

2021中国自动驾驶环卫场景商业化应用研究报告

亿欧智库 <https://www.iyiou.com/research>

Copyright reserved to EqualOcean Intelligence, November 2021

◆ 自动驾驶场景商业化应用系列研究报告

- 自2018年以来，经历过自动驾驶狂欢的资本市场意识到自动驾驶技术的高研发投入与不确定性。狂欢退却，资本市场趋于冷静，自动驾驶赛道投资出现分化，更具商业化可能性的场景赛道正吸引着更多投资人的目光。
- 自动驾驶市场走过狂欢—泡沫—冷静三阶段。2021年，自动驾驶的场景攻守战已然开始。自动驾驶科技公司各自在不同场景中探索商业化应用之路。在这场自动驾驶场景攻守战中，谁又将脱颖而出？
- 站在自动驾驶技术落地关键时间节点，为深入洞察产业发展商业路径，亿欧智库对自动驾驶商业化落地场景进行细致拆解，包括港口、矿山、干线物流、末端配送、园区物流、环卫、Robotaxi等多场景。亿欧智库将从产业观察者的角度，以商业化为主线，开展自动驾驶场景商业化应用系列研究，对自动驾驶在不同场景的商业化应用背景、价值、现状、难点等进行详细梳理分析，并给出建设性建议和趋势判断。
- 亿欧智库目前已输出港口、矿山、干线物流、末端配送、环卫场景研究报告，未来还将持续输出园区物流、Robotaxi等场景研究报告，敬请关注。

◆ 2021中国自动驾驶环卫场景商业化应用研究报告

- 在自动驾驶场景中，环卫场景具有低速、路线固定等特点，头部自动驾驶环卫科技公司已经实现L4自动驾驶环卫车的商业化落地。
- 亿欧智库此次撰写《2021中国自动驾驶环卫场景商业化应用研究报告》，旨在为行业各方厘清自动驾驶环卫场景商业化应用价值、现状、商业模式、产业生态、难点及挑战等，从而进一步解析自动驾驶环卫场景商业化应用前景与趋势，并基于研究成果，给出商业化解解决思路，为产业上下游企业提供参考与借鉴。

A yellow autonomous street cleaning vehicle is shown in a tropical setting with palm trees in the background. The vehicle is a large, boxy machine with a yellow body and a black cab area. It has a large front grille and several lights. The background shows a road with palm trees and a clear sky.

目录

CONTENTS

- 1 中国自动驾驶环卫场景商业化应用背景
- 2 中国自动驾驶环卫场景商业化应用现状
- 3 中国自动驾驶环卫场景商业化应用难点及关键因素
- 4 中国自动驾驶环卫场景商业化应用未来展望

A blue autonomous环卫 vehicle is shown on a road, with a blue overlay across the image. The vehicle is a large, boxy unit with a flat roof and a large front grille. It has a single side mirror on the right side. The background shows a road with white lane markings and some greenery in the distance.

中国自动驾驶环卫场景商业化应用背景

- ◆ **概念阐释:** 1) 自动驾驶：指车辆在搭载先进传感器、控制器、执行器的基础上，在特定的设计运行范围内，能自主获取和分析车内外信息，持续地处理部分或全部动态驾驶任务；2) 环卫：根据《城市环境卫生质量标准》，环卫行业所涵盖的作业包括生活垃圾清扫、收集、运输和建设垃圾中转站、公共场所环境卫生、道路清扫保洁、公厕运营等；3) 自动驾驶环卫场景应用：利用自动驾驶环卫车辆替代传统有人驾驶的环卫车辆，在普通地面道路、街道等开放道路及园区、公园、学校等封闭道路实现道路清洁、洒水、消杀等环卫工作。
- ◆ **研究范围界定:** 本报告主要讨论进行垃圾清运和道路清扫的L4级自动驾驶环卫车，并围绕L4级自动驾驶在环卫场景中的商业化应用展开一系列研究与讨论。

环卫流程图



资料来源：亿欧智库

自动驾驶环卫车研究范围界定



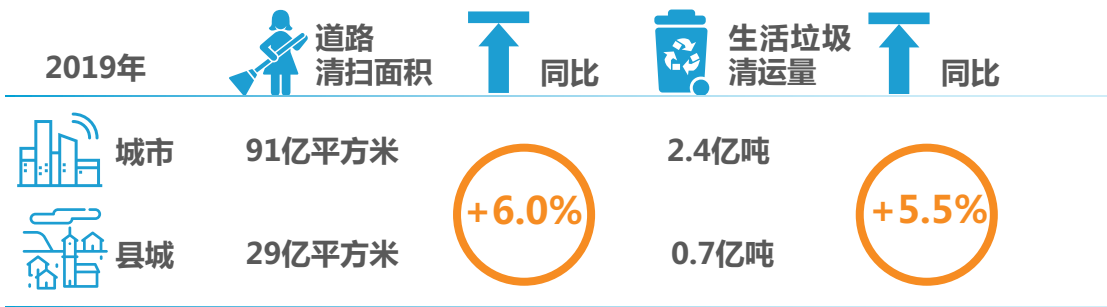
备注：以上蓝色区域内容为本报告研究范围

清扫面积、垃圾清运量双增长，刺激环卫车需求上升

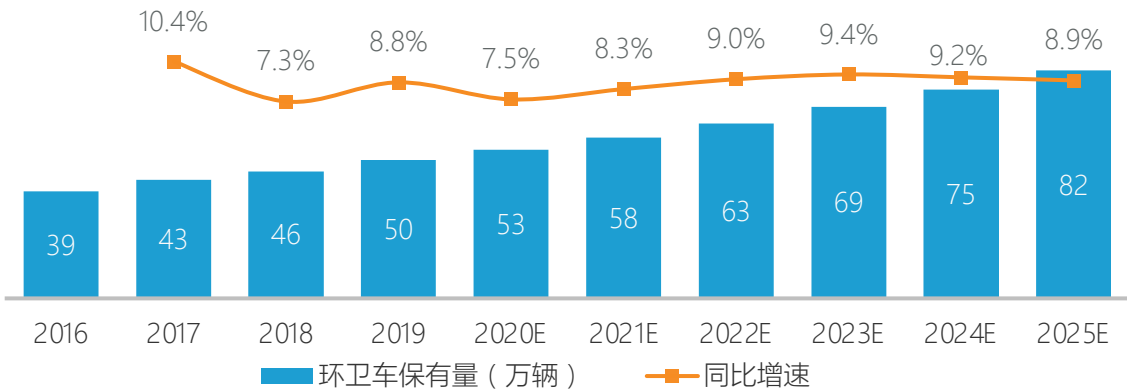
◆ 目前，中国城镇化率超过60%，与发达国家仍存在一定差距，未来将保持稳定上升趋势。随着中国城镇化率加快，各地政府加大对城市建设的投入，道路面积增加，道路清扫面积也稳定增长。同时，由于人口增加，生活垃圾也日益增多。为保持良好的市容，打造整洁的市容市貌，中国加大对环卫的投入，环卫车保有量也随之增加。

环卫车保有量现状

道路清扫面积和生活垃圾清运量增加，直接推动环卫车保有量增加。



亿欧智库：2016-2025E中国环卫车保有量及同比增速



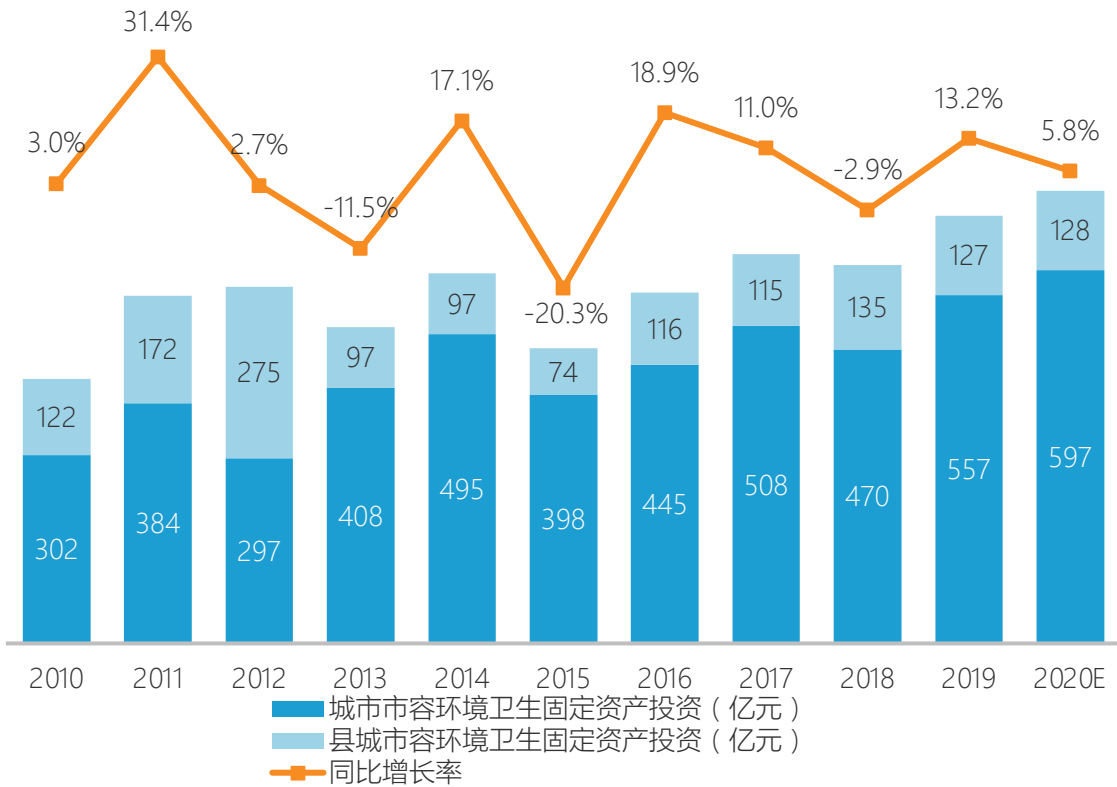
备注：中国环卫车保有量包括中国城市、县城和乡村环卫车的保有量。

资料来源：住建部，亿欧智库

环卫投入情况

城镇化率提升，中国加大对环卫固定资产投资，加大对环卫车的投入。

亿欧智库：2010-2020E中国城市&县城市容环境卫生固定资产投资及同比增速

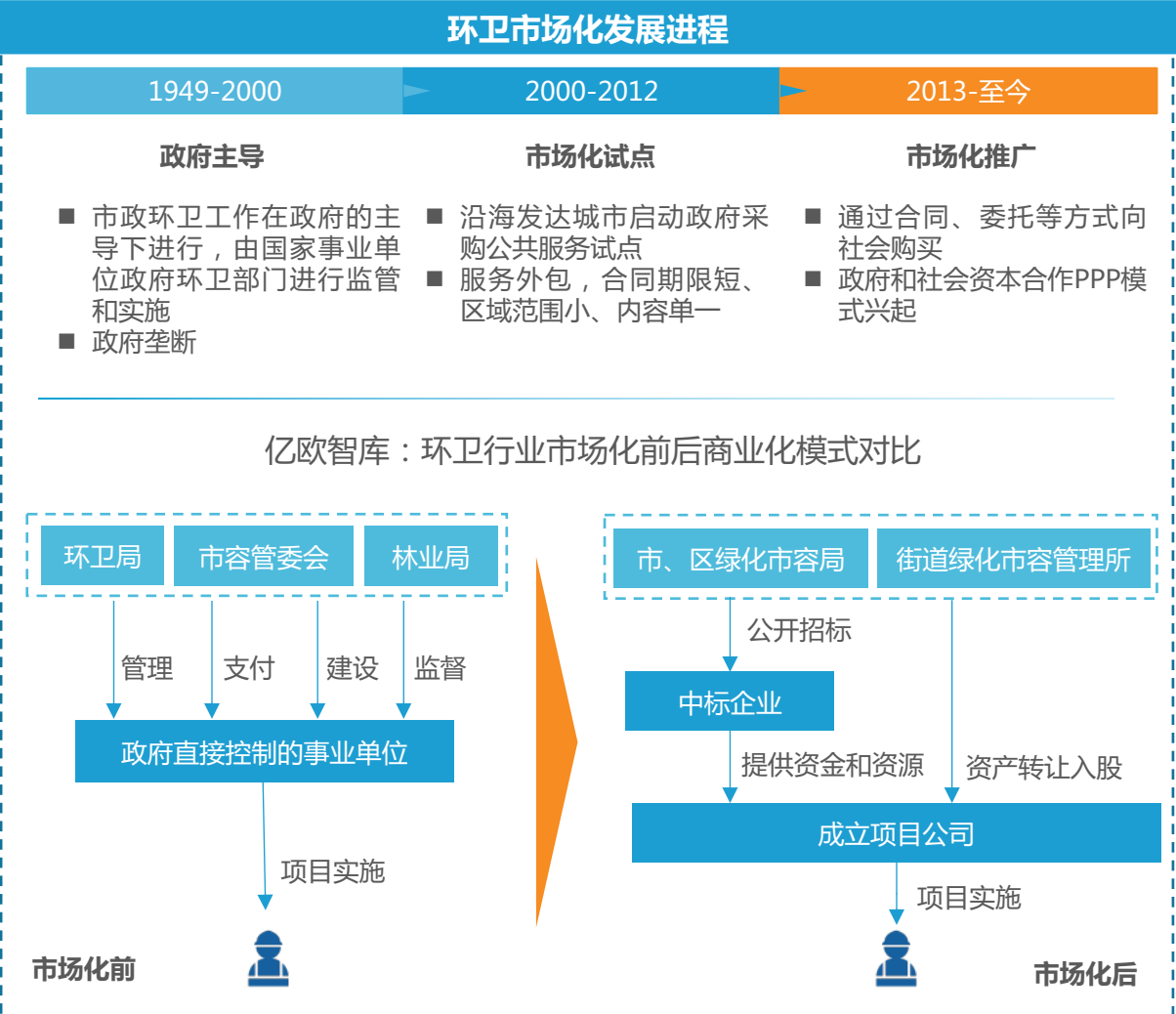


政策支持推动环卫市场化不断深化，新商业模式下环卫公司迎来新机遇

◆ 2000年以前，中国环卫行业以政府为主导；2000年，各地开始试点市场化；2013年以后，环卫行业加大市场化力度，政企合营模式PPP兴起。经计算，2019年中国环卫行业市场化率为53%，与美国81%的市场率仍存在一定差距。未来随着环卫市场化进一步深化，推动环卫市场订单增加，环卫公司迎来更多机遇。

