

小马智行 (PONY.0)

全球无人驾驶领先企业，Robotaxi 商业化落地加速

优于大市

核心观点

全球无人驾驶领先企业，主营 Robotaxi、Robotruck、授权和应用业务。小马智行（纳斯达克代码：PONY.0）是全球高阶智能驾驶领先企业，主营 Robotaxi 自动驾驶出行、Robotruck 自动驾驶卡车业务、授权和应用业务。2024 年，公司营收 7503 万美元，同比增长 4%，净亏损-2.7 亿美元（23 年净亏损-1.25 亿元），调整后净利润（即加回股权激励费用后的净利润）为-1.5 亿美元（23 年净亏损-1.21 亿美元）。公司主营业务占比为 Robotaxi 自动驾驶出行服务（9.7%）、Robotruck 自动驾驶卡车服务（53.8%）和授权与应用（36.5%）。

Robo-X 行业：长赛道，大空间，自主 Robo-X 厂商崛起。L4 产业发展加速，技术提升+成本下降+出行效率提升+政策支持，自动驾驶出租车（Robotaxi）和自动驾驶卡车（Robotruck）商业化落地加速。**市场空间方面**，Robotaxi 全球市场空间上万亿，国内出租车和网约车年化市场规模合计 2360 亿元，2025 年 Robotaxi 在共享出行里面占比 0.6%，Robotaxi 潜在可替代空间大；Robotruck 全球市场空间上万亿，国内假设 2030 年国内 Robotruck 年销量 6 万台，重卡售价 150 万元，对应 Robotruck 国内 2030 年市场规模 900 亿元。**竞争格局方面**，Robotaxi 方面，车企特斯拉、小鹏汽车加速推进，自动驾驶公司小马智行、文远知行、百度 Apollo 商业化落地加速；Robotruck 方面，代表性玩家有小马智行、希迪智驾、赢彻科技等。

高阶智驾技术+车规级产品+丰富生态圈，共筑盈利生态闭环。技术端，小马智行引入世界模型与虚拟司机，助力实现 L4 级智能驾驶解决方案。**产品端**，研发一代，量产一代，车规级智驾方案为车辆行驶安全提供多重备份。**客户端**，小马智行作为领先高阶智驾企业，生态伙伴涵盖汽车制造商（OEMs）、出行服务平台（TNCs）、物流平台等。**商业模式端**，在 L4 市场，小马智能实现从研发-车型量产（和 OEM 合作采购车型）-车型运营（和打车平台合作获取丰富流量）生态闭环，Robotaxi 单车成本存在下探空间，叠加车队规模铺开收入增长，头部 L4 公司盈利可期。

风险提示：智能驾驶推进不及预期风险；产业政策支持力度不及预期风险。

投资建议：全球无人驾驶领先企业，给予优于大市评级。持续看好公司在 Robotaxi 和 Robotruck 领域核心布局，后续车队规模铺开，有望持续超越行业。我们预计公司 2025-2027 年营业收入分别为 0.80/0.93/1.95 亿美元，分别同比增长 7.0%/15.4%/110.3%，归母净利润分别为 -2.27/-2.20/-1.95 亿美元，首次覆盖，给予优于大市评级。

盈利预测和财务指标	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业收入(百万元)	72	75	80	93	195
(+/-%)	5.1%	4.3%	7.0%	15.4%	110.3%
归母净利润(百万元)	-125	-274	-227	-220	-195
(+/-%)	—	—	—	—	—
每股收益(元)	-0.35	-0.77	-0.64	-0.62	-0.55
EBIT Margin	-216.9%	-391.7%	-302.1%	-256.4%	-106.7%
净资产收益率 (ROE)	18.4%	-28.8%	-30.6%	-42.4%	-60.3%
市盈率 (PE)	-281.9	-128.3	-155.0	-159.6	-180.1
EV/EBITDA	-34.6	-17.3	-20.8	-21.3	-25.8
市净率 (PB)	-51.95	36.99	47.48	67.68	108.62

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

注：摊薄每股收益按最新总股本计算

公司研究·深度报告

汽车·汽车零部件

证券分析师：唐旭霞

0755-81981814

tangxx@guosen.com.cn

S0980519080002

证券分析师：杨彬

0755-81982771

yangshan@guosen.com.cn

S0980523110001

基础数据

投资评级

优于大市(首次)

合理估值

14.68 - 15.81 美元

收盘价

13.66 美元

总市值/流通市值

48.53/39.98 亿美元

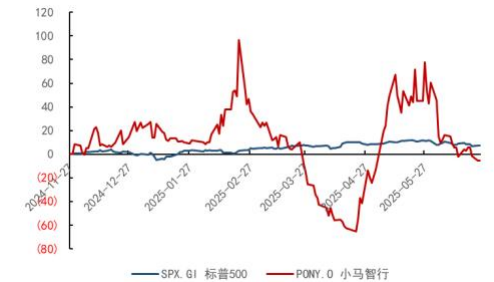
52 周最高价/最低价

23.88/4.11 美元

近 3 个月日均成交额

1.80 亿美元

市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

相关研究报告

内容目录

小马智行：全球无人驾驶领先企业	6
公司概况：全球自动驾驶出行大规模商业化落地领先企业	6
主营业务：主营 Robotaxi 自动驾驶出行、Robotruck 自动驾驶卡车业务、授权和应用业务	8
股权结构：股权结构较为集中，管理层技术实力强	22
财务分析：营收持续增长，费用率有所下降	24
Robo-X 行业：长赛道，大空间，自主 Robo-X 厂商崛起	26
Robotaxi：全球市场空间上万亿，自主 Robotaxi 厂商崛起	33
Robotruck：解决传统公路运输痛点，自主供应商崭露头角	44
核心看点：高阶智驾技术+车规级产品+丰富生态圈，共筑盈利生态闭环	52
技术端：小马智行引入世界模型与虚拟司机，助力实现 L4 级智能驾驶解决方案	52
产品端：研发一代，量产一代，车规级智驾方案为车辆行驶安全提供多重备份	56
客户端：小马智行生态合作伙伴多元优质	62
商业模式端：多方合作构建生态闭环，车队规模铺开有望加速盈利	65
盈利预测	67
假设前提	67
未来 3 年业绩预测	68
估值与投资建议	68
风险提示	70
估值的风险	70
盈利预测的风险	70
经营风险	70
附表：财务预测与估值	71

图表目录

图 1: 小马智行发展历程	7
图 2: 小马智行主营业务	9
图 3: 小马智行主营业务商业化路线图	9
图 4: 小马智行 Robotaxi 自动驾驶出行服务车型平台	10
图 5: 小马智行第六代 Robotaxi 车型和第六代自动驾驶系统量产传感器方案	12
图 6: 小马智行第七代 Robotaxi 车型和第七代自动驾驶系统量产传感器方案	13
图 7: 小马智行第三代 Robotruck 车型	14
图 8: 小马智行 Robotruck 业务“黄金三角”	16
图 9: 小马智行 Robotruck 采用“1+N”编队自动驾驶	17
图 10: 小马智行自动驾驶卡车传感器方案及其覆盖范围	18
图 11: 小马智行 Robotruck 货运网络	19
图 12: 小马识途智能驾驶解决方案	20
图 13: 小马智行方载自动驾驶域控制器	21
图 14: 小马智行苍穹自动驾驶数据闭环工具链	22
图 15: 小马智行股权结构（2024 年报）	22
图 16: 小马智行 2021-2025Q1 营收及同比增速	24
图 17: 小马智行 2021-2025Q1 净利润及同比增速	24
图 18: 小马智行 2021-2025Q1 各产品业务营收（百万美元）	25
图 19: 小马智行 2021-2025Q1 各产品业务营收占比	25
图 20: 小马智行 2021-2025Q1 毛利率、净利率	25
图 21: 小马智行 2021-2025Q1 费用率	25
图 22: 自动驾驶出租车（Robotaxi）和自动驾驶卡车（Robotruck）商业化落地加速的催化因素	27
图 23: 全球乘用车出行市场规模（十亿美元）	34
图 24: 全球 Robotaxi 服务市场规模（亿美元）	35
图 25: 各国 Robotaxi 商业化进展动态	38
图 26: 中国 Robotaxi 运营路径与发展节点	38
图 27: 特斯拉 Robotaxi APP	39
图 28: 特斯拉 Robotaxi 毛利	39
图 29: 2026E-2035E 特斯拉出行投入运营车辆	39
图 30: 2027E-2030E 特斯拉移动出行业务收入	39
图 31: Robotaxi 三种常见的商业模式	41
图 32: Robotaxi 产业链	44
图 33: 干线物流范围界定和物流模式	44
图 34: 自动驾驶系统可大幅降低成本，增加运营效率	45
图 35: 自动驾驶干线物流商业化进程	46
图 36: 全球长途卡车运输市场规模（十亿美元）	47
图 37: 全球 Robotruck 服务市场规模（亿美元）	47

图 38: 中国干线物流场景的自动驾驶发展路径	49
图 39: Robotruck 列队跟驰模式（编队行驶模式）	49
图 40: Robotruck 商业模式	50
图 41: 中国干线物流智能网联与自动驾驶产业图谱	50
图 42: 小马智行世界模型运行过程	53
图 43: 感知模块生成数据过程	54
图 44: 预测模块如何预测其他道路使用者的轨迹	55
图 45: 应用博弈论的示例	56
图 46: 小马智行标准化生产	57
图 47: 小马智行自动驾驶车队批量落地	57
图 48: 小马智行车辆集成能力	58
图 49: 小马智行苍穹数据闭环工具链	59
图 50: 小马智行第六代和第七代 Robotaxi 车型的传感器配置	60
图 51: 小马智行智驾方案安全冗余	61
图 52: 小马智行远程协助系统	61
图 53: 小马智行全方位安全保障	62
图 54: 小马智行生态合作伙伴	62
图 55: 小马智行企业客户数量（家）	65
图 56: 小马智行前三大客户收入占比	65
图 57: Robotaxi 单车全生命周期运营总成本组成	65
图 58: 中国 Robotaxi 单车全生命周期运营总成本下降路径图	66
表 1: 小马智行历史大事沿革	7
表 2: 小马智行第五代、第六代、第七代 Robotaxi 车型	11
表 3: 小马智行 Robotruck 业务的重要事件梳理	14
表 4: 小马智行核心管理层的投票权（2024 年报）	23
表 5: 小马智行核心管理层背景履历	23
表 6: SAE 无人驾驶自动化程度划分	26
表 7: 中国驾驶自动化等级与划分要素的关系	26
表 8: 全球分国家智能驾驶相关政策	28
表 9: 国内分城市智能驾驶相关政策	30
表 10: 自动驾驶汽车产业政策（国内）	32
表 11: 自动驾驶汽车产业政策（国外）	33
表 12: 国内主要城市 Robotaxi 商业化运营进展	34
表 13: 按城市划分中国 Robotaxi 车队数量（万辆）	36
表 14: 按城市划分中国传统出租车、网约车和 Robotaxi 的保有量（万辆）	36
表 15: 国内出租车和网约车市场规模及 Robotaxi 占比测算	36
表 16: 传统网约车与 Robotaxi 经营成本对比分析	37
表 17: Robotaxi 运营收入和成本测算（根据萝卜快跑公开数据，以武汉市运营情况为例）	40
表 18: 主机厂在 Robotaxi 产业链的投资布局	41

表 19: 主机出行服务产业布局与 Robotaxi 进展	42
表 20: 国内外车企与自动驾驶公司 Robotaxi 进展	42
表 21: 传统干线物流现状、痛点及数字化需求	45
表 22: 国家支持干线物流智能驾驶发展	46
表 23: 按国家划分全球 Robotruck 的保有量 (千辆)	48
表 24: Robotruck 国内市场空间测算	48
表 25: 国内外车企与自动驾驶公司 Robotruck 进展	50
表 26: 世界模型增强强化学习、交互提示和综合指标	53
表 27: 小马智行“端到端”——由先进技术驱动的闭环进化	54
表 28: 小马智行研发投入情况	56
表 29: 小马智行 Robotaxi 传感器和域控制器配置方案	60
表 30: 小马智行与产业链部分公司合作情况	63
表 31: 公司营业收入、毛利预测 (百万元) / 中性假设	67
表 32: 未来 3 年盈利预测表 (单位: 百万美元)	68
表 33: 可比公司基本情况和财务数据	68
表 34: 同类公司估值比较	69

小马智行：全球无人驾驶领先企业

公司概况：全球自动驾驶出行大规模商业化落地领先企业

小马智行是自动驾驶出行大规模商业化领域的全球领先企业。

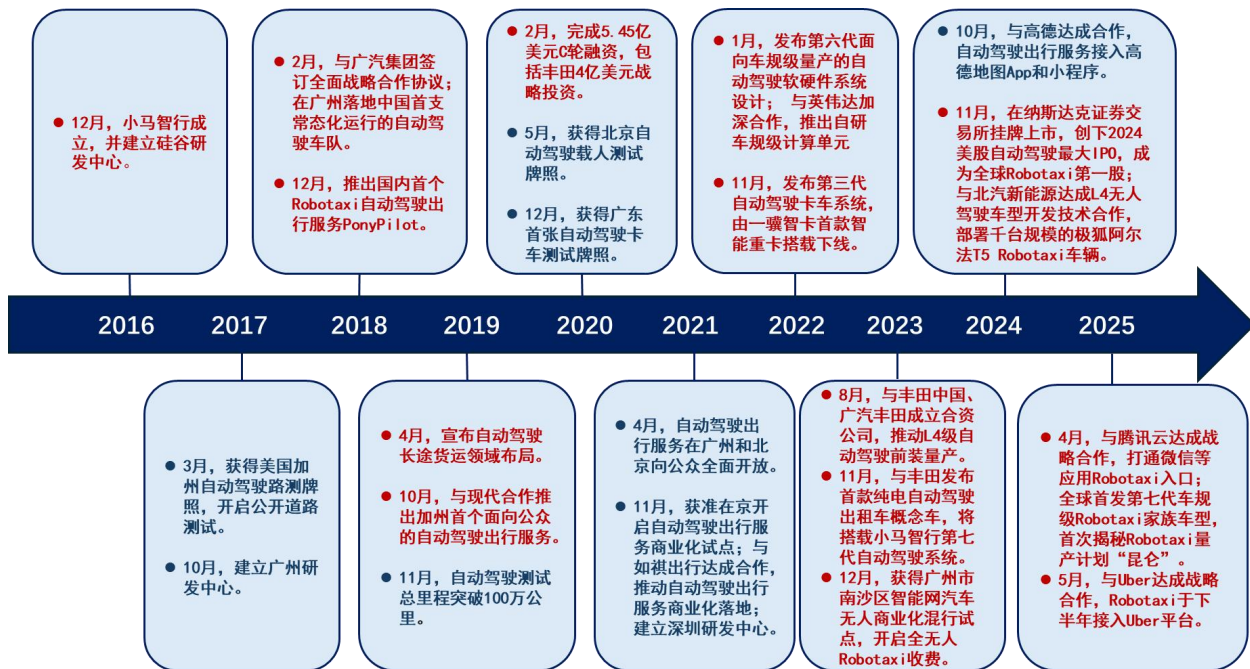
1) 2016 年，小马智行成立：2016 年，小马智行联合创始人楼天城（公司 CTO 首席技术官，首届清华姚班，Waymo 无人车的技术开发，百度无人驾驶事业部技术委员会主席）、彭军（公司 CEO，清华大学本科、斯坦福大学博士毕业，百度自动驾驶首席架构师）从百度离职、联手创业，吸收顶尖人才成立团队，包括邀请楼天城在清华就读期间的导师姚期智院士担任首席顾问，**2016 年 12 月，自动驾驶公司小马智行（Pony.ai）诞生于美国加州，成立硅谷研发中心。**

2) 2017 年至今，Robotaxi、Robotruck 等业务加速发展：在美国推进无人车道路测试的同时，**2017 年底公司技术与运营团队集结广州，新的研发中心落地；2018 年，小马智行与广汽集团签约，组建中国首支常态化运行自动驾驶车队**，2018 年 12 月推出国内首个 Robotaxi 自动驾驶出行服务 PonyPilot；**2022 年，小马智行迎来自动驾驶技术商业化加快落地的重要一年**，其自动驾驶出行服务（Robotaxi）在多地获得运营资格，自动驾驶货运服务（Robotruck）建立“黄金三角”，乘用车自动驾驶（POV）业务也崭露头角，4 月，小马智行成为国内首个获得出租汽车道路运输经营许可的自动驾驶公司，100 辆自动驾驶汽车获批在广州南沙全域 803 平方公里范围内开跑，12 月，北京颁布“无人化车外远程阶段”自动驾驶道路测试许可（整车无人），小马智行与百度各占半壁江山，**2022 年下半年，30 辆由小马智行联合三一重卡打造的自动驾驶重卡，交付青雅物流**，这家由小马智行与中国外运合资成立的物流公司，与重卡制造商、技术提供方形成“技术+车辆+场景”的智慧物流战略联盟，小马智行主要负责提供完整的自动驾驶技术栈，但也同时深入前线生产及后期运营环节，积累一线技术研发、赛道趋势把握、乃至自动驾驶整体商业化思考等丰富经验。打出小车大车两手抓的组合拳后，小马智行宣布成立乘用车智能驾驶业务（POV）部门，向量产智能驾驶转身，最终形成三大技术前台业务板块。

小马智行利用其与车辆类型无关的全栈式自动驾驶技术——“虚拟司机”技术，无缝集成了小马智行专有的软件、硬件和服务，正在开发一种具有商业可行性和可持续性的商业模式，以实现自动驾驶车辆在各类交通场景中的大规模生产和部署。基于小马智行自研的“虚拟司机”核心技术，公司已布局自动驾驶出行服务、自动驾驶卡车、乘用车智能驾驶三大业务，从日常出行到物流运输，公司希望为客户、行业和市场提供优质的自动驾驶解决方案。小马智行目前业务已拓展至中国、欧洲、东亚、中东及其他地区，确保其先进技术得以广泛应用，公司致力于提供安全、先进、可靠的全栈式自动驾驶技术，实现未来交通方式的彻底变革，最终达成“让自动驾驶触手可及”的美好愿景。

小马智行全球扩张在路上。与当地合作伙伴的战略合作，1) **公司已与优步建立战略联盟，使用户能够在优步平台上使用我们的自动驾驶出租车服务，该合作预计将于今年晚些时候在中东的一个关键市场率先推出，未来目标是将部署范围扩大到更多国际市场；**2) 公司还与总部位于新加坡的大型陆路运输公司康福德高合作，开展一项联合项目（自动驾驶出租车试点项目）。此外，公司获得了卢森堡交通部颁发的 L4 级自动驾驶出租车测试许可，并于第一季度在韩国首尔江南区开始了道路测试。

图1: 小马智行发展历程



资料来源: 公司官网, 国信证券经济研究所整理

表1: 小马智行历史大事沿革

时间	重要事件
2016 年	12 月, 公司正式成立, 并建立硅谷研发中心。
2017 年	3 月, 获得美国加州自动驾驶路测牌照, 开启公开道路测试。 10 月, 建立广州研发中心。
2018 年	2 月, 与广汽集团签订全面战略合作协议; 在广州落地中国首支常态化运行的自动驾驶车队。 6 月, 获得北京 T3 级别自动驾驶测试牌照。 9 月, 发布自动驾驶软硬件系统 PonyAlpha, 亮相首届世界人工智能大会。 12 月, 推出国内首个 Robotaxi 自动驾驶出行服务 PonyPilot。
2019 年	4 月, 宣布自动驾驶长途货运领域布局。 6 月, 获得美国加州自动驾驶出行服务许可; 获得广州市首批自动驾驶路测牌照。 8 月, 小马智行与丰田宣布正式建立合作关系, 在中国共同推进面向移动出行服务的自动驾驶车辆开发 9 月, 小马智行与丰田携手在中国公开道路开始推动自动驾驶合作项目, 采用丰田旗下雷克萨斯品牌 RX 车型和小马智行自动驾驶系统。 10 月, 与现代合作推出加州首个面向公众的自动驾驶出行服务。 11 月, 自动驾驶测试总里程突破 100 万公里。 2 月, 完成 5.45 亿美元 C 轮融资, 包括丰田 4 亿美元战略投资。 4 月, 与电商亚米网合作, 疫情期间提供自动驾驶无接触运输服务。 5 月, 获得北京自动驾驶载人测试牌照。
2020 年	7 月, 建立上海研发中心。 11 月, 发布标准化产线, 推出自动驾驶系统 PonyAlpha X; 与一汽在自动驾驶技术领域建立合作。 12 月, 获得广东首张自动驾驶卡车测试牌照。
2021 年	2 月, 百台搭载 PonyAlpha X 自动驾驶汽车从标准化产线批量下线。 3 月, 宣布卡车业务品牌名小马智卡 (PonyTron)。 4 月, 自动驾驶出行服务在广州和北京向公众全面开放。 5 月, 获得加州全无人自动驾驶测试许可; 获得货运道路运输经营许可证, 开展自动驾驶卡车商业营运。 6 月, 全无人自动驾驶车辆加入广州 PonyPilot+ 车队。 7 月, 获得北京首批自动驾驶卡车测试牌照, 以及北京智能网联汽车政策先行区乘用车及卡车首批高速公路测试许可。 10 月, 获准在北京开展自动驾驶无人化测试。

	11 月，获准在京开启自动驾驶出行服务商业化试点；与如祺出行达成合作，推动自动驾驶出行服务商业化落地；建立深圳研发中心。
	12 月，完成国内自动驾驶卡车公开高速路首测；获得深圳智能网联汽车道路测试牌照。
	1 月，发布第六代面向车规级量产的自动驾驶软硬件系统设计；与英伟达加深合作，推出自研车规级计算单元。
	3 月，与中国外运合作的合资公司青骊物流（CYANTRON）注册成立，于 4 月 1 日开启运营。与四维图新达成战略合作，聚焦智能驾驶软硬件解决方案、高精度地图及定位等领域。
	4 月，获准在京开启自动驾驶无人化示范应用，即主驾位无人化的 Robotaxi。与如祺出行签订战略合作协议及投资协议，共建自动驾驶出行服务车队，以共同促进百辆级 Robotaxi 开展对外服务。成为国内首个获得出租汽车道路运输经营许可的自动驾驶公司，100 辆自动驾驶汽车获准在广州南沙全域 803 平方公里范围内开跑。
	5 月，自动驾驶出行服务在深圳开启。
2022 年	6 月，基于 NVIDIA DRIVE Orin 芯片的域控制器完成大规模路测，已交付样品。获得广州市首个自动驾驶出租车及物流车示范运营资格。
	7 月，获准在京开启无人化出行服务商业化试点。与三一重卡达成深度战略合作，打造高端自动驾驶重卡品牌。
	9 月，获得 ISO 26262:2018 汽车功能安全 ASIL-D 流程认证；与上汽集团人工智能实验室开启合作，推进无人驾驶技术应用落地。
	10 月，与速腾聚创开展战略合作，基于 RS-LiDAR-M1 平台共研定制激光雷达，推动自动驾驶和智慧交通规模化应用；小马智行的 Robotaxi 运力正式接入如祺平台。
	11 月，发布第三代自动驾驶卡车系统，由一骥智卡首款智能重卡搭载下线；与中国外运、三一集团成立战略联盟，打造“技术+车辆+场景”黄金三角；获准在京开启自动驾驶前排无人测试。
	12 月，搭载于广汽 AION LX Plus 车型的第六代自动驾驶系统入选广州智能网联汽车第二批车型目录；获准在京开启全车无人（车外远程）测试。
	1 月，与地平线达成战略合作，打造兼具高性能与高性价比的智驾产品；宣布成立乘用车智能驾驶事业部，发布三大产品线小马识途、方载、苍穹。
	3 月，获准在京开启全车无人自动驾驶出行服务；宣布与新石器、美团达成战略合作，向其交付方载系列域控制器。
	4 月，搭载第六代自动驾驶乘用车系统的全新一代 Robotaxi 车型在北京、广州上路测试；获得广州市首个远程载客测试许可，开启车内无安全员自动驾驶出行服务。
	5 月，与锦江出租达成合作，开展智能出租示范运营活动；获得深圳市智能网联汽车无人测试许可，开启自动驾驶无人化测试。
	6 月，与深圳前海管理局、如祺出行达成合作，共同推动自动驾驶商业化试点运营；2023 年 6 月，完成业内首个 10 小时全无人驾驶双城直播。
	7 月，获得上海浦东首批“无驾驶人”道路测试许可，开启自动驾驶无人化测试。
2023 年	8 月，与丰田中国、广汽丰田成立合资公司，推动 L4 级自动驾驶前装量产，根据协议，合资公司将于年内成立，投资额超过 10 亿元人民币，将提供由广汽丰田生产的用于 Robotaxi 的丰田纯电动车辆平台，这些车辆装配有丰田提供的可满足全无人自动驾驶的车辆冗余系统，搭载小马智行的自动驾驶系统，并通过小马智行成熟完善的 Robotaxi 运营平台，将为乘客提供安全放心的自动驾驶移动出行服务；获准开启全车无人自动驾驶出行服务的商业化试点，标志产业有序进入业务造血阶段。
	9 月，开启北京首都机场和大兴机场自动驾驶接驳测试；成为北京首家获准开启自动驾驶卡车示范应用的企业，与中国外运携手提供示范性货运服务；获得深圳市首个无人化示范应用许可，开启自动驾驶无人化出行服务。
	10 月，与阿布扎比投资局合作，加入阿布扎比智能驾驶汽车产业集群（SAVI），获准在亚斯岛开展路测；小马智行获沙特新未来城 1 亿美元投资，并将成立合资公司。
	11 月，与丰田发布首款纯电自动驾驶出租车概念车，将搭载小马智行第七代自动驾驶系统；获得广州市首个自动驾驶卡车编队行驶测试牌照；第六代自动驾驶车型获得广州远程载客测试许可，手机 App 及车内 HMI 上线全无人交互功能。
	12 月，获得广州市南沙区智能网联汽车无人商业化混行试点，开启全无人 Robotaxi 收费。
	1 月，获得国内首个跨省自动驾驶重卡许可，开启京津塘高速示范应用；同时首个获准在北京开启自动驾驶卡车商业化运营。
	2 月，第六代 Robotaxi 车型获准在北京开启全无人自动驾驶出行服务；首批获准开启大兴机场自动驾驶载客示范应用。
	3 月，与卢森堡签署自动驾驶合作谅解备忘录；推进韩国自动驾驶布局，与韩国 GemVaxLink 达成合作。
	4 月，与丰田中国、广汽丰田合资公司“骐丰”成立，首期向中国投放千台铂智 4X 自动驾驶车型。
	5 月，首批获准开启北京南站自动驾驶测试；获得广州首家智能网联汽车高快速路测试许可，自动驾驶乘用车和卡车车型均入选；首批获准开展北京自动驾驶卡车编队行驶测试，也是国内唯一获准开展双城编队自动驾驶测试的企业。
2024 年	6 月，首批获准开启大兴机场自动驾驶出行商业化试点；获得深圳市首个智能网联汽车高快速路测试许可。
	7 月，首批获得上海市无驾驶人智能网联汽车示范应用许可；与康福德高签署合作备忘录，推进自动驾驶出租车大规模商业运营。
	9 月，开启广州南站、广州白云国际机场自动驾驶测试。
	10 月，首批获准在北京开启自动驾驶高快速路无人化测试；在卢森堡设立欧洲研发中心，并与卢森堡出行公司 Emile Weber 签署谅解备忘录；与高德达成合作，自动驾驶出行服务接入高德地图 App 和小程序。
	11 月，在纳斯达克证券交易所挂牌上市，创下 2024 美股自动驾驶最大 IPO，成为全球 Robotaxi 第一股；与北汽新能源达成 L4 无人驾驶车型开发技术合作，部署千台规模的极狐阿尔法 T5 Robotaxi 车辆。
	12 月，在北京获得国内首个卡车编队自动驾驶跟驰主驾无人测试许可；获得粤港澳大湾区智能网联汽车示范应用试点互认资格；与广汽埃安达成战略合作，共研全冗余前装量产 Robotaxi 平台，计划推出至少千台规模埃安 Robotaxi 车型。
	3 月，与康福德高联合自动驾驶出行服务项目落地广州；获得深圳市南山区首个全无人 Robotaxi 商业化许可；首批获得北京南站自动驾驶出行商业化试点许可，自动驾驶出行服务开进北京市区。
2025 年	4 月，与腾讯云达成战略合作，打通微信等应用 Robotaxi 入口；全球首发第七代车规级 Robotaxi 家族车型，首次揭秘 Robotaxi 量产计划“昆仑”；获得卢森堡交通与公共工程颁发首批 Robotaxi 测试许可。
	5 月，与 Uber 达成战略合作，Robotaxi 于下半年接入 Uber 平台。

资料来源：公司官网，公司官微，国信证券经济研究所整理（注：标蓝的为小马智行获得无人测试许可的时间）

主营业务：主营 Robotaxi 自动驾驶出行、Robotruck 自动驾驶卡车业务、授权和应用业务

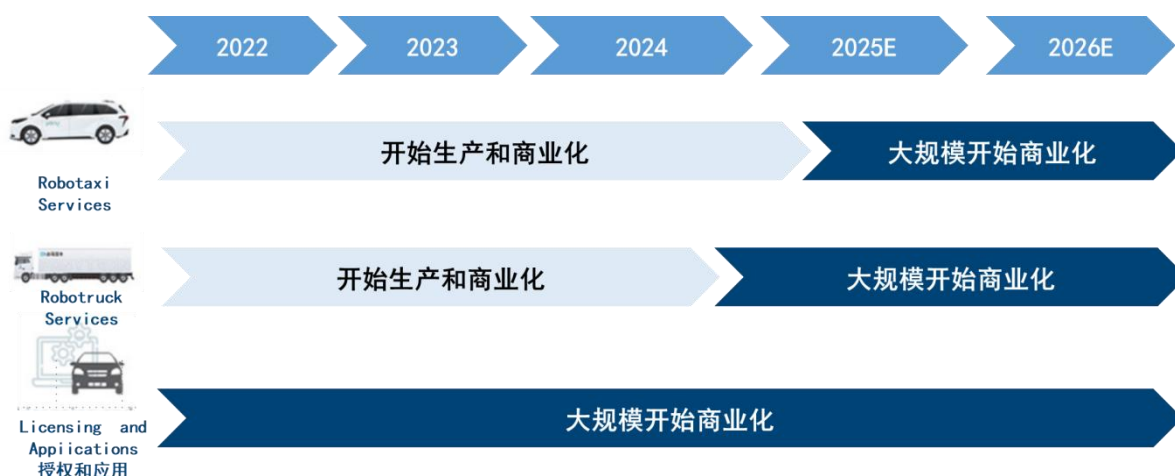
小马智行的主营业务包括 Robotaxi 自动驾驶出行服务（2024 年营收占比 9.7%）、Robotruck 自动驾驶卡车服务（53.8%）和授权与应用（36.5%）三部分。

图2：小马智行主营业务



资料来源：公司公告，公司官网，国信证券经济研究所整理

图3：小马智行主营业务商业化路线图



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

1) Robotaxi 自动驾驶出行服务

小马智行主要通过以下两种方式获取 Robotaxi 自动驾驶出行服务收入：（a）为领先的汽车制造商和网约车公司提供全面的自动驾驶工程解决方案，包括自动驾驶软件部署和维护、车辆集成与工程以及道路测试，帮助他们将公司的自动驾驶技术无缝集成到其车辆平台中；（b）向乘坐公司自动驾驶出租车的乘客收取乘车费用，但这种方式所占比例较小。目前，小马智行在北京、上海、广州和深圳这四个一线城市提供收费的自动驾驶出租车服务，并计划未来通过自有车队和/或第三方车队公司运营的车队在中国更广泛的地区推出此类服务。

随着小马智行自动驾驶出租车服务的商业部署加速，预计未来自动驾驶出租车的收入将在绝对值和占总收入的比例上持续增长。特别是，随着公司自身和/或第三方拥有的自动驾驶出租车车队规模的扩大，预计来自乘客车费以及为网约车公司和车队公司运营自动驾驶出租车所产生的费用将随之增加。从长远来看，随着大规模商业化的临近，公司将继续根据市场状况调整收入模式，并探索自动驾驶出租车服务的其他盈利机会。

多年来，小马智行与原始设备制造商（OEM）合作伙伴在七代 Robotaxi 的测试和设计改进过程中积累了丰富的经验，每一代 Robotaxi 的推出，公司都致力于提供更先进、更精良的硬件设计，使其更好地与车辆平台融合，同时提高成本效益和适应性，公司高度集成的自动驾驶汽车在重量、功耗、尺寸和其他关键方面都与量产车极为相似。

图4：小马智行 Robotaxi 自动驾驶出行服务车型平台

第一代 > 第二代 > 第三代 > 第四代 > 第五代 > 第六代 > 第七代

出行，如此轻松
下载、安装、激活，自动驾驶让您拥有一个更友好、安全、便捷的出行方式。轻松地将您的爱车升级为自动驾驶汽车，第一套方案，第一套方案，第一套方案，让您的出行更轻松。

安心，有迹可循
一份安心的服务背后是技术团队的扎实功底——从复杂场景检测出的障碍物，到全冗余的软硬件系统，无人化运营辅助平台，自动驾驶车队管理平台，自动化的服务体验管理，我们将安全、舒适、高效的运营理念融入到出行服务的每个细节。

运营区域
Robotaxi 现阶段支持广州（南沙）、北京（亦庄）、深圳（前海/后海）和上海（嘉定）。服务区域和站点可在主界面点击我的-设置中心-服务区域进行查看。您可根据需要选择对应区域和站点进行体验。

服务时间
广州（南沙）：7:30 - 22:30
北京（亦庄）：7:30 - 22:30
深圳（前海）：7:30 - 22:00
法定节假日除外。
上海（嘉定）：7:30 - 21:30
周末和法定节假日除外。

乘车路线
Robotaxi 为全程自动驾驶出租车服务，需在固定站点乘车，乘车路线亦为系统智能选择的最优路线，乘客暂不能变更自动驾驶路线。

上下车点
现阶段小马智行已经在广州（南沙）、北京（亦庄）、深圳（前海）和上海（嘉定）开放服务区域，现阶段我们仅支持在对应的 Robotaxi 站点乘车。您也可留言反馈新设站点需求，小马智行将根据反馈优先安排需求密集区域新增站点。请您根据地图位置显示提前前往上车点等候。下车时请您等待车辆停稳后再开门下车。

资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

小马智行第五代和第六代 Robotaxi 自 2023 年起已投入面向公众的自动驾驶出租车服务。公司的第六代 Robotaxi 采用了冗余车辆平台，车辆平台配备了冗余传感器、计算系统、电源和执行器，从而避免了单点故障，例如，在计算系统中，不同的处理器相互交叉检查，并作为彼此的备用系统，如果 GPU 上运行的某些算法出现错误，还可以回退到 CPU 上运行；另一个例子是，如果主电源系统出现故

障，备用电源系统将无缝接替，确保计算系统持续供电，从而使我们的虚拟驾驶员整体能够继续运行。相比上一代，小马智行第六代 Robotaxi 首次大规模采用了固态激光雷达，引入车规级英伟达 DRIVE Orin 系统级（SoC）芯片，相比上一代计算单元，全新一代的算力预计提升至少 30%，重量减轻至少 30%，成本降低至少 30%，结合前代计算平台的经验，水冷散热方案也得到优化升级。截至 2025 年 4 月 10 日，小马智行运营的自动驾驶出租车车队规模已超过 270 辆，在国内一线城市（北京、广州、深圳、上海）开展规模化的全无人驾驶出行服务。

