



华安证券  
HUAAN SECURITIES

证券研究报告

# 减速器行业深度：机器人核心部件，国产替代及应用拓宽空间广阔

华安机械

张帆 S0010522070003

2024 年 01 月 10 日

华安证券研究所

## 核心逻辑

- ▶ **精密减速器是机器人核心零部件：**减速器是连接动力源及执行机构的中间机构，起到匹配转速及传递转矩的作用。减速器主要分为一般传动减速器和精密减速器两类。一般传动减速器主要用于满足基础的动力传输需求，控制精度较低；而精密减速器则主要用于高精度、高稳定性的应用场景，如工业机器人等。工业机器人使用的精密减速器主要有谐波减速器、RV减速器和行星减速器三类，其能够影响机器人的定位精度及重复精度等，从而直接影响到机器人的整体性能。
- ▶ **机器人应用扩大带动上游减速器市场扩容，多品类进口替代空间广阔：**
  - 减速器下游应用广泛，其中机器人作为主要下游之一占比达到11%。根据国家统计局数据，2023年1-11月我国工业机器人产量达到38.76万台，同比-2.8%。2021年中国工业机器人减速器总需求量为93.11万台，同比增长78.06%。其中增量需求为82.41万台，同比增长95.05%；存量替换量为10.70万台，同比增长6.57%。未来机器人应用持续拓宽，减速器市场有望持续增长。
  - 分产品类别来看，各类减速器进口替代空间巨大。谐波减速器全球龙头为哈默纳克，2021年在全球市场及中国市场中分别占据82%、35.5%的市占率，国内生产谐波减速器的企业实力较强的有绿的谐波、来福谐波、福德机器人、大族传动，四家企业在中国市场上的占有率之和由2020年35.9%提升至2021年41.1%。RV减速器市场中纳博特斯克占据全球及中国主要竞争地位，2020年市占率分别达到61%、55%，国内厂商中双环传动、中大力德、秦川机床等厂商市占率较高，2021年国内市占率分别达到15%、7.2%、2.6%。
- ▶ **人形机器人产业快速发展，持续拓宽市场空间：**由于人形机器人具有复杂的运动和众多的关节，对减速器的需求也大幅增加。统计数据显示，工业机器人通常有3~6个自由度，而人形机器人自由度则更高，由此持续拓宽减速器应用空间。根据我们的测算，在保守情境下预计2030年由人形机器人推动产生的三种减速器市场规模总和有望达到182亿元，市场空间广阔。
- ▶ **建议关注标的：双环传动、中大力德、丰立智能、秦川机床、绿的谐波**
- ▶ **风险提示：**技术开发不及预期；下游客户产品接受及产品验证不及预期；市场需求波动风险；原材料成本大幅提升影响生产成本风险；研究依据的信息更新不及时，未能充分反映公司最新状况的风险。



## 目录

1 减速器：精密减速器是机器人核心零部件

2 下游：工业机器人应用扩大带动上游减速器市场扩容，多品类进口替代空间广阔

3 人形机器人：新技术新产品加快孕育，增量市场前景广阔

4 建议关注标的：双环传动、中大力德、丰立智能、秦川机床、绿的谐波

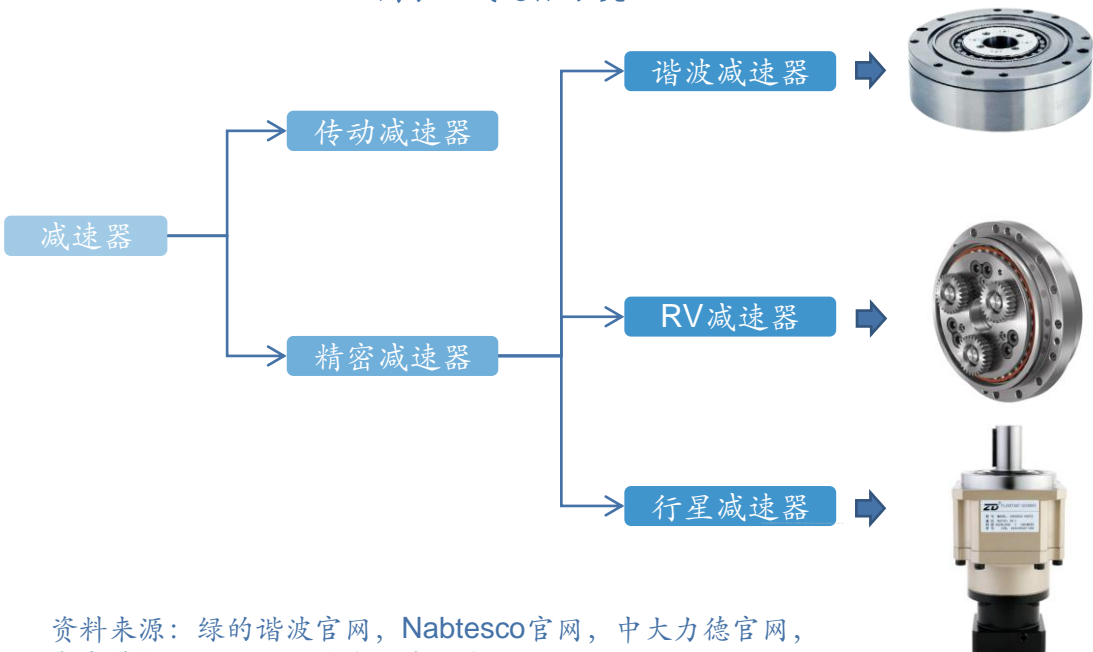
5 风险提示



# 1.1 精密减速器主要含谐波减速器、RV减速器和行星减速器

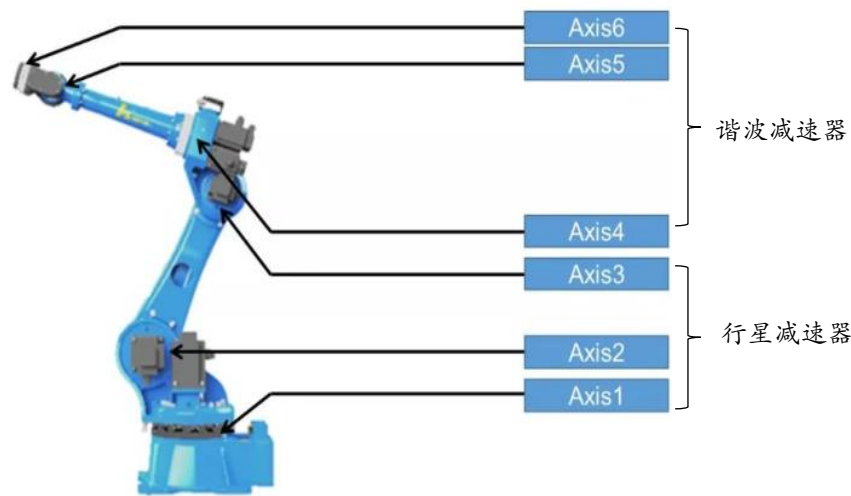
- **减速器分为一般传动减速器和精密减速器。**减速器是连接动力源和执行机构的中间机构，起到匹配转速和传递转矩的作用。根据控制精度的要求，减速器分为一般传动减速器和精密减速器。
- **工业机器人用的精密减速器主要有三种类型。**一般传动减速器通常用于满足基本的动力传输需求，其控制精度较低。工业机器人用的精密减速器主要有三种类型分别为谐波减速器、RV减速器、行星减速器。
- **精密减速器的性能直接决定机器人的整体性能水平。**精密减速器是工业机器人最重要的基础部件，直接关系到机器人的反应速度和功能实现精度。工业机器人主要使用的精密减速器有谐波和RV两种。由于体积小巧，承载能力相对较低，谐波减速器主要用于腕部、手部和小臂等执行机构的末端位置。相比之下，由于RV减速器的体积、质量较大但稳定性强，并拥有更大的承载能力，它通常应用于基座、肩膀、大臂等部位。对于一个拥有六个关节的机器人来说，关节A1-A3通常采用RV减速器，而末端执行关节A4-A6则主要选用谐波减速器。移动机器人的轮部可使用精密行星减速器。

图表1 减速器分类



资料来源：绿的谐波官网，Nabtesco官网，中大力德官网，中商情报网，知网，华安证券研究所

图表2 六轴机器人活动关节与减速器配置



资料来源：工业机器人，华安证券研究所

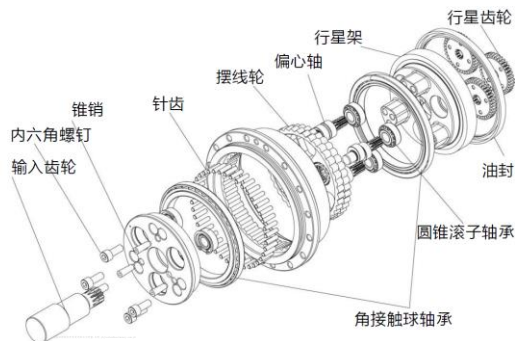
# 1.1 精密减速器主要含谐波减速器、RV减速器和行星减速器

- ▶ **谐波减速器**是一种基于圆柱弹性壳体理论的新型齿轮传动。它通常由柔轮 (Flexspline)、刚轮 (Circular Spline) 和波发生器 (Wave Generator) 三个主要构件组成。谐波减速器的工作原理是通过柔轮的周期性波动变形, 迫使柔轮与刚轮之间的少齿差内啮合, 从而实现动力和运动的传递。由于柔轮和刚轮的齿数之间的差距很小, 因此可以获得大的传动比。谐波减速器相对于传统减速器具有多个优点。它已从最初的航天航空装备领域迅速扩展到其他领域, 包括仪器仪表、机床、仿生学 (机械手、机器人、假肢)、医疗器械、能源、光学系统和原子反应堆等。这种广泛的应用领域使得谐波减速器成为一种非常有价值的传动装置。
- ▶ **RV (rotate vector) 减速器**是由摆线针轮行星减速器发展而来, 主要由第一级渐开线圆柱齿轮行星减速机构和第二级摆线针轮行星减速机构两个部分构成。比摆线行星减速器具有更紧凑的结构设计和更优越的使用性能以及更高的传动精度, 被广泛用于机器人、医疗和军事等工程领域, 尤其在机器人领域RV减速器占有越来越大的比重。与机器人关节常用的谐波减速器相比, RV精密减速器具有很高的疲劳强度、刚度和寿命, 最大的特点是回差精度稳定, 不会像谐波减速器那样随着使用时间的增加运动精度会显著降低, 因此满足类似机器人关节等对运动精度要求长期稳定的传动场合。现今世界上大部分国家高精度的机器人传动多采用RV减速器作为关键零部件。随着机器人技术的发展, RV精密减速器已成为现代机器人关键技术之一, 对于机器人的性能具有重要影响。
- ▶ **精密行星减速器**是一种紧凑的减速装置, 由行星轮、太阳轮和内齿圈组成。其结构相对简单, 传动比通常在10以内, 减速级数一般不超过3级。在精密行星减速器的运行过程中, 一个太阳轮通常会驱动3个行星轮绕行星轴旋转, 这使得它的体积小、质量轻, 启动更加平稳。此外, 精密行星减速器具有卓越的刚性、高精度和高扭矩传递能力。精密行星减速器主要应用于步进电机和伺服电机, 用于减小转速并提高扭矩输出。这种减速器广泛应用于工业机器人、精密机床、医疗设备等领域。

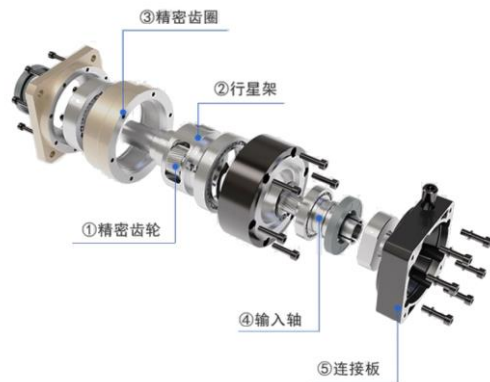
图表3 谐波减速器结构



图表4 RV减速器结构



图表5 行星减速器结构



资料来源: 知网, 华安证券研究所

资料来源: 鑫松自动化官网, 华安证券研究所

资料来源: 川铭精工官网, 华安证券研究所

## 1.2 寿命是考量减速器性能的重要指标

- 国内谐波减速器寿命较国外更低。减速器的疲劳寿命决定着机器人的正常工作时长，寿命是考量减速器性能的重要指标。国内的谐波减速器产品寿命普遍在3 000 h以内，主要的失效形式表现为齿轮磨损后导致传动精度严重下降；国外产品寿命则高达7 000 h，其主要失效形式为柔性轴承的破坏，而不是齿轮副磨损失效。
- 谐波减速器齿轮设计经历了多个阶段的演进。最初齿轮的设计主要以实现齿面的简单直线接触为目标。而后渐开线齿形广泛应用，为齿轮传动提供了更高的效率和平稳性。近期圆弧齿形逐渐崭露头角，这种设计在降低应力、延长使用寿命方面表现出色。齿轮的齿形和结构是其最关键的组成部分，直接影响着齿轮的传动性能。其他方面的改进只能在齿形基础上进行局部的优化。早期的齿轮设计对于传输速度和功率的要求相对较低，因此齿廓通常采用简单的直线或不太精确的曲线。随着数学理论的不断发展和应用，齿轮的齿廓设计变得更加精确和可预测，这为齿轮传动提供了更坚实的理论基础。

