



# 能源新纪元系列： 风电行业趋势洞察



普华永道



# 目录

02 引言

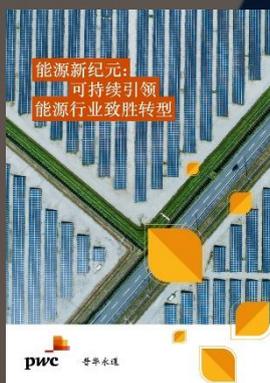
04

背景：  
风电行业发展现状

14 洞察：  
风电行业趋势

39

普华永道  
新能源解决方案



# 导言

在全球可持续发展浪潮的推动下，能源体系的结构变革成为实现绿色发展的必然路径。随着各国政府纷纷制定碳减排目标并加速减少对化石燃料的依赖，风电作为一种清洁且可再生的能源，正逐步成为实现低碳未来的重要支柱。根据国际能源署（IEA）的预测，从2015年至2040年，全球能源装机总容量将持续增长，复合年增长率（CAGR）达5.4%。与此同时，煤电与石油的发电占比将逐步下降，这凸显了可再生能源，尤其是风电的巨大增长潜力。

特别值得注意的是，风电，尤其是陆上风电的度电成本（LCOE），在过去十年中实现了显著下降。到2023年，全球陆上风电的平均LCOE已降至约0.033美元/千瓦时，成为目前所有能源中最具竞争力的电力来源之一。与传统化石能源相比，风电已展现出更强的经济优势。这一成本下降对全球能源转型至关重要。随着技术的持续进步和规模效应的加速释放，风电有望在未来继续保持其作为最具成本效益和可扩展性的可再生能源之一的领导地位。

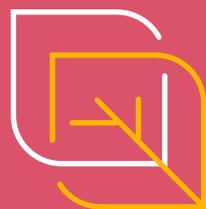
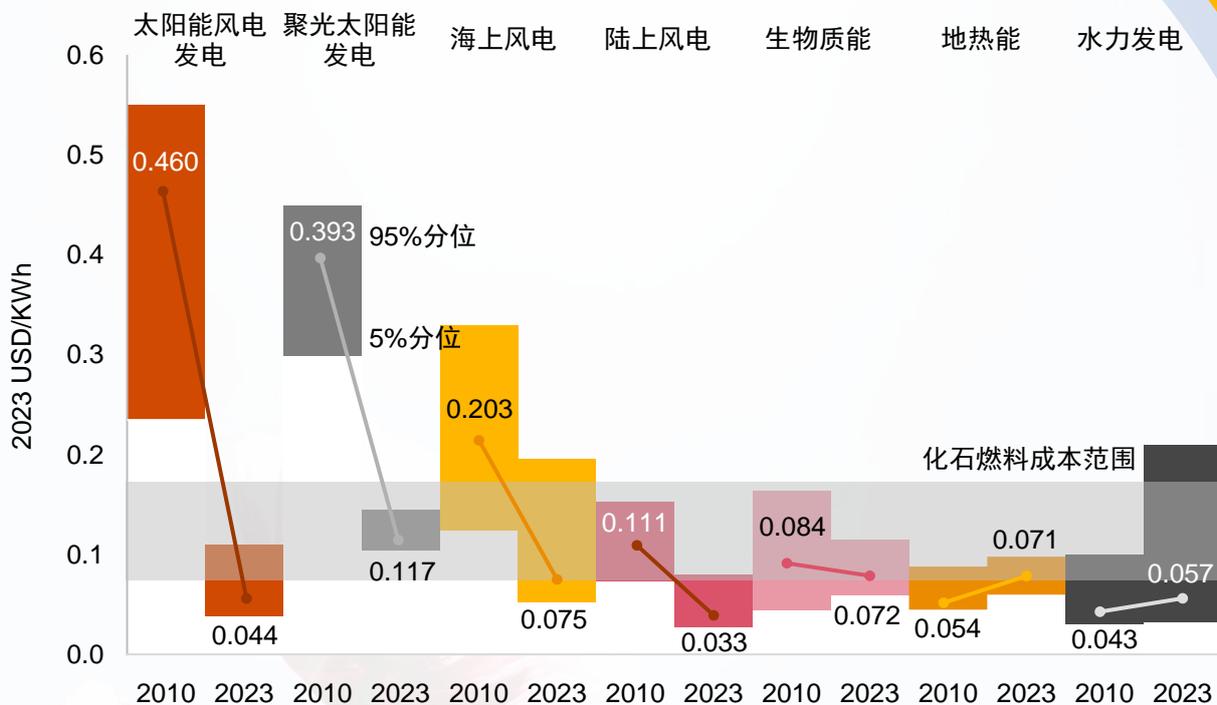




图1：全球集中式能源度电成本（2010和2023）



资料来源：IRENA

展望未来，预计到2028年，风电装机容量的市场占比将从2021年的10.1%迅速增长至2030年的16.7%。风电经济性的提升不仅推动了其市场占有率的增长，还激发了其在更多领域的应用潜力。风电正在快速崛起，成为能源转型的支柱型能源。

本文将通过分析风电行业的发展趋势和普华永道的权威见解，深入剖析当前风电产业的独特特点与面临的挑战。通过对前沿热点问题的探讨，本文将为风电领域的企业在激烈的市场竞争中提供制胜策略和实践指引。





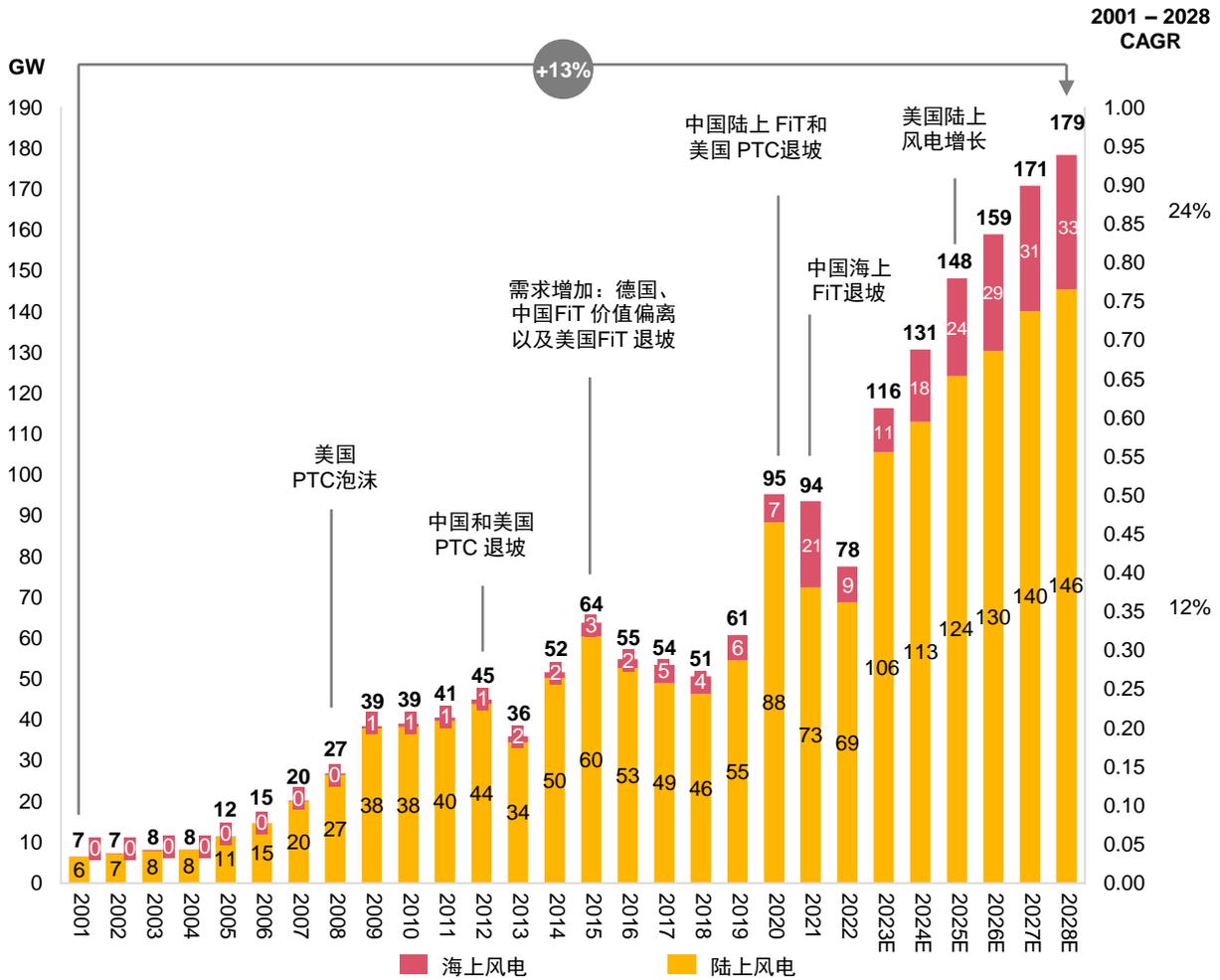
1

背景：  
风电行业  
发展现状

# 一、风电行业发展现状



图2：全球风电新增装机量发展趋势



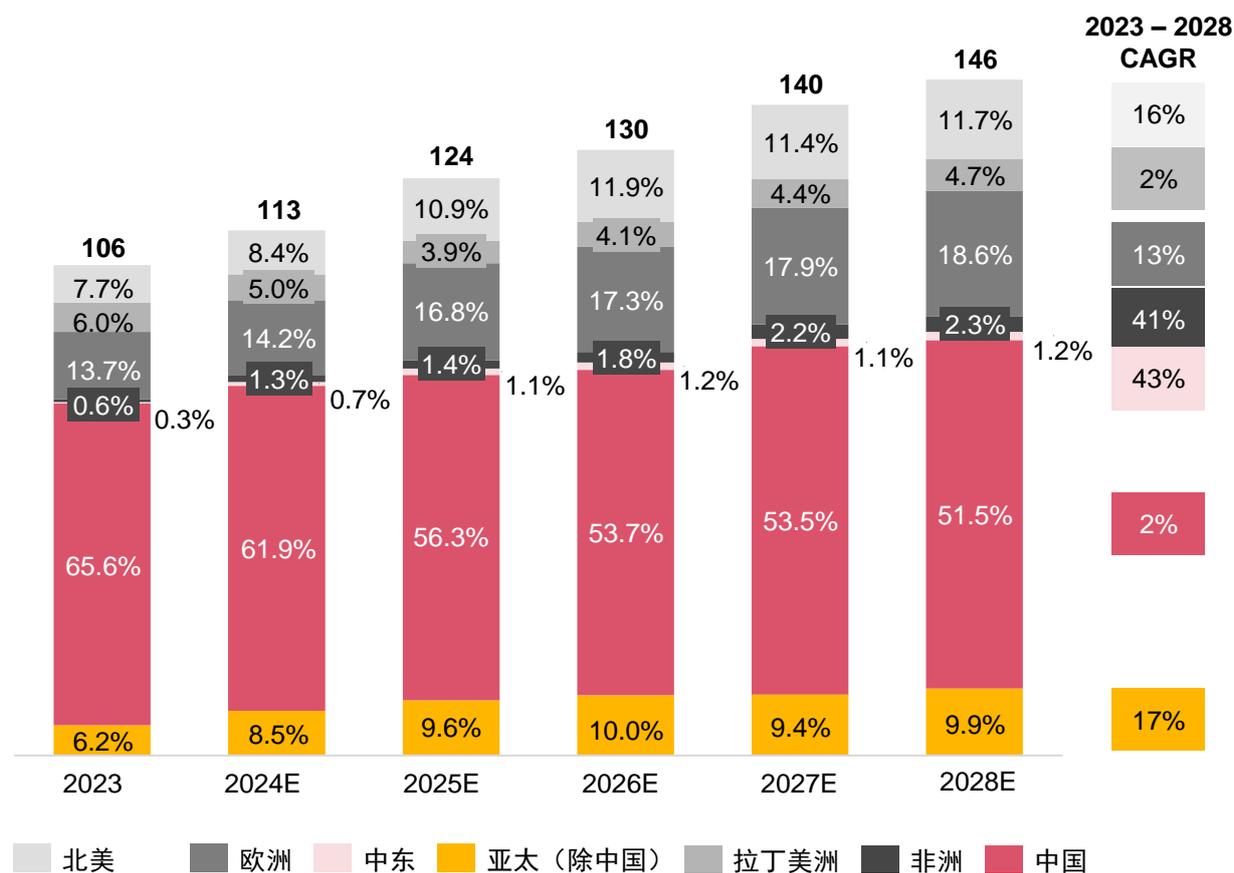
资料来源：GWEC

全球风能市场持续呈现增长态势。自2023年起，全球新增风电装机容量预计将以年均9%的复合增长率稳步上升。陆上风电仍将是风能领域的主导技术，这在很大程度上得益于中国的推动。预计在2023至2028年期间，中国陆上风电新增装机容量将占全球新增装机容量的近60%。

