

智能驾驶：

Robotaxi：产业化大幕开启 无人驾驶未来已来

2024年07月16日

概述：Robotaxi 商业化拐点已至 中美为行业第一梯队。Robotaxi 提供 L4-L5 的自动驾驶服务，实现自动驾驶+共享出行的结合，能够实现高安全性，降本路径清晰，有望打开远期市场空间。海外特斯拉引领产业化进程，特斯拉高阶智驾技术端不断突破，FSD V12 已实现“端到端自动驾驶”，Robotaxi 将于 10 月发布，成为板块潜在催化因素。**当前 Robotaxi 行业迎来三重拐点：1) 技术端**，高阶智驾技术端不断突破，为 Robotaxi 落地提供必要条件，当前智能网联加速普及，L2 智能驾驶渗透率持续提升；**2) 需求端**，Robotaxi 能够具有价格+安全双重优势，降本路径清晰，未来安全行驶能力有望超越人类司机，打开远期市场空间；**3) 进展端**，中国、美国是全球 Robotaxi 产业第一梯队，目前均处于无人测试和小规模商业化应用阶段。

国内：“萝卜快跑+武汉”已成为成功范本 各地政策趋于便利化。国内 Robotaxi 行业正在加速成熟，龙头厂商进展迅猛，示范城市快速落地，各地政策正在趋于便利化：**1) 厂商**，萝卜快跑稳居全球最大自动驾驶出行服务商，2024 年底有望在武汉实现收支平衡，百度预计将于 2025 年进入盈利期，成为全球首个实现商业化盈利的自动驾驶出行服务平台。除萝卜快跑外，国内小马智行、文远知行、AutoX 等公司 Robotaxi 业务进展较快；**2) 城市**，武汉已成为全球最大无人驾驶运营服务区，除武汉外，北京、重庆、深圳、广州也已开启 Robotaxi 全无人商业化运营试点，上海仍处于全无人测试阶段；**3) 政策**，各地无人驾驶车辆政策存在较大差异，武汉、北京的无人驾驶车辆申请相关政策较为便利。

海外：Waymo、Cruise 双雄并立 加州自动驾驶商业化部署框架完备。美国 Robotaxi 行业起步较早，两大行业龙头已建立先发优势，加州成为自动驾驶桥头堡：**1) 厂商**，Waymo、Cruise 为美国 Robotaxi 两大龙头，已经历十余年发展历程，率先进入全天候、全无人商业化阶段；**2) 城市**，加州全无人商业化推进迅猛，已率先落地全无人商业化，其他大部分城市仍处于测试阶段；**3) 政策**，加州已建立自动驾驶商业化部署框架，提供四种自动驾驶汽车乘客服务计划，为 Robotaxi 商业化落地提供政策基础，当前试点计划与商用部署计划正在同步推进。

投资建议：Robotaxi 商业化大幕开启，智能驾驶奇点已至。海外特斯拉引领产业化进程，国内政策端、供给端、需求端迎来三重拐点向上。建议关注智能驾驶-【伯特利、德赛西威、经纬恒润-W、科博达】+智能座舱-【上声电子（智能声学）、继峰股份（智能座椅）、光峰科技（车载光学）】。

风险提示：智能化渗透率提升不及预期，客户拓展不及预期，市场竞争加剧。

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2023A	2024E	2025E	2023A	2024E	2025E	
603596.SH	伯特利	44.55	1.47	1.93	2.58	30	23	17	推荐
002920.SZ	德赛西威	107.51	2.79	3.91	5.07	39	27	21	推荐
688326.SH	经纬恒润	75.26	-1.81	-0.22	1.67	-	-	45	推荐
603786.SH	科博达	54.40	1.51	2.09	2.70	36	26	20	推荐
688533.SH	上声电子	26.29	0.99	1.61	2.28	26	16	12	推荐
603997.SH	继峰股份	10.09	0.16	0.30	0.69	63	33	15	推荐

资料来源：iFind，民生证券研究院预测

（注：股价为 2024 年 7 月 15 日收盘价）

推荐
维持评级

分析师 崔琰

执业证书：S0100523110002

邮箱：cuiyan@mszq.com

研究助理 完颜尚文

执业证书：S0100124040021

邮箱：wanyanshangwen@mszq.com

相关研究

- 1.汽车和汽车零部件行业周报 20240714：Robotaxi 商业化大幕开启 智能驾驶奇点已至-2024/07/14
- 2.汽车和汽车零部件行业周报 20240707：自主崛起提速 海外建厂布局深化-2024/07/07
- 3.新势力系列点评八：理想、问界领跑新势力 新品周期驱动销量向上-2024/07/02
- 4.汽车和汽车零部件行业周报 20240630：海外建厂稳步推进 自主谱全球化新篇章-2024/06/30
- 5.汽车和汽车零部件行业周报 20240623：政策加码“车路云一体化”智驾产业化提速-2024/06/23

目录

1 概览：Robotaxi 商业化拐点已至 中美为行业第一梯队	3
1.1 催化：特斯拉躬身入局 Robotaxi 风云再起	3
1.2 技术：高阶智驾加速进化 明晰 Robotaxi 落地图景	6
1.3 需求：价格+安全双重优势 打开 Robotaxi 远期空间	8
1.4 进展：Robotaxi 商业化持续推进 中美为第一梯队	11
2 国内：“萝卜快跑+武汉”已成为成功范本 各地政策趋于便利化	13
2.1 厂商：萝卜快跑稳居全球最大自动驾驶出行服务商 2025 年有望全面盈利	13
2.2 城市：武汉已成为全球最大无人驾驶运营服务区 北京深圳全无人商业化正在进行	16
2.3 政策：各地政策趋于便利化 《服务指南》为车内无人提供顶层政策支持	19
3 海外：Waymo、Cruise 双雄并立 加州自动驾驶商业化部署框架完备	22
3.1 厂商：Waymo、Cruise 双雄并立 率先开启全无人商业化	22
3.2 城市：加州已落地全无人商业化 大部分城市仍处于测试阶段	28
3.3 政策：加州自动驾驶商业化部署框架完备 试点与商业化运营同步推进	31
4 投资建议	37
4.1 行业投资建议	37
4.2 重点公司	37
5 风险提示	44

1 概览：Robotaxi 商业化拐点已至 中美为行业第一梯队

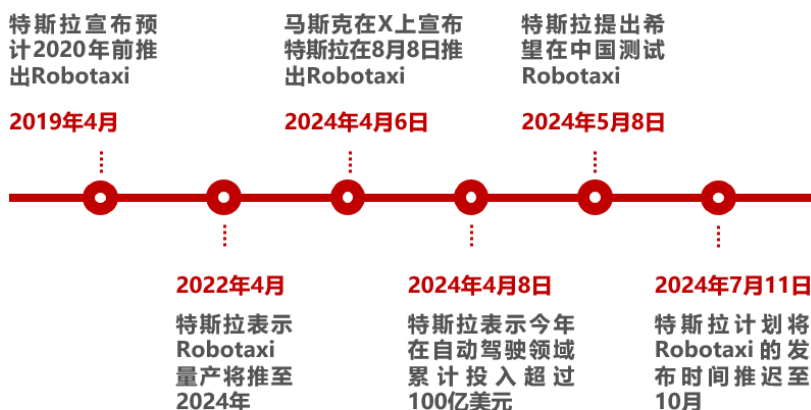
1.1 催化：特斯拉躬身入局 Robotaxi 风云再起

特斯拉 Robotaxi 即将发布，有望率先在国内开启测试。特斯拉的 Robotaxi 布局最早始于马斯克 2016 年发布的《Master Plan Part Deux》，当时 Robotaxi 概念是指具备全自动驾驶能力的普通特斯拉车辆，特斯拉将创建名为“Tesla Network”的出租车服务系统，特斯拉自有车辆以及特斯拉车主的空闲车辆可提供出租车运营服务。

在 2019 年 4 月特斯拉自动驾驶日（Autonomy Day）上，马斯克宣布预计将于 2020 年启动部署 Robotaxi 项目。马斯克称，最快 2020 年中，路上将会有 100 万辆拥有全自动驾驶能力的特斯拉电动车，届时车主可以贡献自己的车辆，为自己赚钱，车主通过 Robotaxi 每年可以获利 3 万美元。但由于全自动驾驶技术的壁垒高、需要确保安全性、必须得到监管机构的批准才能公开测试并投入运营，以及面临数据和硬件方面的限制，特斯拉 Robotaxi 的推出进度被迫放缓。

2022 年 4 月，在 2022Q1 财报电话会议中，马斯克表示 Robotaxi 量产将推迟至 2024 年。2024 年 4 月 6 日，马斯克在社交平台 X 上表示，特斯拉将于 8 月 8 日发布 Robotaxi。4 月 8 日，马斯克宣布特斯拉今年在自动驾驶领域的累计投入将超过 100 亿美元。5 月 8 日，根据《中国日报》报道，特斯拉提出，希望在中国落地 Robotaxi。7 月 11 日，特斯拉计划将无人驾驶出租车 Robotaxi 的发布时间推迟到 10 月份，以便项目团队有更多时间制造更多原型样车。

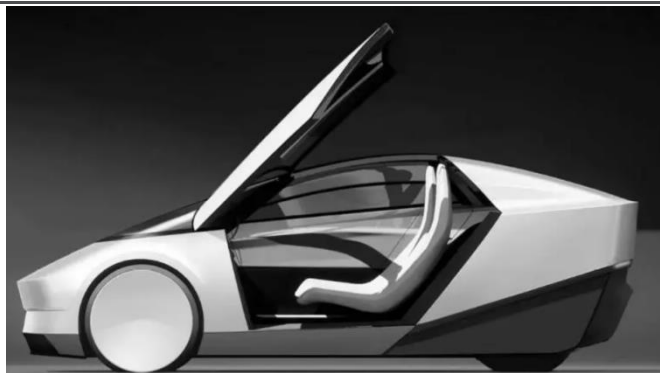
图1：特斯拉 Robotaxi 发展历程



资料来源：搜狐网，盖世汽车，新京报，每日经济新闻，和讯网，新浪科技，界面新闻，民生证券研究院

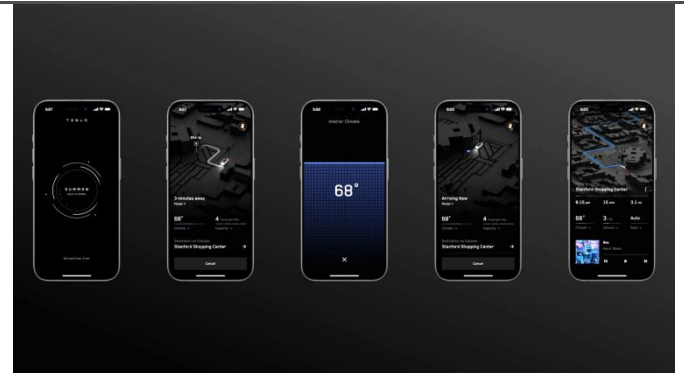
特斯拉计划自行运营 Robotaxi 车队，特斯拉车主可选择多种加入模式。在 2024Q1 财报电话会上，马斯克把即将推出的 Robotaxi 称为 Cybercab，表示特斯拉计划自行运营 Robotaxi 车队，特斯拉车主可以随时把自己的车辆加入车队中，或从车队中移除。特斯拉车主可以决定自己车辆的使用范围，可以选择仅供朋友/家人使用、仅供五星级用户使用、任何人均可使用等多种模式。在 2024Q1 的 Shareholder Deck 中，特斯拉展示了 Robotaxi 出行服务预览画面，用户可通过手机 APP 进行叫车、获取车辆位置信息与路线信息，并可预先调节车内温度。

图2：特斯拉 Robotaxi 概念图



资料来源：爱卡汽车微信公众号，民生证券研究院

图3：Robotaxi 出行服务预览画面



资料来源：特斯拉官方网站，民生证券研究院

特斯拉是全球自动驾驶龙头，构建软硬件全栈技术能力：

1) 海量数据。特斯拉拥有海量实际道路行驶数据，能够为自动驾驶算法训练提供强大数据支持。每辆特斯拉配备有 8 个连续运行的摄像头，捕捉道路和汽车周围环境的图像。车载电脑能够评估这些图像，确定哪些图像可能是该公司感兴趣的，然后自动将这些图像以压缩格式上传到特斯拉网络。2014 年 10 月，特斯拉推出 Autopilot 硬件，已成为特斯拉车辆标配，截至 2023 年 11 月，Autopilot 使用里程已经超过 90 亿英里。2020 年 10 月，特斯拉开始小范围推送 FSD Beta，截至 2024 年 4 月，FSD 累计行驶里程已超过 13 亿英里。

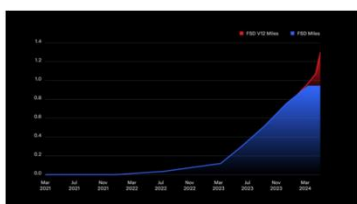
2) 算法自研。2016 年，在与 Mobileye 合作终止后，特斯拉开始进行算法自研。2020 年，特斯拉推出 BEV+Transformer 架构：BEV (Bird's Eye View) 是指一种鸟瞰式的视角或坐标系，可以立体描述感知到的现实世界；Transformer 作为一种新型神经网络架构，相比传统神经网络 (如 CNN)，可以直接进行 2D、3D 不同序列之间的转换。Transformer 采用交叉注意力机制，并行训练数据，在跨模态融合以及时序融合过程中，能够更加全面地在空间时序上建模，形成时序融合下的 4D 空间信息，从而使感知结果更加连续、稳定。在此基础上，BEV 算法进一步迭代为 Occupancy Networks (占用网络)，更加直接地打造 3D 空间，Occupancy

Networks 直接感知 3D 空间中的体素 (voxel)，判断车辆是否要躲避，实现更加高效、精准感知。2024 年 1 月，特斯拉向普通用户正式推送 FSD V12，将城市街道驾驶的软件栈升级为单一的端到端神经网络。

3) 芯片自研。2016 年，特斯拉开始组建芯片研发团队。2019 年 4 月，特斯拉发布自主研发的自动驾驶硬件 HW 3.0，图像处理速度比 HW 2.5 提升 21 倍，自研 FSD 芯片算力达到 144 TOPS，远超英伟达的 Drive Xavier 的理论性能值 21 TOPS。2023 年 3 月，HW4.0 开始搭载于美国生产的最新批次的 Model S/X。2024 年 6 月，马斯克在特斯拉股东大会上称，HW 5.0 将被称为 AI 5，预计会在 2025 年 12 月左右推出，性能将是 HW 4.0 的 10 倍。

4) 算力支持。2020 年 8 月 15 日，马斯克称特斯拉正在开发一款名为 Dojo 的神经网络训练计算机，用于处理大量视频数据。2021 年 8 月，特斯拉在 AI Day 上发布了自研专门用于 AI 训练计算的超级计算机 Dojo。D1 芯片是特斯拉自研神经网络训练芯片，是 Dojo 架构的重要组成部分，相比于业内其他芯片，据特斯拉称，同成本下性能提升 4 倍，同功耗下性能提高 1.3 倍，占用空间节省 5 倍。马斯克多次表示，FSD V12 端到端模型迭代主要受到云端算力资源的掣肘。特斯拉计划 2024 年底对 DOJO 超算中心投资超 10 亿美元，目标将总算力提升至 10 万 PFLOPS。同时，马斯克表示将在 2024 年底，将英伟达 GPU H100 的数量由 35,000 张增加至 85,000 张以上。

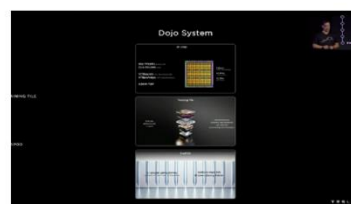
图4：特斯拉构建起自动驾驶软硬件全栈技术能力



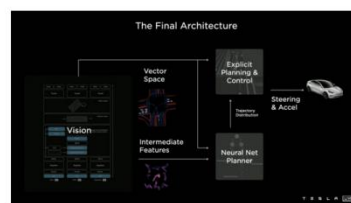
2020年10月，特斯拉开始小范围推送 FSD Beta，截至2024年4月，FSD累计行驶里程已超过13亿英里



2024年6月，马斯克在特斯拉股东大会上称，HW 5.0将被称为AI 5，预计会在2025年12月左右推出，性能将是HW 4.0的10倍



特斯拉计划2024年底对DOJO超算中心投资超10亿美元，目标将总算力提升至10万PFLOPS



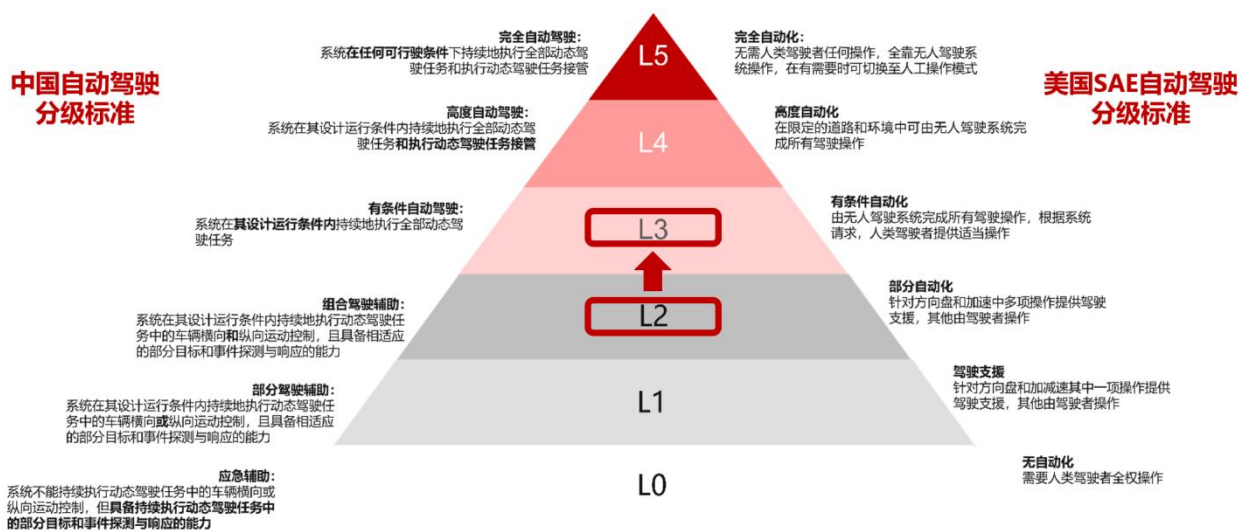
2024年1月，特斯拉向普通用户正式推送 FSD V12，将城市街道驾驶的软件栈升级为单一的端到端神经网络

