

机械设备

攻守易形，科技成长为矛

机器人：中美共振，产业奇点到来。特斯拉 Optimus 经过三年的锤炼进化，基本解决了硬件的定型以及一致性问题，25 年有望进入大规模训练阶段并实现商业化落地。另一方面，华为、字节跳动、宁德时代、长安汽车等巨头入局加速了国产机器人的进程，机器人可能是未来几年少数中美共振的产业。结合行业的边际变化，我们建议关注丝杠产业链、国产新谐波、灵巧手电机与触觉、轻量化以及数据集和动作捕捉等细分方向。

卫星互联网：产业行业密集，商业化落地加速。全球卫星互联网低轨频段竞争已进入白热化阶段，星座部署明显加快，其中 SpaceX 星链领跑全球。截至 2024 年 3 月 26 日，全球在轨运营低轨卫星共 8248 颗，其中 SpaceX 星链在轨运营数量 5680 颗，占全球卫星总量的 68%。我国大力推动卫星产业发展，卫星互联网已被纳入“新基建”范畴，“GW 星座”、“G60 星座”、“鸿鹄星座”等规划项目有望在 2025 年迎来大规模发射期。从产业链看，2023 年全球卫星产业规模约为 2853 亿美元。卫星互联网产业链涉及广泛，包含卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营及服务四大环节，产业规模分别占比 6.0%/2.5%/52.7%/38.6%。建议关注：中国卫星、上海瀚讯。

自主可控：大国科技博弈持续，设备及零部件为自主可控基石。大国博弈下提升核心装备及零部件自主供应能力和安全水平刻不容缓。特朗普再次当选美国总统，可能继续推行包括加关税、科技脱钩以及核心科技卡脖子等政策，或对全球科技产业链进行重塑。我国在高端装备制造、关键零部件自主可控、原材料供给等方面与国际先进水平仍存在较大差距，需尽快解决一批“卡脖子”问题，着力提升产业链供应链韧性和安全水平，重点推荐工业母机及其核心零部件、半导体设备及其核心零部件。推荐标的：英杰电气，建议关注华中数控。

风险提示：机器人量产进度不及预期、新材料导入不达预期、数据滞后性风险、测算误差风险、卫星互联网建设不及预期风险、新技术研发进展不及预期、需求波动风险。

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 张一鸣
执业证书编号：S0680522070009
邮箱：zhangyiming@gszq.com

分析师 邓宇亮
执业证书编号：S0680523090001
邮箱：dengyuliang@gszq.com

分析师 彭元立
执业证书编号：S0680524050002
邮箱：pengyuanli1@gszq.com

分析师 何鲁丽
执业证书编号：S0680523070003
邮箱：heluli3652@gszq.com

分析师 刘嘉林
执业证书编号：S0680524070005
邮箱：liujialin@gszq.com

相关研究

- 《机械设备：机器人下一个重要方向：轻量化》 2024-12-11
- 《机械设备：华为、宁德、长安等巨头入局机器人，中美共振产业趋势加速》 2024-11-17
- 《机械设备：赛力斯&重庆加快布局机器人，产业中美共振有望开启》 2024-11-03

内容目录

一、人形机器人:	4
1.1 丝杠: 单个机器人的价值量高, 空间大	4
1.2 灵巧手: 第三代机器人最大边际变化, 重视微电机模组和触觉方案	10
1.3 减速器是核心, 谐波仍为当前主流方案	11
1.4 轻量化: 下一个重要的方向	14
二、卫星互联网: 产业行动密集, 商业化落地加速	20
2.1 卫星互联网建设提速, 25 年有望迎来密集组网	20
2.2 产业链: 卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营及服务四大环节	23
2.3 卫星互联网产业核心标的	24
三、大国科技博弈持续, 设备及零部件为自主可控基石	26
3.1 美国实体清单范围扩大至设备环节, 有望进一步加速上游零部件国产化	26
3.2 工业母机自主可控必要性高, 数控系统突破迫在眉睫	30
风险提示	33

图表目录

图表 1: 特斯拉 Optimus 应用丝杠的部位 (右左对称使用)	4
图表 2: 人形机器人丝杠市场空间敏感性分析	4
图表 3: 丝杠核心标的	5
图表 4: 丝杆-冷轧工艺加工示意图	6
图表 5: 丝杠-旋风铣工艺加工示意图	6
图表 6: 丝杠-车床车削加工示意图	6
图表 7: 丝杠-砂轮磨削加工示意图	6
图表 8: 工艺对比-旋风铣 VS 硬车 VS 砂轮磨	7
图表 9: 滚珠丝杠-螺杆部分工序图	7
图表 10: 滚珠丝杠-螺母部分工序图	8
图表 11: 行星滚柱丝杠-丝杠加工工艺流程	8
图表 12: 行星滚柱丝杠-螺母加工工艺流程	8
图表 13: 行星滚柱丝杠-滚柱加工工艺流程	9
图表 14: 行星滚柱丝杠-内齿圈加工工艺流程	9
图表 15: 腱绳传动灵巧手	10
图表 16: 连杆/齿轮/带传动灵巧手	10
图表 17: 采用滚珠丝杠连接的腱绳传动结构	11
图表 18: 灵巧手核心标的	11
图表 19: 特斯拉在 AI DAY 展示的 Optimus 旋转执行器与线性执行器	12
图表 20: 四类精密减速器介绍	12
图表 21: 谐波减速器零部件拆分	13
图表 22: 绿的谐波 2019 年主要原材料成本构成	13
图表 23: 2021 年哈默纳科下游应用分布情况	13
图表 24: 2022 年中国谐波市场竞争格局	14
图表 25: 2022 年中国谐波市场竞争格局	14
图表 26: 谐波减速机主要厂商	14
图表 27: 2023 年 12 月特斯拉发布 Optimus Gen-2	15
图表 28: PEEK 与主要工程塑料、特种工程塑料性能对比情况	16
图表 29: PEEK 与传统金属对比	16
图表 30: 特种工程塑料价格	17
图表 31: PEEK、铝镁合金、钕铁硼永磁材料应用、单机用量、价格	17
图表 32: PEEK 与 PPS 材料应用于人形机器人的领域	19
图表 33: 卫星互联网组成	20
图表 34: 卫星轨道细分分类	20
图表 35: 低轨卫星互联网演进阶段	21
图表 36: 2018-2023 年全球卫星产业市场规模	23

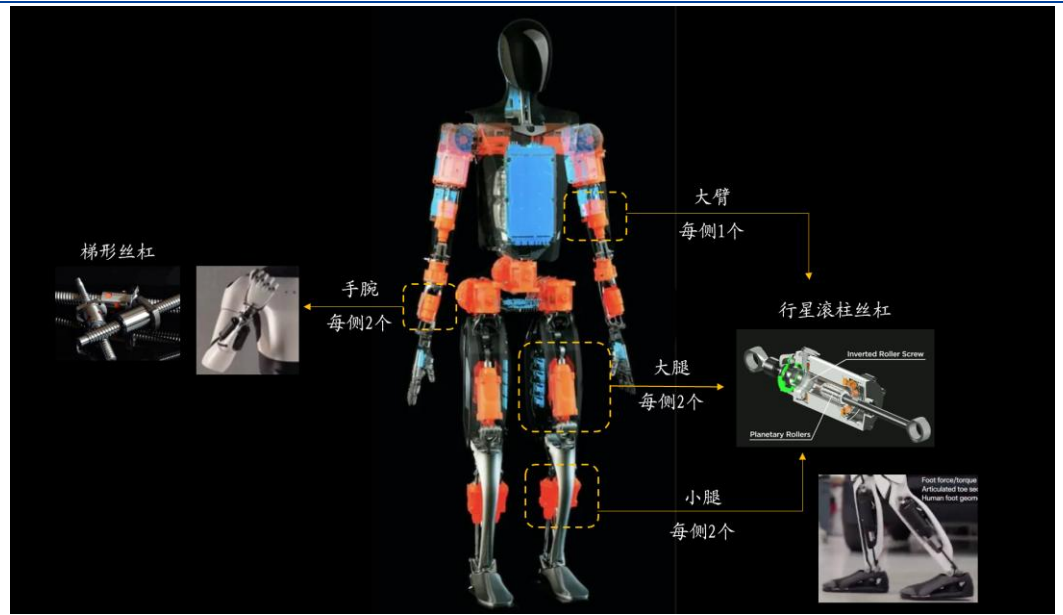
图表 37:	2023 年全球卫星产业四大环节市场规模占比	23
图表 38:	卫星互联网产业链图谱	24
图表 39:	中国卫星收入及同比增速	25
图表 40:	中国卫星归母净利润及同比增速	25
图表 41:	上海瀚讯收入及同比增速	25
图表 42:	上海瀚讯归母净利润及同比增速	25
图表 43:	近年美日荷对中国半导体产业部分制裁政策情况	26
图表 44:	各品类半导体设备零部件主要供应商	27
图表 45:	2005Q1-2024Q3 年全球半导体设备市场规模情况 (季度, 十亿美元)	28
图表 46:	2005Q1-2024Q3 年中国半导体设备市场规模情况 (季度, 十亿美元)	28
图表 47:	2005-2024Q3 全球及中国半导体设备销售额及中国占比 (年度, 十亿美元)	28
图表 48:	2005-2025E 全球半导体设备零部件市场规模 (亿美元)	29
图表 49:	国内半导体设备零部件公司近六年营收情况 (亿元)	29
图表 50:	国内半导体设备零部件公司国内收入占比迅速提高 (%)	29
图表 51:	2019-2023 年全球机床主要生产国产值 (百万欧元)	30
图表 52:	2023 年全球机床主要生产国占比	30
图表 53:	2019-2023 年全球机床主要消费国消费额 (百万欧元)	31
图表 54:	2023 年全球机床主要消费国占比	31
图表 55:	数控系统行业主要参与者	31
图表 56:	华中数控技术能力及产品应用	32
图表 57:	华中数控维持高比例研发投入	33

一、人形机器人：

1.1 丝杠：单个机器人的价值量高，空间大

特斯拉人形机器人主要用反向式行星滚柱丝杠。丝杠将电机的旋转运动转换为直线运动，控制机器人的各个关节，从而实现位置调整、姿态控制和负载传递等功能。丝杠在人形机器人中主要作用于线性执行器，具有较高的传动效率和刚性，能够提供大的力矩和负载承重能力，更好地模拟人体关节活动。在特斯拉人形机器人中，其线性执行器就采用了反向式行星滚柱丝杠。

图表1：特斯拉 Optimus 应用丝杠的部位（左右对称使用）



资料来源：特斯拉 AI DAY，产业调研，国盛证券研究所绘制

单台机器人丝杠价值量高，人形机器人有望带来百亿级丝杠增量需求。以特斯拉 Optimus 为例，其大臂、小臂、大腿、小腿均需要使用行星滚柱丝杠，用量分别为 2、4、4、4 副，我们预计未来量产价格分别为 1100、600、1500、800 元，则单台机器人丝杠价值量为 1.38 万元。在 50/100 万台机器人销量假设下，机器人丝杠市场空间将达 69/138 亿元。

图表2：人形机器人丝杠市场空间敏感性分析

应用部位	用量 (副)	预计单价 (元/副)	单台成本 (元)	50万台背景下 (亿元)	100万台背景下 (亿元)
大臂	2	1100	2200	11	22
小臂	4	600	2400	12	24
大腿	4	1500	6000	30	60
小腿	4	800	3200	16	32
合计			13800	69	138

资料来源：爱采购，国盛证券研究所测算（注：测算含主观假设，结论与实际可能存在误差）

重视有可能率先突破的主流丝杠企业。在线性执行器大导程、大负载、小体积、高速度的要求下，行星滚柱丝杠是破局关键。同时，行星滚柱丝杠在人形机器人的价值量占比高，未来放量后的空间大。在此背景下，我们建议关注有可能率先突破的主流丝杠企业：北特科技、新剑传动（未上市）、贝斯特、五洲新春。

图表3: 丝杠核心标的

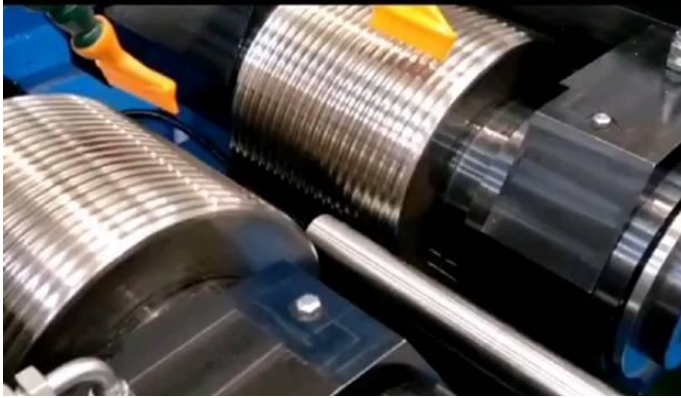
丝杠企业	简介
北特科技	<p>公司主业为汽车底盘零部件业务，公司的转向器齿条、减震器活塞杆在行业内处于领先地位。在人形机器人业务方面，公司 2023 年年底开始布局，公司在战略上对此高度重视，公司扎根汽车底盘零部件行业 20 多年，所积累的生产工艺与丝杠产品的生产工艺有较高的同源性，公司研发团队在相应的精密车加工、磨加工、原材料调质、表面热处理、探伤、校直等环节，形成了一套专业性高、体系性强的工艺流程和生产方案。</p>
新剑传动 (未上市)	<p>公司成立于 1999 年，专业从事研发生产滚轧成型蜗杆齿轮、座椅水平驱动器、行星滚柱丝杠-直线型电驱动关节、旋转型电驱动关节等相关系列产品。产品主要应用于人形机器人、半导体、通讯电子、智能汽车、无人机、工程机械等行业。公司拥有制造场地 3 万多平方米，拥有进口、国产研发、制造、检测高端设备 300 多台、10 多条智能化组装线，员工 300 余人。公司研发技术实力雄厚、客户拓展顺利，行星滚柱丝杠业务有望率先且深度受益于人形机器人市场。</p>
贝斯特	<p>公司机加工能力突出，主要产品为涡轮增压器精密轴件、叶轮、中间壳等。公司董事长为无锡机床厂出身的机床专家，在机加工领域具有深厚的积累。2022 年公司设立全资子公司“无锡宇华精机”，布局高精度滚珠/滚柱丝杠副、高精度滚动导轨副等，瞄准高端机床、机器人等市场进行大力开拓。公司作为国内机加工领域顶尖玩家之一，切入丝杠领域有望延续其技术优势，跻身丝杠领域第一梯队。</p>
五洲新春	<p>公司为国内轴承领军企业，磨前技术全球领先，公司深耕精密制造技术二十多年，是国内少数涵盖精密锻造、制管、冷成形、机加工、热处理、磨加工、装配的轴承精密零部件全产业链企业。公司前瞻布局汽车滚珠丝杠组件，其技术与人形机器人丝杠具备一定共通性。我们认为公司作为国内轴承领先企业，具备精密传动部件加工的优秀基因，有望进入人形机器人供应链，迈入超级成长赛道。</p>

资料来源: 各公司公告, 各公司官网, 国盛证券研究所

丝杠加工工艺类型:

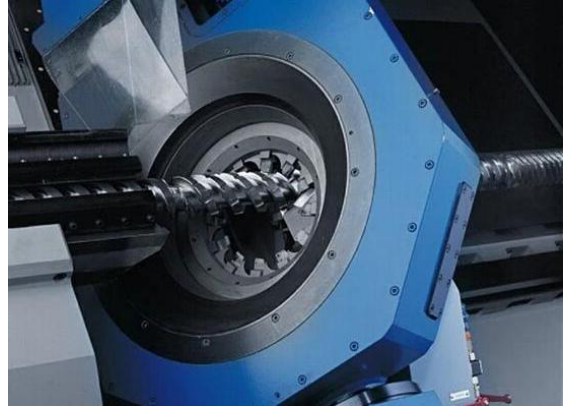
- (1) **冷轧:** 优势是简单，步骤短，但是采用冷加工工艺、用模具压出，精度偏低，仅能达到 P7 级别，因此一般不满足人形机器人丝杠的要求。
- (2) **旋风铣:** 旋风铣是刀盘带动刀具作高速旋转运动，工件缓慢轴向进入，刀具作径向深入切削。**对应的刀具为铣刀。**
- (3) **硬车:** 采用螺纹滚道硬车削技术，生产速度快、加工效率高，但是精度没有磨床的精度高。**对应刀具为车刀。**
- (4) **砂轮磨削:** 以先车后磨的方式进行加工制造生产，先把原材料车削到一定精度，再用专用丝杠磨床先粗磨再精磨到所需要的尺寸。**对应的刀具为砂轮。**

图表4: 丝杆-冷轧工艺加工示意图



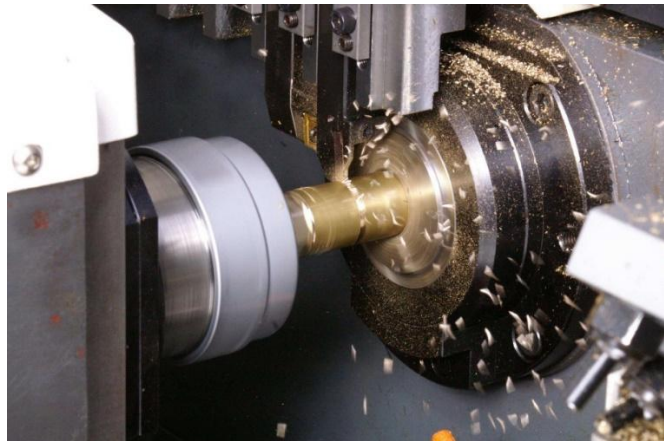
资料来源: 新浪财经, 国盛证券研究所

图表5: 丝杠-旋风铣工艺加工示意图



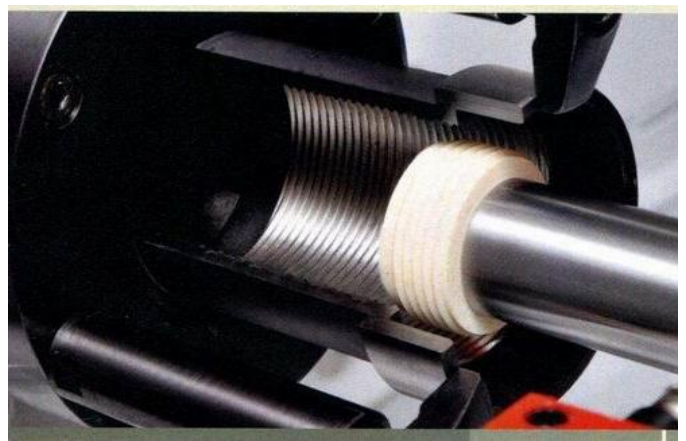
资料来源: 158 机床网, 国盛证券研究所

图表6: 丝杠-车床车削加工示意图



资料来源: 周氏数控官网, 国盛证券研究所

图表7: 丝杠-砂轮磨削加工示意图



资料来源: 东莞市福庆机械有限公司, 国盛证券研究所

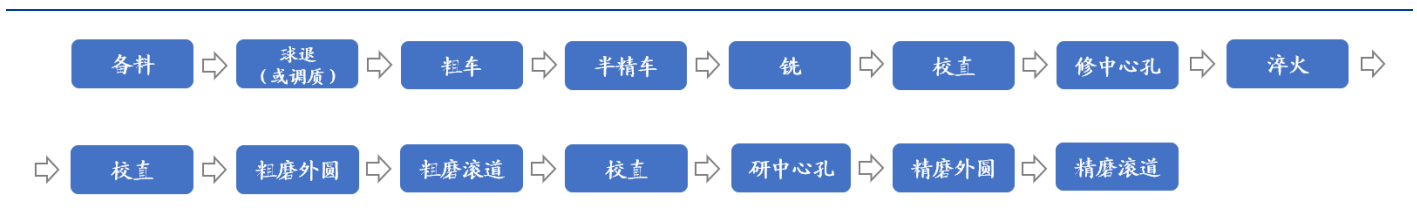
图表8: 工艺对比-旋风铣 VS 硬车 VS 砂轮磨

	可加工部件	精度	生产效率	涉及刀具
旋风铣	螺杆、行星滚柱 (可以加工螺纹轨道, 但是两端的类似齿轮结构难以加工)	偏低。精度可以达到 P3 级别。 刀具变形: 刀具旋转速度快, 刀具易磨损。 切削热: 刀盘高速旋转, 产生的切削热量相对较多, 热量多容易导致丝杠变形。 表面粗糙度: 刀具磨损和热量波动会影响加工的稳定性和精度, 导致表面粗糙度难控制。 加工精度比砂轮磨要低。精度可以达到 P2-P3 级别。	高, 刀盘带动刀具作高速旋转运动, 工件缓慢轴向进入, 刀具作径向深入切削, 生产速度比车削更快, 适合大批量生产。	铣刀
硬车	螺杆、行星滚柱、螺母 (可以, 但需要对刀头做一些更改, 稳定性较难保持)	刀具变形: 如果刀具刚度不足或切削用量过大, 可能会导致刀具变形, 进而影响加工精度。 切削热: 由于切削速度和切削厚度较高, 会产生切削热, 导致工件变形, 从而影响加工精度。 表面粗糙度: 可能因为刀具的磨损和加工状态的波动, 导致加工表面的粗糙度不易控制。	通常采用高转速、大切深, 金属切除效率是磨削加工的 3 倍多, 生产速度比砂轮磨要快, 加工效率较高。	车刀
砂轮磨	螺杆、行星滚柱、螺母	精度高, 可以达到 P1 级别。 刀具变形: 由于磨轮的颗粒小, 分布均匀, 可以减小磨削刃口与工件接触面积, 从而降低切削力和热变形所造成的误差, 实现更高的加工精度。 切削热: 由于磨粒的切削速度较低, 切削厚度较小, 产生的切削热较少, 因此对加工精度的影响也较小。 表面粗糙度: 由于磨轮的颗粒小, 分布均匀, 所以磨削能够实现更高的表面精度和亮度。	用定制化丝杠磨床先粗磨、再半精磨、再精磨, 生产速度不高。对一副行星滚柱丝杠, 一般 2 个小时完成, 一天大概 10 副。	磨具 (砂轮)

资料来源: 刘顺华《旋风铣削在螺旋件中的应用研究》、张广明《精密滚珠丝杠制造技术的变革创新》、高岩《大直径内螺纹的旋风铣加工》、张广明等《滚珠丝杠滚道硬车加工技术研究》、宋现春《旋风硬铣削加工技术及其在精密滚珠丝杠加工中的应用》、中国供应商网、产业调研、国盛证券研究所

滚珠丝杠生产工序: 螺母和螺杆各需要 15 道工序, 核心决定精度的工序阶段为精磨, 对应刀具为砂轮, 而滚珠一般为外采的标准件。滚珠丝杠的加工难度高于梯形丝杠, 机械加工工艺一般包括切削加工 (精车, 半精车外圆、螺纹)-热处理-磨削加工 (精磨, 半精磨外圆、螺纹) 等。

图表9: 滚珠丝杠-螺杆部分工序图



资料来源: 潘小英《鸿鑫公司滚珠丝杠项目的商业计划书》, 国盛证券研究所

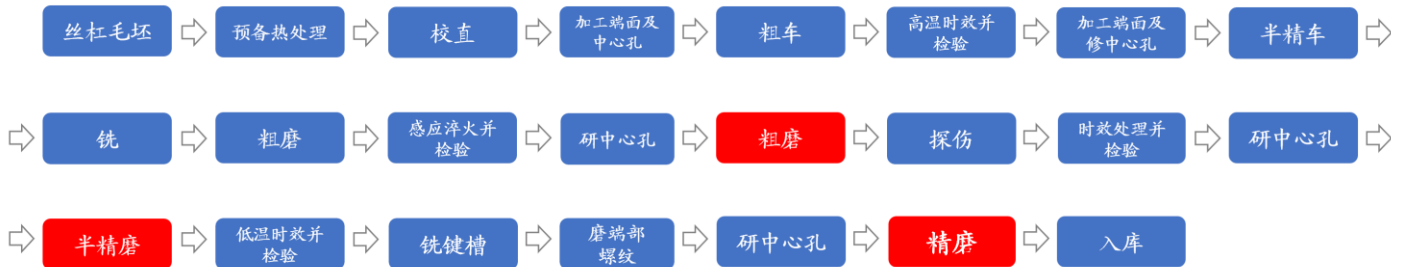
图表10: 滚珠丝杠-螺母部分工序图



资料来源: 潘小英《鸿鑫公司滚珠丝杠项目的商业计划书》, 国盛证券研究所

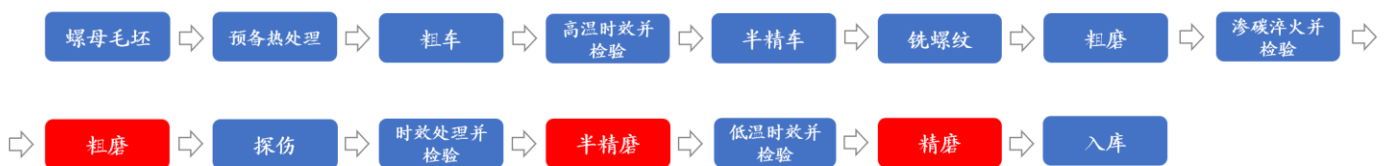
行星滚柱丝杠的制造: 核心难点在于螺母内螺纹加工, 对应的核心工具为砂轮。反向式行星滚柱丝杠的螺母很长, 还是内螺纹, 加工时还需要有一个螺旋升角, 砂轮伸进去磨, 精度很难控制。因为砂轮是单边支撑, 螺母越长, 砂轮就越要往里面走, 砂轮伸得越长, 抖动越厉害, 对刚性的要求也就越高, 很细微的抖动, 那么误差都达到微米级别, 所以螺母越长, 其精度越难控制。从加工上看, 由于行星滚柱丝杠依靠零件间的螺纹啮合实现传动功能, 其螺纹的加工精度将直接影响系统的传动精度、使用寿命、与平稳性, 而磨削是高精度丝杠螺纹的主要加工方法, 磨削的实质是砂轮的表面有很多磨粒划擦、刻划和切削工件表面, 使用螺纹磨床高速旋转的成型砂轮对加工工件表面进行高速磨削。

图表11: 行星滚柱丝杠-丝杠加工工艺流程



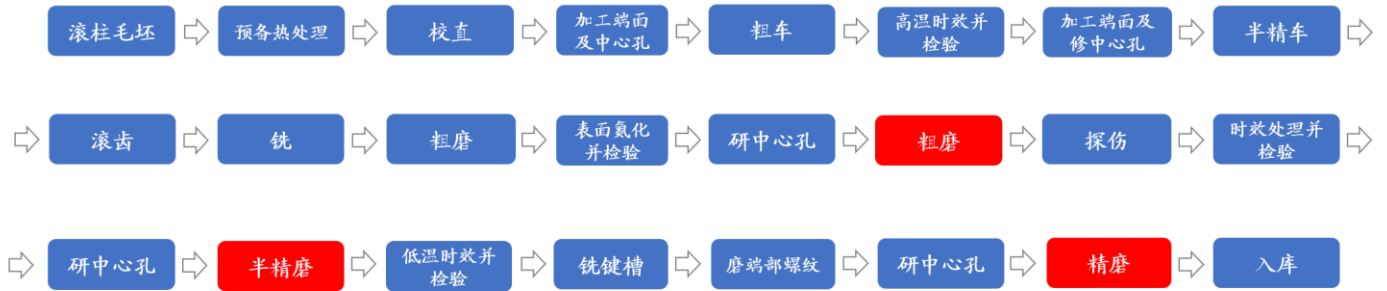
资料来源: 郑伟《精密行星滚柱丝杠副工艺制造与传动性能研究》, 国盛证券研究所

图表12: 行星滚柱丝杠-螺母加工工艺流程



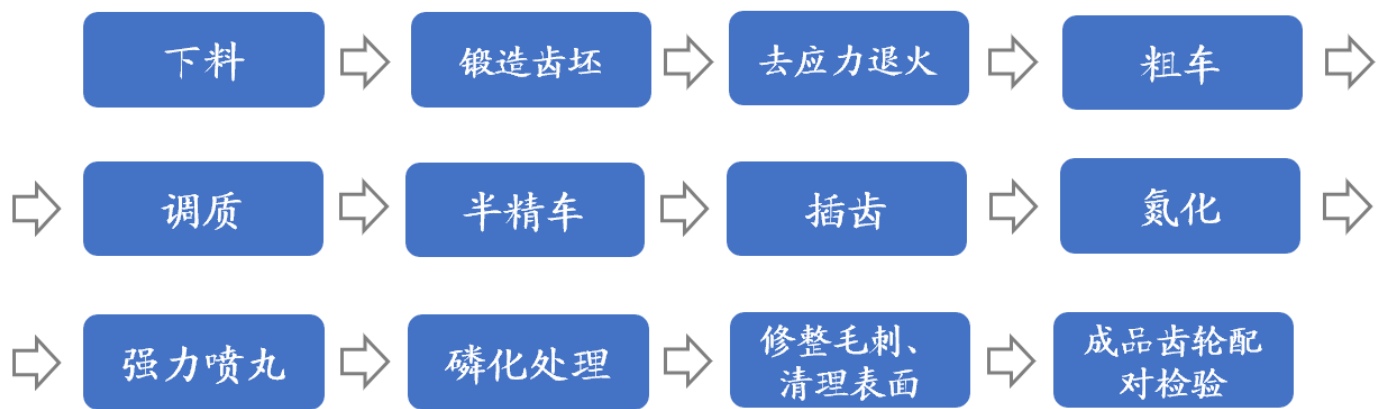
资料来源: 郑伟《精密行星滚柱丝杠副工艺制造与传动性能研究》, 国盛证券研究所

图表13: 行星滚柱丝杠-滚柱加工工艺流程



资料来源: 郑伟《精密行星滚柱丝杠副工艺制造与传动性能研究》, 国盛证券研究所

图表14: 行星滚柱丝杠-内齿圈加工工艺流程



资料来源: 郑伟《精密行星滚柱丝杠副工艺制造与传动性能研究》, 国盛证券研究所

恒锋工具: 公司围绕花键、齿轮、螺纹三种机械结构, 拉削、钻削、铣削三种加工工艺, 高性能高速钢、硬质合金机夹式三种材料形式, 做精做强各系列产品。公司深耕行业 30 多年, 自设立以来坚持技术创新引领的发展路线, 奠定了公司深厚的技术积淀和行业领先地位。公司坚持高端市场定位, 已经在高端零部件加工刀具和量具市场上较国内大部分同行企业具有了较为突出的先发优势。公司凭借综合服务能力, 获得了客户的广泛好评, 公司已与大众、吉利、比亚迪、双环传动、精锻科技、博世、纳铁福、舍弗勒等乘用车整车厂及零部件生产厂家形成了定点供货、专业配套的长期、稳定合作关系。

