

机械设备

2025年03月21日

华依科技 (688071)

—— 检测主业企稳回升，惯导产品实现量产

报告原因：首次覆盖

增持 (首次评级)

市场数据：2025年03月20日

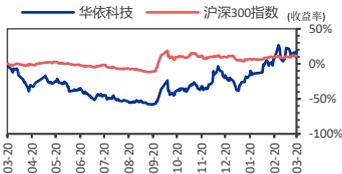
收盘价(元)	43.50
一年内最高/最低(元)	50.84/15.26
市净率	3.7
股息率(分红/股价)	-
流通A股市值(百万元)	3,688
上证指数/深证成指	3,408.95/10,879.49

注：“股息率”以最近一年已公布分红计算

基础数据：2024年09月30日

每股净资产(元)	11.83
资产负债率%	54.44
总股本/流通A股(百万)	85/85
流通B股/H股(百万)	-/-

一年内股价与大盘对比走势：



相关研究

证券分析师

王珂 A0230521120002
wangke@swsresearch.com
李蕾 A0230519080008
lilei@swsresearch.com
刘建伟 A0230521100003
liujw@swsresearch.com
张婧玮 A0230523090001
zhangjw@swsresearch.com

联系人

张婧玮
(8621)23297818x
zhangjw@swsresearch.com

- 加速全球布局，动力总成测试服务业扩大产能。**2018-2023年，测试服务占比快速提升，新能源测试服务营收占比从10.46%提升至46.20%。公司通过新增测试台架进一步增加公司测试服务产能，提升公司在新能源汽车动力测试及汽车性能检测方面的实验服务能力，丰富公司的新能源汽车动力测试类型，进一步提升测试服务质量，增强公司测试服务的市场竞争力。2023年，公司在测试台架项目的预算数为7.07亿元，同比增长203.81%。此外，公司加速华依天津及德国慕尼黑两地测试中心加速建设。目前，公司已经建成专业试验室超百个。
- 高精度惯导实现量产，成为公司新增长点。**2018年，公司成立智能驾驶事业部，开展智能驾驶核心零部件的前期研发布局。2020年，公司惯导组合系统通过了上汽乘用车前瞻技术研究部的验证测试。2022年，奇瑞选择公司作IMU定点开发工作，惯导产品实现从0到1突破，量产在即。2023年，公司高精度惯导业务进展加速，研发投入持续加大，并建立了完整的生产体系，已经具备大规模量产交付能力。
- 成为其新一代人形机器人IMU供应商。**公司基于多年车载智能驾驶开发经验，可为机器人用户提供GPS-IMU组合模组方案、IMU-速度传感器融合方案、激光雷达等传感器数据透传等多传感器融合方案。2025年，公司创新推出面向人形机器人关节控制的高性能专用传感器解决方案——ARU系列。随着人形机器人市场规模的扩大，该业务有望进一步开拓增长空间。
- 测试设备+测试服务业务双覆盖，有望受益于新能源汽车销量增长。**公司在2016年开始布局新能源领域，到现已实现对新能源汽车动力总成测试设备与测试服务的双覆盖。每条新能源生产线配备三台新能源汽车动力总成测试设备(电机、减速机、电池)，新能源车渗透率的快速提高推动汽车动力总成EOL设备的检测需求提升，新能源汽车加速放量有望推动公司动力总成测试设备需求提升，有望获得业绩新增量。
- 首次覆盖，给予“增持”评级。**我们预测公司2024-2026年归母净利润分别为-0.46/0.46/1.20亿元，当前股价(2025/3/20)对应2024-2026PE分别为-79/80/31倍，市销率分别为9/6/5倍。可比公司24-26年平均PE分别为75/53/39倍，PS分别为33/21/15倍，考虑到公司处于产能爬坡阶段，布局惯导、人形机器人等新业务，费用相对前置；预计随着前瞻性业务的拓展，公司有望进一步开拓增长空间，并在未来数年内持续受益，具备估值溢价，首次覆盖，给予“增持”评级。
- 风险提示：**新能源汽车市场需求波动风险；净利润季节性波动的风险；惯导元件研发投入进度慢于预期等

财务数据及盈利预测

	2023	2024Q1-3	2024E	2025E	2026E
营业总收入(百万元)	352	297	431	631	818
同比增长率(%)	4.5	22.5	22.4	46.6	29.6
归母净利润(百万元)	-16	-29	-46	46	120
同比增长率(%)	-143.5	-575.2	-	-	160.0
每股收益(元/股)	-0.20	-0.35	-0.55	0.55	1.42
毛利率(%)	40.2	31.2	33.9	39.5	42.8
ROE(%)	-1.5	-2.9	-4.7	4.4	10.3
市盈率	-230	-	-79	80	31

注：“净资产收益率”是指摊薄后归属于母公司所有者的ROE



投资案件

投资评级与估值

首次覆盖，给予“增持”评级。我们预测公司 2024-2026 年归母净利润分别为 -0.46/0.46/1.20 亿元，当前股价（2025/3/20）对应 2024-2026PE 分别为 -79/80/31 倍，市销率分别为 9/6/5 倍。可比公司 24-26 年平均 PE 分别为 75/53/39 倍，PS 分别为 33/21/15 倍。考虑到公司处于产能爬坡阶段，布局惯导、人形机器人等新业务，费用相对前置；预计随着前瞻性业务的拓展，公司有望进一步开拓增长空间，并在未来数年内持续受益，具备估值溢价，首次覆盖，给予“增持”评级。

关键假设点

1、动力总成测试设备。公司通过定制化产品开发设计，目前已形成了传统汽车测试设备及新能源汽车测试设备。并且相关产品打破国际厂商的垄断，在国内填补了行业空白，但行业竞争较为激烈。公司测试设备已销售至日韩等国家，海外需求可能带来业务新增量。因此预计 2024-2026 年公司动力总成测试设备业务同比增长 -10.0%，5.0%，5.0%。

2、动力总成测试服务。新能源汽车动力总成的可靠性和性能指标多由整车厂委托专业的测试服务供应商来完成测试。此外新能源车从产品规划到上市的时间相比传统燃油车更短，叠加新能源车渗透率的提高，未来新能源汽车动力总成开发测试服务的需求有望持续较高增长，预计 2024-2026 年公司动力总成测试服务业务同比增长 50.0%，28.0%，25.0%。

3、智能驾驶。高阶自动驾驶对高精度惯性导航系统的刚性需求将加速公司 IMU 产品的渗透率，尤其是在 L3 及以上等级自动驾驶车辆标配化驱使下，公司车规级惯导方案有望成为业务新增量。在人形机器人领域，公司已经推出人形机器人专用姿态传感器。随着智能驾驶技术的成熟、自动驾驶技术普及、人形机器人行业的快速发展，以及公司在 IMU 研发的持续投入，公司的市场份额将快速提升；因此预计预期 2024-2026 年收入同比增长 120.0%、480.0%、60.0%。

有别于大众的认识

产品出海，获得海外市场认可。2019 年公司业务走出国门，公司首例海外发动机冷试设备项目已交付于韩国雷诺三星，标志着公司成功打开海外市场。2020 年，公司完成了通过上海 ABB 工程有限公司承接的“雷诺总装线测试台（法国工厂）”及“日产总装线测试台（日本工厂）”项目，同年向马来西亚宝腾汽车交付了发动机冷试测试设备。公司德国慕尼黑测试中心正在加速建设，积极布局海外业务。

IMU 应用领域广泛。在智能驾驶中，作为惯性导航核心组件，保障车辆在 GNSS 信号丢失时的连续定位。除了智能驾驶领域，IMU 在机器人、低空经济、航空航天、智慧农业、工程机械、医疗器械等需要精准平衡的智能产业都扮演着不可或缺的角色。

股价表现的催化剂

惯导获多家公司定点合作。公司开发高级别自动驾驶中的定位技术的项目已经与奇瑞汽车、智己汽车等多家车企进入项目定点合作阶段。并以客户车型定点及工程样机认可为考核指标开展长期激励计划。

布局人形机器人领域。公司推出面向人形机器人关节控制的高性能专用传感器解决方案——ARU 系列，该产品攻克了人形机器人关节运动中的核心测量难题，在静态姿态测量精度和动态响应速度等关键指标上，对标国际万元级别产品，为国产人形机器人提供了高性价比的感知层解决方案。

规模效应带来公司利润释放。

核心假设风险

新能源汽车市场需求波动风险；净利润季节性波动的风险产能扩展不及预期；惯导元件研发投产进度慢于预期。

目录

1. 公司发展：传统主业爬坡，IMU 打开成长空间	6
1.1 公司简介：冷试稳固根基，智能惯导拓展新域	6
1.2 财务数据：疫情后业绩回暖，转型与降本助力盈利改善	8
2. 动力总成测试设备：专业供应商	11
2.1 测试设备：汽车核心动力组件，价值网关键环节	11
2.2 市场规模：预计市场空间 57 亿元	13
2.3 竞争优势：高壁垒特质凸显，国产替代正当时	14
3. 动力总成测试服务：构建多元测试服务体系	17
3.1 必要性：产业转型助推，合规与提质双重驱动	17
3.2 竞争优势：国内测试企业突围，对标国际	19
4. IMU：智能驾驶核心部件，机器人应用可期	22
4.1 IMU 原理：多传感器协同，融合算法实现精准导航	22
4.2 智能驾驶：惯性导航重要性不断凸显	27
4.3 人形机器人：应用打开空间	29
5. 盈利预测与估值	33
5.1 盈利预测	33
5.2 估值分析	35
6. 风险提示	36

图表目录

图 1：汽车动力系统冷试设备专业企业，多年业务布局实现细分领域覆盖	7
图 2：子公司分工明确，研发体系健全	7
图 3：测试服务营业收入占比快速提升	8
图 4：测试服务业务营业收入逐年增长	8
图 5：营业收入稳定增长，2017-2024CARG23.3%	9
图 6：产能扩建，净利润波动明显	9
图 7：在建工程快速增长，2023 年同比增长 274.1%	9
图 8：研发投入占营业收入比重不断攀升	10
图 9：研发费用中职工薪酬占比较高	10
图 10：业务占比变化使得公司毛利率小幅波动	11
图 11：受益规模效应期间费用率逐渐降低趋于稳定	11
图 12：华依科技动力总成测试设备	12
图 13：汽车动力总成测试设备发展阶段	12
图 14：2023 年联测科技营业收入按行业拆分	15
图 15：动力总成测试设备产业链	16
图 16：公司为知名品牌企业提供测试设备	16
图 17：三电系统是新能源汽车的动力系统	18
图 18：2024 年新能源汽车渗透率突破 50%	18
图 19：新能源汽车销量稳定增长	18
图 20：公司测试台架投入预算逐年增加	20
图 21：公司获得多项权威资格认定	21
图 22：公司拥有完整测试实验室	22
图 23：IMU 和 GPS 组合定位流程示意	23
图 24：“GNSS+INS”定位系统原理图	24
图 25：惯性导航系统工作原理	26
图 26：平台式惯性导航工作原理	27
图 27：捷联式惯性导航工作原理	27
图 28：公司拓展智能驾驶领域业务	29
图 29：人形机器人百年发展历程	30

图 30: IMU 在人形机器人上的应用	30
图 31: 人形机器人核心技术模块与组成	31
图 32: 人形机器人应用场景丰富	32
图 33: 人形机器人各等级主要应用场景和规模预期	32
图 34: 公司高精度人形机器人专用姿态传感器	33
图 35: IMU 在智能产业扮演重要角色	33
表 1: 公司灵活运用长期激励计划	10
表 2: 2024 国内汽车动力总成测试市场总需求规模	14
表 3: 国外主要竞争对手	14
表 4: 公司动力总成测试服务业务	19
表 5: 公司测试台架可满足多种测试需求	20
表 6: 公司前期燃油车技术能够支持新能源业务开发	20
表 7: IMU 与其他功能组件对比	22
表 8: IMU 与其他功能组件对比	23
表 9: IMU 代表产品	25
表 10: 惯性组合导航主要类型及特点	25
表 11: MEMS 传感器的典型应用	25
表 12: 惯性导航和卫星导航对比	27
表 13: 驾驶自动化等级划分	28
表 14: 公司业务明细拆分	34
表 15: 可比公司估值	36

1. 公司发展：传统主业爬坡，IMU 打开成长空间

1.1 公司简介：冷试稳固根基，智能惯导拓展新域

稳固已有产品市场，加速 IMU 业务进展。上海华依科技集团股份有限公司 1998 年成立于浦东新区。二十多年来公司专注于汽车动力总成智能测试技术开发，坚持以技术创新为核心，凭借深厚的行业经验积累，**从单一测试设备提供商发展成为协同测试设备和服务的提供商，实现由生产型制造向服务型制造的转型。**2021 年公司在稳固现有产品的市场基础上，充分发挥自身长期从事汽车动力总成测试业务的综合研究能力，积极投入智能驾驶核心部件中惯性导航模组器件 IMU 的产品应用领域。目前公司高精度惯导业务进展加速，研发投入持续加大，并建立完整的生产体系，现已具备大规模量产交付能力。**目前，公司主营业务包活动力总成测试设备、测试服务以及智能驾驶 IMU 产品。**

测试设备方面，公司通过定制化产品开发设计，目前已形成了发动机智能测试设备、变速箱测试设备、涡轮增压器测试设备、水油泵装配及检测设备、新能源汽车动力总成测试设备五大设备体系。2004 年公司成功研制首台发动机冷试设备并交付上汽通用公司，是“发动机冷试方法”国家行业标准的第一起草单位，也是国内少数能覆盖汽车动力总成各细分测试领域的自主创新企业，相关产品打破国际厂商的垄断，在国内填补了行业空白，实现了进口替代。2019 年公司业务走出国门，公司首例海外发动机冷试设备项目已交付于韩国雷诺三星，标志着公司成功打开海外市场。2020 年，公司完成了通过上海 ABB 工程有限公司承接的“雷诺总装线测试台（法国工厂）”及“日产总装线测试台（日本工厂）”项目，同年向马来西亚宝腾汽车交付了发动机冷试测试设备。

测试服务方面，公司能够按照国家实验室认可的第三方实验室管理要求，提供面向下游客户动力总成产品研发设计的测试服务业务，为汽车动力总成性能、功能、品质的设计、开发、改进提供工程试验和分析验证。2018 年，公司进军混合动力总成测试领域，成立上海华依混合动力系统测试技术有限公司。2023 年公司加速全球布局，华依天津及德国慕尼黑两地测试中心加速建设，目前公司已经建成专业实验室超百个。

