

自动驾驶出租车 (Robotaxi) 商业化前景展望

起点眺望，育穗待实

2022年11月



$d=25'$

Light = "red"

$\sigma/\sqrt{n}$

$d=9' 6''$
 $\sigma=.5''$

$\sigma/\sqrt{n}$

$d=9' 10''$
 $\sigma=.6''$

$\sigma/\sqrt{n}$

目录

第一章	Robotaxi 商业化阶段研判： 五重挑战，三阶渐进	05
第二章	中国特色的 Robotaxi 商业化运营模式： 生态发展，区域各进	23
第三章	Robotaxi 运营服务发展： 运营体验赋能，助推模式落地	33



PART

01

Robotaxi 商业化阶段研判： 五重挑战，三阶渐进

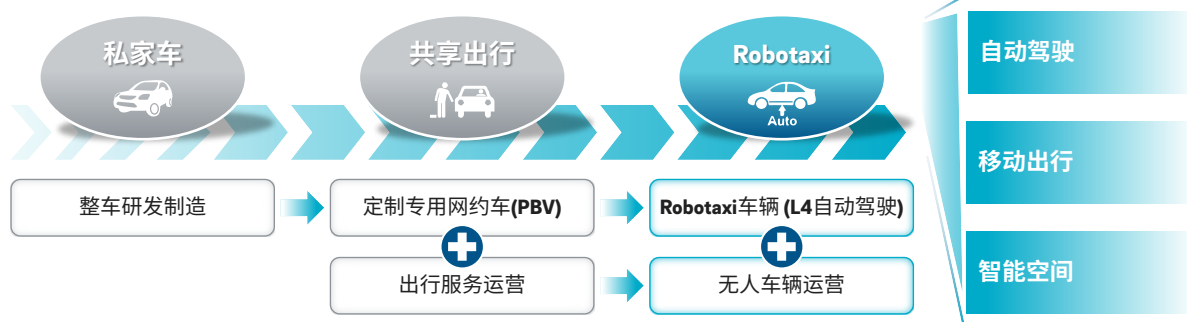


Robotaxi即自动驾驶出租车，作为自动驾驶技术落地的核心场景，通过对共享出行服务的全面体验升级，优化了有人车时代的安全隐患和用车痛点，其无人化

和智能化的特点势必对出行方式带来巨大变革；其牵引的产业链变化亦将蕴含巨大想象空间，推动行业整体走向万亿级规模。→ 01

01 Robotaxi发展演变与定义

出行方式发展



资料来源：罗兰贝格

1.1 Robotaxi 行业挑战

Robotaxi有望在远期变革人类出行方式，现已临近商业化前夕，痛点问题的渐进式解决将推动商业化的落地。

Robotaxi的概念已经历市场的多年探讨与摸索，目前更随自动驾驶技术的场景突破成为热点，进入商业化尝试的加速阶段，从路测到划区域试点运营，从不允许载人出行到常规载客出行，从免费试乘到常态化收费运营，从车内有安全员到限定条件下无人化，从企业的单点尝试到形成战略联盟，从完全市场化摸索到逐步政策支持下合规化，Robotaxi商业化探索从技术、资本、生态、模式、政策等多维度全面开花。

当前，Robotaxi的商业化探索进程以城市为单位，如

雨后春笋般积极开展，30多个城市自2021年先后布局了相关产业及其商业化尝试，部分一二线先行城市已经取得了商业落地的阶段成果。→ 02

然而，商业化的整体推进节奏仍受多方因素限制，面临多方面挑战。技术上的长尾问题、持续的高额研发成本和资本投入、配套运营服务的亟待开发、产业发展协同政策及监管法规的有待完善，以及用户教育尚未形成等问题均需要更进一步的解决方案，因而制约着Robotaxi达成完全无人化、运营规模化及可持续的

商业化。然而，资本市场的持续投入和关注，以及产业玩家针对各项挑战的逐步突破，使Robotaxi的商业化进程开始进入快车道。

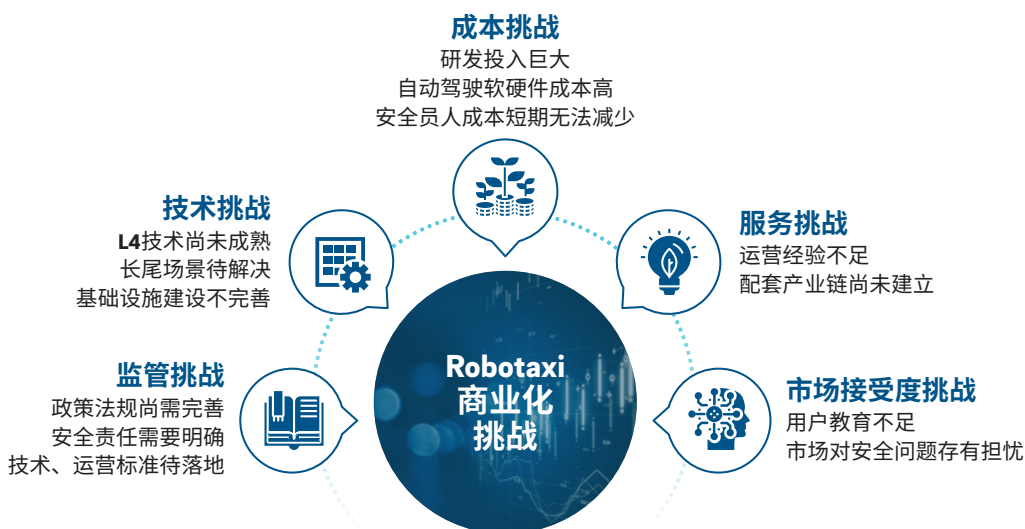
当前，行业玩家的商业化尝试尚未形成明确方向，开展商业化的条件也未形成定论。在商业化摸索初期，罗兰贝格总结出涵盖成本、技术、服务、监管和市场接受度等五大亟待突破的关键挑战。→ 03

02 部分城市Robotaxi商业化探索



资料来源：罗兰贝格

03 Robotaxi商业化面临的挑战



资料来源：罗兰贝格

1) 成本挑战

在当前商业化前期，整体符合自动驾驶技术要求的汽车制造成本及在安全和监管要求下的运营成本使得提供Robotaxi的单位服务成本远高于有人驾驶的网约车和其他出行方式，这对整体产品落地和实际大规模应用造成根本性阻碍。随着自动驾驶技术的进步和算法的迭代，无人车运营的数据积累、造车成本和运营服务成本均将呈下降趋势，为Robotaxi大规模商业化提供经济效益支撑。→ 04

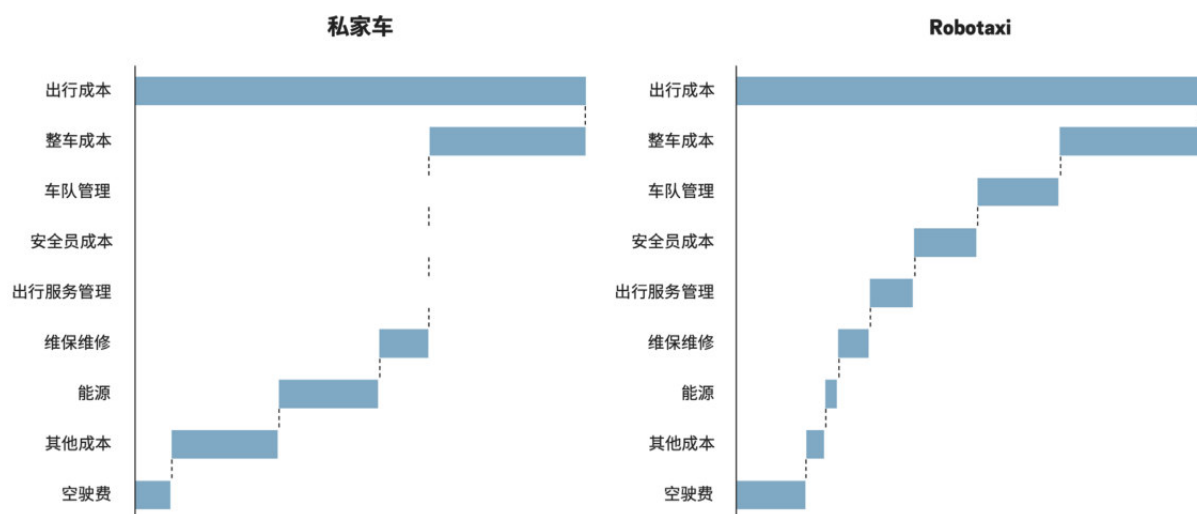
当前，造车成本仍是Robotaxi最大的资本投入。现阶段的自动驾驶为了确保安全性，在车端部署冗余传感器系统、高精度地图及相应的软件系统和自动驾驶套件，根据车辆需要进行大规模的改装，不仅大大增加了自动驾驶车辆的制造成本，也使行业参与者付出大量的时间成本——一辆改装车的成本在百万级的水平，而单台车的改装及调试普遍需要耗费两个月以上；未来，计算芯片、激光雷达、毫米波雷达、摄像头、IMU（惯性测量单位）及其他通信模块等硬件的国产化替代在L4级别多场景的自动驾驶算法等软件的大规模应用分摊前期投入的情况下，车辆的软硬件成

本将迅速下降。

自动驾驶车辆通过后装改造需要大量的成本投入，在改造时间上花费大量精力。由于目前的后装需要主机厂和自动驾驶技术公司研发团队进行融合和沟通，受限于当前技术瓶颈，很多自动驾驶的软件和套件在道路安全、功能安全、信息安全等方面无法达到车规要求，导致双方的解决流程冗长且方案复杂，车辆无法做到快速规模化复制。未来需要通过将车辆前装，将自动驾驶方案更早地嵌入生产流程中，实现Robotaxi的整车制造，实现快速复制，使其工业化量产规模效应体现，自动驾驶整车制造成本由此将大幅下降。

根据L4级别自动驾驶落地节奏及监管要求，安全员成本在未来一段时间内不容忽视。鉴于安全员的人工成本依旧存在，运营成本难以实现真正下降。现阶段存在的安全员角色是商业化早期受制于安全要求的产物，由于政策的制约、自动驾驶技术水平的限制、路况的不确定性等因素，运营车辆将出现不可预测的问题，需要随时有人接管，因此需要安全员的角色为Robotaxi和乘客保驾护航。现阶段安全员成本是Robotaxi运营成本中占比最大的一项，相比于有人驾

04 2025年私家车与Robotaxi出行成本结构



资料来源：罗兰贝格

驶的网约车，并未节省人工成本，Robotaxi无人化的优越性并未有所体现。但可以观察到的是，随着各地对自动驾驶政策的放开，安全员的角色逐步弱化，由原先主驾有安全员到副驾有安全员，再到后排有安全员，甚至在深圳、重庆、武汉已经允许开展全车无人的常态化试运营。未来，随着Robotaxi不确定性场景的减少，安全员将从车端向后台转化，进行安全监管和兜底，实现后台化远程监管。Robotaxi的运营成本将逐步与有人驾驶网约车打平，而后伴随规模化、精细化运营，自动驾驶的综合服务成本将日益优化，而网约车司机的人工成本又将不断提高，Robotaxi的运营效率和经济性将愈加凸显。消费者调研显示，近七成受访者出于安全考量，更信赖有安全员的Robotaxi。

→ 05

Robotaxi的远期成本节降空间不仅仅是简单的造车成本和安全员成本的降低，更是考虑城市出行网络优化带来的行业整体性运营成本节降。Robotaxi作为一种出行方式，未来将通过数字化运营平台与城市其他出行方式一同纳入城市交通智慧化管理体系，通过算法统筹城市运力调度和多种交通工具协同，将大大提高城市交通管理效率和居民出行便捷性。通过智慧交通管理体系和数据共享，实现路线合理规划和车辆错峰调配，减少交通拥堵，降低车辆空驶率，缩短派单时间，达到城市交通的最优化运行。随着整个城市出行效率的优化，未来当单位Robotaxi的运力有所增加时，数字化运营平台输出的单位服务成本也将得到优化，出行行业整体成本将有所下降。

05 消费者调研-对安全员的态度

问题：由于技术成熟尚需时间，现阶段的Robotaxi在车内仍需配备安全员。您对安全员持怎样的态度？

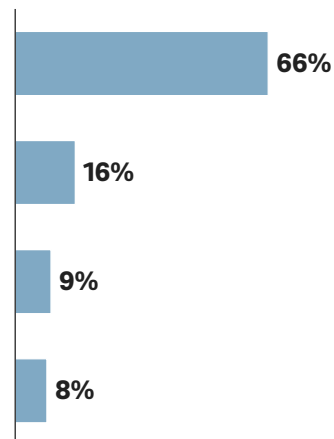
现阶段安全员是重要的安全保障，且可以解决车内服务需求，更愿意乘坐配有安全员的Robotaxi

更加注重自动驾驶本身，对是否配有安全员都能接受

现阶段安全员是法规要求，即便多多少少会带来乘坐体验的损失，但我能够接受

安全员大大削减了搭乘Robotaxi的体验，我宁愿选择乘坐有驾驶员的传统车

N=564



资料来源：如祺出行消费者调研，罗兰贝格

2) 技术挑战

技术达到安全稳定是实现Robotaxi商业化的基础条件，在很大程度上影响政策开放和实际商业化落地节奏。作为L4级别自动驾驶技术的重要落地场景，Robotaxi的商业化和技术成熟将保持较高同步性，甚至将先于技术的完全成熟而逐步落地。

然而，目前的自动驾驶技术在感知和算法层面仍有提升空间，驾驶状态不稳定的情况时有发生。技术层面实现安全高效稳定尚有难关要过。

技术层面在感知系统、人工智能芯片等软硬件上仍有较大的提升空间。“安全第一”是自动驾驶的核心理念和价值观，自动驾驶技术未来需达到整车级安全、自动驾驶安全、算法和数据链路安全，最终形成“单车智能+车路协同”的双重保障。在软硬件系统和解决方案的提升方面，包括车载操作系统、环境感知、高精地图与定位、预测决策与规划、控制与执行、车路协同等各系统模块均需突破技术缺陷，以得到更好的升级和迭代，从而在复杂变化的交通环境中检测和跟踪交通参与者，辨认速度和朝向等信息，为车辆规划安全、高效、舒适的行驶路径，使Robotaxi成为能够提前预判稳定驾驶的“老司机”。

长尾场景相关问题的真正解决决定了Robotaxi商业化的落地速度。目前Robotaxi基本可以实现“单车智能”和90%以上场景的自动驾驶，但变化多样和不确定性极强的长尾场景是算法提升和打磨的难点，依然需要大量的时间进行里程积累和数据沉淀。Robotaxi的最终落地需要和其他交通工具并行在道路上，面临各种突如其来的状况和应对复杂路况，如极端天气、暴雨暴雪、检盲区突然冒出的障碍物、非规则路况、人车混流复杂的路口、前车加塞等，需要Robotaxi像有人驾驶一样做出快速反应。而现阶段由于Robotaxi的运营受限于相对固定的区域中，收集到的场景数据有限，需要通过不断扩大运行区域，增加运营车辆规模，以获取更多复杂和未知的场景以积累和打磨算法。

技术挑战的突破意味着高级别自动驾驶的逐渐成熟，对于Robotaxi能够平稳运营的场景解决和补充是关键，衡量技术成熟的指标主要包括接管率、事故率和

接管里程等。接管率（总行驶次数中人工/远程介入次数的占比）及事故率与消费者体验感知相关，是评判Robotaxi单趟运行的重要指标。若需达到商业化落地的标准，接管率应低于0.02%，即行驶1万次仅有2次被接管，而在目前的路测和小规模试运营阶段中，受不同玩家的干预介入逻辑、所在城市、道路条件状况、测试时间等因素影响，数据偏差较大，可比性较低；此外，事故率需在0%的水平，但由于目前全车无人Robotaxi的运营数量较少，且多为主驾或副驾设有安全员，发生事故的情况极低，其数据参考意义较小，需要通过在更多场景、更复杂路况的测试运营后方有公允结论。再者，接管里程数（每两次干预之间行驶的平均里程数，技术本身的稳定性）则反映了单车自动驾驶技术的行驶稳定性和安全性。

