

GLOBAL OFFSHORE WIND
SUPPLY CHAIN REPORT 2025

在此背景下，中国可再生能源学会风能专业委员会（CWEA）与全球风能理事会（GWEC）联合编制了本报告。报告立足全球视野，聚焦产业链核心环节，系统评估全球海上风电发展现状、瓶颈与趋势，为政策制定者、产业界与投资方提供前瞻性洞察与行动参考。报告分为两部分：第一部分着重介绍全球及拉美地区海上风电市场及产业链发展情况。全球最大的风电机组装配和关键零部件生产中心位于亚太地区，产能主要分布于中国和印度。然而，除中国外，其他国家部分关键产业链环节在 2030 年之前将面临不同程度的瓶颈。拉美地区虽具备一定陆上风电产业链基础，但预计到 2029 年全产业链将遭遇制约，海上风电产业链瓶颈则将持续至 2045 年。第二部分聚焦中国海上风电市场与产业链发展。凭借成本、技术、资金和服务优势，中国风电企业正在全球范围内提供整体解决方案，发挥日益重要的引领作用。

展望未来，唯有建立开放合作、互利共赢的产业生态，才能推动全球海上风电产业提速提质发展，中国可以在其中发挥关键作用。让我们携手并进，以海上风电为战略支点，掀起全球能源绿色转型的澎湃浪潮，共同谱写可持续发展的崭新篇章。

中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长

CONTENTS 目录

CHINA'S SIGHTS ON THE WORLD
CHINESE MARITIME OUTLOOK



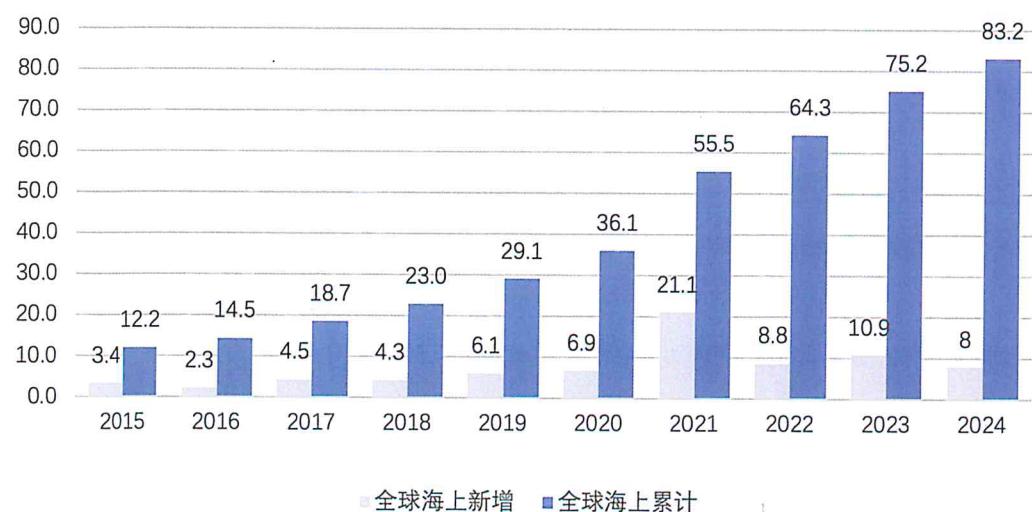
海上风电作为一种清洁能源，具有巨大的发展潜力，逐步成为各国关注和发展的重点。海上风电自上世纪九十年代初起步于欧洲，经过三十多年的发展，除欧洲市场之外，亚太地区，以及其他新兴市场也在逐步发展壮大。尽管 2024 年全球海上风电新增装机量因供应链与政策调整影响短暂放缓，但行业仍展现出强劲的长期增长韧性，全年累计装机容量同比提升 12%，持续领跑可再生能源扩张赛道。欧洲与中国继续保持领先地位，同时日本、韩国、澳大利亚、越南、菲律宾等亚太国家加速布局，尤其是菲律宾完成首次海上风电拍卖，日本通过专属经济区（EEZ）法案为漂浮式风电发展铺平道路，标志着新兴市场的崛起。

根据全球风能理事会（GWEC）统计，2024 年

全球海上风电新增装机容量为 8GW，比 2023 年下降 26%，不及预期。2024 年，共有 8 个国家新增了海上风电装机容量，虽然中国装机不及预期，但依旧蝉联榜首，新增并网容量约 4 GW，占全球新增并网容量的一半；英国新增装机容量位居第二位，容量为 1.2GW，占全球海上风电新增装机容量的 15%。其他主要新增装机国家包括：德国 730MW（9%）和法国 658MW（8%），荷兰和美国均为 132MW，日本和韩国均为 100MW。

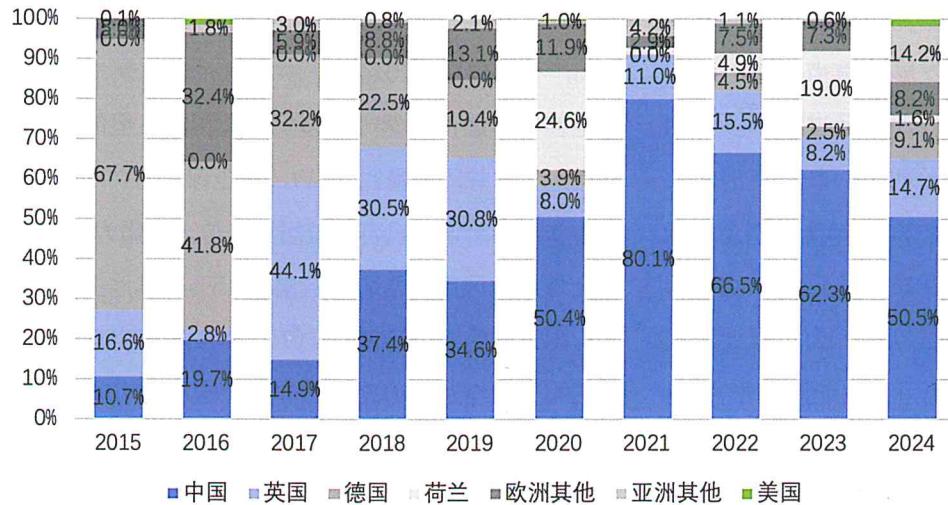
截至 2024 年底，全球海上风电累计并网容量已经达到 83.2 GW，较 2023 年增长约 10.6%，占全球风电总装机容量的 7.3%。中国连续第 4 年保持全球第一，累计装机容量占全球一半以上。英国保持排名第二，但全球占比下降，占全球海上风电累计并网容量的 19.2%，其次为德国、荷兰等。

单位：GW



来源：GWEC

图 1-1
2015-2024 年全球海上风电新增和累计并网装机容量



来源：GWEC

图 1-2
2015-2024 年全球主要国家海上风电新增装机占比

海上风电开发目前主要还是以固定式为主，漂浮式海上风电处于示范应用阶段。2023 年最后的 4 台 SGRE SG-8.6-167 漂浮式风电机组共 35MW 安装在挪威 Hywind Tampen 项目 (94.6 MW)，其他还有 13MW 的漂浮式风电机组安装，包括西班牙 2MW 和中国的“海油观澜号”的明阳智能漂浮式海上风电装备 7.25MW 以及“国能共享号”的电气风电 4MW 漂浮式海上风电装备。2024 年新增有中国“明阳天成号” 16.6MW 和法国 25 MW。截至 2024 年底，全球漂浮式海上风电装机容量为 278MW，共 7 个国家，其中挪威位居世界首位，装机容量为 101 MW，其次英国 78 MW、中国 40 MW、法国 27 MW、葡萄牙 25 MW、日本 5 MW 和西班牙 2MW。漂浮式技术越来越受到重视，预计真正实现大规模发展将在 2030 年以后。

随着海上风电技术的不断提升，海上风电机组的单机容量在增大。2024 年，全球新增海上风电机组平

均单机容量为 9.8MW，比 2023 年增长了约 0.2MW（其中，在欧洲已经达到 10.1MW 比 2023 年增长了约 0.3MW，亚太地区也达到了 9.6MW 比 2023 年增长了约 0.1MW）。随着技术的进步以及装机规模的扩大，十余年全球海上风电度电成本 LCOE 下降超过 60%。¹ 根据国际可再生能源署 (IRENA) 数据显示，全球海上风电项目度电成本由 2010 年的 0.208 美元 / 千瓦时，降至 2024 年的 0.079 美元 / 千瓦时，降幅为 62%。但是 2024 年较 2023 年，市场表现不同，得益于中国海上风电的持续降本，2024 年亚洲海上风电度电成本降至 0.078 美元 / 千瓦时，较 2023 年 (0.079 美元 / 千瓦时) 降 1.3%，较 2010 年 (0.201 美元 / 千瓦时) 下降 61%；中国 2024 年度电成本为 0.056 美元 / 千瓦时，较 2023 年 (0.072 美元 / 千瓦时) 降 22%，较 2010 年 (0.200 美元 / 千瓦时) 下降 72%。2024 年欧洲海上风电度电成本显著增长，同比上涨约 16%，从 0.069 美元 / 千瓦时涨至 0.080 美元 / 千瓦时。

1: 数据来源：国际可再生能源署 (IRENA) 《2024 年可再生能源发电成本》



2

产业链总体发展概况 Supply Chain Overview





(1) 现状

全球海上风电产业链协同初具雏形。正从单一设备制造向“开发—制造—建设—运维”一体化体系演进。当前已形成以整机、塔筒、基础结构、海底电缆、安装船为核心的供应链网络，但整体仍面临区域性不均衡与产能错配问题。

供给端的产能扩张滞后于需求增长。尽管装机目标持续上调，但关键环节（如大功率风电机组、高端海缆、专业安装船）的制造能力与交付周期难以匹配快速增长的项目需求。供应链瓶颈突出，尤其在高端装备制造和专业施工装备方面存在“卡脖子”风险。

需求长期旺盛，短期交付有压力。多国将海上风电作为实现碳中和与能源自主的核心路径，推动长期采购计划密集出台。例如，欧盟“REPowerEU”计划、中国可再生能源规划均设定了明确目标。然而，2024年新增装机同比下降 26%，这也反映出项目执行层面存在延迟，供需之间出现阶段性脱节。

区域供需失衡明显。亚洲（尤其中国）承担了主要设备供应角色，而欧洲、北美在技术研发与高端服务领域有优势，但供应链面临挑战。新兴市场（如东南亚）需求上升，但本地化制造能力薄弱，高度依赖进口，加剧全球供应链压力。

(2) 挑战

宏观经济与融资困难：利率上升、资本成本增加导致项目经济性下降，融资难度加大，部分项目被迫延期或取消。特别是美国因政策突变发布项目停工令，严重影响投资者信心。

政策不确定性与审批迟缓：多国海上风电项目面临环评、海域使用权审批流程冗长的问题，成为项目推进的主要障碍。政策波动（如补贴退坡、招标规则频繁调整）也增加了企业投资风险。

供应链脆弱性凸显：全球化供应链受地缘政治影响加剧，关键原材料（如稀土、铜）和核心部件供应不稳定。同时，专业船舶（如安装船）短缺严重制约施工进度，在建项目交付面临延期风险。

技术迭代与人才缺口：随着风电机组大型化、深远海化、漂浮式技术发展，产业链需快速适应新技术要求。但当前高端人才储备不足，特别是在海洋工程、电气集成、智能运维等领域，制约产业升级。

(3) 供需分析预测

风电产业链的大部分供应商仍位于亚太地区、欧洲和美洲地区，中东和北非地区也出现了新的供应商。从区域上看，亚太地区是世界第一大风电机组装配和关键零部件生产中心，陆上产能主要分布在中国和印度，到 2030 年除中国外的其他国家供应将面临瓶颈，海上产能除中国外，到 2030 年其他国家市场都将面临瓶颈。欧洲是第二大世界风电机组装配生产基地，在 2030 年后欧洲目前的产能不足以支撑未来的需求。拉美地区陆上产业链虽有一定基础，但在 2029 年后全产业链面临瓶颈，海上风电产业链目前几乎处于空白，直到 2045 年都将面临瓶颈。

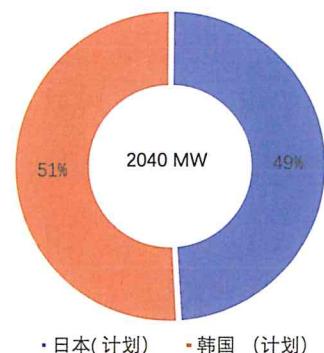
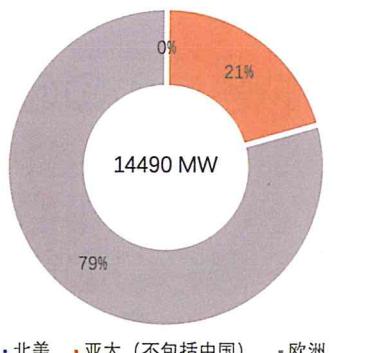
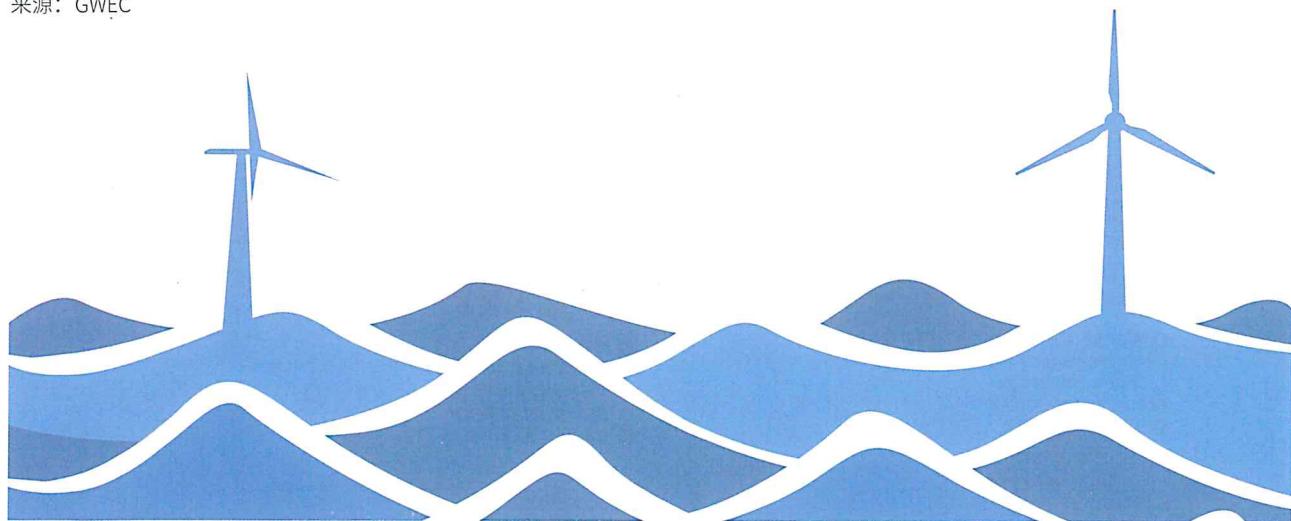


表1-1 2024—2030年全球海上风电机组供需预测
单位：MW

区域市场	2024	2025e	2026e	2027e	2028e	2029e	2030e
中国	4038	8000	10000	15000	15000	15000	20000
欧洲	2698	4170	8736	7610	5998	8965	11780
拉丁美洲	0	0	0	0	22	0	0
北美	132	806	3244	924	810	0	0
亚太（不包括中国）	1133	1319	1461	1785	3090	4045	4595
总计	8001	14295	23441	25319	24920	28010	36375

图例说明： ■ 无瓶颈 ■ 潜在瓶颈 ■ 瓶颈

来源：GWEC





2030年亚太地区陆上风电供应链供应情况



图 1-5

到 2030 年亚太地区陆上风电
产业链供需分析

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2024

2030年亚太地区海上风电供应链供应情况

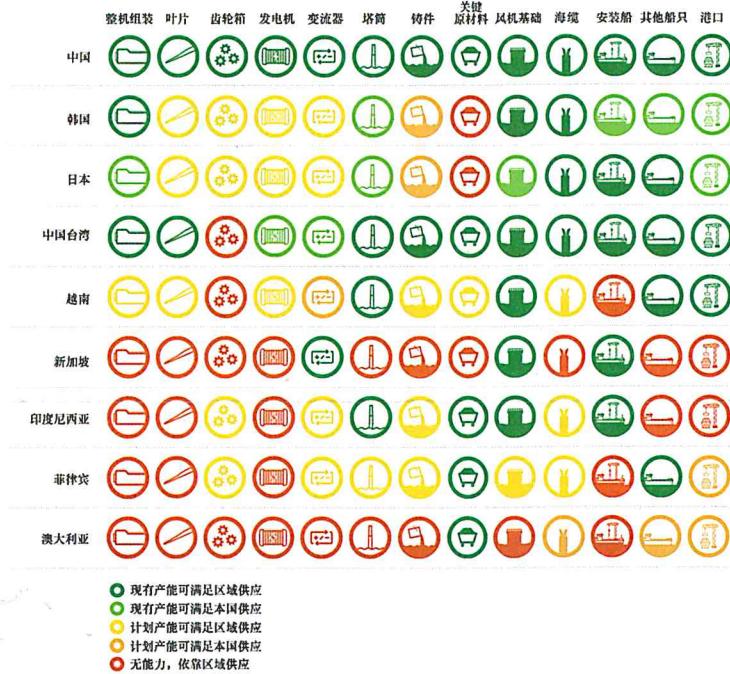


图 1-6

到 2030 年亚太地区海上风电
产业链供需分析

到2035年，拉美地区陆上风电产业链供需情况



图 1-7

到 2035 年拉美地区陆上风电
产业链供需分析

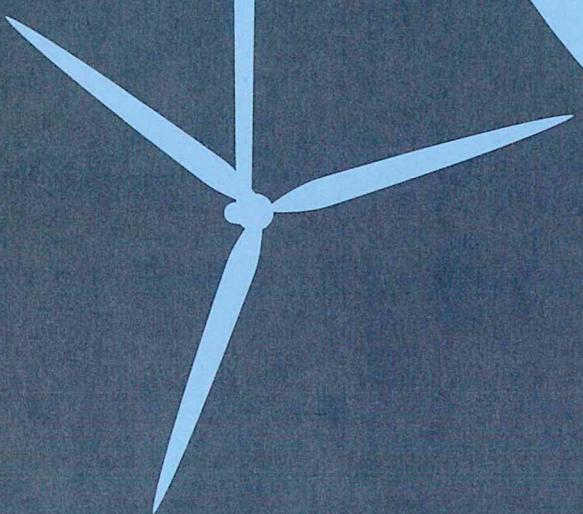
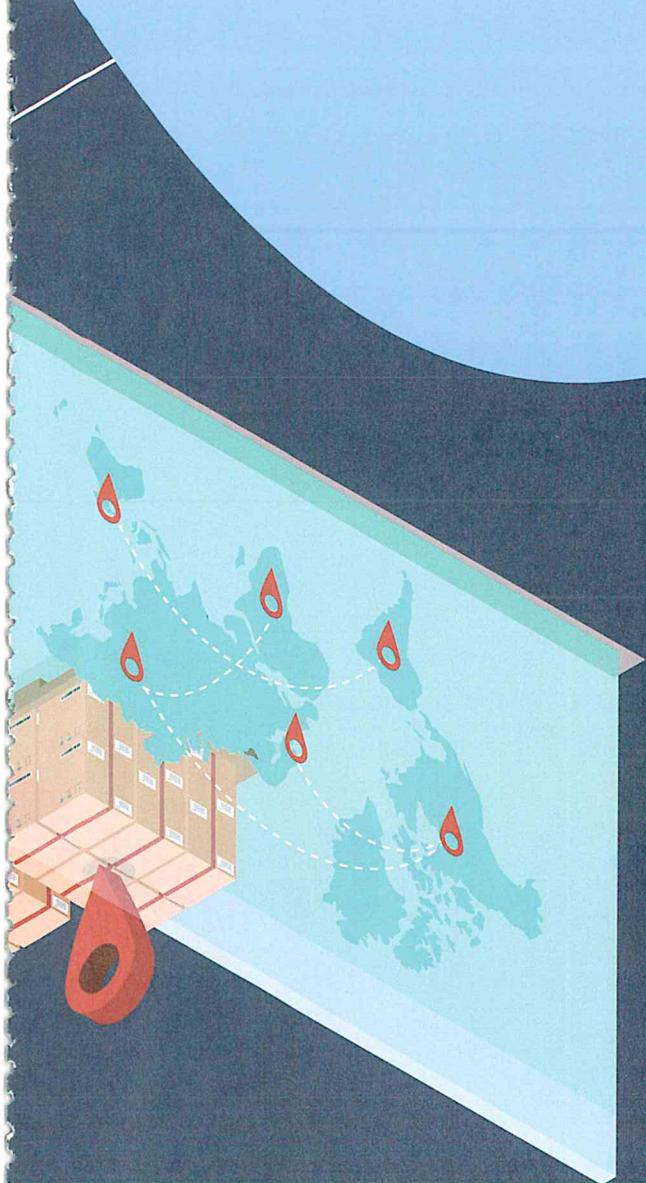
来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2024

到2045年，拉美地区海上风电产业链供需情况



图 1-8

到 2045 年拉美地区海上风电
产业链供需分析



GLOBAL

结语

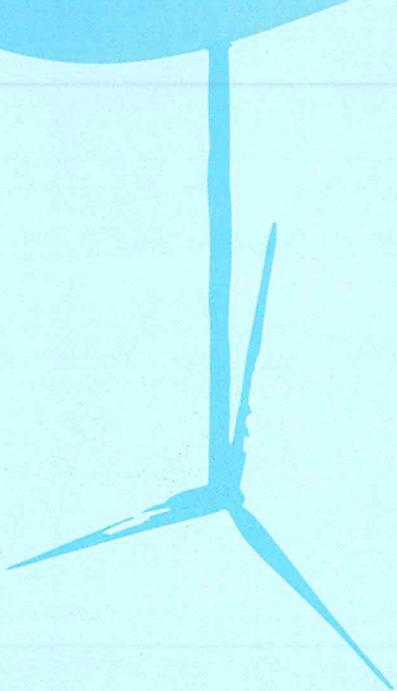


前景展望

产业链发展情况

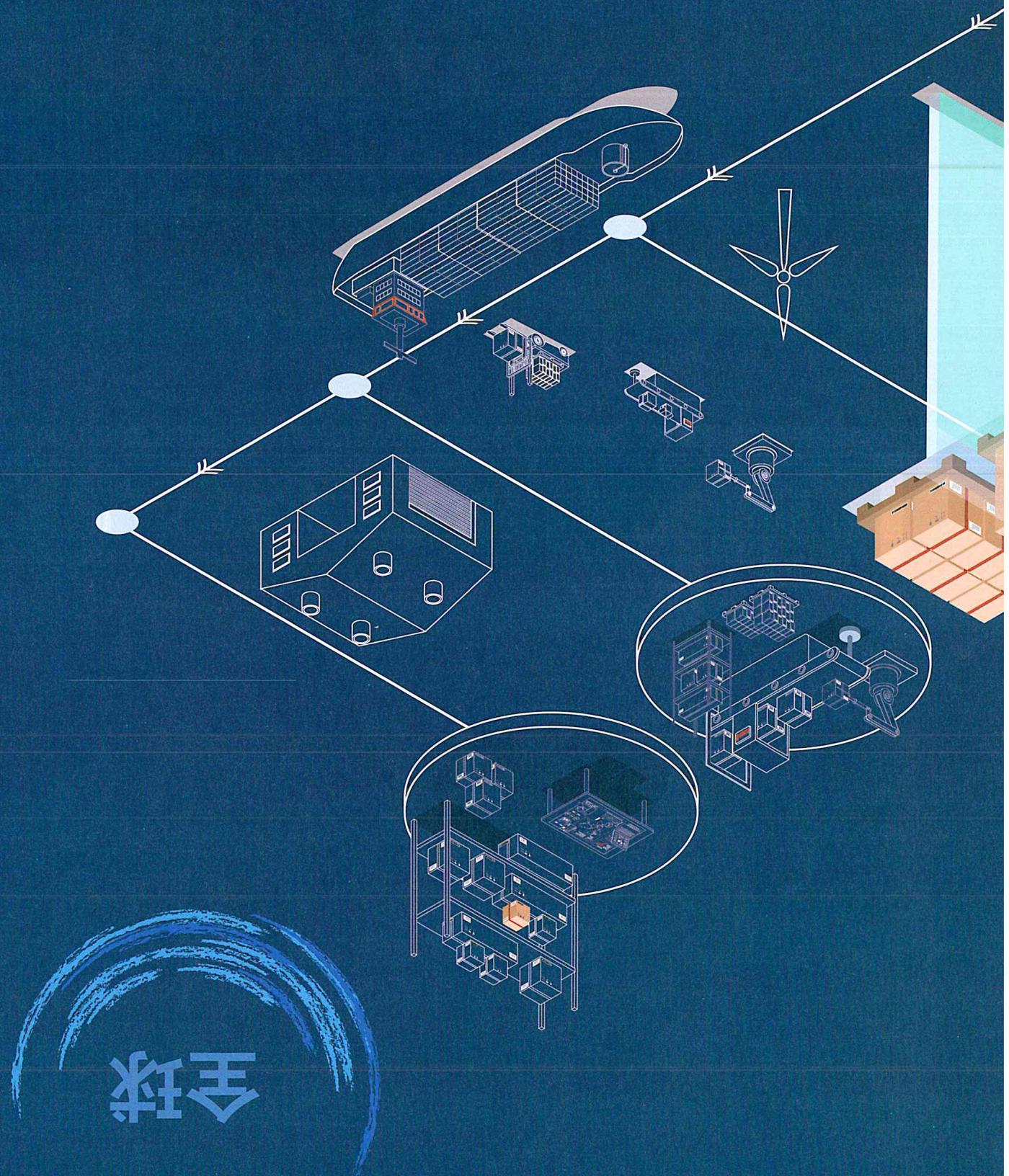
市场发展概况

中国



市场发展概况 Market Overview





3

拉美地区产业链发展情况 Deep Dive into the LAC Wind Supply Chain



摄影：肖运杨



拉丁美洲和加勒比地区（LAC）拥有丰富的风能资源，尤其在巴西、哥伦比亚、智利等国具备优异风速条件，具备发展风电的巨大潜力。然而，尽管资源禀赋优越，该地区风电产业发展整体仍处于初级扩张阶段，面临政策、基础设施与本地制造能力不足等多重制约。为实现 COP28 提出的“到 2030 年全球可再生能源装机翻三倍”目标，LAC 地区需大幅提升风能部署速度，并构建自主、韧性、可持续的本地化供应链体系。当前，风电产业链在陆上领域已有一定基础，但在海上风电方面几乎处于起步阶段。

（1）陆上风电

截至报告发布，LAC 地区陆上风电累计装机容量约为 25 GW，其中巴西占主导地位，装机超过 20GW，是区域内最大市场。墨西哥、智利、阿根廷和哥伦比亚合计贡献剩余约 5GW，形成多点发展格局。多国已设立明确可再生能源目标：如智利计划到 2030 年实现 70% 电力来自可再生能源；巴西提出 2030 年风电占比提升至 23%。

当前 LAC 陆上风电产业链高度依赖进口，关键核心部件如齿轮箱、发电机、变流器、主轴承等基本依赖欧洲和中国。叶片和塔筒部分实现本地生产，主要集中在巴西和墨西哥，但技术水平和产能规模有限，难以满足未来大规模扩张需求。整机方面，截至 2024 年年底一直由 VESTAS、Nordex, Siemens Gamesa 等国际厂商主导市场，本地整机制造商目前仅 WEG 一家尚未形成完整体系，其部分部件仍然依赖进口。

（2）海上风电

LAC 地区海上风电目前尚无投运项目，整体处于政策探索与前期规划阶段。哥伦比亚、巴西和智

利正在开展近海风能资源评估，初步识别出具备开发潜力的海域，尤其在智利北部沿海和巴西东南部大陆架。墨西哥湾部分区域也被认为具备深远海风电开发前景，但尚未启动实质性项目招标或建设。

海上风电供应链在 LAC 地区几乎完全缺失，无本土海上风电机组制造商、无专业安装船队、无高压海缆生产基地。如海上风电项目在 2030 年前启动，所有关键设备（包括漂浮式基础、动态电缆、升压站）均需完全进口，成本高昂且交付周期长。海洋工程服务能力几乎为零，缺乏海上施工、监测与运维经验。

预计拉丁美洲和加勒比地区的海上风电将从 2030 年代中期开始稳步增长，到 2045 年将超过 40GW。拉美地区需要大量的前期投资来扩大制造能力和支持基础设施，以适应 2031 年及以后预期的海上需求。智利已将海上风电纳入国家绿氢战略，探索“风电 + 绿氢”一体化项目，预计 2030 年前启动首批示范工程。巴西正在修订海洋空间规划法规，拟设立海上风电特许经营制度，吸引国际投资。区域合作机制（如拉美能源一体化组织 OLADE）正推动跨国电网互联与标准统一，为未来海上风电跨区域消纳奠定基础。

（3）挑战与趋势

基于报告数据分析，陆上风电方面，当地供应商在 2035 年前基本可以满足区域陆上风电机组、塔架和铸件的不同市场需求。尽管在短期内，风电机组组装、发电机、叶片的本地供应链目前正面临产能过剩。由于需求的加速增长，预计从 2029 年开始，风电机组组装、发电机、叶片和变流器将出现瓶颈。此外，本地齿轮箱缺乏，这一瓶颈为在本地制造业能力上进行战略投资提供了明确的机会窗口。海上风电方面，该地区目前缺乏产业基地来支持风电机组组装、主要

部件和其余设备，目前的供应可以忽略不计。

当前 LAC 地区风电产业链发展的核心瓶颈和趋势表现如下：

五大关键环节瓶颈：1) 本地制造能力薄弱。核心部件（齿轮箱、发电机、变流器）本地化率普遍低于 30%，形成“整机靠进口、运维靠外援”的被动局面。2) 基础设施严重不足。缺乏适应大尺寸风电机组运输的公路、铁路和专用风电港口，制约项目落地效率。例如，巴西仅有少数港口可处理超长叶片。3) 政策与监管不确定性。多国电力市场改革频繁（如墨西哥）、审批流程长达 2-5 年，导致开发商推迟投资决策。4) 融资渠道有限。高资本成本、汇率波动和信用评级偏低使国际融资难度加大，亟需多边金融机构（如 IDB、World Bank）提供风险担保与低成本资金支持。5) 技术与人才断层。缺乏风电设计、海洋工程、智能运维等高端人才，职业教育体系尚未建立，制约产业链升级。