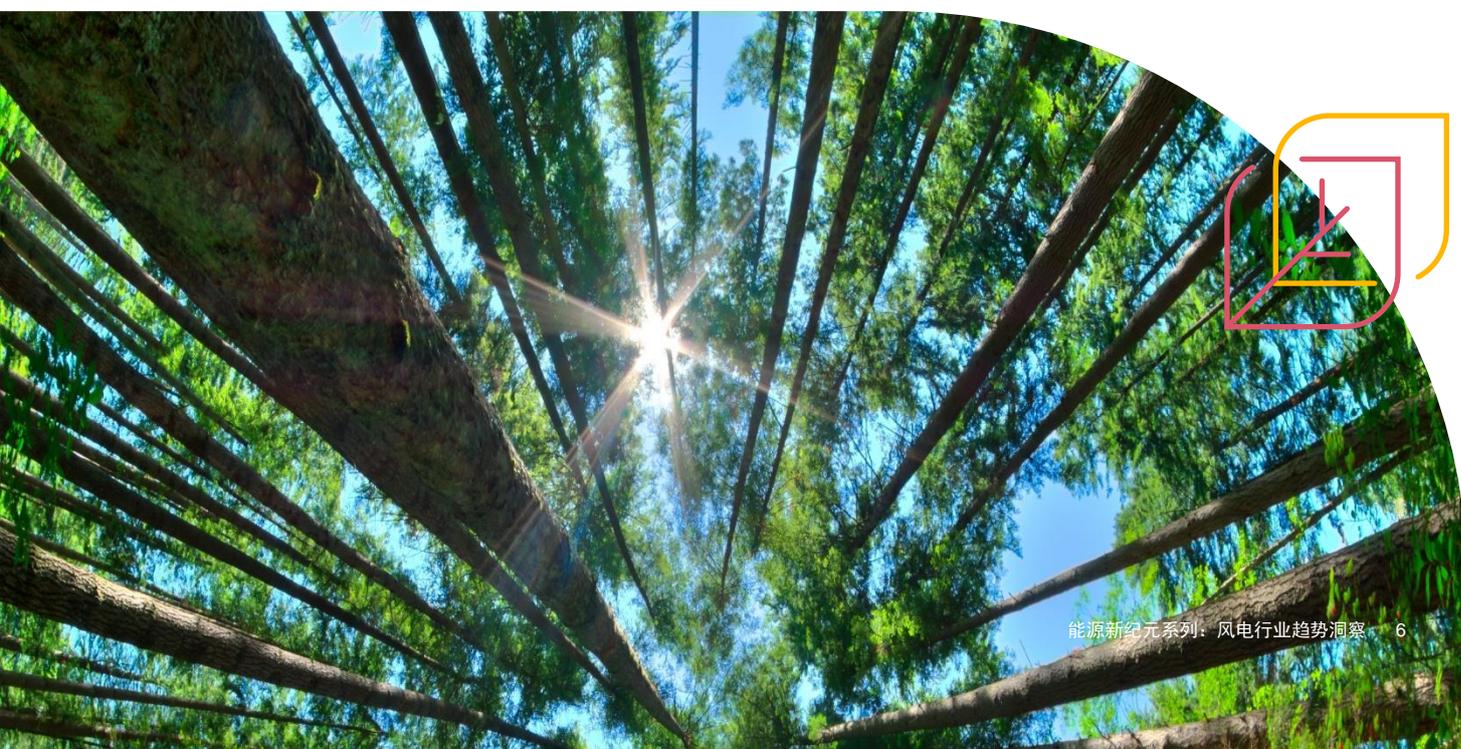
与此同时，海上风电正迅速崛起，成为风能市场的新增长引擎。据预测，到2028年，全球新增海上风电装机容量在总新增装机容量中的占比将稳定超过20%。此外，2023至2028年间，海上风电的年复合增长率（CAGR）预计将达到28%，展现出强劲的发展潜力和市场吸引力。

## 陆上风电：

图3：全球各地区陆风风电装机趋势展望



资料来源：GWEC





### 亚太地区：

亚太地区的陆上风电发展规划保持稳定增长，尤其在电力需求快速增长的国家如哈萨克斯坦和乌兹别克斯坦表现突出。哈萨克斯坦通过“哈萨克斯坦2050战略”推动绿色经济转型，而乌兹别克斯坦则以能源结构多样化为目标，计划到2030年实现5GW的风电装机容量。

### 欧洲：

欧盟国家将在2025至2030年期间加速陆上风电建设，以满足其国家能源与气候计划（NECP）目标。此外，土耳其政府于2023年5月推出了针对包含储能系统的风力发电和光伏发电项目为期10年上网电价补贴（FiT）政策，并为符合本地化率的项目提供额外激励。这些政策将进一步刺激当地市场需求，推动风电行业快速发展。

### 中东：

中东的石油出口国正努力实现经济多元化并提高能源安全，已成为可再生能源发展的领导者。多个中东和北非（MENA）国家设定了雄心勃勃的长期目标，计划到2030年使可再生能源在电力消耗中占比达到15%至50%。其中，沙特阿拉伯等国家已通过电力购买协议（PPA）支持大型风电项目的建设。

### 非洲：

非洲存在大量电力短缺地区，风能和太阳能成为改善电力供应的重要路径。中国-非洲“一带一路”合作通过技术和资金支持，助力非洲发展绿色能源项目。埃及为大型风电项目提供了购电协议（PPA），南非和摩洛哥等国家则通过大规模拍卖和招标推动风能发展。

### 拉丁美洲：

拉丁美洲的风电市场稳定增长，巴西在绿色经济转型方面表现尤为突出。近年来，风电在巴西的能源结构中占比持续上升，预计到2023年底将达到14%。其余国家也在逐步加强风能发展以应对气候变化。

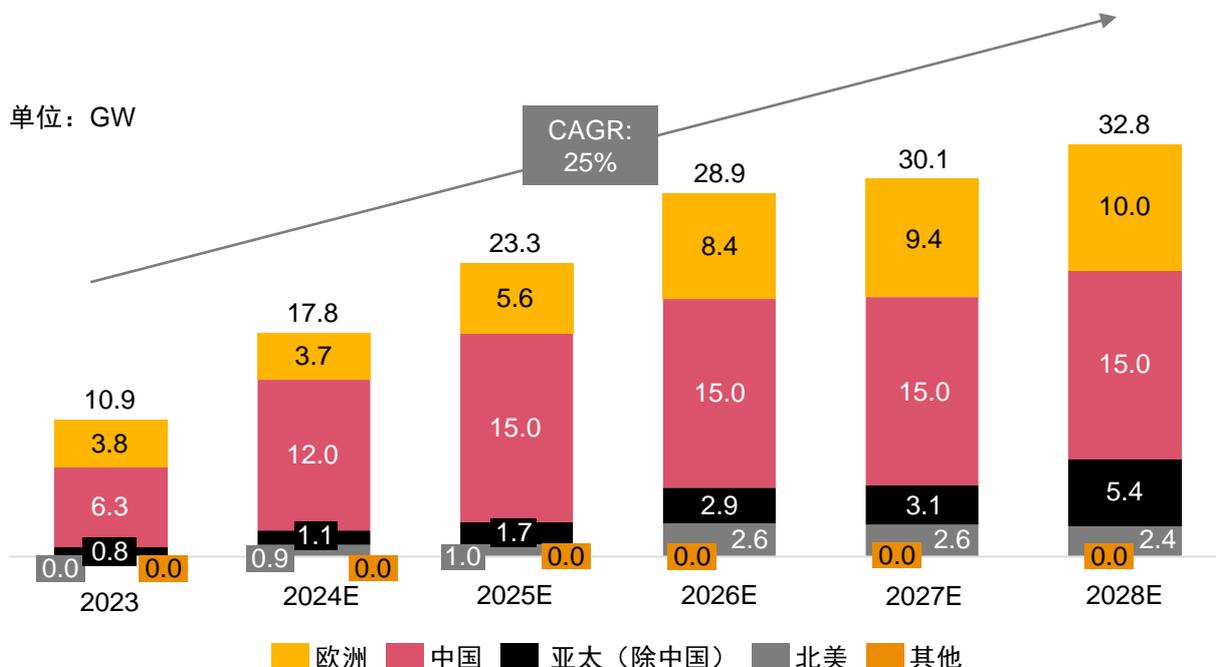
### 北美洲：

美国作为全球第二大风电市场，受《通胀削减法案》（IRA）推动，风电行业呈现创纪录增长。预计未来十年，美国平均每年新增风电装机容量将达到16GW，为全球风能发展提供强劲动力。



## 海上风电：

图4：全球各地区海风风电装机趋势展望



资料来源：GWEC

随着美国、英国、法国和中国等主要市场加速推进海上风电建设，预计到2024年，全球海上风电新增装机容量将达到18GW，创下历史新高。

海上风电的价值定位依然明确：它能够提供大规模清洁电力，尽管在大多数市场中，其成本仍高于陆上可再生能源。然而，海上风电开发区域广阔，通常面临较少的利益相关者冲突，同时带来了显著的经济发展机遇，这些因素共同推动了海上风电的持续建设。

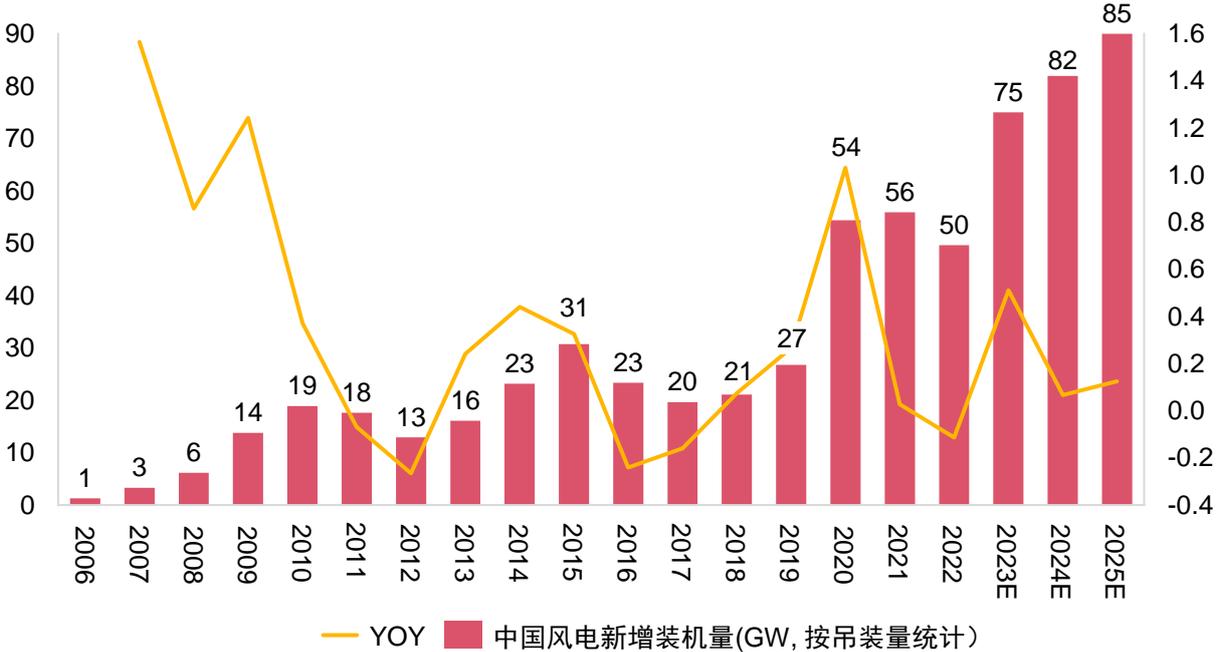
欧洲市场目标宏大。为应对能源危机并实现碳中和战略目标，欧洲各国在2022年不断提高了海上风电规划容量。英国、德国、荷兰和丹麦将继续在新增市场中占据主导地位，推动欧洲成为全球海上风电发展的核心区域。

美国市场发展潜力显著。美国正在快速崛起为全球海上风电的重要市场之一，受政策支持和市场需求增长的推动，其发展速度显著加快。未来几年，美国有望成为推动全球新增海风装机容量的重要力量。

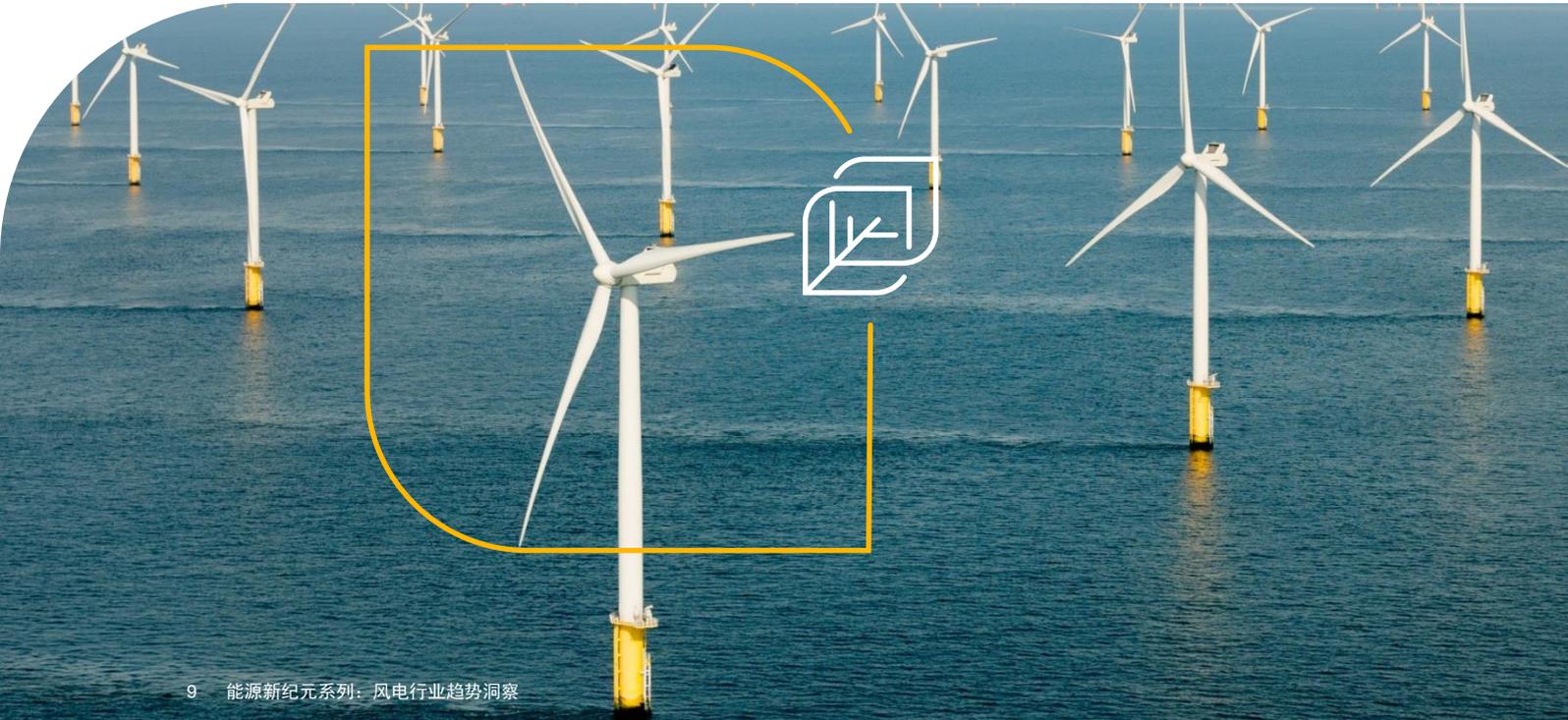
亚太地区快速扩张：中国大陆将继续引领亚太地区的海上风电建设，同时中国台湾、越南、韩国和日本的项目开发也在加速。这些