惯性导航组合方面，2018 年，公司成立智能驾驶事业部，开展智能驾驶核心零部件的前期研发布局。2020 年，公司惯导组合系统通过了上汽集团的验证认证。2022 年，奇瑞选择公司作 IMU 定点开发工作，惯导产品实现从 0 到 1 突破，量产在即。2023 年，公司高精度惯导业务进展加速，研发投入持续加大，并建立了完整的生产体系，已经具备大规模量产交付能力。2024 年公司为智己 L6 提供高精度惯性传感器为车辆智能驾驶从高速向城市场景的扩展提供了坚实的技术支撑。2025 年公司成为新一代人形机器人的 IMU 供应商，推出国产高精度 ARU8010 人形机器人专用姿态传感器。

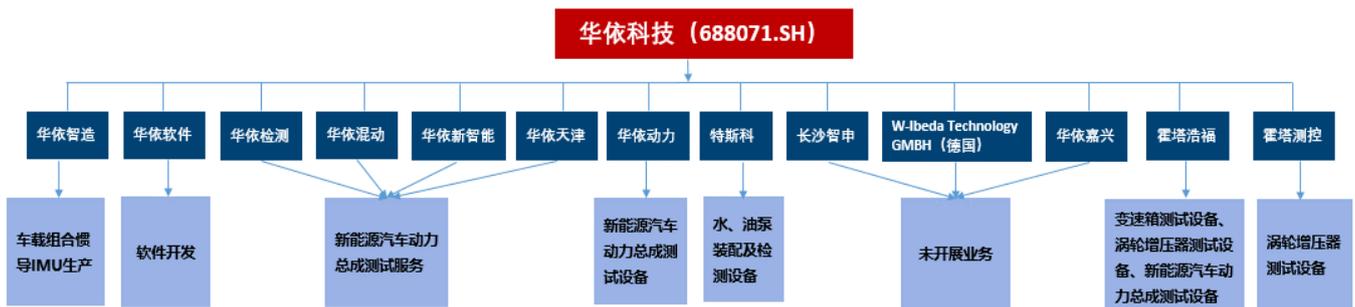
图 1：汽车动力系统冷试设备专业企业，多年业务布局实现细分领域覆盖



资料来源：公司招股说明书、公司年报、公司官网、申万宏源研究

公司建立健全研发体系，各子公司分设研发团队。公司始终坚持自主研发技术创新，通过建立健全研发体系、创新机制和研发管理制度，加强对研发组织和研发流程管理，从严落实从研发立项、计划、设计、测试、评估等各个环节。公司结合各子公司对于汽车动力总成各细分领域的技术积累与经验优势，以及技术人才的专业分工，分别在各子公司按产品类别划分设立研发团队。其中母公司华依科技负责发动机冷试设备的研发，子公司霍塔浩福负责变速箱测试设备和新能源汽车动力总成测试设备的研发，子公司霍塔测控负责涡轮增压器测试设备的研发，子公司华依检测、华依混动、华依新智能负责新能源汽车动力总成测试服务的研发，子公司特斯拉负责涡轮增压器测试设备和水、油泵装配及检测设备的研发，子公司华依软件负责各类产品的软件研发，子公司华依智造负责 IMU 的研发。同时，公司积极开展与院校及研究机构的合作，公司与同济大学、国家信息技术安全研究中心、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司等建立长期研发合作关系。

图 2：子公司分工明确，研发体系健全



资料来源：公司年报、申万宏源研究

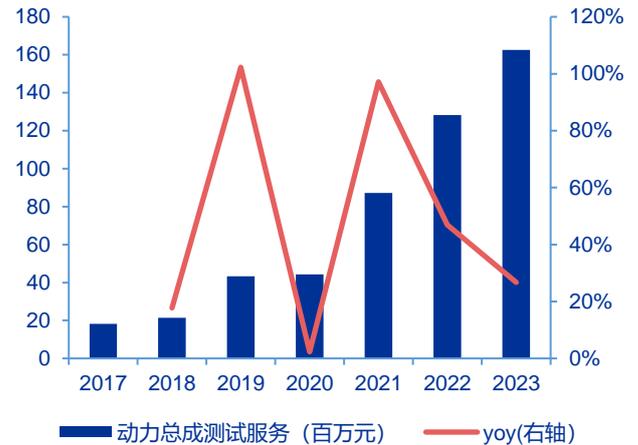
业务结构：测试设备为主，测试服务业务快速增长。根据公司公告，1) 公司测试设备业务是营收主要来源，2017-2023 年测试设备收入占比在 50%至 90%之间，其中新能源设备营收占比从 2017 年的 2.98%提升至 2020 年的 27.89%；2) 测试服务占比快速提升，2018-2023 新能源测试服务营收占比从 10.46%提升至 46.20%。

图 3：测试服务营业收入占比快速提升



资料来源：iFind、申万宏源研究

图 4：测试服务业务营业收入逐年增长

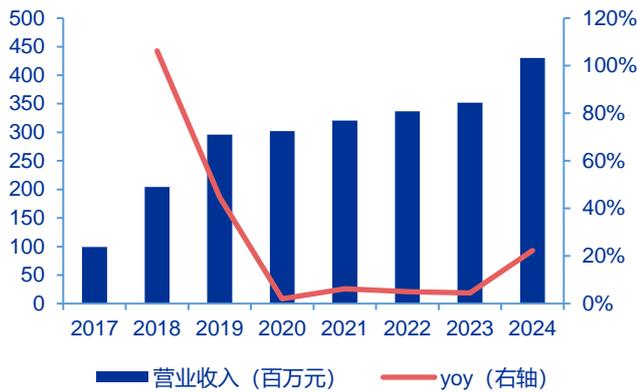


资料来源：iFind、申万宏源研究

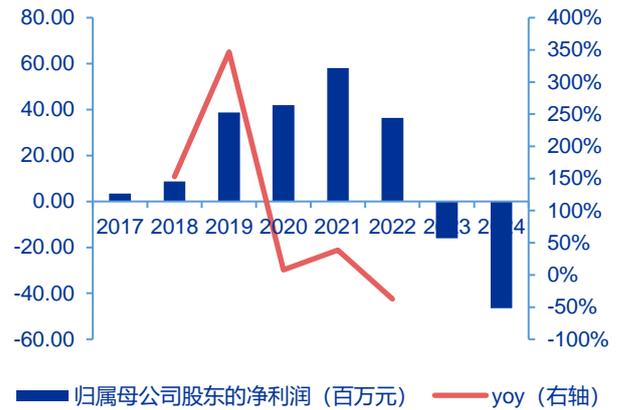
1.2 财务数据：疫情后业绩回暖，转型与降本助力盈利改善

公司实现多领域业务协同，营业收入稳定增长。根据公司公告，2024 年公司实现营业收入 4.3 亿元，较上年同比增长 22.4%，2017-2024 年 CAGR 为 23.3%。公司充分发挥自身长期从事汽车动力总成测试业务的综合研究能力，凭借技术优势积极拓展公司业务，业务包括动力总成智能测试设备、动力总成测试服务、智能驾驶等多个领域。新业务具有投入营运后能进一步摊薄固定成本提高毛利率的特点。根据公司公告，2021-2023 年公司动力总成测试服务业务占比提高，与测试业务设备业务相互协同，稳定营业收入增长。此外，公司与优质客户建立长期稳定的合作关系。根据公司公告，2021-2023 年前五名客户销售额占年度销售总额比例约 1/3，这保证了营业收入的稳定性和增长性。

受产能扩建影响，净利润波动明显。根据公司公告，2021 年公司归母净利润 0.6 亿元，同比增长 38.5%，主要系公司营业收入稳步增加，盈利较好的动力总成测试业务增长；2022 年归母净利润 0.4 亿元，较上年同期下降 37.3%，主要是公司加大了经营管理投入，理顺业务条线及拓展方向，并吸纳了更多优秀人才加入到公司，确保公司持续健康发展；2023-2024 年公司归母净利润持续亏损；2023 年归母净利润-0.2 亿元，由盈转亏；2024 年归母净利润-0.5 亿元，主要是因为业务板块有所拓展、新增测试业务场地、增加测试设备投入等导致经营管理及融资成本都有所增加致使利润大幅下降。

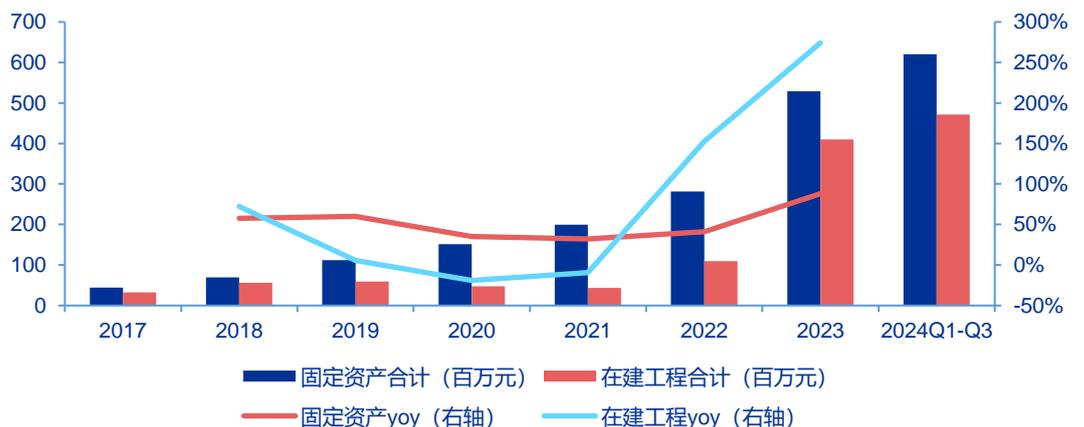
图 5：营业收入稳定增长，2017-2024CARG23.3%


资料来源：iFind、申万宏源研究

图 6：产能扩建，净利润波动明显


资料来源：iFind、申万宏源研究

公司加速实验室的建设进程，专业实验室已超百个。公司参照国外先进企业的实践经验，积极扩张实验室建设。根据公司公告，2024年前三季度固定资产6.2亿元，在建工程4.7亿元；2023年固定资产同比增长88%；在建工程同比增长274.1%；为满足公司测试服务配套试验室的建设支出等资金需求，公司外部融资金额规模较大，2023年筹资现金流净额同比增加468.5%，投资现金流净额同比增加132.2%。根据公司公告，目前公司建成覆盖纯电动动力总成、混合动力总成、整车以及汽车零部件领域的专业实验室超百个；为更好的服务客户，2023年公司加速跨区域布局，启动了华依天津测试中心的建设，加快了德国慕尼黑新能源汽车动力总成测试中心的建设，已完成第一期实验室建设，部分设备进入安装调试阶段；可在未来为不同区域的客户，持续满足各类测试需求。

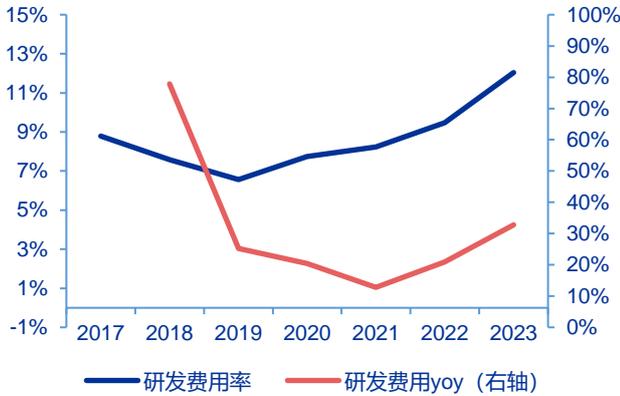
图 7：在建工程快速增长，2023年同比增长274.1%


资料来源：公司公告、申万宏源研究

公司研发以人才为本，不断进行技术更新。根据公司公告，公司研发投入持续增长，2019-2023年公司研发投入占营业收入比重不断攀升，从2019年6.6%提升至2023年12.0%，2023年研发费用同比增长32.8%。公司十分重视技术人才及研发团队的建设，多年来研发人员的职工薪酬占研发费用比重均在80%以上，2023年职工薪酬占据研发费用的76.5%，主要是公司加快实验室建设、增加测试设备投入导致折旧摊销费用占研发费用比重提升。根据公司公告，截至2023年12月31日，公司拥有16项发明专利、90项实用新型专利、3项外观设计专利及118项软件著作权。强大的研发能力和丰富的技术积累使公司具备了较强的技术竞争

优势，进一步提高了公司核心技术优势和产品竞争力。

图 8：研发投入占营业收入比重不断攀升



资料来源：iFind、申万宏源研究

图 9：研发费用中职工薪酬占比较高



资料来源：iFind、公司公告、申万宏源研究

公司聚焦高精度惯导业务，推出长期激励计划。为了激励和留住关键人才、稳定核心团队，2025年2月公司推出员工持股计划，根据公司公告，拟持股不超30.7万股，占总股本0.4%，购股价格19.5元/股。参与对象含董（独董除外）、监、高管及重要业务技术人员，存续期38个月。此次员工持股计划的业绩考核指标聚焦高精度惯导产品，调动员工的积极性和创造性。如2025年需获5个客户车型定点及工程样机认可，出货量较2024年增长不低于50%。

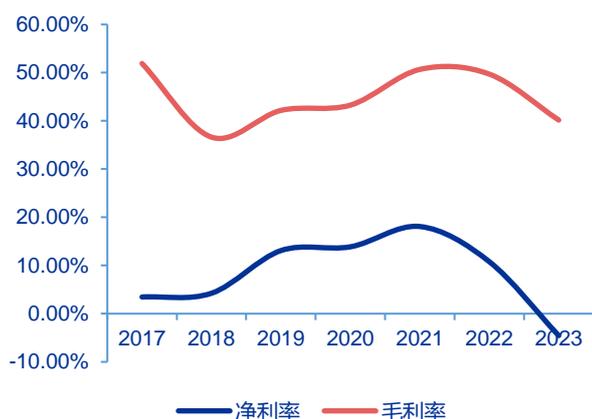
表 1：公司灵活运用长期激励计划

员工持股计划			
解锁期	对应考核年度	研发指标	出货量
第一个解锁期	2025	公司高精度惯导产品，获得当年客户车型定点及工程样机认可共计5个	以2024年公司高精度惯导产品出货数量为基数，2025年高精度惯导产品出货数量增长不低于50%
第二个解锁期	2026	公司高精度惯导产品，获得当年客户车型定点及工程样机认可共计8个	以2024年公司高精度惯导产品出货数量为基数，2026年高精度惯导产品出货数量增长不低于125%