未来 LAC 风电产业链发展将呈现以下趋势。1) 区域协同加强。通过南共体（UNASUR）、拉美能源

理事会（OLADE）等平台推动标准统一、电网互联与联合采购，降低单个国家发展门槛。2) 本地制造加速布局。巴西、智利等国正鼓励外商投资本地工厂，特别是在叶片、塔筒、变流器等领域提供税收优惠与土地支持。3) 绿色金融机制创新。推动“主权担保+项目融资”模式，吸引私人资本参与风电基础设施建设。4) 资源耦合开发。智利、巴西探索“风电+锂矿/绿氢”一体化项目，利用本地资源优势打造新型产业链生态。

总体来看，拉美地区海上风电已具备一定产业基础，但供应链自主性差、基础设施滞后；海上风电则处于零起点，亟需政策引导与国际协作启动。要实现 2030 年风电装机翻倍的目标，必须突破本地制造、电网、港口、人才四大瓶颈，推动从“资源输出型”向“产业链驱动型”转型。需优先在巴西、智利等领先国家建设区域风电装备制造中心，并通过区域合作共享技术、标准与融资工具，构建更具韧性与包容性的拉美风电产业链体系。

表1-2 2025-2035年拉美地区海上风电产业链供需预测

海上风电机组及关键部件	单位	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
整机组装	MW	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
齿轮箱	MW	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
发电机	MW	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
叶片	MW	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
变流器	MW	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
塔筒	台/套	746	586	658	979	7330	1217	881	894	900	913	925
铸件	吨	45506	42883	48190	71675	7330	89060	86010	87230	87840	89060	90280

图例说明：■ 产能过剩：供大于需 >10%； ■ 无瓶颈，供需平衡； ■ 轻微瓶颈，供小于需 <10%； ■ 严重瓶颈，供小于需 >10%

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025



表1-3 2025-2045年拉美地区海上风电产业链供需预测

海上风电机组及关键部件和环节	单位	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
整机组装	MW	0	0	0	25	0	0	500	500	1500	1550	2050
齿轮箱	MW	0	0	0	25	0	0	500	500	1500	1550	2050
发电机	MW	0	0	0	25	0	0	500	500	1500	1550	2050
叶片	MW	0	0	0	25	0	0	500	500	1500	1550	2050
变流器	MW	0	0	0	25	0	0	500	500	1500	1550	2050
塔筒	台 / 套	0	0	0	2	0	0	33	33	100	103	137
铸件	吨	0	0	0	434	0	0	8850	8850	26550	27435	36285
海缆	公里	0	0	0	2	0	0	33	33	100	103	137
固定式海风基础	台 / 套	0	0	0	2	0	0	33	33	100	103	137
漂浮式海风基础	台 / 套	0	0	0	9	0	0	178	178	533	551	729
风电机组安装船	MW	0	0	0	25	0	0	500	500	1500	1550	2050

海上风电机组及关键部件和环节	单位	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
整机组装	MW	2000	2500	2000	3500	3525	4000	4200	4000	4200	5000
齿轮箱	MW	2000	2500	2000	3500	3525	4000	4200	4000	4200	5000
发电机	MW	2000	2500	2000	3500	3525	4000	4200	4000	4200	5000
叶片	MW	2000	2500	2000	3500	3525	4000	4200	4000	4200	5000
变流器	MW	2000	2500	2000	3500	3525	4000	4200	4000	4200	5000
塔筒	台 / 套	133	167	133	233	235	200	210	200	210	250
铸件	吨	35400	44250	35400	61950	62393	70800	74340	70800	74340	88500
海缆	公里	133	167	133	233	235	200	210	200	210	250
固定式海风基础	台 / 套	133	167	133	233	235	200	210	200	210	250
漂浮式海风基础	台 / 套	711	889	711	1244	1253	1422	1493	1422	1493	1777
风电机组安装船	MW	2000	2500	2000	3500	3525	4000	4200	4000	4200	5000

图例说明：■产能过剩：供大于需 >10%； ■无瓶颈，供需平衡； ■轻微瓶颈，供小于需 <10%； ■严重瓶颈，供小于需 >10%

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

表1-4 拉美地区产业链发展潜力及推动因素

市场	整机 组装	关键 部件	关键 材料	基础平台	海上风电 推动因素	其他推动 因素	过渡或转变 行业
阿根廷	陆上	塔筒、铸件和变流器	铜、钢铁、稀土		港口扩建进程中，技术潜力，主动参与国际		港口，采矿（理）和冶金学
巴西	陆上	塔筒、叶片、发电机和铸件	稀土，钢铁，铜	漂浮式基础，利用海洋和油气行业	战略港口，造船业	战略部门整合经验，区域风电制造业	油气、港口、矿业、冶金学、汽车工业、钢铁和重型工业、电气和电子工业
智利		塔筒	铜、钢铁、稀土		港口、造船、道路和铁路网	可再生能源项目经验，公私合作关系	港口、矿业和冶金学
哥伦比亚			铜		战略港口和造船厂	国际合作技术转移和融资	油气、港口、矿业和钢铁行业
墨西哥		塔筒和叶片	铜、钢铁		技术潜力，一体化物流链	陆上风电供应链实现52%本土化，出口结构部件，与全球的整合供应链	油气，矿业，冶金学，汽车工业，电气与电子行业

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

1.3.1 风电机组 Wind Turbines

(1) 陆上

巴西在拉丁美洲的整机组装领域处于领先地位，现有生产能力约占该地区总量的 91%，约为 6GW。主要生产企业包括维斯塔斯、金风科技、恩德、西门子歌美飒和 WEG 等公司。尽管部分生产设施目前因市场不稳定因素而面临运营中断，但预计从 2028 年开始将迎来复苏，并与预期的需求增长保持同步。

阿根廷在该地区拥有第二大的发展潜力。在新

冠疫情爆发前，欧洲风电机组整机企业维斯塔斯和诺德就已经在当地建立了风电机组组装设施。

相比之下，智利、哥伦比亚和墨西哥则缺乏整机组装能力，完全依赖进口产品。考虑到未来需求增长，预计整机供应链瓶颈至少将持续至 2035 年。

该地区整机组装能力的进一步扩张将取决于以下几个关键因素：工业投资水平、可预测的监管政策框架、灵活的供应链本地化要求，以及针对国内



制造业的精准激励措施。

在评估拉美地区各市场于 2025-2035 年间满足自身陆上风电机组需求能力的过程中，目前仅有巴西和阿根廷具备自主供应能力。该地区其他国家由于本地风电机组组装基础设施不足，需依赖进口来满足需求，主要进口来源包括巴西或中国等全球制造中心，以此来规避供应链瓶颈问题。若缺乏这些外部供应渠道，该地区在 2035 年之前将面临显著的供应风险。

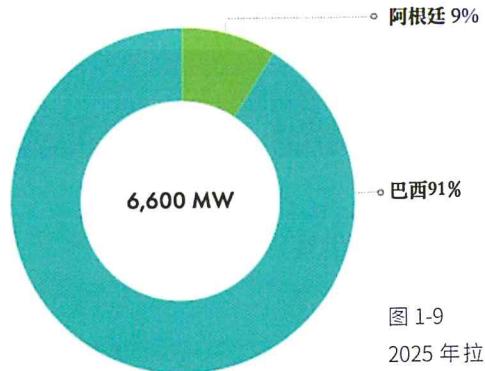


图 1-9
2025 年拉美地区陆上风电机组产能分布

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

表1-5 2025-2035年拉美地区陆上风电机组供需分析预测

单位：MW

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
阿根廷	200	400	400	450	350	400	350	400	400	400	450
巴西	1645	1500	1500	3000	4500	4500	4000	4000	4000	4000	4000
智利	1000	750	750	600	600	600	700	700	700	700	700
哥伦比亚	300	0	0	500	500	500	350	350	350	400	400
墨西哥	450	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
其他	135	365	300	325	380	300	650	700	750	800	850
总计	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
总计（不含巴西）	2085	2015	2450	2875	2830	2800	3050	3150	3200	3300	3400

图例说明：■ 产能过剩：供大于需 >10%；■ 无瓶颈，供需平衡；■ 轻微瓶颈，供小于需 <10%；■ 严重瓶颈，供小于需 >10%

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

(2) 海上

拉丁美洲的海上风电机组生产能力发展相对滞后，在五个重点国家市场中均未发现具备国内生产能力。这一结构性缺陷使区域产业发展面临潜在风险，尤其考虑到预计从 2031 年起海上风电需求将显著增长。

目前，拉丁美洲市场尚未建立海上风电机组组装能力，短期内暂无新增建设计划。不过，一旦市场条件成熟，预计将有相关投资进入。巴西制定了雄心勃勃的风能开发目标，包括大力发展海上风电项目。凭借丰富的风能资源、充足的陆地空间、熟练的技术劳动力以及持续增长的能源需求，巴西具备了引领此类投资的优越条件。

但该地区仍然面临着重大的结构性制约因素。监管障碍是主要挑战之一，特别是在环境许可和海上风能开发的法律法规框架方面。除此之外，资金限制和市场需求不足也严重阻碍了行业的发展。为提升海上风电项目的可行性和吸引力，必须着力解决基础设施短板，特别是港口设施和物流体系建设。如果不能统筹协调改善监管、融资、需求和基础设施等方面的工作，那么在拉丁美洲投资海上风电市场将难以实现。

值得关注的是巴西的 SENAI 2025 试点项目，预计将在未来 12 至 18 个月内获得安装许可，成为该国首个获批的海上风电项目，并计划在 36 个月内投入运营。这一项目标志着巴西海上风电行业发展前景将在未来几年发生重大转变。

1.3.2 叶片 Blades

(1) 陆上

巴西是拉美地区重要的风电叶片生产基地，其中 Aeris Energy 公司作为该国最大的叶片制造商，产品不仅满足国内需求，还远销全球市场。此外，巴西的叶片制造业还包括本土企业 Tecsis 以及国际厂商 LM 和中材叶片等知名企业。目前，巴西风电叶片的年生产能力达到 5540MW，占据整个拉美地区叶片总产能的 84%，处于绝对领先地位。

墨西哥作为拉美地区另一重要的叶片生产中心，凭借其优越的地理位置，承担着向全球市场出口的战略枢纽角色。

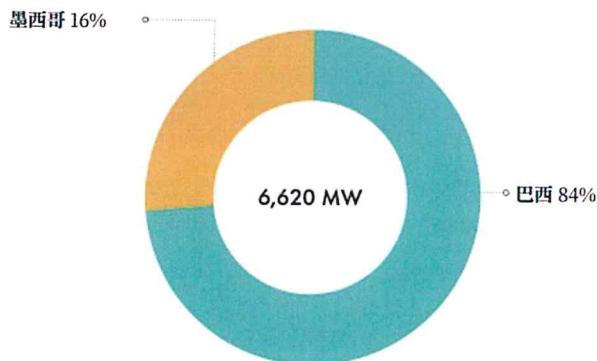


图 1-10
2025 年拉美地区陆上
风电叶片产能分布

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025



展望 2025-2035 年，巴西和墨西哥两国预计将能够充分满足本国风电设备需求，不会面临供应短缺问题。然而，尽管巴西在区域内占据主导地位，但未来几年可能面临供需平衡的挑战——短期内市场需求存在较大不确定性，部分工厂可能继续面临产能闲置和

裁员的调整。

在阿根廷、智利和哥伦比亚等其他拉美主要国家，目前尚未建立叶片制造生产能力，这些国家的风电叶片需求将继续依赖进口来满足。

表1-6 2025-2035年拉美地区陆上风电叶片供需分析预测

单位：MW

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
阿根廷	200	400	400	450	350	400	350	400	400	400	450
巴西	1645	1500	1500	3000	4500	4500	4000	4000	4000	4000	4000
智利	1000	750	750	600	600	600	700	700	700	700	700
哥伦比亚	300	0	0	500	500	500	350	350	350	400	400
墨西哥	450	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
其他	135	365	300	325	380	300	650	700	750	800	850
总计	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
总计（不含巴西）	2085	2015	2450	2875	2830	2800	3050	3150	3200	3300	3400

图例说明：■ 产能过剩：供大于需 >10%； ■ 无瓶颈，供需平衡； ■ 轻微瓶颈，供小于需 <10%； ■ 严重瓶颈，供小于需 >10%

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

(2) 海上

拉美地区缺乏生产大型海上风电机组长叶片的本地制造设施。目前整个拉美地区都没有海上风电机组叶片生产能力，也无任何叶片供应商公布相关投资计划。除非进行大规模投资，否则该地区将长期依赖成本高昂、物流复杂的进口产品。

这一困境因海上风电市场发展缓慢、基础设施不足以监管环境不稳定而进一步加剧。现有港口和输电网络无法支撑海上风电项目的大规模部署，而巴西海上风电专项立法的延迟以及哥伦比亚等国缺乏专门

法律框架，更增加了投资者的不确定性。

预计巴西的海上风电叶片供应链瓶颈将从 2028 年起示范项目开始显现，这为具备海上风电叶片生产经验的国际供应商（如中材叶片）建立本地业务创造了机会。

墨西哥等已具备叶片生产技术的国家面临重要的战略机遇，可通过新增投资改造现有设施以适应海上风电需求。这种产业升级有望在未来缓解供应限制，提升区域技术自给能力。相比之下，哥伦比亚、智利和阿根廷等国由于缺乏专业的海上风电叶片制造设施，在可预见的未来仍将主要依赖进口满足需求。

1.3.3 齿轮箱 Gearboxes

(1) 陆上

拉美地区目前缺乏本土的陆上风电机组齿轮箱制造企业，尽管一些大型欧洲齿轮箱制造商如 ZF 和 Winergy 已在该地区建立了合作伙伴关系来服务于售后市场。造成这一现状的主要原因包括工业规模有限和缺乏市场竞争优势。这种对外部供应的依赖性使得该地区容易受到成本波动、供应中断和物流限制的影

响，同时也制约了本土工业基础的培育和发展。

分析结果显示，在 2025 年至 2035 年期间，所有拉丁美洲国家在风电机组齿轮箱供应方面都将面临短缺问题。这一发现凸显了制定产业发展政策的紧迫性，需要通过促进本地制造、激励技术创新和推动区域一体化等措施来解决供应缺口。这些举措对于降低供应链脆弱性、提升产业竞争力，以及增强拉丁美洲风能部门的整体韧性具有重要意义。



表1-7 2025-2035年拉美地区陆上风电齿轮箱供需分析预测

单位: MW

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
阿根廷	200	400	400	450	350	400	350	400	400	400	450
巴西	1645	1500	1500	3000	4500	4500	4000	4000	4000	4000	4000
智利	1000	750	750	600	600	600	700	700	700	700	700
哥伦比亚	300	0	0	500	500	500	350	350	350	400	400
墨西哥	450	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
其他	135	365	300	325	380	300	650	700	750	800	850
总计	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
总计 (不含巴西)	2085	2015	2450	2875	2830	2800	3050	3150	3200	3300	3400

图例说明: ■ 产能过剩: 供大于需 >10%; ■ 无瓶颈, 供需平衡; ■ 轻微瓶颈, 供小于需 <10%; ■ 严重瓶颈, 供小于需 >10%

来源: GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

(2) 海上

拉丁美洲市场目前不具备海上风电机组齿轮箱的生产能力, 且短期内也没有任何齿轮箱制造商的投资计划。供需数据分析表明, 持续至 2045 年, 齿轮箱供应链都可能面临重大瓶颈。缺乏本地制造能力和相关投资计划暴露了供应链中存在的广泛结构性缺陷, 整个供应链体系远未成熟稳定。

由于技术复杂性较高, 加上该地区缺乏必要的产业基础、熟练技术工人、融资渠道以及满足海上风电项目需求的物流基础设施, 拉丁美洲仍然严重依赖进口组件, 这进一步加剧了其面对全球供应链中断和成本波动时的脆弱性。

要应对这些挑战, 需要制定长期的工业发展规划, 进行有针对性的基础设施投资, 并建立支持拉丁美洲海上风电供应链提升竞争力和增强韧性的政策框架。

1.3.4 发电机 Generators

(1) 陆上

巴西占拉丁美洲和加勒比地区陆上发电机产能的

70%, 其次是墨西哥, 其他市场没有本地发电机生产能力。在 WEG 公司的推动下, 巴西的风力发电机制造能力在 2025 年预计将达到约 4200MW, 并可能在

2030 年增加到 5500MW。到 2035 年，墨西哥风力发电机的制造能力每年约为 1800MW。这两个国家的陆上风力发电机存在产能过剩问题，尤其是墨西哥的供

应量至少比需求量高出 10%。WEG 在巴西具有战略地位，既服务于本地生产，又出口陆上风力发电机组以服务国际市场。

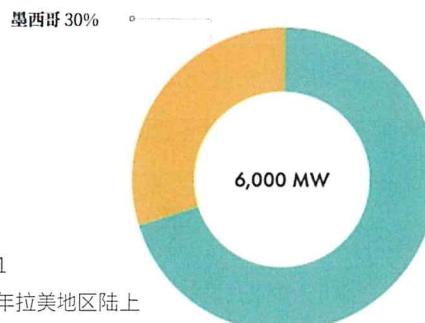


图 1-11
2025 年拉美地区陆上
风力发电机产能分布

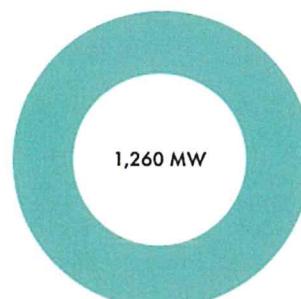


图 1-12
2026-2035 年拉丁美洲陆
上风力发电机计划产能

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

表1-8 2025-2035年拉丁美洲陆上风力发电机供需分析预测

单位：MW

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
阿根廷	200	400	400	450	350	400	350	400	400	400	450
巴西	1645	1500	1500	3000	4500	4500	4000	4000	4000	4000	4000
智利	1000	750	750	600	600	600	700	700	700	700	700
哥伦比亚	300	0	0	500	500	500	350	350	350	400	400
墨西哥	450	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
其他	135	365	300	325	380	300	650	700	750	800	850
总计	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
总计 (不含巴西)	2085	2015	2450	2875	2830	2800	3050	3150	3200	3300	3400

图例说明：■ 产能过剩：供大于需 >10%； ■ 无瓶颈，供需平衡； ■ 轻微瓶颈，供小于需 <10%； ■ 严重瓶颈，供小于需 >10%

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

(2) 海上

目前拉美地区没有海上风力发电机生产制造能

力，且也没有任何发电机供应商宣布投资计划。对该地区来说是一个战略机遇，可以投资本地生产，加强在全球清洁能源供应链中的地位。

1.3.5 变流器 Power converters

(1) 陆上

拉美地区风电产业主要集中于巴西和阿根廷两国，各占区域总产能的 50%。巴西拥有 WEG 和 Ingeteam 两家企业的电力变流器生产设施。其中，WEG 虽具备本土生产能力，但当前已将变流器生产外包给中国 Hopewind；尽管 Ingeteam 在巴西有厂房，但现有设施则主要用于服务支持，而非规模化生产。阿根廷的变流器产能由 Fohama 与 Tadeo Czerwony 两家企业提供，是少数具备独立制造能力

的国家。墨西哥制造商目前尚未形成完整的变流器生产能力，仅能制造部分子系统，以电气组件（如电源转换器）为主。

拉美地区陆上风电变流器供应链预计将面临结构性瓶颈，仅阿根廷在预测期内无重大供应限制风险。尽管巴西在短期内现有足够得产能来满足需求，但 2028 年起可能出现供应缺口，且短缺风险将在预测期内持续加剧。智利、哥伦比亚及墨西哥三国均无成熟的本土制造能力，未来需长期依赖进口以弥补供需缺口。

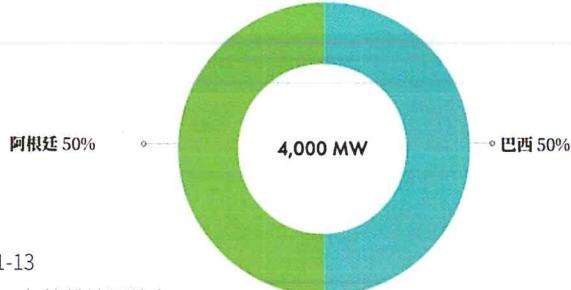


图 1-13
2025 年拉美地区陆上
风电变流器产能分布

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

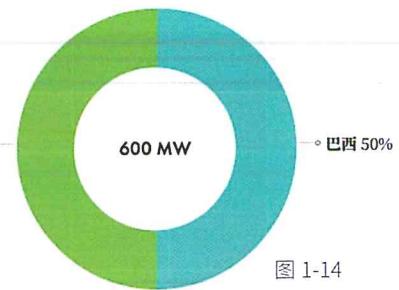


图 1-14
2026-2035 年拉丁美
洲陆上风电变流器计
划新增产能分布



表1-9 2025-2035年拉美地区陆上风电变流器供需分析预测

单位: MW

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
阿根廷	200	400	400	450	350	400	350	400	400	400	450
巴西	1645	1500	1500	3000	4500	4500	4000	4000	4000	4000	4000
智利	1000	750	750	600	600	600	700	700	700	700	700
哥伦比亚	300	0	0	500	500	500	350	350	350	400	400
墨西哥	450	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
其他	135	365	300	325	380	300	650	700	750	800	850
总计	3730	3515	3950	5875	7330	7300	7050	7150	7200	7300	7400
总计 (不含巴西)	2085	2015	2450	2875	2830	2800	3050	3150	3200	3300	3400

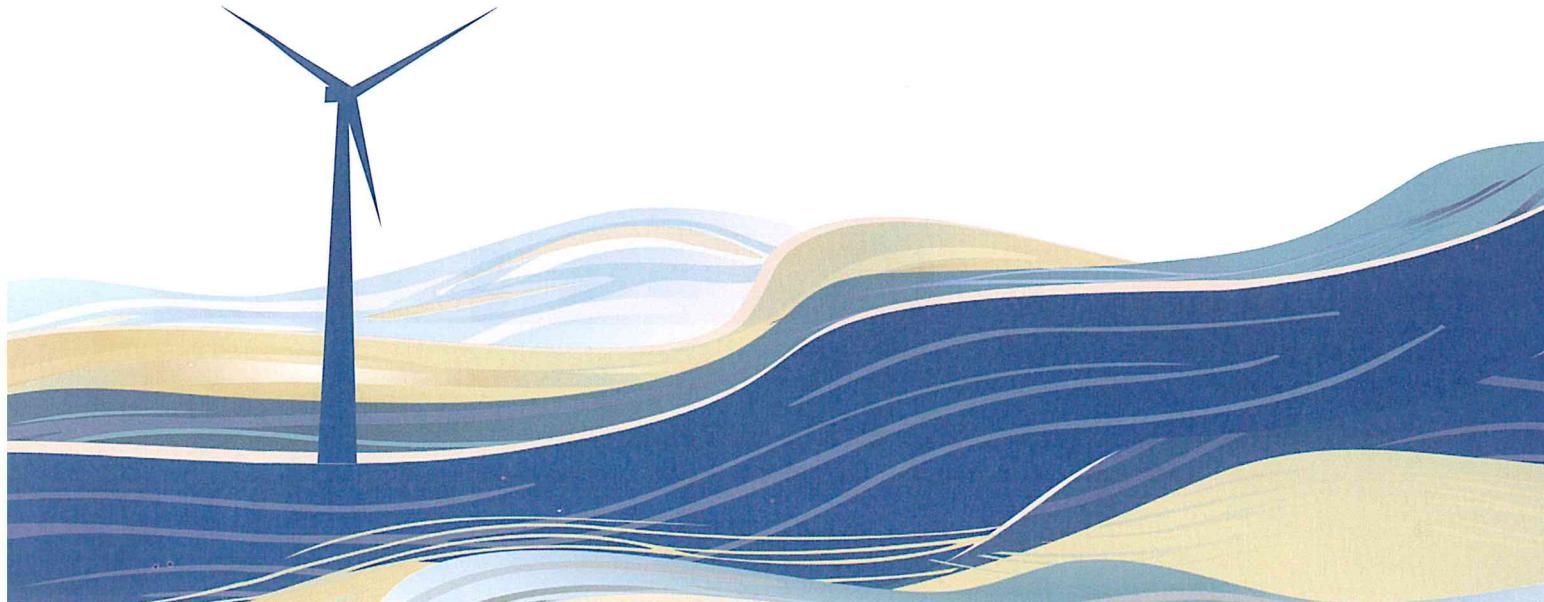
图例说明: ■ 产能过剩: 供大于需 >10%; ■ 无瓶颈, 供需平衡; ■ 轻微瓶颈, 供小于需 <10%; ■ 严重瓶颈, 供小于需 >10%

来源: GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

(2) 海上

当前, 拉美地区缺乏海上风电变流器的生产能力, 由于缺乏足够的市场可预测性和成熟度, 暂无新增产能计划。巴西作为拉美地区最大的海上风电市场, 在

预测期间预计将面临供应链瓶颈问题, 哥伦比亚和智利也同样可能出现类似挑战。若无新的投资注入, 巴西和墨西哥都将难以实现相关发展目标。不过, 巴西和阿根廷等国可以凭借其在陆上风电变流器领域积累的丰富经验, 有望抓住海上风电领域的发展机遇。





1.3.6 塔筒 Towers

(1) 陆上

塔筒制造主要集中于巴西、阿根廷和墨西哥，这些国家拥有专业生产设施，而智利和哥伦比亚虽无制造工厂，但仍是活跃的市场参与者。从产能分布来看，巴西占据该地区总生产能力的 69%，处于绝对领先地位，墨西哥占 17%，阿根廷占 14%。

巴西的主要供应商包括 Nordex Acciona Windpower、GRI Tower Brazil 和 Windar 等企业；阿根廷以 GRICalviño Towers 为主要参与者；墨西哥市场则主要由 Windar Renewables 和 Nordex-Acciona Windpower 两家公司主导。巴西的领先优势得益于其成熟的工业基础和有效的本地内容政策，特别是巴西开发银行 (BNDES) 的融资要求有力促进了国内制造业发展。

尽管巴西市场实力雄厚，但行业需求仍存在不确定性。2024 年已出现至少一家专业制造陆上风力发电机金属塔架的巴西公司因行业放缓而停业的情况。在国

家层面，阿根廷、巴西和墨西哥均具备充足的陆上塔筒生产能力来满足预测期间的预期需求。然而，智利和哥伦比亚预计在 2025-2035 年间将面临供应链挑战。

从区域整体来看，假设陆上风电机组供应链保持自由流动，预测期间不会出现瓶颈问题，即使排除巴西的影响也是如此。该地区不断增长的工业基础和一体化供应链为整体供应稳定提供了有力保障。

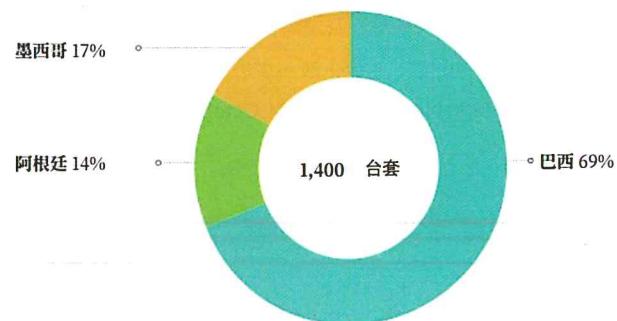


图 1-15
2025 年拉美地区陆上
风电塔筒产能分布

表1-10 2025-2035年拉美地区陆上风电塔筒供需分析预测

单位：台套

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
阿根廷	40	67	67	75	58	67	44	50	50	50	56
巴西	329	250	250	500	750	750	500	500	500	500	500
智利	200	125	125	100	100	100	88	88	88	88	88
哥伦比亚	60	0	0	83	83	83	44	44	44	50	50

(转下页)

(接上页)

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
墨西哥	90	83	167	167	167	167	125	125	125	125	125
其他	27	61	50	54	63	50	81	88	94	100	106
总计	746	586	658	979	1222	1217	881	894	900	913	925
总计（不含巴西）	417	336	408	479	472	467	381	394	400	413	425

图例说明：■ 产能过剩：供大于需 >10%； ■ 无瓶颈，供需平衡； ■ 轻微瓶颈，供小于需 <10%； ■ 严重瓶颈，供小于需 >10%

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

(2) 海上

在海上风电领域，拉丁美洲的供应链格局仍处于初级阶段，目前仅有墨西哥拥有运营中的海上风力发电机组制造设施，由 Windar Renewables 运营，年产能为 50 台，主要向美国出口。尽管巴西、哥伦比亚和智利被广泛认为具有巨大海上风能潜力，但各国仍在寻求激活和扩展海上供应链的有效途径。

巴西和哥伦比亚的供应链扩张预计将通过监管进步、国际合作、投资者兴趣增长以及政府主导的投资行动来推动。然而，该地区仍面临诸多挑战，包括监管瓶颈、缺乏本地海上风电机组制造能力，以及需要对港口和电网基础设施进行大规模投资。

根据需求和供应基准分析显示，各国发展程度差异显著，墨西哥是目前拉丁美洲唯一具备海上风电塔筒生产能力以满足预期增长的国家；巴西预计将从 2031 年开始面临严重供应短缺，凸显工业扩张的

紧迫性；哥伦比亚和智利的供应链瓶颈则分别预计从 2032 年和 2033 年开始显现。

值得注意的是，欧洲在拉丁美洲设有设施的塔架制造商有望在市场条件成熟时将海外专业知识转移至该地区。要实现这一转变，关键在于制定有效的公共政策和激励措施以吸引投资，同时加强技术转移和本地人才培养，这对于确保该行业持续增长和实现海上风电项目的经济技术可行性至关重要。

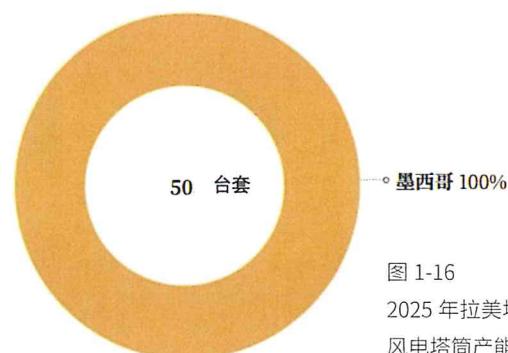


图 1-16
2025 年拉美地区海上
风电塔筒产能分布

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025



表1-11 2025-2045年拉美地区海上风电塔筒供需预测

单位：台套

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
阿根廷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
巴西	0	0	0	2	0	0	33	33	67	67	67
智利	0	0	0	0	0	0	0	0	3	33	33
哥伦比亚	0	0	0	0	0	0	0	33	33	33	33
墨西哥	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总计	0	0	0	2	0	0	33	33	100	103	137
总计 (不含巴西)	0	0	0	2	0	0	33	33	100	103	133

