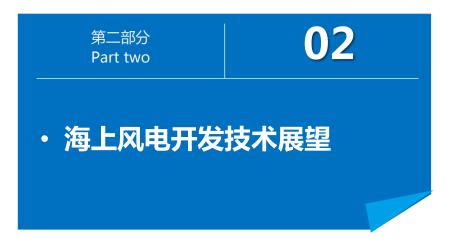


中国海上风电开发和技术展望

远景能源 魏辉 2019.11.15

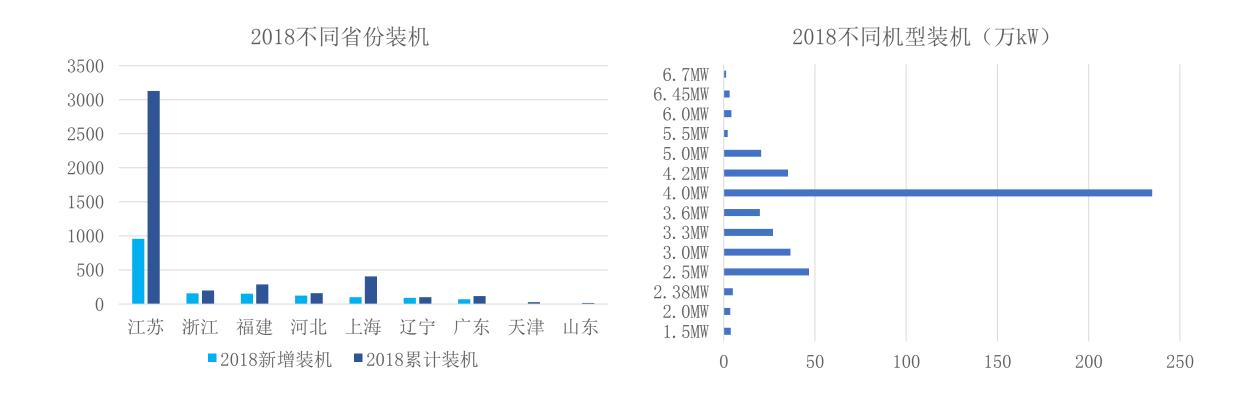
目录





中国近海海上风电开发现状

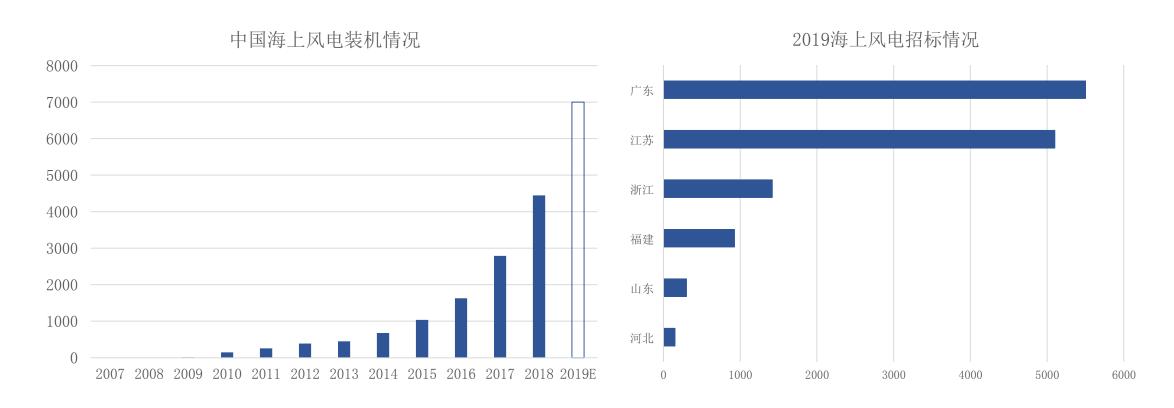
- 截至2018年底, 江苏占据中国海上风电装机的50%以上
- 上气、远景、金风占据中国海上风电装机的80%以上,4MW级占据60%以上