资料来源：公司公告、申万宏源研究

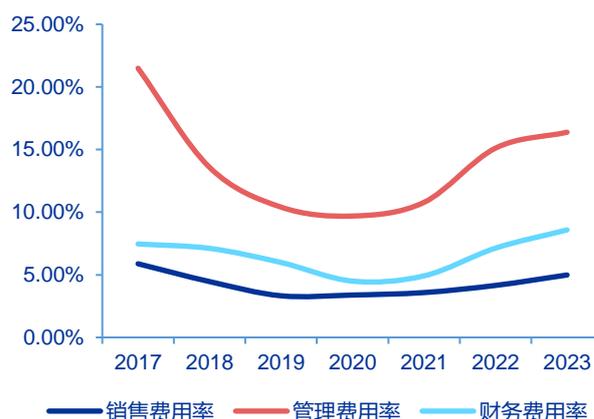
受规模效应和产品结构影响，公司毛利率波动，期间费用率有所抬升。公司近几年业务布局逐渐收获成效，不同业务增速不同的营收占比变化较快，加之各个业务毛利率不同，同时受规模效应影响，公司毛利率出现波动。由于测试服务业务具有前期设备投入相对较大、后续成本相对稳定的特点，后期或将拉动毛利率小幅上涨。2023年测试服务业务仍处于扩产阶段，阶段性固定成本投入增加，毛利率有所下降。根据公司公告，公司为保持竞争优势，在研发投入、市场开拓、管理人才建设等多方面持续投入，人员薪酬、设备折旧等费用增长幅度较大，公司业务规模逐步扩大，资金需求上升，融资规模增加，财务费用增幅也较大，因此期间费用率有所提升。

图 10: 业务占比变化使得公司毛利率波动



资料来源: iFind、申万宏源研究

图 11: 公司期间费用率有所提升



资料来源: iFind、申万宏源研究

2. 动力总成测试设备: 专业供应商

2.1 测试设备: 汽车核心动力组件, 价值网关键环节

汽车动力总成是一种将化学能转变为动能, 进而驱动汽车运动的一种能源转换与利用装置。主要包括发动机及其相应的变速箱系统, 或新能源汽车的电池电机系统。在实际的汽车产品中, 由发动机或电机输出的动力, 通过变速箱以及后续传动系统转化为驱动力。整车汇集各种专业技术于一身, 其中包括发动机、变速箱的动力总成系统是汽车的核心命脉。对于整车厂而言, 动力总成系统对性能和可靠性进行全面的试验和评估至关重要。

汽车动力总成测试的主要目的是评估动力总成的性能、可靠性和耐久性。具体目标包括: 性能评估: 测量发动机的功率、扭矩、燃油效率和排放等性能参数, 以确保其符合设计要求; 可靠性评估: 通过模拟各种工作条件和环境来测试动力总成的可靠性, 以确定其寿命和故障率; 耐久性测试: 模拟长时间运行和高负荷工作条件, 以评估动力总成的耐久性和寿命; 安全性评估: 测试动力总成在紧急情况下的性能, 如刹车和悬挂系统的安全性; 经济性评估: 评估动力总成的经济性, 以及是否满足节能环保的要求。

进行汽车动力总成测试需要使用各种工具和设备, 包括但不限于: (1) 发动机台架: 用于安装和测试发动机的设备, 可控制和监测各种参数; (2) 数据采集系统: 用于收集和记录试验过程中产生的数据, 包括传感器、数据记录仪和计算机系统; (3) 温度控制室: 用于模拟不同温度条件的环境室, 以进行环境测试; (4) 高压室: 用于测试发动机在高海拔条件下的性能; (5) 碰撞测试设备: 用于模拟碰撞情况, 评估动力总成的安全性能; (6) 排放分析仪: 用于测量和分析排放物, 确保其符合环保法规。汽车动力总成测试设备一般指针对发动机、变速箱、涡轮增压器、电机、减速机等核心零部件进行测试的试验台架, 是判定汽车动力总成是否合格, 是否满足车辆匹配要求的主要测试设备。公司测试设备的测试对象主要包括传统燃油发动机、变速箱、涡轮增压器、水油泵、以及新能源汽车发动机。

图 12：华依科技动力总成测试设备

	<p>变速箱测试设备：用于实车变速箱下线加载检测，集成NVH测试系统，模拟变速箱在一定载荷、不同速度、不同档位下的工况，以此来测试实车变速箱的性能，实现变速箱早期故障诊断。</p>
	<p>涡轮增压器测试设备：主要用于汽车涡轮增压器的可靠性及性能测试、压气机及涡轮端包容性试验、增压器的低周疲劳、热冲击等可靠性试验。</p>
	<p>水、油泵装配及检测设备：公司自主研发，利用工艺托盘，通过带输送线将泵零件按照既定装配工艺组装完成并进行末端质量检测的全自动生产线，可以根据客户指定的装配工艺和应用需求非标定制。</p>
	<p>发动机智能测试设备：冷试技术是一种质量检测手段，是对发动机装配完成后的各系统进行综合测试的技术，通常设在发动机装配线的尾部。冷试台通过交流伺服电动机与发动机的飞轮相连接，在计算机控制下以不同的转速拖动被测试发动机。</p>
	<p>发动机智能测试设备：冷试技术是一种质量检测手段，是对发动机装配完成后的各系统进行综合测试的技术，通常设在发动机装配线的尾部。冷试台通过交流伺服电动机与发动机的飞轮相连接，在计算机控制下以不同的转速拖动被测试发动机。</p>

资料来源：公司官网、申万宏源研究

汽车动力总成测试设备的发展大致经历了五个阶段，分别是：简单测试设备、模拟电控测试设备、数字化测试设备、动态测试设备和测试中心的建设、动力总成测试中心持续升级和数据库建设。借助先发优势和技术积累，国外汽车动力总成测试的发展已进入第五阶段，测试技术已经相当成熟，具有比较完善的测试系统解决方案，通过计算机仿真、人工智能等先进技术的集成和应用，能够将真实零部件和虚拟零部件有效结合起来进行联合测试，已经代替了相当一部分的实况道路试验验证，并对各类的动力总成系统进行多种项目测试。

图 13：汽车动力总成测试设备发展阶段

<p>第一阶段 简单测试设备</p> <p>主要依赖手动控制，测试项目单一、精度不高、故障较多、测试效率低，测试数据主要凭借经验分析，对测试人员相关专业经验的要求较高。</p>	<p>第二阶段 模拟电控测试设备</p> <p>随着工控机技术和PLC技术的引入，此阶段的测试设备实现了程序自动控制、自动数据采集和分析处理，极大的提升了测试效率。</p>	<p>第三阶段 数字化测试设备</p> <p>开始全面采用数字化控制系统，技术的发展令分析准确度提升、成本下降，设备供应商注重测控技术的迭代，逐步形成了测试能力及解决方案。</p>	<p>第四阶段 动态测试设备和测试中心的建设</p> <p>测试设备侧重测控问题的解决，通过引入电力测功机、排放分析仪、高精度瞬态油耗仪等测试设备并引入了声学分析仪器，测控能力有了进一步的提升。</p>	<p>第五阶段 动力总成测试中心持续升级和数据库建设</p> <p>侧重数据库的建设，业内不断出现跨界厂商，信息化、智能化产品在汽车价值链中的比重逐步增加，汽车制造进入智能制造时代，测试中心的台架建设也进入了信息化和智能化时代。</p>
---	---	---	--	---

资料来源：公司招股说明书、申万宏源研究

2.2 市场规模：预计市场空间 57 亿元

按公司招股书中各细分领域市场规模的测算方法，我们以公司的设备单价、车厂生产线对测试设备的配置数量等为参考，测算得 **2024 年汽车动力总成测试设备市场规模国内约 56.6 亿元。**

发动机测试设备需求 5.6 亿：根据中国汽车工业协会，2024 年国内汽车产量为 3128.2 万辆。根据公司招股说明书，每辆车上的动力总成设备需在交付车厂前 100% 逐台测试，每台发动机冷试设备每年能测 10 万台发动机，在使用率 70% 的情况下，平均使用寿命为 6 年，则按公司所售产品的单价（每台 500 万元）估算，则中国发动机冷试设备市场新建需求约 3.7 亿元。参照国家统计局公布的汽车制造业固定资产投资完成额数据，其中改建投资完成额约为新建的 50%，则 2024 年中国发动机冷试设备市场改建需求约 1.9 亿元，合计 2024 年市场规模约 5.6 亿元。

涡轮增压器测试设备需求 4.3 亿：根据国际涡轮增压器供应商博世马勒（BMTS）预测，2024 年中国市场上使用涡轮增压器的汽车数量会达到 2400 万辆，即全年涡轮增压器需求量将增加至 2400 万个。根据公司招股说明书，每台设备每年测试 10 万台涡轮增压器，在使用率 70% 的情况下，平均使用寿命 6 年左右，按公司所售产品单价每台 500 万元测算，1952.1 万个涡轮增压器带来的测试设备市场新建需求为 2.9 亿元；参照国家统计局公布的汽车制造业固定资产投资完成额数据，其中改建投资完成额约为新建的 50%，则改建需求为 1.4 亿元，合计 2024 年市场规模约 4.3 亿元。

变速箱测试设备需求 14.0 亿：根据公司招股说明书，每台设备每年能测 4 万个变速箱，在使用率 70% 的情况下，平均使用寿命为 6 年。按公司所售产品的单价（每台 500 万元）估算，中国变速箱测试设备市场新建需求约 9.3 亿元，参照国家统计局公布的汽车制造业固定资产投资完成额数据，其中改建投资完成额约为新建的 50%，则改建需求约 4.7 亿元，合计 2024 年市场规模 14.0 亿元。

水、油泵测试设备需求 13.4 亿：每辆汽车配备一组水、油泵。根据公司招股说明书，假设每台每年测试 30 万台水、油泵，在使用率 70% 的条件下，平均使用寿命在 6 年左右，自动装配与测试设备的使用率约为 70%，每台水、油泵装配及检测设备按 1200 万元计算，则 2024 年水、油泵装配及检测设备市场新建的需求约为 8.9 亿元；参照国家统计局公布的汽车制造业固定资产投资完成额数据，其中改建投资完成额约为新建的 50%，则改建需求约 4.5 亿元，合计 2024 年市场规模约 13.4 亿元。

新能源汽车动力总成测试设备需求 19.3 亿：根据中国汽车工业协会，2024 年我国新能源汽车产量完成 1288.8 万辆，根据公司招股说明书，每台设备每年能测 5 万组新能源动力总成产品，每条新能源生产线配备三台新能源汽车动力总成测试设备（电机、减速机、电池），在使用率 70% 的情况下，平均使用寿命为 6 年。按每台设备 700 万元估算，2024 年我国新能源汽车动力总成测试设备市场新增需求约为 12.9 亿元，参照国家统计局公布的汽车制造业固定资产投资完成额数据，其中改建投资完成额约为新建的 50%，则改建需求为 6.4 亿元，合计 2024 年市场规模约 19.3 亿元。

表 2：2024 国内汽车动力总成测试市场总需求规模

产品	单台设备 每年测试 量 (万台)	使用 寿命	使用 率	国产设备单价 (万元)	国内新增规模 (亿元)	国内改建规 模 (亿元)	2024 年国内总需求 (亿元)
发动机测试设备	10	6	70%	500	3.7	1.9	5.6
变速箱测试设备	4	6	70%	500	9.3	4.7	14
涡轮增压器测试设备	10	6	70%	500	2.9	1.4	4.3
水、油泵测试设备	30	6	70%	1200	8.9	4.5	13.4
新能源动力测试设备	5	6	70%	700	13	6.4	19.3
合计							56.6

资料来源：公司招股说明书、中国汽车工业协会、BMTS (博世马勒)、申万宏源研究

2.3 竞争优势：高壁垒特质凸显，国产替代正当时

国内汽车动力总成测试企业发展时间较短，技术水平与国外先进技术相比也存在一定差距，国内汽车动力总成测试的发展尚处于数字化测试设备、动态测试设备和测试中心建设阶段。虽然依靠国内汽车消费市场的繁荣，国内测试企业培养和积累了部分客户资源，但大部分测试设备的性能、精度、功能和测试服务的配套能力与国外厂商相比仍然差距较大，因此产品服务定位主要集中在低端应用市场面向高端应用市场的测试设备及服务基本被 AVL、Horiba、FEV 等国外供应商垄断，面向高端应用市场的测试设备及服务严重缺失，阻碍了我国汽车动力总成自主创新能力的提高和新产品的发展。

外资企业：AVL 占据全球乘用车（燃油）测试系统主要市场。在燃油车乘用车领域，由于汽车整体以及发动机的研发均以国外企业为主，因此关于整车以及发动机配套的测试设备也是国外为主。AVL 是全球最大的动力总成系统开发、模拟和测试服务提供商。Horiba 在发动机、传动系统、制动器、风洞及排放测试设备处于全球领先地位。AVL 和 Horiba 与国内外燃油乘用车整车以及发动机厂商深度绑定，国产企业很难渗透该领域。

表 3：国外主要竞争对手

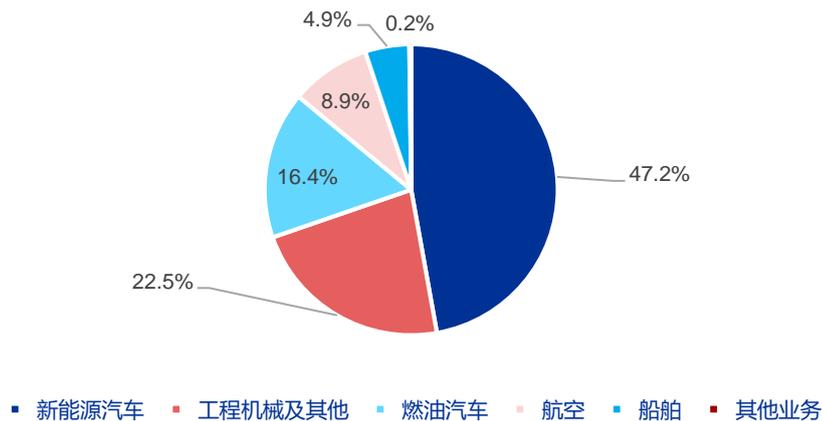
国外主要竞争对手	
公司名称	简介
奥地利 AVL (李斯特)	成立于 1948 年，致力于乘用车、卡车的动力总成系统（包括混合动力、内燃机、传动系统、电力驱动、电池和软件）以及大型发动机的开发、模拟和测试技术，在世界汽车、发动机行业拥有很高知名度和良好的声誉，目前奥地利 AVL 公司已发展成为一个集发动机科研、开发、设计、咨询、以及发动机智能测试设备生产的跨国高科技集团，是全球规模最大的从事内燃机设计开发、动力总成研究分析以及有关测试系统和设备开发制造的独立公司，全世界所有的发动机制造商都在 AVL 的客户名单里，特别是内燃机领域。AVL 在全球汽车动力总成测试市场拥有强大的实力，为开发和测试现代动力总成系统提供一系列产品。
德国 (FEV)	德国 FEV 是一家集内燃机，传统、电力、可替代能源车辆驱动系统，新能源科技设计开发的国际知名公司同时还是全球各大先进测试系统、测试工具与服务的主要供应商，致力于为全球汽车厂商提供高质量的整车和动力总成系统设计、开发和集成，以及测试设备工程服务。客户包括了遍及世界的大多数的汽车和发动机制造公司以及零配件供应商。

