

行业深度

机械设备

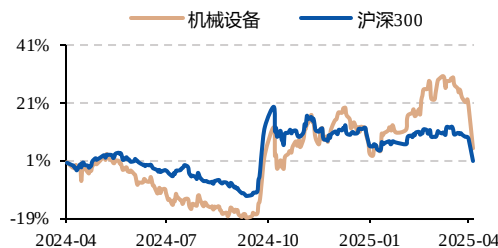
传动&支承关键部件，人形机器人带来增量空间

2025 年 04 月 07 日

评级 领先大市

评级变动：维持

行业涨跌幅比较



%	1M	3M	12M
机械设备	-18.32	2.50	4.76
沪深 300	-9.27	-4.76	0.61

袁玮志

分析师

执业证书编号:S0530522050002
yuanweizhi@hncs.com

相关报告

1 专用设备复合集流体行业深度报告：黎明将至，产业化稳步前行 2024-10-14

重点股票	2023A		2024E		2025E		评级
	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	
长盛轴承	0.81	80.62	0.83	78.65	1.01	64.40	增持
崇德科技	1.16	41.39	1.33	36.28	1.74	27.71	买入

资料来源：iFinD，财信证券

投资要点：

- 零部件厂商“船小好调头”，超额收益明显。**我们曾在 2024 和 2025 年风电设备年度策略中连续提到关注风电设备零部件尤其是传动和支承类零部件厂商的投资逻辑，复盘 2024/01/01-2025/03/25 的区间最大涨幅，以长盛轴承、金沃股份、双飞集团和五洲新春等为代表的传动&支承类零部件厂商的超额收益明显。主要原因是零部件厂商“船小好调头”，在风电装机增速放缓、产品受到价格战困扰的情况下，零部件厂商能够基于相同的底层技术迅速调整发展方向，比如选择风电产业链上下游延伸，或者多元化拓展至汽车零部件、低空经济和人形机器人等其他行业。
- 传动&支承类零部件产品精度要求高、加工难度大、传动&支承类零部件属于“螺丝壳里造道场”，**在众多的技术指标中，精度是最关键的指标。精度方面主要包括滚珠丝杠、轴承、滚动体等三个方面的精度。影响精度的主要因素有五个：**1) 设计。**需要提前考虑各类产品的尺寸、精度、受力、转速等参数，尤其是行星滚柱丝杠中螺纹、丝杠、滚柱三者之间的啮合设计。**2) 材料。**往往需要选用轴承钢、合金钢等作为基材，同时根据下游客户的使用场景添加其他材料元素，因此材料添加配方也很关键；此外，部分耐磨、绝缘的工作环境还需要用到氮化硅陶瓷等特殊材料。**3) 表面涂层。**需要在零部件表面附着一层涂层材料，以提高零部件的特定性能，比如铜合金基材与 peek 材料或其他自润滑材料的结合。一般的表面涂层处理包括电镀、激光熔覆等。**4) 热处理。**传动和支承类零部件的加工往往需要经过多次热处理和多道工序，不同工序和热处理的先后顺序，以及其中涉及到淬火加热温度、保温时间、冷却速度、渗碳/氮比例等，是影响最终产品性能的关键。**5) 加工尤其是精加工。**传动和支承类零部件常见制造工艺主要是切削加工，但人形机器人、新能源车等高端产品中需要用到的丝杠、滚柱、螺母内螺纹以及轴承滚动体，其加工精度要求更高。
- 投资建议。**传动&支承类零部件下游应用广泛，上市公司多基于相同的底层技术进行多元化发展，建议关注长盛轴承、五洲新春、金沃股份、双飞集团、力星股份和崇德科技。
- 风险提示：**人形机器人进展不及预期，原材料价格波动，新产品研发不及预期。

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

内容目录

1 复盘：零部件厂商“船小好调头”，超额收益明显	4
2 传动&支承零部件：人形机器人带来增量空间	5
2.1 人形机器人，传动和支承是关键部件	5
2.2 下游应用广泛，企业多元化发展	8
2.3 高端产品精度要求高，制造难度大	9
3 相关公司	16
3.1 长盛轴承（300718.SZ）：自润滑轴承，技术路线适用于人形机器人	16
3.2 五洲新春（603667.SZ）：扩产丝杠，多元化发展	19
3.3 金沃股份（300984.SZ）：轴承套圈龙头，前瞻性布局丝杠	21
3.4 双飞集团（300817.SZ）：自润滑轴承，“轴承+传动”协同发展	23
3.5 力星股份（300421.SZ）：轴承滚动体小巨人，高端产品不断突破	24
3.6 崇德科技（301548.SZ）：动压油膜滑轴，逐步拓展其他介质滑轴领域	26
4 风险提示	28

图表目录

图 1：风电设备自最低价的最大涨幅，零部件环节涨幅居前。%	4
图 2：机械部件分类	6
图 3：谐波减速器	7
图 4：行星滚柱丝杠	7
图 5：滚动轴承和滑动轴承结构	8
图 6：交叉滚子轴承	8
图 7：国内丝杠标准公差等级	10
图 8：轴承精度	10
图 9：行星滚珠丝杠结构	12
图 10：轴承钢	13
图 11：陶瓷滚动体	13
图 12：亚琛联合科技的激光熔覆设备	14
图 13：传统激光熔覆涂层和超高速激光熔覆涂层	14
图 14：纤维缠绕轴承	14
图 15：金属塑料复合轴承	14
图 16：热处理工艺	15
图 17：感应加热表面淬火	15
图 18：渗碳淬火	15
图 19：行星滚柱丝杠副螺纹加工方法对比	16
图 20：公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润，亿元，%	17
图 21：公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率，%	17
图 22：公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润，亿元，%	19
图 23：公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率，%	19
图 24：机器人谐波减速器轴承	20
图 25：公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润，亿元，%	21
图 26：公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率，%	21
图 27：公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润，亿元，%	23

图 28: 公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率, %.....	23
图 29: 公司 JDB 系列轴承产品	24
图 30: 公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润, 亿元, %.....	25
图 31: 公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率, %.....	25
图 32: 丝杠中的滚动体.....	26
图 33: 高精密滚子.....	26
图 34: 公司滚子产品占比逐年增高	26
图 35: 公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润, 亿元, %.....	27
图 36: 公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率, %.....	27
图 37: 公司 SKF 产品	28
表 1: 人形机器人中需要用到的各类轴承	8
表 2: 部分传动和支承类零部件厂商	9
表 3: 滚子表面粗糙度	11
表 4: 轴承的一般参数内容	12
表 5: 公司分行业主要产品	18
表 6: 五洲新春丰富的产品矩阵	20
表 7: 公司现有的 3 大轴承套圈产品类别	22

1 复盘：零部件厂商“船小好调头”，超额收益明显

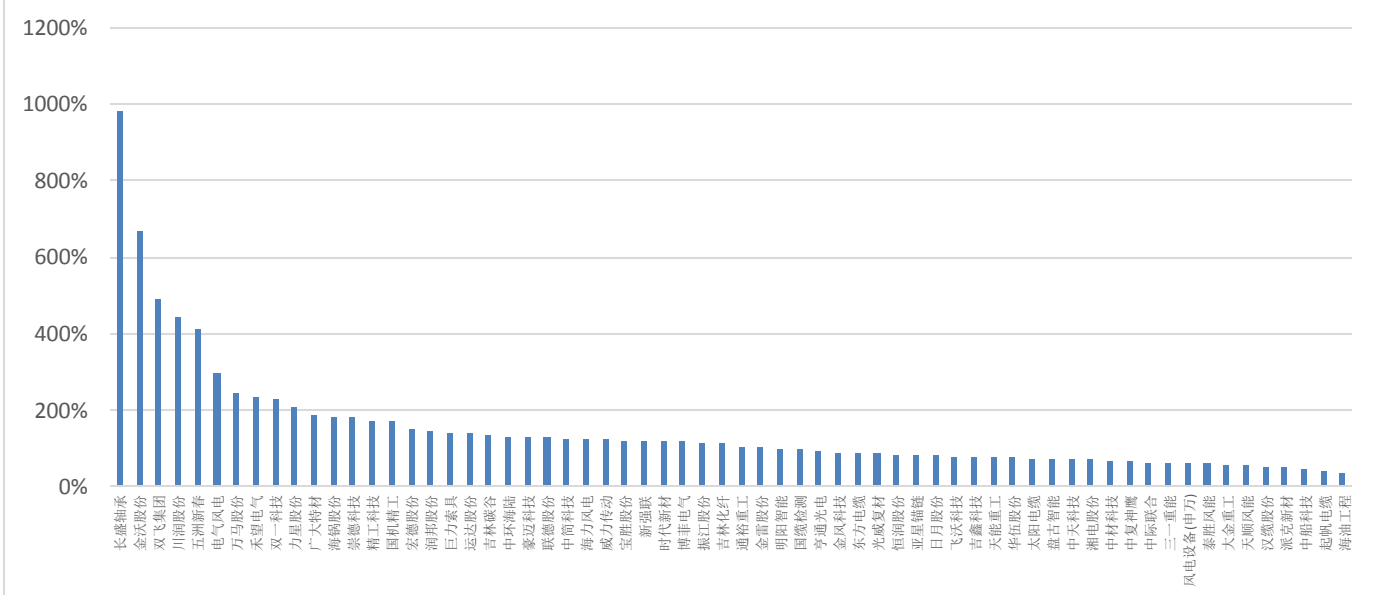
我们曾在 2024 和 2025 年风电设备年度策略中连续提到关注风电设备零部件尤其是传动和支承类零部件厂商的投资逻辑：

《风电设备 2024 年度策略报告：阻塞渐消，拐点已现》：关注底层共性的技术平台型公司，其底层技术可通用至新能源车、人形机器人、机床等其他行业。建议关注的标的包括崇德科技、五洲新春、力星股份。

《风电设备 2025 年度策略：交付大年，关注“两海”和零部件多元化》：关注零部件环节依托相同的底层技术在新能源汽车零部件、人形机器人、低空经济/飞行汽车等高景气行业方面的发展，我们认为 2025 年此类公司的股价仍然有较大可能从非风电领域的发展中获得超额投资收益。相关推荐标的包括长盛轴承、力星股份、五洲新春、双飞集团、金沃股份、崇德科技等。

上述报告看多传动和支承类零部件厂商的逻辑主要是从风电行业的角度出发：虽然“两海”战略已经成为风电行业的共识，但国内海风装机确实连续几年不及预期，因此主机、海缆和塔筒等主产业链或者是“含海量”较高的厂商业绩和股价表现均比较一般。而零部件厂商“船小好调头”，在风电装机增速放缓、产品受到价格战困扰的情况下，零部件厂商能够基于相同的底层技术迅速调整发展方向，比如选择风电产业链上下游延伸，或者多元化拓展至汽车零部件、低空经济和人形机器人等其他行业。