市场	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
阿根廷	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
巴西	67	67	67	100	100	100	100	100	100	150
智利	33	33	33	33	33	25	25	25	25	25
哥伦比亚	33	33	33	67	67	50	50	50	50	50
墨西哥	0	33	0	33	33	25	25	25	25	25
其他	0	0	0	0	2	0	10	0	10	0
总计	133	167	133	233	235	200	210	200	210	250
总计 (不含巴西)	133	133	133	200	202	175	185	175	185	225

图例说明：■ 产能过剩：供大于需 >10%； ■ 无瓶颈，供需平衡； ■ 轻微瓶颈，供小于需 <10%； ■ 严重瓶颈，供小于需 >10%

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

1.3.7 铸件 Castings

(1) 陆上

拉丁美洲在构建有竞争力的本地风电铸件供应链方面仍面临重大挑战，尽管该地区已具备一定的铸造基础。目前陆上风电铸件产能主要集中在巴西（约占 58%）和阿根廷，其中巴西的主要铸造企业包括 ICEC、Industrias ROMI 和 BR Matozinhos Fundições Ltda，阿根廷则以 Fundición San Cayetano S.A. 和 Milicic S.A. 为主要供应商。

然而，与亚洲地区相比，拉美和加勒比地区的铸件生产成本明显偏高，加之专业化程度和生产规模受限，导致该地区风电机组制造商严重依赖进口铸件，特别是来自中国的供应——中国在全球风电机组铸件市场中占据超过 85% 的份额，且具备显著的价格优势。巴西作为该地区铸件供应链的核心，其产能在很大程度

度上支撑着整个区域的需求，铸造企业主要分布在东南部地区。从供应保障来看，目前只有巴西和阿根廷在铸件部件供应方面不存在瓶颈，而智利、哥伦比亚和墨西哥则面临严重制约，主要依赖巴西本土铸造能力或从中国等外部市场进口。

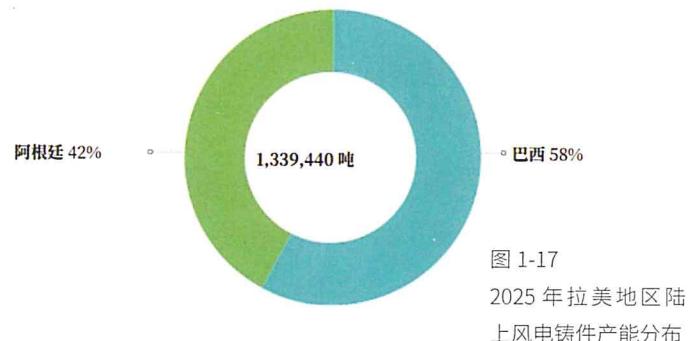


图 1-17
2025 年拉美地区陆上风电铸件产能分布

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

表1-12 2025-2035年拉美地区陆上风电铸件供需分析预测

单位：吨

市场	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
阿根廷	2440	4880	4880	5490	4270	4880	4270	4880	4880	4880	5490
巴西	20069	18300	18300	36600	54900	54900	48800	48800	48800	48800	48800
智利	12200	9150	9150	7320	7320	7320	8540	8540	8540	8540	8540
哥伦比亚	3660	0	0	6100	6100	6100	4270	4270	4270	4880	4880
墨西哥	5490	6100	12200	12200	12200	12200	12200	12200	12200	12200	12200
其他	1647	4453	3660	3965	4636	3660	7930	8540	9150	9760	10370
总计	45506	42883	48190	71675	89426	89060	86010	87230	87840	89060	90280
总计 (不含巴西)	25437	24583	29890	35075	34526	34160	37210	38430	39040	40260	41480

图例说明：■ 产能过剩：供大于需 >10%；■ 无瓶颈，供需平衡；■ 严重瓶颈，供小于需 >10%

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025



(2) 海上

拉丁美洲和加勒比地区海上风电铸件产能处于初级阶段，仅巴西有一家企业 Tupy 在考虑扩建。由于

海上风电技术要求更高，要求更大直径和抗腐蚀钢材使用，需要先进制造工艺和专业化基础设施，若不加大投资扩产和升级本地产能，该地区将无法满足海上风电开发对质量和数量的需求，面临结构性供应缺口。

1.3.8 基础 Foundations

(1) 固定式基础

根据世界银行报告，拉丁美洲自 2024 年以来在固定式海上风能开发方面展现出巨大的技术可开发潜力，但在供应链建设方面面临着重大挑战。

巴西作为区域领头羊，拥有 480GW 的可开发技术潜力，拟议项目数量最多，但需要在港口基础设施、钢铁制造和电网集成方面进行大量投资，并需将成熟的海上油气产业经验有效转化为风电开发能力。墨西哥凭借其发达的油气产业基础，具备向海上风电转型的优势条件。阿根廷虽然拥有丰富的风能资源和适宜的海域条件，但在制造和安装能力方面存在明显短板。哥伦比亚在政策监管方面取得了重要突破，启动了该地区首次海床租赁拍卖，瓜希拉地区被认定为高潜力开发区。

然而，整个拉美地区目前都缺乏海上风电固定式基础的制造能力，且没有任何新增产能的建设计划。预计 2035-2045 年间需求将出现大幅增长，如果不能及时进行相关投资，所有拉美国家都将面临严重的供应限制问题。

(2) 漂浮式基础

根据世界银行报告预测，拉丁美洲和加勒比地区在 2030 年之前很难出现商业化的漂浮式海上风能项目。尽管巴西拥有高达 748GW 的技术开发潜力，但该国仅计划在本十年末建成一个示范性项目。

巴西示范项目进展：Portos RS 公司正在南大河州推进首个漂浮式风电项目，选址位于巴西南部港口城市里奥格兰德。该项目已成功签署 Portos RS、Sindienergia-RS 和明阳智能三方合作协议，标志着该国在港口建设和能源创新领域的重要里程碑。

智利发展状况：该国最大的造船厂有望转型成为风电基础构件制造基地，但目前仍需要依赖进口关键设备。智利急需建立有效的激励机制和开展竞争性招标，以培育和发展国内相关产能。

各国正在积极探索深水漂浮式平台技术，以扩大海上风电的开发范围，但面临着共同的瓶颈制约：缺乏能够处理大型浮式结构的专业港口、本地制造工厂

缺失、专业安装及维护船舶不足，以及锚泊系统所需的高昂前期投资成本。目前整个拉美地区都不具备漂浮式基础制造能力，也没有相关的投资建设计划。如

果不加大投资力度并加强区域协调合作，所有拉美国家都将面临严重的供应挑战，可能错失建立本土供应链、减少对外依赖的重要发展机遇。

1.3.9 海缆 Cables

拉丁美洲地区的海底电缆供应链目前仍处于发展初期，缺乏大规模的中压海缆本土制造能力，仅有阿根廷保持着相关的生产业务。随着海上风电项目的快速扩张以及高压直流输电系统的广泛应用，该地区亟需投资建设区域性的制造、物流和安装能力，否则将长期依赖那些已因全球需求激增而承受巨大压力的国外供应链。

尽管巴西拥有多家电缆制造企业，但这些企业大多专注于陆上应用领域，其产品无法满足海上系统对电压等级、耐用性以及海洋环境适应性等特殊技术要求。现有的陆缆生产企业和海外海缆企业虽然为未来拉美海上风电市场做好了战略准备，但这些在拉美已有投资的线缆企业更倾向于在市场充分成熟前先利用

其全球制造网络来满足本地，而非投资新建耗资巨大的生产厂房。

在关键线缆供应商方面，已经在该地区开展业务的海外企业包括 Nexans 公司和 Prysmian 集团，以及墨西哥本土生产商 Viakable 和 Condumex 等企业，但截至目前，尚未发现有任何制造商积极向海缆生产领域进行业务转型。

由于缺乏海缆制造能力且没有新的投资建设计划，所有拉美国家都预计将面临供应限制问题，这将带来项目延期和成本超支的风险。特别是在深水漂浮式风电场对高压直流电缆需求快速增长的背景下，该地区在专业制造和安装能力方面的不足将进一步制约海上风电产业的发展。

1.3.10 安装船 Installation vessels

拉美地区在海上风能基础设施方面存在明显短板，尤其是在专业风电机组安装船（WTIV）领域的缺

失，已对项目的可行性造成显著影响。特别是在风电机组尺寸不断增大、项目规模持续扩大的背景下，这



一问题尤为突出。

对于WTIV而言，其适用性的关键在于两项核心指标：起重能力和吊钩高度。以15兆瓦风电机组为例，其机舱整体重量可达800吨，预组装塔筒超过2000吨，XXL基础亦重达1000吨以上；同时，轮毂高度可能超过150米，这对起重机的起升能力提出了更高要求。由于全球范围内具备相应载重与吊装高度能力的船舶数量极为有限，进一步加剧了该领域资源的稀缺性。

当前，拉美地区既无运营中的安装船，也缺乏相关建造能力，这不仅显著提高了项目建设的成本，也使物流安排更加复杂。预计巴西将在2028年率先遭遇安装船短缺的问题，随后哥伦比亚（2033年）、智利和墨西哥（2035年）也将面临类似挑战。此外，重型制造能力不足、港口设施落后及监管体系不确定性等因素，也为行业发展带来多重障碍。

尽管如此，本地区在海上油气、造船和海运等领域积累的经验和技术储备，为发展海上风电安装能力提供了良好基础。例如，巴西在浮式生产储卸油船（FPSO）方面的丰富经验，以及哥伦比亚日益增强的海上勘探能力，均可转化为开发定制化安装船的优势。虽然区域内尚不具备大型造船厂来承建全新全尺寸安装船的能力，但中小型船厂可以通过模块化制造、部件装配或旧船改造等方式参与其中。

与此同时，墨西哥和阿根廷等国凭借其海洋工程人才储备和沿海区位优势，在服务操作船（CSOV）、人员转运船（CTV）、电缆铺设支持船及维修平台等细分市场上具备较大发展空间。

其他拉美国家也在加快推进海上风电安装船舶的

发展进程。秘鲁和委内瑞拉具备丰富的海上作业经验；厄瓜多尔则依托石油天然气行业的既有基础和初步造船能力展现出一定潜力。而巴拿马虽不具备强大的本土造船工业，但凭借世界级航运通道——巴拿马运河、先进的港口设施和专业化的物流服务体系，若能通过国际合作与资本投入加以整合优化，则有望借鉴越南的成功模式，构建起专门服务于海上风电发展的安装船队。

充分发挥区域内成熟油气产业在造船与海洋工程方面的协同效应，是加快本地能力建设、降低对外部依赖程度的关键路径。通过提前引入国际船舶运营商、出台政策激励措施并推进港口基础设施升级改造，拉美地区有望逐步成长为全球海上风电供应链中的重要一环，并有效缓解未来的安装瓶颈。

相比之下，亚太地区如中国、韩国和新加坡等地拥有大量现代化大型造船厂，具备较强的装备制造能力。而拉美及加勒比地区目前尚未有正在运营或在建的海上安装船，也未设立专用于此目的的区域性造船基地。这种结构性缺失已成为制约当地海上风电规模化开发的核心瓶颈之一，尤其在风电机组日趋大型化、安装工艺日益复杂的趋势下更为凸显。

值得注意的是，目前该地区尚未实施限制外籍船只从事沿海运输的相关法规，使得短期内可依赖国际船队满足部分需求。然而，随着各国内外市场对WTIV的需求增长，这些国际资源或将难以保障稳定供给，从而引发供应链安全风险。因此，推动面向拉美和加勒比地区的战略性WTIV投资，并加强区域内各国间的协调合作机制建设，将是支撑未来海上风电产业发展、维护能源转型安全的重要举措。

1.3.11 港口 Ports

港口作为海上风电发展的关键基础设施，在整个产业链中发挥着不可或缺的作用——从前期的现场勘察，到零部件制造、施工建设、运营维护乃至最终退役，每一个环节都离不开港口的支持。在海上风电的供应链体系中，港口承担了多种战略性职能。

制造型港口负责生产风力发电机组的基础结构、塔筒及叶片等核心部件，这类港口通常需要大面积的土地资源来满足规模化制造与物流运输的需求。施工型港口则主要用于接收、加工和组装分批次运抵的部件，并将其临时储存后转运至安装船或海上施工支援船上。此类港口需具备足够的仓储能力，以便存放基础结构、过渡段、塔架、机舱、叶片以及其他配套系统（Balance of Plant, BoP）部件。而对于漂浮式风电项目来说，中转与集成型港口（M&I 港口）更具特殊意义。它们能够在漂浮状态下完成漂浮式基础的存储与准备工作，同时利用重型起重设备将风电机组整体装配上去，包括塔筒段和机头。此外，部分系统也可在此阶段进行初步调试，从而有效缩短后期海上的实际安装周期。

为了降低项目运行的风险，理想的 M&I 港口应当尽可能靠近风电场址，以减少拖航距离及相关费用，尤其是在面对有限且难以预测的天气窗口时尤为重 要。这就要求港口具备充足的“湿式”储泊位资源，但由于高吞吐量与空间受限等因素影响，这种能力往往成为制约瓶颈之一。

除了上述功能外，港口也广泛应用于日常的操作与维护活动中。虽然相较于制造或施工类港口而言，

运维型港口的功能需求相对简单，但其选址是否临近项目地点仍是决定其实用性和效率的重要因素。因为距离越近，就越有利于选择更具成本效益的维修策略。

挑战

尽管拉美地区拥有丰富的海上风能开发潜力，但在港口基础设施方面仍存在诸多短板，这可能在未来几年内成为制约行业快速扩张的主要障碍。不同于欧洲可以通过邻国之间共享港口设施的做法，拉美各国当前正处于构建自身港口承载能力的初级阶段，亟需大量资金投入以打造能够全面支持海上风电全生命周期运作的综合性港口网络。

截至目前，整个拉美地区共计约有 44 座港口，其中 28 座分布在具有较高风能开发价值的海域周边，已有部分地区启动了适应性规划工作。大多数国家的港口要么已经具备扩建条件，要么正在制定相应的长期发展战略。然而，智利的情况却不容乐观：在其全国范围内的 21 个港口中，多达 15 个尚未出台针对海上风电相关设施建设的具体发展规划，暴露出区域内基础设施准备程度严重不足的问题。

巴西：

目前在拉美地区的海上风电发展中占据主导地位，规划装机容量高达数百吉瓦。主要依托的港口包括苏阿佩港 (Suape)、佩塞姆港 (Porto de Itaqui / Pecém)、里奥格兰德港 (Rio Grande) 以及阿苏港 (Açu Port)，这些港口已经开始着手为大型风电设备提供



专用装卸与仓储配套设施的升级改造工程。

不过，要真正实现规模化部署，还需统筹考虑电网扩容进度、环境保护法规完善度等方面的协同推进，这也为振兴本土造船工业、推动港口现代化进程、培育新兴技术劳动力带来了宝贵契机。据预测，未来十年间该领域或将吸引数十亿美元的投资，并创造数十万个就业岗位。

阿苏港

位于里约热内卢州北部的阿苏港，因其距离东南沿海潜在风电场仅约 20 公里之遥，被认为是极有可能成长为区域性海上风电供应链中枢的理想候选地。目前已有的基础设施涵盖专为海洋作业设计的功能区、深度达 14.5 米的疏浚航道，以及可以应对超大尺寸风电机组部件搬运任务的专业码头。因此，非常适合设立专门用于组装机舱、叶片、电缆和塔筒等关键组件的工业园区，不仅服务于本国市场，还可辐射更广阔的国际市场。

凭借优越的地理位置、直达码头的优势以及开展沿海航运的可能性，阿苏港在实施大规模复杂工程项目方面展现出显著的竞争优势。

哥伦比亚：

哥伦比亚同样被认为拥有可观的海上风电发展潜力，但若想支撑起未来的规模化项目建设，则必须加大对港口基础设施的资金投入力度。发展专业化港口已被视为增强清洁能源产业竞争力、逐步摆脱对水电高度依赖局面的关键一步。

卡塔赫纳 (Cartagena)、巴兰基亚 (Barranquilla) 和圣塔玛尔塔 (Santa Marta) 等地因具备成熟的海上商业运作经验和油气产业背景，因而具备良好的基础

条件，可用于进一步拓展和完善沿海港口群的服务功能。这些港口有能力承接固定式及漂浮式项目的编组、制造、建造及装卸等多项核心业务。

根据世界银行发布的《2025 年报告》显示，哥伦比亚有望在未来成为全球绿氢出口大国之一。尤其是加勒比海沿岸北部区域，具备了与南锥体国家最优质风电基地相当甚至更强的竞争实力。与此同时，哥伦比亚政府也在积极推动相关政策体系建设，例如出台了《绿色氢能路线图》《海上风电发展蓝图》以及 CONPES 4118/2023 号文件《港口可持续发展战略》，为吸引外部资本注入、加快港口设施更新换代营造了良好政策氛围。

核心问题与解决路径

拉美地区港口发展所面临的核心难题主要包括：港口硬件设施亟待升级，以满足日益增大的风电机组部件运输与吊装需求；缺乏与本地造船业的有效衔接机制，导致专用船舶供给紧张；各相关部门之间缺少统一协调机制，规划与监管体系尚未形成合力。

对此，加强国际合作显得尤为关键。例如拉美国家与英国之间的合作模式，有助于推动先进技术转移、专业人才培训以及先进管理模式的应用落地。

总体来看，海上风电行业的蓬勃发展迫切需要强有力的基础设施保障，其中包括集结港、装配场地、高吨位起重机以及深水航道等要素。提前布局港口枢纽建设不仅可以规避后续可能出现的物流拥堵问题，还能吸引更多制造商入驻、带动本地化生产链条成型，并激发技术创新活力。



图 1-18
拉美地区有潜力并计划支持风电发展的港口

来源：GWEC Market Intelligence, ERM, October 2025

1.3.12 原材料 Critical materials

稀土：

拉丁美洲和加勒比地区在稀土元素（REEs）储量方面具有巨大潜力。巴西作为该地区的主要国家，其锂资源储量占全球总量的 20% 以上。巴西拥有全球第二大的稀土元素储量，估计约为 2100 万吨稀土氧化物（REO），占世界总储量的 23% 左右。然而，尽管储量丰富，巴西的稀土生产仍处于起步阶段。2024

年，该国稀土产量仅为 20 吨，占全球 39 万吨总产量的比重不足 1%。

从市场规模来看，拉丁美洲和加勒比地区稀土市场在 2024 年创造了 2150 万美元的收入，仅占全球市场份额的 0.5%。不过，该地区市场预计将保持 7.4% 的复合年增长率，到 2030 年市场规模有望达到 3210 万美元。这一增长前景主要得益于全球对电动汽车、



风能等清洁能源转型所需关键矿物需求的持续上升。

然而，目前拉丁美洲在稀土加工方面缺乏完整的工业体系。除了一些基础的浓缩物或氧化物生产外，该地区基本上只能从事原材料的开采和出口业务。这些初级产品主要被出口到亚洲等地区进行后续的精炼、分离以及转化为金属、合金和高附加值组件。目前，所有先进的稀土加工活动都集中在区域以外，其中中国占据了主导地位，拥有全球超过 85% 的精炼产能。

碳纤维：

在风能领域，碳纤维主要用于结构性复合材料，通常与环氧树脂结合使用，创造出既轻质又极其耐用的材料，能够有效承受风电机组叶片所面临的各种动态和环境压力。碳纤维的应用使得制造更长、空气动力学效率更高的叶片成为可能，从而显著提升了单台风电机组的发电能力。然而，由于初级碳纤维生产具有较高的技术门槛和生产成本（涉及聚合物前体的热稳定化和碳化等复杂工艺），这一产业目前主要集中在日本、中国、美国和德国等技术先进国家。

拉丁美洲和加勒比地区目前尚不具备初级碳纤维的工业化生产能力，因此完全依赖进口原纤维、技术织物和预浸料。尽管如此，该地区已开始出现一些有限的二级加工能力。例如，在巴西和墨西哥，部分专业公司从事进口碳纤维布料的切割、成型和转换业务，主要服务于国防、工业原型制造、轻量化交通设备和科学研究所等领域。虽然这些加工活动能够支持一些高价值应用，但尚未形成完整的产业链条，无法满足大规模工业化需求，特别是风能行业的需求。

2024 年，拉丁美洲和加勒比地区的碳纤维市场规模达到 8110 吨，预计到 2034 年将保持每年 9.5%

的增长率，达到 18360 吨。这一增长主要受到三大趋势的推动：第一，汽车工业的快速发展，特别是在巴西和墨西哥，碳纤维在这些国家越来越多地应用于保险杠、车顶面板和底盘副车架等汽车部件；第二，航空航天制造业投资的增加，墨西哥在全球航空航天零部件出口中的份额显著提升；第三，对大型风力发电机组需求的持续增长，这些机组利用碳纤维来增强叶片刚性、减轻重量并提高空气动力学效率，这与该地区的能源转型目标高度契合。

该地区，特别是巴西和墨西哥，已经建立了风电叶片制造基地，这为先进材料的应用提供了重要的产业基础。在此背景下，中国成为了一个具有潜力的重要合作伙伴，在过去十年中，中国大幅扩充了其中等性能碳纤维的生产能力，成为面向新兴市场的具有成本竞争优势的供应商。

尽管市场前景广阔，但碳纤维产业发展仍面临诸多挑战。高昂的生产成本仍是主要障碍，这主要源于制造工艺的复杂性和巨大的能源消耗。拉丁美洲和加勒比地区目前是碳纤维的净进口区域，缺乏初级生产能力。然而，轻质高性能材料需求的快速增长，特别是在风能领域，加上巴西和墨西哥先进工业中心的存在，为发展区域性的二级价值链创造了有利条件，这些价值链可专注于材料加工、集成和维护服务。通过供应商来源的多元化，包括来自中国的供应，以及制定支持创新和提升本土含量的有力公共政策，该地区有望从目前的被动地位转变为主动的战略角色，在先进材料应用方面占据有利地位，从而在能源转型时代提升本地区产业的竞争力和可持续发展能力。

钢铁：

风能行业是推动钢板需求增长的主要驱动力之一。根据国际能源署的评估，能源成本上升和全球市场竞争加剧导致拉丁美洲和加勒比地区生产商的市场份额下滑，进而更加依赖进口产品。这种状况对该地区本地钢铁生产的竞争力构成了严峻挑战，可能影响到海上风电行业所需的关键原材料供应和成本控制，包括钢板、钢铁塔筒和钢结构基础等产品。

巴西在全球钢铁产业链中占据着战略性地位，特别是作为拉美地区领先的钢铁生产国。2025年6月，该国钢铁产量达到280万吨，使其稳居全球第九大钢铁生产国的位置。尽管与2024年同期相比微降0.5%，但2025年上半年巴西钢铁总产量实现了0.5%的增长，累计达1650万吨。

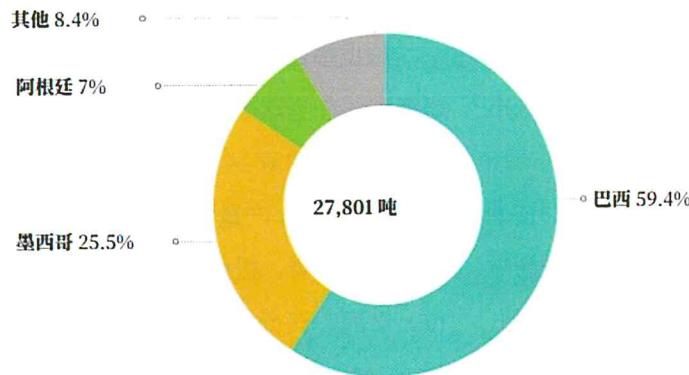
巴西同时也是铁矿石的主要出口国，而铁矿石正是高炉炼钢的核心原料。2023年，巴西铁矿石产量达417.958万吨，出口量达407.970万吨，进一步巩固了其在全球原材料市场的领先地位。据世界钢铁协会统计，这一出口量约占全球铁矿石出口总量的三分之一，使巴西在铁矿石生产和出口方面仅次于澳大利亚。这种对优质铁矿石资源的独特掌控，为巴西在包括钢板在内的各类轧制钢材生产方面提供了显著的竞争优势。

尽管拥有丰富的铁矿石资源，但巴西在生产高炉焦炭方面却严重依赖进口冶金煤。这种依赖性带来了结构性脆弱性，因为巴西缺乏充足的高品质焦煤储量。根据行业数据显示，采用综合炼钢工艺路线（高炉/转炉法）生产1000公斤生铁约需消耗780公斤冶金煤，这使得进口依赖成为影响该国钢铁生产成本和市场竞

争力的重要因素。

根据墨西哥钢铁协会(CANACERO)的数据，墨西哥钢铁业在全球市场中同样扮演着重要角色。2023年，该国位居全球第14大钢铁生产国，预计2024年将排名第15位，年产量约为1820万吨。该行业也是重要的就业创造者，提供了约68.3万个直接和间接就业岗位。然而，该行业发展面临着高度依赖进口的重大挑战。CANACERO预测，2024年墨西哥成品钢进口量将达到1260万吨。这种进口依赖在扁平钢领域表现得尤为突出，据统计，2023年美国对墨西哥的扁平钢出口量较2022年增长了14%。到2024年底，墨西哥与美国之间的钢铁贸易出现了230万吨的贸易逆差，美国处于有利地位。

从理论上看，如果保持供应链的自由流通，拉丁美洲和加勒比地区的风能行业不应出现钢铁供应短缺问题。然而，有两个关键因素可能对风能供应链产生影响。首先，由于风能设备对材料尺寸要求较高，该行业对钢铁供应商提出了特殊要求，在某些极端情况下，所需板材厚度可达150毫米。这大大缩小了能够满足此类技术规格的钢铁供应商范围，因为大多数标准板材的需求厚度仅在10毫米至60毫米之间。其次，可再生能源项目致力于促进脱碳目标，这使得行业对低碳排放钢铁供应链的需求日益增长。然而，目前全球大部分钢铁仍通过不减排的高炉工艺生产，即缺乏排放控制技术。由于相关工艺成本高昂且技术复杂，许多开发商可能在相当长的时间内都难以获得低碳排放钢铁，因为实现规模化生产预计需要多年的建设周期。与此同时，巴西钢铁产业虽具备一定基础，但仍面临结构性发展挑战，需要进行大规模的扩建和升级工作。



来源：巴西钢铁协会，2025 年

图 1-19

2025 年拉美地区粗钢
总产量分布

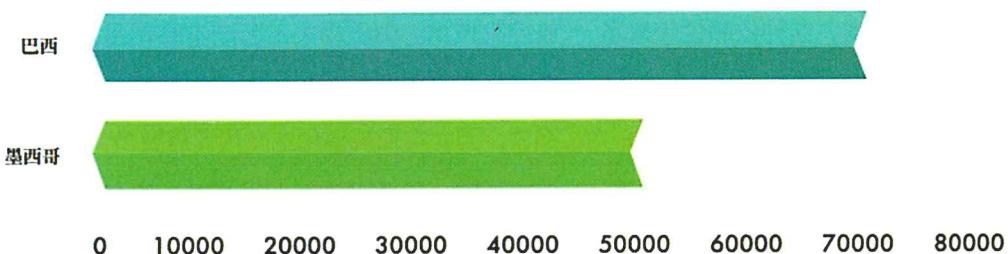
混凝土：

拉丁美洲和加勒比地区混凝土供应链面临瓶颈的风险相对较低，这主要得益于该地区混凝土生产在各主要国家的广泛分布格局。混凝土生产过程主要依靠当地可获得的原材料投入，包括水泥、骨料和水资源等，这种地域化特征为供应链提供了良好的灵活性，使其能够快速响应市场需求变化，包括来自风能等新

兴增长领域的波动需求。

这种物流和生产体系的韧性，很好地解释了为何该地区的成熟建筑市场——特别是巴西和墨西哥等主要经济体——能够在大力推进新能源基础设施建设项目的同时，依然维持着稳定可靠的混凝土供应水平。当地的地理分布优势和原材料获取便利性，为应对大规模基建投资带来的需求激增提供了有力保障。

水泥生产



备注：数据以千吨为单位。

来源：美国地质调查局，2025 年

图 1-20

拉美地区水泥生产能力

铜：

拉丁美洲和加勒比地区在全球铜供应链中占据着战略性重要地位，其矿山产量约占全球总产量的40%，其中智利和秘鲁处于领先地位。根据2024年矿业供应的历史数据分析，该地区拥有全球三大铜矿中的两座。智利贡献了全球矿业供应量的24%，秘鲁占11%。这两个国家凭借成熟的基础设施和强大的扩产能力，共同维系着拉丁美洲在全球铜矿开采领域的领导地位。

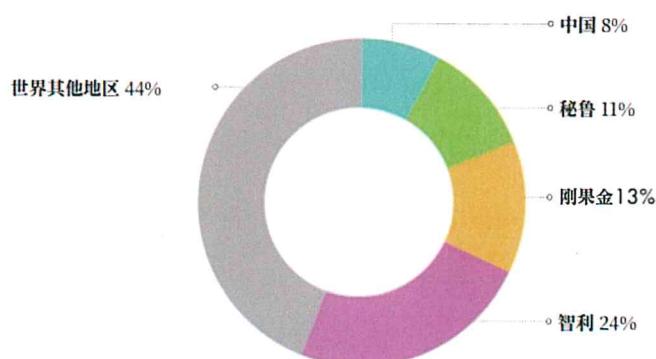
2024年，该地区关键矿物生产的市场价值达到采矿业约1000亿美元、精炼业约190亿美元的规模。预计到2040年，这两个数字将分别增长至1300亿美元和240亿美元。这种增长势头主要源于智利和秘鲁的铜矿开采活动，以及智利、阿根廷和巴西等国的精炼业务发展。这对于风能行业具有特别重要的意义，因为铜是电气系统、电缆和发电机等核心组件的关键材料，直接影响着风能设施的运行效率和性能表现。

