

无人配送、接驳车标准体系 及车型特性研究

全国汽标委智能网联汽车分技术委员会
无人配送、接驳车标准体系及车型特性研究项目组

2023年12月

目 录

前言	4
第一章 现有车辆分类体系	5
一、现有车辆分类体系	5
1.1 M类	5
1.2 N类	6
二、各类车型国内外产业及法规发展情况	6
2.1 M类车型发展现状及现行法规梳理	6
2.2 载客类无人车标准法规适用性分析	15
2.3 N类车型发展现状及现行法规梳理	16
2.4 载货类无人车型标准法规适用性分析	24
第二章 无人车车型与现有车型分类体系差别	25
一、无人配送车行业现状及技术特点	25
1.1 无人配送车行业现状	25
1.2 无人配送车车型技术特点	30
1.3 无人配送车国内外法规探索	38
二、无人接驳车行业现状及技术特点	40
2.1 无人接驳车行业现状	40
2.2 无人接驳车车型技术特点	47
2.3 无人接驳车国内外法规探索	53
三、无人车与现有车型分类体系差别	55
3.1 无人车车型与现有车型分类体系差别	55
3.2 对无人车管理存在的不足，以及带来的问题	60
第三章 现有车辆分类体系完善方案	61
第四章 无人车新车型分类和定义建议	63
一、无人配送车新车型分类和定义建议	63
1.1 概述	63
1.2 现有政策中的车型定义及分类	64
1.3 现有标准中的车型定义和分类	65

1.4 建议的新车型定义和分类.....	66
1.4.1 无人配送车新车型定义.....	66
1.4.2 无人配送车新车型分类.....	66
二、无人接驳车新车型分类和定义建议.....	67
2.1 现有标准中车型定义和分类.....	67
2.2 建议的新车型定义和分类.....	67
第五章 各新车型技术标准体系规划及制定路线图.....	68
一、无人配送车新车型技术标准体系规划及制定路线图.....	68
1.1 无人配送车新车型技术标准体系规划.....	68
1.2 无人配送车新车型技术标准体系制定线路图.....	69
二、无人接驳车新车型技术标准体系规划及制定线路图.....	70
2.1 标准体系结构.....	70
2.2 标准制定路线.....	71

全国汽标委智能网联汽车分技术委员会

前言

随着自动驾驶技术在全球范围内不断发展，无人配送、无人接驳商业化落地速度加快，并在北京、上海、深圳等各地智能网联汽车示范区积累了大量运营实践经验。但是这类无人化车型由于无驾驶位、无方向盘等原因，无法被有效纳入现有车型管理体系，导致无公开道路行驶路权。相关法律法规不够完善给无人化车型商业化进程带来阻碍。

全国汽车标准化委员会智能网联汽车分技术委员会（SAC/TC114/SC34）组织成立“无人配送、接驳车标准体系及车型特性研究”项目组，结合国内部分车企、主流技术供应商、检测机构、高校等科研机构，系统研究无人配送、接驳新车型技术标准体系及制定路线图，聚焦行业共性需求及管理特点，明确支撑无人配送、接驳车型管理技术标准体系的建设计划。结合无人配送、接驳车型技术特点及应用环境，开展车型“身份”研究，为无人配送、接驳车型路权管理提供参考。在本报告编制过程中，各起草单位参阅了大量资料，并借鉴了行业部分素材。鉴于篇幅有限，这里不一一列举，特此感谢！

在此，在此衷心感谢参与研究报告编写的各单位和组织！

本报告主要编写单位：中国汽车技术研究中心有限公司、东风悦享科技有限公司、宇通客车股份有限公司、北京智能车联产业创新中心有限公司、上海智能网联汽车技术中心有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、同济大学、安徽理工大学、一汽解放汽车有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、阿里巴巴（中国）有限公司、中车时代电动汽车股份有限公司、九识（苏州）智能科技有限公司、悦享雄安科技有限公司、北奔重型汽车集团有限公司、菜鸟自动驾驶实验室、上海临港绝影智能科技有限公司、理工雷科智途（北京）科技有限公司。

本报告主要编写人：张淼、张行、李凯、范文旭、杨畅、于鹏、杨俊辉、李朝斌、褚洪庆、钱德猛、张学博、董小飞、王琳、李玉刚、张智腾、潘余昌、杨志伟、尹玉斌、杨开睿、张鹤楠、黄琰、李子兮、曹科、赵木生、党利冈、李傲寒、郭露露、吴嘉杰、石娟。

第一章 现有车辆分类体系

一、现有车辆分类体系

现有汽车类型划分可分为 M 类和 N 类。M 类是指客车，N 类是指货车。这两个类型又分别包含 2 个子类。其中 M1 不超过 9 个座位，包括驾驶员，最大质量不超过 1000KG。M1 级车辆—至少有 4 个车轮或 3 个车轮的乘用车，且最大总质量不超过 1t，除驾驶员座椅外不超过 8 个乘客座椅。M2 级车辆至少有 4 个车轮或 3 个车轮的乘用车，且最大总质量不超过 5t，除驾驶员座椅外，乘客座椅超过 8 个。M3 级车辆则至少有 4 个车轮或 3 个车轮且确定的最大总质量大于 5t。N1 车辆则至少有 4 个车轮或 3 个车轮的货运车辆，且最大总质量不超过 3.5t。N2 级车辆是至少有 4 个车轮或 3 个车轮的货运车辆，且最大总质量超过 3.5t 但不超过 12t。N3 级车辆是至少有 4 个车轮或 3 个车轮且最大总质量大于 12t 的货运车辆。详细车型介绍如下文所示：