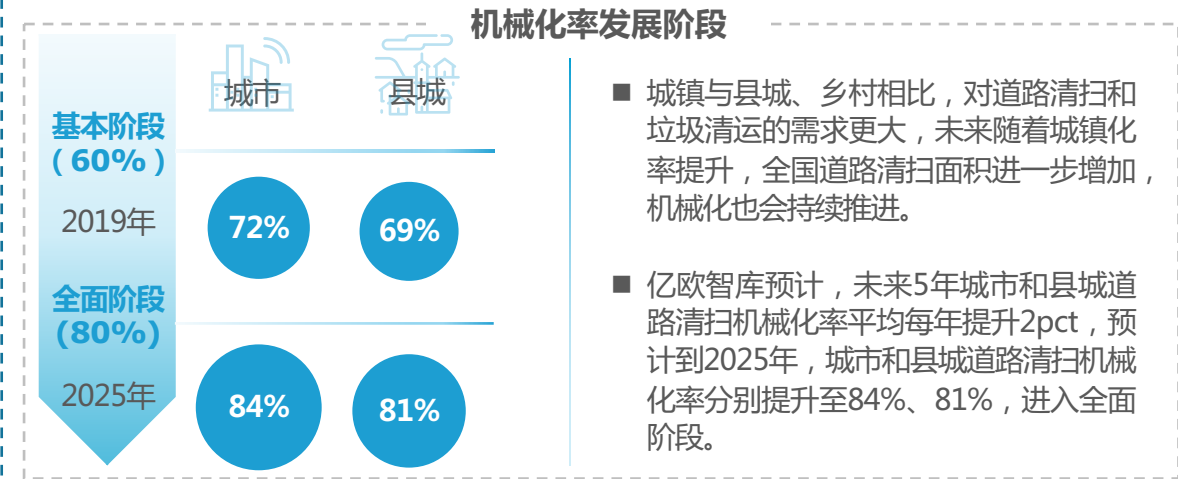
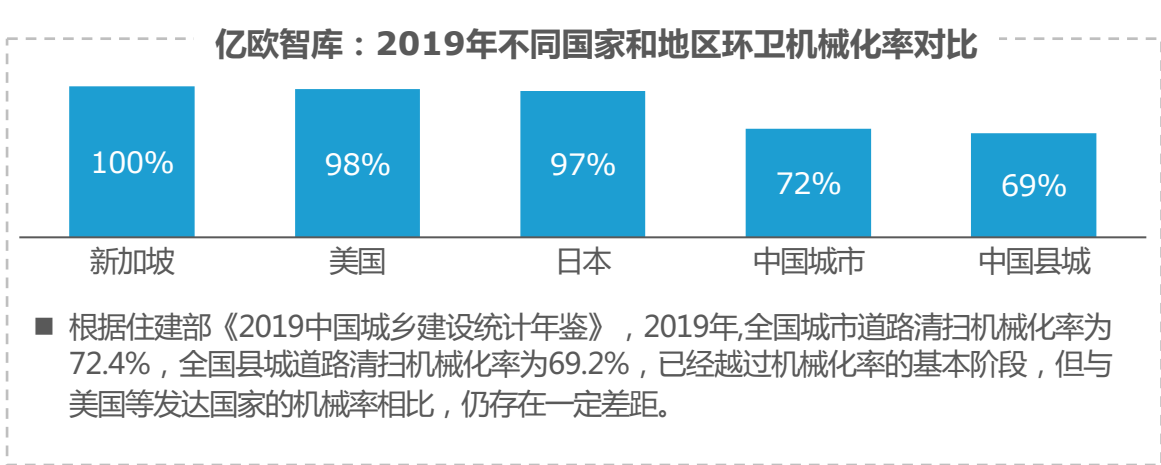
环卫市场化相关政策		
时间	部门/会议	政策
■ 2002年12月	建设部	《关于加快市政公用行业市场化进程的意见》 “开放市政公用行业投资建设、运营、作业市场，建立政府特许经营制度。”
■ 2003年9月	国务院办公厅	《关于政府向社会力量购买服务的指导意见》 “推动公共服务市场化，政府向社会力量购买服务。这对推动政府职能转变，激发社会经济活力，提高公共服务水平和效率有重要意义。”
■ 2006年1月	建设部	《关于印发中国城乡环境卫生体系建设的通知》 “构建环境卫生市场化运作体系，通过政府采购的方式招标市场主体。加快环境卫生市场化运作步伐逐步消除地区封锁和行业垄断。”
■ 2013年11月	中共十八届三中全会	《关于全面深化改革若干重大问题的决定》 “构建环境卫生市场化运作体系，通过政府采购的方式招标市场主体。加快环境卫生市场化运作步伐逐步消除地区封锁和行业垄断。”
■ 2015年5月	财政部等三部门	《关于在公共服务领域推广政府和社会资本合作模式指导意见》 “在公共服务领域推广政府和社会资本合作模式，广泛采用政府和社会资本合作模式。”
■ 2016年10月	财政部	《关于在公共服务领域深入推进政府和社会资本合作工作的通知》 “进一步推动公共服务从政府供给向合作供给、从单一投入向多元投入、从短期平衡向中长期平衡转变。要以改革实现公共服务供给结构调整。”
■ 2017年7月	财政部	《关于政府参与的污水、垃圾处理项目全面实施PPP模式》 “以全面实施为核心，在污水、垃圾处理领域全方位引入市场机制，推进PPP模式应用。政府参与的新建污水、垃圾处理项目全面实施PPP模式。”
■ 2020年2月	国家发改委等11部门	《智能汽车创新发展战略》 “到2025年实现高度自动驾驶的智能汽车在特定环境下市场化应用。”

资料来源：waste business journal，亿欧智库



过去十多年，环卫车经历机械化、新能源化，正在向无人化演进。中国积极推动自动驾驶汽车技术的发展，2015年国务院首次提出智能网联汽车概念，各地政府也相继出台相关政策支持自动驾驶在环卫场景的应用，以实现更加安全、高效、低成本的环卫作业。在政策的支持下，自动驾驶环卫车正逐渐实现市场化和商业化落地。

环卫车机械化发展概况



资料来源：住建部，亿欧智库

各地出台政策支持自动驾驶在环卫场景的应用

时间	政策
■ 2017年1月	《上海市智能网联汽车产业创新工程实施方案》 “推动城市共享单车、智能道路清扫、智能公交系统等领域的智能网联汽车示范应用”
■ 2018年12月	《北京市智能网联汽车创新发展行动方案（2019年-2022年）》 “支持在公交通勤、物流环卫、出租巡游、共享出行等领域以及园区、景区、机场等区域率先开展应用推广”
■ 2019年6月	《江苏省推进车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划（2019-2021年）》 “推动公交车、货车、医疗车、景区用车、环卫车等商用车、专用车安装驾驶辅助系统（L2、L3级别），满足特殊场景应用需求。 在物流园区、产业园区、机场、港口、旅游景区等限定场景，大力推动自动驾驶公交、共享出租车、景区游览车、环卫作业车、物流车、消防车、工程机械的“先行先试”。”
■ 2020年3月	《深圳市关于推进智能网联汽车应用示范的指导意见（征求意见稿）》 “城市环卫作业应用示范：在指定的开发道路开展非营利性的城市道路无人清扫和无人洒水作业测试示范活动”
■ 2020年11月	《长沙市关于推进智能网联汽车应用示范的指导意见（试行）》 “明确长沙市推动智能网联汽车发展已经由测试向应用迈进，强化载人示范项目、载物示范项目、智能环卫示范项目三类应用的示范与运营示范场景，有效地促进企业探索自动驾驶商业化落地。”

环卫行业四大痛点，招聘困难、人力成本高、老龄化、安全问题

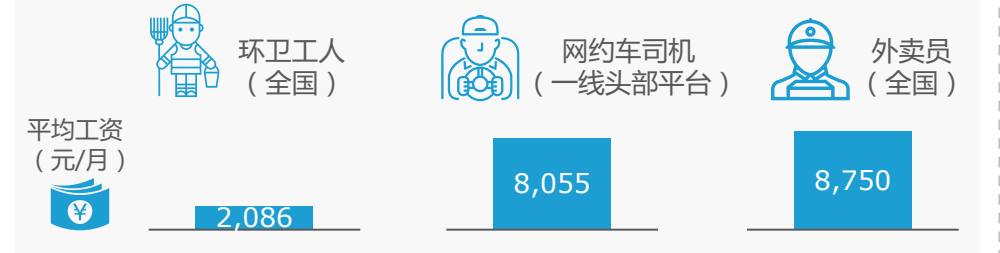
◆ 虽然环卫服务公司可以通过融资租赁的形式获得环卫设备的使用权，以保证“轻资产”的运营模式，但是“重人力”这一特性毫无疑问给环卫服务企业带来了诸多弊端。亿欧智库认为，当前环卫行业存在招聘困难、人力成本高、环卫工人老龄化严重和作业危险性高四大痛点。

环卫行业四大痛点

1 招聘困难

■ 目前，中国约有450万环卫工人，但平均收入仅为2086元/月，比全国平均最低工资高12%左右。而现在，就业选择多元化，外卖员、网约车司机等相对门槛较低的职业待遇普遍高于环卫工人，因此越来越多的工人选择其他行业，环卫行业劳动力短缺问题日渐严峻。

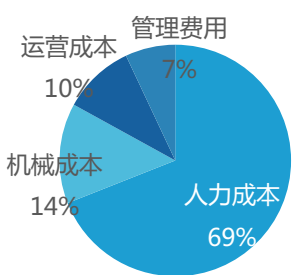
亿欧智库：2020年蓝领工资对比



2 人力成本高

■ 环卫服务作为劳动密集型行业，作业高度依赖人力。环卫企业的平均净利润低于10%，这其中人力成本在企业总运营成本中占比达到60%至70%。

亿欧智库：2020年环卫服务成本构成



4 危险性高

■ 因为环卫作业大多在公路等开放道路，易发生交通事故，并且冬寒夏暑和恶劣天气，环卫工人仍必须在户外进行作业，长期以来对身体和心理损伤极大。

■ 环卫工人工作时间长，在凌晨和深夜仍需轮班。而凌晨和深夜行驶的车辆更有可能因疲劳驾驶而发生交通事故，这进一步增加了环卫作业的风险性。



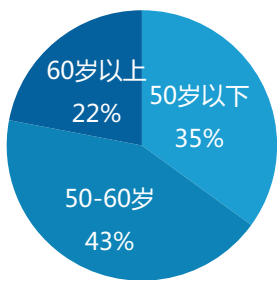
死亡率
1.35%

哈尔滨是首个制定城市环卫作业人员安全保障条例的城市，以2015年实施以来统计，死亡率近1.35 %。

3 老龄化严重

亿欧智库：2020年中国环卫工人年龄结构

■ 在社会老龄化加剧的背景下，环卫人员老龄化更加严重，50岁以上的工人占比达到65%。这意外着未来15年，将有大批环卫工人退休，却没有足够的劳动力替补。



自动驾驶科技赋能，有效提升环卫的经济性、安全性、效率性和环保性

◆ 自动驾驶赋能环卫，能够有效解决环卫行业现存的痛点：1）自动驾驶环卫车能够有效节省人力成本；2）减少高温、严寒等恶劣天气下作业带来的安全危害；3）提高作业效率；4）自动驾驶环卫车多为新能源汽车，有效降低污染物。此外，在疫情防控常态化下，自动驾驶环卫车可以实现无接触作业。

自动驾驶技术在环卫场景中的应用价值

自动驾驶环卫车



集人工智能、机器视觉、图像识别、精准定位等多种人工智能技术于一体，充分发挥物联网、云计算、大数据等信息化网络平台作用，能够根据实时感知的环境信息，结合高精度地图，预测周边事物和行人的行为和意图，从而自主制定最优的路径规划，顺利完成道路清扫保洁、垃圾清运转运任务。

自动驾驶环卫车四大应用价值

01. 经济性

自动驾驶环卫车可为环卫服务节约60%以上的人力，缩减40%以上的成本。

03. 效率性

自动驾驶环卫车可以在深夜、清晨及任何时段工作。一辆小型自动驾驶环卫车的作业效率约相当于6-10名环卫工人人工作业的效率。

02. 安全性

自动驾驶环卫车代替人力，环卫工只需监督环卫车作业或者做补扫工作，有效降低环卫工人作业危险性。

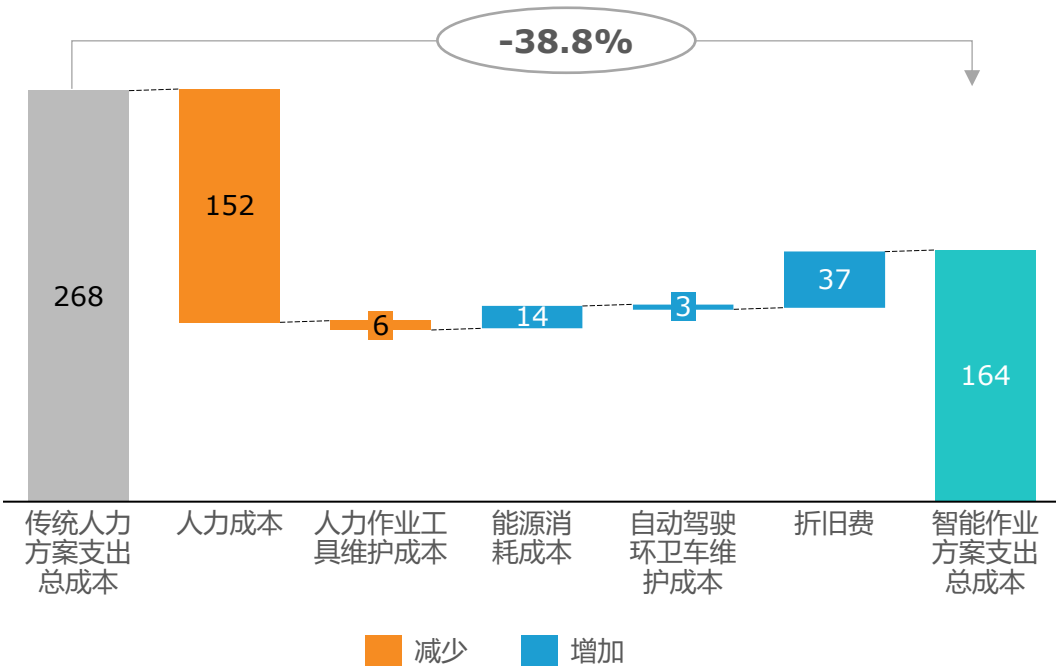
04. 环保性

自动驾驶环卫车为新能源汽车，可以减少污染物排放量，打造绿色环卫。



自动驾驶环卫车与传统人力成本对比

亿欧智库：2019年传统人力方案与智能化作业方案成本对比（万元/年）
（以盈峰环境长沙某项目为例）



■ 自动驾驶环卫车主要是通过取代人力、提高作业效率的方式，降低对人力的需求，从而降低人力成本，大大降低了作业的总成本。未来随着自动驾驶环卫车规模化量产，价格下降，智能环卫的经济效益将会更加明显。

A blue autonomous环卫 vehicle is shown on a road, with a blue overlay. The vehicle is a large, boxy unit with a flat roof and a large front grille. It has a single side mirror on the right side. The background shows a road with white lines and some greenery in the distance.

中国自动驾驶环卫场景商业化应用现状

受益于低速、路线固定等特征，自动驾驶环卫场景率先实现L4落地

- ◆ 根据SAE，自动驾驶可以分为L0到L5六个等级，L1及L2属于高级辅助驾驶，L3及以上属于自动驾驶。因政策和技术等条件限制，L4自动驾驶只在特定场景或区域内实现商业化落地，例如矿山、港口、物流、环卫等商用车领域。
- ◆ 市政环卫场景由于运行速度低、路线固定、对舒适度要求低以及包含众多封闭、半封闭场景，更易实现商业化落地，因此众多科技公司布局该领域。

自动驾驶分级标准							
		L0	L1	L2	L3	L4	L5
定义描述		无自动化 由人类驾驶员全权操作汽车，但行驶过程中可以得到警告和保护系统的辅助	驾驶支援 系统对方向盘和加减速中至少一项操作提供驾驶支援，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作	部分自动化 系统对方向盘和加减速中的多项操作提供驾驶支援，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作	有条件自动化 由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统请求，人类驾驶员提供适当的应答	高度自动化 由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，对于系统请求，人类驾驶者不一定需要对所有的系统请求作出应答，系统在限定道路和环境条件下运行	完全自动化 由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，系统在所有的道路和环境条件下运行
动态驾驶任务	车辆运动持续控制	驾驶员	驾驶员和系统	系统			
	目标事件检测响应	驾驶员			系统		
应急事件接管者		驾驶员				系统	
设计运行域		无	有限场景				所有场景

封闭场景实现完全无人，自动驾驶环卫车应用更为广泛，商业化前景巨大

- ◆ 自动驾驶环卫车主要应用场景有3类：1) 园区、公园、学校等封闭道路；2) 普通开放道路；3) 高速高架、桥梁、隧道半封闭道路。
- ◆ 目前，在不同应用场景，自动驾驶环卫分别实现了不同程度的发展。但是，受技术和法律法规限制，环卫车只有在园区等封闭道路实现完全无人驾驶，而在普通开放道路，自动驾驶环卫车仍需配备至少1名安全员才能上路运营。高速高架等半封闭道路由于对环卫车时速有要求，出于安全考虑，自动驾驶环卫车只在示范区试运营，暂未实现上路。