根据加州交通管理局(DMV)发布的2021年数据，接管里程表现最优的前10家企业中，有5家中国企业，但其仍有较大的提升空间，尚需软硬件的迭代升级和性能提高，以及构建完善的接管策略和安全退出机制。除基础的接管率、事故率和接管里程等指标分析外，还需关注Robotaxi与有人车同时上路的情况下，道路每小时通行车辆数、周边其他车辆通过情况、平均电耗等数据指标，以评估Robotaxi对整体交通效率、交通公平性及能源体系的影响。例如，是否造成道路拥堵，是否影响周边车辆的行驶路线，是否足够绿色环保等。当通过商业化测试证明Robotaxi的安全性、可靠性、稳定性，以及有效解决打车难等出行痛点，方可在技术层面得到有效论证，进行大规模的运力铺开和商业落地。

除了自动驾驶技术本身的进步和迭代升级，Robotaxi的商业化落地还需加强通信端、路端、云端等基础设施建设，形成车路协同。车路协同以路侧系统和车载系统为基础，通过无线通讯实现车路信息交互和共享，发挥路侧的感知功能，与车辆进行协同感知定位，以减少交通安全事故，提高交通效率，是推动高级别自动驾驶的必要系统。车路协同的发展将建立高效、安全的道路交通系统，在基础设施层面为Robotaxi提供支撑，推动其商业化进程

3) 服务挑战

Robotaxi的运营是全局性工程，随着商业化进程开展，与之配套的平台运营、资产管理、车辆服务运营、用户体验也需要加码，以探索符合商业发展的运营模式和合作方式。由于现阶段落地城市数量及落地车队规模有限、市场化社会力量参与不足、技术和运营端数据尚未形成有效联动等原因，Robotaxi的商业化服务仍处于早期开发状态。

由于目前技术尚未完全成熟且运行里程和场景积累有限，平台运营在运力调度和突发状况应对等方面需较多数据积累。现阶段以出行服务运营商或地方运营商为主体进行模式的探索，主要难点和探索包括：由于车队规模尚小且L4级别技术尚在探索阶段，回收的路测数据不足以支持运营平台形成完善的架构体系，包括在运力调度、派单策略等方面需要大量的数据积累和算法迭代；目前，较多出行服务运营商将有人车和无人车聚合到同一平台进行混合运营¹，如果用户所在区域可以提供Robotaxi服务，用户可以从呼叫界面自主选择有人车或自动驾驶车辆，平台需要有高效混合派单²能力；现阶段安全员扮演的角色较为重要，因而其从主驾转到副驾再到后排的培训及遇到故障快速处理和应变能力等方面需要更完善的解决方案；对于Robotaxi的远程监管体系也随着车队规模的扩大而逐步建立，未来做到无人化时可以精准、高效地进行远程监控和介入；当前自动驾驶技术的芯片存储能力有限，导致采集的运营数据经过清洗后可利用性较低，数据如何回收采集和高效利用仍需探索；自动驾驶安全事故的责任划分尚未在各个城市完全明确，对于自动驾驶事故的处理尚存在模糊边界。未来一段时间内的运营服务平台将多样化发展，随着运营规模的扩大和数据的积累，不同区域将建立符合当地要求和市场环境的运营服务模式。

随着车队规模扩大，需要大量的资产进行车辆购置和持有，在资产管理模式和资金提供上面临难题。在

资产的持有模式上，现阶段通过政府、主机厂、自动驾驶技术公司或平台以自持或合资持有的方式进行；未来随着车辆规模扩张，资金压力和持有风险将加大，预计将产生更有效的资产持有方案，包括租赁模式、融资模式及不同社会力量将参与其中。目前，自动驾驶相关的保险产品仍在开发阶段，伴随保险对象由驾驶人转变为车，将带来保险相关生态的改变。未来Robotaxi将与网约车实现混合运营，对于两类不同车型的混合管理也是Robotaxi资产管理方需要探索的难点。

为保障Robotaxi的可持续高效运作，需要优秀的车辆服务运营进行配套，而现阶段各项配套尚不完善，体系尚未建立。现阶段自动驾驶套件仍需后装的背景下，本地运营商也需参与线控改装和数据标定环节，对其技术理解提出了一定要求；未来随前装量产，改装和标定环节将移至前端生产端，本地运营商的标定和校准能力在运营后车辆服务中的必要性开始体现。随着车队数量增加，充电、维修、保养、清洁等环节也需要相应配套，这将非常考验运营商对场地的管理和高效服务方案的设计。由于商业化早期运行网络较小，社会参与活跃度不足，运营服务方案的落地仍需探索和磨合。

在用户服务端，Robotaxi需要对标有人车的乘坐体验，优化空间较大且需要满足未来更多的用户需求和服 务。目前，有人车体验相对完善，除司乘矛盾和空间私密性外，其他方面均优于Robotaxi。此外，由于车辆数量少、接驾时间长、行驶速度慢、运行途中可能出现未知问题等原因，导致许多用户对于自动驾驶体验感较差，Robotaxi在等待时长、运行稳定性上有较大的提升空间。同时，Robotaxi在用户安全保障方面也需要有完整的应急机制和策略方案等配套，做到可以提供与有人车一般无差别或体验更好的出行服务。在有人车可以提供的安全确认、监管、客服、驾驶平稳等能力板块上，Robotaxi存在一定差距。未来，除满足

1. 混合运营：将Robotaxi和有人车纳入统一平台进行运营管理；

2. 混合派单：对于同一行程可以调派有人车或Robotaxi。

用户基本的出行需求外，办公、娱乐、社交等在移动过程中的车内需求均要有相应的增值配套服务进行丰富和扩充，以满足用户端的多样化增量需求。

4) 监管挑战

在政策监管力度上，Robotaxi因技术先进但尚未成熟，是出行行业中受到最严格管控的出行方式之一。在技术尚未稳定以致无法在复杂路面流畅运行的背景下，当前政策态度求稳，无法得到快速开放和支持，在牌照发放、运营区域、运行时段等方面进行相应限制，自动驾驶产业协同相应配套政策仍待完善。现阶段较多的商业化落地以城市为单位，进行相关的政策开放、补贴扶持和监督监管，自动驾驶技术进步及Robotaxi商业化进程与政策支撑共同摸索前进。→
06

06 政府对出行行业的监管程度



资料来源：罗兰贝格

对于推进自动驾驶技术的落地和产业化，政策整体持大力支持态度，配套政策标准不断完善，各部委对于自动驾驶的落地均正有序积极推进。根据2022年8月交通运输部发布的《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》（征求意见稿），在保障运输安全的前提下，鼓励在特定场景使用自动驾驶汽车从事出租汽车、公交车客运和普通货物运输。该举措不仅是交通运输监管部门在自动驾驶商业化落地上的积极表态，同时对运输经营者、车辆、人员、安全保障、监督管理提出了明确要求，对自动驾驶商业化的条件基础进行了规范。

在道路测试方面，全国有30多个城市积极布局。自《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》发布后，北京、上海、广州、深圳等一线城市陆续公开发布自动驾驶、远程驾驶、无人化测试通知或相应牌照，开展自动驾驶道路测试探索。随后，超过30个城市明确开展自动驾驶相关测试和产业布局，自动驾驶测试在全国各地多点开花。

在无人化试点探索和常态化收费开展方面，北京、武汉、重庆走在前列。2022年4月，北京率先开放全国首个“主驾无人、副驾驶配备安全员”的Robotaxi商业化试点，在经开区核心区60平方公里范围内投入30辆主驾无人车辆，开展常态化收费服务，这也是国内首次无人化出行服务从示范运营迈向商业化试点运营。2022年8月，重庆、武汉两地发布了自动驾驶全无人商业化试点政策，允许“车内无安全员”的自动驾驶车辆在社会道路上开展商业化服务。未来Robotaxi真正无人的实现，除了需要技术的进步与成熟，也需要政策法规的开放和完善。

在上路法规及责任归属方面，2022年8月深圳出台的《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》率先做出明确规定。条例中明确了自动驾驶汽车事故的认定，意味着自动驾驶汽车的行业准则、交通事故权责、商业化运营将得到规范，对自动驾驶企业进行商业化落地有极大的利好；从交通事故责任划分上看，其要求有驾驶人的智能网联汽车发生交通事故造成损害，由驾驶人承担赔偿责任。完全自动驾驶的智能网联汽车在无驾驶人期间发生交通事故造成损害，由车辆所有人、管理人承担赔偿责任。该法规的出台，对于Robotaxi单车而言有了责任划分的依据，但由于背后有包括主机厂、自动驾驶技术公司、运营方等众多参与者，在此背景下，事故的发生是基于自动驾驶技术不成熟还是运营平台失误等原因的判定，需要有更多明确的条例和规范出台。

除中央和地方政府层面的政策推进，自动驾驶企业及社会各机构也在通过自身努力推动政策规范的落地，推动Robotaxi商业化进程加速。在技术标准的定义上，目前处于比较初级的阶段，暂无明确的行业标准或国家标准，社会层面由百度牵头，联合交通运输部公路科学研究院等机构共同起草Robotaxi技术要求团体标准，在安全、体验、运营、测试等关键领域达成技术共识。在商业化运营方面，2022年9月，由中国汽车工程学会和国家智能网联汽车创新中心发起的《Robotaxi商业化运营政策法规研究》项目启动会成功召开，将针对Robotaxi发展现状及存在问题、国内外商业化落地政策法规对标、我国Robotaxi商业化落地政策法规框架构建等方面，形成研究报告和面向相关政府部门提交的专报，为相关部门决策提供参考，推动商业化落地政策法规的研究和出台。

5) 市场接受度挑战

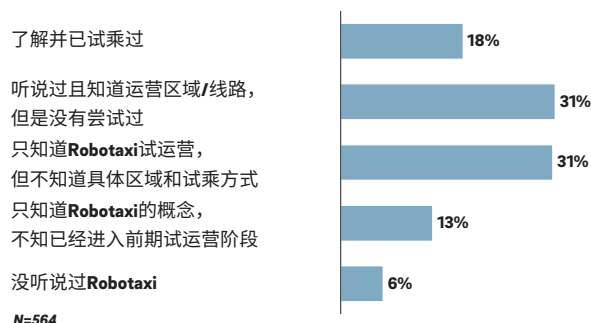
目前，在技术不够成熟和政策限制的大环境下，Robotaxi的市场认知和接受度普遍较低，主要源于两个层面，一是触达的场景有限，用户市场培育不足，二是技术尚未得到大规模验证，民众对于自动驾驶安全存在顾虑。

目前，Robotaxi运行区域有限、可行驶线路固定，仅能触达到试点区域内的居民，用户普遍对其认知度不高。由于现有的出行方式基本可以满足用户出行需求，已常态化运营的Robotaxi在有安全员的情况下使用户无法得到差异化感知，用户的接受度和积极性有限；另外，Robotaxi在运行时常出现问题被迫中止行程或出于安全考量行驶速度较慢，用户的使用体验也是褒贬不一。同时，伦理层面存在AI与自动驾驶的道德困境问题，如在面对撞击事件时做出利于车上乘客还是被撞击者的判断，需要算法背负跳脱商业逻辑层面的责任，这些问题也使得市场和民众对Robotaxi的接受仍需一个循序渐进的过程。根据针对一二线城市的消费者调研，仅有18%的受访者体验过Robotaxi，而大部分受访者对于其已进入试运营感知不深。→07

罗兰贝格全球消费者调研显示，自动驾驶的安全因素被全球大多数国家消费者认为是最重要的考量，

07 消费者调研-对Robotaxi的认知度

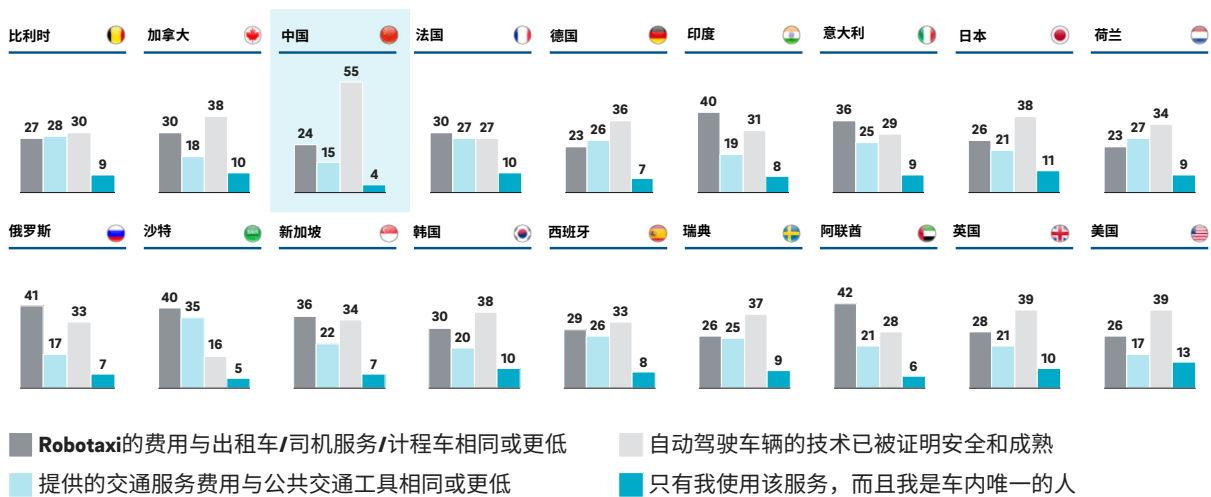
问题：您对Robotaxi的运营现状有多少了解？



资料来源：如祺出行消费者调研，罗兰贝格

中国消费者对安全问题格外关注。因此，自动驾驶技术突破瓶颈，安全性得到市场论证，会极大提高消费者对自动驾驶的信心和信赖，加速Robotaxi的商业化步伐。未来，政府和企业也需要作为市场参与的重要角色消除公众担忧，培养公众对技术的信任，并伴随政策完善和权责明确，消除舆论影响，提高民众对Robotaxi的接受度和使用意愿。→08

