

加速中国 漂浮式风电发展

如何通过英中战略合作来克服
关键技术和供应链瓶颈




GREAT
BRITAIN & NORTHERN IRELAND





Azure International

(安元易如)

深耕中国清洁能源市场

- 2003年成立，中国清洁能源咨询的领先机构
- 由工程师和分析师组成的团队为客户项目提供支持
- 在中国可再生能源领域的杰出业务网络
- 一系列优秀的项目案例和满意的客户
- 共计5GW以上超过15个陆上和海上风能和太阳能项目的尽职调查
- 区域层面的项目和招标内部数据库
- 用于预测弃风弃光以及电网价格的内部工具和模型
- 提供中国企业零碳战略咨询

我们的海上风电业务

• 市场研究与战略制定

基于我们的自有数据库和专家团队为客户提供市场研究和战略咨询服务，涵盖政策法规分析、市场进入路线制定、合作伙伴优选、市场预测、地域分析等。

• 供应链服务

利用我们的供应商网络、招标数据库和工程师团队，协助客户进入中国市场。

• 海上风电尽职调查

我们为中国市场的外国投资者提供全方位海上风电尽职调查服务，在多方面拥有独特的经验。

• 先进工程技术

与领先的欧洲工程技术公司合作，为中国海上风电企业提供先进工程设计和详细设计服务。



目录

前言	6
报告关键内容	8
关键发现	10
逻辑方法	12
中国漂浮式风电理论潜力	13
- 600GW漂浮式理论潜力	14
- 中短期机会	16
中国漂浮式海上风电政策及供应链近况	17
- 远海项目	18
- 漂浮式海上风电示范项目	20
- 漂浮式风电的独特挑战	22
- 中国供应链概览	24
- 供应链案例研究: 中国三峡沙扒项目	25
中英供应链合作途径	26
- 供应链缺口分析	27
- 英国为中国增值的关键领域	28
- 更广泛的行业利益	30
- 英国供应链的价值	31
- 战略协议路径图	32
附录	
- 缩略语表	33
- 英国主要漂浮式风电供应商名单	34
- 参考列表	40

前言：专家之言



吴侨文
英国驻华贸易使节

英国和中国在海上风电领域已建立了良好的合作关系，海上风电行业咨询组织的将于2022年举行第八届双边年会。在过去的八年里，海上风电已经从小众行业发展成为一个蓬勃发展的行业，成为全球电网脱碳的关键以及全世界共同努力将全球变暖限制在1.5度内的核心。

迄今为止，海上风电的大规模开发主要集中在近岸地区，行业现正在寻找在更远和更深水域的机会。随着城市寻求更丰富、更便宜的可再生能源，漂浮式海上风电 - 而不是基础固定在海底的海上风电 - 将成为该行业的未来。漂浮式风电使潜在的海上风电市场规模变为原来预计的三倍。

中国拥有全球最大的固定式海上风电装机容量26.GW，并得到众多一级制造商的支持。这份报告指出，鉴于中国海岸线的延伸和深水区，中国开发600GW漂浮式海上风电的技术潜力很大。这为中国在现有示范项目的基础上发展世界领先的漂浮式海上风电产业奠定了坚实的基础。

英国的固定式海上风电装机容量为10.4GW，仅次于中国，位居世界第二。在安装了两个商业化的漂浮式风电场后，英国还拥有世界上最大的漂浮式海上风电运营能力。英国计划到2030年有5GW的漂浮式风电投入运营。计划中的11个商业漂浮式风电项目总装机容量为15GW。这得到了来自不同行业的支持：大学、创新中心和产业集群已经开发出最先进的组件、系统和流程。

该报告指明了英国和中国双方合作的路径，以加快漂浮式风电在中国市场的部署，并为国际市场扩大中国部件和系统的开发规模。

非常感谢水电水利规划设计总院、中国循环经济协会可再生能源专业委员会、中国可再生能源学会风能专业委员会、英国海上可再生能源孵化器ORE Catapult和壳牌公司对中英漂浮式海上风电合作的支持。我希望我们能够在合作伙伴以及英国和中国风能行业的支持下落实这份报告的建议。让我们借此机会来开发更好的技术、实现更大的全球产能、建立更牢固的产业与产业间关系。



彭程 (水电水利规划设计总院院长)

中国深远海海上风电资源储量大，是未来中国海上风电高质量发展的重要领域。漂浮式海上风电是深远海风电开发的主要形式之一，市场空间广阔，对实现双碳目标具有重要意义。报告介绍了中国漂浮式海上风电的巨大潜力，分析了中英在产业链不同环节的比较优势，提出了未来双方合作的重点领域与实施路径。作为中英海上风电产业合作指导委员会中方牵头单位，我们期待中英双方发挥互补优势，深化务实合作，共同推动漂浮式海上风电商业化大规模开发，为全球能源转型贡献力量。



李丹 (中国循环经济协会可再生能源专业委员会执行秘书长)

近些年中英两国政府部门及企业在深远海固定、浮式海上风电项目安装与运维等领域多次开展深度合作，本报告也从中国发展漂浮式海上风电的理论潜力、政策支持、市场挑战以及中英海上风电供应链优势互补、中英供应链合作途径等几个方面进行探讨，以实现两国在互利合作中能共同推动浮式海上风电高质量发展的目标。报告中列出的浮式海上风电项目周期能力图谱，明显的发现了中英供应链之间存在极好的互补性，这为中英两国发展漂浮式海上风电克服关键技术和供应链瓶颈提供了一定的方向。在未来的合作中，英国和中国可以在研发项目上紧密合作，利用中国较为完善的供应链体系和英国在某些领域较为先进的技术能力，降低漂浮式海上风电的单位投资成本和度电成本，同时，中英两国在统筹海上风电建设时，应进一步提高产业集群化水平和基础设施利用效率，减少对海洋生态环境的影响。



秦海岩 (中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长)

伴随技术的成熟与成本的下降，漂浮式海上风电正在走向商业化应用，大大拓宽了全球海上风电产业发展空间。这份报告结合详实的材料，通过严谨的分析，展现了中国漂浮式海上风电开发的巨大潜力，以及中英两国围绕漂浮式海上风电展开合作的良好前景。从中，我们看到了漂浮式海上风电的“美好未来”。



David Findlay (U.K. Offshore Renewable Energy Catapult)

漂浮式海上风电既是巨大的挑战，同时也是不可多得的机遇。作为世界领先的海上风电市场，中国和英国处于有利的地位，有望在这未来几十年内增长最大的领域之一取得先发优势。Azure International (安元易如) 这份出色的报告突显了中国漂浮式海上风电的机遇和中英双方在供应链上合作的潜力，很好的填补了 ORE Catapult正在该领域进行的国际合作和市场参与工作。



张东烨 (壳牌可再生能源海上风电中国区总经理)

走向深远海，是中国海上风电未来发展的必然方向。在这一过程中，产业链协同降本增效对实现漂浮式海上风电的大规模商业化应用具有举足轻重的作用。

该报告通过收集大量信息和细致的系统分析，在如何发挥中英互补优势和联合解决技术卡点等方面做出了全面的阐述。为我们描绘了一幅产业链各方共同携手的“你中有我，我中有你”的漂浮式海上风电发展的未来图景。