自动驾驶环卫车应用场景

商业化落地难度

易

中

难

学校、园区、公园等

普通道路、街道

高速高架、桥梁、隧道



人工为主，向机械化过渡
清洁标准要求较低

机械化为主，人工为辅
清洁标准要求较高

完全机械化
清洁标准要求高

小型环卫车
封闭道路



中小型环卫车
开放道路



大型环卫车
半封闭道路



亿欧智库：可应用自动驾驶环卫车的封闭场景规模



学校

53万所



小区

30万个



公园

1.6万个



园区

1.5万个



景区

1.2万个



购物中心






5000个

■ 目前，自动驾驶环卫车在封闭场景应用最广，封闭场景包含学校、小区、公园、景区、购物中心等，商业化前景巨大。

各地政府启用自动驾驶测试示范区，引进科技公司试运营环卫车

- ◆ 根据交通运输部，截至2021年8月，中国已建设16个智能网联汽车测试示范区，开放3500多公里测试道路，发放700余张测试牌照，道路测试总里程超过700万公里。
- ◆ 以酷哇机器人、仙途智能为代表的第二梯队自动驾驶环卫公司已在各智能网联汽车测试示范区进行试点，未来将进一步扩大应用范围，逐步实现规模商业化应用。

亿欧智库：智能网联汽车测试示范区（部分）

 北京市高级别自动驾驶示范区	支持场景应用示范，鼓励开展环卫清扫、城市管理、便民服务、公共交通、出行服务、物流配送等公共服务领域示范应用
 湖南省天心区智慧环卫示范区	2019年10月启用，打造成为全开放场景下5G全覆盖的智能网联和高精地图大数据示范区
 国家智能网联汽车（长沙）测试区	2018年6月启用，测试区支持长沙市共计发放三个批次55张自动驾驶车辆开放道路测试牌照，涵盖智慧公交车、智能驾驶乘用车、智能驾驶环卫作业车、自动驾驶重型卡车4种类型的车辆
 国家智能网联汽车（武汉）测试区	2019年9月启用，示范区已引入了不同类型的提供商，包括智慧物流配送、智慧环卫应用、无人摆渡车、无人公交、无人出租车等，实现一个应用多品牌、多主体共存的无人驾驶车辆示范试验生态圈
 国家智能网联汽车（上海）测试区	2016年6月启用，到2020年建设成为中国智能网联汽车先进技术研发、标准规范研究制订和产品技术检测认证的主要基地

亿欧智库：自动驾驶环卫清扫示范应用区及企业（截止2021H1）

酷哇机器人	上海、安徽、湖南、四川、江苏、陕西、浙江
仙途智能	北京、上海、福建、浙江、湖北、江苏
智行者	北京
深兰科技	北京
女娲机器人	深圳
中联重科	湖南
福建汉特云	福建



* 地图素材来源于国家测绘局
审图号：GS(2008)1503号

城市开放道路测试，为自动驾驶环卫车规模化运营提供政策支持

◆ 目前，自动驾驶环卫行业相关政策主要集中于道路测试，已有多地开放自动驾驶道路测试范围。此外，北京、上海、广州、长沙等城市已开放载人测试许可。自动驾驶产品形态新、技术迭代快，因此各地政府出台新政策予以支持，北京、深圳、广州等城市在这方面做出了良好示范。

北京：智能网联汽车产业创新策源地加速崛起

2020年9月，北京市在北京经开区启动建设全球首个**网联云控式高级别自动驾驶示范区**，按照“**小步快跑，迭代完善**”的原则，逐步深入实践网联云控技术路线，推进车路协同。

网联云控式高级别自动驾驶示范区

1.0阶段完成

经过1.0阶段建设，示范区全面促进车、路、云、网、图五大体系协同，完成了网联云控中国自动驾驶解决方案的系统搭建，车路协同体系对外服务能力初步实现。其中，路侧设施部署完毕，网联云控架构搭建完成。

2.0阶段启动

重点实施“强云、扩路、组网、联车、落图”五大专项，聚焦“政策监管创新、群智编队协同、智慧交通管理和展示中心规划建设”四类任务，实现接入千辆高级别自动驾驶车辆，服务万辆网联车辆的目标。

2021年7月

4.0
推广和场景优化

3.0

规模部署和场景拓展

2.0

小规模部署

1.0

按照1.0阶段至4.0阶段的步骤层层推进

试验环境搭建

示范区以3-6个月为一个迭代周期，加快实现L4及以上高级别自动驾驶的规模化运行。

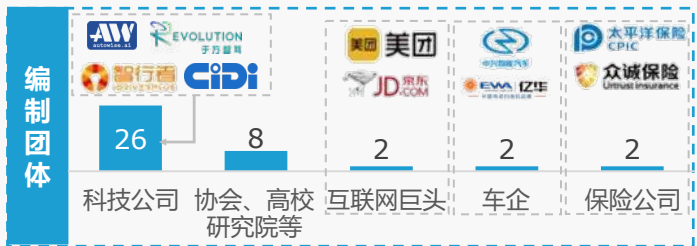
深圳：走在低速无人驾驶车辆规模化商用的最前沿

2022年1月1日起，**非载人低速无人驾驶车辆**将可在**深圳全市开放道路**的慢车道上合法运营；在过去几年，深圳一直在“超常规建设”慢行车道，为低速无人车落地奠定基础。

《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》

- 即将于8月底正式发布、并于2022年1月1日起实施
- 无人驾驶车辆可在经主管部门批准后可在“不配备驾驶人”的情况下上路，驾驶责任将无人驾驶由系统来承担
- 针对低速无人小等被相关准入标准漏掉的产品，条例还允许通过专家评审，为其建立豁免机制

《低速无人车城市商业运营安全管理规范》



2021年8月
编制

2021年10月
发布

低速无人车规模化运营，投放数量取决于公司的技术水平、资金能力、客户认可度

广州：正式启动自动驾驶混行试点

2021年7月14日，广州市发布《关于逐步分区域先行先试不同混行环境下智能网联汽车（自动驾驶）应用示范运营政策的意见》、《在不同混行环境下开展智能网联汽车（自动驾驶）应用示范运营的工作方案》。

启动自动驾驶混行试点

《广州市智能网联汽车（车联网）示范应用场景目录》

提出广州将围绕出行优化、示范运营、公共服务等方向，加快推动网联自动驾驶网约车、BRT公交车路协同优化、高速路口车联网快速通行、V2X协同驾驶交通优化、干线物流智能驾驶重卡、自动驾驶接驳车、网联自主泊车、自动驾驶专用车、自动驾驶小型服务车辆等9项应用场景建设。

前期

支持开展巡游出租车、网约车、公交车等客运活动及普通道路货物运输等载物活动

后期

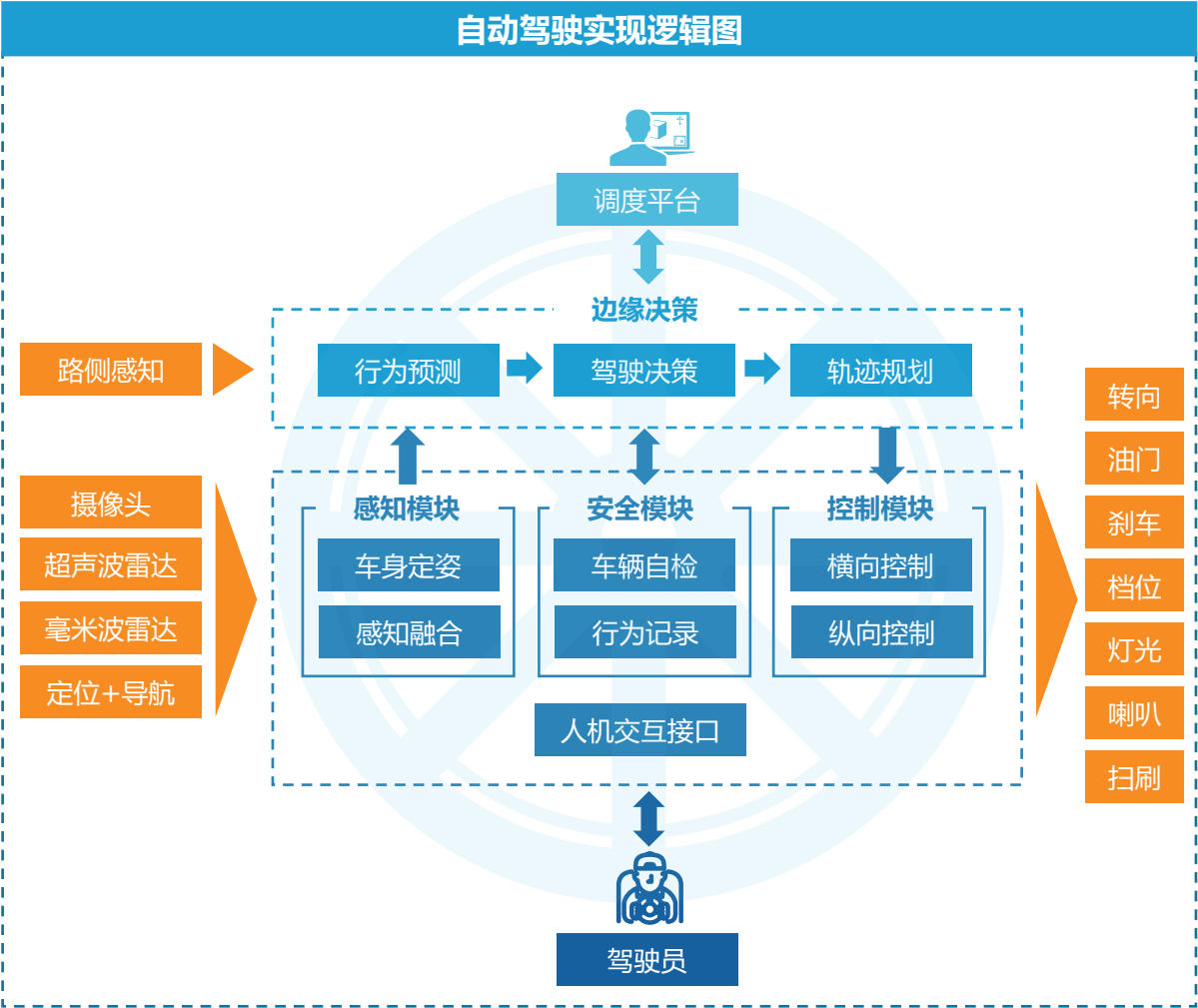
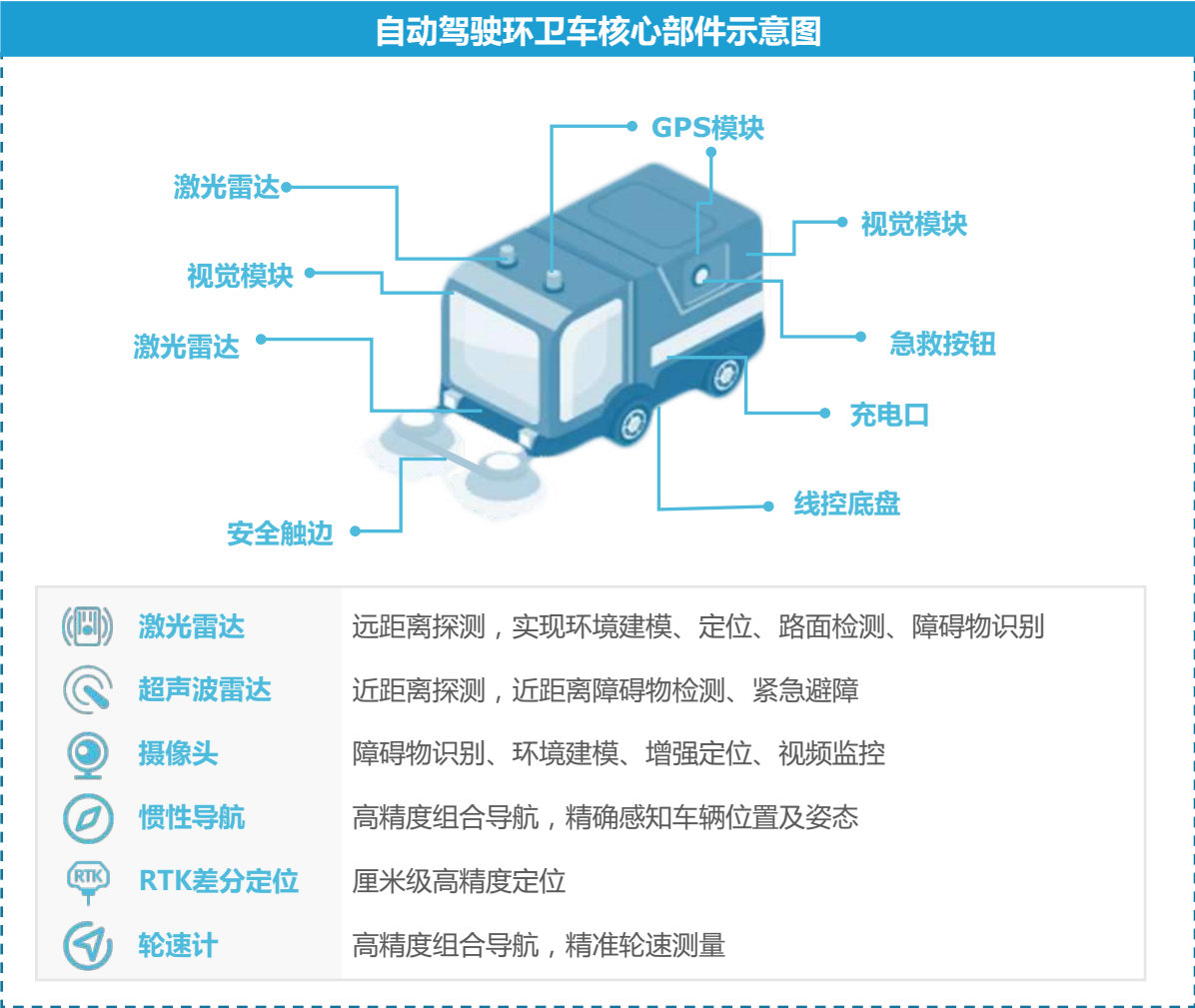
由市试点办审核并陆续开放如**城市智能环卫**、快递、邮政等其他应用场景

优势

汽车产业链比较齐全，头部车企较多，发布的新政更多从实际应用和商业化的角度推进，商业能够形成闭环，在可见的将来能够产生经济效益。

感知层、决策层和执行层信息融合交互实现自动驾驶，前后装双途径打造环卫车

◆ 自动驾驶系统通过感知层（激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达、摄像头等）、定位层（惯性导航、RTK差分定位、轮速计等）、决策层（计算平台）和执行层（线控底盘）信息融合交互，实现自动驾驶。科技公司和环卫设备公司可以通过直接研发并生产自动驾驶环卫车（前装）或者对普通环卫车进行改装（后装）的方式，实现环卫车的自动驾驶。



自动驾驶核心零部件逐步实现国产化，有效降低采购成本

- ◆ 目前，中国自动驾驶环卫车普遍采用16线激光雷达，且逐步实现国产化，大大降低采购成本；中国自动驾驶环卫车毫米波雷达产品仍处于研发阶段，主要集中于24Ghz。
- ◆ 中国自动驾驶环卫车线控底盘已出现成熟的国产替代制造商。自动驾驶环卫车底盘需采用整车电子电气架构、线控制动、车轨迹ECU等机动车底盘架构，因此无法直接使用传统汽车零部件。目前，新石器、智行者等科技公司已经成功研发并量产小型自动驾驶线控底盘，酷哇机器人已布局针对自动驾驶环卫车辆的从小型到中大型系列化的线控底盘。

亿欧智库：中国自动驾驶重要零部件技术国产替代情况


类型	企业	成立时间	主要产品	企业简介
激光雷达	禾赛科技	2014	机械激光雷达、固定激光雷达、多传感器融合套件	3D传感器制造商，致力于激光的机器人传感技术，在核心元器件、自研芯片、车规级生产能力及深度学习的激光雷达感知方面有一定的积累
	速腾聚创	2015	车规级激光雷达、机械式激光雷达、静态激光雷达	激光雷达系统企业，提供激光雷达硬件、AI算法与芯片技术，产品已经应用于自动驾驶及高级辅助驾驶乘用车、商用车、物流车、机器人、Robotaxi等
	大疆Livox	2016	旋镜式激光雷达	激光雷达生产商，致力于提供高性能、低成本的激光雷达传感器
线控底盘	酷哇机器人	2015	无人环卫车、线控底盘	面向行业的自动驾驶解决方案提供商，自研高精地图和车规级自动驾驶控制器
	智行者	2015	整车	多通用场景L4解决方案提供商，自建工厂，产品适用于环卫、物流、载人等场景
	易咖智车	2017	X-80 通用线控底盘	专注于无人小车线控底盘，产品适用于无人快递、外卖、安防巡逻、厂区物流、清扫、新零售等多个场景
	新石器	2018	L6e 轻量级底盘	无人车和服务提供商，产品应用于快递、物流、餐饮、安防、政务服务等多个场景
	中云智车	2018	中云2.0（中型无人车底盘）	特定场景无人车辆整车系统解决方案提供商，以线控化、模块化、通用化的无人车辆线控底盘为技术支撑和基础产品