图 1：风电设备自最低价的最大涨幅，零部件环节涨幅居前。%



资料来源：wind，财信证券。备注：统计区间为 2024/01/01-2025/03/25

从风电设备的角度来看，传动&支承类零部件厂商的多元化主要出于以下几点考虑：

1) 风电下游需求的波动性较大。风电行业政策依赖性强，如补贴政策的变化会导致风电市场需求的波动。当陆上风电补贴退坡时，市场需求可能在短期内下降，企业通过多元化

可以减少对单一风电市场的依赖。风电项目的建设周期受宏观经济形势影响较大，在经济不景气时，风电项目投资可能减少，多元化有助于企业在经济周期波动中保持稳定的营收。**2) 客户集中风险。**许多风电零部件企业的主要客户为大型风电整机制造商，客户集中度较高。一旦主要客户减少订单或更换供应商，企业将面临重大经营风险。多元化经营可以拓展客户群体，降低对单一客户的依赖。**3) 下游需求的相关性。**比如力星股份生产的轴承滚动体和金沃股份生产的轴承套圈，其作为轴承零部件，应用范围本就广泛，而风电行业作为这几年的增量市场，其大型化对轴承滚动体和轴承套圈也有新的要求；同时，新能源汽车、低空经济和人形机器人作为新的增量市场，也开始陆续培育出新的市场需求。**4) 具有共同的底层技术。**比如长盛轴承生产风电自润滑轴承，但其自润滑轴承技术同样可以应用于工程机械、汽车等领域，也可以应用在人形机器人行业。

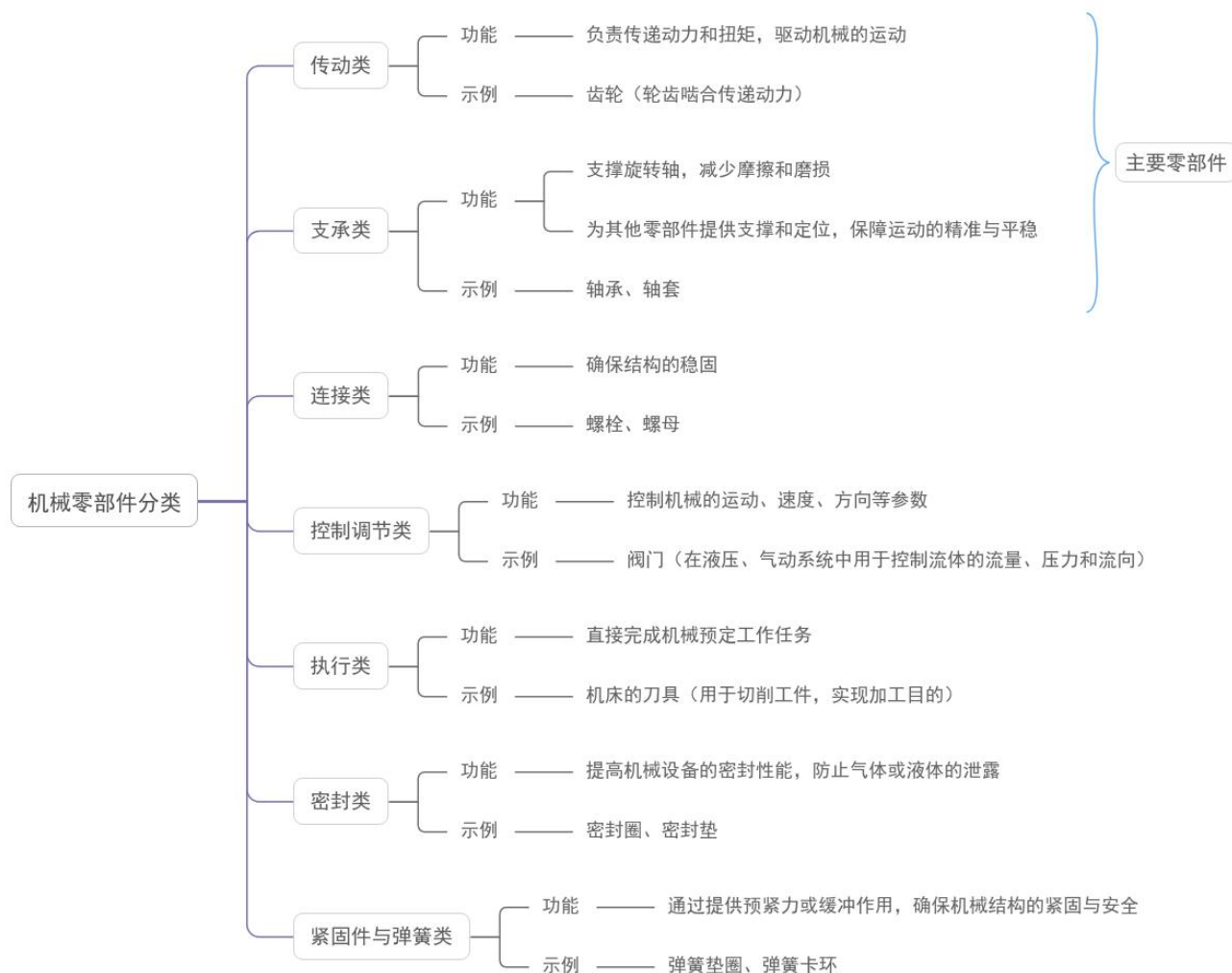
但上述分析均是从风电设备零部件的角度出发，本篇报告我们将从机械设备支承和传动类零部件的角度出发，分析上述公司的行业投资逻辑。

2 传动&支承零部件：人形机器人带来增量空间

2.1 人形机器人，传动和支承是关键部件

一般来说，机械零部件可被划分为传动类、支承类、连接类、控制调节类、执行类等，其中最主要的是传动类和支承类零部件：**1) 传动类零部件。**负责传递动力和扭矩，驱动机械的运动，比如齿轮通过轮齿的啮合实现不同转速和扭矩的传递；**2) 支承类零部件。**例如轴承、轴套等，用于支撑旋转轴，减少摩擦和磨损等，为其他零部件提供支撑和定位，保障运动的精准与平稳；**3) 连接类零部件。**常见的连接类零部件如螺栓、螺母等，一般用于将多个零部件连接成一个整体，并确保结构的稳固；**4) 控制调节零部件。**用于控制机械的运动、速度、方向等参数，如阀门，在液压、气动系统中用于控制流体的流量、压力和流向。**5) 执行类零部件。**直接完成机械预定工作任务的零部件，如机床的刀具，用于切削工件，实现加工目的；起重机的吊钩，用于起吊和搬运重物。**6) 密封类零部件。**如密封圈、密封垫等，它们主要提高机械设备的密封性能，防止气体或液体的泄漏；**7) 紧固件与弹簧类零部件。**如弹簧垫圈、弹簧卡环等，它们通过提供预紧力或缓冲作用，来确保机械结构的紧固与安全。

图 2：机械部件分类



资料来源：财信证券

传动类零部件主要包括各类减速器和丝杠等,在人形机器人工作中的具体作用包括**传递动力、改变运动速度、改变运动方向、实现过载保护等**。1)**传递动力**。人形机器人通常由多个驱动电机作为动力源，传动类零部件需要将电机产生的动力准确的传递到各个关节和执行机构。最常见的传动类零部件为各类减速器，减速器是连接动力源和执行机构的中间机构，具有匹配转速和传递转矩的作用，是人形机器人大量使用的精密传动装置。根据负载不同，减速器可划分为谐波减速器、行星减速器和 RV 减速器。此外，丝杠也是常见的传动类零部件，丝杠将电机的旋转运动转化为直线运动，具备较高的承载力和精度，一般用于控制机器人手臂的伸缩或腿部的直线移动等动作。2)**改变运动速度**。人形机器人的关节运动需要不同的速度来实现动作，所以传动零部件需要通过不同的传动比来调整速度。比如，行星齿轮减速器能够在减小转速的同时增大扭矩，使得机器人的关节能够实现诸如缓慢的抓握动作或快速的行走步伐调整等。3)**改变运动方向**。人形机器人需要在现实生活中的各种场景下实现各种方向的动作，比如锥齿轮常用于机器人的关节部位，它可以将电机的旋转方向改变 90 度，使动力能够按照设计要求传递到

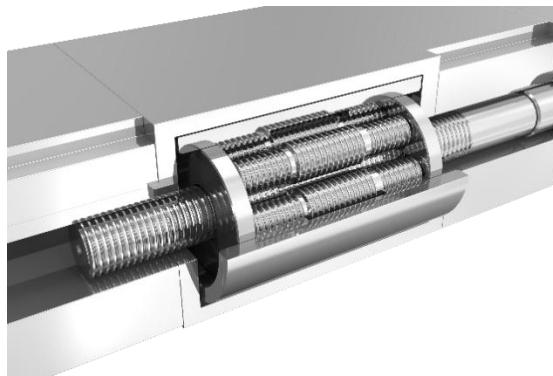
相应的关节轴上，实现关节在不同平面内的转动。通过曲柄连杆机构，可以将电机的旋转运动转换为类似人类行走时腿部的往复摆动运动，使机器人能够实现行走动作。**4) 实现过载保护。**在人形机器人的运行过程中，可能会遇到各种意外情况导致负载过大，比如跳跃和行进时碰撞到其他物体，或者搬运超过设计负载的重物时卡死。这时，过载保护装置就显得尤为重要。例如，一些弹性联轴器具有一定的弹性变形能力，当机器人关节受到过大的外力或扭矩时，联轴器会发生弹性变形，吸收部分能量，避免电机和其他传动部件因过载而损坏。

图 3：谐波减速器



资料来源：绿地谐波官网

图 4：行星滚柱丝杠



资料来源：新剑传动官网

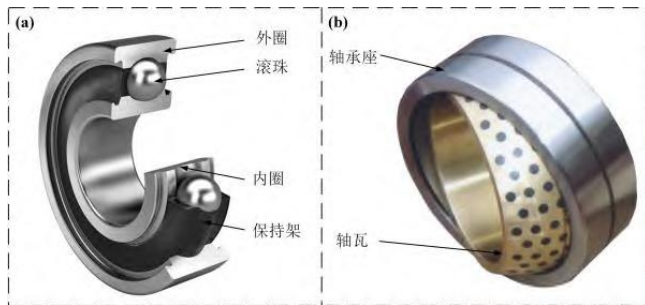
支承类零部件基本上是各种类型的轴承，在人形机器人工作中主要起到承载负荷、保持部件位置精度、引导关节部位运动轨迹、确保运动精度和稳定性等，一般大量用于人形机器人的关节处和各类减速器、电机、丝杠中。**1) 承载负荷。**人形机器人的躯体框架需承载头部、四肢及内置设备重量，运动时，如行走、搬运物品，还需应对外力。以机器人手臂为例，支承结构要承受手臂自重，抓取重物时，还要承受重物重力及运动加速度产生的作用力，确保手臂不变形、损坏，维持整体结构稳定。**2) 保持部件相对位置精度。**在人形机器人的机械系统里，支承部件确保各部件相对位置精确。如髋关节的支承结构，精准定位大腿与躯体，保证腿部与其他部位的相对位置精度，这对机器人稳定行走、协调动作极为关键。**3) 引导运动部件的运动轨迹。**人形机器人运动依赖支承部件精准导向。腿部关节中，类似直线导轨的结构引导连杆直线运动，旋转关节处的支承部件引导关节精确旋转，让机器人能稳定、流畅地行走、奔跑。膝关节的支承结构，为腿部屈伸提供准确运动轨道，确保机器人在不同地形、动作下保持正确姿态。**4) 减少摩擦和磨损。**为提升运行效率与寿命，支承部件在降低摩擦、磨损方面作用重大。关节处轴承常用陶瓷、高强度合金等特殊材料制作，搭配高效润滑系统，大幅降低部件间摩擦系数。如肩关节滚动轴承，以滚动代替滑动摩擦，减少磨损，使手臂能灵活运动，降低能耗。**5) 吸收振动和冲击。**人形机器人运动时，尤其在不平整地面行走或快速动作时会产生振动、冲击，支承部件可吸收、缓冲。机器人足部支承结构采用弹性材料与特殊减震设计，行走时吸收地面冲击，避免冲击传递到其他部位，提高运动稳定性，保护内部精密部件，延长使用寿命。

