東吴證券(香港)
SOOCHOW SECURITIES (HONG KONG)

智驾专题系列（一）：Robotaxi 有望在 28 年迎来商业化曙光，后发追赶者优势在于硬件降本，劣势在于研发投入和算法迭代时间

增持（首次）

2025 年 7 月 14 日

分析师
李润泽
(852) 3982 3213
lileon@dwzq.com.hk

投资要点

- **Robotaxi 玩家在技术路线上采取多传感器融合+高精地图+模块化和端到端融合的算法架构，特斯拉采取纯视觉+无图+端到端的算法架构。**百度、小马、文远和 waymo 等主流玩家均采取多传感器融合叠加高精地图的技术路线，且在算法架构方面逐步采取模块化和端到端结合的技术方案。其中 waymo 虽然有端到端的技术但为了安全的商业化运营仍然主要采用模块化的算法架构。由于高精地图较高的成本和较差的泛化性，部分厂商正在逐步减轻对高精地图的依赖，转向轻量化地图。特斯拉技术实力较强也最为特立独行，传感器层面采取纯视觉的技术方案，算法架构采用端到端的技术路线，地图方面倾向于使用无图模式，利用 BEV+Occupancy 网络+NeRF 技术实现动态重建道路结构。
- **Waymo 和百度在商业化较为领先，小马、文远和 waymo 技术实力较为领先，文远海外拓展能力较为突出。**Waymo 和百度的累计订单都超过 1000 万次，运营车队规模也均超过 1000 台，在商业化进程上走在世界前列。从技术实力上来看，小马、文远和 waymo 技术实力较为领先。文远在除了 robotaxi 外的各类无人场景都有较强的产品和技术储备，且 25Q1 运营车队已经超过 1200 台，在海外拓展和获取海外运营牌照方面展现了较强的竞争力和行动力。
- **全球 Robotaxi 市场空间有望在 2030 年达到 666 亿美元，2025-2030 年 CAGR 有望达到 195.6%。**全球 Robotaxi 市场规模有望在 2030 年达到 666 亿美元，在 2035 年达到 3526 亿美元，2025-2030 年和 2030-2035 年的 CAGR 分别有望达到 195.6%和 39.6%。
- **百度萝卜商业化进程领先行业，我们测算百度萝卜快跑单车 UE Model 有望在 2028 年左右实现回正，一定程度上说明 robotaxi 产业最快可能在 2028 年迎来商业化的曙光。**我们认为公司 Robotaxi 业务有望在 2028 年开始实现 UE 回正，主要驱动力：云代驾人车比有望在未来持续下降，从而大幅度降低人工成本；2025 年单车成本随着未来产业链的规模效应逐步降本，以及监管要求的 5 年折旧逐步放宽到 8 年。
- **硬件成本随产业规模化逐步下降，后发者凭借该优势有望更快实现商业化。**以百度为例，robotaxi 所需的硬件占比整车 20.5 万的成本大约为 26%，其中激光雷达和域控制器占比较高。近年来随着产业规模化，激光雷达和域控占比较高的芯片均有较显著的降价趋势：以禾赛为例，激光雷达单台出货价格从 2022 年的 14317 元下降到 2024 年的 3917 元；以常见的域控芯片供应商英伟达为例，近期推出的平替 Orin Y 单价不到 400 美金且算力大约为 200TOPS，从单位算力价格来看，Orin Y 相比 Orin X 的 13.78 元下降至 13.65 元。
- **后发者追赶难点：累计研发投入至少约 10 亿元，算法迭代追赶所需的时间至少 6 年。**我们大概估算 L4 研发的算法迭代所需的时间，根据特斯拉算法迭代的速度，大约是每 1-2 年会有一次大的算法迭代，对于新入局者而言，将算法从基础开始迭代到业内平均的 L4 水平至少需要大约 6 年的时间。从研发投入看，假设新入局者只做软件算法研发，可能需要至少 300 人的算法工程师团队，算法工程师人均年薪大约为 60 万元，团队一年研发人员工资就需要大约 1.8 个亿，按照 6 年的迭代总计需要超过 10 亿元。
- **风险提示：**宏观经济波动风险，竞争加剧风险，能源成本大幅波动风险，硬件价格降低不及预期，政策监管变动风险，robotaxi 事故风险等。

行业走势

相关研究

内容目录

1. L4 技术逐步成熟推动 Robotaxi 发展，主要玩家技术路线各异 5
1.1. L4 技术成熟推动 Robotaxi 产业发展 5
1.2. 产业链和商业模式：中下游边界模糊化，铁三角模式和一体化模式并存 6
1.3. Robotaxi 产业主流采用多传感器融合+模块化结合端到端技术路线 7
2. Robotaxi 全球市场空间有望在 2030 年达 666 亿美元 12
3. 2028 年 Robotaxi 有望迎商业化曙光，后发追赶具硬件成本优势 14
3.1. 商业化进展：受益于人车成本下降，robotaxi 或最快在 2028 年迎来商业化曙光 14
3.2. 后发者竞争：后发玩家具备硬件成本优势，追赶难点在于算法迭代和数据积累 16
4. 重点 Robotaxi 公司一览（百度集团、文远知行、小马智行） 22
4.1. 百度集团：萝卜快跑领跑全球 Robotaxi 行业，UE 模型有望于 2028 年回正 22
4.2. 小马智行：技术实力领先，Robotruck 和 Robotaxi 双业务线协同商业化 24
4.3. 文远知行：Robotaxi 车队规模和中东等海外市场拓展进度领先行业 27
5. 风险提示 30

图表目录

图 1: 智驾分级：L4 自动驾驶技术逐步成熟使得 Robotaxi 等应用快速发展 5
图 2: robotaxi 产业链：中下游边界模糊化 6
图 3: 整车厂+自动驾驶企业+出行平台铁三角模式 7
图 4: robotaxi 市场主要玩家合作关系 7
图 5: 不同传感器的原理和优缺点 7
图 6: 禾赛激光雷达探测距离超过 200 米 8
图 7: 禾赛激光雷达超高分辨率和细节感知 8
图 8: 不同地图方案的原理和优缺点 9
图 9: 不同算法架构的原理和优缺点 10
图 10: VLA 可能是下一代自动驾驶主流的算法架构 10
图 11: 主要 robotaxi 玩家技术路线、传感器和运营情况一览 11
图 12: 全球无人驾驶玩家技术和各项产品实力对比 11
图 13: 全球和中国 Robotaxi 服务市场规模及增速（十亿美元） 12
图 14: 成熟的 Robotaxi 产品可帮助规避驾驶员引起的碰撞事故 13
图 15: robotaxi 整车成本和安全员成本未来有望逐步下降 13
图 16: 中美两国政策端均大力支持 robotaxi 产业发展 14
图 17: 百度萝卜快跑 UE Model 测算 15
图 18: 百度 robotaxi 单车收入和核心成本变化预测 16
图 19: 百度 robotaxi 单车核心成本占比预测 16
图 20: 百度 robotaxi 单车运营数据变化预测 16
图 21: 百度 robotaxi 单车单均收入预测 16
图 22: robotaxi 产业壁垒包括用户流量、硬件能力、软件能力和资金等壁垒 17
图 23: 早期入局仍在深耕 Robotaxi 的玩家和进展 17
图 24: 早年入局 robotaxi 行业但逐步淡出的玩家 17
图 25: robotaxi 实现安全冗余的硬件配置及价格 18
图 26: 禾赛激光雷达单台出货均价逐年下探（元） 18
图 27: 英伟达推出单位算力价格更低的 Orin Y 来应对自动驾驶芯片的竞争和降本挑战 18
图 28: L4 研发成本估算 19
图 29: 特斯拉算法迭代节奏和演变历史 19
图 30: 高阶智驾核心玩家研发团队规模和研发投入 19
图 31: 自动驾驶对于数据采集、处理和积累介绍 20
图 32: 用户单车采集到 1000 万 clips 所需时间 21
图 33: 有采集车/用户车的后发者采集所需时间 21
图 34: 数据标注所需时间和成本 21
图 35: 数据处理的困难点 21
图 36: 百度萝卜快跑运营订单持续高速增长 22
图 37: 百度全国全无人驾驶比例 25Q1 提升至 100% 22
图 38: 百度萝卜快跑无人车成本大幅下降 23
图 39: 百度萝卜快跑 UE Model 测算 23
图 40: 小马主要收入来自于授权和 robotruck（千美元） 24
图 41: 小马智行收入基本来自中国大陆（千美元） 24

图 42: 小马智行的 Pony.ai 拥有成熟的商用 L4 技术.....25
图 43: 小马的 PonyWorld 具备领先的技术实力.....25
图 44: 小马智行 robotruck 与三一和中外运合作共赢.....25
图 45: 小马 L4 级自动驾驶技术适配多种应用和产品.....25
图 46: Robotruck 相比 robotaxi 技术难度较低，商业化可能更快.....25
图 47: 小马智行车型和传感器和算力配置.....26
图 48: 小马智行 robotaxi 开启规模化运营，单车日均接超过 15 单，超过 30 万注册用户.....26
图 49: 小马智行 UE Model 测算.....27
图 50: 文远知行分产品和服务收入（百万元）.....28
图 51: 文远知行分业务及整体毛利率.....28
图 52: 文远知行主要产品.....28
图 53: 文远知行各项无人应用产品中，robotaxi 和 robovan 已经准备好规模化运营.....29
图 54: 文远知行 UE Model 测算.....30

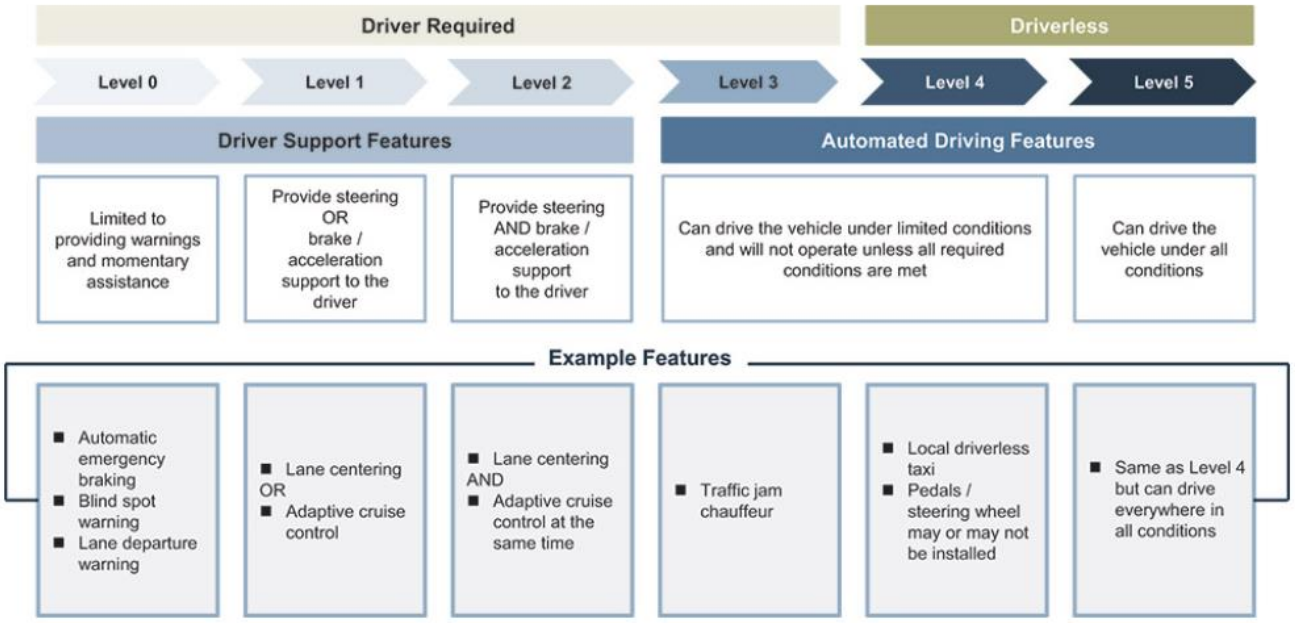
1. L4 技术逐步成熟推动 Robotaxi 发展，主要玩家技术路线各异

1.1. L4 技术成熟推动 Robotaxi 产业发展

Robotaxi 是自动驾驶技术的一种具体应用，L4 技术成熟推动产业快速发展。自动驾驶出租车利用高级传感器、人工智能和高精地图等技术，实现安全可靠的自主驾驶。无人驾驶技术（L4）的快速成熟，推动 Robotaxi 等应用快速发展。

智驾分为两类：ADAS（高级辅助驾驶）和 AD （高阶自动驾驶）。ADAS（高级辅助驾驶）：主要为 L2 及以下，协助驾驶员完成各种驾驶任务的技术及功能。**AD（高阶自动驾驶）：主要为 L2+及以上，**指与高级辅助驾驶相比自动化程度更高的技术及功能，其最终目标是实现全自动驾驶，即车辆可以在没有人工干预的情况下运行。目前 L2 不管在技术上还是商业化上已经较为成熟，而部分整车厂整合的智驾解决方案技术水平实际上已经达到 L3 甚至 L4 级别，但是为了规避事故责任等，车企更倾向于对外宣传为 L2+。

图1：智驾分级：L4 自动驾驶技术逐步成熟使得 Robotaxi 等应用快速发展



数据来源：小马智行招股书，东吴证券（香港）

请务必阅读正文之后的免责声明部分

1.2. 产业链和商业模式：中下游边界模糊化，铁三角模式和一体化模式并存

Robotaxi 产业链：Robotaxi 行业上游主要为自动驾驶汽车感知、定位、决策和执行等层面所需的软硬件，感知层包括激光雷达、摄像头、毫米波雷达和超声波雷达等，定位主要包括高精地图和定位，决策层主要包括自动驾驶芯片和域控制器，执行层主要包括转向、制动、空悬和动力总成等。中游传统意义上主要为智驾解决方案供应商、整车厂等，下游为出行平台等车队运营企业，在当下中游和下游边界模糊化，百度和谷歌等互联网科技公司自行开发 robotaxi 平台，传统出行平台滴滴也开始参与到中游的技术集成和优化。

