

# 谐波减速器：差齿传动，持续进化

## ——人形机器人深度研究系列八

电新首席证券分析师：曾朵红

执业证书编号：S0600516080001

联系邮箱：zengdh@dwzq.com.cn

电动车首席证券分析师：阮巧燕

执业证书编号：S0600517120002

联系邮箱：ruanqy@dwzq.com.cn

联系电话：021-60199793

2025年5月30日

- ◆ **减速器的技术壁垒高度集中于齿形设计、材料制备、精密加工及设备**：谐波减速器对使用寿命、传动精度、传动效率、刚度、升温、噪声等性能指标要求高，海外哈默纳克各方面性能领先于国内厂商。齿形设计方面，哈默纳科IH齿形专利形成垄断，国内厂商通过P齿形、LS齿形等自主方案实现突破，但啮合效率与寿命仍存差距；材料端，柔轮需采用40Cr合金钢等具备高疲劳强度与纯净度的特种材料，杂质控制水平将影响寿命；工艺设备端，谐波减速器属于精密加工，主流采用滚齿或插齿工艺，设备依赖于进口。
- ◆ **人形机器人驱动爆发增长，2027年谐波减速器或现供需拐点**：传统工业领域（工业机器人占83%）2024年需求约200万台，年增速8-10%，相对稳定；人形机器人单机谐波用量平均10个+，在特斯拉、Figure AI等引领下，2027年全球人形销量或超50万台，对应谐波需求600万台，叠加传统需求总量达880万台。供给端，2025年全球有效产能500万台（哈默纳科220万+绿的50万），产能利用率不足50%，但2027年需求激增或致供给缺口超20%，且远期谐波全球空间近2千亿。
- ◆ **竞争格局加速重构，国产替代主导人形增量需求，率先绑定海外客户弹性大**：2024年哈默纳科全球份额58%（收入口径），国内形成明显梯队，绿的全球份额为15%，为第一梯队；来福、大族、同川、中技克美处于第二梯队，全球份额1-5%；而中大力德、瑞迪、国茂、昊志机电处于第三梯队，在传统领域，已形成销售规模。近年新进入者蜂拥而至，聚焦人形领域，积极拓展客户，看好具备优秀制造基因、技术基础、客户优势的厂商。主流型号谐波价格1-2k/台，价格呈小幅下降趋势，未来仍有明显下降空间，但降本空间大，谐波制造成本占比超50%，规模化后，可维持25-35%。由于海外人形公司谐波用量多，率先进入海外供应链厂商，业绩弹性大。
- ◆ **投资建议**：人形机器人产业爆发确定性高，2027年谐波减速器或供不应求，看好率先绑定龙头客户，特别是海外大客户企业，并看好技术和工程化能力强的新进入，未来可在行业获一席之地。推荐标的**绿的谐波**（国内谐波龙一，海外客户对接进展快）、**科达利**（工程化能力强、且具备客户基础）、**斯菱股份**（工艺协同）、**双环传动**（协同、客户优势）、**中大力德**（多种减速器协同），并建议关注**中鼎股份**、**美湖股份**、**大族激光**、**汉宇集团**、**瑞迪智驱**、**隆盛科技**、**国茂股份**、**翔楼新材**、**昊志机电**、**丰光精密**、**丰立智能**等。
- ◆ **风险提示**：人形机器人销量不及预期，竞争加剧，价格下降



■ PART1 设计、材料、工艺、设备造就谐波减速器高壁垒

---

■ PART2 人形机器人带来谐波需求爆发，产业方兴未艾

---

■ PART3 深度绑定海外人形客户，成长空间广

---

■ PART4 投资建议&风险提示

---

## PART1 设计、材料、工艺、设备造就谐波减速器高壁垒

- ◆ **减速器是旋转执行器的核心部件，分为谐波减速器、行星减速器、RV减速器，人形多使用前二者。**减速器是一种机械传动装置，其主要功能是降低转速并增加扭矩。减速器可分为谐波减速器、行星减速器和RV减速器，其中人形机器人主要使用谐波减速器和行星减速器。其中，谐波减速器体积小、重量轻、精度高，但软轮抗冲能力差、寿命有限、成本较高。行星减速器虽精度有限，但承载力和抗冲击力好于谐波。
- ◆ **RV减速器优化后未来有望用于人形部分关节。**RV减速器主要用于工业机械臂，摆线减速器为RV一种，摆线轮与针齿啮合的原理，天生具备大扭矩和抗冲击性，目前已经过厂商优化，大幅缩小体积、提高精度。

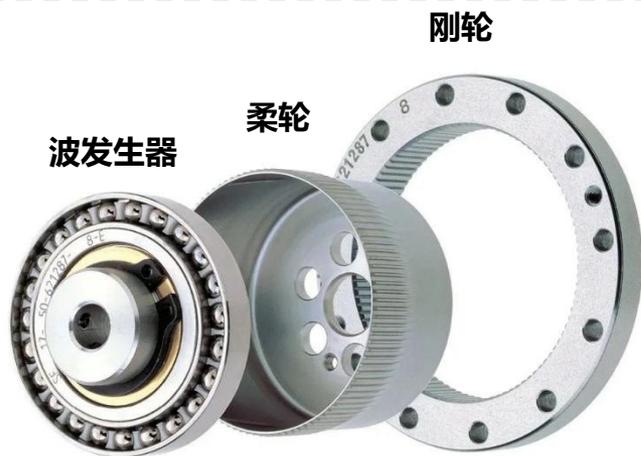
图：谐波减速器 VS 行星减速器 VS RV减速器



# 结构：由柔轮、刚轮和波发生器组成，为错齿运动

- ◆ 谐波减速器构成相对简单，由柔轮、刚轮和波发生器组成，传动原理为柔轮和刚轮间的错齿运动。谐波减速器的核心是柔轮的弹性变形和齿轮啮合的错齿运动，传动过程为通过波发生器让柔轮变形，柔轮外齿与刚轮内齿依次啮合来实现减速。
- ◆ 最常见为双波传动，即柔轮比刚轮少两个齿，如刚轮200齿，柔轮198齿，电机带动波发生器转动一圈，柔轮旋转 $2/200$ 圈，反方向错位2个齿，此时减速比达到100。通过调整柔轮和刚轮的相对齿数，可以获得不同的减速比，单极传动可达70-500，某些装置可达1000，多级传动可达30000以上。

图：谐波减速器结构组成图

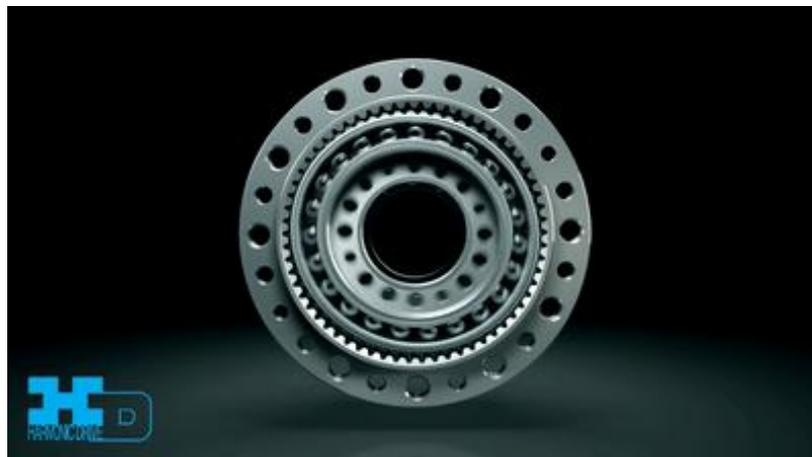


**波发生器：**由椭圆形的凸轮和滚动轴承组成，通过自身的旋转使柔轮产生可控的弹性变形

**柔轮：**是一个薄壁圆筒形的外齿轮，能够产生较大的弹性变形

**刚轮：**是一个内齿圈，通常固定在机壳上，齿数比柔轮多2个齿

图：谐波减速器的运动原理



**运动原理：**由通过波发生器让柔轮变形，然后与刚轮啮合来实现减速。一般为固定刚轮，利用电机带动波发生器，柔轮长轴两端的外齿与刚轮内齿啮合而短齿外齿脱开，转动过程中，椭圆凸轮迫使柔轮不断变形，使得柔轮外齿同刚轮内齿依次啮合。

- ◆ **谐波减速器关键性能指标为使用寿命、传动精度、传动效率、刚度、升温、噪声等。**哈默纳科性能行业最优，使用寿命可达10年以上，传动平稳性高，噪音和震动较小，抗冲击能力强，而国内厂商多数使用寿命在2-3年，高温高转速下存在噪音、漏油等问题。哈默纳科在材料热处理、齿形设计(IH齿形专利)、精密加工、润滑技术等方面领先，在全球市占率约50-60%，在高端市场占比超70%。

**表：谐波减速器关键性能及厂商差异**

指标		哈默纳克	绿的谐波	二线厂商
<b>常用减速比</b>	高减速比：重载低速场景 (关节机器人) 低减速比：告诉轻载场景	30:1~320:1	30:1~200:1	30:1~160:1
<b>直径</b>	小直径与大直径生产难度大	最小外直径6mm	最小外直径6-8mm	最小外直径8-10mm
<b>传动精度</b>	输出轴实际位置与理论的偏差，单位角分 (arcmin)	≤1arcmin (高端可小于0.3)	1-3arcmin	3-5arcmin
<b>传动效率</b>	影响能耗与发热	80-90%	75-85%	70-80%
<b>扭矩刚度</b>	抵抗扭矩变形的能力，刚度越高，振动越小	10-50Nm/arcmin	8-40Nm/arcmin	5-30Nm/arcmin
<b>回差</b>	输入轴固定时，输出轴可自由旋转的角度，回差大，影响重复定位精度	≤1arcmin	≤3arcmin	≤5arcmin
<b>寿命</b>	额定负载下的寿命	1-2万小时 (高端更高)	0.8-1.5万小时	0.5-1万小时
<b>温升</b>	温升过高会影响润滑性能和寿命	≤30℃	≤40℃	≤50℃
<b>噪声</b>	影响工作环境	≤60dB	≤65dB	≤70dB

- ◆ 谐波减速器具备较高的技术壁垒，核心难点在于材料制备、齿形设计和生产工艺。
- ◆ 1) 材料制备：柔性轴承需用超纯净钢冶炼技术。柔轮+柔性轴承需要承受周期性的变形，对材料的疲劳强度和纯净度要求极高。柔轮和柔性轴承材料目前多为40Cr合金钢，但国内提纯技术不足，导致材料杂质较多，影响产品的疲劳寿命。
- ◆ 2) 齿形设计：新进齿形专利限制。齿形的精度直接影响传动效率和寿命，传统齿形设计如渐开线齿形和双圆弧齿形存在一定的局限性，而先进的齿形设计（如哈默纳科的“IH”齿形）被国外企业垄断，新进入者难以绕开专利限制。
- ◆ 3) 生产工艺：齿形磨削工艺达到微米级。谐波减速器的加工精度高，误差需控制在1微米以内，多依赖于进口高精度设备，设备成本高昂，工艺需长期的经验积累；此外，谐波减速器的装配工艺复杂，其中柔轮和钢轮装配中无法完全自动化，还需根据总装技术要求进行精细调整和校正，新进入者难以在短时间内培养出足够经验丰富的技工。

表：谐波减速器制造设计难点

环节	难点
材料制备	柔轮和柔性轴承对材料的疲劳强度和纯净度要求极高。
齿形设计	齿形的精度直接影响传动效率和寿命。
生产工艺	多依赖于进口高精度设备，柔轮和钢轮装配中无法完全自动化。

表：谐波减速器人形机器人应用难点

问题	具体过程
棘轮现象	当施加过大的扭矩时，可能导致钢轮和柔轮齿无法正确啮合，这种现象会导致过度振动、加速磨损，甚至可能损坏驱动器的其他部件。
共振现象	谐波减速器中的主要振动源来自于柔轮的连续变形，人形机器人双手需同时运动，若产生共振现象，会导致两手抖动，影响机器人的运动精度。
减重任务	尽管相较于行星和RV减速机，谐波减速器的重量已经非常轻，但对于人形机器人来讲，仍然负担沉重，未来如何减重（潜在方案主要系更换轻量化材料）成为重要课题。

- ◆ 谐波减速器的材料对其性能和寿命至关重要，其中柔轮+柔性轴承材料要求最高，国内仍主要依赖于进口。波发生器使用高强度合金钢，柔轮采用40Cr合金钢，刚轮采用球墨铸铁或碳素钢。
- ◆ 柔轮+柔性轴承材料最为关键，柔轮筒体壁厚较薄，承受椭圆周期性形变，材料要求良好的韧性和优良的切削性能，柔性轴承承受椭圆周期性应力发生弹性形变，材料更易发生疲劳失效，国内提纯技术与日本相比仍有差距，国产材料中存在夹杂物如TiN和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，夹杂物易在组织内产生应力集中，进而降低疲劳性能，目前国内仍依赖进口为主，未来有望实现国产化。
- ◆ 此外，谐波减速器材料非标准化，配方成为性能差异化的关键，如哈默纳克和斯菱股份在刚轮中使用球墨铸铁，相比碳素钢材料，其具备成本低、寿命长、切削性好、导热快、减少噪音等优点。

图：谐波减速器部件材料情况

## 波发生器



**常用材料：**采用高强度合金钢，如40Cr合金钢

**材料要求：**需要具有高强度和刚度，以保证其在驱动柔轮变形时的稳定性和寿命

## 柔轮



**常用材料：**40Cr合金钢，如40CrMoNiA和40CrA等

**材料要求：**需要具有高强度、高韧性以及良好的切削性能，保证其在周期性变形下的耐磨性和传动精度

## 刚轮



**常用材料：**球墨铸铁或碳素钢

**材料要求：**需要具有足够的强度和耐磨性，以保证其在与柔轮啮合过程中的传动精度和寿命

# 材料：轻量化是趋势， Peek材料可应用于钢轮

- ◆ **PEEK材料在谐波减速器可大幅减重、降低温升，更适合用于人形：** PEEK材料在谐波减速器中主要用于替代钢轮/柔轮，其优势在于轻量化（可减重70%+）、自润滑（降低温升和噪音）以及耐腐蚀。然而，PEEK的刚性较低（需碳纤维增强）、长期高负载下可能蠕变（寿命下降20%），且材料成本高昂（约金属的5倍+）。
- ◆ **头部厂商已有专利布局，新进入者已发布相关产品：** 哈默纳科、绿的谐波等头部厂商已有相关专利和技术储备，科达利子公司25年4月发布多款Peek材料谐波减速器，钢轮和外壳采用Peek材料注塑，计划用于人形机器人上半身关节。Peek谐波与传统谐波工艺有所不同，PEEK部件依赖注塑或3D打印，降本还需大规模生产。