报告关键内容

1 中国拥有600GW的漂浮式海上风电理论潜力

一项关于中国沿海的研究表明，中国拥有600GW漂浮式风电的理论潜力，其中有230GW位于80米深以上的水域。

2 中国与英国供应链互补性强

中英双方在供应链上互有优势。根据缺口分析显示，英国公司能够对中国的项目开发、运营及技术出口能力提供支持和帮助。

3 中英战略合作优势明显

在漂浮式风电供应链以及技术合作领域的战略合作伙伴关系能够推动中国漂浮式海上风电市场的发展，并加快全球向可再生能源的过渡。





关键发现：

中国漂浮式 风电潜力巨大 中英供应链 合作前景广阔

本报告总结了Azure公司在三个月内为英国政府进行的一系列报告和技术评估的主要发现。本报告是为更广泛的受众所设计，因此省略或修改了一些信息。

中国海域内筛选出600GW的漂浮式海上风电理论潜力。



图1: 中国600GW的漂浮式海上风电开发理论潜力

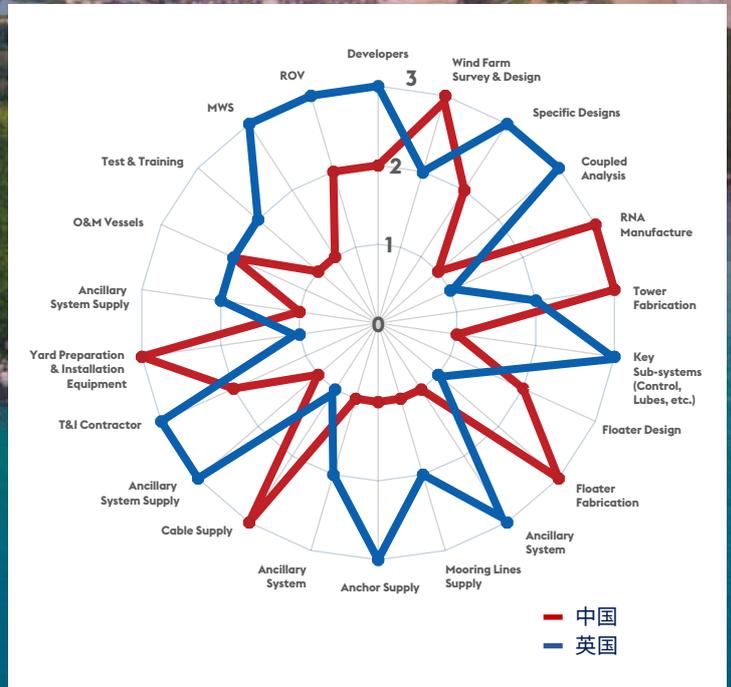


图2: 中英供应链的高度互补性

- 共4个省份的16个场址被列入最适合漂浮式风电开发的候选名单。为进入候选名单的每个场址收集了更多数据，如平均风速、离岸距离和水深。其中5个场址与已规划的项目开发区域有重叠。
- 缺口分析表明中国和英国漂浮式风电供应链之间具有高度互补性。中国拥有众多强

大的一级供应商，而英国在大量的关键技术和完善的二级和三级供应商方面拥有独特而强大的能力。

- 中英双方在项目联合开发、供应链交流、研发合作等方面有很多合作机会。

分析思路：

研究中国的漂浮式海上风电市场 以评估潜在机会

此次分析研究旨在满足“更好的了解中国漂浮式海上风电行业”这一需求

- 随着海上风电在中国进入商业化阶段，仅2021年国内的装机容量就达到16.9GW，在过去的几年该行业的关注度越来越高。中国的海岸线长约32,000公里，据估算，中国沿海可容纳数百GW的海上风电。然而在一些区域，水深过深或海床条件等因素对传统的固定式海上风电开发带来了困难。在这种情况下，漂浮式海上风电技术成为一种具有吸引力的替代方案。
- 漂浮式海上风电在中国处于示范性阶段，仍需要做大量工作来了解哪些地区适用于漂浮式海上风电技术，哪些地方政府和行业参与者将受益于漂浮式海上风电项目的部署。Azure International 受英国国际贸易部驻中国分部的委托，对中国四个省份进行相关研究。

我们进行了为期三个月的全面研究，以评估英国漂浮式海上风电开发商和供应链参与者的机会

- 完整的研究包括四个部分：可行性评估、详细报告、技术评估和参与策略。（见图3）
- 本报告总结了以上四个部分的关键发现，以支持更广泛的市场情报。本报告是为广大受众设计的，因此收集到的一些信息已被省略或修改。



图3: 为期三个月、由四个部分组成的研究，以评估英国漂浮式海上风电开发商和供应链参与者的机会

可行性评估

漂浮式海上风电开发潜力评估并确定短期内适合漂浮式风电项目开发地点

详细报告

中国市场参与者和决策者、政策、流程和审批机制的介绍；本地供应链及缺口分析

技术评估

基于报告中发现的差异，评估英国对中国的出口能力；指出中英合作机会

参与策略

英国参与者获得中英预商业化漂浮式海上风电项目许可的途径



中国漂浮式 海上风电理论 潜力及选址



中国 600GW 漂浮式 海上风电 理论潜力

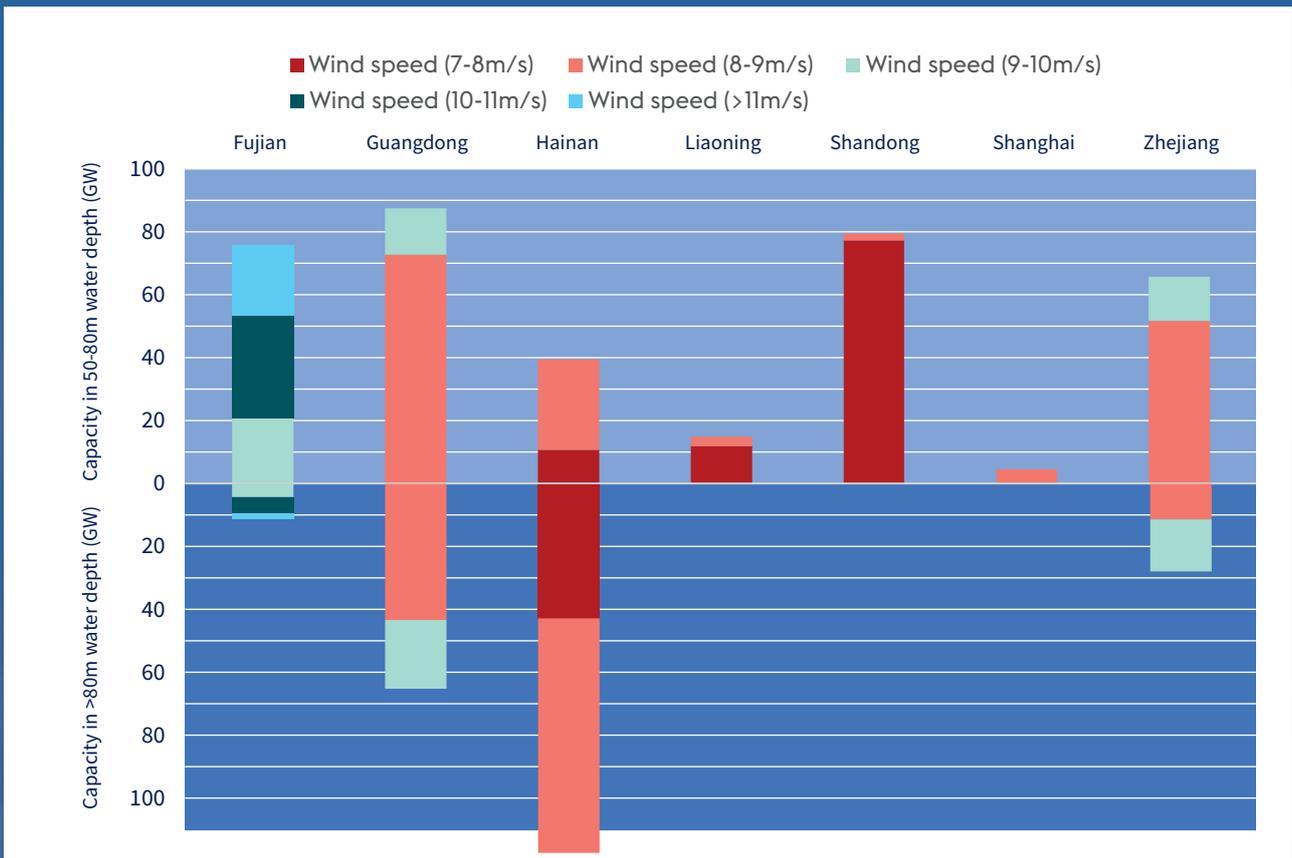


图4: 各省份漂浮式风电理论潜力解析

评估中国漂浮式海上风电理论潜力

- 我们考虑海岸150km范围内的区域，并假设密度为3.125MW/km²（固定海上风电风密度的一半）。
- 我们对水深在50-80m和>80m之间进行划分。

漂浮式海上风电理论潜力:

50-80m	>80m	总数
370GW	230GW	600GW*

- 大部分位于广东和海南。福建的潜力也很大，风速极佳。考虑到离岸距离，海南东部最具吸引力。

* “理论潜力”是指综合考虑各种技术条件（如：水深、离岸距离等）后所估算得出的最大容量。技术条件并不包括海域使用的限制因素。实际海上风电规划与开发的容量会少于理论潜力。

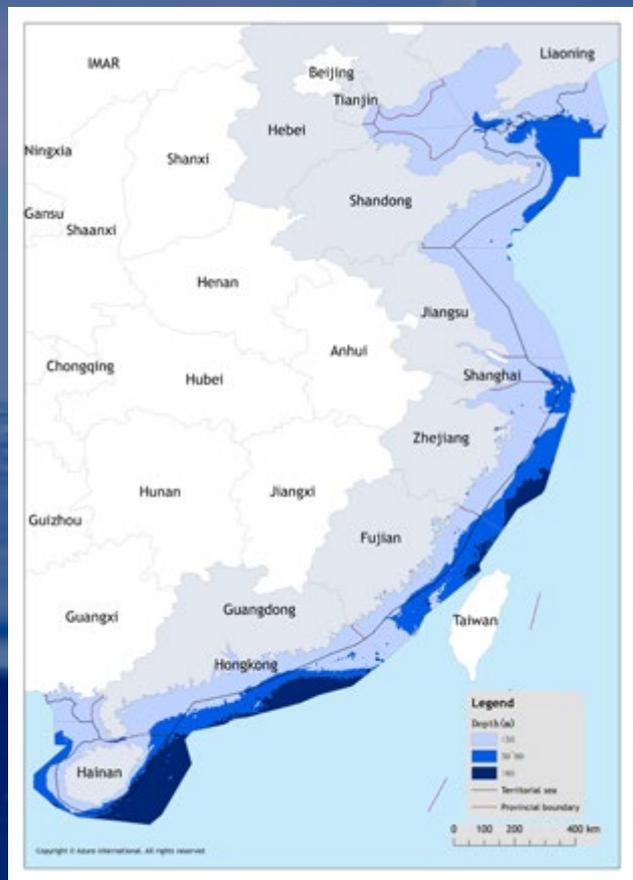


图5: 中国沿海水深

近期和中期的机会

专注于可用于短期和中期开发的场址

从上一页可以看出，漂浮式海上风电的理论潜力非常大。然而，很少地区适合在中短期内开发一个漂浮式项目。在Azure选定的16个中短期项目开发场址中，有5个总容量为3GW的场址与已规划的项目区域重叠*。这部分区域将是短期开发机会的主要目标。

将离岸距离和平均风速作为函数变量，对每个场址的LCOE进行计算评分。开发一个评分系统对场址进行排

名，不仅考虑技术条件（风速、水深等），同时也考虑供应链和政策组成的部分。

可以看出，这些场址具有非常好的条件，其中四个场址的风速都超过了8m/s。有三个规模在500MW或以上的场址与已规划的项目区域重叠。其他重叠规模较小的场址也可能会欢迎漂浮式示范项目。还有一些场址并不在已规划的海上风电开发区域内，但属于在海上风电领域积极布局的城市，这也会使得这些场址成为潜在的候选者。



与选定省份的规划项目区域重叠的五个场址

场址	离岸距离 (km)	平均风速 (m/s)	平均水深 (m)	已规划区域内的漂浮式风电开发潜力 (MW)	场址面积	LCOE 评分	省政策是否提及该城市	当地供应链	是否已有漂浮式风电项目	总体评分 (最高12分)
1	130	9.3	-69	971	大	62	是	优秀	否	9
2	65	9.3	-53	1,174	大	78	是	优秀	否	10
3	85	8.6	-53	121	大	61	是	优秀	是	10
4	35	8.6	-70	236	大	77	是	差	否	8
5	25	7.7	-90	500	大	76	是	差	是	8

* “已规划项目”是指已纳入市或省海上风电规划的场址。本报告仅考虑已公开位置的已规划项目。

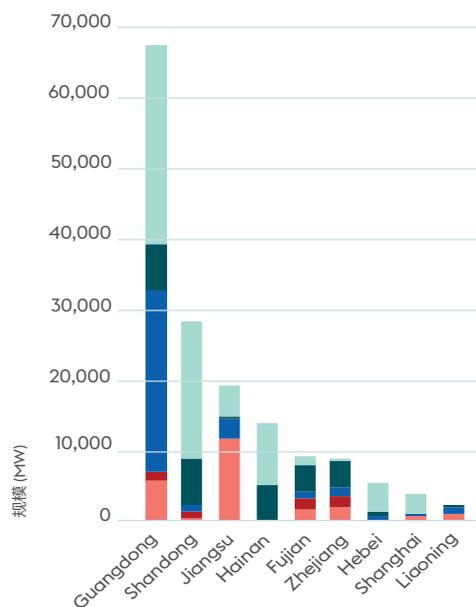


中国 漂浮式 海上风电 政策及 供应链近况

“深远海”

中国的 下一个 重大挑战

中国各省海上
风电装机情况
(2022年第一季度)



- 受严格的补贴政策推动，中国的海上风电市场在2021年呈爆发式发展。
- 2021年有16.9GW项目并网，目前总容量达到~24GW。
- Azure估计有超过150GW的新增规划容量，这些容量可能在10到15年内建成，其中大部分在领海内的50m水深范围之内。
- 与此同时，国家当局已开始推动专属经济区的积极规划，重点关注“深远海”。
- 其中一些政策鼓励漂浮式风电开发，市场参与者和省级当局正在采取一些初步推动措施。Azure预计漂浮式海上风电在“十五五”期间可能会加速增长。

国家能源局引领规划和监管

- 国家深远海海上风电规划取得初步成果
- 深远海海上风电项目开发管理办法正在编制中
- 选定山东半岛、长三角、闽南、粤东、广西北部湾5个海上风电基地

地方监管机构在地方层面促进国家政策

多个省市级主管部门已将深远海海上风电纳入可再生能源“十四五”规划，例如

- 浙江省和揭阳市（广东）：开发专属经济区项目
- 福建：开展深远海海上风电示范项目
- 山东：逐步推进深远海开发；选址示范项目，推广漂浮式风机基础等创新应用
- 江苏：规划研究GW级深远海海上风电基地

市场参与者跟随政府的领导 企业积极参与建设

- 三峡集团、国家电投、国能投等国有企业开始进军深远海市场
- 金风科技、明阳集团、中船海装等主机厂纷纷投资漂浮式技术

中国漂浮式海上风电示范项目现状



- 目前，漂浮式项目1个在运行，2个在建，6个处于设计或研究阶段。目前有5个项目可以被认为是处于启动状态。
- 中国漂浮式风电研究始于2010年代初，当时金风科技获得了“863计划”先进漂浮式风电研究的资金。
- 在2010年代中期，有一些早期的漂浮式示范项目研究计划，例如上海绿能集团项目，但没有实际行动。
- 2019年，中船集团漂浮式风电设计及示范工程获得国家资助。同时，明阳集团不断将资源投入到自身的漂浮式风电研发中。
- 2021年，三峡集团携手明阳集团，实现中国首个漂浮式风电示范安装运行。中船集团的示范项目将于2022年进行安装。同时，越来越多的项目正在进行中，例如中海油集团或龙源集团项目。



01 三峡“引领号”

- 中国首个漂浮式风电项目
- 位于广东阳江沙扒
- 35米水深
- 采用明阳5.5MW机组
- 上海院承接浮体设计工作
- 于2021年正式运行

02 中船集团“扶摇号”

