



## 电力设备与新能源

# 【联讯电新海上风电专题之一】东风起兮，海上风电发展正当时

2018年09月16日

投资要点

**增持(维持)**

分析师：韩晨 CFA

执业编号：S0300518070003

电话：021-51759955

邮箱：hanchen@lxsec.com

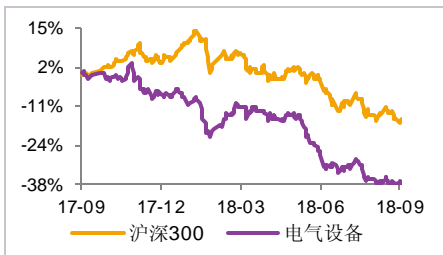
分析师：夏春秋 CFA

执业编号：S0300517050001

电话：021-51782230

邮箱：xiachunqiu@lxsec.com

行业表现对比图(近 12 个月)



资料来源：聚源

相关研究

《【联讯电新公司深度研究】海洋经济领航新成长，业绩现高速增长拐点》

2018-07-22

### ◇ 新增装机突破 1GW，呈现加速发展态势

2017 年，我国海上风电新增装机容量达到 1.16GW，同比增长 97%，4 年复合增速达到 110%。截至 2017 年底，国内海上风电装机容量达到 2.79GW，占国内风电装机 1.5%，占比仍然较小。依据《风电发展“十三五”规划》保守计算，今后 5 年，海上风机并网容量年均投产规模将达到约 2.5GW。依据目前统计的已开工未投产项目情况，我们预计 2018 年新增海上风电装机将超过 200 万千瓦，19、20 年仍将保持增长，3 年合计并网将超过 800 万千瓦，海上风电建设进入提速阶段。

### ◇ 政策推动海上风电发展，制约因素已经基本清除

海上风电行业一直受到国家政策的支持和推动。之前制约发展的因素已经基本清除，在政策推动下，2014 年以来我国海上风电发展速度明显加快。随着国内企业海上风电项目的工程经验的积累，技术路线的成熟，施工机械的完善，“十三五”的 500 万千瓦装机只是国内海上风电行业的一个小目标，经历了学习曲线后的成本下降，国内海上风电行业将会发展的更为迅速。

此外，我们认为，政策不希望发生像之前特许权招标时，因为出现太激烈的竞价，从而影响海上风电发展的情况再次出现。加之，国企为主的竞争格局较为稳定，未来海上风电电价降价幅度不会太大。所以，在风电项目施行竞价配置之后，海上风电相对陆上风电的盈利能力将会更具有优势。

### ◇ 海上风电具有发展优势，各地已经规划 75GW

相比陆上风电，海上风电有风资源好、利用小时数高、降本潜力大和消纳情况好的优势。我国当前风资源丰富的三北地区有消纳问题，中东部和南方地区风电发展则面临风资源相对较差、环保、大型机组运输和施工难等问题，新增装机规模都受到一定限制，海上风电则完全没有三北地区和中东南部地区发展风电的这些障碍，因而极具潜力。

根据各省海上风电规划，全国海上风电规划总量已经达到 7500 万千瓦。我们保守预计在 2020 至 2030 年，国内的海上风电 10 年合计新增容量接近 80GW，仅仅与目前已经规划的近期开发容量相当，随着海上风电行业的技术进步，未来海上风电的发展势必将超过目前技术水平下所做的规划。

### ◇ 规模化发展，带来成本下降，实现用户侧平价上网

我们认为，中国目前海上风电装机已达到 279 万千瓦，在 2018 年将走向成熟市场，海上风电单位造价将实现逐步快速下降。目前国内的海上风电单位投资和欧洲基本相当，都在 1.5-2 万元/kW 左右，分析各个部分成本后，预计海上风电单位投资应能够下降至少 6000 元/kW。此外，随着经验积累和



机组选型的合理，海上风电运营成本将与陆上风电持平。

经过计算，按单位投资 14000 元/kW，满足 IRR 为 10%计算，电价可以达到 0.745 元/kWh。假设风机选型优化后，利用小时数能够达到 3000 小时，电价则能进一步下降到 0.64 元/kWh，达到用户侧平价。

#### ◇ 投资建议

我们认为，未来大型国有企业仍将是海上风电投资的主角；未来能够生产更大机型，并且质量有保证的整机制造商将获得更有利的地位，海上风机毛利率水平将处于较高水平；海底电缆产能在未来 2 年相对稳定，随着后续更多海上风电项目的招标启动，海缆供需将会处于紧平衡；零部件的大型化将使行业内有优良业绩及品牌知名度，且有临近港口产能布局的公司获得更好发展。

从未来将受益海上风电行业高速发展的角度出发，我们推荐受益海上风电增长，弹性较高的海底电缆公司东方电缆，建议重点关注国内风塔行业领先企业，拥有海洋工程技术的泰胜风能，及发力海上风电机型的国内主机龙头企业金风科技。

#### ◇ 风险提示

国内海上风电发展不及“十三五”规划目标；海上风电电价下降过快，影响投资积极性；海上风电发电成本下降速度不及预期。



## 目 录

一、海上风电新增装机突破 1GW，呈现加速发展态势.....	5
（一）2017 年新增装机同比增长 97%，突破 1GW .....	5
（二）装机大省规划超过“十三五”规划目标，未来 3 年新增装机有望超 8GW.....	6
二、政策推动海上风电发展 .....	8
（一）特许权、标杆电价、竞价配置，鼓励海上风电发展.....	8
（二）政策始终支持海上风电，清除制约发展因素 .....	10
三、海上风电具有发展优势，各地已经规划 75GW.....	14
（一）海上风电相比陆上风电更具优势.....	14
（二）国内规划达到 75GW，海上风电新增装机未来仍将保持增长.....	17
四、规模化发展，带来成本下降，实现用户侧平价上网 .....	23
五、产业链分析.....	26
（一）运营商：资金和技术能力决定未来市场份额 .....	27
（二）整机制造商：海上风电更需要效率和可靠性 .....	28
（三）海底电缆：需求量稳定增长，市场空间巨大，格局稳定.....	29
（四）关键零部件厂商：技术和地理优势决定未来市场份额 .....	31
六、投资建议 .....	31
七、风险提示 .....	32

## 图表目录

图表 1： 国内海上风电新增装机 .....	5
图表 2： 国内海上风电累计装机 .....	5
图表 3： 2020 年全国海上风电开发布局.....	5
图表 4： 各省海上风机累计装机容量 .....	6
图表 5： 2017 年核准海上风电项目 .....	6
图表 6： 2017 年开工海上风电项目 .....	7
图表 7： 新增海上风机装机量预测.....	8
图表 8： 我国首批海上风电特许权招标项目.....	8
图表 9： 风电标杆上网电价 .....	9
图表 10： 申报电价降低得分标准 .....	9
图表 11： 陆上风电申报电价得分.....	10
图表 12： 海上风电申报电价得分 .....	10
图表 13： 全国海上风电开发建设方案（2014—2016） .....	11
图表 14： 我国海上风电相关政策 .....	13
图表 15： 中国近海 100 米高度年平均风功率密度分布.....	15
图表 16： 能力因子与风速的关系 .....	15
图表 17： 风电机组规模变化情况 .....	16



图表 18: 内陆及沿海省份用电量占比 .....	16
图表 19: 中国陆地和近海风能资源潜在开发量 .....	17
图表 20: 各省海上风电规划 .....	17
图表 21: 江苏省规划海上风电场情况 .....	18
图表 22: 福建省规划海上风电场情况 .....	19
图表 23: 广东省规划海上风电场情况 .....	20
图表 24: 广东省海上风电规划场址分布图 .....	22
图表 25: 浙江省“十三五”海上风电规划 .....	22
图表 26: 国内海上风电新增装机预测 .....	23
图表 27: 300MW 近海风电工程投资（万元） .....	23
图表 28: 近海风电工程各部分投资占比 .....	24
图表 29: 欧洲与中国各类电厂技术单位投资成本对比 .....	25
图表 30: 中国典型风电场预期投资 .....	25
图表 31: 300MW 近海风电工程经济效益分析 .....	26
图表 32: 电价成本构成 .....	26
图表 33: 海上风场 .....	27
图表 34: 海上风电项目统计 .....	27
图表 35: 整机制造商 2017 年新增装机 .....	28
图表 36: 2017 年国内企业海上累计装机容量 .....	28
图表 37: 2017 年国内海上风电不同功率机组累计装机容量 .....	29
图表 38: 国内海缆市场空间预测 .....	30
图表 39: 各公司历年海缆中标金额（万元） .....	30
图表 40: 风电机组规模变化情况 .....	31
图表 41: 行业公司比较 .....	32

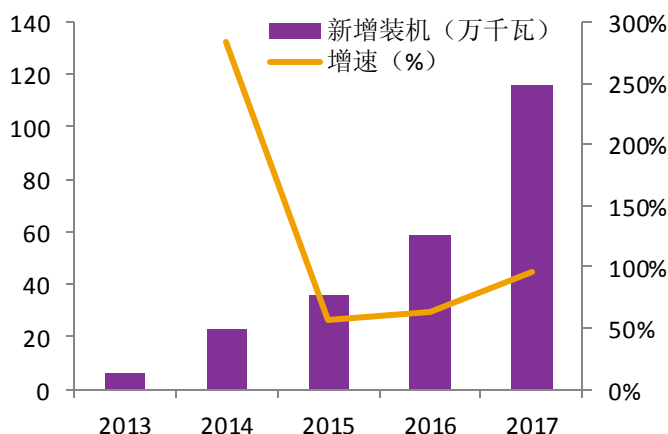


## 一、海上风电新增装机突破 1GW，呈现加速发展态势

### （一）2017 年新增装机同比增长 97%，突破 1GW

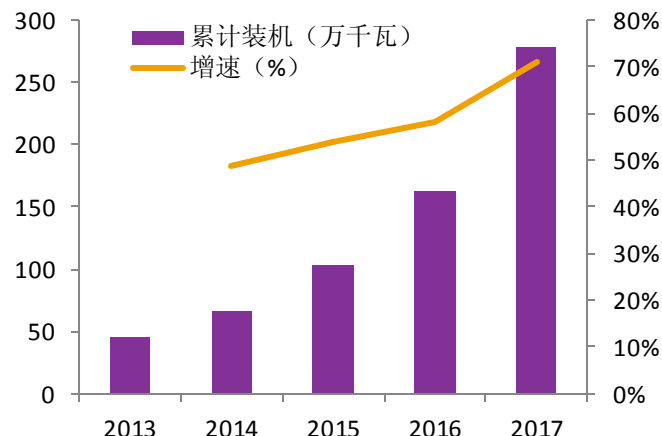
国内海上风电新增装机突破 1GW。2017 年，我国海上风电新增装机容量达到 1.16GW，同比增长 97%，新增装机 319 台，维持高速增长。2014 年以来，国内海上风电市场逐渐启动，新增装机增速高速增长，从 2013 年的 0.06GW 低值，到 2017 年的 1.16GW，4 年复合增速达到 110%。截至 2017 年底，国内海上风电装机容量达到 2.79GW，占国内风电装机 1.5%，占比仍然较小。

图表1：国内海上风电新增装机



资料来源:CWEA，联讯证券

图表2：国内海上风电累计装机



资料来源:CWEA，联讯证券

《风电发展“十三五”规划》明确提出，要积极稳妥推进海上风电建设，到 2020 年，全国海上风电开工建设规模达到 1000 万千瓦，力争累计并网容量达到 500 万千瓦以上。开工与并网目标与 2017 年底累计装机量 279 万千瓦相差 1221 万千瓦。保守计算，按开工后 2 年工期并网，今后 5 年，海上风机并网容量年均投产规模将达到约 250 万千瓦，装机量将保持快速增长。