在全球范围内，铜需求量呈现持续增长趋势。根据国际能源署(IEA)既定政策情景(STEPS)的预测，全球铜需求量将从2024年的2670万吨增长至2040年

的3410万吨。其中，约1210万吨将专门用于清洁能源技术领域，包括电网建设、电动汽车和可再生能源系统等应用。凭借丰富的资源优势和现有的生产能力，拉丁美洲和加勒比地区完全有能力满足这一不断增长的市场需求。该地区在全球精炼材料市场价值中贡献了约7%的份额，特别是在铜和锂的精炼领域表现突出。

尽管该地区具有重要地位和现有的生产能力，但初级采矿业仍面临着一系列结构性挑战，包括矿石品位下降、基础设施老化、许可证审批延迟以及运营限制等因素，这些问题制约了生产增长并推高了成本。虽然这些挑战在短期内不会对供应造成显著影响，但需要引起足够重视以确保长期生产的可持续性。

该地区面临的主要物流挑战集中在交通运输基础设施方面：道路、铁路和港口设施往往难以应对日益增长的铜精矿运输需求，特别是在一些偏远地区。此外，尽管该地区整体精炼能力仍然有限，但智利、巴西和阿根廷已宣布的相关项目显示出积极的发展态势。这些进展表明，这些国家在铜和锂精炼领域的发展将推动区域整体增长，预计到2040年，该地区在全球精炼材料市场价值中的占比将达到约7%。



来源：美国能源信息署，《2025年全球关键矿产展望》

图1-21
2024年全球各国铜矿
产量分布



4

前景展望 Outlook

全球需求增长预期强劲。根据 GWEC 预测，全球海上风电年均新增装机复合增长率将达 15% 至 28% (区间预测)，到 2030 年年度新增装机将突破 30GW，2033 年累计装机有望超过 50GW，产业进入高速扩张期。

2024 年全球海上风电行业面临宏观经济波动、地缘政治冲突及政策调整等多重挑战。与其他资本密集型行业一样，该行业面临通货膨胀、资本成本增加和供应链限制等；同时，面对地缘政治紧张局势以及美国激进的可再生能源和贸易政策；政府政策的不稳定性、许可瓶颈以及对复杂拍卖标准缺乏明确性，未能提供所需的预测性和透明度，阻碍了行业在供应链和海上风电支持领域（包括船只和港口基础设施以及电网传输）进行前瞻性投资。海上风电行业也面临着关于未来能源需求和价格的风险评估。这些因素都将不同程度影响着全球海上风电的可持续发展。

GWEC 对 2025–2030 年全球海上风电的新增装机预测较 2025 年第一季度的预估下调了 2.1% (约 3.3 GW)。然而，大多数政府和开发商仍然致力于发展海上风电，中期全球海上风电市场前景依然向好，在预测期内将新增 152 GW 海上风电装机容量，增长主要来

自亚太地区，尤其是中国，以及欧洲，且在预测期的后半段存在巨大的机会。预计到 2027 年将增至 2024 年的三倍，即从 8GW 增加到 24GW。到 2034 年，预计将达 55GW，使海上风电在新增风电装机中的份额从目前的 7% 提高到约 25%。预计 2025 到 2030 年复合年均增长率为 20.6%，到 2034 年为 15%，全球海上风电年度新增装机容量将超过 2030 年 30GW 和 2033 年 50GW 的里程碑。总体看，预计中长期 (2025–2034 年) 仍将保持增长，新增装机量超 350GW，截至 2034 年底，全球海上风电累计装机容量达到 441GW。

漂浮式风电技术商业化进程推迟至 2030 年后，预计到 2030 年将建成 2.6GW 的漂浮式风电项目，比 2024 年的预测低 69%。从 2031 年起全球漂浮式风电将实现跨越式发展，到 2034 年底，全球共计安装 19GW 漂浮式海上风电。预计未来十年 (2025–2034 年) 欧洲、亚太和北美市场份额分别将达到 57%、42% 和 1%。目前，挪威、英国、中国、法国和葡萄牙在全球漂浮式海上风电装机容量位居前五。预计到 2034 年底，中国、英国、韩国、挪威和葡萄牙将有望成为漂浮式海上风电市场的五大领军国家。

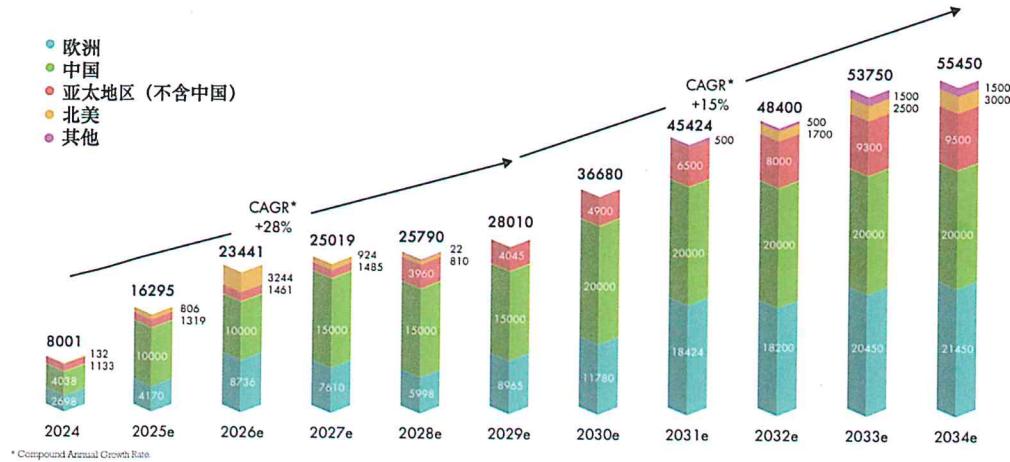
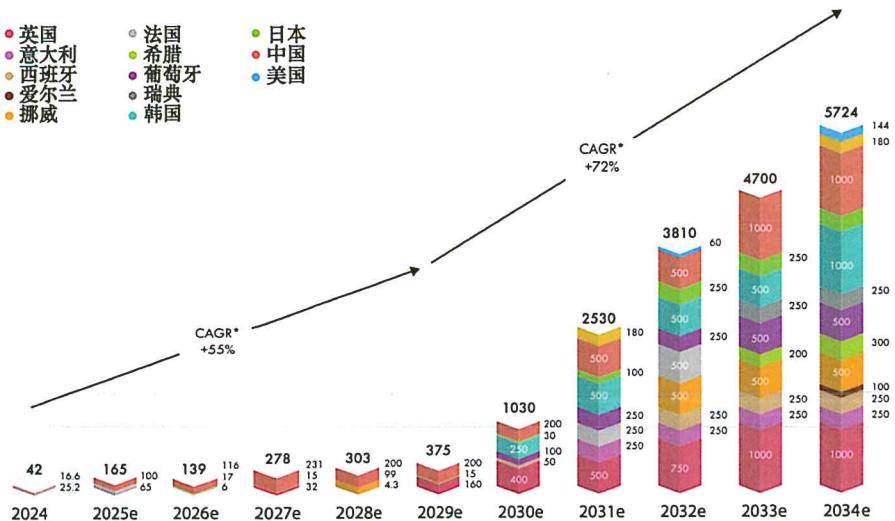


图 1-22
2025–2034 年全球分区
域海上风电新增装机容
量预测

来源：GWEC《全球海上风电发展报告 2025》



*Compound Annual Growth Rate. **Note that floating wind outlook is already included in GWEC's global offshore wind forecast.
Source: GWEC Market Intelligence, June 2025

来源：GWEC《全球海上风电发展报告 2025》

图 1-23

2025-2034 年全球不同国家地区漂浮式海上风电新增装机容量预测

未来面临强劲的市场需求，还需要从以下方面加强：

(1) 加强产业链本地化与区域协作

为提升能源安全与供应链韧性，各国正推动本地化制造。例如，欧洲强调“绿色本土工业”，美国推动《通胀削减法案》下的本土供应链建设。同时，跨国合作（如中欧技术合作、亚太区域电网互联）也将促进产业链协同发展。

(2) 建立制度优化与风险共担机制

部分国家需要改革现有拍卖机制，引入政府与开发商之间的风险分担模式，降低企业前期开发风险。同时

加强电网规划前瞻性，避免“有电送不出”的并网困局。

(3) 加快技术创新驱动产业链升级

深远海风电、漂浮式平台、数字化运维、绿色制氢耦合等新技术将成为产业链新增长点。日本 EEZ 法案为漂浮式风电提供法律基础，预示未来技术应用场景将大幅拓展。

(4) 建立多方协同机制，保障可持续发展

实现上述目标需政府、企业、金融机构、科研机构协同发力。重点包括：加快审批流程、稳定政策预期、强化供应链协作、加大人才培养投入，构建韧性、高效、可持续的全球海上风电产业链体系。



来源：刘世鑫

CHINA



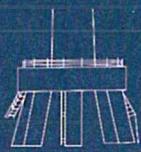
中国海上风电经过十多年的发展，装机规模已经连续五年位居全球第一，大容量风电机组引领全球，国产替代技术不断取得新突破，漂浮式海上风电进入实验示范阶段。海上风电开发正在由近海向深远海发展，带动产业不断升级，成为中国乃至全球能源结构转型的重要发展方向，未来有广阔的发展空间。



原材料



关键
零部件



基础平台



整机



运输



施工安装



输变电



中国



负荷

技术服务 运维服务





市场发展概况

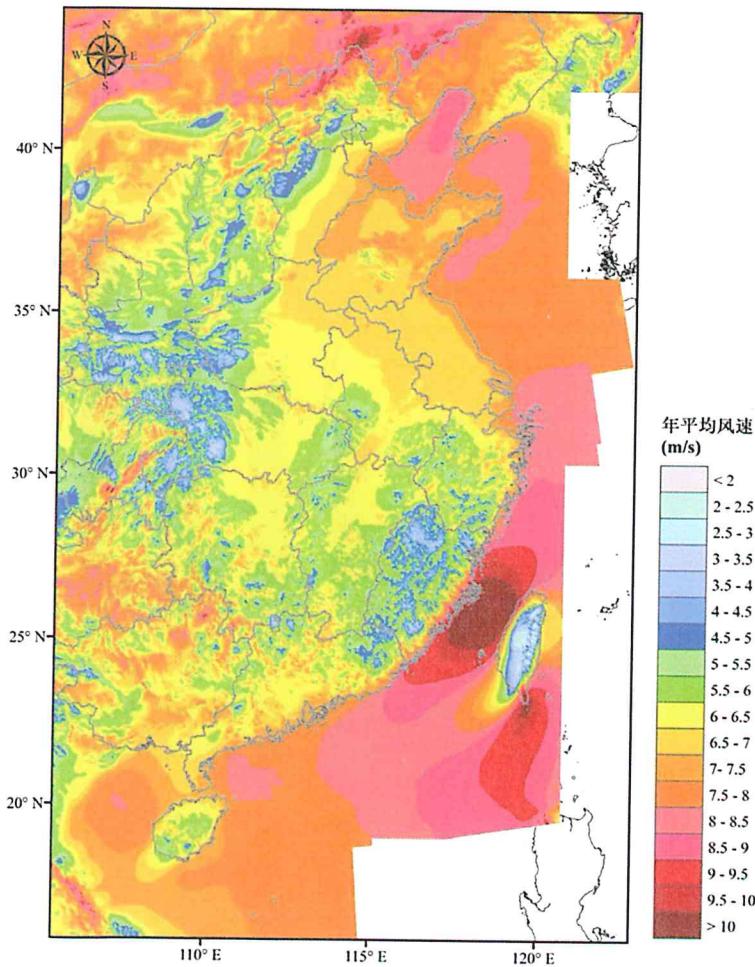
Market Overview



中国海上风能资源开发潜力巨大

根据国家气候中心最新评估结果显示，在150米的高度下，离岸300km以内，扣除港口航运区、工业与城镇用海区、矿产与能源区、自然保护区、生态红线、主要航道及海上石油钻井平台等海域空间，中国海上风能资源技术可开发量约3080GW，

其中近海区域（水深在30~50米）的海上风能资源可开发量约1040GW，深远海区域（水深>50米）的海上风能资源可开发量约2040GW。截至2024年底，海上风电累计装机容量超过40GW，当前主要为近海资源的开发，仅约近海海上风电技术可开发量的4%，未来逐步向深远海海域资源开发，潜力巨大。



来源：国家气候中心

图 2-1
150 米高度下中国海上风能资源分布图谱

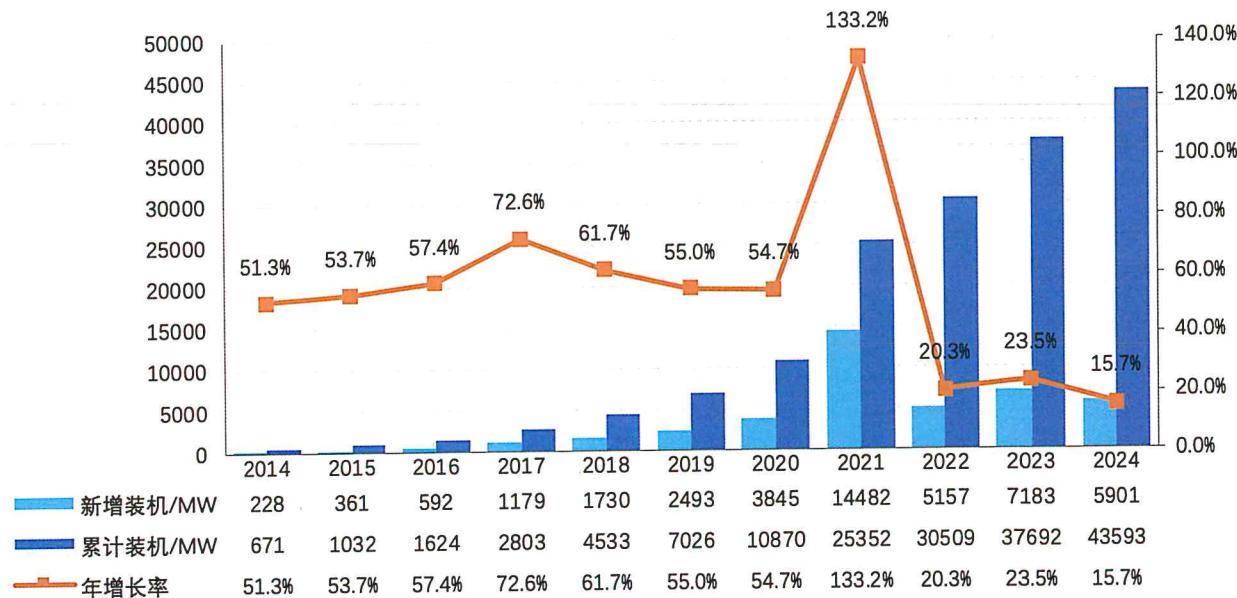


海上风电产业有序发展

根据CWEA统计，2024年中国新增吊装海上风电机组593台，新增装机容量5.9GW，同比下降17.9%，占全国风电新增装机容量的6.8%；截至2024年底，海上风电场超过150个（不含样机测试项目），累计装机7273台，累计装机容量为43.59GW，同比增长15.7%，占全国风电累计装机容量的7.8%。

截至2024年9月底，中国海上风电累计并

网容量4461万千瓦，同比增长14%，约占全国风电累计并网容量的7.7%，分布在11个沿海省（区、市），其中，广东和江苏两省海上风电累计并网容量均超过1200万千瓦，两省合计占全国海上风电并网容量55%；其次是山东、浙江、福建累计并网容量合计超1400万千瓦，合计占比约为32.5%；海南和辽宁累计并网容量合计为330万千瓦，占比为7.4%；上海、广西、河北、天津，并网容量合计227万千瓦，占比为5.1%。



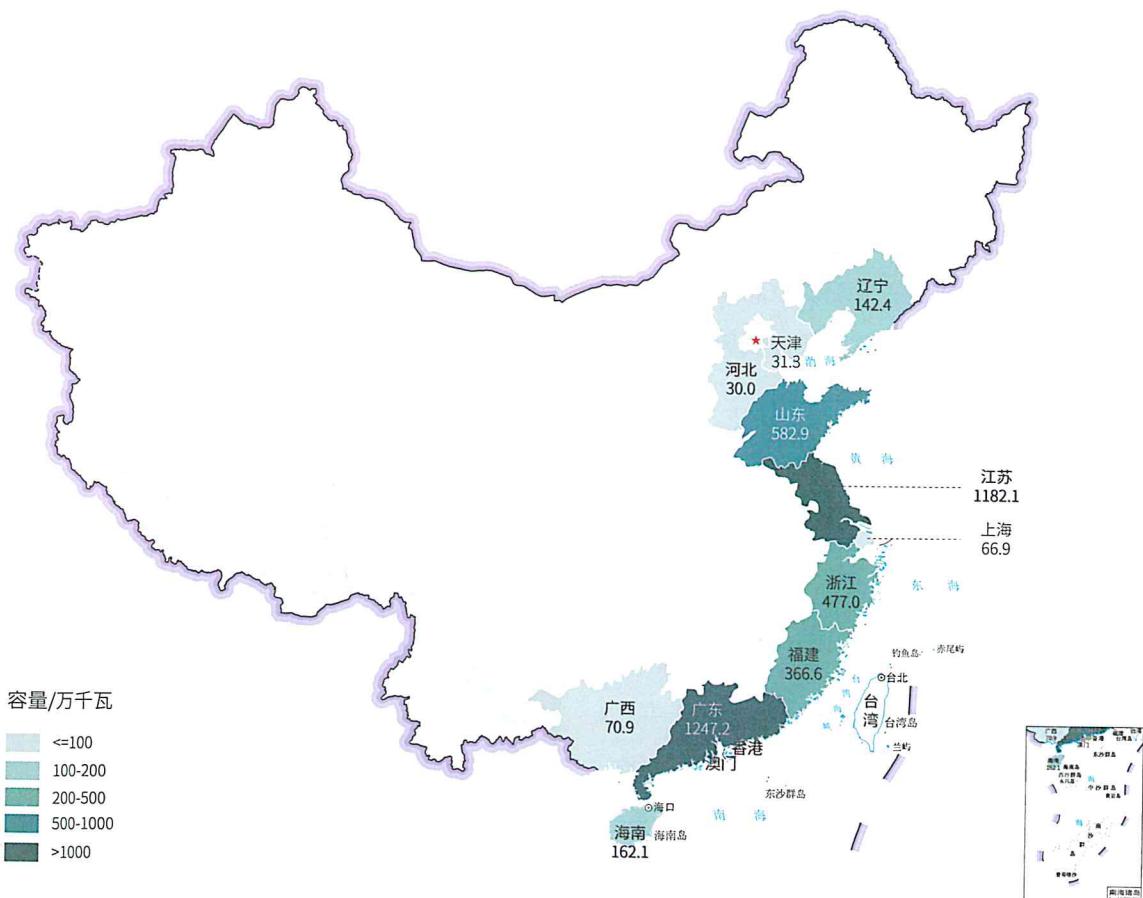
数据来源：CWEA

图 2-2
2014-2024 年中国海上风电装机容量

表2-1 截至2024年底不同类型海上风电装机容量

装机台数	2024年新增		2024年累计	
	台数	吊装容量 (MW)	台数	吊装容量 (MW)
固定式	591	5884.3	7267	43553.4
漂浮式	2	16.6	6	39.6
总计	593	5900.9	7273	43593.0

数据来源：CWEA



审图号: GS (2019) 1833 号

地图来源: 标准地图服务系统

数据来源: CWEA

图 2-3

截至 2024 年底沿海省（区、市）海上风电累计吊装容量



随着我国海上风电由近海逐步向深远海发展，漂浮式海上风电进入试验示范阶段。截至 2025 年 9 月，除了已建成五个漂浮式风电示范项目，分别为 2021 年投运的三峡集团“引领号”5.5MW、2022 年建设的中船海装“扶摇号”6.2MW、以及在 2023 年投运的“中海油观澜号”7.25MW 和龙源电力“国能共享号”4MW，累计装机容量共 22.95MW。2024 年 6 月，“明阳天成号”安装完成，搭载两台 8.3MW 海上风电机组，总容量达到 16.6MW，8 月 11 日，在广东阳江明阳青洲四海上风电场内运行。2025 年 1 月，“中车启航号”单机容量为 20MW，在东营完成吊装进行样机试验，7 月由中国华能和东方电气联合研制的 17 兆瓦直驱型漂浮式海上风电机组下线，9 月“三峡领航号”在广西北海铁山港下水，该项目是三峡阳江 16MW 漂浮式风电机组基础，也是中国首个大容量漂浮式风电科研示范工程。

17MW 级漂浮式风电样机研制是华能清能院牵头获批的“十四五”国家重点研发计划“可再生能源技术”专项项目。依托华能阳江三山岛海上风电场建成的漂浮式风电样机。风电机组抗风能力满足 IEC I 类，抗浪能力不小于 13 米有义波高；发电工况时漂浮式基础最大倾斜角不大于 5 度、最大加速度不大于 0.3 倍重力加速度，极端工况时最大倾斜角不大于 10 度。项目依托华能清能院漂浮式风电关键技术，在漂浮式风电系统多体多场耦合特性、全局稳定主被动协同控制、一体化仿真与轻型优化设计方法、高保真物理模型试验、关键装备研制、工程示范等多方面实现突破，并应用在漂浮式建设工作中。目前，项目已明确机位点及相关水文环境参数，完成了 17MW 漂浮式基础

设计定型，单位兆瓦基础重量小于 340 吨；完成了对 17MW 漂浮式风电机组的建造场址、下水方案、拖航方案、海上安装方案等设计。漂浮式风电样机计划将于 2026 年年中完成建造、调试及实海测试。

三峡 16MW 漂浮式海上风电成套系统示范应用工程项目场址位于广东省阳江市阳西县沙扒镇附近海域，漂浮式风电机组拟布置于青洲七期海上风电场东南侧区域，离岸距离约 75km，水深不小于 50m。此次吊装的金风科技 GWH252-16-F 机组，是依托于已实现商业化、批量化应用的 GWH252-16MW 机组，进行同平台升级开发，核心部件高效复用，降低了机组设计、制造、运维全过程成本；在继承过往应用经验的同时，设计仿真阶段的载荷评估工况超 10000 个，使机组实现“基因优化”，显著提升产品可靠性。

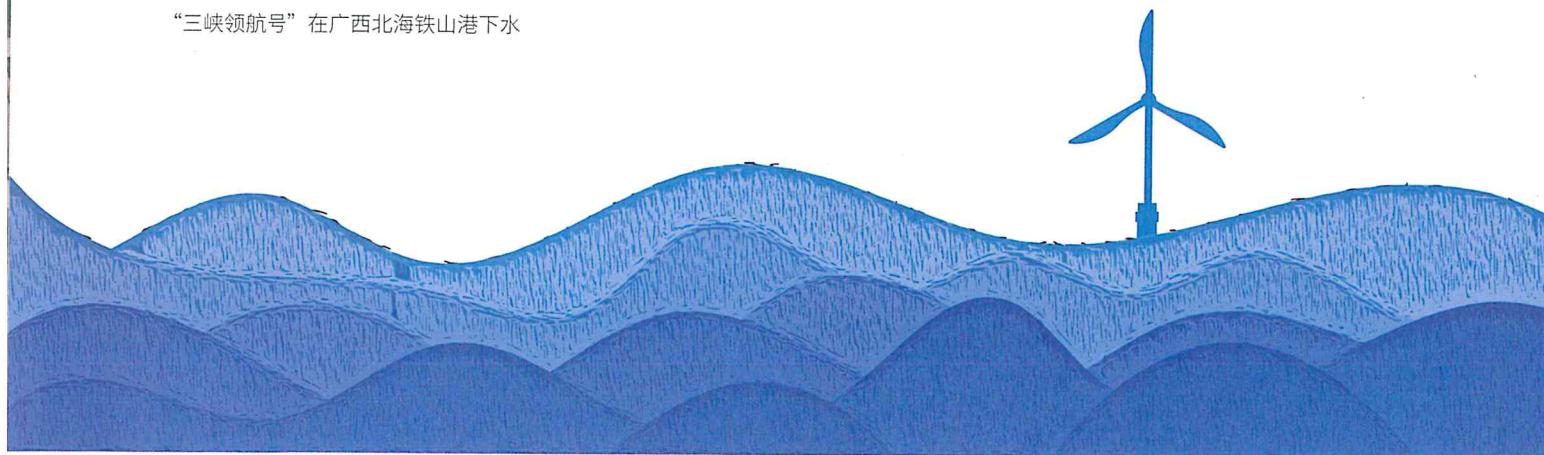


图 2-4

17MW 直驱型漂浮式风电机组样机



图 2-5
“三峡领航号”在广西北海铁山港下水



2

产业链发展情况 Supply Chain Deep Dive

中国海上风电产业链愈发成熟，具备大规模发展基础。同时，海上风电产业已成为拉动区域经济的重要引擎。

2.2.1 供应格局

(1) 风电机组 Wind Turbines

现状与趋势

中国在大型海上风电机组在技术方面已经全球领先。2024年，中国新安装的海上风电机组的平均单机容量为9.95MW，高于全球平均水平（GWEC统计为9.8MW）。单机容量为10MW及以上的风电机组显著增长，新增装机容量占比由2022年的12.1%提升到了2023年的46.4%，到2024年提升到了55.8%，比上一年增长了9.4个百分点，比2022年增长了

43.7个百分点。单机容量为16MW已经达到批量应用，18~20MW部分样机已经完成测试。

2025年2月，电气风电的EW14.0-270机组，在广东汕头风电临海试验基地完成安装，年内完成了包括型式测试、高/低电压穿越能力测试、电网适应性测试在内的各项产品验证测试，可达到批量交付。同时，在2024年8月吊装的EW18~20-260机组，作为全球首台18~20MW级风网荷储一体型海上风电机组，在2025年上半年即完成交付前的各项验证，运行平稳。



图 2-6

电气风电的EW14.0-270风电机组



2025年10月，由中国东方电气集团研制，拥有完全自主知识产权的全球最大的26兆瓦级海上风力发电机组在东营风电装备测试认证创新基地成功并网，刷新全球已安装风机单机容量、风轮直径的双项

纪录，机组在齿轮箱、发电机、电控系统等关键技术上的全面突破，彰显了我国风电装备制造强大的自主创新能力与抢占全球科技制高点的决心，为新质生产力注入了澎湃动能。



图 2-7
东方电气 26MW 大型海上风电机组

近年来，海上风电机组的传动链形式以半直驱技术路线为主。中速永磁技术因避免使用多级齿轮箱，一方面可降低故障率，又减轻了发电机的体积和重量，控制了成本。近年来采用中速永磁技术路线的机组占比逐年增长。根据CWEA统计的数据显示，2024年

新增海上风电机组装机中，中速 - 半直驱技术占比已经超过 90%，比 2023 年提升约 28 个百分点。当前有半直驱路线的整机企业包括，明阳智能、金风科技、东方电气、电气风电、中船海装、中国中车。

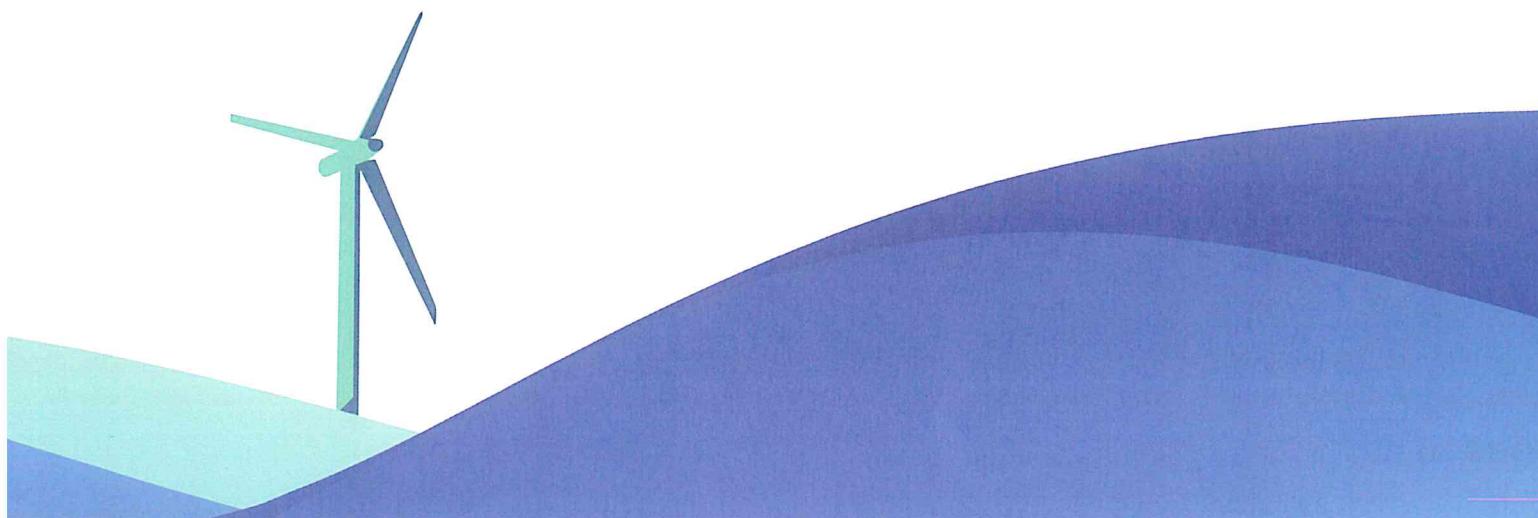


图 2-8
2016-2024 年不同
技术路线海上风电
机组市场占比

数据来源：CWEA



图 2-9
不同技术路线示意图

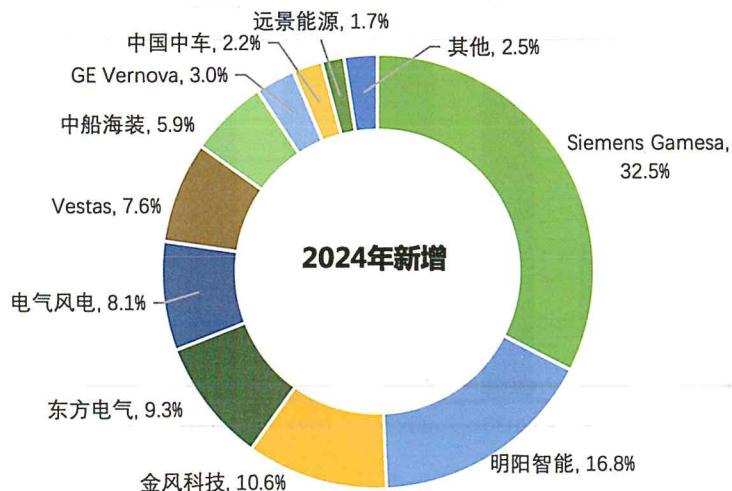




竞争格局

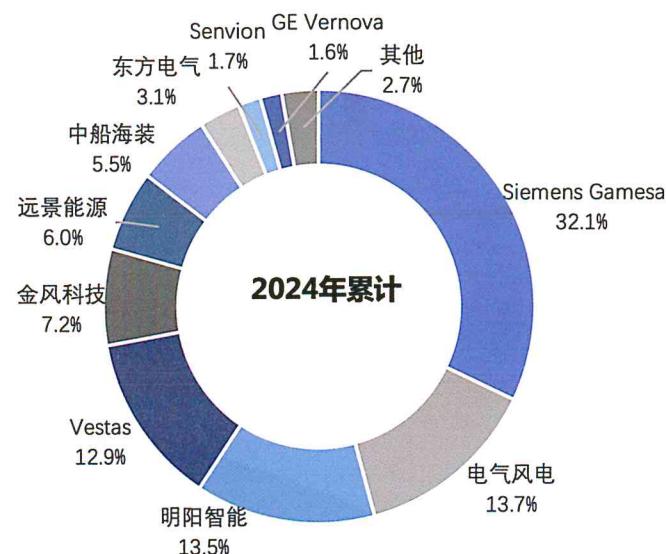
2024 年全球 Top10 海上风电整机制造企业中，中国有 7 家。2024 年，全球共有 13 家风电机组制造商安装了 1065 台海上风电机组，规模接近 10.5GW。排名前 5 家企业中有 4 家中国企业，市场份额合计约