- 中国首个深水漂浮式风电项目
- 65米水深
- 采用海装6.2MW机组
- 建造中，预计2022年完工运行

03 海南商业化项目

- 中国首个商业化漂浮式风电规划项目
- 处于规划阶段

04 上海绿能漂浮式风电项目

- 2016年首个漂浮式风电项目
- 40米水深
- 华锐6MW机组+半潜式基础
- 上海电气3.5MW机组+张力腿基础

05 龙源福建项目

- 计划于2023年投产
- 35米水深
- 预计采用4MW机组
- 漂浮式风电与养殖网箱结合示范项目

06 中海油漂浮式风电项目

- 中海油漂浮式风电项目
- 海南文昌海域
- 设计水深120米
- 发电直供文昌13-2B平台
- 处于项目施工阶段

中国正在积极开发5个漂浮式风电项目



漂浮式海上风电带来的独特的挑战

与固定式海上风电相比，漂浮式海上风电面临着独特的技术、监管和市场挑战：

激励政策	<ul style="list-style-type: none">• 仅有国家或省级科技部门的研发津贴• 无专项电价补贴来实现漂浮式风电的大规模应用
审批程序	<ul style="list-style-type: none">• 投资密集型的“产业换资源”场址分配措施为漂浮式风电项目设置了障碍。• 有利于漂浮式风电发展的50m以上水深海域大部分在专属经济区内。由于专属经济区使用(如海域使用)的审批程序和相关法律法规不完善，在专属经济区内开发漂浮式风电的许可程序比较模糊，并且该区域属于中央政府管辖。
固定式仍具有很强的优势	<ul style="list-style-type: none">• 目前规划的项目几乎都位于平均水深小于50m的区域(不含已运营项目，共计约150GW)。固定式海上风电在这些区域仍然具有很大的优势，并且显示出了足以让该行业繁荣十年的能力。• 固定式海上风电仍在努力实现平价上网并确保其在中国能源系统中的地位。对很多市场参与者来说，漂浮式风电可能并不是一个优先选项。
漂浮式风电供应链的不成熟	<ul style="list-style-type: none">• 当前供应链主要集中于固定式海上风电• 漂浮式风电的关键部件和技术在中国仍是全新的领域(例如浮体设计、动态电缆、系泊系统、运维挑战等)。• 能够提供漂浮式风电设备陆上安装服务的港口和码头稀缺。
合同框架	<ul style="list-style-type: none">• 设计院、风机制造商和其他参与者之间需要一种全新的、多维度的合作模式来设计开发漂浮式风电系统。• 如果建造施工单位希望规避在这片新领域的风险，EPC框架(目前中国建造施工的主流模式)可能不适合漂浮式风电开发。• 损失和责任在多合同商业框架中尤其难以协商，并且难以提供整体系统质保。



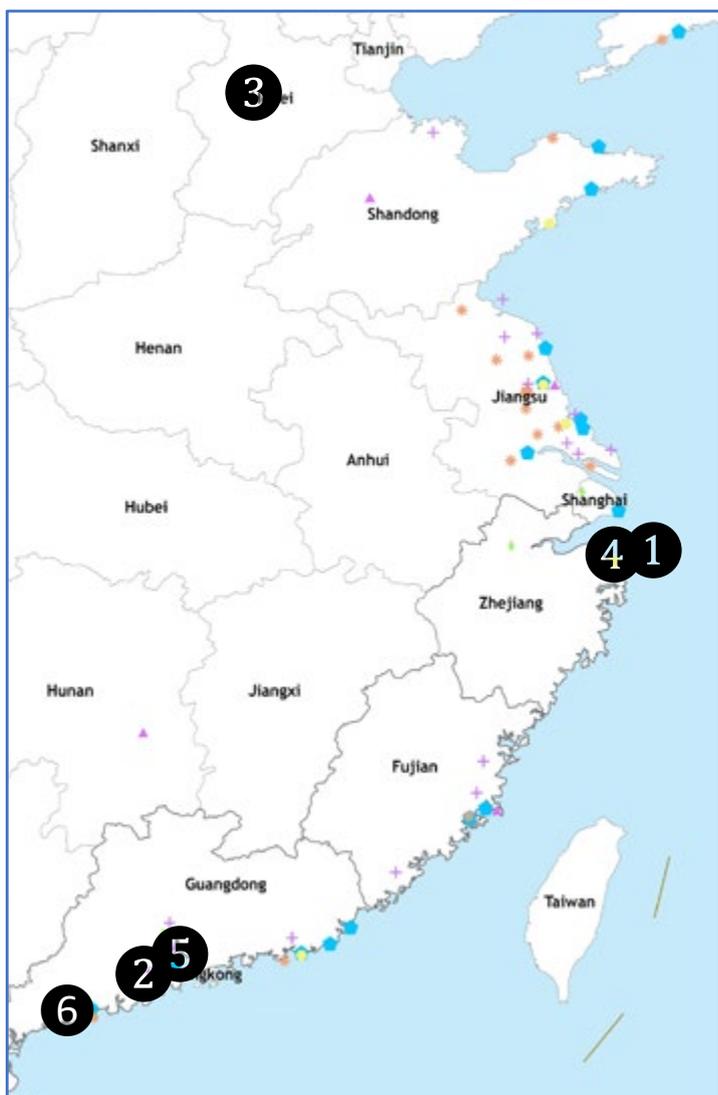
中国海上风电供应链概览

目录		现状	主要参与者示例
工程设计(设计院)		设计研究院在规划、开发(预可研、可研、环评等)、工程设计(初步和详细设计)、施工(现场支持、竣工图)以及设计等所有阶段都发挥着关键作用,并对其设计提供质保。如今,设计研究院正在将业务扩展到 EPCI 领域。	
采购	风机主机厂	中国海上风电风机主机厂在装机容量和技术进步方面一直非常活跃。	
		2021年海上风电装机16GW; 到2021年累计海上风电装机24GW; 前5名主机厂占据了90%以上的市场。*	
		海上风机已从 4-5MW 增长到 10MW+ (11-16MW 范围内的几个机型处于原型/设计阶段)。东方电气 10MW 机组处于商业化生产阶段, 明阳 11MW 和中船集团海装 10MW 机组已经中标并将于 2022/2023 年完成。	
	塔筒和基础	制造商来自陆上风电供应链(塔筒制造商)或海洋工程供应链(如桥梁/造船/海上油气)。有能力的制造商遍布中国沿海。	
	浮体	现有的漂浮式风电浮体制造商大多是海上油气供应商或涉及海洋工程业务的造船厂。惠生海工和黄埔文冲造船厂为中国前两个漂浮式风电示范项目提供了浮体建造。	
	电缆	中国海缆企业技术实力雄厚, 品质优良, 具有 35/220kV 及更高电压等级 (66/400/500kV) 的丰富业绩案例。东方电缆为三峡集团阳江沙扒项目(中国首个漂浮式示范项目所属项目)供应了首条动态电缆。	
	系泊系统	中国的系泊供应有限, 部分供应商能够提供高品质的应对重型/恶劣条件下的系泊链和锚。亚星锚链是行业的领先供应商。	
建造安装		与结构制造商一样, 建造安装承包商大多来自桥梁/港口或海上油气领域。这些参与者在过去几年通过参与中国 24GW 的海上风电装机容量获得了相关经验。	
		由于不需要复杂的海上基础安装和风机吊装, 因此漂浮式风电建造安装在某种程度上更简单。	

注: 所列的公司徽标仅用于说明目的, 其它行业内知名公司暂未包含在内。

漂浮式风电开发需要
全国业内供应商合作：

中国三峡沙扒 项目案例研究



供应链亮点

- 中国首个漂浮式示范项目已安装在位于阳江（广东）的三峡集团沙扒海上风电项目的机位点。
- 基于首个示范项目对供应链带来的挑战，此项目关键部件来自中国不同地区。
- 浮体由专业海工公司惠生在舟山（浙江）制造，然后湿拖约900海里到广东茂名港。
- 动态电缆由东方电缆在浙江生产，该公司同时还为沙扒风电场的其他机组供应电缆。
- 风机机组由明阳集团在其附近的广东生产基地生产供货。
- 该项目采用创新的系泊系统，部分采用由河北一家专门从事起重机和起重工程吊索设计生产的供应商生产的不锈钢绳，以及部分进口的混合解决方案。
- 建造安装承包商为广州打捞局，其也是整个沙扒项目的承包商。
- 尽管项目位于阳江（中国领先的固定式海上风电产业基地之一），但首个漂浮式风电示范项目的组件很少来自当地。