08 消费者愿意使用Robotaxi的原因分析



资料来源: 罗兰贝格

1.2 Robotaxi 商业化阶段

以上五大行业挑战如何及何时解决决定了Robotaxi的商业化节奏。不少市场声音将Robotaxi商业化与高阶自动驾驶划上等号，但罗兰贝格认为，Robotaxi作

为一种面向未来的出行方式和商业模式，不应简单将其与高阶自动驾驶的商业化映射对照。

正本清源，我们应清晰认识到，Robotaxi商业化应该是基于场景化自动驾驶技术和运营能力实现基础上，规模化创新共享出行服务的商业化运营。

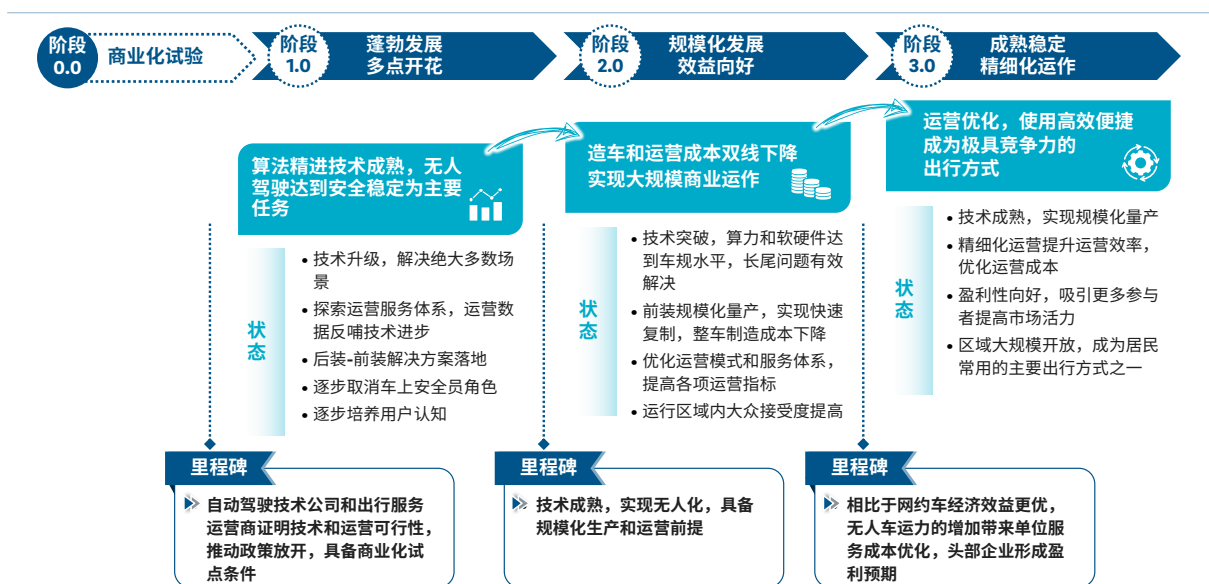
Robotaxi的商业化是出行服务视角的商业化。Robotaxi以解决出行问题作为本质，其商业化实现不仅仅依靠成熟的自动驾驶技术，更应明确作用于社会出行效率提升和产业成本经济效益。

Robotaxi的商业化需要规模化出行服务运营能力。Robotaxi是基于高效、安全出行服务提供的自动驾驶全局性生态，出行服务的运营将是其中心内容。仅靠自动驾驶单车智能无法实现最终的出行场景，大规模的出行运营和高效的服务统筹同样是不可或缺的重要环节。

政策开放度将与Robotaxi的商业化进程共同发展。围绕Robotaxi的商业化运营资质和补贴等商业化扶持都需要监管层面的政策支持，若缺乏明确的政策的指导和监管，市场层面很难健康有序开展商业化尝试。

罗兰贝格将Robotaxi的商业化发展分为三个阶段，每一阶段的跨越都伴随着成本、技术、服务、监管和市场接受度等具体要素的相应发展和支撑作用，每一阶段的演进也意味着商业化进程的不断深化。→ 09

09 Robotaxi商业化发展阶段及里程碑



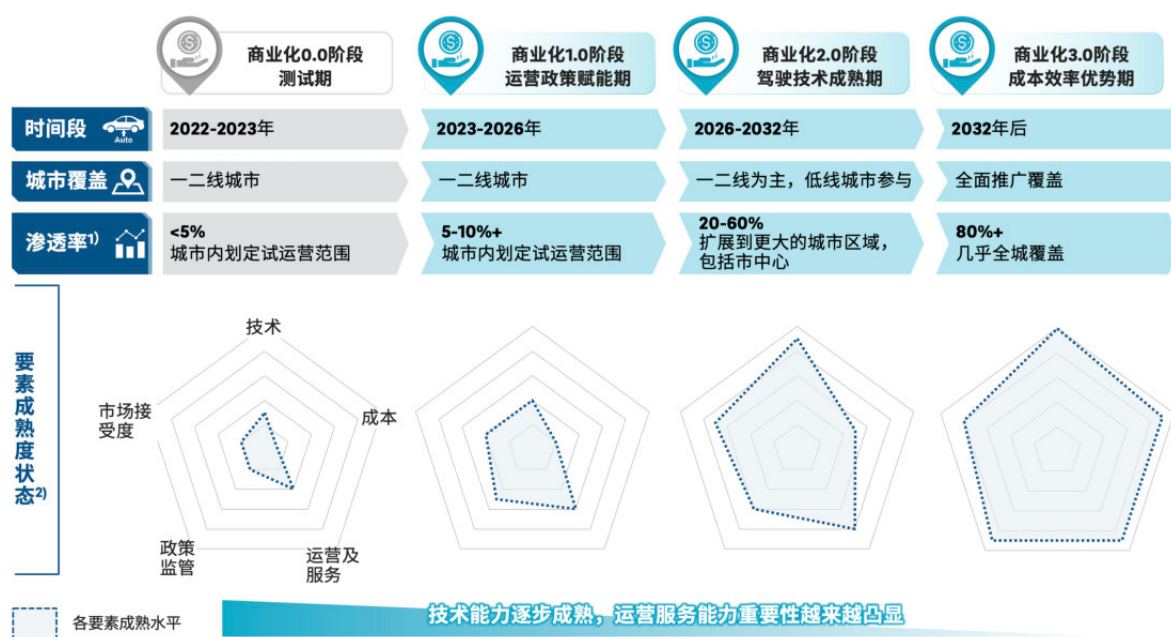
资料来源: 罗兰贝格

五要素并行相互作用，共同推动商业化全进程。

技术、成本、运营服务、政策监管、市场接受度等要素在不同发展阶段的重要性和优先级不同，五要素贯穿商业化发展进程，并行影响和推动商业化的实现。其中，技术成熟在商业化前期尤为重要，是实现Robotaxi商业化的门槛和基础条件，通过车辆运营服务过程产生的运营数据反哺技术，帮助加速自动驾驶技术的迭代和提升。降本在商业化中期阶段成为主要任务，在技术基础得到市场验证后，进行车辆和模式的快速大规模复制，通过工业化量产和精细化运营带来行业经济效益的显著提升。

政策贯穿商业化全进程，推动市场从摸索走向成熟和合规，引导市场接受度提升。政策的开放和支持对于Robotaxi商业化进程起着至关重要的作用，一切行业商业模式的探索和商业规则的建立都需要政府层面的批准和支持。自动驾驶技术提高与监管侧政策放开相辅相成，算法模型越成熟稳定，政府就越有信心持续放开政策管控及提供政策支持，从而进一步加速模型的训练与演进，并带来民众对自动驾驶的接受度提升。→ 10

10 中国Robotaxi商业化发展阶段特征



1) Robotaxi可运行区域面积/一二线城市面积;

2) 例如，在商业化0.0阶段，运营及服务要素相比于其他要素由于网约车运营经验的积累而成熟程度高

目前,中国的Robotaxi发展仍处于商业化测试阶段,由自动驾驶技术公司和出行服务运营商共同尝试运营,通过论证Robotaxi对出行生态的利好,推动政策开放,推进商业化进程。

Robotaxi商业化运营牌照的推出是其正式进入商业化进程的标志。商业化1.0是运营政策赋能期,以区域为单位多点探索,力量集中在算法精进和长尾问题的解决上,为下一阶段开展大规模商业化提供技术支撑。**商业化2.0是技术成熟期**,技术已经得到市场验证,行业大规模量产和降本增效,通过造车成本和运营成本的双线降低,逐步实现与有人车的单位服务成本打平,头部玩家形成盈利预期。**商业化3.0是成本效率优势期**,Robotaxi通过前面两个阶段的积累和沉淀,盈利模式优化,单位服务成本相比有人车更具竞争力,产业格局越发完善,成为人们普遍使用的出行方式之一。

1) 商业化1.0阶段: 技术推进政策配套, 运营反哺技术进步, 为大规模商业化开展提供技术基础

该阶段商业化探索主要在一二线重点城市的特定试运行区域内开展。由于技术的不成熟,车内需要有安全员的角色,逐步从主驾有安全员到全车无安全员过渡³;接驾环节受限于感应系统不成熟和道路基础设施不完善,需要设置上下车固定站点;收费将从市民免费搭乘到政府/企业大规模补贴以培养用户习惯,再过渡到常态化收费。这些变化过程的背后是自动驾驶技术解决方案、平台运营服务及政策引导共同推进。

商业化1.0阶段主要由提高技术水平、运营反哺技术为主导,以解决长尾场景问题,实现技术层面突破,为大规模开展商业化提供先决条件。通过多方不断增加运行里程和扩张运行区域,采集和识别更多样化和复杂化的场景数据,丰富数据模型,提高算法能力,解决技术上的痛点问题,实现提高自动驾驶安全性和稳定性的目的,在事故率、接管率、接管里程等数据指标上达到商业化要求,为商业化开展提供先决条

件。在运营层面,出行服务运营商在商业化1.0阶段作为重要的参与主体,在帮助技术提高和运营模式探索上起到了重要作用,依靠已有的网约车运营经验,尝试Robotaxi的商业化运营,并将采集的数据反馈给自动驾驶技术公司,帮助发现更多的未知场景,帮助算法更新和迭代。

商业化1.0阶段有明显的区域性。以城市为单位在技术和运营服务上进行探索,政策层面的推动和支持也以区域先行,由区域内的玩家和政府共同推动。区域内的玩家逐步建立自身先发优势,将政府资源、场地资源、合作伙伴资源等掌握在自己手中,逐步形成区域商业模式雏形。

2) 商业化2.0阶段: Robotaxi整车成本和运营成本优化, 实现规模化运营

在商业化2.0发展阶段,更多的城市参与Robotaxi市场,除一二线城市外,一些低线城市也开始参与其中。Robotaxi的运营区域和面积在商业化成熟期扩大,从城市郊区拓展至城市中心区域,在相对复杂的路况中可以安全运行。车队数量快速扩张,并与区域内其他交通工具共同行驶在城市道路上。商业化2.0阶段技术方案已经成熟,道路基础设施条件逐步完善,早期的固定乘车站点取消,实现任意点到点的运行。安全员的角色在该阶段取消,真正实现无人化,通过平台远程监管介入和解决问题。从民众的认知上,Robotaxi已经通过市场早期教育和出行补贴成为人们越来越接受的出行方式之一,在城市内区域定价策略形成,取消补贴,开展常态化收费。

在商业化成熟期,技术安全已经得到市场验证,有了大规模商业化的先决条件和基础,降低造车成本和提高运营效率为该阶段主要任务。车辆由后装实现前装量产,规模效应加大。同时,国产化带来雷达、传感器等核心部件的价格降低,使造车成本更加合理化。车辆规模化运营和安全员的取消带来运营效率提高和运营成本下降。造车成本和运营成本的共同优

3. 安全员保障的方式从形式和流程上为主驾有安全员-副驾有安全员-后排有安全员-无安全员。从政府政策放开角度来看,该流程并不需要每个环节都存在,如北京从主驾有安全员要求副驾设置安全员,而重庆、武汉直接过渡到无安全员的阶段,允许在保障安全的前提下实现全车无人。

化使Robotaxi的单位服务成本与有人网约车逐步打平，Robotaxi的盈利模式更加清晰完善，行业内头部企业开始有盈利预期，并促进更多的社会力量参与进来，让市场竞争更加充分。

该阶段商业模式和规则趋于成熟。随着产业规模化效益的体现和多方力量的共同构建，产业链上的盈利模式和规则确立，包括前端生产的成本管控、自动驾驶技术软件化定价模型、车队与运营平台的抽成比例和奖励补贴、客户端的定价收费等将根据区域特点和玩家类型，形成多样化路径和解决方案。各城市将由早期先行者依靠先发优势和经验积累逐步成为区域龙头，同时有部分全国性平台或企业出现，也将有新的市场参与者带来市场活力。先行的城市将成为示范城市 and 商业化成功模板，向其他城市辐射。政策内容将更加完善，行业准入、安全责任、技术标准、运营标准、风险机制等方面有明确规定和指导。

3) 商业化3.0阶段：技术成熟，商业模式完善，Robotaxi的单位服务成本极具竞争力，无人车运力的增加与运营平台服务成本优化呈正相关

经过前两个阶段的积累和沉淀，发展到商业化3.0阶段的Robotaxi在一二线城市基本实现全域覆盖，成为一二线城市居民的主要出行方式之一。通过Robotaxi实现高效安全出行，其功能和服务体验比将比有人车更具优势。除在一二线城市外，参与到市场中的城市

将越来越多，低线城市民众认知度和接受度提升。

该阶段技术安全性和经济性得到验证，配套基础设施和相关政策监管完善，主要由综合服务运营能力主导，无人车的运营成本比有人车更具竞争力，每增加一台无人车运力，出行服务运营商输出的单位服务成本优化，出行服务运营商实现盈利。此时的Robotaxi运营体系已经成熟，随着车辆规模的不断增加和覆盖区域的扩大，持续通过精细化平台运营和高效化资产管理以优化服务成本。同时，该阶段路端、云端等基础设施建设趋于完善，城市实现“智慧交通”，城市交通运行效率的提高帮助整体出行行业的服务成本优化，出行服务运营商盈利性持续向好。

商业化3.0阶段，产业链各环节打通，盈利模型更加清晰，进入产业整合优化阶段，市场格局逐步定型。主机厂、自动驾驶技术公司、出行服务运营商以及其他生态参与者已经探索出适合自己的商业模式和合作方式，不同环节的角色承担和功能定位更加明确。政策无论在顶层架构和区域落实上都更加完善，提供更好的Robotaxi商业化政策环境，引导商业化的可持续发展和生态完整。



1.3 海外先发玩家对标观察 - Waymo

Waymo等美国先发玩家正努力引领市场自0.0阶段向1.0阶段发展，其商业化发展路径对中国市场具有一定的借鉴价值，但由于资本限制、市场环境、政策因素等原因，其路径并非中国市场可直接复制。

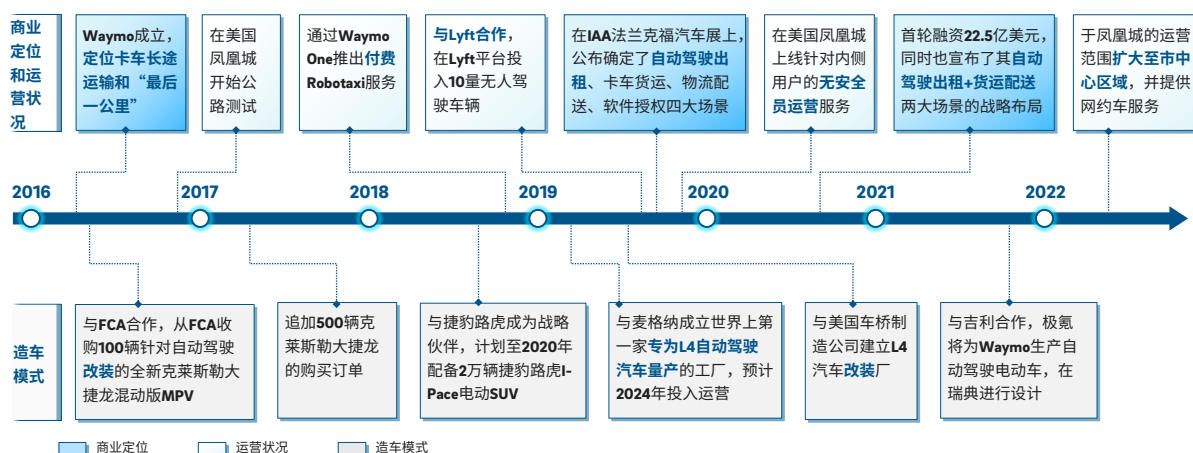
Waymo前身为2009年成立的Google自动驾驶项目，目标为完全自动驾驶，并在当时开始于加州的特定几条道路上进行自动驾驶测试。2016年，该自动驾驶项目被剥离为Google母公司Alphabet的子公司，成为Waymo。创立至今，公司对于未来业务进行了多次选择和定位。成立初期，Waymo总结了Google时期的失败经验，加强对商业化的突破，因此将自身业务定位为卡车长途运输和“最后一公里”运输提供解决方案。因该场景较为简单且在美国拥有较大市场规模，技术可实现性较高，给予了资本市场和公司内部极大的信心。Waymo的出现将有效解决卡车司机不足的问题，并可提升卡车利用率，最终降低长途运输以及最后一公里成本。因此，Waymo成功与沃尔玛、DDR、UPS等公司签订战略合作协议，快速推进商业化进程。