1.1 M 类

根据《GB/T 15089-2001 机动车车辆及挂车分类》，其中 M 类是指至少有四个车轮并且用于载客的机动车辆，包括 M1 类、M2 类、M3 类，具体如下：

M1 类：包括驾驶员座位在内，座位数不超过九座的载客车辆。

注：对于 M1 类中的多用途乘用车（定义见 GB / T 3730.1-2001 中 2.1.1.8），如果同时具有其定义中规定的两个条件，则不属于 M1 类而是根据其质量属于 N1、N2 或是 N3 类。

M2 类：包括驾驶员座位在内座位数超过九个，且最大设计总质量不超过 5000 kg 载客车辆。

A 级 可载乘员数（不包括驾驶员）不多于 22 人，并允许乘员站立。

B 级 可载乘员数（不包括驾驶员）不多于 22 人，不允许乘员站立。

I 级 可载乘员数（不包括驾驶员）多于 22 人，允许乘员站立，并且乘员可以自由走动。

II 级 可载乘员数（不包括驾驶员）多于 22 人，只允许乘员站立在过道和 / 或提供不超过相当于两个双人座位的站立面积。

III 级 可载乘员数（不包括驾驶员）多于 22 人，不允许乘员站立。

M3 类：包括驾驶员座位在内座位数超过九个，且最大设计总质量超过 5000

kg 的载客车辆。

A 级 可载乘员数（不包括驾驶员）不多于 22 人，并允许乘员站立。

B 级 可载乘员数（不包括驾驶员）不多于 22 人，不允许乘员站立。

I 级 可载乘员数（不包括驾驶员）多于 22 人，允许乘员站立，并且乘员可以自由走动。

II 级 可载乘员数（不包括驾驶员）多于 22 人，只允许乘员站立在过道和 / 或提供不超过相当于两个双人座位的站立面积。

III 级 可载乘员数（不包括驾驶员）多于 22 人，不允许乘员站立。

说明：包括两个或多个不可分但铰接在一起的铰接客车（定义见 GB/T 3730.1-2001 中 2.1.2.1.5）被认为是单个车辆。

1.2 N 类

根据《GB/T 15089-2001 机动车车辆及挂车分类》，其中 N 类是指至少有四个车轮且用于载货的机动车辆，包含 N1 类、N2 类、N3 类，具体如下：

N1 类：最大设计总质量不超过 3500Kg 的载货车辆

N2 类：最大设计总质量超过 3500kg，但不超过 12000kg 的载货车辆

N3 类：最大设计总质量超过 12000kg 的载货车辆。

特别说明：对于为挂接半挂车而设计的牵引车辆（半挂牵引车）车辆分类所依据的质量是处于行驶状态中的牵引车的质量，加上半挂车传递到牵引车上最大垂直静载荷，和牵引车自身最大设计装载质量（如果有的话）的和。某些专用作业车（例如：汽车起重机修理工工程车、宣传车等）上的设备和装置被视为货物。

二、各类车型国内外产业及法规发展情况

2.1 M 类车型发展现状及现行法规梳理

在产业方面，2018 年至 2020 年全球乘用车产量呈现下滑趋势，2021 年随着新冠肺炎疫情缓和，居民出行需求增加，乘用车产量出现增长，产量约为 5705 万辆，同比增长 2%。预计 2022—2023 年全球乘用车市场需求回暖加速，产量呈增长趋势，到 2023 年全球乘用车产量将达 6639 万辆。国内乘用车市场连续 8 年超过 2000 万辆。2022 年，国内乘用车市场销量呈“U 形反转，涨幅明显”的特点，全年产销分别完成 2383.6 万辆和 2356.3 万辆，同比分别增长

11.2%和9.5%，增幅均高于行业7个百分点。得益于购置税优惠和新能源汽车快速增长，我国乘用车市场已经连续8年超过2000万辆。

标准法规方面，截至2023年4月2日，国家标准化管理委员会已批准发布的汽车（含摩托车）强制性国家标准共128项，其中，适用于乘用车M类车的强制性国家标准共68项，覆盖主动安全、一般安全、被动安全、环保与节能等。当前智能网联领域乘用车标准也有所涉及。

乘用车M类车强制性国家标准截至2023年，其主动安全标准如下：

表1 M类车主动安全强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	主动安全	GB 11550-2009	汽车座椅头枕强度要求和试验方法
2	主动安全	GB 11554-2008	机动车和挂车后雾灯配光性能
3	主动安全	GB 11564-2008	机动车回复反射器
4	主动安全	GB 12676-2014	商用车和挂车制动系统技术要求及试验方法
5	主动安全	GB 13057-2014	客车座椅及其固定件的强度
6	主动安全	GB 15235-2007	汽车和挂车倒车灯配光性能
7	主动安全	GB 16897-2022	制动软管的结构、性能要求及试验方法
8	主动安全	GB 17509-2008	汽车和挂车转向信号灯配光性能
9	主动安全	GB 17675-2021	汽车转向系基本要求
10	主动安全	GB 18099-2013	机动车和挂车侧标志灯配光性能
11	主动安全	GB 18408-2015	汽车及挂车后牌照板照明装置配光性能
12	主动安全	GB 18409-2013	汽车驻车灯配光性能
13	主动安全	GB 19151-2003	机动车用三角警告牌
14	主动安全	GB 21259-2007	汽车用气体放电光源前照灯
15	主动安全	GB 21670-2008	乘用车制动系统技术要求及试验方法
16	主动安全	GB 23255-2019	机动车日间行驶灯配光性能
17	主动安全	GB 24406-2012	专用校车学生座椅系统及其车辆固定件的强度
18	主动安全	GB 25990-2010	车辆尾部标志板