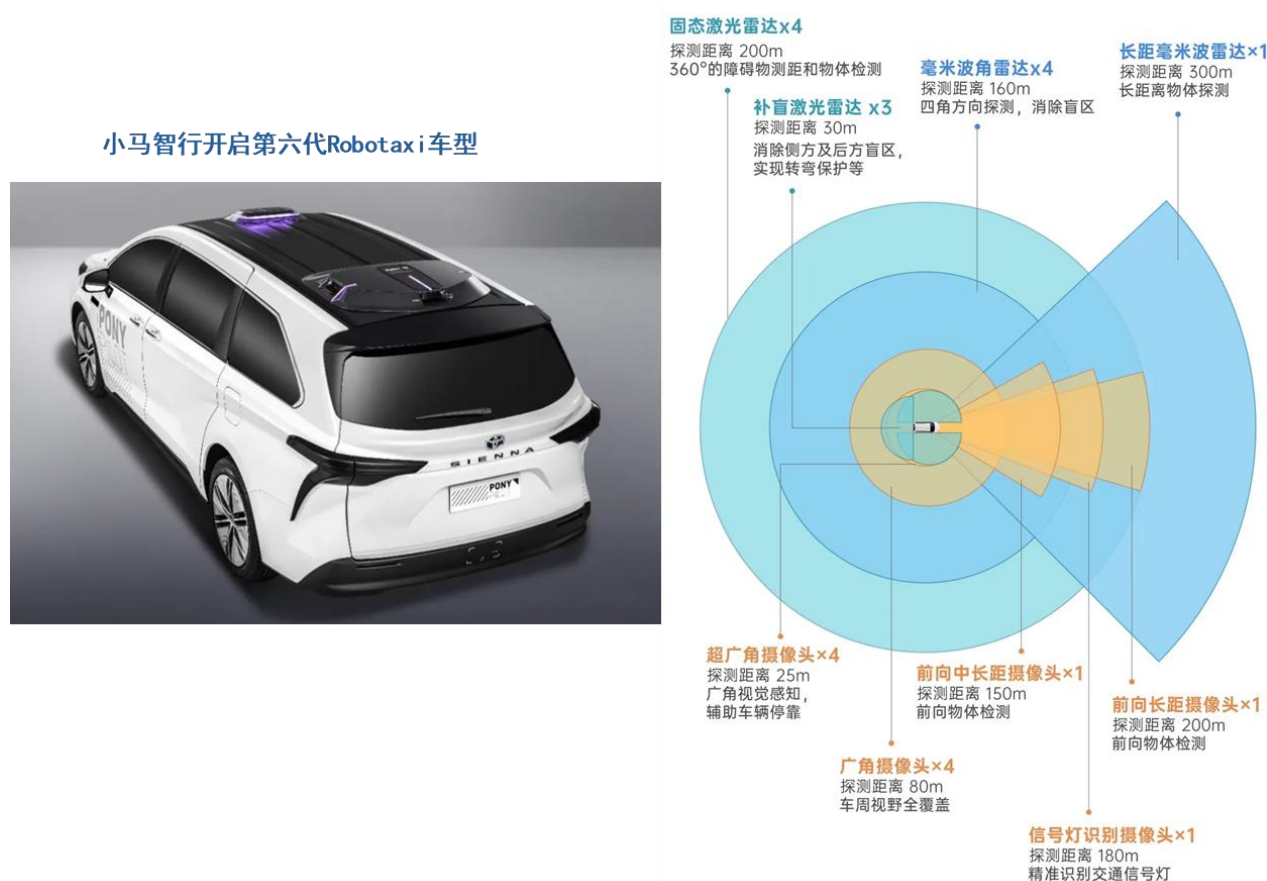
2025 年 4 月 23 日，小马智行全球首发第七代车规级自动驾驶软硬件系统方案，三款第七代 Robotaxi 家族量产车型也首次集体对外亮相，预计 2025 年中期量产。小马智行搭载第七代自动驾驶系统方案的 Robotaxi 车型拥有 100%车规级零部件、自动驾驶套件总成本较前代下降 70%、平台化适配设计的三大亮点，并成为全球首个基于车规级芯片实现 L4 级全场景无人驾驶能力的系统方案。目前基于小马智行 PonyWorld 世界模型技术基座，小马智行 L4 级 Robotaxi 车队已经实现 50 万小时全场景、全天候、全无人运营，其安全性比人类驾驶高出 10 倍。

表2: 小马智行第五代、第六代、第七代 Robotaxi 车型

	第五代 Robotaxi	第六代 Robotaxi	第七代 Robotaxi
车型图片			
发布时间	-	2022 年 1 月 20 日	2025 年 4 月 23 日
车型款型	雷克萨斯 RX Robotaxi	广汽丰田赛那（小马智行和丰田共同研发）、与三家车企合作的三款 Robotaxi 车型（北汽新能源-极狐阿尔法 T5、丰田-铂智 4X、广汽埃安-霸王龙）	
量产运营时间	2023 年 4 月 21 日，小马智行第五代自动驾驶软硬件系统车辆在广州获得远程载客测试许可。	2023 年 4 月，搭载小马智行第六代 L4 自动驾驶软硬件系统的丰田赛那 Autono-MaaS 车辆在北京和广州开启公开道路测试；2023 年 7 月起已投入面向公众的自动驾驶出租车服务；2024 年 1 月，广汽丰田赛那 Robotaxi 车型获得了广州市南沙区商业化示范运营许可	2025 年中期
车型传感器配置	旋转式激光雷达	相比上一代，小马智行新一代自动驾驶软硬件系统继续沿用多传感器深度融合（Sensor Fusion）的技术路线，在传感器数量、选型上都朝着量产方向全面升级，首次大规模采用了固态激光雷达，传感器总数量达 23 个，其中自研信号灯识别摄像头分辨率提升 1.5 倍。传感器方案具体包含了 4 个位于车顶的固态激光雷达；3 个分布在左右两侧和后向的补盲激光雷达；4 个位于车顶四角的毫米波角雷达；1 个前向长距毫米波雷达；以及 11 个摄像头，其中 7 个位于车顶，4 个位于车身四周。	小马智行第七代 Robotaxi 车型搭载六类量产传感器，包括 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，实现车周 360° 无盲区、650 米范围内的物体和环境检测。该传感器方案配备小马智行自研传感器清洁方案，更好地检测和应对长尾场景，让自动驾驶车辆实时掌握复杂路况，满足 Robotaxi 应对城区、高速、环路路段，雨、雪、雾等恶劣天气，以及“鬼探头”、避让救护车等的全场景无人驾驶通行能力和安全性要求。
车型域控制器配置	基于英伟达芯片打造自动驾驶系统计算单元	英伟达 Orin 芯片	英伟达 orinx*4（算力 1016TOPS）
车型亮点	小马智行 2021 年 6 月起在广州开启常态化远程测试，并向特邀用户量、美观，另外，通过自研的传感器清洁系统，车辆在雨、雪、雾、沙尘等各类复杂极 Robotaxi 服务，小马智行积累了远端天气下的表现也得到大幅提升。这套量产测试运营的丰富经验，并经历了级系统方案采用了小马智行自研车规级 L4 雨、雾、雷等极端天气，以及十字路、狭窄路段、积水路、无标线 DRIVE Orin 系统级（SoC）芯片，拥有更高等复杂场景的考验，自动驾驶性能、更高带宽、更低时延，通过与产业链均表现出现业内顶尖的技术水平，合作，实现车规级量产。相比上一代计算单元真正做到了系统运行的安全、稳定，元，全新一代的算力预计提升至少 30%，重为开展车内无安全员的出行服务打量减轻至少 30%，成本降低至少 30%。结合前代计算平台的经验，水冷散热方案也得到优化升级。	相比上一代的自动驾驶传感器套件，体积和重量大大减小，集成程度更高，设计更加轻量化，另外，通过自研的传感器清洁系统，车辆在雨、雪、雾、沙尘等各类复杂极 Robotaxi 服务，小马智行积累了远端天气下的表现也得到大幅提升。这套量产测试运营的丰富经验，并经历了级系统方案采用了小马智行自研车规级 L4 雨、雾、雷等极端天气，以及十字路、狭窄路段、积水路、无标线 DRIVE Orin 系统级（SoC）芯片，拥有更高等复杂场景的考验，自动驾驶性能、更高带宽、更低时延，通过与产业链均表现出现业内顶尖的技术水平，合作，实现车规级量产。相比上一代计算单元真正做到了系统运行的安全、稳定，元，全新一代的算力预计提升至少 30%，重为开展车内无安全员的出行服务打量减轻至少 30%，成本降低至少 30%。结合前代计算平台的经验，水冷散热方案也得到优化升级。	小马智行搭载第七代自动驾驶系统方案的 Robotaxi 车型拥有 100%车规级零部件、自动驾驶套件总成本较前代下降 70%、平台化适配设计的三大亮点，并成为全球首个基于车规级芯片实现 L4 级全场景无人驾驶能力的系统方案。小马智行在上海车展发布的第七代自动驾驶软硬件系统为 L4 级自动驾驶量产精心设计，设计寿命长达 10 年 60 万公里。该系统方案 100%采用车规级零部件，覆盖从线束、连接器到固态激光雷达、英伟达 Orin-X 芯片等零部件，小马智行通过强大的软件算法优化和系统工程，迅速应对硬件标准变化，带领 L4 行业率先实现车规级可靠性和稳定性的“零突破”。全车规标准也使得第七代自动驾驶硬件套件的生产物料（BOM）成本迅速下降，较上一代大幅下降 70%。自动驾驶套件成本中，核心成本是车载计算单元和激光雷达，从第六代到第七代系统，整个车载计算单元成本下降了 80%（新一代域控系统在体积、重量和功耗降低超过 50%，成本方面降低 80%，更适

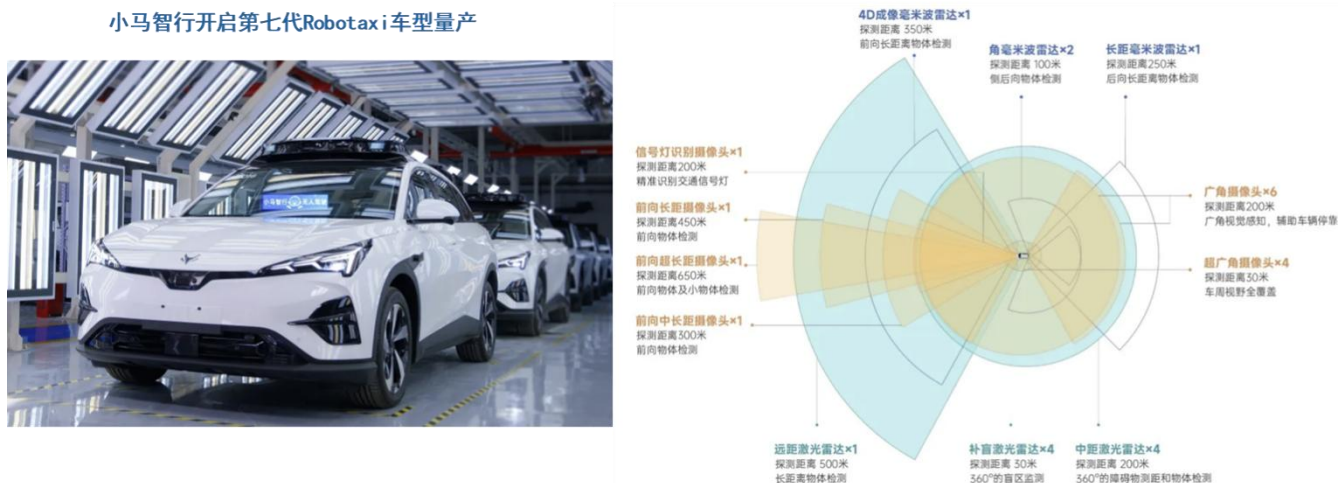
合大规模量产），激光雷达的成本下降了 68%。		
目前基于小马智行 PonyWorld 世界模型技术基座，小马智行 L4 级 Robotaxi 车队已经实现 50 万小时全场景、全天候、全无人运营，其安全性比人类驾驶高出 10 倍。		
合作车企	丰田	丰田、广汽埃安
	1) 2023 年 8 月，小马智行与丰田中国、广汽丰田宣布投入 10 亿元成立合资公司骐丰智能科技，基于丰田铂智 4X 合力打造首款第七代 Robotaxi 车型。目前小马智行首批丰田铂智 4X Robotaxi 已开展路测，这也是该合资公司推进实现 Robotaxi 量产化和落地服务的首款车型。 2) 2024 年 11 月和 12 月，小马智行分别与北汽新能源、广汽埃安官宣 Robotaxi 量产合作，2025 年 4 月上海车展上第七代 Robotaxi 家族迎来两位新成员——北汽极狐阿尔法 T5 Robotaxi 和广汽埃安霸王龙 Robotaxi。	
付费平台	支付宝、随申办、高德、如祺出行、锦江荟	
车队规模	截至 2025 年 4 月 10 日，公司运营的自动驾驶出租车车队规模已超过 270 规划第一期将中国市场投放千台规模铂智 4X 自动驾驶车辆，在国内一线城市开展规模化的全无人驾驶出行服务	
运营区域	北京、广州、深圳、上海	
资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理		

图5: 小马智行第六代 Robotaxi 车型和第六代自动驾驶系统量产传感器方案



资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理

图6: 小马智行第七代 Robotaxi 车型和第七代自动驾驶系统量产传感器方案



资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理

Robotaxi 方面，2025 年是小马智行的规模扩张之年，Robotaxi 正朝着大规模商业化的目标稳步迈进。2025Q1，公司总收入同比增长 12%，其中 Robotaxi 服务收入同比增长 200%，收费服务收入同比增长约 800%。在 2025 年 4 月上海车展上，公司与丰田、北汽和广汽合作，发布了面向量产的第七代自动驾驶出租车系列以及第七代自动驾驶系统，随着公司加快生产并借助技术进步提高成本效益，第七代自动驾驶系统（Gen 7）的推出使物料清单（BOM）成本较上一代降低 70%，预计将于 2025 年年中开始量产，公司有信心在年底前将车队规模扩大至 1000 辆。据弗若斯特沙利文咨询公司资料，公司是中国首批在四大一线城市（即北京、上海、广州和深圳）获得全无人驾驶出租车运营牌照的企业之一，并且是唯一一家在这些城市获得所有可用及必需监管许可可以提供面向公众的无人驾驶出租车服务的自动驾驶技术公司，此外，公司还是中国首家获得跨省高速公路无人驾驶卡车编队测试监管批准的企业，截至 2025 年 4 月 10 日，我们运营的自动驾驶出租车车队规模已超过 270 辆，累计自动驾驶里程超过 3920 万公里，公司持续拓展运营范围，2025Q1，公司将商业化运营区域扩大至北京、广州、深圳和上海的 2000 多平方公里，几乎是美国旧金山市面积的 20 倍。

生态合作方面，公司已与丰田和广汽丰田成立了一家合资企业，以推进在中国大规模生产及部署全无人驾驶的自动驾驶出租车。此外，公司还与上汽、广汽和北汽等其他领先的汽车制造商合作，共同开发和大规模生产自动驾驶出租车车辆。凭借与蚂蚁金服、高德地图、OnTime Mobility 等领先跨国公司的强大合作关系，公司率先推出了完全无人驾驶的收费、面向公众的自动驾驶出租车服务，2025 年 4 月，公司与腾讯微信的“出行服务”平台达成战略合作伙伴关系，包括腾讯地图及其先进的云计算、人工智能和大数据基础设施，进一步扩大了在中国数十亿用户群体中的覆盖范围。截至 2024 年 12 月 31 日的一年里，公司每辆自动驾驶出租车的日均订单量达到约 15 单；2025Q1，公司的注册用户数量环比增长超过 20%。

2) Robotruck 自动驾驶卡车服务

小马智行主要通过以下两种方式获取 Robotruck 自动驾驶卡车服务：（a）使用自动驾驶卡车车队为物流平台提供付费运输服务来获取自动驾驶卡车业务收入。公司根据具体的运输路线按里程向其收取服务费，或者按吨位收取。随着公司自

自动驾驶卡车车队规模的不断扩大,预计此类收入在未来不久将会增长;(b)目前,公司还通过向卡车原始设备制造商(OEM)提供公司的全栈虚拟驾驶员技术来获取部分机器人卡车的收入,这些制造商将公司的技术集成到其车辆平台中以实现自动驾驶功能。预计公司此类收入在未来一段时间内将持续增长。随着虚拟司机的客户群不断扩大,公司可能会开发新的 Robotruck 收入来源,包括向这些客户收取使用虚拟司机技术的持续许可费。在较小程度上,公司还通过向客户提供自动驾驶工程解决方案来获取 Robotruck 的收入,包括定制软件开发、车辆集成、工程和道路测试等服务,这有助于提升其智能卡车的自动驾驶能力和整体性能。

图7: 小马智行第三代 Robotruck 车型



资料来源:公司官网,国信证券经济研究所整理

基于一套通用的基础技术,小马智行加速推进 Robotruck 相关业务布局。小马智行于 2020 年底成立卡车事业部小马智卡,于 2021 年 3 月在中国推出了端到端的自动驾驶货运解决方案,以抓住卡车货运市场的巨大机遇。小马智行 Robotruck 服务策略是基于与领先的卡车原始设备制造商(OEM)和物流平台的合作关系构建的。公司与领先的卡车 OEM 密切合作,开发和制造集成我们虚拟司机技术的 Robotruck,这些卡车将部署到不同的物流平台,应用于多样化的商业场景,例如智能枢纽到枢纽的自动驾驶货运解决方案。公司还将向物流平台授权公司的虚拟司机技术,以增强其机器人卡车的能力。

表3: 小马智行 Robotruck 业务的重要事件梳理

时间	小马智行 Robotruck 相关重要事件
2020 年底	小马智行成立卡车事业部小马智卡。2020 年 12 月,获得广东首张自动驾驶卡车测试牌照。
2021 年 6 月	小马智卡与中国外运共同开启自动驾驶卡车长距离示范验证项目,验证自动驾驶技术以及智慧物流系统的潜能,提升了物流运输的安全性及运营效率,奠定了双方深入合作的基础。
2021 年 7 月	小马智卡获得北京市智能网联汽车政策先行区发布的首批自动驾驶卡车测试牌照以及高速公路测试许可
2021 年 11 月底	截至 2021 年 11 月底,小马智卡先后获得广东省首张自动驾驶卡车牌照、货运道路运输经营许可证、北京市首批自动驾驶卡车测试牌照及高速公路测试许可,并且率先开展自动驾驶重卡的商业化运营,已经实现超过 5 万公里商业运营里程,累计运送货物 16,400 吨。
2021 年 12 月	小马智行完成国内自动驾驶卡车公开高速公路首测。
2021 年 12 月 27 日	小马智行与招商局集团旗下中国外运股份有限公司签署协议,双方将成立合资公司,共同打造以自动驾驶技术为核心的高质量智慧物流运力平台。双方将深度合作,共同探索自动驾驶卡车规模化商业落地的全新模式。合资公司预计将于 2022 年初正式成立并投入运营。合作初期,双方将为合资公司共同投资 1 亿元人民币,先期部署超过 100 辆规模的智能驾驶重卡车队,今后将持续扩

	大规模，打造国内领先智能驾驶重卡车队，提供更为安全、高效、低成本的运力服务及货运方案。
2022 年 3 月	小马智行与中国外运成立的合资公司正式注册成立，并命名为青骓（CYANTRON）物流科技有限公司，于 2022 年 4 月 1 日开启业务运营。青骓物流总部设在广州，业务辐射全国，已在青岛设立首个运营子公司。截至 2022 年 3 月底，双方已共同投入超过 100 辆卡车，开始集装箱运输业务。基于小马智行在自动驾驶技术和智慧物流平台领域的实践积累，青骓物流已将 L4 级自动驾驶卡车投入到运力服务中，并开始落地应用全套的自动驾驶技术及智慧物流平台。
2022 年 6 月	小马智行自动驾驶卡车获广州市混行示范运营车型目录认定并取得示范运营资格
2022 年 7 月 28 日	小马智行与国内领先重工企业三一集团旗下三一重卡宣布，双方将成立合资公司，开展 L4 自动驾驶重卡产品的研发、生产与销售，共同打造高端自动驾驶重卡品牌。双方将深度整合小马智行的“虚拟司机”技术能力与三一重卡在线控底盘和整车开发领域的技术积累，共同定义和开发面向未来智慧物流的车规级、带冗余的 L4 高端智能重卡产品，赋能未来干线物流运输。合资公司计划将于 2022 年内开始小规模量产交付，2024 年开始大规模量产，几年后年产量有望突破万辆规模。目前，基于三一新能源卡车平台打造的首辆自动驾驶样车已经开始路测验证。小马智行基于 NVIDIA DRIVE Orin 系统级芯片设计的域控制器也将全面赋能合资公司生产的智能卡车。
2022 年 10 月	截至 10 月底，小马智行自动驾驶卡车（L4 级）商业运营自动驾驶里程已达 30 万公里。
2022 年 11 月 1 日	小马智行正式发布第三代自动驾驶卡车软硬件集成系统。该系统方案面向干线物流业务需求设计，已率先应用于小马智行与三一重卡合作打造的首款自动驾驶重卡产品，由双方所建合资公司一骐智卡生产，于当日向青骓物流交付首批智卡。 1) 小马智行对自动驾驶系统的软件算法、传感器方案、造型设计、车辆线控底盘等方面都进行了全方位革新，重点提升自动驾驶重卡产品在复杂工况下的稳定性与兼容性，满足后续大规模量产需求，以实现干线物流效益最大化。 2) 该系统方案也是小马智行与三一重卡宣布合作以来重要技术成果。基于双方先期进行合作验证的自动驾驶样车，三一重卡为首款自动驾驶重卡产品正向开发全新线控底盘，充分考虑自动驾驶需求，具备功能全、时延低、精度高和鲁棒性强等特点。 硬件设计方面，新一代传感器套件采用独家推出的一体式弧形设计（Sensor Arc），提高关键器件集成度，降低卡车安装和维护的难度。与今年发布的乘用车系统方案相似，小马智行也为卡车系统新增传感器清洁系统（Sensor Cleaning System），并将空气动力学原理融入传感器接触面的工业设计中，有效降低脏污存留，减少了干线运输常见的雨雾、沙尘、冰雪、污泥等对传感器灵敏度的影响，可适用于各类工况。 软件开发方面，新一代系统方案采用全新传感器方案和算法设计，从而灵活兼容多种类型货运挂箱；此外，算法系统可根据货物类型和运输要求，精准调节车辆横纵向控制灵敏度，保障玻璃、瓷砖等易碎品的安全平稳运输。 11 月 1 日，小马智行宣布与战略合作伙伴中国外运股份有限公司、三一集团进一步深化合作，成立三方战略联盟，联手打造智慧物流“技术+车辆+场景”黄金三角。三方将充分利用各自在高阶自动驾驶、高端智能重卡开发量产及智慧物流领域的优势和资源，全面深入合作，推动物流行业向更安全、更高效、更智能、更环保的方向变革。 小马智行此前已分别与中国外运及三一集团旗下三一重卡成立合资公司。此次进一步深化合作，三方将携手打造行业首个以智能重卡为主要运力的车队，提供智慧物流解决方案，树立自动驾驶技术赋能智慧物流的行业标杆。在战略联盟协议的框架下，三方将携手在智慧物流的各个环节共同发力，引领行业变革。三方将共同打造更安全可靠、经济环保的车规级高端智能重卡，年内开始小规模量产，2024 年启动大规模量产；构建行业首个以智能重卡为主要运力的车队和智慧物流解决方案，持续推进自动驾驶技术的产品化迭代和智能重卡大规模商业应用；充分探索通过智慧物流平台全流程统筹管理、智能调度，实现安全性的全面提升，大幅降本增效减碳；积极布局以新能源智能重卡为载体的绿色物流生态；以及持续投入科技创新与数字化智能化研发应用，引导和推动智能重卡及智慧物流产业链供应链上下游的关键核心技术突破。
2022 年 11 月 1 日	小马智行与三一重卡合资公司一骐智卡所生产的智能重卡首批车辆下线，并交付于小马智行与中国外运成立的智慧物流公司——青骓物流科技有限公司。首批交付规模为 30 辆，未来三年内，青骓物流将进一步向一骐智卡采购 500 辆智卡，创下目前行业最大规模订单量。
2023 年 9 月	小马智行获得北京市智能网联汽车政策先行区智能网联重型卡车示范应用通知书，其自动驾驶卡车将在真实场景下携手中国外运提供示范性货运服务。
2023 年 11 月	小马智行宣布获得广州首个自动驾驶卡车编队行驶测试牌照，获准在广州开放道路上进行 L4 级编队自动驾驶测试。这为小马智行进一步开展规模化的大宗商品编队自动驾驶运输业务提供了有力支持。截至 2023 年 11 月底，小马智行的自动驾驶卡车测试里程已经超过 300 万公里，商业运营里程超过 61 万公里，货运总重近 4 万吨。小马智行自动驾驶卡车编队是“1+N”形式，即由一辆自动驾驶卡车领航，引领多辆 L4 级自动驾驶卡车安全行驶在公路上，此次共有五辆自动驾驶卡车获得编队行驶测试牌照，这种“1+N”的编队自动驾驶形式，极大地降低运营成本，提高运输效率。此外，通过消除前后车辆制动差异时间，缩短跟车距离，前车可以为后车破风，有效降低空气阻力，从而降低碳排放，实现绿色出行，同时提高了道路使用效率，缓解道路拥堵情况，减少交通事故。
2024 年 1 月	在首批获得北京市高级别自动驾驶示范区高速测试资质的基础上，小马智行又获得天津市交通运输委、天津市工业和信息化局和天津市公安局三家政府单位联合认定，成为首家获得跨省自动驾驶重卡示范应用许可的企业。小马智行将携手中国外运在京津塘高速北京段和天津段提供自动驾驶高速货运服务，真正意义上实现了跨省自动驾驶物流，助力京津冀区域运输一体化，推动京津冀协同发展。截至 2024 年 1 月，小马智行及其合资公司青骓物流的自动驾驶卡车测试里程已近 400 万公里，货运总重近 2000 万吨公里。
2024 年 12 月	截至 2024 年 12 月底，小马智行自动驾驶卡车路测里程超 500 万公里，货物运输量超 8.6 亿吨公里。
2025 年 1 月	小马智行自动驾驶卡车无人化技术再次获得突破性进展，全国首家获准开展编队自动驾驶跟车主驾无人测试。小马智行作为唯一同时拥有京津冀三地跨省高速自动驾驶道路测试资质的企业，将在京津塘高速开启卡车编队跟车主驾无人化测试及货运服务。基于该许可，小马智行的自动驾驶卡车编队，将进行“1+N”编队自动驾驶后车主驾无人测试，持续推动实现自动驾驶卡车大规模商业化目标。未来，小马智行还将不断提升技术能力，推动编队自动驾驶向跟车全无人进阶，持续降低自动驾驶卡车物流成本。
2025 年 4 月	截至 2025 年 4 月 10 日，公司已在北京和广州获得自动驾驶公共道路测试许可，并运营着一支由超过 190 辆智能卡车组成的车队，其中包括 L2++ 级智能卡车和 L4 级无人驾驶卡车，覆盖了中国所有主要商业活跃地区和交通干线。

资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理

从业务模式来看，1) 小马智行联手合作伙伴打造智慧物流“技术+车辆+场景”黄金三角。2022 年 11 月 1 日，小马智行宣布与战略合作伙伴中国外运股份有限公司、三一集团进一步深化合作，成立三方战略联盟，联手打造智慧物流“技术+车辆+场景”黄金三角，通过与合作伙伴开启全新合作形式，小马智行已逐步构建包括自动驾驶公司、物流公司以及重卡制造商的智慧物流“黄金三角”，小马智行拥有核心自动驾驶技术，是赋能物流和未来重卡生产制造的关键；物流公

司积累了丰富的运输经验以及客户基础；而重卡制造商则拥有整车开发制造的技术沉淀。三者优势互补，才能让“黄金三角”高效运转起来，形成安全高效的未来智慧物流生态，最大程度发挥自动驾驶技术的社会价值和经济效益。

图8: 小马智行 Robotruck 业务“黄金三角”



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

2) 小马智行采用“1+N”编队自动驾驶，加速卡车无人化进程。小马智卡发布编队自动驾驶解决方案“驼灵”，推进自动驾驶卡车技术无人化的进程，已在北京、广州获准开展自动驾驶卡车编队测试。编队方案可实现一辆领航车和多辆跟随车的行驶，车辆均为 L4 级自动驾驶卡车，仅需要一名领航车安全员监督。“驼灵”方案极大地降低运营成本，提高运输效率，为实现规模化自动驾驶货运奠定基础。

图9: 小马智行 Robotruck 采用“1+N”编队自动驾驶

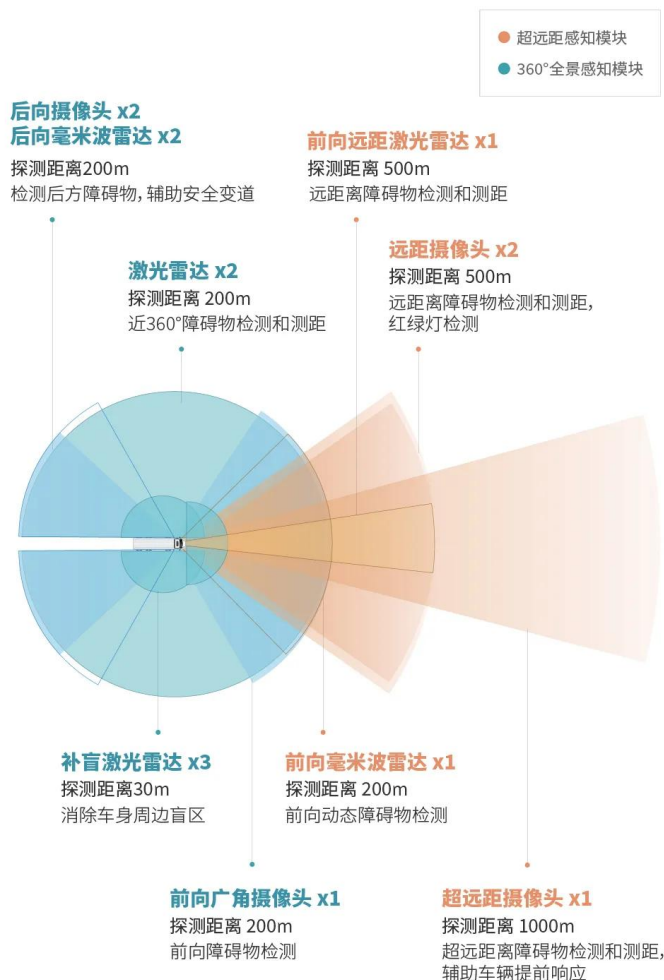


资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理

从 Robotruck 软硬件系统来看，2022 年 11 月 1 日，小马智行正式发布第三代自动驾驶卡车软硬件集成系统。该系统方案面向干线物流业务需求设计，已率先应用于小马智行与三一重卡合作打造的首款自动驾驶重卡产品，由双方所建合资公司一骥智卡生产，于当日向青雅物流交付首批智卡。第三代自动驾驶卡车系统的传感器方案沿用多传感器深度融合技术，传感器整体数量 20 个，主要采用车规级传感器件，在实现自动驾驶超远距感知、360°全景无盲区、长尾场景处理等领域均取得突破，并达到业内领先水准。在高速行驶和高载重的业务要求下，该传感器方案通过 1 个超长距摄像头、2 个长距摄像头、1 个量产车规级长距激光雷达、1 个远距毫米波雷达构成强大的超远距感知模组，可覆盖前向 200 米至 1000 米障碍物探测。以卡车 90 公里/小时的行驶速度计算，超远距感知模组可让自动驾驶卡车提前 30 秒精准识别出前方故障车辆，做到从容避障。同时，为了确保车身周围 200 米内障碍物的安全召回，尤其是对倒地的锥桶、路面坑洞或抛洒物的识别，该方案包含有一个 360°全景感知模组，由 2 个 360°激光雷达、3 个补盲激光雷达、3 个摄像头、2 个毫米波雷达组成，分布在车辆前后及两侧，解决了卡车近身盲区的行业痛点。两大感知模组的创新，极大提高系统对障碍物的应对能力和准确率，让卡车行驶更加安全。

从技术上来看，小马智行用于自动驾驶卡车服务的关键自动驾驶技术与自动驾驶出租车服务有很大程度上的重叠，但公司还是对 Robotruck 某些模块进行了精心定制，比如传感器套件和控制系统，以适应自动驾驶卡车的特定使用场景。例如，公司将车辆的探测范围扩大到约 500 至 1000 米，使自动驾驶卡车能够安全地高速行驶；公司为自动驾驶卡车配备了后置摄像头和雷达，这对于卡车变道或并线来说是最佳配置。此外，公司还在自动驾驶卡车上加装了短程和广角激光雷达，消除了任何潜在的盲区，从而提高了安全性。

图10: 小马智行自动驾驶卡车传感器方案及其覆盖范围



资料来源: 公司官微, 国信证券经济研究所整理

从运营数据来看, 截至 2025 年 4 月 10 日, 公司已在北京和广州获得自动驾驶公共道路测试许可, 并运营着一支由超过 190 辆智能卡车组成的车队, 不仅独立运营, 还与中国最大的货运物流公司中国外运合作, 其中包括 L2++ 级智能卡车和 L4 级无人驾驶卡车, 并配备安全驾驶员, 在现有的全国物流网络内完成货运订单, 覆盖了中国所有主要商业活跃地区和交通干线。在商业运营过程中, 公司的智能卡车车队已累计行驶约 5700 万公里。通过商业运营, 公司的智能卡车促进了中国范围内的长途货运, 累计货运量超过 9.26 亿吨公里。为了验证公司的技术和商业模式, 为未来的大规模商业化做准备, 公司还在各种业务场景中运行智能卡车。此外, 公司还与中国领先的卡车制造商三一集团合作, 共同开发 L4 级自动驾驶卡车。

图11: 小马智行 Robotruck 货运网络



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

3) 授权与应用

小马智行的许可与应用收入主要通过以下方式获得：（a）向汽车制造商及其他行业参与者提供智能驾驶解决方案，包括智能驾驶软件解决方案、专用车载域控制器产品以及数据分析工具，助力车辆实现更高水平的驾驶自动化；（b）向传感器及硬件组件供应商提供某些增值服务，例如车辆集成服务、软件开发及许可服务，帮助其产品和解决方案更好地适应自动驾驶场景；（c）提供车联网（V2X）产品和服务，以提升道路安全，提高交通效率和出行体验。虽然小马智行过去很大一部分收入来自授权和应用服务，但随着公司 Robotaxi 和 Robotruck 收入的持续增长，预计长期来看，授权和应用服务收入比例将会下降。

2023 年 1 月，小马智行正式宣布三条智能驾驶业务产品线，涵盖软件系统方案、域控制器、数据闭环工具链，均已取得定点，开始量产交付。基于六年间对“虚拟司机”技术的打磨和积累，我们为客户提供可定制化的高性能、低成本的量产智驾解决方案。

- **智能驾驶软件解决方案。**基于公司在虚拟驾驶员技术方面的突破，公司为原始设备制造商（OEM）提供智能驾驶软件解决方案，实现高速公路和城市道路的自动导航（NOA）、记忆泊车、车道居中控制（LCC）、自适应巡航控制（ACC）以及其他 L2++ 级别的辅助驾驶功能。公司强大的自动驾驶软件模块和算法，加上在复杂运营区域进行的广泛测试，使公司能够开发出强大且经济高效的解决方案，并已获得初步客户认可。

图12: 小马识途智能驾驶解决方案

我们推出三款驾乘体验一流的智能驾驶方案：PonyClassic，PonyPro以及PonyUltra，提供差异化的参考硬件配置。三款方案均基于我们多项业内领先的技术突破，于2023年正式上市。



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

- **自主研发的车辆域控制器产品。**公司为汽车制造商提供自主研发的车辆域控制器产品，目前基于英伟达 DRIVE Orin 平台打造，以支持其车辆的自动驾驶系统。凭借在严格的车辆测试中积累的海量数据洞察和行业经验，公司开发的车辆域控制器产品安全可靠、功能强大，更贴合智能驾驶的应用场景。这一点得到了包括 ISO 26262 功能安全 ASIL D 开发流程认证在内的多家国际权威机构的认可。截至目前，公司的车辆域控制器产品已实现量产交付，并且正在探索将其应用于低速自动驾驶场景，如无人配送车、无人驾驶环卫车和自动驾驶港口作业等市场机会。

