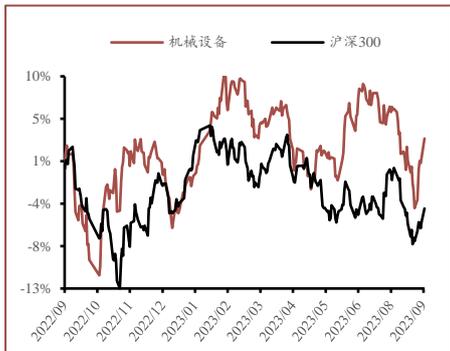


投资评级:看好(维持)

最近 12 月市场表现



分析师 余炜超

SAC 证书编号: S0160522080002

shewc@ctsec.com

分析师 刘俊奇

SAC 证书编号: S0160523060002

liujq@ctsec.com

相关报告

1. 《IMU 行业深度研究报告》 2023-08-24
2. 《空心杯电机行业深度研究报告》 2023-08-10
3. 《丝杠行业深度研究报告》 2023-07-28

行业成长性较好，国产化替代空间巨大

核心观点

- ❖ **精密减速器是机器人关键元件，国产技术稳步突破：**减速器是用于将原动机的高转速转变为工作机的低转速的传动装置，精密减速器具有回程间隙小、精度较高、使用寿命长、稳定性高等特点，通常在数控机床、机器人、航空航天等领域有应用。机器人为精密减速器最主要下游，而精密减速机也是工业机器人的核心部件，占工业机器人成本的 30%。精密减速器的精度决定了机器人的质量，而精密减速器的寿命决定了机器人的效率和寿命。近年来，以绿的谐波为首的国内厂商在谐波减速器技术实现了自主性的突破，绿的谐波跳出了传统上以 willis 定理为基础的渐开线齿轮设计理论，基于曲线/面的几何映射理论退出共轭齿形，并研发出“P”齿形，而来福谐波研发出了“δ”齿形，国内企业在技术上逐步突破。
- ❖ **行业集中度高，行业成长空间巨大：**根据我们测算，我国 2022 年工业机器人减速器市场规模达 67.5 亿元，2027 年我国工业机器人减速器市场规模为 130 亿元。日本占据主要市场，2020 年 Harmonic、Nabtesco、SUMITOMO 的全球市占率为 60%、15%和 10%，三家日本企业占据全球 85%的份额。Harmonic 在谐波减速器中占有领先地位，Nabtesco 在 RV 减速器领域具有竞争优势。2020 年中国劳动力人口数量占总人口比重为 58.4%，劳动年龄人口的数量和比重自 2015 年起连续多年出现双降。同时我国出生率也持续下降，工业机器人和服务机器人将成为制造业持续发展和提升生活水平的重要工具，半导体、医疗器械等减速器下游也将保持稳定增长，精密减速器行业将持续增长。2022 年特斯拉人型机器人引起了社会的广泛关注，远期来看，人形机器人可为精密减速器带来百亿以上的市场增量。
- ❖ **投资建议：**精密减速器是机器人的核心部件，随着机器人行业的发展，以及制造业自动化水平的提升，精密减速器具有较好的成长性。全球精密减速器市场主要被外资品牌占据，国内企业具有巨大的替代空间。建议关注国内谐波减速器龙头厂商绿的谐波，国内 RV 减速器领先制造商双环传动，以及中大力德、秦川机床、丰立智能等精密减速器核心制造商。
- ❖ **风险提示：**制造业恢复不及预期；国产化替代进程不及预期；行业竞争加剧。

表 1：重点公司投资评级：

代码	公司	总市值 (亿元)	收盘价 (09.04)	EPS (元)			PE			投资评级
				2022A	2023E	2024E	2022A	2023E	2024E	
002472	双环传动	294.25	34.50	0.73	0.94	1.23	34.86	36.81	27.97	未覆盖
688017	绿的谐波	199.72	118.41	0.92	1.72	2.34	105.06	68.84	50.60	增持
002896	中大力德	56.81	37.58	0.47	0.53	0.67	48.11	70.57	56.25	未覆盖
000837	秦川机床	131.89	13.06	0.31	0.29	0.40	31.43	44.36	32.26	未覆盖
301368	丰立智能	62.64	52.16	0.50	0.64	0.84	39.80	81.36	62.02	未覆盖

数据来源：wind 数据，财通证券研究所（未覆盖公司预测数据来自 wind 一致预期）

## 内容目录

1	精密减速器是机器人关键元件，国产技术稳步突破.....	7
1.1	精密减速器是机器人关键元件.....	7
1.2	谐波减速器与RV减速器各有优劣，国产技术稳步突破.....	13
2	工业机器人减速器集中度高，日本占据领先地位.....	22
3	自动化设备需求赋予行业成长驱动力，人形机器人或带来新增量.....	29
4	重点上市公司.....	35
4.1	双环传动.....	35
4.2	绿的谐波.....	38
4.3	中大力德.....	40
4.4	秦川机床.....	43
4.5	丰立智能.....	45
4.6	国茂股份.....	47
5	投资建议.....	49
6	风险提示.....	49

## 图表目录

图 1. 减速器概念.....	7
图 2. 精密减速器分类.....	8
图 3. 中国精密减速器下游应用占比.....	8
图 4. 2017-2022 年中国半导体设备市场规模(亿元).....	8
图 5. 2017-2022 年中国数控机床市场规模(亿元).....	8
图 6. 2017-2023 年中国医疗器械市场规模(亿元).....	8
图 7. 工业机器人成本占比（做轴）及毛利率（右轴）.....	9
图 8. 国内工业机器人核心零部件技术情况.....	9
图 9. 工业机器人机械结构.....	10
图 10. 精密减速器在工业机器人的应用位置.....	10
图 11. 谐波减速器与RV减速器市场规模比.....	10
图 12. 2014-2020 中国精密减速器需求量(万台).....	10
图 13. 全球机器人精密减速器占比.....	10

图 14. 机器人减速器产业链.....	12
图 15. 机器人减速器成本构成.....	13
图 16. 谐波减速器结构图.....	14
图 17. 谐波减速器工作原理.....	14
图 18. 谐波减速器相关技术专利分布(项).....	15
图 19. 全球谐波减速器技术专利申请量(项).....	16
图 20. 中国谐波减速器技术专利申请量(项).....	16
图 21. Harmonic“S”齿形的啮合过程示意图.....	16
图 22. 来福谐波“δ”齿轮示意图.....	16
图 23. 绿的谐波“P”齿形与国外齿形的比较示意图.....	17
图 24. RV 减速器结构图.....	18
图 25. RV 减速器总体设计方案.....	18
图 26. RV 减速器工作原理.....	18
图 27. 全球 RV 减速器技术专利申请量(项).....	19
图 28. 中国 RV 减速器技术专利申请量(项).....	19
图 29. 国外 RV 减速器相关技术专利分布(项).....	20
图 30. 国内 RV 减速器相关技术专利分布(项).....	20
图 31. RV 减速器主要工艺流程图.....	20
图 32. RV 减速器和谐波减速器传动效率对比.....	21
图 33. 2020 年全球机器人减速器市场格局.....	23
图 34. 2021 年全球谐波减速器市场格局.....	23
图 35. 中国精密行星减速器市场份额.....	23
图 36. 2020-2021 年中国谐波减速器市场格局.....	25
图 37. 2020-2021 年中国 RV 减速器市场格局.....	25
图 38. Harmonic 发展历程.....	25
图 39. 2014-2021 年 Harmonic 营业收入(亿日元).....	26
图 40. 2021 年 Harmonic 收入结构.....	26
图 41. 2004-2021 年 Harmonic 下游订单结构(%).....	26
图 42. Harmonic 主要产品.....	27
图 43. Nabtesco 发展历程.....	27
图 44. 2017-2022 年 Nabtesco 营业收入(亿日元).....	28
图 45. 2022 年 Nabtesco 收入结构.....	28
图 46. 2017-2022 年 Nabtesco 组件解决方案营业收入(亿日元).....	28

图 47. 2017-2022 年 Nabtesco 在华营业收入(亿日元).....	28
图 48. Nabtesco 主要精密减速器产品.....	29
图 49. 2011-2025 年全球工业机器人安装量(千台).....	30
图 50. 2011-2021 年全球工业机器人保有量(千台).....	30
图 51. 2018-2025 年不同地区工业机器人安装量(千台).....	30
图 52. 协作机器人与传统机器人的市场份额对比(千台).....	30
图 53. 2021 年全球前 15 大地区机器人安装量(千台).....	30
图 54. 2011-2021 年中国工业机器人安装量(千台).....	30
图 55. 2011-2020 年中国劳动力人口(万人)及占比.....	31
图 56. 1962-2022 年中国人口自然增长率和出生率(‰).....	31
图 57. 2000-2022 年中国 65 岁以上人口占比.....	31
图 58. 2011-2021 年全国城镇就业人员平均工资(元).....	31
图 59. 2021-2022 年中国服务机器人月度产量(套).....	32
图 60. 2016-2023 年中国服务机器人市场规模(亿元).....	32
图 61. 1998-2021 年中国金属切削机床产量(万台)及增速.....	33
图 62. 2020-2022 年中国半导体制造设备月度进口额(万元).....	34
图 63. 2022 年 H1 中国半导体设备国产市场集中度.....	34
图 64. 2014-2021 年中国医疗仪器及器械进口额(亿美元).....	34
图 65. 中国高端医疗器械主要领域国产化率.....	34
图 66. 双环传动精密减速器发展历程.....	36
图 67. 2022 年双环传动收入结构.....	37
图 68. 双环传动减速器及其他业务营收(万元)及占比.....	37
图 69. 双环传动营业收入(亿元)及增速.....	37
图 70. 双环传动归母净利润(亿元)及增速.....	37
图 71. 双环传动毛利率与净利率.....	38
图 72. 2022 年绿的谐波收入结构(按产品分类).....	39
图 73. 2022 年绿的谐波收入结构(按应用分类).....	39
图 74. 绿的谐波营业总收入(万元)及增速.....	39
图 75. 绿的谐波归母净利润(万元)及增速.....	39
图 76. 绿的谐波毛利率与净利率.....	39
图 77. 绿的谐波海外收入(万元)及占比.....	40
图 78. 中大力德发展历程.....	41
图 79. 中大力德主要产品.....	41

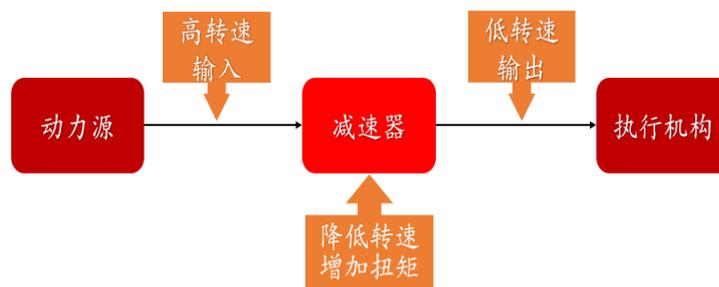
图 80. 2022 年中大力德收入结构.....	42
图 81. 中大力德营业收入(亿元)及增速.....	42
图 82. 中大力德归母净利润(万元)及增速.....	42
图 83. 中大力德毛利率与净利率.....	43
图 84. 中大力德海外收入(万元)及收入占比.....	43
图 85. 2022 年秦川机床收入结构.....	44
图 86. 秦川机床营业收入(亿元)及增速.....	44
图 87. 秦川机床归母净利润(亿元)及增速.....	44
图 88. 秦川机床毛利率与净利率.....	45
图 89. 2022 年丰立智能收入结构.....	46
图 90. 丰立智能营业收入(亿元)及增速.....	46
图 91. 丰立智能归母净利润(万元)及增速.....	46
图 92. 丰立智能毛利率与净利率.....	46
图 93. 丰立智能海外收入(万元)及收入占比.....	47
图 94. 公司发展历程.....	48
图 95. 国茂股份核心子公司.....	48
表 1. 减速器分类.....	7
表 2. 精密减速器对比.....	11
表 3. 各类工业机器人对精密减速器的需求量(台).....	11
表 4. 数控机床对精密减速器的需求量(台).....	12
表 5. RV 减速器和谐波减速器主流技术指标对比.....	21
表 6. 国内外主要 RV 减速器和谐波减速器技术指标对比.....	22
表 7. 工业机器人减速器市场测算.....	23
表 8. 国内外精密减速器重点企业介绍.....	24
表 9. 中国国内机器人行业主要政策概况.....	32
表 10. 国内外主要人形机器人对比.....	35
表 11. 人形机器人减速器市场弹性测算.....	35

## 1 精密减速器是机器人关键元件，国产技术稳步突破

### 1.1 精密减速器是机器人关键元件

减速器又称减速机，是一种动力传达机构。减速器主要用于将电动机的高转速转变为工作机的低转速，其原理是将电动机、内燃机等高速旋转的动力源通过减速器的输入轴上齿数少的齿轮啮合输出轴上的大齿轮从而实现降低转速，提高扭矩的作用。在工业制造中，各种机械设备的运转都需要传动系统，而减速机是传动系统的重要组成部分，因此应用非常广泛。

图1.减速器概念



数据来源：国茂股份招股说明书，财通证券研究所

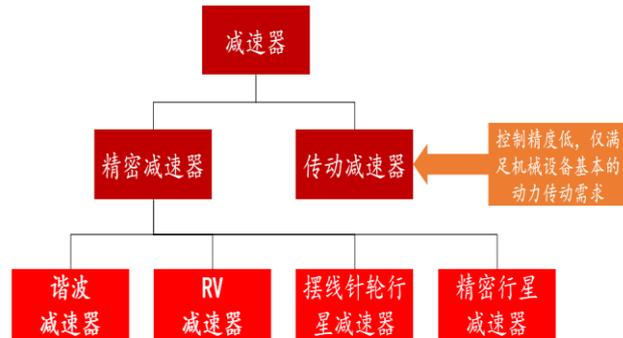
减速器可根据传动精度、传动类型、传动级数、齿轮形状和传动布置形式等方式分类。根据传动类型的不同，通用减速器可以分为齿轮减速器、蜗杆减速器、行星齿轮减速器、摆线针轮减速器等，根据传动级数的不同可以分为单级减速器和多级减速器。根据精度不同可以分为一般传动减速器和精密减速器，精密减速器具有回程间隙小、精度较高、使用寿命长、稳定性高等特点，通常在数控机床、机器人、航空航天等领域有应用，精密减速器包括谐波减速器、RV 减速器、摆线针轮行星减速器、精密行星减速器等。

表1.减速器分类

分类依据	减速器种类
传动类型	齿轮减速器
	蜗杆减速器
	行星齿轮减速器
传动级数	单级减速器
	多级减速器
齿轮形状	圆柱齿轮减速器
	圆锥齿轮减速器
	圆锥-圆柱齿轮减速器
传动布置形式	展开式减速器
	分流式减速器
	同轴式减速器

数据来源：前瞻产业研究院，财通证券研究所

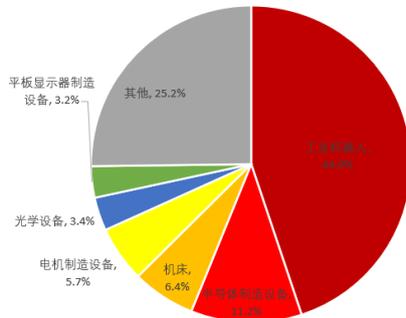
图2.精密减速器分类



数据来源: 亿欧智库:《2022 中国工业机器人市场研究报告》, 财通证券研究所

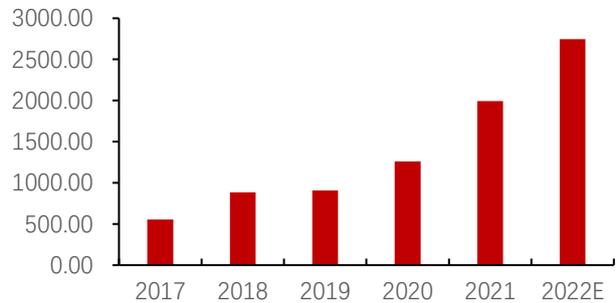
机器人为精密减速器最主要下游, 半导体设备、数控机床和医疗器械等领域也是重要下游应用。根据观研天下数据, 我国精密减速器下游包括工业机器人、半导体制造设备、平板显示制造设备、电机制造设备、机床等, 其中工业机器人占比 44.9%, 是最大的下游应用。半导体、数控机床和医疗器械等领域作为精密减速器的下游市场, 其庞大的市场规模可带动精密减速器需求的较快增长, 使得精密减速器厂商下游客户多点开花, 减少客户集中度, 提升产品议价能力。

图3.中国精密减速器下游应用占比



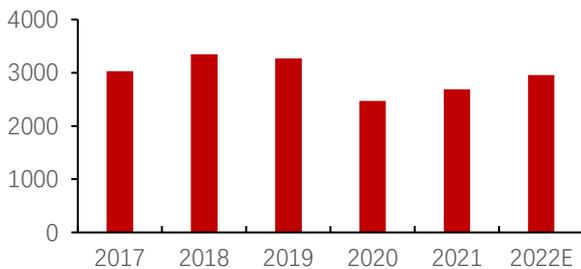
数据来源: 观研天下, 财通证券研究所

图4.2017-2022 年中国半导体设备市场规模(亿元)



