

精密减速器：自动化与机器人关键环节，国产替代提速

行业评级：看好

2023年10月20日

分析师

邱世梁

分析师

王华君

研究助理

姬新悦

邮箱

qiushiliang@stocke.com.cn

邮箱

wanghuajun@stocke.com.cn

邮箱

jixinyue@stocke.com.cn

证书编号

S1230520050001

证书编号

S1230520080005

精密减速器：自动化与机器人关键环节，国产替代提速

1、精密减速器为机器人的核心零部件之一，各个关节都需要配置减速器。目前常用的精密减速器包括谐波、RV、行星减速器等。减速器占比工业机器人零部件成本超30%。

2、市场规模、驱动因素：多元化发展，在机器人（工业、移动、协作、人形）、半导体、汽车、医疗、航天等领域需求不断增长

RV减速器：预计2021年到2025年RV减速器国内需求量有望从38万台提升至89万台，2021-2025年CAGR约24%；**谐波减速器：**预计2016年到2025年国内谐波减速器市场规模有望从9.5亿元提升至41亿元，2016-2025年CAGR约18%；**行星减速器：**预计全球行星减速器市场规模从2018年的904亿元提升至2029年的2231亿元，2018-2029年CAGR约9%，国内行星减速器市场规模从2018年的296亿元提升至2029年的1148.5亿元，2018-2029年CAGR约13%。

3、竞争格局：国产替代提速，国内企业市占率提升

RV减速器：2021年国内RV减速器纳博特斯克市场占有率约52%，位居第一，双环传动市场占有率从2020年的9%增长至2021年的15%，提升明显。**谐波减速器：**2021年国内谐波减速器哈默纳科市场占有率达36%。伴随关键技术的攻克，国内厂商竞争力显著增加，2021年绿的谐波市场占有率达25%，位居第二。**行星减速器：**2022年国内精密行星减速器市场日本新宝占比20%，位居第一，科峰智能、纽氏达特、精锐科技、利茗分别占比12%、9%、7%、5%。

4、人形机器人产业化大势所趋，为减速器行业带来广阔增量市场：2030年人形机器人中减速器价值量占比约13%。日系厂商占主导，国内厂商关键技术已攻克。预计2030年人形机器人需求量约177万台，假设每台人形机器人需要14台减速器，减速器均价约731元/台，则2030年人形机器人领域市场增量空间约181亿元，相较目前工业机器人需求提升巨大。

投资建议：精密减速器下游行业多元发展，人形机器人产业提速有望使行业天花板打开，推荐双环传动（RV、谐波减速器）、绿的谐波（谐波减速器），看好中大力德（行星、RV、谐波减速器）、汉宇集团（谐波减速器）、秦川机床（RV减速器）等。

风险提示：中美贸易冲突超预期、AI技术迭代不及预期、数据测算偏差风险

01

PartOne

减速器行业简介

- 减速器是一种应用广泛的减速传动装置，可将传动设备在高速运转时的动力，通过输入轴上的小齿轮啮合输出轴上的大齿轮，以达到降低转速和增大转矩的目的。

减速器的系统分类



- 从减速器的发展水平来看，目前已有多种减速器产品，已经成熟并已标准化的产品有：圆柱齿轮减速器、蜗轮减速器、行星齿轮减速器、摆线针轮减速器和谐波减速器等；已经提出并正在推广的产品有：三环减速器、活齿减速器等；近年来提出并申请专利的有：滤波减速器、激波减速器、旋转作动器、纯滚动减速器和等效椭圆谐波减速器等。

各类减速器系统比较

序号	减速原理	举例	技术成熟度/市场细分	优缺点
1	一般齿比减速	圆柱齿轮减速	传统/成熟/占据主要市场	减速比不大，体积较大
	一般齿比减速	摆线针轮减速器	很成熟/中比范围占据主要市场	制造工艺复杂，制造进度要求高
2	少齿差减速	三环减速器	正在试推广阶段/市场份额很小	冲击噪声大，安装调整要求高
	少齿差减速	二环减速器	技术不成熟/试向市场推广	结构简单、速比范围宽，传递功率不能太大
3	三齿轮减速	行星减速器	技术较成熟	减速零件多，径向尺寸大
4	谐波减速	谐波减速器	技术成熟，结构尚需完善/占据高端市场	结构紧凑，速比范围大，工艺复杂，成本高
5	斜面减速	螺旋作动器	研究阶段/待推向市场	结构紧凑，功率密度高，不适用于全转动
6	活齿减速	活齿减速器	尚存在关键技术问题待突破/市场上尚无	结构紧凑，减速输出机构集成，易发热
7	工质变性	磁触变无级减速器	研究阶段/市场商务	振动小、噪声低、无极变速

上游

原材料

轴系部分

齿轮 轴
 轴承 轴承盖等

箱体

减速器附件

窥视孔和窥视孔盖
 放油孔及放油螺塞
 游标
 通气器
 起盖螺钉
 起吊装置

中游

减速器制造

通用减速器

齿轮减速器
 蜗杆涡轮减速器
 行星减速器等

专用减速器

工业机器人减速器
 汽车减速器
 光伏/风电减速器等

精密减速器

RV减速器
 谐波减速器
 摆线针轮行星减速器等

下游

应用领域

工业机器人

服务机器人

数控机床

化工

电力

食品

塑料

纺织

物流

环保

制药

建筑

水利

冶金

医疗器械

航空航天等

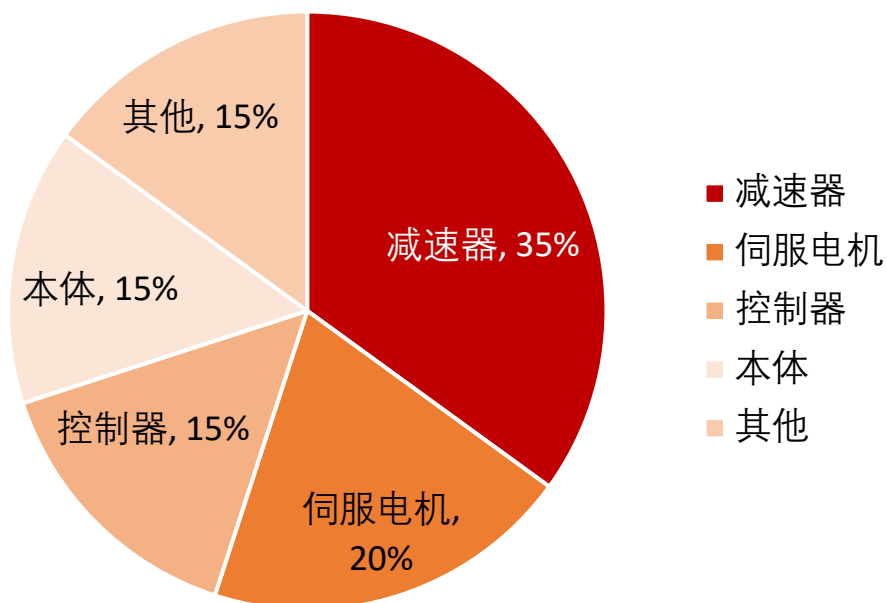
02

PartTwo

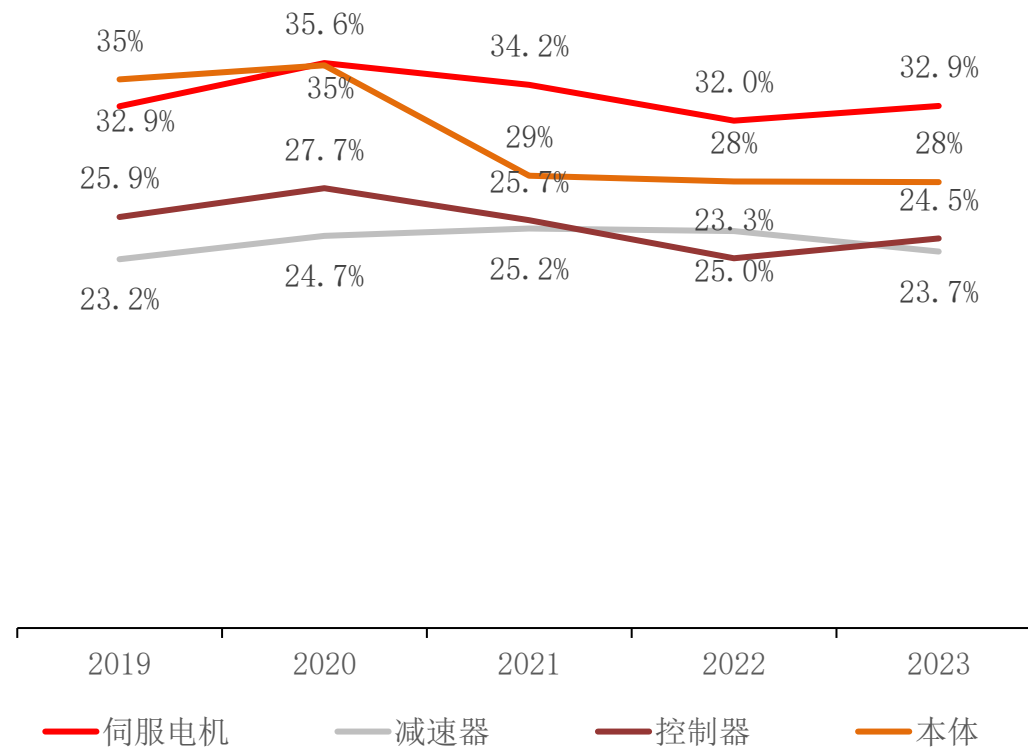
现状：谐波、RV、行星减速器市场规模、竞争格局

- 根据OFweek 2020年数据，核心零部件占比工业机器人成本约 70%，其中减速器、伺服电机、控制器占比分别约为 35%、20%、15%

核心零部件成本占比工业机器人总成本的70%

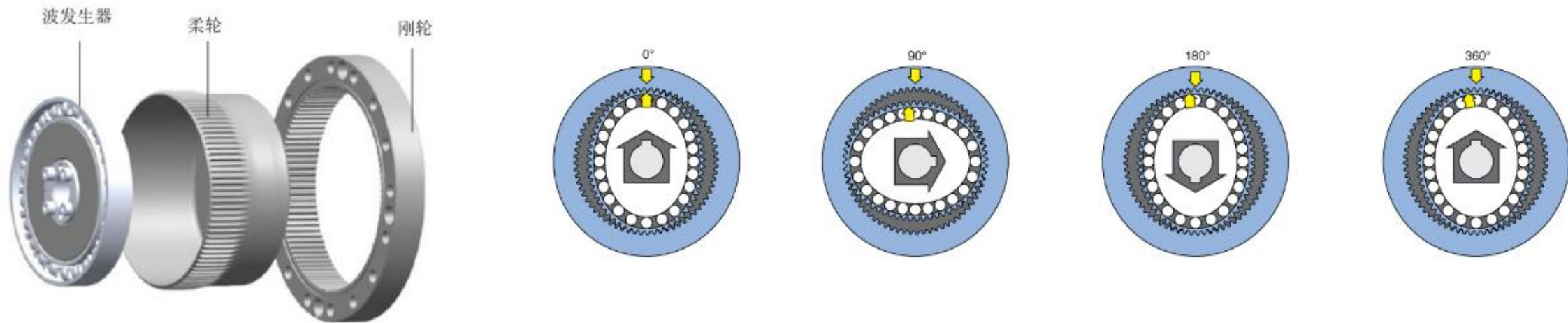


工业机器人各环节核心零部件毛利率



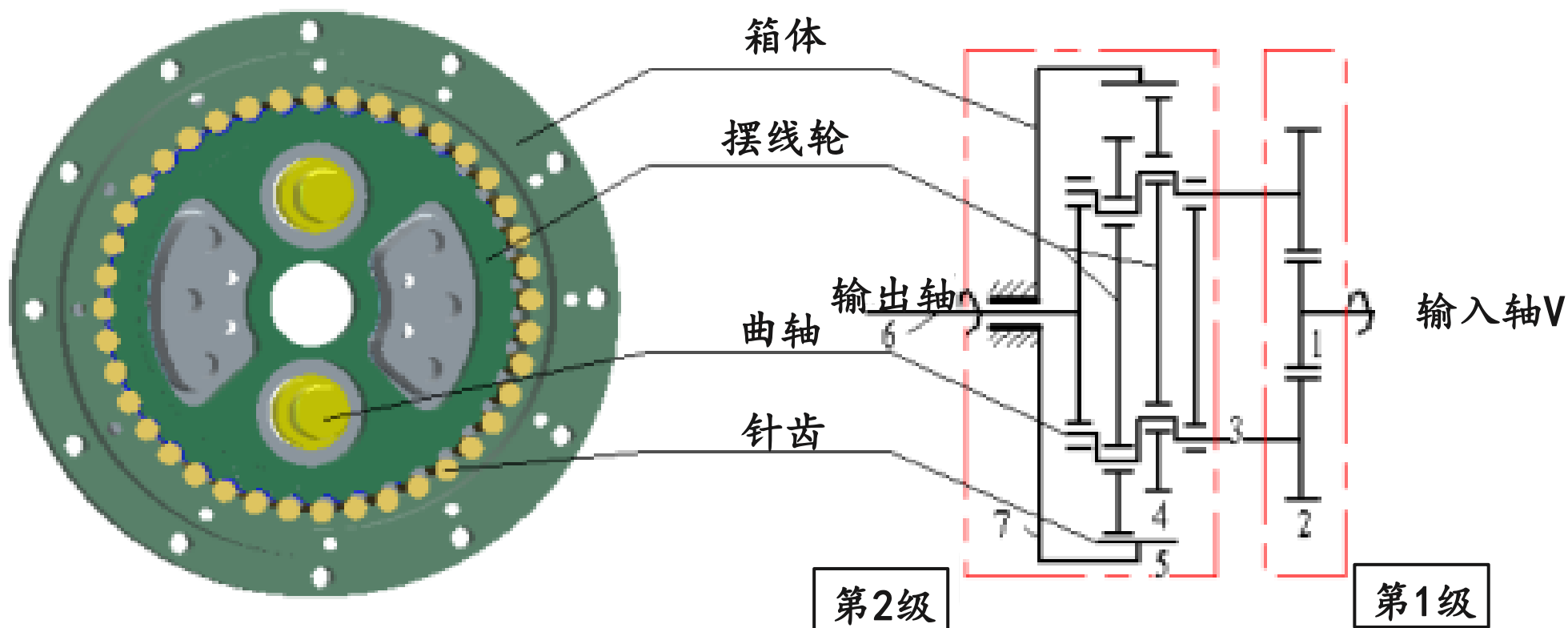
- **谐波减速器由固定的内齿刚轮、柔轮、和波发生器组成。**谐波减速器利用柔性齿轮产生可控制的弹性变形波，引起刚轮与柔轮的齿间相对错齿来传递动力和运动，从而达到减速的目的。当波发生器带动柔轮转动时，柔轮在长轴处与刚轮接触，在短轴位置与刚轮分离，导致柔轮上的齿依次与刚轮上的齿进行啮合，达到传递扭矩的目的。
- 通常情况下，谐波减速器刚轮齿数比柔轮齿数多2齿。因此，当波发生器转动一周时，柔轮在相反方向上旋转了刚轮上2个齿所对应的角度，从而实现减速传动。

输入轴转动一圈，柔轮反向转动两个齿对应角度

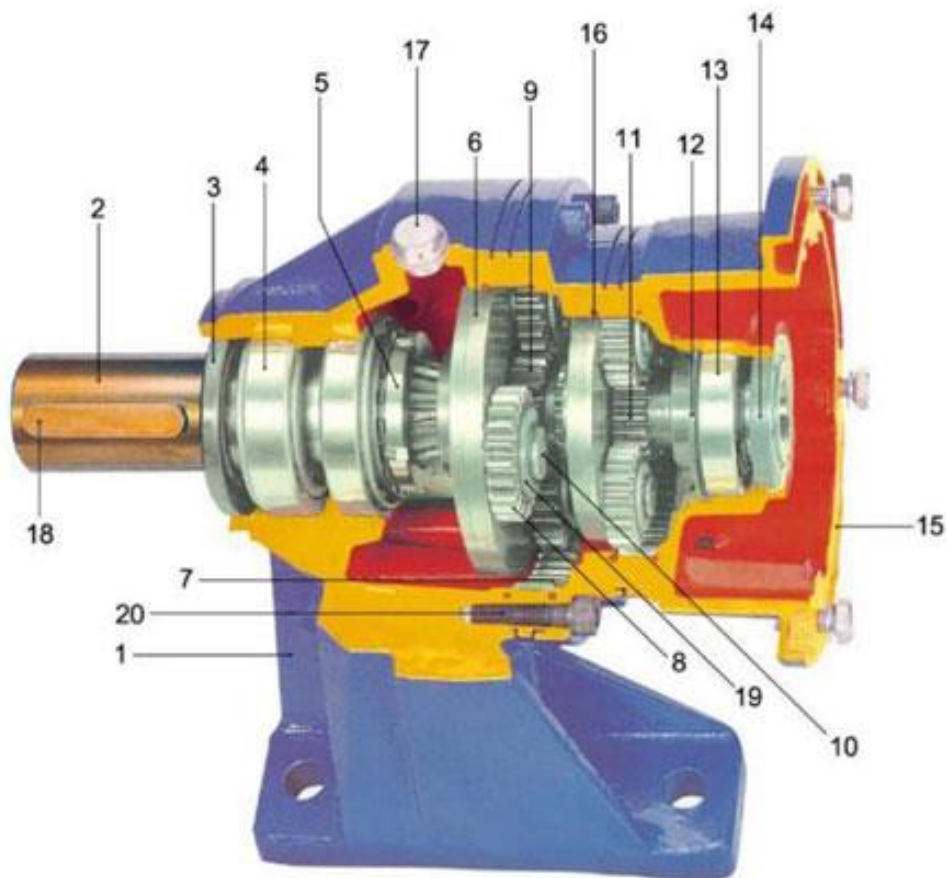


- RV减速器具有两级减速机构，分别为行星齿轮减速机构和差动齿轮减速机构。
- RV减速器总减速比为两级减速比的乘积。

RV减速器结构示意图



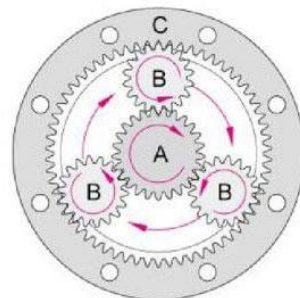
行星减速器原理及示意图



行星减速机内部结构图

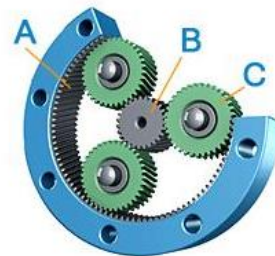
- 01.减速机本体Housing
- 02.出力轴Output Shaft
- 03.出力轴油封Oil Seal-Output Shaft
- 04.出力轴承Bearing-Output Shaft
- 05.太阳螺帽Sun Nut
- 06.游星架Planetary Carrier
- 07.内齿环Internal Gear Ring
- 08.游星齿轮Planetary Gear
- 09.阶段齿轮Using Connected Section's Gear
- 10.滚针轴Needle Roller Pin
- 11.太阳齿轮Sun Gear Input Shaft
12. C型扣环Snap Ring
- 13.入力轴承Bearing-IntpLrt Shaft
- 14.入力轴油封Oil Seal-Input Shaft
- 15.入力法兰Input Ftange
16. O型环O-Ring
- 17.透气塞Breather Plug
- 18.输出轴键Key-Output Shaft
- 19.垫圈Washer
- 20.内六角螺丝Hex Socket Cap Screw

驱动源以直结或连接方式启动太阳齿轮，太阳齿轮将组合于行星架上的行星齿轮带动运转。整组行星齿轮系统沿着外齿圈自动绕行转动，行星架连结出力轴输出达到减速目的。更高减速比则借由多组阶段齿轮与行星齿轮倍增累计而成。



- A、太阳齿轮 sun gear
B、行星齿轮 planetary gear

行星减速机由一个内齿环(A)紧密结合于齿箱壳体上，环齿中心有一个自外部动力所驱动之太阳齿轮(B)，介于两者之间有一组由三颗齿轮等分组合于托盘上之行星齿轮组(C)，该组行星齿轮依靠着出力轴、内齿环及太阳齿支撑浮游于期间；当入力侧动力驱动，并依循着内齿环之轨迹沿着太阳齿时，可带动行星齿轮自转中心公转，行星之旋转带动连结于托盘之出力轴输出动力。