成功布局自动驾驶卡车业务后，Waymo开始把精力放在具有一定程度技术协同且市场潜力巨大的Robotaxi行业。其最早于2019年IAA法兰克福汽车展上公布了Robotaxi将成为公司战略布局的一大场景，并且在2020年首轮融资后重申Robotaxi与货运配送为Waymo两大战略布局场景。至此，Waymo已下定决心保持对Robotaxi的投入，持续布局，利用先发优势、技术优势和产业链布局（如激光雷达、毫米波雷达、摄像头的关键传感器等），以先于其他竞争对手实现Robotaxi商业化。

Waymo已在Robotaxi商业化阶段领先中国企业，目前处于0.0阶段向1.0阶段过渡的状态。→ 11

Waymo自Google时期开始研发自动驾驶技术至今已逾12个年头，作为全球先发的自动驾驶技术公司之一，其不仅拥有较为领先的自动驾驶技术，同时也在商业化方面不断探索，以帮助Robotaxi实现最终变现和盈利。

11 Waymo发展阶段



资料来源：罗兰贝格

1) Robotaxi运营已开始覆盖道路状况更复杂、行人和车辆更为密集的城市中心区域

Waymo自2016年起在美国凤凰城进行自动驾驶测试，并于2018年推出付费运营服务Waymo One，逐渐覆盖凤凰城东南方的4个市郊区域(Chandler、Mesa、Tempe、Gilbert)，面积约100平方英里。今年，Waymo扩大了其在凤凰城的服务区域，将在道路状况更为复杂、行人和车辆更为密集的凤凰城中心市区提供Robotaxi服务。在这样的城市核心区域进行较大范围的付费运营是Waymo与国内Robotaxi企业商业化发展程度的本质区隔，显现出其已具备大规模商业化的可能。

2) 开展无安全员服务

早在2019年10月，Waymo开始在美国凤凰城上线了无安全员的内测运营服务。到了2020年，Waymo在凤凰城推出对用户完全开放的完全自动驾驶服务。虽然车内没有了安全员，但为了保障乘客的安全，Waymo配备了远程支持团队，能够通过车内摄像头实时获取运行信息，同时乘客也能通过车内按钮获得后台工作人员的帮助。目前，Waymo正计划进入旧金山进行无安全员测试，并希望尽早推出与凤凰城相同的无安全员Robotaxi服务。

3) 致力于任意位置叫车

Waymo从早期凤凰城的Robotaxi测试到目前的无安全员运营过程中，一直致力于提供在特定区域内的任意位置叫车服务。然而，由于Waymo的主要视觉系统由激光雷达组成，其在大雪、暴雨、大雾等恶劣天气的感知能力将大大下降，因此目前主要在干燥且天气晴朗的凤凰城或旧金山进行运营和测试，其他经常出现极端天气的地区如德州、降雪较多的地区如纽约州和密西根州等将是未来极大考验Waymo的Robotaxi技术的区域。

Waymo对于中国Robotaxi行业具有一定的借鉴意义。

作为最早布局完全自动驾驶和Robotaxi技术的公

司，Waymo必然经历过不断的探索和碰壁，思考并尝试过各种类型的商业模式，并覆盖Robotaxi的主要价值链，如Robotaxi技术、整车、运营和部分核心零部件等。因此，研究其发展道路的取舍以及背后的原因将对中国的Robotaxi企业具有重要的借鉴意义。

1) 放弃造车计划后转而向主机厂和tier-1寻求合作和购买

在Waymo未独立成为Alphabet子公司前，其计划自制自动驾驶汽车用以自动驾驶测试及日后的商业化销售。2014年年中，公司推出了自产原型测试车辆Firefly。然而，居高不下的造车成本和造车能力的缺陷最终使得Waymo放弃造车，转而向包括FCA、捷豹路虎、麦格纳、吉利等各大主机厂和tier-1寻求合作，帮助公司摆脱造车的资产投入噩梦，专注于自动驾驶技术相关研发。

从Waymo造车心智的改变可以看出，造车需要极大的资金支持与投入，也同时拥有极高的技术、人力和生产门槛。因而，对于国内的初创公司而言，同时针对造车与自动驾驶技术两方面的投入将是难以负担的。大多数初创公司需将资源聚焦于某一特定领域，以在Robotaxi商业化的漫漫长路上得以存活。

2) Robotaxi运营模式从自运营转向与平台方合作

2018年，Waymo获得出行服务业务牌照，并开始在美国凤凰城通过自营的出行服务平台Waymo One提供付费Robotaxi服务。然而，其在运营后发现自建的出行服务平台无法获得足够的流量支持，导致订单量较少，不仅无法平衡平台的运营费用，也不能通过平台运营收集到足够的数据以帮助自己进行进一步的技术迭代和优化。意识到这一点后，Waymo于2019年与Lyft合作，在Lyft平台投入10辆Robotaxi，这一举措取得了良好的运营效果和数据反馈。

放眼国内，目前的出行服务行业主要由滴滴、高德等头部出行服务运营商垄断流量且积累了足够的出行服务平台运营经验。对于自动驾驶技术公司而言，出行服务平台的相关研发在技术难度方面或远小于Robotaxi，但如何将用户吸引入自建的平台以及如何

对平台进行精细化管理将是在短期内难以逾越的壁垒。因此，虽然目前多数自动驾驶技术公司拥有自己的平台并进行自运营，未来运营的角色依旧有较大可能将交由积累足够经验和用户基群的专业出行服务运营商。

3) Robotaxi软硬件从后装过渡到前装

Waymo成立之年，其为进行自动驾驶车辆测试从FCA收购了100辆针对自动驾驶改装的克莱斯勒大捷龙混动版MPV，并于第二年加购了500辆。然而，Waymo逐渐意识到对Robotaxi的改装将十分费时，需要针对不同车型进行为期3-6个月的研发和改装，以将每辆车进行拆解、零件组装和标定适配，且在后期使用过程中若出现关键零件更换或升级改制将需要重复上述步骤和时间。因此，Waymo开始积极布局将Robotaxi组件进行前装生产。2019年，Waymo与麦格纳合作成立世界上第一家专为L4级别自动驾驶汽车量产的工厂，预计2024年投入运营。无独有偶，Waymo在2021年底宣布与吉利合作打造Robotaxi整车，而Waymo设计的Robotaxi软硬件将在生产过程中整合其中。

Robotaxi软硬件从后装过渡到前装将成为未来Robotaxi大规模量产的前提之一，在帮助Robotaxi车辆完全符合车规级生产要求和安全标准的同时带来量产下的大幅降本，进一步促进Robotaxi产业的商业化变现。在此基础上，自动驾驶技术公司将与主机厂深入合作，并将参与到生产过程中以更深入地为主机厂提出装配要求和调整建议。

尽管Waymo的商业模式在美国的发展取得了一定程度的成功，但由于资产投入较高且中美政府对于产业的支持方式与力度不同，Waymo模式拥有一定的局限性，因而在中国需要具有中国特色的商业模式。

过去十多年，Waymo不仅在Robotaxi自动驾驶技术方面持续投入大规模的资金，同时还大举投资并布局自动驾驶硬件。Waymo通过激光雷达、毫米波雷达、摄像头等自研的Robotaxi关键传感器，提高了软硬件系统集成度，进而提升了Robotaxi的整体性能，使其成为全球领先的自动驾驶技术公司。同时，Robotaxi关键硬件的成本把控也将帮助Waymo削减Robotaxi整车成本。这一系列举措需要大量的资本投入，对于大部分国内玩家而言具有一定的局限性。

与此同时，中美对于Robotaxi产业的支持力度与参与程度有所差异。在美国的Waymo于前期探索阶段尝试自己把控所有价值链关键环节，布局并投资行业内的造车、运营、技术研发等主要价值链，之后才逐渐走向引入外部资源的道路，以集中资源投入并满足自身的发展需求。而在中国，地方政府在行业发展前期的布局意愿更强，对于和业内玩家不同合作框架的尝试也持更加开放的态度。因此，中国的玩家能够与当地产业链创造更多元的合作方式，在产业链体系未达到完全商业化的需求之前，可寻求与地方政府或产业玩家等最为互补的多方战略合作伙伴，以覆盖所有价值链关键环节。



Ed Koch
Queensboro Bridge
← LOWER RDWY

PART

02

中国特色的 Robotaxi 商业化运营模式：生态 发展，区域各进



目前，全球不同国家由于Robotaxi启动时间及政府和行业内企业后续的投入力度差异，其Robotaxi商业化发展主要分为三个梯队。

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，且在今年开始于城市中心区域进行商业化运营。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，韩国于去年推出了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，例如德国目前仅允许Robotaxi测试车辆上路，但正积极推动无驾驶员的Robotaxi在特定自动驾驶道路行驶的许可。[→ 12](#)

总体来看，中国Robotaxi市场已处于全球领先地位，在不断快速发展的同时也将生成中国特色的商业环境和生态圈。



2.1 Robotaxi 商业化发展生态圈

Robotaxi的商业化在中国的顺利落地需伴随整体生态的发展。

Robotaxi玩家不同的功能定位致使行业出现三大生态圈，即生态使能圈、生态赋能圈与生态辅助圈。→ 13

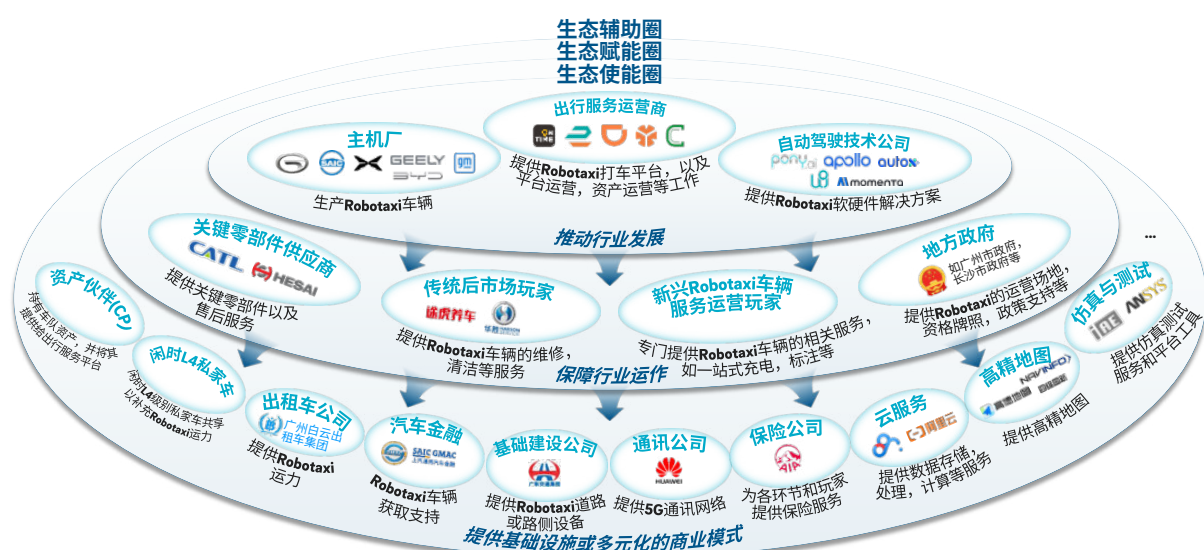
生态使能圈：生态使能圈中的玩家为Robotaxi领域的核心玩家，不仅向产业提供不可或缺的产品、服务或技术，同时通过前瞻布局识别产业发展的核心要素，以积极推进Robotaxi商业化的落地与整体生态的进步。

圈内的主机厂玩家将主要生产Robotaxi车辆，利用丰富的车辆量产经验把控Robotaxi安全性和运行稳定性。自动驾驶技术公司专注于提供Robotaxi的自动驾驶软硬件解决方案，并且帮助主机厂在生产端进行软

硬件的后装或前装。出行服务运营商则通过购买、租赁、代运营等方式获得Robotaxi运力，并在自有出行服务运营平台提供Robotaxi服务以完成向终端消费者的收费，同时通过平台运营和资产运营等工作实现最终商业变现。三者均为整个Robotaxi价值链中的核心玩家，且不同的商业模式也将围绕其孕育而出。

生态赋能圈：生态赋能圈中的玩家是能够帮助生态使能圈玩家有效发挥一系列作用的重要角色，其将在赋能圈玩家的上下游延伸提供相关Robotaxi产品和服务，保障产业链的顺利落地与完整运作，同时帮助增强关联企业的竞争力和价值空间，因此在整个生态圈中不可替代。

13 Robotaxi商业化发展生态圈



资料来源：罗兰贝格

生态赋能圈中，零部件供应商供应Robotaxi关键零部件，同时提供关键零部件的售后维修服务和保障，如电池、激光雷达等。传统后市场玩家拥有为有人车队服务的丰富经验，并可基于此为Robotaxi车队提供全国性网络的日常维修和清洁等服务。针对Robotaxi无人化特征所衍生出的适配充电和标注等新需求，定位于为新需求提供专业服务的新兴Robotaxi车辆服务运营公司将出现。另外，在地方政府层面，针对Robotaxi产业清晰的激励和责任分配政策、测试与运营的准入资格以及当地配套产业资源的牵线搭桥等支持，亦是产业最终成功落地不可或缺的一环。

生态辅助圈：生态辅助圈中的玩家能够为产业链提供更多样的商业模式或提供相关设施保障，以支持Robotaxi的商业化发展。其并不一定直接参与Robotaxi的核心商业变现环节，但能够在一定程度上辅助Robotaxi生态圈正向可持续的发展。

该圈层中，资产伙伴(CP⁴)将持有Robotaxi车队资产，并以租赁的方式向Robotaxi出行服务运营商提供运

力。未来，L4级别自动驾驶私家车辆也可在闲时为Robotaxi网络提供运力，出租车公司所拥有的专业Robotaxi车队也能成为Robotaxi生态圈的重要运力来源。汽车金融公司为车队和出行服务运营商提供了多样化Robotaxi金融方案，以减轻各玩家的资产持有压力；基建公司提供Robotaxi路侧的智能网联设备，同时通讯公司提供5G/6G的低延迟通讯网络，两者共同保障了Robotaxi的基础运作设施；保险公司提供针对各个环节和玩家的多种商业保险，以降低生态链各玩家的风险；云服务公司通过云端强大的数据存储、处理、计算等服务和工具链，以支持Robotaxi技术的持续迭代；高精地图厂商提供详细的车道模型和实时交通信息，有效弥补自动驾驶传感器的性能边界，进而辅助进行感知、定位和规划，同时提升安全冗余；仿真与测试相关公司则能够在虚拟环境下重现车辆系统特征以应外部因素，以模拟不同场景下的Robotaxi行驶状况，进而有效缩短Robotaxi技术与产品开发周期，同时可减少实车路测，降低研发成本。

2.2 中国Robotaxi商业落地模式

地方政府经历了从支持造车到“车+出行”的诉求演变，其管理模式探索在短期内（商业化1.0阶段）对Robotaxi模式和生态塑造施加直接影响。

以往，地方政府与主机厂的紧密度较高，政府对本土主机厂的长期大力扶持带来了强大的制造业支撑及对应的庞大产业链和服务链条，为当地创造了充足的就业和税收。北京、上海、广州、重庆、武汉等具备大型主机厂的城市也因此为Robotaxi的发展提供了有利的基础条件——其整车制造能力成熟，拥有规模化的产业链集群以支持Robotaxi的软硬件研发和配套

