

# 风机大型化推动行业降本，关注齿轮箱与叶片技术升级

分析师：张文臣 S0910523020004

周 涛 S0910523050001

联系人：申文雯 S0910123030032



华金证券客户中的专业投资者参考

更多免费行业报告

并购家

[www.ipoipo.cn](http://www.ipoipo.cn)

# 并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

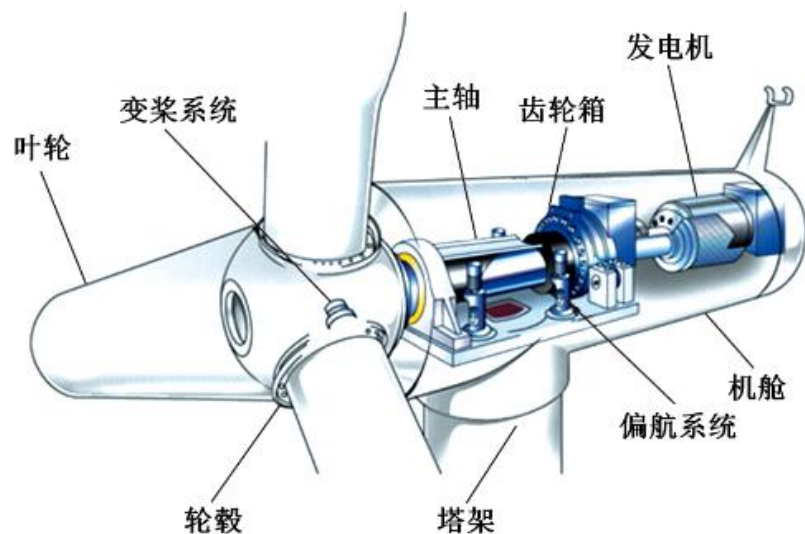
- ◆ **风机大型化叠加国产化持续推动行业降本增效，齿轮箱与叶片是关键。**风力发电机组是传统的机电产品，降本难度较大，机组大型化是更好的路径，更是风电综合降本的路径。随着海上风电装机规模的增加，机组大型化发展加速，风机大型化趋势明确。同时，在行业降本压力和大型化趋势下，风机成本占比最高的叶片、齿轮箱同样面临降本需求和创新压力。
- ◆ **风电行业增长潜力巨大，全球化有望加速推进。**当前，我国风电项目备案制落地，陆上“大基地+风电下乡+老旧风机改造”需求支撑中长期装机景气，根据GWEC《2021-2025全球风能市场展望》，预期全球海上风电容量将由2020年的6.1GW增长至2025年的23.9GW，年均复合增长率达31.41%。在海外能源价格高企，新能源转型需求迫切的环境下，国产风机已具备绝对价格优势，迎来良好的出口契机。
- ◆ **齿轮箱时代来临，齿轮箱轴承市场容量可观。**半直驱技术兼顾直驱的稳定、高效率和双馈的低成本、小体积优势，近年占比有所提升。当前陆上双馈、海上半直驱机组逐渐成为行业主流，中国整机企业都已进入齿轮箱时代。作为风电机组的核心部件，齿轮箱当前发展具有四大趋势：（1）变速比齿轮箱趋势；（2）多输出轴趋势；（3）行星级功率分流趋势；（4）轴承关联设计与滑动轴承趋势。同时，根据我们测算得出，假定2025年滑动轴承市场渗透率为20%，则2025年全球齿轮箱滑动轴承市场空间为20.04亿元，市场空间可观。
- ◆ **碳纤维叶片应用有望迎拐点。**随着风电机组大型化，叶片长度明显加长，而叶片长度几乎与重量成几何关系，因此轻质高强的碳纤维是超大型叶片增强材料的必然选择。近两年主流叶片企业陆续发布使用碳纤维或碳玻混合拉挤大梁叶片，此外Vestas数项专利到期，碳纤维叶片国产化有望加速。对57米（3MW）、90米（10MW）叶片进行减重和叶片材料成本角度的经济性测算，得出主梁采用碳纤维的叶片重量分别减少27.0%、32.5%，而单个叶片材料成本分别增加28.2%、20.0%。我们看好碳纤维叶片在海上风电领域的规模化应用。
- ◆ **投资建议：**随着机组大型化与风机减重，综合考虑性价比，齿轮箱的应用越来越多，叶片碳纤维的应用有望提速，建议关注相关产业链技术升级带来的投资机会，建议关注威力传动、新强联、广大特材、恒润股份、中复神鹰、中简科技、光威复材、时代新材等。
- ◆ **风险提示：**宏观经济波动风险、风电政策波动风险、原材料价格波动风险、新技术研发不及预期。

- 01 风电产业链：国产化+大型化推动行业降本，齿轮箱与叶片是关键
- 02 风电行业：从周期走向成长，成长潜力巨大
- 03 齿轮箱：齿轮箱时代来临，齿轮箱轴承市场容量可观
- 04 叶片：碳纤维应用有望迎来拐点，碳纤维需求呈稳定上升态势
- 05 投资建议和风险提示

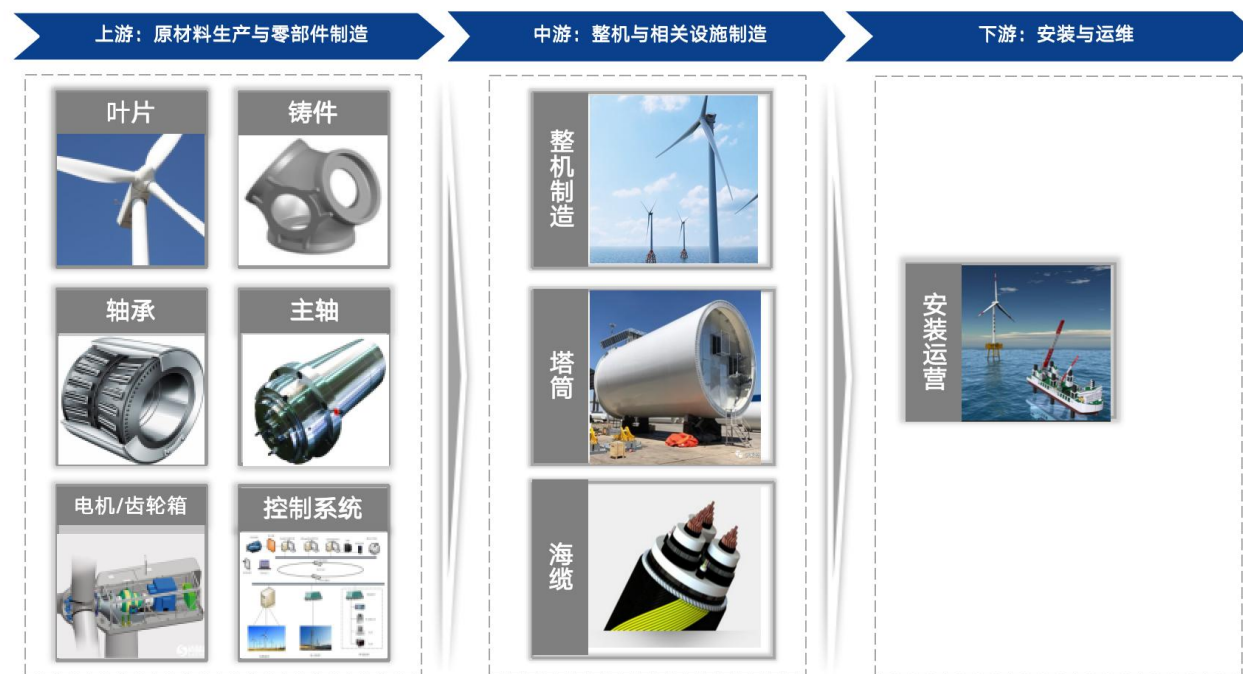
# 1.1 风电产业链梳理

- ◆ 风力发电原理：利用风力带动风车叶片旋转，再透过增速机将旋转的速度提升，来促使发电机发电。
- ◆ 风电行业产业链主要包括三个环节：（1）原材料和零部件厂商处于产业链上游，风机核心零部件包括齿轮箱、发电机、轴承、叶片、轮毂等，这些零部件的生产专业性较强，国内企业技术较为成熟，一般由整机企业定制采购。（2）风机制造企业处于行业中游，塔筒、海缆多为业主招标，市场集中度趋于集中。（3）风机制造企业的下游客户是以大型国有发电集团为代表的投资商。
- ◆ 海风产业链与陆风产业链区别不大，主要在于中游塔筒、海缆以及由于海风大型化趋势下使得产业链各环节技术特点和格局的变化。

风电机组基本结构



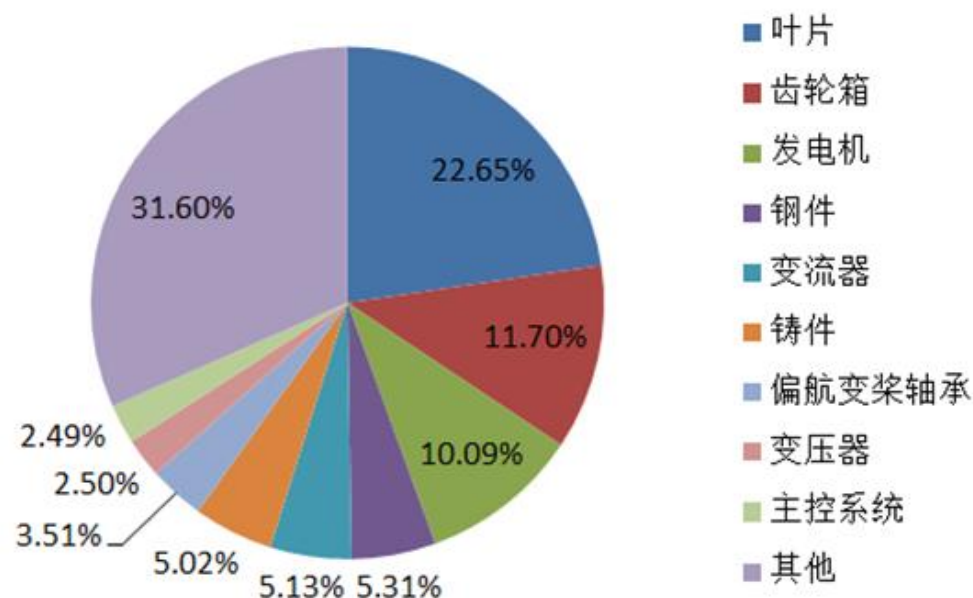
风电行业产业链示意图



## 1.2 风电机组成本构成

- ◆ 风机内部的部件主要包括叶片、齿轮箱、发电机、轴承、铸件、变流器、减速机等；外部部件包括塔筒、法兰，其中，叶片和齿轮箱是风电机组成本构成中占比较大，价值量较高的环节。
- ◆ 叶片是决定风能利用率的关键因素，直接影响风电机组的性能和效率，风电叶片技术壁垒相对较低，国产化率高，产业化程度高。叶片在风电机组成本中占比最高，达到23%左右。
- ◆ 齿轮箱在风电机组成本中占比仅次于叶片，是通过大小齿轮组合，实现变速的装置。齿轮箱的性能质量对于风机的重要性极大，在风电机组成本中占比在12%左右。

风机零部件成本占比



# 1.3.1 上游关键零部件：齿轮箱

◆ 风机驱动链的技术路线几经变化目前主流的有三种：双馈、直驱、半直驱。三种技术各有优劣，半直驱技术兼顾直驱的稳定、高效率和双馈的低成本、小体积优势，近年占比有所提升。当前，陆上风电方面，双馈仍占主导地位；对于海上风机或容量较大的陆上风机，半直驱优势愈发明显，而受制于电机铜、稀土永磁等原材料成本与大尺寸运输压力，直驱风机近年略有式微。因此齿轮箱需求有望提升，南高齿、德力佳、威能极等厂商有望受益。

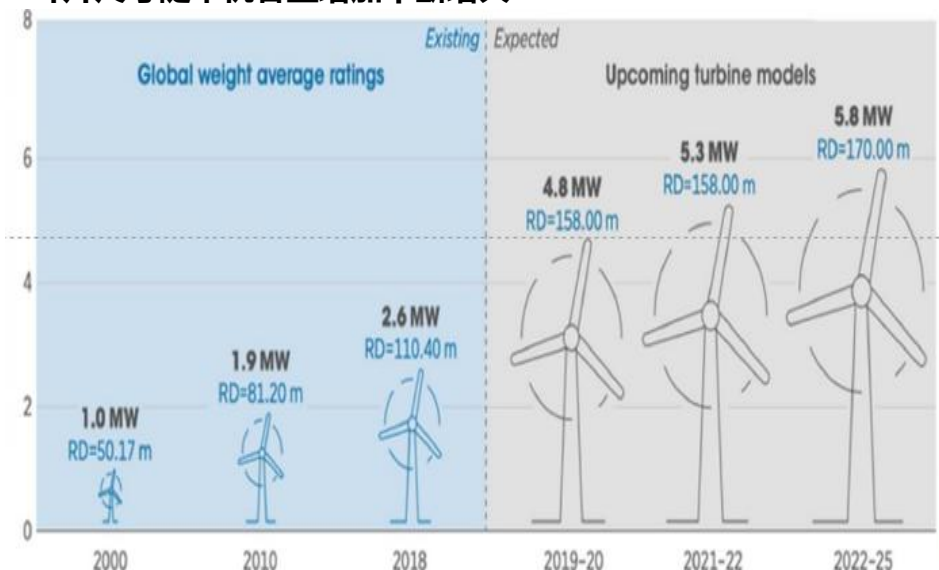
风电三种典型驱动链结构

|  |                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|----------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | High Speed Drive Trains (DFIG, IG, PM) |  | <p><b>High-Speed – Geared Drives</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Proven Standardized Design since Decades mainly in Onshore. However with high OPEX</li><li>2. Power and Torque Density limited. Limited scaling up potential &gt;7 MW</li></ol> <p>→ Offshore Market looks into alternatives</p>                                                                                         |
|  | Direct Drive (Stator Segments)         |  | <p><b>Direct Drives</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Proven Technology with excellent Reliability in operation since a Decade → Low OPEX</li><li>2. Scalable to larger Power Ratings with Torque Density pushed to the limits. DD Generator still needs a lot of Material – big Invest</li></ol> <p>→ Large Offshore Turbines &gt;15MW being designed</p>                                  |
|  | Mid-Speed Drive Train                  |  | <p><b>Medium-Speed HybridDrives</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Integration of Generator and Gear Box into a compact scalable Hybrid Drive Train with improved OPEX</li><li>2. PPP Gear Units and Oil-cooled generators for high torque- and power-density as competitive alternative for offshore drive trains.</li></ol> <p>→ Hybrid Drive in Offshore wind turbine becomes a trend</p> |