资料来源：Tesla AI Day，CNET，民生证券研究院

Robotaxi 提供 L4-L5 的自动驾驶服务，实现自动驾驶+共享出行的结合。

Robotaxi 是基于先进 L4 或 L5 自动驾驶技术的无人驾驶智慧出行车辆。根据国际汽车工程师学会 (SAE) 制定的自动驾驶分级标准，L4 指车辆在特定条件和环境下能够完全自动驾驶，L5 指车辆能够在所有条件下和所有环境中实现完全自主驾驶。Robotaxi 依赖多种传感器进行环境感知，并通过人工智能和机器学习算法作出选择，以实现车辆对车辆 (V2V)、车辆对基础设施 (V2I/I2V) 和其他道路实体之间的数据通信，实现全自动驾驶。此外，Robotaxi 还有多个冗余系统并使用高级模拟平台进行广泛测试，以确保其在各种条件下的性能和安全性。

图5：Robotaxi 结合了自动驾驶+共享出行



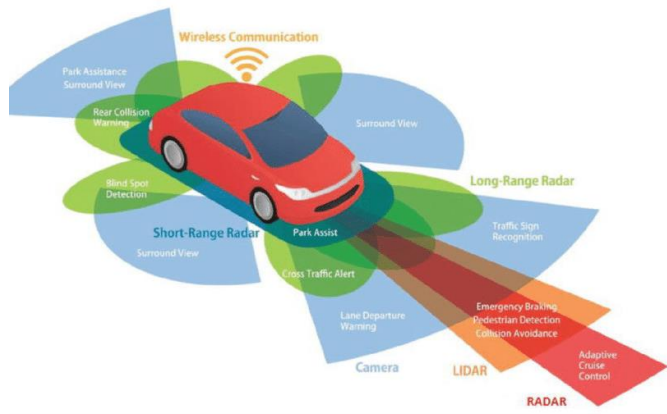
资料来源：SAE 官网，太平汽车，民生证券研究院

1.2 技术：高阶智驾加速进化 明晰 Robotaxi 落地图景

高阶智驾技术端不断突破，为 Robotaxi 落地提供必要条件。高阶智驾的发展是 Robotaxi 在技术层面落地的基石，使得 Robotaxi 可以在实际道路环境中安全、高效运行。得益于人工智能、传感器和大数据技术的进步，智驾技术已经从简单的辅助驾驶功能发展到应对复杂城市环境的高级系统。1) **传感系统**：多种传感器的协同，如激光雷达、摄像头、雷达和超声波传感器，使车辆通过收集周围环境的高精度数据实现周围环境感知；2) **算力平台**：深度神经网络架构和人工智能深度学习技术的发展提升了机器在短时间内处理多类传感器数据的能力，通过大量数据测试学习，车辆可以实现图像识别、路径规划和环境理解等功能；3) **智能交通系统**：车联网技术 (V2X) 通过车辆与周围环境 (包括其他车辆、基础设施和行人) 的实时信息交换，提升了自动驾驶系统的环境感知能力和决策能力。例如，车

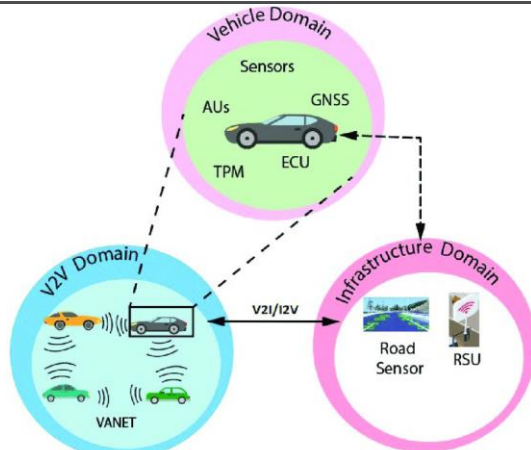
辆可以提前获取前方红绿灯的信号变化，优化行驶速度，或者通过与前方车辆的通讯，降低追尾事故风险。

图6: Robotaxi 通过多种传感器实现周围环境感知



资料来源:《The Future of Autonomous Vehicles》Jelena Pizarov 等, 民生证券研究院

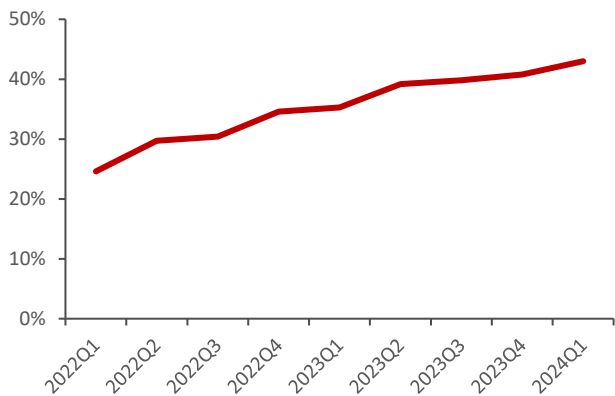
图7: Robotaxi 在智能交通系统中实现数据通信



资料来源:《Attacks on Self-Driving Cars and Their Countermeasures: A Survey》Abdullahi Chowdhury 等, 民生证券研究院

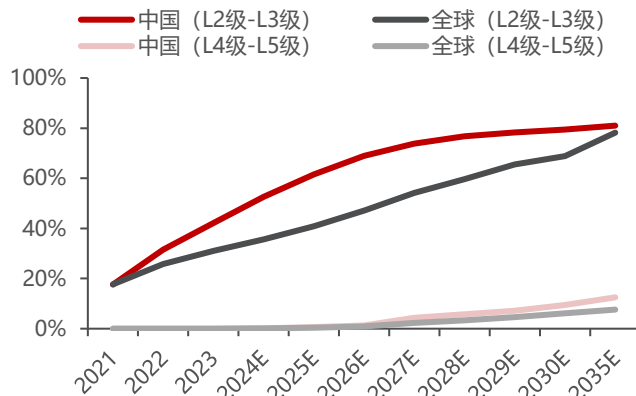
智能网联加速普及，L2 智能驾驶渗透率持续提升。 车载感知系统、芯片、算法等核心技术的不断突破，以及终端用户对于更高驾驶安全的需求不断提升，共同推动驾驶辅助功能在终端市场的持续普及。L2 已成为主要驾驶辅助方案，2024 年一季度，L2 及以上智能驾驶装机量已达 194 万套，渗透率达到 43%。根据如祺出行招股说明书，预计到 2030 年，国内 L2-L3 车辆智能驾驶渗透率有望达到 79.4%，L4-L5 车辆智能驾驶渗透率有望达到 9.5%。我们认为，L2 智能驾驶的持续普及能够培育终端用户对自动驾驶技术的认知，为未来 Robotaxi 的市场接受度打下基础。

图8: 2024Q1 国内 L2 以上智能驾驶渗透率达 43%



资料来源: 盖世汽车研究院, 民生证券研究院

图9: 预计 2030 年国内 L2-L3 智能驾驶渗透率有望达到 79.4%



资料来源: 如祺出行招股说明书, 民生证券研究院

Robotaxi 产业链初步形成，商业模式多样化发展。 Robotaxi 产业链可分为上游的材料工具端、中游的生产技术端和下游的应用服务端。上游包括传感器、芯片、定位系统和硬件集成等，这些组件是高阶智驾技术的基础。中游涉及电动车厂、整车厂和 Robotaxi 企业，负责生产和组装自动驾驶车辆，以及提供 Robotaxi 技术。下游则是 Robotaxi 出行服务和基础设施的应用端，如出行平台和 Robotaxi 车队的建设和运营。Robotaxi 商业运营模式呈多元化发展，涵盖了 B2C 和 C2C 两种主要模式，目前处于探索试验阶段。在 B2C 模式中：**1) Robotaxi 技术公司独立运营**：自行采购并改装车辆，直接从运营中获利，同时采集数据以优化自动驾驶技术。例如 Waymo；**2) 主机厂众包模式**：生产与 Robotaxi 技术适配的车辆，实现车辆自产自销、Robotaxi 自研自测试的完整数据闭环，然后自己运营 Robotaxi 车队或与出行平台合作推广运营。如特斯拉的布局，使用自产车队自研技术进行 Robotaxi 运营；**3) Robotaxi 技术公司+主机厂**：一方提供技术，一方提供汽车，双方合作运营。例如，小马智行与丰田的合作，通过整合双方资源，共同推进自动驾驶车辆的市场应用。在 C2C 模式中，则为**共享网约车模式**，通过第三方平台连接用户和汽车服务提供商进行匹配交易，实现轻资产运营。这些商业模式和初步形成的行业供给端共同推动了 Robotaxi 服务的发展，Robotaxi 行业格局初步显现。

图10: Robotaxi 产业链



资料来源：如祺出行招股书，罗兰贝格，观知海内，民生证券研究院

1.3 需求：价格+安全双重优势 打开 Robotaxi 远期空间

Robotaxi 降本路径清晰，未来有望以低于载人出租车/网约车的价格提供优质出行服务：

1) **人力成本降低**。Robotaxi 能够实现无人驾驶，提供全天候服务，从而大大降低人力成本。但 Robotaxi 落地初期，基本停留在主驾有安全员或车内有安全员阶段，人力成本优势并未显现。2023 年 12 月，交通部《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》，明确从事出租汽车客运的完全自动驾驶汽车，在确保安全的前提下，经设区市人民政府同意，在指定的区域运营时可使用远程安全员，远程安全

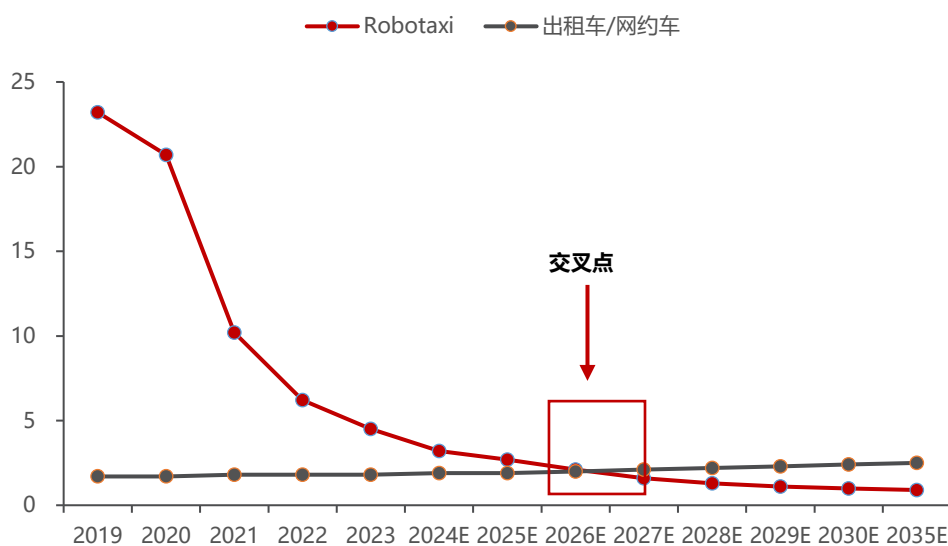
员人车比不得低于 1:3，相比“车内有人”模式，人力成本大大降低。我们认为，未来随着智能驾驶技术不断成熟，远程安全员人车比有望继续下降，甚至有望取消安全员设置，推动 Robotaxi 人力成本不断降低；

2) **运营效率提升**。依托先进的调度算法和车队管理系统，能够实现高效的 Robotaxi 车辆调度和路径规划，降低空驶率，从而大大提高运营效率，加快 Robotaxi 商业化进程；

3) **硬件成本优化**。目前仅激光雷达就占 Robotaxi 硬件开支的 50%以上，随着半固态、固态激光雷达技术的发展，以及大规模生产带来的规模经济效应，激光雷达的成本已大幅下降，带动 Robotaxi 整体硬件成本降低。

根据 Frost & Sullivan 预测，Robotaxi 每公里成本有望持续下降，到 2026 年将与有人驾驶网约车服务持平，之后将低于有人驾驶网约车成本。Robotaxi 成本优势和经济效益将持续释放，在未来出行市场中展现出极大的潜力和吸引力。

图11: Robotaxi 与出租车/网约车预计服务成本 (元/公里)



资料来源：Frost & Sullivan，如祺出行招股说明书，民生证券研究院

Robotaxi 能够实现高安全性，未来安全行驶能力有望超越人类司机：

1) **高精度感知和实时决策**。Robotaxi 配备了先进的传感器和摄像头，可以实时全方位感知周围环境，精准识别道路上的其他车辆、行人和障碍物。同时，自动驾驶系统的反应速度远超人类司机，可以在毫秒级别内做出决策，避免潜在的交通事故；

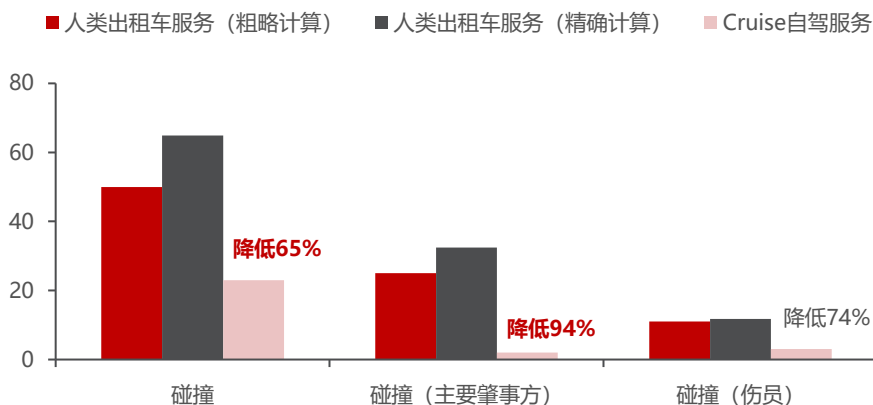
2) **稳定驾驶能力**。自动驾驶系统不会疲劳、分心或受到情绪影响，这些都是人类司机造成车祸的常见风险因素。Robotaxi 可以保障严格遵守交通规则，避免

超速、闯红灯等危险行为。此外，通过 V2X 技术，Robotaxi 能够提前预知路况变化，进一步提高行驶的安全性；

3) **事故数据的反馈与优化**：每次自动驾驶的运行的数据，包括行驶路线、环境变化和突发事件等，会被自动驾驶算法不断优化，逐步提升系统的决策能力和安全性能。然而，人类司机的驾驶经验难以系统化和快速传播，而 Robotaxi 的系统升级可以在短时间内普及到整个车队，持续提升整体安全性。

公安部资料显示，中国超过 90% 的致命交通事故主要因为人为错误。Robotaxi 所运用的高阶智驾技术可增强应急决策能力，从而提供更安全的出行服务。

图12: Cruise Robotaxi 与人类司机驾驶事故率对比



资料来源：Cruise 官网，民生证券研究院

低价格+高安全构筑 Robotaxi 核心优势，打开远期市场空间。根据如祺出行招股说明书，随着技术进步、政策扶持以及成本降低，Robotaxi 预计将于 2026 年左右实现大规模商业化，2030 年有望在全球范围内得到广泛应用，目标群体为目前使用私家车或公共交通工具的个人用户。2024 年至 2030 年，中国 Robotaxi 市场规模 CAGR 预计将达 247.7%，全球 Robotaxi 市场规模 CAGR 预计将达 238.8%。

图13: 中国/全球 Robotaxi 市场规模 (亿元)



资料来源: 如祺出行招股说明书, 民生证券研究院

1.4 进展: Robotaxi 商业化持续推进 中美为第一梯队

Robotaxi 当前处于运营政策赋能阶段。 Robotaxi 商业化发展可以分为四个阶段:

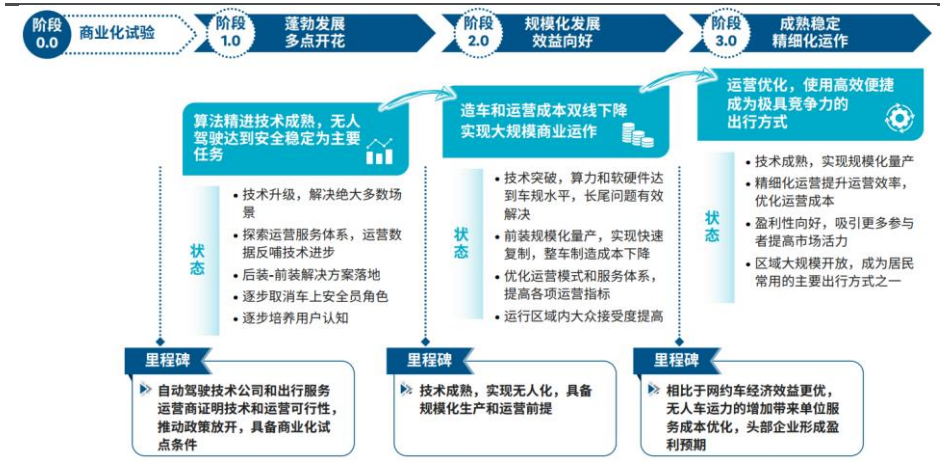
1) **测试阶段:** 技术尚未成熟, 主要在一二线城市划定试运营范围内进行道路测试, 尚未开始商业化进程;