图： Peek谐波减速器特点

	金属钢轮	Peek柔轮
重量	重 (密度 7.8g/cm <sup>3</sup> )	轻 (Peek密度 7.8g/cm <sup>3</sup> )
寿命	高 (1-2万次)	低20%
刚度	高	低21%
耐腐蚀性	需要表面处理	高
摩擦系数	高	低
温升	较高	低
温度稳定性	高	受限 (≤250°C)

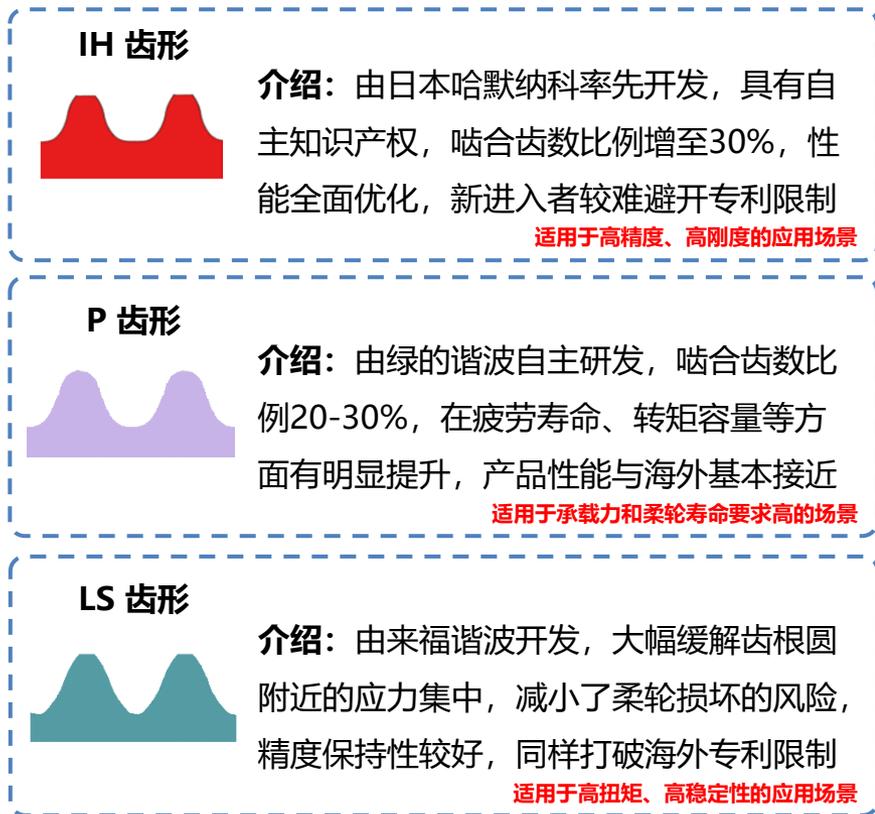


	金属钢轮	Peek柔轮
工艺	锻造/机加工	注塑成型
成本	合金钢价格0.5万/吨	Peek价格40万/吨, Peek谐波价格较普通预计高1倍

	Peek谐波布局
哈默纳克	专利JP2020185231A (Peek复合材料柔轮, 体积碳纤维增强方案) 专利 US20220178421A1 (明确采用Peek或PPSU制作钢轮, 搭配金属柔轮)
绿的谐波	专利CN114857194A (提到采用复合材料齿圈)
科达利	子公司已发布多款Peek材料减速器, 钢轮或外壳用Peek注塑成型
瑞迪智驱	2023年财报提及在研“非金属谐波减速器”

- ◆ **齿形设计决定谐波减速器的啮合效果、传动平稳性和使用寿命。**齿形设计是传动效果的关键，也是各家产品差异化的根源。通过优化的齿形参数，可实现更准确和平稳的啮合效果，并减少齿面接触应力，从而提升传动效率、平稳性和使用寿命。
- ◆ **哈默纳科率先开发IH齿形，啮合效果大幅提升，并布局大量相关专利，致使新进入者难以避开相关限制。**国内企业通过多年自主研发，已实现齿形设计突破，产品性能与海外基本接近，如绿的谐波开发P齿形，大幅提升疲劳寿命、承载扭矩和输出效率，来福谐波开发LS齿形，扭矩容量和疲劳寿命大幅提升。

图：谐波减速器典型齿形设计



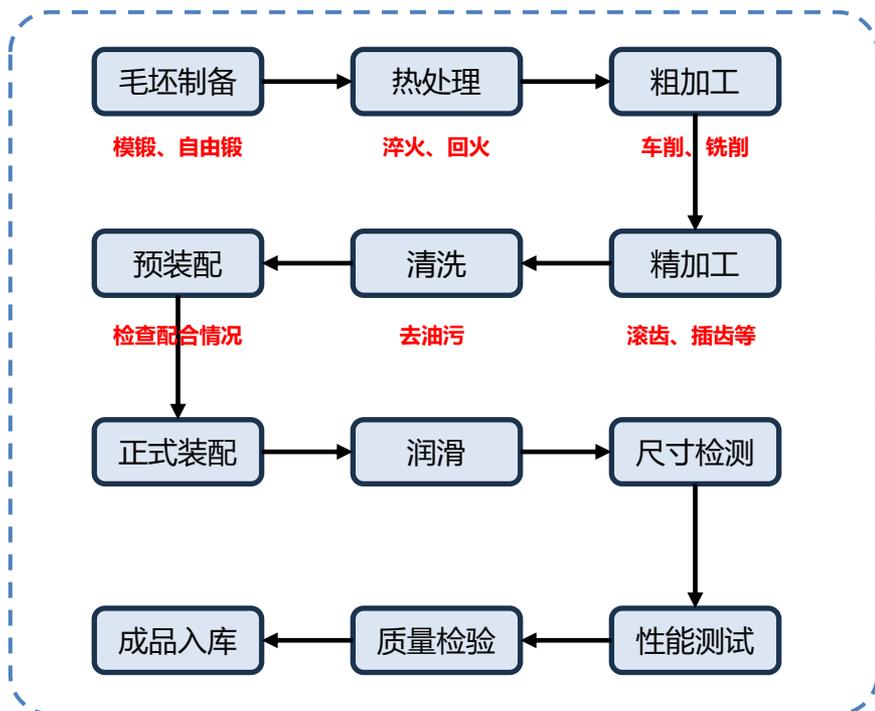
表：谐波减速器齿形设计方法

齿形	设计方法
<b>双圆弧齿形设计</b> (IH 齿形)	常见的齿形设计方法，通过拟合双圆弧齿廓曲线来设计刚轮和柔轮的齿形。这种方法可以提高齿形的啮合性能和传动效率。
<b>共轭齿廓优化</b> (P 齿形)	基于波发生器转角的共轭齿廓分布规律，通过优化齿形设计参数，改善刚柔轮的啮合特性。
<b>修形侧隙设计</b> (LS齿形)	在双圆弧齿形设计的基础上，通过修形理论研究，设计合理的侧隙分布，优化刚柔轮的载荷分布，减少磨损和噪声。

◆ 谐波减速器的技术壁垒较高，需要持续的生产经验积累，瓶颈分布于热处理、加工、装配、润滑、检测等，各环节基本环环相扣，新进入者难以简单模仿。

- **热处理**：高精度齿轮成型的核心，决定齿轮的硬度和耐磨性，需根据材料自主研发，需要长时间的技术积累和不断试错优化；
- **机加工**：车削、滚齿/插齿，加工精度要求高，工艺效率有待提升，多依赖于进口设备，交付期约为8-12个月；
- **装配**：工艺复杂，装配中无法完全自动化，还需要精细调整和校正，需要足够经验丰富的技工；
- **润滑**：润滑脂高度依赖进口，其对寿命有显著影响，核心专利被美日企业垄断；
- **检测**：检测需使用高精度测量设备，检测零部件的尺寸精度。

图：谐波减速器生产流程



表：谐波减速器生产工艺环节难点

环节	难点
热处理	柔轮和刚轮等关键部件的热处理工艺需要严格控制，以确保产品的精度和性能，热处理工艺需根据材料自主研发，需要长时间的技术积累和不断试错优化。
加工	谐波减速器的加工精度高，误差需控制在1微米以内，所有零件加工精度都必须高于设计要求，留有一定的加工余量用于后期装配调整，多依赖于进口高精度设备，设备成本高昂。
装配	谐波减速器的装配工艺复杂，其中柔轮和钢轮装配中无法完全自动化，还需根据总装技术要求进行精细调整和校正，新进入者难以在短时间内培养出足够经验丰富的技工。
润滑	需要使用谐波专用润滑脂，润滑对减速器寿命有显著影响，润滑脂基本高度依赖进口，全球80%以上高性能润滑脂专利被美日企业掌握。
检测	需使用高精度的测量设备，如三坐标测量仪和齿轮检测仪，对产品进行详细检测，确保每个零件和装配环节都符合设计要求。

- ◆ **柔轮滚齿+刚轮插齿为主流工艺，不同厂家略有差距。**齿加工分为慢走丝、插齿、滚齿等工艺，其中慢走丝加工精度高，但生产效率低，通常用于产品打样阶段；滚齿连续切割，生产效率高，但加工精度低，主要用于柔轮的齿形加工。插齿的生产效率和加工精度介于慢走丝和滚齿之间。
- ◆ 目前国内齿加工以柔轮滚齿、刚轮插齿为主，精加工设备依赖于进口，价值量高且交付周期长。
- ◆ 此外，不同企业工艺具备差异化，海外哈默纳科采用插齿+滚齿工艺，使用高精度的数控加工技术，精确度和一致性行业领先。国内的绿的谐波此前使用慢走丝工艺，后续或改完插齿+滚齿工艺，斯菱股份使用滚齿工艺。

图：谐波减速器的加工工艺

## 慢走丝



**原理：**利用连续移动的细金属丝作为电极，对工件进行脉冲火花放电，产生6000度以上的高温蚀除金属

**优点：**加工精度高，表面质量好，适合高精度要求的加工

**缺点：**生产效率低，不适合批量化生产，且只能加工钢材，无法加工球墨铸铁

通常用于产品打样阶段

## 插齿



**原理：**用插齿刀按展成法或成形法加工齿轮

**优点：**齿形精度高，齿面粗糙度低，适合加工内、外齿轮

**缺点：**生产效率和加工精度介于慢走丝和滚齿之间

刚轮的齿形加工

## 滚齿



**原理：**运用展成法原理，用滚刀加工齿轮，相当于一对交错螺旋轮啮合

**优点：**连续切削，生产效率高，适合批量化生产

**缺点：**加工精度相对较低

柔轮的齿形加工

# 设备：依赖于进口高精度设备，设备交付周期长

- ◆ **谐波减速器设备高度依赖进口，交付周期长约10-12个月。**谐波减速器核心设备为慢走丝切割机、插齿机、滚齿机、超精密磨床和相关检测设备，国产设备与海外仍有较大差距，如国内机床重复定位精度  $\leq 5\mu\text{m}$ ，而哈默纳科的设备重复定位精度  $\leq 1\mu\text{m}$ 。因此，整个行业高度依赖德国、日本等海外品牌，交付周期较长，设备定制和到场安装约10-12个月。

表：谐波减速器生产加工设备

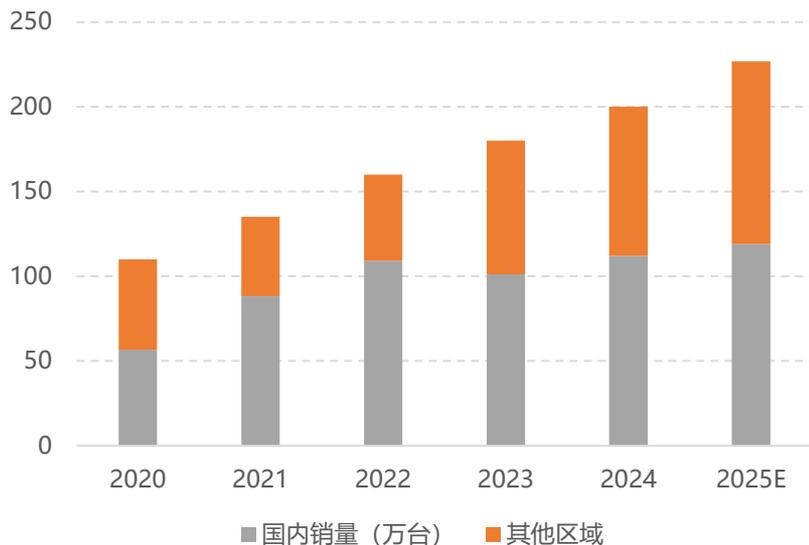
设备类型	具体设备	介绍	相关企业
加工设备	慢走丝线切割机	利用连续移动的细金属丝作为电极，对工件进行脉冲火花放电，产生高温蚀除金属，从而切割成工件，一般一次切割成形，二次切割提高精度，三次以上切割提高表面质量	沙迪克（日本）、牧野（日本）、哈默纳科（日本）、阿奇夏米尔（瑞士）、米克朗（德国）
	插齿机	主要用于加工刚轮的内齿，能够保证齿形的高精度和一致性	Klingelnberg（德国）、Gleason（美国）、Okuma（日本）、哈默纳科（日本）、马扎克（日本）
	滚齿机	主要用于加工柔轮的外齿，可通过四轴联动控制，能够实现复杂的齿形加工，提高加工效率和精度	Klingelnberg（德国）、大隈（日本）、Liebherr（德国）、卡希富基（日本）
	超精密磨床	用于对加工后的齿形进行精密磨削，进一步提高齿形的精度和表面质量，减少齿形误差和表面粗糙度	蔡司（德国）、马扎克（日本）、Okuma（日本）
检测设备	三坐标测量机	可搭配协作机器人实现自动化批量检测，能够对谐波减速器的各个部件进行高精度的尺寸和形状测量，检测精度和重复性高，数据稳定，结果可靠	蔡司（德国）、海克斯康（瑞典）、三丰（日本）、温泽（德国）
	齿轮测量中心	可以对齿轮的齿形、齿向、周节等参数进行精确测量和分析，评估齿轮的加工质量和性能	Klingelnberg（德国）、Gleason（美国）、大阪精密机械（日本）、Marposs（意大利）
	扭矩传感器	用于测量减速器在不同工况下的扭矩输出，满足大跨度扭矩测试要求，确保减速器的扭矩传递精度和稳定性	HBM（德国）、东日（日本）、Honeywell（美国）
	角度传感器	精度达 $\pm 2$ 角秒以上，用于测量减速器的输入端角度、输出端角度以及背隙、空程、刚度等参数，满足高精度角度测试要求	海德汉（德国）、基恩士（日本）

