

集成电路

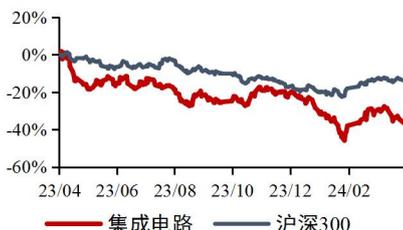
MEMS 惯性传感器专题报告 领先大市-A(维持)

大浪淘沙始见金，关注 MEMS 惯性传感器产业链优质标的

2024 年 4 月 9 日

行业研究/行业专题报告

集成电路板块近一年市场表现



资料来源：最闻

首选股票	评级
688582.SH 芯动联科	增持-A

相关报告：

【山证集成电路】车载以太网芯片需求持续增长，自主可控方兴未艾-【山证新股】车载以太网专题报告 2023.7.4

分析师：

叶中正

执业登记编码：S0760522010001

电话：

邮箱：yeyzhongzheng@sxzq.com

徐风

执业登记编码：S0760519110003

邮箱：xufeng@sxzq.com

研究助理：

冯瑞

邮箱：fengrui@sxzq.com

投资要点：

➢ MEMS 惯性传感器产业链可划分为上游器件（含设计、生产、封装、标定测试等）、中游模组、下游系统、终端应用。芯片/组件等元器件位于产业链上游，是产业链中游惯性模组厂商使用的基础核心惯性元器件，此类惯性元器件主要用于自主测量和反馈物体运动速度和角度的变化，并与卫星等其他导控模块形成惯性导航系统、组合惯性系统等，经下游应用端客户集成在相关设备中发挥惯性导航、惯性测量和惯性稳控的作用。MEMS 惯性传感器产品最终可应用于消费级（消费电子）、战术级（测绘、资源勘探等高端工业、车辆和飞行体）、导航级（航空、长航时无人系统）、战略级（航天、航海）等领域。

➢ 上游器件是功能实现核心，建议关注设计、生产、封测等环节优质标的。具体而言：①设计环节：目前从事 MEMS 惯性传感器元器件设计的国产厂商数量已初具规模，但不同厂商的业务范围和性能仍有较大差距。在 MEMS 惯性传感器元器件中，陀螺仪和加速度计最为核心，磁力计通常作为辅助或补充因而重要性次于陀螺仪和加速度计。通过比较分析，我们的建议是：在 MEMS 陀螺仪和加速度计领域，重点把握芯动联科（688582.SH）的投资机会，并关注明皜传感（A23224.SH）的上市进展；在磁力计或磁传感器领域，可优先考虑进展更快的灿瑞科技（688061.SH），并关注纳芯微（688052.SH）的磁传感器产品进展。②生产环节：我国 MEMS 产品加工制造环节长期处于相对薄弱状态，先进的代工厂较为稀缺，近年来也在持续加快 MEMS 产线布局。通过比较分析，建议高度重视赛微电子（300456.SZ）投资机会及其盈利能力恢复。③封测环节：国内的 MEMS 封装技术比较成熟，拥有较为成熟的工艺和数量众多的封装产线。考虑到测试成本为传感器成本的重要组成部分，建议关注具备 MEMS 惯性传感器标定测试能力的芯动联科（688582.SH）、明皜传感（A23224.SH）等。

➢ 中游模组或为将来的主要应用形态，建议关注车规进展更快的相关标的。除具备 MEMS 惯性传感核心元件设计能力的厂商向下游拓展以外，目前从事 MEMS IMU 模组生产的厂商还包括不具备核心元件设计能力但车规经验丰富的一些厂商。通过比较分析，我们建议重点关注已完成定点的华依科技（688071.SH）和已实现出货的中海达（300177.SZ），并重视自动驾驶向更高级别演进给高精度 IMU 厂商带来的机会。

➢ 下游系统为当前主要应用形态，建议关注市场地位更加优越的相关标的。从事 MEMS 惯性导航系统/组合导航系统研发生产的公司以上游具备



请务必阅读最后一页股票评级说明和免责声明

1





IMU 生产能力的厂商为主，也有部分在卫星导航定位领域具有优势的公司。基于车用进展和市场地位考虑，我们建议重点关注经纬恒润（688326.SH）及华测导航（300627.SZ）。

风险提示：MEMS 技术升级和迭代失败的风险；人形机器人技术方案存在不确定性及产业化不及预期的风险；高等级自动驾驶迭代进度不及预期的风险。

目录

1. MEMS 惯性传感器产业链及相关公司梳理.....	5
1.1 上游器件是功能实现核心，建议关注设计、生产、封测等环节优质标的.....	6
1.1.1 设计环节：重点把握芯动联科投资机会，并关注明皊传感上市进展.....	6
1.1.2 生产环节：高度重视赛微电子投资机会及其盈利能力恢复.....	13
1.1.3 封测环节：国内封装技术成熟，可关注具备标定测试能力的芯动联科等.....	16
1.2 中游模组或为将来的主要应用形态，建议关注车规进展更快的相关标的.....	17
1.3 下游系统为当前主要应用形态，建议关注市场地位更加优越的相关标的.....	22
2. 投资建议.....	26
3. 风险提示.....	27

图表目录

图 1： MEMS 惯性传感器产业链情况.....	5
图 2： 营收同比增速情况（%）.....	11
图 3： 净利润同比增速情况（%）.....	11
图 4： 毛利率情况（%）.....	11
图 5： 净利率情况（%）.....	11
图 6： 研发费用率情况（%）.....	12
图 7： 管理费用率情况（%）.....	12
表 1： 从事 MEMS 惯性传感器核心元器件设计的代表性公司情况梳理.....	6
表 2： MEMS 惯性传感器核心元器件上市/待上市公司概况.....	9
表 3： 2022-2025 年 PS 估值对比.....	12
表 4： 国内代表性 MEMS 晶圆产线情况.....	14

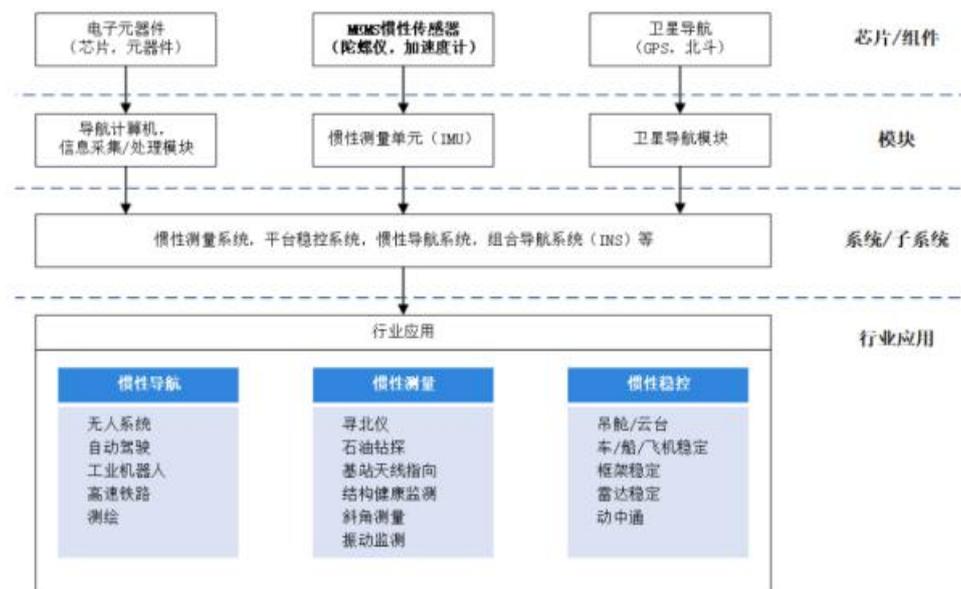


表 5: MEMS 晶圆代工上市公司概况.....	16
表 6: 国内代表性 MEMS 封装产线情况.....	17
表 7: 从事 MEMS IMU 模组生产的代表性公司情况梳理.....	18
表 8: MEMS IMU 模组上市公司概况.....	21
表 9: 从事 MEMS 惯性导航系统/组合导航系统代表性相关公司情况梳理.....	22
表 10: MEMS 惯性导航系统/组合导航系统上市公司概况.....	24

1. MEMS 惯性传感器产业链及相关公司梳理

MEMS 惯性传感器产业链可划分为上游器件（含设计、生产、封装、标定测试等）、中游模组、下游系统、终端应用。芯片/组件等元器件位于产业链上游，是产业链中游惯性模组厂商使用的基础核心惯性元器件，此类惯性元器件主要用于自主测量和反馈物体运动速度和角度的变化，并与卫星等其他导控模块形成惯性导航系统、组合惯性系统等，经下游应用端客户集成在相关设备中发挥惯性导航、惯性测量和惯性稳控的作用。根据核心元器件性能由低到高，MEMS 惯性传感器产品最终可应用于消费级（消费电子）、战术级（测绘、资源勘探等高端工业、车辆和飞行体）、导航级（航空、长航时无人系统）、战略级（航天、航海）等领域。以 MEMS 陀螺仪为例：①消费级产品零偏稳定性 $>15^{\circ}/h$ ，标度因数精度 $>1000ppm$ ，角度随机游走 $>0.5^{\circ}/\sqrt{h}$ ；②战术级产品零偏稳定性 $0.15-15^{\circ}/h$ ，标度因数精度 $100-1000ppm$ ，角度随机游走 $0.05-0.5^{\circ}/\sqrt{h}$ ；③导航级产品零偏稳定性 $0.01-0.15^{\circ}/h$ ，标度因数精度 $1-100ppm$ ，角度随机游走 $0.01-0.05^{\circ}/\sqrt{h}$ ；④战略级产品零偏稳定性 $<0.01^{\circ}/h$ ，标度因数精度 $<1ppm$ ，角度随机游走 $<0.01^{\circ}/\sqrt{h}$ 。