国家和地区的积极部署，将为全球海上风电新增装机容量做出重要贡献，进一步巩固亚太地区在全球市场中的地位。

 图5：中国风电装机趋势及展望



资料来源：CWEA，普华永道整理分析



中国风电行业经历了多次波动，从行业发展初期的探索阶段开始，到如今在双碳政策的推动下迈向发展新阶段。

2006-2010年是行业探索初期，2006年颁布的《可再生能源法》推动国内风电产业发展，推动风电国产化率持续提升。

2011-2015年为政策引导期，2011-2012年，随着装机规模增加，弃风问题严峻，监管趋严导致装机下滑，而在2013-2015年，弃风现象有所改善，行业整体盈利能力向上。

2016-2020年是海风启动期，在2016-2017年间，抢装后弃风率增加，三北地区受到招标限制，装机向中东南部转移，从2019年开始，陆上补贴逐步退坡。

2021年至今是双碳驱动的新阶段，核准的陆风平价上网，海风补贴退坡，风电产业进入平价上网的市场化时代。双碳背景下，2030年非化石能源占一次能源消费比重约为25%，风电行业成长确定性显著提升。

中国风电行业的发展进程主要得益于十四五政策的多方面推动：

**风光基地：**十四五将建设风光基地总装机约200GW，各省十四五规划的装机规模超过300GW。

**海上装机：**海风发展潜力大，各沿海省份“十四五”海风新增装机规划约56-74GW。

**分散式风电：**通过分散式风电支持下的风电下乡等贡献额外增量。

**老旧风场改造：**预计十四五期间的改造需求约20GW，有望推动存量升级需求的增长。



## 二、中国风能产业链

图6：中国风电产业链分析（2023）



资料来源：Wind，天风证券，华金证券，光大证券，国金证券，CWEA，GWEC，普华永道分析



风能产业链覆盖从上游部件到下游运维服务等。上游包括塔筒、叶片、齿轮箱、轴承等部件的研发、采购、制造、交付和维护。其中，叶片与齿轮箱的制造主要由技术和成本主导，侧重于材料创新和尺寸提升，以提高效率和降低成本，其产能不断扩张。整体而言，上游零部件市场集中度较高。

中游主要为整机的研发、采购、生产、销售和维保，这一环节主要由技术和成本主导，技术趋于成熟，侧重于成本控制，因此整机厂纷纷降价竞争，毛利承压，整体趋向于大型化发展。

下游为EPC（承包商），包括设计、施工及项目管理，和O&M（运维商），包括运营维护、电力销售、风场销售。其中，EPC为成本主导，技术门槛较低；企业所需资金规模大，且部分业务具有融资性。而O&M为技术和成本主导，以往多为风电场业主自行运维，近年整机厂逐渐入局，整体存在数智化趋势。

受益于风电赛道高景气，产业链上下游企业蓬勃发展，市场集中度高。风电产业链的核心环节在近年来的竞争激烈，市场集中度持续提升，这一现象在零部件制造商表现尤为明显。其中中国前三大叶片制造商和齿轮箱制造商的产能分别占全球市场份额的42%和45%。而下游市场亦呈现电力巨头垄断的局面，2023年，中国风电有新增装机的开发企业200多家，前15家新增装机容量合计约58.02 GW，占比达73.1%。截至2023年年底，前15家开发企业的累计装机容量超过330GW，合计占比为70.3%。

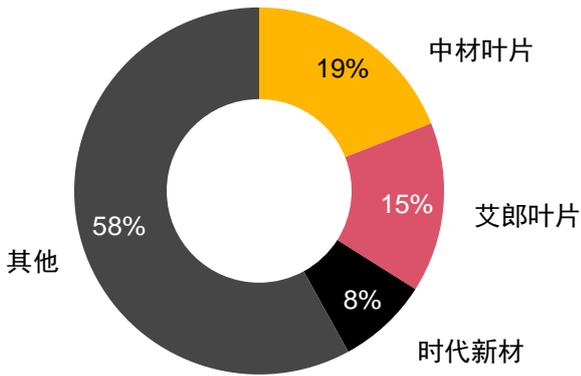
在上下游市场均具有高集中度的环境下，上游零部件存在溢价，下游电力巨头话语权高，两者的共同作用使得**中游整机厂商谈判空间不断受到挤压**。



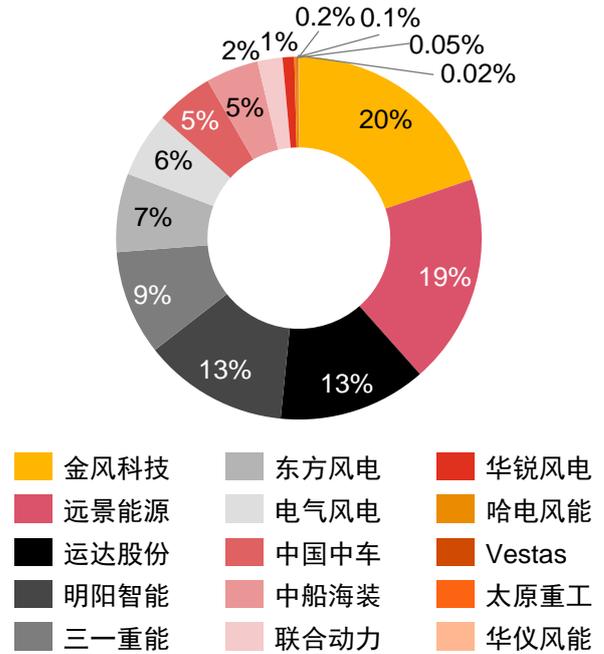


图7：产业链集中度分析

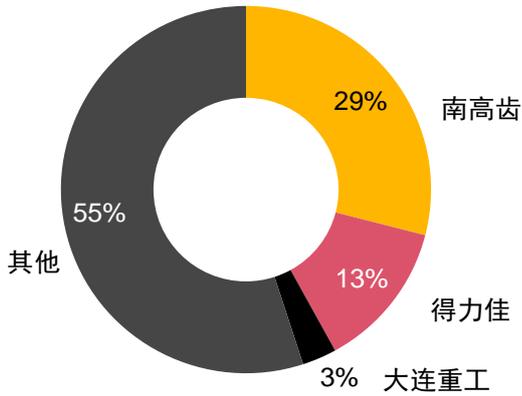
2023年全球风电叶片行业中国竞争格局



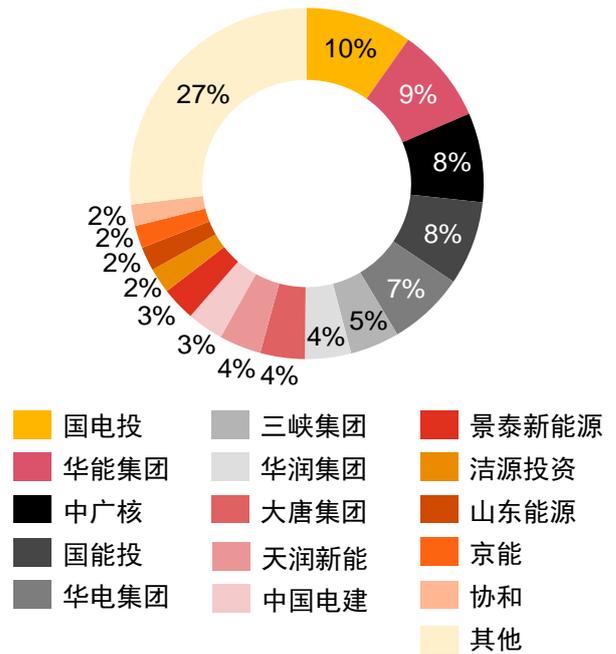
2023年中国风电整机制造企业新增装机容量与市场占有率



2023年全球风电齿轮箱行业中国竞争格局



2023年中国风电开发企业新增装机容量与市场占有率



资料来源：普华永道分析



2



背景：  
风电行业趋势



## 趋势一

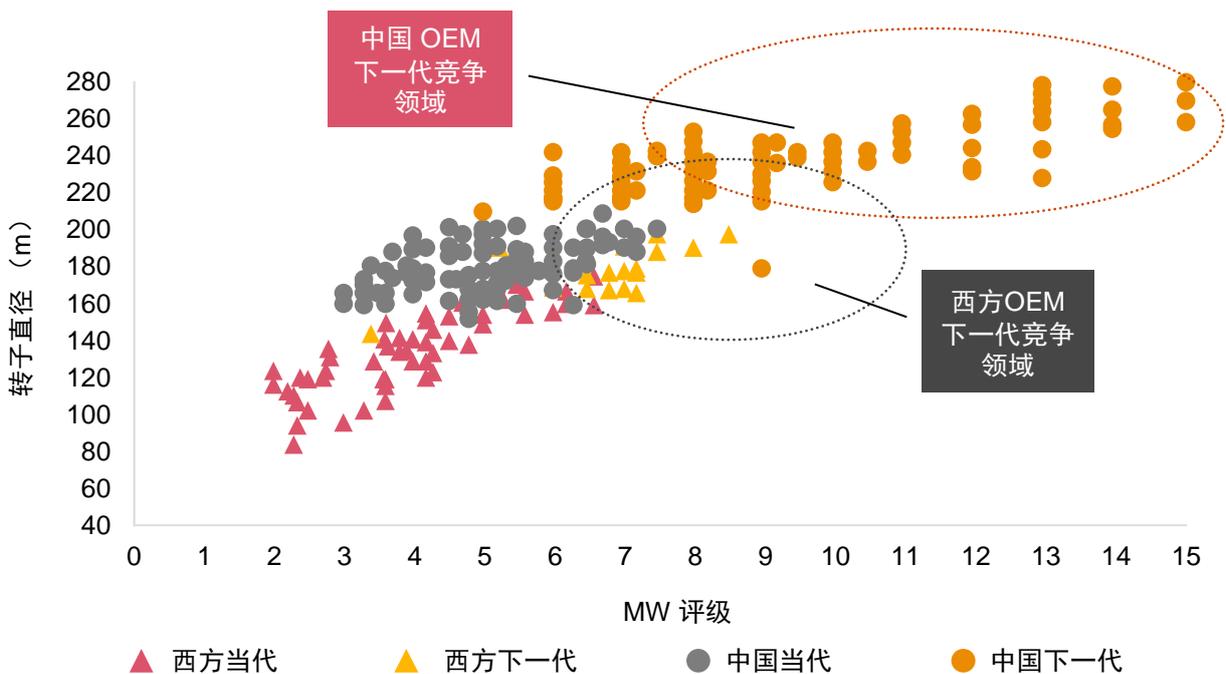
### 风电机组大型化，机遇与挑战并存

风电机组大型化已成为风电行业的重要发展方向。单机容量的持续提升，不仅提高了风能资源、土地和海域的利用效率，还大幅优化了项目的整体经济性，降低度电成本，展现出显著的经济效益。

近年来，全球风电行业单机容量不断攀升，中国在这一领域尤为突出。与海外相比，中国风电机组大型化速度更快，目前主流研发机型已达到9.0MW至15MW，而海外研究机型仍集中在6.0MW至9.0MW区间。这一趋势推动了叶片直径、塔架高度和机组功率的不断提升，但也带来了不容忽视的技术与管理挑战。



图8：中国 v.s.西方整机商下一代风机战略分析



资料来源: Brinckmann

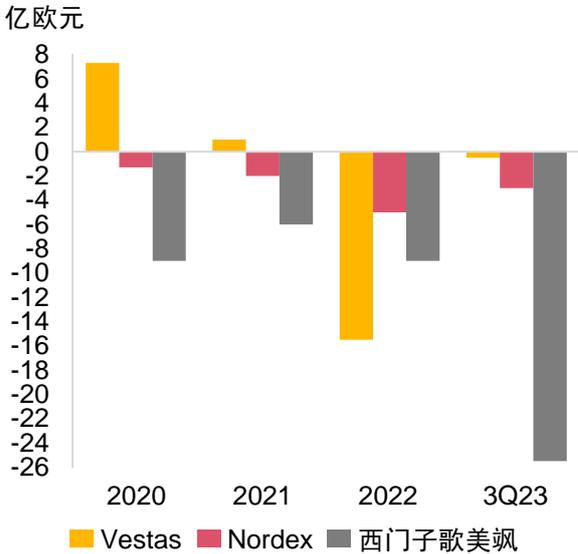
风机大型化虽然提升了单机效率，但随之而来的设备负载增加显著提高了故障风险。近年来，大型风机的产品缺陷和故障频发，部分企业甚至面临巨额赔偿：