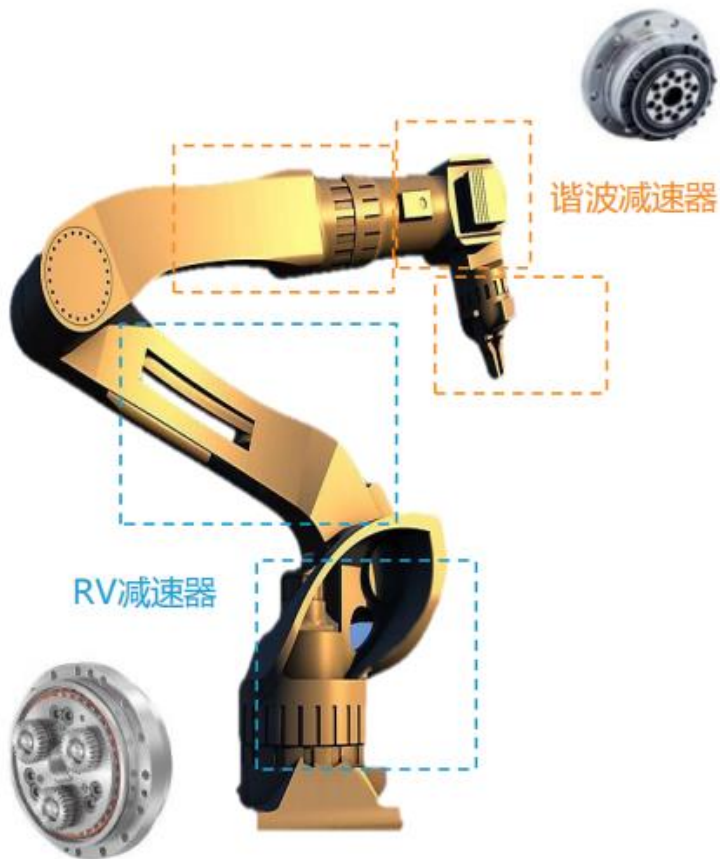
精密行星减速器、谐波减速器、RV减速器优缺点及关键参数对比

减速器类别	结构特点	优点	缺点	应用领域
精密行星减速器	体积比较小，主要包括行星轮、太阳轮和内齿圈。精密行星减速器单级传动比都在10以内，且减速级数一般不会超过3级。	扭矩大、精度可高达1'以内、单级传动效率高，达97%、质量轻、寿命可长达2万小时、免保养	单级传动比范围小	移动机器人、新能源设备、高端机床、智能交通等行业的精密传动装置
谐波减速器	主要包括波发生器、柔轮与刚轮。减速器工作时，波发生器会发生可控变形，同时依靠柔轮、刚轮的啮合传递动力。	传动精度高，重量和体积小，运转平稳、传动比大	传递扭矩相对较小，传动效率低、使用寿命有限	机器人中负载较小的小臂、腕部和手部等关节、航空航天、精密加工设备和医疗设备领域
RV减速器	主要包括两级传动装置，分别为渐开线行星齿轮传动和摆线针轮行星传动。	传动比范围广至31-171，传动效率高达85%-92%，传动平稳性高，承载能力强，刚性和耐过载冲击性能好，传动精度高	结构复杂、制造难度大、成本高	机器人中负载较重的机座、大臂、肩部等大关节

主要指标	精密行星减速器	谐波减速器	RV减速器
传动效率	>95%	>70%	>80%
传动精度 (' ")	≤180	≤60	≤60
传动比	3-512	30-160	30-192.4
设计寿命 (h)	>20000	>8000	>6000
扭转刚度 (N.m/arc min)	10-370	1.34-54.09	20-1176
额定输出扭矩 (N.M)	40-1200	6.6-921	101-6135
噪音 (db)	≤65	≤60	≤70
温升 (°C)	≤30	≤40	≤45

- 减速器是连接动力源和执行机构的中间机构，具有匹配转速和传递转矩的作用。一般情况下，工业机器人的每个关节都会配备一个减速器，以达到精准控制的目的。工业机器人中减速器主要是RV减速器和谐波减速器。RV减速器多用于工业机器人的基座、大臂等部位；而谐波减速器多用于工业机器人的小臂、腕部或手部。

谐波减速器主要用在机器人手臂关节，RV减速器用于基座

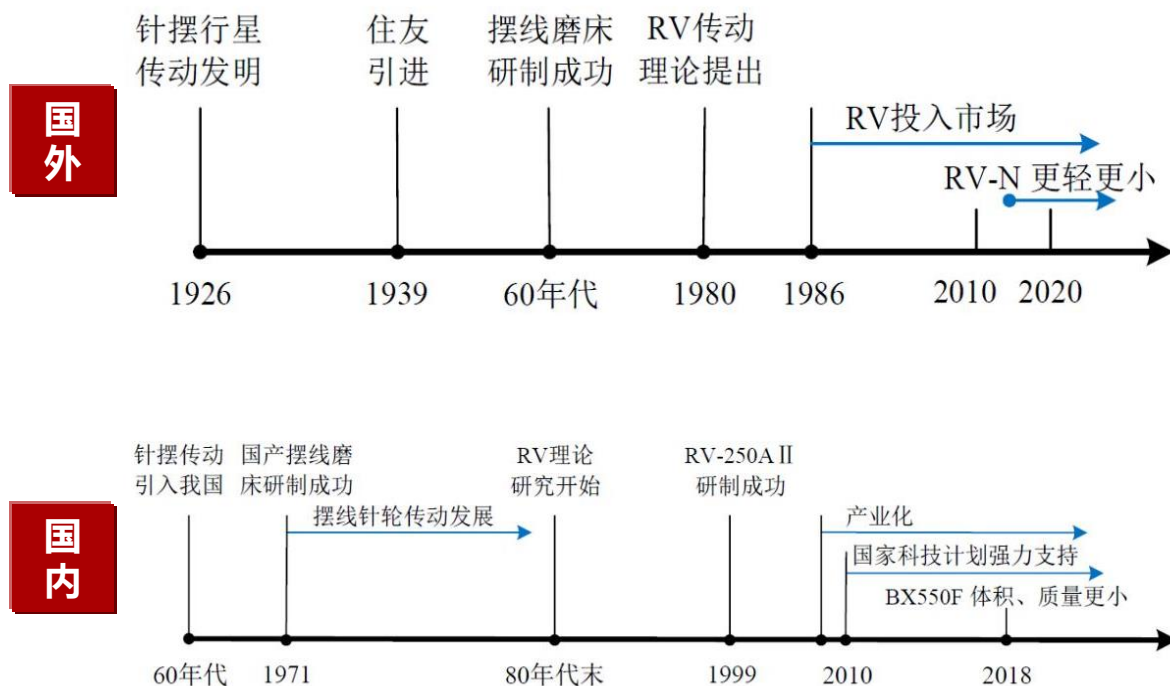


RV减速器对比谐波减速器

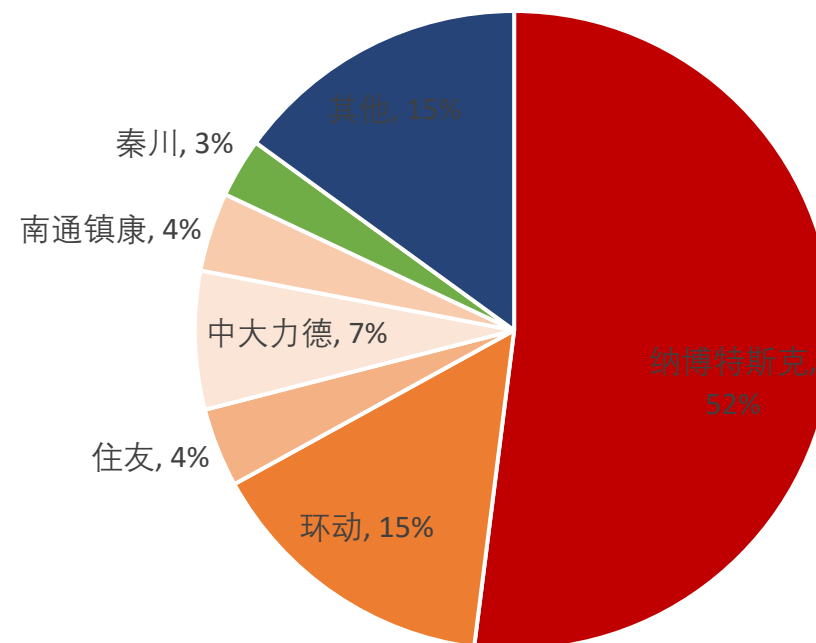
	RV减速器	谐波减速器
技术特点	通过多级减速实现传动，一般由行星齿轮减速器的前级和摆线针轮减速器的后级组成，组成的零部件较多。	通过柔轮的弹性变形传递运动，主要由柔轮、刚轮、波发生器三个核心零部件组成。与RV及其他精密减速器相比，谐波减速器使用的材料、体积及重量大幅度下降。
产品性能	大体积、高负载能力和高刚度	体积小、传动比高、精密度高
应用场景	一般应用于多关节机器人中机座、大臂、肩部等重负载的位置。	主要应用于机器人小臂、腕部或手部。
终端领域	汽车、运输、港口码头等行业中通常使用配有RV减速器的重负载机器人。	3C、半导体、食品、注塑、模具、医疗等行业中通常使用由谐波减速器组成的30kg负载以下的机器人。
价格区间	5000-8000元人民币/台	1000-5000元人民币/台

- 从竞争格局看，日系厂商占据主导地位。据GGII数据，2021年纳博特斯克（Nab）市场占有率约52%，位居第一。国内厂商双环传动RV减速器市场占有率从2020年的9%增长至2021年的15%，提升明显。

RV减速器发展历程

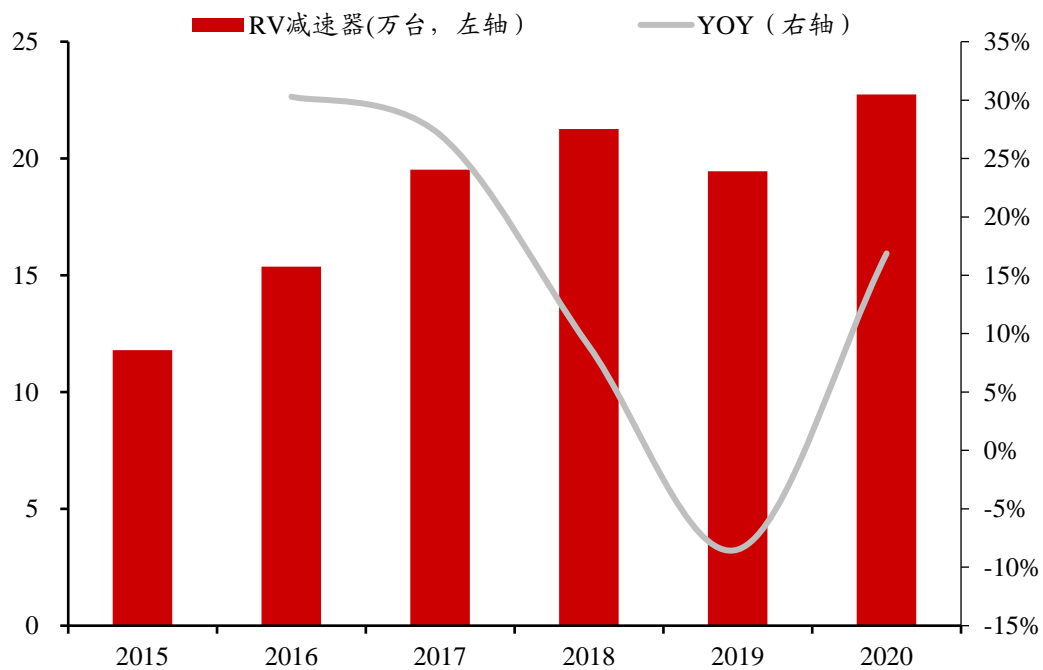


日系厂商占据RV减速器市场主导地位（2021）

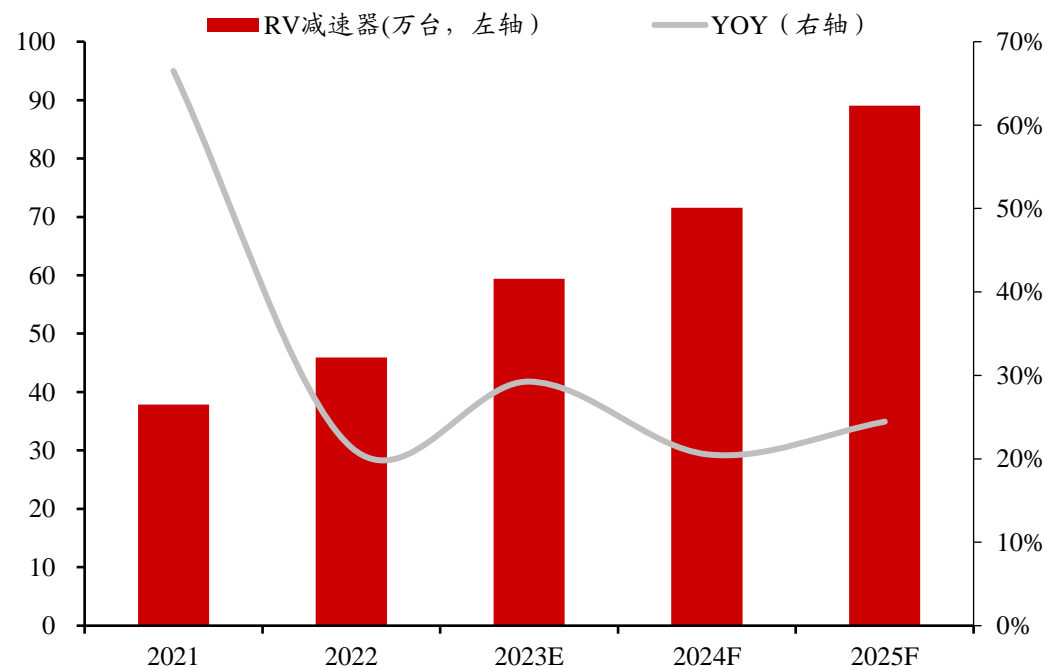


□ 受下游机器人行业高景气度带动，国内RV减速器行业市场规模快速增长。根据高工机器人数据，工业机器人用RV减速器需求量从2015年的12万台增长至2020年的23万台，CAGR约14%。根据高工机器人预测，2021年到2025年RV减速器需求量有望从38万台提升至89万台，2021-2025年CAGR约24%。

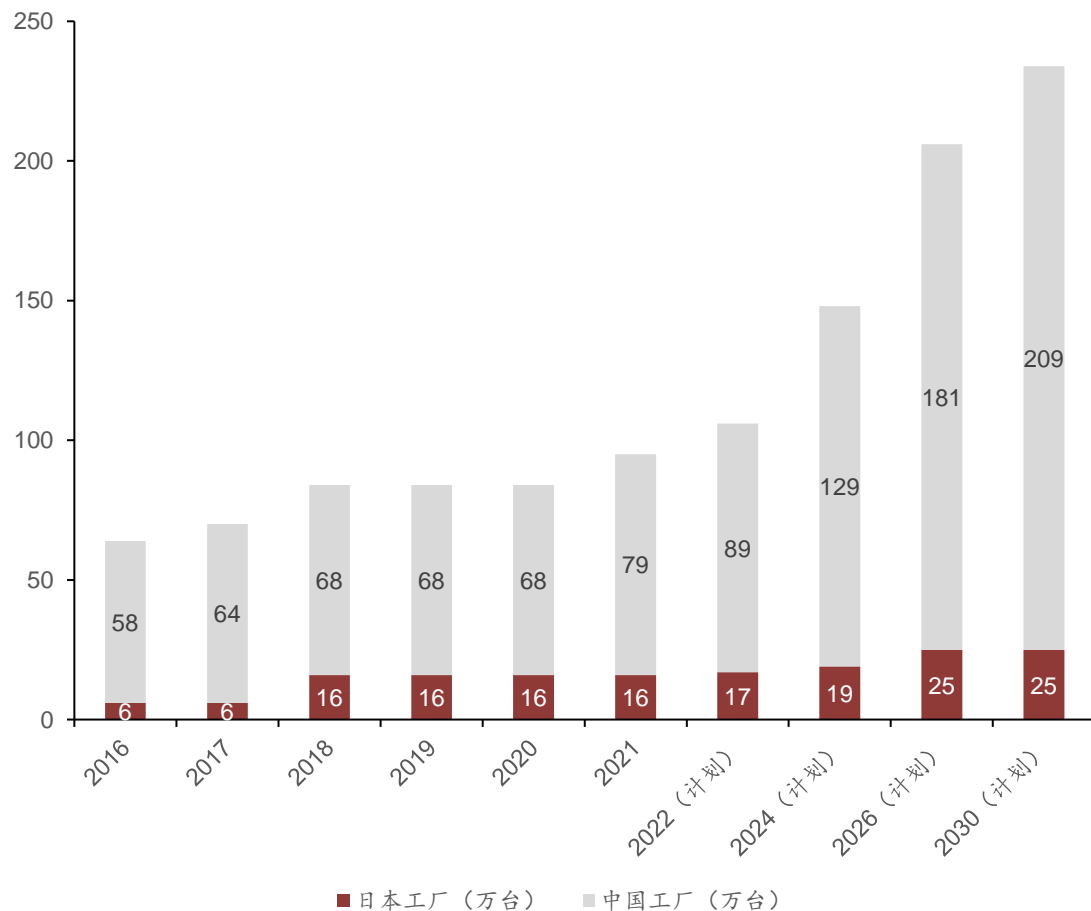
2015-2020工业机器人RV减速器需求量CAGR约14%



2021-2025工业机器人RV减速器需求量CAGR约24%



纳博特斯克年产能及扩产计划



中国RV减速器企业产能情况

公司名称	主营业务	销量	产能情况
双环传动	汽车、工程机械 齿轮, RV、谐波 减速器	2021年中国市场份额最大	年产10万套左右RV减速器
秦川机床	机床、汽车零部件、精密齿轮等	2021年RV减速器销量超3万台, 预计2022年产销不低于5万台	公司RV减速器设计产能为18万套, 目前已投入使用产能在9万套左右
中大力德	精密减速器 (行星、RV、谐波)	RV减速器与谐波减速器2021年营收共2.5亿元	2018年小批量生产, 2020年正式批量生产, 减速器总产能为10万台/年
南通振康	焊接送丝装置、RV减速器、工业机器人	2018年5万台以内	2018年年产3万台, 2023年计划建设年产10万台精密RV减速机新厂区, 建成后产值约5亿元/年

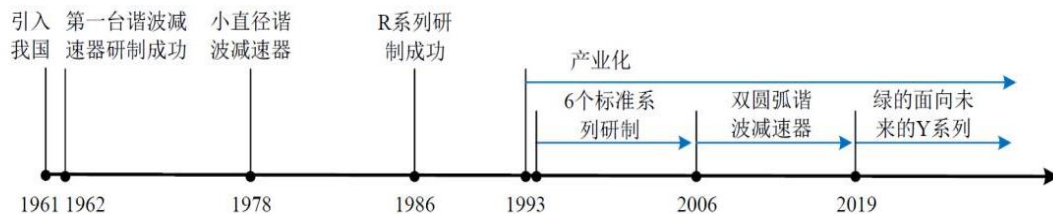
□ 从竞争格局看，日系厂商为谐波减速器主要玩家。头豹研究院数据显示，2021年哈默纳科在中国市场占有率达35.5%。伴随关键技术的攻克，国内厂商竞争力显著增加，2021年绿的谐波市场占有率达25%，位居第二。