表 1：人形机器人中需要用到的各类轴承

部位	轴承类型
关节处	旋转关节：角接触轴承、交叉滚子轴承；线性关节：四点接触轴承、深沟球轴承
谐波减速器	交叉滚子轴承、柔性轴承
RV 减速器	薄壁角接触球轴承、薄壁圆锥滚子轴承、圆柱滚子（滚针）保持架组件、薄壁深沟球轴承
行星减速器	深沟球轴承、滚针轴承
滚珠丝杠	深沟球轴承、四点接触轴承
行星滚柱丝杠	深沟球轴承、四点接触轴承
电机	空心杯电机：深沟球轴承或滑动轴承；普通电机：双深沟球轴承
灵巧手微型减速器	交叉滚子轴承、柔性轴承、深沟球轴承、滚针轴承

资料来源：财信证券

图 5：滚动轴承和滑动轴承结构



资料来源：谢承辉《轴承故障模式与故障诊断方法综述》

图 6：交叉滚子轴承



资料来源：鸿元轴承官网

2.2 下游应用广泛，企业多元化发展

从业务层面来看，传动和支承类零部件公司的下游应用广泛，从空调、燃油汽车到工程机械、轨道交通，再到高端数控机床、人形机器人、低空经济和新能源汽车等。我们复盘了五洲新春、长盛轴承、金沃股份、力星股份、双飞集团、崇德科技等零部件厂商的主要共同点：1) 主营业务产品大多包含传动类和支承类，少有只做单一传动类或支承类产品的。2) 产品应用领域十分广泛，多应用于汽车、能源发电、机器人、轨道交通、工程机械等众多领域。3) 在产业链中均处于零部件配套供应环节，为众多下游行业提供基础零部件产品，下游多为舍弗勒、斯凯孚等国际知名轴承公司，或者绿地谐波、兆威机电等系统集成商。

表 2：部分传动和支承类零部件厂商

基本情况	
崇德科技	主要产品：动压油膜滑动轴承、风电滑动轴承、高速永磁电机产品等。
	应用领域：船舶、石化、工业驱动，以及风电、水电、核电、火电等能源发电领域
	下游客户：中国中车、湘电集团、上海电气等，以及 Siemens AG、GE、Atlas、Ingersoll Rand 等
	其他：1、基于动压油膜滑轴技术，从火电、水电和核电拓展至风电领域；2、从能源发电领域拓展至船舶、石化领域；3、从动压油膜滑轴拓展至 PEEK 材料、水润滑、磁浮等其他介质滑轴领域，以及应用于精密仪器、光学和半导体领域的气浮轴承等。重型燃气轮机、高效压缩机、泵及齿轮箱等工业装备
力星股份	主要产品：精密轴承滚动体，包括轴承钢球、轴承滚子和陶瓷滚动体等
	应用领域：汽车（燃油车、新能源车）、精密数控机床、家电、风电、工程机械、航空航天、机器人等
	下游客户：SKF、SCHAEFFLER、NTN、JTEKT、人本、天马、GKN 等
	其他：公司在墨西哥设厂，为新能源汽车的美洲客户提供配套产品。
双飞集团	主要产品：自润滑轴承，有 SF 系列三层复合自润滑轴承、JF 系列双金属轴承、FU 系列含油轴承等
	应用领域：汽车、工程机械、内燃气等领域
	下游客户：汽车零部件厂商、徐工、三一重工、大丰轴瓦等
五洲新春	主要产品：各类轴承、风电滚子、汽车配件、热管理系统、梯形丝杠、滚珠丝杠副、行星滚柱丝杠等
	应用领域：汽车、风电等领域
	下游客户：斯凯孚、新强联、洛轴、瓦轴、均胜电子、比亚迪等
	其他：凭借核心的轴承热处理技术，公司目前已开发成功风电变桨轴承、主轴轴承、齿轮箱轴承和海上大兆瓦风电全系列风电滚子。此外，公司正重点研发应用于汽车领域的丝杠系列产品，包括汽车转向系统丝杠螺母副、线控刹车系统丝杠螺母副、反向行星滚柱丝杠及微小型滚珠丝杠和汽车轮毂轴承单元等，以及灵巧手微型丝杠、线性执行器行星滚柱丝杠等新产品。主要产品为轴承、风电滚子、汽车配件等。
长盛轴承	主要产品：金属塑料自润滑轴承、双金属边界润滑轴承、金属基自润滑关节轴承、含油轴承等
	应用领域：工程机械、汽车、风电、人形机器人等领域
	下游客户：各大汽车行业一级供应商
	其他：自润滑轴承可在无油或少油的条件下工作，同样起到支撑和减少摩擦的作用，是机械传动中常用的部件，常用于一些对润滑条件要求较高或难以进行润滑维护的机械传动部位。
金沃股份	主要产品：球类、滚针类、滚子类三个大类 12 个系列的轴承套圈
	应用领域：风电、汽车等领域
	主要客户：舍弗勒（Schaeffler）、斯凯孚（SKF）、恩斯克（NSK）、恩梯思（NTN）、捷太格特（JTEKT）等
	其他：轴承套圈是轴承的重要组成部分，与滚动体、保持架等共同构成轴承，在机械传动中承担着支撑和引导旋转运动的关键作用，是实现机械传动的重要基础部件。

资料来源：各公司年报，财信证券

2.3 高端产品精度要求高，制造难度大

人形机器人中的传动&支承类零部件属于“螺丝壳里造道场”，考虑到其产品定位和使用场景，我们认为在众多的技术参数和指标中，精度是最关键的指标。

滚珠丝杠精度。高精度丝杠的制造对工艺和设备要求极高。以滚珠丝杠为例，要实现高精度，需严格控制螺纹滚道的加工精度，包括螺距误差、圆度、圆柱度等。如在高端数控机床中，P3 级及以上精度的丝杠，其螺距累积误差在规定长度内要控制在极小范围，制造时需使用高精度的磨床等设备以及先进的磨削工艺。国标 GB/T 标准中，滚珠丝杠的

精度等级主要依据 GB/T 17587.3 及 GB/T 1800.1 等标准来定义。滚珠丝杠的精度等级分为 P0、P1、P2、P3、P4、P5、P7、P10 共 8 个等级，其中 P0 级精度最高，P10 级精度最低：1) **P0、P1、P2 级**：精度极高，用于航空航天、高端精密机床、半导体制造设备等对定位精度和运动平稳性要求极高的领域。2) **P3、P4 级**：常用于高精度机床，如数控磨床、数控镗床等，可满足大多数精密加工的精度要求。3) **P5 级**：应用广泛，能满足一般数控机床及其改造的精度需求，如数控车、数控铣等设备。4) **P7、P10 级**：精度相对较低，价格实惠，适用于对精度要求不高的普通机械传动系统，如自动化生产线中的输送机构、普通机床的进给系统等。

图 7：国内丝杠标准公差等级

滚珠丝杠副的类型	标准公差等级
定位 (P型)	0-1-2-3-4-5
传动 (T型)	0-1-2-3-4-5-7-10

资料来源：《滚珠丝杠副 第三部分：验收条件和验收检验》，财信证券

轴承精度。GB/T307-94 是中国国家标准中关于滚动轴承公差的规定。在该标准下，轴承的精度等级分为 P0、P2、P4、P5 和 P6 五个等级。其中，P0 为普通级，适用于一般用途；P2 为高级，适用于对精度要求较高的场合；P4、P5 和 P6 则分别为超高级、特高级和最高级，适用于对精度要求极高的场合。此外，ISO（国际标准化组织）、DIN（德国工业标准）、ANSI（美国国家标准协会）和 JIS（日本工业标准）等组织也均设计了各自标准下的轴承精度等级。

图 8：轴承精度

标准	精度等级				
GB/T307-94	P2	P4	P5	P6	P0
ISO	CLASS2	CLASS4	CLASS5	CLASS6	NORMAL CLASS
DIN	P2	P4	P5	P6	P0
ANSI	ABEC9	ABEC7	ABEC5	ABEC3	ABEC1
JIS	P2	P4	P5	P6	P0

资料来源：距米网

轴承滚动体精度。以圆柱滚子为例，按照原有的国家标准 GB/T4661—2002《滚动轴承圆柱滚子》规定，滚子精度分为 0、I、II、III 四个等级，产品精度依次由高到低。按照最新国家标准 GB/T4661-2015《滚动轴承圆柱滚子》的规定，圆柱滚子依据制造的尺寸公差、几何公差、规值及表面粗糙度分为 G1、G1A、G2、G2A、G3、G5 六个等级，精度依次由高到低，较原分类更为细致。从精度来看，按照原有的国标标准，国内滚子厂商

主要以生产Ⅲ级滚子为主，具备生产Ⅱ级、Ⅰ级滚子的企业相对较少，尤其是能批量生产高端滚子的专业滚子厂商屈指可数。

表 3：滚子表面粗糙度

公差等级	滚动表面（微米）	端面（微米）		倒角（微米）
		Ra	max	
G1	0.1	0.125		1.25
G1A	0.125	0.16		1.25
G2	0.125	0.2		1.25
G2A	0.16	0.25		2.5
G3	0.2	0.32		2.5
G5	0.25	0.32		2.5

资料来源：GB/T4661-2015《滚动轴承圆柱滚子》，财信证券

传动&支承类零部件具有较多相同的底层技术，一般涉及到力学、材料学等，其加工制造所需的设备也多为高端数控机床，工艺多为切削加工（如车削、磨削、铣削等）。整体来看，产品的精度主要受到以下因素的影响：