图2：robotaxi 产业链：中下游边界模糊化

数据来源：Frost & Sullivan，东吴证券（香港）

当前 robotaxi 行业主要有两种模式：第一类是整车厂+自动驾驶企业+出行平台的铁三角合作模式，代表性例子包括 Momenta+上汽+享道出行、文远知行+广汽+如祺出行、小马智行+吉利+曹操出行等等；**另外一类是负责超过 2 个角色甚至一体化**，比如特斯拉的一体化模式，以及百度/滴滴同时兼顾算法+运营平台再找主机厂合作的模式。

图3：整车厂+自动驾驶企业+出行平台铁三角模式

数据来源：文远知行官网，东吴证券（香港）

图4：robotaxi 市场主要玩家合作关系

主要合作关系	智驾企业	主机厂	出行平台
铁三角模式	Momenta	上汽	享道出行
	文远知行	广汽	如祺出行
	小马智行	吉利	曹操
	waymo	捷豹	uber
一家承担2个+的角色	滴滴自研	广汽	滴滴
	百度	江铃等	百度运营
	特斯拉自研	特斯拉	特斯拉运营
	比亚迪自研	比亚迪	uber

数据来源：公开信息整理，东吴证券（香港）

1.3. Robotaxi 产业主流采用多传感器融合+模块化结合端到端技术路线

从传感器的角度看，主要分为多传感器融合和纯视觉方案两种技术路线，在 robotaxi 等对安全性要求较高的应用中，多传感器融合模式为业界主流：

1）多传感器融合方案，除了特斯拉外，其他主要 robotaxi 玩家均采取该技术路线，通过摄像头、激光雷达、毫米波雷达等多种传感器获取数据，每一种传感器都有各自的优点和不足，多种传感器融合可以一定程度上保证运营安全冗余；

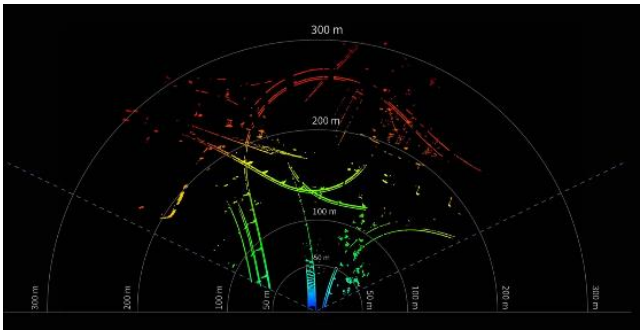
2）纯视觉方案，特斯拉是该方案的代表性企业，马斯克认为按照第一性原理，人只需要使用视觉那么无人驾驶最终也只需要视觉，该方案仅用摄像头进行感知，虽然相比多传感器融合有一定的硬件成本优势，但是对于软件算法的技术要求更高，当前算法仍在逐步成熟过程中，因此纯视觉方案的安全性相比多传感器方案较低。

图5：不同传感器的原理和优缺点

	摄像头	激光雷达	毫米波雷达	超声波雷达
原理	获得环境图像	通过反射的激光束进行定位和成象	通过接受反射的毫米波进行定位和成象	通过反射的超声波进行定位成象
优点	获得丰富的细节信息	受环境光线影响非常小	不受光线和极端天气影响	成本低，适合近距离探测
缺点	遇到光线不好的情况容易出现问题	遇到雨雪极端天气容易出现问题	对于低反射率的目标容易漏掉信息	波长较短，感知精度不够，远距离探测能力欠佳

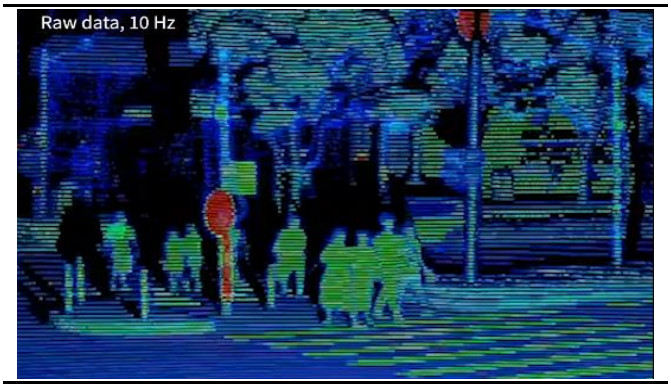
数据来源：iFind，公开新闻整理，东吴证券（香港）

图6：禾赛激光雷达探测距离超过 200 米



数据来源：禾赛官网，东吴证券（香港）

图7：禾赛激光雷达超高分辨率和细节感知



数据来源：禾赛官网，东吴证券（香港）

从地图方案的角度，主要分为高精地图和轻量化地图两种技术路线，未来随着技术成熟，轻量化地图方案可能会逐步向无图方案演进：

1）高精地图，是精度更高、数据维度更多的电子地图，精度更高体现在精确到厘米级别，数据维度更多体现在其包括了除道路信息之外的与交通相关的周围静态信息，可以说高精地图是一种具备“超视距”感知能力的传感器。主要优点包括：a 可弥补普通传感器的性能边界、提供重要先验信息；b 很多静态信息可以预先存留在高精地图上，极大减轻了感知实时检测的算力负担，使得感知有更多资源进行动态物体的识别与跟踪。主要缺点包括：a 目前大部分图商只能做到 3 个月更新一次高精地图，而对于自动驾驶理想状态是日更乃至小时级的更新。b 高精地图成本高昂，市场上分米级地图的测绘成本约为每公里 10 元，厘米级地图的测绘成本高达每公里千元。

2）轻量化地图，是智能驾驶领域为降低对高精度地图（HD Map）依赖而提出的解决方案，其核心在于“重感知、轻地图”，即通过摄像头、激光雷达等传感器实时感知环境，结合导航地图或简化版高精地图。与传统方案相比，它不再完全依赖高精地图的厘米级精度，而是利用算法和实时数据弥补地图信息的不足。主要优点包括：a 传统高精地图仅覆盖部分高速和城市主干道，轻地图方案可扩展至全国 530 万公里公路。b 城市道路变化频繁，轻地图通过实时感知应对临时施工、突发障碍等场景，泛化能力更强。c 高精地图涉及测绘资质和国家安全审核，轻地图方案减少合规压力。主要缺点包括：a 轻量化地图缺乏这种长距离精确信息，主要依赖实时感知，可能导致紧急决策。b 在恶劣天气（雨雪雾）、隧道、地下车库等传感器受限场景，轻量化地图依赖实时感知，在这些场景风险更高。c 轻量化地图精度不足，在 GNSS 信号丢失时（高楼区、立交桥）定位能力较弱。d 高精地图可作为独立于实时感知的安全冗余层，提供静态环境"真值"，而轻量化地图方案缺乏这种冗余机制。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

图8：不同地图方案的原理和优缺点

	高精地图	轻量化地图
原理	高精地图是精度更高、数据维度更多的电子地图，精度更高体现在精确到厘米级别，数据维度包括了除道路信息之外的与交通相关的周围静态信息	轻地图技术是为降低对高精度地图（HD Map）依赖而提出的解决方案。其核心在于"重感知、轻地图"，利用算法和实时数据弥补地图信息的不足。
优点	**更安全：**可弥补普通传感器的性能边界，提供重要先验信息，避免极端情形事故	**覆盖范围大：**传统高精地图仅覆盖部分高速和城市主干道，轻地图方案可扩展至全国530万公里公路。
	实时算力负担小：大量静态信息可以预先存留在高精地图上，减轻了感知实时算力负担	**泛化能力更强：**城市道路变化频繁，轻地图通过实时感知应对临时施工、突发障碍等场景，泛化能力更强。
缺点	**更新缓慢：**大部分图商只能做到 3 个月更新一次高精地图，对于自动驾驶，理想状态是日更，乃至小时级的更新。	**部分场景风险较高：**轻量化地图依赖实时感知，在恶劣天气（雨雪雾）、隧道、地下车库等传感器受限场景风险较高。
	高精地图成本高昂：市场分米级地图的测绘成本为每公里10元左右，而厘米级地图的测绘成本可达每公里千元	**部分场景定位能力弱：**轻量化地图精度不足，在GNSS信号丢失时（高楼区、立交桥）定位能力较弱。

数据来源：iFind，公开新闻整理，东吴证券（香港）

从算法架构角度看，主要有模块化、端到端以及模块化和端到端结合的路线，在当下业界采取模块化和端到端结合并逐步向端到端架构迈进，特斯拉的一段式端到端相对较为成熟：

1）端到端，设计理念为单一神经网络直接输出控制指令，技术特点为数据驱动、全局优化。优点包括：a 全局优化能力强，通过单一神经网络直接从传感器数据映射到控制指令，避免模块间信息损耗和误差累积，提升系统整体效率；b 计算效率高，共享特征提取骨干网络（如 BEV+Transformer），减少冗余计算，响应速度更快；c 长尾问题处理更优，数据驱动模式能学习复杂场景（如非规则道路、突发障碍），泛化能力显著优于规则系统。缺点包括：a 黑盒特性导致可解释性差，决策过程难以追溯，调试困难（如误判红绿灯时无法定位故障层）；b 数据与算力需求极高，需千万级视频片段训练；c 安全冗余不足，极端场景（如传感器失效）依赖单一模型，缺乏预设规则兜底。

2）模块化，设计理念为分模块处理（感知→决策→控制），技术特点为规则驱动、模块独立优化。优点包括：a 可解释性与易调试，模块独立（感知/决策/控制），故障可快速定位（如感知错误则优化检测算法）；b 开发分工明确，团队可按模块并行开发，降低协作复杂度；c 安全冗余完善，各模块可嵌入规则校验（如 AEB 紧急制动规则），提升极端场景可靠性。缺点包括：a 信息传递损耗，模块间接口导致误差累积（如感知漏检→规划路径碰撞风险提升）；b 规则难以穷尽场景，依赖人工编码规则，无法覆盖所有 Corner Case（如罕见交通标志误读）；c 计算冗余，各模块独立特征提取，算力利用率低（端到端计算效率高 30%以上）。

3）端到端和模块化结合，设计理念，在常规场景下使用端到端模型快速响应（如车道保持、跟车），而在极端场景下规则或次级模型介入（如施工路段切换模块化路径规划）。技术特点为数据与规则协同。优点包括：a 平衡性能与安全，端到端提升效率，规则系统提供兜底（如误识别行人时触发 AEB）；b 渐进式技术升级，可从模块化逐步迁移（如特斯拉 FSD V9→V12 逐步端到端化）。缺点包括：a 系统复杂度高，需解决数据

流协同问题（如端到端与规则引擎冲突时的仲裁机制）；b 开发成本双重叠加，需同时维护神经网络训练和规则引擎迭代。

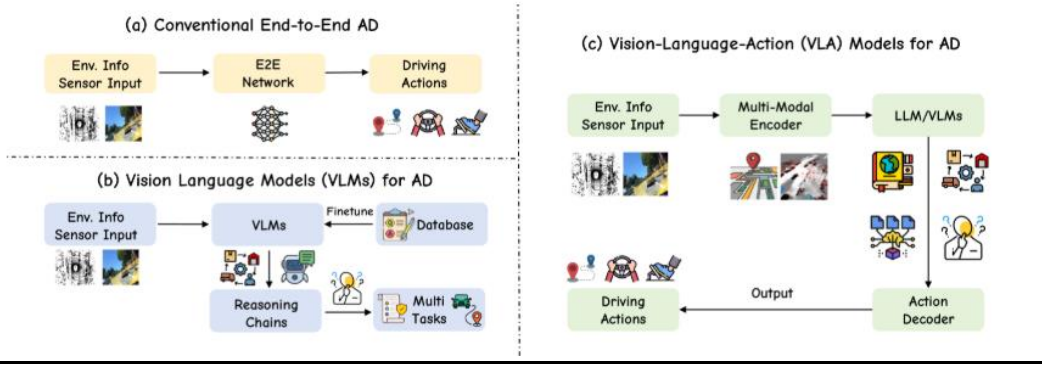
图9：不同算法架构的原理和优缺点

	端到端	模块化	端到端和模块化结合
设计理念	单一神经网络直接输出控制指令	分模块处理（感知→决策→控制）	常规场景：端到端模型快速响应（如车道保持、跟车）。极端场景：规则或次级模型介入（如施工路段切换模块化路径规划）。
技术特点	数据驱动、全局优化	规则驱动、模块独立优化	数据与规则协同
优点	通过单一神经网络直接从传感器数据映射到控制指令，避免模块间信息损耗和误差累积，提升系统整体效率	模块独立（感知/决策/控制），故障可快速定位（如感知错误则优化检测算法）	平衡性能与安全，端到端提升效率，规则系统提供兜底（如误识别行人时触发AEB）
	共享特征提取骨干网络（如BEV+Transformer），减少冗余计算，响应速度更快	团队可按模块并行开发，降低协作复杂度	可从模块化逐步迁移，实现渐进式技术升级（如特斯拉FSD V9→V12逐步端到端化）
	数据驱动模式能学习复杂场景（如非规则道路、突发障碍），泛化能力显著优于规则系统	各模块可嵌入规则校验（如AEB紧急制动规则），提升极端场景可靠性	
缺点	决策过程难以追溯，调试困难（如误判红绿灯时无法定位故障层）。	模块间接口导致误差累积（如感知漏检→规划路径碰撞风险提升）。	需解决数据流协同问题（如端到端与规则引擎冲突时的仲裁机制）
	数据与算力需求极高，需千万级视频片段训练。	依赖人工编码规则，无法覆盖所有Corner Case（如罕见交通标志误读）。	
	极端场景（如传感器失效）依赖单一模型，缺乏预设规则兜底	各模块独立特征提取，算力利用率低（端到端计算效率高30%以上）	开发成本双重叠加，需同时维护神经网络训练和规则引擎迭代

