

智能驾驶系列报告（三）：Robotaxi商业化情况分析

分析师：李蕙 S0910519100001

联系人：曾晓婷、戴箬箬



本报告仅供华金证券客户中的专业投资者参考
请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

- ◆ **萝卜快跑目前为国内Robotaxi商业化进展最快的厂商，预计今年底可在武汉实现盈亏平衡。**萝卜快跑目前已在国内12城开展Robotaxi运营服务，其中包括6个全无人Robotaxi运营城市。在进展最快的武汉市，单车日均行驶里程达到300公里、收费约为1.78元/公里，日均收入约为534元；而随着成本较低的第六代无人车量产并逐步投入运营，叠加规模效应拉动人力成本下降，日均成本有望持续改善。公司预计年底可在武汉实现盈亏平衡、明年可全面进入盈利期。
- ◆ **国内Robotaxi企业主要分为自动驾驶互联网厂商及传统厂商两类，目前自动驾驶互联网厂商进展较为领先。**从落地城市及测试里程来看，以萝卜快跑、文远知行、小马智行为代表的互联网厂商商业化进展较为领先；而如T3出行及长安/东风/一汽、如祺出行及广汽集团、曹操出行及吉利汽车等传统厂商路测开启较晚，但积极寻求自动驾驶方案商合作以推进Robotaxi商业化进程。
- ◆ **美国Robotaxi起步时间早于国内，但进展相对缓慢、且各州推进节奏不一。**2016年美国便颁布了全球首个无人驾驶汽车政策文件，国内针对智能汽车的纲领性文件发布时间则基本集中在2018年-2020年；然而，截至2024年4月，美国仅9个城市开放商业化运营，同时也较中国更晚达到7000万公里的累计行驶里程；州层面来看，美国各州进展不均衡，加州Robotaxi商业化程度最高、但其他大部分州尚未开启路测。目前，美国Robotaxi市场基本形成以Waymo、Cruise为首的竞争格局，但无论从订单量还是车队规模上看，百度萝卜快跑明显处于领先。
- ◆ Robotaxi具有运营成本低、用户支付价格低、事故发生率低等优势，但受制于现阶段车辆定位不准、智驾技术不成熟等自身问题，以及商业化运营区域有限、网约车平台抵制等外界阻碍，目前Robotaxi渗透率较低。未来，伴随着智驾技术的逐步成熟、商业化运营区域的进一步开放、以及事故权责归属法规的明确落地，Robotaxi有望改变人们的出行方式，对有人驾驶出租车形成一定程度的替代。
- ◆ 受益于自动驾驶相关政策推动，叠加各厂商前期投入逐步取得成效，Robotaxi商业化或将进入快速发展阶段，带动汽车产业增长，因此我们维持对汽车行业“领先大市-A”评级。
- ◆ 风险提示：智能驾驶安全风险、技术推进不及预期的风险、政策变动风险等

- 01 国内Robotaxi商业化进展分析——以萝卜快跑为例
- 02 国内Robotaxi竞争格局：互联网企业商业化进度领先
- 03 中美Robotaxi发展进度对比：美国起步较早，但商业化进展相对缓慢
- 04 Robotaxi热点讨论
- 05 风险提示

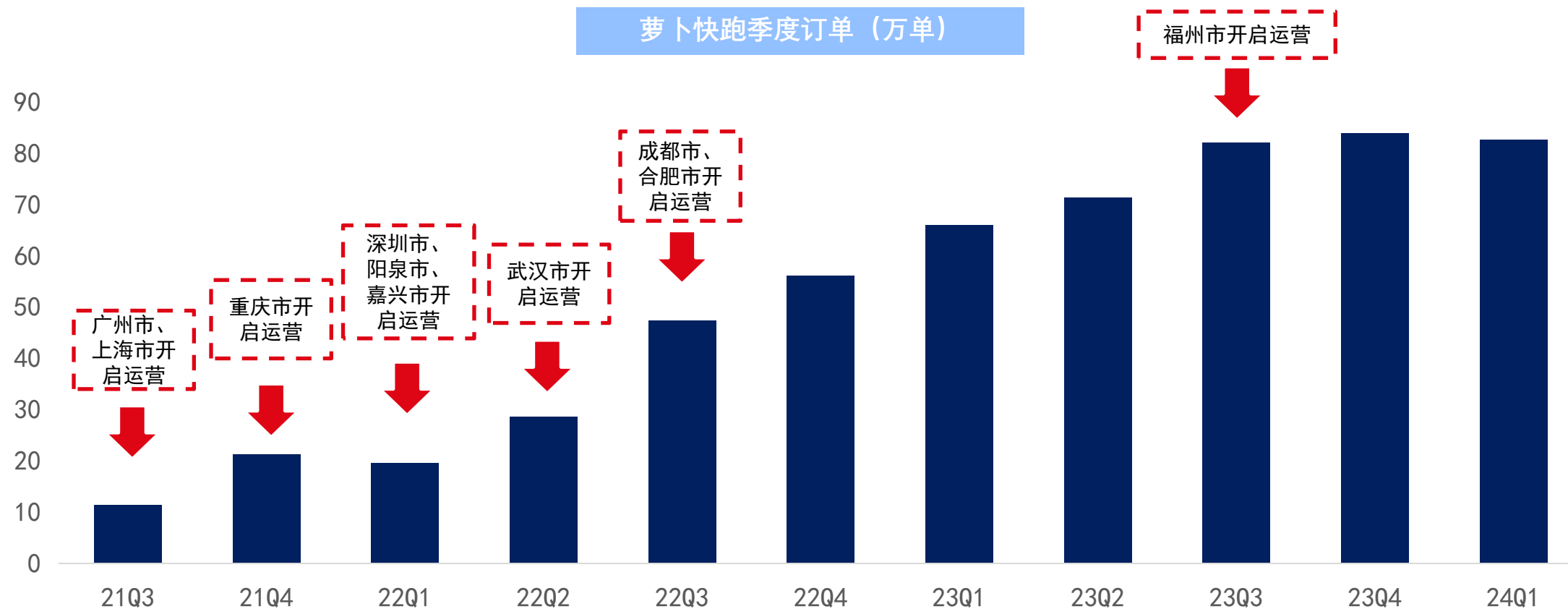
- 01 国内Robotaxi商业化进展分析——以萝卜快跑为例
- 02 国内Robotaxi竞争格局：互联网企业商业化进度领先
- 03 中美Robotaxi发展进度对比：美国起步较早，但商业化进展相对缓慢
- 04 Robotaxi热点讨论
- 05 风险提示

国内Robotaxi商业化进展：萝卜快跑率先实现商业化落地

- ◆ 近年来，随着自动驾驶测试运营相关细则走向明晰，Robotaxi商业化迎来加速，2030年国内Robotaxi市场规模有望达到1.35万亿。自2022年以来，我国逐步发行《汽车驾驶自动化分级》、《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》、《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》等文件，对自动驾驶车辆的道路测试、运营等方面的规范逐渐明晰。近年来，Robotaxi（无人驾驶出租车）受益于自动驾驶相关政策推动，叠加各厂商前期投入逐步取得成效，Robotaxi商业化或将进入快速发展阶段，据IHS Markit预测，到2030年，中国共享出行的总市场规模将达2.25万亿元，其中Robotaxi占比或达60%。
- ◆ 目前，国内Robotaxi厂商主要可分为两类，第一类为以萝卜快跑、小马智行、文远知行为代表的自动驾驶互联网厂商，该类公司设立以来即专注于自动驾驶载人汽车的研发及产业化、以及提供载人运营服务，在Robotaxi测试运营具有先发优势、商业化进度相对较快；传统企业，如滴滴出行、如祺出行及广汽集团、曹操出行及吉利汽车、T3出行及三大车企股东、小鹏汽车、特斯拉等，该类厂商在载人运营服务或整车生产方面拥有较为深厚的积累，其中部分企业积极联合自动驾驶互联网厂商以推进Robotaxi商业化。
- ◆ 现阶段国内Robotaxi厂商中，萝卜快跑商业化进展较快，包括在全国范围内已投放近千辆Robotaxi、在12个城市提供自动驾驶载人服务；其中，在武汉市的商业化进展推进最快，在武汉市的日均服务单量已与当地出租车司机单日单量持平、预计年底可实现盈亏平衡。因此，本章我们以萝卜快跑为例，简析我国Robotaxi产业商业化现状。

1.1 萝卜快跑总体进展：订单量突破600万、车辆数超五百

- 截至2024年4月19日，萝卜快跑全国订单量突破600万单、单季订单量超过80万单，投放车辆超过500台。具体来看，自2020年首个商业化城市落地以来，萝卜快跑季度订单呈现快速增长的趋势，21Q3单季订单量为11.5万单，日均单量（以每季度90天计算）为1278单，随着扩大运营范围至广州、上海、重庆、武汉等城市，24Q1单季订单增长至82.6万单，日均单量增至9178单。截至今年5月，萝卜快跑在武汉单城已投入Robotaxi车辆500台，其中全无人车辆超过300台。



1.2 开城进度：武汉商业化最快，12个城市中有6个全无人

- ◆ 截至目前，萝卜快跑已落地国内12个城市测试运营，其中武汉市全无人载人运营服务商业化进展最快。萝卜快跑已在国内12个城市提供有人自动驾驶运营服务（前排有安全员），其中在6个城市进一步提供全无人自动驾驶运营服务。现提供全无人自动驾驶载人运营服务的主要为大型城市，包括北京、重庆、武汉、深圳、上海、广州；其中又以武汉市的商业化进展最快，24Q1武汉全无人运营服务订单量占比已达到55%，2024年4月单月已上升至70%。
 - ◆ 1) 从开城进度来看，一般在各城市开放智能网联道路测试之后，Robotaxi厂商需经历获取自动驾驶测试牌照/资格-道路测试（服务免费）-示范应用（服务可收费）-商业化运营4大流程。目前萝卜快跑的6个前排有人自动驾驶城市中，有5个已进入可收费的示范应用或商业化运营阶段，6个全无人自动驾驶城市中的5个已进入收费阶段。
 - ◆ 2) 从开城节奏来看，2020-2022年间每年开城数量呈现递增，2023年后开城速度放缓；2020年开放2个城市（长沙、北京）、2021年开放3个城市（广州、上海、重庆）、2022年开放6个城市（深圳、阳泉、嘉兴、武汉、成都、合肥），而2023年仅开放1个城市（福州）。

城市	开城时间	有人/全无人	目前运营阶段
长沙市	2020.4	有人	商业化运营
北京市	2020.10	全无人	商业化运营
广州市	2021.7	全无人	示范应用
上海市	2021.9	全无人	示范应用
重庆市	2021.12	全无人	示范应用
深圳市	2022.2	全无人	商业化运营
阳泉市	2022.2	有人	商业化运营
嘉兴市	2022.3	有人	示范应用
武汉市	2022.5	全无人	商业化运营
成都市	2022.7	有人	示范应用
合肥市	2022.8	有人	商业化运营
福州市	2023.9	有人	道路测试

1.2.1 武汉市：全球最大的自动驾驶出行服务区

- ◆ **萝卜快跑Robotaxi已覆盖武汉市大部分城区。**据公开资料，萝卜快跑2022年5月落地武汉市经开区、开始正式提供自动驾驶出行服务；2022年8月，武汉市成为国内首个开启全无人自动驾驶商业化运营的城市；同年12月，百度宣布扩大武汉市全无人自动驾驶商业化运营范围区域。目前，萝卜快跑服务已覆盖武汉市超过3379公里的智能网联汽车开放测试道路、占据武汉市城区城市道路的47.3%，覆盖武汉12个行政区，辐射面积约3000平方公里。
- ◆ **武汉日均订单已与当地出租车持平，价格略高于网约车。**自武汉投放以来，萝卜快跑订单量迎来爆发式增长，目前单车日均行驶里程约为300公里，单日单车峰值已经超过了20单、基本与出租车单量持平。定价方面，最新价格已略高于网约车。
- ◆ **现阶段车辆数在500辆以上，预计最晚年底增至千辆。**截至今年5月，武汉市萝卜快跑Robotaxi总数至少为500辆，其中全无人车辆至少为300辆，未来萝卜快跑将进一步加大武汉市的车辆投放力度，预计年底运营车辆数将增至千辆。

城市	落地时间	自动驾驶程度	时点	运营阶段	具体情况
武汉	2022.5.10	车内有人	2022年5月	示范应用	自动驾驶出行服务平台“萝卜快跑”正式落地武汉经开区，10辆Apollo Moon极狐版自动驾驶车正式上路，在武汉经开区30平方公里范围内的166公里道路上设立63个推荐上车点，面向市民提供自动驾驶出行服务。
		全车无人	2022年8月	商业化运营	武汉率先发布自动驾驶全无人商业化试点政策，并向百度发放全国首批无人化示范运营资格。
			2022年12月	商业化运营范围拓展	百度方面宣布进一步在武汉拓展全无人自动驾驶商业化运营，并实现了扩区、提量、增时三项突破：全无人运营区域从军山新城扩展至武汉市经开区三环至五环，覆盖面积翻了两倍；全无人自动驾驶运营时段也进一步拓展至7点-23点。



“萝卜快跑”行驶在武汉长江大桥上

1.2.2 全无人驾驶城市共6个，北上广深+重庆+武汉

◆ 全国范围内萝卜快跑已进入全无人运营阶段的城市共6个，主要为一线及新一线城市，除武汉市外，还包括北京、上海、深圳、广州、重庆，上述城市的全无人驾驶运营服务开启时间集中在2022-2023年间。除广州市全无人Robotaxi仍处于道路测试阶段外，其他城市均已进入示范应用或商业化试点阶段。