◆ 目前，深耕环卫场景的科技公司主要有三类：1) **自动驾驶公司**，专注于实现环卫场景L4级自动驾驶技术的应用，提供自动驾驶环卫产品及服务；2) **服务机器人公司**，成立初期提供室内机器人技术和产品，逐步转向室外环卫场景；3) **泛人工智能应用公司**，定位于人工智能技术的应用，提供多场景的AI解决方案。

亿欧智库：布局环卫场景的科技公司					
	产业定位	合作伙伴	发展历程	商业模式	代表环卫产品及特点
自动驾驶公司	酷哇机器人 成立于 2015年 ，专注于城市复杂场景下智能驾驶和智能网联技术的研发及应用，将智能驾驶技术应用到环卫车	盈峰中联环境	<ul style="list-style-type: none">2018年，与盈峰中联共同发布无人环卫车，并共同投资成立合资公司酷哇中联智能科技2020年，推出泰坦、麒麟、独角兽全系列自动驾驶环卫产品，覆盖主次干道、辅道、人行道和封闭场景2021年，在全国20多个重要的地级市开展常态化自动驾驶营运服务，运营体量行业领先	轻、重资产模式结合	智能驾驶铰接式扫路机 <ul style="list-style-type: none">较强的识别和跟踪能力精确的车辆控制路边行人轨迹多变迅速响应处理加塞问题沿边清洁、不留污点 
	仙途智能 成立于 2017年 ，定位无人自动驾驶技术研发商，产品覆盖1-18吨所有环卫车型，实现室外清扫场景全覆盖	宇通环卫 德国环卫公司ALBA 瑞士环卫设备巨头—Boschung	<ul style="list-style-type: none">2018年，发布全球首个自动驾驶清洁车队2020年，旗下无人环卫车亮相苏州高铁新城，开始进行无人环卫车常态化商业试运营2020年6月，与波雄集团成立合资公司WIBOT并推出Urban-Sweeper S2.0 自动驾驶智能清扫车2021年6月，落地唐山港、郑州新郑国际机场	轻、重资产模式结合	Autowise-V2智能清扫车 <ul style="list-style-type: none">厘米级精准定位，清洗宽度达2000mm，铰链式转向设计3种作业模式：经济/标准/强吸模式通过污水循环系统，提高水利用率，降低粉尘 
	于万智驾 成立于 2020年 ，定位环境卫生智能化整体解决方案提供商，产品覆盖小、中、大型无人环卫车	龙马环卫 碧桂园满国	<ul style="list-style-type: none">2020年9月，与龙马环卫战略合作，并发布了两款产品2020年12月，与龙马环卫达成合作，完成了在集美大学全覆盖清扫的运营验收2021年3月，签约阿克苏市环卫一体化项目2021年6月，和碧桂园满国合作,批量销售无人环卫车	轻、重资产模式结合	纯电动无人驾驶智能扫路机 <ul style="list-style-type: none">综合优化目标和动态优化路径与车厂合作开发车辆内部总线与ECU获取车辆转向、制动、驱动、灯光等控制权限 
	智行者 成立于 2015年 ，定位无人驾驶大脑提供商和行业赋能者，产品覆盖无人驾驶乘用车robotaxi、无人配送物流车、无人驾驶环卫车、无人洗地车等	未披露	<ul style="list-style-type: none">2017年9月，携手百度Apollo在北京奥林匹克森林公园进行“蜗小白”的投放2018年10月，与北京环卫集团旗下环卫装备有限公司合作发布环卫作业产品2019年6月，旗下无人驾驶环卫产品进军欧洲市场，已实现在欧洲、美国、阿拉伯、以色列等地区实现清扫作业	轻资产模式	蜗小白 <ul style="list-style-type: none">智行者自主研发的操作系统AVOS智行者自主研发的整车控制器AVCU 

◆ 目前，深耕环卫场景的科技公司主要有三类：1) **自动驾驶公司**，专注于实现环卫场景L4级自动驾驶技术的应用，提供自动驾驶环卫产品及服务；2) **服务机器人公司**，成立初期提供室内机器人技术和产品，逐步转向室外环卫场景；3) **泛人工智能应用公司**，定位于人工智能技术的应用，提供多场景的AI解决方案。

亿欧智库：布局环卫场景的科技公司（续表）

	产业定位	合作伙伴	发展历程	商业模式	代表环卫产品及特点
服务机器人公司	高仙机器人 成立于 2013年 ，专注于全场景移动全栈技术的研发与应用探索，深耕商用清洁赛道	海德汽车旗下 浩睿智能徐工环境	<ul style="list-style-type: none">2018年12月，推出L4无人环卫车2019年8月，与浩睿智能联合发布无人环卫车爱科驾-G22020年3月，获批国家重点研发项目【大场景自动清洁示范】2020年12月，旗下无人环卫车落地广州国际生物岛	轻资产模式	爱科驾-G2 <ul style="list-style-type: none">百平方公里级建图，自主路径规划基于深度学习系统架构的28+传感器融合智能驾驶与人工驾驶两种模式，一键切换 
	赛特智能 成立于 2017年 ，定位于低速无人驾驶全场景解决方案，业务涵盖医院智能机器人和无人驾驶环卫车	未披露	<ul style="list-style-type: none">2020年6月，智赛洁·无人驾驶清扫车队落地广州海心沙公园2021年3月，智赛洁·无人驾驶清扫车队落地江西龙虎山风景区2021年4月，智赛洁·无人驾驶清扫车队落地江西鹰潭高新区智联小镇	轻资产模式	智赛洁 <ul style="list-style-type: none">高精度定位导航系统与多重安全保护装置可通过后台调度系统进行统一调度和任务规划，并实时反馈作业进度和作业环境 
泛人工智能应用公司	深兰科技 成立于 2014年 ，在工业智能化、农业智能化、城市智能化与生物安全智能化等领域广泛布局	海德汽车旗下 浩睿智能	<ul style="list-style-type: none">2019年6月，与浩睿智能合作并交付L4熊猫扫地车2021年3月，中国首个人工智能环卫智能化产业联盟成立，成为联盟理事长单位2021年3月，发布“新一代人工智能环卫智能化的服务平台”	轻资产模式	AI智能扫路机 <ul style="list-style-type: none">可自主规划路线实现无水干式清扫、干湿两用作业等自动跟随或者超车等可执行行驶区域检测及局部路径优化任务 
	希迪智驾 成立于 2017年 ，将“车路协同”与“自动驾驶”协同发展的智能驾驶公司	盈峰中联环境 湖南纽恩驰 桑德湘江集团	<ul style="list-style-type: none">2019年，希迪智驾研发的智能驾驶清扫车在梅溪湖、巴溪洲片区开始工作2020年9月，与盈峰中联环境签订战略合作2021年4月，公司智能清扫车实现突破性前装量产	轻资产模式	自动驾驶清扫机 <ul style="list-style-type: none">基于5G通信，可结合远程驾驶系统实现一人多机同时作业，接入云平台监管进行大数据分析，实现智能化调度 

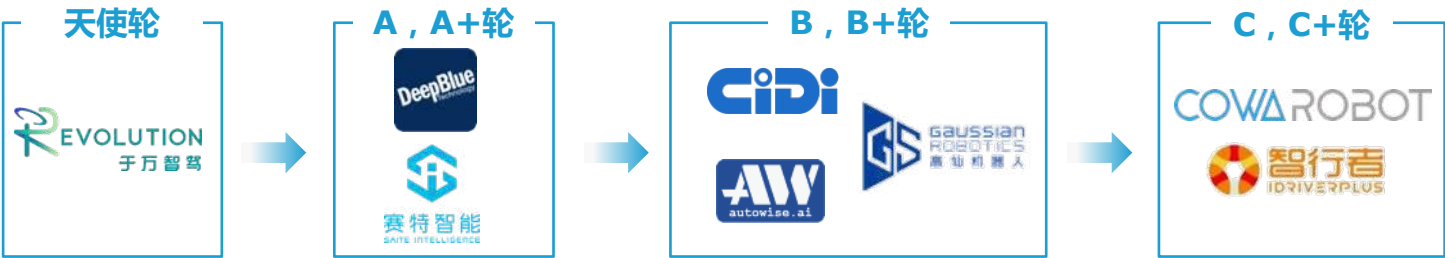
资料来源：公开资料，亿欧智库

初创型科技公司融资需求大，掀起资本新浪潮

◆ 亿欧智库从融资轮次、投资方和最新融资额三方面盘点了市场上8家自动驾驶环卫科技公司。总体来看，资本看好自动驾驶环卫场景，科技创业公司在成立初期即拿到大额融资，有利于业务的快速推进。但因自动驾驶产业处于发展早期，科技创业公司需要投入巨大的研发成本，对资金需求大，积极寻找融资机会。

中国自动驾驶环卫科技公司融资历程

- 自动驾驶环卫科技公司成立时间较短，但从成立以来，已吸引大量资本，进行多轮融资，部分企业已进入B+轮及以上融资阶段。亿欧智库认为，自动驾驶环卫市场前景可观，未来仍会有大量资本进入。



备注：融资轮次未包含股权融资和战略融资

- 自动驾驶环卫科技公司的投资方主要有互联网巨头、房企、车企和PE/VC。在腾讯、美团、京东、百度等互联网巨头加持下，科技公司加速产品落地，车企则可以为科技公司提供一定的整车制造技术。



资料来源：公开资料，亿欧智库

中国自动驾驶环卫科技公司最新融资情况

- 从已披露的融资金额看，5家自动驾驶环卫科技创业企业的最新融资额超过1亿元人民币，最高融资金额为2.5亿美元。大量资本入局该赛道，有力支持了科技创业企业在研发方面的投入。



仙途智能：自动驾驶环卫领跑者，四大车型满足各类运营需求

◆ 仙途智能成立于2017年8月，定位无人驾驶清洁环卫技术服务商。2018年3月,公司推出全球首个自动驾驶智能环卫清扫车队，覆盖1-18吨所有环卫车型，实现室外清扫场景全覆盖。目前，公司在全球范围内拥有超过100辆自动驾驶环卫车。



资料来源：仙途智能，亿欧智库

酷哇机器人：牵手环卫设备龙头中联环境，自动驾驶商业化进程全国领先

◆ 酷哇机器人成立于2015年8月，专注于城市复杂场景下自动驾驶和智能网联技术的研发及应用，是面向行业的自动驾驶解决方案提供商。自2018年起，酷哇与中联环境深度合作，共同进行自动驾驶环卫车队的运营，快速获得城市应用场景，自动驾驶商业化进程全国领先。



酷哇机器人：“技术+产品+服务”齐头并进，极少数实现行业规模化应用的“独角兽”企业

亿欧智库

- ◆ 酷哇机器人通过自研自动驾驶算法与软件，提供针对全场景系列化的自动驾驶环卫车和智能网联车队管理系统，同时也提供智慧环卫服务及智慧垃圾分类服务，力在革新以人力为主的传统市政环卫服务模式，实现全机械化和智能化的现代城市服务作业模式。

规模化的城市场景自动驾驶数据，自动驾驶技术行业引领

完整的算法、软件布局

高精地图：酷哇采用基于“路侧端+车载端”的动态高精度地图构建技术。路侧端通过与政府深度合作，在大型路口架设4组路侧感知系统，可实现核心路段数据实时更新（秒级）。车载端利用环卫服务运营车辆全时段、全区域、高频率重复作业的特点，提供动态高精度地图的数据采集更新。

车规级自动驾驶控制器：酷哇自主研发多传感器融合感知算法、厘米级特征定位算法、车规级自动驾驶控制平台、线控底盘技术，实现全方位感知、厘米级高精定位、深度预测和百毫米规划控制。

完善的产品矩阵

自动驾驶环卫车

酷哇提供覆盖城市全场景的大、中、小型自动驾驶环卫车。可实现的功能包括：自动路面洗扫、自动洒水、自动路面养护等。

智能网联车队管理系统

酷哇自主研发智能网联环卫车队管理系统，通过智能网联云，实现对运营区域所有车辆、人员和设施的动态监控及实时定位（秒级）。

多元化的服务

智慧环卫服务

酷哇依托自动驾驶环卫车和智慧环卫云脑系统，建立城市智慧环卫系统解决方案。基于5G车联网和自动驾驶技术，实现作业调动可视化、作业工况网联化、营运管理智慧化等功能，降低环卫营运成本并提高作业质量和效率。

智慧垃圾分类服务

酷哇将“智能网联+人工智能+自动驾驶”技术应用到垃圾分类的前端分类、中端运输、后端处理的全产业流程中，实现AI物联，精准溯源、AI督导，精准分类、智能转运、大数据全流程追踪，促进全端减量。

环卫自动驾驶商业化落地行业领先

「截至2021年10月，酷哇已成功在上海、浙江、安徽、四川等7个省份多个城市落地智慧环卫项目，运营面积超过千万平方米。累计获得市场订单金额超30亿元。」

典型项目案例（部分）

浙江省

酷哇将目标区域作业机械化率由30%提升至70%，作业效率提升50%，推动湖州、金华等地的环卫作业的技术进步和智慧城市精细化管理升级。



上海市

酷哇机器人在上海市部署了多款自动驾驶清扫车及自动驾驶垃圾转运车在内的自动驾驶环卫作业编队，为上海市主城区街道提供全天全场景的自动驾驶环卫服务。



四川省

酷哇机器人在成都运营有新都主城区、三河、新繁、大丰等多个智慧环卫项目，部署50余辆自动驾驶环卫车，实现基于智能网联管理的自动驾驶环卫车队作业，相比传统作业模式提升显著。



安徽省

酷哇在芜湖通过投放智慧环卫设备和优化清扫保洁管理模式，将芜湖环卫保洁机械化率从原有的34.3%提升至92.3%，并逐步向智能化过渡，彻底改变传统环境模式作业机械化率低、效率低的现状。



传统环卫公司牵手科技公司，共同打造自动驾驶环卫车

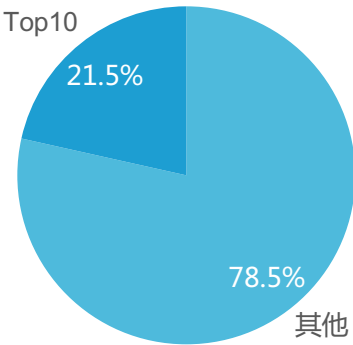
◆ 由于技术门槛相对较低，中国传统环卫行业竞争格局较为分散，2019年前十企业市占率仅超20%。2018年起，中国头部环卫企业相继布局自动驾驶环卫，研发并推出自动驾驶环卫车。盈峰环境、北京环卫、龙马环卫、宇通重工分别牵手酷哇机器人、仙途智能、百度Apollo和于万智驾，开发L4级别无人扫路车，并实现商业化落地。

