

高性能 MEMS 领军，拥抱车载+人形广阔空间

➤ **芯动联科是国内高性能 MEMS 惯性传感器领军企业，核心人员技术实力强，产品性能比肩国际龙头。**芯动联科成立于 2012 年，公司采取 Fabless 经营模式，多年来专注于高性能硅基 MEMS 惯性传感器的研发、测试与销售，是国内为数不多能够实现高性能 MEMS 陀螺仪稳定规模量产的公司。公司核心产品为 MEMS 陀螺仪与 MEMS 加速度计，产品主要应用于高端工业、无人系统与高可靠领域，核心性能指标比肩国际先进厂商主要产品。公司注重研发投入，核心技术人员实力强劲，2020-2022 年研发费用率均高于各年可比公司，第四代陀螺仪产品预计今年达到量产状态，有望进一步带动公司长期成长。

➤ **业绩快速增长，盈利能力维持较高水平。**公司近年客户导入产品量增加，营收增长较快，2020-2022 年营收分别为 1.09/1.66/2.27 亿元，年复合增速 44.54%；归母净利润分别为 0.52/0.83/1.17 亿元，年复合增速 49.89%。毛利率方面，公司 2020-2022 年毛利率分别为 87.96%/85.39%/85.92%，维持在较高水平。分产品来看，主营业务各部分毛利率均较高，公司主营产品战术级与导航级惯性传感器贡献主要收入，产品议价能力强。

➤ **MEMS 市场仍被海外龙头主导，国内厂商机遇凸显。**根据 Yole Intelligence 统计，2021 年 MEMS 市场规模达到 136 亿美元，预计 2027 年将增长至 223 亿美元。当前 MEMS 惯性传感器市场由 Honeywell、ADI、Sensonor 等海外龙头公司主导，而高性能 MEMS 惯性传感器领域国产化率更低。根据公司招股说明书，2021 年公司占全球高性能 MEMS 传感器市场份额约 3.67%，市占率提升空间广阔。且公司产品在技术、价格方面具备优势，伴随着后续营收规模、品牌效应、客户拓展方面持续突破，公司有望充分受益国产替代趋势，获得长足成长。

➤ **积极布局 IMU，自动驾驶+机器人打开更大成长天花板。**自动驾驶领域，IMU 具备强独立性，协助自动驾驶高精度定位和安全行驶，已成为 L2 级以上自动驾驶标配，单车价值量有望达到 500-1000 元。人形机器人领域，IMU 可监测人形机器人的实时状态、位置信息及运动轨迹，协助人形机器人维持姿态平衡，单机器人采用 1 颗或多颗 IMU，市场空间广阔。公司积极布局自动驾驶 IMU，已与多家主机厂达成合作，后续有望逐步定点量产。同时公司功能安全 6 轴 IMU 预计 2026 年量产，未来公司也有望拓展至机器人市场。

➤ **投资建议：**我们看好公司在高性能 MEMS 惯性传感器领域的领先布局，预计公司 2023-2025 年的归母净利润为 1.6/2.4/3.3 亿元，对应 PE 为 95/66/48 倍。考虑公司在高性能 MEMS 惯性传感器领域竞争力和稀缺性，且不断开拓汽车等新兴市场打开成长空间，首次覆盖，给予“推荐”评级。

➤ **风险提示：**下游需求不及预期的风险；研发进展不及预期的风险；技术人员变动的风险；竞争格局变化的风险。

盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	227	326	462	647
增长率（%）	36.6	43.7	41.8	40.0
归属母公司股东净利润（百万元）	117	163	237	325
增长率（%）	41.2	40.2	44.9	37.0
每股收益（元）	0.29	0.41	0.59	0.81
PE	133	95	66	48
PB	25.3	7.3	6.6	5.8

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；(注：股价为 2023 年 08 月 22 日收盘价)

推荐

首次评级

当前价格：

38.84 元



分析师 方竞

执业证书：S0100521120004

邮箱：fangjing@mszq.com

研究助理 宋晓东

执业证书：S0100122110017

邮箱：songxiaodong@mszq.com

目录

1 MEMS 惯性传感器领先企业，性能比肩国际龙头	3
1.1 国内 MEMS 惯性传感器龙头，客户粘性强	3
1.2 股权结构稳定，人才团队技术过硬	5
1.3 高端市场铸就高壁垒，公司业绩快速增长	7
1.4 研发持续投入，新品 MEMS 压力传感器未来可期	11
2 MEMS 器件应用领域广阔，市场空间持续增长	13
2.1 MEMS 传感器是 MEMS 的核心元件	13
2.2 MEMS 惯性传感器是 MEMS 器件重要品类	14
2.3 MEMS 惯性传感器增长空间广阔	15
2.4 IMU 在自动驾驶与人形机器人领域应用广泛	17
3 技术水平齐平国际龙头，充分受益国产替代	22
3.1 海外龙头主导 MEMS 惯性传感器市场	22
3.2 MEMS 惯性产品性能达到国际先进水平	23
3.3 募投项目情况	26
4 盈利预测与投资建议	27
4.1 盈利预测假设与业务拆分	27
4.2 估值分析与投资建议	30
5 风险提示	31
插图目录	33
表格目录	33

1 MEMS 惯性传感器领先企业，性能比肩国际龙头

1.1 国内 MEMS 惯性传感器龙头，客户粘性强

1.1.1 高性能 MEMS 惯性传感器技术领先，产品生态不断丰富

芯动联科专注高性能 MEMS 惯性传感器，技术国内领先。芯动联科自成立以来专注研发、测试与销售高性能硅基 MEMS 惯性传感器，投入高性能 MEMS 陀螺仪研发的时间在国内较早，也是现下为数不多的实现高性能 MEMS 陀螺仪稳定规模量产的公司之一，现已形成自主知识产权的 MEMS 产品体系并成功量产应用，并完整掌握 MEMS 惯性传感器芯片设计、工艺方案开发和封装测试等主要技术环节。

公司现有产品陀螺仪和加速度计，积极布局压力传感器。公司已推出的主要产品包括 MEMS 惯性传感器中的 MEMS 陀螺仪和 MEMS 加速度计，二者都包含一颗 MEMS（微机械）芯片和一颗 ASIC（专用控制电路）芯片，可通过惯性技术感知物体运动姿态、运动轨迹等。MEMS 陀螺仪和加速度计经过下游模组和系统厂商的开发可形成适用于特定场景的终端产品，并实现导航定位、状态监测、姿态感知以及平台稳定等功能，主要应用于高端工业、无人系统和高可靠领域。此外，芯动联科还向客户提供包括定制设计 MEMS 工艺方案等技术服务。高精度 MEMS 压力传感器则是公司未来的主要新产品布局方向之一，预期将在航空电子、仪器仪表、工业制造等领域广泛应用。

图1：芯动联科产品布局



资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

1.1.2 性能比肩国际领先水平，产品稳定迭代

公司的高性能 MEMS 陀螺仪产品从研发、验证到批量应用的迭代周期约为 2 年，主要产品迭代情况如下：

(1) 2012 年，股东 MEMSLink 和北京芯动以 4 项 MEMS 陀螺仪相关专利和 3 项专有技术出资设立芯动联科前身芯动有限，此后芯动有限一直处于前期研发投入阶段。

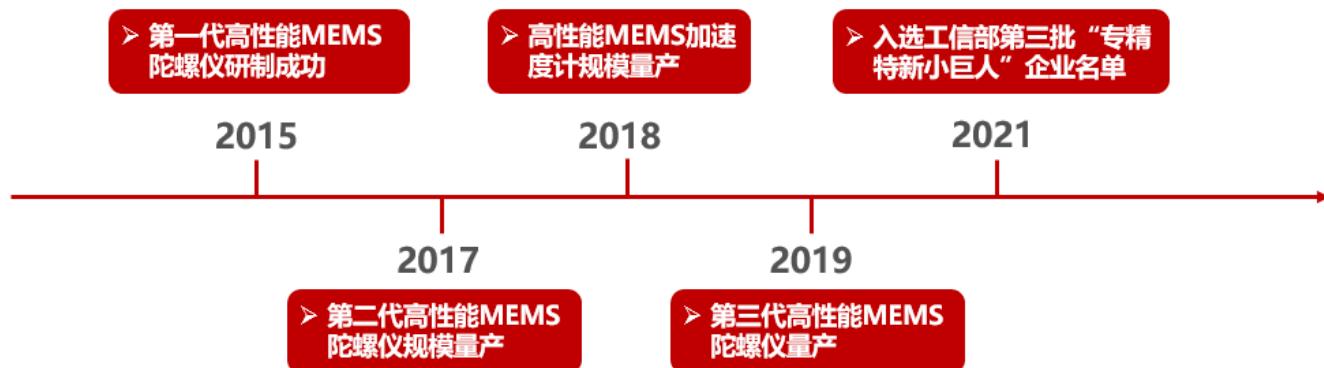
(2) 2015 年 6 月，公司第一代高性能 MEMS 陀螺仪研制成功，但由于性能较低未大规模量产。

(3) 2017 年 6 月，公司第二代高性能 MEMS 陀螺仪达到规模量产。

(4) 2018 年，公司高性能 MEMS 加速度计达到规模量产。

(5) 2019 年 3 月，公司第三代高性能 MEMS 陀螺仪规模量产，而公司第四代高性能 MEMS 陀螺仪研发于同年立项，预计 2023 年达到量产状态。此外，公司未来新产品 MEMS 压力传感器也在研发中，将丰富产品线生态、突破经营业务。

图2：芯动联科发展历程



资料来源：芯动联科公司官网，民生证券研究院

1.1.3 客户粘性较强，阶梯定价稳定客户

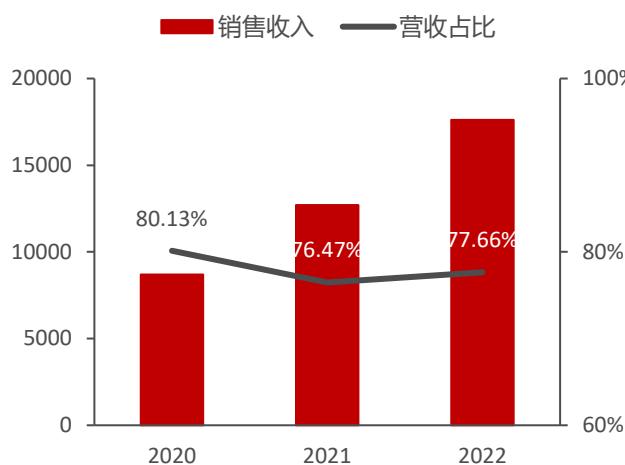
芯动联科客户分布较集中，科研院所和央企为主。公司下游直接客户和最终客户主要是高端工业、无人系统和高可靠领域的各大科研院所及央企集团，包括中科航星、阿尔福微电子、西安北斗、航宇测通、重庆天扬、海为科技、晨晶电子等，下游行业较为集中。2020-2022 三年，芯动联科向前五大客户销售获得营收分别为 8701.42 万元、12701.83 万元和 17617.78 万元，下游行业特性导致客户分布较为集中，三期前五大客户销售收入占当期营收 80.13%、76.47% 和 77.66%，但公司营收不存在依赖少数客户的情况。

公司产品需求稳定，客户粘性大。公司下游客户需求具有季节性，呈现上半年订单及营收小于下半年的情况，但主要客户需求稳定、订单持续性较好。由于高性

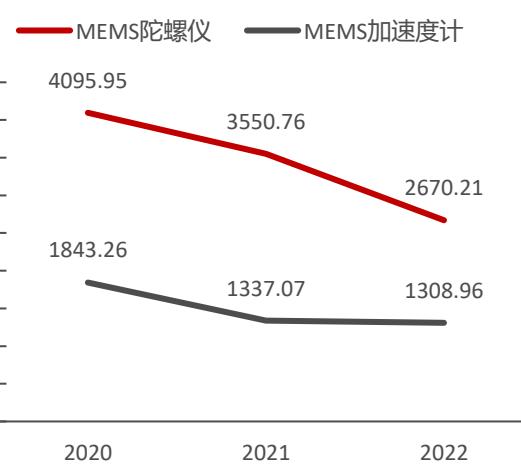
能 MEMS 传感器应用领域偏向高端，因此与客户磨合时间较长，成功导入产品后再更换型号成本也较高且周期较长，客户粘性较大，公司与主要客户建立了长期良好的合作关系。

公司阶梯定价策略稳定客户，产品单价递减。公司在产品价格方面通过阶梯定价维持下游客户粘性，采取客户采购量递增则产品单价优惠越大的策略，因此公司主要产品的销售价格呈逐年递减趋势，2020-2022 年公司 MEMS 陀螺仪平均单价由 4095.95 元降至 2670.21 元，MEMS 加速度计平均单价由 1843.26 元降至 1308.96 元。