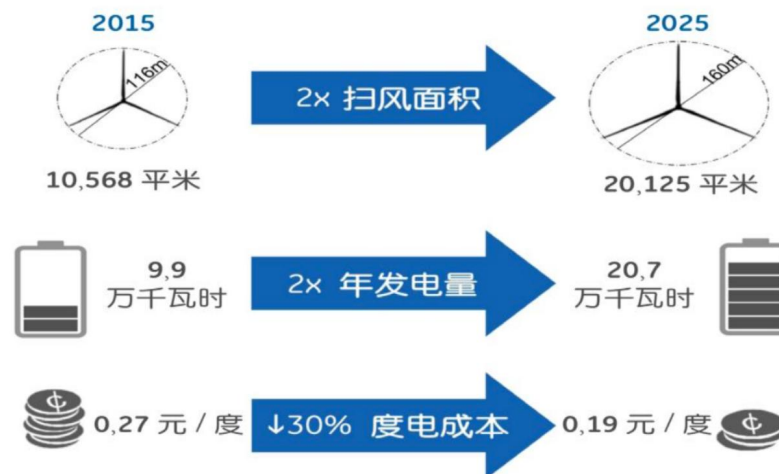
## 1.3.2 上游关键零部件：叶片

- ◆ 叶片：风能转换为机械能的重要零部件，大叶片和轻质化是趋势。风机叶片对于提升风能利用率至关重要，海上风电大功率对叶片尺寸要求提升，以明阳智慧正在研发1.6万千瓦的海上风机为例，其叶片长度预期为118米。大型叶片技术难度较高，需兼具叶片大、重量轻、强度高的特点，只有少数厂商具备量产能力。国内风电叶片头部企业市占率不断攀升，2019年，风电叶片行业CR5市占率达68%以上。全球来看，风机叶片市场玩家较多，外资品牌有LM、TPI等，国内厂商包括中材科技、中复连众、上海艾郎、天顺等，此外，部分主机厂如明阳也自主生产叶片。
- ◆ 大叶片和轻质化趋势下，碳纤维叶片占比或增长。一般来讲，发电功率在3-5MW之间的风电机组相对应的叶片长度在45-60m之间，随风机大型化需求增加，叶片进一步延长，未来大叶片、轻质化成为叶片发展趋势。海上风电叶片通常采用玻璃纤维或碳纤维，当前以玻纤为主。碳纤维密度仅占玻纤的一半不到，但成本较为昂贵。大叶片和轻质化驱使下，预计未来占比将会进一步提升。

叶片尺寸随单机容量增加不断增大



叶片直径增加27.5%可带来度电成本下降30%



# 1.4.1 国内风电受补贴政策变迁

| 区域      | 2015年前                                                                             | 2015年 | 2016年 | 2018年 | 2020年 | 各风区所辖区域                                                                                                                    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I类资源区   | 0.51                                                                               | 0.49  | 0.47  | 0.4   | 平价上网  | 内蒙古自治区除赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市以外的其他地区;新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、昌吉回族自治州、克拉玛依市、石河子市。                                                |
| II类资源区  | 0.54                                                                               | 0.52  | 0.5   | 0.45  |       | 河北省张家口市、承德市;内蒙古自治区赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔市;甘肃省张掖市、嘉峪关市、酒泉市；云南省。                                                                   |
| III类资源区 | 0.58                                                                               | 0.56  | 0.54  | 0.49  |       | 吉林省白城市、松原市;黑龙江省鸡西市、双鸭山市、七台河市、绥化市、伊春市、大兴安岭地区甘肃省除张掖市、嘉峪关市、酒泉市以外其他地区;新疆维吾尔自治区除乌鲁木齐市、伊犁哈萨克族自治州、昌吉回族自治州、克拉玛依市、石河子市其他地区;宁夏回族自治区。 |
| IV类资源区  | 0.61                                                                               | 0.61  | 0.6   | 0.57  |       | 除一、二、三类资源区以外的其他地区。                                                                                                         |
| 海上资源区   | 对非招标的海上风电项目，区分近海风电和潮间带风电两种类型确定上网电价。近海风电项目标杆上网电价为每千瓦时0.85元，潮间带风电项目标杆上网电价为每千瓦时0.75元。 |       |       |       |       |                                                                                                                            |

注

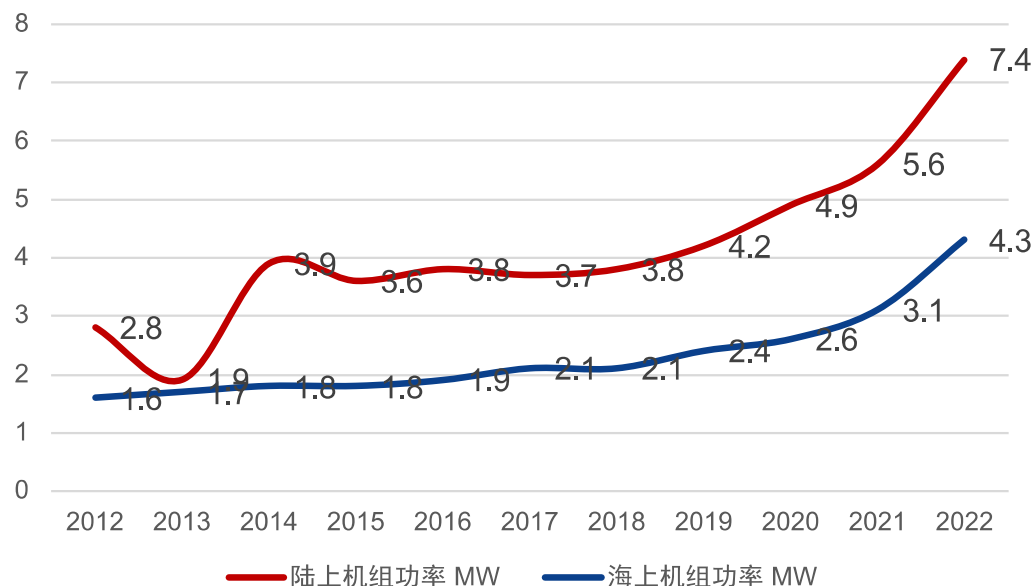
(1) 2009年7月20日，《国家发展改革委关于完善风力发电上网电价政策的通知》明确风资源分区。风电（包括陆地、海上）上网电价在当地燃煤机组标杆上网电价（含脱硫、脱硝、除尘电价）以内的部分，由当地省级电网结算；高出部分通过国家可再生能源电价附加费（来自全国工商业用户征收，大概2分/度）分摊解决。

(2) 2018年1月1日以后核准并纳入财政补贴年度规模管理的陆上风电项目执行2018年的标杆上网电价。2 年核准期内未开工建设的项目不得执行该核准期对应的标杆电价。2018年以前核准并纳入以前年份财政补贴规模管理的陆上风电项目但于2019年底仍未开工建设的，执行2018年标杆上网电价。2018年以前核准 但纳入2018年1月1日之后财政补贴年度规模管理的陆上风电项目，执行2018年标杆上网电价。

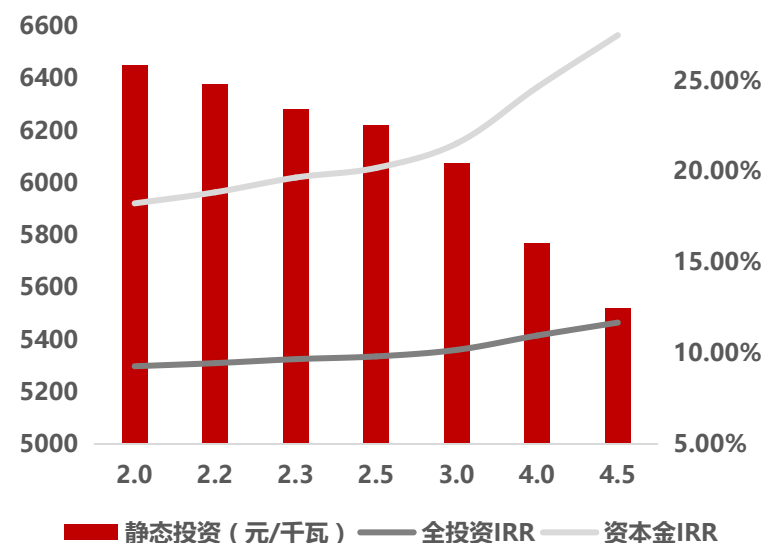
## 1.4.2 标杆电价的递减及退出，推动风电机组大型化降本

- ◆ 我国风电发展较早，但是早些年机组大型化的进程较慢，尤其是陆上多年都维持在2MW范围内。随着海上风电装机规模的增加，机组大型化加速发展，几乎呈现跳跃式，从5.5MW到10MW仅用3年，这也同步带动了陆上机组的发展，目前陆上新建的机组在4.5MW左右，新增招标6-8MW之间，极大地推动了行业的发展。
- ◆ 风力发电机组是传统的机电产品，降本难度较大，机组大型化是很好的路径，更是风电综合降本的路径。我们看到过去多年，除2020年陆上风电抢装周期，其余时间机组价格持续下降，一是竞争加剧，二是机组大型化带来技术性降本，这为风电平价及风电运营的高额利润保驾护航。

2012-2022中国新增陆上和海上风电机组平均单机容量

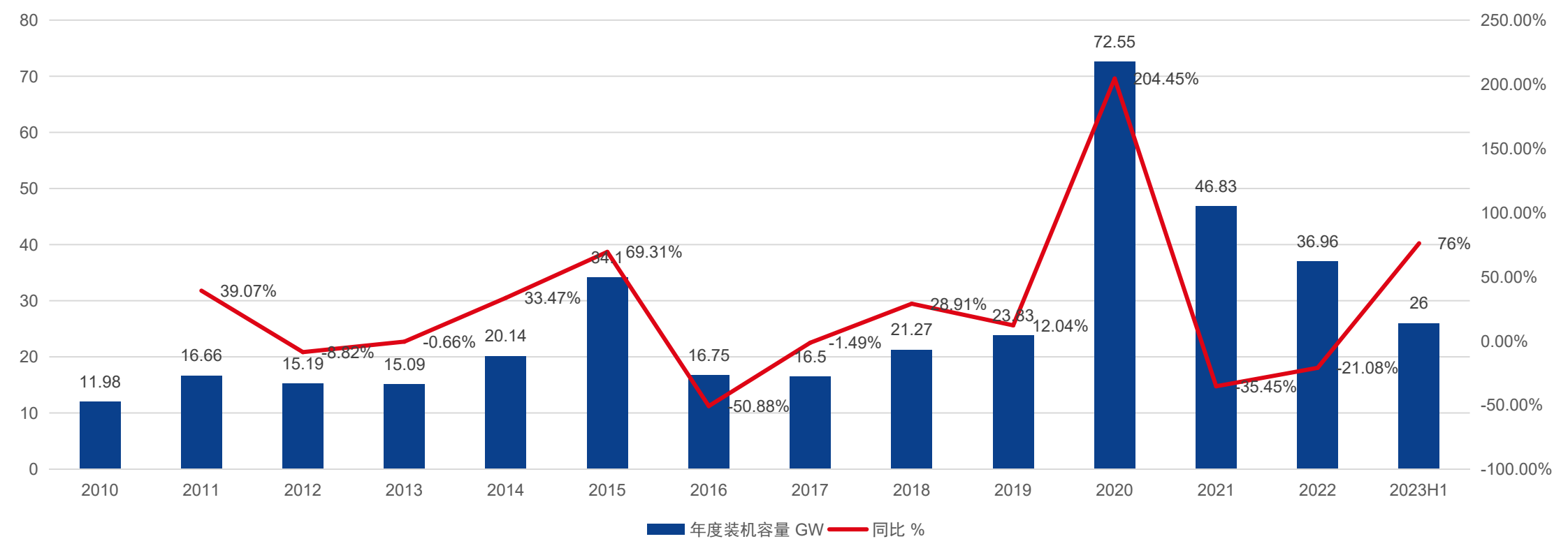


采用不同单机容量机组的项目经济指标



# 1.4.3 国内风电装机量与标杆电价的变化吻合

◆ 国内风电装机规模与标杆上网电价的变化密切相关，每到标杆电价调整年份均会出现抢装，2020年以后，陆上风电平价，不再有补贴，导致了2020年装机量创历史高点。目前，风电依然是最赚钱的新能源电力，陆上大基地和海上风电是核心装机来源。

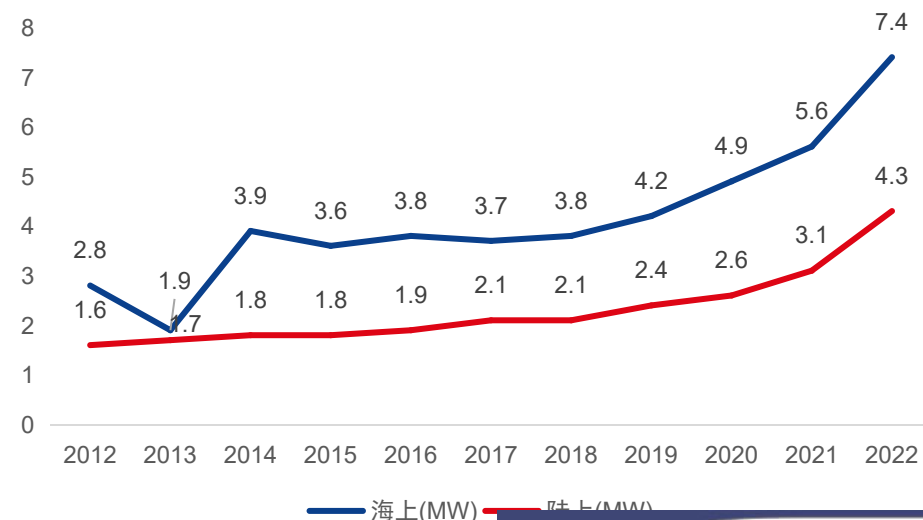


## 1.4.4 风机大型化趋势明确，持续推动降本增效

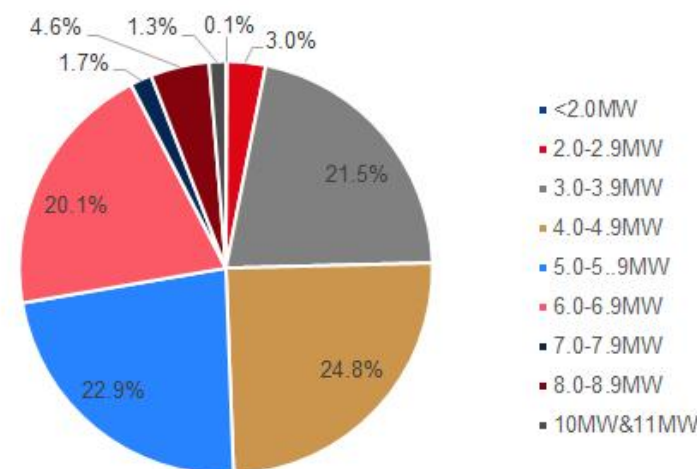
◆据CWEA统计，在2022年新增吊装的风电机组中，3.0MW以下(不含3.0MW)新增装机容量占比为3%，同比下降约17pct；3.0MW至4.0MW(不含4.0MW)新增装机容量占比21.5%，同比下降约18.5pct；4.0MW至5.0MW(不含5.0MW)新增装机容量占比24.8%，同比去年增长约8.3pct；5.0MW至6.0MW(不含6.0MW)新增装机容量占比22.9%，同比去年增长约14.8pct；6.0MW至7.0MW(不含7.0MW)新增装机容量占比20.1%，同比去年增长约8pct；7.0MW至8.0MW(不含8.0MW)新增装机容量占比7.6%，同比去年增长约4.4pct。