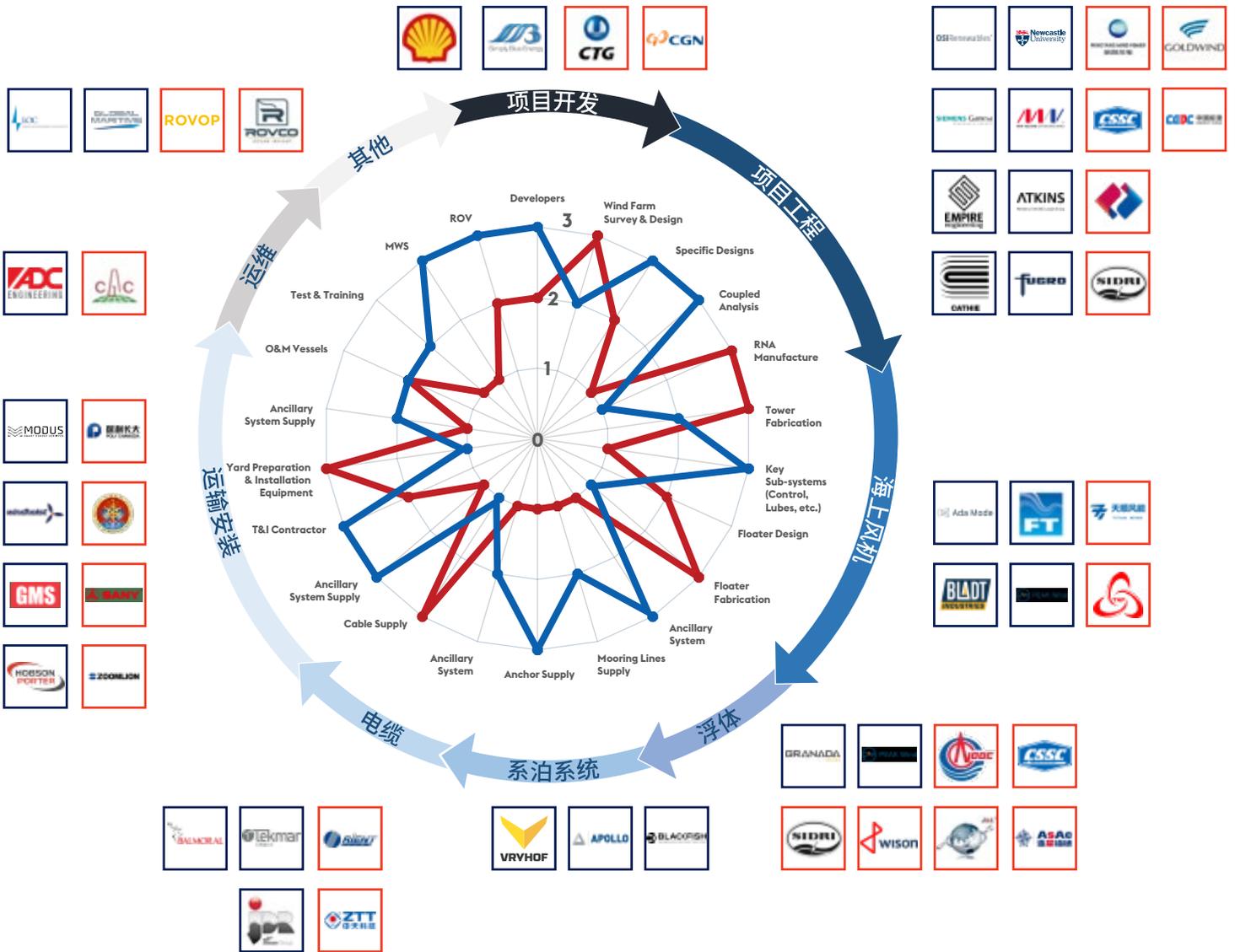
编号	项目	供应商
1	浮体	惠生海工
2	风机	明阳集团
3	系泊系统	巨力索具
4	动态电缆	东方电缆
5	建造施工方	广州打捞局
6	组装	茂名港



中英漂浮式 海上风电 合作机遇

注：所列公司并不完整。请参阅附录以获取更完整的列表。

— 中国
— 英国



英国和中国供应链之间的强大互补性

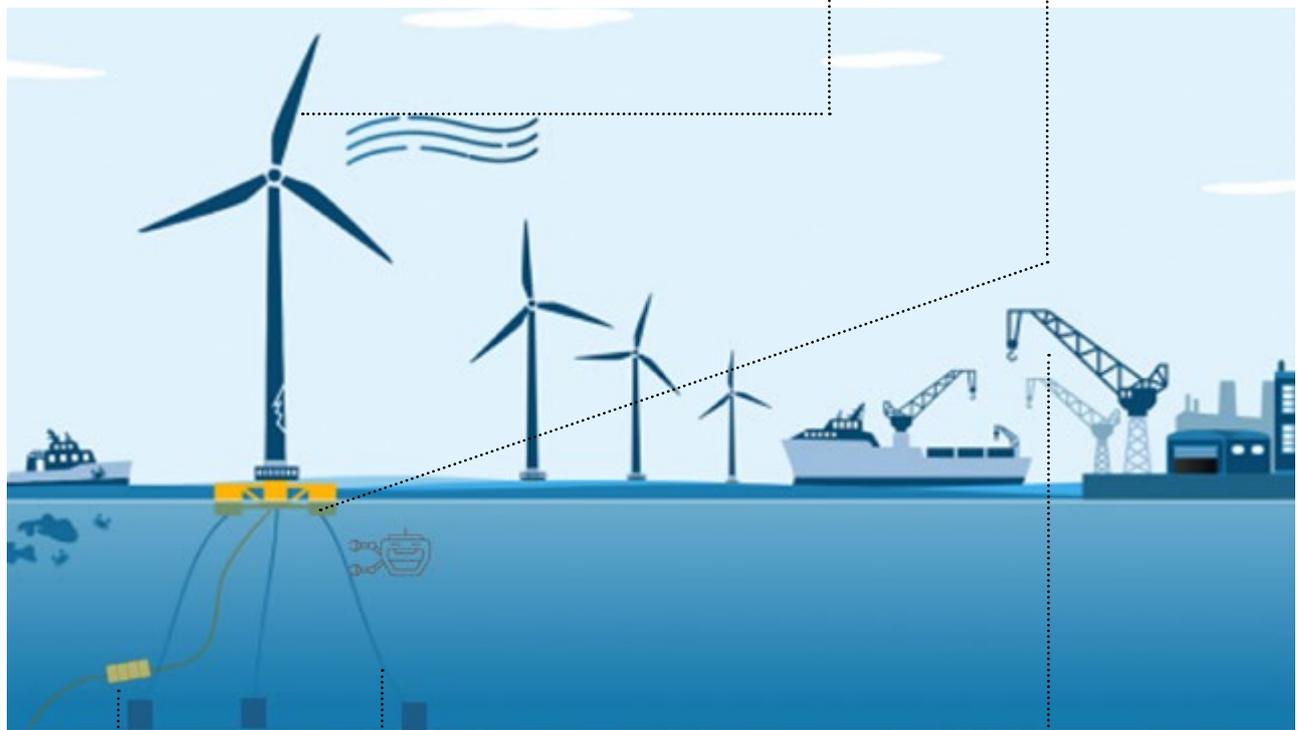
- 基于对漂浮式海上风电供应商和公司的快速评分，我们建立了全项目周期的能力图谱。
- 能够很明显的发现中英供应链之间存在极好的互补性。
- 中国拥有众多强大的一级供应商，涵盖项目工程、风电机组、浮体和系泊设备制造以及运输和安装。
- 英国拥有独特而强大的技术能力，涵盖如耦合分析、系统优化等众多关键技术，以及拥有实力强劲的专注于浮体、系泊辅助系统、以及运输安装和运维等其他领域的二级和三级供应商。