图表6 各参数对寿命的影响

参数	对寿命的影响
筒体壁厚	在满足柔轮强度设计的前提下减小筒体壁厚，可有效降低柔轮的最大应力值，进而延长柔轮的疲劳寿命
柔轮筒长	在一定范围内，随着柔轮筒长增加，柔轮的最大应力值随筒长增加而降低；筒长过长时，筒体所受的最大扭转量随之增大，导致轮齿之间的啮合状况恶化，出现应力集中的现象。
轮齿齿宽	当齿宽稍大于波发生器的宽度时，可降低柔轮的最大应力值。
啮合齿对数分析	在一定范围内增加啮合齿对数时，可将柔轮所受的整体弯曲应力分散到更多的轮齿上，从而降低了单个轮齿的应力值。
最大径向变形量分析	柔轮的径向变形量决定了柔轮的变形规律，柔轮筒体的弯曲应力与其最大变形量呈线性正相关；较大的变形量会减少柔轮的疲劳寿命。
柔轮扭转刚度	柔轮扭转刚度的大小影响减速器运行过程中的滞后性；增加扭转刚度的措施有减小最大径向变形量、减小长径比、增加筒体壁厚；但刚度的增加会使轮齿的接触应力增加，降低了柔轮的疲劳寿命。

资料来源：知网，华安证券研究所

图表7 谐波减速器齿形种类

齿形	优势	缺点
直线齿形	满足了定传动比传动，实现了轮齿间的面接触，通过将柔轮中性层变形的工件段曲线当做阿基米德螺线处理，得到定传动比。	无法保证曲线上点的法线方向与阿基米德螺线的失径的夹角为恒值，即无法保证刚轮与柔轮共轭啮合，产生的传动比误差较大
渐开线齿形	当柔轮齿数较多时，渐开线齿廓则可近似为直线齿廓，且拥有比直线齿廓更好的传递性能	在空载状态下，只有少数几对轮齿同时参与啮合；在负载状态下，由于轮齿及筒体的变形，同时啮合的齿对数增多，但大部分轮齿均处于边缘啮合状态，难以在轮齿间形成油膜；共轭区间相对狭小，承载能力有限
圆弧齿形	圆弧齿形能有效地改善柔轮齿根处的应力状况，同时能提高其传动的啮合质量，且圆弧齿形在啮合过程中存在楔形空间，有利于油膜的形成，减小轮齿之间的摩擦。	加工复杂且需使用特种刀具，导致加工成本高昂
摆线齿形	该齿形可使用带直边切削刃的插刀进行加工，且完美地继承了圆弧齿廓所具有的优点	设计较为复杂困难，制造误差和装配误差会严重影响谐波传动的精度，且保持啮合时准确的中心距比较困难
“S”齿形	相比于渐开线齿形，在相同传动效率的情况下，同时参与啮合齿数加倍，齿根处的圆角半径增大，使柔轮轮齿的抗疲劳强度能力提升1倍，扭转刚度也提高了70%~100%。	“S”齿形对柔轮的加工工艺要求非常高，生产过程很复杂，这大大地增加了生产的成本。当轮齿数较少时，误差增大，因而，该齿形的理论基础还不够坚实。
“P”齿形	自主知识产权的“P”齿形的齿高较低，能承载更大的转矩；齿宽较大，降低了齿根断裂的风险；柔轮变形量较小，柔轮的疲劳寿命得到提高；20%~30%的齿同时参与啮合，齿面比压较小。	谐波减速机运行过程中降低了传动精度
“δ”齿形	浙江来福谐波传动推出的“δ”齿形，寿命提高超过30%，转矩容量提升超过30%，传动的平稳性得到显著提高。在振动与噪声方面得到了较大的改善。	

资料来源：知网，华安证券研究所



## 1.3 精密减速器性能影响机器人定位精度及重复精度等

- **精密减速器的传动误差与扭转特性对工业机器人的定位精度和重复精度影响明显。**RV减速器和谐波减速器的主要性能指标有：额定输出转矩、额定输出转速、额定输入功率、额定寿命、回差（背隙）、滞回特性、扭转刚度、角度传递误差、转动惯量、传动比、启停允许转矩、瞬时最大转矩、重量、噪声等。其中额定参数、允许参数、转动惯量和传动比等主要设计制造时确定的静态指标。
- 在工业机器人领域为了保证机器人减速器的动态特性、使用寿命、保证工作的稳定性及可靠性，以及降低运转中的噪声等，对减速器的技术指标有一定检测及计量需求。精密减速器的传动误差与扭转特性对工业机器人的定位精度和重复精度影响明显，同时扭转刚性和动态特性与机器人的动态性能关系紧密。

图表8 不同类型机器人减速器需求量

机器人分类	单台设备谐波减速器需求量	RV减速器平均用量
多关节机器人	根据负载不同，使用1-6台谐波减速器	4台RV减速器
平面多关节机器人 (SCARA)	一般单台设备使用2-3台谐波减速器	-
并联机器人(Delta)	一般单台设备使用3台谐波减速器	-
直角坐标机器人	一般单台设备使用1台谐波减速器	3台RV减速器
协作机器人	一般单台设备使用6-7台谐波减速器	-
其他（圆柱形/其他）	-	1台RV减速器

资料来源：华经情报网，华安证券研究所

图表9 工业机器人与精密减速器性能密切相关

		工业机器人性能				
		加速特性	停顿时间	负载能力	定位精度	重复精度
精密减速器性能	传动误差				✓	✓
	重复精度					✓
	回差（背隙）	✓	✓		✓	✓
	扭转刚度	✓	✓	✓	✓	✓
	负载能力			✓		
	动态特性	✓	✓	✓		

资料来源：知网，华安证券研究所

## 1.4 三种机器人关节减速器的特点与应用对比

► **RV减速器、谐波减速器和行星减速器性能有较大差异。**机器人关节减速器（精密减速器）需要具有传动链短、体积小、功率大、质量轻和易控制等特点，RV减速器体积大、负载重，多用于大臂、肩部等大关节；谐波减速器体积小，负载轻，多用于腕部、手部等小关节；行星减速器高刚性，高耐磨，多用于直角坐标机器人及传统工业自动化中。

图表10 三种减速器对比

	谐波减速器	RV减速器	精密行星减速器
<b>结构组成</b>	主要由柔轮、刚轮、波发生器三个核心零部件组成，通过柔轮的弹性变形传递运动	一般采用两级传动结构，由行星齿轮减速器的前级和摆线针轮减速器的后级组成	主要传动结构包括行星轮、太阳轮、内齿圈
<b>产品性能</b>	体积小、减速比大、精密度高、可以在密闭空间内传递运动	大体积、高负载能力和高刚度	体积小、质量轻、高刚性、高耐磨性、高扭矩、高传动效率、寿命长
<b>优点</b>	运动精度高，传动比大，较小的传动惯量，在同等输出力矩时，体积可以缩小到其他减速器的1/3，重量缩减1/2	高负载，传动比范围大（31-171）、寿命长、精度保持稳定、效率高（85%-92%）、传动平稳	结构简单，刚性和耐磨性更好
<b>缺点</b>	柔轮每转发生两次椭圆变形，容易引起材料的疲劳损坏，损耗功率大，同时，回程误差，不具有自锁	外形尺寸大，零部件多，结构复杂，加工难度大，价格贵	存在多级传动体积过大、精密化后性能降低等问题
<b>应用场景</b>	主要应用于机器人小臂、腕部或手部等轻负载领域	一般应用于多关节机器人中机座、大臂、肩部等重负载的位置	多用于直角坐标机器人及传统工业自动化
<b>终端领域</b>	3C、半导体、食品、注塑、模具、医疗等行业中通常使用由谐波减速器组成的30kg负载以下的机器人	汽车、运输、港口码头等行业中通常使用配有RV减速器的重负载机器人	多用于步进电机和伺服电机的减速运动，主要用于传统自动化领域
<b>价格</b>	1000-5000元/台	5000-8000元/台	200-2000元/台

资料来源：中商产业研究院，知网，华安证券研究所



## 目录

1 减速器：精密减速器是机器人核心零部件

2 下游：工业机器人应用扩大带动上游减速器市场扩容，多品类进口替代空间广阔

3 人形机器人：新技术新产品加快孕育，增量市场前景广阔

4 建议关注标的：双环传动、中大力德、丰立智能、秦川机床、绿的谐波

5 风险提示

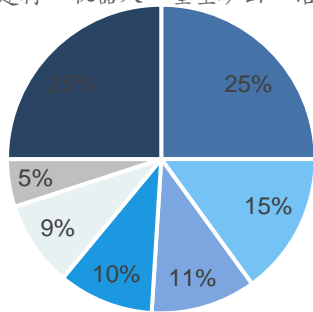


## 2.1 下游机器人产业：精密减速器性能直接决定机器人整体性能水平

- **减速器下游应用领域分布广泛。**近年来，我国减速器逐渐实现工业化生产和规模化应用，包括起重运输、水泥建材、机器人、重型矿山、冶金、电力等众多领域。其中，起重运输、水泥建材、机器人分别为应用市场前三名，市场分别占比25%、15%、11%。
- **精密减速器的性能直接决定机器人的整体性能水平。**精密减速器是工业机器人最重要的基础部件，直接关系到机器人的反应速度和功能实现精度。工业机器人主要使用的精密减速器有谐波和RV两种。由于体积小，承载能力相对较低，谐波减速器主要用于腕部、手部和小臂等执行机构的末端位置。相比之下，由于RV减速器的体积、质量较大但稳定性强，并拥有更大的承载能力，它通常应用于基座、肩膀、大臂等部位。对于一个拥有六个关节的机器人来说，关节A1-A3通常采用RV减速器，而末端执行关节A4-A6则主要选用谐波减速器。移动机器人的轮部可使用精密行星减速器。

图表11 中国减速器产品下游应用领域分布

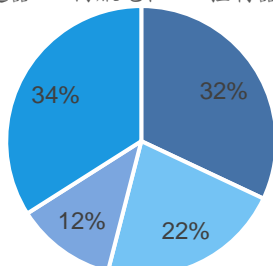
■ 起重运输 ■ 水泥建材 ■ 机器人 ■ 重型矿山 ■ 冶金 ■ 电力 ■ 其他



资料来源：中商情报网，华安证券研究所

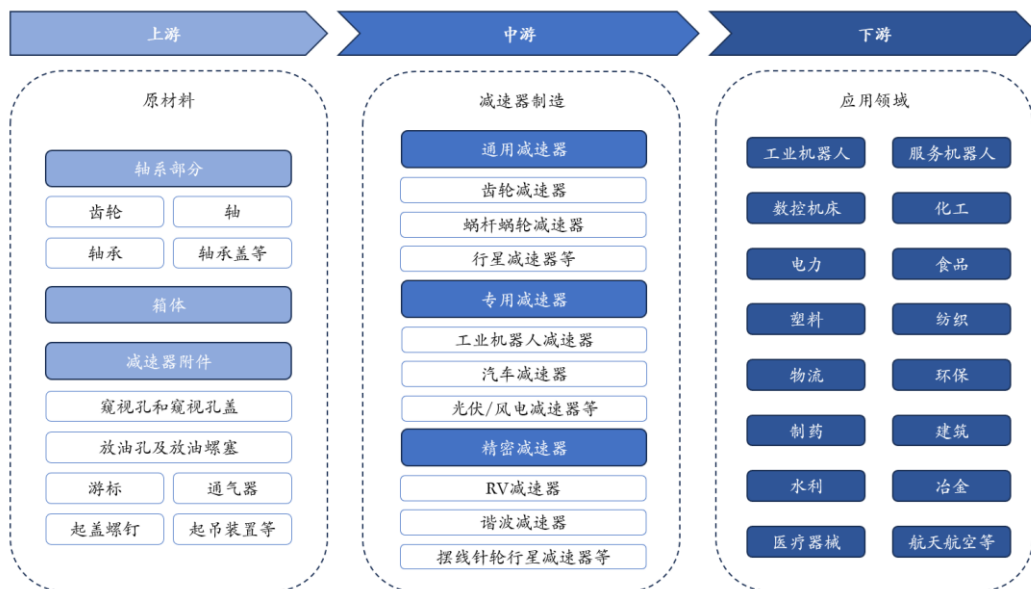
图表12 我国机器人核心零部件组成占比

■ 减速器 ■ 伺服电机 ■ 控制器 ■ 其他



资料来源：中国知网，华安证券研究所

图表13 中国减速器产业链全景图



资料来源：中商产业研究院，华安证券研究所

## 2.2 政策支持，精密传动装置行业高速发展

► 近年来，国内精密传动装置产业在国家政策支持下不断发展。在《中国制造 2025》规划中，机器人与高档数控机床被列入政府需大力推动实现突破发展的十大重点领域；《“十四五”机器人产业发展规划》也已制定完成。同时，基于体积小、精度高、传动效率高的特点，除了工业机器人领域以外，精密传动装置还广泛应用于数控机床、移动机器人、半导体生产设备、新能源等高速发展的领域。受益于政策支持和主要下游需求驱动，精密传动装置行业迎来快速发展时期。