1、设计。轴承的种类非常多，在设计时需要考虑轴承的不同应用场景考虑轴承载荷、转速和精度等方面的参数匹配。1）轴承尺寸和结构。人形机器人的结构紧凑，留给轴承等零部件的空间有限，需要尽可能紧凑的轴承结构以适应机器人的关节空间。同时，为了提高机器人的运动灵活性和效率，轴承还需要尽可能轻量化，减轻机器人的整体重量。例如，交叉滚子轴承因具有承载能力高、寿命长且结构紧凑、轻量化等优势，在人形机器人中得到了广泛应用。2）径向和轴向载荷参数。人形机器人在运动中轴承往往需要承受不同部位的轴向力和径向力，比如减速器中轴承需要承受齿轮传动时产生的径向力，涡轮机、丝杠传动等需要承受轴向力；3）精度参数。为了确保设备的运动精度和定位精度，轴承设计时需要考虑其产品的尺寸精度，包括轴承内径、外径、宽度等尺寸的公差要求。例如，在精密机床的主轴轴承中，尺寸精度通常要求达到微米级别，以保证主轴的旋转精度。此外，还需要考虑工作时的旋转精度，涉及轴承的径向跳动、轴向跳动等指标。尤其是对于实际应用中的机器人，其旋转精度决定了最后的动作是否到位，以及动作完成后的设备复位是否到位。

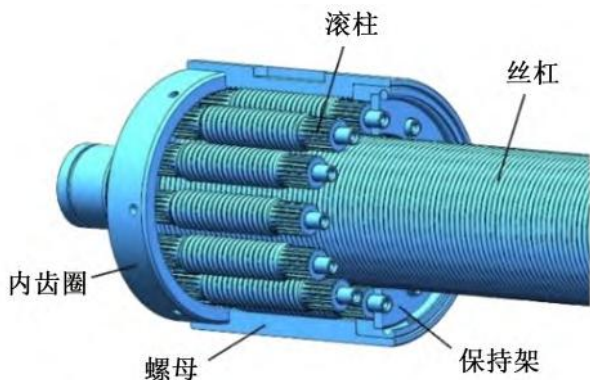
表 4：轴承的一般参数内容

参数名称	具体内容
型号	各种轴承的型号，如深沟球轴承、圆锥滚子轴承、推力球轴承
内径(d)	轴承内圈的直径，通常以毫米(mm)为单位
外径(D)	轴承外圈的直径，同样以毫米(mm)为单位
宽度(B)	轴承的宽度，同样以毫米(mm)为单位
负荷能力	包括额定动载荷和额定静载荷，用于指导轴承的适用范围和负荷能力
基本额定动载荷 (C)	代表球面滑动轴承或杆端关节轴承在滑动接触面之间有相对运动时，在室温下所能承受的最大载荷，即轴承动载荷
基本静载荷额定值 (Co)	代表球面滑动轴承或杆端关节轴承在滑动接触面之间不存在相对运动时，所能承受的最大允许载荷，即轴承静载荷
转速限制	表示轴承在特定条件下的最高转速限制，以转/分钟(rpm)为单位
接触角	针对具有特殊接触角的轴承，一般用度来表示，如 15°、25° 等

资料来源：斯凯孚官网，财信证券

行星滚柱丝杠的螺纹及齿轮设计。1) **啮合特性复杂**:行星滚柱丝杠副的传动性能与丝杠—滚柱、滚柱—螺母间啮合点位置及轴向间隙大小紧密相关，而这些又取决于螺纹牙形。要加工出高精度、高性能的行星滚柱丝杠副，需依据啮合传动原理，综合考虑丝杠副啮合特性，精确设计出合理的螺纹副及齿轮副结构参数。2) **多头螺纹设计**:为获得更大承载力，行星滚柱丝杠通常采用牙型角为 90° 的多头螺纹，相比普通的单头螺纹，多头螺纹的设计难度更高，需要更精准地计算螺距、导程、螺纹升角等参数，以确保各头螺纹之间的均匀性和同步性，保证传动的平稳性和精度。

图 9：行星滚珠丝杠结构

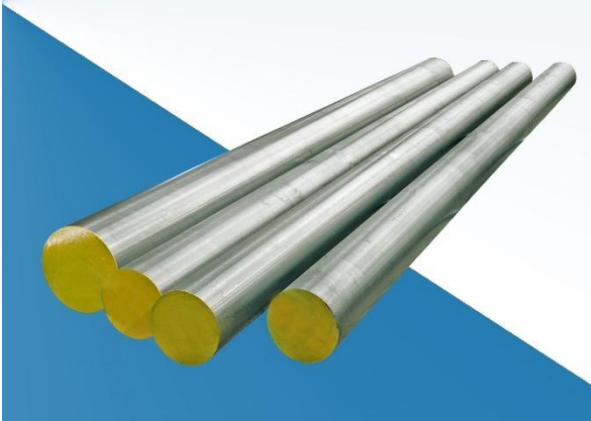


资料来源：张建新《行星滚柱丝杠螺纹副-齿轮副同步啮合动态滑动特性》

2、材料。传动&支承类零部件的性能和寿命与材料密切相关，通常需要选用高强度、高硬度、低摩擦系数和良好耐磨性的材料，部分材料还需要根据下游客户的使用场景添加其他材料元素，因此材料添加配方也很关键。例如：1) 轴承钢是用来制造滚珠、滚柱和轴承套圈的钢。轴承钢有高而均匀的硬度和耐磨性，以及较高的弹性极限。在生产过程中，一般需要通过合适的热处理工艺（如淬火、回火等）来提高其硬度和耐磨性，同时保持一定的韧性。2) 自润滑材料在一些支承部件中也广泛应用，如含油轴承采用粉末冶金材料，内部孔隙可储存润滑油，实现自润滑，减少摩擦和磨损。3) 行星滚柱丝杠需采用

特种合金调质钢等特殊钢材，要同时满足硬度、组织、变形、耐磨和抗疲劳等要求，材料的研发和加工工艺难度大。4) 传统滚动轴承中普遍使用钢球或轴承钢制成的滚子，但力星股份的氮化硅陶瓷球的低密度、耐磨性，磨损率低，在高速、高温、高压等恶劣环境下仍能保持优异的耐磨性能；而且氮化硅陶瓷球可以不加任何油脂，即使油脂干掉，轴承可以正常运作，避免了普通轴承中因为油脂干掉导致的轴承过早损坏现象的发生。

图 10：轴承钢



资料来源：抚顺特钢官网

图 11：陶瓷滚动体



资料来源：力星股份官网

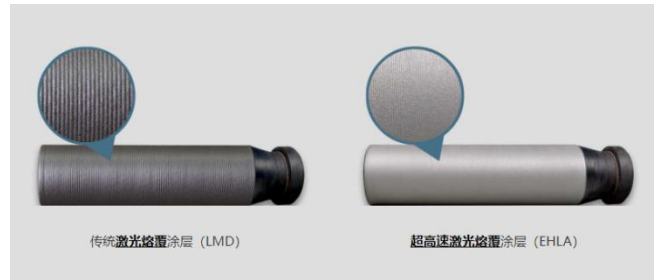
3、表面涂层处理。为了提高支承类零部件的表面性能，如耐磨性、耐腐蚀性、抗疲劳性能等，需要对支承类零部件的表面进行一定程度的技术处理。常见的表面处理方法包括电镀（如镀铬、镀锌等）、表面淬火、喷丸强化、化学热处理（如渗碳、渗氮、碳氮共渗等）、表面涂层（如喷涂陶瓷涂层、高分子涂层、激光熔覆等）。这些表面处理技术可以在不改变零部件整体材料性能的前提下，显著改善其表面性能，延长使用寿命。**以激光熔覆为例**，超高速激光熔覆技术主要用于提高零件表面的耐磨、耐腐蚀、耐高温及抗氧化等性能，从而达到表面改性或修复的目标，满足了对材料表面特定性能的要求。常规激光熔覆过程中的激光能量主要用于熔化基体材料形成熔池，粉末注入熔池后熔化，再凝固形成防护涂层。超高速激光熔覆技术本质上改变了粉末的熔化位置，使粉末在工件上方就与激光交汇发生熔化，随之均匀涂覆在工件表面。因热输入小，热敏感材料、薄壁与小尺寸构件均可采用该技术进行表面熔覆，而且可用于全新的材料组合，例如铝基材料、钛基材料或铸铁材料上涂层的制备。

图 12：亚琛联合科技的激光熔覆设备



资料来源：亚琛联合科技官网

图 13：传统激光熔覆涂层和超高速激光熔覆涂层



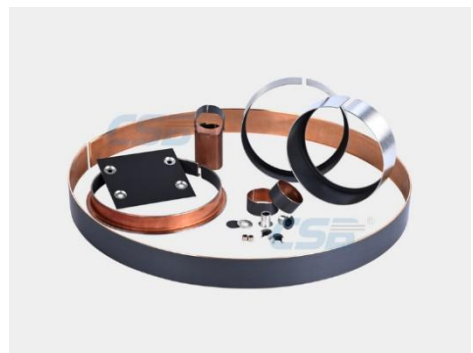
资料来源：亚琛联合科技官网

图 14：纤维缠绕轴承



资料来源：长盛轴承官网。备注：材料结构为高强度玻璃纤维增强高温环氧树脂+特种纤维+PTFE 纤维

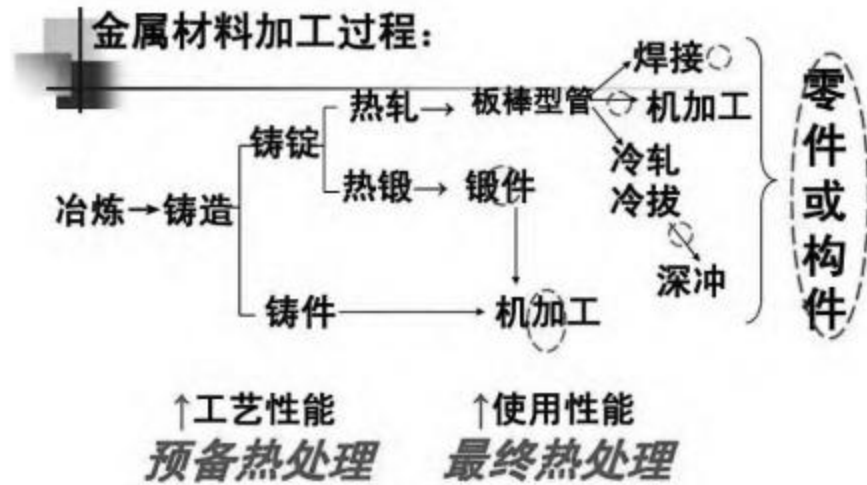
图 15：金属塑料复合轴承



资料来源：长盛轴承官网。备注：材料结构为低碳钢+多孔铜粉+PTFE/添加物

4、热处理。热处理是指材料在固态下，通过加热、保温和冷却的手段，以获得预期组织和性能的一种金属热加工工艺，广泛应用于各类机械设备零部件的加工过程中。热处理能够使金属材料获得更高的硬度、强度、耐磨性、耐腐蚀性等，同时改善材料的韧性和可加工性。热处理工艺一般包括淬火、回火、退火、正火等，适用于不同类型的金属材料 and 性能要求。退火是将材料加热至适当温度，然后缓慢冷却，以改善材料的塑性和降低硬度；淬火是将材料迅速冷却至室温以下，使其达到高硬度和高强度的目的；回火是在淬火后将材料加热至较低温度，然后缓慢冷却，以提高材料的韧性和减轻内部应力；正火是将材料加热至适当温度，然后缓慢冷却，以消除内部应力和改善材料的均匀性。通过合理控制热处理参数，使金属材料获得理想的性能，提高其应用价值。