图表3：2020 年全国海上风电开发布局

地区	累计并网容量 (万千瓦)	开工规模 (万千瓦)
天津	10	20
辽宁	-	10
河北	-	50
江苏	300	450
浙江	30	100
上海	30	40
福建	90	200
广东	30	100
海南	10	35
合计	500	1005

资料来源：《风电发展“十三五”规划》，联讯证券

2017 年中国海上风机新增容量分布在 18 个海上风电场。其中，江苏新增海上风电场 9 个，总计装机容量 968MW，是中国海上风电的重点开发省份，福建省以 65MW 新



增容量位居第二，其余项目分布与广东、浙江和河北省。

图表4： 各省海上风机累计装机容量



资料来源:MAKE, 联讯证券

## (二) 装机大省规划超过“十三五”规划目标，未来3年新增装机有望超8GW

《广东省海上风电发展规划》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。投产容量超过《“十三五”规划》目标170万千瓦，开工容量超过《“十三五”规划》目标1100万千瓦。

福建省海上风电规划总规模1330万千瓦，包括福州、漳州、莆田、宁德和平潭所辖海域17个风电场。到2020年底，福建省海上风电装机规模要达到200万千瓦以上，到2030年底要达到300万千瓦以上。超过《“十三五”规划》目标110万千瓦。截至2017年底，福建省已核准建设海上风电总规模约245万千瓦，目前已投产13万千瓦。

江苏省《“十三五”能源发展规划》提出，到2020年，海上风电累计并网350万千瓦，保持全国领先水平。超《“十三五”规划》目标50万千瓦。

图表5： 2017年核准海上风电项目

项目名称	规模	所属公司	省市
福建省福清兴化湾海上风电场二期项目	280MW	三峡集团	福建
大唐国际平潭长江澳185MW海上风电场工程项目	185MW	大唐国际	福建
福建莆田平海湾海上风电场F区项目	200MW	福能股份	福建
中节能阳江南鹏岛海上风电场项目	300MW	中节能	广东
粤电湛江风电公司外罗海上风电项目	198MW	粤电集团	广东
三峡广东阳江沙扒海上风电项目	300MW	三峡集团	广东
中广核阳江东平南鹏岛海上风电项目	400MW	中广核	广东
粤电阳江沙扒300兆瓦海上风电项目	300MW	粤电集团	广东
浙能嘉兴1号海上风电场工程项目	300MW	浙能集团	浙江
华能嘉兴2号海上风电场工程	402MW	华能集团	浙江
中广核岱山4#海上风电场工程	300MW	中广核	浙江
华电浙江300MW玉环海上风电项目获核准	300MW	华电福新	浙江



项目名称	规模	所属公司	省市
三峡新能源江苏大丰 300MW 海上风电项目	300MW	三峡集团	江苏
国电电力河北新能源乐亭 300MW 海上风电项目	300MW	国电电力	河北
<b>合计</b>	<b>4065MW</b>		

资料来源：联讯证券

据不完全统计，2017年，我国核准海上风电项目 14 个，总计 407 万千瓦，开工项目 14 个，总计 399 万千瓦，有近 200 万千瓦项目当年核准当年开工，开工速度呈现加速态势。广东省核准和开工量都名列第一，符合其规划目标。

图表6： 2017 年开工海上风电项目

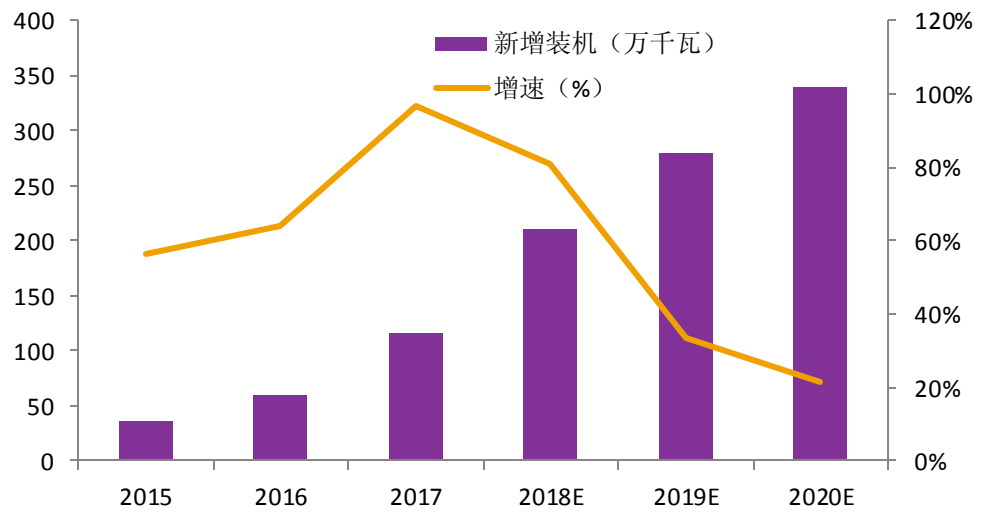
项目名称	规模	所属公司	省市
东台四期（H2）300 兆瓦海上风电项目	300MW	神华集团	江苏省
三峡新能源江苏大丰 300MW 海上风电项目	300MW	中国长江三峡集团公司	江苏省
海装如东 300 兆瓦海上风电场项目	300MW	盛东如东海上风力发电有限责任公司	江苏省
河北唐山乐亭菩提岛海上风电场	300MW	河北建投集团	河北省
三峡新能源乐亭海上风电项目	300MW	河北建投海上风电有限公司	河北省
福建大唐国际平潭长江澳 185MW 海上风电项目	185MW	福建大唐国际新能源有限公司	福建省
福建莆田平海湾海上风电项目	200MW	福建省三川海上风电有限公司	福建省
中广核福建平潭大练 300MW 海上风电项目	300MW	中广核（福建）风力发电有限公司	福建省
广东粤电湛江外罗海上风电项目	200MW	中国能建广东院总	广东省
粤电阳江沙扒 30 万千瓦海上风电项目	300MW	粤电集团	广东省
中广核阳江南鹏岛海上风电项目	400MW	中广核阳江海上风力发电有限公司	广东省
三峡新能源沙扒项目	300MW	三峡新能源阳江发电有限公司	广东省
三峡新能源大连庄河III（300MW）海上风电项目	300MW	三峡新能源大连发电有限公司	辽宁省
中节能阳江南鹏岛海上风电项目	300MW	中节能风力发电股份有限公司	广东省
<b>合计</b>	<b>3985MW</b>		

资料来源：联讯证券

我们认为，从《风电发展“十三五”规划》提出的目标保守估计，今后 5 年年均新增海上风电将达到 250 万千瓦。依据各省提出的规划，极有可能超出《“十三五”规划》所列的“到 2020 年并网容量达到 500 万千瓦以上”这个目标。依据目前统计的已开工未投产项目情况，我们预计 2018 年新增海上风电装机将超过 200 万千瓦，19、20 年仍将保持增长，3 年合计并网将超过 800 万千瓦，海上风电建设进入提速阶段。



图表7： 新增海上风机装机量预测



资料来源:CWEA, 联讯证券

## 二、政策推动海上风电发展，制约因素已经基本清除

### (一) 特许权、标杆电价、竞价配置，鼓励海上风电发展

我国早期的海上风电示范项目采用单独审批上网电价的方式，2010年建成的上海东海大桥示范项目执行的是 **0.978 元/kWh** 的上网电价，随后建成的江苏如东潮间带示范项目由于位置处于潮间带，电价相比东海大桥示范项目低 0.2 元/kWh，是 **0.778 元/kWh** 的上网电价。

此后，国家能源局、国家海洋局联合下发《海上风电开发建设管理暂行办法》，并开展了首批特许权海上风电项目招标。然而，由于竞争激烈，首批 4 个项目的中标价过低，分别为 **0.737 元/kWh**、**0.7047 元/kWh**、**0.6235 元/kWh** 和 **0.6396 元/kWh**，远低于上海东海大桥示范项目和如东潮间带示范项目的上网电价 0.978 元/kWh、0.778 元/kWh。由于价格偏低，项目的盈利能力较差。自获批四年后，首批的 4 个项目均未完工，目前仅有鲁能的东台项目投运。

图表8： 我国首批海上风电特许权招标项目

项目地点	装机规模	类型	中标电价	投资商
滨海	300	近海	0.737	大唐新能源
射阳	300	近海	0.7047	中电投联合体
东台	200	潮间带	0.6235	山东鲁能
大丰	200	潮间带	0.6396	龙源电力

资料来源：联讯证券

2014年6月，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年以前投运的近海风电项目上网电价为每千瓦时 **0.85 元**，潮间带风电项目上网电价为每千瓦时 **0.75 元**。

2016年12月，国家发改委发布《关于调整光伏发电陆上风电标杆上网电价的通知》，调整了新能源上网标杆电价，明确海上风电上网标杆电价维持不变，仍为近海 0.85 元



/kWh 和潮间带 0.75 元/kWh。相比陆上风电电价下调，海上风电电价保持不变将促进风电投资向海上风电倾斜。

图表9： 风电标杆上网电价

资源区	2009 标杆上网电价 (元/kWh)	2015 标杆上网电价 (元/kWh)	2016 标杆上网电价 (元/kWh)	2018 标杆上网电价 (元/kWh)	2019 上网电价 (元/kWh)
I 类资源区	0.51	0.49	0.47	0.4	竞价
II 类资源区	0.54	0.52	0.5	0.45	
III 类资源区	0.58	0.56	0.54	0.49	
IV 类资源区	0.61	0.61	0.6	0.57	
潮间带			0.75		
近海			0.85		

资料来源：政府文件，联讯证券

2018 年 5 月，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。

2018 年 8 月，广东省公布了第一份竞价细则，《关于海上风电、陆上风电项目竞争配置办法意见》（征求意见稿）。明确凡纳入《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》、但未在 2018 年 5 月 18 日前确定投资主体的海上风电项目，以及从 2019 年起新增核准的海上风电项目，均需通过竞争配置方式确定投资主体和上网电价。

图表10： 申报电价降低得分标准

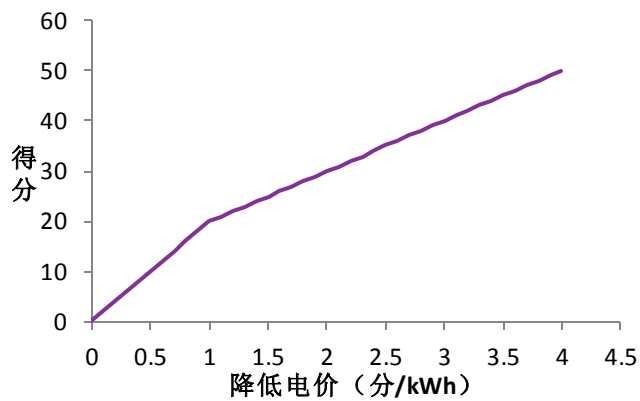
	陆上风电	海上风电
第一段	上网电价降低 1 分/千瓦时及以内的，每降低 0.05 分/千瓦时，得 1 分；	上网电价降低 1 分/千瓦时及以内的，每降低 0.05 分/千瓦时，得 1 分；
第二段	上网电价降低 1 分/千瓦时以上，超出 1 分/千瓦时的部分，每降低 0.1 分/千瓦时，得 1 分。	上网电价降低 1 分/千瓦时以上至 2 分/千瓦时，超出 1 分/千瓦时的部分，每降低 0.1 分/千瓦时，得 1 分；
第三段		上网电价降低 2 分/千瓦时以上，超出 2 分/千瓦时的部分，每降低 2 分/千瓦时，得 1 分。