沃尔德: 公司是国内领先、国际一流的超硬刀具供应商, 主要从事超硬刀具及超硬材料制品研发、生产和销售业务。公司的主营产品包括了 PCD/PCBN/CVDD 切削刀具, 整体硬质合金刀具, 钻石刀轮及其配套产品。公司始终在超硬材料领域深耕细作, 产品广泛应用于消费电子、汽车制造、工程机械、航空航天、能源设备等行业。公司践行研发先行的方针, 加强产品出新及技术的协同, 完善产品品类及技术升级, 开发人形机器人领域的行星滚柱丝杠加工用的超硬切削刀具。

1.2 灵巧手：第三代机器人最大边际变化，重视微电机模组和触觉方案

灵巧手的动力源：微电机模组。灵巧手对电机及传动的要求较高，受限于空间通常采用较为轻量化的微电机模组。微电机模组由电机+传动件构成，灵巧手采用的电机对功率密度要求较高，常用微型无刷有齿槽电机或空心杯电机。

灵巧手传动：方案多样，腱绳传动是最具潜力方案。灵巧手的传动方案主要有**腱绳传动**、**连杆传动**、**齿轮传动**以及**带传动**。

腱绳传动：腱绳传动是目前灵巧手研究中应用最为广泛的一种传动方式，如目前量产的 Shadows Hand 即采用了这一传动方式。腱绳在一定程度上模拟了人手的肌腱结构，腱绳传动使得大型的驱动器远离了执行机构，减轻末端的负载和惯量，提升了抓取的速度，它排布灵活，适合空间狭小且需要驱动自由度数目较多的传动场合。但它也有自身的局限性，如带负载能力较弱，预紧力变化大，负载越大效率越低等。

连杆传动：连杆传动多用于工业和商业用途，多个连杆串并联混合的使用形式较为常见。手指的运动和动力由刚性连杆传递，能够抓取大型的物体且结构设计紧凑，可以完成包络抓取。但是在远距离的控制上就比较困难，容易发生弹射，抓取的空间较小。

齿轮传动：齿轮传动在工业机器人中应用比较广泛，它能获得稳定的传动比，传递效率高，可靠性更强。但齿轮本身的质量加大了整体的质量和惯性。

带传动：带传动结构简单且传动平稳，可以起到缓冲作用，能在大的轴间距和多轴间传递动力，同时具有价格便宜、不需润滑和维护便利等优点。

图表15: 腱绳传动灵巧手



图表16: 连杆/齿轮/带传动灵巧手

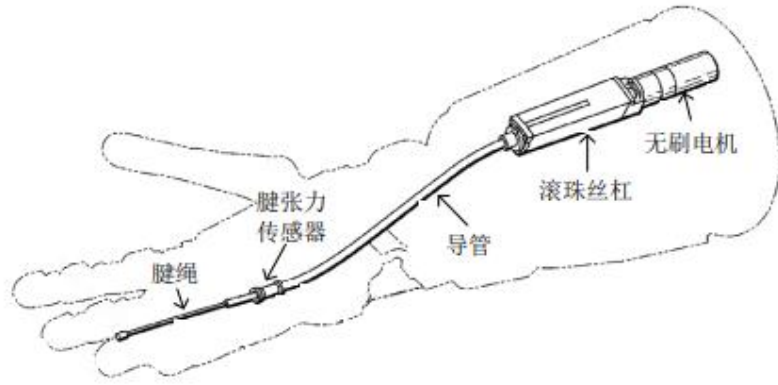


资料来源：《机器人灵巧手研究综述》_刘伟、肖剑等，国盛证券研究所

资料来源：《机器人灵巧手研究综述》_刘伟、肖剑等，国盛证券研究所

腱绳传动灵巧手的传动部件主要有两种组合：腱绳+行星减速器（或谐波减速器，较少用）、腱绳+滑动丝杠（或滚珠丝杠，较少用）。腱绳传动灵巧手的驱动模块一般分为两种，一种是电机加行星减速器（或谐波减速器，较少用），这种组合既可用于内置式，也可用于外置式，即可直接传动，又可以腱传动；另一种是电机加滑动丝杠（或滚珠丝杠，较少用），将旋转运动转换为直线运动后传出，通常用于外置式腱传动。电机加丝杠对于驱动器后置于前臂中的情况更利于布置，提高空间利用率，同时具有自锁功能，保持抓取姿势时电机不必输出力矩，可以节约能量，减少发热。因此，在腱传动系统中，核心传动部件包括腱绳与行星减速器或丝杠。

图表17: 采用滚珠丝杠连接的腱绳传动结构



资料来源:《多指灵巧手动力学与操作控制技术研究》_徐彤彤, 国盛证券研究所

触觉方案: 人类手部的多功能性源于其独特的解剖结构, 包括复杂的运动结构、提供不同精度和细腻度操作的肌肉和肌腱, 以及皮肤中的高密度触觉感受器, 这些感受器能够提供关于物体几何形状和接触力的详细反馈。集成触觉方案, 能够实现更为自然的灵巧操控。当前触觉传感常用的方案有力/力矩传感器、柔性传感器、MEMS 传感器等。专注于灵巧手触觉传感的企业较为稀缺, 纬钛科技(未上市)专注于高性能触觉传感器、灵巧手与通用机器人的研发与产业化落地, 是灵巧手触觉领域的代表性企业之一。

灵巧手板块核心标的: 空心杯电机环节, 我们建议关注国内空心杯电机的领军企业**鸣志电器**; 腱绳环节, 建议关注布局绳驱的**大业股份**; 设备环节, 建议关注国内绕线设备龙头**田中精机**。

图表18: 灵巧手核心标的

公司名称	所处环节	简介
鸣志电器	空心杯电机	公司是国内步进电机龙头, 现已形成多类型电机+驱控+解决方案的完善产品组合, 以及全球化的业务布局。公司是国内少数具备空心杯电机批量生产能力的企业之一, 有望率先突破国内及海外灵巧手空心杯电机市场。
大业股份	腱绳	公司是全球轮胎骨架材料领军企业, 主营业务为胎圈钢丝、钢帘线以及胶管钢丝。公司凭借突出的技术研发能力和制造工艺水平, 着力布局高性能特种钢丝, 包括缆型胎圈、灵巧手腱绳等新产品。
田中精机	绕线机	公司是国内绕线设备龙头, 前身为日本田中精机株式会社, 始创于 1933 年。公司在精密绕线领域处于行业领先地位, 可以提供从单台智能装备到个性化定制开发智能制造综合解决方案, 产品覆盖标准机、非标准机、特殊机、涂布机等, 下游主要包括消费电子行业、汽车行业、工业控制行业等多个领域。

资料来源: 各公司公告, 国盛证券研究所

1.3 减速器是核心, 谐波仍为当前主流方案

旋转执行器是机器人普遍采用的执行器, 适用在机器人关节处, 核心是减速器。机器人躯干的执行器通常有旋转执行器和线性执行器两类, 其中旋转执行器的合作更为普遍, 许多机器人本体甚至采用全旋转执行器的方案。旋转执行器位于机器人关节处, 由电机+减速器等构成, 其中电机多采用无框力矩电机, 减速器则存在不同方案的讨论。特斯拉在 AI DAY 上展示了六种躯干执行器, 其中旋转执行器分别有 20Nm/110Nm/180Nm 三种力矩等级, 对应小/中/大三种功率。

图表19: 特斯拉在 AI DAY 展示的 Optimus 旋转执行器与线性执行器



资料来源: 特斯拉 AI DAY, 国盛证券研究所

常用的精密减速器有行星减速器、摆线针轮减速器、谐波减速器、RV 减速器等，其中谐波减速器是人形机器人性能最优的方案。常用的工业精密减速器有行星减速器、摆线针轮减速器、谐波减速器、RV 减速器等，其中 RV 减速机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，是在传统针摆行星传动的基础上发展而来。工业机器人通常采用谐波减速器（如 6 轴工业机器人第 4、5、6 关节）与 RV 减速器（如 6 轴工业机器人第 1、2、3 关节），而人形机器人通常采用谐波减速器与行星减速器。谐波减速器传动比大、重量体积小，搭配力矩传感器可以实现精确的力控，是性能更出色的方案，但成本较高；行星减速器传动比较小，相同力矩要求下重量与体积均大于谐波减速器，这将限制其在人形机器人大部分关节的使用，但其传动刚度较高，可适用于电机自带的电流环力控，降低了传动与力控环节的成本。

图表20: 四类精密减速器介绍

减速器种类	图例	特点
行星减速器		传动比相对较小，但制造较简单，成本低，适用于小减速比场合。
摆线针轮减速器		应用行星式传动原理，采用摆线针齿啮合，较行星减速器具有更高的传动比。
谐波减速器		传动比大，单级同轴可获得 50~300 的高减速比。体积小、重量轻、结构简单、零件数少、安装方便。
RV 减速器		减速比大、刚度大、耐冲击性强，承载能力强。但体积、重量较大，零件数量多，加工工艺复杂。

资料来源: 摩森电机, 摩尔网, 绿的谐波招股书, 千圣传动, 苏州创工品, 拓江减速机, 中国工控网, 国盛证券研究所

谐波减速器由波发生器、柔轮和刚轮三大零部件组成。其通过柔轮变形产生的周期性波动来实现刚轮轮齿与柔轮轮齿之间的少齿差内啮合，从而完成运动与动力的传递。具体来说，当波发生器装入柔轮内圆时，迫使柔轮产生弹性变形而呈椭圆状，使其长轴处柔

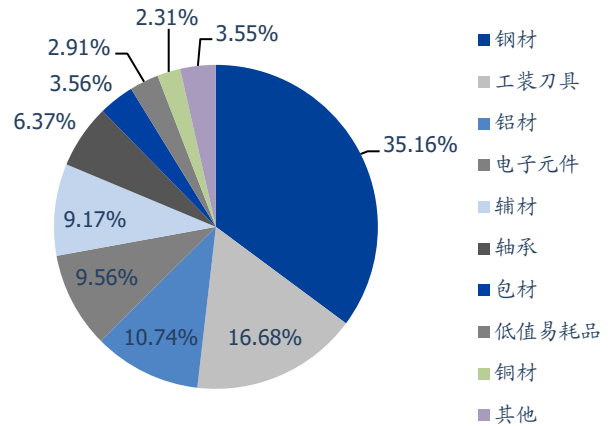
轮齿插入刚轮的轮齿槽内，成为完全啮合状态，而短轴处两轮轮齿完全不接触，处于脱开状态，当波发生器连续转动时，迫使柔轮不断产生变形并产生了错齿运动，从而实现波发生器与柔轮的运动传递。由于谐波减速器精度极高，因此其每一个环节都需要高水平的技术支持。**1) 柔轮:** 采用 40Cr 合金钢制造，例如 40CrMoNiA、40CrA，目前柔轮材料还依赖从国外进口；**2) 钢轮:** 多采用球墨铸铁制造，能够提供良好的韧性、耐磨性；**3) 波发生器:** 由柔性轴承与椭圆形凸轮组成，目前国内谐波减速器厂商已经开始加速轴承的国产化进程，以绿的谐波为例，其谐波减速器用轴承以自产为主，外购轴承主要为特定型号的深沟球轴承。从材料成本看，绿的谐波 2019 年钢材\铝材\轴承的成本占比分别为 35.16%/10.74%/6.37%。

图表21: 谐波减速器零部件拆分

图表22: 绿的谐波 2019 年主要原材料成本构成



谐波减速器结构示意图

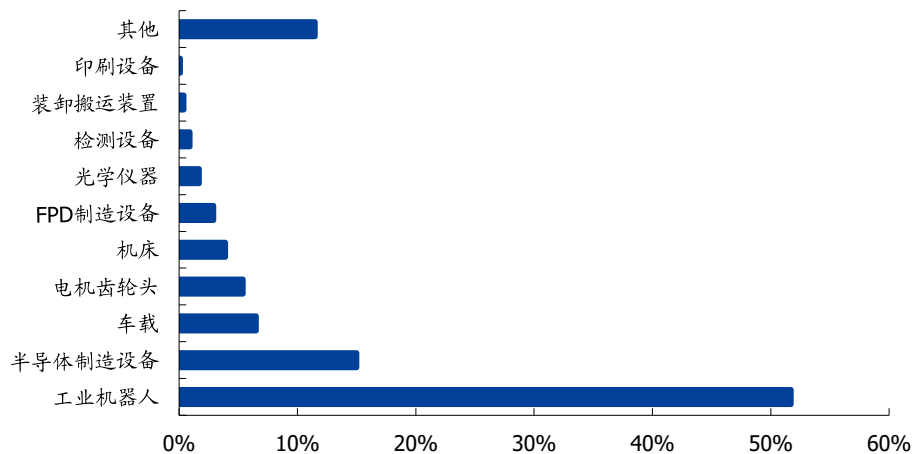


资料来源: 绿的谐波招股说明书, 国盛证券研究所

资料来源: 绿的谐波招股说明书, 国盛证券研究所 (2019 年数据仅用于参考, 请投资者注意数据滞后风险)

谐波减速器应用领域目前以各种机器人为主，此外还包括数控机床，半导体、光伏、医疗等其他设备领域。根据华经产业研究院数据，以全球减速机龙头哈默纳科为例，其 2021 年产品下游应用占比中，工业机器人下游占比超 50%，其余应用领域相对比较分散，包括半导体制造设备、数控机床、电机制造商等其他行业。而根据绿的谐波 2022 年年报披露（见上文数据），其工业及服务机器人收入占比超 80%。

图表23: 2021 年哈默纳科下游应用分布情况

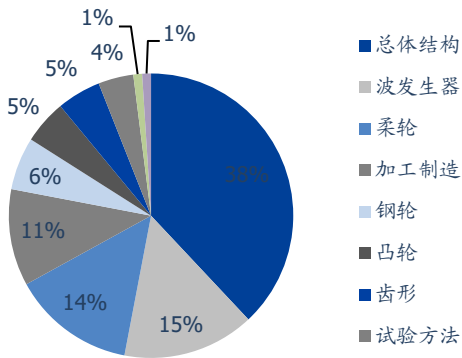


资料来源: 华经产业研究院, 国盛证券研究所

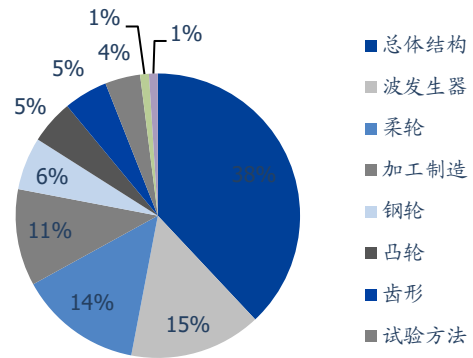
在国内谐波减速器市场，哈默纳克仍占主导地位，绿的谐波市场份额仅次于哈默纳克。谐波传动技术包括总体结构、柔轮、刚轮、凸轮、柔性轴承、交叉滚子轴承、齿形、波发生器等多个分支，从专利申请数量的角度来看，总体结构、波发生器等是谐波减速器技术的研发重点，哈默纳克凭借多年技术积累，在谐波减速器领域长期保持领先地位。2022 年，从我国谐波减速器市场份额看，哈默纳科市场份额最大，占比 38%，其次是绿