图 16：热处理工艺



资料来源：白阳《金属材料热处理工艺与技术分析》

丝杠和轴承等零部件的加工过程中会经过多次热处理，涉及到淬火加热温度、保温时间、冷却速度、渗碳/氮比例等，是影响最终产品性能的关键。以丝杠和滚柱为例，其在加工过程中需要进行淬火处理，以提高材料的硬度和耐磨性。根据材料的不同，选择合适的淬火工艺，如感应淬火、渗碳淬火等。淬火过程中要严格控制加热速度、保温时间和冷却速度，防止产生过大的淬火应力和变形。淬火后还需进行回火处理，以消除淬火应力，稳定组织和尺寸，提高材料的韧性。回火温度和时间根据零件的材料和性能要求进行合理调整。

图 17：感应加热表面淬火



资料来源：优造网

图 18：渗碳淬火



资料来源：华菱超硬

5、加工尤其是精加工。传动和支承类零部件常见的制造工艺主要是切削加工（如车削、磨削、铣削等），往往用于加工轴承套圈、轴颈、丝杠等部件的表面，达到精确的尺寸精度和表面粗糙度要求。特种加工工艺如电火花加工、激光加工等，可用于加工一些形状复杂或具有特殊性能要求的部件。此外，精密铸造、锻造等成型工艺也在支承类零部件制造中广泛应用，以获得良好的材料组织和力学性能。**以丝杠为例：**1) 车削螺纹：首先使用高精度车床对丝杠坯料进行粗车螺纹，为后续的精加工留一定的加工余量。车削过

程中，需要严格控制刀具的进给量、切削速度和切削深度，以保证螺纹的基本形状和尺寸精度。2) 磨削螺纹：粗车后的丝杠需进行磨削加工，以达到高精度的螺纹尺寸和表面质量要求。采用高精度的螺纹磨床，通过精确的砂轮修整和磨削参数控制，对螺纹进行精磨。磨削时需要注意砂轮的线速度、进给速度以及磨削力的控制，防止产生磨削烧伤和变形，保证螺纹的螺距精度、牙型精度和表面粗糙度。再以行星滚柱丝杠中的滚柱为例：1) 锻造：滚柱一般采用锻造工艺制造，将金属坯料加热至合适的锻造温度范围，通过模具进行多次镦粗、拔长等工序，以改善金属的内部组织，提高材料的致密度和力学性能，同时初步成型滚柱的外形。2) 车削与磨削：锻造后的滚柱进行车削加工，去除多余的余量，达到接近最终尺寸的精度。然后进行磨削加工，包括外圆磨削和端面磨削，以获得高精度的圆柱度、直径尺寸精度和表面粗糙度，确保滚柱与丝杠螺纹滚道的良好配合。行星滚柱丝杠的精加工难度主要是螺母上的内螺纹加工。在对内螺纹进行磨削时，砂轮磨杆呈细长悬臂状态，因其弱刚度特性，极易发生颤振，这会严重影响加工精度和效率。此外，内螺纹的大螺旋角的工件磨削难度极大，对加工技术和磨床要求很高，往往需要在专用磨床上进行。

图 19：行星滚柱丝杠副螺纹加工方法对比

加工方法	车削	铣削	磨削	轧制
材料要求	材料有足够的强度，表面硬度高，芯部韧性好	材料稳定性良好，外圆圆柱度及表面粗糙度要求高，淬硬层深度及硬度均匀	外圆及中心孔要求高，材料需要合理的热处理工艺	材料表面质量、外圆尺寸、圆度、直线度要求较高，有适当的强度和均匀的组织结构，有良好的塑性
加工精度	精度可达G3~G5级，齿型稳定性一般，表面粗糙度值Ra为1.6μm以下	精度可达G3~G5级，表面质量略低于磨削，表面粗糙度值Ra可达0.8μm	精度可达G1级，导程精度高，圆度好，齿型精度高，表面粗糙度值Ra为0.4μm以内	精度可达G9级，齿形精度差，外观光滑
加工效率	加工效率较高	加工效率不高	效率不高、加工较慢、周期长	加工效率高
制造成本	设备要求不高、刀具磨损较快	设备投入高，刀具成本高	制造成本较高	设备投入较大
应用领域	汽车自动化生产线、塑料等	民用设备、人形机器人等	军工、航空航天、机床、人形机器人、医疗器械和光学设备等	机械设备、汽车零部件、电子设备等

资料来源：王建修《行星滚柱丝杠副技术分析及装备应用》

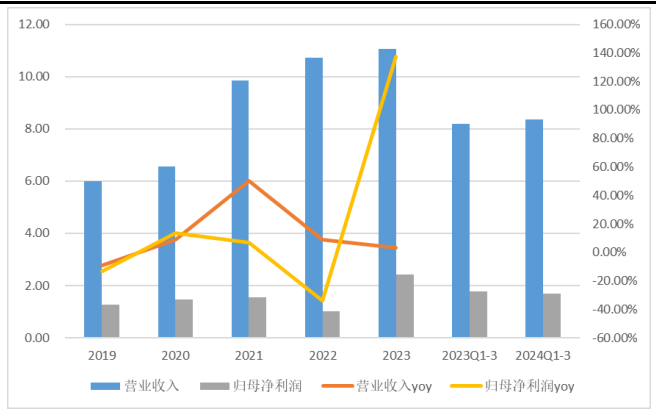
3 相关公司

3.1 长盛轴承（300718.SZ）：自润滑轴承，技术路线适用于人形机器人

公司专注于自润滑轴承领域，具有较强的技术壁垒。公司成立于1995年6月，于2017年11月在深圳证券交易所创业板成功上市，专注于自润滑轴承领域，主要产品包括双金属自润滑轴承、金属塑料自润滑轴承、金属基自润滑轴承、塑料自润滑轴承等；公司先后被评为国家专精特新“小巨人”企业、浙江省专利示范企业和浙江省创新型示范企业；公司拥有成熟的自润滑轴承生产工艺，多项自润滑轴承被认定为国家级和省级重点

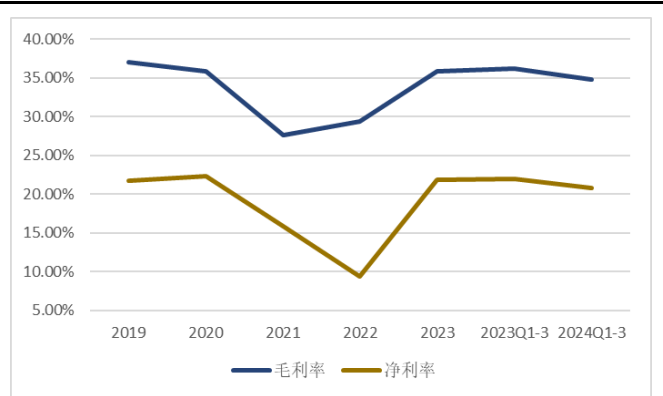
新产品,如 CSB-850S 钢基镍合金自润滑轴承、MJF-800 双金属摩擦焊带挡边轴套、CSB-600LC 风电增速箱轴承、CSB-CCLF5G 覆铜板用 PTFE 电子膜、CSB-NFM 多孔质静压气体轴承、CSB-FM 系列金属冲压网基聚四氟乙烯软带、CSB-22CM 汽车转向轴瓦用自润滑轴承等。

图 20: 公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润, 亿元, %



资料来源: iFind, 财信证券

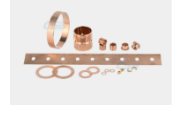
图 21: 公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率, %



资料来源: iFind, 财信证券

公司产品下游应用广泛,包括新能源汽车、工程机械、风电、核电等。**汽车行业:**双金属边界润滑卷制轴承和金属基自润滑轴承具备结构设计简洁、承载能力优、吸振与抗冲击特性出色,免润滑、免维护、轻量化、低噪音、无给油等优点,公司已与比亚迪、特斯拉等达成合作,积极切入新能源汽车供应链。**工程机械行业:**金属塑料聚合物自润滑卷制轴承为设备提供了更高的可靠性和稳定性,并在挖掘机、铺路机、分类机、混凝土机及叉车等运输设备得到广泛应用。**能源行业:**公司的风电轴承具备高承载性,优异的抗咬合性,能够很好地适应风力发电机组多变、恶劣的工作环境。此外,公司研发的核电级专用自润滑轴承,能够承受核电站蒸汽发生器支撑装置中高温、高压以及复杂的工作环境,不仅实现了国产化,还填补了国内技术空白。

表 5：公司分行业主要产品

行业分类	适用范围	主要产品	应用特性	产品样图
汽车工业	发动机	CSB-50 系列	适用于无法加油或较难加油的工作部位，耐磨性能好、摩擦因数低，走合性能好、低噪音、无污染	
	新能源汽车的驱动系统	CSB-40 系列	设计用于流体润滑下高速中高载荷工况，亲油性纤维提升了在流体润滑下的表现，具有良好的耐气穴腐蚀和耐流体腐蚀特性	
	支重轮、液压系统、托带轮、连接销、引导轮、油缸	CSB-800/815	适用于润滑工况，具有较低的摩擦因数和抗磨性能，铜合金表面可根据需要设计油槽、油穴以改善润滑效果，快速建立油膜提高使用寿命	
工程机械		CSB-600	优异的抗冲击、耐腐蚀和抗磨性能，同时根据使用工况在工作表面加工出需要的油槽、油孔或者油穴，以改善润滑效果	
	斗杆、动臂、铲斗、连杆	CSB-650	适用于中高载荷、启动频繁无法加油或很难形成油膜的场合	
		CSB-090	满足精度要求低、成本敏感型的场合使用	
能源	风电齿轮箱、风电主轴	风电轴承系列	适用于风电频繁启停、高倾覆力矩、载荷多变等复杂的应用工况，具备高承载性，优异的抗咬合性	
	核电反应堆压力容器等	核电级专用自润滑轴承	满足耐辐照、耐腐蚀、耐候性、耐粉尘、耐超高压使用工况，免维护自润滑	