中国近海海上风电已进入规模化发展阶段

- 预计2019年底,中国海上风电装机规模将达7GW
- 2019海上已招标13GW+,其中9月/10月开标占比近40%,海上抢装潮凸显





中国海上风电进入竞争配置和补贴退坡阶段

"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。"

"将海上风电标杆上网电价改为指导价,2019年符合规划、纳入财政补贴年度规模管理的新核准近海风电指导价调整为每千瓦时0.8元,2020年调整为每千瓦时0.75元。新核准近海风电项目通过竞争方式确定的上网电价,不得高于上述指导价。

什么项目不参与竞价

什么项目参与竞价

2018年底之前 已核准项目 2018年底之前 未核准项目+确定投资主体 2018年底之前 未核准项目+未确定投资主体



新形势下海上风电开发程序

规划

- 县市省均可委 托规划
- 国家能源局会 同国家自然资 源部审定后予 以批复

竞争配置

- 省能源局下达 年度风电建设 工作方案和竞 争配置规则
- 省市组织地区 项目竞争配置
- 开发商提交竞 争投标文件
- 省能源局组织 第三方机构专 家对项目开展 评审和优选
- 公示并抄送国 家能源局

核准

- 权限: 省能源 主管部门(OR 市级)
- 项目用海预审 意见
- 社会稳定性评估
- 环境影响评估
- 通航安全影响 论证
- •海缆路由桌面研究

开工

- 电网批复
- 用海批复
- 环境影响批复
- 调查勘测及铺设施工许可
- 通航安全影响评估水上水下施工许可
- 陆地国土、环评等许可
- 电缆穿堤批复
- 施工许可

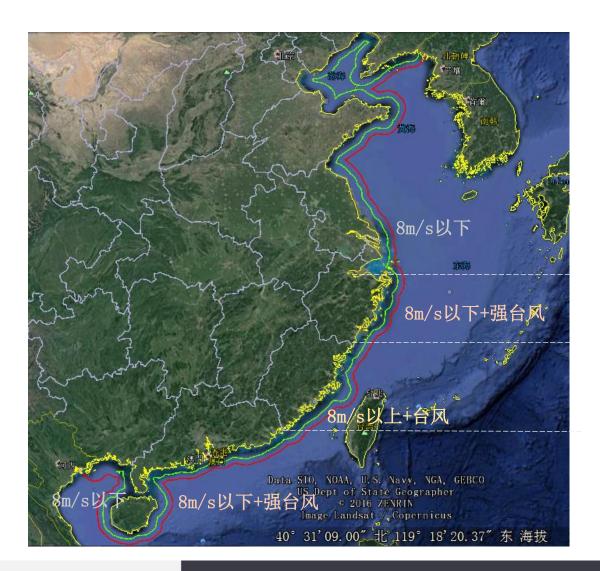


2019各省海上竞争配置规则

海上风电竞争性配置评分指标			
评分项	上海	浙江确定投资主体	浙江未确定投资主体
企业能力	25	20	25
投资能力	6	10	10
业绩	8	4	5
技术能力	6	2	6
企业诚信	/	4	4
产业带动/当地贡献	5	/	/
设备先进性	15	10	15
技术方案	20	10	20
已开展前期工作	/	10	0
接入消纳条件	/	10	0
申报电价	40	40	40