19	主动安全	GB 25991-2010	汽车用 LED 前照灯
20	主动安全	GB 4599-2007	汽车用灯丝灯泡前照灯
21	主动安全	GB 4660-2016	机动车用前雾灯配光性能
22	主动安全	GB 4785-2019	汽车及挂车的外部照明和光信号装置的安装规定
23	主动安全	GB 5920-2008	汽车及挂车前位灯、后位灯、示廓灯和制动灯配光性能

一般安全标准如下：

表 2 M 类车一般安全强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	一般安全	GB 11555-2009	汽车风窗玻璃除霜和除雾系统的性能和试验方法
2	一般安全	GB 11562-2014	汽车驾驶员前方视野要求及测量方法
3	一般安全	GB 11568-2011	汽车罩（盖）锁系统
4	一般安全	GB 13094-2017	客车结构安全要求
5	一般安全	GB 15082-2008	汽车用车速表
6	一般安全	GB 15084-2022	机动车辆 间接视野装置性能和安装要求
7	一般安全	GB 15085-2013	汽车风窗玻璃刮水器和洗涤器性能要求和试验方法
8	一般安全	GB 15740-2006	汽车防盗装置
9	一般安全	GB 15741-1995	汽车和挂车号牌板（架）及其位置
10	一般安全	GB 15742-2019	机动车用喇叭的性能要求及试验方法
11	一般安全	GB 1589-2016	汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
12	一般安全	GB 16735-	道路车辆 车辆识别代号（VIN）

		2019	
13	一般安全	GB 16737-2019	道路车辆 世界制造厂识别代号 (WMI)
14	一般安全	GB 18986-2003	轻型客车结构安全要求
15	一般安全	GB 19239-2022	燃气汽车燃气系统安装规范
16	一般安全	GB 24407-2012	专用校车安全技术条件
17	一般安全	GB 30509-2014	车辆及部件识别标记
18	一般安全	GB 30678-2014	客车用安全标准和信息符号
19	一般安全	GB 32087-2015	轻型汽车牵引装置
20	一般安全	GB 4094-2016	汽车操纵件、指示器及信号装置的标志

被动安全标准如下：

表 3 M 类车被动安全强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	被动安全	GB 34665-2017	客车灭火装备配置要求
2	被动安全	GB 38262-2019	客车内饰材料的燃烧特性
3	被动安全	GB 11551-2014	汽车正面碰撞的乘员保护
4	被动安全	GB 11552-2009	乘用车内部凸出物
5	被动安全	GB 11557-2011	防止汽车转向机构对驾驶员伤害的规定
6	被动安全	GB 11566-2009	乘用车外部凸出物
7	被动安全	GB 14166-2013	机动车乘员用安全带、约束系统、儿童约束系统和 ISOFIX 儿童约束系统

8	被动安全	GB 14167-2013	汽车安全带安装固定点、ISOFIX、固定点系统及上拉带固定点
9	被动安全	GB 15086-2013	汽车门锁及车门保持件的性能要求和试验方法
10	被动安全	GB 17354-1998	汽车前、后端保护装置
11	被动安全	GB 17578-2013	客车上部结构强度要求
12	被动安全	GB 18296-2019	汽车燃油箱及其安装的安全性能要求和试验方法
13	被动安全	GB 20071-2006	汽车侧面碰撞的乘员保护
14	被动安全	GB 20072-2006	乘用车后碰撞燃油系统安全要求
15	被动安全	GB 20182-2006	商用车驾驶室外部凸出物
16	被动安全	GB 26134-2010	乘用车顶部抗压强度
17	被动安全	GB 27887-2011	机动车儿童乘员用约束系统
18	被动安全	GB 7063-2011	汽车护轮板
19	被动安全	GB 8410-2006	汽车内饰材料的燃烧特性
20	被动安全	GB 9656-2021	机动车玻璃安全技术规范

环保节能标准如下：

表 4 M 类车环保节能强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	环保与节能	GB 19578-2021	乘用车燃料消耗量限值
2	环保与节能	GB 20997-2015	轻型商用车燃料消耗量限值
3	环保与节能	GB 22757.1-2017	轻型汽车能源消耗量标识 第 1 部分：汽油和柴油汽车
4	环保与节能	GB 22757.2-	轻型汽车能源消耗量标识 第 2 部分：可外接充电

		2017	式混合动力电动汽车和纯电动汽车
5	环保与节能	GB 27999-2019	乘用车燃料消耗量评价方法及指标

管理类标准如下：

表 5 M 类车管理类强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	管理类	GB 7258-2017	机动车运行安全技术条件

另外，根据智能网联汽车技术现状、产业需要及未来发展趋势，汽标委也分阶段建立了适应我国国情并与国际接轨的智能网联汽车标准体系。其中，现行的智能网联类的标准如下：

表 6 M 类车型已发布的智能网联汽车标准

编号	类型	标准号	标准名称	标准类型	备注
1	术语和定义	GB/T39263-2020	道路车辆先进驾驶辅助系统（ADAS）术语及定义	国标	推荐
2	分类和分级	GB/T40429-2021	汽车驾驶自动化分级	国标	推荐
3	功能安全	GB/T34590.1-2022 GB/T34590.2-2022 GB/T34590.3-2022 GB/T34590.4-2022 GB/T34590.5-2022 GB/T34590.6-2022 GB/T34590.7-2022 GB/T34590.8-2022 GB/T34590.9-2022 GB/T34590.10-2022 GB/T34590.11-2022 GB/T34590.12-2022	道路车辆功能安全 第 1 部分：术语 第 2 部分：功能安全管理 第 3 部分：概念阶段 第 4 部分：产品开发：系统层面 第 5 部分：产品开发：硬件层面 第 6 部分：产品开发：软件层面 第 7 部分：生产、运行、服务和报废 第 8 部分：支持过程 第 9 部分：以汽车安全完整性等级为导向和以安全为导向的分析第 10 部分：指南 第 11 部分：半导体应用指南	国标	推荐