资料来源：《关于海上风电、陆上风电项目竞争配置办法意见》（征求意见稿），联讯证券

在评分体系中，上网电价所占权重最高，占比达 40%以上。申报电价越低得分越高，并且不设得分上限。陆上和海上电价的评分标准有所差异，陆上风电得分标准分为两段，海上风电分为三段。海上风电电价降价在超出 2 分/kWh 时，得分增长将会有明显放缓。

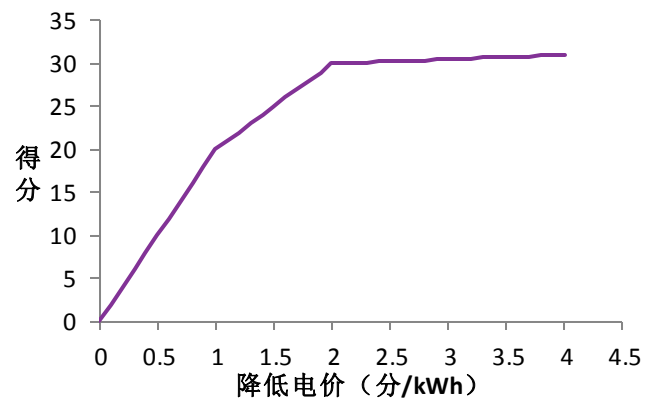


图表11： 陆上风电申报电价得分



资料来源:联讯证券

图表12： 海上风电申报电价得分



资料来源:联讯证券

我们认为，这是政府不希望发生像之前特许权招标时，因为出现太激烈的竞价，从而影响海上风电发展的情况。可以充分感受到对于海上风电发展的政策支持。并且由于海上风电开发投资大，技术壁垒高，投资商一般为国内几家新能源国企，目前海上风电运营商主要是五大集团及其下属能源公司，例如龙源、华能、大唐、国家电投、申能、三峡、中广核等，竞争格局较为稳定，未来海上风电电价降价幅度不会太大。所以，在风电项目施行竞价配置之后，海上风电相对陆上风电的盈利能力将会更具有优势。

## （二）政策始终支持海上风电，清除制约发展因素

海上风电行业作为未来能源结构调整中新能源的重要一部分，一直受到国家政策的支持和推动。我国很早就开始了海上风电的尝试，从最早的试验风机，到 2010 年的示范风场，及后续特许权招标，我国海上风电行业正慢慢走上快速发展的道路。

根据《风电发展“十二五”规划》，到 2015 年，海上风电装机容量将达到 500 万千瓦，2020 年底达到 3000 万千瓦，截止 2015 年底，最终海上风电装机容量为 103 万千瓦，实际完成率仅为 20%。

“十二五”规划没有完成，主要原因有以下几点。第一，“十二五”期间海上风电开发的电价政策尚未明确。海上风电开发成本高、风险大，由于未形成合理的海上风电电价政策，海上风电项目投资积极性不高，这是导致我国海上风电项目前期工作进展缓慢的主要原因之一。

第二，海上风电开发缺乏统一的管理协调。由于海上风电开发涉及多个领域，各部门对发展海上风电的认识不一，各地相关职能部门实际执行管理标准不一，从而使得海上风电项目前期工作周期被拉长。“十二五”期间，海上风电项目海域使用论证获得许可、通过海洋环评、通航安全论证的周期一般需要 2 年以上。

第三，海上风电建设的基础工作薄弱。中国海上风能资源评价工作还未系统开展，海洋水文测量、海底地质勘查工作也较薄弱，且这些工作条件艰苦、周期长，影响了海上风电工程建设的顺利推进。

第四，海上风电的工程经验较少，尚处于摸索阶段。大型海上风电工程不同于陆上风电，海上施工及机组的后期运维难度都大大增加，对于经验积累阶段的国内海上风电企业，工程前期的技术论证，设备选型，工程施工器械的研制等都将耗费较长时间，过



程往往还会经历反复，所以工程的周期较长，也一定程度地制约我国海上风电的大规模发展。

此后，为了推进国内海上风电的发展，2014年6月，《关于海上风电上网电价政策的通知》首次规定了海上风电标杆电价。同时，国家能源局2014年12月对外公布《全国海上风电开发建设方案(2014—2016)》，44个海上风电项目列入开发建设方案，合计容量1053万千瓦。

图表13: 全国海上风电开发建设方案(2014—2016)

省份	项目名称	项目规模 (万千瓦)	开发企业	场址位置
天津	中水电新能源开发有限责任公司南港海上风电项目一期工程	9	中国水电建设集团新能源开发有限责任公司	滨海新区南港工业区南防波堤
	小计	9		
河北	唐山乐亭菩提岛海上风电场300兆瓦示范工程	30	乐亭建投风能有限公司	唐山市乐亭县
	国电唐山乐亭月坨岛海上风电场一期项目	30	国电电力河北新能源开发有限公司	唐山市乐亭县
	河北建投唐山海上风电场二期工程	20	河北建投新能源有限公司	唐山市海港区
	华电唐山曹妃甸海上风电场	20	华电国际电力股份有限公司	唐山市曹妃甸区
	唐山乐亭海域五场址II号区域300兆瓦海上风电项目	30	唐山建设投资有限责任公司、华能国际电力股份有限公司河北分公司	唐山市乐亭县
	小计	130		
辽宁	辽宁省大连市庄河近海II号风电场	30	大连市建设投资集团公司	大连市庄河海域
	辽宁省大连市庄河近海III号风电场	30	大连市建设投资集团公司	大连市庄河海域
	小计	60		
江苏	江苏如东10万千瓦潮间带海上风电项目	10	中国水电建设集团新能源开发有限公司	南通市如东县
	中广核如东海上风电场项目	15.2	中广核如东海上风力发电有限公司	南通市如东县
	江苏响水近海风电场项目	20	响水长江风力发电有限公司	盐城市响水县
	龙源如东试验风电场扩建项目	4.92	江苏海上龙源风力发电有限公司	南通市如东县
	江苏大丰200MW海上风电项目	20	龙源大丰海上风力发电有限公司	盐城市大丰市
	东台200MW海上风电项目	20	江苏广恒新能源有限公司	盐城市东台市
	江苏滨海300MW海上风电项目	30	大唐国信滨海海上风力发电有限公司	盐城市滨海县
	响水C1#	1.25	响水长江风力发电有限公司	盐城市响水县
	滨海北区H1#	10	中电投江苏新能源有限公司	盐城市滨海县
	大丰H7#	20	龙源大丰海上风力发电有限公司	盐城市大丰市
	东台H2#	30	国华(江苏)风电有限公司	盐城市东台市
	蒋家沙H1#	30	江苏龙源海安海上风电项目筹建处	省管区蒋家沙
	如东C4#	20	龙源黄海如东海上风力发电有限公司	南通市如东县
	如东C1#	7.6	中国水电建设集团新能源开发有限公司	南通市如东县
	如东H12#	30	华能江苏风电分公司	南通市如东县
	大丰H3#	30	上海电力股份有限公司	盐城市大丰市
竹根沙H1#	20	国华(江苏)风电有限公司	省管区	



	如东 H3#	30	盛东如东海上风力发电有限责任公司	南通市如东县
	小计	348.97		
浙江	国电舟山普陀 6#海上风电场 2 区工程	25	国电电力浙江舟山海上风电开发有限公司	舟山市普陀区
	国电象山 1#海上风电项目	15	国电电力浙江分公司	宁波市象山县
	琥珀台州 2#海上风电项目	15	琥珀能源有限公司	台州市
	温岭 1#海上风电项目	15	浙江龙源风力发电有限公司	台州市温岭市
	舟山金塘大桥 2#海上风电项目	20	浙江龙源风力发电有限公司	舟山市金塘
	小计	90		
福建	福建省莆田市南日岛一期 400MW 近海风电项目	40	福建龙源海上风力发电有限公司	莆田市秀屿区
	福建省莆田市平海湾 50MW 近海风电项目	5	福建中闽海上风电有限公司	莆田市秀屿区
	福建省莆田市平海湾二期 250MW 近海风电项目	25	福建中闽海上风电有限公司	莆田市秀屿区
	福建省莆田市平海湾 DE 区 600MW 近海风电项目	60	福建省能源集团有限责任公司	莆田市秀屿区
	福建省福州市福清海坛海峡 300MW 近海/潮间带风电项目	30	华电集团公司	福州市福清市
	福建省平潭综合实验区大练 300MW 近海风电项目	30	中广核集团公司	平潭综合实验区
	福建省平潭综合实验区长江澳 200MW 近海风电项目	20	大唐集团公司	平潭综合实验区
	小计	210		
广东	珠海桂山海上风电项目	19.8	南方海上风电联合开发有限公司	珠海市万山区
	湛江外罗海上风电项目	20	广东粤电徐闻风力发电有限公司	湛江市徐闻县
	粤电阳江沙扒海上风电项目	30	广东省风力发电有限公司	阳江市阳西县
	华能阳江沙扒海上风电项目	60	华能明阳新能源投资有限公司	阳江市沙扒镇
	中广核阳江南鹏岛海上风电项目	40	中广核风电有限公司	阳江市东平镇
	小计	169.8		
海南	海南省东方市感城近海风电项目	35	国电海控新能源有限公司	东方市感城镇
	小计	35		
	合计	1052.77		

资料来源:《全国海上风电开发建设方案(2014—2016)》, 联讯证券

方案要求各省(区、市)发展改革委、能源局要加强与海洋、海事、军事等部门沟通协调, 简化管理程序, 认真落实项目建设条件, 督促项目建设单位深化前期工作, 协调解决项目建设面临的矛盾和问题, 积极有序推进项目建设, 保证项目建设秩序, 按风电项目核准权限核准项目建设, 做好监督管理。提出, 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。

在政策推动下, 2014年以来我国海上风电发展速度明显加快, 2014-2017年, 4年复合增速达到110%。我们认为, “十二五”期间制约海上风电发展的一些问题已经在2014年明晰, 后续的政策出台也围绕着这些问题展开, 此时国内海上风电正式步入发展的正轨。



图表14: 我国海上风电相关政策

时间	文件	发文单位	主要政策
2010.1	海上风电开发建设管理暂行办法	能源局、海洋局	促进海上风电有序开发、规范建设和持续发展
2013.1	国务院关于印发能源发展“十二五”规划的通知	国务院	加快山东沿海、江苏沿海风电基地。建立保障风电并网运行的电力调度体系,积极开展海上风电项目示范,促进海上风电规模化发展
2014.1	关于印发 2014 年能源工作指导意见的通知	国家能源局	优化风电开发布局,加快中东部和南方地区风能资源开发,有序推进 9 个大型风电基地及配套电网工程建设,缓解弃风弃电问题,稳步发展海上风电
2014.6	关于海上风电上网电价政策的通知	国家发改委	规定 2017 年以前投运的潮间带风电项目含税上网电价为 0.75 元/kWh,近海风电项目含税上网电价为 0.85 元/kWh;2017 年及以后投运的海上风电项目,将根据海上风电技术进步和项目建设成本变化,结合特许权招标情况另行研究制定上网电价政策
2014.12	关于印发全国海上风电开发建设方案(2014-2016)的通知	国家能源局	海上风电项目的建设计划,共 44 个项目,总装机容量为 1053 万千瓦
2015.9	国家能源局关于海上风电项目进展有关情况的通报	国家能源局	要求各部门进一步做好海上风电开发建设,加快推动海上风电发展
2016.11	电力发展“十三五”规划	国家发改委、国家能源局	“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
2016.11	风电发展十三五规划	国家能源局	重点推进江苏、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
2016.12	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	国家发改委	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。
2016.12	海上风电开发建设管理办法	能源局、海洋局	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济海洋行政主管部门
2016.12	可再生能源发展十三五规划	国家发改委	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。
2016.12	能源技术创新“十三五”规划	国家能源局	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;
2017.1	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
2017.2	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
2017.3	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 200 万千瓦;2030 年 500 万千瓦
2017.5	全国海洋经济发展“十三五”规划	发改委、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
2018.3	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