图3：2020-2022 公司前五名客户销售收入（万元）和 营收占比（%）



资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院



资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

1.2 股权结构稳定，人才团队技术过硬

1.2.1 公司股权结构稳定

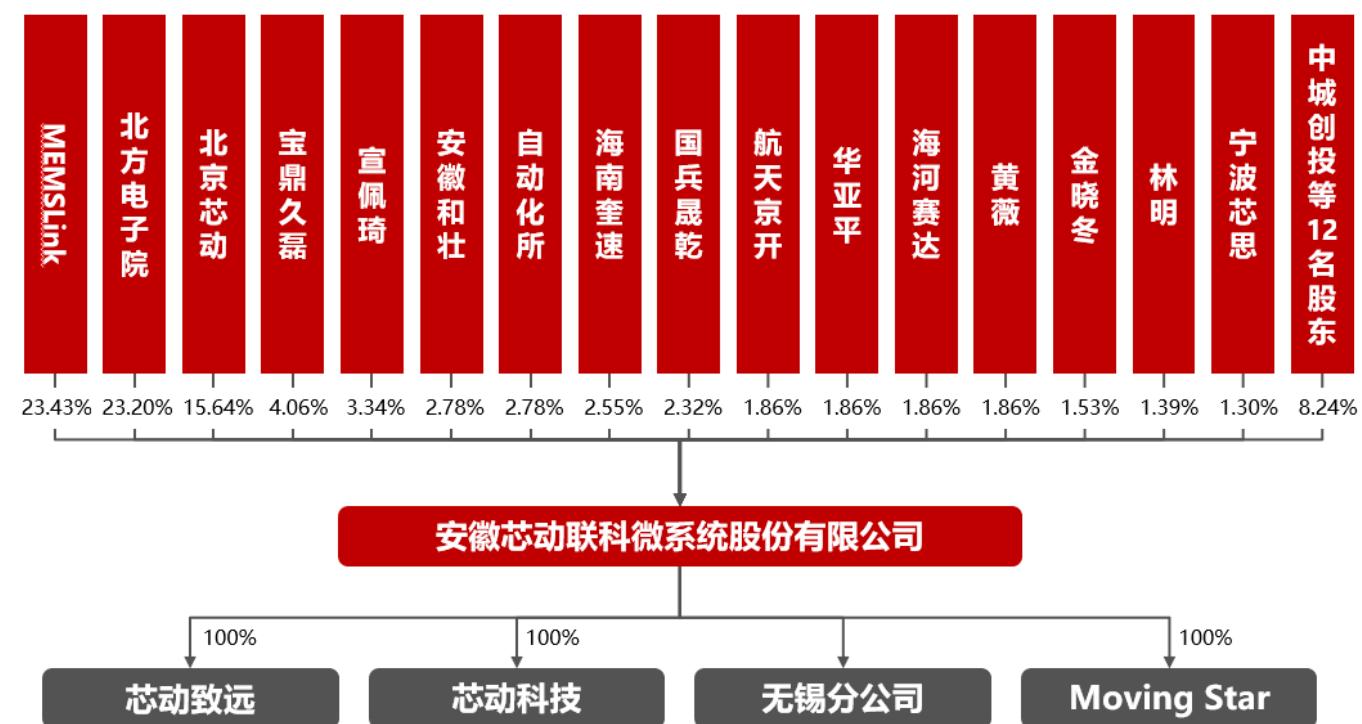
芯动联科无控股股东，金晓冬为实际控制人。截至 2023 年 6 月 27 日，芯动联科前三大股东 MEMSLink、北方电子院和北京芯动分别持有公司 23.43%、23.2% 和 15.64% 的股份。股东金晓冬是芯动联科的实际控制人，通过直接持有公司股份、控制 MEMSLink 和北京芯动、股东宣佩琦为其一致行动人，实际支配公司股份表决权 43.94%，并从股权比例、董事会构成和管理决策三个层面都对公司进行控制。

芯动联科拥有 3 家全资子公司、1 家分公司。公司设立子公司芯动致远以充分利用所在地北京地区的丰富人才资源，支持公司 MEMS 传感器研发工作；设立子公司芯动科技以专门面向汽车智能驾驶行业提供高精度、高性能的车载导航定位系统及相关产品；设立子公司 Moving Star 以拓展公司 MEMS 传感器产品海外业务。

公司通过员工持股平台进行员工股权激励。芯动联科于 2019 年由公司骨干成

员通过自筹资金设立员工持股平台宁波芯思，向核心人员进行股权激励，促进骨干成员个人利益与公司整体长远利益结合，有利于增进员工对公司的归属感、提升公司内部凝聚力、提高公司核心人员稳定性，为公司稳定经营提供保障。

图5：芯动联科股权结构（截至 2023 年 6 月 27 日）



资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

1.2.2 员工激励方式多样，技术人员经验丰富

公司注重研发激励。除了股权激励，公司也建立了研发贡献激励机制，奖励业绩考核突出以及研发过程中做出重要贡献的员工，公司注重对研发人员的薪酬激励，2020-2022 年芯动联科的职工薪酬占研发费用比例分别为 55.19%、57.88% 和 57.99%，充分调动研发型企业的创新力，保障公司研发团队稳定性。

公司技术人员专业过硬，研发人员比例高。截至 2022 年底，芯动联科研发人员共 50 人，占员工总数比例 50%，公司专门的研发团队覆盖公司现有业务 MEMS 陀螺仪、加速度计和未来布局业务 MEMS 压力传感器；核心技术人员 3 人，占员工总数比例 3%。核心技术人员华亚平、张晰泊和顾浩琦分别在 MEMS 芯片、ASIC 芯片和产品封装测试三个领域有丰富经验。核心技术人员华亚平曾任职美新半导体、深迪半导体、华润微电子，具备多年 MEMS 芯片设计开发以及封测经验，核心技术人员张晰泊曾任职北京昆天科微电子、德州仪器，有近 20 年 ASIC 模拟电路设计经验和 10 年以上 ASIC 芯片开发经验，核心技术人员顾浩琦曾任职美新半导体测试总监，对公司封测核心技术有主要贡献。

表1：芯动联科核心技术人员介绍

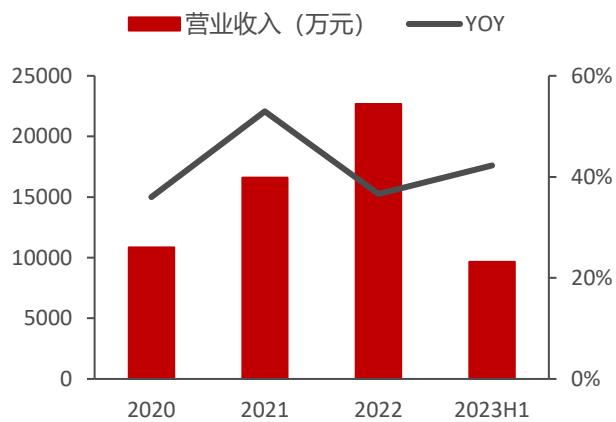
姓名	职务	背景及经历
华亚平	董事、副总经理、核心技术人员	<p>本科，南京大学化学专业</p> <p>1987 年 7 月至 1996 年 5 月，任中国华晶电子集团公司工程师</p> <p>1996 年 6 月至 1999 年 11 月，任应用材料中国有限公司资深工程师</p> <p>1999 年 12 月至 2008 年 12 月，任美新半导体（无锡）有限公司总监、副总经理</p> <p>2009 年 1 月至 2011 年 5 月，任深迪半导体（上海）有限公司副总经理</p> <p>2011 年 6 月至 2012 年 9 月，任无锡华润上华半导体有限公司高级技术顾问</p> <p>2012 年 10 月至今，任芯动有限/芯动联科副总经理</p> <p>2019 年 2 月至今，任芯动有限/芯动联科董事</p>
张晰泊	董事、副总经理、模拟设计总监	<p>硕士，清华大学微电子专业本科，香港科技大学微电子专业硕士</p> <p>2003 年 9 月至 2008 年 6 月，任天津中晶微电子技术有限公司模拟电路工程师</p> <p>2008 年 7 月至 2011 年 9 月，任北京昆天科微电子技术有限公司资深模拟电路工程师</p> <p>2011 年 10 月至 2012 年 6 月，任德州仪器半导体技术（上海）有限公司北京分公司资深模拟电路工程师</p> <p>2012 年 7 月至今，历任芯动有限/芯动联科模拟设计总监、副总经理</p> <p>2020 年 8 月至今，任芯动有限/芯动联科董事</p>
顾浩琦	测试总监	<p>硕士，南京大学电子信息本科、英国利物浦大学电子信息硕士</p> <p>2004 年 11 月至 2013 年 2 月任美新半导体（无锡）有限公司测试总监</p> <p>2013 年 2 月至今，任芯动有限/芯动联科测试总监</p>

资料来源：芯动联科招股说明书，芯动联科发行人及保荐机构回复意见（2023年4月），民生证券研究院；

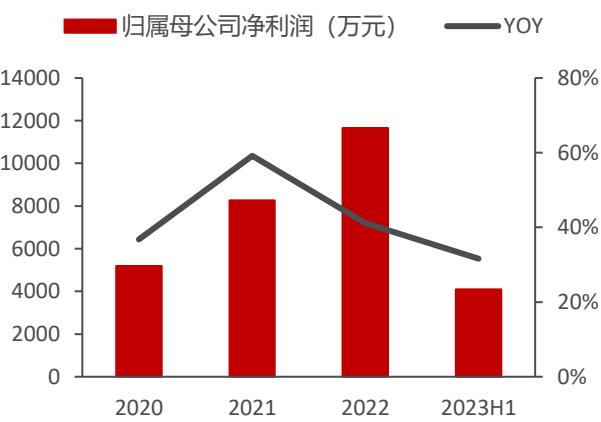
1.3 高端市场铸就高壁垒，公司业绩快速增长

1.3.1 营收快速增长，毛利率水平较高

芯动联科客户导入产品量增加，近两年营收增长较快。随着公司主要产品在下游客户的验证导入进程推进，更多项目进入试产和量产阶段，尤其是 MEMS 陀螺仪 20 系列销量增幅较大。2020-2022 年芯动联科营收分别为 1.09/1.66/2.27 亿元，同比增长 36.53%/36.6%，年复合增速 44.54%；归母净利润分别为 0.52/0.83/1.17 亿元，同比增长 36.8%/59.2%/41.2%，年复合增速 49.89%。2023 年上半年实现营收 0.97 亿元，同比增长 42.24%，实现归母净利润 0.41 亿元，同比增长 31.62%。按在手订单看，截至 2023Q1 末公司订单超 0.68 亿元，达到同比约 50%的增幅。

图6：2020-2023H1 公司营收（万元）及增速（%）


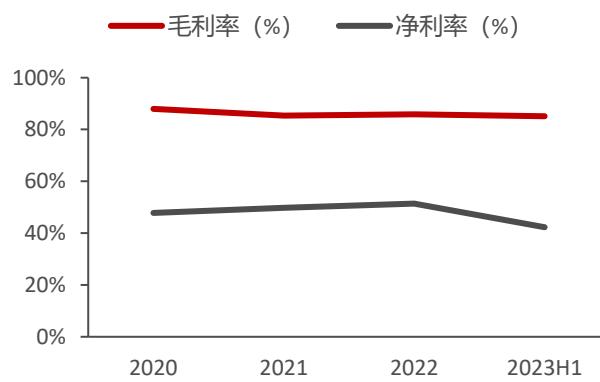
资料来源：同花顺，民生证券研究院

图7：2020-2023H1 归母净利润（万元）及增速（%）


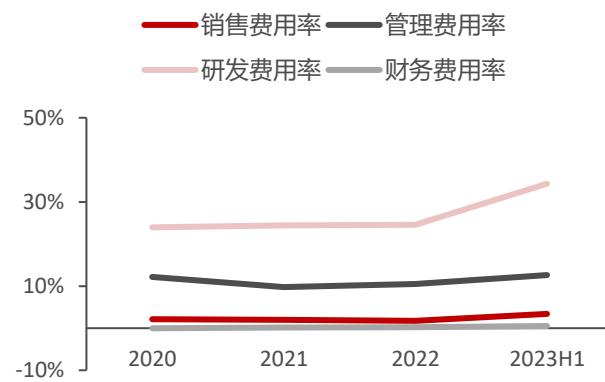
资料来源：同花顺，民生证券研究院

公司议价能力强，毛利率和净利率水平高。毛利率方面，公司 MEMS 惯性传感器产品是高性能产品，核心技术指标和性能已达到国际先进水平，可替代其他高性能传感器产品如激光/光纤惯性技术产品等，产品议价能力较强，且由于公司产品体积小、重量小，借助半导体技术更容易进行大批量生产，降低了生产成本，综合使得毛利率较高，2020-2022 年芯动联科毛利率分别为 87.96%/85.39%/85.92%。净利率水平为 47.8%/49.73%/51.4%。

公司研发费用率维持较高水平，销售、管理、财务费用控制稳定。公司研发费用率保持 25% 左右较高水平，注重研发投入。公司销售、管理、财务费用率控制较好，2020-2023H1 年公司销售费用率分别为 2.13%/1.95%/1.75%/3.40%，公司管理费用率分别为 12.2%/9.77%/10.48%/12.62%，公司财务费用率分别为 -0.02%/0.13%/0.21%/0.52%。

