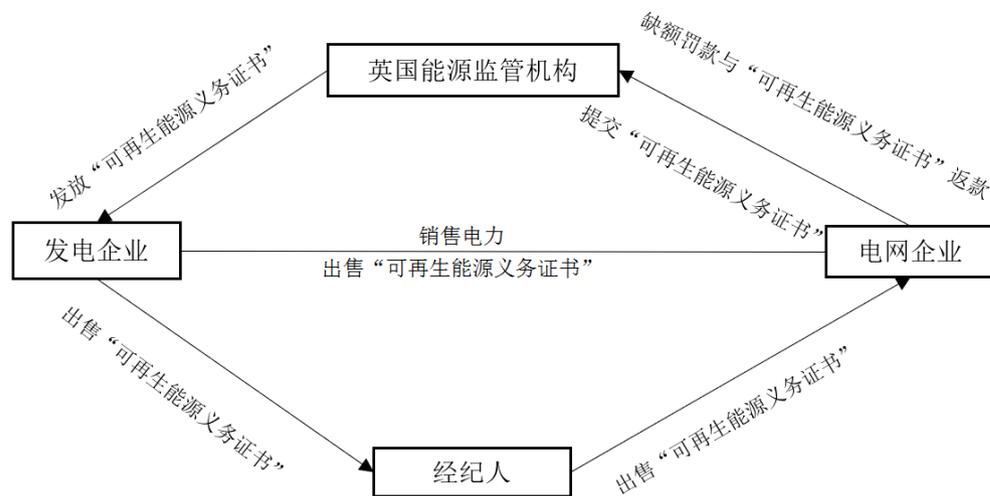
## 3.2 配额制推动英国海上风电发展

英国政府强有力的海上风电政策支持体系是英国成为全球海上风电第一大国的重要因素。英国是全球海上风电的第一大国，在 2017 年海上风电新增装机容量达 1679MW，占全球海上风电新增装机容量的 38.7%，海上风电累计并网容量达 6835MW，占全球海上风电累计容量的 36.3%。英国海上风电产业的起步晚于丹麦及瑞典等国，通过出台一系列的政策大力支持海上风电的发展实现超越。

可再生能源配额制是支撑英国海上风电发展的核心政策。英国从 2002 年起实施可再生能源配额制度，该制度本质上是一种强制配额制度，希望以市场分配手段降低成本，实现更有效率的可再生能源发展模式。电力生产企业利用可再生能源每生产 1MWh 的电量，就可以获得一定数额的“可再生能源义务证书”。电网企业可以通过提交这些证书来完成自己的义务，对于未完成的部分则必须按照规定的买断价支付一定款项。为了加大对海上风电的支持力度，2009 年英国规定 1MWh 海上风电电量可以获得 1.5 个可再生能源义务证书，并在 2010 年又进一步提高至 2 个可再生能源义务证书，大大高于其他形式的可再生能源，有

利于海上风电企业从可再生能源义务证书市场交易中获得更多补偿，为海上风电发展提供了巨大的支持。随着海上风电技术的进步，成本逐步下降，英国将 1MWh 海上风电可以得到可再生能源义务证书下降到 1.8 个。在可再生能源义务证书的价值构成中，主要包含两部分价值，一部分是买断价值（电网企业未完成部分），一部分是返还价值（政府补贴）。从 2002-2017 年，买断价值不断上升，而返还价值不断下降，体现了英国可再生能源证书市场化逐步完善。

图 29：英国可再生能源配额制运转流程



资料来源：《海洋经济》、申万宏源研究

表 14：2002 年以来英国可再生能源证书价值变化情况（单位：英镑/个）

年度	买断价格	返还金额	可再生能源义务证书价值
2002-2003	30	15.94	45.94
2003-2004	30.51	22.92	53.43
2004-2005	31.39	13.66	45.05
2005-2006	32.33	10.21	42.54
2006-2007	33.24	16.04	49.28
2007-2008	34.3	18.65	52.95
2008-2009	35.76	18.61	54.37
2009-2010	37.19	15.17	52.36
2010-2011	36.99	14.35	51.34
2011-2012	38.69	3.58	42.27
2012-2013	40.17	3.67	43.84
2013-2014	42.02	0.7	42.72
2014-2015	43.3	0.35	43.65
2015-2016	44.33		
2016-2017	44.77		

资料来源：《海洋经济》，申万宏源研究

可再生能源配额制度向差价合约固定电价政策过渡方案和初步框架的出台进一步推动英国海上风电发展。2011年7月，英国发布了《2011电力系统改革白皮书》，2012年又颁布了《能源法案草案》，着手改革可再生能源政策，提出了可再生能源配额制度向差价合约固定电价政策过渡方案和初步框架：从2014年起，高于5兆瓦的发电企业可以在可再生能源配额制度与差价合约固定电价政策之间进行选择；而2017年4月以后，对新上项目的实施将不再实行可再生能源配额制度政策；原有项目继续实施可再生能源配额制度至2037年，同时2027—2037年的10年间，政府将以固定价格直接向发电企业收购可再生能源义务证书以减少价格和市场波动，确保企业获得可预期收益。根据已公布的数据，海上风电的合约电价处于较高水平，2014—2019年的合约电价分别为155、155、150、140、140英镑，仅低于潮汐能、波浪能的价格水平，这为海上风电的可持续发展奠定了基础。

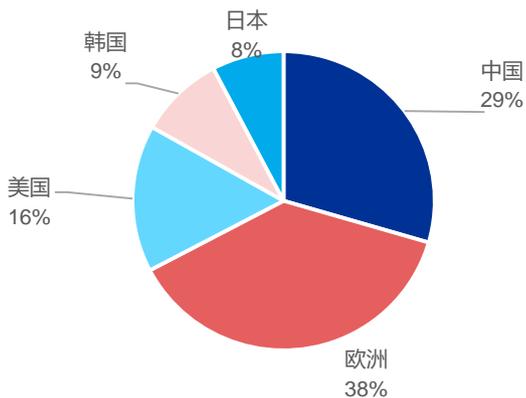
### 3.3 欧洲专利申请领先全球，中美迎头赶上

欧洲和中国是海上风电技术的原创大国。在全球海上风电专利的首次申请上，欧洲和中国是该领域专利首次申请量最大的区域，专利申请数量分别为3121件和2435件，占全球总申请量的比例分别为37.8%和29.5%，表明欧洲与中国在海上风电领域原创技术的领先地位。中国海上风电相比较欧洲海上风电起步较晚，但中国海上风电专利申请量已经与欧洲较为接近，体现中国在海上风电领域发展速度较快。

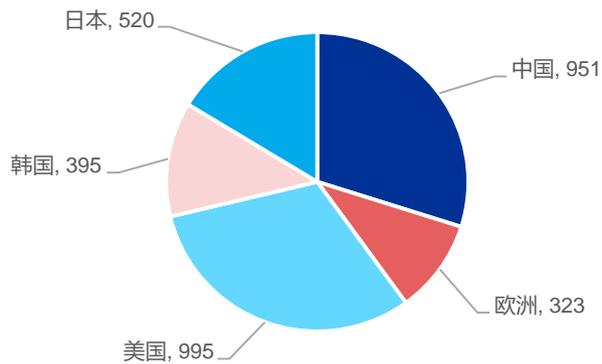
美国和中国是海上风电发展最大的发展目标国。从全球海上风电目标市场国专利申请上，美国和中国是海上风电领域重要的目标市场国，目标市场国专利申请量分别为995和951件，占全球总申请量的比例分别为31.25%和29.87%。而欧洲、日本和韩国作为目标市场国的专利申请数量分别为323件、520件和395件。美国的海上风电专利首次申请量远小于中国和欧洲，但在目标市场国专利申请量排名第一，体现了美国的海上风电是全球海上风电制造商未来将重点布局的市场。欧洲在海上风电专利首次申请量和作为目标市场国专利申请上的巨大差异，体现了欧洲是全球海上风电的技术优势区域，其技术成熟度较高，其他地区很难对之进行技术输入，企业在欧洲布局将面临来自本土的强烈竞争。

图 30: 全球海上风电专利首次申请地域分布 (单位: %)

图 31: 全球海上风电专利目标市场国地域分布 (单位: 件)



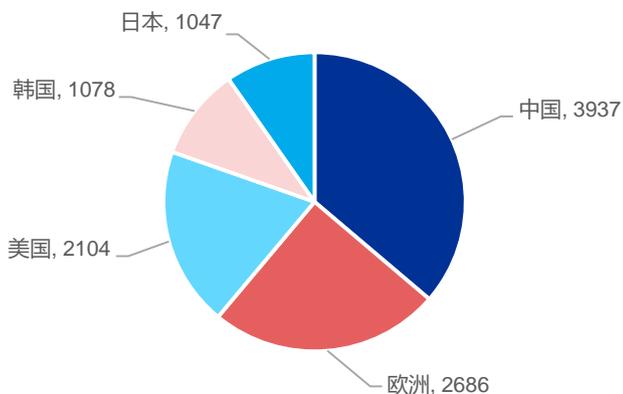
资料来源:《中国发明与专利》、申万宏源研究



资料来源:《中国发明与专利》、申万宏源研究

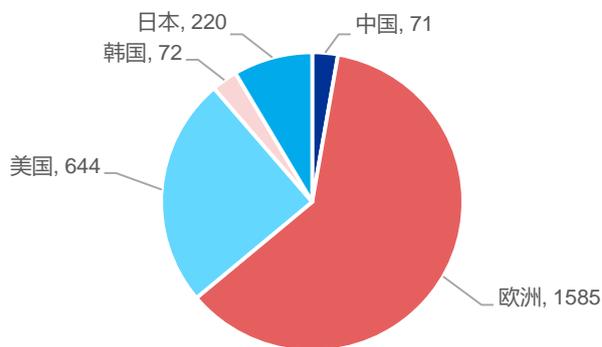
中国在海上风电领域的专利申请数量最大，但技术在国际竞争中仍处劣势。从全球海上风电技术领域的专利申请数量上来看，中国、欧洲、美国、韩国和日本拥有的专利数分别为 3937 件、2686 件、2104 件、1078 件和 1047 件，中国远超其他国家，排名第一。但从专利全球流向看，中国、欧洲、美国、韩国和日本流向其他区域的专利申请数量分别为 71 件、1585 件、644 件、72 件和 220 件，体现中国在技术上仍存在明显的差距，在国际市场的竞争中，仍旧处于劣势。

图 32: 五大地区海上风电专利申请总数 (单位: 件)



资料来源:《中国发明与专利》、申万宏源研究

图 33: 五大地区海上风电专利对外输出量 (单位: 件)



资料来源:《中国发明与专利》、申万宏源研究

## 4. 从政策变化看海上风电全面提速

### 4.1 风电标杆调整，引导海上风电开发

首批海上风电特许权招标项目中标电价过低，迟迟未能启动。由于海上风电投资成本远高于陆上风电投资成本，约为 2 倍，意味着要使运营商有动力进行海上风电投资，必须要有比陆上风电更高的风电电价。2010 年，首批海上风电特许权招标项目，规模达到 1GW，由于中标电价过低，在 0.7 元/KWh 甚至更低的条件下海上风电项目难以做到盈亏平衡，因

此项目迟迟未能启动。通过借鉴陆上风电发展经验，海上风电标杆电价出台将大势所趋，并且电价水平很可能高于目前的招标价。

表 15：我国首批海上风电特许权招标项目详情

项目名称	开发商	制造商机型	施工单位	中标价 (元/KWh)
滨海 300MW 近海	大唐新能源	华锐 3MW-113m	中交第三航务工程局	0.737
射阳 300MW 近海	中电投	华锐 3MW-113m	中铁大桥局	0.7047
大丰 200MW 潮间带	龙源	金风 2.5MW-109m	江苏电建三公司南通海建公司	0.6396
东台 200MW 潮间带	鲁能		中交第三航务工程局	0.6235

资料来源：北极星电力网，申万宏源研究

**标杆上网电价出台，电价标准从特许权招标向标杆电价转变。**2014年6月5日，为促进海上风电产业健康发展，鼓励优先开发优质资源，国家发改委发布《关于海上风电上网电价政策的通知》，首次规定海上风电标杆电价。对非招标的海上风电项目，区分潮间带风电和近海风电两种类型确定上网电价。2017年以前（不含2017年）投运的近海风电项目上网电价为每千瓦时0.85元（含税，下同），潮间带风电项目上网电价为每千瓦时0.75元。鼓励通过特许权招标等市场竞争方式确定海上风电项目开发业主和上网电价。通过特许权招标确定业主的海上风电项目，其上网电价按照中标价格执行，但不得高于以上规定的同类项目上网电价水平。

**风电标杆电价调整，海上风电上网价格更具优势。**2016年12月26日国家发改委发布《调整光伏发电陆上风电标杆上网电价的通知》，明确自2018年1月1日起，一类至四类资源区新核准建设陆上风电标杆上网电价分别调整为0.40元/KWh、0.45元/KWh、0.49元/KWh、0.57元/KWh，比2016-2017年电价每千瓦时降低7分(-14.89%)、5分(-10.00%)、5分(-9.26%)、3分(-5.00%)。陆上风电上网电价进一步下调，海上风电上网标杆电价维持不变，近海风电项目标杆上网电价维持0.85元/KWh，潮间带风电项目标杆上网电价维持每0.75元/KWh。此次电价调整保持海上风电标杆电价不变，逐步引导风电项目向海上风电发展，海上风电价格优势显著。

表 16：陆上风电与海上风电上网电价对比（单位：元/KWh）

风电类型	资源区	资源区包括地区	上网电价(元/KWh)	
			上期标杆电价	目前标杆电价
陆上风电	I类资源区	内蒙古自治区除赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市以外其他地区；新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、昌吉回族自治州、克拉玛依市、石河子市	0.47	0.4
	II类资源区	河北省张家口市、承德市；内蒙古自治区赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市；甘肃省张掖市、嘉峪关市、酒泉市	0.5	0.45

海上风电	III 类资源区	鸡西市、双鸭山市、七台河市、按化市、伊春市，大兴安岭地区；甘肃省除张掖市、嘉峪关市、酒泉市以外其他地区；新疆维吾尔自治区除乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、昌吉回族自治州、克拉玛依市、石河子市以外其他地区；宁夏回族自治区	0.54	0.49
	IV 类资源区	除 I 类、II 类、III 类资源区以外的其他地区	0.6	0.57
		近海		0.85
		潮间带		0.75