国内外谐波减速器历史演进

国外

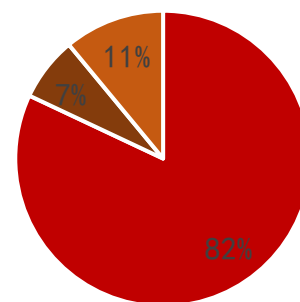


国内



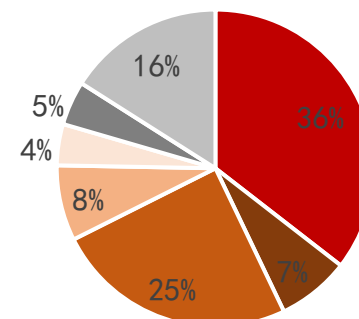
2021年，谐波减速器市场竞争格局

全球



- 哈默纳科
- 日本新宝
- 绿的谐波
- 其他

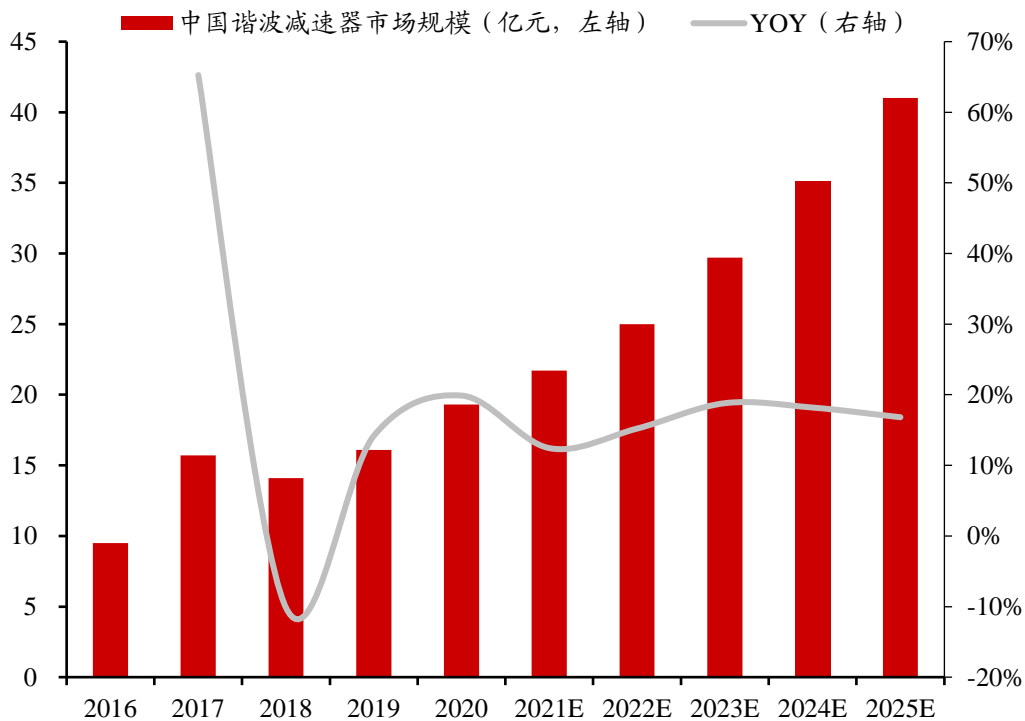
中国



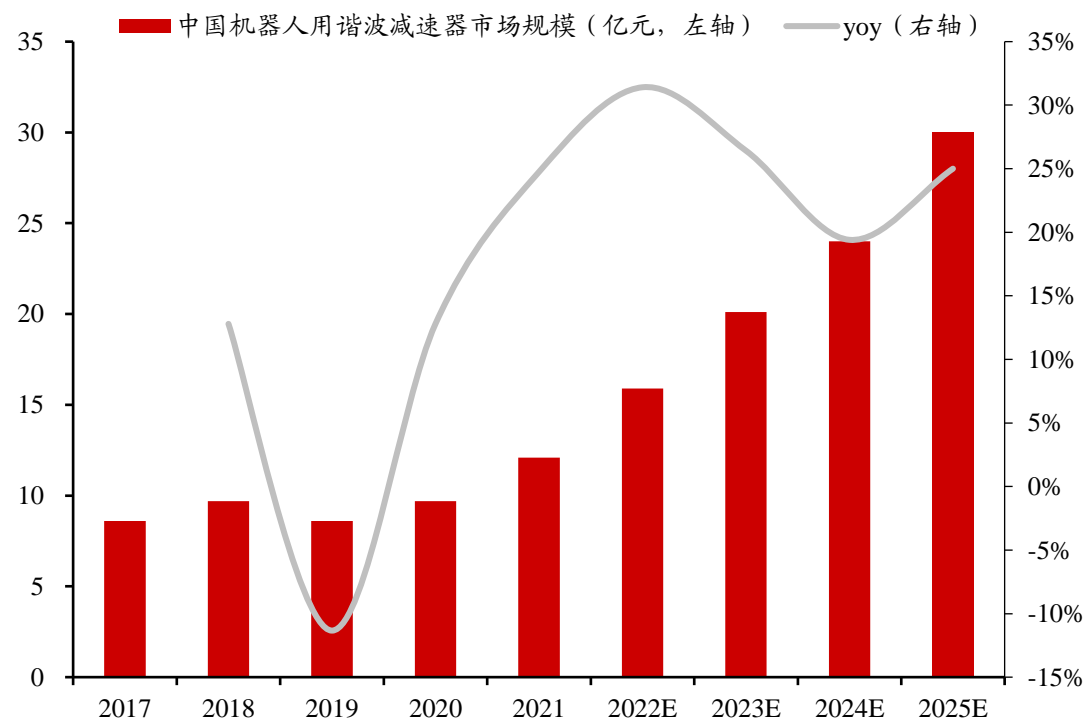
- 哈默纳科
- 日本新宝
- 绿的谐波
- 来福谐波
- 德福机器
- 尖族传动

- **我国机器人用谐波减速器市场规模2021-2025年复合增速约25%**。根据科峰智能招股书，我国谐波减速器市场规模2016年约9.5亿元，预计到2025年谐波减速器市场规模有望达41亿元，2016-2025年CAGR约18%，根据华经产业研究院数据，2025年机器人用谐波减速器市场规模约30亿元，2021-2025年CAGR约25%。

预计2016-2025年国内谐波减速器市场规模CAGR约18%



预计2021-2025年国内机器人谐波减速器市场规模CAGR约25%



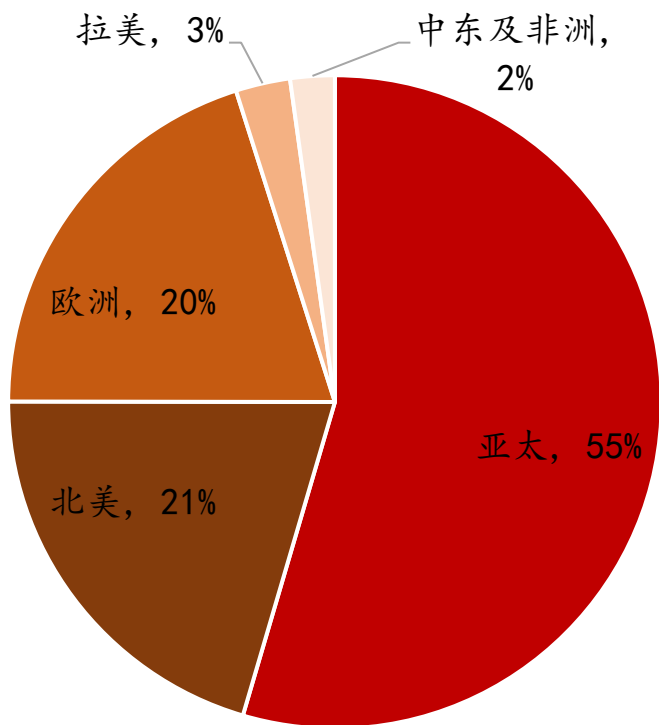
哈默纳科年产能一览 (标红为车载类产能)

子公司	工厂名称	2018年3月	2022年3月	2022年9月	2023年3月
日本谐波传动系统	Hotaka plant	56000	90000	90000	90000
	Ariake Plant	10000		40000	40000
	新工厂1			30000	30000
	新工厂2		60000	60000	60000
德国Harmonic Drive SE	Limburg Plant	10000	27000	27000	27000
美国Harmonic Drive LLC	Peabody plant	3000	8000	8000	8000
合计 (台/月)		79000	185000	255000	255000
合计 (不含车载, 台/月)		69000	125000	165000	165000
合计 (万台/年)		94.8	222	306	306
合计 (不含车载, 万台/年)		82.8	150	198	198

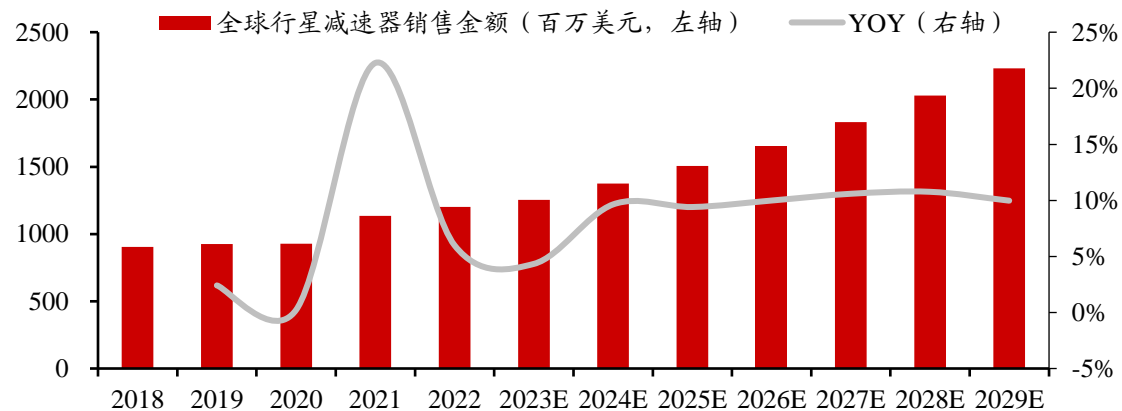
中国主要谐波减速器企业产能布局

公司	公司简介	产能布局
绿的谐波	国内谐波减速器龙头企业	预计2023年年底产能达59万台/年, 计划新增谐波减速器产能100万台/年、机电一体化执行器20万套/年
来福谐波	具备原材料到谐波减速器成品全链条自研自产能力	2022年年产达20万台
同川科技	汉宇集团子公司, 2021年实现超万套产品出货	截至2023年5月, 产能10万台/年
中大力德	行星减速器龙头, 2020年实现小批量谐波减速器生产	2022年年报, RV+谐波营收约2.5亿元
大族传动	大族激光子公司, 截止2021年底已自主研发生产11个产品系列, 300余款谐波减速器	截至2022年底, 产能约6万台/年
国茂精密	国茂股份子公司, 通用减速器龙头向精密减速器延伸	截至2022年8月, 产能2500台/月
昊志机电	谐波减速器已实现批量销售, RV减速器在研中	截至2022年9月, 产能13.8万台/年
科峰智能	具备精密行星减速器、工程机械用行星减速器、谐波减速器、精密零部件及其他四大产品矩阵	截至2022年年底, 产能1.62万台/年, IPO募集资金拟扩产产能5万台/年
中技克美	谐波减速器行业重要参与者	主要应用于非工业机器人场景, 产能近2万台/年
丰光精密	精密机械加工、压铸制造为核心的精密零部件生产企业	新品谐波减速机处于试制阶段
万里扬	自动变速箱龙头, 拓展谐波减速器业务	机器人谐波减速器项目已进入样件试制阶段

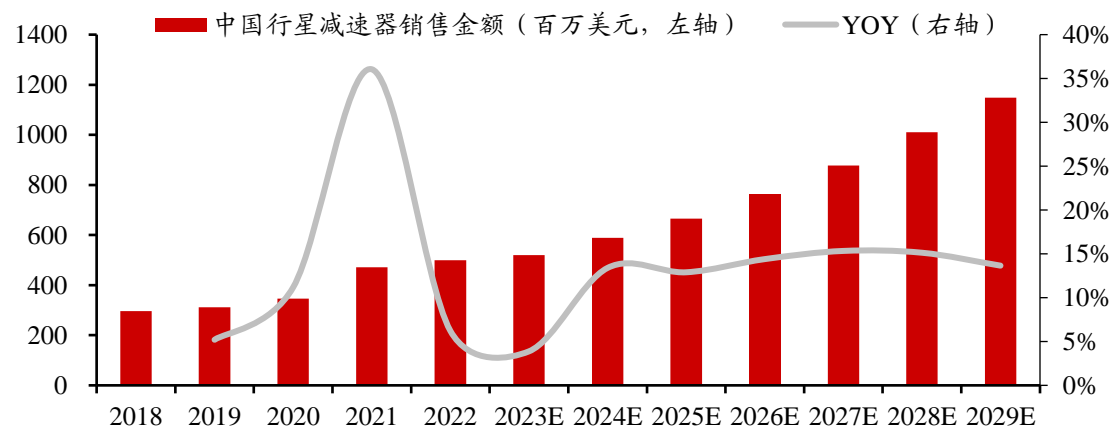
2022年亚太地区占比全球行星减速器市场约55%



2018-2029年全球行星减速器市场规模CAGR约9%

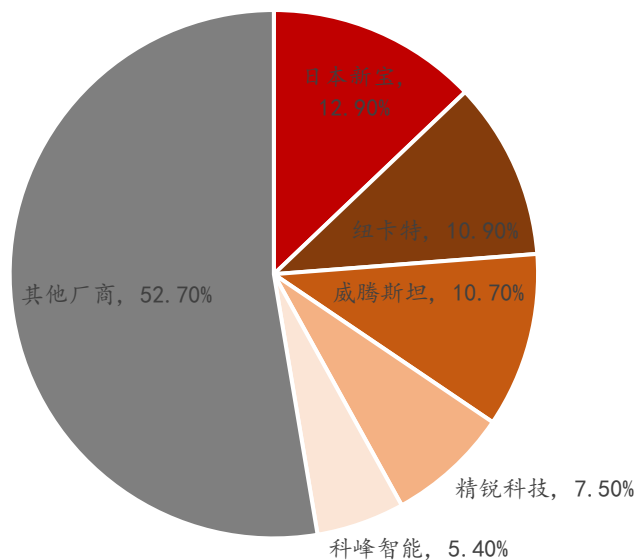


2018-2029年中国行星减速器市场规模CAGR约13%

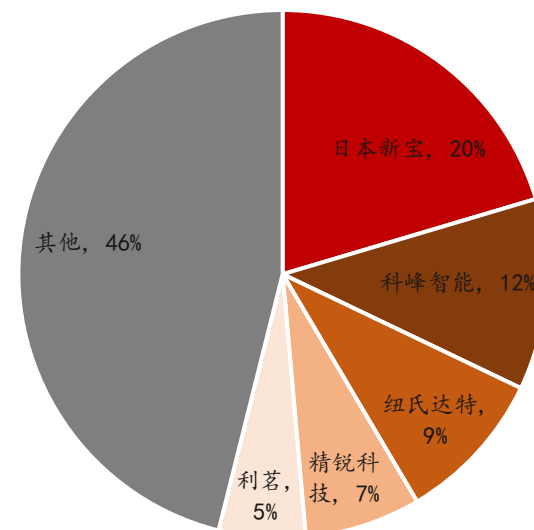


- **全球**：2022年全球范围精密行星减速器市场日本新宝占比13%，位居第一，纽卡特、威腾斯坦、精锐科技、科峰智能分别占比11%、11%、8%、5%。
- **国内**：2022年国内精密行星减速器市场日本新宝占比20%，位居第一，科峰智能、纽氏达特、精锐科技、利茗分别占比12%、9%、7%、5%。

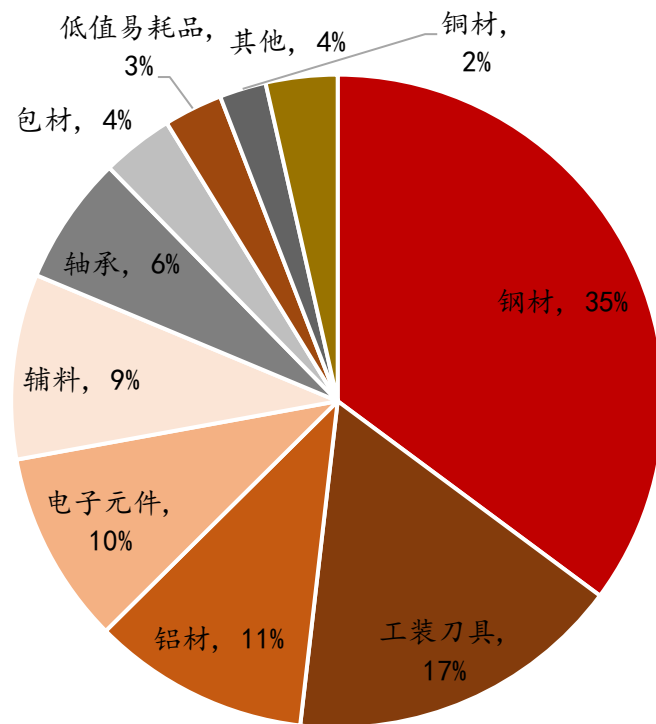
2022年全球精密行星减速器市场格局



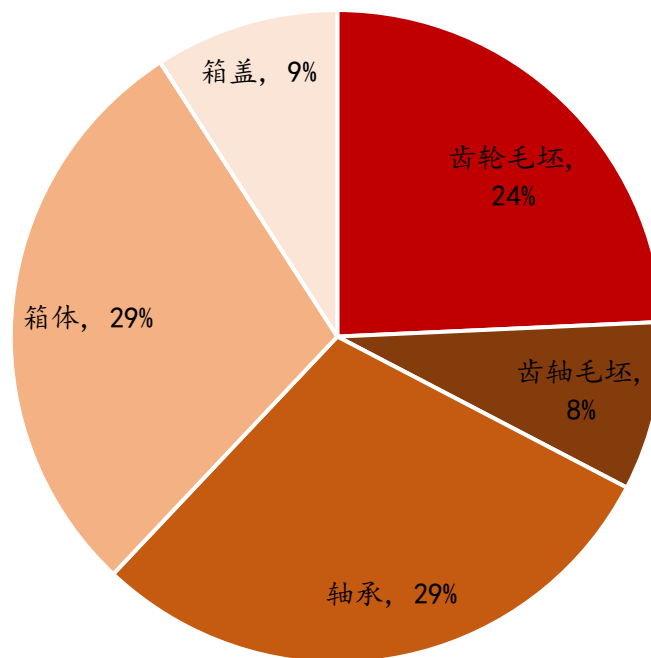
2022年中国精密行星减速器市场格局



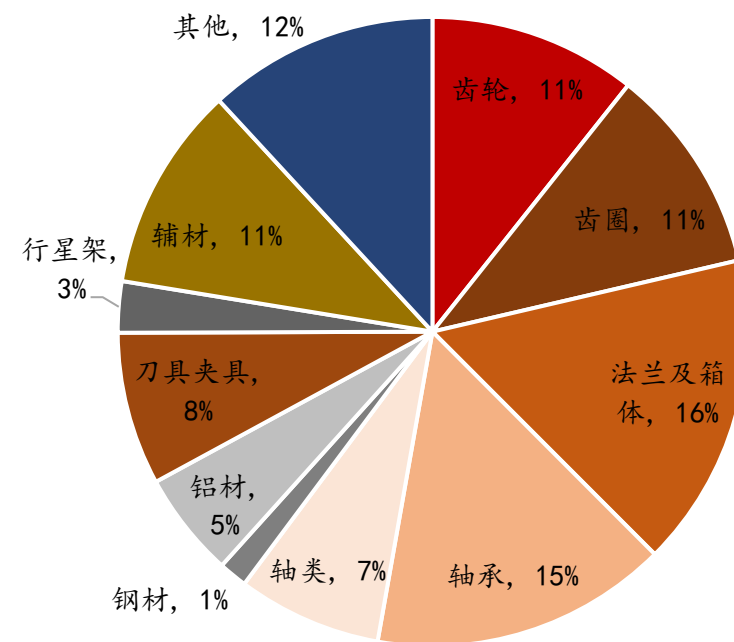
绿的谐波2019年成本构成（谐波）



中大力德2017H1成本构成（行星）



科峰智能2022年成本构成（行星+谐波）



03

PartThree

**未来：多元需求驱动，
减速器市场扩容**

主要应用领域

机器人

工业机器人



市场驱动因素：劳动力短缺+工厂自动化需求，IFR数据显示，2021年全球工业机器人装机量约51.7万台，预计2022-2025年CAGR约7%

协作机器人



市场驱动因素：工厂自动化+劳动力短缺+技术迭代（AI+协作发展）。根据哈默纳科年报，2021年全球协作机器人出货量约4.4万台，预计2026年达14.2万台，2021-2026年CAGR约26%

人形机器人



特斯拉推出人形机器人“optimus”，沙特计划在智慧城市项目中部署人形机器人。高盛预计2025-2035年销量CAGR约40(base case)-59%(Bull case)，最佳情况CAGR可能达94%

非机器人

半导体设备



预计中长期大规模投资将持续增长。驱动力：技术进步，各国政府支持半导体行业发展。如美国：通过《芯片与科学法案》提供生产和发展援助；日本：将在北海道和熊本建设半导体工厂；中国：推行国内半导体生产政策

汽车配件



用于可变压缩比引擎（VCR），该产品提高了安装便利性、燃油经济性和高速静音性，将成为日产下一代发动机核心，同时适用于e=POWER

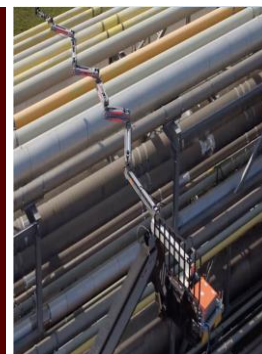
医疗



手术机器人：远程手术有望受益于通信技术发展（5G到6G），其他应用场景如医疗器材（PCR测试/样本分析）、外骨骼、电动轮椅有望发展

新应用趋势

机械臂



Hibot公司开发Float Arm（蛇形多关节机械臂），可在狭窄或高架空间内进行维护和检查，无需脚手架。目前在巴斯夫、三井化学、Deepstar（国际海上技术开发联盟）成员均有应用