图 1：MEMS 惯性传感器产业链情况



资料来源：芯动联科招股书，山西证券研究所

1.1 上游器件是功能实现核心，建议关注设计、生产、封测等环节优质标的

1.1.1 设计环节：重点把握芯动联科投资机会，并关注明皜传感上市进展

目前从事 MEMS 惯性传感器元器件设计的国产厂商数量已初具规模，但不同厂商的业务范围和产品性能仍有较大差距。在 MEMS 惯性传感器元器件中，陀螺仪和加速度计最为核心，磁力计通常作为辅助或补充因而重要性次于陀螺仪和加速度计。①目前具备 MEMS 陀螺仪或加速度计设计能力的国产厂商主要有芯动联科、明皜传感（苏州固得子公司）、士兰微、星网宇达、深迪半导体、矽睿科技、美泰科技等，其中同时具备 MEMS 陀螺仪或加速度计设计能力的主要是芯动联科、士兰微、美泰科技、中星测控、微元时代等。从产品性能来看，芯动联科和美泰科技的导航级、战术级产品性能远高于士兰微的消费级产品，且芯动联科是高性能 MEMS 惯性传感器元器件设计厂商中唯一一家上市公司。从应用领域来看，目前国产厂商虽未在人形机器人应用上有实质性进展，但大部分厂商在车规领域均有应用或验证，未来拓展人形机器人应用可能性较大。②目前具备磁力计或底层磁传感器技术的国产厂商主要有深迪半导体、矽睿科技、美新半导体、多维科技、灿瑞科技、纳芯微等，且仅有灿瑞科技和纳芯微为 A 股上市公司。从应用领域来看，消费电子、工业、汽车为主要应用场景而人形机器人领域暂无应用，但灿瑞科技明确表示三轴磁力计产品可应用于人形机器人领域，基于当前时点判断，磁力计的大规模应用或需等待人形机器人性能要求进一步增强带来 9 轴 IMU 产品渗透率提升。

表 1：从事 MEMS 惯性传感器核心元器件设计的代表性公司情况梳理

证券代码	公司名称	公司简介	产品类型	产品情况	车规进展	人形机器人进展
688582.SH	芯动联科	主要从事高性能硅基 MEMS 惯性传感器芯片的研发、测试与销售	MEMS 陀螺仪和 MEMS 加速度计	精度可达到导航级，主要应用于高可靠领域	在研项目涵盖车规级适用于 L3+自动驾驶的高性能 MEMS IMU、汽车级功能安全 6 轴 MEMS IMU，预期研发项目将尽快量产	公司产品可以应用于人形机器人，但没有与人形机器人厂家直接签署合同，目前应该主要是由公司下游的模组客户来供应
A23224.SH	明皜传感	主要从事 MEMS 加速度计芯片产品的研发、设计和销售	MEMS 加速度计	以消费级为主，主要应用于消费电子、物联网、车载	前装市场：产品已通过 AEC-Q100 认证，并主要应用于 T-BOX、智能钥匙等汽车智能交互系统。后装市场：产品主要应用于行车记录仪、车载定位器等领域	产品未用在机器人上

证券代码	公司名称	公司简介	产品类型	产品情况	车规进展	人形机器人进展
600460.SH	士兰微	目前国内为数不多的 IDM 模式综合型半导体产品公司	MEMS 陀螺仪和 MEMS 加速度计	主要应用于消费电子领域	暂无	暂无
002829.SZ	星网宇达	致力于惯性技术开发与产业化的领军企业	MEMS 陀螺仪	精度可达战术级	公司最早将惯导应用于无人驾驶领域，在民用领域重点参与包括百度、美团等自动驾驶项目，产品主要用于物流车的自动驾驶	在民用领域，公司的惯导产品可应用于人形机器人，但目前尚未与机器人领域相关的公司进行合作
688282.SH	理工导航	主要从事惯性导航系统及其核心部件的研发、生产和销售	MEMS 陀螺仪	精度可达战术级	公司有产品可应用于无人驾驶领域，已提供样机给合作单位测试	暂无
688286.SH	敏芯股份	以 MEMS 传感器研发与销售为主的半导体芯片设计公司	MEMS 加速度计	以消费级为主	暂无	暂无
--	深迪半导体	中国首家研发设计商用消费级和汽车级 MEMS 陀螺仪系列惯性传感器的公司	MEMS 陀螺仪、磁强计	消费级和汽车级	6 轴 IMU+GNSS 可用于汽车导航，未来新一代 6 轴 IMU 产品还将能满足先进的自动驾驶系统的需求	暂未用于人形机器人，但已在各类工业/商用/家用机器人实现应用
--	矽睿科技	主要从事 MEMS 传感器和磁性传感器芯片的设计、制造以及增值应用与服务	MEMS 加速度计、磁力计	以消费级为主	暂无	暂未用于人形机器人，但已在无人机、扫地机器人等实现应用
--	美泰科技	集研发、设计、制造、封装测试和系统集成为一体的 MEMS IDM 创新企业	MEMS 陀螺仪和 MEMS 加速度计	精度可达战术级	部分产品可应用于汽车领域实现电子稳定程序、平衡测量、无人驾驶等功能	暂无
--	美新半导体	中国最早的 IDM 模式惯性传感器供应商之一，中国惯性传感器领域的领先企业	MEMS 加速度计、磁传感器	主要应用于消费电子、汽车、工业、物联网、医疗领域	向全球汽车客户批量供货时间已超过 20 年，在电子稳定控制系统、电子刹车、防侧翻、主动悬挂系统等领域表现优越	暂无
--	中星测控	已成为中国乃	MEMS 陀	主要应用于飞行	暂无	暂无

证券代码	公司名称	公司简介	产品类型	产品情况	车规进展	人形机器人进展
		至全球知名的智能传感器专业制造商及物联网综合解决方案提供商	螺仪和MEMS加速度计	器安全系统、地震监测、试验台加速度测量、雷达天线稳定等		
--	微元时代	专门致力于MEMS陀螺仪、加速度计研发与生产和销售	MEMS陀螺仪和MEMS加速度计	以陀螺仪产品为例，零偏稳定性在5-20°/h，其应用场景应为消费级及部分战术级	应用场景包括无人驾驶	暂无，但应用场景包含工业机器人
--	北微传感	专注于惯性姿态传感器研发、制造、销售	MEMS陀螺仪	零偏稳定性在5-10°/h，其应用场景应为部分战术级	已在部分客户端实现自动驾驶/无人驾驶	暂无
--	多维科技	一家专注于磁传感器（TMR/GMR/AMR）的制造商	磁传感器	应用领域包括工业控制、民用表计、消费电子、金融机具、物联网、汽车、生物与医疗	在汽车引擎管理、传动装置、底盘和车身等领域均已有应用	暂无
A22670.SH (IPO终止)	赛卓电子	国内领先的车规级磁传感器芯片本土供应商	磁传感器	广泛应用于汽车电子和工业领域	部分产品已通过AEC-Q100可靠性测试认证，并且通过了ISO26262汽车功能安全管理体系认证，具备车规级芯片开发流程管控能力	暂无
688061.SH	灿瑞科技	智能磁传感器、模拟及数模混合集成电路的领先供应商之一	磁传感器	应用领域主要为消费电子、汽车、工业等	在车身控制、智能座舱等领域已有应用	三轴磁力计产品可应用于人形机器人，但还未达成实质性合作
688052.SH	纳芯微	聚焦高性能、高可靠性模拟集成电路研发和销售的集成电路设计企业，具有过硬的车规级芯片开发能力和丰富的量产、品控经验	磁传感器	应用领域主要为汽车、民用、工业等	在阀门角度传感器（节气门、EGR、球阀、膨胀阀等），油门踏板角度传感器，电子换挡器，雨刮器位置传感器，车身高度传感器等已有应用	暂无

资料来源：芯动联科招股书及投资者调研纪要，明皜传感招股书，士兰微官网及投资者问答，星网宇达官网及投资者问答，理工导航官网及投资者问答，敏芯股份官网，深迪半导体官网，矽睿科技官网，美泰科技官网，美新半导体官网，中星测控官网，微元时代官网，北微传感官网，多维科技官网，灿瑞科技官网及投资者问答，纳芯微官网，Wind，山西证券研究所

在 8 家 MEMS 惯性传感器核心元器件上市/待上市公司中，除芯动联科、明皜传感以外其余公司收入占比均较小。按照 MEMS 惯性传感器核心元器件收入占比进行划分，已列明的 8 家上市/待上市公司可以分为 4 大梯队：①第一梯队为芯动联科和明皜传感，其 MEMS 惯性传感器核心元器件收入占比在 85%以上，为公司主要收入来源。相比明皜传感，芯动联科产品类型更多、产品性能性能更好，但导入汽车级客户的进度偏慢。②第二梯队为灿瑞科技，其 MEMS 惯性传感器核心元器件收入占比超过 35%，且在磁传感器市场中地位突出，尽管已实现汽车供应商的批量供货，但就元器件重要性而言不及陀螺仪和加速度计。③第三梯队为士兰微、敏芯股份和纳芯微，其 MEMS 惯性传感器核心元器件收入占比在 3%-7%之间。其中，纳芯微主要供应重要性略低的磁传感器产品；士兰微和敏芯股份主要供应重要性程度更高的陀螺仪和加速度计产品，二者均为消费级产品且士兰微产品类型更加丰富。④第四梯队为星网宇达和理工导航，二者均在其官网披露具有高性能的 MEMS 陀螺仪产品，但未披露其 MEMS 惯性传感器核心元器件收入占比，预期目前仍以光纤等为主。（为方便比较，我们在后续的公司经营情况比较分析中将第四梯队的两家公司予以剔除）