图表14 减速器行业最新政策

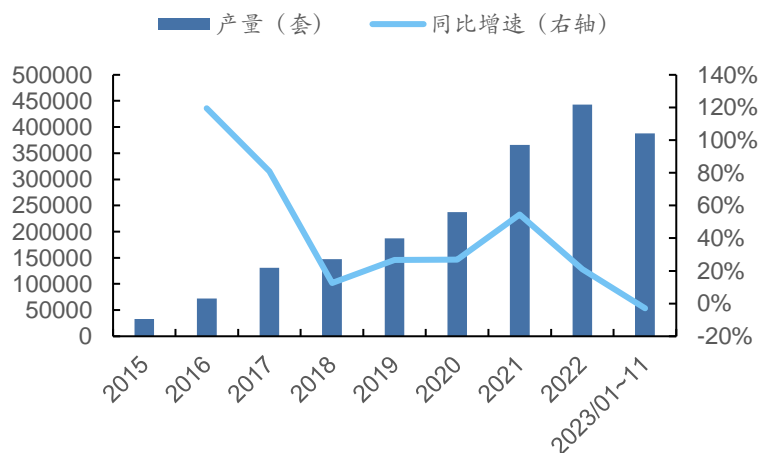
发布时间	发布单位	政策名称	主要内容
2023年9月	工信部、财政部	《电子信息制造业2023-2024年稳增长行动方案》	鼓励加大数据基础设施和人工智能基础设施建设，满足人工智能、大模型应用需求。
2023年8月	工信部、科技部等四部门	《新产业标准化领航工程实施方案(2023—2035年)》	在关键部件系统方面，研制电机控制器、减速器总成等驱动电机系统标准。
2023年6月	工信部教部等五部门	《制造业可靠性提升实施意见》	提高工业机器人用精密减速器、智能控制器，仪器仪表用控制部件、传感器、源部件、探测器、样品前处理器等关键专用基础零部件和高端轴承、精密齿轮、高强度紧固件、高性能密封件等通用基础零部件的可靠性水平。
2022年7月	科技部、教育部、工信部等	《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》	通过场景创新促进人工智能关键技术和系统平台优化升级，形成技术供给和场景需求互动演进的持续创新力。
2022年1月	国务院	《“十四五”数字经济发展规划》	着力提升基础软硬件、核心电子元器件、关键基础材料和生产装备的供给水平，强化关键产品自给保障能力。
2021年12月	工信部等	《“十四五”智能制造发展规划》	大力发展智能制造装备，提高基础零部件和装置水平。研发微纳位移传感器、柔性触觉传感器、高分辨率视觉传感器、成分在线检测仪器、先进控制器、高精度伺服驱动系统、高性能高可靠减速器、可穿戴人机交互设备、工业现场定位设备、智能数控系统等。
2021年11月	工信部	《“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》	支持人工智能算法库、工具集等研发。加快发展新型机器学习、生物特征识别、自然语言理解、新型人机交互、智能控制与决策等产品和服务。推动人工智能开放平台建设。
2021年3月	全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	瞄准人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。聚焦高端芯片、操作系统、人工智能关键算法、传感器等关键领域，加快推进基础理论、基础算法、装备材料等研发突破与迭代应用。
2020年7月	国家发改委等	《国家新一代人工智能标准体系建设指南》	到2023年，初步建立人工智能标准体系，重点研制数据、算法、系统、服务等重点急需标准，并率先在制造、交通、金融、安防、家居、养老、环保、教育、医疗健康、司法等重点行业和领域进行推进。建设人工智能标准实验验证平台，提供公共服务能力。

资料来源：中商情报网、华安证券研究所

## 2.3 工业机器人产能扩大，减速器需求同步提升

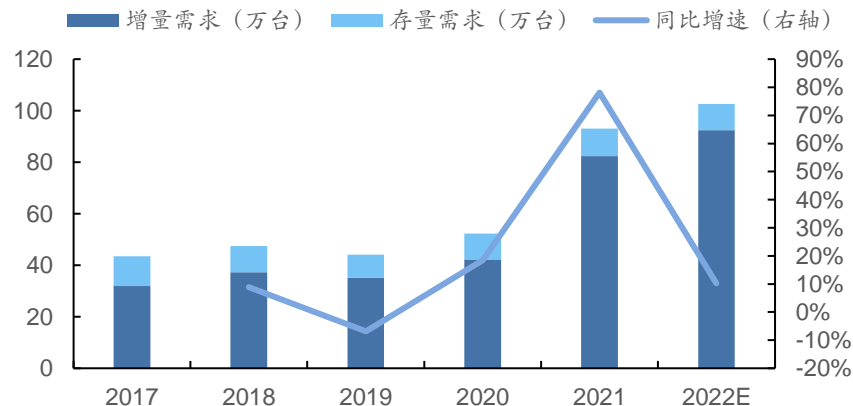
- 国内机器人产量持续加大，上游减速器市场前景广阔。根据华经产业研究院和国家统计局数据，近年来全国工业机器人产能不断扩大，2022年产量为44.3万台，同比增长21%，2023年1-11月，工业机器人产量达到38.76万台，同比-2.8%。主要受下游需求波动影响。
- 工业机器人行业需求大幅增长，存量替换需求同步提升。据GGII数据显示，2021年中国工业机器人减速器总需求量为93.11万台，同比增长78.06%。其中增量需求82.41万台，同比增长95.05%；存量替换量为10.70万台，同比增长6.57%。随着数字化进程的加快推进，机器换人将受益其中，预计未来几年减速器市场增长的确定性将进一步增强。

图表15 2015-2023/01~11我国工业机器人产量



资料来源：I find，国家统计局，华经产业研究院，华安证券研究所

图表16 2017-2022年中国工业机器人减速器需求

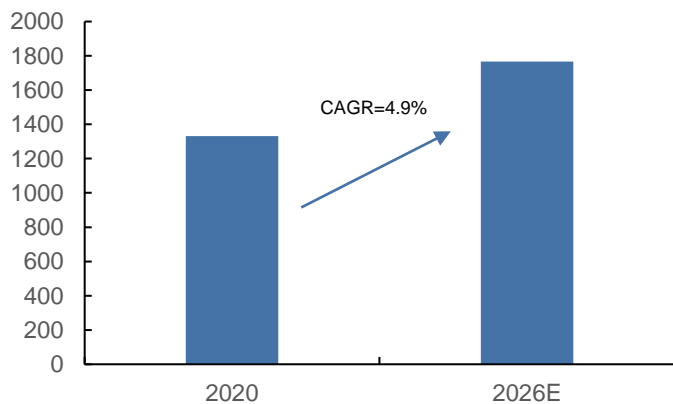


资料来源：GGII，中商产业研究院，华安证券研究所

## 2.3 工业机器人产能扩大，减速器需求同步提升

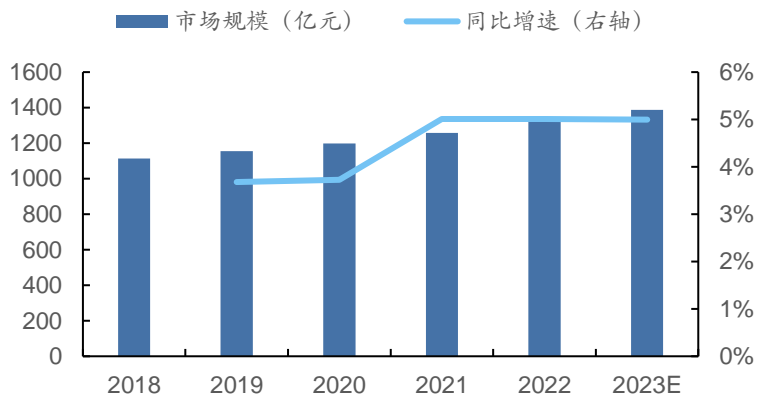
- ▶ **全球减速机市场规模达上千亿美元。**据ReportLinker，2020年全球减速机市场规模约为1331亿美元。预计2026年全球减速机市场规模可达1766亿美元，年复合增速为4.9%。
- ▶ **中国减速器市场持续增长，2022年市场规模达1321亿元。**近年来，随着国家产业政策的支持和下游市场需求的不断增长，我国减速器市场规模呈现持续增长态势。中商产业研究院发布的《2022-2027年全球及中国工业机器人减速器行业研究报告》显示，2022年中国减速器行业市场规模达到1321亿元，同比增长5.01%，2023年市场规模预计达到1387亿。

图表17 全球减速机市场规模及预测（亿美元）



资料来源：ReportLinker，观研天下，华安证券研究所

图表18 2018-2023年中国减速器市场规模及预测

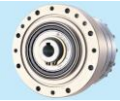





资料来源：中商情报网，华安证券研究所

## 2.4 国产精密减速器产品力持续提升，部分接近国际前沿水平

► **国产与进口减速器差距收敛，部分接近国际前沿水平。**自20世纪60年代谐波减速器技术引入我国之后，经过多年发展，现阶段国产谐波减速器和RV减速器部分参数已经达到国际前沿水平。谐波减速器方面，以哈默纳科为代表的日本产品扭矩更大、背隙较小，且寿命高达50,000小时，国产谐波减速器在空程上相对占优，其中绿的谐波产品减速比、转速基本与哈默纳科产品相当。RV减速器方面，南通振康推出的ZKRV-E系列产品在大部分指标上与纳博特斯科的RV-E系列产品相当，且有更大的输出扭矩范围。但是，由于材料、加工工艺和装备等方面存在一定技术壁垒，国内减速器产业在精度保持性、使用寿命和大批量产品性能一致性方面与国外企业存在一定差距。总体来看，国产减速器与世界先进国内外减速器厂商差距收敛，进口替代逐渐加速。

图表19 国内外工业机器人用典型减速产品对比

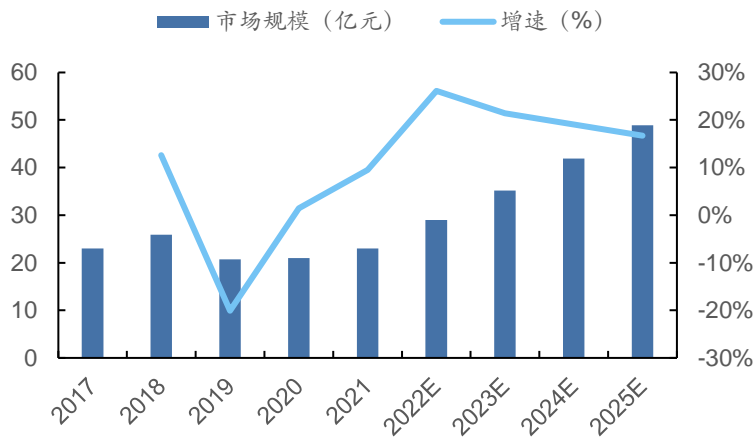
	生产厂商	型号	减速比	输出扭矩/N·m	输出转速/(r/min)	传动效率/%	传动精度	空程	背隙	平均寿命/h	图例
谐波 减速器	Harmonic Drive	CSG系列	50~160	7~1236	20	65~85	0.5'~2'	1'~3'	3''~60''	50000	
	绿的谐波	LCS系列	100	7.4~446	20	-	-	<40''	<20''/<10''	9000~15000	
		LCD系列	100	5.1~313	20	-	-	<40''	<20''	9000~10000	
		LHS系列	100	7.4~446	20	-	-	<40''	<20''/<10''	9000~15000	
		LHD系列	100	5.1~175	20	-	-	<40''	<20''	9000~10000	
RV 减速器	Nabtesco	RV-E系列		231	5	85~95	<23''	<1.5'	<60''	-	
				412	15	85~95	<23''	<1.5'	<60''	-	
				353	25	85~95	<23''	<1.5'	<60''	-	
	南通镇康	ZKRV-E系列	25~192.43	29~4410	15~50	80~85	50''~90''	1'~1.5'	-	-	