图13: 小马智行方载自动驾驶域控制器

从性能、成本、可靠性出发，我们打造出真正适合智能驾驶的车规级域控“方载”。
我们深谙自动驾驶硬件设计和软件适配的需求，使得方载更高匹配上层软件，提高运行效率，赋能城市驾驶、无人配送、环卫、港口和矿区等场景。

目前方载已具有基于NVIDIA DRIVE Orin芯片的域控制器，硬件性能磨合到最佳状态，同时在积极布局适配其他芯片及域控平台。
域控制器已通过汽车功能安全 ASIL-D 开发流程认证与国际质量体系认证。



309 × 205 × 85 mm

单NVIDIA DRIVE Orin版(风冷)

适配无液冷循环车型，针对85°C极致优化



309 × 205 × 85 mm

双NVIDIA DRIVE Orin版(风冷)

适配无液冷循环车型，针对85°C极致优化



306 × 205 × 45 mm

双NVIDIA DRIVE Orin版(液冷)

产品参数	▪ 支持外部车规接口数采落盘 (同时支持YUV, RAW, JPEG落盘) ▪ 支持14路相机 单独触发 ▪ 支持整套数采方案 ▪ 支持HIL整体方案
自动驾驶功能	▪ 主动安全 ▪ 行车功能：高速NOA、城市NOA ▪ 泊车功能：记忆泊车、自主代客泊车
使用场景	智能辅助驾驶 ① 城市 ② 高速 ③ 泊车 低速无人驾驶 ④ 配送 ⑤ 环卫 ⑥ 港口 ⑦ 矿区

资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

- **数据分析工具。**小马智行的数据分析工具包含一个基于云端的数据处理平台，该平台能够对配备了公司技术的车辆所收集的数据进行挖掘、采集、分析和维护。此外，它还包括一个 L4 级模拟系统，用于评估车辆行驶过程中的安全性、合规性、舒适性和效率，从而持续改进车辆的自动驾驶系统。

图14: 小马智行苍穹自动驾驶数据闭环工具链

数据闭环工具链往往是智能驾驶系统的“背后功臣”，我们推出工具链产品“苍穹”，服务汽车厂商、Tier1等客户，助其充分挖掘数据价值，快速提升智驾系统能力。

苍穹可覆盖两大核心需求，一是研发测试阶段的全量数据闭环，二是量产阶段基于影子模式的数据闭环。



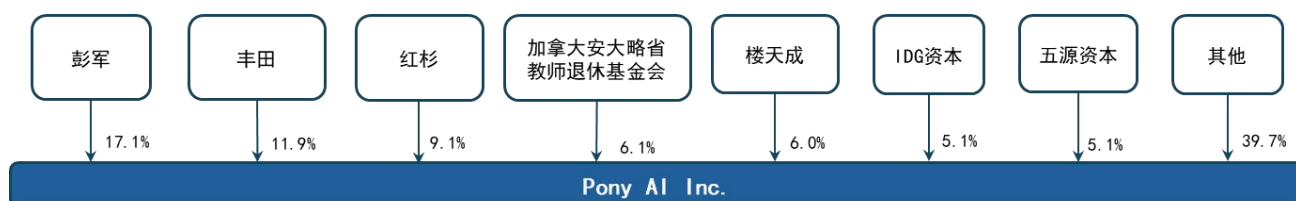
资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

- **一些增值服务**，例如车辆集成服务以及软件开发和授权服务，主要面向传感器和硬件组件供应商，帮助他们更好地使产品和解决方案适应自动驾驶的应用场景。此外，公司还提供 V2X（车对万物）产品和服务，以提高道路安全，提升交通效率和体验。

股权结构：股权结构较为集中，管理层技术实力强

小马智行创始人彭军和刘天成博士投票权高，受多方产业资本青睐。公司设有不同投票权架构，股本包括 A 类普通股及 B 类普通股，每股 A 类普通股赋予持有人行使十票的权利，每股 B 类普通股则赋予持有人行使一票的权利。彭军博士持股比例为 17.1%，投票权比例为 55.4%，楼天成博士持股比例为 6.0%，投票权比例为 19.4%，两位联合创始人合计持股 23.1%，共拥有 74.8% 的投票权。此外，小马智行备受多方产业资本青睐，其中丰田汽车持股 11.9%，知名 VC 红杉持股 9.1%，IDG 资本持股 5.1%，五源资本持股 5.1%。

图15: 小马智行股权结构（2024 年报）



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

表4: 小马智行核心管理层的投票权（2024 年报）

	所持 A 类普通股数目	所持 B 类普通股数目	占已发行股本实权益的概约百分比	投票权的概约百分比
彭军博士	608,122	60,000,000	17.1%	55.4%
楼天城博士	110,828	21,088,770	6.0%	19.4%

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理（注：投票权百分比是通过将其所拥有表决权的股份数除以本公司所有已发行普通股（作为一个类别）的总表决权数来计算得出，公司目前发行在外的股本由 A 类普通股和 B 类普通股组成。公司首席执行官兼董事彭军博士和首席技术官兼董事楼天城博士共同拥有公司已发行的所有 B 类普通股。A 类普通股和 B 类普通股的持有人除投票权和转换权外享有相同的权利。每 1 股 A 类普通股拥有 1 票表决权，每 1 股 B 类普通股拥有 10 票表决权。B 类普通股的持有人可随时将其转换为 1 股 A 类普通股，而 A 类普通股在任何情况下均不可转换为 B 类普通股。）

公司核心管理层技术实力强，产业经验丰富。公司董事会主席、联合创始人兼首席执行官彭军博士负责整体战略及业务发展，彭博士为清华大学学士、纽约州立大学布法罗分校硕士和斯坦福大学博士，创立小马智行之前，彭博士 2005 年至 2011 年在 Google 担任软件工程师，专门从事后端和前端广告系统方面的工作，2011 年至 2016 年担任百度自动驾驶部门首席架构师，负责百度自动驾驶的整体战略规划与技术发展。公司董事、联合创始人兼首席技术官楼天城博士为清华大学计算机科学学士和博士，2016 年共同创立了 Pony AI，楼天城博士是全球闻名的计算机编程大牛，以比赛 ID “ACRush” 为计算机编程界所知，他连续 11 年蝉联 TopCoder 中国区冠军，并且两次获得谷歌全球编程挑战赛冠军，创立小马智行之前，楼博士是百度历史上最年轻的 T10 工程师，他的职业生涯开始于谷歌，曾在 Google X（Waymo）从事无人车技术开发。公司管理层多为公司核心技术专家，技术背景深厚。公司核心创始人学术实力强劲，且具备丰富的自动驾驶研发经验。

表5: 小马智行核心管理层背景履历

姓名	职位	履历
彭军	董事会主席、联合创始人兼首席执行官	清华大学学士、纽约州立大学布法罗分校硕士和斯坦福大学博士。彭军博士于 2016 年共同创立了 Pony AI，目前担任董事会主席、联合创始人兼首席执行官。在共同创立 Pony AI 之前，彭博士于 2005 年至 2011 年在 Google 担任软件工程师，专门从事后端和前端广告系统方面的工作；于 2011 年至 2016 年担任百度自动驾驶部门首席架构师，负责百度自动驾驶的整体战略规划与技术发展。
楼天城	董事、联合创始人兼首席技术官	清华大学计算机科学学士和博士。于 2016 年共同创立了 Pony AI，目前担任董事兼首席技术官。楼天城博士是全球闻名的计算机编程大牛，以比赛 ID “ACRush” 为计算机编程界所知。他连续 11 年蝉联 TopCoder 中国区冠军，并且两次获得谷歌全球编程挑战赛冠军。楼博士投身于自动驾驶领域，坚信技术将为人创造更安全更高效的出行未来。创立小马智行之前，楼博士是百度历史上最年轻的 T10 工程师。他的职业生涯开始于谷歌，曾在 Google X（Waymo）从事无人车技术开发。
王皓俊	首席财务官	上海交通大学信息工程学士、南加州大学计算机科学博士，专业方向为多维数据及行动定位服务研究。王皓俊博士于 2016 年加入 Pony AI，作为公司的创始成员，先后担任自动驾驶地图与定位模块技术负责人、美国研发中心负责人、上海研发中心负责人等，将人工智能领域最新的突破引入小马智行的自动驾驶平台，目前担任首席财务官，还领导人力资源团队，负责企业融资交易并监督财务规划和管理事务。在加入 Pony AI 之前，王皓俊博士曾在 IBM Silicon Valley Lab（硅谷实验室）和百度美国研发中心工作，从事数据库引擎和大数据信息系统开发，并曾作为早期成员主导百度自动驾驶地图与定位系统的开发。
张宁	副总裁	清华大学计算机科学学士、加拿大滑铁卢大学计算机科学硕士。师从姚期智院士（中国唯一的图灵奖获得者），是清华大学第一届姚班成员。张宁先生自 2017 年起担任副总裁。张宁先生担任 Pony AI 北京研发中心的副总裁、总经理和自动驾驶系统负责人。在加入 Pony AI 之前，张宁先生于 2014 年至 2017 年在 Google 担任工程师。
李衡宇	副总裁	四川大学电子与信息技术学士、四川大学通信与信息系统硕士。李衡宇先生于 2017 年加入 Pony AI，目前担任副总裁。李先生从零开始建立了 Pony AI 的北京研发中心，目前负责监督 Robotruck 业务。在加入 Pony AI 之前，李先生于 2008 年至 2017 年在百度担任广告搜索和自动驾驶部门的高级工程师，并获得了 2013 年百度“百万美元奖”。
莫璐怡	副总裁	浙江大学数学学士、香港大学计算机科学博士。在大学期间，莫博士在 2011 年第 35 届 ACM 国际大学生编程竞赛世界总决赛中成为自 1977 年以来第一位来自中国的女性世界冠军。莫博士于 2018 年加入 Pony AI，目前担任副总裁。她负责监督 Pony AI 的广州和深圳办公室，以及其自动驾驶出租车服务和运营。在加入 Pony AI 之前，莫博士曾在网易担任高级软件工程师，专门从事游戏引擎开发。
姚期智	首席顾问	伊利诺大学香槟分校计算机科学博士、哈佛大学物理学博士。姚期智先生是世界著名的计算机科学家，唯一的图灵奖华人得奖者，目前担任清华大学交叉信息研究院教授、院长。同时，姚先生也是中国科学院院士、美国国家科学院院士。

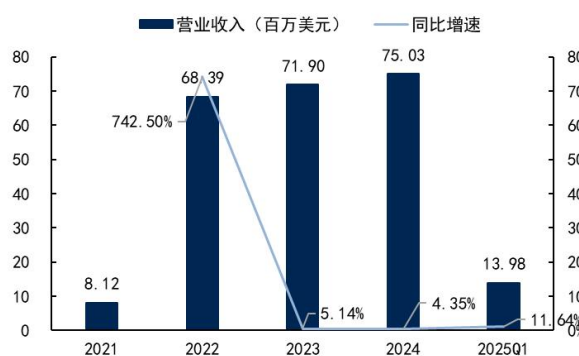
资料来源：公司公告，公司官网，国信证券经济研究所整理

财务分析：营收持续增长，费用率有所下降

Robotaxi、Robotruck 及授权与应用的需求增加，助力公司营收持续增长。2021-2024 年，公司营业收入从 812 万美元增长至 7503 万美元，CAGR 为 109.8%，得益于下游对公司 Robotaxi、Robotruck 及授权与应用的需求增加，公司营收持续增长。2025Q1，公司营业收入为 1397.9 万美元，同比增长 11.6%，环比减少 60.6%，同比增长主要得益于 Robotaxi 服务收入的快速增长，1) 2025Q1，公司 Robotaxi 服务收入为 173 万美元，同比增长 200.3%，这一增长得益于乘客车费和基于项目的工程解决方案服务收入的共同提升，其中乘客车费收入增长更为迅猛，增幅约为 800%，强劲的增长主要归因于其在中国一线城市面向公众的收费运营规模的扩大以及针对不同用户群体的精细化运营策略；2) 2025Q1，公司 Robotruck 服务收入为 778 万美元，同比增长 4.2%，增长的主要原因是新客户带来的贡献；3) 2025Q1，公司授权和应用收入为 447 万美元，同比基本持平，其中自动驾驶域控制器（ADC）的订单和交付量有所增加，这主要得益于新机器人配送客户的推动。

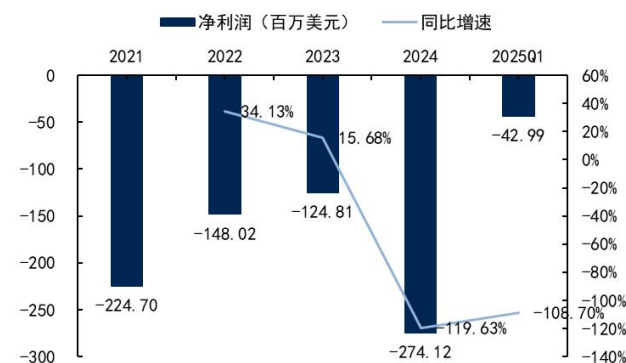
净利润方面，2021-2023 年公司亏损持续缩小，从 2021 年亏损 2.2 亿美元收窄至 2023 年亏损 1.2 亿美元，2024 年费用支出加大导致亏损扩大至 2.7 亿美元。2025Q1，公司净亏损为 0.43 亿美元（24Q1 净亏损 0.21 亿美元，24Q4 净亏损 1.81 亿美元），净亏损同比增加的原因包括：1) 为第七代车型的大规模生产进行投资；2) 与首次公开募股（IPO）相关的股权激励在 2025 年第一季度一次性结算产生的费用；3) 为增强技术能力而增加员工薪酬和福利。

图16：小马智行 2021-2025Q1 营收及同比增速



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

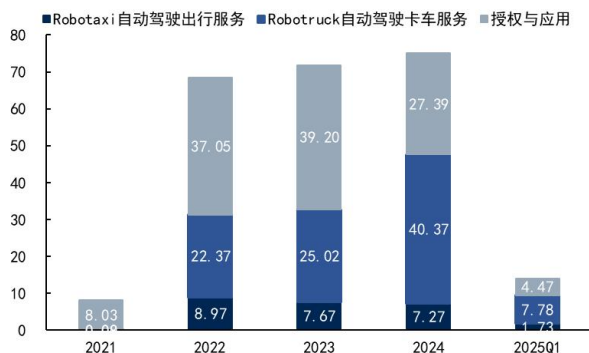
图17：小马智行 2021-2025Q1 净利润及同比增速



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

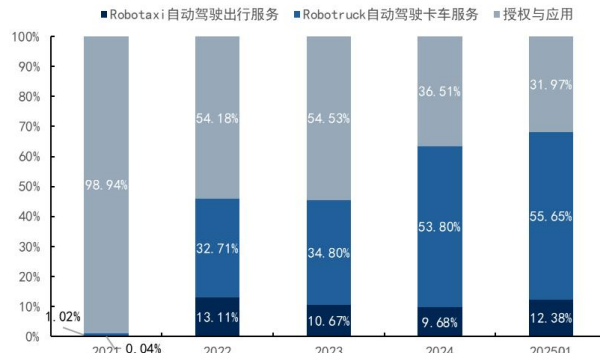
公司收入主要来自 Robotaxi 自动驾驶出行服务、Robotruck 自动驾驶卡车服务、授权与应用。2021-2024 年，公司 Robotaxi 自动驾驶出行服务营收占比从 0.04% 提升至 9.68%，Robotruck 自动驾驶卡车服务营收占比从 1.02% 提升至 53.80%，授权与应用营收占比从 98.94% 下降至 36.51%，得益于对 Robotaxi 和 Robotruck 自服务的强劲需求，Robotaxi 和 Robotruck 收入占比增长明显。

图18: 小马智行 2021-2025Q1 各产品业务营收 (百万美元)



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

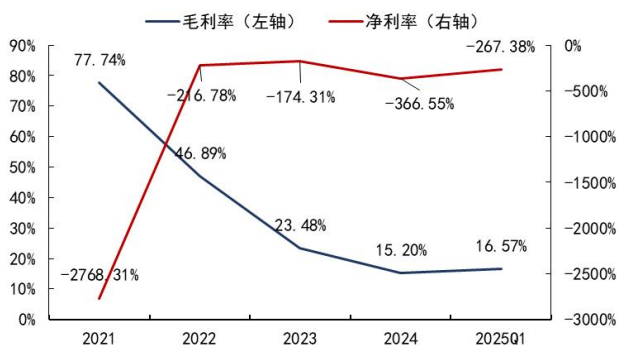
图19: 小马智行 2021-2025Q1 各产品业务营收占比



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

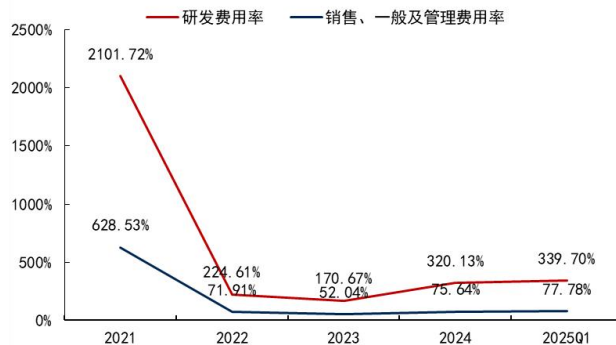
公司毛利率受产品结构影响有所下降, 费用率整体呈下降趋势。2021-2024 年, 公司毛利率从 77.7%下降至 15.2%, 主要原因是公司营收结构调整, 服务业务对收入的贡献增加叠加授权与应用业务毛利率波动所致。2025Q1, 公司毛利率为 16.6%, 同比-4.4pct, 环比-4.4pct, 净利率为-267.4%, 同比-101.0pct, 环比+242.6, 毛利率下降主要是由于第一季度机器人客户的 ADC 销售额增加导致收入结构发生变化。费用率方面, 2025Q1, 公司费用率为 417.5%, 同比+119.3pct, 其中研发/销售、一般及管理费用率分别为 339.7%/77.8%, 同比分别变动+102.4/+16.9pct, 公司 25Q1 研发费用率同比增长的主要原因是: 1) 为第七代车型的量产进行投资; 2) 与首次公开募股相关的股票奖励在 2025 年第一季度一次性结算所产生的费用; 3) 为增强技术能力而增加员工薪酬和福利。

图20: 小马智行 2021-2025Q1 毛利率、净利率



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

图21: 小马智行 2021-2025Q1 费用率



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

Robo-X 行业：长赛道，大空间，自主 Robo-X 厂商崛起

L3 级别是汽车自动化道路的一次跃升。从法规和技术两个维度来看，L3 级别自动驾驶都是汽车自动化道路上的一大跃升。从法规来看，SAE 和中国《汽车自动化分级》规定 L0-L2 级别均是人类主导驾驶，车辆只做辅助，L0、L1 和 L2 之间的差异主要在于搭载的 ADAS 功能的多少，而 L3 开始，人类在驾驶操作中的作用快速下降，车辆自动驾驶系统在条件许可下可以完成所有驾驶操作（作用不亚于驾驶员），驾驶员在系统失效或者超过设计运行条件时对故障汽车进行接管；从技术来看，L0-L2 主要运用的传感器有摄像头、超声波雷达和毫米波雷达，L3 及之后原有传感器配套数量上升，同时高成本的激光雷达方案难以避免，传感器之间的协同要求提升，多传感器融合算法愈发复杂，所需控制器芯片算力大幅提升。

当智能驾驶发展到 L4、L5 级别，会进入到无人驾驶阶段。L4 级别自动驾驶阶段，可实现部分场景下，驾驶操作由自动驾驶系统完成，应用场景比如本地无人驾驶出租车，踏板/方向盘可以安装、也可以不安装；L5 级别自动驾驶阶段，在所有道路种类和环境情况下，驾驶操作完全由自动驾驶系统完成。

表6: SAE 无人驾驶自动化程度划分

阶段	名称	定义描述	操作（转向、加速/减速）执行	环境监控	动态驾驶任务	行驶情景
L0	无自动化	所有驾驶工作都完全由驾驶者完成	驾驶员	驾驶员	驾驶员	无
L1	辅助驾驶	部分操作（转向或加速/减速）由一个辅助系统根据行驶环境获取信息完成，驾驶员完成其他驾驶任务	驾驶员和系统	驾驶员	驾驶员	部分
L2	部分自动化	部分操作（转向和加速/减速）由多个辅助系统根据行驶环境收集信息完成，驾驶员完成其他驾驶任务	系统	驾驶员	驾驶员	部分
L3	有条件自动化	驾驶操作由自动驾驶系统完成，驾驶员要根据提示做出合理应对	系统	系统	驾驶员	部分
L4	高度自动化	驾驶操作由自动驾驶系统完成，即便在驾驶员没有根据提示做出合理应对	系统	系统	系统	部分
L5	完全自动化	在所有道路种类和环境情况下，驾驶操作完全由自动驾驶系统完成	系统	系统	系统	全部

资料来源：SAE，国信证券经济研究所整理（注 1：动态驾驶任务包括操作层面（转向、刹车、加速、监控汽车和道路）和策略层面（决定变道、转弯、使用信号灯的时间）的驾驶任务，但不包括战略层面（规划路线等）的驾驶任务；注 2：驾驶模式指具有典型动态驾驶任务要求的驾驶情景（如高速公路并道、低速交通阻塞等）

表7: 中国驾驶自动化等级与划分要素的关系

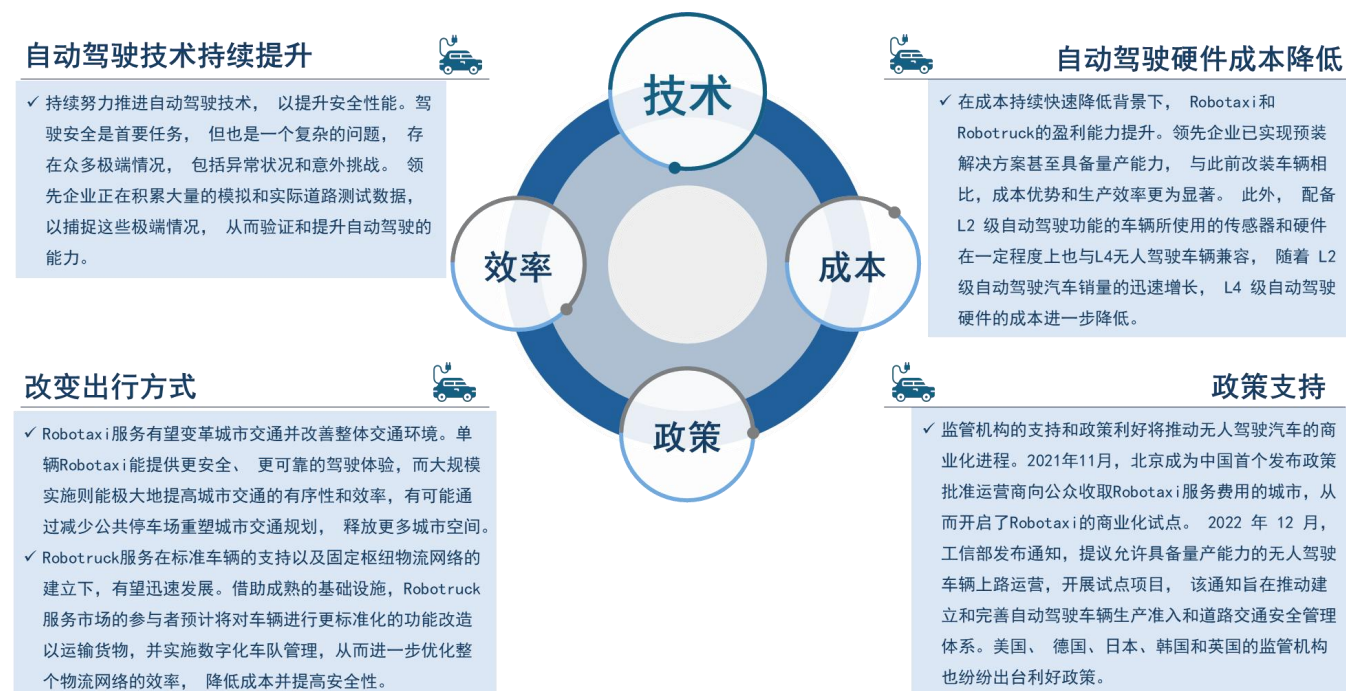
分级	名称	车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务接管	设计运行条件
0 级	应急辅助	驾驶员	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
1 级	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
2 级	组合驾驶辅助	系统	驾驶员和系统	驾驶员	有限制
3 级	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务接管用户（接管后成为驾驶员）	有限制
4 级	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
5 级	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制

资料来源：汽车自动驾驶分级报批稿，国信证券研究所整理（注：排除商业和法规因素限制）

无人驾驶阶段，即 L4 和 L5 级自动驾驶，或将改变各种应用场景下的道路运输方式，比如用于乘客出行的自动驾驶出租车、用于公路货运的自动驾驶卡车、自动驾驶公交车以及其他应用于各种运输场景的自动驾驶车辆。其中，自动驾驶出租车和自动驾驶卡车占据了大部分市场份额，并拥有最大的市场潜力。此外，在商业化初期，自动驾驶技术的授权和应用预计将带来可观的收入。

诸多因素催化下，自动驾驶出租车（Robotaxi）和自动驾驶卡车（Robotruck）商业化落地加速。1）**技术提升**：持续努力推进自动驾驶技术，以提升安全性能；2）**成本下降**：在成本持续快速降低的支撑下，Robotaxi 和 Robotruck 的盈利能力得以提升，配备 L2 级自动驾驶功能的车辆所使用的传感器和硬件在一定程度上也与无人驾驶车辆兼容，随着 L2 级自动驾驶汽车销量的迅速增长，L4 级自动驾驶硬件的成本进一步降低；3）**出行效率提升**：Robotaxi 服务有望变革城市交通并改善整体交通环境，提高城市交通的有序性和效率，此外，Robotruck 有望降低成本并提高安全性，有可能显著优化卡车物流系统；4）**政策支持**：监管机构的支持和政策利好将推动无人驾驶汽车的商业化进程。

图22: 自动驾驶出租车（Robotaxi）和自动驾驶卡车（Robotruck）商业化落地加速的催化因素



资料来源：小马智行招股说明书，国信证券研究所整理

政策层面：各国政策在不断放开对自动驾驶的限制。

中国方面，2023 年 11 月，工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部发布《四部委关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，在智能网联汽车道路测试与示范应用工作基础上，四部门遴选具备量产条件的搭载自动驾驶功能的智能网联汽车产品，开展准入试点；对取得准入的智能网联汽车产品，在限定区域内开展上路通行试点，车辆用于运输经营的需满足交通运输主管部门运营资质和运营管理要求，本通知中智能网联汽车搭载的自动驾驶功能是指国家标准《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021）定义的 3 级驾驶自动化（有条件自动驾驶）和 4 级驾驶自动化（高度自动驾驶）功能。2024 年 6 月，工业和信息化部等四部门发布《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，确定了首批 9 个进入试点的联合体，车辆运行所在城市为重庆市、广东省广州市和深圳市、上海市、北京市、海南省儋州市、河南省郑州市，首批试点企业包括比亚迪、上汽、广汽、北汽蓝谷、中国一汽、上汽红岩、宇通客车、蔚来科技、长安汽车九家企业。2025 年 3 月，国务院新闻办公室举行吹风会，提出抓终端应用，推动智能网联汽车、AI 手机、AI 电脑等终端尽快发展。2025 年 4

月，工业和信息化部、市场监管总局发布《关于进一步加强智能网联汽车产品准入、召回及软件在线升级管理的通知》，提出汽车生产企业要深刻领会《通知》要求，充分开展组合驾驶辅助测试验证，明确系统功能边界和安全响应措施，不得进行夸大和虚假宣传，严格履行告知义务，切实担负起生产一致性和质量安全主体责任，切实提升智能网联汽车产品安全水平。

美国方面，以加州为主的地方一线城市遵循“道路测试-示范应用-示范运营-商业运营”的推进顺序，同样表现为范围扩大和地区扩张。2025 年 4 月，加州机动车辆管理局公布了拟议法规，计划允许在公共道路上测试自动驾驶重型卡车。

欧洲方面，立法快于商业化进程，英国于 2024 年 5 月批准通过了《自动驾驶法案》，此次英国新法案的核心内容之一就是确定事故发生后的责任承担问题，法案中明确表示，“如果发生事故，将由企业承担责任”，每辆获得批准的自动驾驶汽车都有相应的“已授权的自动驾驶实体”，当自动驾驶模式被激活时，该实体将为车辆安全问题负责。2025 年 3 月，欧盟委员会发布《汽车行业行动计划（Action Plan for the Automotive Industry）》，针对自动驾驶方面，一是建立一个自动驾驶汽车的“单一市场”，包括跨境测试平台、自动驾驶汽车高速公路走廊、统一规则以及简化法规以促进更多测试；二是创建欧洲互联与自动驾驶汽车联盟，开发一个适用于欧盟范围内的开源软件定义型车辆平台，构建一个“面向未来”的车载计算架构，创建汽车人工智能大型语言模型和算法；三是制定自动驾驶车辆相关规则，并与私营合作伙伴一道，通过“欧洲地平线计划”的支持，在 2027 年之前共同投入约 10 亿欧元的公共和私人资金，以推动该行动计划的实施。

表8: 全球分国家智能驾驶相关政策

地区	时间	部门	法规或政策名称	具体内容
美国	2022. 3	国家航空运输安全管理局	无人驾驶汽车乘客保护规定	全智能驾驶汽车不需要再配备传统的方向盘、制动或油门踏板等装置满足碰撞中的乘员安全保护标准；智能驾驶汽车必须提供与人类驾驶车辆同等水平的乘员保护。
	2023. 3	美国智能驾驶汽车行业协会	发布政策框架，概述联邦政策框架提出了对美国国会和交通部的几项建议，以指导联邦采取相应行动，并推动智能驾驶汽车立法和监督的关键优先事项。	智能驾驶汽车在美国的部署和商业化。该协会的成员包括 Aurora、Cruise、福特、大众、Waymo 和 Zoox。
	2023. 6	美国国家公路交通安全管理局	《联邦机动车安全标准：轻型车辆自动紧急制动系统》	将自动紧急制动系统（AEB）和行人 AEB 系统纳入轻型车辆的新联邦机动车辆安全标准（FMVSS）中。
	2023. 12	美国联邦机动车辆安全管理局	修订《联邦机动车辆安全法规》	对商用机动车辆运营、检查、维修和保养法规的拟议修改将安全和安保放在首位，促进创新，促进对配备自动驾驶系统的商用机动车辆采取一致的监管方法，并承认人类操作员与自动驾驶系统之间的区别。
	2024. 1	加州	《SB-915 Local government: autonomous vehicles》	允许州内各城市自行制定关于自动驾驶乘用车出行服务的法规，地方政府可以规定车辆上限和服务时间，并可以要求企业建立使得安全响应人员能够控制车辆的系统。
	2024. 4	加州	《AB-3061 Vehicles: autonomous vehicle incident reporting》	自 2025 年 7 月 31 日起自动驾驶乘用车出行服务企业就涉及车辆碰撞、交通违规、自动驾驶模式失灵，或对残疾乘客造成通行障碍或歧视的事件向加州 DMV 报告，报告内容包含各类运行数据，如果企业不配合则将面临每日高额罚款。
	2024. 12	美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）	“自动驾驶车辆安全、透明度和评估计划”（ADS-equipped Vehicle Safety, Transparency, and Evaluation Program, 简称 AV STEP）	旨在简化 OEM 提交的完全无人驾驶汽车豁免申请的审查流程。AV STEP 核心内容：1) 透明度与数据共享：要求企业提供涵盖设计、开发、运营等环节的数据；2) 分级监管框架：根据自动化程度将车辆分类管理；3) 扩大豁免范围：移除每家企业每年 2500 辆的上限；4) 第三方评估：引入独立机构审查安全案例。 AV-STEP 只针对自动驾驶（ADS）车辆，这些车辆可以没有传统的控制装置，如踏板和方向盘。不包括量产辅助驾驶功能（ADAS）的任何车型产品
	2025. 4	美国交通部	宣布放宽对美国厂商研发制造自动驾驶汽车的部分安全要求	依据新规，如果自动驾驶汽车仅用于研究、展示和其他非商业目的，美国汽车制造商可申请跳过某些安全规定；自动驾驶汽车今后要想上路，无需再遵循部分先前针对人类驾驶员的联邦安全要求，如安装后视镜等；对于涉及自动驾驶汽车的事故，如果不太严重，财产损失报告的门槛将提高。另外，美国交通部计划制定关于自动驾驶技术的全国性规章，以取代各州“各自为政”的局面。
	2025. 4	加州	计划允许在公共道路上测试自动驾驶重型卡车	加州机动车辆管理局公布了拟议法规，拟允许测试总重超过 10001 磅（约 4536. 38 千克）的自动驾驶车辆，将为企业测试此前被禁止的自动驾驶商用半挂卡车技术扫清障碍。新规还将强化制造商的数据报告要求，例如，若车辆因故障或其他原因停在行驶道路上且需要被拖回，必须上报记录。同时，加州机动车辆管理局也将获得更大执法灵活性，可以对违规企业采取“渐进式执法措施”，而无需直接吊销测试许可证。
	2024. 5	欧盟理事会	《人工智能法案》	法旨在保护基本权利、民主、法治和环境可持续性免受高风险人工智能的侵害，同时促进创新并确立欧洲在该领域的领导者地位。该法规根据人工智能的潜在风险和影响程度规定了人工智能的义务。