2) **运营政策赋能阶段:** 该阶段商业化探索主要在一二线重点城市的特定试运行区域内开展。由于技术的不成熟, 车内需要有安全员的角色, 逐步从主驾有安全员到全车无安全员过渡。接驾环节受限于感应系统不成熟和道路基础设施不完善, 需要设置上下车固定站点。收费将从市民免费搭乘到政府/企业大规模补贴以培养用户习惯, 再过渡到常态化收费;

3) **驾驶技术成熟阶段:** 除一二线城市外, 低线城市也开始参与。运营区域和面积扩大, 从城市郊区拓展至城市中心区域, 在相对复杂的路况中可以安全运行。车队数量快速扩张, 与区域内其他交通工具共同行驶在城市道路上。技术方案已经成熟, 道路基础设施条件逐步完善, 早期的固定乘车站点取消, 实现任意点到点的运行。安全员的角色取消, 真正实现无人化, 通过平台远程监管介入和解决问题。Robotaxi 成为人们越来越接受的出行方式之一, 开展常态化收费;

4) **成本效率优势阶段:** Robotaxi 成为一二线城市居民的主要出行方式之一, 能够实现高效安全出行, 功能和服务体验比将比有人车更具优势, 低线城市民众认知度和接受度提升。Robotaxi 运营体系已经成熟, 随着车辆规模的不断增加和覆盖区域的扩大, 持续通过精细化平台运营和高效化资产管理以优化服务成本。

图14: Robotaxi 商业化发展阶段图



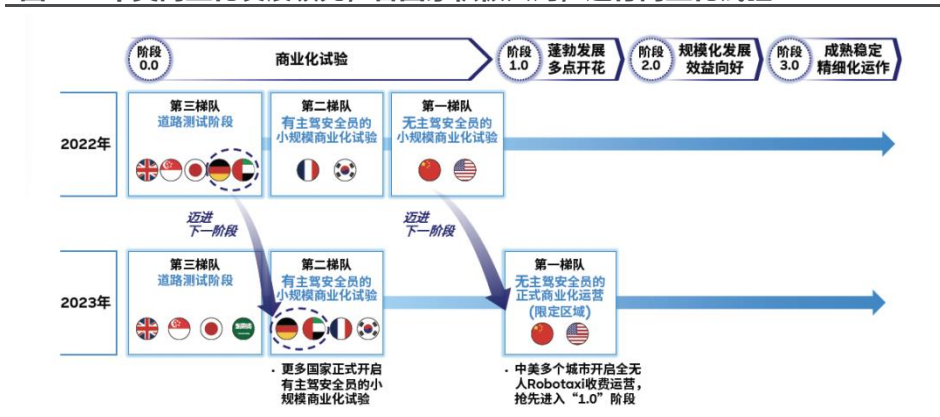
资料来源：罗兰贝格，民生证券研究院

中国、美国是全球 Robotaxi 产业第一梯队，目前均处于无人测试和小规模商业化应用阶段。中美两国已经经历了从道路测试、有主驾安全员商业化试验到无主驾安全员的商业化试验，目前在开展无主驾安全员的小规模商业化运营。

1) **美国**：旧金山、菲尼克斯（凤凰城）、洛杉矶和拉斯维加斯开始向公众开放了无需申请的 Robotaxi 服务。其中，旧金山和菲尼克斯已经允许无安全监督员的情况下 Robotaxi 进行道路测试和商业运营。例如，Waymo 已在凤凰城大都会区、旧金山和洛杉矶运营其商业自动驾驶打车服务 Waymo One；

2) **中国**：北京、重庆、武汉、深圳、广州、长沙、合肥等多个城市已经允许自动驾驶汽车在特定区域、特定时段进行商业化试运营，其中北京、上海、重庆和武汉已经开放了车内无人商业化运营试点。例如，百度已经率先通过其出行平台萝卜快跑在北京、上海、广州、深圳、武汉、重庆等 10 多个城市开展自动驾驶出行服务。

图15: 中美商业化发展领先，各国家积极入局，进行商业化试验



资料来源：罗兰贝格，民生证券研究院

2 国内：“萝卜快跑+武汉”已成为成功范本 各地政策趋于便利化

2.1 厂商：萝卜快跑稳居全球最大自动驾驶出行服务商 2025 年有望全面盈利

萝卜快跑是百度旗下自动驾驶出行服务平台，已成长为全球最大的自动驾驶服务商。2021 年 8 月 10 日，在百度世界大会上，百度发布了无人车出行服务平台“萝卜快跑”，定位为面向公众的常态化出行平台，让更多用户更方便的享受到自动驾驶服务，为商业化运营和多元化增值服务做准备。发布以来，萝卜快跑服务范围迅速扩展，已获准在北京、深圳、武汉和重庆四个城市向公众提供完全无人驾驶打车服务。2024Q1，萝卜快跑供应的自动驾驶订单约 82.6 万单，同比增长 25%。截至 2024 年 4 月 19 日，萝卜快跑在开放道路提供的累计单量已超过 600 万，稳居全球最大的自动驾驶出行服务商。

图16：萝卜快跑第五代无人车自动驾驶套件与 AI 系统



资料来源：百度 Apollo，民生证券研究院

百度深耕自动驾驶研发十年，为 Robotaxi 业务铸就强大技术基石。百度自动驾驶研发历程可分为三个阶段：

1) 2015 年底，百度成立自动驾驶事业部，计划在三年内实现自动驾驶汽车的商用化，并在五年内实现量产。但由于当时激光雷达等硬件成本高昂、使得百度无人车难以量产落地，以及小马智行、禾多科技等 AI 创业公司涌现导致百度无人

车部门人才外溢流失，百度 L4 无人车推进受阻；

2) 2017 年，百度重新调整自动驾驶业务，将自动驾驶（L4）以及智能驾驶（L3）进行整合，组建了 IDG 智能驾驶事业群，并于同年推出 Apollo 计划，主动开放旗下的自动驾驶技术，为车企智能驾驶提供开源赋能。但由于当时具有智能化前沿意识的车企较少，Apollo 智驾开源项目未能取得预期效果；

3) 2019 年，百度选择收缩量产智驾方案，将业务重心移到 Robotaxi 出行业务。2013 年至今，百度自动驾驶车型已迭代至第六代 Apollo RT6。通过持续的技术创新与战略调整，百度逐步在自动驾驶领域建立起领先优势，为 Robotaxi 业务铸就强大技术基石。

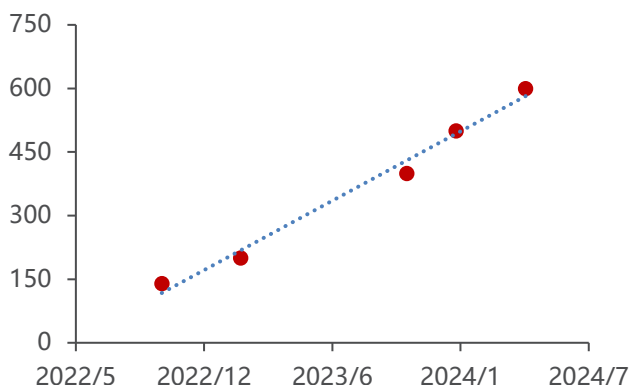
图17：百度 Apollo 自动驾驶车型迭代历程



资料来源：百度 Apollo，民生证券研究院

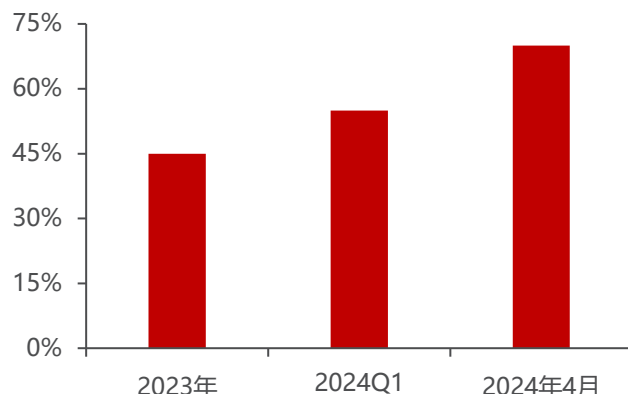
全无人商业化进展迅猛，萝卜快跑有望于 2025 年进入全面盈利期。2022 年 8 月，武汉率先发布自动驾驶全无人商业化试点政策，并向萝卜快跑发放全国首批无人化示范运营资格，允许车内无安全员的自动驾驶车辆在社会道路上开展商业化服务，为全国首批全无人自动驾驶商业化出行服务。2022 年 8 月以来，萝卜快跑在武汉进展迅猛，截至 2024 年 5 月，萝卜快跑在全国已完成超过 600 万次出行服务，在武汉的服务面积已超过 3000 平方公里，覆盖 770 万人口。萝卜快跑希望，到 2024 年底，能够在武汉实现收支平衡，并在 2025 年全面进入盈利期，成为全球首个实现商业化盈利的自动驾驶出行服务平台。

图18: 萝卜快跑累计订单量 (万单)



资料来源: 36 氪, 正观新闻, 新京报, 第一财经, 民生证券研究院

图19: 萝卜快跑武汉全无人驾驶订单比例 (%)



资料来源: 百度 Apollo, 民生证券研究院

自动驾驶大模型全面部署, 第六代无人车已交付使用。2024年5月15日, 百度 Apollo 在武汉百度萝卜快跑汽车机器人智行谷举办 Apollo Day 2024, 发布了自动驾驶大模型与新一代无人车的最新进展:

1) 自动驾驶大模型 Apollo ADFM。该模型是全球首个支持 L4 自动驾驶的大模型, 基于大模型技术重构自动驾驶系统, 兼顾技术的安全性和泛化性, 安全性比人类驾驶员高出 10 倍以上, 可以覆盖城市级全域复杂场景;

2) 第六代无人车。萝卜快跑第六代无人车全面应用了“百度 Apollo ADFM 大模型+硬件产品+安全架构”的方案, 通过 10 重安全冗余方案、6 重 MRC 安全策略, 确保车辆稳定可靠。第六代车成本相较于五代车直接下降 60%, 价格仅 20 万元, 已开启首批交付, 即刻起在武汉投入使用, 年内在武汉完成千台无人车的部署。

图20: 第六代 Apollo 自动驾驶系统解决方案



资料来源: 汽车视界研究微信公众号, 民生证券研究院

图21: 百度 Apollo 端到端无人驾驶技术



资料来源: 汽车视界研究微信公众号, 民生证券研究院

除萝卜快跑外, 国内小马智行、文远知行、AutoX 等公司 Robotaxi 业务进

展较快。

1) 萝卜快跑已经于武汉、北京、深圳等 11 个城市开放载人测试运营服务，截至 24 年 5 月，已在武汉投放超 500 辆无人车，截止 24 年 7 月，测试里程超 1 亿公里，订单量超 600 万；

2) 小马智行已在 4 个城市部署无人化自动驾驶车队，在 3 个城市启动无人化商业收费服务，截至 2024 年 7 月，车队规模为 450 辆，测试里程超 3300 万公里；

3) 文远知行已在 5 个城市运营，截至 2024 年 4 月，车队规模超 1000 辆，测试里程超 2500 万公里；

4) AutoX 已在 6 个城市运营，截至 2023 年 4 月车队规模超 1,000 辆，截至 24 年 1 月自动驾驶运行域超 2,000 平方公里。

表1：萝卜快跑、小马智行、文远知行、AutoX 发展情况对比

	萝卜快跑	小马智行	文远知行	AutoX
运营城市数量	11	4	5	6
车队规模	500+辆 (截至 2024 年 5 月)	450 辆 (截至 2024 年 7 月)	1000+辆 (截至 2024 年 4 月)	1000+辆 (截至 2023 年 4 月)
测试里程	1 亿+公里 (截至 2024 年 7 月)	3300 万+公里 (截至 2024 年 6 月)	2500 万+公里 (截至 2024 年 4 月)	自动驾驶运行域超 2000+ 平方公里 (截至 2024 年 1 月)
订单量	600 万+ (截至 2024 年 7 月)	90 万 (截至 2022 年 7 月)	-	-
全无人出行服务覆盖城市	北京、深圳、武汉、重庆等	北京、广州、深圳	北京、广州	上海、深圳

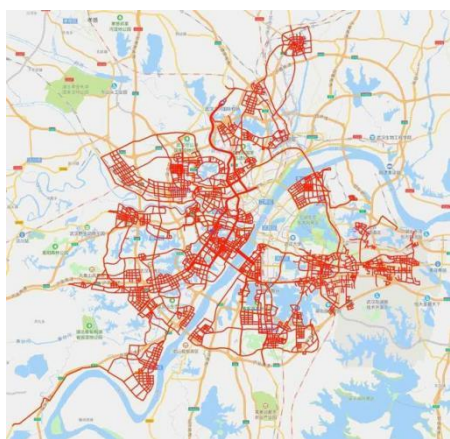
资料来源：各公司官网，新浪，长江云新闻，澎湃新闻，界面新闻等，民生证券研究院

2.2 城市：武汉已成为全球最大无人驾驶运营服务区 北京深圳全无人商业化正在进行

武汉先发优势卓著，已成为全球最大无人驾驶运营服务区。2022 年 8 月 8 日，武汉、重庆两地政府部门率先发布自动驾驶全无人商业化试点政策，并向萝卜快跑发放全国首批无人化示范运营资格，允许车内无安全员的自动驾驶车辆在社会道路上开展商业化服务。2023 年 12 月 13 日，武汉市经信局的资料显示，武汉已成为全球最大的无人驾驶运营服务区。截至 2023 年底，武汉拥有常态化运行的自动驾驶车辆近 500 台，其中全无人车辆超 300 辆，位居全国首位。**我们认为，政策支持、汽车产业链完备、公众接受度高，是驱动武汉无人驾驶运营推进迅猛的三大要素：**

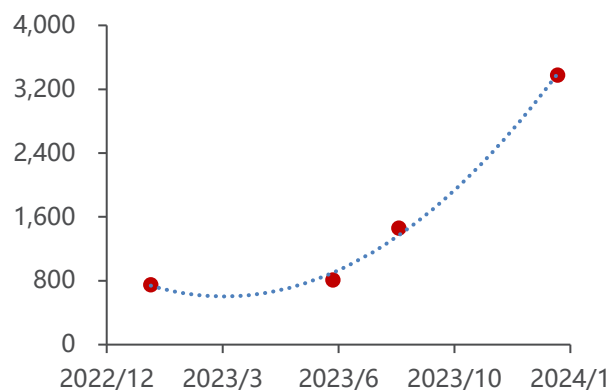
政策大力支持，测试道路里程快速增长。2019年9月22日，国家智能网联汽车（武汉）测试示范区正式揭牌，是国内第六、中部首个国家级智能网联汽车测试示范区。示范区揭牌以来，测试道路里程快速增长，一期测试道路全长仅为28公里，2023年以来武汉市智能网联汽车测试道路持续扩容，开放里程快速增长。截至2023年底，智能网联汽车开放测试道路突破3,378.73公里（单向里程），辐射面积约3,000平方公里，触达人口超770万人，开放里程和开放区域数保持全国第一。

图22：武汉市智能网联汽车开放测试道路范围（截至2023年底）



资料来源：长江日报，民生证券研究院

图23：武汉市累计开放测试道路里程（公里）



资料来源：长江日报，民生证券研究院

汽车产业链完备，智能网联加速布局。武汉是全国六大汽车产业集群发展城市之一，汽车及零部件产业连续14年成为第一大支柱产业：

1) 在乘用车整车方面，截至2024年7月，武汉有东风本田、东风日产、东风乘用车、神龙汽车、路特斯、猛士科技、上汽通用、岚图汽车、小鹏汽车等多家乘用车整车企业。根据盖世汽车研究院预测，2024年武汉乘用车产能超280万辆；

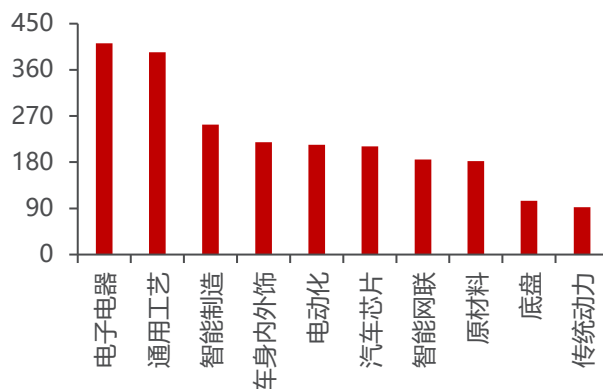
2) 在汽车产业链方面，武汉已经拥有完整的汽车产业链，涵盖了从零部件到整车生产的各个环节。根据盖世汽车供应链平台数据统计，武汉地区汽车产业链关联企业约2,639家，其中占比最高的为电子电器类企业，共412家，占比15.6%，代表企业有安波福、采埃孚、法雷奥等；其次是通用工艺类企业共394家，占比14.9%，代表企业有华域、东风鸿泰等；智能制造类企业共253家，占比9.6%，代表企业有黑芝麻、亿咖通、湖北三环、芯擎科技、东风延锋等；车身内外饰、电动化和汽车芯片类企业数量分别位列四五六位。