图8：2020-2023H1 公司毛利率和净利率（%）


资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

图9：2020-2023H1 公司期间费用率（%）


资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

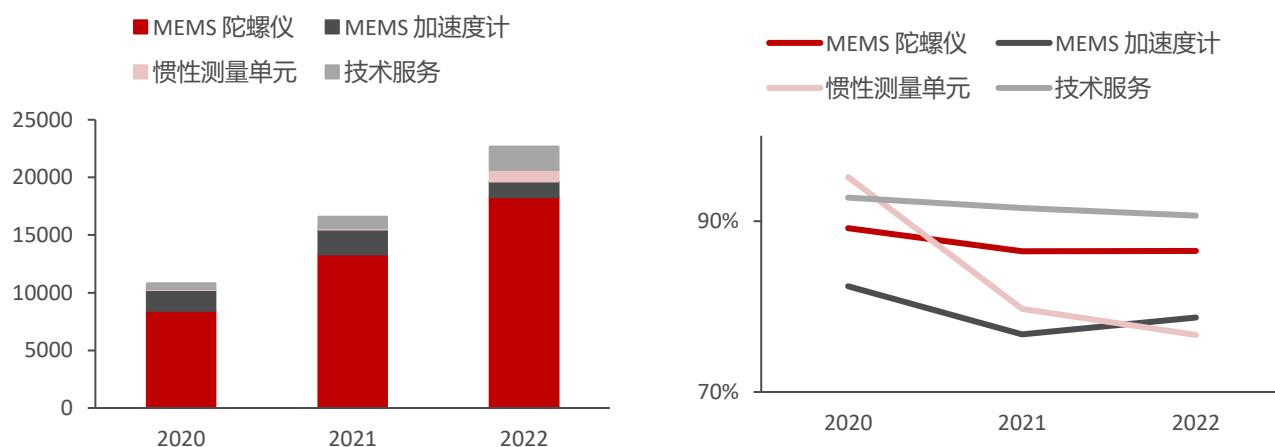
1.3.2 MEMS 陀螺仪营收占比大，主营业务毛利率较高

MEMS 陀螺仪是芯动联科主营业务收入主要来源。芯动联科主营业务收入由 MEMS 陀螺仪、MEMS 加速度计、惯性测量单元和技术服务构成。其中，惯性测

量单元是指公司根据客户定制化需求将 MEMS 陀螺仪和加速度计作为组合进行销售，技术服务指公司提供的 MEMS 惯性传感器相关工艺方案等服务。2020-2022 年公司上述主营业务营收中，MEMS 陀螺仪每年营收为 0.84/1.33/1.83 亿元，占主营业务比例分别为 77.96/80.25/80.70%；MEMS 加速度计每年营收为 0.18/0.22/0.14 亿元，占主营业务比例 16.74/13.11/6.04%。

公司主营业务各部分毛利率均较高。主要产品销售单价较高且成本较低、技术服务能力成熟且掌握系统化 MEMS 惯性传感器芯片设计和开发方案使得公司主营业务毛利率均处于较高水平。2020-2022 年公司 MEMS 陀螺仪产品毛利率分别为 89.18/86.48/86.5%，MEMS 加速度计产品的毛利率分别为 82.38/76.75/78.71%，均不低于 75%。

图10：2020-2022 年公司主营业务分产品营收 (万元) **图11：2020-2022 公司主营业务分产品毛利率 (%)**

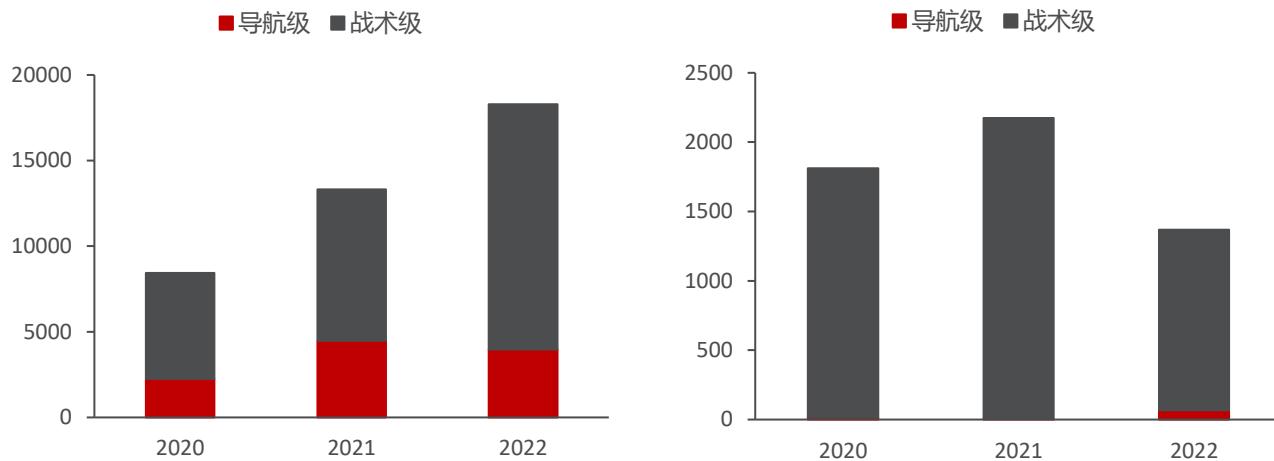


资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

1.3.3 战术级惯性传感器引领营收，高可靠领域为主要应用方向

战术级和导航级惯性传感器为芯动联科主营产品。陀螺仪、加速度计等惯性传感器产品根据性能从低到高可分为消费级、战术级、导航级和战略级四种级别，芯动联科 MEMS 陀螺仪和加速度计产品则包括战术级和导航级，均是战术级产品占销售收入比例更高。2020-2022 年公司 MEMS 战术级陀螺仪产品营收分别为 0.62/0.88/1.43 亿元，导航级陀螺仪产品营收分别为 0.22/0.45/0.4 亿元，其中导航级陀螺仪由于产品性能更高端而售价更高、毛利率更高；MEMS 战术级加速度计产品营收分别为 0.18/0.22/0.13 亿元，导航级加速度计产品营收分别为 16.2/4.2/65.9 万元。

图12：2020-2022 公司陀螺仪营收——分性能 (万元) 图13：2020-2022 加速度计营收——分性能 (万元)


资料来源：芯动联科发行人及保荐机构回复意见（2023年4月），民生证券研究院

资料来源：芯动联科发行人及保荐机构回复意见（2023年4月），民生证券研究院

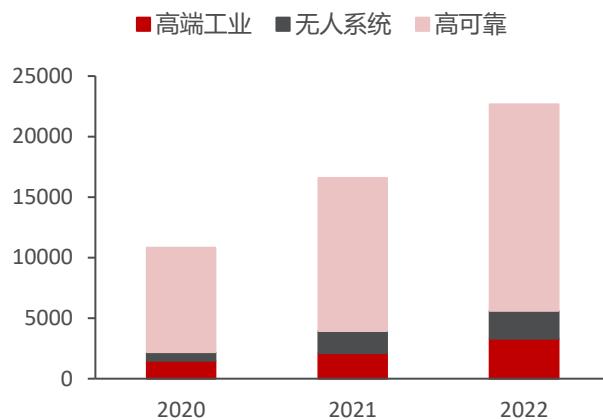
公司下游应用主要为高可靠领域，该领域毛利率高于其他领域。公司主营产品根据下游应用领域分类可分为高端工业、无人系统和高可靠领域三个应用方向，高可靠领域应用最多、产品性能要求更高故毛利率也高于高端工业和无人系统领域。

(1) 高端工业应用领域：阶梯定价策略导致2021年毛利率下降，客户增加毛利率较高的陀螺仪33系列产品采购使得2022年毛利率上升。

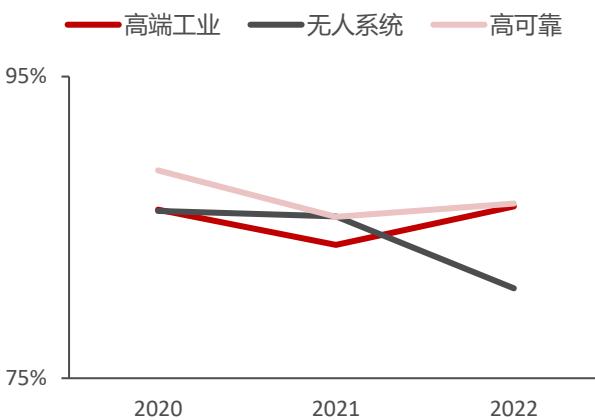
(2) 无人系统应用领域：阶梯定价策略导致2021年毛利率下降，客户增加毛利率较低的惯性测量单元产品采购导致2022年毛利率进一步下降。

(3) 高可靠应用领域：阶梯定价策略导致2021年毛利率下降，使用较低成本X晶圆的陀螺仪20L系列产品销售占比提升则促使2022年毛利率回升。

2020-2022年公司主营产品在高端工业营收分别为0.15/0.21/0.33亿元，占比10-15%左右，毛利率分别为86.17%/83.84%/86.39%；在无人系统领域营收分别为0.07/0.18/0.23亿元，占比5-20%左右，毛利率分别为86.09%/85.73%/80.96%；在高可靠领域营收分别为0.86/1.26/1.7亿元，占比70%左右，毛利率分别为88.78%/85.70%/86.57%。

**图14：2020-2022 公司主营产品按下游应用分类营收
(万元)**


资料来源：芯动联科发行人及保荐机构回复意见（2023年4月），民生证券研究院

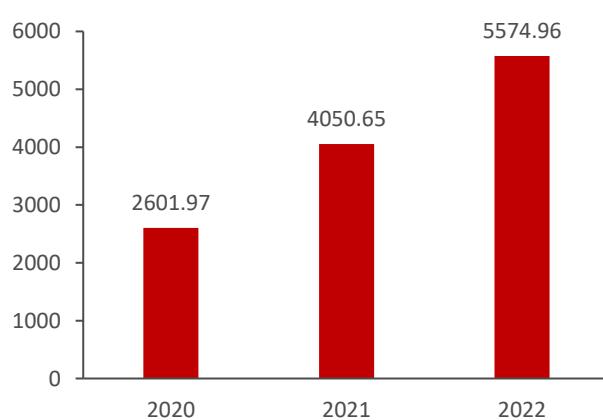
**图15：2020-2022 公司主营产品按下游应用领域分类
毛利率 (%)**


资料来源：芯动联科发行人及保荐机构回复意见（2023年4月），民生证券研究院

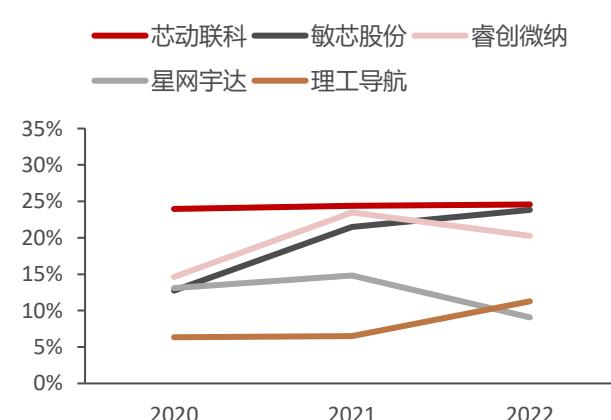
1.4 研发持续投入，新品 MEMS 压力传感器未来可期

芯动联科注重研发投入，研发技术产业化程度高。芯动联科作为国家级高新技术企业，保持研发费用高投入。2020-2022 年公司研发投入分别为 0.26/0.41/0.56 亿元，研发费用率分别达到 23.96/24.39/24.57%。公司核心技术产业化程度高，主营业务收入基本来自于核心技术应用的产品和服务，核心技术收入占比达 99.66/99.85/99.92%，研发技术转化经营收入效率高。

芯动联科研发投入业内领先。2020-2022 年芯动联科研发费用率分别达到 23.96/24.39/24.57%，与同行业可比公司敏芯股份、睿创微纳、星网宇达和理工导航相比，均高于各年可比公司均值 11.7/16.57/16.11%，且每年均高于各家可比公司，利于维持核心产品及技术优势。

图16：2020-2022 公司研发费用 (万元)


资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

图17：2020-2022 年芯动联科与可比公司研发费用率 (%)


资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

公司专利体系自主，完成技术闭环。截至 2022 年底，芯动联科已取得 20 项境内发明专利、20 项实用新型专利和 3 项集成电路布图设计专有权，涵盖主营业务 MEMS 惯性传感器芯片设计、工艺方案开发设计和封测等主要环节。公司 MEMS 芯片设计专利技术的驱动和监测结构兼顾创新性和适应性，利于满足客户差异化需求；ASIC 芯片专利技术注重使用便利性、低成本和智能化。

公司研发项目致力于升级现有产品、开发新产品。除了升级迭代现有主营产品 MEMS 陀螺仪和 MEMS 加速度计以外，公司研发项目还支持未来新产品压力传感器布局。2020-2022 年公司共有 13 个研发项目，其中高性能 X 轴陀螺和高性能 X 轴 MEMS 加速度计项目已结项，其他项目如工业级陀螺仪、高性能 Z 轴 MEMS 陀螺仪 4 代、高性能三轴 MEMS 加速度计、谐振式压力传感器等仍在研发中。

表2：截至 2022 年 12 月 31 日公司在研项目（单位：万元）

项目名称	经费投入	拟达到目标
工业级陀螺仪	3486.13	研发并量产小尺寸单轴和三轴 MEMS 陀螺仪
高性能 Z 轴 MEMS 陀螺仪 4 代	1733.21	量产下一代导航级 Z 轴 MEMS 陀螺仪
FM 加速度计	1830.59	量产导航级 MEMS FM 加速度计
高性能三轴 MEMS 加计	363.69	开发高性能单片三轴 MEMS 加速度计
MEMS 惯性导航系统	2259.98	研发并量产适用于 L3+ 自动驾驶的高性能 MEMS IMU
谐振式压力传感器	1424.33	研发并量产高精度谐振式 MEMS 大气绝压传感器
光衰减器微镜	45.02	开发用于光通信系统的光衰减器 MEMS 微镜
大量程绝压传感器	90.23	研发应用于工业的高精度大量程绝对压力测量
超高过载 X 轴加计	168.00	实现 X 轴加计带电冲击能力的提升和转工艺
X 轴陀螺仪 36KHZ	163.17	实现 X 轴陀螺仪带电冲击能力的提升和转工艺
功能安全 6 轴 IMU	310.86	汽车级功能安全 6 轴 MEMS IMU