城市	正式开放时间	自动驾驶程度	时点	运营阶段	具体情况
北京市	2020.10.11	车内有人	2020年10月11日	示范应用	百度宣布Robotaxi服务在北京开放试点，用户可在海淀、亦庄、顺义的Robotaxi站点，免预约直接下单免费试乘。
			2021年8月	示范应用范围扩展	百度Apollo自动驾驶出行服务平台“萝卜快跑”正式落地北京通州，面向公众提供自动驾驶出行运营服务。北京城市副中心通州首批开放的自动驾驶运营路线将覆盖全区核心区域，首批设立22个站点，总里程超50公里，每天可接待超过100车次的用户。
			2021年11月25日	商业化运营	北京正式开放国内首个自动驾驶出行服务商业化试点，百度和小马智行成为首批获许开展商业化试点服务的企业。
		全车无人	2022年12月	道路测试	“萝卜快跑”首批获准在京开展全无人自动驾驶测试，共投入10辆全无人自动驾驶车在北京开发区划定时间与路线内开展全无人自动驾驶测试。
			2023年3月17日	示范应用	“萝卜快跑”首批获准在京开展全无人自动驾驶示范应用，这是全球范围内全无人车队首次在北京落地。
广州市	2021.7.17	车内有人	2023年9月19日	商业化运营	萝卜快跑首批获准在京开展智能网联乘用车“车内无人”商业化试点，面向公众提供常态化自动驾驶付费出行服务。
			2021年7月17日	示范应用	萝卜快跑落地广州面向大众全面开放，在黄埔科学城区域开放237个站点。
		全车无人	2022年6月23日	道路测试	萝卜快跑Robotaxi疑似在广州市黄埔区的公开道路上进行无人化汽车路测。
上海市	2021.9.12	车内有人	2021年9月12日	示范应用	“萝卜快跑”示范应用落地上海。
		全车无人	2023年3月28日	道路测试	百度Apollo宣布获批上海首批无驾驶人智能网联汽车创新应用测试通知书，将在上海浦东新区开启全无人自动驾驶测试。
			2024年7月4日	示范应用	上海市发放首批无驾驶人智能网联汽车示范应用许可，小马易行、萝卜快跑、赛可智能成为首批企业，有效期为2024年7月4日至2025年1月4日。
重庆市	2021.12.4	车内有人	2021年12月4日	示范应用	百度Apollo自动驾驶出行服务平台“萝卜快跑”正式落地重庆永川，提供上下车站点近60个。
			2022年6月10日	商业化运营	Apollo自动驾驶出行服务在重庆市永川区正式投入商业化运营，此次共有14辆百度Apollo自动驾驶出行服务车辆投入运营，运营区域内共设置70余个自动驾驶出行服务站点，运营里程180余公里。
		全车无人	2022年8月7日	示范应用	全国首个全车无人化示范运营资格在永川发放，开放运营站点超500个，“全无人”自动驾驶开放运营站点超400个，覆盖永川新城各大商圈、住宅小区、学校、职场、高铁站、公共服务场所等。百度独家获得首批无人化示范运营资格。
深圳市	2022.2.17	车内有人	2022年2月17日	示范应用	“萝卜快跑”正式落地深圳市中心区南山区，在深圳进行开放载人测试运营服务，初期开设近50个站点，覆盖深圳湾万象城、保利文化广场、人才公园等核心地段。
			2023年1月20日	商业化运营	“萝卜快跑”近日在深圳市坪山区开启商业化试点，面向公众提供自动驾驶付费出行服务。
		全车无人	2023年6月17日	商业化运营	萝卜快跑获得深圳市坪山区颁发的首批智能网联汽车无人商业化试点通知书，可在深圳市坪山区开展L4级无人驾驶商业化收费运营。

1.2.3 其他城市共6个，基本均进入收费阶段

◆ 除前述城市外，萝卜快跑运营城市还包括长沙、阳泉、嘉兴、成都、合肥、福州6个城市。根据最新公开资料显示，长沙、阳泉、合肥均已进入商业化试点阶段，嘉兴、成都已进入可收费的示范应用阶段，福州由于进入时间相对较晚、目前尚处于道路测试阶段。

城市	正式开放时间	自动驾驶程度	已覆盖区域	时点	运营阶段	具体情况
长沙市	2020.4.19	车内有人	洋湖站点区域、梅溪湖站点区域	2019年6月	获取牌照/资格、道路测试	长沙市政府颁布了《长沙市智能网联汽车道路测试管理实施细则（试行）V2.0》，其中，百度Apollo获得45张自动驾驶测试牌照，在长沙正式开启大规模测试。
				2020年4月19日	示范应用	由湖南阿波罗智行运营的自动驾驶出租车，正式向长沙公众免费开放试乘
				2022年8月5日	商业化试点	在长沙市开启商业化试点，面向公众提供自动驾驶收费出行服务。商业化服务范围覆盖湘江新区的梅溪湖、洋湖、大王山等区域，共投放30台自动驾驶车、设立311个推荐上车点，运营时间从9:20持续至16:40。
				2023年8月25日	扩大商业运营范围	扩大商业运营范围至大王山旅游度假区
阳泉市	2022.2.27	车内有人	阳泉开发区	2022年2月	商业化试点	阳泉市正式向百度“萝卜快跑”颁发了智能网联汽车自动驾驶出行服务商业化试点许可与智能网联汽车无人化出行服务商业化试点许可通知书，初期设立站点30个，运营时间从9:00持续至17:00，采用出行行业传统的里程计价模式。
嘉兴市	2022.3	车内有人	乌镇城区	2016年	道路测试	在乌镇开放道路进行自动驾驶车辆测试，成为国内最早展开自动驾驶路测的企业。
				2022年3月	示范应用	百度Apollo自动驾驶出行服务平台“萝卜快跑”正式落地乌镇，初期开设84个站点，覆盖东栅景区、西栅景区及居民生活区。初期服务时间从9:00持续至17:00。
成都市	2022.7	车内有人	高新区，10平方公里，覆盖道路60公里	2022年7月	示范应用	落地成都高新区，在新川创新科技园10平方公里范围内示范运营，辐射商业区、住宅区、科技园区、大运会体育馆等，覆盖约60公里的道路，每天运行时间为8时至18时。
合肥市	2022.8	车内有人	包河区	2022年8月	商业化试点	自动驾驶出行服务平台“萝卜快跑”在合肥市开启商业化试点，面向公众提供自动驾驶付费出行服务；服务范围覆盖包河区滨湖区域等重点区域，设立54个推荐上车点，运营时间从9:00持续至17:00。
福州市	2023.9	车内有人	福州新区滨海新城核心区	2023年9月	道路测试	智能网联汽车道路测试在福州新区滨海新城正式启动，首批“闽AA试”自动驾驶网约车、公交车测试牌照发布，百度公司、厦门金龙、轻舟智航三家公司获得牌照

1.2.4 未来开拓计划：或以强化现有城市业务运营为主

- ◆ 据公开资料，萝卜快跑现阶段未公布新城拓展计划，或将发展重心集中于已开展运营服务的城市上，包括加大Robotaxi的投放力度等；据百度今年5月发布会上表示，萝卜快跑年内将在武汉市完成千台Robotaxi的部署，预计武汉市将在2024年底实现盈亏平衡、2025年全面进入盈利期。
- ◆ 此外，除萝卜快跑已运营的12个城市外，还有鄂尔多斯、沈阳、长春、南京、苏州、无锡、济南、十堰、杭州-桐乡-德清联合体、海口-三亚-琼海联合体等10个城市或区域亦在“车路云一体化”应用试点城市名单内，未来或有机会成为萝卜快跑新进区域。

1.3 运营收入：武汉市Robotaxi收费已略高于网约车

- ◆ 萝卜快跑主要依靠提供无人驾驶网约车服务，从乘客处赚取乘车费用作为收入，再去除车辆产生的折旧费用、人力成本以及其他运营成本等，得到收益。
- ◆ 服务收入方面，武汉市Robotaxi乘车价格略高于网约车，而其他城市均在网约车的7折以下水平。目前萝卜快跑在武汉实际收费约为定价的3折、略高于网约车收费水平；其他城市中，上海、北京、重庆的萝卜快跑收费在网约车的5-7折水平，嘉兴、成都尚处于免费试乘阶段。

萝卜快跑定价标准及与网约车收费水平对比

城市	单次乘车定价				给定路段收费情况对比		
	起步价（元）	超出起步价距离收费（元/公里）	超出起步时长收费（元/分钟）	超出一定里程远途费（元/公里）	萝卜快跑		某常用网约车平台特惠快车
					原价（元）	实际收费（元）	实际收费（元）
武汉市	15-16	2.4-3.5	0.2-0.4	超出8-12公里：1.5 超出12公里：2.5	182.78	65.8	60.54
上海市	7-8	1.65-2	0.2-0.3	超出20公里：0.5	30.68	21.47	36.98
北京市	18-19	2.7-3	0.35-0.85	超出10公里：0.9	53.24	12.77	23.7
广州市	16	3.2	0	-	42.24	5.06	18.12
深圳市	16-20	1.95-2.25	0.7-0.8	超出8公里：1.5	63.2	0	17.8
阳泉市	12	2.8	0	-	19	2.85	5.94
重庆市	16-18	2.4-3.4	0.25-0.65	超出7公里：4	28.56	5.71	8.88
合肥市	13	2.7	0	超出3公里：1	23.69	3.07	8.4
长沙市	16	3	0	-	29.2	2.92	13.68
嘉兴市	萝卜快跑免费体验						
成都市							

1.4 运营成本：车辆折旧+人力成本+其他运营成本

- ◆ 萝卜快跑运营成本主要由三部分构成：1) 无人车辆的折旧成本；2) 无人车辆运营及维护所需的人力成本；3) 电费、洗车等其他运营费用。

1、无人车辆的折旧成本

- ◆ 现阶段运营车辆主要为萝卜快跑第五代无人车，单车成本约48万元。萝卜快跑自2013年至今已发布六代无人车车型，而目前投入运营的主要为第五代无人车。第五代无人车首发于2021年，于2023年量产下线，主要与北汽蓝谷旗下极狐、威马汽车及广汽埃安合作车型，单车成本达到约48万元，硬件配置上包含2颗激光雷达、5颗毫米波雷达、13颗摄像头。



萝卜快跑第五代无人车
(从左到右分别为埃安版、极狐版、威马版)

1.4 运营成本：第六代无人车成本快速下降

◆ 第六代无人车于今年量产下线，单车成本大幅下降至20.46万元，降价或主要源于激光雷达配置改动。百度Apollo第六代无人车与江铃新能源合作，首发于2022年，于今年量产下线，相较于第五代无人车，单车成本下降超过一半。第六代无人车拥有8颗激光雷达、6颗毫米波雷达、12颗摄像头及12颗超声波雷达。尽管激光雷达数量多于前代，但激光雷达总成本或由于主雷达成本大幅下降而降低；第五代无人车主激光雷达采用40线机械式激光雷达，对应成本约为4万美元（折合人民币约27万元），而第六代无人车的主控激光雷达改为4颗禾赛半固态激光雷达AT128，测算成本仅约人民币3万元。

激光雷达配置情况	车型及生产方式	总价格（万元）	一、激光雷达：成本下降主因			二、除激光雷达外成本
			主激光雷达	成本	补盲雷达	
21年（第五代）	北汽极狐阿尔法t（高配版），百度联合北汽极狐进行深度定制化开发的前装量产车型	48	1颗禾赛Pandar40	约4万美元（折合人民币约26.8万元）	1颗	低于21.2万元
24年款RT6（第六代）	百度自研，江铃代工；所有激光雷达和自动驾驶套件均为前装，落地即可运营	20.46	4颗禾赛AT128半固态激光雷达	约为人民币3万元	4颗半固态激光雷达	低于17.46万元

注：假设AT128价格为2023年禾赛科技激光雷达平均售价

萝卜快跑第六代车型：定制化设计，方向盘可拆卸



1.4 运营成本：人力成本优势有望随着规模化逐步凸显

2、人力成本

- ◆ 目前各地的无人车辆运营主要由对应的自动驾驶响应中心负责，中心需负责监测车辆状态及对应订单情况、处理车辆测试、运营、调度、迭代等问题。根据各地投放车辆数量，每个响应中心配备人数不等，如公开信息显示某地共运营20台Robotaxi（均为有人自动驾驶），对应响应中心共有40余人，人车比为2:1。
- ◆ Robotaxi成本优势主要来自安全员配备减少带动的人力成本降低，现阶段政策规定云舱安全员人车比不小于1:3。团队配置来看，主要包括安全员、调度员、地勤人员、工程师、市场及行政人员等。安全员方面，有人驾驶Robotaxi需每车配备主驾安全员，若进入全无人驾驶阶段则配备云舱安全员，现行规定约束云舱安全员人车比不小于1:3。据赛可智能CTO于乾坤称，人力成本占出租车经营成本的50%，随着Robotaxi的规模部署，全无人Robotaxi在安全员成本上的优势有望逐步显现。

人员配置	职责
云舱安全员	云舱安全员主要负责实时监测车辆状态，在有风险的情况下及时干预。如果车辆出现异常、故障，或其他需要接管的情况，系统会自动将车辆画面切出来，由云舱安全员接管；因车辆异常造成的接管，也要记录并反馈
主驾安全员	在纯无人阶段到来前，车辆主驾驶位置的安全员。只有担任过主驾安全员的人，后续才能担任云舱安全员。
调度员	调度员要进行宏观把控，监控总的故障情况。当监测出车辆故障时，要进行分析，并根据结果向特定部门流转。此外，还要负责自动驾驶车辆运营效率及区域站点热度分析，分时段分需求调度车辆，保证各区域运力充足，提升运力效率。
地勤人员	车辆故障、运营中断、云舱安全员在接管时，网络又卡顿时，就近的地勤人员会迅速赶往现场检修或挪走车辆。一般是极端天气情况下出现较多。
工程师	/
市场及行政人员	/

1.4 运营成本：现阶段日均合计成本接近500元

3、其他运营成本

- ◆ 其他运营成本包括电费、洗车等运营费用。以萝卜快跑一天20单、日均300公里计算，第六代无人车江铃颐驰RT6搭载56.06KWh的磷酸铁锂电池、续航里程为380公里，每日耗电量为44.26KW，电费0.6-0.8元/KW，每日电费成本在26.6-35.4元。另外，第六代无人车采用换电模式，相较于常规的充电桩模式而言每日可增加1小时运营时间，进一步增加运营收入。

综合折旧成本

- ◆ 以第五代无人车、假设折旧年限为5年计算，目前日均合计成本达到473元。假设折旧年限为5年的情况下，第五代无人车日均车辆折旧为263元，人力费用+综合运营费用近210元，合计日均成本达到473.01元；而第六代无人车日均车辆折旧下降至112.11元、日均合计成本下降至322.11元。以每天20单的单量、平均收费每公里1.5元、投放车辆为第六代无人车的情况下，平均每单的公里数达到10.7公里，可实现盈亏平衡。

综合日均成本测算

车型	1、车辆成本	日均折旧费用-元 (5年折旧)	日均折旧费用-元 (8年折旧)	2、安全员人力成本、电费、 洗车等运营费用	日均合计成本（5 年折旧）	日均合计成本 (8年折旧)
第五代车型	48万元	263.01	164.38	210	473.01	374.38
第六代车型	20.46万元	112.11	70.07	210	322.11	280.07