表 2：MEMS 惯性传感器核心元器件上市/待上市公司概况

证券代码	公司名称	产品类型	产品进展	产品收入情况	产品收入占比
688582.SH	芯动联科	MEMS 陀螺仪和 MEMS 加速度计	公司高性能 MEMS 惯性传感器的核心性能指标达到国际先进水平，复杂环境下适应性强，目前公司产品已实现批量化应用。	2022 年，MEMS 陀螺仪和加速度计收入为 1.83、0.14 亿元，合计 1.97 亿元	2022 年，公司收入 2.27 亿元，MEMS 陀螺仪和加速度计合计占比 86.78%
A23224.SH	明皜传感	MEMS 加速度计	公司具有多年消费级 MEMS 传感器稳定高效的量产经验；车规级 MEMS 加速度计已向东软集团批量供货，并已导入比亚迪等汽车级客户。	2022 年，MEMS 加速度计收入为 1.95 亿元	2022 年，公司收入 1.98 亿元，MEMS 加速度计占比 98.48%。
600460.SH	士兰微	MEMS 陀螺仪和 MEMS 加速度计	国内大多数手机品牌厂商已在大批量使用公司加速度传感器，2022 年国内市场占有率已达到 20%以上。2022 年公司已在 8 寸	2022 年，公司 MEMS 传感器产品的营业收入达到 3.05 亿元	2022 年，公司收入 82.82 亿元，MEMS 传感器产品占比为 3.68%。

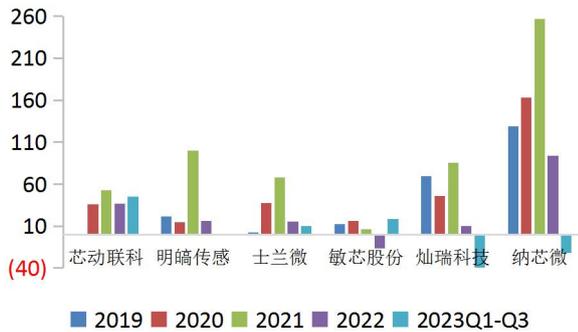
证券代码	公司名称	产品类型	产品进展	产品收入情况	产品收入占比
			线上实现了陀螺仪传感器小批量产出，目前正在市场拓展阶段。		
002829.SZ	星网宇达	MEMS 陀螺仪	根据公司官网，目前有 XW-GS1830 和 XW-GS1821 两款 MEMS 陀螺仪产品，可在各类应用场合实现对传统光纤陀螺仪的换代升级。	未披露	--
688282.SH	理工导航	MEMS 陀螺仪	根据公司官网，目前有 DH-M10A 系列 MEMS 陀螺组件产品，特别适应于恶劣环境应用。	未披露	--
688286.SH	敏芯股份	MEMS 加速度计	公司在业内率先推出采用核心技术生产的最小尺寸商业化三轴加速度计。	2022 年，公司 MEMS 惯性传感器收入 0.17 亿元	2022 年，公司收入 2.93 亿元，MEMS 惯性传感器占比为 5.80%。
688061.SH	灿瑞科技	磁传感器	磁传感器芯片的国产化率整体较低，公司目前在国内厂商中已占据领先地位。公司的磁传感器产品已实现汽车供应商的批量供货。	2021 年，公司智能传感器芯片收入 1.97 亿元，其中磁传感器芯片 1.89 亿元。2022 年，智能传感器芯片收入 1.06 亿元，未拆分磁传感器收入	2021 年，公司收入为 5.37 亿元，磁传感器芯片占比 35.20%。2022 年暂无数据。
688052.SH	纳芯微	磁传感器	2022 年公司推出磁传感器产品并实现在客户端的大规模量产	2022 年，公司传感器产品收入 1.11 亿元，含磁传感器、电流传感器、温湿度传感器、压力传感器等，未作详细拆分，但磁传感器产品正逐渐成为公司业务的新引擎。	2022 年，公司收入为 16.70 亿元，传感器产品占比 6.65%，磁传感器收入占比暂无数据。

资料来源：Wind，芯动联科招股书，明皜传感招股书，士兰微 2022 年报，敏芯股份 2022 年报，灿瑞科技 2022 年报，纳芯微 2022 年报，星网宇达官网，理工导航官网，山西证券研究所

从 6 家公司的业绩表现来看，芯动联科是近几年来营收和归母净利润增长最为稳健的公司，也是 2023 年业绩表现最好的公司。从复合增长情况来看，2019-2022 年芯动联科、明皜传感、士兰微、敏芯股份、灿瑞股份、纳芯微营收复合增速为 41.61%、38.83%、38.60%、1.00%、44.01%、162.73%；归母净利润复合增速为 45.41%、-207.24%、316.82%、-197.38%、80.79%、-401.88%。从同比增长情况来看，2019-2022 年芯动联科、明皜传感、士兰微、敏芯股份、灿瑞股份、纳芯微营业收入同比增速平均值为 41.82%、38.27%、30.90%、4.59%、52.84%、160.43%；归母净利润同比增速平均值为 45.72%、5.30%、597.07%、-157.66%、186.76%、128.91%。从

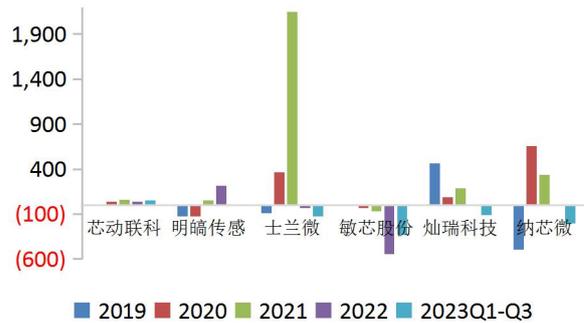
已公布的 2023 年前三季度业绩来看，芯动联科、士兰微、敏芯股份、灿瑞股份、纳芯微营业收入同比增速为 45.27%、10.49%、18.82%、-41.62%、-21.57%，归母净利润同比增速为 52.80%、-124.44%、-331.91%、-110.64%、-203.65%。

图 2：营收同比增速情况（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

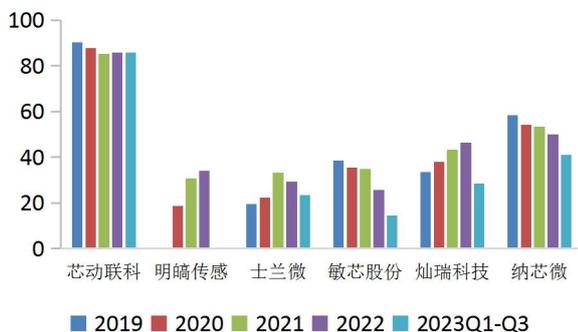
图 3：净利润同比增速情况（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

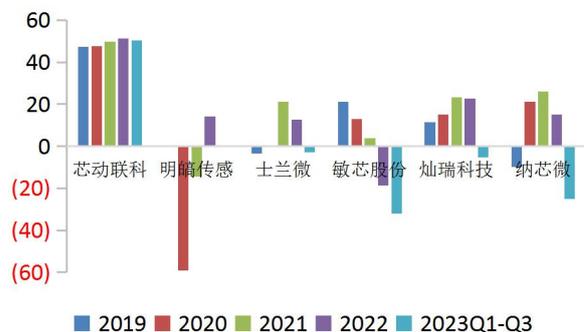
从 6 家公司的盈利能力来看，芯动联科的毛利率和净利率波动最小且远高于其他公司。2019-2022 年芯动联科、明碁传感、士兰微、敏芯股份、灿瑞股份、纳芯微毛利率平均值为 87.38%、27.90%、26.15%、33.71%、40.33%、54.04%；净利率平均值为 49.10%、-19.86%、7.44%、4.81%、18.15%、13.02%。从已公布的 2023 年前三季度业绩来看，芯动联科毛利率领先其余公司的态势继续维持，且是唯一一家净利率为正的的公司。

图 4：毛利率情况（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 5：净利率情况（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

从 6 家公司的费用情况来看，除士兰微各项费用率偏低以外，其余公司均维持相对较高

水平。考虑到元器件设计类公司销售费用率和财务费用率通常处于较低水平，故仅就研发费用率和管理费用率进行比较。通过比较可知：①士兰微是 6 家公司中研发费用率和管理费用率最低的，原因可能是上市时间较早、规模效应显现；②2019-2022 年灿瑞科技研发费用率和管理费用率也处于相对较低水平，原因可能是研发人员数量占比偏低、营收增长较快、此前没有推出股权激励计划；2023 年公司推出了股权激励计划、上半年研发人员数量增加较快，叠加营收同比显著降速，其研发费用率和管理费用率均有明显抬升；③除士兰微和灿瑞科技以外，其余 4 家公司研发费用率和管理费用率均维持相对较高水平。