英国在中国供应链中增添价值的关键领域

- 英国开发商可以利用其资本实力和技术能力在中国投资/开发海上风电，并引进国际最佳实践和技术来优化项目的投资成本(CAPEX)和运营成本(OPEX)。
- 由于数十年的投资经验，英国积累了强大且先进的技术能力，可以帮助中国进行工程设计、测试、耦合分析以及其他技术分析和优化。
- 中国虽然拥有强大的漂浮式风电系统主要零部件供应链，但仍缺乏高技术含量、高附加值的若干子系统及配套设备能力。
- 得益于英国先进的海上风电进展，英国供应商在运输安装和运维服务和产品方面积累了丰富的经验，可以在这些领域为中国提供价值。

填补供应链缺口

<h3>项目</h3> <ul style="list-style-type: none"> 项目开发 资本投资 	<h3>研发</h3> <ul style="list-style-type: none"> 设计、测试等  <h3>运维</h3> <ul style="list-style-type: none"> 运维设备 运维专业知识 	<h3>风机</h3> <ul style="list-style-type: none"> 耦合分析 测试、认证等 辅助设备(电子器件、传感器) 	<h3>浮体</h3> <ul style="list-style-type: none"> 浮体设计 辅助设备(压载系统、绞盘、起重机等) 
--	---	---	--



<h3>海缆</h3> <ul style="list-style-type: none"> 动态电缆设计分析 辅助设备(浮箱, 海缆保护系统等) 	<h3>系泊系统</h3> <ul style="list-style-type: none"> 系泊系统设计 先进的系泊材料 连接器 锚泊设计 	<h3>运输安装</h3> <ul style="list-style-type: none"> 运输安装专业知识 验船师 运输安装设备和设备(水下机器人、检查、监控、个人防护设备等) 船型设计 
---	--	--

互补的 供应链可 带来诸多机会

- 中英供应链各有优劣，相对互补。
- 供应链和研发的合作将使两国的行业利益相关者受益。



英国和中国可以在研发项目上紧密合作，解决技术缺失或现有技术痛点，例如：

- 漂浮式风电一体化设计分析
- 漂浮式风电系泊系统优化
- 漂浮式风电动态电缆
- 模块化漂浮式风电系统
- 漂浮式风电的物流后勤挑战
- 漂浮式风电数字孪生/智慧运维
- 最大限度地减少漂浮式风电对环境的影响



英国和中国可以最大地利用其能力来满足双方市场的需求：

**资本和项目
开发**

**设计、
研发和
测试**

供应链

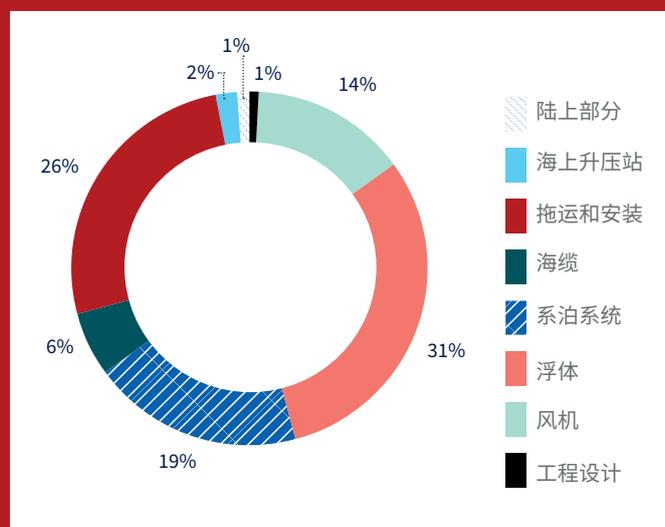


项目规模	500MW	
风速	8.0 - 8.5	m/s
离岸距离	30 - 36	Km
水深	94 - 100	m

单个500MW规模漂浮式示范项目可为英国公司创造5亿英镑的价值

基于漂浮式风电项目的一些假设，我们计算了英国公司和投资者可以为单个500MW规模的示范项目贡献的潜在价值。根据其他项目的推出以及资本支出和供应链的发展，未来可以确保进一步的价值。

漂浮式风电示范项目CAPEX细分
总计预计35,000CNY/kW



CAPEX 提供

根据对供应链缺口的详细研究，我们预估英国公司可以提供至少占资本支出5%的产品和服务，价值8.75亿元人民币（约1.05亿英镑）。

OPEX 提供

在运营阶段可以确保更多的价值，包括提供运维设备和解决方案，以及后期保险等项目，但由于缺乏全球参考案例，在当前阶段难以进行评估。

投资机会

通过在规模为500MW项目中持有49%的股份，并假设标准的股权与债务比率为35%/65%，英国的投资将带来30亿元人民币（约3.6亿英镑）的价值。



双边战略协议 可以加速漂浮式风电的发展

英国可以通过填补关键的研发和供应链缺口来支持中国漂浮式海上风电项目的快速发展。英国也可以支持中国的出口能力。英国拥有50GW海上风电，包括2030年前的5GW漂浮式海上风电的目标。同时，多元化的部件供应也有利于促进欧洲市场的竞争和降本。英国当前处于有利的地位，可以支持中国的公司开发可供应欧洲市场的部件。

缩略语表

缩略词	全称	缩略词	中文全称
C&I	施工与安装	ILA	一体化载荷分析
CEI	中国能源投资集团	LCOE	平准化电力成本
CGN	中国广核集团	MOU	谅解备忘录
CHNG	中国华能集团	MSP	海洋空间规划
CNOOC	中国海洋石油总公司	MWS	海事检验人
COD	商业运行日期	NEA	国家能源局
CPECC-NEPDI	中国电力工程咨询集团-东北电力设计院有限公司	O&G	石油与天然气
CPS	电缆保护系统	O&M	运营和维护
CSSC	中国船舶工业集团公司	OEM	风电主机生产商
CTG	中国三峡集团	OSS	海上升压站
DEC	东方电气有限公司	OWF	海上风电场
DI	设计院	OWT	海上风机
DRC	发展和改革委员会	PPE	个人防护装备
EEZ	专属经济区	R&D	研发
EIA	环境影响评估	REDF	可再生能源发展基金
EPC	工程, 采购和施工	RNA	叶轮机舱组件
EPCI	工程、采购、施工和安装	ROV	遥控无人潜水器
FIT	上网电价	SOE	国有企业
FOW	漂浮式海上风电	SPIC	国家电力投资公司
FOWT	漂浮式海上风力发电机组	SPV	项目公司(特殊目的实体)
FSR	可行性研究报告	T&I	运输安装
GSB	广州打捞局	TLP	张力腿平台
HVDC	高压直流电	WTG	风力发电机
HWS	中船黄埔文冲船舶有限公司	XEMC	湘电集团

英国主要漂浮式 风电供应商名单

公司名称	业务及产品	公司名称	业务及产品
Shell Renewables	海上风电开发商	Air Traffic Control Services	雷达干扰咨询业务
EDF China	海上风电开发商	Bibby Marine	测量、船舶、海上物流
Simply Blue Group	美国领先的蓝色经济项目开发商	First Subsea	电缆保护系统
BVG Associates	领先的独立可再生能源战略咨询提供商, 在可再生能源发电系统的业务、经济和技术方面拥有专业知识	Granada Material Handling	服务吊机
Empire Engineering	提供单桩、护套和重力基础基础的初步设计	HiDef Aerial Surveying	海上勘测
Quotient	海洋可再生能源的量化、优化和环境影响	James Fisher	海上作业
Peak to Peak	供应标准和非标准嵌入式传感器技术;永久嵌入的微型超声波传感器, 用于测量接口和材料	Leck Construction	海上作业
Ada Mode	监控关键风机部件和旋转设备的运行状况和性能, 以最大限度地减少计划外停机时间并优化海上维护计划	MMP North West	海洋建设
MIROS	通过为全球近海和海运业提供用于环境监测的传感器和系统, 专门从事海洋表面测量	Neil Martin Group	土木工程
WindHoist	领先的风机安装承包商, 提供重型吊车和机械/电气服务。提供整体服务包, 减少接口和风险	Power Systems Design Solutions Ltd	工程服务