英国	2025. 3	欧盟委员会	《汽车行业行动计划 (Action Plan for the Automotive Industry)》	针对自动驾驶方面，一是建立一个自动驾驶汽车的“单一市场”，包括跨境测试平台、自动驾驶汽车高速公路走廊、统一规则以及简化法规以促进更多测试；二是创建欧洲互联与自动驾驶汽车联盟，开发一个适用于欧盟范围内的开源软件定义型车辆平台，构建一个“面向未来”的车载计算架构，创建汽车人工智能大型语言模型和算法；三是制定自动驾驶车辆相关规则，并与私营合作伙伴一道，通过“欧洲地平线计划”的支持，在 2027 年之前共同投入约 10 亿欧元的公共和私人资金，以推动该行动计划的实施。
	2024. 5	英国议会	《自动驾驶汽车法案》	此次英国新法案的核心内容之一就是确定事故发生后的责任承担问题。法案中明确表示，“如果发生事故，将由企业承担责任”。每辆获得批准的自动驾驶汽车都有相应的“已授权的自动驾驶实体”，当自动驾驶模式被激活时，该实体将为车辆安全问题负责。
	2025. 6	英国交通大臣 Heidi Alexander	-	英国交通大臣 Heidi Alexander 在 2025 年伦敦科技周期间宣布，计划于 2026 年春季在英格兰启动自动驾驶技术的商业试点项目。这意味着明年春天，相关企业将能够在没有安全驾驶员的情况下在英格兰试行小规模“类似出租车和公共汽车”的出行服务。更广泛的服务供应则需等待 2027 年下半年英国《自动驾驶汽车法案》完整生效。
日本	2024. 5	日本经济产业省	汽车数字化转型战略草案	到 2030 年日本国内外销售 1200 万辆软件定义汽车，在全球软件定义汽车（SDV）市场占据 30% 的份额。根据这一战略，日本各家车企将共同开发所需的半导体和人工智能（AI）技术，以支持新一代汽车的发展。具体来说，丰田汽车、日产汽车、本田等主要厂商将合作开发这些关键技术。此外，日本还计划与美国等领先的 IT 企业合作，以进一步推动软件定义汽车的普及和技术进步。
中国	2022. 7	深圳市第七届人民代表大会常务委员会	《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	有条件智能驾驶和高度智能驾驶的智能网联汽车，应当具有人工驾驶模式和相应装置，并配备驾驶人；无驾驶人的完全智能驾驶智能网联汽车只能在市公安机关交通管理部门划定的区域、路段行驶；有驾驶人的智能网联汽车发生道路交通安全违法情形的，由公安机关交通管理部门依法对驾驶人进行处理；完全智能驾驶的智能网联汽车在无驾驶人期间发生道路交通安全违法情形的，由公安机关交通管理部门依法对车辆所有人、管理人进行处理等。
	2023. 6	工信部	国务院政策例行吹风会	将启动智能网联汽车准入和上路通行试点，组织开展城市级“车路云一体化”示范应用，支持有条件的智能驾驶，这里面讲的是 L3 级，及更高级别的智能驾驶功能商业化应用。
	2023. 7	工信部、国家标准化管理委员会	《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023 版）》	明确建设重点方向包括信息感知融合、自动驾驶、功能安全等多环节。其中自动驾驶标准是指 3-5 级驾驶自动化功能，主要包括功能规范、试验方法和关键系统等。功能规范标准以高速公路、城市道路等不同应用场景为基础，综合考虑自动驾驶功能级别和相应设计运行条件，提出相应场景下的技术要求及评价方法和指标
	2023. 9	交通运输部	《公路工程施工支持自动驾驶技术指南》	该指南包括 11 章和 2 个附录，规定了公路工程施工支持自动驾驶的技术要求。
	2023. 9	交通运输部	《交通运输部关于推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展的意见》	到 2027 年，公路数字化转型取得明显进展；到 2035 年，全面实现公路数字化转型，建成安全、便捷、高效、绿色、经济的实体公路和数字孪生公路两个体系。
	2023. 11	住房和城乡建设部	《住房和城乡建设部关于全面推进城市综合交通化应用的智能道路，在重点区域探索建设“全息路网”。支持智能道路工程关键体系建设的指导意见》	推进智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展，改造升级路侧设施，建设支持多元化应用的智能道路，在重点区域探索建设“全息路网”。支持智能道路工程关键体系建设的指导意见
	2023. 11	工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部	四部委关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知	在智能网联汽车道路测试与示范应用工作基础上，工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部遴选具备量产条件的搭载自动驾驶功能的智能网联汽车产品（以下简称智能网联汽车产品），开展准入试点；对取得准入的智能网联汽车产品，在限定区域内开展上路通行试点，车辆用于运输经营的需满足交通运输部运营资质和运营管理要求。本通知中智能网联汽车搭载的自动驾驶功能是指国家标准《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021）定义的 3 级驾驶自动化（有条件自动驾驶）和 4 级驾驶自动化（高度自动驾驶）功能（以下简称自动驾驶功能）。
	2023. 12	交通运输部	《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》	使用自动驾驶汽车在城市道路、公路等用于社会机动车通行的各类道路上，从事城市公共汽车客运、出租汽车客运、道路旅客运输经营、道路货物运输经营活动的相关指南。
	2024. 1	国家数据局等 17 部门	《“数据要素 x”三年行动计划（2024-2026 年）》	支持交通运输龙头企业推进高质量数据建设和复用，加强人工智能工具应用，助力企业提升运输效率。推进智能网联汽车创新发展，支持自动驾驶汽车在特定区域、特定时段进行商业化试运营试点，打通车企、第三方平台、运输企业等主体间的数据壁垒，促进道路基础设施数据、交通流量数据、驾驶行为数据等多源数据融合应用，提高智能汽车创新服务、主动安全防控水平。
	2024. 1	工业和信息化部、公安部、自然资源部、住房和城乡建设部、交通运输部	《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作的通知》	坚持“政府引导、市场驱动、统筹谋划、循序渐进”的原则，建成一批架构相同、标准统一、业务互通、安全可靠的市级应用试点项目，推动智能化路侧基础设施和云控基础平台建设，提升车载终端装配率，开展智能网联汽车“车路云一体化”系统架构设计和多种场景应用，形成统一的车路协同技术标准与测试评价体系，健全道路交通安全保障能力，促进规模化示范应用和新型商业模式探索，大力推动智能网联汽车产业化发展
	2024. 2	国家标准化管理委员会	《2024 年全国标准化工作要点》	从 6 个方面提出 90 项标准化工作要点，在大力建设现代化产业体系，集中力量开展一批标准稳链重大标志性项目方面，明确围绕智能网联汽车辅助驾驶安全，发布实施先进驾驶辅助系统（ADAS）系列安全标准。
	2024. 3	国家网信	《促进和规范数据跨境流动规定》	规定明确了重要数据出境安全评估申报标准，明确了免于申报数据出境安全评估、订立个人信息出境标准合同、通过个人信息保护认证的数据出境活动条件，设立自由贸易试验区负面清单制度。
	2024. 3	/	国家标准 GB/T 43697-2024《数据安全 技术 数据分类分级规则》	为数据分类分级管理工作的落地执行提供重要指导，对我国数据跨境流动安全管理制度实施具有重大意义。
	2024. 4	市监局、国家发改委等七部门	《以标准提升牵引设备更新和消费品以旧换新	推动汽车标准转型升级。修订电动汽车动力电池安全标准，加大新能源汽车整车安全、充电标准供给，加强自动驾驶、激光雷达等智能网联技术标准研制，加快先进技术

		行动方案》	融合迭代，提升网络安全等级和数据安全保护水平。完善汽车售后服务及维修标准，营造有利于新能源汽车发展的消费环境。
2024. 5	国家发改委、国家数据局、财政部、自然资源部四部门	《关于深化智慧城市发展的指导意见》	到 2027 年，全国城市全域数字化转型取得明显成效，形成一批横向打通、纵向贯通、各具特色的宜居、韧性、智慧城市，有力支撑数字中国建设。统筹推进城市算力网建设，实现城市算力需求与国家枢纽节点算力资源高效供需匹配，有效降低算力使用成本。推动综合能源服务与智慧社区、智慧园区、智慧楼宇等用能场景深度耦合，利用数字技术提升综合能源服务绿色低碳效益。推动新能源汽车融入新型电力系统，推进城市智能基础设施与智能网联汽车协同发展。
2024. 5	自然资源部	《智能网联汽车时空数据安全管理基本要求（征求意见稿）》	该标准规定了智能网联汽车对时空数据进行保密处理，以及存储、传输等环节进行地理信息安全处理的基本要求，适用于面向社会销售且在中国境内运行的智能网联汽车。
2024. 6	工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部	《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》	确定了首批 9 个进入试点的联合体。车辆运行所在城市为重庆市、广东省广州市和深圳市、上海市、北京市、海南省儋州市、河南省郑州市。首批试点企业包括比亚迪、上汽、广汽、北汽蓝谷、中国一汽、上汽红岩、宇通客车、蔚来科技、长安汽车九家企业。
2024. 7	工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部	《关于公布智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市名单的通知》	7 月 3 日，“车路云一体化”首批试点城市名单正式公布，北京、上海、重庆、鄂尔多斯、沈阳、长春、南京、苏州、无锡、杭州—桐乡—德清、合肥、福州、济南、武汉、十堰、长沙、广州、深圳、海口—三亚—琼海、成都等 20 个城市（联合体）入选。
2024. 8	工业和信息化部、市场监管总局	《关于进一步加强智能网联汽车准入、召回及软件在线升级管理的通知（征求意见稿）》	8 月 1 日，为进一步加强搭载组合驾驶辅助系统的智能网联汽车准入、召回和汽车软件在线升级管理，工业和信息化部装备工业—司联合市场监管总局质量发展局组织编制了《关于进一步加强智能网联汽车准入、召回及软件在线升级管理的通知（征求意见稿）》，并向社会公开征求意见。征求意见稿包括加强组合驾驶辅助准入与召回管理、强化汽车软件在线升级协同管理、夯实保障措施三个方面。
2024. 11	交通运输部、国家发展改革委	《交通物流降本提质增效行动计划》	加快开展智能网联（自动驾驶）汽车准入和通行试点。有序推动自动驾驶、无人车在长三角、粤港澳大湾区等重点区域示范应用。
2024. 12	中共中央办公厅、国务院办公厅、国务院	《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加快建设统一开放的交通运输市场的意见	持续实施自动驾驶、智能航运等智能交通先导应用试点。
2025. 2	工业和信息化部、市场监管总局	《关于进一步加强智能网联汽车产品准入、召回及软件在线升级管理的通知》	明确汽车生产企业需落实生产一致性和质量安全主体责任，加强智能网联汽车产品准入和召回管理，进一步规范汽车生产企业 OTA 升级活动，提升智能网联汽车产品安全水平。
2025. 3	国务院新闻办公室	举行吹风会	抓终端应用，推动智能网联汽车、AI 手机、AI 电脑等终端尽快发展
2025. 4	工业和信息化部、市场监管总局	《关于进一步加强智能网联汽车产品准入、召回及软件在线升级管理的通知》	汽车生产企业要深刻领会《通知》要求，充分开展组合驾驶辅助测试验证，明确系统功能边界和安全响应措施，不得进行夸大和虚假宣传，严格履行告知义务，切实担负起生产一致性和质量安全主体责任，切实提升智能网联汽车产品安全水平。
2025. 6	全国工业车辆标准化技术委员会	《关于对国家标准〈工业车辆 安全要求和验证 第 4 部分：无人驾驶工业车辆及其系统〉（征求意见稿）征求意见的通知》	国家标准《无人驾驶工业车辆》征求意见

资料来源：各政府官网，北京市高级别自动驾驶示范区，国信证券经济研究所整理

我国各城市关于智能驾驶的相关管理细则不断完善，北京市、上海市、广州市、深圳市等地区相继发布无人驾驶车辆道路测试与商业示范管理实施细则，允许自动驾驶汽车和自动驾驶技术公司开展商业化运营，试点规模不断扩大、地区不断放开（从北上广深拓展到北上广深重庆武汉等）商业化快速推进。

表9：国内分城市智能驾驶相关政策

城市	发布时间	实施时间	法规名称	相关内容
北京市	2024 年 12 月 31 日	2025 年 4 月 1 日	《北京市自动驾驶汽车条例》	本市推动完善自动驾驶汽车创新链和产业链，支持自动驾驶汽车整车及核心零部件制造，以及自动驾驶座舱、自动驾驶解决方案和感知、决策、通信、控制等关键技术研发，促进自动驾驶汽车产品的功能、性能提升和产业生态的迭代优化，推动自动驾驶汽车产业高质量发展。本市支持开展下列场景的自动驾驶汽车创新应用活动，验证新技术、新场景、新产品、新模式，改善驾驶和乘车体验，提升出行便利和行车安全水平：（一）个人乘用车出行；（二）除校车业务以外的城市公共汽车、出租车、汽车租赁等客运服务；（三）除危险货物运输以外的道路货物运输；（四）摆渡接驳、环卫清扫、治安巡逻等城市运行保障；（五）国家和本市支持开展的其他应用场景。市交通部门会同市经济和信息化、公安机关交通管理部门，根据本市道路承载能力等实际情况，分阶段、按区域开放重点应用场景，确定相关应用场景车辆的总量，制定并组织实施相关场景落地计划。
深圳市	2022 年 7 月	2022 年 8 月 1 日	《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	在使用管理方面，《条例》对 L3、L4、L5 级别的自动驾驶分别定义为有条件自动驾驶、高度自动驾驶、完全自动驾驶三个技术等级，对不同等级的车辆都做了明确要求。有条件自动驾驶和高度自动驾驶的智能网联汽车，应当具有人工驾驶模式和相应装置，并配备驾驶人。完全自动驾驶的智能网联汽车可以不具有人工驾驶模式和相应装置，可以不配备驾驶人。但是，无驾驶人的完全自动驾驶智能网联汽车只能在市公安机关交通管理部门划定区域、路段行驶。

			在权责认定方面，《条例》规定，有驾驶人的智能网联汽车发生交通违法或者有责任事故，由驾驶人承担违法和赔偿责任；完全自动驾驶的智能网联汽车，在无驾驶人期间发生交通违法或者有责任事故，原则上由车辆所有人、管理人承担违法和赔偿责任，但对违法行为人的处罚不适用驾驶人记分的有关规定。智能网联汽车监测的车辆状态和周边环境可以作为事故责任认定的重要依据。 在市场准入方面，《条例》规定，智能网联汽车列入国家汽车产品目录或者深圳市智能网联汽车产品目录，并取得相关准入后，可以销售；经公安机关交通管理部门登记，可以上道路行驶；经交通运输部门许可，可以从事道路运输经营活动。
	2025 年 2 月 5 日	《深圳市南山区功能型无人车测试及应用试点管理办法（试行）》	该办法明确，功能型无人车道路测试、应用试点主体应当为每车配备安全员。功能型无人车是指无驾驶座、无驾驶舱、具备自动驾驶功能的低速电动轮式车辆，能够在无人工主动操作的情况下，在道路上自动、安全行驶，包括无人配送车、无人零售车、无人清扫车、无人安防车等。申请在南山区行政区域内开展应用试点的功能型无人车，应当符合下列条件之一：每车在南山区拟申请开展应用试点的路段、区域累计进行过合计不低于 240 小时或者 1000 公里的道路测试，且未发生责任交通事故；同型号、同系统、同架构的车辆在深圳市其他行政区或者国内其他城市的相似道路和区域进行过合计不低于 1200 小时或者 5000 公里的应用试点（不超过 5 辆共同累积），且每车在南山区拟申请开展应用试点的路段和区域进行过合计不低于 120 小时或者 500 公里的道路测试，其间均未发生责任交通事故。
广州市	2025 年 1 月 20 日	《广州市智能网联汽车创新发展条例》	本市支持智能网联汽车在经过道路测试、示范应用充分验证的基础上，有序开展示范运营、商业运营和其他规模化应用活动。道路测试、示范应用、示范运营、商业运营和其他规模化应用活动的管理办法由交通运输、相关行政管理部门另行制定。 市、区人民政府应当支持智能网联汽车应用场景创新，按照从简单到复杂、低风险到高风险等原则，稳妥有序推进智能网联汽车规模化应用。市、区人民政府应当支持智能网联汽车在城市道路、高速公路、机场、港口、车站等干线和交通枢纽开展创新应用，并支持用于下列场景：（一）城市公交、出租车、汽车租赁等客运服务或者乘用车出行；（二）除危险货物运输外的物流运输、快递配送；（三）摆渡接驳、环卫清扫、治安巡逻等城市运行保障；（四）国家和省、市支持开展的其他应用场景。市工业和信息化主管部门应当健全智能网联汽车应用场景征集、发布机制，激发市场活力，促进应用场景推广。 智能网联汽车发生道路交通安全违法行为，属于驾驶人或者随车安全员操作责任的，由公安机关交通管理部门依法对驾驶人或者随车安全员进行处理；属于自动驾驶系统原因导致的，由公安机关交通管理部门依法对智能网联汽车使用主体进行处理。
	2025 年 3 月 19 日	《江门市智能网联汽车道路测试与示范应用实施细则（试行）》	对初次申请示范应用的车辆，应以自动驾驶模式在拟进行示范应用的路段和区域进行合计不少于 240 小时或 1000 公里的道路测试，在测试期间无交通违法行为且未发生车辆方承担责任的交通事故。拟进行示范应用的路段或区域不应超出道路测试车辆已完成的道路测试路段或区域范围。 开展远程驾驶道路测试或示范应用时，应有远程驾驶人实时进行监控，必要情况下进行远程接管，远程驾驶人车比为 1:1（1 台车辆应有 1 名远程驾驶人监控）；在国内远程驾驶道路测试及示范应用里程合计超过 10 万公里，且在测试期间无交通违法行为且未发生车辆方承担责任的交通事故，具备安全可靠的风险应对措施，可适当放宽远程驾驶示范应用的人车比；到 2025 年，具备高度自动驾驶功能（L4 级及以上）汽车在限定区域和特定场景实现商业化应用。核心技术研发取得重大进展，核心装备初步实现自主配套。大规模、多场景、高等级、多车型应用初具规模，智慧交通生态加速融合。智慧道路基础设施实现重点区域覆盖，基本满足车路协同、智慧交通、智慧出行应用需求。规则、标准、监管体系实现突破优化，基本建成系统完善的智能网联汽车管理体系
上海市	2022 年 8 月 23 日	《上海市加快智能网联汽车创新发展实施方案》	智能网联汽车道路测试、示范应用和示范运营在本市具备支撑自动驾驶及网联功能实现的行政区域内全域开放。 市工业和信息化主管部门应当会同公安机关交通管理、交通运输主管部门，在保障公共安全的前提下，选择划定典型路段、区域、时段供智能网联汽车开展道路测试、示范应用和示范运营，按照风险等级实行分级管理，根据实际需求逐步扩大路段、区域和时段范围，并设置相应的标识，发布安全注意事项等提示信息。 道路测试、示范应用和示范运营的路段、区域、时段应当通过多种方式向社会公布，并及时更新。 在充分开展示范运营基础上，鼓励获得产品准入或者具备同等条件的产品认定的智能网联汽车，探索开展商业化运营活动。鼓励低速无人车在封闭、半封闭区域内开展物流配送、巡检、零售、环卫等专用场景应用。
山西阳泉	2023 年 12 月 8 日	《阳泉市智能网联汽车管理办法》	市工业和信息化主管部门负责制定促进智能网联车辆道路测试、创新应用的政策措施，承担智能网联车辆道路测试、创新应用监督管理联合工作机制的组织协调，加强信息通报和执法协作，做好道路测试、创新应用活动的监督管理。
杭州市	2024 年 3 月 29 日	《杭州市智能网联车辆测试与应用促进条例》	经济信息委联合市公安局、市城市管理局发布公告称，即日起重庆市中心城区开设 17 条路段作为智能网联汽车准入和上路通行试点路段，具备 3 级驾驶自动化功能（即有条件自动驾驶）或 4 级驾驶自动化功能（即高度自动驾驶）的智能网联汽车，可在试点路段进行自动驾驶。这 17 条路段涉及渝北区、江北区、沙坪坝区、大渡口区、九龙坡区、南岸区、西部科学城重庆高新区的部分城市道路路段（共计 10 条，总长 36.57 公里），以及部分城市快速路路段（共计 7 条，总长 88.94 公里）。
重庆市	2024 年 10 月 30 日	《重庆市中心城区 17 条路段试点开放自动驾驶》	对初始申请示范应用车辆，应在获得试验车临时行驶车号牌后，以自动驾驶模式在拟申请示范应用的路段和区域进行过合计不少于 240 小时或 1000 公里的道路测试（非高速公路测试）。在自动驾驶模式测试期间无交通违法行为且未发生道路测试车辆方承担责任的交通事故。各地可在政策法规允许范围内，制定本区域商业化运营管理规范文件，商业运营主体须遵循示范路段所在区域的商业化运营管理规范文件开展示范运营活动。
苏州市	2022 年 6 月 30 日	《苏州市智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则（试行）》	自 1 月 4 日起，车辆以自动驾驶模式在规定线路进行道路测试，在满足合计不少于 240 小时或者 1000 公里的运行条件后，将获取示范应用牌照，即可载人运行。
长沙市	2024 年 1 月 13 日	《湖南省湘江新区智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则（试行）》	该细则将优化企业开展高等级自动驾驶示范运营申请及审批流程，支持功能型无人车及全无人（远程驾驶）创新应用等场景的落地。湘江新区还成立了工作专班机制，支持其他城市测

		试和示范应用管理细则（试行）》	试阶段资质的互认，将缩短企业开展高等级自动驾驶商业化运营近一半的测试时间。
合肥市	2024 年 12 月 27 日	2025 年 2 月 1 日	《合肥市智能网联汽车应用促进条例》
			市人民政府应当加强对智能网联汽车应用促进工作的领导，将智能网联汽车发展纳入国民经济和社会发展规划，建立应用管理联合工作机制，建设市智能网联汽车管理服务平台，加强车路协同基础设施建设。 市工业和信息化主管部门应当会同公安机关交通管理部门、交通运输等部门采取措施，建立智能网联汽车道路测试与示范应用工作推进机制，加强监督管理。 市公安局交通管理部门负责智能网联汽车试验用机动车临时行驶车号牌核发以及道路交通安全管理工作。 市交通运输、城市管理、邮政管理部门分别负责道路交通运输、环卫、快递领域的智能网联汽车、功能型无人车道路测试、示范应用管理工作。 发展和改革、自然资源和规划、城乡建设、市场监督管理等有关部门应当在各自职责范围内做好智能网联汽车道路测试、示范应用管理工作。
武汉市	2022 年 6 月 20 日	-	《武汉市智能网联汽车道路测试和示范应用管理实施细则（试行）》
	2024 年 12 月 30 日	2025 年 3 月 1 日	《武汉市智能网联汽车发展促进条例》
			智能网联汽车在本市行政区域内的各类公路（包括高速公路）、城市道路、区域范围内等用于社会机动车通行的各类道路和测试区（场），开展道路测试、示范应用、商业化试点、远程测试和示范等活动，适用本细则，对智能网联汽车道路测试和示范应用运营数据进行监控。 《条例》提及，支持以科技创新推动智能网联汽车产业发展和创新应用，推动智能网联汽车由交通工具向移动智能终端、储能单元和数字空间转变，推动汽车、能源、交通、信息通信、人工智能等多领域融合创新发展。武汉市人民政府应当统筹车路云一体化建设，制定并组织实施通信设施、感知设施、计算设施等智能网联汽车基础设施建设规划，推进智能网联汽车基础设施建设与智慧城市基础设施建设衔接融合。

资料来源：各政府官网，国信证券经济研究所整理

国内外高阶智能驾驶加速推进。在关键技术层面，各地政策已基本覆盖关键技术测试各个领域；在示范运营层面，北京、深圳、上海、广州、武汉均允许对外运营无人驾驶出租车服务，美国加州允许 Waymo 无人驾驶汽车驶入美国最繁华的城市区域，美国旧金山批准 Robotaxi 在全区域全天候商业化运营。

表10：自动驾驶汽车产业政策（国内）

分类	国家层面	北京	上海	广州	深圳	重庆	武汉	苏州	
关键技术	一般性道路测试	各地在 2022 年前陆续出台相关政策							
	高速公路测试	各地均在 2022 年前出台相关政策							
	特殊天气测试 (含夜间、雨天等)	-	2020	2020	2021	2021	-	2021	-
	数据安全	2021	2023	2021	-	2022	2022	-	-
	无人化测试	-	2020	2023	2022 (可在中心 城区开启测试)	2022	2022	2022	2024
	编队行驶测试	-	2019	2021 (“1+N” 形式, 中间无 人)	2023 (“1+N” 形 式)	-	2022 (“1+N” 形式, 中间无 人)	2023	-
1) 自动驾驶出租车场景 (Robotaxi)									
一般性载人试运营/有安 全员	2023	2019/北京市; 2022/ 政策先行区; 允许城 区商业化试点, 高速 示范应用	2021	2022	2022 (可在中心 城区落地)	2022	2023 (允许城 区、高速公路运 营)	2023	
无人化载人试运营/无安 全员	-	2019/政策先行区; 商 业化试点	2023	2023	2023	2022	2022 (实现跨区 通行及国内首 次全无人驾驶 夜间运营)	2024	
夜间载人试运营	-	2023/政策先行区 (8:30-22:30)	2023 (24 小时 无间断)	2023 (8:00-22:30)	2023 (8:30-22:30)	2023 (7:00-23:00)	2023 (24 小时 无间断)	-	
示范运营 /商业模 式	2) 自动驾驶巴士场景 (Robobus)								2022;
	2023	2022/政策先行区; 车 内配备安全员	2022; 车内配 备安全员	2024; 车内配 备安全员	2022; 车内配 备安全员	2021; 车内配 备安全员	2021; 车内无方 向盘, 无安全员	车内配 备安全 员	
	2023	2022/政策先行区; 配 备安全员	2021	2022	2023	2021	2023	2022	
	4) 干线物流场景								
	5) 无人配送场景								
	6) 无人零售场景								
	-	2021/政策先行区 (允 许夜间清扫)	2021	2022	2022	2022	2022	2023	
	-	2022/政策先行区	-	-	2022	2022	2022	2023	
	-	-	2021	2022	2021	2022	2023	2022	

	10) 矿区场景	-	-	-	-	-	-	-
产品准入	有条件自动驾驶 (L3 级)	2023	2023/政策先行区	2023	-	2023	2024	2023
	高度自动驾驶 (L4 级)	2023	-	-	-	-	2024	-

资料来源：北京智能车联产业创新中心，北京南网科技发展有限公司，中关村智通智能交通产业联盟，《北京市自动驾驶车辆道路测试报告 2023》，2-3，国信证券经济研究所整理（注：年份即为政策发布年代号；-表示暂未找到相关政策）

表11：自动驾驶汽车产业政策（国外）

分类		美国	德国	英国	日本	韩国
关键技术	一般性道路测试	各地在 2022 年前陆续出台相关政策				
	高速公路测试	各地均在 2022 年前出台相关政策				
	特殊天气测试（含夜间、雨天等）	-	-	-	-	2016
	数据安全治理	2016	2017/2022	2017	2018	2019
	无人化测试	2016	2015	2015	2017	2017
	编队行驶测试	2014	2016	2017	2018	2018
1) 自动驾驶出租车场景 (Robotaxi)						
示范运营/商业模式	一般性载人试运营/有安全员	2020（加州允许在城区、高速公路运营）	2021	2021（开放首个飞行出租车城市枢纽）	2020	2019
	无人化载人试运营/无安全员	2020（允许无方向盘车辆上路）；2023（加州允许无人驾驶汽车驶入城市中心区域）	2023	2023	2023	2023
	夜间载人试运营	2023	-	-	-	-
	2) 自动驾驶巴士场景 (Robobus)	2020；旧金山自动驾驶巴士，有安全员无方向盘	2021	2021	2020	2020；夜间运营
	3) 无人驾驶接驳场景	2021	2021	-	2022	2022
	4) 干线物流场景	各地陆续在 2020~2024 年出台相关政策				
	5) 无人配送场景	各地陆续在 2017~2023 年出台相关政策				
	6) 无人零售场景	各地陆续在 2017~2024 年出台相关政策				
	7) 无人清扫场景	2017	-	-	2020	-
	8) 无人巡逻场景	2023	-	-	2023	2023
产品准入	9) 港口场景	-	-	-	2021	-
	10) 矿区场景	2016	-	-	2021	-
	有条件自动驾驶 (L3 级)	2023	2017	2021	2019	2019
	高度自动驾驶 (L4 级)	-	2021	-	2022	-

资料来源：北京智能车联产业创新中心，北京南网科技发展有限公司，中关村智通智能交通产业联盟，《北京市自动驾驶车辆道路测试报告 2023》，2-3，国信证券经济研究所整理（注：年份即为政策发布年代号；-表示暂未找到相关政策）

Robotaxi：全球市场空间上万亿，自主 Robotaxi 厂商崛起

● Robotaxi 国内主要城市目前进展

获得监管许可是自动驾驶公司迈向商业化在技术和运营准备方面的关键因素。在中国，地方监管机构制定了严格且全面的标准，以确保自动驾驶的安全性和商业可行性。在发放道路测试和商业运营许可之前，会对车辆进行严格审查，这些标准涵盖了专业化和技术性的指标，包括自动驾驶里程比例、关键干预和事故率表现、模拟及其他道路测试结果、安全驾驶员和远程控制/协助能力、应急计划以及乘客订单数量。通过仔细评估这些因素，监管机构能够评估自动驾驶公司的技术及运营准备情况，以确保其能够在公共道路上安全有效地运营车辆。因此，监管许可的审查和批准流程是关键保障措施，确保只有最先进的、最可靠的自动驾驶技术能够在公共道路上进行测试和部署。

目前，国内北京、广州、上海、深圳、武汉、重庆等城市均已开启面向公众的自动驾驶出租车 Robotaxi 商业化运营阶段。其中小马智行主要在中国四个一线城市（北京、上海、广州和深圳）提供 Robotaxi 服务，文远知行主要在北京和广州提供 Robotaxi 服务，萝卜快跑在北京、上海、广州、深圳、重庆、武汉、成都、

长沙、合肥、阳泉、乌镇等城市开放示范运营。

表12: 国内主要城市 Robotaxi 商业化运营进展

城市	Robotaxi		开放区域	主要 robotaxi 企业运营情况		
	测试	商业化运营		小马智行	文远知行	萝卜快跑
北京	✓	✓	亦庄、通州、顺义、首钢	✓	✓	✓
广州	✓	✓	南沙、黄埔	✓	✓	✓
上海	✓	✓	嘉定	✓		✓
深圳	✓	✓	南山、坪山	✓		✓
武汉	✓	✓	武汉市			✓
重庆	✓	✓	永川			✓

资料来源：各公司官网，深圳本地宝，小马智行招股说明书，国信证券经济研究所整理

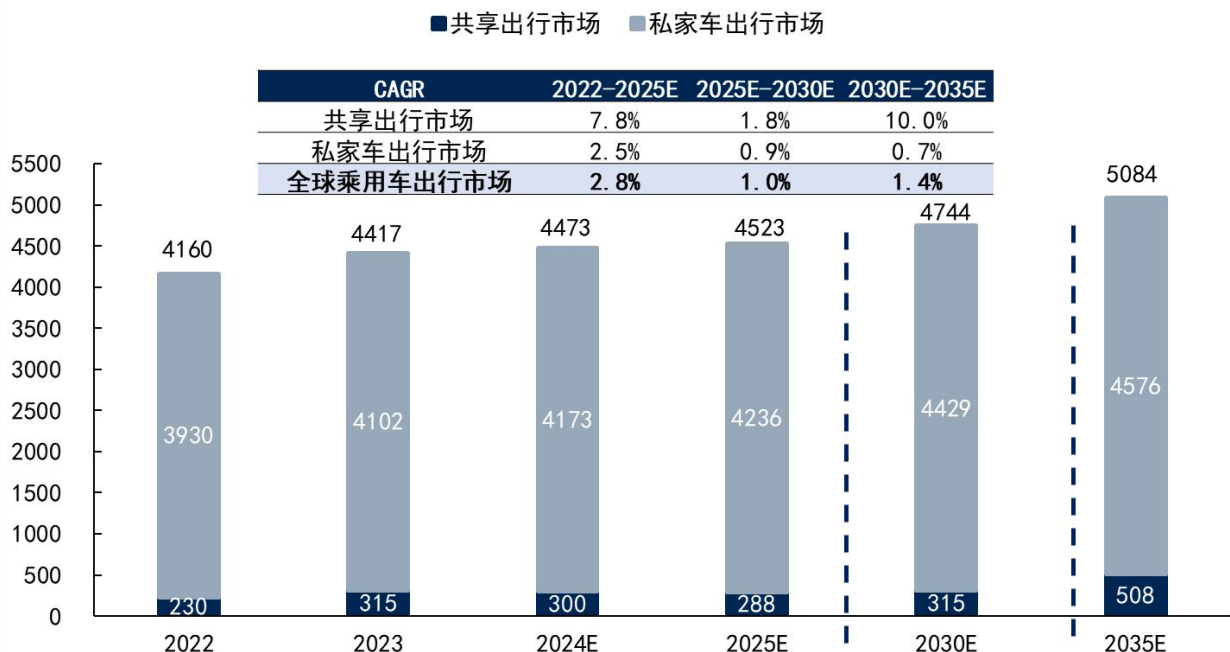
● Robotaxi 行业市场空间

➤ 乘用车出行市场规模：

乘用车出行包含共享出行和私家车出行两种模式，参考小马智行招股说明书、弗若斯特沙利文数据，全球乘用车出行市场规模有望从 2023 年的 44170 亿美元增长至 2035 年的 50835 亿美元，CAGR 为 1.2%；2023 年，中国在全球市场中所占份额为 32.0%。

共享出行包括网约车、传统出租车、自动驾驶出租车 Robotaxi 服务，由于经济发展、商业活动增多、城市化进程加快、消费升级以及休闲出行支出增加，对共享出行的需求不断增长，全球乘用车共享出行市场规模有望从 2023 年的 3147 亿美元增长至 2035 年的 5076 亿美元，CAGR 为 4.1%；2023 年，中国的共享出行市场规模约占全球市场的 40%，约为美国市场的两倍。不断增长的乘客出行需求可以通过共享出行的灵活性得到更好的满足，全球共享出行市场预计将持续增长。此外，共享出行市场对高级别自动驾驶技术商业化的积极探索，有望在长远吸引个人出行领域从私家车出行转向共享出行，从而带来可持续的增长动力。

图23: 全球乘用车出行市场规模（十亿美元）

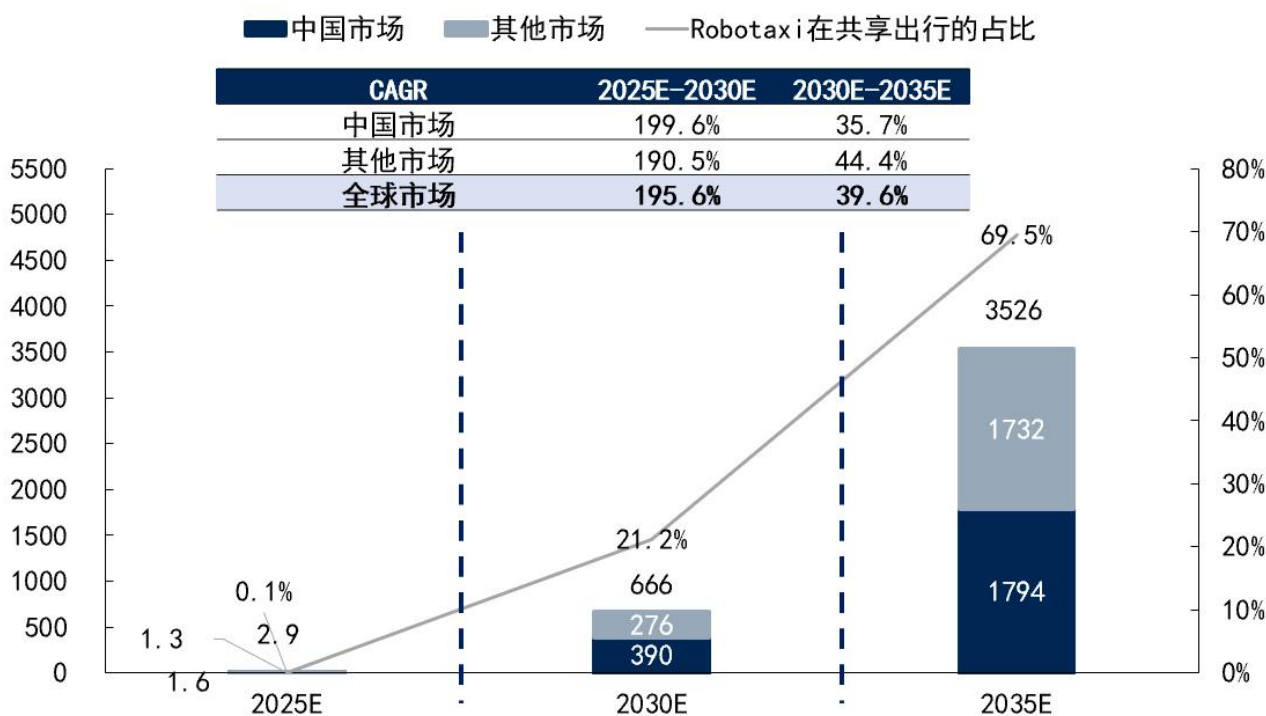


资料来源：小马智行招股说明书，弗若斯特沙利文，国信证券经济研究所整理（注：1）共享出行市场规模指的是网约车、传统出租车和自动驾驶出租车 Robotaxi 服务的总交易额（GTV）；2）私家车出行市场规模指的是驾驶私家车时在燃油、电力、折旧、保养、维修、保险及其他方面的总交易额或总支出。）

自动驾驶出租车 Robotaxi 是指内置了 L4/L5 级自动驾驶技术的无人驾驶出行车辆。

从 Robotaxi 市场规模来看，全球 Robotaxi 出行市场规模有望从 2025 年的 2.9 亿美元增长至 2035 年的 3526 亿美元，CAGR 为 103.5%，国内 Robotaxi 出行市场规模有望从 2025 年的 1.6 亿美元增长至 2035 年的 1794 亿美元，CAGR 为 101.8%。参考小马智行招股说明书，在技术进步、政策支持以及硬件成本下降的推动下，Robotaxi 预计将在 2026 年左右实现商业化。凭借安全性大幅提升以及运营成本降低带来的价格优势，Robotaxi 有望迅速渗透共享出行市场。预计到 2030 年左右，Robotaxi 服务将进入全球主要地区的成熟商业化阶段，这种规模效应将促进成本降低和乘车效率提高，吸引私家车用户转向 Robotaxi。参考弗若斯特沙利文公司数据，2025 年，全球 Robotaxi 服务市场规模预计达到 2.9 亿美元，并将以指数级增长态势进一步扩大，到 2035 年有望达到 3526 亿美元。

