

通信设备行业深度报告

智能驾驶系列报告之一：高精度定位，智能驾驶的可靠辅助

方正证券研究所证券研究报告

分析师

刘明洋

登记编号：S1220524010002

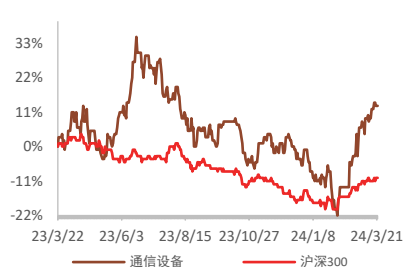
联系人 彭宇泰

行业评级：推荐

行业信息

上市公司总家数	102
总股本(亿股)	770.97
销售收入(亿元)	7,209.87
利润总额(亿元)	351.99
行业平均 PE	63.67
平均股价(元)	25.54

行业相对指数表现



资料来源：wind 方正证券研究所

相关研究

城市导航辅助驾驶迅速落地，高精度定位迎来发展契机：首先，以城市 NOA 为代表的 L3 级别功能正快速落地，智能驾驶已成各车企竞争的核心领域，搭载城市 NOA 功能的车型数量及渗透率快速提升。伴随电动化和智能化的提升，以及北斗、5G 等技术发展，高精度定位的精度与其在自动驾驶中的安全性作用不断增强，加之政策层面的支持，高精度定位愈发不可或缺。第二，高精度定位在汽车领域的应用场景丰富，其定位精度高达分米乃至毫米充分满足智能驾驶中各项定位精度要求，可在恶劣天气、重复场景、非视距场景和车载传感器不稳定情况下有效实现智能驾驶。第三，广阔的汽车、卫星导航市场为高精度定位的进一步发展奠定了坚实的基础。ADAS 功能逐步进入智能汽车领域成为标配，加之卫星导航产业的日趋成熟，高精度定位商业化应用模式趋于成熟。未来高精度技术在包括基础设施监测在内的公共服务领域、以及人们日常使用的智能穿戴设备等方面大有可为，高精度定位或将进入高速发展阶段。

高精度定位为高阶智驾的刚需，有图/无图模式下皆不可或缺：有图模式依赖高精度定位完善高精地图的道路信息，提高安全冗余。无图模式依赖高精度定位辅助感知算法运算及训练。在“重地图、轻感知”阶段，其结合高精地图发挥作用，充分发挥高精度地图的先导性优势，能够为车辆提供了解当前位置可能的道路特征情况，降低对传感器的性能要求，提高车辆整体的识别精度；在“轻地图、重感知”阶段，车辆主要通过车载传感器，进行大规模真实与仿真道路数据的学习和训练，在不依赖高精度地图的情况下，实现智能驾驶。但车载传感器只能提供相对位置信息，而高精度定位提供绝对位置信息，且能降低对芯片的算力需求，在智驾模型中不可或缺。

格局初现，卫/惯厂商与定位服务商并立：目前国内市场中，主要分为卫/惯终端厂商和定位服务商两大类，国内卫/惯终端企业主要定位于硬件端的生产商，业务依赖于终端导航设备的销售。而定位服务商主要依托较为完备的地基网络增强系统，能够提供通用的卫星定位服务，往往以软件服务商的角色通过年费等订阅制的形式进行收费。但对于智能驾驶，以及智能交通、智慧农业、智慧城市等新的行业需求来看，能够自主设计、融合集成软件、硬件并提供服务的集成厂商重要性日益凸显，各家厂商都在进行产业链整合，往综合性的时空服务商不断迈进。

投资建议：建议关注【海格通信】：公司作为国内特种无线通信领先厂商，从芯片到终端深耕北斗导航产业链，充分受益于北斗三代产品放量。【司南导航】：国内领先的高精度 GNSS 芯片板卡厂商，打破国外长期技术垄断。受益于行业高精度定位芯片渗透率提升，有望迎来快速增长期。【北斗星通】：北斗导航芯片龙头，高精度导航芯片产品在国内高精度市场占有率超 60%，在车载前装（独立定位模组市场）超 50%。【中海达】：北斗卫星导航领先企业，涵盖上游核心器件/算法至下游的应用解决方案，车载高精度定位获多家车企定点。【华测导航】：自主构建高精度定位芯片技术平台和全球星地一体增强网络服务平台，出海战略促使业绩持续增长。

风险提示：车载位置服务赛道增长不及预期的风险；自动驾驶政策落地不及预期的风险；行业集中度较高，市场竞争加剧的风险；技术进步及变革的风险。

正文目录

1 城市导航辅助驾驶逐渐落地，高精度定位快速发展	4
1.1 城市 NOA 快速落地，高精度定位潜力逐步释放	4
1.2 高精度定位——提供绝对位置信息，潜在的增量组件	6
1.3 作为战略新兴产业，时空服务市场广阔	10
2 有图/无图路线之争，不可或缺的高精度定位	12
2.1 有图模式：“定位+地图”构成车载导航全景图	12
2.2 无图模式：“定位+感知”高精度定位重要性	15
3 格局初现，卫/惯厂商与定位服务商并立	19
3.1 终端产品：卫星导航与惯性导航融合发展	19
3.2 定位服务：增强服务基础厂商较少，依赖增强基站建设	21
3.3 定位算法：融合发展下的潜在竞争者	23
4 重点标的梳理	25
4.1 北斗星通-北斗导航芯片龙头	25
4.2 中海达-北斗高精定位综合供应商	26
4.3 华测导航-多业务协同发展，业绩稳健增长	28
4.4 海格通信-无线通信和北斗导航领先企业，四大领域全面布局	30
5 风险提示	33

图表目录

图表 1: 标配 NOA/城市 NOA 功能汽车数量 (万辆)	4
图表 2: 各大品牌高精度定位技术的车型	5
图表 3: 智能网联汽车高精度定位指标要求	6
图表 4: 高精度定位与普通导航定位对比	7
图表 5: PPP-RTK 技术示意图	7
图表 6: 车载高精定位的技术分类	8
图表 7: 车辆高精度定位系统网络架构图	9
图表 8: 国内车载高精度市场产值 (亿元)	9
图表 9: 高精定位的应用场景	10
图表 10: 国内卫星导航与位置服务产业总体产值 (亿元, %)	11
图表 11: 全球卫星产业规模 (亿欧元)	11
图表 12: 全球及亚太地区 GNSS 终端数量 (亿台)	11
图表 13: 有图模式与无图模式对比	12
图表 14: 高精度地图车道示意图	13
图表 15: 高精定位与高精地图的技术支撑	13
图表 16: 自动驾驶技术架构图	14
图表 17: 高精度定位与高精地图的信息冗余	14
图表 18: 自动驾驶汽车定位解决方案 (激光雷达点云匹配的定位方案)	15
图表 19: 高精地图与轻地图对比	16
图表 20: 轻地图的关键技术和方法	16
图表 21: Apollo 自动驾驶传感器标定	17
图表 22: 高精度定位示意图	17
图表 23: 高精度定位产品定位方案	18
图表 24: 惯性导航与卫星导航对比	19
图表 25: 卫惯组合导航形成安全冗余	20
图表 26: 国内导航设备终端主要企业部分业务及产品对比	21
图表 27: 地基增强与星基增强对比	22
图表 28: 定位服务商主要产品对比	23
图表 29: 定位算法企业主要产品对比	24
图表 30: 北斗星通自主定位芯片	25
图表 31: 北斗星通 Truepoint 定位服务平台	26
图表 32: 北斗星通主要天线产品	26
图表 33: 北斗星通 2023 年度业绩预告	26
图表 34: 公司所获技术荣誉	27
图表 35: 公司主营业务和主要产品	27
图表 36: 开放日嘉宾体验无人驾驶漫游车	28
图表 37: 华测导航所取得荣誉	29
图表 38: 华测导航海外收入情况 (亿元)	29
图表 39: 华测导航归母净利润增长情况 (亿元)	29
图表 40: 华微无人船系列产品图	30
图表 41: 华测导航组合导航产品	30
图表 42: 海格通信应急指挥通信系统功能架构示意图	31
图表 43: 海格通信营业收入及增长情况 (亿元)	31
图表 44: 海格通信归母净利润及增长情况 (亿元)	31
图表 45: 海格通信北斗导航领域相关产品	32

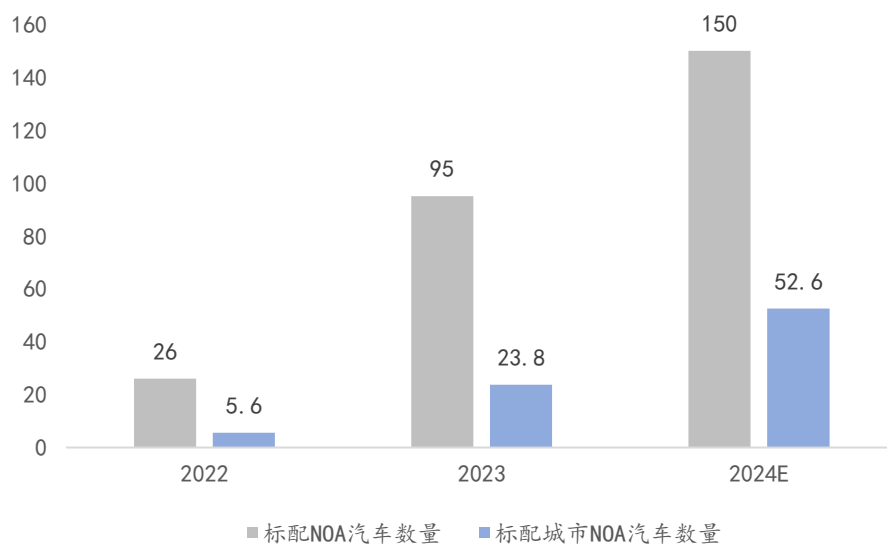
1 城市导航辅助驾驶逐渐落地，高精度定位快速发展

1.1 城市 NOA 快速落地，高精度定位潜力逐步释放

自 2023 年起，以城市 NOA 为代表的 L3 级别功能正快速在市场上落地，华为、小鹏等品牌陆续发布高端智能驾驶车型，蔚来、智己和魏牌也计划在 2024 年将城市 NOA 拓展至百个以上城市的品牌。智能驾驶已越发成为各车企竞争的核心领域，我们认为 2024 年或成智能驾驶元年。

近年来，搭载城市 NOA 功能的车型数量及渗透率显著增长。根据盖世汽车研究院的数据显示，2022 年搭载 NOA 功能的车型为 26 万辆，2023 年达到 95 万辆，2024 预计将达到 150 万辆。2022 年搭载城市 NOA 功能的车型为 5.6 万辆，2023 年达到 23.8 万辆，增长率为 323.7%。从 2022 年 Q1 到 2023 年 Q4，搭载城市 NOA 车型数量从 0.4 万辆增长到 8.5 万辆，渗透率从 0.1% 增长到 1.4%。

图表1: 标配 NOA/城市 NOA 功能汽车数量（万辆）



资料来源：盖世汽车研究院，方正证券研究所

伴随着自动驾驶从高速 NOA 向城市 NOA 快速推进，对高精度定位的技术要求也在不断提升，依靠单一定位技术无法满足自动驾驶汽车所需的高精度，技术变革不断涌现：

- 1) 城区道路的复杂性使精度定位要求更高：**城市车道多变，交通流复杂，尤其是在城市十字路口等复杂地段实现城市 NOA，高精度定位精度需达到厘米级；
- 2) 在算法上引入 PPP-RTK：**从算法层面统一了 PPP 和 RTK 技术，可实现快速、实时的高精度定位。而且 PPP-RTK 可支持卫星播发和移动通信两种方式，其中卫星播发可以使用低轨卫星；
- 3) 双频 RTK 成为城市 NOA 技术支撑的主流：**双频 RTK 经过多年的迭代已在行业内达成共识，且双频 RTK 可以实现更高精度的定位，对城市 NOA 技术的发展十分重要；
- 4) 深耦合算法在城市智驾中更具优势：**相较于松耦合和紧耦合技术，深耦合可以有效提升组合导航的精度和可靠性，尤其是在城市高架环岛等恶劣的环境下，可有效缩小定位误差；

5) 低轨卫星入局以解决卫星信号被遮蔽问题: 在城市场景下, 经常出现高楼、高架等信号遮挡场景, 使用低轨卫星可以增强信号的覆盖, 进一步提升卫星信号的可靠性。

图表2: 各大品牌高精度定位技术的车型

主机厂	车型	上市时间	定位方案	传感器配置
小鹏	P7	2020年4月	高精度地图(高速)+GNSS+RTK+IMU	12个超声波雷达、5个毫米波雷达、13个驾驶辅助摄像头、1个车内摄像头
	P5	2021年9月	高精度地图(高速&城市)+GNSS+RTK+IMU	13个摄像头、5个毫米波雷达、12个超声波雷达、2个激光雷达
蔚来	EC6	2020年7月	GPS+高精度地图	三目前向摄像头、4个环视摄像头、5个毫米波雷达、12个超声波传感器
	ES6	2020年5月		三目前向摄像头、4个环视摄像头、5个毫米波雷达、12个超声波传感器
	ES8	2020年4月		前向三目摄像头、4个环视摄像头、1个前向中距毫米波雷达、4个角雷达、12个超声波雷达
	ET7	2021年1月	高精度地图+高精度定位终端+V2X	2个前视、4个侧视、1个后视、4个环视、1个激光雷达、6个毫米波雷达、12个超声波雷达
华人运通	高合HiPhiX	2020年9月	RTK+GNSS+IMU+高精度地图+V2X	8个摄像头、24个超声波雷达、5个毫米波雷达
理想	2021款理想ONE	2021年5月	RTK+GNSS+IMU+高精度地图	1个单目摄像头、4个环视摄像头、5个毫米波雷达、12个超声波雷达
一汽红旗	E-HS9	2020年12月	高精度地图+GNSS+RTK+IMU+5G-V2X	26个车身传感器(包括3个摄像头+5个毫米波雷达)
广汽	埃安V	2020年6月	高精度地图+GNSS+RTK+IMU	12个超声波传感器+4个高清全景摄像头
	埃安LX	2020年11月		12个超声波雷达、5个毫米波雷达、4个全景摄像头、1个前视摄像头
	埃安VPlus	2021年9月		摄像头、毫米波雷达、超声波雷达
	埃安LXPlus	2022年1月	高精度地图+GNSS+RTK+IMU+5G-V2X	6个毫米波雷达、12个超声波雷达、8个自动驾驶摄像头、4个环视摄像头、3个第二代智能可变焦激光雷达

资料来源: 佐思汽研《2022年高精度定位产业研究报告》, 方正证券研究所

技术的发展与政策的支持, 高精度定位或将迎来发展新契机。在高精度定位2.0阶段, 即2023年高速NOA尝试进入城市过程中, 伴随电动化和智能化的提升, 以及北斗、5G等技术发展, 出现的从“重地图、轻感知”到“轻地图、重感知”的技术路线的变化, 以解决高精地图进城遭遇的成本和鲜度难题, 在这过程中高精度定位的作用发生变化, 这也给产业链带来新的变动和机会。同时根据国务院办公厅发布的《关于印发国家卫星导航产业中长期发展规划的通知》, 明确提出要进一步提升卫星导航芯片、各类卫星导航系统兼容应用等技术水平, 推动核心基础产品升级, 促进高性价比的导航、授时、精密测量、测姿定向等通用产品规模化生产。同时, 国家发展改革委员会、科学技术部等政府部门也出台了許多相关领域的法律法规政策, 推动高精度卫星导航定位产业上下游市场不断扩大和发展。

智能驾驶快速进步的大背景下, 对高精度定位的技术要求随之提高。2022-2025年, 自动驾驶等级将由L2/L2+逐步向L3/L3+演进, 高等级自动驾驶对定位精度的要求更高, 定位精度需达厘米级, 推动高精度组合定位技术持续发展。

图表3:智能网联汽车高精度定位指标要求

应用场景	典型场景	定位精度指标	VRS 服务可用度	置信度准确率
位置报告	事故报警	水平定位精度<0.5m	99%	≥95%
	交通态势感知	水平定位精度<0.5m	99%	≥95%
	智慧停车	水平定位精度<0.5m	99%	≥95%
位置监控	自动泊车	无遮挡水平定位精度<0.5m	99%	≥95%
		部分遮挡水平定位精度<1m		
	封闭路段的位置	无遮挡水平定位精度<0.5m	99%	≥99%
	ETC 智能缴费	部分遮挡水平定位精度<1m	99%	≥99%
自动驾驶服务(L3及以上级别)	高速公路	水平定位精度<0.3m	99%	≥99.9999%
		速度精度<0.2m/s		
	城市道路	水平定位精度<0.5m	99%	≥99.9999%
		速度精度<0.5m/s		
	地下停车场	定位精度<0.5m	-	-

资料来源：佐思汽研，方正证券研究所

1.2 高精度定位——提供绝对位置信息，潜在的增量组件

高精度定位提供更高精度的坐标定位，缩小传统导航定位误差。高精定位一般意义上指的是，通过特定的定位技术获取在全球坐标系下的位置信息（含速度、方向、时间等全局信息），解算出来的位置坐标和真实位置坐标的精度更高。误差范围一般分为厘米级、分米级和亚米级。高精度定位基于实时动态差分技术，提供更高精度的GNSS定位，实现从传统的道路级识别到更精准的车道级识别的提升。普通定位因为有卫星误差、大气误差、设备误差等原因，导致最后定位精度在10-30米。而高精度定位通过误差模型计算，使得定位能力提高，定位误差降低，可帮助地图应用识别到行驶中的具体车道，及时准确地进行语音播报。

此外，高精度定位相比与摄像头、激光雷达等传感器提供的是绝对位置信息。智能驾驶定位信息有相对与绝对之分，激光雷达和摄像头等传感器是通过对比其他物体，可实现厘米级的相对定位精度，而高精度定位是在现有地球坐标轴上进行绝对定位。高精度定位可以提供全天候的绝对位置信息，解决“我在哪”的问题，同时可以为相对定位传感器形成可靠性补充，为自动驾驶提供高性价比的定位方案。

图表4:高精度定位与普通导航定位对比

对比	高精度定位	普通导航定位
应用场景	智能驾驶等	道路级应用、车道级导航
定位精度	分米、厘米、毫米（道路横向的精度小于 20 厘米）	道路级应用 10 米左右；车道级导航 1 米以内
算力	算力要求更高。智能驾驶根据不同的智能程度分级（SAE Level1~Level5），对算力的要求也不同。通常低等级智能驾驶搭载的传统汽车电气架构无法提供更多的算力资源，而高等级智能驾驶使用的集中计算单元可以提供的算力资源更丰富。	算力要求较低。车道级导航对于算力的敏感度较高，通常要求满足目前的手机、车机导航的算力限制。

资料来源：高德技术，方正证券研究所

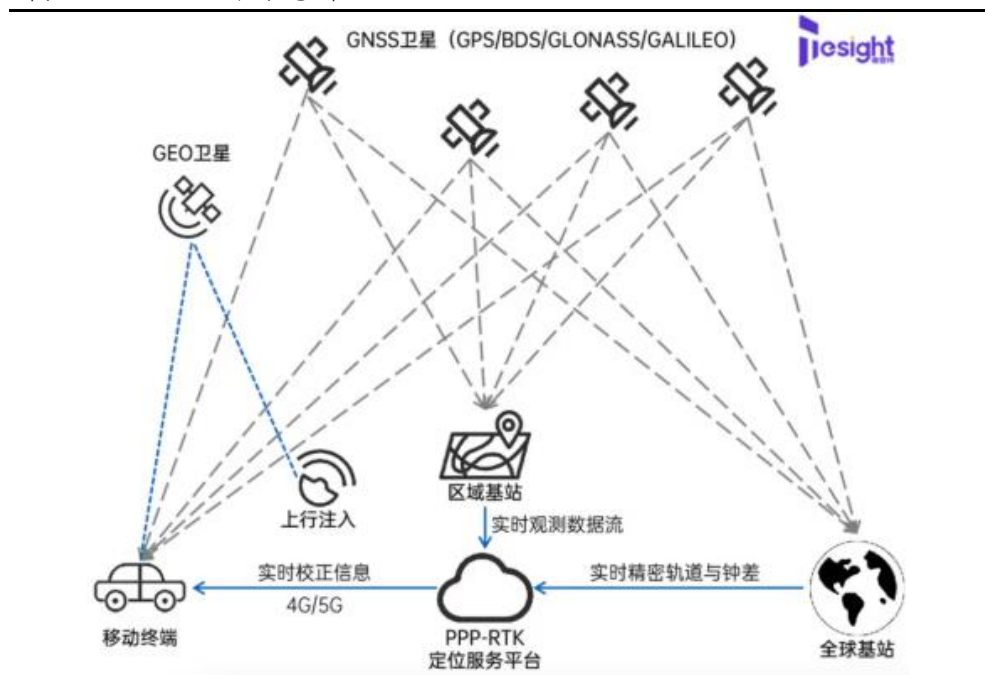
目前，使用较为广泛的高精定位技术分别是 RTK（实时动态定位：Real-Time Kinematic），即载波相位差分技术，以及 PPP（精密单点定位：Precise Point Positioning）：

RTK 技术基于两个 GNSS 接收器，其中一个充当基准站，另一个作为流动站。基准站精确定位并连续跟踪卫星信号，同时记录数据，而流动站接收卫星信号以定位自身，并从基准站获取包含校正数据的 RTCM 信息来通过差分运算校正误差。主要特点是在实时中提供毫米级别的定位精度，可以解决卫星、传输轨迹以及接收机本身的误差问题，但覆盖区域小，并且精度随着两者之间的距离增加而降低。

PPP 技术则是通过 CPF 解算卫星误差并传输给接收机做校正，允许用户实现毫米级的三维位置精度，而无需依赖差分基站。与差分定位技术不同，PPP 技术不需要在接收器和差分基站之间建立通信链接。用户只需单独的 GNSS 接收器和访问 PPP 校正数据的互联网连接，即可进行高精度定位，但需要更长收敛时间的卫星信号观测来实现高精度。

PPP-RTK 为二者的结合，主要原理为使用全球基站确定卫星钟差、卫星轨道误差；使用区域基准站对电离层误差、对流层误差等区域性误差进行分析，建立整网的电离层延迟、对流层延迟等误差模型；最终将全球和区域的误差产品发送给移动终端进行定位。

图表5:PPP-RTK 技术示意图



资料来源：德思特，方正证券研究所

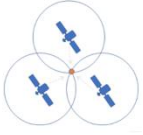
对于车载高精定位技术，卫惯组合（GNSS+IMU）使用最为广泛。高精定位主要有卫星定位、惯性定位、环境感知三种方式，目前卫惯组合导航（GNSS+IMU）是最广泛使用的定位方案，GNSS 模块和 IMU 模块耦合的深度决定了组合导航的性能：

其中卫星信号定位主要基于全球卫星导航系统（GNSS），GNSS 定位的基本原理是利用卫星至地面接收站的距离。其优势在于能够为车辆提供绝对位置信息，且定位精度高，缺点在于部分遮挡场景下性能差且输出频率较低。

惯性导航（INS）是通过测量加速度来解算运载体位置信息的自主导航定位方法，包括惯性测量单元和计算单元两部分。惯性测量单元 IMU 是融合了陀螺仪、加速度计、磁力计和压力传感器的多轴组合。

环境特征匹配定位主要基于相机的平面影像（图片）和激光扫描雷达（LiDAR）的三维影像（点云），通过实时感知测量提取环境特征，并与预先采集制作的基准数据进行匹配，从而获取确定自动驾驶车辆的当前位置。其优点是在没有 GNSS 情况下也可以工作，缺点是需要预先制作地图基准数据，并且根据环境发生的变化需要定期更新地图数据。

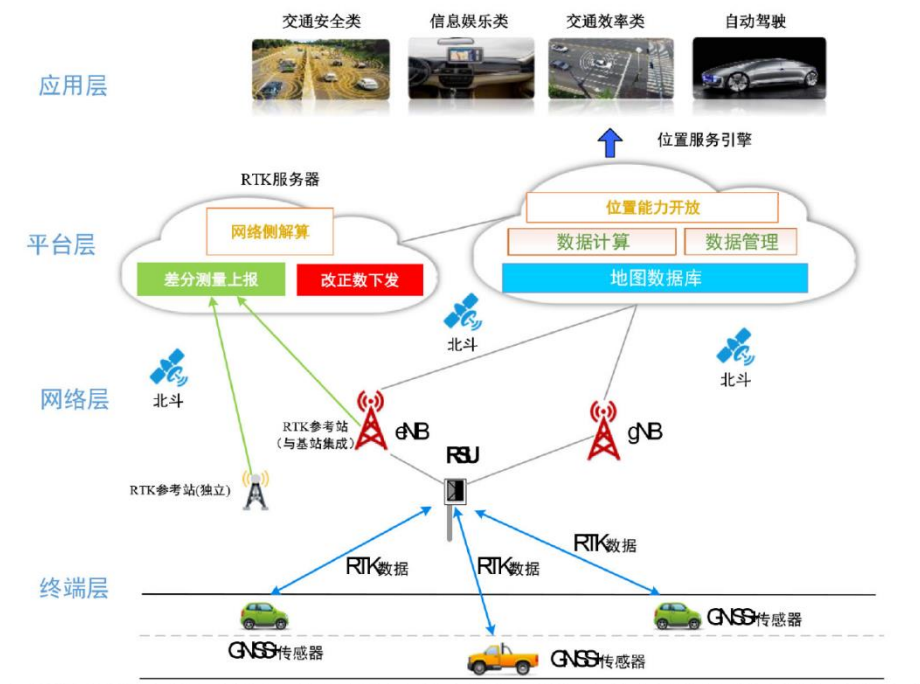
图表6: 车载高精定位的技术分类

	卫星导航定位 (GNSS)	惯性导航定位 (IMU)	环境特征匹配定位 (激光雷达+摄像头+高精地图)
图示			
定位原理	- 基于全球卫星导航系统（GNSS），利用卫星至地面接收站的距离，通过距离交会的方式来确定地面的位置，通常需要四颗卫星同时观测定位 - 卫星导航会产生“卫星误差、电离层/对流层误差、多路径误差和设备误差”等各种误差，对测距的影响从1m-15m，难以满足自动驾驶精度要求 - 目前，使用较广泛的高精定位技术分别是RTK载波相位差分技术和PPP精确点定位，可以获得厘米级的精度	IMU由陀螺仪和加速度计组成，陀螺仪测量旋转加速度，加速度计测量线性加速度，通过这些传感器，IMU可以测量运动载体的加速度（惯性），并自动进行积分运算，获得其瞬时速度和瞬时位置数据	- 用车载摄像头、激光雷达等传感器，通过实时感知测量提取环境特征，并与预先采集制作的基准数据（语义地图或特征地图）进行匹配，从而获取确定自动驾驶车辆的当前位置 - 主要分为点云匹配（激光雷达）和视觉定位两大技术路线
优点	- 方案最成熟 - 能实现全天候、全天时、高精度的定位	- 不依赖外部信息、不受外界电磁干扰，可全天候工作于空中、地表面乃至水下 - 数据更新频率高、短期精度和稳定性好 - IMU可填补GNSS信号更新之间的空白	可实时获得周围环境的3D信息
缺点	- 在卫星信号丢失、电磁干扰时无法定位 - GNSS信号更新频率低 - RTK技术适用受限于地基信号增强站的覆盖度	- 导航信息经过积分产生，定位误差随时间而增大，长期精度差 - 不能给出时间信息，一般要结合卫星导航使用	成本相对高，对边缘计算要求高

资料来源：方正证券研究所整理

高精度定位服务在汽车行业的应用前景广阔。首先，高精度定位硬件、软件、位置校正服务是自动驾驶汽车的核心要素。恶劣天气、重复场景、非视距场景和车载传感器不稳定情况下，高精度定位在自动驾驶中起决定性作用。伴随自动驾驶汽车的量产计划在未来几年的实现，高精度定位市场机遇随之浮现。第二，随着ADAS 功能逐步的进入传统汽车，使之成为传统汽车的标配，高精度定位也正助力汽车突破功能边界，为用户带来更智能的行车体验。第三，在 5G 及 C-V2X 迅速发展和快速普及的背景下，基于车联网的应用业务快速扩展，而高精度定位作为车联网整体系统中的关键部分，结合对车辆高精度定位的场景分析和性能需求，应用于终端层、网络层、平台层、应用层。

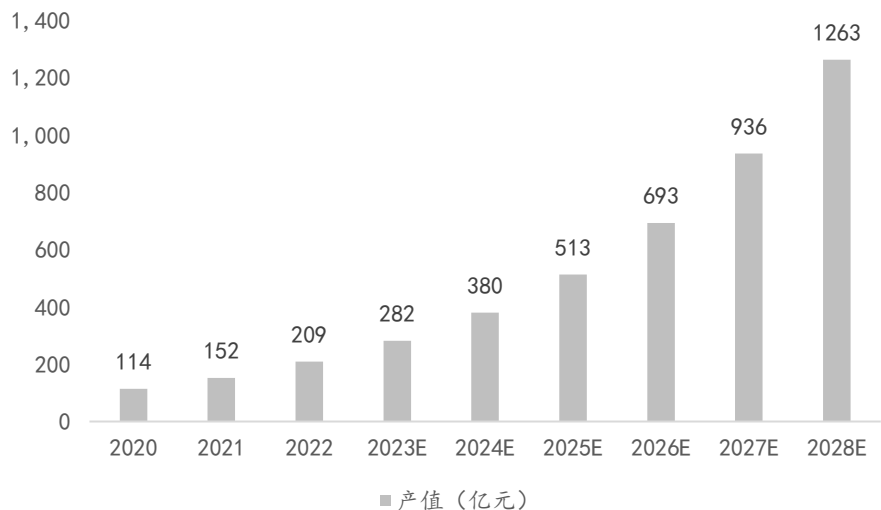
图表7: 车辆高精度定位系统网络架构图



资料来源：车辆高精度定位白皮书、方正证券研究所

车载高精度定位市场进入高速发展，未来市场规模潜力巨大。国内高精度市场产值从2010年的11亿元增长到2022年的208.7亿元，受益北斗三号卫星导航系统的开通，国内高精度定位市场的发展进入高速增长期，2020-2022年高精度市场规模增长率分别达48.83%、33.25%、37.4%。根据《2022年中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》披露的我国高精度定位行业市场规模历年增长情况分析，并进一步结合未来我国高精度定位行业发展趋势以及宏观发展环境状况等因素综合分析下，预计2023-2028年中国高精度定位行业市场规模有望以35%的年复合增长率增长，至2028年底，中国高精度定位行业市场规模有望达到1263.4亿元。

图表8: 国内车载高精度市场产值（亿元）



资料来源：《2022年中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》，方正证券研究所

1.3 作为战略新兴产业，时空服务市场广阔

高精定位的应用场景广泛：除了车辆导航、自动驾驶为例的智慧出行领域，高精定位还应用于以基础设施监测为例的公共服务领域，以及电网、港口智能监测等产业升级领域，并渗透至大众消费领域，广泛应用于智能手机及智能穿戴。

第一，从行业市场看，高精度定位应用于**重点运输过程监控、公路基础设施安全监控、港口高精度实时定位调度监控**等领域，使综合交通管理效率和运输安全水平有所提升。同时可应用于测绘仪器，在抗击新冠疫情的医疗基建施工以及地质灾害监测预警系统的建设中发挥着重要作用，既保证了精确度，又缩短了勘察测量时间。

第二，从大众市场看，高精度技术正全面走向大众应用，包括**辅助定位服务、自动驾驶服务以及智能穿戴**。目前智能穿戴多以智能手机的辅助设备出现，例如智能手环、智能手表和智能眼镜。5G等新一代技术将推动国民生活智能化，进而助推高精定位技术应用往生活化场景逐步渗透。

第三，从特殊市场看，高精度技术涉及**军用、警用、防灾减灾、应急救援、公共安全**等领域，同时还在防灾减灾、公安巡逻、监狱指挥管理、疫情防控等细分市场得到相应的应用部署。近年来，我国多地都针对地质灾害多发区域，均部署了基于北斗系统的高精度地质灾害监测预警系统。

因此，在当前全球经济迈向高质量发展的新背景下，公共基础设施的运行、行业的解决方案或是大众生活出行领域的数智化，都离不开以数据决策为基础。而高精定位作为精准位置数据获取的基础技术，将延伸更多元化的符合市场发展的数据技术产品和服务，市场需求将持续提升。

图表9: 高精定位的应用场景

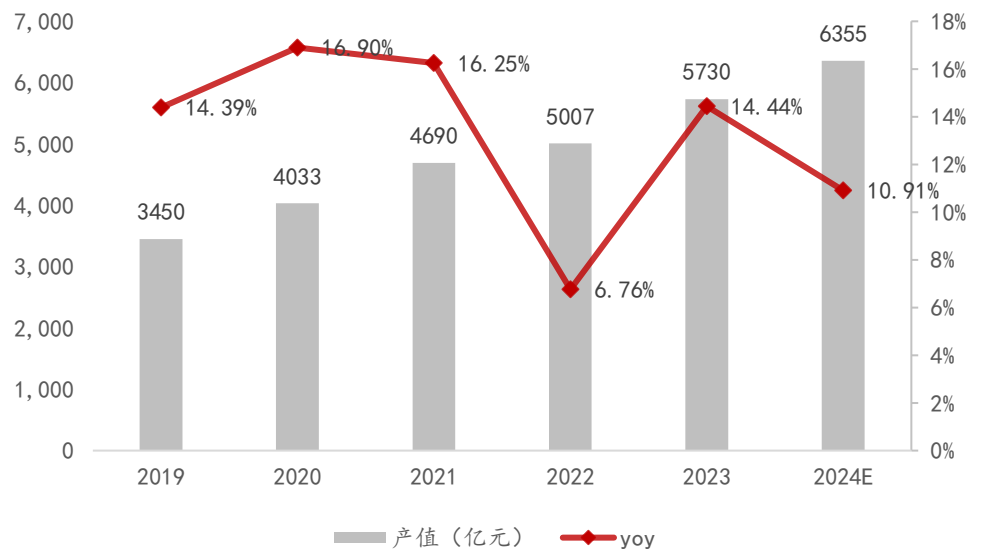
应用场景		具体内容
智能驾驶	智慧物流	高精地图与高精定位为自动驾驶车辆提供预先的道路信息、精准的车辆位置信息和丰富的道路元素数据信息，强调空间的三维模型以及精度，非常精确的显示路面上的每一个特征和状况。高精地图与定位采用激光雷达等多传感器融合的方案，通过多种传感器融合使得 定位精度可以达到 5-10 厘米，可满足L4级自动驾驶需求 。
	智慧港航	实现物流作业过程中的巡检机器人、物流车等厘米级精准定位。
其他应用	智慧公交	可为港航场景下的港机、集卡、人员、航标、船舶和船闸等单元提供全方位、全天候的动静态精准定位服务，提升港航基础设施运行效率、安全水平和服务质量。
	共享单车	可以获取车辆精准位置信息，制定深度诱导策略，实现车辆节能及进出站、斑马线安全通行等功能。路口部署雷达及摄像头等多融合传感器，实现道路事件的实时融合感知和信息下发。
	精准导航	通过高精度定位服务，可将单车定位精度提高至亚米级，支撑电子围栏、轨迹追踪、安全预警高精度定位使得手机可实现亚米级定位，精确展示用户当前车道，提供变道语音引导、危险场景护航提示等服务，提升驾车出行体验。
	无人机	通过高精度定位系统，4G/5G网络、时空信息平台，以及无人机管理平台，为无人机提供精准定位，降低设备碰撞及偏离风险，提升无人机作业效率。
	监测检测	通过高精度定位，可实现毫米级静态监测、位移监测、视频监控，提供全天候、自动化、全要素的结构安全监测服务，实现设施关键信息全面感知、数据智能分析、自动安全预警、运维养
	测量测绘	稳定、高精度定位以及先进的通信技术，可以帮助实现大地测量、工程测量、地籍测量和地图测绘。用户无需自建基站即可获得高精度定位服务，支持跨省作业，节省时间、提高效率。
	精准农业	现代农机可以加载北斗导航自动驾驶系统，实现自动路径规划、行驶、作业监管、计亩测量等功能；保障农机远程实时监控、作业部署、车辆远程控制等。

资料来源：中国移动、方正证券研究所

国内的高精定位及延申的卫星导航领域，市场前景广阔。中国汽车工业协会发布的数据显示，2023 年，我国汽车产销分别完成 3016.1 万辆和 3009.4 万辆，同比分别增长 11.6%和 12%。同时，我国卫星导航与位置服务产业结构趋于成熟，疫情封闭使无人系统、医疗健康、防疫消杀、远程监控、线上服务等下游运营服务

环节的应用场景非常活跃，市场规模快速扩大。根据中商情报网显示，2022 年我国卫星导航与位置服务产业总体产值已达到 5007 亿元，同比增长 6.76%。2024 年有望继续较快增长，预计整体产值可达 6355 亿元。我们认为汽车产量的快速增长，与卫星导航与位置服务产业链的日趋完善，有望带动中国·高精定位及更大领域的卫星导航市场快速发展。

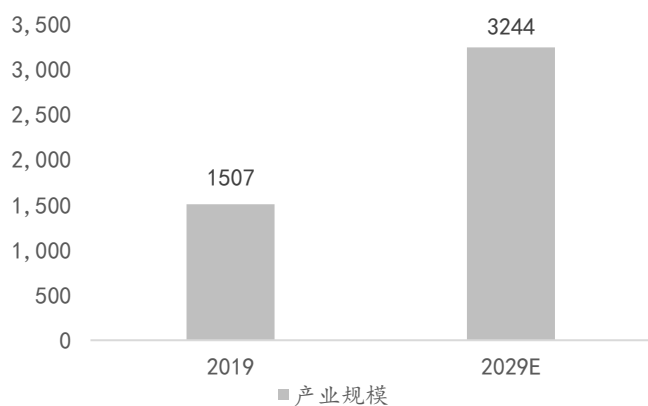
图表10:国内卫星导航与位置服务产业总体产值（亿元，%）



资料来源：中商情报网，方正证券研究所

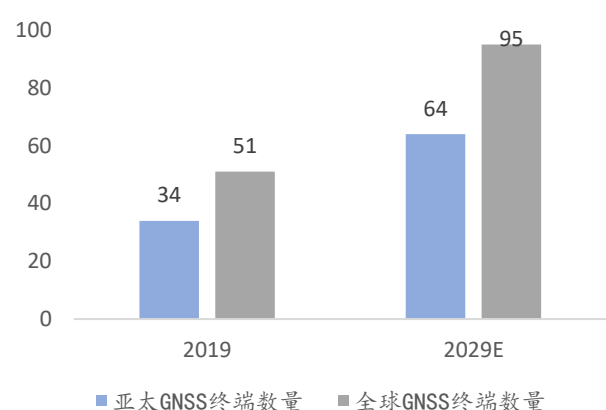
全球范围内，高精度定位所属的卫星导航产业发展迅速。目前，全球卫星导航系统的应用领域在不断扩大，快速发展的物联网将带动更多新产品和新应用的出现，驱动全球卫星导航产业规模持续扩大，预计导航芯片、导航地图、定位导航、位置服务等多方面的需求将继续维持较快增长。根据欧洲全球导航卫星系统局的数据显示，自 2019 年起，GNSS 作为少数逆势上涨的产业之一，未来十年预计将保持稳定增长。从终端数量看，预计 2029 年亚太地区 GNSS 终端数量将达 64 亿台，约占全球终端数量的 67.4%，全球 GNSS 市场将以亚太地区为核心。

图表11:全球卫星产业规模（亿欧元）



资料来源：欧洲全球导航卫星系统局，方正证券研究所

图表12:全球及亚太地区 GNSS 终端数量（亿台）



资料来源：欧洲全球导航卫星系统局，方正证券研究所

2 有图/无图路线之争，不可或缺的高精度定位

整体技术路径上，高精度定位为高阶智驾的刚需：在“重地图、轻感知”阶段，其结合高精地图发挥作用；在“轻地图、重感知”阶段，其匹配使用 ADAS 地图、提升 BEV 算法效果，从而具备车端 SLAM 建图能力、感知样本真值标注能力，并为智能驾驶各个运动场景提供底层数据支撑。

图表13:有图模式与无图模式对比

	有图模式	无图模式
定义	指自动驾驶系统依赖高精度地图来实现车辆定位、路径规划和驾驶决策。高精度地图包含详细的道路信息，如车道线、交通标志、信号灯等。	指自动驾驶系统主要依赖车载传感器（如激光雷达、摄像头、毫米波雷达等）实时收集的环境数据，进行障碍物检测、道路识别和驾驶决策。
优势	在高速公路、快速路等结构化道路上表现较好，可以实现较高级别的自动驾驶功能。	降低了自动驾驶系统对地图的依赖，可以在地图不覆盖或地图信息不准确的地区使用。适合于城市道路等复杂环境，能够实时应对道路的突发变化。
局限	1. 对地图的实时更新要求较高，可能因地图不准确而导致驾驶失误。 2. 高精度地图的覆盖范围有限，部分地区可能没有可用的地图，限制了有图模式的应用范围。	1. 无图模式通常需要更先进的感知和决策算法，技术挑战较大。 2. 在准确性方面，无图模式可能不如有图模式，尤其在高速公路等结构化道路上。

资料来源：方正证券研究所整理

2.1 有图模式：“定位+地图”构成车载导航全景图

提供准确安全可靠的高精度定位信息，是智能网联汽车安全行驶的重要前提。精准的车辆定位信息能够帮助车辆更好的使用高精度地图，并为决策规划、运动控制模块提供有效的参数信息。高精度定位模块是智能网联汽车的核心模块，也是车辆自主导航、自动驾驶的重要支撑。其中，对于自动驾驶车辆，尤其是 L3 及以上级别的自动驾驶车辆，对高精度定位的需求是刚性的，不可或缺的。

高精度地图将大量的行车辅助信息存储为结构化数据，并通过云端实时更新高精度动态地图数据。高精地图可提供两类信息，第一类是道路数据，比如车道线的位置、类型、宽度、坡度和曲率等车道信息。第二类是车道周边的固定对象信息，比如交通标志、交通信号灯等信息、车道限高、下水道口、障碍物及其他道路细节，还包括高架物体、防护栏、道路边缘类型、路边地标等基础设施信息。并且这些信息都有地理编码，导航系统可以准确定位地形、物体、路面的几何结构、道路标示线的位置等，从而引导车辆行驶。

图表14:高精度地图车道示意图



资料来源:《智能网联汽车高精度卫星定位白皮书(2020年版)》,方正证券研究所

高精度定位与高精度地图紧密联系,为自动驾驶汽车路线规划,道路感知,驾驶控制提供支持。首先,高精度地图数据的采集、处理、以及地图的建模都需要以高精度的位置坐标作为框架。高精度地图中道路和场景是自动驾驶汽车感知和决策的数据基础,若在制图过程中位置标定出现误差,就有可能造成自动驾驶系统的判断失误。其次,以高精度地图为基础,结合感知匹配实现高精度的自主导航定位,在定位信号中断或不稳定的情况下,保证自动驾驶汽车仍明确知晓车辆在当前环境中的准确位置。而高精度地图与高精度定位相结合,车辆能够提供了解当前位置可能的道路特征情况,调高传感器的识别精度,降低对于传感器的性能要求。

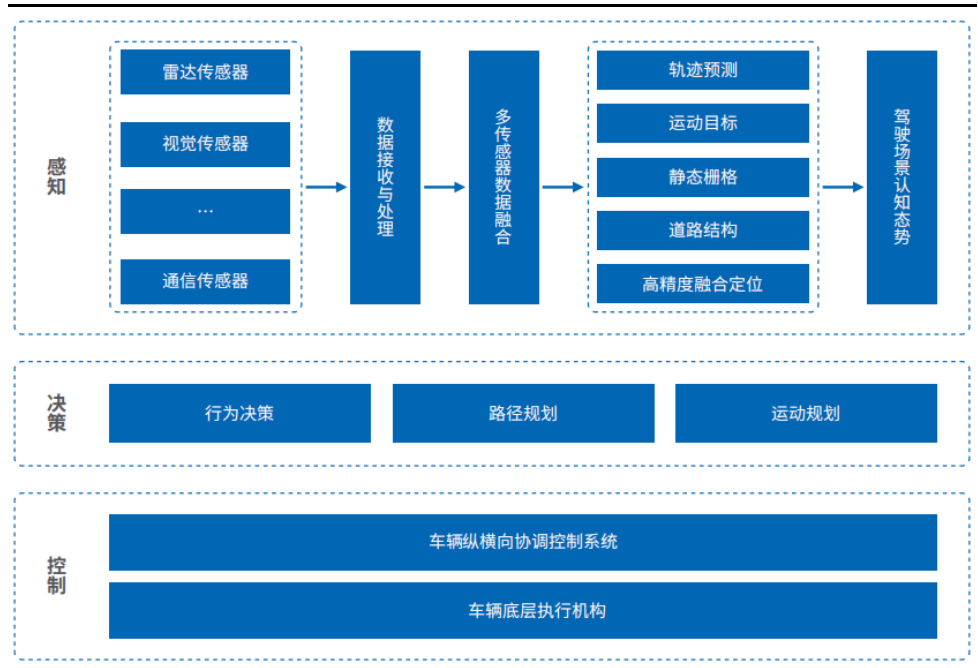
图表15:高精定位与高精地图的技术支撑

技术	定义	局限/优点
RTK 绝对位置高精度定位	RTK 技术指实时动态载波相位差分技术,通过地面基准站与流动站之间的观测误差,实现分米乃至厘米级的高精度定位。	1. 需要增加接收差分信号接收天线和模块,成本增加; 2. 需要保障汽车行驶的位置都有 GNSS 和 RTK 基站信号,即考虑覆盖率。
惯性导航系统 (INS) 定位	惯性导航系统 (INS) 是一种自主式推算导航技术,不依赖于外部信息、也不向外部辐射能量。	1. 在无定位信号、弱定位信号或信号系统无法正常工作区域,自动驾驶汽车可以通过 IMU 实现短时间自主导航; 2. GPS 信号的更新具有一定频率,在两次 GNSS 信号更新的之间,协助 GPS 定位与无外部信号自主导航。
RAC 技术定位	全称 Realtime Array Calibration,利用多阵列天线接收 GPS 信号。	1. 相比一般普通定位模组,精度大幅度提高; 2. 相比 RTK 高精度定位的本身模组价格高且需要付差分服务费用的高成本,RAC 成本会大幅度下降; 3. 使用限制明显少于 RTK 且不依赖于任何差分站。
相对位置定位	(激光雷达)点云匹配	激光雷达向外发射激光脉冲,从地面或者物体表面发射形成多个回波返回进行匹配,实现汽车当前场景的高精度定位。
	视觉定位	1. 视觉匹配路径:通过提取图像中的道路标识、车道线等参照物体与高精度地图进行匹配,实现精准定位; 2. 视觉里程定位路径:通过图像识别以及特征关系来计算车辆当前的位置。缺点:依赖摄像头的成像质量,在光线不佳、视线遮挡等环境下定位可靠性有待考量,很少单独使用。

资料来源:方正证券研究所整理

具体到自动驾驶控制，可将自动驾驶流程分为“感知层-决策层-执行层”。在感知层，车辆通过摄像头、毫米波雷达、激光雷达等设备获取周围场景信息，实现周围感知；将周围场景信息与高精度地图进行比对，确定车辆相对位置，并通过GNSS、RTK定位、惯性导航系统确定自身姿态、速度和绝对位置，共同实现自我感知。在决策层，算法将依据高精地图、车联网技术提供的多维度信息对具体驾驶问题做出判断、输出车辆控制信号并交给执行层执行。

图表16: 自动驾驶技术架构图



资料来源：汽车技术服务平台，方正证券研究所

高精度定位和高精度地图作为感知层重要的信息获取手段，是实现智能驾驶的重要支撑，两者结合能够保证足够的安全冗余，强化系统感知层和决策层的能力：

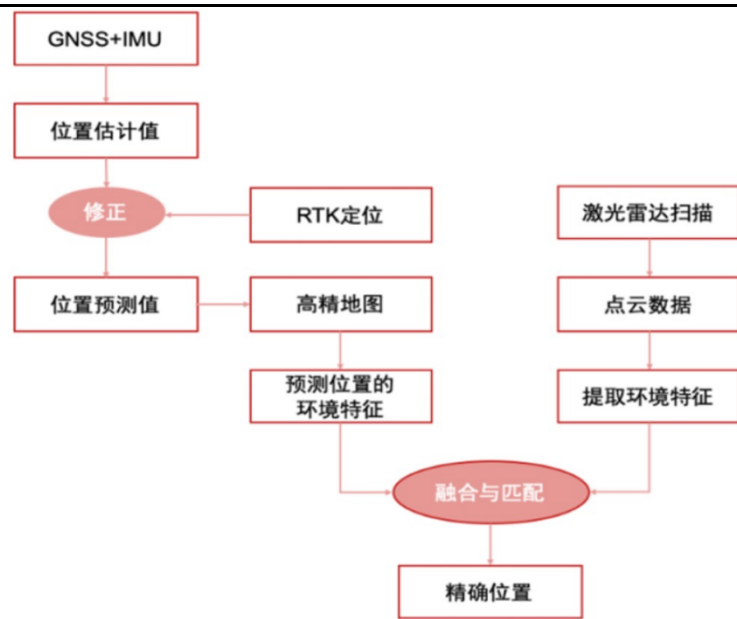
- 1) 辅助验证感知信息，并帮助系统实现超视距的感知；
- 2) 精确确定车辆在地图中的位置；
- 3) 帮助决策层完成车道级的路径规划；
- 4) 提高决策层转向、加速和刹车指令的准确性。

图表17: 高精度定位与高精地图的信息冗余

必要性	摄像头、激光雷达、毫米波雷达、高精度地图都有信息缺失或者不能及时获取的可能，而自动驾驶需要极高安全性。
实现	高精地图：部分道路和环境信息+感知层（激光雷达、毫米波雷达、摄像头）
优势	1. 冗余信息确保车辆在遇到恶劣环境、信号不佳、识别错误等非常规状况时能够依靠多余信息实现正确驾驶决策； 2. 信息冗余为相对位置定位提供支持。通过将实时感知信息与高精地图信息进行对比，汽车可以获取当前行驶的相对位置，与基于GNSS等技术手段的绝对位置定位互补。

资料来源：方正证券研究所整理

图表18:自动驾驶汽车定位解决方案（激光雷达点云匹配的定位方案）



资料来源：方正证券研究所整理

2.2 无图模式：“定位+感知”高精度定位重要性

实现“定位+感知”，解决智能驾驶城区道路的复杂难题。该路线核心是通过大规模真实与仿真道路数据的学习和训练，不断迭代升级辅助驾驶算法能力，从而提升车辆自身感知能力。以数据为驱动的感知能力提升，推动车辆决策规划的智能性与稳定性提升，在不再依赖高精度地图的情况下，仍能实现智能驾驶，从而解决智能网联汽车在城市道路行驶的复杂难题。

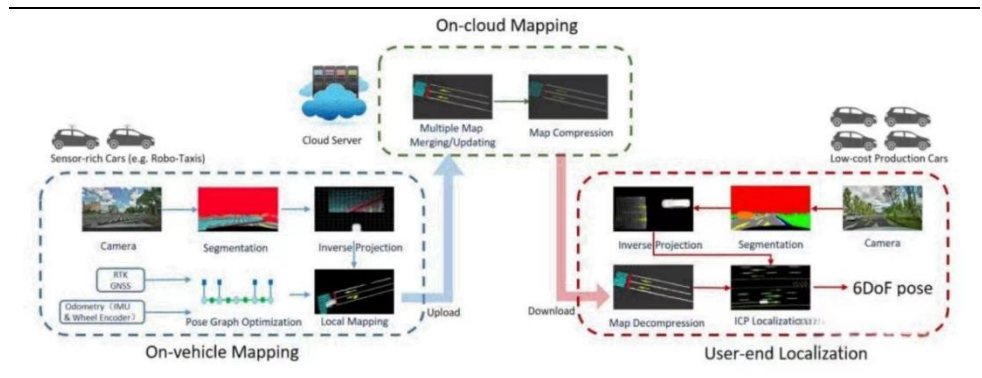
高精度定位提供绝对定位信息，降低算法需求，助力城区导航辅助驾驶成功落地。感知和定位是智能驾驶的基础能力，作为智能驾驶系统上游的输入信息，感知和定位对之后的决策规划十分重要。为了保证驾驶安全，定位要求可靠、可用、连续和完好，在卫星信号丢失时依然能实现车道级准确定位，即提供绝对定位数据，这就使得高精度定位方案成为智能汽车的必备零部件。当智能驾驶功能从高速扩展到城区道路时，高精度的定位系统发挥的作用已超过解决“我在哪儿”。它是BEV算法中多传感器数据融合、时序融合的主力，有助于提升车辆的实时感知能力，降低轻地图对算法的需求，还能助力局部地图的构建，成为落地城区导航辅助驾驶的关键组成部分。

图表19: 高精地图与轻地图对比

应用	智驾应用 Tier	智驾应用 OEM	地图方案	优势分析	劣势分析
高精地图	RobotTaxi、Apollo(商用车)、高德、百度、DJI、MMT、觉非	萝卜快跑、滴滴、享道、赢彻、CiDi、小鹏、上汽、广汽、吉利、理想、长安	SD+HD(图商)	道路先验信息丰富；绝对精度高 $\leq 1m$ ；信息播发相对稳定	信息实时性差；存储资源消耗大；生产成本低
轻地图 (感知地图)	Mobileye、FSD、DJI、MMT、觉非	通用、宝马、大众、特斯拉	SDPro、众包地图、SD+自车实时建图	信息实时性高；存储空间小而灵活；加快算法模型优化迭代	信息播发前驱距离受限；车云链路依赖度高；实时建图能力依赖度高

资料来源：焉知汽车科技，方正证券研究所

图表20: 轻地图的关键技术和方法

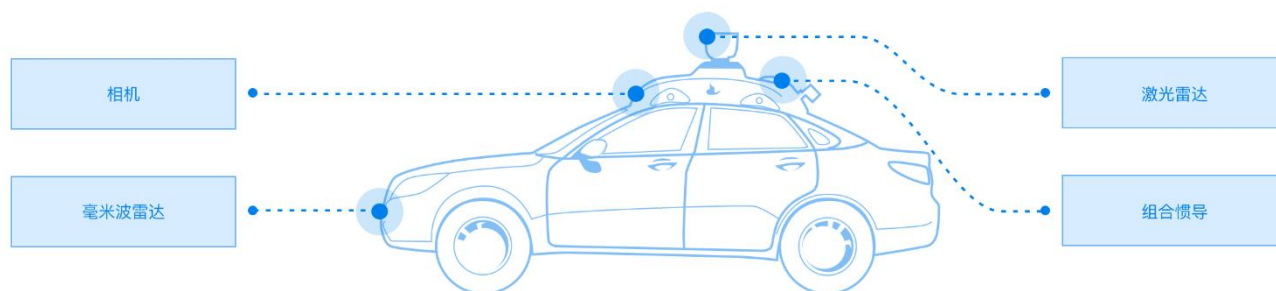


资料来源：焉知汽车科技，方正证券研究所

高精度定位助力车企“去”高精地图，实现“重感知、轻地图”。出于地图资质受限，加之高精地图本身成本高、覆盖率低等缺点，让车企不得不转向去高精地图的道路，转向“重感知、轻地图”的自动驾驶方案，即在原有高精地图的架构基础上，区分图层和要素，根据智驾系统下游的需求，通过减少图层和元素，降低地图的采集和更新成本，加快更新的周期。车辆遇到复杂场景时，需要通过多帧周视摄像头数据实现感知的多帧融合 BEV 算法，以减轻相机遮挡，得到更精确的 3D 检测结果，同时对移动物体进行运动预测，为车辆规控提供依据。而实现多帧融合的 BEV 算法的关键则是基于高精度定位得到的精确位置信息。

高精度定位可满足复杂场景下更高车辆感知、定位能力要求。由于实际落地时，车辆面临更复杂的环境，行业开始探索更细分的场景，即聚焦用户行车的高频路段，通过多次行驶建立局部地图，更快实现城市导航辅助驾驶。这其中涉及了众多传感器，包括激光雷达、摄像头、高精度定位等，以实现相对较高精度的局部地图。而强调“重感知，轻地图”增加了传感器数量，无疑也增加了对算力的要求，高精度绝对定位技术在一定程度弥补了该不足，满足该方案下感知、定位要求。对前端而言，可以利用高精度定位使车辆获得自己的运动信息，基于这些信息赋予感知算法时间和空间的记忆能力，实现更优性能。对后端而言，当前感知算法十分依赖云端大量数据的运算及训练结果，基于高精度定位等关键零部件才能在后端完成场景重建，并实现自动标注，用于感知训练。

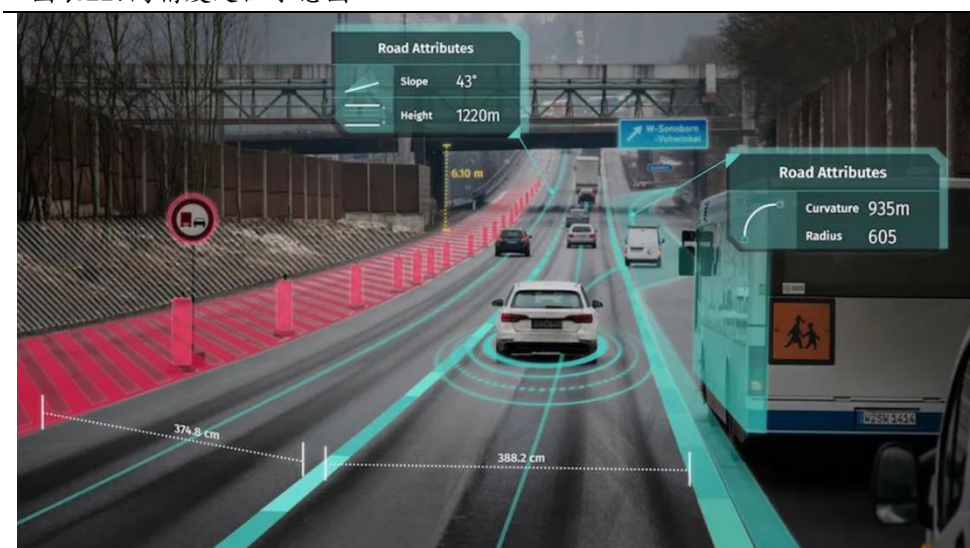
图表21: Apollo 自动驾驶传感器标定



资料来源: Apollo, 方正证券研究所

高精度定位提供更可靠、稳定的道路信息，提升城市智能驾驶的安全性。随着智能驾驶进入越来越多的场景，车辆面临的挑战也逐渐增加，对于技术的要求也更高。相较于高速场景，城区道路参与者除了车辆，还有行人、非机动车等，道路环境更加复杂和无序。而且城区道路还面临频繁修路改道的情况，某些路段可能每天都有一定变化。面对城市复杂的交通环境，其他传感器可能受到影响。而高精度定位能提供精准可靠的时空信息，助力车辆获得更连续稳定的实时感知结果，以提升算法整体性能。从而车辆即使在车道线模糊/消失、道路被遮挡、强光照射和暴雨等复杂情况下，都能对道路上的各种障碍物都做出准确识别，并且“定位+感知”可以更强大的感知能力构建准确、实时的局部地图，提高城市辅助智能驾驶的安全性，从而帮助智能驾驶系统快速落地。

图表22: 高精度定位示意图



资料来源: 车东西, 方正证券研究所

当前业内性价比的方案——高精度组合定位盒子：高精度定位经过数年发展，呈现出多种形态，包括高精度组合定位盒子；有外壳封装的独立式惯性导航；没有外壳封装，并且和域控制器 PCB 版一起的贴片式惯性导航。硬件方面，IMU 对力、温度等的变化敏感，因此需要一个相对稳定的环境来保证工作，高精度组合定位盒子则刚好可以降低非预期的外力影响，整个盒子内的器件的功率也更低，整体环境更加稳定；软件方面，高精度组合定位盒子在处理时间同步时，可以实

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/228007106040006050>