数据来源：各公司官网、公众号，那博传动，中国知网，华安证券研究所

## 2.5 性能提升推动国产厂商市占率增长，国产替代持续加速 谐波减速器：市场规模稳步增长，进口替代加速

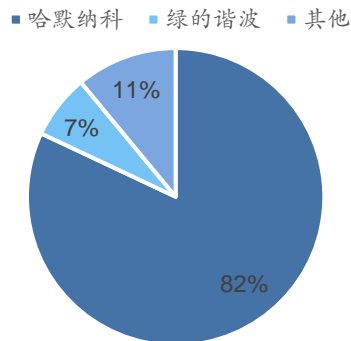
- ▶ **谐波减速机市场规模稳步增长。**谐波减速机主要适用于轻负载的小臂、腕部等机器人手臂上，这种机器人多应用在3C、消费等下游领域，因此需求量较大。根据华经产业研究院的数据，2021年全球机器人下游谐波减速器市场规模为23亿元，预计2022年达到29亿元，2025年接近49亿元，2022-2025年市场空间CAGR为19.1%左右。
- ▶ **全球谐波减速器市场较为集中。**主要参与者为日本的哈默纳科、新宝，中国的绿的谐波、中技克美等。2021年哈默纳科全球市占率为82%，绿的谐波占据7%的市场份额，其他厂商占比为11%。

图表20 2017-2025年全球机器人谐波减速器市场规模



资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

图表21 2021年全球谐波减速器市场格局

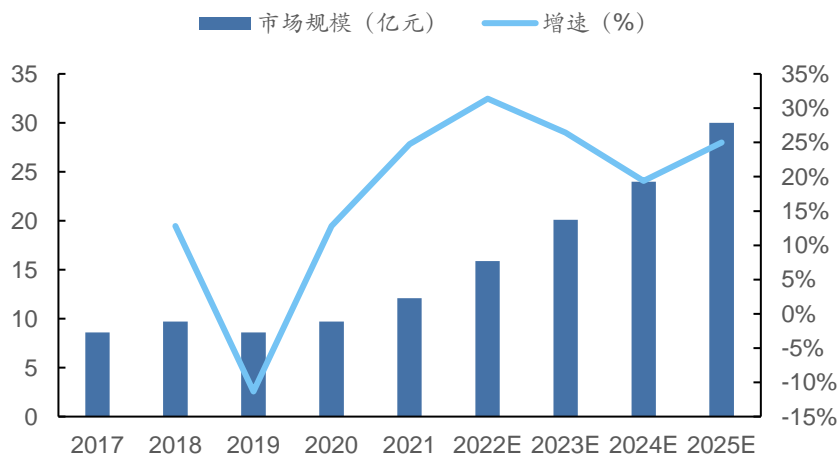


资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

## 2.5 性能提升推动国产厂商市占率增长，国产替代持续加速 谐波减速器：市场规模稳步增长，进口替代加速

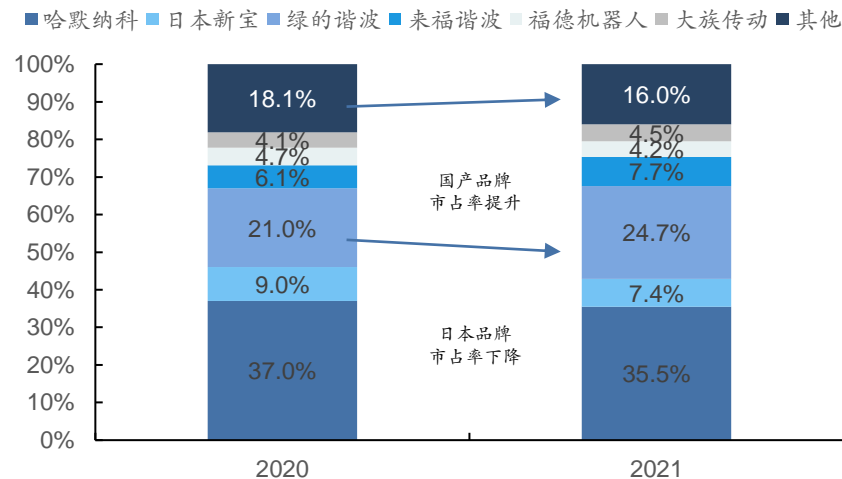
- ▶ **2025年我国谐波减速器市场规模预计达30亿元，行业发展空间较大。**谐波减速器行业受益于政策和主要下游行业的驱动，迎来快速发展时期，据统计，2021年我国机器人下游谐波减速器市场规模为12.1亿元，预计2022年达到15.9亿元左右，2025年超过30亿元，2022-2025年市场空间CAGR为23.7%左右。
- ▶ **国产品牌四大品牌市占率由2020年35.9%提升至2021年41.1%，进口替代加速。**2020-2021年，我国市场最大的两个外资品牌——哈默纳科和日本新宝在中国市场的占有率由46%降低至42.9%。国内生产谐波减速器的企业总计超30家，实力较强的有绿的谐波、来福谐波、福德机器人、大族传动等企业，2020-2021年，这四家企业在中国市场上的占有率之和由35.9%提升至41.1%，国产品牌市占率提升加速进口替代。

图表22 2017-2025年中国机器人谐波减速器市场规模情况



资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

图表23 2020-2021年国内谐波减速器市场竞争格局

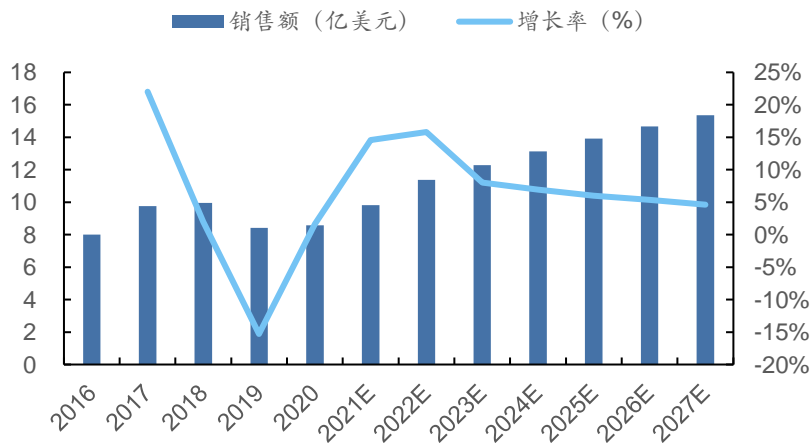


资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

## 2.5 性能提升推动国产厂商市占率增长，国产替代持续加速 RV减速器：全球2025年规模有望突破100亿元，国产厂商市占率增加

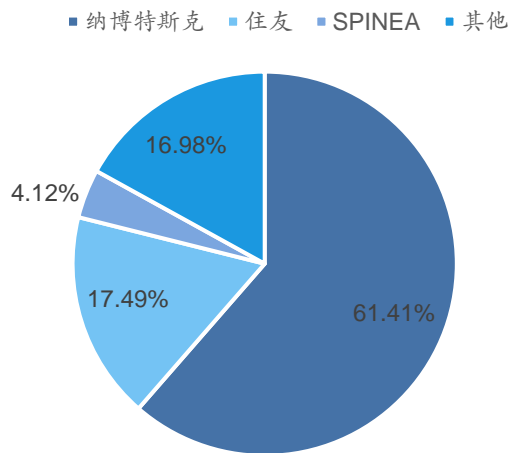
- **RV减速器2020年全球市场规模达8.57亿美元。**RV减速器是工业机器人中应用范围最广泛的精密减速器，据QYResearch数据，预计2027年全球市场销售额将达15.4亿美元，2021-2027年CAGR为7.74%。
- **全球RV减速器市场集中度高。**2020年全球减速器前十厂商份额占比超83%，纳博特斯克、住友和SPINEA占据了全球市场的前三份额，其中纳博特斯克占据全球市场61.41%的市场份额，住友和SPINEA分别占据了17.49%和4.12%。

图表24 2016-2027年全球RV减速机市场销售额及增长率



资料来源：QYresearch，华安证券研究所

图表25 2020年全球RV减速器市场格局

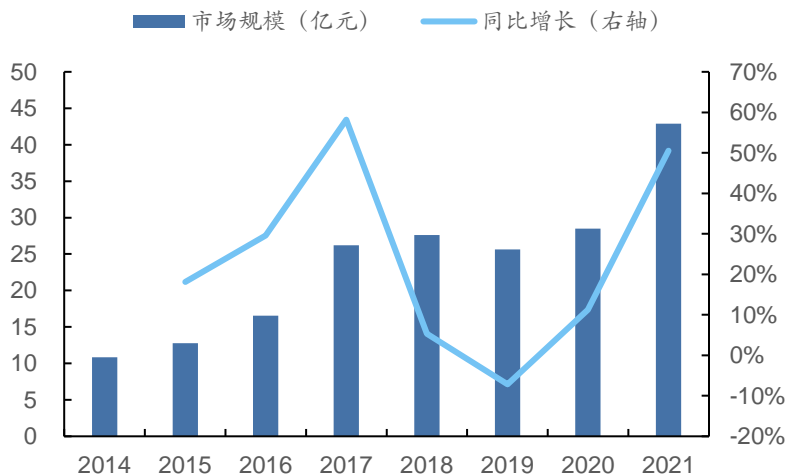


资料来源：QYresearch，华安证券研究所

## 2.5 性能提升推动国产厂商市占率增长，国产替代持续加速 RV减速器：全球2025年规模有望突破100亿元，国产厂商市占率增加

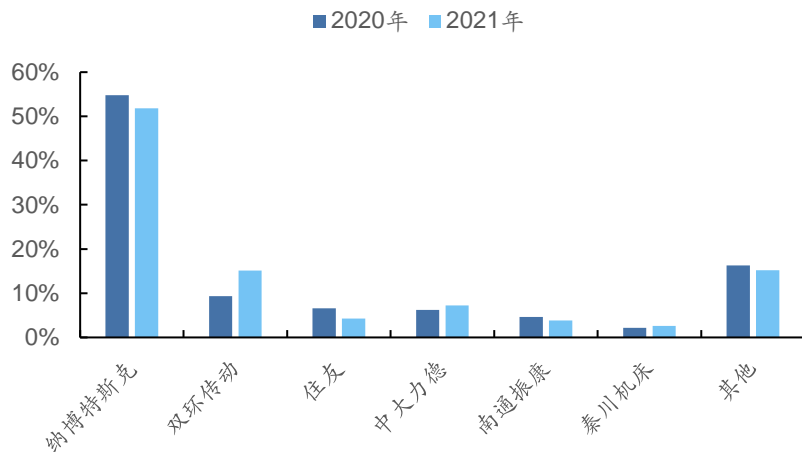
- 中国RV减速机市场规模有望进一步扩大，2014-2021年CAGR达21.75%。2021年我国RV减速器市场规模约42.9亿元，同比增长50.53%。随着国家对智能制造行业的支持力度的加大等因素，减速器下游应用领域有望加速发展，从而带动减速器市场规模增长。据中商产业研究院预测，2025年RV减速器市场规模有望达60亿元。
- 国内RV减速器市场高度集中，国产厂商市占率增加。据华经产业研究院估算，2021年，纳博特斯克作为行业领军企业，占据了我国RV减速器市场的51.8%的份额，而国内厂商双环传动紧随其后，占市场份额15.1%。近年来，随着中国国产RV减速器的发展，日企在中国的市场份额已经低于全球水平并有降低的趋势。2021年，纳博特斯克的市占率相比2020年降低了3pct，住友下降了2.3pct。然而，国产厂商双环传动和中大力德的市占率分别增加5.8pct和1pct。

图表26 2014-2021年中国RV减速机市场规模变化趋势



资料来源：前瞻经济学人，中商产业研究院，华安证券研究所

图表27 2020-2021年中国RV减速器行业市场竞争格局



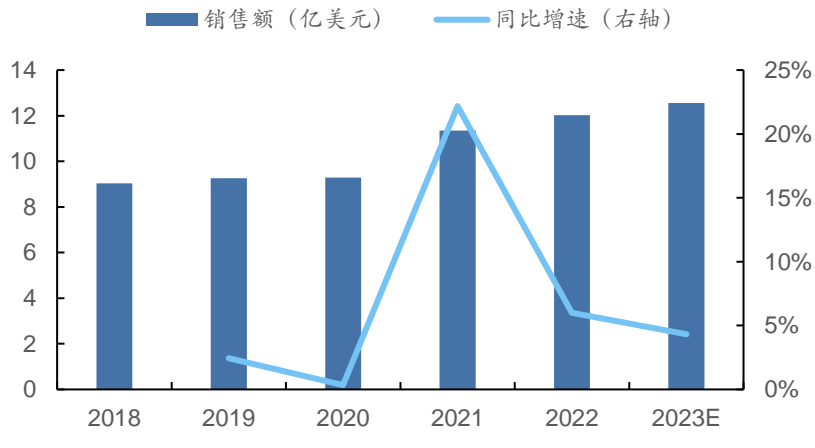
资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