时间	文件	发文单位	主要政策
	见		设。
2018.5	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：国家政策文件，联讯证券

国家能源局 2016 年 11 月发布《风电发展“十三五”规划》。规划明确，到 2020 年，全国海上风电开工建设规模达到 1000 万千瓦，累计并网容量达到 500 万千瓦以上。我们统计了国内海上风电项目，已经开工还未投产的项目规模达到 7GW，可以推断，对于目前的国内海上风电发展进度，完成“十三五”目标已没有问题。

2017 年 1 月，国家能源局、国家海洋局公布关于联合印发《海上风电开发建设管理办法》的通知，进一步完善海上风电管理体系，规范海上风电开发建设秩序，促进海上风电产业持续健康发展。明确自通知印发之日起，海上风电项目管理按照本办法执行，国家能源局不再统一编制全国海上风电开发建设方案，而由各地区按照规划核准项目。

这意味着国家能源局将对海上风电项目管理简政放权，由过去中央统一编制全国海上风电建设方案改由各省市区根据地方建设规划核准项目，海上风电将拥有更加灵活的审批流程，提升企业开发利用海上风电速度和效率。省级能源主管部门将在海上风电开发的管理上具有高度自主权，有利于进一步调动沿海省份发展海上风电的积极性，2018 年 4 月，《广东省海上风电发展规划（2017—2030 年）（修编）》就提出了，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 万千瓦的宏伟目标。

我们认为，“十二五”海上风电未达到预期装机目标的几点主要障碍已经得到解决，随着国内企业海上风电项目的工程经验的积累，技术路线的成熟，施工机械的完善，“十三五”的 500 万千瓦装机只是国内海上风电行业的一个小目标，国内海上风电占比还很小，未来的市场空间很大，经历了学习曲线后的成本下降，国内海上风电行业将会发展的更为迅速。

### 三、海上风电具有发展优势，各地已经规划 75GW

#### （一）海上风电相比陆上风电更具优势

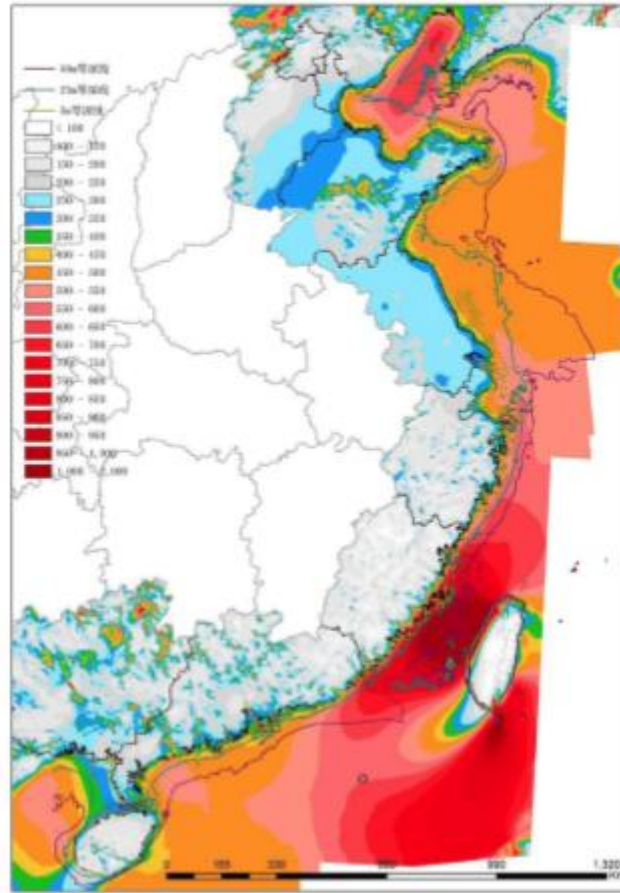
“十三五”期间是海上风电大力发展的关键时期，国家出台多项政策鼓励发展海上风电。相比陆上风电，海上风电有其巨大的优势。

海上的风资源更好。风机动力来源是风，由于海上没有地面起伏，海上的风相比陆上要大，平均风速高，而且风切变也比较小，再加上海上的风向改变频率也较陆上低，因而海上的风能可利用率更高。我国海岸线长达 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。

台湾海峡是中国近海风能资源最丰富的地区，风能资源等级在 6 级以上。广东省、广西、海南近海海域的风能资源等级在 4-6 级之间。从福建省往北，近海风能资源逐渐减小，渤海湾的风能资源又有所加强。



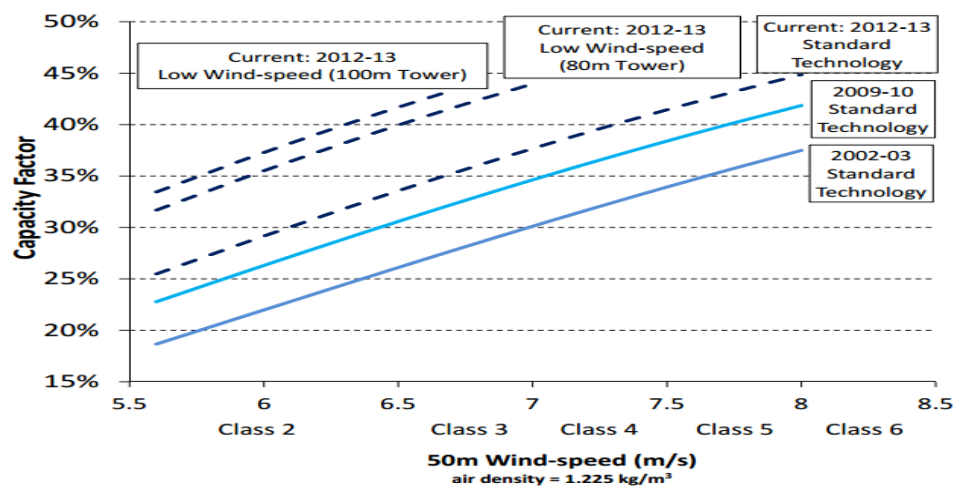
图表15: 中国近海 100 米高度年平均风功率密度分布



资料来源:百度图库, 联讯证券

海上风机利用小时更高。风机的发电功率与风速的三次方成正比，海上的风速比陆上高 20%左右，我国大部分近海 90 米高度海域平均风速 6.5~8.5m/s，具备较好的风能资源条件。因而同等发电容量下海上风机的年发电量比陆上高 70%。如果陆上风机的年发电利用小时数是 2000 小时，海上风机就能达到 3000 多小时。

图表16: 能力因子与风速的关系

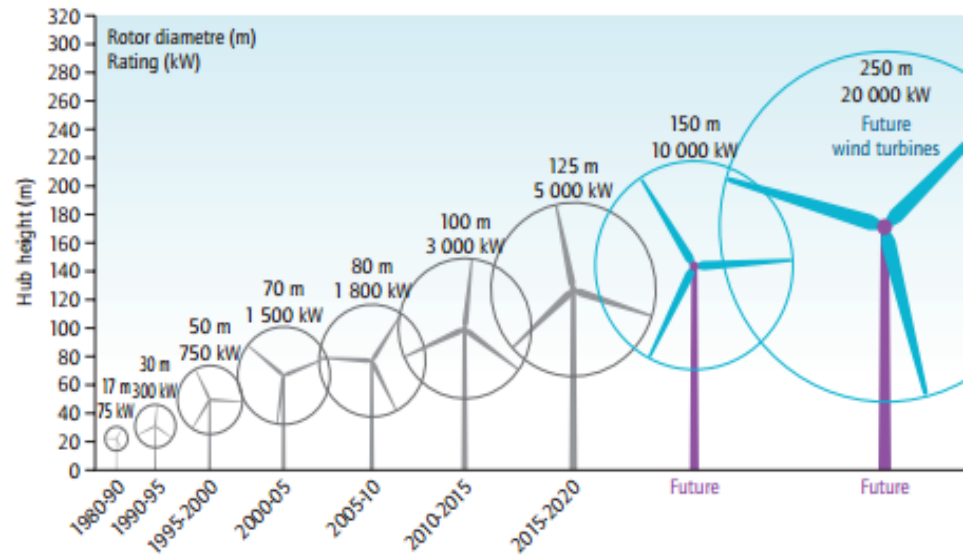


资料来源: IEA, 联讯证券



海上可以装更大的风机。风机的单机发电容量越大，同一块地方的扫风面积和利用风的能量越多，发电机就越大，叶片也就越长。陆上的运输问题限制了陆上风电机组的单机容量，而在海上就不存在这个问题，目前海上风机已经有 **6MW** 和 **8MW** 机型的批量运用案例，更大机组的研发也在持续推进中，这将会有力降低海上风电的建设成本。

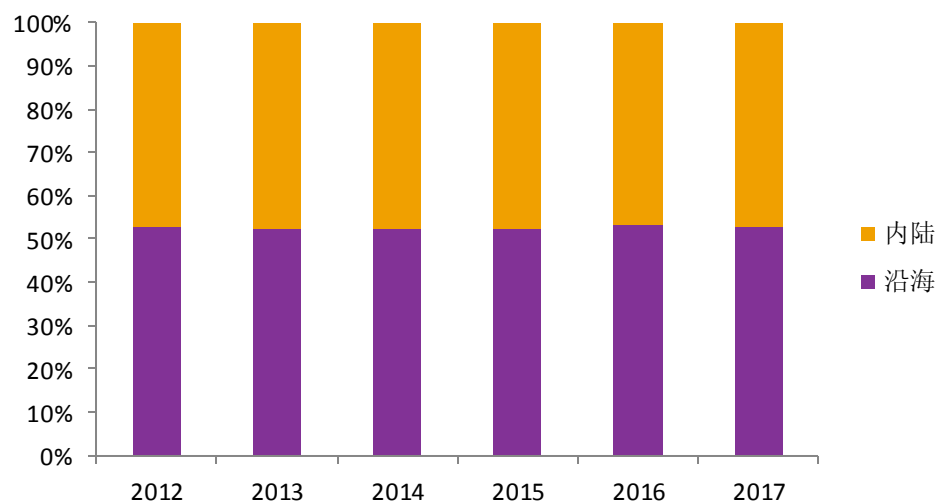
图表17：风电机组规模变化情况



资料来源: IEA, 联讯证券

海上风电距离用电负荷近。沿海地区往往是电力负荷中心，例如中国沿海的山东、江苏、上海、浙江、福建和广东都是经济和电力消耗大省，并且电网结构坚强。目前海上风机一般都在沿海 **50 公里** 范围内，离用电负荷中心很近，加上上海常年都有风，风力资源丰富，所以很适合供给用电负荷中心。数据显示，**2017 年 11 个沿海省份用电量占全社会用电量达到了 53%**，且保持了较好复合增长，风电消纳问题可以得到有效解决。

图表18：内陆及沿海省份用电量占比



资料来源: Wind, 联讯证券

海上风电不占用土地资源，不受地形地貌影响。陆上风电受耕地、林地等方面的限



制较大，有发展空间的限制，而海上建设风场就不存在这些问题，并且我国是海洋大国，海岸线长达 1.8 万多公里，有足够空间发展风电。根据中国气象局近期对我国风能资源的详查和评价结果，我国近海 100 米高度层 5~25 米水深区风能资源技术开发量约为 2 亿千瓦，5~50 米水深区约为 5 亿千瓦。

图表19： 中国陆地和近海风能资源潜在开发量

地区	总面积(万平方千米)	风能资源潜在开发量(亿千瓦)
陆上（70 米高度）	≈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，联讯证券