## PART2 人形机器人带来谐波需求爆发，产业方兴未艾

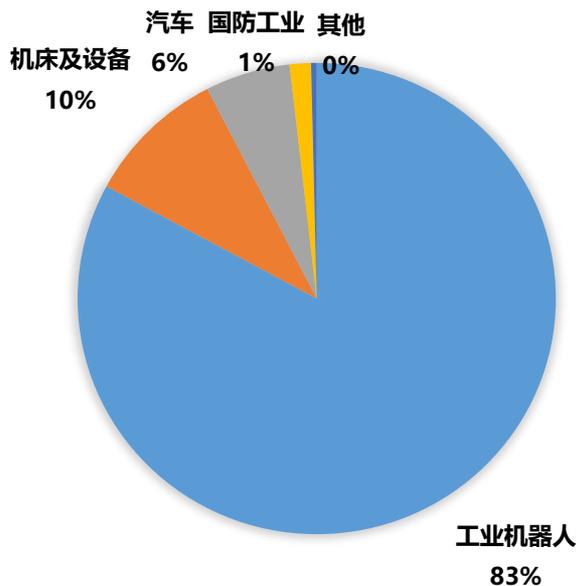
# 需求：当前谐波主要用于工业机器人

- ◆ **全球需求超200万台**：根据QYResearch统计24年全球谐波销售超4.6亿美元，对应出货量超200万台，并预计2025年谐波减速器需求达227万辆，同比增超10%。
- ◆ **中国谐波需求超100万台**：根据中商产业研究院统计，2023年我国谐波减速器销量达101.1万台，同比下降7.5%，2024年恢复增长，销量达112万台，是全球最大的谐波需求市场。
- ◆ **工业机器人占谐波需求80%+**：每台六轴多关节机器人需要搭配6台精密减速器，其中负载10kg以下使用谐波减；10-20kg及更高负载的机器人小臂、手腕可采用谐波。2024年全球工业机器人销量近55万台，对应每台使用3+台谐波。其他谐波应用领域为机床设备（占10%）、汽车（占6%）等。

图：全球和国内谐波减速器销量（万台）



图：2024年谐波减速器下游应用结构



# 需求：工业机器人及传统工业领域未来增长平缓

- ◆ **工业机器人需求平稳，多节机器人占比提升带动单台谐波用量。**根据国际机器人联合会(IFR) 预测，2025-2027年全球工业机器人安装量分别为55.5/57.5/60.2万台，对应谐波减速器需求210/222/237万台，年复合增长率6%。多关节工业机器人为未来发展趋势，预计单台用谐波减速器数量将小幅上升，从3台逐步提升至3.5台。
- ◆ **未来工业机器人及传统工业领域谐波需求预计复合增长8-10%。**根据QYResearch分应用领域预测，2025年传统领域谐波减速器需求预计为225万台，增长10%，到2030年传统领域谐波减速器预计需求337万台，年复合增长8-10%，相对稳健。

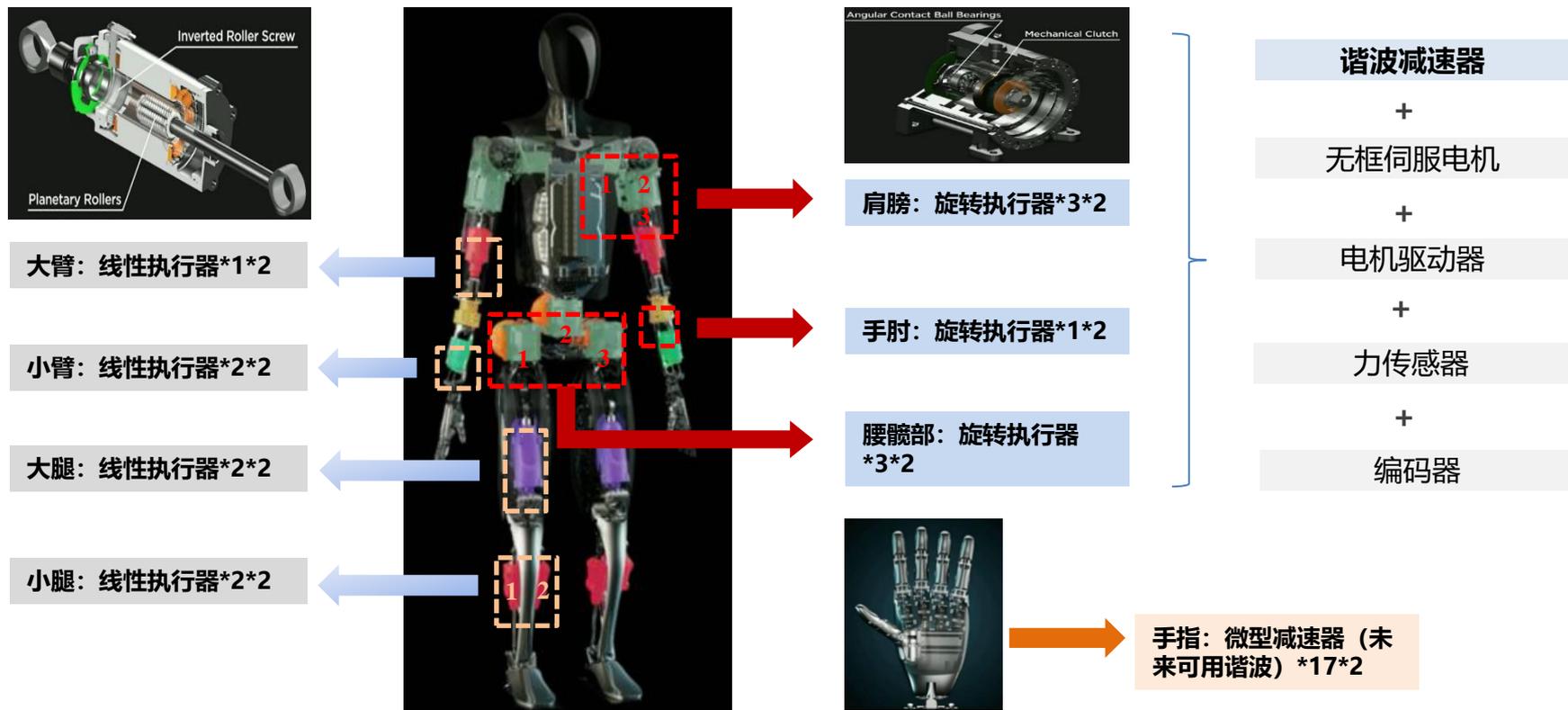
图：全球工业机器人对应谐波减速器需求（万台）

	工业机器人	半导体设备	平板设备	机床	光学机械	印刷、装订及造纸机械	金属加工机械	医疗设备	航天设备	汽车	国防工业	其他	合计	增速
2025年	186.3	4.6	3.4	4.1	2.0	0.4	0.6	4.1	2.2	12.9	3.2	0.9	<b>224.7</b>	10%
2026年	204.6	5.0	3.7	4.4	2.1	0.5	0.7	4.7	2.5	14.8	3.5	0.9	<b>247.2</b>	10%
2027年	222.2	5.3	3.9	4.7	2.3	0.5	0.7	5.3	2.9	16.6	3.7	0.9	<b>269.0</b>	9%
2028年	238.6	5.7	4.2	5.0	2.5	0.5	0.7	6.0	3.3	18.6	3.9	1.0	<b>289.9</b>	8%
2029年	256.9	6.1	4.5	5.3	2.6	0.5	0.7	6.7	3.7	20.7	4.1	1.0	<b>313.0</b>	8%
2030年	276.0	6.6	4.8	5.6	2.8	0.6	0.8	7.4	4.1	22.8	4.4	1.0	<b>336.8</b>	8%

# 需求：人形机器人带来显著增量，特斯拉引领

- ◆ **特斯拉执行器方案相对确定，采用14个旋转执行器（谐波减速器）+14个线性执行器。**目前特斯拉Optimus身体采用14个旋转执行器和14个线性执行器。其中旋转执行器主要实现关节旋转运动，传动部件以谐波减速器方案为主，肩膀6个、手肘2个、髋部6个。灵巧手目前尚未使用微型谐波，但厂商已有技术储备。
- ◆ **未来不排除产髋部应用更优方案，但谐波仍为主导。**谐波减速器作为旋转关节传动部件优点在于精度高，但相对于行星减速器承载力、抗冲击能力相对低，未来在髋关节不排除采用新型方案，如摆线减速机（摆线轮与针齿啮合的原理，天生具备大扭矩和抗冲击性）

图：特斯拉Optimus身体包含28个执行器



- ◆ **国内人形关节以旋转为主，谐波将逐步替代行星成上半身关节主流；海外谐波已为主导。**国内人形关节以旋转执行器为主，仅小鹏、开普勒、小米等有采用线性执行器。旋转执行器中，国内大部分厂商采用低成本的行星减速器，但新一代机器人上半身开始用谐波减速器，例如众擎第二代机器人使用6个谐波减速器。海外厂商 Figure 为全谐波方案，全身自由度达39个。

**图：不同型号机器人执行器方案**

机器人品牌	机器人型号	谐波减速器	行星减速器	丝杠	摆线针轮减速器
特斯拉	Optimus	14个		14个	
Figure AI	Figure 02	30+			具备
优必选	Walker S1	28个		测试中，但暂时不会量产	
	Walker S2	上半身	下半身		
智元机器人	A2	上半身	下半身		
宇树科技	Unitree H1		20个以上		
银河通用	G1	上肢等	腰部等		
傅利叶	GR-1	上半身	下半身		
		总共32个减速器			
小鹏	PX5	谐波、行星结合的方案			
达闼机器人	Cloud Ginger XR2	行星/谐波减速器均可能采用			
开普勒	先行者K2	腰部及部分关节		14个	
众擎机器人	ENGINEAI PM 01		具备		
	ENGINEAI SE 01	具备	具备	具备	
Agility Robotics	Digit				具备
1X Technologies	NEO	具备			
Appttronik	Apollo			具备	

# 谐波需求：机器人提供增量，27年开始爆发

- ◆ **短期人形机器人谐波减速需求来自海外厂商，27年爆发，需求超600万台：**特斯拉和Figure AI增长确定性高，且谐波单台用量高，而国内短期谐波单台用量预计3-4台。我们预计25/26年全球人形销量2/10万台，对应谐波需求16/91万套。而27年若人形机器人突破50万台，对应谐波需求600万台+，超过传统需求领域2倍。
- ◆ 2030年全球人形销量350万台，单台人形谐波用量10台，对应谐波空间超4200万台，远期若人形销量3000万台，对应谐波需求超过3.6亿台。

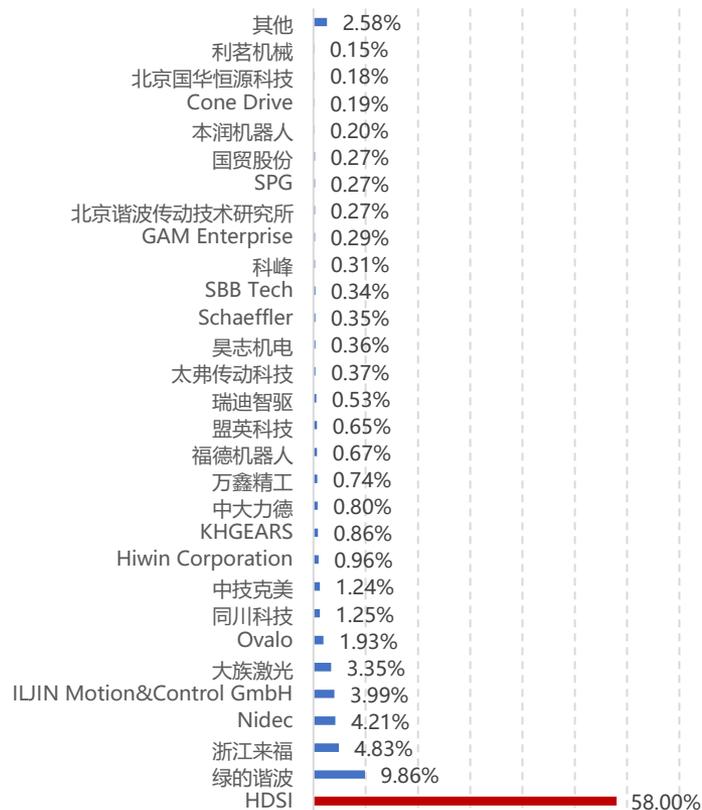
图：谐波减速器需求测算

	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	远期
<b>特斯拉人形销量 (万台)</b>	<b>0.5</b>	<b>2.5</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>105</b>	<b>1000</b>
-单台人形谐波减速器用量 (个)	14	14	14	14	14	14	14
<b>Figure人形销量 (万台)</b>	<b>0.1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>300</b>
<b>海外人形</b> -单台人形谐波减速器用量 (个)	30	28	26	24	22	20	18
其他海外人形销量 (万台)	0.51	2.35	9	26	56	89	510
-单台人形谐波减速器用量 (个)	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	10.0
<b>海外人形谐波减速器需求 (万台)</b>	<b>13</b>	<b>77</b>	<b>543</b>	<b>1,148</b>	<b>1,924</b>	<b>2,960</b>	<b>24,500</b>
国内人形机器人销量 (万台)	1	4	17	33	64	126	1190
<b>国内人形</b> -单台人形谐波减速器用量 (个)	3.0	3.5	4.0	6.0	8.0	10.0	10.0
<b>国内人形谐波减速器需求 (万台)</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>68</b>	<b>200</b>	<b>516</b>	<b>1,260</b>	<b>11,900</b>
<b>全球人形销量 (万台)</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>56</b>	<b>119</b>	<b>210</b>	<b>350</b>	<b>3,000</b>
-同增		334%	464%	113%	76%	66%	30%
<b>全球人形</b> -单台人形谐波减速器用量 (个)	7.0	9.2	10.9	11.3	11.6	12.1	12.1
<b>全球人形谐波减速器需求 (万台)</b>	<b>16</b>	<b>91</b>	<b>611</b>	<b>1,348</b>	<b>2,440</b>	<b>4,220</b>	<b>36,400</b>
同增		468%	569%	121%	81%	73%	30%
<b>传统工业</b> 传统领域谐波需求 (万台)	<b>225</b>	<b>247</b>	<b>269</b>	<b>290</b>	<b>313</b>	<b>337</b>	<b>430</b>
-同增		10%	9%	8%	8%	8%	5%
<b>合计</b> 谐波减速器需求 (万台)	<b>241</b>	<b>339</b>	<b>880</b>	<b>1,638</b>	<b>2,753</b>	<b>4,557</b>	<b>36,830</b>
同增		18%	41%	160%	86%	68%	28%