资料来源：国家发改委、申万宏源研究

**引入风电项目竞价机制，稳步推进平价上网进程，海上风电相对陆上风电更具有优势。**

2018 年 5 月 18 日，国家能源局发布《关于 2018 年度风电建设管理有关要求的通知》提出推行竞争方式配置风电项目。从 2019 年起，新增核准的集中式陆上风电项目和海上风电项目应全部通过竞争方式配置和确定上网电价。在电价确定上，规定各项目申报的上网电价不得高于国家规定的同类资源区标杆上网电价。海上风电标杆上网电价为近海 0.85 元/KWH、潮间带 0.75 元/KWH，相比较陆上风电标杆上网电价 I 类资源区 0.40 元/KWH、II 类资源区 0.45 元/KWH、III 类资源区 0.49 元/KWH，有较明显的优势。截至 2017 年底，海上风电新增装机渗透率仅为 5.90%，市场发展空间依旧较大。并且由于海上风电开发壁垒较高，国电集团、中广核、三峡新能源和鲁能四大海上风电开发商市场份额之和远超 50%，竞争格局较为清晰。在风电项目施行竞价机制的背景下，海上风电相对陆上风电更具有优势。

## 4.2 受益政策规划驱动，从项目示范到全面加速发展

我国海上风电发展与政策相关，主要分为环境营造、萌芽示范、快速发展、全面加速发展 4 个阶段。

**1995-2008 年中国海上风电处于环境营造阶段，海上风电还未正式起步。**在此阶段，国家专门针对海上风电的政策较少，但是大量适用于海上风电的可再生能源领域政策，为后续海上风电发展起到推动作用。2007 年 11 月，我国第一个海上风电试验项目——中海油渤海湾钻井平台试验机组（1.5MW）建成运行，标志着我国海上风电发展取得“零的突破”，但该项目利用石油平台作为海中风机基础，且接入孤立的海上平台电网，对于海上风电的并网技术参考价值不大。

**2009-2013 年为萌芽示范期,海上风电政策相继出台。**2010 年 07 月 06 日,总投资 23.65 亿元的我国第一、亚洲第一个海上风电场——上海东海大桥 10 万千瓦海上风电场示范工程并网发电,标志着我国基本掌握了海上风电的工程建设技术,为今后大规模发展海上风电积累了经验。2010 年,江苏滨海、射阳、东台、大丰 4 个特许权项目(1000MW)招标。同时,2009 年哥本哈根气候变化会议后,新能源成为全世界关注的焦点,国家对可再生能源重视程度的提高,海上风电政策相继出台。

**表 17: 2009-2013 年海上风电主要政策**

时间	部门	条款	主要内容
2009.4	国家能源局	《海上风电场工程规划工作大纲》	进行海上风电规划工作、进行海上风电输电规划工作、进行项目预可行性研究工作
2010.1	国家能源局国家海洋局	《海上风电开发建设管理暂行办法》(国能新能〔2010〕29号)	规范海上风电发展规划、项目授予、项目核准、海域使用和海洋环境保护、竣工验收、运行信息管理等环节的管理
2010.1	国务院	《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》	将海上风能开发装备纳入战略性新兴产业目录
2011.4	发改委	《产业结构调整指导目录(2011年)》	首次将“海上风电机组技术开发与设备制造”和“海上风电场建设与设备制造”纳入鼓励类项目范畴
2011.7	国家能源局国家海洋局	《海上风电开发建设管理暂行办法实施细则》	进一步明确海上风电项目前期、项目核准、工程建设与运行管理等海上风电开发建设管理工作
2012.1	国家能源局	《风电发展“十二五”规划》	
2013.1	国家能源局	《可再生能源发展“十二五”规划》	对海上风电做专门部署
2013.1	国务院	《全国海洋经济发展“十二五”规划》	

资料来源:国家能源局、国务院、申万宏源研究

**在相关政策的大力推动下,萌芽示范期我国海上风电场建设取得突破性进展。**截至 2013 年年底,我国已完成的海上风电项目共有 17 个,此阶段海上风电项目以示范项目为主。在此阶段,我国海上风电累计新增装机量达到 450MW,实现 0 到 1 的突破;有三个项目进入投运阶段,分别为上海东海大桥海上风电示范项目、江苏如东潮间带示范风电场、江苏如东潮间带增容。虽然此阶段项目装机量大多较小,但积累了大量经验,为后面海上风电快速发展打下良好基础。

**表 18: 我国已建成的海上风电场(截止 2013 年底)(单位: MW)**

序号	项目名称	总装机容量(MW)
1	上海东海大桥海上风电示范项目	100
2	上海东海大桥试验风电场	10
3	江苏如东潮间带试验风电场	32
4	江苏如东潮间带示范风电场	150

5	江苏如东潮间带增容	50
6	江苏如东潮间带项目	10
7	福建福清海上风电项目	5
8	江苏响水近海试验项目	2
9	江苏响水潮间带试验项目	10.5
10	山东滨海海上风电一期	3
11	山东潍坊试验风电场	6
12	辽宁渤海湾绥中油田	1.5
13	上海临港试验风电场	3.6
14	国电龙源 5MW 样机项目	5
15	江苏响水潮间带 T5 项目	3
16	如东潮间带试验风电场	4
17	龙源天津滨海项目	33

资料来源：海上风电政策研究分析，申万宏源研究

**2014-2016 年海上风电进入快速发展期，海上风电政策导向逐步明确。**2014 年被业界称为“海上风电元年”，经历了爆发式增长，新增装机量达 230MW，同比增长 283%；2015-2016 年进入快速发展阶段，海上风电年新增装机量分别为 360MW、590MW，增长率分别为 57%、64%。根据 2014 年 8 月能源局公布的《海上风电开发建设方案（2014-2016）》，共计纳入项目 44 个，总容量 10530MW。列入开发建设方案的项目视同列入核准计划，应在有效期（2 年）内核准。2014-2016 年期间，已建成投运 9 个海上风电项目，共计约 1005MW。同时在此阶段海上风电政策导向逐步明确，政策逐渐由风电政策细分至海上风电政策。

表 19：2014-2016 年海上风电相关政策

时间	发布单位	文件名称	内容
2014 年 1 月	国家能源局	《国家能源局关于印发 2014 年能源工作指导意见的通知》	合理确定风电消纳范围，缓解弃风弃电问题，稳步发展海上风电
2014 年 4 月	上海市发展改革委	《上海市可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法》	规定上海市海上风电项目每度电 0.2 元的补贴。这个补贴政策适用于上海市 2013 年-2015 年投产发电的项目，根据实际产生的电量(风电按上网电量)对项目投资主体给予奖励，奖励时间为连续 5 年。单个项目的年度奖励金额不超过 5000 万元
2014 年 6 月	国家发改委	《国家发展改革委关于海上风电上网电价政策的通知》（发改价格[2014]1216 号）	明确规定了 2017 年以前投运的非招标海上风电项目，近海风电项目上网电价为 0.85 元/千瓦时（含税），潮间带风电项目上网电价为 0.75 元/千瓦时（含税）
2014 年 6 月	国务院办公厅	《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》（国办发[2014]31 号）	明确提出按照输出与就地消纳利用并重、集中式与分布式发展并举的原则，大力发展可再生能源。到 2020 年，非化石能源占一次能源消费比重达到 15%。切实解决弃风、弃光问题。重点规划建设 9 个大型现代风电基地以及配套送出工程。以南方和中东部地区为重点，大力发展分散式风电，稳步发展海上风电。到 2020 年，风电装机达到 2 亿千瓦，风电与煤电上网电价相当

2014年8月	国家能源局	《海上风电开发建设方案(2014-2016)》	要充分认识做好海上风电工作的重要性,采取有效措施积极推进海上风电项目建设,不断提升产业竞争力,促进海上风电持续健康发展。列入全国海上风电开发建设方案(2014-2016)项目共44个,总容量10530MW。列入开发建设方案的项目视同列入核准计划,应在有效期(2年)内核准
2015年3月	国家能源局	《关于做好2015年度风电并网消纳有关工作的通知》	做好风电的市场消纳和有效利用工作,加快中东部和南方地区风电的开发建设
2015年9月	国家能源局	《国家能源局关于海上风电项目进展有关情况的通报》	到2015年7月底,纳入海上风电开发建设方案的项目已建成投产2个、装机容量61MW,核准在建9个、装机容量1702MW,核准待建6个,装机容量1540MW。各部门进一步做好海上风电开发建设工作,加快推动海上风电发展
2016年11月	国家发改委、 国家能源局	《电力发展“十三五”规划》	提出到2020年,非化石能源发电装机达到7.7亿千瓦左右,比2015年增加2.5亿千瓦左右,占比约39%,提高4个百分点,发电量占比提高到31%。“十三五”期间,风电新增投产0.79亿千瓦以上,太阳能发电新增投产0.68亿千瓦以上。2020年,全国风电装机达到2.1亿千瓦以上,其中海上风电500万千瓦左右;太阳能发电装机达到1.1亿千瓦以上,其中分布式光伏6000万千瓦以上、光热发电500万千瓦
2016年11月	国家能源局	《风电发展十三五规划》	重点推动江苏、浙江、福建、广东等省的海上风电建设,到2020年四省海上风电开工建设规模均达到百万千瓦以上
2016年11月	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》(国发[2016]67号)	规划提出,到2020年,核电、风电、太阳能、生物质能等占能源消费总量比重达到8%以上,产业产值规模超过1.5万亿元。其中,大力发展智能电网技术,大幅提升风电消纳能力。重点发展5MW级以上风电机组、风电场智能化开发与运维、海上风电场施工、风热利用等领域关键技术与设备。到2020年,风电装机规模达到2.1亿千瓦以上,实现风电与煤电上网电价基本相当,风电装备技术创新能力达到国际先进水平。围绕可再生能源比重大幅提高、弃风弃光率近零的目标,完善调度机制和运行管理方式,建立适应新能源电力大规模发展的电网运行管理体系。完善风电、太阳能、生物质能等新能源国家标准和清洁能源定价机制,建立新能源优先消纳机制。建立可再生能源发电补贴政策动态调整机制和配套管理体系。
2016年12月	国家发改委	《国家发展改革委关于调整光伏发电陆上风电标杆上网电价的通知》(发改价格[2016]2729号)	明确对非招标的海上风电项目,区分近海风电和潮间带风电两种类型确定上网电价。近海风电项目标杆上网电价为每千瓦时0.85元,潮间带风电项目标杆上网电价为每千瓦时0.75元。
2016年12月	国家能源局、 国家海洋局	《海上风电开发建设管理办法》(国能新能[2016]394号)	省级及以下能源主管部门按照有关法律法规,依据经国家能源局审定的海上风电发展规划,核准具备建设条件的海上风电项目。核准文件应及时对全社会公开并抄送国家能源局和同级海洋行政主管部门。未纳入海上风电发展规划的海上风电项目,开发企业不得开展海上风电项目建设。鼓励海上风电项目采取连片规模化方式开发建设。

2016年12月 国家发改委 《可再生能源发展十三五规划》

积极稳妥推进海上风电开发，到2020年，开工建设1000万千瓦，确保建成500万千瓦

2016年12月 国家能源局 《能源技术创新“十三五”规划》(国能科技[2016]397号)

在可再生能源利用领域，研究8MW-10MW陆/海上风电机组关键技术，建立大型风电场群智能控制系统和运行管理体系；突破高效太阳能电池的产业化关键技术，发展新型太阳能电池技术，持续提高光伏发电系统的能量转换效率、经济性和智能化水平；完善大型太阳能热电站高效集热和系统集成技术，实现可全天运行的100MW级电站商业化运行；开展复杂条件下水电开发相关技术研究；开展海洋能、地热能利用关键技术及装置研发和示范工程建设。

资料来源：政府网站、申万宏源研究

表 20：2014-2016 年年我国已建成投运的海上风电项目（单位：MW、m、元/KW）

项目名称	开发单位	装机容量 (MW)	装机台数(台)	平均水深 (m)	基础形式	投资成本 (元/KW)	建成时间
江苏如东海上风电场 1 期	中国水电新能源公司	20	10	潮间带	多桩承台	15100	2014.5
上海东海大桥风电场 2 期	上海东海风力发电公司	102.2	28	10	砼高桩承台	19200	2014.11
江苏如东海上风电项目示范扩建工程 (200wm)	国电龙源	56	14	潮间带	单桩/导管架	14964	2014.12
江苏如东潮间带增量项目	国电龙源	49	11	潮间带	单桩/导管架	-	2014.1
江苏如东海上风电项目示范扩建工程 (200wm)	国电龙源	144	36	潮间带	单桩/导管架	14964	2015.6
江苏如东海上风电场 1 期	中国水电新能源公司	80	32	潮间带	多桩承台/导管架	15100	2015.12
江苏响水近海风电场项目	响水长江风力发电有限公司	202	37	8~12	高桩承台单桩	20100	2016.9
中广核如东海上风电场	中广核	152	38	3~4	单桩	-	2016.9
江苏东台 200MW 海	鲁能集团	200	50	-	三桩导管架	-	2016.12

资料来源：中国产业信息网、申万宏源研究

**十三五开局投资加速，海上风电全面启动。**2016年-2017年，我国建成3个海上风电项目，共计602MW。2017年国内海上风电项目招标3.4GW，较2016年同期增长了81%，占全国招标量的12.5%。2017-2018年，我国核准海上风电项目18个，总计5367MW；开工项目14个，总计3985MW。其中，2017年开工项目达到2385MW，超过我国现有海上风电装机规模，标志我国海上风电投资进入加速阶段。同时，海上风电上网电价稳定不变将进一步推动我国海上风电步入发展快车道，装机招标全面启动。

表 21：2017-2018 年海上风电相关政策

序号	发文时间	政策	发文单位	主要内容
1	2017年1月17日	《能源发展十三五规划》	国家发改委、国家能源局	积极开发海上风电，推动低风速风机和海上风电技术进步
2	2017年1月21日	《江苏省“十三五”海洋经济发展规划》	江苏省人民政府办公厅	“十三五”重点发展6MW以上海上风电机组加快建设千万千瓦级风电基地
3	2017年2月10日	《北部湾城市群发展规划》	国家发展改革委主房城乡建设部	“十三五”加快推动北部海湾上和海上风电资源开发
4	2017年3月2日	《关于恳请批复福建海上风电规划的请示》	国家可再生能源信息管理中心	同意福建省规划海上风电规划1330万千瓦；17个风电场；2020年规划海上装机200MW；2030年500MW
5	2017年3月9日	《山东省“十三五”战略性新兴产业发展规划》	山东省人民政府	十三五重点发展陆上3MW、海上10MW以上大型风电机组总装机1400万千瓦
6	2017年3月20日	《海南省能源发展十三五规划》	海南省人民政府	积极推进海上风电发展，至2020年，争取投产东方近海风电装机共35万千瓦。开展东方#2风电场、乐东、文昌、临高、儋州等近海风电前期研究，开展三沙及其他重要海岛风电利用研究。拓宽融资渠道，降低市场准入门槛，积极引导民间资本参与海上风电、太阳能、生物质能的开发利用。
7	2017年3月28日	审查批准了《海上风电场工程规划》报告编制规程》行业标准	国家能源局	风电标准2项：《低风速风力发电机组选型导则》、《海上风电场工程规划报告编制规程》
8	2017年4月1日	《广东省海洋经济发展“十三五”规划》	广东海洋与渔业局联合广东省发改委	鼓励海洋可再生能源发电，积极发展海上风电。到2020年，海上风电力争建设投产100万千瓦以上
9	2017年4月1日	《海上风电场设施检验指南》	中国船级社（CCS）	制定了海上风电场相关设施的“全生命周期”检验技术规定和要求。该指南于2017年6月1日生效