### （二）国内规划达到 75GW，海上风电新增装机未来仍将保持增长

对我国而言，我国当前风资源较为丰富的三北地区由于自身消纳能力有限，外送通道容量有限等原因，导致弃风限电，无法大规模开发，并且在后续特高压输送通道项目投运之前，整体新增装机规模将受到一定限制。中东部和南方地区风电发展则面临风资源相对较差、环保、大型机组运输和施工难等问题。海上风电则完全没有三北地区和中东南部地区发展风电的这些障碍，因而极具潜力。

截止目前，中国 11 个沿海省市中有 9 个省市拥有海上风电发展规划，根据各省海上风电规划，全国海上风电规划总量已经达到 7500 万千瓦，重点布局分布在江苏、福建、广东、浙江等省市，行业开发前景广阔。

图表20： 各省海上风电规划

省份	最新批复年份	之前批复规模（GW）	调整后规模（GW）	主要规划区域
江苏	2012	12.15	14.46	如东、东台、盐城大丰、射阳、滨海海
浙江	2016	6.47		嘉兴、宁波、舟山、台州、温州
福建	2017.3	10.6	13.3	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	2018.4	10.71	66.85（近海浅水 9.85，近海深水 57）	汕头、揭阳、汕尾、惠州、珠海、江门、阳江、湛江
海南	2014.11	3.95		东方、乐东、临高、文昌、儋州
山东	2012.4	12.75	东营和东台等市调整	鲁北、莱州湾、勃中、长岛、半岛北、半岛南
上海	2011.8	5.95	6.15	东海大桥、奉贤、南汇、横沙、崇明
河北	2012.5	5.8		唐山、沧州
辽宁（大连）	2013.7	2.2		花园口、庄河
合计		70.58	74.93	

资料来源：各省海上风电规划，联讯证券



## 江苏省

江苏省海上风电场规划海域总面积 4181km<sup>2</sup>,有效面积 3397km<sup>2</sup>,规划装机容量 1446 万千瓦。有连云港及盐城北部基地 11 个风电场 (257 万千瓦)、盐城南部基地 20 个风电场 (560 万千瓦) 和南通基地 25 个风电场 (629 万千瓦)。

图表21: 江苏省规划海上风电场情况

区域	海上风电场名称	装机容量 (万千瓦)	小计 (万千瓦)
连云港及盐城北部基地			
灌云	H1 号	20	20
响水	C1 号 (试验)	2	22
	H1 号 (示范)	20	
滨海北区	H1 号	10	125
	H2 号	40	
滨海南区	H1 号	15	125
	H2 号 (特许权)	30	
	H3 号	30	
射阳北区	H2 号	30	90
	H3 号	30	
	H4 号 (特许权)	30	
盐城南部基地			
射阳南区	H1 号	30	100
	H2 号	30	
	H4 号	40	
大丰	H1 号	20	390
	H2 号	20	
	H3 号	30	
	H4 号	30	
	H5 号	30	
	H6 号	30	
	H7 号	20	
	H8 号	50	
	H9 号	30	
	H10 号	30	
	H11 号	30	
	H12 号 (特许权)	20	
	H13 号 (示范)	30	
	H14 号	20	
东台	H1 (特许权)	20	50
	H2	30	
省辖区	竹根沙 1 号	20	20
南通基地			
省管区	蒋家沙 H1 号	30	60
	蒋家沙 H2 号	30	
如东	C1 号 (示范)	18	426



	C2号(示范+试验)	18	
	C3号(试验)	10	
	C4号	20	
	Q1号	5	
	H1号	30	
	H2号	30	
	H3号	30	
	H4号	30	
	H5号	30	
	H6号	30	
	H7号	30	
	H8号	30	
	H9号(示范)	15	
	H10号	50	
	H11号	15	
	H12号	30	
	H13号	8	
启东	H1号	20	140
	H2号	20	
	H3号	20	
	H4号	30	
	H5号	50	

资料来源：江苏省海上风电规划，联讯证券

根据初步分析，2020年和2030年江苏电网调峰均有一定缺口，且逐渐增大。通过对2020年、2030年两个水平年风电消纳分析，江苏省风电可直接在省网内消纳，不考虑弃风。根据《江苏省“十三五”风电规划研究报告》，江苏省“十三五”的初步目标市新增300万千瓦，累计并网约350万千瓦，布局上将主要集中在气象、资源、用海、接入等建设条件较好的盐城和南通海域。

### 福建省

2017年3月，能源局复函同意福建省最新的海上风电场工程规划报告。报告中，福建省海上风电规划总规模1330万千瓦，包括福州、漳州、莆田、宁德和平潭所辖海域17个风电场，相比之前的1060万千瓦的规划，增加了270万千瓦。到2020年底，福建省海上风电装机规模要达到200万千瓦以上，到2030年底要达到300万千瓦以上

图表22：福建省规划海上风电场情况

名称	规划面积(km <sup>2</sup> )	规划容量(万千瓦)
宁德霞浦	195.8	100
连江定海湾	19.7	10
海坛海峡	5.3	40
福清兴化湾	35.9	30
平潭大练	35.7	25
平潭草屿	26.4	20
莆田平海湾	248.2	145



名称	规划面积 (km <sup>2</sup> )	规划容量(万千瓦)
莆田南日岛	86	60
莆田石城渔港	25	20
泉州泉港山腰	13.4	10
泉州湾	26.4	20
漳浦六鳌	207.6	100
东山西埔	24.7	10
福鼎晴川湾	31.3	15
福州长乐	400.8	200
平潭长江澳	21.6	20
平潭离岛海上风电	10	10
湄洲湾海上风电场	200	100
莆田黄瓜屿	17.3	20
莆田南日大麦屿	29.2	20
龙梅隆教湾	194.5	60
东山湾海上风电场	62.3	25

资料来源：福建省海上风电规划，联讯证券

根据各规划场址建设条件及估算的经济性情况分析，位于福建中部风能资源丰富区的海上风电场较有竞争力，排名靠前的有海坛海峡、莆田平海湾、莆田南日岛等。莆田平海湾海上风电场、漳浦六鳌海上风电场、宁德霞浦海上风电场规划规模为百万千瓦以上，已列入福建省海上风电首批示范项目。综上所述，莆田平海湾、莆田南日岛、海坛海峡、漳浦六鳌、石城渔港、平潭大练等场址将优先开发，其次为平潭草屿、福清兴化湾、宁德霞浦、泉州湾、泉港山腰等场址。

### 广东省

2018年4月，广东省发布了《广东省海上风电发展规划（2017-2030年）》（修编），此次规划总装机容量达到了6685万千瓦，分为近期开发场址和远期储备场址，近期开发场址包括：近海浅水区（35米水深以内）海上风电场址15个，装机容量985万千瓦，其中粤东海域415万千瓦，珠三角海域150万千瓦，粤西海域420万千瓦。远期开发建设储备场址包括近海深水区（35-50米水深）规划海上风电场址8个，装机容量5700万千瓦，分布在粤东、粤西海域。待相关技术成熟、开发建设成本下降后合理推进开发。

图表23：广东省规划海上风电场情况

项目名称	规划容量（万千瓦）	总投资（亿元）
近海浅水区	985	1773
汕头洋东海上风电场	25	45
汕头勒门海上风电场	70	126
汕头海门海上风电场	90	162
揭阳靖海海上风电场	15	27
揭阳神泉海上风电	75	135
汕尾后湖海上风电场	50	90
汕尾甲子海上风电场	90	162



项目名称	规划容量 (万千瓦)	总投资 (亿元)
惠州港口海上风电场	100	180
珠海桂山海上风电场	20	36
珠海金湾海上风电场	30	54
阳江南鹏岛海上风电场	70	126
阳江沙扒海上风电场	230	414
湛江外罗海上风电场	40	72
湛江新寮海上风电场项目	20	36
湛江徐闻海上风电场项目	60	108
<b>近海深水区</b>	<b>5700</b>	<b>10260</b>
粤东近海深水场址一	230	414
粤东近海深水场址二	1420	2556
粤东近海深水场址三	750	1350
粤东近海深水场址四	540	972
粤东近海深水场址五	660	1188
粤东近海深水场址六	1400	2520
阳江近海深水场址一	500	900
阳江近海深水场址二	200	360
合计	6685	12033

资料来源：广东省海上风电规划，联讯证券

广东省到 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。目前珠海桂山海上风电项目一期（12 万千瓦）已经投产，在建工程有阳江南鹏岛（2 个项目共 70 万千瓦）、湛江外罗一期（20 万千瓦）、阳江沙扒一期（2 个项目共 60 万千瓦）、汕头洋东（25 万千瓦）等 5 个海上风电项目。

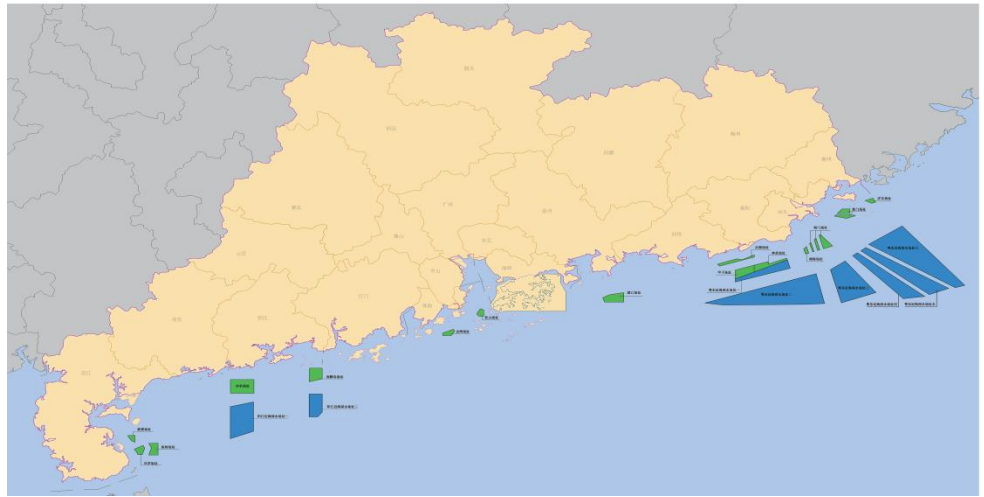
**2018 年，将重点推进**揭阳靖海（15 万千瓦）、揭阳神泉（75 万千瓦）、惠州港口一期（40 万千瓦）、阳江沙扒二期（40 万千瓦）、汕头勒门（一）（35 万千瓦）、汕头勒门（二）（35 万千瓦）、汕尾后湖（50 万千瓦）、珠海金湾（30 万千瓦）、湛江外罗二期（20 万千瓦）等海上风电项目，目前有 7 个项目已经获得核准。

**2019 年，将重点推进**汕头海门一期（30 万千瓦）、汕尾甲子（90 万千瓦）、湛江徐闻（60 万千瓦）、珠海桂山二期（8 万千瓦）等海上风电项目。

**2020 年，将重点推进**阳江沙扒三期（130 万千瓦）、惠州港口二期（60 万千瓦）、汕头海门二期（60 万千瓦）、湛江新寮（20 万千瓦）等海上风电项目。开展近海深水区项目试点建设（215 万千瓦）。



图表24：广东省海上风电规划场址分布图



资料来源:广东省海上风电规划, 联讯证券

### 浙江省

《浙江省电力发展“十三五”规划》指出要重点发展海上风电,“十三五”期间,新增风电 300 万千瓦左右。重点建成普陀 6#、嘉兴 1#、嘉兴 2#海上风电,并推动 8 个项目进入前期准备阶段。

图表25：浙江省“十三五”海上风电规划

场址	规模 (万千瓦)	进度目标
普陀 6 号二区海上风电项目	25	建成
嘉兴 1 号海上风电项目	30	建成
嘉兴 2 号海上风电项目	42	建成
岱山 2 号海上风电项目	30	前期
岱山 4 号海上风电项目	30	前期
嵊泗 1 号海上风电项目	40	前期
玉环 1 号海上风电项目	15	前期
慈溪 1 号海上风电项目	20	前期
苍南 1 号海上风电项目	15	前期
温岭 1 号海上风电项目	15	前期
嵊泗 6 号海上风电项目	15	前期