飞行器



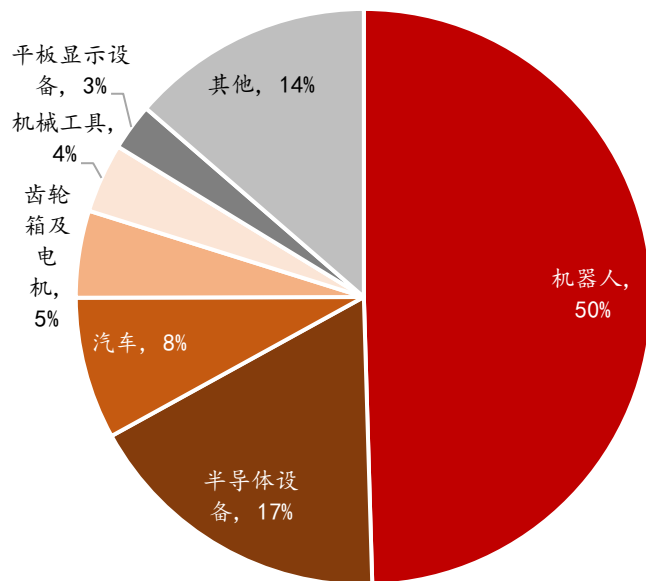
eVTOL电动垂直起降飞机，2025年日本世博会将启动eVTOL的实验性商业运营，eVTOL作为一种环保的短途出行方式，预计将变得越来越普遍

月球车

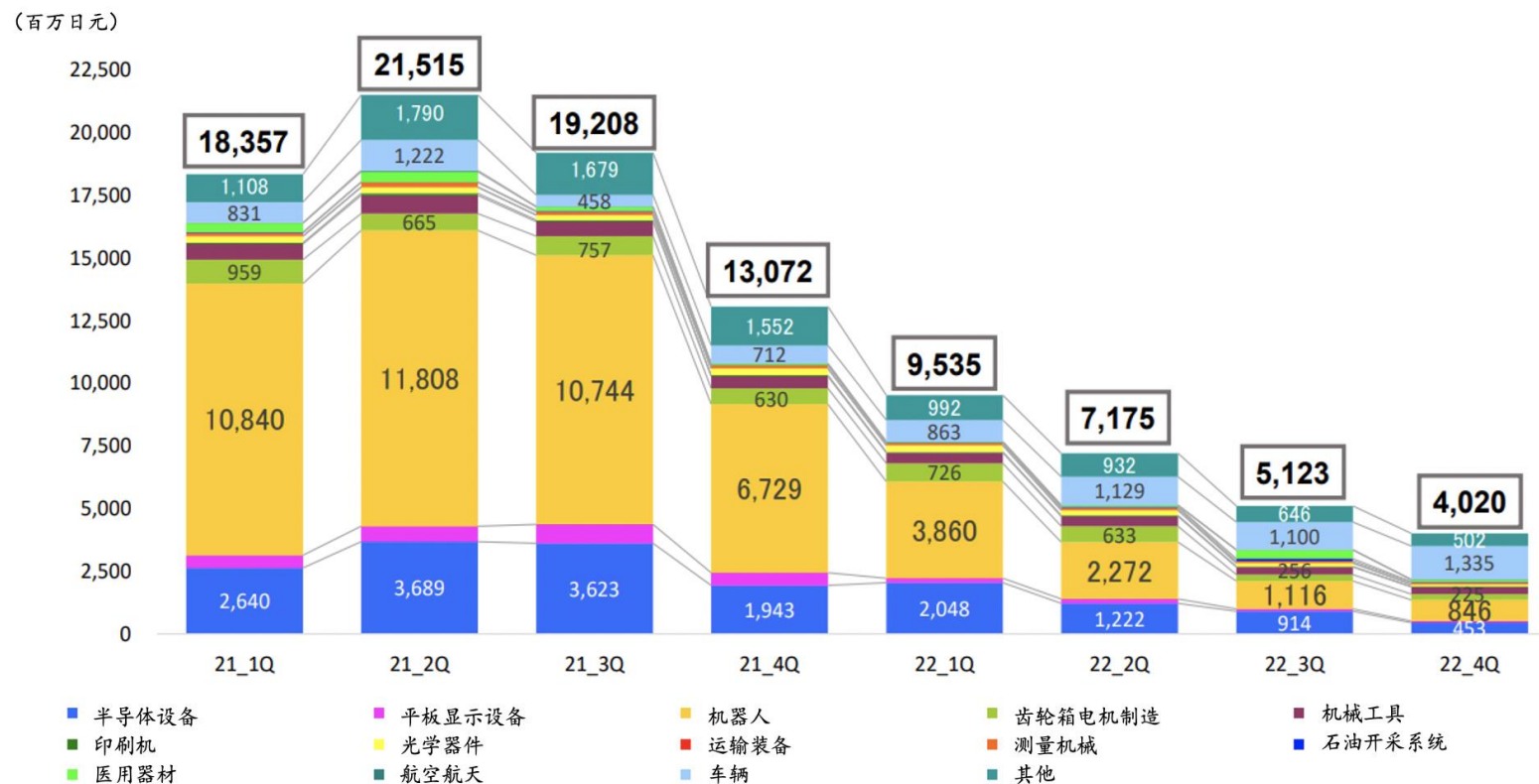


日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）和丰田汽车牵头载人加压漫游车联合研究项目。公司产品用于转向装置的研发

哈默纳科2023财年下游应用领域占比



哈默纳科订单下游应用领域占比变化趋势



液压设备

提供建设基础设施所必需的设备液压设备



挖掘机行走装置

铁路车辆设备

为铁路运输系统安全准点运行做出贡献



铁路车辆制动操作装置

商用车设备

通过电气化减少环境影响



电动空气压缩机

包装机

有助于减少粮食损失和有效利用有限资源



超高速自动过滤器/封口机

人员和货物运输

- 铁路车辆设备
- 飞机设备
- 商用车设备
- 船舶设备

制造业和基础设施

- 精密减速齿轮
- 液压设备

日常生活及福利

- 自动门

日用品生产

- 包装机

飞机设备



为飞机的安全运行做出贡献

飞行控制作动系统

船舶设备

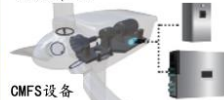
为船舶安全运营、海上运输稳定做出贡献



电控液压阀

用于风力涡轮机的 CMFS 设备

有助于延长风力涡轮机的使用寿命并提供故障预防监测系统



CMFS设备

精密减速齿轮

通过工业机器人的进步，为制造过程的自动化做出贡献



RV精密减速机

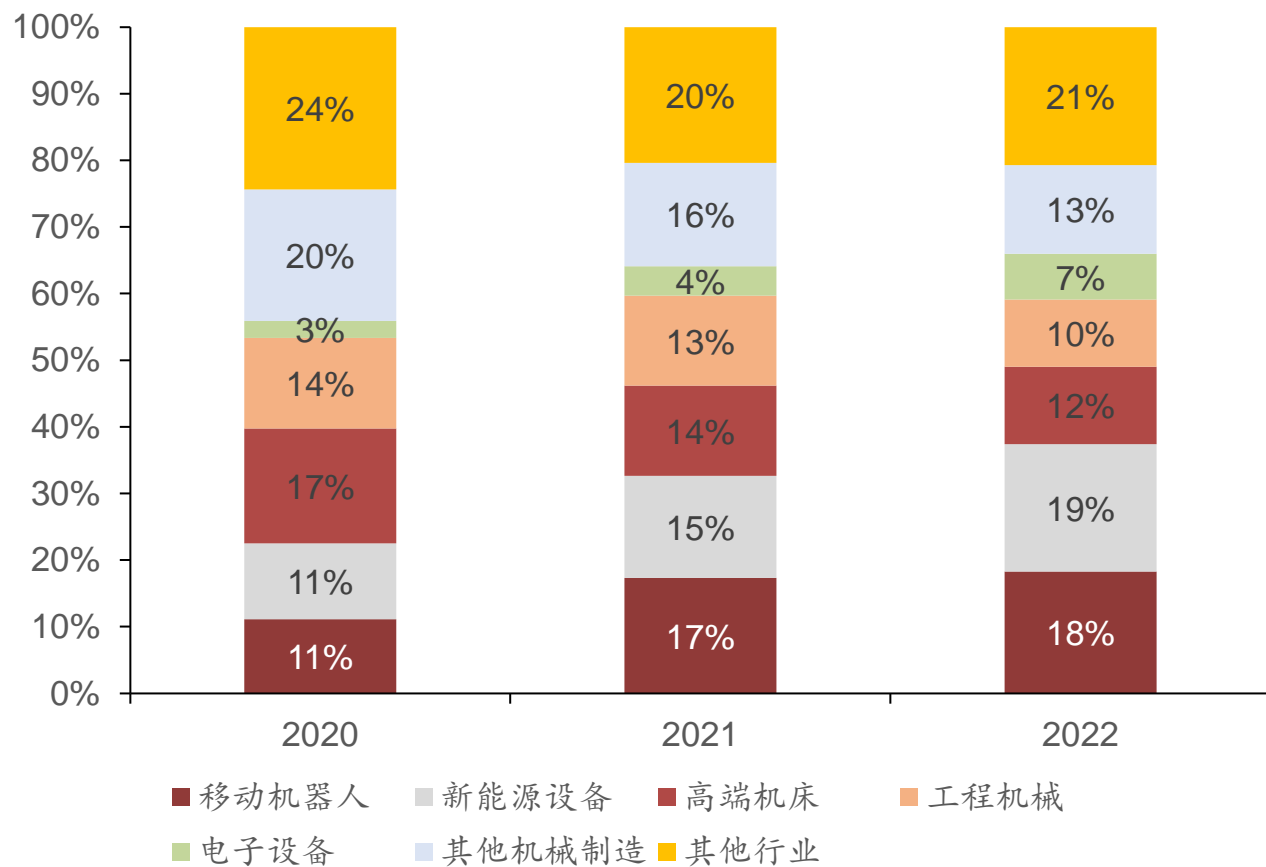
自动门和站台屏蔽门

通过在日常生活中提供安全、舒适和保障服务，为解决ESG问题做出贡献

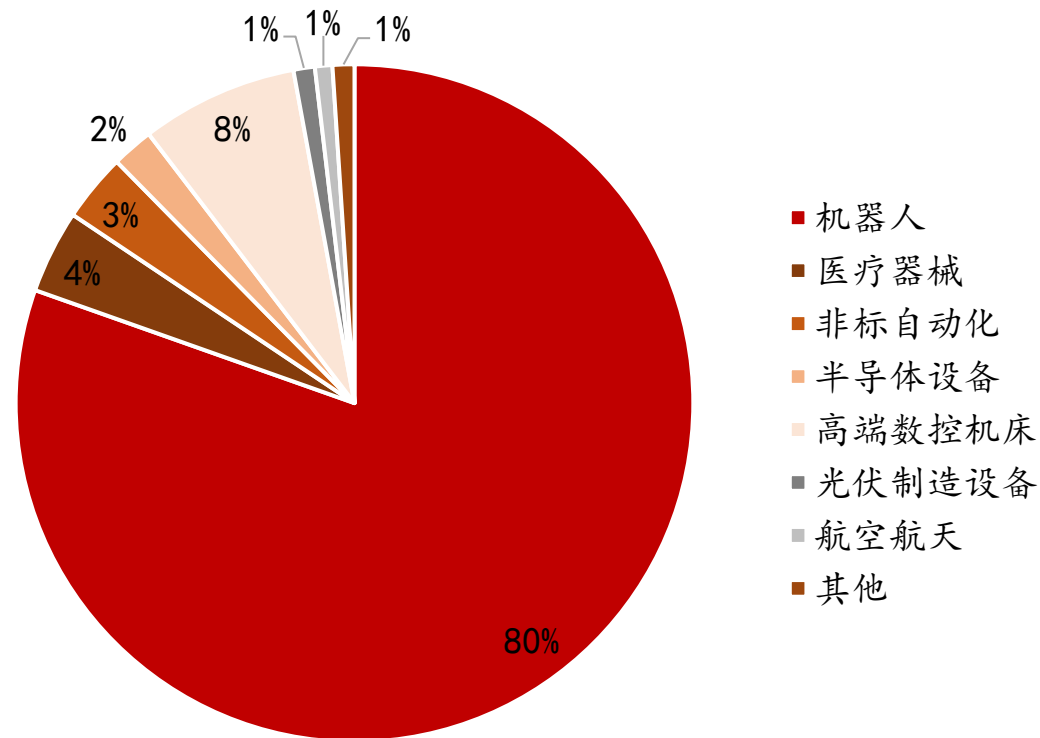


建筑物自动门

科峰智能2020-2022年精密减速器下游应用领域占比

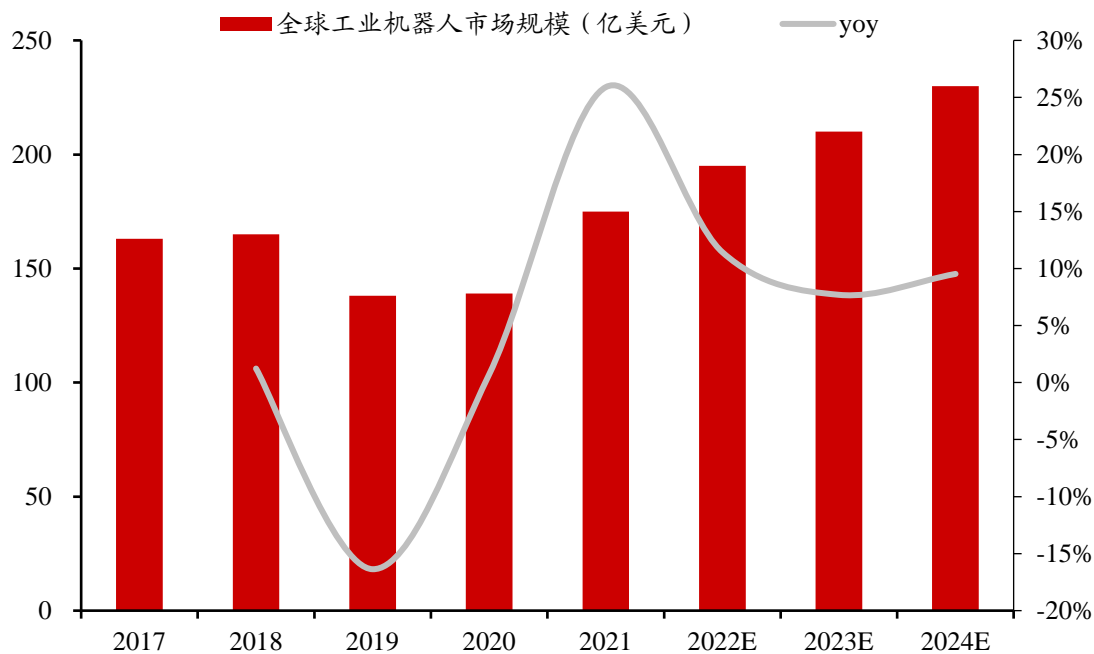


绿的谐波2017-2019年谐波减速器下游应用领域占比

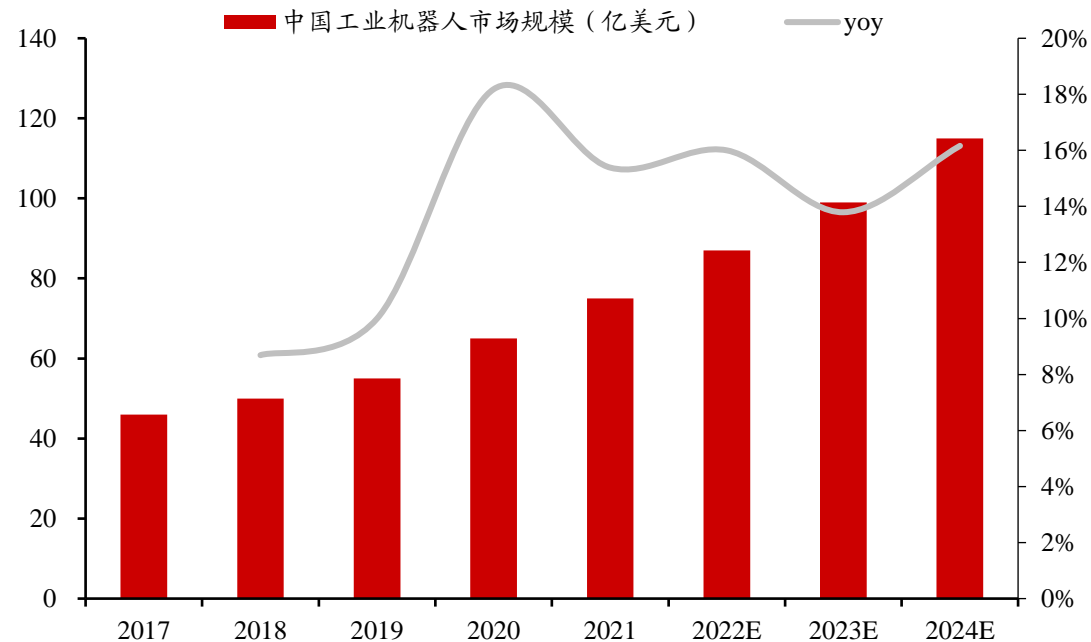


- 根据中国电子学会数据，2020-2024年全球工业机器人市场规模CAGR约13%，同期中国工业机器人市场规模CAGR约15%。
- 目前我国是全球最大的工业机器人市场，工业机器人市场规模占比全球规模不断提升。2021年我国工业机器人市场规模约75亿美元，占比全球43%，预计2024年我国工业机器人市场规模有望达115亿美元，在全球工业机器人销售额比重有望达50%。