公司名称	业务及产品	公司名称	业务及产品
Pict Offshore	Orsted和Limpet的合资企业, 为维护人员进入海上风机提供升降补偿设备	RXPE	高压与动态无功补偿技术与工程
Dangle Ropes	提供全面的检测、访问、涂层和复合材料 (IACC) 工业服务	AMS No Dig	定向钻孔
Offshore Renewable Energy Catapult	ORE Catapult 是英国领先的先进风能、波浪能和潮汐能技术创新和研究中心	CallMac	海上脚手架
Balmoral	浮子系统的浮力	Carlbon Shipping	船务代理
Anatec	海事咨询	Counter Context	利益相关者管理和沟通
Attollo Offshore	住宿自升式单元	Hobson & Porter	土木工程/建筑
Oceaneering	水下巨石清理	Mainprize	测量, 船舶 (警卫)
Global Maritime Consultancy	全球海事咨询	Mott MacDonald	工程咨询
Gulf Marine Services	住宿自升式船	Rix Marine	运维船(CTV)
ABL (OWC, LOC)	全球领先的独立能源和海洋顾问, 致力于降低风险并推动可再生能源, 海事和油气行业的能源转型	Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE)	风机主机厂、叶片制造
Pict Offshore	工程创新	Specialist Marine Consultants Ltd	近海和船舶检验
Deepwind Cluster	苏格兰最大的海上风电代表机构, 拥有来自工业界, 学术界和公共部门的690多名成员	LDAdesign	设计咨询

公司名称	业务及产品	公司名称	业务及产品
Gardline	海上勘测	Atkins (Bristol)	设计与工程
Seajacks	风力发电机组安装	BGB Scaffolding Ltd	脚手架
Niras Consulting	同意和许可	Jones Bros	土木工程/建筑
Northern Offshore Services	船舶	Marine Designs	海洋工程
Ordtek	未爆炸弹药风险管理	MSA Latchways	个人防护用品
Raytheon Systems	雷达干扰相关业务	Portakabin	临时办公室
Red7 Marine	海上建设	Prysmian	电缆
RML	海上作业	Turbine Transfers	运维船 (CTV)
Aditus Solutions	后勤	Trelleborg	电缆布线、电缆管理和EMC技术, 提供高效、经济的解决方案
Apem	勘察	4subsea	为海上风机的优化生产提供关键决策支持
BPP Technical Solutions	工程与技术咨询	First Marine	为可再生能源部门提供从系统设计到现场退役的完整海洋和系泊生命周期包, 拥有系泊设备船队
Dalcour Maclaren	场地和土地权利服务	OSI Renewables	综合能源系统和解决方案的全球供应商
EGS International	电缆勘测	Tension Technology (TTI)	专门从事柔性张力构件系统的咨询集团, TTI是一家独立的研究、设计和开发公司
Fugro	勘察、检查和监测	Flowave TT	带有 30m 圆形混凝土盆地的测试设施, 其中包含 25m 直径、2m 深的波浪和电流槽以及供应软件

公司名称	业务及产品	公司名称	业务及产品
Geotechnical Consulting Group	工程与技术咨询	Sensewind	自爬式机舱和服务系统, 无需特殊起重机或起重机船即可安装和维修大型风机
H&Askham	电缆牵引和连接	Floatation Energy	海上风电项目的领先开发商和业主
HR Wallingford	勘测与工程	Sennen	结构化的关系数据库, 具有每种技术类型(风能, 太阳能等)的可配置信息模板
J Murphy's & Sons	土木工程、陆上工程	ZynQ 360	经过验证且值得信赖的基于云的软件应用程序, 适用于任何行业 and 项目规模, 使您的数据真正可访问, 从而最大限度地提高协作
London Offshore Consultants	海事检验人	REOptimize	用于优化风力、潮汐和水轮机控制参数的革命性系统。它使用机器学习技术与精确的组件模型相结合
MeteoGroup Ltd	气象服务	Acteon	拥有全球最大的专业设备船队之一, 包括打桩锤和海底钻机; 专注于数字信息数据收集和勘察技术
MHI Vestas	风电主机厂、叶片制造	Gavin & Doherty Geosolutions	专业的岩土工程咨询公司, 提供创新的岩土工程解决方案
Orcina	提供动态分析软件 Orcaflex	BMT	船舶设计
Mwaves	海事检验人	Principle Power	领先的浮体设计公司, 提供经过验证的带主动压载系统的浮体产品

公司名称	业务及产品	公司名称	业务及产品
Allied Exploration & Geotechnics	现场勘察	Wood Group	世界领先的咨询和工程公司之一,在能源和建筑环境领域开展业务
Cathie Associates	地球科学与岩土工程、勘测	Siemens Metering	勘测计量服务
JDR Cables	阵列电缆	Royal Haskoning DHV	环境咨询
Modus Seabed Intervention Ltd	ROV检查和爆炸物处理服务	Reach Engineering & Diving Services (REDS)	潜水等水下服务
Procomm Site Services	现场办公室	6 Alpha Associates	未爆炸弹药管理
Tekmar Energy	电缆保护系统	Brown & May Marine	勘察和环评咨询
Wilton Engineering	过渡段制造	CWind	海上作业
Osprey Consulting Services	安全与工程支持	Brydon-Bekaert	世界领先的任務关键型高级绳索和绳索供应商,是全球性能最佳的绳索和先进绳索的领先创新者,开发商和生产商
Oxford Archaeology	考古	Dublin Offshore	专注于固定和浮动海上风电领域
Quod	规划顾问	Nexans	领先的海底电缆供应商,为漂浮式风电项目提供动态电缆
Red Penguin Marine	海事检验人	OSBIT	设计海上风电设备,如挖沟、电缆铺设等
RPS Energy	环评咨询	North Star Group	为地球物理勘察,钻探和取芯,气象浮标和翼梁,海洋哺乳动物勘察以及支持海上风电部门的各种其他项目提供支持船,救生艇和驳船

公司名称	业务及产品	公司名称	业务及产品
Seacat Services	运维船 (CTV)	Wood Thilsted	领先的海上风电设计公司，致力于地理和结构设计
Spectrum GEO	勘测	Petrofac	利用其工程技术和咨询专业知识来设计、建造和运营世界一流的能源设施
The Environment Partnership	支持生态工程	Aleron	专门在全球范围内为一系列应用出租和销售完整的 ROV 解决方案
Theta Services	海事检验人	WSP	陆上变电站设计
Robertson Group Ltd	土木工程/建筑	GE Grid Solutions	电气系统
StormGeo	气象服务	Craneking	起重机服务
Kelvin Power Structures	变压器和消防外壳	ARUP	于1946年在伦敦成立，现已成为全球规模最大、最成功、最全面的工程咨询公司之一，涵盖土木工程、建筑、规划、土工技术等
Balfour Beatty Civil	陆上变电站建设	Offshore Solutions	致力于引领浮式海上风电的产业化并提供关键任务系泊和锚固基础
VolkerInfra	陆上送出电缆安装	MasterFilter	专门从事设计和制造双流过滤系统，用于所有类型的流体动力应用，以保持液压油的超洁净度