			第 12 部分：摩托车的适用性		
4	功能安全	GB/Z42285-2022	道路车辆电子电气系统 ASIL 等级确定方法指南	国标	指导
5	网络安全	GB/T40861-2021	汽车信息安全通用技术要求	国标	推荐
6	网络安全	GB/T40856-2021	车载信息交互系统信息安全技术要求及试验方法	国标	推荐
7	网络安全	GB/T40855-2021	电动汽车远程服务与管理系统信息安全技术要求及试验方法	国标	推荐
8	网络安全	GB/T40857-2021	汽车网关信息安全技术要求及试验方法	国标	推荐
9	网络安全	GB/T41578-2022	电动汽车充电系统信息安全技术要求及试验方法	国标	推荐
10	雷达与摄像头	GB/T41484-2022	汽车用超声波传感器总成	国标	推荐
11	雷达与摄像头	QC/T1128-2019	汽车用摄像头	行标	推荐
12	感知融合	GB39732-2020	汽车事件数据记录系统	国标	强制
13	ADAS 信息辅助	GB/T39265-2020	道路车辆盲区监测（BSD）系统性能要求及试验方法	国标	推荐
14	ADAS 信息辅助	GB/T41797-2022	驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法	国标	推荐
15	ADAS	GB/T39901-2021	乘用车自动紧急制动系统（AEBS）性能要	国标	推荐

	控制 辅助		求及试验方法		
16	ADAS 控制 辅助	GB/T39323-2020	乘用车车道保持辅助（LKA）系统性能要求 及试验方法	国标	推荐
17	ADAS 控制 辅助	GB/T41630-2022	智能泊车辅助系统性能要求及试验方法	国标	推荐
18	AD 试验 方法	GB/T41798-2022	智能网联汽车自动驾驶功能场地试验方法 及要求	国标	推荐
19	网联 功能 规范	GB/T41901.1-2022 GB/T41901.2-2022	道路车辆网联车辆方法论 第1部分：通用信息 第2部分：设计导则	国标	推荐

表 7 M 类车型已立项的智能网联汽车标准

编号	类型	立项号	标准名称	标准 类型	备注
1	术语和定 义	20203968-T- 339	智能网联汽车术语和定义	国标	推荐
2	分类和分 级	20230388-T- 339	智能网联汽车自动驾驶系统设计运行条件	国标	推荐
3	符号和编 码	20203960-T- 339	智能网联汽车操纵件、指示器及信号装置的标 志	国标	推荐
4	功能安全	20203971-T- 339 20203966-T- 339 20203964-T- 339 20203965-T- 339	道路车辆功能安全审核及评估方法 第1部分：通用要求 第2部分：概念阶段和系统层面第3部分：软 件层面 第4部分：硬件层面	国标	推荐
5	预期功能 安全	20203970-T- 339	道路车辆预期功能安全	国标	推荐
6	网络安全	20214422- Q-339	汽车整车信息安全技术要求	国标	强制
7	网络安全	20214423-Q-	汽车软件升级通用技术要求	国标	强制

		339			
8	网络安全	20230389-T-339	道路车辆信息安全工程	国标	推荐
9	网络安全	20213611-T-339	汽车信息安全应急响应管理规范	国标	推荐
10	网络安全	20211169-T-339	汽车诊断接口信息安全技术要求及试验方法	国标	推荐
11	数据安全	20213606-T-339	智能网联汽车数据通用要求	国标	推荐
12	座舱交互	20213581-T-339	道路车辆免提通话和语音交互性能要求及试验方法	国标	推荐
13	地图与定位	20221438-T-339	车载定位系统技术要求及试验方法第1部分：卫星定位	国标	推荐
14	雷达与摄像头	20230386-T-339	车载激光雷达性能要求及试验方法	国标	推荐
15	雷达与摄像头	2021-1123T-QC	车载毫米波雷达性能要求及试验方法	行标	推荐
16	雷达与摄像头	20193383-T-339	汽车用主动红外探测系统	国标	推荐
17	雷达与摄像头	20193384-T-339	汽车用被动红外探测系统	国标	推荐
18	车载信息交互终端	20193386-T-339	车载无线通信终端	国标	推荐
19	ADAS 信息辅助	20203958-T-339	汽车全景影像监测系统性能要求及试验方法	国标	推荐
20	ADAS 信息辅助	20203963-T-339	乘用车夜视系统性能要求与试验方法	国标	推荐
21	ADAS 信息辅助	20205126-T-339	乘用车车门开启预警系统性能要求及试验方法	国标	推荐
22	ADAS 信息辅助	20205125-T-339	乘用车后方交通穿行提示系统性能要求及试验方法	国标	推荐
23	ADAS 控制辅助	20203961-T-339	汽车智能限速系统性能要求及试验方法	国标	推荐
24	ADAS 控制辅助	20213607-T-339 20213610-	智能网联汽车组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第1部分：单车道行驶控制	国标	推荐