资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

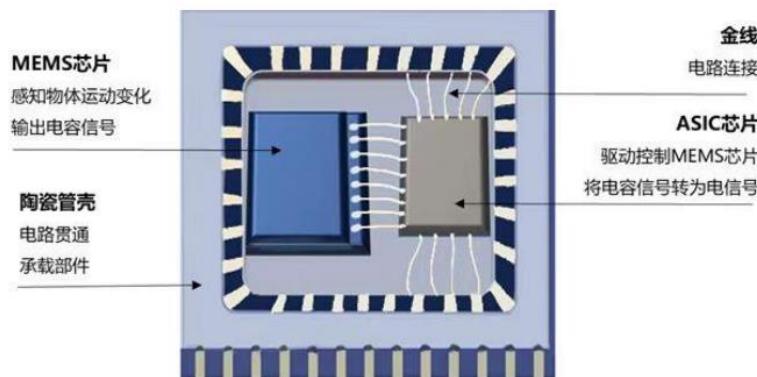
2 MEMS 器件应用领域广阔，市场空间持续增长

2.1 MEMS 传感器是 MEMS 的核心元件

MEMS 是微机电系统 (Micro Electromechanical Systems)，即利用集成电路制造技术与微机械加工技术，将微传感器、微执行器、微机械机构、微电源能源、接口、通信等集于一体的微型器件或系统，系统内部结构一般在微米级甚至更小。MEMS 器件种类众多，主要可分为 MEMS 传感器和 MEMS 执行器。其中，MEMS 传感器是 MEMS 中的核心元件，能将外界信号转换为电信号，针对特定可测量的输入为用户提供一种可用的能量输出。

图18：典型 MEMS 器件（MEMS 陀螺仪）内部结构示意图

MEMS 陀螺仪内部结构示意图



资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

表3：MEMS 产品类型一览

类别	主要产品类型
MEMS 传感器	惯性传感器 加速度计、陀螺仪、磁力计
	压力传感器 -
	声学传感器 MEMS 麦克风、超声波传感器
	环境传感器 气体传感器、颗粒传感器、湿度传感器、温度传感器
MEMS 执行器	光学传感器 热释电/热电堆红外传感器、环境光传感器、指纹识别、视觉传感器、3D 感应
	射频 MEMS RF 滤波器、MEMS 开关、MEMS 振荡器
	微流控 激光打印头、药物输送、生物芯片
	光学 MEMS 微镜、自动对焦、光具座
微结构 微探针	

资料来源：公司招股说明书，民生证券研究院

MEMS 产业链可分为芯片设计、晶圆制造、封装测试与系统应用四个环节，主要有 Fabless 和 IDM 两种经营模式。采取 Fabless 模式的企业主要负责 MEMS 产品的设计与销售，而将生产、封测环节外包给其它公司，芯动联科即采取 Fabless 经营模式。IDM 模式则包括从芯片设计到封测的全部环节，代表公司有博世、意法半导体、霍尼韦尔等国际 MEMS 龙头企业。

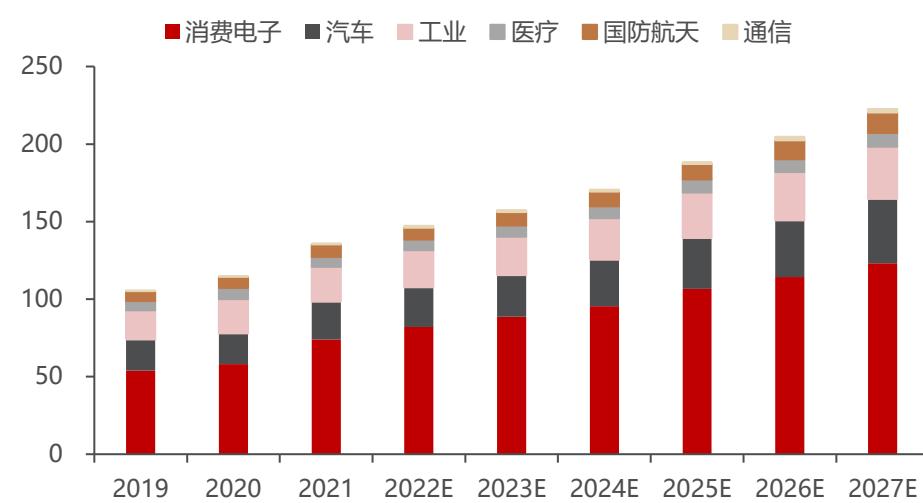
图19：MEMS 产业链示意图


资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

2.2 MEMS 惯性传感器是 MEMS 器件重要品类

MEMS 器件下游市场广阔，其中，MEMS 惯性传感器是 MEMS 器件的重要分支，主要包括加速度计、陀螺仪、惯导系统等子品类，用于检测物体的运动。

分下游看，全球 MEMS 器件最大下游应用领域为消费电子、汽车以及工业市场。全球 MEMS 市场规模持续扩张，根据 Yole Intelligence 报告，2021 年全球 MEMS 行业市场规模达到 136 亿美元，预计 2027 年将增长至 223 亿美元，2021-2027 年复合增长率约为 9.13%。MEMS 器件已被广泛应用于消费电子、汽车、医疗、工业、通信、航天等多个领域。其中，消费电子、汽车和工业市场是 2021 年 MEMS 器件三个主要下游细分市场。

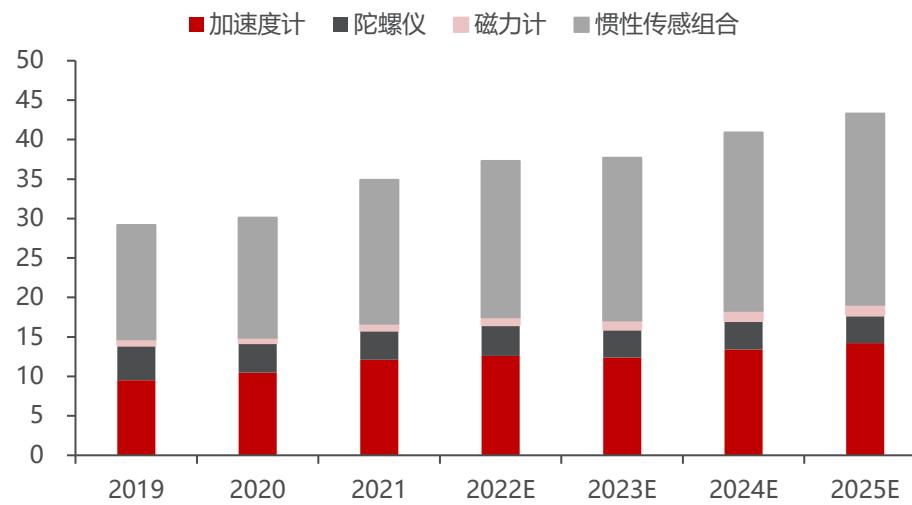
图20：全球 MEMS 行业市场规模预测（亿美元）


资料来源：Yole Intelligence，民生证券研究院

分品类看，MEMS 惯性传感器市场规模预计继续提升。MEMS 惯性传感器是 MEMS 器件的主要品类，根据 Yole Intelligence 数据，2021 年全球加速度计、陀螺仪、磁力计、惯性传感组合四类 MEMS 惯性传感器子产品市场规模合计 35.09

亿美元，占 MEMS 总市场规模的 25.81%。其中，加速度计和陀螺仪是 MEMS 惯性传感器的主要细分产品，2021 年加速度计与陀螺仪占 MEMS 惯性传感器市场规模的 45.40%。

图21：全球 MEMS 惯性传感器市场规模（亿美元）



资料来源：Yole Intelligence，民生证券研究院

2.3 MEMS 惯性传感器增长空间广阔

相对于压力、声学传感器而言，MEMS 惯性传感器应用领域更广。在高可靠、高端工业以及其他工业、消费领域，MEMS 惯性传感器具备更丰富的应用场景。不同的应用场景也对不同传感器产品的性能、成本、功耗、体积提出多样化要求，高可靠、高端工业对 MEMS 惯性传感器提出更高的性能与可靠性要求，技术门槛较高。其中高端工业、高可靠、无人系统市场预计有较快增速，将拉动对 MEMS 惯性传感器的需求。

表4：MEMS 惯性传感器应用领域

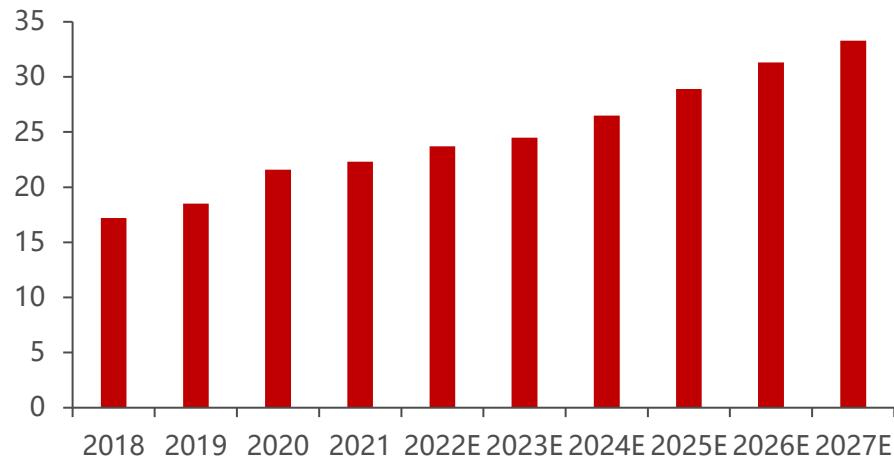
领域	应用
工业与通信	无人系统、工业机器人、石油勘探、测量测绘、高速铁路、精密农业、工程机械、寻北仪、光电吊舱、动中通、天线姿态监测、光伏跟踪系统、结构健康监测、振动监测等
高可靠	卫星姿态控制、航姿备份系统等
汽车电子	安全气囊、车身稳定系统、TPMS 胎压传感器、GPS 辅助导航、自动驾驶高精定位等
医疗健康	健康监测设备、植入式心脏起搏器、手术机器人、康复训练设备等
消费电子	智能手机、平板电脑、游戏机、智能手表、智能手环、TWS 耳机、笔记本电脑、数码相机、智能玩具等

来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

高端工业领域中 MEMS 惯性产品的应用广泛。 MEMS 产品主要用于高端工业领域的资源勘探等领域，应用场景丰富。根据 Yole Intelligence 数据，2021 年 MEMS 产品在全球高端工业领域中的市场规模为 22.34 亿美元，预计 2027 年全球高端工业领域中 MEMS 产品的市场规模将达 33.40 亿美元，2021-2027 年复

合增长率为 7.00%。

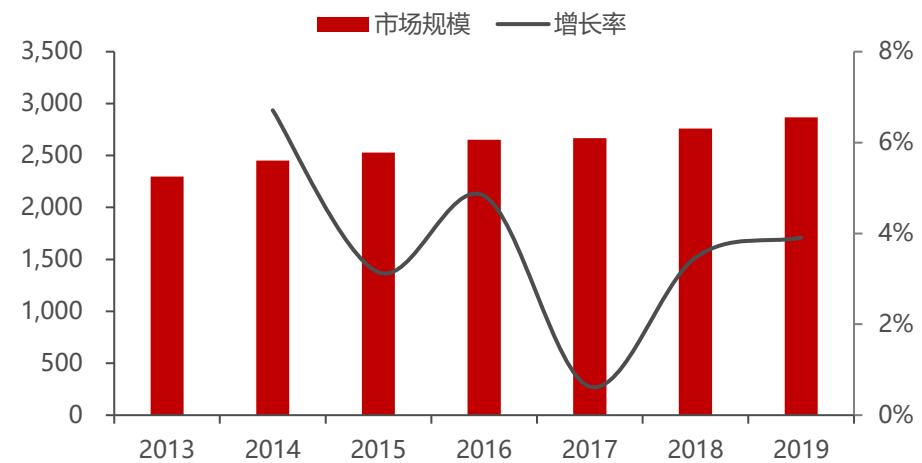
图22：MEMS 产品在高端工业领域的市场规模及预测（亿美元）



资料来源：Yole Intelligence, 民生证券研究院

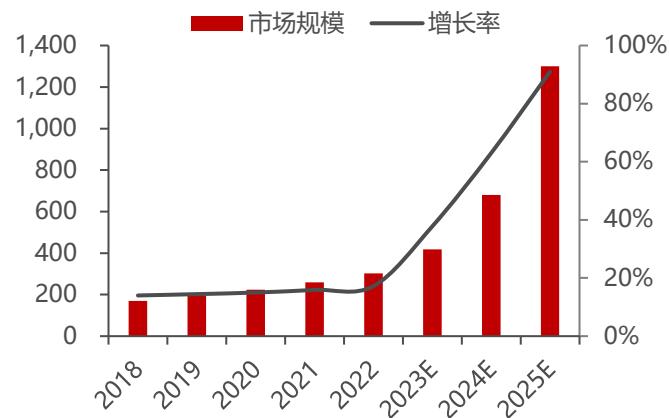
高可靠市场对小型化、高集成、高精度的 MEMS 惯性传感器需求较大。MEMS 惯性传感器的小型化、高集成、低成本优势，使其适用于体积与重量要求较高的微小卫星的系统。当前卫星互联网产业的兴起，拉动了成本低、发射灵活的微小卫星快速发展，从而带动对 MEMS 惯性传感器的大量需求。