图24：全球 Robotaxi 服务市场规模（亿美元）



资料来源：小马智行招股说明书，弗若斯特沙利文，国信证券经济研究所整理（注：1）Robotaxi 服务市场规模代表乘客为 Robotaxi 服务支付的总乘车费用，以该服务的总交易额（GTV）衡量；2）Robotaxi 在共享出行的占比指的是全球 Robotaxi 市场规模在共享出行市场中所占的份额。）

从 Robotaxi 车队数量来看，国内 Robotaxi 车队数量有望从 2025 年的 0.7 万辆增长至 2035 年的 508 万辆，CAGR 为 93.2%，其中一线和二线城市的 Robotaxi 车队数量有望从 2025 年的 0.6 万辆增长至 2035 年的 415 万辆，CAGR 为 92.3%。凭借在 Robotaxi 的研发投入以及政策支持，预计中国将于 2026 年开始大规模部署 Robotaxi，届时全自动驾驶 Robotaxi 和配备安全员的 Robotaxi 将同时运营。随着产能提升以及在成本、价格和效率方面的优势，预计到 2030 年左右，Robotaxi

车队规模将迅速扩大。据弗若斯特沙利文数据，到 2035 年，Robotaxi 将在中国共享出行车辆总量中占据相当大的比例，中国有望占据全球市场一半以上的 Robotaxi 份额。在中国所有城市中，北京、上海、广州和深圳等一线城市将是 Robotaxi 率先发展的主要地区，预计到 2030 年，一线城市 Robotaxi 数量将达到 28 万辆，到 2035 年将进一步增加到 138 万辆，随后，Robotaxi 应用将扩展到二线城市（2030/2035 年，中国二线城市 Robotaxi 数量预计分别为 73/277 万辆）。随着 Robotaxi 服务增长，传统出租车和网约车的数量将逐渐减少。

表13: 按城市划分中国 Robotaxi 车队数量（万辆）

出行方式	城市	2024E	2025E	2030E	2035E
Robotaxi	中国（一线和二线城市）	0.2	0.6	101	415
	中国（其他城市）	0.1	0.1	17	93
	合计	0.3	0.7	118	508

资料来源：小马智行招股说明书，弗若斯特沙利文，国信证券经济研究所整理

表14: 按城市划分中国传统出租车、网约车和 Robotaxi 的保有量（万辆）

出行方式	城市	2024E	2025E	2030E	2035E
出租车，网约车	一线城市	108	110	94	42
	二线城市	248	252	216	96
Robotaxi	一线城市	0.1	0.1	28	138
	二线城市	0.1	0.5	73	277

资料来源：小马智行招股说明书，弗若斯特沙利文，国信证券经济研究所整理

此外，我们根据出租车、网约车数量以及 Robotaxi 车队规模进行如下测算：

2023 年，国内出租车保有量 137 万辆，2016–2023 年的出租网约车总销量数据 423 万辆，假设 2025 年国内网约车、出租车保有量分别 450、140 万辆，按照车 5 年折旧年限，预计国内网约车、出租车年销量分别 90、28 万辆，假设每台出租车/网约车售价 20 万元，对应国内出租车和网约车年化市场规模合计 2360 亿元，2025 年假设国内 Robotaxi 车队规模 7000 台，对应 Robotaxi 在共享出行里面占比 0.6%，Robotaxi 潜在可替代空间大。

表15: 国内出租车和网约车市场规模及 Robotaxi 占比测算

	2025E	备注
国内网约车保有量（万辆）	450	参考崔东树 2016–2023 年的出租网约车总销量数据
国内出租车保有量（万辆）	140	参考国家统计局出租汽车 2023 年数量数据
国内出租车+网约车总保有量（万辆）	590	
车折旧年限	5	
国内出租车年销量（万辆）	28	
国内网约车年销量（万辆）	90	参考崔东树 2018–2023 年的出租网约车年销量分别 55/60/35/50/72/85 万辆
出租车/网约车售价（万元）	20	
国内出租车+网约车年销量（万辆）	118	
国内出租车+网约车年化市场规模（亿元）	2360	
国内 Robotaxi 车队数量（辆）	7000	参考小马智行招股说明书数据
国内 Robotaxi 在共享出行里面占比	0.6%	

资料来源：国家统计局，崔东树官微，国信证券经济研究所整理

● 商业模式、竞争格局和产业链

Robotaxi 凭借城市交通革新提效，创造广泛应用场景，低成本有望打开产业加速渗透空间。一方面 Robotaxi 提供了更安全可靠的驾驶，而大规模的实施可以大大提升城市交通的秩序性和效率。另一方面，Robotaxi 服务的部署还可能通过减少公共停车场和释放更多城市空间来重塑城市交通规划。此外，从成本角度来看，参考盖世汽车，Robotaxi 造车成本是传统网约车的 3 倍左右，配有安全员的 Robotaxi 的经营成本高于传统电动网约车，无安全员的 Robotaxi 每公里运营成本仅 0.81 元，比传统燃油网约车低 58%，比传统电动网约车低 43%。

表16: 传统网约车与 Robotaxi 经营成本对比分析

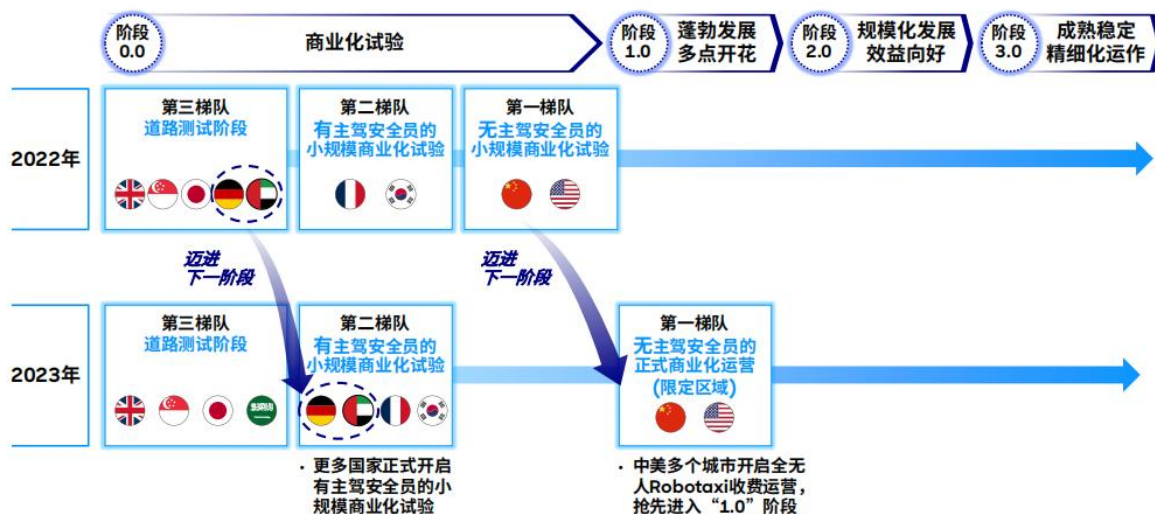
成本项	传统网约车（油）	传统网约车（电）	Robotaxi（有安全员）	Robotaxi（无安全员）	备注
每年行驶里程	10 万公里	10 万公里	10 万公里	10 万公里	-
购车成本	车总价：13 万元	车总价：13 万元	车总价：30 万元	车总价：30 万元	国家规定网约车达到 60 万公里后强制报废
	6 年均摊价：2.17 万元/年	6 年均摊价：2.17 万元/年	6 年均摊价：5 万元/年	6 年均摊价：5 万元/年	
每年油电成本	0.5 元/km, 5 万元/年	0.1 元/km, 1 万元/年	0.1 元/km, 1 万元/年	0.1 元/km, 1 万元/年	-
每年保养费用	0.5 万元	0.5 万元	0.8 万元	0.8 万元	1 万公里保养一次, 每次 500 元; 自动驾驶系统保养费 0.3 万元
保险费用	1 万元/年	1 万元/年	1.3 万元/年	1.3 万元/年	按照 1 万元计算; 自动驾驶系统保险费用 3000 元
司机工资	9.6 万元/年	9.6 万元/年	9.6 万元/年	0	按照 8000 元/月计算; Robotaxi 不用担心司机粘度
每年成本总计	19.27 万元/年	14.27 万元/年	17.7 万元/年	8.1 万元/年	一年的成本合计
单公里成本	1.93 元/公里	1.43 元/公里	1.77 元/公里	0.81 元/公里	折合实际单公里成本

资料来源：盖世汽车，国信证券经济研究所整理

监管背书和政策顺风推动无人驾驶汽车商业化远超道路测试。2021 年 11 月，北京成为中国首个建立机器人出租车商业试点的城市，其公布的政策批准运营商向公众收取其机器人出租车移动服务费用。2022 年 12 月，工信部发布通知，提出具备量产能力的无人驾驶车辆准入和上路运营进行试点。该通知旨在推动建立健全自动驾驶汽车生产准入和道路交通安全管理制度。美国、德国、日本、韩国、英国等监管部门也纷纷发布利好政策，积极营造促进自动驾驶发展的产业和社会环境。

目前，全球不同国家 Robotaxi 商业化发展主要分为三个梯队，中国 Robotaxi 市场处于全球领先地位。在第一梯队中，领先国家已成功进行无主驾安全员的商业化小规模应用，并已准备开始商业化发展，向 Robotaxi 商业化的第一阶段迈进。例如，美国以 Waymo 为首，已成功进行 Robotaxi 无驾驶员的商业化运营，中国萝卜快跑在武汉投入 Robotaxi（自动驾驶出租车），小马智行、文远知行在北京、广州等城市投入 Robotaxi。在第二梯队中，各国已成功进行有主驾安全员的面向公众的 Robotaxi 商业化试运营。例如，韩国推出面向大众的配备主驾安全员的 Robotaxi 收费运营服务。在第三梯队中，各国仍处于 Robotaxi 测试阶段，并在努力追赶领先玩家。总体来看，中国 Robotaxi 市场已处于全球领先地位。

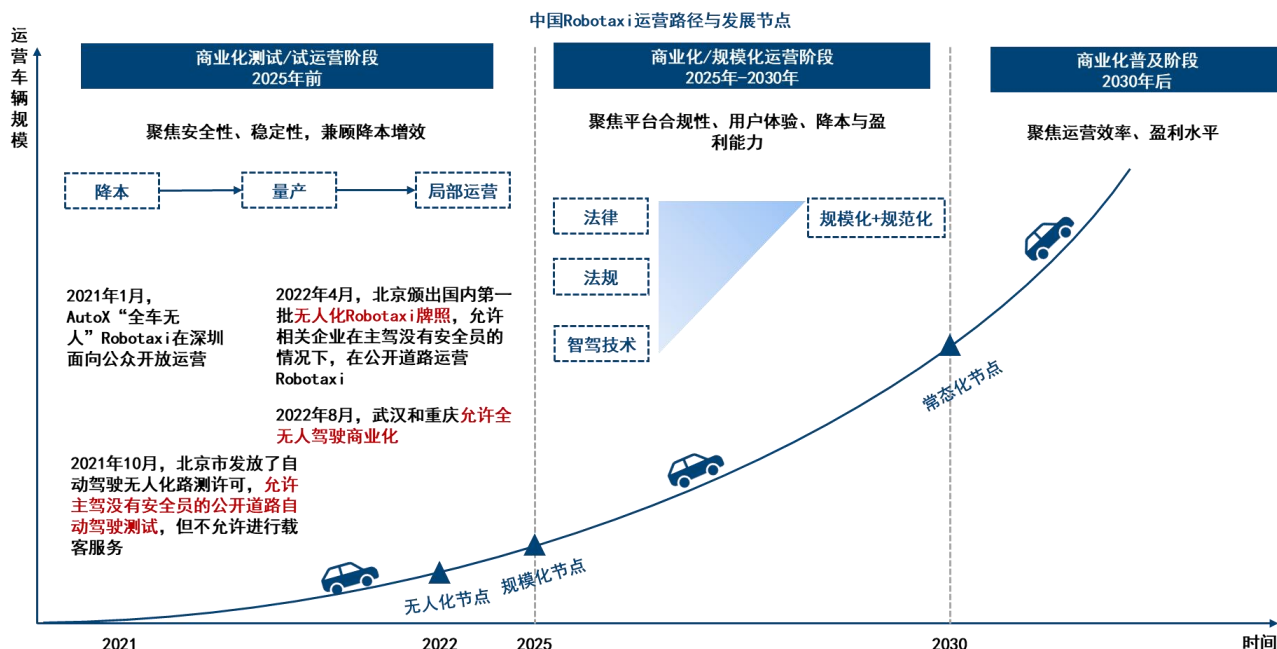
图25: 各国 Robotaxi 商业化进展动态



资料来源：罗兰贝格，国信证券经济研究所整理

复盘中国 Robotaxi 发展之路，2025 年之前，中国 Robotaxi 商业模式以测试、试运营为主，2022 年底已经允许无人化测试；随着技术不断进步，预计 2025 年可实现规模化运营；2030 年有望成为用户采纳率较高的出行方式，实现常态化运营。

图26: 中国 Robotaxi 运营路径与发展节点



资料来源：盖世汽车，国信证券经济研究所整理

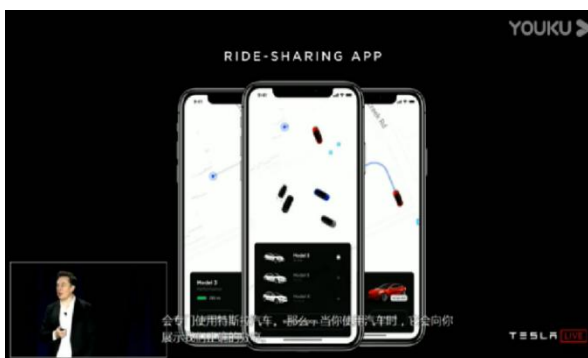
为何制造商要入局 Robotaxi？

1) 转变商业模式需要，Robotaxi 是智能驾驶企业将商业模式向更轻资产转化的重要方向之一。智能驾驶汽车拥有大量车辆驾驶数据，庞大的数据集将在未来有

诸多应用场景，正如 APPstore 为苹果不断提供现金流一样，Robotaxi 业务是未来智能汽车拓宽商业模式的重要方向之一。

2) 共享出行降低成本，车企和消费者有望实现双赢。乘客可利用手机 app 召唤无司机驾驶的 Robotaxi，特斯拉会提供官方车队，车主也可以选择将自己空闲的车加入 robotaxi 车队用于出租，是 B2C+C2C 的双模式。对消费者而言，Robotaxi 收费远低于现行出租车/拼车服务，美国传统乘车服务的平均收费为每英里 2-3 美元，Uber 和 Lyft 等新型出行服务费用在每英里 1-2 美元，而 Robotaxi 费用低至每英里 0.18 美元以下，远低于中国国内出行费用（深圳滴滴快车每公里收费 2-2.5 元，折合传统/拼车每英里 0.5-0.7 美元）。对购车者而言，马斯克预计每部 Robotaxi 每年可带来超 3 万美元的利润，可连续载客 11 年。

图27: 特斯拉 Robotaxi APP



资料来源：特斯拉官网，国信证券经济研究所整理

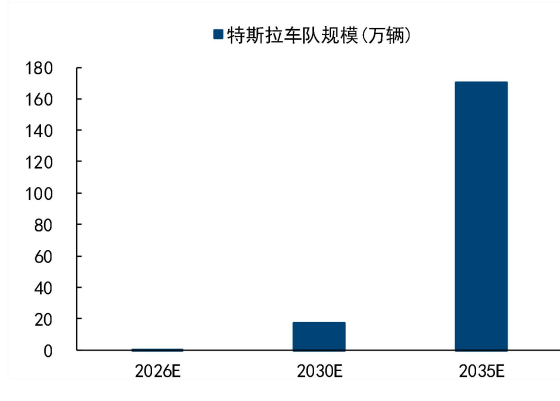
图28: 特斯拉 Robotaxi 毛利



资料来源：特斯拉官网，国信证券经济研究所整理

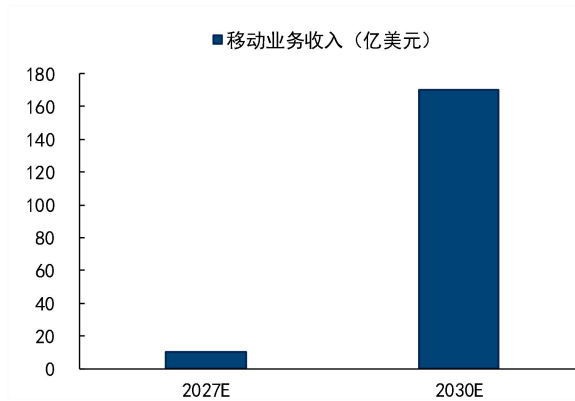
摩根史丹利预测，2026 年特斯拉出行将投入 1000 辆运营车辆，到 2030 年，这个数字将进一步提升到 15.75 万辆（占特斯拉全球车队的 0.6%），在 2035 年增加至 170 万辆。并预计“特斯拉出行”的车队将一开始由人类驾驶员驾驶高度自动化的特斯拉车辆，并逐步过渡到完全自动驾驶的 Robotaxi。收入方面，到 2027 年，特斯拉移动出行业务收入将低于 10 亿美元，2030 年将达到 170 亿美元。出行里程方面，到 2030 年特斯拉移动出行里程将达到每月 95 亿英里（占总行驶里程的 0.07%），到 2035 年增加至每月 1190 亿英里（占总行驶里程的 0.7%）。

图29: 2026E-2035E 特斯拉出行投入运营车辆



资料来源：摩根史丹利，国信证券经济研究所整理

图30: 2027E-2030E 特斯拉移动出行业务收入



资料来源：摩根史丹利，国信证券经济研究所整理

我们对 Robotaxi 运营收入和成本进行测算，假如 Robotaxi: 1) 20 万单车成本，2)

1 个安全员能负责 2-3 台 Robotaxi 车, 3) Robotaxi 每台每天 20 单, 4) Robotaxi 运营单价是网约车 8 折的前提, 不考虑前期百度投入的算法研发和车辆保险成本, 测算发现 Robotaxi 可以实现盈亏平衡, 测算过程如下:

1) 收入端: 假设有 1000 台 Robotaxi 车, 每车每天 20 单, 平均客单价 16 元, 单月 Robotaxi 收入 960 万元。

2) 成本端: 安全员 400 人, 假设人均月薪 7000 元, 月人员成本 280 万元, 一天充电一次 40-50 度电 (单日成本 50 元), 月充电成本 1500 元*1000 台=150 万, 单车价格 20 万 (5 年折旧假设), 月折旧成本 3333 元*1000 台=333 万, 单月成本 763 万元。

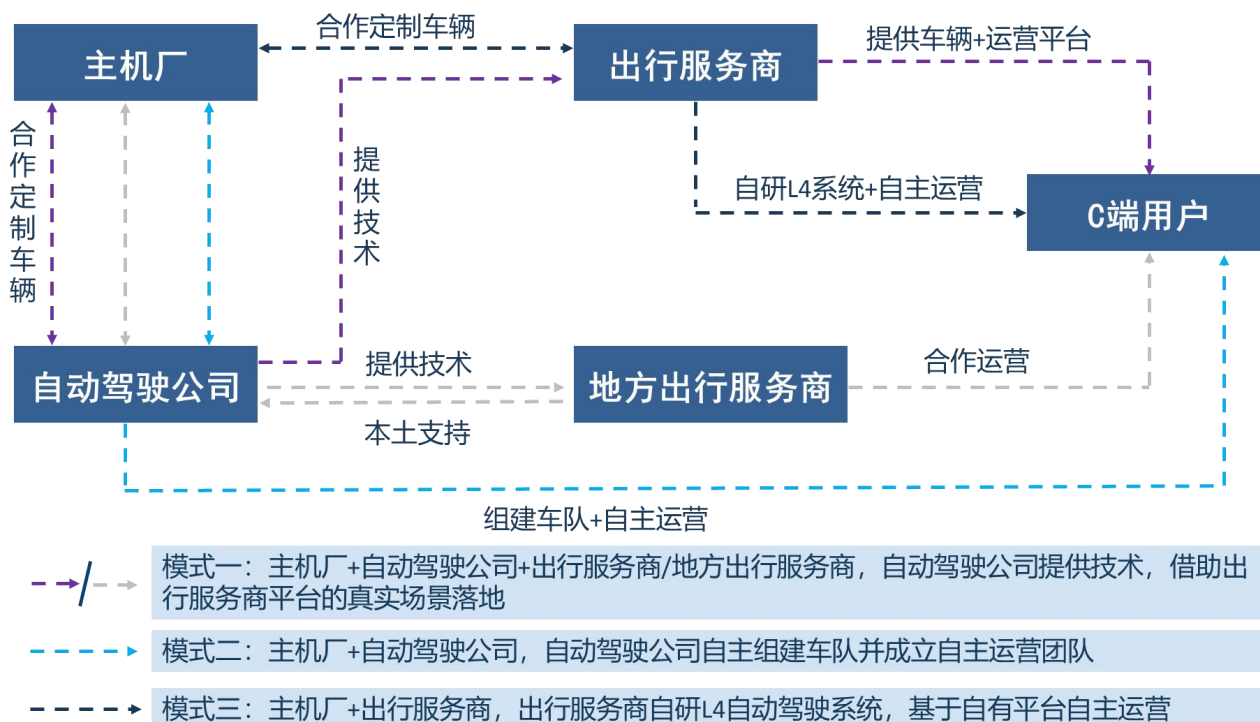
表17: Robotaxi 运营收入和成本测算 (根据萝卜快跑公开数据, 以武汉市运营情况为例)

Robotaxi 运营收入和成本测算		备注
收入端:		
假设运营 Robotaxi 车辆数 (台)	1000	
假设每台 Robotaxi 每天接单数 (单)	20	
每台 Robotaxi 平均客单价 (元)	16	假设 Robotaxi 每公里单价是网约车的 8 折
Robotaxi 每天运营收入 (万元)	32	
Robotaxi 每月运营收入 (万元)	960	
成本端:		
假设安全员人数 (人)	400	此处安全员含后台管理、监控、地勤等维护 1000 辆车所需要的所有人员
假设安全员人均月薪 (元)	7000	
假设每台 Robotaxi 每天充电度数 (度)	40-50	
每台 Robotaxi 每天充电成本 (元)	50	
Robotaxi 每月安全员成本 (万元)	280	
Robotaxi 每月充电成本 (万元)	150	
假设 Robotaxi 单车价格 (万元)	20	
假设 Robotaxi 单车折旧年限 (年)	5	
Robotaxi 单车月折旧成本 (元)	3333	
Robotaxi 月折旧成本 (万元)	333	
Robotaxi 每月运营成本 (万元)	763	

资料来源: Apollo 官微, 国信证券经济研究所整理

从商业模式看, 目前, Robotaxi 常见的商业模式有主机厂+自动驾驶公司+出行服务商、主机厂+自动驾驶公司、主机厂+出行服务商三种。对于模式一, 主机厂+自动驾驶公司+出行服务商的模式可以综合各方实力加速 Robotaxi 市场化, 同时三方可以相互分担项目成本、共享数据与乘客资源, 代表案例比如广汽+文远知行+如祺出行、上汽+Momenta+享道出行。

图31: Robotaxi 三种常见的商业模式



资料来源：盖世汽车，国信证券经济研究所整理

目前，多家主机厂成立 Robotaxi 出行服务公司并布局上下游产业链。以上汽、广汽、吉利为代表的传统主机厂，通过旗下出行服务商与自动驾驶公司合作开展 Robotaxi 业务，同时自研自动驾驶技术；小鹏为代表的新势力自研软件算法，布局出行服务领域，小鹏 Robotaxi 预计 2026 年推出。

表18: 主机厂在 Robotaxi 产业链的投资布局

主机厂	自动驾驶技术领域	出行服务商	产业链其他领域
上汽集团	1) 内部投资/成立零束科技、上汽人工智能实验室； 2) 投资合作：Momenta、AutoX	享道出行：2018 年成立，在上海嘉定进行无人驾驶测试/试运营，并计划在苏州、深圳开启业务。2023 年 4 月获上海市首批智能网联出租示范运营1) 通知书和示范运营证，获批在嘉定全域开展 Robotaxi 示范运营。2023 年 8 月获批苏州市首批智能网联汽车示范运营牌照。截至 2024 年 5 月，公司2) 自 2021 年率先启动运营以来，截至 2025 年 5 月初，已完成 33 万余次订3) 单，开放点位数超 48000 个，累计行驶超 250 万公里。C 轮融资后，享道4) 出行计划在上海打造 L4 级别 Robotaxi 车队，预计 2026 年内车队规模达到 200 台。	1) 高精地图：收购中海庭、投资武汉光庭 2) 芯片：地平线、黑芝麻 3) 激光雷达：速腾聚创 4) 控制系统：联创汽车电子
广汽集团	1) 2024 年 4 月 7 日，广汽宣布与滴滴成立自动驾驶合资公司-广州安滴科技有限公司 2) 2024 年 4 月 12 日，广汽集团推出无图纯视觉智能驾驶技术	如祺出行：2019 年成立，当年 6 月上线快车、专车、车服、Robotaxi 业务板块。2023 年 5 月 1 日，如祺出行获得智能网联汽车示范运营资格，Robotaxi 车队正式上线运营。2024 年 1 月 23 日，如祺出行取得深圳 Robotaxi 载人示范应用资质开始为市民提供自动驾驶出行服务。2024 年 7 月 10 日，如祺出行在香港挂牌上市。目前，如祺 Robotaxi 服务已覆盖广州南沙，深圳宝安、南山，以及横琴粤澳深度合作区。截至 2025 年 2 月，如祺出行平台运营 Robotaxi 合计超过 300 辆，在粤港澳大湾区核心区域已覆盖 3,000 余个站点，自有车队的安全运营里程超过 200 万公里。以广州南沙为例，如祺 Robotaxi 订单量累计超过 4 万单。	-
吉利	吉利提供整车制造（浩瀚架构），自研自动驾驶技术（如千里浩瀚解决方案），曹操出行拥有成熟的出行平台	曹操出行：2015 年 11 月成立，支持网约车、租车服务。曹操出行正积极布局 Robotaxi（自动驾驶出租车），目前，搭载吉利“千里浩瀚”自动驾驶解决方案的车辆已在苏州、杭州两地投入示范运营。通过与吉利生态企业的紧密合作，曹操出行正着力打造“定制车+自动驾驶+出行平台”三位一体的闭环生态，曹操出行计划于 2026 年底推出专为 L4 级自动驾驶设计的定制 Robotaxi 车型。	千里浩瀚解决方案
特斯拉	1) 已有自研的软件算法系统； 2) 自研设计计算芯片，定制域控产品	特斯拉将无人驾驶出租车 Robotaxi 无人出租服务即将于 6 月 22 日在得州奥斯汀上线	计算机视觉：收购 DeepScale

小鹏	1) 已有自研的软件算法系统; 2) 正研发芯片与域控产品	2019 年, 在广州上线网约车业务“有鹏出行”平台, 投放 1000 辆小鹏 G3 2022 年 7 月注册了“XPENG Robotaxi”, “小鹏智航”, “小鹏智行”商	飞行汽车: 小鹏汇天 高精地图: 收购智途科技
		2022 年 11 月, 小鹏 G9 成功获得广州智能网联汽车道路测试牌照 2023 年 4 月, 小鹏 G9 获 Robotaxi 载客牌照 2023 年 11 月, 小鹏邀请 20 名车主体验 Robotaxi 小鹏 Robotaxi 预计 2026 年推出。	

资料来源: 盖世汽车, 各公司官网, 第一财经, 央广网, 国信证券经济研究所整理

表19: 主机出行服务产业布局与 Robotaxi 进展

主机厂	出行品牌	成立时间	投放车型	布局城市	Robotaxi 进展
广汽	如祺出行	2019 年 6 月	广汽埃安 LX Plus、广汽丰田赛那 S-AM 以及雷克萨斯 RX	广州、深圳、珠海	如祺出行自 2021 年就开始布局自动驾驶运营的开发及商业化, 在 2022 年推出了自主研发的开放式自动驾驶运营科技平台。2022 年 10 月, 如祺出行通过与战略合作伙伴小马智行合作, 成为全球首个推出有人驾驶网约车与 Robotaxi 服务商业化混合运营的出行平台。2023 年 4 月, 如祺出行获得广州市南沙区智能网联汽车示范运营资格, 自有 Robotaxi 车队开始投入示范运营。目前, 如祺 Robotaxi 服务已覆盖广州南沙, 深圳宝安、南山, 以及横琴粤澳深度合作区。截至 2025 年 2 月, 如祺出行平台运营 Robotaxi 合计超过 300 辆, 在粤港澳大湾区核心区域已覆盖 3,000 余个站点, 自有车队的安全运营里程超过 200 万公里。以广州南沙为例, 如祺 Robotaxi 订单量累计超过 4 万单。
广汽	骏丰智能	2024 年 4 月	广汽丰田铂智 4XL4 级无人驾驶 Robotaxi	主要一线城市	首期计划导入千台规模的铂智 4XL4 级无人驾驶 Robotaxi, 并在主要一线城市通过小马智行的运营平台提供无人驾驶 Robotaxi 出行服务。
上汽	享道出行	2018 年 12 月	上汽智己 L7、上汽智己 LS6	运营区域: 上海、苏州	已在上海嘉定、上海临港、苏州相城等区域开展常态化载人示范应用。2024 年 6 月, 享道出行成功入选国家首批智能网联汽车即自动驾驶 L3、L4 准入和上路通行试点名单。享道 Robotaxi 自 2021 年率先启动运营以来, 已完成 33 万余次订单, 开放点位数超 48000 个, 累计行驶超 250 万公里。C 轮融资后, 享道出行计划在上海打造 L4 级别 Robotaxi 车队, 预计 2026 年内车队规模达到 200 台。
东风	东风出行	2019 年 4 月	10 辆东风悦享 Sharing-Bus Robobus 以中植一客 CDL6599 纯电动城市客车为基础, Robotaxi 以神龙 ES600 车型、威马 W6 车型为基础	苏州、武汉、成都	2023 年 6 月 30 日, 东风悦享 Sharing-BUS (无人驾驶巴士) 获得武汉地区首张无人巴士商业化试点牌照, 市民刷“武汉通”即可乘车。本次获得商业化牌照的还有东风悦享 Robotaxi (无人出租车), 采用网约车模式运营, 市民可以使用“悦享智行”微信小程序, 选择起、终点预约乘车。2024 年 1 月, 东风悦享科技有限公司在苏州金鸡湖景区投放运营的 10 台 robotaxi 成功拿到道路测试牌照, 将在苏州现代大道、苏州大道东、星湖街等路段, 开展双向约 36km 的运营服务。设置 6 个固定停靠点。东风无人驾驶公交车在十堰实现常态化运营, 截至 2024 年 3 月, 10 辆无人驾驶公交车运营里程超 2.3 万公里, 发车班次超 3 千次。
小鹏	/	/	G3、G9	广州	1) 2022 年 2 月, 小鹏向广州天河区投放了数百辆改装后的小鹏 G3, 开展 Robotaxi 业务。G3 作为承接 Robotaxi 业务的车型, 也出现在杭州等城市。 2) 2023 年 4 月, 小鹏 G9 正式获得广州市智能网联汽车载客测试牌照, 测试范围可覆盖广州所有一般测试道路。 3) 2023 年 8 月 28 日, 小鹏汽车与滴滴宣布达成战略合作, 小鹏汽车成为首家获得滴滴生态体系全面支持的整车企业。双方将在多个领域探索互利共赢的长期合作机会, 包括在滴滴平台上小鹏车型的运营、品牌营销、金融保险服务、充电设施建设、Robotaxi 以及国际市场方面的合作。小鹏的车投入滴滴网络, 能够产生更大更丰富的数据, 未来可能成为 Robotaxi 的数据基础。 4) 小鹏 Rpbtaxi 预计 2026 年推出

资料来源: 盖世汽车, 各公司官网, 第一财经, 国信证券经济研究所整理

除车企外, 国内自动驾驶公司中, 小马智行、文远知行、百度 Apollo 也在加速推进 Robotaxi 商业化落地。

表20: 国内外车企与自动驾驶公司 Robotaxi 进展

车企/自动驾驶公司	落地时间	收费标准	地点	车队规模	最新进展
车企					
特斯拉	特斯拉将无人驾驶出租车 Robotaxi 即将于 6 月 22 日在得州奥斯汀上线	/	/	/	特斯拉将无人驾驶出租车 Robotaxi 即将于 6 月 22 日在得州奥斯汀上线。
小鹏汽车	2023 年 4 月获广州市智能网联汽车载客测试牌照	/	广州	/	小鹏 Robotaxi 预计 2026 年推出。
现代汽车	2023 年	/	美国	/	IONIQ 5 Robo Taxi 基于现代汽车 2023 年初推出的纯电汽车 IONIQ (艾尼氪) 5 打造, 自动驾驶技术达到美国汽车

				工程师协会 (SAE) 评定的 L4 级标准, 不需要配备司机。
	2025 年 3 月宣布合作	/	/	100 辆
自动驾驶公司				
百度 Apollo (萝卜快跑)	2019 年 9 月开始试运行 (2022 年 4 月取消驾驶员)	以上海为例, 起步费 7-8 元, 每公里收费 1.65-2 元	北京、上海、嘉兴、广州、深圳、重庆、武汉、海口、长沙、合肥、阳泉等。	目前部署超 1000 辆。
				2024 年 11 月底, 萝卜快跑获批香港首个自动驾驶车辆先导牌照, 以香港为起点开启面向全球的业务拓展。2025 年 3 月, 萝卜快跑扩展到迪拜和阿布扎比, 5 月在迪拜开始了开放道路验证测试。截至 2025 年 5 月, 萝卜快跑在全球累计提供超 1100 万次出行服务, 安全行驶里程超 1.7 亿公里。全球共覆盖 15 个城市, 部署超 1000 辆无人车。
谷歌 Waymo	2018 年 12 月 (2020 年 10 月取消驾驶员)	8.3 美元/公里	加州凤凰城、旧金山、洛杉矶、硅谷、德克萨斯州奥斯汀	无人驾驶车队规模已突破 1500 辆
				1) 为进一步扩大自动驾驶车队规模, Waymo 正在与汽车零部件供应商麦格纳 (Magna) 合作, 投资数百万美元在亚利桑那州新建一家工厂, 计划生产超过 2000 辆自动驾驶版捷豹 I-PACE 电动汽车, 当工厂满负荷运行时, 每年将能够生产数万辆完全自动驾驶的 Waymo 车辆。 2) 自 2024 年 6 月以来, Waymo 在旧金山、洛杉矶、凤凰城和奥斯汀的服务量实现了五倍增长, 目前每周为用户提供超过 25 万次出行服务, 其无人驾驶车队规模也已突破 1500 辆。目前, 洛杉矶和旧金山全域均已开放 Waymo 服务, 而硅谷地区仍处于分阶段开放状态。同时, Waymo 在旧金山和硅谷的服务区尚未实现连通, 因此即便两地距离相近, 乘客也无法通过 Waymo 实现城际出行。此外, 虽然 Waymo 在凤凰城已实现直达机场的服务, 但在旧金山和洛杉矶, 服务范围仍未覆盖当地国际机场, 乘客只能在机场周边下车后步行前往。
文远知行 WeRide	2019 年 11 月在广州商业化运行	以北京为例, 起步价 21 元, 每公里 3-3.2 元	广州、北京、阿布扎比等	400 辆
				2025 年 5 月 6 日, 文远知行 WeRide 与全球领先的移动出行及配送科技公司优步 Uber Technologies, Inc. (NYSE: UBER) 共同宣布扩大战略合作, 计划未来五年将新增 15 座国际城市, 部署自动驾驶 Robotaxi 服务, 包含欧洲、中东等区域的国际市场。
小马智行 PonyPilot+	2022 年 4 月开始试运行	/	北京、上海、广州、深圳等	2025 年底预计将达到 1000 辆
				2025 年 5 月 6 日, 小马智行与 Uber 宣布达成战略合作, 小马智行 Robotaxi 服务和车队将在今年下半年接入 Uber 平台, 共同加速自动驾驶技术商业化落地。双方合作将于今年在中东市场率先启动, 未来计划逐步扩展至更多国际市场。服务上线后, 乘客在 Uber App 上预约打车行程时, 可选择由小马智行 Robotaxi 车辆提供服务。
亚马逊 Zoox	2025 年 6 月 Zoox 宣布, 其位于加州海沃德的首座美国制造工厂已正式启用	/	拉斯维加斯、旧金山、奥斯汀、迈阿密等	目标是在满产时每年生产 1 万辆自动驾驶出租车
				zoox 专研专为密集城市环境设计的“双向无人驾驶汽车”, 没有方向盘、刹车、油门, 完全为双向乘坐设计。Zoox 已在部分地区开展了早期试乘项目和测试车队。公共商业试乘预计将于今年年底前在拉斯维加斯启动。
AutoX	2021/1 开始商业化运营	/	深圳、上海、广州、北京、杭州、加州	超过 1000 辆 (2022 年 2 月)
				2023 年 4 月通过 APP 向公众开展 Robotaxi 收费服务, 2024 年 5 月, AutoX RoboTaxi 首批获准进入北京三环主城区, 自动驾驶范围覆盖北京南站高铁火车站及周边区域。2024 年初, AutoX 近日宣布, 深圳宝安区向 AutoX 颁发了首批智能网联汽车无人商业化试点资质, 正式许可 AutoX 在宝安中心城区开展无人化 RoboTaxi 收费运营, 这一举措标志着 AutoX 成为深圳首批在核心区获得无人 RoboTaxi 商业化收费运营资质的企业, 标志着其在深圳三大区域——南山、宝安、坪山均获得无人化 RoboTaxi 许可。