资料来源:《浙江省电力发展“十三五”规划》, 联讯证券

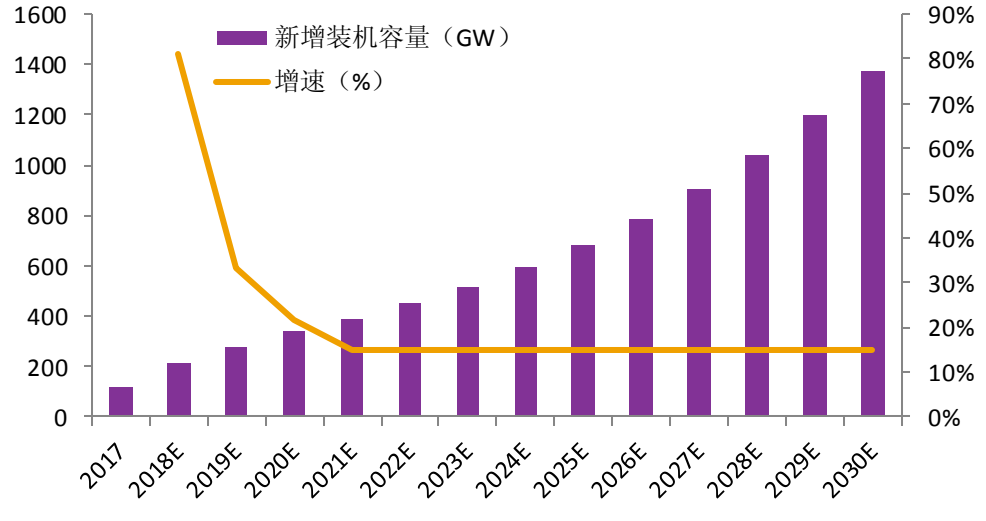
浙江省海上风电场划分为杭州湾海域基地、舟山东部海域基地、宁波象山海域基地、台州海域基地和温州海域基地等 5 个海上风电基地,共规划 26 个海上风电场,规划总面积 1683km<sup>2</sup>。根据规划布局,浙江省海上风电场总规划总装机容量 647 万千瓦,水深在 30—50m 范围内风电场暂不考虑。

我们认为,从海上风电的优势,政府的政策支持,各省市的规划几个维度分析,国内海上风电在 2020 年后仍将蓬勃发展。从目前核准及开工项目分析,2020 年当年新增海上风电将超过 3GW,依据 MAKE 发布的《全球海上风电市场报告》,2017 至 2026 年间,海上风电复合平均增长率将达到 16%。我们保守预计在 2020 至 2030 年,国内的海上风电新增装机量年均复合增长率在 15%。则 2020 至 2030 年,10 年合计新增容量接近 80GW,仅仅与目前已经规划的近期开发容量相当,依据广东省规划,仅广东省



到 2030 年底，建成投产的海上风电装机容量就达到约 30GW。可以预见，随着海上风电行业的技术进步，未来海上风电的发展势必将超过目前技术水平下所做的规划，国内海上风电行业产业链将会充分受益行业的发展。

图表26： 国内海上风电新增装机预测



资料来源: CWEA, 联讯证券

#### 四、规模化发展，带来成本下降，实现用户侧平价上网

目前海上风电的发电成本相比陆上风电仍然高出不少，影响风电成本因素主要有风能资源条件、风电场所在地区的建设条件、风电机组技术和成本、风电场运行管理技术和成本等。

海上风电的单位投资成本相比陆上风电高出约一倍，投资成本仍然过高，是导致海上风电发电成本高的主要因素，但随着技术进步、工艺改进、规模化应用和市场竞争，海上风电的投资成本将持续下降。据彭博新能源财经预测，当一个市场累计装机达到 300 万千瓦至 400 万千瓦时，可实现从新兴市场到成熟市场的切换。我们认为，中国目前海上风电装机已达到 279 万千瓦，在 2018 年将走向成熟市场，海上风电单位造价将实现逐步快速下降，从而进一步刺激海上风电装机的增长。

我们以一个 300MW 近海风电项目进行分析，工程投资主要由施工辅助工程、设备及安装工程、建筑工程、其他费用等组成，各部分投资详见下表。

图表27： 300MW 近海风电工程投资（万元）

序号	工程或费用名称	设备购置费	建安费	其他费用	合计	单位投资 (元/kW)	占总投资比例 (%)
一	施工辅助工程		1000		1000	33	0.21%
二	设备及安装工程						
	发电场设备及安装工程	256000	40000		296000	9867	62.09%
	升压变电站设备及安装工程	3000	2000		5000	167	1.05%
	通信和控制设备及安装工程	500	50		550	18	0.12%
	其他设备及安装工程	57095	20100		77195	2573	16.19%
三	建筑工程						
	发电场工程		45000		45000	1500	9.44%



序号	工程或费用名称	设备购置费	建安费	其他费用	合计	单位投资 (元/kW)	占总投资比例 (%)
	升压变电站工程		5000		5000	167	1.05%
	房屋建筑工程		800		800	27	0.17%
	交通工程		1000		1000	33	0.21%
	其他工程		100		100	3	0.02%
四	其他费用			5000	5000	167	1.05%
五	基本预备费				13099	437	2.75%
	工程静态投资				449744	14991	
	合计	316595	115050	5000			
	单位投资 (元/kW)	10553	3835	167			
	建设期贷款利息				26985	899	
	工程动态投资				476729	15891	

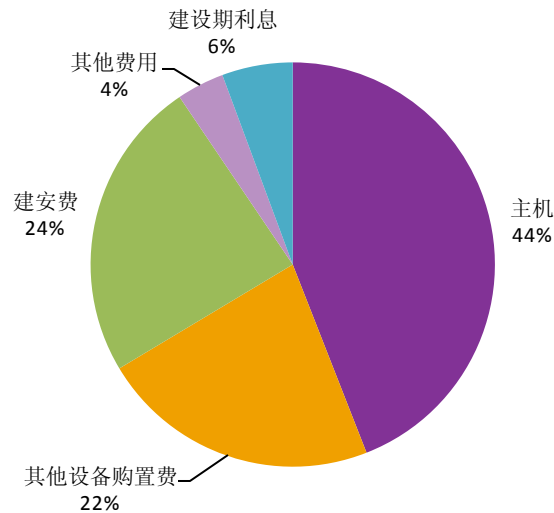
资料来源：联讯证券

国内海上风电工程由于还处于刚从新兴市场转向成熟市场阶段，各个部分的成本还有很大的下降空间。

可以看到，设备购置费单价为 **10553 元/kW**，相比陆上风电工程高出约 **5000 元/kW**，其中主要原因为主机价格较高。我们认为，风电主机随着后入国内厂商的积极参与，相比陆上风机 **2 倍** 的单价有望快速下降。

此外海上风电的建安费用占比相比陆上风电高出 **10 个百分点**，单价相比陆上风电工程高出约 **2500 元/kW**。这部分成本将随着工程经验的积累，施工设备的高效使用，技术方案的优选，大幅的下降。

图表28：近海风电工程各部分投资占比



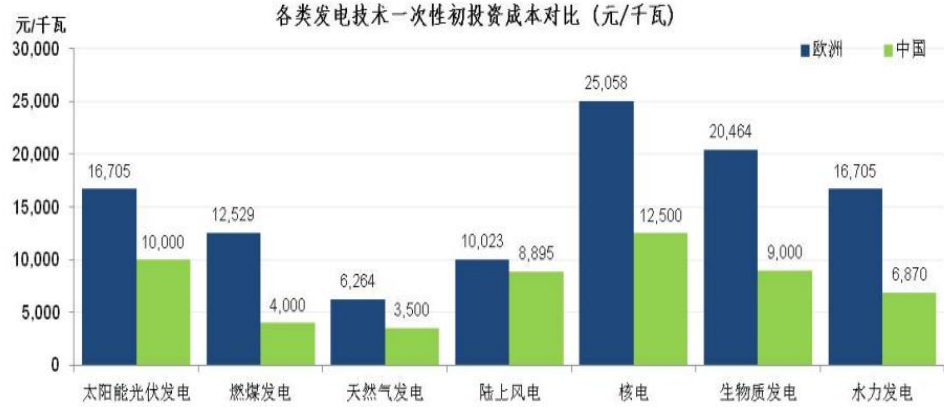
资料来源：联讯证券

中国在全球不同发电技术上的成本较国外均有优势，传统的发电技术（如：燃煤、燃气、核电）成本比欧洲低约 **55%**，可再生能源技术（光伏、水电、生物质、陆上风电）成本比欧洲低大约 **40%**。经验表明，新能源项目投资成本会随着电站规模、重大技术进步、效率提高等因素影响下而大幅下降，中国也已经向世界证明，主要由于加工成本低，中国在清洁能源技术的应用步伐比世界其他国家都快，且成本更低。



目前国内的海上风电单位投资和欧洲基本相当，都在 1.5-2 万元/kW 左右，我们认为，参考可再生能源技术成本比欧洲低大约 40%，海上风电单位投资应能够下降至少 6000 元/kW。

图表29： 欧洲与中国各类电厂技术单位投资成本对比



资料来源: ECF2050 路线图, 中国电力监督委员会《“十一五”期间电力行业报告》

此外，影响海上风电发电成本的另一个关键因素是较高的运营费用，由于海上风电项目缺少运行经验，以及交通，维修等条件相比陆地困难，导致目前的运营成本是陆上风电成本的 1.5 倍。我们认为，随着经验积累和机组选型的合理，这部分成本将与陆上风电持平。

《中国风电发展路线图 2050》预计近海风电的投资成本在 2020、2030 和 2050 年降至 14000、12000 和 10000 元/千瓦。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、2030 和 2050 年近海运行维护成本分别为 0.15、0.1 和 0.1 元/千瓦时。

图表30： 中国典型风电场预期投资

		2013	2020	2030	2050
单位投资 (元/千瓦)	陆上	7500-9000	7500	7200	7000
	近海	14000-19000	14000	12000	10000
	远海		50000	40000	20000
运行维护 (元/千瓦时)	陆上	0.1	0.1	0.1	0.1
	近海	0.15	0.15	0.1	0.1
	远海		0.3	0.2	0.1

资料来源: 《中国风电发展路线图 2050》，联讯证券

我们用我们的模型（假设了一个 300MW 规模的近海风电场，动态投资 47.7 亿元，项目经营期 25 年）测算得到标杆上网电价下风电场的 IRR 为 9.82%，可以满足投资要求。



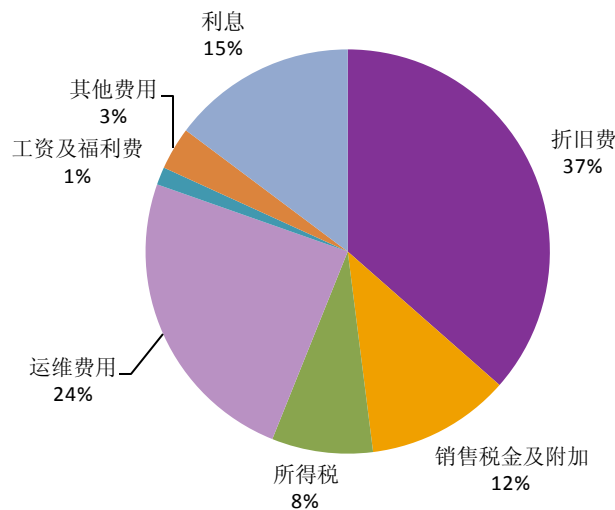
图表31： 300MW 近海风电工程经济效益分析

指标名称	单位	指标
规模	MW	300
利用小时	h	2500
投资	亿元	47.7
计算周期	年	25
资本金比例	%	20%
贷款利率	%	4.90%
折旧年限	年	15
残值率	%	5%
职工工资及福利	万元	500
材料费用	元/kW	40
其他费用	元/kW	40
电价	元/kWh	0.85
IRR	%	9.82%

