

海上风电迎来快速发展期，看好相关设备制造商

——风电行业深度研究报告

分析师：刘瑀

SAC NO: S1150516030001

2018年9月20日

证券分析师

刘瑀
022-23861670
liuyu@bhzq.com

助理分析师

刘秀峰
SAC No: S1150117080012
liuxf@bhzq.com

子行业评级

电力设备	中性
新能源设备	中性

重点品种推荐

金风科技	增持
天顺风能	增持
东方电缆	增持

最近一年行业相对走势



投资要点:

● 风电发展空间广阔，机组大功率化是趋势

当前全球清洁能源装机容量和发电量占比增长迅速。从投资额角度看，2017年，全球风电投资总额约为1070亿美元，占全球清洁能源投资总额的比例约为32%。2017年，全球累计风电装机容量约539GW，根据GWEC的预测，2018年全球风电新增装机规模与2017年相差不大，大约为52.9GW。2019年开始增长，达到约57.5GW。近年来风电装机成本和度电成本下降明显，风电机组单机容量逐年增长，风电装机功率呈现大型化趋势。2017年，中国累计风电装机容量在全球风电装机中份额约为35%。风力发电在中国全部发电装机容量的比重近年来稳步提升。

● 风电存量消纳仍是主要目标

2018年上半年，全国弃风电量182亿千瓦时，同比减少53亿千瓦时；全国平均弃风率8.7%。弃风电现象出现好转趋势。近年来，国家电网持续提升电网平衡能力，实施全网统一调度，推动火电发电计划放开，深挖火电调峰潜力，最大限度利用抽水蓄能电站等措施消纳新能源。发改委和能源局等部门也出台了一系列措施来推动发展风电产业。不过截至2018年6月底，中国风电累计装机并网容量已经达到171.2GW。如果按规划的2020年底风电装机201GW简单测算，从2018年下半年到2020年底合计两年半的时间，风电新增装机空间不足40GW。此外，补贴方面，截至2017年底，累计可再生能源发电补贴缺口总计达1127亿元，且呈逐年扩大趋势，目前（2018年9月）已超1200亿元。我们认为，未来三年风电新增装机出现爆发式增长的概率较小。

● 海上风电有望迎来快速发展期

海上风电项目发电小时数长，距离用电负荷较近，适合大规模开发，未来可开发空间广阔。2017年，我国海上风电取得突破进展，新增装机319台，新增装机容量达到116万千瓦，同比增长96.5%。广东省大力布局海上风电，在近期公布了3.3GW海上风电建设规划，总投资约594亿元。海上风电有望进入快速发展期。

● 投资建议

目前来看，陆上风电平稳发展，分散式风电正在布局阶段。我们认为海上风电将迎来快速发展期，建议投资者关注海上风电设备类标的的投资机会。推荐金风科技（002202），天顺风能（002531），东方电缆（603606）等。

风险提示：大盘整体下跌，风电政策波动超预期。

目 录

1.风电未来空间广阔，机组大功率化是趋势.....	4
1.1 全球风电投资和装机稳定增长，未来前景广阔.....	5
1.2 风电装机成本不断下降，机组大功率化成趋势.....	6
1.3 中国风电装机居世界首位，国内风电占比稳步提升.....	8
2.陆上风电存量消纳仍是主要目标.....	9
2.1 全国电力需求稳定增长.....	9
2.2 弃风率有所降低，存量消纳仍是主要工作.....	9
2.2.1 国家电网多举措促进消纳，弃风率有所改善.....	9
2.2.2 预计能源局四季度将核准多条特高压工程以促进消纳.....	11
2.3 新增装机规模空间有限，风电建设向中东南部迁移.....	12
2.4 配额制促进消纳，竞价政策加速风电平价上网.....	14
2.5 陆上风电消纳为主，分散式风电尚在布局.....	14
3.海上风电有望迎来快速发展期.....	15
4.投资建议.....	20
4.1 金风科技（002202）.....	20
4.2 天顺风能（002531）.....	21
4.3 东方电缆（603606）.....	21

图 目 录

图 1: 风电行业产业链.....	4
图 2: 全球清洁能源装机和发电量占比 (包含水电)	5
图 3: 全球清洁能源和风电投资额 (十亿美元) 及风电投资占比.....	5
图 4: 全球风电装机容量 (GW) 预测及同比增速 (右轴)	5
图 5: 2010-2017 年全球风电装机成本和 LCOE 变化趋势.....	6
图 6: 1991-2017 年中国新增和累计装机的风电机组平均功率.....	6
图 7: 2008-2017 年全国不同单机容量风电机组新增装机占比.....	7
图 8: 2011 年以来新增风电机组平均风轮直径 (m) 及增速.....	7
图 9: 2017 年新增风电机组轮毂高度分布.....	7
图 10: 2017 年不同国家新增风电装机份额.....	8
图 11: 2017 年不同国家累计风电装机份额.....	8
图 12: 风力发电设备容量及占全部发电设备容量的比重.....	8
图 13: 风力发电量及占全部发电量的比重.....	8
图 14: 全社会用电量变化趋势.....	9
图 15: 近年来中国弃风电量 (亿千瓦时) 及弃风率情况.....	10
图 16: 国家电网近年来风电并网容量 (GW)	10
图 17: 国家电网近年来特高压线路长度 (万公里)	10
图 18: 2010-2017 年全国风电新增和累计装机容量 (GW)	12
图 19: 2017 年与 2020 年底累计风电装机占比变化趋势.....	13
图 20: 海上风电厂主要组成部分.....	16
图 21: 截至 2017 年底我国海上风电制造企业累计装机容量 (MW)	17
图 22: 截至 2017 年底我国海上风电开发企业累计装机容量 (MW)	18
图 23: 截至 2017 年底我国海上风电不同单机容量机组累计装机容量 (万千瓦)	18
图 24: 截至 2017 年底我国沿海各省区海上风电累计装机容量 (万千瓦)	19

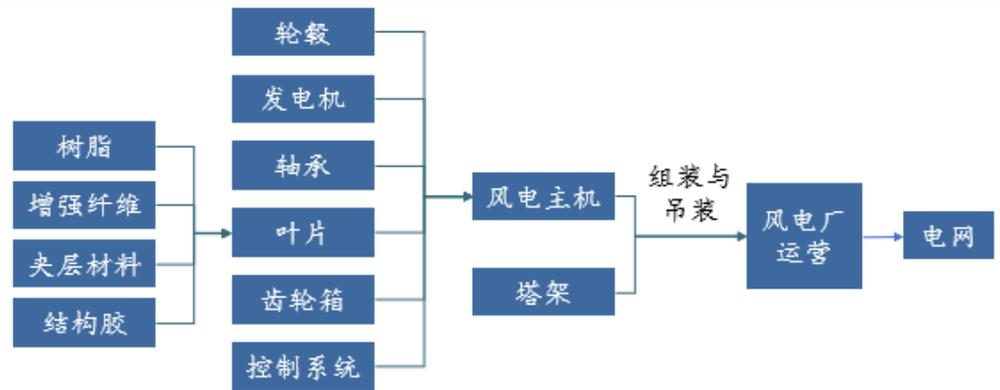
表 目 录

表 1: 双馈齿轮箱技术和直驱永磁技术比较.....	4
表 2: 国家电网 2017 年消纳新能源举措 (不完全统计)	11
表 3: 2018 年以来风电行业相关政策.....	11
表 4: 拟核准的三条和清洁能源输送相关的特高压工程.....	12
表 5: 主要政策中关于风电建设规模的表述.....	13
表 6: 分散式风电发展低于预期的主要原因 (不完全统计)	15
表 7: 我国海上风资源分类.....	16
表 8: 2017 年我国海上风电制造企业新增装机容量.....	17
表 9: 2018 年以来核准和开工的海上风电项目 (不完全统计)	19
表 10: 海陆丰革命老区振兴发展近期重大项目之海上风电项目	20

1. 风电未来空间广阔，机组大功率化是趋势

风力发电是利用风力带动风车叶片旋转，再透过增速机将旋转的速度提升来促使发电机发电。风力发电机组包括风轮、发电机等；风轮由叶片、轮毂、加固件等组成。风电产业主要由上游的风机零部件和风机整机制造，中游的风电厂运营和下游的电网公司等组成。