◆风电机组大型化可有效降低风电成本：（1）风电叶片长度及轻量化升级，可增大风能获取能力，提升单机风机发电效率；（2）风电机组结构轻量化设计可以降低单台风机的材料用量，从而降低风电机组成本；（3）单机容量扩大，实际吊装风机台数减少，运输、吊装等成本得以降低（4）风机大型化后，可以建在深海区域，增加运转时长，从而增加发电利用小时数，降低海风度电成本。

2012-2022 中国新增陆上和海上风电机组平均单机容量



2022年国内不同功率风电机组新增装机容量比例(%)



# 1.4.5 风电机组大型化趋势成为行业共识

- ◆ 从市场驱动或技术的发展来看，业内均比较认可大型化发展。海上风电机组大型化、风电场规模化、深远海化发展趋势提速，是海上风电降本增效的重要途径。
- ◆ 在2023北京国际风能大会暨展览会上，十多家风电整机商发布了新品，企业都将产品定位向大型化发展。展会上，三一重能发布了全球陆上最大的15MW风电机组；明阳智能发布了全球最大的海上机型MySE22MW海上机组，这较该公司今年初发布的18MW机组 MySE18. X-28X，单机容量直接提升了4MW。

CWP2023上头部企业发布大型新机型汇总

| 企业   | 机型                                             |
|------|------------------------------------------------|
| 东方电气 | 18MW海上风电机组、10MW+陆上风电机组                         |
| 三一重能 | 15MW风电机组、13/16MW海上风电机组                         |
| 中船海装 | H260-12.5MW海上风电机组                              |
| 中车株洲 | 14-16MW海上风电机组                                  |
| 运达股份 | 海风系列15MW海上风电机组                                 |
| 金风科技 | 全新陆上机组和海上机组，陆上机组功率涵盖6.X-10.X，海上机组功率涵盖12.X-16.X |
| 明阳智能 | MySE22MW海上机组                                   |

# 1.4.6 风电机组综合成本下降，半直驱风机优势彰显

- ◆ 大型化、轻量化、平台化为风机带来单位零部件用量下降。以明阳MySE6.0MW产品线三款机型为例，在额定功率提升17.3%、50.9%情况下，对应主要零部件重量和尺寸提升幅度较小，而叶片在尺寸增加12.9%情况下重量减轻8.5%（采用轻量化纯玻纤叶片和碳玻混编叶片双方案设计）。我们认为，随着碳纤维技术的成熟应用及成本下降，将进一步带动风机综合成本的下降。
- ◆ 成本压力下，半直驱风机优势彰显。2021年以来大宗金属材料涨价未停止，发电机成本占比高的直驱风机压力显著。2022年以来，金风科技和上海电气均发布了陆上和海上的半直驱（中速永磁）系列产品，行业半直驱技术占比有望继续提升。

明阳智能MySE6.0MW产品线零部件参数情况

| 明阳智能6MW海上风机平台不同机型零部件参数情况 |    |                   |                           |                          |
|--------------------------|----|-------------------|---------------------------|--------------------------|
| 机型                       | 单位 | MySE5.5-155       | MySE6.45-180              | MySE8.3-180              |
| 额定功率                     | KW | 5500              | 6450(+17.3%)              | 8300(+50.9%)             |
| 发电机重量                    | t  | 45                | 51(+13.3%)                | 66(+46.7%)               |
| 齿轮箱重量                    | t  | 68                | 76(+11.8%)                | 86.7(+27.5%)             |
| 叶片重量                     | t  | 36                | 31(-13.9%)                | 31(-13.9%)               |
| 叶轮重量                     | t  | 201               | 184(-8.5%)                | 184(-8.5%)               |
| 机舱重量                     | t  | 230               | 247(+7.4%)                | 276(+20.0%)              |
| 叶轮直径                     | m  | 158               | 178(+12.7%)               | 178(+12.7%)              |
| 叶片尺寸                     | m  | 76.6              | 86.5(+12.9%)              | 86.5(+12.9%)             |
| 轮毂尺寸                     | m  | 6.351*5.724*6.081 | 6.333*5.764*6.111(+0.9%)  | 6.333*5.764*6.111(+0.9%) |
| 机舱尺寸                     | m  | 9.3*5.485*9.19    | 10.36*5.478*9.207(+11.5%) | 10.8*5.524*8.099(+3.1%)  |

# 1.5 零部件国产化保障风机供应链成本健康

- ◆ 以海上风电为例，分析建造成本。从成本分布（估计）来看，风机（包含零部件）占40%、塔筒11%、海缆10%、施工费用20%。其中，海缆、塔筒随深远海化初始投资比例提升。其他各环节随大型化存在降本空间（规模化、技术更新），海风平价时代成本占比或将减小。

◆ 主轴轴承开始加速国产替代。随着风电机组大型化趋势的不断演化，陆上风电单机功率达到6MW以上，海上风电单机功率在10MW以上，整个供应链保障能力提出新的要求。目前，风电领域的核心零部件中主轴、轮毂等铸锻件环节已实现优质企业的出口，壁垒最高的主轴轴承也开始加速国产化，供应链的国产化水平是风电行业降本增效的基础。

| 环节     | 降本空间 |      | 竞争格局 |       |       | 代表企业       |
|--------|------|------|------|-------|-------|------------|
|        | 成本占比 | 变化趋势 | 进入壁垒 | 国产化程度 | 行业集中度 |            |
| 整机     | 40%  | 下降   | 高    | 是     | 高     | 明阳智能、金风科技  |
| 叶片     | -    | 下降   | 较高   | 是     | 中等    | 中材科技、时代新材  |
| 塔筒     | 11%  | 上升   | 较高   | 是     | 较低    | 天顺风能、大金重工  |
| 主轴     | -    | 下降   | 中等   | 是     | 较高    | 金雷股份、通裕重工  |
| 铸件&零部件 | -    | 下降   | 中等   | 是     | 较高    | 日月股份       |
| 轴承     | -    | 下降   | 高    | 部分实现  | 中等    | 新强联等       |
| 电缆     | 10%  | 上升   | 高    | 是     | 较高    | 东方电缆、中天科技  |
| 运营     | 20%  | -    | 较高   | 是     | 较高    | 三峡能源、龙源电力等 |

- 01 风电产业链：国产化+大型化推动行业降本，齿轮箱与叶片是关键
- 02 风电行业：从周期走向成长，成长潜力巨大
- 03 齿轮箱：齿轮箱时代来临，齿轮箱轴承市场容量可观
- 04 叶片：碳纤维应用有望迎来拐点，碳纤维需求呈稳定上升态势
- 05 投资建议和风险提示

# 2.1.1 风电主要增长点之陆上大基地

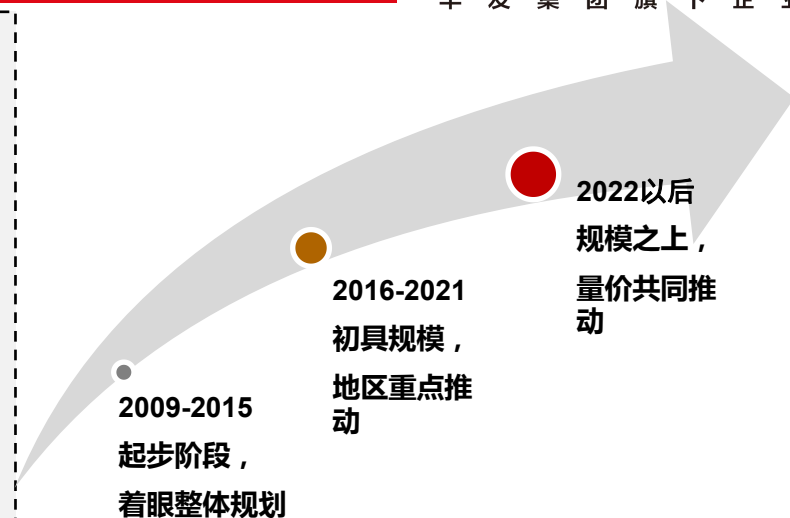
◆ 2022年9月以来，国务院先后印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《2030年前碳达峰行动方案的通知》。中国将持续推进产业结构和能源结构调整，大力发展可再生能源，其中一项重要举措是在沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目。2021年10月，第一期装机容量约1亿千瓦的项目已有序开工；12月初，能源局再次发件要求各省在12月15日提前上报第二批新能源大基地的名单，有望推动风电装机建设加速。大基地建设规划将成为“十四五”风电新增装机的重要源头，打开陆上风电成长空间。

| 省份     | 基地名称                   | 规模(万千瓦) |
|--------|------------------------|---------|
| 已经开工   |                        | 3435    |
| 青海     | 青海海南、海西新能源基地           | 1090    |
| 甘肃     | 甘肃省新能源基地项目             | 1285    |
| 内蒙古    | 内蒙古托克托200万千瓦外送项目       | 200     |
| 内蒙古    | 蒙西基地库布其200万千瓦光伏治沙项目    | 200     |
| 宁夏     | 国能电力宁夏公司200万千瓦光伏项目     | 200     |
| 山东     | 鲁北盐碱滩涂地千万千瓦风光储一体化基地    | 200     |
| 广西     | 横州260万千瓦风光储一体化大型基地示范项目 | 260     |
| 完成项目分配 |                        | 1733    |
| 内蒙古    | 蒙西鄂尔多斯外送项目风电光伏基地       | 340     |
| 吉林     | 鲁固直流吉西白城外送项目           | 140     |
| 陕西     | 陕武直流一期外送新能源项目          | 600     |
| 陕西     | 渭南市新能源基地项目             | 353     |
| 陕西     | 神府-河北南网特高压通道配套新能源项目    | 300     |
| 合计     |                        | 5168    |

## 2.1.2 风电主要增长点之海上风电

### 纵观过去，我国海上风电政策主要分为三个阶段

- ◆ **2009-2015：起步阶段，着眼整体部署。**2009年我国海上风电开始起步，4月发布的《海上风电场工程规划工作大纲》初次对海上风电进行规划，2014年《海上风电开发建设方案（2014-2016）》首次大规模列入海上风电建设方案。
- ◆ **2016-2021：初具规模，地区重点规划。**2016年11月，《风电发展十三五规划》重点推动江苏、浙江、福建等省的海上风电建设，到2020年四省海上风电开工建设规模均达到百万千瓦以上。2019年，我国将海上风电标杆上网电价改为指导价，推进行业降本。
- ◆ **2022以后：规模之上，平价之路。**双碳目标下，2021年3月及10月的两份文件明确鼓励建设海上风电，奠定未来发展确定性基调。抢装年之后，多省海风规划超预期，风机价格下行，产业链加速降本增效。



## 2.2 各省海上风电规划

- ◆ 根据GEIDCO2020年发布的《中国“十四五”电力发展规划研究》预测，我国将主要在广东、江苏、福建、浙江、山东、辽宁和广西沿海等地区开发海上风电，重点开发7个大型海上风电基地，2035年、2050年总装机规模分别达到7100万、1.32亿千瓦。
- ◆ 2021下半年以来，各省陆续出台“十四五规划”助力海上风电发展。其中，广东省计划到2025年底海上风电装机规模达到18GW；山东规划海上风电基地总规模35GW（未明确日期）；江苏省规划“十四五期间”总装机规模达到14GW，新增8GW。浙江、海南、广西、福建等省份也纷纷提出海上风电相关规划，预计“十四五”期间内海风新增装机可达60GW。

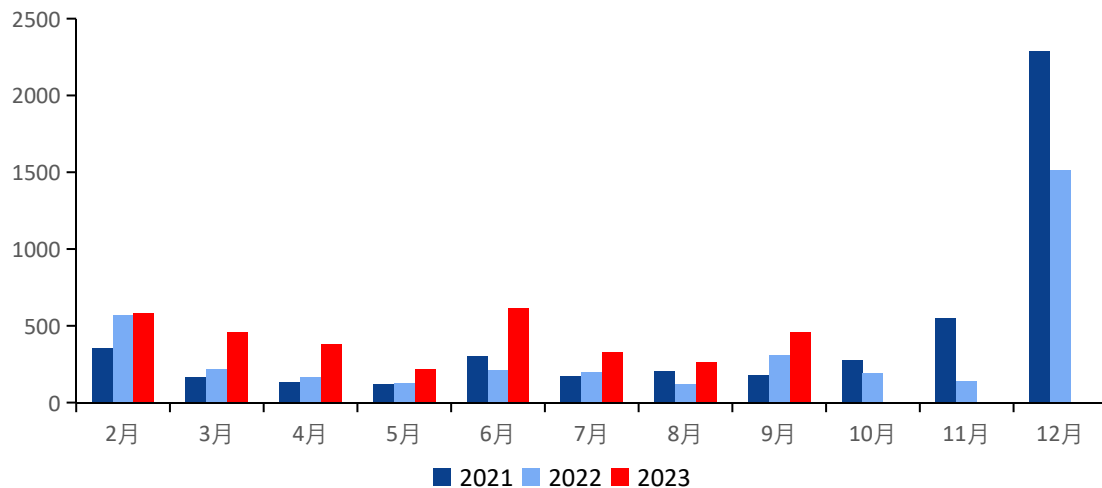
| 省份      | 2025E | 2035E | 2050E |
|---------|-------|-------|-------|
| 广东沿海基地  | 800   | 3000  | 6500  |
| 江苏沿海基地  | 1000  | 1500  | 2000  |
| 山东沿海基地  | 500   | 900   | 1400  |
| 福建沿海基地  | 200   | 300   | 1000  |
| 浙江沿海基地  | 200   | 300   | 1000  |
| 广西沿海基地  | 200   | 500   | 800   |
| 辽宁沿海基地  | 140   | 500   | 800   |
| 合计（万千瓦） | 3040  | 7100  | 13200 |