## 2.5 性能提升推动国产厂商市占率增长，国产替代持续加速

### 行星减速器：市场规模稳步增长，高端精密行星减速器国产化率有待提升

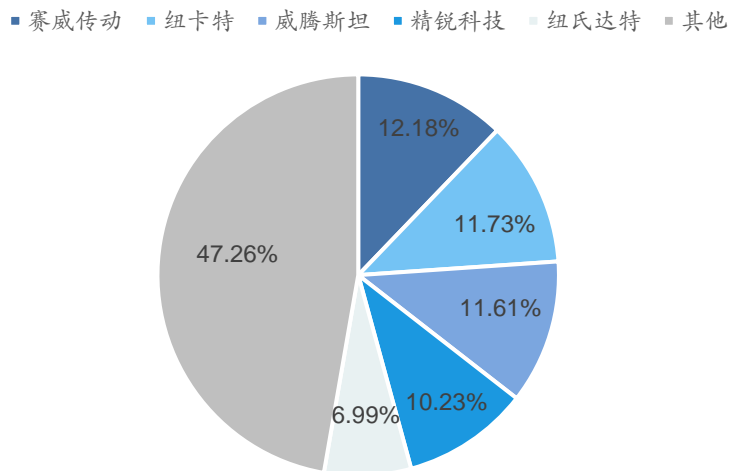
- ▶ **全球行星减速机市场规模预期稳步增长。**据QYResearch测算，全球行星减速器销售规模2022年为12.03亿美元，2018至2023年，全球行星减速器市场规模CAGR预计为6.78%，2023年达到12.55亿美元。
- ▶ **全球行星减速器市场较为分散。**在行星减速器领域，由于其技术含量高，生产工艺复杂，存在较高的进入壁垒，目前市场主要参与者为外资厂商、合资厂商，高端精密行星减速器国产化率有待提升。目前全球市场行星减速机头部厂商主要包括赛威传动、纽卡特、威腾斯坦和精锐科技等，据QYResearch数据，前三大厂商占有全球35.52%的市场份额。

图表28 2018-2023年全球行星减速器销售额预测趋势



资料来源：QYResearch，中商产业研究院，华安证券研究所

图表29 2022年全球行星减速器市场占有率



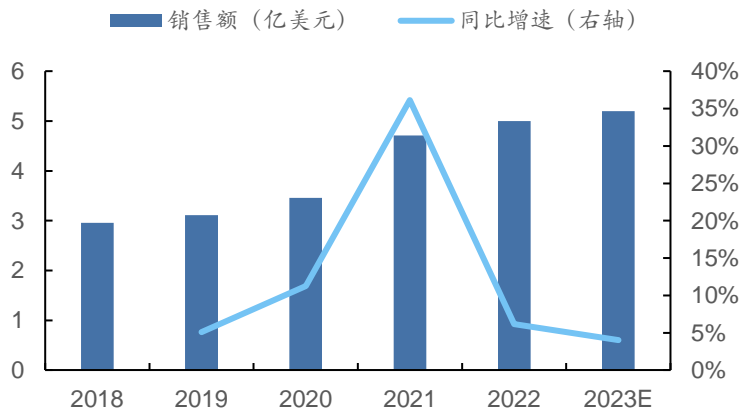
资料来源：QYResearch，华安证券研究所

## 2.5 性能提升推动国产厂商市占率增长，国产替代持续加速

### 行星减速器：市场规模稳步增长，高端精密行星减速器国产化率有待提升

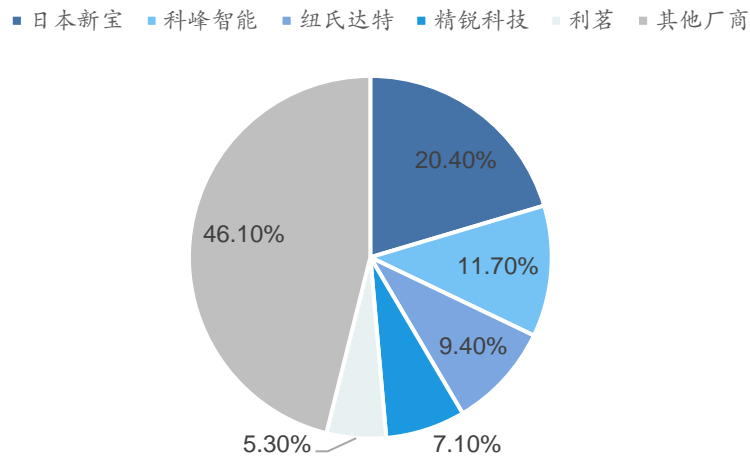
- 国内市场规模有望进一步扩大。**我国从20世纪60年代起开始研制应用行星减速器，20世纪70年代首次制订了NGW型渐开线行星齿轮减速器标准，并生产了多种高速大功率行星减速器。20世纪80年代开始生产低速大转矩的行星减速器。数据显示，2018到2022年中国行星减速器销售额持续增长，2022年达5亿美元，预计2023年将达5.2亿美元，预计2018-2023年复合年均增长率达11.93%。市场发展空间广阔。
- 科峰智能等国产厂商进入第一梯队。**日本新宝、科峰智能及纽氏达特是我国精密行星减速器市场的主要供应商，2022年日本新宝以20.4%的市占率位居龙头，科峰智能、纽氏达特分别占11.7%、9.4%。

图表30 2018-2023年中国行星减速器销售额预测趋势图



资料来源：QYResearch，中商产业研究院，华安证券研究所

图表31 2022年中国精密行星减速器市场份额情况



资料来源：QYResearch，中商产业研究院，华安证券研究所



## 目录

- 1 减速器：精密减速器是机器人核心零部件
- 2 下游：工业机器人应用扩大带动上游减速器市场扩容，多品类进口替代空间广阔
- 3 人形机器人：新技术新产品加快孕育，增量市场前景广阔
- 4 建议关注标的：双环传动、中大力德、丰立智能、秦川机床、绿的谐波
- 5 风险提示



## 3.1 各大厂商加速布局，机器人新技术新产品加快孕育

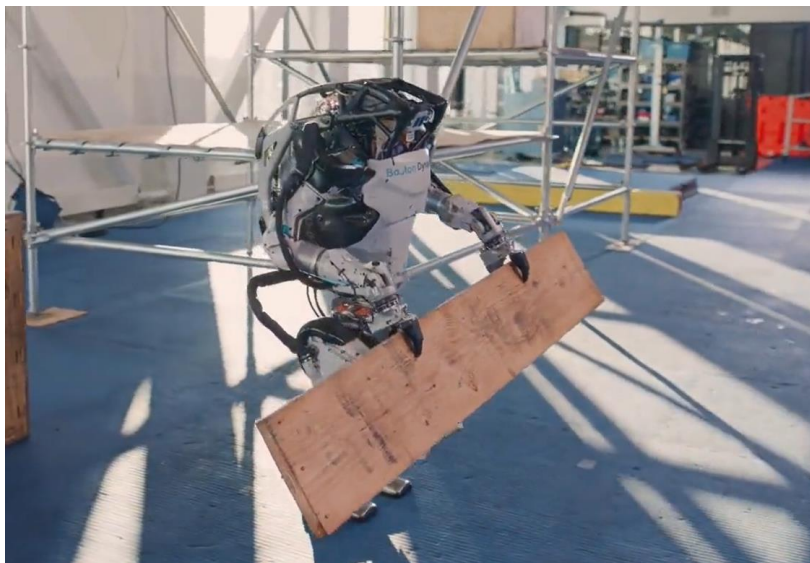
► **波士顿动力Atlas拥有出色的运动能力。**Atlas是全球最活跃的人形机器人之一，凭借先进的控制系统硬件，Atlas被赋予了动力和平衡能力，使其展现出卓越的运动能力和敏捷性。由波士顿动力官网发布的最新演示视频可见，视频中Atlas能够上下楼梯、躲避障碍；能使用双手进行全方位互动；能通过深度传感器观察周围环境；还能使用机器人动力学模型来预测其运动随时间的演变。Atlas不仅拥有生活中常见的移动能力，也展示出一定的感知力和智能。

图表32 波士顿动力Atlas的运动能力展示



资料来源：波士顿动力官网，华安证券研究所

图表33 波士顿动力Atlas的动态感知能力展示



资料来源：波士顿动力官网，华安证券研究所

## 3.1 各大厂商加速布局，新技术新产品加快孕育

- ▶ **小米CyberOne**是一款全尺寸人形仿生机器人，具有强大的感知能力和运动能力。通过自研的深度视觉模组和AI算法，它可以对真实世界进行三维虚拟重建，并实现双足运动姿态平衡。其机身内置多个电机，配合自研的人形双足控制算法，行走姿态更加平稳。它还可以模拟人的各项动作，拥有21个自由度，并能实现各自由度0.5毫秒级别的实时响应。CyberOne的智能能力也十分强大，搭载了自研的环境音识别和语音情绪识别引擎，可以识别85种环境音和6大类45种人类情绪。配合曲面OLED显示模组，进行交互信息实时显示。
- ▶ **继发布CyberOne后，小米参投入形机器人创新中心。**2023年11月2日，北京小米机器人技术有限公司、北京优必选智能机器人有限公司、北京京城机电产业投资有限公司共同持股成立北京人形机器人创新中心有限公司，注册资本3亿人民币，经营范围含工业机器人制造、智能机器人研发、人工智能应用软件开发、物联网技术研发、新材料技术推广服务、软件销售、科技中介服务等。

图表34 小米人形机器人CyberOne



资料来源：中国机器人网公众号，华安证券研究所

图表35 小米CyberOne感知层设计



资料来源：中国机器人网公众号，华安证券研究所

## 3.1 各大厂商加速布局，新技术新产品加快孕育

- ▶ 2023年11月17日，深开鸿与乐聚机器人宣布，推出首款基于开源鸿蒙的KaihongOS人形机器人。该人形机器人搭载万物智联教学系统，适配智慧医疗、智慧家庭、智慧工厂等场景。该人形机器人有17个自由度，尺寸为346mm\*224mm\*118mm，重1.73Kg，外壳采用铝合金+PC/ABS塑胶材质，搭载双摄像头和STM32、RK3568双运算系统，以及人体红外、温湿度等七种传感器，Aelos开源鸿蒙版支持图形编程、C/C++、Js/ArkTS高级编程语言。
- ▶ 2023年11月17日，开普勒先行者系列通用机器人面世，包括先行者K1、先行者S1和先行者D1三个型号。此人形机器人身高178cm，体重85kg，智能灵巧手共有12个自由度，高度仿真人类手部结构，获专属外观专利，全身多达40个关节自由度，具备复杂地形行走、智能规避障碍、手部灵活操控、强力负重搬运、手眼协同操作、智能交互沟通等功能。预估对外售价2-3万美金之间。

图表36 首款开源鸿蒙人形机器人



资料来源：中国机器人网公众号，华安证券研究所

图表37 开普勒人形机器人荧幕首秀



资料来源：中国机器人网公众号，华安证券研究所

## 3.2 人形机器人当前多采用谐波减速器或行星减速器

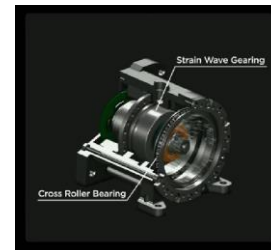
- ▶ **人形机器人运动复杂、关节多，对减速器的需求大幅增加。**协作机器人与人类的接触压力对其安全性、灵活性提出了较高要求。据统计，工业机器人大多有3~6自由度，而人形机器人自由度则更高，小米人形机器人自由度达到21个。
- ▶ **目前市场上主流的人形机器人大多采用谐波减速器和行星减速器：**
  - ▶ 特斯拉Optimus上配有3种共14个旋转执行器，旋转执行器采用谐波减速器。特斯拉旋转执行器由角接触轴承、**谐波减速器**、交叉滚子轴承、编码器、无框电机、力矩传感器构成。其中力矩传感器、谐波减速器、无框电机和编码器为旋转执行器重要零部件。
  - ▶ 优必选WalkerX机器人的伺服驱动器迭代多代，配置包括高密度无框力矩电机、双位置编码器、**谐波减速器**。
  - ▶ 追觅科技通用型人形机器人的减速器的设计采用了**行星及其衍生的行星传动类型**，其中，负责传递载荷的传动件采用了具有优秀淬透性的高强度铬钢，结构部分采用了铝合金和镁合金。
  - ▶ 达闼Cloud Ginger是基于智能柔性执行器构建的云端智能服务机器人，其智能柔性执行器 SCA2.0采用优化行星**减速器**。
  - ▶ 智元远征A1机器人的专用关节PowerFlow关节电机采用了无刷电机方案，搭配了高力矩透明度的**行星减速器**。