10	2017年4月28日	《江苏省“十三五”规划》	江苏省人民政府	坚持海陆并举、以海为主，打造千万千瓦风电基地。到2020年，累计并网1000万千瓦。加大综合协调力度，着力推动《全国海上风电开发建设方案（2014—2016）》确定的18个项目前期工作和建设进度。到2020年，海上风电累计并网350万千瓦，保持全国领先水平
11	2017年5月3日	《山东省新能源和可再生能源中长期发展规划（2016-2030年）》	山东省发改委	适时启动海上风电开发建设。围绕山东半岛东部、北部沿海及海上风电带，加强海上风电开发与海洋功能区划、海岸线开发利用规划、重点海域海洋环境保护规划、沿岸经济建设、产业布局等统筹协调，以鲁北、莱州湾、渤中、长岛、半岛北、半岛南等6个百万千瓦级海上风电基地为重点，积极推进潮间带及近海风电项目建设，打造海上千万千瓦级风电基地
12	2017年5月4日	《全国海洋经济发展“十三五”规划》	国家发展改革委国家海洋局	“十三五”加强5、6MW及以上大功率海上风电设备研制，鼓励开发深远海离岸式海上风电场
13	2017年6月16日	《2017年福建省海洋经济重大项目建设实施方案》	福建省发展和改革委员会	通知各地方政府部门积极配合做好11个福建海上风电项目的施工
14	2017年6月19日	《国家发展改革委 国家海洋局关于印发“一带一路”建设海上合作设想的通知》	国家发改委、国家海洋局	文件中提出：中国与荷兰合作大力开发海上风力发电，同时与印尼、哈萨克斯坦、伊朗等国的海水淡化合作项目推动落实
15	2017年6月30日	《浙江省培育发展战略性新兴产业行动计划（2017-2020年）（征求意见稿）》	浙江省发改委	意见稿指出，提高风力发电项目开发质量。发展海上风电，推动建成一批示范性海上风电项目，建设国家级大型风力发电装备产业化研发制造基地，实现储能装备、大功率风机等制造的产业化
16	2017年7月13日	废止《国家发展改革委关于海上风电上网电价政策的通知》等133件价格规范性文件	国家发改委	公告指出，决定废止《国家物价局、财政部关于发布中央管理的旅游系统行政事业性收费项目和标准的通知》等133件价格规范性文件。其中，涉及风电价格规范性文件2个，分别为：《国家发展改革委办公厅关于江苏如东潮间带风电场项目临时结算上网电价的批复》、《国家发展改革委关于海上风电上网电价政策的通知》
17	2017年12月26日	《广东省“十三五”能源结构调整实施》	广东省发改委	到2020年底，开工建设海上风电装机容量约1200万千瓦以上，其中建成约200万千瓦以上，预计将直接拉动投资总额2400亿元
18	2018年3月7日	《2018年能源工作指导意见》	国家能源局	积极稳妥推进海上风电建设，探索推进上海深远海域海上风电示范工程建设。
19	2018年4月2日	《关于减轻可再生能源领域企业负担有关事项的通知》	国家能源局	严格落实《可再生能源法》要求，切实保障可再生能源产业健康发展；优化投资环境，降低可再生能源开发成本；完善政府放管服等公共

服务，激发市场活力；完善行业管理，减少投资和经营负担

20	2018年4月20日	《广东省海上风电发展规划(2017-2030年)(修编)》	广东省发改委	到2020年底，开工建设海上风电装机容量约1200万千瓦以上，其中建成约200万千瓦以上；到2030年前建成约3000万千瓦
21	2018年5月15日	《山东海洋强省建设行动方案》	山东省委、省政府	山东将通过深入实施“十大行动”，推进海洋强省建设。围绕“十大行动”，山东将在新旧动能转换引导基金下设立现代海洋产业基金，每年筹集不少于55亿元财政资金，全力支持海洋强省建设。力争到2035年基本建成海洋强省。
22	2018年5月18日	《关于2018年度风电建设管理有关要求的通知》	国家能源局	从2019年起，各省(自治区、直辖市)新增核准的集中式陆上风电项目和海上风电项目应全部通过竞争方式配置和确定上网电价。

资料来源：政府官网，申万宏源研究

表 22：十三五期间在建及新开工核准项目（单位：MW、亿元）

类别	项目名称	建设单位	核准时间	开工时间	项目规模	总投资	项目状态
已建成项目	鲁能江苏东台海上风电项目	江苏广恒新能源有限公司	2013.7	2016.4	200MW	40亿元	建成
	上海临港海上风电二期工程	上海临港海上风力发电有限公司	2015.8	2015.11	100MW	19亿元	建成
	华能如东八仙角海上风电项目	华能风电江苏分公司	2015.1	2016.4	302MW	51亿元	建成
在建开工项目	龙源江苏大丰(H12)海上风电项目	龙源大丰海上风力发电有限公司	2013.7	2017.3	200MW		在建
	大唐江苏滨海海上风电场	大唐国信滨海海上风力发电有限公司	2013.8	2015.9	300MW		在建
	国电舟山普陀6号海上风电场2区工程	国电电力浙江舟山海上风电开发有限公司	2013.12	2016.11	252MW	45亿元	在建
	乐亭菩提岛海上风电示范项目	河北建投海上风电有限公司	2014.12	2017.4	300MW	56亿元	在建
	江苏龙源蒋沙湾海上风电场	江苏海上龙源风力发电有限公司	2015.6	2016.9	300MW	53亿元	在建

	中水电天津南港海上风电项目	中国水电建设集团新能源开发有限责任公司	2015.7	2016.11	90MW	11.5 亿元	在建
	国华投资江苏分公司东台四期 (H2) 海上风电场项目	国华 (江苏) 风电有限公司	2015.7	2017.8	300MW		在建
	福建莆田南日岛海上风电一期项目	福建龙源海上风力发电有限公司	2015.11	2014.1 (试桩施工)	400MW	83 亿元	在建
	国家电投滨海北区 H2#海上风电工程	国家电投集团江苏电力有限公司	2016.4	2016.7	400MW	64 亿元	在建
	福建莆田平海湾海上风电场二期项目	福建中闽海上风电有限公司	2016.5	2016.12	264MW	50 亿元	在建
	珠海桂山海上风电场示范项目	南方海上风电联合开发有限公司	2016.7	2016.9	120MW	27 亿元	在建
	中广核福建平潭大练海上风电项目	中广核 (福建) 风力发电有限公司	2016.11	2017.2	300MW	61 亿元	在建
	海装如东海上风电场工程 (如东 H3#) 项目	盛东如东海上风力发电有限责任公司	2016.11		300MW	54 亿元	核准待建
新核准项目	三峡新能源大连庄河 III 海上风电项目	三峡新能源大连发电有限公司	2016.12	2017.3	300MW	51 亿元	在建
	福建大唐国际平潭长江澳海上风电项目	福建大唐国际新能源有限公司	2016.12	2017.4	185MW	36 亿元	在建
	福建福清海坛海峡 300MW 海上风电场项目	华电 (福建) 风电有限公司	2016.12		300MW	67 亿元	核准待建
	福清兴化湾海上风电场一期 (样机试验风场)	福清海峡发电有限责任公司	2017.3	2017.4	300MW	18 亿元	在建
	三峡新能源江苏大丰海上风电项目	三峡新能源	2017.4	2017.5	300MW	53 亿元	在建
	福建莆田平海湾海上风电场 F 区	福建省三川海上风电有限公司	2017.5	2017.6	200MW	38 亿元	在建
	福清兴化湾海上风电场二期项目	福清海峡发电有限责任公司	2017.12		280MW	53.5 亿元	核准待建

## 公司

中广核岱山 4#海上风带场工程	中广核风电 岱山海上风 力发电有限 公司	2017.12	300MW	40 亿元	核准待建
华电玉环 300MW 海上风电项目	华电福新能 源股份有限 公司	2017.12	400MW	50.57 亿元	核准待建
峡广东汕头南澳洋东 300 兆瓦海上 风电项目	三峡集团	2018.01	300MW		核准待建
漳浦六鳌海上风电场 D 区项目	漳浦海峡发 电有限公司	2018.04	402MW	92.6 亿元	核准待建
粤电珠海金湾海上风电项目	粤电集团	2018.05	300MW	56.7 亿元	核准待建

资料来源：北极星风力发电网、申万宏源研究

**海上风电发展规划逐步明确，各地积极调整海上风电布局。**根据国家《风电发展“十三五”规划》，到 2020 年，全国海上风电开工建设规模达到 10GW，力争累计并网容量达到 5GW 以上，重点推动江苏、浙江、福建、广东等省的海上风电建设。随着海上风电的发展，各地也都相应的调整了海上风电布局。预计到 2020 年，江苏将开工建设 16GW，主要区域包括如东、东台、大丰、射阳、滨海等；2018 年 4 月 23 日，广东省发改委发布《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》，明确了广东省海上风电建设装机目标：到 2020 年底，开工建设海上风电装机容量 1200 万千瓦以上，其中建成投产 200 万千瓦以上，到 2030 年底，建成投产海上风电装机容量约 3000 万千瓦；浙江、福建、山东、上海、河北、海南等也对海上风电规模做出调整。经调整，目前确定的规划总容量超过 78GW。

表 23：风电发展“十三五”规划各省海上风电布局（单位：MW）

地区	累计并网容量 (MW)	开工规模 (MW)
天津	100	200
辽宁	-	100
河北	-	500
江苏	3000	4500
浙江	300	1000
上海	300	400
福建	900	2000
广东	300	1000
海南	100	350

资料来源：国家能源局、申万宏源研究

表 24：各省海上风电规划动态调整情况（单位：MW）

省份	批复年份	批复规模 (MW)	调整后规模 (MW)	主要规划区域
江苏	2012 年	12550	约 16000	如东、东台、盐城大丰、射阳、滨海
浙江	2016 年	6470		嘉兴、宁波、舟山、台州、温州
福建	2017 年 3 月	13300		长乐东洛、长乐外海、福清海坛海峡、福清兴化湾、福清东壁岛、连江外海
广东	2018 年 4 月	10710	2020 年开工建设 12000MW, 投产 2000MW, 到 2030 年建成约 30000MW	汕头、揭阳、汕尾、惠州、珠海、江门、阳江、湛江
海南	2014 年 11 月	3950		东方、乐东、临高、文昌等
山东	2012 年 4 月	12750	东营和东台等市调整	鲁北、莱州湾、渤中、长岛、半岛北、半岛南
上海	2011 年 8 月	5950 (不含沪浙 650MW)	6150 (不含沪浙 650MW)	东海大桥、奉贤、南汇、横沙、崇明
河北	2012 年 5 月	5600		唐山、沧州
辽宁 (大连)	2013 年 7 月	1900		花园工、庄河

资料来源：北极星风力发电网、江苏省风电专委会、申万宏源研究

### 4.3 平价上网在即，风电发展迈向市场化

**资金缺口逐渐扩大，财政补贴制约行业长期发展。**目前，国家对风能、光伏等可再生能源实行可再生能源补贴政策，高标杆上网电价的部分由可再生能源发展基金予以补贴。随着风电、光伏装机规模的持续扩大，补贴缺口持续扩大，按照每千瓦时 1.9 分钱的可再生能源附加标准，预计 2017 年累计资金缺口将超过 1000 亿元。短期内实行补贴政策有利于风电行业的快速发展、促进技术进步，但长久以来财政补贴将有害行业长期发展。

表 25：测算可再生能源补贴缺口假设条件（单位：元/KWh、GW）

年份	2016	2017E	2018E	2019E	2020E
风电标杆电价平均 (元/KWh)	0.58	0.58	0.5	0.5	0.4
煤电标杆电价 (元/KWh)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
风电度电补贴平均值 (元/KWh)	0.18	0.18	0.1	0.1	0
风电年新增装机规模 (GW)	23	15	25	30	35
光伏标杆电价平均 (元/KWh)	0.88	0.75	0.65	0.55	0.5
集中式光伏度电补贴平均值 (元/KWh)	0.48	0.35	0.25	0.15	0.1
分布式光伏度电成补贴平均值 (元/KWh)	0.42	0.42	0.32	0.22	0.12
集中式光伏新增装机规模 (GW)	30	32	24	22	19
分布式光伏新增装机规模 (GW)	4	22	25	29	33
备注	风电平均利用小时数 1900 小时；集中式光伏平价利用小时数为 1200 小时；分布式光伏平价利用小时数为 1000 小时				

资料来源：能源局，申万宏源研究

表 26：2016 年-2020 年可再生能源补贴缺口（单位：亿元、亿千瓦时）

年份	2016	2017E	2018E	2019E	2020E
风力发电量新增规模（亿千瓦时）	444	285	475	570	665
新增装机需要补贴规模（亿元）	80	51	48	57	0
累计当年风电需要补贴（亿元）	620	671	719	776	776
集中式发电量新增规模（亿千瓦时）	360	382	290	266	230
分布式发电量新增规模（亿千瓦时）	40	222	250	290	330
新增集中式光伏装机需要补贴规模（亿元）	173	134	73	40	23
新增分布式光伏装机需要补贴规模（亿元）	17	93	80	64	40
光伏当年新增补贴规模（亿元）	190	227	153	104	63
累计当年光伏需要补贴（亿元）	406	632	785	889	951
风电光伏当年累计需要补贴（亿元）	1026	1304	1504	1664	1727
总用电量（亿千瓦时）	59198	62158	65266	68529	71956
农村居民用电和第一产业用电量（亿千瓦时）	9129	10042	11046	12151	13366
第二产业和第三产业用电量（亿千瓦时）	50069	52116	54220	56378	58590
可再生能源附加税征收额（亿元）	951	990	1030	1071	1113
当年补贴资金缺口（亿元）	74	313	473	593	614
累计资金缺口（亿元）	700	1013	1487	2080	2694

资料来源：能源局，申万宏源研究

**积极落实风电政策，逐步摆脱风电补贴。**2017 年 10 月 16 日，能源局表示政府的目标是在 2020-2022 年风电先于光伏发展实现不依赖补贴发展，逐步摆脱风电补贴。在退出风电补贴政策方面，基本的思路是分类型、分领域、分区域逐步退出。率先使部分资源优越的陆地风电摆脱对补贴的依赖，集中式陆地风电将是最先退出补贴的领域，其次才会涉及到海上风电以及分散式风电。