为 44.8%；排名前 10 家企业中有 7 家中国企业，市场份额合计约为 54.5%。截至 2024 年底，全球海上风电累计装机容量达到 86.5GW，排名前 5 家中有 3 家是中国企业，市场份额合计约为 34.4%；排名前 10 家中有 6 家中国企业，市场份额合计约为 49%。



数据来源：GWEC

图 2-10
2024 年全球海上风电整机企业新增装机排名



数据来源：GWEC

图 2-11
截至 2024 年底全球海上风电整机企业累计装机排名

海上风电整机企业保持在 8 家左右

海上风电机组作为一种大型装备，其制造技术壁垒高，企业数量保持稳定。2024 年，共有 8 家整机制造企业新增海上风电装机，与 2023 年保持一致。截至 2024 年底，海上风电整机制造企业共 15 家，装

机容量超过 100 万千瓦的整机企业有电气风电、明阳智能、金风科技、远景能源、中船海装和东方电气，这 6 家企业海上风电机组累计装机容量合计为 4204.2 万千瓦，占海上累计装机容量的 96.4%。

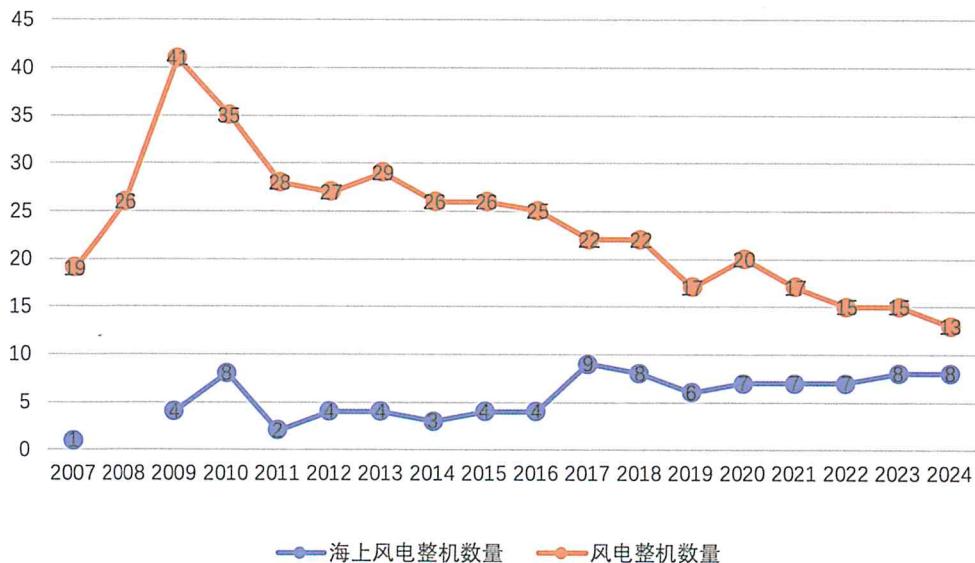


图 2-12
中国历年整机商企业
数量

数据来源：CWEA

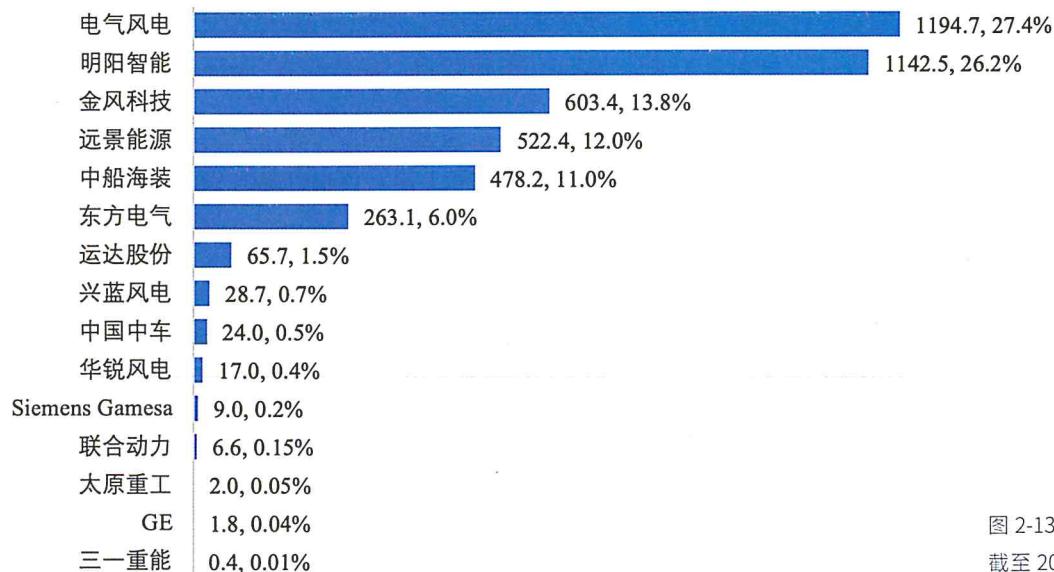
表2-2 2020-2024年中国海上风电整机制造企业新增装机容量占比

序号	企业名称	2020	2021	2022	2023	2024
1	明阳智能	25.05%	26.11%	26.77%	40.94%	29.77%
2	金风科技	8.13%	16.50%	5.70%	7.75%	18.68%
3	东方电气	1.56%	6.97%	2.91%	5.94%	16.45%
4	电气风电	36.45%	29.03%	27.98%	15.61%	14.71%
5	中船海装	8.58%	13.79%	20.19%	6.77%	10.73%
6	中国中车	0.00%	0.00%	0.19%	0.00%	3.89%
7	远景能源	17.83%	6.74%	16.26%	15.84%	3.19%
8	运达股份	0.00%	0.00%	0.00%	7.02%	2.59%
9	太原重工	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.00%
10	兴蓝风电	2.39%	0.86%	0.00%	0.00%	0.00%

数据来源：CWEA



单位：万千瓦



数据来源：CWEA

图 2-13

截至 2024 年底中国风电制造企业海上累计装机容量及占比

在 2025 年北京国际风能大会暨展览会 (CWP2025) 上，多家整机制造商集中发布了新一代海上风电机组，展现出中国风电产业在大功率、深远海适应性、智能化与漂浮式技术等方面全面突破。企业普遍采用新一代产品平台进行系列化开发，实现技术复用与快速定制。新一代海上机组不仅是发电设

备，而是融合储能、AI 控制、电网友好等多功能于一体的智能能源系统。面对台风、高盐雾、强腐蚀等恶劣海洋环境，新机型在结构强度与寿命设计上均有显著提升。针对深远海风电开发需求，多款漂浮式或适配深水区域的机组亮相，推动海上风电向更深更远海域拓展。

表2-3 整机商在CWP 2025最新发布的新机型、新产品及解决方案汇总

整机商	名称	单机容量 (MW)	风轮直径 (m)	分类
金风科技	新一代 Ultra 系列产品 (GWH204-10MW)	10.5-11.1	204	海陆全场景
	适配远海低风速市场的 GWH266-14MW 机型	14	266	海上
	全球首个伽利略 AI 风储一体机	16.7	272	海陆平台
远景能源	全新一代陆上 Model T Pro 平台 EN-220/6.25~10+ 系列	6.25~10+	220	陆上
	全新一代陆上 Model T Pro 平台 EN-206/8.35~10+ 系列	8.35~10+	206	陆上
	海上 Model Y Pro EN-272/12.5	12.5	272	海上
	Model Z Pro EN-252/16.7 系列智能风电机组	16.7	252	海上

(转下页)

(接上页)

整机商	名称	单机容量 (MW)	风轮直径 (m)	分类
明阳智能	全新一代中速紧凑半直驱平台 (MCD)			海陆平台
	Ocean X 天成平台全球首款 50MW 超大型漂浮式风电机组	2x25	双风轮	海上
	16-18MW 漂浮式“海鹰”机组 (模型展示)	16~18		海上
运达股份	新一代 10MW 级高性能陆上风电机组	10-15		陆上
	风电运维 AI 智能体、绿色燃料等 6 大板块产业链布局			
三一重能	陆上全场域适配机型 SI-242 系列	5.6-12.5	242	陆上
	新一代风电产品 17 兆瓦级直驱漂浮式海上机组	17		海上
	海上平台可适配 6.X-10 兆瓦功率等级	6.X-10		陆上
东方风电	海上平台可适配 12-18 兆瓦功率等级	12-18		海上
	“东方小新” AI 智能体、“号角”机组集成状态监测系统			解决方案
	“风光储氢”绿色多元技术、AI+ 风电一体化解决方案			解决方案
中国中车	中车 H4 平台系列化海上风电机组			海上
	35kV 高压双馈、12.9MW 高速永磁风力发电机			发电机
	管状结构浮体设计 (中车启航)			漂浮式结构
电气风电	EW18.0-300 深远海机组	18	300	海上
	W4000-130-Float 漂浮式机组	4.0	130	海上
	EW6.25-200 海外定制风电机组	6.25	200	陆上
中船海装	海神平台 8.5MW 机组 (海外定制, 获认证)	8.5	230	海上
	EffiSync X 储能产品平台 (海外储能产品, 获认证)			储能产品
	S68.5 型叶片 (延长叶尖, 获认证)			叶片产品
华锐风电	光伏、储能、氢能、调相机、电机、防腐等六大板块			解决方案
	中国首批绿电制氢就地消纳示范项目、全球首个漂浮式风渔融合示范项目、深远海制氢示范项目、长江首个“零碳岛”标杆示范案例			解决方案
	H305-20MW 海上风电机组	20	305	海上
中船海装	H220 平台陆上风电机组 5MW	5	220	陆上
	H220 平台陆上风电机组 7.7MW	7.7	220	陆上
	H220 平台陆上风电机组 10MW	10	220	陆上
华锐风电	全球最高 200 米级钢混塔筒 HZ-200mHH+	适合 5.X-15.XMW 机组		钢混塔筒
	SL6250/230	6.25	230	陆上

(转下页)



(接上页)

整机商	名称	单机容量 (MW)	风轮直径 (m)	分类
	“一基双机”30MW+深远海浮式风电整体解决方案	2x15+		海上
兴蓝风电	高效绿电制氢协同生态方案			解决方案
	智慧运维解决方案			解决方案

来源：CWEA 根据公开信息汇总

(2) 叶片 Blades

现状与趋势

叶片是风电机组的核心部件，叶片的设计水平、制造工艺与运行状态，不仅直接决定了整机的发电效率与经济效益，更对风电场的长期运营成本产生深远影响。海上风电叶片是专为海洋环境设计的风力发电机组关键部件，需要具备更强的耐腐蚀性、抗疲劳性和结构强度以应对复杂的海上工况。当前风电叶片正朝着大型化、轻量化、智能化方向发展。叶片长度不断增加，从早期的几十米发展到现在的上百米；材料

技术持续创新，碳纤维等高性能材料应用比例提升；智能制造和数字化技术逐步融入设计、生产和运维全过程。叶片回收技术成为新的关注点。

随着机组大型化的发展，叶片长度已进入百米级时代，近五年平均风轮直径增长了83米。2024年，海上风电机组平均风轮直径达到了235米，比2023年增长了10米，比2020年增长了83米；最大风轮直径为292米，比2023年增长了40米，比2020年增长了107米。当前中国的长叶片已经全球领先，10MW级海上风电机组配套的叶片长度突破

单位：米

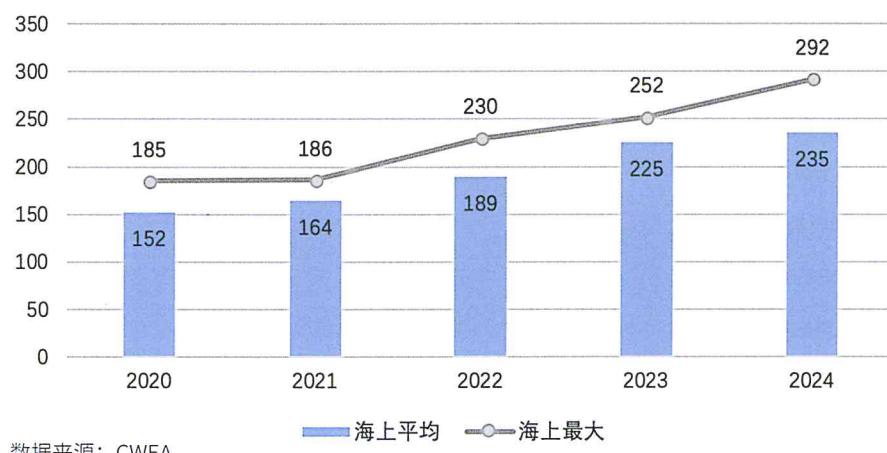


图 2-14

2020-2024 年中国新增海上风电机组平均和最大风轮直径

110米，2023年叶片最长达到126米（配套单机容量18MW），2024年147米叶片已经下线，2025年配套26MW样机的153米叶片已经在运行。

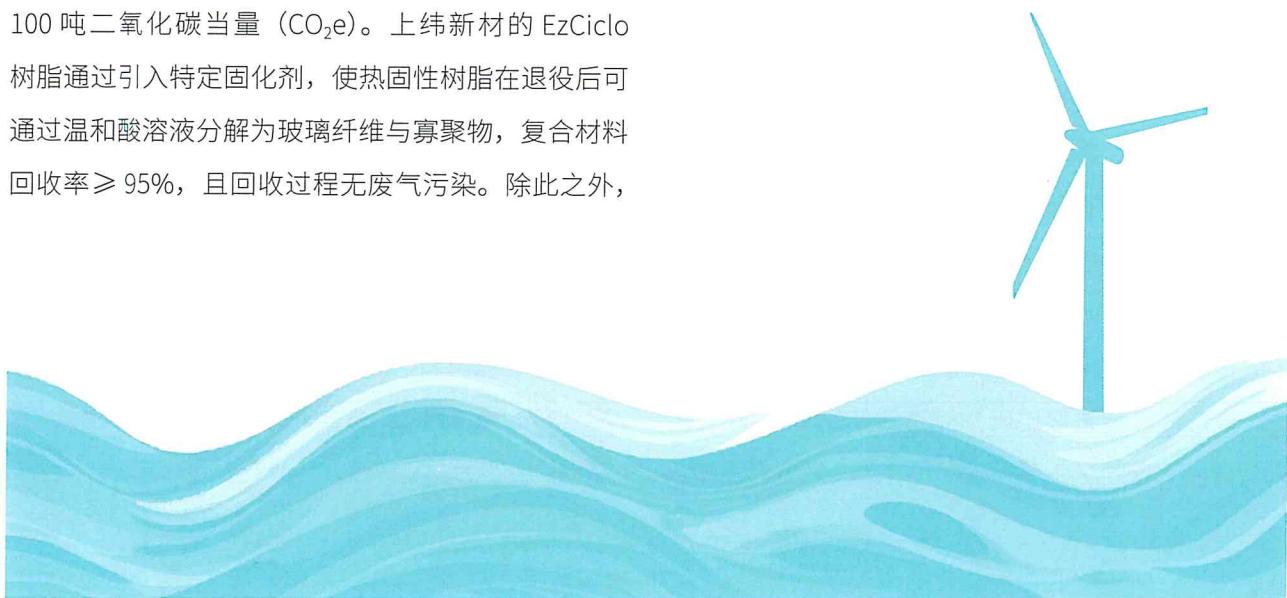
叶片越来越长，对材料性能的要求不断提高，碳纤维质量轻，强度与模量高，是目前大型风电叶片首选材料。碳纤维应用在叶片中的部位包括部分蒙皮、前缘、后缘等，目前应用最多的部分是风电叶片的主梁。10兆瓦级以上叶片，基本都在主梁区域使用了碳纤维材料。碳纤维具有高硬度、高强度、重量轻、高耐化学性的特性，是新一代增强纤维，成为大型风电叶片使用材料发展趋势。国内碳纤维主要生产企业包括吉林化纤、中复神鹰、新创碳谷、宝旌碳纤维等。随着单机容量20MW的海上风电机组投运，叶片长度超过150米，碳纤维材料需求将进一步提升。

企业联合攻破叶片可回收技术。2025年7月，由上纬新材、金风科技、中材叶片联合开发的国内首套直径220m+可回收叶片风机完成吊装。该风机采用了上纬新材自主研发的EzCiclo可回收树脂，可为每台8-10兆瓦风机全生命周期的碳足迹减少至少约100吨二氧化碳当量(CO₂e)。上纬新材的EzCiclo树脂通过引入特定固化剂，使热固性树脂在退役后可通过温和酸溶液分解为玻璃纤维与寡聚物，复合材料回收率≥95%，且回收过程无废气污染。除此之外，

西门子歌美飒在英国Sofia海上风电项目部署了，采用上纬新材第三代EzCiclo树脂的108米叶片；时代新材使用上纬新材EzCiclo可回收热固性树脂开发的TMT86A型叶片下线。当前风电叶片回收仍处于技术突破与规模化应用的过渡阶段，热解和水泥窑协同处置是较成熟的路径，但面临经济性差、产业链不完善和政策标准缺失等多重挑战。

竞争格局

叶片的技术门槛较高，市场集中度相对较高。海上风电机组叶片供应商主要为叶片独立供应商和整机企业自己的叶片厂，有中材叶片、时代新材、明阳、远景、海装、东气、上气、双瑞等。市场份额排在较前的企业有中材叶片、时代新材、明阳叶片、东方电气等。中材科技收购中复连众后，进一步巩固产能优势，叶片市场份额在30%左右，位居第一，其海上市场份额接近一半；时代新材市场份额约占22%，位居第二。头部企业通过技术创新和规模化生产巩固优势。





中材叶片

中材叶片始终以技术创新为先导，具备独立自主的设计研发能力。产品覆盖 1MW-20MW 主流机组平台，在行业内牢固树立了“Sinoma Blade 中材叶片” 品牌。全球累计实现销售装机超 177GW (64600 套)，产品在中国、澳大利亚、巴基斯坦、智利、巴西等 46 个国家稳定运行。

2023 年，完成了与中复连众的产业化整合，已成为中国建材集团统一的风电叶片业务发展平台，进一步提升了全球市场影响力。公司连续 14 年全国市占率第一，连续 3 年全球第一，现已成为全球规模最大的风电叶片产业发展平台。

中材叶片持续推进产业全球化，拥有甘肃酒泉、吉林白城、江苏阜宁、内蒙古锡林郭勒、江西萍乡、河北邯郸、内蒙古兴安盟、新疆伊吾、新疆哈密、陕西榆林、广东阳江、广东汕头、江苏连云港、云南玉溪、甘肃张掖和巴西巴伊亚 16 个生产基地，具备年产 34 吉瓦风电叶片的设计产能。

以系统化的技术创新体系为统领，拥有一系列高性能、低成本、易制造的核心技术，包括攻克大叶片气动及结构设计核心技术，实现叶片完全自主设计打通材料、元素、子部件到全尺寸叶片的设计验证技术路线、建设积木式验证平台，标准化，规模化，大批量制造优质产品、建设未来产线，推进风电叶片制造智能制造技术升级，机械化自动化水平行业领先；200 余款产品覆盖



图 2-15
中材叶片 147 米叶片

6MW-20MW+ 主流机组平台，产品适用高低温、高海拔、低风速、沿海、海上等不同运行环境。积极推动原材料、装备国产化开发与应用，已实现核心原材料 100% 国产化并得到批量使用，带动行业复合材料的技术进步与发展。

时代新材

时代新材主要从事风力发电叶片系列产品的研发、生产、销售和运维服务，现有株洲动力谷、光明、天津、射阳、蒙西、吉林、宾县、百色、哈密九大叶片生产基地，辐射祖国的东、西、南、北、中五个区域，形成适合国内陆上、海上以及海外供货的产能布局，具备年产超过4000套叶片的制造能力，全球叶片累计装机容量超62GW，广泛分布于北欧、中亚、东南亚、美洲及国内30个省/市/区。

具备完全的自主研发体系，拥有1.5MW~18MW全系列百余款产品，适用于低风速、沙戈荒、高海拔、沿海，抗台风，漂浮式等不同运行环境，海上叶片主打11x、12x系列产品，最大适用于18MW平台。

TMT126BA漂浮式风电叶片是时代新材完全自主设计开发的一款大型海上碳纤维主梁超长柔性叶片。面对复杂“风-浪-流”耦合工况及载荷情况，对不同构型及材料分布的叶片结构进行迭代优化，实现高性能新材料在叶片结构上的效率最大化应用，达成叶片性能、重量与成本的最优平衡。针对深远海叶片高盐雾、高湿热、强雨蚀的运行环境特点，定制开发高性能材料前缘防护膜，大幅度提升海上风电叶片耐环境能力。针对深远海环境多雷击的特点，通过新型高效防雷系统，实现海上超大型叶片的全方位雷电防护。

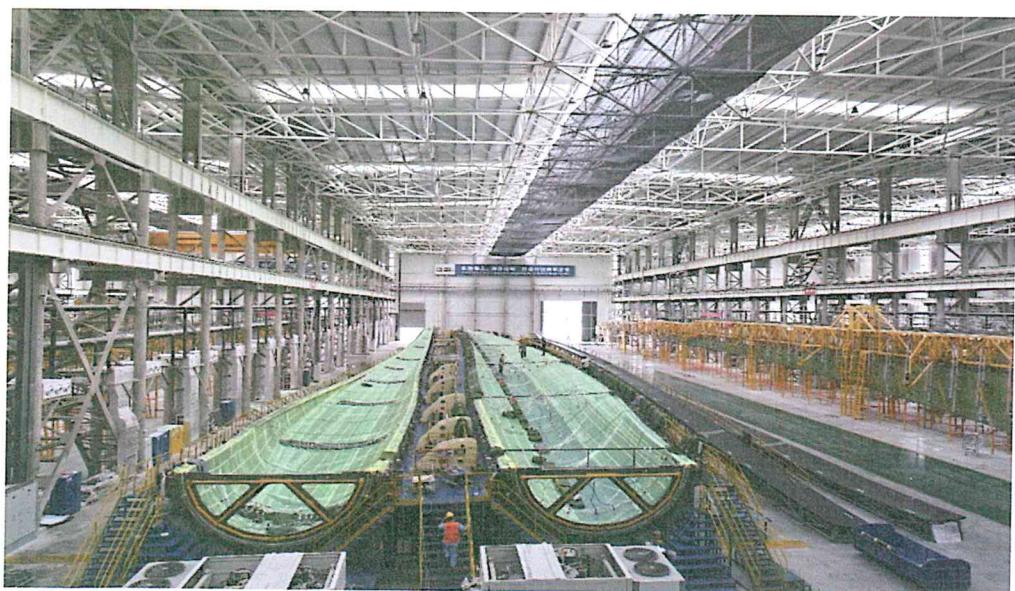


图2-16
时代新材TMT126BA



(3) 齿轮箱 Gearboxes

现状与趋势

风电机组齿轮箱主要功能是将风轮捕获的低转速风能通过增速传动系统传递给发电机，实现从机械能到电能的高效转换。因此在设计过程中需要重点考虑承载能力、可靠性、润滑性能和耐腐蚀性等多项关键技术指标。

海上风电齿轮箱正朝着大型化、智能化方向加速演进。目前主流产品功率等级已从早期的3~5MW提升至10~15MW级别，20~25MW级别正在研制试验验证，单机容量的大幅提升对齿轮箱的承载能力和可靠性提出了更高要求。与此同时，轻量化设计理念得到广泛应用，通过优化结构设计和采用新型材料，有效降低了产品重量和制造成本。因此，半直驱技术路线在海上风电市场中占据了绝对主力。此外，智能化技术成为行业发展的重要方向，先进的传感器技术和数据分析系统被集成到齿轮箱中，实现了运行状态的实时监测和故障预警功能。

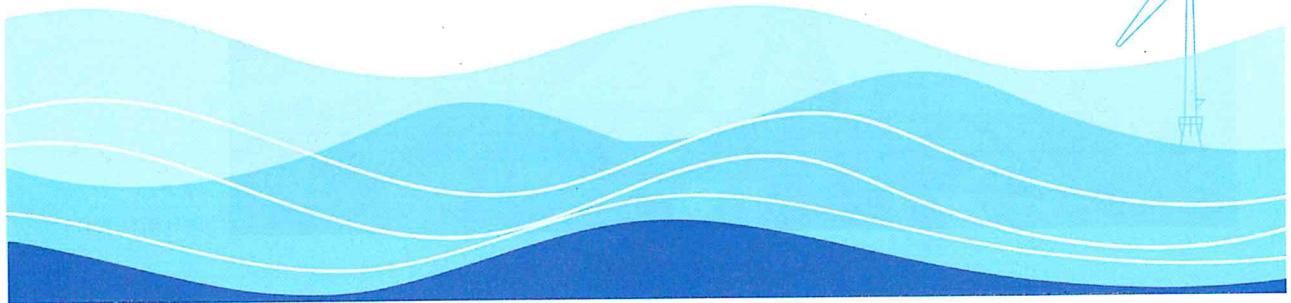
面对海洋环境的特殊挑战，可靠性提升成为技术发展的核心诉求。针对高盐雾、高湿度的恶劣工况，制造商不断改进润滑冷却系统和密封防护技术，显著

延长了产品的使用寿命和维护周期。模块化和标准化设计理念不仅提高了产品的通用性和互换性，还大幅降低了全生命周期的运营成本。这些技术将共同推动风电齿轮箱向着更高效、更可靠、更经济的方向持续发展。

齿轮箱需求在增大。带齿轮箱技术路线占比逐年增加，自从金风科技在2021年推出中速风电机组后，当前海上风电机组整机企业几乎全部都需要齿轮箱。随着全球碳中和目标的推进和海上风电投资的持续加码，海上风电齿轮箱必将迎来更加广阔的发展前景。

竞争格局

齿轮箱市场集中度高，南高齿依靠品牌优势、规模效应稳居世界第一，随着“海外”和“海上”两海战略的落实推进，南高齿稳步走在行业的前端，近几年来国内市场占有率高达近60%，全球市场份额1/3以上，具有行业绝对主导地位。德力佳于2025年11月上市，汕头市德力佳传动有限公司年产800台大型海上风电齿轮箱项目。目前国内海上风电齿轮箱供应商主要有，南高齿、德力佳、威能极、采埃孚、南方宇航、重庆望江、重齿、大连重工等。



南高齿

南高齿深耕风电齿轮箱行业 20 多年，通过不断地技术迭代创新，在国内率先研制出（6-20+）MW 级主轴系 - 齿轮箱 - 发电机“三合一”集成式传动链齿轮箱，其扭矩密度达到 270+Nm/kg，并已批量交付。同时，在国内最早开始研发并掌握了风电滑动轴承齿轮箱关键核心技术，实现国内风电齿轮箱中滑动轴承批量推广及产业化的龙头企业，目前，该项技术已批量应用于亚洲、美洲等陆上及海上风电场，累计交付超 7000 台套，运行稳定性获全球客户验证。南高齿向全球客户累计交付包括已批量并网运行的（8.5-20）MW 海上风电齿轮箱，以及多款（20-25）MW 海上风电齿轮箱正在研制中，部分客户在 2025 年已完成样机交付。南高齿正在与客户紧密合作，研发面向深远海漂浮式超大兆瓦级 25+MW 风电齿轮箱。南高齿始终致力于为客户持续创造价值，引领行业技术发展趋势，助力中国风电高质量发展，打造风电齿轮箱领域国际一流品牌。

20-22MW 全集成中速传动链齿轮箱：聚焦海上漂浮式风电项目工程，作为当前全球范围内功率领先的漂浮式风电机组用齿轮箱，能有效满足海上复杂环境下的高可靠性、高功率传动需求。该产品同时荣获 2024 年度 WIND POWER MONTHLY 全球最佳风机传动链金奖！产品创新点：低速端集成连接形式设计；齿轮箱与发电机集成式连接设计；齿轮箱全新轻量化设计；齿轮箱与发电机密封结构设计；半直驱齿轮箱的可维护性设计。

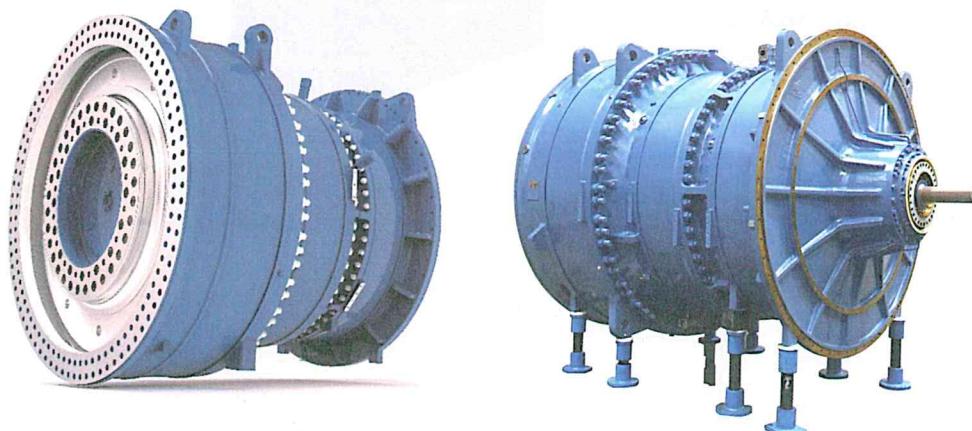


图 2-17
南高齿 20-22MW 全集成中速传动链齿轮箱



(4) 发电机 Generators

现状与趋势

风力发电机作为关键大部件之一，在绝缘系统设计、结构设计、通风冷却、滑环系统、仿真技术、防腐技术等方面持续突破，为风电机组大型化提供了重要支撑。大容量、超高压、低成本、轻量化、智能化成为风力发电机技术的趋势。风电机组发电机产品类型主要有双馈异步、鼠笼异步、低速永磁、中速永磁、高速永磁等。