资料来源：联讯证券

对构成电价的各项成本进行分析，可以看到影响电价的成本因素按从高到低的顺序依次为折旧费、运维费用、利息、销售税金及附加和所得税。我们认为，未来通过降低投资成本和运行维护成本，海上风电的发电成本可以快速下降。按单位投资 14000 元/kW，满足 IRR 为 10% 计算，电价可以达到 0.745 元/kWh。假设风机选型优化后，利用小时数能够达到 3000 小时，电价则能进一步下降到 0.64 元/kWh，达到用户侧平价。

图表32： 电价成本构成



资料来源:联讯证券

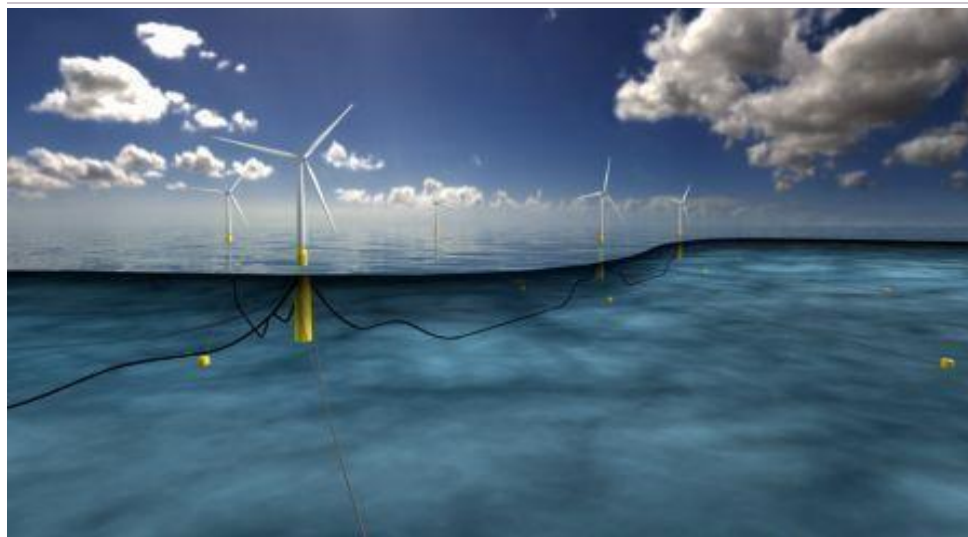
## 五、产业链分析

风电行业大致可以分成上游的主机制造、零部件制造企业，中游的风电场运营商，及下游的购电客户。上游主要以主机制造商为主，由主机厂商负责机型的设计，零部件采购及组装后交付给风电运营企业，运营企业通过售电给下游客户（电网公司）获得收益，电价由煤电标杆电价加可再生能源补贴两部分组成。海上风电作为风电行业的一个分支，产业链基本相同，只是在部分环节需要涉及更专业的海洋工程技术，诸如海底电缆，海上风机基础施工，



海上风机吊装等。

图表33：海上风场

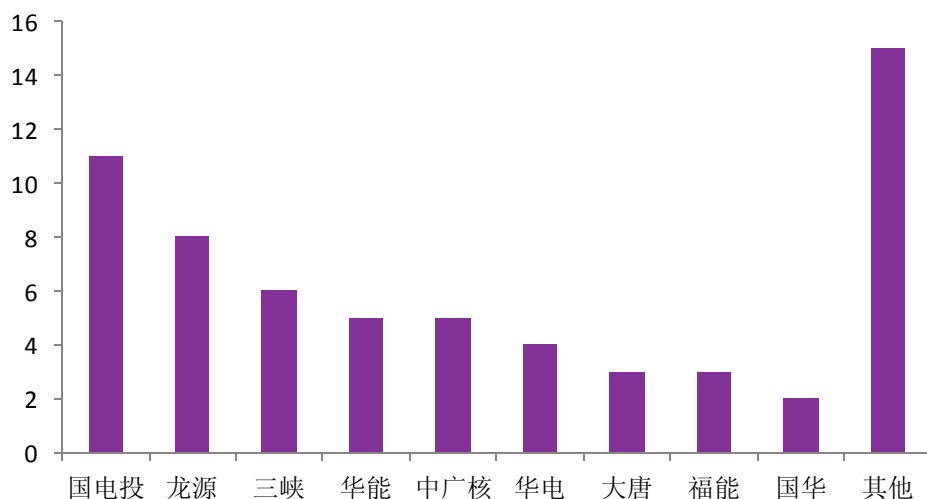


资料来源:百度图库, 联讯证券

### （一）运营商：资金和技术能力决定未来市场份额

国内海上风电运营商主要以国有企业为主，我们统计了 62 个海上风电项目，投资方为国有企业为主的有 60 个项目，占比 97%。其中国电投、龙源、三峡、中广核、华能都有多个项目，集中度较高。

图表34：海上风电项目统计



资料来源:联讯证券

海上风电尚处于成熟市场前期，且开发投资一个风场的投资金额较大，所以，目前基本以国有企业为主。我们认为，海上风电相比陆上风电，其前期、设计、施工等复杂程度更高，先入投资商积累的经验和技术能力将会为他们后续项目的获得，投资成本控制带来优势，行业将会有较高的先入壁垒。投资商的资金实力及技术实力将成为海上风电场发电成本的主要决定因素，2019 年之后的竞价环境下，那些先入的大型国有企业将成为海上风电投资的主角。



## （二）整机制造商：海上风电更需要效率和可靠性

2017年，国内海上风机新增装机共319台，新增装机容量达到116万千瓦，同比增长97%。共有8家制造企业有新增装机，其中，上海电气新增装机容量最多，共吊装147台，容量为58.8万千瓦，占比达到50.5%。

图表35： 整机制造商 2017 年新增装机

制造企业	额定功率 (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
	3000	5	15
	3300	1	3.3
远景能源	4000	50	200
重庆海装	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
总计		319	1163.8

资料来源：CWEA，联讯证券

截至2017年底，有业绩的海上风电机组整机制造商共11家，其中，累计装机容量超过15万千瓦的有上海电气、远景能源、金风科技、华锐风电，这4家企业海上风电机组累计装机量占海上风电总装机容量的88%，上海电气以55%的市场份额遥遥领先。上海电气采用的是西门子技术，西门子海上风电起步较早，风机在海上风电的市占率排名第一，可见海上风电投资商在选择风机供货商时，对于可靠性较为看重，因为主机的可靠性是决定后续维护费用的关键因素。

图表36： 2017 年国内企业海上累计装机容量

制造企业	装机容量/MW	占比
上海电气	1536	55.1%
远景能源	381	13.7%
金风科技	374	13.4%
华锐风电	170	6.1%
重庆海装	144	5.2%
湘电风能	58	2.1%
联合动力	54	1.9%
明阳智能	42	1.5%
东方电气	15	0.5%
太原重工	10	0.4%
三一重能	4	0.1%

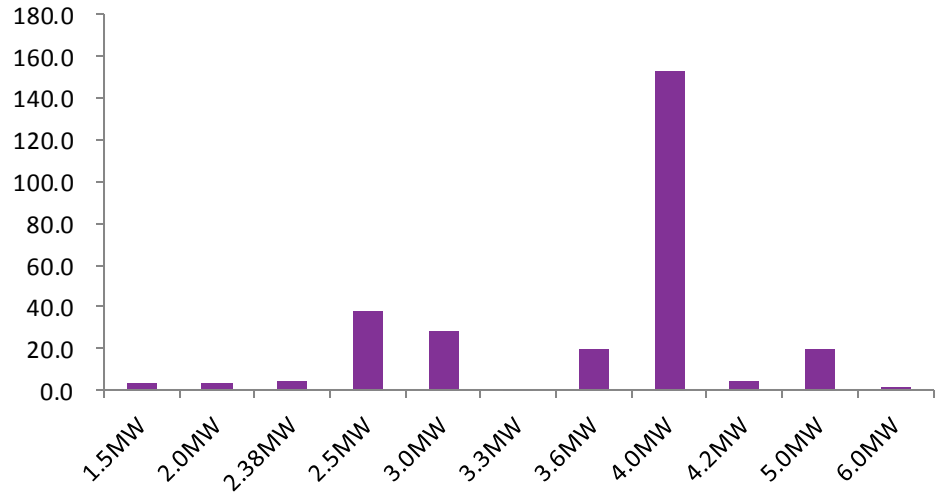
资料来源：CWEA，联讯证券

在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153万千瓦，占海上装机容量的55%，5MW风电机组装机容量累计达到20万千瓦，占海上总装机容量的7%，6MW风电机组吊装的仍是样机，尚未批量吊装。我们认为，未来海上风机的大型化将是必然趋势，因为大型化带来的风机效率的提升是海上风电的重要优势，同时，



单个风机容量更高后，也能够减少工程的建安成本，所以，能够制造更大机型的制造商将会获得更多的份额。

图表37： 2017 年国内海上风电不同功率机组累计装机容量



资料来源: CWEA, 联讯证券

我们认为，从项目的投资回报出发，海上风电投资商对于机组的可靠性和效率将更加注重，所以未来能够生产更大机型，并且质量有保证的整机制造商将获得更有利的地位，相比陆上风机，海上风机的参与厂家较少，且集中度有望进一步提升，将有利于保证制造商的毛利率水平。

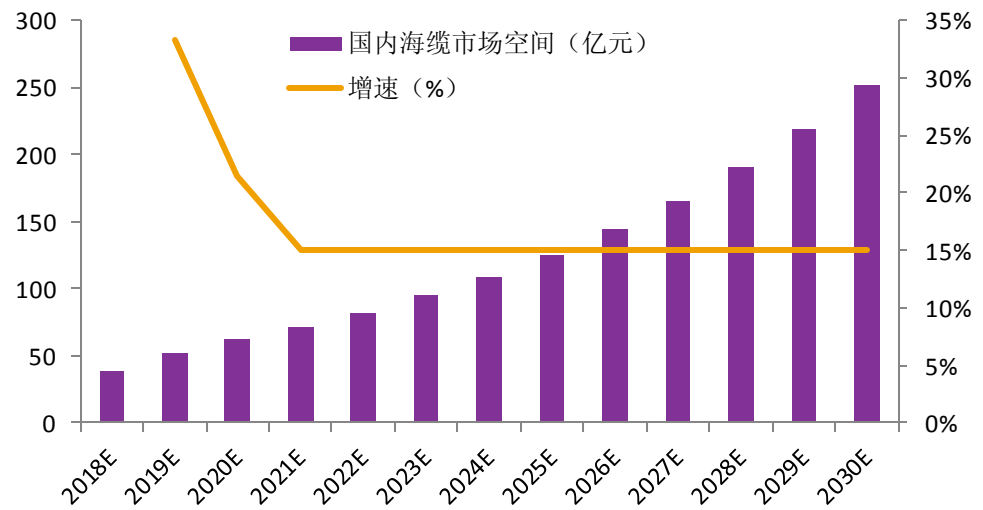
### （三）海底电缆：需求量稳定增长，市场空间巨大，格局稳定

海上风机所发电力需要有海底电缆输送到陆地，电力一般先由中低压海缆输送到海上升压站平台，经过升压后，再由高压海缆输送到陆地。海缆是海上风电的关键部件，海上风电新增装机增长，势必带动海缆需求量的增长。