表 27：中国现行的主要风电补贴政策

类型	政策	内容
价格优惠政策		(1) 电网允许风电就近上网,并收购全部电量；(2) 上网电价按“发电成本+ 还本付息+合理利润”的原则确定,并规定高于电网平均电价的部分采取全网共同承担的政策；(3) 2014 年 6 月标杆电价出台,2016 年标杆电价调整,海上风电标杆电价保持不变(4) 上海是对于项目投资主体给予奖励补贴 0.2 元/KWh,奖励时间不超 5 年,单笔年均不超 5000 万元
税收优惠政策	《关于落实国务院加快振兴装备制造业的若干意见有关进口税收政策的通知》	决定对 16 个重大技术装备关键领域调整进口关税政策
	《财政部关于调整大功率风力发电机组及其关键零部件、原材料进口税收政策的通知》	自 2008 年 1 月 1 日(以进口申报时间为准)起,对国内企业为开发、制造大功率风力发电机组而进口的关键零部件、原材料所缴纳的进口关税和进口环节增值税实行先征后退,所退税款作为国家投资处理,转为国家资本金,主要用于企业新产品的研制生产以及自主创新能力建设
	《关于资源综合利用及其他产品增值税政策的通知》	利用风力生产的电力实现的增值税实行即征即退 50%的政策

《关于公布公共基础设施项目企业所得税优惠目录(2008年版)的通知》

风电企业享受所得税三免三减半的优惠(自项目取得生产经营收入的第一个纳税年度起,前三年免征企业所得税,第四年至第六年减半征收企业所得税)

贴息贷款,我国政府从1987年起设立了农村能源专项贴息贷款,主要用于大中型沼气工程,太阳能的利用和风电技术的推广应用

投资补贴政策

《可再生能源法》、《可再生能源电价附加补助资金管理暂行办法》

可再生能源电价补贴政策,国家对风电等新能源项目电价实行上网标杆电价制度,上网电价在当地燃煤机组标杆上网电价(含脱硫、脱硝、除尘)以内的部分,由当地省级电网结算;高出部分通过国家可再生能源发展基金予以补贴

资料来源:能源局,申万宏源研究

**可再生能源配额考核和绿色证书交易机制将是未来能源转型的有效市场化措施。**可再生能源电力配额考核制度及配套的绿色电力证书交易机制是国际上普遍采用的可再生能源产业扶持政策,配额制可以有效解决补贴标准和退出的问题,绿色电力证书交易有效缓解财政缺口,引导价格走向市场化。目前,绿色电力证书已于2017年7月1日正式开展认购工作。2017年4月,2020年全国各省可再生能源配额制出台;2017年11月,发改委、能源局正式印发《解决弃水弃风弃光问题实施方案》,特别提到“《可再生能源电力配额及考核办法》另行发布”。2018年3月国家能源局发布《可再生能源电力配额及考核办法(征求意见稿)》,配额制有望于2018年正式出台。目前,绿证制度主要是面对成本较低的新能源项目,主要是陆上风电项目。由于海上风电初始投资大、建设周期长、投资风险较高,执行绿证交易可能给项目收益带来一定波动风险,目前海上风电没有纳入绿证核发对象,但实行绿证将是走向市场化的必然趋势。

**政策推动风电项目的竞争配置,有望加快平价上网进程。**2018年5月24日,国家能源局发布《关于2018年度风电建设管理有关要求的通知》,提出尚未配置到项目的年度新增集中式陆上风电和未确定投资主体的海上风电项目全部通过竞争方式配置并确定上网电价,各项目申报的上网电价不得高于国家规定的同类资源区标杆上网电价。该举措有望促进风电项目建设规划的透明化,有效降低风电的非技术类成本,加快推进风电项目的平价上网进程。

## 5. 从成本下降看海上风电发展加速

### 5.1 技术进步带动海上风电成本下降

**成本预期比较明确,拥有成本下行潜力。**由于海上风电机组、施工运行成本较高,同时受限于技术水平、海洋环境、规模生产,海上风电具有较高的度电成本,高成本成为制约其发展的重要因素。但从全球范围发展趋势来看,在当前可再生能源发电技术中,风电的技术进步和成本预期比较明确。目前全球陆上风电场平均度电成本约为70美分/KWh(约为0.53元/KWh),陆上风电度电成本逐渐接近当地常规发电成本(例如火电)。海上风电度电成本远高于陆上成本,但成本逐年持续稳定下降,2017年上半年全球海上风电的度电

成本（加权平均）约为 124 美元/MWh。参考海外经验，因采用更大功率的海上风机、机组技术提高、规模生产及项目竞价，欧洲海上风电度电成本正逼近其他成熟的发电技术，例如丹麦 Vattenfall Vindkraft A/S 海上风电项目度电成本约为 0.37 元/KWh，为未来中国海上风电发展提供标杆。

**风电机组价格、风电开发投资及运行维护成本的降低将相应地拉低风电度电成本。**目前，国内海上风电机组厂商缺少核心竞争力，依赖于海外技术、核心零部件，大容量机组仍然处于试验挂机阶段，根据国内陆上风电机组成本下降及海外海上风电机组发展经验，实现海上风电机组规模化、国产化会降低机组成本，从而降低风电投资成本。同时随着技术提高，机组大型化普及，将持续降低海上风电运营过程中的损耗，降低运营维护成本，风电度电成本将整体下行。

**受益于风电的技术进步和规模扩大，风电机组价格、风电开发投资成本呈现不断下降趋势。**随着风电的技术进步和规模扩大，即使考虑到今后钢材和铜等原材料上涨和风机技术标准提高带来的成本上升，风电机组价格仍有一定下降空间。风电机组成本占风电开发投资成本比重较大，海上风电机组占比约为 30-50%，属于核心部件，由于风电机组成本下降，风电开发投资成本也随之下降。目前近海风电的投资是陆上风电的 2 倍，大约为 14000 元/KW-19000 元/KW，预计 2020、2030 和 2050 年降至 14000 元/KW、12000 元/KW 和 10000 元/KW。

**未来近海风电的运行维护成本将迅速下降。**风电场的运行和维护成本包括服务、备件、保险、管理和其他费用等，是风电成本的一个重要组成部分。目前的各风电企业之间的运行成本差别较大，海上风电的单位度电运行成本要高于陆上风电运行成本，约为 1.5 倍。目前普遍认为，中国陆地风电运行成本占风电成本的 25%左右，约 0.1 元/KWh。假定未来陆地风电运行维护成本维持在 0.1 元/KWh，根据《中国风电发展路线图 2050》，未来近海风电的运行维护成本则将与陆上风电持平，甚至略低于陆上风电，预计 2020 和 2030 年海上风电近海运行维护成本分别为 0.15 元/KWh 和 0.1 元/KWh。

表 28：中国典型风电场预期投资成本和上网电价（单位：元/KWh）

		2010	2020E	2030E	2050E
单位投资(元/KW)	陆上	8000-9000	7500	7200	7000
	近海	14000-19000	14000	12000	10000
	远海	-	50000	40000	20000
运行维护(元/KWh)	陆上	0.1	0.1	0.1	0.1
	近海	0.15	0.15	1	0.1
	远海	-	0.3	0.2	0.1
预期(平均)上网电价(元/KWh)	陆上	0.57	0.51	0.48	0.45
	近海	0.77-0.98	0.77	0.6	0.54
	远海	.	>2	2	1

资料来源：《中国风电发展路线图 2050》，申万宏源研究

## 5.2 技术进步叠加成本下降，海上风电投资收益前景可观

结合我国海上风能资源状况，海上风电投资收益前景可观。我国拥有发展海上风电的天然优势，海岸线长达 1.8 万公里，可利用海域面积 300 多万平方公里，海上风能资源丰富。在近海 70m 高度年平均风功率密度可达 300w/m<sup>2</sup> 以上，大于 6m/s 风速的累计小时数可达 4000 小时，其中台湾海峡和东海南部风能资源最为丰富，风功率密度超过 500 w/m<sup>2</sup>，大于 6m/s 风速的累计小时数可达 5000 小时。基于成本测算的主要假设条件，海上风电项目的内部收益率可达到 23.24%，度电成本为 0.38 元/KWh。虽然度电成本依旧高于煤电标杆电价，还不能实现平价上网，但整体项目具备较高的经济性。

表 29：成本测算主要假设条件（单位：MW、万元/MW、年、万元）

假设	数值	假设	数值
运营规模 (MW)	100	设备折旧年限 (年)	20
初始投资 (万元/MW)	1400~1800	贴现率	4.50%
利用小时数	3600	贷款比例	70%
资产财务周期 (年)	12	贷款利率	6.00%
设计生命周期 (年)	25	年运维成本 (万元)	1500

资料来源：能源局、申万宏源研究

表 30：海上风电投资成本与投资收益率（单位：万元/MW、元/KWh、%）

风电场项目	投资成本(万元/MW)	利用小时数	脱煤脱硝电价(元/KWh)	标杆上网价格(元/KWh)	IRR (%)	LCOE (元/KWh)
海上风电场	1800	3600	0.37	0.85	21.28%	0.40

资料来源：能源局、申万宏源研究

技术进步叠加成本下降，海上风电内部收益率有较大的提升空间。根据内部收益率的敏感性分析，固定 EPC 成本，利用小时数越高，内部收益率越高；同样，固定利用小时数，EPC 成本越低，内部收益率越高。当 EPC 成本为 16 元/W，利用小时数从 2400 增长至 3600，海上风电场内部收益率从 11.86%提升到 29.48%。当利用小时数固定为 3200，EPC 成本从 18 元/W 降至 14 元/W，海上风电的内部收益率从 16.21%提升到 28.17%。

表 31：海上风电运营 IRR 对于 EPC 和利用小时的敏感度分析（单位：元/W、%）

EPC (元/W)	利用小时数								
	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000
12	21.04%	25.04%	29.20%	33.51%	37.94%	42.41%	46.93%	51.48%	56.06%
13	17.58%	21.11%	24.80%	28.65%	32.63%	36.68%	40.79%	44.96%	49.16%
14	14.74%	17.87%	21.16%	24.59%	28.17%	31.84%	35.59%	39.40%	43.27%
15	12.37%	15.18%	18.12%	21.20%	24.41%	27.73%	31.15%	34.64%	38.20%

16	10.37%	12.91%	15.56%	18.34%	21.24%	24.24%	27.35%	30.55%	33.82%
17	8.65%	10.98%	13.39%	15.91%	18.53%	21.26%	24.09%	27.01%	30.02%
18	7.16%	9.31%	11.52%	13.82%	16.21%	18.70%	21.28%	23.96%	26.72%
19	5.85%	7.85%	9.90%	12.01%	14.21%	16.48%	18.85%	21.30%	23.84%
20	4.69%	6.56%	8.47%	10.43%	12.46%	14.55%	16.73%	18.98%	21.32%

资料来源：能源局、申万宏源研究

**技术进步叠加成本下降，未来海上风电实现平价上网可期。**根据度电成本的敏感性分析，固定 EPC 成本，利用小时数越高，度电成本越低；同样，固定利用小时数，EPC 成本越低，度电成本越低。当 EPC 成本为 16 元/W，利用小时数从 2400 增长至 3600，海上风电场度电成本从 0.51 元/KWh 降低到 0.34 元/KWh。当利用小时数固定为 3200，EPC 成本从 18 元/W 降至 14 元/W，海上风电的度电成本从 0.45 元/KWh 降低到 0.35 元/KWh。随着单机功率的增大与叶片直径的加长，海上风电将逐步达到经济规模化发展，未来实现平价上网可期。

表 32：海上风电运营 LCOE 对于 EPC 和利用小时的敏感度分析（单位：元/W、元/KWh）

EPC (元/W)	利用小时数									
	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	
12	0.40	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	
13	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	
14	0.46	0.43	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	
15	0.49	0.46	0.42	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.30	
16	0.53	0.49	0.45	0.42	0.40	0.37	0.35	0.33	0.32	
17	0.56	0.52	0.48	0.45	0.42	0.40	0.37	0.35	0.34	
18	0.59	0.55	0.51	0.48	0.45	0.42	0.40	0.38	0.36	
19	0.63	0.58	0.54	0.50	0.47	0.44	0.42	0.40	0.38	
20	0.66	0.61	0.57	0.53	0.50	0.47	0.44	0.42	0.40	

资料来源：能源局、申万宏源研究

## 6. 从运营商布局看海上风电加速发展

### 6.1 从三峡集团看运营商战略布局

三峡集团是世界最大的水电开发企业和我国最大的清洁能源集团。1993 年 9 月 27 日，为建设三峡工程、开发治理长江，经国务院批准，中国长江三峡工程开发总公司正式成立，2009 年 9 月 27 日更名为中国长江三峡集团公司（以下简称三峡集团或集团）。三峡集团战略定位为以大型水电开发与运营为主的清洁能源集团，主营业务包括水电工程建设与管理、电力生产、国际投资与工程承包、风电和太阳能等新能源开发、水资源综合开发与利用、相关专业技术咨询服务等方面。经过 20 多年的持续快速发展，三峡集团已经成为世界最大的水电开发企业和我国最大的清洁能源集团之一。

**成立三峡新能源布局风电产业，立足福建、辐射两端、布局全球战略，实现“跟跑者”到“引领者”的跨越。**中国三峡新能源有限公司，是三峡集团的全资子公司，前身为中国水利投资集团公司，2015年6月，正式改制为中国三峡新能源有限公司。三峡新能源为三峡集团打造“风光三峡”和“海上风电引领者”战略的实施平台，主要从事国内风电和太阳能等新能源开发，在海上风电领域积极布局，立足福建、辐射两端、布局全球，实现“跟跑者”到“引领者”的跨越。

**打造国际化海上风电产业园，通过样机试验风场的建设，带动产业链发展。**三峡集团以实现我国海上风电主要装备国产化、大型化和福建化的目的建设福建三峡海上风电产业园，带动我国海上风电装备制造业水平和创新能力迈上新台阶。未来产业园将引进风机、叶片、钢结构制造和生产配套厂，达产后年产风电机组总容量150万千瓦以上，将成为国际化的百亿级风电产业园，为福建乃至全国海上风电开发提供高质量的风电机组。项目自2016年11月5日正式开工，现已完成地基处理与场地回填。

**成立中铁福船、福建新能，推动产业链上下联合，打造海上风电开发新模式。**三峡集团与福船集团、中铁大桥局共同组建了中铁福船海洋工程公司，主要从事海上风电工程施工、救援，海洋工程设备安装建造、维修、租赁等。三峡集团还与福船投资、永福工程、一帆新能源等闽企合资成立福建新能海上风电研发中心有限公司，开展福建海域环境、施工技术和海上风电运维等方面研究。同时，福建省正配合三峡集团共同建设福建海上风电研发、检测、认证等三个中心，立足自主创新，带动设备制造、施工安装等海上风电产业链发展和技术进步，提高海上风电技术及成本的竞争力，打造海上风电开发新模式，推动中国海上风电装备“走出去”。