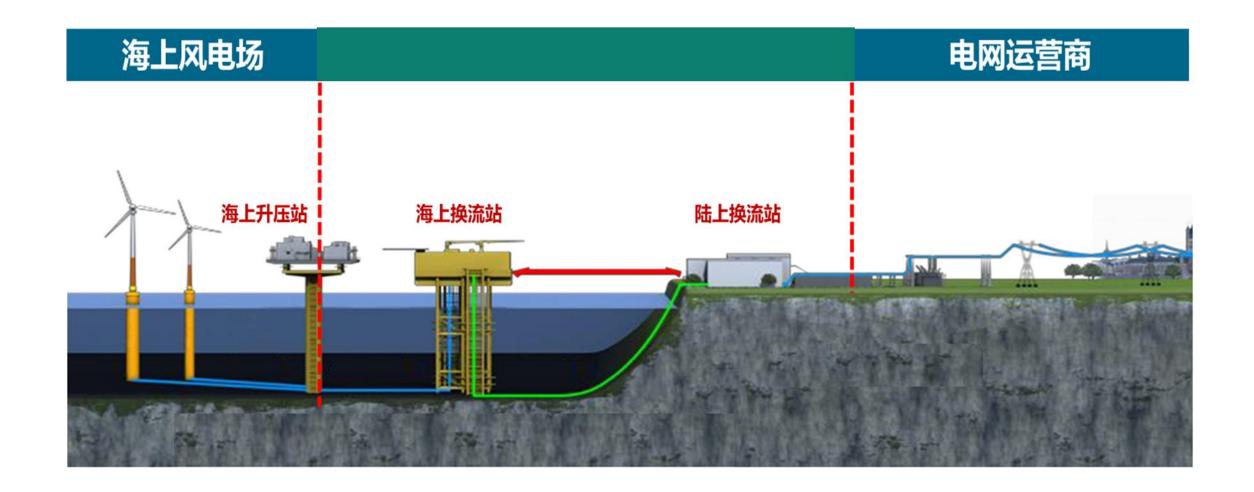
中国海上风电发展面临挑战



类别	欧洲	中国
年平均风速	8-12m/s	6.5-10m/s
极限风速	<50	>50
台风	少	多
淤泥层	浅	厚
基岩海床	少	多
温度	0~30	-20~40

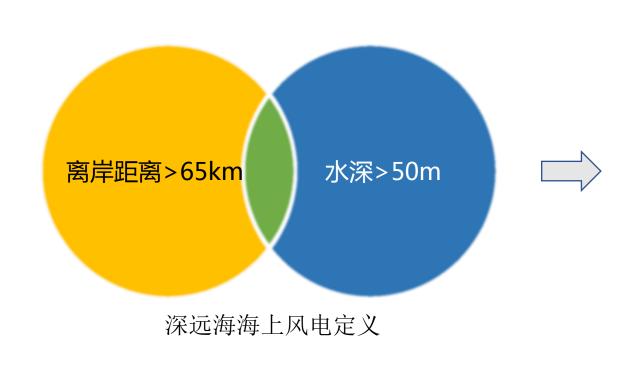


中国海上风电发展面临挑战





中国海上风电逐步向深远海发展





*《海上风电场工程风能资源测量及海洋水文观测规范》:

远海/近海风电场:场区距离海缆路由登陆点所在海岸线最近距离大于/不大于**65km**的风电场。

深海/浅海风电场:场区水深在理论最低潮位以下超过/不超过50m的风电场。



深远海风电开发需要政策支持

● 按照《联合国海洋法公约》&《中华人民共和国领海及毗连区法》,各国在专属经济区及以内的海域均享有开发自然资源的主权权利!



国内当前规划开发的海上项目基本位于各省领海线内的省属海域之内,但是毗连区与专属经济区海上风电开发尚无明确政策。



中国人大网 www.npc.gov.cn 浏览字号: 小 中 大 打印本页 关闭窗口

(2001年10月27日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过 2001年10月27日中华人民共和国主席令第六十一号公布 自2002年1月1日起施行)

目录

第一章 总则

第二章 海洋功能区划

第三章 海域使用的申请与审批

第四章 海域使用权

第五章 海域使用金

第六章 监督检查

第七章 法律责任

第八章 附贝

□第一章 总则

第一条 为了加强海域使用管理,维护国家海域所有权和海域使用权人的合法权益,促进海域的合理开发和可持续利用,制定本法。

第二条 本法所称海域,是指中华人民共和国内水、领海的水面、水体、海床和底

土。

本法所称内水,是指中华人民共和国领海基线向陆地一侧至海岸线的海域。 在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动,适 用本法。