数据来源：iFind，公开新闻整理，东吴证券（香港）

VLA 可能是下一代自动驾驶主流的算法架构。当前的(a)端到端模型缺乏可解释性；(b) VLM 模型以感知为中心，但语言输出和实际控制存在脱节；(c) VLA 模型整合了感知、推理与行动，可能成为下一代主流的自动驾驶算法架构。

图10：VLA 可能是下一代自动驾驶主流的算法架构



数据来源：《关于自动驾驶的 VLA 模型调查》论文，东吴证券（香港）

主流 robotaxi 玩家在技术路线上采取多传感器融合+高精地图+模块化和端到端融合的算法架构，特斯拉采取纯视觉+无图+端到端的算法架构。百度、小马、文远和 waymo 等主流玩家均采取多传感器融合叠加高精地图的技术路线，且在算法架构方面逐步采取模块化和端到端结合的技术方案。其中 waymo 虽然有端到端的技术但为了安全的商业化运营仍然主要采用模块化的算法架构。由于高精地图较高的成本和较差的泛化性，部分厂商正在逐步减轻对高精地图的依赖，转向轻量化地图。特斯拉传感器层面采取纯视

觉的技术方案，算法架构采用端到端的技术路线，地图方面倾向于使用无图模式，利用 BEV+Occupancy 网络+NeRF 技术实现动态重建道路结构。

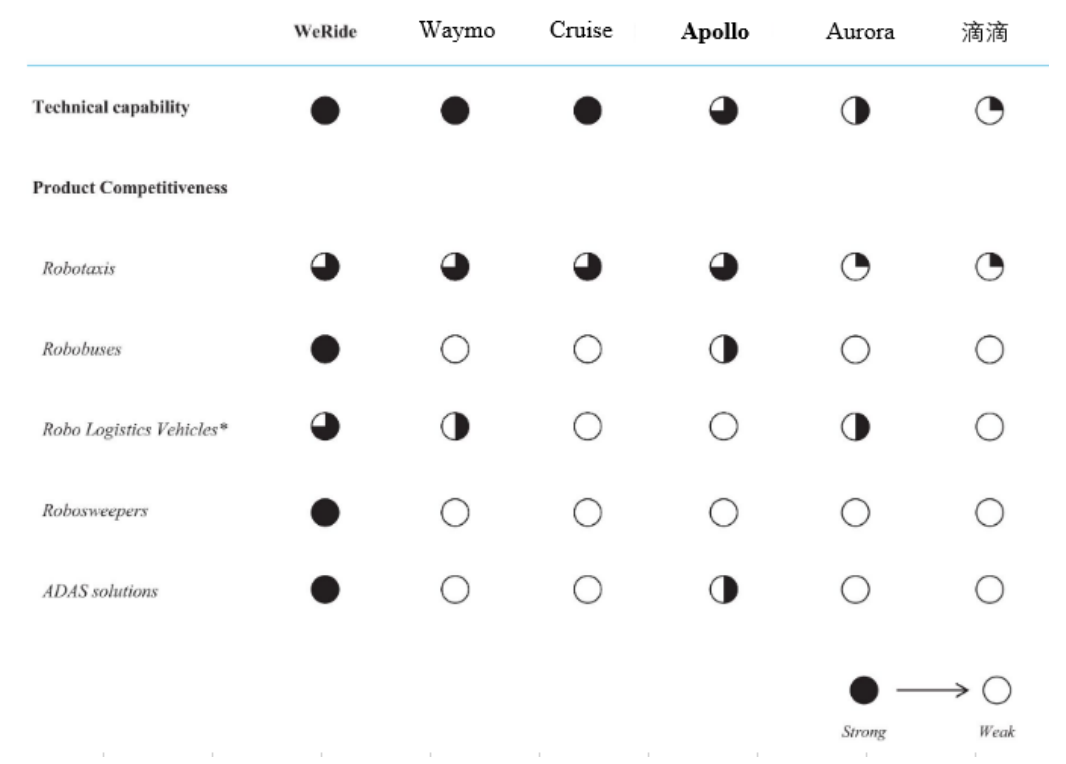
Waymo 和百度在商业化较为领先，小马、文远和 waymo 技术实力较为领先，文远海外拓展能力较为突出。Waymo 和百度的累计订单都超过 1000 万次，运营车队规模也均超过 1000 台，在商业化进程上走在世界前列。从技术实力上来看，小马、文远和 waymo 技术实力较为领先。文远在除了 robotaxi 外的各类无人场景都有较强的产品和技术储备，且 25Q1 运营车队已经超过 1200 台，在海外拓展和获取海外运营牌照方面展现了较强的竞争力和行动力。

图11：主要 robotaxi 玩家技术路线、传感器和运营情况一览

核心robotaxi玩家	合作车企和车型	车辆成本（万元）	技术路径	主要传感器	算法架构	高精地图	运营城市	运营车辆数	大约城区接管里程（km）	累计行驶里程	累计订单数量
百度萝卜快跑	江铃（顺驰06）	20.5	多传感器融合	4个禾赛的AT128激光雷达、6颗毫米波雷达、12颗超声波雷达、4颗300万像素摄像头、8颗800万像素摄像头	模块化和端到端结合	是	15	超过1000	约1000	超过1.5亿公里	超1100万次
小马智行	北汽极狐阿尔法T5、广汽埃安霸王龙、丰田铂智4X	28（4.1万美元）	多传感器融合	9颗激光雷达、14颗摄像头、4颗毫米波雷达，以及4颗麦克风、2颗涉水传感器和1套碰撞传感器	模块化和端到端结合	是	9	约300，计划2025年底扩张至1000	-	超过3500万公里	-
文远知行	与吉利合作研发GXR	-	多传感器融合	传感器套件Sensor Suite 5.6，拥有包括高性能低成本激光雷达、高清高动态相机、RTK高精度组合惯导模块等在内的超20个传感器	模块化和端到端结合	是	7	超过1200	-	超过4000万公里	710万次
特斯拉	特斯拉cybercab	22（3万美元）	纯视觉	8个摄像头、1个毫米波雷达、12个超声波雷达	端到端	否	1	计划2025年扩张至1000	536	-	-
Waymo	捷豹纯电I-PACE、极氪MIX	70（10万美元）	多传感器融合	4个激光雷达、13个摄像头、6个雷达	模块化	是	4	超过1500	-	超过9100万公里	超过1000万次

数据来源：上市公司财报，上市公司官网，公开新闻，东吴证券（香港）

图12：全球无人驾驶玩家技术和各项产品实力对比



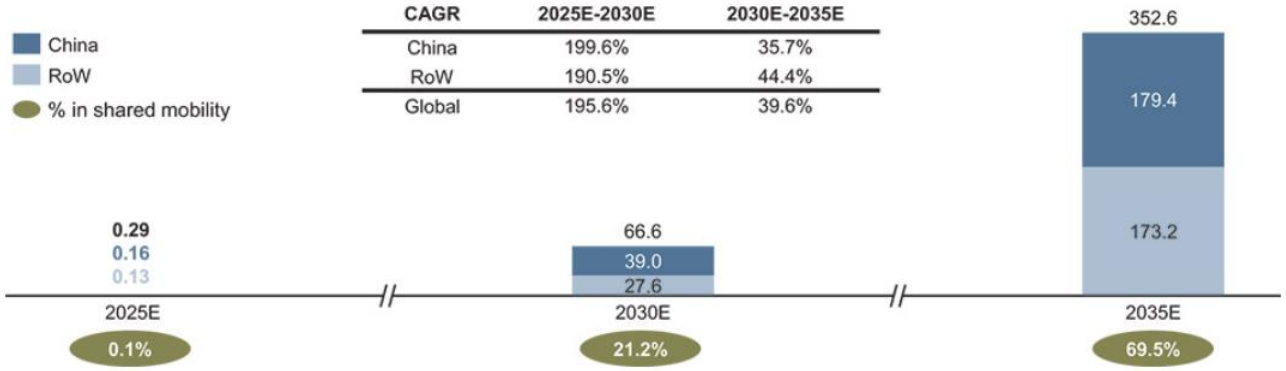
数据来源：文远知行招股书，CIC，东吴证券（香港）

2. Robotaxi 全球市场空间有望在 2030 年达 666 亿美元

全球 Robotaxi 市场空间有望在 2030 年达到 666 亿美元，2025-2030 年 CAGR 有望达到 195.6%。全球 Robotaxi 市场规模有望在 2030 年达到 666 亿美元，在 2035 年达到 3526 亿美元，2025-2030 年和 2030-2035 年的 CAGR 分别有望达到 195.6%和 39.6%。

中国 Robotaxi 市场空间有望在 2030 年达到 390 亿美元，2025-2030 年 CAGR 有望达到 199.6%。中国 Robotaxi 市场规模有望在 2030 年达到 390 亿美元，在 2035 年达到 1794 亿美元，2025-2030 年和 2030-2035 年的 CAGR 分别有望达到 199.6%和 35.7%。

图13：全球和中国 Robotaxi 服务市场规模及增速（十亿美元）



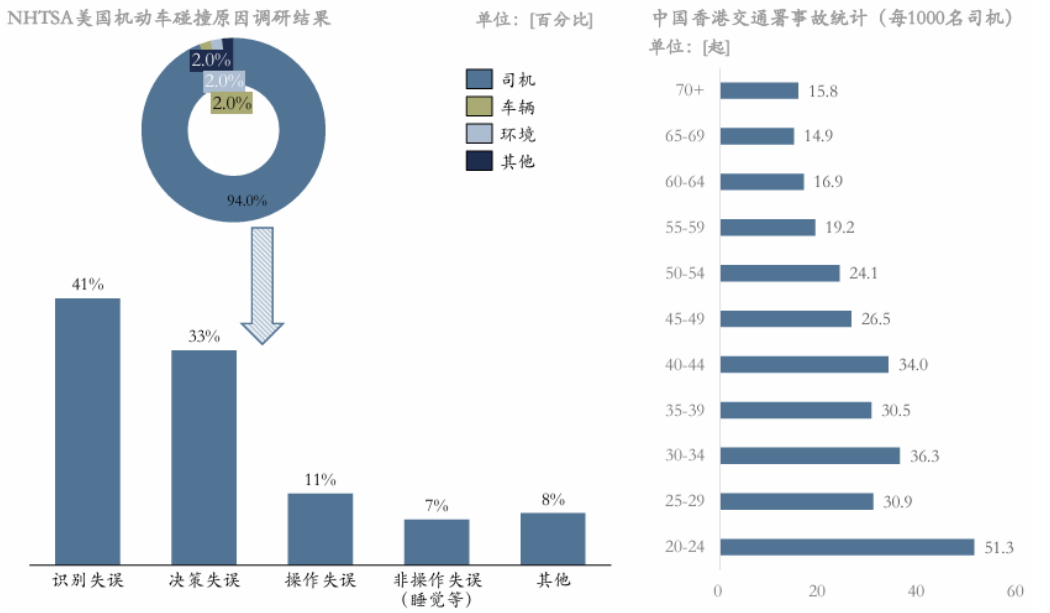
数据来源：小马智行招股书，Frost & Sullivan，东吴证券（香港）

Robotaxi 行业快速发展的主要驱动因素主要包括技术成熟、政策支持和成本下降：

1）技术逐步成熟，自动驾驶安全性提高：在事故发生的追因调研中，驾驶员的失误操作是导致事故发生的主要因素，而 Robotaxi 技术逐步成熟，可以帮助规避由人为导致的大部分事故风险，降低事故发生率，保障驾驶员和乘客安全。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

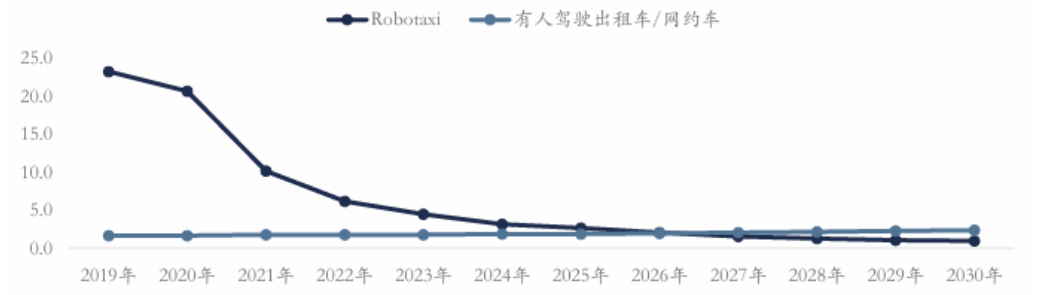
图14：成熟的 Robotaxi 产品可帮助规避驾驶员引起的碰撞事故



数据来源：Frost & Sullivan，东吴证券（香港）

2）robotaxi 成本端有望逐步下降：自动驾驶减少了对司机的依赖，从而节省人工成本，当前的 Robotaxi 仍需要安全员，但随着技术的成熟，单个安全员逐步可以监管更多台车辆，带来成本下降。此外，随着无人驾驶车队规模的增长，各类硬件也将因为规模效应持续降本，带来车辆成本的下降。