		T-339	第 2 部分：多车道行驶控制		
25	AD 功能规范	20213608-T-339	智能网联汽车自动驾驶系统通用技术要求	国标	推荐
26	AD 试验方法	20213609-T-339	智能网联汽车自动驾驶功能道路试验方法及要求	国标	推荐
27	AD 关键系统	20214420-Q-339	智能网联汽车自动驾驶数据记录系统	国标	强制
28	网联功能规范	2021-0135T-QC	车载事故紧急呼叫系统	行标	推荐
29	网联技术应用	2021-0135T-QC	车载专用无线短距传输系统技术要求和试验方法	行标	推荐
30	网联技术应用	20230390-T-339	基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求及试验方法	国标	推荐
31	平台架构	2021-1122T-QC	车载有线高速媒体传输系统技术要求及试验方法	行标	推荐
32	平台架构	20211165-T-339 20211163-T-339 20213576-T-339	道路车辆基于因特网协议的诊断通信 (DoIP) 第 2 部分：传输协议与网络层服务 第 3 部分：基于 IEEE802.3 有限车辆接口 第 4 部分：基于以太网的高速数据链路连接器	国标	推荐

2.2 载客类无人车标准法规适用性分析

在整车领域，结合现行标准法规，对无人接驳车型进行适用分析，现有标准的项目适用性情况可分成三类：一是不适用，即针对乘员的标准项目不适用于无人接驳车，建议豁免试验项目。例如 GB 15082-2008 车速表测试标准，由于其不适用于无人接驳且不影响车辆正常运营及运行安全，建议此类条目进行豁免；

二是部分性能测试缺乏此项车辆指标，进而无法量化评判。例如 GB 21670 乘用车制动（制动性能）测试标准，由于无人接驳车车速无法达到相应法规的标准车速，进而无法参照对应评判标准进行结果性判定。由于制动性能关乎行车运营安全，建议确定量化相关评测指标，进而对此类车型进行制动性能判定；三是测试标准部分条款不适用或无法判定。例如 GB 7258 机动车安全运行强制

性项目中“汽车制动完全释放时间（从松开制动踏板到制动消除所需要的时间）对两轴汽车应小于等于 0.80 s，对三轴及三轴以上汽车应小于等于 1.2 s”由于无人接驳车已不具备三踏，因此上述条款无法进行判定。例如 2.GB 4785-2019 汽车及挂车外部照明和光信号装置安装规定项目中“应配备接通指示器。如果前照灯如标准所述实现自动控制，则应向驾驶员提供远光的自动控制已激活的提示”由于无人接驳车已取消传统意义驾驶舱，因此上述条款无法进行判定。但此类标准与安全性及通用指标要求关系密切，建议针对无人接驳车修改增加额外参照使用条款。

在智能网联领域，目前国内外自动驾驶功能测试标准均集中于智能网联汽车和乘用车自动驾驶系统的研究，尚未开展关于无人接驳车自动驾驶功能测试标准制定。国际方面，联合国 WP29 GRVA 子工作组 VMAD 自动驾驶安全验证方法中，形成了以道路测试、场地测试、仿真测试、审核与验证、交通场景等为支撑的“多支柱验证方法”，ISO 22737《预定路线的低速自动驾驶（LSAD）性能要求、系统要求和性能测试规范》。2021 年 1 月 22 日，联合国欧洲经济委员会世界车辆法规协调论坛通过了首个针对 SAE L3 级别自动驾驶功能决议的具有约束力的国际法规——有关自动车道保持系统（Automated Lane Keeping System，以下简称“ALKS”）的型式批准统一规定（以下简称“UN-R157 法规”），UN-R157 法规除对系统安全和故障安全响应、人机交互界面信息、目标事件检测与响应（OEDR）、自动驾驶储存系统（DSSAD）以及网络安全和软件更新等方面作出明确规定，还提供了旨在解决与系统安全评估相关的复杂性的创新条款及适用于车辆批准的标志管理、评估、测试和报告等技术要求。但是无人接驳车场景涵盖园区、景区、厂区等多场景，而 ISO 22737 仅针对低速自动驾驶系统的基本性能和系统功能作出规范、UN-R157 只针对车道保持功能作出要求，并不能完全适用于无人接驳车辆的测试评价，故仍需补充建立针对此类车型的自动驾驶测试场景及工况。

2.3 N 类车型发展现状及现行法规梳理

在产业方面，自 2015 年以来，伴随中国宏观经济增长带来公路运输业的迅速繁荣，以及国内法规政策红利的持续释放，中国商用车行业规模翻番，在 2020 年达到 160 万台的历史销量高点。但同时由于短期经济失速，叠加疫情封控、前期消费透支等多重因素，2022 年我国重卡市场全年总销量规模仅约 70

万台，相较于 2020 年高点或跌去近 60%，创两年来新低。在标准法规方面，近年来以标准法规鼓励发展的中重型商用车先进产品和新技术，主要体现在整车安全性、智能化及节油性。其中：安全性、智能化直接关系到车辆运输适用的安全、效率和效益；节能性主要为应对近些年国家日益严峻的环境压力这些性能早已上升到国务院及各部委以及国标委出台的强制性政策法规上；文中对现行主动安全类、一般安全类、被动安全类、环保类及智能网联类相关标准进行汇总整理，如下表所示：