的谐波市场份额为 26%。目前，我国国产品牌在市场占有率不断提升，国产谐波减速器已基本可以实现国产替代，在减速比、输出转速、传动精度等当面和海外品牌差距明显缩小。

图表24: 2022 年中国谐波市场竞争格局



图表25: 2022 年中国谐波市场竞争格局



资料来源: CNKI, 华经产业研究院, 国盛证券研究所

资料来源: MIR DATABANK, 中商情报网, 国盛证券研究所

图表26: 谐波减速机主要厂商

公司	国家	成立时间	介绍
哈默纳科 (HDSI)	日本	1970	成立于 1970 年, 总部位于日本东京, 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着较高的市场占有率。
电产新宝 (SHIMPO)	日本	1952	成立于 1952 年, 总部位于日本京都, 是日本电产公司旗下子公司, 主要从事精密减速机、变速机的开发、生产和销售。
中技克美	中国	1994	成立于 1994 年, 注册资本 4000 万元, 位于北京市, 在 2017 年于全国中小企业股份转让系统挂牌, 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。
来福谐波	中国	-	公司一家从事高精度谐波减速器的专业化公司, 拥有 30000 平方米的标准厂房, 并从原材料到成品的所有环节都有严格的把控, 从而保证产品的质量。
北京谐波传动	中国	1983	成立于 1983 年, 具有长期的关于谐波齿轮传动技术的研发及为用户服务的丰富经验, 是从事谐波传动及特种传动技术的研发销售的专业化企业。
大族谐波传动	中国	-	公司为 大族激光科技产业集团股份有限公司 下属子公司, 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。公司位于深圳福永, 在北京、苏州等地设有办事处, 业务范围覆盖全国。

资料来源: 各公司官网, 公司招股说明书, 国盛证券研究所

1.4 轻量化: 下一个重要的方向

特斯拉人形机器人始于 2021 年, 三年来进步明显, 呈现出轻量化趋势。

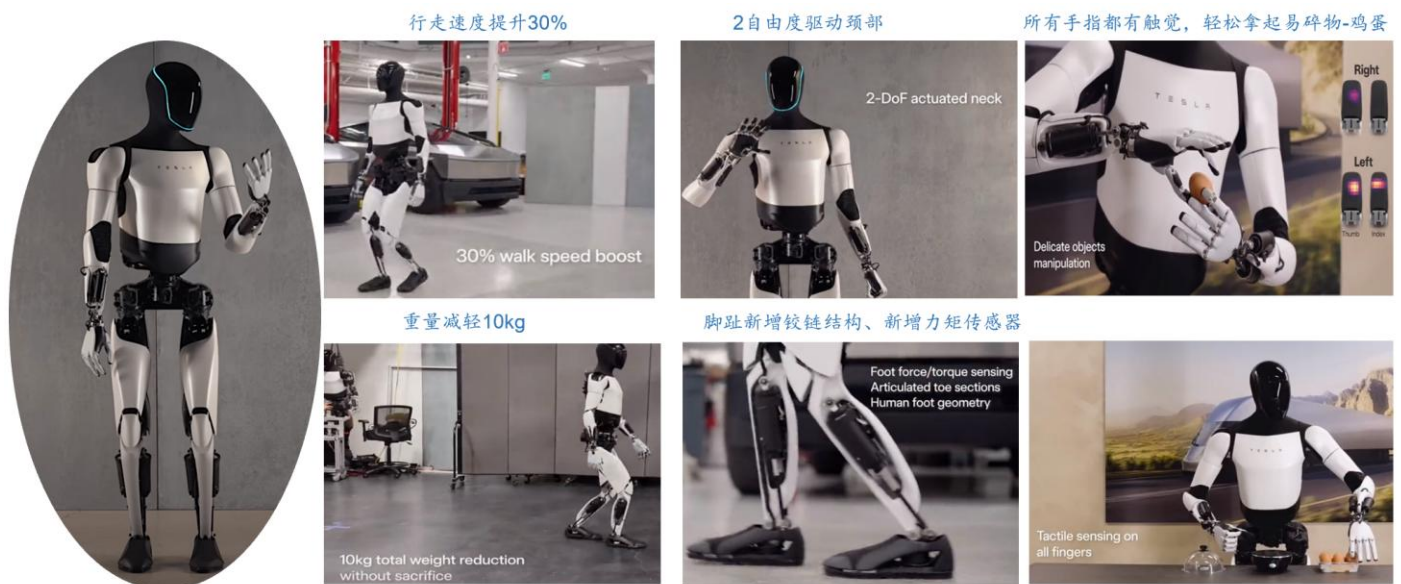
- ✓ 在 2021 年 8 月特斯拉 AI DAY, 马斯克先是公布了 FSD 模型、D1 芯片、Dojo 超算中心, 之后, 马斯克展示了人形机器人 Tesla Bot 概念。
- ✓ 一年后, 在 2022 年 9 月特斯拉 AI DAY, 马斯克正式发布了人形机器人 Optimus Gen-1 的原型机(擎天柱), 其重 73 公斤、身高 172cm, 当时现场展示还电线外露、没有外壳、走路需要人扶; 视频展示中呈现了行走、下蹲、抓取物体、浇花等动作。

- ✓ 2023年3月-9月，特斯拉相继发布了 Optimus Gen-1 的相关视频，其可以实现直立行走，手指关节抓取电动工具、螺丝，单腿站立做瑜伽，颜色分拣等任务。
- ✓ 2023年12月特斯拉发布 Optimus Gen-2 的视频，相比于第一代 Optimus 人形机器人，第二代 Optimus 进步明显，速度快 30%、整体重量从 73kg 减少到 63kg，**重量减轻 10kg**。

机器人轻量化的三点优势：

- 1) **更持久：**轻量化设计可以减少人形机器人在运动过程中的能耗，提高能量利用效率。更轻的机器人需要更少的能量来移动，从而延长电池寿命，使机器人能够持续工作更长时间。
- 2) **更灵活：**机器人轻量化能够有效降低运动惯性，有助于提升人形机器人的灵活性。较轻的部件更容易被驱动和控制，轻量化后，电机转矩密度要求也会降低，相同的电机，更轻的本体重量，能够发挥出更大的承载力，使机器人在执行复杂动作时更加流畅和精准。
- 3) **更耐用：**轻量化设计可以降低机器人部件之间的摩擦和磨损，从而延长机器人的整体寿命。减少重量还可以降低对驱动系统和结构的压力，减少故障发生的可能性。

图表27: 2023年12月特斯拉发布 Optimus Gen-2



资料来源：特斯拉, youtube, 国盛证券研究所

PPS 具有良好的尺寸稳定性和加工性能，是热塑性树脂中热稳定性较好的树脂。其热稳定性与聚酰亚胺(PI)和聚四氟乙烯(PTFE)相当，被广泛应用于纺织、电子和航空航天等行业。对于盐、碱和无机酸具有较好的抗性，200°C以下不溶于任何溶剂。PPS 树脂可以使用如挤出、压制等一般加工方式，同时使用熔融方法可以纺制高性能 PPS 纤维。基于这些优良性能，PPS 被应用于工程塑料、纤维、薄膜、涂料等。

PEEK 材料与主要工程塑料、特种工程塑料相比，性能更全面。在刚性方面要比绝大多数特种工程塑料表现更好，同时也能兼具韧性，体现出其机械性能的全面发展，并且 PEEK 材料在耐热、耐磨、耐腐蚀等方面均表现优异。因此，PEEK 是公认的全球性能最好的热塑性材料之一。

PEEK 材料具有自润滑性，自润滑原理主要源于其分子结构和摩擦学特性。PEEK 材料的自润滑特性主要源自其独特的分子结构，该结构中富含羰基 (C=O) 官能团。这些羰基能够在分子链之间形成氢键，赋予 PEEK 一定的亲水能力。当 PEEK 材料在摩擦环境中使用时，它能够吸收环境中的水分，在表面形成一层保护性的水膜。这层水膜有效地降低

了接触面之间的摩擦系数，并增强了材料的耐磨性和化学稳定性。因此，凭借这些优异的性能，PEEK 成为了制造需具备自润滑特性的机械组件和零件的理想选择。

图表28: PEEK 与主要工程塑料、特种工程塑料性能对比情况

特性	性能指标	指标说明	单位	特种工程塑料				工程塑料			对比结果说明
				PEEK	PIFE	PI	PPSU	PPS	POM	PA66	
刚性	拉伸模量	拉伸模量数值越大，说明刚性越好	MPa	4300	1750	3700	2450	4000	2800	1700	刚性和韧性一般呈现反比例关系，PEEK 在刚性为最好的情况下韧性并非最低，展示了其全面的机械特性
韧性	缺口冲击强度	冲击强度数值越大，说明材料的韧性越好	KJ/m ²	3.5	4.5	4.5	12	2	8	4.5	
耐热	长期使用温度	值越高，通常代表该材料耐热性能越好	℃	250	260	240	180	220	115	95	除 PTFE 外，PEEK 为耐热性能最好的材料之一
耐磨	摩擦系数	摩擦系数越小，通常代表耐磨性越好	-	0.40	0.15	0.40	0.45	0.5	0.52	0.5	除 PTFE 外，PEEK 为耐磨性能最好的材料之一
耐腐蚀	耐化学性能	值越大，说明材料的耐化学性能越好	-	9.27	9.90	8.40	7.78	9.33	7.58	7.25	PEEK PTFE PPS 均为耐腐蚀性最好的材料
电性能	介电强度	值越大，说明材料的绝缘性能越好	KV/mm	24	11	28	26	18	20	27	PEEK 绝缘性能与其他工程塑料无明显差距

资料来源：中研股份招股说明书、国盛证券研究所

PEEK 与通用金属钢、铝合金性能指标相比，性能全面优于普通金属。PEEK 材料具有比强度大的特点，在满足强度要求的同时，大幅减轻材料自重，能够使产品实现“轻量化”转型。并且 PEEK 在绝缘性、耐化学性方面均优于普通金属。在“以塑代钢”、“轻量化”的大背景下，PEEK 在中高端领域以其自身的优势逐步替换金属材料。

图表29: PEEK 与传统金属对比

性能指标	指标含义说明	单位	PEEK	钢	铝合金
比强度	拉伸强度与密度的比值，值越大说明材料在相同密度情况下强度越好	N m/kg	1500	70	190
介电常数	是反映绝缘能力特性的一个系数	-	优	差	差
耐化学性	是指物体对酸液、碱水、有机溶剂浸泡的耐力	-	优	良	良

资料来源：中研股份招股说明书、国盛证券研究所

PEEK 材料当前主要应用于对价格不敏感的领域，其高昂的价格限制了在更广泛市场中的应用。造成 PEEK 售价较高的主要原因包括：

- （1）核心原材料成本高：PEEK 的主要原料氟酮是一种小众化学产品，生产所需原材料成本和环保成本较高，直接推高了 PEEK 的成本。
- （2）制造成本高：PEEK 的生产和聚合过程需要高温和高粘度条件，这增加了生产设备折旧和能源消耗等制造成本。
- （3）行业定价策略：行业领导者英国威格斯公司采取高毛利定价策略，通过高价弥补前期开发成本，这种定价模式对整个市场的 PEEK 价格产生了示范效应。

(4) 验证周期长：作为基础通用材料，PEEK 在终端应用中的验证周期较长，短期内难以通过降价快速提升市场需求。

因此，尽管 PEEK 具有优异的性能，在对材料价格敏感的应用领域中，其高成本成为了的一大障碍，限制了更广泛的应用和发展空间。

图表30: 特种工程塑料价格

特种工程塑料	2022年国内市场价格(万元/吨)
PTFE	4.7
PSU	9.11
PPS	4.3
PEEK	33.7

资料来源: 中研股份招股说明书、国盛证券研究所

铝镁合金本身具有如下优点:

(1) 密度小, 重量轻, 镁金属是广泛应用的金属中密度最小的金属, 按 $\rho = 1.8\text{g}/\text{m}^3$ 计算, 铝镁合金比塑料轻 20%, 比铝轻 30%。

(2) 比强度高, 即强度与质量之比高, 具有一定承载能力。

(3) 散热性能好, 适合散热要求较高的产品, 热传导率是 PP 料的 100 倍。

(4) 弹性模量小, 刚性好, 长期使用不易变形, 抗震力强。

(5) 电磁屏蔽性佳, 铝镁合金外壳能够完全吸收频率超过 100db 的电磁干扰。

(6) 色泽鲜艳美观, 耐腐蚀, 能长期保持外观质量。

(7) 是环保型材料, 其废料可以回收利用。

(8) 耐振动性好, 在相同载荷下, 减振性是铝的 100 倍, 钛合金的 300~500 倍。

铝镁合金价格较为低廉, 可以很好的降低原材料成本。在机器人的主要原材料中, 作为生产肢体骨骼-结构件的 PEEK 和铝镁合金的价格分别为 25 万元每吨和 1.95 万元每吨, 相差接近 13 倍。铝镁合金的价格受其原材料价格的影响, 其中铝金属价格较为低廉, 约为 2+万元/吨, 镁价格约为 1.6+万/吨。铝镁合金价格为 1.95 万元/吨处于二者价格之间。

铝镁合金自身也有一定缺点: 铝镁合金导热系数高, 在使用的过程中容易受到高温环境影响, 导致零件质量下降。

图表31: PEEK、铝镁合金、钕铁硼永磁材料应用、单机用量、价格

原材料	应用于何种零部件	单机用量 (kg)	单价 (万元/吨)
碳纤维/PEEK	肢体骨骼-结构件	5	25
铝/镁合金	肢体骨骼-结构件	10.5	1.95
钕铁硼 永磁材料	无框电机-转子 空心杯电机-转子	3.4	50

资料来源: 元镁体公众号、国盛证券研究所

【以塑代钢】

普利特: 2023年总体营收87.09亿元,同比增长28.87%。公司2023年归母净利润4.68亿元,同比增长131.76%。公司是一家专注于高分子新材料及新能源产品研发、生产和销售的企业,业务涵盖改性材料、ICT材料和新能源三大领域。2023年,公司改性塑料行业收入66.70亿元,占总收入的76.58%,毛利率为15.97%。公司在改性材料领域主要生产通用材料(如改性PP、改性ABS、改性PS和改性PE)和工程材料(如改性PA、改性PC/ABS、改性PPS、改性PPA、改性聚酯类等)。而ICT材料领域则聚焦于高分子液晶聚合物(LCP)材料的合成和应用开发。LCP材料作为特种工程材料,包括LCP树脂、LCP复合材料、LCP薄膜和LCP纤维等。在人形机器人轻量化趋势下,公司PPS材料业务有望受益。