图15：robotaxi 整车成本和安全员成本未来有望逐步下降

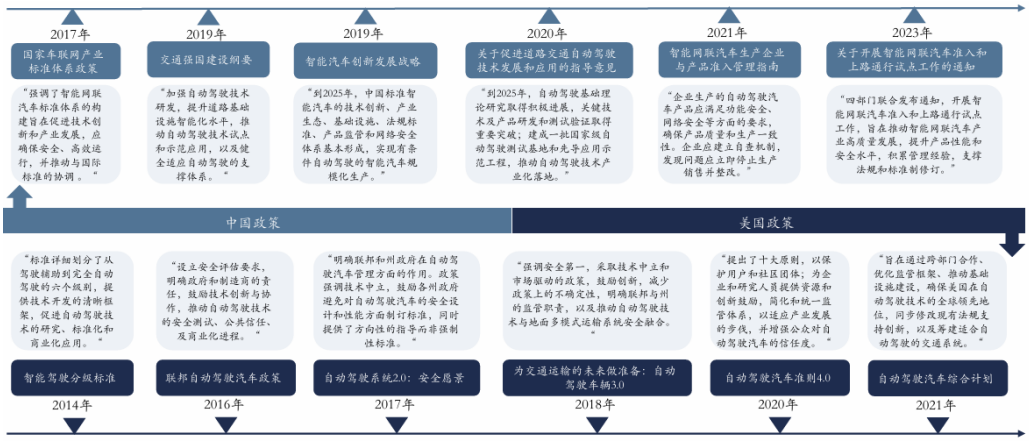


数据来源：Frost & Sullivan，东吴证券（香港）

3）中美两国政策端均大力支持 robotaxi 产业发展：美国在自动驾驶政策方面起步较早，其政策环境相对宽松，鼓励创新。中国在自动驾驶领域的发展策略则更注重安全稳定和渐进式推进。在中国运营 robotaxi，需要经过测试、示范和商业化三个阶段：测试阶段需要接管里程等数据达标，以及车辆等硬件进行资质检测等；示范阶段需要积累安全运营里程，准备安全相关的评估和保障方案；商业化阶段需要配备相关保险，并且

接受监管定期的数据审查。

图16：中美两国政策端均大力支持 robotaxi 产业发展



数据来源：Frost & Sullivan，东吴证券（香港）

3. 2028 年 Robotaxi 有望迎商业化曙光，后发追赶具硬件成本优势

3.1. 商业化进展：受益于人车成本下降，robotaxi 或最快在 2028 年迎来商业化曙光

百度的萝卜快跑相对全球 robotaxi 玩家在商业化进程上更为领先，我们测算百度萝卜快跑单车 UE Model 有望在 2028 年左右实现回正，一定程度上说明 robotaxi 产业最快可能在 2028 年迎来商业化的曙光。我们根据相关上市公司财报和公开新闻，测算百度萝卜快跑单车 UE model，我们认为公司 Robotaxi 业务有望在 2028 年开始实现 UE 回正，主要假设：运营数据逐步走升带来每日毛收入持续提升；云代驾人车比有望在未来持续下降，从而大幅度降低人工成本；2025 年单车成本大约为 25 万元，随着未来产业链的规模效应逐步降本，以及监管要求的 5 年折旧逐步放宽到 8 年，未来单车成本有望逐年下降。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

图17：百度萝卜快跑 UE Model 测算

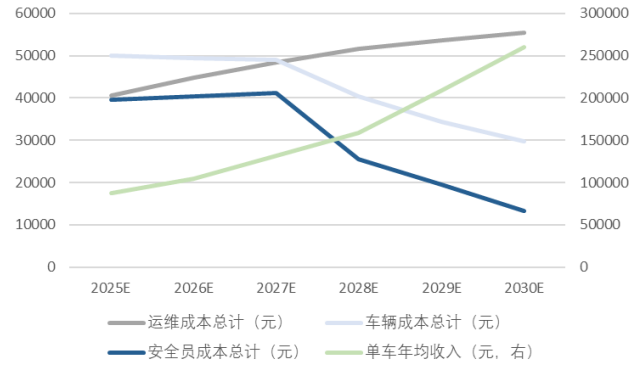
	UE Model（元）	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
假设备注	**收入端假设**						
25Q1共145万单，按照1000台车，日均单车大约16单	日均单数	16	17	18	19	19.5	20
滴滴平均每单9公里，按照逐步达到9公里水平	平均每单里程（公里）	5.4	6.8	7.8	8.5	8.8	9
1km内起步价18元，超出起步价范围后每公里2.7元	平均每单收入（元）	30	33.7	36.4	38.3	39.1	39.6
新闻折扣大约为5折，采取高定价高折扣的策略	每单折扣率	0.5	0.5	0.55	0.6	0.75	0.9
	每单折扣后实际收入（元）	15	17	20	23	29	36
	单车日均收入（元）	240	286	360	436	571	713
	单车年均收入（元）	**87,600**	**104,430**	**131,387**	**159,158**	**208,507**	**260,172**
	成本端假设						
	车辆成本总计（元）	**50,000**	**49,500**	**49,005**	**40,429**	**34,307**	**29,718**
百度RT6做到20.5w，加上换电等成本大约为25w	自有车辆单车造价（元）	250,000	247,500	245,025	242,575	240,149	237,748
规模效应+反内卷政策，未来车辆成本按年微降	YOY		-1%	-1%	-1%	-1%	-1%
监管要求5年（后续可能会逐步放开）	折旧年限（年）	5	5	5	6	7	8
	车辆成本（元）	50,000	49,500	49,005	40,429	34,307	29,718
	运维成本总计（元）	**40,599**	**44,711**	**48,411**	**51,695**	**53,660**	**55,442**
对比私家车和滴滴等，略高于普通出租车	保险费用（元）	15,000	15,300	15,606	15,918	16,236	16,561
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
对比私家车和滴滴等	维修、清洁等费用（元）	15,000	15,300	15,606	15,918	16,236	16,561
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
对比私家车和滴滴等	电费（元/公里）	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
大多城市空驶率30-50%，车队规模越大空驶率逐步下降	空驶率	40%	39%	38%	37%	36%	35%
	动力费用（元）	10,599	14,111	17,199	19,859	21,187	22,319
	安全员成本总计（元）	**39,600**	**40,392**	**41,200**	**25,469**	**19,484**	**13,249**
监管要求1：3，随着技术成熟有望逐步放开1：10	云代驾人车比	0.33	0.33	0.33	0.20	0.15	0.10
云安全员按照武汉人均收入	安全员年薪（元）	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
安全员每人工作8小时，每日换班两次	安全员换班（每日两班16h）	2	2	2	2	2	2
	安全员总成本（元）	39,600	40,392	41,200	25,469	19,484	13,249
	单车年均成本（元）	**130,199**	**134,603**	**138,616**	**117,593**	**107,450**	**98,409**
	单车年均毛利润（元）	**-42,599**	**-30,173**	**-7,229**	**41,565**	**101,057**	**161,763**

数据来源：上市公司公告，公开新闻整理，东吴证券（香港）

从单车成本看，安全员成本有望从 2025 年的 39600 元下降至 2028 年的 25469 元和 2030 年的 13249，分别变动-36%和-67%；单车成本有望从 2025 年的 50000 元下降至 2028 年的 40429 元和 2030 年的 29718 元，分别变动-19%和-41%；运营成本有望从 2025 年的 40599 元上升到 2028 年的 51695 元和 2030 年的 55442 元，分别上升 27%和 37%。

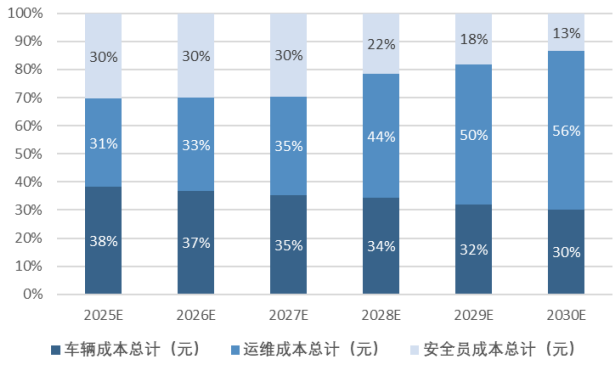
从单车收入看，日均单数有望从 2025 年的 16 单逐步提升至 2030 年的 20 单，单均里程有望从 2025 年的 5.4 公里提升至 2030 年的大约 9 公里，折扣率有望从 2025 年的 5 折上升至 2030 年的大约 9 折，单车收入有望从 2025 年的 87600 元提升至 2028 年的 159158 元和 2030 年的 260172 元，分别上升 82%和 197%。

图18：百度 robotaxi 单车收入和核心成本变化预测



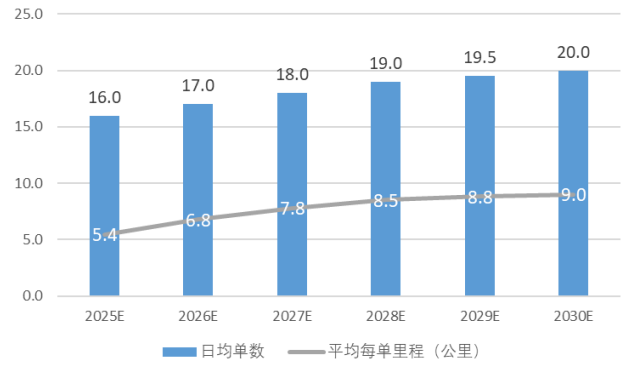
数据来源：公开新闻整理，东吴证券（香港）

图19：百度 robotaxi 单车核心成本占比预测



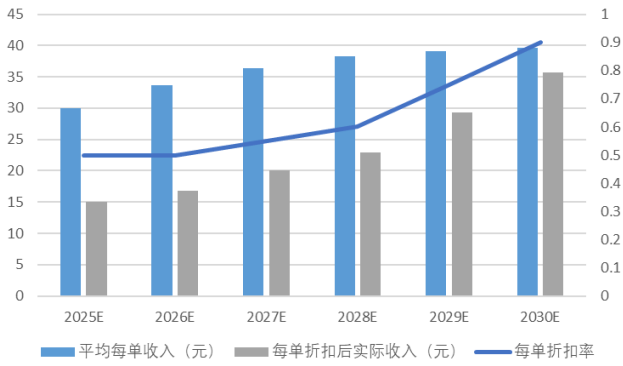
数据来源：公开新闻整理，东吴证券（香港）

图20：百度 robotaxi 单车运营数据变化预测



数据来源：公开新闻整理，东吴证券（香港）

图21：百度 robotaxi 单车单均收入预测



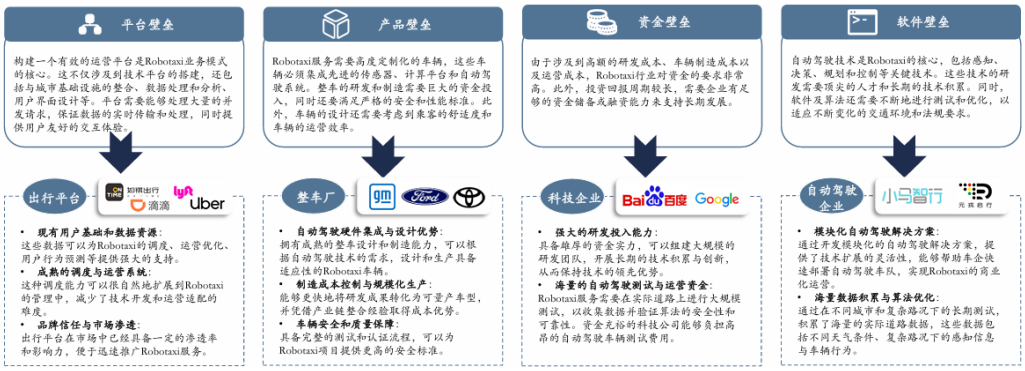
数据来源：公开新闻整理，东吴证券（香港）

3.2. 后发者竞争：后发玩家具备硬件成本优势，追赶难点在于算法迭代和数据积累

Robotaxi 行业的竞争壁垒较高，主要包括：1）用户流量壁垒，例如 uber 和滴滴天然存在用户流量优势，一旦产品技术和商业化验证后，robotaxi 业务能够很快形成飞轮；2）硬件能力，robotaxi 需要的车辆必须集成可靠的传感器方案、算力芯片、软件算法等，研发和制造需要巨大资金投入，并且要满足严格的安全标准；3）软件能力，自动驾驶技术是 Robotaxi 的核心，感知、决策、规划和控制等关键技术研发需要顶尖的人才和长期的技术积累；4）资金壁垒，由于涉及到高额的研发成本、车辆制造成本以及运营成本，Robotaxi 行业对资金的要求非常高。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

图22：robotaxi 产业壁垒包括用户流量、硬件能力、软件能力和资金等壁垒



数据来源：Frost & Sullivan，东吴证券（香港）

Robotaxi 产业先发不一定具备优势，技术复杂性、安全争议和高昂成本导致部分早期入局企业折戟。我们回顾历史上的 robotaxi 玩家的失败案例和原因：1）Cruise（通用汽车）。失败原因：多次严重事故（如 2023 年挡救护车致人死亡）引发公众信任危机，技术落地进度滞后，成本过高。现状：2024 年通用停止投资，Cruise 退出 Robotaxi 业务，团队并入通用。2）Argo AI（福特 / 大众）。失败原因：技术研发进展缓慢，商业化路径不清晰，资金链断裂。现状：2022 年关闭，福特和大众转向 L2/L3 技术。3）Zoox（亚马逊）。失败原因：独立研发全无人驾驶车辆成本过高，融资受阻，估值大幅缩水。现状：2020 年被亚马逊收购，业务转向物流配送。4）Uber 自动驾驶部门。失败原因：2018 年致命事故后技术迭代放缓，商业化压力大，最终出售。现状：2020 年以 40 亿美元出售给 Aurora，Uber 转型为技术应用方。5）苹果泰坦计划。失败原因：目标过于激进（L5 自动驾驶），团队动荡，技术路线反复调整。现状：2024 年终止项目，退出自动驾驶领域。