生产，加上地方政府的资源支持，吸引了大批自动驾驶相关企业和人才进驻。

随着交通出行产业不断升级，地方政府的诉求经历了从单纯的造车到“车+出行”的转变，以期将产业链延伸至出行领域，构建智慧交通，高效解决城市交通问题。在此背景下，Robotaxi的商业化落地与区

4. CP: Capital Partner资本合伙人，指对车辆资产进行持有和管理的公司。

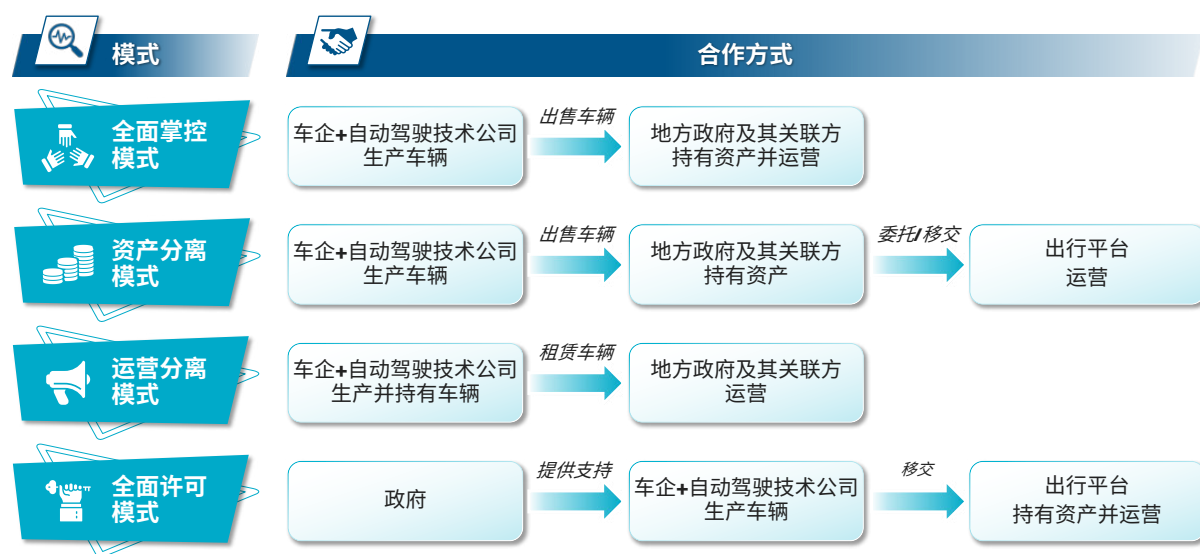
域政府的联动成为必要。一方面，区域政策的大力协同和支持，包括在道路测试批准、商业化试点牌照的获取、服务配套体系的建立、路面和云端数据的共享打通等，都需要政府的考量和审批来推动；另一方面，Robotaxi生态的前期落地模式也因政府诉求和态度的差异化，展现出多元化特征。

一线城市在Robotaxi的商业化探索上走在前列，如北京开展“主驾驶无安全员、副驾驶有安全员”的Robotaxi商业化运营，上海正式落地全国首个关于智能网联车辆的立法，广州尝试将Robotaxi与本市网约

车和出租车在不同混行环境下的示范运营纳入统一管理，深圳率先提出在“特定路段允许车辆不配备安全员”，企业可进行远程干预和监管。

由于政策力量在近几年对推动Robotaxi商业化的重要性日趋凸显，政府视角是剖析当前各地方落地模式的重要依据。在本地化运营上，根据城市基础设施条件、汽车产业发达程度、潜在参与玩家的现状及政府的资金实力、风险偏好和对Robotaxi产业的认知程度差异，地方政府在Robotaxi商业化早期，从资产持有和参与运营等角度推动多种商业模式探索。→ 14

14 Robotaxi地方落地模式比较



资料来源：罗兰贝格

1) 全面掌控模式

地方政府及其关联方持有资产并负责运营，政府在该模式下的话语权较重，可以指定主机厂、技术方案等，Robotaxi以整车交钥匙工程的形式被主机厂/自动驾驶技术公司移交给政府，随后由政府全面主导车辆的管理和运营。

全面掌控模式让政府对产业有较强把控，但前期资本投入较大且承担风险较高。该模式更适用于没有大

型主机厂或出行服务运营商、政府财力较雄厚且希望在智慧交通上做出亮点的城市。其优势是地方政府对Robotaxi的把控度高，在车型和自动驾驶解决方案上有选择偏好，建立城市内“护城河”，后期独享利润；但其劣势也较明显，不仅需在车辆本身和运营服务相关的配套设施上投入大量财政资金并承担高风险，同时也要求地方政府拥有足够的管理经验，整体建设的体系缺乏充分的市场化力量推动。

2) 资产分离模式 (CP模式)

政府主导持有车辆资产，如以成立资产公司或以当地出租车公司、公交集团的名义持有，同时对投资回报率提出相应要求；车辆的运营交由第三方出行服务运营商开展。

资产分离模式下，政府可以提供更多的支持并参与到产业链条构建中。该模式适合政府财力雄厚且希望通过加大投入力度引进自动驾驶优秀企业和人才的城市。其优势是可以通过政府主导撬动对Robotaxi的资本投入，获得牌照资源、运营资质等方面的政策支持，快速扩大车队规模，通过车队运营收集更多的场景和出行数据提供给自动驾驶技术公司，以支持技术和解决方案进步；同时，由于运营服务和车辆管理是由专业出行服务运营商提供，其专业性和高效化得到更好的体现，通过产生的运营数据推动技术，建立政府对自动驾驶的信心，促进城市层面运营区域的扩大和各项政策的落地完善。对于资产持有方来说，需要有合理的回报率，使其有长期投入和持有的意愿。

3) 运营分离模式

由政府主导车辆运营，如交给当地现有运营商、组建新的本地运营商或当地出租车公司、公交公司等；车辆资产由非政府参与的第三方主体持有，如主机厂、自动驾驶技术公司等。

运营分离模式下，政府可以减少资产承担风险，从运营着手进入产业。该模式适合财政实力不突出、风险承担偏好较低，但在自动驾驶领域持积极开放态度的城市。该模式下，本地政府无需承担资本投入风险，以轻资产运营为抓手切入产业。然而，由于社会化开放性有限，在车辆服务和数据灵活运用方面或存在一定难度，较难有效推动Robotaxi跳脱小范围运行扩展至更大范围的城市区域。

4) 全面许可模式

在地方政府和主机厂的支持下，由主机厂与自动驾驶技术公司提供车辆，交由出行服务运营商做资产管理和车辆运营，是目前较为主流的合作方式，为较多一线城市所采用，适用于城市内汽车产业完善、自动驾驶领域资源丰富、有主流出行服务运营商、政府支持自动驾驶产业发展且开放程度高的城市。该模式下政府、主机厂、自动驾驶技术公司、出行服务运营商等多方力量的合作紧密度高，通过股权投资等资本绑定手段加强战略合作关系。

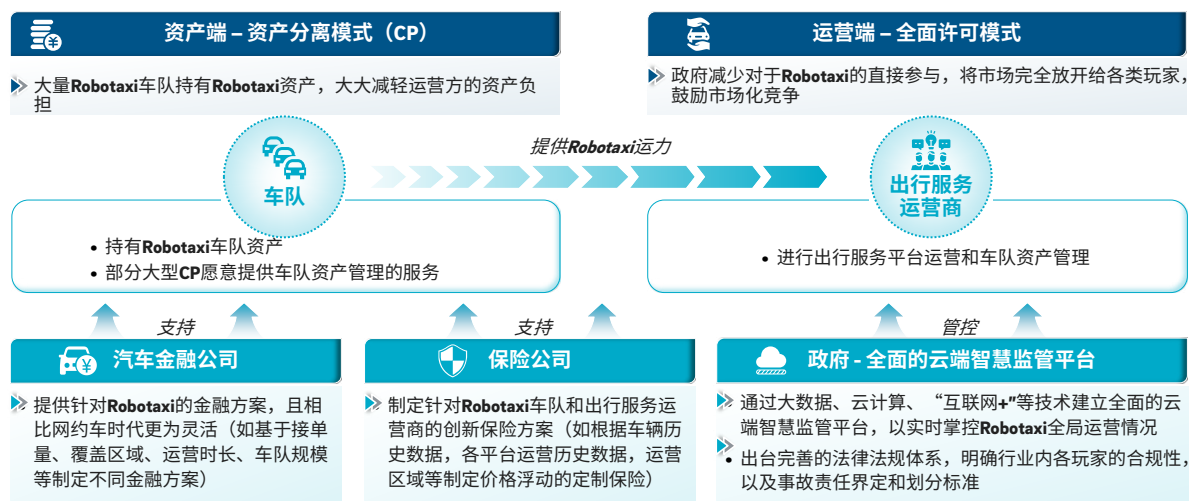
在全面许可模式下衍生出两种不同的方式，即多方合作和单打独斗。例如，在广州，由广汽-小马智行/文远知行-如祺进行Robotaxi的运营；在上海，组成上汽-Momenta-享道联盟；在北京，由百度单打独斗进行全链条覆盖。多方合作的广州、上海模式也常被称为“金三角模式”，可以成功联动多方力量进行市场化探索，虽然中间过程需要各方磨合、沟通和对接，但可以将多方头部力量聚集到一个区域市场，形成部分重要数据的流动和共享，合作构建符合当地发展的Robotaxi生态。而单打独斗的北京模式对整条产业链进行强把控，玩家可以通过车辆、自动驾驶技术及平台运营将成果掌握在自己手中，但对于单个玩家来说投入成本较高且需要承担的风险较大。

金三角模式下，政府多以提供支持的角色参与，在运营牌照、政策补贴上给予相应支持，更多地让市场化力量参与，由主机厂-自动驾驶技术公司-出行服务运营商联动发挥各自力量。主机厂硬件实力强，提供Robotaxi规模化落地的强大支撑，同时通过联合自动驾驶技术公司和出行服务运营商，突破技术难题，推广和生产更多自动驾驶车辆。而自动驾驶技术公司拥有技术和解决方案，但仅依靠实验室数据和研发团队采买的少量测试车辆，无法采集更多真实用户场景和做出针对性的开发和改善，通过联合出行服务运营商，发挥其在流量入口、出行数据和运营服务经验等方面的优势，收集更多场景数据，加速技术验证与迭代，多方力量共同努力以推进Robotaxi的商业化落地。

2.3 Robotaxi 长期发展趋势与落地要求

长期（2.0阶段和3.0阶段）来看，基于不同合作模式的优势与限制，资产分离和全面许可模式将成为趋势，对商业化各环节的落地提出要求。→15

15 模式演进



资料来源：罗兰贝格

在资产端，随着Robotaxi商业化的日趋成熟和车队规模的逐渐成长，单一车队承担资产运营的资金和管理压力将迅速增大，单一的资产运营方将难以支撑以城市为单位的大规模有效资产运营，因而资产分离模式（CP模式）将成为分担资金压力的主流选项。在此基础上，政府将给予资产管理方更大的政策开放度，许可有相应能力的玩家进入，同时规范整个行业的准入资质和监管要求，这也将成为Robotaxi车队规模持续扩大的基础。而在政策开放的环境下，每个大型城市将出现数个具备实力的资产管理方进入，其中包括拥有较强当地资源的地方性资产管理方和拥有多地网络布局且资金雄厚的大型全国性资产管理公司和融资租赁公司。尽管在车队规模上各有差异，这些资产管

理方都将基于自身商业利益来管理和运营Robotaxi资产。因此，符合自身风险要求的资产回报率将会成为资产管理方持续存活的关键因素，以推动整个Robotaxi车队规模的扩大，从而使出行服务运营平台进行更多数据收集和场景更新，反哺研发端的技术迭代。

在网约车时代，由于网约车市场的快速发展需求以及各地政府对合规和安全的监管力度加严（如政府开始要求网约车经营的平台、车辆、司机须分别取得网约车经营许可证、网约车运输证、网约车驾驶员证），自2016年左右起，各大出行服务公司选择与网约车租赁公司合作，以获得运力和司机的补充，网约车租赁行业也因此受到催化发展。对于网约车租赁公司而言，

如何通过日常运营以保障低成本获客、高质量运营、司机高留存率和高流水是其成功的关键要素，这通常需要专业的后台人员对旗下司机进行招募、培训、日常路线的选择指导，甚至出台激励方案等一系列运营措施。

而进入Robotaxi时代后，部分头部网约车租赁公司将可转变为Robotaxi租赁公司，即CP。在此过程中，由于取消了司机的功能，司机和车辆的相关运营问题将转变为Robotaxi的资产维护以及出行服务运营商合作模式的问题。因此，部分大型CP也将尝试涉及车队资产日常管理的一部分场景，如充电、维修、标定、清洁等。

然而，Robotaxi的资产管理与网约车的资产管理在所采用的业务流程、方法、工具链等方面存在一定的差异，因此未来CP将需要一套针对Robotaxi资产管理的专业平台解决方案。由于大多数CP不具备建立该套解决方案的能力，行业内的其他参与方将获得为CP提供Robotaxi资产管理解决方案的新商业机会。具体而言，自动驾驶科技公司、主机厂和出现服务运营商均可能参与其中。对自动驾驶科技公司而言，其擅长软件开发且在技术研发的过程中熟悉Robotaxi的监管方式与技术指标。对主机厂而言，其对于Robotaxi车辆拥有深度理解，同时自身也可能拥有部分Robotaxi车队并进行资产管理的工作，因此能够提供Robotaxi资产管理过程中最详细的方案指导和工具平台。对出行服务运营商而言，其不仅可能拥有车队资产并进行管理，还同时进行Robotaxi的运营和调度，因此除了提供Robotaxi资产管理方案外，还可与CP的资产管理平台打通，根据实时的运力需求选择最合适的资产管理方案，如不同时段Robotaxi出租的数量、上线运营与下线维修保养的时间选择等，以进一步提升资产管理和Robotaxi的运营效率。

同时，在运营端，政府希望弱化自身在Robotaxi产业

链的参与度，进一步开放市场，以激发各玩家在模式创新、产品迭代、运营效率等方面的能力，因而全面许可模式将成为主流的模式之一，行业内的玩家将主导Robotaxi各环节的商业运作，同时参与运营的政府平台将逐渐退出Robotaxi运营的角色。

随着参与运营的政府在产业链中资产的持有比例减少以及Robotaxi运营的参与度下降，其将转换自身定位，从直接参与者转型为行业监管者。因此，更强的管控能力和相应法规体系将会显现。

在监管方面，政府端将通过大数据、云计算、“互联网+”等技术构建云端智慧监管平台，以紧密掌握管辖范围内Robotaxi的运营情况。该平台将成为拥有多渠道收集信息（如运营企业数据返回、路测数据等）、多维度分析数据（如经营情况、运营密度、风险系数等）与多方式运营数据（如数据可视化、动态监管、风险预警和规避等）的综合管控平台。出行服务运营企业均将受到监管，以便政府在节假日或突发情况下快速应对和制定相应措施，伴随而来的政府对于监管的流程、方法、工具和平台的新需求，这也将孕育出全新的商业机会。

在法规政策方面，政府也将出台完善的法律法规体系，明确行业各玩家的合规性，包括行业准入资质、安全保障措施、运营能力要求、网络数据安全、服务质量监督、宣传管理规范等。同时，政府对于事故责任划分、评估标准和惩罚机制的明确将是推动行业最终大规模商业化落地的重要因素，其能够部分消除民众对于Robotaxi事故发生的潜在顾虑，明确各玩家的职责，同时也将保障Robotaxi纳入城市公共交通出行体系后的顺利运作。