德国风电巨头SGRE在2023年因叶片失效、轴承失效等一系列产品缺陷赔付数十亿欧元维修费用；

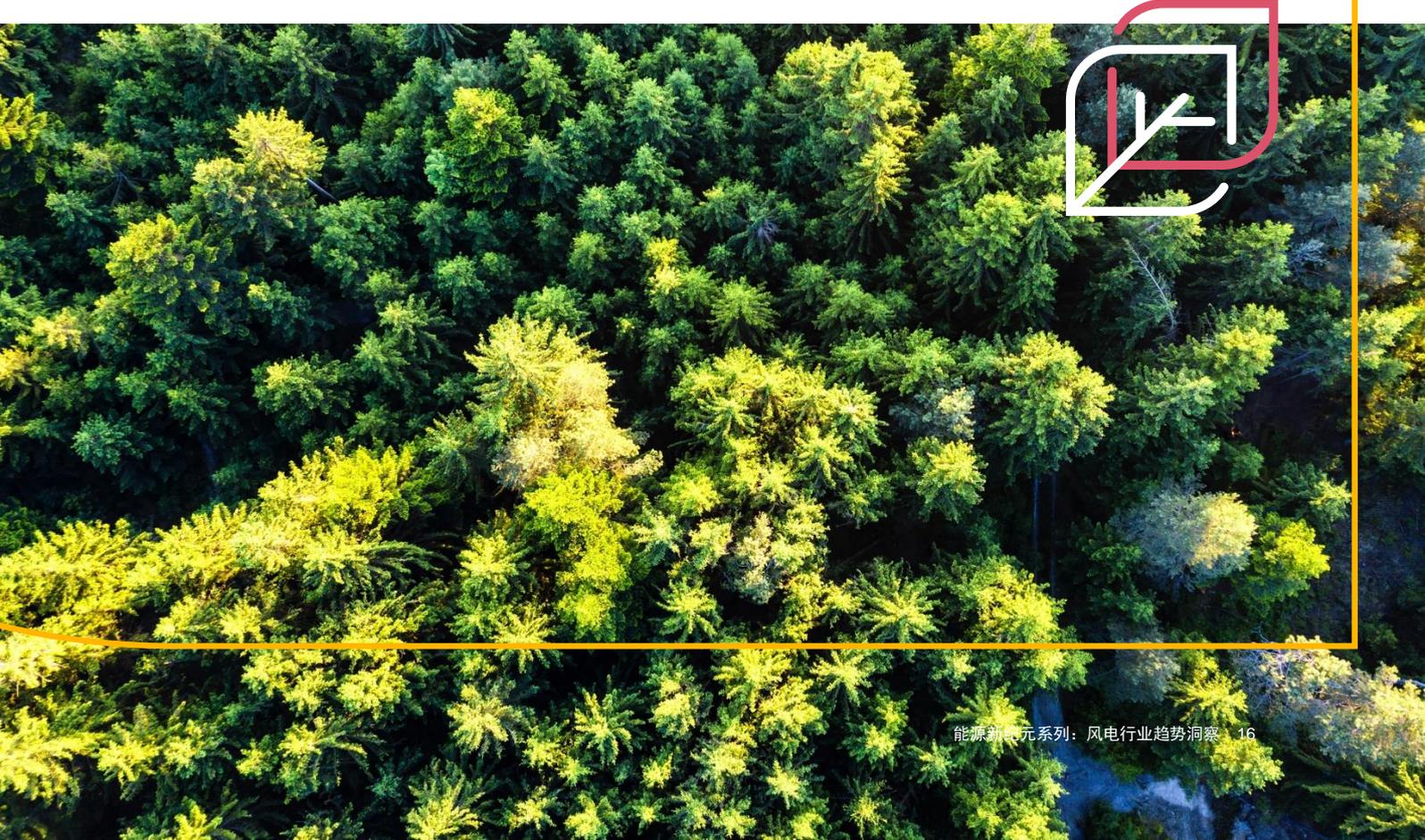
2024年美国大型工业巨头GE因风电机组质量缺陷问题被曝牵涉天价诉讼赔偿费用，此类质保运维案件将对整机商财务利润构成严峻挑战。

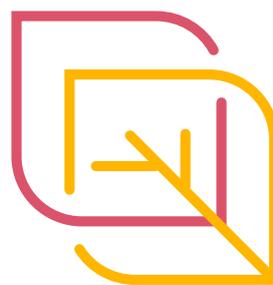
同时，整机商为了抢占市场，快速研发与快速上市的竞争模式，带来材料采购、设备安装及质保运维成本的持续增长。加之频繁召回和修复需求，行业整体利润空间受到严重挤压。

图9：2020-2023Q3风机巨头净利润分析



资料来源：公司年报





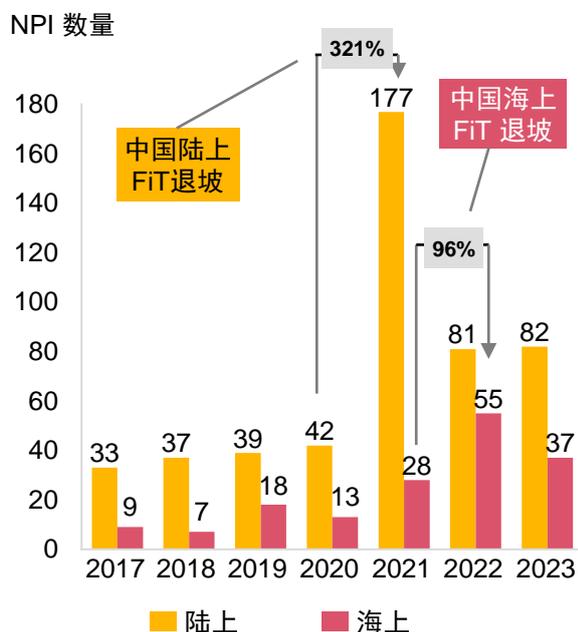
整机制造商在面临巨额或长期利润压力时，往往会采取一系列策略以优化成本结构并维持企业的财务健康。其中，减少新品的开发成为了一种常见的应对措施，其目的在于直接降低研发及运营费用的成本负担。

从2017年到2022年，中国风机主机厂商发布新品的数量上升约200%，海外风机主机厂商发布新品的数量下降约73%。众多海外风机主机厂选择减少新品研发数量以应对目前风电市场环境。值得注意的是，在2023年，海外整机商未发布任何一款新的风机产品。

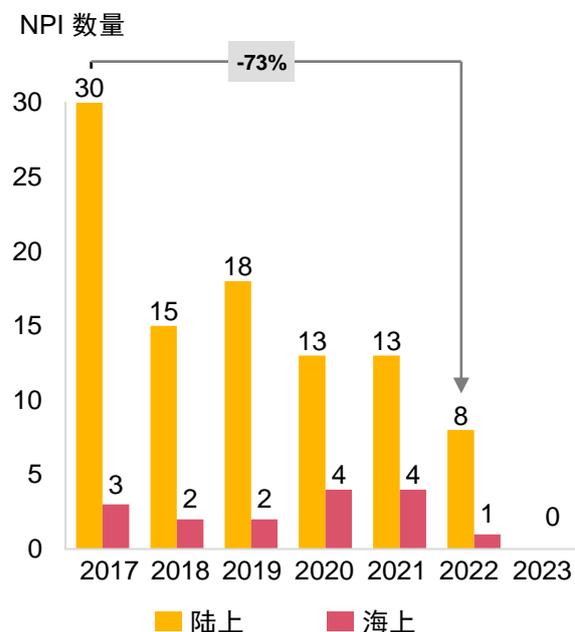


图10：中国整机厂商 v.s. 海外整机厂商新品发布速度分析

#### 2017 - 2023 中国风机主机厂 NPI 趋势



#### 2017 - 2023 西方风机主机厂 NPI 趋势



资料来源: Brinckmann

精简研发、零部件标准化或成行业新方案。  
以GE为例，其陆上风电机组型号的过度多样化导致生产、管理及运营成本激增。

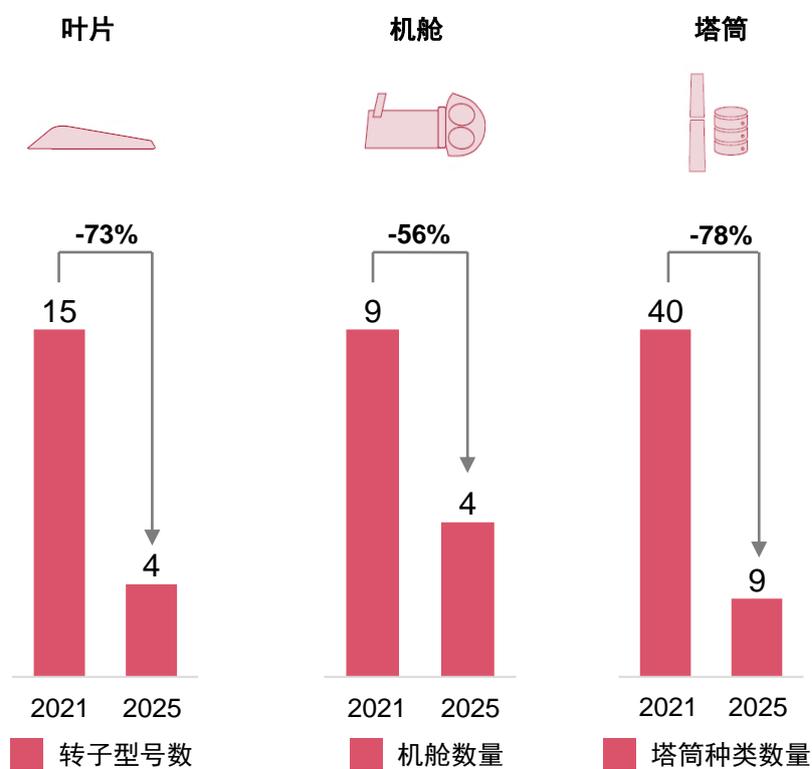
- 2021年，GE的叶片型号高达15个，机舱数量达到9个，而塔筒型号多达40个。
- GE计划到2025年将叶片型号减少至4个，机舱型号减少到4个，塔筒型号减少至9个，分别精简73%和78%。



依赖快速扩张和多样化产品的传统模式已无法适应行业长远发展。



图11：GE风机产品策略



资料来源: Brinckmann

为应对挑战，风电企业需摒弃“跑马圈地”式的发展思路，转向更精益化的管理模式。这一转型包括以下关键方向：

### 精简产品线

聚焦覆盖主流市场需求的“主力”产品，通过减少型号复杂性，降低生产成本并提升产品质量。例如，GE削减产品型号的计划预计将在2024年显著改善其利润状况。

### 推进标准化

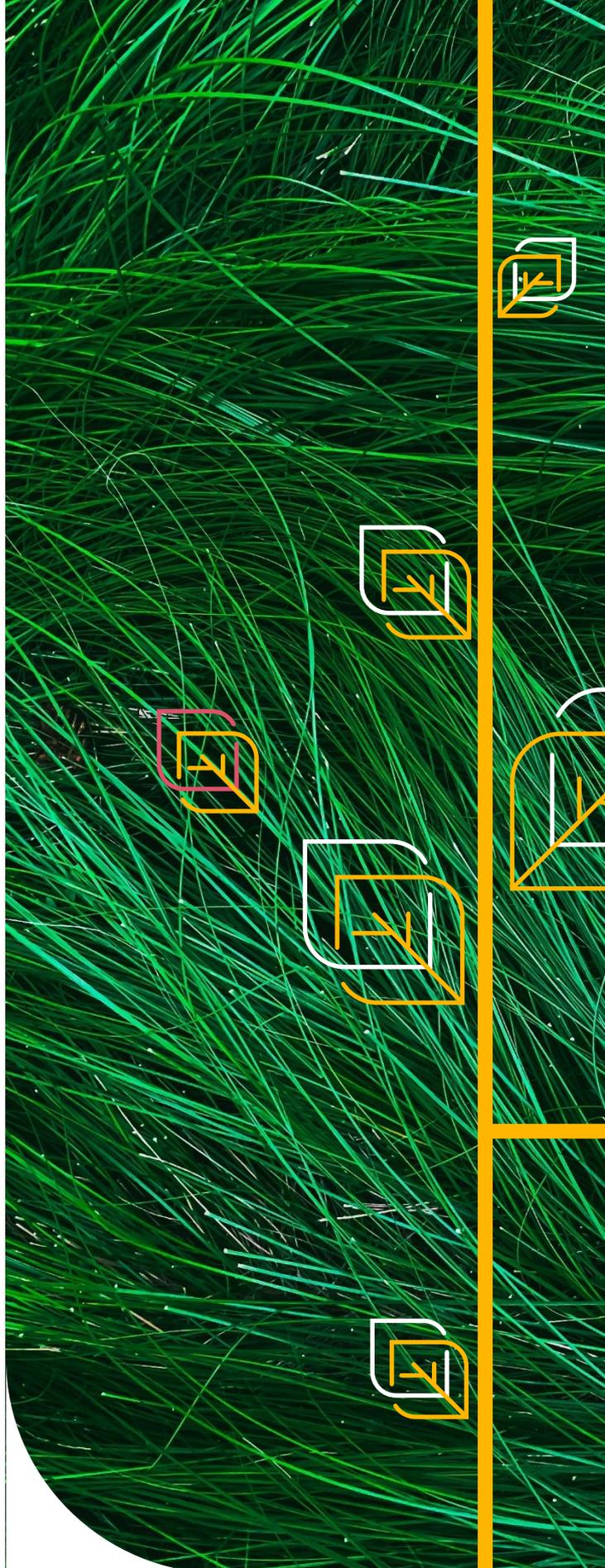
零部件的标准化是降低生产及维护成本的有效途径，同时有助于提高设备可靠性和可维护性。未来行业可通过统一标准加速产品迭代和闭环优化。

### 结构化创新

精简后的产品线将推动风电企业以更高效的方式进行研发和市场投放，实现技术与经济效益的平衡。

风电机组大型化是行业发展的必然趋势，但也带来了显著的技术、运营和财务压力。传统追求快速扩张和多样化的模式已不再适应市场需求。通过精简产品线、推进零部件标准化、专注“主力”产品，风电企业有望摆脱当前困境，向更高效、更具竞争力的方向迈进。