图23：早期入局仍在深耕 Robotaxi 的玩家和进展

公司	入局时间	关键进展
Waymo	2009	全球首个商业化 Robotaxi，覆盖美多城，技术领先。
百度 Apollo	2013	萝卜快跑运营车辆超过1000辆，整车成本降至 20 万元。
小马智行	2016	2024 年上市，覆盖中、美多城，与 Uber 合作拓展全球。
滴滴自动驾驶	2016	混合派单模式接入滴滴平台，2025 年量产 L4 车型。

数据来源：公开新闻整理，东吴证券（香港）

图24：早年入局 robotaxi 行业但逐步淡出的玩家

公司	入局时间	现状
Cruise	2013	曾估值 300 亿美元，因事故和技术问题被通用终止 Robotaxi 业务。转型为通用内部团队，聚焦乘用车智能驾驶。
Zoox	2014	2020 年被亚马逊收购，估值缩水超 60%。独立运营，业务转向物流与配送。
苹果	2014	2024 年终止造车项目，撤销自动驾驶测试许可。转向生成式 AI，自动驾驶研发终止。
Uber	2016	2020 年出售自动驾驶部门，退出竞争。与 Aurora 合作，未来接入其自动驾驶车辆。
Argo AI	2017	获福特、大众投资，2022 年关闭。团队解散，技术资产被福特、大众收购。

数据来源：公开新闻整理，东吴证券（香港）

硬件成本随产业规模化逐步下降，后发者凭借该优势有望更快实现商业化。以百度为例，robotaxi 所需的硬件主要包括 12 个超声波雷达、12 个摄像头、6 个毫米波雷达、

请务必阅读正文之后的免责声明部分

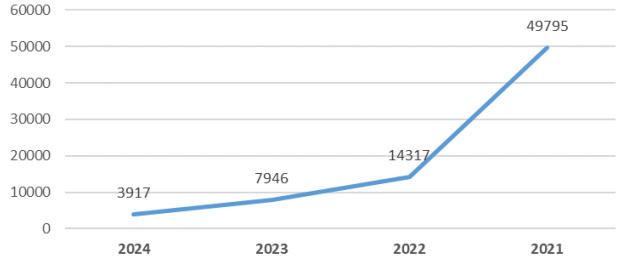
4 个激光雷达以及 1 个域控制器，平均单价大约分别为 50、200、500、3000 和 35000 元，合计总成本大约为 53000 元，占比整车 20.5 万的成本大约为 26%。其中激光雷达和域控制器占比较高，近年来随着产业规模化，激光雷达和域控占比较高的芯片均有较显著的降价趋势：以禾赛为例，激光雷达单台出货价格从 2022 年的 14317 元下降到 2024 年的 3917 元；以常见的域控芯片供应商英伟达为例，其 Orin X 单价 500 美金且算力大约为 254 TOPS，近期推出的平替 Orin Y 单价不到 400 美金且算力大约为 200TOPS，从单位算力价格来看，Orin Y 相比 Orin X 的 13.78 元下降至 13.65 元。

图25：robotaxi 实现安全冗余的硬件配置及价格

robotaxi硬件配置及价格（以百度为例）	超声波雷达	摄像头	毫米波雷达	激光雷达	域控制器
价格（元/个，根据新闻和公开信息估算）	50	200	500	3000	35000
L4用量（根据新闻和公开信息整理）	12	12	6	4	1
总价（元）	600	2400	3000	12000	35000
总成本（元）			**18000**		35000
占比整车成本（整车成本大约20.5w）			**9%**		**17%**

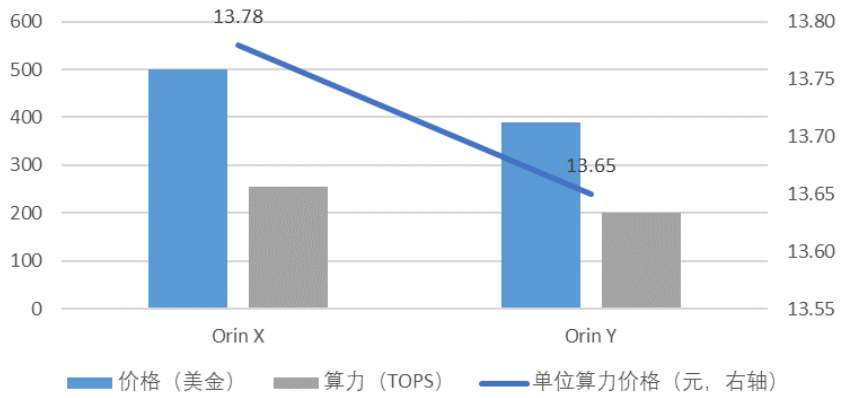
数据来源：公开新闻整理，相关上市公司公告，东吴证券（香港）

图26：禾赛激光雷达单台出货均价逐年下探（元）



数据来源：公开新闻整理，相关上市公司公告，东吴证券（香港）

图27：英伟达推出单位算力价格更低的 Orin Y 来应对自动驾驶芯片的竞争和降本挑战



数据来源：上市公司公告，公开信息整理，东吴证券（香港）

后发者追赶难点 1：累计研发投入至少约 10 亿元，算法迭代追赶所需的时间至少 6 年。我们大概估算 L4 研发的算法迭代所需的时间，根据特斯拉算法迭代的速度，大约是每 1-2 年会有一次大的算法迭代，对于当前的新入局者而言，将算法从基础开始迭代到业内平均的 L4 水平至少需要大约 6 年的时间，这个时间也跟大部分高阶智驾核心玩家历史研发时间接近。从研发投入看，假设新入局者只做软件算法研发，可能需要至少 300 人的算法工程师团队，根据线上招聘 app 数据，算法工程师人均年薪大约为 60 万

元，团队一年研发人员工资就需要大约 1.8 个亿，按照 6 年的迭代总计需要超过 10 亿元。

图28：L4 研发成本估算

主要假设	L4研发成本估算	主要数据
按照特斯拉的算法迭代速度对比	算法迭代速度（年/次）	2
专家访谈	从基础状态迭代到业内L4水平至少所需次数	3
-	迭代出业内L4平均水平至少所需时间（年）	6
专家访谈	团队所需人数（硬件团队、技术架构团队、地图团队、数据团队、感知团队以及规控团队）	至少300算法工程师
招聘软件数据	团队人均年薪	算法工程师人均60万元
-	团队每年人力成本（亿元）	1.8
-	总成本（亿元）	10.8

数据来源：专家访谈，相关上市公司财报，东吴证券（香港）

图29：特斯拉算法迭代节奏和演变历史

时间点	阶段 / 版本	核心变化与技术突破
2019年3月	HW3.0 + FSD 独立发售	- HW3.0 搭载自研 FSD 芯片，算力达 144 TOPS，支持复杂算法 - FSD 作为独立功能预售，需依赖后续迭代逐步解锁完整功能
2020年8月	算法重构	- 重写 Autopilot 底层代码，优化神经网络架构，为性能提升铺路 - **数据标注升级**：从人工标注转向自动标注，利用海量用户数据加速训练 - **技术反思**：早期算法（如 Occupancy Tracker）依赖手动编程且精度不足，促使转向端到端深度学习
2021年	BEV+Transformer 架构	- **BEV（鸟瞰图）感知**：多摄像头图像重建 3D 全局视角，实现特征级融合，数据失真率显著降低 - **Transformer 模型**：引入自注意力机制处理时序数据，提升长距离依赖建模能力，摆脱对高精地图的依赖 - **时序数据融合**：加入 Video Neural Net，利用多帧视频预测遮挡物体运动
2022年	占用网络 + Dojo 超算	- **占用网络（Occupancy Network）**：通过体素建模空间占用情况，无需识别具体障碍物即可处理未知物体，大幅提升泛化能力 - **Dojo 超级计算机**：专为自动驾驶训练设计，算力密度达 1.1EFLOPS，加速数据处理与模型迭代 - **FSDBeta V11**：2022 年 11 月推送，提升近距离障碍物召回率和恶劣天气精度，Transformer 空间分辨率提高 4 倍
2023年	FSDBeta 持续优化	- **V10.11 版本**：车道拓扑结构建模升级为自回归解码器，使用 Transformer 预测变道行为，降低错误率 - **V11.3 版本**：统一公路与非公路视觉规划堆栈，支持城市 NOA（Navigate on Autopilot）
2024年4月	FSD V12 + 端到端架构	- **端到端自动驾驶**：直接通过超 1000 万个人类驾驶视频训练模型，实现 “输入视频 - 输出控制指令” 的拟人化决策，被称为自动驾驶的 “ChatGPT 时刻” - **代码重构**：人工代码从 30 万行缩减至 3000 行，决策速度提升 2 倍，算力需求降低 30%
2024年12月	FSD V13.2 + HW4.0	- **全场景覆盖**：支持停车场启动 FSD，实现倒车、自动泊车、三点掉头等，无需提前设置导航 - **硬件协同**：HW4.0 的 ISP 提供更高分辨率输入，提升识别精度 - **Robotaxi 支持**：新增车队通信功能，为 2025 年 Robotaxi 网络部署奠定基础
2025年5月	Dojo 2 规划公布	- 计划 2026 年发布 Dojo 2，性能较初代提升 10 倍；2028 年推出 Dojo 3，目标算力密度接近 ASIC 芯片，进一步降低训练成本

数据来源：特斯拉财报和发布会等公开信息，东吴证券（香港）

图30：高阶智驾核心玩家研发团队规模和研发投入

主要智驾玩家	智驾研发团队人数规模（人）	研发投入（亿元）	累计研发时间（年）
华为	7000+	累计超过300	6
小鹏	3000+	2024年以来每年超过35	7
文远知行	1800+	累计超过30	7
小马智行	800+	累计超过37	8

数据来源：各公司发布会或采访信息整理，相关上市公司财报，东吴证券（香港）

后发者追赶难点 2：数据的采集、处理和积累是算法迭代的基础，但数据采集和处理费时费力。马斯克认为需要达到 1000 万个 Clips 以上的数据积累，才能使得训练效果较为显著。我们测算得到，公司利用 200 台数据采集车和 5 万台用户车大约需要 155 天才能采集到 1000 万个具备价值的 Clips，如果没有用户车，单靠 200 台采集车，需要大约 2 年时间去采集够 1000 万个 Clips。此外，我们测算标注 1000 万个 Clips 所需的成本和时间，得到半自动化需要人工标注的时间大概约需要 50 人团队工作 417 天，半自动化标注成本大约为 2500 万元。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

自动驾驶数据的采集、处理和积累情况介绍。1）数据采集。传感器采集：自动驾驶车辆会搭载激光雷达、相机、毫米波雷达等多种传感器。车辆行驶时，这些传感器可收集地图信息、行驶速度、坐标、姿态、物体识别和距离测量等数据。多种车辆采集：除了专门的自动驾驶采集车，道路采集车、量产车也可用于数据收集。部分车企还鼓励车主贡献数据，如特斯拉通过影子模式，在车辆行驶过程中利用传感器持续对决策算法进行验证，当系统算法与驾驶员行为不一致的场景被判定为“极端工况”时，便触发数据回传。**2）数据处理。**预处理：采集回来的原始数据通常是未加工的，格式可能复杂且包含噪声等。需要进行预处理，如将原始数据从二进制文件格式转换为算法或人工标注能识别的格式，还包括对数据进行时间戳对齐、插值等操作，使不同传感器的数据在时间上保持同步，便于后续处理。数据标注：这是数据处理的关键环节，通过人工或自动标注的方式，为数据添加标签。如在图像或点云数据中标注出障碍物、车道线、行人等目标物体的位置和类别等信息，生成带有增值的数据集，为后续模型训练提供准确的输入数据。模型训练：将标注好的数据输入到自动驾驶的算法模型中进行训练，如感知、预测、定位、规控等算法模块。通常会使用 GPU 集群等高性能计算资源，通过大量数据的学习，让模型掌握各种驾驶场景下的特征和规律，从而提升自动驾驶系统的性能。**3）数据积累。**大量行驶里程积累：随着自动驾驶车辆或搭载相关功能量产车的行驶里程增加，会不断产生新的数据。马斯克认为，对于端到端辅助驾驶，用 1000 万个 Clips 进行训练，系统会有惊人表现。数据筛选与迭代：通过制定一定的标准，对收集到的数据进行筛选，如理想汽车智驾团队根据“老司机标准”对车主行驶表现打分，将分数高于 90 分的优质数据（约占 3%）作为模型训练的素材数据库。

图31：自动驾驶对于数据采集、处理和积累介绍

自动驾驶对于数据的采集、处理和积累情况	
数据采集	**传感器采集：**自动驾驶车辆会搭载激光雷达、相机、毫米波雷达等多种传感器。车辆行驶时，这些传感器可收集地图信息、行驶速度、坐标、姿态、物体识别和距离测量等数据。例如，激光雷达通过发射激光束，接收反射光来获取周围环境的三维点云数据；相机则拍摄车辆周围的图像，用于识别车道线、交通标志、行人等物体。 **多种车辆采集：**除了专门的自动驾驶采集车，道路采集车、量产车也可用于数据收集。部分车企还鼓励车主贡献数据，如特斯拉通过影子模式，在车辆行驶过程中利用传感器持续对决策算法进行验证，当系统算法与驾驶员行为不一致的场景被判定为“极端工况”时，便触发数据回传。
数据处理	**预处理：**采集回来的原始数据通常是未加工的，格式可能复杂且包含噪声等。需要进行预处理，如将原始数据从二进制文件格式转换为算法或人工标注能识别的格式，还包括对数据进行时间戳对齐、插值等操作，使不同传感器的数据在时间上保持同步，便于后续处理。 **数据标注：**这是数据处理的关键环节，通过人工或自动标注的方式，为数据添加标签。如在图像或点云数据中标注出障碍物、车道线、行人等目标物体的位置和类别等信息，生成带有增值的数据集，为后续模型训练提供准确的输入数据。 **模型训练：**将标注好的数据输入到自动驾驶的算法模型中进行训练，如感知、预测、定位、规控等算法模块。通常会使用 GPU 集群等高性能计算资源，通过大量数据的学习，让模型掌握各种驾驶场景下的特征和规律，从而提升自动驾驶系统的性能。
数据积累	**大量行驶里程积累：**随着自动驾驶车辆或搭载相关功能量产车的行驶里程增加，会不断产生新的数据。马斯克认为，对于端到端辅助驾驶，用1000万个Clips 进行训练，系统会有惊人表现，这些数据包含车辆行驶过程中所有传感器的数据以及方向盘、油门、刹车等驾驶数据。 **数据筛选与迭代：**通过制定一定的标准，对收集到的数据进行筛选，如理想汽车智驾团队根据“老司机标准”对车主行驶表现打分，将分数高于 90 分的优质数据（约占 3%）作为模型训练的素材数据库。同时，建立错题库，将不良驾驶行为等数据也纳入训练，不断迭代模型，随着版本更新，逐步增加训练数据量，积累更丰富、更有价值的数据。