双馈机组成本低，可维护性强，市场份额持续增大，成为国内多家风电企业的主力机型，按照冷却方式的不同，主要划分为直冷、空空冷、空水冷等机型。电压等级主要为 1140V，部分企业已成功研制 10.5kV 高压风力发电机。当前 10.XMW 直冷双馈电机已经量产，15MW 级直冷双馈风力发电机样机已经研制成功，为大功率双馈风力发电机的研制奠定了基础。

永磁半直驱机组的齿轮箱、发电机采用中速传动，没有滑环等易损件，兼顾了可靠性与成本，在海上的优势更加突出。发电机的单机功率迅速上升，最大功率已达到 26MW。为了使中速永磁发电机更紧凑，研发人员正在不断提升其功率与转矩密度。以 H260-18MW 机型为例，其功率密度高达 350W/kg，转矩密度不低于 12kNm/t。

竞争格局

目前国内海上风力发电机制造商，主要有永济电机、江苏中车株洲电机、湘电、中船汾西、无锡中电、华永、弗兰德、上海电气、东电等；行业集中度较高，产能相对饱和。中国中车在风力发电机市场已经占据绝对主导地位。从整个发电机市场看，2024 年，永济电机风电发电机年产能达 5000 台套，市场份额排在第一，占比约在 37%，其海上市场份额在 35% 以上，海上产能主要集中在广东阳江、汕头。江苏中车排名第二，市场占有率约 31%，海上产能主要集中在江苏盐城、广东阳江，市场份额超 40%；永济电机和江苏中车株洲电机海上风力发电机占比在 75% 以上。



图 2-18
江苏中车株洲电机 12.9MW
高速永磁风力发电机



中车永济

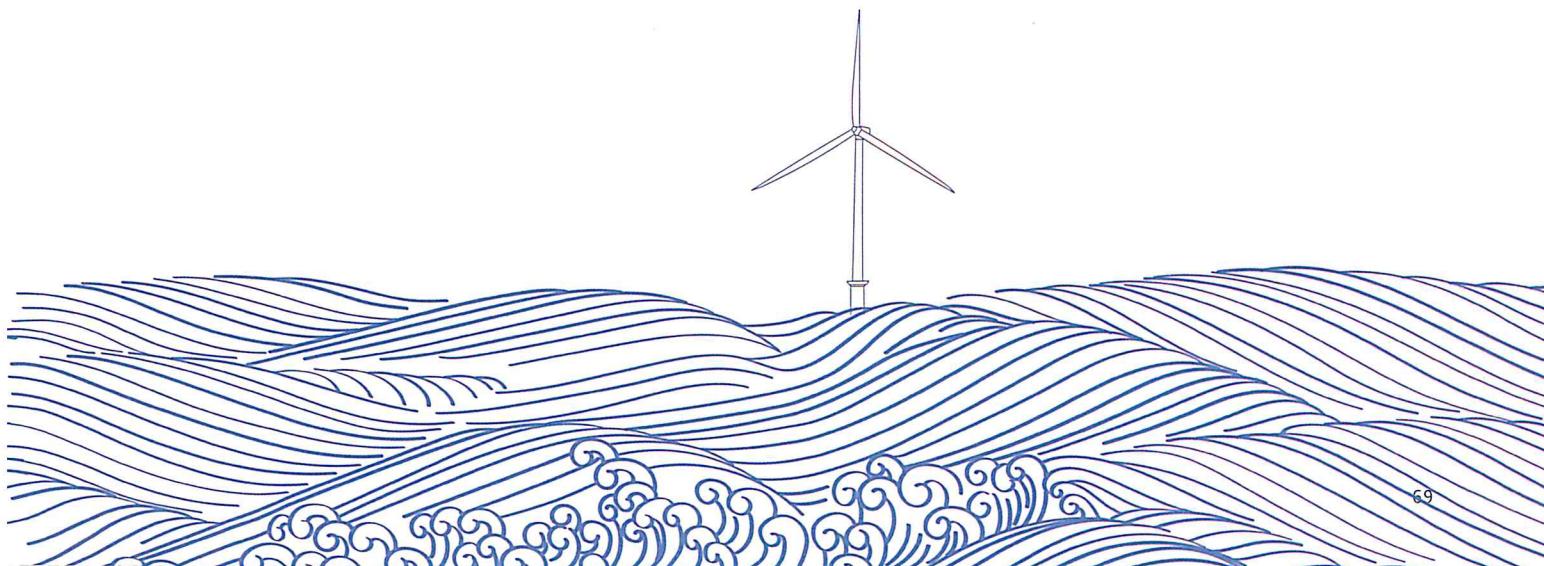
永济电机秉承“求是求新 先进可靠”的研发理念，立足自主创新，坚持以市场为导向，以 6-10MW 低成本大功率高低压直冷双馈风力发电机研制为重点、以 26MW 级海上半直驱永磁电机和 16MW 高压直冷双馈电机新技术研究与应用为突破口，不断夯实公司产品平台。

26MW 级海上半直驱永磁同步风力发电机，是全球最大功率等级风力发电机。采用先进的中速永磁集成设计技术，发电机与齿轮箱、主轴一体化寻优设计，传动系统重量大幅降低。在深远海、高效化等方面迎来重大突破，助推海上风电产业持续走向深蓝。16MW 级高压直冷双馈风力发电机是全球最大功率双馈风力发电机，采用了定子 10.5kV 高压绝缘系统，高效的敞开式直冷冷却技术和高可靠性、低成本的电磁及结构优化设计方案，产品具有冷却效果高、可靠性高、性能指标优良、成本低等优点，满足风电平价时代下的可持续发展要求。

2026 年将完成 10.XMW 级 35kV 超高压双馈风力发电机研制。率先攻克风电装备 35kV 电压等级、绝缘耐热等级和冷却能力等关键瓶颈，引领风力发电迈入“超高压”时代，为行业提供风电电网直连创新解决方案，更为我国高压风力发电机产品后续规模化推广与产业化应用筑牢技术根基。



图 2-19
中车永济 10-15MW 直冷双馈风力发电机





江苏中车株洲电机

江苏中车电机 2025 年核心技术攻坚突破、产品开发走在前端。紧跟风电技术发展趋势，开发覆盖陆海多场景的多款新产品。搭建 10-13MW 大功率双馈、19-22MW 大功率海上中速永磁、11-12MW 高速永磁风力发电机平台。成功研制 13MW 级海陆双馈发电机，海上双馈实现“零”的突破。完成国重 21MW 中速永磁发电机、10MW 级直驱永磁发电机研制。年内预计完成 16MW 海上高压双馈风力发电机、12.9MW 高速永磁风力发电机。

聚焦“系统+”，攻克中速永磁发电机低涡流损耗、双馈系统无功协调电气系统技术，提升发电机塔上运行可靠性。聚焦“智能+”，开展发电机故障诊断研究，实现发电机全寿命周期状态监测和健康度评估。开发三维快速化设计平台，优化双馈参数化设计模版、建设中速永磁参数化设计模版。聚焦“基础技术深度研究”，开展高效能冷却通风技术、双馈转子高可靠性技术、滑环平台化设计、大功率高速发电机旋转运输技术研究，建立大功率双馈发电机冷却系统设计标准、12MW 级以上转子结构平台等。

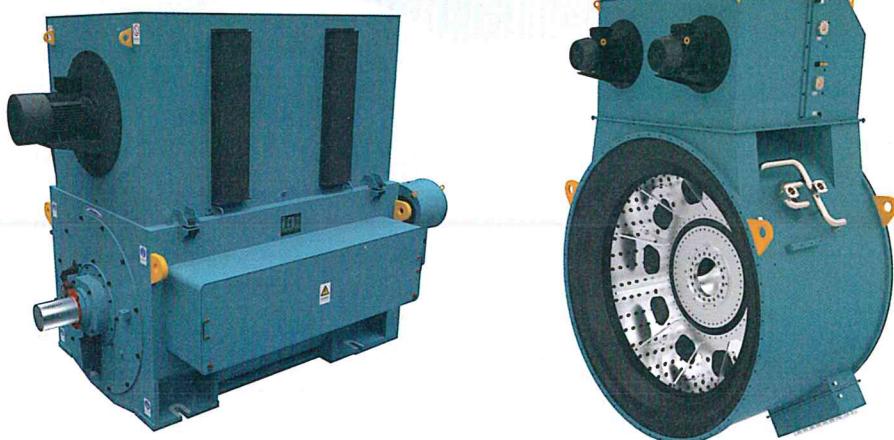


图 2-20
16MW 海上高压双馈风力发电机和 19MW 中速永磁风力发电机

(5) 变流器 Power converters

现状与趋势

发电机输出的电能需要经过变流器后送入其所在的电网或直接给负载供电。变流器是海上风电机组控制系统中的核心部件之一，其功能是将发电机输出的电压频率、幅值不稳定的电能转换为频率和幅值稳定、符合电网要求的电能，再并入电网。风电变流器在机组并网、电网安全稳定运行中起到了非常重要的作用，每一套新增风电机组均需要配备一套风电变流器。

风电变流器分为双馈变流器、全功率变流器（直驱永磁、半直驱永磁、鼠笼异步、电励磁），电压等级涵盖 690 V、900 V、950V、1140 V、1800V 和 3300 V。双馈风电变流器目前主要应用于陆上双馈风电机组，并已批量在海上应用。全功率风电变流器主要应用于陆上、海上，3300 V 等级的中压全功率风电变流器也逐步应用于海上风电机组及抽水蓄能机组。

超大功率风电变流器是风电后续发展的必备利器，超大功率变流器的并联、智能化冗余控制、效率提升等，是未来风电变流器的发展方向。IGBT 是风电变流器重要核心部件，变流器控制系统正朝着主控

制器集成化、子系统模块化的趋势发展，需要具有更高的主频和丰富外设的高端控制芯片。IGBT 国产化替代已经提速，针对制约变流器产能的 IGBT 模块，近几年国内 IGBT 技术投入加快。2020 年，中车时代电气开始应用，2021 年实现小批量应用，2022 年开始大批量应用，目前已建成全球第二条、国内首条 8 英寸 IGBT 专业生产线，具备年产 12 万片芯片并配套形成年产 100 万只 IGBT 模块的自动化封装测试能力，芯片与模块电压范围实现从 650V 到 6500V 的全覆盖。另外，斯达半导体的 IGBT 产品也在风电变流器中批量应用，赛金、鸿威半导体也已开始工厂验证。

竞争格局

与陆上风电变流器相比，海上风电变流器产品功率更大，可靠性、稳定性以及环境适应性要求更为苛刻。海上风电变流器总产能超过 7000 台套。海上风电变流器供应商主要为阳光电源和禾望电气，南瑞、天津瑞能、日风、时代电气、维谛技术也有供应。截至目前，阳光电源的海上风电产品生产量遥遥领先，全球市场份额达 37%。

阳光电源

2024 年 -2025 年，阳光电源风能事业部（以下简称阳光风能）深化技术创新，持续推动业务升级。率先推出了 1800V 超大功率风电变流产品及解决方案，并实现批量发货和首台风电机组并网发电，为风电大型化提供可靠支撑；此外，海上 18MW 风电变流器批量发货，26MW 样机成功下线。在构网型风电领域，持续推进构网型风电变流关键技术，开发的全球首款超大功率构网型风电变流设备——25MW 构网型风电变流器成功下线，有力保障了风电并网的高效稳定。在风电变桨领域，推出四象



限风电变桨驱动器，以能量回馈形式实现系统效能跃升，为风电机组的安全稳定运行提供解决方案。1-100+MVA 全网况大容量电网模拟电源批量化应用，全面保障风电、光伏、储能等新能源设备的并网性能研发和检测。基于在大功率变流领域的技术积累和项目经验，阳光风能还拓展了大功率传动变频器业务，应用于大型传动链测试，单体项目规模已达百兆瓦级别，有效验证超大功率传动场景中的变流技术方案。



图 2-21
阳光电源 1800V 超大功率风电变流器助力风电机组实现首台并网发电



图 2-22
全球首款 25MW 构网型风电变流器成功下线

(6) 轴承 Bearings

现状与趋势

风电轴承是风力发电机的关键部件之一，风电机组内部使用的轴承主要包括偏航轴承、变桨轴承、主轴轴承和齿轮箱轴承。当前，风电偏航轴承和变桨轴承已经实现了全面国产化覆盖，国内轴承企业技术水平与国外相当，产品实现了100%国产化。风电主轴轴承近些年来取得了重大突破，已经攻克其关键核心技术，2022年洛轴率先在国际上研发16MW海上风电主轴轴承，2024年再次研发20+MW级海上轴承，打破了国外企业在大兆瓦主轴轴承领域的长期垄断。同年，洛阳轴研科技协同东方风电，研制的主轴轴承及齿轮箱轴承助力全球最大26兆瓦级海上风电机组顺利下线。2024年主轴轴承国产化占比已超过70%，其中洛轴在连续两年主轴轴承国内市场占比达到40%。

竞争格局

随着风电机组大型化，风电轴承的尺寸不断增

大，对轴承的加工要求更高，对行业研发能力要求更高，形成较高技术壁垒。目前，中国是全球最大的风电轴承市场，且国内企业如洛轴、瓦轴、轴研所、天马、新强联、大连冶金等已经具有一定制造能力。

以洛轴为代表的轴承制造企业与上游国内大冶特钢、抚顺特钢、东北特钢和兴澄特钢等特种钢材企业联合开发风电轴承专用轴承钢，推动钢材纯度、均匀性等关键指标达到国际标准，部分技术指标超过国际标准，带动上游企业新增专用钢年产能3.6万吨，研发投入增长15%；在中游环节发布风电轴承《氧化发黑试样制作规范》《风电轴承零件氧化发黑膜外观质量检查规范》《风电轴承零件氧化发黑膜层质量技术要求》等技术规范，推动配套企业完成工艺升级，形成“国产化轴承-配套零部件”协同制造体系，通过统一适配标准与工艺要求，降低中游企业对进口配套件的依存度，进一步提升国产化轴承全产业链性价比优势。



图 2-23
洛轴为金风科技 20+MW
配套主轴轴承



洛轴

洛轴自 1997 年研发国内首套风电轴承以来，坚持产学研用联合发展理念，持续深入技术探索，近些年取得了一系列技术创新及应用成果。

2022 年洛轴率先在国际上开发出单机功率最大的 16MW 风电机组主轴轴承，刷新了世界大功率风电主轴轴承纪录，并在 2023 年经第三方鉴定，其整体技术达到国际领先水平，实现了我国大功率风电轴承技术从跟跑、并跑到领跑的跨越。

2024 年洛轴研发再创佳绩，再次成功研发国际上尺寸最大的 20+MW 海上特大型主轴轴承并实现应用，轴承外径尺寸达到 3.6 米。同年研发的海上 18MW 偏航和变桨轴承实现批量化供货，是世界首次批量装机应用的海上最大兆瓦级机型。

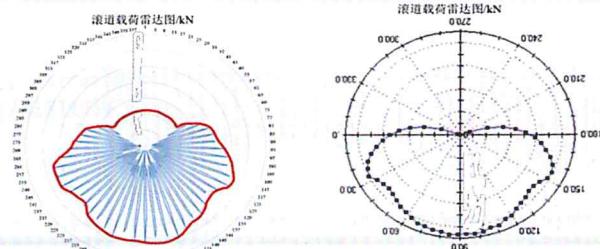
风电智能轴承开发方面。2024 年与金风科技联合完成国内首台智能轴承研发及台架试验验证，智能系统监测试验过程中的轴承滚动体内部载荷与理论仿真分析结果趋近，轴承滚道受力载荷雷达图趋势一致，为后续智能轴承样机开发奠定了技术基础。

2025 年研发远景能源系列增速箱中、高速端轴承，完成了增速箱装机试验验证，实现批量化供货，成功攻破风力发电机组齿轮箱轴承国产化替代的最后桥头堡。



15号滚子采样率48，采样周期:1 同工况，Romax仿真滚道载荷雷达图

采集时间2024-09-12 13:36:21.



轴研科技

洛阳轴研科技致力于引领风电轴承科技进步，近年来先后研制了国产首台 8 兆瓦全系列齿轮箱轴承，国产首台 7 兆瓦、10 兆瓦、18 兆瓦 TRB 风电主轴轴承，现在 10 兆瓦级风电主轴轴承及齿轮箱轴承已批量应用，不断为行业发展和双碳战略实现注入新动能。目前，轴研科技可以实现风电主轴轴承年产能 3000 台套、风电齿轮箱轴承 2500 台套。未来，轴研科技持续加快发展新质生产力，不断推动数字化、智能化建设，锻造轴研所长，服务国家所需，为实现高水平科技自立自强贡献轴研力量。



图 2-24
轴研科技 26MW 主轴
轴承及齿轮箱轴承

(7) 海上风电塔筒 Offshore Towers

现状与趋势

塔筒作为风电机组和基础（或桩基、导管架）间的连接构件，传递数百吨重的风电机组重量，也是实现风电机组维护、输变电等功能所需的重要构件。在进行风电塔筒的制造过程中，要严格控制制造质量，确保其在使用过程中安全耐用。海上风电塔筒正从“单一钢结构”向“轻量化、智能化、集成化”转型，技术突破与政策支持将加

速行业迭代，但需解决材料、物流与成本平衡问题。

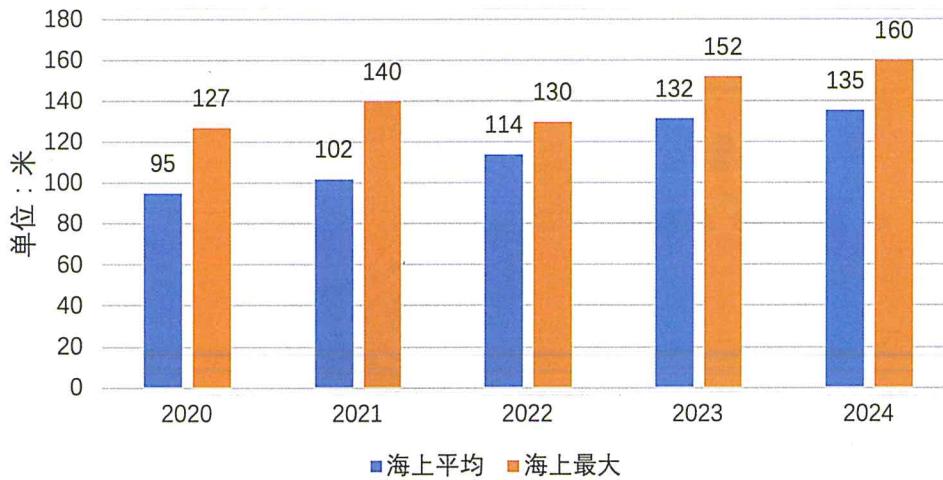
随着风电机组功率的增长，风电机组的轮毂高度不断增大，平均轮毂高度五年内增长了 40 米。2024 年海上风电机组轮毂平均高度为 135 米，比 2020 年增长了 40 米，最大轮毂高度到 160 米，比 2020 年增长了 33 米。根据海上风电项目不完全统计，海上风电塔筒单位用量较为稳定，维持在 7 万吨/GW 左右，随着塔筒高度增加，用钢需求量在增加。



竞争格局

风电塔筒生产工艺在产业链中相对简单，技术门槛较低，市场竞争者多。市场总产能约3万台套，约800多万吨。其中主要厂家天顺、大金重工、泰胜、海力、天能、中车兰州机车等。受限于运输半径，塔筒由500公里缩小到200公里以内建厂才具备经济性，

而海上风电塔筒取决于港口资源。随着风电机组大型化和深远海发展趋势，叠加海外项目的高交付标准需求，对供应商的场地规模、港口条件、设备能力提出了更高的要求。据不完全统计沿海地区生产海上风电塔筒企业共有26家左右，配备有码头，自营和租赁码头各占一半。



数据来源：CWEA

图 2-25
2020-2024 年全国海上风电机组平均和最大轮毂高度

大金重工

大金重工创立于2000年，于2010年在深交所主板上市，是中国风电塔桩行业首家上市公司。经过20余年的发展，大金重工已成为一家拥有风电装备制造、国际航运、新能源开发、风电母港运营等多业务板块的国际化集团企业。大金重工已经稳居全球风电装备制造产业先驱梯队，是国内出口欧洲海上风电塔筒（14.7MW级）、亚洲出口欧洲超大型单桩（14.7MW级）的风电海工装备制造企业。为全球大型海上风电开发商提供风电基础装备“建造+运输+交付”一站式解决方案。

产能方面，部署国内蓬莱、唐山、盘锦、阳江主要出口海工基地的同时，积极布局欧洲、北美东南亚等海外基地，规划设计全球产能300万吨以上。以欧洲为基础构建全球战略营销体系，在欧洲、北美、日韩等地设置多个常设驻外机构，建立覆盖全球海上风电主要开发地域的营销服务网络。

2025年8月，大金重工盘锦造船基地获得首个海外市场化船舶建造订单，船舶设计及建造能力已获国际船东认可。10月，大金重工KING系列首制船顺利下水，40000吨甲板运输船KING ONE号成功下水，该船型专为超大型风电海工装备等重大件运输设计，是业务从装备制造向全产业链延伸的关键里程碑。同时，成立专业SPMT运输团队，并独立圆满完成首次超大型单桩滚装船作业业务，成功构建起自主可控的海外物流供应链体系，为国际项目交付筑牢保障。11月，大金重工曹妃甸基地建成且首个项目正式投产，推动行业由“项目定制”向“产品化、产线化、系列化”转型。大金重工获得EcoVadis银牌奖章，在ESG四大维度跻身全球前15%，是拓展欧洲、日韩、澳大利亚等高端市场的重要通行证，体现可持续发展硬实力。



图 2-26
大金重工向欧洲交付的超大型风电单桩

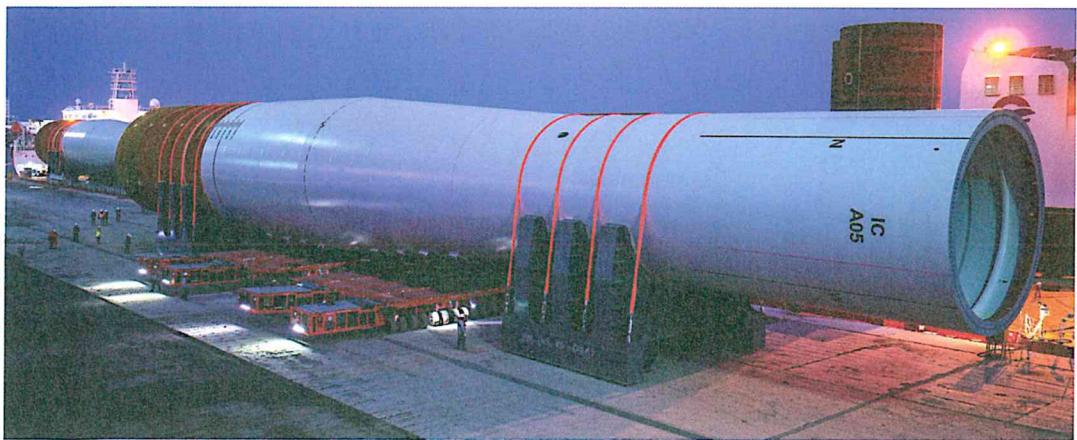


图 2-27
大金重工自有SPMT团队完成出口欧洲超大型单桩滚装船



(8) 基础 + 导管架 Foundations

现状与趋势

海上风电基础主要分为固定式和漂浮式，固定式主要考虑导管架、大单桩。基础作为海上风电塔筒和风电机组的支撑，其上端与塔筒连接，下端深入数十米深的海床地基中。桩基在海上风电项目建设成本中的占比达 14%。当前单桩基础在 2000 吨左右，深远海的基础平台单兆瓦用钢量需求预计 will 小幅提升。据不完全统计，在同样水深的条件下，大型化虽会对桩基单位需求造成一定程度的摊薄，但随着深远海项目的推进，桩基单位需求用量随水深上升。在单机容量 10MW+，水深在 20 米左右时，桩基单位用钢量约 14 万吨 /GW，水深在 35 米左右，桩基单位用钢量增加到 22 万吨 /GW 左右。漂浮式基础单位用钢量在 50~80 万吨 /GW 不等。我国海上风电基础和导管架产业将迎来新的发展机遇。从技术趋势看，大型化、深远海化、智能化、模块化将成为发展方向，单体重量有望向 5000 吨以上发展。从市场趋势看，规模化、标准化、国际化、服务化特征将更加明显。然而，产业发展也面临市场竞争加剧、原材料价格波动、技术更新换代压力等挑战，企业亟需通过技术创新、质量

提升、成本控制等方式实现转型升级。

未来中国海上风电漂浮式基础结构发展在技术层面上还将面临挑战，应重点开展强风、台风、下击暴流、海冰、地震、海啸等复杂荷载作用下结构的受力机理和结构流固耦合动力性能研究，加强高性能钢材、FRP 等新型材料的应用研究，推进海上风电机组塔筒—漂浮式基础结构—系泊系统一体化分析与设计，完善海上风电漂浮式基础结构关键施工技术，加快施工装备关键部件的国产化进程，研发风电场智能化高效运维系统，编制海上风机漂浮式基础结构的相关规范标准，开展海上风电漂浮式基础结构的工程示范，推动中国海上风电场逐步走向深水远岸。

竞争格局

市场竞争格局日趋成熟，龙头企业优势明显。海力风电、大金重工、天顺风能等企业构成第一梯队，泰胜风能、振江股份、通裕重工等组成第二梯队，众多中小型企业则专注于配套和细分市场。龙头企业凭借技术优势、资源优势和经验积累，在市场竞争中占据有利地位。



海力风电

江苏海力风电设备科技股份有限公司深耕海上风电产品多年，是海上风电桩基领先企业，可生产各类海上风电钢结构产品。公司目前构建设备制造、新能源开发、施工及运维三大业务板块，其中设备制造为公司主要业务，相关产品为海上风电塔筒、桩基、导管架及升压站等，产品覆盖国内外12MW以上大功率等级。同时，公司重点研发布局深远海市场产品，包括深水导管架、海洋牧场、换流站、漂浮式基础等。

“两海”战略推动长期发展。公司自2009年成立以来，深耕海上风电市场塔筒和基础领域。公司坚持“海上+海外”双轮驱动战略，2024为南非项目批量出口塔筒，海外业务取得突破。公司在江苏、浙江等地布局生产基地，目前产能预计超百万吨，并提前布局启东、湛江等出口基地，把握未来风电出海机遇。



图 2-28
海力导管架



(9) 海缆 Cables

现状与趋势

海底电缆作为连接海上风电机组与陆上电网的关键基础设施，近年来，随着我国海上风电产业的快速崛起，迎来了高速发展阶段。早期受限于交联聚乙烯(XLPE)绝缘材料的技术瓶颈，如耐温性能不足、洁净度低等问题，国内海缆主要采用充油海缆或浸渍纸绝缘海缆，应用场景集中于海岛供电和海洋油气开发领域。随着XLPE材料配方、生产工艺及交联设备的持续优化升级，其优异的电气性能、机械强度和经济性逐渐凸显，使得XLPE绝缘海缆成为国内外主流选择。目前，在国内中高压海缆市场，XLPE绝缘海缆已占据主导地位，并逐步向超高压、特高压方向演进。。

交流海缆技术水平不断提升，直流海缆加速追赶国际先进水平。自2013年起，我国开始推进高压交流海缆的国产化进程，目前，我国已具备完整的高压至特高压交流海缆设计、制造、敷设及运维能力，产品可靠性显著提升，支撑了大规模海上风电项目的顺利实施。相较交流海缆，直流海缆因其适用于远距离、大容量输电场景而备受关注。然而长期以来，由于核心绝缘材料依赖进口，我国直流海缆发展相对滞后。2013年随着关键材料出口限制解除，国内企业加快技术研发步伐，依托国家电网、南方电网的重大科技示范项目支持，短短五年内实现了从±160kV到±400kV的跨越式发展。当前±400kV直流海缆已在多个工程项目建设中成功应用，输送容量可达110万千瓦；2025年9月，再次突破±525kV铝芯直流海缆技术，但在运行温度方面仍存在一定差距（目前为70°C），国际领先厂商如普睿司曼（Prysmian）、耐克

森（Nexans）等国际巨头已在欧洲多个项目中部署80°C运行温度的±525kV直流海缆。

漂浮式风电催生动态海缆新赛道。随着海上风电由近海走向深海、远海，漂浮式风电成为重要的发展方向之一。漂浮式平台对海缆提出了更高的柔性和动态适应性要求，推动了高压动态海缆技术的快速发展。欧洲在该领域起步较早，已有多个商业运行项目，其中最高电压等级为66kV。相比之下，我国虽起步稍晚，但也取得积极进展。中天海缆承建的“国能共享号”漂浮式风电动态海缆项目，是全球首个融合风电、光伏、养殖功能的一体化项目；阳江青州四“明阳天成号”项目则采用了全球容量最大的双转子漂浮式风机配套的动态海缆；目前国内已具备35kV动态海缆的成熟应用能力，并成功研制出66kV高压动态海缆，正积极推动其规模化示范应用。

为进一步满足深远海风电规模化开发的需求，交流海底电缆将逐步向大截面、高电压、大长度方向发展，未来需重点攻克更高电压等级（如±640kV、±800kV）、更高运行温度下的绝缘材料关键技术，力争实现传输容量突破300万千瓦的目标。此外，还需加快推进超高压直流海缆全产业链国产化进程，打破对外部核心技术的依赖。

竞争格局

从进入海缆市场时间来看，中天科技海缆股份有限公司、宁波东方电缆股份有限公司和青岛汉缆股份有限公司于2000年左右率先参与市场，江苏亨通光电集团、宝胜科技创新股份有限公司后续相继切入，快速追赶，对市场格局产生一定影响。目前行业内包