头部环卫企业发展自动驾驶环卫路线

头部环卫企业	自动驾驶环卫布局发展路线	合作伙伴	最新车型&特点
盈峰环境（中联环境） 致力于成为受人尊敬和信赖的以环卫机器人为龙头的智能环境装备及服务行业的引领者，2018年以150亿价格收购中联环境100%股权	<ul style="list-style-type: none">2018年5月，酷哇B轮融资1.35亿元，盈峰投资跟投2018年9月，酷哇与中联环境创立合资公司酷哇中联智能科技2019年10月，公司发布7款智能小型环卫机器人2019年，盈峰环境组建5G+环卫机器人编队	酷哇机器人	环卫机器人： <ul style="list-style-type: none">■ 可选装L4级无人驾驶模块■ 无人驾驶与有人驾驶可无缝切换■ 可选装5G通讯模块
宇通环卫 专注于城乡道路保洁、生活垃圾收运、垃圾填埋场一揽子设备及智慧环卫（车联网智能管理系统）等环卫综合业务，提供环境卫生系统解决方案	<ul style="list-style-type: none">2018年11月，发布旗下首款纯电动无人驾驶扫路机和全新宇通智慧环卫云平台2021年6月，6T自动驾驶纯电动洗扫车落地郑东新区智慧城市管理中心	仙途智能	纯电动多功能扫路机： <ul style="list-style-type: none">■ 启动高压电机后可一键实现作业模式和转场模式的切换■ L4级别
北京环卫 大型国有专业集团公司，专门从事清扫保洁、固体废弃物收集运输、固体废弃物处理与利用业务，具有72年的环卫作业经验和30年的垃圾无害化处理经验	<ul style="list-style-type: none">2018年9月与百度Apollo合作，推出7款自动驾驶环卫作业产品	百度Apollo	S16纯电动无人扫路车： <ul style="list-style-type: none">■ 6小时90公里满负荷作业■ 精准自主导航■ 自主出车及自主回库■ 自主避障及路径动态规划
龙马环卫 集城乡环境卫生系统规划设计、环卫装备研发制造销售、环卫运营、投资为一体的环境卫生整体解决方案提供商	<ul style="list-style-type: none">2020年9月，与于万智驾签署战略合作，宣布正式踏入“自动驾驶环卫运营”	于万智驾	FLMSD10小型无人驾驶扫路机：针对城市人行道、背街小巷、公园、广场 FLMSD18中型无人驾驶扫路机：针对城市公园、广场、辅道

中国环卫企业集中度

亿欧智库：2019年中国传统环卫企业集中度

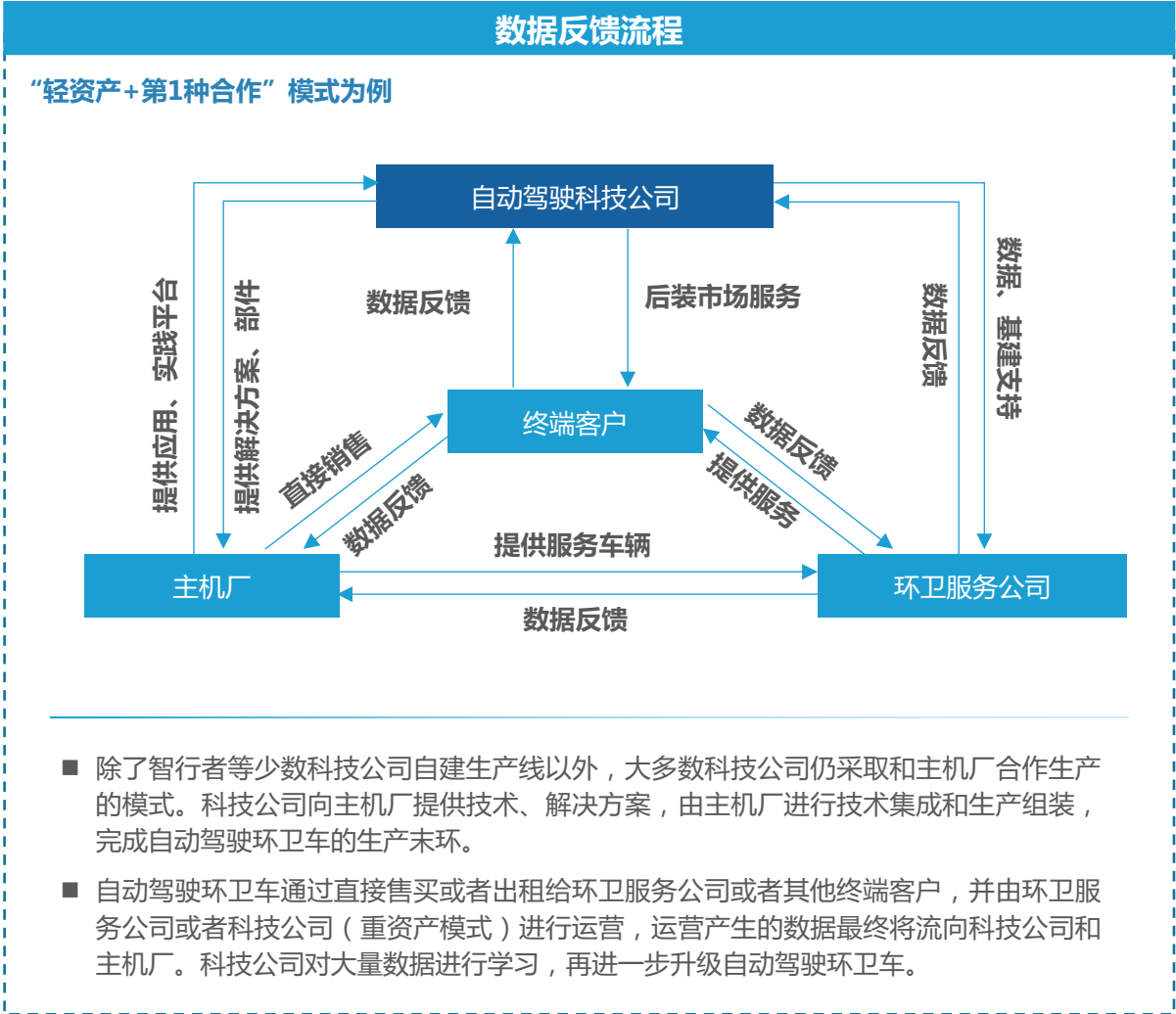
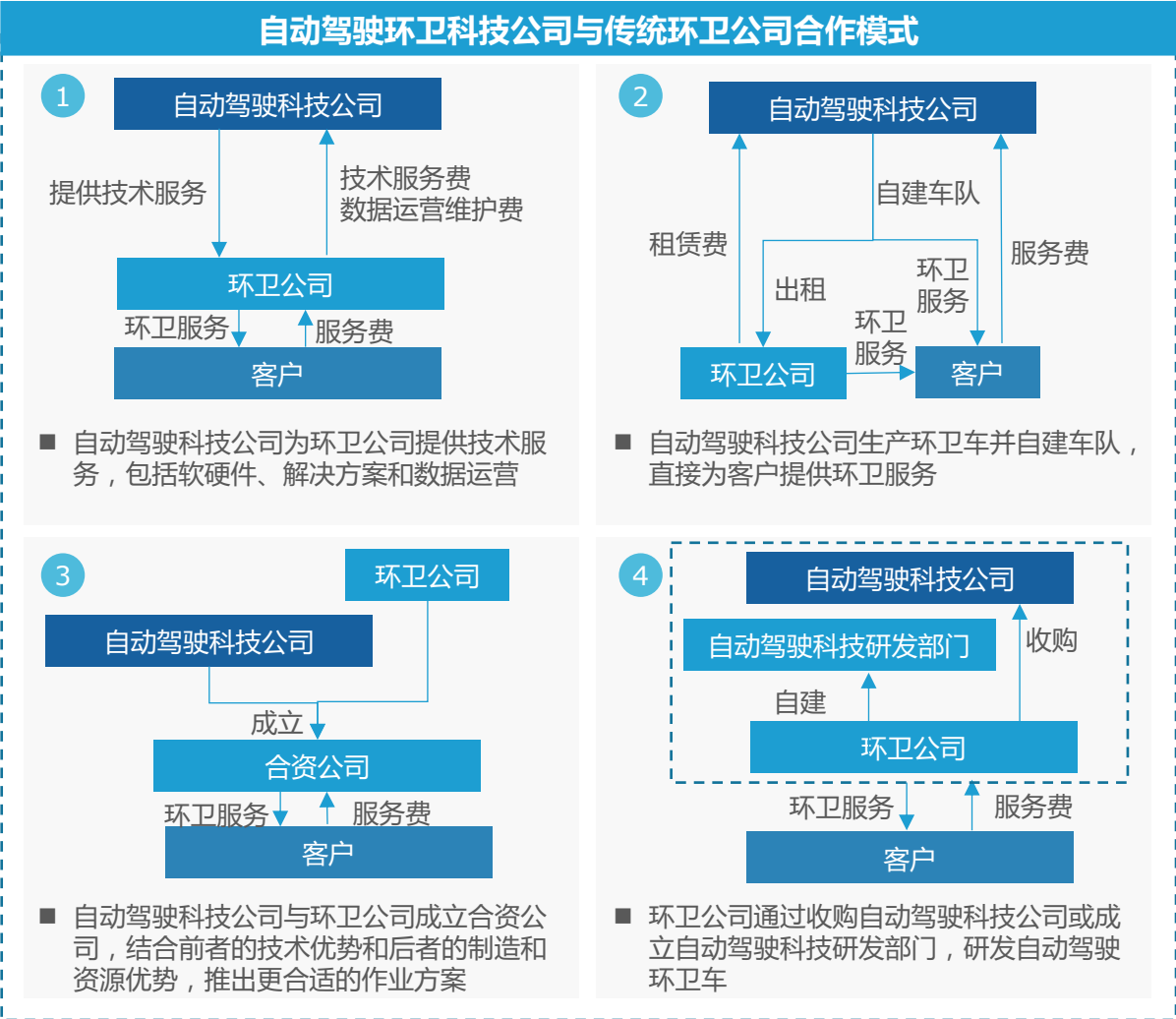


- 中国传统环卫市场竞争格局较为分散，竞争者众多，TOP10环卫企业市占率仅为21.5%。
- 未来随着环卫行业向无人化、智能化趋势发展，长期来看，抢先布局自动驾驶环卫车的传统环卫企业在作业效率、成本、管理上占有优势。
- 自动驾驶技术壁垒较高，环卫服务项目需要积累市场资源，届时，新进入者的门槛较高，与科技公司联手传统环卫企业有望从竞争中胜出。

资料来源：公开资料，亿欧智库

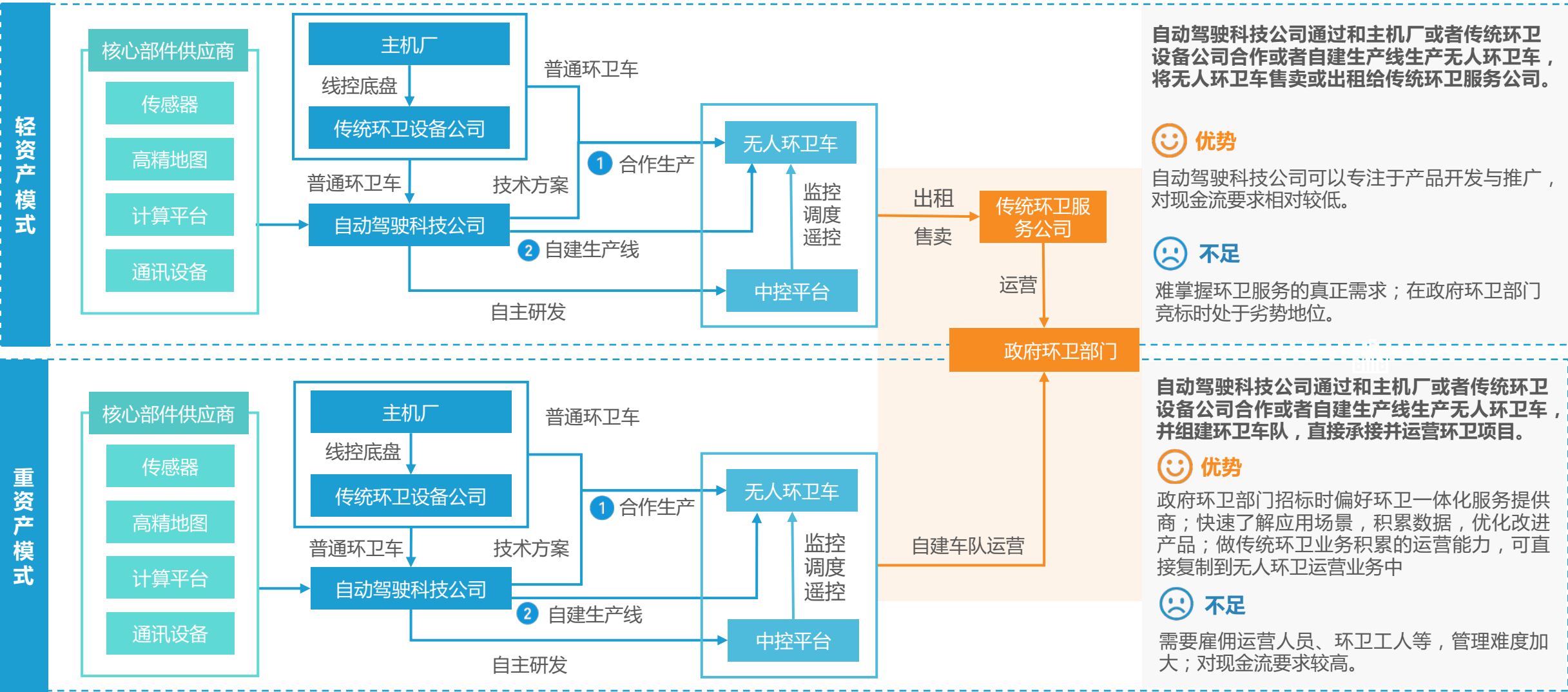
科技公司和环卫公司各取所长，通过4种合作模式探索无人环卫市场

◆ 自动驾驶环卫科技公司大多为创业型公司，与环卫龙头企业建立合作，可以实现互相赋能。一方面，环卫龙头企业的详细需求将帮助自动驾驶科技公司进一步打磨产品，实现真正可商业化的产品；另外，环卫龙头企业所具备的资源将极大的促进公司的发展。此外，通过环卫服务运营项目得到的数据，将通过各方流向科技公司，帮助其升级产品。



轻资产模式专注产品研发，重资产模式深入场景积累数据

◆ 自动驾驶科技公司主要有2种商业模式，分别是销售无人环卫车产品的轻模式和从事环卫运营的重模式。两种模式各有优劣势，但是出于运营难度以及现金流考虑。目前大部分自动驾驶科技公司采用轻资产模式，酷哇机器人、仙途智能、于万智驾等则是采用轻、重资产模式结合。



资料来源：专家访谈，亿欧智库

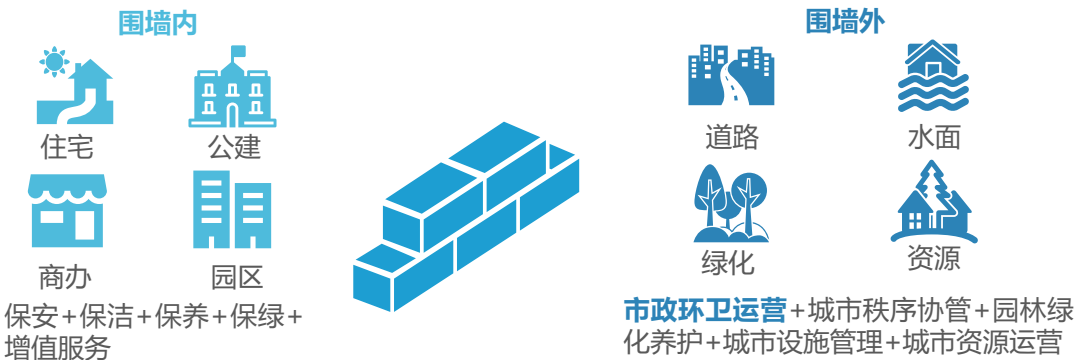
物业公司延伸至环卫业务，龙头抢先打造自动驾驶环卫车

◆ 物业公司跨界进入环卫领域的主要方式有收并购环卫企业实现优势互补或直接投标环卫项目。亿欧智库认为，虽然大多物业公司只是从事传统环卫运营，但是环卫车智能化、无人化的趋势不会变，未来这些物业公司也将通过自研或与科技公司合作开发环卫车，或直接采购无人环卫车的方式，从事无人环卫运营。

中国上市物业公司布局环卫情况



- 截止2021年6月底，全国共有46家物业公司先后登陆港股及A股市场，总市值超过万亿。
- 在46家上市物业公司中，14家公司已经拥有环卫项目，13家公司拥有城市服务项目，7家公司计划进入城市服务市场，意味着**过半上市物业公司看好环卫服务及城市服务市场**。