图表38 各品牌人形机器人采用的减速器类型

公司名称	机器人名称	采用的减速器类型
特斯拉	Optimus	谐波减速器
小米	CyberOne	-
智元机器人	远征A1	谐波一体关节
优必选	Walker X	谐波减速器
达闼	Cloud Ginger	智能柔性执行器 SCA2.0采用优化行星减速器
追觅科技	通用型人形机器人	行星及其衍生的行星传动类型

资料来源：智元远征A1发布会、智东西、达闼官网、机器之心、特斯拉AIDAY、华安证券研究所

图表39 optimus旋转执行器



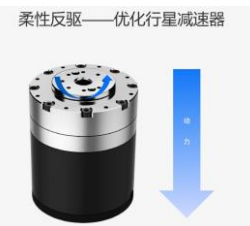
资料来源：特斯拉AI day、华安证券研究所

图表40 智元远征A1关节电机



资料来源：智元远征A1发布会、华安证券研究所

图表41 达闼智能柔性执行器

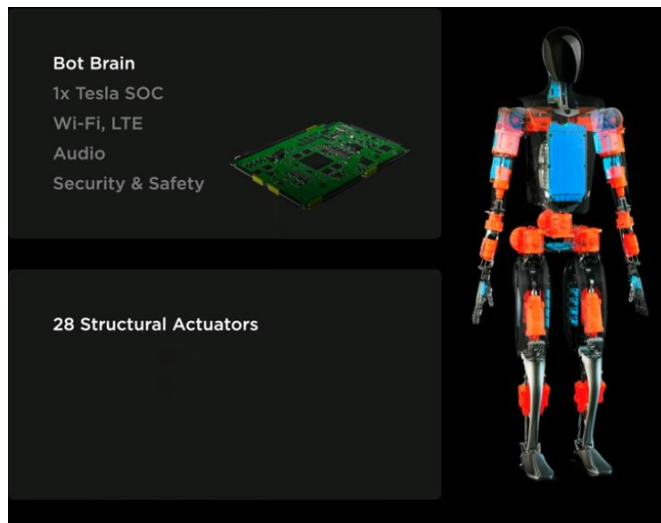


资料来源：达闼官网、华安证券研究所

## 3.2 人形机器人当前多采用谐波减速器或行星减速器

以特斯拉为例，特斯拉人形机器人Optimus整体躯干共有28个关节执行器，其中旋转执行器（谐波减速器）14个，线性执行器14个。Optimus上配有3种共14个旋转执行器，可以产生20Nm，110Nm和180Nm的扭矩。分别位于肩部6个、肘部2个、腰部2个和腕部4个旋转执行器。Optimus的旋转执行器采用谐波减速器。特斯拉旋转执行器由角接触轴承、谐波减速器、交叉滚子轴承、编码器、无框电机、力矩传感器构成。其中力矩传感器、谐波减速器、无框电机和编码器为旋转执行器重要零部件。这28个执行器可以完成Pitch（绕X轴旋转）、Yaw（绕Z轴旋转）和Roll（绕Y轴旋转）等不同动作。研发团队通过AI仿真模型和实际验证，在低功耗、低成本和最轻质量的目标下，选取关节的最佳设计。

图表42 特斯拉人形机器人具有28个执行器



资料来源：《Tesla AI Day 2022》，华安证券研究所

图表43 Optimus的3种旋转执行器方案图示



资料来源：《Tesla AI Day 2022》，华安证券研究所

## 3.3 保守估算，人形机器人2030年为减速器带来182亿元增量

► **人形机器人身体核心零部件减速器市场空间测算：**据中商产业研究院，RV减速器单价为5000-8000元，谐波减速器单价为1000-5000元，行星减速器单价为200-2000元。我们结合上市公司产品均价及行业情况，假设2023年RV/谐波/行星减速器市场均价分别为4000/2000/1000元。同时，根据近年市场竞争情况，假设其均价以每年5%的速度下降。特斯拉Optimus使用14个谐波减速器，我们假设单台人形机器人使用15个谐波减速器；由于人形机器人腰部、髋部对承载能力要求较高，假设配备5个RV减速器；机器人手部是未来重要的增量市场，我们假设需要行星减速器15个。我们以乐观/中性/保守情况预测全球2030年人形机器人需求量，假设分别达到100/60/40万台。由此，我们预测在乐观/中性/保守情况下，2030年全球三种减速器市场规模总和将分别达454/272/182亿元。

图表44 人形机器人减速器市场空间测算

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球人形机器人需求量 (乐观情况) (万台)	0.10	0.22	0.46	1.00	2.15	4.64	10.00	21.54	46.42	100.00
全球人形机器人需求量 (中性情况) (万台)	0.10	0.20	0.41	0.84	1.72	3.49	7.11	14.48	29.48	60.00
全球人形机器人需求量 (保守情况) (万台)	0.10	0.19	0.38	0.74	1.43	2.79	5.43	10.56	20.56	40.00
RV减速器价格 (元/台)	4432	4211	4000	3800	3610	3430	3258	3095	2940	2793
谐波减速器价格 (元/台)	2216	2105	2000	1900	1805	1715	1629	1548	1470	1397
行星减速器价格 (元/台)	1108	1053	1000	950	903	857	815	774	735	698
单台人形机器人RV减速器需求量	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
单台人形机器人谐波减速器需求量	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
单台人形机器人行星减速器需求量	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>乐观情况</b>										
RV减速器市场规模 (亿元)	0.22	0.45	0.93	1.90	3.89	7.96	16.29	33.34	68.24	139.67
谐波减速器市场规模 (亿元)	0.33	0.68	1.39	2.85	5.83	11.94	24.44	50.01	102.36	209.50
行星减速器市场规模 (亿元)	0.17	0.34	0.70	1.43	2.92	5.97	12.22	25.01	51.18	104.75
<b>中性情况</b>										
RV减速器市场规模 (亿元)	0.22	0.43	0.83	1.60	3.10	5.99	11.59	22.41	43.34	83.80
谐波减速器市场规模 (亿元)	0.33	0.64	1.24	2.40	4.65	8.99	17.38	33.61	65.00	125.70
行星减速器市场规模 (亿元)	0.17	0.32	0.62	1.20	2.32	4.49	8.69	16.81	32.50	62.85
<b>保守情况</b>										
RV减速器市场规模 (亿元)	0.22	0.41	0.76	1.40	2.59	4.78	8.84	16.35	30.22	55.87
谐波减速器市场规模 (亿元)	0.33	0.61	1.14	2.10	3.88	7.18	13.27	24.52	45.33	83.80
行星减速器市场规模 (亿元)	0.17	0.31	0.57	1.05	1.94	3.59	6.63	12.26	22.67	41.90

资料来源：华安证券研究所测算



## 目录

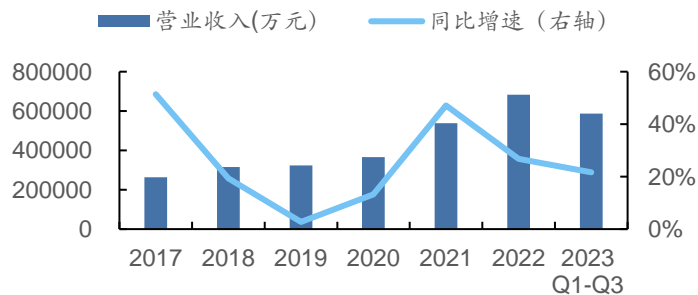
- 1 减速器：精密减速器是机器人核心零部件
- 2 下游：工业机器人应用扩大带动上游减速器市场扩容，多品类进口替代空间广阔
- 3 人形机器人：新技术新产品加快孕育，增量市场前景广阔
- 4 建议关注标的：双环传动、中大力德、丰立智能、秦川机床、绿的谐波
- 5 风险提示



## 4.1 双环传动：RV减速器市场领军品牌，产品谱系不断完善

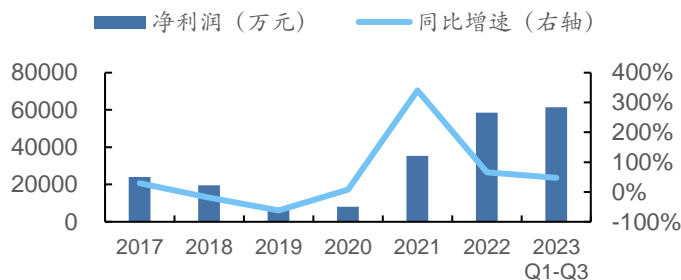
- ▶ **双环传动Q1-Q3营收稳定增长，净利润表现超预期。**双环传动2023年Q1-Q3实现营业收入58.72亿元，2017-2022年营业收入复合增速达20.98%。2023年H1净利润6.14亿元，同比增长47.24%，目前已超过2022年水平。
- ▶ **双环传动利润率较上年持平，费用率稳中有降。**公司2017至2019年毛利率、净利率持续下滑，2021年以来持续正增长，2023Q1-Q3毛利率、净利率分别为21.37%和10.45%。公司三项费率占比在2017-2023Q3期间，由13.03%下降为5.12%，费用管控能力强。

图表45 双环传动营业收入与同比增速



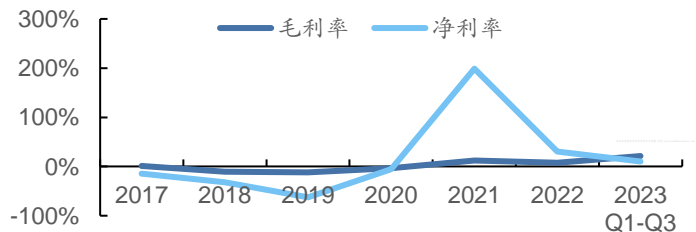
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表46 双环传动净利润与同比增速



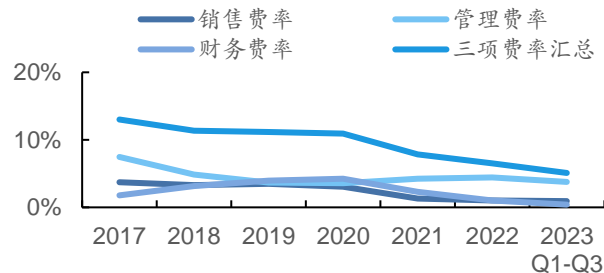
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表47 双环传动毛利率和净利率变动情况



