

行业研究

降本趋势下滑动轴承优势尽显，“以滑替滚”成为风电轴承新趋势

——风电行业滑动轴承专题报告

投资观点

轴承产品品类众多，“以滑替滚”成为未来趋势。轴承依照摩擦特性的不同可大体分为滚动轴承与滑动轴承两类。滑动轴承的优点是承载能力较强、成本低、维护简便，但缺点是摩擦阻力较大、能耗较高。目前下游行业大多以滚动轴承为主，但随着机械装备朝着大型、重载、高速方向发展，具有高承载能力的滑动轴承有望逐渐实现对滚动轴承的替代。

全球滑动轴承行业规模达 141 亿美元，市场渗透率逐年提升。2020 年全球滑动轴承市场规模为 141 亿美元。滑动轴承的全球市场渗透率由 2016 年的 8.9% 逐年提升至 2020 年的 11.88%，随着“以滑替滚”趋势的不断推进，未来滑动轴承市场渗透率有望进一步提升。

滚动轴承占据风电行业主导地位，滑动轴承市场成长空间广阔。风电轴承可分为偏航轴承、发电机轴承、主轴轴承、变桨轴承、变速箱轴承。根据长盛轴承披露数据，滚动轴承单 GW 市场空间为 2.6 亿；滑动轴承单 GW 市场空间为 1.5 亿，其中主轴轴承市场空间为 6-7 千万，齿轮箱市场空间为 4-5 千万，偏航变桨轴承市场空间为 2-3 千万。据每日风电数据，2022 年我国风电市场招标总量为 103.3GW。按照滑动轴承市场渗透率为 10% 计算，风电滑动轴承市场空间可达 15.5 亿元。由于滑动轴承渗透率还有极大提升空间，因此风电滑动轴承市场空间潜力巨大。

顺应大型化降本趋势，滑动轴承成本性能皆占优势。随着风机大型化趋势的不断推进，风机对轴承负载能力要求逐渐提升。滑动轴承更适合在高荷载的条件下工作，因此在大型化背景下滑动轴承性能更具优势。此外滑动轴承成本仅为滚动轴承的 70%，且维护简便，可有效减轻下游客户的采购以及运维成本压力。

风电行业滑动轴承替代仍处探索阶段，样机并网打下良好基础。目前风电轴承的以滑替滚仍处于探索阶段，目前各大轴承与主机厂商已开始相关尝试。2021 年 10 月，金风科技装有滑动主轴轴承的样机在新疆达坂城成功实现并网，此次样机并网有力地证实了风电轴承在性能以及经济性上地可靠性，为之后的“以滑替滚”奠定了良好的基础。

投资建议：目前风电轴承行业主要以滚动轴承为主，滑动轴承市场渗透率较低。随着风电大型化及降本趋势的不断推进，滑动轴承由于其承载能力强、成本低的特点优势逐渐体现。我们认为未来滑动轴承将逐渐实现对滚动轴承的替代，风电滑动轴承市场成长空间广阔，建议关注已展开“以滑替滚”相关验证的两家滑动轴承龙头企业**长盛轴承、双飞股份**。

长盛轴承：公司进行风电轴承相关技术研发多年，已掌握风电机组用自润滑轴承的多项核心技术。目前公司已率先在齿轮箱轴承进行突破，建成了模拟行星齿轮相对行星销轴转动的国内首台 1:1 比例主齿轮箱滑动轴承试验台，并已顺利完成 6MW 半直驱机型主齿轮箱滑动轴承试验。此外，主轴轴承目前已完成材料验证，偏航变桨轴承目前也已处于开发过程中。

双飞股份：目前公司已与国内多家大中型风电主机厂展开了产品研发方面的合作。同时公司与俄罗斯功勋科学家萨维院士团队展开了技术合作，该团队具备设计方案及仿真技术方面的优势，将助力公司对高端风电轴承的研发。目前公司风电轴承已有样品通过顾客装机试验，未来随着公司技术的不断成熟与风电行业“以滑替滚”趋势的不断推进，公司作为滑动轴承领域龙头企业有望占得先机。

风险分析：风电行业景气度下行风险；“以滑替滚”进度不及预期的风险；原材料价格上涨风险。

机械行业

买入（维持）

作者

分析师：杨绍辉

执业证书编号：S0930522060001

021-52523860

yangshaohui@ebcn.com

分析师：陈佳宁

执业证书编号：S0930512120001

021-52523851

chenjianing@ebcn.com

联系人：林映吟

021-52523418

linyingyin@ebcn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：Wind

目录

1、 轴承市场空间广阔，海外厂商占据主导.....	4
1.1、 轴承种类多样，滑动滚动各具优势	4
1.2、 滑动轴承渗透率不断提升，海外厂商占据高端市场	5
2、 滑动轴承特点契合风电降本趋势，“以滑替滚”探索进行时	7
2.1、 风电零部件滚动轴承占据主导，滑动轴承市场潜力大	7
2.2、 高承载力低成本顺应风电趋势，滑动轴承优势尽显	8
2.3、 “以滑替滚”仍处探索阶段，样机并网奠定良好基础	9
3、 国内滑动轴承龙头积极布局风电行业	10
3.1、 长盛轴承：国内自润滑轴承龙头企业，齿轮箱轴承率先实现突破	10
3.2、 双飞股份：无油轴承龙头企业，风电轴承通过样机试验	12
4、 风险分析.....	14

图目录

图 1：轴承分类	4
图 2：2016-2021 年全球轴承市场规模及增速	5
图 3：2016-2020 年全球滑动轴承市场规模及增速	5
图 4：2016-2020 年全球滑动轴承市场渗透率	6
图 5：2014-2022Q1-Q3 年国内风电公开招标量（GW）	8
图 6：大型化趋势下风电叶片直径不断提升	8
图 7：长盛轴承发展历程.....	10
图 8：2017-2022Q1-Q3 年长盛轴承营业收入及增速	11
图 9：2017-2022 Q1-Q3 年长盛轴承归母净利润及增速.....	11
图 10：2017-2022Q1-Q3 年双飞股份营业收入及增速	12
图 11：2017-2022Q1-Q3 年双飞股份归母净利润及增速.....	12