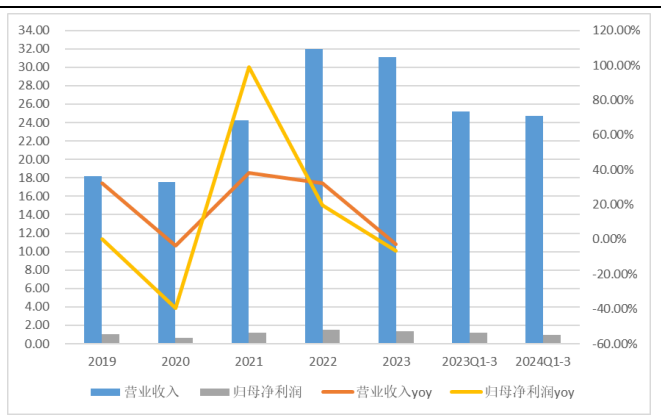
资料来源：公司官网，财信证券

公司自润滑轴承产品在人形机器人领域的应用处于领先地位，目前已经与宇树科技签订合作协议并取得了订单。公司的自润滑轴承具有低成本、高强度、高载荷、免维护的特点，轴承的结构简单且无需或只需少量的润滑油，适配在人形机器人上可以有效避免使用过程中噪音过大的问题，同时无油或少油又能显著降低后期的维护成本和延长使用寿命。根据最新披露的调研纪要，公司在机器人零部件领域的布局主要是应用于关节处的自润滑轴承及部分直线执行器中的丝杠产品，公司已与宇树科技签订合作协议并取得了订单，宇树科技是全球首家公开零售高性能四足机器人并最早实现行业落地的企业，公司在此次合作中主要提供机器人关节处的自润滑轴承，目前已实现小批量的生产销售，随着人形机器人市场规模的扩大、对机器人相关概念的关注持续升温，公司有望从人形机器人的海量市场规模中获益。但考虑到市场此前对公司与宇树科技的合作关注度较高，近期股价已经充分反应，因此下调公司评级，给予“增持”评级。

3.2 五洲新春 (603667.SZ): 扩产丝杠, 多元化发展

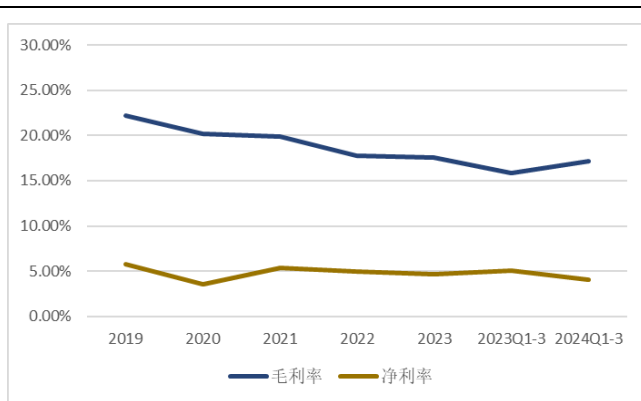
公司为机械传动领域的先锋,深耕轴承和精密机械零部件产业链。公司成立于1999年11月12日,深耕精密制造技术二十多年,为国内少数涵盖精密锻造、制管、冷成形、机加工、热处理、磨加工、装配的轴承、精密零部件全产业链企业,于2016年在上交所上市。客户与供应商资源质优稳定,谋求海外资源配置的拓展。公司积极与国内外著名跨国公司合作,积攒了一批稳定的高端客户及供应商资源,比如瑞典斯凯孚(SKF)、德国舍弗勒(Schaeffler)及蒂森克虏伯(ThyssenKrupp)、日本恩斯克(NSK)、捷太格特(JTEKT)等各领域跨国龙头公司,拥有良好的市场口碑。

图 22: 公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润, 亿元, %



资料来源: iFind, 财信证券

图 23: 公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率, %



资料来源: iFind, 财信证券

多元化产品矩阵, 产品品类丰富。公司基于轴承和精密零部件产业核心技术关联的基础上,实现产品多元化,从传统行业精密零部件向新能源汽车零部件、风电滚子、丝杠产品方面转型。公司产品涵盖多个领域,核心产品包括轴承、精密机械零部件以及汽车安全系统、热管理系统零部件等。在轴承产品方面,具备丰富的产品线,从通用轴承到高精度、高性能的特种轴承,满足不同行业需求。在精密机械零部件领域,生产的零部件精度高、质量可靠,广泛应用于机械装备、汽车、家电等行业。

表 6：五洲新春丰富的产品矩阵

适用领域	产品矩阵		
汽车	球环滚针轴承	变速箱轴承	传动轴轴承
	转向器轴承	安全气囊管	变速箱齿坯
	发电机轴承	张紧轮轴承	发动机风扇支架轴承
	空调电磁离合器轴承	叶片/叶片环	齿套
	凸轮桃片、油泵凸轮	定距环	
风电	风电滚子	风电球环	风电齿轮箱圆柱滚子轴承
电梯	曳引机低噪音调心滚子轴承	曳引机低噪音深沟球轴承	钢带轮轴承
农业装备	变速箱轴承	耕作机械轴承	播种机械轴承
	收获机械轴承		
通用机械	机器人谐波减速器轴承	化纤纺机轴承	工业电机轴承

资料来源：公司官网，财信证券

迈入人形机器人市场,已完成机器人全系列轴承产品的研发。面对新兴的人形机器人市场,公司凭借在机械传动领域积累的技术优势,已经研发成功机器人全系列轴承产品,配套南高齿、中大力德等机器人减速器制造企业。公司现有的机器人谐波减速器轴承产品,具备高纯度、精加工、内外表面一次磨加工工艺、内部结构设计优化等优势,能满足机器人谐波减速器传递扭矩的功能。

图 24：机器人谐波减速器轴承



资料来源：公司官网

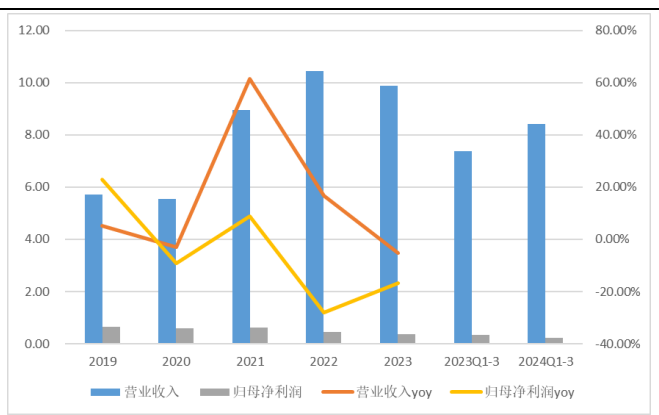
积极扩张丝杠产能,深入参与特斯拉人形机器人产业链。在现有品类的基础上,公司正积极进行丝杠产品的布局,根据 2025 年 3 月发布的对外投资协议公告,公司拟投资

15 亿元，用于建设行星滚柱丝杠、微型滚珠丝杠及智能汽车丝杠项目，重点布局高端传动领域，项目覆盖汽车转向系统、刹车驻车系统、悬挂减震系统等关键部件，同时涉及通用机器人专用轴承，项目计划总投资约 15 亿元，总用地约 100 亩。本次丝杠产品产能的布局是公司基于轴承产品的技术延伸，是业务转型重要产品，在电机驱动代替液压驱动的趋势下，丝杠有望为公司贡献新的业务增长点。公司与一级供应商新剑传动建立了深入合作关系，逐步参与到人形机器人产业链的核心环节，随着人形机器人市场的快速发展，对丝杠等核心零部件的需求也将呈现爆发式增长，公司有望受益于下游需求的快速增长。

3.3 金沃股份（300984.SZ）：轴承套圈龙头，前瞻性布局丝杠

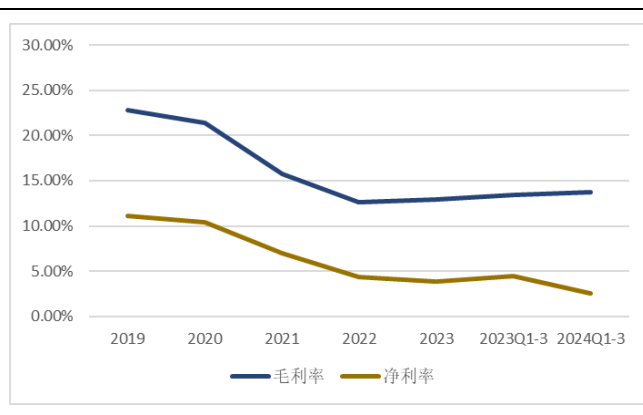
公司为机械传动零部件领域的革新者。公司成立于 2007 年，专注于轴承套圈的研发、生产与销售，是全球领先的轴承核心零部件制造商，于 2021 年登陆深交所创业板。公司依托垂直整合的产业链布局和持续创新能力，逐步构建起以轴承套圈为核心、向高端传动部件延伸的多元化业务体系。

图 25：公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润，亿元，%



资料来源：iFind，财信证券

图 26：公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率，%



资料来源：iFind，财信证券

技术优势显著，全产业链工艺赋能高端制造。公司在轴承套圈领域形成了独特的技术壁垒，公司组建了专业的设备研发团队，自主开发的车加工和精密切削设备在材料利用率、生产效率及质量稳定性方面表现突出，相关工艺参数达到国际先进水平。公司申报的“高精度轴承套圈全流程智能化工艺的研发”项目已获衢州市科技局 2023 市重大科技攻关项目立项，通过整合“高速锻-精切-热处理-精磨”全流程工艺，实现了从原材料到高精度套圈的一体化生产，关键性能指标满足舍弗勒、斯凯孚等国际客户的严苛要求。未来，公司将以“轴承套圈+高端传动部件”为双主业，持续加大研发投入，在巩固轴承套圈行业龙头地位的同时，重点突破行星滚柱丝杠规模化生产技术。

表 7：公司现有的 3 大轴承套圈产品类别

轴承套圈产品类别	主要产品图示		
球类			
	特殊深沟球轴承套圈	深沟球轴承套圈	角接触轴承套圈
			
	串联式球轴承套圈	水泵轴及轴承套圈	
滚针类			
	三角支架轴承套圈	滚针轴承套圈	摇臂轴承套圈
滚子类			
	圆柱滚子轴承套圈	卡车轮毂轴承套圈	圆锥滚子轴承套圈

资料来源：公司官网，财信证券

公司通过“国际客户+国内市场”双轮驱动策略拓展市场份额。国际方面,公司的轴承套圈产品成功进入了斯凯孚 (SKF)、恩斯克 (NSK)、捷太格特 (JTEKT)、恩梯恩 (NTN) 等国际大型轴承公司的供应体系, 产品出口占比持续维持在较高水平; 国内市场则重点突破新能源汽车、工业机器人等新兴领域, 与瓦轴、光洋股份、慈兴集团等国内轴承企业的供应商建立了战略合作关系, 2024H1 国内收入同比增长 23.56%。同时, 公司启动全球化设厂工作, 通过墨西哥工厂建设推进全球化布局, 该项目预计 2025 年下半年开始设备进厂, 2026 年初开始进行生产, 将有效降低北美市场运输成本并规避贸易壁垒风险。