总体而言，未来Robotaxi产业的市场环境更为开放，车队资产归属权更分散但头部化，政府的产业参与度更低但管控与政策更为全面完善，同时市场参与者将提供更多元化的服务和衍生产品。

2.4 Robotaxi正向发展的闭环要素

从短期到长期的模式演进过程中，正向发展的闭环主要依赖于出行服务运营商和自动驾驶技术公司，出行平台运营及车辆资产运营与L4级别自动驾驶方案螺旋式协同发展，并共同推动技术和标准的成熟和落地。

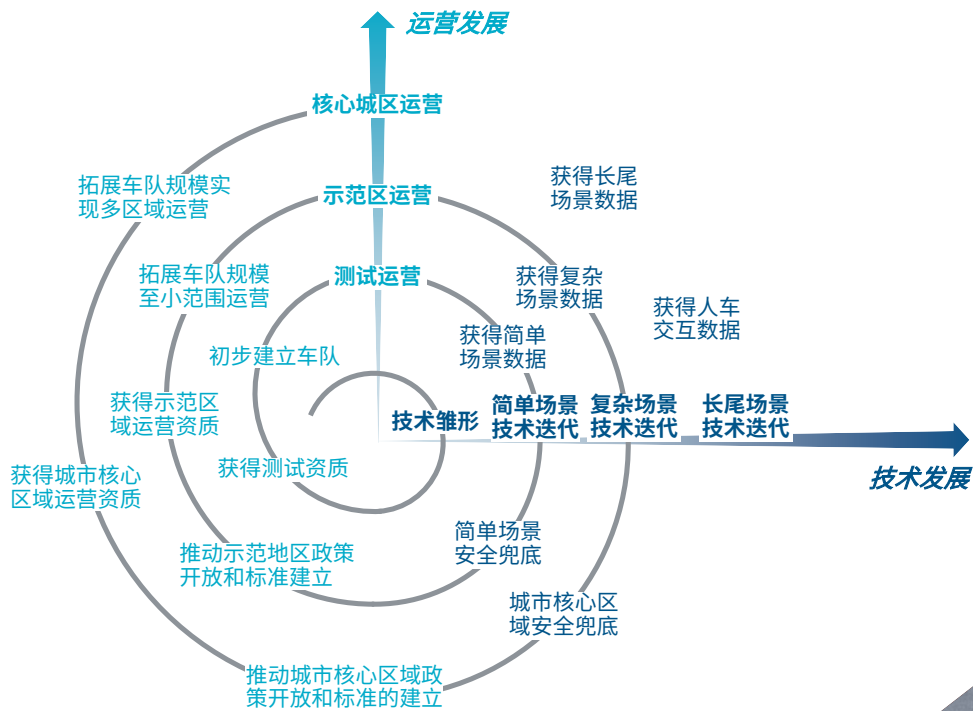
Robotaxi在发展的各阶段都将经历技术能力的突破以确保安全兜底，以推动政府对现有限制或新区域的开放而颁发新资质，吸引出行服务运营商或自动驾驶技术公司拓展车队规模（从自有资产逐渐过渡到CP模式）并开展新领域的运营活动。通过更大规模的车队和更大范围区域的运营获得更多从简单到复杂的Robotaxi数据，反哺自动驾驶技术公司进行下一代技术研发与迭代，形成正向发展的闭环。

具体而言，出行服务运营商的核心关注点为是否能够最终进行商业落地，以通过Robotaxi服务实现变现，因而将主要着眼于如何提供消费者满意的服务，如何保障运力供给侧的效率，以及如何扩大经营范围。出行服务运营商将在测试和试营业环节着重针对消费者所关注的安全性、稳定性、行驶效率、接驾时长等方面，以及车辆上线率、在线时长、成单率等运力指标进行提升，同时推动政府在相关标准的制定并对合作的自动驾驶技术公司的技术能力提出较高需求。而在扩大经营范围上，出行服务运营商业将积极与地方政府交涉，获得测试牌照，与合作的自动驾驶技术公司共同进行测试和试营业，以尽早在各大城市路端进行面向大众的大面积商业化运营。

类似的，对于自动驾驶技术公司而言，其所关注的是如何获得不同区域的大量数据和场景，以不断迭代自动驾驶算法，进而不断优化Robotaxi软硬件的解决方案，实现商业化变现。在此过程中，自动驾驶技术公司将积极与地方政府合作并推动政策的逐步开放，以获得Robotaxi测试和试营业牌照，进行真实环境下的多场景数据获取。同时，其也将与出行服务运营商合作，拓展车队规模，在一定时间内获得更多数据，帮助自身加快算法迭代速度，从而向主机厂提供自动驾驶解决方案。

在整个发展过程中，出行服务运营商和自动驾驶技术公司将共同推动政府政策的开放与车队规模的提升，螺旋式协同发展以实现技术的成熟和商业的闭环，最终建立包含Robotaxi车辆要求和占比、稳定性、运营设备、网络安全、自动驾驶功能要求等的完善政策标准和部署区域广、Robotaxi与网约车运营“混行”，接单/接驾时间短、行驶效率高、车辆调度和后台监管体系完善的商业化落地体系。→ 16

16 运营商与技术商螺旋式推动行业发展



资料来源：罗兰贝格



PART

03

Robotaxi 运营服务 发展: 运营体验赋能, 助推模式落地



Robotaxi的本质是一种出行方式，其商业化的落地依赖于运营服务的实施。运营服务的角色不仅能够拓展场景以帮助算法迭代，更是确保用户出行满意度的要素。

正如罗兰贝格对于Robotaxi商业化三个阶段的展望，运营服务赋能是推进Robotaxi商业化落地的短期重要推手，下文将围绕三大运营核心要素展开分析，并结合近期业内的不同企业实践探讨Robotaxi商业化运营节奏。

3.1 Robotaxi运营定义与内容介绍

Robotaxi运营包含出行服务运营、车辆资产运营和车辆服务运营三大内容。车辆资产运营通过对车辆的规模化持有和管理，为网络化效率实现奠定基础；车辆服务运营则通过对车辆的有效管理，保证车辆上线率和用户乘坐体验。两者共同支撑起作为核心的出行服务运营，保证用户拥有良好的出行效率、安全和体验。 → 17

17 Robotaxi运营内容



资料来源：罗兰贝格

1) 出行服务运营

相比于针对主体为车、司机、用户三方的传统网约车运营，Robotaxi的针对主体变成车 and 用户，需要通过出行服务运营平台使Robotaxi的乘坐体验达到传统网约车的水平。过去的网约车时代由司机进行人工判断和干预的内容，需要通过数字化、智慧化的出行服务运营平台完成。例如，过去需要通过司机确认和管理用户的上车安全、遇到突发状况需要司机应变处理等，而这些内容和环节在Robotaxi时代则全部需要由出行服务平台通过对车辆和系统的控制实现。在乘客体验上，Robotaxi提供的平稳驾驶、监管、客服、安全兜底能力等相较有人车仍需完善。出行服务运营平台在Robotaxi时代承担了更多角色，输出的内容将更加标准化，重要性尤为显著。

出行服务运营可分为运营端、安全端和数据端三个

板块，针对车辆和用户主体扮演不同的角色。运营端作为平台，是最为重要的环节之一，通过对车辆运行的控制管理和用户从叫车-上车-乘车-下车全环节的介入，完成出行服务，为乘客带来出行体验；安全端作为保障，通过对车辆和路线的监管及用户身份和环境的安全服务，确保每一次出行服务的平安稳定；而数据端作为支撑，将出行服务的运营数据打通和共享，并整合分析，以优化运营服务，为客户提供更好的Robotaxi乘车体验。→ 18

2) 车辆资产运营

车辆资产运营是针对Robotaxi软硬件核心资产的管理，主要包括车辆本身和车辆信息监控及数据系统。网约车时代的车辆资产管理对Robotaxi时代而言具有很大参考意义。同时，针对Robotaxi的特征，亦将会有新的构建。

18 出行服务运营内容



资料来源：罗兰贝格

在车辆管理方面，网约车时代的车辆管理模式有非常多的可借鉴之处，包括在车辆的采购报废管理、车辆的持有模式和合作模式等方面。Robotaxi时代的车辆资产运营需要针对其特征重建，包括业务流程、方法、信息化工具等。从Robotaxi行业参与者角度来说，主机厂掌握硬件，自动驾驶技术公司掌握软件，出行服务运营商掌握运营，这些能力点需要互相打通，催生出独立的Robotaxi运营管理工具。针对汽车保险和汽车金融，Robotaxi的新特性会衍生出不同的需求，推动新产品落地。→ 19

3) 车辆服务运营

车辆服务运营主要包括自动驾驶技术相关服务、后市场服务和针对用户的座舱服务。相较网约车时代，Robotaxi时代有更多针对自动驾驶技术相关的

服务及针对用户多样化需求的服务。

自动驾驶技术相关服务由于目前仍以车辆后装改造为主，运营方配合主机厂和自动驾驶技术公司做的线控改装、标定、测试等仍需长期存在，基于不依赖标定设备的完全自标定在车辆后装阶段尚较难实现。

后市场服务与传统汽车后市场服务内容较为类似，但很多功能由原先的司机变成由专业机构承担，如车辆的清洁、充电补给等均需要专门的场地和流程进行规模化配套。

未来Robotaxi承担的不仅仅是出行需求，由于车内空间布局和结构的变化，释放更多活动区域，用户可以在出行的同时在移动空间中进行更多的体验，如社交、办公、游戏、娱乐等，相应的配套设备和服务也将是未来Robotaxi运营增值规划中的重要内容。→ 20



资料来源：罗兰贝格

20 车辆服务运营内容

车辆服务	运营内容
自动驾驶技术 相关服务 	 线控改装、参数标定、车辆测试、安全员管理
后市场服务 	 出车/收车检验、车辆维修、卫生清洁、 定制化美容、充电补给
座舱服务 	 环境控制、办公设备、娱乐设施 餐饮零食、交互体验设计

资料来源：罗兰贝格

3.2 出行服务运营市场格局和未来发展侧重

出行服务运营是Robotaxi的运营核心，统筹平台保障用户的出行稳定与安全。

3.2.1 出行服务运营的关键成功要素

出行服务运营有流量、运营、体验、调度、服务等多项成功要素，贯穿上下车和用车环节，互相影响并共同支撑其成为优秀的出行服务运营商。→ 21

1) 流量获取

庞大的流量基础和用户的高频使用带来出行服务运营商的正循环高效运作，混合运营模式将实现市场认知培育和平台资源迁移。目前，Robotaxi的市场接受度较低且消费者的认知尚不充分，需让消费者们对Robotaxi有渐进式的认识并适时转化。聚合型出行服务运营商和成熟的出行服务运营商具备先发优势，分

别通过流量优势和网约车运营经验，进行市场认知的培育。

尽管部分自动驾驶技术公司开发了自有Robotaxi用户端入口，但依然需要与流量大的聚合平台进行合作以获取更多的用户导入。聚合型出行服务运营商发挥着用户培育和引流的作用，在Robotaxi的运行区域内聚合并同步展示有人车和Robotaxi运力，通过触达更多用户，让更多的消费者进行尝试，以达到推广和用户教育的目的。

出行服务运营商将Robotaxi业务嫁接在原有的出行服务运营平台上进行运营，发挥已成功建立的流量优势。部分出行服务运营商为Robotaxi开放单独入口，用户通过网约车APP一级界面可以跳转至Robotaxi模块。

21 Robotaxi出行服务运营关键成功要素



成功的Robotaxi出行服务运营

- ▶ 调度高效准确
- ▶ 出行安全稳定
- ▶ 用户绝佳体验

资料来源：罗兰贝格

另外，部分出行服务运营商选择混合运营的模式，期望加强现有网约车用户对Robotaxi的认知。在Robotaxi的运行区域内，选择出发地和目的地后，即可看到有人车及Robotaxi选项，可以根据路线规划、价格预估等自主选择出行方式。通过混合运营，出行

服务运营商不仅能够实现流量吸引和用户市场教育，还可通过用户选择情况和体验反馈，增强混合运营中后台管理能力。→ [22](#), [23](#)

22 不同Robotaxi呼叫入口



资料来源：如祺出行

23 消费者调研-有人车/Robotaxi选择方式

问题：未来几年内，您对有人车/Robotaxi的选择方式持怎样的态度？

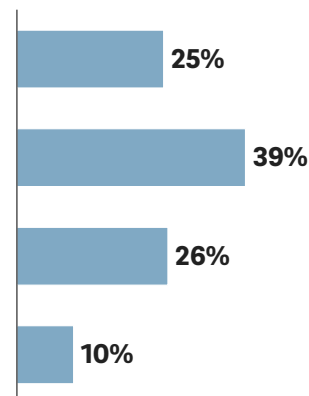
希望针对Robotaxi有专门的平台/APP，
凸显Robotaxi运营的专业性

希望Robotaxi在网约车APP中有专门的入口或选项，
自己在出行平台中选择有人车/Robotaxi

更在乎出行的便捷，对接驾车辆是否有人或自动驾驶均可接受，
但希望平台在派车时能够告知或要求确认

更在乎出行的便捷，对接驾车辆是否有人或自动驾驶均可接受

N=564



资料来源：如祺出行用户调研

2) 车内体验

Robotaxi实现完全无人化后，车内用户乘坐体验的差异化塑造将带来更大的盈利遐想空间。例如，车内的环境由乘客自主控制，通过便捷的操作系统和声控系统，对车内的温度、灯光、湿度、香气、背景音乐等进行控制，定制化打造舒适的空间。除出行以外，Robotaxi更具定制化潜力的座舱设计也将满足人们在移动过程中的多样化需求，满足自动驾驶下智能座舱带来的新兴乘坐体验，提供更加充实和丰富的内容，如游戏装备、AR和VR体验、办公、餐饮、社交娱乐等服务。由此，Robotaxi提供的多样化服务将有效区别于各出行服务运营商，带来丰富的亮点和卖点，打造不同层次的品牌口碑。

3) 运营稳定性

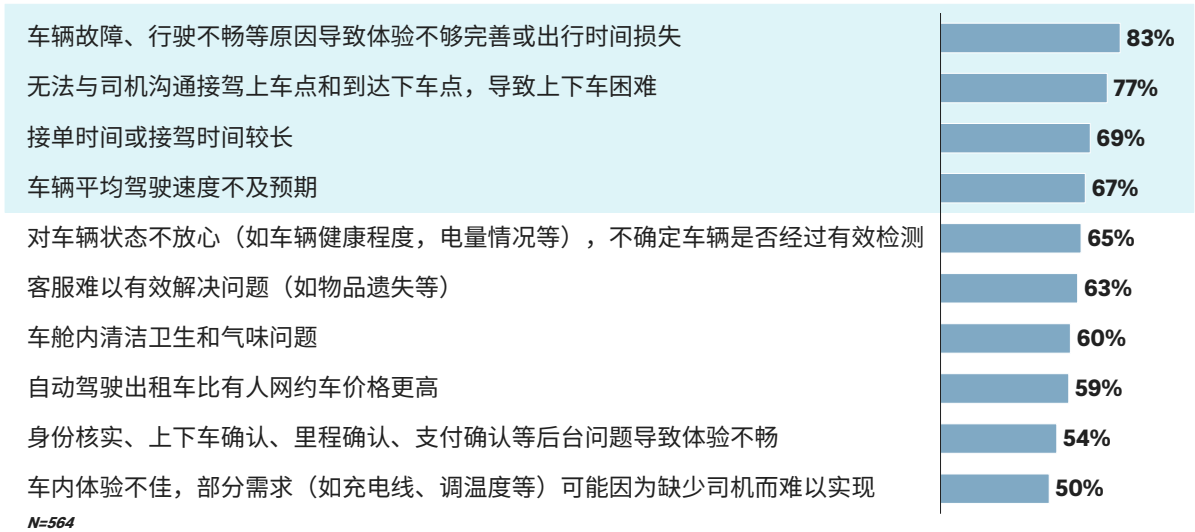
运营稳定性包括单车运行稳定和全局运营稳定。针

对单车来说，运行的稳定是单行程下良好客户体验的基础。单车运行稳定性意味着出行服务运营平台通过庞大的数据积累和路况实测，不断完善算法和运营能力，覆盖绝大多数场景，出现的突发状况少，安全员干预或远程接管的情况少，车辆保持平稳行驶。从用户端来说，运营的稳定则意味着驾驶卡顿少，不出现莫名刹车或突然减速加速的情况，出行全程可以安全平稳，平均时速合理，确保用户基础的乘车体验。