图 6：研发费用率情况（%）

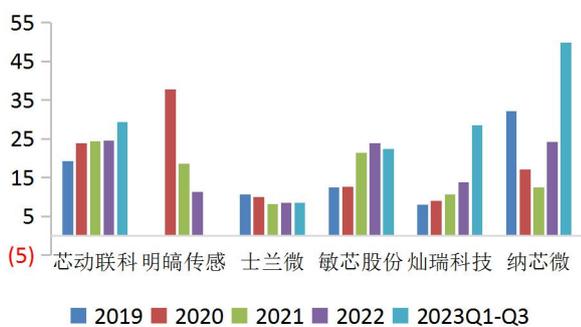
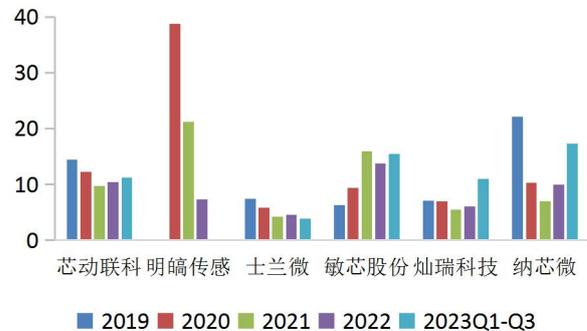


图 7：管理费用率情况（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

资料来源：Wind，山西证券研究所

从 5 家上市公司的相对估值来看，芯动联科最高，纳芯微次之，其余 3 家处于相对较低水平。2023 年前三季度芯动联科、士兰微、敏芯股份、灿瑞科技、纳芯微的归母净利润分别为 0.97、-1.89、-0.82、-0.16、-2.51 亿元，根据已披露的 2023 年业绩预告，除芯动联科和灿瑞科技归母净利润预期为正以外，其余 3 家公司预期均为负，故不采用 PE 估值法而采用 PS 估值法对 5 家上市公司进行比较。从结果来看，芯动联科的 PS 估值最高，纳芯微次之，其余 3 家处于相对较低水平。

表 3：2022-2025 年 PS 估值对比

代码	名称	股价	营业收入（亿元）				PS			
			2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E
688582.SH	芯动联科	35.00	2.27	3.17	4.63	6.56	--	44.20	30.23	21.34
600460.SH	士兰微	18.88	82.82	94.80	113.27	133.34	5.61	3.31	2.77	2.36
688286.SH	敏芯股份	37.44	2.93	3.83	5.19	6.85	9.03	5.47	4.04	3.05
688061.SH	灿瑞科技	26.85	5.93	6.06	6.17	7.97	12.13	5.09	5.00	3.87

代码	名称	股价	营业收入（亿元）				PS			
			2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E
688052.SH	纳芯微	94.70	16.70	15.38	20.10	26.75	19.22	8.78	6.71	5.05

注：芯动联科营业收入及 PS 值为自行测算，其余均为 Wind 一致预期

资料来源：Wind 一致预期（截至 2024 年 4 月 8 日），山西证券研究所

综上，我们的结论是：①从重要性来看，MEMS 陀螺仪和加速度计大于磁力计/磁传感器；②在 MEMS 陀螺仪和加速度计领域，重点把握芯动联科（688582.SH）的投资机会，并关注明皜传感（A23224.SH）的上市进展；③在磁力计或磁传感器领域，可优先考虑进展更快的灿瑞科技（688061.SH），并关注纳芯微（688052.SH）的磁传感器产品进展。

1.1.2 生产环节：高度重视赛微电子投资机会及其盈利能力恢复

中国持续加快 MEMS 先进产线布局，8 寸逐步成为主流尺寸并开始向 12 寸演进。此前我国 MEMS 产品加工制造环节长期处于相对薄弱状态，先进的代工厂较为稀缺，近年来也在持续加快 MEMS 产线布局，如：国家智能传感器创新中心实现了国内首条 12 英寸先进传感器中试线成功通线；华虹宏力成功实现了 MEMS 器件与标准 CMOS 工艺及生产线的全兼容，可为客户提供单芯片集成 CMOS-MEMS 体硅和表硅工艺；赛微电子除现有 8 英寸瑞典和北京生产线以外，也在积极布局建设 12 英寸 MEMS 产线等。①从现有 MEMS 产线情况来看，大致可以分为三大类：以科研院所为主导的 MEMS 中试线；以赛微电子、芯联集成（原中芯集成）、华润微电子、华虹公司（子公司华虹宏力）及部分非上市公司为主导的 MEMS 代工线；以士兰微、苏州固锟（子公司明皜传感）及部分非上市公司为主导的 MEMS IDM 产线。考虑到中试线更加侧重于通过实验和测试来确保新技术的稳定性和可行性、IDM 产线通常针对所属公司特定的产品类型，故下文仅对代工产线所涉及的上市公司进行了比较分析。②从现有产线规格来看，8 寸逐步成为主流并开始向 12 寸演进：就 8 寸线而言，进展比较快的是上海微技术工研院（月产能 5000 片）、中科院微电子所（工艺稳定性达到 98%）、赛微电子（8 寸国际线+8 寸北京线）、芯联集成（月产能 4 万片）等；就 12 寸线而言，国家智能传感器创新中心进展最快（国内首条 12 寸先进传感器中试线已成功通线），广州增芯科技、赛微电子等也在积极布局。

表 4：国内代表性 MEMS 晶圆产线情况

公司名称	上市公司	晶圆尺寸	产线类型	产线介绍
国家智能传感器创新中心	--	12 寸	中试线	2021 年 6 月,国家智能传感器创新中心国内首台量产型 8 英寸 PZT 压电薄膜设备成功完成工艺调试,在国内首先达成 CMOS 与 MEMS 兼容 PZT 压电薄膜制备工艺能力,实现国内双首次。2021 年 6 月,国内首条 12 寸先进传感器中试线成功通线。
上海微技术工研院	--	8 寸	中试线	着重开展表面硅、体硅、3D 微纳加工工艺的开发,月产能 5000 片。
中科院微电子所	--	8 寸	中试线	工艺稳定性达到 98%。针对三轴重力加速度计、基于氧化钽的红外图像传感器、医用 CT 中 X-ray 探测、基于薄膜体声波滤波器、MEMS 红外探测器等产品。
苏州纳米所	--	纳米加工平台	中试线	适用于微纳电子、光电子器件、微纳光机电系统各种传感器和生物芯片等研制开发。
大湾区 MEMS 线	--	8 寸	中试线	2022 年 11 月已敲定总投资额约 15.33 亿元的大湾区 MEMS 中试线项目落地深圳光明区。月产能约 3000 片,并具备热电堆、MEMS 压力、MEMS 麦克风、MEMS 惯性传感器、微流控和微振镜等工艺平台。
河南省智能传感器 MEMS 中试平台	--	8 寸	中试线	2022 年 8 月开工建设,月产能 3000-5000 片。
无锡物联网创新中心 MEMS 中试线	--	8 寸	中试线	2022 年 12 月 MEMS 研发平台启动批量投料,进入试生产阶段。布局硅麦、加速度计、陀螺、光学器件、压力传感器,面向深海深空、高温高压环境下传感器和 FBAR 滤波器等高端传感器。
赛微电子	赛微电子 (300456.SZ)	8 寸国际线+8 寸北京线	代工线	瑞典 FAB1&2-MEMS 芯片,8 寸,月产能 7000 片。北京 FAB3-MEMS 芯片,8 寸,设计总产能月产 3 万片,已实现月产 1 万片。总投资 51 亿元签约合肥高新区,拟建设设计产能月产 2 万片的 12 寸 MEMS 产线。能够制造流量、红外、加速度、压力、惯性等多种传感器,微流体、微超声、微镜、光开关、高性能陀螺、硅麦克风、射频等多种器件以及各种 MEMS 基本结构模块。
中芯集成(绍兴)	芯联集成 (688469.SH)	8 寸	代工线	项目首期投资 58.8 亿元,2019 年 11 月绍兴生产线顺利投产,月产能 4 万片。可生产 MEMS 麦克风、加速度计、陀螺仪、压力、显微镜、超声波传感器、射频器件。
华润微电子	华润微 (688396.SH)	8 寸	代工线	已自主研发多套 MEMS 表面和体硅加工技术,可制造压力、硅麦克风、光电、温湿度等 MEMS 传感器。8 寸 MEMS 的月产能 3000 片已扩充完成可投入使用。
华虹宏力	华虹公司 (688347.SH)	8 寸	代工线	成功实现 MEMS 器件与标准 CMOS 工艺及生产线的全兼容,可为用户提供单芯片集成 CMOS-MEMS 体硅和表硅工艺,已流片的产品包括磁力计、加速度计、压力传感器等。
上海先进(并入积塔半导体)	--	最大 8 寸	代工线	可代工三轴陀螺仪、加速度计、生物 MEMS 芯片、光学 MEMS、RF MEMS、微流体开关、压力传感器等;拥有世界最先进的深槽刻蚀、键合、硅片边缘修正等设备,月产量可达 3000 片
罕王微电子	--	8 寸	代工线	2018 年底 8 寸 MEMS 生产线竣工,达产后可实现年产能 36 万片、30 亿只 MEMS 芯片;可生产 MEMS 压力及应力、加速度、陀螺