- 物业公司从围墙内的物业服务逐步扩展至围墙外的环卫服务和城市服务，未来将推进智能化服务，通过搭建智慧平台和打造无人环卫车队，成为真正的城市管家。

资料来源：公开资料，亿欧智库

中国头部物业公司布局环卫情况

物业公司	时间	具体事件	收并购
 AGILE A-LIVING 雅居乐 雅生活	2021年3月	<ul style="list-style-type: none">2.8亿元收购北京慧丰51%股权1.4亿元收购陕西明堂60%股权3.0亿元收购大连明日环卫业务51%股权1.5亿收购安徽宇润51%股权3.0亿元收购中航环卫合共30%股权	
	2020年5月	<ul style="list-style-type: none">与玉禾田就环卫一体化开发和运营，建立战略合作伙伴关系	
 世茂服务 SHIMAO SERVICE	2021年4月	<ul style="list-style-type: none">5.1亿元收购深兄环境67%股权	
	2021年8月	<ul style="list-style-type: none">8.4亿元收购无锡市金沙田科技有限公司60%股权	
 绿城服务 GREENTOWN	2020年6月	<ul style="list-style-type: none">与中环洁签订战略合作协议框架	
 LONGFOR 龙湖	2018年7月	<ul style="list-style-type: none">与重庆两江新区成立合资公司（龙湖悦来城市管理有限公司），定位“新型城市管理综合服务提供商”	
 恒大物業 EVERGRADGE PROPERTY SERVICES	2021年1月	<ul style="list-style-type: none">15亿元收购宁波市雅太酒店物业服务有限公司100%股权，标的近五年累计中标各类环卫项目超过60个	
 碧桂园服务 COUNTRY GARDEN SERVICES	2020年10月	<ul style="list-style-type: none">24.5亿元收购满国康洁70%股权	
	2021年6月	<ul style="list-style-type: none">碧桂园满国集团携手于万智驾，推出了可俐1号无人驾驶清扫车，并向市场批量化销售	

自动驾驶环卫场景图谱





中国自动驾驶环卫场景商业化应用难点及关键因素分析

技术：低速不等于低配，复杂动态作业环境要求高感知与高算力

- ◆ 相对于其他自动驾驶应用场景，自动驾驶环卫车虽然自身移动速度较低，但是由于其在复杂场景中作业，需要跟踪与预测周边高速行驶的车辆，因此，它的传感器配置要求跟Robotaxi 的几乎是相同的。如果使用低线束激光雷达跟低分辨率摄像头，则无法实现准确预测和跟踪。
- ◆ 由于城市场景的动态性，环卫车处理的复杂度会更高。由于大量环卫车都是在辅道上面移动，而辅道上有很多行为轨迹难以预测的非机动车和行人，这要求它必须能跟踪数量庞大的动态移动障碍物，并且还能够准确地预测每个轨迹。所以这对自动驾驶环卫车搭载的传感系统和背后支撑的算力平台提出较高要求。

亿欧智库：不同场景的自动驾驶技术特点比较

	交通灯	行人混行	人类车辆混行	标线道路	路径变化	高精地图刷新	崎岖路面	偶发障碍物	雨雪天气
港口	○	○	✓	✓	○	○	○	○	✓
Robo-taxi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	○	✓	✓
市政环卫	✓	✓	✓	✓	✓	✓	○	✓	✓
长途物流	✓	○	✓	✓	✓	✓	○	○	✓
最后一公里	✓-○	✓-○	✓-○	✓	○	✓	○	✓	✓

✓ 代表该场景经常需要处理的case ○ 代表该场景不需要或极少需要处理的case

资料来源：酷哇机器人，亿欧智库

COWA ROBOT
酷哇机器人

专家观点

“想要把自动驾驶环卫产品真正做好做透，得到行业的认可，并且能够在城市动态场景中发挥作用的前提是使用目前Robotaxi一整套比较完整的自动驾驶技术。

科技公司具不具备自动驾驶环卫产品的研发实力，可以看它有没有跟乘用车顶级车厂合作的经验，有没有Robotaxi这一套完整的技术展示和实力。”



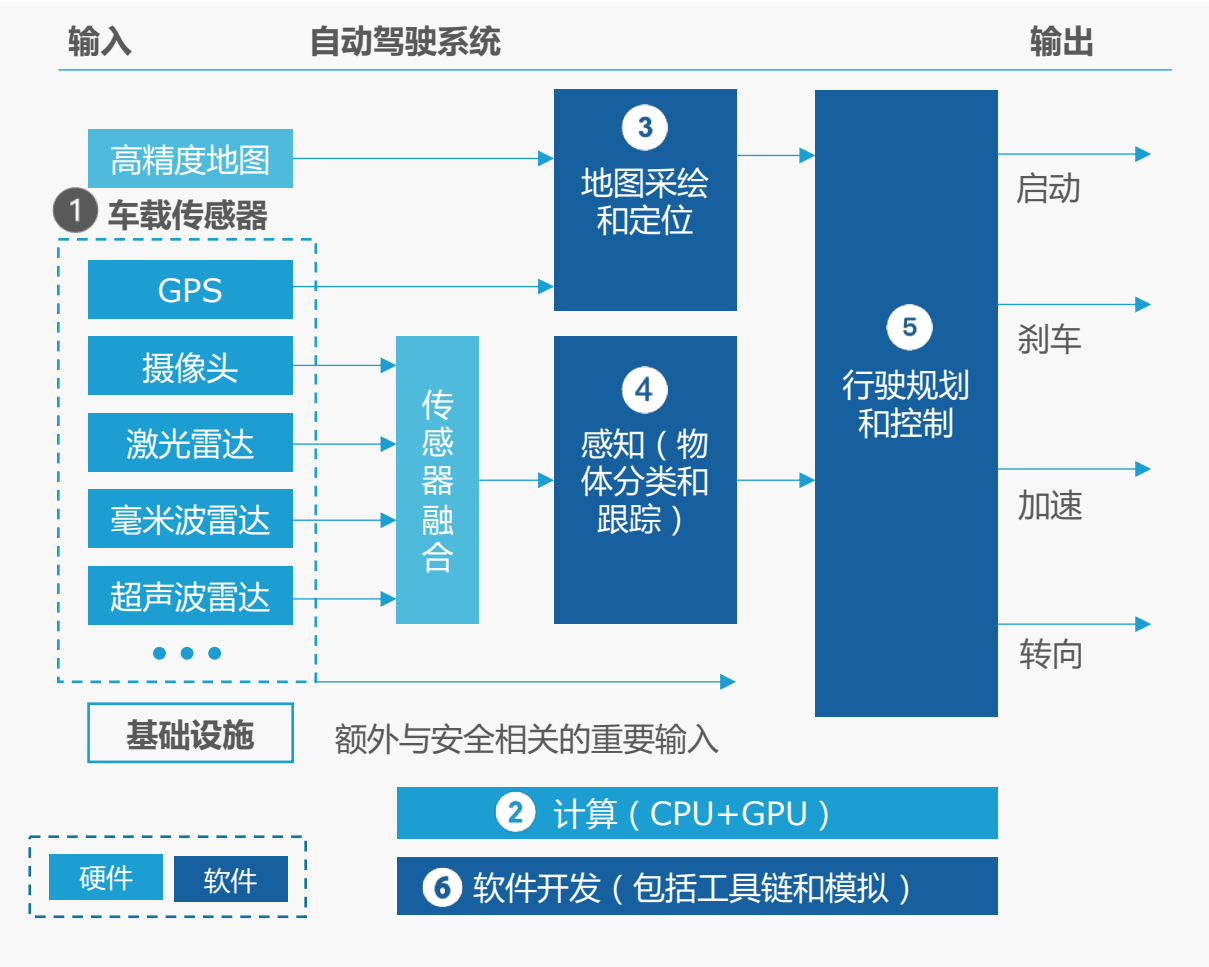
中组部引进的海外高层次人才
酷哇机器人创始人 何弢博士

技术：高级别自动驾驶系统仍面临技术挑战，打好软硬件双基础是应用前提

亿欧智库

◆ L4甚至L5自动驾驶环卫车商业化运营的基础是要有自动驾驶软硬件的支持，但目前自动驾驶科技公司仍面临技术挑战，尤其是软件开发仍面临大量复杂难题。除了软硬件技术基础，自动驾驶的数据安全、隐私保护等也是实现商业化落地的重要前提。

亿欧智库：自动驾驶系统软硬件环节



亿欧智库：自动驾驶系统技术实现难度



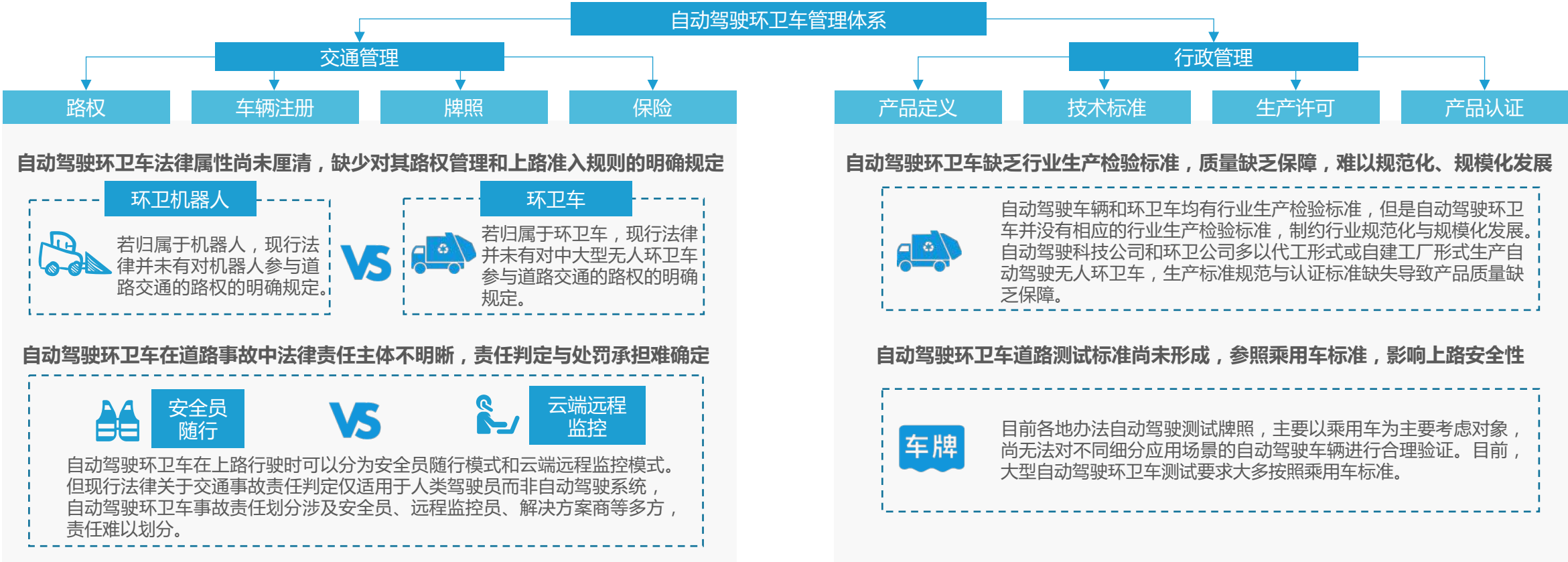
资料来源：麦肯锡分析，亿欧智库

政策：自动驾驶环卫车管理体系不明晰，出台相关政策与标准迫在眉睫

- ◆ 在政策和法规层面，自动驾驶环卫车的法律属性尚未厘清。目前，部分城市允许小型自动驾驶环卫车上环卫设备类牌照后，在限定区域合法运营；大型自动驾驶环卫车则需上机动车牌照，且必须在驾驶舱配备驾驶员。此外，现行法律关于交通事故责任判定仅适用于人类驾驶员而非自动驾驶系统，自动驾驶环卫车仅被允许在测试允许路段而非全域全场景行驶。
- ◆ 在技术和产品标准层面，自动驾驶环卫车属于自动驾驶、汽车以及环卫装备三个领域融合的产品，产品和技术缺乏相应的行业与国家标准。目前，头部自动驾驶科技公司正在牵头制定相关行业标准。未来，头部自动驾驶科技公司的产品标准，在得到业界认可后，或成为行业产品标准。

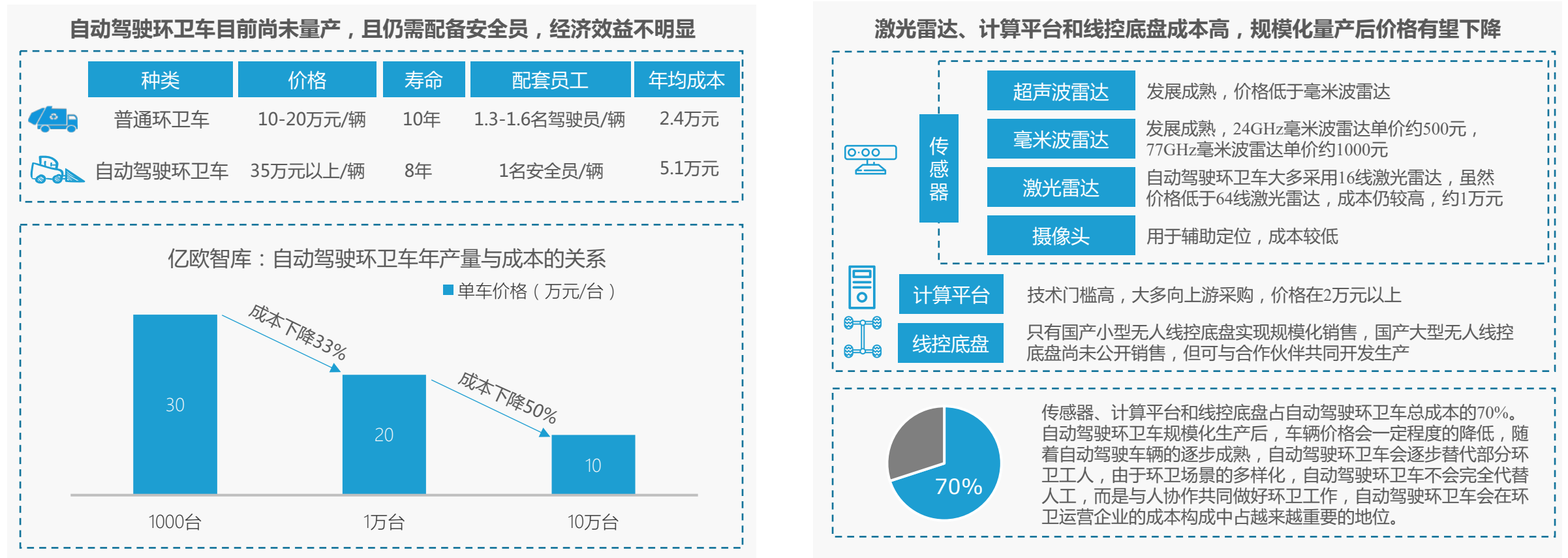
亿欧智库：自动驾驶环卫车管理体系

自动驾驶环卫车管理体系



- ◆ 目前，自动驾驶环卫车价格偏高，与传统的人力相比，价格优势尚不明显。毫米波雷达和超声波雷达发展相对成熟，因此价格相对较低；而激光雷达因尚未实现大规模量产，导致成本较高。由于自动驾驶环卫车基本均配有激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达和摄像头，自动驾驶系统价格在7至10万元。此外，由于目前商业化运营的自动驾驶环卫车处于L4级别，仍需配备1名安全员或者清扫员，因此仍存在一定的人力成本。
- ◆ 未来随着关键零部件国产化和规模化生产，自动驾驶环卫车成本有望下降；L4级别自动驾驶技术规模化商业落地后，环卫服务企业的人力成本将进一步下降。届时，自动驾驶环卫车的价格优势凸显，有望得到大规模推广。