表目录

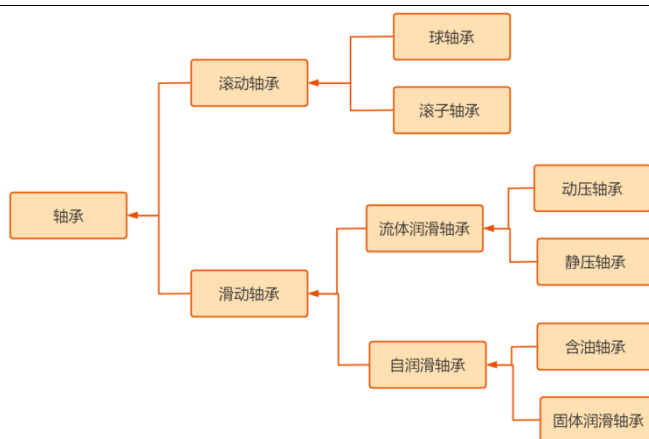
表 1：不同类型轴承工作原理及特点	4
表 2：国内外自润滑轴承厂商介绍	6
表 3：不同种类风电轴承简介	7
表 4：滑动轴承与滚动轴承工作特性对比	8
表 5：国内风电主机及零部件厂商“以滑替滚”进展.....	9
表 6：长盛轴承产品介绍.....	11
表 7：双飞股份产品介绍.....	13

1、轴承市场空间广阔，海外厂商占据主导

1.1、轴承种类多样，滑动滚动各具优势

轴承可主要分为滑动轴承与滚动轴承两大类。轴承是现代工业的基础零部件，被誉为机械装备的“关节”，其主要功能是支撑旋转轴或其它运动体，引导转动或移动运动并承受由轴或轴上零件传递而来的载荷。按照轴承工作时摩擦面不同的摩擦特性，可将轴承分为滚动轴承与滑动轴承两大类。

图 1：轴承分类



资料来源：长盛轴承招股说明书，光大证券研究所


滚动轴承：滚动轴承通常由外圈、内圈、滚动体和保持架组成。按照滚动体的形状不同可分为球轴承与滚子轴承。由于其摩擦面由滚动摩擦代替了滑动摩擦，因此工作时所承受的摩擦力远小于滑动轴承，具有良好的节能效果。缺点是径向尺寸较大，减震能力较差，高速工作时寿命噪音大。





滑动轴承：滑动轴承摩擦面之间依靠滑动运行，因缺少滚动体这一结构因此相对滚动轴承径向尺寸较小，运动较稳定，承载能力较强。缺点是运行过程中的摩擦系数较大，能耗较高。滑动轴承依照摩擦面的润滑形式不同可分为流体润滑轴承与自润滑轴承：

1) **流体润滑轴承：**流体润滑轴承按照润滑原理的不同可分为动压轴承与静压轴承。其中动压轴承通过轴颈和轴承内壁的相对运动，使其之间形成一层具有一定承载能力的流体薄膜，从而达到润滑的效果，一般适用于高速运行的场景。静压轴承则是通过压力泵将压力润滑剂强行泵入轴承和轴之间的微小间隙。它的特点是在静止或低速场景下也能建立承载油膜，适用于低速运行场景。

2) **自润滑轴承：**自润滑轴承是指用自润滑材料制作或在材料中预先加入润滑剂，在工作时可以不加或长时期不必加润滑剂的滑动轴承，按润滑剂性质不同可分为含油轴承以及固体润滑轴承。其中含油轴承通过运转时的热膨胀使轴承孔隙中的润滑油溢出供油润滑。而固体润滑轴承则使用聚四氟乙烯、石墨等固体润滑材料代替传统润滑剂进行润滑。

表 1：不同类型轴承工作原理及特点

轴承类别	图片	工作原理	特点	应用场景
滚动轴承		通过保持架将滚动体均匀分布在轴承内外圈之间，从而使运转的轴与轴座之间的滑动摩擦变为滚动摩擦	优点：节能效果显著；缺点：径向尺寸较大，减震能力较差，高速工作时寿命噪音大	高转速，低承载，对能耗控制要求较高

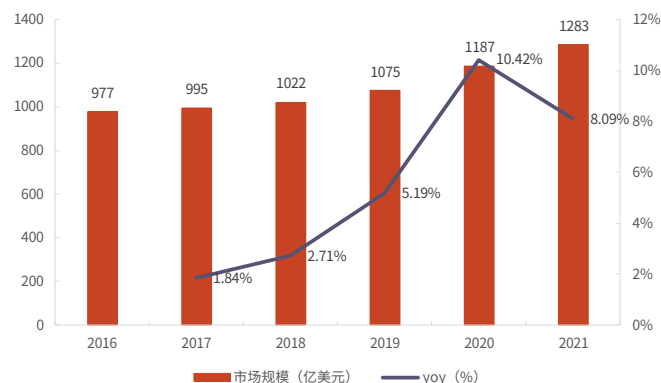
动压轴承		通过轴颈和轴承内壁的相对运动,使其之间形成一层具有一定承载能力的流体薄膜,从而达到润滑的效果	优点: 不需要额外泵油装置; 缺点: 低速与静止状态下无法形成油膜	高转速
静压轴承		通过压力泵将压力润滑剂强行泵入轴承和轴之间的微小间隙	优点: 在静止或低速场景下也能建立承载油膜; 缺点: 结构较为复杂, 制造及维护较为困难	低转速
含油轴承		含油轴承在非运转状态, 润滑油充满其孔隙, 运转时, 轴回转因摩擦而发热, 轴瓦热膨胀使孔隙减小, 于是, 润滑油溢出, 进入轴承间隙。当轴停止转动后, 轴瓦冷却, 孔隙恢复, 润滑油又被吸回孔隙。	优点: 成本低、能吸振、噪声小、在较长工作时间内不用加润滑油; 缺点: 润滑油易于灰尘混合形成油泥, 加大对轴承的磨损	在高速、轻载下工作的含油轴承要求含油量多, 孔隙度宜高; 在低速、载荷较大下工作的含油轴承要求强度高, 孔隙度宜低。
固体润滑轴承		使用聚四氟乙烯、石墨等固体润滑材料代替传统润滑剂进行润滑	优点: 承载能力高, 耐冲击, 耐高温, 自润滑能力强, 无需供油; 缺点: 工作时摩擦阻力较大, 能耗较高	重载, 低速, 往复或摆动等难以润滑和形成油膜的场合