中研股份: 2023年总体营收2.92亿元,同比增长17.62%,公司2023年归母净利润5455.38万元,同比下降2.43%。公司是一家专注于聚醚醚酮(PEEK)研发、生产及销售的高新技术企业,经过十余年的技术攻关,已掌握全流程国产化PEEK生产技术。公司在PEEK合成、提纯及复合增强等方面实现了多项创新,具备从原料选择到工艺优化的核心能力,并在大规模工业化生产领域处于国内领先地位。产品体系涵盖“两大类、三大牌号、六大系列”共52个规格牌号,产品型谱齐全。通过全面的产品体系和精细的技术分类,公司能够满足下游客户在注塑、挤出、模压及喷涂等多种加工方式中的需求,进一步巩固其在高性能PEEK市场的领先地位。公司是国内PEEK材料龙头,有望受益于人形机器人的轻量化浪潮。

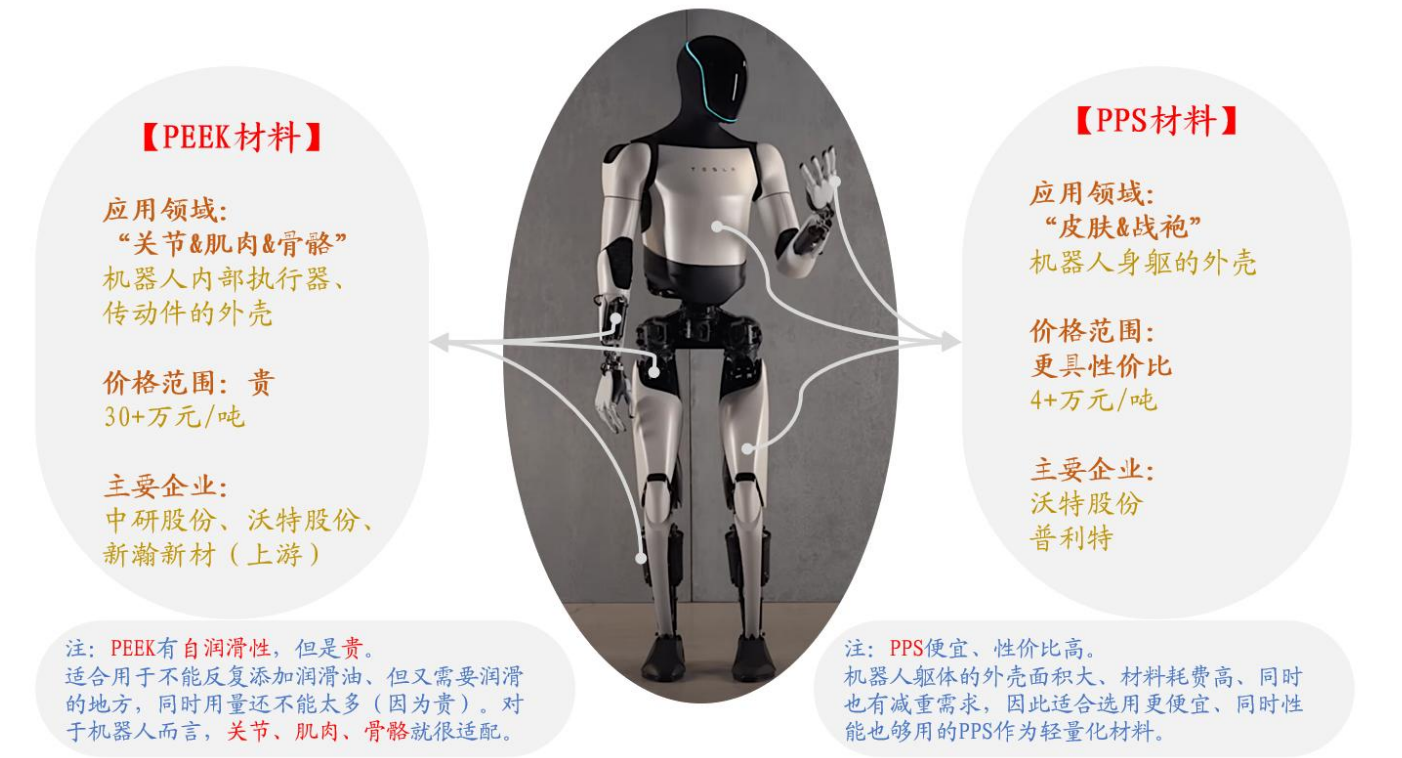
沃特股份: 2023年全年,沃特股份实现总营收15.36亿元,同比增长3.11%。归母净利润为589.61万元,同比减少59.63%。公司主营业务涵盖高性能功能高分子材料的合成、改性及成品的研发、生产、销售和技术服务。核心产品包括特种与新型工程高分子材料、高性能复合材料、碳纤维与碳纳米管复合材料,以及含氟高分子材料等。其中特种高分子材料收入占比54.28%,毛利率为22.76%。工程塑料合金收入占比21.66%,毛利率为20.83%。在产业链布局上,公司在上游领域已完成LCP、PPA、聚砜及PAEK等特种工程树脂的产业化合成,具备关键材料的自主供应能力。下游领域则提供多样化产品,如LCP和PTFE薄膜、PPS改性材料及PAEK终端制品,目前公司产品已得到下游客户的认可与使用。公司PPS、PEEK材料业务均有望受益于人形机器人轻量化趋势。

【铝镁合金】

旭升集团: 旭升集团2023年总体营收48亿元,同比增加8.54%;公司归母净利润7亿元,同比增加1.83%。公司专注于精密铝合金零部件的研发、生产与销售,是新能源汽车轻量化领域的龙头企业之一,并逐步拓展至储能领域。公司掌握压铸、锻造、挤压三大成型工艺,具备原材料配方研发与铸造能力,持续优化产品性能,能够为客户提供一站式轻量化解决方案。通过建立快速响应的产品开发机制和数字化赋能的智能制造体系,公司在工艺技术、模具设计及生产效率方面形成了核心竞争力,深耕优质客户资源,为未来增长奠定了坚实基础。

嵘泰股份: 嵘泰股份2023年总体营收20亿元,同比增加30.73%;公司归母净利润1.5亿元,同比增加9.24%。公司主营铝合金精密压铸件的研发、生产与销售,专注于汽车轻量化、电动化、智能化需求的核心部件制造,主要产品覆盖汽车转向系统、新能源三电系统、传动系统、制动系统及车身结构件。

图表32: PEEK与PPS材料应用于人形机器人的领域



资料来源：中研股份招股说明书、中研股份、新瀚新材、沃特股份、普利特公司公告，国盛证券研究所

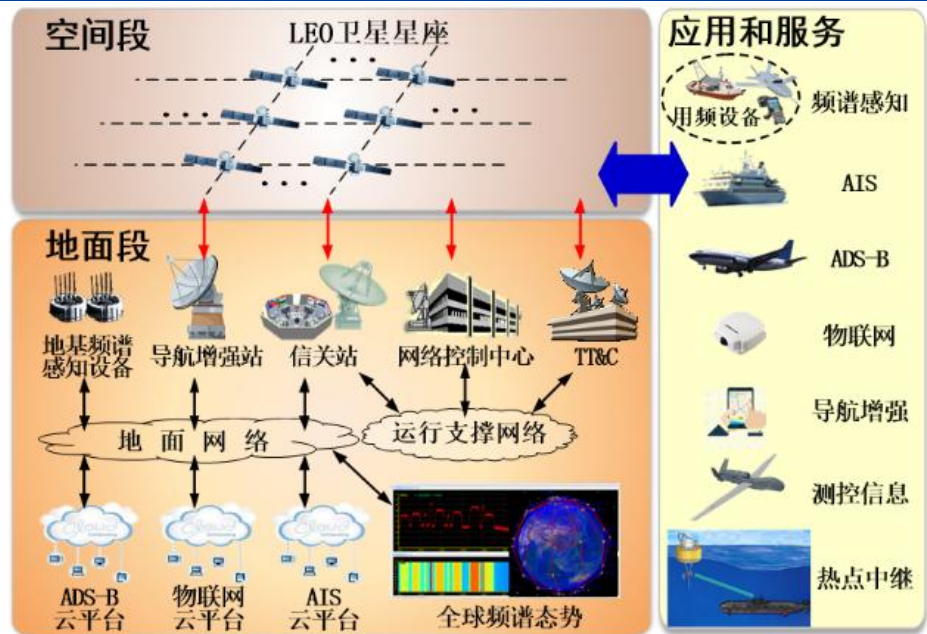
二、卫星互联网：产业行动密集，商业化落地加速

2.1 卫星互联网建设提速，25年有望迎来密集组网

卫星互联网是由卫星通信发展而来的高级阶段。卫星通信是以卫星作为中继站进行无线电波发射或转发的一种通信方式，而卫星互联网则是基于卫星通信技术发展而来的高级阶段。卫星互联网是指基于卫星通信技术接入互联网，可弥补现有地面互联网网络的覆盖盲点。通过一定数量卫星的规模组网，构建具备实时信息传输能力的星座系统，卫星互联网可向终端用户提供以宽带互联网接入为主的通信服务。

卫星互联网一般由空间段、地面段和用户段三部分组成。空间段主要是由若干颗通信卫星构成的星座系统，负责接收和转发卫星信号，为用户提供卫星信号覆盖。地面段包括卫星测控网络、关口站等，主要起到连接卫星互联网和地面通信网络的作用。用户段则包括用户使用的各类通信终端。按照轨道高度，卫星主要分为低、中、高轨三大类。其中，低轨卫星拥有传输时延小、链路损耗低、发射灵活等优势，非常适合卫星互联网业务的开展。

图表33: 卫星互联网组成



资料来源：《我国空间信息网络体系架构设计与卫星物联网工程研究》，国盛证券研究所

图表34: 卫星轨道细分分类

卫星轨道类型	轨道高度	卫星用途
LEO (低地球轨道)	300~2000 千米	对地观测、测地、通信等
MEO (中地球轨道)	2000~35786 千米	导航
GEO (地球静止轨道)	35786 千米	通信、导航、气象观测等
SSO (太阳同步轨道)	高度小于 6000 千米	观测等
IGSO (倾斜地球同步轨道)	35786 千米	导航

资料来源：《中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，国盛证券研究所

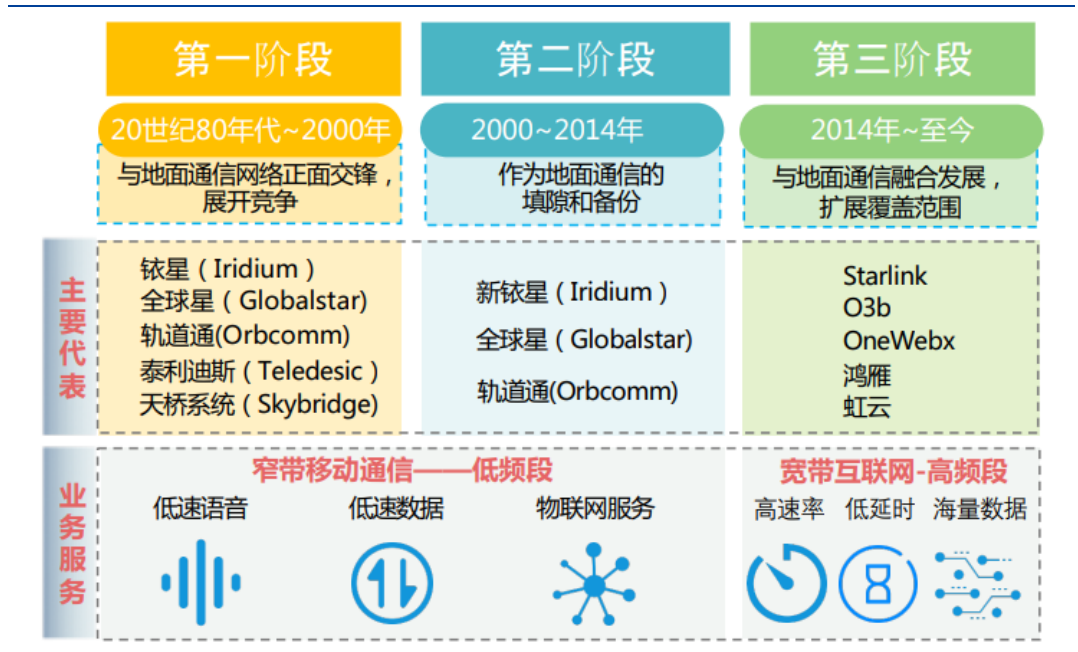
卫星互联网发展至今，经历了3个重要阶段：

1) 与地面通信网络竞争阶段（20世纪80年代~2000年）：以摩托罗拉公司“铱星”星座为代表的多个卫星星座计划担出，“铱星”星座通过66颗低轨卫星构建一个全球覆盖的卫星通信网。这个阶段主要以提供语音、低速数据、物联网等服务为主。随着地面通信系统快速发展，卫星通信在通信质量、资费价格等方面全面处于劣势，因此在与地面通信网络的竞争中宣告失败。

2) 对地面通信网络补充阶段（2000~2014年）：以新铱星、全球星和轨道通信公司为代表，定位主要是对地面通信系统的补充和延伸。

3) 与地面通信网络融合阶段（2014年至今）：以一网公司（OneWeb）、太空探索公司（SpaceX）等为代表的企业开始主导新型卫星互联网星座建设。卫星互联网与地面通信系统进行更多的互补合作、融合发展。卫星工作频段进一步提高，向着高通量方向持续发展，卫星互联网建设逐渐步入宽带互联网时期。

图表35：低轨卫星互联网演进阶段



资料来源：《中国卫星互联网产业发展研究白皮书》，国盛证券研究所

全球低轨竞争进入白热化阶段，星座部署明显加快，SpaceX星链领跑全球。根据通信世界数据，截至2024年5月，全球在轨卫星数量为9770颗，其中低轨卫星数量占91.5%。根据UCS卫星数据库显示，截至2023年5月1日，美国在轨卫星5184颗，占全球69%，中国在轨卫星628颗，约美国的九分之一。低轨频段空间有限，根据国际电信联盟数据，地球低轨卫星总容量约60000颗，根据“先到先得”的原则，全球太空竞赛已经进入白热化阶段。低轨通信海外主要玩家包含美国SpaceX星链（Starlink）、亚马逊Kuiper System、英国Oneweb、加拿大Telesa、俄罗斯国家航天集团Sfera等。根据创业邦数据，截至2024年3月26日，全球在轨运营低轨卫星共8248颗，其中SpaceX星链在轨运营数量5680颗，占全球卫星总量的68%。

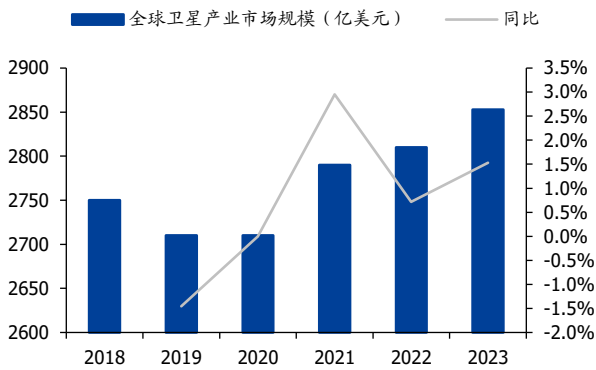
我国卫星互联网星座正加速布局，有望于2025年迎来低轨卫星大规模发射期。国家政策大力推动卫星产业发展，2020年，卫星互联网首次被纳入“新基建”范畴，成为贯穿“十四五”规划的重点建设方向。而近年我国航天企业也加速布局卫星互联网星座，在有限的低轨领域抢占一席之地。目前，我国已经规划立项或在建的卫星互联网星座如下（不完全统计）：