图23：2010-2019 年全球卫星产业规模（亿美元）

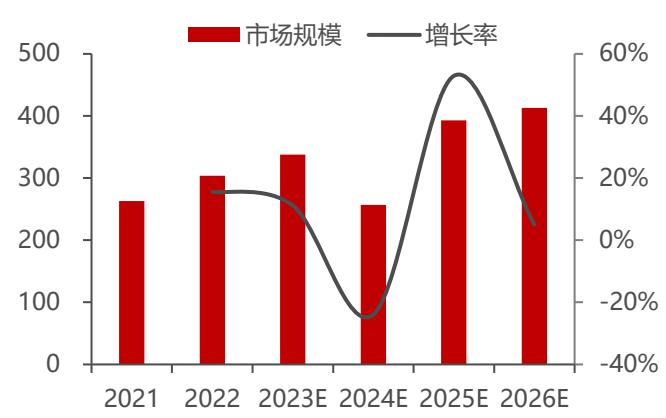


资料来源：赛迪顾问, 民生证券研究院

无人系统的自主运行离不开 MEMS 惯性传感器。汽车自动驾驶系统需要借助多种 MEMS 惯性传感器，以达成对车身运行状态的可靠监测，据 iiimedia 估计，2025 年全球无人驾驶汽车市场规模将突破 1200 亿元，市场前景广阔；无人机是无人系统的典型应用，根据 statista 数据，2022 年全球无人机市场为 304 亿美元，预期 2026 年市场规模达到 413 亿美元，2022-2026 年复合增长率为 7.96%。

图24：全球无人驾驶汽车市场规模（亿元，%）


资料来源：艾媒咨询，民生证券研究院

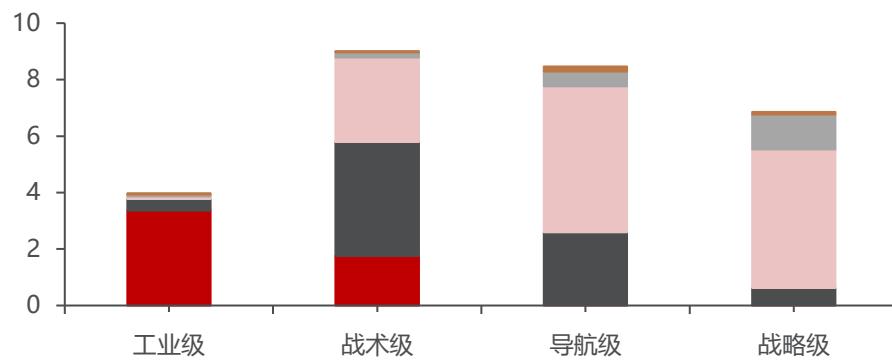
图25：全球无人机市场规模（亿美元，%）


资料来源：statista，民生证券研究院

MEMS 惯性传感器凭借高集成、小型化优势，将替代传统激光光纤陀螺仪等机械惯性传感器。以 MEMS 陀螺仪为例：惯性技术的发展经历了四个阶段，MEMS 陀螺仪属于第三代陀螺仪。MEMS 陀螺仪具备体积小、重量轻、成本低、易于批量生产的优势，解决了前两代陀螺仪体积大、质量大、成本高的缺点，并凭借不断提升的精度与稳定性，在工业级市场中逐渐代替光纤陀螺仪和激光陀螺仪等传统机械陀螺仪，并有望在战术级、导航级等市场中扩大份额。

图26：2021 年 MEMS 陀螺仪占工业级陀螺仪市场份额达 86%（亿美元）

■ MEMS 陀螺仪 ■ 光纤陀螺仪 ■ 激光陀螺仪 ■ 半球共振陀螺仪 ■ 其他



资料来源：Yole Intelligence，民生证券研究院

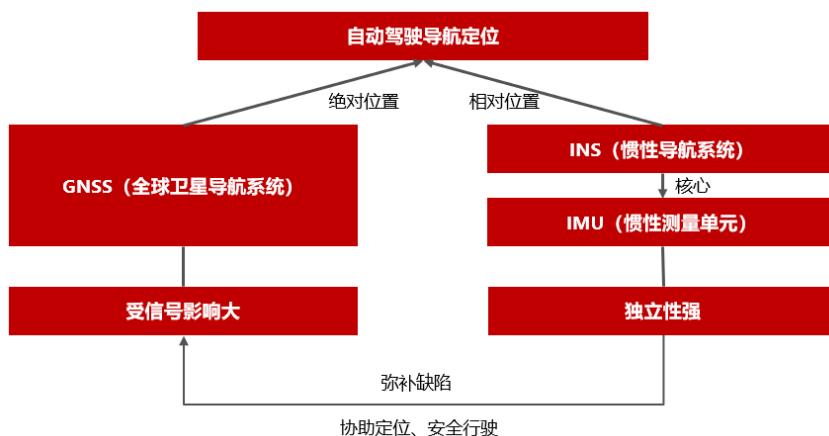
2.4 IMU 在自动驾驶与人形机器人领域应用广泛

2.4.1 IMU 协助自动驾驶安全行驶，是 L3 级自动驾驶重要部件

IMU 具备强独立性，协助自动驾驶高精度定位和安全行驶。IMU 即惯性测量单元，一般包含三组陀螺仪和加速度计，可分别测量物体三轴姿态的角速度和加速度，IMU 根据性能和精度从低到高分为消费级、战术级、导航级和战略级。惯性导航系统 (INS) 是汽车自动驾驶必不可少的模块，而 IMU 是惯性导航系统的核

心部件。自动驾驶导航定位依赖绝对位置和相对位置, GNSS(全球卫星导航系统)提供经纬度等绝对位置, 但易受信号影响; INS(惯性导航系统)以IMU为主要硬件, 不依赖外部系统, 具备强独立性, 可实时跟踪车辆运动状态和相对位置, 进行车辆稳定性控制, 尤其在不良天气、峡谷或森林等环境下可以弥补GNSS RTK(卫星导航实时动态定位)的缺陷, 修正绝对定位数据, 并在RTK信号消失后为自动驾驶系统进行异常处理提供时间, 从而提高自动驾驶定位精度和安全性。

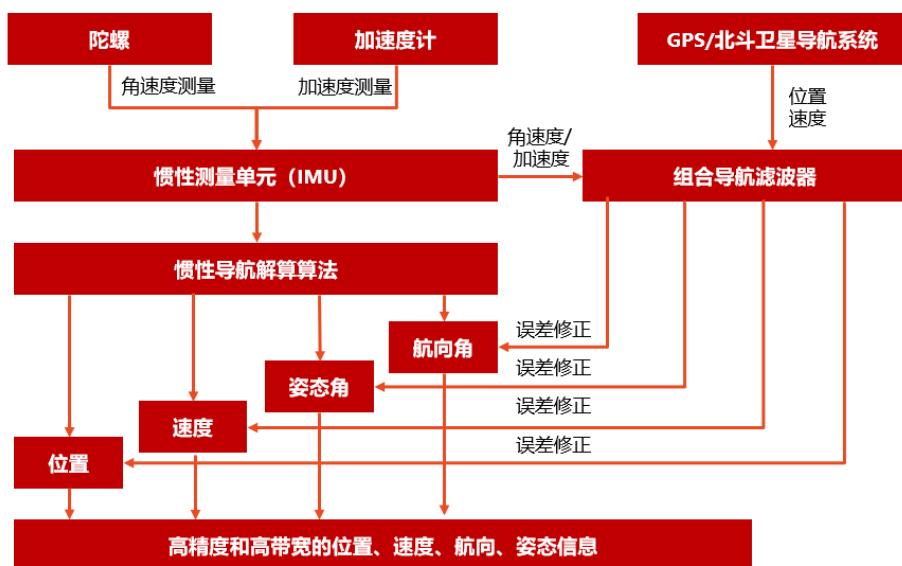
图27: IMU 在自动驾驶中可协助精准定位和安全行驶



资料来源: CSDN, 民生证券研究院

INS常与GNSS搭配使用, IMU是INS的核心硬件。GNSS(全球导航卫星系统)适用于卫星信号良好的情况, 定位数据准确, 但更新频率低, 尤其在信号较弱时定位信息会延迟且精度下降; INS(惯性导航系统)以IMU为核心硬件, 不依赖外部环境数据, 且更新频率高, 但长时间运作会导致误差不断累计, GNSS则可以对其位置信息进行精度修正, 因此二者互补可以兼顾高精度和高稳定性, 一般组合使用。

图28: INS (IMU为核心部件) +GNSS 原理

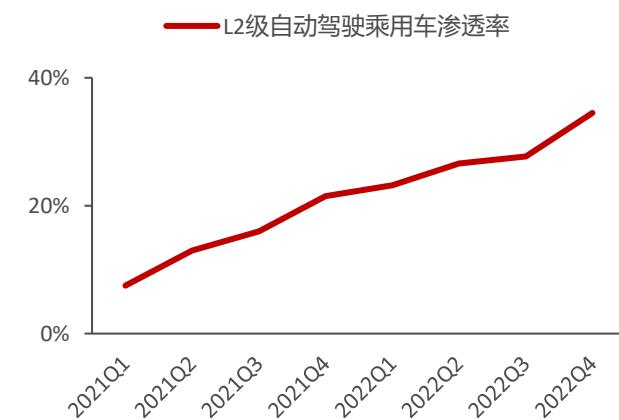


资料来源: 星网宇达, 民生证券研究院

惯导系统 (INS) 是 L3 级及以上自动驾驶的关键模块。以 L3 级自动驾驶分界，L1、L2 级自动驾驶以驾驶员为主导，L3-L5 级自动驾驶以自动驾驶系统为主导，INS (惯性导航系统) 是 L3 级及以上的自动驾驶汽车不可或缺的高精度定位系统，IMU 是其核心部件，且目前部分 L2/L2.5 级自动驾驶车型也已搭载 IMU 或可选装高精度定位模块。

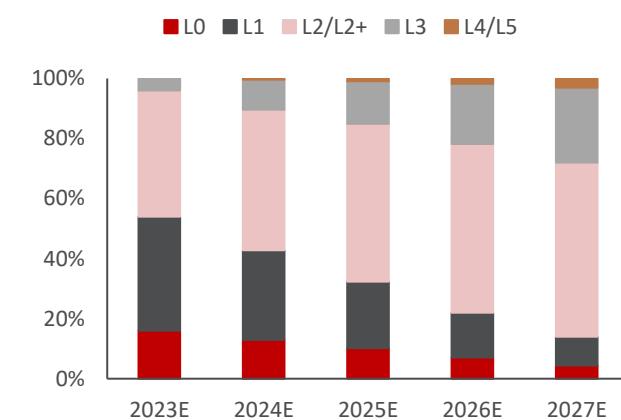
国内 L2 级自动驾驶渗透率最高，全球 L3 级及以上自动驾驶渗透率预计 2027 年达 25%。 目前在国内乘用车市场自动驾驶技术中以 L2 级为主，L3 尚未落地，L2 渗透率由 2021Q1 的 7.5% 持续增加至 2022 年底的 34.5%。全球自动驾驶渗透率情况以 L1、L2 级为主，L3-L5 级自动驾驶目前渗透率较低，根据 ICV 预测，2023-2027 年全球自动驾驶渗透率呈现 L2 级及以上增加的趋势，其中 L2/L2+ 级预计 2027 年渗透率达 58%，L3 级预计 2027 年渗透率达 25%。

图29：2021Q1-2022Q4 中国 L2 级自动驾驶乘用车渗透率 (%)



资料来源：IDC，工信部，高工汽车研究院，民生证券研究院

图30：2023E-2027E 全球各级别自动驾驶渗透率 (%)



资料来源：ICV，民生证券研究院

汽车品牌主力车型定位方案广泛包含 IMU。 智能汽车车厂的主力车型广泛搭载 IMU，基本组合为 GNSS+IMU+高精度地图，组成组合导航系统，以达到高精度和高稳定性。蔚来、小鹏、理想、广汽、一汽红旗等智能汽车车厂纷纷在定位方案中搭载 IMU。

表5：主流车厂乘用车定位方案

品牌	车型	配置情况	定位方案
蔚来	EC6		
	ES6	标配：签名款；选装：其他款	GPS+高精度地图
	ES8		
小鹏	ET7	选装：按月订阅 NAD	高精度地图+高精度定位终端+V2X
	P7	至尊版、鹏翼版	高精度地图（高速）+GNSS+RTK+IMU
理想	P5	460E/550E/550P/600P	高精度地图（高速&城市）+GNSS+RTK+IMU
	理想 ONE	标配：2021 款	GNSS+RTK+IMU+高精度地图
广汽	埃安 V	80Max 版	
	埃安 LX	标配：70 智领版、80 智尊版、80DMax 版； 选装：80D 智臻版	GNSS+RTK+IMU+高精度地图

埃安 V Plus	标配：80 领航智驾版、90 超长续航版； 选装：80 智享科技版
埃安 LX Plus	标配：80D 旗舰版，ADiGO 3.0, 80D Max 版 GNSS+RTK+IMU+高精度地图+5G-V2X
一汽红旗 E-HS9	标配 GNSS+RTK+IMU+高精度地图+5G-V2X

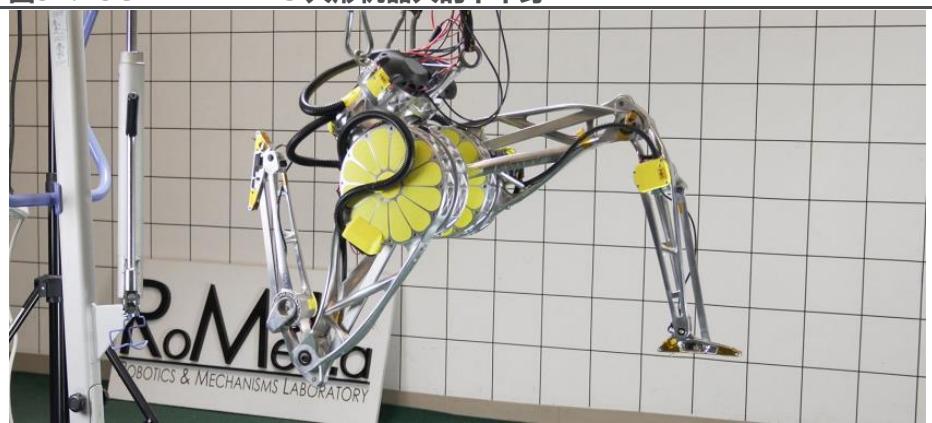
资料来源：佐思汽研，民生证券研究院

2.4.2 IMU 协助人形机器人维持姿态平衡，与多传感器融合

IMU 协助人形机器人监测位置信息、维持姿态平衡。惯性测量单元 (IMU) 在人形机器人中属于传感器部分，用于定位、姿态感知并保持姿态平衡等，根据 IMU 获取的角速度和加速度数据可监测人形机器人的实时状态、位置信息以及运动轨迹，维持人形机器人完成走、跑、蹲等动作的姿态平衡。人形机器人中 IMU 一般位于骨盆、胸腔、灵巧手和足部等，用于保持平衡、监测机器人状态等。