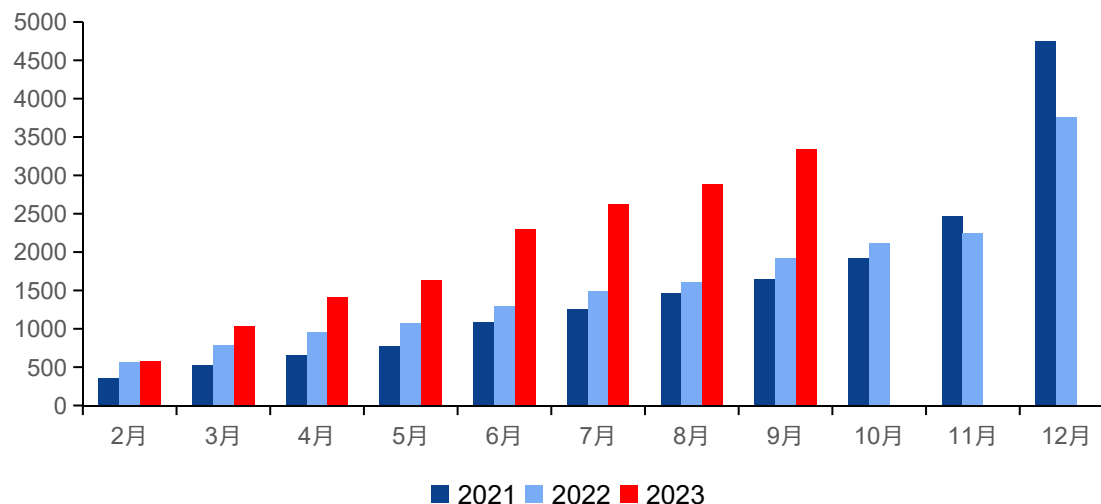
## 2.3 23年风电装机规模稳增，海风装机有待释放

- ◆ **风电装机规模稳定上升。**2023年1-9月全国风电新增装机33.48GW，同比增长74.01%；全国风电累计装机容量400.21GW，同比增长15.10%。“双碳”目标提出以来，我国能源绿色低碳转型步伐不断加快，风电建设也开始加速。2021年到2023年，风电产业链持续高景气，装机规模不断上升，经济效益逐步凸显。
- ◆ **上半年海风装机量不及预期。**2023年1-6月，全国风电新增并网容量2299万kW，其中海上风电110万kW。我国海上风电由于受到审批等各种因素影响，开工和装机并网量不及预期。9月份以来，政策陆续松绑，国内多地海风密集核准，广西启动13.4GW深远海海上风电前期工作咨询服务项目招标，山东招远外海2.6GW海上风电项目列入规划，海风装机明显回暖。未来随着各种阻碍因素的扫清，装机需求有望得到释放，海风装机将迎来加速。

2021-2023 中国月度新增风电装机规模（万kW）



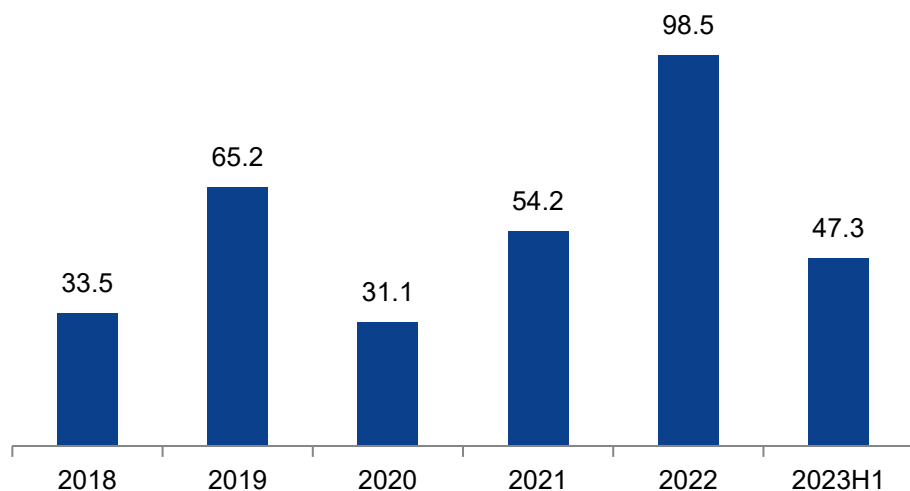
2021-2023中国月度累计新增风电装机规模（万kW）



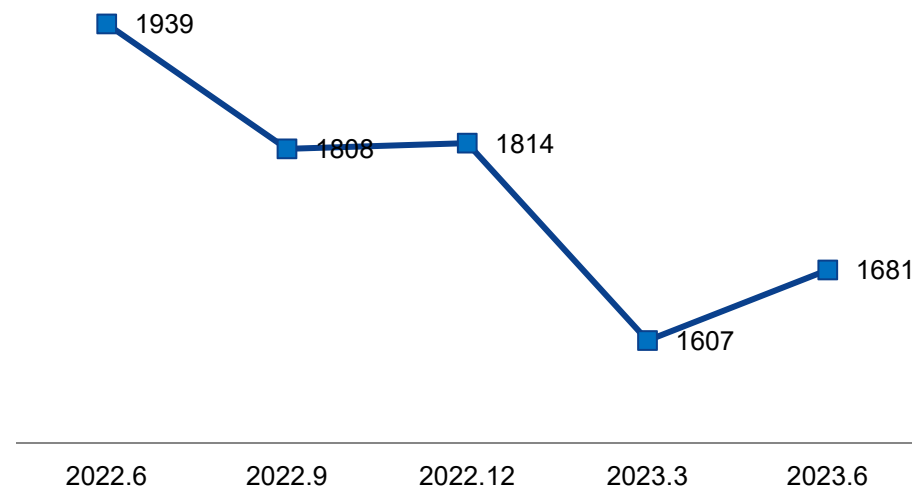
## 2.4 招标量已有回暖，投标价格低位维稳

- ◆ 23H1招标节奏有所放缓，下半年有望上量。2023年上半年，国内公开招标市场新增容量47.3GW，比去年同期下降了7.5%，招标规模略不及预期。今年9月陆风中标量为5.3GW，同比与环比分别增长8.9%和41.7%。海上风电中标量为1.9GW，同比与环比分别增长26.3%与89.2%，招标量已有明显回暖。下半年随着各种阻碍因素的扫清，海风招标、开工有望集中释放；在“风光大基地+风电下乡+老旧风场改造”支撑下，陆风装机有支撑。
- ◆ 投标价格低位维稳。2023年6月，全市场风电整机商风电机组投标均价为1,681元/千瓦，比起第一季度均价有所上升，但仍处于低位。随着风机大型化趋势的推进以及大宗原材料价格回落，预计风电成本将持续下降。在市场激烈竞争的背景下，预计投标价格将会在低位维稳。

招标容量 (GW)



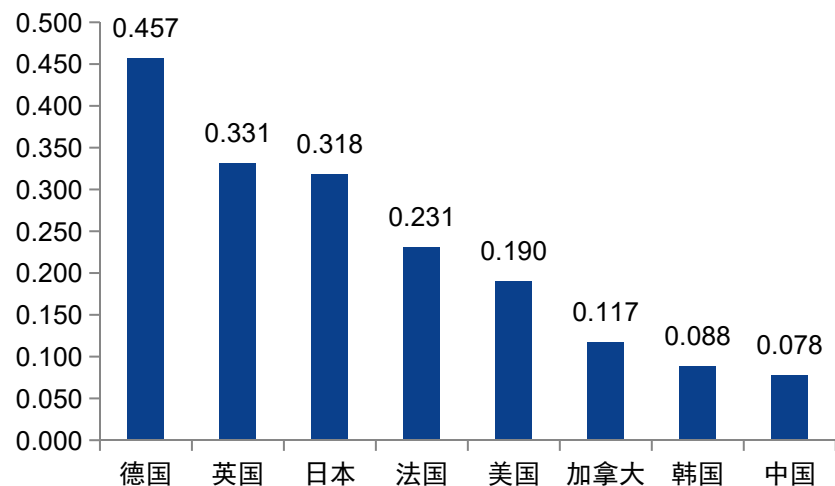
月度公开投标均价 (元/kW)



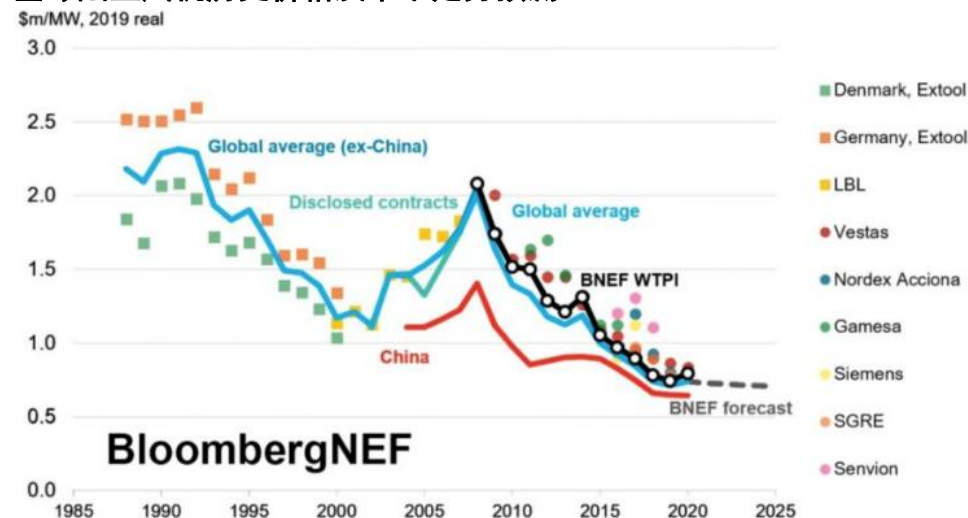
## 2.5 风电全球化有望加速推进

- ◆ **海外能源价格高企，新能源转型需求迫切。**受俄乌战争及全球通胀影响，海外电价持续上涨。为摆脱能源依赖，欧洲积极规划新能源方案，风电光伏需求逐步上升，有望带动国内整机及零部件企业的全球化布局。此外，与国内相比，海外电价相对处于高位。从电价角度来看，世界主要经济体如德国、英国、日本、美国电价均高于我国。由于偏高电价，海外客户相对国内具备更高价格接受能力。
- ◆ **国产风机已具备绝对价格优势，出口迎契机。**在国内风机市场大打“价格战”之际，国外风机价格却有所上涨。彭博新能源显示，当前国际风电整机需求旺盛，钢材价格上涨又增加了整机厂商的生产成本，风机价格随之反弹。实际上，在过去一年多的时间中，全球三大整机商龙头企业都陷入亏损，海外整机企业面临“寒冬”，2022年10月，西门子歌美飒更是率先宣布将裁员近3000人，作为公司扭转困境的重要举措之一。我国风电“抢装”已成过去时，国内整机头部企业均已加大海外市场布局，伴随交付、并网、运维各环节经验的积累，整机环节海外市场空间有望打开。

全球用电电价比较（美元/KWh，2022年3月）



全球陆上风机历史价格及未来走势预测



- 01 风电产业链：国产化+大型化推动行业降本，齿轮箱与叶片是关键
- 02 风电行业：从周期走向成长，成长潜力巨大
- 03 齿轮箱：齿轮箱时代来临，齿轮箱轴承市场容量可观
- 04 叶片：碳纤维应用有望迎来拐点，碳纤维需求呈稳定上升态势
- 05 投资建议和风险提示

### 3.1 风机降本，全面走向齿轮箱时代

- ◆ 中国风电整机企业开始全面采用中速永磁半直驱整机技术路线。近两年除了东方电气的海上风电还在坚持直驱技术路线，金风科技、远景能源、明阳智能、运达股份等整机企业都已进入齿轮箱时代。金风科技每年几千台半直驱的市场应用，给行业半直驱的技术推广应用带来强大的示范作用。
- ◆ 齿轮箱技术路线优势。满足技术性能的基础上，低成本能够获取客户青睐。（1）尽管齿轮箱漏油的缺陷被行业诟病，但其市场占有率高，技术投入大创新快，尤其是近几年的高扭矩密度技术给齿轮箱的功率提升带来更大的优势，单位千瓦的齿轮箱原材料重量下降1/3，加快了大兆瓦的技术迭代，其单位原材料用量更是线性下降。（2）成本优势：随着机组单机容量越大，直驱发电机的成本压力越来越大，而采用齿轮箱并没有增加机组成本。

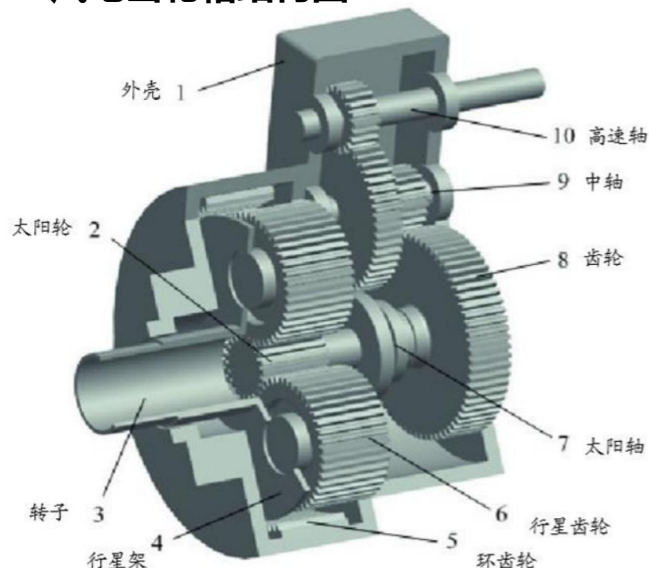
中国风电整机企业技术路线使用情况

| 整机企业 | 陆上（国内）          | 海上（国内）          |
|------|-----------------|-----------------|
| 金风科技 | 4. x以上全部中速永磁半直驱 | 中苏永磁半直驱         |
| 远景能源 | 双馈              | 双馈/混合驱动         |
| 明阳智能 | 超级紧凑半直驱/双馈      | 超级紧凑半直驱/中速永磁半直驱 |
| 运达股份 | 双馈              | 双馈/中速永磁半直驱      |
| 上海电气 | 双馈/中速永磁半直驱      | 中速永磁半直驱         |
| 中车风电 | 双馈              | 中速永磁半直驱         |
| 中国海装 | 双馈              | 双馈/中速永磁半直驱      |
| 东方电气 | 双馈/中速永磁半直驱      | 直驱              |
| 联合动力 | 双馈              | 中速永磁半直驱         |
| 哈电风能 | 直驱/中速永磁半直驱      | 中速永磁半直驱         |
| 三一重能 | 双馈              | 双馈              |