图 1：风电行业产业链



资料来源：新材料在线，渤海证券

风力发电机组的技术路线主要有双馈齿轮箱技术和直驱永磁技术。简单来说，双馈、直驱两种技术路线的本质区别，在于双馈型带有“齿轮箱”，而直驱型不带“齿轮箱”。2017 年，双馈齿轮箱技术和直驱永磁技术的市场份额分别为 68.8%和 28.4%。

表 1：双馈齿轮箱技术和直驱永磁技术比较

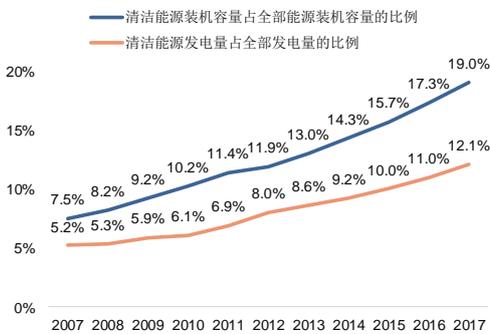
技术类型	优点	缺点	2017 年市场份额
双馈齿轮箱技术	1) 技术成熟可靠，成本低、重量轻、易维护，可以在小容量情况下采用全风冷； 2) 双馈机组变频器容量小，价格低，机组的谐波小；3) 双馈机组采用齿轮箱将风轮转速升高，提高了发电机的效率，且故障率低。	1) 需要的风速范围要求高，发电量受限制； 2) 容易脱网，发电的经济性和稳定性很差； 3) 有齿轮箱，五年需要更换一次，维护成本很高；4) 有 Active Crowbar，技术上及其困难等。	68.8%
直驱永磁技术	1) 可以在非常宽的风速范围发电；省去齿轮箱，可靠性高，维护性好；2) 电力电子变换装置不需要 Active Crowbar；功率因数几乎不受限制，完全可以看做挂在电网上一个无功发生器。	1) 体积和重量大，对轴承等转动部件要求高；2) 永磁材料容易发生失磁的现象；3) 维修成本高；4) 直驱机组采用的是全功率变频器，价格昂贵，并且变频器产生谐波大。5) 省去齿轮箱会增加发电机出故障的可能性。	28.4%

资料来源：无所不能，渤海证券

1.1 全球风电投资和装机稳定增长，未来前景广阔

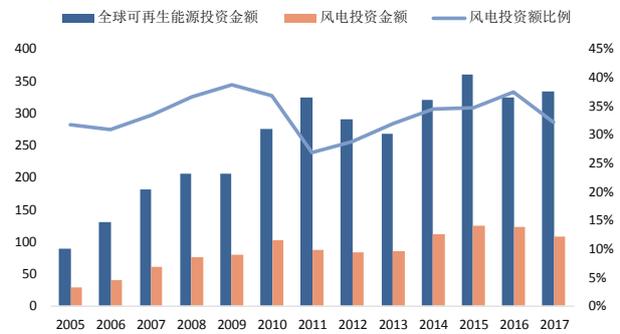
清洁能源装机容量和发电量占比增长迅速，风电投资额占比 30%以上。从装机容量来看，2007 年，清洁能源装机容量仅占 7.5%，到 2017 年份额已经到了 19%；从发电量来看，2007 年清洁能源发电量占比约 5.2%，到 2017 年清洁能源发电量份额已经达到 12.1%。从投资额角度看，2017 年，全球风电投资总额约为 1070 亿美元，占全球清洁能源投资总额的比例约为 32%。从风电投资额变化来看，全球风电投资额从 2005 年的 280 亿美元增长到 2017 年的 1070 亿美元，12 年年均复合增速约为 11.8%。

图 2: 全球清洁能源装机和发电量占比 (包含水电)



资料来源: BNEF, 渤海证券

图 3: 全球清洁能源和风电投资额 (十亿美元) 及风电投资占比



资料来源: BNEF, 渤海证券

2017 年，全球累计风电装机容量约 539 GW，根据 GWEC 的预测，2018 年全球风电新增装机规模与 2017 年相差不大，大约为 52.9 GW。2019 年开始增长，达到约 57.5 GW。

图 4: 全球风电装机容量 (GW) 预测及同比增速 (右轴)

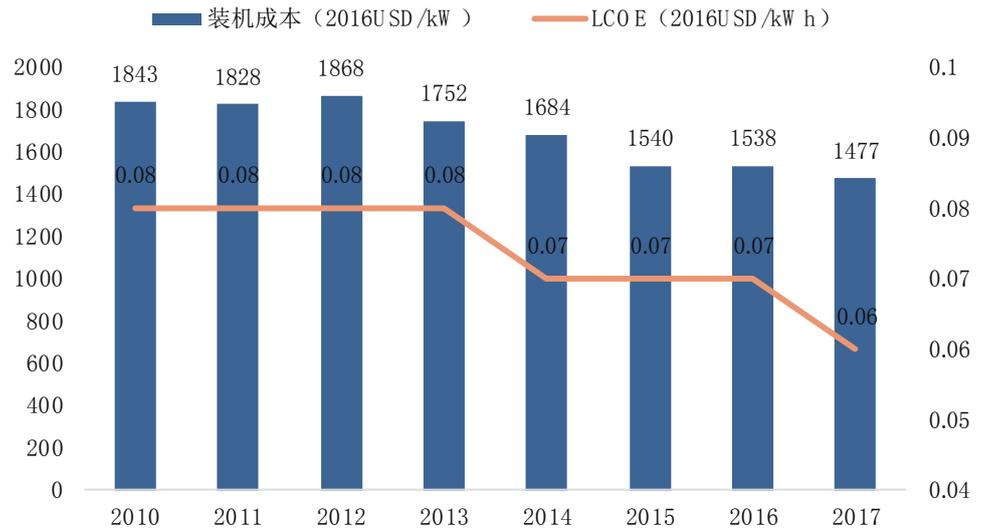


资料来源: GWEC, 渤海证券

1.2 风电装机成本不断下降，机组大功率化成趋势

近年来风电装机成本和度电成本下降明显。从装机成本来看，2017年，全球风电平均装机成本在1477美元/kW左右，与2010年相比下降了约20%。2017年全球风电LCOE大概在0.06美元/kWh左右，比2010年下降了约22%。

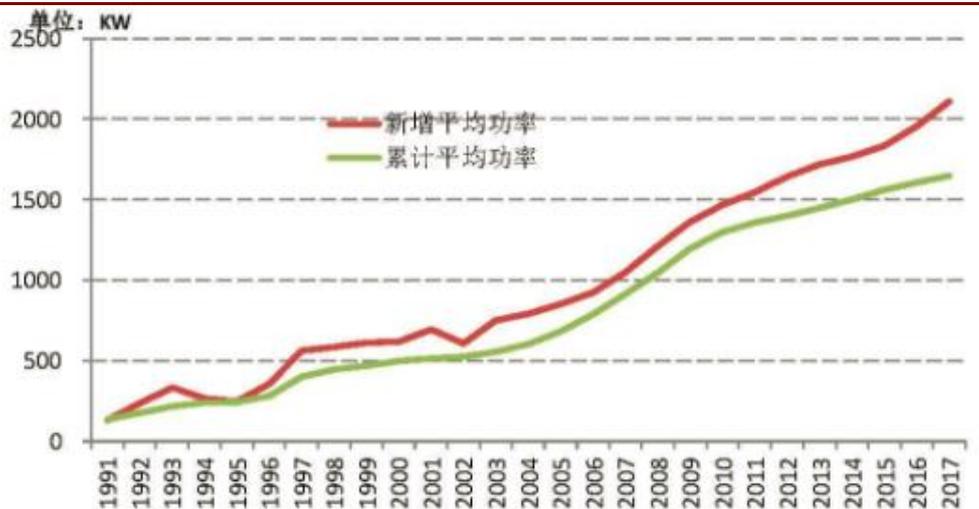
图 5：2010-2017 年全球风电装机成本和 LCOE 变化趋势



资料来源：IRENA，渤海证券

风电机组单机容量逐年增长，风电装机功率呈现大型化趋势。2017年，中国新增装机的风电机组平均功率2.1MW，同比增长8%；截至2017年底，累计装机的风电机组平均功率为1.7MW，同比增长2.6%。