数据来源：公开信息整理，东吴证券（香港）

对于后发追赶的公司，数据采集到 1000 万个有价值的 Clips 需要消耗大量的时间。根据马斯克认为的 1000 万个 Clips 数据用于训练效果会较为显著，我们测算用户车或者数据采集车采集 1000 万个 Clips 所需时间。首先我们看用户单车采集情况，在用户每小

时行驶中具备价值的 Clip 为 1 个大约 20 秒时长，用户平均行驶速度为 60 公里/时，我们算出用户单车采集到 1000 万个有价值的 clips 大概需要 6 亿公里，用户单车每小时产生有价值的 clips 占比仅为 0.56%。其次，我们假设后发追赶的公司拥有数据采集车 200 台，用户车规模大约 5 万台（对于没有用户车但是仿真技术较强的公司，可以看作仿真数据生成来源），采集车每天行驶 8 小时，每小时获得大约 9 个有价值 Clips，我们测算得到，公司利用 200 台数据采集车和 5 万台用户车大约需要 155 天才能采集到 1000 万个具备价值的 Clips，如果没有用户车，单靠 200 台采集车，需要大约 2 年时间去采集够 1000 万个 Clips。

图32：用户单车采集到 1000 万 clips 所需时间

用户单车采集数据相关假设	采集数据所需时间估算
用户开车时间（单车，时）	1
行驶速度（公里/时）	60
具备价值的clips（个）	1
每个clip时常（秒）	20
单车每小时产生有价值的clip时长占比	0.56%
单车每公里产生具备价值的clip（个）	0.02
用户单车采集到1000万个有价值的clips所需行驶时间（年，24小时365天）	**1142**
用户单车采集到1000万个有价值的clips所需里程（万公里）	**60000**

数据来源：专家访谈，相关上市公司公告，东吴证券（香港）

图33：有采集车/用户车的后发者采集所需时间

后发者采集数据相关假设	采集数据所需时间估算
公司自有数据采集车数量（台）	200
公司用户车规模（对于仿真技术较强的公司可以看作仿真生成数据的车队，万台）	5
公司用户单车每天行驶时间（时，特斯拉用户单车每天平均行驶大约1小时约50公里）	1
公司自有数据采集车每天行驶时间（时）	8
数据采集车每小时具备价值clip数量（个，假设单车行驶每小时有效clip占比为5%）	9
数据采集车每天产生有效clip个数（个）	14400
用户车每天生产有效clip个数（个）	50000
公司每天产生有效clip个数（个）	**64400**
公司积累1000万CLIPS所需时间（天）	**155**
如果没有用户车积累1000万CLIPS所需时间（天）	**694**

数据来源：专家访谈，相关上市公司公告，东吴证券（香港）

数据处理同样费时费力，我们测算得到半自动化需要人工标注的时间大概约需要 50 人团队工作 417 天。我们测算标注 1000 万个 Clips 所需的成本和时间，我们假设混合场景标注速度大约为 5 分钟每个 20 秒的 Clip，使用半自动化标注，即 AI 进行预标注从而覆盖 80%的工作量，人工覆盖 20%工作量来验核 AI 的标注结果，我们测算得到半自动化需要人工标注的时间大概约需要 50 人团队工作 417 天，半自动化标注成本大约为 2500 万元。除了费时费力之外，在数据标注和数据清洗过程中会出现多种问题，从而拖累处理的效率和质量：比如不同标注员对“施工区域边界”、“紧急停车带”等模糊场景的理解存在差异，导致标注结果不一致；再比如动态场景（如车辆半遮挡）的标注标准不统一，也会影响模型训练效果。

图34：数据标注所需时间和成本

图35：数据处理的困难点

数据标注相关假设	1000万个clips数据标注所需时间和成本估算
单个clip时长（秒）	20
混合场景标注速度（分钟/clip，包括长尾场景）	5
半自动化标注：AI预标注-工作量占比	80%
半自动化标注：人工核验AI标注-工作量占比	20%
人工时薪（元）	150
人均每天工时（时）	8
半自动化人工标注核验时间总计（时）	**166667**
50人团队需要人工标注核验时间（天）	**417**
半自动化标注总成本（万元）	**2500**

数据来源：专家访谈，公开信息整理，东吴证券（香港）

数据处理的难点	具体内容
数据标注效率瓶颈	**标注一致性与歧义性问题：** 不同标注员对“施工区域边界”“紧急停车带”等模糊场景的理解存在差异，导致标注结果不一致； 动态场景（如车辆半遮挡）的标注标准不统一，影响模型训练效果。 **新型场景标注滞后：** 当出现新交通标志（如智能交通指示牌）或车型时，需重新制定标注规则，标注团队学习周期长，导致数据处理延迟。
数据清洗与质量控制复杂性	**噪声数据过滤与误删风险：** 传感器故障（如激光雷达点云异常点）、电磁干扰（如毫米波雷达虚警）产生的无效数据需通过统计分析剔除，但可能误删边缘有效数据（如远处微弱的行人点云）。 **时空一致性校验计算量大：** 同一物体在连续帧中的运动轨迹需符合物理规律（如速度不能突变），需通过轨迹平滑算法逐帧校验，百万帧数据处理需数天 GPU 计算。

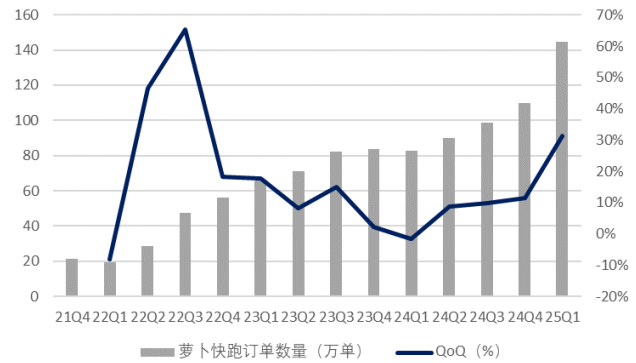
数据来源：专家访谈，公开信息整理，东吴证券（香港）

4. 重点 Robotaxi 公司一览（百度集团、文远知行、小马智行）

4.1. 百度集团：萝卜快跑领跑全球 Robotaxi 行业，UE 模型有望于 2028 年回正

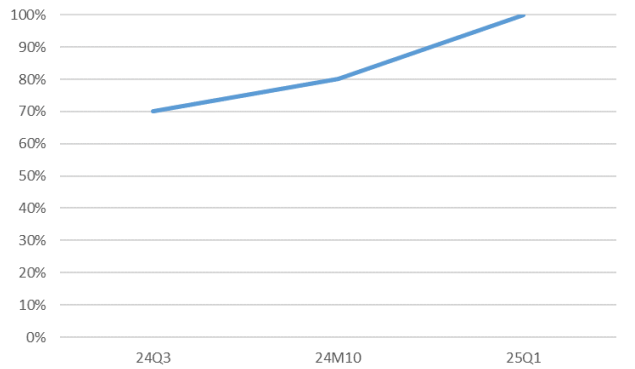
百度萝卜快跑领跑全球 Robotaxi 行业，25Q1 订单同比增长 75%至 144 万次。百度旗下萝卜快跑是自动驾驶出行服务平台，发挥百度自动驾驶技术积累优势，目前已于全球 15 座、全国 13 座城市开放载人测试运营服务，实现国内超一线城市全覆盖，海外初步实现布局，领跑全球 Robotaxi 行业。公司订单近些年按季度快速增长，25 年 Q1 订单量同比增长 75%至 144 万次。全国全无人驾驶比例迅速提升，25Q1 已经提升至 100%，而 24Q3 为 70%。

图36：百度萝卜快跑运营订单持续高速增长



数据来源：上市公司财报，东吴证券（香港）

图37：百度全国全无人驾驶比例 25Q1 提升至 100%



数据来源：上市公司财报，东吴证券（香港）

请务必阅读正文之后的免责声明部分

图38：百度萝卜快跑无人车成本大幅下降

数据来源：Frost&Sullivan，东吴证券（香港）

百度的萝卜快跑相对全球 robotaxi 玩家在商业化进程上更为领先，我们测算百度萝卜快跑单车 UE Model 有望在 2028 年左右实现回正。我们根据相关上市公司财报和公开新闻，测算百度萝卜快跑单车 UE model，我们认为公司 Robotaxi 业务有望在 2028 年开始实现盈利，主要假设：运营数据逐步走升带来每日毛收入持续提升；云代驾人车比有望在未来持续下降，从而大幅度降低人工成本；2025 年单车成本大约为 25w，随着未来产业链的规模效应逐步降本，以及监管要求的 5 年折旧逐步放宽到 8 年，未来单车成本有望逐年下降。

图39：百度萝卜快跑 UE Model 测算

	UE Model（元）	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
假设备注	**收入端假设**						
25Q1共145万单，按照1000台车，日均单车大约16单	日均单数	16	17	18	19	19.5	20
滴滴平均每单9公里，按照逐步达到9公里水平	平均每单里程（公里）	5.4	6.8	7.8	8.5	8.8	9
1km内起步价18元，超出起步价范围后每公里2.7元	平均每单收入（元）	30	33.7	36.4	38.3	39.1	39.6
新闻折扣大约为5折，采取高定价高折扣的策略	每单折扣率	0.5	0.5	0.55	0.6	0.75	0.9
	每单折扣后实际收入（元）	15	17	20	23	29	36
	单车日均收入（元）	240	286	360	436	571	713
	单车年均收入（元）	**87,600**	**104,430**	**131,387**	**159,158**	**208,507**	**260,172**
	成本端假设						
	车辆成本总计（元）	**50,000**	**49,500**	**49,005**	**40,429**	**34,307**	**29,718**
百度RT6做到20.5w，加上换电等成本大约为25w	自有车辆单车造价（元）	250,000	247,500	245,025	242,575	240,149	237,748
规模效应+反内卷政策，未来车辆成本按年微降	YOY		-1%	-1%	-1%	-1%	-1%
监管要求5年（后续可能会逐步放开）	折旧年限（年）	5	5	5	6	7	8
	车辆成本（元）	50,000	49,500	49,005	40,429	34,307	29,718
	运维成本总计（元）	**40,599**	**44,711**	**48,411**	**51,695**	**53,660**	**55,442**
对比私家车和滴滴等，略高于普通出租车	保险费用（元）	15,000	15,300	15,606	15,918	16,236	16,561
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
对比私家车和滴滴等	维修、清洁等费用（元）	15,000	15,300	15,606	15,918	16,236	16,561
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
对比私家车和滴滴等	电费（元/公里）	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
大多城市空驶率30-50%，车队规模越大空驶率逐步下降	空驶率	40%	39%	38%	37%	36%	35%
	动力费用（元）	10,599	14,111	17,199	19,859	21,187	22,319
	安全员成本总计（元）	**39,600**	**40,392**	**41,200**	**25,469**	**19,484**	**13,249**
监管要求1：3，随着技术成熟有望逐步放开1：10	云代驾人车比	0.33	0.33	0.33	0.20	0.15	0.10
云安全员按照武汉人均收入	安全员年薪（元）	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
安全员每人工作8小时，每日换班两次	安全员换班（每日两班16h）	2	2	2	2	2	2
	安全员总成本（元）	39,600	40,392	41,200	25,469	19,484	13,249
	单车年均成本（元）	**130,199**	**134,603**	**138,616**	**117,593**	**107,450**	**98,409**
	单车年均毛利润（元）	**-42,599**	**-30,173**	**-7,229**	**41,565**	**101,057**	**161,763**

数据来源：上市公司公告，公开新闻整理，东吴证券（香港）

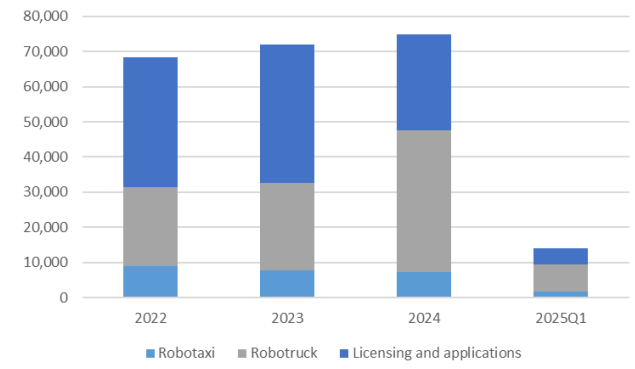
从单车成本看，安全员成本有望从 2025 年的 39600 元下降至 2028 年的 25469 元和 2030 年的 13249，分别变动-36%和-67%；单车成本有望从 2025 年的 50000 元下降至 2028 年的 40429 元和 2030 年的 29718 元，分别变动-19%和-41%；运营成本有望从 2025 年的 40599 元上升到 2028 年的 51695 元和 2030 年的 55442 元，分别上升 27%和 37%。