- 01 国内Robotaxi商业化进展分析——以萝卜快跑为例
- 02 国内Robotaxi竞争格局：互联网企业商业化进度领先
- 03 中美Robotaxi发展进度对比：美国起步较早，但商业化进展相对缓慢
- 04 Robotaxi热点讨论
- 05 风险提示

国内Robotaxi竞争格局：互联网厂商+传统企业

◆ 按照核心业务类型来看，国内Robotaxi厂商主要可分为两大类：1）互联网企业，典型的为百度旗下萝卜快跑、小马智行、文远知行、Momenta等，该类公司以自动驾驶/无人驾驶车辆运营为核心业务，Robotaxi商业化测试运营已有一定年限；2）传统企业，如滴滴出行、如祺出行及广汽集团、曹操出行及吉利汽车、T3出行及三大车企股东、小鹏汽车、特斯拉等，此类企业在整车生产或平台运营领域已有一定的积累，但Robotaxi业务进展相对缓慢，其中部分企业积极联合互联网厂商进行商业化推进。

国内Robotaxi厂商商业化最新进展

企业类型	企业名称	自动驾驶测试里程	车辆总数	累计单量	覆盖城市数量	开展业务时间
互联网企业	萝卜快跑	1亿公里	超500辆	600万	12城	2013年
	小马智行	超3600万公里	超200辆	近20万	4城	2016年
	文远知行	超1500万公里	超500辆		国内+中东共14城	2017年
	Momenta		60辆		2城	2016年
传统企业	如祺出行&广汽集团	超45万公里	281辆（自有35辆）		2城	2021年
	曹操出行&吉利汽车				国内3城+海外	2016年
	滴滴出行		200辆（2023. 5）		6城+美国加州	2016年
	T3出行	超60万公里	100辆（2022. 9）		1城	2020年
	小鹏汽车				1城	
	特斯拉	尚未落地				

资料来源：文远知行招股预案、证券时报、36氪、网易科技等，华金证券研究所整理

请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

国内Robotaxi竞争格局：互联网厂商+传统企业

- ◆ 国内部分自动驾驶厂商之间通过互相合作进一步加速Robotaxi业务推进，形成如“小马智行+如祺出行&广汽集团+曹操出行&吉利汽车”、“滴滴出行+广汽集团”等企业联合体。综合来看，国内Robotaxi进展较快的企业或企业联合体包括萝卜快跑、文远知行主导的企业联合体、小马智行主导的企业联合体等，以T3出行、滴滴出行、Momenta为主导的合作集团亦已取得一定进展。



2.1 文远知行：零事故运营将满5年，落地国内及中东14城

- ◆ 文远知行（WeRide）创立于2017年，创始团队在计算机视觉领域有较好的积累。创始人之一韩旭为密苏里大学计算机视觉和机器学习实验室主任、终身教授，曾任百度自动驾驶首席科学家；联合创始人兼首席技术官李岩曾任Facebook及微软的核心工程师，是微软亚洲研究院早期员工、计算机视觉顶级专家。
- ◆ 公司纳斯达克IPO增发股份将获博世认购超9成，此外，雷诺日产三菱联盟、广汽集团均为其股东；与吉利合作车型将于今年投入量产。
 - 2022年5月，公司获得博世战略投资，双方签署战略合作协议、共同开发L2+的ADAS解决方案，2024年4月对应方案已在奇瑞星纪元ET车型落地。据公司8月披露的最新招股文件显示，公司纳斯达克IPO拟发行645万股ADS募集1.19亿美元资金，其中超过91%的ADS将由博世认购。
 - 雷诺日产三菱联盟的风投基金在2018年及2021年均参与了公司的融资。在此次IPO的同时，公司还将以私募方式出售价值3.205亿美元的A类普通股，投资者包括雷诺日产三菱联盟、广汽集团等。
 - 公司与广汽集团的首次合作为2018年共同推出国内首辆Robotaxi。此后，广汽集团旗下广汽资本于2021年投资文远知行3000万美元，据广汽集团《关于投资文远知行的议案》显示，未来几年双方计划逐步建立起一支数万辆规模的Robotaxi车队。
 - 据公司8月披露的最新招股文件显示，公司与吉利合作开发L4自动驾驶汽车的商业化，预计双方共同开发的L4级Robotaxi将于今年投入量产。

2.1 文远知行：零事故运营将满5年，落地国内及中东14城

- ◆ 公司Robotaxi业务已在全球14个城市开展测试运营，运营天数超1,700天。公司在阿联酋、中国共14个城市已开展Robotaxi测试运营（包含3个收费运营城市），其间事故发生率为零。今年8月14日，公司取得美国加州Robotaxi载人测试批准。另外，公司预告将于今年10月15日发布新一代Robotaxi车型。
- ◆ 文远知行无人车与多家车企合作打造。2020年4月，公司对外公开无人车队超100辆规模，包含林肯MKZ、日产LEAF2、广汽GE3、广汽Aion.LX、小鹏P7，东风日产纯电动轩逸等车型；其中，东风日产轩逸专门用于Robotaxi运营，车辆数超过40辆。

业务发展时间线

2017年	于硅谷成立，原名为景驰科技
2019年11月	在广州落地全国首支一线城市Robotaxi车队并开启运营服务
2020年4月	Robotaxi实现对外全开放运营超100天，车队规模超200辆
2020年6月	与高德达成合作，Robotaxi上线高德打车平台
2020年7月	获得全国首个智能网联汽车远程测试许可，开始全无人驾驶路测
2021年2月	获得网约车运营许可，成为中国第一家拥有相关资质的自动驾驶企业
2021年12月	文远知行WeRide宣布获得广汽集团战略投资，双方合作再次升级，共同推进Robotaxi前装量产车型的研发制造。
2022年1月	公开道路自动驾驶里程突破1000万公里
2023年1月	与地平线达成战略合作，共同开发L4级自动驾驶解决方案
2023年3月	宣布将与新加坡公共交通运营商SMRT下属子公司Strides合作开启在新加坡的自动驾驶车辆测试及示范运营
2023年11月	获准在北京亦庄开展全无人Robotaxi收费服务
2024年7月	文远知行正式向美国证券交易委员会提交了IPO申请文件，计划以“WRD”为股票代码在纳斯达克挂牌上市
2024年8月	获准在美国加州进行载人测试（包括前排有人及全无人），但不能收费

文远知行Robotaxi车队



2.2 小马智行：落地北上广深、测试里程超三千万公里

- ◆ 小马智行（Pony.ai）由彭军及楼天成共同于2016年创立，两人在计算机、自动驾驶领域具有丰富的从业经验。其中，彭军曾就职于谷歌七年、担任软件工程师，且曾担任百度自动驾驶部门首席架构师、负责百度自动驾驶整体战略发展；楼天成深耕计算机编程，曾连续11年蝉联TopCoder中国区冠军，且曾是百度历史上最年轻的T10工程师、具备Google X无人车技术开发经验。
- ◆ 小马智行业务已落地国内4个城市，测试里程超三千万公里。小马智行于2017年3月正式建立研发中心，同年于广州落地跑测，2019年自动驾驶测试总里程已超百万公里，2021年超过100台Robotaxi车辆投入运营。目前，小马智行已在北上广深4城提供全无人Robotaxi服务，其中在广州已投放超过100辆Robotaxi；自动驾驶测试里程超3600万公里。

业务发展时间线	
2016年	正式成立
2017年3月	于北京建立研发中心
2017年	于加州公开道路测试，广州落地跑测
2018年2月	在广州落地中国首支常态化试运营自动驾驶车队
2018年12月	推出出行服务平台与手机应用PonyPilot
2019年11月	自动驾驶测试总里程突破100万公里
2021年	超100台Robotaxi车辆投入运营
2022年6月	在深圳开通自动驾驶出行服务，并与多家企业合作，加快无人配送领域的商业化落地
2022年8月	宣布与曹操出行达成合作，推动Robotaxi在城市出行场景的规模化落地应用
2022年10月	正式接入如祺出行，引入混合运营的合作模式
2022年	首度公开第六代L4自动驾驶软硬件系统，车规级量产
2023年1月	推出乘用车智能驾驶业务产品线，包括智驾软件品牌“小马识途”等，并成立独立事业部“POV”运营该业务
2023年8月	与广汽丰田、丰田中国签订协议，计划成立Robotaxi相关事业合资公司，推进L4级自动驾驶的无人化、规模化、商业化应用
2024年4月	计划于纳斯达克证券交易所或纽约证券交易所上市

2.2 小马智行：落地北上广深、测试里程超三千万公里

- ◆ 小马智行无人车已发布七代，最新第七代为今年4月发布的丰田铂智4X概念车。第七代硬件配置及成本尚未有公开资料披露，但传感器方案仍采用包含固态激光雷达、摄像头、毫米波雷达的车规级多传感器方案。目前投入使用主要为2022年发布的第六代无人车，该车型包含6颗激光雷达、3颗毫米波雷达及11颗摄像头的传感器配置。

小马智行无人车硬件配置方案

车型	毫米波雷达	激光雷达	超声波雷达	摄像头
第六代：丰田赛那Autono-MaaS（2022年）	3	6 (4颗位于车顶，2颗位于两侧补盲)	-	11
第七代：丰田铂智4X Robotaxi概念车（2024年）	暂未披露	暂未披露	暂未披露	暂未披露

小马智行第六代无人车



小马智行第七代无人车



2.2 小马智行：落地北上广深、测试里程超三千万公里

- ◆ 目前小马智行Robotaxi运营服务已接入曹操出行、如祺出行平台；今年4月，公司与广汽丰田、丰田中国三方合资公司成立，一期预计向国内市场投放千台Robotaxi。
 - ◆ 2022年8月，公司正式接入曹操出行APP，8月3日起，北京地区的用户可通过曹操出行APP及小程序首页“自动驾驶”专属入口触达小马智行Robotaxi服务。同年9月，小马智行宣布与曹操出行、吉利汽车创新研究院智能驾驶中心达成战略合作，基于小马智行的自动驾驶软硬件技术、曹操出行的可适用于全无人驾驶的车辆和共享出行平台，以及吉利汽车智驾中心的系统软件开发和底层平台建设能力，三方拟于年内完成Robotaxi车队的组建，并推动车辆于苏州高铁新城落地运营。
 - ◆ 2021年，小马智行与如祺出行开始合作。2022年4月，小马智行与如祺出行深化战略合作关系，推动百辆级Robotaxi对外服务的开展；10月，小马智行的Robotaxi运力正式接入如祺平台；12月，搭载小马智行第六代自动驾驶软硬件系统的广汽埃安AION LX Plus车型Robotaxi成功入选广州市智能网联汽车车型目录。
 - ◆ 2023年8月，公司与广汽丰田、丰田中国签订协议，计划投资超过10亿元人民币成立Robotaxi合资公司，以实现Robotaxi的前装量产和规模化部署。2024年4月26日，丰田中国与小马智行、广汽丰田三方正式注册了合资公司“骐丰智能科技”，按照合资公司规划，第一期将面向中国市场投放千台规模自动驾驶车辆，产线下线后接入小马智行Robotaxi运营平台，在国内一线城市提供全无人驾驶出行服务。
- ◆ 未来发展方面，小马智行希望在2025-2026年在单一城市可实现千台Robotaxi的落地运营。据小马智行副总裁、北京研发中心负责人张宁表示，当一个城市Robotaxi投放数量达到500到1000台时（北上广深需达到千台），才有望达到盈亏平衡。小马智行希望在明后年实现单一城市千台规模的Robotaxi落地运营。

2.3 Momenta：与享道出行、上汽集团深度合作

- ◆ **Momenta成立于2016年9月，创始团队技术研究实力突出。**公司核心创始人曹旭东在清华大学就学期间曾发布多个计算机视觉顶会论文，在美国National Data Science Bowl比赛中曾获全球亚军，在索尼、微软、商汤等多家科技公司有就职经历。前联合创始人兼研发负责人任少卿毕业于中国科技大学与微软（亚洲研究院）联合培养博士班，曾与曹旭东在微软有过共事经历。核心团队中的孙刚、夏炎均是深度学习领域的资深研究者。
- ◆ **公司与享道出行、上汽集团深度合作，Robotaxi在上海嘉定、苏州高铁新城落地运营。**公司联合上汽集团人工智能实验室、享道出行共同推进Robotaxi业务，在上海嘉定、苏州高铁新城合计已部署60台车。

业务发展时间线

2016年9月	公司成立
2019年中	开始投入资源研发 L4 级别自动驾驶方案 MSD
2020年	推出了搭载L4级别自动驾驶方案的 Robotaxi 产品 Momenta G0，10 月在苏州开启了邀请制的运营测试。
2021年12月8日	上汽集团人工智能实验室、Momenta、享道出行联合在享道出行内上线了Robotaxi服务，先期在上海嘉定、苏州高铁新城分别部署20台运营车辆
2022年6月	享道Robotaxi运营车队整体规模达60台，单车日订单量约为20单。
2022年8月15日	参与对享道出行的10亿元人民币B轮融资

Momenta、享道出行及上汽集团联合打造的Robotaxi



2.4 如祺出行&广汽集团：着手大湾区，积极联合小马智行/文远知行

◆ 如祺出行及广汽集团积极布局Robotaxi业务，通过联合文远知行、小马智行推进Robotaxi商业化，现阶段业务聚焦于广州、深圳两城。广汽旗下如祺出行于2021年开始布局Robotaxi业务，2021年11月，如祺出行宣布与文远知行、小马智行达成战略合作，2022年小马智行、文远知行参与对如祺出行的A轮融资。目前公司在深圳、广州已投放Robotaxi运力，截至2023年底，如祺出行平台共接入281辆Robotaxi，其中平台自有车为35辆。此外，今年8月新取得横琴合作区Robotaxi路测资质。