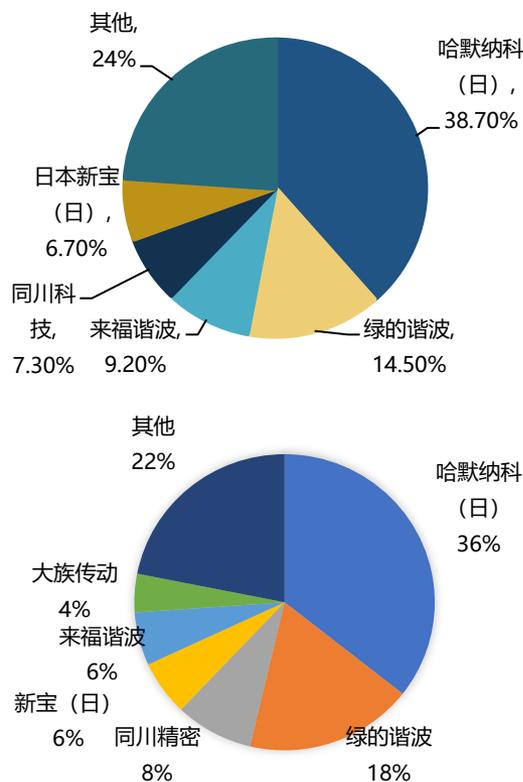
# 竞争格局：以日系厂商为主，国产厂商份额持续提升

- ◆ **哈默纳克仍占据全球市场50%+份额。**根据QYResearch统计，2024年哈默纳克谐波销售额占全球份额58%，预计出货量占比40-50%；其次为中国绿的和来福，分别占10%和5%，日本Nidec和韩国ILJIN以4%份额紧随其后，另外国内的大族激光和同川科技份额分别达到3.4%和1.3%，其余超20家厂商规模较小。
- ◆ **国产替代进程加速，国内厂商份额明显提升。**日本企业哈默纳克、日本新宝两家合计在中国市占率由2018年的61%下降到2023年的45%。目前，哈默纳克仍是我国谐波减速器市场龙头企业，2023年市场份额为38.7%；本土企业绿的谐波排名第二，约为14.5%。而同川、来福、大族等份额明显提升。

图：2024年全球谐波减速器市场格局（按销售额）



图：23年（上）和24H1（下）我国谐波减速器市场格局（按出货）



# 竞争格局：人形新赛道，谐波新进入者蜂拥而至

◆ 国内谐波传统应用领域，绿的为龙一，处于第一梯队；来福、大族、同川、中技克美处于第二梯队；中大力德、瑞迪、国茂、昊志机电处于第三梯队，逐步放量。随人形机器人兴起，谐波厂商新进入者蜂拥而至，**看好具备优秀制造基因、技术基础、客户优势的厂商。**

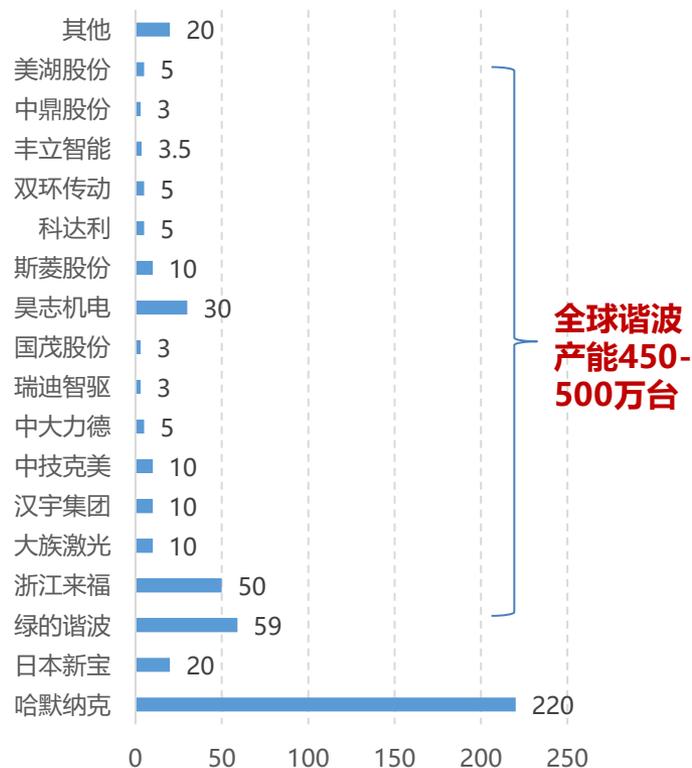
图：国内谐波厂商梳理

商名称	主业	2024年 收入(亿)	2024年 利润(亿)	同比	谐波产能规划	谐波技术特点	谐波客户进展
绿的谐波	谐波减速器	3.9	0.5617	-33%	59万台/年	自主IH齿形，寿命1.2万小时，精度≤1弧分	特斯拉（送样测试）、Figure AI等
浙江来福	谐波减速器	1.2	-	-	25Q2老厂+新厂基地50万台/年	双圆弧齿形，寿命1万小时，均价低于绿的10%-15%	协作机器人
大族激光	激光设备	147.7	16.9	107%	后端产能10万/台	国内最早用插齿技术	埃斯顿、飞天、新松、大族机器人
汉字集团	家电排水泵	11.4	2.3	-4%	10万/年	3D共轭双圆弧齿，车齿工艺，1.5min单件加工	众擎机器人等
中技克美	军工传动	0.5	0.1	147%	北京基地10万台/年（军工专用）	耐极端环境（-50℃~200℃），陶瓷涂层	航天科工、兵器工业集团
中大力德	行星/RV减速器	9.8	0.7	-1%	5万台/年	RV+谐波协同设计，共享客户资源	优必选等
瑞迪智驱	工业自动化驱动系统	6.2	1.0	4%	3万台/年，25年扩12万/年	柔性波发生器技术，降低装配公差	新松、钛虎
国茂股份	齿轮/摆线减速机	25.9	2.9	-26%	已经具备3万台/年产能	推测为齿轮加工技术迁移	
昊志机电	电主轴/数控机床	13.1	0.8	-143%	30万台/年	改良型双圆弧齿形，成本较绿的低15%	
斯菱股份	汽车轴承	7.7	1.9	27%	10万/年，25年底到20万/年	工艺、原材料、设备全面对标HD，车规级润滑技术，耐高低温（-40℃~120℃）	海外客户送样
科达利	锂电池结构件	120.3	14.7	23%	5万台/年	技术来自台湾盟立，PEEK刚轮+金属柔轮，耐腐蚀/免润滑	众擎、海外机器人送样
双环传动	RV减速器/齿轮	87.8	10.2	25%	5万台/年	RV+谐波集成模组，降低关节复杂度	
丰光精密	精密机械加工	2.3	0.2	-41%	24年投2.5亿拟建30万台/年	微型O3、O5、O8型产品目前在国内仅丰光精密一家企业能够实现量产	
丰立智能	齿轮精密部件	5.0	0.2	-30%	规划14万台/年，已投产3.5万台/年	与HD的对标的技术	星动纪元等
万里扬	汽车变速器	60.1	2.4	-20%	产品试制，规划10万台/年产能	依托汽车齿轮加工技术积累	送样xm
中鼎股份	汽车密封件	188.5	12.5	11%	收购聚隆成立睿思博，芜湖3万台/年，合肥规划15万台/年	客户优势	奇瑞墨甲、众擎、埃夫特
美湖股份	汽车零部件，各类泵	19.8	1.7	-23%	5万台/年，并计划再建15万台/年	子公司湖南机油泵具备多年精密齿轮经验	无
隆盛科技	汽车零部件	24.0	2.2	53%	投资蔚瀚智能，25年规划10万台/年	谐波和关节一体化	

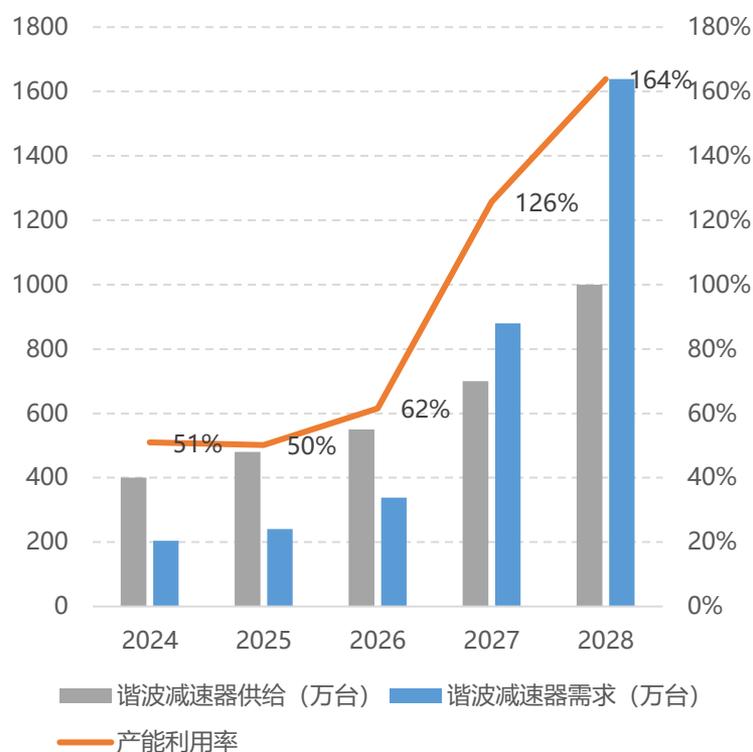
# 产能：短期利用率低，27年供需拐点，或供给紧缺

- ◆ **25年全球谐波有效产能450-500万台，产能利用率50%。**其中哈默纳克220万台左右，绿的59万台，行业需求预计240万台，总体产能利用率50%，仍较低。因此短期扩产更多集中于小厂商及新进入者，单一扩产规模为5-10万台，未来两年产能扩张稳健。
- ◆ **预计2027谐波供需格局扭转，或出现供给紧缺。**2027若人形机器人销量突破50万辆，全球谐波减速器需求近900万台，而龙头HD扩产缓慢，总体供给预计700万台，行业或出现供给紧缺。

图：全球谐波减速器厂商产能梳理（万台，24年底）



图：全球谐波减速器供需格局梳理



- ◆ **谐波减速器平均资本开支相对低，海外高于国内。**哈默纳科海外工厂每10万台谐波资本开支2亿元左右；中国厂商资本相对较低，每10万台资本开支1-1.5亿元，若与传统业务有协同效应、已有现成厂房情况下，总体资本仍有下降空间。
- ◆ **核心设备依赖进口，扩产周期1年左右，若需求爆发，扩产设备或受限。**谐波减速器的资本开支虽然相对不高，但其生产设备大多需要进口，需提前定制，扩产周期一般需要1年左右。

图：谐波厂商扩产资本开支

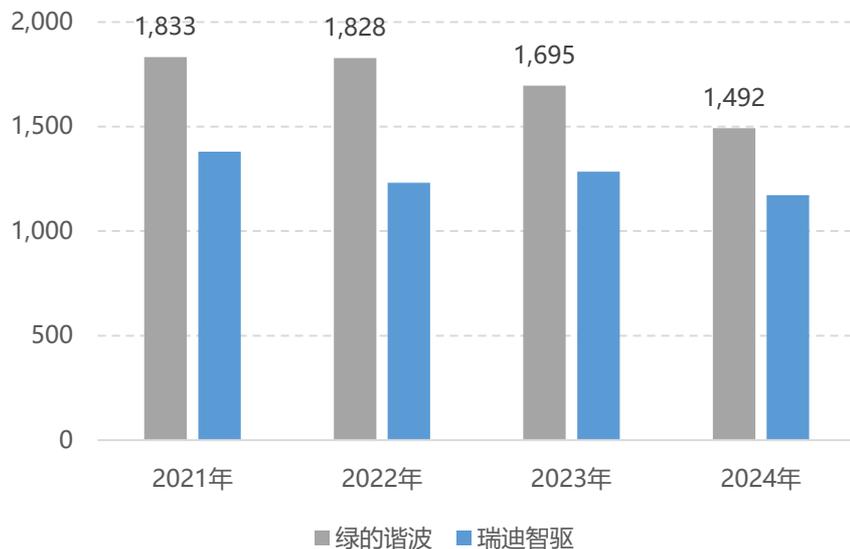
公司	扩产规划 (万台)	资本支出 (亿元)	单位资本支出 (万元/台)
HD日本工厂	21.84	5.19	0.24
HD欧洲工厂	3.12	0.54	0.17
HD美国工厂	1.2	0.39	0.33
绿的谐波	50	6.31	0.13
瑞迪智驱	12	0.80	0.07
斯菱股份(实际)	10	0.70	0.07

