



芯动联科 (688582.SH)

MEMS惯性传感器龙头，多领域共振高速增长

【华西机械团队】

分析师：黄瑞连

SAC NO: S1120524030001

邮箱：huangr1@hx168.com.cn

分析师：石城

SAC NO: S1120524080001

邮箱：shicheng@hx168.com.cn

2025年1月14日

评级：买入
上次评级：首次覆盖
目标价格：
最新收盘价：48.67

股票代码：	688582
52 周最高价/最低价：	58.50/21.52
总市值(亿)	195
自由流通市值(亿)	120
自由流通股数(百万)	401

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

◆**芯动联科：高端MEMS惯性传感器龙头，高速成长。**1) 公司主要产品为高性能MEMS惯性传感器，主要包括MEMS陀螺仪、加速度计、惯性测量单元等。公司长期致力于自主研发高性能MEMS惯性传感器，公司产品核心性能指标达到国际先进水平。主营产品端，MEMS陀螺仪收入占比持续超过70%，近年MEMS加速度计也保持较高收入增长。公司产品下游应用领域逐步拓宽，在高端工业、惯性系统、无人系统等领域不断深耕。2) **产品长期保持高毛利率。**根据公司24年三季报，2024Q1-3公司实现收入2.7亿元，同比增长41.2%；24Q1-3公司归母净利润为1.38亿元，同比增长42.4%。毛利率端，公司MEMS陀螺仪与MEMS加计核心参数指标达到了国际先进水平，议价能力较强，长期保持较高的毛利率水平。

◆**高性能MEMS惯性传感器：高壁垒、高延展。**1) **MEMS惯性传感器优势：**MEMS传感器具有体积小、重量轻、成本低、功耗低、可靠性高、适于批量化生产、易于集成和实现智能化等特点。主要包括陀螺仪、加速度计等，并可通过组合形成惯性组合传感器IMU。2) **MEMS惯性传感器市场空间快速增长：**根据Yole，MEMS惯性传感器市场空间约为40亿美元。2021年MEMS陀螺仪和MEMS加速度计市场规模达到15.93亿美元，占全球MEMS惯性传感器总市场规模45.4%。根据芯动联科招股书，中国惯性传感器市场空间2021年达136亿元，预计仍将以稳健速度增长。3) **可比公司主要是海外头部企业：**细分领域技术壁垒较高，目前高性能MEMS惯性传感器代表企业主要为 Honeywell、ADI、Sensoror、Silicon Sensing、Colibrys等。

◆**公司具备较高技术领先性，下游多领域共振成长。**1) **公司陀螺仪产品性能达到导航级，在高性能硅基MEMS陀螺仪领域处于国际先进水平：**公司多领域技术储备深厚，在MEME、ASIC、封装、测试标定等多领域储备丰富。公司代表性产品陀螺仪——33系列，核心参数不输甚至领先于海外头部企业，公司高性能MEMS陀螺仪核心性能指标已达到国际先进水平，亦可达到部分光纤陀螺仪和激光陀螺仪等传统陀螺仪精度，且公司的单轴价格较低，体积和重量优于两光陀螺仪。2) **高可靠领域是基本盘，高端工业及无人系统领域逐步拓展：**近年公司下游以高可靠领域为主，收入占比长期超过75%。在高可靠领域，公司主要客户收入占比常年超过80%。在高端工业及无人系统领域，公司正在进行多个项目推动，有望打开成长空间。3) **人形机器人及自动驾驶等领域高景气：**在景气度较高的新兴领域，IMU及惯性导航等技术不可或缺，公司有望受益于景气赛道带来的高成长。

◆**盈利预测与投资建议：**预计2024-2026年公司收入为4.55/6.54/9.44亿元，同比增速分别为+43.4%、+43.9%和+44.3%；预计归母净利润为2.32/3.31/4.59亿元，同比增速分别为+40.3%、+42.4%和+38.8%。对应EPS分别为0.58元、0.83元和1.15元。2025/1/10股价48.67元对应PE为84.0、59.0和42.5倍，首次覆盖，给予“买入”评级。

◆**风险提示：**MEMS加速度计拓展不及预期的风险、光纤MEMS陀螺仪对两光陀螺仪替代进展低于预期的风险、市场开拓风险。

盈利预测与估值

财务摘要	2022A	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入 (百万元)	227	317	455	654	944
YoY (%)	36.6%	39.8%	43.4%	43.9%	44.3%
归母净利润 (百万元)	117	165	232	331	459
YoY (%)	41.2%	41.8%	40.3%	42.4%	38.8%
毛利率 (%)	85.9%	83.0%	83.2%	82.7%	82.2%
每股收益 (元)	0.34	0.44	0.58	0.83	1.15
ROE	19.0%	7.8%	10.3%	13.6%	17.1%
市盈率	143.15	110.61	84.00	58.98	42.50

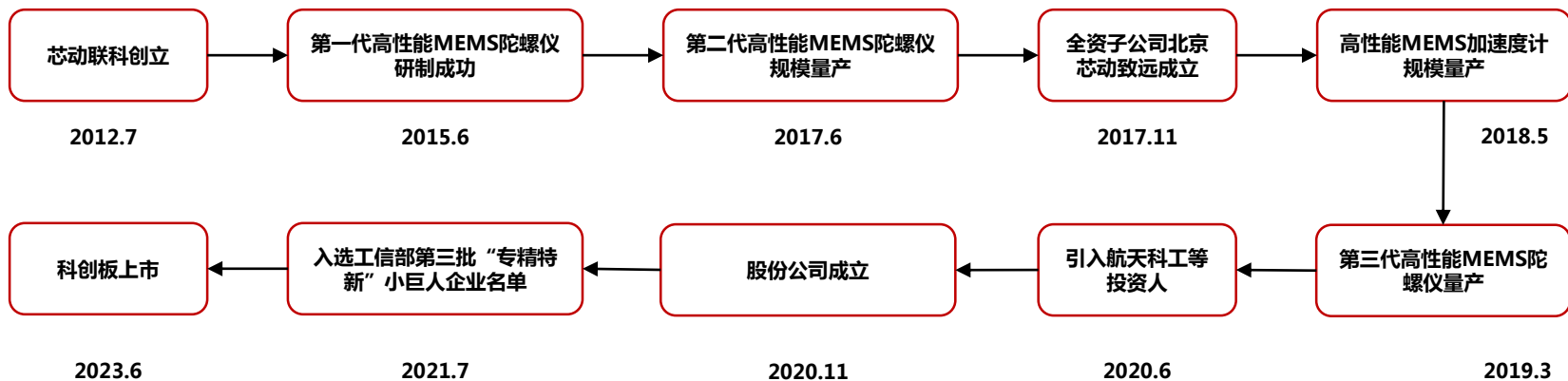
一

芯动联科：高端MEMS惯性传感器龙头，高速成长

1.1 深耕MEMS陀螺仪和加速度计，应用领域不断拓展

◆**公司发展历程。**公司成立于2012年7月，专注于MEMS陀螺仪、加速度计产品。自公司成立以来，公司产品已广泛应用于工业生产、工业设备监测与维护、无人系统导航与控制、海洋监测、气象预报、水上水下无人设备导航与控制、石油勘探、测量与测绘、桥梁监测、地质勘探、灾情预警等领域并获得了多领域客户的一致认可和批量订购。展望未来，公司将进一步开拓自动驾驶、机器人、民用航空、商业航天等市场，为更广泛的客户提供更智能化、更低成本、更微型化的传感器产品及解决方案。

图：公司发展历程



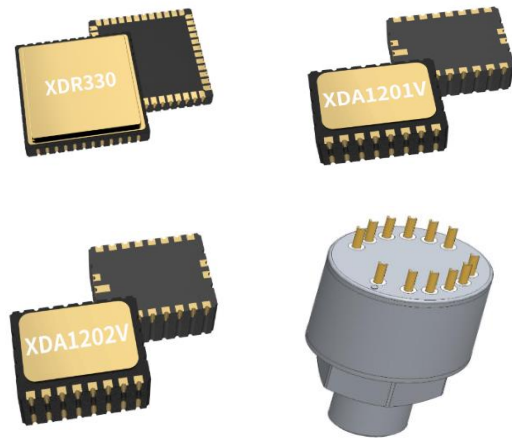
1.1 深耕MEMS陀螺仪和加速度计，应用领域不断拓展

◆**核心产品特征及应用领域。** 1) **高性能 MEMS 陀螺仪**：主要产品是XDR330产品。基于 SOI 体硅工艺，有独特结构设计，性能优且易生产。用于高端工业、无人系统等，如飞行体导航、平台稳定、姿态感知及状态监测等，提供高精度角速率测量和运行保障。 2) **高性能 MEMS 加速度计**：基于 SOI 体硅工艺与高性能 ASIC 电路，精度达 μg 级。应用于惯性测量系统，在石油测斜、测绘等领域确定载体位置与重力场参数，也用于机器人姿态控制等对精度要求高的场景。 3) **MEMS压力传感器**：主要用于气象监测、压力仪表、大气数据计算机等领域。

图：公司主要产品及特征

领域	应用
加速度计	XDA1201V：高性能X轴MEMS加速度传感器，支持 $\pm 10\text{g}$ 满量程输出。可在复杂工况下实现精确的加速度测量，适合惯性导航、姿态测量、平台稳定控制等应用。
	XDA1202V：高性能X轴MEMS加速度传感器。支持 $\pm 50\text{g}$ 满量程输出性能。可在复杂工况下实现精确的加速度测量，适合惯性导航、姿态测量、平台稳定控制等应用。
陀螺仪	XDR330：高性能Z轴角速率传感器(陀螺仪)。支持 $\pm 100^\circ/\text{s}$ 满量程输出性能，以及低于 $0.1^\circ/\text{hr}$ 零偏不稳定性。XDR330可在高振动环境下实现精确的角速率测量，适合惯性导航、姿态测量、平台稳定控制等应用。
压力传感器	XDP8100：新一代高集成谐振式MEMS绝对压力传感器，集成了一颗敏感压力的MEMS谐振器，和一颗用于MEMS驱动与检测的ASIC芯片，是全球首款采用单片集成ASIC控制芯片的硅谐振压力传感器。XDP8100具有精度高、体积小、数字输出、系统集成简单、无需二次校准等独特优点。

图：公司主要产品示意图

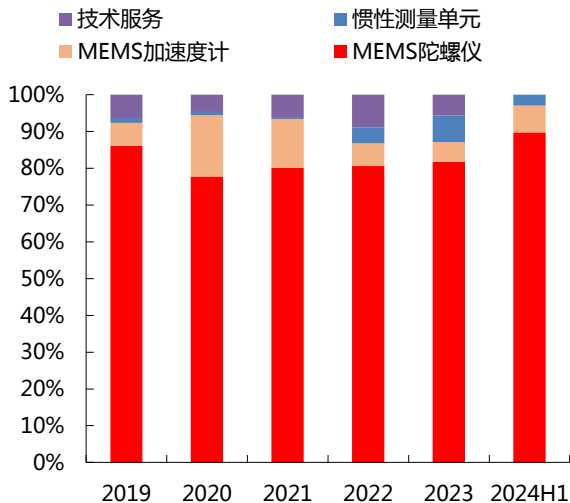


1.1 深耕MEMS陀螺仪和加速度计，应用领域不断拓展

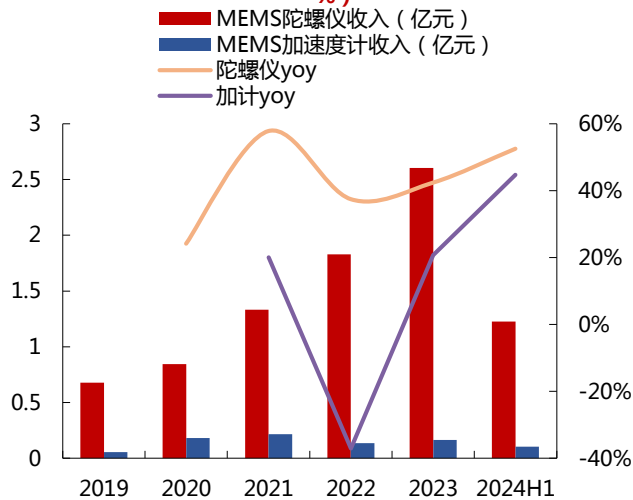
◆**公司主要产品为高性能MEMS惯性传感器，主要包括MEMS陀螺仪、加速度计、惯性测量单元等。**公司长期致力于自主研发高性能 MEMS 惯性传感器，经过多年的探索和发展，公司高性能MEMS惯性传感器的核心性能指标达到国际先进水平。主营产品端，MEMS陀螺仪收入占比持续超过70%，近年MEMS加速度计也保持较高收入增长。公司产品下游应用领域逐步拓宽，在高端工业、惯性系统、无人系统等领域不断深耕。