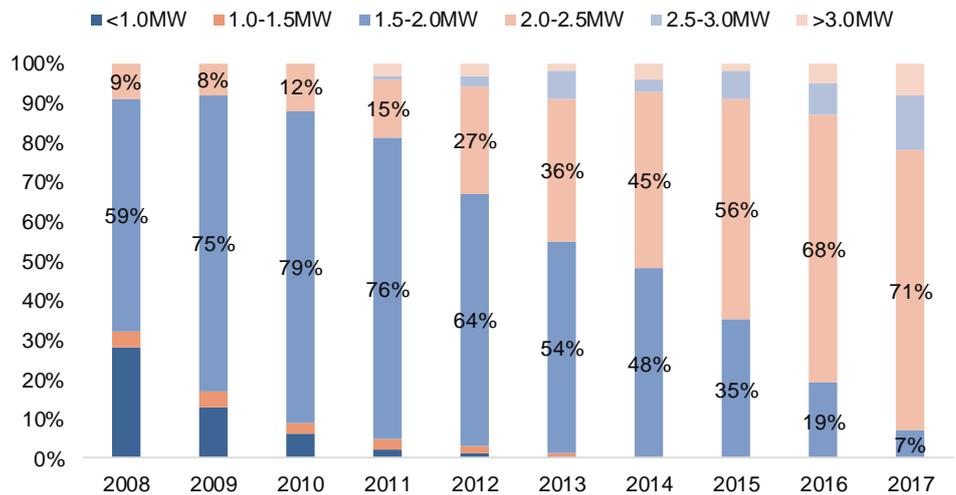
图 6：1991-2017 年中国新增和累计装机的风电机组平均功率



资料来源：CWEA，渤海证券

从近十年中国风电机组新增装机容量变化来看，单机容量为 2.0MW 以下机组的新增装机占比逐年下降。2.0MW 以下风电机组装机容量从 2008 年的 91% 下降到 2017 年的 7%。2017 年，全国风电新增装机主要集中在 2.XMW 系列机组，2.0MW 至 3.0MW（不包括 3.0MW）新增装机占比超过 85%。

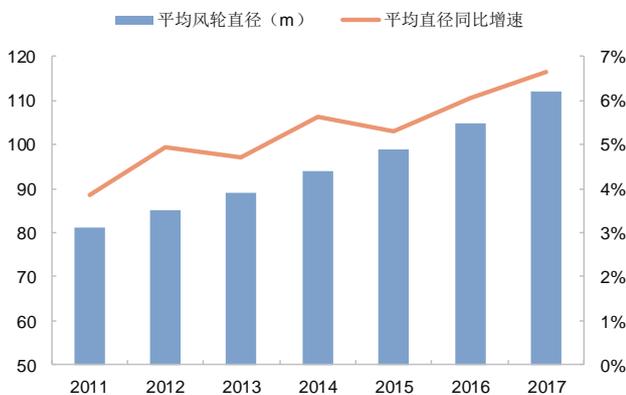
图 7：2008-2017 年全国不同单机容量风电机组新增装机占比



资料来源：CWEA，渤海证券

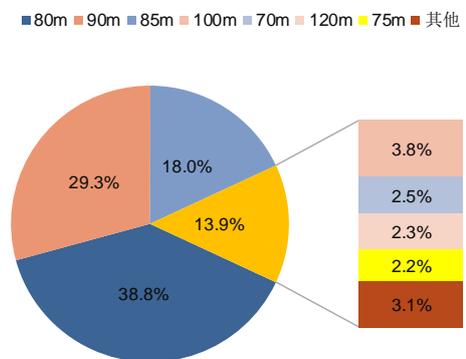
从风轮直径和轮毂高度来看，风电机组的风轮直径也在不断增大。截至 2017 年底，风轮直径最大为 171m，较 2016 年增加 11m。110m 及以上的风电机组的装机容量占比逐年提升，由 2012 年的 3% 提升到 2017 年的 76%。从轮毂高度来看，2017 年，全国新增装机的平均轮毂高度达到 85m，轮毂最高高度为 140m，比 2016 年的最高高度增加了 20m。从 2017 年新增装机来看，80m 高的轮毂装机容量占比最大，达到 38.8%，其次是 90m 的轮毂高度，占比达到 29.3%。

图 8：2011 年以来新增风电机组平均风轮直径（m）及增速



资料来源：CWEA，渤海证券

图 9：2017 年新增风电机组轮毂高度分布

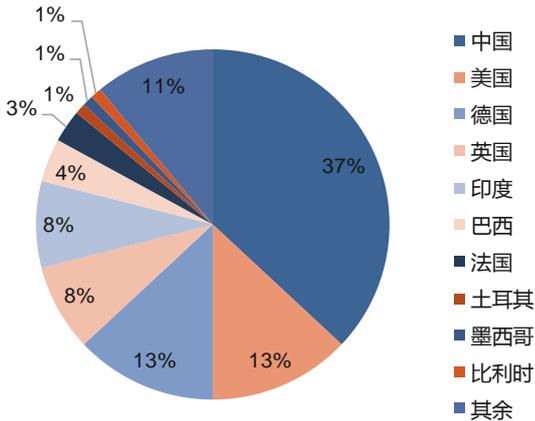


资料来源：CWEA，渤海证券

1.3 中国风电装机居世界首位，国内风电占比稳步提升

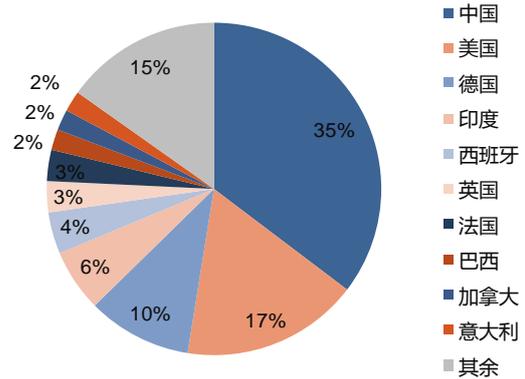
2017年，中国风电新增装机容量和累计装机容量均居世界首位。2017年，中国累计风电装机容量约188 GW，在全球风电装机中份额约为35%。其中2017年新增装机容量约为19.5GW，占2017年全球新增装机容量的份额为37%。

图 10: 2017 年不同国家新增风电装机份额



资料来源: GWEC, 渤海证券

图 11: 2017 年不同国家累计风电装机份额



资料来源: GWEC, 渤海证券

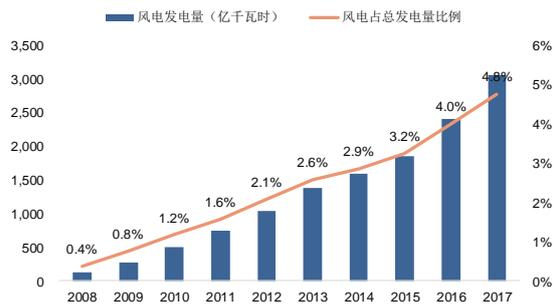
风力发电在中国全部发电装机容量的比重近年来稳步提升。2017年，中国风电累计并网装机容量占全部发电装机容量的9.2%。发电量方面，2017年风电年发电量3057亿千瓦时，占全部发电量的4.8%。

图 12: 风力发电设备容量及占全部发电设备容量的比重



资料来源: 国家电网, 渤海证券

图 13: 风力发电量及占全部发电量的比重



资料来源: 中电联, 渤海证券

2. 陆上风电存量消纳仍是主要目标

2.1 全国电力需求稳定增长

近年来，随着中国经济的不断发展，中国全社会用电需求不断增长。2018 年上半年，全国全社会用电量 32291 亿千瓦时，同比增长 9.4%。2018 年 7 月份，持续高温下，全国日发电量已经连续 17 天超过去年最高值，用电需求有望维持稳定增长。