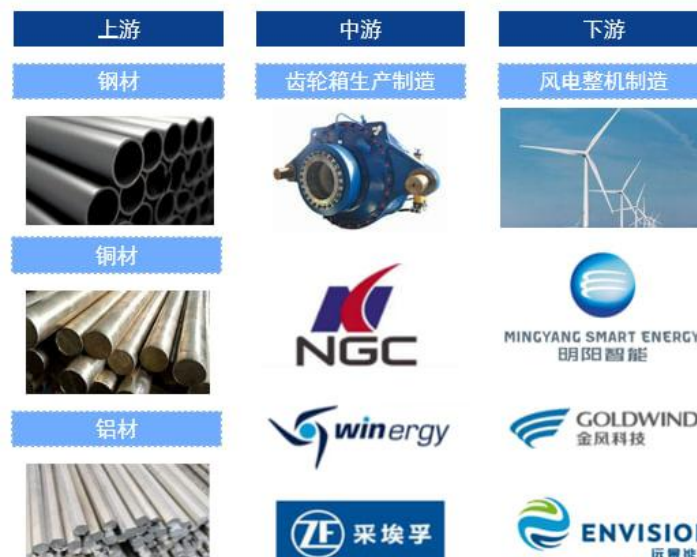
## 3.2 齿轮箱——风电机组重要部件

- ◆ 风电齿轮箱是风力发电机组的核心部件，其主要作用是将风轮吸收的动能传递给发电机。通常风轮的转速很低，远达不到发电机发电所要求的转速，必须通过齿轮箱进行增速，故齿轮箱也被称为增速箱。其专用部件主要包括行星架、齿轮箱体、扭力臂、法兰、行星齿轮、太阳轮等。
- ◆ 从风电机组制造成本看，在构成风电机组的零部件中，叶片、齿轮箱、发电机的风电整机制造成本占比依次排列前三，其中齿轮箱占风电整机制造成本的10%。
- ◆ 从产业链角度来看，风电齿轮箱行业上游原材料主要包括钢材、铝材、铜材等；中游为风电齿轮箱制造业；下游产业主要是风电整机制造，包括机头装配，塔架设计，风电整机组装等。

风电齿轮箱结构图



风电齿轮箱行业产业链示意图



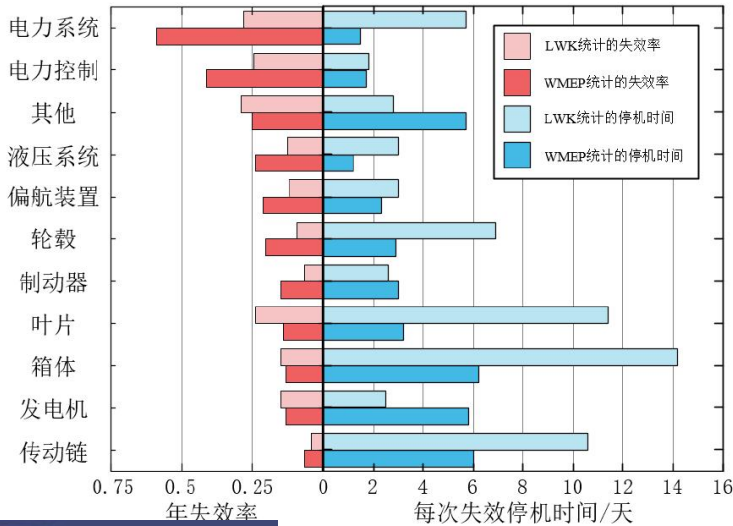
### 3.3 齿轮箱的重要性及四大技术趋势（1-2）

- ◆ 风电齿轮箱是由齿轮、轴、轴承和箱体等组成，随着机组大型化，齿轮箱的功率也不断增加，其安全性与稳定性愈发重要。根据德国LWK和WMEP统计的风电装备各关键零部件的年失效率和每次失效的停机时间，箱体每次失效引起的停机时长最长，这严重影响了风力发电机组的可靠性和维修成本。因此，提高风电齿轮箱的质量对降低机组的成本、提升风电机组的稳定性具有重要意义。当前，齿轮箱呈现四大技术趋势：
- ◆ （1）变速比齿轮箱趋势：传统的风电齿轮箱速比是恒定的，其输出转速（发电机转速）是变化的，而变速比齿轮箱利用自身速比的改变使输出端（发电机）得到恒定的转速，常用的方法是使用液力变矩器来改变速比，也有的使用差速行星和拆分齿轮结构来进行变速。
- ◆ （2）多输出轴趋势：为减小风力发电机组中发电机的体积，将一个发电机分为2个或更多个发电机成为一种选择，因此风电齿轮箱也需相应设计为2个或更多个输出轴结构。

风电齿轮箱技术路线

| 齿轮箱容量      | 采用的技术路线    | 特点                         | 制造和装配精度要求 |
|------------|------------|----------------------------|-----------|
| <500kW     | 三级平行轴圆柱齿轮  | 结构简单，拆装便捷，体积重量较大，较少用于兆瓦级风机 | 低         |
| 500-2500kW | 一级行星+两级平行轴 | 结构紧凑，传动效率高                 | 中         |
|            | 两级行星+一级平行轴 | 结构复杂紧凑，尺寸小                 |           |
| >2.5MW     | 复合行星齿轮系    | 齿轮浮动设计，轴承润滑条件好，维修便捷        | 高         |
|            | 功率分流       | 齿轮浮动设计，功率容量大，噪音低，体积小，重量轻   | 高         |
|            | 柔性轴        | 齿轮均载效果好                    | 非常高       |
| 5-6MW      | “融合技术路线”   | 兼有功率分流和柔性轴两种技术路线的优点        | 非常高       |

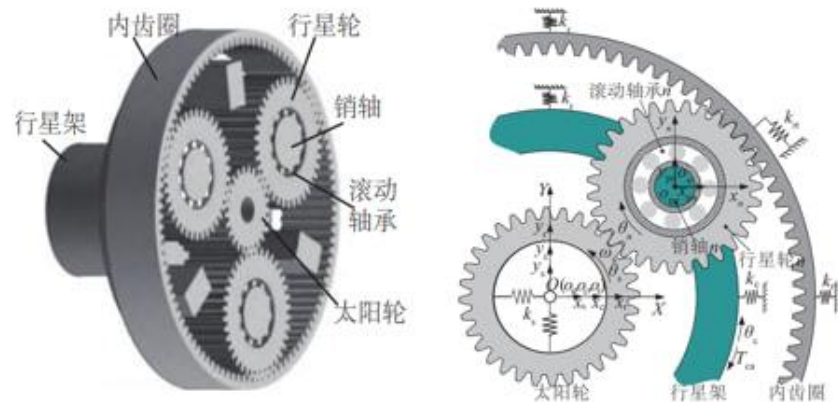
风电装备关键零部件年失效率及停机时间



## 3.4 齿轮箱的四大技术趋势（3-4）

- ◆ （3）行星级功率分流趋势：行星齿轮具有传动比大、结构紧凑、功率分流等优点，在风电齿轮箱中被广泛采用。在风电齿轮箱行星级中，行星轮通过轴承与转架连接，转架通过转架轴承与箱体连接。齿轮箱功率大型化发展趋势下，行星级体积将不断增加，为使行星级结构更紧凑，减小齿轮箱外径，通常使用差速行星进行功率分流。
- ◆ （4）轴承关联设计与滑动轴承趋势：轴承是风电齿轮箱中最重要的部件之一，由于风电机组的工作环境及载荷复杂多变，齿轮箱的载荷也不断变化，导致轴承易出现故障。据统计，轴承故障占风电齿轮箱故障总数的63%，且轴承故障往往会给齿轮箱带来较大的破坏，因此轴承技术以及现场维护策略仍需不断完善；此外，整机降本减重趋势下，齿轮箱滑动轴承有望成为产业趋势。

风电机组行星齿轮-滚动轴承模型



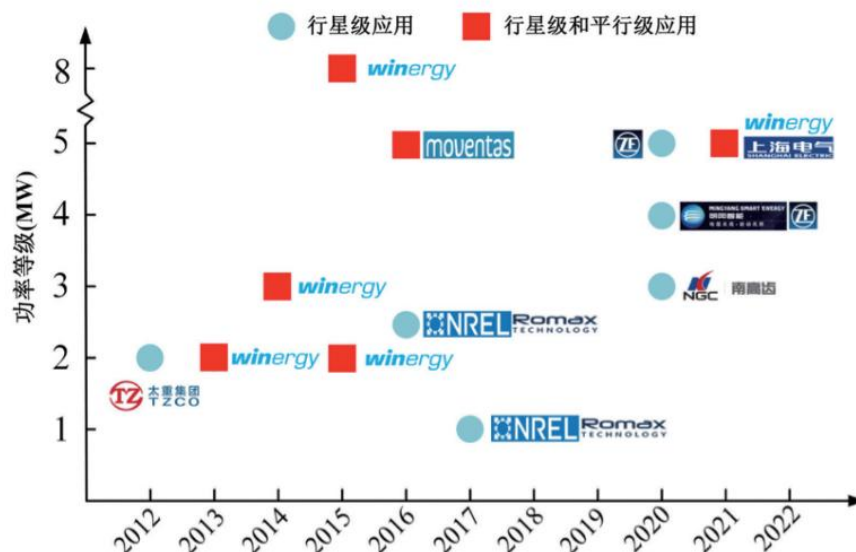
风电齿轮箱轴承动力学模型



### 3.5 风电齿轮箱中滑动轴承的应用现状

- ◆ 威能极已开发出3~5. xMW半直驱型滑动轴承风电齿轮箱，已实现8MW滑动轴承风电齿轮箱研制。美闻达开发出5MW及以上滑动轴承风电齿轮箱，将所有滚动轴承替换为滑动轴承，扭矩密度提升了35%。采埃孚开发出4~5MW滑动轴承风电齿轮箱，将扭矩密度提高到175Nm/kg。南高齿开发出3. XMW滑动轴承风电齿轮箱。
- ◆ 太原重工开发出2MN级滑动轴承风电齿轮箱，进行了5年以上的风电场运行验证。长盛轴承已取得风力发电机主齿轮箱用滑动轴承的挂机测试订单。整体上来看，国内滑动轴承风电齿轮箱研发与国外并跑，均处于样机开发与测试阶段。风电行业“以滑动轴承替代滚动轴承”的趋势渐渐明朗，具有朝10MW+功率等级应用的趋势，市场空间广阔。

部分国内外滑动轴承风电齿轮箱样机的功率等级与进度



### 3.6 齿轮箱轴承市场空间测算

◆ 齿轮箱机型带动下，齿轮箱轴承呈现抗通缩属性。在行业降本及风机大型化加速背景下，风电产业链普遍面临通缩压力。我们基于未来三年全球风机的新增容量、单机功率及机型变化的假设，推理齿轮箱轴承市场空间。在齿轮箱机型带动下（高速传动+低速传动），双馈机型齿轮箱轴承需求个数较为稳定，预计从2022年的402000个小幅增长到2025年的413538个；半直驱型齿轮箱轴承需求个数将实现大幅增长，预计从2022年的48214个增长到2025年的100385个，CAGR达27.69%。假定单价以5%的速度增长，预计在2025年，全球齿轮箱滚动轴承市场空间为143.11亿元，假定2025年滑动轴承市场渗透率为20%，则全球齿轮箱滑动轴承市场空间为20.04亿元。

齿轮箱轴承市场空间测算

| 年份                  | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022E  | 2023E  | 2024E  | 2025E  |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 全球风电新增装机台数          | 20641  | 22893  | 34119  | 29234  | 21429  | 24000  | 22500  | 23077  |
| 全球风电新增装机（GW）        | 50.6   | 63.0   | 98.7   | 104.7  | 90.0   | 120.0  | 135.0  | 150.0  |
| 单机功率                | 2.45   | 2.75   | 2.89   | 3.58   | 4.20   | 5.00   | 6.00   | 6.50   |
| 高速传动（双馈）            | 69.70% | 67.60% | 70.80% | 68.20% | 67.00% | 66.00% | 65.00% | 64.00% |
| 中速传动（半直驱）           | 3.70%  | 6.80%  | 6.10%  | 9.70%  | 15.00% | 19.00% | 25.00% | 29.00% |
| 高速+中速（齿轮箱个数）        | 15150  | 17032  | 26238  | 22773  | 17571  | 20400  | 20250  | 21462  |
| 单个双馈机型齿轮箱中轴承个数      | 28     | 28     | 28     | 28     | 28     | 28     | 28     | 28     |
| 双馈机型齿轮箱轴承需求个数       | 402830 | 433319 | 676375 | 558252 | 402000 | 443520 | 409500 | 413538 |
| 双馈机型齿轮箱滚动轴承单价（万元/个） | 2.05   | 2.05   | 2.05   | 2.05   | 2.05   | 2.15   | 2.26   | 2.37   |
| 单个半直驱机型齿轮箱中轴承个数     | 15     | 15     | 15     | 15     | 15     | 15     | 15     | 15     |
| 半直驱型齿轮箱轴承需求个数       | 11456  | 23351  | 31219  | 42535  | 48214  | 68400  | 84375  | 100385 |
| 半直驱型齿轮箱滚动轴承单价（万元/个） | 3.87   | 3.87   | 3.87   | 3.87   | 3.87   | 4.06   | 4.27   | 4.48   |
| 全球齿轮箱滚动轴承市场空间（亿元）   | 87.01  | 97.87  | 150.74 | 130.90 | 101.07 | 123.26 | 128.55 | 143.11 |
| 滑动轴承渗透率             |        |        |        |        |        | 5%     | 10%    | 20%    |
| 全球齿轮箱滑动轴承市场空间（亿元）   |        |        |        |        |        | 4.31   | 9.00   | 20.04  |

- 01 风电产业链：国产化+大型化推动行业降本，齿轮箱与叶片是关键
- 02 风电行业：从周期走向成长，成长潜力巨大
- 03 齿轮箱：齿轮箱时代来临，齿轮箱轴承市场容量可观
- 04 叶片：碳纤维应用有望迎来拐点，碳纤维需求呈稳定上升态势
- 05 投资建议和风险提示

