

2022年中国风力发电行业概览

Overview of China's wind power industry in 2022

概览标签：风力发电、可再生能源、新能源

报告主要作者：孙博文

2022/09

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

摘要

01

政策助力，确定了短期内可再生能源发电增量目标以及风力发电为主要发电增量的规划。

- 2022年6月国家发展改革委、国家能源局等九部门近日联合印发的《“十四五”可再生能源发展规划》明确提出，以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快建设黄河上游、河西走廊等七大陆上新能源基地；重点建设山东半岛、长三角、闽南等五大海上风电基地集群；重点部署城镇屋顶光伏行动、“光伏+”综合利用行动等九大行动。。

02

中国风电主要以华北地区、西北地区、华东地区为；。风力资源丰富，多省市拥有2000万千瓦以上的风力发电电量。

- 华北地区风电装机8819万千瓦，占比26.9%。西北地区紧随其后，风电装机7505万千瓦，占比22.8%。华东地区风电装机6440万千瓦，占比19.6%。中国风电装机最多的五个省份分别为内蒙古3996万千瓦、河北2546万千瓦、新疆2408万千瓦、江苏2234万千瓦以及山西2123万千瓦。

03

风力发电产业链上游为零部件供应商（包括叶片、轴承、塔筒、主轴、铸件、发电机、齿轮以及海缆供应商）；中游为风电整机供应商；下游为风力发电厂的运营及维护企业。

- 风力发电机成本基本取决于上游制造企业产品价格。结合叶片制造业原材料成本占比达75%以上，风塔制造业原材料成本达85%以上，均属于成本导向型行业。原材料价格对叶片以及风塔的制造成本和销售价格具有决定性的作用。

04

海上风电凭借自身技术特点适配未来全球清洁能源发展方向，以及全球各地区相关产业政策支持成为未来风电行业发展趋势之一。

- 海上风电与陆上风电相比，存在稳定性高、风速大、易消纳的特点。离岸海上风速通常比沿岸高出20%，且相比陆上很少有静风期，发电时间更长。且中国东部地区经济相对更为发达，发展海上风电更利于就地消纳，减少运输过程中的电力损耗。

风电相关政策助力，风电有望成为未来清洁能源主要增量——

2022年6月发布的《“十四五”可再生能源发展规划》要求大规模开发风电等可再生能源，到2025年，可再生能源年发电量达到3.3万亿千瓦时左右。“十四五”期间，可再生能源发电增量在全社会用电量增量中的占比超过50%，风电和太阳能发电实现翻倍。陆上风电已实现平价上网，各大整机及零部件厂商正积极寻求产品的降本空间，促进中国风电行业快速发展。海上风电为未来风电发展趋势之一，各地政府积极出台相关政策鼓励海上风电加速发展。

目录

CONTENTS

◆ 第一章：行业背景	04
• 风电技术发展回顾	05
• 中国电力生产结构	06
• 中国风电相关政策	07
• 中国风电装机分布	08
◆ 第三章：产业链介绍	09
• 风力发电产业链简介	10
• 上游	11
• 中游	15
• 下游	18
◆ 第四章：市场规模	19
• 风力发电新增装机容量	20
• 风力发电累计装机容量	21
◆ 第五章：发展趋势	22
• 未来发展趋势——平准化度电成本下降	23
• 未来发展趋势——整机大型化	24
• 未来发展趋势——海上风电	25
◆ 第六章：重点关注企业（金风科技）	26
• 金风科技发展历程	27
• 金风科技产品核心优势	28
• 金风科技公司核心优势	29
◆ 方法论	30
◆ 法律声明	31

第一部分：行业背景

主要观点：

- 风电技术是从12世纪的风力机起源，直到19世纪末才出现第一台风力发电机，又经过长达半个多世纪的研究和发展，风力发电机才逐渐演变成现在的三叶片、上风向、失速调节型风机。
- 中国电力总生产量大幅提升；同时，光伏发电、风力发电等可再生能源发电占比逐年提高；中国风力发电占比从2008年的0.38%提升至2021年的7.83%。
- 2022年6月发布的《“十四五”可再生能源发展规划》要求大规模开发风电等可再生能源，到2025年，可再生能源年发电量达到3.3万亿千瓦时左右；风电将成为主要发电增量之一。
- 中国风电主要以华北地区、西北地区、华东地区为主。其中有5个省市风电装机超2000万千瓦，内蒙古风电装机最大为3996万千瓦，河北、新疆排名第二和第三，风电装机分别为2546万千瓦、2408万千瓦。

风电技术发展回顾

- 风电技术是从12世纪的风力机起源，直到19世纪末才出现第一台风力发电机，又经过长达半个多世纪的研究和发展，风力发电机才逐渐演变成现在的三叶片、上风向、失速调节型风机。

1960s

现代风机的雏形“丹麦范式”基本确定——三叶片、上风向、失速调节型风机。



1888年

1888年，第一台实现风能转化为电能的风机才由美国人Charles Brush发明出来，功率为12kW，叶轮直径为17m。



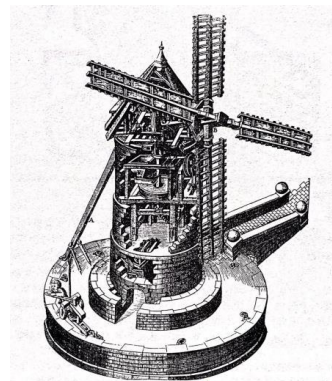
1908年

1908年，首批较为成熟的商业化风机在丹麦诞生并得到初步推广，单机容量为20-35kW。



12世纪

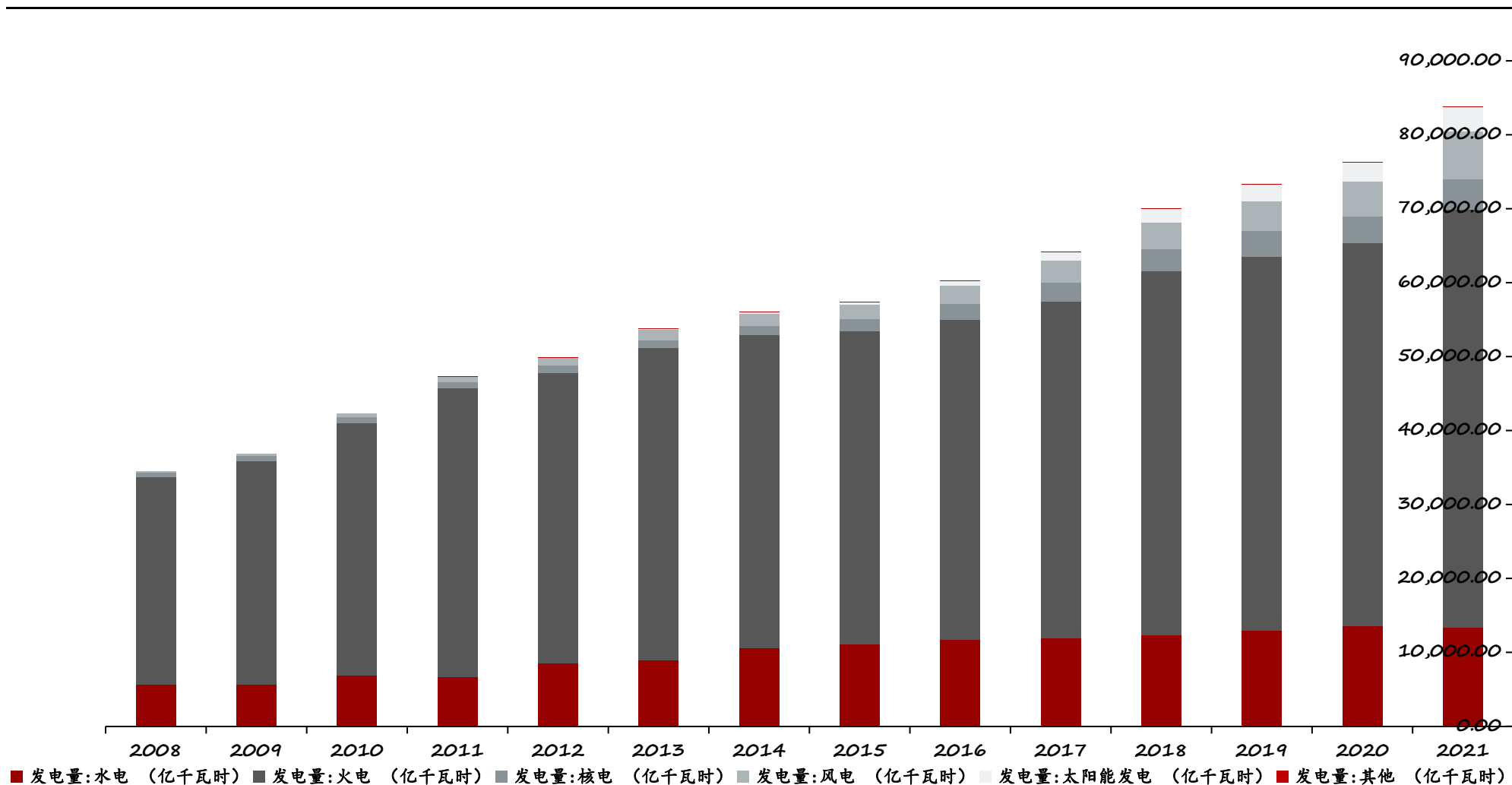
在12世纪的欧洲，风车的利用和发展较为迅速，并出现了第一台水平轴风力机。那时人们利用风车作为机械动力源，用于提水、碾磨谷物等。



中国电力生产结构

- 中国电力总生产量大幅提升；同时，光伏发电、风力发电等可再生能源发电占比逐年提高；中国风力发电占比从2008年的0.38%提升至2021年的7.83%。

中国电力生产结构仍以火电为主，新能源发电占比逐渐增多



头豹洞察：中国电力生产总量从2008年的34,088.4亿千瓦时上升至2021年的83,768亿千瓦时。

中国火力发电产生的电力总量从2008年的28,029.97亿千瓦时上升至2021年的56,463亿千瓦时，但是其发电占比正逐年下降；2008年火力发电占总发电量的81.23%，到2021年火力发电仅占比总发电量的67.4%。

与之同时，水力、风力、太阳能发电量均实现了更大程度的突破，新能源正在快速发展。2008年中国风力发电生产的电能为130.79亿千瓦时，占比总发电量0.38%，到2021年中国风力发电生产的电能已经达到6,556.00亿千瓦时，占比总发电量7.83%。中国新能源发电的快速发展是实现2030年碳达峰、2060年碳中和的必要因素。

来源：Choice、头豹研究院编辑整理

©2022 LeadLeo



头豹
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com



中国风电相关政策

- 2022年6月发布的《“十四五”可再生能源发展规划》要求大规模开发风电等可再生能源，到2025年，可再生能源年发电量达到3.3万亿千瓦时左右；风电将成为主要发电增量之一。