亿欧智库：自动驾驶环卫车经济效益



资料来源：专家访谈，亿欧智库

关键要素：科技公司着力四大关键点，从产品和技术端攻克商业化落地难题

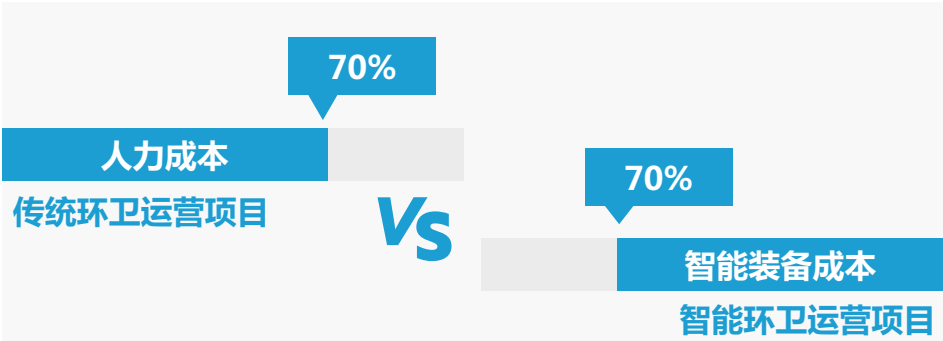
亿欧智库

◆ 亿欧智库认为，自动驾驶环卫场景商业化可以从产品和技术端的四大关键着力点出发：提升数据迭代算法能力，采用重感知轻地图技术，产品功能呈阶梯式发展，通过找到自研和外部采购零部件的平衡点优化成本结构。



关键要素：科技公司构建环卫运营服务闭环，助力商业化落地加速

◆ 虽然初期科技公司环卫业务以ToG为主，但未来终会回归ToB模式，届时环卫服务公司不仅仅是科技公司的合作方，同时也是客户。因此，亿欧智库认为，科技公司应与环卫服务公司巨头进行深度合作，同时也应尝试独立营运环卫项目，构建环卫运营服务闭环。



科技公司为什么要做环卫运营试验田？

- 科技公司直接营运环卫项目，可以更高效地将项目成本结构由70% 人力成本转变成为 70% 智能装备成本。

科技公司如何选择环卫运营项目？

- 科技公司进行公开投标时，应选择明确要求实现自动驾驶的项目，因为科技公司只有和管理部门、客户共同推进改革，才能实现更大的效率与效益。如果客户只有环卫需求，没有实现自动驾驶的需求，那么科技公司只是站在自身的角度去推广自动驾驶，可能会产生一些分歧。
- 精细化的保洁作业首先从发达地区开始，因此，目前适合推广自动驾驶的环卫运营项目往往在较发达的一二三线城市。



科技公司运营环卫项目的优势在哪里？

- 自动驾驶环卫车在正式进行运营前，需要进行安全测试等步骤，而科技公司本身有安全测试人员，可以更专业、更高效地将自动驾驶环卫车导入运营项目。
- 智能环卫运营对现场操作人员提出更高要求，而科技公司在专业人员方面占有巨大优势。
- 传统环卫服务公司的首要需求是实现保洁和最大利润，而自动驾驶环卫车的价格较高，两者形成矛盾。而科技公司的首要目的是最大力度导入自动驾驶环卫车，获得适当的利润。

传统环卫服务公司运营环卫项目的优势在哪里？

- 传统环卫服务公司积累了多年的运营经验，对于安全管理、能源管理、设备资产管理、人力管理等具有丰富的经验。

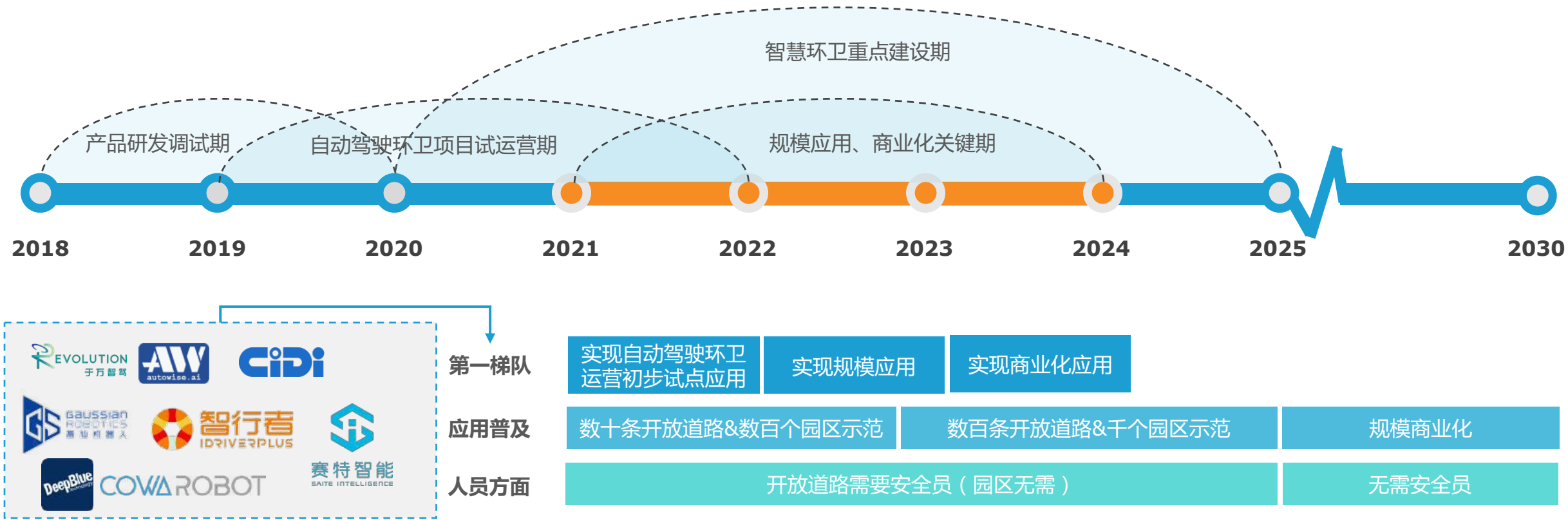
A yellow autonomous street cleaning vehicle is shown from a front-three-quarter view, driving on a paved road. The vehicle has a large, rounded body with a wide cleaning path. The background shows a road with lane markings, a green hedge, and palm trees under a clear sky. The entire image is overlaid with a semi-transparent blue filter.

中国自动驾驶环卫场景商业化应用未来展望

第一梯队科技公司率先进入商业化关键期，2025年有望行业规模商业化

- ◆ 自2021年，自动驾驶环卫应用进入商业化的关键期，酷哇机器人、仙途智能、于万智驾等自动驾驶环卫第一梯队企业率先实现规模商业化应用。此外，2022年后，因核心零部件成本下降，自动驾驶环卫车的综合成本有望比人工环卫车的综合成本低，这也推动了自动驾驶环卫商业化落地。
- ◆ 预计2025年以后，随着自动驾驶技术水平提升，法律法规完善，其他自动驾驶环卫企业有望实现L4级自动驾驶环卫车规模商业化。届时，即使在开放道路，也无需安全员陪同，大大减少人力成本，提高工作效率。

亿欧智库：中国自动驾驶环卫场景商业化应用发展趋势

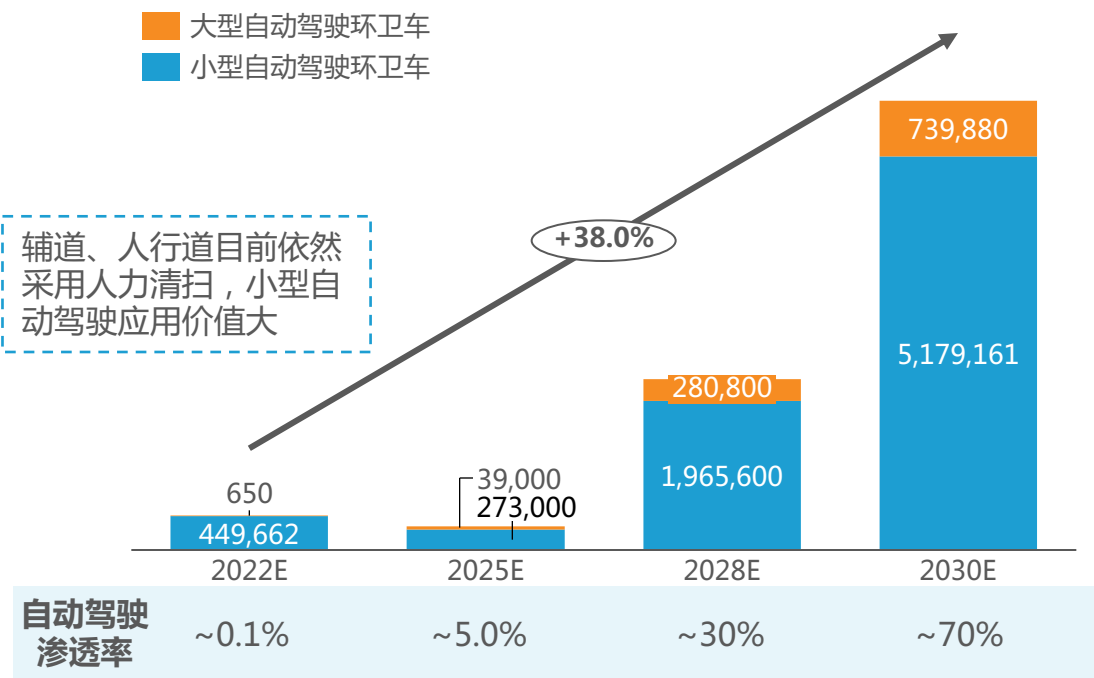
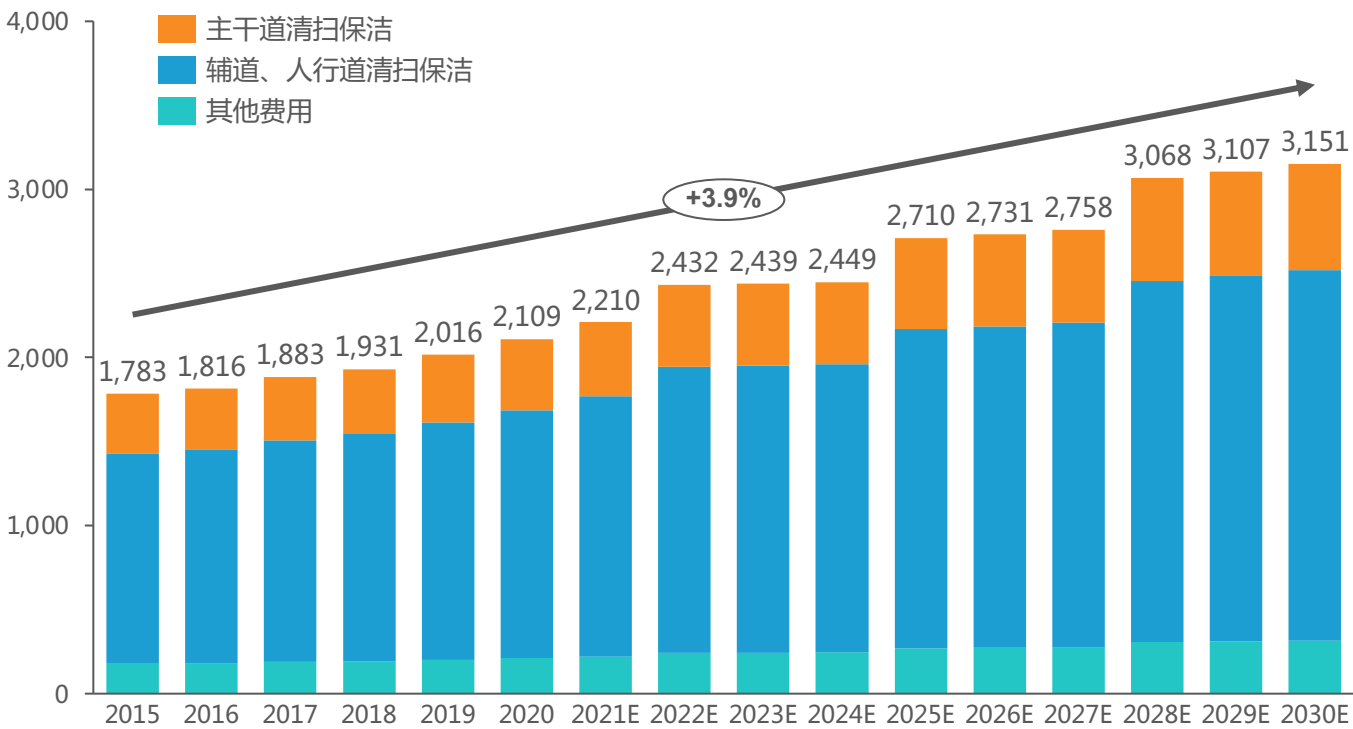


资料来源：辰韬资本，中国智能网联汽车产业创新联盟，亿欧智库

◆ 由于政策法规暂未对室外场景完全开放，目前自动驾驶环卫车占比几乎可忽略。2022年至2030年，中国自动驾驶环卫车处于从试运营至规模化运营的关键时期，数量和市场规模都将迎来质的增长。根据亿欧智库测算，2025年，中国自动驾驶环卫车的渗透率将达到5%，保有量达到30万辆，自动驾驶环卫运营市场规模达到2700亿元。

亿欧智库：2016-2030中国自动驾驶环卫运营市场规模（亿元）

亿欧智库：2022-2030中国自动驾驶环卫车保有量预测（辆）



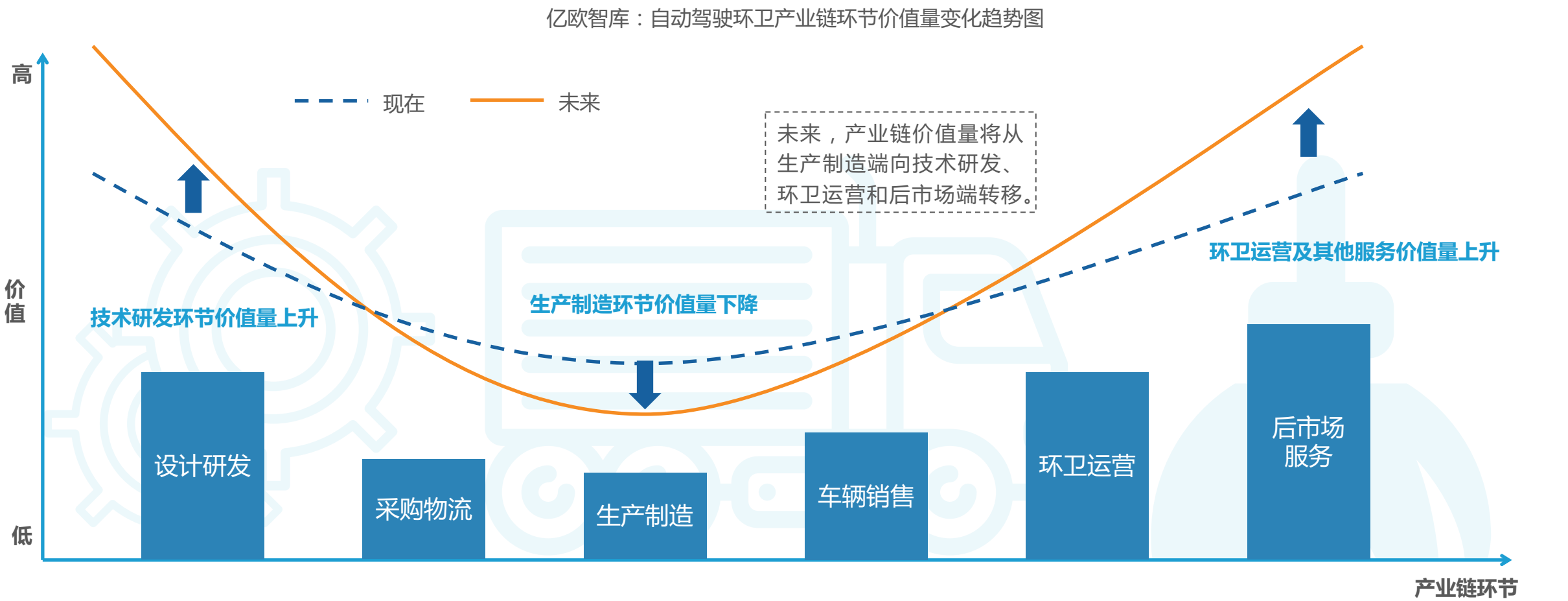
◆ 2030年，负责主干道的大型自动驾驶环卫车以及负责辅道、人行道的小型自动驾驶环卫车合计可每年产生高达2800亿元的经济价值。

