

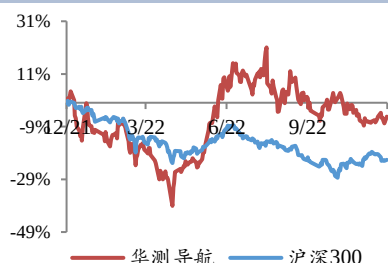
测绘为基，自动驾驶高精定位打开成长空间

投资评级：买入（首次）

报告日期：2022-12-27

收盘价（元）	29.56
近 12 个月最高/最低（元）	32.58/26.10
总股本（百万股）	535
流通股本（百万股）	422
流通股比例（%）	78.92
总市值（亿元）	158
流通市值（亿元）	125

公司价格与沪深 300 走势比较



分析师：陈晶

执业证书号：S0010522070001

邮箱：chenjing@hazq.com

分析师：张天

执业证书号：S0010520110002

邮箱：zhangtian@hazq.com

相关报告

主要观点：

● 公司概况

华测导航成立于 2003 年，聚焦高精度卫星导航定位（GNSS）应用，是国内北斗高精度卫星导航定位产业的领军企业之一。公司主营业务含建筑与基建（45%）、地理空间信息（18%）、资源与公共事业（32%）、机器人与无人驾驶（5%）四大行业应用解决方案，产品及解决方案已广泛应用于自然资源、建筑施工、交通、水利、农业等行业，并且成功进入智慧城市、自动驾驶、人工智能等新兴领域。公司近五年营收复合增速 29.44%、归母净利润复合增速 22.87%，公司激励机制到位、分享文化浓郁，经营管理持续优化、盈利能力稳步提升。

● 行业概览

2020 年是北斗与 GNSS 系统和产业发展转折点，全球卫星导航产业从 GNSS 系统建设转入应用与服务产业高速发展阶段。EUSPA 数据显示，2021 年全球 GNSS 设备和下游服务的市场规模已达到 1990 亿欧元，预计 2031 年全球 GNSS 设备和下游服务的市场规模将增长至 4920 亿元，CAGR 约为 9%。其中基于位置服务的智能手机和电脑等消费解决方案和车载导航系统、ADAS 和车辆管理设备等道路应用将占据主导。依托北斗，我国高精定位市场高速增长。2021 年各类高精度应用终端总销量接近 170 万台，高精定位市场规模从 2010 年的 11 亿元已快速增长至 2021 年的 151.9 亿元，CAGR 约为 24.5%。

● 公司逻辑梳理

1) 测量测绘是立身之本，实景三维、灾害监测提供新增长点。我们测算 2025 年国内 RTK 设备市场规模约 66 亿元，公司国内市场份额稳定，国外市场占有率有望不断提升。实景三维建设推动测绘行业向信息化转型升级，对无人机、无人船、激光雷达等新型装备的需求不断提升，地址灾害、桥梁、水库、矿山等实时位移监测需求则提供新价值蓝海。

2) 农机自动驾驶补贴退坡行业出清，公司份额有望加速提升。我国农机自动驾驶渗透率不足 2%，远远低于美国 90% 渗透率水平，基于北斗系统的国产自动驾驶设备市场占有率不断提高，我们测算 2025 年国内农机自动驾驶系统市场规模约 180 亿元，随着农机自动驾驶补贴退坡、其他竞争者陆续出清，行业渗透率、公司份额有望加速提升。

3) 乘用车自动驾驶星辰大海，2023 年将开启加速成长元年。GNSS+INS 组合定位模块已成为 L3 及以上自动驾驶标配功能组件，2023 年起随着 L3 级自动驾驶汽车量产上路，出货量有望高速增长。我们测算 2023 年 L3 渗透率约 0.49%、2026 年 L3 及以上渗透率约 2.21%。目前产品价格较高，随着出货量提升，产品价格将不断下降，市场规模将随之增长。

● 投资建议

预计 2022-2024 年归母净利润分别为 3.72、5.07、6.70 亿元，对应 EPS 分别为 0.69、0.95、1.25 元。当前股价对应 2022-2024 年 PE 分别为 42.55X/31.19X/23.59X。首次覆盖，给予“买入”评级。

● 风险提示

海外市场开发受疫情影响增速不及预期、测绘解决方案受市场需求影响增速不及预期、自动驾驶解决方案受渗透率影响增速不及预期。

● 重要财务指标

单位:百万元

主要财务指标	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入	1903	2499	3466	4712
收入同比（%）	35.0%	31.3%	38.7%	35.9%
归属母公司净利润	294	372	507	670
净利润同比（%）	49.5%	26.3%	36.4%	32.2%
毛利率（%）	54.6%	54.3%	52.9%	50.9%
ROE（%）	13.4%	15.2%	17.2%	18.5%
每股收益（元）	0.82	0.69	0.95	1.25
P/E	56.03	42.55	31.19	23.59
P/B	7.96	6.44	5.33	4.34
EV/EBITDA	46.94	32.25	26.47	18.15

资料来源：wind，华安证券研究所

正文目录

1 国产测量型 GNSS 接收机先驱，拓展行业应用	6
1.1 深耕高精定位技术，不断提升核心竞争力	6
1.2 业绩连续四年保持增长，重视研发，知识产权行业领先	7
1.3 股权结构稳定，股权激励实现公司与员工双赢	8
2 北三组网完成，高精定位独具特色	10
2.1 GNSS 完成系统构建，北斗多频多轨道独具特色	10
2.2 市场规模不断扩大，下游服务快速发展	12
2.3 依托北斗，我国高精定位市场高速增长	13
3 深耕高精定位算法，高精度板卡国内领先	14
3.1 消除误差，高精定位算法的核心	14
3.2 高精定位算法，GNSS 板卡国产化的关键因素	16
4 测绘测量，由数字化向信息化转型升级	18
4.1 RTK 发展三十年，主要用户向建筑与基建下沉	18
4.2 信息化测绘需求提升，激光雷达成为行业新宠	21
4.3 实时位移监测，确定性强的价值蓝海	24
5 自动驾驶，高精定位模块成为 L3 级以上标配	28
5.1 农机自动驾驶对标美国，渗透率有望加速提升	30
5.2 L3 及以上乘用车自动驾驶，2023 年将开启成长空间	33
6 投资建议	36
6.1 盈利预测	36
6.2 公司估值	37
7 风险提示	38
财务报表与盈利预测	39

图表目录

图表 1 公司发展历程	6
图表 2 公司主营业务	7
图表 3 2017-2021 年公司营业收入、归母净利润及增速	7
图表 4 2017-2021 年公司国内外营业收入及增速	7
图表 5 2017-2021 年公司解决方案营收占比	8
图表 6 2021 年公司四大业务领域营收占比	8
图表 7 2018-2021 年可比公司研发费用率对比	9
图表 8 可比公司专利及软件著作权数量	9
图表 9 公司股权结构	9
图表 10 公司股权激励情况	9
图表 11 全球各导航系统对比	10
图表 12 上海地区某时刻可视导航卫星数量	11
图表 13 北斗系统卫星发射数量及轨道分布	11
图表 14 GNSS 系统频点示意图	11
图表 15 2021-2031 年全球 GNSS 市场规模	12
图表 16 2021-2031 年累计细分市场占比	12
图表 17 2017-2021 年中国卫星导航与定位服务产值	13
图表 18 2021 年产业链各环节产值占比	13
图表 19 2017-2021 年中国高精定位市场规模	13
图表 20 2017-2021 年中国高精度应用终端销量	13
图表 21 卫星信号传输过程中产生的误差	14
图表 22 各种误差项对定位精度的影响	14
图表 23 融合多源观测数据的电离层建模方法	15
图表 24 电离层建模相关专利	15
图表 25 RTK 工作原理及算法流程	15
图表 26 RTK、PPP 与 PPP-RTK 技术对比	16
图表 27 PPP、PPP-RTK 算法相关专利	16
图表 28 测量型接收机板卡主要构造	17
图表 29 “璇玑”芯片和搭载板卡	17
图表 30 “璇玑”芯片相关专利	17
图表 31 测绘装备发展历程	18
图表 32 RTK 应用领域	19
图表 33 针对工程领域用户开发的新型 RTK 产品	19
图表 34 国产 RTK 设备与进口 RTK 设备参数对比	20
图表 35 全国 RTK 设备市场规模测算	21
图表 36 测量型激光雷达系统组成	22
图表 37 测量型激光雷达与导航型激光雷达对比	22
图表 38 无人机倾斜摄影	22
图表 39 无人机激光雷达	22

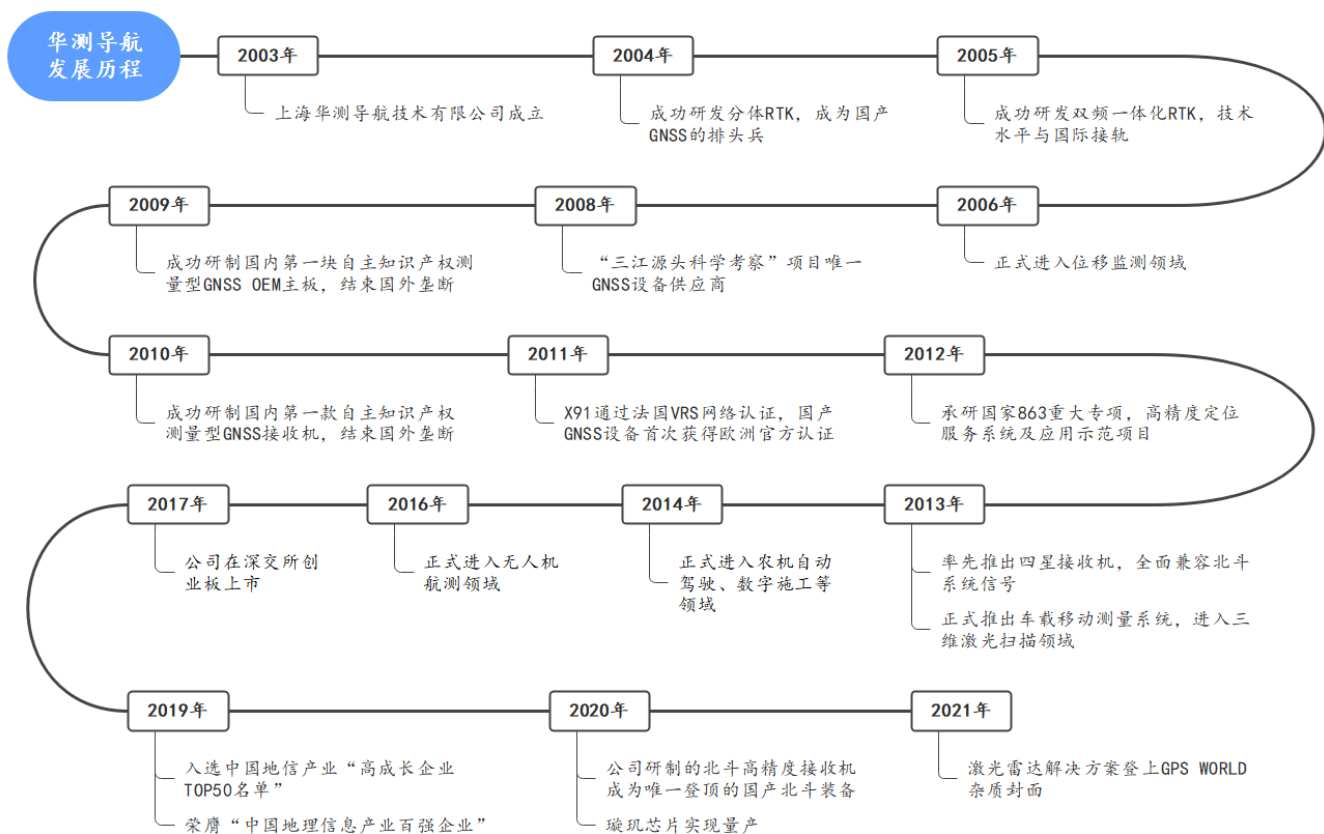
图表 40 机载激光雷达数据处理流程图	23
图表 41 全国无人机激光雷达设备市场规模测算	24
图表 42 灾害监测系统工作流程	24
图表 43 华测导航中标的灾害监测项目 (金额超过 500 万元) 部分	25
图表 44 桥梁、水坝、矿山健康监测解决方案	26
图表 45 全国位移监测系统市场规模测算	27
图表 46 自动驾驶等级定义	28
图表 47 自动驾驶汽车高精定位指标需求	28
图表 48 定位测量相关传感器对比	29
图表 49 不同场景下的自动驾驶应用	29
图表 50 传统拖拉机与无人驾驶拖拉机作业对比	30
图表 51 美国智慧农业 GPS 渗透率	30
图表 52 国内农机自动驾驶设备价格走势	31
图表 53 2010-2020 年国家农机购置补贴目录中的企业数量	31
图表 54 华测 NX510 农机自动驾驶系统	32
图表 55 华测 NX507 插秧机自动驾驶系统	32
图表 56 2017-2021 年中国农机自动驾驶系统新增装机量	32
图表 57 2012-2021 年我国中大型农机销量	32
图表 58 全国农机自动驾驶系统市场规模测算	33
图表 59 高精度组合导航融合方案对比	33
图表 60 华测乘用车高精定位解决方案	34
图表 61 公司取得 IATF16949 认证证书	34
图表 62 配置高精定位模块的车型 (部分)	34
图表 63 全国乘用车自动驾驶高精定位模块市场规模测算	35
图表 64 公司主要业务板块盈利预测	36
图表 65 可比公司估值情况 (截至 2022 年 12 月 22 日)	37

1 国产测量型 GNSS 接收机先驱，拓展行业应用

1.1 深耕高精定位技术，不断提升核心竞争力

国内北斗导航定位领军企业，不断自主创新技术引领。产业华测导航成立于2003年，聚焦高精度卫星导航定位（GNSS）应用相关的核心技术及其产品的开发、制造、集成和应用产业化，为各行业用户提供数据采集设备及系统解决方案，是国内北斗高精度卫星导航定位产业的领军企业之一，2017年在深交所创业板上市。公司以高精度卫星导航技术为基础，不断自主创新取得技术突破：2008年成为“三江源头科学考察”项目唯一GNSS设备供应商，2009年成功研制国内第一块自主知识产权测量型GNSS OEM板卡，2010年成功研制国内第一款自主知识产权测量型GNSS接收机，2011年X91 GNSS接收机作为国产设备首次通过欧洲网络认证，2013年率先推出四星接收机兼容北斗信号，2020年P5 GNSS接收机作为唯一国产北斗装备登顶珠峰，2021年激光雷达解决方案登上GPS WORLD杂质封面。

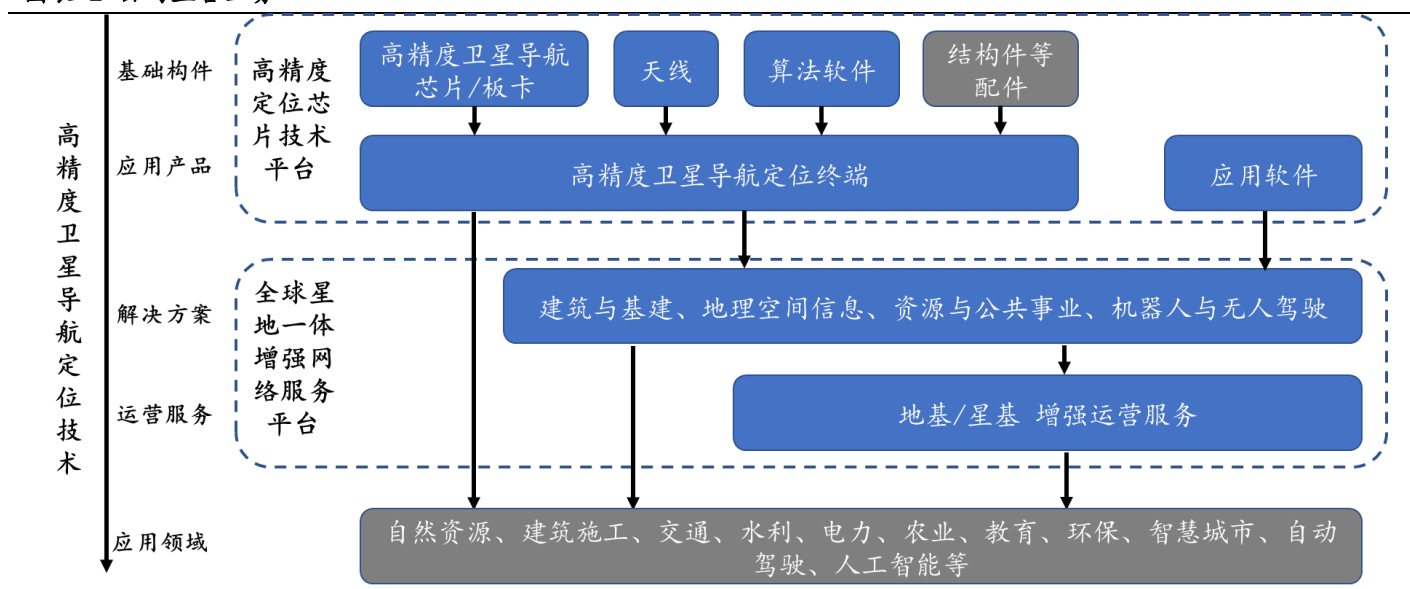
图表 1 公司发展历程



资料来源：公司公告，华安证券研究所整理

两大基础平台+四大行业应用，构建完善业务产品矩阵。公司持续提升高精度RTK、PPP、组合导航、多源融合定位等核心算法能力，逐步打造和完善高精度定位芯片技术平台、全球星地一体增强网络服务平台两大基础平台，着力发展建筑与基建、地理空间信息、资源与公共事业、机器人与无人驾驶四大行业应用解决方案。公司的产品及解决方案已广泛应用于自然资源、建筑施工、交通、水利、电力、农业、教育、环保等行业，并进入智慧城市、自动驾驶、人工智能等新兴领域。

图表 2 公司主营业务

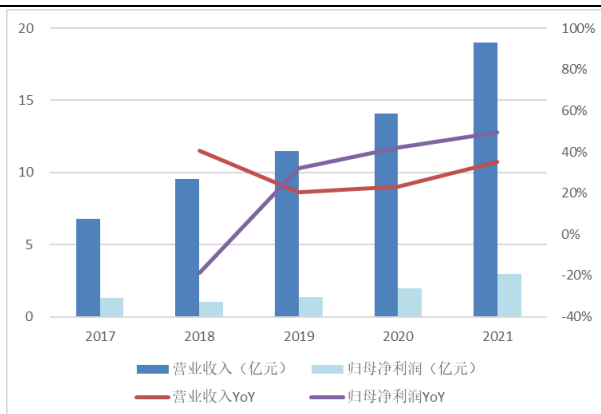


资料来源：公司公告，华安证券研究所整理

1.2 营收连续四年保持增长，重视研发，知识产权行业领先

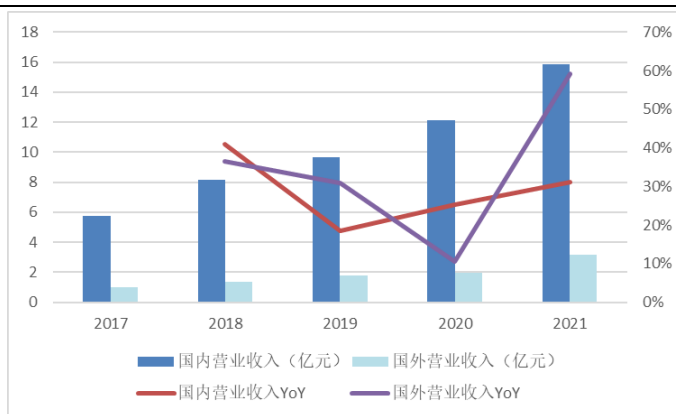
近五年营收复合增速 **29.44%**、归母净利润复合增速 **22.87%**。自 2017 年上市以来，公司营业收入连续四年保持增长。2021 年实现营业收入 19.03 亿元，同比增长 35%；归母净利润 2.94 亿元，同比增长 49%。公司已建立了直销与经销并重的国内营销体系，并在海外建立了经销商网络。2021 年公司的国外市场实现营业收入 3.15 亿元，同比增长 59%。

图表 3 2017-2021 年公司营业收入、归母净利润及增速



资料来源：公司公告，华安证券研究所

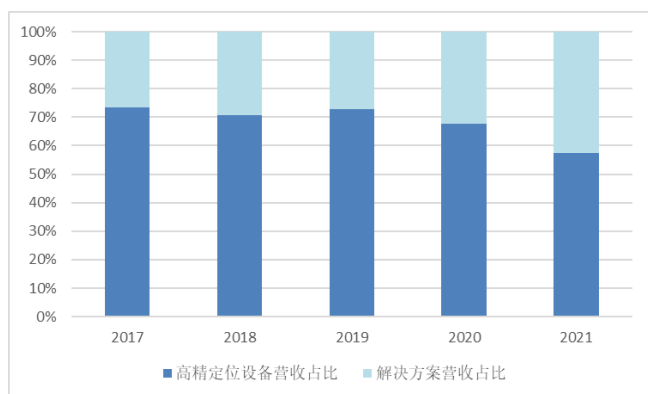
图表 4 2017-2021 年公司国内外营业收入及增速



资料来源：公司公告，华安证券研究所

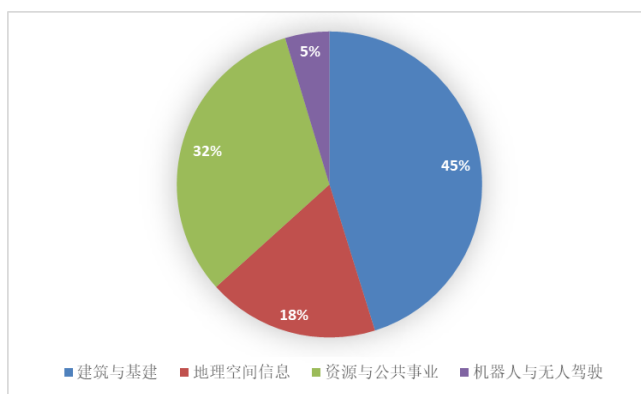
公司重视客户体验和服务，不断优化业务结构。公司不断提升解决方案在营收中的占比，2021 年解决方案占比达到 43%。2021 年公司重新划分收入结构，将业务分为建筑与基建（占比 45%）、地理空间信息（占比 18%）、资源与公共事业（占比 32%）和机器人与无人驾驶（占比 5%）四个主要应用领域。

图表 5 2017-2021 年公司解决方案营收占比



资料来源：公司公告，华安证券研究所

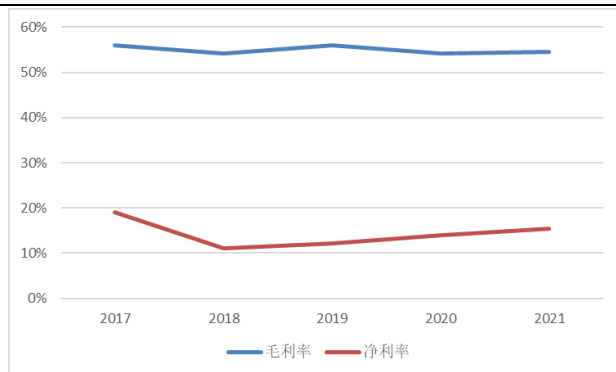
图表 6 2021 年公司四大业务领域营收占比



资料来源：公司公告，华安证券研究所

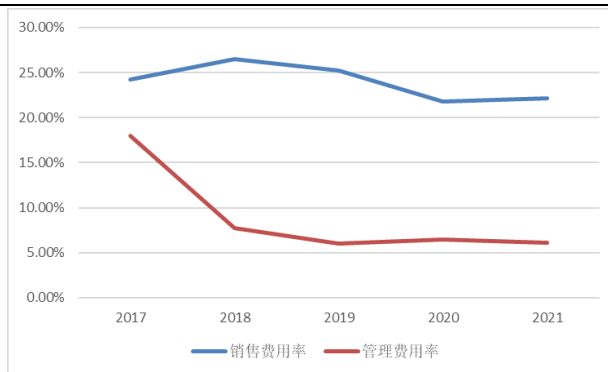
从盈利能力上看，公司毛利率保持稳定，净利率自 2018 年起呈上升趋势。毛利率方面，分业务板块来看，2021 年建筑与基建毛利率 60.95%，资源与公共事业毛利率 46.05%，地理空间信息毛利率 54.49%，机器人与无人驾驶毛利率 52.99%，整体毛利率维持在较高水平。费用率方面，2018 年起公司对经营管理进一步优化，管理费用率持续降低，在完善销售网络布局后，销售费用率逐步收窄。

图表 7 2017-2021 年公司毛利率与净利率



资料来源：公司公告，华安证券研究所

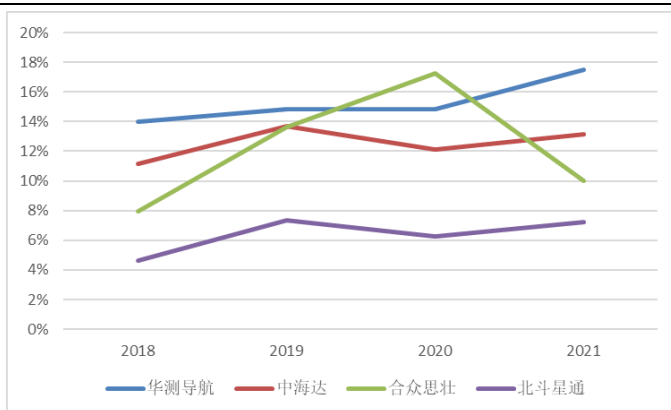
图表 8 2017-2021 年公司销售费用率与管理费用率



资料来源：公司公告，华安证券研究所

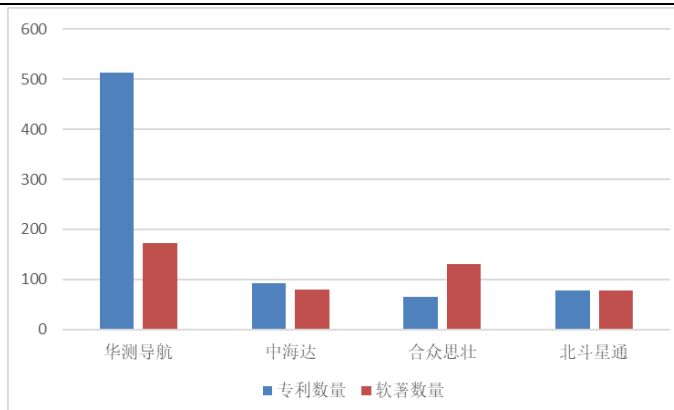
公司高度重视研发体系规划和建设，在国内建立上海、武汉、南京三个研发基地，在海外建立英国研发基地，研发费用率不断提升，2021 年达到 18%。截止 2021 年底，公司已申请专利 500 余项、软件著作权近 200 项，知识产权处于行业前列，形成了领先优势。未来公司将继续加大研发战略投入，持续建立在芯片、板卡、模组等高精度惯导导航基础器件、高精度空间三维数据采集装备等方面的技术壁垒，不断提升公司核心技术竞争力，进一步拓展四大领域的行业应用。

图表 9 2018-2021 年可比公司研发费用率对比



资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表 10 可比公司专利及软件著作权数量

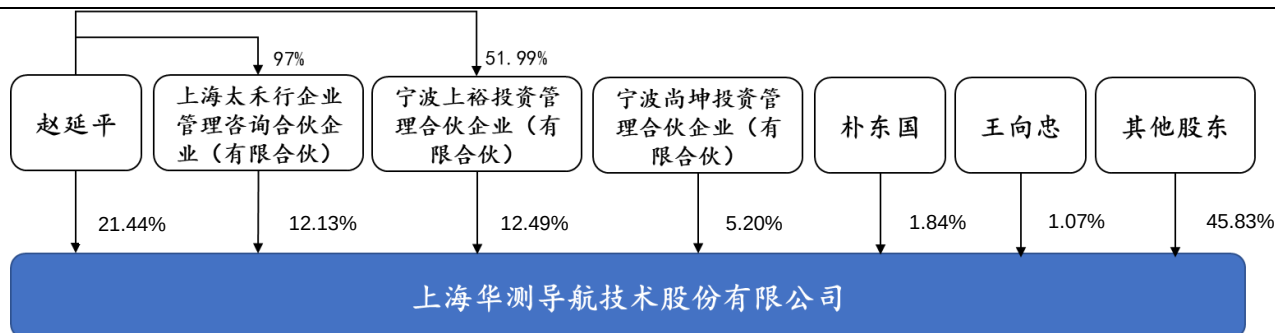


资料来源：公司公告，华安证券研究所

1.3 股权结构稳定，股权激励实现公司与员工双赢

大股东股权集中度较高，公司治理结构稳定。截至 2022 年三季度，公司第一大股东及实际控制人为董事长赵延平，直接持股比例为 21.44%，通过有限合伙企业间接持股比例为 18.26%，合计持股 39.70%，股权集中度相对较高，公司高管均通过直接持股或有限合伙企业间接持股的方式持有公司股权。

图表 11 公司股权结构



资料来源：wind，华安证券研究所整理

公司激励机制到位、分享文化浓郁。公司高度重视人才资源，上市以来共实施五次股权激励，充分调动公司核心团队的积极性，实现公司效益与员工绩效的双赢。公司采用限制性股票和股票期权两种激励方式，其中单次股权激励最高覆盖 719 人，激励对象包括公司及控股子公司高管和核心技术骨干。

图表 12 公司股权激励情况

时间	激励标的	人数	股数	授予价格	股票来源
2017	限制性股票	273 人	418.5 万股	29.44 元/股	定向发行
2019	股票期权	593 人（首次 427 人，预留 166 人）	970（首次 870 万份，预留 100 万份）	首次 14.81 元/份 预留 19.80 元/份	定向发行
2020	限制性股票	41 人	215 万股	20.45 元/股	定向发行
2021	限制性股票	719 人	900 万股	35.00 元/股	定向发行
2022	限制性股票	1 人	370 万股	35.00 元/股	定向发行

资料来源：公司公告，华安证券研究所

2 北三组网完成，高精定位开启成长空间

2.1 GNSS 完成系统构建，北斗多频多轨道独具特色

全球卫星导航系统是重要的空间和信息化基础设施，可提供高精度、全天时、全天候定位、测速和授时服务。其应用领域已从传统的国防军工向位置服务、交通运输、测绘制图、精准农业、精确授时、工程建设等民用市场拓展。当前，我国北斗卫星导航系统（BDS）、美国全球定位系统（GPS）、俄罗斯格洛纳斯系统（GLONASS）以及欧洲伽利略系统（Galileo）四大全球卫星导航系统均已开通全球服务，日本准天顶卫星系统（QZSS）和印度区域导航卫星系统（NavIC）两大区域卫星导航系统也已开通区域服务，各系统在轨运行服务的导航卫星数量近 140 颗，支持多频多星座服务已成为各应用系统的发展趋势。

图表 13 全球各导航系统对比

	北斗	GPS	格洛纳斯	伽利略	准天顶	印度区域导航
所属国家	中国	美国	俄罗斯	欧洲	日本	印度
覆盖区域	全球	全球	全球	全球	日本区域	印度区域
启动研制时间	1994 年	1973 年	1976 年	1999 年	2002 年	2006 年
首次发射时间	2000 年	1978 年	1982 年	2005 年	2010 年	2009 年
轨道高度 (km)	35786 (GEO) 35786 (IGSO) 21528 (MEO)	20200 (MEO)	19100 (MEO)	23222 (MEO)	35786 (GEO) 35786 (IGSO)	35786 (GEO) 35786 (IGSO)
已发射数量 (颗)	59	72	29	28	5	7
在轨卫星数量 (颗)	51	34	28	26	4	7
卫星平均寿命 (年)	5-10	10-15	7-10	12	12	12
定位精度 (m)	2.5-5	4-7	2-8	4	2.6	10
测速精度 (m/s)	0.2 (全球) 0.1 (亚太地区)	0.1	0.2	0.2	/	/
授时精度 (ns)	20 (全球) 10 (亚太地区)	20	20	10	/	/
提供服务	定位导航授时 全球短报文 国际搜救 星基增强 地基增强 精密单点定位	定位导航授时 国际搜救 星基增强 精密单点定位	定位导航授时 国际搜救 星基增强 地基增强 精密单点定位	定位导航授时 国际搜救 星基增强 精密单点定位	区域定位导航 授时 区域短报文 星基增强 地基增强 精密单点定位	区域定位导航 授时
造价	250 亿美元	300 亿美元	144 亿美元	100 亿欧元	2000 亿日元	3.5 亿美元
未来发展趋势	低轨星基增强； 融合 5G	新一代 GPS III 部署， 提高定位精度和抗干扰性能	MEO 卫星换代能力升级， 计划增加 IGSO 和 GEO 卫星； 提高抗干扰性能	MEO 卫星换代升级， 提高服务稳定性； 计划引入低轨系统	计划增加 3 颗卫星， 服务区由日本及周边扩展到亚太	计划增加 4 颗卫星， 提高定位精度

资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所整理

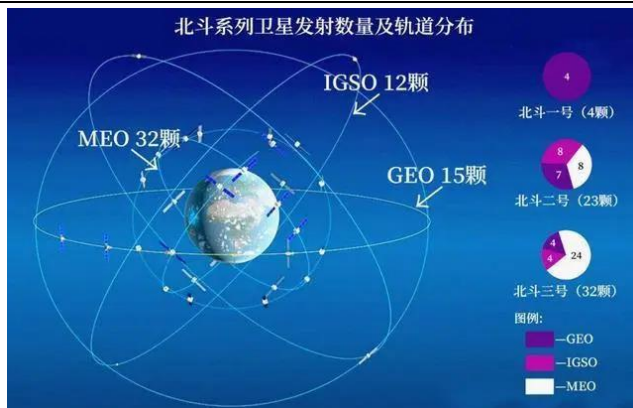
与其他导航系统相比，北斗系统具备独特的优势。GPS、格洛纳斯、伽利略的卫星星座都运行在 MEO 轨道，而北斗系统采用 GEO、IGSO、MEO 三种轨道类型的卫星组成混合星座，既可用中轨道卫星实现全球覆盖、全球服务，又可利用高轨道卫星抗遮挡能力强的优点（尤其在低纬度地区性能特点更为明显）为亚太地区用户提供更高性能的定位导航授时服务。

图表 14 上海地区某时刻可视导航卫星数量



资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所

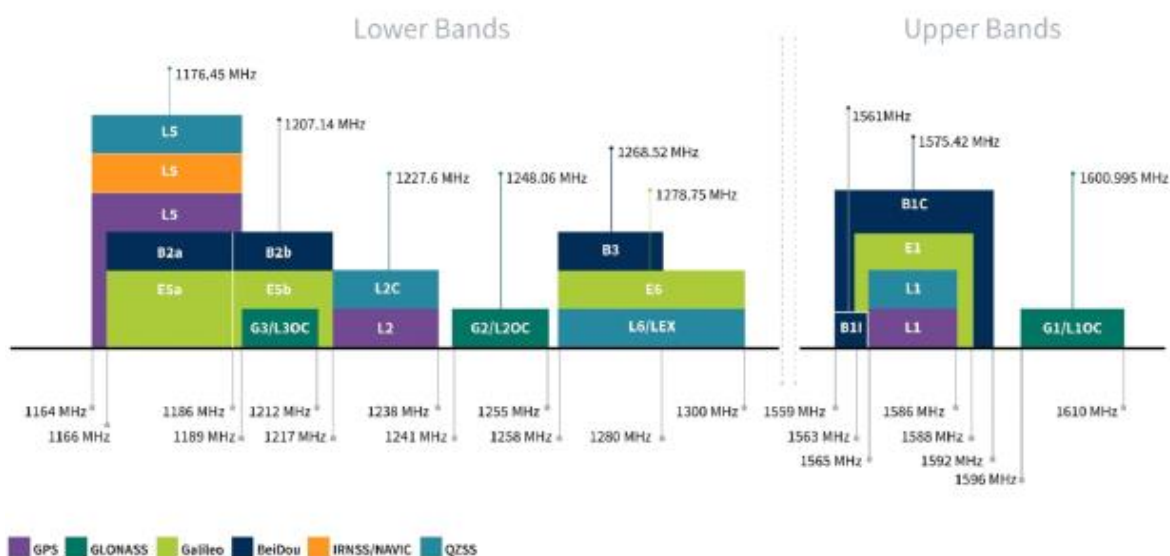
图表 15 北斗系统卫星发射数量及轨道分布



资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所

北斗三号组网完成后，可以同时发送 B1I、B1C、B2a、B2b、B3I 共五个频点的信号。多频点能够进一步提升地面终端的抗干扰能力，降低卫星信号受到遮挡、多路径干扰时对定位精度的影响，也能够更好的保证卫星信号的连续性。北斗三号新增频点 B1C 和 B2a，与 GPS 的 L1/L5 和 Galileo 的 E1/E5 中心频率相同，这三大 GNSS 系统拥有共同可用的频点，将为基于该频点研发的双频定位系统带来优势，双频定位能够有效消除电离层延迟带来的误差，在不使用其他改正服务的情况下也能够达到亚米级的定位精度。

图表 16 GNSS 系统频点示意图



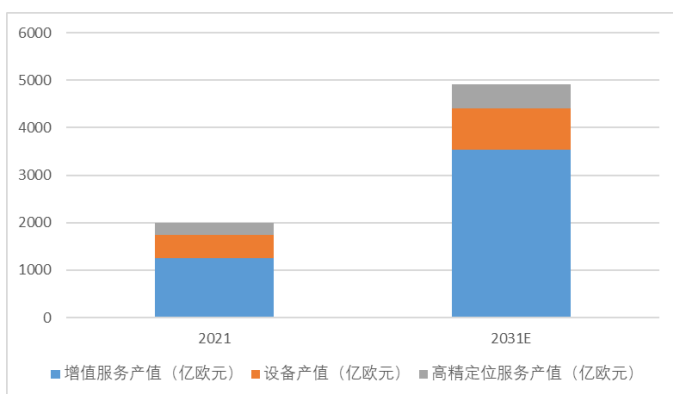
资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所

2.2 市场规模不断扩大，下游服务快速发展

2020 年是北斗与 GNSS 系统和产业发展的转折点，全球卫星导航产业从 GNSS 系统建设转入应用与服务产业高速度发展阶段。根据欧洲航天计划署（EUSPA）2022 年发布的《“地球观测”和“全球卫星导航系统”市场报告》，2021 年全球 GNSS 设备和下游服务的市场规模已达到 1990 亿欧元，其中 GNSS 设备、增值服务、高精定位服务市场规模分别为 480 亿欧元、1260 亿欧元、250 亿欧元。未来十年全球 GNSS 市场将保持稳定增长，预计 2031 年全球 GNSS 设备和下游服务的市场规模将增长至 4920 亿欧元，CAGR 约为 9%；其中，增值服务市场规模将高速增长至 3540 亿欧元，CAGR 约为 11%；高精定位服务市场规模将翻倍至 510 亿欧元，CAGR 约为 7%。

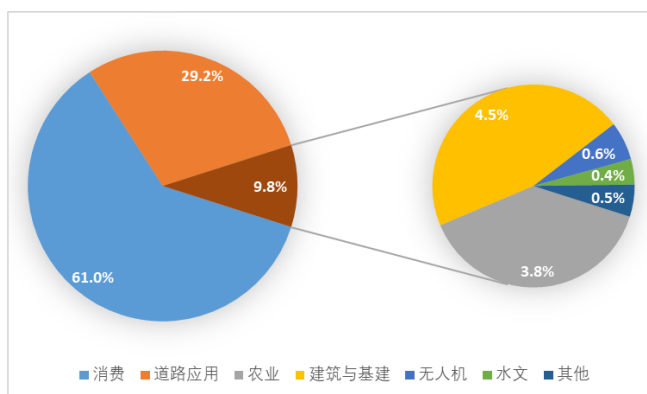
按照未来十年累计细分市场预估，消费解决方案（基于位置服务的智能手机和电脑等）和道路应用（车载导航系统、ADAS 和车辆管理设备等）占据主导地位，其他细分市场主要包括农业、建筑与基建、无人机、水文等应用领域。

图表 17 2021-2031 年全球 GNSS 市场规模



资料来源：EUSPA，华安证券研究所

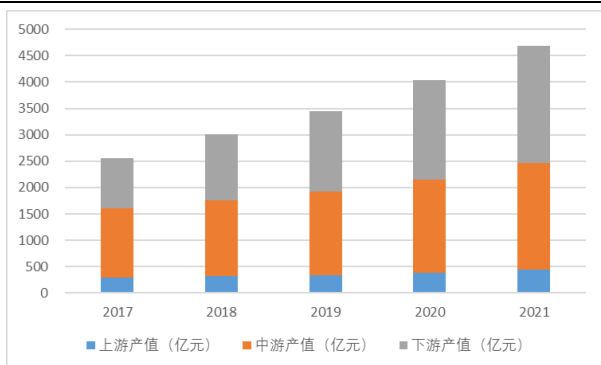
图表 18 2021-2031 年累计细分市场占比



资料来源：EUSPA，华安证券研究所

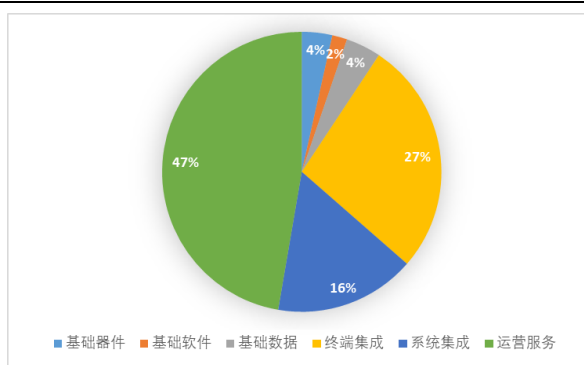
我国卫星导航与位置服务产业总体产值逐年上升，2021 年达到 4690 亿元。2021 年是北斗三号系统提供全球服务后的第一年，北斗产业化发展已正式列入国家“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要，报告指出“要深化北斗系统推广应用，推动北斗产业高质量发展”，并将北斗产业化应用列为制造业核心竞争力提升的八大重点方向之一。根据中国卫星导航定位协会发布的《2022 年中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》，中国卫星导航与位置服务产业总体产值逐年上升，2021 年达到 4690 亿元。其中，包括基础器件、基础软件、基础数据在内的上游产值约为 437 亿元，同比增长 14%；在“新基建”以及交通、能源、水利等基础设施体系建设的带动下，终端设备采购和系统集成项目规模显著提高，中游产值达到 2035 亿元，同比增长 15%；近两年受到疫情影响，无人系统、医疗健康、防疫消杀、远程监控、线上服务等下游运营服务逐渐活跃，市场规模快速扩大，产值达到 2218 亿元，同比增长 18%，占总体产值 47%，已成为占比最高的产业链环节。

图表 19 2017-2021 年中国卫星导航与定位服务产值



资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所

图表 20 2021 年产业链各环节产值占比

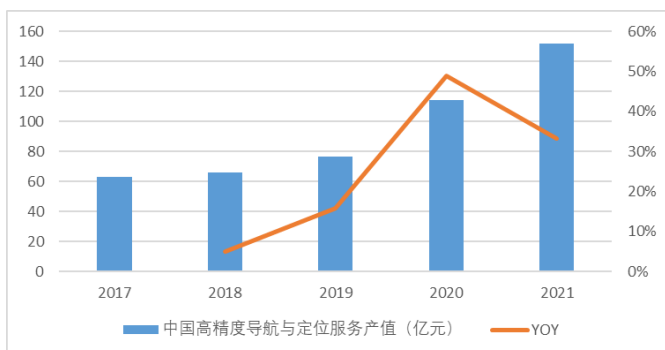


资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所

2.3 依托北斗，我国高精定位市场高速增长

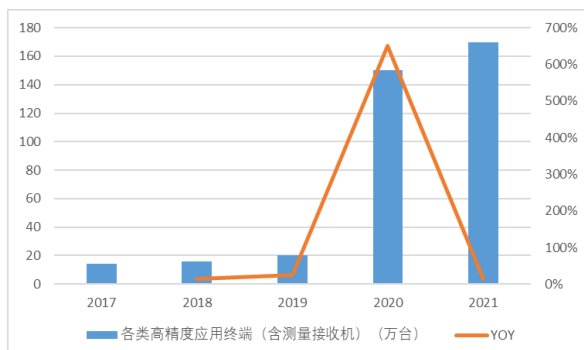
高精度是北斗的特色，可为用户提供厘米级星基增强和地基增强服务。2020 年北斗组网完成正式提供高精度服务以来，我国的高精定位服务市场迎来高速发展，主要应用场景包括测绘、工程施工、驾考、精密农业、无人机、机器人、智能网联汽车和物联网等。根据中国卫星导航定位协会统计，2021 年各类高精度应用终端（含测量型接收机）总销量已接近 170 万台/套，其中应用国产高精度模块和板卡的终端已超过 70%；高精定位市场规模从 2010 年的 11 亿元已快速增长至 2021 年的 151.9 亿元，CAGR 约为 24.5%。

图表 21 2017-2021 年中国高精定位市场规模



资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所

图表 22 2017-2021 年中国高精度应用终端销量



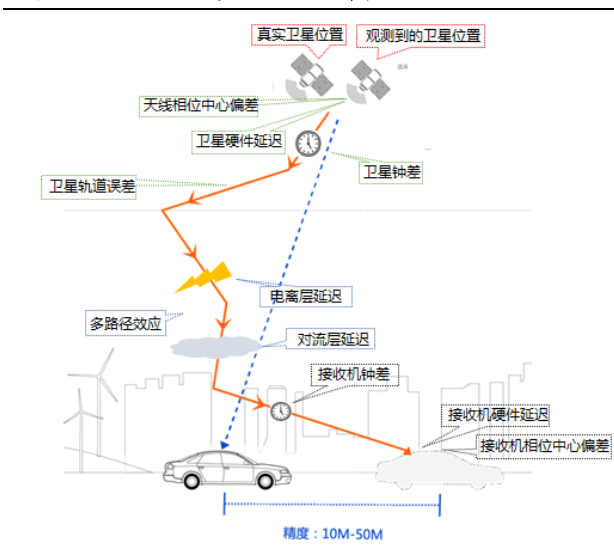
资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所

3 深耕高精定位算法，高精度板卡国内领先

3.1 消除误差，高精度卫星导航定位的核心

卫星导航系统中最为重要的指标是精度，在接收和解算卫星信号过程中产生的各种误差项对精度有重要的影响。卫星导航定位是基于被动式测距原理，GNSS 信号接收机被动地测量来自卫星的导航定位信号的传播时延，从而测得接收机信号接收天线相位中心和卫星发射天线相位中心之间的距离，进而将它和卫星在轨位置联合解算出用户的三维坐标。卫星导航定位误差主要分成三大类：一是生成 GNSS 信号的与卫星有关的误差；二是 GNSS 信号从卫星传播到用户接收天线的传播误差；三是 GNSS 信号接收机所产生的测量误差。在仅使用“标准单点定位”技术的情况下，导航定位的误差可达十米甚至百米。高精度定位即是通过复杂的算法将误差项消除或减弱，从而达到厘米级定位精度。

图表 23 卫星信号传输过程中产生的误差



资料来源：北斗智能物联公众号，华安证券研究所

图表 24 各种误差项对定位精度的影响

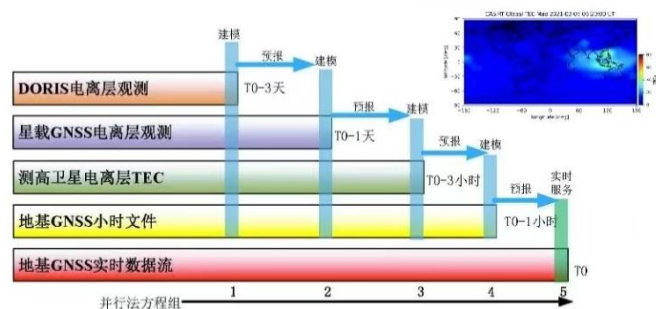
误差来源		量级
与卫星有关的误差	星历误差	~2m
	时钟误差	~2m
	相对论效应	9~13mm
	天线相位中心	cm~dm
与信号传播有关的误差	电离层延迟	~50m
	对流层延迟	2~20m
	多路径效应	~1m
与接收机有关的误差	硬件延迟误差	~1m
	天线误差	~1m
其他误差	地球潮汐	20~30cm
	地球自转参数变化	~3cm

资料来源：《GNSS 定位原理及误差综述》，华安证券研究所

在卫星导航信号的各种误差项中，电离层误差是影响最严重、最难以消除的。电离层是在距离地面约 60 到 1000 千米范围内的大气高层，由被太阳辐射而电离的粒子组成，是 GNSS 信号从太空到达地面接收机终端的必经之路，GNSS 信号在穿过电离层时，其传播速度和方向都会发生改变，传播路径也会发生弯曲，使得信号产生偏移和延迟，从而影响接收终端的定位精度。随着第 25 个太阳活动周期的到来，电离层变得更加难以预测，这场太阳活动周期于 2019 年 12 月开始加剧上升，预计 2025 年 7 月达到峰值。电离层活跃加剧使区域内的电离层延迟误差波动的幅度变大、频率变快、不规则加剧，如何有效消除电离层误差的影响，是全球高精定位行业面临的难题。

优化算法模型，获得更精准的电离层建模结果，是应对电离层扰动的前提。公司基于长周期的数据积累，分析定位误差产生的规律，设定出算法模型的变量与常量，采用多种数学函数方法，通过长期观测数据电离层影响因素构建经验模型和延迟量模型，保证在电离层活跃期间仍然能够获得精准的电离层建模结果。相关算法研究成果均已申请专利进行知识产权保护。

图表 25 融合多源观测数据的电离层建模方法



资料来源：《基于北斗 PPP-RTK 模式的大众智能手机高精度定位研究进展》，华安证券研究所

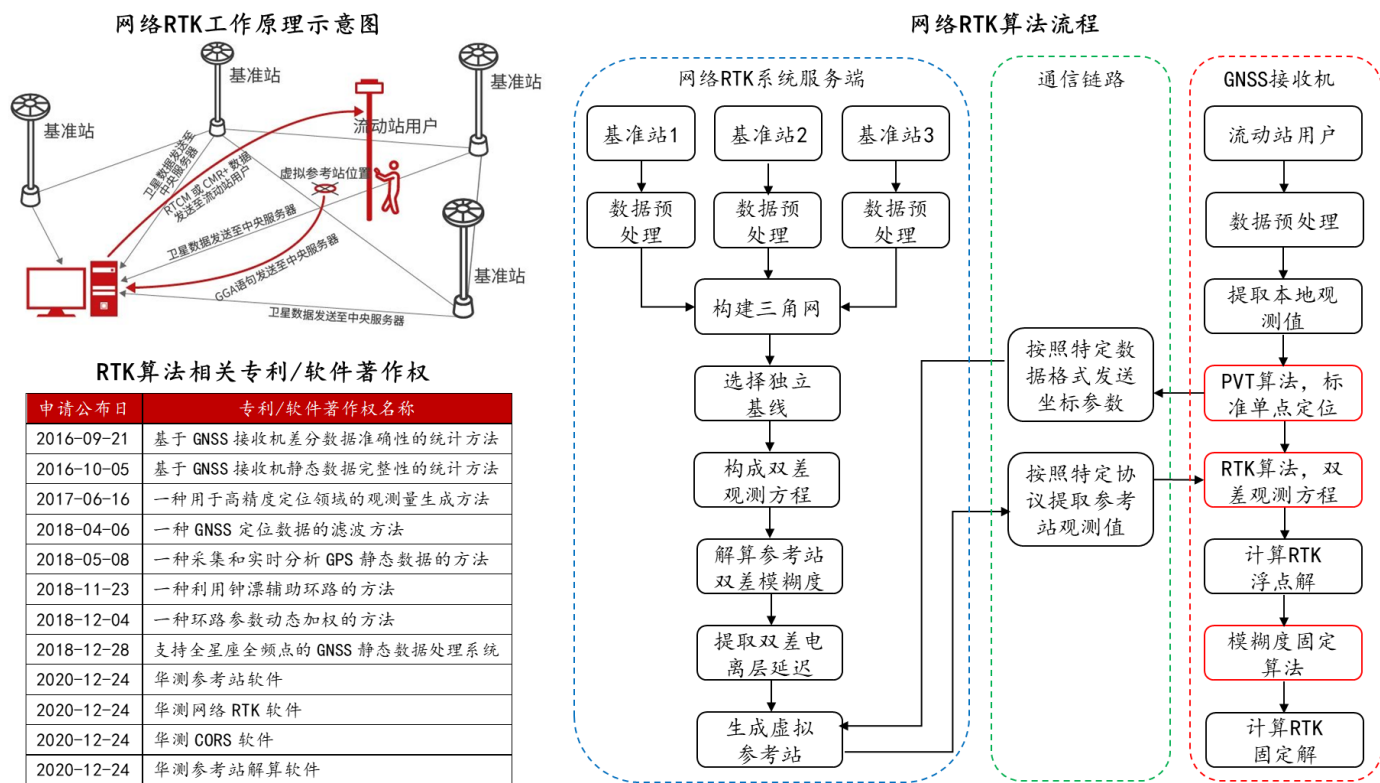
图表 26 电离层建模相关专利

申请公布日	专利/软件著作权名称
2016-03-30	一种 CORS 区域电离层建模方法
2017-01-18	基于穿刺点的区域增强系统实时电离层建模方法
2020-12-04	基于实时 PPP 模糊度固定技术的区域格网电离层建模方法

资料来源：公司公告，华安证券研究所

与大量使用的消费级米级定位精度卫星导航不同，高精度卫星导航定位要求达到厘米级定位精度，需要复杂的算法进行解算从而消除或减弱误差，除了各种类导航接收机通用的标准单点定位技术使用的 PVT 算法之外，还需要其他高精度解算算法支持。实时动态差分 (Real-Time Kinematic, RTK) 定位技术可以通过差分的方式将误差分离出去；RTK 定位技术包括传统 RTK (1 个流动站+1 个基准站，精度随距离递减) 和网络 RTK (1 个流动站+多个基准站)，网络 RTK 依靠连续运行基准站 (CORS) 大幅提高了 RTK 的测量范围，解决了传统 RTK 精度受距离限制的问题，公司已在全国范围内建成约 4000 座 CORS 站供用户使用。随着北斗地基增强系统的建设不断完善，网络 RTK 已成为北斗的核心技术之一；根据中国地理信息协会统计，国家各省市级单位以及六分科技、千寻位置、中国移动等商业公司合计已建设超过 19000 座 CORS 站，为网络 RTK 的广泛应用提供了基础。

图表 27 RTK 工作原理及算法流程



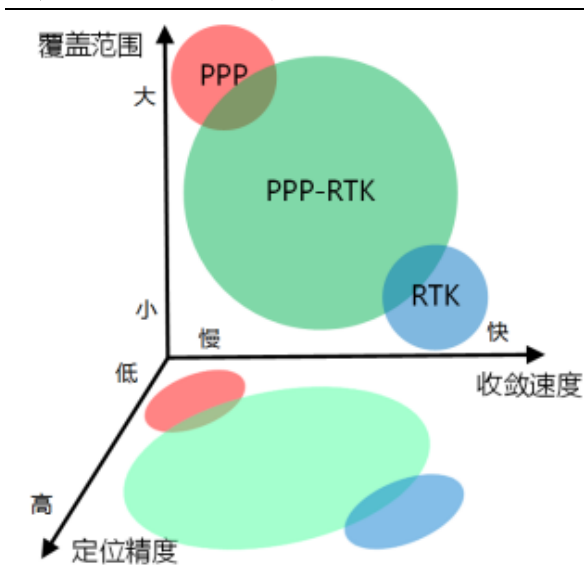
RTK 算法相关专利/软件著作权

申请公布日	专利/软件著作权名称
2016-09-21	基于 GNSS 接收机差分数据准确性的统计方法
2016-10-05	基于 GNSS 接收机静态数据完整性的统计方法
2017-06-16	一种用于高精度定位领域的观测生成方法
2018-04-06	一种 GNSS 定位数据的滤波方法
2018-05-08	一种采集和实时分析 GPS 静态数据的方法
2018-11-23	一种利用钟漂辅助环路的方法
2018-12-04	一种环路参数动态加权的方法
2018-12-28	支持全星座全频点的 GNSS 静态数据处理系统
2020-12-24	华测参考站软件
2020-12-24	华测网络 RTK 软件
2020-12-24	华测 CORS 软件
2020-12-24	华测参考站解算软件

资料来源：移远通信公众号，《支持海量用户的北斗/GPS 多频网络 RTK 关键技术研究》，华安证券研究所整理

未来，公司将持续改进高精定位算法，提升高精度 RTK、PPP、PPP-RTK、组合导航、多源融合定位等核心算法能力，构建技术护城河。RTK 技术需要地面基站的支持进行差分解算修正误差，与之相对的精密单点定位 Precise Point Positioning, PPP) 通过非差分的方式修正误差，PPP 也是北斗三号全球系统公开服务类型之一。然而与 RTK 瞬时厘米级相比，PPP 需要近 30 分钟才能实现精密定位的初始化，且信号失锁后的重新初始化时间与首次初始化时间几乎一样长，因而限制了其在实时应用中的普及。近年来结合了两种定位技术特点的 PPP-RTK 技术受到了国内外研究学者以及导航从业者的关注，与网络 RTK 技术相比，PPP-RTK 可以不用密集建设地面基站，服务范围更大，且在改正数丢失的情况下定位精度的保持时间更长。由于 PPP-RTK 的技术特性使得可以对各类改正数进行独立的完好性监控，从而较容易实现完好性和功能安全，可以满足 L3 及以上级别的自动驾驶对于功能安全的需求，所以 PPP-RTK 是未来高等级自动驾驶必备的算法技术。公司对 PPP 和 PPP-RTK 技术有前瞻布局，自 2015 年起即开始针对自动驾驶需求研究相关算法，公司自主研发的广域增强服务系统（Satellite-based Wide-area Augmentation System, SWAS）是 PPP-RTK 技术实施的基础，目前已开始提供服务，相关算法均已申请专利。

图表 28 RTK、PPP 与 PPP-RTK 技术对比



资料来源：测绘之家公众号，华安证券研究所

图表 29 PPP、PPP-RTK 算法相关专利

申请公布日	专利/软件著作权名称
2015-07-22	卫星信号接收机中实现快速捕获失锁信号的方法
2015-12-20	一种组合导航系统及获取导航坐标的方法
2016-05-25	一种 RT-PPP 星历改正数据优选算法
2016-07-06	一种提高导航卫星定位精度的方法及系统
2017-02-08	基于 GNSS 多频数据和 CORS 实现网络实时动态定位的方法
2018-05-04	一种基于 GNSS 接收机数据断点续传的方法
2018-11-23	一种提高定位精度的观测量的处理方法
2019-06-24	华测多系统精密定轨软件
2020-08-12	广域星基增强系统精密单点定位软件
2021-08-03	一种基于用户数据回传的 PPP-RTK 方法

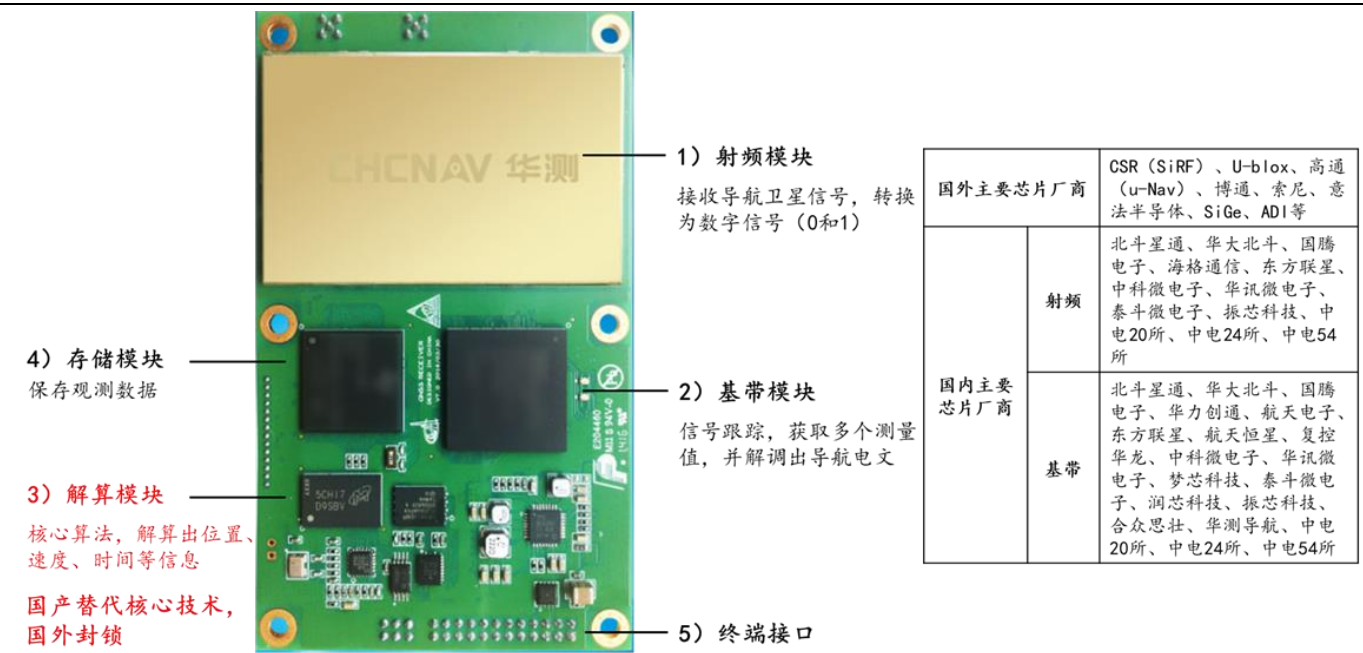
资料来源：公司公告，华安证券研究所

3.2 高精定位算法，GNSS 板卡国产化的关键因素

国内市场早期主要被美国 Trimble、加拿大 Novatel 等国外巨头厂商垄断。由于美国 GPS 卫星导航定位起步早、发展比较成熟，几乎控制了卫星导航定位领域的核心技术，特别在高精度 GNSS 等专业领域占有绝对优势。高精度导航接收终端的核心部件是 GNSS 板卡，其中民用的射频芯片、基带芯片等硬件产品国内外已有较多厂商生产，且国外厂商对这类产品的出售不设限制；然而解算模块中的高精定位算法，是国外各大厂商的重点技术封锁项目，国外在学术领域也仅提供少量技术文献作为参考，因此国内厂商要生产具有自主知识产权的 GNSS 板卡，就必须通过自主研发的方式突破高精定位算法关键技术。

为了不使 GNSS 产品关键技术受制于人,公司自成立起即组建研发团队开始进行高精定位算法的自主研发。2010 年基于完全自主知识产权的双频测地型接收机和测量型 GNSS 板卡通过国家级鉴定,迫使国外厂商降低 GNSS 板卡价格,结束了在我国市场的高利润垄断。目前国内已有多家企业能够研制 GNSS 板卡,有卫星导航行业专业人士将国内外主流 GNSS 板卡在相同使用场景下做过性能对比测试,公司的板卡产品性能已达国际先进水平。

图表 30 测量型接收机板卡主要构造



资料来源:华测导航官网,华安证券研究所整理

为了进一步巩固优势地位,公司拥有完全自主知识产权的“璇玑”基带芯片于2020年实现量产。“璇玑”支持全星座全频点 GNSS 卫星(北斗、GPS、GLONASS、Galileo、QZSS)信号,支持星基增强系统、L-band、RTK 和 PPP-RTK,支持单芯片高精度定位定向,搭载璇玑芯片的板卡可实现精度为 1cm 的 RTK 定位。“璇玑”量产后,能够进一步降低公司 GNSS 产品、模块、板卡的研制成本,同时避免了外购芯片断供的卡脖子技术风险。

图表 31 “璇玑”芯片和搭载板卡



资料来源:华测导航公众号,华安证券研究所

图表 32 “璇玑”芯片相关专利

申请公布日	专利/软件著作权名称
2016-01-27	一种将 GPS 卫星信号转换为基带信号的方法
2016-01-27	一种用于 GPS 卫星导航的基带信号处理方法
2016-08-31	GPS、GLONASS 和 BDS 联合解算的定位方法
2017-05-03	导航接收机中实现高精度基带跟踪的系统及方法
2019-01-04	一种基于矢量标架的精密七参数求解算法
2019-05-10	一种通用的导航电文提取方法
2019-05-17	一种降低 GNSS 信号捕获计算量的方法
2019-05-17	一种 L2C 信号的跟踪与处理方法

资料来源:公司公告,华安证券研究所

4 测绘测量，由数字化向信息化转型升级

测绘是最先应用高精度卫星导航定位的领域之一，GNSS 技术的不断发展与完善也为测绘技术带来了变革。我国的测绘地理信息行业的从以模拟测绘为主的“测绘 1.0”时代，到以数字测绘为主的“测绘 2.0”时代，再到以信息测绘为主的“测绘 3.0”时代，测绘技术一直与时代的先进技术紧密关联。

图表 33 测绘装备发展历程

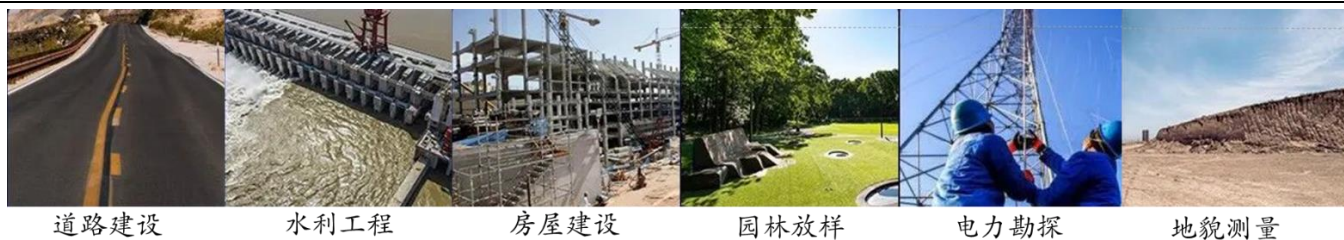
发展阶段	1.0 模拟测绘	2.0 数字化测绘	3.0 信息化测绘
时期	1950-1990	1990-2010	2010-至今
主要特征	劳动强度大；时间延续长；测量精度低；限于局部范围；静态测量；	测绘仪器电子化与自动化；数据处理计算机化；测绘生产与产品形式数字化；	地理信息获取实时化；数据处理自动化；测绘产品市场化；信息服务网络化
产品形式	以纸张、布匹、薄膜、丝绸为载体，以刻图或印刷图的形式出现	数字地图、打印机或绘图仪制作的各类图件、信息系统	各类信息服务
应用领域	国防 基础设施建设	地图出版、地理信息 商业物流 汽车导航	电子地图、数字地球 实时导航、移动位置服务 数字城市
测量装备	钢尺、经纬仪、水准仪、平板仪、测距仪、立体测图仪，辅以计算器、袖珍计算机及测量计算小程序	电子（数字）经纬仪、激光（红外线）测距仪、全站仪、GNSS 接收机、航空摄影测图仪等	测量机器人、无人机、三维激光雷达、网络技术、通讯技术和 3S（遥感技术、地理信息系统、全球定位系统）技术的融合
			

资料来源：宁波市自然资源和规划局，华安证券研究所整理

4.1 RTK 发展三十年，主要用户向建筑与基建下沉

RTK 的应用领域由测绘拓展到石油、电力、水利等垂直行业。在应用 GNSS 技术之前，测量仪器始终没有脱离地面的范畴，观测方法的本质没有改变，是通过测量角度、距离、高差来计算大地平面坐标和高程的，测量过程繁琐；而 GNSS 技术结合了地面和卫星，高精度的 GNSS 定位技术克服了传统测绘技术操作复杂、耗费时间长、效率低下、精度低等缺点，能够直接获取大地平面和高程三维坐标，从而提升工作效率。RTK 的应用过去主要集中于测量测绘部门，随着各地基础设施建设投入的加大及精细化施工的不断推进，大量领域涌现出对 RTK 测绘仪器的需求，如石油、电力、水利等行业，RTK 用户也从测绘院、规划院等传统测绘系统单位拓展到建筑施工单位、勘察单位等等，产品应用领域日趋广泛。

图表 34 RTK 应用领域



资料来源：华测导航官网，华安证券研究所

由于基础设施建设、建桥修路等工程都离不开测绘的支持，在保证开工率的情况下，RTK 设备需求会保持稳定增长。与传统测绘单位相比，工程施工的环境比较恶劣，再加上工程用户对于测绘仪器的保护程度远低于测绘单位，所以工程领域 RTK 的淘汰周期更短，因此建筑工程行业的 RTK 市场空间远比传统测绘要大。工程用户与传统测绘用户对于 RTK 需求也完全不同，测绘用户强调的是数据成果的采集，工程用户则更加偏重设计图纸的放样。现阶段，大部分建筑单位和施工队还在使用全站仪、水准仪等传统测绘仪器，随着 RTK 的使用门槛越来越低，工程领域用户对 RTK 的接受度也在逐渐升高。

为了进一步降低工程用户测量人员的使用要求和工作量，公司开发了多款惯导 RTK 和视觉 RTK 产品。惯导 RTK 集成了惯导模块，采用 GNSS+惯导组合定位的方式解算，实现任意姿态测量，在测点被遮挡的情况下仍然能够完成测量；视觉 RTK 融合了图像识别技术，通过手持终端进行移动拍摄，测量人员跟着手持终端显示的箭头即可完成测量任务；搭配公司自研的测地通软件，能够兼容多种 CAD 文件，支持打开外部参照、切换图纸坐标系、设置图纸长度单位及编辑、标注、量算等功能，满足测量人员带图作业的需求。新型 RTK 产品能够显著提升工程用户的作业效率。

图表 35 针对工程领域用户开发的新型 RTK 产品



资料来源：ChinterGeo 公众号，华安证券研究所

我国的 RTK 设备从测绘 2.0 时代的进口为主，逐步演变为国产为主。随着国内厂商技术水平持续创新，国产产品逐渐成为主流，形成了目前以华测导航、中海达、南方测绘三家为主的市场格局，国内企业已经与国际巨头同台竞争。

国产品牌系统稳定性低于国际巨头，性价比具备竞争优势。对比国内企业和国际巨头美国 Trimble 公司的产品性能，通过市场调研，我们选取了工程测量中应用范围比较广的华测 T5 pro、中海达 D8 pro、南方极致系列的 RTK 产品与美国 Trimble R10 对比。Trimble 产品能够支持全部六大卫星导航系统，并且能够支持各大星基增强系统；国产品牌目前一般都可以支持五大导航系统即“五星十六频”，并且能够支持北斗星基增强；RTK 精度方面国产品牌和 Trimble 能够保持一致，但产品价格显著低于 Trimble 产品。目前国产品牌在静态测量中的系统稳定性上低于国际巨头的产品，但在使用场景要求不高的情况下，国产品牌的性价比已经具备了竞争优势；据南方测绘统计，在国内市场国产 RTK 销量占比已经接近 95%。

图表 36 国产 RTK 设备与进口 RTK 设备参数对比

	华测 T5 pro	中海达 D8 pro	南方极致	Trimble R10
产品图示				
支持信号	北斗、GPS、GLONASS、Galileo、QZSS 五星十六频	北斗、GPS、GLONASS、Galileo、QZSS 五星十六频	北斗、GPS、GLONASS、Galileo、QZSS 五星十六频	北斗、GPS、GLONASS、Galileo、QZSS、NavIC
静态精度 (mm)	水平 2.5+0.5ppm 垂直 5+0.5ppm	水平 2.5+0.5ppm 垂直 5+0.5ppm	水平 2.5+0.5ppm 垂直 5+0.5ppm	水平 3+0.1ppm 垂直 3.5+0.4ppm
RTK 精度 (mm)	水平 8+1ppm 垂直 15mm+1ppm	水平 8+1ppm 垂直 15+1ppm	水平 8+1ppm 垂直 15+1ppm	水平 8+1ppm 垂直 15+1ppm
RTK 启动时间 (s)	<5	3	<10	2~8
重量 (kg)	0.73	0.82	0.78	1.12
尺寸 (cm)	11.9*11.9	13.2*13.2	13*13	11.9*13.6
工作温度 (°C)	-45~+75	-30~+70	-45~+75	-40~+65
产品价格 (万元)	1~2	1~2	1~2	约 10

资料来源：东英测绘仪器经销商，华安证券研究所整理

目前，拥有甲级/乙级测绘资质的传统测绘行业用户基本都已配备了 RTK 设备；建筑工程领域用户随着渗透率的提升，市场规模将逐渐扩大。我们根据以下假设测算全国 RTK 设备市场规模至 2025 年可达 66 亿元：

- ✓ 关键假设 1：根据自然资源部公布的数据，2021 年全国拥有甲级测绘资质的单位约 1300 家，拥有乙级测绘资质的单位约 5400 家；每个甲级测绘资质单位 RTK 需求量为 20 台，5 年更换一批；每个乙级测绘资质单位 RTK 需求量为 10 台，5 年更换一批；测绘用 RTK 设备均价较高，约 3 万元/台；
- ✓ 关键假设 2：根据住建部公布的数据，2021 年全国大型建筑企业约 7000 家，中小型建筑企业约 10 万家；每个大型建筑企业 RTK 设备需求量为 50 台，2 年更换一批，RTK 设备渗透率较高；每个中小型建筑企业 RTK 设备需求量为 10 台，2 年更换一批，RTK 设备渗透率较低，有较大成长空间；建筑工程用 RTK 设备均价约 1.5 万元/台；

- ✓ 关键假设 3: 根据住建部公布的数据, 2021 年全国建筑工程监理企业约 9000 家; 每个建筑工程监理企业 RTK 设备需求量为 10 台, 5 年更换一批; 建筑工程监理用 RTK 设备均价约为 1.5 万元/台;
- ✓ 关键假设 4: 相关企业数量每年按照少量增长测算; RTK 产品价格按照每年下降 5% 测算。

图表 37 全国 RTK 设备市场规模测算

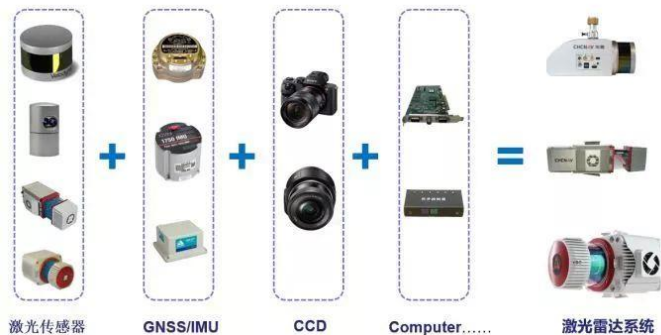
		2021	2022E	2023E	2024E	2025E
测绘	全国甲级测绘单位数量	1300	1365	1433	1505	1580
	甲级各单位 RTK 设备年平均需求量 (台)	4	4	4	4	4
	全国乙级测绘单位数量	5400	5940	6534	7187	7906
	乙级各单位 RTK 设备年平均需求量 (台)	2	2	2	2	2
	测绘单位 RTK 设备总需求量 (台)	16000	17340	18801	20394	22133
	RTK 设备单台价格 (万元)	3.00	2.85	2.71	2.57	2.44
	测绘单位 RTK 设备市场规模 (亿元)	4.80	4.94	5.09	5.25	5.41
建筑工程	全国大型建筑企业数量	7000	7070	7141	7212	7284
	大型建筑企业 RTK 设备渗透率	80%	85%	90%	95%	100%
	大型建筑企业 RTK 设备年平均需求量 (台)	25	25	25	25	25
	全国中小型建筑企业数量	100000	105000	110250	115763	121551
	中小型建筑企业 RTK 设备渗透率	30%	35%	40%	45%	50%
	中小型建筑企业 RTK 设备年平均需求量 (台)	5	5	5	5	5
	建筑企业 RTK 设备总需求量 (台)	290000	333988	381166	431753	485982
	RTK 设备单台价格 (万元)	1.50	1.43	1.35	1.29	1.22
	建筑公司 RTK 设备市场规模 (亿元)	43.50	47.59	51.60	55.53	59.38
建筑工程 监理	全国建筑工程监理企业数量	9000	9450	9923	10419	10940
	监理企业 RTK 设备年平均需求量 (台)	1	1	1	1	1
	监理企业 RTK 设备总需求量 (台)	9000	9450	9923	10419	10940
	RTK 设备单台价格 (万元)	1.50	1.43	1.35	1.29	1.22
	监理企业 RTK 设备市场规模 (亿元)	1.35	1.35	1.34	1.34	1.34
全国 RTK 设备需求量合计 (台)		315000	360778	409889	462566	519055
全国 RTK 设备市场规模合计 (亿元)		49.65	53.88	58.03	62.11	66.12

资料来源: 自然资源部、住建部, 华安证券研究所整理

4.2 信息化测绘需求提升, 激光雷达成为行业新宠

激光雷达在测绘领域应用前景广阔。激光雷达技术最早用于距离测量, 如地球与月亮的距离就是通过激光测距技术实现的。随着全球卫星导航定位系统 (GNSS) 和惯性测量系统 (INS) 的发展, 使得搭载激光雷达的移动平台具备了精确的即时确定位置和姿态的能力, 通过各个传感器的参数标定, 可以精确计算出传感器之间的位置偏差, 以及不同坐标系间转换所用到的旋转角, 从而将激光雷达获取的点云数据的相对坐标转换成大地坐标, 因此能够被用于测绘领域。与车用避障功能的导航型激光雷达不同, 测绘使用的测量型激光雷达测量距离更长、测距精度要求更高、价值量更大, 在数据处理方面对于获取的数据实时处理要求不高且允许进行事后处理。

图表 38 测量型激光雷达系统组成



资料来源：华测导航公众号，华安证券研究所

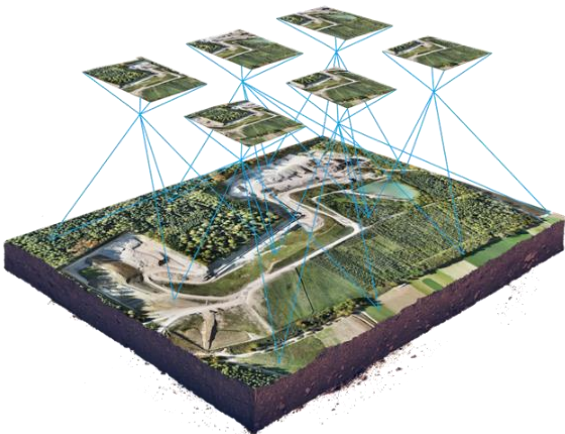
图表 39 测量型激光雷达与导航型激光雷达对比

	测量型激光雷达	导航型激光雷达
应用场景	专业测量设备	移动平台导航传感器
最大测距	100m~3500m	6m~200m
测距精度	1~15mm	5~10cm
设备重量	4~80kg	0.6~15kg
作业要求	高精度，高可靠，实时或事后处理	高可靠，实时响应，即时处理
代表厂商	Trimble、Innoviz、Riegl、leica、速腾聚创、北醒光子、镭神智能、北科天绘、珞珈新空等	Velodyne、Ibeo、Innoviz、Leddar Tech、Quanergy、禾赛科技、华为、览沃、北科天绘、万集科技等

资料来源：GIS 前沿公众号，华安证券研究所

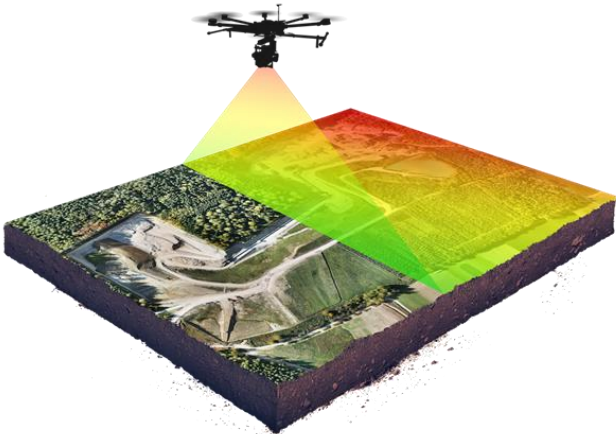
与测绘常用的 RTK 打点测量方式相比，激光雷达扫描可从点到面，从二维到三维空间转换，作业效率比 RTK 测量平均提升 7-10 倍。以无人机航测、三维激光点云测量、数据处理与建库为主要方向的信息化测绘，拥有更高的效率与技术含量、更低的成本与劳动强度，已成为测量测绘领域最先进的测绘技术。在实景三维建设的背景下，第三次全国国土调查推动了调查软件的开发、影像处理技术的提升，无人机倾斜摄影、激光雷达等新技术手段正在迅速发展。

图表 40 无人机倾斜摄影



资料来源：传感器专家网，华安证券研究所

图表 41 无人机激光雷达

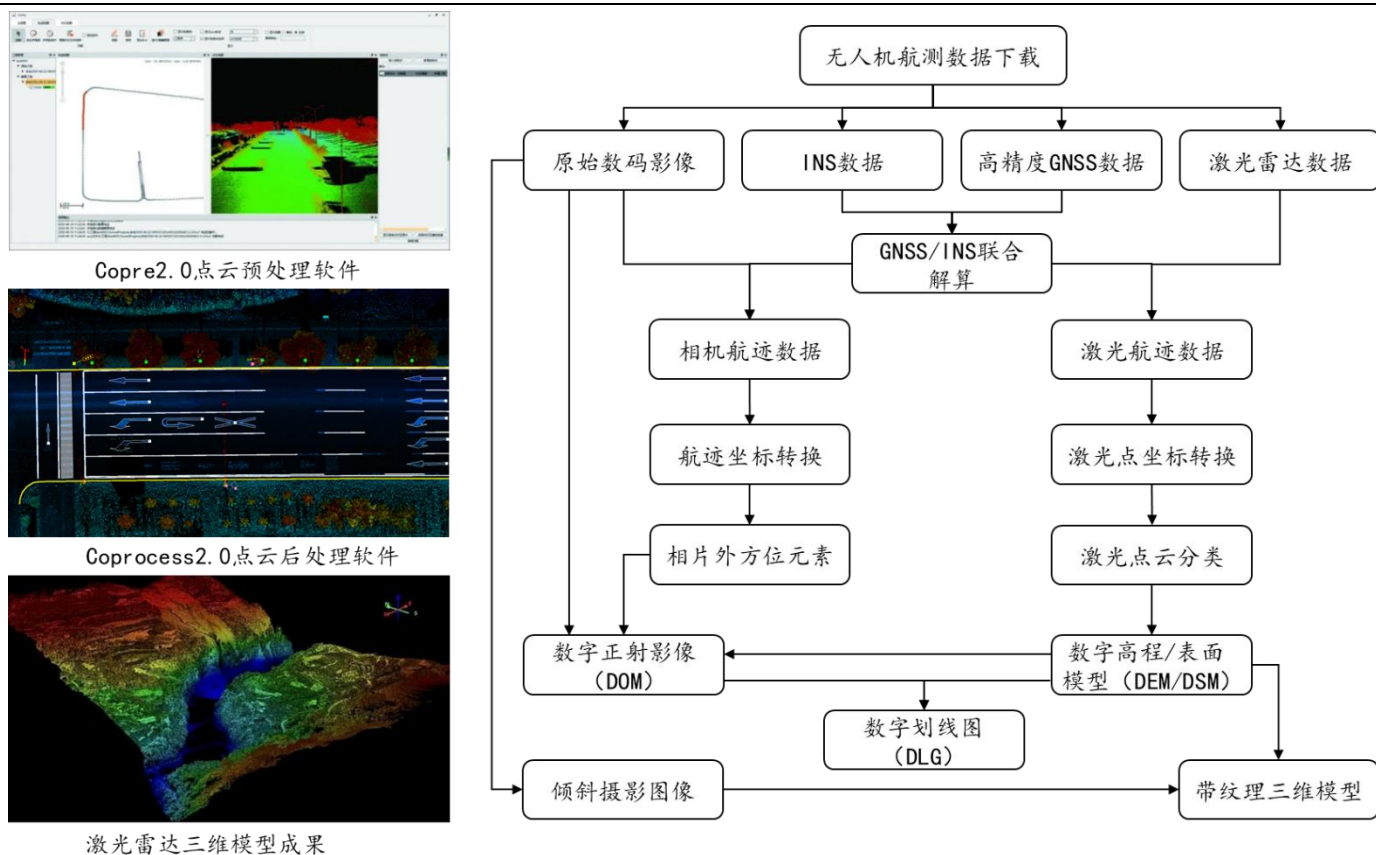


资料来源：传感器专家网，华安证券研究所

目前使用无人机激光雷达测绘的实际测量精度已经达到了亚米级，能够获取数字正射图（DOM）、数字地形图（DLG）、数字表面模型（DSM）、数字高程模型（DEM）、实景三维模型、激光点云等地理信息数据，已应用于基础地形测绘、地质测绘、智慧城市、房地一体确权等使用场景。虽然激光雷达的价格仍然较高，但随着各种传感器成本的下降，研制成本将不是制约激光雷达发展的关键因素。近年来国内无人机激光雷达航测设备入局者逐渐增多，目前已形成了由大疆、极飞、飞马、科比特、纵横等无人机生产厂商以及华测导航、中海达、南方测绘等测绘设备制造商共同竞争的局面，主要用户包括自然资源局、测绘院等传统测绘单位以及提供测绘服务的航测公司。

对于用户来说，数据处理配套软件是制约激光雷达进一步规模化应用的主要原因。激光雷达数据处理软件，要求不仅能处理大数据量的点云信息，同时还要能够将 GNSS/INS 得到的位置、姿态信息数据进行联合解算，因此激光雷达解决方案的供应商需要同时对激光雷达和高精定位均有深刻的理解，一般的设备供应商很难做到。公司的激光雷达产品配套自研高精定位模块、Copre 点云预处理软件和 Coprocess 点云后处理软件，硬件与软件紧密结合，凭借“无人机平台+激光雷达载荷+作业服务+数据处理”的一体化解决方案，在目前以项目制为主的竞争市场中取得了一定优势，未来有望进一步扩大市场份额。

图表 42 机载激光雷达数据处理流程图



资料来源：《激光雷达数据处理》，华安证券研究所整理

无人机激光雷达的主要用户是拥有甲级/乙级测绘资质的传统测绘单位，随着渗透率的提升，市场规模将逐渐扩大。我们根据以下假设测算全国无人机激光雷达设备市场规模至 2025 年可达 39 亿元：

- ✓ 关键假设 1：根据自然资源部公布的数据，2021 年全国拥有甲级测绘资质的单位约 1300 家，拥有乙级测绘资质的单位约 5400 家；每个甲级测绘资质单位激光雷达设备需求量为 8 台，2 年更换一批；每个乙级测绘资质单位激光雷达设备需求量为 4 台，2 年更换一批；无人机激光雷达设备均价约 50 万元/台；
- ✓ 关键假设 2：测绘航空摄影资质渗透率按照每年增长 5% 测算；无人机激光雷达产品价格按照每年下降 5% 测算；

图表 43 全国无人机激光雷达设备市场规模测算

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全国甲级测绘单位数量	1300	1365	1433	1505	1580
甲级单位测绘航空摄影资质渗透率	30%	35%	40%	45%	50%
甲级各单位激光雷达设备年平均需求量（台）	4	4	4	4	4
全国乙级测绘单位数量	5400	5940	6534	7187	7906
乙级单位测绘航空摄影资质渗透率	20%	25%	30%	35%	40%
乙级各单位激光雷达设备年平均需求量（台）	2	2	2	2	2
无人机激光雷达设备总需求量（台）	3720	4881	6213	7740	9485
无人机激光雷达设备单台价格（万元）	200	100	70	56	50.4
无人机激光雷达设备市场规模（亿元）	74.40	48.81	43.50	43.34	47.81

资料来源：自然资源部，华安证券研究所整理

注：2022 年国产无人机激光雷达设备上市之后价格快速下降

4.3 实时位移监测，确定性强的价值蓝海

位移监测是指对物体在各种影响因素的作用下，其位置在时空域中变化的监测。位移监测与其它测量项目的最大不同之处就在于重复观测，根据重复观测结果的差别分析出被监测对象的变形信息进而预测预报。大部分的地质灾害都与位移有关。与传统使用全站仪、水准仪等测量仪器的人工测量方法以及航空摄影测量方法相比，GNSS 技术能够实现高精度、实时化、自动化位移监测，在灾害监测领域取得了良好的应用效果。2021 年 12 月，中国地质调查局地质环境监测院举办以“地质灾害 GNSS 地表变形监测新技术应用”为主题的创新论坛，重点围绕网络 RTK 在地质灾害监测中的应用、GNSS 监测数据统收统管、统一解算及数据安全等关键技术和应用难点开展系统研讨。以 GNSS 接收机为核心，搭配裂缝计、土壤含水率计、雨量计、倾角计、加速度计等多种传感器的融合数据采集系统，通过网络将采集数据传输至地质灾害监测数据云平台，能够对地质灾害状态和影响因素进行连续性、系统性和科学性的监测，满足管理者对地质灾害现状“变化可监控、风险可预报、措施可提前、险情可预警”的需求。

图表 44 灾害监测系统工作流程



资料来源：华测服务公众号，华安证券研究所整理

据中国矿业报统计,自2020年11月至2021年5月底,自然资源部在山西、浙江、福建、江西等17个地质灾害防治重点省份选择险情较大、成灾风险较高、威胁人数较多的地质灾害隐患点继续开展监测预警实验,累计完成踏勘选点24752处,完成方案设计24530处,完成仪器安装和并网22609处(远超2020年全年完成2512处)。公司把握住了这次机会,多次中标政府灾害监测点采购项目。2021年12月,自然资源部地质勘查管理司组织召开了2022年度地质灾害监测预警实验工作培训视频会议,提出2022年工作要在全中国建设完成20040处地质灾害监测预警实验点,进一步扩大地质灾害群专结合监测预警实验覆盖面,“十四五”期间自然资源部计划新建8.2万处地质灾害群专结合监测点,提高地质灾害监测预警科技水平与覆盖面。

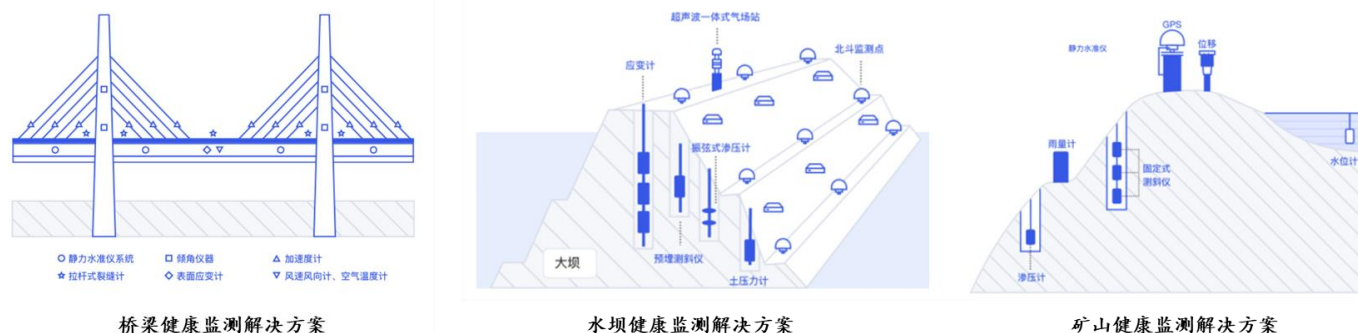
图表 45 华测导航中标的灾害监测项目 (金额超过 500 万元) 部分

中标时间	项目名称	金额 (万元)
2020 年 12 月	重庆市地质灾害群测群防智能化/专群结合监测预警项目	526.3
2021 年 1 月	2021 年地质灾害群专结合监测预警设备采购	867
2021 年 2 月	河源市 123 处大型以上地质灾害隐患点专业监测	2180.5
2021 年 2 月	忻州市忻府区、静乐县、五台县、定襄县、繁峙县、代县、原平市地质灾害专群结合监测预警实验 (60 处)	697.5
2021 年 2 月	洪洞县、隰县、蒲县、汾西县、大宁县、永和县地质灾害专群结合监测预警实验 (56 处)	643.5
2021 年 2 月	临汾市尧都区、霍州市、曲沃县、襄汾县、安泽县、乡宁县地质灾害专群结合监测预警实验 (58 处)	695.3
2021 年 2 月	清远市自然资源局清远市第三批地质灾害隐患点专业监测项目	785
2021 年 3 月	浙江省地质灾害监测预警设备采购项目	1757
2021 年 3 月	2021 年重庆市地质灾害专群结合监测预警实验/群测群防智能化监测预警项目	1405.9
2021 年 3 月	广州市地质调查院广州市地质灾害在册隐患点专业监测设备采购	1398.8
2021 年 4 月	新疆国源土地矿产资源交易中心 (有限公司) 关于新疆巴州群专结合监测预警点建设 (73 个)	680.6

资料来源:中国政府采购网,华安证券研究所整理

灾害监测解决方案能够被复制到其他使用场景,近年来桥梁、水坝、矿山等场景的安全健康监测也成为了重点关注的方向。2021年3月,交通运输部印发《公路长大桥梁结构健康监测系统建设实施方案》的通知,决定在十四五期间组织开展跨江跨海跨峡谷等长大桥梁结构健康监测系统建设;2021年9月,国务院办公厅印发了《关于切实加强水库除险加固和运行管护工作的通知》,部署病险水库的除险加固任务及安全监测管理要求;2022年5月,国家矿山安监局印发《矿山安全评价检测检验监督管理办法(试行)》,部署指导全国矿山安全评价检测检验监督管理工作。国家政策支持为位移监测解决方案的扩展应用提供了基础。

图表 46 桥梁、水坝、矿山健康监测解决方案



资料来源：千寻位置官网，华安证券研究所

公司的监测集成事业部自 2006 年成立以来，已有 2000+ 监测案例，多次参与国家重大地质灾害预警项目、建成的矿山安全监测系统已有连续运行五年的成功案例、承担建设包括港珠澳大桥安全监测在内的多个大型桥梁项目、以及深圳公明水库、三亚大隆水库、新疆沙雅水库等多个水库安全监测项目，自研的自动化监测软件 HCMonitor 于 2015 年荣获中国卫星导航定位协会颁发的科技进步二等奖，在位移监测领域已成为市场领导者。随着国家政策支持力度的增大，位移监测的市场规模有望进一步扩大，我们根据以下假设测算全国位移监测市场规模至 2025 年可达 56 亿元：

- ✓ 关键假设 1：根据自然资源部统计数据，截至 2020 年底，全国已发现地质灾害隐患点达到 33 万多处；按照自然资源部的计划每年部署 2 万个灾害监测点预估；地质灾害隐患点监测设备按照 10 万元/处测算；
- ✓ 关键假设 2：根据交通运输部统计数据，截至 2020 年底，我国公路桥梁已达 91.28 万座，其中危桥约 10 万座；2018 年全国仅 1000 余座桥梁安装了安全监测系统，2018 年武汉市仅 60 座桥梁安装了安全监测系统并计划 5 年内覆盖至 694 座，按照武汉市年平均复合增速 43%，保守预估全国年平均复合增速约为 30%；桥梁安全监测系统均价按照 50 万元/套测算；
- ✓ 关键假设 3：根据水利部统计数据，截至 2021 年底，全国已建成水库大坝 9.8 万座，其中需要关注的病险水库约 3 万座；十四五期间全国计划完成约 2 万座水库的除险加固，加装水库安全监测系统的渗透率按照 50%/55%/60%/65%/70% 预估；水库安全监测系统均价按照 30 万元/套测算；
- ✓ 关键假设 4：根据应急管理部统计数据，截至 2020 年底，我国有约近 4700 处煤矿和近 3 万处非煤矿山，扣除尾矿约 7800 处，具备加装健康监测系统条件的矿山总计约 2.69 万处；目前矿山监测渗透率约 10%，尚处于起步阶段，加装健康监测系统的矿山数量按照 1000/1500/2000/2500/3000 预估；矿山安全监测系统均价按照 30 万元/套测算；
- ✓ 关键假设 5：安全监测产品价格按照每年下降 5% 测算；

图表 47 全国位移监测系统市场规模测算

		2021	2022E	2023E	2024E	2025E
地质灾害	地质灾害监测系统部署数量（万处）	2	2	2	2	2
	地质灾害监测系统均价（万元）	10.00	9.50	9.03	8.57	8.15
	地质灾害监测系统市场规模（亿元）	20.00	19.00	18.05	17.15	16.29
桥梁	桥梁安全监测系统部署数量（处）	2197	2856	3713	4827	6275
	桥梁安全监测系统均价（万元）	50.00	47.50	45.13	42.87	40.73
	桥梁安全监测系统市场规模（亿元）	10.99	13.57	16.75	20.69	25.55
水库	水库年平均除险加固数量（处）	4000	4000	4000	4000	4000
	安全监测系统渗透率	50%	55%	60%	65%	70%
	水库安全监测系统部署数量（处）	2000	2200	2400	2600	2800
	水库安全监测系统均价（万元）	30.00	28.50	27.08	25.72	24.44
	水库安全监测系统市场规模（亿元）	6.00	6.27	6.50	6.69	6.84
矿山	矿山安全监测系统部署数量（处）	1000	1500	2000	2500	3000
	矿山安全监测系统均价（万元）	30.00	28.50	27.08	25.72	24.44
	矿山安全监测系统市场规模（亿元）	3.00	4.28	5.42	6.43	7.33
全国位移监测系统市场规模合计（亿元）		39.99	43.11	46.72	50.96	56.02

资料来源：自然资源部、交通运输部、水利部、应急管理部，华安证券研究所整理

注：未考虑交通行业对位移监测系统需求

5 自动驾驶，高精定位模块成为 L3 级以上标配

高精度卫星导航定位的应用，最为贴近大众用户的是自动驾驶领域。从没有任何驾驶辅助到完全自动驾驶，美国汽车工程师协会（SAE）将自动驾驶的级别划分为 6 个等级，L1/L2 级还是以人控制为主，传感器和一些车载控制模块会帮助驾驶员来执行一部分的驾驶功能；从 L3 级开始，驾驶员将控制权移交给车辆，操作系统作为主要的控制方。

图表 48 自动驾驶等级定义



资料来源：北斗产业资讯平台，华安证券研究所

目前自动驾驶等级正由 L2/L2+向 L3/L4 演进。高等级自动驾驶对定位精度的要求更高，单独的 GNSS 系统米级定位精度已无法满足要求，各典型场景均要求定位精度至少达到分米级，高精度组合定位技术得到持续发展。

图表 49 自动驾驶汽车高精定位指标需求

应用场景	典型场景	定位精度指标
位置报告	事故报警	水平定位精度<0.5m
	交通态势感知	水平定位精度<0.5m
	智慧停车	水平定位精度<0.5m
位置监控	自动泊车	无遮挡水平定位精度<0.5m 部分遮挡水平定位精度<1m
	封闭路段的位置服务	无遮挡水平定位精度<0.5m
自动驾驶（L3 及以上级别）	高速公路	水平定位精度<0.3m 速度精度<0.2m/s
	城市道路	水平定位精度<0.5m 速度精度<0.5m/s

资料来源：中国智能网联汽车产业创新联盟自动驾驶地图与定位工作组，华安证券研究所整理

与定位测量相关的传感器主要有卫星导航（GNSS）、惯性导航（INS）、激光雷达、毫米波雷达等，不同传感器的工作原理、作用和价格都是不同的。GNSS 具备全天候、高精度等优点，但需要持续的接收卫星信号才能完成定位，而受到建筑物、高架、隧道等遮挡或环境变化时，容易使定位信息中断或削弱；INS 通过惯性测量组件（IMU）测量载体相对惯性空间的角速率和加速度信息，利用牛顿运动定律自动推算载体的瞬时速度和位置信息，具有不依赖外界信息、不受干扰的特点。当 GNSS 受到环境

影响无法使用时，INS 可以在复杂的环境中继续工作，提高了系统的稳定性，其随着时间推移容易累积误差的问题也可以和 GNSS 进行优势互补。根据百度 Apollo 研究测试结果显示，GNSS 可实现约 65% 的场景覆盖，GNSS+INS 的卫惯组合则可以实现约 85% 的场景覆盖。目前 GNSS+INS 组合定位模块已成为 L3 及以上自动驾驶标配功能组件。

图表 50 定位测量相关传感器对比

	激光雷达	毫米波雷达	GNSS	INS
优点	相对测量精度高；探测距离远	相对测量精度高；探测距离远	成本低；长期定位精度高；提供时间信息	成本较低；信号丢失情况下可维持准确方向及位置
缺点	成本高；易遮挡	成本高；探测角度小	受周边环境影响；受电磁干扰	长时间推算误差大；无时间信息
示意图				

资料来源：北斗产业资讯平台，华安证券研究所整理

L3/L4 级自动驾驶技术处于发展阶段，还无法应对复杂的道路环境，且法规也不允许其上路行驶。商业落地的场景前期主要是一些相对封闭的区域，包括无人农机、无人矿卡、港口物流、无人配送等。我国共有 300 多个港口、2000 多个矿山、200 多个机场，限定场景下的高精定位整体市场规模是有限的。未来高精定位的主要增量市场将在农机自动驾驶和乘用车自动驾驶两个领域。

图表 51 不同场景下的自动驾驶应用



资料来源：《智能网联汽车技术路线图 2.0》，华安证券研究所

5.1 农机自动驾驶对标美国，渗透率有望加速提升

随着机械化生产与信息化技术的深度融合，农机自动驾驶已成为国内外新型农业的主要生产模式，也是精密农业降本增效的重要技术支撑。农机自动驾驶有低速度、高精度的特点，相较于传统有人驾驶，以无人驾驶拖拉机为例，其在改变作业方式上有显著的优势。

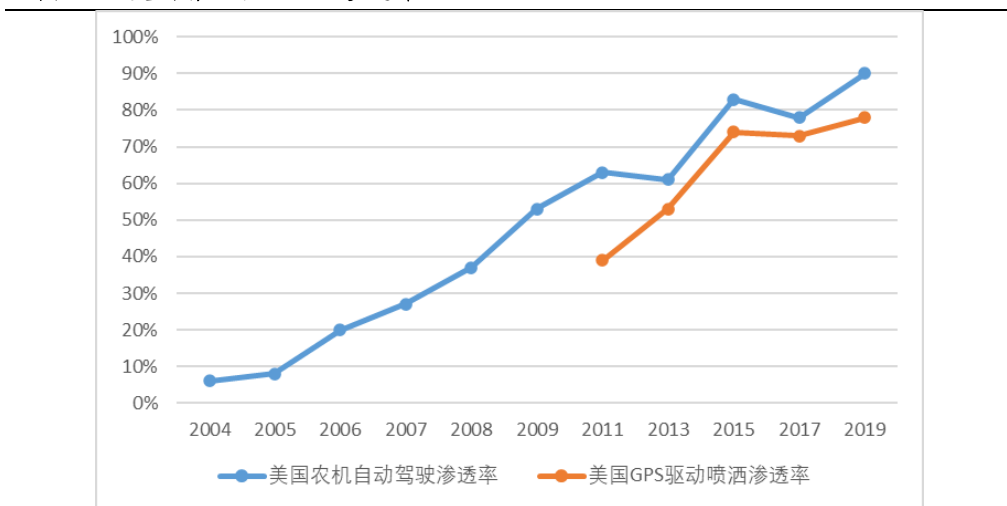
图表 52 传统拖拉机与无人驾驶拖拉机作业对比

	传统拖拉机	无人驾驶拖拉机
作业精度	±10cm，长时间劳动后会降低	±2.5cm，土地利用率提高 3%-5%
作业效率	依靠人的工作强度变化	全天时，作业效率提高超过 30%
投入成本	依靠人工会形成种、肥、药的浪费	降低重播率，种、肥、药消耗量下降超过 30%
作物产量	土壤压实，影响农作物根系生长进而影响产量	减轻土壤压实，提高农作物产量约 10%

资料来源：《农机自动驾驶系统研究进展与行业竞争环境分析》，华安证券研究所整理

美国是最早将 GPS 应用于农机导航的国家。1996 年斯坦福大学开发了安装在拖拉机上的 GPS 导航系统，并取得了较好的跟踪精度；此后，卡耐基梅隆大学、伊利诺斯大学通过将 GPS 与视觉传感器、光纤陀螺仪等相结合进行了组合导航系统的研究，推动了农机自动驾驶系统不断成熟；2016 年美国推出了无人驾驶拖拉机，配备了完整的感应和探测装置，能够探测并避开障碍物，通过后台管理和调度在技术上可实现全程无人操作的农业作业；目前，美国 50% 以上的中等规模农场和几乎所有大型农场的农业机械都安装了 GPS 系统，通过自动驾驶系统实现拖拉机、联合收割机等农机的自动化作业。根据美国普渡大学统计，2019 年自动驾驶系统在美国农机上的渗透率已达 90%，已广泛应用在耕作、播种、施药、施肥、收获等精准农业作业中。

图表 53 美国智慧农业 GPS 渗透率

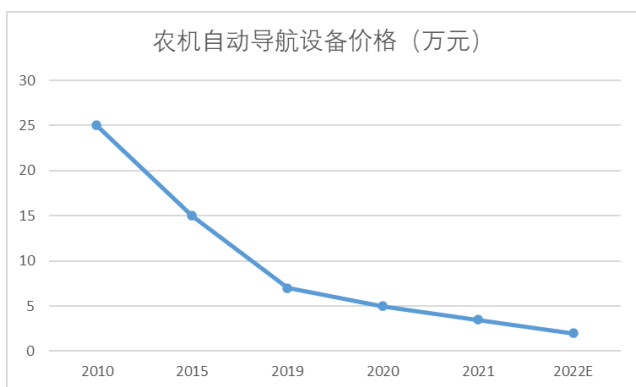


资料来源：普渡大学，华安证券研究所

我国的农机自动驾驶的发展主要经历了三个阶段，由国外整机进口（2000-2009年）、自动驾驶导航设备进口（2009-2015年）逐步过渡到国产替代（2015年至今）。随着北斗系统建设的发展，国内科研院所、民营企业开始自主研发，快速的实现了基于北斗系统的农机自动驾驶产品的进口替代，用户认可度持续上升，随着国内企业打破国外技术垄断，使得农机自动驾驶系统产品价格不断下降，从2010年约25万元/套下降到2021年约3万元/套，降幅超过90%。

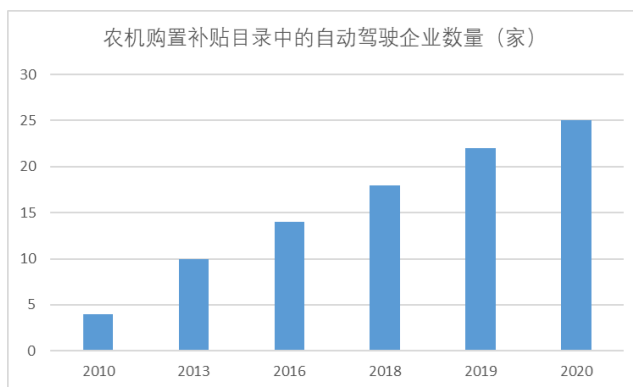
国内的高速发展得益于国家对农机自动驾驶设备购置补贴政策的大力支持。2013年国家农机购置补贴目录中增加了“精准农业设备”小类，对农用北斗终端进行财政补；2015年农业部发布的《2015-2017年农机购置补贴指南》正式将北斗终端应用列入国家农机购置补贴目录，以北斗技术为基础的农机自动驾驶市场迎来快速发展；2021年5月，农业部、财政部印发《关于做好2021年农业生产发展等项目实施工作的通知》，也明确提出“加大对高端、复式、智能农机产品补贴力度，推广应用北斗导航智能终端”、“深化北斗系统在农业系统中的推广应用”、“支持安装使用机械作业监测传感器和北斗导航终端的服务主体，集中连片开展农业生产社会化服务”。在相关政策的激励下，农机自动驾驶系统的生产企业不断增加，2020年国家农机购置补贴目录内的农机自动驾驶企业数量达到25家。

图表 54 国内农机自动驾驶设备价格走势



资料来源：农机 360，华安证券研究所

图表 55 2010-2020 年国家农机购置补贴目录中的企业数量



资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所

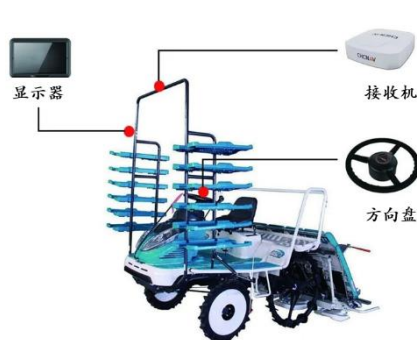
公司于2013年开始布局农机自动驾驶系统，先后推出了多款NX系列农机自动驾驶系统。2020年推出的NX510农机自动驾驶系统，能够适应平地、坡地、水田等各种作业环境，作业精度可达±2.5厘米；针对不同的农机自动驾驶需求，推出了专为插秧机设计的NX507自动驾驶系统；另外，公司自主研发了互联网+农机的综合管理平台，帮助用户实现农机具信息管理、农业人员信息管理、农机实时监测、农机作业统计分析、历史轨迹查询等功能。在由中国农业机械工业协会、中国农机化导报、中国农业机械流通协会联合发布2021年北斗导航自动驾驶系统畅销榜中，华测导航位列第二。

图表 56 华测 NX510 农机自动驾驶系统



资料来源：中国农业机械流通协会，华安证券研究所

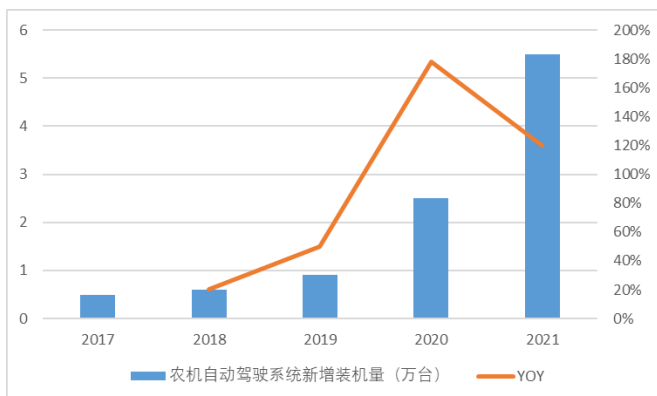
图表 57 华测 NX507 插秧机自动驾驶系统



资料来源：中国农业机械流通协会，华安证券研究所

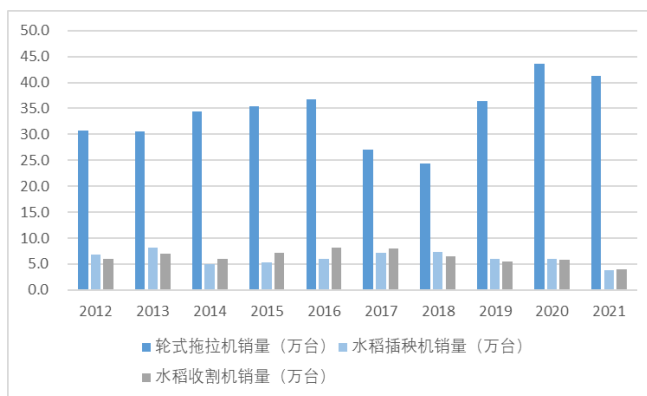
自动驾驶农机应用已成为解决农业发展痛点的主要方向之一。然而，我国目前自动驾驶农机的渗透率并不高，根据中国卫星导航定位协会的统计，虽然在北斗全球组网完成后农机自动驾驶系统的装机量大幅增长，2020 年达到 2.5 万台，同比增速高达 178%；但对照近年来我国的轮式拖拉机、水稻插秧机、水稻收割机等适合使用自动驾驶系统的中大型农机销量，2020 年中大型农机销量总计约 55.5 万台，我国新增的农机自动驾驶系统渗透率仍不足 5%，如果使用农机保有量来计算则渗透率不足 2%，远远低于美国 90% 渗透率水平。

图表 58 2017-2021 年中国农机自动驾驶系统新增装机量



资料来源：中国卫星导航定位协会，华安证券研究所

图表 59 2012-2021 年我国中大型农机销量



资料来源：智研咨询，华经产业研究院，华安证券研究所

虽然农机自动驾驶系统的价格逐年降低，但随着渗透率的提升，未来我国的农机自动驾驶系统将有较大的市场空间。我们根据以下假设测算全国农机自动驾驶市场规模至 2025 年接近 180 亿元：

- ✓ 关键假设 1：根据 2012-2021 年我国中大型农机销量数据，2021 年全国农机保有量约 550 万台，考虑到农机折损，保有量按照年平均复合增速 5% 预估；农机自动驾驶渗透率按照 1.80%/3.70%/7.20%/13.90%/26.60% 预估；农机自动驾驶系统平均价格约为 3 万元；
- ✓ 关键假设 2：农机自动驾驶系统平均价格按照每年下降 10% 测算。

图表 60 全国农机自动驾驶系统市场规模测算

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全国中大型农机保有量（万台）	550	578	606	637	669
农机自动驾驶系统渗透率	1.8%	3.7%	7.2%	13.9%	26.6%
农机自动驾驶系统保有量（万台）	10	21.2	43.6	88.4	178
农机自动驾驶系统需求量（万台）	5.6	11.2	22.4	44.8	89.6
农机自动驾驶系统平均价格（万元）	3.00	2.70	2.43	2.19	1.97
农机自动驾驶系统市场规模（亿元）	16.80	30.24	54.43	97.98	176.36

资料来源：智研咨询，华经产业研究院，华安证券研究所整理

5.2 L3 及以上乘用车自动驾驶，2023 年启动增长

根据 GNSS 信号与 INS 惯性测量数据融合阶段的不同，高精度组合导航分成了松耦合、紧耦合和深耦合三种形态。目前业界普遍认为在定位精度、定位稳定性、定位可靠性等方面，深耦合最好、紧耦合次之，松耦合是最容易实现的解决方案。

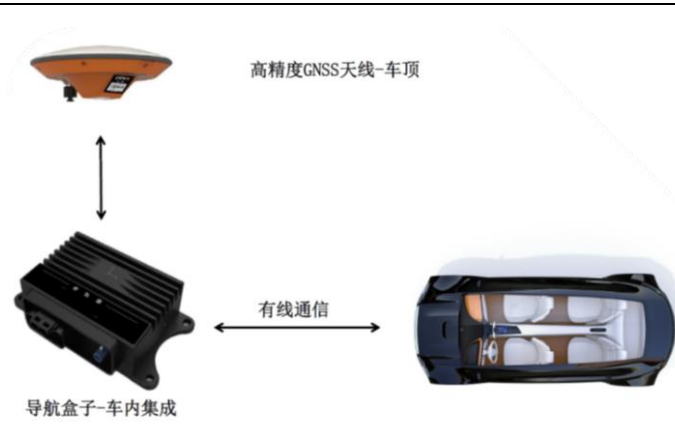
图表 61 高精度组合导航融合方案对比

	松耦合	紧耦合	深耦合
融合方式	GNSS 模块和 INS 模块独立工作	GNSS 模块和 INS 模块在原始 GNSS 观测量端进行融合	INS 的惯性数据作为 GNSS 解算的一部分
优点	易于实现，成本低	卫星号存在遮挡的场景中，定位稳定性中等	卫星号存在遮挡的场景中，定位稳定性高
缺点	卫星号存在遮挡的场景中，定位稳定性较差	系统较复杂，成本中等	系统复杂，成本高
技术难点	/	RTK 算法需要高精度组合导航的厂家自研	GNSS 基带芯片需要具备模拟端接收能力，需自研基带芯片
厂商特点	非 GNSS 和 IMU 自研厂商	GNSS 自研厂商，外购 IMU	IMU 自研厂商，外购 GNSS

资料来源：CSDN，华安证券研究所整理

公司于 2015 年即开始布局自动驾驶解决方案，申请了“基于自适应滤波算法实现车辆自动驾驶的方法”专利，形成知识产权保护。在产品端，公司充分考虑到乘用车和商用车等在不同的使用场景下对性能指标需求和成本要求，向不同的使用场景提供了高性价比的解决方案；在乘用车使用的开放场景中，考虑到系统稳定性和安全性的要求，采用 GNSS/INS 组合导航+紧耦合算法+差分服务的方式，满足系统高稳定性和高安全性的要求；在半开放场景中，采用 GNSS/INS 组合导航+松耦合算法，在保证系统稳定性的同时降低了使用成本。在乘用车领域，公司已被指定为比亚迪、长城、吉利路特斯、哪吒等多家车企的自动驾驶位置单元业务定点供应商，并于 2020 年通过 IATF16949 车规标准认证；在低速机器人、矿车、港口、物流自动驾驶等限定场景领域，公司已与阿里巴巴、踏歌智行、西井等公司达成合作。凭借在限定场景和农机自动驾驶领域的成功经验，公司在乘用车自动驾驶领域有望进一步提升市场占有率。

图表 62 华测乘用车高精定位解决方案



资料来源：华测导航公众号，华安证券研究所

图表 63 公司取得 IATF16949 认证证书



资料来源：华测导航公众号，华安证券研究所

我国预计于 2023 年允许 L3 级自动驾驶车辆上路，目前 L2+（接近 L3）的自动驾驶车型已密集上市。根据佐思汽车研究院统计，2021 年我国 L2 级自动驾驶乘用车的装配率已突破 20%，部分 L2 级车型通过搭载高精定位和高精地图实现了高速领航自动驾驶。小鹏、蔚来、华人运通、理想、一汽红旗、广汽等车厂发布的新车型均标配或支持选装高精定位模块。

图表 64 配置高精定位模块的车型（部分）

车厂	车型	上市时间	高精定位方案
小鹏	P7	2020 年 4 月	高精地图+GNSS/INS
	P5	2021 年 9 月	高精地图+GNSS/INS
蔚来	ET7	2021 年 1 月	高精地图+GNSS/INS+5G-V2X
华人运通	高合	2020 年 9 月	高精地图+GNSS/INS+5G-V2X
理想	ONE	2021 年 5 月	高精地图+GNSS/INS
红旗	E-HS9	2020 年 12 月	高精地图+GNSS/INS+5G-V2X
广汽	埃安 LX	2020 年 11 月	高精地图+GNSS/INS
	埃安 LX Plus	2022 年 1 月	高精地图+GNSS/INS+5G-V2X
哪吒	S	2022 年 12 月	高精地图+GNSS/INS

资料来源：佐思汽车研究院，华安证券研究所整理

目前，华测导航、导远电子、北云科技、戴世智能等高精定位模块供应商均处于量产前的开发阶段。根据调研机构 ICV Tank 的统计和预测，未来 5 年中国市场将是全球自动驾驶技术发展的主要推力；2023 年 L3 级自动驾驶汽车渗透率约 0.49%，至 2026 年 L3 及以上渗透率将达到 2.21%；L2+级自动驾驶汽车的高精定位模块装配率也有望进一步提升。我们根据以下假设测算全国乘用车自动驾驶市场规模至 2025 年可达 34 亿元：

- ✓ 关键假设 1：按照 L2 及 L3 渗透率，国内配置高精定位模块的 L2+乘用车销量按照 4/11/17/38/108 万辆预估；L3 乘用车销量按照 0/0/10/21/27 万辆预估；
- ✓ 关键假设 2：目前高精定位模块价格较高，约 1 万元/套（含研发费用），随着产量的提升，高精定位模块的研发成本将被逐渐摊薄，价格将逐年下降，预计 2025 年将降至 2500 元/套；

图表 65 全国乘用车自动驾驶高精定位模块市场规模测算

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
L2+乘用车销量（万辆）	4	11	17	38	108
L3 乘用车销量（万辆）	0	0	10	21	27
乘用车高精定位模块需求量（万套）	4	11	27	59	135
乘用车高精定位模块平均单价（万元）	1.00	0.90	0.60	0.40	0.25
国内乘用车自动驾驶高精定位模块市场规模（亿元）	4.03	9.79	15.92	23.66	33.80

资料来源：ICV Tank，华安证券研究所整理

6 投资建议

6.1 盈利预测

● 建筑与基建

关键假设 1：主营产品 RTK 设备海外市场占有率有望不断提升，预计销量保持高速增长，国内需求稳步增长，预计销量保持稳定增长；

关键假设 2：RTK 产品成熟，市场竞争充分，预计价格、成本稳步下降。

● 地理空间信息

关键假设 1：信息化测绘对无人机、无人船、激光雷达等新型测绘装备的需求不断提升，预计销量保持高速增长；

关键假设 2：随着产品出货量不断提升，预计价格、成本稳步下降。

● 资源与公共事业

关键假设 1：灾害监测市场空间充足，解决方案能够向桥梁、大坝、铁路路基等场景扩展，预计销量保持高速增长；农机自动驾驶渗透率有望加速提升，逐步进军国际市场，预计销量保持高速增长；

关键假设 2：随着产品出货量不断提升，预计价格、成本稳步下降。

● 机器人与无人驾驶

关键假设 1：随着 L3 及以上自动驾驶渗透率提升，预计销量保持高速增长；

关键假设 2：随着量产阶段出货量不断提升，预计价格、成本大幅下降。

图表 66 公司主要业务板块盈利预测

主要业务板块		2021	2022E	2023E	2024E
建筑与基建	营业收入（亿元）	8.60	10.74	14.07	17.71
	同比增长率	26%	25%	31%	26%
	毛利率	60.95%	63.00%	65.00%	67.00%
地理空间信息	营业收入（亿元）	3.45	4.87	6.45	7.96
	同比增长率	35%	41%	32%	23%
	毛利率	55.00%	57.00%	58.00%	59.00%
资源与公共事业	营业收入（亿元）	6.09	8.38	11.72	17.90
	同比增长率	52%	38%	40%	53%
	毛利率	46.00%	42.00%	38.00%	35.00%
机器人与无人驾驶	营业收入（亿元）	0.89	0.99	2.43	3.54
	同比增长率	28%	11%	145%	46%
	毛利率	53.00%	50.00%	40.00%	35.00%

资料来源：华安证券研究所整理

6.2 公司估值

公司主要经营高精度卫星导航定位相关产品，选取相关公司北斗星通、天奥电子、振芯科技进行对比，2022 年可比公司 PE 均值为 50.73 倍，公司估值水平低于可比公司。考虑到我国高精定位市场需求不断提升，公司未来业绩有望保持快速增长。

图表 67 可比公司估值情况（截至 2022 年 12 月 26 日）

证券代码	证券简称	可比公司业务情况	PE（取一致预期）		
			2022E	2023E	2024E
002151.SZ	北斗星通	基础产品、汽车智能网联与工程服务、信息装备、基于位置的行业应用与运营服务	56.79	43.89	30.39
002935.SZ	天奥电子	时间频率、北斗卫星应用产品的研发、设计、生产和销售。	46.34	34.65	26.40
300101.SZ	振芯科技	北斗卫星导航全链条核心产品的研制、生产及销售运营，集成电路设计、开发及销售	49.07	33.39	22.64
平均值			50.73	37.31	26.48

资料来源：iFind，华安证券研究所

7 风险提示

- 1) 海外市场开发受疫情影响增速不及预期；
- 2) 测绘解决方案受市场需求影响增速不及预期；
- 3) 自动驾驶解决方案受渗透率影响增速不及预期。

财务报表与盈利预测

资产负债表					利润表				
单位:百万元					单位:百万元				
会计年度	2021A	2022E	2023E	2024E	会计年度	2021A	2022E	2023E	2024E
流动资产	2694	3177	4191	5375	营业收入	1903	2499	3466	4712
现金	1018	1195	1513	2029	营业成本	863	1142	1633	2312
应收账款	481	751	973	1370	营业税金及附加	13	15	21	28
其他应收款	81	86	145	169	销售费用	421	525	763	990
预付账款	69	91	131	185	管理费用	116	150	208	283
存货	377	378	700	834	财务费用	10	-12	-16	-23
其他流动资产	669	675	729	788	资产减值损失	-8	-6	-4	-2
非流动资产	702	737	765	787	公允价值变动收益	10	0	0	0
长期投资	21	21	21	21	投资净收益	17	20	31	47
固定资产	78	88	95	102	营业利润	296	413	564	745
无形资产	148	173	194	209	营业外收入	2	0	0	0
其他非流动资产	455	455	455	455	营业外支出	6	0	0	0
资产总计	3396	3914	4957	6163	利润总额	292	413	564	745
流动负债	1004	1265	1800	2335	所得税	2	41	56	74
短期借款	170	170	170	170	净利润	290	372	507	670
应付账款	199	245	390	509	少数股东损益	-5	0	0	0
其他流动负债	635	850	1240	1656	归属母公司净利润	294	372	507	670
非流动负债	156	156	156	156	EBITDA	355	459	547	770
长期借款	31	31	31	31	EPS (元)	0.82	0.69	0.95	1.25
其他非流动负债	126	126	126	126					
负债合计	1160	1421	1957	2492					
少数股东权益	47	47	47	47					
股本	379	531	531	531					
资本公积	1087	934	934	934					
留存收益	724	982	1489	2159					
归属母公司股东权益	2189	2446	2953	3624					
负债和股东权益	3396	3914	4957	6163					

现金流量表					主要财务比率				
单位:百万元					会计年度				
会计年度	2021A	2022E	2023E	2024E	2021A	2022E	2023E	2024E	
经营活动现金流	271	353	368	549	成长能力				
净利润	290	372	507	670	营业收入	35.0%	31.3%	38.7%	35.9%
折旧摊销	68	37	44	50	营业利润	34.0%	39.6%	36.4%	32.2%
财务费用	10	9	9	9	归属于母公司净利	49.5%	26.3%	36.4%	32.2%
投资损失	-17	-20	-31	-47	获利能力				
营运资金变动	-79	-69	-157	-157	毛利率(%)	54.6%	54.3%	52.9%	50.9%
其他经营现金流	367	464	660	851	净利率(%)	15.5%	14.9%	14.6%	14.2%
投资活动现金流	-598	-52	-41	-25	ROE(%)	13.4%	15.2%	17.2%	18.5%
资本支出	-166	-72	-72	-72	ROIC(%)	11.4%	13.8%	13.9%	16.5%
长期投资	-28	0	0	0	偿债能力				
其他投资现金流	-404	20	31	47	资产负债率(%)	34.2%	36.3%	39.5%	40.4%
筹资活动现金流	843	-124	-9	-9	净负债比率(%)	51.9%	57.0%	65.2%	67.9%
短期借款	83	0	0	0	流动比率	2.68	2.51	2.33	2.30
长期借款	31	0	0	0	速动比率	2.04	1.96	1.72	1.72
普通股增加	37	152	0	0	营运能力				
资本公积增加	858	-153	0	0	总资产周转率	0.72	0.68	0.78	0.85
其他筹资现金流	-165	-123	-9	-9	应收账款周转率	3.87	4.00	4.00	4.00
现金净增加额	508	177	318	515	应付账款周转率	5.01	5.14	5.14	5.14

每股指标(元)					估值比率				
会计年度	2021A	2022E	2023E	2024E	会计年度	2021A	2022E	2023E	2024E
每股收益	0.82	0.69	0.95	1.25	P/E	56.03	42.55	31.19	23.59
每股经营现金流薄)	0.51	0.66	0.69	1.03	P/B	7.96	6.44	5.33	4.34
每股净资产	5.78	4.57	5.52	6.77	EV/EBITDA	46.94	32.25	26.47	18.15

资料来源: 公司公告, 华安证券研究所

重要声明

分析师声明

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，以勤勉的执业态度、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，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构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中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券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并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A 股以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。