时间	事件
2021年	如祺出行开始布局Robotaxi的开发及商业化
2021年11月	广汽集团、如祺出行与文远知行宣布达成战略合作，开启Robotaxi前装车型设计、研发和量产落地的全面升级。
2021年11月	如祺出行宣布与小马智行达成合作，双方将基于各自在共享出行及自动驾驶领域的优势，共同推动自动驾驶技术商业化落地。
2021年12月	广汽集团、文远知行、如祺出行三方举办战略合作及投资签约仪式，宣布达成战略合作，将基于各自优势共同推进Robotaxi前装车型设计、研发、量产和商业化运营。
2022年5月	如祺出行在广州正式推出如祺车站，首批车站共50座。
2022年10月	如祺出行在广州正式开启有人驾驶车辆和自动驾驶车辆混合运营模式，并成为全球首个实现Robotaxi混合运营的出行平台。首期开放区域为广州市南沙区全域，投放运力超60辆。
2022年12月	如祺出行Robotaxi车队首款车型入选广州市第二批混行示范运营车型目录。
2023年3月	如祺出行与四维图新达成战略合作，双方将主要围绕在出行领域共同“打造提升出行体验的产品和服务”这一战略目标，整合各自优势资源，在高精度地图、自动驾驶应用、智慧交通三大领域开展合作，构建战略合作伙伴关系。
2023年4月	如祺出行在广州获得智能网联汽车示范运营资格，自有Robotaxi车队正式上线运营，成为国内首个以专有Robotaxi车队进行示范运营的出行服务平台。
2023年6月	如祺出行、小马智行与深圳前海达成合作协议，将在前海开展自动驾驶商业化试点运营。
2024年1月	如祺出行获准在深圳市前海片区、南山粤海片区、宝安机场片区、深圳湾和深圳湾口岸开展Robotaxi载人示范应用活动；同月，取得深圳宝安区智能网联汽车商业化试点牌照。
2024年6月	如祺出行取得国家级智能网联汽车服务试点准入资质。
2024年8月	如祺出行获准在横琴粤澳深度合作区全域开展Robotaxi道路测试。

如祺出行无人车



2.5 曹操出行&吉利汽车：与多个自动驾驶企业合作

- ◆ 曹操出行已在北京、杭州、苏州3城及海外某地测试自动驾驶接驾服务，先后与元戎启行、小马智行、中智行等自动驾驶企业进行合作。曹操出行自2016年起开始已在海外测试一键呼叫自动驾驶专车接驾服务，先后在杭州、北京、苏州展开自动驾驶运营服务。曹操出行Robotaxi生产主要依托吉利汽车，同时，公司先后与自动驾驶企业元戎启行、小马智行、中智行达成战略合作，共同推动Robotaxi业务发展。

时间	事件
2016年	曹操出行宣布在海外测试一键呼叫自动驾驶专车接驾服务。
2020年8月	深圳元戎启行科技有限公司与曹操出行联合宣布，双方正合作在杭州进行自动驾驶车辆的测试运营合作，目标是在2022年杭州亚运会期间提供自动驾驶出行服务。双方的合作基于吉利旗下高端纯电动车型几何A打造而来的自动驾驶汽车。
2022年8月	北京地区的用户可通过曹操出行App“自动驾驶”专属入口，预约由小马智行提供的Robotaxi服务（PonyPilot+），出行服务覆盖北京亦庄60平方公里核心区，支持全天候和长时段的服务，涵盖250个自动驾驶上下客站点。
2022年9月	小马智行宣布与曹操出行、吉利汽车创新研究院智能驾驶中心达成战略合作。小马智行将利用自身在L4级自动驾驶技术以及Robotaxi运营等领域的积累，与曹操出行及吉利汽车智驾中心共同打造智能驾驶开放运营平台，在苏州落地运营Robotaxi服务。
2022年11月	曹操出行与中智行达成战略合作，双方将从苏州市相城区起步，落地运营Robotaxi服务，打造车路协同城市级应用的“苏州模式”。
2023年3月29日	曹操出行发布了共享定制车品牌曹操汽车以及自动驾驶战略。
2023年10月	中智行联合曹操出行、先导产投，共同发布全球首款纯路端感知RoboTaxi上线试运营，助力ITS大会技术考察路线参观试乘，合作产品亮相智驾全球首款纯路端感知L4级别RoboTaxi，打通了车路云一体化示范应用与城市共享出行的运营平台，是曹操出行智驾运营平台首次接入的车路协同运力。

曹操出行无人车：几何A（元戎启行）



2.6 滴滴出行：旗下Robotaxi超200台，发布去除驾驶位的概念车型

◆ 滴滴出行自动驾驶团队超千人，目前布设车辆超过200台，覆盖国内6城+美国加州，其中在上海、广州已落地商业运营服务。滴滴自动驾驶业务自2016年开展，搭建了高精地图、路人及车辆行为预测等多个专业团队，截至2023年4月团队已达千人规模。自2018年以来，滴滴陆续在美国加州、北京、上海、苏州、合肥、长沙、广州取得测试牌照，最新版的滴滴出行APP已可在上海、广州的指定区域内实现混合派单。截至2023年5月，滴滴出行已经在广州、上海、北京、苏州等城市拥有超200辆自动驾驶车辆。

时间	事件
2016年	滴滴组建自动驾驶技术与应用研发部门，拥有高精地图、路人及车辆行为预测、路线规划与控制等多个专业团队，并在全球多地开展研发、测试。
2018年5月	滴滴已获准在美国加利福尼亚州测试自动驾驶汽车。
2019年8月	滴滴出行宣布旗下自动驾驶部门升级为独立公司,专注于自动驾驶研发、产品应用及相关业务拓展。
2020年6月	滴滴自动驾驶宣布与北汽合作，双方将共同研发高级别自动驾驶定制车型，专门用于Robotaxi运营。
2020年6月	滴滴出行首次面向公众开放自动驾驶测试。用户可通过滴滴APP报名，审核通过后将能在上海自动驾驶测试路段免费呼叫自动驾驶车辆进行试乘体验。
2021年4月	沃尔沃与滴滴出行旗下自动驾驶公司签署战略合作协议，双方将在自动驾驶测试车队上展开合作。沃尔沃汽车将向滴滴自动驾驶提供支持转向和制动冗余系统的XC90车型。通过整合自动驾驶所需的软件和硬件系统，车辆将完全具备自动驾驶能力。
2021年5月	滴滴旗下自动驾驶公司宣布与广汽埃安新能源汽车有限公司达成战略合作。双方将在智能汽车领域探讨合资、合作模式，结合滴滴自动驾驶软、硬件技术研发优势与广汽埃安领先的自动驾驶整车平台及整车设计、制造能力，共同从线控底盘、自动驾驶传感器与系统集成等基础维度，全新定义并开发一款可投入规模化应用的无人驾驶新能源车型，并全速推进量产。
2023年4月	滴滴自动驾驶发布首个自动驾驶自动运维中心，以及首款自动驾驶概念车DiDi Neuron。滴滴还宣布，首款量产车型计划于2025年接入滴滴共享出行网络，实现全天候、规模化的混合派单。
2023年5月	1) 公司与广汽埃安新能源汽车股份有限公司签订深化合作协议，共同发布无人驾驶新能源量产车项目——“AIDI计划”，并宣布将成立合资公司，是国内首次以自动驾驶公司和整车企业合资的形式推进无人驾驶新能源汽车规模化量产。2) 滴滴自动驾驶与法雷奥签署战略合作及投资意向书，法雷奥将对滴滴自动驾驶进行战略投资，并共同开发针对L4级无人驾驶出租车（Robotaxi）的智能安全解决方案。
2024年4月	滴滴自动驾驶与广汽埃安宣布合资公司——广州安滴科技有限公司获批工商执照。首款车型已完成产品定义，正在进行设计造型的联合评审，计划明年实现量产。

2.6 滴滴出行：旗下Robotaxi超200台，发布去除驾驶位的概念车型

- ◆ 滴滴出行发布了去除驾驶位的新一代Robotaxi概念车型DiDi Neuron。2023年4月，滴滴在开放日活动上发布概念车DiDi Neuron，该款车型去掉了驾驶位，相较普通网约车内部空间提升50%，腿部空间提升86%。同时，屏幕使用数量提升，车内搭载大屏交互系统实现娱乐功能，车外搭载“智能交互五联屏”代替传统车灯，可用来显示车辆转弯、到达、充电等状态。硬件方面，Neuron总共配置了21个相机、8个激光雷达、6个毫米波雷达。
- ◆ 量产车领域，滴滴先后与北汽、沃尔沃合作，去年与广汽埃安成立合资公司、双方合作车型预计明年量产。公司此前Robotaxi车型基于沃尔沃XC60、沃尔沃SC90等车型改装。今年4月，公司与广汽埃安的合资公司安滴科技正式取得工商执照，首款合作车型正在进行设计造型的联合评审，计划于2025年实现量产并接入滴滴共享出行网络。



滴滴Neuron概念图



车外搭载“智能交互五联屏”



车内使用空间大幅增加

2.7 T3出行&三大主机厂：苏州测试里程超60万公里

- ◆ T3出行主要联合轻舟智航、智行者等企业推进Robotaxi业务，目前在苏州Robotaxi测试运营里程达到60万公里。T3出行Robotaxi业务于2021年9月落地苏州，已在苏州投放至少百台车辆，截至2023年5月，测试运营里程超过60万公里、累计乘车人次超过8万人；下一步公司拟在北京、广州开展商业化试点。公司分别在2021年9月、12月与轻舟智航、智行者达成合作，未来T3将与头部自动驾驶公司合作，依托三大主机厂，推动Robotaxi业务发展。

时间	事件
2020年12月	T3出行联手苏州高铁新城、整车企业、科技公司等30余家合作伙伴共同发起成立国内首个自动驾驶生态运营联盟——鳌头联盟（Auto-union）。鳌头联盟将推动自动驾驶从实验性封闭场景过渡到真实开放运营场景，从单一企业到多核生态延展，实现从单一运力到混合运营的升级。
2021年9月	T3在苏州联手轻舟智航启动Robotaxi（自动驾驶出租车）的公开运营。
2021年12月	T3出行与智行者签署战略合作协议，双方将共同探索Robotaxi落地创新模式，同时智行者改制生产的首批Robotaxi正式交付。
2022年5月	T3出行宣布与L4级自动驾驶通用解决方案公司轻舟智航达成战略合作，通过持续整合双方的资源和优势，以“技术+生态”驱动的创新模式迅速扩大无人驾驶的商业化落地。苏州的T3 Robotaxi搭载了轻舟自主研发的Driven-By-QCraft自动驾驶解决方案。
2022年9月	T3出行宣布，正式与轻舟智航在苏州联合启动Robotaxi的公开运营，投放了100台左右Robotaxi。
2023年5月	截至目前，T3出行自动驾驶车辆已累积自动驾驶运行里程超过60万公里，吸引了超过8万人体验，接下来T3出行将与头部自动驾驶公司合作，在北京、广州等一线城市开展无人驾驶服务商业化试点。

T3出行robotaxi（智行者交付版）



2.8 小鹏汽车：去年开启广州路测，不介入Robotaxi运营

- ◆ 小鹏汽车主要从2022年开始发力Robotaxi业务，目前在广州进行载客运营。2021Q3业绩会上，何小鹏表示将于2022年H2开始在广州探索Robotaxi业务，2022年11月，小鹏G9成功获得广州路测牌照，2023年4月，小鹏G9获得广州载客运营牌照。据何小鹏微博透露，小鹏汽车将在2026年推出有竞争力的Robotaxi，但不会介入Robotaxi的运营环节。
- ◆ 小鹏汽车Robotaxi由小鹏G9通过软件升级强化而成，是业内首款硬件零改装量产的自动驾驶汽车。小鹏G9在硬件通用的情况下，仅在软件部分针对Robotaxi场景进行多项优化，其前装量产的模式使得在研发、量产及维护成本上有较大改善。

业务发展时间线

2021年11月	何小鹏在Q3电话会议中明确表示，小鹏汽车将于2022年下半年开始在广州探索Robotaxi业务
2022年2月	向广州天河区投放数百辆改装后的小鹏G3开展robotaxi业务
2022年2月14日	全资子公司广州鹏煦自动驾驶科技有限公司成立，注册资本1000万
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正式获得广州市智能网联汽车载客测试牌照，将在2023年下半年在广州市黄埔区面向所有用户开启自动驾驶载客测试
2026年	推出有竞争力的Robotaxi

小鹏汽车Robotaxi——小鹏G9



2.9 特斯拉：在华测试获支持，预计10月发布Robotaxi

- ◆ **Robotaxi**发布会由8月延期至10月，预计年底前进入中国市场。特斯拉早在2016年发布的《秘密宏图·第二篇章》中便提及Robotaxi业务；2022年，公司宣布到2024年将实现Robotaxi的量产。今年10月10日，特斯拉预计将举行Robotaxi发布会；据中国日报消息，特斯拉Robotaxi国内示范测试已获得相应支持，预计Robotaxi将在年底前进入中国市场。
- ◆ **特斯拉测试车引发关注**。特斯拉Robotaxi方案与小鹏类似，均为不进行硬件改装、仅改变自动驾驶系统。稍早的7月10日，一辆安装了3个位置独特的摄像头、且不配备后视镜的特斯拉 Model 3 测试车出现在美国加州。尽管该车辆的确切用途尚不明确，但结合其出现的时间节点以及摄像头的位置来看，或是特斯拉为即将到来的Robotaxi发布会做准备。

业务发展时间线	
2016年	在《秘密宏图·第二篇章》中提到Robotaxi，“让车辆在闲置的时候，通过分享来为车主赚钱”。
2022年	马斯克在电话会中宣布，预计到2024年将实现无方向盘和踏板的新型Robotaxi的量产。
2024年4月	马斯克宣布特斯拉将于2024年8月8日发布Robotaxi。
2024年5月	特斯拉无人驾驶出租车在华示范测试已获支持
2024年7月	马斯克在社交媒体平台上确认原定于8月8日举行的Robotaxi发布会将推迟至10月10日进行，这一决定是为了对车辆前部进行重要的设计更改。预计Robotaxi今年年底前进入中国市场，并在今年内于全球发布。马斯克表示，特斯拉将推出共享乘车平台，车辆所有者将直接与特斯拉分享收入。