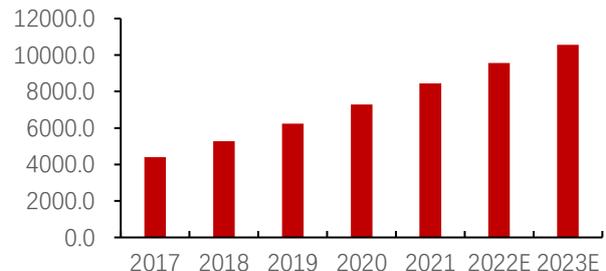
数据来源: SEMI, 中商产业研究院, 财通证券研究所

图5.2017-2022 年中国数控机床市场规模(亿元)



数据来源: 中商产业研究院, 财通证券研究所

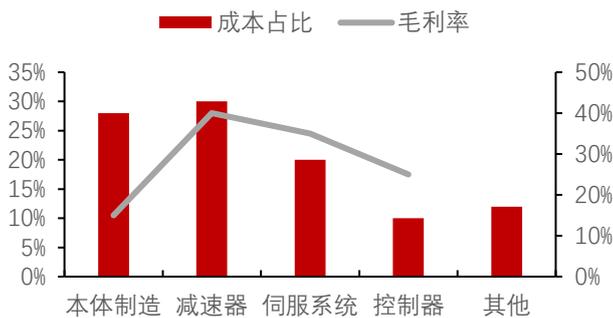
图6.2017-2023 年中国医疗器械市场规模(亿元)



数据来源: 中商产业研究院, 财通证券研究所

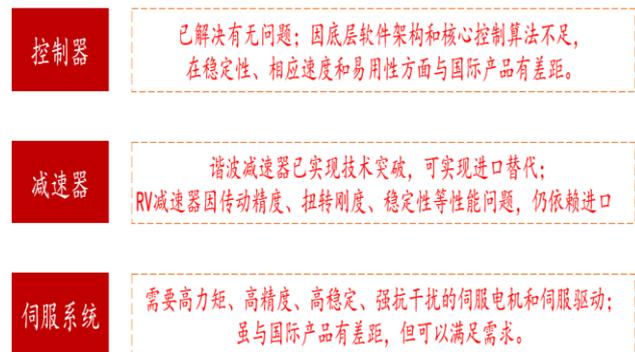
精密减速器是工业机器人的核心部件，成本占比 30%。机器人上游核心部件主要包括是减速器、伺服系统和控制器，其中减速器占机器人成本的 30%，伺服系统占成本的 20%，控制器占成本的 10%，减速器是价值量最大的核心部件。控制器、伺服系统和谐波减速器国内厂商已经实现突破，目前 RV 减速器仍然大量依靠进口。目前减速器的毛利率约 40%，高于伺服系统/控制器和本体制造，且目前减速器仍然具有较高的技术壁垒。

图7.工业机器人成本占比（做轴）及毛利率（右轴）



数据来源：亿欧智库：《2022 中国工业机器人市场研究报告》，财通证券研究所

图8.国内工业机器人核心零部件技术情况

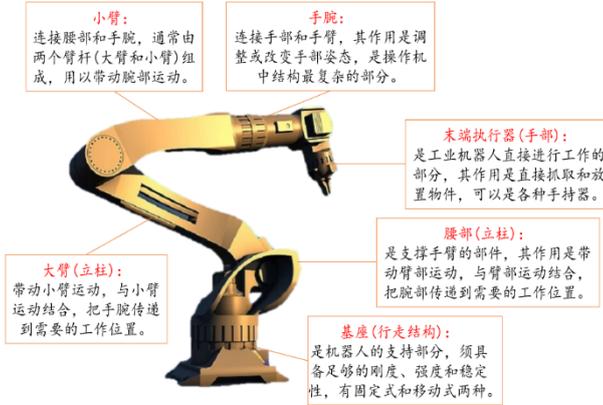


数据来源：亿欧智库：《2022 中国工业机器人市场研究报告》，财通证券研究所

精密减速器的核心在于寿命和精度。寿命包含精度寿命和使用寿命，其中精度寿命是指在特定的精度要求之内可使用时长，而使用寿命是产品的全生命周期时长；精度侧重于背向间隙等主要技术指标应当满足要求。作为机器人的关键零部件，精密减速器的精度决定了机器人的质量，而精密减速器的寿命决定了机器人的效率和寿命。

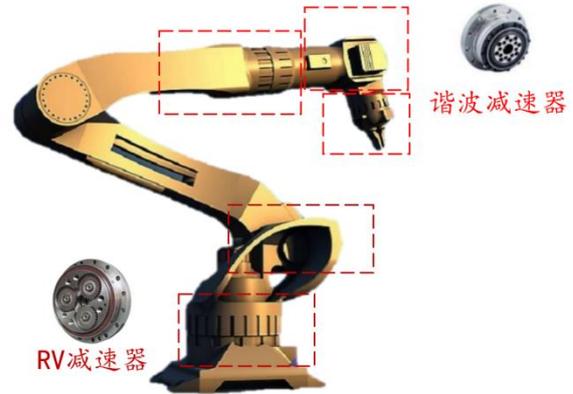
工业机器人主要使用谐波减速器和 RV 减速器。根据中商产业研究院数据，全球机器人减速器市场中，RV 减速器和谐波减速器分别占据 40% 的市场，精密行星齿轮减速器等占据 20% 的市场。工业机器人通常每个关节均需要配置 1 个减速器，以此满足精准控制的目的。谐波减速器和 RV 减速器是工业机器人主要应用的减速器种类，通常 RV 减速器会用于工业机器人的基座/大臂等部位，即用于 20kg 以上的机器人关节。而谐波减速器会应用在工业机器人的小臂/腕部或则手部等轻负载位置，即用于 20kg 以下的机器人关节或大型机器人末端的几个轴。2021 年谐波减速器与 RV 减速器的市场规模比为 1:1.6。从减速器需求量来看，RV 减速器和谐波减速器在近年来随着工业机器人行业的发展，需求量呈现增长态势，且两者需求量差额基本维持在 3 万台以内波动；从结构占比来看，两者基本呈现五五开局面，并无较大差异。

图9.工业机器人机械结构



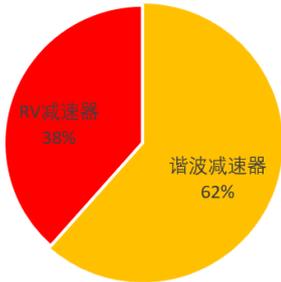
数据来源: 亿欧智库:《2022 中国工业机器人市场研究报告》, 财通证券研究所

图10.精密减速器在工业机器人的应用位置



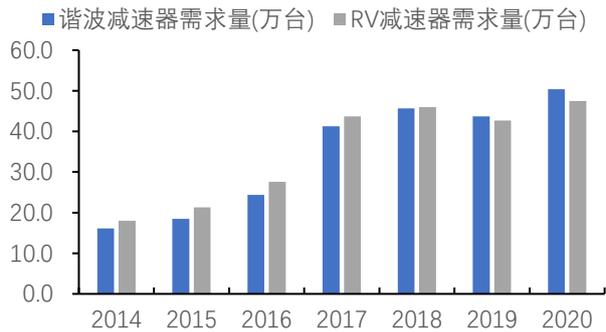
数据来源: 亿欧智库:《2022 中国工业机器人市场研究报告》, 财通证券研究所

图11.谐波减速器与RV减速器市场规模比



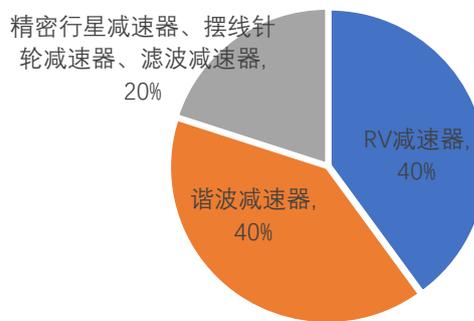
数据来源: 亿欧智库《2022 年中国工业机器人市场白皮书》, 财通证券研究所

图12.2014-2020 中国精密减速器需求量(万台)



数据来源: 华经产业研究院, 财通证券研究所

图13.全球机器人精密减速器占比



数据来源: 中商产业研究院, 财通证券研究所

表2.精密减速器对比

	谐波减速器	RV 减速器	精密行星减速器
结构组成	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
产品性能	体积小、减速比大、精密度高	大体积、高负载能力和高刚度	高刚性、高耐磨性、高扭矩、高传动效率、寿命长
优点	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、寿命长、精度保持稳定、效率高、传动平稳	结构简单，刚性和耐磨性更好
缺点	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，不具有自锁功能	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
应用场景	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、大号、肩部等负载的位置	多用于直角坐标机器人及传统工业自动化
终端领域	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
价格	1000-5000 元/台	5000-8000 元/台	200-2000 元/台

数据来源：绿的谐波招股说明书，华经产业研究院，财通证券研究所

**工业机器人需要配置多个精密减速器。**每台工业机器人的关节需要配置 1 个精密减速器，因此一台工业机器人需要精密减速器的数量为 4~6 台，其中六轴多关节机器人需要 6 台以上减速器，其中谐波减速器 2~3 台，RV 减速器需要 4 台左右；SCARA 机器人需要 2~4 个谐波减速器，DELTA 机器人需要 3 台谐波减速器，SCARA 机器人和 DELTA 机器人基本不需要 RV 减速器；直角坐标机器人需要 4 台减速器，其中 RV 减速器约 3 台。

表3.各类工业机器人对精密减速器的需求量(台)

机器人分类	精密减速器需求量(台)	谐波减速器需求量(台)	RV 减速器需求量(台)
六轴多关节机器人	6-7	2-3	4
协作机器人	6-7	6-7	0
SCARA 机器人	2-4	2-4	0
Delta 机器人	3	3	0
直角坐标机器人	4	1	3
并联机器人	1	1	0
其他	1-2	0.5	1

数据来源：绿的谐波招股说明书，华经产业研究院，财通证券研究所

数控机床等市场同样具有应用潜力。根据绿的谐波招股书数据，单台加工中心及数控铣床可以使用 4 台以上精密减速器，而数控车床/车削中心/数控磨床等可以使用 3 台以上精密减速器，高精度数控回转台以及加工中心的四或五轴需要使用 1~2 台谐波减速器，国内数控机床产量在 30 万台左右，机床领域对精密减速器的应用潜力巨大。此外，光伏设备、医疗设备、航空航天等领域也拥有较大的应用空间。

表4.数控机床对精密减速器的需求量(台)

数控机床领域	精密减速器需求量(台)	谐波减速器需求量(台)
单台加工中心及数控铣床	4+	——
数控机床及车削中心、 数控磨床及放电加工机	3+	——
高精度数控回转台、 加工中心的四或五轴	2+	1-2

数据来源：绿的谐波招股说明书，财通证券研究所

精密减速器产业链上游包括原材料、核心零部件和生产设备三大部分。原材料的主要需求是铜和钢等金属。核心零部件的主要包括轴系部分、箱体部分、减速器附件。从原材料成本来看，直接材料与人工成本分别占成本的 30%左右。精密减速器产业链中游是减速器本体制造，主要生产 RV 减速器和谐波减速器等。精密减速器产业链下游应用领域主要包括工业、服务和人形机器人，半导体设备，数控机床，医疗器械等。

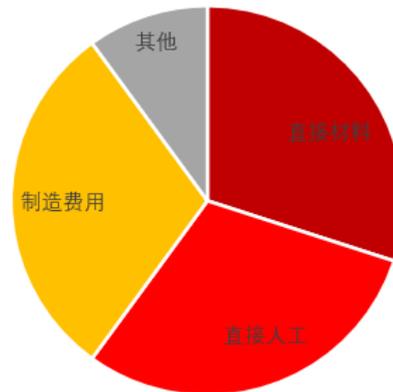
图 14.机器人减速器产业链



数据来源：华经产业研究院，中商产业研究院，财通证券研究所

上游议价能力有限，成本主要集中在人工成本和制造费用。减速器上游主要是铜、钢等原材料和核心零部件；而核心零部件的主要材料也集中在铜、钢等金属。在中国国内铜、钢等金属的产量高且品种丰富，其资源获取难度低，相关企业议价能力较弱。而在中游本体制造中，人工成本和制造费用是减速器成本的主要部分，分别约占总成本的 30%；而其他费用主要包括外协费用等，占产品成本约 10%。

图15.机器人减速器成本构成



数据来源：绿的谐波招股说明书，财通证券研究所

## 1.2 谐波减速器与 RV 减速器各有优劣，国产技术稳步突破

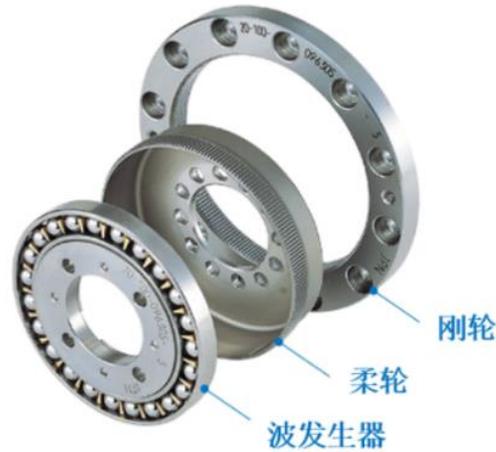
谐波减速器由波发生器、柔轮和刚轮三大基本零件组成。谐波减速器是一种靠波发生器使柔轮产生可控的弹性变形波，通过柔轮与刚轮的相互作用实现运动和动力传递的传动装置。谐波减速器在机器人应用中常用于小臂、腕部和手部等小关节部位。

**(1) 波发生器：**由一个组装在椭圆状凸轮的外周的薄壁滚珠轴承组成；轴承的内周固定在凸轮上，外圈通过滚珠弹性变形；通常安装在输入轴。

**(2) 柔轮：**薄壁杯状金属弹性体，开口部外周刻有齿；柔轮杯状底部称为膜片；通常安装在输出轴。

**(3) 刚轮：**环状刚体，内周可有齿；齿数比柔轮多 2 片；通常固定在外壳。

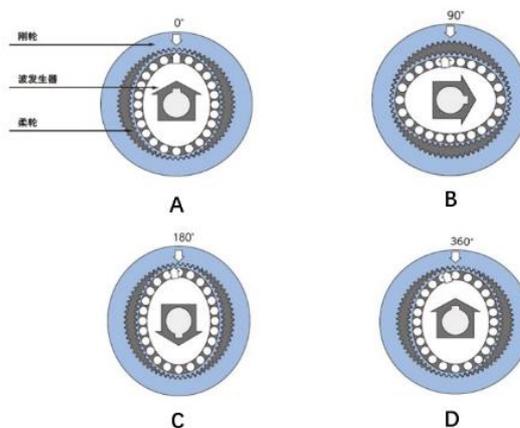
图16.谐波减速器结构图



数据来源：Harmonic 官网，财通证券研究所

谐波减速器使用柔性构件，利用少齿差原理实现机械传动。谐波减速器采用的是波发生器主动、刚轮固定、柔轮输出的形式，当波发生器连续转动时，柔轮不断产生弹性形变，与刚轮产生了错齿运动，实现了波发生器与柔轮的运动传递。当波发生器装入柔轮内圈时，柔轮被波发生器弯曲成椭圆状，柔轮齿轮插入刚轮的轮齿槽内，在波发生器长轴处处于完全啮合状态；而波发生器短轴处两轮轮齿完全不接触，处于脱离状态（图 14A）。固定刚轮，使波发生器按顺时针方向旋转后，柔轮发生弹性形变，且与刚轮啮合的齿轮位置顺次移动（图 14B）。当波发生器向顺时针方向旋转 180 度后，柔轮仅向逆时针方向移动 1 齿（图 14C）。当波发生器旋转 360 度后，由于柔轮比刚轮减少 2 齿，柔轮向逆时针方向移动 2 齿；该动作一般被视为输出执行（图 14D）。该方式突破了机械传动采用刚性构件的模式。

图17.谐波减速器工作原理



数据来源：Harmonic 官网，财通证券研究所

谐波减速器凭借其多项优点在轻负载精密减速器领域中占据主导地位，且应用广泛。除了机器人领域外，其在医疗器械、数控机床、光伏设备和半导体设备等领域均有应用前景。谐波减速器的主要优点有：

**(1) 传动精度高：**多齿在两个 180 度对称位置同时啮合，使得齿轮齿距误差和累计齿距误差对旋转精度的影响较为平均，可得到极高的位置精度和旋转精度。

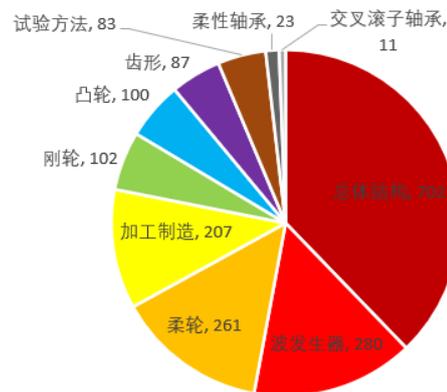
**(2) 传动比大：**单级谐波齿轮传动的传动比可达 30-500，且结构简单，三个在同轴上的基本零部件就可实现高减速比。