**中标德国稳达和海英国 Moray 上风电项目，三峡集团海上风电“走出去、引进来”。**2016年6月2日，三峡集团通过国际竞标，以6.3亿欧元成功中标德国稳达28.8万千瓦海上风电项目80%股权，成为我国第一家控股已投运的境外海上风电项目的企业。此次中标，一方面能够通过和海上风电产业发达国家、企业的高端平台合作，引入世界一流的经验和技术和标准；另一方面，有助于三峡集团加快在欧美发达国家新能源市场的业务布局，带动国内海上风电产业链走向世界。2017年9月11日，中国长江三峡集团公司和葡萄牙电力公司联合投标的950MW英国Moray海上风电项目成功中标。此次成功中标，是标志着三峡集团成功进入全球最大的海上风电市场，成为中国第一家中标欧洲大型海上风电项目电价补贴的企业，也是首个投资全球近百万千瓦级海上风电项目的中国企业。

## 6.2 从三峡集团看海上风电项目发展

**江苏响水20万千瓦海上风电项目——国内一次性建成单体最大海上风电场。**2016年10月，三峡集团投资建设的首个海上风电项目江苏响水20万千瓦海上风电项目，全部成功并网发电。江苏响水海上风电项目是我国第一个近海海上风电项目，位于江苏省盐城市响水县灌东盐场、三圩盐场外海域，风电场离岸距离约10公里，沿海岸线方向长约13.4公里，涉海面积34.7平方公里，场区水深8-12米，项目总装机容量202MW，其中包括37台

西门子 4MW 风电机组和 18 台金风科技 3MW 风电机组，它创造了亚洲首座 220 千伏海上升压站、国内首条 220 千伏三芯海缆等多项第一，采用了国内最全面的基础型形式，实现了全球首次整体吊装，为国内海上风电建设积累了宝贵经验。

图 34：响水海上风电项目升压站吊装



资料来源：北极星风力发电网、申万宏源研究

图 35：响水近海风场全景图



资料来源：北极星风力发电网、申万宏源研究

**福清兴化湾海上风电项目一期，是中国首个采用国内外最先进的 5MW 级以上大功率机组的试验风场。**2015 年 9 月三峡集团与福建能源集团共同出资设立海峡发电公司，承担福清兴化湾、莆田平海湾、长乐外海、漳州六鳌等海上风电项目开发建设。样机试验风场为福清兴化湾 30 万千瓦海上风电场一期工程，投资总额约 18 亿元，是全球首个国际化大功率海上风电试验场，安装包括太原重工、重庆海装、金风科技和美国通用电气、西门子等 8 家国内外知名风机厂商的 14 台 5MW 以上大容量风电机组。未来三峡集团将通过此试验场为规模开发福建海上风电遴选出质量可靠、性能最优、技术先进的海上风电机组，并引入产业园制造生产。目前首批海上风电机组已经并网投产。

**浙江岱山 2#海上风电场项目，标志着三峡集团正式进军浙江海上风电市场。**2016 年 8 月，三峡集团旗下的三峡新能源与浙江省舟山市岱山县签署《浙江省岱山县 2#海上风电项目投资协议书》，项目总投资 59 亿元，总装机 32 万千瓦。该项目标志着三峡集团正式进军浙江海上风电领域，同时也为坚定不移实施海上风电引领战略，加快推进海上风电布局起到积极推动作用。

**昌邑市、滨州市海上风电项目稳步推动山东海上风电开发，带动产业规模化发展。**2016 年 8 月和 10 月，公司分别和昌邑市、滨州市签署了昌邑市风电项目、滨州市海上风电项目合作协议。昌邑市风电项目包括 1000MW 海上风电、120MW 陆上风电等新能源项目，项目总投资约 180 亿元。项目地为渤海湾风力资源最丰富区域之一，周边配套设备完善，风电产业发展潜力巨大。滨州市开发项目包括海上及潮间带风电、陆上风电以及光伏发电项目合计 130 万千瓦，投资额达到 160 亿元，通过规模化开发引导和带动能源装备先进制造业发展，构筑可持续发展的新能源产业。

**大连庄河的 30 万千瓦海上风电项目，是我国北方地区目前最大的海上风电项目。**庄河海上风电项目位于辽宁省大连市庄河海域，项目场址南北长 8.6 公里，东西 7.7 公里，场址中心距离岸线约 22.5 公里，涉海面积约 47.7 平方公里，场区水深 15-25 米。项目总装机容量为 30 万千瓦，总投资 51.4 亿元，建设总装机容量 300MW，包括 73 台 3-5MW 的大功率风电机组和相应的海上升压站、海缆线路及海上集电线路等附属设施。项目于 2016 年 12 月取得核准，首期 200MW 将采用金风科技的海上风电机组，已于 2017 年 4 月开工建设。项目计划于 2018 年 6 月首批机组进行并网发电，2019 年全部机组投产发电。

**三峡江苏大丰 30 万千瓦海上风电项目，是目前国内核准在建的离岸距离最远的海上风电场，也是国内首次商业化大规模安装大容量风电机组的项目。**大丰海上风电场总装机容量 30 万千瓦，单机容量为金风科技 3-5MW 的大功率海上风电机组，离岸距离 45 公里。项目计划采用带法兰超大直径单桩技术，建成国内最大直径的风电单桩基础，敷设国内最长的 220 千伏交流海缆。项目建成投产后，年上网电量约 7.97 亿千瓦时，可满足 50 万户家庭一年的用电量。该项目的建设，标志着中国三峡集团在坚定不移实施“海上风电引领者”战略，对我国海上风电远海领域的海缆制造、敷设施工、升压站设计以及运行维护模式方面起到技术引领作用。

**阳西沙扒 30 万千瓦海上风电项目，是三峡集团在广东首个海上风电项目。**三峡阳西沙扒海上风电项目是三峡集团实施海上风电引领战略，推进广东区域发展的第一个项目，由三峡新能源阳江发电有限公司投资建设，建设地点为阳西县沙扒镇海域，项目总装机容量 300MW，拟安装 55 台单机容量为 5.5MW 的风力发电机组，总投资约 54 亿元。2017 年 11 月 19 日上午，三峡集团阳西沙扒 30 万千瓦海上风电项目正式开工。

**南澳洋东海上风电项目进一步掌握广东省海上风电资源，为大力发展广东省海上风电业务打下坚实的基础。**三峡新能源汕头发电有限公司在广东省南澳洋东部海域开发建设汕头市南澳洋东海上风电项目，场址中心距南澳岛约 15km，场址面积约为 51km<sup>2</sup>，风电场拟安装单机容量 5.5MW 的风力发电机组 55 台，总装机容量 302.5MW，投资金额 60 亿元。2017 年 9 月 22 日完成测风塔平台安装。

图 36：三峡集团海上风电项目发展布局



资料来源：公司官网、申万宏源研究

### 6.3 管中窥豹看海上风电发展趋势

海上风电发展呈现从南到北、集中连片的规模化发展趋势。从三峡海上风电投资来看，海上风电集中连片开发初具规模。从江苏响水 200MW 海上风电项目成功建成并网到福建福清兴化湾样机海上试验风场一期即将完成吊装并网发电，再到江苏大丰 300MW 海上风电项目与大连庄河 300MW 海上风电项目正式开工建设，海上风电项目从南到北，涵盖风能资源高质量地区。

海上风电发展加速，运营商项目投资规模逐步扩大。从三峡海上风电项目来看，项目单机容量有小到大，大容量机组需求逐步上升。海上风电项目规模扩大，项目投资额由 20 亿元逐步增长至 180 亿元；运营商初步开发、应用深海风力资源，海上风电逐步走向深海领域。海上风电项目投资进程加速，运营商在沿海省市重点区域加快开展海上风电项目投资，光三峡集团 2016 年-2017 年就投资、建设了 9 个项目，在 1.7 万公里的海岸线上储备优质海上风电资源，同时加大技术研发投入，填补多项海上风电技术空白。

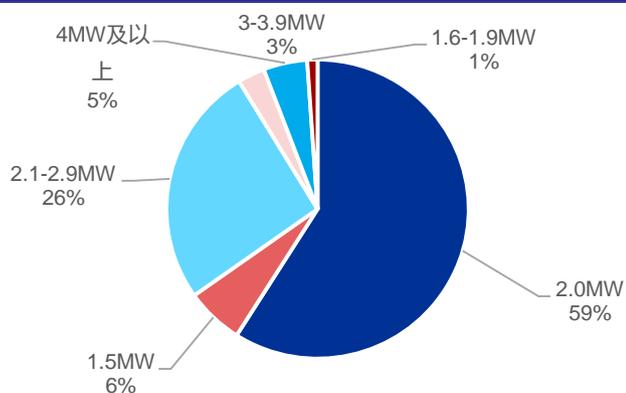
中国海上风电需要走向海外，通过并购与合作去形成完整的海上风电技术规范体系。中国海上风电产业虽然开发势头强、动作快，但是相比较于已经有 25 年发展历史的欧洲海上风电还存在较大的差距。从三峡集团海上风电发展战略来看，中国企业需要走向海外，通过并购与合作，引入世界一流的经验、技术和标准（如勘测技术标准，运维标准，施工标准等），形成完整的海上风电技术标准规范体系。

## 7. 海上风电朝着规模化、大功率化方向发展

### 7.1 整机制造商积极布局大功率风电机组

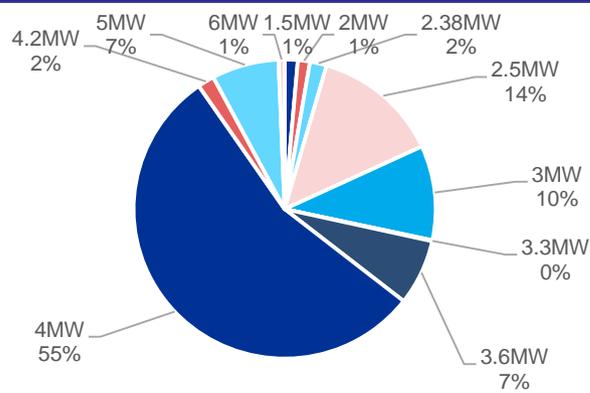
随着风电技术和海上风电的发展，风电机组的整体趋势是单机容量的大型化和多样化。风电机组机型多元，目前风电行业主流机型是 3MW 以下机组，主要应用于陆上风电。3MW 以上机组多应用于海上风电，10MW 以上机组则应用于深海领域。目前海上风电机组均基于陆上风电机组改造，截止至 2017 年，在我国所有吊装的海上风电机组中，单机容量为 4MW 机组最多，累计装机容量达到 152.8 万千瓦，占海上装机容量的 55%，其次是 2.5MW 装机容量，占比为 14%。随着海上风电的发展，3-8MW 将逐渐取代 3MW 以下风电机组成为市场主流的风电机组。预计 2020 年前，海上风电的主流机型为 4MW-7MW，小批量 7MW-10MW 机组将进入海上风电场；2021-2030 年，10MW-15MW 机组将成为海上风电的主流机型，小批量 16MW-20MW 机组将进入海上风电场。

图 37：2017 年风电行业主流机型仍然为 3MW 以下机组  
(单位：%)



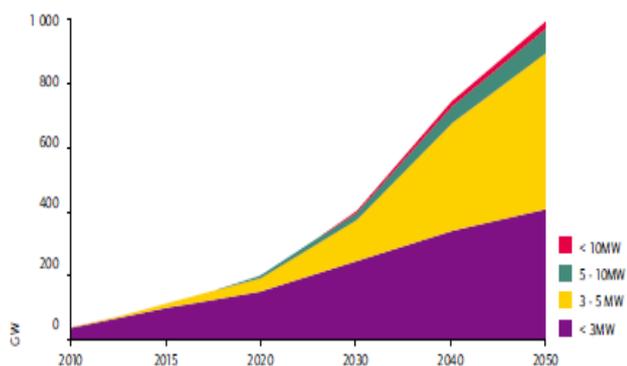
资料来源：CWEA、申万宏源研究

图 38：2017 年海上风电 4MW 机组累计装机容量占比最高 (单位：%)



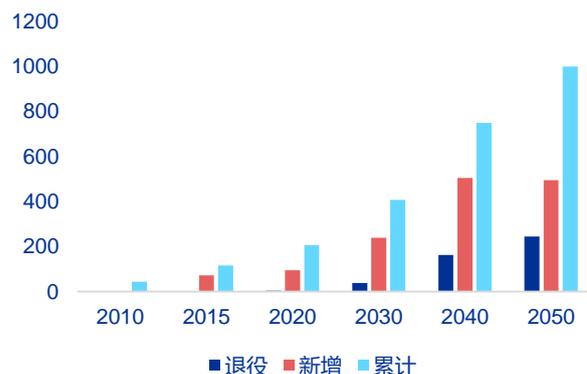
资料来源：CWEA、申万宏源研究

图 39：中国风电机组单机容量需求预测 (单位：GW)



资料来源：《中国风电发展路线图 2050》、申万宏源研究

图 40：中国新增和退役风电机组规模预测 (单位：GW)



资料来源：《中国风电发展路线图 2050》、申万宏源研究

表 33: 风电机组机型发展及市场需求 (单位: MW)

规划时间	机型发展趋势	应用领域	年产量
2010-2015	3MW 以下是主流	用于陆上风电基础建设	市场主流机型, 已具备大批量生产能力, 能满足年均 1500-2000 万千瓦的新增装机风电需求
	3-5MW	海上风电及部分陆上风电基础建设	需达到年产 800 万千瓦
2015-2020	5MW 以上	海上风电项目	保证年均 100-130 万千瓦
2020-2030	5MW 以上	海上风电大规模开发阶段	需达到年产 2200 万千瓦
2030-2050	(1) 3MW 以下机组批量退役; (2) 3-5MW 逐渐成为主流机组; (3) 5-10MW 大力发展; (4) 10MW 以上应用于深海开发	风电机组需求高峰, 海上风电尤其是深海风电大力发展	(1) 3-5MW 年产 3000-5000 万千瓦; (2) 5-10MW 年产 500-1000 万千瓦; (3) 10MW 以上年产 100-200 万千瓦

资料来源: 《中国风电发展路线 2050》, 申万宏源研究

受益于政策驱动, 国内外整机制造商积极布局大功率风电机组。按规划“十三五”期间, 对于 5MW 级别的海上风电机组要实现批量推广, 大力研制 8-10MW 海上风电机组。5MW 及以上风电机组已逐渐成为国内外主要风电厂商的发展重点, 国外 8MW 机组已完成商业化应用, 10MW 机组也已经到实验样机阶段, 其中 MH 维斯塔斯 8MW 风电机组、Enercon 7.5MW 风电机组、西门子 7MW 风电机组、通用电气 6MW 风电机组、歌美飒 5MW 风电机组等均得到了广泛应用; 金风科技、中国海装、联合动力等国内主流整机商都在积极布局 5 MW 及以上容量的海上风电机组。国内风机厂商如华锐风电 6MW、联合动力 6MW、金风科技 6MW、东方电气 5.5MW、海装风电 5MW 等海上风电机组陆续下线安装, 处于样机试验阶段。