资料来源: 长盛轴承招股说明书, 长盛轴承官网, 双飞股份招股说明书, 双飞股份官网, 光大证券研究所

1.2、 滑动轴承渗透率不断提升, 海外厂商占据高端市场

全球轴承市场规模稳步上升, 滑动轴承渗透率逐步提升。随着能源、交通运输、冶金、化工等行业机械装备朝着大型、重载、高速的方向不断发展, 下游行业对滑动轴承的需求量不断提高。据 Grand View Research 数据, 全球轴承行业市场规模已由 2016 年 977 亿美元上升至 2021 年 1283 亿美元。据 Verified Market Research 数据, 全球滑动轴承市场规模由 2016 年 87 亿美元上升至 2020 年 141 亿美元。随着滑动轴承市场规模不断扩大, 渗透率也由 2016 年的 8.9% 提升至 2020 年的 11.88%。

图 2: 2016-2021 年全球轴承市场规模及增速



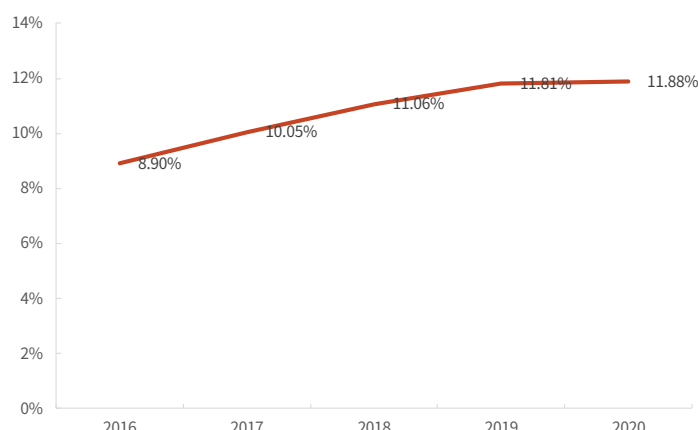
资料来源: Allied Market Research, Grand View Research, 光大证券研究所

图 3: 2016-2020 年全球滑动轴承市场规模及增速



资料来源: Verified Market Research, 光大证券研究所

图 4：2016-2020 年全球滑动轴承市场渗透率



资料来源：Allied Market Research, Grand View Research, Verified Research, 光大证券研究所

全球高端轴承市场由八大海外厂商主导。全球高端轴承市场竞争格局相对固定,欧美以及日本的八大轴承制造商(瑞典 SKF,日本 NSK、NMB、NTN、JECKET、NACHI,美国 TIMKEN,德国 SCHAEFFLER)凭借多年积累的技术优势占据了全球轴承市场 70%以上的份额。而自润滑轴承主要以美国 GGB 公司、日本 Oiles 公司、Daido Metal 等专业自润滑轴承企业占据主导地位。

国内自润滑轴承市场初具规模,中高端市场集中度较高。国内自润滑轴承行业经过多年发展已具有一定规模,并在浙江嘉善地区形成了明显的产业集群。国内格局上看,中低端市场中小企业较多,大多数中小企业生产水平不高,中高端市场则由长盛轴承、双飞股份等少数企业占领,集中度较高。

表 2：国内外自润滑轴承厂商介绍

公司名称	国家	简介	主要产品	应用领域
GGB	美国	世界领先的自润滑和预润滑轴承生产厂家,在全球范围拥有多家生产基地,包括美国、德国、法国、巴西、斯洛伐克和中国。GGB 在全球 20 多个国家成立了办事处。GGB 是金属塑料复合滑动轴承的全球领导者,其生产的汽车液压轴承占领着全球 50%的市场份额。	金属复合轴承、工程塑料轴承、纤维缠绕轴承、8 字形轴承及止推块、金属和双金属轴承及轴承组件	航空航天、农业机械、汽车工业及建筑机械
OilesCorporation	日本	日本著名的自润滑轴承生产商,主要生产模具用轴承、滑板、直线轴承导轨组件、塑料轴承等。Oiles 在海外设立了 10 家分公司和多个办事机构。	金属类轴承、树脂类轴承、复合类轴承	汽车、视听设备、办公自动化设备、信息通信设备、工程机械
DaidoMetalCO.LTD.	日本	日本著名的精密轴承生产厂商,主要产品及技术有表面处理、精密加工、复合金属技术、半圆滑动轴承、汽车发动机用滑动轴承等。公司拥有 19 家海外分公司,业务遍及世界多个国家和地区。	轴瓦、衬套和推力垫圈、无油轴承(复合轴承、金属轴承)、特殊轴承(轴承组件、涡轮增压轴承)以及液压系统	交通运输工具、机械设备、办公设备
长盛轴承	中国	国内从事自润滑轴承生产最大规模企业之一,产品远销韩国、德国、英国、意大利、法国、瑞典、土耳其、印度等多个国家和地区。公司生产的产品广泛应用于工程机械、汽车、农业机械、塑料机械及港口机械等行业。	双金属边界润滑卷制轴承、金属塑料自润滑卷制轴承、金属基自润滑轴承、铜基边界润滑卷制轴承、非金属自润滑轴承	工程机械、汽车、能源、港口机械、塑料机械、农业机械
双飞股份	中国	国内从事自润滑轴承生产最大规模企业之一。生产的产品广泛应用于汽车、工程机械、模具、液压等行业。产品远销美国、德国、日本、意大利、韩国、法国、印度、及中东等地区	SF 系列轴承、JF 系列轴承、JDB 系列轴承、FU 系列轴承、其他系列轴承及复合板材	汽车制造、工程机械、液压系统、模具