IMU 与多传感器融合，共同反馈机器人状态。IMU 与人形机器人中其他传感器如立体声摄像机、关节编码器、力扭矩传感器、足部接触传感器等融合，共同进行机器人状态反馈并帮助完成下一步动作，实现数据互补，应用于机器人下蹲起立、前后行走、上下楼梯、回避障碍等场景。UCLA ARTEMIS 人形机器人的 IMU 与关节反馈和接触传感器融合成为状态估计器，用于估计姿态足的质心位置、速度、方向、角速率和角动量。

图31：UCLA ARTEMIS 人形机器人的下半身



资料来源：UCLA 论文 “Design of a Highly Dynamic Humanoid Robot”，民生证券研究院

人形机器人品牌产品多包含 IMU 方案。各机器人品牌产品采用 IMU 提供位置信息、航向轨迹，帮助机器人躲避障碍物，控制机器人姿态平衡等，UCLA ARTEMIS 安装战术级 IMU，注重高性能、波士顿动力 Atlas 和小米 CyberOne 等产品与超声波传感器、ToF 传感器、激光雷达等部件实现功能互补。

表6：各人形机器人产品 IMU 方案

产品	IMU 方案
波士顿动力 Atlas	身体和腿使用了 IMU 等传感器保持平衡，防止侧翻
小米 CyberOne	搭载的 Mi-Sense 深度视觉模组是由小米设计，欧菲光协同开发完成，由 iToF 模组、RGB 模组、可选的 IMU 模块组成

小米 Cyberdog2	位置识别功能：应用 IMU、UWB 传感器；距离感知功能：应用 ToF、激光、超声波传感器
UCLA ARTEMIS	1.最初因为尺寸和价格选择 Parker LORD Microstrain 的 MEMS IMU 3DM-GX5；目前切换到 MicroStrain 3DM-CV7 战术级 IMU，其性能接近光纤陀螺仪(FOG)； 2.立体视觉相机 Stereolabs ZED 2 集成 IMU，安装在机器人的头部； 3.6 轴 IMU 作为额外传感器，集成在脚传感器 PCB 上

资料来源：机器之心，财联社，IT之家，UCLA 论文 “Design of a Highly Dynamic Humanoid Robot”，民生证券研究院

2.4.3 公司积极布局自动驾驶 IMU

公司积极布局自动驾驶 IMU，未来有望拓展人形机器人市场。公司惯性测量单元（IMU）目前占营收比例较低，但在研项目积极布局自动驾驶 IMU 产品，其中 MEMS 惯性导航系统拟适用于 L3+ 级自动驾驶，陀螺仪、加速度计量程和零篇稳定性等指标优异；功能安全 6 轴 IMU 拟适用于自动驾驶系统，已经过客户产品性能比对，进入定点阶段且试制样品，预计 2026 年量产。公司 IMU 产品具备性能优势，未来有望拓展人形机器人市场。

表7：公司 IMU 在研项目

项目名称	经费投入（万元）	拟达到目标	与行业技术水平的比较情况论述
MEMS 惯性导航系统	2,259.98	研发并量产适用于 L3+ 自驾驶的高性能 MEMS IMU	适用于 L3+ 自驾驶的六轴惯性测量单元，陀螺仪量程±300°/s，航向轴零偏稳定性优于 0.5°/h，加速度计量程±6g
功能安全 6 轴 IMU	310.86	汽车级功能安全 6 轴 MEMS IMU	X/Y/Z 3 轴角速率测量，3 轴加速度测量，适用于自动驾驶的高性能 MEMS IMU

资料来源：芯动联科招股书，芯动联科发行人及保荐机构回复，民生证券研究院

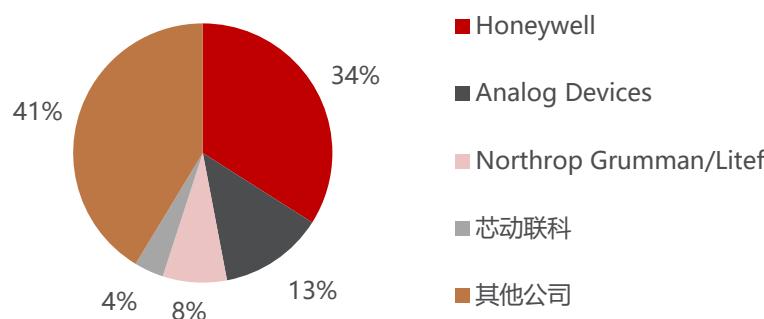
3 技术水平齐平国际龙头，充分受益国产替代

3.1 海外龙头主导 MEMS 惯性传感器市场

全球 MEMS 惯性传感器市场集中度较高，产品市场份额主要由海外龙头占据。

Honeywell、ADI、Northrop Grumman/Litef 占据市场份额前三名，合计占据超 50% 份额。根据公司招股说明书，芯动联科 2021 年惯性传感器销售收入为 1.66 亿元，市场份额约为 3.67%，占全球高性能 MEMS 惯性传感器市场份额较小，与海外龙头公司相比整体规模较小，仍处于发展阶段。

图32：海外龙头主导高性能 MEMS 惯性传感器市场



资料来源：Yole Intelligence，芯动联科招股书，民生证券研究院

注：销售金额按照 2021 年 12 月 31 日 1 美元兑换 6.37 元人民币的汇率换算；芯动联科公司份额按照招股书信息计算。

公司各性能产品布局已与国际龙头厂商齐平，但仍存在一定差距。技术水平方面，公司高性能 MEMS 惯性传感器已经达到其同类产品的性能水平，MEMS 惯性传感器产品处于国际先进水平。**产品布局方面**，公司惯性传感器产品覆盖工业级、战术级、导航级、战略级的全部性能等级，产品矩阵丰富。但由于公司成立时间较短，在客户拓展、市场份额、行业排名等方面与海外龙头企业存在一定差距。

表8：行业内厂商惯性传感器布局情况

公司	产品类别			技术路线				性能等级			
	加速度计	陀螺仪	惯性单元	惯导系统	硅基 MEMS	激光	光纤	工业级	战术级	导航级	战略级
Honeywell	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Analog Device	√	√	√		√			√	√		
Sensoron		√	√		√			√	√		
Silicon Sensing	√	√	√		√			√	√		
Safran	√				√			√	√	√	√
美泰科技	√		√				√	√	√		
芯动联科	√	√	√		√			√	√	√	

资料来源：芯动联科招股书，民生证券研究院

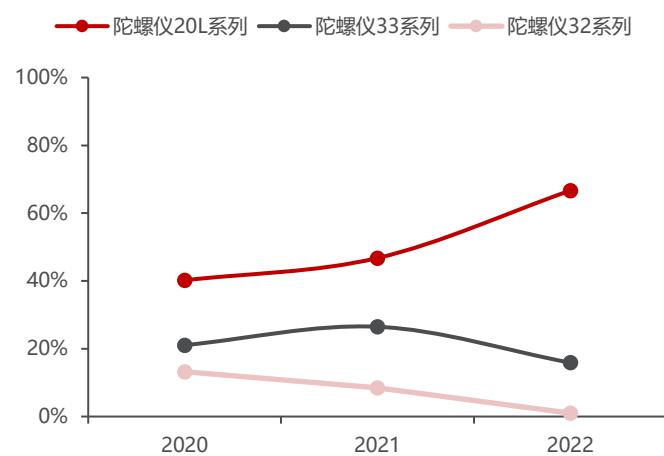
3.2 MEMS 惯性产品性能达到国际先进水平

3.2.1 MEMS 陀螺仪系列产品

2022 年公司 MEMS 陀螺仪系列产品贡献收入 18291.48 万元，同比增长 37.43%，呈快速增长态势，主要由于公司客户进入试产及量产的项目逐年增多，主要产品销量快速增长。2022 年公司 MEMS 陀螺仪收入占比达 80.70%，毛利率为 86.50%，为主要的毛利贡献业务。

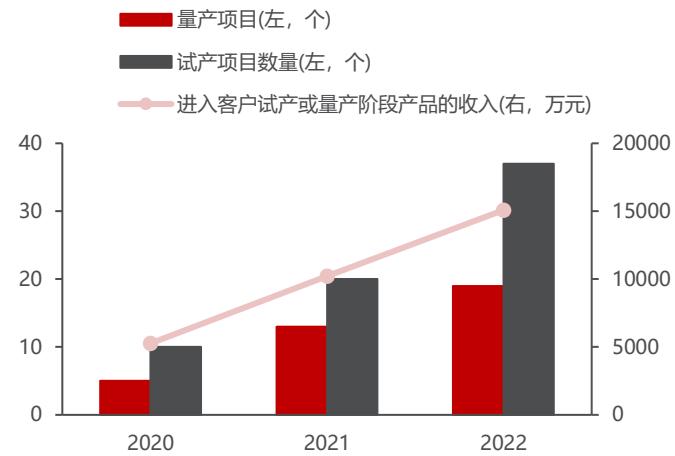
公司 MEMS 陀螺仪主要有 20L 系列、33 系列和 32 系列，为陀螺仪业务收入与毛利的主要来源。**1) 20L 系列：**公司的基础产品，销售单价较低，毛利率低于公司陀螺仪业务平均毛利率水平；由于客户加大了 20L 采购量，20L 系列销售占比有所提升。**2) 33、32 系列：**公司高端产品，销售单价高，毛利率在 90% 以上。33、32 系列销售占比呈下降趋势。2020-2022 年公司陀螺仪试产、量产项目逐年提升，产生收入稳步增加，进入客户试产或量产阶段陀螺仪产品的收入由 5265.63 万元增加至 15076.63 万元。

图33：公司陀螺仪系列产品收入占比



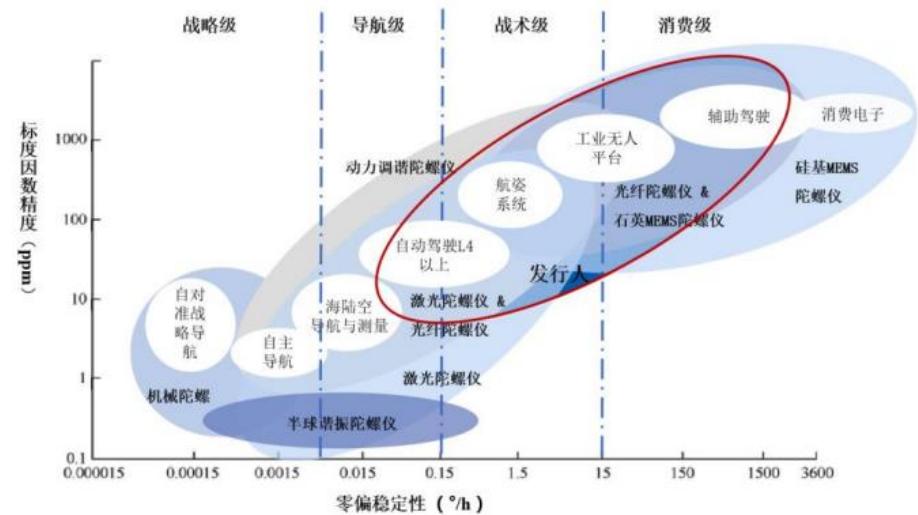
资料来源：芯动联科公告，民生证券研究院

图34：陀螺仪客户试量产项目数与产生收入稳步上升



资料来源：芯动联科公告，民生证券研究院

公司 MEMS 陀螺仪产品达到同行业厂商代表性产品性能水平。公司的陀螺仪 33 系列产品为公司目前性能较高的一款产品，在零偏稳定性、角度随机游走、标度因数精度等陀螺仪产品核心技术指标方面，皆接近甚至超过同行业厂商的主要产品。公司的高性能 MEMS 陀螺仪核心指标以及达到国际先进水平，也能达到部分光纤陀螺仪与激光陀螺仪等传统陀螺仪精度水平，有望替代传统光纤激光陀螺仪。

图35：公司陀螺仪产品性能水平


资料来源：芯动联科招股书，民生证券研究院

表9：同行业厂商 MEMS 陀螺仪产品核心技术指标对比

性能指标	指标说明	Honeywell (HG4930)	Silicon Sensing (CRH03)	Sensonor (STIM210)	芯动联科 (陀螺仪 33 系列)
零偏稳定性(°/h)	零偏稳定性指标越小,自主导航时间越长	0.25	0.12	0.3	≤0.1
角度随机游走(°//h)	反映角速率信号中白噪声的特性,姿态控制系统精度误差	0.04	0.017	0.15	≤0.05
标度因数精度(ppm)	动态输入下衡量陀螺测量准确度,数值越小测量精度越高	-	200	500	≤100