◆**产品长期保持高毛利率。**根据公司24年三季报，2024Q1-3公司实现收入2.7亿元，同比增长 41.2%；24Q1-3公司归母净利润为1.38亿元，同比增长42.4%。毛利率端，公司MEMS陀螺仪与MEMS加计核心参数指标达到了国际先进水平，议价能力较强，长期保持较高的毛利率水平。近年公司主营产品毛利率有所波动，主要系售价、原材料价格等的影响。

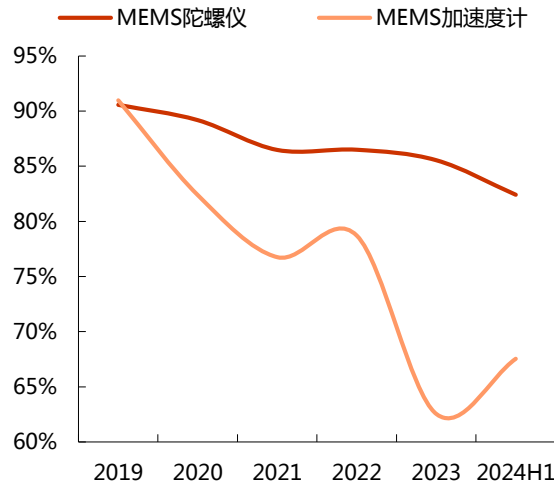
图：公司近年收入结构



图：公司近年主要产品收入及增速（亿元，%）



图：公司近年主要产品毛利率

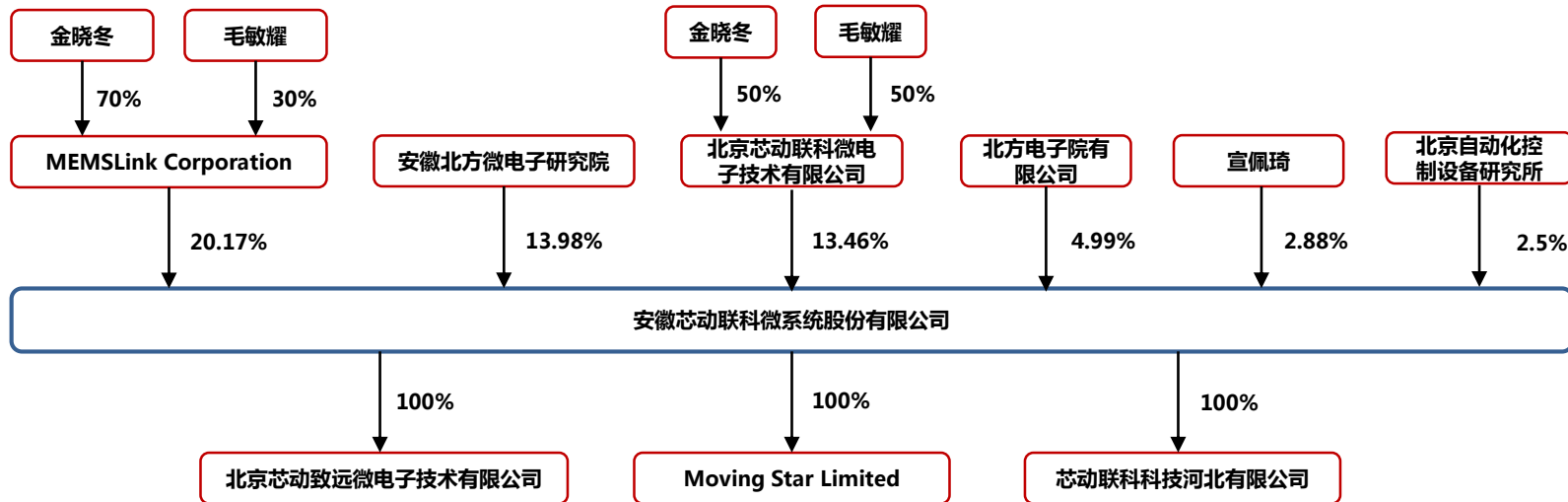


1.2 公司技术储备雄厚，业绩高速增长

◆**核心人员。**公司实际控制人是金晓冬，金晓冬、宣佩琦、毛敏耀具有一致行动关系。目前公司核心技术人员包括华亚平、张晰泊等。核心技术人员结合公司创始团队，核心技术人员曾经在TI、应用材料等海外龙头就职，在MEMS与ASIC领域积累核心技术。

◆**股权结构。**实际控制人金晓冬，持有MEMSLINK的70%股权，并持有北京芯动微电子50%的股权，是公司的实际控制人。公司拥有三家全资子公司：北京心动致远微电子、Moving Star、芯动联科河北，三家子公司分工明确，芯动科技主要面向自动驾驶领域、芯动致远主要进行MEMS传感器的设计和研发、Moving Star主要从事销售。

图：公司股权穿透图（截至2024Q3）

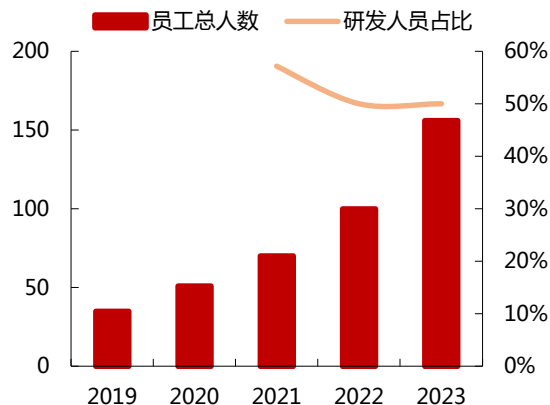


1.2公司技术储备雄厚，业绩高速增长

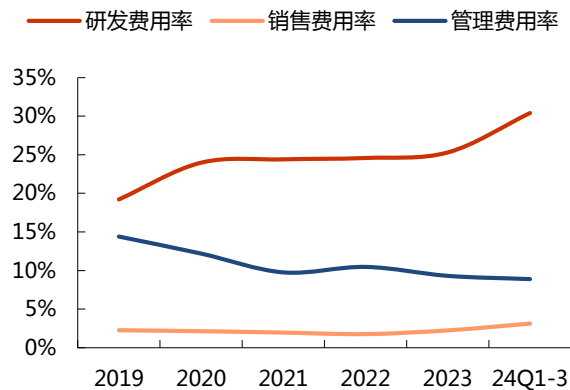
◆**人员结构：高研发人员占比。**公司作为研发驱动型高技术企业，研发人员占比持续超过50%，截至2023年底，公司共有员工156人，其中研发人员占比达50%。

◆**销售模式：极高的直销占比。**根据招股书，公司近年的直销占比超过了80%。费用率角度，公司近年保持了较高的研发投入，24Q1-3研发费用率突破30%。因为公司大部分直销，销售费用率长期保持在5%以下；且近年管理费用率呈逐渐下降趋势。

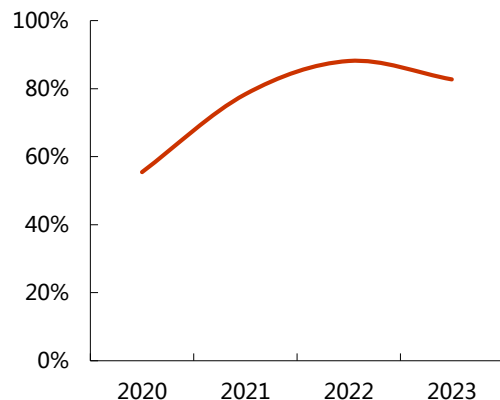
图：公司员工人数及研发人员占比（人，%）



图：公司近年三费率



图：公司近年直销占比

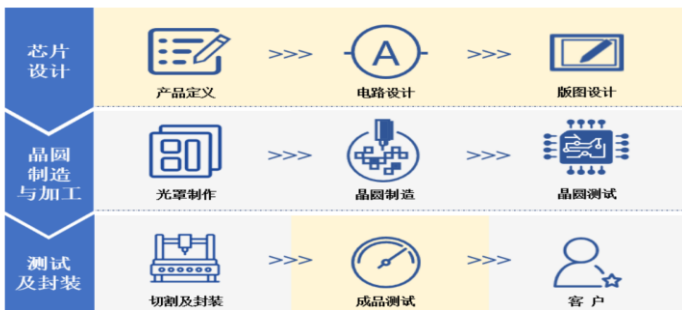
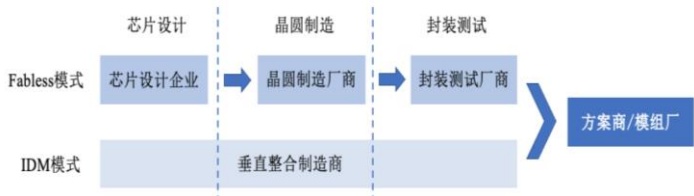


1.2 公司技术储备雄厚，业绩高速增长

◆**经营模式**：公司采用Fabless经营模式，专注于MEMS惯性传感器芯片的研发、测试和销售。公司将晶圆制造、芯片封装环节交由专业晶圆制造厂及封装厂完成，MEMS陀螺仪核心结构包括MEMS芯片及ASIC芯片。工艺端ASIC芯片采用标准CMOS制造工艺，而MEMS芯片采用体硅加工工艺，标准化程度较低。公司和晶圆厂、封装厂合作开发MEMS工艺方案，以保证产品的质量和良率，从而提高传感器芯片产品的性价比和市场竞争力。

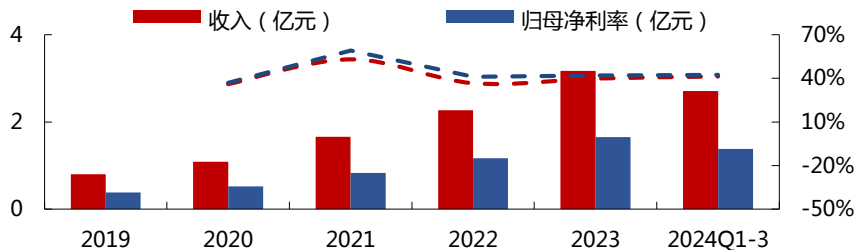
◆**销售模式**：公司以直销为主。直销模式下，客户直接向公司下订单，公司根据客户订单进行生产和销售；经销模式下，经销商根据其渠道客户需求向公司下达订单。基于较强的技术积累，公司保持较低销售费用率，长期综合毛利率超过80%，净利率中枢在50%左右；近年公司收入及利润增速中枢保持在40%左右。

图：公司经营模式

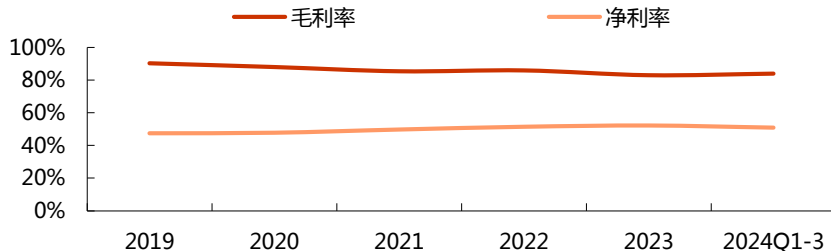


注：黄色背景为公司可独立完成的环节

图：公司近年收入、利润及增速（亿元，%）



图：公司近年毛利率及净利率



二

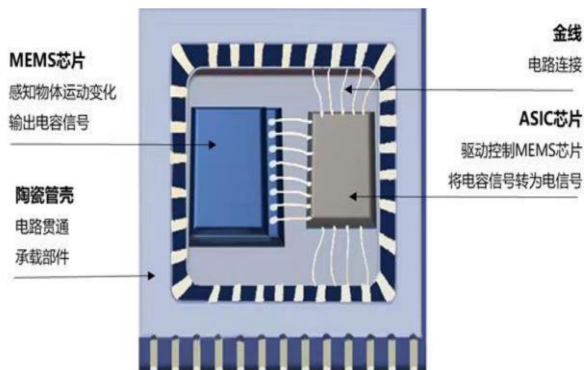
高性能MEMS惯性传感器：高壁垒、高延展

2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

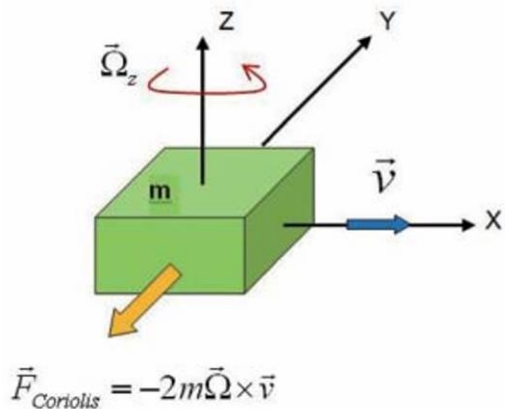
◆**MEMS陀螺仪的结构。**MEMS陀螺仪由一颗MEMS芯片和一颗ASIC芯片组成，两颗芯片封装一起构成了陀螺仪，其姿态测量、平台稳定、导航推算等功能在消费电子、汽车电子领域获得越来越广泛的应用。MEMS即微机电系统，MEMS是利用传统的半导体工艺和材料，通过微纳米技术在芯片上制造微型机械结构，并将其与对应的电路结构集成为一个整体。受益于普通传感器无法企及的IC硅片加工批量化生产带来的成本优势，MEMS同时又具备普通传感器无法具备的微型化和高集成度。