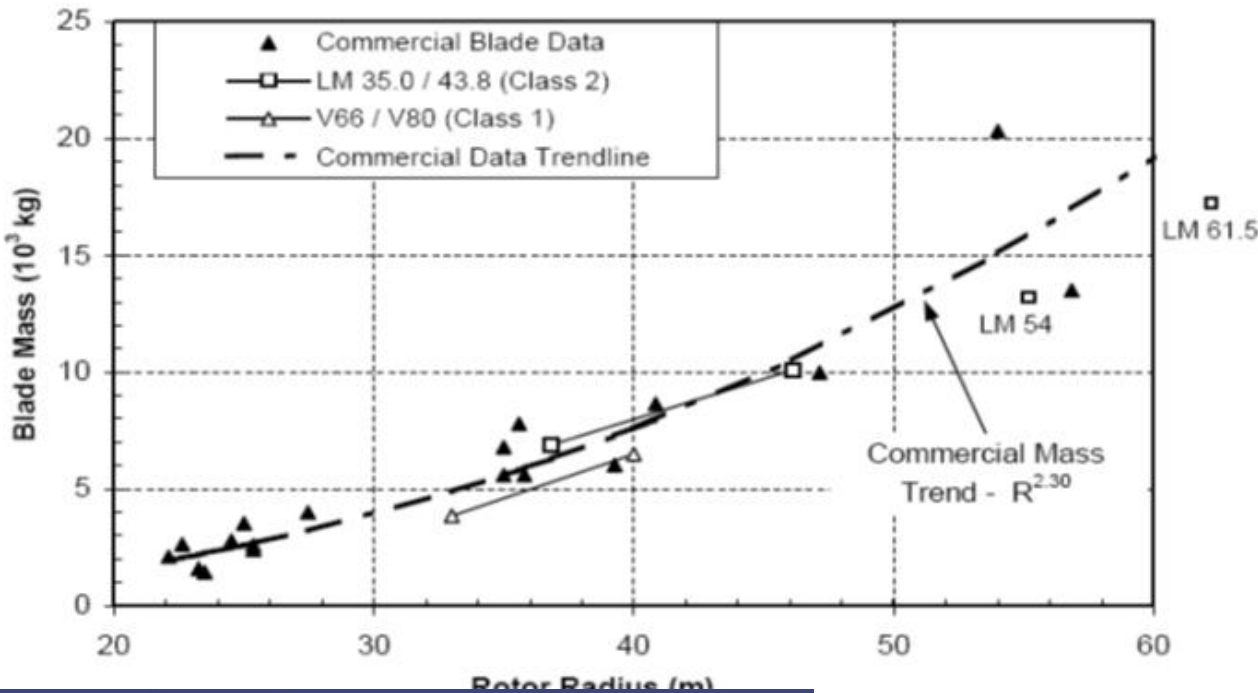
## 4.1 大功率机组，需要长叶片，强化重量问题

- ◆ 随着风电机组大型化，叶片长度明显加长。目前，百米级超大型海上叶片已成为各大叶片厂商的开发重点。国内最新下线的叶片长度已达122m，适配机组功率达到了13.6MW。
- ◆ 叶片长度几乎与重量成几何关系。风电机组的功率与叶片的扫风面积正相关，功率越大，扫风面积也大，叶片越长。然而，叶片重量与长度几乎成立方级关系，长叶片增加自重的同时，又会带来风机载荷增大、风机部件成本的增加，因此轻量化、高强度的材料将成为大型叶片的必然选择。

国内外风电厂商已下线或正在开发的百米级叶片

| 风电厂商           | 叶片长度（m）   |
|----------------|-----------|
| GE             | 107/120+  |
| Siemens-Gemesa | 108       |
| Vestas（维斯塔斯）   | 115.5     |
| Aerodyn        | 111/115   |
| 上海电气/中复联众      | 102/112   |
| 中材叶片           | 122       |
| 东方电气           | 103       |
| 东方风电           | 103/108.5 |
| 运达（中复）         | 110       |
| 明阳智能           | 111.5     |
| 洛阳双瑞           | 102       |

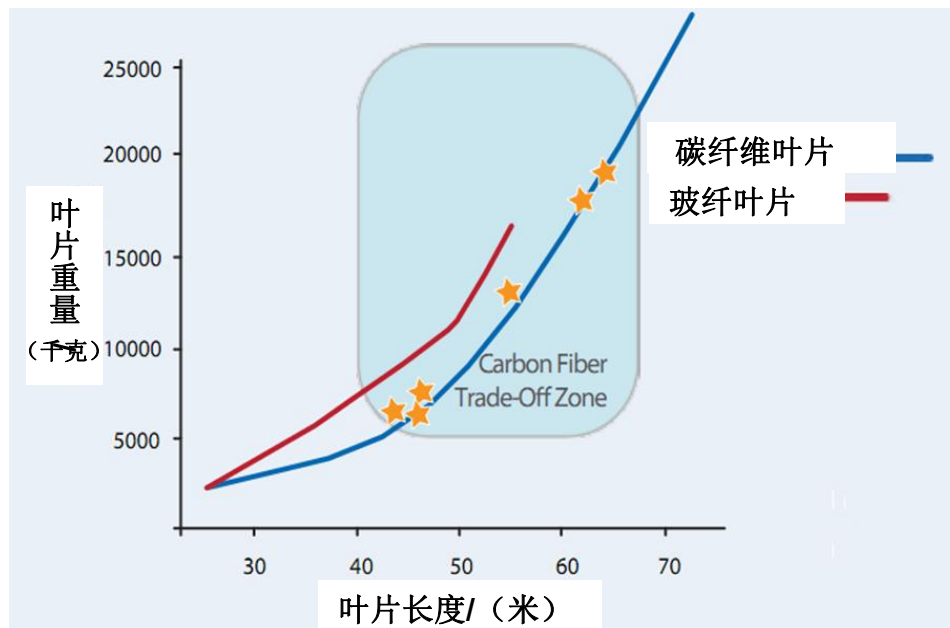
风机旋转半径与叶片质量几乎呈立方关系



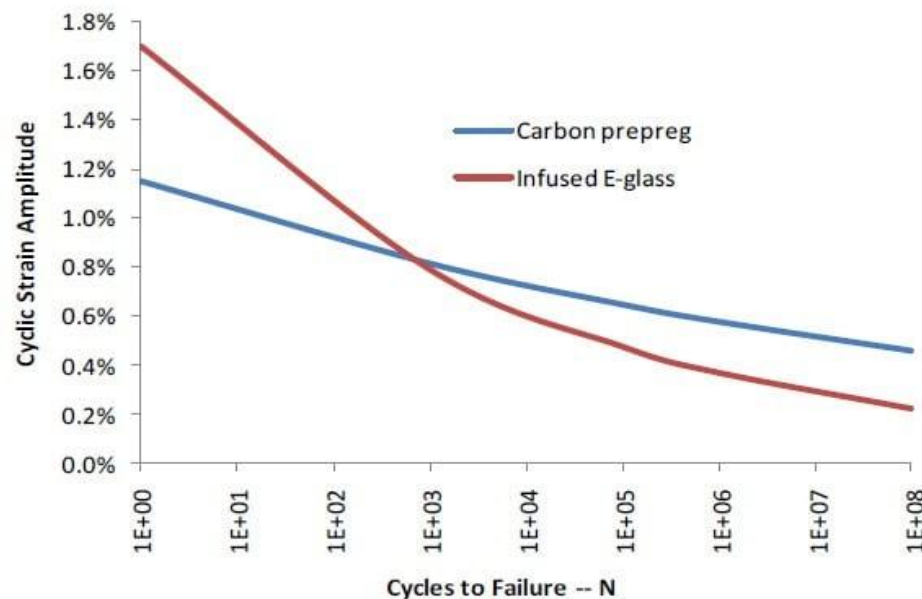
## 4.2 碳纤维是叶片减重的理想选择

- ◆ 轻质高强的碳纤维是超大型叶片增强材料的必然选择。目前，碳纤维在风电叶片中的主要应用部位为主梁，与同级别的高模玻纤主梁叶片相比，采用碳纤可实现减重20% ~ 30%。以122 m长叶片为例，叶片重量的减轻可以大幅降低因自重传递到主机上的载荷，进而可以减少轮毂、机舱、塔架和桩基等结构部件15% ~ 20%的重量，有效降低风机整体成本的10%以上。碳纤维叶片可以提高强度和刚度，减少叶片在运行时的动态变形，改善叶片的空气动力学性能，提升风机的发电效率，且碳纤维抗疲劳性能较好，通过后评估还可以延长叶片的生命周期，降低日常维护费用等综合成本。

随着叶片长度增加，碳纤维叶片重量明显轻于玻纤叶片



碳纤维抗疲劳强度优于玻璃纤维



# 4.3 碳纤维有效降低叶片质量，经济性明显提升

◆ 从材料成本角度：对57米（3MW）、74米（7MW），90米（10MW）叶片进行减重和叶片材料成本角度的经济性测算，得出主梁采用碳纤维的叶片重量分别减少27.0%、24.1%和32.5%，而单个叶片材料成本分别增加28.2%、28.3%和20.0%。

从材料角度测算碳纤维叶片质量明显下降

| 叶片   | 指标     | 单位 | 3MW叶片型号          |                  | 7MW叶片型号          |                  | 10MW叶片型号         |                  |
|------|--------|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 基本结构 |        |    | WEI57-3000G      | WEI57-3000C      | WEI74-7000G      | WEI74-7000C      | WEI90-10K-G      | WEI90-10K-C      |
|      | 长度     | m  | 57               | 57               | 74               | 74               | 90               | 90               |
|      | 风轮直径   | m  | 116              | 116              | 153              | 153              | 185              | 185              |
|      | 外壳材料   |    | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 |
|      | 主梁材料   |    | 浸渍玻璃纤维           | 碳纤维预浸料           | 浸渍玻璃纤维           | 碳纤维预浸料           | 浸渍玻璃纤维           | 碳纤维预浸料           |
| 材料重量 | 碳纤维预浸料 | Kg |                  | 1298             |                  | 3598             |                  | 4500             |
|      | 干玻纤    | Kg | 9444             | 5632             | 27506            | 17085            | 35438            | 19524            |
|      | 环氧树脂   | Kg | 3494             | 2084             | 11499            | 7560             | 13112            | 7224             |
|      | 巴尔沙木   | Kg | 875              | 926              | 2125             | 2344             | 2600             | 2700             |
|      | PVC泡沫  | Kg | 235              | 235              | 920              | 1040             | 815              | 815              |
|      | 粘合剂    | Kg | 286              | 286              | 480              | 480              | 991              | 991              |
|      | 合计     | Kg | 14334            | 10416            | 41219            | 31293            | 52995            | 35753            |
|      | 减重     | %  |                  | -27.0%           |                  | -24.1%           |                  | -32.5%           |

# 4.3 碳纤维有效降低叶片质量，经济性明显提升

◆ 从材料成本角度：对57米（3MW）、74米（7MW），90米（10MW）叶片进行减重和叶片材料成本角度的经济性测算，得出主梁采用碳纤维的叶片重量分别减少27.0%、24.1%和32.5%，而单个叶片材料成本分别增加28.2%、28.3%和20.0%。

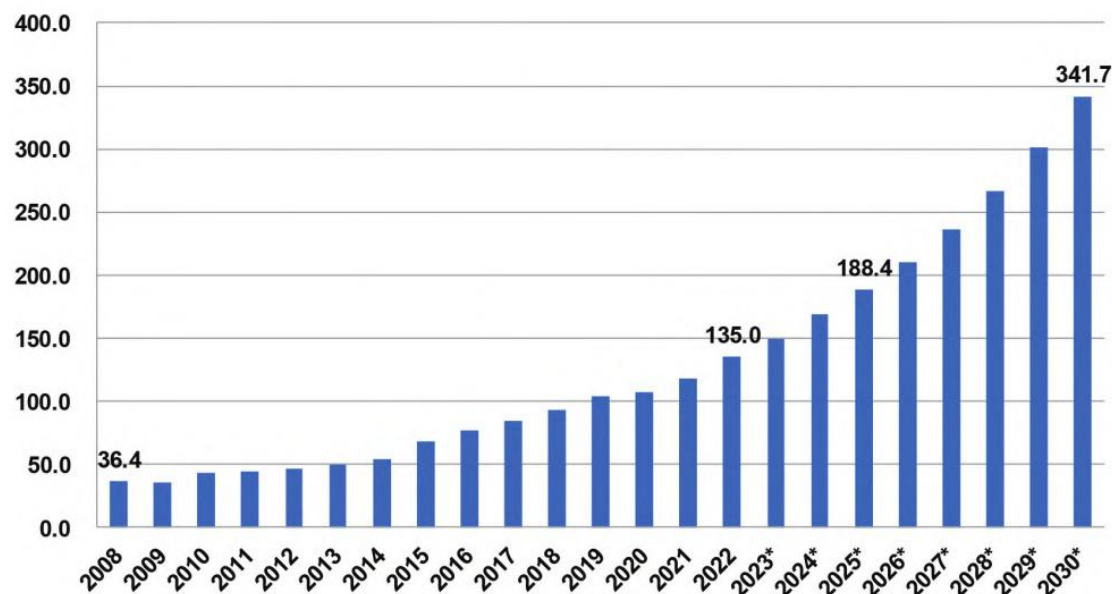
从材料角度测算碳纤维叶片成本增加幅度较低

| 叶片   | 指标     | 单位 | 3MW叶片型号          |                  | 7MW叶片型号          |                  | 10MW叶片型号         |                  |
|------|--------|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 基本结构 |        |    | WEI57-3000G      | WEI57-3000C      | WEI74-7000G      | WEI74-7000C      | WEI90-10K-G      | WEI90-10K-C      |
|      | 长度     | m  | 57               | 57               | 74               | 74               | 90               | 90               |
|      | 风轮直径   | m  | 116              | 116              | 153              | 153              | 185              | 185              |
|      | 外壳材料   |    | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 | 环氧树脂浸渍<br>无碱玻璃纤维 |
|      | 主梁材料   |    | 浸渍玻璃纤维           | 碳纤维预浸料           | 浸渍玻璃纤维           | 碳纤维预浸料           | 浸渍玻璃纤维           | 碳纤维预浸料           |
| 材料价格 | 碳纤维预浸料 | 美元 | -                | 54866            | -                | 152087           | -                | 190215           |
|      | 干玻纤    | 美元 | 67563            | 40292            | 196780           | 122228           | 253527           | 139676           |
|      | 环氧树脂   | 美元 | 7046             | 4202             | 23187            | 15244            | 26440            | 14567            |
|      | 巴尔沙木   | 美元 | 11725            | 12408            | 28475            | 31410            | 34840            | 36180            |
|      | PVC泡沫  | 美元 | 2116             | 2116             | 8282             | 9362             | 7337             | 7337             |
|      | 粘合剂    | 美元 | 1893             | 1893             | 3178             | 3178             | 6560             | 6560             |
|      | 合计     | 美元 | 90343            | 115778           | 259902           | 333509           | 328704           | 394536           |
|      | 成本同比   | %  |                  | 28.2%            |                  | 28.3%            |                  | 20.0%            |