来源：Honeywell、Silicon Sensing、Sensonor 公司官网及其产品说明书，芯动联科招股书，民生证券研究院

公司目前正从事多个 MEMS 陀螺仪研发项目,共投入研发经费逾 5000 万元。公司第三代陀螺仪已于 2019 年实现规模量产,第四代陀螺仪预计在今年年底达到量产状态。公司陀螺仪在研项目将于 2023 年年底全部结项,预计将对公司收入产生积极影响。

表10：公司陀螺仪在研项目

项目名称	立项时间	预计结项时间	研发目标
工业级陀螺仪	2018 年 6 月	2023 年 6 月	研发并量产小尺寸单轴和三轴 MEMS 陀螺仪
高性能 Z 轴 MEMS 陀螺仪 4 代	2019 年 1 月	2023 年 12 月	量产下一代导航级 Z 轴 MEMS 陀螺仪
X 轴陀螺仪 36KHZ	2022 年 4 月	2023 年 12 月	实现 X 轴陀螺仪带电冲击能力的提升和转工艺
MEMS 惯性导航系统	2019 年 9 月	2023 年	研发并量产适用于 L3+ 自动驾驶的高性能 MEMS 惯性导航系统

来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

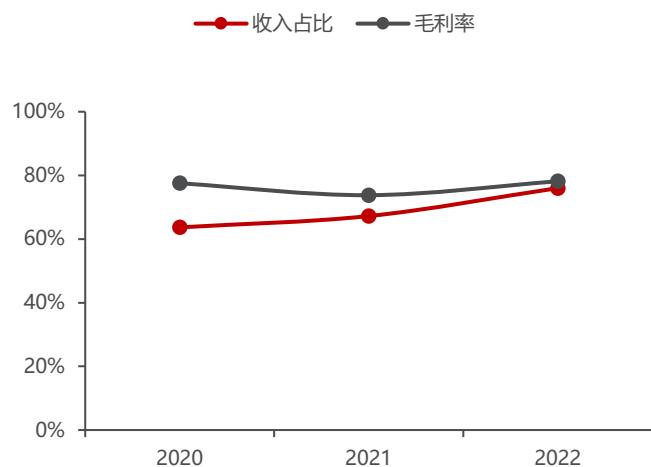
3.2.2 加速度计系列产品

2022 年公司加速度计收入为 1369.05 万元,收入规模相对于陀螺仪业务较小。2022 年收入同比下降,原因在于宏观因素影响导致加速度计 35 采购量减少,

使得加速度计业务收入下降。

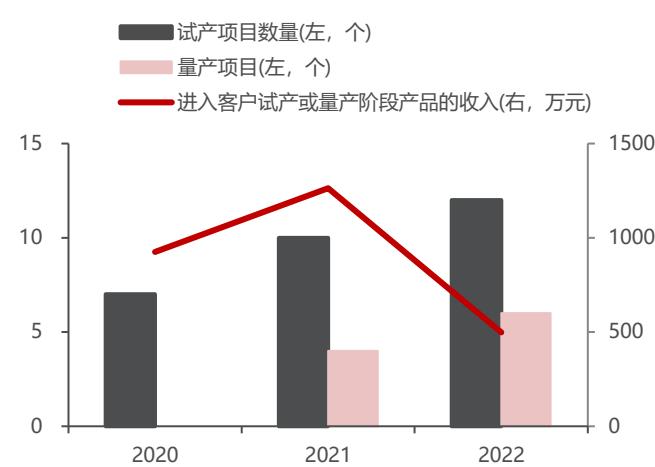
公司主要加速度计产品为加速度计 35 系列，占 2022 年加速度计产品总收入的 76.00%。近年来加速度计 35 系列销量增加，平均售价由于阶梯定价策略有所下降，但毛利率仍有所提升，2022 年毛利率升至 78.14%。

图36：公司加速度计 35 系列产品收入与毛利率情况



资料来源：芯动联科公告，民生证券研究院

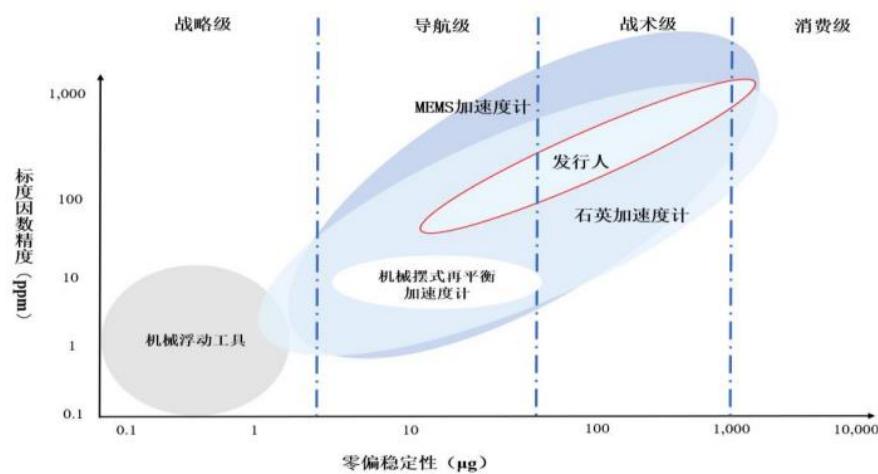
图37：加速度计客户试量产项目数与产生收入



资料来源：芯动联科公告，民生证券研究院

公司主要 MEMS 加速度计产品性能达到国际先进水平。公司 MEMS 加速度计主要产品 35 系列零偏稳定性为 $20\mu\text{g}$ ，标度因数精度低于 500ppm，两大核心性能指标皆满足导航级加速度计的要求。2018 年公司高性能 MEMS 加速度计实现量产，可代替目前传统石英加速度计与传统机械加速度计，实现低成本批量生产。

图38：公司加速度计产品性能情况



资料来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

表11：同行业厂商 MEMS 加速度计产品核心技术指标对比

性能指标	指标说明	Honeywell (HG4930)	Colibrys (MS1030)	美泰科技 (8000D)	ADI (ADXL357)	芯动联科 (加速度计 35 系列)
零偏稳定性 (ug)	零偏稳定性指标越小，自主导航时间越长	25	30	≤100	10	≤20
线速度随机游走 (ug/√hz)	反映加速度信号中白噪声的特性,姿态控制系统精度的主要误差源	30	100	50	110	≤30
标度因数精度 (ppm)	动态输入下衡量加速度计测量是否准确,数值越小测量精度越高	500	2000	3000	13000	≤500

来源：Honeywell、Colibrys、美泰科技、ADI 公司官网及其产品说明书，芯动联科招股书，民生证券研究院

3.3 募投项目情况

公司计划募集资金 10 亿，投入共 4 个建设项目：

1) 高性能及工业级 MEMS 陀螺开发及产业化项目：沿高性能与工业级两个方向拓展产品系列。提高 Z 轴陀螺仪精度与环境适应能力，满足复杂工作条件下精确测量需求；同时开发小体积、低成本 Z 轴陀螺仪和单片 3 轴陀螺仪，提升公司在 MEMS 惯性传感器领域的核心竞争力。

2) 高性能及工业级 MEMS 加速度计开发及产业化项目：在谐振式高性能加速度计和工业级三轴加速度计的研发基础上，实现高性能及工业级 MEMS 加速度计的量产。

3) 高精度 MEMS 压力传感器开发及产业化项目：在惯性传感器的研发基础之上，针对高性能 MEMS 传感器的未来发展方向，开发高精度 MEMS 压力传感器，并预期在航空电子、工业制造、高铁车辆控制等领域实现广泛应用。

4) MEMS 器件封装测试基地建设项目：实现高性能 MEMS 传感器以及工业级 MEMS 传感器的封装生产，并可实现定制化封装；使公司具备圆片级测试能力，同时为 MEMS 封测工艺研发优化提供便利条件。

表12：公司募投项目

项目名称	项目建设期	计划投资金额 (万元)
高性能及工业级 MEMS 陀螺开发及产业化项目	三年	22979.75
高性能及工业级 MEMS 加速度计开发及产业化项目	三年	14661.33
高精度 MEMS 压力传感器开发及产业化项目	三年	15669.52
MEMS 器件封装测试基地建设项目	三年	22166.12
补充流动资金		24523.28
合计		100000.00

来源：芯动联科招股说明书，民生证券研究院

4 盈利预测与投资建议

4.1 盈利预测假设与业务拆分

公司主要产品为 MEMS 陀螺仪、惯性测量单元、MEMS 加速度计、技术服务和其他业务。我们分业务探讨如下：

MEMS 陀螺仪：公司 MEMS 惯性陀螺仪下游应用领域包括测绘、雷达、卫星、勘探、5G 基站、高速铁路、机器人等。目前下游产品应用场景不断丰富，拓展了航空、机器人等场景，加之公司高性能 MEMS 陀螺仪具有小型化、低成本、高集成的优势，推动 MEMS 陀螺仪在高性能惯性领域的应用更加广泛。公司是国内目前为数不多的可实现高性能 MEMS 陀螺仪稳定量产的公司，MEMS 陀螺仪产品核心性能指标已达国际先进水平，并实现批量化生产应用，智能化程度高，第四代高性能陀螺仪正在验证阶段，未来有望提供营收增长。随着高性能 MEMS 陀螺仪精度提升，在精度要求较高的领域如战术级应用场景已经可以成功替代激光陀螺仪和光纤陀螺仪，且正在逐步渗透导航级应用场景，并凭借高性价比、小型化和高集成优势，市场空间进一步扩大。综合分析，我们预计 MEMS 陀螺仪业务在 2023-2025 年营收可达 2.6/3.66/5.13 亿元，同比增速 42/41/40%，毛利率预计为 86.5/86/85.5%。

惯性测量单元：公司 MEMS 惯性测量单元可应用于自动驾驶领域，辅助 GPS 导航，在卫星信号较弱时根据惯性测量单元仍可得到较高精度的位置信息，有利于提高用户体验，产品具备竞争力。且公司高精度 MEMS 惯性测量单元也应用于信息化测绘，预计未来高精度 MEMS 惯性测量单元将进一步在信息化测绘体系中拓展市场份额，利于公司营收增长。在高可靠领域应用方面，随着高可靠领域市场空间进一步扩大，且 MEMS 惯性测量单元的高性价比有利于替代原有的成本较高、体积较大的传统高可靠惯性器件，为公司带来增量市场；此外，下游自动驾驶需求增长潜力较大，据 iiMedia Research 预测，全球无人驾驶汽车市场规模预计 2024-2025 年增速达 60%以上。我们预计惯性测量单元业务 2023-2025 年营收可达 0.18/0.28/0.43 亿元，同比增速 80/60/50%，毛利率预计为 77/76/75%。

MEMS 加速度计：目前公司主要量产加速度计 35 系列，产品性能优异，处于国际先进水平，下游客户导入量增加。公司 MEMS 加速度计用途涵盖惯性导航、平台稳定、姿态感知和状态检测，下游应用领域包括飞行体导航、机器人、卫星、工业设备、桥梁、5G 基站等。公司 MEMS 加速度计具有高灵敏度、功耗低等良好性能，加速度计核心性能指标可达到导航级精度水平，低成本化、批量化生产特性使得 MEMS 加速度计可替代目前传统的石英加速度计和机械加速度计，下游市场空间有望拓展。2022 年，芯动联科客户 A 的下游客户项目受宏观因素影响推后，导致加速度计 35 型号采购量减少，而加速度计 35 系列是公司加速度计主要营收来源，故 2022 年公司加速度计收入下降。2023 年上半年公司 MEMS 加速度计实现营收 722.56 万元，同比增长 40.68%。我们预计 MEMS 加速度计业务

2023-2025 年营收可达 0.18/0.23/0.3 亿元，同比增速 32/30/28%，毛利率预计为 78/79/79%。

技术服务：公司提供 MEMS 惯性传感器相关的技术服务，掌握成熟化、系统化的 MEMS 惯性传感器芯片设计和工艺方案，可满足客户定制化 MEMS 工艺开发验证需求，且由于具备丰富经验和领先技术，拥有较高议价能力。因此，我们预计技术服务 2023-2025 年营收可达 0.30/0.44/0.61 亿元，同比增速 50/45/40%，毛利率预计为 90/90/90%。

其他业务：公司其他业务收入为原材料销售收入。原材料销售收入占公司营业收入比重较小，毛利率维持较稳定水平。我们预计原材料销售业务 2023-2025 年营收为 23/27/33 万元，同比增速 20/20/20%，毛利率预计为 16/16/16%。

表13：芯动联科分业务营收情况

		2022	2023E	2024E	2025E
MEMS 陀螺仪	营收 (百万元)	182.91	259.73	366.22	512.71
	YOY	37.43%	42.00%	41.00%	40.00%
	毛利率	86.50%	86.50%	86.00%	85.50%
惯性测量单元	毛利 (百万元)	158.22	224.67	314.95	438.37
	营收 (百万元)	9.87	17.77	28.43	42.64
	YOY	867.65%	80.00%	60.00%	50.00%
MEMS 加速度计	毛利率	76.68%	77.00%	76.00%	75.00%
	毛利 (百万元)	7.57	13.68	21.60	31.98
	营收 (百万元)	13.69	18.07	23.49	30.07
技术服务	YOY	-37.03%	32.00%	30.00%	28.00%
	毛利率	78.71%	78.00%	79.00%	79.00%
	毛利 (百万元)	10.78	14.10	18.56	23.76
其他业务	营收 (百万元)	20.19	30.29	43.91	61.48
	YOY	101.90%	50.00%	45.00%	40.00%
	毛利率	90.65%	90.00%	90.00%	90.00%
其他业务	毛利 (百万元)	18.30	27.26	39.52	55.33
	营收 (百万元)	0.19	0.23	0.27	0.33
	YOY	-20.83%	20.00%	20.00%	20.00%
其他业务	毛利率	16.39%	16.00%	16.00%	16.00%
	毛利 (百万元)	0.03	0.04	0.04	0.05