中国风电相关政策

发布日期	名称	主要内容
2022.06	《“十四五”可再生能源发展规划》	大规模开发风电等可再生能源，到2025年，可再生能源年发电量达到3.3万亿千瓦时左右。“十四五”期间，可再生能源发电增量在全社会用电量增量中的占比超过50%，风电和太阳能发电实现翻倍。
2022.03	《“十四五”现代能源体系规划》	全面推进风电发电大规模开发和高质量发展。在风能资源禀赋较好、建设条件优越、具备持续整装开发条件、符合区域生态环境保护等要求的地区，有序推进风电集中式开发，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电基地项目建设。鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。
2022.02	《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》	推动构建以清洁低碳能源为主体的能源供应体系。以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点，加快推进大型风电、光伏发电基地建设，探索建立送受两端协同为新能源电力输送提供调节的机制，支持新能源电力能建尽建、能并尽并、能发尽发。符合条件的海上风电等可再生能源项目可按规定申请减免海域使用费用。
2022.01	《加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见》	到2025年，拟建成一批农村能源绿色低碳试点，风电、太阳能、生物质能、地热能等占农村能源的比重持续提升，农村电网保障能力进一步增强，分布式可再生能源发展壮大，绿色低碳新模式新业态得到广泛应用，新能源产业成为农村经济的重要补充和农民增收的重要渠道，绿色、多元的农村能源体系加快形成。
2021.12	《关于组织拟纳入第二批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光基地项目的通知》	要求各省级能源主管部门于12月15日前向国家发展改革委运行局，国家能源局 新能源司 、电力司报送第二批项目清单；《通知》提出，落实项目业主、用地、环评、并网消纳等条件，已核准(备案)且能够在2022年开工建设，原则上能在2023年内建成并网，部分受外部条件制约的项目应能在2024年建成并网。要统筹基地项目和配套电网工程，同步规划、同步建设、同步投运。
2021.12	《风电场改造升级和退役管理办法》征求意见稿	本办法适用于境内和管辖海域的所有风电场，鼓励并网运行超过15年的风电场开展改造升级和退役
2021.06	《国家发展改革委关于2021年新能源上网电价政策有关事项的通知》	2021年起，对新备案集中式光伏电站、工商业分布式光伏项目和新核准陆上风电项目，中央财政不再补贴，实行平价上网；新建项目上网电价，按当地燃煤发电基准价执行；新建项目可自愿通过参与市场化交易形成上网电价，以更好体现光伏发电、风电的绿色电力价值；新核准（备案）海上风电项目、光热发电项目上网电价由当地省级价格主管部门制定，具备条件的可通过竞争性配置方式形成，上网电价高于当地燃煤发电基准价的，基准价以内的部分由电网企业结算；鼓励各地出台针对性扶持政策，支持光伏发电、陆上风电、海上风电等新能源产业持续健康发展。

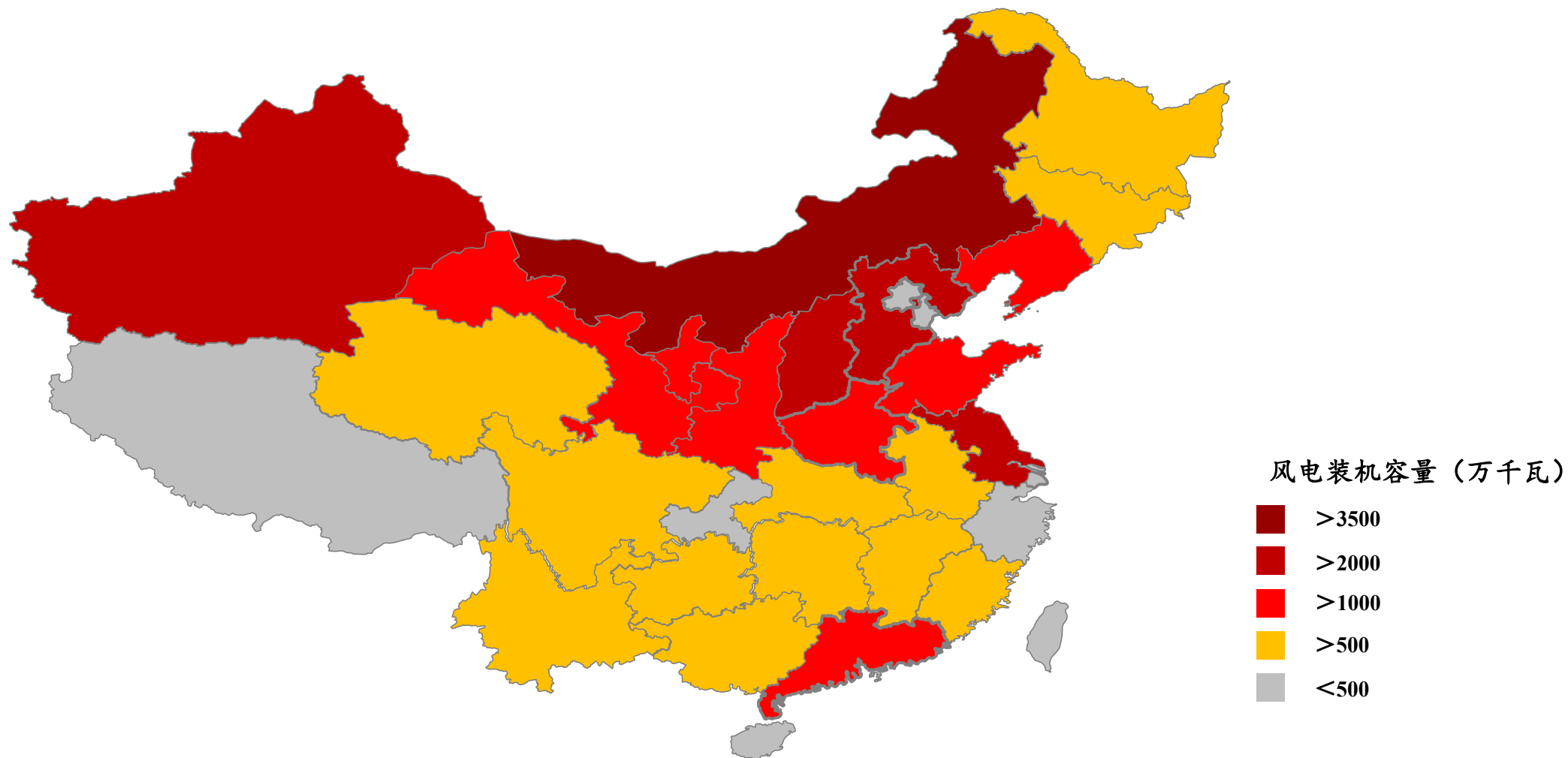
来源：公开资料、头豹研究院编辑整理

©2022 LeadLeo

中国风电装机分布

- 中国风电主要以华北地区、西北地区、华东地区为主。其中有5个省市风电装机超2000万千瓦，内蒙古风电装机最大为3996万千瓦，河北、新疆排名第二和第三，风电装机分别为2546万千瓦、2408万千瓦。

中国风电装机分布



第二部分：产业链介绍

主要观点：

- 风力发电产业链上游为零部件供应商（包括叶片、轴承、塔筒、主轴、铸件、发电机、齿轮以及海缆供应商）；中游为风电整机供应商；下游为风力发电厂的运营及维护企业。
- 上游风电叶片为风力发电机核心零部件，主梁和芯材是风电叶片最核心部分；原材料成本为其主要成本；2020年中国国内龙头叶片企业中中材科技和时代新材产能达到10000MW。
- 上游塔筒、主轴以及铸件属于传统制造行业；近期其原材料价格下降使其具备拥有大规模扩产的潜力，将推动下游风力发电机新增容量快速增长。
- 海缆为海上风电发展核心零部件，是海上电能传输的命脉；海缆产品细分较多，电压等级普遍高于陆缆，国内研究起步晚但头部企业生已获得际认可。我国海洋装备领域的“卡脖子”问题已得到解决。
- 按照功率传递的机械连接方式不同，风电机组主要分为双馈、直驱、半直驱三大类技术路线。现阶段风电机组主流市场以双馈异步发电机为主。
- 叶片、塔筒、机舱罩、发电机等核心部件为风电整机制造成本主要构成，风电叶片以及塔筒原材料价格下降将带动风电制造成本下行。
- 我国风电整机格局相对集中，2021年新增装机容量CR3为47.3%、CR5近70%；整机环节海风相对陆风市场集中度更高，近年来我国海上风电整机企业新增装机容量CR3超70%、CR5超90%。
- 现阶段为风电装机成长性拐点，陆风正式进入平价时代。2021年起，对新核准陆上风电项目，中央财政不再补贴，实行平价上网。

风力发电产业链简介

- 风力发电产业链上游为零部件供应商（包括叶片、轴承、塔筒、主轴、铸件、发电机、齿轮以及海缆供应商）；中游为风电整机供应商；下游为风力发电厂的运营及维护企业。

风力发电产业链图谱

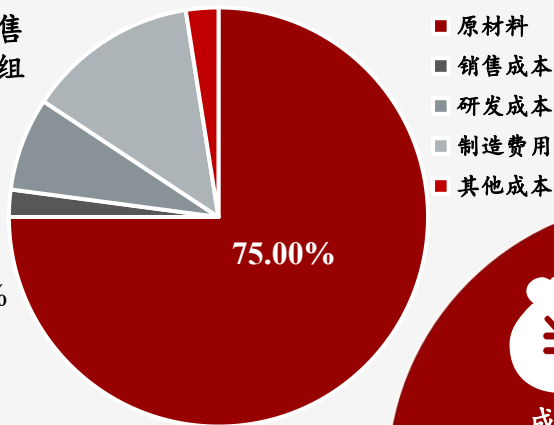


上游——风电叶片

- 上游风电叶片为风力发电机核心零部件，主梁和芯材是风电叶片最核心部分；原材料成本为其主要成本；2020年中国国内龙头叶片企业中材科技和时代新材产能达到10000MW。

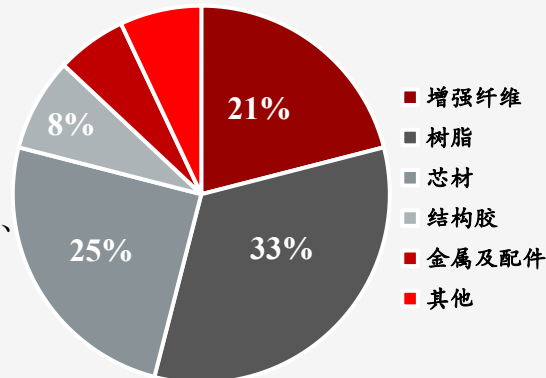
风电叶片的主演成本构成有原材料、销售成本、研发成本、制造费用及其他成本组成。

- 原材料占据风电叶片总成本的**75%**
- 销售成本占据风电叶片总成本的2.1%
- 研发成本占据风电叶片总成本的7.2%
- 制造成本占据风电叶片总成本的13.2%
- 其他成本占据风电叶片总成本的2.5%

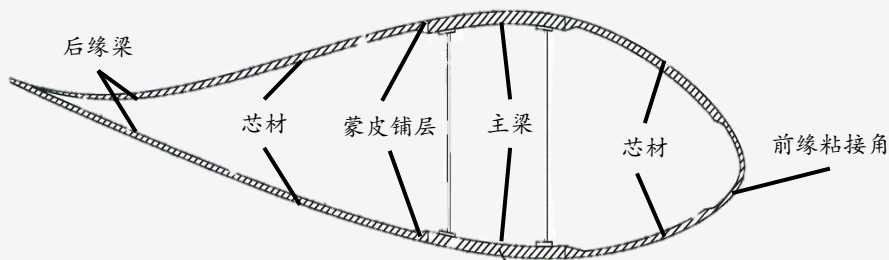


原材料成本中占比较大的主要是增强纤维、树脂基体、芯材和结构胶。

- 增强纤维和树脂为叶片主梁材料，组合构成纤维增强复合材料。
- 风电叶片的原材料成本结构，增强纤维、树脂（基体材料）、芯材、结构胶、金属及配件和其他材料的成本占比分别为**21%**、**33%**、**25%**、**8%**、**6%**、**7%**。