大容量风电机组降低整体建设成本, 投资优势明显。由于海上施工条件恶劣, 单台机组的基础施工和吊装费用远远大于陆上机组的施工费用, 大容量机组虽然在单机基础施工及吊装上的投资较高, 但由于数量少, 在降低风电场总投资上具有明显优势。以 10 万千瓦的风电场为例, 采用 5MW 机组相比 4MW 机组, 可减少 5 个机位点, 降低整体建设成本, 减少可能的故障输入点数量, 避免对整个风电场的影响。同时减少了机组间的尾流等影响, 有利于提高发电效益, 降低运营、维护成本。

表 34: 国内外大功率海上风电机组研发完成情况 (单位: MW)

国内大功率海上风电机组研发完成情况				
序号	公司名称	型号	功率(MW)	技术组合
1	华锐风电	SL6000	6	高速齿轮箱+双馈发电机+变流器
2	金风科技	GW6000	6	亢驱永磁式风电机组+全功率变流器
3	东方汽轮机	FD140	5.5	高速齿轮箱+永磁同步发电机+全功率变流器
4	湘电风能	XD115/128	5	亢驱永磁式风电机组+全功率变流器
5	海装风电	H127-5	5	高速齿轮箱+永磁式风电机组+全功率变流器
6	南车株洲	WT5000	5	高速齿轮箱+永磁同步发电机+全功率变流器

7	联合动力	GD6000	6	高速齿轮箱+双馈发电机+变流器
8	远诤能源	4MW-136	4	高速&轮箱+全功率鼠笼+全功率变流器
国外大功率海上风电机组研发完成情况				
序号	公司名称	型号	功率(MW)	技术
1	AMSC	SeaTitan10MW	10MW	高温超导体 (HTS) 发生器
2	Sway	ST10	10MW	无铁芯永磁发电机
3	三菱重工&维斯塔斯	V164-9MW	9MW	永磁同步发电机
4	维斯塔斯	V164-8/8.3	8/8.3MW	永磁同步发电机
5	Adwen	ad-180	8MW	永磁同步发电机
6	西门子	swt-8.0-154	8MW	新型永磁同步发电机
7	Enercon	E126-7.5	7.5MW	永磁同步发电机
8	三星	S7.0-171	7MW	高速齿轮箱+永磁发电机
9	西门子	SWT-6.0-120/154	6.0/7.0MW	永磁同步发电机
10	通用电气	GEHal iade150-6MW	6MW	永磁同步发电机
11	歌美飒	G132-5.0	5MW	永磁同步发电机

资料来源：北极星电力网，申万宏源研究

表 35：国内外启动 10MW+大功率海上风电发电机组情况（单位：MW）

序号	公司名称	时间	功率(MW)	情况简介
1	华锐风电	2014	10MW	完成科技部 863 计划项目 10MW 级“超大型增速式海上风电机组设计技术研究”课题验收
2	山东瑞其能		10MW	计划推出 150m、170m、190m 叶轮直径的 10MW 风机系列
3	中国海装	2017	10MW	中国海装动了“10MW 级海上风电机组研制与开发”项目工作
4	Senvion	2017	10+MW	将生产 10+MW 级海上风电机组
5	GE		12MW	GE 有研发 12MW 级海上风电机组

资料来源：北极星电力网，申万宏源研究

## 7.2 海上风电项目规模扩大，进军深海领域

**海上风电项目规模扩大，未来逐步开发深海领域。**目前海上风电已经进入规模化开发的时代，近海项目离岸越来越远，同时对大容量海上风电机组的需求与日俱增，新建项目多采用 3MW-5MW 的风电机组。随着大容量海上风电技术发展，大功率机组尤其是 10MW 风电机组有望规模生产出成熟机组，机组的利用效率可获得大幅提升，经济性优势愈加明显。海上风电开发将日益走向深海，预计到 2025 年，海上风电平台的水深将超过 60 米，离岸距离最大将超过 100 千米。随着规模越来越大的海上风电项目，大型化和轻质化将成为叶片发展主要方向，大直径单桩等海上施工技术开始进入大规模应用的阶段。

**国内大型风电施工船的发展将助力海上风电领域向深海拓展。**目前国内已经有 8 艘大型风电施工船，中交第三航务工程局的“三航风范”号、龙源振华壹号、龙源振华贰号、龙源振华三号、普丰托本号、海洋风电 38、华电 1001 号以及华尔辰号。其中龙源振华三号，船长 100.8 米，型宽 43.2 米，型深 8.4 米，起重能力达 2000 吨，为全球最大，在此之前，

全球自升式风电安装平台的最大起重能力为 1500 吨；该平台的双钩、单钩起重能力能达到 1500 吨，可实现大兆瓦海上风机基础的空中翻身；平台上的起重机起升高度达 120 米，在目前全球自升式风电安装平台中，拥有最高的吊高高度。最大作业水深达到 50 米，开创国内之最，是我国海上风电作业从浅海走向近海的关键利器。

## 8. 相关标的梳理

### 8.1 金风科技（002202）

金风科技是国内风机龙头和全球领先的风电整体解决方案提供商，风电机组累计装机容量市场占有率第一，其中海上风电机组累计装机容量市场占有率全国第三。公司拥有自主知识产权的 1.5MW、2.0MW、2.5MW、3.0MW、6.0MW 永磁直驱系列化机组，代表着全球风力发电领域最具前景的技术路线。公司风电机组市占率连续多年第一，新增装机规模和累计装机规模市场份额占比分别为 26.60%、22.85%，均居于行业首位。海上风电新增装机规模和累计装机规模市场份额占比分别为 18.1%、13.5%，分别居于行业第二、第三。

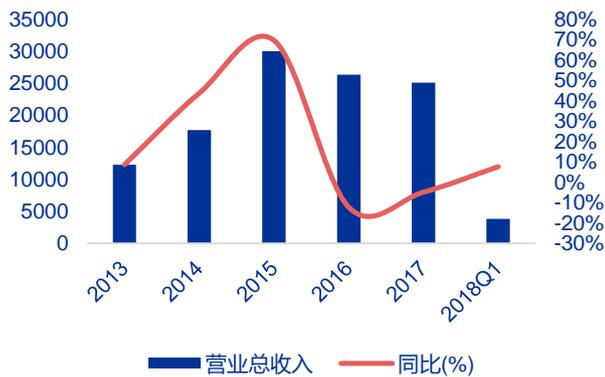
表 36：2017 年中国风电机组制造商市场份额（单位：MW、%）

制造商	累计装机容量 (MW)	市场份额
金风科技	42700	22.85%
联合动力	17660	9.45%
华锐风电	16470	8.81%
东方电气	12690	6.79%
远景能源	11930	6.38%
湘电风能	9200	4.92%
重庆海装	8280	4.43%
Vestas	5940	3.18%
运达风电	5710	3.06%
华创风能	4810	2.57%
Gamesa	4640	2.48%
中车风电	4020	2.15%
三一重工	3240	1.73%
GE	2350	1.26%
华仪风能	2130	1.14%
航天万源	170	0.09%
京城新能源	1680	0.90%
许继风电	1540	0.82%
其他	6990	16.99%

资料来源：CWEA，申万宏源研究

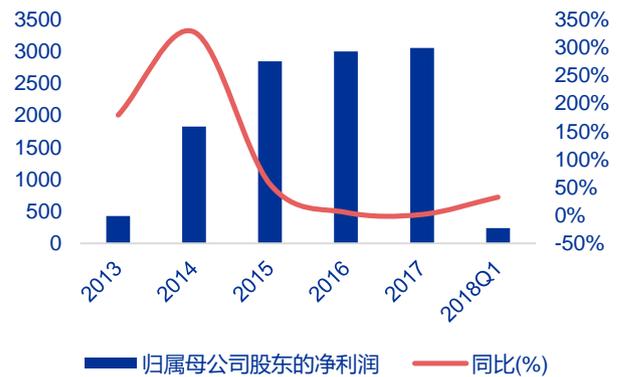
“在手订单充足+海外市场开拓”，保障公司业绩持续增长。2018年1季度，公司实现营业收入38.60亿元，同比增加7.7%；实现归母净利润2.4亿元，同比增加32.72%。公司在手订单充足，截至2018年3月底，公司在手外部订单合计16.78GW，持续刷新历史最高纪录；已签合同的待执行订单充足，同比增加31.8%，首次超过10GW。2017年国际业务实现营业收入约20.88亿元，同比下降5.49%。截至2018年3月底，公司在手国际订单为813MW，项目遍及美国、阿根廷、南非、肯尼亚、泰国、巴基斯坦、土耳其等多个国家，公司海外在建及待开发项目容量合计达到1827MW，为可持续发展奠定基础。

图 41: 2013-2018Q1 金风科技营业收入 (单位: 百万元, %)



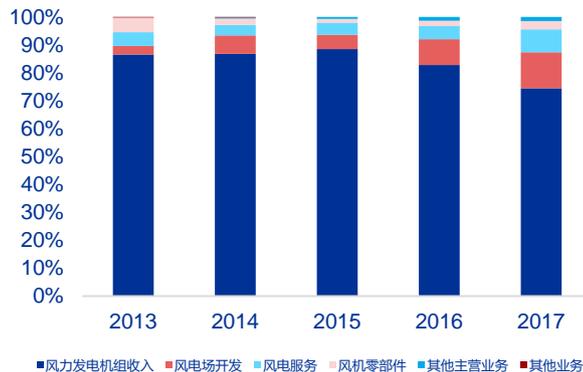
资料来源: Wind、申万宏源研究

图 42: 2013-2018Q1 金风科技归母净利润 (单位: 百万元, %)



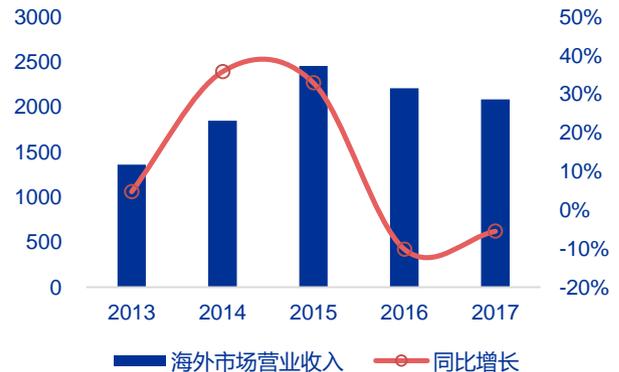
资料来源: Wind、申万宏源研究

图 43: 2013-2017 年金风科技营业收入构成 (单位: %)



资料来源: Wind、申万宏源研究

图 44: 金风科技海外市场营业收入 (单位: 百万元, %)



资料来源: Wind、申万宏源研究

公司积极布局海上风电市场，公司项目招标需求旺盛。2017 年，公司海上风电机组市场新增装机量排名第二，市场占有率 18.1%。2017 年海上风电全面启动，以海上风电成本 14000 元/KW 测算，预计 2018-2020 年我国风电机组的市场空间将达到 580 亿元。公司积极布局海上发电市场，以全球研发技术资源为基础，结合江苏海上风电市场以及大丰港口资源优势，在江苏大丰建立了海上风电产业化基地，该基地是公司在中国沿海重点打造的风

机研发和生产制造基地。公司成功开发了 3.X(MW) 和 6.X(MW) 为主的海上产品平台, 产品包括 GW121/2.5、GW140/3.X、GW154/6.X、GW164/6.X 以及 GW171/6.X。金风 6MWBeta 直驱型海上机组于 2017 年末在天润盐城大丰试验台风电场完成吊装; 同时, 公司针对海上风电的开发特点完成了海上风电场的快速定制化整体解决方案设计, 覆盖一体化支撑结构设计、一体化塔架布局、一体化运输安装和一体化智能运维方案设计。2017 年, 公司新增中标海上风电 650MW, 占比全国总定标量 19.58%, 海上市场新增装机量 207.8MW, 累计装机量 373.8MW。

## 8.2 泰胜风能 (300129)

泰胜风能是国内知名的风力发电机配套塔架专业制造商, 具有专业的生产技术及批量制造能力。公司主营业务为风力发电设备、辅件、零件及各类海洋工程设备, 风力发电设备、辅件、零件业务方面, 主要产品为自主品牌的陆上风电塔架和海上风电塔架、导管架、管桩及相关辅件、零件, 该产品是陆上及海上风力发电机组的主要部件之一, 主要起支撑作用; 海洋工程设备业务方面, 目前公司主要产品为海洋工程平台、相关辅件、零件以及用于海洋工程各类钢结构件, 相关产品作用涵盖海洋工程的各个方面。公司与大部分优质客户例如金风、VESTAS、GE 等建立了长期贸易关系, 在风电塔架行业形成了较高的知名度和良好的信誉度。

受益于海上风电市场及海外市场, 公司业绩快速回升。2018 年 1 季度, 公司实现营业收入 2.32 亿元, 同比增长 35.41%; 实现归属于母公司的净利润 0.41 亿元, 同比下降 61.70%。公司在 2017 年度, 实现海外销售收入 5.12 亿元, 同比增长 253%; 塔架和基础环收入 10.32 亿元, 同比下降 15.61%; 其他海上风电装备收入 4.43 亿元, 同比增长 183.34%; 海洋工程类装备收入 0.88 亿元, 同比增长 93.81%。

图 45: 2013-2018Q1 泰胜风能营业收入 (单位: 百万元, %)



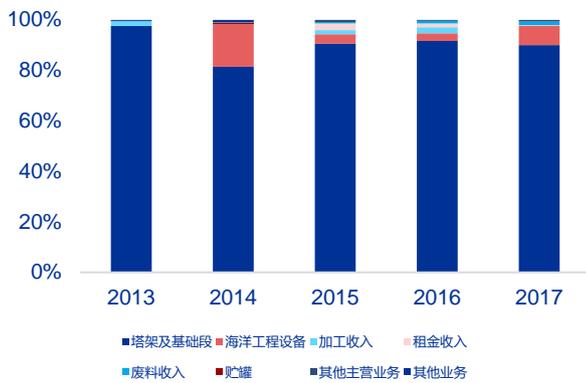
资料来源: Wind、申万宏源研究

图 46: 2013-2018Q1 泰胜风能归母净利润 (单位: 百万元, %)