◆**MEMS陀螺仪的原理：基于科里奥利力。**MEMS振动陀螺仪利用改变振动物体振动平面的方向来产生陀螺力矩，其主体是高频微振动的原件，利用高速振动的质量块在被基座带动时产生的科里奥利效应，来感知角速度。目前MEMS陀螺仪常采用调音叉结构，由两个振动并不断做反向运动的物体组成。每个物体的科里奥利力反向，从而引起电容变化，电容差值与角速度成正比，再将兼容差值转换为其他输出信号。

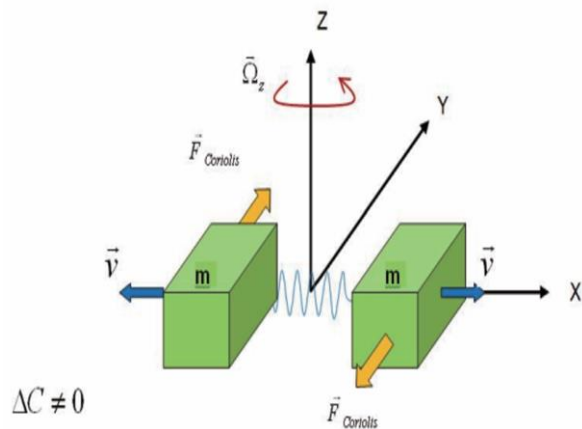
图：MEMS陀螺仪内部结构示意图



图：科里奥利效应



图：MEMS陀螺仪的调音叉结构



2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

◆**陀螺仪的主要指标**。主要参数：零偏稳定性、零偏重复性、角度随机游走、标度因数精度。**1) 零偏稳定性**：是陀螺仪的核心技术指标，指标的参数值越小，陀螺仪的自主导航时间越长；**2) 零偏重复性**：多次通电过程中，陀螺仪相对均值的离散程度，数值越小性能越高；**3) 角度随机游走**：反映角速率积分随时间累积的不确定性，数值越小性能越高；**4) 标度因数精度**：表征温度、重复性等因素，标度因数围绕均值的离散程度，数值越小性能越高。

◆**陀螺仪的主要应用与级别**：按照不同的精度，可以将MEMS陀螺仪的级别分成战略级、导航级、战术级、消费级等，主要代表厂商包括Honeywell、ADI、芯动联科等。下游应用，按照陀螺仪的不同级别，划分成不同应用。

图：陀螺仪的核心参数

技术指标	说明	公司典型产品指标
零偏稳定性	基于ALLAN方差，衡量陀螺仪在一个工作周期内，当输入角度率为0时，陀螺仪输出值围绕其均值的离散程度。数值越小表示性能越高。	$\leq 0.1^\circ/\text{h}$
零偏重复性	在同样条件下及规定间隔时间内，多次通电过程中，陀螺仪零偏相对其均值的离散程度，以多次测试所得零偏的标准差表示。数值越小性能越高。	$\leq 0.4^\circ/\text{h}$
角度随机游走	表征陀螺仪角度率输出白噪声大小的一项技术指标，反映陀螺仪的角速率积分（角度）随时间累积的不确定性。数值越小表示性能越高。	$\leq 0.05^\circ/\sqrt{\text{h}}$
标度因数精度	表征陀螺仪犹由于温度变化、非线性、重复性等影响因素，其标度因数围绕均值的离散程度，一般用ppm（parts per million）表示。数值越小表示性能越高。	$\leq 100\text{ppm}$

图：陀螺仪的主要应用领域及主要厂商等

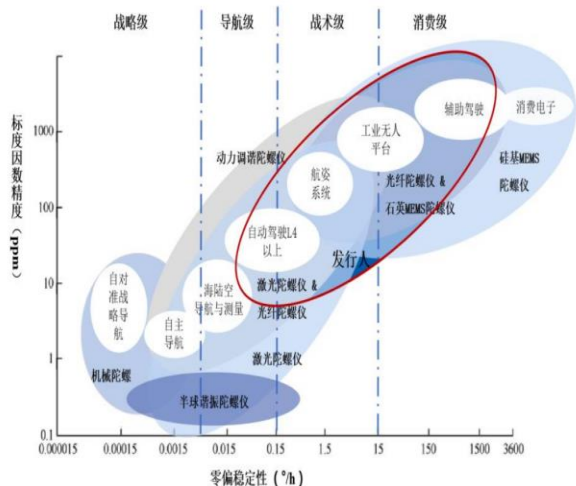
类别	战略级	导航级	战术级	消费级
应用领域	航天，航海	航空，长航时无人系统	高端工业（测绘、资源勘探）、车辆和飞行体	消费电子
零偏稳定性 ($^\circ/\text{h}$)	< 0.01	0.01-0.15	0.15-15	> 15
标度因数精度 (ppm)	< 1	1-100	100-1000	> 1000
角度随机游走 ($^\circ/\sqrt{\text{h}}$)	< 0.01	0.01-0.05	0.05-0.5	> 0.5
陀螺仪技术	机电、激光、光纤陀	激光、光纤、动力调谐、MEMS	激光、光纤、动力调谐、MEMS	MEMS
代表厂商	Honeywell	Honeywell、Northrop、Grumman、Emcore、芯动联科	Honeywell、Sensoror、ADI、Silicon Sensing、Emcore、芯动联科	Honeywell、Sensoror、ADI、Silicon Sensing

2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

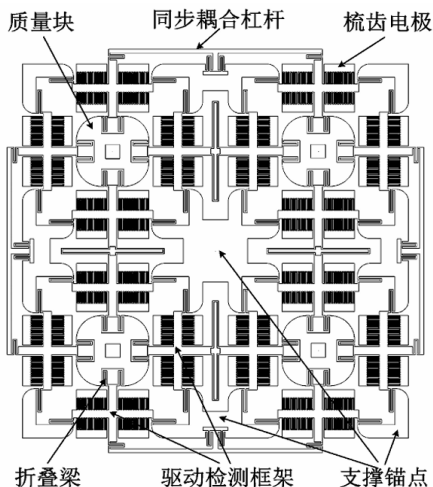
◆**不同技术路线的陀螺仪**。传统陀螺仪按技术分类，可分为激光陀螺仪、光纤陀螺仪、动力调谐陀螺仪、半球谐振陀螺仪等，主要是为复杂的惯性系统、高价值应用平台（卫星、飞船、飞机、高铁、舰艇、石油开采设备）提供惯性服务。缺点是体积大、价格高、抗机械冲击力差，很难小型化与低成本化、智能化。

◆**高性能MEMS陀螺仪的技术演变**。行业内企业为实现MEMS陀螺仪的高灵敏度、强抗干扰和高精度，MEMS芯片设计结构从传统双质量块方案向四质量块结构、多环结构等新型对称结构发展。**不同质量块的区别**：单质量块陀螺仪的抗共模干扰能力低，双质量块陀螺仪虽然有很高的环境鲁棒性，但是在驱动和检测模态上的对称性不足。四质量块硅微陀螺仪同时具有单质量块结构的优良特性，以及双质量块结构的抗共模干扰能力，因而具有很好的发展前景。芯动联科的33系列型号陀螺仪采用了四质量块全解耦音叉结构，零偏稳定性达到了较高水平。

图：不同技术路线的陀螺仪性能及下游应用



图：四质量块微陀螺仪结构图



图：高性能MEMS陀螺仪企业的结构及零偏精度

企业	MEMS结构	电路设计	零偏稳定性
波音	环结构	分立电路，闭环控制	0.012°/h
Honeywell	双质量块音叉	分立电路，开环控制	0.01°/h
诺格	四质量音叉结构	—	0.021°/h
ADI	四质量音叉结构	ASIC电路，开环控制	1.1°/h
Sensornor	蝶形结构	ASIC电路，闭环控制	0.3°/h
Silicon Sensing	环形结构	分立电路，闭环控制	0.03°/h
芯动联科	四质量全解耦音叉结构	ASIC电路，闭环控制	≤0.05°/h

2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

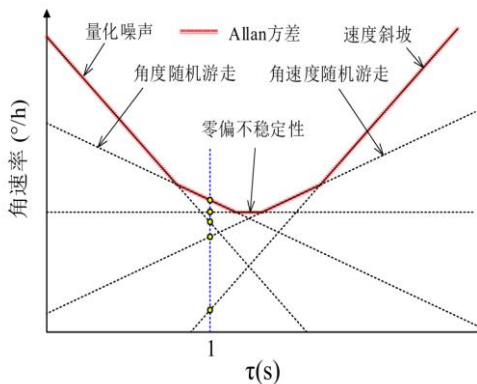
◆基于ALLAN方差，辨识陀螺仪的误差。ALLAN方差基于时域的分析方法，定义为频率数据一阶差分平方的无限平均的一半。2003年以来，ALLAN方差首次作为MEMS陀螺仪随机误差的分析方法。MEMS陀螺仪的随机误差主要包括量化噪声Q、角随机游走N、零偏不稳定性B、速率随机游走K、速率斜坡R等。上述参数可以在ALLAN标准差中以不同的斜率呈现出直线特征，ALLAN标准差图可以在不同区域辨识出各种噪声。

图：ALLAN方差与MEMS陀螺仪误差

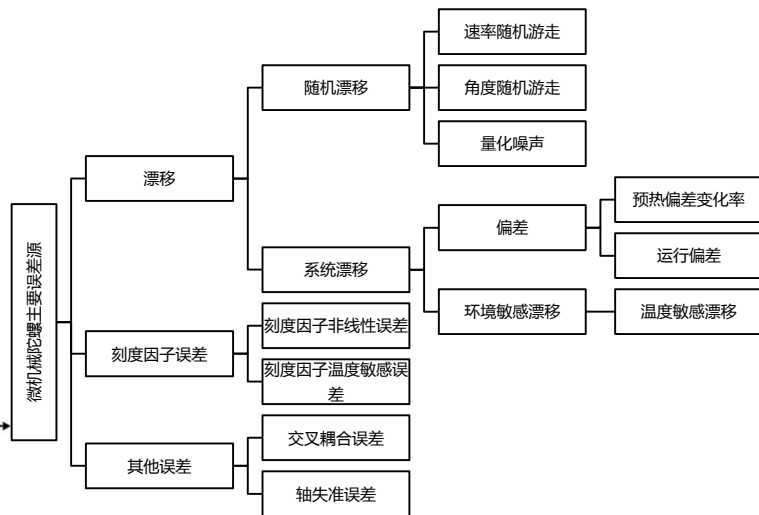
Allan 方差定义为

$$\sigma_a^2(\tau) \cdot \frac{1}{2} \langle (\bar{\omega}_{k+1}(M) - \bar{\omega}_k(M))^2 \rangle = \frac{1}{2(K-1)} \sum_{k=1}^{K-1} (\bar{\omega}_{k+1}(M) - \bar{\omega}_k(M))^2$$

Allan 标准差	噪声参数	斜率
$\sigma(\tau) = \frac{\sqrt{3}Q}{\tau}$	量化噪声 Q	-1
$\sigma(\tau) = \frac{N}{\sqrt{\tau}}$	角度 / 速度随机游走 N	-1/2
$\sigma(\tau) = \sqrt{\frac{2\ln 2}{\pi}} B$	零偏不稳定性系数 B	0
$\sigma(\tau) = K\sqrt{\frac{\tau}{3}}$	角速率 / 加速随机游走 K	1/2
$\sigma(\tau) = \frac{R\tau}{\sqrt{2}}$	角速率 / 加速漂移斜坡 R	1