主梁和芯材是最核心部分，约占风电叶片原材料成本的80%。芯材用于提高叶片的稳定性。主梁材料主要是纤维增强复合材料，纤维增强复合材料是指纤维和基体材料的复合材料，纤维需要具有高模量，以提高叶片的刚度。



叶片结构

产能

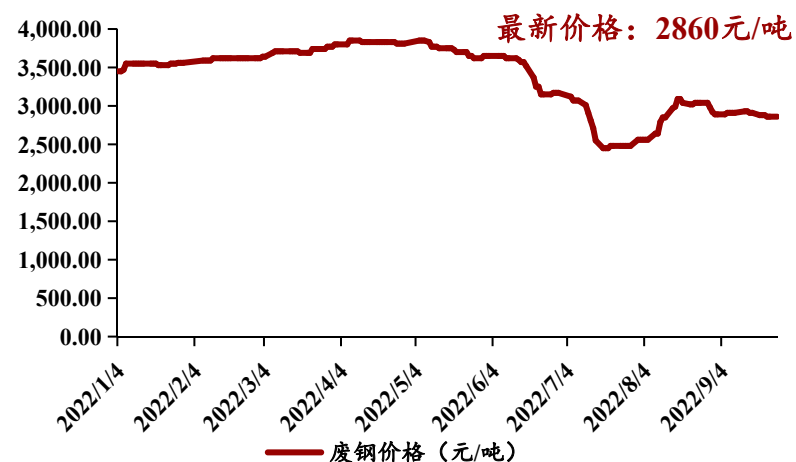
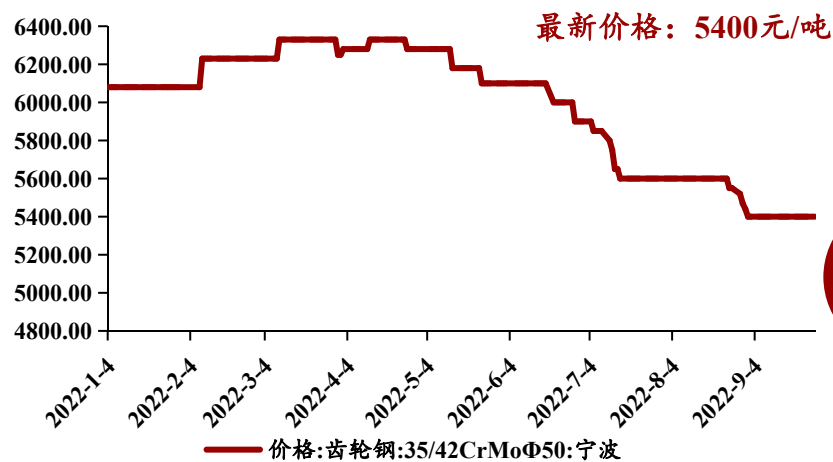
2020年中国风电叶片主要企业产能

公司	主要产品类型	产能（MW）
中材科技	1-8MW	10000
时代新材	2.5-3MW	10000
艾朗科技	1.5-6MW	9000
天顺风能	-	3000
其他	-	21400

- 2020年，中国国内企业中材科技和时代新材风电叶片产能都达到10000MW。

上游——塔筒、主轴、铸件、轴承、齿轮箱

- 上游塔筒、主轴以及铸件属于传统制造行业；近期其原材料价格下降使其具备拥有大规模扩产的潜力，将推动下游风力发电机新增容量快速增长。



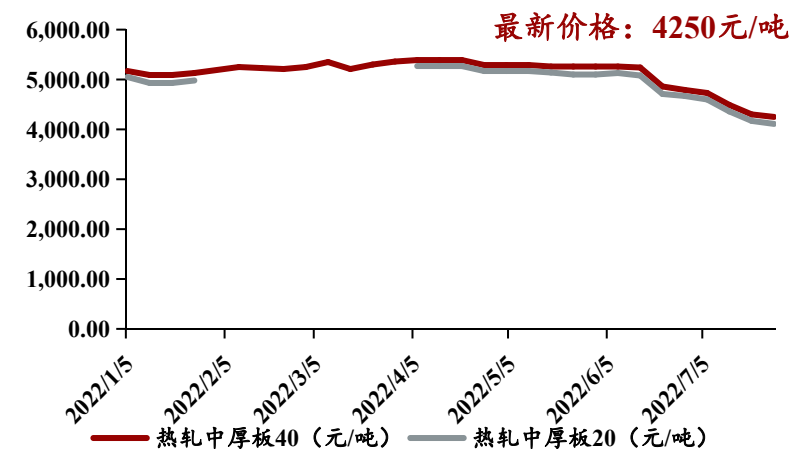
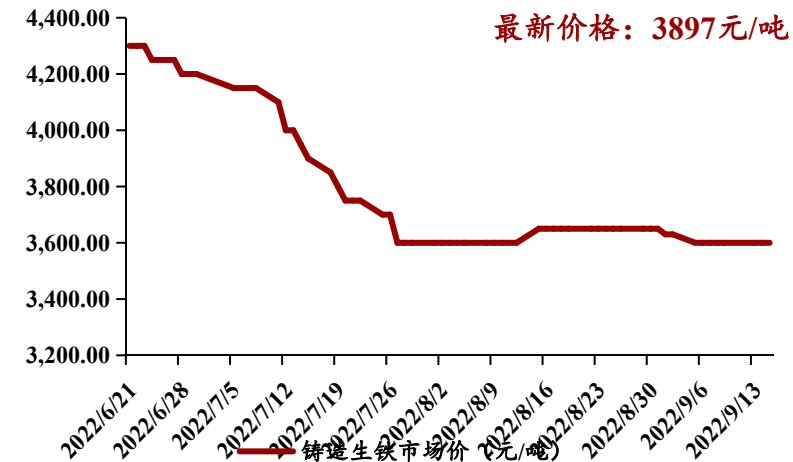
齿轮钢

废钢

- 塔筒、主轴、铸件皆属于传统制造业，其使用的原材料主要为钢材、生铁等（如塔筒的主要材料是厚板，法兰材料；风电主轴的主要原材料为钢锭，钢锭属于特种钢铁，其原材料主要是生铁、废钢，以及铬铁等）；因此企业的产品的价格、盈利能力等受原材料价格波动影响较大。
- 风电产业链上游主要原材料价格下降，促使上游零部件企业具备良好的盈利能力，且将具备进一步扩产的潜能；良好的上游零部件供应能力，将推动下游风力发电机新增容量快速增长。

铸造生铁

中厚板



上游——塔筒、主轴、铸件、轴承、齿轮箱

- 上游塔筒、主轴以及铸件属于传统制造行业；近期其原材料价格下降使其具备拥有大规模扩产的潜力，将推动下游风力发电机新增容量快速增长。

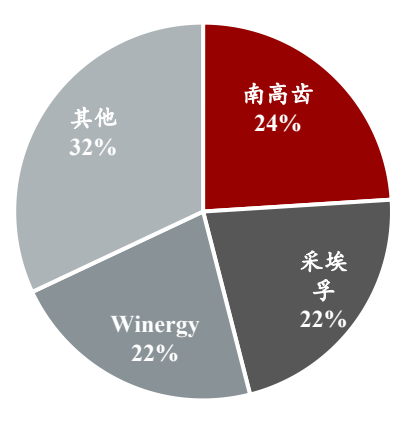
风电轴承细分类型特点对比

分类	安装位置	工况特点	作用	轴承类型
主轴轴承	主轴与齿轮箱连接处	低转速（25 RPM）、宽温、重载且变化大、振动、高湿度	支撑主轴、承载轴向径向载荷和力矩的作用	调心滚子、单列、双列圆锥滚子
偏航轴承	塔顶端、机舱底部	停多于转、宽温、重载、振动、高湿度	主要用于跟踪风向的变化，使风机的迎风角度始终出游90度，以确保最大的发电量	单列、双列四点接触球转盘轴承
变桨轴承	链接叶片和轮毂	停多于转、宽温、重载、振动、高湿度	主要用于改变叶片的桨距角，改变叶片和机组的受力情况，确保输出功率的稳定	双列同径四点接触球转盘轴承
齿轮箱轴承	三级变速齿轮	高损坏率的高载荷容量设计	承受扭矩和转速波动	滚子、调心、圆柱
发电机轴承	发电机主轴	高转速（1000-1500rpm）、高温（90-120℃）、重载	承受扭矩和转速波动	深沟球、圆柱

典型风电齿轮箱参数

额定输入功率（kw）	2270	2283	3376	3330
齿轮箱传动比	90.2	76.7	25.34	92.5
额定输入转速（r/min）	13.3	15	13.75	11.95
额定输出转速（r/min）	1200	1150	350	1100
重量（吨）	21	18	21	31

全球风电齿轮箱产能格局



头豹洞察：

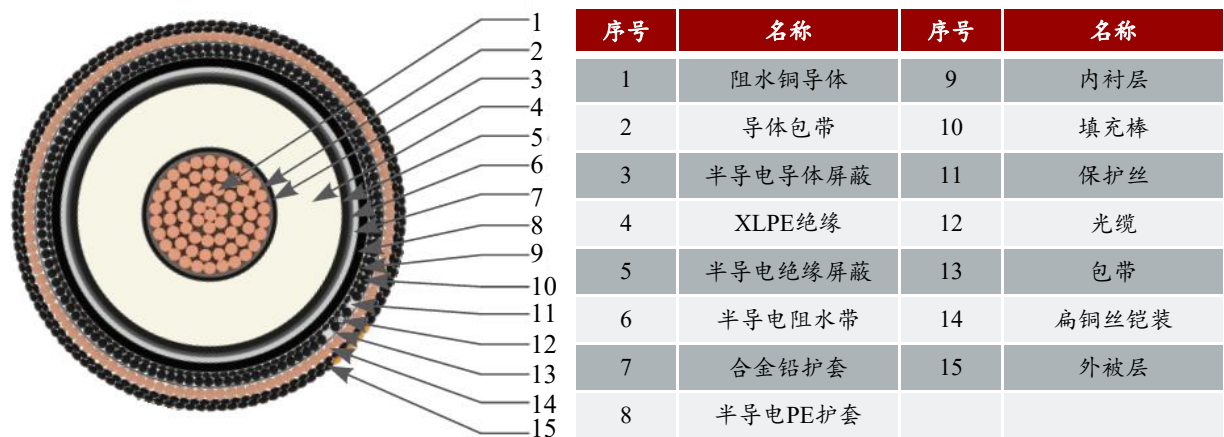
- 风电齿轮箱的主要市场是中国和美国，除了南高齿主要产能位于国内以外，采埃孚、Winergy都在国内天津等地设置有生产基地，2019年全球风电齿轮箱前三大供应商（中国高速传动、采埃孚、威能极）合计市占率接近70%，其中，南高齿的产能占比为23.72%，为全球第一。我国主要风电齿轮箱企业包括南京高精、重庆齿轮箱及杭州前进齿轮箱集团。风电齿轮箱是双馈型和半直驱型风电机组中传递兆瓦级功率的关键部件，其成本在整机中的占比超过13%，是降低整机成本的重要环节。
- 目前国内风电主轴轴承以及齿轮箱轴承几乎全部进口自SKF、FAG、TIMKEN等国外企业。其中，风电主轴轴承约70%依赖进口，国产化率仅30%，大功率产品替代空间足。风电机组对于轴承的精度有较高的要求，轴承行业具有较高的技术壁垒，目前国内10MW海上风机主轴轴承已经取得突破。