图 14: 全社会用电量变化趋势



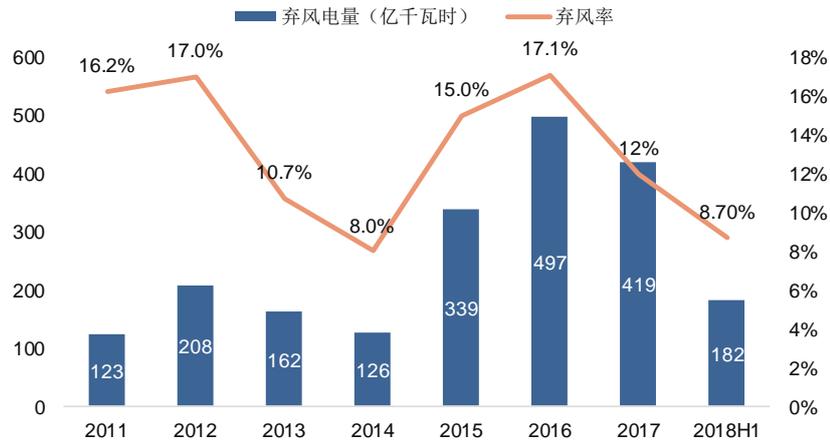
资料来源: Wind, 渤海证券

2.2 弃风率有所降低，存量消纳仍是主要工作

2.2.1 国家电网多举措促进消纳，弃风率有所改善

弃风限电有所好转。2017 年，中国弃风电量为 419 亿千瓦时，较 2016 年减少 78 亿千瓦时；2017 年弃风率为 12%，与 2016 年相比下降 5 个百分点。2018 年上半年，全国弃风电量 182 亿千瓦时，同比减少 53 亿千瓦时；全国平均弃风率 8.7%。弃风限电现象出现好转趋势。

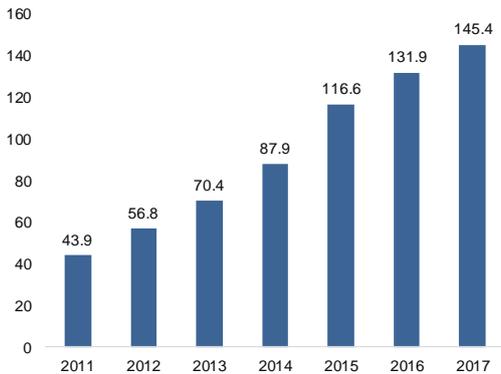
图 15: 近年来中国弃风电量 (亿千瓦时) 及弃风率情况



资料来源: 国家能源局, 渤海证券

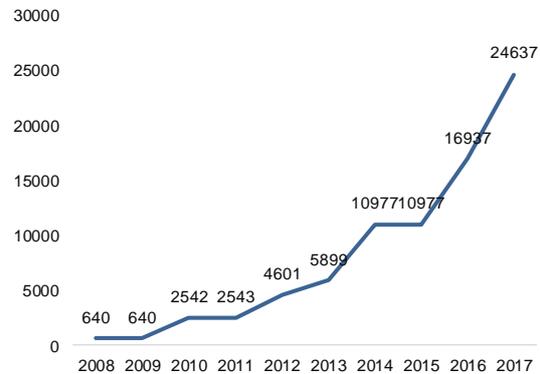
国家电网近年来风电并网容量不断提升。2017 年, 国家电网风电并网容量达到 12890 万千瓦, 同比增加 10.6%。2017 年, 国家电网 750 千伏及以下新能源并网及输送工程总投资 95 亿元, 建成新能源并网及送出线路 2742 千米, 满足了 5426 个新能源发电项目并网和省内输送的需要。

图 16: 国家电网近年来风电并网容量 (GW)



资料来源: 国家电网, 渤海证券

图 17: 国家电网近年来特高压线路长度 (万公里)



资料来源: 国家电网, 渤海证券

国家电网实施多项举措消纳新能源。近年来, 国家电网持续提升电网平衡能力, 实施全网统一调度, 推动火电发电计划放开, 深挖火电调峰潜力, 最大限度利用抽水蓄能电站等措施。2017 年实现省内消纳对新能源全局消纳的贡献度超过 70%。推动火电机组 2017 年计划电量较上年减少 21%, 为新能源消纳腾出空间。2017 年, 甘肃、青海、新疆取消火电机组发电计划。“三北”地区的冀北、山东、辽宁、吉林、黑龙江火电机组年度计划电量共减少 950 亿千瓦时。2017 年累计推动完成 26 台、共计 918 万千瓦火电机组灵活性改造, 多消纳新能源电量 9.3 亿千瓦时。推动调峰辅助服务市场建设; 最大限度利用抽水蓄能电站。2017 年, 国家电网经营区抽水蓄能电站平均综合利用小时数为 2946 小时, 多消纳新能源电量 82.3 亿千瓦时。此外, 国家电网积极探索能源清洁低碳转型

之路，青海 168 小时清洁能源连续供电。

表 2: 国家电网 2017 年消纳新能源举措 (不完全统计)

举措	主要内容
省内输电通道	新疆三塘湖变—麻黄沟东线路工程，山西明海湖 500 千伏输变电工程。山西明海湖 500 千伏输变电工程线路长度 371 千米，工程投资 16.9 亿元，接入风电装机容量 70 万千瓦，缓解朔州地区风电受阻问题，减少弃风电量 4 亿千瓦时
跨省跨区通道	建成投运榆横—潍坊、锡盟—胜利等特高压交流输电工程，建成酒泉—湖南等特高压直流输电工程，新增特高压输电线路 8883 千米、设计输电能力超过 5000 万千瓦。建成投运扎鲁特—科尔沁、科尔沁—阜新、扎鲁特—向阳等 500 千伏线路工程，新增线路长度 1387 千米，确保扎鲁特汇集外送能力达到 400 万千瓦以上。
抽水蓄能电站	开工建设河北易县、内蒙古芝瑞、浙江宁海、浙江缙云、河南洛宁、湖南平江 6 座抽水蓄能电站，总装机容量 840 万千瓦。全面做好陕西镇安等 20 座在建抽水蓄能电站建设工作，在建规模达到 3015 万千瓦。

资料来源：国家电网，渤海证券

2.2.2 预计能源局四季度将核准多条特高压工程以促进消纳

从政策来看，发改委和国家能源局等部门出台了一系列的措施来推动发展风电产业。

表 3: 2018 年以来风电行业相关政策

时间	颁布单位	政策名称	主要内容
2018 年 2 月	能源局	2018 年能源工作指导意见	明确 18 年风电建设规模指引
2018 年 3 月	能源局	2018 年度风电投资监测预警结果的通知	解除三省红色预警，持续优化风电市场增量区域布局
2018 年 3 月	发改委和能源局	分布式发电管理办法 (征求意见稿)	确立隔墙售电机制，打开分布式可再生能源发展空间
2018 年 3 月	发改委	燃煤自备电厂规范建设和运行专项治理方案(征求意见稿)	要求自备电厂企业补缴“政府性基金及附加”，缓解补贴拖欠给企业带来的压力
2018 年 3 月	能源局	关于征求<可再生能源电力配额及考核办法 (征求意见稿)>意见的函	明确非水可再生能源电力配额指标，确保 2020 年可再生能源消费比例目标达成
2018 年 4 月	能源局	分散式风电项目开发建设暂行管理办法	简化分散式风电项目核准手续，对项目并网条件及补贴予以保障，有助于进一步打开增量市场空间
2018 年 5 月	能源局	2018 年度风电建设管理有关要求的通知	将消纳工作作为首要条件，推行竞争方式配置风电项目

资料来源：国家能源局，金风科技一季度演示材料，渤海证券

2018 年 9 月，国家能源局印发《关于加快推进一批输变电重点工程规划建设工作的通知》，为加大基础设施领域补短板力度，发挥重点电网工程在优化投资结构、清洁能源消纳、电力精准扶贫等方面的重要作用。项目包括了 12 条特高压工程，合计输电能力 5700 万千瓦，将于今明两年给予审核。其中至少有 3 个项目是和新能源消纳相关。

表 4: 拟核准的三条和清洁能源输送相关的特高压工程

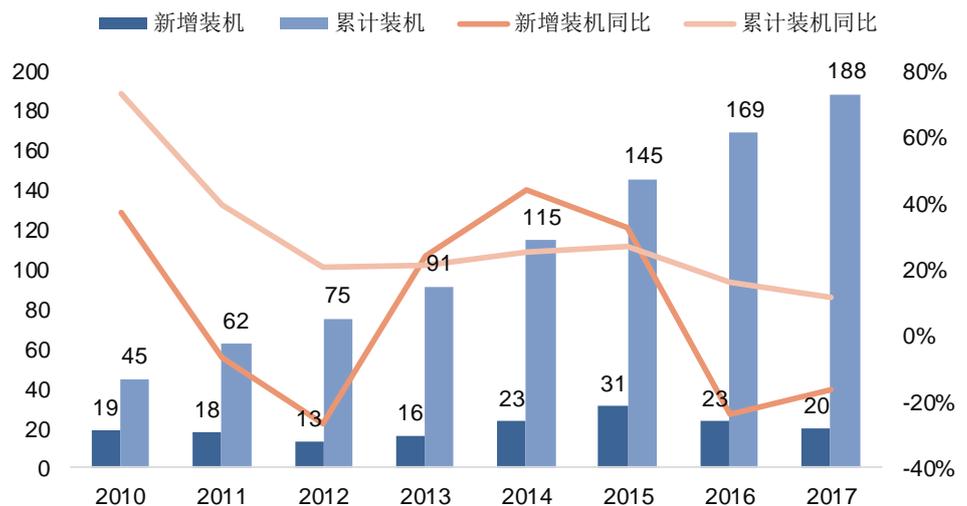
序号	项目名称	建设必要性	输电能力(万千瓦)	预计核准开工时间
1	青海至河南特高压直流工程	满足青海清洁能源送出及河南负荷需要	800	2018 年第四季度
2	陕北至湖北特高压直流工程	满足陕北能源基地送出及湖北负荷需要	800	2018 年第四季度
3	张北—雄安特高压交流工程	满足张北地区清洁能源外送及雄安新区清洁能源供电需要	600	2018 年第四季度