中达股份

中国

我国自润滑轴承行业的专业生产企业，浙江省高新技术企业。公司产品销往德国、法国、意大利、英国、瑞典、荷兰、美国、韩国等多个国家和地区。

SF-1 系列自润滑轴承、SF-2 系列边界润滑轴承、SJ 系列双金属轴承、固体自润滑轴承

机械行业、水利工程、航天领域


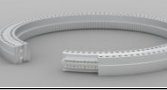

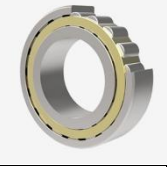

资料来源：双飞股份招股说明书，长盛轴承招股说明书，光大证券研究所

2、滑动轴承特点契合风电降本趋势，“以滑替滚”探索进行时

2.1、 风电零部件滚动轴承占据主导，滑动轴承市场潜力大

轴承是风电设备核心零部件，目前以滚动轴承占据主导。每台风力发电设备需要偏航轴承 1 套，发电机轴承 3 套，主轴轴承 2 套，变桨轴承 3 套。半直驱式以及双馈式风机由于主轴与电机之间由变速箱连接，因此相较直驱式风机额外需要 20 套左右的变速箱轴承。风电轴承工作条件恶劣，同时由于维护成本较高因此需保障较长的使用寿命，因此具有较高的技术复杂度，也是制约我国风电发展的关键因素。

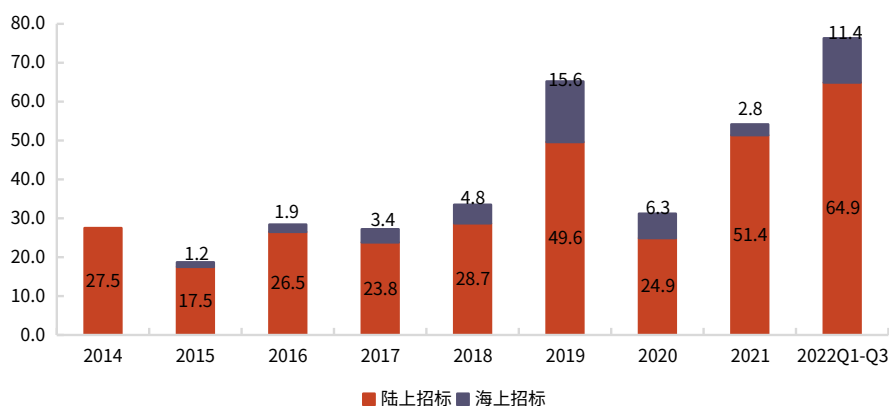
表 3：不同种类风电轴承简介

轴承部位	图片	作用	轴承种类	工况	数量（套）
主轴轴承		将叶片输入扭矩传递至齿轮箱或电机	圆锥滚子轴承、球面轴承等	低转速（<25rpm）、宽温、重载且变化大、振动、高湿度	2
变桨轴承		调整叶片角度使风机达到最大风能转化效率	四点接触球轴承等	停多于转、宽温、重载、振动、高湿度	3
偏航轴承		调整叶片迎风角度使叶片达到最大捕风面积	四点接触球轴承等	停多于转、宽温、重载、振动、高湿度	1
变速箱轴承		提升主轴转速以满足发电所需转速	深沟球轴承、圆柱滚子轴承、满装圆柱滚子轴承、双列圆锥滚子轴承、调心滚子轴承、推力调心滚子轴承、四点接触球轴承等	扭矩和转速波动范围大	20 左右
电机轴承		支承发电机轴及轴上零件	深沟球轴承与圆柱滚子轴承组配	高转速（1000-1500rpm）、高温（90-120℃）	3

资料来源：国际风力发电网，瓦轴集团《我国风电轴承发展现状与展望》，新强联官网，瓦轴官网，光大证券研究所

大型化趋势下风电轴承价值量不断提高，滑动轴承市场空间潜力大。根据长盛轴承披露数据，滚动轴承单 GW 市场空间为 2.6 亿，滑动轴承单 GW 市场空间为 1.5 亿，其中主轴轴承市场空间为 6-7 千万，齿轮箱市场空间为 4-5 千万，偏航变桨轴承市场空间为 2-3 千万。据每日风电数据，2022 年我国风电市场招标总量为 103.3GW。按照滑动轴承市场渗透率为 10% 计算，风电滑动轴承市场空间可达 15.5 亿元。由于滑动轴承渗透率还有极大提升空间，因此风电滑动轴承市场空间潜力巨大。

图 5：2014-2022Q1-Q3 年国内风电公开招标量（GW）

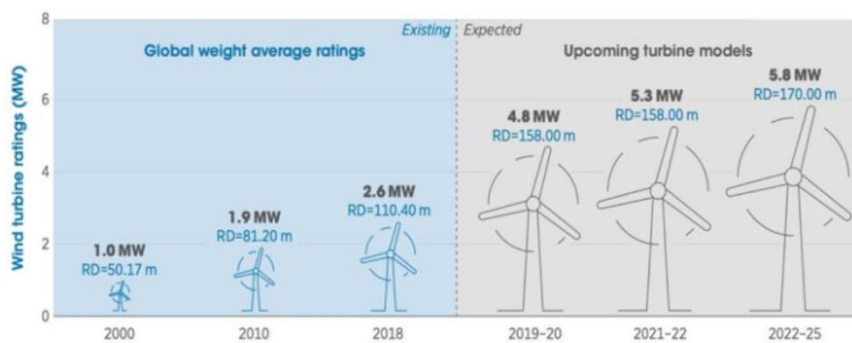


资料来源：金风科技官网，光大证券研究所

2.2、高承载力低成本顺应风电趋势，滑动轴承优势尽显

轴承承载能力要求不断提升，滑动轴承特性符合风电大型化趋势。随着风电大型化趋势的不断推进，风电叶片与机组的尺寸与重量不断提升，对风电轴承的承载能力要求也不断提升。滚动轴承由于其摩擦面之间是点接触的结构特性，因此承载能力较差，在高荷载工作条件下易产生噪声且磨损加快。相较之下滑动轴承由于其承压面积大，因此在高荷载工作条件下能较为稳定地运行，且能承受较大的冲击荷载。因此在风电大型化的趋势下，滑动轴承在性能上更具优势。