图24：武汉乘用车整车企业布局情况

生产企业	生产工厂	产能 (万辆)
上汽通用	上汽通用武汉	60
路特斯汽车	路特斯武汉	15
东风日产	东风日产武汉	30
东风本田	东风本田武汉新能源	12
	武汉 I	24
	武汉 II	27.2
	武汉 III	24
神龙汽车	神龙汽车 武汉 III	30
岚图汽车	岚图武汉	15
猛士科技	猛士武汉	10
东风乘用车	东风乘用车武汉	30
小鹏汽车	小鹏汽车武汉	10
总计		287.2

资料来源：盖世汽车，民生证券研究院

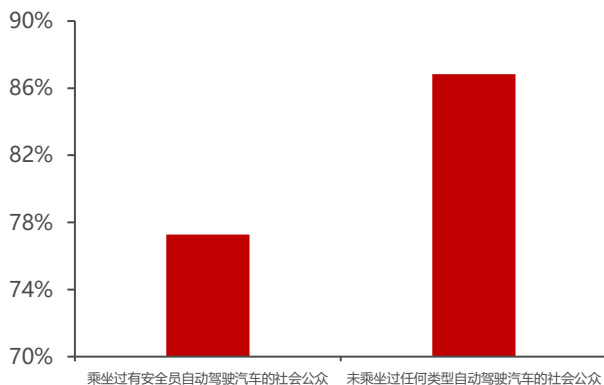
图25：武汉汽车产业链相关企业 TOP10 (家)



资料来源：盖世汽车，民生证券研究院

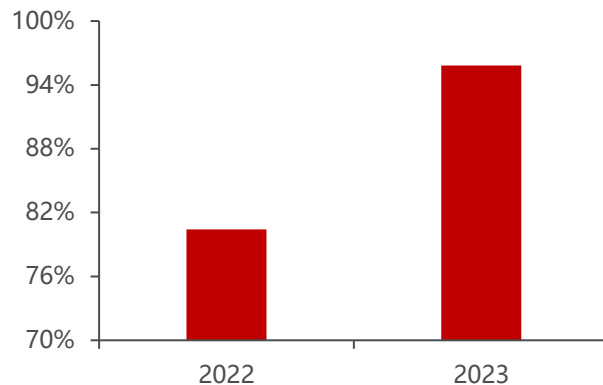
公众接受度高，助力自动驾驶商业化快速落地。2024年1月18日，南开大学经济研究所所长刘刚教授发布了《中国智能网联汽车社会实验报告（2023）》年度报告。报告显示，超过90%的公众认为自动驾驶比人类驾驶更安全。报告还显示，相较于2022年，无论是否乘坐过自动驾驶汽车，武汉市社会公众对“车内全无人”的自动驾驶汽车的接受度进一步提高。对于全无人（车内无安全员）的自动驾驶汽车，超70%的公众愿意乘坐全无人自动驾驶汽车。77.27%的乘坐过有安全员自动驾驶汽车的实验组受访者，愿意尝试乘坐全无人自动驾驶汽车；86.83%的未乘坐过任何类型自动驾驶汽车的受访者，表示愿意尝试乘坐全无人自动驾驶汽车。报告数据显示，无论是否乘坐过自动驾驶汽车，武汉市社会公众对政府作用的发挥都有更高期待。其中，认为政府应该大力支持自动驾驶产业发展的社会公众占比由2022年的37.61%上升至2023年的47.91%。

图26：武汉市社会公众愿意乘坐全无人自动驾驶汽车的比例 (%)



资料来源：光明日报，民生证券研究院

图27：武汉市社会公众认为政府应大力支持自动驾驶产业发展的比例 (%)

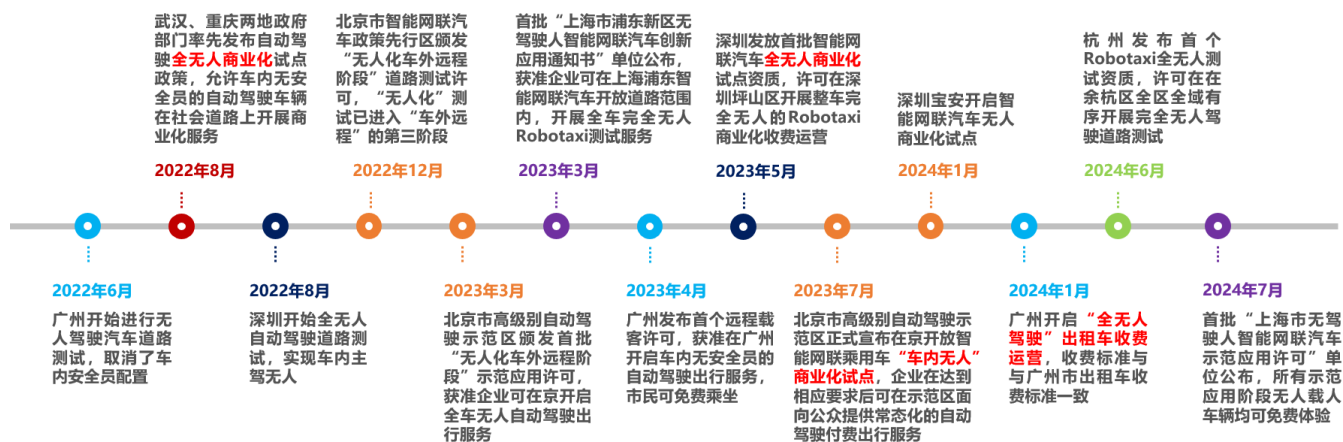


资料来源：光明日报，民生证券研究院

除武汉外，北京、重庆、深圳、广州也已开启 Robotaxi 全无人商业化运营试点，上海仍处于全无人测试阶段。截至 2024 年 6 月，北京、上海、武汉、深圳等多个城市向多家企业发放了无人车资质，已有 51 个城市出台自动驾驶试点示范政策。

武汉、重庆、深圳、广州已先后进入全无人商业化试点阶段：1) 2022 年 8 月，武汉、重庆两地政府部门率先发布自动驾驶全无人商业化试点政策；2) 2023 年 5 月，深圳发放首批智能网联汽车全无人商业化试点资质；3) 2023 年 7 月，北京开发智能网联乘用车“车内无人”商业化试点；4) 2024 年 1 月，广州开启“全无人驾驶”出租车收费运营。

图28：各城市 Robotaxi “全无人化” 时间轴



资料来源：新华社，极目新闻，封面新闻等，民生证券研究院

2.3 政策：各地政策趋于便利化 《服务指南》为车内无人提供顶层政策支持

各地无人驾驶车辆政策存在较大差异，便利化为发展趋势。相较于上海、广州、深圳和重庆，武汉、北京的无人驾驶车辆申请相关政策更为便利：1) 无人驾驶车辆申请流程：北京、上海、武汉三地只需经过道路测试、示范应用、示范运营三个步骤，较广州、深圳、重庆永川更为简化；2) 资质要求：北京、武汉和深圳的相关企业获得商业化试点通知书即可开展无人驾驶收费服务，但在广州和上海相关政策更为复杂；3) 无人驾驶保护车配比：武汉、广州、深圳及重庆没有相关要求，上海以及北京的政策要求初期每车需配备 1 台安全车；4) 远程安全员配比：六个城市均要求初期至少达到 1:1 的人车比；5) 增加同车型、同系统、同架构的自动驾驶测试车辆所需时间，武汉和北京仅需 2 个月左右即可实现无人化商业试点应

用,而其他城市的申请周期则较长通常需要 5 个月及以上;6) 事故责任认定标准:北京、上海要求无人驾驶下的事故均需智能网联测试的单位担责。当前,中国自动驾驶正处于快速发展阶段,各地政策预计会逐步便利化。

表2: 武汉、北京、深圳、上海、重庆、广州无人驾驶车辆政策对比

	武汉	北京	深圳	上海	重庆	广州
无人驾驶车辆申请流程	道路测试、示范应用、示范运营(商业化试点)	道路测试、示范应用、示范运营(商业化试点)	道路测试、示范应用、示范运营及其他更多流程	道路测试、示范应用、示范运营(商业化试点)	道路测试、示范应用、示范运营及其他更多流程	道路测试、示范应用、示范运营及其他更多流程
无人驾驶车辆资质要求	商业化试点通知书	商业化试点通知书	商业化试点通知书	经过示范应用并达到规定里程或者时间,符合相关技术要求,未发生过安全事故	符合城市人民政府有关运营要求	符合城市人民政府有关运营要求
无人驾驶保护车配比	无相关要求	初期每车需配备 1 台安全车	无相关要求	初期每车需配备 1 台安全车	无相关要求	无相关要求
远程安全员配比	应有远程安全员,无明确数字	1:1	初期人车比 1:1,后期未明确	初期人车比 1:1,后期未明确	初期人车比 1:1,后期未明确	初期 1:1;后期至多 1:3
增加同车型、同系统、同架构的自动驾驶测试车辆所需时间	2 个月	2.5 个月	6 个月以上	6 个月以上	至少 5 个月	6 个月以上
事故责任认定标准	未明确标准	车内有驾驶员的,驾驶人担责;车内无驾驶员的,车辆所有人、管理人担责	未明确标准	经认定属于智能网联汽车一方责任的,由开展智能网联汽车测试的单位承担责任	未明确标准	未明确标准

资料来源: 腾讯网, 羊城派, 北京市政府官网, 上海市政府官网, 民生证券研究院

交通运输部发布《自动驾驶汽车运输安全服务指南(试行)》,为远程安全员配置、实现车内无人提供顶层政策支持。2023 年 12 月,交通运输部印发《自动驾驶汽车运输安全服务指南(试行)》。在远程安全员方面,指南规定:1) 完全自动驾驶汽车在确保安全的前提下,经设区市人民政府同意,可在指定区域运营时只使用远程安全员,不在车内设安全员;2) 远程安全员的人车比不得低于 1:3;3) 安全员必须接受相关技术和业务培训,熟练掌握自动驾驶系统操作技能和紧急处置能力。

为了实现车内无人驾驶,指南对自动驾驶运输经营者提出了一系列严格的安全保障要求:1) 自动驾驶运输经营者应建立健全的运输安全保障体系,制定详细的运输安全保障方案;2) 自动驾驶运输经营者需确保车辆发生事故或自动驾驶功能失效时,必须自动记录和存储事发前至少 90 秒的运行状态信息;3) 自动驾驶汽车应在车身以醒目图案标识,明确向其他交通参与者告知其自动驾驶身份。总体

上，交通运输部政策对自动驾驶持包容开放态度，鼓励无人驾驶有序推进。

表3：《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》要点内容

要点内容	
适用范围	适用于在城市道路、公路等社会机动车通行的各类道路上，从事城市公共汽电车客运、出租汽车客运、道路旅客运输和道路货物运输经营活动的自动驾驶汽车。指南规定的自动驾驶汽车包括有条件自动驾驶、高度自动驾驶和完全自动驾驶的车辆。
基本原则	使用自动驾驶汽车从事运输经营活动应坚持依法依规、诚实守信、安全至上和创新驱动的原则。自动驾驶汽车运输管理应确保安全第一，同时要鼓励守正创新、包容开放和有序推进。
应用场景	自动驾驶汽车的道路运输服务应在指定区域内进行，并通过道路交通安全评估。应用场景包括物理封闭或相对封闭的固定线路、交通安全可控的城市道路等，但禁止用于危险货物运输。
自动驾驶运输经营者	从事自动驾驶运输经营的企业应依法办理市场主体登记，具备相应的经营许可资质，并依法投保承运人责任保险。城市客运企业和道路运输企业可与汽车生产企业组成联合体开展经营活动，相关部门应为其提供办理渠道。
运输车辆	自动驾驶汽车必须符合国家相关标准及技术规范，依法办理机动车注册登记，并取得相应的号牌和行驶证。车辆需具备交通事故责任强制保险凭证或事故赔偿保函，确保车辆运行安全。
人员配备	从事公共汽电车客运和道路旅客运输的自动驾驶汽车需配备 1 名安全员。完全自动驾驶的出租汽车在确保安全的前提下，经设区市政府同意，可使用远程安全员，远程安全员与车辆的比例不得低于 1:3。安全员需经过培训，熟练掌握相关法律法规和自动驾驶系统操作技能。

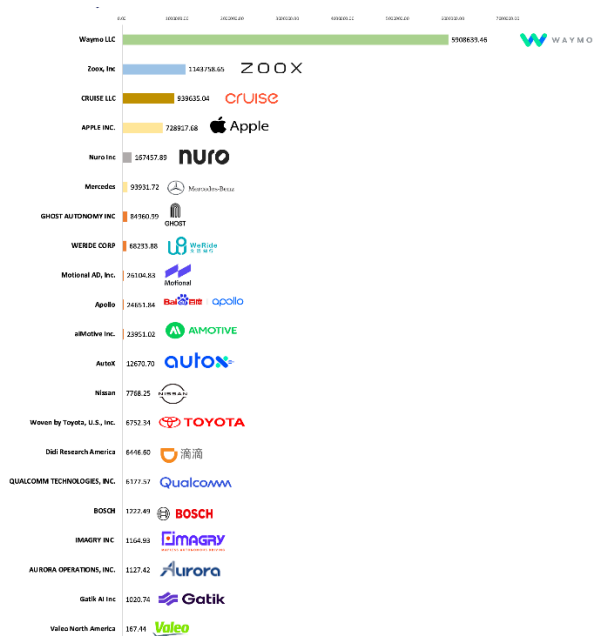
资料来源：交通运输部官网，民生证券研究院

3 海外: Waymo、Cruise 双雄并立 加州自动驾驶商业化部署框架完备

3.1 厂商: Waymo、Cruise 双雄并立 率先开启全无人商业化

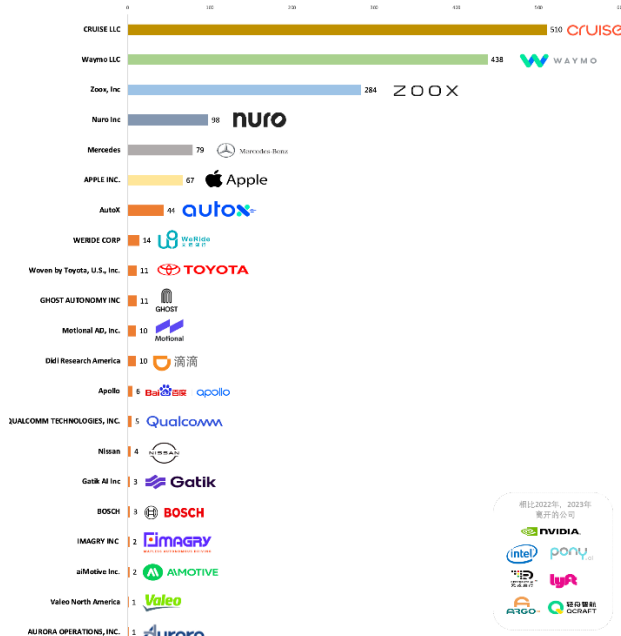
Waymo、Cruise 为美国 Robotaxi 两大龙头，其中 Waymo 累计里程远超同行，Cruise 拥有最大车队规模。根据加州机动车辆管理局（简称 DMV）数据，2023 年，Waymo 累计行驶里程达 590 万公里，远超其他竞争对手。大量的路测数据有助于 Waymo 持续优化自动驾驶算法，提高系统安全性，Waymo 在载客累计行驶里程达到 1149 万公里的情况下，仅发生过 3 起轻微事故。Cruise 作为通用汽车的子公司，依托母公司的资源和技术支持，不断扩张路试车队规模。根据 DMV 数据，仅在 2023 年内，Cruise 就新增了约 200 台自动驾驶车辆，总车队规模达到 510 台，成为美国最大的自动驾驶车队。

图29：2023 年加州机动车辆管理局 (DMV) 自动驾驶公司累计里程数排行榜 (km)



资料来源: Vehicle 微信公众号, 民生证券研究院

图30：2023 年加州机动车辆管理局 (DMV) 自动驾驶公司车辆登记数量排行榜 (台)



资料来源: Vehicle 微信公众号, 民生证券研究院

Waymo、Cruise 已率先进入全天候、全无人商业化阶段。2023 年 8 月，加州公共事业委员会（简称 CPUC）正式批准这两家公司在旧金山全天任何时间段向公众提供完全无人驾驶收费乘车服务，用户可以通过下载 Cruise 和 Waymo 的打

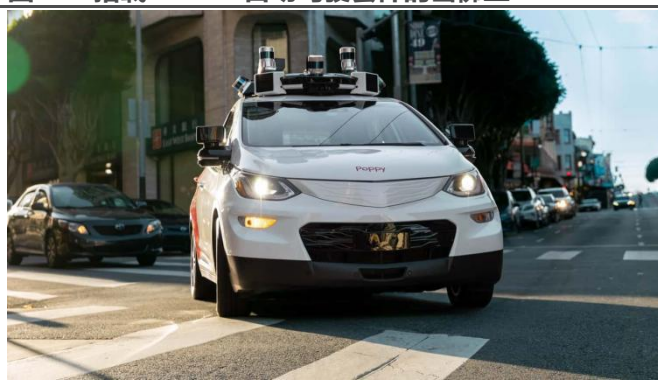
车软件体验出行服务。这是首次自动驾驶车辆被允许提供全天候、全无人的服务。目前，Waymo 在旧金山运营 200 辆自动驾驶汽车，Cruise 则运营 300 辆。两家公司均计划逐步扩大服务范围，Waymo 等待名单上已有 10 万名注册者，需求预计将非常高。Cruise 则计划继续与监管机构进行合作，实现更安全、环保和便捷的出行选择。随着旧金山的成功运营，奥斯汀等其他美国城市也在逐步引入类似服务，推动 Robotaxi 的商业化进程。