图：MEMS陀螺仪典型误差源



2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

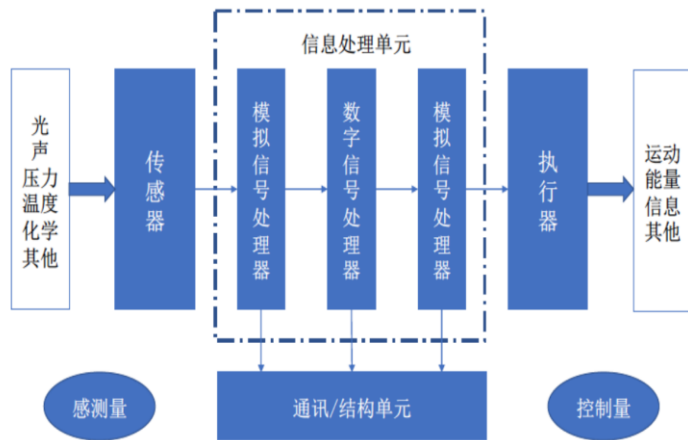
◆MEMS产品的分类。1) MEMS产品分类：MEMS产品主要可以分为MEMS传感器和MEMS执行器。传感器是用于探测和检测物理、化学、生物等现象和信号的器件；而执行器是用于实现机械运动、力和扭矩等行为的器件。2) MEMS传感器与执行器的区别：不同类型的MEMS传感器的工艺差异大，需开发合适的工艺方案；另外MEMS传感器往往需要匹配复杂的ASIC芯片，所以MEMS传感器的开发往往需要从系统的角度考虑；MEMS执行器结构较为简单，但对于材料制备，以及加工工艺的一致性要求较高。

◆MEMS传感器工作原理：MEMS传感器通过微传感元件和传输单元，可将输入的信号转换，并导出另一种可监测信号。与传统工艺制造的传感器相比，它具有体积小、重量轻、成本低、功耗低、可靠性高、适于批量化生产、易于集成和实现智能化等特点。MEMS惯性传感器属于MEMS传感器的重要分支，主要包括陀螺仪、加速度计等，并可通过组合形成惯性组合传感器 IMU。

图：MEMS产品类型与市场结构

类别	领域	主要产品
MEMS 传感器	惯性传感器	加速度计、陀螺仪、磁传感器、惯性传感组合
	压力传感器	压力传感器
	声学传感器	微型麦克风、超声波传感器
	环境传感器	气体传感器、湿度传感器、颗粒传感器、温度传感器
	光学传感器	热释电/热电堆红外传感器、环境光传感器、颜色传感器、微幅射热计、指纹识别、超光谱传感器、傅里叶红外光谱仪、视觉传感器、3D 感应
MEMS 执行器	光学MEMS	显微镜、自动聚焦、光具座
	微流控	喷墨打印头、药物输送、生物芯片
	射频MEMS	RF 滤波器、MEMS 开关、MEMS 振荡器
	微结构	微探针
	微型扬声器	微型扬声器
	超声指纹识别	超声波指纹识别

图：MEMS传感器工作原理

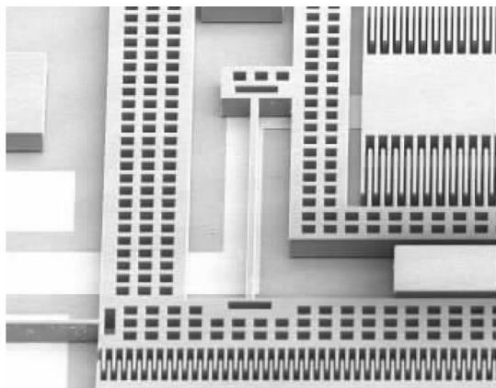
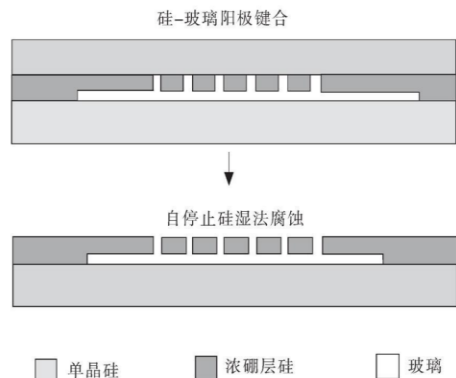


2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

◆MEMS传感器的研发：对芯片研发及MEMS工艺均有较高要求。MEMS传感器中复杂的极微小型机械系统存在，MEMS传感器的芯片设计和工艺研发必须紧密配合。制造端已有的工艺路线在很大程度上决定了芯片的设计路线，而芯片的设计路线又需要对制造端的工艺模块进行重组和调试。

◆硅基MEMS加工工艺：主要包括体硅MEMS加工与表面MEMS加工工艺，公司主要采用了体硅SOI工艺。1) 体硅MEMS加工：特征是对硅衬底材料深刻蚀，可以得到较大纵向尺寸可动微结构。体硅工艺包括湿法SOG工艺、干法SOG工艺、正面体硅工艺、SOI工艺。2) 表面MEMS加工工艺：主要通过在硅片上生长氧化硅、氮化硅、多晶硅等多层薄膜来完成MEMS器件的制作。表面工艺得到的可动微结构的纵向尺寸较小，与IC工艺的兼容性更好，易与电路实现单片集成。

图：湿法SOG加工技术及实物SEM图



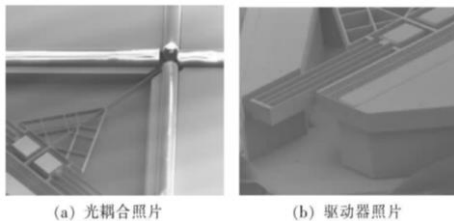
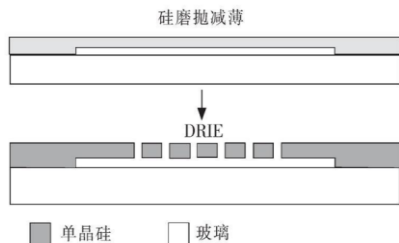
图：湿法SOG工艺特征

	湿法SOG工艺
SOG原理	SOG工艺是通过阳极键合技术形成牢固的硅—氧键将硅圆片与玻璃圆片粘在一起，硅作为MEMS器件的结构层，玻璃作为MEMS器件的衬底层。
湿法SOG原理	采用深反应离子刻蚀工艺在浓硼层上形成各种设计的MEMS结构，再与玻璃键合，采用自停止腐蚀去除上层多余的单晶硅，完成加工。
缺点	受扩散深度与浓度的限制，MEMS器件结构层的厚度一般小于30μm，而且由于高浓度掺杂会造成硅结构损伤带来结构应力，另外硅与玻璃的材料不匹配性也会带来较大结构应力，自停止硅湿法腐蚀具有较低的加工精度。由于存在高温工艺也不适用于与IC的单片集成。
优点	工艺比较成熟，工艺简单。
适用器件	适合多种MEMS芯片的加工，如MEMS陀螺仪、加速度计、MEMS执行器等。

2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

◆**干法SOG工艺与正面体硅工艺。** 1) **干法SOG工艺**：干法SOG采用了先键合后刻蚀的结构过程。干法SOG工艺主要变化在于去掉了浓硼掺杂与湿法腐蚀步骤，而是采用磨抛减薄的工艺形成MEMS芯片的结构层。干法SOG工艺的优势是：省去高温长时间硼掺杂，降低对结构层的损伤，也避免了有毒或者容易带来工艺沾污的湿法腐蚀步骤。 2) **正面体硅工艺**：正面体硅工艺结合了深刻蚀、浓硼掺杂与湿法腐蚀工艺步骤。首先对 N型硅片进行浓硼掺杂，浓度满足硅湿法自停止腐蚀要求，然后DRIE 硅结构，刻蚀深度大于浓硼层的厚度，最后在自停止腐蚀液里进行腐蚀，释放结构。正面体硅工艺的优势是：在单层硅片上完成MEMS芯片加工，省去了与玻璃片的键合，因此不存在由于材料不匹配带来的应力影响。

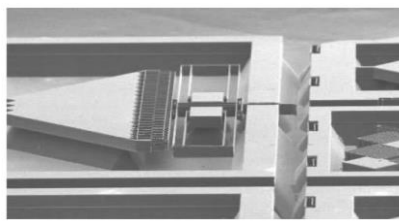
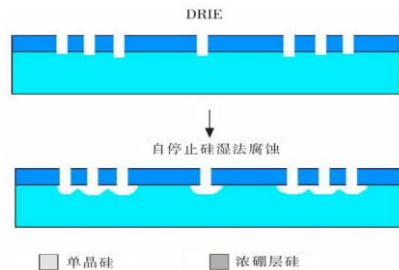
图：干法SOG加工技术及光开关的SEM图



图：干法SOG工艺特征

干法SOG工艺	
干法SOG原理	干法SOG采用了先键合后刻蚀的结构过程。干法SOG工艺主要变化在于去掉了浓硼掺杂与湿法腐蚀步骤，而是采用磨抛减薄的工艺形成MEMS芯片的结构层。
缺点	由于存在高温工艺也不适用于与IC的单片集成。
优点	省去高温长时间硼掺杂，降低对结构层的损伤，也避免了有毒或者容易带来工艺沾污的湿法腐蚀步骤。
适用器件	干法SOG加工技术适合多种MEMS芯片的加工，如MEMS陀螺仪、MEMS加速度计、MEMS光开关、MEMS 衰减器等。

图：正面体硅技术及可变光衰减器SEM图



图：正面体硅工艺特征

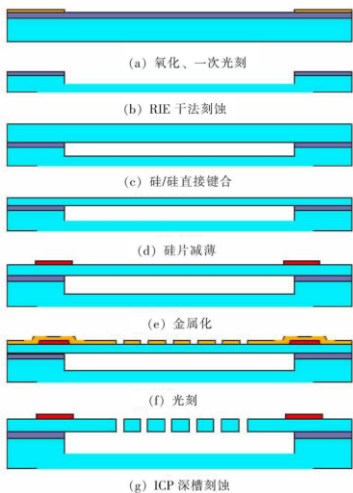
正面体硅工艺	
正面体硅原理	正面体硅工艺结合了深刻蚀、浓硼掺杂与湿法腐蚀工艺步骤。首先对 N型硅片进行浓硼掺杂，浓度满足硅湿法自停止腐蚀要求，然后DRIE 硅结构，刻蚀深度大于浓硼层的厚度，最后在自停止腐蚀液里进行腐蚀，释放结构。
缺点	1) 由于存在高温工艺也不适用于与IC的单片集成。2) 单层硅片上完成MEMS结构加工，存在不同电极间的绝缘问题；采用PN结达到电极隔离目的，存在击穿电压与漏电的限制。
优点	在单层硅片上完成MEMS芯片加工，省去了与玻璃片的键合，因此不存在由于材料不匹配带来的应力影响。
适用器件	主要用于MEMS光开关、光衰减器以及反射镜阵列的加工。

2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

◆公司的MEMS加工工艺：**体硅SOI工艺**。SOI工艺采用全硅结构，通过硅—硅键合技术将硅与硅片粘接在一起，由于是全硅结构，因此不存在由于热膨胀系数带来的应力影响。SOI工艺具有较高的加工精度，易于电路单片集成。SOI工艺具有与IC工艺更好兼容性的特点，适用于更多MEMS器件制造，可用于制作MEMS惯性器件、MEMS光学器件、生物MEMS、流体MEMS等多种器件，具有更广的适用性，可实现批量加工需求，是目前的一个主流加工工艺。

◆**表面硅MEMS加工技术：工艺成熟，与IC工艺兼容性好**。它利用硅平面上不同材料的顺序淀积和选择腐蚀来形成各种微结构。它的基本思路是：先在基片上淀积一层称为牺牲层的材料，然后在牺牲层上面淀积一层结构层并加工成所需图形。

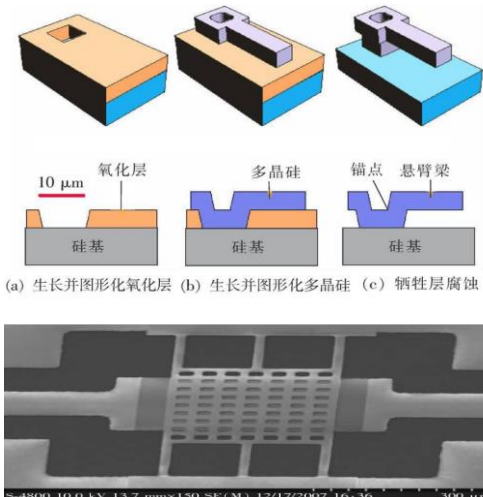
图：体硅SOI加工技术



图：体硅SOI工艺特征

体硅SOI工艺	
体硅SOI工艺原理	采用全硅结构，通过硅—硅键合技术将硅与硅片粘接在一起，由于是全硅结构，因此不存在由于热膨胀系数带来的应力影响，结构层厚度可达80μm。
优点	具有较高的加工精度，易于电路单片集成。
适用器件	可用于制作MEMS惯性器件（包括陀螺、加速度计、振动传感器等）、MEMS光学器件（包括光开关、衰减器等）、生物MEMS、流体MEMS等多种MEMS器件。