资料来源: 各公司官网, 汽车之家, 智能车参考, 36 氪, 财联社, 懂车帝, IT 之家, 车东西, 动点科技, 国信证券经济研究所整理

从产业链看, 自动驾驶出租车 Robotaxi 产业链包含: 1) 提供高精地图与定位、传感器、芯片、AI 训练、智慧道路支持的供应商; 2) 供给侧的自动驾驶公司、主机厂、出行服务商; 3) 需求侧的乘客; 4) 监管侧的地方政府。

图32: Robotaxi 产业链



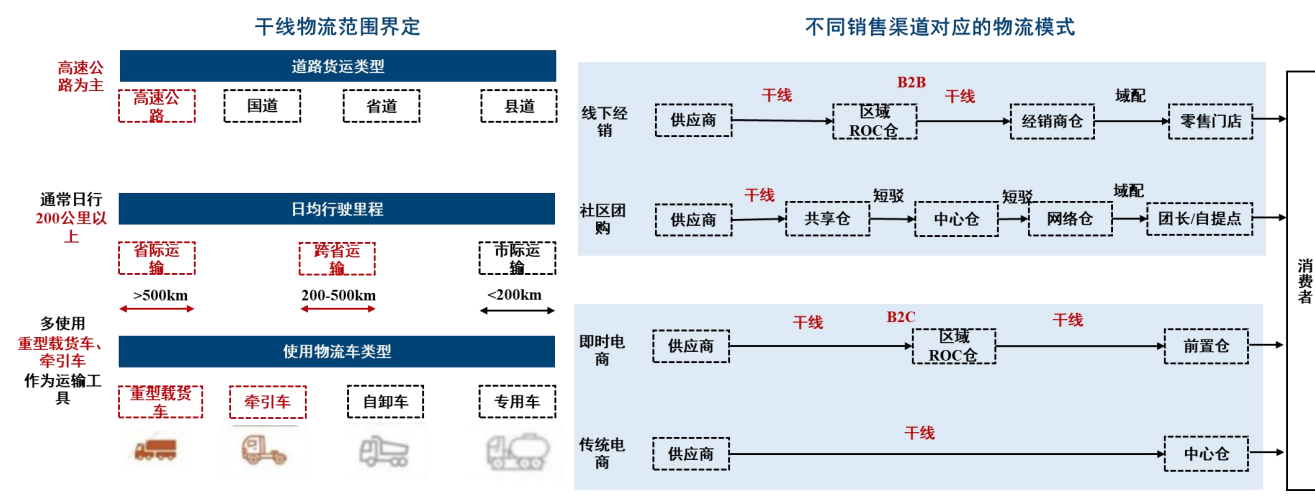
资料来源：盖世汽车，易观分析，国信证券经济研究所整理

Robotruck：解决传统公路运输痛点，自主供应商崭露头角

● Robotruck 的必要性

干线物流指在公路运输网中起骨干作用的线路运输，运输线路以高速公路为主、日均行驶里程在 200km 以上的省际与跨省运输，其运输车型以重型载货车、牵引车为主的物流用途重卡。干线物流场景具备如下特征：1) 半封闭环境：主要依托省际高速公路网络，相较于复杂的城市道路，具有更规范的道路条件和更简单的交通环境；2) 中高速运行：不受红绿灯等交通信号影响，通常车辆平均时速 80-100km/h；3) 中长距离运输：主要服务于跨区域、跨省际的货物运输，单次运输距离通常在 200 公里以上。2016 年-2023 年，公路货运一直占国内总货运量的 70% 以上，是国内最主要的运输方式。

图33: 干线物流范围界定和物流模式



资料来源：盖世汽车，国信证券经济研究所整理

当前，传统干线物流体系在成本、效率与安全等方面仍面临诸多痛点，如成本方面，人力与燃油两项刚性支出占比超 50%，制约盈利空间：效率方面，存在运营效率低下和运力资源分散等现象，资产利用率低下：安全方面，存在疲劳驾驶、恶劣天气与视距盲区等问题，行车安全面临严峻挑战，这些问题超能制约行业进一步升级的关键瓶颈，也为自动驾驶技术的应用提供了切入点。

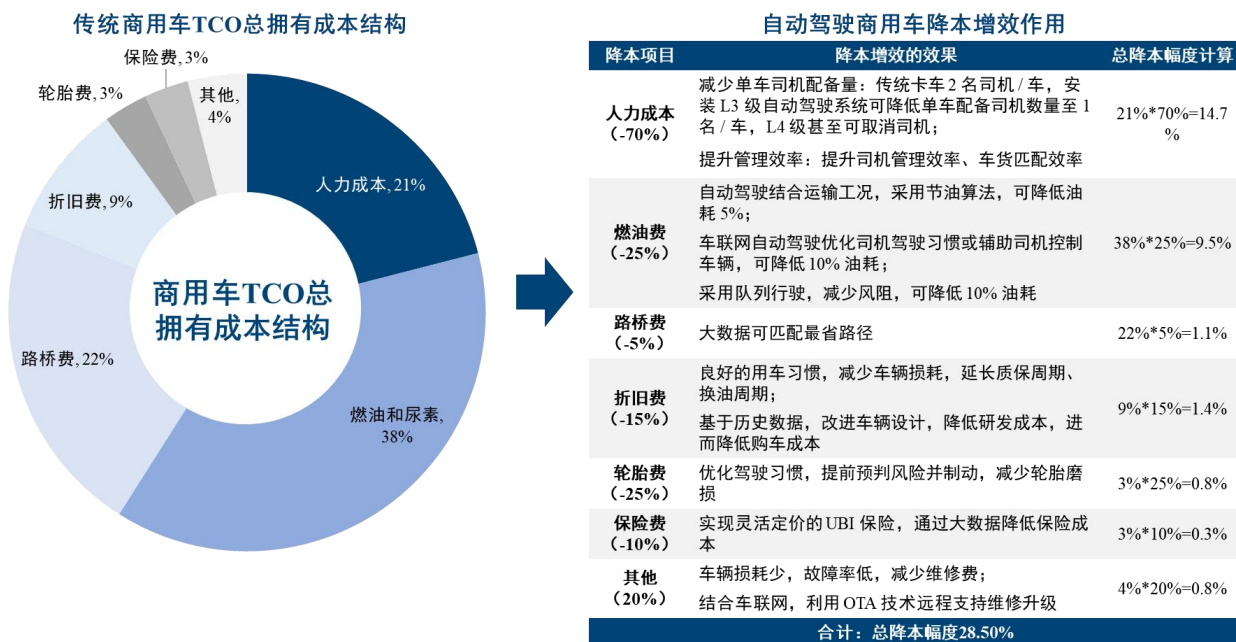
表21：传统干线物流现状、痛点及数字化需求

现状	痛点	数字化需求
人力成本高昂	人力依赖度高，偏远地区司机结构性短缺与老龄化趋势明显，人力成本刚性上升	自动驾驶技术替代人工，减少人力依赖
能源成本攀升	运输场景存在上下坡等能耗敏感路段，传统驾驶模式下能耗控制依赖个体经验，驾驶行为差异大	智能能效优化、经济驾驶策略管理
运营效率低下	调度方式依赖人工经验，难以实现全链路动态协同，对突发情况响应迟缓，存在运营环节衔接低效现象	智能动态调度，实时路径规划优化
运力资源分散	中小散户为主，难以实现统一调度与标准化管理，整体服务能力分层不清、弹性不足	平台化整合运力，流程标准化管控
安全事故难控	存在疲劳驾驶、恶劣天气与视距盲区等问题，缺乏持续感知与实时预警手段，安全隐患突出	通过车辆感知或车路协同降低风险

资料来源：车路云 50 人，西部科学城智能网联汽车创新中心，《自动驾驶干线物流商用报告》，2025. 5，7-8，国信证券经济研究所整理

当前传统干线物流行业中的较多痛点，比如成本高、司机短缺、交通事故频发等，每一个痛点均直接或间接与司机长时间重负荷工作有关。传统商用车每辆车配备 2 名司机，安装 L3 级自动驾驶系统每辆车可减少 1 名司机，未来 L4 级自动驾驶系统甚至可取消司机，大幅降低人力成本。此外自动驾驶系统可优化驾驶路线、驾驶习惯，减少燃油、车辆损耗等。自动驾驶软硬件系统可减少货车盲区、扩大车辆感知范围，并预测危险与紧急情况，减少事故发生，或降低事故死亡率。

图34：自动驾驶系统可大幅降低成本，增加运营效率



资料来源：盖世汽车，国信证券经济研究所整理

综合自动驾驶给干线物流带来的多方面的效益，政府已出台一系列政策，以推动干线物流重卡自动驾驶发展，如货车、牵引车开始强制装配 LDW（车道偏离预警）、FCW（前向碰撞预警）、AEB（自动紧急刹车）等功能，并对自动驾驶做出长远的发展规划，到 2025 年，高级别自动驾驶汽车实现限定区域和特定场景商业化应用：

力争到 2035 年，高级别自动驾驶汽车能够实现规模化应用。

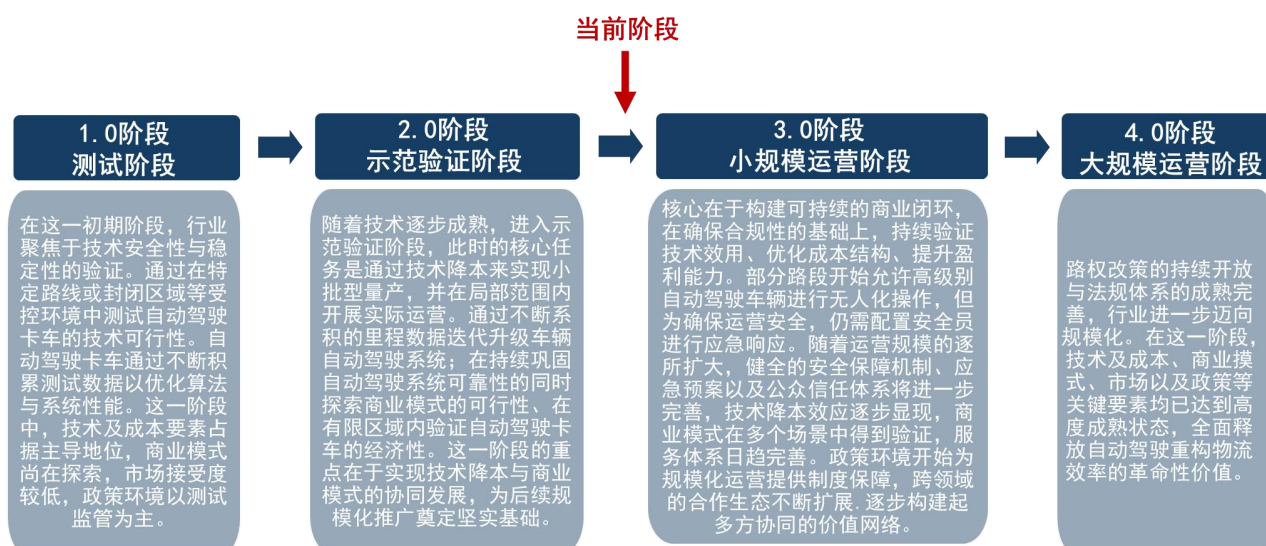
表22: 国家支持干线物流智能驾驶发展

时间	部门	政策文件	政策内容
2020. 10	国务院办公厅	《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》	到 2025 年，高级别自动驾驶汽车实现限定区域和特定场景商业化应用；力争到 2035 年，高级别自动驾驶汽车能够实现规模化应用。
2021. 11	交通运输部办公厅	《关于开展自动驾驶和智慧航运先导应用试点的通知》	支持在干线物流、港口集疏运等场景开展货车编队运行试点示范，实现车辆编队行驶。探索自动驾驶客车、货车在公路场景的应用。
2023. 11	工信部等四部委	《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》	遴选具备量产条件的自动驾驶汽车开展准入试点与限定区域内上路通行试点，用于运输经营车辆需满足运营资质和运营管理要求。
2023. 11	交通运输部办公厅	《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》	可使用自动驾驶汽车在点对点干线公路运输或交通安全可控的城市道路等场景下从事道路货物运输经营活动；从事道路货物运输经营的自动驾驶汽车原则上随车配备安全员。
2024. 1	工信部等五部委	《关于开展智能网联汽车“车路云协同”应用试点工作的通知》	鼓励在限定区域内开展多场景应用试点，自动驾驶典型功能包括：协同自主代客泊车、一体化”应用试点工作的通知》协同有条件自动驾驶、车辆编队行驶、协同高度自动驾驶等。试点期 2024-2026 年。
2024. 6	工信部等四部委	《进入智能网联汽车准入和上路通行试点联合体基本信息》	9 个联合体中，“上汽红岩+友道智途+海南詹洲”成为唯一入选的货车联合体。运营范围逐步覆盖 85.3 公里测试路，2027 年底前验收。

资料来源：通渠有道，各政府官网，国信证券经济研究所整理

自动驾驶干线物流的商业化进程是一个从技术验证到小规模运营，再到大规模商业推广的进过程。当前，自动驾驶干线物流正从示范验证走向小规模运营的关键跃升期，即已经突破 2.0 的示范验证阶段，并逐步开启小规模运营的 3.0 阶段。

图35: 自动驾驶干线物流商业化进程

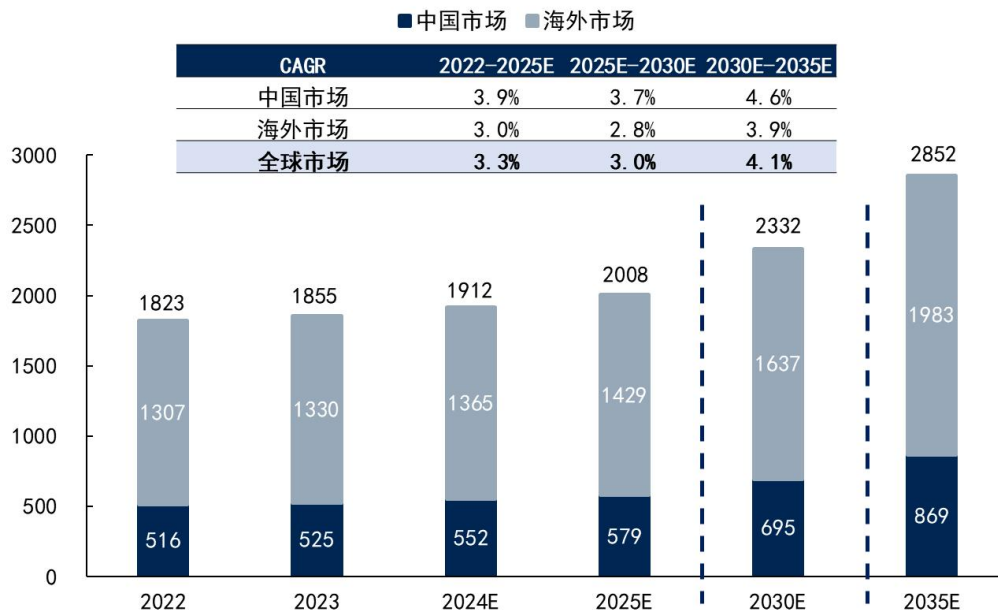


资料来源：车路云 50 人，西部科学城智能网联汽车创新中心，《自动驾驶干线物流商用报告》，国信证券经济研究所整理

● Robotruck 的市场空间

随着经济的增长和物流需求的持续发展，长途卡车运输变得愈发重要，占据全球公路货运市场的约 70%。据弗若斯特沙利文数据，2023 年全球长途卡车运输服务市场规模（按总交易额计算）为 18545 亿美元，预计到 2035 年将达到 28523 亿美元，CAGR 为 3.7%。

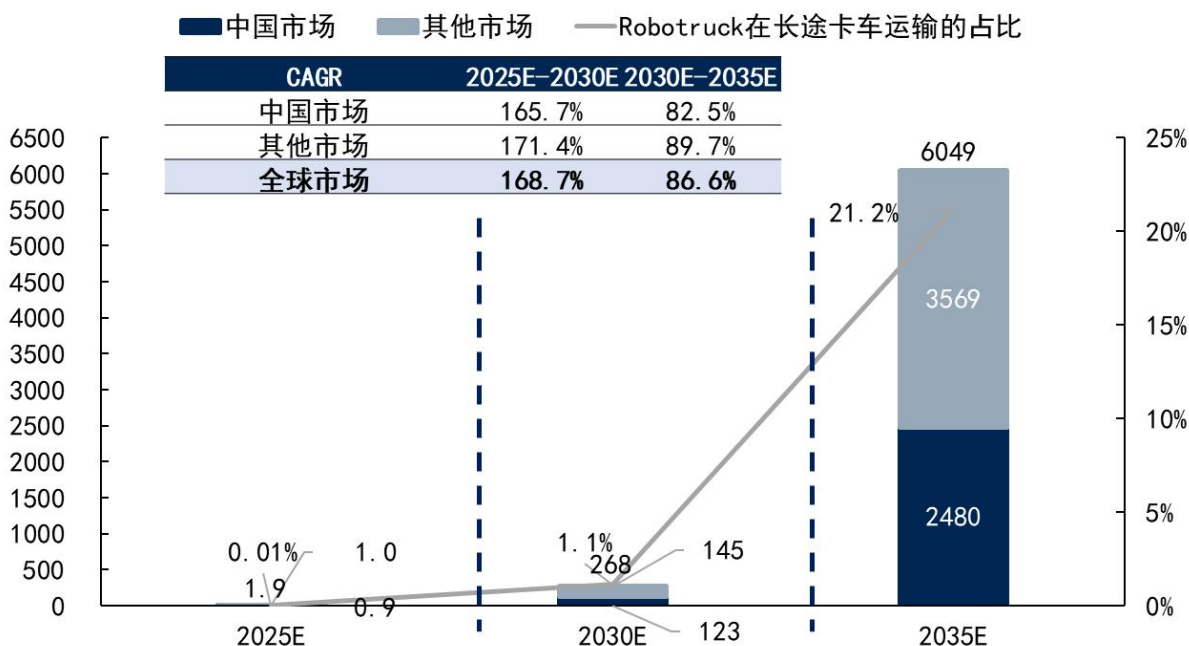
图36: 全球长途卡车运输市场规模（十亿美元）



资料来源：小马智行招股说明书，弗若斯特沙利文，国信证券经济研究所整理（注：长途货运 GTV 指的是长途货运运输服务的总交易金额。）

Robotruck 指的是内置自动驾驶技术的卡车。与传统卡车相比，Robotruck 能够以更低成本缓解司机短缺问题，预计全球长途运输市场中 Robotruck 渗透率将不断提高。从 Robotruck 市场规模来看，据弗若斯特沙利文数据，由于需求增长和技术成熟，全球 Robotruck 服务市场规模有望从 2025 年的 1.9 亿美元增长至 2035 年将达到 6049 亿美元，CAGR 为 124%，中国 Robotruck 服务市场规模有望从 2025 年的 0.9 亿美元增长至 2035 年将达到 2480 亿美元，CAGR 为 121%。

图37: 全球 Robotruck 服务市场规模（亿美元）



资料来源：小马智行招股说明书，弗若斯特沙利文，国信证券经济研究所整理（注：1）Robotruck 服务市场规模代表客户（如物流公司）

为 Robotruck 服务支付的物流费用总额，以该服务的总交易额（GTV）衡量；2）Robotruck 在长途卡车运输的占比指的是全球 Robotruck 市场规模在长途卡车运输市场中所占的份额。）

从 Robotruck 车队规模来看，中国拥有世界上最长的高速公路网和规模最大的重型卡车车队，目前，中国约有 600 万辆卡车专门从事长途货运，据弗若斯特沙利文数据预测，到 2035 年这一数字将增长至 700 万辆。Robotruck 有望解决劳动力短缺问题和过高的运营成本，与传统卡车相比，Robotruck 在路线规划和车队调度方面具有优势，这使得物流公司能够提高运营效率并增加收入。一旦投入使用，Robotruck 将迅速成为物流车队节省成本和提高效率的关键选择，并成为新购车辆或车辆更新的首选。随着 Robotruck 渗透率的稳步提升，其在长途物流卡车运输车队中的占比将大幅增加，并承担更多的货运任务。据弗若斯特沙利文数据，预计全球 Robotruck 数量有望从 2025 年的 0.28 万辆增长至 2035 年的 445.1 万辆，CAGR 为 108.9%，中国 Robotruck 数量有望从 2025 年的 0.1 万辆增长至 2035 年的 182.5 万辆，CAGR 为 105.5%。

表23: 按国家划分全球 Robotruck 的保有量（千辆）

出行方式	国家	2024E	2025E	2030E	2035E
Robotruck	中国	1.1	1.4	106.5	1825.0
	其他国家	1.1	1.5	126.1	2626.2
	合计	2.1	2.8	232.6	4451.2

资料来源：小马智行招股说明书，弗若斯特沙利文，国信证券经济研究所整理

此外，我们根据重卡销量以及 Robotruck 车队规模进行如下测算：

2024 年，国内重卡销量 90.2 万辆，假设重卡销量年度 1% 增速增长，对应 2030 年重卡销量 95.7 万辆，假设 2024、2030 年国内 Robotruck 年销量 0.1、6 万台，重卡售价 150 万元，对应 Robotruck 国内 2024、2030 年市场规模分别 15 亿元、900 亿元。

表24: Robotruck 国内市场空间测算

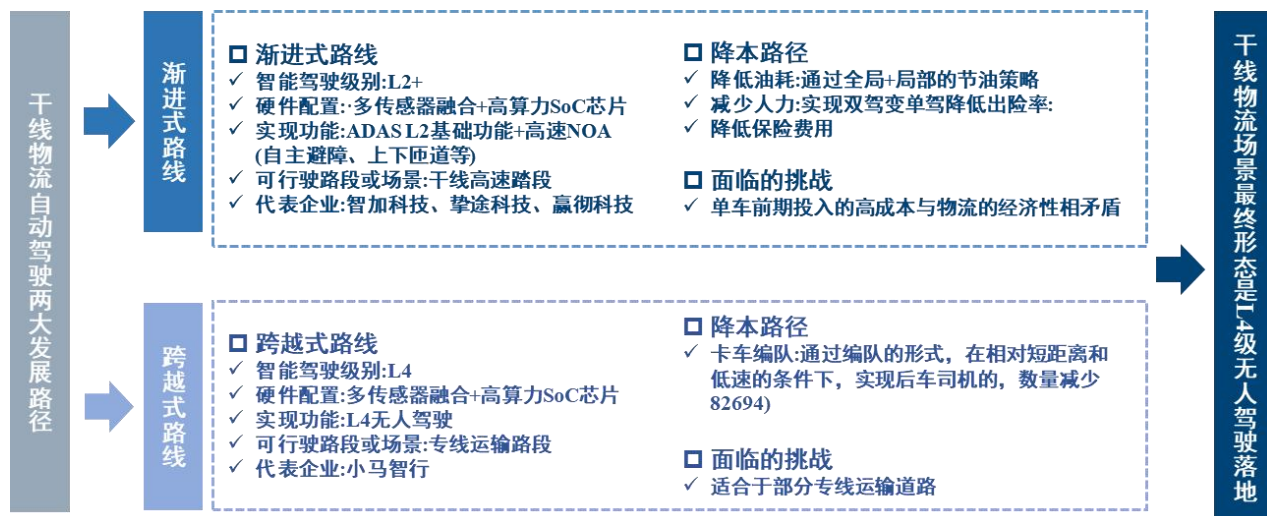
	2024	2030E	备注
全国重卡销量（万辆）	90.2	95.7	按照重卡销量年度 1% 增速测算
Robotruck 渗透率	0.1%	6.3%	假设 2024 年 Robotruck 国内车队规模 1000 辆
重卡售价（万元）	150	150	
Robotruck 市场规模（亿元）	15	900	

资料来源：第一商用车网，国信证券经济研究所整理

● 商业模式、竞争格局和产业链

目前，国内干线物流实现双路线并进，L4 无人驾驶是最终目标。国内干线物流自动驾驶玩家分为渐进式和跨越式两类，前者通过 L2+ 自动驾驶功能，可在干线高速路段实现高级别的高速 NOA 功能；后者通过 L4 自动驾驶功能，在部分专线运输路段实现编队模式下的司机减员。从降本路径来看，渐进式路线无法在短期内实现全无人行驶的模式，而是通过降低油耗和减员（双驾变单驾）的方式来实现降本；跨越式路线在部分专线路段可获得路权，从而通过减少后车司机数量。

图38：中国干线物流场景的自动驾驶发展路径



资料来源：亿欧智库，国信证券经济研究所整理

从业务模式来看，国内企业主推“编队行驶”模式。列队跟驰为高速公路车路协同的核心应用场景，主要是两辆以上的卡车在道路上列队行驶，后车采用跟驰模式，车辆间通过 DSC/CV2X 等通信方式进行信息与数据的实时传递，将前车的加减速等动作信息及车速、位置信息实时传递给后车，并利用 ADAS/AD 系统对后车进行自动整体控制。列队跟驰技术相对单车自动驾驶更易落地，未来技术成熟后可实现一个驾驶员操控多车，降低人力需求，并有效减低车辆 5%-20% 的油耗短期来看，V2V 的有人驾驶列队跟驰将成为最快落地技术应用，通过在车辆上搭载智能化与网联化设备，使得车辆间互联互通，组队前进，帮助后车实现降低油耗，提升司机驾驶体验。

图39：Robotruck 列队跟驰模式（编队行驶模式）

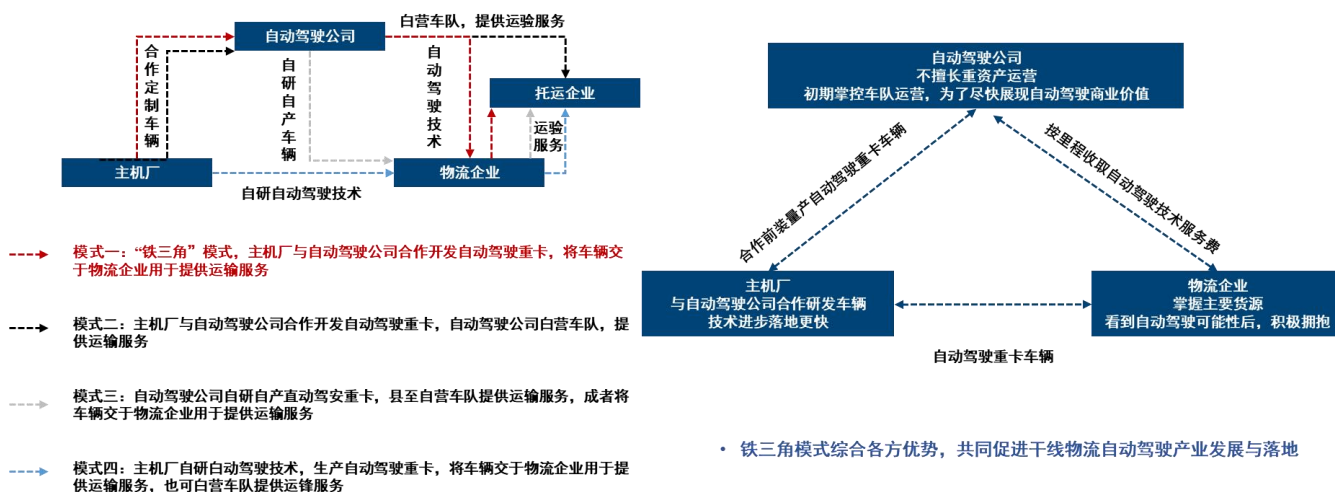


资料来源：亿欧智库，国信证券经济研究所整理

从 Robotruck 商业模式来看，在干线物流自动驾驶产业发展初期，主机厂、自动驾驶公司为开拓市场进行了多种尝试，同时也形成了多种业务模式，但长期来看，

主机厂、自动驾驶公司、物流企业三方合作，可综合各自优势并促进干线物流自动驾驶市场化。

图40: Robotruck 商业模式



资料来源：盖世汽车，国信证券经济研究所整理

从 Robotruck 产业链来看，上游包括核心零部件供应商如线控制动、传感器、芯片等，中游包括自动驾驶解决方案商、智能网联解决方案商，终端下游客户包括造车新势力、商用车主机厂、物流场景方。

图41: 中国干线物流智能网联与自动驾驶产业图谱



资料来源：亿欧智库，国信证券经济研究所整理

表25: 国内外车企与自动驾驶公司 Robotruck 进展

公司名称	Robotruck 相关布局	合作方	智能驾驶方案	落地进展
戴姆勒卡车	戴姆勒卡车公司下面的自动驾驶技 1) Torc Robotics (2019.3 被 1) 冗余车载平台：具有冗余系 2024 年 10 月，Torc 宣布成功在德州的术集团于 2019 年 6 月成立，负责自收购)：戴姆勒卡车确立 Torc 统、定制化开发的 多车道封闭路线对柴油半挂卡车进行自动驾驶路线图的总体规划 and 实施，为自动驾驶技术供应商，作为 Freightliner Cascadia 具备 车上无人高级验证测试，时速 65 英里/ 包括软件的开发、测试和验证冗余 独立公司继续运行。 转向、制动、电力、网络双备 小时，测试用半挂卡车包括面向量产的			

	底盘、传感器套件集成，以及建立必备的操作基础设施和网络等。	份	计算平台和传感器套件。
	2) Waymo via(2020.10 战略合作): 戴姆勒卡车将在正开发的 Freightliner Cascadia 卡车底盘中整合 Waymo Driver 并向美国客户推出	2) 虚拟电子驾驶员: Torc 高度从 2026 年开始在德州的公共高速公路集成的自动驾驶软件包括 15 个上开始无驾驶员运营, 2027 年正式在美国推出 L4 级自动驾驶卡车, 2030 年程雷达和 4 个超远程雷达	前实现 L4 级自动驾驶卡车的商业化
	3) 软件平台合资公司(2025.6 成立): 6 月 18 日, 沃尔沃集团宣布与戴姆勒卡车重磅官宣成立合资公司 Coretura, 聚焦商用车数字化革新, 打造标准化软件平台。以技术驱动行业升级。	3) Torc 自动驾驶咨询委员会: 与施耐德、C.R.Englands 等美国大型物流公司就 L4 级卡车在实际场景开发、应用达成战略合作	
沃尔沃集团	沃尔沃自动驾驶解决方案(VAS)成立于 2020 年 1 月, 定位于促进自动驾驶交通解决方案的研发、商业化和销售, 并为采矿、港口和物流中心之间的运输等板块客户提供最佳解决方案, 作为目前产品和服务的补充	1) Aurora: 传感器套件方案: 基于运输即服务(TaaS), 包括一辆专为自动驾驶设计的车辆虚拟驾驶系统、必要的基础设施、运营与正常运行支持, 以及用于控制运输系统和管理物流流程的云解决方案。 VNL Autonomous 内置了制动、转向通信、计算、驱动、储能和运动控制关键冗余系统, 以防主系统发生故障	1) 2021.9/首发 VNL 自动驾驶原型车: 2021 年 3 月与 Aurora: 达成长期合作协议, 9 月推出集成 Aurora Driver 传感器套件的美国版旗舰 VNL 自动驾驶卡车, 该卡车以沃尔沃新型 VNL 为基础, 是专为长途运输打造 8 级半挂车 2) 2024.5/首款可量产 VNL Autonomous: 可量产的首款 L4 级 8 级牵引车, 采用 Aurora Driver 自动驾驶系统, Aurora Driver 由 AI 软件、双计算机、探测超 400 米专用激光雷达、高分辨率摄像头、成像雷达等组成 3) 2024.12/VNL 首次开始运营于 DHL: V.A.S. 和快递巨头 DHL 在美国推出基于 VNL 自动驾驶卡车的运输业务, 该车由 Aurora Driver 自动驾驶系统驱动, 被 DHL 用于德州 2 条线路: 休斯敦-达拉斯、沃斯堡-埃尔帕索, 配安全员
	平台: 全球标准化自动驾驶技术平台, 已生产第一批 25 辆完全整合 Aurora Driver 的 VNL 卡车	3) Waabi: 人工智能驾驶系统	4) 2025.2/与 Waabi 合作开发 L4 卡车: Waabi 将为沃尔沃提供人工智能驾驶系统, 并计划将这些车辆引入加拿大
	模式: Hub2Hub+全面支持系统, 目前在德州测试了两条评估路线, 正在规划更长的路线		自建运力+Uber 货运平台加持, 2025 年 4 月启动全无人路测, 拟 2027 年大规模部署。截至 4 月, 其无人驾驶卡车已累计行驶约 4,000 英里。目前, 每天有辆 Paccar Peterbilt 579 型卡车在得克萨斯州 Palmer 和休斯顿之间往返行驶约 400 英里。此外, Aurora 将于 2025 年下半年开始在夜间以及雨天、大风等恶劣天气条件下派出自动驾驶卡车, 公司计划将其无人驾驶卡车路线从达拉斯扩展到休斯顿, 以及埃尔帕索和菲尼克斯。
Aurora	2016 年 12 月: 成立于加州旧金山, 核心产品 Aurora Driver 2021 年 11 月: 在纳斯达克借壳上市 2025 年 04 月 28 日起, Aurora 正式在德克萨斯州推出首个商用无人驾驶 8 级卡车服务, 为 Uber Freight (优步货运) 和 Hirschbach 客户运输达拉斯至休斯顿货物。	大陆、英伟达、Uber 2020 年 12 月: 收购 Uber ATG 自动驾驶部门(1200 人), Uber 将持有 Aurora26%的股权 2025 年 01 月: 与大陆、英伟达运营闭环 达建立长期战略关系, 2027 年大规模生产 Aurora Driver 套装	
赢彻科技	成立于 2018 年, 赢彻科技是一家自动驾驶技术和运营公司, 业务聚焦于干线物流场景, 坚持“全栈自研+量产驱动+深度运营”的核心策略, 前装量产智能重卡自主研发全栈 L2 至 L4 级自动驾驶技术, 和汽车产业紧密合作, 于 2021 年底实现智能重卡前装量产, 为物流客户提供更安全、更高效的自动驾驶技术和新一代 TaaS 货运网络。截至目前, 赢彻智能辅助驾驶系统累计商业运营里程超 2 亿公里。	自研技术 路径: 轩辕系统, 从 L2+/L3→L4→到货运机器人 算法: 超长距感知、自适应鲁棒控制、行驶决策节油 软件: 自动巡航、自适应控制、智能节油、安全预警 计算平台: 两颗征程 5, 单板算力 256TOPS 域控线控 底盘: 转向、制动、供电系统, 均多重冗余	深度运营 模式: 提供运力租赁(以租代售), 2022 年启动运营 价值: 安全/省人(双驾变单驾)/省力/省油(3-10%) 客户: 以快速快运为主 合作情况: 2024.08, 中通快递 400 台智能重卡交付, 加速智慧物流进程; 2024.09, 圆通速递加大引入 300 台智能重卡, 赋能客户提质增效; 2024.11, 申通快递超 300 辆智能重卡陆续上线
希迪智驾	希迪智驾由香港科技大学教授李泽姆勒、江铃、比亚迪、中国重汽于 2017 年创立。公司业务涵盖自产、北奔重汽、陕汽等多家主机厂建立了从线控底盘到自动驾驶解决方案(V2X)等关键技术驱动自动驾驶应用的深度合作, 联合域。成立至今, 希迪智驾已完成多轮融资, 累计融资金额超过 15 亿元。积极推进自动驾驶生态圈建设。	希迪智驾与东风柳汽、福田戴姆勒、江铃、比亚迪、中国重汽、陕汽等多家主机厂建立了从线控底盘到自动驾驶解决方案(V2X)等关键技术驱动自动驾驶应用的深度合作, 联合域。成立至今, 希迪智驾已完成多轮融资, 累计融资金额超过 15 亿元。积极推进自动驾驶生态圈建设。	前向视觉传感器、前向激光雷达、5G 通信模块、360 度激光雷达、前向毫米波雷达、胎压检测系统、远程驾驶摄像头、定位系统、OBU 车车通讯
卡尔动力	2023 年 10 月, 滴滴宣布 KargoBot 独立运营, 并获鄂尔多斯集团等 4.5 亿投资; 2024 年 6 月, 卡尔动力再获 6 亿鄂尔多斯、中集等 A 轮融资, 并将总部迁至鄂尔多斯。采用 1+N 混合编队方案, 由一辆司机驾驶的 L2 级领航卡车, 带着 2-5 辆车型: X6000、H6000、X5000e 14 级自动驾驶卡车的混合车队, 共自动驾驶车型, 具备混合编队力调度平台)	卡尔领航 路径: 卡尔动力提供自动驾驶路径: 选择地广人稀北方地区+稳定线路车路云一体, 实现技术降维 方案: KargoDrive(自动驾驶系统)、KargoPlatform(硬件和车途, 前车有人+后车无人) KargoCloud(混合运营平台)	客户: 自主运营 路径: 从 OEM 处买回定制化卡车, 由鄂尔多斯集团物流团队提供稳定货源和经济核算, 拉货 规模: 公司业务已拓展至 7 个城市, 服务 20 多家中型客户, 运营及测试车辆