公司名称	上市公司	晶圆尺寸	产线类型	产线介绍
				仪、流量、温度、湿度及气体等传感器
广州增芯科技	--	12 寸	代工线	目前建设的是一期第一阶段项目，批复投资 70 亿元，将建设月产能 2 万片的 12 寸产线，一期第一阶段达产后月产能 2 万片，一期第二阶段达产后月产能扩至 6 万片。
蚌埠与 214 所 MEMS 项目	--	8 寸	代工线	建成后将拥有年产 5 万片的 MEMS 晶圆制造能力和每年 4 亿颗的 MEMS 芯片封测能力，预计 2023 年进入试运营阶段。
青岛芯恩	--	8 寸	代工线	打造成与国外先进 IDM 同等规模的国内先进垂直整合芯片厂；特色工艺芯片包括 MEMS 芯片等
西人马	--	最大 8 寸	IDM 线	拥有 6000 平方米高等级洁净车间，具备一体化量产能力；产品包括高精度硅压力传感器芯片、中温和高温压力芯片、陀螺仪芯片等
士兰微	士 兰 微 (600460. SH)	最大 8 寸	IDM 线	在 6、8 寸芯片生产线上实现了批量制造并建立了自己的 MEMS 封测生产线；推出三轴加速度计和地磁传感器、六轴惯性传感器等
力盛芯	--	8 寸	IDM 线	2017 年总投资 9 亿元约 5 万平方米；公司主要业务为生产微机电工艺传感器、硅基微型聚光斗芯片和微机电工艺集成电路代工制造
苏州固锔	苏州固锔 (002079. SZ)	8 寸	IDM 线	2010 年收购明锐光电，明锐光电主要从事 MEMS-CMOS 三维集成制造平台技术及 8 寸晶圆级封装技术及产线和产品研发
美新半导体	--	8 寸	IDM 线	正在建设 8 寸 MEMS 磁、惯性传感器晶圆生产、封测产线，投产后将形成年产 6 亿颗 MEMS 磁传感器芯片和 1.2 亿颗加速度传感器生产能力。
领航微系统	--	8 寸	IDM 线	8 英寸薄膜 MEMS 晶圆工艺线，其中薄膜 MEMS 传感器与执行器年产能可达 1 万片，SOI 硅基 MEMS 传感器年产能可达 6 万片
奥松半导体	--	8 寸	IDM 线	2023 年开工建设，总投资 35 亿元，8 英寸 CMOS+MEMS 特色传感器芯片量产线、8 英寸 MEMS 特色晶圆快速研发线

资料来源：中国（无锡）物联网研究院《2023 中国智能传感器产业发展报告》，感知芯视界，传感器专家网，山西证券研究所

在 4 家拥有 MEMS 代工线的上市公司中，赛微电子是 MEMS 加工制造领域最为专注的公司且支持 MEMS 惯性传感器产品，市场地位优越。除华润微电子以外，赛微电子、芯联集成、华虹公司均支持惯性传感器 MEMS 加工制造。其中，赛微电子是 MEMS 业务收入占比最高的一家公司，MEMS 晶圆制造和 MEMS 工艺开发收入占比合计高达 90.21%，并且公司在 MEMS 代工领域竞争地位优越：公司全资子公司瑞典 Silix 是全球领先的纯 MEMS 代工企业，服务于全球各领域巨头厂商，且公司正在北京推进建设“8 英寸 MEMS 国际代工线建设项目”，有望继续保持纯 MEMS 代工的全球领先地位。根据世界权威半导体市场研究机构 Yole

Development 的统计数据，2012 年至今，Silex 在全球 MEMS 代工厂营收排名中一直位居前五，在纯代工领域则位居第二，与意法半导体 (ST)、Teledyne Dalsa、台积电 (TSMC)、索尼 (SONY) 等厂商持续竞争，长期保持在全球 MEMS 晶圆代工第一梯队。公司 2023 年业绩预告显示，得益于瑞典产线扩产方案顺利调整、北京产线产能爬坡进展顺利，赛微电子顺利实现扭亏为盈，基于此，我们建议在 MEMS 惯性传感器上游元件生产环节高度重视赛微电子 (300456.SZ) 投资机会及其盈利能力恢复。

表 5：MEMS 晶圆代工上市公司概况

证券代码	公司名称	公司介绍	是否支持惯性传感器	营业收入 (2022)	归母净利润 (2022)	毛利率 (2022)	净利率 (2022)	主营业务构成 (2022)
300456.SZ	赛微电子	主要产品及业务包括 MEMS 芯片的工艺开发及晶圆制造、GaN 外延材料生长与器件设计	是	7.86 亿元	-0.73 亿元	31.18%	-18.99%	MEMS 晶圆制造 48.14%；MEMS 工艺开发 42.07%；其他产品 9.79%；其他业务 0%
688469.SH	芯联集成	国内领先的特色工艺晶圆代工企业，主要从事 MEMS 和功率器件等领域的晶圆代工及模组封测业务	是	46.06 亿元	-10.88 亿元	-0.23%	-34.63%	功率器件 70.16%；其他业务 14.07%；MEMS 7.06%；模组封测 6.36%；研发服务 2.35%
688396.SH	华润微	中国领先的拥有芯片设计、晶圆制造、封装测试等全产业链一体化经营能力的半导体企业	否	100.60 亿元	26.17 亿元	36.71%	25.84%	制造与服务 49.19%；产品与方案 49.18%；其他业务 1.63%
688347.SH	华虹公司	全球领先的特色工艺晶圆代工企业，也是行业内特色工艺平台覆盖最全面的晶圆代工企业	是	167.86 亿元	30.09 亿元	35.86%	16.24%	8 英寸 59.03%；12 英寸 40.26%；其他业务 0.71%

资料来源：Wind，山西证券研究所

1.1.3 封测环节：国内封装技术成熟，可关注具备标定测试能力的芯动联科等

国内的 MEMS 封装技术比较成熟，建议关注具备 MEMS 惯性传感器标定测试能力的相

关公司。我国的封装测试产业处于国际领先水平，全球前 10 大封测企业中有 4 家来自中国大陆，合计份额约为 25%。就 MEMS 封装而言，国内也拥有较为成熟的工艺和数量众多的封装产线，其中：大部分 MEMS 封装产线分布在东部沿海地区，如江苏、浙江等；并且多数产线以提供代工服务为主，部分产线服务于自有产品。考虑到每颗高性能 MEMS 惯性传感器都需要经过高低温测试标定，测试时间长，采集数据量大，且测试成本为传感器成本的重要组成部分，我们建议关注具备 MEMS 惯性传感器标定测试能力的相关公司，如：①**芯动联科（688582.SH）**：公司自研 MEMS 惯性传感器成品测试系统，包括硬件系统及相关测试软件，兼容陀螺仪和加速度计测试，可将多只成品并行测试，自动进行数据采集与处理，自动分析传感器零偏稳定性、零偏重复性、标度因数等重要指标，记录存储测试数据和处理结果，提高了测试效率和产能，有效降低测试成本。②**明皊传感（A23224.SH）**：公司拥有晶圆级 3D MEMS-CMOS 微加工工艺平台、电容式加速度计设计技术、加速度计全自动校准测试包装一体化技术、高性能高可靠性 MEMS 加速度传感器封装集成技术等 13 项核心技术。

表 6：国内代表性 MEMS 封装产线情况

公司名称	省份	城市	注册时间	代工服务	自有产品
安徽芯动联科微系统	安徽	蚌埠	2012		有
合肥芯测半导体	安徽	合肥	2020	有	
星科金朋半导体（江阴）	江苏	江阴	2015	有	
华天科技（南京）	江苏	南京	2018	有	
欣谱电子科技（南通）	江苏	南通	2018	有	
苏州共进微电子	江苏	苏州	2022	有	
无锡华润安盛科技	江苏	无锡	2003	有	
无锡芯感智半导体	江苏	无锡	2010		有
甬矽电子（宁波）	浙江	宁波	2017	有	
绍兴中芯集成	浙江	绍兴	2018	有	

资料来源：传感器专家网《2023 中国智能传感器产业发展报告》，无锡物联网创新促进中心，山西证券研究所

1.2 中游模组或为将来的主要应用形态，建议关注车规进展更快的相关标的

除具备 MEMS 惯性传感核心元件设计能力的厂商向下游拓展以外，目前从事 MEMS IMU 模组生产的厂商还包括不具备核心元件设计能力但车规经验丰富的一些厂商，如华依科技、导远电子等。通过梳理 MEMS IMU 模组生产厂商的情况可以发现：①从产品本身来看，士兰

微、矽睿科技、美新半导体的 IMU 产品主要应用于消费电子领域，目前尚无在车规领域有所进展，依此推断要想实现人形机器人领域的应用还需比较长时间；理工导航的 IMU 产品目前主要应用于高可靠领域，尚未向车规及人形机器人领域拓展，但可关注后续是否会向民用领域渗透；除此以外，芯动联科、华依科技、星网宇达、导远电子、深迪半导体、美泰科技、戴世智能等公司均有车规领域的相关进展或经验积累，预期未来向人形机器人领域拓展的可能性较大。②从公司情况来看，目前从事 MEMS IMU 模组生产的厂商以具备一定 MEMS 惯性传感核心元件生产能力的公司居多（如芯动联科、星网宇达、理工导航、士兰微、美泰科技、深迪半导体等），但是也有部分不具备核心元件设计能力但车规经验丰富的一些厂商（如华依科技、导远电子等），并且华依科技、导远电子等在汽车 IMU 领域的应用进展更快。在上述公司中，仅芯动联科、华依科技、士兰微、星网宇达、理工导航、中海达已上市，考虑到士兰微和理工导航的产品尚未在车规领域应用，我们将予以剔除，后续仅对芯动联科、华依科技、星网宇达、中海达 4 家进行分析。