- 海缆为海上风电发展核心零部件，是海上电能传输的命脉；海缆产品细分较多，电压等级普遍高于陆缆，国内研究起步晚但头部企业生已获得际认可。我国海洋装备领域的“卡脖子”问题已得到解决。

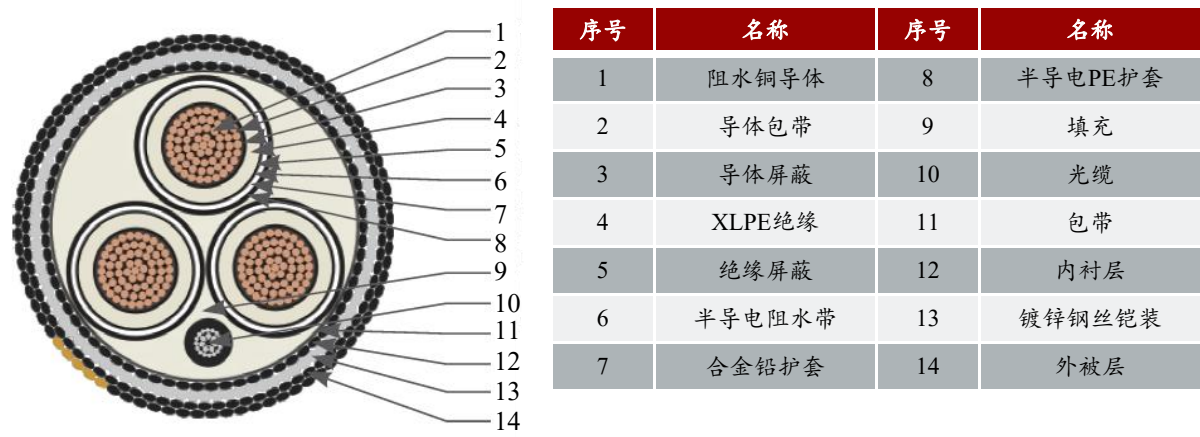
海缆和陆缆的分类

产品大类	应用领域	产品明细分类	主要产品
海缆	敷设于水下环境，用于陆地与岛屿之间/岛屿与岛屿之间的电力传输、海洋油气开采、海底观测勘探、海洋科考、海上风电等海洋领域。	交流海缆（单芯、三芯）	主要为500kV及以下交流海缆。其中阵列缆（集电缆）主要为35/66kV交流海缆，送出缆（主缆）多为220/330/500kV交流海缆。
		柔性直流海缆（单芯、三芯）	±80kV至±535kV直流海缆，主要为送出缆（主缆）。
		特种海缆	脐带缆（主要用于海洋油气领域）
			动态海缆
陆缆	敷设于陆地环境，主要用于陆地输电网建设。	交流陆缆	主要为交流500kV及以下陆缆
		直流陆缆	主要为直流±535kV及以下陆缆

290/500kV交联聚乙烯绝缘单芯光纤复合海底电缆



127/220kV交联聚乙烯绝缘三芯光纤复合海底电缆



- 按照功率传递的机械连接方式不同，风电机组主要分为双馈、直驱、半直驱三大类技术路线。现阶段风电机组主流市场以双馈异步发电机为主。

风电整机技术分类

	双馈异步电机	永磁直驱电机	永磁半直驱电机
特点	风轮机通过增速齿轮箱连接至转速较高的双馈异步发电机转子，转子的励磁绕组通过转子侧和网侧变换器连接至电网	风轮机与转子绕组直接相连，转子为永磁体励磁；定子侧有全功率变换器；无增速齿轮箱	风轮机通过低变速比齿轮箱与永磁半直驱电机相连；定子侧有全功率变换器
总成本	低	高	较低
发电效率	低	高	较低
度电成本	较低	高	低

头豹洞察：

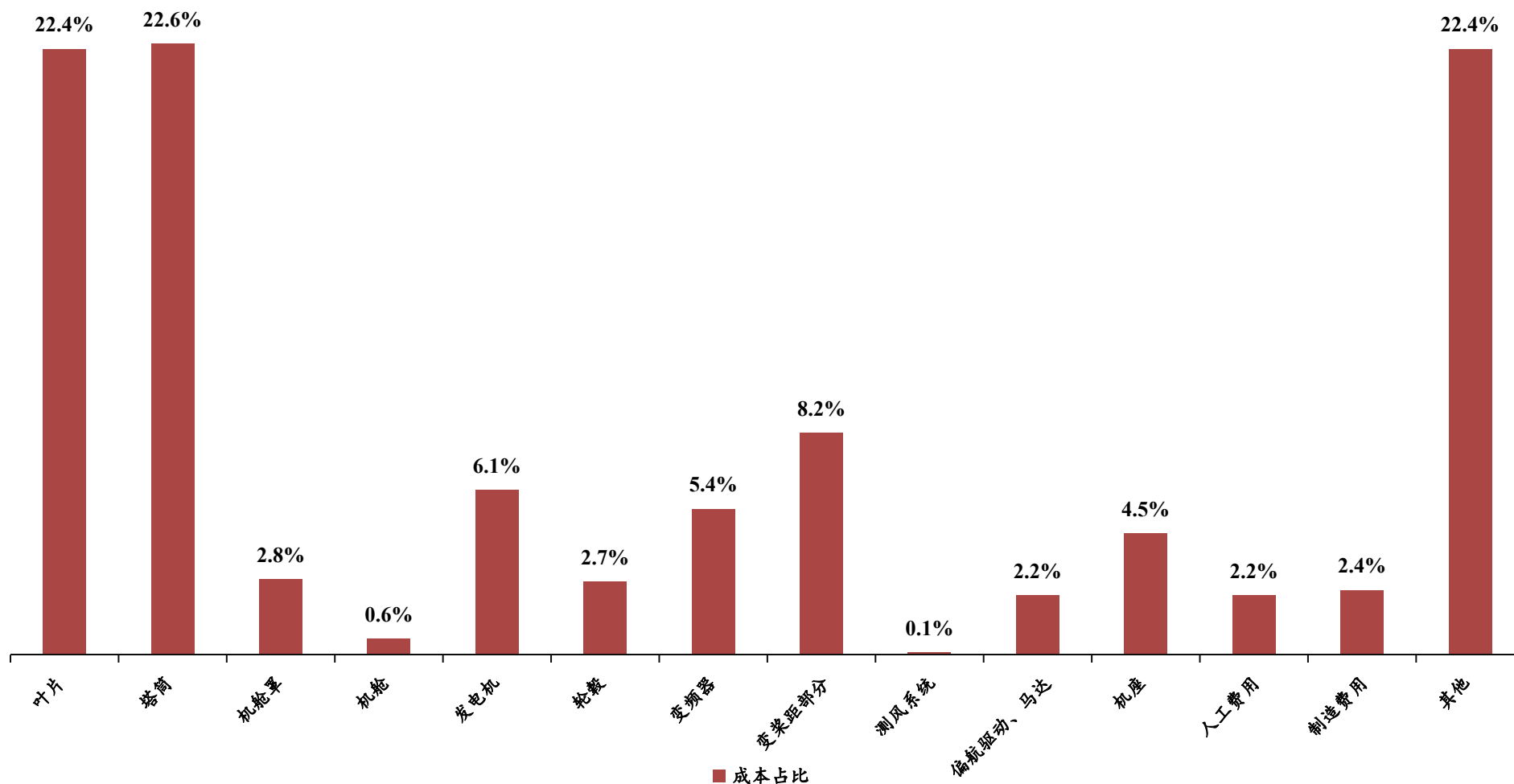
- 按照功率传递的机械连接方式不同，风电机组主要分为双馈、直驱、半直驱三大类技术路线。
- 双馈发电机目前应用最为广泛，技术成熟，总体价格与施工成本较低；但是齿轮箱增加了机械损耗与维护工作量，传动效率降低，增加了故障风险。直驱机组没有齿轮箱，简化了传动结构，具有可靠性高、发电效率高、运维成本低等优点；但是投资成本更高。半直驱机型由双馈与直驱技术结合，体积与重量相对较小，成本具有较强竞争力，可靠性能够得到有效把控。
- 2021年，在全球市场份额中，双馈机组占比在80%左右。从中国市场份额看，双馈机组占比也在55%左右。目前国内使用该技术路线的整机生产厂商报远景集团、三一重能、运达股份。

来源：《海上风电机组机型发展的技术路线对比》，头豹研究院编辑整理

中游——整机（成本）

- 叶片、塔筒、机舱罩、发电机等核心部件为风电整机制造成本主要构成，风电叶片以及塔筒原材料价格下降将带动风电制造成本下行。

风电整机成本构成



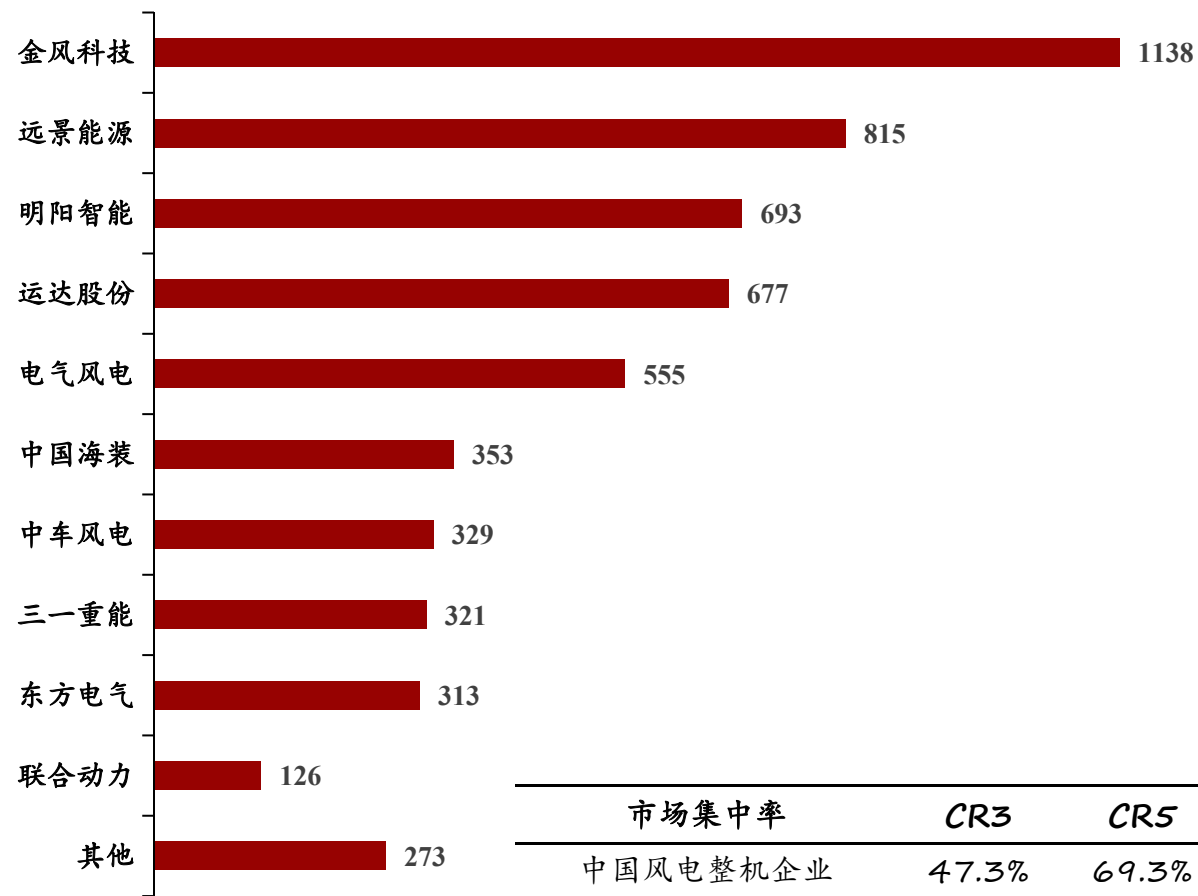
头豹洞察：

- 风力发电机组主要由叶片、塔筒、机舱罩、发电机等部件构成，这些部件也是成本占比最高部分，制造费用、人工费用部分占比分别为**2.4%**以及**2.2%**。
- 在成本侧，零部件成本占整机比例最大的为叶片和塔筒；叶片占风电整机制造成本约**22.4%**，塔筒占风电整机制造成本约**22.6%**。
- 因此风力发电机成本基本取决于上游制造企业产品价格。结合叶片制造业原材料成本占比达**75%以上**，风塔制造业原材料成本达**85%以上**，均属于成本导向型行业。原材料价格对叶片以及风塔的制造成本和销售价格具有决定性的作用。现阶段钢材、碳纤维等风电塔筒、叶片原材料价格均有下降趋势预计未来风电整机制造成本也将随之保持下降趋势。