图31：搭载 Waymo 自动驾驶套件的捷豹 I-Pace



资料来源：WIRED，民生证券研究院

图32：搭载 Cruise 自动驾驶套件的雪佛兰 Bolt



资料来源：insideevs，民生证券研究院

3.1.1 Waymo: Alphabet 旗下自动驾驶汽车子公司 全天候全无人出行服务已落地三城

Waymo 成立于 2016 年，为谷歌母公司 Alphabet 旗下自动驾驶汽车子公司。Waymo 始于 2009 年谷歌自动驾驶项目，2013 年开始专注于自动驾驶，2016 年独立。2018 年，Waymo 成为首家获得美国加州许可进行无人驾驶测试公司。2019 年 10 月，Waymo 开始尝试在亚利桑那凤凰城提供无安全员自动驾驶服务，2020 年 10 月在凤凰城向公众开放服务。2022 年 3 月，Waymo 被允许在配有安全员的情况下，在旧金山及周边提供客运服务，同年 11 月被允许在无安全员情况下接载乘客，2023 年 8 月被允许提供全天服务。2024 年 6 月，Waymo 获得许可，将无人驾驶服务拓展至圣马特奥和洛杉矶。

图33: Waymo 自动驾驶发展历程



资料来源: 智能汽车情报局, 搜狐网, 36 氪等, 民生证券研究院

Waymo 全天候、全无人出行服务运营已落地凤凰城、旧金山和洛杉矶三座城市, 总覆盖面积达 425 平方英里。Waymo 的运营范围扩张可分为四个阶段:

1) Waymo 最初在斯科茨代尔推出无人驾驶出租车服务, 随后扩展至附近的坦佩、梅萨和钱德勒, 总面积约 100 平方英里, 成为当时全球最大的完全无人驾驶服务区; 2) 2022 年, Waymo 进一步扩大了在凤凰城的服务区域, 开始在道路条件更复杂、行人和车辆更密集的凤凰城市中心提供服务, 扩展后的服务区域达 315 平方英里; 3) 2023 年 8 月, Waymo 获得 CPUC 批准, 在旧金山提供全天候无人驾驶出租车服务, 为当地居民提供了更加便捷和安全的出行选择; 4) 2024 年 3 月 1 日, CPUC 再次批准了 Waymo 的扩张计划, 其无人驾驶汽车被允许驶入洛杉矶和旧金山的繁华城市区域。目前, Waymo 在凤凰城、旧金山和洛杉矶三座城市服务区域覆盖了从市郊到市中心的大部分区域。

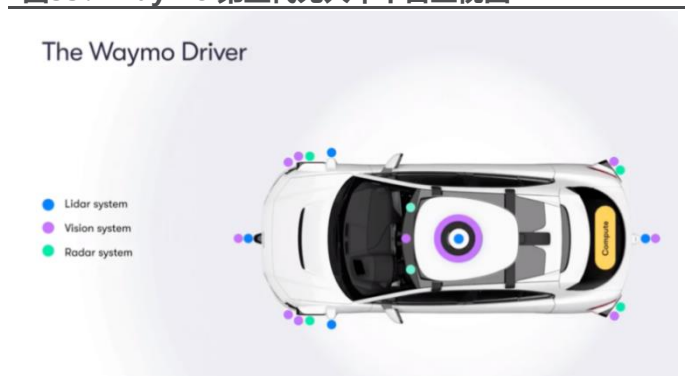
图34: Waymo 全天候、全无人出行服务运营范围



资料来源: Waymo 官网, 民生证券研究院

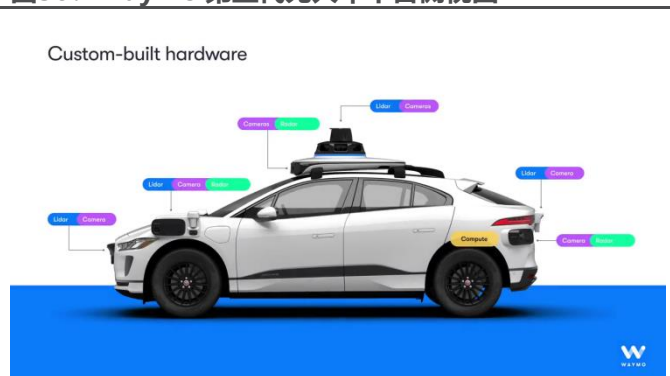
Waymo 第五代无人车平台集成多种高性能传感器,具备强大感知能力。2020年3月,Waymo发布第五代无人车Waymo Driver,集成激光雷达、摄像头与毫米波雷达等多种高性能传感器:1)激光雷达系统,包括1颗车顶激光雷达,以及4颗安装在车辆侧边的激光雷达。车顶激光雷达探测角度达360度,探测距离超300米,周围环境感知能力强大。侧边激光雷达安装在车辆周围的4个点,能够增加探测视野范围,检测到正在靠近车辆的物体;2)视觉系统,由29个摄像头组成,能够为Waymo Driver提供更高分辨率的图像以及更广的视野。摄像头之间视野有所重叠,以防止产生视野盲区。远距离探测相机可探测到500米外的行人和交通标志,侧边摄像头可与侧边激光雷达配合,更准确辨认正在靠近车辆的物体;3)毫米波雷达系统,包括6颗新型高分辨率成像雷达,可以追踪静态、动态物体,以及远处的小物体,对间隔较近的物体进行区分。毫米波雷达可以与激光雷达、视觉系统形成互补,更好的在特殊天气条件下进行应用。

图35: Waymo 第五代无人车平台正视图



资料来源: Waymo 官网, 民生证券研究院

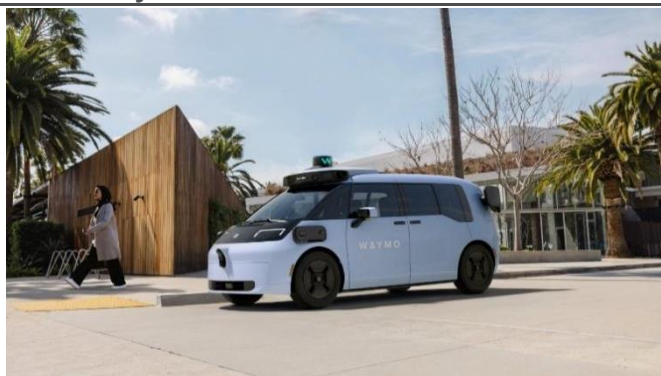
图36: Waymo 第五代无人车平台侧视图



资料来源: 智能车情报局微信公众号, 民生证券研究院

第六代无人车平台为开发前装量产 Robotaxi, 与极氪合作开发, 正在进行传感器和稳定性测试。第六代无人车与极氪合作开发, 基于即将上市的极氪 MIX 概念车平台, 采用胶囊造型和宽敞的内部空间等设计理念: 1) 第六代无人车去掉了传统的 B 柱, 并重新设计 A 柱和门槛梁结构, 从而增强碰撞吸能效果并且扩大车内空间; 2) 极氪 MIX 在设计上采用胶囊造型, 在保持较短车身长度的同时提供极大内部空间, 提高乘客舒适度。目前, 第六代无人车还在进行传感器和稳定性测试, 主要专注于熟悉新平台的驾驶动态和能力, 为未来自动驾驶系统的整合和验证做准备。

图37: Waymo 第六代无人车平台



资料来源: 智能车参考微信公众号, 民生证券研究院

图38: 极氪旗下家庭用车极氪 MIX

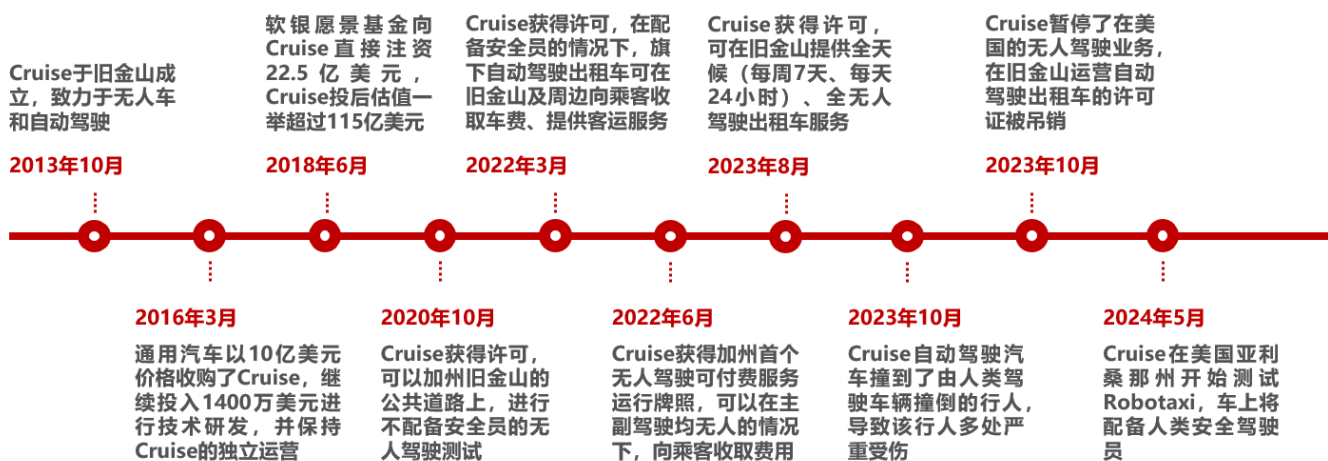


资料来源: 晚点 Auto 微信公众号, 民生证券研究院

3.1.2 Cruise: 通用旗下自动驾驶汽车子公司 严重事故导致商业化进程停摆

Cruise 成立于 2013 年, 为通用旗下自动驾驶汽车子公司。Cruise 成立于 2013 年, 2016 年被通用汽车收购。2020 年 10 月, Cruise 获得许可, 在旧金山进行无安全员驾驶测试。2022 年 3 月, Cruise 被允许在配有安全员的情况下, 在旧金山及周边提供客运服务, 6 月获得加州首个无人驾驶可付费服务运行牌照, 2023 年 8 月被允许提供全天服务。2023 年 10 月, Cruise 自动驾驶汽车撞到由人类驾驶车辆撞倒的行人, 牌照被吊销。2024 年 5 月, Cruise 在亚利桑那州开始配有安全员的驾驶测试。

图39: Cruise 自动驾驶发展历程

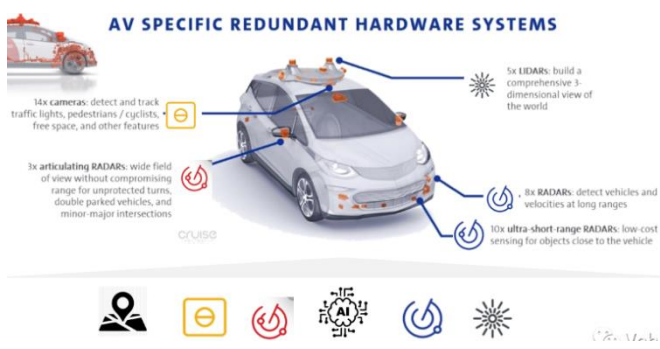


资料来源: 中科招商集团, 智能车参考, 搜狐网等, 民生证券研究院

Cruise 采用多传感器冗余方案, 未来拟依托 Origin 车型实现自动驾驶出行。

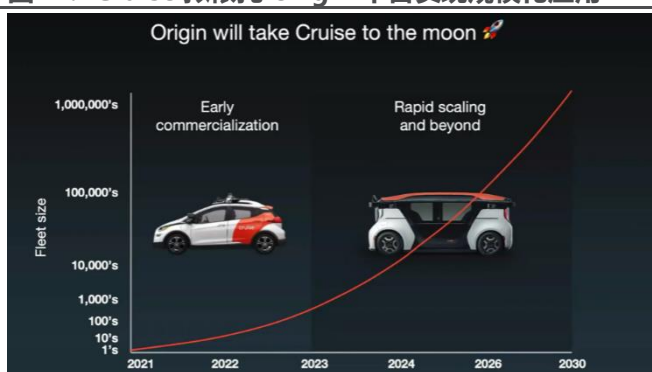
为提高环境感知准确性以及在复杂的城市交通系统下的适应力，Cruise 的自动驾驶车辆配备了 5 个激光雷达、14 个摄像头、3 个广角雷达、8 个长距雷达和 10 个超声波传感器。未来，Cruise 计划依托其专为自动驾驶设计的车型 Origin，实现更大规模的自动驾驶出行服务。Cruise Origin 于 2020 年 1 月发布，由通用汽车、Cruise 公司和本田汽车历时 3 年合作研发而成。Cruise Origin 除了不需要驾驶员之外，也不配备包括方向盘、油门或刹车踏板等部件。Cruise 计划将于 2026 年初在日本推出 Cruise Origin 无人驾驶打车服务。

图40: Cruise 自动驾驶硬件方案



资料来源: Vehicle 微信公众号, 民生证券研究院

图41: Cruise 拟依托 Origin 平台实现规模化应用



资料来源: Vehicle 微信公众号, 民生证券研究院

严重事故拖累 Cruise 商业化进程，技术缺陷为根本原因。2023 年 10 月 2 日，Cruise 的自动驾驶汽车撞到了一名由人类驾驶车辆撞倒的行人，误判事故类型为侧面碰撞，并启动靠边停车操作，导致行人被夹在车轮之间拖行。这次事故暴露了 Cruise 系统中的多个技术缺陷：

1) 尽管车辆准确检测到行人和车辆，但系统错误分类碰撞类型，未能及时采取紧急停车措施；

2) 未能识别车辆已经在最外侧车道，导致车辆继续靠边移动，造成拖行。事故发生后，Cruise 在全国范围内停止运营，自动驾驶运营许可证被吊销，公司高层管理人员也相继辞职或被解雇，商业化进程严重受阻。2024 年 5 月，Cruise 宣布将在美国亚利桑那州开始测试 Robotaxi，车上将配备人类安全驾驶员。Cruise 表示，在测试期间，将根据公司严格的安全标准和自动驾驶性能要求，检查车辆的运行状态。

图42: Cruise 旧金山事故发生地点



资料来源: 汽车商业评论微信公众号, 民生证券研究院

图43: Cruise 旧金山事故现场照片

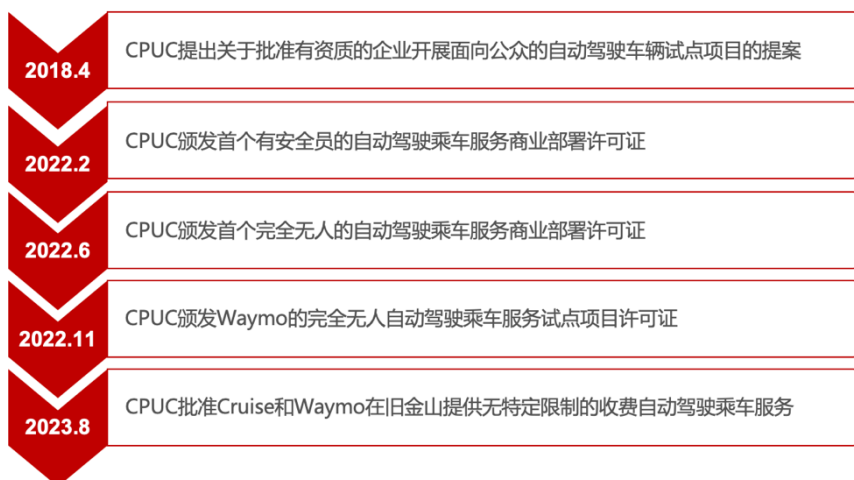


资料来源: 汽车商业评论微信公众号, 民生证券研究院

3.2 城市: 加州已落地全无人商业化 大部分城市仍处于测试阶段

2022 年以来加州全无人商业化推进速度加快, 2023 年 8 月正式落地。2022 年以来, 加州完全无人自动驾驶乘车服务的商业化进程推进加速。2022 年 2 月, CPUC 首次颁发有安全员的自动驾驶乘车服务商业部署许可证, 允许在车内有安全员的情况下面向公众提供自动驾驶车辆乘坐服务, 包括共享乘车服务; 2022 年 6 月, CPUC 向 Cruise 颁发了加州首个完全无人的自动驾驶乘车服务商业部署许可证, 允许 Cruise 向公众提供完全无人的自动驾驶乘车服务, 并允许其在每天晚上 10 点到早上 6 点为有限区域内的自动驾驶服务向顾客收费; 2022 年 11 月, CPUC 授权 Waymo 在加州进行完全无人自动驾驶乘车服务试点, 在该计划中, 乘客可以乘坐没有安全员的 Waymo 自动驾驶车辆, 但是 Waymo 不得向参加试点的乘客收取任何费用; 2023 年 8 月, CPUC 授予了 Cruise 和 Waymo 在旧金山进行完全无人自动驾驶商业乘车服务的额外运营权限, 包括允许两家公司在一天内的任何时间为旧金山内的乘车服务向乘客收取费用。在此之前, 两家公司被允许在旧金山进行商业化的自动驾驶乘车服务运营, 但是受到时间和区域的限制。2023 年 8 月 CPUC 发布的全天候收费运营授权, 标志着全无人商业化在加州的正式落地。