资料来源: 国家能源局, 能见 APP, 渤海证券

2.3 新增装机规模空间有限, 风电建设向中东南部迁移

近年以来, 风电装机稳定增长。风电累计装机从 2010 年的约 45 GW 增长到 2017 年的 188 GW, 2010 年以来的年均复合增速约为 22.7%。从新增装机规模来看, 2015 年, 新增装机达到 31GW 的较高水平, 2016 和 2017 两年, 风电装机出现下滑趋势。

图 18: 2010-2017 年全国风电新增和累计装机容量 (GW)



资料来源: CWEA, 渤海证券

“十三五”期间风电新增装机空间有限, 风电装机爆发式增长概率较小。根据《风电发展“十三五”规划》内容, 到 2020 年底, 风电累计并网装机容量确保达到 210 GW 以上, 其中海上风电并网装机容量达到 5 GW 以上; 风电年发电量确保达到 4200 亿千瓦时, 约占全国总发电量的 6%。截至 2018 年 6 月底, 中国风电累计装机并网容量已经达到 171.2 GW。如果按规划的 2020 年底风电装机 201GW 简单测算, 从 2018 年下半年到 2020 年底合计两年半的时间, 风电新增装机空间约 40 GW。我们认为, 未来三年风电新增装机出现爆发式增长的概率较小。

表 5: 主要政策中关于风电建设规模的表述

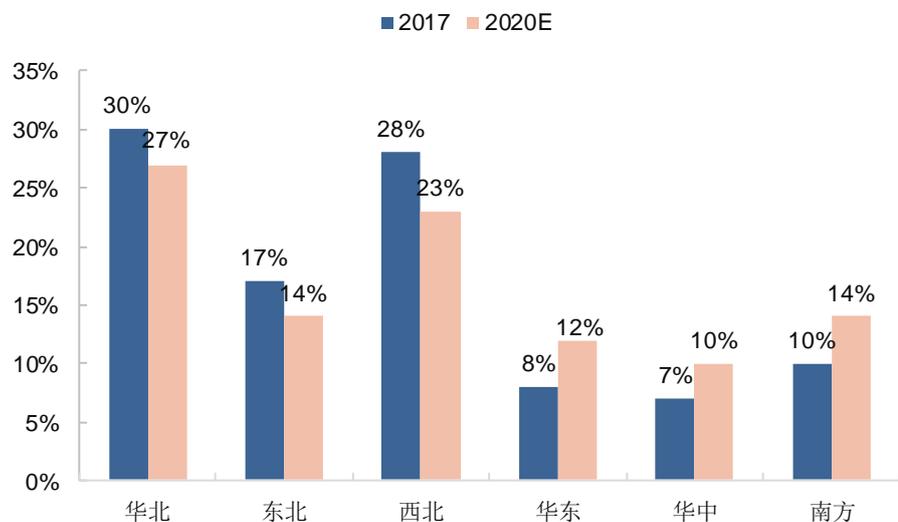
主要政策	发布单位	公开发布时间	风电装机建设目标
风电发展“十三五”规划	能源局	2016 年 11 月	到 2020 年底, 风电累计并网装机容量确保达到 210GW 以上, 其中海上风电并网装机容量达到 5GW 以上; 风电年发电量确保达到 4200 亿千瓦时, 约占全国总发电量的 6%。到 2020 年, 中东部和南方地区陆上风电新增并网装机容量 42GW 以上, 累计并网装机容量达到 70 GW 以上。
可再生能源发展“十三五”规划	发改委	2016 年 12 月	到 2020 年底并网风电 210GW, 年产能 4200 亿千瓦时, 到 2020 年, 中东部和南方地区陆上风电装机规模达到 70 GW, 到 2020 年, 海上风电开工建设 10GW, 确保建成 5GW。
电力发展“十三五”规划	发改委、能源局	2017 年 6 月	2020 年实现并网风电 210GW, 加大消纳能力较强或负荷中心区风电开发力度, 力争中东部及南方区域风电占全国新增模的一半。

资料来源: 发改委, 国家能源局, 渤海证券

国家新能源补贴缺口持续扩大, 抑制新增装机过快增长。国家能源局网站数据显示, 截至 2017 年底, 累计可再生能源发电补贴缺口总计达 1127 亿元, 且呈逐年扩大趋势, 目前 (2018 年 9 月) 已超 1200 亿元。十三五期间风电装机规模空间有限和新能源补贴缺口的增加将会抑制风电装机出现过快增长。国家电网和国家能源局的多项工作都凸显出风电消纳为主要工作目标。

风电建设重心逐步从西部地区转移到电力消纳较好的中东部地区。东中部地区新增装机容量占全国的比重由 2016 年的 25% 提高至 2017 年的 38%; 东北地区新增装机容量占比由 11% 下降至 4%。根据《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》, 2020 年底风电装机容量 2.1 亿千瓦以上; 2020 年, 东中部和南方地区累计装机容量达到 7470 万千瓦, 占全国风电装机容量的比例从 2017 年的 25% 提高到 36%。

图 19: 2017 年与 2020 年底累计风电装机占比变化趋势



资料来源: 国家电网, 渤海证券

2.4 配额制促进消纳，竞价政策加速风电平价上网

配额制的出台有望为风电跨区输送奠定基础。配额制即一个国家或地区通过法律形式对可再生能源发电在电力供应中所占份额进行强制规定。企业完成可再生能源配额的方式有两种：一是通过自身生产直接提供可再生能源电力，二是通过在市场上购买代表同等电量的可再生能源证书来代替直接生产可再生能源电力，未完成政府强制要求的可再生能源发电比例的发电商需向政府支付高昂的罚款。2018年3月，国家能源局下发《国家能源局综合司关于征求〈可再生能源电力配额及考核办法（征求意见稿）〉意见的函》，国务院能源主管部门根据各省（自治区、直辖市）可再生能源资源、国家能源规划、跨省跨区输电通道建设运行条件等因素按年度制定各省级行政区域可再生能源电力配额指标。承担配额义务的市场主体包括省级电网企业、其他各类配售电企业（含社会投资的增量配电网企业）、拥有自备电厂的工业企业、参与电力市场交易的直购电用户等。未来配额制的出台有望打破省间壁垒，逐步完善的市场机制将为风电跨区域输送奠定坚实的渠道基础。

竞价上网驱动行业技术继续进步，推动平价上网早日到来。2018年5月18日，国家能源局发布《国家能源局关于2018年度风电建设管理有关要求的通知》，通知指出，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。风电项目竞争配置指导方案给行业带来了挑战，也带来了机遇。竞价上网有助于推动行业技术进步，早日实现平价上网。

2.5 陆上风电消纳为主，分散式风电尚在布局

陆上风电弃风状况有所改善，消纳仍是主要任务。在2017年风电投资预警结果中为红色区域的内蒙古、黑龙江、吉林、宁夏、甘肃、新疆（含兵团）六省区（简称“红六省”），在2018年预警结果中，内蒙古、黑龙江和宁夏三省区解除风电红色预警，“红六省”变为“红三省”。具体数据来看，2017年，“红六省”弃风电量合计约367亿千瓦时，同比减少15%。上网电量同比增加27.5%。从弃风率来看，2017年“红六省”弃风率全部出现下降。2017年“红六省”整体弃风率约为21%，比2016年减少了7个百分点。不过整体来看，三北地区弃风率仍然维持高位，风电消纳仍是主要目标。