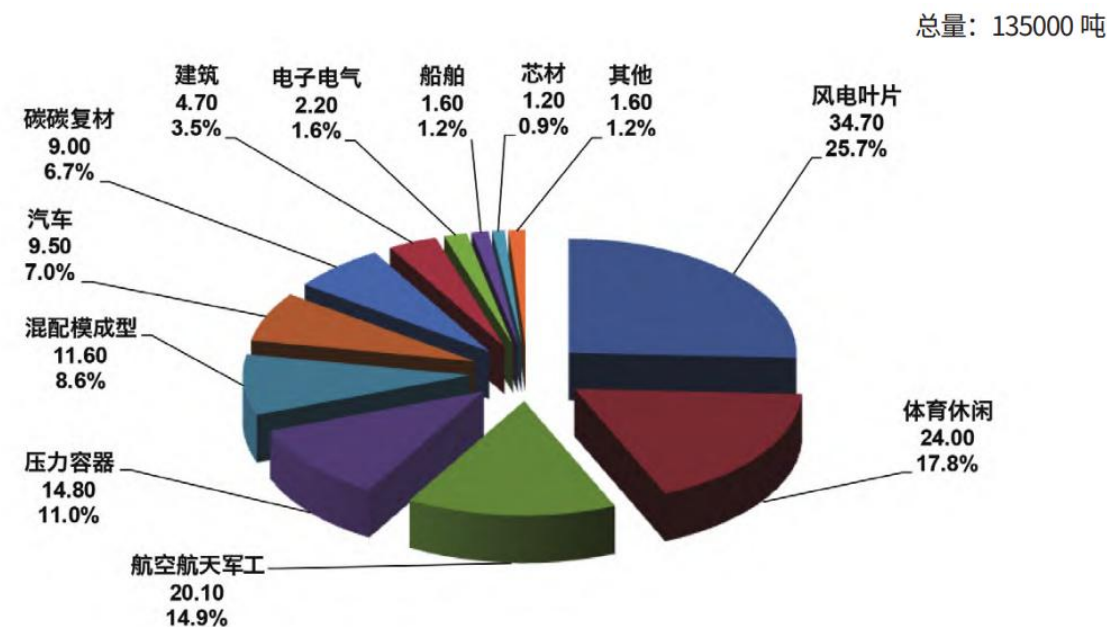
## 4.4 全球碳纤维需求稳定增长，龙头应用市场为风电市场

- ◆ 全球碳纤维需求呈现稳定增长态势。对比2021年的118000吨，2022年的全球需求数据为135000吨，同比增长14.4%。体育器材及压力容器是市场需求保持增长的主力，回暖中的航空航天军工和风电市场也为增长贡献了力量。
- ◆ 全球碳纤维的应用龙头市场依然是风电市场。然而，风电市场需求比2021年仅仅增长了5.2%，2021年比2020 年增长了7.8%，增长率从前几年超过20%的增长大幅度回落。随着风电行业的复苏，有望将风电碳纤维重新拉回高增长状态。

全球碳纤维需求（千吨）



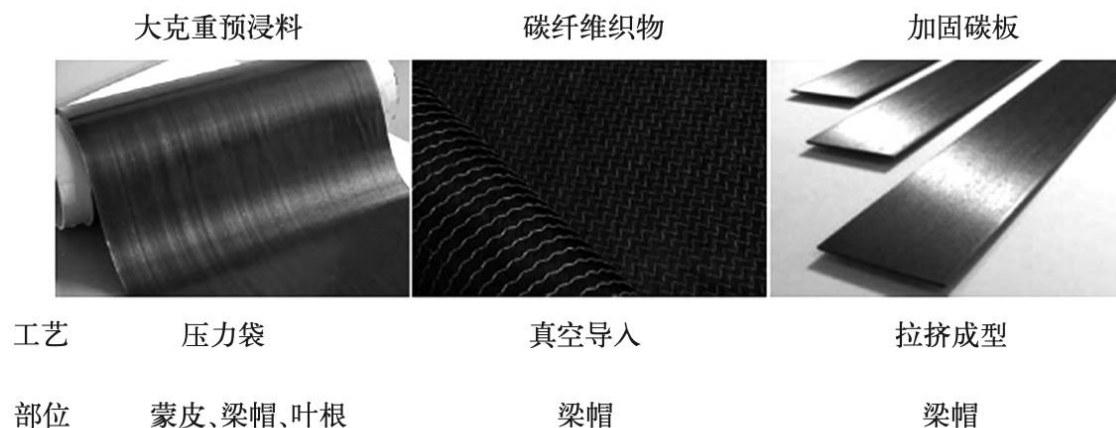
2022年全球碳纤维需求行业分布情况（千吨）



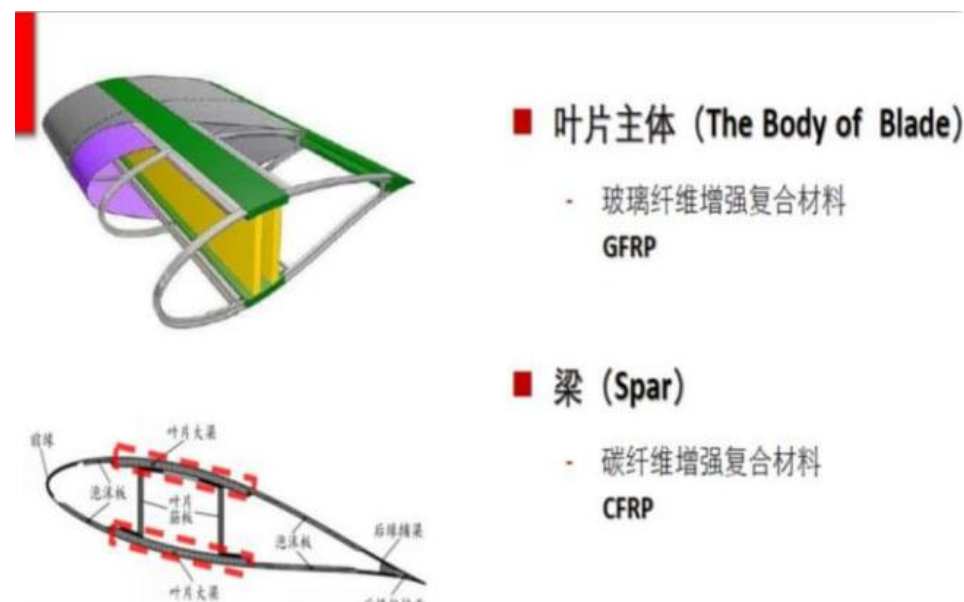
## 4.5 主流厂家已经布局碳纤维叶片

- ◆ 碳纤维应用市场逐步打开，大丝束碳纤维价格有所下降。近两年中材科技、时代新材、中复连众等叶片厂家以及主机厂三一重工、明阳电气等都陆续发布了使用碳纤维或碳玻混合拉挤大梁叶片。
- ◆ Vestas数项专利到期，碳纤维叶片国产化有望加速。Vestas率先在风电叶片中使用碳纤维，并通过改进风电叶片主梁结构，大幅提高叶片中的碳纤维含量，保证性能的同时，还大幅降低了标准件成本。GWEC数据显示，2015-2021年间，全球风电领域的碳纤维需求从1.8万吨增长到了3.3万吨，占总需求的约30%，是碳纤维最大的单品市场，仅Vestas用量在2.5-2.8万吨左右；Vestas的专利技术已于2022年7月到期，国内主机厂迎来碳纤维风电叶片的机遇期。

碳纤维应用在风电领域的主要工艺

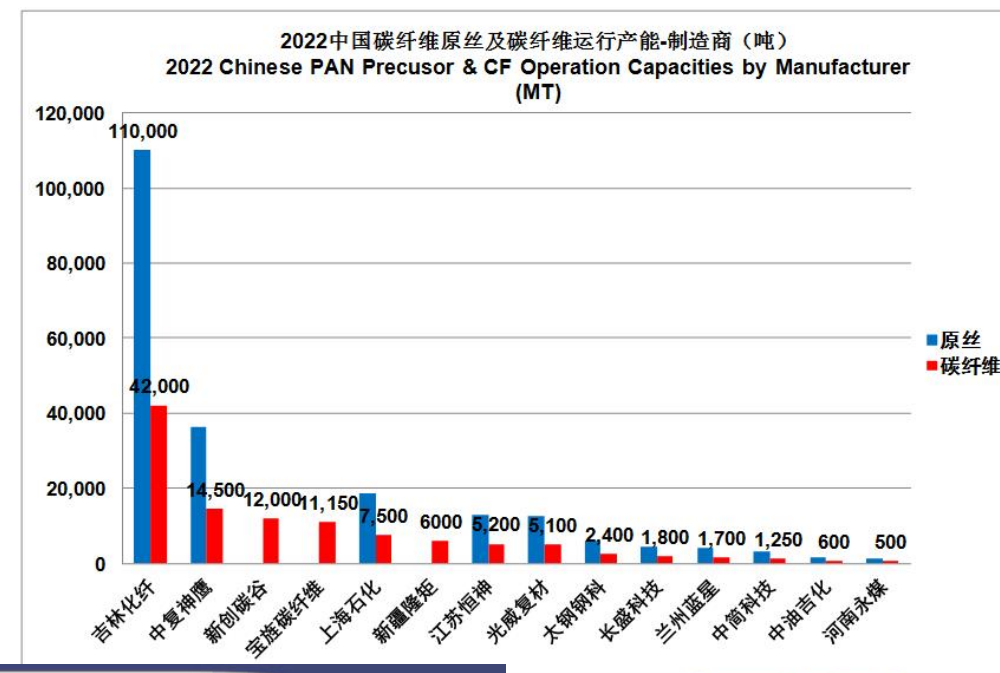
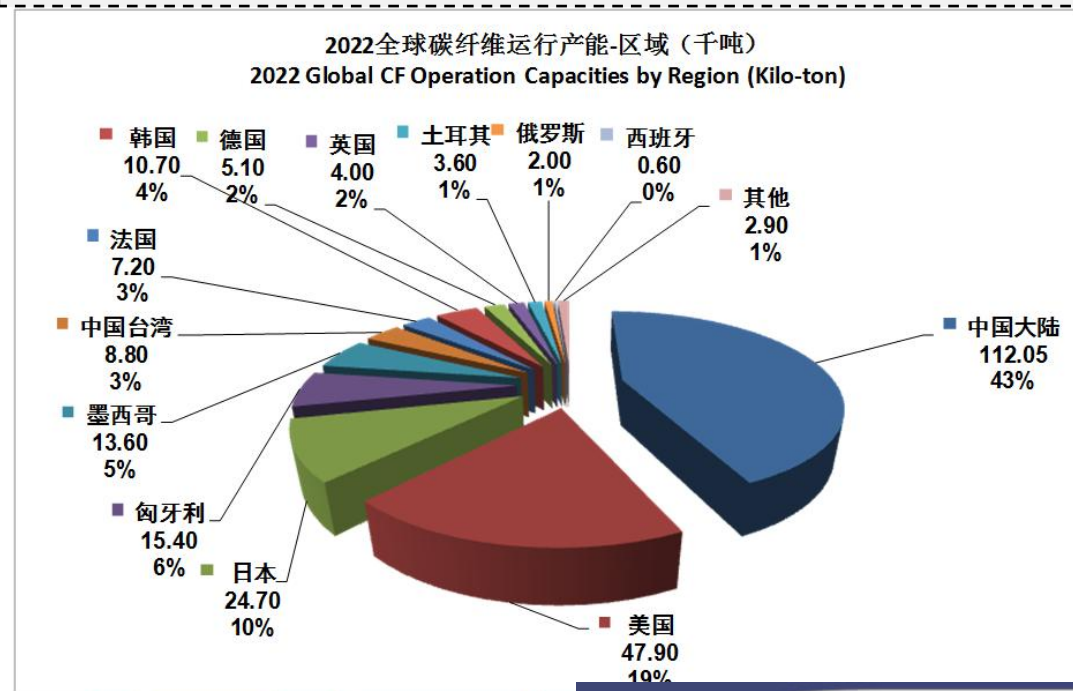


维斯塔斯的主梁结构示意图



## 4.6 国产碳纤维产能正迅速扩张

- ◆ 我国碳纤维产能快速扩张，产能利用率及性价比快速提升。近年来受到风电行业、航空航天、体育用材等下游需求拉动，我国碳纤维产能快速扩张。根据2022年全球碳纤维复合材料市场报告，2022年我国碳纤维运行产能11.21万吨，同比增长 76.73%，产能规模全球第一（全球第二大产能国美国2022年产能为4.79万吨）；2022年我国碳纤维产量4.5万吨，同比增长 53.8%，产能利用率为40.16%，产量增速不及产能增速，主要原因在于这些产能中，不少是2022年下半年才建成，真正满负荷供应是2023年。过去我国碳纤维产业存在“有产能无产量”的现象，产能利用率远低于65%-85%的国际平均水平，近年来随着国内企业不断实现技术突破，产能利用率快速提升，从 2016 年的14.94%增长至2022年的40.16%，仍有一定提升空间。2022年我国进口碳纤维量为2.94万吨，其余的4.5万吨市场由国产碳纤维供应。国产碳纤维的市场份额从2019年的31.7%攀升至2022年的60.5%，国产碳纤维销量首次超过进口数量，国产碳纤维性价比逐步提升。