**(3) 承载能力强：**在谐波传动中，齿与齿的啮合是面接触，加上同时啮合齿数比较多，因而单位面积载荷小，承载能力较其他传动形式高。

**(4) 体积小、重量轻：**相比普通的齿轮装置，该齿轮结构体积和重量可以大幅降低，实现小型化、轻量化。在输出力矩相同的前提下，相较一般减速器，其体积可减少 2/3，重量可减轻 1/2。

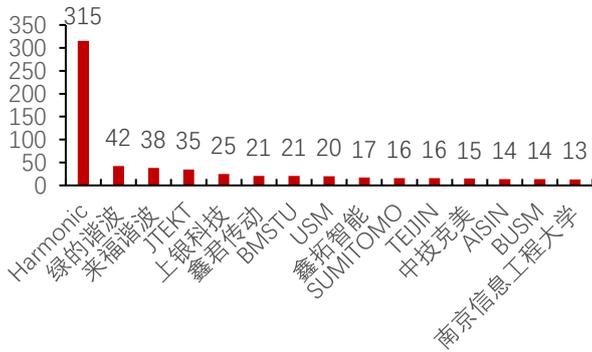
国际巨头 **Harmonic** 在技术专利申请量上仍处于领先地位，但国产厂商大有后来居上之势。谐波减速器技术专利可分为：总体结构、波发生器、加工制造、柔轮、试验方法、凸轮、齿形、刚轮、柔性轴承和交叉滚子轴承等 10 个部分。其中直接影响产品性能的研发重点是总体结构、波发生器、柔轮和加工制造。从全球谐波减速器技术专利申请量来看，Harmonic 的技术专利申请量比第 2 至第 15 名之和还要多出一些。而从中国谐波减速器技术专利申请量来看，Harmonic 的技术专利申请量与第 2 和第 3 名之和基本相当，近几年，虽然 Harmonic 的技术专利申请量仍存在断层领先，但绿的谐波和来福谐波等国内厂商，一直扮演着较为强劲的追赶者角色。

图18.谐波减速器相关技术专利分布(项)



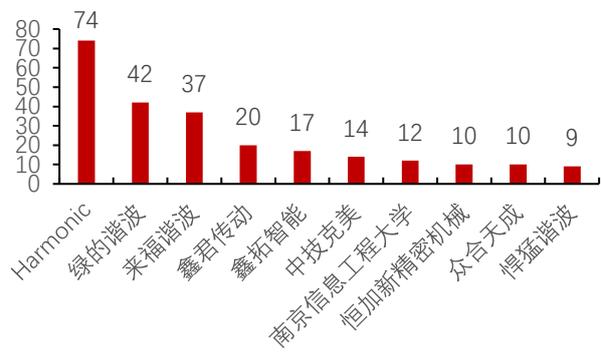
数据来源：《谐波减速器技术专利分析研究》(原誉桐)，财通证券研究所

图19.全球谐波减速器技术专利申请量(项)



数据来源:《谐波减速器技术专利分析研究》(原誉桐), 财通证券研究所

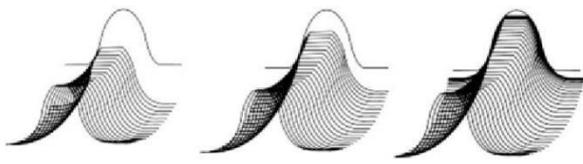
图20.中国谐波减速器技术专利申请量(项)



数据来源:《谐波减速器技术专利分析研究》(原誉桐), 财通证券研究所

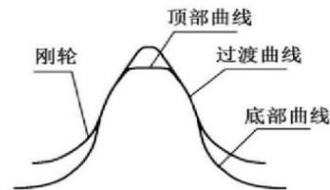
**国产谐波减速器技术自主化能力逐步增强。**中国国内的技术发展之路通常是基于国外相关产品进行逆向工程研究,从而了解产品所需技术并进行突破。近年来,以绿的谐波为首的国内厂商在谐波减速器技术实现了自主性的突破。**以专利技术中的齿形为例**,国际 Harmonic 采用的“S”齿形是在空载条件下基本实现了连续接触,突破了传动齿形只有在负载条件下才能实现多齿啮合的连续接触的状况;来福谐波研发出“δ”齿形;而绿的谐波跳出了传统上以 willis 定理为基础的渐开线齿轮设计理论,基于曲线/面的几何映射理论退出共轭齿形,并研发出“P”齿形;国内部分高校也有新型齿形设计,但目前应用范围较为狭窄。

图21.Harmonic “S”齿形的啮合过程示意图



数据来源:《谐波减速器研究现状及问题研究》(向珍琳), 财通证券研究所

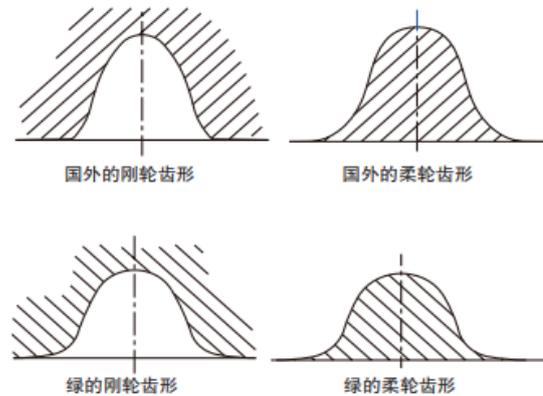
图22.来福谐波“δ”齿轮示意图



数据来源:《谐波减速器研究现状及问题研究》(向珍琳), 财通证券研究所

**绿的谐波的“P”齿形,与国内外同类产品相比有诸多优势。**“P”齿形克服了“S”齿形的当轮齿数较少时误差会增大的特点。**与国外同类产品相比**，“P”齿形具有如下优势：(1) 齿高较低：无需很深的啮合距离就可以获得较大的啮合量，可承受较大的扭矩，极限载荷优于国外产品；(2) 齿宽较大：齿根弧度增大，减少发生断裂失效的风险；(3) 寿命长：因所需柔轮变形量较小，柔轮寿命得到提高，产品极限载荷寿命是国外产品的4倍以上；(4) 齿面比压较小：多达20-30%的齿参与啮合。**与国内同类产品相比**，“P”齿形具有如下优势：(1) 承载扭矩大幅提升，是国内同类产品的2倍以上；(2) 体积小、重量轻，体积是国内同类产品的1/2以下；(3) 高效率、低背隙，可实现零误差精确传动，产品出厂时背隙≤10 arcsec(绝大多数产品均为0背隙)，空程误差≤40 arcsec。

图23.绿的谐波“P”齿形与国外齿形的比较示意图



数据来源：《绿的谐波-领跑机器人精密谐波减速器》(李谦)，财通证券研究所

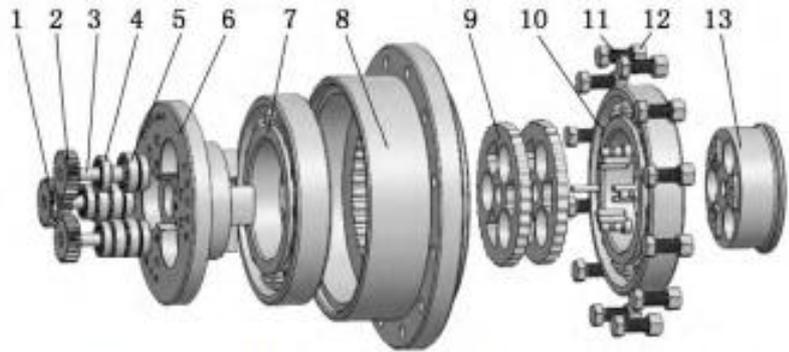
RV 减速器结构复杂，主要三大零部件为中心轮和行星轮、摆线轮和曲柄轴。RV 减速器，全称旋转矢量(Rotary Vector)减速器，与摆线针轮减速器同源，由一个行星齿轮减速机的前级和一个摆线针轮减速机的后级组成，因此内部结构会比谐波减速器更加复杂。RV 减速器在机器人应用中常用于转矩大的腿部、腰部和肘部等关节部位。

**(1) 中心轮和行星轮：**中心轮一般采用渐开线齿轮，可做成齿轮轴或通过花键结构与输入轴链接；行星轮与曲柄轴固连，一般在中心轮外周均匀分布 2-3 个，从而对称分流功率。

**(2) 摆线轮：**也称为 RV 齿轮，是最为核心零部件，其齿廓曲线精度对摆线针轮的接触状态影响很大。一般在曲柄轴上安装 2 个完全相同的摆线轮，且两轮偏心位置互成 180 度，使得在摆线轮传动时实现径向力的平衡。

**(3) 曲柄轴：**一端连接减速器输出轮，另一端装配行星轮，中间部分支撑摆线轮。曲柄轴转动时，可以带动摆线轮产生公转，且支撑摆线轮的自转。

图24.RV 减速器结构图

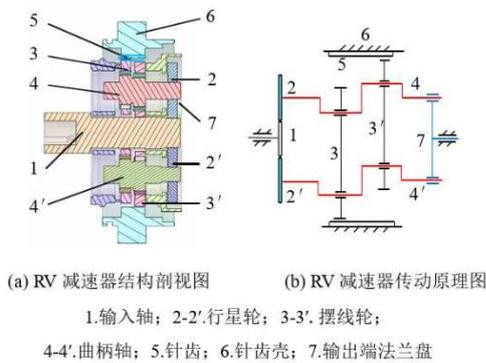


1—中心轮;2—行星轮;3—曲柄轴;4,5,7,10—轴承;6—行星架;  
8—针齿壳;9—摆线轮;11—连接螺栓;12—连接螺母;13—输出轮

数据来源:《RV 减速器结构分析与三维造型设计》(王万新), 财通证券研究所

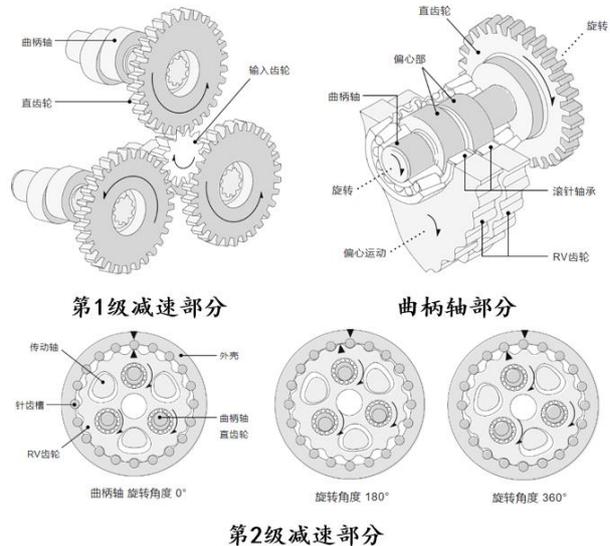
RV 减速器是一种两级减速机构,由渐开线行星齿轮传动和摆线针轮传动构成,属于曲柄式封闭差动轮系。RV 减速器采用的少齿差工作原理与谐波减速器工作原理基本一致。RV 减速器的运动传递过程为:驱动力由输入轴传给行星轮,行星轮与曲轴旋转中心通过花键固连,从而带动曲轴自转,曲轴因其不同轴段的偏心结构,将运动传递给摆线轮,摆线轮绕其回转中心以曲轴偏心距为半径做公转运动,摆线轮回转带动与行星架固连的输出端,从而完成运动的输出。

图25.RV 减速器总体设计方案



(a) RV 减速器结构剖视图 (b) RV 减速器传动原理图  
1.输入轴; 2-2'.行星轮; 3-3'.摆线轮;  
4-4'.曲柄轴; 5.针齿; 6.针齿壳; 7.输出端法兰盘

图26.RV 减速器工作原理



数据来源: Nabtecso 官网, 财通证券研究所

RV 减速器作为工业机器人关节的高精密减速传动装置具有多项优点且应用广泛。除了机器人领域外,其在医疗检测设备、机床和卫星接收系统等领域均有应用广泛应用。RV 减速器的主要优点有:

(1) **传动效率高**：摆线针轮行星减速装置中的传动零件刚度高、接触应力小，零件加工和安装精度易于实现高精度。

(2) **体积小、质量轻**：行星传动结构与紧凑的 W 输出结构组合，使得整个摆线针轮减速装置结构十分紧凑。

(3) **传动比大**：采用一齿差或少齿差传动，摆线针轮传动的传动比大小摆线针轮的齿数，齿数越多，传动比越大。

(4) **承载能力强**：摆线针轮传动同时啮合的齿数要比渐开线外齿传动同时啮合的齿数多。

(5) **寿命长**：摆线轮和针轮的轮齿均淬硬、精磨，比渐开线少齿差传动中内齿轮的加工性能更好、齿面硬度更高。

**Nabtesco 的研发能力全球领先。**从截至 2019 年的全球 RV 减速器技术专利申请量来看，前 10 名中除了第 8 名的 SPINEA 和第九名的 ZF 来自欧洲地区外，其他 8 家机构均来自日本，日本机构在 RV 减速器领域有着全方位的领先优势；而且国际巨头 Nabtesco 以近 200 项的专利申请量，远超其他机构，拥有强大的技术实力。从截至 2019 年的中国 RV 减速器技术专利申请量来看，中国自 2011 年起有 RV 减速器技术专利以来，国内相关技术专利申请活跃度较低，整体专利申请量处在较低水准，相较国际巨头仍存在较大的技术差距。

图27.全球 RV 减速器技术专利申请量(项)

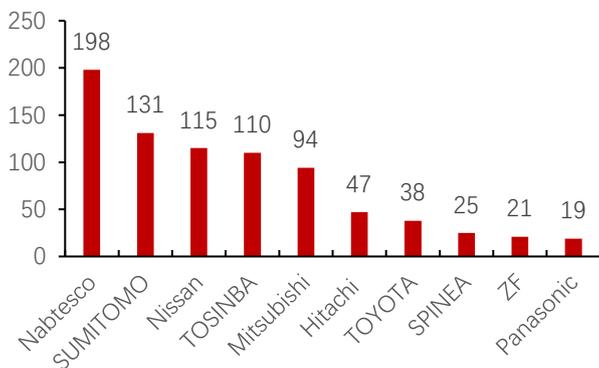
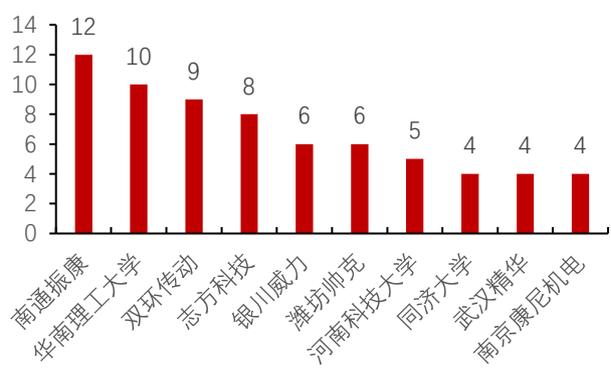


图28.中国 RV 减速器技术专利申请量(项)

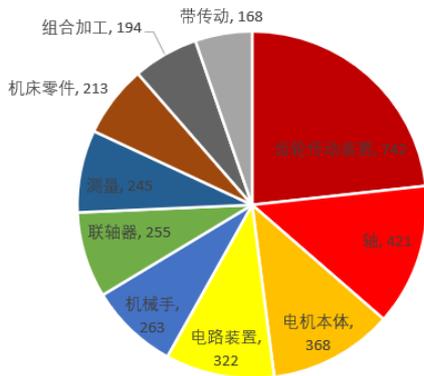


数据来源：《基于专利地图技术的 RV 减速器研究》(陈志澜)，财通证券研究所

数据来源：《基于专利地图技术的 RV 减速器研究》(陈志澜)，财通证券研究所

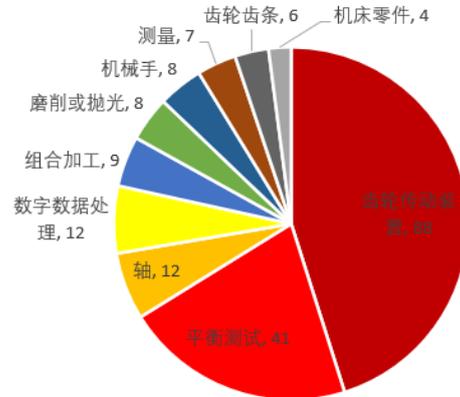
**国内外研究实力具有明显差异。**RV 减速器技术专利分类可分为结构、制造加工、润滑冷却、降噪和材料等方面，其中直接影响产品性能的研发重点是齿轮传动装置、轴和电机本体。对比截至 2019 年的国内外技术专利分布来看，国外在三大研发重点中投入研发力度最大，而国内除了齿轮传动装置外，主要侧重了产品工艺方面，比如平衡测试等。由此可见，当前 RV 减速器的核心技术专利方面，国内机构与国外机构之间仍存在较大差距。

图29.国外 RV 减速器相关技术专利分布(项)



数据来源:《基于专利地图技术的 RV 减速器研究》(陈志澜), 财通证券研究所

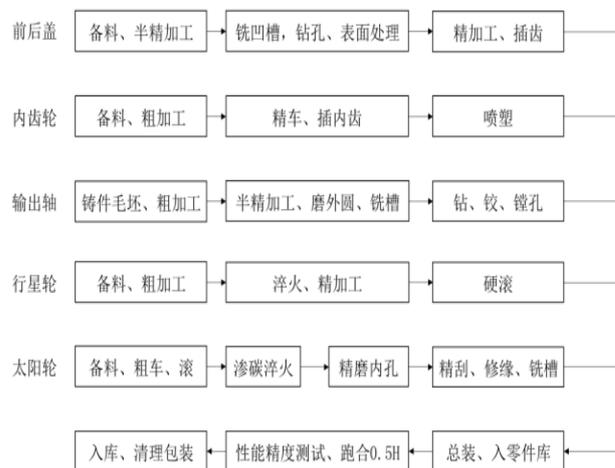
图30.国内 RV 减速器相关技术专利分布(项)