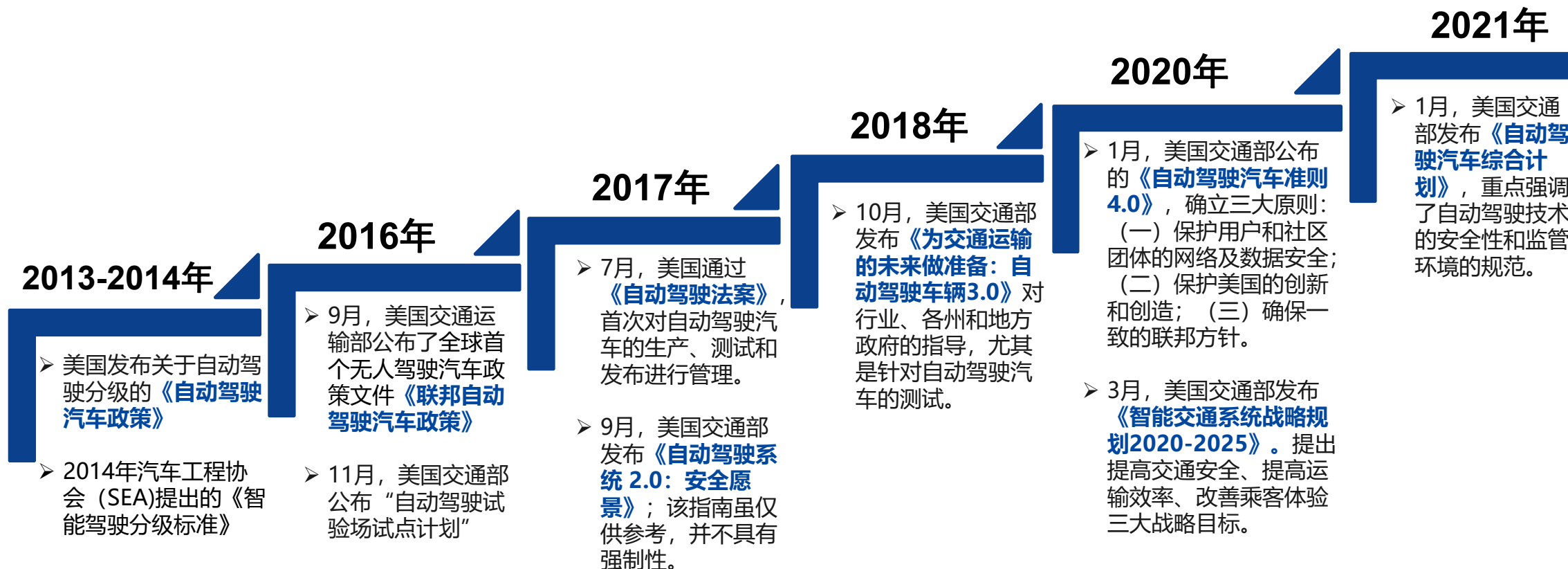
“可疑”的Model 3测试车



- 01 国内Robotaxi商业化进展分析——以萝卜快跑为例
- 02 国内Robotaxi竞争格局：互联网企业商业化进度领先
- 03 中美Robotaxi发展进度对比：美国起步较早，但商业化进展相对缓慢
- 04 Robotaxi热点讨论
- 05 风险提示

3.1.1 美国在自动驾驶政策出台的时间上占据先机

- ◆ 2013年-2014年美国公布的《自动驾驶汽车政策》与SEA提出的《智能驾驶分级标准》不仅明确了L0-L5的自动驾驶分级标准、成为我国《汽车驾驶自动化分级》中级别划分的重要参考之一，上述文件更被视为美国自动驾驶政策的起点；2016年美国颁布了全球首个无人驾驶汽车政策文件《联邦自动驾驶汽车政策》，后续基本保持“一年一更”的惯例。从时间维度上看，我国针对智能汽车的早期纲领性文件发布时间基本集中在2018年-2020年、明显较美国稍晚。



3.1.2 美国政策以鼓励发展为主，数据安全管理和并行

- ◆ 从政策态度上看，不同于中国对Robotaxi商业化落地严格遵循“循序渐进、稳扎稳打”的态度，早期美国交通部基本只采取灵活且相对“亲商”的态度，前述的纲领性文件大多相当于行业指南，内容以鼓励性政策为主，旨在为自动驾驶汽车发展建立一个稳定、宽容、甚至开放的监管框架，同时推动全美交通运输系统在安全性、机动性和效率方面取得提升，以确保美国自动驾驶产业的领先地位。美国交通部建立自动驾驶汽车相关政策，主要基于以下六大原则：



优先考虑安全

交通部将牵头应对潜在的安全风险，提高自动驾驶的生命保护潜力，增强公众对新兴技术的信心



保持技术中立

交通部采取灵活、技术中立的政策，以促进竞争和创新达到最终目标



法律法规现代化

交通部将对不必要的阻碍自动驾驶汽车发展或不能满足关键安全需求的法规进行调整或消除



鼓励一致的监管和可操作环境

美国交通部将促进监管一致性，使自动化车辆能在全美范围内顺利运行



主动迎接自动驾驶

交通部将提供指导、最佳实践、试点项目和其他援助，以实现一个动态的、灵活的自动驾驶未来



保护和保证美国人民的驾驶自由

美国交通部拥抱开放道路的自由，这包括美国人驾驶车辆的自由，尊重美国人民根据自身需求选择最合适的出行方式

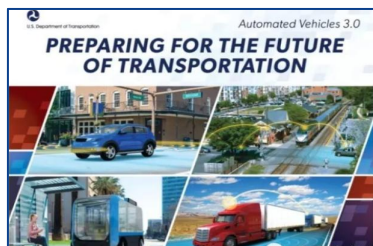
3.1.2 美国政策以鼓励发展为主，数据安全管理和并行

- ◆ 可以看到，为推动自动驾驶汽车的市场准入，美国采取了一系列的措施，如简化测试许可程序、豁免申请和豁免程序，以便更多的自动驾驶汽车得到测试和上路运营的机会；此外，还为自动驾驶汽车相关企业提供了税收减免等优惠政策，进一步促进自动驾驶汽车技术的发展和市场推广。而在数据与安全保障方面，美国出台《汽车安全与隐私法案》等法案，要求对车辆的数据收集应当透明且基于用户同意，用户应当对于收集的个人信息拥有掌控权，并且针对自动驾驶汽车的特点，并通过设置自动驾驶汽车生产者网络安全条款，从网络安全和数据保护角度对美国自动驾驶技术进行监管。



《自动驾驶系统2.0：安全愿景》

- (1) 《自动驾驶系统2.0：安全愿景》引言中，交通运输部局长赵小兰女士明确提到，“美国交通运输部将制定一个政策性框架，**鼓励**自动驾驶汽车技术的安全开发、测试与部署，而非制造阻碍。”
- (2) 明确企业无需等待，可以**立即开始自动驾驶系统的测试与部署**。
- (3) 允许企业从**安全自我评估中剔除不必要的无关设计元素**。



《自动驾驶系统3.0：为交通运输的未来做准备》

- (1) 通过**自愿**的安全评估来证明安全性。
- (2) 促进自愿、基于共识和面向性能的技术标准的发展。
- (3) 美国国家公路交通安全管理局意识到，在装备有自动驾驶系统的车辆上使用的软件开发需要采用新的方式来制定联邦机动车安全标准（FMVSS）；打算就一项简化和现代会程序的提议征求公众意见，该机构将在处理和决定**豁免申请**时遵循该提议。



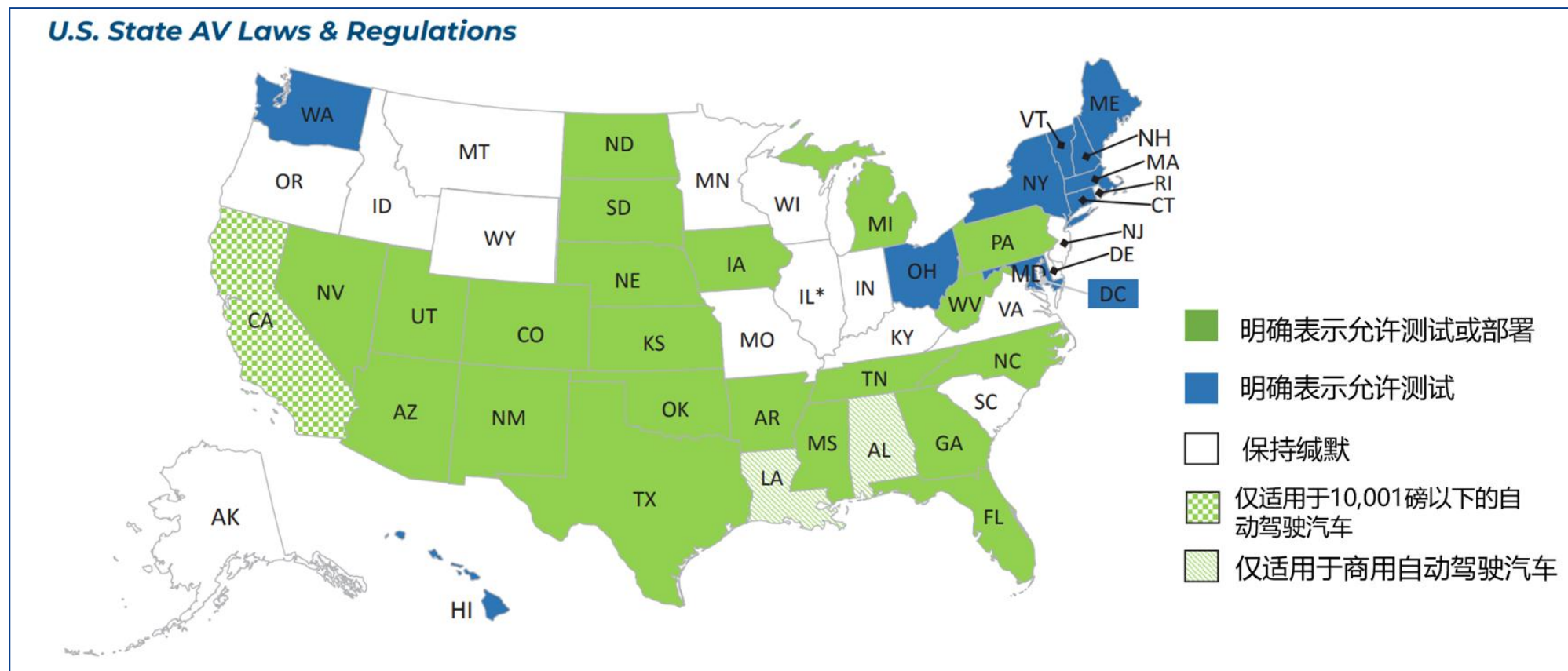
《自动驾驶系统4.0》

- (1) 延续AV 3.0版本，**不强制要求汽车制造商对其自动驾驶汽车进行安全评估**，而是采取自愿评估的方式；结果，80多家自动驾驶汽车企业中，仅有18家提交了相关的安全评估报告。
- (2) 美国高速公路安全局（NHTSA）接下来将**允许这些汽车企业测试没有方向盘的自动驾驶汽车**。

3.1.2 美国政策以鼓励发展为主，数据安全并行

- ◆ 基于州层面来看，根据美国自动驾驶汽车产业协会（AVIA）发布的《2024 State of AV》，截至2024年4月，包括加利福尼亚州、华盛顿州、内华达州等在内的30余个州的与自动驾驶汽车相关法律法规已生效立法（包括自动驾驶术语定义、商业化落地、保险及责任认定等方面）。

图: 美国各州与自动驾驶汽车相关的法律法规推进情况



3.2.1 相较国内市场，美国自动驾驶汽车商业化推进速度相对缓慢

◆ 然而，从美国自动驾驶汽车测试或商业化部署落地的情况上看，进展相对缓慢，尚未达到法律法规的“多地开花”程度。

根据美国自动驾驶汽车产业协会（AVIA）统计，截至2024年4月，美国共有10个州允许自动驾驶汽车测试或商业化运营（包括俄勒冈州、加利福尼亚州、亚利桑那州等）；其中仅加利福尼亚州、亚利桑那州、内华达州、得克萨斯州4个州的9个城市进入到商业化运营阶段（包括旧金山、洛杉矶、拉斯维加斯、凤凰城等）。开放城市数量不及后起步的中国。

截至2024年4月，美国自动驾驶车辆公共道路累计行驶里程达到7000万公里，较2023年7月增长59%。

但早在2023年12月，据中国交通部统计的国内自动驾驶车辆累计测试里程就已达同样量级（7000万公里）。

图: 美国各州与自动驾驶汽车商业化推进情况



3.2.1 相较国内市场，美国自动驾驶汽车商业化推进速度相对缓慢

究其缘由，我们认为主要有五个方面的原因：

（1）美国Robotaxi价格缺乏一致性，部分行程的费用甚至高于有人驾驶出租车。在价格敏感型市场中，或由于当前Robotaxi尚未进入量产阶段、且使用车型为中高端为主（Waymo的主力车型FCA的大捷龙售价40.68-44.68万、捷豹路虎 I-Pace 售价68.80-78.80万；而Mobileye主要采购蔚来ES8、售价49.8-59.80万），共同导致其服务价格居高难下，市场竞争力不足。

a) 美国博主毕格罗分享4次同时体验Uber（有人驾驶出租车）与Waymo（无人驾驶出租车）的经历。毕格罗从渔人码头到甲骨文球场的单次行程中，Uber价格为11.92美元、Waymo价格为20.77美元；从渔人码头到施特尔曼街的单次行程中，Uber价格为45.92美元、Waymo价格为29.41美元；而另外两次行程中，Uber提供了更为便宜的报价。总体看下来，Uber提供的报价相对更有优势。

b) 另一名在美国的博主乘坐Waymo，共计14.4公里的行程共花费120美元；相比之下，美国纽约的常规出租车每公里价格大约为3美元，额外加上10%的小费。

（2）高昂的基建成本投入成为Robotaxi难以普及的因素之一。自动驾驶技术的发展离不开基础设施的支持，如车联网技术、高精度地图等；然而，基础设施的建设和完善需要大量的时间和资金投入。据美国交通部估计，政府需花费数十亿美元打造车路协同的短距通讯基础设施，导致较长时间内美国车联网试点示范规模不足。

（3）美国各州“各自为政”增加推广难度。虽部分地区对Robotaxi的测试和商业化运营持开放态度，但美国各地政策和法规存在较大差异、缺乏政策上的统一性，给Robotaxi的推广带来一定阻碍。

3.2.1 相较国内市场，美国自动驾驶汽车商业化推进速度相对缓慢

4) 安全性问题频发导致公众信任度不足。加州DMV公布的数据显示，2022年Waymo提交事故次数71次，Cruise提交事故次数33次，Zoox提交事故次数30次；2023年8月，Cruise自动驾驶出租车意外碾压行人的事故，再次引发美国公众热议。

a) 根据美国汽车协会AAA发布的调查显示，2023年，在调查的1000名美国民众中，约有68%的受访者表示对自动驾驶汽车存有害怕或担忧情绪、较2022年的研究数据新增13%；且考虑到美国早期对自动驾驶汽车持开放态度、并不强制要求汽车制造商对其进行安全评估，2020-2023年间持支持、信任态度的民众占比始终相对较低，维持在15%以内。