分散式风电项目尚处于前期布局阶段。分散式风电项目接入电压等级应为110千

伏及以下，并在 110 千伏及以下电压等级内消纳，不向 110 千伏的上一级电压等级电网反送电。早在 2011 年，国家能源局就发布了《关于分散式接入风电开发的通知》，就积极稳妥、因地制宜地做好分散式接入风电开发工作做出了相应安排和部署。在 2012 年发布的《可再生能源发展“十二五”规划》中，也明确提出了要鼓励分散式并网风电开发建设。虽然政策早已鼓励分散式风电的发展，但是地方政府对分散式风电政策支持力度不够，部门企业热衷于投资集中式风电和分散式风电经济效益不理想等因素，导致分散式风电近年来发展较为缓慢。

表 6: 分散式风电发展低于预期的主要原因（不完全统计）

序号	主要内容
1	地方政府对于分散式风电的政策支持力度不够，政策没有很好落地。
2	大型能源国企热衷规模大、投资多的集中式风电项目，对投资少、规模小的分散式风电积极性不足。
3	分散式风电项目装机容量较小，单位开发成本偏高，经济效益并不理想。
4	欠缺分散式风电的管理规范，部分风电企业希望在城郊等区域开发风电项目，但由于相关保障政策的缺失，造成投资者不敢贸然投资。
5	分散式风电项目的审批程序繁琐，项目报批需要花费的时间较长。
6	我国缺乏分散式风电的专用技术标准，阻碍了分散式风电的技术研发。

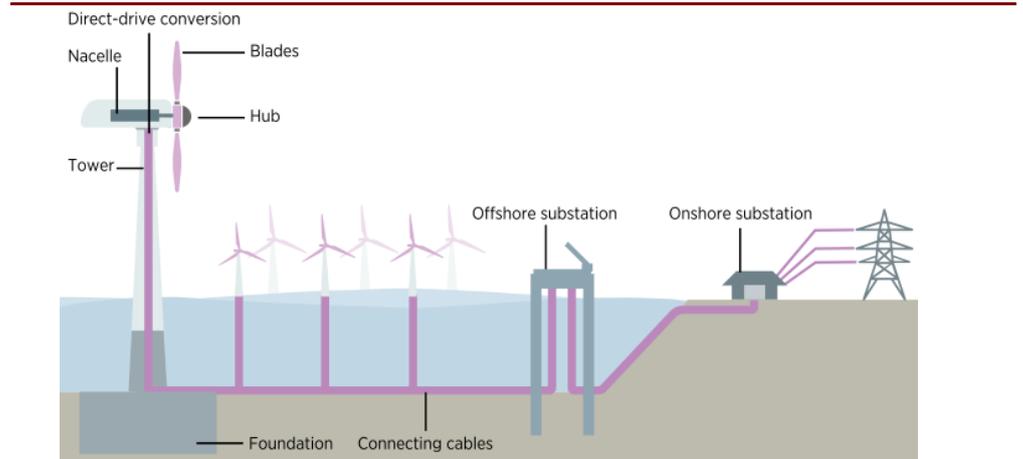
资料来源：资源节约与环保，渤海证券

目前来看，虽然地方政府出台了一些政策，但是国家层面并没有给出明确的装机计划。此外，之前分散式风电发展过程中出现的一些问题到目前还没有得到很好的解决，总体来看，分散式风电还处于布局阶段，短期内大规模爆发的可能性较低。

3.海上风电有望迎来快速发展期

海上风电项目发电小时数长，距离用电负荷较近，适合大规模开发，未来可开发空间广阔。与陆地风电相比，海上风电风能资源的能量效益比陆地风电场高 20%~40%，还具有不占地、风速高、沙尘少、电量大、运行稳定以及粉尘零排放等优势，同时能够减少机组的磨损，延长风力发电机组的使用寿命，适合大规模开发。此外，海上风电可以有效减少电力运输成本。由于海上风能资源最丰富的东南沿海地区，毗邻用电需求大的经济发达地区，可以实现就近消化，降低输送成本。我国近海风能资源丰富，东部沿海水深 2~15 米的海域面积广阔，特别是江苏等地沿海、滩涂及近海具有开发风电的良好条件。数据显示，我国 5m 到 25m 水深线以内近海区域、海平面以上 50m 高度可装机容量约 2 亿千瓦，70m 以上可装机容量约 5 亿千瓦。

图 20: 海上风电厂主要组成部分



资料来源: Siemens, n.d., 渤海证券

表 7: 我国海上风资源分类

	风速 (m/s)	主要地区	特点	机组小时数	施工造价
I 类风资源区	9	福建地区	海床多为岩石, 基础施工难度较大	3500~4000	较北方地区略高
II 类风资源区	>7	浙江、广东等地	夏季, 台风等自然灾害易发		
III 类风资源区	7	江苏以北地区 90 米高度处	机组冬季还将面临覆冰的挑战	2500~2700	约为陆上机组的两倍左右

资料来源: 公开资料, 渤海证券

海上风电开发面临的主要问题是技术难度大, 投资成本高, 导致经济性较低。技术上主要是海上风电的输送和海上风电场动态稳定性对电网的影响; 投资成本上, 为适应海上恶劣的环境, 海上风电机组须采取气密、干燥、换热和防腐等各项技术措施, 且机组的单机容量较大, 需配备安装维修的专用设施(登机平台、起吊机等), 海上风电场维护时, 必须动用大型维护船, 如利用建设施工船、专门的服务船只、直升机接送服务或者母舰类型的船只等。海上风电的发电量是陆上风电场的 1.4 倍, 但投资成本是陆地风电场的近两倍, 当前陆上风电投资成本在 8000-9000 元/千瓦, 海上风电投资成本在 10000-18000 元/千瓦之间, 其中很大在施工建设、设备投资等方面, 且后期的运维成本也较高。

根据国家能源局的规划, 海上风电到 2020 年末的目标是开工建设规模达到 10 GW, 累计装机容量达到 5 GW 以上。重点推动江苏、浙江、福建、广东等省的海上风电建设, 装机规模分别达到 3GW、0.3GW、0.9GW、0.3GW。

2017 年, 我国海上风电新增装机达到 1.16 GW, 同比增长 97%, 累计装机达到了 2.79 GW。截至 2017 年底, 国家电网调度范围海上风电装机容量 2.02 GW,

较上年同期增长 0.53 GW。国家电网覆盖范围内，海上风电全部位于江苏、上海、福建三省，装机容量分别为 1.63 GW、0.31GW、0.09GW。

2017 年，我国海上风电取得突破进展，新增装机 319 台，新增装机容量达到 116 万千瓦，同比增长 96.5%。累计装机达到 279 万千瓦。2017 年，共有 8 家制造企业有新增装机，其中上海电气装机最多，共计 147 台，容量为 58.8 万千瓦，新增装机容量占比达到 50.5%。

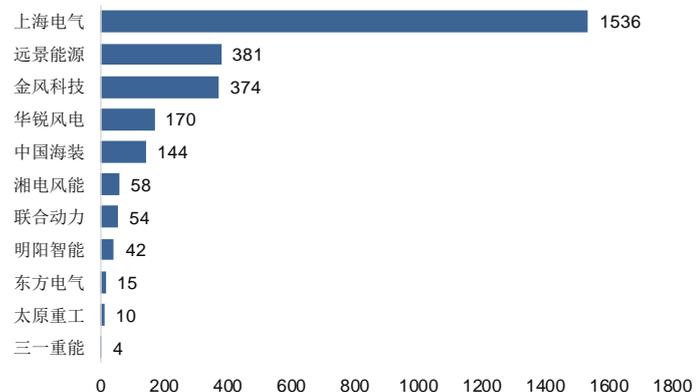
表 8: 2017 年我国海上风电制造企业新增装机容量

制造企业	单机容量 (kW)	装机台数	装机容量 (MW)
上海电气	4000	147	588
金风科技	2500	77	192.5
金风科技	3000	5	15
金风科技	3300	1	3.3
金风科技合计		83	210.8
远景能源	4000	50	200
中国海装	5000	21	105
明阳智能	3000	10	30
联合动力	3000	5	15
太原重工	5000	2	10
东方电气	5000	1	5
合计		319	1163.8