表 7：从事 MEMS IMU 模组生产的代表性公司情况梳理

证券代码	公司名称	公司简介	IMU 产品情况	车规进展	人形机器人进展
688582.SH	芯动联科	主要从事高性能硅基 MEMS 惯性传感器芯片的研发、测试与销售	适用于 L3+ 自动驾驶的高性能 MEMS IMU、汽车级功能安全 6 轴 MEMS IMU，为公司重要在研项目，将积极推动研发项目尽快量产	在研，公司将积极推动研发项目尽快量产，已给多家主机厂或智驾方案商送样进行评测	暂无明确进展
688071.SH	华依科技	从事汽车动力总成智能测试设备的研发、设计、制造、销售及提供相关测试服务	目前公司 IMU 高精度惯导产品已达到量产条件，产品精度保持行业领先。根据官网信息，IMU3000 产品可达车规级超高精度 1°/h，可广泛应用于智能驾驶 L2+~L4 域控集成方案	公司的 IMU 产品主要应用于汽车智驾领域，公司 IMU 产品已达到量产条件，已获奇瑞汽车高精定位模块定点	公司 IMU 在机器人领域的应用尚在初始阶段
600460.SH	士兰微	目前国内为数不多的 IDM 模式综合型半导体产品公司	根据官网信息，公司拥有 SC7122 6 轴 IMU 产品，可应用于可应用于智能手机、无人机、游戏手柄、各类物联网和智能硬件系统中	未有应用	暂无信息
002829.SZ	星网宇达	致力于惯性技术开发与产业化的领军企业	根据官网信息，公司拥有 XW-IMU5100 战术级 MEMS IMU，可应用于组合导航系统、无人机、智能弹药、卫星天线稳控、无人车、航空测绘、机器人	已经与小米汽车建立了初步合作，为高级无人驾驶系统提供 IMU 做测试	公司的 IMU 产品可应用于人形机器人，目前尚未与人形机器人领域相关的公司



证券代码	公司名称	公司简介	IMU 产品情况	车规进展	人形机器人进展
			等领域		进行合作
688282.SH	理工导航	主要从事惯性导航系统及其核心部件的研发、生产和销售	根据官网信息，公司拥有 DHIMU-H100 产品，为 6 轴 MEMS IMU 产品，可广泛应用于陆军和海军火炮制导控制系统	暂无信息	暂无信息
300177.SZ	中海达	公司专业从事高精度卫星导航定位系统(GNSS)软硬件产品的研发、生产、销售	根据公司 2023 半年报，惯性测量单元 (IMU) 产品已实现月出货量超万套	主要应用于车载智能驾驶领域	暂无信息
--	导远电子	全球领先的定位感知解决方案供应商，行业内率先实现标准化、车规级量产交付	根据官网信息，公司拥有 IMU5115 紧凑型/车规级、IMU5104 功能安全/车规级 6 轴产品以及 IMU5121 10 轴产品，应用场景包括精准农业、工程机械、智能机器人、无人机测绘、智能驾驶、智慧交通等领域	行业内率先实现标准化、车规级量产交付的公司，自主研发的高精度组合定位产品方案已被包括主机厂、制造企业、科技公司等数百家客户采用	暂无明确进展
--	深迪半导体	中国首家研发设计商用消费级和汽车级 MEMS 陀螺仪系列惯性传感器的公司	根据官网信息，公司拥有 SH3001、SH3201、SH5001 等 6 轴 IMU 产品，多适用于消费电子市场应用	深迪 6 轴 IMU 系列产品能够与 GNSS 导航系统相融合，未来新一代产品还将能满足先进的自动驾驶系统的需求	暂无明确进展，但已在各类工业/商用/家用机器人有应用
--	矽睿科技	主要从事 MEMS 传感器和磁性传感器芯片的设计、制造以及增值应用与服务	根据官网信息，公司拥有 QMI8658 6 轴 IMU 产品，可用于智慧手机、TWS 耳机、游戏手柄、无人机、扫地机器人、监控摄像头、升降桌、二轮电动车、投影仪、工业应用中的倾斜检测等	暂无信息	暂无信息
--	美泰科技	集研发、设计、制造、封装测试和系统集成为一体的 MEMS IDM 创新企业	根据官网信息，公司拥有 MSI3000E、MSI370A、MSI360、MSI310F、MSI313C、MSI313B 等产品，可应用于无人机姿态控制、汽车领域的无人驾驶、电子稳定等	公司较早从事 MEMS 技术研发和产品制造并领跑汽车传感器新赛道，先后推出并量产了 MEMS 惯性测量模块等优势产品	暂无信息
--	美新半导体	中国最早的 IDM 模式惯性传感器供应商之一，中国惯性传感器领域的领先企业	根据官网信息，公司拥有 MIC6100AL 6 轴 IMU 产品，可支持游戏手柄及智能遥控器等体感互动系统	暂无信息	暂无信息

证券代码	公司名称	公司简介	IMU 产品情况	车规进展	人形机器人进展
--	中星测控	公司已成为中国乃至全球知名的各种智能传感器专业制造商及物联网综合解决方案提供商	根据官网信息，公司拥有 CS-IMU-09 产品，主要用于电力导线舞动监测系统	暂无信息	暂无信息
--	原极科技	专注于 MEMS 惯性传感器及其组合导航系统的软硬件产品研发与生产	根据官网信息，公司拥有 FSS-IMU6132、FSS-IMU618、IMU614E-B、FSS-IMUP8 等多种 6 轴 IMU 产品	可应用于自动驾驶领域	暂无信息，但可应用于 AGV 等工业机器人
--	新纳传感	致力于车用和工业用电流传感器、惯性测量单元和精准导航定位产品的创新和研发	根据官网信息，公司拥有 OpenIMU330BI、OpenIMU300ZI、OpenIMU300RI 等产品，分为 6 轴和 9 轴	可应用于自动驾驶汽车、自动驾驶出租车/货运车、ADAS 系统、电子稳定控制系统、车道保持辅助系统等	暂无信息，但 OpenIMU300ZI 可应用于机器人
--	格纳微科技	专注于微惯性导航系统和多传感器融合	根据官网信息，公司拥有 GI-06、GI-100TM、GI-300 等 6 轴微惯性测量单元产品	广泛应用于自动驾驶、辅助驾驶领域	暂无信息，但已在工业机器人领域有应用
--	北微传感	专注于惯性姿态传感器研发、制造、销售	根据官网信息，公司拥有 IMU400C、BW-IMU127、IMU500C、BW-IMU527C 等 10 余款 IMU 产品	可应用于无人船及水下机器人、工程机械、平台稳定、AGV 无人搬运车、重型卡车、无人驾驶、机器人、无人飞行器等领域	
--	微元时代	专门致力于 MEMS 陀螺仪、加速度计研发与生产和销售	根据官网信息，公司拥有 MUS600 系列 IMU 产品	未披露具体应用，但其解决方案场景中涵盖无人驾驶、高速列车、姿态稳定、惯性导航、工业机器人和地质勘探	
--	戴世智能	致力于向汽车、机器人和更广泛的领域提供高性能高稳定性 IMU、传感器、惯性导航系统和数据处理软件等产品	根据官网信息，公司拥有 IM1 系列高精度 IMU 产品，可应用于汽车领域、工程机械、无人机、高精度导航等领域	应用领域包括先进驾驶辅助系统 ADAS、自动驾驶 AD、高精度导航、平台稳定与控制、机器人、运动与位置测量等	

资料来源：芯动联科投资者问答，华依科技官网及投资者问答，《上海华依科技集团股份有限公司关于收到客户项目定点通知的自愿性披露公告》（2022-10-11），士兰微官网，星网宇达官网及投资者问答，理工导航官网，中海达 2023 半年报，导远电子官网，深迪半导体官网，矽睿科技官网，美泰科技官网，美新半导体官网，中星测控官网，原极科技官网，新纳传感官网，格纳微科技官网，北微传感官网，微元时代官网，戴世智能官网，山西证券研究所

在 4 家从事 MEMS IMU 模组生产的上市公司中，建议重点关注已完成定点的华依科技和已实现出货的中海达，并重视自动驾驶向更高级别演进给高精度 IMU 厂商带来的机会。①从

应用进展来看：芯动联科虽有 IMU 产品销售收入，但是车规产品应用还处于送样评测阶段，截止目前尚未发布相关的定点或者订单公告；华依科技未披露 IMU 产品销售收入，但是已发布公告称与奇瑞、智己等客户达成定点，预计订单量及销售收入会稳步上升；星网宇达也未披露 IMU 产品销售收入，但已宣布与小米汽车达成合作并开展 IMU 评测工作；中海达 IMU 已实现月出货量超万套，虽未明确披露 IMU 的应用情况，但公司车载端软硬件产品已定点应用在小鹏、上汽、长城、吉利、东风和一汽等的多款量产新车型，预期其 IMU 在车载领域的应用也较快。②从产品精度来看：芯动联科正在研发适用于 L3+自动驾驶的高性能 MEMS IMU；华依科技 2023 年半年报披露的在研项目“域控 IMU 产品开发”拟达到的目标是满足战术级精度需求、提升器件在零偏、全温性能、震动等各个方面的性能表现；星网宇达官网披露其 XW-IMU5100 是一款高可靠的战术级 MEMS IMU；中海达 2023 半年报显示其 IMU 产品主要应用于智能驾驶车载高精度业务。基于此，我们认为虽然当前汽车自动驾驶还处于相对较低级别，但随着汽车自动驾驶向更高级别演进预期将会为高精度 MEMS IMU 产品创造更大的市场。