从单车收入看，日均单数有望从 2025 年的 16 单逐步提升至 2030 年的 20 单，单均里程有望从 2025 年的 5.4 公里提升至 2030 年的大约 9 公里，折扣率有望从 2025 年的 5 折上升至 2030 年的大约 9 折，单车收入有望从 2025 年的 87600 元提升至 2028 年的 159158 元和 2030 年的 260172 元，分别上升 82%和 197%。

4.2. 小马智行：技术实力领先，Robotruck 和 Robotaxi 双业务线协同商业化

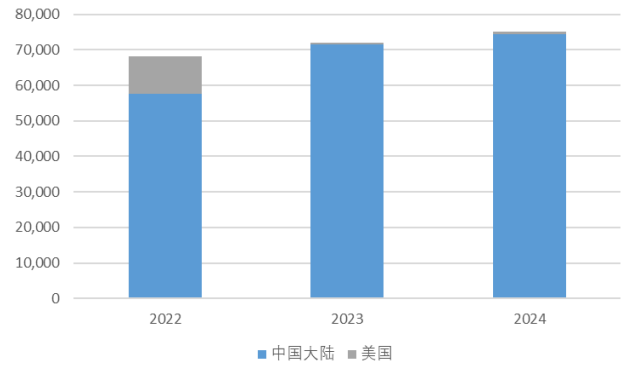
小马智行的业务分为三个板块，分别为 Robotaxi，Robotruck，以及授权与应用（授权及应用对应“小马识途”智能驾驶解决方案、“方载”自动驾驶域控制器 、“苍穹”自动驾驶数据闭环工具链）。2024 年这三大业务的收入分别占总收入的 9.7%，53.9%和 36.4%. 公司从美国市场发家，但目前主要收入来自于中国，并且稳定增长。

图40：小马主要收入来自于授权和 robotruck（千美元）



数据来源：上市公司财报，东吴证券（香港）

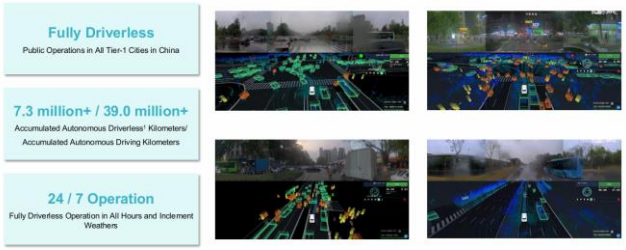
图41：小马智行收入基本来自中国大陆（千美元）



数据来源：上市公司财报，东吴证券（香港）

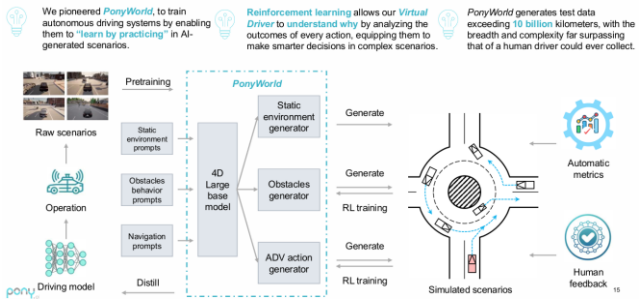
小马智行无人驾驶技术实力领先。小马智行的 pony.ai 拥有成熟的商用 L4 技术，已经实现 24/7 全天候的无人驾驶，拥有 730 万+累计无人驾驶公里和 3900 万+累计自动驾驶公里数。公司率先推出了 PonyWorld，通过使自动驾驶系统在 AI 生成的场景中“边实践边学”来训练自动驾驶系统，强化学习使公司的虚拟驾驶员能够通过分析每个结果来理解原因，在复杂场景中做出更明智的决策，PonyWorld 生成的测试数据超过 100 亿公里，其广度和复杂性远远超过人类驾驶员所能收集的数据。

图42：小马智行的 Pony.ai 拥有成熟的商用 L4 技术



数据来源：上市公司官网，东吴证券（香港）

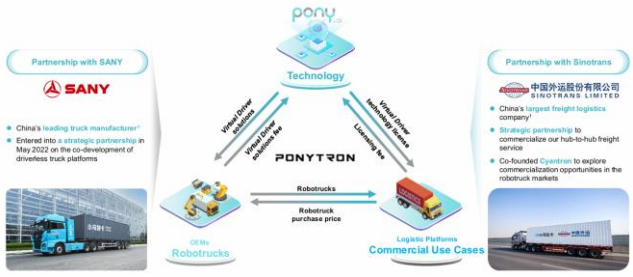
图43：小马的 PonyWorld 具备领先的技术实力



数据来源：上市公司官网，东吴证券（香港）

Robotruck 相比 robotaxi 技术难度较低，小马智行同时开展 Robotruck 和 robotaxi，长期实现双业务线协同商业化。在 robotruck 上，公司与中国外运深度合作，成立青骓物流，管理着 160 辆 Robotruck，有效整合物流资源与运输需求；与三一重工等 OEM 合作，提供自动驾驶技术，共同推动产品研发与生产。Robotaxi 和 robotruck 业务主要的协同效应包括：1）技术复用：Robotruck 的传感器配置、底层算法与 Robotaxi 共享，缩短研发周期。2）场景过渡：从规则简单的高速场景（Robotruck）向复杂城市场景（Robotaxi）逐步进阶，降低技术落地风险。

图44：小马智行 robotruck 与三一和中外运合作共赢



数据来源：上市公司官网，东吴证券（香港）

图45：小马 L4 级自动驾驶技术适配多种应用和产品

数据来源：上市公司官网，东吴证券（香港）

图46：Robotruck 相比 robotaxi 技术难度较低，商业化可能更快

对比维度	Robotruck（货运自动驾驶）	Robotaxi（客运自动驾驶）
技术难度	**较低**	**较高**
核心原因	运行场景：高速公路为主，道路规则简单 环境复杂度：少行人、非机动车，无复杂路口 / 环岛 决策逻辑：以跟车、变道为主，应急场景较少	运行场景：城市道路为主，含密集车流、行人、非机动车 环境复杂度：需处理路口信号灯、行人横穿、临时障碍物等 决策逻辑：需应对突发状况（如行人抢行、车辆加塞）
商业化进度	**较快**	**较慢**
核心原因	市场需求:物流行业人力成本高,降本需求迫切 运营模式：“枢纽 - 枢纽”路线固定，易标准化规模化 政策支持：部分省份开放高速 L4 级测试许可	市场需求：公众对自动驾驶安全性接受度低，出行习惯待培养 运营模式：需覆盖城市全场景，难以快速规模化 政策限制:多地仅允许试点区域运营,需安全员随车
未来协同效应	规模化运营降低硬件成本（如激光雷达量产采购）。积累的海量货运数据（如高速路况）可用于优化城市算法	待 Robotaxi 技术成熟后,可复用 Robotruck 的运营管理经验(如车队调度、远程监控系统)

数据来源：小马智行官网，公开信息整理，东吴证券（香港）

请务必阅读正文之后的免责声明部分

小马智行 Robotaxi 第七代车型成本降至约 28 万元。小马智行发布第七代 robotaxi，与丰田、北汽和广汽合作，实现 BOM 价格约为 28 万，传感器阵列配备 9 颗激光雷达、14 颗摄像头、4 颗毫米波雷达及 4 颗麦克风，使用 4 颗英伟达 Orin X，算力达到 1016TOPS。

图47：小马智行车型和传感器和算力配置

代级	发布时间	传感器	算力	适配车型	BOM成本
第七代	Q2 2025	14V4R9L	1016TOPS	丰田铂智4X、北汽极狐T5、广汽霸王龙	28万
第六代	Q1 2022	11V4R7L	500TOPS	丰田S-AM	90万

数据来源：小马智行官网，公开信息整理，东吴证券（香港）

小马单车日均接单量超过 15 单，累计注册用户超过 30 万。小马已实现北京、上海、广州、深圳四大一线城市全无人驾驶服务全覆盖，运营总面积超 2000 平方公里，覆盖中心城区、机场、高铁站等关键交通枢纽。2025 年第一季度 Robotaxi 业务收入达 1230 万元，同比增长 200%，其中乘客车费收入增幅达 800%，注册用户数量环比增长超 20%，累计注册用户超过 30 万，单车日均订单量稳定在 15 单以上。

图48：小马智行 robotaxi 开启规模化运营，单车日均接超过 15 单，超过 30 万注册用户

数据来源：小马智行官网，东吴证券（香港）

小马智行 robotaxi 单车毛利润有望在 2028 年附近回正。我们假设小马车辆成本约为 28 万元，单车日均超过 15 单，单均里程由于布局更多机场车站等枢纽路线相比百度和滴滴要更长，收费、单均收入和折扣情况我们参考网络上用户打车的情况，我们测算公司单车毛利有望在 2028 年回正，其中安全员成本因为 2028 年左右无人驾驶技术成熟人车比提高带来显著下降，此外整车成本有望随着规模化每年有些微的降本，并且随着技术成熟，5 年的折旧监管要求有望逐步放开至 8 年。

图49：小马智行 UE Model 测算

	UE Model（元）	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
假设备注	**收入端假设**						
日均单车大约15+单	日均单数	15	17	18	19	19.5	20
滴滴平均每单9公里，小马主要布局枢纽每单里程可能更高	平均每单里程（公里）	6.6	6.8	7.6	8.5	9.5	11
3km内起步价15元，超出起步价范围后每公里2.8元	平均每单收入（元）	25	25.6	27.9	30.4	33.2	37.4
小马app看折扣大约为6折，后续逐步减少折扣	每单折扣率	0.6	0.6	0.6	0.7	0.75	0.9
	每单折扣后实际收入（元）	15	15	17	21	25	34
	单车日均收入（元）	225	262	301	404	486	673
	单车年均收入（元）	**82,125**	**95,458**	**109,903**	**147,577**	**177,226**	**245,718**
	成本端假设						
	车辆成本总计（元）	**56,000**	**55,440**	**54,886**	**54,337**	**44,828**	**33,285**
第七代大约28万元	自有车辆单车造价（元）	280,000	277,200	274,428	271,684	268,967	266,277
规模效应+反内卷政策，未来车辆成本按年微降	YOY		-1%	-1%	-1%	-1%	-1%
监管要求5年（后续可能会逐步放开）	折旧年限（年）	5	5	5	5	6	8
	车辆成本（元）	56,000	55,440	54,886	54,337	44,828	33,285
	运维成本总计（元）	**41,993**	**44,711**	**47,970**	**51,695**	**55,345**	**60,402**
对比私家车和滴滴等，略高于普通出租车	保险费用（元）	15,000	15,300	15,606	15,918	16,236	16,561
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
对比私家车和滴滴等	维修、清洁等费用（元）	15,000	15,300	15,606	15,918	16,236	16,561
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
对比私家车和滴滴等	电费（元/公里）	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
大多城市空驶率30-50%，车队规模越大空驶率逐步下降	空驶率	40%	39%	38%	37%	36%	35%
	动力费用（元）	11,993	14,111	16,758	19,859	22,872	27,279
	安全员成本总计（元）	**39,600**	**40,392**	**41,200**	**25,469**	**19,484**	**13,249**
监管要求1：3，随着技术成熟有望逐步放开1：10	云代驾人车比	0.33	0.33	0.33	0.20	0.15	0.10
云安全员按照二线城市人均收入	安全员年薪（元）	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
安全员每人工作8小时，每日换班两次	安全员换班（每日两班16h）	2	2	2	2	2	2
	安全员总成本（元）	39,600	40,392	41,200	25,469	19,484	13,249
	单车年均成本（元）	**137,593**	**140,543**	**144,055**	**131,501**	**119,656**	**106,935**
	单车年均毛利润（元）	**-55,468**	**-45,085**	**-34,152**	**16,076**	**57,569**	**138,783**

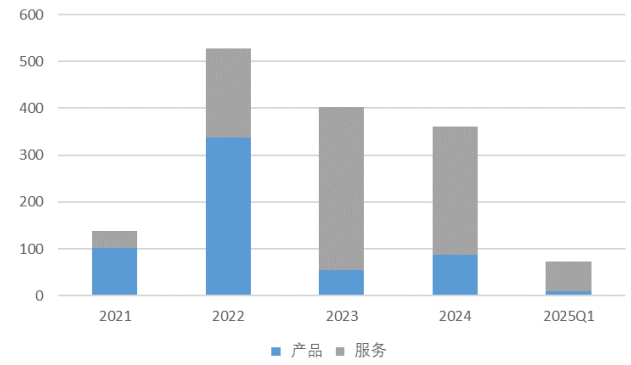
数据来源：上市公司公告，公开新闻整理，东吴证券（香港）

4.3. 文远知行：Robotaxi 车队规模和中东等海外市场拓展进度领先行业

文远知行是自动驾驶行业的全球领导者和先行者，在智能、多功能、经济高效且适应性强的 WeRide One 平台的支持下，WeRide 提供的自动驾驶产品和服务可满足开放道路上各种用例中的绝大多数运输需求，包括移动、物流和环卫行业。文远知行已在全球 10 个国家的 30 多个城市部署了自动驾驶汽车进行运营和测试。