数据来源:《基于专利地图技术的 RV 减速器研究》(陈志澜), 财通证券研究所

RV 减速器结构复杂, 在各项性能指标和流程工艺上要求较高。RV 减速器在以传动精度、传动效率、刚度回差、启动力矩、工作平稳性和寿命等主要性能指标上要求较高, 以确保 RV 减速器能实现高负荷和大传动比的功能要求。为了确保各项主要性能指标更高达标甚至超标, RV 减速器需要流程工艺方面的密切配合, 包含齿形设计、齿面热处理、加工精度和成组技术等。流程工艺的高要求作为 RV 减速器的核心难点, 其主要目的是减少因零部件众多导致的误差累积, 从而避免 RV 减速器在不同工况使用过程中出现加速磨损和寿命缩减等异常情况出现。

图31.RV 减速器主要工艺流程图

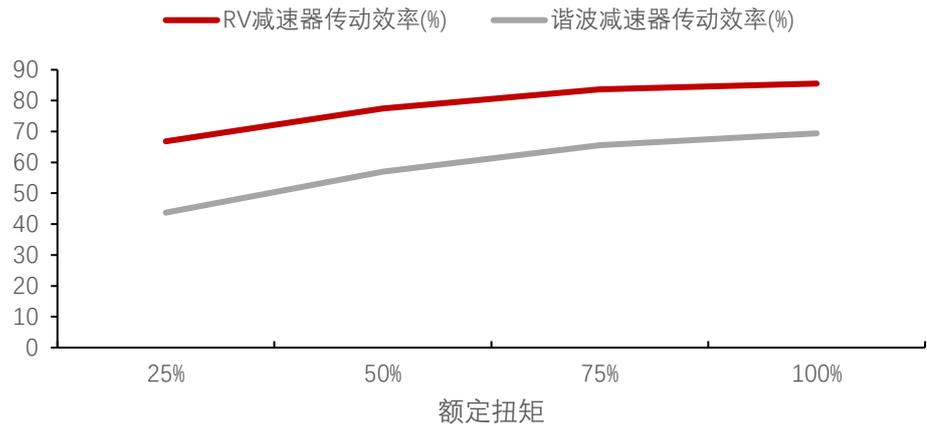


数据来源: 中大力德招股说明书, 财通证券研究所

RV 减速器和谐波减速器在主流技术指标上存在差异。RV 减速器传动比范围大、精度较为稳定、疲劳强度较高, 容许的力矩负载可达 8000N m, 具有较强的刚性和扭矩承载力。而谐波减速器单级传动比大、运动精度高并能在密闭空间和介质辐射的工况下正常工作, 其容许的力矩负载在 1500N m 以内。以容许力矩负载差

异为例，RV 减速器凭借高负载和重量重、尺寸较大等特性，在大型机器人领域拥有优势；而谐波减速器凭借负载轻、精密度高等特性，在轻便、灵活的轻负载领域拥有优势。以**减速器传动效率**为例，在同等额定扭矩的情况下，RV 减速器相比谐波减速器的传动效率更高；而效率差额随着扭矩的增大而减小，但仍有 15% 以上的差额存在，因此 RV 减速器的传动效率比谐波减速器更具优势。

图32.RV 减速器和谐波减速器传动效率对比



数据来源：《工业机器人精密减速器传动效率试验与分析》(王佳艺)，财通证券研究所

表5.RV 减速器和谐波减速器主流技术指标对比

主流技术指标	RV 减速器	谐波减速器
背向间隙	≤60 arc sec	≤20 arc sec
传动效率	>80%	>75%
温升	≤45°C	≤40°C
噪声	≤70db	≤60db
减速比	30-192.4	30-160
额定扭矩下使用寿命	>6000h	>8000h
额定输出扭矩	101-6135N m	6.6-921N m
扭转刚性	20-1176N m/arcmin	1.34-54.09N m/arcmin

数据来源：绿的谐波招股说明书，财通证券研究所

**RV 减速器的核心壁垒在于生产流程复杂，资本投入大。**RV 减速器的壁垒主要有三方面难度：一是设计难度，为确保关节运动的高精度和高稳定性，需要对基础材料、零部件结构和齿轮齿形等反复测试和修正，从而形成最优选择；二是零部件加工及装配难度，数十甚至上百种零部件需要在加工过程中保持相同的运动公差，以减小产品的最终整体误差；三是资金投入难度，零部件所使用的机床等机械设备价格昂贵，前期固定资产投资额较大。

谐波减速器的核心壁垒在于柔轮成型工艺。因谐波减速器采用柔性构件，需要通过提升柔轮精度以保持寿命。谐波减速器的生产工艺主要有三方面难度：一是原材料，当前较多使用 40Cr 材料，但不同供应商的洁净度和一致性存在差异；二是齿轮齿形设计，各家厂商采用的齿形都不一致，主要涉及传动理论和传动效率；三是热处理工艺，需要对柔轮薄壁变形部位的热处理产线进行定制，确保材料的结构组织与合理的晶粒度。

表6.国内外主要RV减速器和谐波减速器技术指标对比

产品系列	Harmonic CSG 系列	Nabtesco RV-E 系列	中技克美		绿的谐波			南通振康	
			XB1	XB3	LCS	LCD	LHS	LHD	RV 系列
减速比	100	——	100	100	100				——
输出转速 (r·min <sup>-1</sup> )	20	5/15/25	30	30	20				5-15
输入功率 (kW)	——	0.16/0.86/1.23	0.197	0.154			——		0.17-1.2
输出扭矩 (N·m)	10-1236	231/412/353	30-450	10-220	7.4-446	5.1-313	7.4-446	5.1-175	243-400
传动精度	0.5'-2'	<23"	6'3'/1'	6'3'	——				<1'
减速比范围	50-160	30-191	63-315	64-200	30-160	50-160			81-171
背隙	3"-60"	——	——	——	<20"/<10"	<20"	<20"/<10"	<20"	<1'
传动效率 (%)	65-85	85-95	75-90	50-60	——				>80
平均寿命 (h)	50k	——	>10k		9k-15k	9k-10k	9k-15k	9k-10k	>5.5k

数据来源：《工业机器人精密减速器综述》(黄兴)，财通证券研究所

## 2 工业机器人减速器集中度高，日本占据领先地位

工业机器人减速器市场持续增长，国内市场将超过百亿。2022 年我国工业机器人产量约为 30.3 万台，通常工业机器人需要 4~6 台减速器，假设平均每台需要 2 个 RV 减速器，3 个谐波减速器，对应需要 90.9 万台谐波减速器和 60.6 万台 RV 减速器，按照 RV 减速器和谐波减速器均价为 8000 元和 2000 元计算，我国 2022 年工业机器人减速器市场规模达 67.5 亿元。按照国内工业机器人销量增速 20% 预测，RV 减速器和谐波减速器每年均价下降 5% 计算，2027 年我国工业机器人减速器市场规模为 130 亿元，市场规模有望突破百亿。

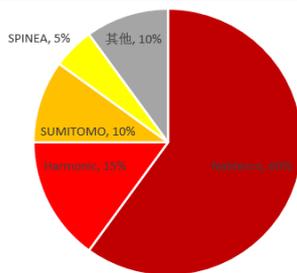
表7.工业机器人减速器市场测算

	2021Y	2022Y	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
工业机器人销量（万台）	24.8	30.30	36.36	43.63	52.36	62.83	75.40
谐波减速器需求量（万台）	74.4	90.90	109.08	130.90	157.08	188.49	226.19
RV 减速器需求量（万台）	49.6	60.60	72.72	87.26	104.72	125.66	150.79
工业机器人精密减速器总需求量（万台）	124	151.50	181.80	218.16	261.79	314.15	376.98
谐波减速器单价（万元）	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16
RV 减速器单价（万元）	0.8	0.8	0.76	0.722	0.6859	0.651605	0.619025
谐波减速器市场规模（亿元）	16.4	19.0	21.7	24.7	28.1	32.1	36.6
RV 减速器市场规模（亿元）	39.7	48.5	55.3	63.0	71.8	81.9	93.3
精密减速器市场规模（亿元）	56.0	67.5	76.9	87.7	100.0	114.0	129.9

数据来源：绿的谐波招股书，GGII，中商产业研究院，财通证券研究所测算

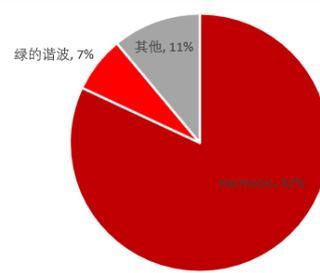
行业集中度高，日本在全球工业机器人减速器领域具有明显的领先优势。从全球来看，日本的 Harmonic 和 Nabtesco 为行业领导者，2020 年 Harmonic 和 Nabtesco 的全球市占率为 60%和 15%，日本的 SUMITOMO 和欧洲的 SPINEA 市占率分别为 10%和 5%，全球前四大工业机器人制造商合计市占率高达 90%，其中日本三家公司占据全球前三，合计市占率高达 85%。全球谐波减速代表企业包括 Harmonic/SHIMPO/绿的谐波，全球 RV 减速器代表企业包括 Nabtesco/SUMITOMO，国内代表企业包括双环传动/中大力德/秦川机床等。

图33.2020 年全球机器人减速器市场格局



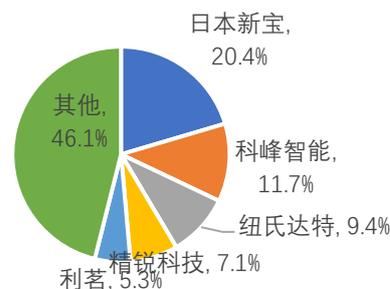
数据来源：GGII、前瞻产业研究院，财通证券研究所

图34.2021 年全球谐波减速器市场格局



数据来源：华经产业研究院，财通证券研究所

图35.中国精密行星减速器市场份额



数据来源：QYResearch、中商产业研究院整理，财通证券研究所

表8.国内外精密减速器重点企业介绍

企业	介绍
Harmonic	1970年成立于日本，主要从事谐波减速器、机电一体化产品、精密行星减速器等生产和销售，是整体运动控制的领军企业，其生产的谐波减速器被广泛应用于各种传动系统中，在全球工业机器人领域中有较高的市场占有率。2011年在华成立贸易公司。
SHIMPO	1952年成立于日本，日本电产公司旗下子公司，从事精密减速机、变速机的开发、生产和销售，日本首家“无级变速机”厂商。2015年进入中国市场。
绿的谐波	2011年成立于苏州，主要从事精密传动装置研发、设计和生产。2020年于上交所科创板上市。
丰立智能	1995年成立于浙江，主要产品包括钢齿轮、精密减速器及零部件、精密机械件、粉末冶金制品以及气动工具等产品。2022年于深交所创业板上市。
中技克美	1994年成立于北京，主营业务包括谐波传动产品、谐波传动机电产品的制造和研发。2017年于新三板挂牌。
来福谐波	2013年成立于绍兴，主要从事高精密谐波减速器的研发，制造。2022年11月获国开制造业转型升级基金领投的超亿元D轮融资。
大族传动	2015年成立于深圳，是大族激光公司旗下子公司，专注于精密减速器及装置、机器人系统、机电一体化设备的研发、生产与销售。
Nabtesco	2003年成立于日本，主营业务为精密减速器制造，产品在RV减速器领域全球市场占有率超过80%，公司的精密减速器客户主要包括工业机器人和机床，其中工业机器人客户覆盖全球四大家族机器人企业以及各知名机器人厂商。2013年在华成立商贸公司。
SUMITOMO	1982年进入工业机器人减速器领域，是SUMITOMO集团旗下的建设机械厂家，为焊接，搬运，喷涂，装配等机器人应用领域提供全面减速机产品方案。1995年进入中国市场。
中大力德	2006年成立于宁波，主营业务为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，产品包括精密减速器、传动行星减速器、各类小型及微型减速电机等。2017年于深交所中小板上市。
双环传动	1980年成立于浙江，专注于机械传动核心部件的研发、制造与销售，2012年布局工业机器人减速器业务。2010年于深交所主板上市。
秦川机床	1998年成立于陕西，专注于机床领域的系统集成服务和关键零部件供应，2013年布局工业机器人减速器业务。1998年于深交所主板上市。
南通镇康	1993年成立于江苏，主营业务为精密机械产品研发、生产，于2015年实现镇康RV减速器的首批生产，是国内较早涉足机器人用RV减速器的厂商。

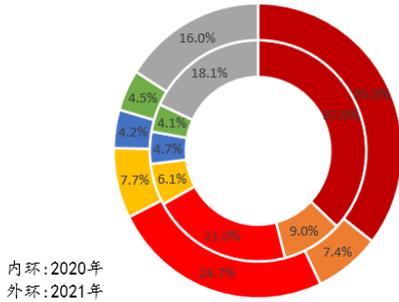
数据来源：各家公司官网，绿的谐波招股说明书，财通证券研究所

**Harmonic 在谐波减速器中占有领先地位，Nabtesco 在 RV 减速器领域具有竞争优势，国内企业逐步实现突破。**2021年Harmonic占有全球谐波减速器市场的82%，国内绿的谐波全球市占率约7%。从国内市场看，2021年Harmonic、绿的谐波和来福谐波的市占率分别为35.5%、24.7%和7.7%。对于RV减速器，Nabtesco长期占有全球60%以上的市场份额，市场格局高度集中。从中国范围来看，Nabtesco

在国内市占率基本在 50%以上，但以日本品牌为首的主要外资品牌市占率从 2020 年的 61.4%下降至 2021 年的 56.1%，而主要国产品牌市占率从 2020 年的 22.3%提升至 2021 年的 28.7%，国内企业也在逐步替代中。国内知名的 RV 减速器制造商包括双环传动、中大力德、南通镇康和秦川机床等，双环传动目前在国内具有较强的竞争力。

图36.2020-2021 年中国谐波减速器市场格局

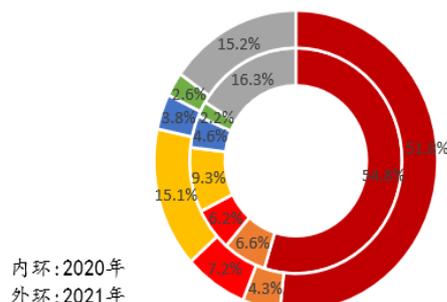
Harmonic SHIMPO 绿的谐波 来福谐波 福德机器人 大族传动 其他



数据来源：华经产业研究院，财通证券研究所

图37.2020-2021 年中国 RV 减速器市场格局

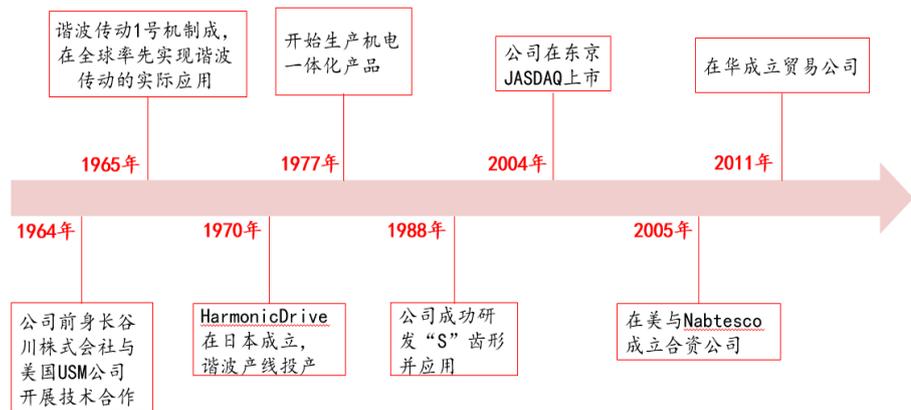
Nabtesco SUMITOMO 中大力德 双环传动 南通镇康 秦川机床 其他



数据来源：华经产业研究院，财通证券研究所

**Harmonic 历史悠久，是整体运动控制的领军企业。**1970 年公司于日本成立，主要从事谐波减速器、机电一体化产品、精密行星减速器等生产和销售，其生产的谐波减速器被广泛应用于各种传动系统中，在全球工业机器人领域中有较高的市场占有率。

图38.Harmonic 发展历程



数据来源：Harmonic 官网，前瞻产业研究院，财通证券研究所

**Harmonic 业务集中，订单集中在中高端领域。**从营收上来看，2017-2019 年 Harmonic 营收逐年增加，2020-2021 年营收受新冠疫情带来的供应链冲击影响，营收规模骤减，但营收水平仍处于高位，2021 年 Harmonic 营业总收入约为 571 亿日元，对应 29.7 亿元人民币。从结构上来看，Harmonic 专注于减速装置和机电一体化产品的生产和销售，下游订单中工业机器人和半导体设备等高端制造企业占

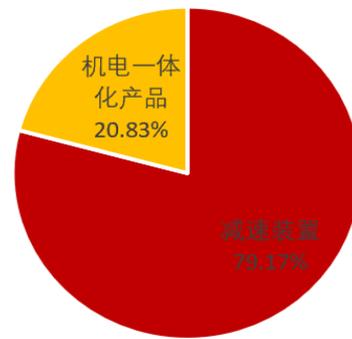
比增加，尤其是全球工业自动化浪潮的推进下工业机器人订单占比在近5年始终保持 在 40%以上，且 2021 年占比约 50%，业务集中度逐步提升。

图39.2014-2021 年 Harmonic 营业收入(亿日元)