图：表面硅MEMS加工工艺及开关SEM图



图：表面硅工艺特征

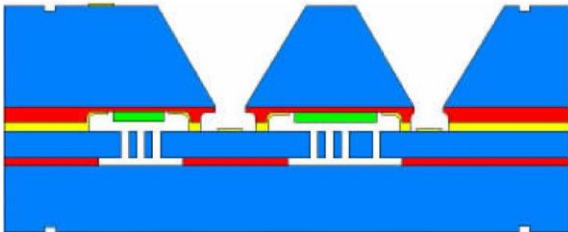
表面硅工艺	
表面硅工艺原理	在衬底上淀积牺牲层材料（氧化硅）并形成可动微结构与衬底之间的连接窗口，然后淀积作为微结构的材料并光刻出所需的图形，最后利用湿法腐蚀去掉牺牲层，这样就形成了既能够活动又与衬底相连的微结构。
缺点	不易加工高深宽比的器件结构，一般厚度小于2μm，MEMS芯片的灵敏度将受限制。
优点	保持了衬底的完整性，更容易与CMOS工艺兼容。
适用器件	多层化是表面硅MEMS工艺必然的发展趋势。也出现了表面与体硅组合的加工技术，适应一些器件的特殊需求。例如采用表面与体硅组合技术制作的MEMS热对流传感器、压阻传感器等。

2.1 高性能MEMS陀螺仪的原理、特征及应用

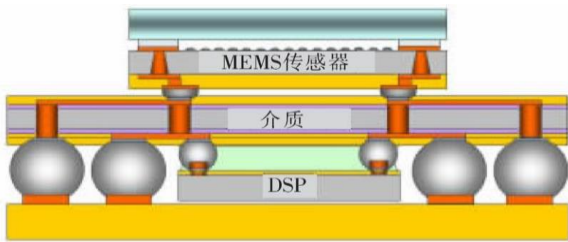
◆**MEMS芯片封测。**根据公司招股书，公司与封装厂合作开发MEMS惯性传感器的封装方案；公司自主研发了专用测试系统，可对产品进行测试标定，满足了客户高定制化、高检测效率的需求。公司利用CLCC封装技术，对封装结构、材料和工艺条件持续改进，得到优化的封装工艺方案，可以显著降低封装应力对传感器性能的影响，同时提高抗冲击能力；在测试方面，公司自研MEMS惯性传感器成品测试系统，兼容陀螺仪和加速度计测试，可多只产品并行测试，自动分析传感器重要性能指标，提高测试效率和产能。

◆**3D集成技术。**将CMOS、MEMS等器件集成封装，用较短的垂直互连取代很长的二维互连，从而减低了系统寄生效应和功耗，并达到体积最小化和优良电性能的高密度互连目的，另外3D集成也解决了由于工艺兼容性不能单片集成的缺点。3D集成技术涉及的技术范围更广，主要包括材料匹配技术、综合屏蔽技术、穿硅通孔（TSV）的形成与金属化、圆片减薄与对准键合技术。

图：基于SOI工艺的圆片级封装结构剖面图



图：MEMS与其他芯片的3D集成技术



图：MEMS产业链

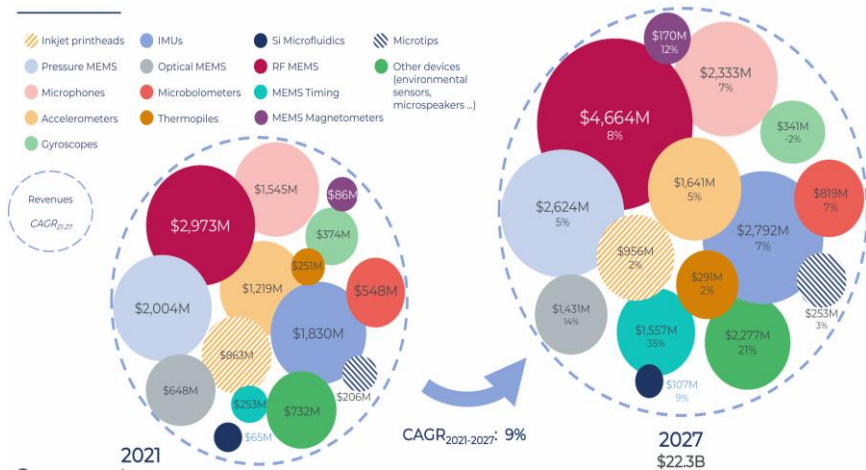
芯片设计	晶圆制造	封装测试	终端应用
应美盛 敏芯股份 芯动联科	台积电 中芯国际 北方电子院安徽公司	日月光半导体 华天科技 北方电子院安徽公司	消费电子 汽车电子 医疗电子 工业通信 高可靠
IDM	博世 意法半导体 亚德诺半导体 霍尼韦尔		

2.2 MEMS惯性传感器国际巨头主导，高壁垒、高延展

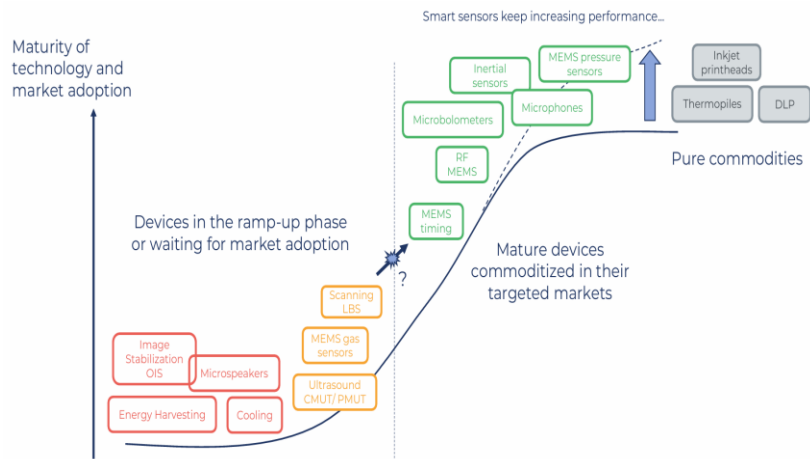
◆**MEMS行业市场空间及下游应用。**根据Yole，2021年MEMS行业全球市场空间约为136亿美元，其中IMU市场约为18.3亿美元；预计2027年全球MEMS行业市场空间将达到223亿美元，2021至2027年行业CAGR达9%，2027年预计IMU市场空间将达到27.9亿美元。

◆**不同类型的MEMS产品：**根据Yole，不同的MEMS产品处于不同的成熟度；例如惯性传感器、压力传感器等都处于相对成熟的阶段，将在下游多领域迎来应用拓展；而MEMS气体传感器、能量捕捉等都处于早期阶段。

图：MEMS行业全球市场空间（亿美元）



图：不同类别的MEMS产品的成熟阶段曲线

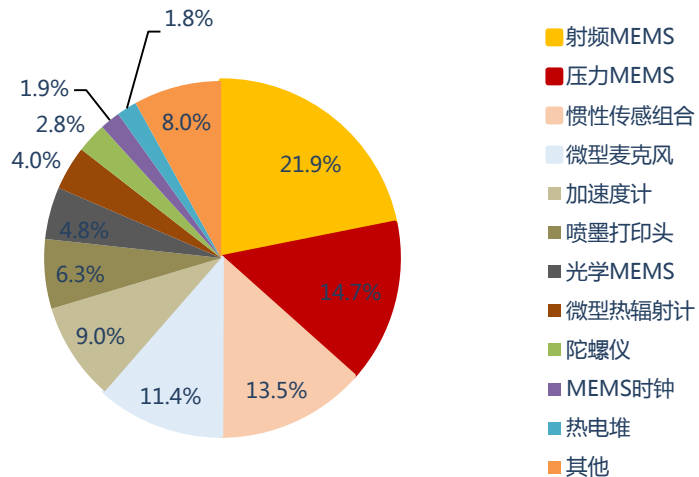


2.2 MEMS惯性传感器国际巨头主导，高壁垒、高延展

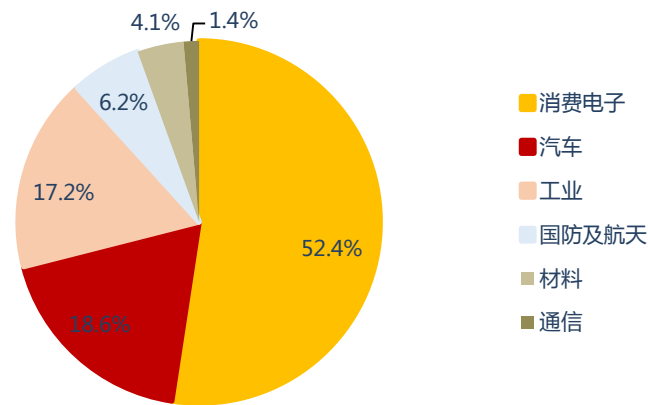
◆**MEMS产品的细分结构。**根据Yole，MEMS惯性传感器包括加速度计、陀螺仪、磁力计、惯性传感组合，2021年上述四类产品市场规模合计35.1亿美元，占比25.8%，是MEMS行业中的主要产品类型。

◆**MEMS下游行业分布：**根据Yole，从2022年市场看，消费电子、汽车和工业市场是MEMS行业最大的三个细分市场，其中消费电子的下游占比超过了50%，是下游第一大市场。

图：2021年MEMS行业产品结构



图：2022年MEMS按下游行业分布



2.2 MEMS惯性传感器国际巨头主导，高壁垒、高延展

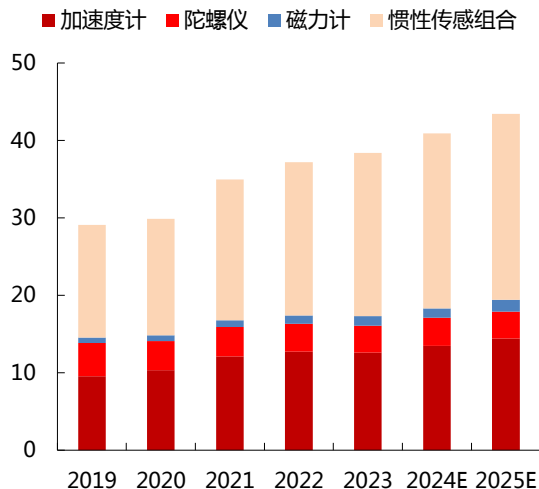
◆**MEMS惯性传感器市场空间。**根据Yole，2021年MEMS惯性传感器市场空间约为35亿美元。2021年MEMS陀螺仪和MEMS加速度计市场规模达到15.93亿美元，占全球MEMS惯性传感器总市场规模45.4%。根据芯动联科招股书，中国惯性传感器市场空间2021年达136亿元，预计仍将以稳健速度增长。