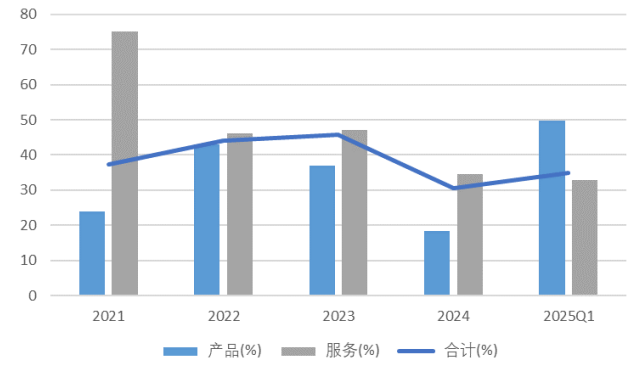
文远知行业务收入分为产品和服务，主要来源于服务收入，2025Q1 robotaxi 收入占比超过 22%。从 2023 年开始，产品占比逐步减少，服务收入占比逐步提高至接近/超过 80%。公司五大产品线主要包括：Robotaxi、Robobus、Robovan、Robosweeper 及高阶智能驾驶方案，覆盖出行、物流、环卫等领域。2025Q1，公司 robotaxi 收入达 1610 万元，占总收入比例提升至 22.3%，2024Q1 为 11.9%。

图50：文远知行分产品和服务收入（百万元）



数据来源：iFind，东吴证券（香港）

图51：文远知行分业务及整体毛利率



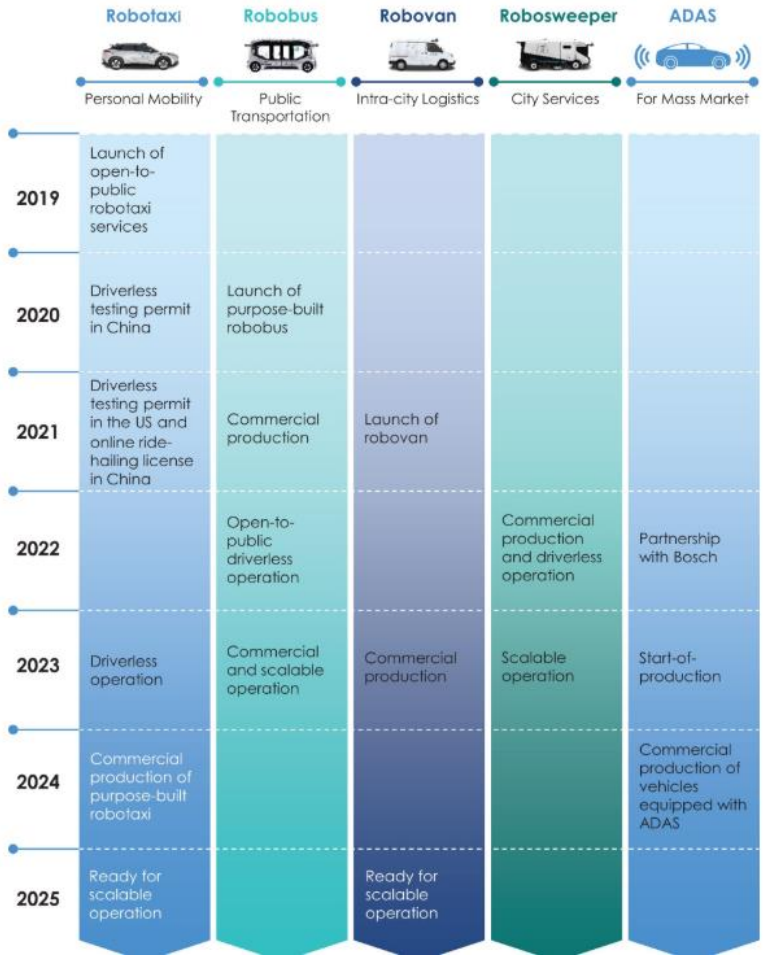
数据来源：iFind，东吴证券（香港）

公司运营着全球最大的 robotaxi 车队之一，其在全球超过 7 个城市实际运营，车辆总规模超过 1200 台，累计订单量达到 710 万单。2025 年 5 月 16 日，文远知行宣布在阿布扎比开启没有安全员的纯无人驾驶 Robotaxi 试运营，打造了中东地区第一支纯无人 Robotaxi 车队。公司 GXR 算力超过 1300 TOPS，拥有 HPC2.0 高性能计算平台，成本虽然未披露但是可以参考同业大约 30 万元的平均水平。

图52：文远知行主要产品

数据来源：上市公司公告，公开新闻整理，东吴证券（香港）

图53：文远知行各项无人应用产品中，robotaxi 和 robovan 已经准备好规模化运营



数据来源：文远知行招股书，东吴证券（香港）

我们测算文远知行 UE model 有望 2029 年回正。首先根据已知的 25Q1 的 robotaxi 收入为 1610 万元，大约 1200 台车，行业平均情况大约为单车日均 15 单，实际单均收入大约为 10 元，以广州的普通出租车打车收费标准（3km 内起步价 12 元，超出起步价范围后每公里 2.6 元）来测算，并且根据打车界面的折扣情况大约为 7 折，推断名义单均收入大约为 15 元，推算单均里程大约为 4.2 公里。我们假设随着中东布局深化，地广人稀和高昂打车费用的特征会使得公司单均里程和单均收入快速增长。我们测算公司单车毛利有望在 2029 年回正，其中安全员成本因人车比提高带来显著下降，此外整车成本有望随着规模化每年有些微的降本，并且随着技术成熟，5 年的折旧监管要求有望逐步放开至 8 年。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

图54：文远知行 UE Model 测算

	UE Model（元）	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
假设备注	**收入端假设**						
2020年国庆期间曾达17.9单，robotaxi业内平均大约为15+单	日均单数	15	15.5	16	16.5	18	18.9
滴滴平均每单9公里，假设2025后中东占比提升，地广人稀带来运距快速提升	平均每单里程（公里）	4.2	6	7	7.8	9	10
3km内起步价12元，超出起步价范围后每公里2.6元（以广州收费标准）。2025年平均每单收入按25Q1收入1610万元/1200台车/日均15单，大约每单实际10元	平均每单收入（元）	15	19.8	22.4	24.5	27.6	30.2
25年打车软件界面22元优惠大约6元大约为7折，中东占比提升后折扣降低	每单折扣率	0.7	0.8	0.85	0.88	0.9	1
	每单折扣后实际收入（元）	11	16	19	22	25	30
	单车日均收入（元）	158	246	305	355	447	571
	单车年均收入（元）	**57,488**	**89,615**	**111,194**	**129,739**	**163,199**	**208,335**
	成本端假设						
	车辆成本总计（元）	**60,000**	**59,400**	**58,806**	**58,218**	**48,030**	**35,662**
未披露，按照行业平均略高的水平估计大约30万元	自有车辆单车造价（元）	300,000	297,000	294,030	291,090	288,179	285,297
规模效应+反内卷政策，未来车辆成本按年微降	YOY		-1%	-1%	-1%	-1%	-1%
监管要求5年（后续可能会逐步放开）	折旧年限（年）	5	5	5	5	6	8
	车辆成本（元）	60,000	59,400	58,806	58,218	48,030	35,662
	运维成本总计（元）	**37,581**	**41,952**	**44,932**	**47,662**	**52,474**	**56,558**
对比私家车和滴滴等，略高于普通出租车	保险费用（元）	15,000	15,300	15,606	15,918	16,236	16,561
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
对比私家车和滴滴等	维修、清洁等费用（元）	15,000	15,300	15,606	15,918	16,236	16,561
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
对比私家车和滴滴等	电费（元/公里）	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
大多城市空驶率30-50%，车队规模越大空驶率逐步下降	空驶率	40%	39%	38%	37%	36%	35%
	动力费用（元）	7,581	11,352	13,720	15,826	20,001	23,435
	安全员成本总计（元）	**39,600**	**40,392**	**41,200**	**25,469**	**19,484**	**13,249**
监管要求1：3，随着技术成熟有望逐步放开1：10	云代驾人车比	0.33	0.33	0.33	0.20	0.15	0.10
云安全员按照二线城市人均收入	安全员年薪（元）	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
按年微增	YOY		2%	2%	2%	2%	2%
安全员每人工作8小时，每日换班两次	安全员换班（每日两班16h）	2	2	2	2	2	2
	安全员总成本（元）	39,600	40,392	41,200	25,469	19,484	13,249
	单车年均成本（元）	**137,181**	**141,744**	**144,938**	**131,349**	**119,988**	**105,469**
	单车年均毛利润（元）	**-79,693**	**-52,129**	**-33,744**	**-1,610**	**43,211**	**102,866**

数据来源：上市公司公告，公开新闻整理，东吴证券（香港）

5. 风险提示

宏观经济波动风险，竞争加剧风险，能源成本大幅波动风险，硬件价格降低不及预期，政策监管变动风险，robotaxi 事故风险等。

请务必阅读正文之后的免责声明部分

分析师声明:

本人以勤勉、独立客观之态度出具本报告，报告所载所有观点均准确反映本人对于所述证券或发行人之个人观点；本人于本报告所载之具体建议或观点于过去、现在或将来，不论直接或间接概与本人薪酬无关。过往表现并不可视作未来表现之指标或保证，亦概不会对未来表现作出任何明示或暗示之声明或保证。

此外，分析员确认，无论是本人或关联人士（按香港证券及期货事务监察委员会操作守则的相关定义）没有担任本报告所述上市公司之高级职员；未持有相关证券的任何权益；没有在发表本报告 30 日前交易或买卖相关证券；不会在本报告发出后的 3 个营业日内交易或买卖本报告所提及的发行人的任何证券

利益披露事项:

刊发投资研究之研究分析员并不直接受投资银行或销售及交易人员监督，并不直接向其报告。

研究分析员之薪酬或酬金并不与特定之投资银行工作或研究建议挂钩。

研究分析员或其联系人并未从事其研究／分析／涉及范围内的任何公司之证券或衍生产品的买卖活动。

研究分析员或其联系人并未担任其研究／分析／涉及范围内的任何公司之董事职务或其他职务。

东吴证券国际经纪有限公司（下称「东吴证券国际」或「本公司」）或其集团公司并未持有本报告所评论的发行人的市场资本值的 1%或以上的财务权益。

东吴证券国际或其集团公司并非本报告所分析之公司证券之市场庄家。

东吴证券国际或其集团公司与报告中提到的公司在最近的 12 个月内没有任何投资银行业务关系。

东吴证券国际或其集团公司或编制该报告之分析师与上述公司没有任何利益关系。

免责声明

本报告由东吴证券国际编写，仅供东吴证券国际的客户使用，本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。如任何司法管辖区的法例或条例禁止或限制东吴证券国际向收件人提供本报告，收件人并非本报告的目标发送对象。本研究报告的编制仅供一般刊发，并不考虑接收本报告之任何特定人士之特定投资对象、财政状况、投资目标及特别需求，亦非拟向有意投资者作出特定证券、投资产品、交易策略或其他金融工具的建议。阁下须就个别投资作出独立评估，于作出任何投资或订立任何交易前，阁下应征求独立法律、财务、会计、商业、投资和/或税务意见并在做出投资决定前使其信纳有关投资符合自己的投资目标和投资界限。本报告应受香港法律管辖并据其解释。

本报告所载资料及意见均获自或源于东吴证券国际可信之数据源，但东吴证

券国际并不就其准确性或完整性作出任何形式的声明、陈述、担保及保证(不论明示或默示)，于法律及／或法规准许情况下，东吴证券国际概不会就本报告所载之资料引致之损失承担任何责任。本报告不应倚赖以取代独立判断。

本报告所发表之意见及预测为于本报告日的判断，并可予更改而毋须事前通知。除另有说明外，本报告所引用的任何业绩数据均代表过往表现，过往表现亦不应作为日后表现的可靠预示。在不同时期，东吴证券国际可能基于不同假设、观点及分析方法发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。分析中所做的预测收益可能基于相应的假设，任何假设的改变可能会对本报告预测收益产生重大影响，东吴证券国际并不承诺或保证任何预测收益一定会实现。

东吴证券国际的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面表达与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点，本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。东吴证券国际及其集团公司的各业务部门，如有投资于本报告内所涉及的任何公司之证券或衍生产品时，其所作出的投资决策可能与本报告所述观点并不一致。

本报告及其所载内容均属机密，仅限指定收件人阅览。本报告版权归东吴证券国际所有，未经本公司同意，不得以任何方式复制、分发或使用本报告中的任何资料。本报告仅作参考用途，任何部分不得在任何司法管辖权下的地方解释为提呈或招揽购买或出售任何于报告或其他刊物内提述的任何证券、投资产品、交易策略或其他金融工具。东吴证券国际毋须承担因使用本报告所载数据而可能直接或间接引致之任何责任，损害或损失。

特别声明

东吴证券国际可能在法律准许的情况下参与及投资本报告所述证券发行人之融资交易，也可能为有关发行人提供投资银行业务服务或招揽业务，及／或于有关发行人之证券或期权或其他有关投资中持仓或持有权益或其他重大权益或进行交易。阁下应考虑到东吴证券国际及/或其相关人员可能存在影响本报告及所载观点客观性的潜在利益冲突，请勿将本报告视为投资或其他决策的唯一信赖依据。

本报告及其所载信息并非针对或意图发送给任何就分派、刊发、可得到或使用此报告而导致东吴证券国际违反当地法律或规例或可致使东吴证券国际受制于相关法律或规例的任何地区、国家或其他司法管辖区域的公民或居民。接收者须自行确保使用本报告符合当地的法律及规例。

评级标准:

公司投资评级:

买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15%以上;

增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5%与 15%之间；
中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与 5%之间；
减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间；
卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

行业投资评级：

增持： 预期未来 6 个月内，行业指数相对强于大盘 5%以上；
中性： 预期未来 6 个月内，行业指数相对大盘-5%与 5%；
减持： 预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于大盘 5%以上。

东吴证券国际经纪有限公司
Level 17, Three Pacific Place, 1 Queen's Road East, Hong Kong
香港皇后大道东 1 号太古广场 3 座 17 楼
Tel 电话：(852) 3983 0888(公司) (852) 3983 0808（客户服务）
公司网址：http://www.dwzq.com.hk/