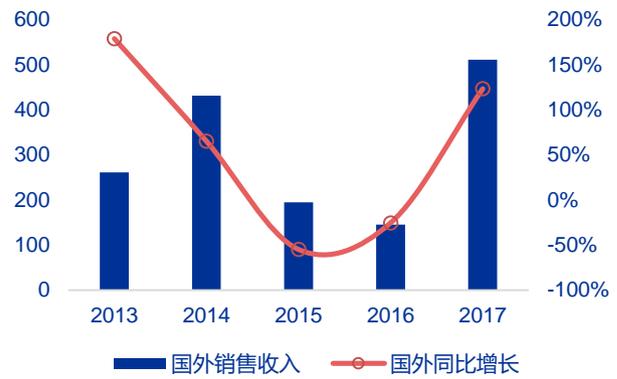
资料来源: Wind、申万宏源研究

图 47：2013-2017 年泰胜风能收入构成（单位：%）



资料来源：Wind、申万宏源研究

图 48：泰胜风能海外市场营业收入（单位：百万元，%）



资料来源：Wind、申万宏源研究

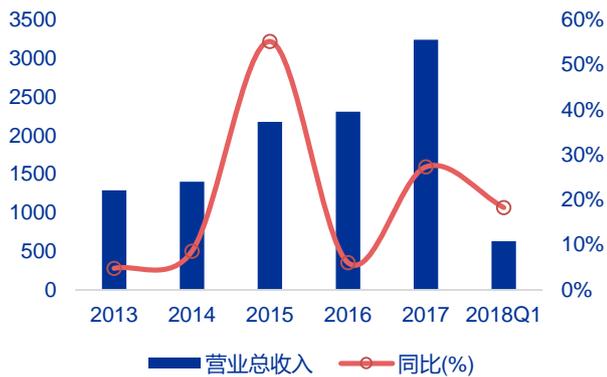
**稳步推进“重型装备产业协同技改项目”，战略布局海上风电市场。**公司于 2013 年 8 月完成对蓝岛海工的收购，蓝岛海工变更为公司全资子公司，主要负责海上风电项目及海洋工程项目。凭借其扎实的技术及区位优势，在海上风电行业，蓝岛海工处于国内市场领先地位。公司已生产 4MW、5MW、6MW 及日本浮体式海上风机塔架，3MW、6.5MW 海上风电导管架，批量的海上风电管桩，并已完成静海 101 海洋工程平台、海上风电升压站平台等的建造。公司先后提出“3-10MW 级海上风机塔架重型装备制造基地项目”及“重型装备产业协同技改项目”，项目进度为 70.03%，通过项目投资实现技术革新，促进公司海上风电业务的增长。截至 2018 年 1 季度末，公司海上风电类订单本报告期新增 3254.01 万元，在执行及待执行 13374.22 万元。

### 8.3 天顺风能（002531）

**天顺风能专业从事兆瓦级大功率风力发电塔架及其相关产品的生产与销售，在风塔制造细分领域处于龙头地位。**公司的主要业务是风力发电塔架及其相关零部件产品的生产和销售，产品类型包括以海外市场为主的 3.0MW-3.45MW 陆上大型风塔、6MW 海上风塔及以国内市场为主的 2.0MW-3.0MW 陆上风塔。公司是国内同时获得 Vestas 和 GE 全球风塔合格供应商资格认证的唯一一家公司，生产规模和产品质量在行业内均位居前列。主要客户为 Vestas、GE、Siemens、金风科技、中水电、龙源电力等全球领先的风电整机厂商和国内风电业主，产品销往德国、英国、瑞典、西班牙、罗马尼亚、俄罗斯、加拿大、南非、澳大利亚、泰国、印度、巴基斯坦等数十个国家和地区。

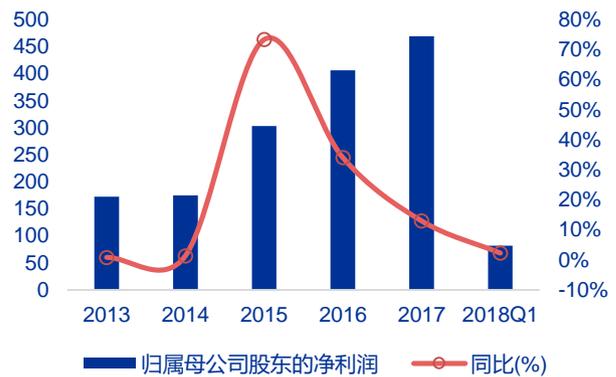
**叶片及风电场运营等新业务的开拓，保障未来公司业绩持续增长。**公司先后通布局常熟风电叶片生产基地、过收购昆山风速时代叶片制造工厂、投资哈密 300MW 风力发电厂项目，新增叶片销售、风电场运营业务，公司业绩实现同比增长。2018 年 1 季度，公司实现营业收入 6.33 亿元，同比增长 18.29%；实现归属于上市公司股东净利润 0.82 亿元，同比增长 2.29%。公司业务覆盖了产业链上游的风塔、叶片、风塔零部件的制造等以及产业链下游的风电场运营，形成了独特的风电产业链资源协同优势，保障未来公司业绩收入。

图 49：2013-2018Q1 天顺风能营业收入（单位：百万元，%）



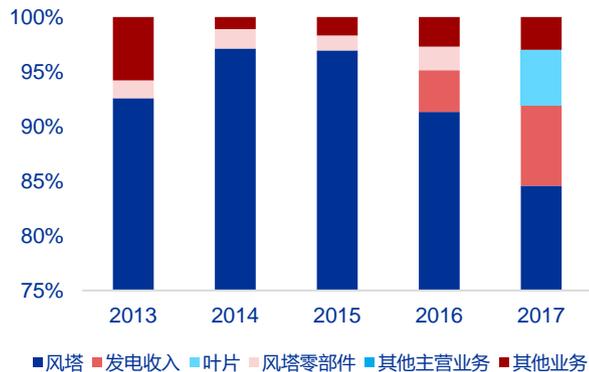
资料来源：Wind、申万宏源研究

图 50：2013-2018Q1 天顺风能归母净利润（单位：百万元，%）



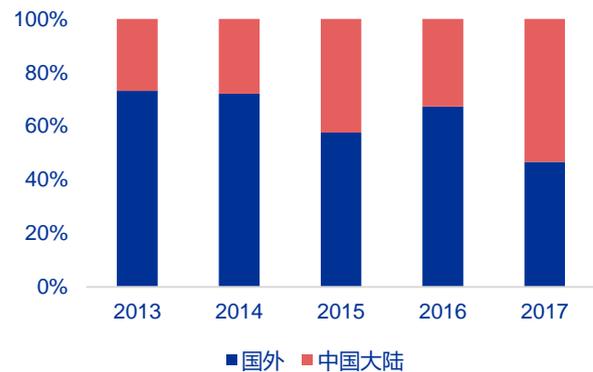
资料来源：Wind、申万宏源研究

图 51：2013-2017 天顺风能收入构成（单位：%）



资料来源：Wind、申万宏源研究

图 52：天顺风能海外销售占比较高（单位：%）



资料来源：Wind、申万宏源研究

公司在手订单充足，风电场项目投资扩大。截至 2018 年 1 季度末，公司风塔产品在手订单 18.45 万吨，同比增长 48.87%。2017 年，公司已建成并投入运营的风电场 300MW，在建风电场 330MW，计划开工 180MW，已签订开发协议的项目 750MW，拥有其他潜在资源项目 500MW。公司哈密风电场首次实现完整年度并网发电，此外，公司通过定向增发募集资金投资的山东、河南 330MW 风电场运营项目业已全面开工建设。公司于 2018 年初启动菏泽牡丹李村二期 50MW 以及广西上思四方岭一期 49.5MW 风电项目建设，项目投资逐渐扩大。

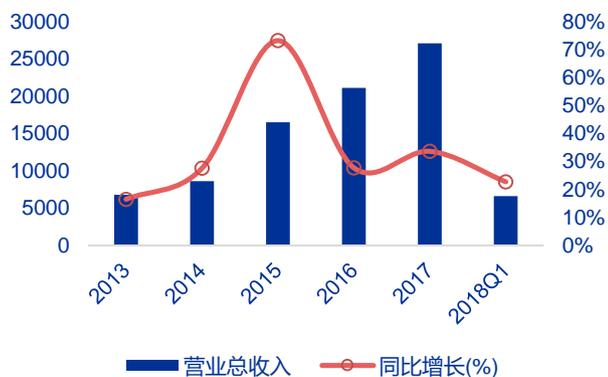
公司海上风塔制造技术领先，产品满足海上风电市场需求。随着风电发展像海上转移，公司进一步加强向大型化、海洋化风塔的研发投入，聚焦于海上风塔、大型叶片等风电设备，并取得领先优势。公司拥有 6MW 大功率海上风塔产品，技术优势显著，产品经验丰富，满足了海上风电风塔风机市场需求。公司立足国际市场，兼顾国内市场，现阶段大功率风塔产品主要面对海外客户及市场，公司承接的 GE 首次在亚洲地区批量投放的德国 36 套 6MW

海上风塔订单项目执行顺利。随着全球海上风电市场的发展，预计公司大功率风塔业务增速将进一步提升。

## 8.4 中天科技（600522）

公司是国内光电品种最齐全的专业企业，是国内光纤光缆行业龙头。公司业务多元发展，主营业务分为光通信、电力传输、新能源、海缆四大版块。公司在国内率先建成海底光缆完整生产线，拥有海底光缆制造的核心技术，公司旗下子公司中天科技海缆有限公司是我国第一家拥有完全自主知识产权的海底光缆厂商。公司控股子公司中天科技光纤有限公司是一家专业从事光纤生产的高科技制造商，处于国内同行前列并进入世界前十名，已成为中国移动、中国网通、中国电信省公司等集中采购主流供应商。公司控股子公司上海中天铝线有限公司主要生产新型耐热铝合金导线，性能质量优良，得到市场青睐。在射频电缆领域，公司与日立电线联合南京邮电大学共同出资设立的中天日立射频电缆有限公司，打造出了具有独特竞争优势的射频电缆产品。公司拥有能源互联网四大关键支撑技术：特高压输电技术、柔性直流输电技术、海底光电缆技术、大容量储能技术，市场核心竞争力显著。

图 53：2013-2018Q1 中天科技营业收入（单位：百万元，%）



资料来源：Wind、申万宏源研究

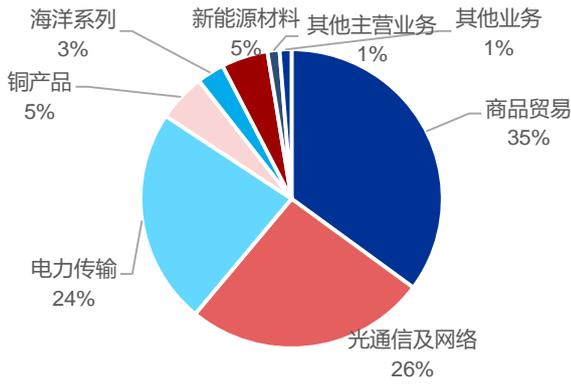
图 55：2017 年中天科技主营业务收入构成（单位：%）

图 54：2013-2018Q1 中天科技归母净利润（单位：百万元，%）

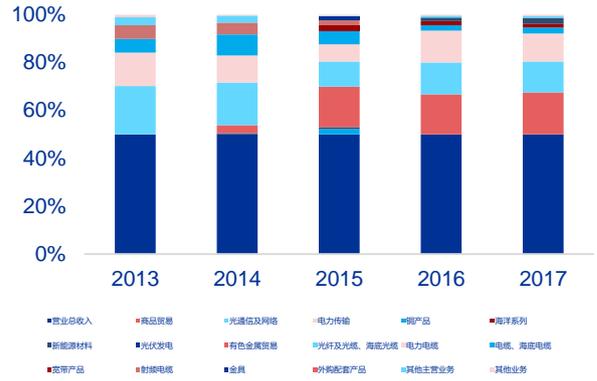


资料来源：Wind、申万宏源研究

图 56：中天科技营业收入贡献（单位：%）



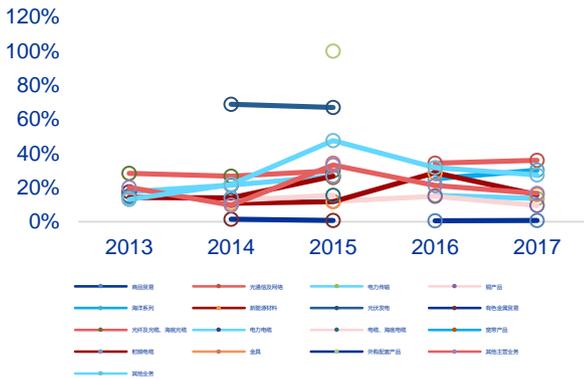
资料来源: Wind、申万宏源研究



资料来源: Wind、申万宏源研究

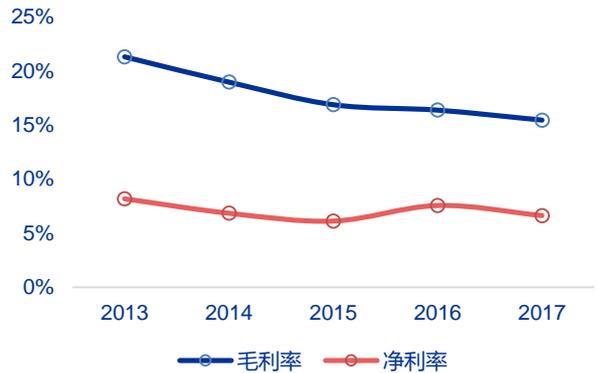
**四大核心业务产能释放，公司业绩持续高速增长。**2018年1季度，公司实现营业收入66.21亿元，同比增长22.76%；实现归母净利润4.48亿元，同比增长0.53%；综合毛利率17.01%。光纤业务量价齐升、规模效应扩大，形成光纤预制棒-光纤-光缆-特种光缆-射频电缆-ODN等完整的光通信产业链；受益于“一带一路”及特高压项目快速推进，公司高压电缆、特种导线产品销售量快速增加，优化产品结构；新能源产业链产能扩大、市占率提升，业务布局光伏电站、光伏背板材料、光伏支架、储能电池；海洋系列产品进一步延伸产业链，产能释放，海底光缆具备核心市场竞争力。

图 57:2013-2017 中天科技各主营业务毛利率(单位:%)



资料来源: Wind、申万宏源研究

图 58: 2013-2018Q1 中天科技综合毛利率及净利率(单位:%)



资料来源: Wind、申万宏源研究

**受海上风电及海洋工程发展驱动，公司海缆业务前景广阔。**公司海缆业务以海底光缆、海底电缆、海底光电复合缆业务为主体，是国内海缆行业龙头，技术领先国内同行，比肩国际领先企业。公司在国内率先建成海底光缆完整生产线，最早通过 UJ、UQJ 国际认证，打破国际垄断。随着海上风电全面启动及海洋工程规划建设，海缆及相关设备的潜在需求巨大，给电缆、海底光电复合缆带来了广阔市场空间。2016年起，公司海缆业务接连收获大额订单，招标数量增多，业务前景广阔。