表 8 N 类车主动安全强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	主动安全	GB 11550-2009	汽车座椅头枕强度要求和试验方法
2	主动安全	GB 11554-2008	机动车和挂车后雾灯配光性能
3	主动安全	GB 11564-2008	机动车回复反射器
4	主动安全	GB 12676-2014	商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法
5	主动安全	GB 15235-2007	汽车和挂车倒车灯配光性能
6	主动安全	GB 16897-2022	制动软管的结构、性能要求及试验方法
7	主动安全	GB 17509-2008	汽车和挂车转向信号灯配光性能
8	主动安全	GB 17675-2021	汽车转向系基本要求
9	主动安全	GB 18099-2013	机动车和挂车侧标志灯配光性能
10	主动安全	GB 18408-2015	汽车及挂车后牌照板照明装置配光性能
11	主动安全	GB 18409-2013	汽车驻车灯配光性能
12	主动安全	GB 19151-2003	机动车用三角警告牌
13	主动安全	GB 21259-2007	汽车用气体放电光源前照灯
14	主动安全	GB 23254-2009	货车及挂车 车身反光标识
15	主动安全	GB 23255-2019	机动车昼间行驶灯配光性能
16	主动安全	GB 25990-2010	车辆尾部标志板
17	主动安全	GB 25991-2010	汽车用 LED 前照灯
18	主动安全	GB 4599-2007	汽车用灯丝灯泡前照灯

19	主动安全	GB 4660-2016	机动车用前雾灯配光性能
20	主动安全	GB 4785-2019	汽车及挂车的外部照明和光信号装置的安装规定
21	主动安全	GB 5920-2008	汽车及挂车前位灯、后位灯、示廓灯和制动灯配光性能

一般安全标准如下：

表 9 N 类车一般安全强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	一般安全	GB 11568-2011	汽车罩（盖）锁系统
2	一般安全	GB 15082-2008	汽车用车速表
3	一般安全	GB 15084-2022	机动车辆 间接视野装置性能和安装要求
4	一般安全	GB 15740-2006	汽车防盗装置
5	一般安全	GB 15741-1995	汽车和挂车号牌板（架）及其位置
6	一般安全	GB 15742-2019	机动车用喇叭的性能要求及试验方法
7	一般安全	GB 1589-2016	汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
8	一般安全	GB 16735-2019	道路车辆 车辆识别代号（VIN）
9	一般安全	GB 16737-2019	道路车辆 世界制造厂识别代号（WMI）
10	一般安全	GB 18564.1-2019	道路运输液体危险货物罐式车辆 第 1 部分：金属常压罐体技术要求
11	一般安全	GB 18564.2-2008	道路运输液体危险货物罐式车辆 第 2 部分：非金属常压罐体技术要求
12	一般安全	GB 19239-2022	燃气汽车燃气系统安装规范
13	一般安全	GB 20300-2018	道路运输爆炸品和剧毒品化学品车辆安全技术条件

14	一般安全	GB 21668-2008	危险货物运输车辆结构要求
15	一般安全	GB 28373-2012	N 和 O 类罐式车辆侧倾稳定性要求
16	一般安全	GB 29753-2013	道路运输 食品与生物制品冷藏车 安全要求及试验方法
17	一般安全	GB 32087-2015	轻型汽车牵引装置
18	一般安全	GB 4094-2016	汽车操纵件、指示器及信号装置的标志

被动安全标准如下：

表 10 N 类车被动安全强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	被动安全	GB 11551-2014	汽车正面碰撞的乘员保护
2	被动安全	GB 11557-2011	防止汽车转向机构对驾驶员伤害的规定
3	被动安全	GB 11567-2017	汽车及挂车侧面和后下部防护要求
4	被动安全	GB 14166-2013	机动车乘员用安全带、约束系统、儿童约束系统和 ISOFIX 儿童约束系统
5	被动安全	GB 14167-2013	汽车安全带安装固定点、ISOFIX、固定点系统及上拉带固定点
6	被动安全	GB 15086-2013	汽车门锁及车门保持件的性能要求和试验方法
7	被动安全	GB 18296-2019	汽车燃油箱及其安装的安全性能要求和试验方法
8	被动安全	GB 20071-2006	汽车侧面碰撞的乘员保护
9	被动安全	GB 26511-2011	商用车前下部防护要求
10	被动安全	GB 26512-2011	商用车驾驶室乘员保护
11	被动安全	GB 8410-2006	汽车内饰材料的燃烧特性

12	被动安全	GB 9656-2021	机动车玻璃安全技术规范
----	------	--------------	-------------

环保与节能标准如下：

表 11 N 类车环保与节能强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	环保与节能	GB 20997-2015	轻型商用车燃料消耗量限值
2	环保与节能	GB 22757.1-2017	轻型汽车能源消耗量标识 第 1 部分：汽油和柴油汽车
3	环保与节能	GB 22757.2-2017	轻型汽车能源消耗量标识 第 2 部分：可外接充电式混合动力电动汽车和纯电动汽车

管理类标准如下：

表 12 N 类车管理类强制性国家标准

编号	类型	标准号	标准名称
1	管理类	GB 7258-2017	机动车运行安全技术条件

智能网联类的标准如下：

表 13 N 类车已发布的智能网联汽车标准

编号	类型	标准号	标准名称	ND	标准类型	备注
1	术语和定义	GB/T39263-2020	道路车辆先进驾驶辅助系统（ADAS）术语及定义	ND	国标	推荐
2	分类和分级	GB/T40429-2021	汽车驾驶自动化分级	ND	国标	推荐
3	功能安全	GB/T34590.1-2022 GB/T34590.2-2022 GB/T34590.3-2022 GB/T34590.4-2022 GB/T34590.5-2022	道路车辆功能安全 第 1 部分：术语 第 2 部分：功能安全管理 第 3 部分：概念阶段 第 4 部分：产品开发：系统层面 第 5 部分：产品开发：硬件层面 第 6 部分：产品开发：软件层面 第 7 部分：生产、运行、服务和报废 第 8 部分：支持过程	ND	国标	推荐