表 8：MEMS IMU 模组上市公司概况

证券代码	公司名称	营业收入 (2022)	归母净利润 (2022)	毛利率 (2022)	净利率 (2022)	主营业务构成 (2022)	IMU 业务收入
688582.SH	芯动联科	2.27 亿元	1.17 亿元	85.92%	51.40%	MEMS 陀螺仪 80.63%； 技术服务 8.9%；MEMS 加速度计 6.03%；惯 性测量单元 4.35%； 其他业务 0.08%	送样评测阶段，2022 年 IMU 收入为 987.5 万元
688071.SH	华依科技	3.37 亿元	0.36 亿元	49.71%	11.18%	动力总成智能测试 设备：61.11%；动力 总 成 测 试 服 务：38.07%；其他业 务：0.82%	已获得奇瑞、智己等定 点，未披露订单信息
002829.SZ	星网宇达	10.74 亿 元	2.15 亿元	44.82%	22.21%	无人系统：67.43%； 信息感知：17.64%； 卫星通信：13.93%； 其他：1%	与小米汽车建立初步合 作，目前合作方向主要 为部件级配套，仅为高 级无人驾驶系统提供 IMU 测试。未披露 IMU 收入
300177.SZ	中海达	13.18 亿 元	-1.10 亿元	41.21%	-11.61%	北斗+精准定位装备 58.38%；北斗+时空 数据 41.62%	未披露订单信息，但已 实现月出货量超万套

资料来源：Wind，芯动联科投资者问答，华依科技 2023 年半年报，星网宇达投资者问答，中海达 2023 年

半年报，山西证券研究所

1.3 下游系统为当前主要应用形态，建议关注市场地位更加优越的相关标的

从事 MEMS 惯性导航系统/组合导航系统研发生产的公司以上游具备 IMU 生产能力的厂商为主，也有部分在卫星导航定位领域具有优势的公司，如中海达、华测导航等。通过梳理从事 MEMS 惯性导航系统/组合导航系统相关公司的情况可以发现：①从公司情况来看，目前从事 MEMS 惯性导航系统/组合导航系统研发生产的公司以上游具备 IMU 生产能力的厂商为主，也有部分在卫星导航定位领域具有优势的公司（如中海达、华测导航等），并且大多数企业未上市，已上市的有华依科技、星网宇达、理工导航、中海达、华测导航、经纬恒润 6 家。②从产品应用来看，无人系统为主要应用场景，并且汽车自动驾驶领域的应用已较为成熟。根据高工智能汽车信息，《2022 年中国市场乘用车高阶智能驾驶标配高精度定位模块/系统榜单》排名前五的供应商分别为导远电子、博世、经纬恒润、美泰科技、华测导航，市场份额分别为 67.46%、25.27%、3.96%、2.53%、0.49%，合计 99.71%。其中，国产厂商中导远电子定点车企包括大众、吉利、奇瑞、蔚来、小鹏、理想、长安、上汽、埃安、长安、高合等近 30 余家，定点车型拥有 80 余个；经纬恒润已经为广汽埃安等主流客户提供了组合导航产品；美泰科技已在智己 LS6 等车型有应用；华测导航已定点比亚迪、长城、吉利路特斯、哪吒等多家车企，并已于 2022 年实现产品批量交付。

表 9：从事 MEMS 惯性导航系统/组合导航系统代表性相关情况梳理

证券代码	公司名称	公司简介	惯性导航系统/组合导航系统产品情况	产品应用情况
688071.SH	华依科技	从事汽车动力总成智能测试设备的研发、设计、制造、销售及提供相关测试服务	根据官网信息，公司拥有 INS4050（陀螺仪零偏稳定性 $\leq 5^\circ/h$ ）和 INS5050（陀螺仪零偏稳定性 $\leq 7^\circ/h$ ）两款产品，均为车规级设计	具备在各种场景下（高速路、地库、高架桥、隧道、城市街道、港口等）通过数据总线向车辆提供准确姿态、航向、位置、速度和传感器数据等信息的能力
002829.SZ	星网宇达	致力于惯性技术开发与产业化的领军企业	根据官网信息，公司拥有 XW-GI5690、XW-GI5651、XW-GI5610、XW-GI5653、Newton-M2（车载）卫星/惯性组合系统	陆基领域：街景地图采集车、电力巡检无人车、小型巡逻无人车、机器人、平面地图采集车等。空基领域：无人机、航空测绘、浮空器、光电探测稳定、飞机黑匣子等
688282.SH	理工导航	主要从事惯性导航系统及其核心部件的研发、生产和销售	根据官网信息，公司拥有 DHN-LM300 系列导航级 MEMS 惯性导航系统以及 DNH-H400 导航级 MEMS 组合导航系	广泛应用于以无人机、无人车、无人艇、无人船为代表的导航、控制和测量等领域

证券代码	公司名称	公司简介	惯性导航系统/组合导航系统产品情况	产品应用情况
		售	统	
300177.SZ	中海达	公司专业从事高精度卫星导航定位系统(GNSS)软硬件产品的研发、生产、销售	根据官网信息,公司拥有 iNAV2 车载高精度组合导航系统和 IPMV 多源组合导航系统	公司提供智能驾驶定位方案,支持 L2.5-L4 不同级别智能驾驶需求。根据不同 GNSS 芯片模组和 IMU 模块作为基础空间定位感知,为不同场景提供高精度定位和姿态的位置感知方案
300627.SZ	华测导航	国内高精度卫星导航定位产业的领先企业之一	根据官网信息,公司拥有 CGI-220 Pro 车规级高精度紧组合惯导系统、CGI-830、CGI-610 等组合惯导系统	CGI-220 Pro 可应用于高速及城快、城市峡谷及林荫、隧道等场景,可满足全车规器件选型,已量产十余款车型
688326.SH	经纬恒润	专注于为汽车、高端装备、无人运输等提供电子产品、研发服务及解决方案和高级别智能驾驶整体解决方案	根据官网信息,公司拥有组合导航产品,搭载 MCU、GNSS、电源芯片等多数关键芯片采用国产芯片、双频多系统 GNSS、高精度 MEMS IMU	经纬恒润已经为广汽埃安等主流客户提供了组合导航产品,获得了客户广泛认可
--	导远电子	全球领先的定位感知解决方案供应商,行业内率先实现标准化、车规级量产交付	根据官网信息,公司拥有组合定位总成 570 系列、571 系列,均为车规级设计	典型应用场景包括 HWP(高速路自动驾驶)、TJA(交通拥堵辅助)、AVP(无人自主泊车)等
--	美泰科技	集研发、设计、制造、封装测试和系统集成为一体的 MEMS IDM 创新企业	根据官网信息,公司拥有 INS300E 组合导航系统、MNV420A 组合导航系统	INS300E 可广泛应用于弹载、机载、精准农业、无人车以及动中通等领域;MNV420A 可应对复杂城市道路遮挡、高速公路信号干扰等环境
--	原极科技	专注于 MEMS 惯性传感器及其组合导航系统的软硬件产品研发与生产	根据官网信息,公司拥有 FSS-NAV619 组合导航产品	可应用于自动驾驶(车载、农机、工程车、水下)、精密测量(井下、隧道、震动、倾斜)、稳定平台(云台、动中通、无人机)、自动控制(大型工业设备、自控系统)等
--	新纳传感	致力于车用和工业用电流传感器、惯性测量单元和精准导航定位产品的创新和研发	根据官网信息,公司拥有 OpenRTK330 组合导航模块以及 INS401 惯性导航系统	可应用于 ADAS 系统、自动驾驶汽车(乘用车、机器人出租车、穿梭巴士、自动驾驶卡车)、建筑车辆、农用车辆等
--	格纳微科技	专注于微惯性导航系统和多传感器融合	根据官网信息,公司拥有 MKS4051、MKT4052、MKS1051 等组合导航系统	广泛应用于自动驾驶、辅助驾驶、无人车、机器人、地图采集车、高铁、舰船、无人机、航空测绘、农业机械等领域

证券代码	公司名称	公司简介	惯性导航系统/组合导航系统产品情况	产品应用情况
--	北云科技	主要产品为以自研芯片为核心的高精度定位模组、整机和组合导航系统等	根据官网信息，公司拥有 M2 高精度组合导航模组及 X36D、X1、T1 等高精度组合导航系统	已成功定点国内多家汽车主机厂的多款智能汽车前装量产车型，并投资打造了全自动化生产线
--	北微传感	专注于惯性姿态传感器研发、制造、销售	根据官网信息，公司拥有 BW-MINS600、BW-MINS425 等惯性导航系统以及 GI-420 等组合导航系统	北微传感携手合作伙伴推出无人驾驶定位导航解决方案

资料来源：华依科技官网，星网宇达官网，理工导航官网，中海达官网，华测导航官网，经纬恒润官网及微信公众号，导远电子官网，美泰科技官网，原极科技官网，新纳传感官网，格纳微科技官网，北云科技官网，北微传感官网，山西证券研究所

在 6 家从事惯性导航系统/组合导航系统生产的上市公司中，基于车用进展和市场地位考虑建议重点关注经纬恒润及华测导航。①从车用进展来看，华依科技是智己汽车某项目惯性导航总成的定点供应商；星网宇达表示已经与多家智能驾驶领域的厂商展开合作，但未披露相关的车企客户和涉及车型；理工导航未披露车用进展相关信息；中海达已获小鹏 G6 车型定点；华测导航已被指定为比亚迪汽车、长城汽车、吉利路特斯、哪吒汽车等多家车企的自动驾驶位置单元业务定点供应商，并已于 2022 年实现产品批量交付；经纬恒润已为广汽埃安等主流客户提供了组合导航产品。基于此，我们认为从车用进展方面考虑应重点关注已实现产品交付的华测导航和经纬恒润。②从市场地位来看，经纬恒润和华测导航位列《2022 年中国市场乘用车高阶智能驾驶标配高精度定位模块/系统榜单》前五，相较于其余 4 家上市公司更具优势：华测导航 CGI-220 Pro 车规级高精度紧组合惯导系统已量产十余款车型；经纬恒润 LMU 高精度定位模块已配套于上汽、广汽新能源、长城等多个车型，且新产品组合导航模块 2023 年 8 月底推出后已在广汽埃安等主流客户上有所应用。