◆**MEMS惯性传感器下游领域：**MEMS惯性传感器下游领域广泛，包括工业通信、高可靠领域、汽车电子、消费电子、医疗健康等多领域。

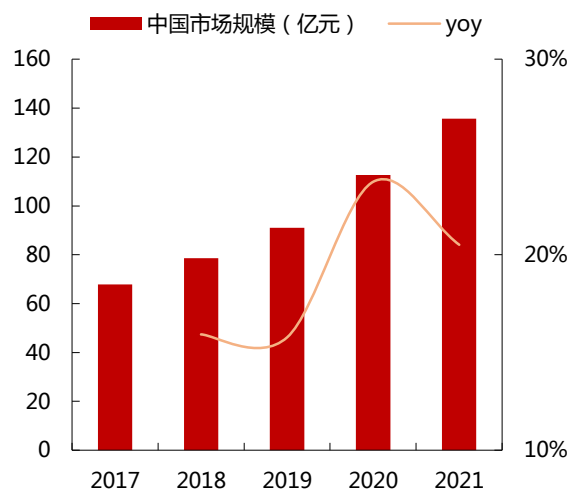
图：MEMS惯性传感器下游应用领域

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

图：MEMS惯性传感器市场空间及分布（亿美元，%）



图：中国惯性传感器市场规模及增速（亿元，%）

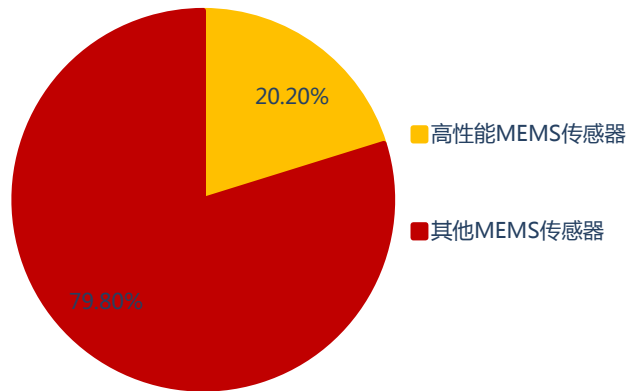


2.2 MEMS惯性传感器国际巨头主导，高壁垒、高延展

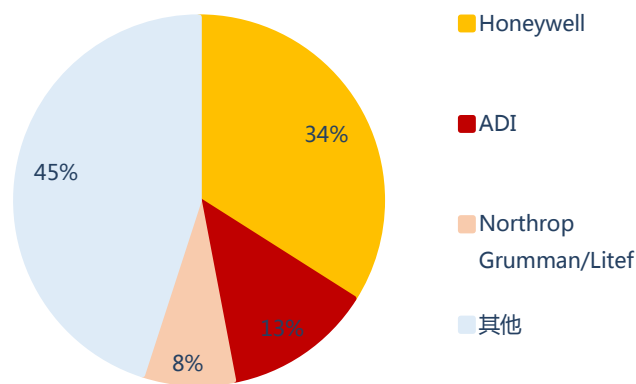
◆**高性能MEMS惯性传感器。**1) **市场空间**：根据Yole，2021年高性能MEMS惯性传感器市场空间约为7.1亿美金，占惯性传感器比例为20.2%。

2) **竞争格局**：根据芯动联科招股书，全球高性能MEMS惯性传感器份额集中在霍尼韦尔、ADI、Northrop Grumman/Litef 等巨头手中，市占率CR3超过50%。2021年芯动联科高性能MEMS传感器收入约为1.66亿元，有一定市占率，但与国际巨头仍有一定差距。

图：MEMS惯性传感器按等级分布



图：2021年全球高性能MEMS惯性传感器格局

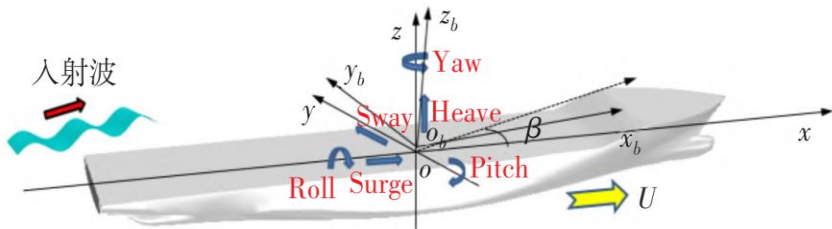


2.2 MEMS惯性传感器国际巨头主导，高壁垒、高延展

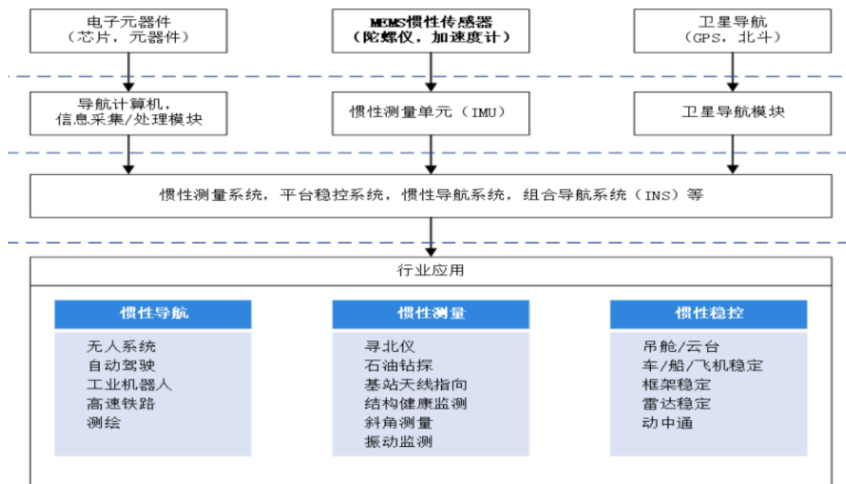
◆高性能MEMS惯性传感器的三大应用领域——按功能划分。

- 1) 惯性导航**：核心器件是陀螺仪和加计。每套惯性系统包含三轴陀螺仪和三轴加速度计，分别测量三个自由度的角速率和线加速度。惯性导航不借助外源信息，也不向外发送任何信号，可免受外界干扰影响。除独立使用外，惯性导航还可以与卫星导航结合使用，形成组合导航系统。
- 2) 惯性测量**：利用陀螺仪、加速度计等惯性敏感元件和电子计算机测量载体相对于地面运动的角速率和加速度，以确定载体的位置和地球重力场参数的组合系统。目前已被应用于石油测斜、城市测绘、地质监测、寻北仪表等领域。
- 3) 惯性稳控**：通过连续监测系统姿态与位置变化，利用伺服机构动态调整系统姿态，使被稳定对象与设定目标保持相对稳定。

图：以船舶为例的六自由度运动及坐标



图：MEMS惯性传感器应用领域——按功能划分



2.2 MEMS惯性传感器国际巨头主导，高壁垒、高延展

◆可比公司主要是海外头部企业。目前国外从事高性能 MEMS 惯性传感器业务的代表企业主要为 Honeywell、ADI、Sensoror、Silicon Sensing、Colibrys等。Honeywell、ADI 等国外巨头整合了芯片设计、晶圆制造、封装和测试整个产业链，其 MEMS 产品体系相对丰富。Sensoror、Silicon Sensing除开发MEMS惯性器件外，还进行相关模组、系统产品的生产。

图：公司主要的竞争对手及可比公司

公司名称	主要产品	主要应用领域	市场地位
Honeywell	航空航天产品和服务等	通信、工业设备、船舶及潜航器、石油和天然气、机器人、地图测绘、稳定平台、交通运输、无人机和地面无人车辆等	目前MEMS陀螺仪研制开发领域代表世界最高水平公司之一
ADI	数据转换器、放大器和线性产品、射频芯片、电源管理产品、基于 MEMS技术的传感器、其他类型传感器以及信号处理产品	工业、汽车、通信和消费电子市场等	高性能模拟、混合信号和数字信号处理集成电路设计、制造和营销方面世界领先
Sensoror	MEMS陀螺仪传感器、加计、惯性传感器模块	工业、航空航天、汽车及船舶航海等高精度传感器应用	在开发和制造抗振动、抗冲击和恶劣环境适用的高性能传感器领域拥有多年经验
Silicon Sensing	陀螺仪和惯性系统	航空、平台稳定、测绘、石油勘探、工业机器人、惯性导航、船舶、自动驾驶等	提供可靠、高质量陀螺仪和惯性系统产品的供应商。被SAFRANS收购。
Colibrys	惯性传感器、高温加计、震动感应器、地震传感器	航空和安全关键应用等领域	全球领先MEMS技术加速度传感器供应商之一
美泰科技	MEMS 惯性器件与系统、MEMS 惯性传感器、汽车传感器、压力传感器、射频 MEMS 器件等	航空航天、智能驾驶、智慧城市、物联网和 5G 通信等	是国内较知名MEMS企业
芯动联科	MEMS 陀螺仪和加速度计	终端产品应用于高端工业、无人系统高可靠等领域	高性能MEMS惯性传感器核心性能指标达到国际先进水平

图：公司主要的竞争对手产品及技术路线布局

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	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
ADI	√	√	√		√			√	√		
Sensoror		√	√		√			√	√		
Silicon Sensing	√	√	√		√			√	√		
SAFRAN	√				√			√	√	√	√
美泰科技	√		√					√	√		
芯动联科	√	√	√		√			√	√	√	

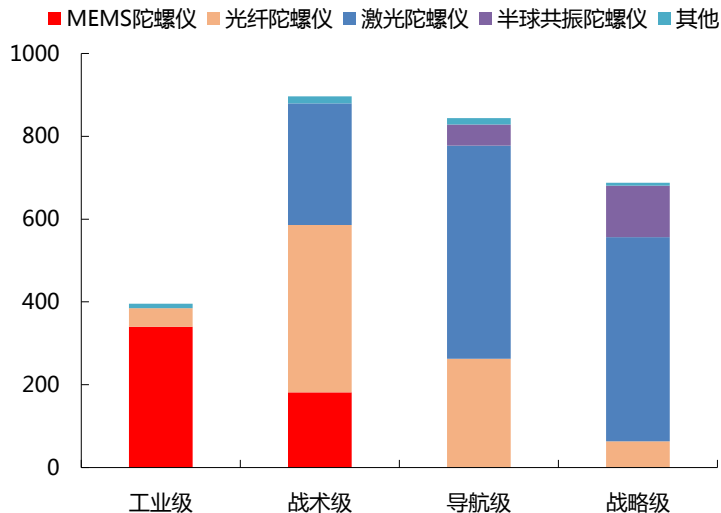
2.3 MEMS惯性传感器发展趋势：细分领域逐步替代两光器件

◆**MEMS陀螺仪的发展趋势：部分领域逐步替代两光陀螺仪。**MEMS陀螺仪和两光（激光、光纤）陀螺仪在部分无人系统、高端工业、高可靠等应用领域有所重合。高性能MEMS陀螺仪精度不断提升，且具备成本优势，可逐步应用于中低精度两光陀螺的应用领域。且高性能MEMS陀螺仪有小体积、高集成、抗高过载的优势，可解决光纤陀螺和激光陀螺由于体积较大、抗冲击能力弱的问题，满足高可靠、无人系统等领域智能化升级的要求，进一步拓展高性能MEMS陀螺仪的增量市场。

◆**不同级别市场，不同的陀螺仪分布。**工业级产品，MEMS高性能陀螺仪占据了大部分份额；在战术及导航级应用，两光陀螺仪占据78%及92%的份额；在战略级应用中，激光陀螺仪的占比超过了70%。

图：2021年高性能陀螺仪细分市场情况（百万美元）

图：MEMS陀螺仪与两光陀螺仪的比较及差异



类型	典型应用场景以及客户群体	优势	劣势	市场竞争情况
MEMS陀螺仪	主要应用场景以及客户群体面向于消费领域、汽车、无人系统、高端工业、高可靠等；高性能 MEMS 陀螺仪主要面向无人系统、高端工业、高可靠等	低成本，小体积，高可靠，易批产	精度接近中低精度两光陀螺	消费类、汽车、高端工业、无人系统、高可靠等领域中对精度要求较低的应用场景主要应用 MEMS 陀螺仪，无人系统、高端工业、高可靠等领域中对精度要求较高的应用场景，主要应用两光陀螺，但目前随着高性能MEMS陀螺仪精度提升，其在部分战术级应用场景已经可以替代两光陀螺，并逐渐渗透至导航级应用场景
激光陀螺仪/光纤陀螺仪	两光陀螺主要应用场景以及客户群体面向于无人系统、高可靠等，部分光纤陀螺仪也用于高端工业领域	超高精度	体积大，成本高，功耗大，难批产	