2020-2024年全球工业机器人市场规模CAGR约13%

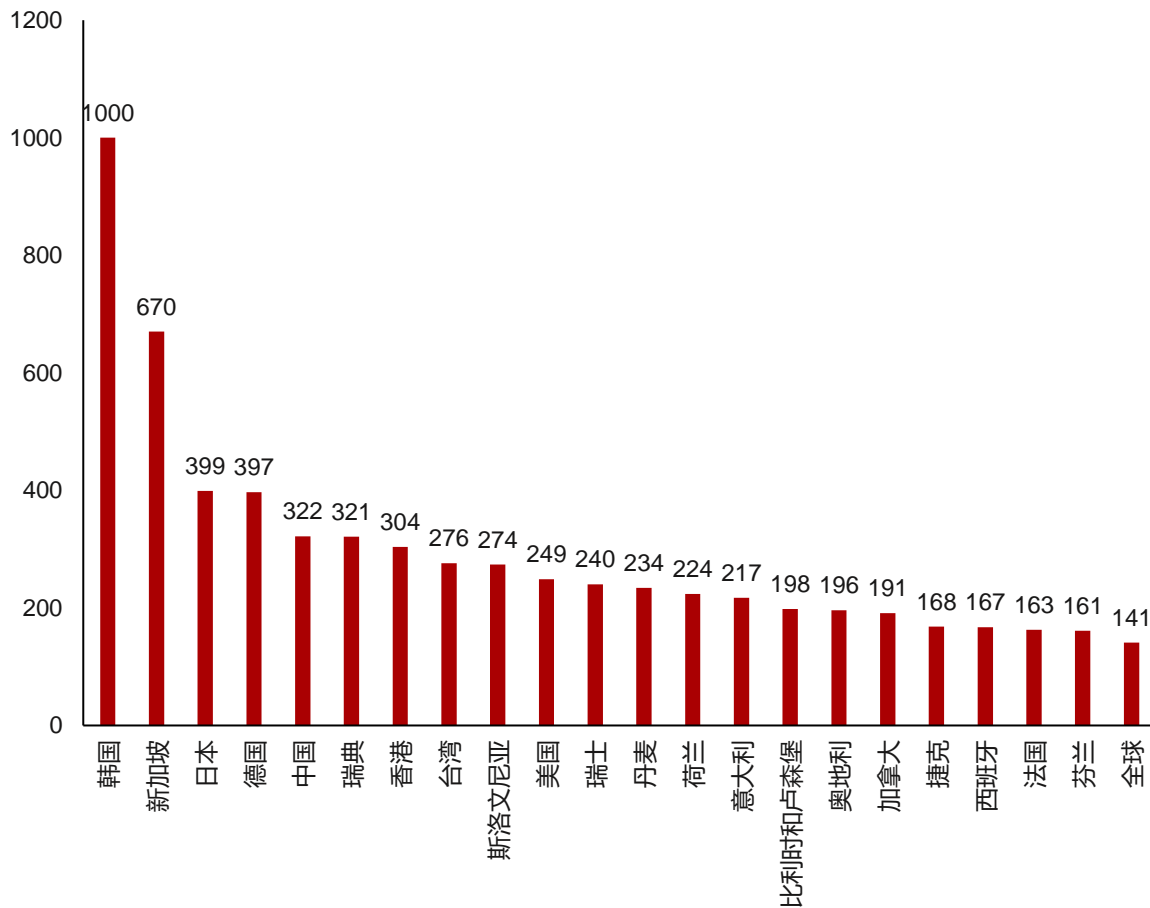


2020-2024年中国工业机器人市场规模CAGR约15%

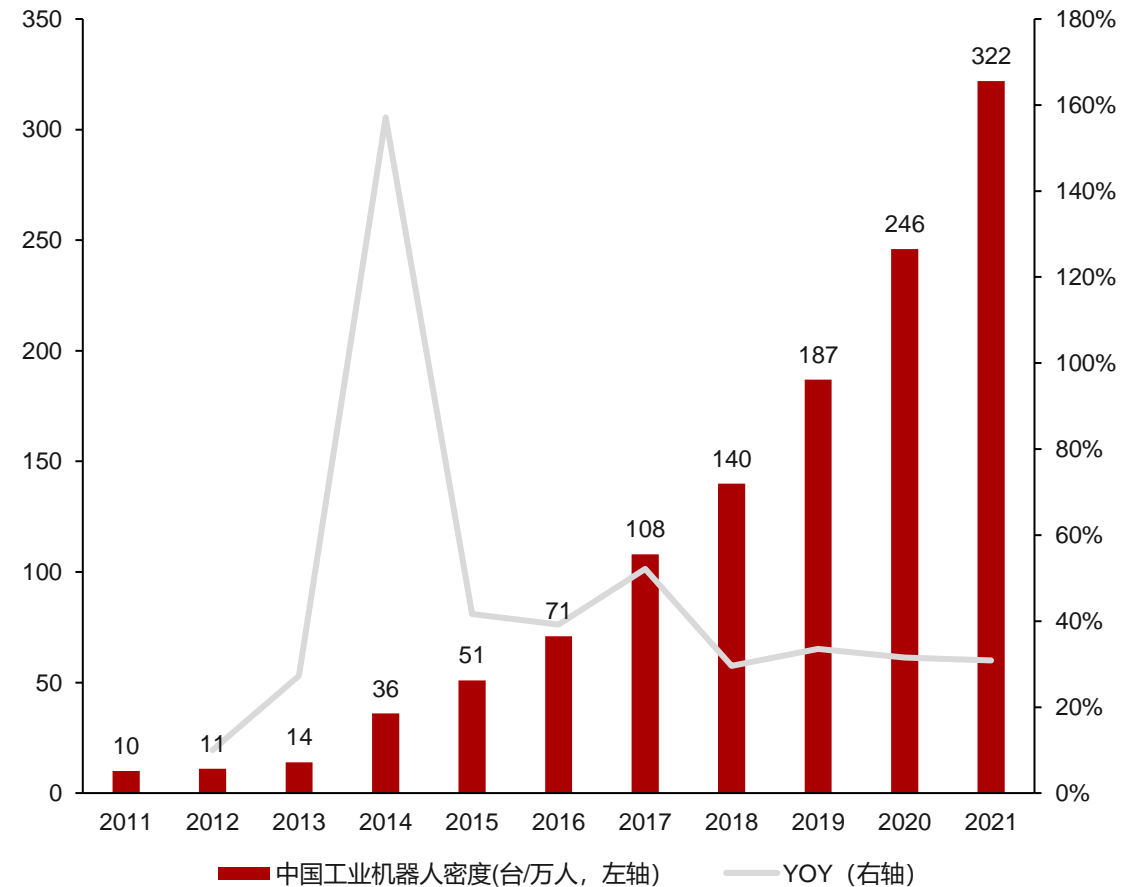


- 根据 IFR 数据，2021 年我国制造业机器人密度约 322 台/万人，从 2020 年的全球 第九大自动化国家跃升至全球第五大自动化国家。按工信部方案，到 2025 制造业机器人密度为 2020 年的翻倍数进行测算，预计 2025 年我国制造业机器人密度约 492 台/万人，仍有巨大增长空间。

2021年我国工业机器人密度为322台/万人，位居全球第五

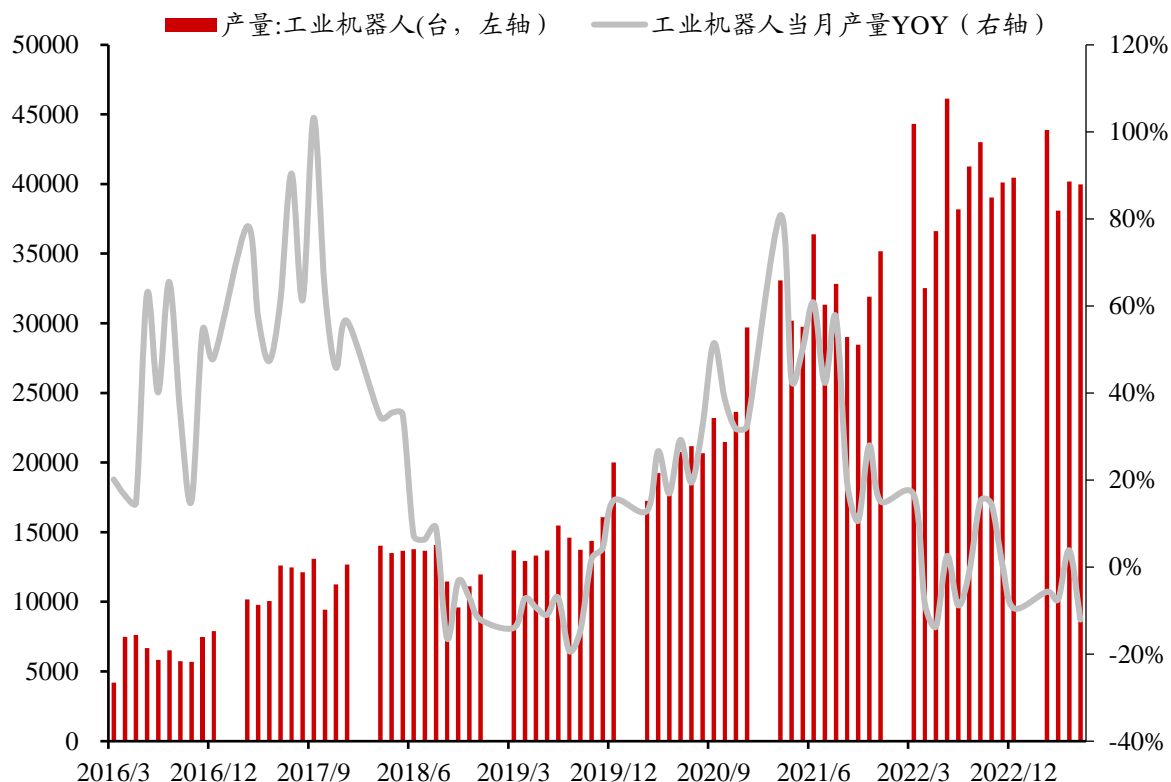


中国制造业机器人密度迅速提升

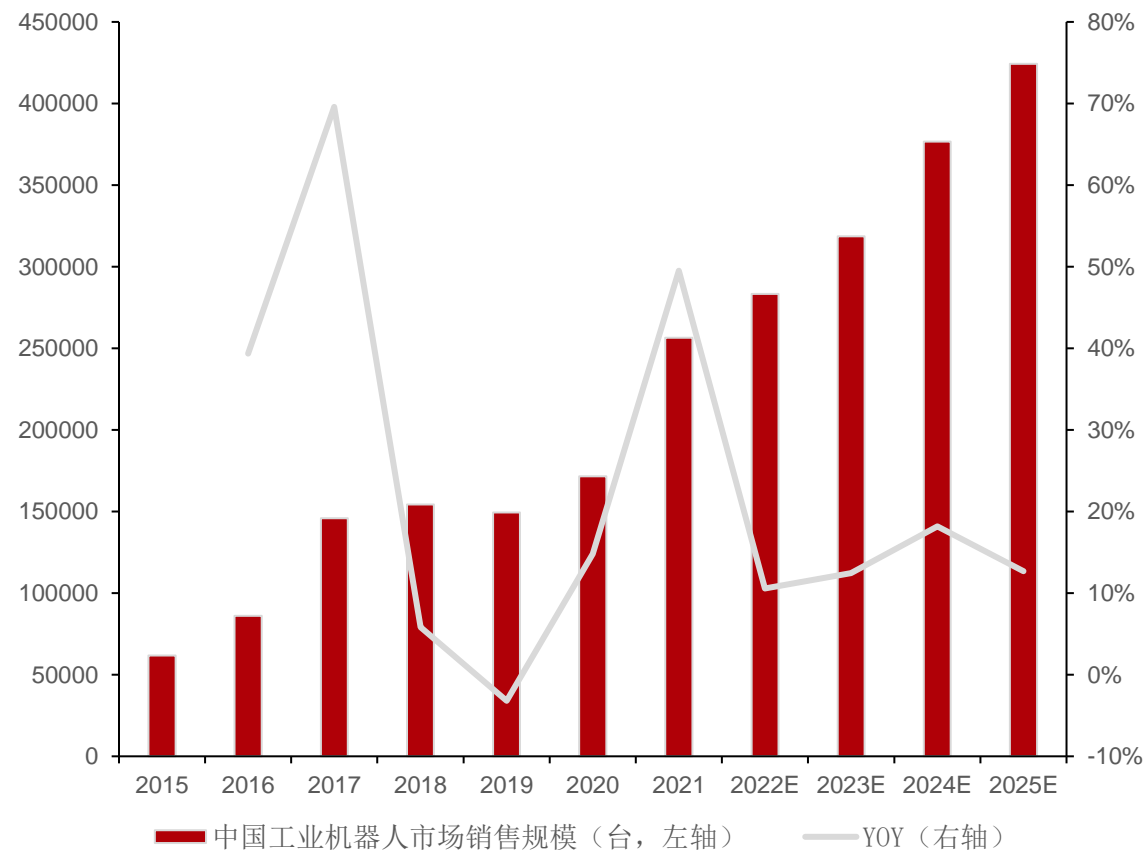


- **产量：**根据国家统计局数据，2023年6月份国内工业机器人产量39974套，同比下滑12%；1至6月工业机器人累计产量为222091套，同比增长5.4%。
- **销量：**根据MIR数据，预计2025年中国工业机器人销量有望达42万台，2015-2025年中国工业机器人销量CAGR约21%。

工业机器人产量：2022年6月同比下滑12%



2015-2025年中国工业机器人销量CAGR约21%

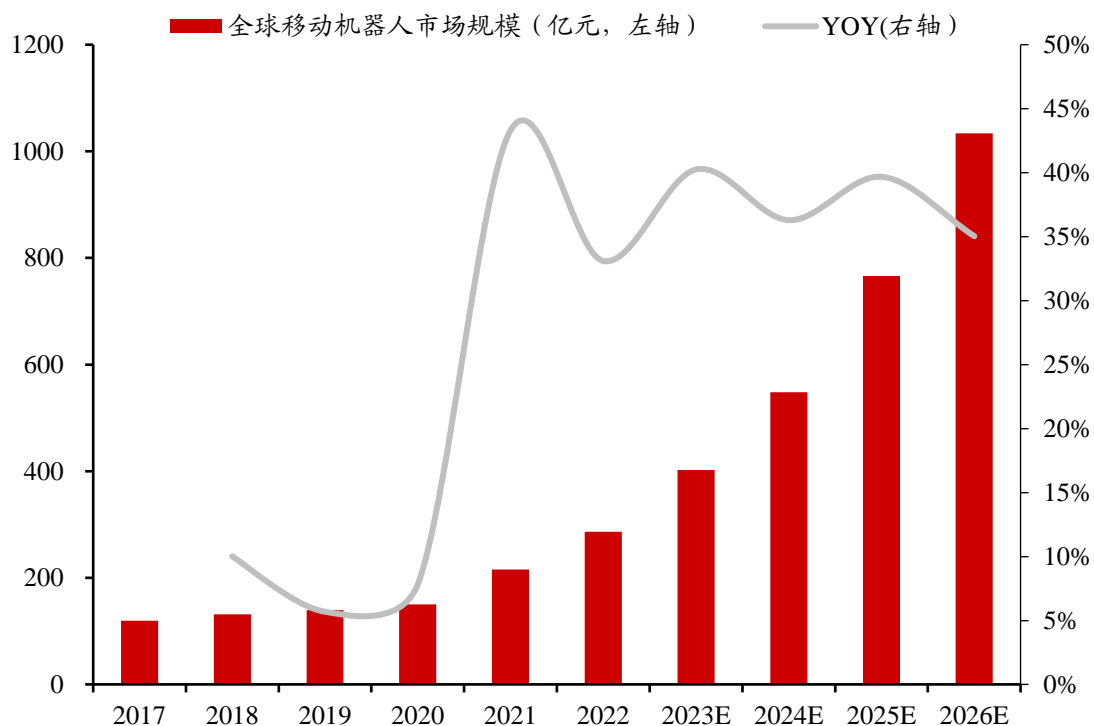


□ 精密行星减速器是移动机器人核心零部件，主要与伺服电机、控制器共同组成移动机器人的驱动单元。

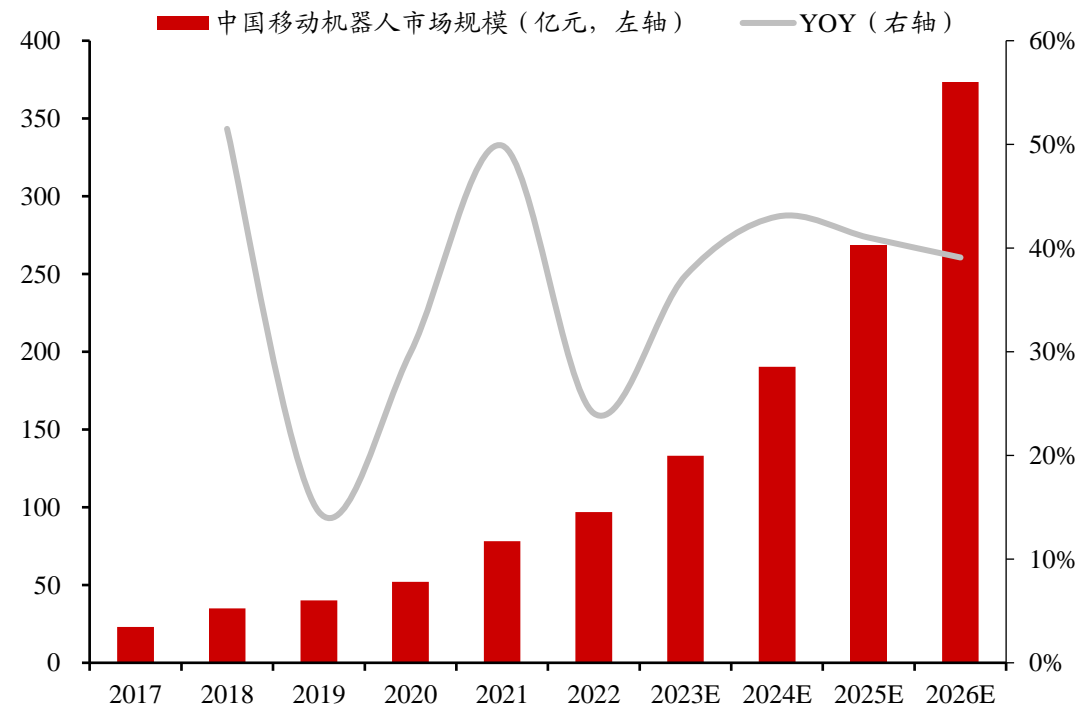
全球移动机器人市场规模有望从2017年的120亿元提升至2026年的1034亿元，2017-2026年CAGR约27%

中国移动机器人市场规模有望从2017年的23亿元提升至2026年的374亿元，2017-2026年CAGR约36%。

2017-2026年全球移动机器人市场规模CAGR约27%



2017-2026年中国移动机器人市场规模CAGR约36%



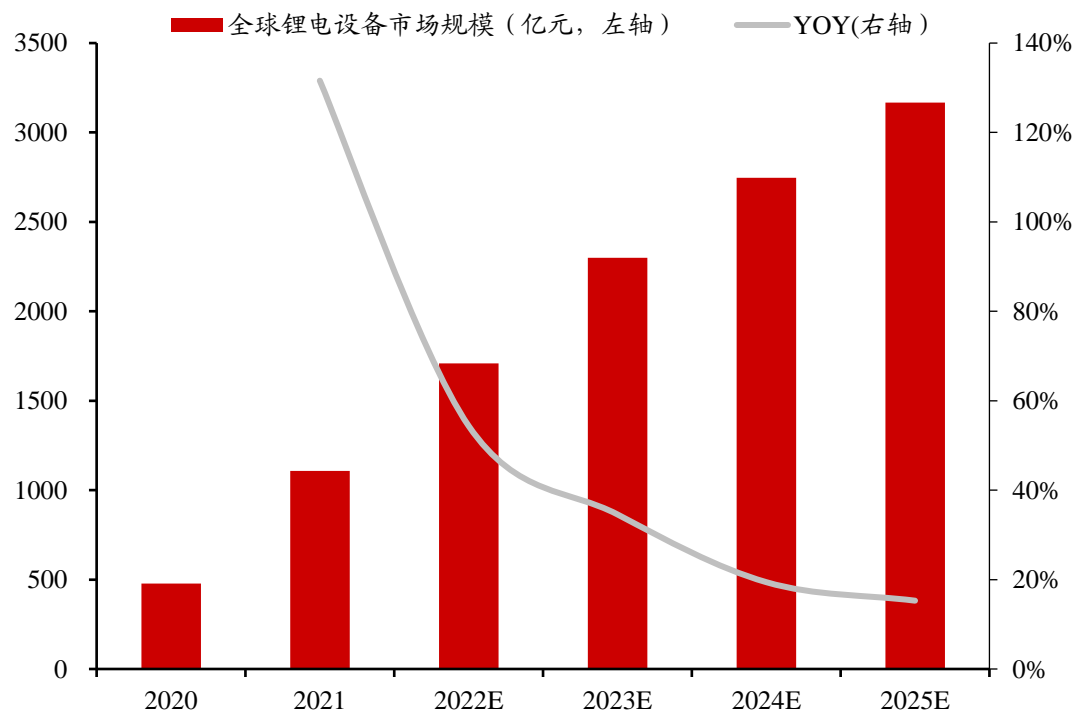
03 锂电设备：行业进入中速增长，积极进军海外市场

在锂电设备领域，精密行星减速器产品广泛应用于涂布机、卷绕机、分切机、辊压机等锂电池生产设备。

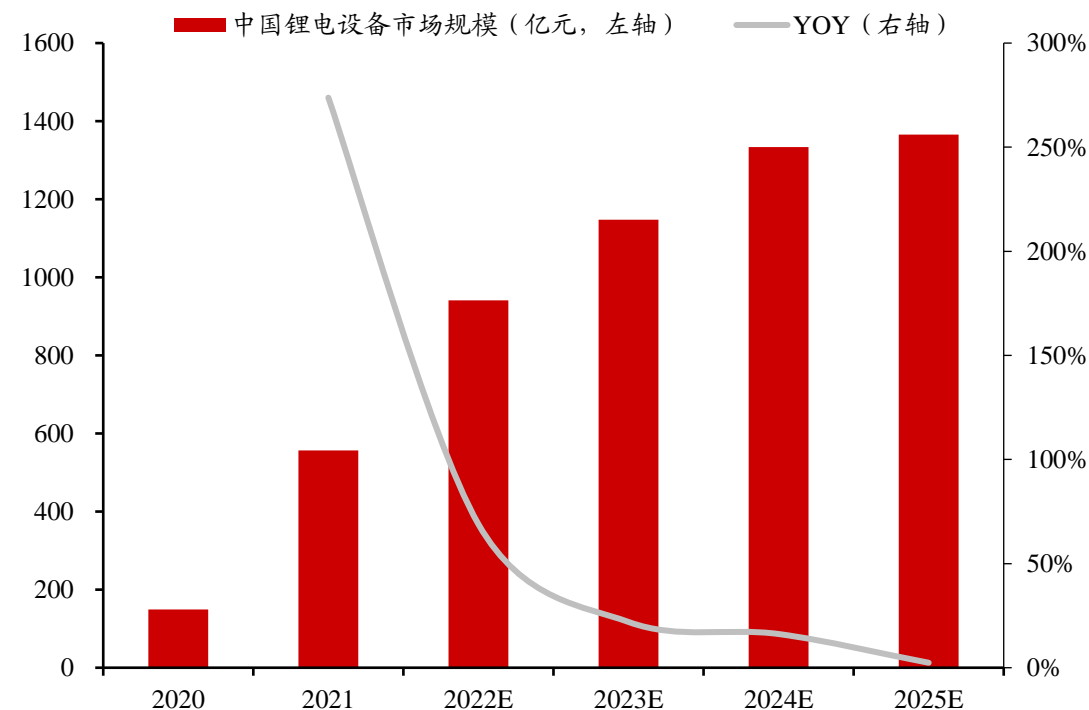
全球锂电设备市场规模有望从2023年的2300亿元提升至2025年的3167亿元，2023-2025年CAGR约17%