中游——整机（竞争格局）

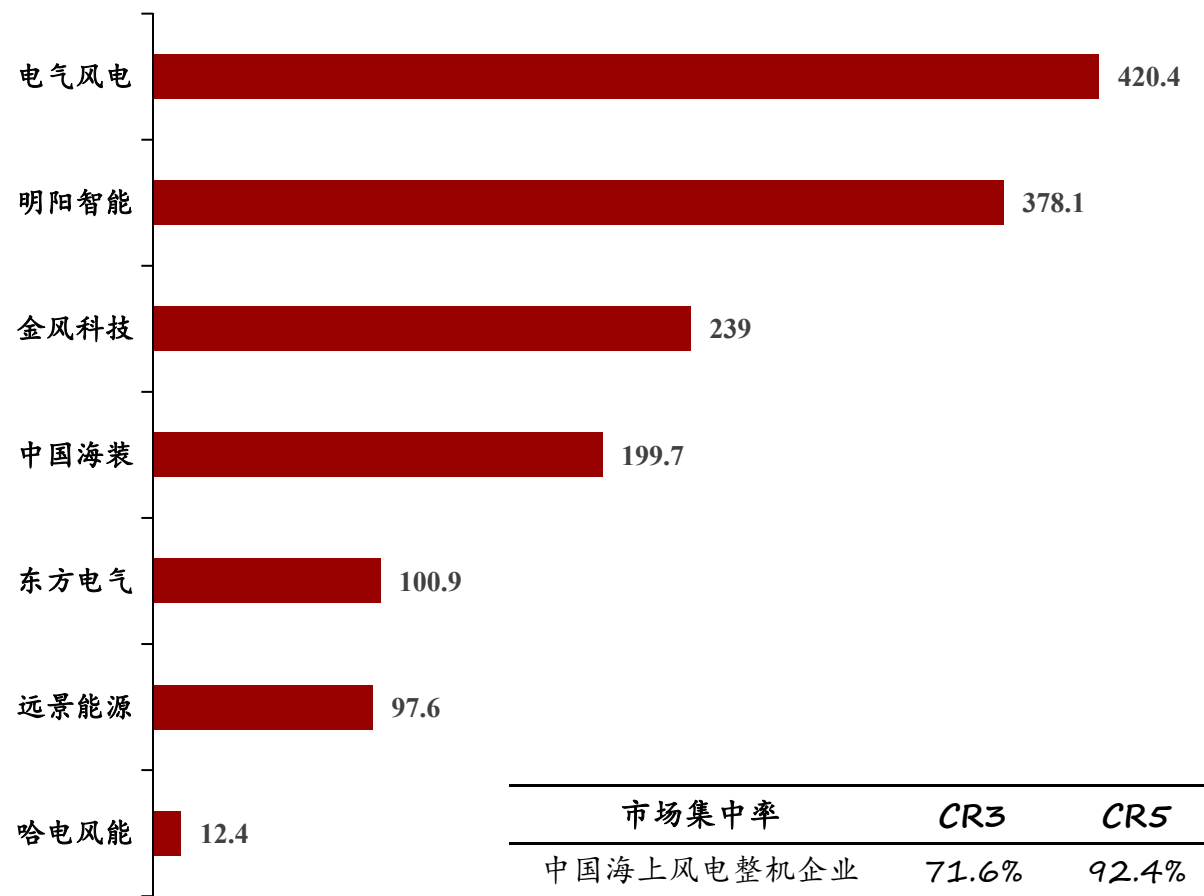
- 我国风电整机格局相对集中，2021年新增装机容量CR3为47.3%、CR5近70%；整机环节海风相对陆风市场集中度更高，近年来我国海上风电整机企业新增装机容量CR3超70%、CR5超90%。

2021年中国风电整机企业新增装机



■ 新增装机（万千瓦）

2021年中国风电整机企业海上新增装机

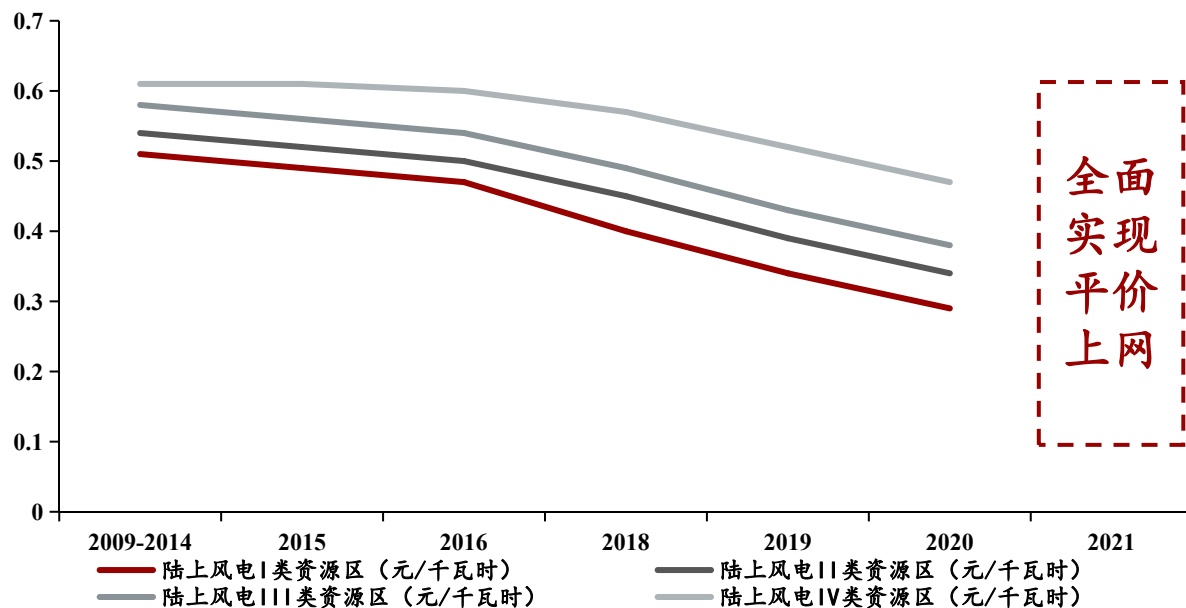


■ 新增装机（万千瓦）

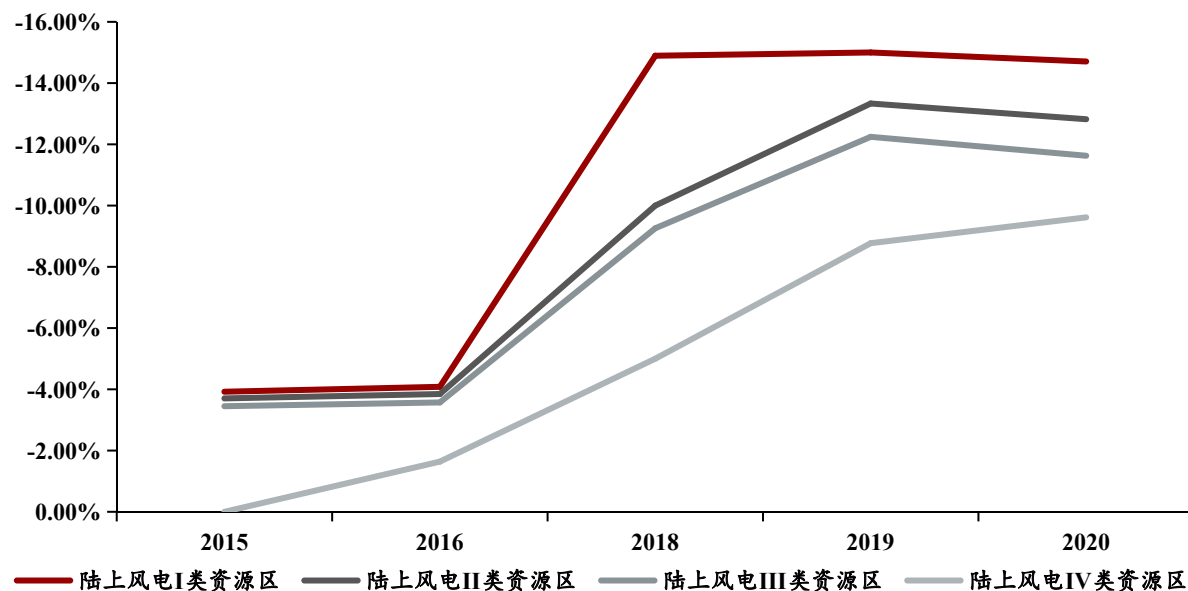
下游——上网电价

- 现阶段为风电装机成长性拐点，陆风正式进入平价时代。2021 年起，对新核准陆上风电项目，中央财政不再补贴，实行平价上网。

风电上网电价已进入全面平价时代



陆上风电上网降幅逐年增长



头豹洞察：

- 现阶段为风电装机成长性拐点，陆风正式进入平价时代。2021 年起，对新核准陆上风电项目，中央财政不再补贴，实行平价上网。
- 根据国家发改委政策性文件（发改价格【2014】3008号、发改价格【2015】3044号、发改价格【2016】2729号、发改价格【2019】882号、发改价格【2021】833号）中国陆上风电上网价格不断下降，降幅逐年增长，最终于2021年实现平价上网。
- 在I类资源区风力发电上网电价从2009年的**0.51元/千瓦时**下降至2020年的**0.29元/千瓦时**已实现平价发电上网；II，III类资源区风力发电上网电价分别从2009年的**0.54元/千瓦时**以及**0.58元/千瓦时**下降至2020年的**0.34元/千瓦时**和**0.38元/千瓦时**；在风力资源相对匮乏和工程建设条件相对苛刻的IV类资源区风力发电上网电价从2009年的**0.61元/千瓦时**下降至**0.47元/千瓦时**。