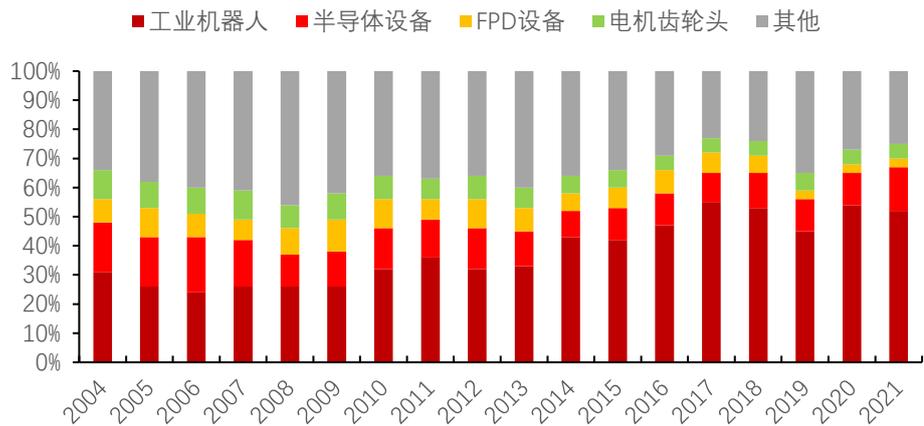
数据来源：Harmonic 年报，财通证券研究所

图40.2021 年 Harmonic 收入结构



数据来源：Harmonic 年报，财通证券研究所

图41.2004-2021 年 Harmonic 下游订单结构(%)



数据来源：Harmonic 年报，华经产业研究院，财通证券研究所

**Harmonic 产品丰富，布局减速器全产业链。**Harmonic 依靠其谐波驱动业务的强大技术优势，逐步向减速器相关领域横向扩张，包括以谐波减速器(含齿轮箱)和行星减速器齿轮箱为代表的减速装置，以旋转系执行元件、直动系执行元件、直驱电机、伺服电机、伺服驱动器、电流式光学扫描器(光学扫描仪)、传感器系统(微编码器)等为代表的机电一体化产品。Harmonic 产品型号众多，涵盖各行业的减速比需求；同时高附加值应用产品——机电一体化产品为公司打开了半导体、光学、测量等下游尖端技术市场，成为整体运动控制的全球领军企业。

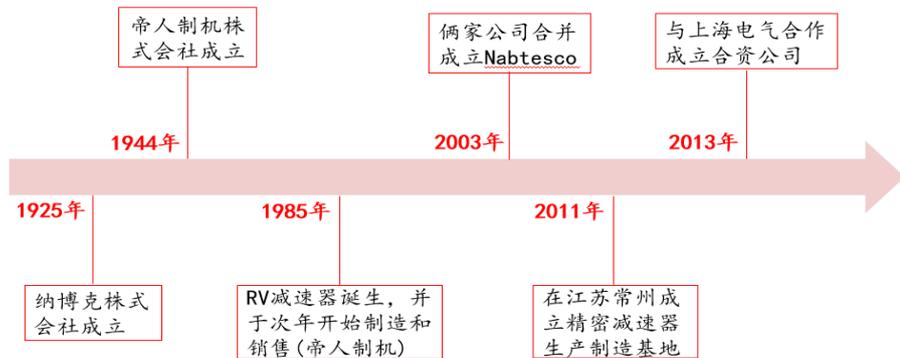
图42.Harmonic 主要产品



数据来源：Harmonic 官网，财通证券研究所

Nabtesco 在 RV 减速器领域竞争优势显著，下游客户涵盖各大知名机器人厂商。2003 年公司于日本成立，主营业务为精密减速器制造，产品在 RV 减速器领域全球市场占有率超过 60%，公司的精密减速器客户主要包括工业机器人和机床，其中工业机器人客户覆盖全球四大家族机器人企业以及各知名机器人厂商。

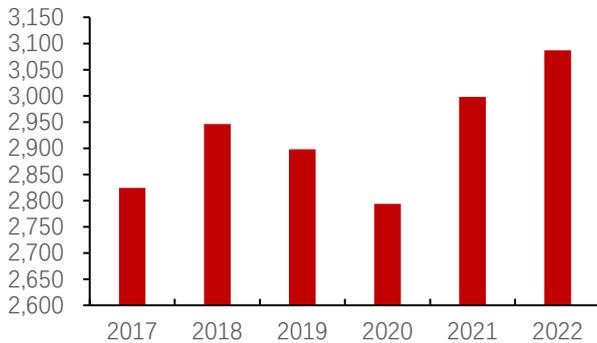
图43.Nabtesco 发展历程



数据来源：Nabtesco 官网，财通证券研究所

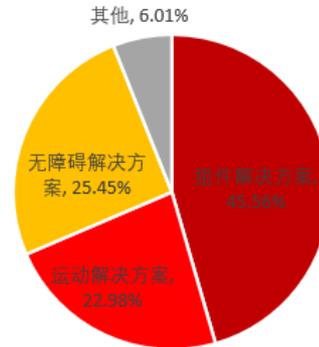
Nabtesco 营收规模较大，领域龙头属性明显。从营收规模来看，Nabtesco 营收能力较强，近 3 年营收呈现上涨态势，2022 年公司实现总收入 3086.91 亿日元，对应 161.62 亿元人民币。2022 年，以 RV 减速器为核心的组件解决方案收入占比约 45%，业务较为集中；组件解决方案的收入近 5 年呈现波动上升态势。Nabtesco 在华净销售额近 5 年稳步增加，在国内 RV 减速器领域地位仍难以撼动。

图44.2017-2022年 Nabtesco 营业收入(亿日元)



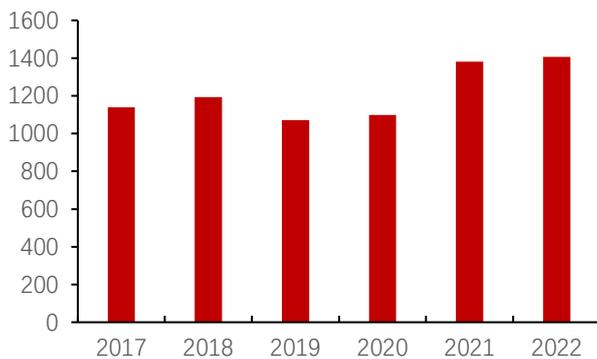
数据来源: Nabtesco 年报, 财通证券研究所

图45.2022年 Nabtesco 收入结构



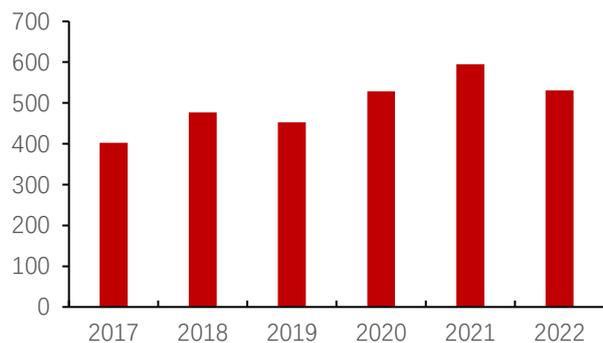
数据来源: Nabtesco 年报, 财通证券研究所

图46.2017-2022年 Nabtesco 组件解决方案营业收入(亿日元)



数据来源: Nabtesco 年报, 财通证券研究所

图47.2017-2022年 Nabtesco 在华营业收入(亿日元)



数据来源: Nabtesco 年报, 财通证券研究所

**Nabtesco 精密减速器产品丰富, 可应对各种复杂工况。**变位机单元可对应各公司的伺服电机, 缩短客户工时。AGV 驱动单元将 RV 减速器内置于麦克纳姆轮毂内, 实现了紧凑性和大型 AGV 所需的高负载要求并存。执行器在 RV 减速器中搭载了电机, 可根据客户的不同需求进行不同的搭载组合。齿轮箱产品将 RV 减速器封入油脂中, 可与各种主要电机连接, 主要连接方式有直接输入型、直交输入型和传动输入型三种。组件品为 RV 减速器单品, 可根据客户工况自由设计。RV 减速器专用润滑脂, 让 RV 减速器的润滑性能和交换性最大程度地发挥出来。

图48.Nabtesco 主要精密减速器产品

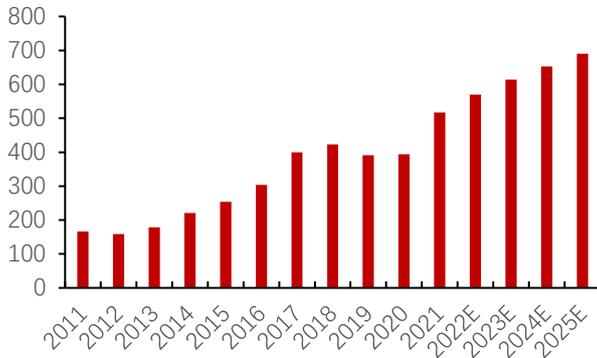


数据来源: Nabtesco 官网, 财通证券研究所

### 3 自动化设备需求赋予行业成长驱动力, 人形机器人或带来新增量

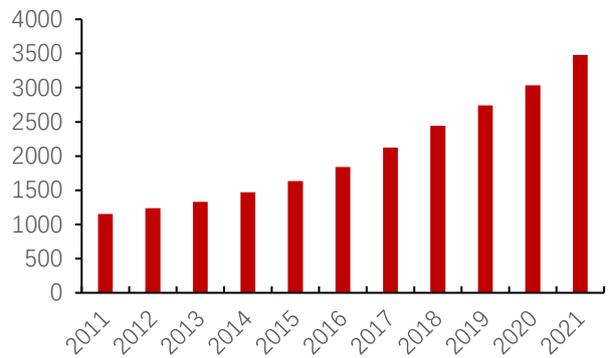
全球工业机器人市场相对稳定, 亚澳地区是最大市场。根据 IFR 数据, 2021 年全球工业机器人装机量 51.7 万台, 2016~2021 年 CAGR 为 11%, 2022 年安装量增速放缓至 10%, 2023-2025 年增速预计稳定在 7%。全球工业机器人保有量约 347.7 万台, 2016-2021 年 CAGR 为 14%, 全球工业机器人稳步增长。亚澳是最大的市场, 2021 年亚澳地区销量为 38.1 万台, 占全球市场的 73.8%, 增速远超其他地区, 未来发展潜力较其他地区大。2021 年全球协作机器人安装量为 3.9 万台, 同比增长 50%, 在以传统工业机器人为主的市场中增长潜力强劲, 带动谐波减速器的需求。

图49.2011-2025 年全球工业机器人安装量(千台)



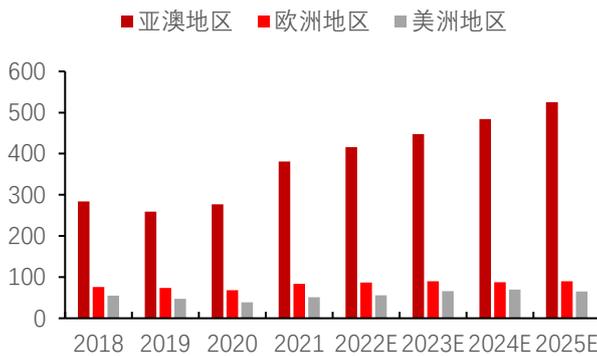
数据来源: IFR, 财通证券研究所

图50.2011-2021 年全球工业机器人保有量(千台)



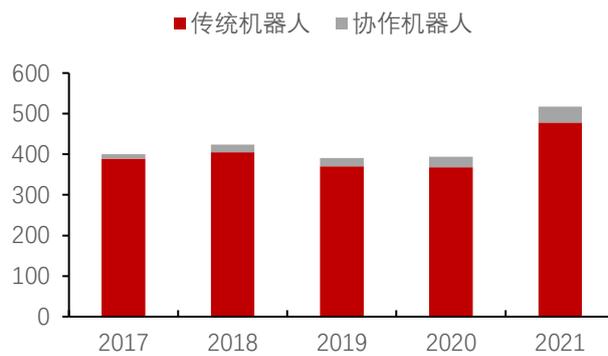
数据来源: IFR, 财通证券研究所

图51.2018-2025 年不同地区工业机器人安装量(千台)



数据来源: IFR, 财通证券研究所

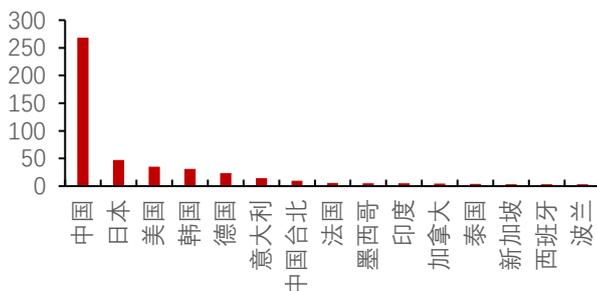
图52.协作机器人与传统机器人的市场份额对比(千台)



数据来源: IFR, 财通证券研究所

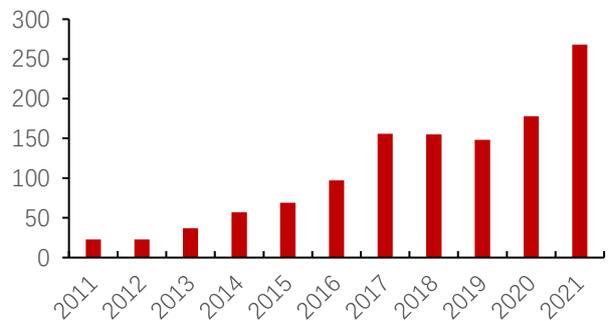
中国市场远超其他国家, 机器人密度仍有提升空间。2021 年, 中国、日本、美国、韩国、德国工业机器人装机量分别为 26.82 万台、4.72 万台、3.5 万台、3.11 万台、2.38 万台, 中国工业机器人装机量比世界其他地区的装机量总额更多。2021 年中国工业机器人同比增长 51%, 2016-2021 年 CAGR 为 23%, 远超日本、美国、韩国、德国同期 CAGR, 中国工业机器人行业表现出了更好成长性。

图53.2021 年全球前 15 大地区机器人安装量(千台)



数据来源: IFR, 财通证券研究所

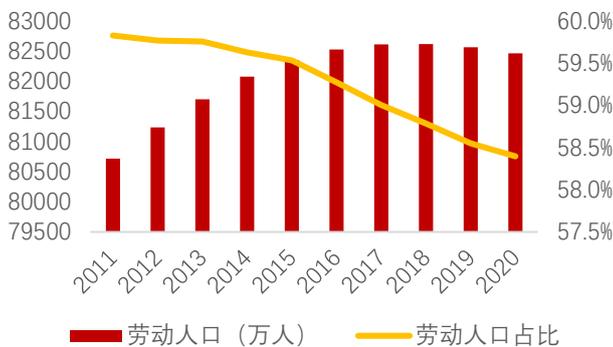
图54.2011-2021 年中国工业机器人安装量(千台)



数据来源: IFR, 财通证券研究所

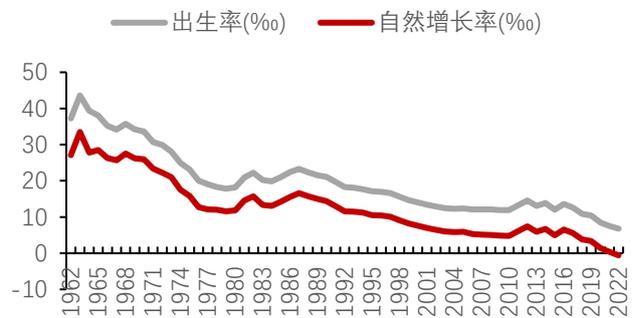
人口老龄化加剧，人工成本上升，机器人发展前景广阔。根据国家统计局数据，2020 年中国劳动力人口数量占总人口比重为 58.4%，中国劳动年龄人口的数量和比重自 2015 年起连续多年出现双降。同时我国出生率也持续下降，2022 年人口出现自 1962 年以来首次实现负增长，人口自然增长率为-0.6%，国内劳动力将呈现持续下降的趋势。中国进入老龄化社会以来，人口老龄化持续加速，根据《2023 中国居家养老空间消费趋势洞察》报告，中国 2035 年左右将进入重度老龄化阶段。我国劳动力成本持续保持增长，2021 年全国就业人员平均工资达 106837 元/年，同比增长 9.7%，企业端成本压力将逐渐显现。工业机器人的应用可以减少企业人工成本，也逐渐成为企业的重要选择。

图55.2011-2020 年中国劳动力人口(万人)及占比



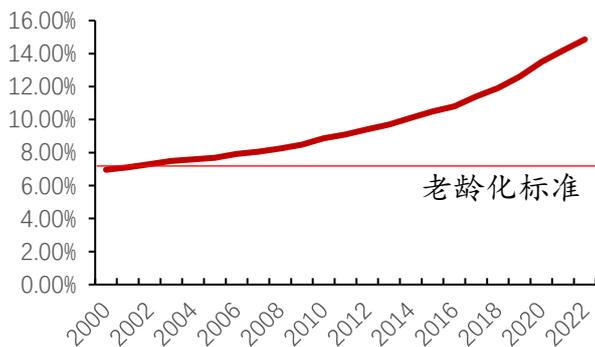
数据来源：国家统计局，财通证券研究所

图56.1962-2022 年中国人口自然增长率和出生率(‰)