图：谐波减速器核心设备供应商

设备类型	具体设备	相关企业
加工设备	慢走丝线切割机	沙迪克 (日本)、牧野 (日本)、哈默纳科 (日本)、阿奇夏米尔 (瑞士)、米克朗 (德国)
	插齿机	Klingelnberg (德国)、Gleason (美国)、Okuma (日本)、哈默纳科 (日本)、马扎克 (日本)
	滚齿机	Klingelnberg (德国)、大隈 (日本)、Liebherr (德国)、卡希富基 (日本)
	超精密磨床	蔡司 (德国)、马扎克 (日本)、Okuma (日本)
检测设备	三坐标测量机	蔡司 (德国)、海克斯康 (瑞典)、三丰 (日本)、温泽 (德国)
	齿轮测量中心	Klingelnberg (德国)、Gleason (美国)、大阪精密机械 (日本)、Marposs (意大利)
	扭矩传感器	HBM (德国)、东日 (日本)、Honeywell (美国)
	角度传感器	海德汉 (德国)、基恩士 (日本)

- ◆ **不同型号产品、高低端产品价格差异大**：谐波减速器大尺寸（外径 $\geq 150\text{mm}$ ）和小尺寸（外径 $< 30\text{mm}$ ）加工难度大，价格相对较高，几千至上万不等。人形机器人关节谐波减速器持仓为 $40\text{-}60\text{mm}$ ，均价 $1000\text{-}2000$ 元/个。另外，高低端产品价格差异大，高端均价 $1500\text{-}2000$ 元/台，而低端产品 $500\text{-}800$ 元/台。这种价格差异主要源于产品的技术精度、材料品质以及应用场景的不同。
- ◆ **近年竞争有所加剧，价格小幅走低，远期仍有较大降价空间**。国内二线厂商例如大族、来宝近两年降价趋势明显，未来行业规模扩大，我们预计远期谐波减速器价格将降至 $300\text{-}500$ 元/台。

图：绿的与瑞迪谐波减速器均价（元/台）

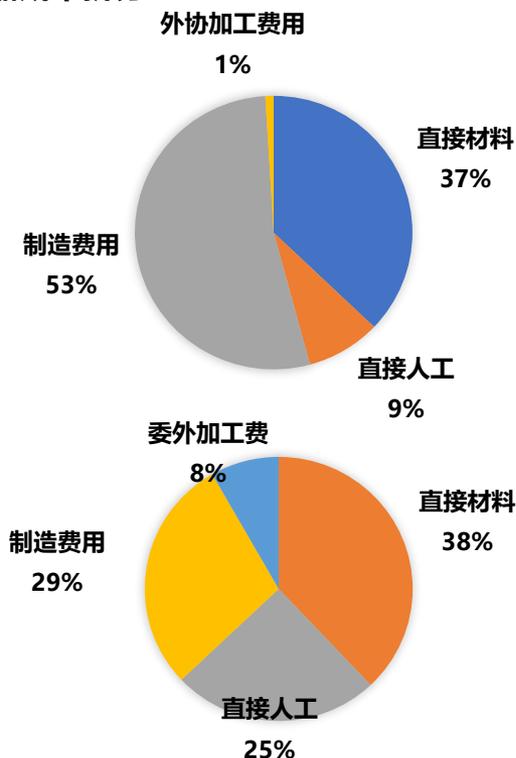


图：谐波减速器不同型号价格（元/台）

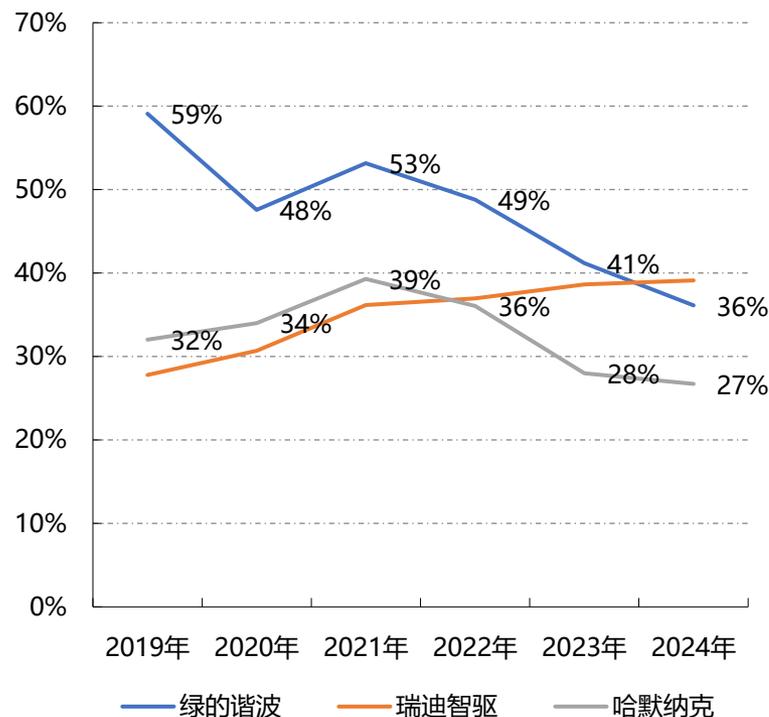
型号	外径	柔轮内径	价格
小型谐波	$< 30\text{mm}$	$5\text{-}20\text{mm}$	$2000\text{-}5000$
中型谐波	$30\text{-}150\text{mm}$	$20\text{-}60\text{mm}$	$500\text{-}2000$
大型谐波	$\geq 150\text{mm}$	$60\text{-}150\text{mm}$	$5000\text{-}1\text{w}$

- ◆ **谐波减速器原材料成本占比低于40%，制造和人工成本占比超50%**：绿的24年谐波原材料成本占比38%、制造费用29%、人工25%，构成与23年相似；瑞迪23年谐波材料成本占比37%、制造费用53%、人工9%。由于谐波减速器属于精密加工制造，生产工序复杂，制造成本占比高，而直接材料成本较低，未来随大规模生产，预计制造成本有大幅下降空间。
- ◆ **未来谐波虽有降价空间，但降本空间大，预计可维持25-35%毛利率**：国内厂商毛利率远高于HD，绿的近年毛利率下降，但24年仍有36%，而HD毛利率为27%。考虑当前二者产能利用率仅50%，且当前制造成本占比超50%+，预计降本空间大，可覆盖价格下降，远期毛利率仍可维持25-35%。

图：瑞迪智驱（上，23年）和绿的谐波（下，24年）谐波减速器成本拆分



图：谐波厂商毛利率情况



# 市场空间：2027年破百亿，远期空间超千亿

- ◆ 我们预计2027年全球人形销量突破50万台，对应谐波减速器需求超600万台，按照均价1200元/台，对应市场空间超70亿，叠加传统工业市场，总体谐波市场空间超100亿。
- ◆ 远期全球人形机器人销量突破3000万台，对应谐波需求超3亿台，均价500元/台+，叠加传统市场，对应市场空间近2000亿。

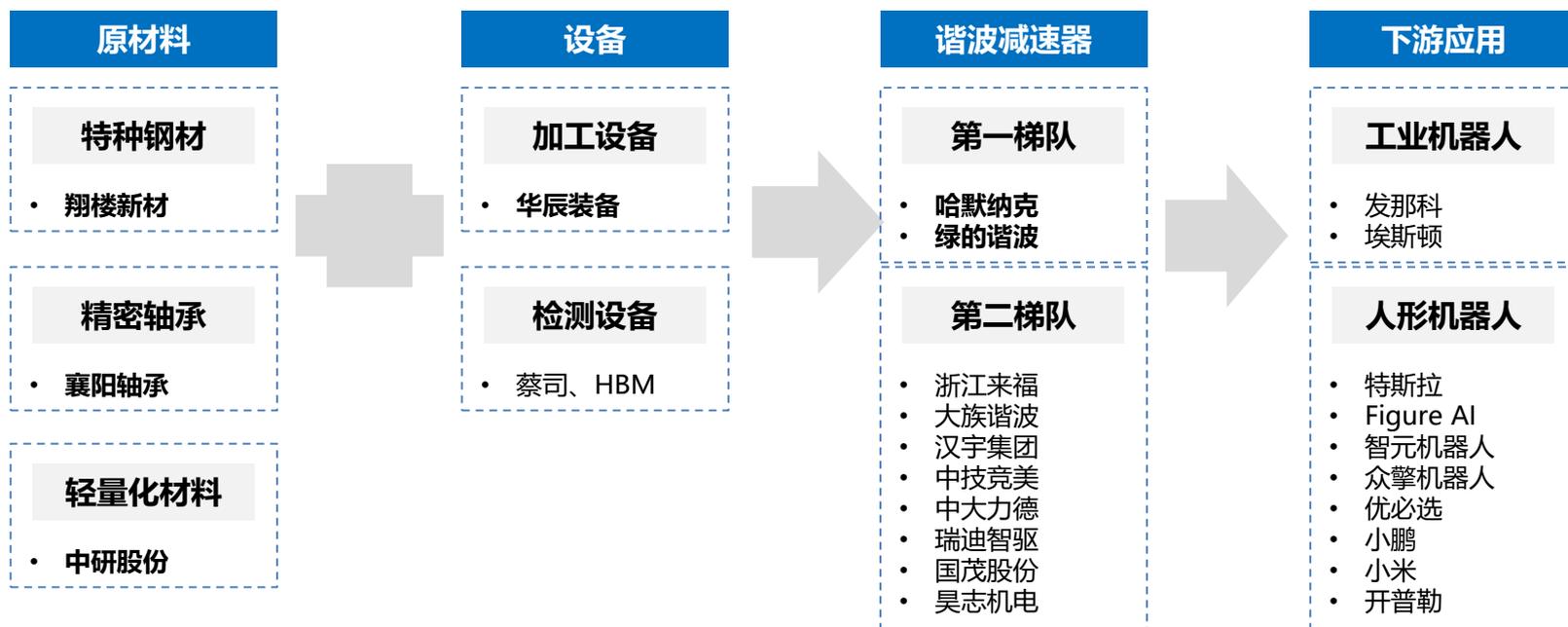
图：谐波减速器利润空间测算

	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	远期	
海外人形	人形机器人销量 (万台)	1	6	39	86	146	224	1,810
	人形谐波减速器需求 (万台)	13	77	543	1,148	1,924	2,960	24,500
	谐波减速器均价 (元/台)	2,000	1,600	1,280	1,088	1,001	901	600
	<b>谐波减速器市场空间 (亿元)</b>	<b>2.5</b>	<b>12.3</b>	<b>70</b>	<b>125</b>	<b>193</b>	<b>267</b>	<b>1,470</b>
国内人形	人形机器人销量 (万台)	1	4	17	33	64	126	1,190
	人形谐波减速器需求 (万台)	4	14	68	200	516	1,260	11,900
	谐波减速器均价 (元/台)	1,200	960	768	691	636	604	400
	<b>谐波减速器市场空间 (亿元)</b>	<b>0.4</b>	<b>1.4</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>33</b>	<b>76</b>	<b>476</b>
全球人形合计	人形机器人销量 (万台)	2	10	56	119	210	350	3,000
	人形谐波减速器需求 (万台)	16	91	611	1,348	2,440	4,220	36,400
	谐波减速器均价 (元/台)	1,825	1,500	1,223	1,029	924	812	535
	<b>谐波减速器市场空间 (亿元)</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>75</b>	<b>139</b>	<b>225</b>	<b>343</b>	<b>1,946</b>
传统工业	谐波减速器需求 (万台)	225	247	269	290	313	337	430
	谐波减速器均价 (元/台)	1,500	1,425	1,283	1,154	1,039	935	600
	<b>谐波减速器市场空间 (亿元)</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>26</b>
<b>合计谐波减速器市场空间 (亿元)</b>		<b>37</b>	<b>49</b>	<b>109</b>	<b>172</b>	<b>258</b>	<b>374</b>	<b>1,972</b>
净利率		15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
利润空间 (亿元)		5.5	7.3	16.4	25.8	38.7	56.1	295.8

## PART3 深度绑定海外人形客户，成长空间广

- ◆ **谐波产业链相对较短。**原材料为特种钢和轻量化材料，部分厂商采用进口，但总体原材料已实现本土化；设备主要为加工设备和检测设备，核心设备来自进口，设备相对偏通用化，尚未有卡脖子设备。
- ◆ **加工环节基本一体化，外协比例较低。**谐波加工流程主要为热处理、车削、精磨、装配，厂商基本一体化生产，少部分工序外协加工。

图：谐波减速产业链图谱



# 产业链弹性测算：锁定海外大客户，弹性大

- ◆ 海外主流人形厂商谐波使用量大，且均价高，切入海外供应链且获得主供，弹性大。**首选绿的谐波，若2030年可获得海外人形谐波25%份额、国内人形10%份额，对应利润贡献超11亿。**
- ◆ 其余双环传动、科达利、斯菱股份、中鼎股份等预计在海外可获得可观份额，由于主业基数高，利润弹性将对稳健。此外，大族谐波、中大力德、美湖股份、瑞迪智驱、国茂股份等亦可占据一席之地。