- **GW 星座：**由中国卫星网络集团主导，计划发射的卫星总数达到 12992 颗。该计划包含两个子星座，即 GW-A59 和 GW-2。GW-A59 子星座计划由 6080 颗卫星组成，分布在 500km 以下的极低轨道。GW-2 子星座则由 6912 颗卫星组成，分布在 1145km 的近地轨道，这些卫星的轨道倾角分布在 30° -85° 之间，旨在实现全球覆盖，并为用户提供高效的互联网连接。
- **G60 星座：**又称“千帆星座”，项目由上海市政府支持，旨在提供宽带互联网服务。现阶段卫星运营方为上海垣信卫星科技有限公司，制造方为上海格思航天科技有限公司，配套方为上海迪爱斯数字科技有限公司。G60 星座目标是在 2024 年发射并运行至少 108 颗卫星，提供初步的商业服务，到 2027 年总数达到 12000 颗，建成一个能够全球竞争的完整产业链，覆盖全球的宽带网络需求，目前实验卫星已完成发射并成功并购，一期将实施 1296 颗。
- **鸿鹄星座：**由 2017 年成立的蓝箭航天旗下的鸿擎科技主导。2024 年 5 月 24 日，鸿擎科技向国际电信联盟提交了频轨申请，将在 160 个轨道平面上总共发射 10000 颗卫星。
- **鸿雁星座：**由 300 颗低轨道小卫星及全球数据业务处理中心组成，具有全天候、全时段及在复杂地形条件下的实时双向通信能力，可为用户提供全球实时数据通信和综合信息服务。2023 年 12 月 27 日，荣耀官方宣布，Magic6 系列手机将搭载鸿雁卫星通信技术，支持通话和短信。
- **虹云工程：**虹云工程是中国航天科工五大商业航天工程之一。计划发射 156 颗卫星，它们在距离地面 1000km 的轨道上组网运行，致力于构建一个星载宽带全球移动互联网络。虹云星座已完成首发试验星发射。
- **香港太空星链：**“香港太空星链”计划在 2024 年—2029 年发射 720 颗卫星，其中 360 颗是低轨通信卫星，组成“凤群计划”，重点满足全球发达国家和地区的手机直连卫星实时语音通话、长报文、精视频、人民生活大数据、智能城市建设等现代高质量服务新需求，将香港打造成为全球海上商业运载火箭发射太空港中心。
- **吉利未来出行星座：**吉利未来出行星座是由吉利汽车旗下时空道宇科技运营的中国首个遥感、导航、通信卫星星座，也是全球首个服务于未来汽车出行低轨卫星星座，计划于 2025 年完成星座一期 72 颗卫星部署，二期将拓展至 168 颗。2024 年 2 月 3 日，未来出行星座第二轨 11 星成功发射入轨，目前在轨卫星数 20 颗。吉利未来出行星座将致力于为汽车与消费电子行业提供卫星通信、导航等服务，已应用于吉利旗下极氪、银河品牌以及睿蓝汽车旗下部分车型。
- **天启星座：**天启星座由北京国电高科科技有限公司建设运营，包含 38 颗低轨小卫星，是国内首个窄带物联网星座系统，也是国内首个民营低轨移动通信星座。天启卫星物联网系统由星座、卫星地面站、卫星测控中心、天启运营支撑平台、天启物联网应用平台、卫星终端等组成，是一个完整的卫星物联网应用体系。目前天启星座在轨卫星达到 28 颗，未来将主要用于探索低轨卫星物联网在海洋、交通、生态环境监测、自然灾害监测、旅游等领域智能化应用的技术可行性。

2.2 产业链：卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营及服务四大环节

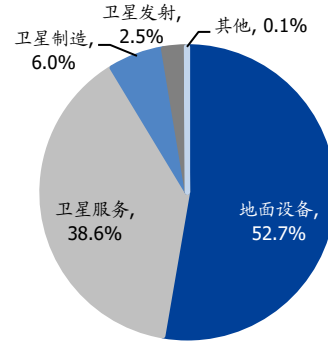
卫星互联网产业链包含了卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营及服务四大环节。根据美国卫星产业协会（SIA）数据，2023年全球航天产业市场规模为4000亿美元，其中卫星产业规模约2853亿美元，占全球航天产业规模的71%。2023年卫星产业中，卫星制造/卫星发射/地面设备/卫星服务市场规模分别为172/72/1504/1102亿美元，占比分别为6.0%/2.5%/52.7%/38.6%。

图表36: 2018-2023年全球卫星产业市场规模



资料来源: SIA, 国盛证券研究所

图表37: 2023年全球卫星产业四大环节市场规模占比



资料来源: SIA, 国盛证券研究所

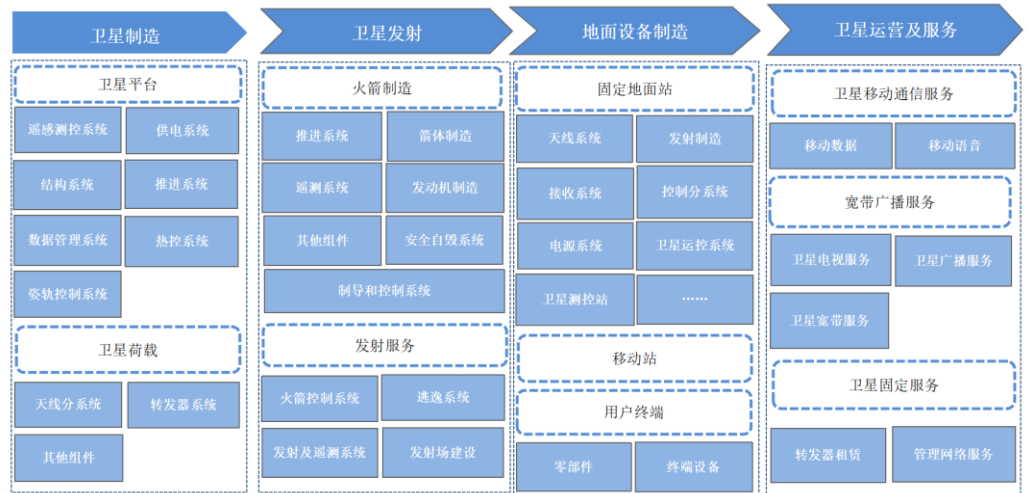
卫星制造: 主要包括卫星平台、卫星载荷。卫星平台包含结构系统、供电系统、推进系统、遥感测控系统、姿轨控制系统、热控系统以及数据管理系统等; 卫星载荷环节包括天线分系统、转发器分系统以及其它金属/非金属材料 and 电子元器件等。卫星制造门槛较高, 多为航天系“国家队”主导。

卫星发射: 包括火箭制造和发射服务。火箭发射产业链包括火箭部件、火箭设计与总装、火箭发射。火箭部件制造环节提供火箭的三大组成部分, 即动力系统、控制系统、火箭箭体。火箭设计总装环节负责运载火箭的整体设计、发动机设计、总体安装、试验。火箭发射环节则为卫星制造商提供发射服务, 最终实现入轨交付给卫星运营商。发射场服务商主要是为火箭发射提供发射工位和地面测控服务。

地面设备: 主要包括固定地面站、移动式地面站(静中通、动中通等)以及用户终端。固定地面站包括天线系统、发射系统、接收系统、信道终端系统、控制分系统、电源系统以及卫星测控站和卫星运控中心等; 移动站主要由集成式天线、调制解调器和其它设备构成; 用户终端包含设备上游关键零部件及下游终端设备。

卫星运营及服务: 主要包含卫星移动通信服务、宽带广播服务以及卫星固定服务等。商业卫星产业下游服务链主要是依托卫星信息数据的应用服务, 包括导航服务、遥感服务、卫星移动通信服务、卫星固定通信服务、消费服务等, 如地理数据服务、社会治理服务等新兴应用场景。此外, 还包括大众消费终端如手持、便携站、嵌入式终端、车载、舰载、机载终端的设计制造、模组、芯片等。

图表38: 卫星互联网产业链图谱



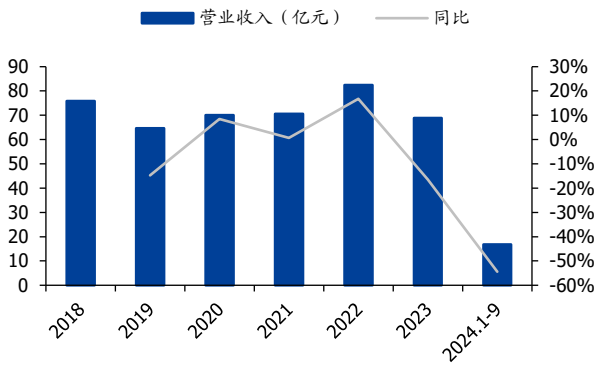
资料来源: 前瞻产业研究院, 国盛证券研究所

3.3 卫星互联网产业核心标的

(1) 中国卫星: 卫星总体、运营环节。公司是中国航天科技集团公司第五研究院控股的上市公司, 是专业从事小卫星及微小卫星研制、卫星地面应用系统集成、终端设备制造和卫星运营服务的航天高新技术企业。公司作为央企控股上市公司, 聚焦主责主业, 具有天地一体化设计、研制、集成和运营能力, 旗下有航天东方红、航天恒星科技等多家具有竞争力的企业。依托“小卫星及其应用国家工程研究中心”和“天地一体化信息技术国家重点实验室”两个国家级平台, 公司在关键核心技术攻关、卫星及卫星应用装备制造等方面拥有较为雄厚的研究开发实力, 研制与生产基地主要分布在北京、深圳、西安等地, 同时具备关键系统、核心部组件与产品的研制交付能力以及为用户提供系统解决方案和信息/数据服务能力。

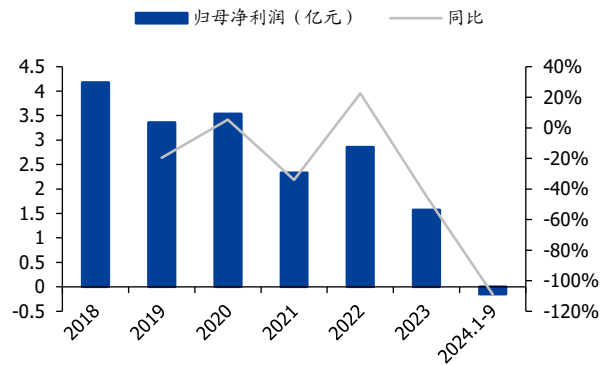
2024年上半年, 公司成功发射12颗小/微小卫星, 其中鹊桥二号中继星作为探月工程的关键一环, 架设地月新“鹊桥”, 为嫦娥四号、嫦娥六号等任务提供地月间中继通讯; 北京三号C星星座以“一箭四星”方式成功发射, 星座基于公司低成本、高性能卫星平台研制, 具备“超轻、自主、智能、开放、快速”五项技术特点和优势, 可满足对全球任意地区每日重访的观测需求, 为全球市场提供高时空分辨率遥感卫星数据和信息产品; “东方慧眼高分01星”作为“东方慧眼”智能遥感星座首发星, 自发射入轨后, 获取了大量高质量遥感图像数据, 可用于国土详查、城市规划、森林调查、灾害监测。同时, 公司坚持“首飞”标准, 强化型号全过程风险管控, 确保数十颗卫星在研任务稳步推进。

图表39: 中国卫星收入及同比增速



资料来源: wind, 国盛证券研究所

图表40: 中国卫星归母净利润及同比增速

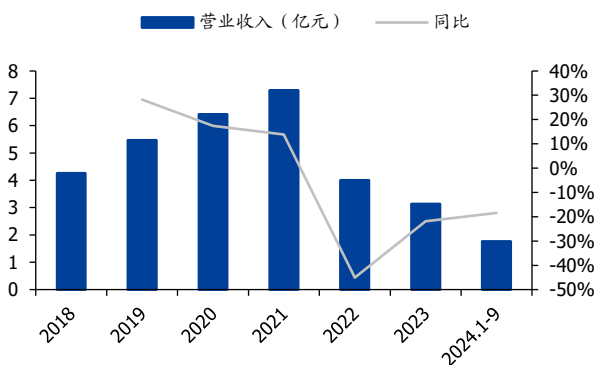


资料来源: wind, 国盛证券研究所

(2) 上海瀚讯: 卫星载荷环节(地基基站、卫星通信载荷、通信终端)。公司定位为行业宽带移动通信系统的设备供应商及整体解决方案供应商, 专注于陆、海、空、天领域特殊机构用户的行业通信应用, 提供行业宽带移动通信系统的设备及整体解决方案。公司产品覆盖专网宽带通信芯片、通信模块、终端、基站、应用系统等, 已形成了“芯片-模块-终端-基站-系统”的全产业链布局, 实现了研发生产自主可控, 并多次在客户宽带移动通信项目的评比中位列性能第一。在专网宽带移动通信领域, 公司在技术储备、产品化能力、型号装备数量和市场占有率方面都处于领先地位。

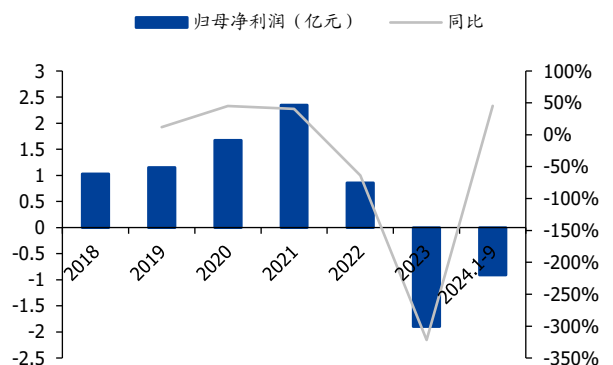
目前, 公司已经启动低轨卫星通信分系统设备研制工作, 参与相关低轨卫星星座项目建设, 作为该星座通信分系统承研单位, 负责该星座通信分系统的保障与支撑, 研制并供给相关卫星通信载荷、卫星通信终端等关键通信设备。2024年上半年, 公司在卫星通信领域完成地基基站、测试终端产品交付, 并配合客户完成部署与系统联调, 宽带载荷产品正式进入批产阶段, 在轨验证平台、地基基站模拟器、多终端模拟器等在轨验证与测试保障设备研制投产。

图表41: 上海瀚讯收入及同比增速



资料来源: wind, 国盛证券研究所

图表42: 上海瀚讯归母净利润及同比增速



资料来源: wind, 国盛证券研究所

三、大国科技博弈持续，设备及零部件为自主可控基石

大国博弈下提升核心装备及零部件自主供应能力和安全水平刻不容缓。特朗普再次当选美国总统，可能继续推行包括加关税、科技脱钩以及核心科技卡脖子等政策，或对全球科技产业链进行重塑。我国在高端装备制造、关键零部件自主可控、原材料供给等方面与国际先进水平仍存在较大差距，需尽快解决一批“卡脖子”问题，着力提升产业链供应链韧性和安全水平，重点推荐工业母机及其核心零部件、半导体设备及其核心零部件。