中国锂电设备市场规模有望从2023年的1148亿元提升至2025年的1366亿元，2023-2025年CAGR约9%。

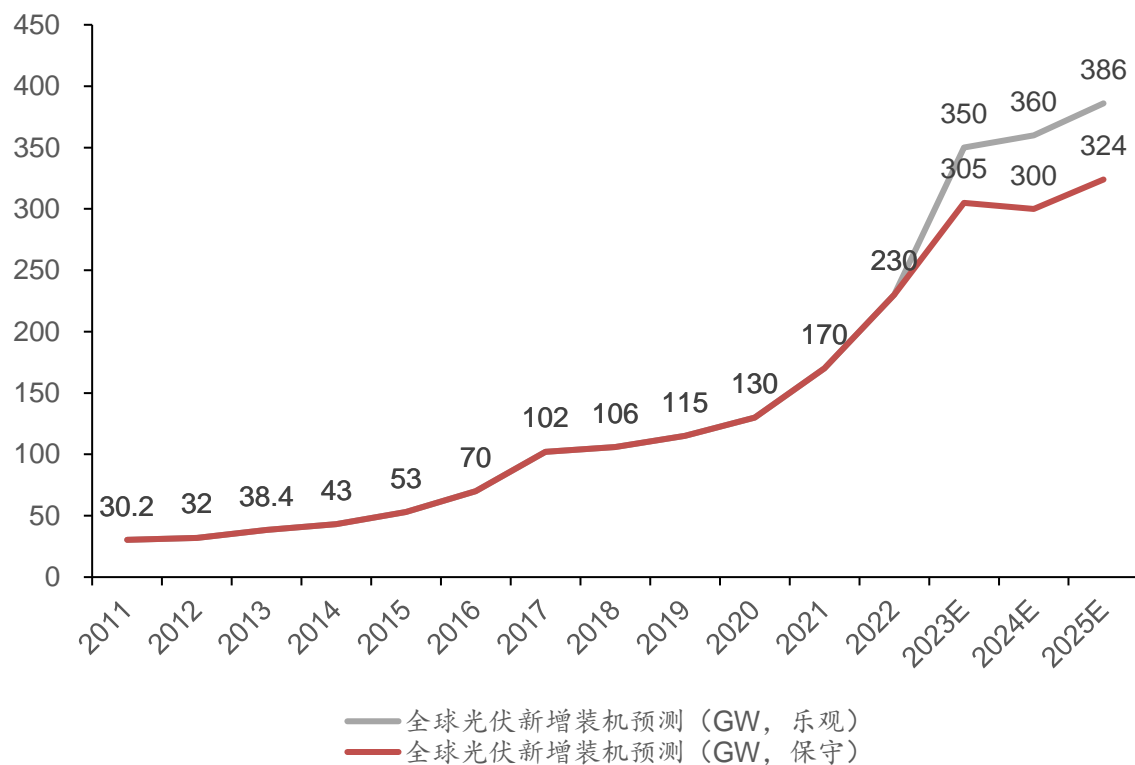
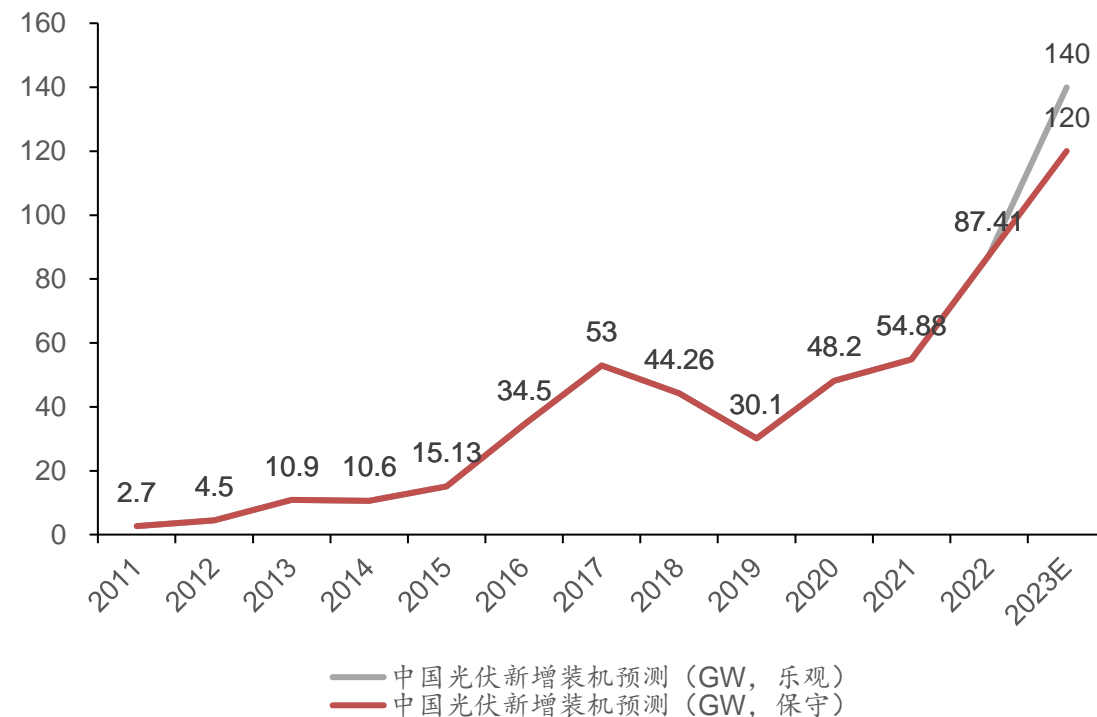
2023-2025年全球锂电设备市场规模CAGR约17%



2023-2025年中国锂电设备市场规模CAGR约9%



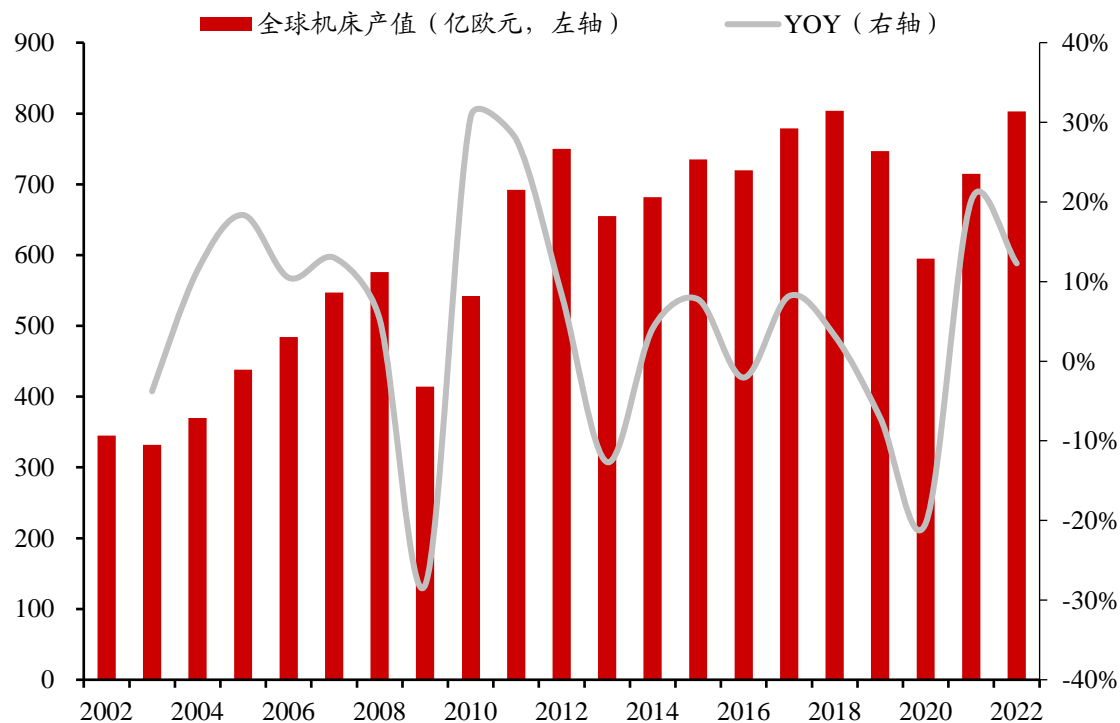
□ **减速器在光伏设备领域主要用于回转驱动系统中。**采用回转驱动为旋转部件的太阳能光伏组件，可根据一天中太阳不同的位置来对主机的转角及仰角进行精确的调整。精密行星减速器能有效保证设备的跟踪精度，并且具有扭矩大、寿命长、防护等级高等特点。

2023年全球光伏新增装机预测由280-330GW上调至305-350GW

2023年中国光伏新增装机预测由95-120GW上调至120-140GW


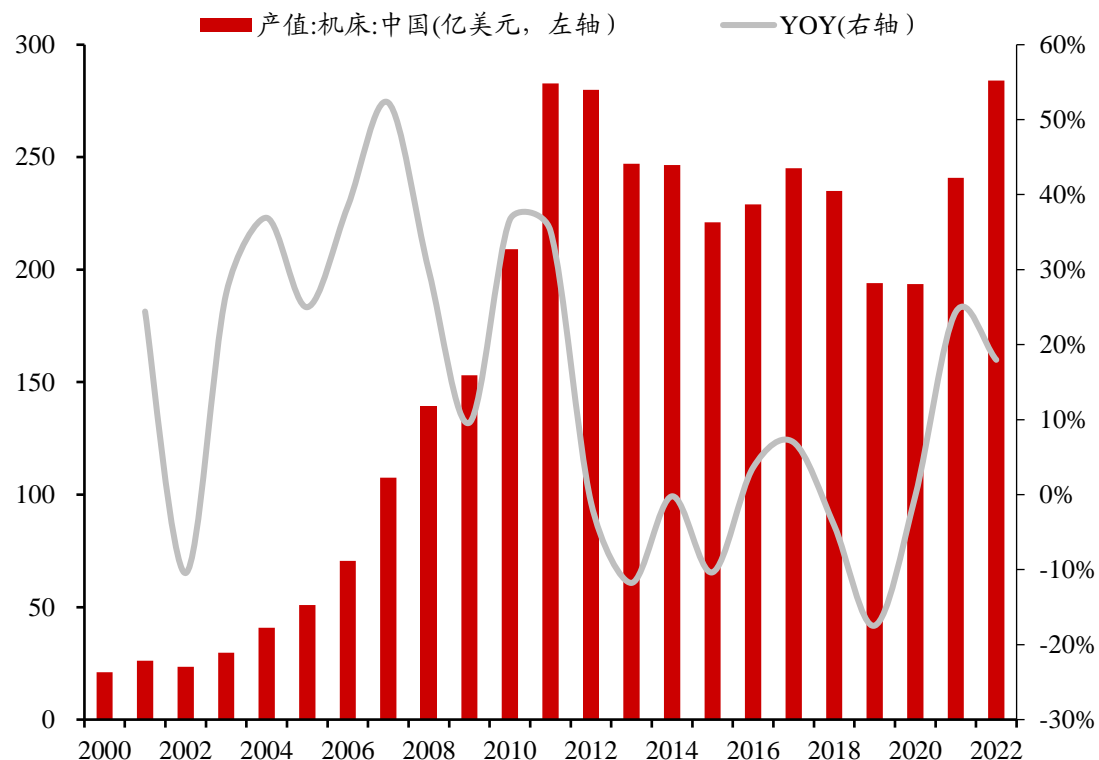
□ 精密行星减速器广泛应用于金属切削机床、金属成形机床、木工机械等细分机床领域。

供给端：根据德国机床制造商协会数据，2022年全球机床行业产值约803亿欧元，2002-2022年CAGR约4%。2022年我国机床产值约284亿欧元，占比约35%，2000-2022年CAGR约13%。

2002-2022年全球机床行业产值CAGR约4%

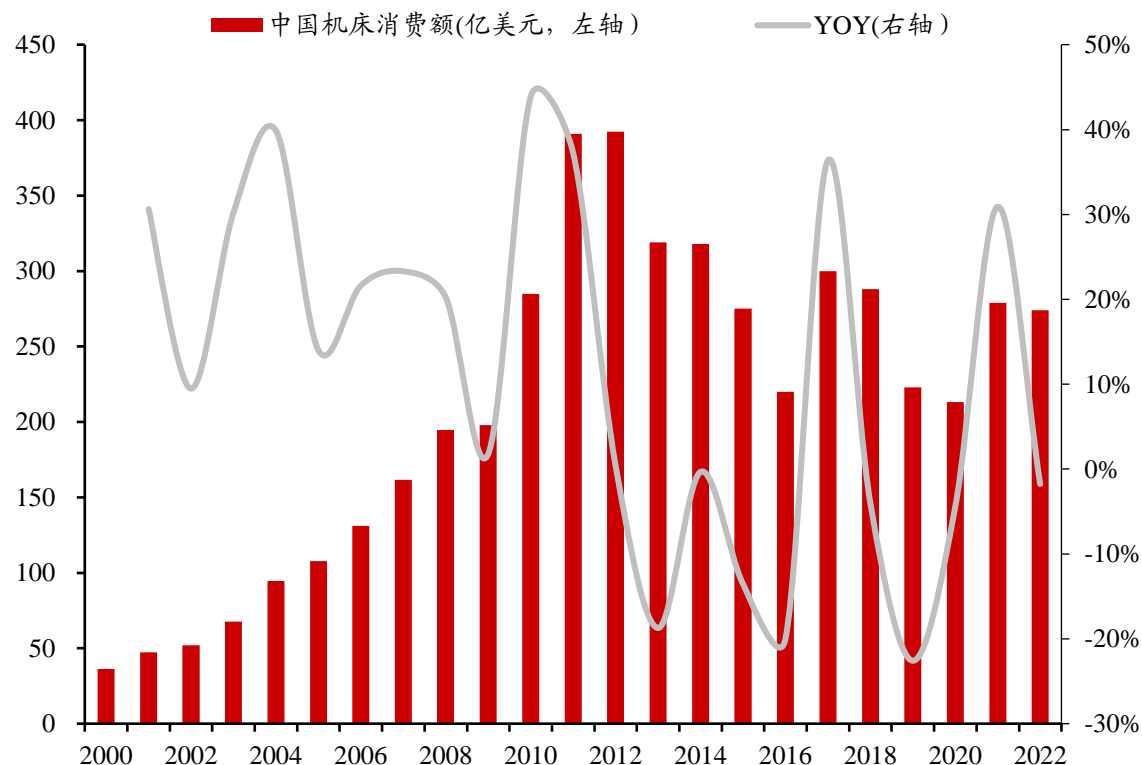


2000-2022年中国机床行业产值CAGR约13%

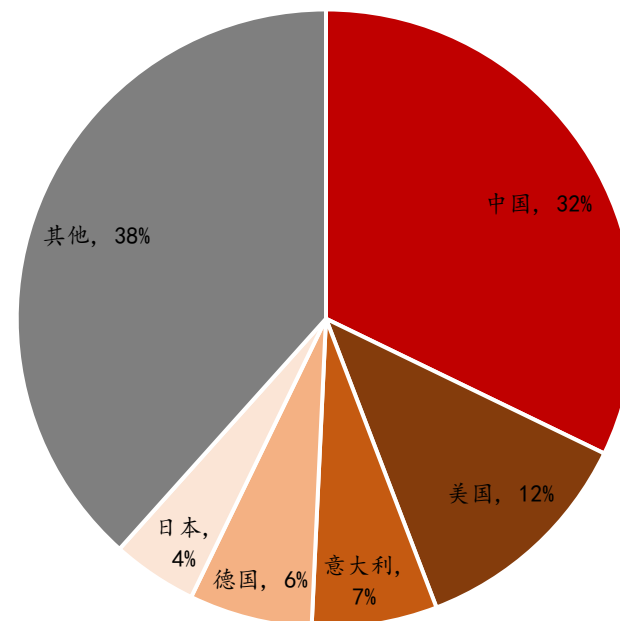


□ **需求端**：根据德国机床制造商协会数据，2022年全球机床消费约808亿欧元，我国机床消费额约260亿欧元，占比约32%，2000-2022年CAGR约10%。

2000-2022年中国机床消费额CAGR约10%



2022年中国机床消费占比全球约32%



减速器

行星减速器



应用：

小臂、腕部或手部等轻负载位置。

特点：

高刚性、高精度、耐磨性强；
减速比低，精度较差。

代表公司：



RV减速器



应用：

适用于大臂、肩部、腿部等重负载部位。

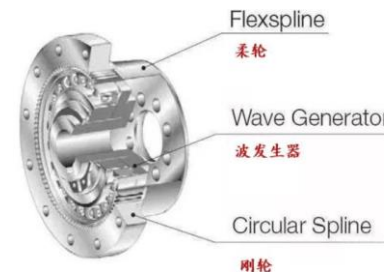
特点：

刚性好、抗冲击能力强、传动平稳、精度高；制造难度大，价格较贵。

代表公司：



谐波减速器



应用：

小臂、腕部或手部等轻负载位置。

特点：

体积小、重量轻、结构简单紧凑；
材料易疲劳损坏。

代表公司：



目前世界范围内主要几款仿人形机器人一览



ASIMO



Atlas



Digit



HRP-5P



LOLA



TORO



THOR



WALK-MAN



S-One



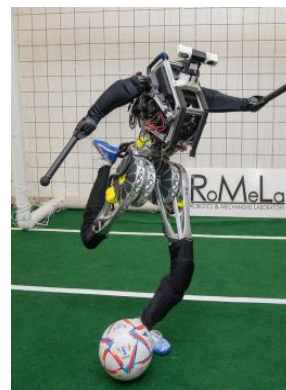
DRC-Hubo+



Valkyrie



Kengoro



UCLA-ARTEMIS



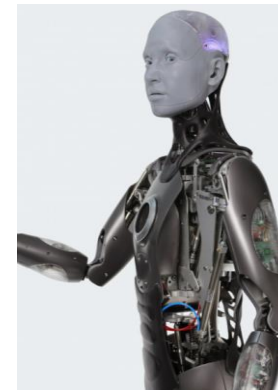
1X机器人



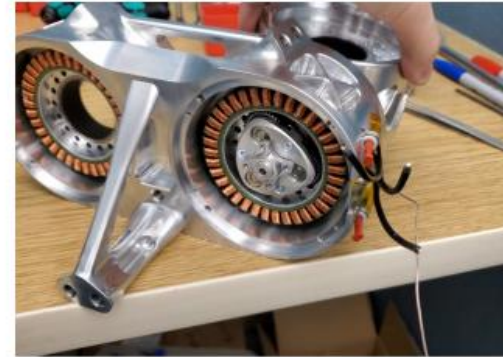
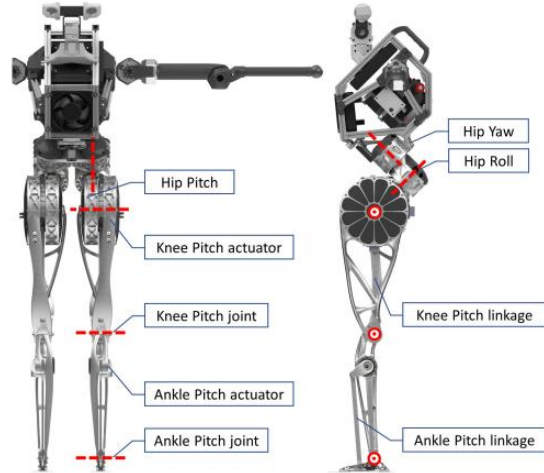
特斯拉Optimus



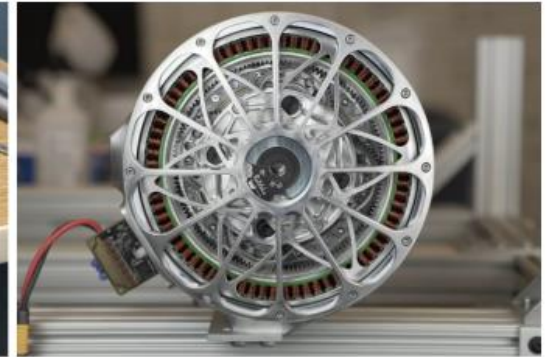
傅利叶机器人GR-1



Ameca



Assembled hip yaw actuator



Assembled knee actuator

Table 2.4: Actuator Specifications

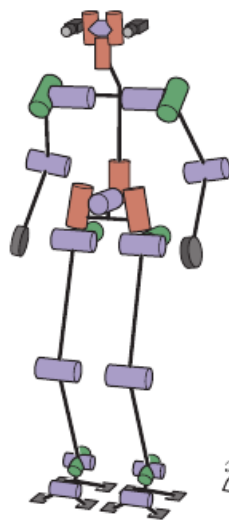
	Hip roll and yaw	Hip and ankle pitch	Ankle pitch	Arms	Head
Approximate weight (g)	850	3000	350	300	250
Gear reduction	14.5	5.9	50.3	19.2	9
Peak torque (Nm)	85	250	25	32	12
Continuous torque (Nm)	30	80	8	8	3
Velocity (rad/s)	25	23	30	30	50
Reflected inertia (kgm ²)	0.049	0.088	0.020	0.008	0.001