图44：加州自动驾驶汽车全无人商业化推进历程

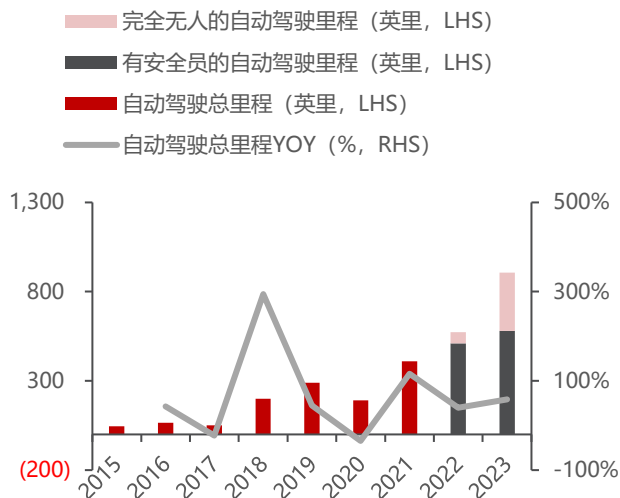


资料来源：CPUC，民生证券研究院

加州自动驾驶汽车测试里程增长迅猛，旧金山为自动驾驶汽车项目集聚中心。

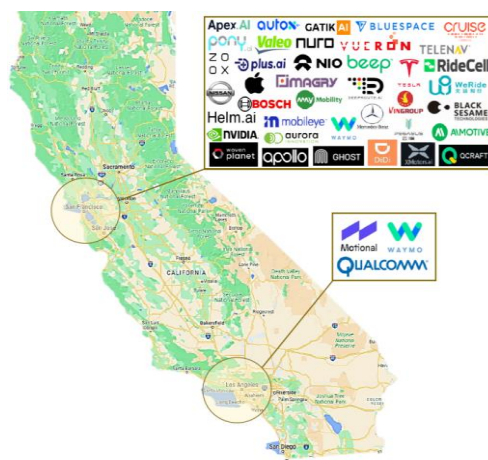
早在 2014 年，加州就已经允许无人驾驶汽车在加州公路上进行测试；2018 年，加州自动驾驶汽车测试里程实现了近 300%的迅猛增长；2020 年，受公共卫生事件影响，加州自动驾驶汽车测试里程陷入负增长；2020 年以来，加州自动驾驶汽车测试里程持续快速增长；2023 年，完全无人的自动驾驶里程数实现迅猛增长，同比增速达 425%，成为自动驾驶里程增长的主要驱动力，表明越来越多的加州自动驾驶汽车测试由有安全员逐渐转向完全无人，标志着自动驾驶技术的重要进步，同期有安全员的自动驾驶里程同比增速只有 14%。此外，旧金山是加州自动驾驶汽车项目的聚集地，绝大部分自动驾驶汽车项目均在旧金山进行测试和部署，其中包括以 BOSCH、Mercedes-Benz 为代表的汽车主机厂，以 Apple 为代表的科技巨头公司，以 Cruise、Mobileye 为代表的自动驾驶科创公司等。

图45：加州自动驾驶汽车测试里程（英里）



资料来源：CPUC, DMV, 民生证券研究院

图46：旧金山为自动驾驶汽车项目集聚中心



资料来源：CPUC, 民生证券研究院

除加州外，亚利桑那州凤凰城也已开始全无人商业化，其他大部分城市仍处于测试阶段。自动驾驶乘车服务在美国各个城市处于不同的发展阶段。目前，Waymo已经开始在凤凰城向乘客提供全天候的商业化自动驾驶服务，覆盖面积达 315 平方英里，服务区覆盖北凤凰城、斯科茨代尔、梅萨等，为当地居民提供了更加便捷的出行选择。放眼全美，实现自动驾驶服务商业化部署的城市仍占少数，大部分城市仍处在测试阶段。在这一阶段，有的城市在出行服务的运行范围和乘坐方式上仍存在限制，以确保服务的安全性，如得州的奥斯汀、达拉斯；有的城市在提供免费的测试行自动驾驶出行服务，如密歇根州的底特律、大急流城；有的城市在测试过程中受到阻碍，如纽约曾作为测试点，但因新通过的法律要求测试时必须配备安全员，而导致参与测试者减少，Motional 曾经在拉斯维加斯实现商业化部署但是目前已经暂停服务；此外，华盛顿州的西雅图、佛罗里达州的迈阿密等城市，也在积极探索测试项目，以促进自动驾驶技术的应用和发展。

表4：美国各城市 Robotaxi 发展所处阶段

州/特区	城市	所处阶段	测试情况
加利福尼亚州	旧金山	商业化部署	1) Waymo 向公众提供无需预约的商业化自动驾驶服务； 2) Beep 在 Treasure Island 区域的一条固定路线上提供免费的自动驾驶班车； 3) Zoox 正在进行内部测试
	洛杉矶	商业化部署	Waymo 向公众提供商业化的自动驾驶服务，但是仍然需要通过预约登记的方式乘坐
	圣迭戈	试点	Motional 正在进行测试
亚利桑那州	凤凰城	商业化部署	1) Waymo 向公众提供商业化的自动驾驶服务； 2) Cruise 正在进行测试； 3) May Mobility 在 Sun City 区域向特定的 Early Riders 群体提供自动驾驶服务
得克萨斯州	奥斯汀	试点	1) Waymo 正在进行内部测试，并预计于今年对公众完全开放服务，目前在 Austin

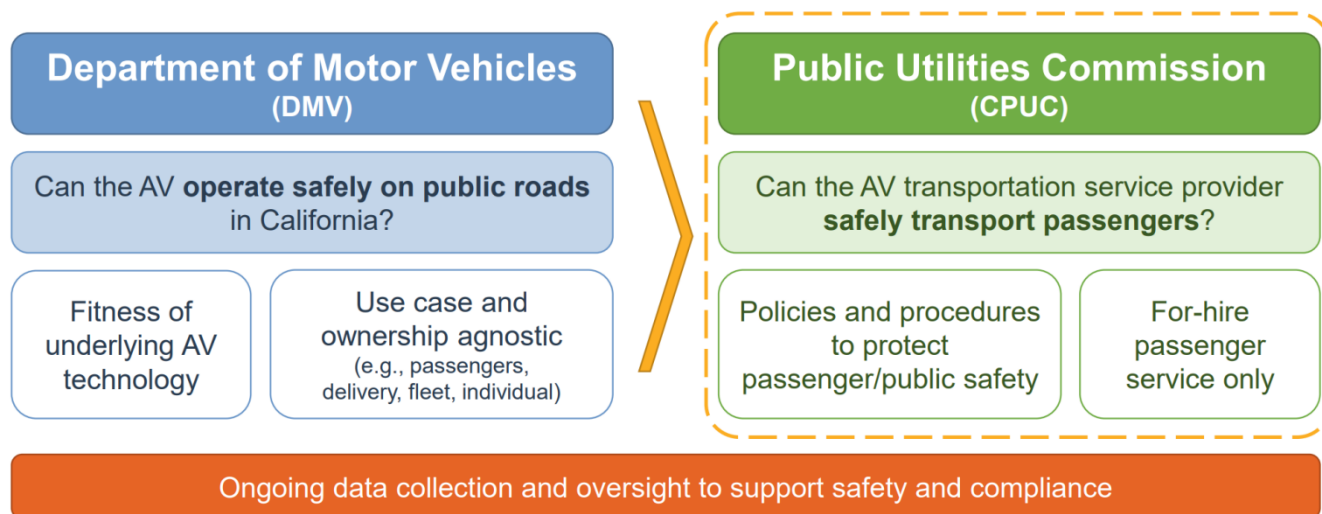
			只能通过乘客预约登记服务乘坐 Waymo 的无人驾驶出租车；
			2) Volkswagen 目前正在进行测试，并预计于 2026 年完成商业化；
			3) Zoox 正在进行测试
	达拉斯	试点	1) Cruise 正在进行测试；
			2) May Mobility 在 Arlington 区域提供作为公共交通的自动驾驶出行服务，定价较低并预计扩张服务地区
	休斯顿	试点	Cruise 正在进行测试
密歇根州	底特律	试点	1) May Mobility 在 Ann Arbor 区域提供免费的自动驾驶出行服务；
			2) Mobileye 正在进行测试
	大急流城	试点	May Mobility 在约 17 平方英里的地区内提供免费的自动驾驶出行服务
内华达州	拉斯维加斯	试点	1) Motional 曾经与 Uber, Lyft, Via 合作提供商业化服务，但是目前已经暂停；
			2) Zoox 已经在 Las Vegas 部署了车队，但是目前还未向公众开放服务
佛罗里达州	迈阿密	试点	Waymo、Zoox、Mobileye 正在进行测试
纽约州	纽约	试点	Waymo 曾经在纽约市测试，但现已暂停。纽约在作为自动驾驶测试地点时并不特别受欢迎，因为纽约州对于自动驾驶测试的法律要求十分严格，新通过的制度要求有一名人类安全驾驶员始终坐在方向盘后的驾驶座上
华盛顿州	西雅图	试点	Waymo、Zoox 正在进行测试
亚利桑那州	图森	试点	小马智行正在进行测试
华盛顿哥伦比亚特区	-	试点	Waymo 正在进行测试

资料来源：Robotaxi rollout, 民生证券研究院

3.3 政策：加州自动驾驶商业化部署框架完备 试点与商业化运营同步推进

加州自动驾驶汽车由 DMV (加州机动车管理局) 和 CPUC (加州公用事业委员会) 共同监管，两者各有分工：1) DMV 负责监督自动驾驶汽车安全地在加州的公共道路上进行测试。DMV 重点关注所使用的自动驾驶技术是否得当，且其监管范围并不受特定用途和车辆所有权的限制。乘客运输、货物递送、自动驾驶车队、个人乘用车等领域的自动驾驶技术的得当性均会受到 DMV 的审查和监管；2) CPUC 负责监督自动驾驶出行服务的提供商保证乘车用户的安全。CPUC 重点关注自动驾驶汽车相关的安全性问题，并制定了一系列政策和程序来保证自动驾驶汽车乘客及社会公众的安全，其监管范围仅限于有偿性的自动驾驶载客服务。只有向乘客收取费用的自动驾驶出行服务会受到 CPUC 的安全性审查及监管。DMV 和 CPUC 均在持续收集相关数据及问题以支持对自动驾驶汽车的安全性及合规性审查和监督。

图47：加州自动驾驶汽车由 DMV 和 CPUC 共同监管



资料来源：CPUC，民生证券研究院

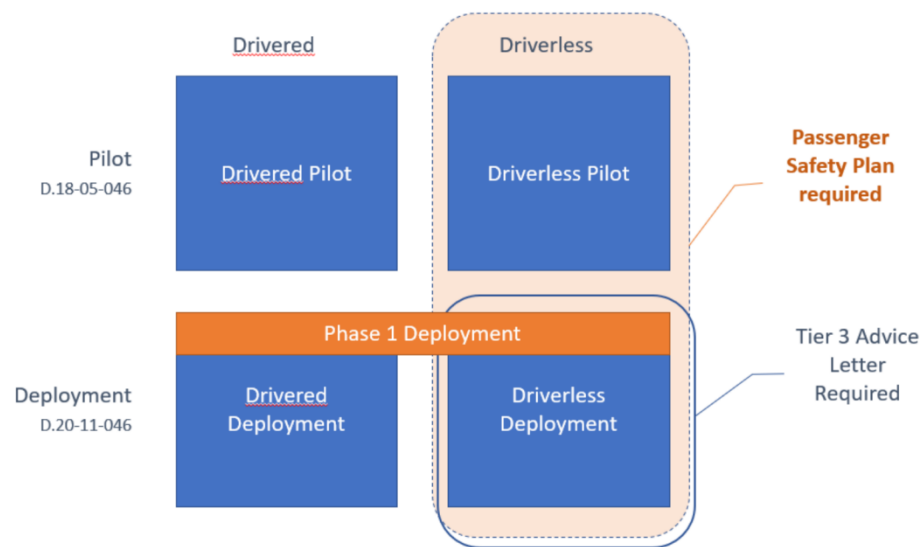
加州已建立自动驾驶商业化部署框架，提供四种自动驾驶汽车乘客服务计划。

CPUC 分别于 2018 年、2020 年发布两项决议，建立起了自动驾驶商业化部署框架：

1) 2018 年 5 月，CPUC 发布《授权自动驾驶汽车乘客服务试点测试项目的决议》，通过了“有安全员的自动驾驶乘车服务试点项目”（Pilot Program Authorizing Drivered AV Passenger Service）和“完全无人的自动驾驶乘车服务试点项目”（Pilot Program Authorizing Driverless AV Passenger Service）两项计划，**允许获准的公司提供有安全员的自动驾驶乘车服务试点项目，但必须免费提供乘车服务；**

2) 2020 年 11 月，CPUC 发布《授权部署有安全员和完全无人的自动驾驶乘车服务的决议》（Decision Authorizing Deployment of Drivered and Driverless Autonomous Vehicle Passenger Service），通过了“有安全员的自动驾驶乘车服务商用部署计划”（Deployment of Drivered Autonomous Vehicles Passenger Service）和“完全无人的自动驾驶乘车服务商用部署计划”（Deployment of Driverless Autonomous Vehicles Passenger Service）两项计划，**允许获准的公司提供自动驾驶乘车服务和自动驾驶共享乘车服务并收费。**

图48: CPUC 提供四种自动驾驶汽车乘客服务计划



资料来源: CPUC, 民生证券研究院

商用部署计划分为有安全员、完全无人的自动驾驶乘车服务部署计划两大类，申请资质和程序有所不同：1) “有安全员的自动驾驶乘车服务商用部署计划”需持有两项许可证且可以申请转换试点项目许可证。申请人需持有 P 类或者 A 类包车方承运人许可证和 DMV 签发的加利福尼亚州机动车自动驾驶部署许可证。若申请人此前已经获得过 CPUC 签发的“有安全员的自动驾驶乘车服务试点项目”许可证，且在试点项目中有良好表现并已取得 DMV 签发的上述自动驾驶部署许可证，可直接向 CPUC 提交申请将试点项目许可证转换为新的商用部署项目许可证；2) “完全无人的自动驾驶乘车服务部署”计划申请人需满足四项条件，并遵守通用规则组织并投递相关材料。一是符合 G.O. 157-E 的要求，并持有 P 类或者 A 类包车方承运人许可证；二是应持有 DMV 签发的加利福尼亚州机动车自动驾驶部署许可证；三是测试主体需要满足相关的数据报告要求，内容如表 5 所示；四是需要满足《授权部署有安全员和完全无人的自动驾驶乘车服务的决议》中所有的信息披露要求，包括乘客安全计划。在申请程序上，申请人应该按规定组织相关材料，遵守 G.O. 96-B 的要求向 CPUC 的专家提交建议函和相关文件进行申请。

表5: 两个商用部署项目须遵守的要求

要求/项目	有安全员的自动驾驶乘车服务商用部署计划	完全无人的自动驾驶乘车服务商用部署计划
许可证和条件	持有并遵守 TCP 许可证的所有条款和条件；包括确保远程操作员遵守适用驾驶员的要求。	持有并遵守 TCP 许可证的所有条款和条件；包括确保远程操作员遵守适用驾驶员的要求。
机动车辆部署许可证	持有加州机动车辆部机动车辆部署许可证 (California Department of Motor Vehicles Autonomous Vehicle Deployment Permit)，并证明该实体符合所有机动车辆法规。	
车辆检查和维护	按照 TCP 许可的要求进行车辆检查和维护。	
安全和保险	为有安全员的自动驾驶汽车乘车服务提供的自动驾驶汽车保险。	

安全员/远程操作员	将所有驾驶员/远程操作员纳入机动车部门雇主催告系统 (Department of Motor Vehicles Employer Pull Notice Program)。
证明符合规定	证明符合机动车辆部关于自动驾驶车辆驾驶员培训和认证的规定。
30 天服务测试	申请人需证明一辆能够代表该服务商的技术特征的车, 在该服务商在收到机动车辆部自主车辆部署许可后, 在加利福尼亚州道路上提供至少 30 天服务。
运营设计领域声明和地图	在证明中包括: 加州道路实际运营的开始日期; 30 天期间每天运行的时间; 汽车自动驾驶车辆部署许可证中所描述的“运营设计领域”声明和地图。
向 CPUC 提交报告	向 CPUC 提交机动车辆部法规要求的所有报告, 包括发生碰撞时的过程, 执法互动计划, 碰撞报告, 向乘客披露有关收集和使用个人信息的信息以及年度自动驾驶汽车脱离报告。
通知乘客的计划	向 CPUC 提交一份计划, 说明如何通知乘客他们正在接受该项服务, 以及乘客将如何同意或拒绝该服务。
服务车辆的照片	在报价/同意期间, 向乘客提供将提供服务的车辆的照片。
季度报告	<p>对于每个行程请求: (1) 行程的时间和日期; (2) 客户提交行程请求的普查区域 (censustract); (3) 客户提交旅行申请时使用的邮政编码 (zipcode); (4) 行程是否完成; (5) 行程未完成的原因 (如果适用); (6) 车辆的车辆识别号; (7) 车辆的车型; 是插电式混合动力电动汽车 (PHEV、电池电动汽车 BEV)、燃料电池电动汽车 (FCEV) 还是其他车型; (8) 车辆是否为轮椅无障碍车辆; (9) 车辆搭载乘客的人数, 不包括公司员工或承包商的数量; (10) 车辆接受乘坐的时间和日期; (11) 车辆搭载乘客的时间和日期; (12) 车辆让乘客下车的时间和日期; (13) 车辆既不载客也不在去接乘客的途中行驶的里程数 (Vehicle miles traveled), 以下简称“第一阶段 VMT”; (14) 车辆行驶里程从车辆接受行程时所在地点到搭载乘客的地点, 以下简称“第二阶段 VMT”; (15) 车辆在上车点和下车点之间行驶的英里数, 以下简称“第三阶段 VMT”; (16) 乘客数量乘以乘客在车内行驶的里程数 (“乘客行驶里程”); (17) 电动汽车行驶里程; (18) 乘客被搭载的普查区域; (19) 乘客下车的地方; (20) 乘客被接走的邮政编码; (21) 乘客下车的邮政编码; (22) 乘客是否要求轮椅无障碍车辆 (WAV); (23) 乘客是否要求或授权共享乘坐; (24) 这次行程是否是共乘; (25) 行程是否顺利。</p> <p>报告期内每个月: (1) 车辆在结束一次来客行程和开始下一次来客行程之间等待的总时间, 以每月总小时数表示; (2) 所有车辆第一阶段 VMT 的总和; (3) 所有车辆第二阶段 VMT 的总和; (4) 所有车辆第三阶段 VMT 的总和; (5) 所有车辆的 VMT 之和; (6) 运送的乘客总数, 不包括公司的员工或承包商; (7) 所有车辆的来客行驶里程之和; (8) 对于公司运营设计领域 (ODD) 中的每个普查区域, 在该普查区域开始的总行程数 (9), 对于公司运营设计域 (ODD) 中的每个普查区, 该查区中的行程总数; (10) 截至报告到期之日, 使用中的轮椅无障碍车辆总数; (11) 请求的轮椅无障碍车辆乘坐总数; (12) 已请求但未实现的轮椅无障碍车辆乘坐总数, 因为没有可用的轮椅无障碍车辆; (13) 已接受并完成的轮椅无障碍车辆乘坐总数。</p> <p>在整个报告期间 (季度): (1) 投诉总数, 根据 CPUC 提供的模板分为多个类型; (2) 事件总数, 根据 CPUC 提供的模板分为多个类别; (3) 向事件涉及方支付的总费用 (如果已知); (4) 对于公司的电池电动汽车或插电式混合动力电动汽车使用的每个电动汽车充电器; a) 充电器的位置, 按普查区域; b) 充电器的功率水平; c) 充电器的类型 (公司私有、住宅、工作场所、公共场所等); d) 为充电器及其电价提供服务的负载服务实体 (即公用事业); e) 每次充电的时间、日期和持续时间。</p> <p>从 2020 年 4 月 1 日开始, 参与者在以下日期提交季度数据报告: 1 月 1 日、4 月 1 日、7 月 1 日和 10 月 1 日。每个提交的报告期分别为 9 月 1 日至 11 月 30 日、12 月 1 日至 2 月 28 日 (闰年为 2 月 29 日)、3 月 1 日至 5 月 31 日和 6 月 1 日至 8 月 31 日。</p>
未成年人保护	目前禁止运送无人陪伴的未成年人。