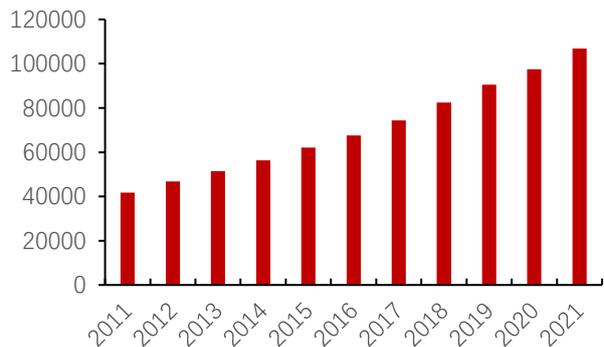
数据来源：国家统计局，财通证券研究所

图57.2000-2022 年中国 65 岁以上人口占比



数据来源：国家统计局，财通证券研究所

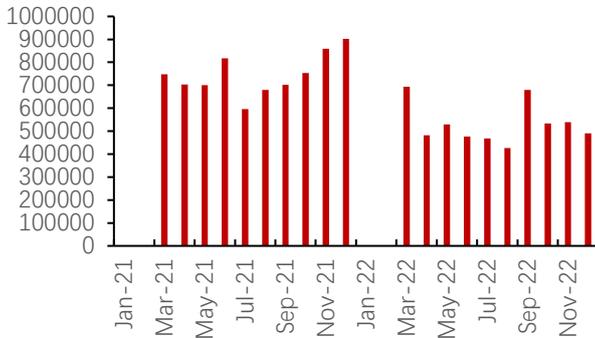
图58.2011-2021 年全国城镇就业人员平均工资(元)



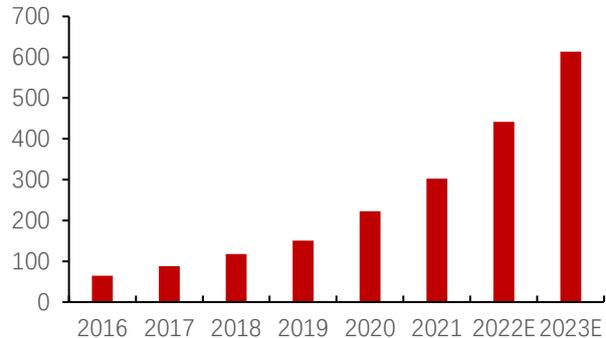
数据来源：国家统计局，财通证券研究所

服务机器人市场快速增长。随着人口老龄化加剧和社会用工成本增加，中国服务机器人市场每月产量维持在 40 万套以上，呈现快速增长态势。2020 年新冠肺炎疫情对社会的冲击，使得服务机器人市场需求在快速增长态势的基础之上出现高速增长，中国电子协会提供的 2016-2023 年中国服务机器人市场规模（销售额）数据显示，2021 年服务机器人市场规模是 2019 年的 2 倍多，并预计 2023 年服务

机器人市场规模是 2021 年的 2 倍多。中国服务机器人市场规模在近 5 年内的快速提升，势必会带动产业链中游的机器人减速器制造商的减速器销量。

**图59.2021-2022 年中国服务机器人月度产量(套)**


数据来源：国家统计局，财通证券研究所

**图60.2016-2023 年中国服务机器人市场规模(亿元)**


数据来源：中国电子协会，中商产业研究院，财通证券研究所

**政策推动国内机器人行业稳健增长，精密减速器成长性较好。**2021 年 12 月的“十四五”机器人产业发展规划立足机器人产业高质量发展，从技术、规模、应用、生态等角度提出了发展目标，提出到 2025 年，机器人产业营业收入年均增速超过 20%。2023 年 1 月 19 日，工业和信息化部等十七部门印发《“机器人+”应用行动实施方案》，提出深化重点领域“机器人+”应用，方案指出，到 2025 年，制造业机器人密度较 2020 年实现翻番，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升。精密减速器作为机器人的核心部件，将直接受益于机器人行业的快速发展。

**表9.中国国内机器人行业主要政策概况**

时间	政策	内容简述
2015	《中国制造 2025》	围绕工业机器人、特种机器人和服务机器人等应用需求，扩大市场应用；同时突破 <b>减速器</b> 等技术瓶颈
	“十三五”规划	加快构建高级机器人等新兴智能终端产业体系和政策环境；全面突破高精度 <b>减速器</b> 等关键技术
2016	《机器人产业发展规划(2016-2020)》	重点发展 6 种标志性工业机器人产品，到 2020 年打造 5+ 个机器人配套产业集群
	《智能制造发展规划(2016-2020)》	研发高档数控机床与 <b>工业机器人</b> 、智能传感与控制装备、智能检测与装配装备等关键技术设备
	《关于促进机器人产业健康发展的通知》	推动机器人产业理性发展，强化技术创新能力，加快创新科技成果转化
2017	《增强制造业核心竞争力三年行动计划(2018-2020 年)》	重点发展 <b>智能机器人</b> 、现代农业机械、新材料、制造业智能化、重大技术装备等九大重点领域
	《产业结构调整指导目录》	重点鼓励发展标志性工业机器人产品，以满足我国量大面广的制造业转型升级的需求
2019	《制造业设计能力提升专项行动计划(2019-2022 年)》	在高档数控机床和 <b>机器人</b> 领域，重点突破系统开发平台和伺服机构设计，多功能工业机器人、服务机器人、特种机器人设计等

	“十四五”规划	推动集成电路、 <b>机器人</b> 、工程机械、高端数控机床、医药及医疗设备等产业创新发展
	《“十四五”智能制造发展规划》	研发智能焊接机器人、智能移动机器人、半导体(清洁)机器人等工业机器人
2021	《“十四五”机器人产业发展规划》	到 2025 年成为全球机器人技术创新策源地、高端制造集聚地和集成应用新高地。“十四五”期间，推动一批机器人核心技术和高端产品取得突破，整机综合指标达到国际先进水平，关键零部件性能和可靠性达到国际同类产品水平；产业营收年均增速超 20%
2023	《“机器人+”应用行动实施方案》	到 2025 年制造业机器人密度较 2020 年实现翻番，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升

数据来源：《“机器人+”应用行动实施方案》（工业和信息化部等十七部门），《2022 中国工业机器人市场研究报告》（亿欧智库），财通证券研究所

**机床行业上行周期有望延续，潜在市场巨大。**从历史数据上看，自 1949 年到 2021 年，我国机床行业已经经历过多轮周期，每轮周期时间在 6~12 年不等，并且 2011 年以前行业上行期时间通常会长于行业下行的时间，2012~2019 年行业总体呈现下滑趋势，行业从 2020 年开始恢复增长。我国金属切削机床月产量增速从 2021 年 3 月份开始下滑，2021 年 9 月份下滑至个位数，2022 年 4 月份以后月产量出现同比下滑，行业景气度出现明显下滑，但 2021 年机床产量远低于 2011 年水准，预计机床行业还有持续上行的潜力。

图 61.1998-2021 年中国金属切削机床产量(万台)及增速



数据来源：国家统计局，财通证券研究所

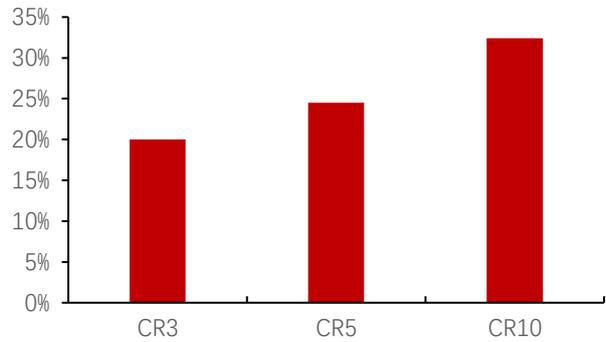
**半导体设备国产化替代稳步推进，为行业提供增长点。**2020-2022 年中国半导体制造设备进口金额较大，在波动中呈现减少趋势，国产化替代趋势显现。据前瞻产业研究院数据，2022 年 H1 我国半导体设备行业市场规模 1051 亿元，其中国产厂商整体市场规模为 368 亿元，占比仅为 35%，进口仍占据绝大多数市场。半导体设备行业内前 3/5/10 大企业在市场中的份额分别为 20%/24.5%/32.4%，市场较为分散，难以从上游企业获得话语权，减速器等半导体设备零部件需求预计会在国产替代趋势下带来较为稳定的增长点。

图62.2020-2022 年中国半导体制造设备月度进口额(万元)



数据来源：海关总署，财通证券研究所

图63.2022 年 H1 中国半导体设备国产市场集中度



数据来源：前瞻产业研究院，财通证券研究所

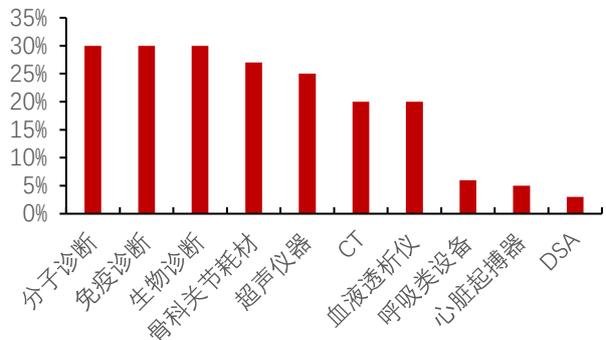
**医疗器械国产替代加速，为行业锦上添花。**2014-2021 年中国医疗仪器及器械进口额稳步增长，国内医疗器械市场需求庞大，2022 年进口额出现较大程度负增长，国产替代化趋势初现。当前中国国内高端医疗器械领域国产化率较低，但国产替代推进速度逐步提升，预计随着国产替代的加速，为减速器按行业提供新的增长点。

图64.2014-2021 年中国医疗仪器及器械进口额(亿美元)



数据来源：海关总署，财通证券研究所

图65.中国高端医疗器械主要领域国产化率

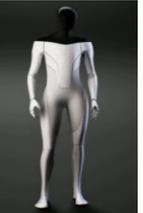


数据来源：艾瑞咨询、中商产业研究院，财通证券研究所

**人形机器人将为行业带来新增量。**随着特斯拉的人形机器人“擎天柱”原型机在北京时间2022年10月1日亮相，人形机器人市场概念受到热捧。在特斯拉活动中，公司CEO马斯克透露该机器人预计产量为数百万台，预计售价不高于2万美元，且可在3到5年内上市。据麦肯锡测算，到2030年，全球约有20%的工作岗位被自动化机器人替代，人形机器人作为自由度极高的机器人，潜在市场空间巨大。人形机器人因关节众多，减速器的需求量也会随着人形机器人需求量的激增而出现较快增长。以特斯拉人形机器人Optimus为例，其结构执行器有28个，

主要分为旋转执行器和线性执行器两大类，包括 3 种规格的谐波减速器方案和 3 种规格的丝杆方案，目前人形机器人方案还未完全确定，我们假设未来一半的执行器为旋转执行器，则一台机器人需要 14 个减速器（不考虑手掌），按照单个减速器价格 1000 元计算，100 万台人形机器人对应市场规模约 140 亿元。人形机器人未来的成长潜力巨大，由此可见人形机器人市场规模增加带动的减速器市场规模增加幅度是巨大的。

表10.国内外主要人形机器人对比

人形机器人	ASIMO	Atlas	Optimus	CyberOne	Walker
上市时间	2000 年 10 月	2013 年 7 月	2022 年 10 月	2022 年 8 月	2016 年
厂商	日本本田	波士顿动力	特斯拉	小米	深圳优必选
最新一代特点	高 130cm，重 48kg，最大速度是 9km/h，全身 57 个关节。造价高达 300-400 万美元，于 2022 年 3 月退役。	高 188cm，重 150kg，其设计目的是为了搜索和救援任务。	高 172cm，重 56.6kg，可拿取约 20 千克重物，行走速度为 5 英里/h。	高 177cm，重 52kg，可协调运动 21 个关节，可感知 45 种人类清晰，分辨 85 种环境语义。	高 130cm，重 63kg，具备 36 个高性能伺服关节和全方位感知系统。
最新一代外观					

数据来源：各公司官网，财通证券研究所

表11.人形机器人减速器市场弹性测算

	悲观估计	中性估计	乐观估计
人形机器人产量(万台)	20	50	100
减速器使用量/台	14		
减速器平均单价(元)	1300	1200	1000
市场规模(亿元)	36.4	84	140

数据来源：华经产业研究院，财通证券研究所

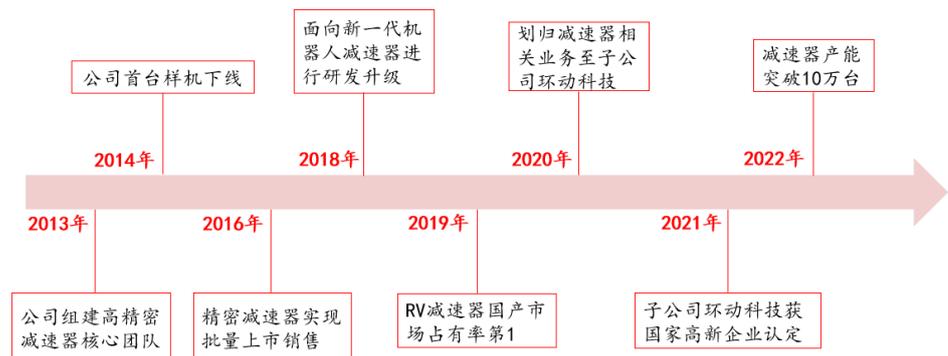
## 4 重点上市公司

### 4.1 双环传动

**双环传动（浙江双环传动机械股份有限公司）**是一家专注于机械传动核心部件——**齿轮及其组件的研发、制造与销售的企业**。公司成立于1980年，目前已成为全球最大的专业齿轮产品制造商和服务商之一，减速器相关业务也正在快速发展，公司于2010年9月在深交所中小板上市（股票代码：002472.SZ）。公司产品涵盖传统汽车、新能源汽车、轨道交通、非道路机械、工业机器人等多个领域，业务遍布全球，成为国内外知名企业的供应商，世界500强客户销售占比60%以上。截至2023年年一季度末，公司实际控制人为陈菊花、陈剑峰、蒋亦卿、吴长鸿，共持有13.77%股份。

**公司的RV减速器完成创新研发并向产业化转型，成为国产机器人市场第一品牌。**公司自2013年开始正式研发RV减速器，持续加大研发投入，2020年公司设立全资子公司（后经增资变为控股子公司）环动科技（浙江环动关节科技有限公司），由子公司负责公司的减速器相关业务。公司减速器产品广泛应用于工业机器人、服务机器人、医疗、风力、雷达、太阳能和航空航天等领域，2019与2020连续两年在机器人RV减速器国产市场占有率为第一。

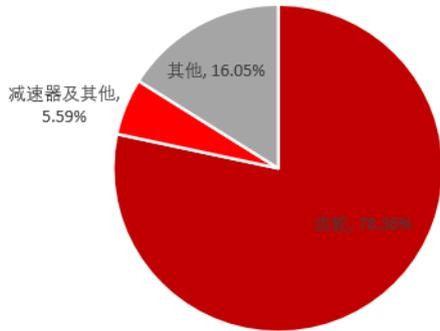
图66.双环传动精密减速器发展历程



数据来源：环动科技官网、财通证券研究所

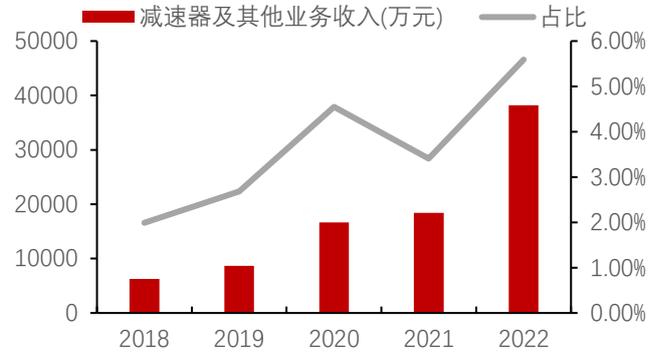
**齿轮仍是公司主营业务，减速器及其他业务带来新增长点。**2022年，公司齿轮、减速器及其他、其他业务占收入比例分别为78.36%/5.59%/16.05%。2021年，公司减速器及其他业务收入3.82亿元，同比增长107.78%，减速器相关业务收入自2018年起持续呈现增长态势。公司当前有RV减速器C、E两大系列，每个系列均有10余个产品型号，谐波减速器也有10余个产品型号，共计40余种型号的精密减速器产品，为客户提供3-1000KG负载机器人所需的高精密减速器整体方案。

图67.2022年双环传动收入结构



数据来源: wind, 财通证券研究所

图68.双环传动减速器及其他业务营收(万元)及占比



数据来源: wind, 财通证券研究所

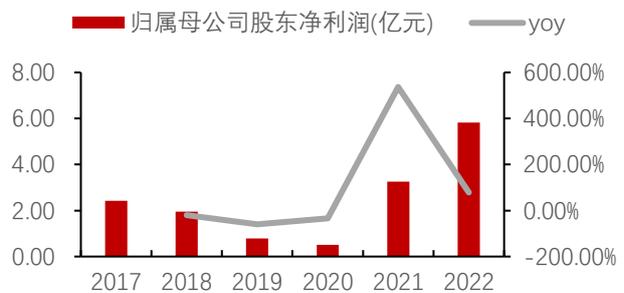
业绩持续增长, 减速器及其他业务盈利能力较强。公司营业收入持续保持增长态势, 2022年实现营收68.38亿元, 近5年CAGR为20.98%, 2019和2020年受汽车等行业需求下滑、公司海外收购和研发投入加大等综合因素影响, 净利润出现大幅度下滑, 2022年实现净利润5.82亿元, 毛利率为21.08%, 净利率为8.57%, 恢复至2018年以前水平, 减速器相关业务毛利率为34.50%, 始终高于公司同期综合毛利率水平, 减速器业务发展增强了公司的盈利能力。