括中天科技、宁波东方、亨通光电、汉缆股份、宝胜股份、山东万达、上海起帆、太阳海缆等多家企业具备 220kV 及以上送出海缆的供货业绩。其中前三头部厂家主要为中天科技（江苏南通、广东汕尾、江苏大丰、山东乳山在建、浙江温州在建）、东方电缆（北仑基地新老厂区、广东阳江新建）和亨通海缆（江苏常熟、江苏射阳），均拥有 500kV 高电压等级海缆供货业绩，而大部分海缆海工项目招标通常对投标者提出业绩要求，头部厂商已形成市场壁垒，在后续高电压等级产

品领域的竞争占据优势地位，从产品技术及项目经验来看，中天科技、东方电缆在超高压交直流海缆方面具备技术及项目工程经验。中航宝胜、上海起帆等厂家近年来也在积极布局海缆业务，不断扩产拿单；山东万达、江西吉恩、江苏通光、LS 红旗、远东电缆、宝安电缆、南平太阳等新厂家大部分仍处于扩产期，供货业绩不足、技术积累有限，尚未获得较大市场份额，且未形成较大产业规模，产业化能力和技术水平尚显不足。



图 2-29

江苏亨通海缆施工现场 - 国电投广东湛江徐闻 300MW 增容项目



中天科技

主营产品包括 500kV 及以下交流海缆、±525kV 及以下直流海缆、脐带缆、动态缆及集束缆等，为客户提供海洋油气、海上风电、海上光伏、岛屿互联等系统解决方案。

在交流海缆领域，成功开发 500kV 及以下超高压低损耗轻型三芯交流海缆系列产品，单回传输容量最高突破 750MW，最大适用水深突破至 1000m，有效降低海缆重量，提升海缆传输容量，形成具有低成本和高可靠性的三芯交流海缆系列产品。凭借持续的技术创新和研发优势，中天科技在国内率先完成 66kV、110kV、220kV、330kV、500kV 三芯交流海缆研发，通过全性能试验认证和新产品鉴定，并实现大规模工程应用。截至目前，220kV 及以上电压等级三芯交流海缆累计业绩已超 4000 公里，充分彰显了其在该领域的技术实力与市场认可度。

在直流海缆领域，承制了国内现所有所有柔性直流输电工程的电缆，实现了中国柔直海（电）缆系统从 ±160kV、±200kV、±320kV、±400kV 到 ±525kV 的“五连跳”。2024 年 11 月，中天海缆自主研制国际首套 ±550kV 90°C 直流海缆系统，并一次性通过全性能型式试验，运行温度达到 90°C，设计传输容量突破 3GW。2025 年 9 月份，中天海缆再次成功完成 ±525kV 80°C 直流海缆系统研发，该项目为国际首次完成 5000mm² 铝芯直流海缆、5000mm² 高压直流海缆用充气终端、高压直流海缆用不等径维修接头 (2500mm²—5000mm²) 研发，设计传输容量突破 2.5GW。

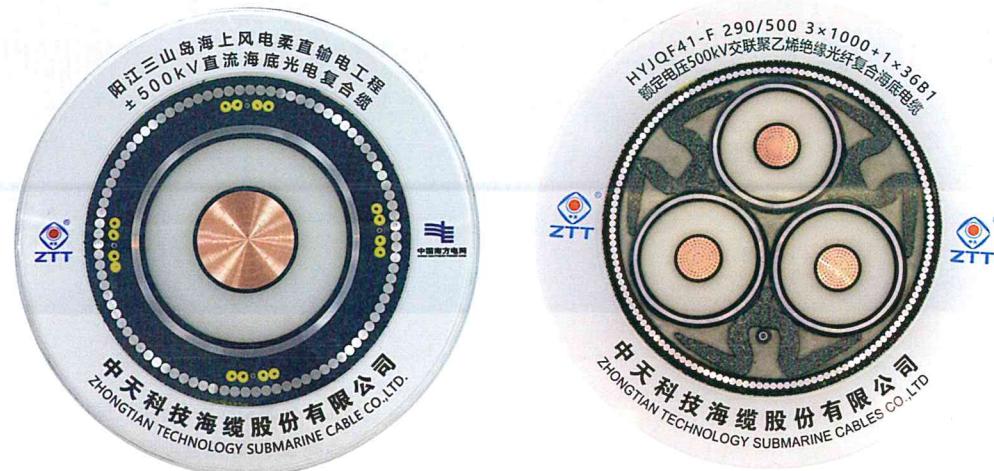


图 2-30
中天科技产品

江东亨通

以绿色、环保、低成本、薄绝缘需求先后对关键材料和结构创新，攻克 66kV 和 220kV 铝芯海缆研发难题，获得中电联新技术鉴定为“国际领先”，其中 66kV 铝芯海缆中标冰岛项目；掌握聚丙烯绝缘环保电缆研发制造能力，开发 110kV 环保型聚丙烯绝缘电力电缆通过系统型式试验，并在深圳供电局 110kV 项目中应用，66kV 聚丙烯海缆实现国内首次可回收环保海缆应用示范；依托国家重点研发项目及漂浮式风电发展需求，成功研制 35kV 及 66kV 动态缆，完善公司 66kV 及以下动态缆设计、研发、生产、测试能力，其中 35kV 动态缆成功安装应用于国内首台深远海漂浮式风电机组“扶摇号”示范项目中，并获评江苏省科学技术奖三等奖。

针对高电压大容量传输技术需求，成功研发 330kV、500kV 高压陆缆并获得国内外项目订单；完成±400kV 直流海缆型式试验及±320kV 直流海缆全系统自研的型式试验，完成 500kV 大截面三芯海缆型式试验；针对海外发展战略，满足各大区域需求，完成 220kV 及以下全系列平滑铝电缆研发，获得国内外多项订单；完成 500kV 平滑铝电缆型式试验、完成 66kV 和 220kV 超轻型环保阵列海底电缆型式试验及 KEMA 认证、完成 150kV 薄绝缘陆缆及海缆型式试验以及多国资质认证，涵盖陆缆到海缆、交流到直流、常规绝缘到薄绝缘等多种类型，全方位提升产品资质与竞争力。针对油气新业务领域，成功实现脐带缆从设计定型、组件配置、样缆制作到测试的全流程见证，凭借已有技术实力，斩获 T 项目首单，由此亨通正式开启油气业务新章。



图 2-31
江苏亨通 2024
年 110 千伏梅
美Ⅱ线电缆更
换应急项目



(10) 铸件 Castings

现状与趋势

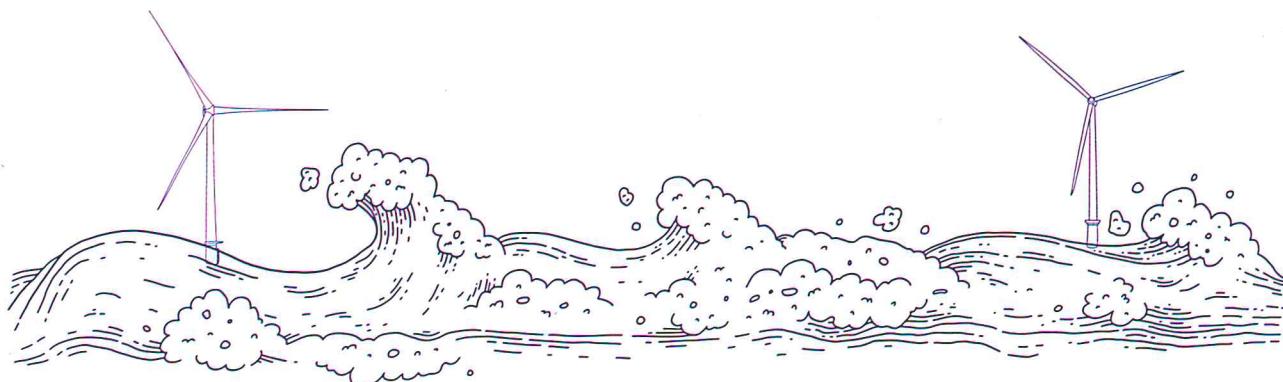
风电铸件是专用于风电机组的特殊铸件，主要包括箱体、扭力臂、轮毂、壳体、底座、行星架、主框架、定动轴、主轴套等。就风电铸件产业链而言，作为风机的重要组成部分，整体产业链相对简单。上游主要是有焦炭、生铁和废钢、树脂等原材料和生产设备组成，由于铸件精加工相对复杂，且对于铸件的不同加工方式有所区别，导致生产设备种类较多，目前我国风电铸件原材料成本约占总生产成本的 60%~70%。中游主要为风电铸件制造企业，主要为国产企业，其中日月重工占据龙头地位。风电铸件在生产过程中通常要经过熔炼、浇注、热处理和机加工等工序。其原材料要求较高，常用的铁素体球墨铸铁材质在欧洲标准为 EN-GJS-400-18U-LT 或 DIN EN 1563，要求具有良好的抗拉强度、伸长率、刚度以及低温下的高冲击强度。

在海上风电领域，对铸件的防腐蚀性、疲劳强度等要求更高，同时，大型化铸件存在较高的制造和运输壁垒；市场上对高质量、大尺寸、高技术含量的风电铸件需求将进一步增强，还需要在高端铸件领域实现突破。行业正在积极探索轻量化、高强度、耐腐蚀的新材料应用，以及更加精密高效的铸造工

艺，以满足风电行业对降低成本、提高效能、延长使用寿命的需求。

竞争格局

当前，我国铸造产能整体充足。其中，日月股份与龙马重工分别以 60 万吨和 50 万吨的产能规模位居行业前列；华锐铸业、金雷股份、通裕重工等企业产能也均超过 15 万吨，并在客户认可度方面表现突出。而从竞争格局来看，铸件市场分布相对分散，按产品类别可划分为三大板块：1) 传统陆上部件板块：主要包括陆上风电机组的主轴、轴承座、轮毂、底座等产品。该类产品技术门槛较低，多数铸造厂均可参与生产。在当前风电行业竞争加剧的背景下，已呈现白热化竞争态势。2) 前集成设计高精度轴系板块：涵盖主轴与连体轴承座一体化设计产品。该类产品对材料性能与加工精度提出更高要求，从铸造到机加工环节均显著提升了技术壁垒。3) 海上大型铸件板块：包括海上风电机组用主轴、固定轴、连体轴承座、轮毂及底座等大型铸件。该类产品同样具备较高的技术与工艺门槛。随着产品结构向高精度、大型化方向升级，传统铸件市场的竞争格局正被重塑。高精度轴系与海上大型铸件领域，因技术门槛大幅提升，正逐步形成新的竞争态势。



(11) 系泊链 Mooring system

系泊链主要用于海上浮体的系泊定位，常用于海上钻井平台、油气生产平台、浮筒、海洋牧场等，是漂浮式风电系泊系统的关键组成部分。狭义的系泊链是指钢制圆环链条，广义的系泊链包括连接浮体和锚固装置之间的所有系泊组件，包括卸扣、万向节、张紧器、张力调节器、配种块等。

系泊链是系泊系统的主要组成部分，通过在浮体和锚之间传递拉应力达到固定浮体的作用。系泊链按照材料强度分为 R3、R3S、R4、R4S、R5 和 R6 等多个等级，规格一般从直径 60~220mm。通常把 R4S、R5 和 R6 称为高等级系泊链，而直径 142mm 以上的系泊链称为大规格系泊链。系泊链不同于锚链，往往需要服役 20 年以上。因服役时间长、环境恶劣、安全性能高，系泊链具有高强度、抗变形、抗疲劳、抗

环境脆化等特点，对链条的材料、工艺、制造设备和质量控制能力都提出了较高的要求，并需要经过具体项目长时间的使用来验证其可靠性。目前全球仅中国的亚星和西班牙 Vicinay 具备全尺寸、全等级的系泊链船级社认可证书，并且产品在海工行业得到二十年以上的充分验证。

竞争格局

全球系泊链主要生产厂家为江苏亚星锚链和西班牙 Vicinay，二者市场份额合计达到全球 95%。其中亚星锚链提供了国内所有漂浮式风电示范项目和部分国外漂浮式风电项目的系泊链，而西班牙 Vicinay 提供了大部分国外漂浮式风电项目的系泊链。以直径 100mm 以上的系泊链为例，目前国内系泊链产能约 10 万吨 / 年，国外系泊链产能约 5 万吨 / 年。

亚星锚链

江苏亚星锚链股份有限公司是全球主要的海上设施系泊组件供应商，也是工信部认定的系泊链单项冠军企业，拥有国家级企业技术中心和省级企业重点实验室及工程技术中心，曾获得 2014 年度国



图 2-32
亚星锚链



家科技进步特等奖。公司主要产品包括船用锚链，R3、R3S、R4、R4S、R5、R6 级海洋系泊链、大抓力拖曳锚和其他系泊连接及张紧装置。

亚星开发的 R5 级系泊链，曾用于中海油第 6 代半潜式钻井平台“海洋石油 981”。2020 年，亚星锚链研制的 R6 级系泊链在全球首次应用，配套“深蓝探索”号中深水钻井平台。近些年来，随着清洁能源的蓬勃发展，亚星锚链也在国内外漂浮式风电、光伏、波浪能等项目中扮演重要角色。迄今为止，已为国内三峡引领号、海装扶摇号、海油观澜号、国能共享号、明阳天成号和三峡领航号漂浮式风电项目提供了系泊组件。

(12) 港口 Ports

港口为海上风电产业提供基础设施支撑，包括起重设备、码头泊位和仓储设施等，对设备运输、安装维护至关重要。专业化海上风电港口有助于资源整合、降本增效，促进产业链集聚发展，推动区域经济。未来还可为制氢等绿色能源项目提供支撑，通过打造“面向世界的海上风电母港”，提升我国在全球风电产业链中的竞争力。

随着海上风电机组单机容量的增长，对港口的重型起重容量和运输能力提出了更高要求。港口的升级和扩建能够满足这些大型设备的运输需求。大

兆瓦海上塔筒、桩基重量提升、直径变长，其运输必须依靠港口码头。据公开信息统计，目前国内已明确规划建设风电母港已经有十多个，分别在山东烟台、东营，江苏南通、盐城，福建福清、漳州，广东阳江、揭阳、汕头等。除了围绕环渤海、长三角、闽粤等区域外，北部湾地区也加紧推进风电母港的建设。未来随着海上风电呈现设备大型化、风电场深远海化、运维设备专业化以及产业集群化等趋势，聚焦重点，强化政策支撑，优选部分港口，打造全球领先的风电母港，助力我国在全球风电产业链供应链中竞争力和话语权的提升。



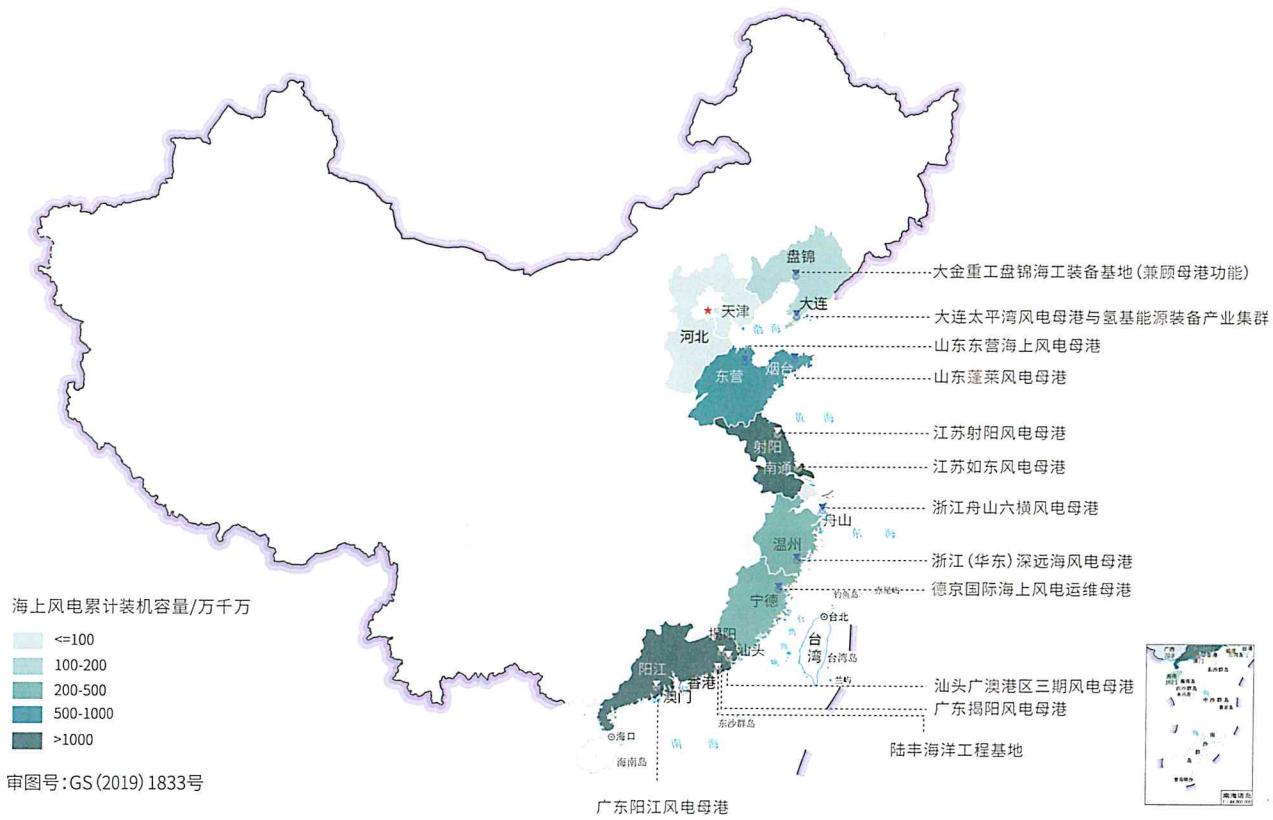


图 2-33
中国海上风电母港

(13) 船舶 Vessels

随着海上风电机组大型化的加速迭代，促使海上风电安装船不断优化提升。继“白鹤滩号”风电安装船安装了GW252-16MW后，2025年2月，国内自主研发的第四代海洋工程安装船“志高号”于江苏南通竣工，该船作业海域可达离岸100公里处，吊重达3600吨，单台风电机组安装周期可缩短至2-3天，较第三代安装船效率提升30%。

截至2025年11月，中国的造船厂共有12艘海上风电安装船正在建设中，3艘正在升级改造。此

外，中远集团(COSCO)、中集来福士(CIMC Raffles)和招商局国际(CMHI)等本土造船厂在过去三年中赢得了欧洲大型船舶运营商(包括Cadeler、Seaway7ASA、VanOord和Havfram)的大部分海上风电安装船订单。

各国船东要求吊重不低于1600吨、作业水深不小于50米的大型风电安装船。新接订单中吊重1200吨以上的占比由2020年的45%，增长到2023年的80%。目前全球14艘在建风电安装船吊重全部在1200吨以上，50%在新造船吊重在2000吨以上。



海上风电在全球的快速发展带动了安装业务以及安装船的需求增长。目前，中国和欧洲既是全球海上风电发展的主要引领者，同时也拥有一批高水平的海洋工程和船舶运营公司，占据全球海上风电安装施工的主要市场份额。

随着海上风电场投运时间的推移，运维需求逐年增加，未来专业风电运维母船将更受市场青睐。我国

在海上风电运维及风电运维船建造上均与欧洲先进技术存在差距，当前国内船厂具备建造能力，承接了德国、挪威、法国、丹麦等欧洲船东的造船订单，国内海上风电领域尚未聚焦运维母船投资，未来运维市场看涨。截至 2025 年 11 月，我国承接风电运维母船(SOV/Csov) 建造订单共计 16 艘，其中在建 6 艘，船厂主要有招商局重工、黄埔文冲、上海振华和福建东南造船。

表 2-4 主要安装船类型的对比

类型	是否自升	是否自航	作业模式	典型吊重 (t)	典型作业水深 (m)
起重船（重吊船）	否	是	联合	2000~2500	-
坐底式安装船	否	否	联合	700~800	潮间带
自升式安装平台	是	否	联合	1000~1500	30~50
自航自升式安装平台	是	是	独立	1500~2000	-

表 2-5 全球前十风电安装企业船只数量统计

排名	船东	所属国家	总和	服役	在建
1	Cadeler	丹麦	12	9	3
2	上海瓯洋海工	中国	8	7	1
3	南通海洋水建	中国	8	4	4
4	中交海峰	中国	6	6	-
5	HEA Energy	阿联酋	5	4	1
6	ZITON	丹麦	5	5	-
7	DEME	比利时	4	4	-
8	龙源振华	中国	4	4	-
9	Van Oord	荷兰	4	4	-
10	F.Olsen Windcarrier	挪威	3	3	-

数据来源：克拉克森，中国船舶集团经济研究中心整理



图 2-34
电气风电运维母船

(14) 检测认证平台

Testing and Certification Platform

配套科技装置服务能力达到国际先进水平。随着我国风电研发水平从跟随到引领发展，逐渐进入技术“无人区”，新的设计方法理论需要试验研究，超大型机组样机和轴承、齿轮箱、发电机等大部件需要更加全面充分的地面试验验证。十八大以来，逐步建立了服务于风电技术创新发展公共测试平台以及质检中心，形成了陆上海上，从原材料、关键部件、整机到在役机组的全生命周期检验、检测，且服务能力，且技术水平也在不断提升。

在整机测试方面，张北鉴衡 50MW 国家风电装备检测实验平台（试验风电场）是国内目前完全符合 IEC 的试验风电场，最大能够开展 9MW 的风电机组测试；针对大型陆上风电机组检测需要，鉴衡认证中心在与新疆哈密市伊吾县、山东省东营市与当地政府人民政府签订了合作框架协议，双方将合作建设了目前西北与北方地区的地区大型风电装备检测检验基地，建成后可满足 320MW 级风电机组测试需要。

在叶片测试方面，十八大前国内只有 100 米以下叶片测试平台，不符没有符合 IEC 标准的检测要求的，整机试验风电场，其它关键部件测试、试验能力也非常有限。当前，鉴衡在阳江投运的国家级海上风电装



备公共检测检验与技术服务平台，可开展 150 米叶片全尺寸结构试验的检测实验室，是目前国际最大的室内叶片实验室，2024 年 9 月，实验室完成了当时全球最长 147 米风电叶片的静力测试。2024 年鉴衡认证中心在盐城市大丰区投运的江苏全尺寸大型风电机组叶片首台（套）重大技术装备试验验证平台，位于盐城市大丰区，占地面积约 104 亩，可满足未来 200 米 35MW 以上叶片全尺寸测试需求，是目前全球可检测叶片长度最长，载荷最大的叶片测试中心。

在传动系统测试方面，继金风建成 16MW 六自由度地面试验平台以后，远景、三一等厂家也开展了六自由度测试系统能力的建设，其中三一重能在 2024 年 10 月发布了 35MW 六自由度实验平台，加上目前汕头正在建设的全球最大 40MW 级传动系统六自由度地面实验平台，在传动链测试方面我国将很快实现全球领先。

上述国际一流科研基础设施的建设，可极大的提升我国科技创新能力和检测认证能力，为我国风电技术的持续发展和逐步引领全球提供有力的保障。



图 2-35
江苏全尺寸大型风电机组叶片首台
(套) 重大技术装备试验验证平台

2.2.2 国内布局

(1) 构建基地化的海上风电产业集群

当前，我国海上风电产业集群化发展态势强劲，已形成规模化、基地化发展格局。在国家“十四五”规划指导下，重点推进广东、福建、浙江、江苏、山东等海上风电基地建设，打造山东半岛、长三角、闽南、粤东、北部湾五大海上风电基地集群。据统计，全国沿海地区已布局约32个海上风电产业园区，涵盖已建、在建和投产项目，产业集群效应日益凸显。

海上风电产业集群化发展意义重大。一是通过集聚效应降低建设和运营成本，提升产业规模化水平；二是促进产业链上下游协同发展，优化产业生态；三是加强核心技术研发和创新能力培育，提升产业竞争力；四是吸引高端人才、技术、资本等要素集聚，实现资源高效配置；五是推动区域经济发展，形成新的经济增长点，为实现“双碳”目标提供有力支撑。

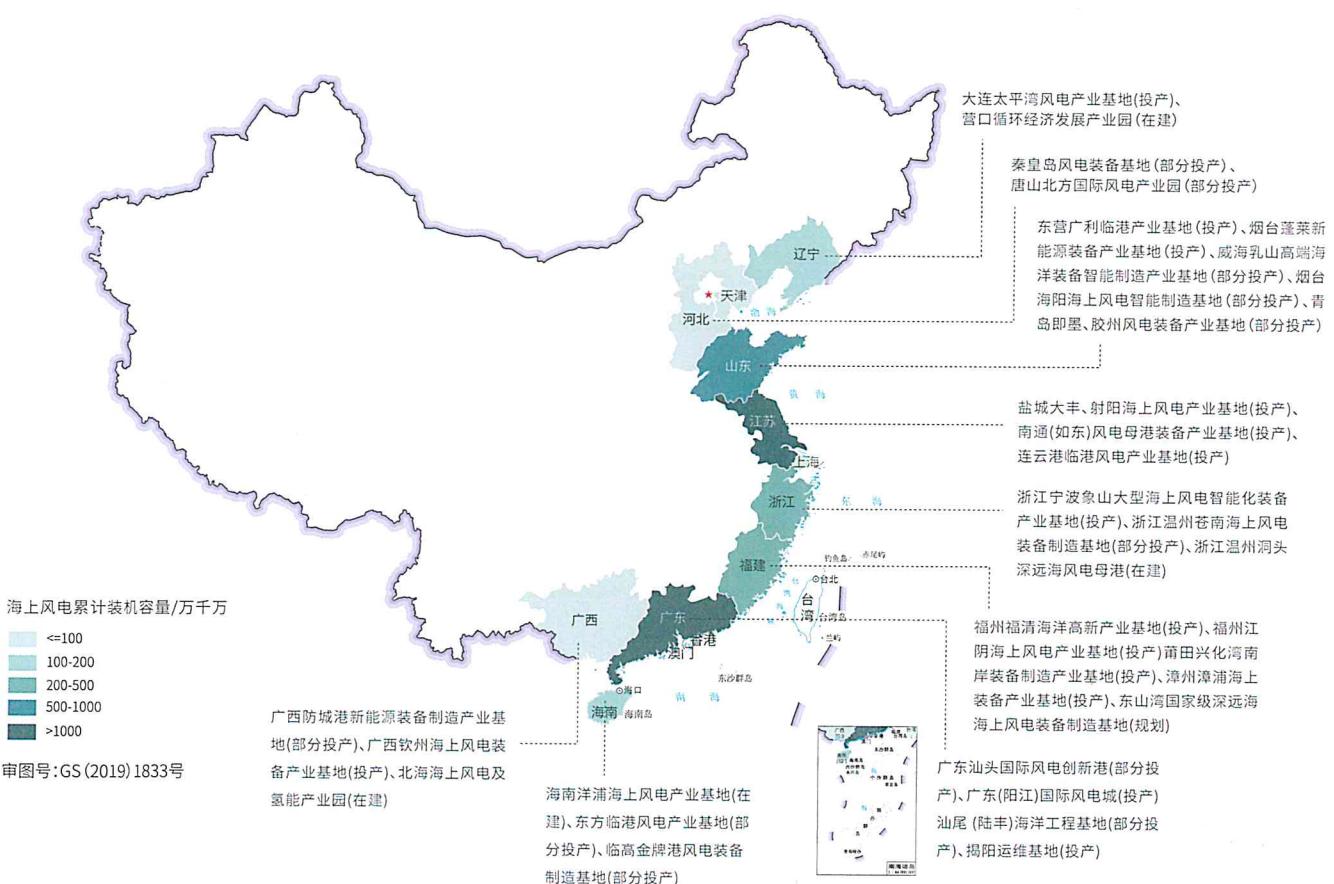


图 2-36

沿海地区海上风电产业集群建设



(2) 沿海地区积极推进海上风电产业链布局

随着海上风电规模化集群发展，沿海地区纷纷加快产业链布局，形成了多个重要的海上风电产业基地。目前，江苏、广东、山东、福建等沿海省份

已建成或正在建设专业化海上风电产业园区，涵盖风机制造、配套设备、施工安装、运维服务等全产业链环节。其中，广东汕头和江苏盐城产业链布局最为完善。

表 2-6 中国沿海省海上风电产业基地布局情况

省(区)	市	整机	核心大部件								
			轴承	齿轮箱	叶片	发电机	塔筒	基础	海缆	铸件	检测认证
广东	汕头	有	有	有	有	有	有	有	有		有
广东	阳江	有			有	有	有	有	有	有	有
江苏	盐城	有	有	有	有	有	有	有	有		有
江苏	南通	有			有		有	有	有	有	
山东	东营	有			有	有	有	有	有	有	
山东	烟台	有	有		有		有	有	有		
浙江	宁波	有		有					有	有	
浙江	温州	有		有			有		有		
福建	莆田	有				有					
福建	福州	有				有	有	有			有
广西	钦州	有			有		有	有			
广西	北海	有			有	有	有		有		
河北	唐山	有			有	有	有	有			有
辽宁	大连	有	有		有		有		有	有	
海南	儋州	有									