图：行业主流公司弹性测算

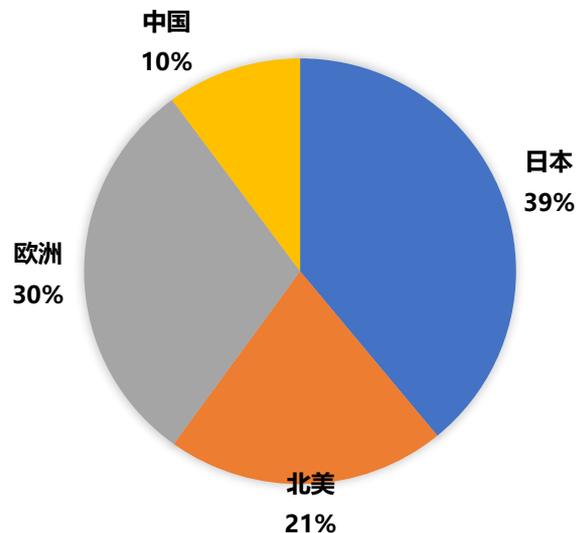
商名称	2024年利润 (亿)	2025E利润 (亿)	25E利润 增速	2030年海外人形 谐波份额	2030年国内人形 谐波份额	人2030年形谐波 收入 (亿)	净利率	利润	利润弹性 (vs24年)
绿的谐波	0.6	1.0	74%	25%	10%	74.3	15%	11.1	1984%
科达利	14.7	18.3	24%	20%	20%	68.6	15%	4.1	28%
斯菱股份	1.9	2.2	14%	15%	5%	43.8	15%	6.6	346%
双环传动	10.2	12.6	23%	20%	10%	60.9	15%	9.1	89%
中大力德	0.7	0.9	22%	15%	10%	47.6	12%	5.7	787%
瑞迪智驱	1.0			5%	10%	20.9	12%	2.5	249%
中鼎股份	12.5	16.4	31%	15%	15%	51.4	15%	7.7	62%
美湖股份	1.7	2.6	55%	5%	15%	24.8	12%	3.0	179%
国茂股份	2.9	3.2	9%	5%	10%	20.9	12%	2.5	86%
昊志机电	0.8			5%	10%	20.9	12%	2.5	303%
丰光精密	0.2	0.3	19%	5%	10%	20.9	10%	2.1	995%
丰立智能	0.2	0.3	103%	5%	10%	20.9	10%	2.1	1247%
大族激光	16.9	11.4	-33%	5%	10%	20.9	12%	2.5	15%
汉宇集团	2.3			5%	10%	20.9	10%	2.1	89%
中技克美	0.1			5%	10%	20.9	10%	2.1	1979%
万里扬	2.4			5%	10%	20.9	10%	2.1	87%
隆盛科技	2.2	3.2	41%	5%	10%	20.9	12%	2.5	112%

- ◆ **全球最早成功商业化谐波减速器公司之一，技术实力领先。** 1964年哈默纳科前身为长谷川株式会社与美国USM开展技术合作，1965年在全球率先实现谐波传动的实际应用。1970年长谷川株式会社与美国USM公司共同出资在东京成立哈默纳科，同年其谐波产线在日本投入生产。
- ◆ **具备独有齿形设计专利及精密加工能力，技术实力领先。** 公司拥有如IH齿形等独特的齿形设计专利、以及一系列原材料、加工等专利，产品各类指标全球领先，24年全球份额58%（收入口径），产品销往全球。
- ◆ **年产能220万台，产能利用率偏低。** 公司2022年产能扩张放缓，目前日本四大基地合计产能170万/年，包括11万台车载减速器，若有需要，产能存在弹性。同时公司在德国有32万台/年，美国10万台/年。由于下游需求增长平稳，且中国厂商崛起，公司总体产能利用率不足50%。公司计划扩张海外装配产能，特别是亚洲区域。

图：哈默纳科减速器产能布局

月产能/台	机器人减速器/台	车载减速器/台
日本有明工厂	40,000	90,000
日本穗高工厂	90,000	
日本 Winvel	5,000	
日本 Eddy	6,000	
德国limburg	27,000	
美国peabody	8,000	
<b>合计</b>	<b>176,000</b>	<b>90,000</b>

图：哈默纳科2024年销售收入区域构成

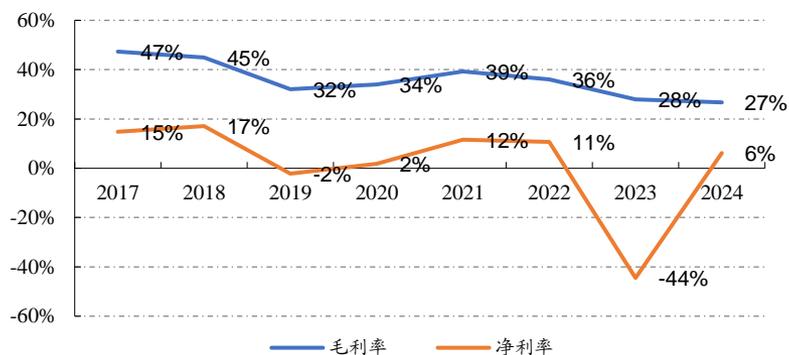


◆ **近年利润下滑明显，盈利承压。**公司历史毛利率维持30%+，22年起受到中国投资放缓、大宗商品涨价等因素影响，且受市场竞争影响产能利用率下降，导致23-24年收入及盈利承压。2024年公司收入26.9亿元，同比+2%，净利率1.7亿，同比扭亏，毛利率27%，同比-1pct，净利率6%。

图：哈默纳科年度收入（亿元）



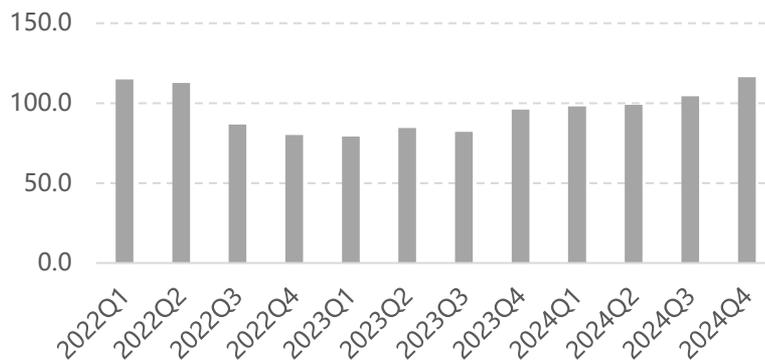
图：哈默纳科年度毛利率及净利率



图：哈默纳科年度利润（亿元）



图：哈默纳科减速器新增订单（日元）

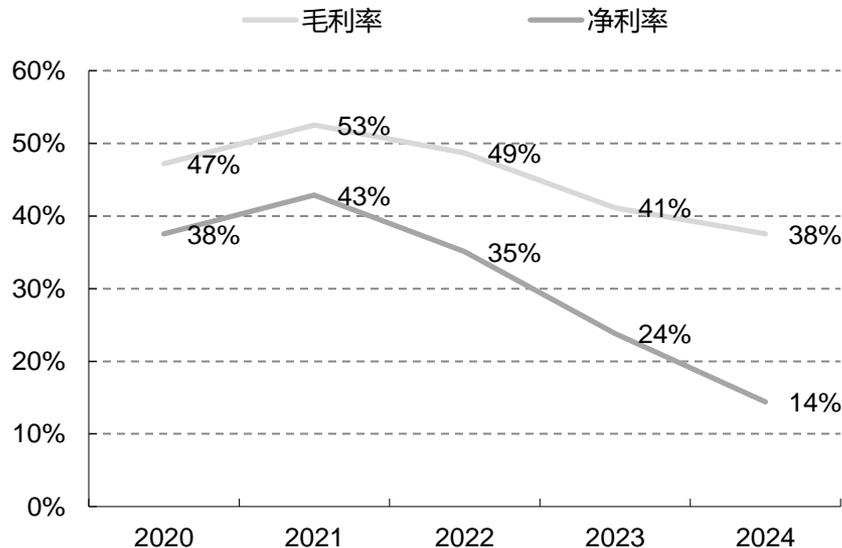


- ◆ **公司从零突破研发谐波减速器原型机，产品种类逐渐丰富，成长为国内谐波减速器龙头。**2011年正式成立，自主研发全新P型齿结构，建立技术优势，2013年推出了十四个系列近百种谐波减速器，2024年销售谐波减速器25万台，全球份额第二，国内龙一，产品性能领先同行。
- ◆ **短期谐波行业竞争加剧、叠加产能利用率低，导致盈利承压。**公司24年收入3.9亿，同增8%，归母净利0.6亿元，同比-33%，毛利率38%，同比-3pct，净利率14%，同比-10pct。未来随着工业机器人需求向上，以及人形机器人量产，公司业绩有望逐步好转。

图：绿的谐波年度收入与利润（亿元）



图：绿的谐波毛利率与净利率走势

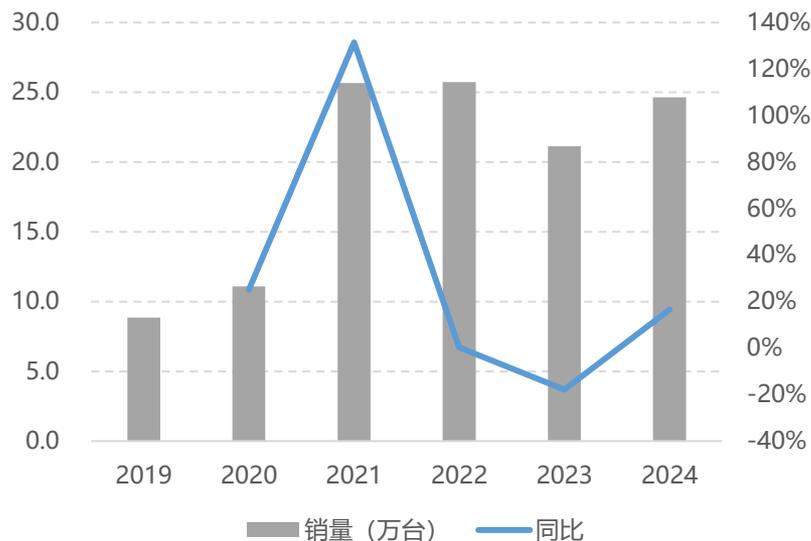


- ◆ **人形机器人领域，公司谐波产品先发优势突出，海外客户对接进度领先，并且新增丝杠布局。**公司谐波减速器在国内市场占据主导地位，关节谐波已广泛对接国内外人形机器人主机厂，其中北美2家客户进度领先。同时公司已开发微型谐波减速器，可应用于灵巧手。此外，公司研发研制自主可控的行星滚柱丝杠及一体化直线伺服关节，并研发新一代机电、电液一体化产品，电液伺服、行星滚柱丝杠等实现了重点行业的小批量供应。
- ◆ **公司现有59万台/年产能，远期新增100万台产能规划中。**公司已完成了年产50万台精密减速器的扩产项目的相关智能化产线的建设调试工作和达产工作，当前公司现有产能59万台/年，公司新募投项目100万台谐波减速器+20万台机电一体化项目也将启动建设，公司规划到2027-2028年预计谐波减速器产能将实现159万台/年，机电一体化产能20万台/年，有效满足下游需求。

图：绿的谐波减速器产能布局

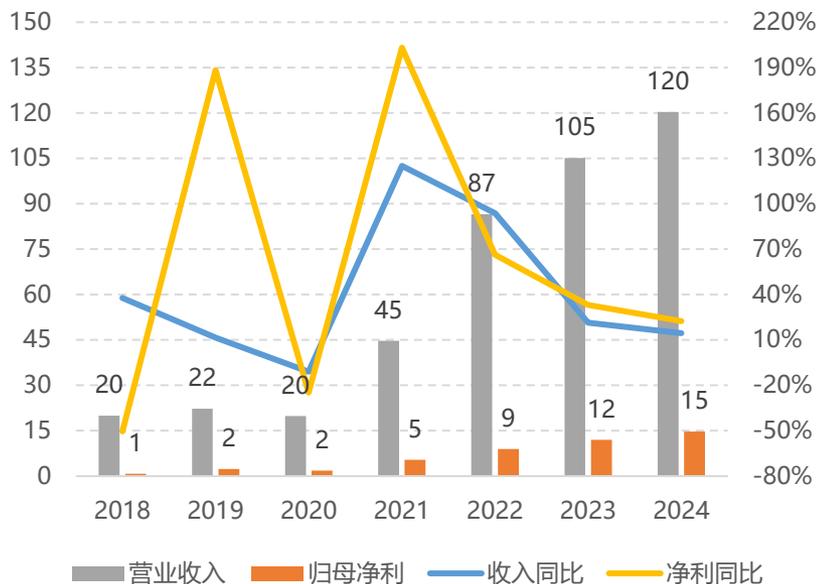
产品	2025	2027E
谐波减速器	59万台/年	59万台/年
	-	100万台/年
机电一体化	-	20万台/年
合计		179万台/年

图：绿的谐波减速器年度销量（万台）

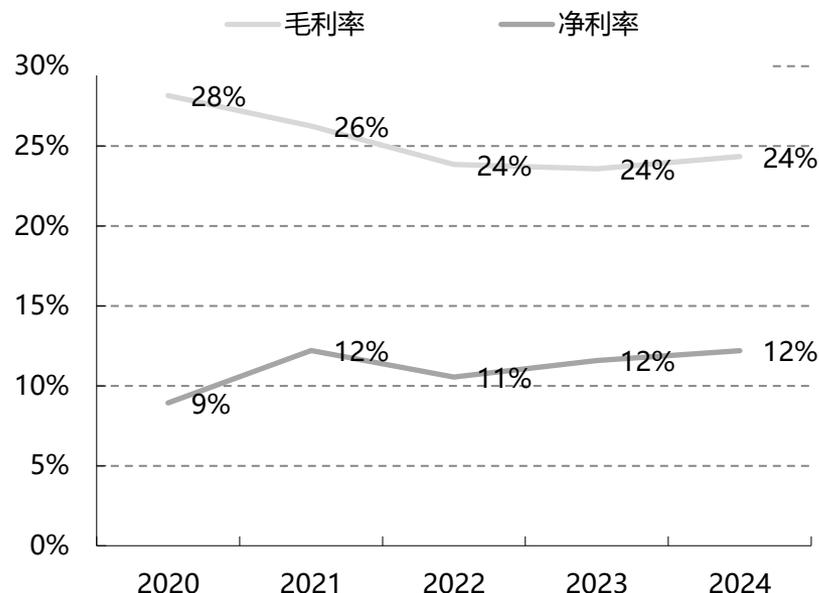


◆ **公司为全球结构件龙头，龙头地位稳固，盈利持续维持高水平。** 公司为全球结构件龙头企业，出货量份额近50%，当前在宁德中份额维持40%+，并且在二线电池厂中维持较高份额，24年起海外客户明显起量，国内及海外市场全面开花，充分享受行业增长，公司龙头地位稳固。公司盈利能力稳定，每年收入净利稳定增长。公司24年收入120亿，同增14%，归母净利15亿元，同增23%，21年后毛利率稳定25%左右，净利率维持10%+，每年稳中有升，盈利能力稳定，且大幅高于竞争对手。