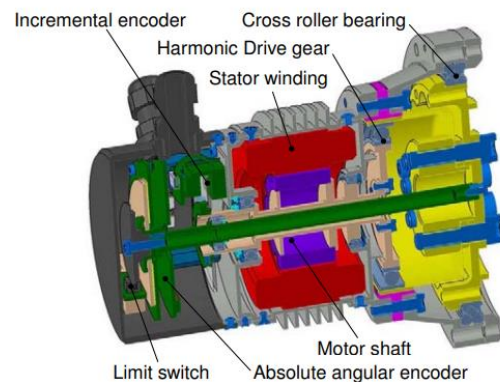
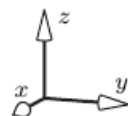
(a) custom planetary gearbox



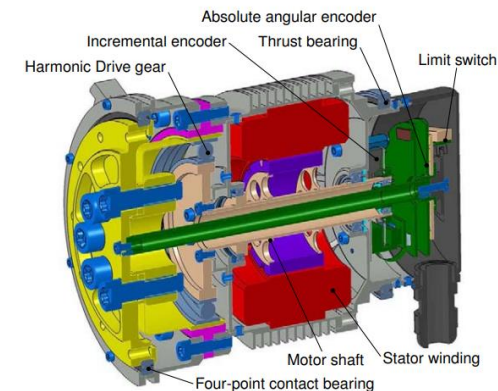
(b) assembled rotor and gearbox



Joint	DoF
Head	3
Shoulder	2
Elbow	1
Pelvis	2
Hip	3
Knee	1
Ankle	2
Toe	1
Total	25



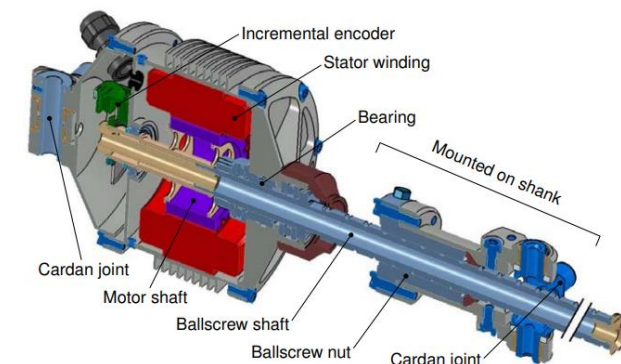
(a) Yaw axis of hip joint with cross roller bearing

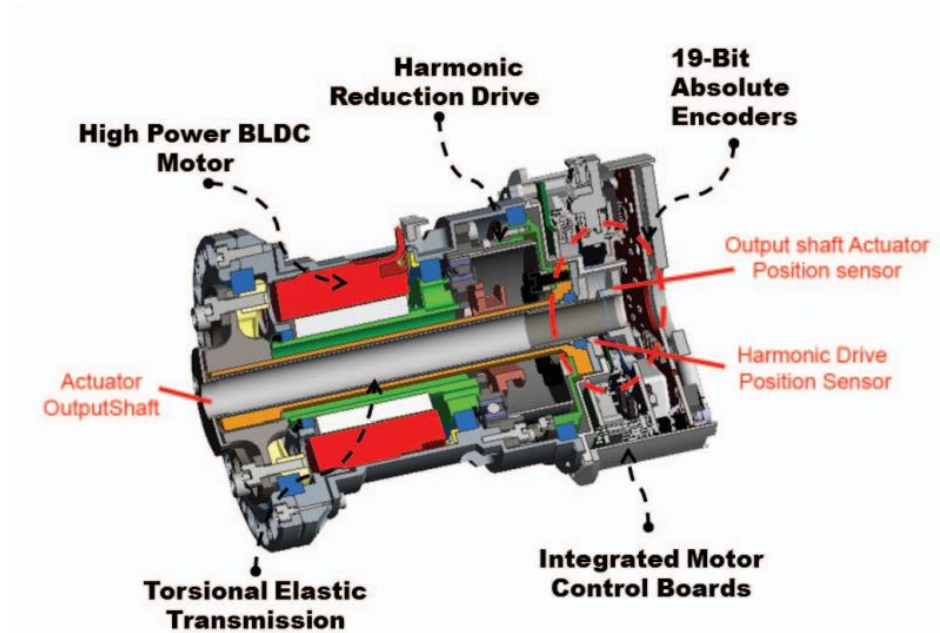
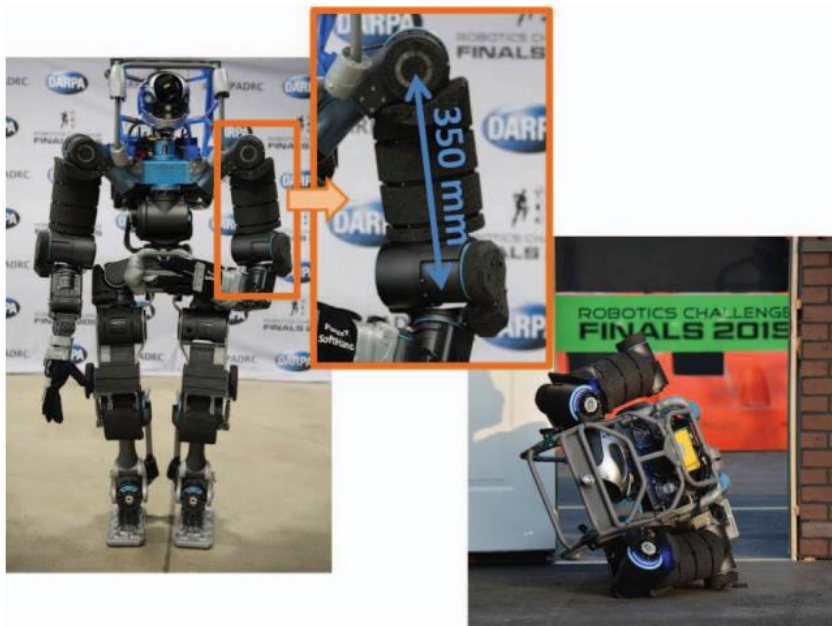


(b) Pitch axis of hip joint with four-point contact bearing and additional thrust bearing

GEAR SIZES AND REDUCTION RATIOS FOR THE LEG JOINTS

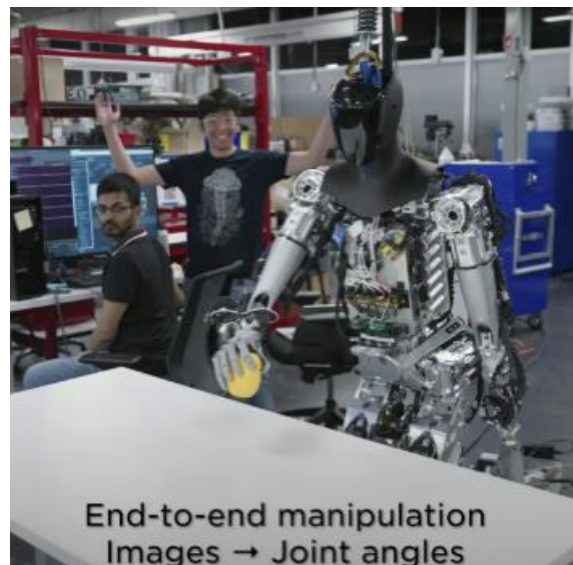
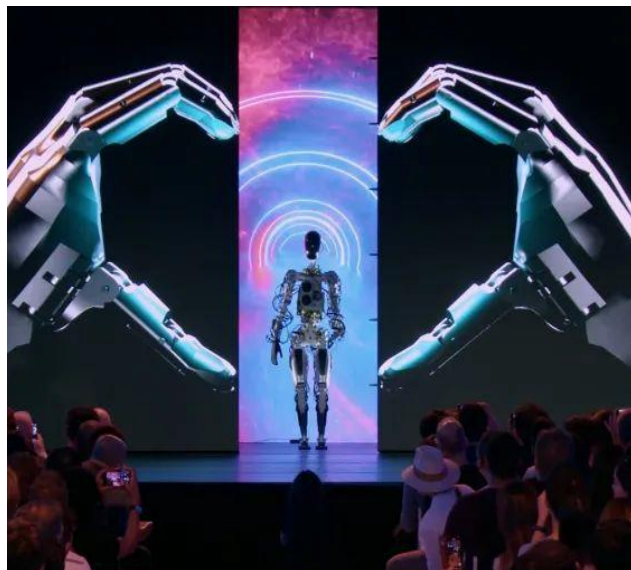
Joint type	Used for (R =roll, P =pitch, Y =yaw)	Gear		Torque [Nm]		Max. speed	Weight [kg]
		Type	Ratio N	cont.	peak	[rad/sec]	
1	Hip (P) 谐波减速器	Harmonic Drive	50	125	370	14.45	2.85
2	Hip (R&Y)	Harmonic Drive	100	85	157	5.34	1.25
3	Knee	Ballscrew	20...52	120	390	13.9	2.54
4	Ankle (R&P) 滚珠丝杠	Ballscrew	≤ 80	105	286	12.7	0.85
5	Toe	Harmonic Drive	100	11	54	8.9	0.26
6	Waist (R&Y), Shoulder (P)	Harmonic Drive	100	49	147	5.92	1.10
7	Shoulder (R), Elbow	Harmonic Drive	100	39	110	8.8	0.79



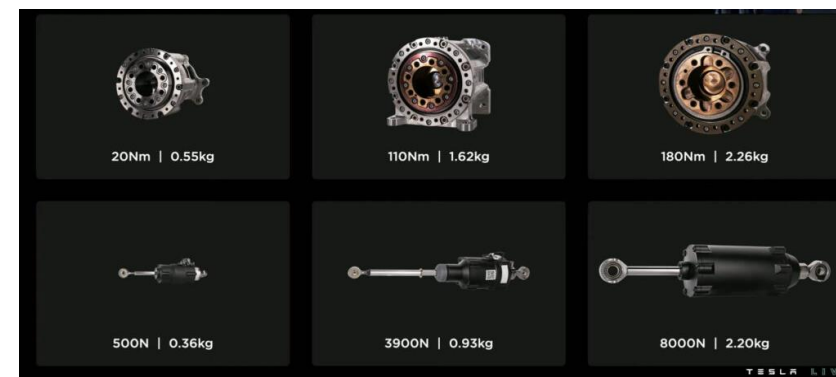


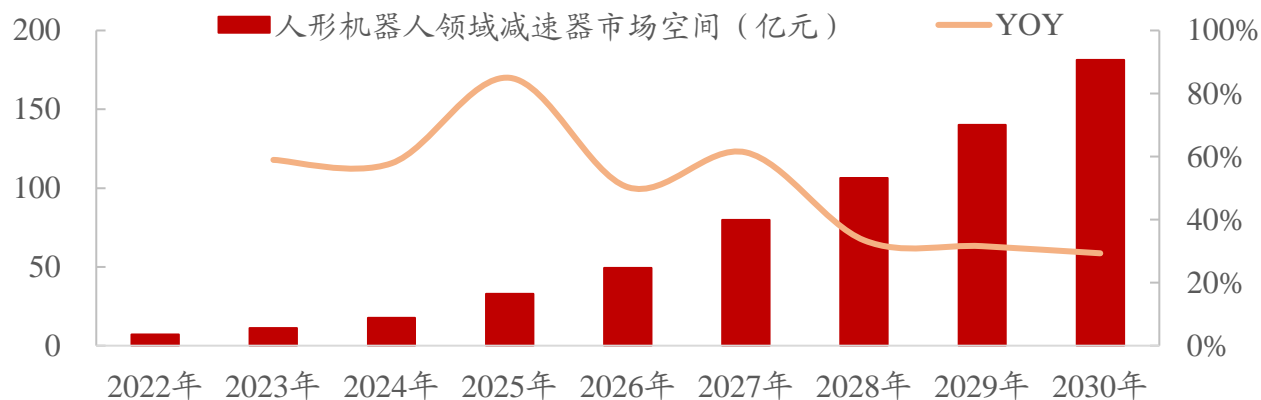
	A	B	C
Continues Power (W) @ 120C rise	900	500	222
Intermediate Mechanical Power, (G=80:1, eff=70%)	112Nm @ 11.7rad/s 1300W	89Nm @ 11.7rad/s 1040W	30Nm @ 10.2rad/s 305W
Dynamic Peak Mechanical Power, (G=80:1, eff=70%)	220Nm @ 10.4rad/s 2280W	140Nm @ 11.2rad/s 1560W	56Nm @ 8.2rad/s 460W
Peak Torque (Nm), (G=80:1, eff=90%)	270	140	56
No load speed (rpm)	14	16.7	11.3
Weight (kg)	2.0	1.5	0.7
Stiffness (Nm/rad)	2300	1200	500
Overall dimensions DxL (mm)	110x150	100x140	60x100

TABLE I: WALK-MAN Actuation Units: specifications



执行器	参数	数量
旋转执行器	扭矩20Nm, 重0.55kg	1*2
	扭矩110Nm, 重1.62kg	3*2
	扭矩180Nm, 重2.26kg	1*2+2*2





减速器市场	人形机器人年产量达5万台时	人形机器人年产量达100万台时	人形机器人年产量达500万台时
单机用量 (个)	14	14	14
均价 (元)	1214	924	731
需求量 (万个)	70	1400	7000
市场空间 (亿元)	8.5	129.3	511.7

		2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
TO C	世界总人口 (亿人)	80	80	81	82	83	83	84	85	85
	YOY	1.0%	1.0%	1.0%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	0.8%
	0-14岁人口占比	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	24%	24%
	65岁以上人口占比	10%	10%	10%	10%	11%	11%	11%	11%	12%
	15-64岁人口占比	65%	65%	65%	65%	64%	64%	64%	64%	64%
	目标收入群体: 前百分比	1.1%	1.3%	1.7%	2.3%	3.1%	4.1%	5.0%	5.9%	6.8%
	目标市场渗透率	0.1%	0.2%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%	0.8%	0.9%
	TO C端人形机器人需求量 (万台)	1.7	2.8	5.3	9.5	15.7	25.8	34.1	43.9	54.8
TO B	全球工业就业人数 (亿人)	7.6	7.7	7.7	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.2
	全球服务业就业人数 (亿人)	16.7	17.0	17.3	17.7	18.0	18.3	18.7	19.0	19.4
	人形机器人替代比例	0.002%	0.004%	0.01%	0.01%	0.02%	0.04%	0.06%	0.09%	0.13%
	TO B端人形机器人需求量 (万台)	2.5	4.3	6.7	14.3	22.5	40.3	60.2	89.3	122.4
合计	人形机器人新增需求量 (万台)	4.2	7.1	12.0	23.7	38.2	66.0	94.4	133.1	177.2
	减速器单机用量 (个)	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	减速器单价 (元/个)	1214	1134	1059	989	924	863	806	752	731
	对应减速器市场 (亿元, 人民币)	7.1	11.3	17.8	32.9	49.4	79.8	106.5	140.2	181.3
	YOY	-	59%	58%	85%	50%	61%	33%	32%	29%

04

PartFour

投资建议

日期:	2023/10/19				EPS				PE				PB (2022)	ROE (2022)
	代码	公司名称	股价 (元)	总市值 (亿元)	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E		
电机	603728	鸣志电器	64.6	271.3	0.59	0.63	0.98	1.42	109	102	66	45	5.3	9.6
	300124	汇川技术	63.6	1,695.6	1.64	1.93	2.47	3.12	39	33	26	20	0.0	24.2
	300660	江苏雷利	26.3	83.4	0.99	1.12	1.47	1.81	27	23	18	15	0.0	9.1
	688698	伟创电气	33.3	70.0	0.78	0.99	1.37	1.81	43	34	24	18	0.0	15.1
	688160	步科股份	55.6	46.7	1.08	1.27	1.55	1.94	51	44	36	29	19.2	13.3
	688320	禾川科技	34.3	51.8	0.65	0.90	1.31	1.75	53	38	26	20	4.6	8.3
丝杠	601100	恒立液压	56.5	757.0	1.79	2.01	2.40	2.90	32	28	24	19	0.0	21.5
	300580	贝斯特	24.0	81.3	1.14	0.79	1.00	1.25	21	30	24	19	4.2	11.2
	603667	五洲新春	17.3	63.7	0.48	0.53	0.74	1.00	36	33	23	17	3.6	6.9
	873593	鼎智科技	28.2	27.1	3.05	1.27	1.70	2.20	9	22	17	13	6.5	53.1
	002520	日发精机	5.5	44.3	-1.82	0.00	0.00	0.00	-3	-	-	-	0.0	-53.5
	000837	秦川机床	10.8	109.5	0.31	0.29	0.39	0.52	35	38	28	21	0.0	8.2
300718	长盛轴承	16.2	48.3	0.34	0.81	1.03	1.32	48	20	16	12	0.0	7.5	
减速器	688017	绿的谐波	108.0	182.2	0.92	0.96	1.40	1.78	117	113	77	61	10.7	8.2
	002472	双环传动	25.9	221.2	0.73	0.93	1.23	1.58	36	28	21	16	13.6	9.5
	002896	中大力德	35.8	54.1	0.47	0.53	0.67	0.89	76	67	54	40	4.5	7.3
	600835	上海机电	13.3	136.2	0.96	1.18	1.27	1.36	14	11	11	10	0.0	7.8
	603915	国茂股份	16.3	108.1	0.63	0.73	0.92	1.11	26	22	18	15	0.0	13.3
	300403	汉宇集团	7.3	44.1	0.34	0.39	0.44	0.52	22	19	16	14	0.0	11.6
	002008	大族激光	22.0	231.5	1.15	1.18	1.62	2.00	19	19	14	11	33.6	9.4
	300503	昊志机电	15.5	47.4	0.07	0.00	0.00	0.00	221	-	-	-	2.4	1.7
300258	精锻科技	14.1	68.0	0.52	0.60	0.75	0.94	27	24	19	15	0.0	7.6	
传感器	688071	华依科技	39.6	33.5	0.50	1.26	2.14	3.27	79	31	18	12	0.0	7.5
	603662	柯力传感	27.7	78.2	0.92	1.14	1.40	1.73	30	24	20	16	3.2	11.9
	688322	奥比中光-UW	29.2	116.7	-0.77	-0.53	-0.16	0.17	-38	-55	-186	167	0.0	-10.5
	002338	奥普光电	36.1	86.5	0.34	0.78	1.11	1.54	106	46	33	23	0.0	7.9
	002456	欧菲光	10.6	344.4	-1.59	0.00	0.00	0.00	-7	-	-	-	0.0	-88.9
集成	002050	三花智控	26.9	1,003.3	0.72	0.85	1.06	1.30	37	32	25	21	0.0	21.4
	601689	拓普集团	64.1	706.1	1.54	2.14	2.96	3.97	42	30	22	16	6.5	15.0
机器人整机	002747	埃斯顿	19.8	172.2	0.19	0.32	0.52	0.79	104	62	38	25	0.0	6.2
	300024	机器人	11.4	176.7	0.03	0.01	0.09	0.19	396	1,676	121	61	14.3	1.1
	002698	博实股份	14.1	143.8	0.44	0.66	0.87	1.08	32	21	16	13	0.0	14.7
	002009	天奇股份	12.2	46.4	0.53	0.74	1.32	1.64	23	16	9	7	10.1	9.3

1、盈利预测

我们预计公司2023-2025年可实现净利润8.4、10.4、13.1亿元，同比增长44%、24%、26%，对应EPS为0.99、1.23、1.54元，对应10月19日PE为26、21、17倍，维持“买入”评级。

2、核心逻辑

1) 齿轮：充分受益新能源汽车渗透率加速提升带来的新能源齿轮放量。新能源汽车浪潮冲击传统供给格局：新能源齿轮技术要求高而自制性价比低，第三方供应商外包模式成为主流，公司凭借“高精度+大规模”绝对优势，在A0级以上纯电车型有望持续保持高市占率。

2) 机器人减速器：国产替代加速，RV及谐波、行星减速器打开新增长点。特斯拉人形机器人有望开拓大规模商用级应用场景。公司机器人关节领域技术储备深厚，产品线涵盖RV、谐波以及行星减速器等产品。2021年国内市场RV市占率约为15%，仅次于日本纳博（约52%），牢牢占据RV减速器国产龙头的位置。公司目前为特斯拉国产电动车的独家齿轮供应商，客户粘性强，后续在RV等领域进一步合作空间广阔。

3) 竞争优势：技术：高精密齿轮制造门槛高，作为国内唯一提供5级以上高精度齿轮厂商，可实现稳定规模化生产；**客户：**结构+质量双提升，与Tier 1及车企深度合作实现产品规模放量；**产能：**集中提升电驱齿轮产能，上调2022年底电动齿轮产能至400万台套，未来业绩有望持续增长。

3、与市场观点的差异

市场认为：公司新能源齿轮市占率较高，后续受新能源行业景气度影响较大

我们认为：1) 公司新能源车齿轮全覆盖，进军民生齿轮，有望打开增量市场。2) 积极布局海外混动及纯电市场，进一步拓展出海业务。3) 产能利用率提升+产品结构优化，通过平台化生产、精细化管理以及柔性生产等方式持续推进降本增效进程。