未来，行业应坚持“精益求精”的管理思路，通过结构化的创新实现长期可持续发展。这不仅是应对当下挑战的破局之道，更是风电行业迈向高质量发展的必由之路。



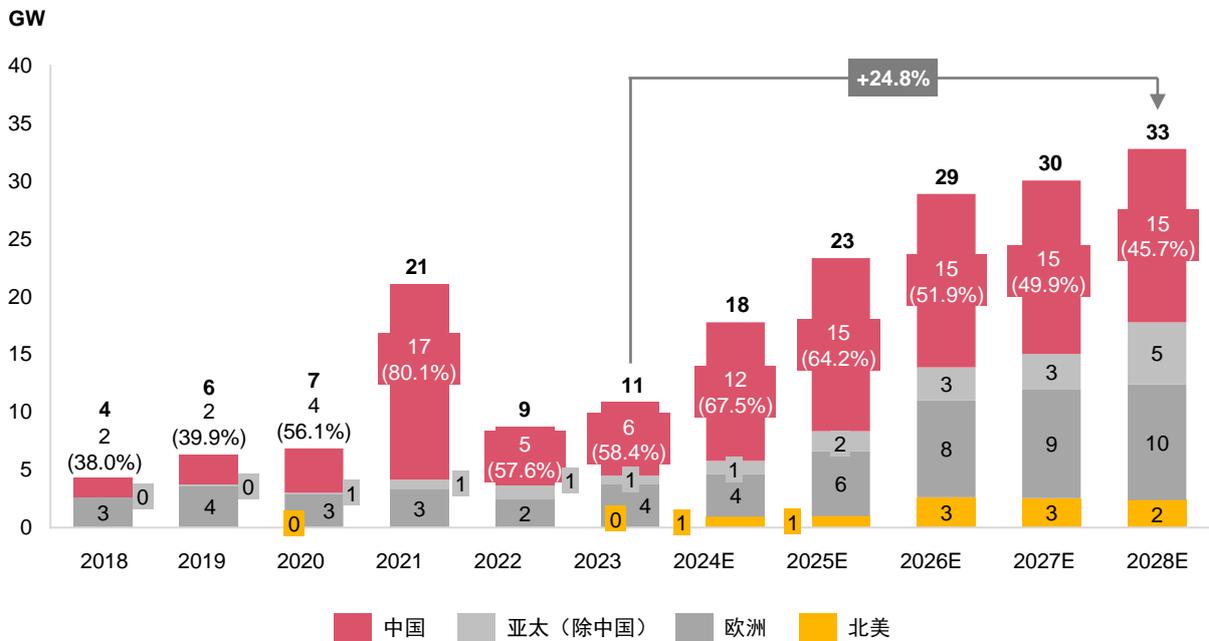


## 趋势二

# 中国引领海上风电全球增长



图12：全球海上风电新增装机量发展趋势



资料来源：GWEC

随着海上风电的迅猛发展，中国正逐步取代欧洲市场地位，成为全球海上风电的新增长极。据预测，2023-2028年间，中国海上风电新增装机容量将以19%的年复合增长率（CAGR）高速增长。尽管2021年受市场提前透支影响，2022年的新增装机量仍较2020年实现增长。预计到2025年，欧洲也将加速海上风电的扩张步伐。

中国计划在“十四五”期间新增海上风电装机容量50GW，到2025年累计装机容量将超过60GW。这一宏大目标将为国内市场释放巨大潜力，为海上风电产业注入强劲动力。

## 海上风电竞配机制：推动技术创新和成本优化

中国海上风电通过拍卖式和比选式双轨并行的竞争配置制度确定项目业主单位：

1. **拍卖式**：主管部门完成前期勘探，企业提交建设方案争取开发权。
2. **比选式**：企业自筹开发前期工作，竞争有限的建设额度或补贴资源。

其中竞配核心要素包括但不限于：

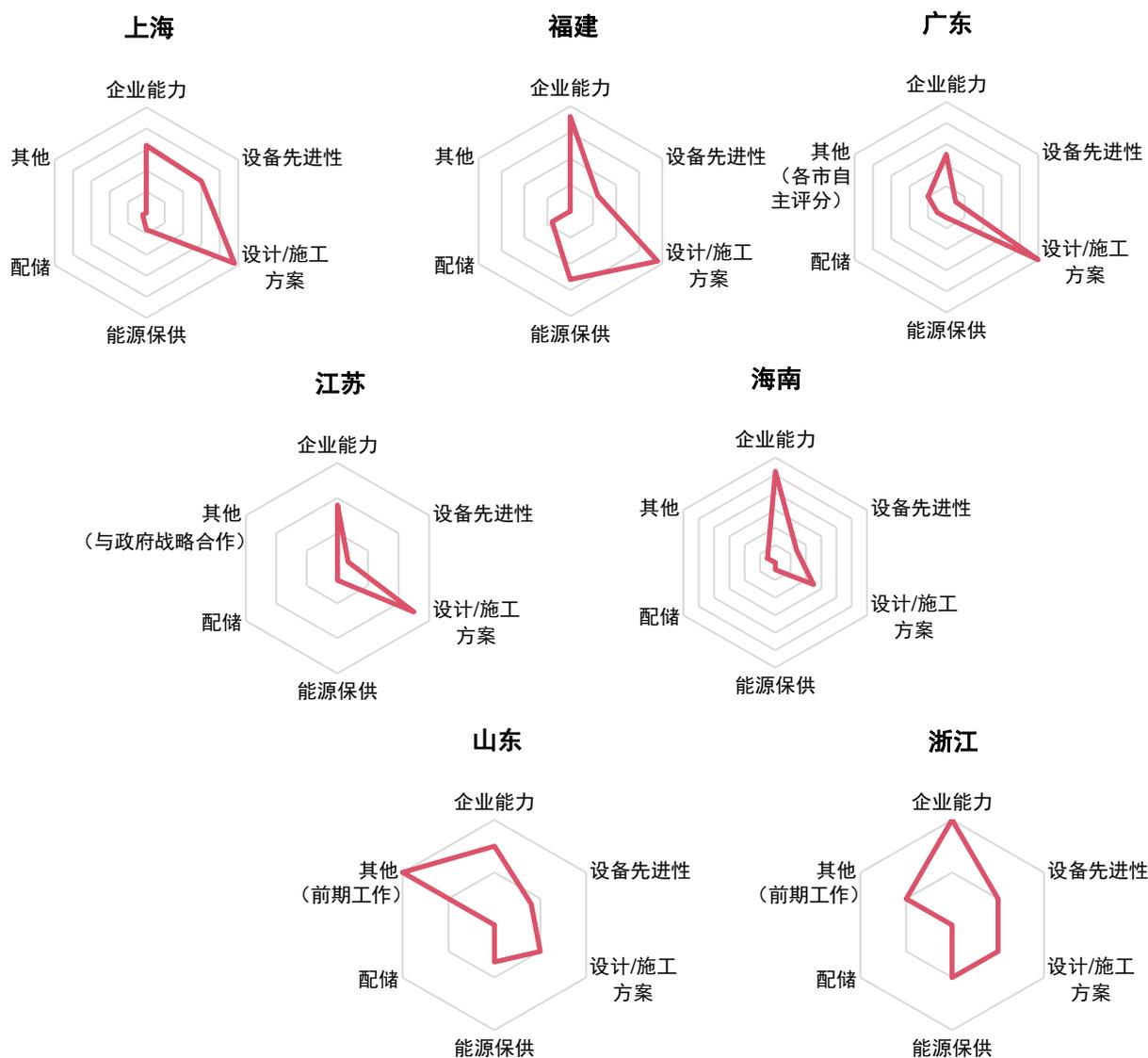
- **企业能力**：投资实力、业绩、技术水平、履约记录等。
- **设备先进性**：风机选型、风能利用系数、动态功率曲线等。
- **技术方案**：资源利用效率、智能运维、经济合理性等。
- **申报电价**：20年固定上网电价的合理性，权重通常不低于40%。

此外，各省份也基于区域特点关注项目可行性。例如，上海、福建和广东侧重于关注设计与施工方案，而山东则更注重前期开发工作的深度。





图13：海上风电竞配机制



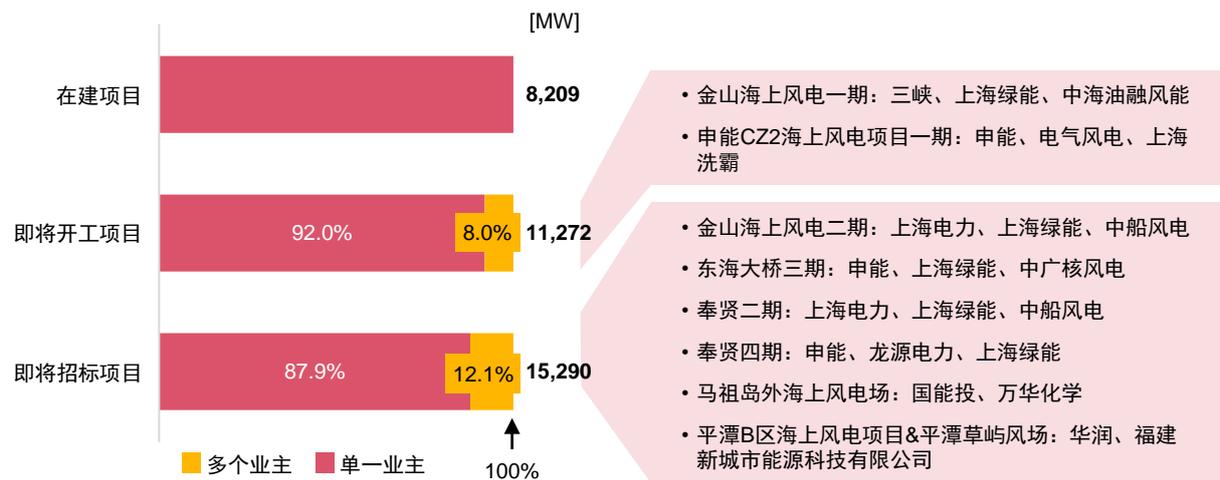
资料来源：普华永道分析



企业通常以联合体形式参与竞标，例如开发企业与整机制造商、央企与地方国企的合作模式，通过资源整合提升竞争力。

**联合竞标模式占比不断提高，目前联合体多包含地方能源开发公司**

目前不同阶段的海上风电项目单一业主和多个业主的占比（截至2023年11月）



同时，化工企业、储能企业等非能源企业也纷纷加入，以拓展业务、获取可再生能源配额。

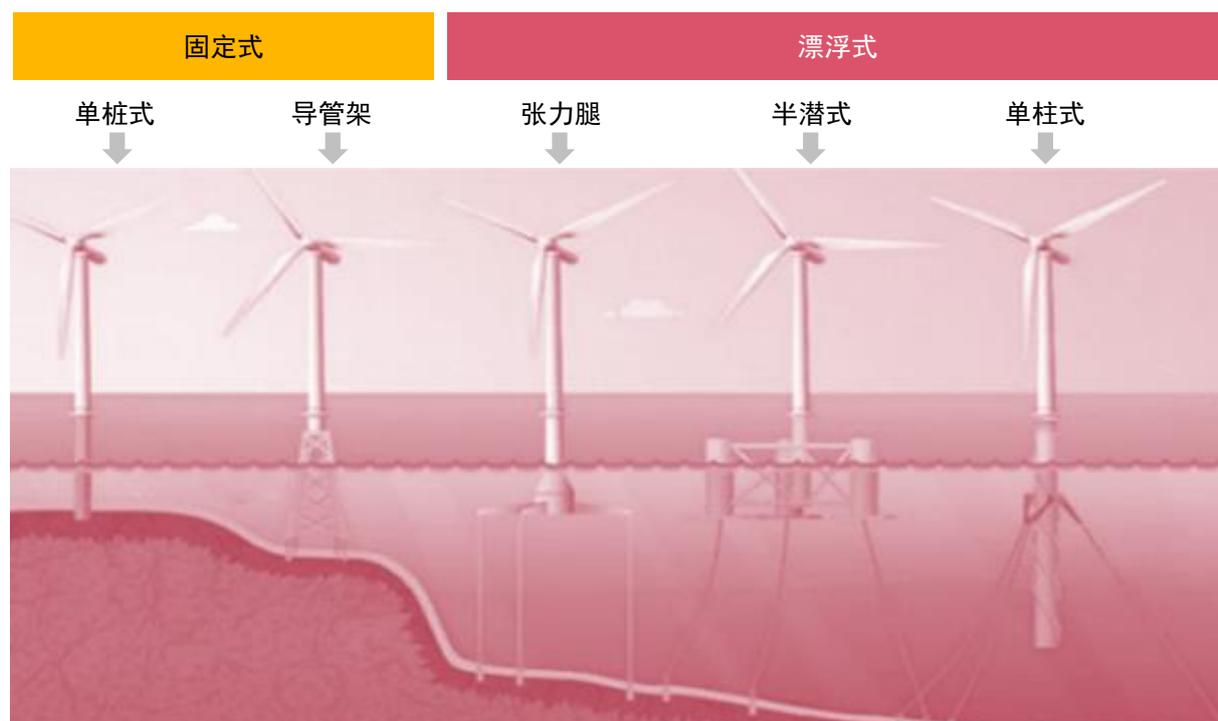
企业	风电项目	参与方式	企业收益	风电场概况	启示
万华化学	马祖列岛主岛310 MWp海上风电项目	联合体竞配中标，与国能集团共同建设海上风电项目	<ul style="list-style-type: none"> <li>保障新能源供给来源</li> <li>跨界布局新能源产业链</li> <li>拓展业务，为新能源行业提供材料解决方案和及时响应服务</li> </ul>	规划安装 23 台单机容量 13.6MW 的风电机组，实现年发电量达 14.5亿度	<ul style="list-style-type: none"> <li>化工企业能耗高，面对“双碳”目标，需要寻求多元的可再生能源供应</li> </ul>
巴斯夫	广东湛江 500 MW 风电场	持股10%，与风电龙头明阳成立合资公司，在华南共同建设运营海上风电场	<ul style="list-style-type: none"> <li>为巴斯夫的湛江一体化基地提供可再生能源电力，助力实现 100%绿电供应</li> </ul>	中德首个涉及开发、建设和运营的海上风电场项目，总装机容量500MW，预计2025年投运	<ul style="list-style-type: none"> <li>氢是化工企业的重要原材料，蓝氢（海上风电制氢）是低碳氢的重要技术路线</li> </ul>
宁德时代	宁德市深水A区 800 MW 海上风电场项目等	先后成立4家风电公司，与能源企业成立合资子公司，经营风电场投资等业务	<ul style="list-style-type: none"> <li>保障自身绿电供应，摆脱对火力发电的依赖，降低产品碳足迹</li> <li>产业置换新能源指标，为风电场配储，提升公司业务增长</li> </ul>	2024年1月参与福建宁德深水A区800MW海上风电项目	<ul style="list-style-type: none"> <li>随着海上风电场的建设和部分竞配评分标准的要求，来自海上风电的储能需求会不断增长，储能企业可以提前布局海上风电</li> </ul>