第四部分：市场规模

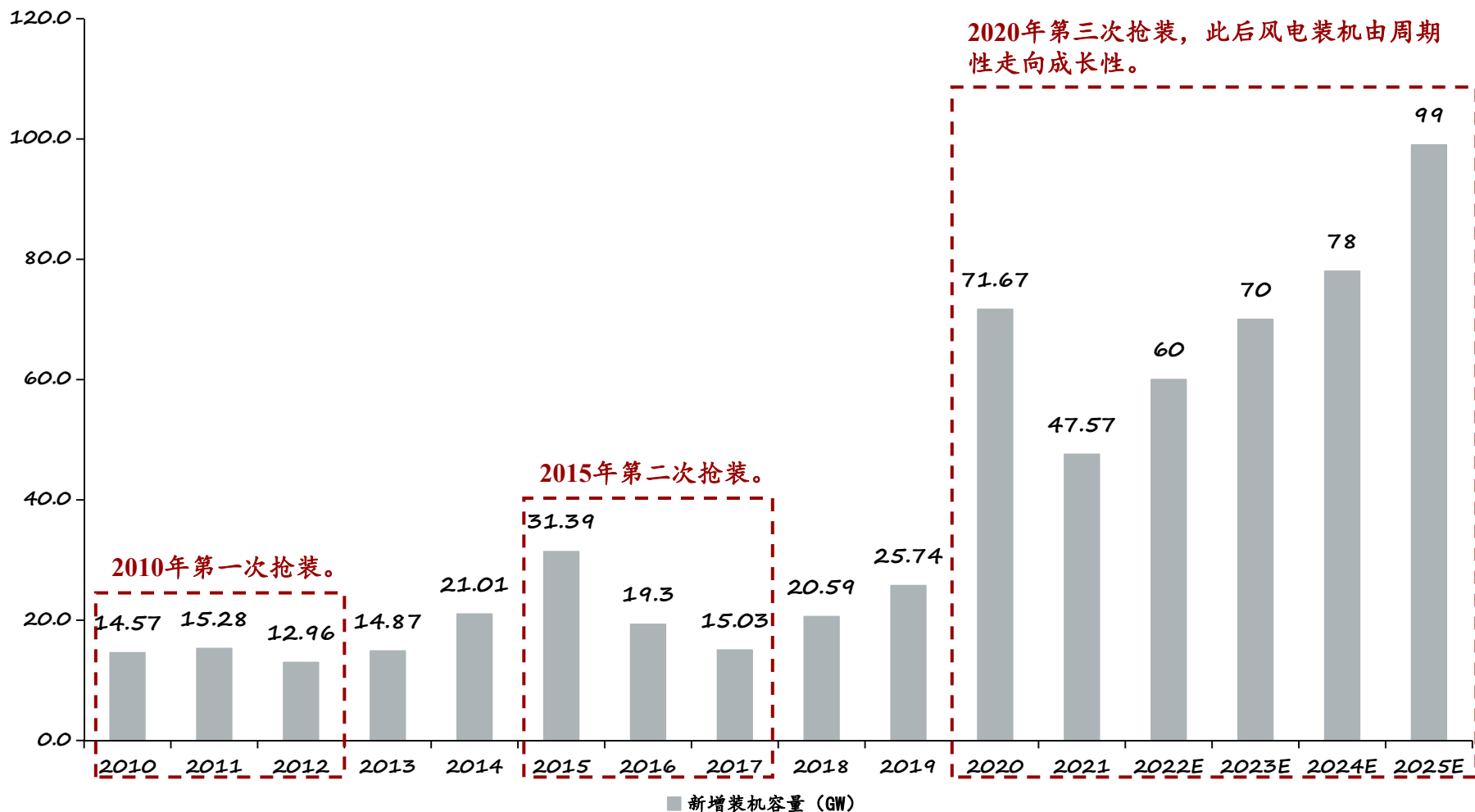
主要观点：

- 2010、2015、2020年为风电三次抢装。随着2021年陆风进入平价时代，叠加大型化下产业链协同降本，风电装机正式由周期性走向成长性。
- 2021年中国风力发电累计装机容量达到345.26GW，预计到2025年中国风力发电累计装机容量可达652.26GW，“3060”双碳背景下风力发电累计装机总量的提升为大势所趋。

风力发电新增装机容量

- 2010、2015、2020年为风电三次抢装。随着2021年陆风进入平价时代，叠加大型化下产业链协同降本，风电装机正式由周期性走向成长性。

预计2025年中国风力发电新增装机容量达到99GW



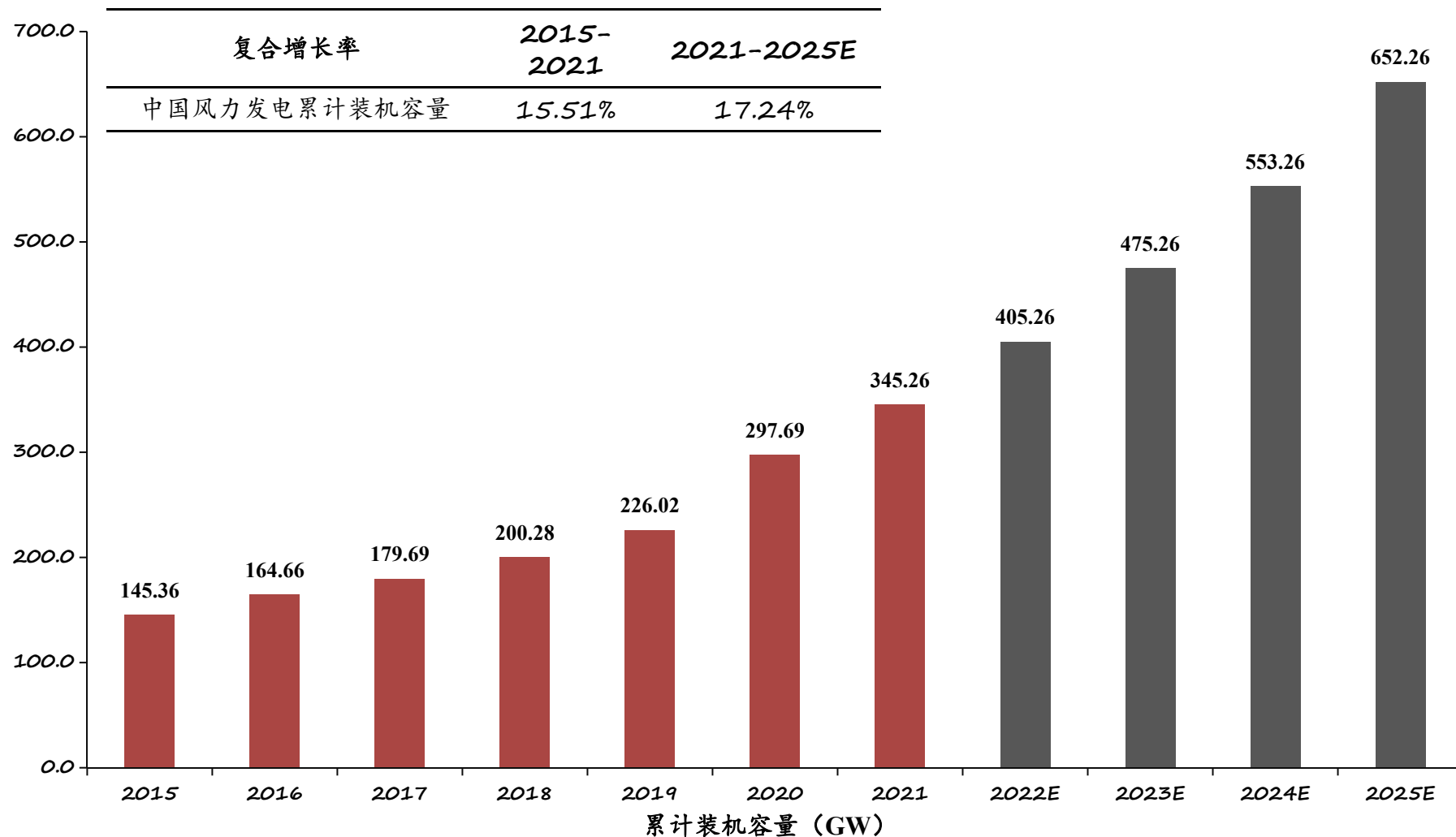
头豹洞察：我国风力发电发展经过3次抢装潮。

- 第一次风力发电抢装潮发生在2010年。2010年中国风力发电新增容量达到**14.57GW**，同比2009年**上涨49.77%**。
- 第二次风力发电抢装潮发生在2015年。受2016年风电上网电价下调影响，投资商抢装较明显，带动风机设备出货量增加。2015年中国风力发电新增容量达**31.39GW**，同比2014年**上涨49.42%**。
- 随着风力发电全面平价时代的到来。中国第三次风力发电抢装潮发生在2020年。2020年中国风力发电新增容量达**71.67GW**，同比2019年**上涨180.40%**。
- 未来中国风力发电新增装机容量将平稳增长；预计2025年中国新增装机容量将达**99GW**。

风力发电累计装机容量

- 2021年中国风力发电累计装机容量达到345.26GW，预计到2025年中国风力发电累计装机容量可达652.26GW，“3060”双碳背景下风力发电累计装机总量的提升为大势所趋。

预计2025年中国风力发电新增装机容量达到99GW



头豹洞察：

- 2021年中国风力发电累计装机容量达到**345.26GW**，2015年至2021年的复合增长率为**15.51%**。
- 预计到2025年中国风力发电累计装机容量可达**652.26GW**，2021年至2025年的年复合增长率为**17.24%**。
- 我国是世界上最大的能源需求国之一，工业持续发展加速能源需求增长背景下，叠加目前国内“3060”双碳目标的影响，能源结构改变势在必行，政策主导下，风力发电累计装机总量的提升为大势所趋。
- 现阶段风力发电机总量占比国内发电装机总量的**13.8%**，仅次于水电和火电。未来这一占比仍将继续提高。

第五部分：发展趋势

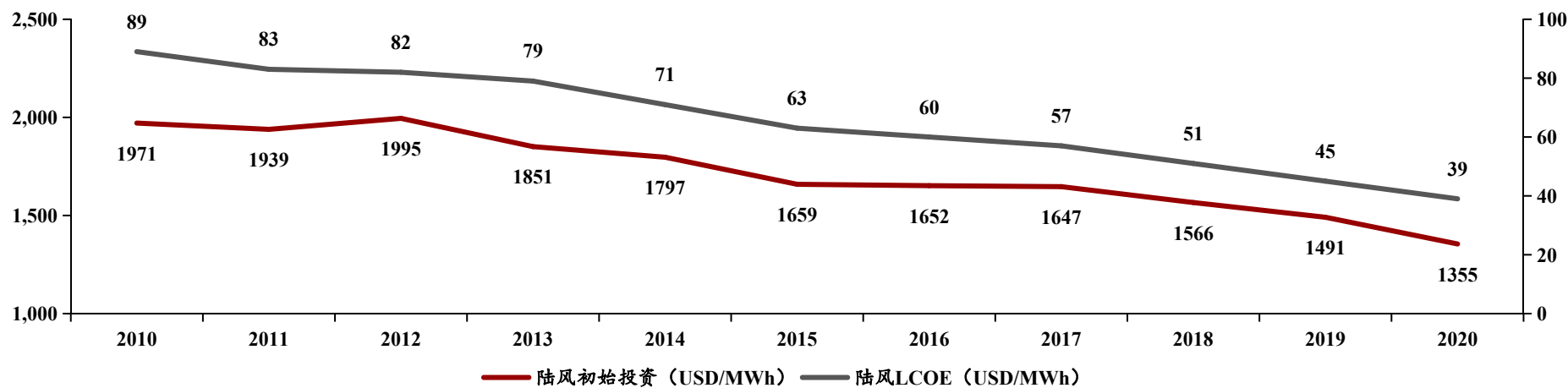
主要观点：

- 风电补贴逐步退坡，倒闭风电行业全产业链寻求更大的降本空间以确保清洁能源具备逐步替代传统燃油能源的能力为未来发展趋势。
- 风电机组大型化是未来风电的发展趋势，更长的叶片能捕捉更多的风能，大幅增加发电量；同时大型化风机可减少风机点位，大幅减少设备的运营维护成本。
- 凭借相关政策支持、发电技术特点匹配未来可持续发展路径、拥有巨大的开发潜能；海上风电将成为未来中国风电装机新增量。