资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表48 双环传动期间费用率变动情况

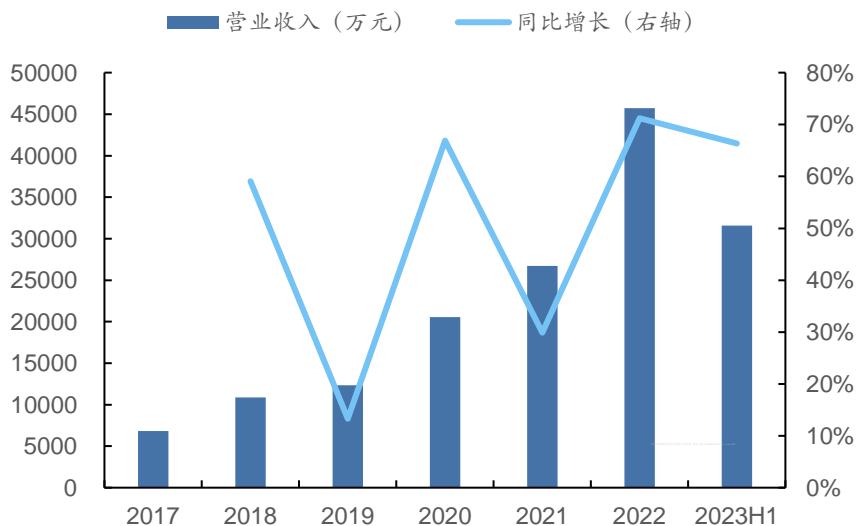


资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

## 4.1 双环传动：RV减速器市场领军品牌，产品谱系不断完善

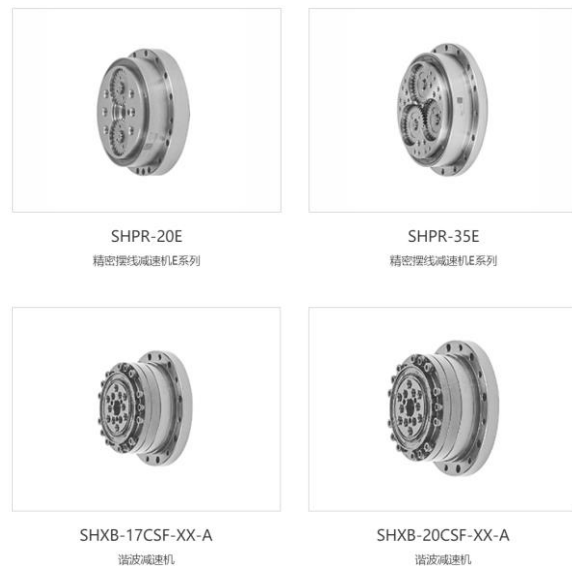
- 公司RV减速器国内市占率位居第二，国产品牌第一。**据华经产业研究院数据，2021年双环传动占据RV减速器市场15.1%的市场份额，仅次于纳博特斯克之后，位居国产品牌第一。公司具备进口替代领先优势，客户群体优质，渠道优势显著，可满足下游机器人厂商对关键核心部件加快国产化的诉求，在国内高负载机器人领域达到较高渗透率。公司机器人精密减速器业务呈现良好增长态势，减速器及其他业务收入不断增长，2022年营收4.57亿元，2023年H1营收3.16亿元，同比增长66.35%。
- 产品谱系不断完善，减速器业务营收增长迅猛。**公司减速器工艺成熟、产品谱系完善，逐步打破日本厂商长期垄断格局。子公司环动科技密切关注国内外重点新客户、新产品的开发与导入，拥有SHPR-C、SHPR-E、高精度谐波减速机等产品系列，共计40余种型号。2021年已逐步实现6-1000KG工业机器人所需精密减速器的全覆盖，产品谱系得到进一步完善。谐波减速器已形成多个型号产品批量供货。

图表49 双环传动减速器及其他营收情况



资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表50 双环传动RV减速器、谐波减速器产品示例

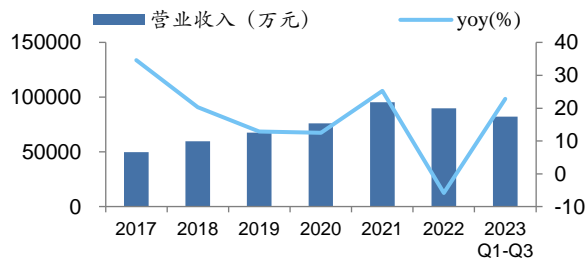


资料来源：公司官网，华安证券研究所

## 4.2 中大力德：多品类覆盖，精密减速器积累深厚

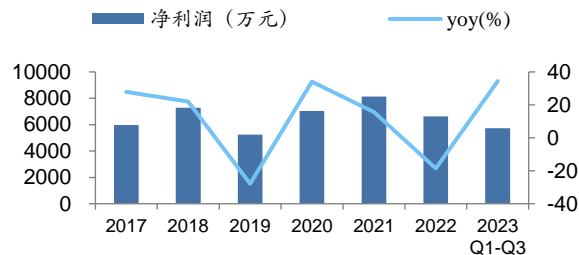
- 中大力德营业收入与净利润恢复增长。**中大力德2017-2022年营业收入复合增速达12.50%，2022年实现营业收入8.98亿元，同比下降5.81%。2023Q1-Q3中大力德营业收入8.22亿元，同比增长22.86%。2017-2022年净利润复合增速达2.15%，2022年实现净利润6634.18万元。2023Q1-Q3净利润为5727.88万元，同比增长34.47%。
- 利润率水平逐渐下滑，期间费用率总体呈现下降趋势，费用管控能力良好。**2023年Q1-Q3毛利率为22.20%，相较2022年下降1.9 pct；净利率为6.97%，主要系行星减速器降价所致。中大力德销售费用、管理费用及财务费用总体呈现稳步下降趋势，三费占比由2017年的17.19%下降为2023Q1-Q3的8.59%，体现公司良好的费用管控，提升中大力德整体盈利能力。

图表51 中大力德营业收入与同比增速



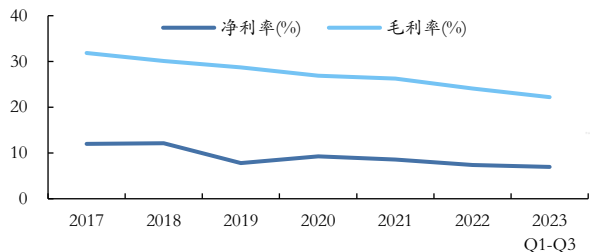
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表52 中大力德净利润与同比增速



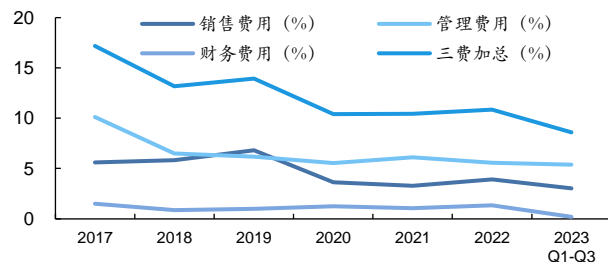
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表53 中大力德毛利率和净利率变动情况



资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表54 中大力德期间费用率变动情况



资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所



## 4.2 中大力德：多品类覆盖，精密减速器积累深厚

- **中大力德**是从事机械传动与控制应用领域关键零部件的研发、生产、销售和服务的高新技术企业，成立以来深耕自动化传动与驱动装置的研发和制造，为各类机械设备提供安全、高效、精密的动力传动与控制应用解决方案。中大力德一直从事减速电机、减速器等核心零部件的生产和销售，并不断结合市场需求，借鉴国内外先进经验，加大研发投入，相继推出微型无刷直流减速电机、精密行星减速器、滚筒电机、RV减速器、谐波减速器、伺服驱动、永磁直流减速电机等产品。顺应行业小型化、集成化、一体化的发展趋势，致力于整合核心零部件系统，围绕工业自动化和工业机器人，形成了减速器+电机+驱动一体化的产品架构，推出“精密行星减速器+伺服电机+驱动”一体机、“RV减速器+伺服电机+驱动”一体机、“谐波减速器+伺服电机+驱动”一体机等模组化产品，实现产品结构升级。
- **2023年公司变更募集资金用途，瞄准智能执行单元和大型RV减速器赛道。**随着公司业务发展，为加快产能规划及产业布局，进一步提高募集资金的使用效率，2023年公司发布公告，拟通过全资子公司佛山中大力德驱动科技有限公司实施新增公开发行可转换公司债券募投项目“智能执行单元及大型RV减速器生产线项目”，新增募投项目建设投资总额17,500.00万元，其中拟使用募集资金11,500.00万元，不足部分以自有资金支付。

图表55 募集资金使用情况

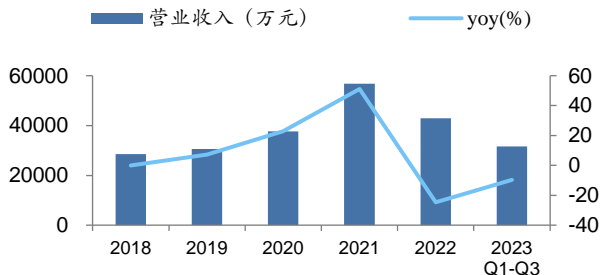
序号	项目名称	变更前 项目总投资 (万元)	变更后 拟投入募集资金 (万元)
1	智能执行单元生产基地项目	19386.6	9886.6
2	技术研发中心升级项目	3000	3000
3	补充流动资金及偿还银行贷款	4000	4000
4	智能执行单元及大型RV减速器生产线项目		11500
合计		26386.6	26386.6
<b>新增产能及产值</b>		募投项目达产后预计将形成约35.5万台一体化智能执行单元产品及0.5万台大型RV减速器的生产能力。 预计达产年营收为2.154亿元。	

资料来源：公司公告，华安证券研究所

## 4.3 丰立智能：IPO大力布局精密减速器产品及零部件

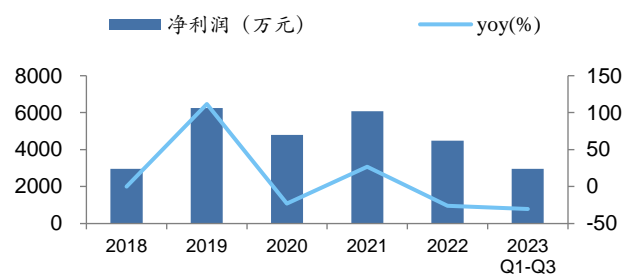
- ▶ **丰立智能营业收入下降幅度逐步收窄。**丰立智能2017-2022年营业收入复合增速达10.71%，2022年实现营业收入4.29亿元，同比下降24.55%。2023Q1-Q3丰立智能营业收入3.17亿元，同比减少9.56%。第三季度营收1.17亿，同比上升7.61%，主要原因是第一季度收入下降导致，第二季度收入比第一季度环比增幅39.28%。第三季度环比略增。收入下降幅度逐步收窄。2017-2022年净利润复合增速达11.05%，2022年实现净利润4489.9万元。
- ▶ **丰立智能利润率趋稳，期间费用率总体呈现波动下降趋势。**2023年Q1-Q3毛利率为19.81%，与上年同期基本持平；净利率为9.35%，净利率下降系募投项目包括新建厂房、新增设备陆续转固增加计提折旧额而产能利用率暂时较低的所致。丰立智能销售费用、管理费用及财务费用总体呈现稳步下降趋势，三费占比由2018年的10.25%下降为2023Q1-Q3的5.16%，体现公司良好的费用管控。

图表56 丰立智能营业收入与同比增速



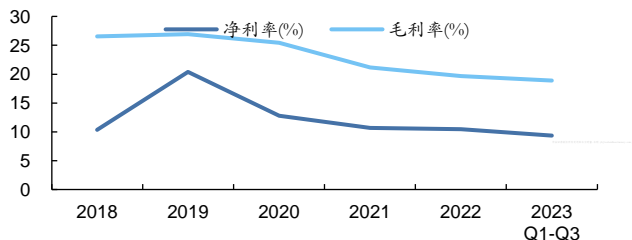
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表57 丰立智能净利润与同比增速



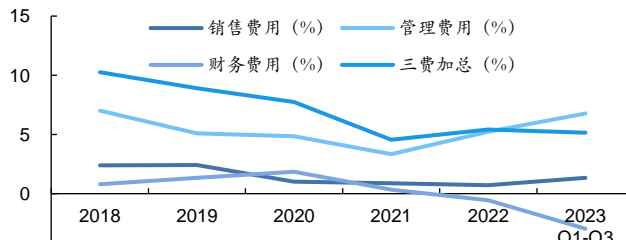
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表58 丰立智能毛利率和净利率变动情况



资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表59 丰立智能期间费用率变动情况



(5)

资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

## 4.3 丰立智能：IPO大力布局精密减速器产品及零部件

- 丰立智能公司是专业从事小模数齿轮、精密减速器及零部件等产品研发、生产与销售的高新技术企业，主要产品包括齿轮、精密减速器（含谐波）及零部件、新能源传动以及气动工具等产品。公司主要产品作为重要零部件被广泛应用于新能源汽车、机器人、智能家居、医疗器械、电动工具、电站远程控制系统等领域提供具有核心竞争力和定制化的齿轮、精密减速器及相关零部件产品，现已进入全球一流企业供应链体系，为小模数齿轮行业龙头。
- 公司于2022年12月15日首次公开发行股票并在创业板上市，大力布局精密减速器产品及零部件。公司齿轮箱升级及改造项目达产后，预计将新增电动工具减速器产能205万件，精密谐波减速器产能3.5万件。在立足传统小模数齿轮业务的基础上，公司做大精密减速器业务规模，并将谐波减速器推向市场。

图表60 丰立智能IPO募资用途

项目名称	投资总额（万元）	拟使用募集资金（万元）
小模数精密齿轮及精密机械件扩产项目	14,590.78	14,000.00
齿轮箱升级及改造项目	11,177.33	11,000.00
研发中心升级项目	6,266.64	6,000.00
补充流动资金	7,000.00	7,000.00
<b>合计</b>	<b>39,034.75</b>	<b>38,000.00</b>