图：科达利年度收入与利润（亿元）



图：科达利毛利率与净利率走势



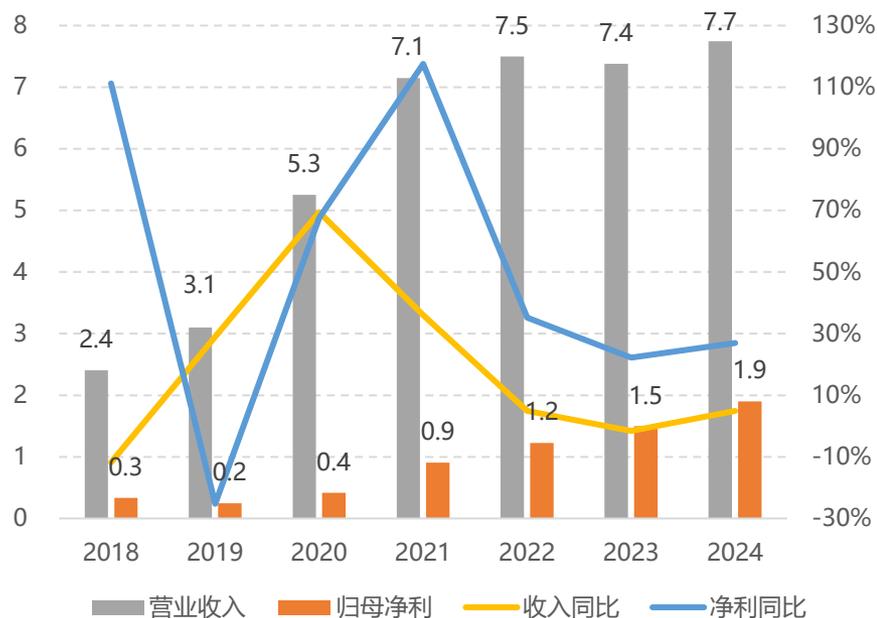
- ◆ **盟英技术团队领先，科达利生产制造管理能力优异，强强联合打开谐波市场。**与台湾盟立合资成立科盟，持股比例40%，在江门建立5万台产能，技术来自台湾盟立，而生产制造管理由科达利负责，双方优势互补。
- ◆ **从工业到人形，客户全面对接，预计25年快速形成5千万收入。**25Q2已形成江门基地已形成5万台产能。公司率先在工业机器人领域出货，同时积极对接国内及北美客户。目前在手订单已超5k万，主要来自工业机器人，且已进入国内机器人如众擎等供应链，25年预计可贡献5k万+收入，26年有望超1亿。
- ◆ **公司专注轻量化参数，发布PEEK材料、铝钢材料等新谐波减速器产品，重力扭力比领先。**公司发布七款机器人核心传动技术新品，涵盖轻量化、结构紧凑、扭矩/重量比与高精度&高负载稳定性四大技术方向，其中公司行业内首发PEEK材料谐波减速器，可将传统谐波的扭力重量比提高74%，重量降低至0.2kg，更加适配人形机器人需求。

图：公司发布新型产品

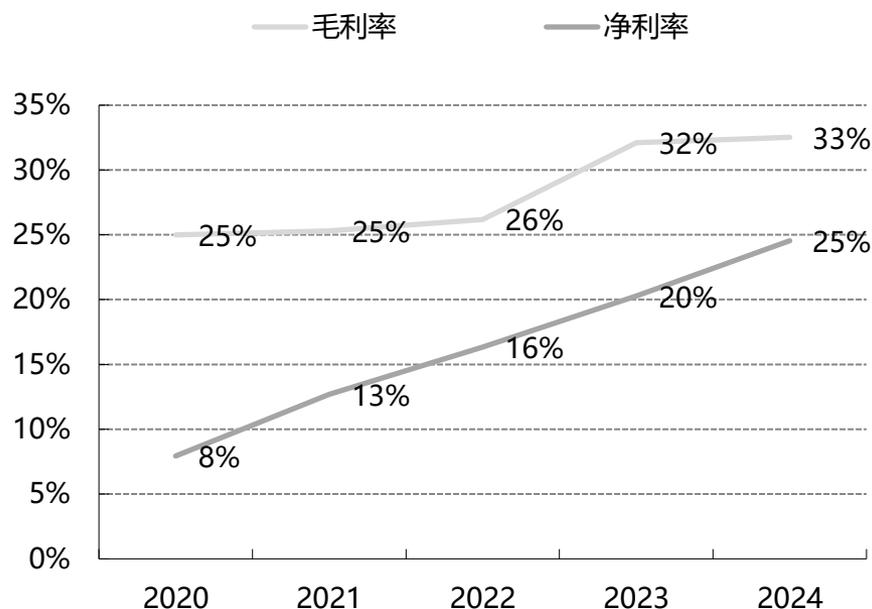
产品	参数	参数对比	适用关节
铝钢复合谐波减速机	更轻33%↓	0.81kg→0.54kg	肩
	扭矩/重量比50%↑		
PEEK复合材料轻量化谐波减速机	更轻61%↓	0.52kg→0.206kg	腕、肘
	扭矩/重量比74%↑		
具扭力限制减速机	抗冲击性↑	损伤率降低90%	肩
	<5ms瞬间跳脱保护		
轻量化摆线减速机	更轻73%↓	重量：6.0kg→1.62kg	膝、踝
	扭矩/重量比51%↑		
	传动效率90%↑		
渐开线少齿差减速机	扭矩/重量比42%↑	重量：9.0kg→3.3kg	腰、髋
	刚性2.5倍↑		
内藏式电机模组	体积61.5%↓	重量：1.9kg	颈
薄型马达关节模块#32型	尺寸缩小40%	重量：2.46KG	颈
	峰值扭矩提升20%		

- ◆ **公司深耕汽车轴承制造，专注海外车后市场。**公司成立于2004年，专注于汽车轴承的研发、生产和销售，主要产品包括轮毂轴承单元、轮毂轴承、离合器、涨紧轮及惰轮轴承、圆锥轴承四大类，覆盖汽车制动系统、传动系统、动力系统以及工程机械、农机等非汽车领域。公司将业务聚焦海外车后市场，不断参加全球汽配展会，积累了NAPA、辉门等海外优质客户，在北美、欧洲、亚洲等主要全球车后市场中具有较高知名度和市场竞争力，24年海外收入占比为68%。
- ◆ **收入及盈利稳健增长，盈利水平持续改善。**公司24年收入7.7亿，同增5%，归母净利1.9亿，同比增长27%，公司产品降本+优质海外客户占比提升+规模效应，公司毛利率/归母净利率持续改善，24年毛利率33%，净利率提升至25%。

图：斯菱股份年度收入与利润（亿元）

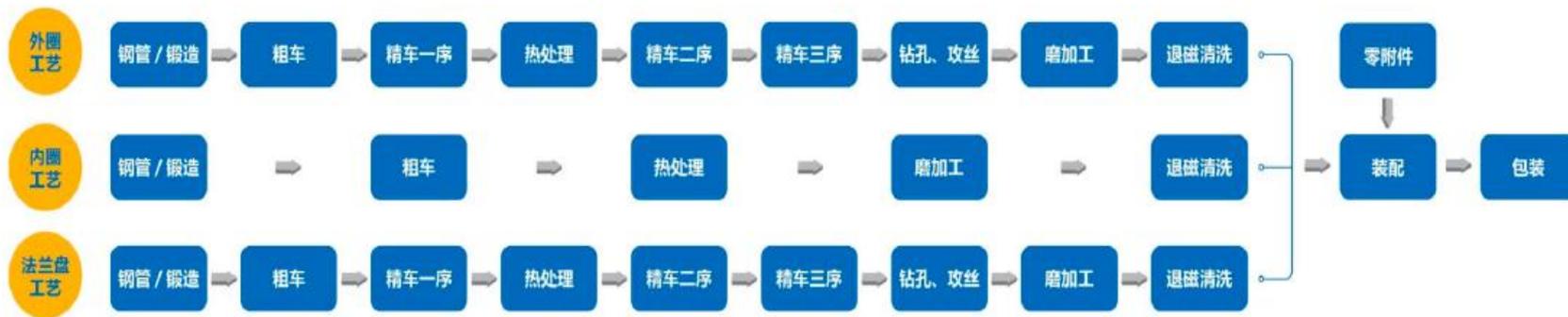


图：斯菱股份毛利率与净利率走势



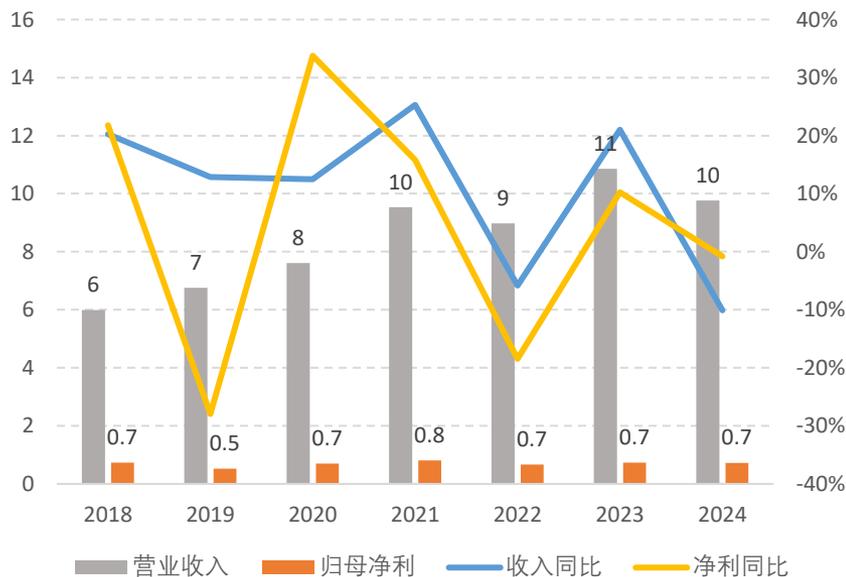
- ◆ **布局谐波减速器，工艺、设备、材料全面对标哈默纳克。** 24年4月公司正式成立机器人零部件事业部，聚焦谐波减速器，形成规模后，后续再拓展丝杆等领域。公司轴承制造工艺与谐波减速器有一定共通性，公司技术积累可迁移至柔轮加工，且谐波减速器的前道和部分后道设备可以与汽车轴承实现共用，公司享受一定后发优势。此外，公司工艺、设备、原材料均对标哈默纳克，采用滚齿工艺，设备进口日本，钢轮采用球墨铸铁。
- ◆ **谐波减速器首条产线已投产，并在在建第二条，合计产能20万台，聚焦人形市场。** 公司拟投资1.17亿建设机器人生产基地（实际资本开支0.7亿），机器人零部件智能化技术改造项目已实现首条产线投产工作，产能达到10万台，第二条产线建设正在规划中，预计今年上半年开始建设，预计可实现年产10万套谐波。客户方面，工艺已经积极送样国内外客户。

图：公司生产工艺前后道部分与谐波减速器共通

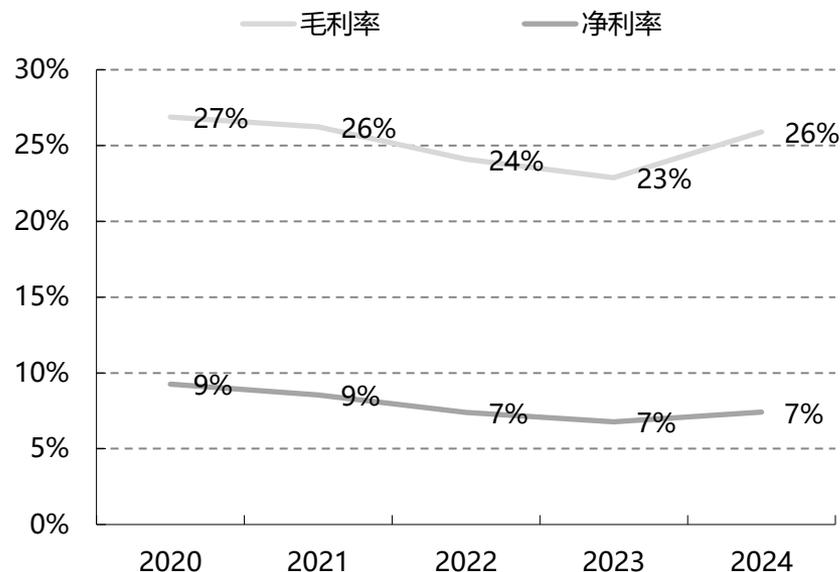


- ◆ **深耕电机及减速器领域，成长为多种减速器+电机+驱动器的一体化公司。**公司前身为慈溪市中大电机厂，以电机制造起家，逐步向减速器领域拓展，08年起开发高精度行星减速器，16年起开发谐波减速器，20年实现谐波减速器批量供货，21年开始研发伺服驱动器，当前形成了减速器、电机、驱动器一体化业务平台。
- ◆ **受通用机械市场需求影响，收入及盈利水平基本稳定。**公司24年收入9.8亿，同降10%，归母净利0.7亿，同降1%，20年开始毛利率基本稳定25%左右，随着通用机械市场需求回暖，及新产品放量，公司收入体量有望恢复增长。