三

公司具备较高技术领先性，下游多领域共振成长

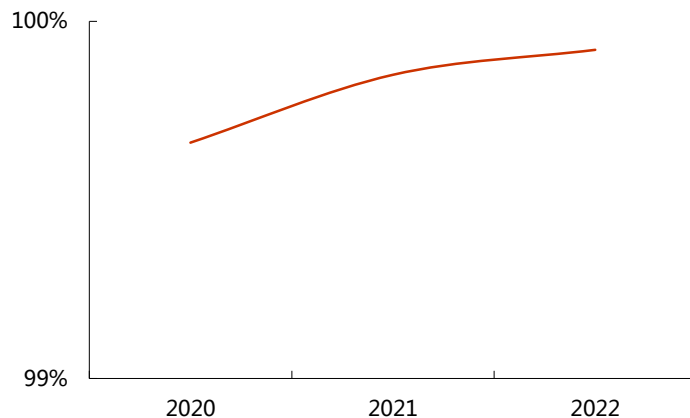
3.1 MEMS惯性传感器龙头，技术水平领先

- ◆ **公司陀螺仪产品性能达到导航级，在高性能硅基MEMS陀螺仪领域处于国际先进水平。**公司代表性产品陀螺仪——33系列产品，核心参数不输甚至领先于海外头部企业，公司高性能MEMS陀螺仪核心性能指标已达到国际先进水平，亦可达到部分光纤陀螺仪和激光陀螺仪等传统陀螺仪精度，且公司的单轴价格较低，体积和重量优于两光陀螺仪。
- ◆ **公司多领域技术储备深厚。**1) **陀螺仪MEMS芯片设计及工艺**：公司储备了陀螺仪MEMS芯片设计仿真技术、正交误差补偿技术、抗高过载技术、高性能MEMS陀螺仪加工工艺技术；2) **陀螺仪ASIC芯片设计技术**：公司具有陀螺仪ASIC芯片的系统级建模技术、自时钟生成技术、闭环检测技术、模态匹配技术、去耦合技术、标度因数自补偿技术、ASIC 芯片低噪声设计技术；3) **低应力MEMS传感器CLCC封装技术**：公司掌握低应力MEMS 传感器CLCC 封装技术，对封装结构、材料和工艺条件持续改进，得到优化的封装工艺方案，可以显著降低封装应力对传感器性能的影响，同时提高抗冲击能力；4) **MEMS 惯性传感器测试标定技术**：公司掌握MEMS 芯片晶圆测试系统、MEMS 惯性传感器成品测试系统。

图：公司高性能MEMS陀螺仪与头部企业两光陀螺仪对比

性能指标	Honeywell HG1700 (激光陀螺仪)	Emcore EG200 (光纤陀螺仪)	Honeywell HG5700 (激光陀螺仪)	Emcore EG1300 (光纤陀螺仪)	公司产品 (陀螺仪 33 系列)
零偏稳定性 (°/h)	0.25	1	0.02	0.01	≤0.1
角度随机游走 (°/√h)	0.125	0.04	0.012	0.002	≤0.05
标度因数精度 (ppm)	150	100	10	50	≤100
产品体积 (立方毫米)	—	83.8*83.8*20.3	—	83.8*83.8*20.3	11*11*2
产品重量 (克)	—	127	—	380	1
平均价格 (单轴) (美元)	—	12,554	—	28,129	1,100

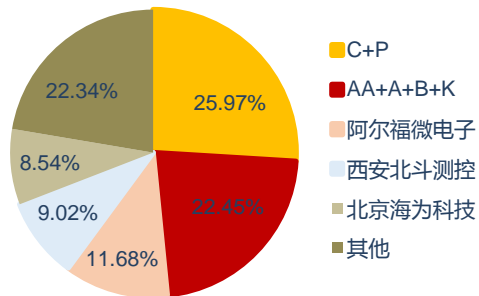
图：公司近年核心技术收入占比



3.2 高可靠领域是基本盘，高端工业及无人系统领域逐步拓展

◆**客户：大客户相对集中，前五大客户占比小幅下降，新客户拓展成效渐显现。**根据公司招股书，近年公司前五大客户占比相对稳定，呈小幅下降趋势。客户端，公司主要大客户包括客户C、P、AA、K、阿尔福微电子、西安北斗测控等。

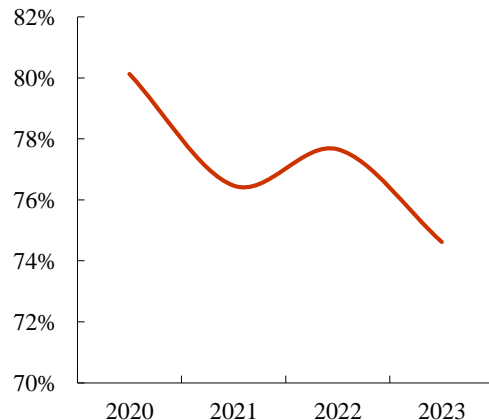
图：公司2022年客户结构



图：公司核心客户简介

客户	简介
A	为央企集团下属科研单位，自采及通过客户AA采购芯动联科产品集成为惯性系统，自用或销售给其他高可靠领域客户使用。
C	采购公司产品，集成为惯性导航系统向其高可靠领域客户销售。客户C采购量逐年增长，其下游客户适用陀螺仪20L系列产品多个项目进入量产。
D	采购公司产品，集成为惯性平台系统自用或向其高可靠领域客户销售。客户D的客户将其惯性平台系统集成的部分业务交由北京中科航星完成。
阿尔福微电子	是公司的经销商，2017年开始公司与阿尔福合作。阿尔福的下游客户主要是科研院所，公司先后通过阿尔福将产品导入央企集团甲、央企集团乙、央企集团丙等单位下属科研院所。

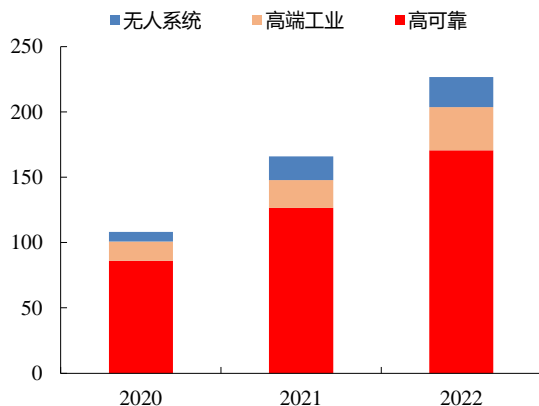
图：公司近年前五大客户收入占比



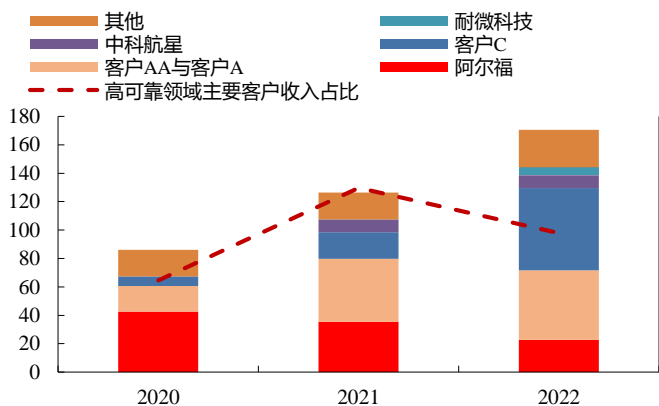
3.2 高可靠领域是基本盘，高端工业及无人系统领域逐步拓展

- ◆ **下游高可靠领域为主，收入占比超过75%。**根据公司公告，近年公司下游以高可靠领域为主，收入占比长期超过75%。在高可靠领域，公司主要客户收入占比常年超过80%，主要客户包括客户AA与客户A、客户C、耐微科技、中科航星等。在高可靠领域，下游客户对于产品的要求和稳定性要求较高，所以公司可以长期在高可靠领域保持较高的优质客户粘性。
- ◆ **老客户占比较高，且不断开拓新客户。**根据公司公告，近年公司的新客户数量不断提升。由于下游客户的高粘性，公司主要的收入仍然来自老客户，近年老客户的收入占比持续超过90%，这也是公司产品优质、竞争力较强的体现。

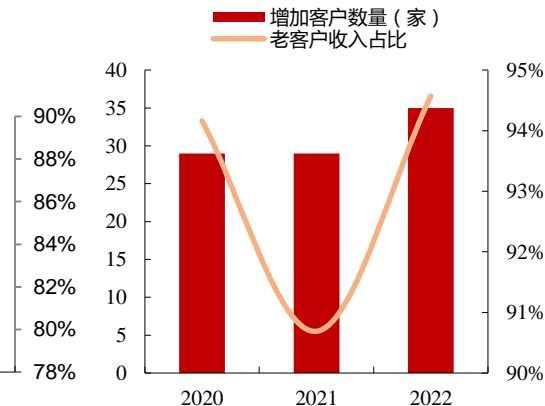
图：公司在不同领域的收入结构（百万元）



图：公司高可靠领域主要客户收入及占比（百万元，%）



图：公司新客户及老客户的占比



3.2 高可靠领域是基本盘，高端工业及无人系统领域逐步拓展

- ◆ **募投项目中，高端工业领域及无人系统领域拓宽收入增量。**公司募集资金投入高性能及工业级MEMS惯性导航项目建设、扩产及巩固技术等。除了高可靠领域，公司在其它领域的拓展也在加速，根据公司公告，在高端工业及无人系统领域，公司正在进行多个项目推动。
- ◆ **压力传感器领域积极拓展，取得一定成果。**主要产品为集成谐振式MEMS绝对压力传感器，主要进行大气压测量，可用于气象监测，压力控制器等。

图：公司高可靠领域外的项目进展

已开展项目名称	市场开发的可行性	具体安排及规划
高端工业领域		
1、工业级陀螺仪	为了进入更为广阔的工业应用领域，发行人规划了XDR系列工业级MEMS陀螺产品，改进性能，并降低成本	18M6 研发立项，23M6 研发结项，23M7开始试生产
2、谐振式压力传感器	高精度压力传感器基本都采用谐振式结构。谐振结构的设计以及ASIC控制芯片的要求和加速度计非常接近，可以借鉴已经取得的经验。	19M5 研发立项，23M9 研发结项，23M10开始试生产
3、大量程绝压传感器	高精度大量程压力传感器需求强烈；公司具有高精度大气压力传感器的初步经验，可以复用ASIC芯片流程。	22M1 研发立项，23M6 研发结项，23M7开始试生产
无人系统领域		
4、MEMS惯性导航系统	在无人驾驶，MEMS惯性导航系统的作用是无法被替代的。由于MEMS惯性导航系统对角速度和加速度的测量值之间本身就具有一定的冗余性，再加上轮速计和方向盘转角等冗余信息，使其输出结果的置信度远高于其它传感器提供的绝对或相对定位结果。	19M9研发立项，23年底研发结项，23年底车规级IMU推向市场

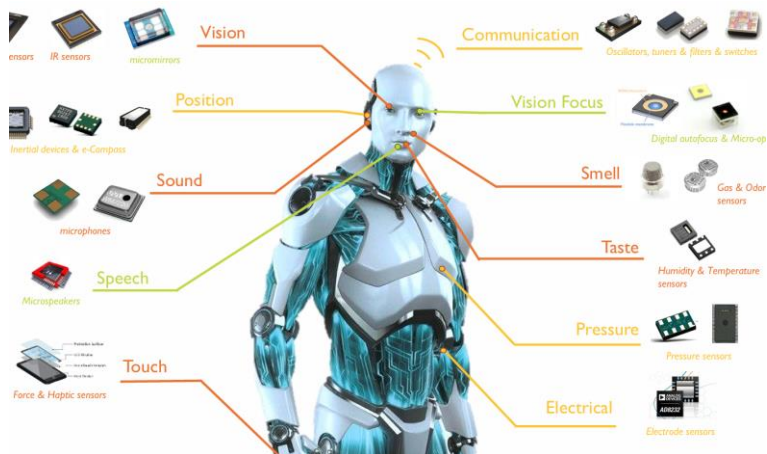
图：公司在压力传感器领域的客户及进展

客户名称	客户介绍	合作阶段	预计规模化收入时间及收入金额预测
合作中客户1	以传感器、仪表、电子和网络技术为基础，专注于传感器与仪表设计制造的高科技企业	测试评估阶段	预计24年实现收入约千万元
合作中客户2	在飞机大气数据系统、集成数据系统、仪表及传感器、无线数据传输系统研发制造方面表现突出的航空机载设备骨干企业	正进行测试评估	预计24年收入约百万元
合作中客户3	为船舶、高校、科研院所提供多种测试及相关产品和技术工程服务	测试评估环节	预计24年收入百万元左右
终端客户I	专业从事惯性仪表、惯性系统工作，集研究、设计、试验和生产于一体的导航与控制系统专业机构	测试评估阶段	预计24年收入约百万元
合作中客户4	知名智能电动汽车厂商。芯动联科产品包含三轴陀螺和三轴加速度计信息，为车辆自动驾驶系统提供长航时高精度的位置及车辆姿态信息	24M3 SOP 上线量产	预计25年可产生千万元及以上收入