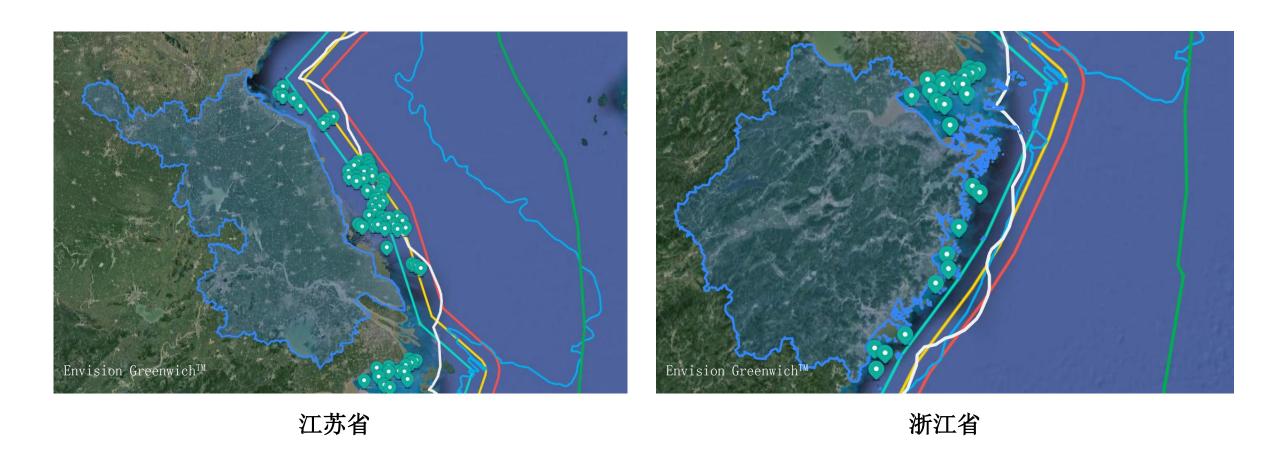
* 领海: 为邻接一国陆地领土和内水的一带海域, 我国领海的宽度从领海基线量起为12海里。

毗连区:为领海以外邻接领海的一带海域,我国毗连区的宽度为12海里。

专属经济区:专属经济区是领海以外并邻接领海的一个区域,从测算领海宽度的基线量起,不超过200海里。



不同省份海域环境特点差异较大



·领海线 —— 毗连区边界 —— 专属经济区边界 —— 离岸65km线 —— 50m等深线 😲 现有规划风场

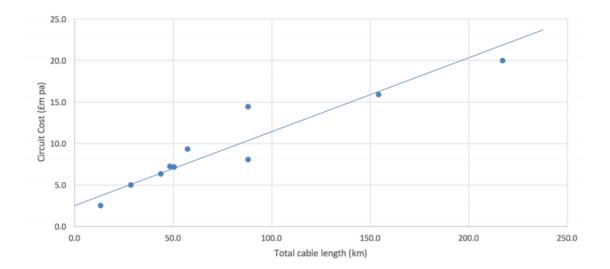


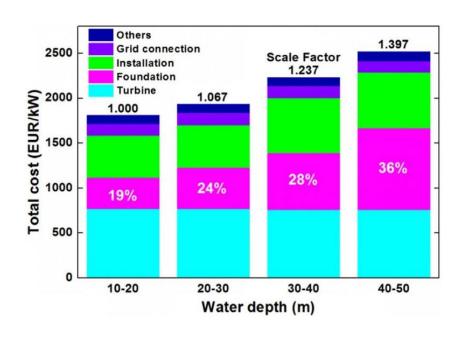
领海基线

远海电气与深海基础成本面临挑战

远海送出成本增加







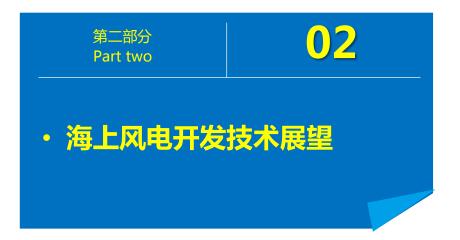


深海基础费用上升



目录





持续降低海上风电度电成本是发展方向

$$LCOE = \frac{\text{全生命周期成本}}{\text{全生命周期发电量}} = \frac{Capex + Opex}{EP} = \frac{P_{dynamic} + \sum_{t=0}^{n} \frac{P_{O_{s}M}(1 - R_{tax})}{(1 + r)^{t}} - \sum_{t=0}^{n} \frac{DR_{tax}}{(1 + r)^{t}} - \frac{S}{(1 + r)^{t}}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{E}{(1 + r)^{t}}}$$