英国 (Ricardo)	英国 Ricardo 是一家从事工程, 战略, 技术和环境咨询业务的控股公司, 目标是在解决方案的开发和应用方面成为世界领先的, 以应对交通、能源和稀缺资源领域的挑战。经营部门包括技术咨询和性能产品, 其技术咨询部门致力于提供工程计划和技术项目、以及环境和管理咨询服务, 包括发动机、车辆系统、传动系统和传动系统以及测试服务等; 其性能产品部门从事制造, 组装, 软件销售和相关服务, 包括制造和开发、销售一系列计算机辅助工程软件产品。
日本 (Horiba)	日本 Horiba 是一家在科研开发、汽车测试系统、质量检测等领域提供相关和技术服务的领先供应商, 其中汽车测试系统部门提供发动机排气测试系统、在用汽车排气分析仪、车载排气分析仪、驱动测试系统、发动机测试系统、制动测试系统和驱动记录仪。日本 Horiba 不仅能提供是全球领先的测试系统, 还能够为客户提供全套解决方案。
德国蒂森克虏伯	蒂森克虏伯是一家来自德国的多元化工业集团, 产品范围涉及钢铁、汽车技术、机器制造、工程设计、电梯及贸易等领域。目前业务分布在全球 78 个国家和地区, 超过 162,000 名员工专注于为全球的可持续发展提供高品质的产品、工业流程和服务, 与客户共同研发在“材料”、“机械”和“工程”领域的全面解决方案。蒂森克虏伯汽车系统技术(上海)有限公司成立于 2006 年, 是蒂森克虏伯集团在中国的全资子公司, 为汽车制造商、供应商提供与车身和总装设备相关的控制和测试系统。

资料来源: 公司招股说明书、申万宏源研究

国内同行业重点企业相比, 公司动力总成测试设备业务领域比较集中。公司动力总成测试设备主要应用于燃油车以及新能源汽车的测试环节。江苏联测机电科技股份有限公司是一家主营业务为动力系统智能测试装备的研发、制造和销售, 以及提供动力系统测试验证服务的上市公司。**联测科技的测试设备包括新能源汽车测试设备、燃油车测试设备、船舶测试设备、航空发动机测试设备等。**联测科技在船舶领域拥有资深的项目经验, 形成了包括船舶动力综合测试技术在内的核心技术成果。并且联测科技在结合了新能源汽车领域的高速电机台架以及燃油汽车、船舶领域原有的水力测功器生产技术后, 开发出用于航空发动机测试的高速水力测功器制造技术, 进一步拓展了在航空领域的动力系统测试业务。

图 14: 2023 年联测科技营业收入按行业拆分



资料来源: iFind、申万宏源研究

公司是覆盖汽车动力总成系统核心零部件测试的专业供应商。从产业链来看, 动力总成测试设备行业上游供应商主要为智能制造核心零部件供应商; 下游用户包括整车厂及核心零部件供应商。连接上下游的汽车智能制造行业制造商主要通过数字化、智能化系统和生产测试设备的高度融合最终实现汽车智能制造。公司提供的动力总成测试设备是整车厂及核心零部件生产企业重要的下线检测设备, 用于被测试件的技术性能、安全指标、耐久可靠性等合格性检测, 具有较高的技术壁垒。

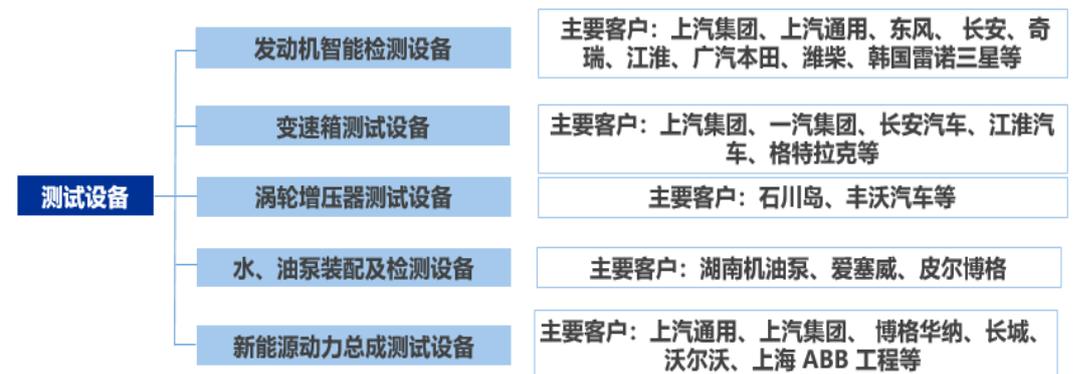
图 15：动力总成测试设备产业链



资料来源：公司招股说明书、申万宏源研究

公司自研掌握动力总成测试设备领域多项技术，相关产品打破国际垄断。公司是冷试设备专业企业，于 2004 年研制成功首台发动机冷试设备并交付上汽通用，打破外资垄断局面；同时在 2018 年公司作为第一起草单位起草“发动机冷试方法”国家行业标准。变速箱测试设备方面，公司针对各类变速箱的设计试验流程已达到 30 多项，设备测试转速可高达 16,000rpm，最大振动≤1.4mm/s；能为传统燃油变速箱、新能源变速箱及混合动力变速箱下线测试提供专业的解决方案。涡轮增压器测试设备方面，2019 年公司的“高精度涡轮增压器 EOL 冷试装备”项目经权威科技机构中国科学院上海科技查新咨询中心认定项目综合技术达到了国内领先，国际先进水平。水、油泵装配及检测设备方面，具备集成多项已发布标准规范要求的优势；通过高精度变位夹具和自主开发测控系统的应用，能兼容不同类型的被测产品，实现多电机实时和同步控制，测试精度达到较高水平，温度测量精度高于±1℃，压力测量精度高于 0.05bar，数据采集频率最高为 10kHz。新能源汽车动力总成测试设备方面，可实现 20 多种新能源汽车动力总成的测试项目，每类测试均含有多项关键参数，测试的参数总数量已高达百余项；通过定制化开发设计实现设备在高速运行测试时系统平衡稳定，能够全面具体地显示动力总成的测试信息及数据波形，直观的向用户再现动力总成测试中的状况，并可生成各种不同形式的图表供用户监测和分析动力总成产品生产的质量情况。

图 16：公司为知名品牌企业提供测试设备



资料来源：公司招股说明书、申万宏源研究

公司产品已逐步得到海外市场的肯定。2019年，公司向韩国雷诺三星成功交付了首例海外发动机冷试设备项目，并且公司也在“一带一路”亚欧经济走廊上的沿线各国，与马来西亚宝腾、印度标致雪铁龙等海外公司确认了合作关系，同时在2020年完成了通过上海ABB工程有限公司承接的“雷诺总装线测试台（法国工厂）”及“日产总装线测试台（日本工厂）”项目。产品成功远销韩国、法国、日本等公司，说明公司技术已获得海外市场的认可，有与国际知名对手展开竞争的实力。

3. 动力总成测试服务：构建多元测试服务体系

3.1 必要性：产业转型助推，合规与提质双重驱动

对于整车厂商和零部件制造商而言，动力总成测试的结果可以直接反映产品的技术水平、工艺质量以及市场竞争力。在汽车市场愈加激烈的今天，动力总成测试的重要性显得尤为突出。汽车动力总成测试是通过一系列标准化测试，来衡量和验证车辆在不同工况下的动力表现，包括加速性能、最高车速、爬坡能力、牵引性能等。测试的必要性主要包括：确保动力总成的性能和可靠性符合设计要求，从而提高产品质量；通过安全性测试，可以评估动力总成在紧急情况下的表现，保障驾驶员和乘客的安全；排放测试可以确保动力总成符合环保法规，降低对环境的不良影响；通过测试可以发现潜在的故障和问题，降低维修和保养成本。优秀的动力总成性能可以提高车辆的市场竞争力，吸引更多消费者。

新能源汽车动力总成测试是新能源汽车开发过程中的重要环节。新能源汽车，特别是电动汽车，离不开其核心技术之一——三电系统。所谓“三电系统”，是指电池、电机和电控系统。这三个核心部件构成了电动汽车的动力系统，直接决定了电动车的动力性能、续航能力、加速表现和驾驶体验。新能源汽车动力总成可靠性和性能指标直接决定了新能源汽车整车性能的优劣，因此新能源汽车动力总成测试成为新能源汽车开发过程中的重要环节。但由于新能源汽车动力总成各部件之间存在大量信号交互，控制策略和系统协调复杂，并且测试设备价格昂贵，因此新能源汽车动力总成的可靠性和性能指标多由整车厂委托专业的测试服务供应商来完成测试。测试服务供应商通过计算机仿真、自动化测控、传感器、信息化等技术为客户提供了专业的测试设备和环境，持续更新测试项目，准确、高效地完成了客户多样化的测试任务，缩短了客户的开发测试周期，降低风险和成本。

图 17：三电系统是新能源汽车的动力系统



资料来源：汽车测试网、申万宏源研究

新能源动力总成测试定制化需求突出，促使测试服务行业形成较高准入门槛。测试服务供应商通过计算机仿真、自动化测控、传感器、信息化等技术为客户提供了专业的测试设备和环境，持续更新测试项目，准确、高效地完成了客户多样化的测试任务，缩短了客户的开发测试周期，降低风险和成本。新能源动力总成测试服务研发门槛高。研发设计阶段的测试定制化需求程度极高，需要测试服务企业与汽车主机厂及零部件厂商进行密切的沟通与合作，满足主机厂提出的各类需求，因此研发设计阶段的测试服务门槛显著高于普通的测试服务。

新能源汽车行业发展带动测试服务业新一轮增长。2020年11月2日，国务院办公厅发布新能源汽车产业发展规划（2021—2035年），其中提到在2025年，期望我国新能源汽车新车销量占比达到20%左右。随着“双碳”政策的提出，2021年我国提出多条政策推动新能源汽车下乡、提高公共服务领域新能源车渗透率。根据中国汽车工业协会，2024年1—12月全国汽车产量3128.2万辆，同比增长3.7%；其中，新能源汽车产量1288.8万辆，同比增长34.4%；2024年7—11月新能源汽车零售渗透率突破50%，实现新能源汽车对燃油车的反超；2024年12月—2025年1月新能源汽车零售渗透率有所下滑，主要是需求前置以及春节假期导致数据短期波动，不改变长期趋势。在高需求驱动下，公司新能源测试设备与测试服务业务预计会迎来新一轮增长。

图 18：2024 年新能源汽车渗透率突破 50%



资料来源：iFind、申万宏源研究

图 19：新能源汽车销量稳定增长



资料来源：iFind、申万宏源研究

3.2 竞争优势：国内测试企业突围，对标国际

公司于 2016 年进军新能源动力总成测试，为蔚来提供总成 EDS 测试服务；2018 年成立上海华依混合动力系统测试技术有限公司，2022 年成立上海华依新智能科技有限公司，主营新能源汽车动力总成测试服务。公司按照国家实验室认可的第三方实验室管理要求，为国内外各类企业提供汽车（新能源）及动力总成等各类研发试验、性能检测、质量评价等综合技术服务。目前公司围绕汽车动力总成提供测试服务、工程咨询（设计、验证、对标优化）、技术开发，具备整车、汽车动力总成、高速电机、变速箱、减速器、动力电池及汽车零部件试验等方面测试能力，能满足各种类型试验需求。

表 4：公司动力总成测试服务业务

公司动力总成测试服务业务			
名称	图片	简介	主要客户
纯电动汽车动力总成测试服务		纯电动汽车动力总成测试对象包括高速电机及减速器、变速器、电驱总成等，测试类型包括性能试验、耐久试验和环境试验等。纯电动汽车动力总成测试实验室包括高速电机实验室、大功率商用电机实验室、电总成实验室及减速器实验室等。	蔚来汽车、日本电产、长城汽车、泛亚汽车、本田技研、吉利汽车、舍弗勒、采埃孚、纳铁福、上汽集团、大陆投资（中国）有限公司、西门子等。
混动汽车动力总成测试服务		混动汽车动力总成测试对象包含发动机、电机、变速箱和整车等，测试类型包括复杂的标定、性能试验和耐久试验等。混动汽车动力总成测试实验室包括混动专用发动机、变速器和电机实验室，以及国六标准下大功率发动机、大功率变速器、四驱转毂实验室等。	

资料来源：公司招股说明书、申万宏源研究

自主研发优势：公司新能源汽车动力总成测试服务所用的测试台架为公司自主研发生产，面向客户研发设计新产品使用。在自主研发过程中，公司已完成技术突破并商业化的成果包括：

(1) 18,000rpm 转速、430 牛米扭矩的电机和减速器测试台架；20000rpm 转速、500 牛米扭矩的电机和减速器测试台架已向大陆投资（中国）有限公司提供了测试服务；

(2) 250 千瓦功率、500 牛米扭矩、0.13kg·m²转动惯量的电力测功机，已向长城汽车、吉利汽车、上汽集团提供了测试服务；

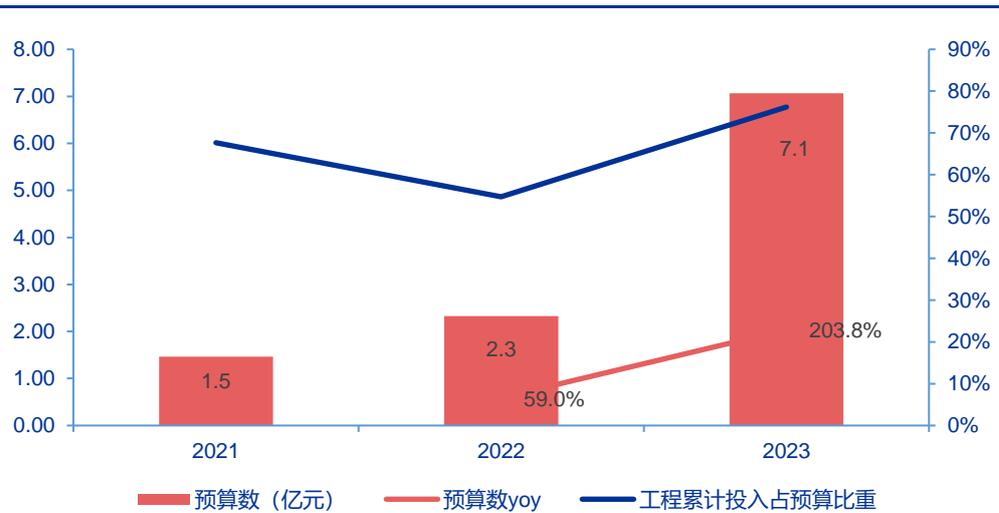
(3) 四驱转毂测试台架已应用于日本本田工厂。公司动力总成测试技术的商业化落地，一方面形成了公司测试服务的技术壁垒，另一方面也为上述精密试验台架面向整车厂研发实验室的销售提供了技术储备。