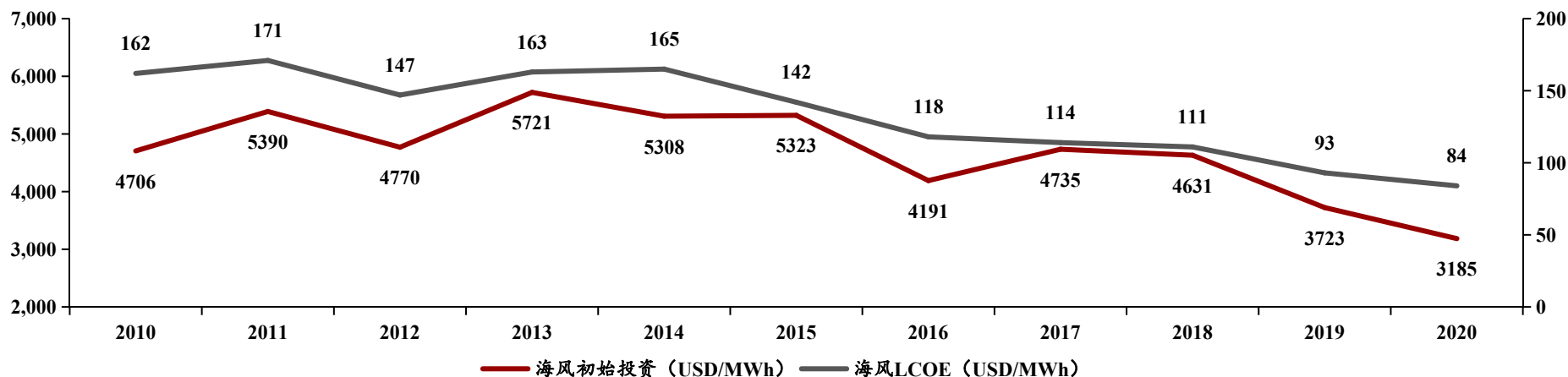
未来发展趋势——平准化度电成本下降

- 风电补贴逐步退坡，倒逼风电行业全产业链寻求更大的降本空间以确保清洁能源具备逐步替代传统燃油能源的能力为未来发展趋势。

2010-2020年全球陆风加权平均成本变化



2010-2020年全球海风加权平均成本变化



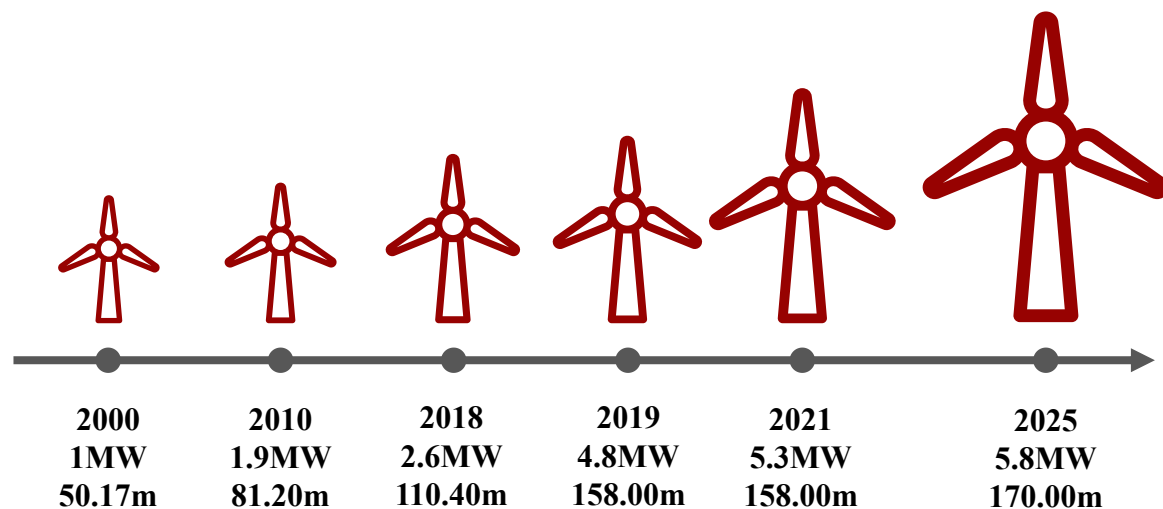
头豹洞察：

- LCOE的全称“Levelized Cost of Energy”，意为平准化度电成本；是对项目生命周期内的成本和发电量进行平准化后计算得到的发电成本。
- 摆脱对政策性补贴的依赖，风电、光伏等新能源平价上网是大势所趋。我国《能源发展“十三五”规划》及《可再生能源发展“十三五”规划》提出，风电补贴将逐步退坡，到2020年实现无补贴上网。
- 风电补贴的退坡，倒逼风电行业全产业链降本诉求提升，2020年陆上风电LCOE为39USD/MWh相比2010年下降50USD/MWh；2020年海上风电LCOE为84USD/MWh相比2010年下降78USD/MWh。预计未来陆上风电与海上风电的仍将保持下降趋势以确保未来清洁能源可以逐步替代传统燃油能源。

未来发展趋势——整机大型化

- 风电机组大型化是未来风电的发展趋势，更长的叶片能捕捉更多的风能，大幅增加发电量；同时大型化风机可减少风机点位，大幅减少设备的运营维护成本。

中国新增的风电机组近年来平均风轮直径不断增加



近期国内成功下线的百米及以上风机叶片

时间	长度(m)	制造方	适用机型
8月30日	123	中复连众	16MW海上风机
8月26日	112	上海玻璃钢研究院	电气风电海神平台EW8.X-230 机组
7月15日	115.5	明阳智能	明阳智能大兆瓦抗台风型海上风机
6月26 日	97	中材科技	运达股份5-6MW 陆上风机
6月15日	108.5	东方电气	东方电气9-10MW 海上风机
5月9日	99	三一重能	三一重能陆上风机
5月7日	110	中复连众	运达股份8-10MW 海上风机

来源：公开资料，头豹研究院编辑整理

风电机组大型化核心优势



度电成本优势

- 风电整机度电成本主要由产品全生命周期总发电量和产品全生命周期总成本构成。
- 大型化的风电机组可以促使产品全生命周期总发电量大幅增加。
- 在风电场能的风机点位会随着大型化的趋势逐渐减少，大幅减少了设备的人工成本、维护成本以及报废成本，从而减少了全生命周期的总成本。

叶尖延长对机组经济性影响

	原始机组	叶片延长后机组
机组功率 (MW)	1.5	1.5
叶片长度 (m)	40.3	42.1
理论年发电量 (兆瓦时)	5706	5970
上网电价 (元/kwh)	0.5	0.5
年收益 (万元)	285.3	298.5
回本周期 (年)		3



头豹
LeadLeo

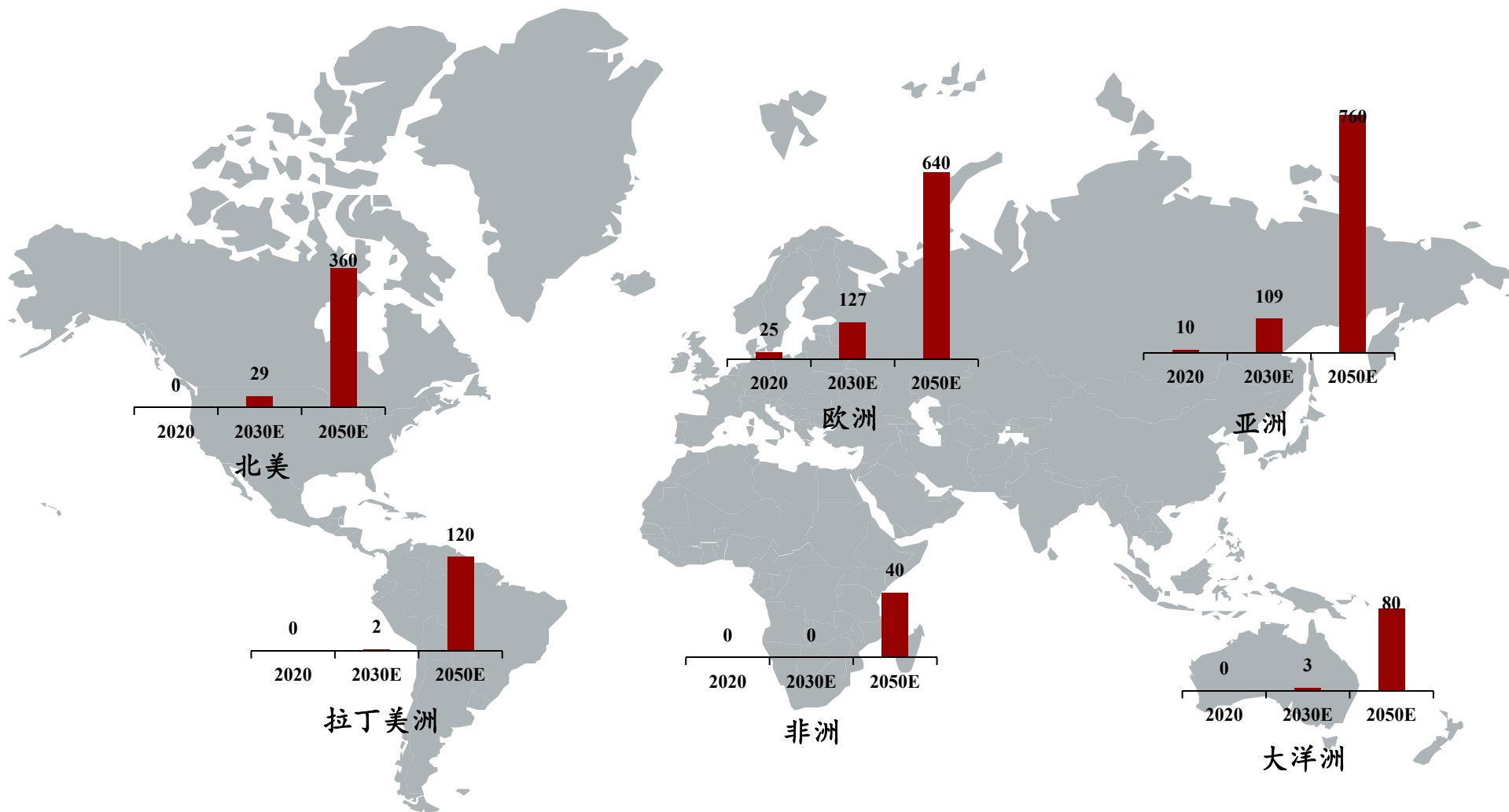
400-072-5588

www.leadleo.com

未来发展趋势——海上风电

- 凭借相关政策支持、发电技术特点匹配未来可持续发展路径、拥有巨大的开发潜能；海上风电将成为未来中国风电装机新增量。

未来十年全球海上风电增长主要来自亚洲和欧洲



头豹洞察：

- 海上风电与陆上风电相比，存在稳定性高、风速大、易消纳的特点。离岸海上风速通常比沿岸高出20%，且相比陆上很少有静风期，发电时间更长。
- 根据世界银行发布的数据显示，我国在距离海岸线200公里、水深1000m以内水域海上风电技术性开发潜力为2982GW。以2021年我国累计装机量26.38GW来看，仅占该值的0.9%。
- 根据IEA及IRENA的碳减排路线，如果要在2050年顺利完成零碳排放目标，海上风电作为全球减碳的核心之一将大幅扩大规模以支持减碳目标。
- 凭借政策支持、技术特点匹配未来发展路径、可开发潜力大；海上风电将成为未来中国风电装机新增量。