5) Robotaxi管理与使用规则不充分。因缺乏制度上的管理，美国故意破坏和道德伦理问题层出不穷。如Waymo的Robotaxi在旧金山就遭到轮胎被扎破、车辆被纵火焚烧等恶意破坏；且乘客在Robotaxi上的不当行为亦偶有发生，无疑凸显了加强Robotaxi管理和使用规则的紧迫性。

图: 司机对自动驾驶汽车的情绪

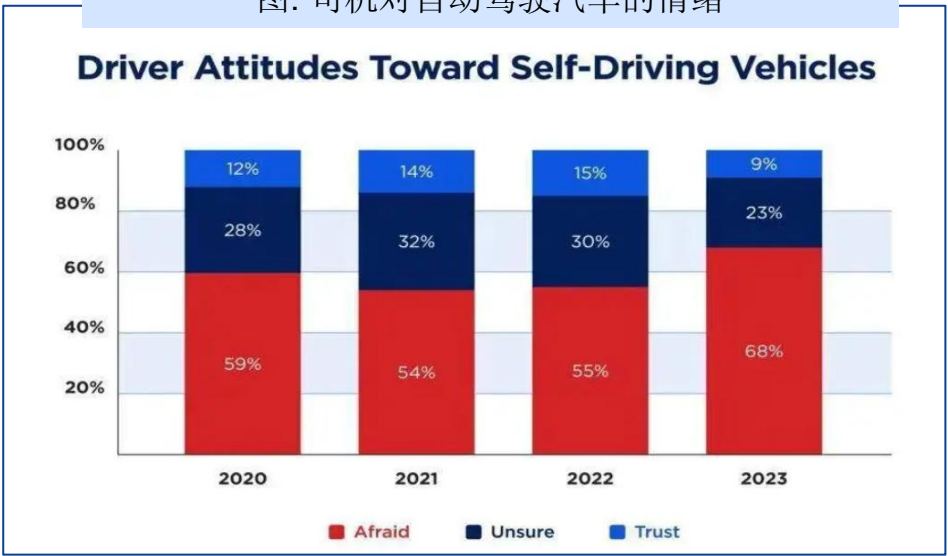


图: 美国Robotaxi受抵制人群破坏



3.2.2 美国各州进展不一，加州商业化进程远超其他州

◆ 与此同时，基于州层面来看，加州推进速度最快、商业化程度最高。根据美国自动驾驶汽车产业协会（AVIA）统计，美国9个进入商业化运营阶段的城市有5个城市位于加州，其中的旧金山已与2023年8月正式批准Robotaxi在全域内全天候开展商业化运营、开全球首例。

加州Robotaxi部署进展较快离不开当地政府的支撑。政策层面上，加州是美国较早布局自动驾驶相关法规的城市之一，近年来也陆续推出安全管理条例以提高民众对自动驾驶的信心、如2024年1月颁布的《SB-915》要求企业所开发系统要能保障安全员对车辆的控制；商业化应用上，政府鼓励企业进行自动驾驶道路测试，Cruise和Waymo等总部位于加州的企业，已较早的借助良好地理优势，通过大量测试、积累了丰富的技术经验及数据。

此外，加州对外开放程度或较其他州更高。根据美国加利福尼亚州交通管理局（DMV）统计数据，2023年有21家公司共计1603辆自动驾驶车辆在加州进行将近1000万公里的路试，包括来自美国、中国、日本、欧洲等地的知名自动驾驶企业；在美国对国内科技企业的高压政策下，文远知行于2024年8月获美国加州公用事业委员会批准在加州进行无人驾驶载客测试。

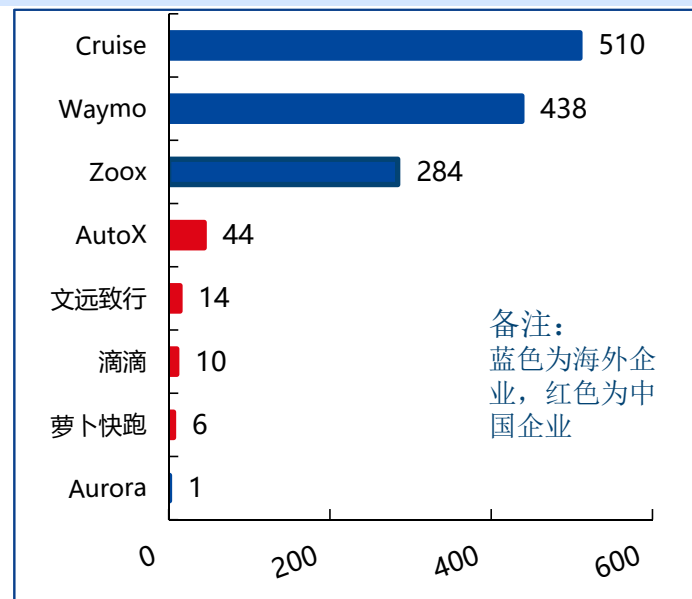
时点	运营阶段	具体情况
2014年	道路测试 (自动驾驶)	1) 加州机动车辆管理部批准通过自动驾驶汽车测试法规； 2) 同年，Waymo获得自动驾驶汽车的测试许可。
2018年	道路测试 (无人驾驶)	1) 2月，加州行政法办公室通过无人驾驶汽车测试条例； 2) 4月，机动车辆管理部开始审批通过无人驾驶汽车测试申请； 3) 10月，Waymo 获得无人驾驶汽车的测试许可
2019年	示范应用 (无人货运)	加州行政法办公室通过了“重量小于 10,001 磅的自动驾驶轻型货车允许在加利福尼亚州的公共道路上测试和部署”法规
2020年	商业化试点 (无人货运)	加州机动车辆管理局向Nuro颁发加州第一个自动驾驶汽车部署许可证，并允许其收取无人驾驶送货服务报酬。
2022年	商业化试点 (无人出租)	2022年6月，加州监管机构批准Cruise在旧金山提供无人驾驶出租车收费服务， 这是该州批准的首个真正无人驾驶的出租车收费服务。
2023年	扩大商业运营范围 (无人出租)	1) 2月，Zoox 在没有方向盘和踏板的情况下在加州福斯特城的公共街道上搭载了第一批乘客，是第一家在加州开放的公共道路上运营专用机器人出租车的公司； 2) 8月，加州政府开放全域Robotaxi全天候运营。
2024年	扩大开放程度 (无人出租)	文远知行获加州公用事业委员会批准，可在加州域内进行无人驾驶载客测试

3.3 结合商业化程度及路试规模，Waymo与Cruise领先优势显著

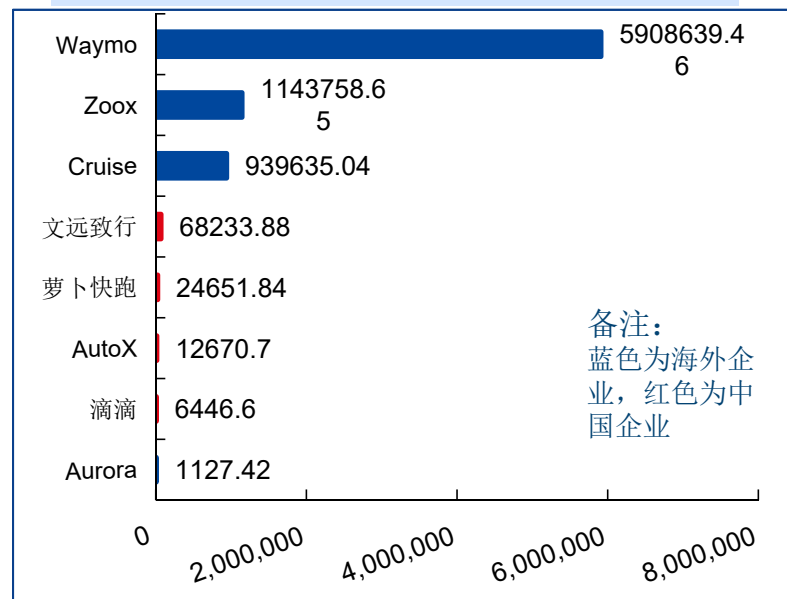
◆ 加州是美国无人驾驶进展最快的城市；以加州为例，结合加州交通管理局（DMV）2023年公布的统计数据，可以看到虽然美国Robotaxi参与厂商较多、但各厂商间实力差距颇大，目前基本形成以具备先发优势的Waymo、Cruise为首的竞争格局。另外，2023至2024年间多家企业因融资环境及长期投资需求导致盈利不确定，已陆续退出竞争市场，包括：

- 宣布破产：1) 2024年4月自动驾驶初创公司 **Ghost** 在官网宣布停止全球业务并关闭公司。
- 停止业务：1) 2024年6月，**Motional**宣布停止商业运营，硅谷办事处及洛杉矶运营中心关闭。2) 2024年2月，**苹果公司**在内部披露将停止电动汽车项目。
- 出售业务：1) 2023年12月，**Uber**将其无人驾驶部门出售给自动驾驶独角兽Aurora。2) 2024年4月，**Lyft**宣布将无人驾驶汽车部门出售给丰田子公司Woven Planet Holdings。

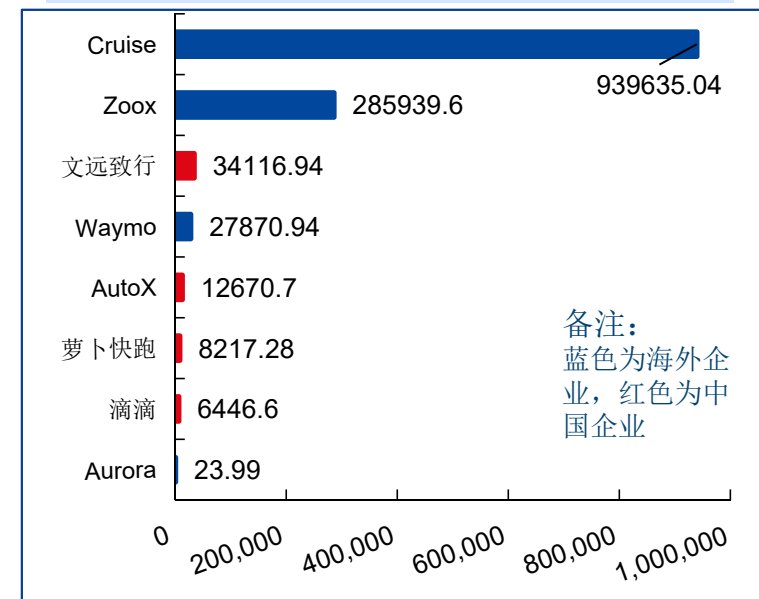
图：2023年DMV自动驾驶公司车辆登记数量排行
(单位：辆)



图：2023年DMV自动驾驶公司里程累积数排行
(单位：公里)



图：2023年DMV自动驾驶公司接管率排行
(单位：公里/次)



3.3 结合商业化程度及路试规模，Waymo与Cruise领先优势显著

◆ 根据商业化程度及路试规模等数据综合比较来看，美国Robotaxi竞争格局大致分为三大梯队。第一梯队是较早进入商业化运营、具备较强先发优势的Waymo与Cruise等；第二梯队是已在美国多个城市进入路测阶段、但尚未商业化运作的企业，如Zoox、Aurora、Mobileye等；第三梯队则是具备一定技术储备、预计今明两年业务正式落地的特斯拉等。

主流车企	Waymo	Cruise	Zoox	Aurora	Mobileye	特斯拉
成立时间	2016年	2013年	2014年	2016年	1999年	2003年
总部位置	加州山景城	加州旧金山	加州福斯特城	加州帕洛阿尔托市	以色列	得克萨斯州
所属公司	谷歌母公司Alphabet	通用汽车	亚马逊	/	英特尔	/
技术优势	谷歌地图提供高精地图	通用汽车具备汽车制造能力	亚马逊具有较强的云服务能力	本身为人工智能公司	自动驾驶系统研发企业，汽车视觉技术闻名	汽车制造商、汽车视觉技术领先
主流车型	1) FCA的大捷龙 2) 捷豹路虎的 I-Pace	雪佛兰Bolt	自研车型；无方向盘或踏板，可容纳四名乘客	丰田塞纳商务车	蔚来 ES8	特斯拉自研的 Robotaxi
进入道路测试及以上阶段的城市（美国）	凤凰城、旧金山、奥斯汀、纽约、洛思阿图斯、帕洛阿尔托、山景城、森尼维尔	旧金山、凤凰城、奥斯汀、亚特兰大、达拉斯、休斯顿、夏洛特、迈阿密、纳什维尔、	旧金山、福斯特城、拉斯维加斯	旧金山、加州山景城、匹兹堡、达拉斯	底特律、纽约、迈阿密、斯图加特、奥斯汀	/
开展商业化运营的城市（美国）	旧金山、凤凰城、洛思阿图斯、山景城、森尼维尔	旧金山、凤凰城、奥斯汀	/	/	/	/
进入道路测试及以上阶段的国家（美国之外）	/	迪拜、日本	/	/	达姆施塔特（德国）、慕尼黑（德国）、耶路撒冷（巴勒斯坦）、巴黎（法国）、东京（日本）、特拉维夫（以色列）	/
累计行驶里程	1149.07 万公里	/	/	/	/	/

3.3.1 Waymo：谷歌地图加持叠加激光雷达等核心部件自研能力，较早筑起Robotaxi业务护城河

◆ Waymo最初是Alphabet旗下Google在2009年开启的一个自动驾驶汽车项目，于2016年12月从Google独立出来、成为Alphabet公司旗下子公司。成立之初就确立“多传感器融合”的智驾技术路线，通过实现全套核心传感器自研、筑起Robotaxi业务护城河。激光雷达方面，其自研激光雷达成本较Velodyne64线激光雷达下降90%以上，2019年起对外出售自研激光雷达；毫米波雷达方面，2020年其自研的4D毫米波成像雷达开始应用于第五代感知系统Waymo Driver，相较2021年落地4D毫米波雷达的大陆、华为等企业更早。在自动驾驶系统演进方面，截止2024年8月，Waymo已进行6次迭代，除优化升级外、传感器数量基本呈增加趋势。