同完成运输任务	功能 配置：5L6R13V+DCU 1000TOPS知)	基础：安全的端到端技术（感超 300 台，L4 级自动驾驶编队运营里程突破 2000 万公里，大宗商品运输量达 2 亿吨公里
小马智行	2022 年 11 月，公司推出第三代自动驾驶卡车系统，首批搭载于小马智行与三一重卡合作打造的自动驾驶重卡，并批量交付青骓物流。本车型面向干线物流场景正向设计，小马智卡发布编队自动驾驶解决方案，推进自动驾驶卡车技术无人化的进程，已在北京、广州获准开展自动驾驶卡车编队测试。编队方案可实现一辆领航车和多辆跟随车的行驶，车辆均为 L4 级自动驾驶卡，仅需要一名领航车安全员监督。	虚拟司机 80%可复用 进展：获准在京津塘（领航车有人、后车主驾无人）、广州、北京开展测试，并运营着一支由超过 190 辆智能卡车组成的车队，其中包括 L2++ 级智能卡车和 L4 级无人驾驶卡车，并配备安全驾驶员，在现有的全国物流网络内完成货运订单，覆盖了中国所有主要商业活跃地区和交通干线

资料来源：易车网，各公司官网，通渠有道，国信证券经济研究所整理

核心看点：高阶智驾技术+车规级产品+丰富生态圈，共筑盈利生态闭环

技术端：小马智行引入世界模型与虚拟司机，助力实现 L4 级智能驾驶解决方案

小马智行希望成为一家创造出“AI 司机”（虚拟司机）的公司，即打造一个通用的自动驾驶解决方案。因为，既然是一个司机，就应该能适应不同的车型和不同的场景。小马智行打造了专有的、适用于各类车辆的“虚拟司机”系统，这是小马智行的全栈式自动驾驶技术，它将专有软件、硬件和服务无缝集成，能够在多样化的应用场景中提供安全可靠的自动驾驶出行服务。“虚拟司机”系统可以部署在多种车辆平台和应用中，能够在各种路况下为广大用户带来舒适、定制化的自动驾驶体验。

● 专有自动驾驶软件栈

小马智行率先引入了世界模型——“小马世界（PonyWorld）”，用于训练其“虚拟司机”，使其自动驾驶系统能够在人工智能生成的场景中“通过实践学习”（强化学习）。小马智行借助端到端技术推进了自动驾驶解决方案的发展，同时还整合了感知、预测、规划、控制以及仿真等各个模块的关键优势。这种方式提高了其智能系统的效率和可靠性，在现实世界场景中实现了无缝集成和卓越性能。

● 世界模型——通往 L4 级完全无人驾驶解决方案之路

小马智行作为实施世界模型方法论的先驱，致力于实现超越人类驾驶员的表现。目前，大多数自动驾驶解决方案依赖于通过“观察”人类驾驶数据来进行学习（模仿学习），这从本质上限制了其性能只能达到人类水平。世界模型是一种用于训练自动驾驶系统的“指导”方法论，它让自动驾驶系统能够在人工智能生成的场景中“通过实践进行学习”（强化学习）。世界模型不仅仅是一种算法或独立的系统；相反，它“教导”自动驾驶系统如何应对多样且复杂的驾驶状况。

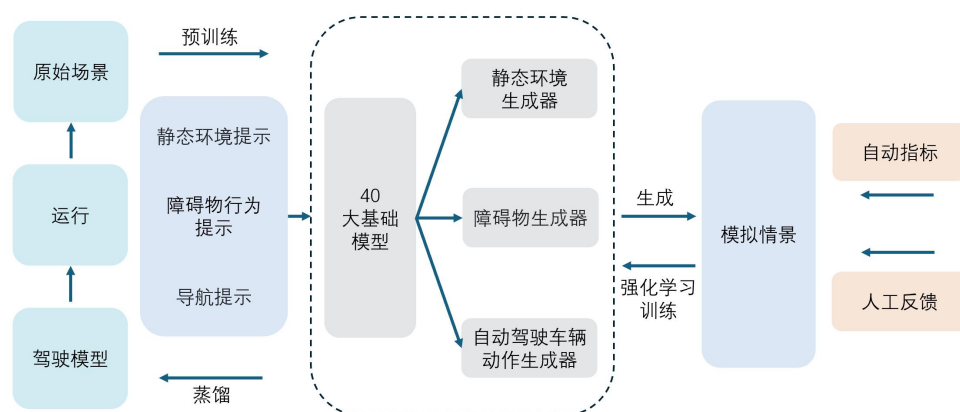
“小马世界（PonyWorld）”由三个关键部分组成：生成逼真场景和传感器数据的能力、高保真度的仿真系统以及一套全面的评估指标。这些要素共同作用，使“小马世界”能够有效地“指导”自动驾驶系统应对现实世界中的各种挑战。

“小马世界（PonyWorld）”包含一个高保真度的仿真系统，该系统利用最新技术创建出一个在视觉细节和动态响应方面都能精确复制现实世界状况的高保真度环境。与依赖人类驾驶数据的传统自动驾驶系统不同，其仿真系统打造了一个高保真度的仿真环境，能够自动生成供自动驾驶系统理解、适应并做出驾驶决策

的驾驶场景和极端情况。它使小马智行能够以极高的精确度突破系统能力的界限，模拟诸如儿童突然出现、未盖井盖或前方车辆掉落碎片等关键场景。该引擎提供了一个高效且灵活的虚拟开发和测试环境，显著提高了安全指标，同时减少了测试时间和相关成本。通过使用 PonyWorld 来回答各种假设性问题，模型能够反复测试并犯错，从而在现实中找到最佳策略，确保系统的安全性、效率和舒适性。这与通过道路测试来验证各种可能性形成对比，因为即使进行广泛的路试，也可能无法涵盖所有场景。

强化学习组件随后会激活自动驾驶系统，让其从这些人工智能生成的驾驶环境和决策经验中进行学习，从而不断优化自身性能。小马智行还开发了一套全面的评估指标，用于评估自动驾驶系统在各种模拟驾驶场景中的表现。通过依据这些指标衡量自动驾驶系统的性能，能够实时进行改进，以增强自动驾驶系统的性能。

图42：小马智行世界模型运行过程



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

表26：世界模型增强强化学习、交互提示和综合指标

特点	相关说明
强化学习	强化学习通过环境交互训练人工智能体，对最优行为给予奖励，对不良行为进行惩罚。这种“从实践中学习”的方式使人工智能体能够逐步改进决策能力，直至达到最佳性能。通过引入人类指导，这一学习过程可进一步优化：领域专家直接识别理想行为，补充甚至替代标准的奖惩系统。这种方法实现了双重优势——训练期间更快收敛（即加速学习过程），同时使人工智能的行为更符合人类价值观和预期。
交互提示	交互提示作为额外的信息编码层，丰富了模型对环境的理解。这些提示封装了明确注入模型的人类知识和规则。通过对这类信息进行编码，交互提示有助于提升模型的可解释性。例如，交通规则或社会规范可编码为提示，确保模型在交互场景中遵守这些准则。这一特性增强了模型决策的透明度和可信度。
综合指标	一套全面的指标和评估标准对于从多个维度评估模型性能至关重要。综合指标使开发人员能够全面了解系统的优势和改进方向。这些指标不仅包括模型行为的准确性或有效性，还涵盖安全性、公平性和用户满意度等方面。通过多维度评估模型，开发人员可以更精准地识别优缺点，指导进一步的优化和训练。

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

● “端到端”——由先进技术驱动的闭环进化

小马智行的模型专为可解释性而设计，并由具有出色泛化能力的技术驱动。这种端到端（E2E）方法已证明其安全性能显著超越人类驾驶员，同时还降低了在新地区和城市扩展运营的成本。传统架构采用分层模式，涉及逐步的感知、预测、规划和控制——这种架构因易于实施而被许多自动驾驶公司采用。通过采用端到端技术，公司精简了自动驾驶系统的体系架构，同时提升了整体性能，使其在多样复杂的道路条件和极端天气中均能实现卓越的功能表现。

表27: 小马智行“端到端”——由先进技术驱动的闭环进化

特点	相关说明
可学习度量空间	端到端系统利用可学习度量空间，结合生成模型来模拟符合真实场景的车辆及其他道路主体的逼真行为。该系统的关键组件是判别器，其在闭环训练中通过测量损失发挥重要作用，在闭环测试中通过评估性能指标来衡量表现。通过对这些行为进行精确建模和分析，能够确保自动驾驶系统在各种驾驶条件下既真实又高效。
大语言模型知识蒸馏	通过采用智能标注和特征蒸馏技术，公司将大语言模型（LLMs）中蕴含的海量知识迁移到资源受限的车载端到端模型中。这一过程有效地将对复杂长尾场景的细致理解融入紧凑型模型，使系统能够应对多样且复杂的驾驶条件，同时在有限计算资源下保持高效性能。
自监督解释模型	小马智行的自监督解释模型利用未标注数据，通过高级表征学习对端到端模型进行训练。该表征模型通过解释端到端推理结果（如感知输出、预测结果、具体决策和详细场景描述），显著降低了对标注数据的需求。在模型的协助下，标注效率提高了三倍——人工标注员可先依靠模型对数据进行标注，随后仅需对模型标注的数据进行交叉校验。这种方法确保了全面的可解释性，为深入洞察自动驾驶系统的功能和决策过程提供了更深刻的见解。
可学习优化模型	可学习优化模型融合了基于模型的方法和基于优化的方法，将数据驱动方法的适应性与优化技术的精确性和可控性相结合。基于模型的方法利用卷积神经网络（CNN）和视觉 Transformer（ViTs）等深度学习层，而基于优化的方法则采用可学习扩展卡尔曼滤波（EKF）和神经常微分方程（NODE）等数学公式。因此，系统能够学习人类驾驶员的行为，同时确保自动驾驶车辆的输出操作遵守物理定律以实现逼真的结果。例如，可学习 EKF 专门为端到端跟踪设计，而端到端规划模型则将基于模型的成本函数与基于优化的求解器相结合。这种混合方法确保了精确性、适应性和效率，增强了自动驾驶系统的可靠性。

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

● “感知与预测”——通过提示学习的大型多模态模型实现“零关键漏检”

1) 感知：感知模块使虚拟司机能够观察并理解自动驾驶车辆周围的环境——从路面的积水到空中飞舞的塑料袋。下图展示了其感知模块如何生成自动驾驶所需的数据输出。通过融合和处理综合传感器套件收集的相关数据，公司的感知模块能够自动实现目标分割、检测、分类、跟踪和场景理解。在沙尘暴、强降雨和大雪等恶劣天气条件下，感知模块展现出优于人类驾驶员的感知能力。

为确保性能，小马智行采用混合解决方案，将最先进的深度学习技术与启发式方法相结合，以处理、优化和利用传感器收集的相关数据。为了弥合深度学习技术在模拟与现实之间的差距，公司通过将确定性数学公式和规则添加到决策层来应用启发式方法（即人类知识和常识的体现），例如，汽车通常不会跨越道路障碍物，行人的速度通常不会超过每秒 10 米等。这种混合解决方案使系统能够在密集和复杂的环境中实现准确的检测、分类和跟踪。

图43: 感知模块生成数据过程

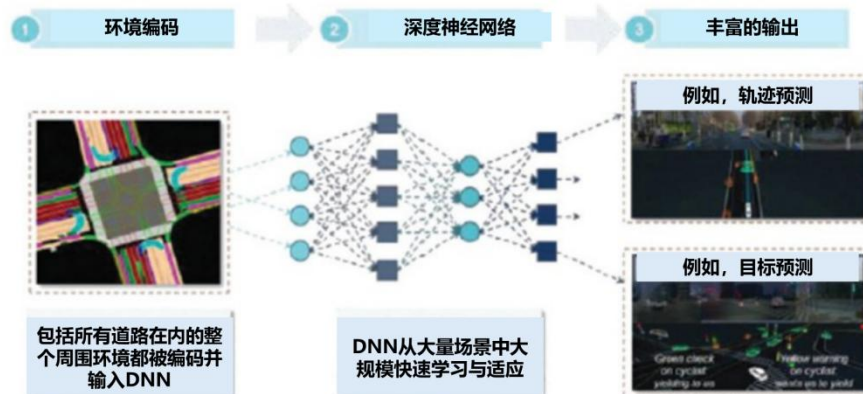


资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

3) 预测：预测模块基于多项数据（包括感知模块的输出、原始传感器数据以及类似道路主体的历史决策数据），预测其他车辆、行人及其他物体的移动方式和行为。通过结合深度学习和启发式算法实现快速学习与适应，预测模块为每个观测

到的道路主体生成一系列预测轨迹，并为每条轨迹分配发生概率。这些预测结果随后被其他模块（如“规划与控制”模型）用于支持路线选择和动作执行的决策过程。

图44：预测模块如何预测其他道路使用者的轨迹



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

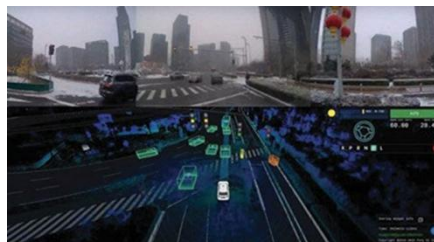
基于提示学习的大型多模态模型：公司设计并训练感知和预测模块，使其能够实现“零关键漏检”，即它们能够准确检测和分类道路上的所有物体，并预见所有潜在的物体轨迹。此外，感知和预测模块均采用大型 Transformer 框架，该框架具有多模态、多任务和提示调优能力，确保系统高度可靠、准确且低延迟。借助提示学习技术，感知模块集成了来自点云、图像和电磁响应等多种模态的输入，以通过单一模型准确检测各种不同类型的物体。与传统的多任务学习技术相比，这种方法显著降低了延迟，同时提高了感知精度。**公司的预测模块采用多模态深度学习模型，融合了感知观测和人类常识信息**，这些常识由从交通规则中提取的知识图谱和人工设计的提示来体现。Transformer 结构捕捉不同模态之间的关联。为解决激进驾驶或不稳定驾驶行为等极端情况，除了大规模的日常驾驶记录数据集外，公司还为每种情况添加了额外的可学习且专门设计的提示，这种方法确保其预测模块能够高效应对意外行为。

● “规划与控制”——通过博弈论与基于学习的规划确保安全性

小马智行的规划与控制模块旨在基于感知和预测模块的输入，规划并执行安全、舒适且高效的道路驾驶动作。利用强大的人工智能能力构建了一个稳健的规划与控制模块，使其能够在复杂的道路布局中平稳导航——从街道小巷到繁忙的八车道十字路口，同时应对其他道路主体的异常行为或突发事件。重要的是，其数据驱动型规划与控制模块不仅能根据周围环境和附近道路主体的行为引导车辆移动，还能选择最佳路线、实现平稳加减速和适时变道，共同打造安全、舒适、高效的自动驾驶体验。这通过博弈论和条件预测分析概率性预测结果实现，确保在每种预测情况下做出最佳驾驶决策，同时始终为最坏情况做好准备。

博弈论被用于对车辆与行人、骑行者等其他道路主体之间的交互进行建模和分析，旨在创建更安全、更高效的交通系统。例如，当自动驾驶车辆与一辆人类驾驶的汽车同时接近路口时，博弈论可帮助确定车辆的最优决策。这一决策会影响系统的整体结果，而博弈论能够识别出最佳的行为组合，以最大限度地减少冲突、提高安全性并增强效率。在高峰时段、拥堵路段以及应对潜在的不稳定驾驶行为时，使用博弈论可使安全性提升一个数量级。

图45: 应用博弈论的示例



示例 1: 混乱路口的无保护左转



示例 2: 穿行行人与骑行者密集的繁忙车流



示例 3: 雪天行人横穿交互场景



示例 4: 大型施工区域车辆汇入场景

资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

产品端: 研发一代, 量产一代, 车规级智驾方案为车辆行驶安全提供多重备份

● 强研发, 用于人工智能、算法以及软硬件组件

小马智行注重研发投入。2022-2024 年, 公司研发费用中员工薪酬分别占 70.8%、61.6%和 76.9%, 研发费用率分别 226%、236%、320%。公司在人才招聘和留用方面投入巨大, 尤其是在机器学习、软件算法和车辆工程方面拥有专业知识和丰富经验的工程师和科学家。公司投入了大量时间和精力用于自主研发人工智能、算法以及软硬件组件, 以不断提升虚拟驾驶员的能力, 并巩固我们在市场上的技术领先地位。截至 2024 年 12 月 31 日, 公司拥有 661 名工程师、研究人员和科学家, 他们的专长涵盖车辆工程、工业设计、人工智能与机器学习以及数据分析等多个领域。公司的研发团队负责自动驾驶技术的设计、开发和测试工作。我们在多地设立研发机构, 得以基于多样化的道路和天气条件开发、测试并完善自动驾驶技术, 从而打造出更可靠、更具适应性和可扩展性的自动驾驶解决方案。

表28: 小马智行研发投入情况

	2022	2023	2024H1	2024
营收 (亿美元)	0.68	0.72	0.25	0.75
研发人员人数 (人)	422	—	601	700
研发人员数量在总人数占比	42.0%	—	55.2%	48.0%
研发费用 (亿美元)	1.5	1.2	0.6	2.4
研发人员薪酬占研发费用比例	70.8%	61.6%	—	76.9%
研发人员薪酬 (亿美元)	1.1	0.8	—	1.8
研发人员人均薪酬 (万美元/人)	25.8	—	—	26.4
研发费用率	225.9%	170.4%	236.0%	320.3%

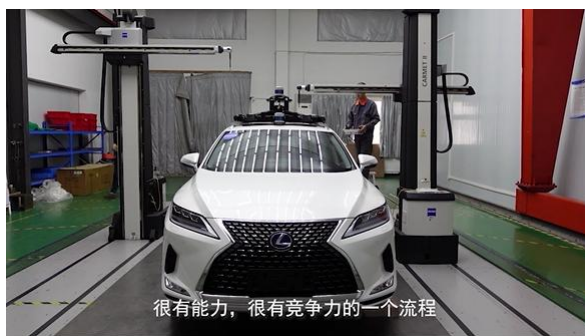
资料来源: 公司公告, 公司招股说明书, 国信证券经济研究所整理

● 标准化生产工艺、规模化量产能力、车辆集成能力

标准化生产工艺，打造真正面向商业需求的可量产的智能汽车。2020年11月，公司建立起自动驾驶软硬件系统的标准化生产流程，并推最新一代系统的生产线，效率较上一代翻了6倍。通过打通供应链、24项硬件模块的自研生产、汽车改制总装、质检、下线标定、路测等环节，这套生产流程能提升产品一致性，带动产业集群，是自动驾驶量产的关键。为了打造真正面向商业需求的智能汽车，小马智行梳理自动驾驶研发痛点，独立设计并研发了24项核心硬件模块，深耕技术，在性能提升和成本控制上取得多个突破，包括充分适配自动驾驶功能的计算平台、信号灯识别摄像头等。

在规模化生产的基础上，小马智行软件研发团队同步推进技术深化项目，以安全性和技术表现为核心，打造一套精细、严苛的技术指标，数据驱动技术迭代，提升复杂场景的稳定应对能力，优化乘坐体验，为自动驾驶汽车投入规模化运营夯实基础。**1) 成功的自动驾驶技术部署和规模化应用依赖于整套完整的配套软件基础设施**，从实时车载操作系统和监控系统到离线模拟和机器学习训练，从数据采集和记录系统到离线数据分析和挖掘，公司构建了一整套能力，推动了软件和硬件开发各方面的快速迭代、高质量系统的可扩展开发以及高效测试。**2) 为了确保自动驾驶的安全可靠，公司所有的感知、预测以及规划和控制模块都经过专门设计，以应对复杂的极端情况**，这需要一种特殊的数据挖掘机制，从自动驾驶汽车每天收集的海量道路测试数据中挖掘出这些极端情况。因此，公司特意设计了数据挖掘系统，能够自动识别出那些需要改进算法和模块的极端情况，这些极端情况将被记录下来，并添加到训练数据和模拟系统中。**3) 公司车载监控系统负责安排、运行和监控公司虚拟驾驶员的所有底层软件模块**，它实现了统一的应用程序编程接口，以实现模块间无缝通信，从而保持从上游传感器到下游规划和控制模块的稳定数据流，确保公司虚拟驾驶员的安全性和性能。

图46: 小马智行标准化生产



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

图47: 小马智行自动驾驶车队批量落地



资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理

从乘用车到长途货运卡车，公司的技术已成功应用到不同车型中，这离不开公司在系统与车辆平台结合的成熟经验。通过自研的软硬件工具链和一系列诊断及预后管理，我们实时检测监测软硬件系统和车辆平台的情况，保障系统的安全运行。基础结构——快速迭代、可扩展部署和高效测试的基础。

图48: 小马智行车辆集成能力



资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

公司的自动驾驶解决方案已全面做好大规模量产的准备。公司已将技术开发到所有硬件均符合全面的汽车级标准，从而能够实现无缝的生产规模扩展。此外，公司还与多家汽车制造商建立了深度合作关系，来大规模生产工作。公司大规模生产能力的优势之一在于成本大幅降低，使商业模式具有可行性，并在自动驾驶汽车市场中开启了新的商业机遇。

● 工具链、快速迭代和可追踪的指标体系来推进自动驾驶技术的发展

公司开发了一套全面、可扩展且用户友好的工具链和指标体系，以支持技术开发的各个主要阶段，确保安全可靠的同时加快迭代周期，使其能够在不到两周的时间内适应新的城市或地区并有效运行。

自动驾驶技术的发展高度依赖数据，并涉及多个阶段，例如数据分析、数据挖掘、代码开发、数据标注、模型训练、基于模拟的评估、持续集成/持续交付（CI/CD）以及功能发布。公司开发了强大的智能驾驶工具链，为工程师提供低延迟的一站式解决方案，覆盖整个自动驾驶软件开发流程。扩大自动驾驶技术的应用规模对于其成功至关重要，因为该技术必须适应不同地区的道路状况、交通规则和驾驶习惯，这又带来了另一个挑战，即自动驾驶系统必须能够识别并应对在道路上可能遇到的各种情况。凭借公司先进的工具链，公司已将进入一个新城市的时间从六个月大幅缩短至半个月。

开发一种一致且准确的自动驾驶系统性能评估方法对于确保这项技术的安全可靠部署至关重要。公司创建了一个综合的指标体系，将实际道路测试和模拟相结合，以有效评估自动驾驶系统的安全性。通过利用实际道路测试和模拟各自的优势，公司能够在各种场景下评估系统的性能，这些场景在实际道路上可能难以重现。公司的指标系统具有高度的敏感性，能够可靠地检测出系统性能的任何细微退化。这对于保障乘客和其他道路使用者的安全至关重要。此外，公司还建立了一个持续监测和改进系统安全性能的流程，包括定期更新和改进系统的软件和硬件，以及持续进行测试和评估，以确保系统长期保持安全和有效。

图49：小马智行苍穹数据闭环工具链

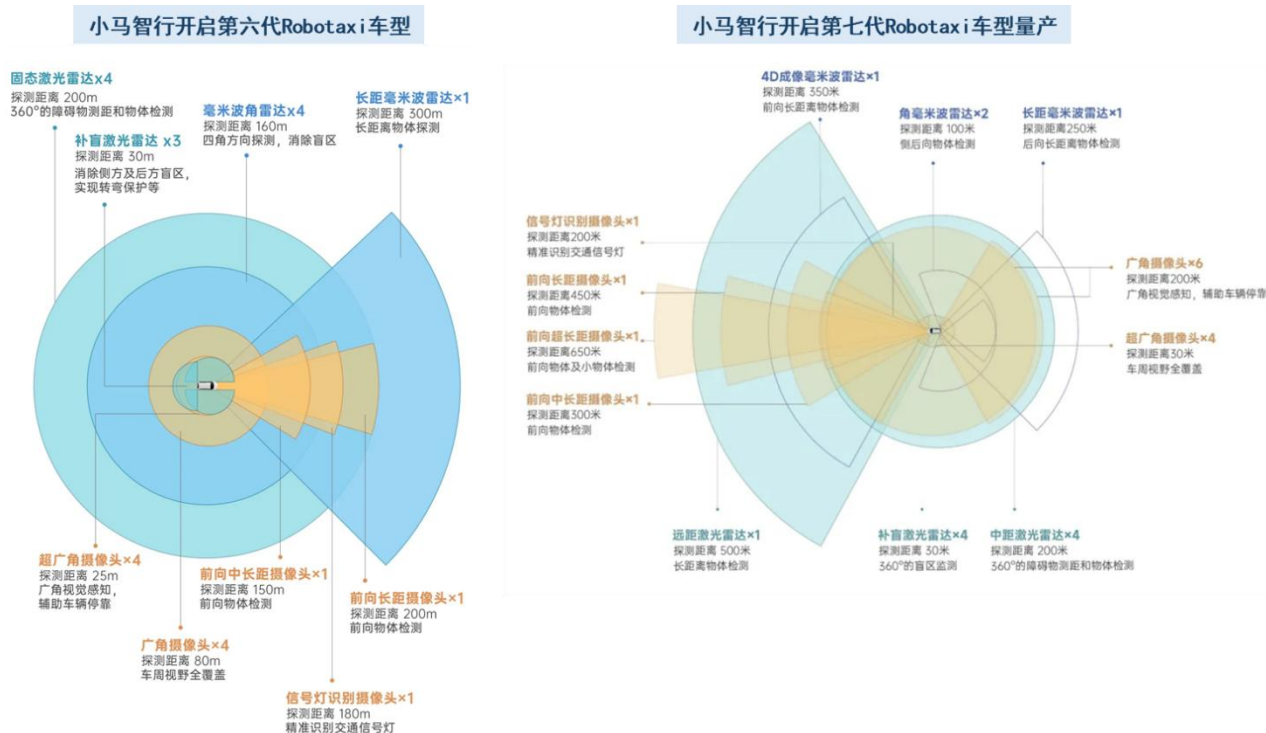


资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理

● 车规级智驾方案为车辆行驶安全提供多重备份

感知层，公司采用多传感器（摄像头+激光雷达+毫米波雷达等）融合方案。公司是开发出配备车规级、前装传感器和零部件（包括激光雷达和 SoC 芯片）且无缝集成的自动驾驶汽车公司。通过采用车规级零部件，公司成本大幅降低。公司采用多传感器融合方案，包括激光雷达、高分辨率摄像头以及毫米波雷达，以准确、精确地感知和理解自动驾驶汽车周围的环境。小马智行第六代 Robotaxi 车型搭载了 7 个激光雷达、11 个高分辨率摄像头和 3 个毫米波雷达；第七代 Robotaxi 车型搭载六类量产传感器，包括 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，实现车周 360° 无盲区、650 米范围内的物体和环境检测。通过同步来自传感器的输入，公司有效地平衡了不同传感器的固有优势和劣势，从而提高了对车辆周围环境轮廓描绘的精度。此外，公司还整合了来自同一类型多个传感器的信息，利用部分重叠的视野，生成更准确、更可靠的周围环境表示。通过无缝整合冗余传感器覆盖范围和智能软件模块，公司的虚拟驾驶员能够在各种复杂天气条件下始终感知周围环境和物体，从而实现更安全、更可靠的自动驾驶解决方案。

图50: 小马智行第六代和第七代 Robotaxi 车型的传感器配置



资料来源: 公司官微, 国信证券经济研究所整理

决策层, 公司的计算系统负责处理从传感器收集的数据, 并实时运行公司的专有算法, 以使车辆能够自动驾驶。在设计和配置计算系统时, 公司注重性能、可靠性和资源效率, 计算系统的每个部分都经过了明确规定的合规性测试。公司第六代和第七代车型的新自动驾驶计算单元基于 NVIDIA DRIVE Orin 构建, 这是一款专为自动驾驶汽车打造的汽车级处理器, 具有高性能和可扩展的计算能力。

表29: 小马智行 Robotaxi 传感器和域控制器配置方案

智能驾驶零部件	功能
激光雷达	激光雷达利用激光束精确探测我们自动驾驶汽车周围的物体, 这使得其在各种光照条件下都能实现高分辨率测距。公司当前 Robotaxi 部署了 7 或 9 个激光雷达, 它们能够在各种环境和昼夜不同的光照条件下, 生成周围环境 (包括车辆、交通信号灯和行人) 的精确实时三维图像。
摄像头	通过在自动驾驶汽车上安装 11 或 14 个高分辨率摄像头, 全方位覆盖, 车辆能够实现 360 度无死角的周边环境感知, 从而更全面地了解其周围的交通状况。此外, 在公司最新的全栈式虚拟驾驶员系统中, 公司安装了专为自动驾驶车队需求设计的内部摄像头。例如, 定制的车用级摄像头显著提高了图像质量, 增强了传感器数据输入, 以确保自动驾驶解决方案的安全性、可靠性和最佳性能。
毫米波雷达	雷达发射无线电波, 能够实时探测物体, 并测量其与小马车辆的距离和速度。与激光雷达和摄像头相比, 毫米波雷达在雨、雪、雾等恶劣天气条件下表现最佳。公司的第六代自动驾驶汽车在车头、车尾和左前角分别配备了三个长距离雷达。在与丰田共同开发的 S-AM (赛那 Autono-MaaS) 自动驾驶汽车上, 公司进一步将雷达套件升级为 4D 雷达, 其感知能力更强、精度更高、物体识别更优、实时适应性更强且更可靠。
全球导航卫星系统 (GNSS) / 惯性测量单元 (IMU)	除了感知传感器之外, 公司驾驶系统还使用了另外两种传感器, 即高精度全球导航卫星系统 (GNSS) 和惯性测量单元 (IMU), 这些传感器与高精度地图和定位模块协同工作, 以确保自动驾驶汽车的精确定位。
自动驾驶计算单元 (ADCU)	公司自主开发的自动驾驶计算单元 (ADCU) 是一款完全符合车规级标准的计算平台, 公司对内存系统、数据管道和时间同步拓扑进行了定制, 以确保最大限度地发挥所有处理器的能力。此外, 公司自主开发的 ADCU 可以进行微调, 以平衡性能和资源消耗, 使其成为更可持续和更具成本效益的解决方案。而且, 随着新技术的出现, ADCU 更容易适应和升级, 从而实现更大的灵活性和可扩展性。从工业级到汽车级计算平台的这一转变, 使公司能够部署和扩展更安全、更高效且更具成本效益的自动驾驶车队。

资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

小马智行通过车规级智驾方案 (安全冗余) + 远程协助, 为车辆行驶安全提供多重备份。

➤ 智驾方案安全冗余

公司强大的车辆工程将虚拟驾驶员的每一个部分整合在一起，从强大的自动驾驶软件到从商业伙伴处采购的最优质硬件，通过在各种车辆平台上无缝集成这些智能驾驶组件，公司设计的自动驾驶汽车能提供最安全、最平稳的乘客体验。

1) 公司的第六代 Robotaxi 采用了冗余车辆平台，车辆平台配备了冗余传感器、计算系统、电源和执行器，从而避免了单点故障。例如，在计算系统中，不同的处理器相互交叉检查，并作为彼此的备用系统，如果 GPU 上运行的某些算法出现错误，还可以回退到 CPU 上运行；另一个例子是，如果主电源系统出现故障，备用电源系统将无缝接替，确保计算系统持续供电，从而使我们的虚拟驾驶员整体能够继续运行。2) 公司的第七代 Robotaxi 在系统设计上具备多层冗余，并拥有行业领先的远程协助功能。公司设计的第七代自动驾驶汽车通过增强的人机交互系统和高效的行程规划，为乘客提供更顺畅的出行体验。

➤ 远程协助系统

公司拥有一套经济高效且可扩展的远程协助系统（RA 系统），以确保自动驾驶汽车能够轻松应对意外情况。与不时接管车辆控制权的远程安全驾驶员不同，公司的远程协助操作员仅负责监控车辆并提供驾驶指导，而不会直接控制车辆。公司的虚拟驾驶员自主处理所有驾驶决策，从感知周围环境到执行诸如加速、制动和变道等操作，它在极少数人工干预的情况下安全高效地运行，这主要得益于在 PonyWorld 生成的各种场景和极端情况下的严格训练。这种对车辆远程控制的减少也降低了潜在网络入侵的风险，从而极大地提高了公司自动驾驶系统的整体安全性。公司的远程协助操作员仅在极端情况下进行干预，比如临时道路封闭或严重拥堵，他们会根据实时数据为车辆提供驾驶指导，包括重新规划路线或靠边停车。借助多屏工作站，每位远程协助操作员能够同时监控一支自动驾驶车队，这大大降低了公司车队管理的人力和运营成本。

图51：小马智行智驾方案安全冗余

- ✓ 公司确保自动驾驶汽车可靠且安全运行的方法包括三层冗余机制，分别是（一）正常运行模式，（二）降级安全模式，以及（三）最小风险条件模式。
- ✓ 降级模式和最小风险条件模式在物理上独立的冗余平台上运行，这些平台包含冗余传感器和计算设备。在正常运行期间出现故障时，公司会检测到这些故障，并将系统切换到降级安全模式，使车辆能够行驶到安全地点。如果出现降级安全模式无法解决的关键故障，将触发最小风险条件模式，使车辆至少能在车道内安全停车，避免碰撞。