## 迈向深远海域：漂浮式风电成发展关键

目前，海上风电正在向深远海域进发。由于全球70%风资源位于水深超过60米的海域，海上风开发将从近海向深远海逐步推进。

适应不同水深的海上风电结构示意图：

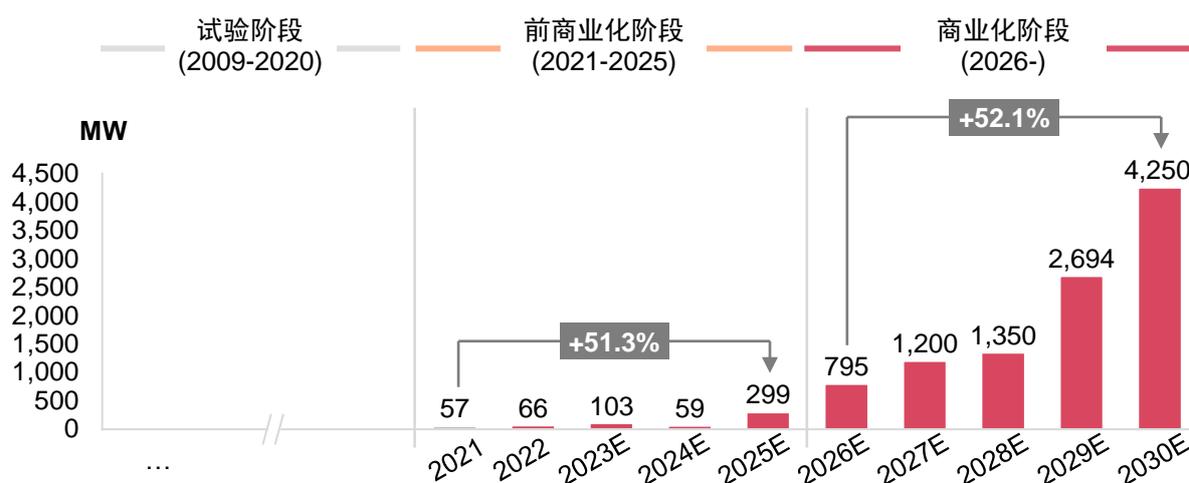


在这一背景下，漂浮式风电为加速进军深远海域带来契机。由于固定式风机远海施工成本高及受海底地形与暗流影响大等原因，漂

浮式风机将会逐步取代固定式风机，成为远海风场的主力军。



图14：全球漂浮式海上风电新增装机预测（MW）



资料来源：GWEC

漂浮式风电的发展进程需要经过多个阶段。

2009-2020年为试验阶段，这一时期内，漂浮式海上风电技术逐渐起步，挪威Hywind I项目（全球首台兆瓦级漂浮式风电机组）和英国Hywind Pilot Plant项目（2017年投运，装机30MW）验证了漂浮式风电技术的可行性。

2021-2025年，漂浮式风电迈入前商业化阶段，漂浮式海上风电技术开始逐步成熟，但仍处于市场发展的早期阶段。中国“三峡引领号”5.5MW（全球首台抗台风型漂浮式风电机组）和“扶摇号”6.2MW（预计2023年投运）。同时，法国、日本、美国等地的小型漂浮式风电场陆续投运。

预计从2026年开始，全球漂浮式海上风电将进入真正的商业化阶段，装机规模将持续增大，到2030年，漂浮式海上风电将占全球新增风电装机总量的6.1%。

中国海上风电凭借政策支持、技术创新和市场规模，正在成为全球风电增长的核心驱动力。深远海域的开发与漂浮式风电技术的快速进步，为全球风电市场开辟了广阔的发展空间。这不仅巩固了中国在全球风电产业链中的领先地位，也为全球绿色能源转型做出了重要贡献。



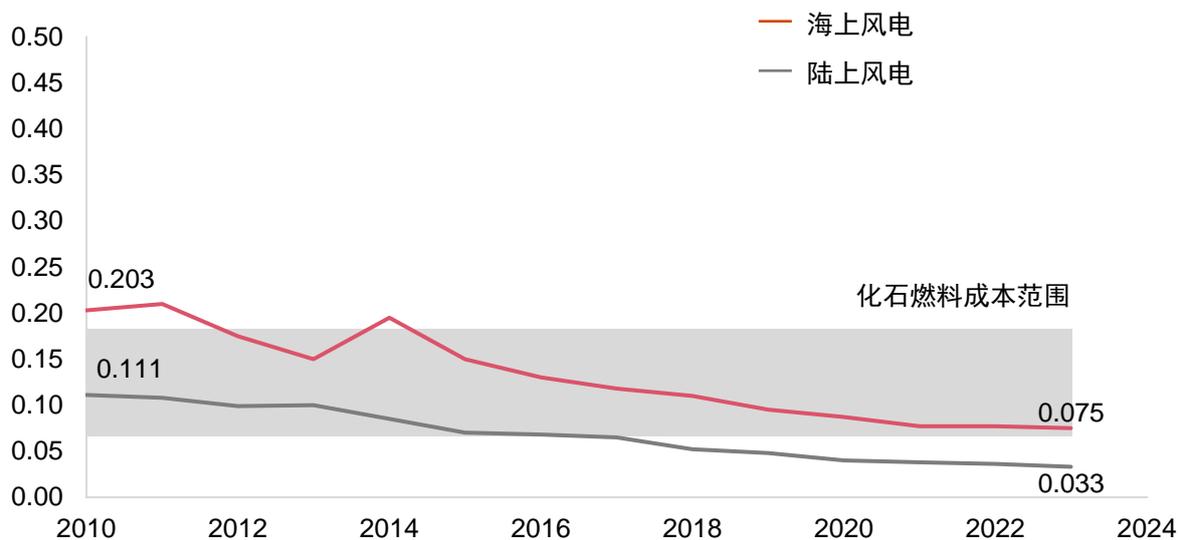
### 趋势三

## 风电驱动 Power to X 技术发展

过去十年间，风电的度电成本大幅下降，风能的经济性优势日益凸显。根据国际可再生能源署（IRENA）的数据，全球陆上风电的度电成本在过去十年内下降了约70%，海上风电的度电成本下降了约50%。截至2023年，全球陆上风电的平均度电成本低至每千瓦时0.033美元，不仅显著低于十年前的水

平，还与化石燃料发电相比极具竞争力。对于企业而言，这种成本下降趋势不仅有助于扩大风电在全球能源结构中的占比，还为企业在新兴市场拓展提供了经济性优势。

图15：风电度电成本比较



资料来源：IRENA

随着风电经济性的提升，“Power to X”技术中的“风电制氢”应用迎来快速发展，各国预期目标显示出风电制氢的广泛应用潜力。例如，欧洲计划到2030年通过水电解生产近800万吨氢气，西班牙、丹麦和德国预计将占40%的份额；澳大利亚预计到2030年产量接近600万吨，凭借低成本风电资源成为氢气出口大国；智利计划实现接近400万吨的产量；非洲的项目预计到2030年生产超过700万吨氢气。中国和中东地区，尤其是沙特阿拉伯的NEOM项目和中国的中石化库车项目，已进入建设阶段，推动风电与氢能结合的产业发展。

这些目标为企业探索新业务领域提供了契机。在欧洲，德国“HyPer”项目计划利用北海海上风电资源，通过大型电解槽生产氢

气，支持工业脱碳，预计未来几年开始建设。中国河北张家口风电制氢项目持续推进中，不仅为冬奥会提供清洁能源保障，还探索风电与氢能结合的商业模式。澳大利亚的“**Asian Renewable Energy Hub**”则计划打造全球最大的绿色氢能生产基地，以满足亚太市场的清洁能源需求。

同时，风电制氢在全球零碳园区和城市建设中扮演重要角色。例如，中东Neom City通过建设全球最大的风电制氢设施，实现了交通和工业领域的零碳化；挪威的斯塔万格港和荷兰鹿特丹港利用风电制氢为港口物流和重工业提供清洁能源，成为欧洲零碳港口计划的典范。中国天津的零碳产业园和江苏如东县的海上风电基地也正在探索以风电制氢为核心的零碳经济模式。



## Neom City 案例分析

Neom City项目是沙特阿拉伯为实现“2030愿景”而打造的未来城市，重点推动可再生能源与风电制氢技术。NEOM氢能项目，作为Neom City可持续发展战略的重要组成部分，计划成为全球最大水电解氢能项目，规模达2.2 GW，通过风能和太阳能大规模生产绿色氢气。项目已投入建设400 MW，预计2026年运营，计划在3年内完成千兆瓦级（GW）产能。2023年5月完成财务闭环。

该项目不仅支持Neom的零碳目标，也为全球零碳园区与城市建设提供了示范，推动风电制氢技术应用和商业化。中国企业如**华能集团**、**中国石油**和**中国交通建设集团（CCCC）**等提供了技术、资金及建设支持。

到2030年，全球范围内零碳城市和园区的数量预计将大幅增加，风电和氢能的贡献比例将显著提升。例如，C40（全球气候领导城市网络）倡议中的13个签约城市，包括哥本哈根、巴黎、悉尼、温哥华、多伦多、斯德哥尔摩、蒙特利尔、约翰内斯堡、波特兰、圣何塞、圣莫尼卡、纽伯里波特和茨瓦尼，

已承诺到2030年实现净零碳资产；北美的加拿大艾伯塔省正在探索利用风电制氢推动工业与城市脱碳；亚太地区的日本福岛县计划在2030年前实现能源自给和区域脱碳。

风电制氢的快速发展为企业带来了新的增长点。一方面，整机制造企业可以通过布局制氢设备制造或提供风电-制氢一体化解决方案扩展产业链，例如，通过与能源企业合作，推动风电-制氢一体化解决方案，探索绿色氢气生产的商业化；或与氢能企业合作，推动风电与氢能结合，拓展产业链业务；另一方面，企业可以加强与政府和客户的合作，共同推动风电制氢项目落地，同时探索“能源转化+应用场景”的新商业模式。

同时企业应密切关注零碳城市的发展计划，主动参与风电与氢能结合的示范项目。这不仅有助于企业抢占新市场，还可以通过技术积累和 market 经验打造全球竞争力。此外，企业可以加强与国际组织、区域政府的合作，推动技术标准化和跨国项目落地，提升企业在国际市场中的话语权。

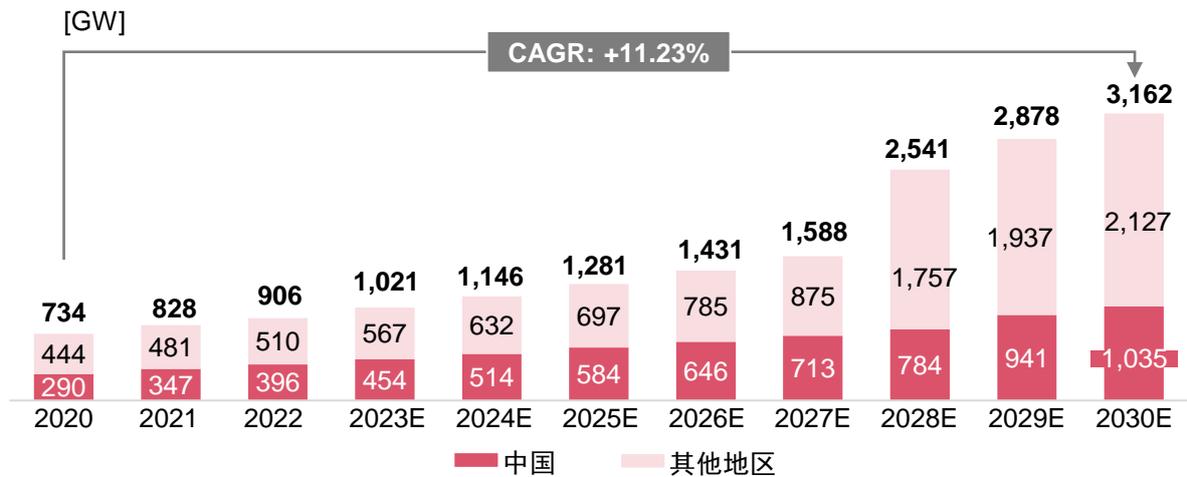
## 趋势四

### 后服务向好，盈利模式向新

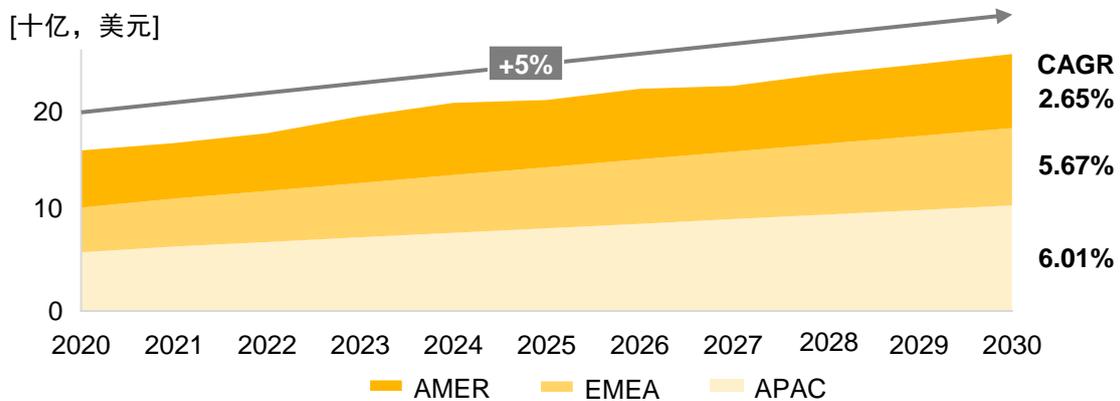
全球风电后服务市场规模将稳步上升，预计到2030年市场产值将达到280亿美元（折合人民币约两千亿元），累计装机容量达到