参考列表

- Opinions of the State Oceanic Administration on Further Regulating the Management of Offshore Wind Power - 国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见 - http://gc.mnr.gov.cn/201806/t20180615_1796693.html
- Law of the People's Republic of China on the Administration of the Use of Sea Areas - 中华人民共和国海域使用管理法 - http://www.gov.cn/gongbao/content/2001/content_61173.htm
- National Marine Functional Zoning (2011-2020) - 全国海洋功能区划 (2011-2020年) - http://gc.mnr.gov.cn/201806/t20180615_1796945.html
- Measures for the Administration of Offshore Wind Power Development and Construction - 海上风电开发建设管理办法 - http://zfxgk.nea.gov.cn/auto87/201701/t20170104_2417.htm
- Notice of the Implementation Plan for Promoting the Orderly Development of Offshore Wind Power and the Sustainable Development of Related Industries - 促进海上风电有序开发和相关产业可持续发展实施方案的通知 - http://www.gd.gov.cn/zwgk/jhgh/content/post_3318578.html
- Zhuhai Marine Functional Zone - 珠海市海洋功能区 - http://www.zhuhai.gov.cn/zw/fggw/zfgb/2018n/201809/sfbwj/content/post_2539874.html
- Yangjiang selected as a main functional planning area - 阳江是主体功能区规划 - http://www.yangjiang.gov.cn/xxgk/gzgj/zcfg_988/201507/W020150730340245317038.pdf
- Yangjiang City General Plan (2016-2035) - 阳江市城市总体规划 (2016-2035年) - http://www.gd.gov.cn/gkmlpt/content/0/147/post_147020.html?jump=false#7
- Guangdong Marine Ecological Red Line - 广东省海洋生态红线 - http://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/zcfgk/content/post_2712326.html
- Fujian Fishing Port Layout and Construction Plan (2020-2025) - 福建省渔港布局与建设规划 (2020~2025年) - <http://hyyj.fujian.gov.cn/xxgk/ghjh/202003/P020200319598512905629.pdf>
- Coastal Zone Protection and Utilization Planning in Fujian Province - 福建省海岸带保护与利用规划 - <http://www.fjrd.gov.cn/ct/16-126714>
- The 13th Five-Year Plan for Ecological Environmental Protection in Zhejiang Province - 浙江省生态环境保护“十三五”规划 - http://www.zj.gov.cn/art/2021/7/12/art_1229203592_2310858.html
- Comprehensive Development Plan for the Coastal Economic Belt of Guangdong Province - 广东省沿海经济带综合发展规划 - http://www.gd.gov.cn/zwgk/zcjd/mtjd/content/post_81819.html
- Hainan Province Ecological Protection Red Lines - 海南省划定生态保护红线 - http://www.gov.cn/xinwen/2016-10/09/content_5116296.htm
- Zhejiang Province Ecological Protection Red Lines - 浙江省生态保护红线 - http://www.zj.gov.cn/art/2018/7/20/art_1229019364_55336.html
- National Coastal Vessel Route Master Plan - 全国沿海船舶航路总体规划 - <https://www.msa.gov.cn/page/article.do?type=hsfg&articleId=70D8518B4CA6329FE0533A0820C67141>
- Fujian Marine Functional Zoning - 福建海洋功能区划 - http://www.gov.cn/zhengce/content/2012-10/16/content_2537.htm
- The 14th Five-Year Plan For Renewable Energy Development in Zhejiang Province - 浙江省可再生能源发展“十四五”规划 - http://fzggw.zj.gov.cn/art/2021/6/23/art_1229123366_2305635.html
- The 14th Five-Year Plan For National Economic And Social Development of Fujian Province And The Long-Term Goals For 2035 - 福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要 - https://www.fujian.gov.cn/zwgk/zfxxgk/szfwj/szfgz/202103/t20210319_5552893.htm

- The 14th Five-Year Plan For Energy Development in Shandong Province -山东省能源发展“十四五”规划 -http://www.shandong.gov.cn/art/2021/8/19/art_107851_113859.html
- The 14th Five-Year Plan For The Marine Economy in Liaoning Province - 辽宁省“十四五”海洋经济发展规划 -http://www.ln.gov.cn/zwgkx/ghjh/202201/t20220114_4491457.html
- The 14th Five-Year Plan For Ecological Environment Protection in Jiangsu Province - 江苏省“十四五”生态环境保护规划-http://www.jiangsu.gov.cn/art/2021/10/29/art_46144_10091249.html
- The 14th Five-Year Plan For Energy Development Of Jieyang City - 揭阳市能源发展“十四五”规划-http://www.jieyang.gov.cn/zwgk/jcxxgk/fggw/szfwj/content/post_653946.html
- Remarks of Wang Dapeng from NEA on the deep-far-sea offshore wind development - 权威声音 | 国家能源局王大鹏: 加快研究制定全国深远海海上风电规划和管理办法 - https://m.thepaper.cn/newsDetail_forward_13524351
- Remarks of Hu Xiaofeng from CREEI on the deep-far-sea offshore wind development - 水规总院胡小峰: 将考虑推进一批深远海示范项目! - <http://www.chinapower.com.cn/zk/zjgd/20211118/117222.html>
- CTG YinLing Hao: first China floating wind system - “三峡引领号”国内首个海上浮动式风力发电机系统装备 - http://www.cnenergynews.cn/zhuant/2021/12/16/detail_20211216113637.html
- “Offshore floating wind equipment R&D” project proposed by CSSC HZ approved by MIIT - 中国海装申报的《海上浮式风电装备研制》项目获得工信部立项 - https://www.sohu.com/a/524800878_121123896
- SIDRI signed “Study for offshore wind key demonstration project in Shanghai far and deep sea” - 上海院签署“上海深远海域海上风电重大示范项目课题研究” - https://www.ceppea.net/n/i/_10578?pid=149
- Longyuan Power floating wind and mariculture fusion demonstration project - 龙源电力漂浮式海上风电与养殖融合研究与示范项目 - https://www.sohu.com/a/532081699_121194771
- CNOOC Rongfeng Floating offshore wind turbine localization R&D and application in far and deep sea 中海油融风能源有限公司深远海浮式风机国产化研制及示范应用项目 - <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1717468063643860297&wfr=spider&for=pc>
- Total 12.3GW! Hainan competitive allocation plan released - 总装机1230万千瓦! 海南海上风电项目竞配方案公布 - https://www.sohu.com/a/526069202_418320
- First Chinese floating wind floater in water at Wison Offshore Engineering - 中国首座浮式风电基础平台在惠生海工正式下水 - https://www.wison.com/read_page/771
- Dynamic cable installation and test completed for the first anti-typhoon floating wind turbine - 全球首个浅海抗台风型漂浮式风机动态缆系统完成安装试验 - <https://www.orientcable.com/newsId.html?nid=51>
- Anti-typhoon floating wind turbine installed in Yangjiang - 抗台风型漂浮式海上风电机组在阳江成功安装 - http://www.gd.gov.cn/zjgd/sqdt/content/post_3346430.html
- First far and deep sea applicable floater “FuYao Hao” produced in Wenchuan Heavy Industry - 国内首个深远海工况浮式风电平台“扶摇号”在我司成功建造下线 - <http://www.csscwshi.com/qiyexinwen/show/271.html>
- WISON Offshore Engineering Co. - <https://www.wison.com>
- Mingyang Smart Energy Group - <http://www.myse.com.cn/>
- Juli Sling Co. - <https://www.julisling.com/>
- Ningbo Orient Wires & Cables Co. - <https://www.orientcable.com/en/about.html>
- Guangzhou Salvage Bureau under the Ministry of Transport - <http://www.gz-salvage.com.cn/en/index.php>
- CSSC Haizhuang Windpower Co. - <http://www.hzwindpower.com/>
- CSSC Wenchong Heavy Industry - <http://www.csscwshi.com>
- Asian Star - <http://www.asac.cn/>



GREAT

BRITAIN & NORTHERN IRELAND

Department for International Trade

The UK's Department for International Trade (DIT) has overall responsibility for promoting UK trade across the world and attracting foreign investment to our economy. We are a specialised government department with responsibility for negotiating international trade policy, supporting business, as well as delivering an outward looking trade diplomacy strategy.

Disclaimer

Whereas every effort has been made to ensure that the information in this document is accurate, the Department for International Trade and the Contributors do not accept liability for any errors, omissions or misleading statements, and no warranty is given or responsibility accepted as to the standing of any individual, firm, company or other organisation mentioned.

© Crown copyright 2021

This publication is licensed under the terms of the Open Government Licence v3.0 except where otherwise stated. To view this licence, visit nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3

Where we have identified any third party copyright information you will need to obtain permission from the copyright holders concerned.

Cover photo credit: Flotation Energy

Published by
Department for International Trade

May 2022

Written by



UK Government