		GB/T34590.6-2022 GB/T34590.7-2022 GB/T34590.8-2022 GB/T34590.9-2022 GB/T34590.10-2022 GB/T34590.11-2022 GB/T34590.12-2022	第 9 部分：以汽车安全完整性等级为导向和以安全为导向的分析第 10 部分：指南第 11 部分：半导体应用指南第 12 部分：摩托车的适用性			
4	功能安全	GB/Z42285-2022	道路车辆电子电气系统 ASIL 等级确定方法指南	ND	国标	指导
5	网络安全	GB/T40861-2021	汽车信息安全通用技术要求	ND	国标	推荐
6	网络安全	GB/T40856-2021	车载信息交互系统信息安全技术要求及试验方法	ND	国标	推荐
7	网络安全	GB/T40855-2021	电动汽车远程服务与管理系统信息安全技术要求及试验方法	ND	国标	推荐
8	网络安全	GB/T40857-2021	汽车网关信息安全技术要求及试验方法	ND	国标	推荐
9	网络安全	GB/T41578-2022	电动汽车充电系统信息安全技术要求及试验方法	ND	国标	推荐
10	雷达与摄像头	GB/T41484-2022	汽车用超声波传感器总成	ND	国标	推荐
11	雷达与摄像头	QC/T1128-2019	汽车用摄像头	ND	行标	推荐
12	感知融合	GB39732-2020	汽车事件数据记录系统	ND	国标	强制
13	ADAS 信息辅助	GB/T39265-2020	道路车辆盲区监测（BSD）系统性能要求及试验方法	ND	国标	推荐
14	ADAS 信息辅助	GB/T41797-2022	驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法	ND	国标	推荐
15	ADAS 控	GB/T38186-	商用车辆自动紧急制动系统（AEBS）性能	ND	国标	推荐

	制辅助	2019	要求及试验方法			
16	ADAS 控制辅助	GB/T41796-2022	商用车车道保持辅助系统性能要求及试验方法	ND	国标	推荐
17	ADAS 控制辅助	GB/T41630-2022	智能泊车辅助系统性能要求及试验方法	ND	国标	推荐
18	AD 试验方法	GB/T41798-2022	智能网联汽车自动驾驶功能场地试验方法及要求	ND	国标	推荐
19	网联功能规范	GB/T41901.1-2022 GB/T41901.2-2022	道路车辆网联车辆方法论 第 1 部分：通用信息 第 2 部分：设计导则	ND	国标	推荐

表 14 N 类车已立项的智能网联汽车标准

编号	类型	立项号	标准名称	标准类型	备注
1	术语和定义	20203968-T-339	智能网联汽车术语和定义	国标	推荐
2	分类和分级	20230388-T-339	智能网联汽车自动驾驶系统设计运行条件	国标	推荐
3	符号和编码	20203960-T-339	智能网联汽车操纵件、指示器及信号装置的标志	国标	推荐
4	功能安全	20203971-T-339 20203966-T-339 20203964-T-339 20203965-T-339	道路车辆功能安全审核及评估方法 第 1 部分：通用要求 第 2 部分：概念阶段和系统层面 第 3 部分：软件层面 第 4 部分：硬件层面	国标	推荐
5	预期功能安全	20203970-T-339	道路车辆预期功能安全	国标	推荐
6	网络安全	20214422-Q-339	汽车整车信息安全技术要求	国标	强制
7	网络安全	20214423-Q-339	汽车软件升级通用技术要求	国标	强制

8	网络安全	20230389-T-339	道路车辆信息安全工程	国标	推荐
9	网络安全	20213611-T-339	汽车信息安全应急响应管理规范	国标	推荐
10	网络安全	20211169-T-339	汽车诊断接口信息安全技术要求及试验方法	国标	推荐
11	数据安全	20213606-T-339	智能网联汽车数据通用要求	国标	推荐
12	座舱交互	20213581-T-339	道路车辆免提通话和语音交互性能要求及试验方法	国标	推荐
13	地图与定位	20221438-T-339	车载定位系统技术要求及试验方法第1部分：卫星定位	国标	推荐
14	雷达与摄像头	20230386-T-339	车载激光雷达性能要求及试验方法	国标	推荐
15	雷达与摄像头	2021-1123T-QC	车载毫米波雷达性能要求及试验方法	行标	推荐
16	雷达与摄像头	20193383-T-339	汽车用主动红外探测系统	国标	推荐
17	雷达与摄像头	20193384-T-339	汽车用被动红外探测系统	国标	推荐
18	车载信息交互终端	20193386-T-339	车载无线通信终端	国标	推荐
19	ADAS 信息辅助	20203958-T-339	汽车全景影像监测系统性能要求及试验方法	国标	推荐
20	ADAS 控制辅助	20203961-T-339	汽车智能限速系统性能要求及试验方法	国标	推荐
21	ADAS 控制辅助	20213607-T-339 20213610-T-339	智能网联汽车组合驾驶辅助系统技术要求及试验方法 第1部分：单车道行驶控制 第2部分：多车道行驶控制	国标	推荐
22	AD 功能规范	20213608-T-339	智能网联汽车自动驾驶系统通用技术要求	国标	推荐
23	AD 试验方法	20213609-T-339	智能网联汽车自动驾驶功能道路试验方法及要求	国标	推荐
24	AD 关键	20214420-Q-	智能网联汽车自动驾驶数据记录系统	国	强制

	系统	339		标	
25	网联功能规范	2021-0135T-QC	车载事故紧急呼叫系统	行标	推荐
26	网联技术应用	2021-0135T-QC	车载专用无线短距传输系统技术要求和试验方法	行标	推荐
27	网联技术应用	20230390-T-339	基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求及试验方法	国标	推荐
28	平台架构	2021-1122T-QC	车载有线高速媒体传输系统技术要求及试验方法	行标	推荐
29	平台架构	20211165-T-339 20211163-T-339 20213576-T-339	道路车辆基于因特网协议的诊断通信 (DoIP) 第 2 部分: 传输协议与网络层服务 第 3 部分: 基于 IEEE802.3 有限车辆接口 第 4 部分: 基于以太网的高速数据链路连接器	国标	推荐