◆ 2030年，中国自动驾驶环卫车合计规模将接近600万辆，而小型环卫自动驾驶车辆占比将超过80%。

资料来源：专家访谈，玉禾田、侨银市场，亿欧智库

科技公司两条腿走路，环卫运营服务成第二增长曲线

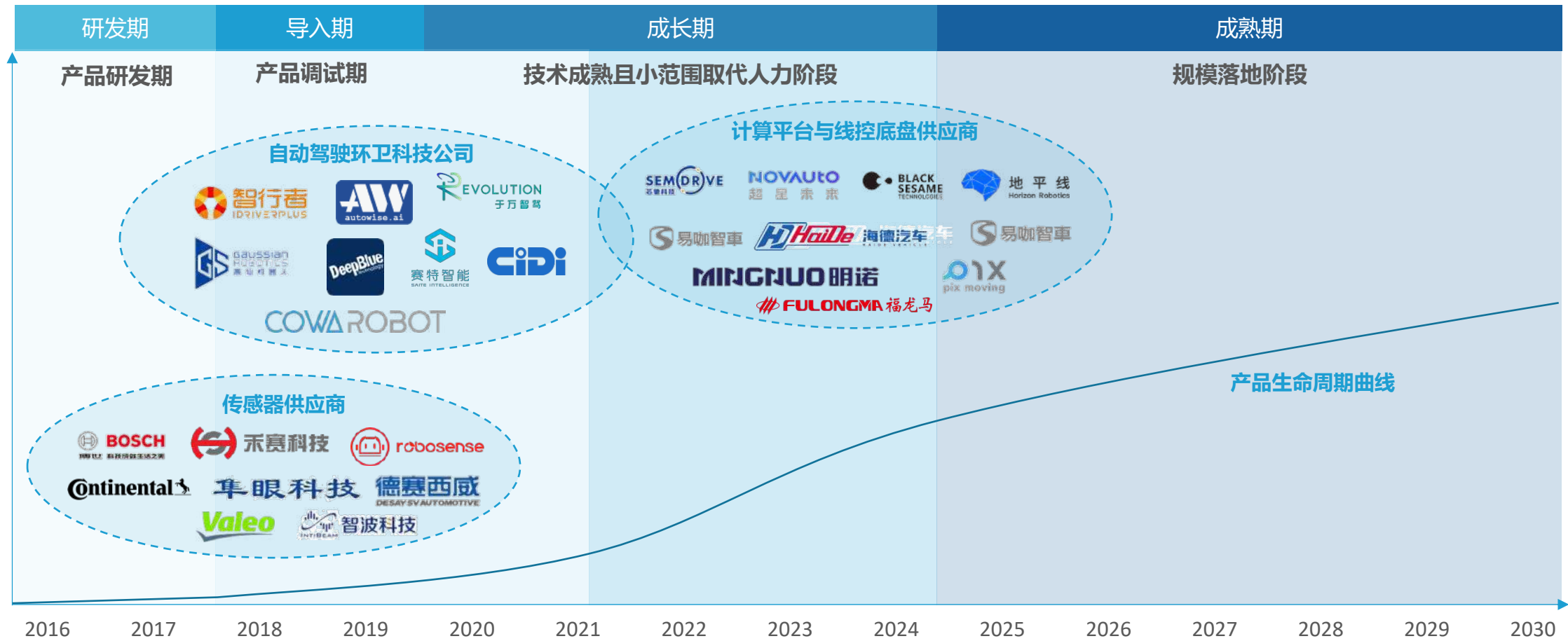
◆ 未来，随着制造成本逐渐下降，上游自动驾驶环卫车的零部件设计、研发以及下游服务型业务价值量将会增长。因此，亿欧智库认为，产业链价值的变化将会引导科技公司采取“两条腿走路”的战略，一方面继续专研技术，为环卫设备方提供自动驾驶解决方案，另一方面，环卫运营服务也将成为收入越来越重要的一部分。



自动驾驶带动产业链发展，加速迈进成熟期

◆ 未来，随着自动驾驶环卫技术进一步发展和需求进一步增长，将反向推动传感器与计算平台国产化加速与规模化量产。目前，只有小型自动驾驶线控底盘公开量产销售，未来随着大型自动驾驶环卫车规模化上路运营，或将吸引更多企业布局大型自动驾驶线控底盘。

亿欧智库：自动驾驶环卫产业传导效应



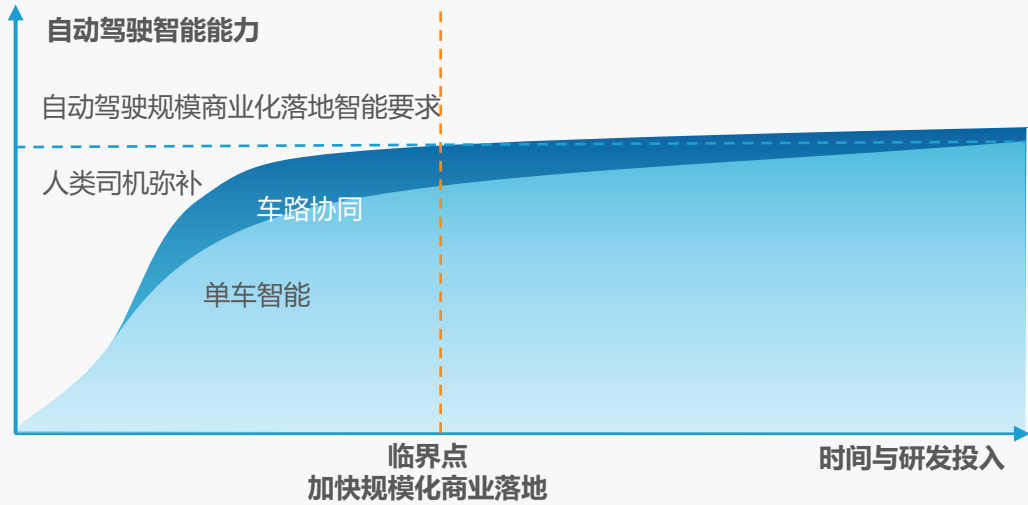
资料来源：亿欧智库

为提高落地的安全性、高效性、经济性，单车智能与车路协同结合发展

- ◆ 车路协同能为自动驾驶提供更安全、更高效、更低成本的技术路线，因此，亿欧智库认为未来中国将通过车路协同与单车智能结合发展，为L4自动驾驶环卫车规模化落地提供保障。
- ◆ 智能道路建设是发展车路协同的基础和必经之路，此外，突破关键技术壁垒和完善相关法规政策也是大力推进车路协同的关键因素。

车路协同三大优势

亿欧智库：VICAD和AD两种技术路线发展路径演进与比较



安全性优势

- 车路协同的超视距感知和预期功能能提升自动驾驶安全：车路协同可弥补单车智能的感知、预测能力不足的问题，有效扩大安全范围。

高效性优势

- 车路协同能够扩展自动驾驶ODD，包括车辆的感知范围、能力和场景。
- 车路协同具有“协同决策”能力：路边单元可使用市电，突破车载能源限制，使用性能更强劲的计算单元，提高车辆决策能力。

经济性优势

- 在系统配置上，单车智能除了要投入高昂传感器、算力设备之外，还需要一套等效的冗余子系统。
- 车路协同提供的路侧设备感知冗余，不仅复用率高避免重复建设，还能实现成本分摊。

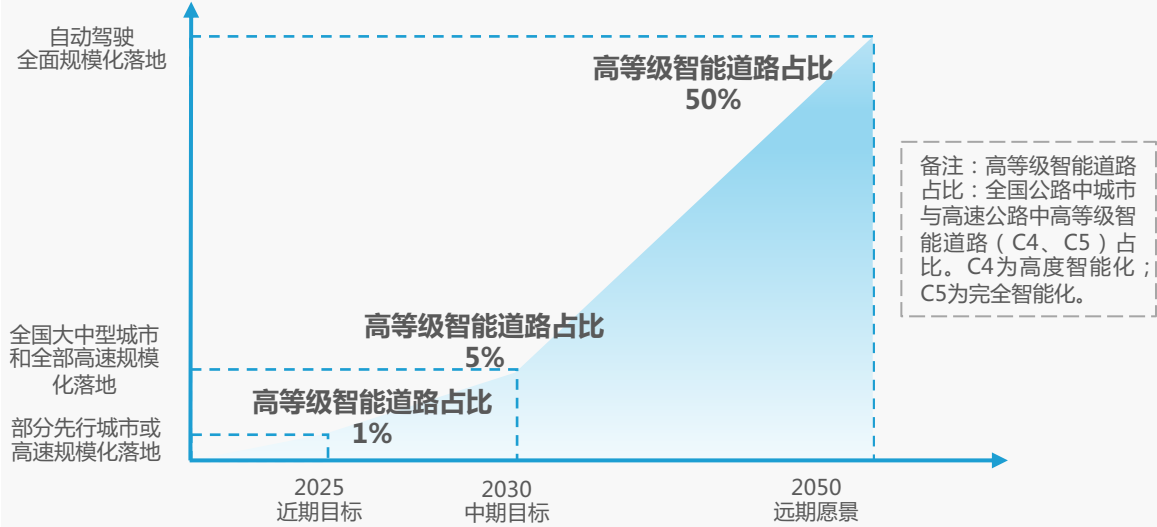
车路协同推进影响因素

1 关键技术突破



2 智能车辆渗透率提升+智能道路覆盖率提升

亿欧智库：车路协同自动驾驶规模商业化落地愿景目标



3 相关政策法规和标准完善

- ◆ 作为人工智能皇冠上最为璀璨的明珠，自动驾驶的巨大应用价值与想象空间，吸引着一众顶尖人才投身其中，自动驾驶也成为了最具讨论价值的行业热门话题之一。人们总是对自动驾驶的未来太过憧憬，以至于有时候会忽视其产业化难度，对短期应用效果感到沮丧。受限于技术、供应链、政策等难点与挑战，自动驾驶环卫场景商业化进程仍是道阻且长。
- ◆ 穷山距海，不能限也。我们始终坚信，自动驾驶终将融入现实，以科技赋能，助力环卫产业发展。
- ◆ 由于时间与精力所限，本报告对于自动驾驶环卫场景商业化应用的研究与讨论难免存在疏漏与偏差，敬请谅解。在此特别感谢北京理工大学重庆创新中心高级工程师熊周兵博士以及酷哇机器人、仙途智驾、于万智驾、深兰科技、赛特智能等企业对本报告给予的支持，为报告撰写输出了宝贵的专业观点与建议。同时，也非常感谢亿欧智库分析师陈佳娜、李佳琪为本份报告作出的特殊贡献。
- ◆ 未来，亿欧智库将持续密切关注自动驾驶场景商业化应用发展，通过对行业的深度洞察，持续输出更多有价值的研究成果。欢迎读者与我们交流联系，共同助力中国自动驾驶产业的持续创新发展。此外，亿欧智库《2021中国Robotaxi/Robobus商业化应用研究报告》、《2021中国自动驾驶园区物流商业化应用研究报告》也在筹备中，敬请关注。

■ 亿欧智库已发布报告



持续关注
敬请期待

◆ 团队介绍：

亿欧智库（EqualOcean Intelligence）是亿欧EqualOcean旗下的研究与咨询机构。为全球企业和政府决策者提供行业研究、投资分析和创新咨询服务。亿欧智库对前沿领域保持着敏锐的洞察，具有独创的方法论和模型，服务能力和质量获得客户的广泛认可。

亿欧智库长期深耕科技、消费、大健康、汽车、产业互联网、金融、传媒、房产新居住等领域，旗下近100名分析师均毕业于名校，绝大多数具有丰富的从业经验；亿欧智库是中国极少数能同时生产中英文深度分析和专业报告的机构，分析师的研究成果和洞察经常被全球顶级媒体采访和引用。

以专业为本，借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势，亿欧智库的研究成果在影响力上往往数倍于同行。同时，亿欧EqualOcean内部拥有一个由数万名科技和产业高端专家构成的资源库，使亿欧智库的研究和咨询有强大支撑，更具洞察性和落地性。

◆ 报告作者：



黄卓宁

亿欧智库分析师
Email : huangzhuoning@iyiou.com

◆ 报告审核：



武东

亿欧EqualOcean 研究总监
Email : wudong@iyiou.com



刘欢

亿欧EqualOcean 总监
Email : liuhuan@iyiou.com



王辉

亿欧EqualOcean 亿欧智库副院长
Email : wanghui@iyiou.com



王彬

亿欧EqualOcean 总裁
Email : wangbin@iyiou.com

◆ 版权声明：

本报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于智库的专业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。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。本报告的信息来源于已公开的资料，亿欧智库对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽可能的追求但不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映亿欧智库于发布本报告当日之前的判断，在不同时期，亿欧智库可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。亿欧智库不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，亿欧智库对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者可自行关注相应的更新或修改。

本报告版权归属于亿欧智库，欢迎因研究需要引用本报告内容，引用时需注明出处为“亿欧智库”。对于未注明来源的引用、盗用、篡改以及其他侵犯亿欧智库著作权的商业行为，亿欧智库将保留追究其法律责任的权利。

◆ 关于亿欧：

亿欧EqualOcean是一家专注科技+产业+投资的信息平台和智库；成立于2014年2月，总部位于北京，在上海、深圳、南京、纽约有分公司。亿欧EqualOcean立足中国、影响全球，用户/客户覆盖超过50个国家或地区。

亿欧EqualOcean旗下的产品和服务包括：信息平台亿欧网（iyiou.com）、亿欧国际站（EqualOcean.com），研究和咨询服务亿欧智库（EqualOcean Intelligence），产业和投融资数据产品亿欧数据（EqualOcean Data）；行业垂直子公司亿欧大健康（EqualOcean Healthcare）和亿欧汽车（EqualOcean Auto）等。

◆ 基于自身的研究和咨询能力，同时借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势；亿欧EqualOcean为创业公司、大型企业、政府机构、机构投资者等客户类型提供有针对性的服务。

◆ 创业公司

亿欧EqualOcean旗下的亿欧网和亿欧国际站是创业创新领域的知名信息平台，是各类VC机构、产业基金、创业者和政府产业部门重点关注的平台。创业公司被亿欧网和亿欧国际站报道后，能获得巨大的品牌曝光，有利于降低融资过程中的解释成本；同时，对于吸引上下游合作伙伴及招募人才有积极作用。对于优质的创业公司，还可以作为案例纳入亿欧智库的相关报告，树立权威的行业地位。

◆ 大型企业

凭借对科技+产业+投资的深刻理解，亿欧EqualOcean除了为一些大型企业提供品牌服务外，更多地基于自身的研究能力和第三方视角，为大型企业提供行业研究、用户研究、投资分析和创新咨询等服务。同时，亿欧EqualOcean有实时更新的产业数据库和广泛的链接能力，能为大型企业进行产品落地和布局生态提供支持。

◆ 政府机构

针对政府类客户，亿欧EqualOcean提供四类服务：一是针对政府重点关注的领域提供产业情报，梳理特定产业在国内外的动态和前沿趋势，为相关政府领导提供智库外脑。二是根据政府的要求，组织相关产业的代表性企业和政府机构沟通交流，探讨合作机会；三是针对政府机构和旗下的产业园区，提供有针对性的产业培训，提升行业认知、提高招商和服务域内企业的水平；四是辅助政府机构做产业规划。

◆ 机构投资者

亿欧EqualOcean除了有强大的分析师团队外，另外有一个超过15000名专家的资源库；能为机构投资者提供专家咨询、和标的调研服务，减少投资过程中的信息不对称，做出正确的投资决策。

◆ 欢迎合作需求方联系我们，一起携手进步；电话 010-57293241，邮箱 hezuo@iyiou.com

查看更多研究报告请访问亿欧网
www.iyiou.com

- 更有超多垂直领域研究报告免费下载 -



扫码添加小助手
加入行业交流群