图69.双环传动营业收入(亿元)及增速



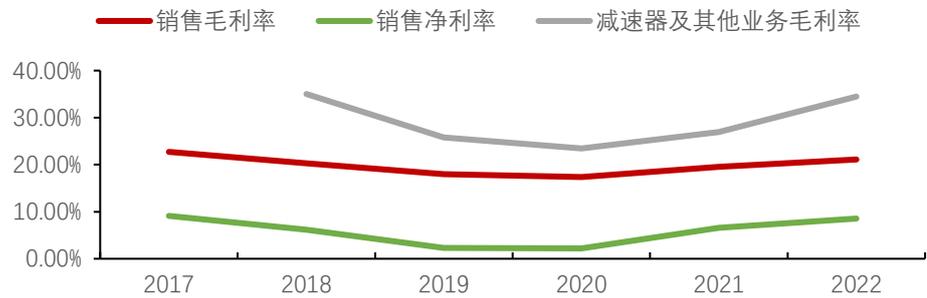
数据来源: wind, 财通证券研究所

图70.双环传动归母净利润(亿元)及增速



数据来源: wind, 财通证券研究所

图71.双环传动毛利率与净利率



数据来源：wind、财通证券研究所

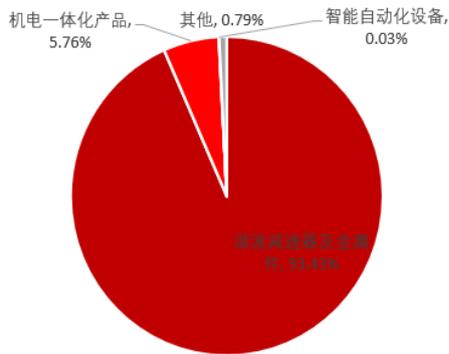
借国产替代之风踏浪而起，打造国产 RV 减速器知名品牌。公司控股子公司环动科技前身为双环传动研究院，曾是 3 个国家级项目的实施主体，申报 50 余项专利，所研发的产品均达到国际先进水平，受到下游多家知名机器人厂商的认可。2022 年公司的大负载减速器产品有较大突破，谐波减速器产品受到客户认可并进入量产阶段。公司为我国工业机器人高精密减速器国产替代，提升我国智能制造装备水平做出了贡献，有望打破日本巨头在华的垄断市场格局，打造国产 RV 减速器知名品牌。

## 4.2 绿的谐波

绿的谐波（苏州绿的谐波传动科技股份有限公司）是一家专业从事精密传动装置研发、设计和生产的机械设备企业。绿的谐波成立于 2011 年，公司核心团队自 2003 年开始从事机器人用精密谐波减速器理论基础的研究，深耕谐波传动领域近 20 年。2014 年 6 月 24 日，绿的谐波主持编制的 GB/T 30819-2014《机器人用谐波齿轮减速器》国家标准发布；2020 年绿的谐波在上交所科创板上市（股票代码：688017.SH）。公司业务聚焦谐波减速器、机电一体化产品、旋转执行器、数控分度转台、无框电机、电液伺服控制器、工业自动化服务等多类产品。目前已成为国内谐波减速器市场龙头，广泛应用于机器人、数控机床、航空航天、光伏设备和医疗器械等多个领域。截至 2023 年一季度末，公司实际控制人为左晶和左昱显，各占 20.4% 股份，属于限售流通 A 股。

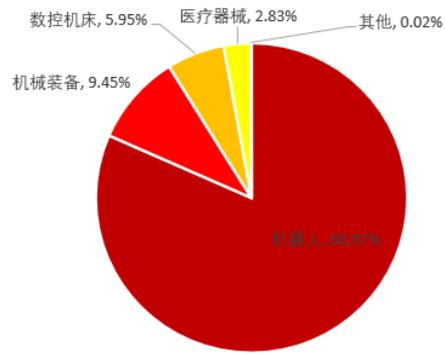
谐波减速器是公司核心业务，收入占比超 90%，主要应用于机器人领域。2022 年，公司谐波减速器及金属件、机电一体化产品和智能自动化设备占收入比例分别为 93.43%/5.76%/0.03%。公司谐波减速器业务主要系列有 LCD、LCS、LCSG、LHD、LHS 和 LHSG 等，产品系列丰富。2022 年，公司产品主要应用于机器人、机械设备、数控机床、医疗器械等领域，其中机器人领域占收入比例高达 80.97%，公司专注于机器人减速器的应用。

图72.2022年绿的谐波收入结构(按产品分类)



数据来源: wind, 财通证券研究所

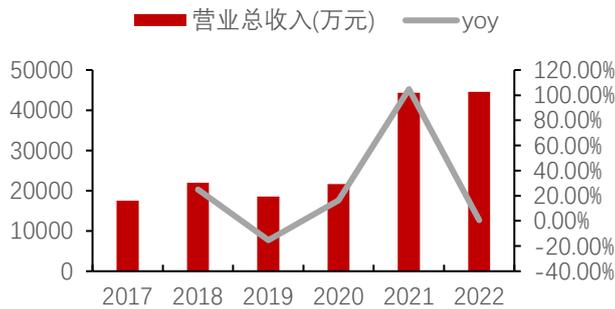
图73.2022年绿的谐波收入结构(按应用分类)



数据来源: wind, 财通证券研究所

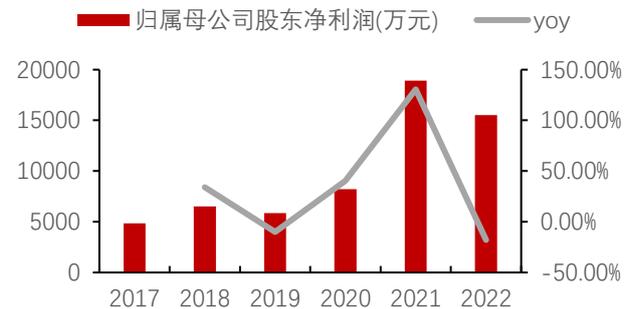
**收入与利润持续增长。**绿的谐波从2019年起收入和利润快速提升。2022年公司实现收入4.46亿元,同比增长0.54%,实现归母净利润1.55亿元,同比减少17.91%;公司毛利率和净利率稳步提升,2022年毛利率和净利率分别为48.69%/35.09%,公司净利率较2017年提升了29.24%。公司营收水平持续上升,公司规模效应初现。

图74.绿的谐波营业总收入(万元)及增速



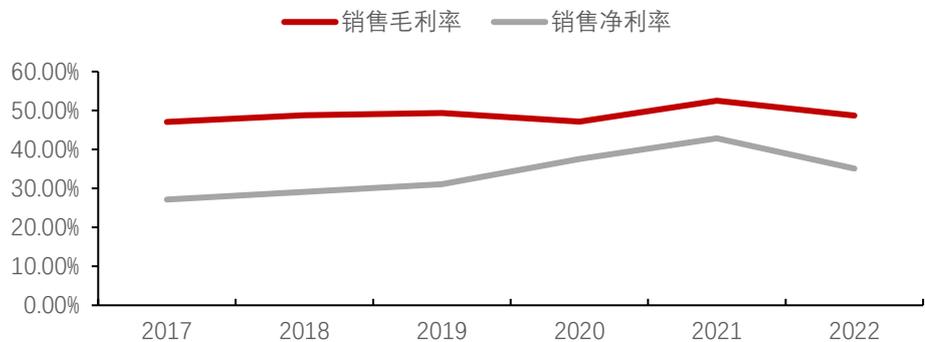
数据来源: wind, 财通证券研究所

图75.绿的谐波归母净利润(万元)及增速



数据来源: wind, 财通证券研究所

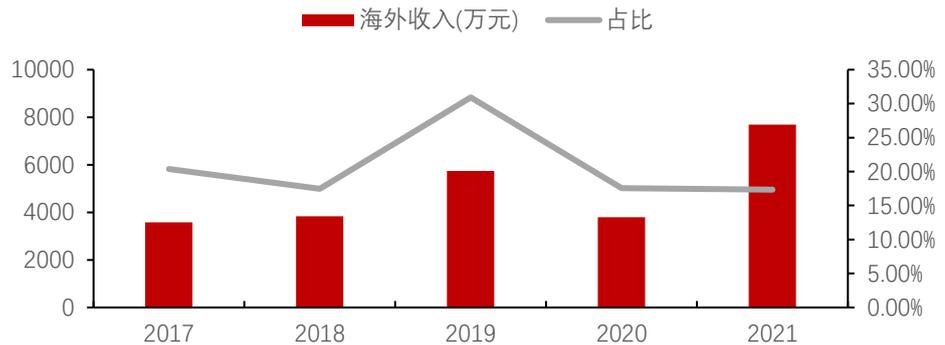
图76.绿的谐波毛利率与净利率



数据来源: wind, 财通证券研究所

谐波减速器技术已实现突破，助推产品走出国门。当前绿的谐波的主要产品谐波减速器已经实现技术突破，相较国际巨头 Harmonic 产品在性能指标上差距有所缩小。2022 年公司海外收入 6311 万元，同比减少 17.91%，占营收比重为 14.16%，有所下滑。2023 年 4 月，公司与三花智控达成战略合作，在墨西哥设立海外工厂，海外业务版图持续扩张。公司应当借助技术优势，未来继续在海外进行市场开拓，助推产品走出国门，走向世界。

图77.绿的谐波海外收入(万元)及占比



数据来源：wind、财通证券研究所

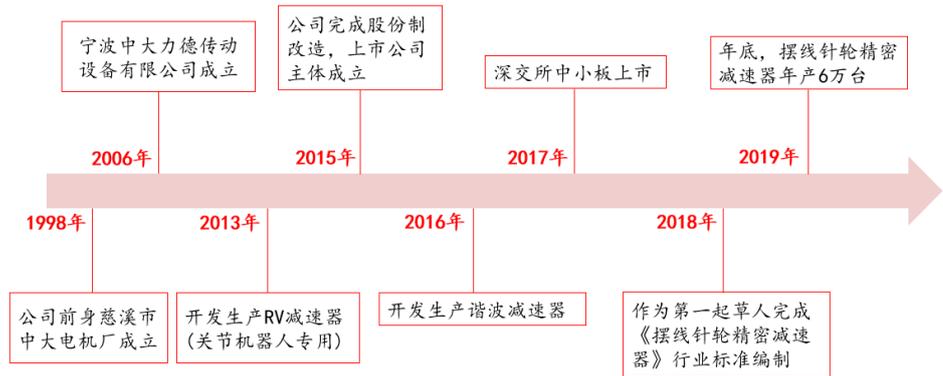
谐波减速器国产化替代提供长期成长驱动力，新兴市场需求锦上添花。当前谐波减速器国际巨头 Harmonic 在国内外市场仍是龙头；在《中国制造 2025》等一系列政策指引下，谐波减速器国产替代化趋势将是未来中长期的主基调，公司作为国内谐波减速器龙头厂商，将有望受益于行业发展。在工业机器人领域，国产工业机器人厂商从价格和服务等多方面考虑，对于国产谐波减速器的使用意愿更强；公司已成为国内埃夫特、埃斯顿和新松机器人等一线工业机器人供应商。在协作机器人领域，一台协作机器人需要 6-7 个减速器，且全部使用谐波减速器。公司是全球龙头 Universal Robots 的重要供应商；且国产协作机器人厂商开始发力，节卡、越疆、艾利特等厂商的多轮融资后发展，国内协作机器人的快速发展也助推公司在协作机器人领域占据重要的市场地位。在人形机器人领域，特斯拉、小米等厂商入局，有望推动人形机器人从实验室阶段过渡到商业化阶段。若人形机器人成功商业化，凭借人形机器人的数十个关节，预计可大幅拉动谐波减速器需求，进一步提升公司在谐波减速器市占率。公司在机床转台等机电一体化产品上也在持续深耕发展，成长空间持续拓展。

### 4.3 中大力德

中大力德(宁波中大力德智能传动股份有限公司)是一家专注于实现产业自动化、智能化的国家高新技术企业。中大力德成立于 2006 年，其前身是 1998 年成立的慈溪市中大电机厂，2017 年公司于深交所中小板上市(股票代码：002896.SZ)。

公司集电机驱动、微特电机、精密减速器、机器人结构本体及一体化智能执行单元的研发、制造、销售、服务于一体，产品广泛应用于工作母机、数控设备、工业机器人、智能物流、新能源、食品、包装、纺织、电子、医疗、通讯、农牧等机械装备领域。截至2023年一季度末，公司控股股东为宁波中大力德投资有限公司，直接持有公司24.85%股份，通过中大(香港)投资有限公司间接持有公司21.85%股份，共计持有公司46.7%股份，实际控制人为岑国建、周国英夫妇。

图78.中大力德发展历程



数据来源:中大力德官网、财通证券研究所

图79.中大力德主要产品

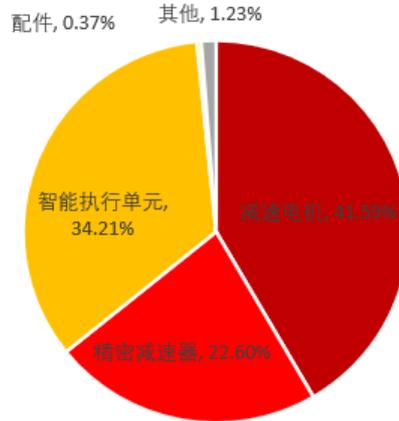


数据来源:中大力德招股说明书、财通证券研究所

减速器相关业务是公司核心业务,减速电机收入占比过半。2022年,公司减速电机、精密减速器和智能执行单元占收入比例分别为41.59%/22.60%/34.21%。公司

机器人用减速器产品主要有 BX-RCA、BX-REA、BX-RVC 和 BX-RVE 等多个系列，为工业及服务机器人提供智能化驱动解决方案。

图80.2022年中大力德收入结构



数据来源：wind、财通证券研究所

业绩表现稳定，盈利能力较好。近年来，公司利润端和收入端保持增长。2022年公司实现收入8.98亿，同比减少5.81%，实现归母净利润6636万，同比减少18.44%，2022年公司毛利率为24.10%，略微有所下滑，净利率为7.39%，下滑约1.15pct，主要原因系2022年受宏观经济环境和疫情反复冲击的影响，国内外订单交付速度均较为缓慢。

图81.中大力德营业收入(亿元)及增速



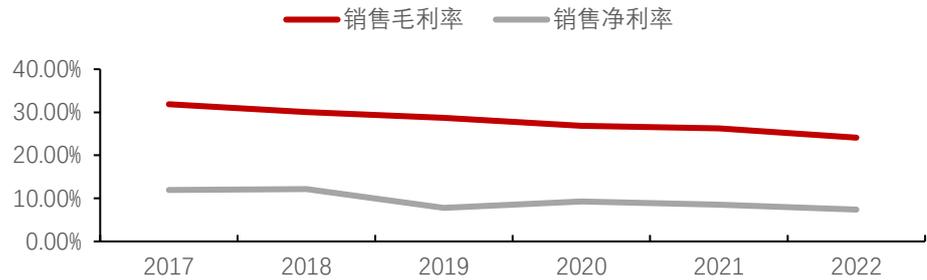
数据来源：wind，财通证券研究所

图82.中大力德归母净利润(万元)及增速



数据来源：wind，财通证券研究所

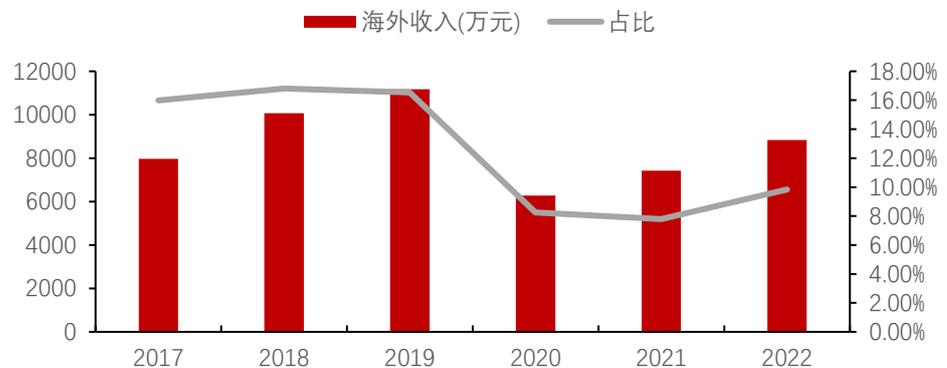
图83.中大力德毛利率与净利率



数据来源: wind、财通证券研究所

**零部件国产替代加速带来发展契机，积极开拓海外市场。**外资机器人巨头为辐射亚太市场在华扩大产能，基于供应安全和成本管控等因素零部件本土化需求增强。国产重负载六轴机器人因下游需求增长和外资交付能力受限等因素迎来进口替代窗口期，带动以RV减速器为主德国产机器人零部件需求上扬。当前中大力德产品已经远销欧美、日本、东南亚等全球60多个国家和地区，受新冠疫情影响，2020年起海外收入占比骤减，2022年海外收入为8834万，同比增长18.93%，占收入比例为9.84%。2023年3月，公司宣布在新加坡设立全资子公司并通过该子公司在泰国设立全资孙公司，用以满足东南亚市场对减速装置产品的需求，公司未来海外市场仍应当积极开拓，抢占全球市场份额。