表 5：公司测试台架可满足多种测试需求

名称	数量（台）	固定资产原值（万元）	固定资产净值（万元）
变速器测试台架	17	7332.39	5769.95
电机测试台架	3	1710.9	1502.28
整车测试台架	1	565.72	416.95
EDS 测试台架	2	993.93	694.2
实验室研发台架	5	1683.86	829.88

资料来源：公司招股说明书、申万宏源研究

新建测试台架，提升测试服务产能。公司通过新增测试台架进一步增加公司测试服务产能，提升公司在新能源汽车动力测试及汽车性能检测方面的实验服务能力，丰富公司的新能源汽车动力测试类型，进一步提升测试服务质量，增强公司测试服务的市场竞争力。根据公司公告，2023 年公司在测试台架项目的预算数为 7.1 亿元，同比增长 203.8%。此外，公司于投入“基于 Labview 的 CAN 通讯校验开发”项目以提高测试服务能力，积累了台架二次开发经验，为后续台架升级提供宝贵经验，该项目现已结题。

图 20：公司测试台架投入预算逐年增加


资料来源：公司年报、申万宏源研究

技术储备优势：公司前期燃油车技术能够支持新能源业务开发。在燃油车方面，公司先后积累了发动机、变速箱、电控单元、底盘系统、涡轮增压器和水油泵等零部件方面较为成熟的测试技术，由于技术关联性较强，这些核心技术也可应用于新能源车；此外，公司自主研发的测试软件系统，对各类产品的兼容性较好，目前公司主营的各类测试设备上均运行着公司自主研发的测试软件系统，通过多年的积累，公司建立了各类数据库，可根据客户需求配置组合出针对不同测试产品的软件系统，燃油车和新能源车在测试软件系统上的模块多数是通用的，通用算法和仿真算法的共用率较高。此外，公司加快燃料电池测试技术。对于电池方面的测试，公司在 2016—2021 年期间，分别与上海市科学技术委员会、同济大学、上海交通大学等机构合作开发了燃料电池测试技术。

表 6：公司前期燃油车技术能够支持新能源业务开发

公司核心技术在燃油车和新能源车上的应用

核心技术大类	核心技术名称	应用领域
冷试技术	故障映像技术、振动信号分析技术	
智能测控软件系统	测试系统、维修站系统、离线数据分析系统	
高仿真数字化测试服务技术	基于国际测试标准 WLTP 循环工况测试技术、工程咨询服务	燃油车、新能源车
工程数据平台技术	数据同步收集和自动存档、测试规范复制和智能分配、主机管理系统、远程监控技术、试验过程追溯和回放	

资料来源：公司招股说明书、申万宏源研究

公司拥有完整质量体系。公司于 2020 年 1 月获得 CNAS 实验室认可，2021 年 3 月获得 CMA 资质认定后，公司于 2022 年 3 月获工信部批准，成为针对“电动汽车用驱动电机及控制器”的零部件部分授权检测机构，该认定扩充了公司在新能源汽车领域的检测资质，填补了公司在新能源汽车领域公告检验检测资质的空白，对公司规划及中长期目标具有巨大的正面推动作用。

在新能源汽车动力总成测试及服务领域，公司产品成功入选了“上海市高端智能装备首台突破项目”、“上海市高新技术成果转化项目”、“上海市创新产品推荐目录”、“上海市浦东新区服务业发展引导资金项目”和“上海市新能源汽车专项资金项目”。公司拥有完整质量体系。

图 21：公司获得多项权威资格认定


资料来源：公司公告、申万宏源研究

加快实验室扩建节奏，扩大公司业务规模。根据公司招股说明书，2021 年公司已经建成运行、在建和规划中的专业实验室共计 50 多个。为紧跟新能源汽车领域的发展趋势，公司不断扩大新能源汽车动力总成测试服务的规模，加速跨区域布局，未来为不同区域的客户持续提供各类测试需求。**2022 年初启动在德国建设新能源汽车动力总成测试中心项目**，目前正在建设电驱动总成实验室，而高速电机、整车测试等类型实验室已在规划中，这些实验室可为客户提供从研发阶段到量产前电驱动总成样机的全方位服务，包括性能测试、

耐久测试、标定及环境测试等服务。2023 年启动了华依天津测试中心的建设，经过 8 个月的筹建，天津华依汽车检测有限公司于当年 11 月对外揭牌开业。

图 22：公司拥有完整测试实验室

混动四轴 总成试验	电驱动总成试验	发动机试验	高度减速器/ 变速器试验	高速/中速 电机试验
商用车 电机试验	机油泵试验	微型电机试验	防水、盐雾试验	整车转鼓试验

资料来源：公司官网、申万宏源研究

4. IMU：智能驾驶核心部件，机器人应用可期

4.1 IMU 原理：多传感器协同，融合算法实现精准导航

IMU 全称 Inertial Measurement Unit，惯性测量单元，是一种主要用来检测和测量加速度与旋转运动的传感器。IMU 是智能驾驶中环境感知系统的一种重要传感器。通过环境感知系统中的传感器，自动驾驶系统可获取周围的道路、车辆等环境信息，结合自身的定位、车辆状态等信息规划出可行驶路径，并控制自动驾驶车按照规划的路径行驶。受传感器自身技术条件的限制，没有一种传感器能够满足所有的场景需求，自动驾驶汽车都采用多种车载传感器。其中，IMU 主要用来检测和测量加速度与旋转运动的传感器。

表 7：IMU 与其他功能组件对比

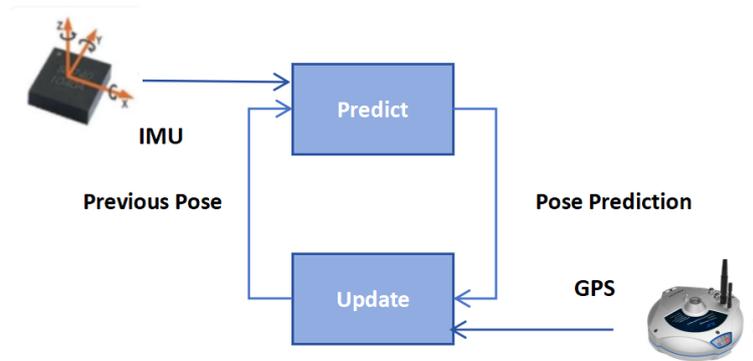
类别	介绍	特点	应用领域
IMU (惯性测量单元)	测量物体三轴姿态角(或角速率)以及加速度的装置	包含三个单轴的加速度计和三个单轴的陀螺	广泛用于需要测量角速度和加速度的场合
AHRS (航姿参考系统)	包括基于 MEMS 的三轴陀螺仪,加速度计和磁强计	通过与地球参考得出自身姿态	无人机、船舶、潜艇等
VRU (垂直参考单元)	硬件结构与 IMU 相同,利用卡尔曼滤波算法	在输出 IMU 的数据基础上,增加俯仰,横滚角度输出	需要高精度姿态测量的场合
INS (惯性导航系统)	通过测量得出的角速度和加速度的数值确定运动载体在惯性参考坐标中的运动	结合 IMU 数据进行导航和定位	航空、航天、航海等
GNSS (全球导航卫星系统)	包括 GPS、GLONASS、北斗卫星导航系统等	提供全球定位信息	需要全球定位的场合

资料来源：CSDN（中国开发者网络）、申万宏源研究

IMU 通常与 GNSS 协同工作，实现组合惯导。IMU 提供的是一个相对的定位信息，其作用是测量相对于起点物体所运动的路线，单独测量时并不包含所在的具体位置信息，

通常在自动驾驶车辆中与 GNSS 配合一起使用，由 GNSS 负责校准，称为组合惯导。IMU 的它的误差会随着时间的推进而增加，所以只能在很短的时间内依赖惯性传感器进行定位，但在某些 GPS 信号微弱的地区时，IMU 也可以帮助汽车获得一定程度的位置信息。

图 23: IMU 和 GPS 组合定位流程示意



资料来源：CSDN（中国开发者网络）、申万宏源研究

IMU 的工作原理主要基于加速度计、陀螺仪和磁力计三种传感器的协同工作。IMU 利用加速度计测量物体在载体坐标系统中的加速度，以及陀螺仪测量物体相对于导航坐标系的角速度，从而推算出物体的位置、速度和姿态。

表 8: IMU 与其他功能组件对比

传感器类型	用途	工作原理	常见类型及特点
加速度计	测量物体在三个正交轴向上的加速度	利用牛顿第二定律，通过检测质量块所受的惯性力来计算加速度	电容式：通过测量质量块位移导致的电容变化来确定加速度；压阻式：通过检测压敏电阻的电阻变化来实现测量；压电式：利用压电效应，将机械能转化为电能来测量加速度；伺服式：采用闭环测试系统，通过电磁恢复力使质量块保持平衡位置来测量加速度
陀螺仪	测量物体绕三个轴的角速度	基于科里奥利力，当一个质点在旋转体系中运动时，会产生一个虚拟的力使其轨迹发生偏移，通过检测这种偏移来测量旋转角速度	挠性陀螺：成本低，精度较低，动态范围受限；静电陀螺：精度高，工艺要求高，成本高；激光陀螺：精度高，抗冲击能力强，但制造工艺复杂；光纤陀螺：全固态，寿命长，动态范围大，成本相对较低；MEMS 陀螺：体积小、成本低、性能稳定，应用广泛
磁力计	测量地磁场强度，确定物体的航向角	通过三个互相垂直的磁阻传感器检测各轴向的地磁场强度，并将数据输入微控制器进行计算，以确定装置相对于地磁场的方向	无特定类型，通常采用具有晶体结构的合金材料，对外界磁场敏感，磁场强弱变化会导致磁阻传感器电阻值发生变化

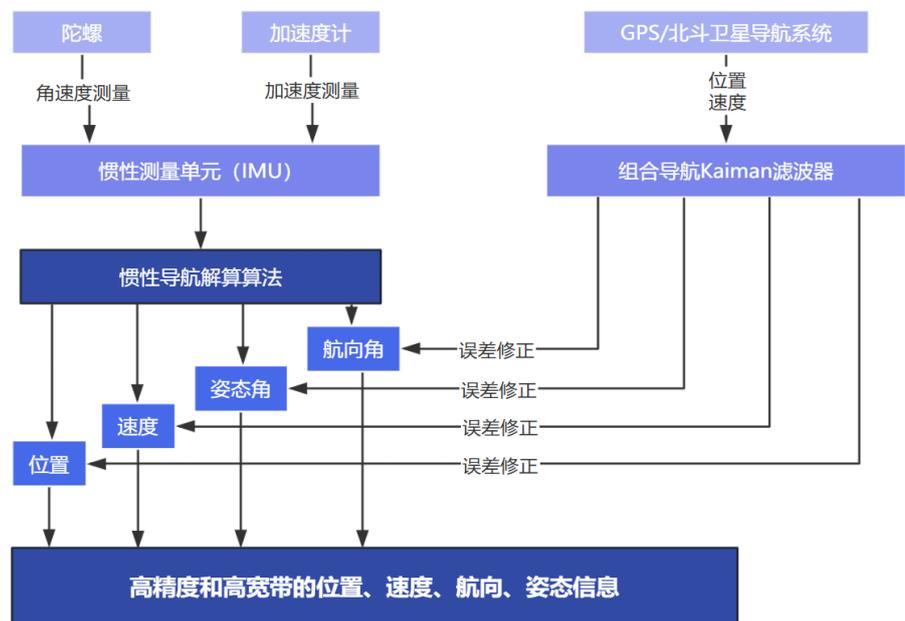
资料来源：CSDN（中国开发者网络）、申万宏源研究

IMU 作为现代导航与姿态测量的关键设备，通过复杂的工作流程取得高精度和高宽带的位置、速度、航向和姿态信息。IMU 通过整合加速度计、陀螺仪和磁力计的数据，利用卡尔曼滤波等算法对测量数据进行融合和校正，从而精确地确定物体在三维空间中的姿态

和运动状态。加速度计提供加速度信息，陀螺仪提供角速度信息，磁力计提供航向角信息，三者结合使得 IMU 能够在各种复杂环境中实现高精度的导航和姿态测量。

“GNSS + INS” 构成的组合导航系统是主流的定位系统方案。常见的定位技术包括以卫星定位 GNSS 为代表的信号定位、以激光雷达定位为代表的环境特征匹配定位，以及惯性导航定位。这三种方式各有优劣，惯性导航具有强自主性、强抗干扰能力、不依赖外界信号等特点，同时可为运载体全面提供位置、姿态、速度等信息，其输出的信息丰富而全面，具有不可替代性。但惯性导航系统有以下缺点：（1）定位误差随时间而增大，长期精度差；（2）每次使用之前需要较长的初始对准时间；（3）不能给出时间信息。因此以惯性导航为主、将两种或两种以上导航系统相结合，可以形成性能更高、安全可靠更强的组合导航方式。“GNSS+INS” 是最常见的惯性导航组合方案。该组合导航系统主要利用卫星导航系统的长期稳定性与适中精度，来弥补惯性导航系统的误差随时间增大的缺点，同时再利用惯性导航系统的短期高精度来弥补卫星导航接收机在受干扰时误差增大或被遮挡时丢失卫星信号无导航信息的缺点，以提高卫星导航的动态性能、抗干扰能力和卫星的重新捕获能力，实现高精度、高可靠性、高稳定性、高适用性及持续全天候的导航。

图 24：“GNSS+INS” 定位系统原理图



资料来源：星网宇达招股说明书、申万宏源研究

惯性导航是一门涉及精密机械、计算机技术、微电子、光学、自动控制、材料等多种学科和领域的综合技术，技术门槛较高。惯性导航作为一种自主式推算导航技术，具有不依赖于外部信息、外部条件影响的特点，可以连续、实时地提供载体位置、姿态、速度信息，适用于室内定位、无人机、电子产品标定、无人驾驶、智能炮弹、无人船、雷达/天线指向和追踪等领域；其次惯性导航具备不受雨雪天气、电磁干扰等外界信息扰动的独特优势，且输出信息连续不间断的位置、姿态信息，有效的弥补了 GNSS 的导航、环境特征定