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

期间费用率假设：考虑到公司未来营收增长，以及公司产品性能优异、营销需求较小，未来销售费用率将保持稳定，我们预计 2023-2025 年销售费用率分别为 1.8%/1.8%/1.8%；随着公司经营规模进一步扩大，管理费用增长幅度低于营收增长幅度，我们预计 2023-2025 年管理费用率分别为 10.2%/10%/9.8%；公司处于产品研发投入期，预计研发费用持续增长，但由于公司产线不断成熟，预期研发增长幅度小于营收规模增长幅度，我们预计 2023-2025 年研发费用率分别为 24%/23.5%/23%；由于公司现金流充裕，后续有望产生可观的利息收入，我们预计 2023-2025 年财务费用率分别为 -2.93%/-3.18%/-1.97%。

表14：期间费用率假设

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
销售费用 (百万元)	3.24	3.98	5.87	8.32	11.65
销售费用率 (%)	1.95%	1.75%	1.80%	1.80%	1.80%
管理费用 (百万元)	16.22	23.77	33.26	46.23	63.43
管理费用率 (%)	9.77%	10.48%	10.20%	10.00%	9.80%
研发费用 (百万元)	40.51	55.75	78.26	108.65	148.86
研发费用率 (%)	24.39%	24.57%	24.00%	23.50%	23.00%
财务费用 (百万元)	0.21	0.49	-9.56	-14.69	-12.74
财务费用率 (%)	0.13%	0.21%	-2.93%	-3.18%	-1.97%

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

综上，我们预计公司 2023-2025 年营收分别为 3.26/4.62/6.47 亿元，公司 2023-2025 年归母净利润为 1.6/2.4/3.3 亿元。

表15：盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入 (百万元)	227	326	462	647
增长率 (%)	36.6	43.7	41.8	40.0
归属母公司股东净利润 (百万元)	117	163	237	325
增长率 (%)	41.2	40.2	44.9	37.0
每股收益 (元)	0.29	0.41	0.59	0.81
PE	133	95	66	48
PB	25.3	7.3	6.6	5.8

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；(注：股价为 2023 年 8 月 22 日收盘价)

4.2 估值分析与投资建议

公司主要产品为 MEMS 惯性陀螺仪、惯性测量单元、MEMS 惯性加速度计、技术服务和其他服务。消费级 MEMS 传感器产品领域，国内对标主要有敏芯股份；非制冷红外热成像 MEMS 芯片国内对标主要有睿创微纳；从事 MEMS 或同类产品产业链企业包括生产 MEMS 组合导航的星网宇达、主要产品为惯导系统和光纤陀螺仪的理工导航。目前国内暂无与公司在细分领域完全可比的竞争公司，为便于比较财务数据，我们选取敏芯股份、睿创微纳、星网宇达、理工导航等产品同属于 MEMS 传感器但应用领域不同的 A 股上市公司作为可比公司，可比公司对应 2023-2025 年 PE 均值为 51/27/19 倍。

我们预计 2023-2025 年公司归母净利润为 1.6/2.4/3.3 亿元，对应 PE 为 95/66/48 倍。1) 公司为国内高性能 MEMS 惯性传感器龙头，是目前为数不多的实现高性能 MEMS 陀螺仪稳定规模量产的公司之一；2) 公司 MEMS 陀螺仪、加速度计等产品核心技术指标和性能达到国际领先水平，产品精度和性能要求高，具有充分技术壁垒；3) 公司研发投入业内领先，维持核心产品及技术优势，2020-2022 年研发费用率均高于可比公司；4) 高性能 MEMS 惯性传感器领域国产化率低，国产替代空间广阔，且公司未来开拓下游汽车、机器人等下游市场打开新增长点。5) 公司 2023-2025 年 CAGR 为 41%，高于敏芯股份、睿创微纳、星网宇达三家可比公司，可比公司理工导航主营国防军工惯导产品，受益于“十四五”背景下我国军工国产替代加速，下游国防系统市场空间广阔，CAGR 较高，与公司主营业务不完全重叠。考虑公司为国内高性能 MEMS 惯性传感器龙头，产品性能比肩国际先进产品，竞争力强，研发工艺壁垒较高，国产替代空间广阔，且未来开拓下游汽车、机器人等市场打开新增长点，首次覆盖，给予“推荐”评级。

表16：可比公司 PE 数据对比

股票代码	公司简称	收盘价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			2023-2025 CAGR
			2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	
688286.SH	敏芯股份	48.43	0.54	1.18	1.70	90	41	28	30%
688002.SH	睿创微纳	47.49	1.02	1.44	2.02	47	33	24	30%
002829.SZ	星网宇达	29.08	1.49	2.06	2.56	20	14	11	24%
688282.SH	理工导航	46.75	0.94	2.14	3.28	50	22	14	93%
平均估值						51	27	19	
688582.SH	芯动联科	38.84	0.41	0.59	0.81	95	66	48	41%

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；

(注：股价为 2023 年 8 月 22 日收盘价；未覆盖公司数据采用 wind 一致预期)

5 风险提示

1) 下游需求不及预期的风险。公司经营业绩增长主要受下游需求增长和国产化替代加速的影响，国内外宏观环境因素若发生不利变化如部分国家贸易和科技保护措施进一步升级、国际贸易摩擦加剧、突发重大全球公共卫生事件等造成全球经济波动，将会造成公司相关成本费用提升和下游需求下降，可能对公司未来经营业绩造成不利影响。

2) 研发进展不及预期的风险。公司核心竞争力为研发能力强、产品迭代节奏领先以及产品性能比肩国际领先产品，随着市场竞争进一步加剧、下游客户产品应用领域拓展，公司对于产品迭代和新产品、新技术研发的需求将进一步增加。若公司无法保持核心技术优势、研发进展不及预期或不符合客户要求，将对公司业绩产生不利影响。

3) 技术人员变动的风险。公司作为高性能 MEMS 惯性传感器芯片设计公司，技术人员以及核心技术是公司维持领先研发水平和研发续航能力的重要保障，目前我国高性能硅基 MEMS 传感器研发和设计的人才相对稀缺，若随着市场竞争加剧，公司无法加强核心人才引进和保护，将产生技术人员变动和流失风险，对公司未来研发进步和业绩增长造成不利影响。

4) 竞争格局变化的风险。公司产品虽然现已达到国际领先性能水平，但与国际惯性技术知名厂商 Honeywell、ADI 等企业的知名度和行业竞争力仍然存在较大差距，公司市场份额和经营规模较小，缺乏自建晶圆产线和完备的产线配套设施，生产能力不及国际龙头厂商。若公司无法拓展产品市场影响力，可能随着市场竞争加剧而处于不利地位。

公司财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入	227	326	462	647
营业成本	32	49	68	98
营业税金及附加	2	4	5	7
销售费用	4	6	8	12
管理费用	24	33	46	63
研发费用	56	78	109	149
EBIT	113	156	227	319
财务费用	0	-10	-15	-13
资产减值损失	0	0	0	0
投资收益	4	5	6	7
营业利润	117	171	247	338
营业外收支	0	0	0	0
利润总额	117	170	247	338
所得税	0	7	10	14
净利润	117	163	237	325
归属于母公司净利润	117	163	237	325
EBITDA	129	173	248	345

资产负债表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	123	1248	1082	1045
应收账款及票据	215	279	396	557
预付款项	24	36	51	73
存货	50	66	92	134
其他流动资产	139	142	143	145
流动资产合计	551	1772	1765	1953
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	7	10	15	22
无形资产	61	60	60	59
非流动资产合计	111	403	654	806
资产合计	662	2175	2419	2760
短期借款	0	0	0	0
应付账款及票据	3	5	6	9
其他流动负债	36	28	35	49
流动负债合计	39	33	41	58
长期借款	0	0	0	0
其他长期负债	8	9	8	7
非流动负债合计	8	9	8	7
负债合计	47	42	50	65
股本	345	400	400	400
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	615	2133	2370	2694
负债和股东权益合计	662	2175	2419	2760

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	36.58	43.74	41.78	39.99
EBIT 增长率	41.15	38.79	44.83	40.76
净利润增长率	41.16	40.18	44.95	37.01
盈利能力 (%)				
毛利率	85.92	85.12	85.37	84.90
净利润率	51.40	50.13	51.25	50.16
总资产收益率 ROA	17.61	7.52	9.79	11.76
净资产收益率 ROE	18.96	7.66	10.00	12.05
偿债能力				
流动比率	14.06	53.77	42.87	33.67
速动比率	12.17	50.60	39.35	30.07
现金比率	3.15	37.88	26.28	18.01
资产负债率 (%)	7.12	1.94	2.05	2.37
经营效率				
应收账款周转天数	286.24	260.00	260.00	260.00
存货周转天数	570.60	500.00	500.00	500.00
总资产周转率	0.38	0.23	0.20	0.25
每股指标 (元)				
每股收益	0.29	0.41	0.59	0.81
每股净资产	1.54	5.33	5.92	6.74
每股经营现金流	0.17	0.19	0.26	0.34
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
估值分析				
PE	133	95	66	48
PB	25.3	7.3	6.6	5.8
EV/EBITDA	119.55	82.42	58.39	42.01
股息收益率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
现金流量表 (百万元)				
净利润	117	163	237	325
折旧和摊销	16	17	21	26
营运资金变动	-64	-106	-156	-218
经营活动现金流	67	77	104	136
资本开支	-24	-314	-268	-173
投资	89	0	0	0
投资活动现金流	70	-300	-262	-166
股权募资	0	1354	0	0
债务募资	0	-1	-3	0
筹资活动现金流	-21	1348	-9	-7
现金净流量	115	1125	-166	-37

插图目录

图 1: 芯动联科产品布局.....	3
图 2: 芯动联科发展历程.....	4
图 3: 2020-2022 公司前五名客户销售收入 (万元) 和营收占比 (%)	5
图 4: 2020-2022 年公司主要产品销售价格变动情况 (元/只)	5
图 5: 芯动联科股权结构 (截至 2023 年 6 月 27 日)	6
图 6: 2020- 2023H1 公司营收 (万元) 及增速 (%)	8
图 7: 2020- 2023H1 归母净利润 (万元) 及增速 (%)	8
图 8: 2020-2023H1 公司毛利率和净利率 (%)	8
图 9: 2020-2023H1 公司期间费用率 (%)	8
图 10: 2020-2022 年公司主营业务分产品营收 (万元)	9
图 11: 2020-2022 公司主营业务分产品毛利率 (%)	9
图 12: 2020-2022 公司陀螺仪营收——分性能 (万元)	10
图 13: 2020-2022 加速度计营收——分性能 (万元)	10
图 14: 2020-2022 公司主营产品按下游应用分类营收 (万元)	11
图 15: 2020-2022 公司主营产品按下游应用领域分类毛利率 (%)	11
图 16: 2020-2022 公司研发费用 (万元)	11
图 17: 2020-2022 年芯动联科与可比公司研发费用率 (%)	11
图 18: 典型 MEMS 器件 (MEMS 陀螺仪) 内部结构示意图	13
图 19: MEMS 产业链示意图	14
图 20: 全球 MEMS 行业市场规模预测 (亿美元)	14
图 21: 全球 MEMS 惯性传感器市场规模 (亿美元)	15
图 22: MEMS 产品在高端工业领域的市场规模及预测 (亿美元)	16
图 23: 2010-2019 年全球卫星产业规模 (亿美元)	16
图 24: 全球无人驾驶汽车市场规模 (亿元, %)	17
图 25: 全球无人机市场规模 (亿美元, %)	17
图 26: 2021 年 MEMS 陀螺仪占工业级陀螺仪市场份额达 86% (亿美元)	17
图 27: IMU 在自动驾驶中可协助精准定位和安全行驶	18
图 28: INS (IMU 为核心部件) +GNSS 原理	18
图 29: 2021Q1-2022Q4 中国 L2 级自动驾驶乘用车渗透率 (%)	19
图 30: 2023E-2027E 全球各级别自动驾驶渗透率 (%)	19
图 31: UCLA ARTEMIS 人形机器人的下半身	20
图 32: 海外龙头主导高性能 MEMS 惯性传感器市场	22
图 33: 公司陀螺仪系列产品收入占比	23
图 34: 陀螺仪客户试量产项目数与产生收入稳步上升	23
图 35: 公司陀螺仪产品性能水平	24
图 36: 公司加速度计 35 系列产品收入与毛利率情况	25
图 37: 加速度计客户试量产项目数与产生收入	25
图 38: 公司加速度计产品性能情况	25

表格目录

盈利预测与财务指标	1
表 1: 芯动联科核心技术人员介绍	7
表 2: 截至 2022 年 12 月 31 日公司在研项目 (单位: 万元)	12
表 3: MEMS 产品类型一览	13
表 4: MEMS 惯性传感器应用领域	15
表 5: 主流车厂乘用车定位方案	19
表 6: 各人形机器人产品 IMU 方案	20
表 7: 公司 IMU 在研项目	21
表 8: 行业内厂商惯性传感器布局情况	22
表 9: 同行业厂商 MEMS 陀螺仪产品核心技术指标对比	24

表 10: 公司陀螺仪在研项目	24
表 11: 同行业厂商 MEMS 加速度计产品核心技术指标对比	26
表 12: 公司募投项目	26
表 13: 芯动联科分业务营收情况.....	28
表 14: 期间费用率假设	29
表 15: 盈利预测与财务指标.....	29
表 16: 可比公司 PE 数据对比	30
公司财务报表数据预测汇总.....	32

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接受到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5%~15%之间
	中性	相对基准指数涨幅-5%~5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5%~5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（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。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。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而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026