度电成本

1.8分钱

发电量

100h

初始投资

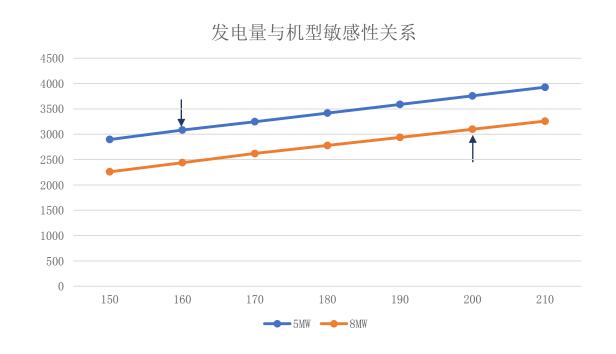
500元/kW

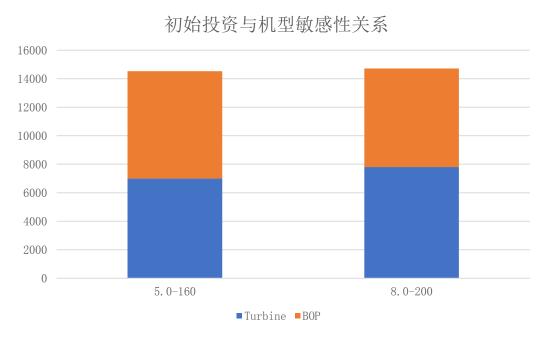
运维成本 40元/kW



发电量与投资的平衡,寻找最优的度电成本

- □ 发电量与单位千瓦扫风面积呈正相关,稳定性与兆瓦数成负相关
- □ 由于单台机组配套工程量增加,初始投资对机位数量不敏感







中国海域需要定制化的海上风机



中低风速超级抗台

交付保障

轻量化设计

高发电性能

极致可靠性

运维便利性

低初始投资

超低度电成本

电网友好性

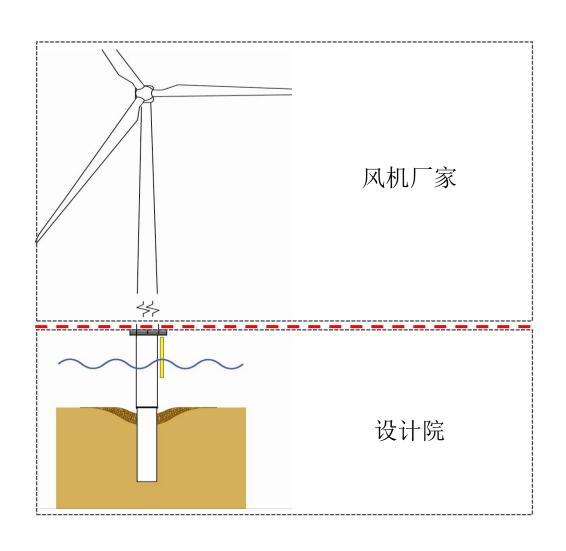
成熟供应链体系

超感知风机

严苛全面测试验证