位的劣势，与 GNSS、毫米波、视觉、激光雷达等传感器形成更深层次的融合提供稳定、可靠的定位、姿态信息；成为自动驾驶等多种行业应用中不可或缺的一部分。

表 9：IMU 代表产品

厂商	产品型号	特点	应用领域
ADI (亚德诺半导体)	ADIS16470	高性价比，包含三轴陀螺仪和加速度计	工业自动化、机器人
ST (意法半导体)	LSM6DSOX	低噪声密度，价格适中	消费电子、可穿戴设备
TDK (得捷电子)	ICM-42688-P	最新产品，高性能	高端工业应用、无人机
Bosch (博世)	BMI090L	内置机械滤波器，适用于工业环境	机器人、无人机、精密农业

资料来源：ADI (亚德诺半导体)、ST (意法半导体)、TDK (得捷电子)、Bosch (博世) 官网、申万宏源研究

从我国惯性技术产品发展情况来看，MEMS 陀螺和光纤陀螺的应用最为广泛。光纤陀螺将成为未来高精度惯性器件的主流，精度高价格亦高；MEMS 陀螺的显著特征是：小体积、低功耗、高可靠性、低成本，符合目前民用惯性技术产品需求特征，将占据未来中低端惯性器件的主要市场。铺开大面积应用于自动驾驶领域，还看 MEMS 组合导航。

表 10：惯性组合导航主要类型及特点

惯导主要类型	功能	特点	应用领域
MEMS 组合导航	将低成本的 MEMS 惯性器件与卫星导航信息相结合，可输出高动态的位置、速度、姿态、角速度、加速度、时间等信息，形成全姿态组合型定位定向系统。	①体积小、功耗低、可靠性高；②测量范围宽、动态及抗冲击振动特性较好；③成本低、使用灵活。	车载导航仪、微小型飞行器、机器人、汽车电子、物流监控、精细农业、运动捕捉、智能交通等。
光纤组合导航	将高精度的光纤陀螺、石英加速度计与卫星导航信息相结合，输出高动态、高精度的位置、速度、姿态、角速度、加速度、时间等信息。	①系统具有自寻北功能；②输出精度高、抗干扰性强等；③在卫星信号遮挡或受干扰时，可长时间保持较高的输出精度；④产品同时兼容单天线型卫星导航系统和双天线型卫星导航系统。	车辆、航空器、舰船航姿系统、飞行控制和机载遥感、航空影像、重力测量、SAR 稳定平台、高精度移动卫星通信、光电平台稳定及红外摄像稳定等领域。

资料来源：星网宇达招股说明书、申万宏源研究

表 11：MEMS 传感器的典型应用

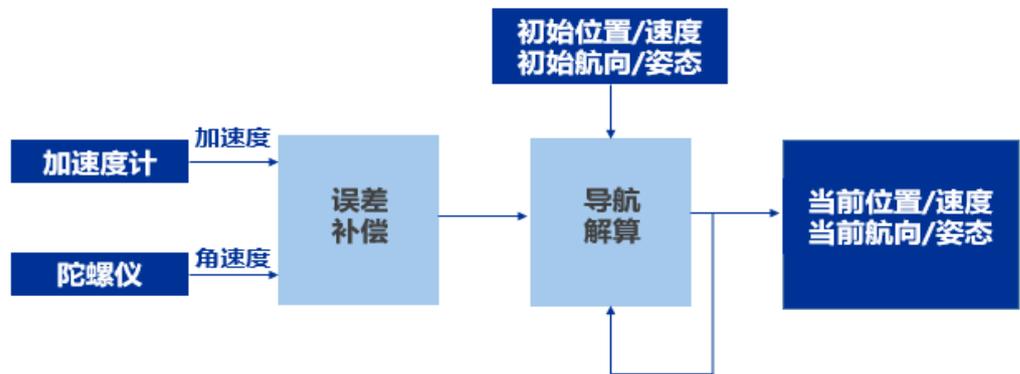
应用领域	产品或系统	所用 MEMS 传感器示例
消费电子	手机、数码相机、音乐播放器和笔记本电脑等	加速度计和陀螺仪及惯性测量组合 (IMU) 等
汽车工业	汽车的安全系统、制动防抱死系统 (ABS)、发动机系统和动力系统等	压力传感器、加速度计、微陀螺仪、化学传感器、气体传感器和指纹识别传感器等
航空航天、空间应用	微型惯性导航系统、空间姿态测定系统、动力和推进系统、控制和监视系统和微型卫星等	加速度计、陀螺仪、压力传感器、惯性测量组合 (IMU)、微型太阳和地球传感器、磁强计和化学传感器等

生物医疗保健	临床化验系统、诊断和健康检测系统、灵巧药丸输送系统、心脏起搏器和计步器等	生物传感器、压力传感器、集成加速度传感器和微流体传感器等
机器人	飞行类机器人的姿态控制系统	加速度计、陀螺仪和惯性测量组合等
传感网	基于 MEMS 的环境监测系统	压力、湿度、温度、生物、腐蚀、气体和气体流速等多种传感器

资料来源：《MEMS 传感器现状及应用》、申万宏源研究

以 IMU 为主流硬件的惯性导航系统 (INS) 在自动驾驶定位系统中具有不可替代性。随着科技的不断发展,自动驾驶技术日趋成熟。自动驾驶车辆需要对道路状况进行实时预测。惯性导航系统是指包括陀螺仪、加速度计及导航解算软件的系统集成产品。由于组成惯性导航系统的设备都安装在运动载体之内,工作时不依赖外界信息,也不向外界辐射能量,不易受到外部环境的干扰,所以它是一种自主式导航系统。惯性导航系统是**唯一可以输出完备的六自由度数据的设备。若要获得实时的姿态角、方位角、速度和位置,惯导是唯一的选择。**惯导具有输出信息不间断、不受外界干扰等独特优势,可保证在任何时刻以高频次输出车辆运动参数,为决策中心提供连续的车辆位置、姿态信息,因此惯性导航在自动驾驶定位系统中具有不可替代性。

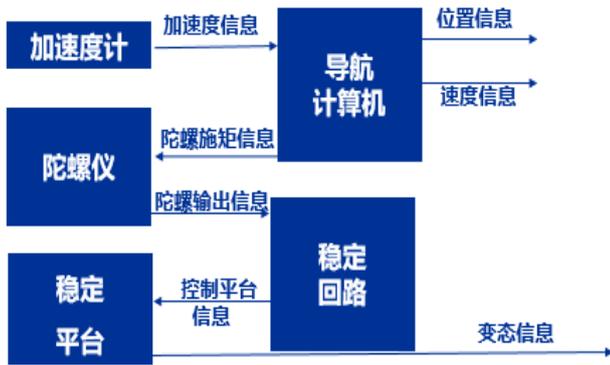
图 25: 惯性导航系统工作原理



资料来源：芯动联科招股说明书、申万宏源研究

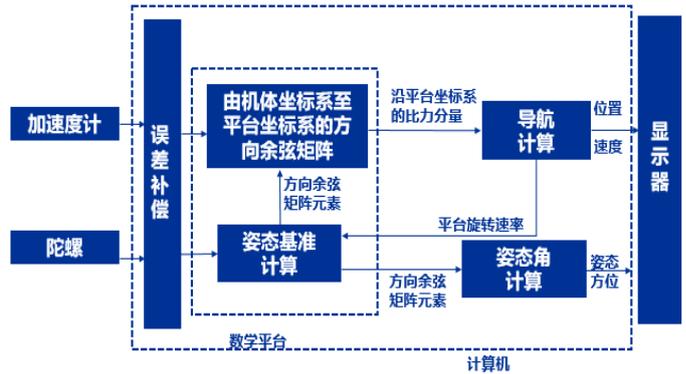
捷联式是主流的惯性导航结构。从结构上看,IMU 主导的惯性导航分为平台式和捷联式。按照市场发展趋势,惯性测量传感器正在不断向轻量化方向发展,捷联式逐渐成为主流。平台式惯性导航系统采用物理平台模拟导航坐标系统,加速度计安装在由于陀螺仪控制的稳定平台上,输出的信息由导航计算机计算航行器位置、速度等导航信息及陀螺的施矩信息。陀螺在施矩信息作用下,通过平台稳定回路控制平台跟踪导航坐标系在惯性空间的角速度。而航行器的姿态和方位信息,则从平台的框架轴上直接测量得到。捷联式惯性导航采用数学算法确定导航坐标系,即加速度计和陀螺仪直接安装在运载体上,得到信息量之后通过数学平台确定运载体的速度、位置以及姿态等航向信息。

图 26：平台式惯性导航工作原理



资料来源：CSDN（中国开发者网络）、申万宏源研究

图 27：捷联式惯性导航工作原理



资料来源：CSDN（中国开发者网络）、申万宏源研究

4.2 智能驾驶：惯性导航重要性不断凸显

惯性导航系统凭借独特优势，在导航领域占据重要地位。惯性导航系统无需依赖任何外来信息，也不会向外辐射信息，仅依靠自身组件，就能在全天候的全球范围内，于任意介质环境（空中、地表、水下）中，自主且隐蔽地实现实时三维定位与定向。相较卫星导航技术，惯性导航的突出特点体现在：具备极佳的隐蔽性，外界电磁干扰无法对其正常工作造成影响；工作不受时间、地域限制，能持续稳定地提供服务；可全方位输出运载载体运行所需信息，涵盖位置、速度、航向及姿态角等，且信息连贯性强、噪声低；数据更新速率快，在短期内能维持高精度与高稳定性。

IMU 可以在没有卫星信号和受到人为因素干扰情况下为汽车提供绝对定位信息。与其他导航系统相比，IMU 主导的惯导系统具有信息全面，完全自主、高度隐蔽、信息实时与连续，且不受时间、地域的限制和人为因素干扰等重要特性，在城市峡谷或森林道路中，IMU 不会受到多路径效应或信号衰减的影响。自动驾驶汽车驶入高楼林立的区域，失去了卫星信号，无法由 GPS 提供绝对定位，此时，IMU 可以发挥其延续绝对定位的作用，在没有 GPS 信号的区域为汽车提供绝对定位信息，这些信息包括汽车的实时经纬度和海拔高度。自动驾驶汽车通过车道线识别功能确保自身在道路中行驶，在遇到强烈太阳光照射的情况下，车道线识别功能失效。此时，IMU 可以发挥其延续相对定位的作用，根据历史记录中的道路曲率与汽车相对于车道边界的历史位置，确保汽车在一段时间内继续行驶在车道中。

表 12：惯性导航和卫星导航对比

对比项目	惯性导航	卫星导航	惯性 / 卫星组合导航
对卫星信号的依赖性	不依赖卫星信号	依赖于卫星信号	无卫星信号时惯性导航系统仍能正常工作
工作时的隐蔽性	隐蔽性好，不受外界信息干扰	易受外界干扰	使用卫星导航时易受外界干扰
导航定位误差	误差随运动载体运行时间误差不断积累	误差与运载载体运行时间无关	惯性导航系统的误差可由卫星导航系统修正
能否提供载体的姿态、航向信息	可提供载体的航向、姿态信息	单个终端无法提供载体航向、姿态信息	能提供载体的航向、姿态信息
产品经济成本	较高	较低	中等

资料来源：理工导航招股说明书、申万宏源研究

智能汽车的发展将拉动包括高精度惯导在内的相关器件的发展。自动驾驶车辆需要对道路状况进行实时预测。惯性导航系统是 L3 及以上等级自动驾驶车辆不可或缺模块，能够在 GPS、GNSS、5G 等外部信号不佳时通过自身运动信息实现定位。IMU 则是 INS 中的核心部件，其原理是测量运载体本身的加速度以确定其的位置信息，实现导航和定位的目的。受益于自动驾驶技术的快速发展，的市场规模有望高速增长。

智能汽车作为未来汽车产业发展的重要方向，对惯导系统的需求将进一步增加。根据发改委、科技部、工信部等十一部委联合发布的《智能汽车创新发展战略》，到 2025 年，中国将形成完善的智能汽车技术创新、产业生态、基础设施、法规标准和产品监管体系。在这一战略指导下，智能汽车有望实现规模化生产，并推动高度自动驾驶车辆在特定环境下的市场化应用。

2020 年 2 月，发改委、科技部、工信部等十一部委联合发布的《智能汽车创新发展战略》中指出，到 2025 年，中国标准智能汽车的技术创新、产业生态、基础设施、法规标准、产品监管和网络安全体系基本形成；实现有条件自动驾驶的智能汽车达到规模化生产，实现高度自动驾驶的智能汽车在特定环境下市场化应用。2023 年 11 月，工信部、公安部、住建部、交通运输部联合发布《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，对通过准入试点的、具备量产条件的、拥有 L3/L4 功能的汽车，在限定区域开展上路通行试点。惯性导航系统是 L3 及以上等级自动驾驶车辆不可或缺的模块。这一通知的实施，意味着我国正式启动了智能网联汽车商业化运行，产业发展迈出关键一步。根据麦肯锡预计，中国未来很可能成为全球最大的自动驾驶市场，至 2030 年，自动驾驶相关的新车销售及出行服务创收将超过 5000 亿美元。

表 13：驾驶自动化等级划分

分级	名称	车辆横向和纵向运动控制	目标和时间探测与响应	动态驾驶任务接管	设计运动条件
0 级	应急辅助	驾驶员	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
1 级	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
2 级	组合及时辅助	系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
3 级	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务接管 用户（接管后成为驾驶员）	有限制
4 级	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
5 级	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制

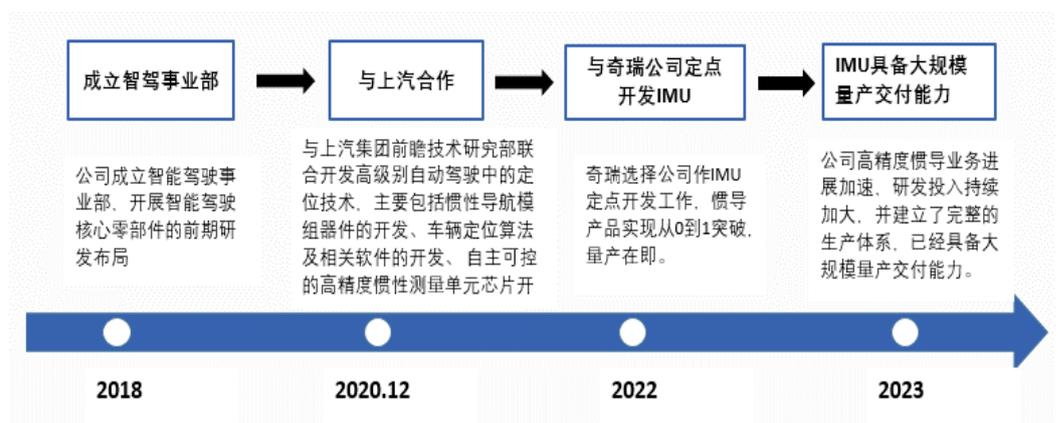
资料来源：国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会、申万宏源研究

顺应行业趋势，拓展智能驾驶领域业务。公司成立智能驾驶事业部，开展智能驾驶核心零部件的前期研发布局。2020 年 12 月公司与负责上汽 L3 及以上智驾的技术部门合作，进行定位融合算法及相关软件的开发以及自主可控的高精度惯性测量单元器件的开发工作。此外，目前公司对对应产品 INS5050 并非仅提供 IMU 单元，而是提供结合卫星导航的高精

度“组合惯导产品”，支持多传感器融合定位算法，满足全场景定位需求，提供有效、可靠的位置与姿态信息。公司开发高级别自动驾驶中的定位技术（车载惯性导航模组器件）的项目已经与奇瑞汽车、智己汽车等多家车企进入项目定点合作阶段。

公司掌握惯导领域多项算法技术，启动自动驾驶测试基地项目。公司具备虚拟传感器级联技术，传感器融合为虚拟 IMU，这种融合从物理层和信息层两个方提升 IMU 的输出精度；掌握自动驾驶领域多项算法技术，主要包括复杂场景下的高置信度卫导算法、高精度车规级惯性器件融合算法、“紧耦合”车辆定位融合算法、惯性器件量产标定测试方法、车辆定位融合算法。针对智驾产品 IMU 量产过程中目前测试遇到测试数据不稳定、无法追溯、品质风险大，线束混乱、接错风险极大，同测产品数量少、产品周转浪费工时多、生产效率低等问题，**公司正在开发面向 IMU 产线的测试软件系统。**公司启动自动驾驶测试基地项目，主要进行汽车自动驾驶相关的研发、测试、验证服务等业务。自动驾驶测试基地拥有 40 亩封闭测试场地，可满足城市道路主动安全测试、ADAS 及整车性能测试，形成与智能驾驶、自动驾驶、智慧出行相关的整车测试体系。包括车媒体和车企的竞品评价及车辆主观评价业务（根据相应需求提供配套服务设施）。

图 28：公司拓展智能驾驶领域业务



资料来源：公司官网、公司招股说明书、公司年报、申万宏源研究

4.3 人形机器人：应用打开空间

IMU 在四足机器人导航中早有应用。四足机器人属于腿式机器人的一种，可以自主行走，对恶劣复杂地形的适应性强，已经成为当今移动机器人研究的热点。四足机器人的应用非常广泛，特种领域方面，四足机器人可以进入人类无法进入的危险场域；陪护领域方面，四足机器人可以实现人际交流；军事领域方面，四足机器人可以实现高运动性能的作战移动平台。作为自主导航机器人，机器必须实时知晓自己的位置。而 IMU 是测量物体三轴姿态角（或角速率）以及加速度的设备，在机器人导航中有着很重要的应用。四足机器人从 IMU、激光雷达等传感器获取信息，通过相关算法，实现即时定位与地图构建。

图 29：人形机器人百年发展历程



资料来源：《人形机器人发展趋势及汽车制造业应用浅析》、申万宏源研究

IMU 是人形机器人的“内耳”，在姿态控制和平衡维持、导航和定位、动作执行和路径规划方面发挥重要作用：

(1) 姿态控制和平衡：IMU 通过监测姿态与位置变化，利用伺服机构动态调整姿态，帮助机器人维持稳定平衡的姿态。例如，若上半身姿态感知不准确，可能导致机器人站立时摇晃不定，行走时偏离直线，原地转弯时动作生硬，及时停止时出现延迟或过度等问题，严重影响机器人的正常运行和工作效率。而精准的上半身姿态感知能够使机器人在执行上述动作时，如同人类般自然流畅，高效稳定地完成各项任务，展现出更高的性能和可靠的行走能力。

(2) 导航和定位：IMU 利用对角速率和线加速度叠加运算，可以动态确定自身位置变化，不需借助外源信息。

(3) 动作执行和路径规划：基于 IMU 的测量数据，机器人可以更精确地执行行走、转弯、跳跃等动作，并进行路径规划。人形机器人中 IMU 的用量一般为 2-4 个，分别配置在头、双足、胯部等部位。对于平衡感知和动作灵敏度要求较高的机器人而言，IMU 模块是核心组成之一。

图 30：IMU 在人形机器人上的应用

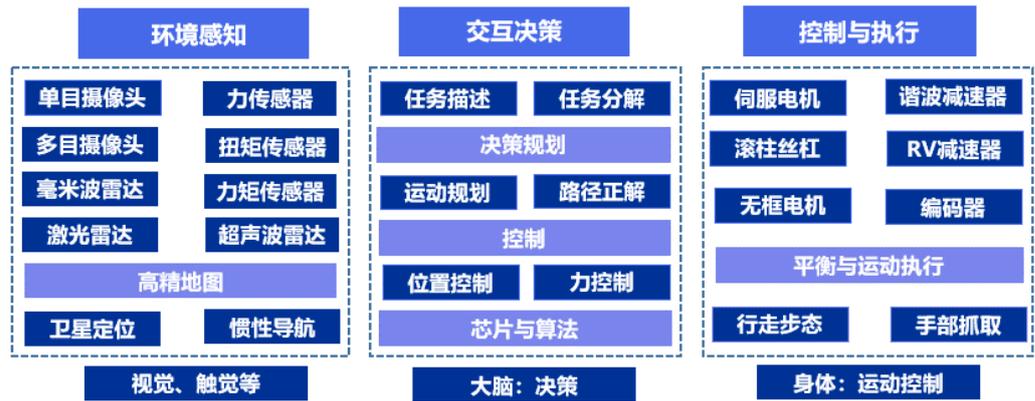


资料来源：芯动联科招股说明书、申万宏源研究

IMU 有四个指标对人形机器人的使用至关重要。 (1) 加表的零偏会直接影响姿态的感知，长期的加表精度以及积分之后的速度发散误差，皆会对机器人上半身姿态的测量精

度产生影响；（2）带宽，人形机器人的运动频次是非常高的，所以需要高带宽以覆盖信号的测量；（3）陀螺仪随机游走，IMU 的随机游走指标亦可助力提升在姿态端的敏感度，对于上半身的微小抖动能够实现更优的感知，从而达成出色的抖动抑制效果；（4）全温刻度系数。全温的温度补偿对于人形机器人而言甚为关键，其并非仅在常温 25°左右工作，还需历经在冬天和夏天或者白天黑夜这种温差较大的状况，期望人形机器人的姿态控制在各类场景中皆能够呈现出极度稳定可靠的状态。

图 31：人形机器人核心技术模块与组成



资料来源：《人形机器人发展趋势及汽车制造业应用浅析》、申万宏源研究

人形机器人对 IMU 的精度要求极高。人形机器人的应用场景属于几乎无静止环境，高动态，始终存在冲击加速度的严苛应用环境，这种环境对 IMU 的动态精度指标挑战最大。

挑战 1: 严苛的动态姿态精度要求，IMU 作为其平衡的传感子系统，对动态精度要求极高，放在其他应用场景下不易察觉的动态精度误差在人形机器人上会被放大导致机器人无法正常行走甚至摔倒。

挑战 2: 长时间的动态稳定性，人形机器人应用环境属于长时间无静止，始终存在高动态，高加速度冲击的环境，如果 IMU 内部姿态融合算法做的不好，会出现长时间运行后俯仰 / 横滚角，误差慢慢变大甚至发散的情况，表现为一开始几分钟内姿态精度良好，但随着时间推移，IMU 输出的姿态精度越来越差，经过 1 小时甚至更长的时间后，姿态角误差大到已经无法满足控制要求。

人形机器人潜在应用丰富。人形机器人有着与人类相似的感知方式、“肢体”结构和运动方式，是人工智能和机器人技术的创新高地，在各类应用场景中将发挥重要作用。人形机器人的主要潜在应用场景包括生产制造、社会服务、特种作业三个大类。其中在生产制造领域，可以有效解决人口老龄化问题，缓解未来的劳动力短缺，如农业采摘、汽车和 3C 领域制造业生产等。在社会服务领域，可以代替人类从事公共服务员、家政服务员、物流配送员、安保巡逻员等岗位，为人类提供各方面的服务。例如日本的 Softbank 公司推出的 Pepper 机器人和美国的 Jibo 机器人，这些机器人能够进行语音交流、表情识别、情感分析等，为用户提供陪伴和简单的家庭服务。特斯拉人形机器人 Optimus 将应用于汽车制造领域，包括但不限于特斯拉的超级工厂内部，协助或替代人类完成重复性、危险性高的工作。

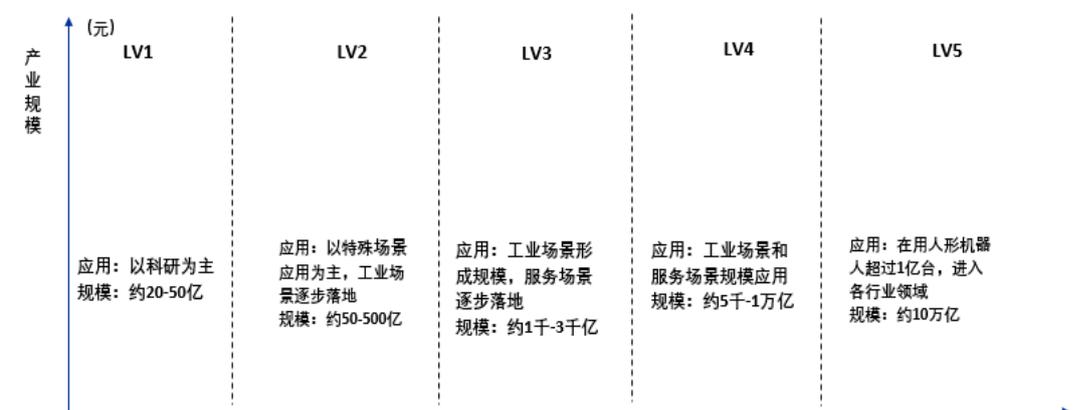
图 32：人形机器人应用场景丰富



资料来源：中国机器人网、申万宏源研究

人形机器人市场需求扩大带来 IMU 新增长。根据中国信息通信研究院发布的《人形机器人产业研究报告》的预测，2024-2028 年，中国人形机器人整机市场规模约在 20 至 50 亿元；到 2035 年中国人形机器人整机市场规模约达到 500 亿元。这表明人形机器人在中国的市场需求将持续扩大，行业将进入黄金发展时期。而在机器人的众多关键技术中，IMU 作为一种对机器人的精准导航与稳定控制发挥着至关重要作用的装置，其需求也将持续扩大。

图 33：人形机器人各等级主要应用场景和规模预期



资料来源：中国信息通信研究院、申万宏源研究

公司成为新一代人形机器人的 IMU 供应商。对于移动机器人来说，IMU 及以 IMU 为基础组件的模组可以帮助机器人实现精准的导航。通过测量加速度和角速率，机器人能够实时确定自己的位置、速度和方向。此外，IMU 可为机器人的运动控制提供了重要支持。在机器人行走、奔跑或执行各种任务时，IMU 可以检测到微小的姿态变化和振动，从而使机器人能够及时调整自身的运动状态，保持稳定。这对于那些需要进行高精度操作的机器人来说尤为重要，比如工业机器人在进行精细装配时，IMU 可以确保机器人的动作准确无误。通过整合多维度工程数据、先进制造工艺及智能算法三大核心技术模块，公司将成熟的汽车级传感技术与机器人运动控制需求深度融合，**推出人形机器人关节控制的高性能专用传感器解决方案——ARU 系列。**该产品攻克了人形机器人关节运动中的核心测量难题，在静态姿态测量精度

和动态响应速度 (<1ms) 等关键指标上, 为国产人形机器人提供了高性价比的感知层解决方案。

图 34: 公司高精度人形机器人专用姿态传感器



资料来源: 公司官网、申万宏源研究

除机器人以外, IMU 在智能驾驶, 汽车底盘和主动安全, 及低空经济、航空航天、智慧农业、工程机械、医疗器械等需要精准平衡的智能产业都扮演着不可或缺的角色。航空航天: IMU 用于飞行控制、导航、惯性导航系统和姿态控制等方面; 移动设备: IMU 用于智能手机、平板电脑和可穿戴设备等移动设备屏幕旋转、运动跟踪、步数计数和姿势识别等功能。智慧农业: 通过跟踪局部生长状况并按需施用适当的水、农药和肥料等资源, 来提高田间作业的效率并最大限度地提高作物产量, 采用 IMU 弥补卫星定位在精度方面的差距。

图 35: IMU 在智能产业扮演重要角色



资料来源: 公司官网、申万宏源研究

5.盈利预测与估值

5.1 盈利预测

(1) 动力总成测试设备

公司通过定制化产品开发设计, 目前已形成了传统汽车测试设备及新能源汽车测试设备。并且相关产品打破国际厂商的垄断, 在国内填补了行业空白。2021—2023 年公司动力总成测试设备业务营业收入一直处于下滑趋势, 其中 2023 年该业务同比下降-14.1%,

主要是受行业竞争加剧影响。此外，公司测试设备已销售至日韩等国家，海外需求可能带来业务新增量。因此预计 2024-2026 年公司动力总成测试设备业务同比增长-10.0%，5.0%，5.0%；国外动力总成测试技术更为成熟，且高端市场处于垄断状态，公司海外业务可能只能进入中低端市场；公司拥有多项软件著作权资源，优秀的软件算法能力有助于固化工程经验，正向强化公司竞争优势；因此预测毛利未来三年毛利率为 36.0%、38.0%、39.0%。

(2) 动力总成测试服务

公司在提供高技术测试设备同时，紧跟新能源智能汽车领域的发展趋势，充分利用自身长期从事动力总成测试技术研发的实践积累，不断扩大新能源汽车动力总成测试服务的规模，积极为客户提供面向新能源汽车动力总成产品研发的测试服务，以适应和满足汽车产业发展的技术要求。并且面对全球日益增长的新能源测试需求以及中国车企出海的趋势，公司加速全球布局，华依天津及德国慕尼黑两地测试中心加速建设。叠加新能源车渗透率提升，测试服务业务可能成为公司核心增长点。因此预计 2024-2026 年公司动力总成测试服务业务同比增长 50.0%，28.0%，25.0%。公司测试服务面向新能源汽车动力总成的研发阶段，具有测试难度较高，技术更迭迅速的特点，测试复杂度升级将推高服务费率；因此预测未来三年毛利率为 32.0%，40.0%，45.0%

(3) 智能驾驶

2024 年 6 月，中国公布 9 家进入智能网联汽车准入和上路通行试点联合体，即这些使用主体拥有 L3 级别上路资格。2025 年比亚迪、吉利、长安等多家车企发布智驾解决方案。根据黑芝麻智能招股书及弗若斯特沙利文，预测 2025 年中国自动驾驶乘用车销量为 24.4 万量，渗透率为 88.9%。在政策支持、市场需求、车企加速部署的三重驱动下，智能驾驶将在 2025 年放量增长。公司已获得奇瑞汽车定点、智己汽车定点，惯导已具备量产能力。在智能驾驶领域，公司拥有车辆信息融合技术的算法及产品精度优势。在人形机器人领域，公司已经推出人形机器人专用姿态传感器。随着智能驾驶技术的成熟、自动驾驶技术普及、人形机器人行业的快速发展，以及公司在 IMU 研发的持续投入，公司的市场份额将快速提升；因此预计预期 2024-2026 年收入同比增长 120.0%、480.0%、60.0%。惯导行业技术门槛较高，在算法层面是占领市场的核心竞争力，公司产品具备算法产品双优势，因此预测未来三年毛利率为 37.0%、40.0%、42.0%。

(4) 其他业务：公司其他业务收入主要系材料及软件销售收入及合作测试台架的运营收益，整体占比均较低，毛利率较高。因此预计 2024-2026 年其他业务收入同比增长 149.0%、0.0%、0.0%；预期未来三年毛利率为 70.7%、70.0%、70.0%。

表 14：公司业务明细拆分

	指标	2023	2024E	2025E	2026E
	收入 (百万元)	176.85	159.17	167.13	185.69
	YOY (%)	-14.08%	-10.00%	5.00%	5.00%
动力总成智能测试设备	毛利率 (%)	42.52%	36.00%	38.00%	39.00%
	毛利润 (百万元)	75.19	57.30	63.51	72.42
	收入占比 (%)	50.27%	36.97%	26.48%	22.70%

动力总成测试服务	毛利占比 (%)	53.20%	39.23%	25.44%	20.68%
	收入 (百万元)	162.54	243.80	312.07	390.08
	YOY (%)	26.77%	50.00%	28.00%	25.00%
	毛利率 (%)	36.74%	32.00%	40.00%	45.00%
	毛利润 (百万元)	59.71	78.02	124.83	175.54
	收入占比 (%)	46.20%	56.63%	49.44%	47.69%
	毛利占比 (%)	42.25%	53.42%	50.01%	50.13%
智能驾驶	收入 (百万元)	11.79	25.93	150.38	240.61
	YOY (%)		120.00%	480.00%	60.00%
	毛利率 (%)	53.36%	37.00%	40.00%	42.00%
	毛利润 (百万元)	6.29	9.59	60.15	101.06
	收入占比 (%)	3.35%	6.02%	23.83%	29.41%
	毛利占比 (%)	4.45%	6.57%	24.10%	28.86%
	收入 (百万元)	0.65	1.61	1.61	1.61
其他业务	YOY (%)	-76.51%	149.00%	0.00%	0.00%
	毛利率 (%)	21.30%	70.66%	70.00%	70.00%
	毛利润 (百万元)	0.14	1.14	1.13	1.13
	收入占比 (%)	0.18%	0.37%	0.26%	0.20%
	毛利占比 (%)	0.10%	0.78%	0.45%	0.32%
	收入 (百万元)	351.82	430.51	631.19	818.00
	YOY (%)	4.46%	22.37%	46.61%	27.22%
合计	毛利率 (%)	40.17%	33.92%	39.55%	42.80%
	毛利润 (百万元)	141.33	146.05	249.62	350.14
	收入占比 (%)	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	毛利占比 (%)	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

资料来源: iFind、申万宏源研究

5.2 估值分析

考虑到公司测试设备&测试服务行业,因此可比公司选取测试设备&测试服务行业具有代表性企业:联测科技、芯动联科、华测导航、理工导航。

1) 联测科技:公司的主要产品和服务分为动力系统智能测试装备和动力系统测试验证服务两大类。智能测试装备主要测试对象为新能源汽车整车、动力总成及相关零部件;燃油汽车动力总成及相关零部件;船舶发动机;航空发动机及变速箱等,下游应用领域包括新能源汽车、燃油汽车、船舶和航空等。公司的测试验证服务主要测试对象为新能源汽车整车、动力总成及相关零部件;燃油汽车动力总成及相关零部件,下游应用领域包括新能源汽车、燃油汽车等。

2) 芯动联科:公司主营业务收入来自于 MEMS 陀螺仪和加速度计的销售以及提供 MEMS 惯性传感器相关的技术服务。另外,公司根据客户的定制化需求,将 MEMS 陀螺仪和加速度计组合为惯性测量单元 (IMU) 进行销售。

3) 华测导航:公司从事高精度卫星导航定位相关软硬件技术产品的研发、生产和销售,并为行业客户提供数据应用及系统解决方案。主要为客户提供高精度 GNSS 接收机、GIS

数据采集器、海洋测绘产品、三维激光产品、无人机遥感产品等数据采集设备及位移监测系统、农机自动导航系统、北斗地基增强系统等数据应用及系统解决方案。

4) *ST 导航：公司主要从事惯性导航系统及其核心部件的研发、生产和销售，并基于自有技术为客户提供导航、制导与控制系统相关技术服务。主要产品及服务包括惯性导航系统、惯性导航系统核心部件、其他零部件和技术服务等，产品主要用于远程制导弹药等武器装备。目前，公司在立足军工领域的同时逐步向民用领域拓展市场。

首次覆盖，给予“增持”评级。我们预测公司 2024-2026 年归母净利润分别为 -0.46/0.46/1.20 亿元，当前股价（2025/3/20）对应 2024-2026PE 分别为-79/80/31 倍，市销率分别为 9/6/5 倍。可比公司 24-26 年平均 PE 分别为 75/53/39 倍，PS 分别为 33/21/15 倍。芯动联科掌握高性能 MEMS 惯性传感器产品体系并批量生产及应用，华依科技属于惯性传感器下游模组、开发与集成业务供应商，目前已实现车规级惯导技术的产品化；下游行业方面，两家公司都服务于智能驾驶领域；同时芯动联科也在进一步开拓自动驾驶、机器人等市场。因此芯动联科可作为华依科技的可比公司。此外，芯动联科在 MEMS 惯性传感器芯片设计、MEMS 工艺方案开发、封装与测试等主要环节形成了技术闭环，建立了完整的业务流程和供应链体系，下游领域布局持续开阔，故其市场估值较高。联测科技的主要产品和服务分为动力系统智能测试装备和动力系统测试验证服务两大类，与公司产品结构较为类似。华测导航从事高精度卫星导航定位相关软硬件技术产品的研发、生产和销售，理工导航从事惯性导航系统及其核心部件的研发、生产和销售与公司业务也具备一定可比性。考虑到公司处于产能爬坡阶段，布局惯导、人形机器人等新业务，费用相对前置，预计随着前瞻性业务的拓展，公司有望进一步开拓增长空间，并在未来数年内持续受益，具备估值溢价，首次覆盖，给予“增持”评级。

表 15: 可比公司估值

证券代码	证券简称	2025/3/20 收盘价 (元/股)	归母净利润 (亿元)			PS			PE		
			24E	25E	26E	24E	25E	26E	24E	25E	26E
688113.SH	联测科技	33.0	0.82	0.85	0.97	-	-	-	-	-	-
688582.SH	芯动联科	60.1	2.20	3.26	4.43	59	37	26	109	74	54
300627.SZ	华测导航	42.49	5.74	7.50	9.62	7	5	4	41	31	24
688282.SH	*ST 导航	41.7	-0.04	-3.26	-5.92	-	-	-	-	-	-
	平均值					33	21	15	75	53	39
688071.SH	华依科技	43.5	-0.46	0.46	1.20	9	6	5	-79	80	31

资料来源：iFind、申万宏源研究（2024 年-2026 年数据来自 iFind 预测）、申万宏源研究

6.风险提示

1) 新能源汽车市场需求波动风险

若新能源汽车市场因政策补贴退坡、技术迭代周期缩短导致需求增速不及预期，公司前期快速扩产形成的产能（包括在海外建设工厂）面临利用率下行风险，固定成本摊销压力可能对毛利率形成挤压。

2) 净利润季节性波动的风险

公司客户一般为大型汽车生产厂商，预算审批、项目招标通常集中于上半年，执行预算管理制度、项目完工和终验收工作主要集中在下半年，所以收入确认表现出一定的季节性特征。而公司相关费用则在各个季度持续发生，因此公司净利润集中在下半年及第四季度体现，存在净利润季节性波动的风险。

3) 惯导元件研发投产进度慢于预期

公司当前在高精度惯导领域处于技术攻坚和产能爬坡的关键阶段，若因测试验证周期延长或客户认证进度滞后导致研发投产节奏显著慢于规划，持续高强度的研发费用若未能按计划转化为量产订单，费用率将看到明显的提升，推高单位固定成本分摊并削弱产能释放效率。

合并损益表

百万元	2022	2023	2024E	2025E	2026E
营业总收入	337	352	431	631	818
营业总成本	291	359	463	568	678
营业成本	169	210	284	382	468
税金及附加	0	1	1	2	2
销售费用	14	18	22	27	33
管理费用	51	58	70	69	80
研发费用	32	42	49	57	68
财务费用	24	30	36	32	27
其他收益	7	8	10	12	14
投资收益	-6.135E	0	0	0	0
	-05				
净敞口套期收益	0	0	0	0	0
公允价值变动收益	0	0	0	0	0
信用减值损失	-15	-23	-23	-21	-22
资产减值损失	0	0	0	0	0
资产处置收益	0	-2	-2	-2	-2
营业利润	38	-24	-47	52	130
营业外收支	0	0	0	0	0
利润总额	38	-24	-47	52	130
所得税	0	-8	0	5	9
净利润	38	-16	-47	47	121
少数股东损益	1	0	-1	1	1
归母净利润	36	-16	-46	46	120

资料来源：聚源数据，申万宏源研究

合并现金流量表

百万元	2022	2023	2024E	2025E	2026E
净利润	38	-16	-47	47	121
加：折旧摊销减值	54	80	88	96	105
财务费用	24	34	36	32	27
非经营损失	-5	-7	2	2	2
营运资本变动	-61	-130	-40	13	-35
其它	30	36	-20	-20	-18
经营活动现金流	65	-25	19	169	202
资本开支	242	563	20	15	10
其它投资现金流	0	1	-2	-2	-2
投资活动现金流	-242	-562	-22	-17	-12
吸收投资	0	566	0	0	0
负债净变化	136	232	-47	-55	-135
支付股利、利息	15	21	33	22	36
其它融资现金流	1	-90	0	0	0
融资活动现金流	121	688	-81	-78	-171
净现金流	-56	100	-84	75	19

资料来源：聚源数据，申万宏源研究

合并资产负债表

百万元	2022	2023	2024E	2025E	2026E
流动资产	561	746	753	880	983
现金及等价物	73	176	92	167	186
应收款项	382	391	452	471	527
存货净额	77	95	119	141	161
合同资产	20	16	22	33	40
其他流动资产	8	67	67	67	67
长期投资	1	0	0	0	0
固定资产	391	939	894	834	761
无形资产及其他资产	371	426	426	426	426
资产总计	1,324	2,110	2,073	2,140	2,170
流动负债	635	690	738	799	768
短期借款	477	529	523	519	435
应付款项	119	135	189	255	308
其它流动负债	39	26	26	26	26
非流动负债	182	378	336	285	234
负债合计	817	1,068	1,074	1,085	1,003
股本	73	85	85	85	85
其他权益工具	0	0	0	0	0
资本公积	291	831	831	831	831
其他综合收益	0	0	0	0	0
盈余公积	0	0	1	0	-2
未分配利润	139	123	79	135	248
少数股东权益	4	4	3	4	5
股东权益	507	1,043	999	1,055	1,167
负债和股东权益合计	1,324	2,110	2,073	2,140	2,170

资料来源：聚源数据，申万宏源研究

信息披露

证券分析师承诺

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注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。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而直接或间接收到任何形式的补偿。

与公司有关的信息披露

本公司隶属于申万宏源证券有限公司。本公司经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司关联机构在法律许可情况下可能持有或交易本报告提到的投资标的，还可能为或争取为这些标的提供投资银行服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。客户可通过 compliance@swsresearch.com 索取有关披露资料或登录 www.swsresearch.com 信息披露栏目查询从业人员资质情况、静默期安排及其他有关的信息披露。

机构销售团队联系人

华东组	茅炯	021-33388488	maojiong@swsresearch.com
银行团队	李庆	021-33388245	liqing3@swsresearch.com
华北组	肖霞	010-66500628	xiaoxia@swsresearch.com
华南组	张晓卓	13724383669	zhangxiaozhuo@swsresearch.com
华东创新团队	朱晓艺	021-33388860	zhuxiaoyi@swsresearch.com
华北创新团队	潘烨明	15201910123	panyeming@swsresearch.com

股票投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入 (Buy)	： 相对强于市场表现 20%以上；
增持 (Outperform)	： 相对强于市场表现 5% ~ 20%；
中性 (Neutral)	： 相对市场表现在 - 5% ~ + 5%之间波动；
减持 (Underperform)	： 相对弱于市场表现 5%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好 (Overweight)	： 行业超越整体市场表现；
中性 (Neutral)	： 行业与整体市场表现基本持平；
看淡 (Underweight)	： 行业弱于整体市场表现。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。申银万国使用自己的行业分类体系，如果您对我们的行业分类有兴趣，可以向我们的销售员索取。

本报告采用的基准指数： 沪深 300 指数

法律声明

本报告由上海申银万国证券研究所有限公司（隶属于申万宏源证券有限公司，以下简称“本公司”）在中华人民共和国境内（香港、澳门、台湾除外）发布，仅供本公司的客户（包括合格的境外机构投资者等合法合规的客户）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司 <http://www.swsresearch.com> 网站刊载的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

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真实性、准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本公司特别提示，本公司不会与任何客户以任何形式分享证券投资收益或分担证券投资损失，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司强烈建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。市场有风险，投资需谨慎。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，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，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记，未获本公司同意，任何人均无权在任何情况下使用他们。