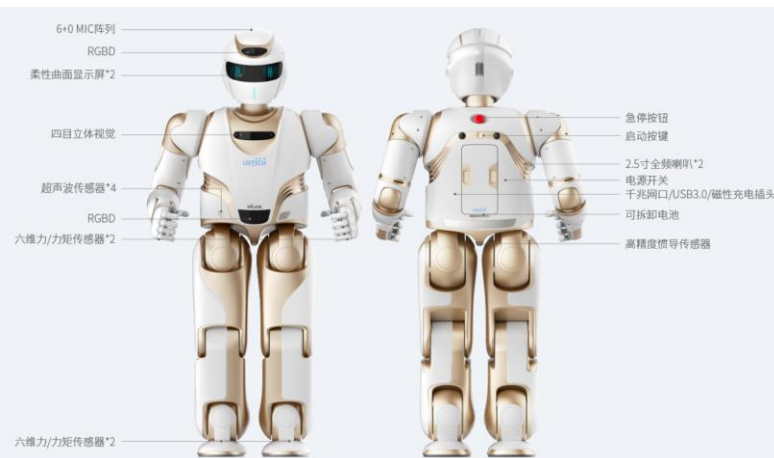
3.3 下游多领域高景气，公司成长天花板较高

- ◆ **人形机器人领域。**人形机器人发展迅速，IMU是人形机器人的位觉感受器，是姿态控制的核心部件。人形机器人会配备多种传感器，根据优必选官网，Walker X机器人配备了高精度惯导传感器。考虑用途，大概率人形机器人领域的IMU及惯性导航，精度要求会小于战略级与导航级，会大于消费级的需求。未来随着人形机器人领域的不断发展，IMU领域会带来需求侧的扩容，芯动联科作为MEMS陀螺仪及惯性传感器的领军企业，有望受益于人形机器人的发展及量产。

图：人形机器人的传感器配置



图：优必选Walker X结构



3.3 下游多领域高景气，公司成长天花板较高

- ◆ **自动驾驶领域。** GNSS的绝对定位和惯性导航系统的推算定位形成优势互补，组合为车辆提供连续稳定的时空基准，是自动驾驶车辆与高精地图交互的关键技术。GNSS的优势在于精度高（GNSS可以RTK达到实时厘米级的精度）、无累积误差，但是其更新频率较低；INS的优势在于数据更新频率高，但是其误差随着时间累积。
- ◆ **增量市场空间广阔。** 据公司招股书，22年我国自动驾驶市场空间约2894亿元。芯动联科部分在研项目应用于自动驾驶，有望打开成长空间。

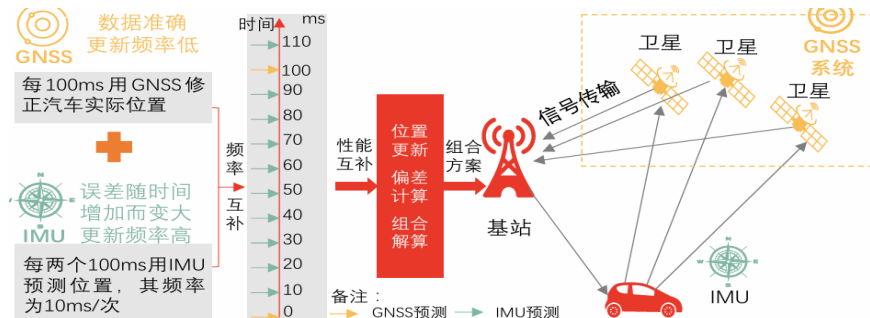
图：GNSS与INS的劣势比较

	GNSS	INS
定位目标	位置、速度	位置、速度、姿态
优点	精度高，覆盖广，无累积误差	短时间精度高，数据更新频率高，不受外界环境影响
缺点	抗干扰性差，存在随机误差，更新频率低	误差随时间累积

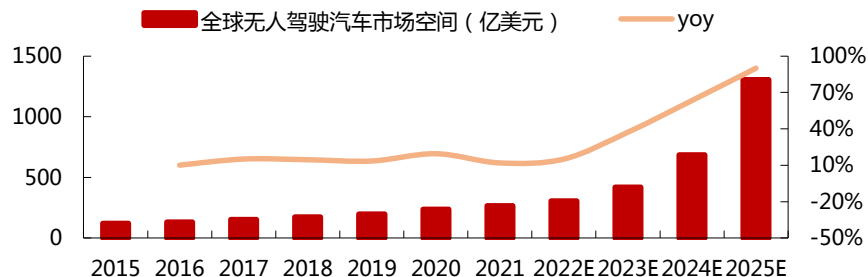
图：不同自动驾驶等级所需的惯性导航情况

	产品类别	精度要求	应用场景
L3	惯导+轮速	<50cm	智能巡航、拥堵巡航、遥控泊车
L3-L4	惯导+GNSS+轮速	10-30cm	城市巡航、高级拥堵巡航、代客泊车、固定路线泊车
L4-L5	惯导+GNSS+轮速+冗余	<10cm	高度甚至完全无人驾驶

图：GNSS+IMU定位系统示意图



图：全球无人驾驶汽车市场空间及增速（亿美元，%）



四

投资建议与风险提示

4.1 盈利预测与投资建议

图：芯动联科分业务盈利预测

	2021A	2022A	2023A	2024E	2025E	2026E
MEMS陀螺仪						
收入(百万元)	133.1	182.9	260.4	377.6	547.5	793.9
Yoy	57.8%	37.4%	42.4%	45.0%	45.0%	45.0%
毛利率	86.5%	86.5%	85.6%	85.0%	84.5%	84.0%
MEMS加速度计						
收入(百万元)	21.7	13.7	16.5	24.0	34.7	50.4
Yoy	20.0%	-37.0%	20.7%	45.0%	45.0%	45.0%
毛利率	76.8%	78.7%	62.5%	72.0%	71.0%	71.0%
惯性测量单元						
收入(百万元)	1.02	9.87	22.57	33.9	50.8	76.2
Yoy	52.2%	867.6%	128.7%	50.0%	50.0%	50.0%
毛利率	79.7%	76.7%	65.6%	70.0%	70.0%	70.0%
技术服务						
收入(百万元)	10.00	20.2	17.6	19.3	21.3	23.4
Yoy	97.2%	101.9%	-12.9%	10.0%	10.0%	10.0%
毛利率	91.5%	90.7%	87.0%	86.0%	85.0%	85.0%
合计						
收入(百万元)	166.1	226.9	317.1	454.7	654.3	943.8
Yoy	53.0%	36.6%	39.8%	43.4%	43.9%	44.3%
毛利率	85.4%	85.9%	83.0%	83.2%	82.7%	82.2%

◆ 核心假设：

1) MEMS陀螺仪：在高可靠、高端工业、无人系统等领域应用广泛，公司产品较为领先。预计2024-2026年收入同比增长45%、45%、45%。公司技术壁垒高，议价能力较强，且结构端影响预计变小，预计2024-2026年毛利率为85%、84.5%、84%。

2) MEMS加速度计：近年公司MEMS加速度计产品研发提速，且24H1收入增速超过了40%，FM加速度计有望放量。预计2024-2026年收入同比增长45%、45%、45%。预计2024-2026年毛利率为72%、71%、71%。

3) 惯性测量单元：公司惯性测量单元产品增长较快，预计2024-2026年收入同比增长50%、50%、50%。预计2024-2026年毛利率分别为70%、70%、70%。

4) 技术服务：公司技术实力较强。预计2024-2026年收入分别增长10%、10%、10%。预计2024-2026年毛利率分别为86%、85%、85%。

4.1 盈利预测与投资建议

- ◆ 芯动联科是国内高性能MEMS惯性传感器龙头，公司的产品性能已经追赶国际龙头企业。公司立足高可靠领域，逐步拓展至高端工业等领域，且逐步向自动驾驶、机器人、商业航天等多领域拓展。公司产品长期保持高毛利率，议价能力较强。预计2024-2026年公司收入为4.55/6.54/9.44亿元，同比增速分别为+43.4%、+43.9%和+44.3%；预计归母净利润为2.32/3.31/4.59亿元，同比增速分别为+40.3%、+42.4%和+38.8%。对应EPS分别为0.58元、0.83元和1.15元。2025/1/10股价48.67元对应PE为84.0、59.0和42.5倍，首次覆盖，给予“买入”评级。

图：可比公司估值表（股价截至2025/1/10）

代码	公司名称	市值（亿元）	股价（元）	归母净利润（亿元）			PE		
300456.SZ	赛微电子	116	15.84	2.55	3.62	5.33	45.5	32.0	21.8
688286.SH	敏芯股份	33	58.63	-0.23	0.34	0.77	-	97.4	42.6
300661.SZ	圣邦股份	343	72.63	4.11	6.67	9.35	83.4	51.4	36.7
平均							64.5	60.3	33.7
301187.SZ	芯动联科	195	48.67	2.32	3.31	4.59	84.0	59.0	42.5

注：可比公司盈利预测来自wind一致预期

- ◆ **1、MEMS加速度计拓展不及预期的风险。**公司近年加速度计的收入体量逐步成长，但目前的收入占比仍较低。若公司的加速度计研发及进展低于预期，可能对公司收入增速产生影响。
- ◆ **2、光纤MEMS陀螺仪对两光陀螺仪替代进展低于预期的风险。**公司是高性能MEMS陀螺仪龙头，且产品参数可以达到导航级，若产业层面MEMS陀螺仪对两光的替代进度低于预期，可能会影响公司在新领域的收入增长。
- ◆ **3、市场开拓风险。**公司做为成长型企业，在细分领域领先，且目前以直销为主。若未来新兴领域市场开拓进展不及预期，可能会影响公司长期的收入规模。

财务报表和主要财务比率

利润表 (百万元)					现金流量表 (百万元)				
	2023A	2024E	2025E	2026E		2023A	2024E	2025E	2026E
营业总收入	317	455	654	944	净利润	165	232	331	459
YoY (%)	39.8%	43.4%	43.9%	44.3%	折旧和摊销	20	5	4	5
营业成本	54	76	113	168	营运资金变动	-170	-47	-61	-24
营业税金及附加	3	3	4	6	经营活动现金流	19	185	267	430
销售费用	7	9	13	19	资本开支	-19	-4	-5	-5
管理费用	30	39	56	85	投资	-526	0	0	0
财务费用	-12	0	0	0	投资活动现金流	-545	-7	2	4
研发费用	80	109	157	236	股权募资	1,376	13	0	0
资产减值损失	0	0	0	0	债务募资	0	5	0	0
投资收益	3	5	7	9	筹资活动现金流	1,317	-87	-150	-209
营业利润	165	232	331	459	现金净流量	790	91	118	226
营业外收支	0	0	0	0	主要财务指标	2023A	2024E	2025E	2026E
利润总额	165	232	331	459	成长能力 (%)				
所得税	0	0	0	0	营业收入增长率	39.8%	43.4%	43.9%	44.3%
净利润	165	232	331	459	净利润增长率	41.8%	40.3%	42.4%	38.8%
归属于母公司净利润	165	232	331	459	盈利能力 (%)				
YoY (%)	41.8%	40.3%	42.4%	38.8%	毛利率	83.0%	83.2%	82.7%	82.2%
每股收益	0.44	0.58	0.83	1.15	净利率	52.2%	51.0%	50.5%	48.6%
资产负债表 (百万元)	2023A	2024E	2025E	2026E	总资产收益率ROA	7.6%	9.9%	13.1%	16.5%
货币资金	914	1,005	1,123	1,348	净资产收益率ROE	7.8%	10.3%	13.6%	17.1%
预付款项	27	19	23	34	偿债能力 (%)				
存货	68	85	94	93	流动比率	50.78	39.04	37.71	35.14
其他流动资产	1,040	1,094	1,149	1,176	速动比率	43.40	33.61	32.66	30.77
流动资产合计	2,049	2,203	2,389	2,651	现金比率	22.64	17.80	17.72	17.87
长期股权投资	0	0	0	0	资产负债率	2.8%	3.5%	3.5%	3.6%
固定资产	26	28	30	33	经营效率 (%)				
无形资产	55	52	50	48	总资产周转率	0.22	0.20	0.27	0.36
非流动资产合计	125	132	133	133	每股指标 (元)				
资产合计	2,175	2,335	2,522	2,784	每股收益	0.44	0.58	0.83	1.15
短期借款	0	0	0	0	每股净资产	5.28	5.63	6.08	6.70
应付账款及票据	5	5	6	7	每股经营现金流	0.05	0.46	0.67	1.07
其他流动负债	35	51	57	68	每股股利	0.19	0.26	0.38	0.52
流动负债合计	40	56	63	75	估值分析				
长期借款	0	0	0	0	PE	110.61	84.00	58.98	42.50
其他长期负债	21	25	25	25	PB	7.32	8.65	8.01	7.26
非流动负债合计	21	25	25	25					
负债合计	61	81	88	100					
股本	400	400	400	400					
少数股东权益	0	0	0	0					
股东权益合计	2,114	2,254	2,434	2,684					
负债和股东权益合计	2,175	2,335	2,522	2,784					

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。