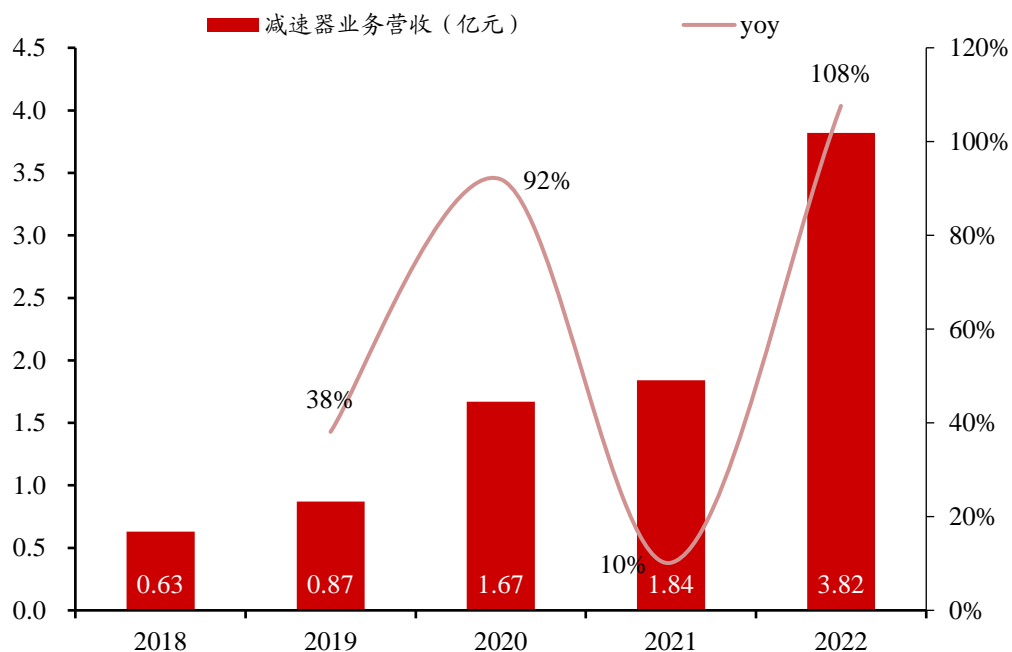
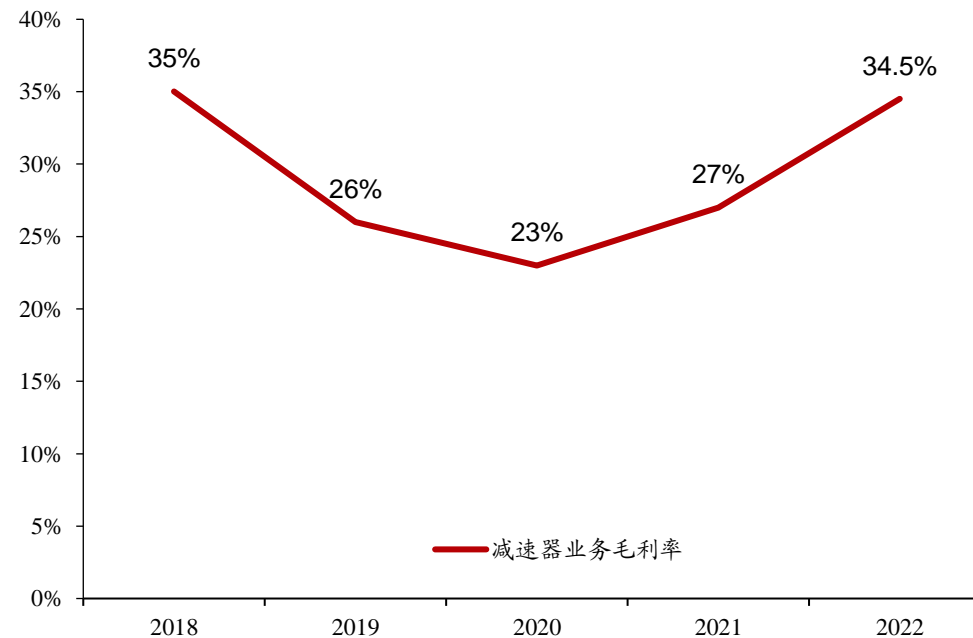
4、催化剂：

1) 国内/全球新能源汽车渗透率持续提升；2) 新客户拓展，新订单突破；3) 重卡AMT自动变渗透率提升；4) RV减速器国产替代步伐加快

5、风险提示

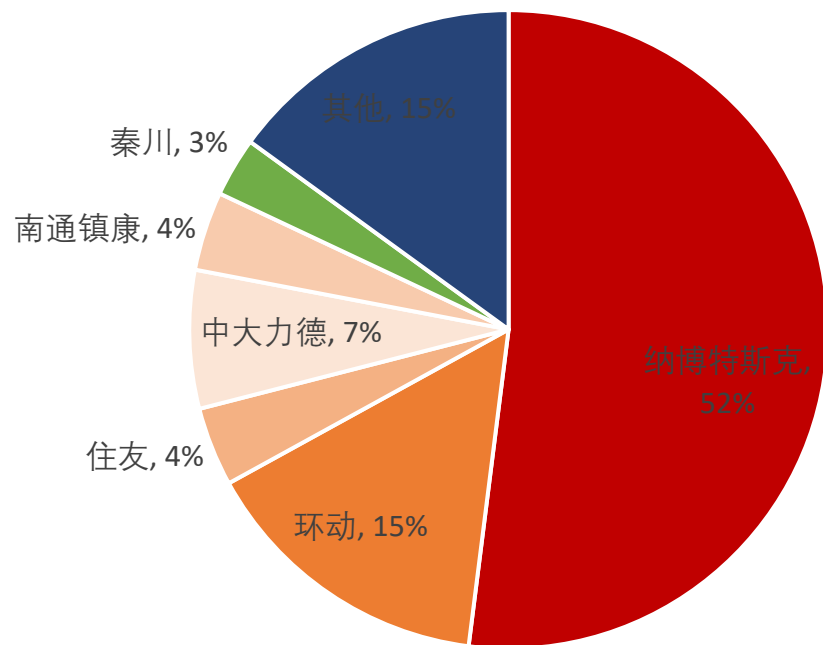
1) 新能源汽车渗透率放缓；2) 电动齿轮竞争格局加剧，；3) 重卡自动变渗透率增速不及预期；4) 原材料价格大幅波动

□ **RV减速器打开国内齿轮龙头第二增长曲线。**2014年三月公司将“工业机器人用齿轮级关节减速器开发项目”列入2014年度工作推进计划，2015年5月公司定增12亿元，应用于工业机器人RV减速器产业化项目，新能源传动齿轮产业化等项目，2018年公司减速器实现营收。2022年减速器业务营收3.82亿元，同比增长108%，2018-2022年复合增速高达57%。

2018-2022环动减速器业务营收CAGR约57%

2022年来公司减速器业务毛利率约34.5%


- 公司机器人关节领域技术储备深厚，产品涉及RV减速器、谐波减速器和心型减速器等产品。2021年公司RV减速器市占率15%，仅次于日本纳博（约52%），牢牢占据RV减速器国产龙头的位置。
- 公司目前是特斯拉国产电动车齿轮独家供应商，客户粘性强，后续在RV领域进一步合作空间广阔。

公司占据RV减速器龙头国产龙头的位置（2021）



公司拥有大量优质合作客户



1、盈利预测

根据wind一致预期，预计公司 2023-2025 年归母净利润分别为 1.6、2.4、3.0亿元，同比增长 4%、46%、27%，截止10月19日，分别对应 PE113、77、61倍。公司作为国内谐波减速器龙头，人形机器人有望打开新成长空间，维持“增持”评级。

2、核心逻辑

1) **下游行业持续增长**：机器人和制造业现阶段复苏有望持续，人工替代构成自动化需求的长期成长逻辑；

2) **下游应用拓展，成长空间打开**：公司除工业机器人以外，持续开拓机床、半导体设备、医疗设备领域谐波减速器应用，谐波减速器行业天花板持续打开；

3) **募投项目进展顺利，市占率提升**：2021年哈默纳科市场占有率达36%。伴随关键技术的攻克，国内厂商竞争力显著增加，2021年绿的谐波市场占有率达25%，位居第二。公司开展定增项目，募集20亿用于新一代精密传动装置智能制造项目，项目建成达产后，公司将新增谐新一代波减速器100万台、机电一体化执行器20万套的年产能，若顺利完成，市占率有望进一步提升。

3、与市场观点的差异

市场担心：1) 谐波减速器天花板较低，整体发展空间有限；2) 公司谐波减速器营收占比高，业务模式单一；3) 公司体量较小，难以与全球龙头日本哈默纳科竞争；

我们认为：1) 机器人提供了巨大的基础市场，数控机床等新应用领域将突破天花板；2) 公司拟募集20亿资金开发新一代精密传动智能制造项目，未来机电一体化产品放量有望为公司带来新的业绩增长点；3) 公司产品技术壁垒高，产品已切入海内外机器人龙头企业，用户粘性较强；此外公司开发E系列谐波减速器，可应用于高端数控机床、医疗、半导体设备，伴随未来机器人四大家族在中国逐步扩产，机器人降本大趋势下，公司产能提升后，有望依靠产品力和性价比打开销售渠道。

4、催化剂：

1) 精密传动装置项目扩产进程加速；2) 机器人及制造业景气度回升；3) 人形机器人行业发展超预期；

5、风险提示

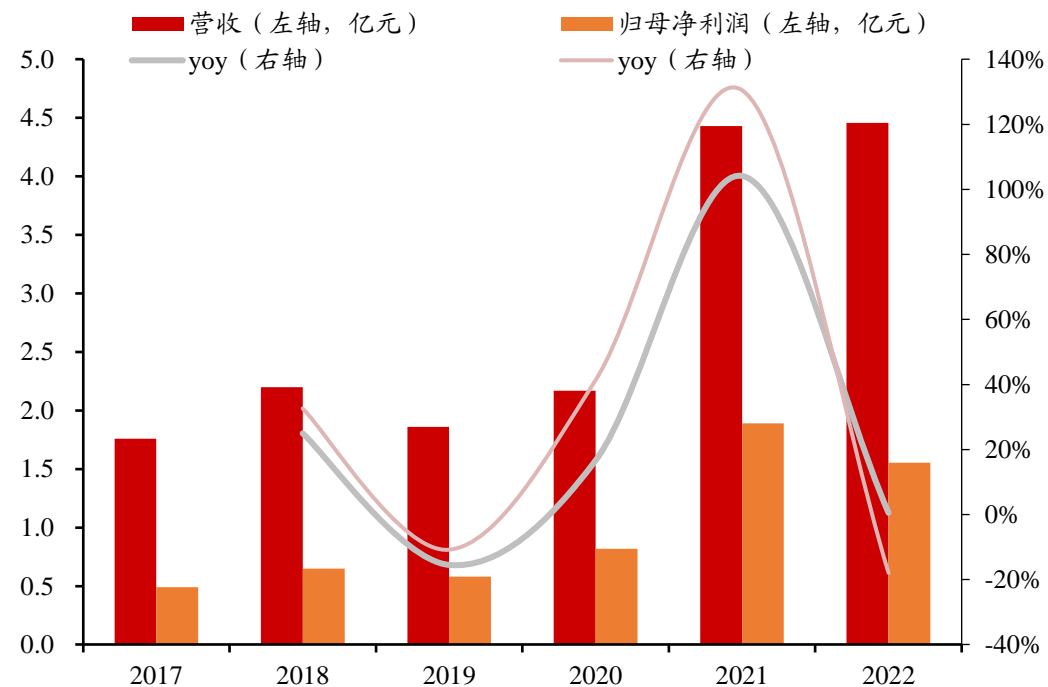
1) 公司产品拓展及扩产进度不及预期；2) 下游行业景气度不及预期。

- 绿的谐波与国内外大客户形成了稳定的合作关系。2013年公司谐波减速器上市销售，与国内知名机器人厂商埃夫特达成批量合作并延续至今。2016年公司与Universal Robots签订框架协议，未来有望充分享受行业利好。
- 谐波减速器国产化突破者，盈利能力行业领先。公司主营谐波减速器，国产厂商中率先实现为海内外龙头厂商批量供货。2017-2022年公司营收、归母净利润CAGR分别为20%、26%；毛利率稳定在47%以上，明显优于海内外同行；公司伴随下游行业成长，业绩长期趋势稳定。

绿的谐波与国内外大客户形成了稳定的合作关系

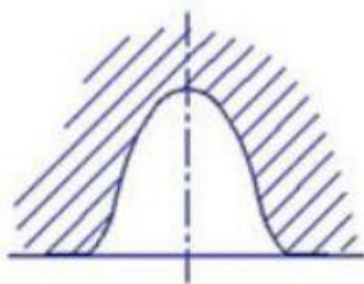


2017-2022绿的谐波营收/归母净利润CAGR约20%/26%

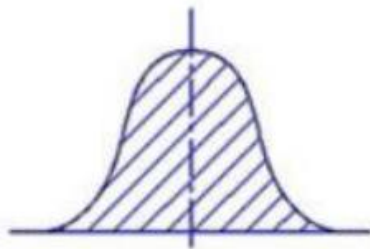


- 公司持续加码研发投入，2021年前三季度研发投入0.25亿元，已超过2020年全年研发总和。公司独创P型齿比肩哈默纳科对标产品性能，Y、N系列精度和寿命处于行业领先。
- 伴随公司募投资项目逐渐扩产，公司全球市占率有望从逐年攀升。我们认为公司有望依托P、Y、N系列产品在机器人行业不断建立产业地位。

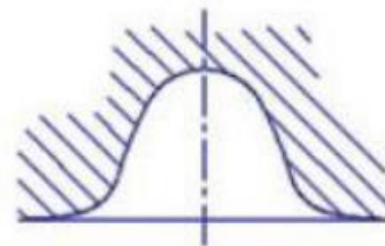
绿的谐波P型齿可承受较大的扭矩，寿命较长



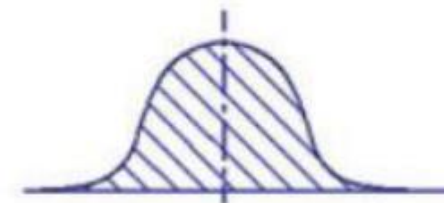
国外的刚轮齿形



国外的柔轮齿形



我司的刚轮齿形



我司的柔轮齿形

公司已形成减速器+电机+驱动一体化的产品架构

精密减速器

 机械齿轮
 精密控制


精密行星减速器



RV摆线针轮减速器



谐波减速器

减速电机

 减速器+电机
 机电一体化


微型交流减速电机



微型直流减速电机



滚轮电机

智能执行单元
伺服电机


智能执行一体机



行星伺服一体机



RV伺服一体机

驱动器
控制器

 联动控制器/
 气动控制器


调速控制器

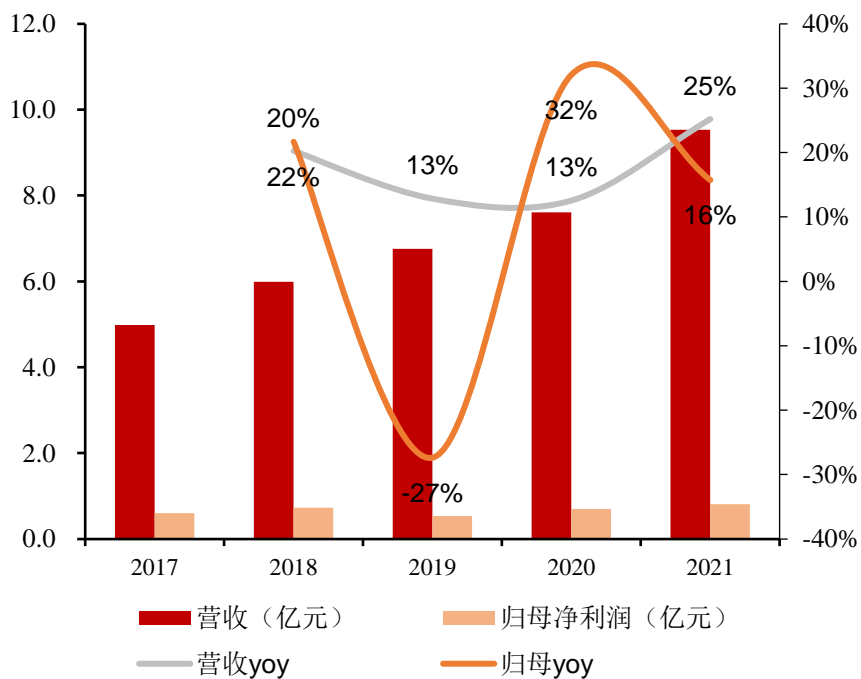


交流无刷驱动器

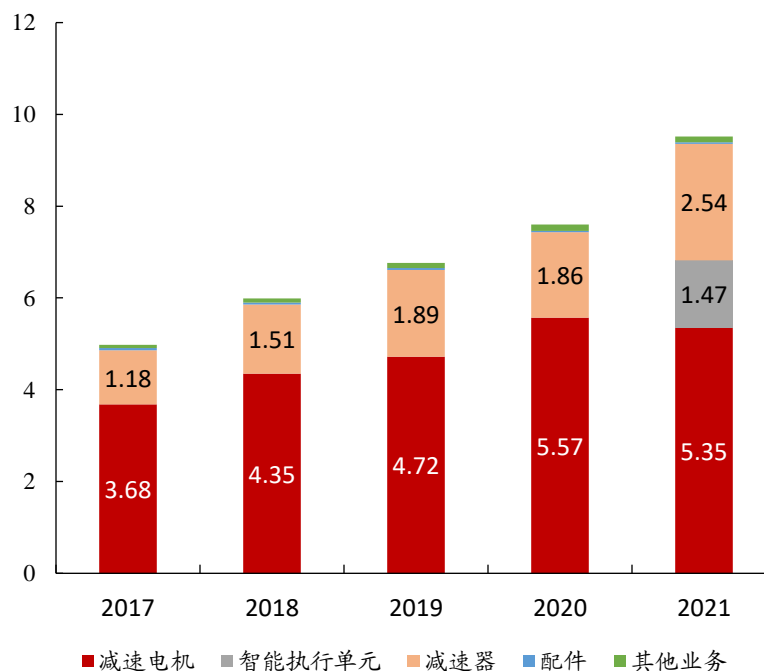
04 重点关注：中大力德

□ **公司具备自主研发优势，产品种类齐全。**公司研发持续投入，结合市场不断升级减速电机集成与检测技术、精密传动与控制技术，逐步形成了减速器、电机、驱动器一体化系统。目前公司拥有减速器、电机、驱动器一体化的完整产品线，细分产品已达上千种，广泛应用于工业机器人、太阳能光伏跟踪系统、电动叉车、AGV 无人搬运车、自动分拣系统、服务机器人等高端领域。

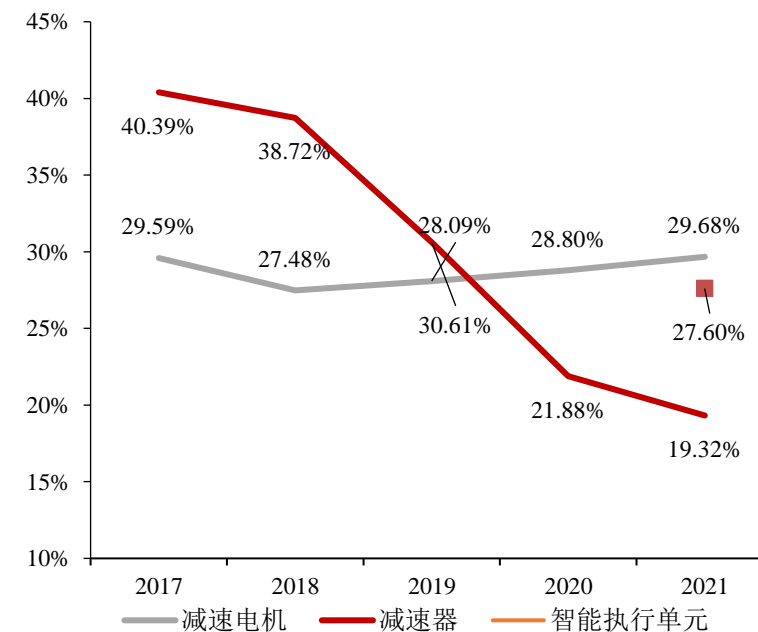
2017-2021年公司营收/归母净利润CAGR约18%/8%



2021年公司减速电机/减速器/智能执行单元营收占比56%/27%/15% (单位: 亿元)



2021年公司减速电机/减速器/智能执行单元毛利率30%/19%/28%



- 1) **中美贸易冲突超预期**：若美国对人形机器人中国配套供应链厂商加强限制，将对国产厂商发展造成不利影响；
- 2) **AI技术迭代不及预期**：若AI技术发展低于预期，将对人形机器人发展产生不利影响；
- 3) **数据测算偏差风险**：若数据测算有较大偏差，可能会影响对行业趋势的判断。

行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；
- 2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；
- 3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

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取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。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。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，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，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。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。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<http://research.stocke.com.cn>