2.1TW。其中，亚太地区将占全球市场产值的41%，成为风电运维后服务的最主要市场。

图16：全球风电后服务市场规模



资料来源：GWEC



资料来源：GWEC

后服务是提升风机运营质量和风电资产利用效率的重要举措。随着全球风电装机量的提升，以及大量风机出质保期，后服务市场规模增长的趋势将更加显著。

后服务市场的主要参与者覆盖风电产业链的上中下游，包括风机制造商、风电场持有者、第三方服务商（ISP）以及关键部件厂商。

**风机制造商**的优势在于技术支持、大修服务和备品备件供应，得益于核心技术和上游零部件自研能力，制造商能够提供稳定的全生命周期部件供应，但较难获取风电场的风机运营数据。

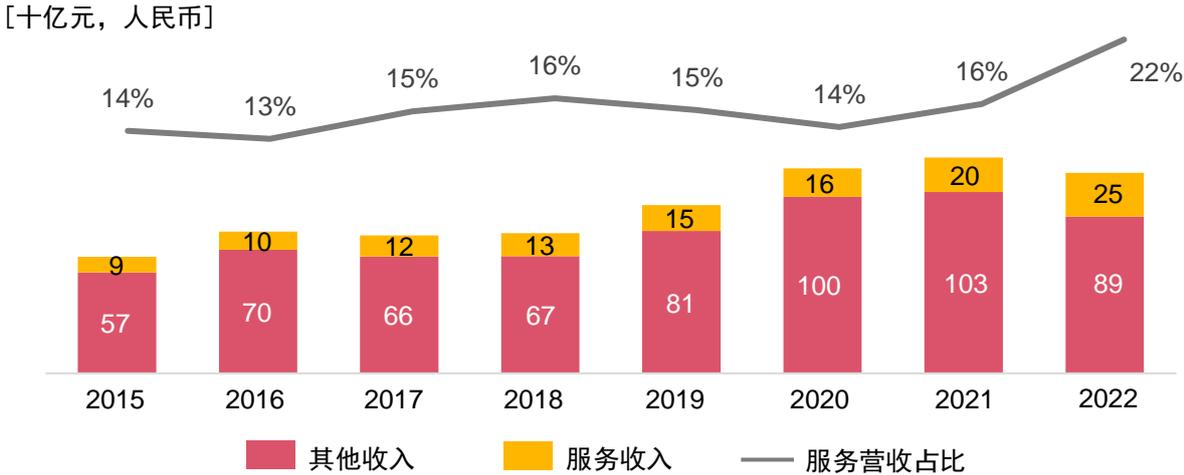
**风电场持有者**则掌握风机运行全生命周期数据，对小修、大修以及备件需求更为了解，但受限于技术能力不足，运维效率和服务质量仍需提升。

**第三方服务商**可以灵活应对不同品牌和机型，提供多样化服务，但在技术核心竞争力和配件供应链方面的能力有限。

**关键部件厂商**专注于技术复杂的易损耗部件（如叶片、轴承），在大修和备件供应方面具有成本优势和专业性。

国内外厂商在后服务模式上存在明显差异。国外厂商通常质保期较短，一般为2年，后服务合同期长达18年，覆盖产品全生命周期，后服务收入对总营收的贡献稳步上升，2022年服务营收占比达到22%。

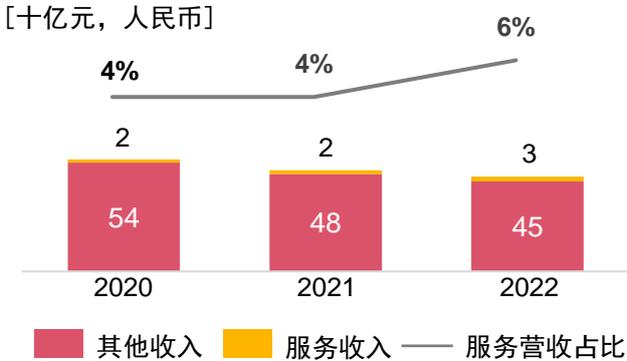
 **图17：某国外厂商后服务业务营收**



资料来源：公司公告

而国内厂商的质保期较长，一般为5年，服务合同期通常为1年一签，后续运维收益稳定性较弱。2022年国内龙头企业运维服务营收占比达到6%，虽有增长但仍落后于国外领先厂商。

**图18：某国内厂商后服务业务营收**



资料来源：公司公告

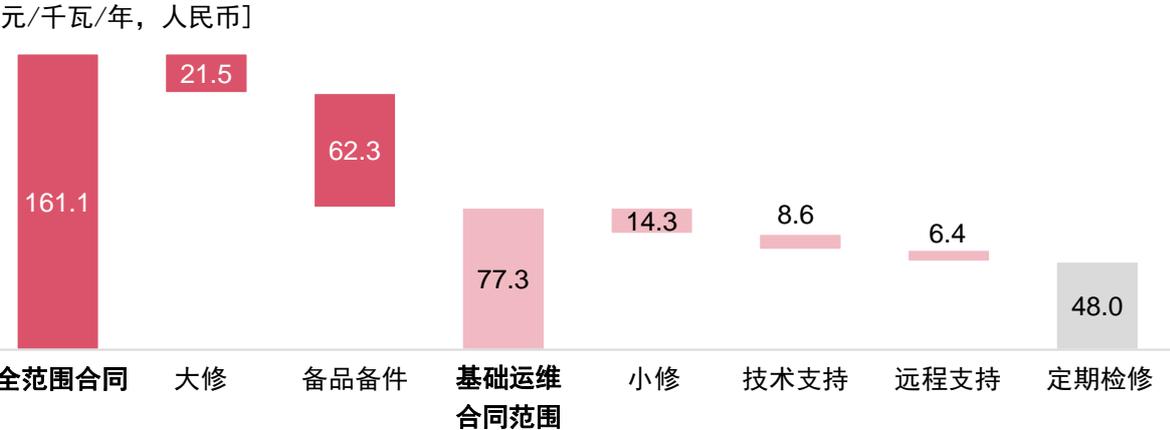


国内厂商质保期较长主要源于早期风机质量问题，随着风机制造质量的提高，质保期预计将缩短，这将释放更多后服务市场机会。但国内风电业主主要为国企，倾向自主运维，风机厂商需强化技术优势和服务能力，提升国企委托运维的意愿。

后服务成本主要集中在定期检修、大修和备品备件，其中定期检修在基础运维合同中的成本占比达到62%。相比基础运维合同，全范围合同还涵盖大修和备件服务，成本约为基础运维合同的两倍。目前，数字化技术正成为降低后服务成本、提升服务效率的重要手段。通过数字孪生和数据挖掘技术实现预测性维护（Predictive Maintenance），能够提前识别风机潜在问题，优化检修时间和资源配置，减少定期检修需求，降低大修成本。此外，智能运维还可提升设备运行数据的实时监测和分析能力，结合气象和地理数据预测风机运行表现或发出预警。



 **图19：常见后服务成本结构**



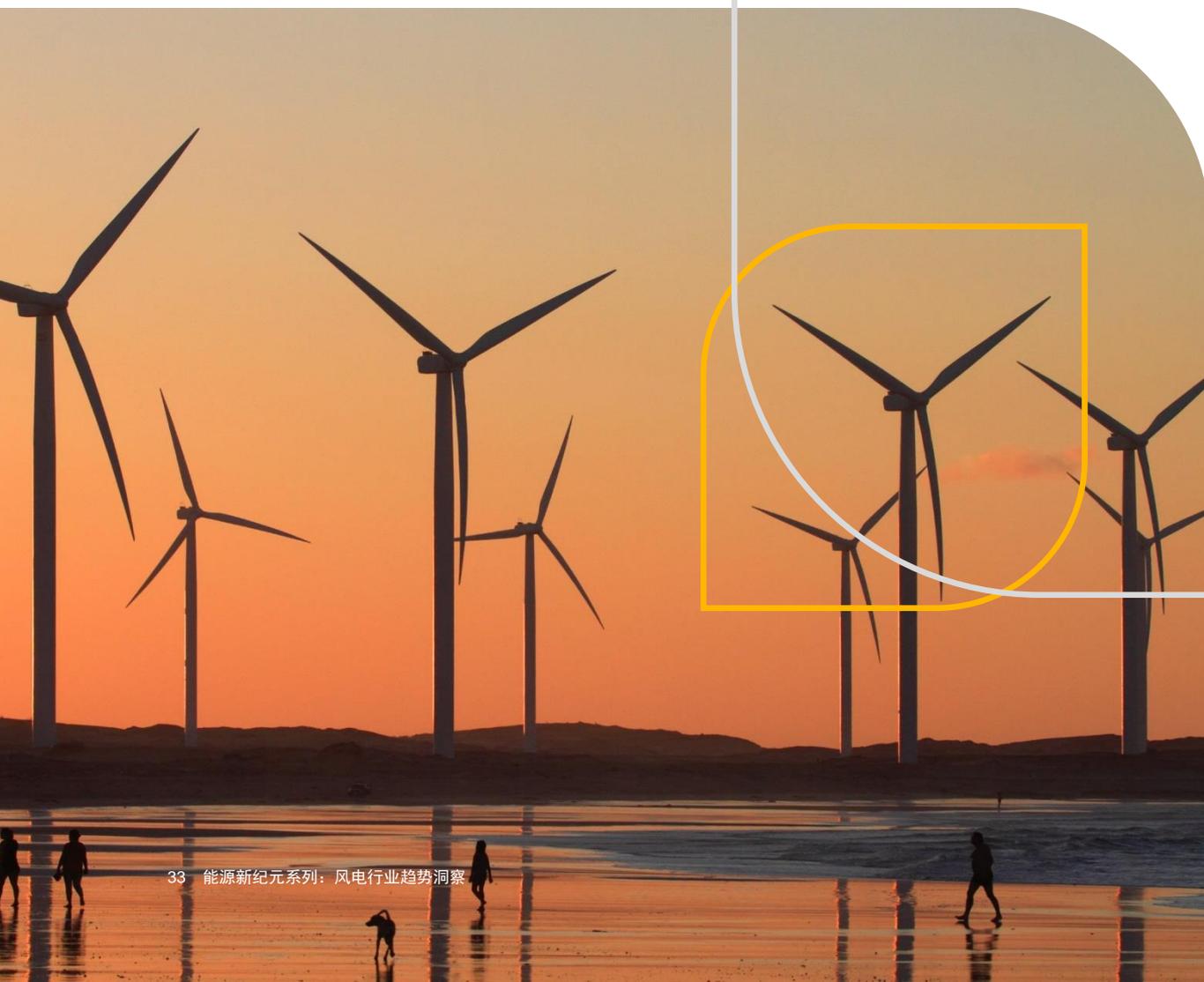
资料来源：Wood Mackenzie，普华永道整理

当前，后服务模式正在从低附加值的传统运维模式向高附加值方向转型。在传统模式下，后服务以备件销售和简单运维服务为主，利润率仅为10%-20%。而高附加值模式包括基于SaaS的风资产管理、电力生产和风电场运营。

- 基于SaaS的服务通过数据监测、运营分析和可视化手段，为风电场提供全生命周期的优化管理。
- 电力生产服务通过发电量担保和分成模式提升风机利用率，利润率约为30%。
- 风电场运营服务则采用收益分成模式，对风电收益进行担保，利润率可达35%。

这些高附加值服务绑定业主利益，不仅为客户创造更多价值，还能显著提升企业运维服务的盈利能力。

未来，风电后服务市场的竞争将进一步加剧，数字化技术和高附加值服务模式将成为企业提升竞争力的核心。国内企业需加速技术创新和模式转型，缩短质保期，推动长周期运维合同的发展，通过提升服务价值和客户信任度抓住市场机遇，实现后服务业务的稳定增长。



## 趋势五

### 产能出海，拓展新增长曲线

过去10年，中国风机出口容量以18.2%的复合增长率（CAGR）持续增长。亚洲市场是中国风机出口的核心区域，占累计出口容量的近50%。虽然2022年的新增出口装机量较2021年有所下降，但仍贡献了总出口份额

的73%。与此同时，中国在中东、非洲和大洋洲市场的出口份额均实现提升，尤其在非洲市场完成了从零到突破的跨越，为未来进一步拓展奠定了基础。

图20：中国风电机组向海外历年出口规模

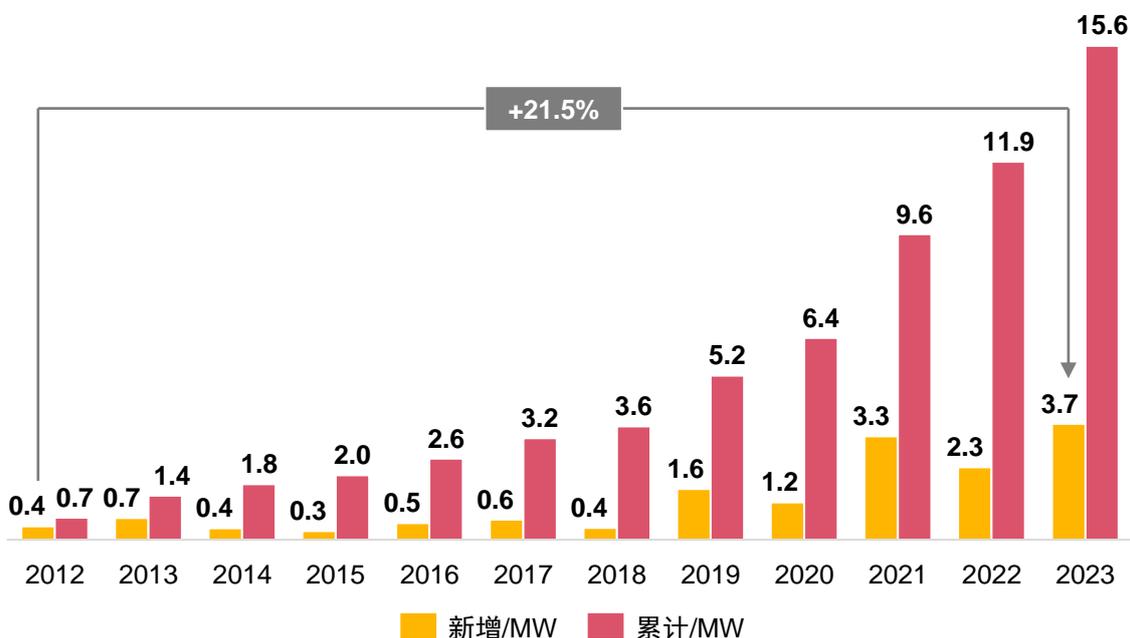
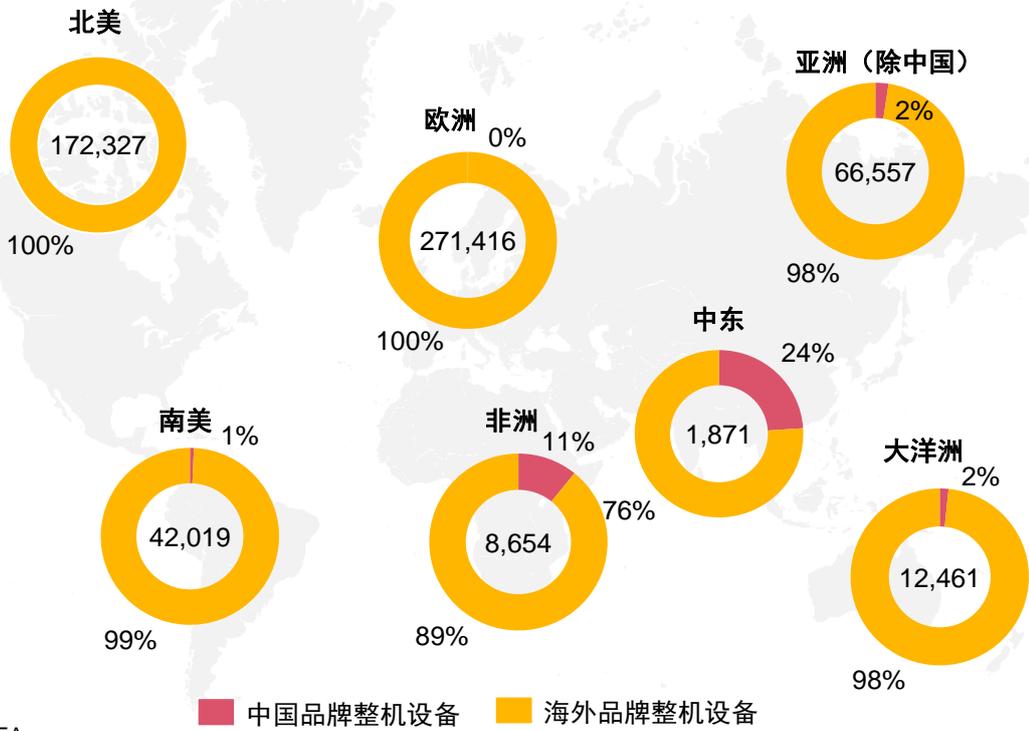