图 6：大型化趋势下风电叶片直径不断提升



资料来源：IRENA，光大证券研究所

表 4：滑动轴承与滚动轴承工作特性对比

特性比较	滑动轴承		滚动轴承
	自润滑轴承	一般滑动轴承	
承载	高	高	承载
速度	低速或中速	低速或中速	速度
摩擦因数	小	大	摩擦因数
噪音	运动时几乎无噪音	运动时几乎无噪音	噪音
润滑	有无润滑均可	需要润滑	润滑
密封	有无密封均可	需要密封	密封
耐蚀性	好	好	耐蚀性

抗冲击性	好	好	抗冲击性
互换性	在使用条件许可的情况下，可与滚动轴承互换	在使用条件许可的情况下，可与滚动轴承互换	互换性
运动方式	直线、回转、摇摆或组合运动方式	直线、回转、摇摆或组合运动方式	运动方式
轴的要求	对轴的硬度要求不高	对轴的硬度要求不高	轴的要求
非标尺寸定制	灵活	灵活	非标尺寸定制

资料来源：双飞股份招股说明书，光大证券研究所

风电行业滑动轴承成本仅为滚动轴承 70%，可有效缓解主机厂商降本压力。轴承是风电机组的核心零部件，据电气风电公告，2018-2020 年轴承采购成本占比分别为 3.52%/6.03%/7.25%，呈逐年上升趋势。2022 年随着风电项目补贴退坡，大型化导致轴承单价上升，风电主机厂商的成本压力逐渐提升。滑动轴承成本仅为滚动轴承成本 70%，可有效缓解主机厂商的成本压力。

滑动轴承运维简便，轻量化设计有助于进一步降本。滑动轴承的优势在于风机后续的维护保养较方便，可以在塔上完成，免去吊装等步骤，降低维护成本，并且可以缩短风机停机时间，提高风机利用率。同时滑动轴承由于径向尺寸相较于滚动轴承大幅减小，因此具有体积小、轻量化的特点。如对主机进行相应的轻量化设计，则将有助于风电项目的进一步降本。

2.3、“以滑替滚”仍处探索阶段，样机并网奠定良好基础

齿轮箱轴承实现率先替换，金风科技样机成功实现并网。目前风电轴承的以滑替滚仍处于探索阶段，目前各大轴承厂商已开始相关尝试。长盛轴承由于在工业变速箱多年的技术积累，因此率先在齿轮箱轴承进行突破。此外主轴轴承目前已完成材料验证，偏航变桨轴承目前也已处于开发过程中。2021 年 10 月，金风科技装有滑动主轴承的样机在新疆达坂城成功实现并网，其轴系承载密度提升超过 20%，有力支撑了大功率机型的开发；滑动轴承分瓣式设计，可实现局部更换，使维护成本下降超过 60%。此次样机并网有力地证实了风电轴承在性能以及经济性上地可靠性，为之后的“以滑替滚”奠定了良好的基础。

表 5：国内风电主机及零部件厂商“以滑替滚”进展

环节	公司	进展	优势
主机	金风科技	➢ 2021 年 10 月，金风科技装有滑动主轴承的样机在新疆达坂城成功实现并网。	轴系承载密度提升超过 20%，有力支撑了大功率机型的开发；滑动轴承分瓣式设计，可实现局部更换，使维护成本下降超过 60%。
		➢ 2022 年 10 月 13 日，金风科技主导研发的 16MW 海上风电机组成功下线，该机组采用了滚动轴承与滑动轴承通用的外接口，有意通过该项目推动滑动轴承在大功率机组上的应用验证。	
	中国海装	➢ 牵头成立“风电机组主轴及齿轮箱用滑动轴承关键技术研究” ➢ 与上海交通大学重庆研究院团队合作，该团队已开展“滑代滚”基体和涂覆层材料、结构设计仿真、试验验证和综合性能评价的关键技术攻关	目标是实现低速 0.1m/s 以下、重载 15MPa 以上、频繁启停、高可靠、免维护和运行 20 年以上的长寿命，实现进口替代
轴承	长盛轴承	➢ 率先在齿轮箱轴承进行突破，主轴轴承目前已完成材料验证，偏航变桨轴承目前也已处于开发过程中。 ➢ 建成了模拟行星齿轮相对行星轴转动的国内首台 1:1 比例主齿轮箱滑动轴承试验台，并已顺利完成 6MW 半直驱机型主齿轮箱滑动轴承试验。	可以极大的提高主齿轮箱的扭矩密度，目前，采用滑动轴承的主齿轮箱扭矩密度已经达到 220Nm/kg，使得主齿轮箱的结构更加紧凑。
	双飞股份	➢ 与国内多家大中型风电主机厂均有沟通交流及产品研发方面的合作，目前样品已通过客户装机试验，客户反馈效果良好。 ➢ 与俄罗斯院士专家团队进行技术合作，设计方案与仿真技术都具有优势，目前正在试验过程中。	
	崇德科技	➢ 搭建了满足全尺寸、全工况要求、具备微米级的油膜厚度测量能力的大型风电滑动轴承试验平台，建立了完整的风电滑动轴承设计、制造、测试一体化	掌握了通过 DNV-GL 国际认证的、考虑弹流润滑、混合摩擦等专用计算技术及特种材料选择及成型技术。