全局运营稳定可带来全盘性运营效率保障。全局运营的稳定性意味着在常规路况下，当与其他车辆一起行驶在道路上时，可以通过合理的运力规划、车辆调配和行程接力以选择最优路径，使整体车辆上线率提高，上线时间变长，空驶率降低，从而实现平台运营的最优解。消费者调研显示，受访者对Robotaxi运营的顾虑中占比最大的几项运营内容皆与出行效率相关，因而提高运营稳定性对于满足消费者用车需求有着深远的意义。→ 24

24 消费者调研-行驶安全前提下，对Robotaxi运营的顾虑¹⁾

问题：若自动驾驶出租车没有任何安全性问题，您对以下运营问题有多大顾虑？



1) 百分比表示受访人群中对各项运营内容存有顾虑的比例

资料来源：如祺出行消费者调研，罗兰贝格

4) 派单及车辆调度

高效精准的派单将极大提高平台的运营效率，带来经济效益的提升。成熟的派单算法可以对车辆进行合理调度，通过识别拥堵路段，判断拥堵时间，区分高峰期和平峰期，结合车辆的待机状态、距离目标物的远近和可达时间预测进行车辆的最优匹配，高效精准地选择乘客接送点并规划最优路径。同时，派单算法和车辆调度能力也反应了高效、准确地解决长尾场景的能力，能够准确识别极端天气和紧急路况带来的影响，在遇到突发状况时可以进行路径优化，在执行订单时避开不适合Robotaxi通行的路段，提高车辆调度的效率和精准性。

5) 安全兜底

对于Robotaxi出行服务运营商而言，安全性是原则和底线，严重的安全事故和意外事件的发生对于运营商甚至整个产业都将是重大打击。对于运营安全的把控是出行服务运营平台最首要的任务和最基础的功能，在车辆运行安全、自动驾驶功能安全、用户安全、数据安全等方面都要有相应的保障体系、预防机制和应急流程等，在每一次的出行服务中为乘客提供安全平稳的体验，以获得市场信任，建立良好的品牌口碑。

能，在车辆运行安全、自动驾驶功能安全、用户安全、数据安全等方面都要有相应的保障体系、预防机制和应急流程等，在每一次的出行服务中为乘客提供安全平稳的体验，以获得市场信任，建立良好的品牌口碑。

6) 监管及客服配套

Robotaxi的服务对象是用户，平台需对用户负责，针对运营的监管体系和客服配套至关重要。对于Robotaxi从车辆到系统再到服务的全流程监管体系和预警机制需要有精准监测的能力，在问题出现前进行预防和提前干预，发现问题及时处理和解决，帮助平台进行更高效、智慧化的管理。用户的意见反馈和客观评价值得Robotaxi出行服务运营商的关注，用户从呼叫-应答-派单-等待-上车-乘车-下车-支付等全流程环节的体验和意见需通过高效通道进行反馈，有相应的客服体系进行配套，以帮助平台更好地完善运营服务体系。→ 25

25 如祺自动驾驶监管界面示意



资料来源：如祺出行；N=564

3.2.2 市场玩家凭借不同的核心禀赋切入 Robotaxi运营, 领先玩家将逐渐脱颖而出

针对Robotaxi运营, 不同市场玩家基于自身核心能力优势和业务目标, 选择采用不同的方式切入。目前的玩家类型包括初创自动驾驶科技公司、出行服务运营商、主机厂和科技巨头等。从运营规模、业务布局和运营表现等方面来看, 各模式的领先玩家已开始显现。

初创自动驾驶科技公司通过提供Robotaxi的技术解决方案立足Robotaxi市场:

目前, 领先的初创自动驾驶科技公司在国内的测试车辆已超过百辆, 并在广州、北京、上海、苏州、深圳等多个城市进行运营。对于初创自动驾驶科技公司而言, 其核心能力在于研制Robotaxi自动驾驶算法和相关硬件套件, 并将其通过整车技术适配销售给出行服务运营商。在出行服务运营方面, 由于目前处于商业化变现的前期阶段, 初创自动驾驶科技公司为了获得足够的数据和场景以帮助自身进行技术迭代, 主要通过设立自有的出行服务运营平台进行Robotaxi的试营业。同时, 由于建立运营服务体系并实施精细化管理需要一定的时间, 领先初创自动驾驶科技公司也正通过与出行服务运营商的商业合作探索未来的商业模式, 以减轻在平台运营和管理方面的投入。而在整车方面, 由于在造车上较高的产品定义、生产资质、技术整合、供应链管理等壁垒, 初创自动驾驶科技公司通常选择与国内外的主流主机厂合作, 共同研制Robotaxi车辆。尽管现有的测试和试营业车辆均以后装初创自动驾驶科技公司研发的Robotaxi相关软硬件套件为主, 但多家头部初创自动驾驶科技公司已开始布局前装生产的方式, 为实现Robotaxi的大规模量产做准备, 预计国内将于2023年至2024年开始下线初创公司参与的前装Robotaxi车辆。

传统出行服务运营商通过成熟的出行服务运营体系和积累的用户流量向Robotaxi时代的出行服务运营商转型:

国内领先的出行服务运营平台的Robotaxi测试车数量在几十至上百辆, 且其均为在网约车时代拥有一定

流量并且积累了大量平台运营经验的传统出行服务运营商。这些公司将充分利用已有的资源和经验, 致力于将网约车用户转化为Robotaxi用户, 并将通过精细化运营保障自身的利润水平。出行服务运营商受制于整车和Robotaxi自动驾驶技术的较高壁垒, 因而选择与主机厂和初创自动驾驶科技公司合作以完整覆盖整条商业闭环价值链。目前, 出行服务运营商就资产持有方式存在两大主流模式, 即全面自营模式(重资产运营模式) 和平台联营(轻资产运营模式)。

在全面自营模式下, 出行服务运营商将向自动驾驶科技公司或主机厂购入Robotaxi车辆资产。该模式能帮助出行服务运营商完全掌握Robotaxi运营时所需数据, 帮助建立配套运营体系, 同时拥有Robotaxi商业化运营的定价主导权, 但其目前尚处于小规模试营业阶段, 因而车辆数量有限。而在平台联营模式下, 出行服务运营商将与自动驾驶科技公司或主机厂合作, 以运营平台的方式对属于自动驾驶科技公司或主机厂的Robotaxi车辆进行测试或运营, 双方共享测试与运营数据的同时, 出行服务运营商无需承担拥车带来的资产压力。此外, 轻资产模式下将帮助平台迅速扩大运营车队的规模和覆盖范围, 在Robotaxi商业化发展早期阶段快速占领各城市的市场。然而, 由于出行服务运营商在该模式中仅提供运营相关的服务, 部分利润将被资产持有方分摊, 因此最终利润或低于全面自营模式。

传统主机厂为自动驾驶科技公司提供不含Robotaxi技术的裸车制造, 而新势力正布局Robotaxi的自研:

各大主机厂均在自动驾驶技术方面进行着不同程度的深度研究, 旨在尽早完成高级别自动驾驶技术的量产开发, 助力自身品牌打造及整车销售。因此, 各主机厂基于现有的自动驾驶研发进度和技术储备, 将通过与自动驾驶技术公司合作或自建的方式参与Robotaxi车辆的制造, 并通过自建或旗下的出行服务运营平台进行数据获取和技术迭代。

传统主机厂现阶段在自动驾驶研发方面的主要发力点在于提升L2+/L3级别的技术能力, 而与Robotaxi相关

的L4级别的技术储备则较少，因此主要通过与自动驾驶科技公司合作生产Robotaxi，在合作中向专注于开发Robotaxi自动驾驶技术的科技公司学习软件算法和配套硬件设计，为自身未来的L4级别自动驾驶研发做储备。在运营方面，领先的传统主机厂则可委托旗下的出行服务运营平台布局Robotaxi运营市场进行数据和场景的获取，进而完成技术迭代。而新势力玩家对L4级别自动驾驶的研发程度较为领先，因此与自动驾驶科技公司合作的意愿不高，头部新势力玩家希望通过自研前装的方式进行Robotaxi车辆的开发制造。此外，为了获得更多运营数据，头部新势力玩家也开始打造出行服务运营平台，并将利用自有品牌车队进行数据收集，通过一己之力布局整条价值链。

科技巨头凭借资金实力、人才储备和资源积累已全面布局Robotaxi技术研发、整车制造和平台运营：

以百度为例，其在国内的测试Robotaxi车队达到600-700辆，分布国内各大城市，包含北京、上海、广州、长沙、重庆、成都、南京等地。科技巨头可根据当地政府需求，利用背后雄厚的资金、人才储备和资源积累，灵活采取不同的Robotaxi落地模式。在平台运营方面，科技巨头为实现项目顺利落地，根据政府态度采取不同的运营模式，即可通过自建运营平台或委托给当地第三方进行平台运营。同样在资产持有模式方面，科技巨头也愿意施行轻资产与重资产两种模式。此外，在整车制造方面，科技巨头也在积极布局Robotaxi的部分核心产业链，以掌握更大的Robotaxi价值链话语权。

消费者调研显示，超过七成的受访者更加信赖自动驾驶技术公司和出行服务运营商作为Robotaxi的运营方，提供相关出行体验。→ 26

26 消费者调研-Robotaxi服务运营商选择偏好

问题：在未来几年内，您认为哪个类型的Robotaxi服务运营商更能够提供令人放心和舒心的体验？

自动驾驶技术研发类企业，技术实力让人放心

36%

知名的出行服务公司（网约车APP），已具备专业运营经验和服务基础

38%

汽车制造企业（即汽车品牌厂商），车辆性能和自动驾驶能力已深入人心

25%

资料来源：如祺出行消费者调研，罗兰贝格；N=564

3.2.3 各类玩家具备差异化的目标、规划和业务推进方向;伴随商业化发展阶段和竞争格局的演进,各类玩家将出现战略方向的侧重和迁移→27

在未来的发展演变过程中,各玩家将基于差异化目标 and 市场格局的演进而调整自身的Robotaxi运营商业模式和相关定位,以更有效地最大化自身优势,实现商业化变现。

初创自动驾驶科技公司未来将更多聚焦于运力赋能模式,同时头部初创自动驾驶科技公司也将在部分地区实行全面自营模式:

初创自动驾驶科技公司向出行平台模式转型需在建立专业运营体系上投入大量的时间和精力,且背后资本对其技术能力的期待也使其转向资产伙伴模式的资源有限,因此初创自动驾驶科技公司将发展为向出行服务运营商提供Robotaxi整车的运力赋能模式及在部分地区利用自研Robotaxi和自有出行服务平台运作的全面自营模式。在两种模式的选择上,由于资产持

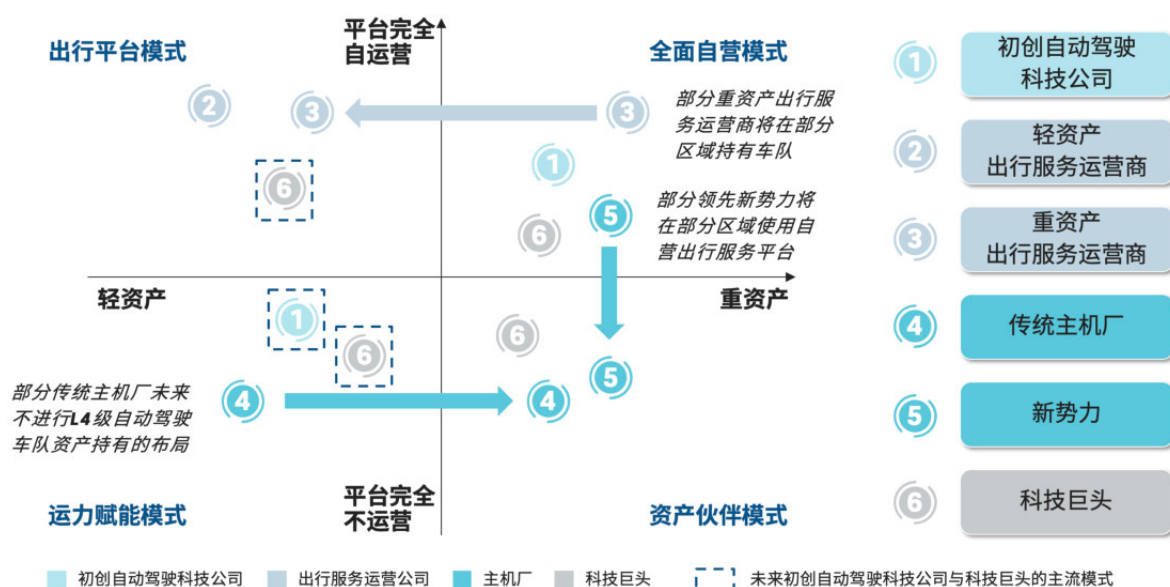
有的成本以及平台运营和管理的壁垒,初创自动驾驶科技公司在发展过程中将更容易通过运力赋能模式扩张,以尽早实现自动驾驶方案的规模效应和商业化变现。同时,由于在Robotaxi价值链中的定价权和商业化变现手段基本由出行服务运营商掌控,头部初创自动驾驶科技公司依旧会尽可能地在部分地区实施全面自营模式,不断提升自身所欠缺运营能力,通过掌握整个价值链的核心变现手段以增加利润率。

出行服务运营商将主要着重发展轻资产的平台运营模式,同时在部分区域持有一定比例车队,保证利润空间:

对于出行服务运营商而言,由于整车制造和Robotaxi自动驾驶相关技术的壁垒较高,在未来的发展过程中将主要着重于提升自身的平台运营能力,通过提供更好的用户服务及利用更优的成本管理以提升竞争力。

对于重资产出行服务运营商而言,随着相关运营数据积累的日益丰富和运营体系的逐步完善,将逐渐拥有

27 市场玩家分类矩阵及在象限中的移动方向



注: 各象限中无相对位置差异

资料来源: 罗兰贝格

Robotaxi大规模商业化运营的能力。同时，随着车队规模的扩大，建立大量以城市为单位的庞大规模车队将需要巨大的资金支持，因此重资产出行服务运营商将逐渐引入车辆资产合作伙伴，同时在部分城市地区保留一定比例的自有车队数量。

对于轻资产出行服务运营商而言，随着平台覆盖范围和运营车队规模扩张，部分轻运营商或改变资产持有策略，在现金流充足的前提下向持股母公司或合作技术公司购买较小规模的车队以持有平台下的部分车队资产，在提升公司利润水平的同时帮助推广关联主机厂的自动驾驶汽车。但总体而言，由于单一出行服务运营商运营的Robotaxi车队将依旧覆盖全国范围的多个城市地区，总车队规模庞大，因此其车队资产持有比例有限，总体而言依旧属于偏轻资产的模式。

新势力和领先传统主机厂将逐渐转向资本伙伴模式，制造Robotaxi车辆并提供资产服务，其余传统主机厂将保持整车销售的运力赋能模式：

对于传统主机厂而言，随着自身自动驾驶技术水平的不断提升，将有能力提供具备Robotaxi自动驾驶要求的整车。同时，由于自身不愿在Robotaxi价值链上沦为技术公司的整车代工厂，传统主机厂将逐渐从不含Robotaxi技术的裸车制造转为Robotaxi整车制造。在拥有Robotaxi整车制造能力之后，部分领先传统主机厂还将业务衍生至Robotaxi的车辆租赁服务，扩大业务范围，并与集团自身汽车租赁服务有一定协同作用。