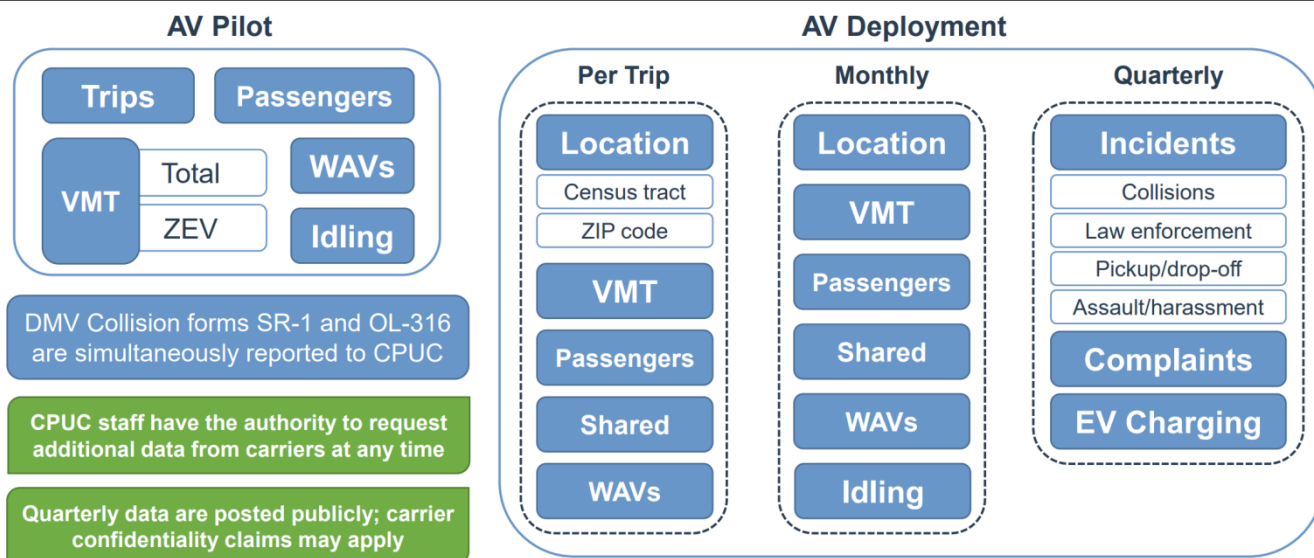
资料来源: CPUC, 百度公共政策研究院, 民生证券研究院

与有安全员相比, 完全无人计划季度报告数据要求更为全面。试点项目的季度报告仅要求报告季度内总行程数量、乘客数量 (不包括公司员工或承包商)、总行驶里程数、零排放汽车行驶里程数、轮椅无障碍汽车数量、车辆在结束一次行程和开始下一次行程之间的等待时间。而商业部署计划的季度报告则要求更加全面的

数据，包括行程数据、月度数据、季度数据。行程数据要求报告每趟行程的时间日期、客户提交行程请求地点的普查区域和邮政编码、行驶里程数、乘客数量（不包括公司员工或承包商）、乘客是否要求或授权共享乘坐、乘客是否要求轮椅无障碍车辆。月度数据在行程数据的基础上还包括车辆在结束一次行程和开始下一次行程之间的等待时间，以每月总小时数表示。季度数据则在行程数据和月度数据的基础上额外包括事件总数（包括碰撞、执法互动、上下车点问题、攻击或骚扰事件四类）、投诉总数以及测试中使用的电池电动汽车或插电式混合动力电动汽车的充电情况。

在季度报告数据中，行驶里程数共分为三个阶段：第一阶段行驶里程数为车辆既不载客也不在去接乘客的途中行驶的里程数，第二阶段为从车辆接受行程时所在地点移动到搭载乘客的地点过程中行驶的里程数，第三阶段为车辆在上车点和下车点之间行驶的里程数。DMV 碰撞表格 SR-1 和 OL-316 记录的内容也将同时被报告给 CPUC，CPUC 有权随时要求运营商提供额外数据。每季度数据将会被公开发布，但对于部分数据运营商的保密性声明也可能适用。

图49：有安全员/完全无人自动驾驶乘车服务商用部署计划季度报告数据要求对比



资料来源：CPUC，民生证券研究院

申请人必须提交乘客安全计划，以确保无人驾驶服务乘客安全。乘客安全计划包括四方面的内容：

- 1) 降低安全风险的措施：相关措施需要覆盖以下几方面的问题：如何最大限度地降低乘客乘坐车辆的安全风险；如何最大限度地降低共享乘车的乘客安全风险，包括预防和应对攻击及骚扰；如何帮助乘客应对车内外的不安全情况；
- 2) 乘客教育：自动驾驶服务提供商应该教育和引导乘客技术、经验和安全程

序；确保客户能够安全地识别、进入和退出他们要求的自动驾驶汽车；使乘客能够在乘坐期间联系自动驾驶提供商，并确保乘客得到及时和完整的响应，并明确预期响应时间；确保上述安全措施适用于所有乘客，包括行动不便、视力障碍或其他残疾的乘客；

3) 新冠肺炎应急计划：根据 TL-19131 号决议的要求，许可证持有者必须遵守疾病预防控制中心的应急计划指导方针和 CDPH 关于防止新冠肺炎病毒传播的指导方针；

4) 信息披露：申请人需要提供适合其技术和商业模式的安全计划，并使其计划可供公众审查的评论。

表6：乘客安全计划内容

项目	内容
降低安全风险的措施	如何最大限度地降低乘客乘坐车辆的安全风险：如何最大限度地降低共享乘车的乘客安全风险，包括预防和应对攻击和骚扰；如何帮助乘客应对车内外的不安全情况。
乘客教育	教育和引导乘客了解技术、经验和安全程序：确保客户能够安全地识别、进入和退出他们要求的自动驾驶汽车；使乘客能够在乘坐期间联系自动驾驶提供商，并确保乘客得到及时和完整的响应，并明确预期响应时间；确保上述安全措施适用于所有乘客，包括行动不便、视力障碍或其他残疾的乘客。
新冠肺炎应急计划	根据 TL-19131 号决议的要求，许可证持有者必须遵守疾病预防控制中心的应急计划指导方针和 CDPH 关于防止新冠肺炎病毒传播的指导方针。
信息披露	申请人需提供适合其技术和商业模式的乘客安全计划，并使该计划可供公众审查和评论。

资料来源：CPUC，百度公共政策研究院，民生证券研究院

4 投资建议

4.1 行业投资建议

Robotaxi 商业化大幕开启 智能驾驶奇点已至。 Robotaxi 提供 L4-L5 的自动驾驶服务, 实现自动驾驶+共享出行的结合, 能够实现高安全性, 降本路径清晰, 有望打开远期市场空间。**海外特斯拉引领产业化进程,** 特斯拉高阶智驾技术端不断突破, FSD V12 已实现“端到端自动驾驶”, robotaxi 将于 10 月发布。**国内三重拐点向上, 1) 政策端,** L3 路测政策出台, 国家、地方层面自动驾驶汽车全无人商业化运营相关政策不断落地;**2) 供给端,** 萝卜快跑 Robotaxi 厂商商业化进程迅猛, 已在包括北京、武汉、重庆、深圳和上海在内的 11 个城市启动了载人测试运营, 计划到 2024 年底在武汉部署 1000 辆无人驾驶出租车, 并力争在 2025 年实现盈利。华为、小鹏、理想、小米无图城市 NOA 2024 年将加速开通, 特斯拉 FSD V12 端到端版本将进一步开放测试及使用;**3) 需求端,** 社会公众对于全无人自动驾驶汽车接受度不断提升, 智驾逐步成为购车重要影响因素。2024 年智能驾驶将迎来为产业化加速的元年, 看好高阶智能驾驶功能 (NOA) 渗透率稳步提升。

投资建议: 电动智能重塑秩序, 中期成长不断强化, 看好智能电动增量: 建议关注智能驾驶-【伯特利、德赛西威、经纬恒润-W、科博达】+智能座舱-【上声电子 (智能声学)、继峰股份 (智能座椅)、光峰科技 (车载光学)】。

表7: 智能化板块重点标的

证券代码	证券简称	股价 (元)	EPS			PE			评级
			2023A	2024E	2025E	2023A	2024E	2025E	
603596.SH	伯特利	44.55	1.47	1.93	2.58	30	23	17	推荐
002920.SZ	德赛西威	107.51	2.79	3.91	5.07	39	27	21	推荐
688326.SH	经纬恒润	75.26	-1.81	-0.22	1.67	-	-	45	推荐
603786.SH	科博达	54.40	1.51	2.09	2.70	36	26	20	推荐
688533.SH	上声电子	26.29	0.99	1.61	2.28	26	16	12	推荐
603997.SH	继峰股份	10.09	0.16	0.30	0.69	63	33	15	推荐

资料来源: iFind, 民生证券研究院 (注: 股价为 2024 年 7 月 15 日收盘价)

4.2 重点公司

伯特利: 制动系统自主龙头 线控底盘破局者

自主线控制动龙头 受益国产替代。 公司成立于 2004 年, 总部位于安徽芜湖, 目前主要领域为汽车制动系统、汽车智能驾驶系统、汽车转向系统, 其中制动类产品有制动钳、制动盘、电子驻车制动系统 (EPB)、电子车身稳定系统 (ESC)、线

控制动系统 (WCBS)，汽车智能驾驶系统产品包括高级辅助驾驶系统 (ADAS)，汽车转型系统包括电子助力转向系统 (EPS)，未来存在较大国产替代空间。

整合稳步推进 进击线控底盘。转向布局落地，整合稳步推进。2022年5月，公司收购万达45%的股权，成为万达的第一大股东；万达董事会由5名董事组成，其中公司有权提名3名董事。万达主要生产各类转向器、转向管柱系列产品，主要客户包括德国大众、上汽通用五菱、奇瑞、吉利等。公司正在稳步推进整合，参考2016年以前的财务数据，万达的净利率在7%-10%，我们认为在公司的整合协同下，万达的净利率有望提升至10%甚至更高水平，并且也已正式启动了DP-EPS、R-EPS、线控转向系统的研发工作。

剑指线控底盘，线控制动国产替代加速。本次收购将完善公司在汽车底盘领域的布局，丰富和完善公司在汽车安全系统领域的产品线（制动+转向），后续将逐步完善分布式驱动和悬架，最终成为线控底盘供应商，剑指全球汽车零部件百强。

把握窗口期积极扩产 全球化再进一步。1) **智能化：**公司积极布局线控制动系统并成为国内首家规模化量产和交付线控制动系统的供应商，拟发行可转债建设年产100万套线控底盘制动系统，有利于公司把握窗口期机遇、扩大先发优势。2) **电动化：**公司是国内首家实现EPB量产的供应商，现有EPB产能已接近峰值，拟发行可转债扩产100万套，可有效缓解公司产能瓶颈、进一步强化竞争优势。3) **轻量化：**公司2012年起即从事轻量化制动零部件的产研销，至今积累大量产品开发经验、建立了完善的产品矩阵，并于2020年起开展全球化布局、筹建墨西哥生产基地，2023年墨西哥年产400万套轻量化零部件项目已投产，拟发行可转债扩建墨西哥产能，有利于公司轻量化业务优势进一步强化、全球化布局再进一步；4月29日公告获得北美某新能源车企轻量化定点，全球化客户推进。

投资建议：公司客户和产品结构双升级，短期受益于EPB和线控制动等智能电控业务渗透率提升，中长期线控底盘有望贡献显著增量、墨西哥产能逐步爬坡，预计公司2024-2026年收入为98.80/130.75/170.89亿元，归母净利润为11.72/15.67/20.70亿元，对应EPS为1.93/2.58/3.41元，对应2024年7月15日44.55元/股的收盘价，PE分别为23/17/13倍，维持“推荐”评级。

风险提示：汽车销量不及预期；竞争加剧；原材料价格上涨；客户拓展不及预期；海外拓展不及预期等。

表8：伯特利盈利预测与财务指标

项目/年度	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入 (百万元)	7,474	9,880	13,075	17,089
增长率 (%)	34.9	32.2	32.3	30.7
归属母公司股东净利润 (百万元)	891	1,172	1,567	2,070
增长率 (%)	27.6	31.4	33.7	32.2
每股收益 (元)	1.47	1.93	2.58	3.41
PE	30	23	17	13
PB	4.8	4.0	3.3	2.7

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为2024年7月15日收盘价）

德赛西威：汽车电子龙头 舱驾成长加速

深耕汽车电子领域 产品+客户双升级。公司是汽车电子领域新四化的引领者，基于多年研发积淀，客户和产品实现双升级：1) 公司前期以座舱业务为传统核心主业，逐步向 ADAS 领域拓展，秉持本土全球化研发战略，目前已形成智能座舱+智能驾驶+网联服务三大业务布局。2) 客户结构提质优化，从传统座舱业务的长城、奇瑞、一汽等一线自主品牌，逐步向一汽丰田、广汽丰田等合资品牌、雷克萨斯等外资品牌以及理想、小鹏等造车新势力延展。

座舱主业智能化转型 海外市场获突破性进展。座舱类产品为公司传统主业，核心产品为车载信息娱乐系统、显示系统和液晶仪表，获得多家合资车企项目订单，2022 年智能座舱营收及新项目订单年化销售额均突破百亿，第三代座舱域控量产配套理想、奇瑞等众多客户，第四代智能座舱域控产品已获得理想、吉利、广汽埃安、集度等客户的新项目定点，并已陆续量产供货。

ADAS+L3 齐放量 智驾收入快速增长。战略布局智能驾驶，覆盖 L2、L3 及以上级别，现已进入加速收获期，截至 2023 年末新项目订单年化销售额突破 80 亿元。公司高算力智能驾驶域控制器 IPU04 已在理想汽车、路特斯、上汽等众多客户的车型上配套量产，作为现阶段英伟达国内核心合作伙伴，将持续受益高级别自动驾驶导入；同时与 MAXIEYE 达成战略合作，构建 L1-L4 全栈自动驾驶方案开发及服务运营能力及探索智慧重卡运营服务模式。

投资建议：智能座舱产品受益大屏多屏趋势及新客户拓展，智能驾驶产品覆盖 L2、L3 及以上级别，看好公司智能变革机遇的长期成长。预计公司 2024-2026 年营收 285.14/353.64/431.66 亿元，归母净利润为 21.73/28.12/36.28 亿元，EPS 为 3.91/5.07/6.54 元，对应 2024 年 7 月 15 日 107.51 元/股收盘价，PE 分别为 27/21/16 倍，维持“推荐”评级。

风险提示：行业竞争加剧；智能驾驶技术进步及渗透率提升不及预期；产品开发及客户项目获取不及预期。

表9：德赛西威盈利预测与财务指标

项目/年度	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入 (百万元)	21,908	28,514	35,364	43,166
增长率 (%)	46.7	30.2	24.0	22.1
归属母公司股东净利润 (百万元)	1,547	2,173	2,812	3,628
增长率 (%)	30.6	40.5	29.4	29.0
每股收益 (元)	2.79	3.91	5.07	6.54
PE	39	27	21	16
PB	7.5	6.2	5.1	4.1

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；(注：股价为 2024 年 7 月 15 日收盘价)