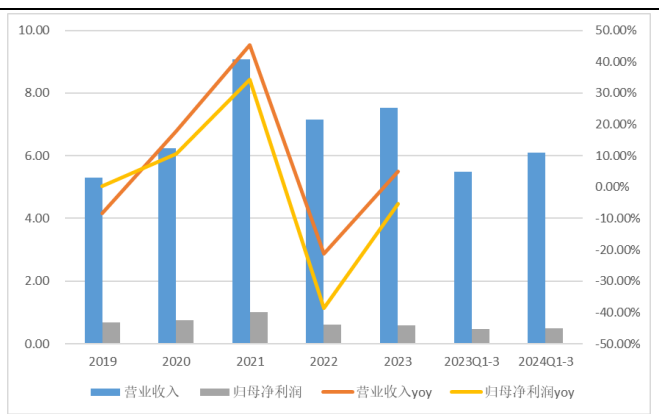
面对人形机器人产业的爆发式增长, 公司前瞻性布局丝杠业务。随着人形机器人行业的不断发展, 丝杠业务迎来了非常广阔的发展空间。根据 3 月初披露的投资者纪要, 公司于 2023 年底启动丝杠业务, 2024 年开始与丝杠公司建立合作, 与多家机器人企业合作开发螺母、滚柱等精密零部件, 切入人形机器人传动系统赛道。公司目前涉及的丝杠业务主要为螺母除内螺纹外的加工及滚柱的加工, 其加工工艺和技术与公司现有轴承套圈业务有 60%~70% 的重合度。公司在轴承套圈行业积累了多年的全过程高效率、低成本、高质量能力, 在加工工艺、材料热处理、加工设备研发等方面也积累了丰富的经验, 有助

于公司提升在丝杠业务上的综合竞争能力。随着全球工业自动化进程加速及人形机器人产业化落地，公司有望在高端传动零部件领域形成新的增长极，逐步从“制造优势”向“技术+品牌”优势升级。

3.4 双飞集团（300817.SZ）：自润滑轴承，“轴承+传动”协同发展

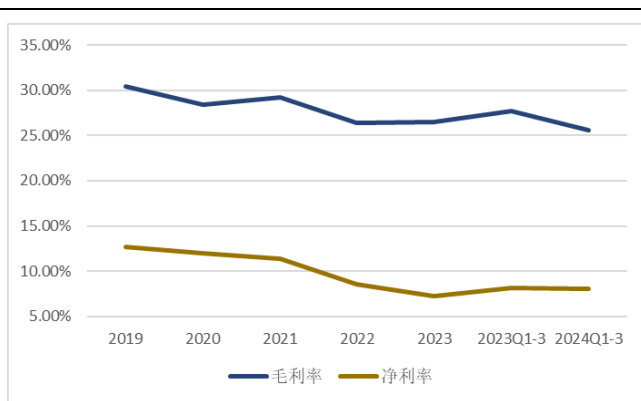
深耕自润滑轴承领域，“轴承+传动”协同发展。公司成立于1988年，是国内自润滑轴承领域的龙头企业，2020年成功登陆深交所创业板。公司总部位于浙江嘉善，拥有国家级高新技术企业、专精特新“小巨人”企业等多项荣誉，连续多年主导行业标准制定。依托三十余年技术积累，公司构建了覆盖无油润滑轴承、水润滑轴承、镶嵌固体润滑轴承的全产品矩阵，广泛应用于汽车、工程机械、新能源（风电、光伏）、航空航天、工业自动化等多个行业领域，业务范围覆盖全球40多个国家和地区。2024年10月，公司收购双飞虹34%股权，整合液压配件业务，形成“轴承+传动”协同效应。

图 27：公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润，亿元，%



资料来源：iFind，财信证券

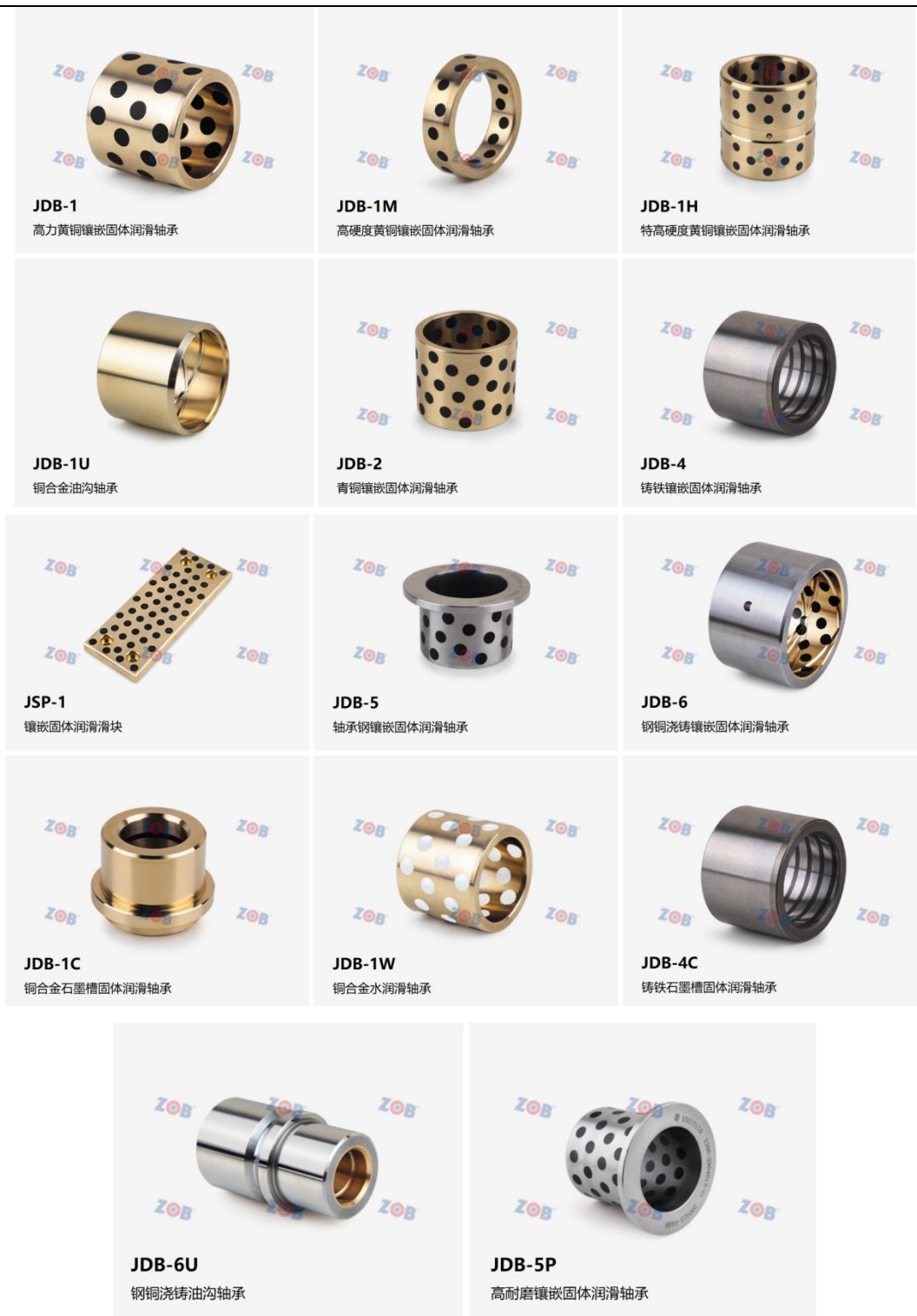
图 28：公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率，%



资料来源：iFind，财信证券

自润滑轴承多领域应用，复合润滑技术赋能高端装备传动新突破。公司的自润滑轴承在多个领域展现广泛适配性，在汽车传动系统中，通过降低摩擦损耗提升能效，广泛用于乘用车、商用车及新能源汽车的变速箱与转向系统；在新能源领域，其低速高扭矩适应性在风力发电机组中显著减少停机维护频率；在工业自动化场景下，为机器人关节提供高精度解决方案，保障高负载长周期稳定运行。**积极拓展人形机器人领域。**公司切入人形机器人赛道的核心竞争力源于减速器技术与关节轴承定制能力，公司开发的高精度减速器通过优化齿轮啮合与润滑方案，性能指标达到国际先进水平。公司的JDB系列轴承与机器人领域的适配度较高：该系列产品通过精密成型工艺和严格形位公差控制，能满足机器人关节的高精度传动要求；复合固体润滑材料体系，可实现无油环境下的自润滑，减少停机维护频率，满足机器人长周期稳定运行的需求；镶嵌式设计在保证高承载能力的同时，比传统滚动轴承更轻量化，适合机器人对运动灵活性和能效的优化需求。

图 29：公司 JDB 系列轴承产品



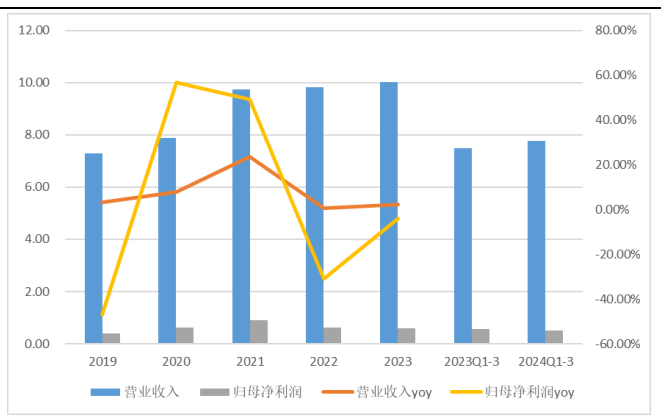
资料来源：公司官网

3.5 力星股份（300421.SZ）：轴承滚动体小巨人，高端产品不断突破

技术领先，筑牢精密制造护城河。公司创建于 1989 年，于 2015 年在深交所上市，是国内唯一专注于滚动体研发与制造的上市公司。公司深耕精密滚动体领域三十余载，

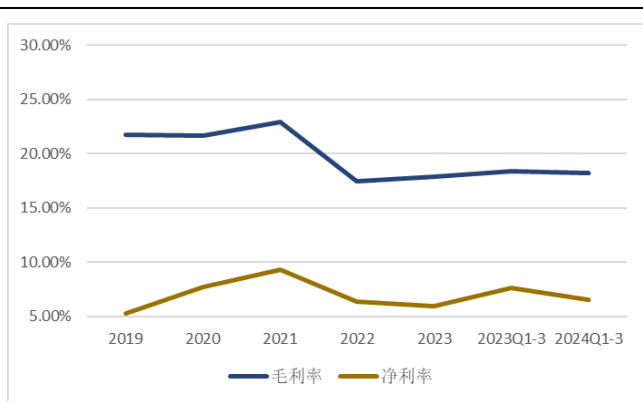
用“技术立企”使命定义高端传动标准，产品贯穿新能源汽车、精密机床、风电能源、航空航天及轨道交通等领域，成为 SKF 等国际八大轴承制造商的核心供应商。依托国家级企业技术中心、CNAS 认证实验室及 300 余项专利技术，公司不断突破高精度、长寿命、低噪音滚动体技术壁垒，主导制定多项行业标准，为各种应用场景和客户需求提供解决方案。