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

图52：小马智行远程协助系统



资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理

图53: 小马智行全方位安全保障

为了保证自动驾驶运行安全性，小马智行的自动驾驶车辆基于ISO 26262全正向安全设计要求，拥有全面功能安全和冗余保障。我们为安全性设置的底线是，当自动驾驶系统及车辆出现单点失效时，可以持续安全行驶及运营；出现双点失效，可以完成安全停车。

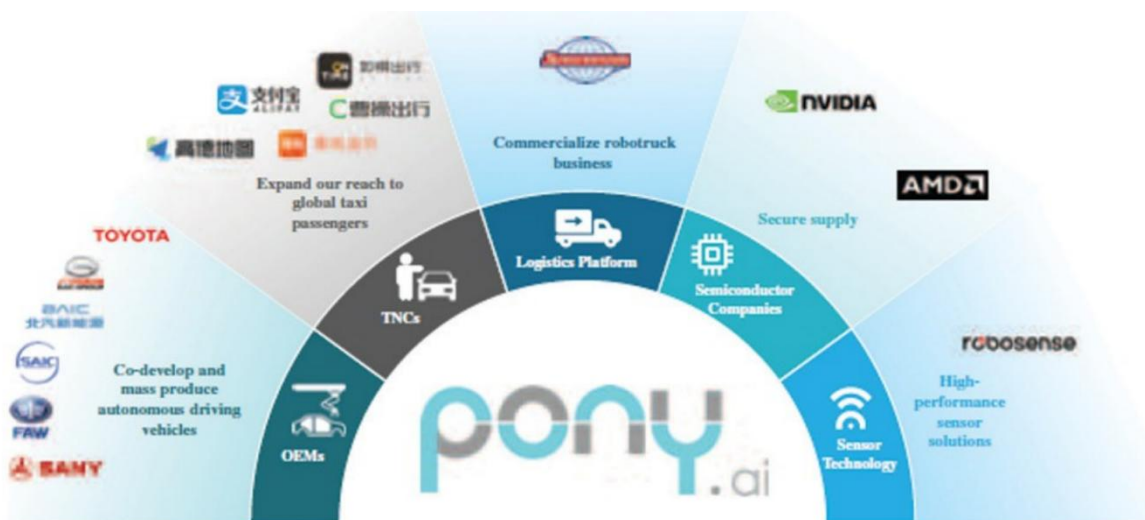


资料来源：公司官网，国信证券经济研究所整理

客户端：小马智行生态合作伙伴多元优质

小马智行围绕其核心技术，构建了一个蓬勃发展的行业与技术合作伙伴生态体系，涵盖汽车制造商（OEMs）、出行服务平台（TNCs）、物流平台、半导体芯片供应商、传感器供应商及其他类型的行业利益相关方。这些战略合作伙伴关系使公司能够持续精进前沿自动驾驶软件与技术的开发能力，同时有效借助合作伙伴的制造能力、产品研发资源、客户网络及服务专长，推动技术在全球范围内的规模化落地与商业化变现。

图54: 小马智行生态合作伙伴



资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

1) Robotaxi 自动驾驶出行服务：公司与丰田、北汽、广汽和上汽等领先原始设备制造商（OEM）建立了战略性深度合作，共同开发并大规模生产自动驾驶车辆。2025 年 4 月，小马智行在上海车展发布了第七代 Robotaxi，小马智行搭载第七代自动驾驶系统方案的 Robotaxi 车型拥有 100% 车规级零部件、自动驾驶套件总成本较前代下降 70%、平台化适配设计的三大亮点，并成为全球首个基于车规级芯片实现 L4 级全场景无人驾驶能力的系统方案，预计于 2025 年量产。此外，公司还与支付宝、高德地图和如祺出行等领先出行网络公司（TNC）建立了合作伙伴关系，以扩展 Robotaxi 服务并增加乘客覆盖范围。通过 2022 年 4 月对如祺出行的战略投资，如祺出行已在其移动应用程序中部署了 50 辆集成小马智行“虚拟司机”技术的车辆，在中国广州和深圳提供面向公众的付费 Robotaxi 服务。

2) Robotruck 自动驾驶卡车服务：公司与中国领先的卡车制造商三一重工建立了战略合作伙伴关系，共同开发基于小马智行技术的智能卡车；并与中国物流与采购联合会（CIFA）认定的中国最大货运物流公司中外运合作，在中外运现有的部分物流网络中共同部署 L2++ 级智能卡车和 L4 级自动驾驶卡车。“虚拟驾驶员”技术结合卡车 OEM 的制造和售后能力以及物流平台的需求和基础设施，使得公司能够在中国庞大的卡车运输市场中抓住机遇。

3) 技术授权与应用：小马智行与美团、新石器和菜鸟等物流客户在硬件组件方面开展了联合开发合作，并与英伟达建立了合作关系。与顶级硬件组件公司的深度合作使公司能够定制设计以实现高性能和成本效益，并在供应紧张期间确保供应链安全。

表30：小马智行与产业链部分公司合作情况

合作方	合作领域	合作类型	合作日期	合作内容
广汽集团	Robotaxi	战略合作	2018 年 2 月	双方将在自动驾驶技术、无人驾驶示范运营、移动出行、资本领域开展合作，共同致力于无人驾驶的研发、测试、制造等领域的发展。
丰田	Robotaxi	技术合作	2019 年 8 月	双方将共同探索自动驾驶的进一步落地，在自动驾驶技术和未来出行领域强强联合，打造能真正造福每个人的产品和服务。
现代汽车集团	Robotaxi	达成合作	2019 年 10 月	在美国加利福尼亚州推出自动驾驶出行服务 BotRide。
博世	Robotaxi	达成合作	2020 年 8 月	以加州湾区起点，双方将通过优化车队的前期准备环节及运营效率，携手打造出一支拥有最长运行时间并支持跨车辆平台的自动驾驶车队。
中国一汽	Robotaxi	深度合作	2020 年 10 月	双方将充分发挥各自在整车设计及制造、智能网联、自动驾驶、移动出行等领域的技术及产品优势，融合先进的自动驾驶系统与先进的整车平台，共同探索 L4 级自动驾驶系统的前装量产及商业运营模式。逐步深化双方的合作关系，联合加速推动自动驾驶技术的研发和落地。
采埃孚	Robotaxi	战略合作	2021 年 4 月	双方将建立战略合作伙伴关系，利用各自的资源和技术优势进行有效合作，共同致力于为自动驾驶市场提供全面、系统、可靠的解决方案和物流运输服务。
如祺出行	Robotaxi	达成合作	2021 年 11 月	双方将基于各自在自动驾驶及共享出行领域的优势，共同推动自动驾驶技术商业化落地。
一汽（南京）	Robotaxi	战略合作	2021 年 12 月	深度整合双方在 L4 级自动驾驶技术研发、整车研发制造等领域的资源及优势，加速自动驾驶出行服务（Robotaxi）的大规模应用，共同打造安全、可靠、高效、便利的出行方式。
中国外运	Robotruck	成立合资公司	2021 年 12 月	共同打造以自动驾驶技术为核心的高质量智慧物流运力平台。双方将深度合作，共同探索自动驾驶卡车规模化商业落地地的全新模式。
四维图新	ADAS	战略合作	2022 年 3 月	双方将结合各自的技术优势，合力打造智能驾驶软硬件解决方案，并在高精度地图及定位等领域进行全面合作，加速相关产品的落地，助力自动驾驶前沿技术的探索和创新。
三一重卡	Robotruck	成立合资公司	2022 年 7 月	双方将成立合资公司，开展 L4 自动驾驶重卡产品的研发、生产与销售，共同打造高端自动驾驶重卡品牌
曹操出行	Robotaxi	达成合作	2022 年 8 月	整合双方优势资源，将小马智行自动驾驶出行服务引入更大规模出行平台，推动 Robotaxi 在城市出行场景的规模化落地应用。
速腾聚创	Robotaxi	战略合作	2022 年 10 月	双方将在自动驾驶和智慧交通领域开展全业务链的深入合作，推动自动驾驶技术方案的落地和规模化应用。
地平线	ADAS	战略合作	2023 年 1 月	基于自研行泊一体智驾算法及地平线征程系列车载智能芯片，小马智行将打造兼具高性能与高性价比的量产级智能驾驶解决方案，推动自动驾驶技术成果的大规模前装应用，助力汽车产业智能化升级。
新石器	自动配送车	战略合作	2023 年 3 月	小马智行将和新石器无人车联合定制研发车规级自动驾驶域控制器，由 NVIDIA

				DRIVE 赋能，助力新石器无人配送业务实现更大规模商业化落地。
美团	自动配送车	战略合作	2023 年 3 月	共同推动自动驾驶技术在配送领域的商业化落地应用，小马智行将为美团自动配送业务量身打造车规级自动驾驶域控制器，助力美团自动配送业务快速规模化落地。
锦江出租	Robotaxi	达成合作	2023 年 5 月	在沪首次共同探索利用自动驾驶技术赋能传统巡游出租车的新模式，为传统交通行业创新发展提供有益的尝试
丰田	Robotaxi	成立合资公司	2023 年 8 月	小马智行与丰田中国、广汽丰田举办签约仪式，三方宣布共同设立合资公司，以支持未来 Robotaxi 前装量产和规模化部署。
阿布扎比投资局	产业集群	达成合作	2023 年 10 月	宣布加入在马斯达尔城建设的阿布扎比智能驾驶汽车产业集群（SAVI）。
GemVaxLink	Robotaxi	成立合资公司	2024 年 3 月	通过深度整合双方资源及技术优势，面向韩国市场打造领先的自动驾驶出行技术与服务。
卢森堡大公国政府	Robotaxi	签署自动驾驶合作谅解备忘录	2024 年 3 月	促进自动驾驶汽车及技术在卢森堡的发展。
康福德高集团	Robotaxi	签署合作备忘录	2024 年 7 月	双方宣布建立战略合作伙伴关系，以共同推动自动驾驶出租车的大规模商业运营。
北汽新能源	Robotaxi	达成合作	2024 年 11 月	双方以全无人商业化能力的 Robotaxi 量产车型为目标，共同推进 Robotaxi 大规模落地。
广汽埃安	Robotaxi	战略合作	2024 年 12 月	双方将进一步合作打造具备商业运营竞争力的 Robotaxi 规模化量产车型，共同推动全无人 Robotaxi 量产商业化落地。
中国外运	Robotruck	深化战略合作	2025 年 1 月	深度构建自动驾驶卡车规模化商业落地新模式，为双方合资公司青雅物流未来发展指明方向。
腾讯云	Robotaxi	战略合作	2025 年 4 月	双方将通过云服务、地图数据、信息安全、智能座舱生态等领域的技术合作，拓展 Robotaxi 在车端及用户端的产品形态和业务场景，为 L4 级自动驾驶产品的商业化落地提速。腾讯云与小马智行将探索在微信端内的“出行服务”入口及腾讯地图等应用内，打通小马智行 Robotaxi 服务。
Uber	Robotaxi	战略合作	2025 年 5 月	小马智行 Robotaxi 服务和车队将在今年下半年接入 Uber 平台，共同加速自动驾驶技术商业化落地。双方合作将于今年在中东市场率先启动，未来计划逐步扩展至更多国际市场。服务上线后，乘客在 Uber App 上预约打车行程时，可选择由小马智行 Robotaxi 车辆提供服务。
迪拜道路管理局（RTA）	Robotaxi	战略合作	2025 年 5 月	5 月 27 日，小马智行宣布与迪拜道路管理局（RTA）日前达成战略合作，将在当地落地 Robotaxi 车队。此次合作标志着小马智行全球化战略布局取得新突破，其自动驾驶解决方案经过中国一线城市复杂场景验证，将在迪拜这一国际都市实现战略延伸和快速落地。根据规划，此次合作将分阶段实施：2025 年启动测试运营，2026 年推进全无人商业化运营，并实现与迪拜当地地铁、有轨电车以及海上航线等多元交通网络的无缝衔接。
广州公交集团	Robotaxi	战略合作	2025 年 5 月	5 月 28 日，小马智行与广州市公共交通集团有限公司签署战略合作框架协议。根据协议内容，双方将利用各自优势，在自动驾驶汽车和出行平台业务、自动驾驶汽车后服务市场业务、自动驾驶物流运营服务等领域展开合作。
深圳西湖集团	Robotaxi	战略合作	2025 年 6 月	6 月 1 日，小马智行与深圳西湖集团宣布达成战略合作，计划将在深圳合作打造自动驾驶出行服务车队，共同推动传统出租车行业“电动化到智能化”转型升级。根据协议，这批 L4 级别自动驾驶车队将采用搭载小马智行第七代自动驾驶软硬件系统的量产车型。同时，双方计划携手在深圳逐步落地千台级以上规模的车辆，加速传统出租车行业实现数字化、智能化升级。

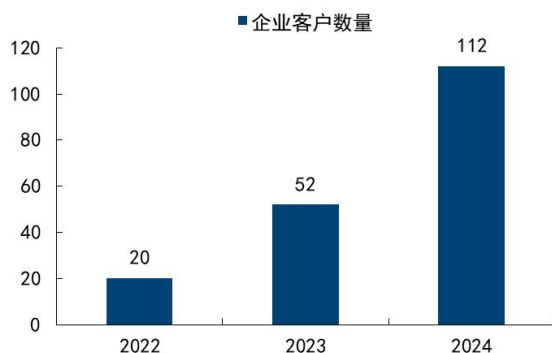
资料来源：公司官微，国信证券经济研究所整理

在当前商业化阶段，小马智行的客户主要包括：1）自动驾驶出行服务领域的整车制造商（OEM）和出行平台公司（TNC）；2）自动驾驶卡车服务领域的整车制造商和物流平台；3）技术授权与应用业务的传感器及硬件组件供应商和其他行业参与者。此外，少量客户还包括通过 PonyPilot 移动应用使用自动驾驶出租车服务的个人乘客。

除自动驾驶出行服务的个人客户外，2022 年-2024 年，小马智行分别拥有 20 家、52 家和 112 家企业客户，这些客户包括中国本土企业以及在自动驾驶价值链各环节（包括整车制造、物流、自动驾驶软件和硬件设计与制造）运营的不同规模的跨国企业。

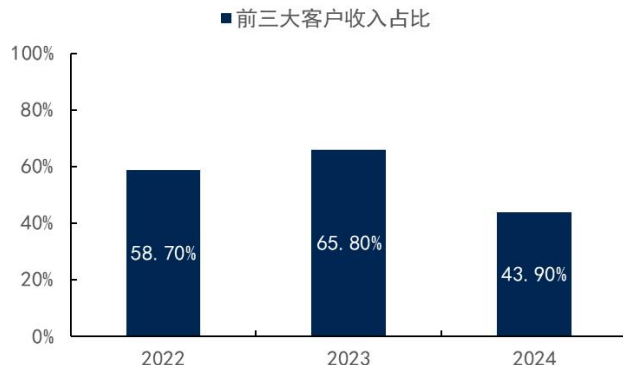
从客户结构看，2022-2024 年，公司前三大客户合计占收入的比例分别为 58.7%、65.8% 和 43.9%。这些客户主要来自：1）工程解决方案服务客户；2）自动驾驶卡车车队提供的运输服务客户；3）技术授权与应用业务客户。

图55: 小马智行企业客户数量 (家)



资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

图56: 小马智行前三大客户收入占比



资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

商业模式端: 多方合作构建生态闭环, 车队规模铺开有望加速盈利

我们认为, 在自动驾驶 L4 市场, 小马智能凭借掌握自动驾驶核心技术、标准化车型生产工艺、规模化车队放量、丰富合作伙伴等优势, 实现从研发-车型量产 (和 OEM 合作采购车型)-车型运营 (和打车平台合作获取丰富流量) 生态闭环。

拆解 Robotaxi 全生命周期运营总成本后发现, Robotaxi 单车成本存在下探空间, 叠加车队规模铺开运营收入的增长, 有望加速以小马智行为代表的头部 L4 公司实现盈利。

1) Robotaxi 全生命周期成本主要包括整车制造成本 (包括自动驾驶模块、整车其他模块)、安全运营成本 (包括安全员成本、远程监控平台成本等)、运力运营成本 (包括维护成本、充电成本、保险成本等)。

图57: Robotaxi 单车全生命周期运营总成本组成



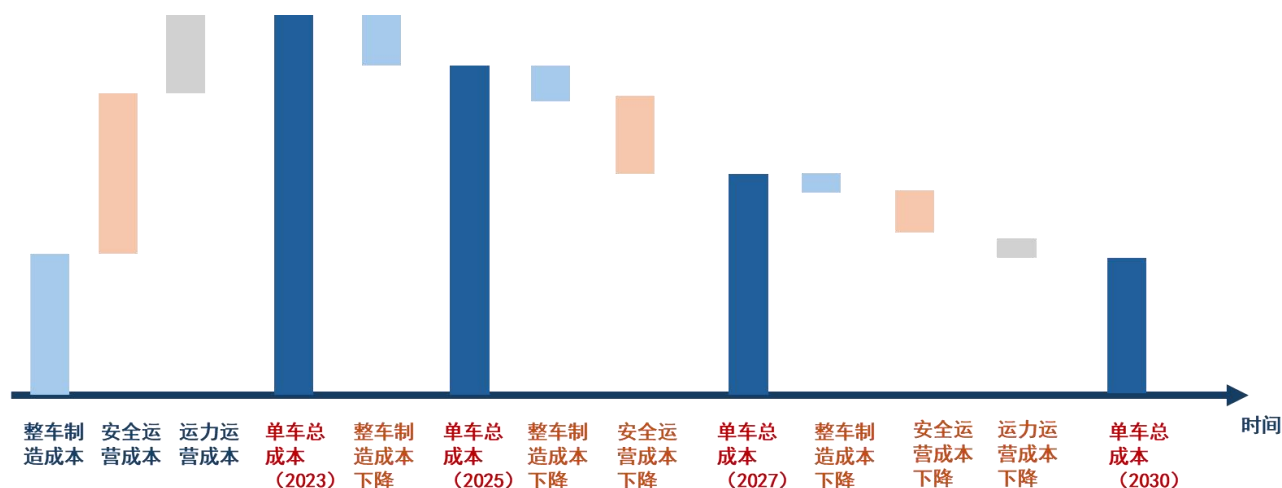
资料来源: 罗兰贝格, 国信证券经济研究所整理

2) Robotaxi 单车成本存在下探空间:

2023-2025 年, Robotaxi 前装车型放量, 推动整车制造成本降低, 随着 L2+级别自动驾驶的加速渗透应用, 高级别自动驾驶方案的核心部件广泛量产与应用也将

促进供应链完善，推动 L3 级别自动驾驶车型研发加速进入降本通道。
展望未来，一方面，伴随核心硬件供应链成熟，叠加安全员逐步由车上专为远程安全员、且人车比持续下降，安全运维成本有望降低，此外售后成本的优化涉及到规模提升、配件供应链成熟、服务效率等因素，也存在下降空间，多方因素下单车成本仍有下探空间。

图58: 中国 Robotaxi. 单车全生命周期运营总成本下降路径图



资料来源：罗兰贝格，国信证券经济研究所整理

盈利预测

假设前提

公司业务包含 Robotaxi 自动驾驶出行服务、Robotruck 自动驾驶卡车服务、授权与应用。

1) Robotaxi 自动驾驶出行服务：小马智行主要通过为领先的汽车制造商和网约车公司提供全面的自动驾驶工程解决方案和向乘坐公司自动驾驶出租车的乘客收取乘车费用这两种方式获取 Robotaxi 自动驾驶出行服务收入但这种方式所占比例较小。2024 年公司 Robotaxi 自动驾驶出行服务实现收入 727 万美元，同比减少 5.3%。未来三年，小马智行在北京、上海、广州和深圳这四个一线城市提供收费的自动驾驶出租车服务，并计划未来通过自有车队和/或第三方车队公司运营的车队在中国更广泛的地区推出此类服务。随着小马智行自动驾驶出租车服务的商业部署加速，预计未来 Robotaxi 自动驾驶出行服务收入将持续增长，预计 2025-2027 年 Robotaxi 自动驾驶出行服务营收增速分别为 60%/100%/350%。

2) Robotruck 自动驾驶卡车服务：公司主要通过以下两种方式获取 Robotruck 自动驾驶卡车服务：（a）使用自动驾驶卡车车队为物流平台提供付费运输服务来获取自动驾驶卡车业务收入。公司根据具体的运输路线按里程向其收取服务费，或者按吨位收取。随着公司自动驾驶卡车车队规模的不断扩大，预计此类收入在未来不久将会增长；（b）目前，公司还通过向卡车原始设备制造商（OEM）提供公司的全栈虚拟驾驶员技术来获取部分机器人卡车的收入，这些制造商将公司的技术集成到其车辆平台中以实现自动驾驶功能。2024 年公司 Robotruck 自动驾驶卡车服务实现收入 4037 万美元，同比增长 61.3%。考虑到公司客户结构调整，2025 年预计 Robotruck 收入同比持平微降。2026-2027 年，随着虚拟司机的客户群不断扩大，公司 Robotruck 业务有望持续增长，综合我们预计 2025-2027 年 Robotruck 自动驾驶卡车服务营收增速分别为-8%/2%/30%。

3) 授权与应用：公司授权与应用主要包含智能驾驶解决方案、增值服务及车联网（V2X）产品和服务收入，预计 2025-2027 年营收增速分别为 15%/0%/30%。

毛利率方面，考虑到公司产品结构变化、规模效应等因素，预计 2025-2027 年公司毛利率分别为 16%/22%/27%。

费用率方面，随着公司 Robotaxi 和 Robotruck 业务不断放量，收入快速增长将带来规模效应，考虑到公司研发效能提升，研发费用整体可控，预计研发费用增速将低于收入增速，研发费用率有望持续下降。预计公司 2025-2027 年销售、行政及一般费用率分别为 64.8%/56.7%/27.2%，研发费用率分别为 249.2%/218.1%/104.7%。

表31：公司营业收入、毛利预测（百万元）/中性假设

	2022	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业总收入	68.4	71.9	75.0	80.3	92.6	194.8
同比增速	742.5%	5.1%	4.3%	7.0%	15.4%	110.3%
毛利率	46.9%	23.5%	15.2%	16.0%	22.0%	27.0%
营业收入拆分——						
1) Robotaxi 自动驾驶出行服务						
收入	9.0	7.7	7.3	11.6	23.3	104.6
同比增速	298800.0%	-14.4%	-5.3%	60.0%	100.0%	350.0%
2) Robotruck 自动驾驶卡车服务						
收入	22.4	25.0	40.4	37.1	37.9	49.2

同比增速	26849.4%	11.9%	61.3%	-8.0%	2.0%	30.0%
3) 授权与应用						
收入	37.1	39.2	27.4	31.5	31.5	41.0
同比增速	361.3%	5.8%	-30.1%	15.0%	0.0%	30.0%

资料来源: Wind, 国信证券经济研究所预测

未来 3 年业绩预测

我们预计公司 2025-2027 年营业收入分别为 0.80/0.93/1.95 亿美元, 分别同比增长 7.0%/15.4%/110.3%, 归母净利润分别为-2.27/-2.20/-1.95 亿美元, 每股收益分别为-0.64/-0.62/-0.55 美元。

表32: 未来 3 年盈利预测表(单位: 百万美元)

	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业收入(百万元)	72	75	80	93	195
(+/-%)	5.1%	4.3%	7.0%	15.4%	110.3%
归母净利润(百万元)	-125	-274	-227	-220	-195
(+/-%)	—	—	—	—	—
每股收益(元)	-0.35	-0.77	-0.64	-0.62	-0.55
EBIT Margin	-216.9%	-391.7%	-302.1%	-256.4%	-106.7%
净资产收益率(ROE)	18.4%	-28.8%	-30.6%	-42.4%	-60.3%
市盈率(PE)	-281.9	-128.3	-155.0	-159.6	-180.1
EV/EBITDA	-34.6	-17.3	-20.8	-21.3	-25.8
市净率(PB)	-51.95	36.99	47.48	67.68	108.62

资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理和预测

估值与投资建议

估值方面, 考虑到公司 2024 年暂未实现盈利, 因此我们采用 PS 估值法对公司进行估值。我们选取与公司业务重合度较高的公司特斯拉(美股 OEM 公司、积极布局 Robotaxi)、小鹏汽车(港股 OEM 公司、积极布局 Robotaxi)、文远知行(美股 Robotaxi 公司)、速腾聚创(港股激光雷达公司)、禾赛科技(美股激光雷达公司)、Mobileye(美股汽车芯片和 ADAS 解决方案公司)作为可比公司。

表33: 可比公司基本情况和财务数据

公司代码	公司名称	基本情况	财务数据
TSLA.0	特斯拉	全球领先的新能源车企, 加速开发全自动驾驶技术以提高安全性, 致力于通过电动汽车、太阳能产品以及适用于家庭和企业的综合型可再生能源解决方案, 加速世界向可持续能源的转变。2025 年 6 月 23 日凌晨, 特斯拉 Robotaxi 正式在得克萨斯奥斯汀的指定区域内接单(当地时间 6 月 22 日中午十二点), 目前按 4.2 美元(约 30 元)的每单固定价格收费。	2024 年, 公司营收 976.9 亿美元, 净利润 70.9 亿美元, 毛利率 17.9%, 净利率 7.3%。
9868.HK	小鹏汽车	中国领先的智能电动汽车公司之一。以领先的软件、数据及硬件技术为核心, 为自动驾驶、智能互连和核心汽车系统带来创新。预计 2026 年将推出 Robotaxi 车型。	2024 年, 公司营收 408.9 亿元人民币, 净利润-57.9 亿元人民币, 毛利率 14.3%, 净利率-14.2%。
WRD.0	文远知行	全球领先的 L4 自动驾驶产品和解决方案提供商, 包括在全球范围内提供商用 Robotaxi 服务。其 WeRide One 统一方法具有成本效益、适应性和可扩展性。	2024 年, 公司营收 3.61 亿元人民币, 净利润-25.2 亿元人民币, 毛利率 30.7%, 净利率-69.9%。
2498.HK	速腾聚创	速腾聚创为激光雷达及感知解决方案龙头企业, 依托硬件、芯片、AI 等技术, 为机器人提供增量零部件及解决方案。	2024 年, 公司营收 16.5 亿元人民币, 净利润-4.82 亿元人民币, 毛利率 17.2%, 净利率-29.22%。
MBLY.0	Mobileye	Mobileye Global Inc. 是高级驾驶辅助系统(“ADAS”)和自动驾驶技术和解决方案开发和部署的领导者。Mobileye Global Inc. 在 20 多年前就开创了 ADAS 技术, 并不断扩大其 ADAS 产品范围, 同时领导了自动驾驶解决方案的发展。其解决方案组合建立在一套专用软件和硬件技术之上, 旨在提供实现 ADAS 和自动驾驶未来所需的功能。	2024 年, 公司营收 119.9 亿元人民币, 净利润-224 亿元人民币, 毛利率 44.8%, 净利率-186.8%。
HSAI.0	禾赛科技	禾赛科技是激光雷达解决方案的全球领先企业, 该公司的激光雷达产品支持乘用车和商用车的广泛应用, 包括先进的驾驶员辅助系统(ADAS)和自动驾驶车队(自动驾驶)。	2024 年, 公司营收 20.77 亿元人民币, 净利润-1.02 亿元人民币, 毛利率

			42.59%，净利率-4.93%。
PONY.0	小马智行	自动驾驶大规模商业化的全球领导者。公司是中国首批获得在中国所有四个一线城市（即北京、上海、广州和深圳）运营完全无人驾驶自动驾驶出租车许可证的公司之一。	2024 年，公司营收 0.75 亿美元，净利润-2.74 亿美元，毛利率 15.2%，净利率-366.6%。

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

可比公司 2025 年估值水平 9.6 倍，考虑到小马智行：

- 1) **业绩的高增长性**：公司 Robotaxi 和 Robotruck 业务下游需求旺盛，在手订单充沛，未来业绩有望保持高增长。
 - 2) **智能驾驶业务具备较强稀缺性**，公司为 L4 自动驾驶龙头企业，行业自动驾驶稀缺标的，将持续受益于智能驾驶行业渗透率的快速提升，业绩增速快。
 - 3) **Robotaxi 和 Robotruck 业务具备较强稀缺性**，公司是中国首批在四大一线城市（即北京、上海、广州和深圳）获得全无人驾驶出租车运营牌照的企业之一，并且是唯一一家在这些城市获得所有可用及必需监管许可可以提供面向公众的无人驾驶出租车服务的自动驾驶技术公司，此外，公司还是中国首家获得跨省高速公路无人驾驶卡车编队测试监管批准的企业。在自动驾驶 L4 市场，小马智能凭借掌握自动驾驶核心技术、标准化车型生产工艺、规模化车队放量、丰富合作伙伴等优势，实现从研发-车型量产（和 OEM 合作采购车型）-车型运营（和打车平台合作获取丰富流量）实现生态闭环。截至 2025 年 4 月 10 日，我们运营的自动驾驶出租车车队规模已超过 270 辆，后续车队规模持续扩大，打开成长空间。
- 综上，我们给予公司 2025 年 65-70 倍 PS，对应公司合理估值区间 106.45-114.64 元人民币/股（14.68-15.81 美元/股），首次覆盖，给予“优于大市”评级。

表34：同类公司估值比较

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘（元人民币）	总市值	收入（亿元人民币）			PS		
			20250627	（亿元人民币）	2024	2025E	2026E	2024	2025E	2026E
TSLA.0	特斯拉	无评级	2346.1	75566.6	7081.8	7901.0	9684.0	10.67	9.56	7.80
9868.HK	小鹏汽车	优于大市	67.0	1276.4	408.7	884.5	1180.9	3.12	1.44	1.08
WRD.0	文远知行	无评级	58.2	160.3	3.6	6.1	19.8	44.41	26.24	8.11
2498.HK	速腾聚创	优于大市	30.4	147.5	16.5	24.9	36.2	8.95	5.93	4.08
MBLY.0	Mobileye	无评级	133.0	869.9	119.54	127.81	140.35	7.28	6.81	6.20
HSAI.0	禾赛科技	优于大市	159.5	209.2	20.77	31.38	43.47	10.07	6.67	4.81
平均					1275.16	1495.95	1850.79	14.08	9.44	5.35
PONY.0	小马智行	优于大市	99.0	351.8	5.4	5.8	6.7	64.69	60.47	52.39

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理及预测（注：1、特斯拉、文远知行、Mobileye 取 Wind 一致预期数据；2、汇率：1 美元≈7.2493 人民币，1 港币≈0.9326 人民币）

风险提示

估值的风险

考虑到小马智行 2024 年暂未盈利，我们采取相对估值法对公司进行估值，我们对公司收入和净利润做预测，并根据公司未来发展等情况给予一定估值水平，从而得到对应的目标价，较公司当下股价具备一定空间，给予“优于大市”评级，上述过程可能存在收入预测高估的风险、相对估值过于乐观的风险。

盈利预测的风险

1) 我们对公司做收入增速的假设，可能存在对公司车队运营规模预计偏乐观、进而高估未来 3 年收入的风险。我们假设公司随着业务规模的扩张，2025-2027 年有望亏损收窄，可能存在对于成本、费用管控不及预期，进而高估未来 3 年盈利的风险。

2) 我们对公司未来的毛利率做了预测，可能存在对公司成本估计偏低、毛利高估，从而导致对公司盈利预测值高于实际值的风险。

经营风险

1) 高阶智能驾驶推进不及预期的风险：由于 L4 自动驾驶技术的市场仍处于相对早期的发展阶段，如果此类市场未能持续增长、增长速度低于预期、规模未达预期，或者公司的自动驾驶技术未能获得用户及其他利益相关者的认可或青睐，公司的业务、前景、经营业绩和财务状况可能会受到重大损害。

2) 若 Robotaxi、Robotruck 行业商业化进程偏慢不及预期，公司的经营业绩可能会受到不利影响。

3) 智能驾驶行业政策支持力度不及预期的风险。

4) 地方政府自动驾驶测试牌照推进不及预期的风险。

5) 自动驾驶行业竞争十分激烈。公司面临着众多既有竞争对手和新进入者的竞争。如果公司不能有效地与他人竞争，公司业务、财务状况和经营业绩可能会受到重大不利影响。

6) 公司可能会面临产品责任诉讼，被迫召回产品或采取其他行动，这可能会对公司的品牌形象、财务状况、经营业绩和增长前景产生不利影响。

7) 若规模化不及预期等，现金流可能承压的风险。

8) 中概股风险。

9) 国际宏观经济政治变化风险、地缘政治风险等。

附表：财务预测与估值

资产负债表(百万元)	2023	2024	2025E	2026E	2027E	利润表(百万元)	2023	2024	2025E	2026E	2027E
现金及现金等价物	426	536	319	306	300	营业收入	72	75	80	93	195
应收款项	77	90	66	76	160	营业成本	55	64	67	72	142
存货净额	0	0	0	0	0	营业税金及附加	0	0	0	0	0
其他流动资产	0	0	0	0	0	销售费用	37	57	52	53	53
流动资产合计	666	835	594	382	460	管理费用	135	249	203	205	207
固定资产	15	17	24	26	29	财务费用	21	5	(6)	(5)	0
无形资产及其他	6	13	11	9	6	投资收益	0	0	0	0	0
投资性房地产	7	2	2	2	2	资产减值及公允价值变动	0	0	0	0	0
长期股权投资	52	184	184	184	184	其他收入	54	18	5	6	6
资产总计	747	1051	815	602	681	营业利润	(122)	(281)	(231)	(227)	(202)
短期借款及交易性金融负债	0	0	0	0	211	营业外净收支	(3)	6	3	6	6
应付款项	44	67	54	58	115	利润总额	(125)	(275)	(228)	(221)	(196)
其他流动负债	4	4	4	4	5	所得税费用	(0)	0	0	0	0
流动负债合计	48	71	58	61	331	少数股东损益	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
长期借款及应付债券	0	0	0	0	0	归属于母公司净利润	(125)	(274)	(227)	(220)	(195)
其他长期负债	4	11	16	21	26						
长期负债合计	4	11	16	21	26	现金流量表(百万元)	2023	2024	2025E	2026E	2027E
负债合计	52	82	74	83	357	净利润	(125)	(274)	(227)	(220)	(195)
少数股东权益	11	18	17	16	16	资产减值准备	0	0	1	0	0
股东权益	(677)	951	741	520	324	折旧摊销	14	8	5	6	6
负债和股东权益总计	(614)	1051	832	619	696	公允价值变动损失	0	0	0	0	0
						财务费用	21	5	(6)	(5)	0
关键财务与估值指标	2023	2024	2025E	2026E	2027E	营运资本变动	(8)	23	17	(1)	(21)
每股收益	(0.35)	(0.77)	(0.64)	(0.62)	(0.55)	其它	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)
每股红利	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	经营活动现金流	(119)	(244)	(206)	(217)	(211)
每股净资产	(1.91)	2.68	2.09	1.46	0.91	资本开支	0	(2)	(11)	(6)	(6)
ROIC	-22%	-40%	-43%	-71%	-60%	其它投资现金流	98	(45)	0	209	0
ROE	18%	-29%	-31%	-42%	-60%	投资活动现金流	127	(179)	(11)	203	(6)
毛利率	23%	15%	16%	22%	27%	权益性融资	0	0	0	0	0
EBIT Margin	-217%	-392%	-302%	-256%	-107%	负债净变化	0	0	0	0	0
EBITDA Margin	-197%	-381%	-295%	-250%	-104%	支付股利、利息	0	0	0	0	0
收入增长	5%	4%	7%	15%	110%	其它融资现金流	101	533	0	0	211
净利润增长率	--	--	--	--	--	融资活动现金流	101	533	0	0	211
资产负债率	-10%	9%	11%	16%	53%	现金净变动	110	110	(217)	(14)	(6)
息率	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	货币资金的期初余额	316	426	536	319	306
P/E	(281.9)	(128.3)	(155.0)	(159.6)	(180.1)	货币资金的期末余额	426	536	319	306	300
P/B	(51.9)	37.0	47.5	67.7	108.6	企业自由现金流	0	(265)	(232)	(239)	(229)
EV/EBITDA	(35)	(17)	(21)	(21)	(26)	权益自由现金流	0	264	(225)	(234)	(17)

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票 投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数 10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业 投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层

邮编：100032