图: Waymo第五代主力车型



	时间	搭载车型	激光雷达	毫米波雷达	超声波雷达	摄像头
第一代	2009年	丰田普锐斯混动版	1颗 (Velodyne 64线)	4颗 (博世和大陆)	/	1颗 (前视摄像头)
	2012年4月	雷克萨斯RX450h	1颗 (Velodyne 64线)	4颗 (博世和大陆)	/	1颗 (前视摄像头)
第二代	2015年5月	雷克萨斯RX450h	5颗（自研）	4颗 (经改造)	/	1颗 (前视摄像头)
第三代	2014年5月	萤火虫 (无方向盘和制动踏板)	1颗（Velodyne 64线）+ 4颗短距激光雷达（自研）	4颗 (经改造)	1颗	1颗 (前视摄像头)
	2015年		5颗（自研，1个车顶，4个车身）	4颗 (经改造)	1颗	1颗 (前视摄像头)
第四代	2017年	FCA大捷龙	6颗（自研，2个车顶，4个车身）	6颗（自研）	/	1颗 (前视摄像头)
第五代	2020年3月	捷豹I-Pace	5颗（自研，1个车顶，4个车身）	6颗（字眼）	/	29颗
第六代	2024年6月	极氪	5颗（自研）	未披露	未披露	未披露

3.3.1 Waymo：谷歌地图加持叠加激光雷达等核心部件自研能力，较早筑起Robotaxi业务护城河

◆ Robotaxi 业务方面，2016年Waymo在凤凰城开启robotaxi的道路测试；2018-2019年，陆续获得加州的自动驾驶、全无人驾驶测试牌照；2021年宣布将在美国旧金山推出robotaxi的免费试运营。截止目前，Waymo无人驾驶出租车业务已在旧金山、凤凰城、洛思阿图斯、山景城、森尼维尔等城市进入商业化运营阶段。据DMV统计，2023年Waymo行驶里程达590万公里，远超其他竞争对手，并在累计行驶里程（载客）达到1149万公里的情况下，仅发生过3起轻微事故。结合公司官网及新闻报道的统计数据，Waymo目前在美国共计运营约600辆自动驾驶车辆，每周订单量超过50,000次；即平均每辆车每周完成约83次订单、日均完成约12次行程；且多为短距订单，平均单次行驶里程约4.4公里。

图: Waymo 无人驾驶出租车运行



时间	事件类型	Waymo无人驾驶出租车的推进
2016年	道路测试	Waymo在凤凰城开启 robotaxi的路测。
2018年	道路测试（自动驾驶）	获加州交通部授权在公共道路上测试自动驾驶车辆。
2019年	道路测试（无人驾驶）	Waymo率先获得加州的全无人自动驾驶测试牌照。
2020年	示范应用	Waymo在凤凰城（Phoenix）向公众开放Robotaxi业务
2021年	示范应用	宣布将在美国旧金山推出自动驾驶出租车的免费试运营
2022年	商业化运营（无人驾驶）	Waymo 宣布在凤凰城的东谷和旧金山两个地方同时提供无人驾驶服务；并宣布洛杉矶将成为Waymo的下一个网约车城市
2023年	商业化范围扩大	3月，美国加州公用事业委员会批准Waymo在洛杉矶和旧金山半岛扩大Robotaxi服务范围；8月，奥斯汀将成为Waymo第四个主要网约车城市
2024年	高速路测试	陆续宣布将在凤凰城、洛杉矶等城市高速公路上测试无人驾驶车辆

3.3.2 Cruise：通用汽车布局自动化驾驶的重要载体，但业务受事故影响停摆近1年

华金证券
Huajin Securities

华发集团旗下企业

- ◆ Cruise成立于2013年，2016年被通用汽车收购，成为通用汽车布局自动驾驶及实现商业化运营的重要载体。2017年Cruise开始进行无人驾驶汽车测试、并率先获得了加州的公路无人驾驶汽车测试牌照；2019年，Cruise宣布计划在美国推出商业化的自动驾驶出租车服务，并在2020年开始试运营；此后，又陆续获得美国凤凰城、奥斯汀、达拉斯、休斯顿、迈阿密、纳什维尔、亚特兰大、夏洛特等城市的无人驾驶测试许可。
- ◆ 2023年10月，Cruise因一起严重的交通事故在全美范围内暂停了无人驾驶业务；直至2024年5月，Cruise在美国亚利桑那州恢复了有安全员驾驶的Robotaxi业务，其自动驾驶汽车客运服务或有望在今年重新开展。



时间	Cruise 无人驾驶出租车的推进
2013-2016年	Cruise成立于2013年，总部位于美国旧金山；并于2016年被通用汽车收购，成为其自动驾驶汽车开发团队中的一个独立部门。
2017年	率先获得了加州政府的批准，允许在加州公路上进行自动驾驶汽车测试。
2019年	Cruise宣布计划在美国推出商业化的自动驾驶出租车服务，并在2020年开始试运营。
2020年	获准在加州的公共道路上测试全无人驾驶出租车。
2021年	成为加州首个可以在公共道路提供全无人的自动驾驶载客服务公司。
2022年	1) Cruise开始在旧金山提供自动驾驶出租车服务；2) 宣布将于2022年在亚利桑那州凤凰城和德克萨斯州奥斯汀推出无人驾驶出租车服务。
2023年	1) Cruise 旧金山的自动驾驶出租车队削减一半；白天运行的无人驾驶车辆将不超过50辆，夜间运行的无人驾驶车辆将不超过150辆。2) Cruise受严重事故影响，加州车辆管理局（DMV）暂停了Cruise的无人驾驶许可。
2024年5月	Cruise宣布重启Robotaxi业务运营，在美国亚利桑那州开始测试有安全员的Robotaxi。

3.3.3 Zoox：2020年被亚马逊收购，车身设计为其强项

- ◆ Zoox是一家成立于2014年的自动驾驶创业公司，由Tim Kentley-Klay和Jesse Levinson联合创办。其中，Tim Kentley-Klay创业之前是动画师和视频制作人；而Jesse Levinson是谷歌无人车之父Sebastian Thrun的弟子，其父亲不仅执掌美国基因泰克公司，目前还担任苹果公司董事会主席。2020年6月，Zoox被亚马逊收购，被收购后仍然独立运作；目前员工总数已超2000人。
- ◆ 截止目前，Zoox已获得旧金山、福斯特城、拉斯维加斯等城市无人驾驶的道路测试牌照。2017年，Zoox开始在加州的旧金山、福斯特城开始自动驾驶车辆测试；2023年6月，宣布将在内华达州的拉斯维加斯公共道路上测试Robotaxi，这标志着没有踏板或方向盘的自动驾驶汽车首次在内华达州的公共道路上运行。

图: Zoox设计的Robotaxi车辆



图: Zoox设计的Robotaxi内装



Zoox Robotaxi的设计点:

- ◆ 具有双向驱动和四轮转向功能，可在狭窄的空间内操纵和改变方向，无需倒车。
- ◆ 顶部有六个激光雷达定位器以及多个摄像头，每个角落可以提供270度的视野，为传感器发生故障时提供了冗余。
- ◆ 内部车辆采用四座面面对称的座椅配置，消除传统汽车的方向盘。
- ◆ 与车辆大屏趋势化不同，该车车内只配有小屏幕，用于确认行车信息、控制音乐和空调、查看路线与预计到达时间。
- ◆ 为保障安全，1) 车辆在发生碰撞时为每个乘客周围配置了安全气囊；2) 提供远程手动操作车辆并与乘客实时通信。

3.3.4 Aurora&Mobileye: 现已开启智驾部署

- ◆ Aurora成立于2016年，由业内大拿Sterling Anderson、Drew Bagnell和Chris Urmson共同创立。其中，Sterling Anderson曾担任特斯拉Autopilot项目主管，Drew Bagnell曾任职于Uber先进技术团队、负责感知和自主软件工作，Chris Urmson曾领导谷歌自动驾驶汽车项目近8年。截至目前，Aurora在旧金山、加州山景城、匹兹堡、达拉斯都有过车辆部署，但主要供内部人员测试。2023年12月，Aurora成功收购Uber自动驾驶部门，未来或有望加速Aurora业务。

图: Aurora推出的Robotaxi车辆



图: 搭载Mobileye Drive的纯电动蔚来ES8



- ◆ Mobileye 成立于 1999 年，创始人为希伯来大学教授 Amnon Shashua；期初是基于自己学术研究中开发的一套视觉感知系统，能够利用摄像头以及嵌入处理器的软件算法实现对目标车辆的检测。2004年，Mobileye成立了第一家研发中心；2008年正式发布第一代提供驾驶辅助功能的EyeQ1系统集成芯片，宝马7系是首批搭载该技术量产的主力车型。
- ◆ Mobileye业务覆盖德国、法国、以色列、巴勒斯坦、日本等多个国家地区；直至2022年9月，Mobileye宣布将在底特律进行无人驾驶测试，测试车辆为搭载Mobileye Drive的纯电动蔚来ES8，这也是Mobileye首次在美国测试L4级自动驾驶解决方案。

- 01 国内Robotaxi商业化进展分析——以萝卜快跑为例
- 02 国内Robotaxi竞争格局：互联网企业商业化进度领先
- 03 中美Robotaxi发展进度对比：美国起步较早，但商业化进展相对缓慢
- 04 Robotaxi热点讨论
- 05 风险提示

4.1 Robotaxi有望凭借其优势，对有人驾驶出租车形成替代

- ◆ 相较有人驾驶出租车，无人驾驶出租车具备运营成本低、用户支付价格低、事故发生率低等优势，有望在未来改变人们的出行方式，对有人驾驶出租车形成一定程度的替代。

A 对于企业而言，减少了网约车司机的雇佣成本

- 无人驾驶出租车无需人类驾驶员操作，出租车公司将能够显著减少在人力方面的支出，降低运营成本。根据车家号的统计数据，网约车司机的每日流水在400元-500元间、单月收入则在12000元-15000元左右，同时平台收取的车辆租赁费约为3600元/月/辆；假设网约车司机单月收入保守估计为12000元、除去车辆租赁费3600元，归属于网约车司机的收入（即司机的雇佣成本）约为10万元/年/辆。

B 对于大部分用户而言，支付价格较网约车更低

- 目前萝卜快跑在武汉实际收费约为定价的3折、略高于网约车收费水平；其他城市中，上海、北京、重庆的萝卜快跑收费在网约车的5-7折水平，嘉兴、成都尚处于免费试乘阶段。

C 降低事故发生率，安全性更高

- 无人驾驶出租车通过先进的算法和传感器，不仅能够较为精准地控制车速和车距、优化路线选择，同时还可通过实时监控以应对复杂的道路情况，降低人为错误导致的交通事故，从而显著提高出行效率和安全性。据财联社新闻报道，某无人驾驶技术企业负责人表示，国内Robotaxi的出险率约为司机的1/14，且在窄距通行等特定场景下、Robotaxi的实际运营表现要优于人类表现，尤其是数据处理的精确度方面。

4.2 现阶段阻碍Robotaxi大面积推广的因素

◆ 然而我们倾向于认为，有人出租车和无人出租车的竞争将长期存在，并非零和博弈。一方面，对于有人出租车或无人出租车的选择由具体需求而决定，小马智行副总裁、Robotaxi自动驾驶出行业务负责人张宁表示，“无人驾驶出租车提供的是标准化的服务，再好的服务也只能满足一部分人的需求，有些乘客需要人与人之间的沟通交流，需要差异化的服务。”另一方面，Robotaxi尚有待解决的固有劣势，同时也面临着来自外界的阻碍因素；具体来看，固有劣势包括定位不准产生的锚定问题、定点上下车、自动驾驶技术不成熟、等待时间长、行驶速度慢、停靠时间短等问题。

(1) 固有劣势 - 定位不准产生的锚定问题：一般而言，高速NOA只需要实现车道级/分米级的定位即可，用于识别出车在哪条车道；而城区NOA下，由于车道比较窄，尤其是在十字路口处，经常会出现车道变化、如两车道变成三车道或四车道，此时就需要定位精度达到厘米级。

(2) 固有劣势 - 需定点上下车：萝卜快跑目前仅支持在固定点位上下车，意味着乘客在使用萝卜快跑服务时，需要提前到达指定点位等待车辆，而不能像使用网约车那样通过App选择任意地点作为上下车点。