资料来源: CWEA, 渤海证券

截至 2017 年底，我国海上风电机组整机制造企业共 11 家，累计装机容量达到 15 万千瓦以上的有上海电气、远景能源、金风科技、华锐风电。这四家企业海上风电累计装机量占海上风电总装机量的 88.3%。上海电气以 55.1% 的市场份额遥遥领先。

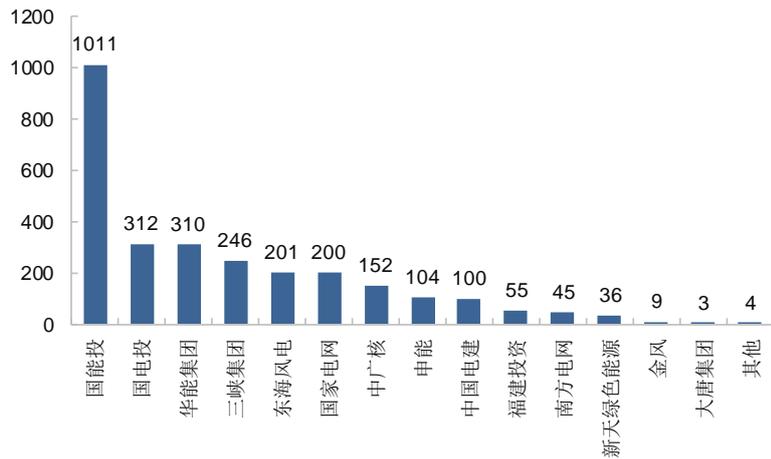
图 21: 截至 2017 年底我国海上风电制造企业累计装机容量 (MW)



资料来源: CWEA, 渤海证券

截至 2017 年底，我国海上风电开发企业共 16 家，累计装机容量在 20 万千瓦以上的开发企业有国能投、国电投、华能集团和三峡集团。这四家开发企业的海上风电装机容量占全国海上风电装机总容量的 67.4%，其中，国能投以 36.3% 的比例位居首位。

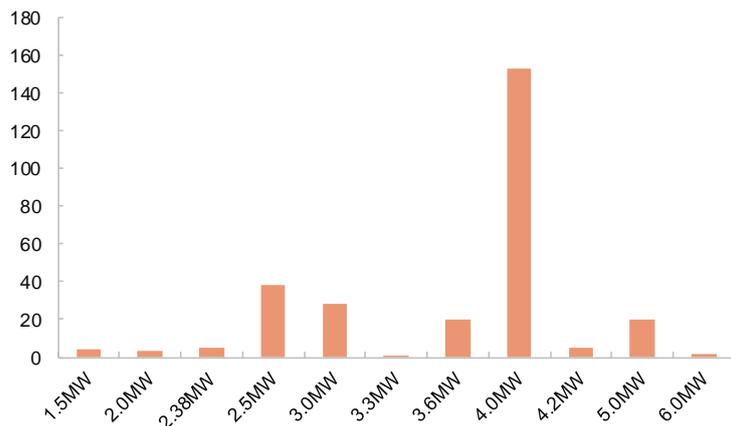
图 22: 截至 2017 年底我国海上风电开发企业累计装机容量 (MW)



资料来源: CWEA, 渤海证券

分机型来看，截至 2017 年底，在所有吊装的海上风电机组中，单机容量为 4.0MW 的机组最多，累计装机容量达到 153 万千瓦，占海上风电总装机容量的 54.8%。5.0MW 的风电机组装机容量累计达到 20 万千瓦，占比为 7.2%。

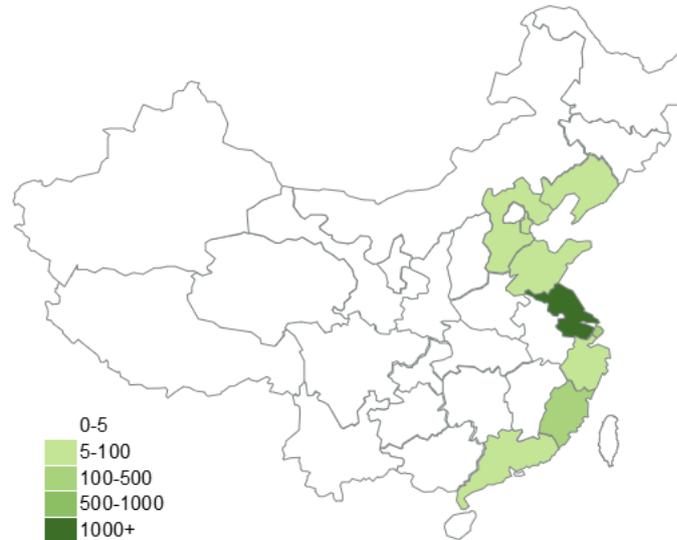
图 23: 截至 2017 年底我国海上风电不同单机容量机组累计装机容量 (万千瓦)



资料来源: CWEA, 渤海证券

2017 年，海上风电新增装机分布在江苏、福建、广东、浙江、河北和辽宁六省。其中，江苏新增海上风电装机接近 100 万千瓦，占全国新增装机容量的 83.2%，其次是福建，为 5.6%。截至 2017 年底，海上风电装机主要分布在江苏省，累计超过 200 万千瓦，占全部海上风电装机的 77.9%。其次为上海达到 10.9%。2018 年以来，多个海上风电项目正在核准和开工建设过程中。

图 24: 截至 2017 年底我国沿海各省区海上风电累计装机容量 (万千瓦)



资料来源: CWEA, 渤海证券

表 9: 2018 年以来核准和开工的海上风电项目 (不完全统计)

项目名称	状态	装机容量及所用机型等	投资金额 (亿元)	项目单位
华电玉环 1 号海上风电场项目	核准	总装机容量 400MW, 本次获核准为一期项目为 300MW, 拟安装 75 台 4 兆瓦的风电机组	50.57	华电福新能源
广东汕头南澳 300MW 海上风电项目	核准	总装机容量 300 兆瓦, 拟安装单机容量 6 兆瓦及以上的发机组		三峡新能源
国家电投广东 3 个海上风电场项目	部分核准	总装机 900MW, 其中神泉海上风电场规划装机容量 750MW, 靖海海上风电场规划装机容量 150MW		国电电投
粤电珠海金湾海上风电项目	核准	总装机 300MW, 拟选单机容量为 5.5 兆瓦的风力发电机组	56.7	粤电旗下广东风电公司
广东粤电湛江外罗海上风电项目	在建	200MW	37	广东省粤电集团有限公司
大唐滨海 300 兆瓦海上风电 EPCI 项目	在建	项目总装机容量 300MW, 共布置 45 台 3.3 MW、50 台 3 MW 风机		大唐国信滨海海上风力发电有限公司
中电投大丰 H3 海上风电项目	全面开工	总装机 302.4MW, 共布置 72 台单机容量 4.2MW 风电机组	44	华电重工股份有限公司
嘉兴 1 号海上风电项目	在建	总装机容量为 300MW, 共安装 75 台单机容量为 4MW 的风力发电机组	55.82	浙能集团
三峡广东阳江市阳西沙扒 300MW 海上风电项目	在建	项目总装机容量为 300MW, 拟安装 55 台单机容量为 5.5MW 的风电机组	56.89	三峡集团
上海临港海上风电一期示范项目	开工	该项目总装机容量为 112MW, 由 25 台 4MW 风机机组, 2 台 6MW 风机机组组成	17.7	上海中能新能源投资有限公司

资料来源: 北极星电力网, 渤海证券

广东省大力布局海上风电，近期公布 3.3 GW 海上风电建设规划，总投资约 594 亿元。广东省发改委在 2018 年 9 月 10 日印发的《印发海陆丰革命老区振兴发展规划》中指出，要调整优化能源结构和布局，建设清洁低碳、安全高效的现代化能源体系。有序开发风电、太阳能光伏等可再生能源项目，着力解决电力消纳问题。未来几年要新建的能源基础设施重大项目中的风电项目主要有汕尾后湖海上风电场，汕尾甲子海上风电场，国电龙源陆河河口风电场，国华陆河螺溪风电场，陆河县三峡新能源新田风电场，华润惠州惠东桃园风电场，国电电力惠东斧头石风电场，揭阳靖海海上风电场项目、揭阳神泉海上风电场项目、惠州港口海上风电场项目一期工程、惠州港口海上风电场项目二期工程等。累计海上风电装机容量达到 330 万千瓦，总投资约 594 亿元。