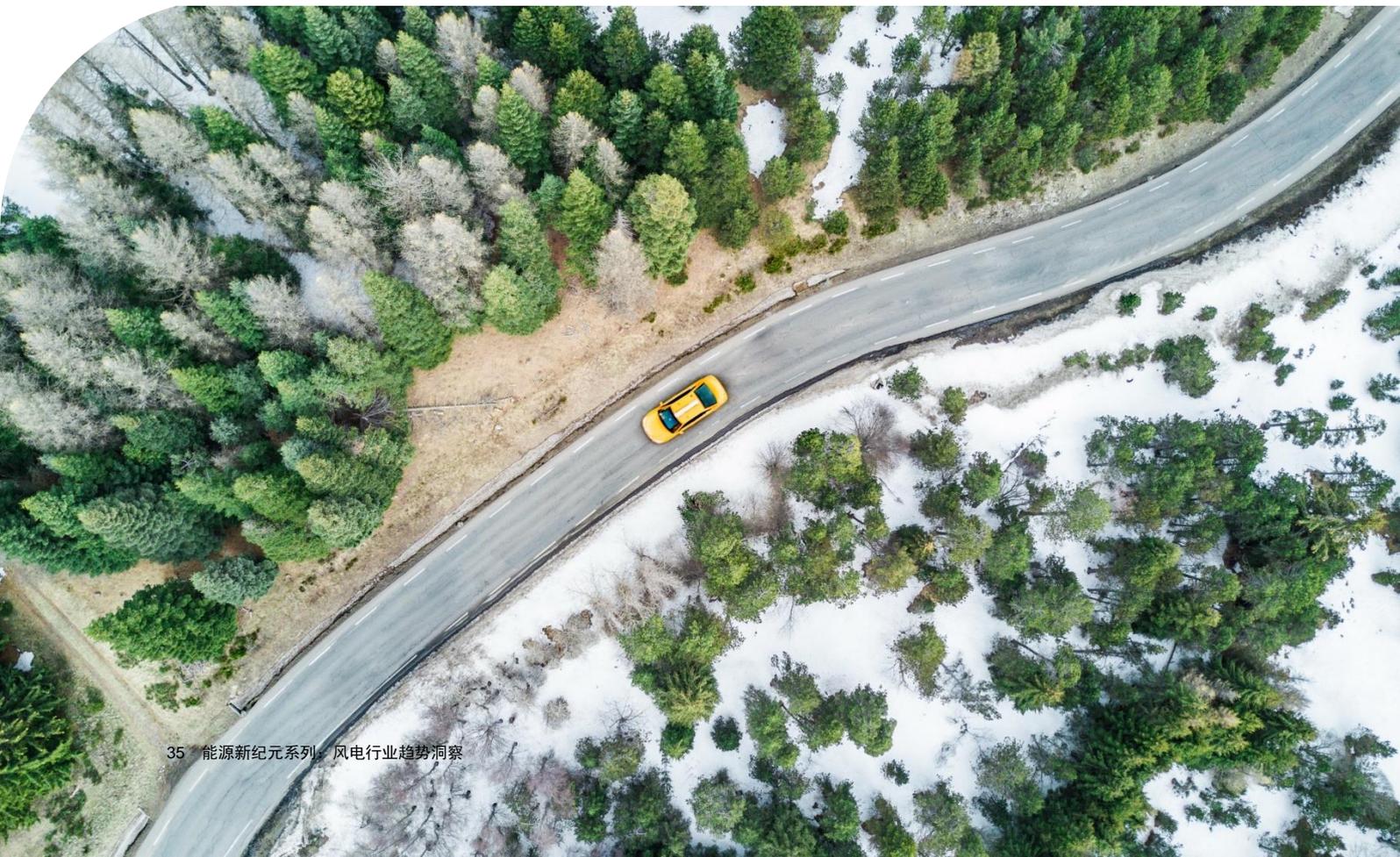


图21：中国风电机组向各地区份额

[MW]



资料来源：CWEA



全球风机市场对本土产能的需求逐渐增加，进一步扩大了中国风机出口的窗口期。预计自2026年起，欧洲和美国的陆上风电装机需求将大幅增长，但本土产能难以满足需求，产业链可能面临供应瓶颈。同样，自2025年起，美国和欧洲的海上风电市场也将逐步面临产能缺口，尤其是关键零部件（如齿轮箱）供应。全球范围内，中国与印度以外的国家在本土制造能力上的不足，为中国整机和零部件制造商提供了更多机会。

截至2023年，全球风机产能总计约163GW，其中关键零部件齿轮箱产能为166GW，而中国在齿轮箱产能中的占比超过60%。这一领先的生产能力为中国进一步扩大出口提供了坚实基础。

图22：2023全球风机产能分布

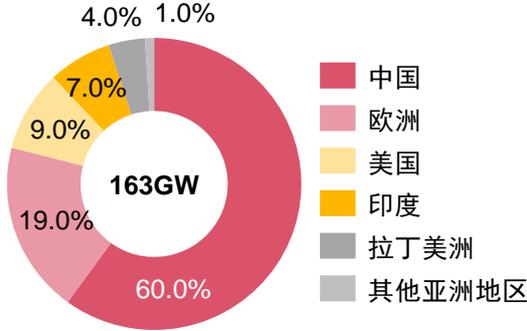
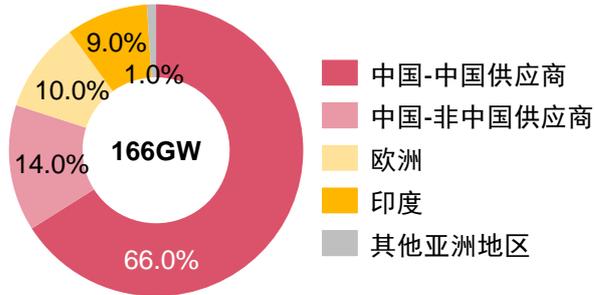


图23：2023全球齿轮箱产能分布



资料来源：GWEC

中国风机企业在国际市场上的拓展虽然前景广阔，但也面临多重挑战。

首先，过去依赖“借船出海”的模式逐渐失去优势。早期中国风机主要通过央企总包项目依赖国家间合作实现出口，但随着国际形势的变化，这种模式面临的局限性越来越明显。

其次，中国风机在海外市场的质量验证周期较长。风机作为大型设备，其性能需要长期的运营数据支持，而中国风机品牌起步较晚，缺乏国际客户熟悉的历史积累。因此，海外客户更倾向于选择历史悠久的国际品牌。

最后，风机出口涉及复杂的跨国运输、安装和认证流程，企业需应对海外法律法规、风电并网规则，以及关税和地税等诸多障碍。这些问题显著增加了出口成本与难度。

面对挑战，中国风机企业从“借船出海”逐步转型为“主动扬帆”，探索出三种成熟的出海模式：

### 1. 海外自营风场模式

通过自建风场在海外市场立足。企业通过投资建设并运营海外风场获取当地政府和市场的信任，同时利用实际运营数据作为品牌背书。如金风在如阿根廷和澳洲等国家都有自持的风电场。

### 2. 合作离网风机模式

与当地高能耗行业（如采矿和冶金）企业合作建设风机项目，帮助客户实现能源转型和碳中和目标，同时利用合作企业的运营数据为风机品牌做背书。例如，如金风与澳大利亚采矿巨头合作，通过提供定制化离网风机和能源管理系统，切入澳洲市场并进一步拓展出口。

### 3. 后服务出海模式

通过优质运维服务打响品牌并占领市场。针对海外市场因质量问题或供应链瓶颈导致的后服务响应慢、成本高等痛点，随着中国整机商在海外市场的市场份额正在逐渐提升，通过提供高效的后服务，为后续风机订单奠定基础。





为了确保出海模式的顺利实施，中国风机企业需采取多项关键举措：

- 1. 属地化运营：**在目标市场组建海外公司，雇佣本地员工，贴近市场需求，提升服务响应能力。
- 2. 供应链优化：**通过资本支出（Capex）投资海外供应链布局，增强跨国产能、物流与服务效率。
- 3. 数据驱动品牌建设：**利用海外风场的实际运营数据和客户反馈，强化品牌信誉，向潜在客户证明风机的高质量与稳定性能。

中国风机出口正迎来新的发展机遇。随着全球风机市场需求的提升，以及美国和欧洲在陆风和海风市场产能的不足，中国风机企业在国际市场上的窗口期逐渐扩大。然而，企业需积极应对“借船出海”模式的局限，通过海外自营风场、合作离网风机和售后服务三大模式，探索出主动扬帆的可持续路径。同时，通过属地化运营、优化供应链，进一步提升全球竞争力，实现从“跟随”到“引领”的转型。



3

普华永道  
新能源  
解决方案



上文普华永道分析了能源转型风电领域的核心趋势及最佳解决方案。然而，对于能源企业和用能企业来说，面对不断变化的市场和技术环境，把握窗口期，抓住转型特征，实现自身能源转型并打造未来增长的二次曲线的这一进程仍将充满挑战。

普华永道依托全能源价值链的丰富经验与市场洞察总结出**业务增长、精益运营和多元协同**是能源企业在转型过程中的**三大战略要务**。

首先，保证**业务增长**是能源转型战略的根本。企业需要通过打造**市场先发优势**保障高项目收益，不断寻求新的业务增长点，并灵活调整业务布局，以适应市场的变化和需求的多样化。

其次，**精益运营**在可再生能源企业的转型过程中也起着至关重要的作用。在项目执行和后期运维中，贯彻**成本优先与规模效应**策略可以帮助企业规避生产风险点，提高运营效率，降低成本，为企业打造可持续的市场竞争力。

此外，**多元协同**策略也是可再生能源企业应对转型挑战的重要手段之一。通过**跨界合作与资源整合**，企业可以促进组织内外部的协同运营，并与价值链上下游的合作伙伴实现协同发展。这有助于企业整合资源、优化供应链、提升创新能力，从而更好地适应市场的变化和竞争的压力。

只有在这些方面做足功夫，企业才能够应对不断变化的市场环境，保持竞争优势，实现可持续发展。为了应对上述三大战略要务，普华永道总结了对于能源公司的战略和战术杠杆：

**业务增长：**公司可通过（1）先发优势占据市场制高点，主要战术杠杆包括市场机遇勘察和项目组合与机会管理。同时进一步（2）通过区域和技术的优化组合，开发新兴市场，辅助实现阶段性扩张，并通过知识迁移与合作，提升整体竞争力。同时，普华永道积极推动新兴技术的合作与创新，以强化项目管理，确保业务的持续增长。

**精益运营：**公司可通过（1）EPC成本优化，推动工程管理和项目管控的持续改进，持续挖掘和管理工程数据，以降低运营成本和提高效率。（2）最大化资产价值，通过优化合同与物流管理，降低生产成本（例如减少低效生产

要素LPF），并通过提升活动成本管理和人员效益，实现更高的运营效率。此外，公司可建立数据工厂，实现工厂测量与管控，并通过对生产、成本和效益等数据的深入分析，进一步提升运营绩效。

**多元协同：**公司应致力于（1）多元资源的整合，通过业务协同与技术整合，实现能源金融与资源的高效配置，探索能源+一体化的创新性。（2）推动价值链协同运营，并通过整合技术和产品研发，打造数据中台，确保各业务环节的高度协同和创新发展。

普华永道通过对市场机遇的深刻洞察和战略杠杆的精准应用，在能源领域不断为能源企业和用能企业赋能，推动实现业务增长、精益运营和多元协同的战略目标。这些战略和战术措施的实施，旨在助力公司在激烈的市场竞争中保持领先地位，推动企业实现可持续发展和竞争力的全面提升。





# 联系我们

## 蔡晓颖

普华永道中国ESG可持续发展主管合伙人

电话: +86 (21) 2323 3698

邮箱: [amy.cai@cn.pwc.com](mailto:amy.cai@cn.pwc.com)

## 孙越

普华永道中国ESG可持续战略与转型合伙人

电话: +86 (21) 2323 3172

邮箱: [alex.sun@cn.pwc.com](mailto:alex.sun@cn.pwc.com)

## 郜怡晨

普华永道中国ESG可持续战略与转型经理

电话: +86 (21) 2323 5062

邮箱: [dorothy.gao@cn.pwc.com](mailto:dorothy.gao@cn.pwc.com)

肖雨伶、徐庞博、卫欣、于钧霆  
对本文有贡献。

本文仅为提供一般性信息之目的，不应用于替代专业咨询者提供的咨询意见。

© 2024 普华永道。版权所有。普华永道系指普华永道网络及/或普华永道网络中各自独立的成员机构。详情请进入 [www.pwc.com/structure](http://www.pwc.com/structure)。