图: 无人驾驶车辆出现的定位问题

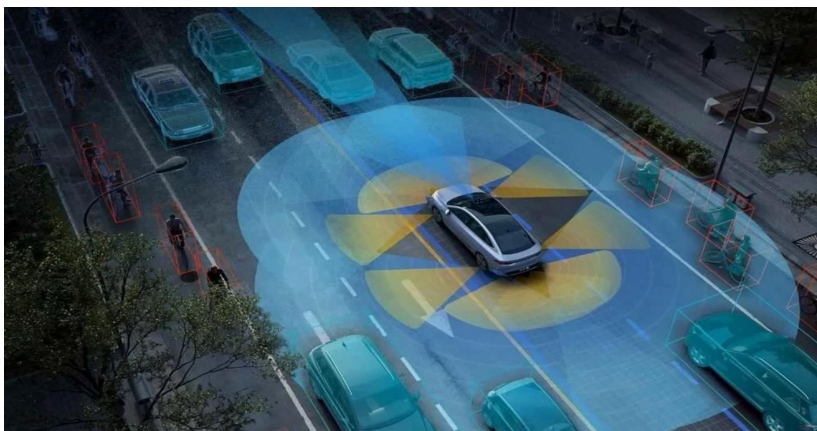


图: Robotaxi的接驳站点



4.2 现阶段阻碍Robotaxi大面积推广的因素

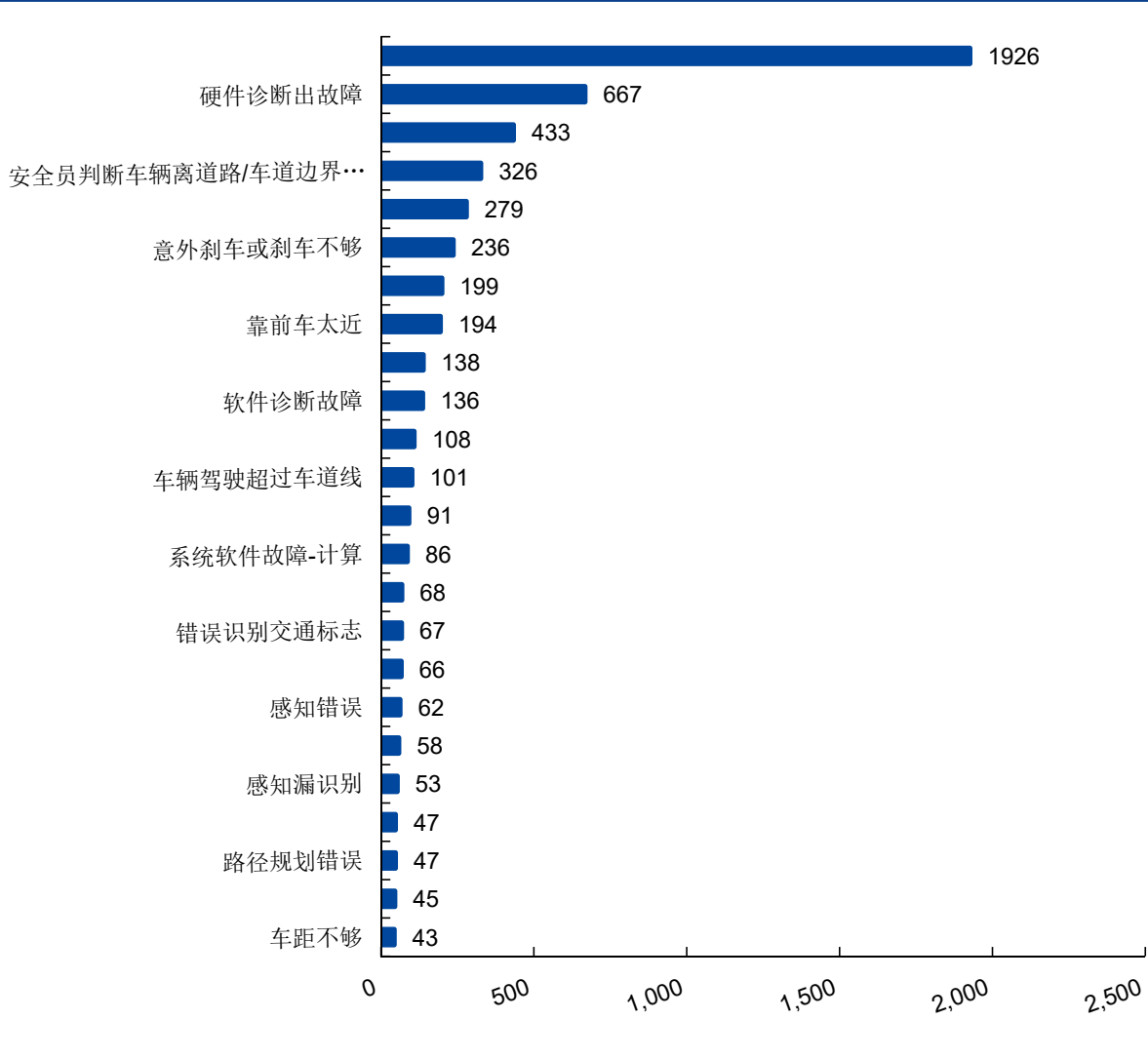
(3) 固有劣势 – 等待时间长、行驶速度慢，但停靠时间有限制：

1) 等候时间长且运行速度慢。受制于现阶段运营的无人出租车数量较少，乘客的等待时间过长；据用户反馈，从发出订单到上车的单次等候时间为20分钟至45分钟不等，甚至达到1个小时。同时，出于安全性考虑，无人驾驶出租车的行驶速度通常控制在40公里/小时，若遇到大雨等较为恶劣的天气情况，甚至降至20公里/小时，直接导致过长的乘车时间。

2) 以萝卜快跑为例，若车辆到达起点等待超过5分钟用户仍未上车，系统会自动取消该订单，甚至部分地区规定限停时间为3分钟。

(4) 固有劣势 – 全自动驾驶技术尚不成熟：当前自动驾驶技术在复杂天气条件、特殊道路情况和交通事故处理等方面尚未完全成熟，复杂场景应对能力较差，在一定程度上会影响服务的稳定性；如武汉市民留言板上，有超300条留言涉及萝卜快跑，不少投诉称其在绿灯状态下停滞不前、红灯时冲入路口中央、转弯时卡顿不动等情况，并引发交通拥堵现象，对市民出行造成了影响。美国方面，根据加州DMV的数据，2023年将近有6562次安全员介入。

图: 2023 DMV自动驾驶路试Top安全员介入情况（单位：次）



4.2 现阶段阻碍Robotaxi大面积推广的因素

- ◆ 无人出租车的推进同样受到外界阻碍，包括自动驾驶商业化运营开放区域较为有限、来自网约车平台的抵制、以及出于对安全性、事故权责归属等问题的担忧。

(1) 外界阻碍 – 商业化运营开放区域较为有限

- 截至目前，萝卜快跑已在全国12座城市开展运营，除了北上广深一线城市外，还覆盖福州、嘉兴、阳泉、重庆、成都、合肥、长沙、武汉。其中，除了武汉是全市开放运营外，其他城市均只开放部分区域，如北京开放了通州、软件园、首钢、亦庄四个区域，上海开放了嘉定区运营，深圳开放了南山区、坪山区，广州开放了科学城运营等。
- 下订单区域仅为萝卜快跑所允许的运营范围。

图: 萝卜快跑在成都的运营区域



4.2 现阶段阻碍Robotaxi大面积推广的因素

(2) 外界阻碍 – 出于失业担忧，网约车司机对无人驾驶出租车产生较强抵制

- 无人驾驶出租车的兴起，使得网上陆续出现网约车司机要求“萝卜快跑”等无人驾驶车辆停运的集体联名信。然而，就客观而言，我们倾向于认为中短期内无人驾驶出租车并不会对网约车需求产生较大影响。

(1) 首先，Robotaxi规模较小。假设以发展进程最快的武汉为例，武汉预计2024年底将铺设至千辆萝卜快跑的规模，按2024年5月数据统计，武汉日均2.94万辆网约车（按保守的1000辆萝卜快跑估计），萝卜快跑的市场份额仅在3.4%左右。小马智行副总裁、Robotaxi自动驾驶出行业务负责人张宁表示“未来无人驾驶渗透率一定会逐步提升，尤其是跨过盈亏平衡点之后，会产生指数型的增量，这个是一定会到来的，但这个时间点会在5年后，才能说对目前传统出行方式形成结构性的变化（占比至少超过30%）。”

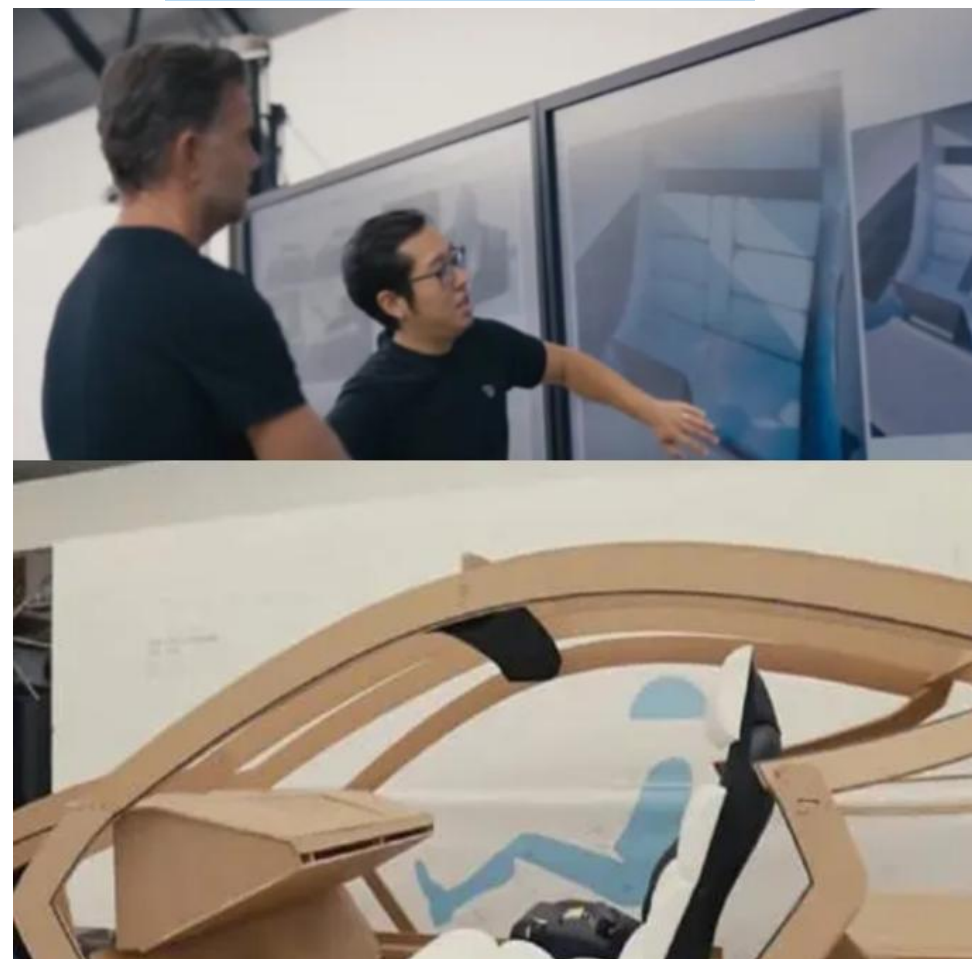
(2) 其次，伴随着无人驾驶出租车产业链的兴起，新诞生了安全员、智能网联汽车装调运维员、智能网联汽车测试员等其他职业机会；同时像客服、保险等较为传统的职业人员需求也有所提升。据上观咨询报道，已有部分网约车或出租车司机转行成为无人出租车的后台安全员；对传统出租车司机来说，他们对汽车知识和城市交通更为熟悉，同时“萝卜快跑”招聘要求中也明文规定，有网约车、出租车、公交车等客运经营或货运经营的优先录用。此外，人力资源和社会保障部发布的新职业新工种中，还包括有“智能网联汽车装调运维员”和“智能网联汽车测试员”等；其中，“智能网联汽车装调运维员”主要维护自动驾驶车辆以及车上实现自动驾驶功能的传感器和硬件，“智能网联汽车测试员”则在汽车开发和上市前进行针对性测试；另外，客服、保险等的相应负责协调的工作人员数量也有望增加。

4.2 现阶段阻碍Robotaxi大面积推广的因素

◆ (3) 外界阻碍 – 出于对安全性、事故权责归属等问题的担忧，Robotaxi业务推进或将受阻

➤ 安全性问题始终是无人驾驶汽车的痛点。一方面，对于无方向盘或踏板的设计，各地政府的态度是越发谨慎的，在一定程度上或限制了车企Robotaxi上市的步伐；另一方面，大部分城市对无人驾驶出租车商业运营相关的责任认定法规尚未完善，可能会导致民众对应用还存在较大的疑虑及担忧。

图：特斯拉Robotaxi车型将采用无方向盘或踏板的设计



(1) 对车型设计的管制。马斯克此前表示，特斯拉Robotaxi车型将采用无方向盘或踏板的设计，引发了一系列安全性的担忧及讨论。就美国来看，通用汽车旗下的Cruise曾请求为其无方向盘和踏板的Origin自动驾驶出租车申请豁免、但未获批准，该项目已被无限期搁置；对于法律法规更为严苛的中国市场而言，特斯拉Robotaxi的无冗余设计方案获取监管审批受阻可能性较大。

(2) 法律和责任界定问题。可能在无人驾驶出租车商业运营相关的法律法规和责任界定尚未明确的背景下，Robotaxi的推进进程或较为有限。

4.2 现阶段阻碍Robotaxi大面积推广的因素

- 为改善上述局面，近期各地方政府已陆续出台相关法规；各运营平台也相应开始设立专业的安全管理团队。
- ◆ 2024年6月30日发布的《北京市自动驾驶汽车条例(征求意见稿)》规定车辆在自动驾驶系统功能未激活状态下发生交通事故的，按照现行规定承担责任；车辆在自动驾驶系统功能激活状态下发生交通事故造成人身伤亡、财产损失的，属于自动驾驶汽车一方责任的，由车辆所有人、管理人承担赔偿责任；此外，车辆所有人、管理人依照前款规定向受害者进行赔偿后，可以依法向负有责任的生产者、销售者等进行追偿。
- ◆ 运营平台方面，小马Robotaxi业务负责人张宁透露：“小马智行设置了全无人测试安全管理团队，将有具体的人员专职处理，比如远程安全员、现场事故处理专员、交管对接专员等。事故处理流程从事故识别开始，全无人车辆具备自动检测事故功能，可实现在车道内安全停车，开启双闪，并上报远程安全员。远程安全员通过远程协助平台实时监控道路情况，根据事故及车损情况提供对应人工远程协助（例如协助车辆靠边停车等），并通知现场事故处理专员。事故处理专员以网格形式分布，以‘巡检车+定点值班’开展工作，保证收到信息后尽快抵达现场，进行事故处理与救助。”

图：无人驾驶远程安全员



- 01 国内Robotaxi商业化进展分析——以萝卜快跑为例
- 02 国内Robotaxi竞争格局：互联网企业商业化进度领先
- 03 中美Robotaxi发展进度对比：美国起步较早，但商业化进展相对缓慢
- 04 Robotaxi热点讨论
- 05 风险提示

◆ 智能驾驶安全风险

- ◆ 目前智能驾驶技术正处于发展阶段、尚未完全成熟，发展过程中由于技术尚未完善及技术迭代等原因，可能产生可预见或不可预见的安全风险、威胁驾车人或乘车人的人身安全，进而影响智能驾驶产业发展。

◆ 技术发展不及预期的风险

- ◆ Robotaxi所需的高阶智能驾驶技术迭代需要大量投入，包括在传感器、芯片等硬件端及算法架构等方面进行大量研发以实现技术发展，可能出现技术发展不及预期的风险。

◆ 政策变动风险

- ◆ Robotaxi的落地较大程度上依赖于国家相关政策及法律法规，如果未来国家关于Robotaxi的政策发生变化，则业内公司可能面临因政策限制，业务无法如期开展或无法开展的风险。

行业评级体系

收益评级：

领先大市 — 未来6个月的投资收益率领先沪深300指数10%以上；

同步大市 — 未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-10%至10%；

落后大市 — 未来6个月的投资收益率落后沪深300指数10%以上；

风险评级：

A — 正常风险，未来6个月投资收益率的波动小于等于沪深300指数波动；

B — 较高风险，未来6个月投资收益率的波动大于沪深300指数波动。

分析师声明

李蕙声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以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，并向本公司的客户发布。

免责声明：

本报告仅供华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本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。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。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，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发、篡改或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华金证券股份有限公司研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

华金证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

风险提示：

报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。投资者对其投资行为负完全责任，我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

华金证券股份有限公司

办公地址：

上海市浦东新区杨高南路759号陆家嘴世纪金融广场30层

北京市朝阳区建国路108号横琴人寿大厦17层

深圳市福田区益田路6001号大平金融大厦10楼05单元

电话:021-20655588

网址:www.huajinsec.cn