一体化快速迭代设计降低初始投资



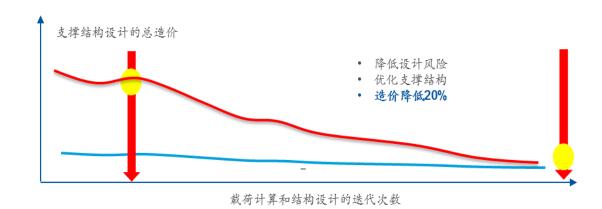
某海上风场: 水深6.5m, 7.6C-

□ 单桩优化: 设计从初始601.2t, 优化至467.02t, 减重

22%

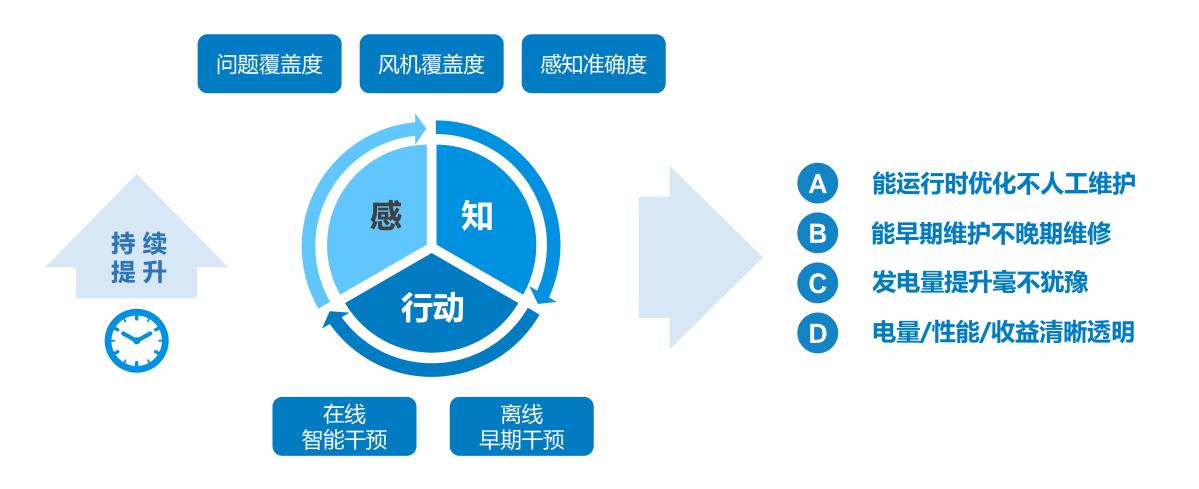
□ 塔筒优化: 从标准设计226t, 降低为206t, 减重8.8%

■整体重量优化18.6%





超感知技术降低海上风电运维成本

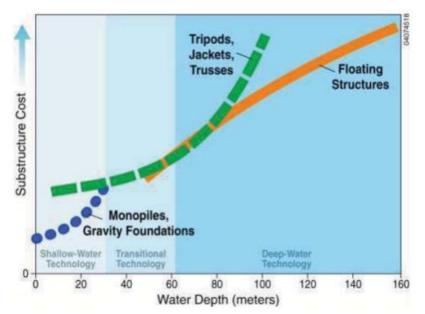


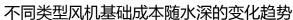


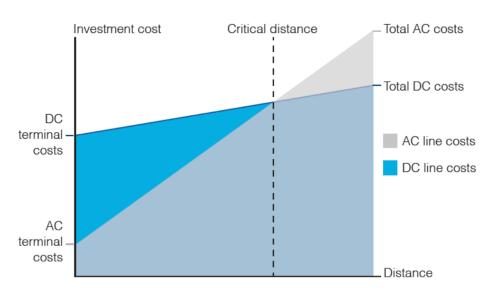
深远海开发需要更优的解决方案