表 37: 公司海上风电中标项目情况

时间	项目名称	客户名称	金额	中标产品	简介
2017 年 11 月	国家电投大丰 H3#300MW 海上风电场工程		约 5.5 亿元人民币	35kV 及 220kV 海底光电复合电缆及附件	本次中标“国家电投大丰 H3#300MW 海上风电场工程”，其中三芯 220kV 海缆为国内三芯高压海缆单根最大交货长度
2017 年 10 月	海装如东海上风电场工程（如东 H3#）海底光电复合电缆及附件		约 6.5 亿元人民币	220kV、35kV 海底光电复合缆及附件	本次“海装如东海上风电场工程（如东 H3#）”标的创中国海上风电场项目规模之最，标志着海上风电工程单体规模越来越大的发展趋势。
2017 年 10 月	浙江舟山鱼山 220kV 输变电工程		约 2 亿元人民币	220kV 电力电缆及附件	
2017 年 6 月	国家电投滨海 H3#300MW 海上风电场工程		约 3.5 亿元人民币	35kV 及 220kV 海底光电复合缆及附件	本次公司中标的国家电投滨海 H3#300MW 海上风电场工程的三芯 220kV 海缆为国内三芯高压海缆单根最大交货长度
2017 年 4 月	沙特阿拉伯国家石油公司 Hasbah I 天然气田开发项目	EMASCHI YODA	约 2000 万美金（折合人民币：约 13800 万元）	海底光电复合缆及其附件	沙特阿拉伯国家石油公司是世界第一大石油公司，中天科技海缆于 2009 年通过阿美石油供应商资格认证，是该产品的中国唯一供应商，累计已取得 1 亿多美金的海底线缆订单。连续中标阿美石油海上油气田项目，标志着中天海缆品牌优势在高端市场已建立，具备与国际一流海底线缆企业在高科技产品上竞争之各项实力保证
2017 年 4 月	沙特阿拉伯国家石油公司 MRJN&ZULUF 海上油田开发项目	SAIPEMS. p. A	约 500 万美金（折合人民币：约 3500 万元）	海底光电复合缆及其附件	
2017 年 4 月	沙特阿拉伯国家石油公司 SAFANIYA10 海上油田开发项目	SAIPEMS. p. A	约 500 万美金（折合人民币：约 3500 万元）	海底光电复合缆及其附件	
2017 年 1 月	EnBwHoheSee 海上风电连接用海缆生产、交付及安装总包工程	TenneTTS0GmbH	约合人民币 1.85 亿元	(1) 155kV 三芯高压海缆约 27 公里以及配套的平台电缆与附件的供货；(2) 155kV 三芯高压海缆的运输及安装；(3) 并联电抗器的供货与安装以及其它平	TenneTTS0GmbH，欧洲最大的电力公司之一，本次项目实现了中国海缆制造企业在全球最高端欧洲海上风电领域零突破，为首个中国海缆制造商中标欧洲风电总承包项目，中天海缆作为全价值链集成服务商进入全球高端海缆市场。

2016年11月	孟加拉国吉大港白若伯昆 (Barokundo)-斯万迪坡岛 (Swandip) 33 千伏海底电缆、架空线与变电站总包工程	孟加拉电力发展委员会 (BPDB)	1820 万美金 (约合人民币 1.21 亿元)	(1) 33kV, 30kM 海底光电复合缆设计、供货、安装、检测和调试; (2) 33kV, 25kM 架空线路设计、供货、安装、检测、调试; (3) 33/11kV, 两个 5/6.67MVA 变电站设计、供货、安装、检测、调试	该项目是中天科技践行“一带一路”国家战略, 实现区域电网升级改造的典范工程, 为中国制造企业第一个国际海底电缆总包工程, 打破国外厂家特别是欧洲厂家在海底电缆总包项目上的垄断, 标志着中天海缆从单一供货商向系统集成商转变
----------	---	-------------------	--------------------------	--	--

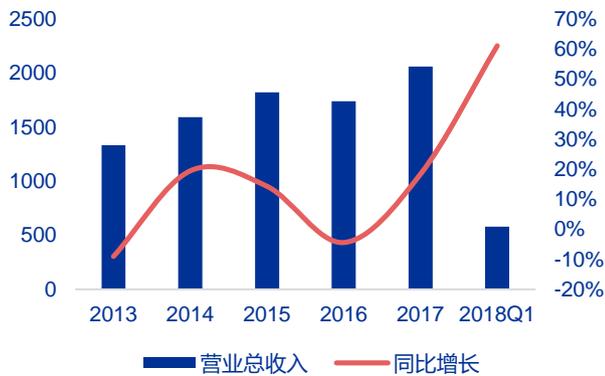
资料来源：公司公告，申万宏源研究

## 8.5 东方电缆 (603606)

公司是自主研发并专业制造电线电缆的企业。公司主要从事各种电线电缆的研发、生产、销售及其服务。主导产品为海缆、电力电缆和电气装备用电线电缆，主要包括 220kV 及以下交联电缆(交联海底电缆、光电复合交联海底电缆、高中低压电力电缆)、核电站用电缆、轨道交通用电线电缆、通信电缆等，其中以海缆、高压电力电缆为公司业务发展重点。公司在海缆领域的技术实力突出，2011 年公司牵头制订了目前海缆领域唯一一个国家标准《额定电压 10kV (Um=12kV) 至 110kV (Um=126kV) 交联聚乙烯绝缘大长度交流海底电缆及附件》标准 JB/T11167.1-2011，“220kV 及以下光电复合海底电缆、海底交联电缆及生产装备开发技术”项目被列入“国家科技支撑计划重点项目”。

受益于海缆业务量大幅增长，公司业绩大幅增长。2018年1季度，公司实现营业总收入5.81亿元，同比增长61.12%，实现归母净利润0.2亿元，同比增长160.49%。主要由于产品结构调整，高毛利率的海缆业务占比提升，其中海缆业务毛利率为39.56%，带动公司综合毛利率自2017年报的12.94%提升至2018年1季报的16.94%；净利率自2.43%提升至3.49%，盈利能力显著增强。

图 59：2013-2018Q1 东方电缆营业收入（单位：百万元，%）



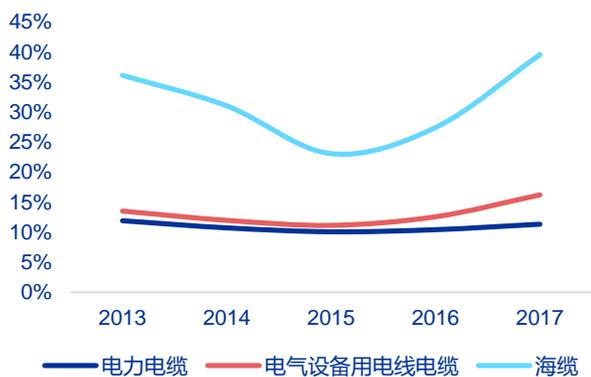
资料来源：Wind、申万宏源研究

图 60：2013-2018Q1 东方电缆归母净利润（单位：百万元，%）



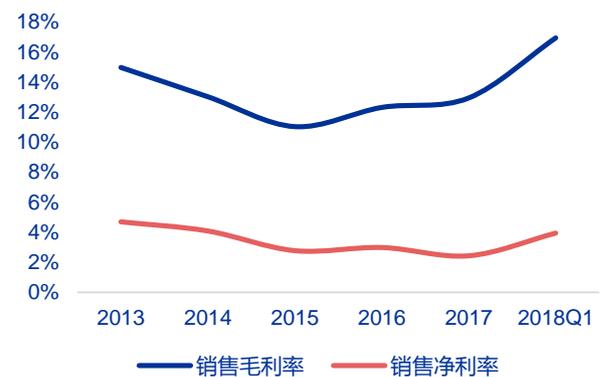
资料来源：Wind、申万宏源研究

图 61：2013-2017 东方电缆各项业务毛利率（单位：%）



资料来源：Wind、申万宏源研究

图 62：2013-2017 东方电缆综合毛利率与净利率（单位：%）

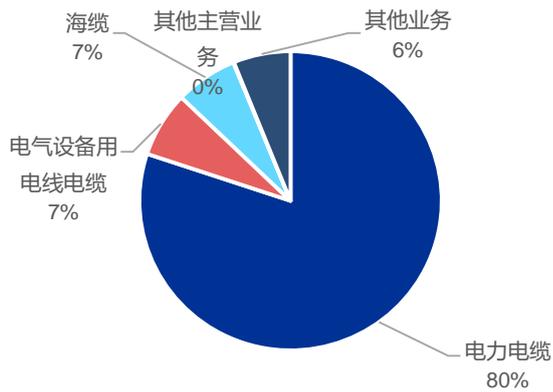


资料来源：Wind、申万宏源研究

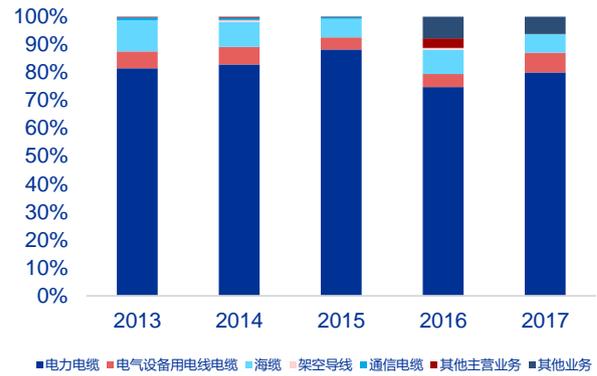
海缆业务占公司主营业务收入为7%，公司海缆项目中标金额累计达34.41亿元。电力电缆是公司的主要收入来源，占比达80%，电气设备用电缆和海缆业务占比都为7%。截至2018年7月22日，公司累计中标海缆项目金额达34.41亿元，为未来业绩增长提供强大的保障。

图 63：2017 年东方电缆主营业务收入构成（单位：%）

图 64：2013-2017 年东方电缆收入构成（单位：%）



资料来源：Wind、申万宏源研究



资料来源：Wind、申万宏源研究

表 38：东方电缆海缆项目中标情况

时间	项目名称	客户名称	金额	中标产品	简介
2018 年 7 月 18 日	三峡新能源广东省阳江市阳西沙扒 300MW 海上风电项目	三峡国际招标有限公司	1.8 亿元	3*70 26/35kV+SM36C, 3*120 26/35kV+SM36C, 3*240 26/35kV+SM36C, 3*400 26/35kV+SM36C 光电复合海底电缆	
2018 年 7 月 4 日	三峡新能源广东省阳江市阳西沙扒 300MW 海上风电项目	三峡国际招标有限公司	5.9 亿元	220kV 海缆设备采购及敷设施工的总包	该项目是目前国内海上风电项目开展以来由专业海缆企业承担的最大 EPC 总包项目，也是东方电缆继首个海外 EPC 海缆项目成功投运后再次承担的 EPC 总包项目，是公司“海洋缆产品+工程服务”发展战略的充分体现
2018 年 2 月 5 日	福建莆田南日岛海上风电场一期项目 220 千伏海底电缆（11 回）采购项目	国电诚信招标有限公司	11.00 亿元	220kV 光电复合海底电缆及配件	公司继 2015 年中标第一回路后再次在同海域中标大容量截面的高等级单芯光电复合海底电缆

2018年1月3日	华能江苏大丰 300MW海上风电项目	华能招标有限公司	4.79亿元	总长度约111.50km的3X500mm2220kV海底光电复合电缆及附件	该项目位于江苏省盐城市大丰区海域，规划面积约127km <sup>2</sup> ，离岸距离约55km，场区大部分区域水深约2-7m，本期工程装机规模300MW，二期100MW，总装机规模400MW
2017年11月8日	神华集团有限责任公司2017年6月第三批电缆公开招标采购项目	神华国际工程有限公司	4.50亿元	三芯220kV光电复合海底电缆及附件	全球最大煤炭企业神华集团的首个海上风电项目，此次与神华集团（国家能源投资集团）的合作是公司“大项目、大行业、大市场”市场战略的进一步体现，为公司加强与央企在重要领域、重大项目深度合作奠定了扎实基础
2017年10月15日	国家电网输变电项目2017年(新增)变电设备(含电缆)招标采购项目包2	国家电网	2.01亿元	220kV 1600m <sup>2</sup> 海底电缆及220kV电力电缆	该工程项目是浙江舟山群岛鱼山220kV输变电工程，是国内高等级大长度海缆首次选用异型铜铠装技术，此项技术的实施，标志着国内海底电缆的关键技术站在了国际领先水平
2017年7月24日	莆田平海湾海上风电场二期项目	福建中闽海上风电有限公司	2.65亿元	220kV光电复合海缆、35kV光电复合海缆、电力电缆、控制电缆及附件	该海上风电场项目的电力传输和信息通讯通道的端到端解决方案首次由独家专业厂商提供，开创了历史先河，将为后续蓬勃发展的海上风电场项目提供宝贵经验
2017年7月5日	三峡新能源江苏大丰300MW海上风电项目	三峡国际招标有限公司	1.76亿元	总长度约50km的3X500mm2220kV海底光电复合电缆及附件	该项目是目前国内最长的三芯220kV光电复合海底电缆首次产业化应用

资料来源：公司公告，申万宏源研究

表 39：可比公司估值（单位：亿元、元/股、倍）

代码	简称	最新收盘价	总市值	EPS（元/股）				PE			
		2018/7/31	（亿元）	17A	18E	19E	20E	17A	18E	19E	20E
300185	通裕重工	1.87	61	0.07	0.09	0.11	0.13	27	22	17	14
300129	泰胜风能	3.73	27	0.21	0.27	0.35	0.44	18	14	11	8
002531	天顺风能	4.35	77	0.26	0.38	0.51	0.65	17	11	8	7
600875	东方电气	7.49	232	0.29	0.32	0.38	0.45	26	24	20	17

600458	时代新材	9.14	73	0.09	0.26	0.33	0.49	102	36	28	19
603606	东方电缆	8.91	45	0.16	0.33	0.57	0.82	56	27	16	11
002202	金风科技	13.94	496	0.84	1.13	1.40	1.81	17	12	10	8
	平均值							37	21	16	12

资料来源：wind, 申万宏源研究

表 40：关键假设表之电力设备新能源

	2016A	2017Q1	2017Q2	2017Q3	2017Q4	2017A	2018F	2019F
电源基本建设投资完成额累计同比 (%)	11	-14.89	-8.37	-10.86	-20	-20	-5	-5
电网基本建设投资完成额累计同比 (%)	11.7	40.89	33.25	31.57	12	12	10	3
全国发电设备累计平均利用小时	3969	886	1797	2818	3769	3769	3669	3636
光伏发电设备利用小时数	1133	230	280	400	380	1290	1290	1500
风电发电设备利用小时数	1728	422	495	334	438	1689	2000	2200

资料来源：能源局, 申万宏源研究