图 30：公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润，亿元，%



资料来源：iFind，财信证券

图 31：公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率，%



资料来源：iFind，财信证券

超精密 G3/G5 级滚动体，填补国产化空白。2025 年 3 月 6 日，力星集团金燕精密滚动体二期项目在浙江奉化奠基启动。项目总投资 1.29 亿元，规划 1.16 万 m² 智能化车间，奠基即开工，预计 2025 年底建成、2026 年 4 月投产。项目聚焦 Φ0.6~9.525mm 全系列微型滚动体，突破 G3/G5 级超精密钢球规模化生产，填补国产化空白，助力半导体设备、医疗机器人、精密仪器等高端制造领域的发展。作为集团“微型化战略”产业布局的核心落子，金燕精密滚动体二期项目将形成年产 300 亿粒小型静音钢球产能，推动从“规模扩张”向“高端质量引领”转型，巩固全球微型滚动体竞争力。

产品覆盖传动全链路，支撑机器人精度与性能。公司作为精密滚动体领域龙头，在人形机器人传动与运动控制环节构建“钢球+滚子+陶瓷球”的技术矩阵：G3-G5 级高精度轴承钢球广泛应用于机器人关节减速器，如谐波减速器柔性轴承、RV 减速器；滚珠丝杠是机器人直线执行器的核心部件，公司的精密钢球通过舍弗勒、新剑传动等丝杠厂商间接供货；针对机器人基座、大臂等重载关节，公司开发的圆锥滚子已通过国内机器人本体厂商测试，替代进口滚子；氮化硅陶瓷球应用于柔性轴承，适配特斯拉 Optimus 等机型的轻量化需求，G3 级绝缘陶瓷球用于机器人高速电机轴承，耐腐蚀陶瓷球应用医疗手术机器人关节、防静电球服务半导体场景。公司深度绑定 SKF、GKN、NTN 等轴承巨头和机器人领域的重要供应商，以高精度钢球的全场景覆盖+陶瓷球的轻量化创新，成为人形机器人传动环节不可替代的上游核心供应商。

图 32：丝杠中的滚动体



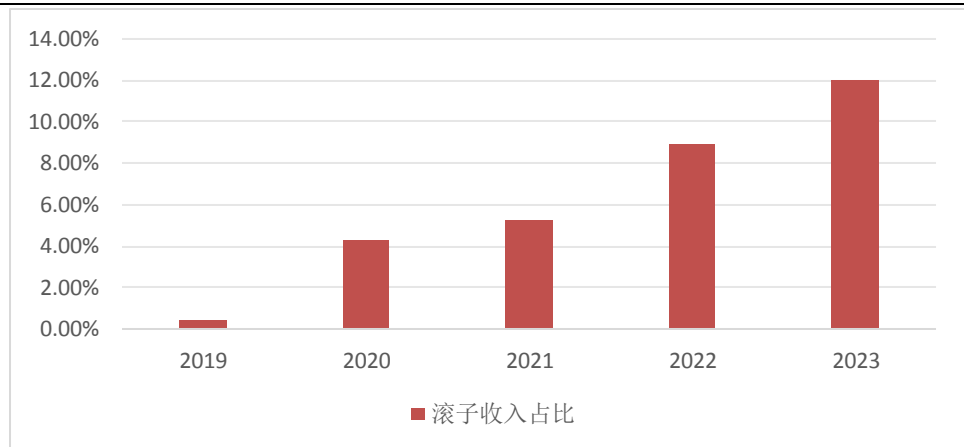
资料来源：公司官网

图 33：高精密滚子



资料来源：公司官网

图 34：公司滚子产品占比逐年增高

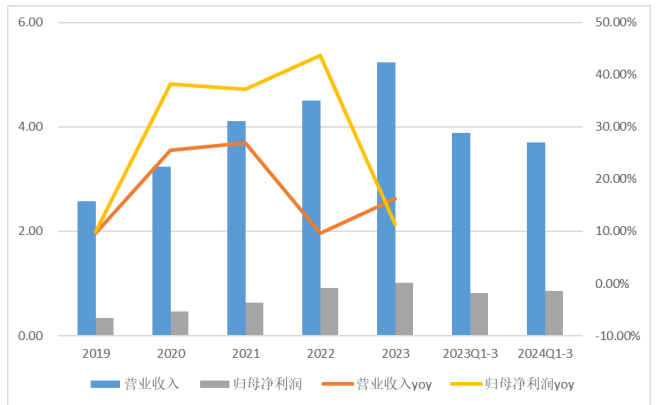


资料来源：iFind，财信证券

3.6 崇德科技（301548.SZ）：动压油膜滑轴，逐步拓展其他介质滑轴领域

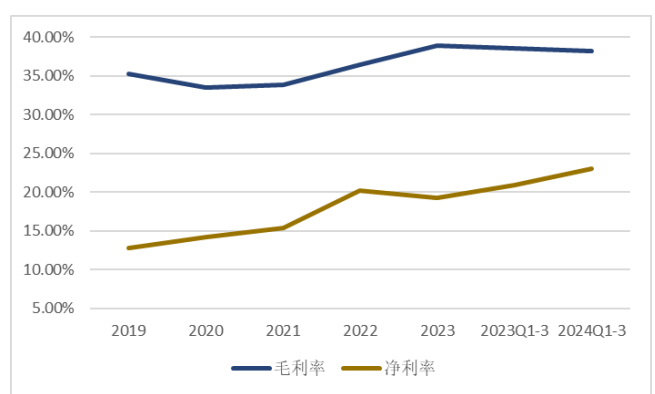
以滑动轴承为核，驱动高端制造未来。公司成立于 2003 年，坐落于湖南湘潭国家高新区，是一家以动压油膜滑动轴承研发制造为核心的国家级专精特新“小巨人”企业，2023 年成功登陆深交所创业板。截至 2024 年 6 月底，公司拥有有效专利 153 项，其中发明专利 44 项，实用新型、外观专利 109 项，主持或参与制定国家标准 14 项，成为国内极少数能与国际巨头（如 SKF、Michell）同台竞争的轴承企业，产品覆盖能源发电、工业驱动、石油化工、船舶舰艇等领域。

图 35：公司 2019-2024Q1-3 营收及归母净利润，亿元，%



资料来源：iFind，财信证券

图 36：公司 2019-2024Q1-3 毛利率及净利率，%



资料来源：iFind，财信证券

技术攻坚与材料创新,领跑动压油膜轴承高端市场。公司的核心竞争力源于对动压油膜滑动轴承技术的深度攻坚。区别于传统滚动轴承，动压油膜技术通过液体润滑形成承载油膜，在高负载、高转速、低振动场景中优势显著，被誉为机械装备的“心脏”。公司掌握的“三维油膜动态仿真”“微米级精密加工”等技术，性能对标国际一线品牌。在材料创新方面，公司率先实现 PEEK（聚醚醚酮）材料在滑动轴承的工程化应用，PEEK 是一种性能优异的特种工程塑料，公司研发的 PEEK 轴承具有良好的耐摩擦性能、机械性能、耐高温性，已小批量向客户供货，同时水润滑轴承、气浮轴承、阻尼轴承等新产品的研发和产业应用也在积极推进中。公司重点攻关气浮轴承、电磁轴承等前沿技术，其中气浮主轴样机已进入精密机械领域测试，为半导体、高端装备等新兴市场铺路。

计划收购德国 Levicron,加快欧洲市场布局。公司加快欧洲市场布局,2024 年 10 月 10 日发布公告称，拟通过注册于香港的全资孙公司崇德工业有限公司与德国合作伙伴共同在德国设立合资公司，两位德国合作伙伴均曾任职于欧洲国际头部同行业公司，是轴承领域企业管理、工程技术及市场营销方面的资深专家，此次对外投资将加速国际市场的拓展，进一步提升公司品牌和产品在欧洲市场的知名度和市场占有率。2024 年 10 月 31 日公布了对德国 Levicron 公司的收购意向书，拟以收购标的公司 100%的股权，该交易是公司拓展欧洲市场的战略性重要步骤，随着 Levicron 的加入，公司的产线将进一步扩充，由目前的油润滑轴承产品扩展到无油润滑轴承产品及气浮主轴产品，提升公司的全球影响力。

积极研发机器人相关产品,PEEK 材料应用滑轴。公司现有的动压油膜滑动轴承产品目前没有直接应用于机器人，但公司一直关注机器人关键零部件的需求，已启动前瞻性布局，正在积极研发可用于机器人及相关领域的产品。公司掌握了 PEEK 材料应用到滑动轴承场景的合成技术，PEEK 是一种性能优异的特种工程塑料，与其他特种工程塑料相比具有诸多显著优势，耐高温、机械性能优异、自润滑性好、耐化学品腐蚀、阻燃、耐剥离性、耐辐照性、绝缘性稳定。此外，公司经销的 SKF 滚动轴承已间接服务于工业机器人领域。2024 年，公司启动“一核两翼”战略（核心轴承+新能源、新制造），即以动压油膜滑动轴承为核心产业，工业服务（经销）协同发展。我们看好公司在动压油膜滑轴

领域的技术领先低位，并认为公司从动压油膜滑轴向其他介质滑轴的拓展具有底层技术优势，维持公司“推荐”评级。

图 37：公司 SKF 产品



资料来源：公司官网

4 风险提示

人形机器人进展不及预期，原材料价格波动，新产品研发不及预期。

投资评级系统说明

以报告发布日后的 6—12 个月内，所评股票/行业涨跌幅相对于同期市场指数的涨跌幅度为基准。

类别	投资评级	评级说明
股票投资评级	买入	投资收益率超越沪深 300 指数 15%以上
	增持	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为 5%—15%
	持有	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为-10%—5%
	卖出	投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上
行业投资评级	领先大市	行业指数涨跌幅超越沪深 300 指数 5%以上
	同步大市	行业指数涨跌幅相对沪深 300 指数变动幅度为-5%—5%
	落后大市	行业指数涨跌幅落后沪深 300 指数 5%以上

免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格，作者具有中国证券业协会注册分析师执业资格或相当的专业胜任能力。

财信证券股份有限公司客户及员工使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司当然客户。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送，概不构成任何广告。

本报告信息来源于公开资料，本公司对该信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本公司对已发报告无更新义务，若报告中所含信息发生变化，本公司可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。

本报告中所指投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。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。在任何情况下，本公司及本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，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。投资者务必注意，其据此作出的任何投资决策与本公司及本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人（包括本公司客户及员工）不得以任何形式复制、发表、引用或传播。

本报告由财信证券研究发展中心对许可范围内人员统一发送，任何人不得在公众媒体或其它渠道对外公开发布。任何机构和个人（包括本公司内部客户及员工）对外散发本报告的，则该机构和个人独自为此发送行为负责，本公司保留对该机构和个人追究相应法律责任的权利。

财信证券研究发展中心

网址：stock.hnchasing.com

地址：湖南省长沙市芙蓉中路二段 80 号顺天国际财富中心 28 层

邮编：410005

电话：0731-84403360

传真：0731-84403438