柔性直流 vs 高压交流







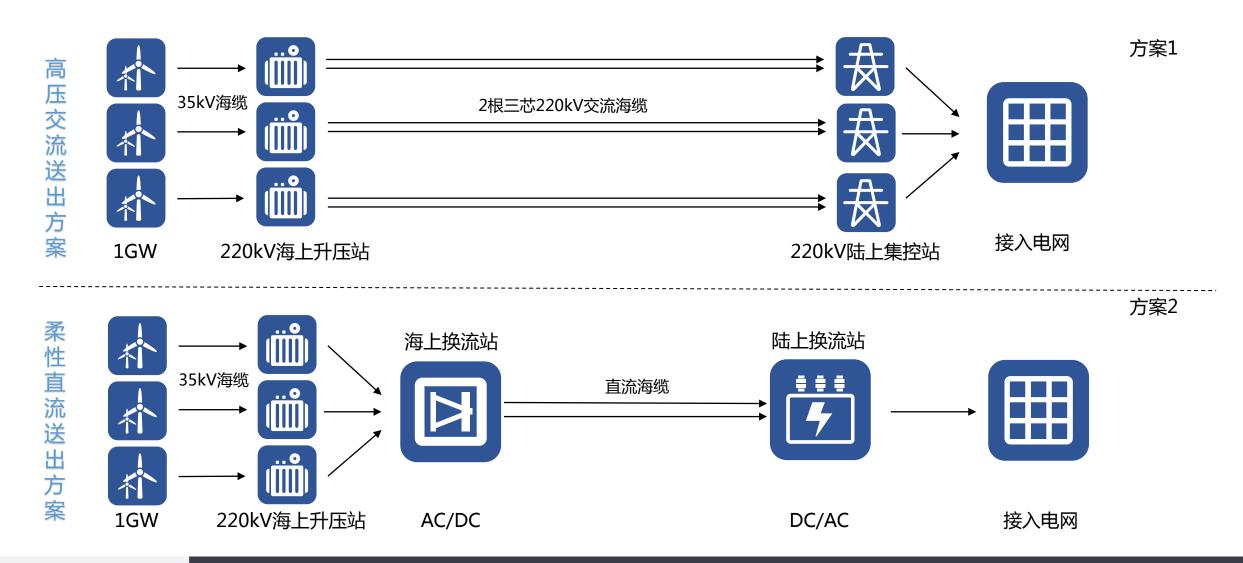


直流和交流送出成本随离岸距离的变化趋势

漂浮式基础 vs 固定式基础



常规远海电气送出解决方案





远景新型66kV风机柔性直流送出方案

方案3



风机侧

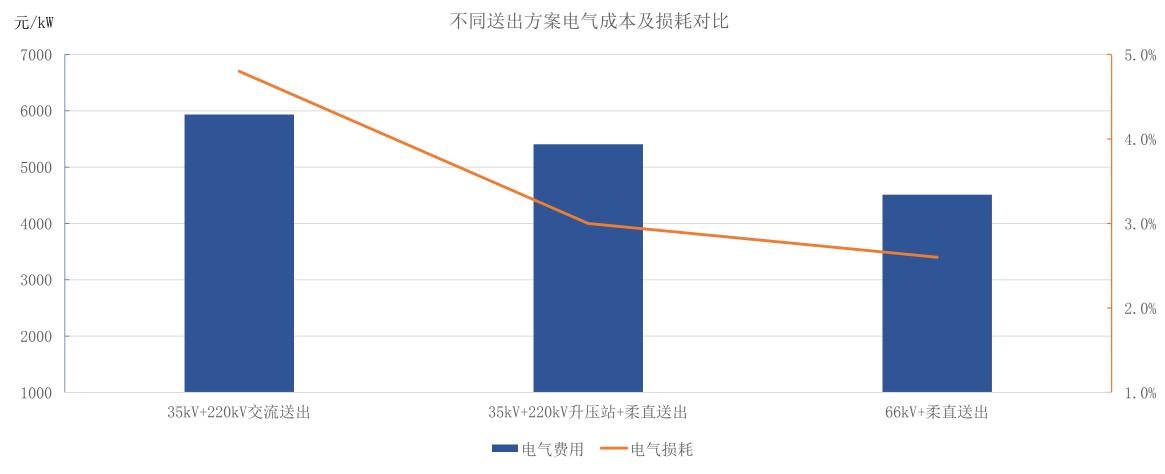
- 35kV干变,3.6米*2.7米*4.1米
- 66kV油变,3米*1.05米*2.7米
- 开关柜尺寸增加15%~35%
- 风机成本增加200~300元/kW

送出侧

- 66kV场内海缆路由减少30~40%,成本降低15~20%
- 66kV场内系统损耗更低,仅为35kV海缆损耗的62%
- 风机直接联接汇流站,节省220kV海上升压站及海缆
- 送出成本降低约900元/kW