的开发及产业化平台。

- 与风电主轴轴承和主齿轮箱轴承的技术引领者 SKF 签订了关于风电滑动轴承战略合作协议。

资料来源：CWEA，风电头条，上海交通大学重庆学院官网，投资者交流平台，各公司公告，各公司官网，光大证券研究所

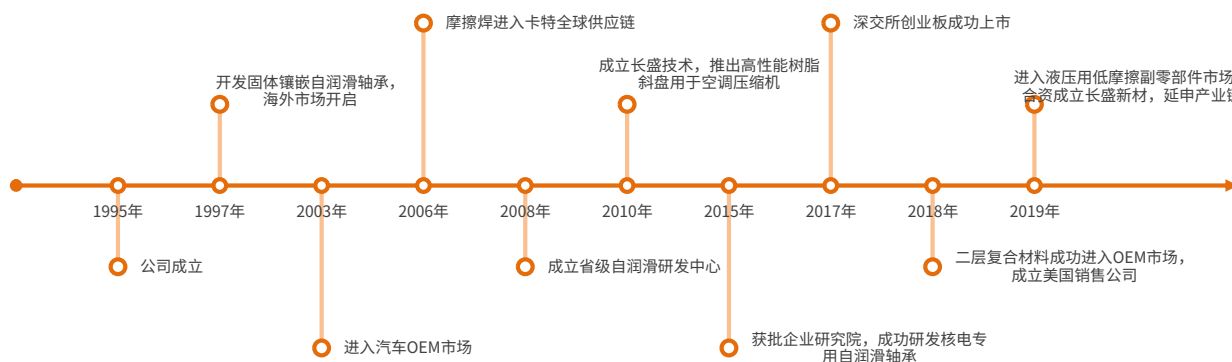
3、国内滑动轴承龙头积极布局风电行业

目前风电轴承行业主要以滚动轴承为主，滑动轴承市场渗透率较低。随着风电大型化及降本趋势的不断推进，滑动轴承由于其承载能力强、成本低的特点优势逐渐体现。我们认为未来滑动轴承将逐渐实现对滚动轴承的替代，风电滑动轴承市场成长空间广阔，建议关注已展开“以滑替滚”相关验证的两家滑动轴承龙头企业长盛轴承、双飞股份。

3.1、长盛轴承：国内自润滑轴承龙头企业，齿轮箱轴承率先实现突破

深耕自润滑轴承行业多年，产品应用广泛。浙江长盛滑动轴承股份有限公司始创于 1995 年 6 月，2017 年 11 月 6 日在深圳证券交易所创业板成功上市，成为滑动轴承行业内第一家上市公司。公司从事自润滑轴承研发多年，主要产品有双金属自润滑轴承、金属塑料自润滑轴承、金属基自润滑轴承、塑料自润滑轴承，应用于汽车、工程机械、农业机械、轻工机械、大型施工机械、航空航天、高速列车、高速高精数控机床、核电等多个领域，产品出口至欧美、日本等 30 多个国家和地区。凭借较强的自主创新能力以及产品性能，公司成为自润滑轴承行业龙头，同时也是行业标准的制定者之一。

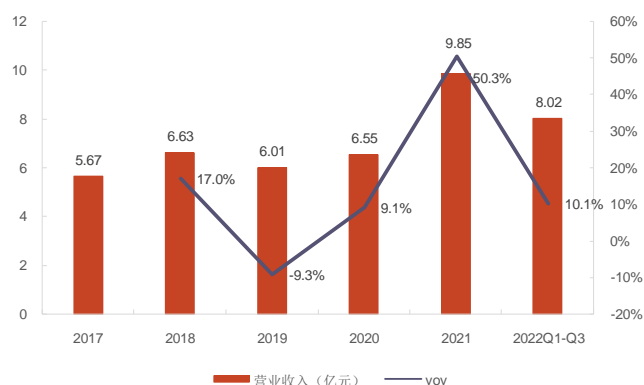
图 7：长盛轴承发展历程



资料来源：长盛轴承官网，光大证券研究所

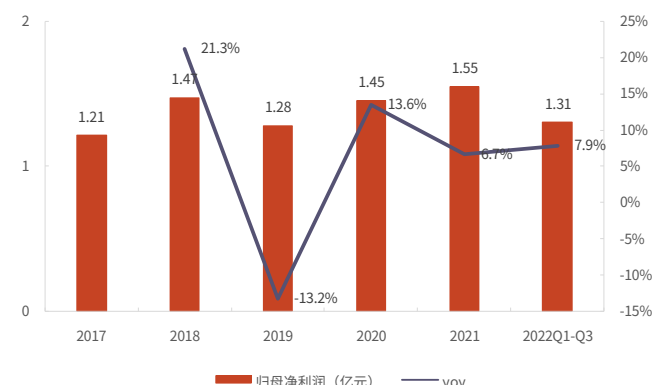
业绩整体增长稳定，海外市场突出。2017-2021 年公司业绩整体稳定增长，其中 21 年营业收入 9.85 亿元，同比增长 50.3%；归母净利润 1.55 亿元，同比增长 6.7%。22 年前三季度营业收入 8.02 亿元，较上年同期增长 10.1%；归母净利润 1.31 亿元，较上年同期增长 7.9%。公司开启海外市场较早，已进入多家海外的全球供应体系，海外收入占比较高，21 年海外营收占比达 45%。随着目前疫情形势的逐渐稳定以及国产轴承替代的持续推进，未来公司海内外业绩有望双双实现突破。