3.1 美国实体清单范围扩大至设备环节，有望进一步加速上游零部件国产化

外部环境对中国半导体产业限制不断加剧，半导体产业链卡脖子环节国产替代有望加速推进。近年来美日荷不断加大对中国半导体产业的限制，主要针对半导体先进制造、先进制程半导体设备、先进存储器、先进计算芯片等环节，限制中国购买和制造高端芯片的能力，以延缓中国科技产业的发展；随着美国大选的落定，以及未来外部环境的预期变化，半导体设备及零部件、先进制造、先进封装、先进计算芯片等半导体产业链卡脖子核心环节自主可控需求迫切，国产替代有望加速推进。

回顾历史，每一次美对华核心科技的重大制裁都间接快速推动了我国半导体产业的巨大进步，2018年美国商务部宣布7年内禁止美企与中兴通讯开启任何业务，2020年华为被列入实体清单，这是美国开启对我国半导体领域技术限制的开端，也是我国终端公司重视供应链安全、采用中国芯的开始；2020年，BIS将中国芯片制造商中芯国际列入实体清单，同时全球芯片产能急剧紧张，该阶段芯片国产化进程大大加速。当前，半导体底层技术的自主可控已形成共识，近几年的国产替代亦取得一定成效，但是在产业链最上游的核心设备及零部件、决定先进制程的光刻机等领域，依然有较大差距。而当前白热化的科技制裁，也将使国产替代进程再次提速，自主可控进程迈入新阶段。

图表43：近年美日荷对中国半导体产业部分制裁政策情况

时间	具体事件及制裁政策情况
2018年10月	美国商务部将福建晋华列入出口管制实体清单。
2019年11月	ASML中止向中国交付EUV光刻机。
2020年5月	美国商务部限制华为使用美国技术和软件在海外设计和制造半导体。
2020年12月	美国商务部将中芯国际列入出口管制实体清单。
2022年8月	美国总统拜登签署《2022芯片与科学法案》，该法案将为美国半导体研发、制造以及劳动力发展提供527亿美元，获得补贴的半导体企业将禁止在中国扩大或新增28纳米及以下先进制程芯片产业的投资。
2022年8月	美国芯片厂商英伟达和AMD收到美国政府通知，要求停止向中国出口用于人工智能的高端计算芯片，该禁令影响的芯片分别为英伟达的GPU A100，以及AMD的GPU MI100和MI200。
2022年10月	美国商务部公布一系列针对中国的出口管制新规，具体要限制美国的半导体设备在国内应用到16/14nm及以下工艺节点的逻辑电路制造、128层及以上的3D NAND工艺制造、18nm及以下的DRAM工艺制造。
2022年12月	美国商务部将长江存储、上海微电子、寒武纪等36家中国实体加入出口管制实体清单。
2023年5月	日本政府正式发布针对先进芯片制造所需的23种半导体制造设备的出口管制措施，这些设备包括3项清洗设备、11项薄膜沉积设备、1项热处理设备、4项光刻设备、3项蚀刻设备、1项测试设备。
2023年6月	荷兰政府正式发布针对先进的芯片制造技术，包括先进的沉积设备和浸润式DUV光刻机实施出口管制。

资料来源：中华人民共和国商务部官网，维科网，pillsbury，21世纪经济报道，界面新闻，瞭望，财联社，闪德资讯，美国驻华大使馆和领事馆官网，上海市贸易调整援助公共服务平台，芯智讯，华尔街见闻，国盛证券研究所

2024年，被列入制裁清单的中国实体数不断攀升，4月10日，美国商务部宣布将6家中国实体列入实体清单；5月9日，又有37家中国实体被列入清单；8月23日，美国商务部再度新增123个制裁实体。而美国针对我国高科技领域的技术封锁，更是通过“组合拳”重点打击，近期制裁手段层出不穷，10月24日，美国工业安全局扩大和强化对先进半导体与制造设备的出口管制，避免中国获取这些对提升军事能力至关重要的产品；10月28日，美国财政部公布限制美国资金投资中国半导体、部分AI和量子科技等领域；11月8日，台积电宣布自11月11日起，将暂停向中国大陆AI/GPU客户供应所有7nm及更先进工艺的芯片，目前台积电已经采取了限制措施。随着海外对华先进制程、先进工艺、AI芯片等领域的限制日益加深，半导体产业链关键环节国产化落地已然进入攻坚期和深水区。

12月2日，美国商务部工业与安全局（BIS）针对中国半导体行业发布了两项重要的出口管制新规，即《补充外国直接生产规则以及修订先进计算和半导体制造物项管制措施》和《实体清单的新增和修改及移出经验证最终用户》。新增140个实体清单，超100家为半导体设备和材料公司，主要影响涉美供应商采购。本次BIS新增实体清单气压主要包括99家半导体设备公司（北方华创、拓荆科技、盛美上海、至纯科技、中科飞测、新凯来、凯世通、屹唐半导体、华峰测控、北京烁科、华海清科、芯源微、至微半导体等）、14家材料公司（南大光电、沪硅产业等）、12家EDA/IP公司（华大九天、国微芯），对于这些被列入实体清单的中国企业，美国供应商在未事先获得特殊许可证的情况下将被禁止向他们发货。

我们认为，制裁收紧后，国产化率提升成为重中之重。对于fab厂来说，设备国产化率有望加速。对于设备厂来说，零组件国产化率提升有望成为立身之本。预测在AI需求带动、存储持续扩产及国产化率提升的带动下，半导体设备零部件将积极受益。

图表44: 各品类半导体设备零部件主要供应商

	具体类别	海外主流厂商	国内主流厂商
机械类	反应腔、传输腔、石英、陶瓷件、硅部件、静电卡盘等	京鼎精密、Ferrortec、美国杜邦	富创精密、江丰电子、菲利华
电气类	射频电源、供电系统、工控电脑等	Advanced Energy、MKS	英杰电气、北方华创
机电一体类	EFEM、机械手、阀体模组、双机台、浸液系统、温控系统等	Brooks Automation、Rorze、ASML	华卓精科、富创精密、新松机器人、京仪自动化
气体/液体/真空系统类	气柜、气体管路、干泵、分子泵、真空阀门、阀门、液体管路	超科林、Edwards、Ebara、MKS	万业企业、新莱应材、沈阳科仪
仪器仪表类	气体流量计、真空压力计等	MKS、Horiba	北方华创、万业企业
光学类	光学元件、光栅、激光源、物镜等	Zeiss、Cymer	北京国望光学科技有限公司、长春国科精密光学技术有限公司

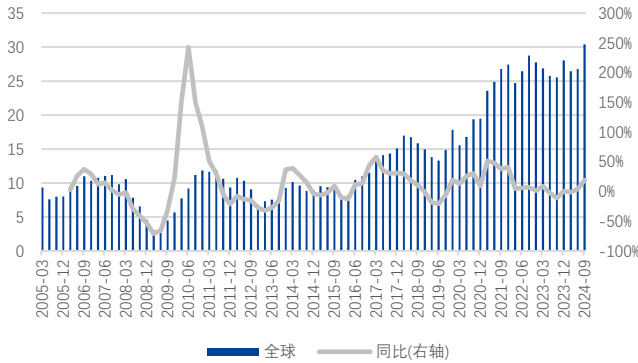
资料来源：富创精密招股说明书，国盛证券研究所

12月3日，中国汽车工业协会、中国半导体行业协会、中国互联网协会、中国通信企业协会集体发布声明，呼吁或建议国内企业审慎选择采购美国芯片。中国互联网协会发声称，美国这种将国家安全概念泛化，并滥用出口管制手段对中国进行无端封锁和打压的做法，已经动摇业界对美国芯片产品的信任和信心。中国互联网协会还呼吁国内企业主动采取应对措施，审慎选择采购美国芯片，寻求扩大与其他国家和地区芯片企业的合作，并积极使用内外资企业在华生产制造的芯片。中国汽车工业协会指出，美国政府随意修改管制规则，严重影响了美国芯片产品的稳定供应，中国汽车行业对采购美国企业芯片产品的信任和信心正在被动摇，美国汽车芯片产品不再可靠、不再安全。为保障汽车产业链、供应链安全稳定，协会建议中国汽车企业谨慎采购美国芯片。我们认为，这体现出2018年以来美国对华出口管制从限制芯片上升到限制先进IC生产能力的背景

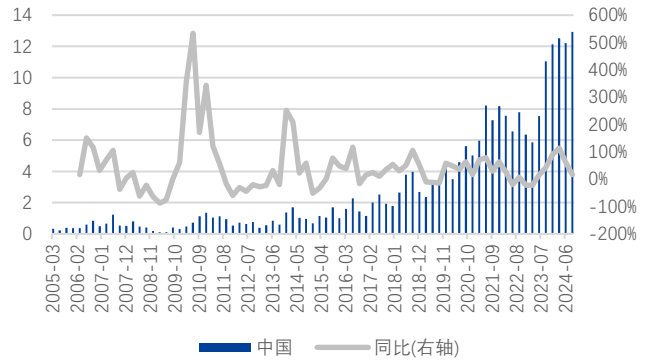
下，中国半导体产业链自主可控的能力已经大大增强。芯片国产化趋势之下，上游设备及零部件作为基石产业有望迎接高确定性增长。

2024Q3 全球半导体设备销售额同比增长 19%，中国半导体设备销售额同比增长 17%。根据日本半导体制造装置协会的数据，2024 年第三季度全球半导体设备销售额为 303.8 亿美元，同比增长 19%；同期中国半导体设备销售额为 129.3 亿美元，同比增长 17%，中国对成熟制程技术的需求仍较为强劲。

图表45: 2005Q1-2024Q3 年全球半导体设备市场规模情况 (季度, 十亿美元)



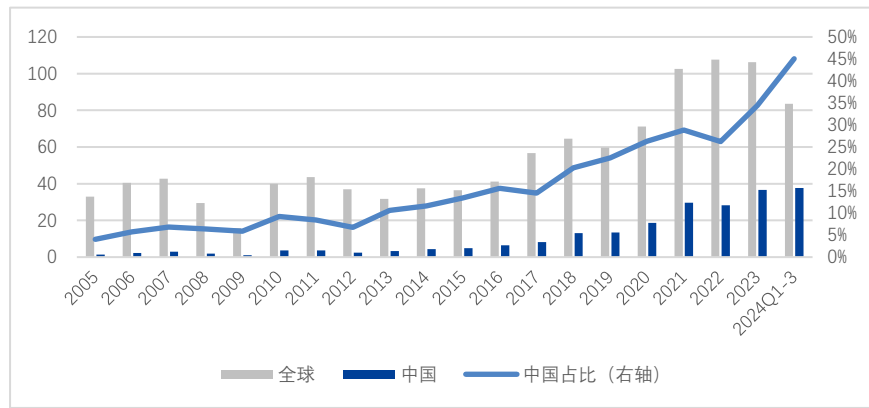
图表46: 2005Q1-2024Q3 年中国半导体设备市场规模情况 (季度, 十亿美元)



资料来源: 日本半导体制造装置协会, iFind, 国盛证券研究所

资料来源: 日本半导体制造装置协会, iFind, 国盛证券研究所

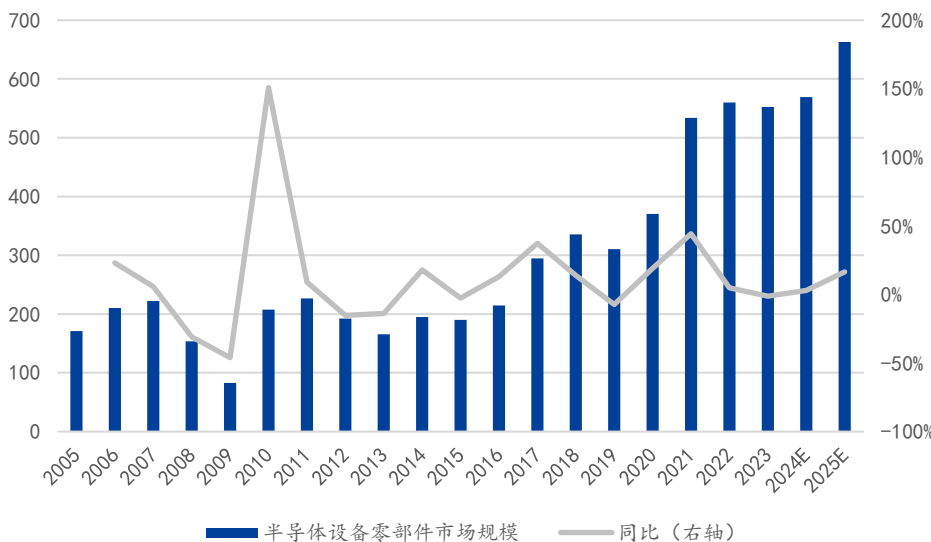
图表47: 2005-2024Q3 全球及中国半导体设备销售额及中国占比 (年度, 十亿美元)



资料来源: 日本半导体制造装置协会, iFind, 国盛证券研究所

半导体设备零部件市场规模持续上升，我们测算全球 2024 年达到 569 亿美元规模。据北方华创、拓荆科技等公司公告，中国半导体设备公司设备业务毛利率在 45% 左右，即成本占据设备总销售额的 55%，同时直接材料占比构成了设备总成本中的 95% 左右，对应半导体零部件占半导体设备公司总销售额约 52% 左右。SEMI 测算 2025 年全球半导体设备市场规模仍同比增长 16.5% 至 1275 亿美元，据此我们测算 2025 年全球半导体设备所需精密零部件的市场规模为 663 亿美元。

图表48: 2005-2025E 全球半导体设备零部件市场规模 (亿美元)

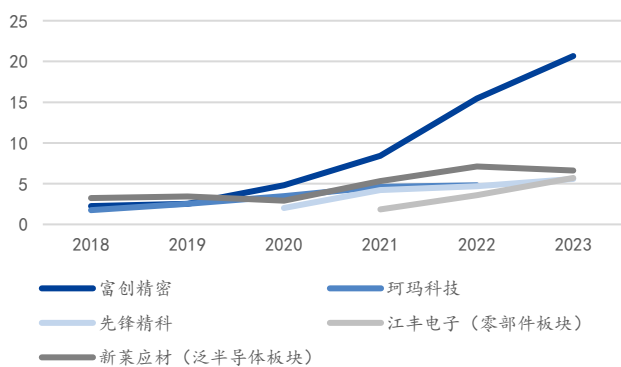


资料来源: SEMI, 日本半导体制造装置协会, iFind, 北方华创公告, 拓荆科技公告, 国盛证券研究所

国内半导体设备零部件厂商目前营收规模较小, 未来成长空间巨大。目前半导体设备国产化率仍相对较低, 国内半导体设备零部件厂商半导体业务规模最大的富创精密 2023 年营收不到 21 亿元, 其他均小于 10 亿元, 相较于中国半导体设备零部件市场 190 亿美元左右的市场规模, 目前国内厂商体量较小, 处于国产替代早期阶段。在国际地缘政治冲突的背景下, 国内零部件企业在供应链安全、成本、服务等方面具有优势, 半导体设备零部件国产替代正当时, 未来成长空间巨大。