新型66kV送出方案助力海上风电开发







常规深海漂浮式基础解决方案







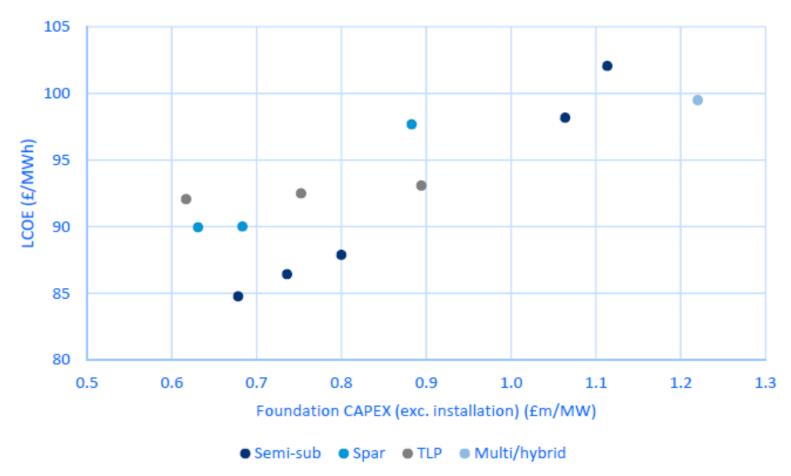








常规漂浮式基础面临供应链和造价双重压力



Source: Carbon Trust: Floating Offshore Wind: Market and Technology Review

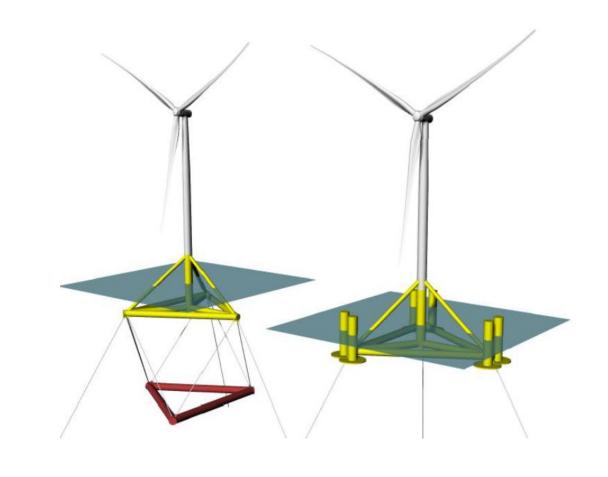
- 重量较大,7MW风机基础 2500t-10000t
- 配套的生产厂商及设备较为缺乏,产业化程度较低
- 切割、焊接、装配、搬运复杂,生产周期较长
- 需要在船坞完成组装
- 国外几种型式的漂浮式风电单位 干瓦基础造价(不含安装)都超 过5400元/kW



新型TetraSpar浮式基础助力海上风电开发

● 高度产业化,浮体可充分利用现有产业链

- 模块化设计,全部组件工厂制造,陆路运输
- 码头组装并吊装,直接拖运至现场即可
- 适应性强,可在40-1000+m的水深条件运行
- 浮体重量轻,8MW配套浮体仅需1200-1800t
- 简易悬链系泊系统
- 龙骨中的压载系统使基础具备较好的运动特性
- 龙骨可以排出压载水,并升至海平面进行定维
- 组装方便,拆除容易





海上风电与其他海洋经济协同发展



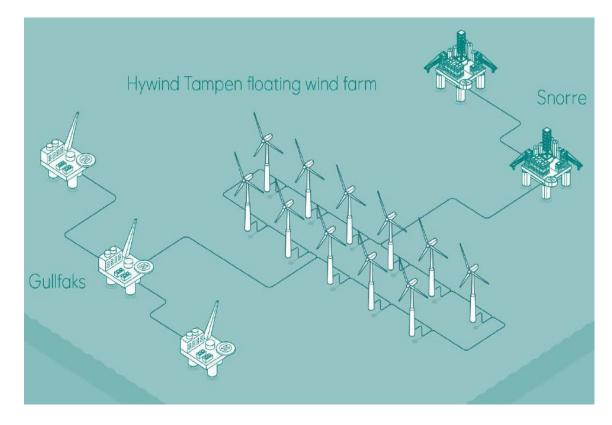
 Hydrogen generator Hydrogen storage containers Desalination Other processes (i.e. LOX, LN2, etc)

海上风电与海洋牧场多功能融合

配备海上制氢的风浪发电平台



海上风电与油气行业融合发展





海上风电直供油气平台

海上风电为油气开采注水





Thank you