图 8：2017-2022Q1-Q3 年长盛轴承营业收入及增速



资料来源：wind，光大证券研究所 注：22Q1-Q3 增速是相对上年同期增速

图 9：2017-2022 Q1-Q3 年长盛轴承归母净利润及增速



资料来源：wind，光大证券研究所 注：22Q1-Q3 增速是相对上年同期增速

产品类别众多，应用范围广泛。公司有三大核心产品：金属塑料聚合物自润滑卷制轴承、双金属边界润滑卷制轴承、金属基自润滑轴承，21 年营收分别为 3.0/2.5/1.9 亿元，占总营收比例 30.5%/25.2%/19.8%。公司产品规格上万种，广泛应用于汽车、工程机械、港口机械、塑料机械、农业机械等行业。

表 6：长盛轴承产品介绍

产品类别	图片	产品特点	适用场景
金属塑料聚合物自润滑卷制轴承		以优质低碳钢为基体，中间烧结铜合金，表面涂覆 PTFE 或其他聚合物为主的低摩擦材料并经卷制加工成型。该类轴承的材料结构具有优异的机械承载能力，中间铜粉层不但可以及时传递轴承运行过程中产生的热量，也提高了塑料层与基板间的结合强度，具有壁薄、承载能力高、摩擦系数低以及耐磨性能好等特点。	特别适用于无法加油和不能加油的工况条件，被广泛应用于汽车行业，如铰链、雨刮器、避震器、转向系统、踏板总成、座椅调角器、变速箱、涨紧轮、压缩机、油泵、空气阀等部位。
双金属边界润滑卷制轴承		以优质低碳钢为基体，表面烧结铜合金作为减摩材料，并经卷制加工成型。根据工况要求可在轴承表面加工出各种类型的油槽、油穴或油孔用于储存油脂，使轴承运行初期自发成型润滑油膜，从而降低摩擦系数。	适用于无法经常加油、重载低速、中载中速等工况条件，双金属边界润滑卷制轴承包括摩擦焊带挡边产品和直套产品两大类，其中摩擦焊带挡边产品主要用于工程机械行业，直套产品主要用于汽车行业。
金属基自润滑轴承		以高强度铜合金或其他低摩擦合金材料为基体，根据工况要求在金属表面嵌入或弥散分布固体润滑剂。高强度的铜合金或其他合金材料基体提供了较高的承载能力，固体润滑剂在轴承运行过程中获得释放并形成固体润滑膜。	特别适用于重载低速、冲击强度高、启动频繁等工况条件，被广泛用于工程机械、港口机械、塑料机械、水库设施、检修门以及油缸等行业。
铜基边界润滑卷制轴承		以铜合金为基体经卷制加工成型。具有壁薄、承载能力高、耐磨性好等特性。根据工况要求可在轴承表面加工成型各类油穴或油孔用于油脂存储，使轴承在运行初期自发形成润滑油膜，从而降低摩擦系数，提高轴承使用寿命。	特别适用于中载低速、粉尘污染严重等工况条件。
工程塑料轴承		以高性能改性工程塑料经注塑机射出成型，填充的增强剂提高了轴承的承载和抗冲击性能，固含的润滑材料降低了轴承的摩擦系数。	特别适用于无法加油，且需要轻量化、具备较高耐腐蚀、耐磨性能的工况条件，如办公机械、健身娱乐设施、食品机械等。

纤维缠绕轴承



以高强度玻璃纤维增强高温环氧树脂作为基层,以特种纤维和 PTFE 作为耐磨层缠绕成型,基层材料提供了承载性能,而耐磨层材料赋予轴承在干摩擦条件下具备较低摩擦因数的特性,使得轴承在高载低速工况条件下兼具优良的耐磨性和抗冲击能力。

资料来源:长盛轴承招股说明书,光大证券研究所

布局风电轴承市场,齿轮箱轴承率先实现技术突破。公司进行风电轴承相关技术研发多年,已掌握风电机组用自润滑轴承的多项核心技术,但目前仍未有相关产品进行大规模投产。公司看准风电行业滑动轴承替代机遇,于 2022 年募集资金 4.46 亿元,其中 0.96 亿元用于建设风电自润滑轴承项目,预计投产后年产能可达 14000 套。目前公司已率先在齿轮箱轴承进行突破,建成了模拟行星齿轮相对行星销轴转动的国内首台 1:1 比例主齿轮箱滑动轴承试验台,并已顺利完成 6MW 半直驱机型主齿轮箱滑动轴承试验。此外,主轴轴承目前已完成材料验证,偏航变桨轴承目前也已处于开发过程中。随着公司在风电轴承领域不断的技术突破,未来风电轴承有望成为公司新的业绩增长点。

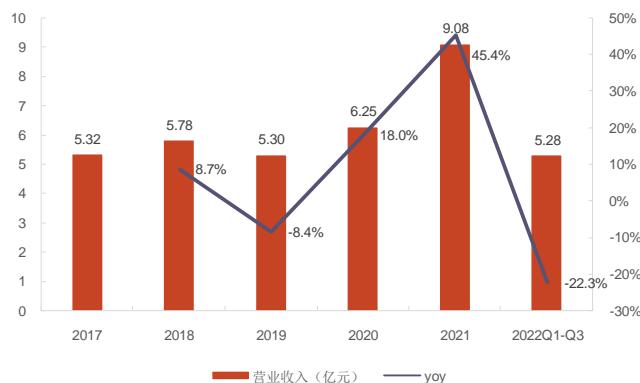
风险提示:滑动轴承行业竞争加剧、风电滑动轴承替代需求不及预期、风电滑动轴承研发进展不及预期。

3.2、双飞股份:无油轴承龙头企业,风电轴承通过样机试验

无油轴承与复合材料两手抓,多年发展竞争优势明显。浙江双飞无油轴承股份有限公司创建于 1988 年,2020 年于深圳证券交易所成功上市。公司主要产品包括无油润滑复合材料、滑动轴承系列、轴承专用模具和设备、金属结构件、金属组合件,广泛运用于汽车制造、工程机械、模具制造及液压设备等机械制造领域。在自润滑轴承领域,公司取得了多项发明专利、众多的实用新型专利,拥有领先于同行业的核心技术和自主知识产权。经过多年的发展,公司生产的自润滑轴承及自润滑轴承用复合材料在自主研发、科技成果转化、生产管理、产品品牌等方面形成了较为明显的竞争优势。