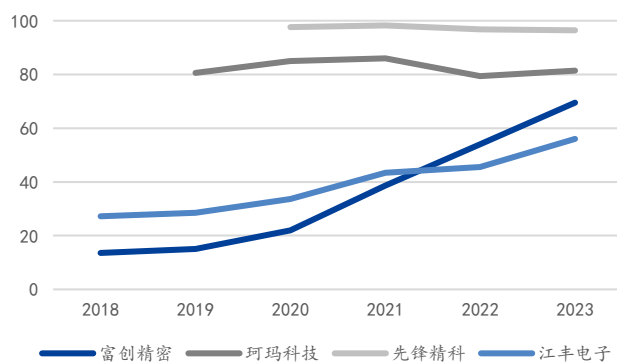
从国内零部件国内收入占比来看, 先锋精科与珂玛科技国内收入占比均已较高, 富创精密与江丰电子在国产化趋势的推动下, 国内收入占比持续提升, 同时收入也维持较高增长水平。

图表49: 国内半导体设备零部件公司近六年营收情况 (亿元)



资料来源: iFind, 国盛证券研究所

图表50: 国内半导体设备零部件公司国内收入占比迅速提高 (%)



资料来源: iFind, 国盛证券研究所

半导体设备核心零部件国产替代核心推荐【英杰电气】:

射频电源作为产生等离子体的配套电源, 被广泛应用于半导体及泛半导体领域。以 ICP 刻蚀设备为例, 一台刻蚀机在射频电源和匹配器上的采购需要花费几百万, 占一台设备总成本的 12% 左右。射频电源更换对工艺影响大, 客户此前替换意愿不大, 但 2022 年 10 月美国出台的“半导体制造”最终用途限制措施, 进一步限制国内半导体的发展, 射频电源已成为“卡脖子”环节之一, 国产替代需求紧迫。国内设备公司面临越来越近的断供风险, 促使设备端客户加速国产替代。英杰电气是国内半导体设备核心零部件射频电源龙头, 与下游设备厂共

同成长。2023年4月，公司设立专门从事半导体射频电源业务的英杰晨晖。2023年12月中微公司入股25%，彰显了下游龙头对公司半导体业务认可，提升公司半导体射频电源业务发展潜力。

今年公司半导体电子材料行业新签订单超3亿元。新增设备需求之外，老设备更换需求逐步出现，射频电源使用寿命较短，下游晶圆、芯片客户出于零部件供应安全考虑，也在积极推动国产替代。盈利能力方面，射频电源毛利率高达55%以上（2024年上半年），比传统主业高20pct，对盈利能力拉动明显。

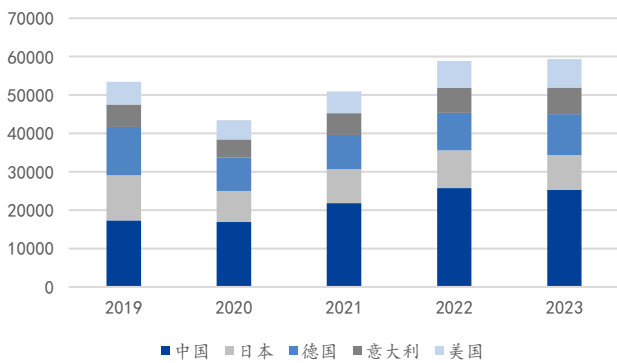
3.2 工业母机自主可控必要性高，数控系统突破迫在眉睫

从自主可控和新质生产力的角度出发，我们认为工业母机行业一方面存在“卡脖子”风险，有较强的自主可控必要性；另一方面工业母机作为制造业基石，与新质生产力追求的制造业转型升级息息相关，后续受益于政策支持的可能性较高；需关注产业链中国产化率较低的五轴机床、数控系统等领域。

机床是工业发展的基石，为装备制造的工业母机。机床（Machine Tool）是对金属或其他材料的坯料或工件进行加工，使之获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机器，是制造机器和机械的机器，所以又称为“工业母机”或“工具机”，习惯上简称机床。

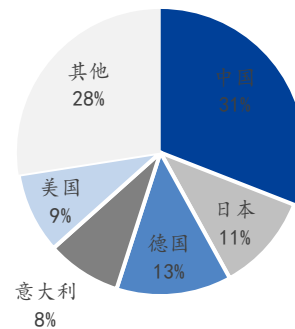
中国是全球最大的机床生产国和消费国，市场空间广阔。根据VDW（德国机床制造商协会）数据，2023年全球机床产值为819亿欧元，我国机床产值为253.31亿欧元，机床消费额为236.95亿欧元；在全球占比分别为31%与29%，均为全球最大，对应市场空间广阔。

图表51: 2019-2023年全球机床主要生产国产值（百万欧元）



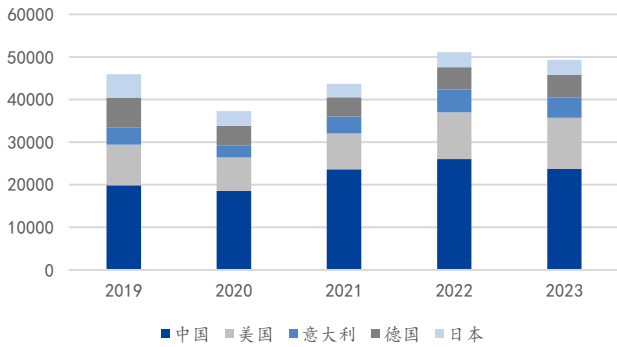
资料来源: VDW, 国盛证券研究所

图表52: 2023年全球机床主要生产国占比



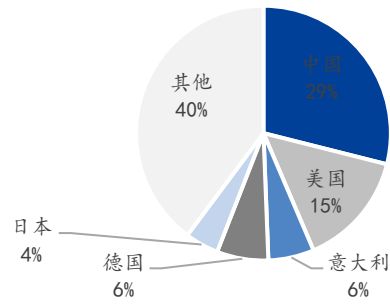
资料来源: VDW, 国盛证券研究所

图表53: 2019-2023年全球机床主要消费国消费额(百万欧元)



资料来源: VDW, 国盛证券研究所

图表54: 2023年全球机床主要消费国占比



资料来源: VDW, 国盛证券研究所

标准型和高档型数控系统技术壁垒高、国产化率低。

根据中国机床工具工业协会，数控系统按功能、水平分为三类，即经济型、标准型和高档型数控系统。其中，三类数控系统国产与国外品牌占有率差异较大，国外品牌总体市场占有率约为 45%，但占据了高档型、标准型数控系统 70%的份额，具体市场竞争情况如下：

- 高档型数控系统：技术壁垒、产品附加值极高，市场主要由德国西门子占据。武汉华中数控股份有限公司董事长陈吉红表示，国内市场有 70%左右的高档数控系统至今仍靠进口。
- 标准型数控系统：产品可靠性、稳定性、性能要求高，市场主要由日本发那科占据。
- 经济型数控系统：主要取决于产品价格，进入门槛较低，国内技术较成熟，市场竞争激烈。

图表55: 数控系统行业主要参与者

公司	成立时间	简介
日本发那科	1956	集数控系统科研、设计、制造、销售为一体的企业，其目前数控系统销售额在世界市场上占 50%，在日本国内占 70%，其中档产品在中国市场占有率较高。
三菱电机	2002	业务范围覆盖工业自动化产品和机电一体化产品，其中机电一体化产品包括数控系统（CNC）、放电加工机（EDM）、激光加工机（LP）等。
德国西门子	1847	西门子数控系统是其旗下自动化与驱动集团的产品，西门子数控系统 SINUMERIK 发展了多代。目前在广泛使用的主要有 802、810、840 等几种类型，其中西门子 840S 数控系统是世界上最畅销的五轴数控系统。
华中数控	1994	公司拥有数控装置、伺服驱动、伺服电机成套装备研发生产能力，配套机型包括数控车床、车削中心、数控铣床、立加、卧加、钻工中心、高档数控车床，还包括与重大专项配套的千余台高档数控车床。
广州数控	1991	国内数控系统、工业机器人等产品的生产厂家之一，其主要产品包括 GSK 机床控制系统、伺服驱动装置和电机、GSK 系列工业机器人等。
中科数控	2005	主营业务包括数控系统、伺服驱动系统、伺服电机、主轴驱动单元及相关机床电子功能部件的开发、生产和销售；提供相关的技术服务，包括制造装备的数控化改造以及数控系统。
凯恩帝	1993	公司拥有数控系统、伺服驱动和伺服电机、主轴驱动和主轴电机、KRC 机器人控制器、KR 工业机器人五大类多个系列产品，满足了数控车床、数控铣床、加工中心、磨床等机床工具行业及其它行业专用机械的应用需求。

资料来源: 华中数控公告, 国盛证券研究所

华中数控是国产数控系统行业首家上市公司。1994 年，武汉华中数控股份有限公司成立，公司脱胎于华中科技大学，坚持“一核三军”的发展战略（以数控系统技术为核心，以机床数控系统、工业机器人及智能产线、新能源汽车配套为三个主要业务板块），不断推进中高端数控系统核心技术自主创新以实现国产化，已跻身为国内与机床厂配套高端数控系统最多的国产数控系统企业。

数控系统方面，2012 年，公司自主研发的华中 8 型数控系统正式发布，与十多类、2000 多台高速、精密、五轴联动、车铣复合的高档数控机床实现配套，标志我国数控系统从“模拟式、脉冲式”向“总线式、全数字”的高档数控系统的跨越式发展。得益于近年来“04 专项”等项目带来的技术突破，公司中高端数控系统逐渐受到各下游领域客户认可。据《国产数控系统的技术进步与应用成果》（陈吉红）数据显示，公司已在中、高档数控系统累计销售 10 万多台，在 2000 多家企业批量应用，其中与 04 专项配套研制的 10 多类数千台高档数控机床已经在国家重点领域实现了批量配套。2021 年，公司在全球率先将人工智能芯片植入数控系统，构筑“人-机-信息”融合的数字孪生系统（HCPS），并打造“端-边-云”的智能体系架构，推出中国新一代智能数控系统华中 9 型。

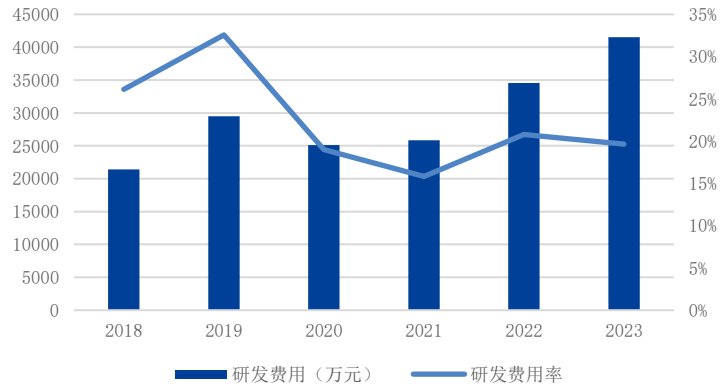
图表 56: 华中数控技术能力及产品应用

技术	高档数控系统	攻克了数控系统体系结构、NCUC-Bus 现场总线技术、高速高精及五轴联动技术，对标国外先进高档数控系统，突破国外技术封锁。
	数控融合 AI	华中数控将数控技术与人工智能技术深度融合，独创性地开发了基于“指令域”电控数据的感知分析、理论与大数据融合建模、智能优化“i 代码”和“双码联控”等关键技术，首次将 AI 芯片嵌入数控系统。
产品	数控系统	研制了 3 个规格的华中 8 型高档数控装置硬件平台和跨平台、全方位、多层次开放的高档数控系统软件平台，在功能、性能和可靠性方面达到国际先进水平，实现进口替代。 研制并销售高速钻攻中心、抛光机、木工机等领域数控系统，满足 3C、木工和激光等行业对高速、高精、多轴和多通道数控系统的巨大需求，在细分领域与国外系统同台竞技、分庭抗礼。
	数控融合 AI	研制了华中 9 型系列新一代智能化数控系统，并成功开发了精度提升、工艺优化和健康保障等一批智能应用模块，应用在智能精密加工中心、智能五轴加工中心等机床上，推动了机床智能化创新发展。
	数控机床	五轴抛光设备（利用华中 8 型五轴 RTCP），主要用于苹果等知名品牌手机的金属、玻璃等零部件的打磨抛光，获得了富士康、捷普集团等国内外多家苹果产业链高端客户群体，为世界手机品牌制造商提供优质的解决方案，是国产数控系统在多轴多通道五轴联动机床上应用的重要一步。
销售与应用	中高档数控系统	华中数控的高档型数控系统全面进入航空航天、汽车零部件、能源装备及船舶制造等领域。中、高档数控系统累计销售 10 万多台，在 2000 多家企业批量应用。 华中数控、上海维宏等企业针对 3C、木工和激光等行业对高速、高精、多轴和多通道数控系统的巨大需求，研制并批量销售了高速钻攻中心、玻璃机、抛光机及木工机等数控系统数万台套。
	与 04 专项配套高档数控机床	与 04 专项配套研制的 10 多类数千台高档数控机床已经在国家重点领域实现了批量配套。

资料来源：《国产数控系统的技术进步与应用成果》陈吉红，公司公告，中国机床工具工业协会，国盛证券研究所

保持高比例研发投入，筑牢技术领先优势。公司采用“研发一代、生产一代、运营一代”的战略，工程中心负责基础前沿研究、中央研究院负责产品技术平台开发、地方研究院负责产品应用开发，建立了良好的开发梯度和迭代机制，新技术能及时向产品应用转化。公司持续保持高研发投入，2023 年公司投入研发比例为 19.63%，同比增长 20.08%。

图表57: 华中数控维持高比例研发投入



资料来源: iFind, 国盛证券研究所

风险提示

机器人量产进度不及预期: 当前机器人行业正处于产业变革阶段, 智能机器人、人形机器人等颠覆性产品迭代速度加快, 但离量产仍有距离, 机器人量产进度可能低于预期。

新材料导入不达预期: PPS 与 PEEK 材料有望受益于机器人轻量化的趋势, 但这些新材料存在导入进度不达预期的风险。

数据滞后性风险: 数据统计基于公开的历史数据, 部分数据存在一定的滞后性。

测算误差风险: 市场空间与相关公司的弹性测算包含主观假设, 结论与实际可能存在误差。

卫星互联网建设不及预期风险: 卫星互联网是国前重点支持的高新技术产业, 但仍处于早期阶段, 国家在产业发展过程中可能会陆续出台相关指导政策, 以约束行业规范、健康发展。同时卫星互联网也可能存在较难突破的技术瓶颈, 以上均可能导致卫星互联网建设不及预期, 对行业的制造、运营、投资等产生影响。

新技术研发进展不及预期: 核心零部件技术难度高、客户验证周期长, 存在验证失败、国产替代放缓的风险。

需求波动风险: 通用设备及核心零部件需求随宏观经济波动, 若宏观经济复苏放缓, 新产品需求将有所延迟。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。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，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。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。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。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。投资者应当充分考虑自身特定状况，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。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的 6 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中 A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普 500 指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在 15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在 5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在 -5%~+5%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在 5%以上
	行业评级	增持	相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在 -10%~+10%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在 10%以上

国盛证券研究所

北京

地址：北京市东城区永定门西滨河路 8 号院 7 楼中海地产广场东塔 7 层

邮编：100077

邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道 1115 号北京银行大厦

邮编：330038

传真：0791-86281485

邮箱：gsresearch@gszq.com

上海

地址：上海市浦东新区南洋泾路 555 号陆家嘴金融街区 22 栋

邮编：200120

电话：021-38124100

邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳

地址：深圳市福田区福华三路 100 号鼎和大厦 24 楼

邮编：518033

邮箱：gsresearch@gszq.com