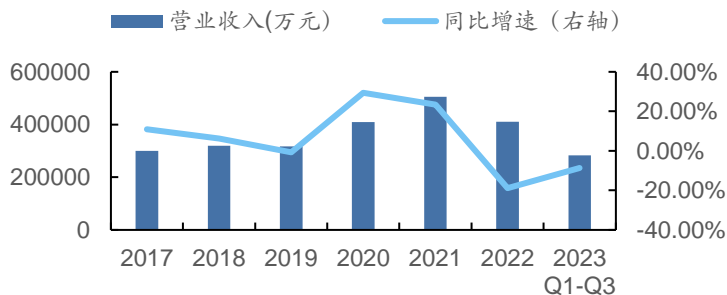
资料来源：公司公告，华安证券研究所

## 4.4 秦川机床：老牌国企焕发新颜，扩能增产满足市场

► **秦川机床上半年业绩承压，长期成长空间广阔。**秦川机床2023年Q1-Q3实现营业收入28.29亿元，2017-2022年营业收入复合增速达6.45%。2023年前三季度净利润0.98亿元，同比下降56.28%，系控股子公司联合美国工业公司进入破产清算程序，报告期内公司丧失对该子公司的控制权，确认投资损失影响所致。公司作为老牌机床国企，精密磨床技术领先，具备稀缺的核心零部件量产能力，定增项目进一步推动产品高端化，有望持续受益自主可控趋势。

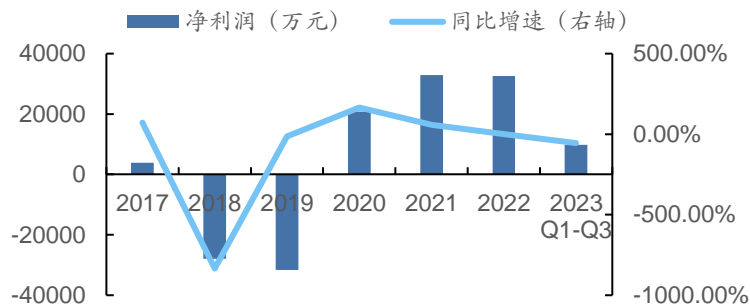
► **秦川机床利润率趋于稳定，费用率有所下降，费用管控能力良好。**公司近年来毛利率变化幅度维持在18%左右，2023前三季度毛利率18.06%；净利率于2020年由负转正后小幅上升，2023Q1-Q3为3.47%。公司三项费率占比在2017-2023年Q3期间由18.82%下降为11.28%，三费占比趋势体现良好的费用管控能力。

图表61 秦川机床营业收入与同比增速



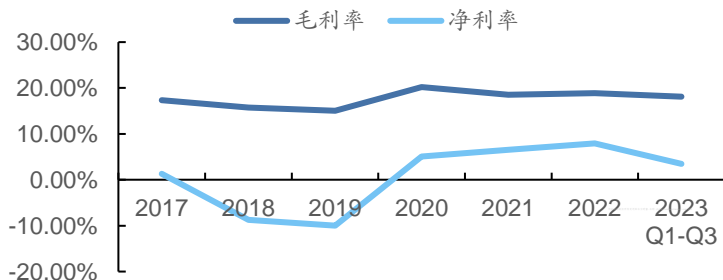
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表62 秦川机床净利润与同比增速



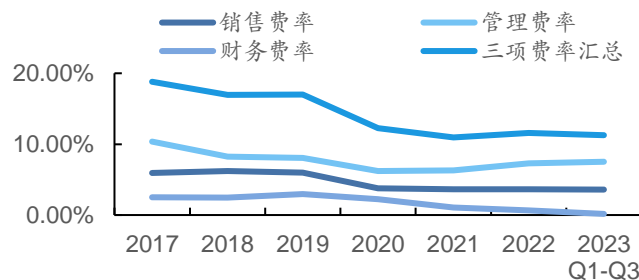
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表63 秦川机床毛利率和净利率变动情况



资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表64 秦川机床期间费用率变动情况



资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

## 4.4 秦川机床：老牌国企焕发新颜，扩能增产满足市场

- ▶ **秦川机床减速器领域核心竞争能力强，是国内规格最全，系列最多的工业机器人关节减速器生产制造商。**秦川机床通过承担国家863计划，攻克了机器人关节减速器的核心技术。目前我国机器人关节减速器市场仍主要由国外产品主导，国产化率仅为30%，其中秦川机床机器人关节减速器占国产机器人关节减速器市场的20-25%。目前公司机器人关节减速器产能为6-9万套，2023年预计机器人关节减速器产品销量和收入在去年基础上实现30%的增长。在高端制造、零部件产品方面，秦川机床本部机器人减速器开发3款N系列新产品；开发2款4个型号曳引机新产品。截止2022年，秦川机床机器人关节减速器已有5大系列、23种规格、130种速比。
- ▶ **秦川机床已具备生产能力，可在现有产能的基础上进一步扩大生产规模，以提高产量以满足市场需求。**作为国内做机器人RV减速器最早的企业之一，秦川机床通过合理安排资源和生产流程，逐步降低生产成本并提高效率，从而实现更高的经济效益和市场份额，进一步提升RV减速器等主导产品的市场占有率。

图表65 秦川机床减速器技术情况

企业	技术情况	生产情况
秦川机床	国内做机器人RV减速器最早的企业之一；国内唯一提供全系列产品（5Kg-800Kg）的产品供应商；国内唯一具备自制RV减速器工艺装备能力的企业	2021年RV减速器产销量超3万台；机器人关节减速器占国产机器人关节减速器市场的20-25%，目前产能为6~9万套，2023年预计产品销量和收入同比增长30%

资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表66 近年秦川机床减速器产能情况

时间	产能
2017年2月	关节减速器已能小批量生产
2020年6月	已达到年产6万套机器人精密摆线针轮减速器生产能力
2023年5月	机器人关节减速器产能为6-9万套

资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表67 秦川机床关节减速器部分型号

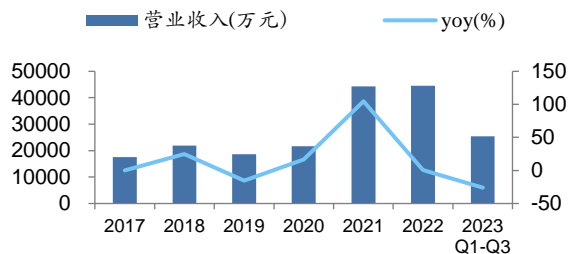


资料来源：公司公告，华安证券研究所

## 4.5 绿的谐波：谐波减速器国产领先企业，持续扩充产能

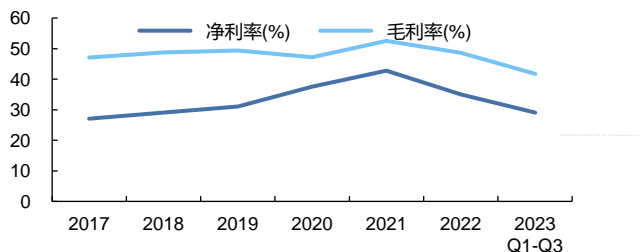
- 绿的谐波营业收入与净利润增速放缓。**绿的谐波2017-2022年营业收入复合增速达 20.5%，2022年实现营业收入 4.46亿元，同比提升0.54%，受下游受 3C 电子产品、半导体行业等市场需求较为低迷的影响，增速有所放缓。2023Q1-Q3绿的谐波营业收入2.54 亿元，同比减少42.50%。2017-2022年净利润复合增速达26.8%，2022年实现净利润 1.56亿元。
- 产能爬坡利润率下降，期间费用率维持下降趋势。**2023年Q1-Q3毛利率为 41.73%，相较2022年下降6.96 pct；净利率为29.08%，公司仍处于产能爬坡阶段，相对产能利用率较去年有所下滑，导致利润率有所下降。销售费用、管理费用及财务费用总体呈现稳步下降趋势，三费占比由2017年的7.51% 下降为2023Q1-Q3的-2.24%，三费比例下降 9.75pct，公司费用控制较好，并拥有利息收入，表明公司经营情况较好。

图表68 绿的谐波营业收入与同比增速



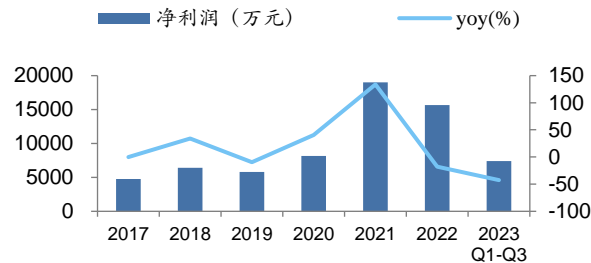
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表70 绿的谐波毛利率和净利率变动情况



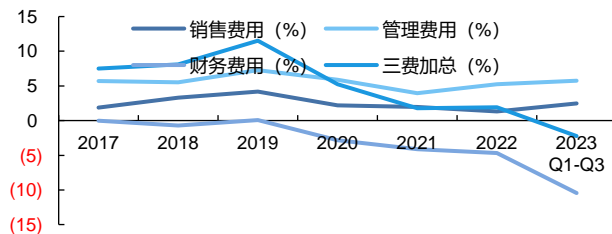
资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表69 绿的谐波净利润与同比增速



资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所

图表71 绿的谐波期间费用率变动情况



资料来源：同花顺iFinD，华安证券研究所



## 4.5 绿的谐波：谐波减速器国产领先企业，持续扩充产能

- 绿的谐波是一家专业从事精密传动装置研发、设计、生产和销售的高新技术企业、专精特新小巨人企业。产品包括谐波减速器及精密零部件、机电一体化产品、智能自动化装备等。绿的谐波产品广泛应用于工业机器人、服务机器人、数控机床、医疗器械、半导体生产设备、新能源装备等高端制造领域。绿的谐波在国内率先实现了谐波减速器的工业化生产和规模化应用，打破了国际品牌在国内机器人谐波减速器领域的垄断。为进一步提升绿的谐波产品核心竞争力，加速国产替代进程，助力绿的谐波战略布局，绿的谐波通过自主创新、自主研发，发展完善了新一代谐波啮合“P齿形”设计理论体系、新一代三次谐波技术、机电耦合技术、轴承优化、独特材料改性技术、齿廓修形优化技术、协同高效润滑技术及超精密制造加工工艺等核心技术。绿的谐波已通过ISO9001及ISO14001国际质量体系认证，并且为我国多项精密减速器领域国家标准主要起草单位。
- 2023年3月14日绿的谐波发布定增说明书，计划募集20.27亿元用于新一代精密传动装置智能制造项目。拟在现有厂区建设包括新一代精密谐波减速器和机电一体化产品在内的精密传动装置自动化生产线。项目建成达产后，绿的谐波将新增新一代谐波减速器100万台、机电一体化产品20万台的年产能。建设100万谐波减速器产能，20万机电一体化产品产能。项目建设周期两年，从第三年开始投产，投产前三年产能利用率计划分别为20%、60%、100%。

图表72 绿的谐波募资扩产情况

时间	项目名称	项目投资总额 (万元)	拟使用募集资金 (万元)
2020年	年产50万台精密谐波减速器项目	63105.07	48108.44
2023年	新一代精密传动装置智能制造项目	203036.26	202653.38

资料来源：公司公告，华安证券研究所

## 4.6 公司对比

图表73 各公司对比

证券代码	证券简称	市值 (亿元)	收盘价	每股收益 23E	每股收益 24E	每股收益 25E	PE 23E	PE 24E	PE 25E	评级
002472.SZ	双环传动	207.85	24.37	0.96	1.24	1.57	25.47	19.67	15.48	未评级
688017.SH	绿的谐波	228.82	135.66	0.69	1.02	1.46	196.49	133.21	92.74	未评级
301368.SZ	丰立智能	51.43	42.82	0.64	0.84	1.04	66.79	50.92	41.14	未评级
002896.SZ	中大力德	52.23	34.55	0.58	0.71	0.94	59.81	48.36	36.61	未评级
000837.SZ	秦川机床	97.86	9.69	0.25	0.35	0.45	38.91	27.58	21.60	买入

资料来源：Wind，华安证券研究所

以上数据截止2024年1月9日，除秦川机床外，预测每股收益及PE来自wind一致预期。



## 目录

- 1 减速器：精密减速器是机器人核心零部件
- 2 下游：工业机器人应用扩大带动上游减速器市场扩容，多品类进口替代空间广阔
- 3 人形机器人：新技术新产品加快孕育，增量市场前景广阔
- 4 建议关注标的：双环传动、中大力德、丰立智能、秦川机床、绿的谐波
- 5 风险提示





## 风险提示

1. 技术开发不及预期；
2. 下游客户产品接受及产品验证不及预期；
3. 市场需求波动风险；
4. 原材料成本大幅提升影响生产成本风险；
5. 研究依据的信息更新不及时，未能充分反映公司最新状况的风险。

# 重要声明及评级说明

## 重要声明

### 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，以勤勉的执业态度、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，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

### 免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或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、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其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并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

## 投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A股以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

### 行业评级体系

增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；  
中性—未来6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个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

### 公司评级体系

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；  
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。