表 10：MEMS 惯性导航系统/组合导航系统上市公司概况

证券代码	公司名称	营业收入 (2022)	归母净利润 (2022)	毛利率 (2022)	净利率 (2022)	主营业务构成 (2022)	惯性导航系统/组合导航系统车用进展
688071.SH	华依科技	3.37 亿元	0.36 亿元	49.71%	11.18%	动力总成智能测试设备 61.11%；动力总成测试服务 38.07%；其他业务 0.82%	公司为智己汽车某项目惯性导航总成的定点供应商，向其提供用于高精度定位系统的高精度惯性导航产品
002829.SZ	星网宇达	10.74 亿元	2.15 亿元	44.82%	22.21%	无人系统 67.43%；信息感知 17.64%；	公司的组合导航产品可以为车辆提供准确

证券代码	公司名称	营业收入 (2022)	归母净利润 (2022)	毛利率 (2022)	净利率 (2022)	主营业务构成 (2022)	惯性导航系统/组合导航系统车用进展
						卫星通信 13.93%；其他 1%	的方位信息、姿态信息、运动参数等，保证车辆实现智能化无人驾驶，目前公司已经与多家智能驾驶领域的厂商展开合作
688282.SH	理工导航	2.05 亿元	0.56 亿元	37.33%	27.26%	惯性导航系统 98.4%；其他零部件 1.54%；惯性导航系统核心部件 0.05%；其他业务 0%	可广泛应用于以无人机、无人车、无人艇、无人船为代表的导航、控制和测量等领域，未披露车用进展相关信息
300177.SZ	中海达	13.18 亿元	-1.10 亿元	41.21%	-11.61%	北斗+精准定位装备 58.38%；北斗+时空数据 41.62%	公司车载端软硬件产品已定点应用在小鹏、上汽、长城、吉利、东风和一汽等多款量产新车型。根据高工智能汽车信息，小鹏 G6 车型上已实现应用
300627.SZ	华测导航	22.36 亿元	3.61 亿元	56.64%	16.12%	数据应用及系统解决方案 51.13%；数据采集设备 48.87%	公司已被指定为比亚迪汽车、长城汽车、吉利路特斯、哪吒汽车等多家车企的自动驾驶位置单元业务定点供应商，并已于 2022 年实现产品批量交付
688326.SH	经纬恒润	40.22 亿元	2.35 亿元	28.99%	5.83%	电子产品业务 76.53%；研发服务及解决方案业务 23.2%；其他业务 0.18%；高级别智能驾驶整体解决方案业务 0.08%	2023 年 8 月底，经纬恒润组合导航产品国产化落地，已为广汽埃安等主流客户提供了组合导航产品，获得了客户广泛认可

资料来源：Wind，《上海华依科技集团股份有限公司关于收到客户项目定点通知的自愿性披露公告》（2023-02-15），星网宇达投资者问答，理工导航官网，中海达投资者问答，华测导航投资者问答，经纬恒润官网及微信公众号，高工智能汽车微信公众号，山西证券研究所

2. 投资建议

MEMS 惯性传感器产业链可划分为上游器件（含设计、生产、封装、标定测试等）、中游模组、下游系统、终端应用。芯片/组件等元器件位于产业链上游，是产业链中游惯性模组厂商使用的基础核心惯性元器件，此类惯性元器件主要用于自主测量和反馈物体运动速度和角度的变化，并与卫星等其他导控模块形成惯性导航系统、组合惯性系统等，经下游应用端客户集成在相关设备中发挥惯性导航、惯性测量和惯性稳控的作用。MEMS 惯性传感器产品最终可应用于消费级（消费电子）、战术级（测绘、资源勘探等高端工业、车辆和飞行体）、导航级（航空、长航时无人系统）、战略级（航天、航海）等领域。

（一）上游器件是功能实现核心，建议关注设计、生产、封测等环节优质标的。具体而言：①设计环节：目前从事 MEMS 惯性传感器元器件设计的国产厂商数量已初具规模，但不同厂商的业务范围和产品性能仍有较大差距。在 MEMS 惯性传感器元器件中，陀螺仪和加速度计最为核心，磁力计通常作为辅助或补充因而重要性次于陀螺仪和加速度计。通过比较分析，我们的建议是：在 MEMS 陀螺仪和加速度计领域，重点把握芯动联科（688582.SH）的投资机会，并关注明皜传感（A23224.SH）的上市进展；在磁力计或磁传感器领域，可优先考虑进展更快的灿瑞科技（688061.SH），并关注纳芯微（688052.SH）的磁传感器产品进展。②生产环节：我国 MEMS 产品加工制造环节长期处于相对薄弱状态，先进的代工厂较为稀缺，近年来也在持续加快 MEMS 产线布局。通过比较分析，建议高度重视赛微电子（300456.SZ）投资机会及其盈利能力恢复。③封测环节：国内的 MEMS 封装技术比较成熟，拥有较为成熟的工艺和数量众多的封装产线。考虑到测试成本为传感器成本的重要组成部分，建议关注具备 MEMS 惯性传感器标定测试能力的芯动联科（688582.SH）、明皜传感（A23224.SH）等。

（二）中游模组或为将来的主要应用形态，建议关注车规进展更快的相关标的。除具备 MEMS 惯性传感核心元件设计能力的厂商向下游拓展以外，目前从事 MEMS IMU 模组生产的厂商还包括不具备核心元件设计能力但车规经验丰富的一些厂商。通过比较分析，我们建议重点关注已完成定点的华依科技（688071.SH）和已实现出货的中海达（300177.SZ），并重视自动驾驶向更高级别演进给高精度 IMU 厂商带来的机会。

（三）下游系统为当前主要应用形态，建议关注市场地位更加优越的相关标的。从事 MEMS 惯性导航系统/组合导航系统研发生产的公司以上游具备 IMU 生产能力的厂商为主，也有部分在卫星导航定位领域具有优势的公司。基于车用进展和市场地位考虑，我们建议重点关

注经纬恒润（688326.SH）及华测导航（300627.SZ）。

3. 风险提示

MEMS 技术升级和迭代失败的风险；人形机器人技术方案存在不确定性及产业化不及预期的风险；高等级自动驾驶迭代进度不及预期的风险。

分析师承诺：

本人已在中国证券业协会登记为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人对证券研究报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规，研究方法专业审慎，分析结论具有合理依据。本报告清晰地反映本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位或执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

投资评级的说明：

以报告发布日后的 6--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。

无评级：因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见的结果的重大不确定事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。（新股覆盖、新三板覆盖报告及转债报告默认无评级）

评级体系：

——公司评级

- 买入： 预计涨幅领先相对基准指数 15%以上；
- 增持： 预计涨幅领先相对基准指数介于 5%-15%之间；
- 中性： 预计涨幅领先相对基准指数介于-5%-5%之间；
- 减持： 预计涨幅落后相对基准指数介于-5%- -15%之间；
- 卖出： 预计涨幅落后相对基准指数-15%以上。

——行业评级

- 领先大市： 预计涨幅超越相对基准指数 10%以上；
- 同步大市： 预计涨幅相对基准指数介于-10%-10%之间；
- 落后大市： 预计涨幅落后相对基准指数-10%以上。

——风险评级

- A： 预计波动率小于等于相对基准指数；
- B： 预计波动率大于相对基准指数。

免责声明：

山西证券股份有限公司(以下简称“公司”)具备证券投资咨询业务资格。本报告是基于公司认为可靠的已公开信息，但公司不保证该等信息的准确性和完整性。入市有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，公司不对任何人因使用本报告中的任何内容引致的损失负任何责任。本报告所载的资料、意见及推测仅反映发布当日的判断。在不同时期，公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。公司或其关联机构在法律许可的情况下可能持有或交易本报告中提到的上市公司发行的证券或投资标的，还可能为或争取为这些公司提供投资银行或财务顾问服务。客户应当考虑到公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。公司在知晓范围内履行披露义务。本报告版权归公司所有。公司对本报告保留一切权利。未经公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯公司版权的其他方式使用。否则，公司将保留随时追究其法律责任的权利。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此声明，禁止公司员工将公司证券研究报告私自提供给未经公司授权的任何媒体或机构；禁止任何媒体或机构未经授权私自刊载或转发公司证券研究报告。刊载或转发公司证券研究报告的授权必须通过签署协议约定，且明确由被授权机构承担相关刊载或者转发责任。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此提示公司证券研究业务客户不得将公司证券研究报告转发给他人，提示公司证券研究业务客户及公众投资者慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

依据《证券期货经营机构及其工作人员廉洁从业规定》和《证券经营机构及其工作人员廉洁从业实施细则》规定特此告知公司证券研究业务客户遵守廉洁从业规定。

山西证券研究所：

上海

上海市浦东新区滨江大道 5159 号陆家嘴滨江中心 N5 座 3 楼

太原

太原市府西街 69 号国贸中心 A 座 28 层
电话：0351-8686981
<http://www.i618.com.cn>

深圳

广东省深圳市福田区林创路新一代产业园 5 栋 17 层

北京

北京市丰台区金泽西路 2 号院 1 号楼丽泽平安金融中心 A 座 25 层