注：“有”为已建成或已确定建设；空白为未确定建设或未查询到相关信息

◎ 辽宁省

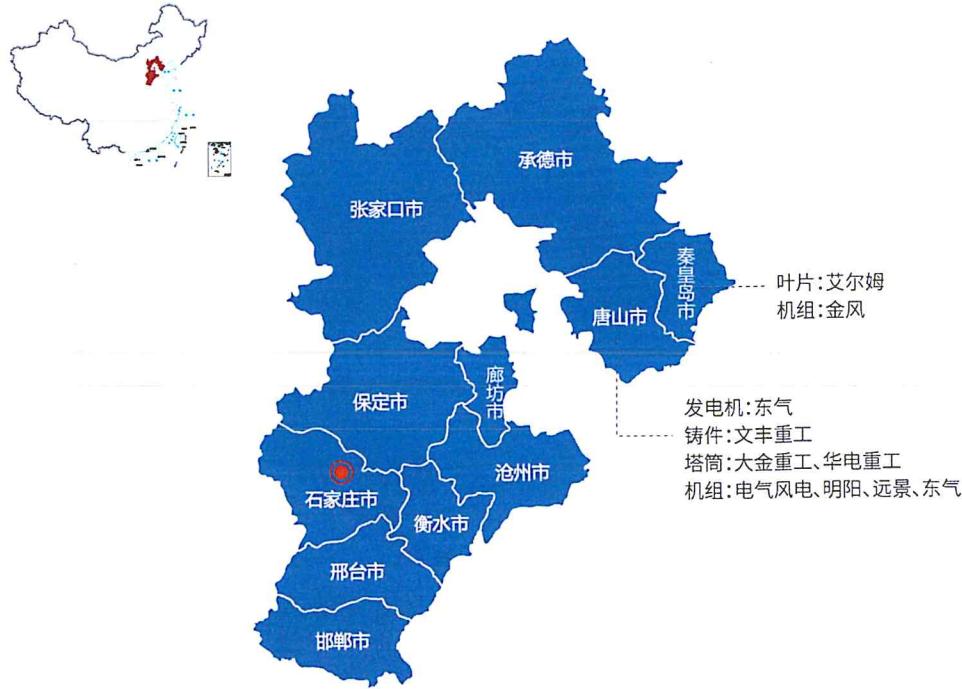


◎ 天津市

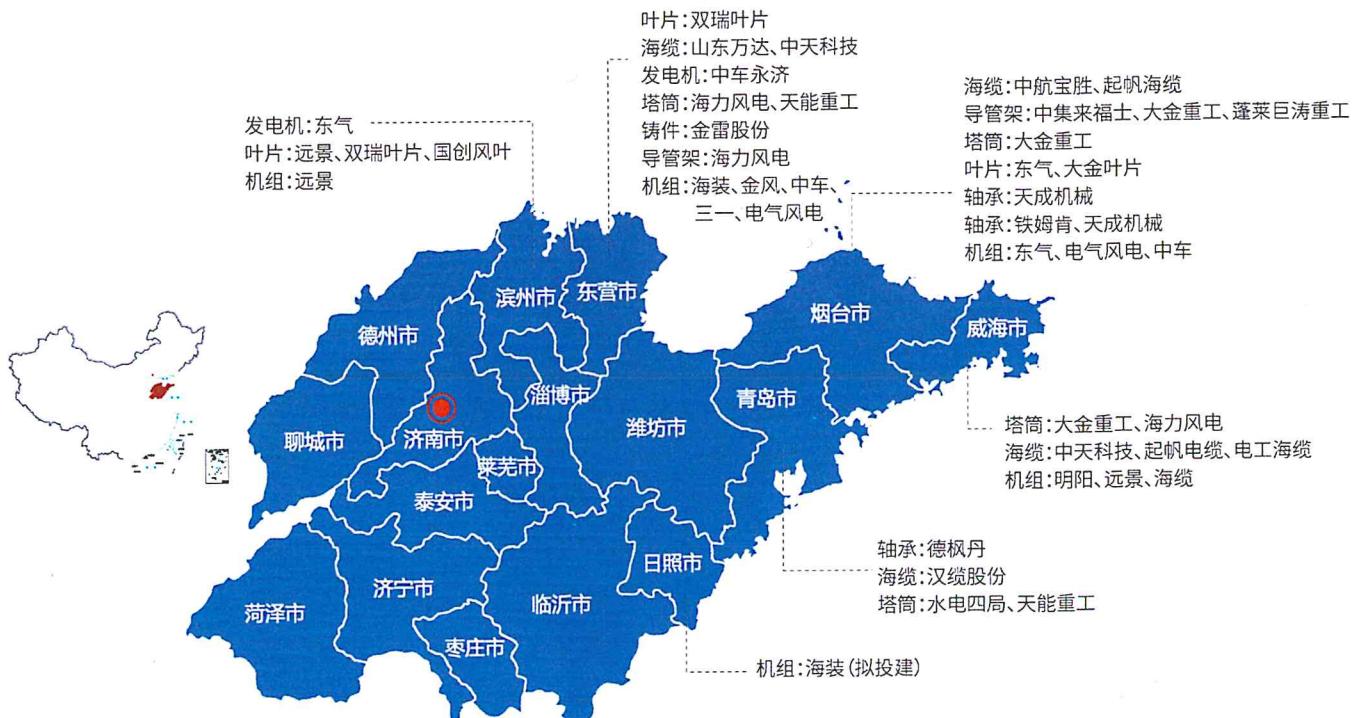




◎ 河北省



◎ 山东省



◎ 江苏省

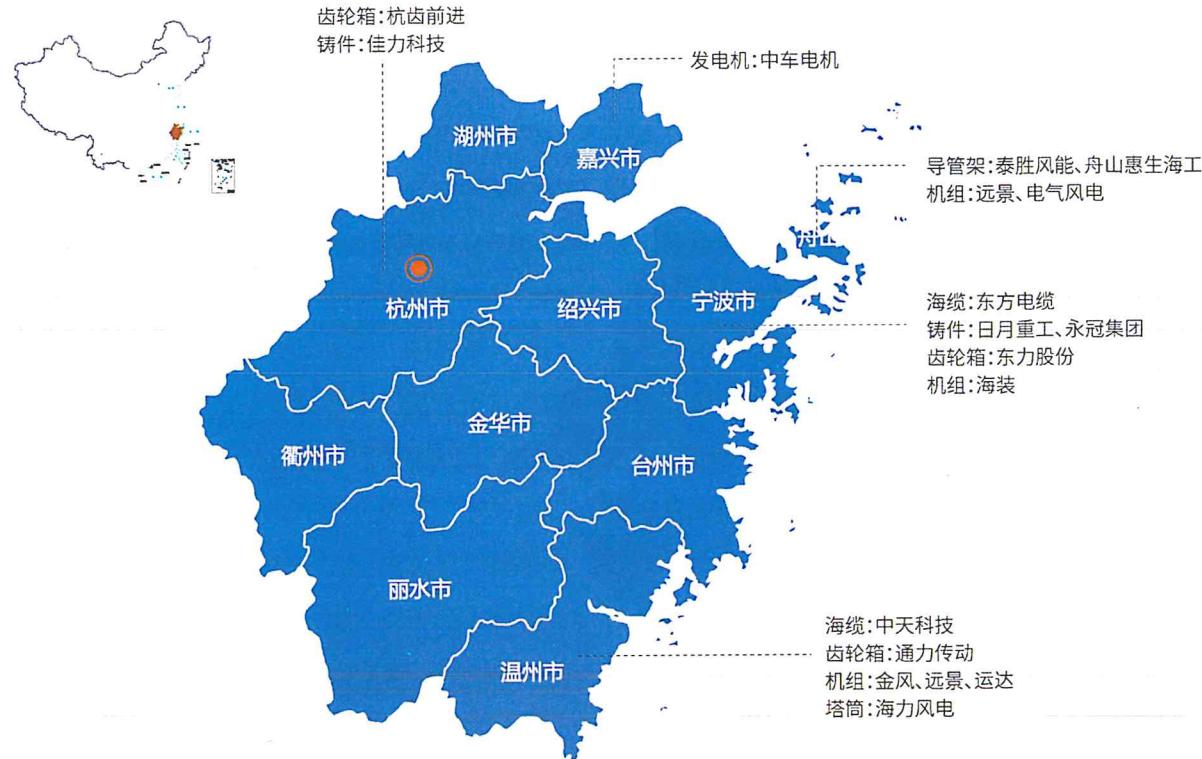


◎ 上海市

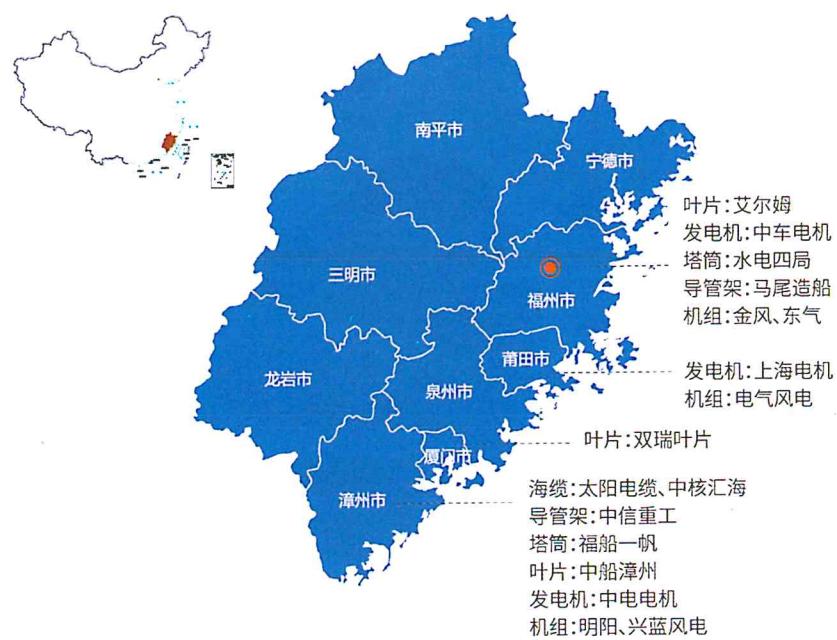




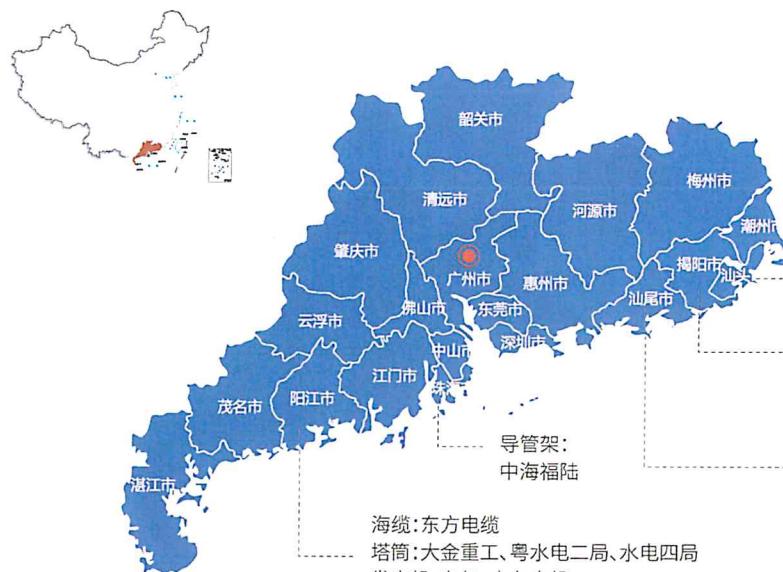
◎ 浙江省



◎ 福建省



◎ 广东省

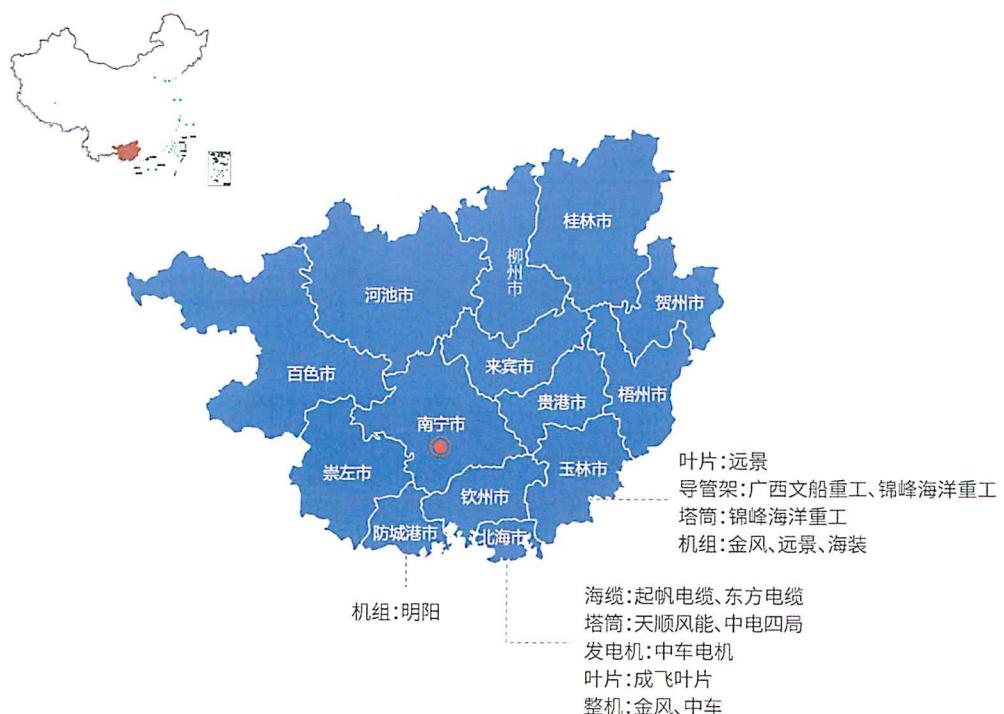


塔筒: 青岛武晓
发电机: 电气风电、中车永济
轴承: 洛轴
叶片: 上电叶片、中材科技
机组: 金风、电气风电
齿轮箱: 德力佳

发电机: 中电电机
海缆: 亨通光电
机组: 远景、GE

叶片: 明阳智能
塔筒: 天能重工
海缆: 中天科技
机组: 明阳

◎ 广西壮族自治区





单位 : MW

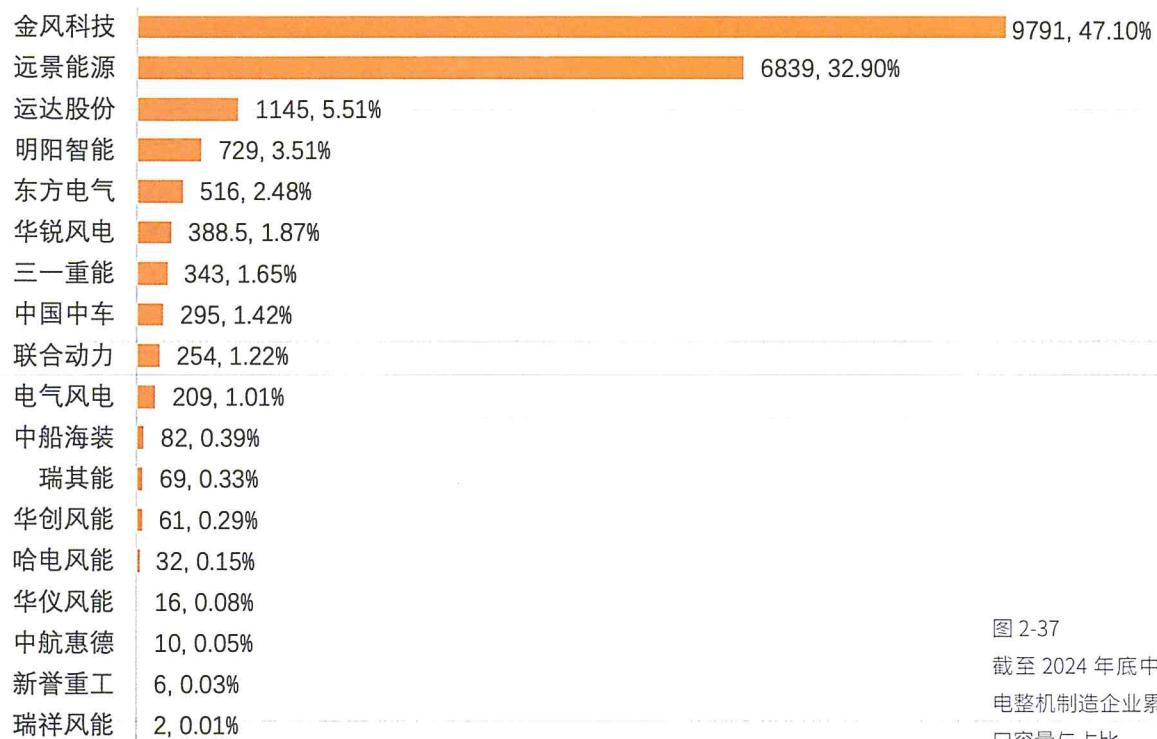


图 2-37

截至 2024 年底中国风
电整机制造企业累计出
口容量与占比

数据来源：CWEA



随着我国企业竞争力增强，企业“走出去”步伐加快。企业除了产品销往到海外市场外，在海外市场建立生产基地和市场服务中心。通过在巴西、欧洲、中亚等地投资建厂，以及技术输出，从单纯的产品出口转为深度的属地化布局，在价格和交付上有显著优势。我国风机出口价格比海外厂家的风机价格低 20% 左右，因海外厂商面临着供应链短缺的风险，以及原材料价格上涨的风险，而我国有稳定的供应链，有稳定的交付能力优势；与此同时，我国风电设备厂商可提供灵活的合作方式，如合资生产、整机 +EPC 整体解决方案等。

整机：

金风科技通过实施本土化驱动国际化战略，布局全球研发、生产制造和服务网络，致力于全面实现资本、市场、技术、人才、管理的国际化。截至 2024 年底，在全球建立了“1+1+6”研发布局（新疆白鸟湖国家创新中心 + 北京全球研发总部 + 无锡、盐城、温州、德国、丹麦、澳洲研发基地）、7 大区域中心（北美、南美、欧洲、非洲、澳洲、亚洲、中亚中东北非）、5 个全球解决方案工厂（巴西、巴基斯坦、越南、澳大利亚、美国）和 3 个国际生产基地（巴西、德国、西班牙）。海外产能布局方面，金风科技在德国建有总装厂和电控厂、巴西设有机舱风轮总装工厂、西班牙设有叶片厂，业务模式从中国出口主机模式稳步过渡到属地制造模式，满足属地市场需求。

远景能源在印度设立国际化工程服务中心，在丹麦设立全球创新中心，在德国设立全球风电工程技术中心，并在美国设立全球叶片创新中心。远景在印度的马哈拉施特拉邦（Maharashtra）的生产厂，年设计产能 800 套，约 4GW。

明阳智能，在丹麦、德国、英国有海外研发中心；全球服务与协同中心（办公室）：法国、德国、阿联酋、韩国、日本、越南、菲律宾、巴西。

运达股份，于 2024 年正式成立运达国际子公司，并在海外设有欧洲风能研究院、越南河内运维公司、巴西和英国有研究发中心。

三一重能，在哈萨克斯坦建厂，并在西班牙设立研发中心。在深耕亚太市场的同时，在拉美地区、欧洲地区均有订单收获。

关键部件：

叶片：中材科技（巴西）风电叶片有限公司，于 2022 年成立，位于巴西巴伊亚州卡马萨里市，是中材叶片第一个境外控股子公司，规划 4 条产线，2023 年 10 月正式启动部分产线生产，11 月 29 日首支叶片下线，全部建成投产后具备年产 260 套风电叶片制造能力，主要供应巴西及周边市场。时代新材叶片已筹备在越南建立第一个海外工厂，计划年产能 400 套，目前可研已获得中车集团批复，预计 2025 年下半年投产，主要辐射东南亚风电市场及出口欧美。

齿轮箱：南高齿海外生产及服务基地分别在印度斯里城 Sri City，德国杜伊斯堡 Duisburg、美国沃斯堡 Fort Worth。

发电机：中车永济已与世界排名前四的维斯塔斯、恩德等企业形成合作，并相继与 Vensys、Adani、Suzlon 等国际客户签约，产品累计出口至丹麦、法国、澳大利亚、巴西、智利等 20 余个国家。

变流器：阳光电源正在印度建立生产厂，在德国设有研发中心。

塔筒：大金重工率先实现风电海工产品出口，是除欧洲本土外唯一一家能够提供超大型单桩的供应商，累



计向欧洲市场供应的单桩数量已突破 200 套，并在超大型单桩产品制造领域连续多年零质量异议。出口收入占比近八成。根据弗若斯特沙利文资料，以 2025 年上半年单桩销售金额计，大金重工是欧洲市场排名第一的海上风电基础装备供应商，市场份额从 2024 年的 18.5% 增长至 2025 年上半年的 29.1%。2025 年 09 月，大金重工累计向欧洲交付超大型风电单桩超 200 根，拿下德、法、丹等多国第一根非欧单桩殊荣，充分印证公司在超大型海工装备制造领域的全球竞争力。另外，2025 年 05 月，大金重工在马德里成立全球浮式研发中心，整合全球浮式风电领域资源，打造从研发到交付的一站式漂浮式基础解决方案，推动深远海风电实现规模化发展。

海缆：国内龙头海缆企业积极拓展海外市场，业务增长趋势向好，在加拿大、东南亚、中东以及欧洲等海外市场布局，当前尚无大规模海外生产基地，但已有企业推进国际化布局，如中天科技在德国和中东设立运维中心，并推进沙特海缆生产基地建设，实现本地化服务与交付，打造中东能源互联网新基地。中天科技在欧洲、中东、南北美等区域频繁中标，2018 年中标德国 155kV 海缆总包项目，作为首家中国海缆企业进入欧洲海缆市场，又相继中标多个高压海底电缆供货等欧洲项目；东方电缆也中标东南亚以及西欧国家项目订单；亨通光电先后多次中标越南、葡萄牙 WindFloat 漂浮式项目、中东地区的海缆项目。



图 2-38

江苏亨通 -2021 年越南茶荣
48MW 海上风电总包项目



前景展望

Outlook



国家战略与顶层设计为我国风电及海上风电发展指明方向

在 2025 年的联合国气候峰会上，国家主席习近平宣布中国新一轮国家自主贡献，并提出 2035 年风光装机容量力争达到 36 亿千瓦的战略规划。此外，在中央财经委员会第六次会议强调要做强做优做大海洋产业，推动海上风电规范有序建设。这一系列顶层设计充分彰显了海上风电产业在国家能源转型中的重要战略地位，展现了其广阔的发展前景和长期稳定的政策确定性。2025 年 10 月《风能北京宣言 2.0》提出“十五五”期间国内风电年新增装机容量不低于 120GW，其中海风年新增不低于 15GW，“十五五”期间国内风电装机规模有望再上台阶。预计 2025-2030 年，年均新增装机容量约 1500 万千瓦（15GW）左右，预计到 2030 年，海上风电装机规模约 1.5 亿千瓦 (150GW)。

从沿海省（市、区）看，广东省未来市场位居第一。通过对各省中长期规划项目的分析，目前深远海（漂浮式）项目的比例约 60%，这些项目大部分位于领海线以外的专属经济区海域。以广东省为例，到 2030 年新增海上风电项目中，在领海线以外专属经济区海域的项目容量占广东省总体规划项目的 66%。2030 年以后，中国绝大部分海上风电项目位于专属经济区。

我国海上风电本保持下降趋势。2024 年海上风电造价水平在 9000~12500 元 /kW 之间，粗略预计 2025 年近海海上风电项目单位工程造价将介于 8700~11700 之间，2030 年单位工程造价进一步降低，到 7800~10500 元 /kW 之间，到 2030 年近海项目度电成本下降至 0.25 元 /kWh 左右。目前，漂浮式海风

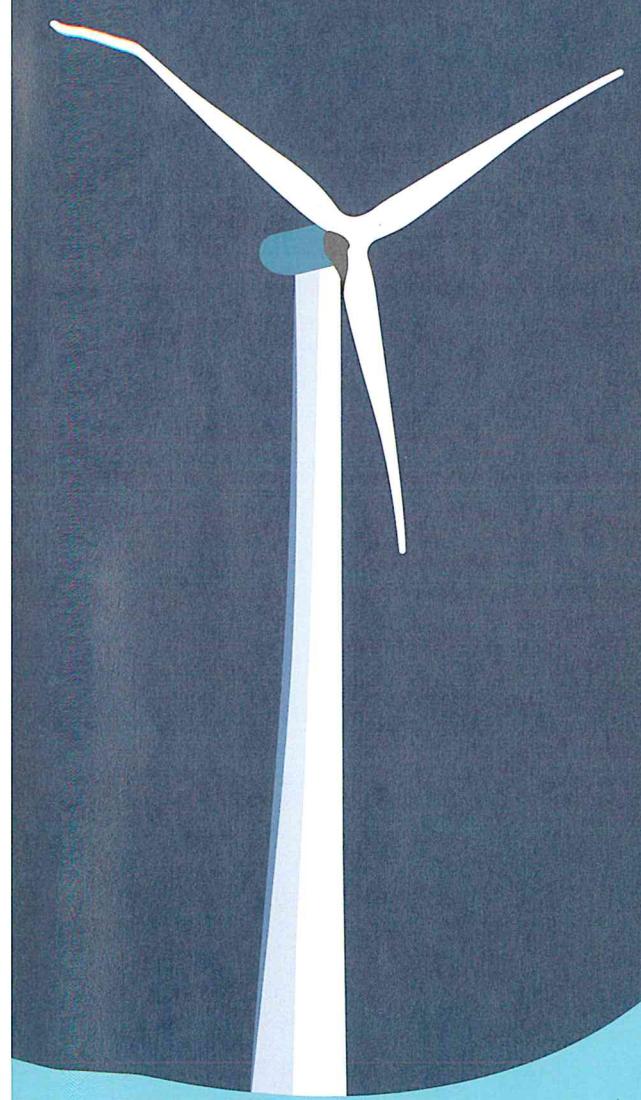
单位造价在 4 万 ~5 万元 /kW，未来随着技术进步和规模化开发，新的浮动式基础的应用，包括材料以及新的设计方式、系泊系统、标准化建设等，快速降本，到 2030 年可能进一步下降 2 万元 /kW 以内，逐步具备商业化开发条件，度电成本达到 0.4~0.45 元 /kWh。

构建全新的海上能源生态系统

近年来，“海上风电 +” 融合发展日益受到关注。在国家能源局 11 月最新发布的《关于促进新能源集成融合发展的指导意见》明确提出，我国新能源发展正从传统的孤立分散模式向系统化、整体化、协同化的新型发展模式转变。这一转型旨在突破能源各子系统之间、新能源与相关产业之间、以及生产与消费之间的固有界限，构建更高层次的动态平衡体系，推动能源发展从“局部最优” 升级为“系统最优”。在此背景下，“海上风电 +” 融合发展模式成为实现这一目标的重要途径，该模式通过与 Power-to-X (PTX) 技术、海洋牧场、氢能产业链及综合能源岛的深度整合，正在打造一个创新的海上能源生态系统。

海上风电融合发展的核心方向主要包括四个方面：首先是海上风电与 Power-to-X (PTX) 的结合，利用海上风电丰富的清洁电力开展电解水制氢，不仅有助于解决弃风限电问题，还能为化工、交通等领域提供低碳甚至零碳原料；其次是海上风电与海洋牧场 / 蓝色粮仓的融合，随着近海养殖空间受限，深远海区域成为未来蓝色经济发展的重要载体，海上风电设施可在不影响发电功能的前提下，集成智能化监测、环境调控等功能，打造集“发电 - 生态修复 - 渔业增效”于一体的复合型平台，值得注意的是，

结语



海上光伏与海洋牧场的融合也在同步推进；第三是海上风电与综合能源岛建设的结合，“能源岛”概念是指在深远海区域建设集中式的多功能能源枢纽平台，具备大规模风电汇集、储能调节、氢能转化及电力外送等多项功能，其不仅是海上风电接入电网的关键节点，也是实现多种能源耦合转换的核心基础设施；最后是海上风电与绿色氢能产业链的深度融合，当前绿氢制取成本仍较高，但随着海上风电度电成本持续下降和技术进步推动电解槽效率提升，预计到2030年前后，海上风电制氢有望进入商业化

初期阶段。

展望未来，海上风电融合发展将呈现多能互补场景加速落地、数字化智能化水平不断提升、合作不断加强等趋势特征。因此，在海上风电项目开发过程中，应结合当地电力供需情况、海域环境特点、项目建设规模及建设条件以及当地能源结构等因素，进行综合评估，合理选择融合方式，坚持科学规划、分层设计，统筹海域使用、环境保护与经济发展关系，加快关键技术攻关，完善配套政策，促进海上风电融合发展走深走实。



摄影：刘

全球海上风电产业链正处于从“规模化扩张”向“高质量发展”转型的关键节点。尽管面临宏观经济、政策、供应链等多重挑战，但其在能源安全、气候目标和产业竞争力方面的战略价值日益凸显。未来十年将是产业链重塑的关键期，需推动全球供应链协同与产能合理布局，建立稳定的政策框架与风险分担机制，加强技术创新与跨领域融合，培育国际化专业人才与服务体系。通过多方协作，海上风电有望成为全球能源转型的核心支柱产业。

海上风电不仅是实现“双碳”目标的重要抓手，更是沿海城市转型升级和“走出去”战略的重要载体。以汕头为代表的沿海城市，正凭借优良的港口条件、完整的制造产业链和丰富的运维经验，成为我国海上风电走向世界的重要桥头堡。通过积极参与“一带一路”建设，推动技术、装备、标准和服务的国际化输出，我国海上风电产业正在全球范围内构建新的竞争优势。与此同时，中国供应商在满足国内

需求外，海外市场迎来了机遇。中国凭借稳定的供应链，除了有成本上的优势外，还具有稳定的交付能力优势，中国风电设备厂商可提供灵活的合作方式，如合资生产、整机+EPC整体解决方案等。

未来，要充分释放海上风电的发展潜能，需要政府监管机构与产业各界深化协同，通过优化政策框架体系、完善市场化招标机制、构建全球化供应链网络、加大前沿技术研发投入以及系统性推进人才培养等多维举措，共同破解发展瓶颈。

唯有通过政企协同、国际合作的良性生态构建，海上风电方能真正发挥其在全球能源体系中的战略价值，不仅为实现碳中和目标提供可靠支撑，更将为全球能源安全和经济可持续发展注入强劲动力。在汕头等沿海城市的引领下，中国海上风电产业必将以更加开放的姿态融入全球能源治理体系，为人类构建清洁、安全、可持续的能源未来做出不可替代的贡献，同时为我国沿海城市高质量发展和国际化进程开辟新的广阔空间。



摄影：刘小倩

声 明

本报告内容未经许可，任何单位和个人不得以任何形式复制、转载发布。如引用，需注明出处为“中国可再生能源学会风能专业委员会”或“CWEA”以及“全球风能理事会”或“GWEC”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

本报告相关内容、数据及观点仅供参考，不构成投资等决策依据，发布单位不就报告中的内容对最终操作可能带来的后果承担任何责任。

如无特别注明，本报告各项中国统计的数据不含香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省数据。
部分数据因四舍五入的原因，存在总计与分项合计不等的情况。

本报告中使用的各企业的图片，均由企业方提供，在此一并致谢！
未经发布单位书面授权，不得以任何方式制作本报告任何部分的拷贝、复印件或复制品，或将之再次分发给其他人，不得以侵犯版权的方式使用或传播。