图84.中大力德海外收入(万元)及收入占比



数据来源: wind、财通证券研究所

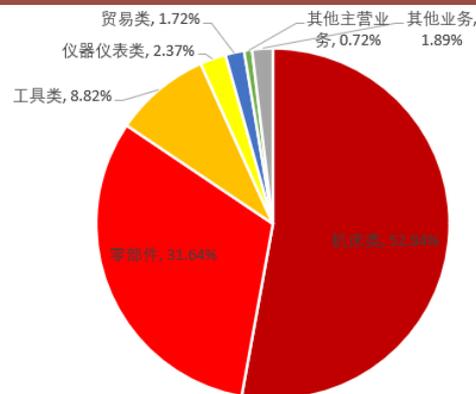
#### 4.4 秦川机床

秦川机床（秦川机床工具集团股份公司）是国内知名的国有机床企业，目前以“5221”为战略发展目标。公司是中国机床工具行业龙头骨干、工业机器人减速器研发制造基地和国家级高新技术企业，于1998年在深交所主板上市（股票代码：000837.SZ）。公司依托“坚持主机带动，打造高端制造、核心零部件强力支撑，突破智能制造及数控关键技术，主动承担国家重大专项研发任务”发展战略，

提出了“5221”发展目标。截至2023年一季度末，公司控股股东为陕西法士特汽车传动集团，持股比例为35.19%，实际控制人为陕西省国资委。

机床是公司的主营业务，机器人减速器技术实力雄厚。2022年，机床类、零部件、工具类、仪器仪表类、贸易类、其他主营业务和其他业务占收入比例分别为52.84%/31.64%/8.82%/2.37%/1.72%/0.72%/1.89%。公司关节减速器已有四大系列、20多种规格、80多种速比，是唯一全系列(5-800KG)关节减速器产品供应商。公司RV减速器已突破关键零件的瓶颈工序及核心工艺装备，是目前国内规格最全、系列最多的工业机器人关节减速器生产制造商。2022年12月，公司宣布以机器人减速器业务相关的部分经营资产和现金出资成立全资子公司（陕西秦川高精传动科技有限公司）。

图85.2022年秦川机床收入结构



数据来源：wind、财通证券研究所

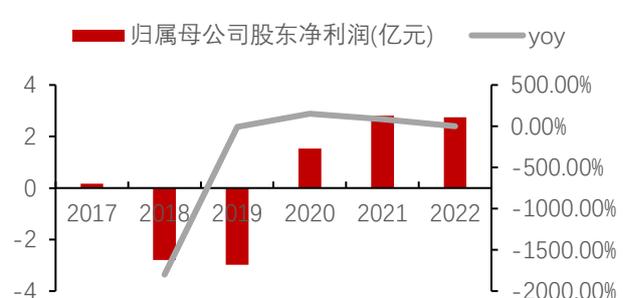
营收稳步增长，盈利能力持续恢复。2022年，公司实现营收41.01亿元，同比减少18.83%，主要原因系宏观经济环境及疫情影响，公司业绩在2020和2021年跟随行业恢复增长。2022年实现净利润2.75亿元，公司毛利率/净利率近年来均呈现持续提升态势。

图86.秦川机床营业收入(亿元)及增速



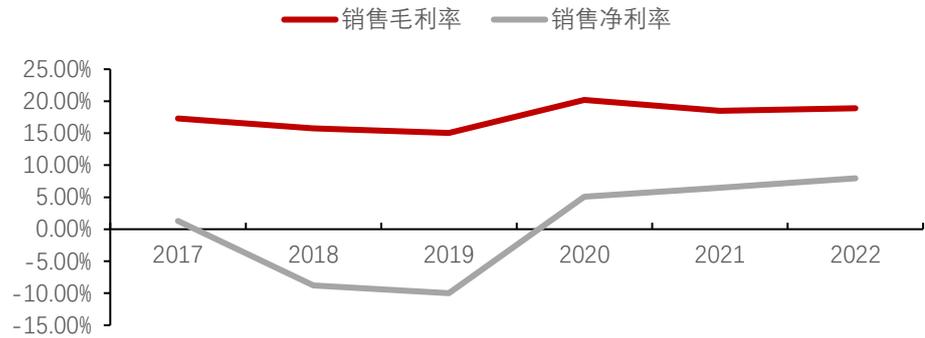
数据来源：wind，财通证券研究所

图87.秦川机床归母净利润(亿元)及增速



数据来源：wind，财通证券研究所

图88.秦川机床毛利率与净利率



数据来源：wind、财通证券研究所

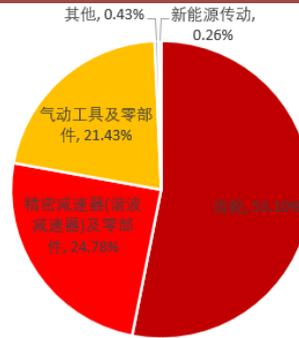
依托技术优势，发挥资源整合优势，助力机器人关节减速器更上一层楼。公司作为国内第一台RV减速器自主研发生产的企业，技术优势显著，同时作为国内知名机床企业，公司零部件生产能力不俗，其中行星架、行星齿轮、偏心轴、针齿壳、摆线轮等RV减速器核心零部件均为自制，资源整合优势显现。公司在2020年收购的沃克齿轮，具备生产高精度传动产品能力，与公司机器人关节减速器业务的“化学反应”逐步显现，可在规模化生产过程管理积累的丰富经验，助力公司机器人关节减速器的量产规划。

#### 4.5 丰立智能

丰立智能（浙江丰立智能科技股份有限公司）是一家专业从事小模数齿轮、精密减速以及相关精密机械件等产品研发、生产与销售的高新技术企业。公司成立于1995年，是高端电动工具用齿轮的行业龙头，领域内长期排在全国行业的前列，公司战略目标是成为智能驱动研造与系统集成服务商，2022年公司荣获国家级专精特新“小巨人”企业，同年12月公司在深交所创业板上市（股票代码：301368.SZ）。公司主要产品包括钢齿轮、精密减速器及零部件、精密机械件、粉末冶金制品以及气动工具等产品，广泛应用于新能源汽车、工业机器人、智能家居、医疗器械、电动工具、园林机械、工程机械等领域。截至2023年一季度末，公司控股股东为台州市黄岩丰立电控设备有限公司，持股比例为36.97%，属于限售流通A股，实际控制人为王友利、黄伟红夫妇。

小模数齿轮是公司主营业务，精密减速器相关业务助力公司快速发展。2022年，公司齿轮、精密减速器(谐波减速器)及零部件、气动工具及零部件和新能源传动占收入比例分别为53.10%/24.78%/21.43%/0.26%。公司精密减速器的主要产品是谐波减速器等小微精密减速器，目前主要供货博世、牧田、西门子等头部客户，IPO募投的“小型精密减速器升级及改造项目”生产设备正在陆续到位，未来有望实现年产3.5万套谐波减速器。

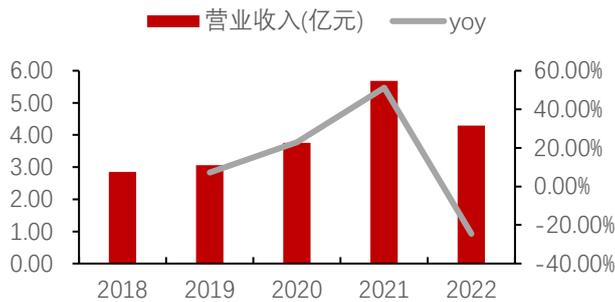
图89.2022年丰立智能收入结构



数据来源: wind、财通证券研究所

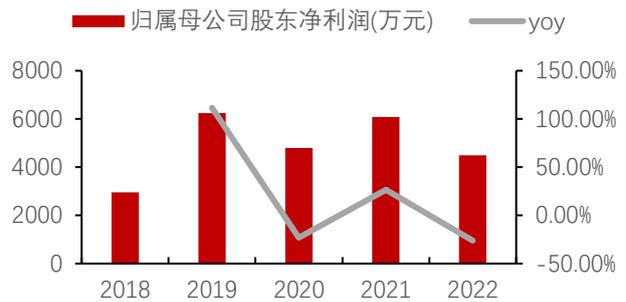
业绩表现良好, 盈利能力仍有提升空间。2022年, 公司实现收入4.29亿元, 同比下滑24.55%, 实现归母净利润4489.90万元, 同比下滑26.14%, 公司毛利率和净利率分别为19.68%/10.47%, 毛利率同比下降1.51pct, 净利率基本持平, 主要原因系2022年下游市场整体需求下滑, 预计未来有较大提升空间。

图90.丰立智能营业收入(亿元)及增速



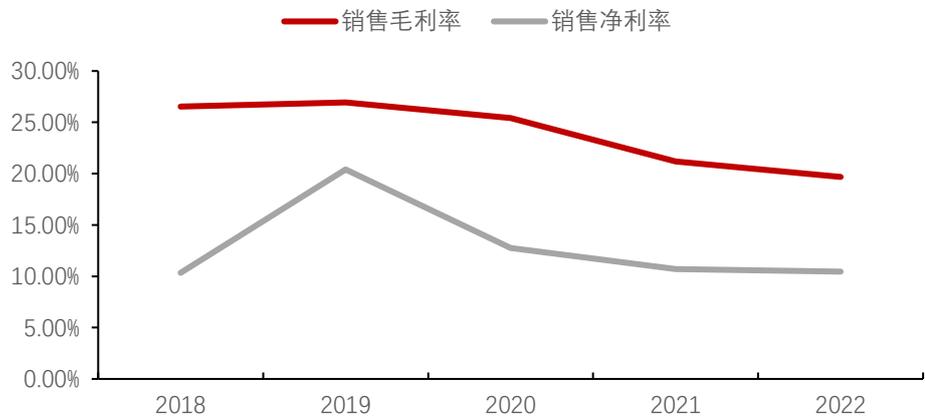
数据来源: wind、财通证券研究所

图91.丰立智能归母净利润(万元)及增速



数据来源: wind、财通证券研究所

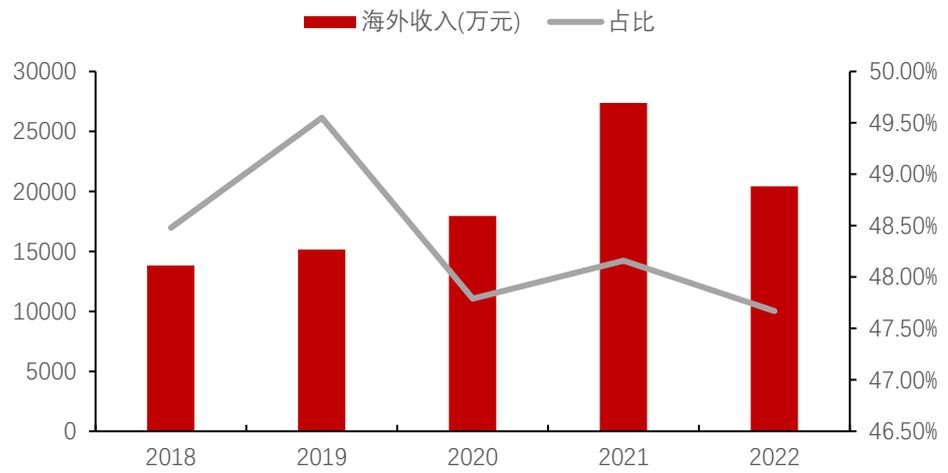
图92.丰立智能毛利率与净利率



数据来源: wind、财通证券研究所

**持续开拓海外市场，打造国际知名品牌。**从 2010 年公司首套齿轮进入欧洲市场起，公司在海外市场持续发力，2015 年公司荣获德国博世“全球供应商奖”，博世开始培育公司做小微精密减速器，公司通过博世的培养，逐步向百得、牧田、日立和西门子等国际巨头供货，产品已实现进口替代。2022 年，公司海外收入 2.04 亿元，占收入比例为 47.67%，且近 5 年海外收入比例维持在 48% 左右，海外收入较为稳定，公司应当借博世之力，持续开拓海外市场，打造国际化的品牌，持续向海外输出以谐波减速器为主的小微精密减速器。

图93.丰立智能海外收入(万元)及收入占比



数据来源：wind、财通证券研究所

#### 4.6 国茂股份

国茂股份的主营业务为减速机的研发、生产和销售，主要产品是减速机，目前以通用减速销售为主。国茂集团前身是于 1993 年设立的武进县湖塘镇国泰减速机厂，2010 年公司更名为江苏国茂减速机集团有限公司，2015 年公司完成了对国茂集团、国茂电机与减速机业务相关的经营性资产业务的收购，并于 2016 年公司整体变更为股份有限公司。2019 年 6 月，公司于上海证券交易所成功上市，并加快募投项目建设和横向发展，逐步拓展高端、专用和精密减速机领域。2020 年，收购高端品牌莱克斯诺，并整合为 GNORD（捷诺）品牌打入高端市场。

图94.公司发展历程



资料来源：国茂股份招股说明书，国茂股份年报，财通证券研究所

横向扩张，进入高端减速器与精密减速器等领域。截至2021年12月31日，公司直接或间接控制的子公司包括 Acorn Industrial Corporation（简称“Acorn 公司”，持股比例 100%）、泛凯斯特汽车零部件（江苏）有限公司（简称“泛凯斯特”，持股比例 51%）、捷诺传动系统（常州）有限公司（简称“捷诺传动”，持股比例 100%）和国茂精密传动（常州）有限公司（简称“国茂精密”，持股比例 100%），公司控制的分公司包括江苏国茂减速机股份有限公司龙潜机械分公司（简称“龙潜分公司”）。其中，Acorn 公司是公司于 2016 年在美国成立的全资控股子公司，主营业务为境外销售本公司减速机产品，国茂精密为公司 2021 年成立的子公司。公司旗下捷诺子公司在 2020 年收购了常州莱克斯诺在中国拥有的与齿轮箱有关的部分业务及业务资产，定位高端减速机的研发、生产及销售，目标是实现对外资品牌的替代。

图95.国茂股份核心子公司



资料来源：wind，财通证券研究所

股权激励彰显发展信心，公司核心员工凝聚力得到保障。公司于 2020 年 8 月推出股权激励计划，激励对象包括公司高管团队以及 166 名核心技术（业务）人员，有助于充分调动核心员工的积极性和创造性，有效提升核心团队凝聚力和企业核心竞争力。根据公司股权激励计划，公司 2020-2024 年净利润分别不低 2.90 亿

元、3.35 亿元、4.00 亿元、4.80 亿元、6.00 亿元，表明公司对于未来长期发展具有信心。

## 5 投资建议

精密减速器是机器人的核心部件，随着机器人行业的发展，以及制造业自动化水平的提升，精密减速器具有较好的成长性。全球精密减速器市场主要被外资品牌占据，国产替代化趋势初现，预计随着未来国内各精密减速器厂商的技术和设备持续升级、产能持续提升，国内企业具有巨大的替代空间。

建议关注：国内谐波减速器龙头厂商**绿的谐波**，国内 RV 减速器领先制造商**双环传动**，以及**中大力德**、**秦川机床**、**丰立智能**等精密减速器核心制造商。

## 6 风险提示

**制造业恢复不及预期。**精密减速器行业下游应用领域多样，除了机器人外，终端需求也来自半导体设备、数控机床和医疗器械等行业的固定资产投资，若未来制造业景气度恢复不及预期，会导致各行业固定投资增速放缓，下游行业需求增速放缓，削减资本性支出，这将会对精密减速器行业的需求造成不利影响。

**国产替代进程不及预期。**精密减速器的核心竞争力在于技术和流程工艺，国内精密减速器厂商与国际龙头厂商仍存在较大差距，若国内厂商研发投入受限，将导致国内外厂商技术差距进一步拉大，国产替代节奏将会变缓。

**行业竞争加剧。**随着工业自动化浪潮的推进，精密减速器下游市场不断增大，而目前国内减速器厂商市占率较低，若众多市场参与者加速竞争或将导致精密减速器竞争格局恶化，加大减速器厂商经营风险，导致厂商盈利水平下降，从而对精密减速器行业造成不利影响。

## 信息披露

### ● 分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，并注册为证券分析师，具备专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解。本报告清晰地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，作者也不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

### ● 资质声明

财通证券股份有限公司具备中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。

### ● 公司评级

以报告发布日后 6 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准：

买入：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 10%；

增持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%~10%之间；

中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间；

减持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%；

无评级：由于我们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，致使我们无法给出明确的投资评级。

A 股市场代表性指数以沪深 300 指数为基准；香港市场代表性指数以恒生指数为基准；美国市场代表性指数以标普 500 指数为基准。

### ● 行业评级

以报告发布日后 6 个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准：

看好：相对表现优于同期相关证券市场代表性指数；

中性：相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平；

看淡：相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数。

A 股市场代表性指数以沪深 300 指数为基准；香港市场代表性指数以恒生指数为基准；美国市场代表性指数以标普 500 指数为基准。

### ● 免责声明

本报告仅供财通证券股份有限公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司不保证该等信息的准确性、完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的邀请或向他人作出邀请。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的价格、价值及投资收入可能会波动。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。

本公司通过信息隔离墙对可能存在利益冲突的业务部门或关联机构之间的信息流动进行控制。因此，客户应注意，在法律许可的情况下，本公司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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

本报告中所指的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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告仅作为客户作出投资决策和公司投资顾问为客户提供投资建议的参考。客户应当独立作出投资决策，而基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前应咨询所在证券机构投资顾问和服务人员的意见；

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、发表或引用，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。