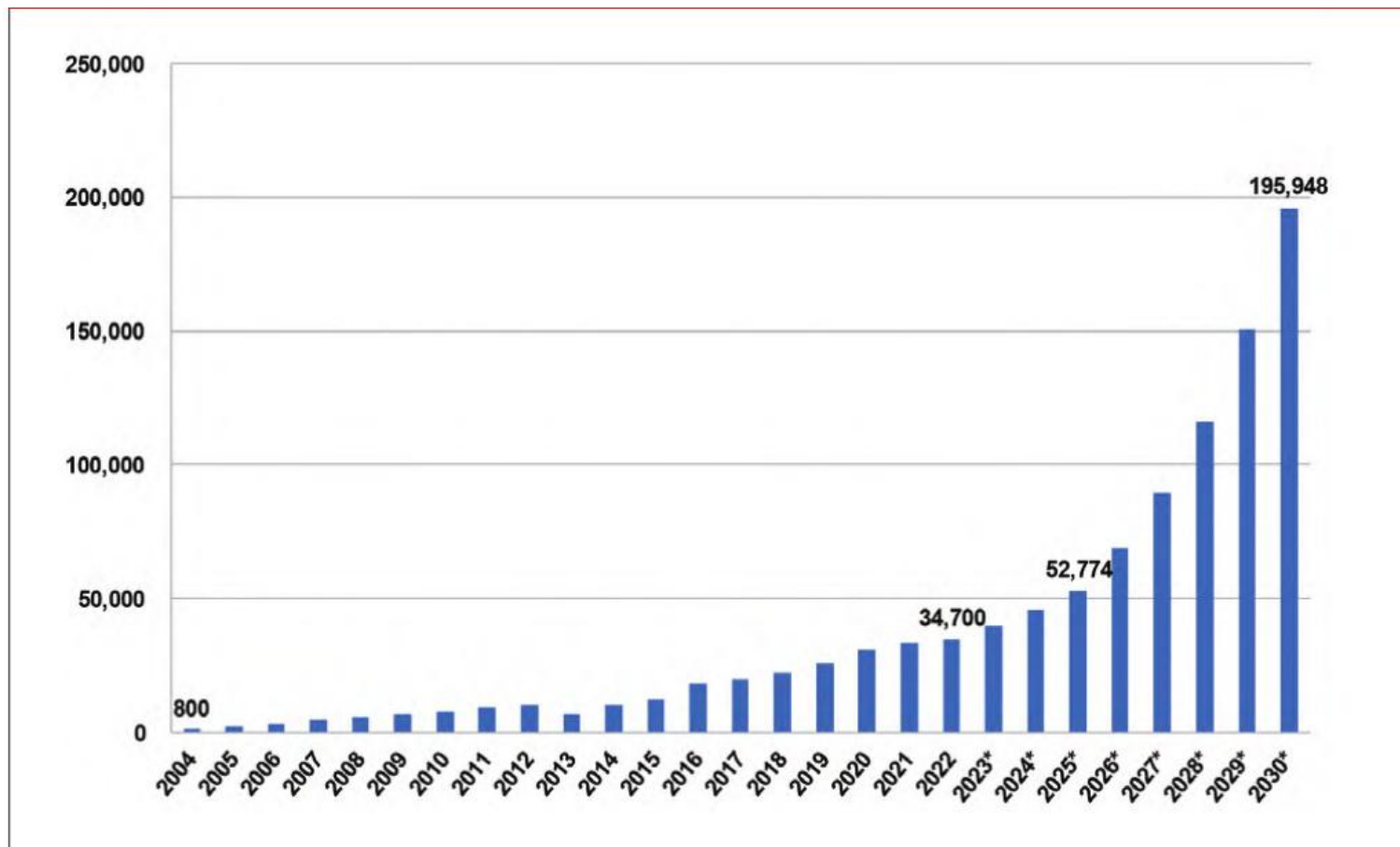


## 4.7.1 风电碳纤维需求呈高增长态势

### ◆ 风电碳纤维需求有望快速增长。

2023年前三季度，风电市场发展依然没有明显起色，但随着政策松绑，风电装机和招标量在第四季度开始回暖。风电行业有望持续景气。同时，叶片企业非常清晰碳纤维的减重优势及趋势，使用受到限制只是因为成本问题。2023年，常规的碳纤维价格已在低位，光伏热场、氢气瓶等新能源领域应用持续带动，有望加速碳纤维持续降本，从而带动碳纤维叶片应用。

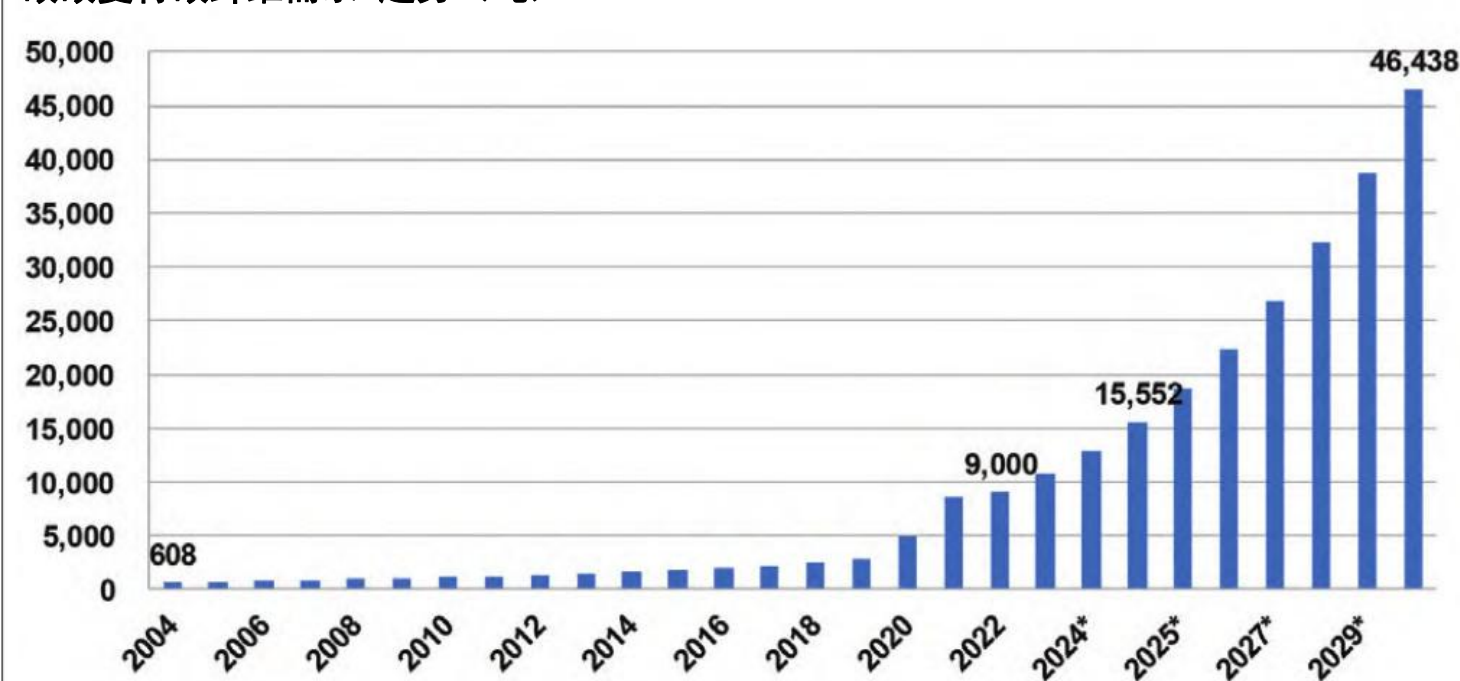
风电叶片碳纤维需求-趋势（吨）



## 4.7.2 光伏热场拉动碳纤维需求增长

- ◆ 光伏炉所需的热场碳碳复材迅猛发展推动碳纤维需求上行。碳碳复材是极佳的热场材料。碳/碳复合材料是以碳纤维为增强相的碳基复合材料，是目前极少数可以在2000℃以上保持较高力学性能的材料，它具有低比重、高比强、高比模、低热膨胀系数、耐热冲击以及耐烧蚀等优异性能，是新材料领域重点研究和开发的一类战略性高技术材料。碳碳热场部件主要为单晶硅炉内的碳毡功能材料和坩埚、保温桶、护盘等，受“双碳”目标推动，光伏企业隆基绿能、晶科能源、TCL中环、晶胜机电、晶澳科技大量采购单晶硅炉推动碳纤维需求上行。

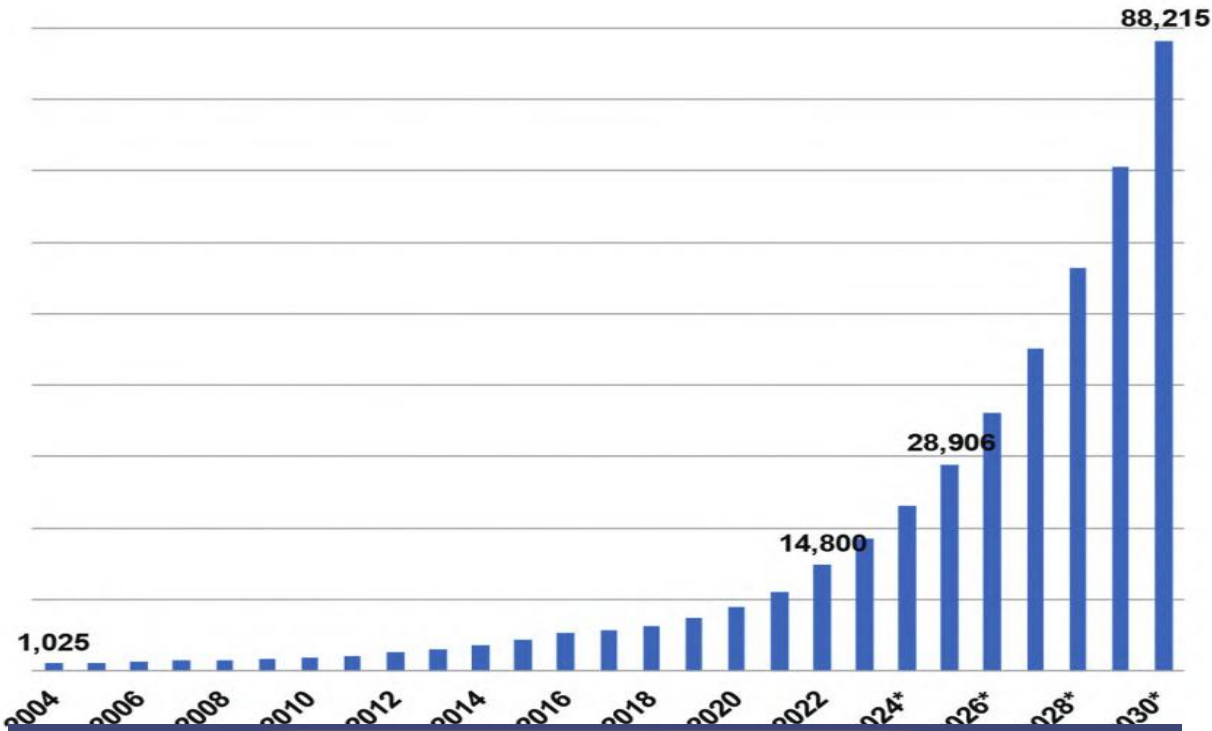
碳碳复材碳纤维需求-趋势（吨）



### 4.7.3 氢气瓶碳纤维用量快速增长

◆ 储氢瓶用碳纤维需求呈增长态势。碳纤维气瓶主要分类：呼吸气瓶、CNG气瓶、氢气瓶及长管拖车瓶。2022年，全国的气瓶碳纤维用量大约为6000吨。其中，氢气瓶占比42%、CNG 瓶占比29%、长管拖车瓶占比16%、呼吸瓶占比13%。未来几年，呼吸气瓶的增长会比较稳定，但受基数影响，增长量有限。天然气气瓶的用量在未来3年会有所增长，但从2025年开始会有所减缓。主要的增长点会出现在氢气瓶领域。

压力容器碳纤维需求-趋势（吨）



资料来源：《2022全球碳纤维复合材料市场报告》

- 01 风电产业链：国产化+大型化推动行业降本，齿轮箱与叶片是关键
- 02 风电行业：从周期走向成长，成长潜力巨大
- 03 齿轮箱：齿轮箱时代来临，收益率空间可观
- 04 叶片：碳纤维应用有望迎来拐点，碳纤维需求呈稳定上升态势
- 05 投资建议和风险提示

- ◆ **投资建议：**随着风电机组大型化与风机减重，综合考虑性价比，陆上双馈机组、海上半直驱机组逐渐成为行业主流，齿轮箱的应用越来越多。同时，为了满足叶片大型化的需求，碳纤维的应用也将越来越多。建议关注：
- **威力传动**（风电专用减速器领域的头部企业，已成功研制双馈机型的风力发电机增速器）、**新强联**（国产风机轴承龙头，未来大MW主轴轴承、齿轮箱轴承有望批量供应）、**广大特材**（已与南高齿就风电齿轮箱部件供应签署战略合作协议，正在加快推进各类产品试制与验证，部分产品已进入小批量供应阶段）、**恒润股份**（辗制环形锻件和锻制法兰行业龙头公司，并快速布局轴承及齿轮箱锻件业务）、
- **中复神鹰**（碳纤维龙头企业，生产规模和产业化技术已达到国际领先水平，高性能产品开发顺利）、**中简科技**（碳纤维龙头企业，2022年公司定增募资 20 亿元主要用于高性能碳纤维及织物产品项目建设）、**光威复材**（碳纤维龙头企业，拥有完整的产业链和技术优势）、**时代新材**（成功突破风电联轴器的关键技术，推进叶片大型化、新材料降本）等。

- ◆ **宏观经济波动风险：**当前国内外经济遭受较大下行压力，若经济形势持续走低，相关上下游行业发展受阻，则产业链相关公司业绩将面临波动的风险。
- ◆ **风电政策波动风险：**新能源产业链具有明显的全球化属性，贸易保护持续演化，可能会给风电行业带来扰动。
- ◆ **原材料价格波动风险：**风电产业链上游原材料多为钢铁、树脂、铜等大宗原料，若原材料价格持续上涨，原材料采购将占用更多的流动资金，从而加大资金周转压力；若原材料价格持续下滑，则将增大库存管理的难度，并引致存货跌价损失的风险。
- ◆ **新技术研发不及预期：**新技术对风电行业具有积极的推动作用，一方面，新技术应用的成熟度有待考验，由此引发的事故会冲击行业发展。此外，在技术变革过程如果个别企业转型不及时，可能受到明显影响。

## 公司评级体系

### 收益评级：

- 买入 — 未来6个月的投资收益率领先沪深300指数15%以上；
- 增持 — 未来6个月的投资收益率领先沪深300指数5%至15%；
- 中性 — 未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持 — 未来6个月的投资收益率落后沪深300指数5%至15%；
- 卖出 — 未来6个月的投资收益率落后沪深300指数15%以上。

### 风险评级：

- A — 正常风险，未来6个月投资收益率的波动小于等于沪深300指数波动；
- B — 较高风险，未来6个月投资收益率的波动大于沪深300指数波动。

## 行业评级体系

### 收益评级：

领先大市 — 未来6个月的投资收益率领先沪深300指数10%以上；

同步大市 — 未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-10%至10%；

落后大市 — 未来6个月的投资收益率落后沪深300指数10%以上；

### 风险评级：

A — 正常风险，未来6个月投资收益率的波动小于等于沪深300指数波动；

B — 较高风险，未来6个月投资收益率的波动大于沪深300指数波动。

## 分析师声明

张文臣、周涛声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

## 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

## 免责声明：

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发、篡改或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华金证券股份有限公司研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

华金证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

## 风险提示:

报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。投资者对其投资行为负完全责任，我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

华金证券股份有限公司

办公地址:

上海市浦东新区杨高南路759号陆家嘴世纪金融广场30层

北京市朝阳区建国路108号横琴人寿大厦17层

深圳市福田区益田路6001号太平金融大厦10楼05单元

电话: 021-20655588

网址: [www.huajinsc.cn](http://www.huajinsc.cn)