我们按单个风场 300MW 考虑，平均海缆订单金额 5.5 亿元，则 2018 至 2020 年三年的海上风电海缆市场容量有近 150 亿元，平均每年约 50 亿元。我们保守预计在 2020 至 2030 年，国内的海上风电海缆市场容量年均复合增长率在 15%，十年市场容量 1500 亿元。考虑到海洋钻井平台，海岛开发等其他海缆下游市场的带动，国内海缆市场的增长将更为的快速。



图表38: 国内海缆市场空间预测



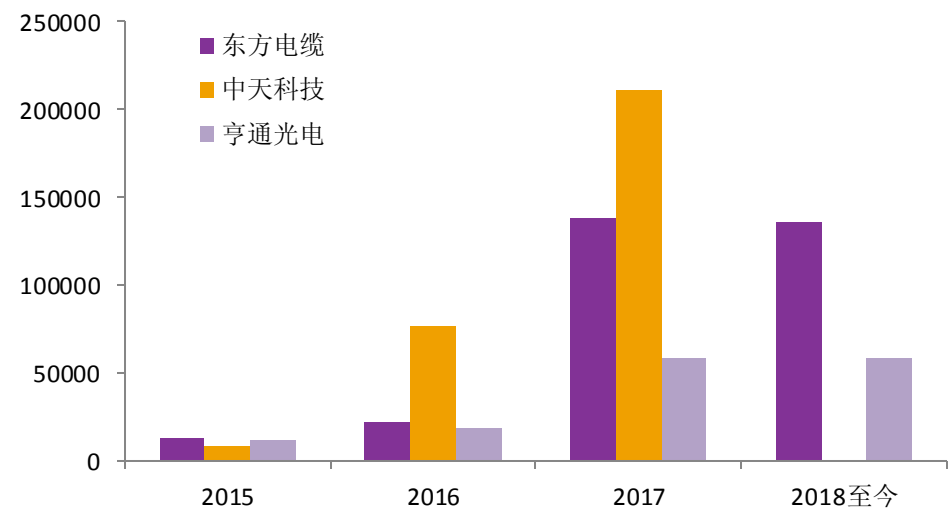
资料来源:联讯证券

目前,国内海底电缆企业主要有东方、中天、亨通、汉缆四家。海缆企业因为运输的需要,必须临近港口,企业的地理位置成了是否能够进入海缆市场的先决条件。

另外由于海缆的绝缘要求很高,特别是高压海缆,加之海底情况相比陆地更为复杂多变,所以 220kV 及以上海缆技术复杂、生产难度大,研发生产周期一般需要 2-3 年,研发完成后,需要实际工程业绩验证,所以,新入企业短期难以实现批量供货。

海缆的生产需要专业生产设备,不能用陆缆生产设备生产,生产场地也需要重新规划。海缆企业新增产能周期一般在 2 年左右,所以原有海缆企业也难以在短期内提升产能。

图表39: 各公司历年海缆中标金额(万元)



资料来源:公司公告, 联讯证券

目前各家海缆企业的订单比较饱满,尤其在 17 年,订单有明显的增长。由于前几年产能利用率不足,海缆企业基本没有大规模扩产,所以产能在未来 2 年相对稳定。我们认为,随着后续更多海上风电项目的招标启动,海缆供需将会处于紧平衡。

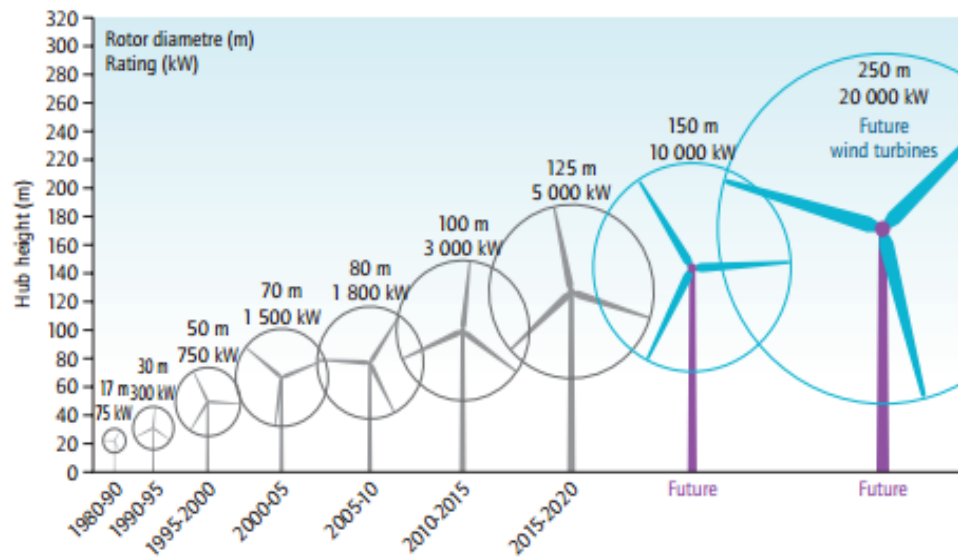


#### （四）关键零部件厂商：技术和地理优势决定未来市场份额

风机由多个零部件组装而成，一般可以分为风轮、机舱和塔架三大部分。机舱包含了风电机组的关键设备，包括传动机构、发电机等；风轮在机舱前端，由轮毂和叶片组成，它的作用是将风能传递给机舱内的传动机构；塔架则起到支撑风机机舱和风轮的作用，通常塔架越高，风速越大。

海上风电的大型化需要有更大的叶片，更高更粗的塔架，再加上海上的腐蚀性环境，对于零部件质量的要求将会更高。此外由于零部件大型化后，陆上运输能力受限的原因，部分大型零部件厂商需要临近港口，企业的工厂布局对于公司订单的获得影响较大。

图表40：风电机组规模变化情况



资料来源: IEA, 联讯证券

我们认为，海上风电行业对零部件质量要求的提升，对于行业内有稳定的质量体系保证，优良业绩及品牌知名度的公司，长期来看，会获得更好的发展。并且海上风电对于部分大型零部件的供应商有地域限制，所以我们更看好有临近港口布局的零部件供应企业。

## 六、投资建议

当前国内风资源较为丰富的三北地区由于自身消纳能力有限，外送通道容量有限等原因，导致弃风限电，无法大规模开发，并且在后续特高压输送通道项目投运之前，整体新增装机规模将受到一定限制。中东部和南方地区风电发展则面临风资源相对较差、环保、大型机组运输和施工难等问题。虽然国内海上风电之前发展不如预期，但海上风电完全没有三北地区和中东南部地区发展风电的这些障碍，极具发展潜力。并且国内海上风电正从新兴市场转向成熟市场，通过“学习曲线”，海上风电的发展将会提速，未来会成为新能源的主力。

从未来将受益海上风电行业高速发展的角度出发，我们推荐受益海上风电增长，弹性较高的海底电缆公司东方电缆，建议重点关注国内风塔行业领先企业，拥有海洋工程技术的泰胜风能，及发力海上风电机型的国内主机龙头企业金风科技。



图表41： 行业公司比较

代码	名称	股价	涉及风电业务	市占率(%)	市值(百万)	营收(百万)	PE(TTM)	PB(MRQ)	ROE(TTM)
<b>300129.SZ</b>	<b>泰胜风能</b>	<b>3.19</b>	风塔	<b>5-10</b>	<b>2,294</b>	<b>1,590</b>	<b>40.09</b>	<b>1.04</b>	<b>2.59</b>
002531.SZ	天顺风能	3.92	风塔	5-10	6,974	3,238	14.84	1.38	9.33
002487.SZ	大金重工	3.73	风塔	0-5	2,060	1,021	39.89	1.17	2.93
300569.SZ	天能重工	12.45	风塔	0-5	1,868	738	24.73	1.11	4.48
<b>002202.SZ</b>	<b>金风科技</b>	<b>11.44</b>	<b>风机、运营</b>	<b>28.00</b>	<b>37,770</b>	<b>25,129</b>	<b>11.79</b>	<b>1.83</b>	<b>15.01</b>
600416.SH	湘电股份	7.08	风机	5.00	6,697	9,706	-44.83	1.07	-2.40
600290.SH	华仪电气	4.11	风机、运营	1-2	3,123	2,178	51.01	0.75	1.47
<b>603606.SH</b>	<b>东方电缆</b>	<b>8.99</b>	<b>海底电缆</b>	<b>35.00</b>	<b>4,523</b>	<b>2,062</b>	<b>57.72</b>	<b>2.80</b>	<b>4.85</b>
600522.SH	中天科技	8.50	海底电缆	35.00	26,062	27,101	13.72	1.44	10.48
600487.SH	亨通光电	23.31	海底电缆	20.00	44,375	25,950	17.66	4.02	22.74
002498.SZ	汉缆股份	2.26	海底电缆	10.00	7,519	4,745	43.92	1.65	3.76

资料来源：联讯证券

## 七、风险提示

- 1、国内海上风电发展不及“十三五”规划目标；
- 2、海上风电电价下降过快，影响投资积极性；
- 3、海上风电发电成本下降速度不及预期。



## 分析师简介

韩晨，同济大学工学硕士，2018年5月加入联讯证券，现任电力设备与新能源行业首席分析师，证书编号：S0300518070003。

夏春秋，美国德州农工大学经济学硕士，2016年8月加入联讯证券研究院，现任电力设备与新能源行业研究员。证书编号：S0300517050001。

## 研究院销售团队

北京	周之音	010-66235704	13901308141	zhouzhiyin@lxsec.com
北京	王爽	010-66235719	18810181193	wangshuang@lxsec.com
上海	徐佳琳	021-51782249	13795367644	xujialin@lxsec.com

## 分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

## 与公司有关的信息披露

联讯证券具备证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：10485001。

本公司在知晓范围内履行披露义务。

## 股票投资评级说明

投资评级分为股票投资评级和行业投资评级。

### 股票投资评级标准

报告发布日后的12个月内公司股价的涨跌幅度相对同期沪深300指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：

买入：相对大盘涨幅大于10%；

增持：相对大盘涨幅在5%~10%之间；

持有：相对大盘涨幅在-5%~5%之间；

减持：相对大盘涨幅小于-5%。

### 行业投资评级标准

报告发布日后的12个月内行业股票指数的涨跌幅度相对同期沪深300指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：

增持：我们预计未来报告期内，行业整体回报高于基准指数5%以上；

中性：我们预计未来报告期内，行业整体回报介于基准指数-5%与5%之间；

减持：我们预计未来报告期内，行业整体回报低于基准指数5%以下。



## 免责声明

本报告由联讯证券股份有限公司（以下简称“联讯证券”）提供，旨在派发给本公司客户使用。未经联讯证券事先书面同意，不得以任何方式复印、传送或出版作任何用途。合法取得本报告的途径为本公司网站及本公司授权的渠道，非通过以上渠道获得的报告均为非法，我公司不承担任何法律责任。

本报告基于联讯证券认为可靠的公开信息和资料，但我们对这些信息的准确性和完整性均不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。联讯证券可随时更改报告中的内容、意见和预测，且并不承诺提供任何有关变更的通知。本公司力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或询价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在本公司及作者所知情的范围内，本机构、本人以及财产上的利害关系人与所评价或推荐的证券没有利害关系。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，须在允许的范围内使用，并注明出处为“联讯证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖意愿的引用、删节和修改。

投资者应根据个人投资目标、财务状况和需求来判断是否使用资料所载之内容和信息，独立做出投资决策并自行承担相应风险。我公司及其雇员做出的任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

## 联系我们

北京市朝阳区红军营南路绿色家园媒体村天畅园 6 号楼二层  
传真：010-64408622

上海市浦东新区源深路 1088 号 2 楼联讯证券（平安财富大厦）

深圳市福田区深南大道和彩田路交汇处中广核大厦 10F

网址：[www.lxsec.com](http://www.lxsec.com)