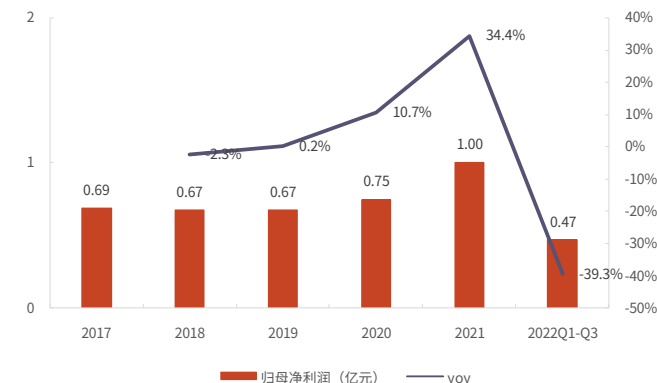
受疫情原因及行业景气度影响,公司业绩短期承压。2021 年公司业绩大幅增长,营业收入为 9.08 亿元,同比增长 45.4%;归母净利润 1.0 亿元,同比增长 34.4%。22 年受疫情影响发货以及工程机械景气度下滑等因素的影响,前三季度营收为 5.28 亿元,同比下降 22.3%; 归母净利润 0.47 亿元,同比下降 39.3%。22 年第四季度疫情政策优化,同时工程机械行业景气度逐渐回暖,23 年公司业绩有望得到修复。

图 10: 2017-2022Q1-Q3 年双飞股份营业收入及增速



资料来源:wind,光大证券研究所 注:22Q1-Q3 增速是相对上年同期增速

图 11: 2017-2022Q1-Q3 年双飞股份归母净利润及增速



资料来源:wind,光大证券研究所 注:22Q1-Q3 增速是相对上年同期增速

复合材料研发经验助力滑动轴承业务发展。公司主要产品包括滑动轴承及复合材料两大类，21 年营收分别为 5.78/2.17 亿元，占比为 63.7%/23.9%。其中滑动轴承可划分为 SF 系列轴承、JF 系列轴承、JDB 系列轴承、FU 系列轴承、其他系列轴承。自润滑轴承技术的壁垒主要是材料技术，公司深耕轴承复合材料多年，在复合材料领域的技术积累也将助力滑动轴承的研发进展。

表 7：双飞股份产品介绍

产品类别	图片	产品特点	适用场景
SF 系列		SF 系列产品是一类金属基板、烧结铜粉、表面铺覆塑料的三层复合自润滑轴承。	该系列产品主要用于：（1）汽车减震器、变速箱、制动器、方向器、发动机、自动椅、雨刮器等；（2）液压系统齿轮泵、空压机、电器开关；（3）纺织机械、印刷机械、自动化机械等传动部位。
JF 系列		JF 系列产品是一类金属烧结合金材料而形成的双合金滑动轴承。	该系列产品主要用于（1）汽车底盘、发动机、机油泵、变速箱；工程机械支重轮、拖链轮等；（2）柱塞泵、气动元件、液压设备等场合。
JDB 系列		JDB 系列产品是一类金属基体镶嵌固体润滑剂的自润滑轴承。	该系列产品主要用于：（1）工程机械的油缸、摇臂等；（2）重型汽车底盘；（3）汽车部件模具、高压开关；（4）冲压设备、水利、重型机械、风力发电、注塑机械、机床、自动化设备、航空航天设备等。
FU 系列		FU 系列产品是粉末冶金产品。	该系列产品主要用于：（1）汽车减震器导向套、活塞；（2）轻型机械齿轮、变速箱、电机、风扇等。
其它系列		该系列是前四大系列不包含的产品。	该等产品用途广泛，是根据顾客要求设计制作的产品。如：冲压机床、输送机、升降机、卷扬机、纺织机械、农用机械、冶金机械、汽车门铰链、模具滑台、精密仪器等领域，部分产品还可以用于比较恶劣的工作环境。
复合润滑材料		复合润滑材料是生产轴承的原材料，产品性能都由材料决定。此系列是双飞材料对外销售的产品。	该材料主要用于轴瓦生产企业、无油润滑轴承生产企业、滑动轴承生产企业的轴承生产需要和新材料研发。

资料来源：双飞股份招股说明书，光大证券研究所

与风电主机厂商积极合作，风电轴承打开业绩新增长点。22 年以来公司轴承主要涉及的工程机械行业景气度不佳，为寻找新的业绩增长点，公司积极布局风电轴承行业。目前公司已与国内多家大中型风电主机厂展开了产品研发方面的合作。同时公司与俄罗斯功勋科学家萨维院士团队展开了技术合作，该团队具备设计方案及仿真技术方面的优势，将助力公司对高端风电轴承的研发。目前公司风电轴承已有样品通过顾客装机试验，未来随着公司技术的不断成熟与风电行业“以滑替滚”趋势的不断推进，公司作为滑动轴承领域龙头企业有望占得先机。

风险提示：滑动轴承行业竞争加剧、风电滑动轴承替代需求不及预期、风电滑动轴承研发进展不及预期。

4、风险分析

风电行业景气度下行的风险。风电轴承需求量与风电行业景气度息息相关，如风电行业景气度不佳，下游风电装机量不及预期，则将影响对风电轴承的需求量。

“以滑替滚”进度不及预期的风险。目前风电轴承行业市场主流仍是滚动轴承，滑动轴承虽然具有承载能力强、成本低的优势，但相较于滚动轴承能耗依然较高。未来如果“以滑替滚”进度不及预期，则滑动轴承的需求量也将受到影响。

原材料价格上涨的风险。轴承行业主要原材料为钢材，未来如果钢材价格上涨，则将使轴承制造成本上涨，挤压盈利空间。

行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
	增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
	中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
	减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
	卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
	无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中所载观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

中国光大证券国际有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Securities(UK) Company Limited
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE