

证券研究报告

# AI系列深度报告（三）

## 政策与技术螺旋前进，高级别自动驾驶商业闭环雏形已现

### 计算机行业强于大市（维持）

证券分析师

闫磊 投资咨询资格编号：S1060517070006

黄韦涵 投资咨询资格编号：S1060523070003

研究助理

王佳一 一般从业资格编号：S1060123070023

2024年8月13日

请务必阅读正文后免责条款

平安证券

# 投资要点

- **现状：政策与技术螺旋前进，高级别自动驾驶商业化进程加速。**“萝卜快跑”在武汉“爆单”再度将高级别自动驾驶的关注度推向高潮。我国以Robotaxi场景为代表的高级别自动驾驶商业化进程有望加速推进。“车路云一体化”技术路线已逐渐成为自动驾驶行业发展共识。目前我国“车路云一体化”建设仍处于早期阶段。近期，车路云相关政策陆续落地，多地项目招标、审批节奏加快，将促进相关基础设施的完善，为高级别自动驾驶的引入及规模化应用提供支撑，且有望带来巨大产值增量。国内自动驾驶领域，政府监管与技术发展呈“螺旋式”前进。我国高级别自动驾驶监管空白逐渐补齐，将助推相关技术及商业模式加速成熟。
- **技术：轻量级高精地图实现过渡，纯视觉+端到端或为最终方案。**自动驾驶算法系统分为端到端自动驾驶和模块化自动驾驶两类。此前，国内主机厂实现城市NOA落地主要基于高精度地图+单车感知的模块化方案，但在实施过程中高精度地图成本较高、受政策制约等弊端逐渐暴露。特斯拉引领的纯视觉+端到端方案有望成为实现高级别自动驾驶功能的突破口。短期内，完全摆脱高精地图实现端到端的难度较大。因此多传感器融合+轻量级高精地图成为过渡阶段的主流方案。激光雷达的成本压降以及轻地图的出现，有望加速高级别自动驾驶的商业化落地。
- **应用：萝卜快跑武汉“爆单”，robotaxi商业闭环已初步形成。**Robotaxi的商业化路径逐渐演化为“专业化分工+深度合作绑定”的“金三角”合作模式。目前Robotaxi赛道已有互联网企业、车企、出行企业三类主力军。当前全球Robotaxi产业正处于由脱离实际应用场景的测试示范应用向无人驾驶商业化落地转型的关键节点。2024年7月份，萝卜快跑在武汉市的无人驾驶订单量迎来爆发式增长，体现了Robotaxi的商业模式已逐渐趋于成熟。百度第六代Robotaxi安全性提升，成本压降。萝卜快跑的目标是2024年年底在武汉实现收支平衡，2025年全面进入盈利期。Robotaxi的商业闭环已初步形成。此外，特斯拉Robotaxi的发布，以及后续逐步打开中国市场，有望助推高级别自动驾驶在国内的落地进程。
- **投资建议：**“萝卜快跑”在武汉“爆单”，预示着高级别自动驾驶的商业化进程将加速推进。政策端：一方面，政府发力“车路云一体化”建设以助推相关基础设施完善，另一方面，高级别自动驾驶监管空白逐渐补齐。技术端：激光雷达价格下探，以及轻量级地图的诞生，使得“融合感知+轻地图”成为“纯视觉+端到端”普及之前可行的过渡方案。市场端：萝卜快跑2025年全面进入盈利期的目标释放利好信号。Robotaxi作为高级别自动驾驶的重要场景，将率先形成商业闭环，我国高级别自动驾驶的商业化进程有望加速推进。我们看好自动驾驶主题的投资机会，在标的方面：强烈推荐中科创达，推荐德赛西威、华阳集团，建议关注千方科技、通行宝、万集科技。
- **风险提示：**1) 自动驾驶政策推进不及预期。2) 自动驾驶技术发展不及预期。3) 自动驾驶商业模式探索不及预期。



## 目录CONTENTS

- ① 现状：政策与技术螺旋前进，高级别自动驾驶商业化进程加速
- ② 技术：轻量级高精地图实现过渡，纯视觉+端到端或为最终方案
- ③ 应用：萝卜快跑武汉“爆单”，robotaxi商业闭环已初步形成
- ④ 投资建议及风险提示

# 高级别自动驾驶的实现路径分为渐进式和跨越式两种

- 国际汽车工程学会（SAE）自动驾驶标准将汽车驾驶技术分为从L0（无驾驶自动化）至L5（完全驾驶自动化）的6个级别，通常称L3及以上级别的自动驾驶为高级别自动驾驶，车辆驾驶任务的主导权由驾驶员转移至自动驾驶系统。2020年3月，我国工信部发布《汽车驾驶自动化分级》推荐性国家标准报批稿，并于2021年1月1日起实施。与SAE分级标准中的L0-L5类似，《汽车驾驶自动化分级》也将自动驾驶分0级—5级，共6个级别，其中，3级及以上级别的自动驾驶由人类接管转为自动驾驶系统执行。
- 高级别自动驾驶的实现路径主要分为两种：其一是多数车企采用的从L2到更高级别的渐进式路线，以辅助驾驶能力促成销量和低成本数据覆盖，形成正向循环反哺技术演进；其二是Waymo、百度Apollo等科技公司采用的跨越式发展路线，直接从L4或L5级自动驾驶切入，实现特定场景的商业化运营，如Robotaxi、干线物流、末端配送等。

◎ SAE J3016TM 驾驶自动化分级

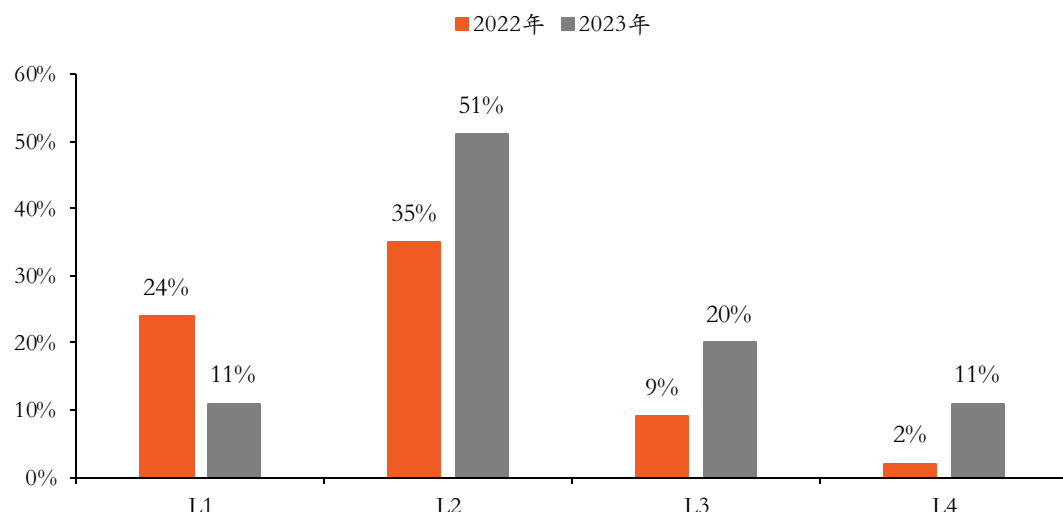
系统	分级	驾驶员座位上的人必须做什么？		自动驾驶功能	功能示例
		车辆驾驶主体	自动驾驶功能监管		
无驾驶自动化系统	L0无驾驶自动化	无论自动驾驶支持功能是否开启，驾驶员都应时刻处于驾驶状态	驾驶员必须时刻监督驾驶员支持功能，并根据需要进行转向、制动或加速以保证安全	仅提供警告和瞬时协助	AEB自动紧急制动、盲区监测、车道偏离预警
驾驶员支持系统	L1驾驶辅助			为驾驶员提供转向或制动/加速支持	车道居中保持或自适应巡航控制
	L2部分自动化			为驾驶员提供转向和制动/加速支持	同时提供车道居中和自适应巡航控制
自动驾驶系统	L3有条件自动化	当自动驾驶功能启动时，由自动驾驶系统驾驶车辆	当功能请求时，驾驶员必须接管驾驶  不需要驾驶员接管驾驶车辆	L3、L4功能可以在有限的条件下驾驶车辆，除非满足所有要求的条件，否则功能无法运行	堵车驾驶(Traffic Jam Chauffeur)
	L4高度自动化				区域无人出租车；踏板/方向盘可能会、也可能不会被安装
	L5完全自动化			L5功能可以在所有条件下驾驶车辆	与L4级相同，但该功能可以在所有条件下随处行驶

资料来源：SAE，高工智能汽车研究院《高阶智能驾驶行业发展蓝皮书（2021-2025）》，工信部，平安证券研究所

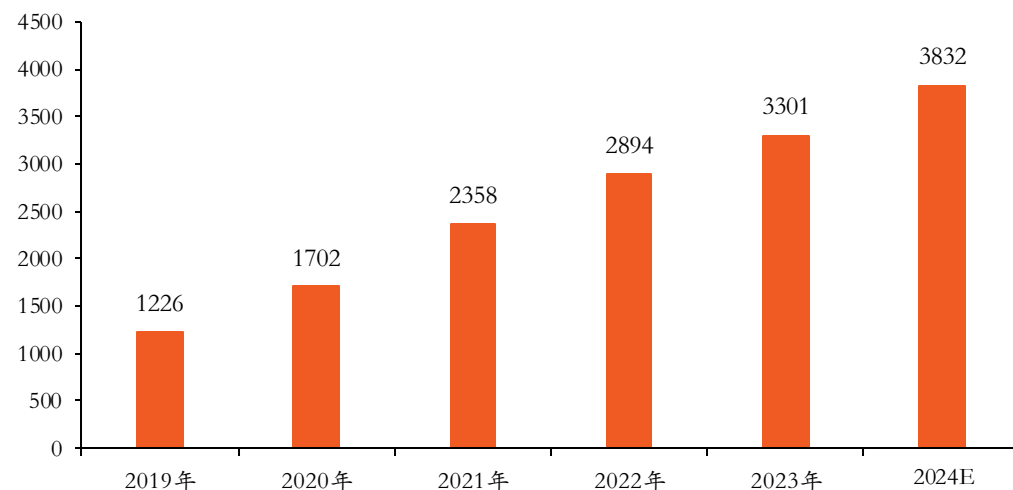
# 萝卜快跑“爆单”引发关注，国内高级别自动驾驶商业化进程进入加速阶段

- 国内方面，我国乘用车自动驾驶正处于由L2向高级别过渡的发展阶段。根据中商产业研究院数据，2023年，我国在售新车L3/L4的渗透率分别为20%/11%。2023年以来，我国中央及地方加速完善相关政策体系推进高级别自动驾驶发展。近期，“萝卜快跑”在武汉“爆单”再度将高级别自动驾驶的关注度推向高潮。我国以Robotaxi场景为代表的高级别自动驾驶商业化进程有望加速推进。据中商产业研究院统计，2023年，我国无人驾驶市场规模约为3301亿元，同比增长14.1%，2024年将达3832亿元。
- 海外方面，美国、欧洲自动驾驶技术领先；中东地区、东南亚地区在落地应用方面更为开放。美国的自动驾驶研究和测试起步较早，相关法规及标准建设相对完善，孕育了特斯拉、谷歌、通用等自动驾驶领军企业，无人出租车、无人巴士等已在当地实现部分商业化运营。全球智驾龙头特斯拉在其2024年Q2财报电话会议上表示，公司很可能在2024年内收到FSD入华许可。特斯拉FSD入华将进一步加速高级别自动驾驶在国内的落地进程。

2022-2023年我国在售新车各级别自动驾驶渗透率



2019年-2024年中国无人驾驶行业市场规模及预测（亿元）

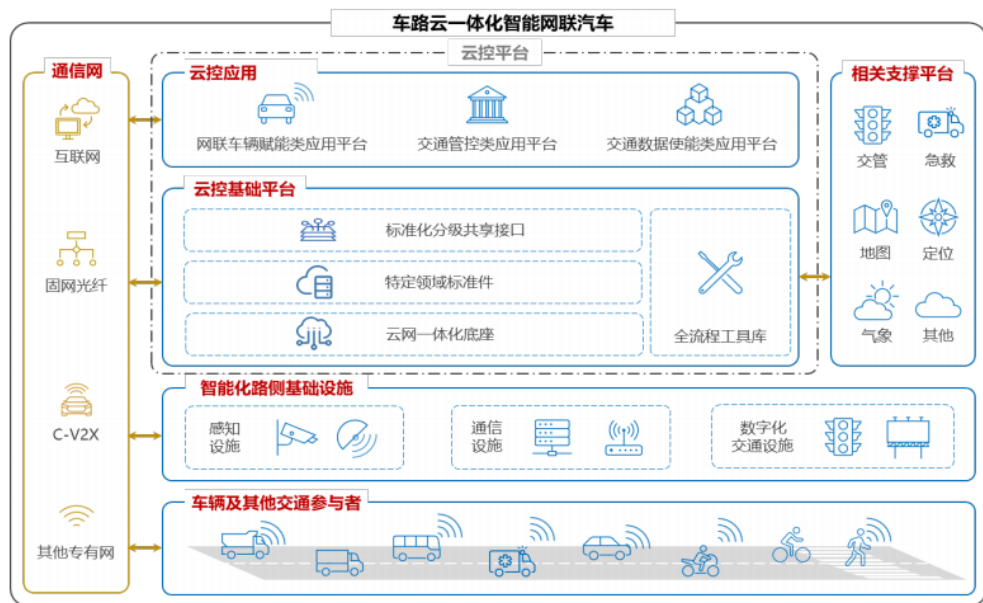


资料来源：中商产业研究院，财联社，平安证券研究所

# 车路云一体化建设加速，为高级别自动驾驶的引入及规模化应用奠基

- ▶ 自动驾驶技术存在单车智能和车路云一体化两种路线。目前，国内外以特斯拉为代表的自动驾驶企业主要采用单车智能技术路线。随着自动驾驶向更高级别演进，每辆车作为一座数据孤岛，其安全性易受限于“感知瓶颈”。车路云一体化发展路径由我国率先提出，可通过智能化道路、车辆、云端服务的高效协同实现“超视距”，提升自动驾驶车辆的安全性。**车路云一体化路线目前已经逐渐成为行业共识，也是下一阶段实现高级别自动驾驶规模化商用的关键。**
- ▶ **2023年以来，我国陆续出台一系列政策加速推进“车路云一体化”建设。**2024年7月，工信部等五部门联合发布智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市名单，北京、上海、重庆、南京、苏州、无锡等20个城市（联合体）入选。根据工信部数据，截止2024年7月初，全国共建设17个国家级智能网联汽车测试区、7个车联网先导区、16个“双智”试点城市，开放测试道路32000多公里，发放测试牌照超过7700张，测试里程超过1.2亿公里。目前我国“车路云一体化”建设仍在早期阶段，正处于从小范围测试验证转向大规模示范应用的关键节点，“车路云一体化”建设将带动路侧相关基础设施的完善，为高级别自动驾驶的引入及规模化应用提供支撑。

● 车路云一体化系统架构



● 车路云一体化相关政策

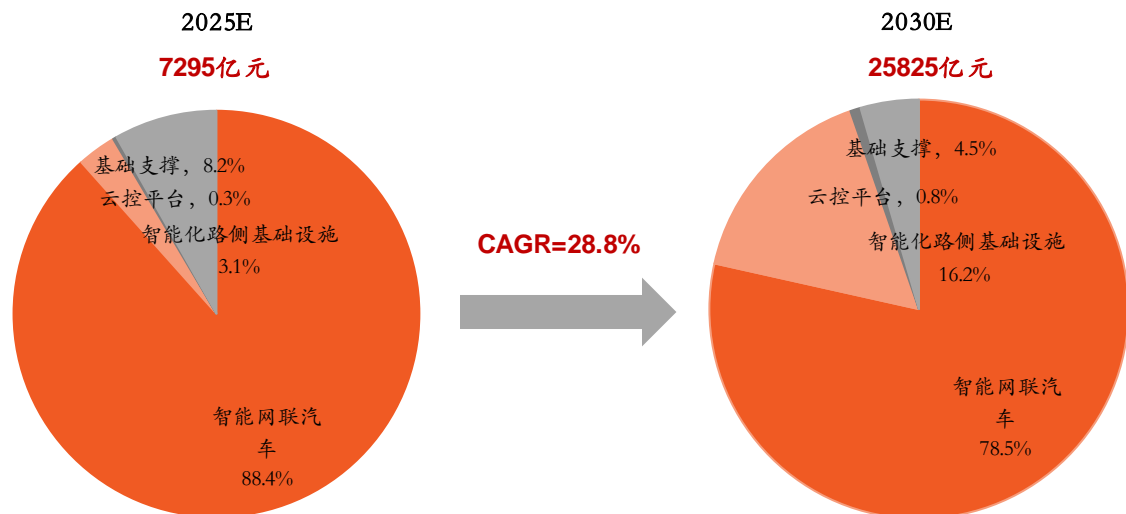
时间	部门	政策	主要内容
2023.7	工信部、国家标准委	国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023版）	主要针对智能网联汽车通用规范、核心技术与关键产品应用，构建包括智能网联汽车基础、技术、产品、试验标准等在内的智能网联汽车标准体系。建设阶段及目标：第一阶段到2025年，系统形成能够支撑组合驾驶辅助和自动驾驶通用功能的智能网联汽车标准体系；第二阶段到2030年，全面形成能够支撑实现单车智能和网联赋能协同发展的智能网联汽车标准体系
2024.1	工信部、公安部等五部门	关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作的通知	计划于2024至2026年期间开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作，推动网联云控基础设施建设，探索基于车、路、网、云、图等高效协同的自动驾驶技术多场景应用
2024.6	工信部、公安部等四部委	关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知	我国首批确定由9个汽车生产企业和9个使用主体组成的联合体，将在北京、上海、广州等7个城市展开智能网联汽车准入和上路通行试点，试点产品涵盖乘用车、客车以及货车三大类。试点过程中将系统开展产品测试与安全评估工作，探索完善智能网联汽车生产准入管理和道路交通安全管理体系
2024.7	工信部、公安部等五部门	智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市名单	我国将在北京、上海、重庆、南京、苏州、无锡等20个城市（联合体）开展智能网联汽车“车路云”一体化应用试点

资料来源：《智能网联汽车“车路云一体化”规模建设与应用参考指南(1.0版)》，住房和城乡建设部网站，中国政府网，工信部网站，平安证券研究所

# 多地车路云一体化建设项目加速启动，有望带来巨大产值增量

- ▶ 首批试点名单出炉后，多地“车路云一体化”项目加速启动招标、审批。目前北京、福州、武汉、长春、青岛、广州市北部湾区等，均已启动“车路云一体化”建设，相关基础设施建设将加速完善。
- ▶ “车路云一体”化作为系统工程，其发展将为智能网联汽车、智能化路侧基础设施、云控平台等领域带来巨大产值增量。根据中国汽车工程学会、中国信通院等联合发布的《车路云一体化智能网联汽车产值增量预测》，在中性情境下，预计2025/2030年我国车路云一体化智能网联汽车产业总产值增量分别为7295亿元/25825亿元，年均复合增长率为28.8%。

## 车路云一体化智能网联汽车产业产值增量预测



## 各地区车路云一体项目建设情况

- 2024.5.31 北京市  
北京市车路云一体化新型基础设施建设项目（初步设计、施工图设计）招标，投资额为99.4亿元
- 2024.6.3 福州市  
福州智能网联车路云一体化启动区示范建设审批类项目公示
- 2024.6.4 鄂尔多斯市  
鄂尔多斯市新能源智能网联汽车车路云一体化应用示范项目已获备案，总投资1.05亿元，均为自有资金
- 2024.6.14 武汉市  
智能网联新能源汽车“车路云一体化”项目获批，总投资额高达170亿元，计划于2024年6月开工
- 2024.7.16 漳州市  
漳州智能网联“车路云一体化”应用示范项目获福建省发改委备案批准
- 2024.7.17 长春市  
长春市宣布已启动“车路云一体化”建设，计划未来三年投入127亿元
- 2024.7.19 青岛市  
《青岛市工业和信息化局2024年08（至）09月政府采购意向》在青岛市政府采购网公布，其中包括“智能网联汽车道路测试与示范应用第三方机构服务项目”，预算金额300万元，预计采购时间为2024年9月
- 2024.7.22 广州市北部湾区（花都）  
广州北部湾区（花都）智能网联汽车“车路云”一体化应用试点项目获花都区委和改革局批准，总投资11.95亿元

资料来源：汽车学会公众号，《车路云一体化智能网联汽车产值增量预测》，财联社，平安证券研究所

# 高级别自动驾驶监管空白逐渐补齐，助推技术及商业模式加速成熟

- 我国高级别自动驾驶监管空白逐渐补齐。**我国不断完善自动驾驶领域法律框架，当前政策体系已包括牌照发放、试点区域划分、智能网联汽车准入、商业化运营服务规范四方面，实现对自动驾驶商业化发展的路测与试点、车型量产、规模化运营三大关键阶段的全面覆盖。2023年年底发布的《通知》和《服务指南》<sup>[1]</sup>，弥补了我国较长时间以来针对高级别自动驾驶车型准入与量产、商业化运营规范标准的政策空白。
- 国内自动驾驶领域，政府监管与技术发展呈“螺旋式”前进，**基于技术可靠性适当放宽监管政策环境，而监管政策放开后又将反哺技术进一步迭代优化。整体来看，地方规定相较于国家层面更为激进，北京、重庆、武汉等城市加速制定自动驾驶法律规范并率先进行商业化探索，有望产生积极的示范效应，加速我国高级别自动驾驶商用落地进程。

## 我国自动驾驶政策体系

政策类别	政策意义
<b>1. 牌照发放</b> 包括路测牌照、试运营牌照、全无人牌照等	<b>准入资质</b> 运营主体可实施路测或试运营的许可，代表其技术和运营能力得到监管层认同且风险可控
<b>2. 试点区域划分</b> 如示范区、先行区等，名称存在地域差异	<b>基建支持</b> 当地政府根据道路实际承载力划定试点区域，为商业化提供空间和道路设施支持
<b>3. 智能网联汽车准入</b>	<b>量产要求</b> 为高级别自动驾驶车型准入、量产和日常上路提供政策依据，并明确各方责任界定
<b>4. 商业化运营服务规范</b>	<b>行业规范</b> 为在城市道路商业化运营提供规范标准，包括城市公交、出租车、载货等应用

资料来源：罗兰贝格，中国政府网，交通运输部网站，平安证券研究所

## 我国高级别自动驾驶政策补齐

政策	时间	部门	重点内容
《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》	2023年11月	工信部、公安部、住建部、交通运输部	<ul style="list-style-type: none"> <li>中央层面发布《准入通知》意味着高级别自动驾驶车型研产技术已得到较充分验证，其量产和销售上获得政策允许。</li> <li>正式对L3/L4级别自动驾驶车型的准入规范、使用主体、上路通行、暂停与退出、数据安全与网络安全等方面提出具体要求。</li> <li>最受业内关注的事故责任划分规则也得到初步明确。</li> </ul>
《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》	2023年12月	交通运输部	<ul style="list-style-type: none"> <li>高级别自动驾驶车辆载客经营活动的行业标准首次被明确定义，规范引导并约束Robotaxi商业化运营。</li> <li>《服务指南》为了确保守住载客运营的安全底线，严格要求自动驾驶出租车必须配备安全员。L4级别自动驾驶车型在日常运营中应配备1位安全员，而L5级或完全自动驾驶的车型则可配备远程安全员，比例不低于1:3。</li> </ul>

[1] 《通知》和《服务指南》分别为《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》和《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》的简称



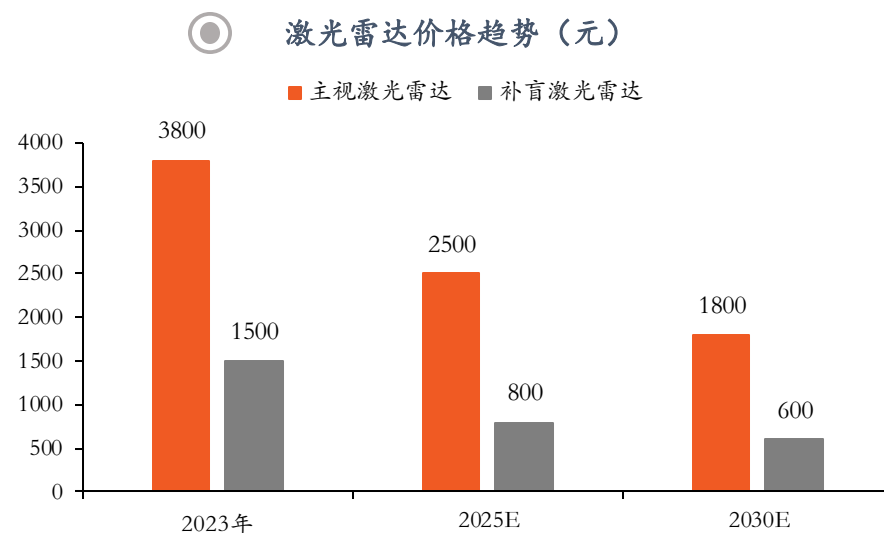


## 目录 CONTENTS

- ① 现状：政策与技术螺旋前进，高级别自动驾驶商业化进程加速
- ② 技术：轻量级高精地图实现过渡，纯视觉+端到端或为最终方案
- ③ 应用：萝卜快跑武汉“爆单”，robotaxi商业闭环已初步形成
- ④ 投资建议及风险提示

# 融合感知依然占主导，激光雷达价格下探助力高级别自动驾驶形成商业闭环

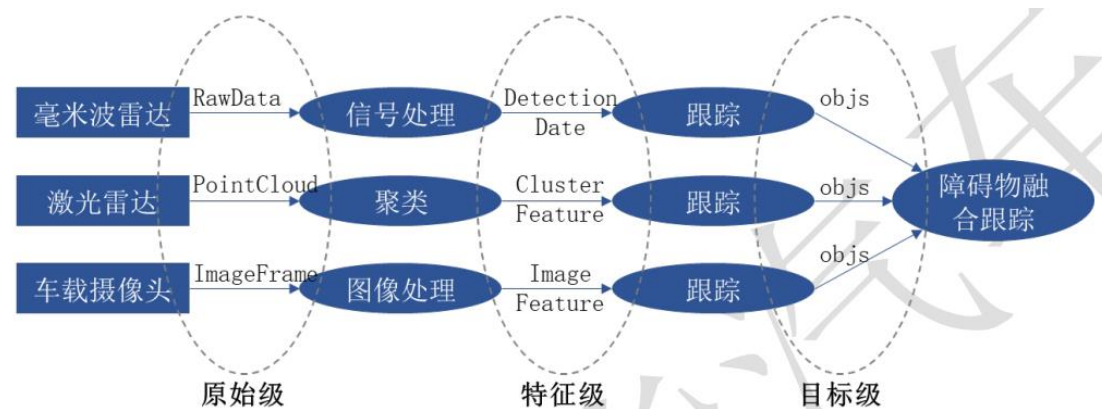
- 在高级别自动驾驶感知方案领域，存在两大路线：一个是以特斯拉为代表的纯视觉技术路线，另一个是以Waymo为代表的多传感器融合感知的技术路线。其中，多传感器融合感知方案以激光雷达为主导，配合摄像头、毫米波雷达等传感器，有助于确保系统性能稳定和功能安全。激光雷达凭借其强大的空间感知能力使整套自动驾驶感知系统具备更强的鲁棒性。**目前，含有激光雷达的多传感器融合感知方案在搭载NOA功能的自动驾驶车辆中依然占据主导。**
- 随着激光雷达技术和供应链成熟度的不断提升以及近年来规模化量产的加速，其成本也在逐渐压降。亿欧智库预计，至2030年，主视激光雷达的价格为1800元，补盲激光雷达的价格为600元。**激光雷达价格下探将加速多传感器融合方案的高级别自动驾驶形成商业化闭环。**



## ② 高级别自动驾驶主要传感器优劣势分析

传感器	优势	劣势
摄像头	成本低，采集信息丰富，车道线识别、行人识别准确度高	受环境影响大，黑夜、雨雪、大雾、逆光等场景识别率大幅降低；对算法、算力要求高
毫米波雷达	测距精度高，多普勒测距的全天候性，抗干扰能力强，探测距离较长，体积小巧	传统车载雷达角度分辨率低，对横向目标敏感度低，难以识别行人，对高处物体（标识牌）和地面小物体（井盖、锥桶）的识别效果不佳，容易形成系统误判
激光雷达	测量精度高，角分辨率高，可以获得物体的精细轮廓信息，实时建模准确性高，抗干扰能力强	成本高，不能全天候工作，受雨雪雾霾恶劣天气影响大，无法获取颜色和纹理信息

## ③ 多传感器融合方案

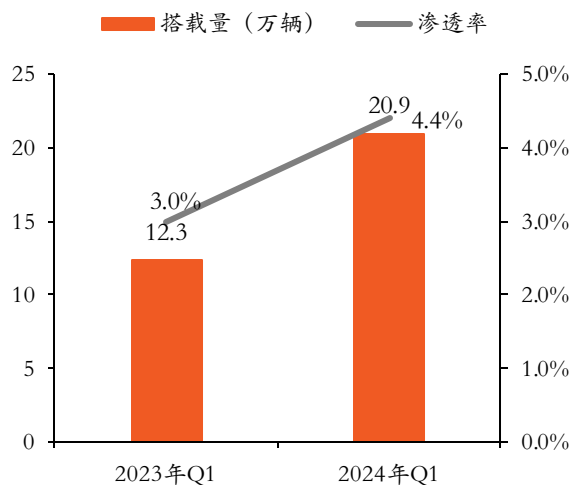


资料来源：高工智能汽车研究院，亿欧智库，平安证券研究所

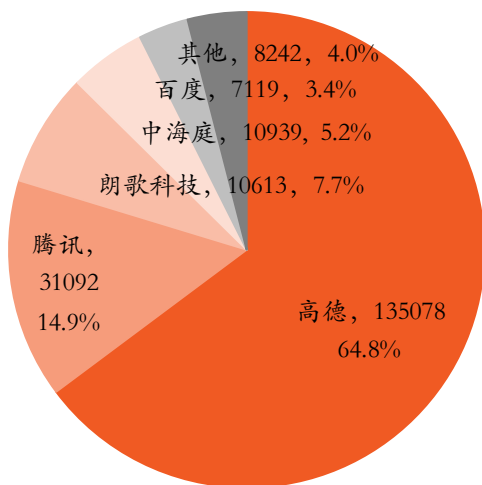
# 资质壁垒及频繁的更新需求导致成本居高不下，制约高精地图发展

- **目前已落地的NOA方案多数对高精地图有较强依赖性。**相比普通的导航地图，高精地图的定位精度可达厘米级别，不受环境影响、不被距离限制，可对传感器进行有效弥补。据盖世汽车统计，2024年Q1，我国以乘用车为代表的高精地图搭载量约为21万辆，渗透率为4.4%，市场份额主要集中在高德、腾讯、百度等巨头手中。
- **高精地图因资质壁垒及较高的更新维护要求导致成本居高不下。**一方面，图商资质筑牢了行业壁垒。自2021年下半年起，自然资源部开展了测绘资质复审换证工作，截止目前复审通过的企业数量仅为19家，导致了地图领域集中度较高的竞争格局。另一方面，高精地图为确保信息的准确性，其频繁更新的需求进一步增加了成本压力。

🕒 乘用车高精地图搭载量（标配）



🕒 2024年Q1高精地图装机量（套）及市场份额（不包含进口和选配）



🕒 国内主要高精地图厂商配套情况

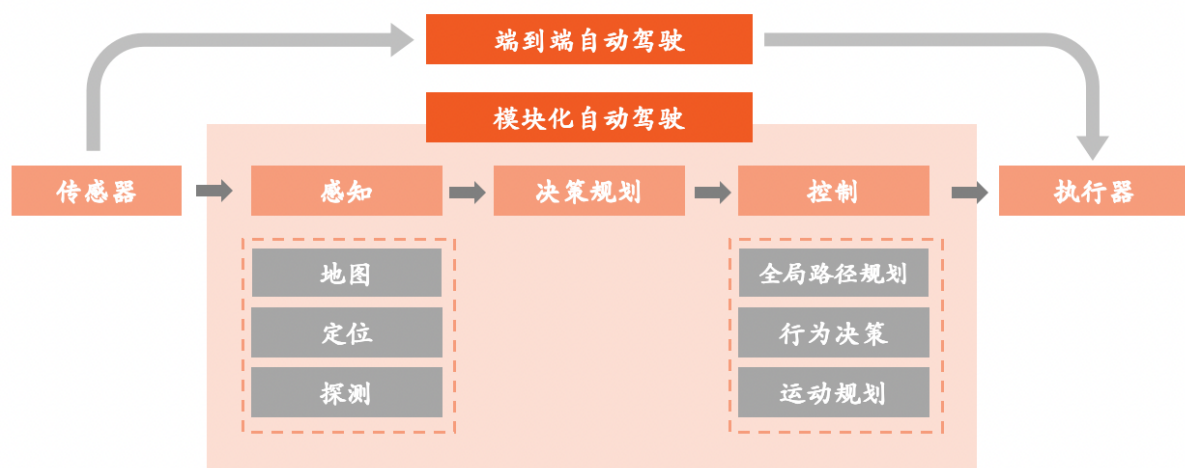
阵营	业务概况	名称	简介	主要合作主机厂
传统图商	多由2D导航地图业务起家，行业年限较长，普遍在车载前装导航领域占有一定份额	高德软件	阿里子公司，已采集全国高速+城市快速路；水平相对精度5-7cm，高程相对误差4cm；高精定位来自千寻位置	量产：上汽通用、理想、小鹏、长城；定点：东风、吉利、广汽等
		四维图新	腾讯子公司，已采集全国高速+城市快速路；高精定位来自六分科技	上汽、宝马、戴姆勒、沃尔沃、华为、一汽等
		深圳凯立德	小米子公司	广汽等
		美行科技	科大讯飞和腾讯持股	-
互联网科技公司	资金充足、算法能力强，跨区域有优势	腾讯大地通途	腾讯子公司，已采集全国高速+城市快速路	蔚来（定点）
		北京长地万方	百度子公司，已采集全国高速+城市快速路；相对精度10cm	量产：广汽埃安 定点：江淮、奇瑞、长城、长安等
		华为	已采集高速、城快路，相对精度20cm	-
驾驶初创公司	最大的优势是与数据离得近，做地图众包更容易打通数据闭环	宽凳智云	可为自动驾驶车辆提供厘米级精度实时定位	广汽、现代等
		全道科技	为城市NOA提供完整的数据技术解决方案，支持主机厂建立起地图自更新数据闭环	-
		Momenta	已采集全国高速+城市快速路；高精定位来自千寻位置	上汽等

资料来源：亿欧智库，盖世汽车，平安证券研究所

# 特斯拉引领，端到端方案有望成为实现高级别自动驾驶功能的突破口

- **自动驾驶算法系统分为端到端自动驾驶和模块化自动驾驶两类。**模块化自动驾驶系统分为感知、决策和执行三层。端到端自动驾驶即“感知决策一体化”，重感知、轻地图，车辆将传感器采集到的信息直接送入深度学习神经网络，经过处理之后直接输出自动驾驶汽车的驾驶命令。
- **高精地图限制逐渐暴露，端到端有望成为高级别自动驾驶最终方案。**此前，国内主机厂实现城市NOA落地主要基于高精度地图+单车感知的模块化方案，但在实施过程中发现高精度地图无法实时更新、制作成本较高、受政策制约等弊端逐渐暴露。2023年8月，端到端AI自动驾驶系统FSD Beta V12首次公开亮相，完全依靠车载摄像头和神经网络来识别道路和交通情况，并做出相应的决策。2023年以来，部分国内主机厂和自动驾驶方案企业也开始部署端到端方案。随着自动驾驶逐渐向L3及以上的高级别迈进，基于规则的感知算法和基于高精地图的定位方案从技术或商业化角度，都已达到限制向更高级别自动驾驶功能发展的瓶颈，端到端方案有望成为实现高级别自动驾驶功能的突破口。

① 模块化和端到端自动驾驶方案对比



② 国内部分主机厂对端到端方案落地量产的规划

企业	上车日期	实施现状	方案特点
NIO	2024上半年	2023年下半年开始研发 预计2024年量产	-
小鹏	2024年	2024年1月公布上车计划	构建600 PFLOPS的GPU集群用于训练
理想	2024上半年	大模型上半年上线 端到端方案计划达到L3	全流程模块化
小米	2024年	2023年年底公布端到端感知决策大模型 2024年3月小米SU7搭载	实时生成道路拓扑 实时识别静态智能体
吉利	2024年	与鉴智机器人合作 预计2024年量产	采用动态场景图 预测智能体碰撞可能
极越	2024年	迭代VTA大模型 开发训练BEV端到端感知模型	实现道路元素完全覆盖 实时生成道路拓扑

资料来源：佐思汽研，焉知汽车公众号，汽车之心公众号，平安证券研究所

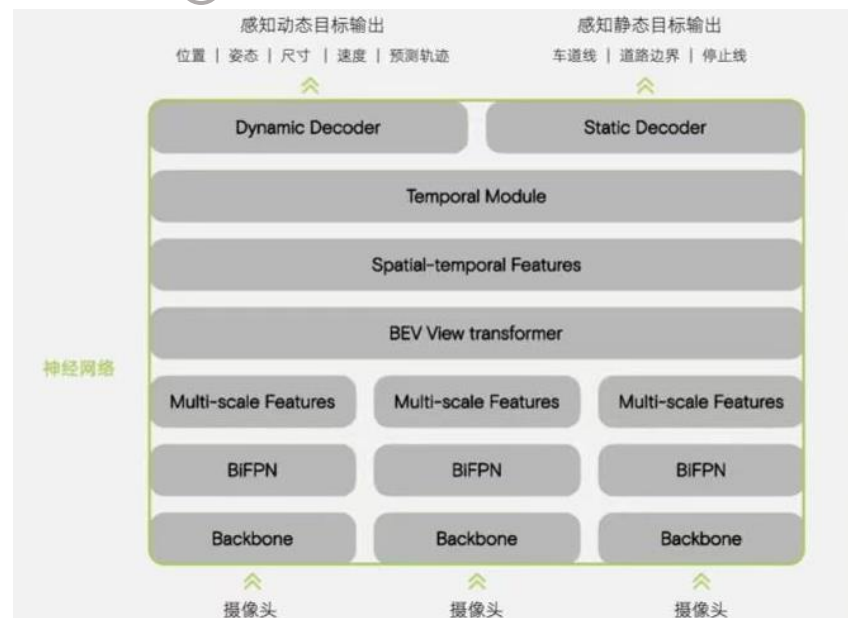
# 特斯拉自研BEV+Transformer重构技术路线，大模型赋能端到端自动驾驶

- 特斯拉率先在汽车领域采用BEV+Transformer进行视觉感知任务，开创高级别自动驾驶实现的新路径。2016年，特斯拉自动驾驶系统告别了Mobileye，开始自研算法，采用鸟瞰视角（BEV）来建模自动驾驶系统的环境。2020年之后，特斯拉引入BEV+Transformer取代传统的2D+CNN算法，自动驾驶开始进入大模型时代。BEV+transformer采用特征级融合取代后融合，自动标注取代人工标注，显著提升了自动驾驶的感知能力和泛化能力，赋能车端智能运算的感知和预测环节，加速对于长尾场景的数据挖掘和问题解决，对于高级别自动驾驶的落地具有重要意义。
- 车企及自动驾驶方案供应商陆续引入BEV+Transformer方案。目前，以比亚迪、蔚来、理想、小鹏、华为为代表的车企，以及以百度Apollo、毫末智行、地平线、小马智行、轻舟智航为代表的智驾供应商均开始尝试BEV+Transformer。极越01已经实现了基于“BEV+Transformer”的纯视觉方案的量产，是国内唯一量产纯视觉智驾方案的厂商。

特斯拉自动驾驶算法迭代历程



小鹏Xnet新一代感知架构



资料来源：汽车之心公众号，鹤壁市科学技术局，平安证券研究所

# BEV+Transformer提升自动驾驶泛化能力，助力城市NOA加速落地

- 自动辅助导航驾驶（简称NOA，Navigate on Autopilot）的主要功能是在特定道路范围内，无需人为接管实现点到点的“导航辅助驾驶”。相较于高速NOA，城市NOA应用场景更加复杂、落地难度更高。但将NOA功能从高速路段扩展至城市公路，是高阶智能辅助驾驶迈向无人驾驶的关键。2023年以来，以城市NOA为代表的高阶辅助驾驶逐渐迎来量产上车潮。据佐思汽研统计，2023年1-9月，国内乘用车高速NOA渗透率为6.7%，同比增加2.5个百分点；城市NOA渗透率为4.8%，同比增加2.0个百分点。预计全年高速NOA渗透率将接近10%，城市NOA超过6%。
- 目前，在已落地的城市NOA中，除特斯拉外，国内企业的方案多数高度依赖高精地图。但随着高精地图成本、政策等制约因素逐渐暴露，以及BEV+Transformer方案的流行，各厂商逐渐开始从融合路线转为重感知轻地图路线。基于Transformer+BEV的纯视觉方案提升了自动驾驶的泛化能力，在应对城市NOA场景下频繁出现的Corner Case时更具优势，且有效降低了自动驾驶传感器硬件成本。**随着纯视觉方案逐步被采纳以及城市NOA上车量产并逐渐建立起数据闭环，基于BEV+Transformer的无图NOA将更加精准、覆盖全国，将为自动驾驶的安全性提供数据保障。**

## ◎ 乘用车NOA正从高速向城市演进



- |  |   |   |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 高速高架、城市快车道等场景</li> <li>➤ 2021年陆续推出，已进入规模应用阶段</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 城市NOA的过渡模式</li> <li>➤ 固定路线，上下班等通勤场景</li> <li>➤ 2023年下半年出现，2024年或迎爆发</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 城市全场景，端到端辅助驾驶</li> <li>➤ 2022年起陆续推出，2023年开始提速</li> </ul> |
|--|---|---|

## ◎ 国内车企城市NOA最新进展

企业	城市NOA进展
小鹏	小鹏汽车于7月30日举行AI智驾技术发布会，小鹏XNGP迎来最大更新。通过本次更新，XNGP将从“全国都能开”正式升级为“全国都好用”，实现“不限城市、不限路线、不限路况的”全国全量开放。
蔚来	2024年5月，蔚来新增全域领航辅助NOP+用户数达266,309名。5月单月用户智能驾驶里程突破1亿公里，其中领航辅助行驶里程达7,694万公里，占智驾里程72.7%。此外，蔚来领航辅助（NOP、NOP+）用户行驶总里程近10亿公里。
理想	2024年7月，全国都能开的无图NOA将正式推送给ADMax全量用户。自2024年5月10日无图NOA体验开启以来，用户累计使用率大于99%，用户里程渗透率大于80%，单人单日最长历程大于424km。
智己	2024年7月，智己去高精地图NOA在北京实现100%覆盖。2024年7月份截止19日新增长三角、珠三角和成渝地区58城公测。
华为	华为高级别自动驾驶系统ADS 3.0版本将采用GOD（通用障碍物识别）/PDP（预测决策规控）全新端到端架构，可实现车位到车位智驾领航NCA功能。
极狐	8月11日，极狐汽车官微宣布，继深圳、上海、广州之后，极狐阿尔法S先行版在北京、重庆、杭州开通城区NCA并真正面向用户全量开放。在北京，极狐城区NCA的版图进一步延伸至亦庄、海淀、顺义部分区域，后续将陆续开放五环内环路和封闭道路；在重庆开通的城区NCA高精地图已覆盖超5800公里，渝中区、大渡口区、江北区等核心区域悉数掌握；在杭州，极狐城区NCA将覆盖核心城区，里程达3000公里以上。
小米	小米SU7 1.2.3版本OTA开启推送。城市NOA已开通十个城市，预计8月底城市NOA全国开通。

资料来源：财联社，佐思汽研，各公司公众号，北京商报，界面新闻，汽车之家，平安证券研究所

# 轻地图兼具成本效益与技术优势，是由高精地图迈向端到端的过渡方案

- 受限于高精地图的高成本以及有限的选择空间，目前行业整体趋势是减少对高精地图的依赖。部分车企（小鹏、广汽等）及供应商（华为、元戎启行等），正在发力无图化方案。但目前所谓的“无图方案”并未完全摆脱高精地图相关要素，最常见的是使用基于高精度地图制作的定制化地图，或在导航地图上进行“修补”和“堆叠”。短期内，完全摆脱高精地图实现端到端的难度较大，“轻地图”方案的技术优势逐渐体现。**在复杂的城市道路环境中，轻量级高精地图与车辆的重感知能力形成互补，使得自动驾驶系统在技术与成本之间达到平衡。**
- 主流图商陆续推出高性价比的轻量级高精地图产品，通过降低地图要素的精度和数量，采用众源数据等方式加快高精地图的更新速度，压降其上车成本。

● 主流图商轻地图方案布局

	百度	腾讯	高德	四维图新
轻地图布局	百度宣称其轻地图方案可降本80%	推出HD Air轻量级高精数据产品和智驾云图方案	推出面向汽车行业的HD Live MAP	发布服务于智能驾驶的“场景地图”产品，推出追求极致性价比的城市NOA地图解决方案HD Lite
降本方案	<ul style="list-style-type: none"> <li>采用文心一言大模型进行自动标注，让地图制图成本降低95%</li> <li>不采用更高精度的采集车，对地图精度及元素丰富度进行适度裁剪，只需知道大致元素和大致方位，通过提升算法提升容错率，而地图更多的大模型则可以通过众源数据发现问题并解决，数据更新更快，同时降低成本</li> <li>提供LD数据和HD数据供OEM选择：LD不提供定位图层的数据，对部分条件好的地方只支持车道的拓扑连通。HD有更多的众源数据，可以做到例行的周级更新，局部场景可以做到天级的快速更新</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HD Air 聚焦在提供智能驾驶的必要要素，以“点”形式表达复杂车道和路口，聚焦车道信息，数据量更小，表达方式更简洁；采用多种采集更新模式可以保障周级更新；对于座舱应用需要的POI、环境、建筑物等有更精细的表达，支持更三维化、逼真化、实时化的地图渲染，提升座舱体验</li> <li>智驾云图方案，可做到同步在线更新，实现要素级、分钟级的更新频率；环境数据、驾驶经验数据、自动驾驶运营数据都可以成为云化一部分，传输存储更便捷</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>简化了城区普通路场景中不必要的地图元素，降低了制作和部署成本</li> <li>高速和城市快速路场景绝对精度1m，相对精度30cm；城区普通路场景相对精度1m</li> <li>可实现实时日更，通过自研众源设备，并大范围部署至生态内的海量物流车、行业车、调度车等，实现从发现、采集、生产到发布等完整流程的大幅提效</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>场景地图可针对性解决自动驾驶系统过复杂路口频繁接管等行业痛点</li> <li>HD Lite以提供超视距数据为基础，适当降低要素精度及数量，同时大幅提升覆盖广度、数据鲜度及数量，并降低单位数据成本。重点对复杂场景感知、规控要求高的要素做详细表达，以弥补复杂场景感知不足。通过提升车道级规控能力，增强自驾体验</li> </ul>
落地情况	<ul style="list-style-type: none"> <li>已获批在全国134城推轻地图方案</li> <li>城市智驾Apollo City Driving Max系统纯视觉方案已上车极越01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>腾讯HD Air轻量级高精地图预计2023年底将覆盖50座城市</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>将在2023年内支持50个城市，在2024年内部署全国100个城市</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>场景地图已覆盖120城，四维图新争取在2027年实现全国覆盖，并将高精地图的成本从几万块直接降到百元级</li> </ul>

资料来源：盖世汽车，平安证券研究所



## 目录 CONTENTS

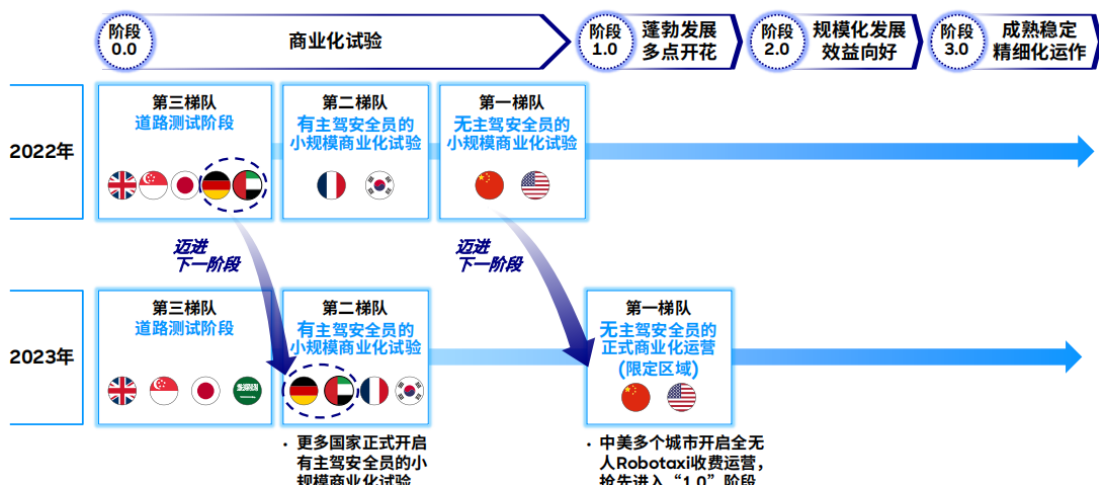
- ◎ 现状：政策与技术螺旋前进，高级别自动驾驶商业化进程加速
- ◎ 技术：轻量级高精地图实现过渡，纯视觉+端到端或为最终方案
- ◎ 应用：萝卜快跑武汉“爆单”，robotaxi商业闭环已初步形成
- ◎ 投资建议及风险提示



# Robotaxi正处于由测试示范应用向商业化落地转型的关键节点

➤ 当前全球Robotaxi产业正处于由脱离实际应用场景的测试示范应用向无人驾驶商业化落地转型的关键节点。Robotaxi是自动驾驶商业化落地的重要场景，中美两国的商业化进程始终位列第一梯队。2023年，美国自动驾驶技术公司Cruise和Waymo相继获得了旧金山全天候商业运营无人驾驶出租车的运营牌照，标志着完全开放的Robotaxi在美国乃至全球首次实现全面商业化。国内方面，随着政策重心逐渐由鼓励自动驾驶扩大路测与试点范围，转向支持车型量产和商业化运营落地，以及整车成本的下降，Robotaxi逐渐开启规模化商用。近期，百度旗下自动驾驶出行服务平台“萝卜快跑”在武汉市的无人驾驶订单量迎来爆发式增长，体现了Robotaxi的商业模式逐渐趋于成熟，自动驾驶有望借助此场景加速商用落地进程。

## 各国Robotaxi商业化进展动态



## 全球主要Robotaxi企业规模情况

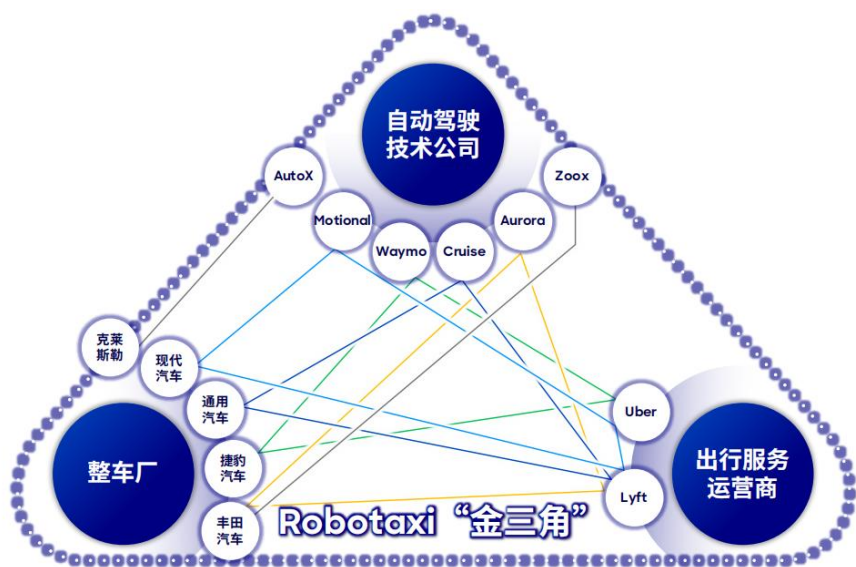
企业	开始研发时间	国家	主要测试地区	累计实际路测里程	总车队规模	路测数据收集时间
Waymo	2009	美国	亚利桑那州凤凰城、加州旧金山	大于2200万英里	大于700	2021年底
Cruise	2013	美国	加州旧金山	-	约300	-
Aurora	2017	美国	宾州匹兹堡、德州达拉斯、加州旧金山	约460万英里	-	2021年底
百度 Apollo	2013	中国	北京、广州、重庆、深圳、武汉等	超过1亿公里	大于1000 (截止2023年8月)	2024年4月
		美国	加州旧金山、洛杉矶等			
文远知行	2017	中国	广州、北京、深圳、上海等	大于900万英里	大于500	2022年底
		美国	加州圣何塞			
小马智行	2016	中国	北京、广州、上海、深圳等	大于900万英里	大于400	2022年8月
		美国	加州旧金山、费利蒙、尔湾			

资料来源：罗兰贝格，中国汽车工程研究院，财联社，Apollo智能驾驶公众号，平安证券研究所

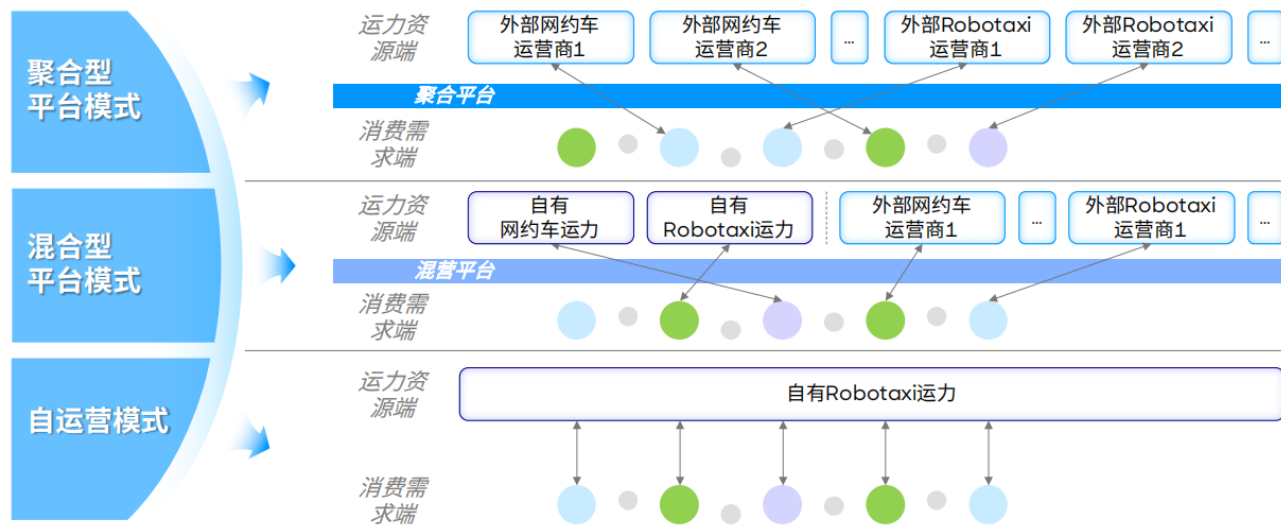
# Robotaxi 逐渐演化为“技术+整车+平台”的金三角合作模式

- Robotaxi 的商业化路径逐渐演化为“专业化分工+深度合作绑定”，形成“金三角”合作模式。2023年Waymo积极迈出与运营平台合作商业化落地的步伐，与Uber和捷豹三方合作在旧金山、菲尼克斯实现Robotaxi正式收费运营。行业玩家也纷纷效仿Waymo，开启“技术+整车+平台”的“金三角”合作模式，即由自动驾驶技术公司推动Robotaxi自动驾驶技术发展，整车厂主导开发自动驾驶整车平台，专业出行服务平台负责Robotaxi的运营服务。
- 目前来看，Robotaxi 赛道已经有三类主力军：1) 互联网企业，百度Apollo、谷歌Waymo、文远知行WeRide、小马智行PonyPilot+、亚马逊旗下Zoox等；2) 车企：特斯拉、小鹏汽车等；3) 出行企业：曹操出行、滴滴、如祺出行等。

◎ 美国Robotaxi “金三角”生态合作关系



◎ Robotaxi 三类主流运营模式



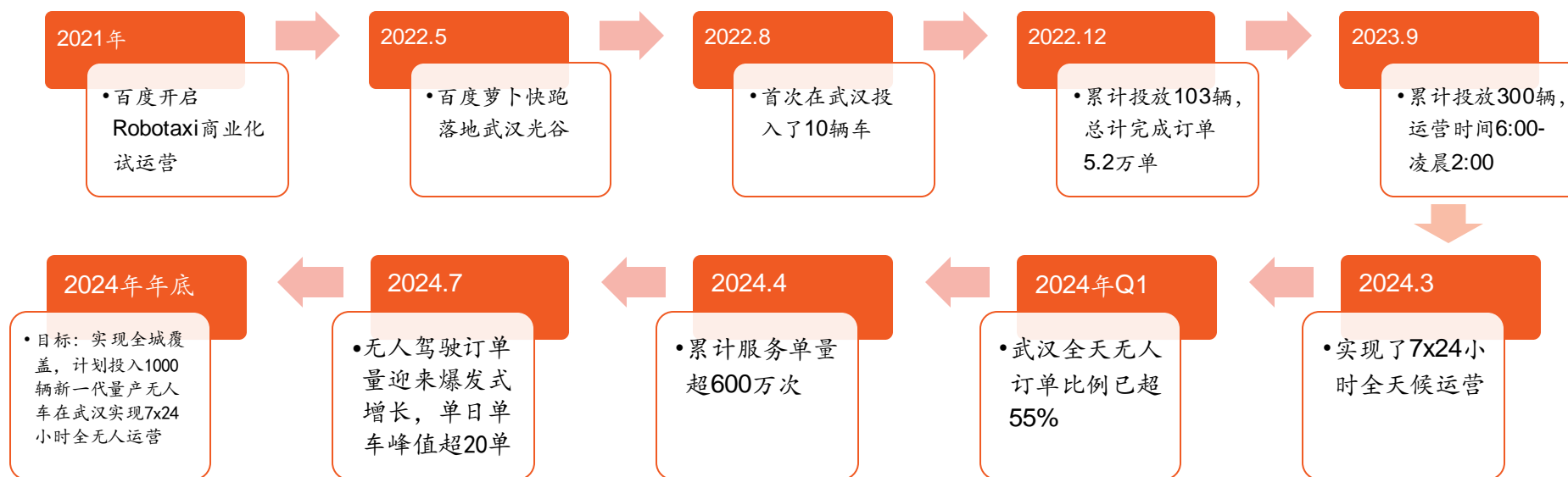
1) 消费需求端不同颜色示意不同消费者(群体)

资料来源：罗兰贝格《自动驾驶出租车（Robotaxi）商业化趋势展望》，澎湃新闻，平安证券研究所

# 萝卜快跑实现超一线城市全覆盖，武汉订单量迎来爆发式增长

- 萝卜快跑出行服务车辆搭载百度Apollo领先的L4级自动驾驶技术，可从容应对海量的城市道路场景，已于全国11个城市（北京、上海、广州、深圳、重庆、武汉、成都、长沙、合肥、阳泉、乌镇）开放载人测试运营服务，实现超一线城市全覆盖。此外，萝卜快跑已经开始在北京、武汉、重庆、深圳、上海开展全无人自动驾驶出行服务与测试。**2024年7月份，萝卜快跑在武汉市的无人驾驶订单量迎来爆发式增长，单日单车峰值超20单。**
- 根据百度2023年Q4及全年财报，2023年Q4，萝卜快跑服务单数同比增长49%至83.9万单，在武汉地区全无人自动驾驶订单比例达45%。截至2024年1月2日，萝卜快跑累计向公众提供乘车服务500万次。根据Apollo智能驾驶公众号信息，截至2024年4月19日，萝卜快跑在开放道路提供的累计单量超过600万。2024年，萝卜快跑将实现武汉全城覆盖，计划投入1000辆新一代量产无人车在武汉实现7x24小时全无人运营。

## 萝卜快跑在武汉实现商用落地节奏



资料来源：财联社，apollo官网，Apollo智能驾驶公众号，平安证券研究所

# Robotaxi 安全性稳步提升、整车成本持续压降，商业闭环雏形已现

- **百度第六代Robotaxi安全性提升，成本压降，有望在2025年开始盈利。**根据萝卜快跑官网信息，萝卜快跑自动驾驶出行平台提供多种车型选择。Apollo最新一代无人车Apollo RT6搭载了百度Apollo第六代自动驾驶系统解决方案：1) 安全性方面：Apollo RT6安全水平已接近国产大飞机C919。2) 成本控制方面：Apollo RT6的整车成本相较于第五代车直接下降约50%，价格只需要20多万。同时，随着萝卜快跑无人车自动运营网络完成建设，运营成本将降低30%，通过自动驾驶技术和人车舱效率的持续优化，服务成本将降低80%。百度表示，萝卜快跑的目标是，到2024年年底在武汉实现收支平衡，在2025年全面进入盈利期。安全性的提升以及整车成本的降低有望推动萝卜快跑等Robotaxi商业化落地步伐加速。
- 当前，Robotaxi单位服务成本仍远高于同级别网约车，预计随着技术突破、前装方案优化和规模化运营，成本曲线将在未来数年显著优化。据麦肯锡（McKinsey）未来出行研究中心测算，预计2025年至2027年出现拐点，企业运行的自动驾驶出租车成本将低于人工驾驶出租车成本。

● Robotaxi单车全生命周期运营总成本组成



● 百度Robotaxi第五代和第六代性能及成本对比

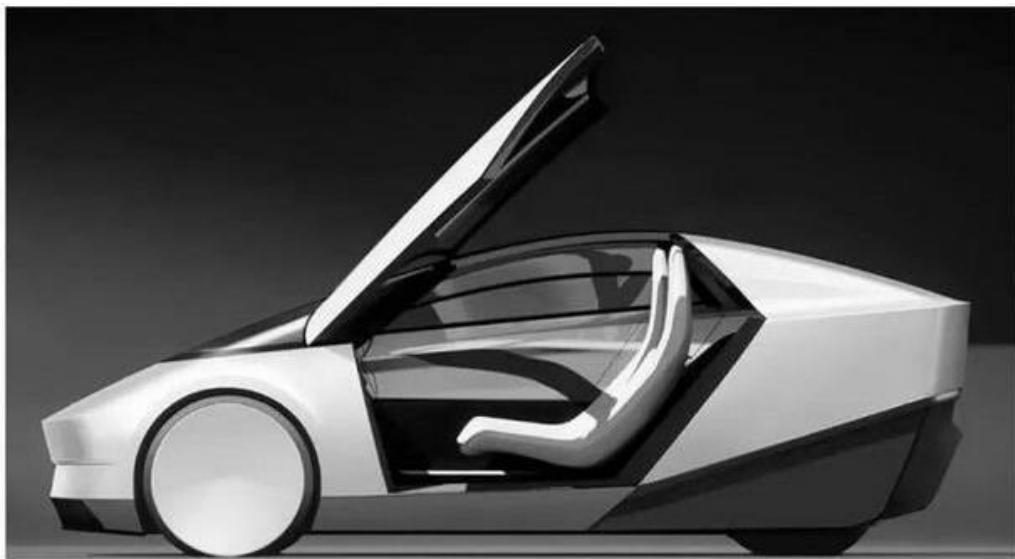
车型	发布时间	性能	成本价格
第五代 Apollo Moon北汽极狐	2021.6	依托百度 Apollo 全球领先的自动驾驶技术积累，采用“ANP-Robotaxi”架构，不仅让无人车套件轻量化，还可与智能驾驶汽车数据共生共享，打造超级强大的数据闭环。在领航辅助驾驶 ANP 车型基础上，增加 1 颗定制激光雷达和相应无人驾驶冗余，即可实现全无人驾驶能力。	48万
第六代 Apollo RT6	2022.7	该产品是百度面向未来出行自主研发、正向设计的量产车，整车针对乘客需求和无人驾驶出行场景进行了深度设计。Apollo RT6 不但具备城市复杂道路的无人驾驶能力，且成本仅为 25 万元。预计 2023 年率先在萝卜快跑上投入使用。它的量产落地，将加速无人车规模化部署，重新定义汽车和未来出行方式。	25万

资料来源：萝卜快跑官网，罗兰贝格，麦肯锡，中国汽车工程研究院，平安证券研究所

# 特斯拉Robotaxi即将发布，FSD入华有望加速国内高级别自动驾驶落地进程

- **特斯拉Robotaxi即将发布。**2023年11月，特斯拉发布FSD V12第一个测试版本，仅向部分的员工开放，2024年1月开始正式向用户推送。截至2024年4月，FSD 用户的累计行驶里程已超10亿英里。2024年4月特斯拉宣布2024年8月8日将推出Robotaxi，预计将搭载最新FSD系统。7月24日，马斯克在特斯拉2024年二季度财报电话会上确认，特斯拉已将其Robotaxi发布时间推迟到10月10日。
- 目前，特斯拉正在努力将FSD V12引入中国。马斯克表示，FSD已取得了很大进展，12.5版的参数是12.4版的5倍。同时强调，FSD将在12.6版本发布后登陆中国、欧洲和其他国家。这些版本推出后，公司将提交相关监管部门批准，预计年底前可以获批。**特斯拉作为全球智能汽车领先企业，在自动驾驶技术创新与商业化路径方面持续探索并坚定投入，随着后续逐步打开中国市场，有望加速高级别自动驾驶在国内的落地进程。**

● 特斯拉Robotaxi概念车型



● FSD用户的累计行驶里程（单位：英里）



资料来源：财联社，汽车之家，盖世汽车，平安证券研究所



## 目录 CONTENTS

- ① 现状：政策与技术螺旋前进，高级别自动驾驶商业化进程加速
- ② 技术：轻量级高精地图实现过渡，纯视觉+端到端或为最终方案
- ③ 应用：萝卜快跑武汉“爆单”，robotaxi商业闭环已初步形成
- ④ 投资建议及风险提示

## 投资建议

---

- “萝卜快跑”在武汉“爆单”，预示着高级别自动驾驶的商业化进程将加速推进。政策端：一方面，政府发力“车路云一体化”建设以助推相关基础设施完善，另一方面，高级别自动驾驶监管空白逐渐补齐。技术端：激光雷达价格下探，以及轻量级地图的诞生，使得“融合感知+轻地图”成为“纯视觉+端到端”普及之前可行的过渡方案。市场端：萝卜快跑2025年全面进入盈利期的目标释放利好信号。Robotaxi作为高级别自动驾驶的重要场景，将率先形成商业闭环，我国高级别自动驾驶的商业化进程有望加速推进。我们看好自动驾驶主题的投资机会，在标的方面：强烈推荐中科创达，推荐德赛西威、华阳集团，建议关注千方科技、通行宝、万集科技。

## 风险提示

---

- **自动驾驶政策推进不及预期。**我国自动驾驶领域的政策框架已基本成型，但是高级别自动驾驶相关制度仍需进一步细化和补齐，如无人驾驶汽车的事故责任划分有待进一步明确。若自动驾驶领域相关政策推进不及预期，可能会对产业发展形成制约。
- **自动驾驶技术发展不及预期。**高级别自动驾驶最终能实现商业化落地，一方面需要保障安全性，另一方面需要压降成本以形成商业闭环。若自动驾驶技术的发展无法找到兼具成本效益与技术优势的方案，将阻碍高级别自动驾驶的商业化落地。
- **自动驾驶商业模式探索不及预期。**萝卜快跑在武汉爆单预示着Robotaxi的商业模式在逐渐趋于成熟，但萝卜快跑至今仍未实现盈利。若高级别自动驾驶在Robotaxi等特定场景的商业模式探索不及预期，则无法形成商业闭环。



## 附：重点公司预测与评级

股票简称	股票代码	8月12日	EPS (元)				PE (倍)				评级
		收盘价 (元)	2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E	
中科创达	300496.SZ	39.05	1.01	1.48	1.84	2.28	38.7	26.4	21.2	17.1	强烈推荐
德赛西威	002920.SZ	85.12	2.79	3.72	4.92	6.41	30.5	22.9	17.3	13.3	推荐
华阳集团	002906.SZ	24.08	0.89	1.25	1.62	2.09	27.1	19.3	14.9	11.5	推荐
千方科技	002373.SZ	8.00	0.34	0.40	0.50	0.61	23.5	20.0	16.0	13.1	未评级
通行宝	301339.SZ	19.99	0.47	0.59	0.78	1.00	42.5	33.9	25.6	20.0	未评级
万集科技	300552.SZ	29.50	-1.81	0.02	0.75	1.54	-16.3	1475.0	39.3	19.2	未评级

► 注：华阳集团盈利预测及评级来自平安汽车团队；千方科技、通行宝、万集科技2024-2026年EPS取自Wind一致预期。

## 股票投资评级：

强烈推荐（预计6个月内，股价表现强于市场表现20%以上）

推 荐（预计6个月内，股价表现强于市场表现10%至20%之间）

中 性（预计6个月内，股价表现相对市场表现±10%之间）

回 避（预计6个月内，股价表现弱于市场表现10%以上）

## 行业投资评级：

强于大市（预计6个月内，行业指数表现强于市场表现5%以上）

中 性（预计6个月内，行业指数表现相对市场表现在±5%之间）

弱于大市（预计6个月内，行业指数表现弱于市场表现5%以上）

## 公司声明及风险提示：

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险，投资需谨慎。

## 免责声明：

此报告旨在发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司2024版权所有。保留一切权利。