表 10: 海陆丰革命老区振兴发展近期重大项目之海上风电项目

项目名称	建设阶段	建设内容及规模	建设起止年限	总投资(亿元)
汕尾后湖海上风电场项目	新建	装机容量 50 万千瓦海上风电	2018-2020	90
惠州港口海上风电场项目一期工程	新建	装机容量 40 万千瓦海上风电	2018-2021	72
揭阳靖海海上风电场项目	新建	装机容量 15 万千瓦海上风电	2018-2021	27
揭阳神泉海上风电场项目	新建	装机容量 75 万千瓦海上风电	2018-2020	135
汕尾甲子海上风电场	新建	装机容量 90 万千瓦海上风电	2018-2021	162
惠州港口海上风电场项目二期工程	新建	装机容量 60 万千瓦海上风电	2020-2023	108
合计		装机容量 330 万千瓦		594

资料来源：广东省发改委，渤海证券

4. 投资建议

目前来看，陆上风电平稳发展，分散式风电正在布局阶段，我们认为海上风电将迎来快速发展期，建议投资者关注海上风电设备类标的的投资机会。推荐金风科技（002202），天顺风能（002531），东方电缆（603606）等。

4.1 金风科技（002202）

金风科技是国内最早进入风力发电设备制造领域的企业之一，经过十余年发展逐步成长为国内领军和全球领先的风电整体解决方案提供商。公司拥有自主知识产权的 1.5MW、2S、2.5S、3S 和 6S 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。金风科技在国内风电市场占有率连续七年排名第一，在全球风电市场连续三年名列前三，在行业内多年保持领先地位。

在海上风电方面，金风科技累计装机量 37.38 万千瓦，市场份额占比约 13.4%，排名第三。金风科技 2017 年公司海上项目新增中标量 65 万千瓦，占比全国总定

标量 19.58%，海上市场新增装机量 20.78 万千瓦。2018 年上半年，公司自主开发，亚太地区最大容量海上风电机组 GW154/6700 海上机组顺利完成吊装，该机组叶轮直径 154m，扫风面积 18615 平方米，采用一体化运输和吊装方案，搭载金风 iGO (Intelligent Goldwind Offshore) 系统，该系统是以海上风电项目精益运维和精益交付为主体的智能管理系统，实现了海上项目智能运维及精益交付能力提升。

目前，金风科技海上风电业务重点关注三个方面，一是大容量机组的可靠性。机组需要在海上运行 25 年以上，如果发生大部件的问题，将大大影响项目的经济性。金风科技在江苏大丰建立了大容量机组试验中心，通过严格的检测来提升产品的可靠性；二是海洋工程。整机厂商在计算载荷的时候已经考虑了波浪、水流和地震等因素，设计院在设计的时候还要再考虑，造成过分冗余设计。金风科技通过推动海上风电支撑结构一体化设计创新技术解决这个问题，在确保安全的前提下，通过降低载荷来降低塔架、基础的重量，实现度电成本的下降。预计实现一体化设计后，能够使载荷降低 15%-20%，使塔架基础成本降低 5%-10%；三是海上运维。目前多数海上机组还处于质保期，质保期之后的运维将有很大的空间。

4.2 天顺风能 (002531)

天顺风能在风塔制造细分领域处于全球领航地位，主要客户为 Vestas、GE、SGRE、金风科技、远景等全球领先风电整机厂商以及国内四大六小电力集团等，产品销往英国、德国、西班牙、澳大利亚、印度等数十个国家和地区。公司拥有太仓新区、太仓港区、包头、珠海和欧洲丹麦五大生产基地以及为应对国内市场覆盖需求，新增南昌联营生产基地等。在陆上大型风塔、海上风塔制造领域拥有显著的品牌效应和综合竞争优势。

2018 年上半年，天顺风能按计划启动包头工厂、珠海工厂改扩建项目，拟将包头工厂产能从 8 万吨提升至 15 万吨，将珠海工厂产能从 4 万吨提升至 7 万吨，计划于 2018 年年底完成改扩建项目。报告期内，公司新承接订单量 21.83 万吨，同比增长 5.46%；截至 2018 年上半年，公司累计在手订单量 21.13 万吨，同比增长 36.32%，订单情况持续向好。

4.3 东方电缆 (603606)

东方电缆是海上电缆龙头，经过十多年的沉淀和发展，公司逐步建成了较为成熟

的海洋缆生产基地，在海洋缆领域形成了自己独特的优势地位。东方电缆目前拥有 500 kV 及以下交流（光电复合）海缆、陆缆， ± 500 kV 及以下直流（光电复合）海缆、陆缆系统产品的设计研发、生产制造、安装敷设及运维服务能力，产品广泛应用于电力、建筑、通信、石化、轨道交通、风力发电、核能、海洋油气勘采、海洋军事等多个领域。

东方电缆 2018 年上半年公司实现海底电缆销售 45745.66 万元，较上年同期增长 339.73%；2018 年初至 6 月 30 日，公司海底电缆累计中标 136,843 万元（含海缆安装敷设 19,148 万元），较上年同期增长 98.14%。东方电缆 2017 年至 2018 年 6 月 30 日的海缆中标金额累计达 26 亿元。良好的订单保证了公司业绩的增长。

风险提示：大盘整体下跌，风电政策波动超预期。

投资评级说明

项目名称	投资评级	评级说明
公司评级标准	买入	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅超过 20%
	增持	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅介于 10%~20%之间
	中性	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间
	减持	未来 6 个月内相对沪深 300 指数跌幅超过 10%
行业评级标准	看好	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数涨幅超过 10%
	中性	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数涨幅介于-10%-10%之间
	看淡	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数跌幅超过 10%

免责声明：本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，不保证该信息未经任何更新，也不保证本公司做出的任何建议不会发生任何变更。在任何情况下，报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，我公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的担保，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失书面或口头承诺均为无效。我公司及其关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开发表之前已经使用或了解其中的信息。本报告的版权归渤海证券股份有限公司所有，未获得渤海证券股份有限公司事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“渤海证券股份有限公司”，也不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。

请务必阅读正文之后的免责声明

渤海证券股份有限公司研究所

副所长 (金融行业研究 & 研究所主持工作)

张继袖
+86 22 2845 1845

副所长

谢富华
+86 22 2845 1985

计算机行业研究小组

王洪磊 (部门副经理)
+86 22 2845 1975
朱晟君
+86 22 2386 1319
王磊

汽车行业研究小组

郑连声
+86 22 2845 1904
张冬明
+86 22 2845 1857

环保行业研究

张敬华
+86 10 6810 4651
刘蕾
+86 10 6810 4662

电力设备与新能源行业研究

刘瑀
+86 22 2386 1670
刘秀峰
+86 10 6810 4658

医药行业研究小组

张冬明
+86 22 2845 1857
赵波
+86 22 2845 1632
甘英健

通信 & 电子行业研究小组

徐勇
+86 10 6810 4602

餐饮旅游行业研究

刘瑀
+86 22 2386 1670
杨旭
+86 22 2845 1879

证券行业研究

张继袖
+86 22 2845 1845
洪程程
+86 10 6810 4609

金融工程研究 & 部门经理

崔健
+86 22 2845 1618

权益类量化研究

李莘泰
+86 22 2387 3122
宋旻
+86 22 2845 1131

衍生品类研究

祝涛
+86 22 2845 1653
李元玮
+86 22 2387 3121
郝惊
+86 22 2386 1600

债券研究

王琛睿
+86 22 2845 1802
冯振
+86 22 2845 1605
夏捷
+86 22 2386 1355

基金研究

刘洋
+86 22 2386 1563

流动性、战略研究 & 部门经理

周喜
+86 22 2845 1972

策略研究

宋亦威
+86 22 2386 1608
杜乃璇
+86 22 2845 1945

宏观研究

张扬

博士后工作站

朱林宁 资产配置
+86 22 2387 3123

综合质控 & 部门经理

齐艳莉
+86 22 2845 1625

机构销售 • 投资顾问

朱艳君
+86 22 2845 1995

风控专员

白骐玮
+86 22 2845 1659

合规专员

任宪功
+86 10 6810 4615

渤海证券研究所

天津

天津市南开区宾水西道 8 号

邮政编码: 300381

电话: (022) 28451888

传真: (022) 28451615

北京

北京市西城区西直门外大街甲 143 号 凯旋大厦 A 座 2 层

邮政编码: 100086

电话: (010) 68104192

传真: (010) 68104192

渤海证券研究所网址: www.ewww.com.cn