图：中大力德年度收入与利润（亿元）



图：中大力德毛利率与净利率走势



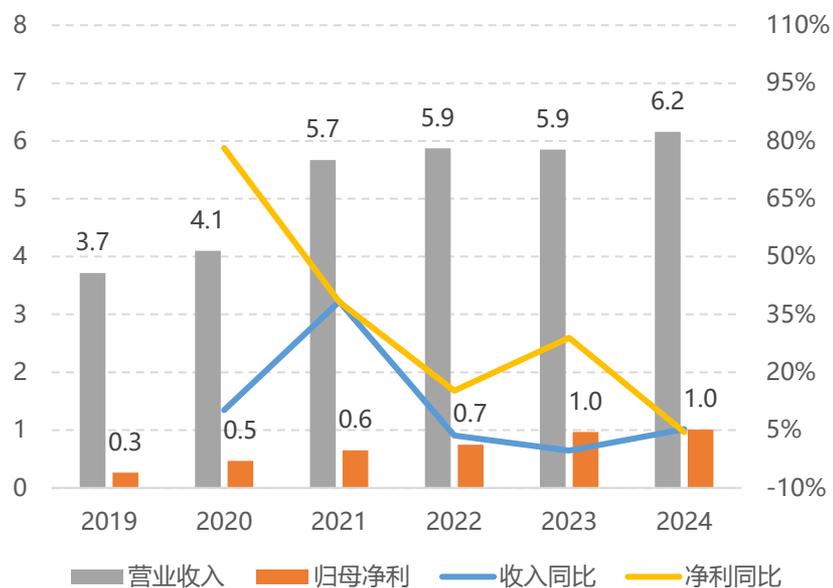
- ◆ **公司具备多种减速器生产能力，人形机器人领域行星减速器+谐波减速器同步推进。**公司深耕精密减速器行业，24年减速器收入2.4亿元，同比增长1%，占收入比重25%，公司同时具备行星减速器、谐波减速器和RV减速器生产能力，行星减速器开拓智元、傅里叶等客户，谐波产品已在工业机器人上大规模应用，人形机器人客户积极送样推进中。
- ◆ **公司已形成5万台谐波减速器产能，拟投资1.75亿推进产能布局。**公司已形成年产能超过5万台的谐波减速器生产能力，此前公司召开董事会审议变更募集资金用途事项，新增“智能执行单元及大型RV减速器生产线项目”，合计投入资金1.75亿元。产能规划有序推进，积极推进人形机器人零部件布局。

图：中大力德减速器产品参数

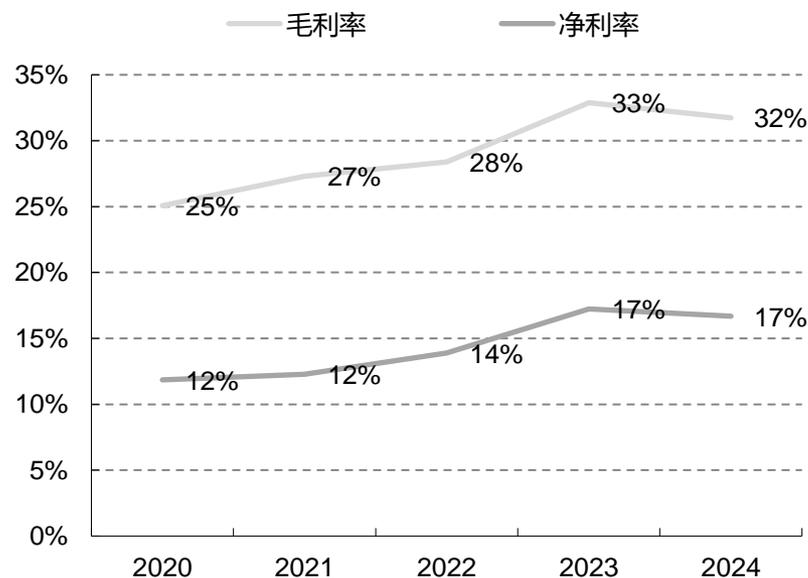
产品	扭转刚度 (N·m/Arc·min)	转动精度 (Arc·min)	体积 (mm)	重量 (kg)	单级速比
行星减速器	25	≤3	115*186	7.8	3~10
RV 减速器	49	1	123*65	4.7	41,57,81,105,121,141,161
谐波减速器	8.7	≤1.5	110*55	2.1	50,80,100,120

- ◆ **公司深耕电磁制动器行业，在谐波减速器已有积累，21年实现大规模量产。**公司深耕电磁制动器行业，应用于自动化设备，行业需求相对稳定全球份额约30%，具备300万套产能，未来逐步扩建390万套产能。公司在谐波减速器领域已积累多年，从2012年开始为以色列伟创力代工谐波减速器刚轮，2019年开始送样谐波减速器测试，2021年实现产品量产。目前谐波减速器客户已超过60个。
- ◆ **公司收入盈利稳定增长，谐波减速器已实现3千万收入。**公司24年收入6亿元，同增5%，归母净利1亿，同增4%，毛利率稳定30%+，其中谐波减速器收入0.3亿元，占比5.6%，实现快速增长。

图：瑞迪智驱年度收入与利润（亿元）

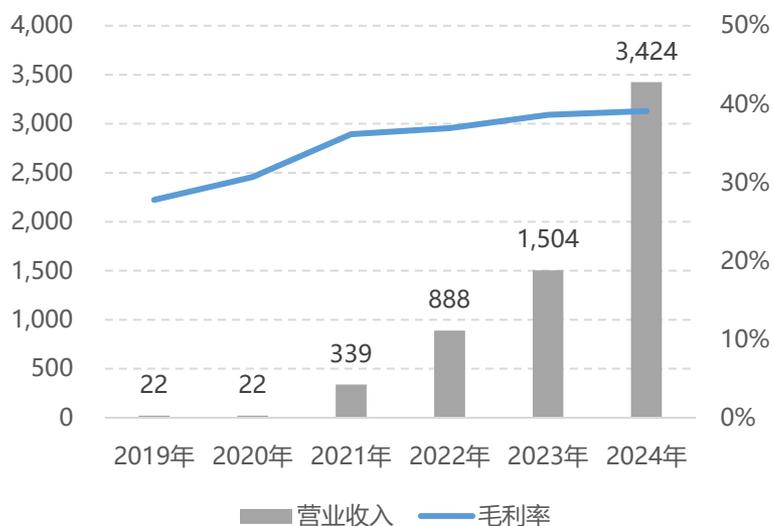


图：瑞迪智驱毛利率与净利率走势

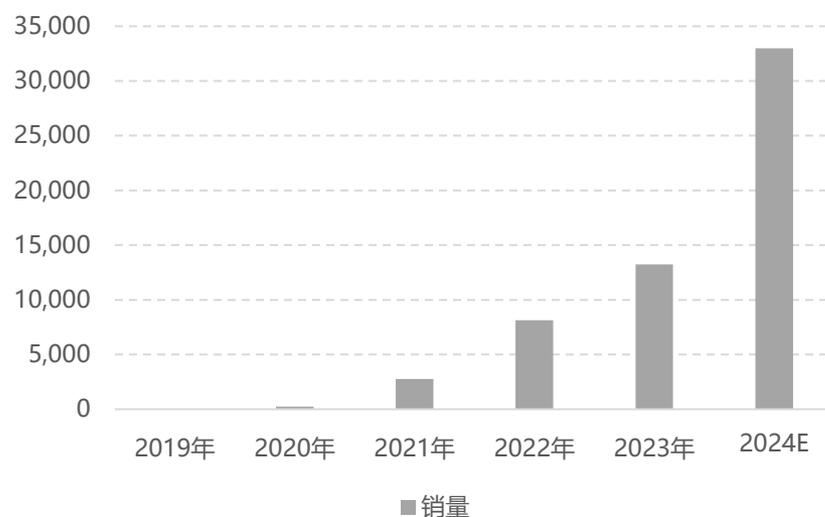


- ◆ **独创RH齿形，可实现重负载+长寿命场景。**公司独创“RH”齿形，具有连续多圆弧啮合曲面的特点，能适应较大弹性变形。在承受大载荷时，同时啮合的齿数大于36%，适用于机器人的大负载场景。公司自主研发的谐波减速机产品凭借长寿命重载型谐波减速机工艺制造技术和产品开发测试及应用验证技术，较好解决了谐波减速机存在振动、噪音、重复定位精度低、一次装配合格率低等一系列行业痛点。
- ◆ **当前谐波产能3万台+，深耕服务机器人，并计划新增12万台产能，积极拓展人形机器人市场。**公司现有产能3万台+，已实现满产满销，计划新增产能12万套，预计26年投产释放。公司客户已绑定中科新松、钛虎等，二者为公司主要客户，同时公司积极拓展人形机器人客户，产品送样测试中。

图：瑞迪智驱谐波减速器收入（万元）



图：瑞迪智驱谐波减速器销量（台）



## Part4 投资建议与风险提示

- ◆ **投资建议：**人形机器人产业爆发确定性强，2027年谐波减速器或供不应求，看好率先绑定龙头客户，特别是海外大客户企业，并看好技术和工程化能力强的新进入，未来可在行业获一席之地。推荐标的**绿的谐波**（国内谐波龙一，海外客户对接进展快）、**科达利**（工程化能力强、且具备客户基础）、**斯菱股份**（工艺协同）、**双环传动**（协同、客户优势）、**中大力德**（多种减速器协同），并建议关注中鼎股份、美湖股份、大族激光、汉宇集团、瑞迪智驱、隆盛科技、国茂股份、翔楼新材、昊志机电、丰光精密、丰立智能等。

图表：重点公司估值表（截至2025年5月29日收盘价，未评级标的盈利预测来自wind一致预期）

板块	证券代码	名称	总市值 (亿元)	股价/元	归母净利润 (亿元)			PE			PE现值	PB现值	评级	总股本 (亿股)	来源
					2024A	2025E	2026E	2024A	2025E	2026E					
执行器	002050.SZ	三花智控	992	26.57	31.0	38.1	46.2	32	26	21	30	5.1	买入	37.32	东吴
	601689.SH	拓普集团	879	50.60	30.0	35.5	44.6	29	25	20	30	3.9	买入	17.38	东吴
	300432.SZ	富临精工	218	17.83	4.0	9.6	15.4	55	23	14	45	4.8	买入	12.21	东吴
减速器	002850.SZ	科达利	312	114.04	14.7	18.8	23.2	21	17	13	20	2.6	买入	2.74	东吴
	688017.SH	绿的谐波	216	118.02	0.6	1.0	1.4	385	209	150	384	6.3	买入	1.83	东吴
	301550.SZ	斯菱股份	182	114.00	1.9	2.2	2.6	96	82	71	96	10.5	买入	1.60	东吴
	603809.SH	豪能股份	122	14.68	3.2	4.3	5.4	38	29	23	35	4.2	未评级	8.34	Wind
	301596.SZ	瑞迪智驱	68	123.67	1.0	-	-	68	-	-	68	8.0	未评级	0.55	Wind
	002472.SZ	双环传动	276	32.60	10.2	12.6	15.2	27	22	18	26	3.0	未评级	8.48	Wind
	002896.SZ	中大力德	115	75.96	0.7	0.9	1.1	158	130	106	156	9.6	未评级	1.51	Wind
	000887.SZ	中鼎股份	235	17.85	12.5	16.4	18.7	19	14	13	18	1.8	未评级	13.16	Wind
	603319.SH	美湖股份	89	36.77	1.7	2.6	3.1	54	35	28	51	3.6	未评级	2.43	Wind
	002008.SZ	大族激光	247	23.45	16.9	11.4	15.0	15	22	16	28	1.6	未评级	10.52	Wind
	300403.SZ	汉宇集团	93	15.44	2.3	-	-	40	-	-	40	4.6	未评级	6.03	Wind
	301596.SZ	瑞迪智驱	68	123.67	1.0	-	-	68	-	-	68	8.0	未评级	0.55	Wind
	300680.SZ	隆盛科技	97	41.88	2.2	3.2	4.2	43	31	23	42	5.0	未评级	2.31	Wind
	603915.SH	国茂股份	100	15.16	2.9	3.2	3.8	34	31	26	37	2.7	未评级	6.59	Wind
	301160.SZ	翔楼新材	68	84.43	2.1	2.4	3.0	33	28	23	33	4.0	未评级	0.81	Wind
300503.SZ	昊志机电	66	21.65	0.8	-	-	80	-	-	79	5.5	未评级	3.06	Wind	
430510.BJ	丰光精密	44	24.04	0.2	0.3	0.3	210	177	140	342	11.1	未评级	1.84	Wind	
301368.SZ	丰立智能	74	61.27	0.2	0.3	0.8	438	216	97	486	7.5	未评级	1.20	Wind	

- ◆ **人形机器人推广不及预期风险。**人形机器人的推广受到现有技术、用户接受度、具体应用场景需求等多方面的影响，商业化进度具有不确定性，可能对产业链产生不利影响。
- ◆ **特斯拉人形机器人量产进展不及预期风险。**特斯拉人形机器人的量产对于行业具有引领作用，若其量产时间点继续推后，对于上游供应商将产生不利影响。
- ◆ **产业链降本不及预期风险。**目前人形机器人方案成本较高，各核心零部件均有较大降本空间，降本进度不及预期将影响下游大规模应用。
- ◆ **行业关键技术突破不及预期风险。**人形机器人软件、硬件相关关键技术尚在研发当中，需要实现技术突破才能使机器人性能、成本满足需求。
- ◆ **市场竞争加剧风险。**人形机器人未来商业价值显著，正处于持续投入、激烈竞争阶段，新进入者入局可能使公司面临竞争加剧的风险。

东吴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。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

在法律许可的情况下，东吴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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

## 东吴证券投资评级标准

资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证50指数），具体如下：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，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。

东吴证券研究所  
苏州工业园区星阳街5号  
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

# 东吴证券 财富家园