来源：Wind，公开资料，头豹研究院编辑整理

©2022 LeadLeo



头豹
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

25

第六部分：重点关注企业（金风科技）

主要观点：

- 公司是国内最早进入风力发电设备制造领域的企业之一，经过二十余年发展逐步成长为国内领军和全球领先的风电整体解决方案提供商。
- 强技术支持下公司直驱永磁产品具有竞争优势。公司风机主要以直驱机型为主，具备四大核心优势，高效率、低成本、高可靠性以及并网友好。
- 金风科技公司具备海风先发优势、产品技术优势、盈利能力优势以及公司连续十一年获国内新增风电市场占有率第一名的市场优势。

金风科技发展历程

- 公司是国内最早进入风力发电设备制造领域的企业之一，经过二十余年发展逐步成长为国内领军和全球领先的风电整体解决方案提供商。

1985-1997年

- 1985年至1997年为公司探索期，团队积极探索全球风电领域。

01

1998-2006年

- 2002年，公司现代化大型风力发电机组总装基地建成投产，具备了年产200台600千瓦~1兆瓦风力发电机的生产能力。
- 2003年，金风科技成长为国内最大的风力发电设备研发和制造商。
- 2006年，国内新增风电装机量市占率33%排名第一

02

03

2007-2010年

- 2007年，在A股深交所上市。同年，研制出国内第一台海上1.5MW风机，并完成试运行。
- 2009年，2.5MW直驱永磁及3.0MW混合传动发电机组样机成功并网运行。
- 2010年，在香港交易所上市。同年2.5MW直驱永磁发电机组开始商业化生产。

05

2016-2019年

- 2016年，3.0MW直驱海上型机组首个近海海上项目完成吊装及并网。
- 2018年，海上风电机组GW154-6.7MW、GW171-6.45MW产品取得认证并开始批量化应用。

2011-2015年

- 2011年，1.5MW高海拔低风速系列风机批量化生产。
- 2012年，6.0MW样机装配完成。
- 2014年，2.0MW超低风速首台样机并网，叶轮直径115米，是当时全球单位扫风面积最大的机型。
- 2015年，3.0MW首台海上样机并网发电。

04

06

- 金风科技从单一业务走向相关多元化，布局“两海战略”，国际化进程再进一步。

2020-至今

- 强技术支持下公司直驱永磁产品具有竞争优势。公司风机主要以直驱机型为主，具备四大核心优势，高效率、低成本、高可靠性以及并网友好。

高效率

- 更宽调速范围、叶轮直接驱动，相较于传统技术机型，效率提高5%。
- 公司独家专利HQ翼型，升阻比较传统DU翼型提高30%，叶片提升2%。
- GW184-6.45MW搭载了“Efarm雷达智能系统”，有效减低机组载荷，配合“能巢系统”，实现场级智能控制，提高发电量。

高可靠性

- 机组部件减少，避免系统误差，设备利用率大于99%。
- 齿轮箱采用多级行星传动，传动比适中；传动系扭矩、弯矩解耦，齿轮箱纯扭矩工作，齿轮箱与发电机集成，无联轴器，永磁发电机无滑环，可靠性更高。
- 适应低温、高温、高湿、内陆、沿海、高海拔各类运行环境。

低成本

- 省掉齿轮系统运行维护环节，综合成本有效降低约20%。
- GW184-6.45MW采用了184m大叶轮+6.45MW额定功率，高发电量+低建设成本，挑战北方海域LCOE极限，成为了当下竞价时代的利器。
- 接轨欧洲主流8MW级别额定功率，机位点数量较6.7MW减少17%，进一步降低风电场施工建设成本。

并网友好

- 零电网冲击，高低电压穿越能力突出，全面实现功率的柔性。
- 公司全新一代中速永磁平台继承了永磁电机+全功率变流的并网友好性，更高效响应调度指令，更精准实现有功/无功/频率/电压控制；更平滑通过故障电压穿越，并网特性更加友好，满足全球不同地区电网的要求。



金风科技公司优势

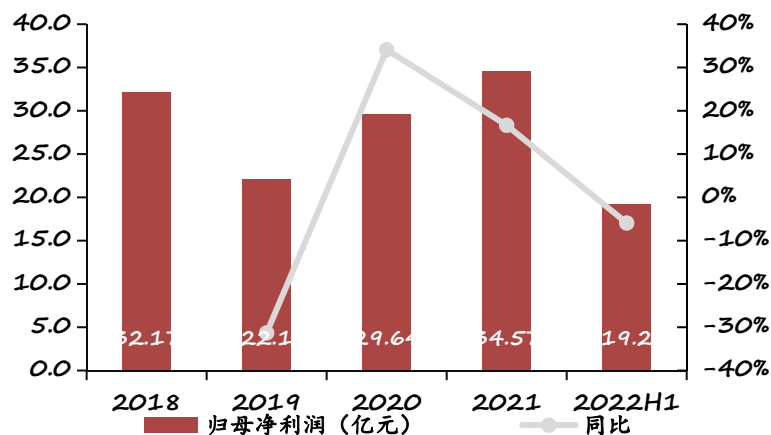
- 金风科技公司具备海风先发优势、产品技术优势、盈利能力优势以及公司连续十一年获国内新增风电市场占有率第一名的市场优势。

海风先发优势

海上风电超前布局引领未来发展。在发展海上风电方面，公司是当之无愧的领头羊。2007年，公司研制的GW70/1500海上风机是我国第一台成功试运行的海上风电试验样机。国内海上风电起步的2010年，公司江苏大丰海上风电产业基地正式投产。

盈利能力优势

公司2021年归母净利润达34.57亿元，同比增长16.63%，毛利率与净利率分别为22.55%和6.90%，同比增长27.18%和3%，盈利能力提升。



来源：公司官网、头豹研究院整理

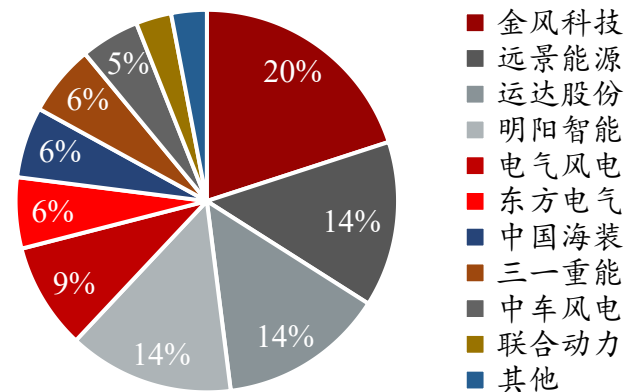
©2022 LeadLeo

产品技术优势

金风科技获得国际权威媒体杂志Windpower Monthly公布的全球2021年度最佳海上风电机组TOP10第10；全球2021年度最佳大功率陆上风电机组（4.7MW以上）TOP10第二；全球2021年度最佳陆上风电机组（4.6MW及以下）TOP10第二。

市场优势

公司连续十一年获国内新增风电市场占有率第一名。自2011年起，公司在国内风电市场占有率连续十一年排名第一，保持领先地位。其中2021年公司国内市占率为20%。



头豹
LeadLeo

400-072-5588

www.leadleo.com

29

方法论

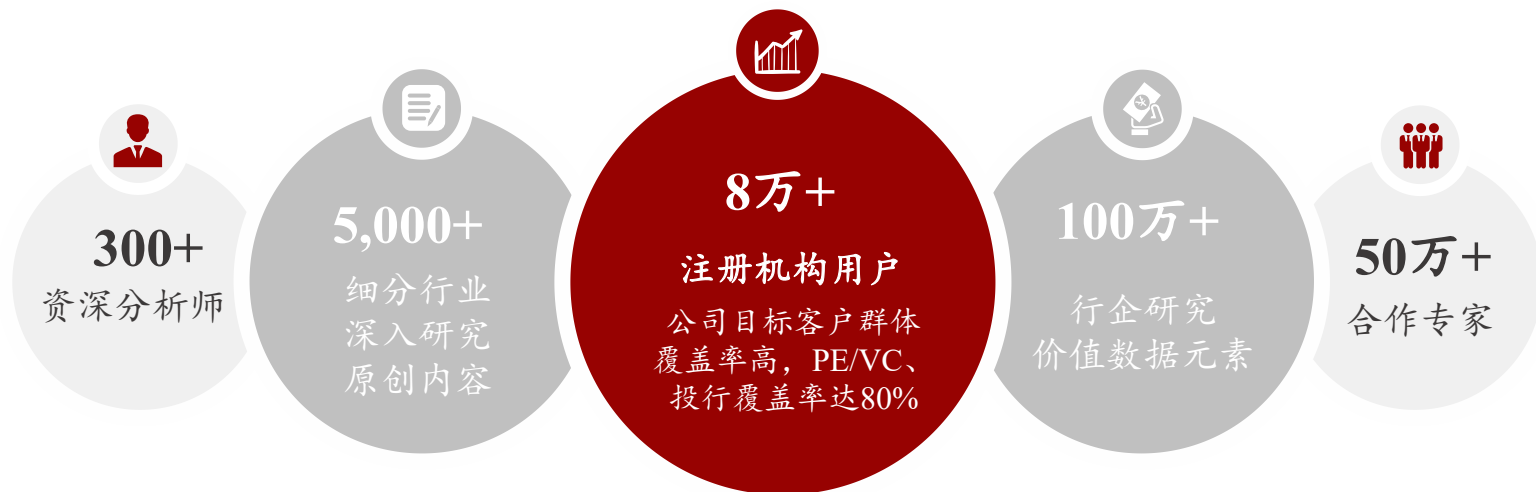
- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究19大行业，持续跟踪532个垂直行业的市场变化，已沉淀超过100万行业研究价值数据元素，完成超过1万个独立的研究咨询项目。
- ◆ 头豹研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业发展周期，伴随着行业内企业的创立，发展，扩张，到企业上市及上市后的成熟期，头豹各行业研究员积极探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业视野解读行业的沿革。
- ◆ 头豹研究院融合传统与新型的研究方法论，采用自主研发算法，结合行业交叉大数据，通过多元化调研方法，挖掘定量数据背后根因，剖析定性内容背后的逻辑，客观真实地阐述行业现状，前瞻性地预测行业未来发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 头豹研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 头豹研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，以战略发展的视角分析行业，从执行落地的层面阐述观点，为每一位读者提供有深度有价值的研究报告。

法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。

头豹研究院简介

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告/数据库服务、行企研报服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务**，以及其他企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



备注：数据截止2022.6

四大核心服务

研究咨询服务

为企业提供定制化报告服务、管理咨询、战略调整等服务

企业价值增长服务

为处于不同发展阶段的企业，提供与之推广需求相对应的“内容+渠道投放”一站式服务

行业排名、展会宣传

行业峰会策划、奖项评选、行业白皮书等服务

园区规划、产业规划

地方产业规划，园区企业孵化服务



研报阅读渠道

◆ 头豹官网：登录 www.leadleo.com 阅读更多研报

◆ 头豹小程序/微信小程序：搜索“头豹”手机可便捷阅读研报

◆ 头豹交流群：可添加企业微信13080197867，身份认证后邀您进群

详情咨询



客服电话

400-072-5588



上海

王先生：13611634866

李女士：13061967127



深圳

李先生：13080197867

李女士：18049912451



南京

杨先生：13120628075

唐先生：18014813521