经纬恒润：平台型控制器供应商 展望汽车电子巨头

平台型控制器供应商 业务拓展至智能座舱。公司是国内首家加入 AUTOSAR 组织的基础软件提供商，基于对汽车控制器平台化能力的深入理解，目前量产产品涉足智能驾驶、智能网联、车身舒适、底盘控制等多领域，2022 年进一步延伸至智能座舱：**1) 智能驾驶产品：**国产替代先锋，商/乘用车市场占有率均处于自主前列，基于 Mobileye/TI 等芯片提供从 L0 到 L4 的不同级别解决方案，满足车企多样化选择及自研需求。L2.5 及以上智驾领域，公司预埋 L3 功能的智能驾驶域控制器于 2020 年在红旗某车型供货，基于 TDA4 方案的域控产品于 2022 年在哪吒汽车量产并获得新的定点，EyeQ6Light 方案的 ADAS 预计 2024 年开始量产，4D 毫米波雷达采用 Arbe 方案，目前已经配套公司第三代重载自动驾驶特种载具产品应用于高级别智能驾驶整体解决方案业务。**2) 车身舒适及智能网联：**公司适应 EE 架构集中化趋势。现已布局车身域控、物理区域控制器 ZCU、中央计算平台等产品，并获广汽、造车新势力车企等客户定点，2023 年起陆续量产。

三位一体布局 研发服务及高阶智驾赋能电子产品。研发服务及解决方案业务：软件能力综合体现，有效支撑电子产品业务发展。公司自成立以来即坚持研发驱动的技术领先战略，核心技术来源均为自主研发，基于对软件的深入理解，公司为不同行业客户的电子系统研发过程提供各类技术解决方案、工具开发和流程支撑服务，现已形成自主研发的 TestBase 实时仿真硬件平台、ModelBase 仿真模型平台以及 INTEWORK 自动化测试软件平台等，享受高毛利并有效支撑电子产品业务发展；软件定义汽车大背景下，主机厂对公司研发服务及解决方案业务需求将呈现递增趋势。

投资建议：公司为国内少数能实现覆盖智能驾驶电子产品、研发服务及解决方案、高级别智能驾驶整体解决方案的企业之一，依托三位一体业务布局及深厚平台化软件实力，有望同步实现产品、客户双重拓展，持续受益汽车智能电动化进程。首次覆盖，预计公司 2024-2026 年营收 60.83/74.16/87.46 亿元，归母净利润分别为 -0.27/2.00/4.33 亿元，EPS -0.22/1.67/3.61 元，对应 2024 年 7 月 15 日 75.26 元/股收盘价，PE 分别 -/45/21 倍，维持“推荐”评级。

风险提示：国内乘用车行业销量不及预期；智能化渗透率提升不及预期；公司客户拓展不及预期。

表10：经纬恒润盈利预测与财务指标

项目/年度	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入 (百万元)	4,678	6,083	7,416	8,746
增长率 (%)	16.3	30.1	21.9	17.9
归属母公司股东净利润 (百万元)	-217	-27	200	433
增长率 (%)	-192.2	87.7	848.4	116.4
每股收益 (元)	-1.81	-0.22	1.67	3.61
PE	-	-	45	21
PB	1.8	2.0	1.9	1.7

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2024 年 7 月 15 日收盘价）

科博达：电控之心 域控加速

专注底层驱动控制技术 稀缺汽车电子标的。公司是少数深入全球高端汽车品牌体系，进行汽车电子产品同步研发的中国企业之一。公司专注执行层面控制技术，现有 LED 照明控制、电机控制、能源管理、车载电器与电子、智能驾驶等系列，一百多个品种的产品，终端用户主要包括大众集团（包括奥迪、保时捷、宾利和兰博基尼）、戴姆勒、捷豹路虎、一汽集团及上汽大众等数十家全球知名整车厂商，其中大众体系销售金额占收入比重达 60%+。

从灯控到域控 转型平台型汽车电子供应商。公司是国内稀缺的汽车电子供应商，兼具软、硬件能力，同时精于电控系统产品、ECU 等末端执行器，产品横向延伸能力极强。电动智能变革将加速整车电子电气架构集中化，催化域控制器千亿大赛道。目前国内玩家较少，竞争对手以外资 tier1 为主。公司前期战略布局域控，目前已获得车身域、底盘域、智驾域等定点，成为能够同步整合中心控制器到末端传感器、执行器的平台型电子供应商，2023 年车身域控制器、底盘域控制器产品已陆续量产并实现供货。其中车身域控制器已分别配套理想 L8、理想 L7；底盘域控制器配套比亚迪仰望车型。后续公司有望在产品深度、广度上不断再上台阶。同时，公司稳步推进首个境外设厂的日本工厂落地，积累国际化运作经验，全球化布局加速。

从绑定大众到新能源全面开花，跟随电动化核心客户成长。客户端，公司坚持大客户战略，从绑定大众到新势力全面开花，目前已基本完成国内外新能源车头部企业的市场布局，市场已覆盖大众集团 MEB 和 PPE 平台、比亚迪、特斯拉、理想、蔚来、小鹏、吉利、长城、长安、东风等客户不同新能源车型，后续有望不断与重点客户加强供货品类和合作深度，跟随电动化核心客户成长。

投资建议：公司为国内汽车控制器龙头企业，产品及客户结构向上，有望长期受益于智能电动化 64.31/78.65/98.62 亿元，归母净利润为 8.43/10.89/14.05 亿元，EPS 为 2.09/2.70/3.48 元，对应 2024 年 7 月 15 日收盘价 54.40 元，PE 为 26/20/16 倍，维持“推荐”评级。

风险提示：域控制器产品进度不及预期；非大众客户拓展情况不及预期；氛围灯、AGS、国六、USB 等新产品渗透率不及预期；行业竞争加剧；原材料成本提升。

表11：科博达盈利预测与财务指标

项目/年度	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入 (百万元)	4,625	6,431	7,865	9,862
增长率 (%)	36.7	39.0	22.3	25.4
归属母公司股东净利润 (百万元)	609	843	1,089	1,405
增长率 (%)	35.3	38.4	29.2	29.0
每股收益 (元)	1.51	2.09	2.70	3.48
PE	36	26	20	16
PB	4.7	4.2	3.7	3.1

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2024 年 7 月 15 日收盘价）

上声电子：汽车声学龙头 受益智能座舱快速迭代

领先汽车声学供应商 扬声器市占率国内第一。公司成立于 1992 年是国内技术领先的汽车声学产品供应商，主要产品包含车载扬声器系统、车载功放和 AVAS，2023 年三大业务收入占比分别为 79.49%/15.51%/3.70%。根据国际汽车制造协会 (OICA) 的数据，2022 年，公司扬声器的全球市场份额为 12.95%，位居国内同行第一。此外，功放/AVAS 业务收入在过去两年实现了翻倍以上的快速增长，有望成为公司未来第二增长点。目前，公司的客户包括大众、福特、上汽等国内外传统汽车制造商，以及新能源客户特斯拉、比亚迪、理想、蔚来、赛力斯、零跑等。公司 2023 年营收 23.23 亿元，同比+31.52%，归母净利润 1.59 亿元，同比+82.40%。

行业扩容+市占率提升 夯实扬声器基盘业务。汽车声学作为人车交互核心载体(另一为视觉)，持续受益电动智能+消费升级趋势。行业层面，电动智能+消费升级趋势下，车载扬声器迎来量价齐升(单车搭载数量提升+扬声器技术升级)，空间扩容；公司层面，自主龙头地位稳固，竞争对手主要为海外企业，依托技术及全球交付优势进一步开拓欧美市场，2019-2023 年公司全球市占率分别 12.1%、12.6%、12.9%、13.0%、13.1%，稳步提升，中长期全球市占率预计可提升至 18-20%，持续夯实扬声器基盘。

扬声器单品到完整声学解决方案 打开广阔增长空间。业务横向拓展，从单品到汽车完整声学解决方案(扬声器+独立功放+AVAS)。1) 技术层面看，独立功放(单车 500-1000 元)向中低端车型渗透，新能源汽车 AVAS(单车 40-100 元)政策强制标配，带动单车配套价值较单扬声器提升两倍以上；2) 客户层面，整车音响系统获蔚来、理想、华为金康等多客户定点，2022Q2 起逐步迎来放量，未来有望凭借扬声器同功放固有粘性拓宽至更多客户。

投资建议：电动智能趋势下，车载声学以易感知、场景化必备特点成为智能座舱增配首选，公司作为自主车载扬声器龙头，持续受益电动智能趋势及采购体系变化。我们预计公司 2024-2026 年营收 32.01/41.96/48.33 亿元，归母净利润 2.58/3.65/4.33 亿元，EPS 为 1.61/2.28/2.70 元。对应 2024 年 7 月 15 日 26.29 元/股收盘价，PE 分别 16/12/10 倍，维持“推荐”评级。

风险提示：汽车行业景气度不及预期；汽车电子产品客户拓展不及预期；原材料价格波动；海运费价格波动等。

表 12：上声电子盈利预测与财务指标

项目/年度	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入(百万元)	2,326	3,201	4,196	4,833
增长率(%)	31.5	37.6	31.1	15.2
归属母公司股东净利润(百万元)	159	258	365	433
增长率(%)	82.4	62.3	41.4	18.7
每股收益(元)	0.99	1.61	2.28	2.70
PE	26	16	12	10
PB	3.2	2.8	2.3	2.0

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；(注：股价为 2024 年 7 月 15 日收盘价)

继峰股份：国产座椅之峰 剑指全球智能座舱龙头

深耕汽车内饰件 乘用车双轮驱动。公司是一家专业从事汽车内饰件及其系统的全球性汽车零部件供应商，主要产品涉及乘用车座椅、内饰件产品和商用车座椅系统，持续引领乘用车座椅头枕、扶手、中控系统等乘用车内饰件市场及农业、建筑机械、叉车、卡车、公共汽车、火车等商用车整椅市场。

智能电动突围 座椅国产替代空间广阔。公司先后于2021年10月、2022年7月、2022年11月获得三家新能源主机厂座椅总成项目定点，在乘用车座椅业务领域实现从0到1的突破并快速拓展；2023年2月联合格拉默突破奥迪PPE全球供应体系，实现传统豪华品牌从0到1突破，乘用车座椅业务加速；2023年3月新增原客户的新车型定点，体现了客户对公司在合作过程中产品及服务能力的认可；2023年6月首获一汽大众座椅总成项目定点，实现从新能源到传统燃油车领域的全面覆盖；2024年2月再次获得原客户新车型定点，2024年4月定点德国宝马。2023年5月乘用车座椅业务实现量产，5-12月累计交付6.5万套，实现营收6.55亿元，截至2024年4月29日公司累计乘用车座椅在手项目定点10个，生命周期总金额达691-738亿元，一般车型生命周期为5-7年，在手订单如在同一年量产，可实现年收入105-138亿元，为继峰本部2023年收入的263%-344%。

全面协同 剑指全球智能座舱龙头。公司2018年收购德国格拉默，2019年完成交割并于2019Q4开始并表，2020年开启全面整合，2023年随格拉默全球COO李国强先生上任后，以提高盈利能力为目标，强力推动全面降本增效措施的具体落地，主要措施包括：1) 过调整产能布局，重新梳理各产品线，提高产能利用率和生产效率；2) 加强采购等供应链管理，推进采购向低成本区域转移；3) 推行“卫星计划”，增加管理部门能力，并加强各区域管理人员“沉到一线”；同时格拉默和继峰联合开拓市场，产品相互赋能，客户相互导入，共同提升市占率。面对汽车行业电动智能百年大变革，公司积极拥抱，横向拓展乘用车座椅、隐藏式电动出风口、隐藏式门把手、车载冰箱等智能化新品，并突破特斯拉、蔚来、理想等造车新势力，长期来看“大继峰”有望充分发挥格拉默百年积淀的座椅等技术优势和继峰的民企灵活机制冲击智能座舱市场，剑指全球龙头。

投资建议：整合成效渐显，新产品和新客户加速拓展，“大继峰”（继峰+格拉默）未来有望成为全球智能座舱龙头，预计公司2024-2026年收入为242.50/287.50/319.50亿元，归母净利润为3.82/8.67/11.76亿元，对应EPS为0.30/0.69/0.93元，对应2024年7月15日10.09元/股的收盘价，PE分别为33/15/11倍，维持“推荐”评级。

风险提示：乘用车行业销量不及预期；整合进展不及预期；客户拓展情况不及预期；行业竞争加剧；原材料成本提升等。

表13：继峰股份盈利预测与财务指标

项目/年度	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入(百万元)	21,571	24,250	28,750	31,950
增长率(%)	20.1	12.4	18.6	11.1
归属母公司股东净利润(百万元)	204	382	867	1,176
增长率(%)	114.4	87.3	127.1	35.6
每股收益(元)	0.16	0.30	0.69	0.93
PE	63	33	15	11
PB	3.1	2.3	2.0	1.7

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为2024年7月15日收盘价）

5 风险提示

智能化渗透率提升不及预期：智能化正处于发展初期，若受制于成本、技术等因素，后续渗透率提升可能不及预期；

客户拓展不及预期：若推荐公司客户开拓不及预期，相应产品车型配套进程可能放缓，量产进度可能不及预期；

市场竞争加剧的风险：随着科技巨头、消费厂商、初创公司等多方势力纷纷涌入智能化赛道，市场竞争可能进一步加剧。

插图目录

图 1: 特斯拉 Robotaxi 发展历程.....	3
图 2: 特斯拉 Robotaxi 概念图.....	4
图 3: Robotaxi 出行服务预览画面.....	4
图 4: 特斯拉构建起自动驾驶软硬件全栈技术能力.....	5
图 5: Robotaxi 结合了自动驾驶+共享出行.....	6
图 6: Robotaxi 通过多种传感器实现周围环境感知.....	7
图 7: Robotaxi 在智能交通系统中实现数据通信.....	7
图 8: 2024Q1 国内 L2 以上智能驾驶渗透率达 43%.....	7
图 9: 预计 2030 年国内 L2-L3 智能驾驶渗透率有望达到 79.4%.....	7
图 10: Robotaxi 产业链.....	8
图 11: Robotaxi 与出租车/网约车预计服务成本 (元/公里).....	9
图 12: Cruise Robotaxi 与人类司机驾驶事故率对比.....	10
图 13: 中国/全球 Robotaxi 市场规模 (亿元).....	11
图 14: Robotaxi 商业化发展阶段图.....	12
图 15: 中美商业化发展领先, 各国家积极入局, 进行商业化试验.....	12
图 16: 萝卜快跑第五代无人车自动驾驶套件与 AI 系统.....	13
图 17: 百度 Apollo 自动驾驶车型迭代历程.....	14
图 18: 萝卜快跑累计订单量 (万单).....	15
图 19: 萝卜快跑武汉全无人自动驾驶订单比例 (%).....	15
图 20: 第六代 Apollo 自动驾驶系统解决方案.....	15
图 21: 百度 Apollo 端到端无人驾驶技术.....	15
图 22: 武汉市智能网联汽车开放测试道路范围 (截至 2023 年底).....	17
图 23: 武汉市累计开放测试道路里程 (公里).....	17
图 24: 武汉乘用车整车企业布局情况.....	18
图 25: 武汉汽车产业链相关企业 TOP10 (家).....	18
图 26: 武汉市社会公众愿意乘坐全无人自动驾驶汽车的比例 (%).....	18
图 27: 武汉市社会公众认为政府应大力支持自动驾驶产业发展的比例 (%).....	18
图 28: 各城市 Robotaxi“全无人化”时间轴.....	19
图 29: 2023 年加州机动车辆管理局 (DMV) 自动驾驶公司累计里程数排行榜 (km).....	22
图 30: 2023 年加州机动车辆管理局 (DMV) 自动驾驶公司车辆登记数量排行榜 (台).....	22
图 31: 搭载 Waymo 自动驾驶套件的捷豹 I-Pace.....	23
图 32: 搭载 Cruise 自动驾驶套件的雪佛兰 Bolt.....	23
图 33: Waymo 自动驾驶发展历程.....	24
图 34: Waymo 全天候、全无人出行服务运营范围.....	24
图 35: Waymo 第五代无人车平台正视图.....	25
图 36: Waymo 第五代无人车平台侧视图.....	25
图 37: Waymo 第六代无人车平台.....	26
图 38: 极氪旗下家庭用车极氪 MIX.....	26
图 39: Cruise 自动驾驶发展历程.....	26
图 40: Cruise 自动驾驶硬件方案.....	27
图 41: Cruise 拟依托 Origin 平台实现规模化应用.....	27
图 42: Cruise 旧金山事故发生地点.....	28
图 43: Cruise 旧金山事故现场照片.....	28
图 44: 加州自动驾驶汽车全无人商业化推进历程.....	29
图 45: 加州自动驾驶汽车测试里程 (英里).....	30
图 46: 旧金山为自动驾驶汽车项目集聚中心.....	30
图 47: 加州自动驾驶汽车由 DMV 和 CPUC 共同监管.....	32
图 48: CPUC 提供四种自动驾驶汽车乘客服务计划.....	33
图 49: 有安全员/完全无人自动驾驶乘车服务商用部署计划季度报告数据要求对比.....	35

表格目录

重点公司盈利预测、估值与评级	1
表 1: 萝卜快跑、小马智行、文远知行、AutoX 发展情况对比	16
表 2: 武汉、北京、深圳、上海、重庆、广州无人驾驶车辆政策对比	20
表 3: 《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》要点内容	21
表 4: 美国各城市 Robotaxi 发展所处阶段	30
表 5: 两个商用部署项目须遵守的要求	33
表 6: 乘客安全计划内容	36
表 7: 智能化板块重点标的	37
表 8: 伯特利盈利预测与财务指标	38
表 9: 德赛西威盈利预测与财务指标	39
表 10: 经纬恒润盈利预测与财务指标	40
表 11: 科博达盈利预测与财务指标	41
表 12: 上声电子盈利预测与财务指标	42
表 13: 继峰股份盈利预测与财务指标	43

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登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、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。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。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而导致的任何可能的损失负任何责任。

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准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026