对于新势力而言，由于其对出行服务平台的运营经验、体系搭建和流量导入等需要投入一定的时间和精力，未来的主要发展模式将转变为向各大出行服务运营商和车队输送Robotaxi运力。同时，由于部分新势力的定位不仅仅是整车制造公司更是移动出行公司，其也将在未来部分区域作为出行服务运营商，通过自有品牌的L4级别自动驾驶车辆以及自建的平台和运营体系提供Robotaxi出行运营服务。

科技巨头将在各地根据需求选择多种商业模式，但将着重发展资产相对较轻的运力赋能模式和出行平台模式：

对于科技巨头而言，其主要目标为利用自己的能力和资源，尽可能地提升Robotaxi的渗透率。因此，科技巨头仍将针对各地提出的需求，通过不同合作模式和运营模式以占领当地市场。而在四种运营模式中，由于运力赋能模式和出行平台模式无需负担较大的资产压力，对于意在覆盖全国绝大多数市场的科技巨头而言最有吸引力，因此在未来发展的进程中，当Robotaxi技术达到商业化的成熟度后，这两大模式将成为其主推的运营模式——对于原先出行服务运营经验较少的科技巨头而言，无需构建出行服务运营体系的运力赋能模式将更受青睐；而对于出行服务运营经验丰富的科技巨头而言，其熟悉的出行平台模式将成为未来发展的主要模式。

3.2.4 出行服务运营商在不同发展阶段针对其成熟度应持有不同的评估方式

由于各商业化阶段的市场环境和发展目标不同，出行服务运营平台的发展成熟度应当运用多种且不同维度的评估指标，以更全面地了解和对标不同发展阶段下不同平台的领先程度。

第一阶段：着重平台运营下的技术稳定性和安全性

在商业化的第一阶段，出行服务运营商的主要工作是尽可能地向市场与政府证明其技术可行性和运营稳定性，以拥有商业化的前提条件，从而进入商业化第二阶段。因此，在各路段和天气等条件下的接单率和事故率、一定时间下的持续运营里程和运营在线时长等车辆安全性和稳定性指标将是其证明自身已解决大多数长尾场景、能够商业化的重要评估方式之一。

第二阶段：聚焦用户体验指标以及平台规模、盈利能力和运营效率

在商业化发展的第二阶段，技术已经得到突破并完成市场化验证，行业将迅速发展，出行服务运营商将关注如何吸引用户登录自己的出行服务运营平台并使用出行服务功能。因此，除应持续关注并稳步提升第一阶段的相关安全稳定性指标以外，用户所关注的接单速度、出行服务价格、行驶效率（如在一定时间内行驶的里程数等）、乘坐体验质量（如行车舒适性、车内

环境、智能座舱体验等) 以及能够反应平台规模、盈利能力和运营效率的订单量、营收规模、APP月活跃人数、客单价、车辆上线率、车辆空载率、有效运营时间、人均单日APP启动次数、月人均使用时长等平台能够直接影响用户体验的运营评估指标将是有效反应第二阶段出行服务运营商成熟度的核心评估方式。此外, 政府对于整体数据安全性将有明确的监管诉求和充分的管理手段, 出台更深入详细的数据合规要求细则。

第三阶段: 进一步衍生至资产效率与车内服务收入指标

在商业化发展的第三阶段, 随着市场的逐步成熟和行业竞争的日趋激烈, 行业有序竞争已完全呈现。在此阶段, 伴随座舱功能进一步升级, 客户体验将进一步成为用户产生平台差异化评价的核心因素。出行服务运营平台也因而能够获取基于衍生服务的其他收入, 优秀平台的额外服务收入占比提升。同时, 持有资产的平台也将更加关注与资产持有及流转效率的相关指标。→ 28



3.3 车辆资产运营发展趋势与难点

车辆资产运营是Robotaxi的运营基础，保障运力网络规模和运营效率。

车辆资产运营包含车辆管理（如车辆运营资质、车辆持有管理、车辆资产附加服务等）和车辆信息监控及数据系统的管理（如出行服务平台与政府监管平台的对接、车辆状态跟踪、车辆故障判断、防盗系统、车辆评级与营收统计等）。随着Robotaxi时代的来临，部分车辆资产运营内容与网约车时代颇为相似，同时也将呈现出属于Robotaxi时代独有的发展趋势与运营难点。

1) 车辆持有管理

车辆持有管理是从车辆持有到退出的一系列管理需求，包括车辆采购、车辆报废和退出管理、二手车交易等环节，这些步骤的最终目标是通过专业的管理运营手段使得车辆的全生命周期成本达到最低。相比于较为成熟的网约车持有管理，Robotaxi的持有管理领域较为新颖，因此通过何种渠道及模式进行车辆和零部件采购、如何进行报废处理及退出、Robotaxi二手车交易渠道的挖掘以及如何尽可能地保存Robotaxi的残余价值以提升二手车交易价格等将成为Robotaxi车辆持有管理的主要课题与难点。此外，资产持有方还需考虑有人车与Robotaxi的混合资产持有的管理模式，包括不同Robotaxi商业化阶段有人车与Robotaxi车辆采购比例、有人车与Robotaxi零部件采购的协同可能性等，以在Robotaxi时代尽可能地降低车辆持有成本。

2) 车辆资产附加服务

车辆资产附加服务包括车辆保险、汽车金融、车辆租赁等产品。对于保险公司而言，由于目前政策法规暂未明确规定Robotaxi的事故责任划分和惩罚措施，其将难以制定针对Robotaxi行业的保险产品。对于汽车金融和车辆租赁公司而言，中短期内针对Robotaxi的残余价值较难提供公允价格。

Robotaxi的前装量产将成为车辆资产附加服务走上规模化发展道路的关键分水岭。量产车的基础价值将更容易确定，而基于售价的残值评估也将在数据量丰富的Robotaxi运营场景中得到全面升级。

基于此，预计在政策对于责任划分和惩罚措施明朗规范之时，将有大量Robotaxi的商业保险产品出现；汽车金融和车辆租赁公司亦将在不断探索过程中逐步成长，并在积累一定量的运营数据之后逐渐实现对商业化的有效支撑。

3) 车辆信息监控与数据系统

随着信息和数字技术的不断发展，相比网约车时代，Robotaxi时代的车辆信息监控及数据系统将是一个更智能化的全面数据监管平台，帮助企业对从单一车辆到整个车队进行可视化管理，同时为未来政府的行业监管和出行服务运营平台提供接口和数据支持。此外，由于车辆无人化的运作，Robotaxi车辆的安全性监管需求将显著提升。因此，状态跟踪、防盗系统、故障判断等系统的功能将进一步升级，以有效提供无驾驶员运行Robotaxi的车辆安全和资产保护。

3.4 车辆服务运营发展趋势与难点

车辆服务运营是Robotaxi的运营保障，确保上线车辆的健康状态满足要求，并为用户提供良好的乘坐体验。

车辆服务运营包括自动驾驶技术相关服务、后市场服务及座舱服务，部分环节在商业化早期具有较高重要性，随着Robotaxi规模的扩张和商业化程度的提高，将涌现多样化的模式和市场参与者。

1) 自动驾驶技术相关服务

自动驾驶技术相关服务是Robotaxi时代形成的特定服务环节，现阶段由于前装量产尚未实现，主要痛点在于多方协调难及时间成本高。自动驾驶技术相关服务主要围绕自动驾驶相关功能展开，线控改装、参数标定、车辆测试、安全员管理等皆是不可或缺环节。

未来随着前装量产实现，部分自动驾驶相关服务将通过前置到车辆生产制造流程中实现，但短期仍需多方联动。线控改装涉及自动驾驶系统与车内电子系统匹配、雷达及传感器安装调试、布线和防水测试等，改造完成后进行参数标定，随后需要进行多项车辆测试以验证其可靠性，保障整体自动驾驶解决方案符合车规要求。目前在商业化早期阶段，由于自动驾驶车辆需要被后装改造，主机厂与自动驾驶技术公司在接口对接、协议拟合等方面存在较多的沟通协调成本，新车型的初始改装则要花费数月时间；而在改装完成后需联动出行服务运营商一同进行参数标定和地图采集，该过程也需要技术和工程团队对每一辆车进行标定并开展可靠性测试，花费时间较长。未来随着前装量产的进行，改装环节将直接嵌入生产流程中，在整车制造上得以节省时间成本；同时，由于自动驾驶整套系统解决方案前置到车辆生产流程中，车辆的整体一致性、稳定性和可靠性得到大幅提升。参数校准在车辆运行过程中需要定期进行维护，在出现异常情况时也需要进行全车检测，因而需要Robotaxi出行服务运营商在商业化发展全阶段掌握参数标定和车辆检

测的能力。

安全员的培训和管理在商业化早期是自动驾驶技术相关服务运营中非常重要的内容。在无法完全依靠自动驾驶系统稳定的前提下，需要由安全员保障行车安全稳定及应对突发事件。目前，对于安全员的招聘门槛与网约车司机类似，需要有一定年限的驾龄且无违章扣分交通行为，由出行服务运营商进行一段时间的培训和考试通过后方可上路。未来，随着无人化程度的提高，车内安全员角色将逐步被取消，实现全车无人，在此过程中，需要出行服务运营商有对应的培训体系和解决方案进行配套。随着商业化的成熟，安全员和安全监管员的转移是车端到后台的转化，将需要更多的出行服务运营商进行远程接入和后台监管，以替代安全员的角色，从后台软件化应对及解决Robotaxi出行中的问题。

2) 后市场服务

随着Robotaxi的规模化运作，包括车辆检验、车辆维修、卫生清洁、定制化美容、充电补给等相关配套服务网络和服务质量将直接影响整体的用户体验。其难点在于环节多且流程复杂，需要有全流程紧密衔接的高效解决方案。针对该痛点，市场将衍生出多种模式和打法，既会出现有全功能服务的综合体模式，也将保留广泛的专业三方合作模式。

综合体模式，建立Robotaxi后市场服务中心。由主机厂、自动驾驶技术公司、出行服务运营商建立的金三角体系在Robotaxi的后市场服务中可借助已有网络，在其主要发展城市的特定区域内发挥政府资源和产业协同优势，抢占先机，将全部或大多数后市场服务纳入统一体系，建立一站式超大综合体。综合体运营商可以根据区域和城市特点及车队规模，设置相应的场地分块和环节分块，如车辆的进库出库路线、检测空间、维修空间、清洁空间、充电场地等，并建立标准化的操作和管理流程，进行规模化产出管理，降低人工成本和管理成本的同时提高运营效率。该模式对整

体资本投入要求较高且需要依赖政府给予土地支持，适合在政府与企业共同推进大规模自动驾驶产业配套城市建设的情景下发展，成为Robotaxi后市场服务运营的示范案例。

合作外包模式，建立Robotaxi后市场服务便利店。

针对检验、维修、清洁、充电等环节，运营方衡量自身规模化服务的能力及投资意愿，通过广泛的市场化合作建立Robotaxi专业服务网络。例如，对于大规模的Robotaxi运营来说，出于秩序、成本和安全等考量，充电环节应以专门的场地布局，从而进行标准化能源补给，而非与其他新能源有人驾驶车辆共用充电系统；清洁环节对于技术依赖性低且会出现突发需求，对于灵活性和人工要求高，可以与已有的汽车清洗服务提供方进行合作；而检测、维修环节则可与专业化的后市场综修、快修、保养、美容等后市场玩家合作，解决周期性检测和日常的维保问题。相比综合体模式的一站式服务，合作外包模式更加灵活多样，可纳入更多具备专业能力的参与者，在打造标准化服务要求和流程的前提下快速实现网络化服务能力。因此，传统的汽车后市场服务网络也将得到升级，后市场玩家基于目前的市场地位和基础，结合Robotaxi的特征，打造更适合Robotaxi的后市场服务体系

3) 座舱服务

Robotaxi将承担出行需求外的更多角色，通过改变车内空间布局和服务功能的叠加，成为更加多样化的移动出行空间。未来，该服务将成为Robotaxi的亮点、差异点和出行服务运营商的重要变现方式。

由于未来Robotaxi将实现自动驾驶，车内需配备易于乘客操作的控制系统和人机交互设备，以满足环境控制和提高出行舒适度的需求。自乘客上车开始，需配备身份识别的工具抑或通过人脸识别/密码识别进行身份验证；行程开始后，乘客可通过语音助手或操作系统调节灯光、温度、香气、车窗、音乐等，定制化打造自我专属空间；车内屏幕需显示匹配乘客和订单的信息，向乘客展现科学全局的实时路线行驶路况，使乘客有更好的行程体验。相比于传统网约车，Robotaxi将空调、车窗等原先由司机提供的服务交由乘客自主控制，且乘客无需再与司机“社交”，能够有更加私密安全的空间，因而车内的控制系统和人机交互设计将在无人化时代扮演举足轻重的角色。

随着Robotaxi实现无人化，车内的空间结构和布局将发生改变，车内不再是传统的座椅排列，功能板块划分和多样化结构布局较目前的定制化网约车得以进一步优化。例如，智能座椅将更加舒适，将以更利于社交的方式面对面排列，让乘客在出行过程中也可进行办公、娱乐、游戏等一系列活动。出行服务运营平台可以打造专属的服务特色和品牌标签，如提供桌游、KTV、AR和VR体验等，让乘客在出行过程中拥有更丰富的体验。对于长距离的Robotaxi出行，则可针对性地对车型进行设计和功能板块增加，如增加卫生间、厨房、休息区等功能，成为对标房车的角色。未来Robotaxi空间内的功能将丰富多样，充满想象空间，Robotaxi的到来将真正改变人们的出行方式，赋予出行更多的意义。



作者



郑赞

罗兰贝格全球高级合伙人
ron.zheng@rolandberger.com

吴钊

罗兰贝格全球合伙人
neil.wu@rolandberger.com



蒋华

如祺出行首席执行官

韩锋

如祺出行首席运营官

孙雷

如祺出行副总裁

罗兰贝格蒋洪阳、郑香怡、黄葭劼及如祺出行宋德强对本报告亦有贡献。

欢迎您提出问题、评论与建议

www.rolandberger.com

本报告仅为一般性建议参考。
读者不应在缺乏具体的专业建议的情况下，擅自根据报告中的任何信息采取行动。
罗兰贝格管理咨询公司将对任何因采用报告信息而导致的损失负责。

© 2022 罗兰贝格管理咨询公司版权所有。

关于我们

罗兰贝格

罗兰贝格管理咨询公司成立于1967年，是全球顶级咨询公司中唯一一家始于德国、源自欧洲的公司。我们拥有来自35个国家的2700名员工，并成功运作于国际各大主要市场。我们的51家分支机构位于全球主要商业中心。罗兰贝格管理咨询公司是一家由近300名合伙人共有的独立咨询机构。

如祺出行

如祺出行是广汽集团和腾讯联合创立的移动出行平台，广州市智能网联汽车示范区运营中心理事单位，广州市自动驾驶应用示范运营专业委员会主任单位，旗下包括快车、企业用车、顺风车、车服、代驾和Robotaxi六大业务板块，致力于通过构建全开放的Robotaxi运营科技平台，助力政府、整车企业、自动驾驶技术公司共同推动自动驾驶商业化落地，成为全球领先的自动驾驶运营科技平台。

出版方

罗兰贝格亚太总部

地址：

中国上海市南京西路1515号

静安嘉里中心办公楼一座23楼, 200040

+86 21 5298-6677

www.rolandberger.com