2.4 载货类无人车型标准法规适用性分析

在整车领域, 结合现行标准法规, 与 M 类车型类似, 现有标准的项目适用性情况可分成三类: 一是不适用, 即针对乘员的标准项目不适用于无人配送车, 建议豁免试验项目。例如 GB 15084-2022 机动车辆间接视野装置性能和安装要求标准, 由于其不适用于无人配送且不影响车辆正常运营及运行安全, 建议此类条目进行豁免; 二是部分性能测试缺乏此项车辆指标, 进而无法量化评判。例如 GB 12676 商用车制动 (制动性能), 由于无人配送车车速无法达到相应法规的标准车速, 进而无法参照对应评判标准进行结果性判定。由于制动性能关乎行车运营安全, 建议确定量化相关评测指标, 进而对此类车型进行制动性能判定; 三是测试标准部分条款不适用或无法判定。例如 GB/T 6323-2014 汽车操纵稳定性试验方法项目中“规定进行满载状态下的蛇形试验, 其平均横摆角速度峰值应小于 QC/T 480 对应标桩间距和基准车速的下限值”由于无人配送运行场景速度工况均与传统车辆有本质差异, 因此上述条款无法进行判定。但此类标准与安全性及通用指标要求关系密切, 建议针对无人配送车修改增加额外参照使用条款。

智能网联汽车标准方面, 汽标委自动驾驶工作组启动了多项关于自动驾驶功能测试标准, 其中 GB/T 《智能网联汽车 自动驾驶功能场地试验方法及要求》、

《商用车辆车道保持辅助系统性能要求及试验方法》、《驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法》均已发布，但该标准测试场景及测试要求未完全适用于无人配送车辆。《商用车辆车道保持辅助系统性能要求及试验方法》规定了商用车辆车道保持辅助系统的术语和定义、符号和缩略语、技术要求以及试验方法，适用于安装有具备车道偏离抑制功能的车道保持辅助系统的M2类、M3类和N类汽车。提出了直道车道保持、弯道车道保持、驾驶员干预、弯道偏离预警等方面的性能要求及试验方法。将引导生产企业生产满足行业需求的车道保持系统，推动车道保持系统在车辆上的大规模应用，减少由于车辆偏离车道而导致的交通事故。但无人配送车辆由于车速较低且运行工况与典型商用车有很大区别，因此仍需补充适用于测类车型的测试场景及评价准则。

第二章 无人车车型与现有车型分类体系差别

汽车产业正处于变革的大时代，智能化、网联化的浪潮持续而深刻地影响着汽车的内涵与外延。依靠传感器组合来进行外部复杂环境感知的无人化车辆应运而生，无人配送、接驳车是最典型的应用。由于可以降低运营成本、缓解人力不足，无人配送、接驳车正从封闭及半封闭的限定区域（园区、景区、厂区、社区、校园、机场等）逐步向城市开放道路扩展。

一、无人配送车行业现状及技术特点

1.1 无人配送车行业现状

无人配送车一般是指由动力驱动、具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的，具备自动货仓的无驾驶室的完整专用汽车车辆，主要用于运载包装良好的普通物品。具备可接收配送指令，实时环境感知，正确识别和响应交通标志、标线、信号灯、障碍物和交通参与者状态，智能决策和自动控制，具备网联通信功能，遇困情况下能主动请求接管，在公开道路或半公开道路环境下完成动态无人驾驶及配送任务的能力。

随着人工智能、5G、物联网、大数据的不断发展，无人配送车技术得到了越来越广泛的关注，它代表了未来物流和交通领域的重要发展趋势。近年来，国内外都对无人配送车行业加大了投资力度，无人配送车行业也得到了快速的

发展。

首先介绍一下国外的无人配送车发展现状。成立于 2014 年的英国无人配送车创业公司 Starship Technologies，其无人配送车 Starship 配备 9 个摄像头，具备完整的避障系统，可全自动执行任务，能够以每小时 4 英里的速度行驶，每次可以运送 20 磅（约 9 公斤）的物品，目前已累计完成超过 500 万次配送任务。来自英国的食品零售商 Ocado 计划利用迷你自动驾驶卡车 CargoPod 进行无人配送，并已经完成了上路测试环节。美国硅谷的初创公司 Nuro 于 2018 年 1 月推出了全自动无人配送车 R1，该无人配送车不是为低速园区内或者人行道而设计，而是可以在绝大多数城市内的地面道路上行驶，仅设计用于运载货物，第一款车型可容纳 12 个杂货袋。2018 年 12 月 18 日 R1 正式投入使用，同时 Nuro 于 2020 年 2 月宣布计划在德克萨斯州休斯敦测试第二代无人配送车 R2，被用于在加州医疗机构周围运输医疗用品。目前国外投入使用的无人配送车如图 1 所示。



(a) Starship Technologies 无人配送车



(b) Nuro R2 无人配送车

图 1 国外目前投入使用的无人配送车

国外的无人配送车行业大多以配送机器人技术为切入点进入相关市场并不断发展，并且在外卖配送，生鲜配送，货物运送等方面得到了广泛的应用，并且在大学校园，医院，商超等场景得到了测试使用。但是近两年，国外的无人配送车行业也陷入了一定瓶颈期，比如亚马逊于 2022 年关停了旗下的无人配送

车业务，而 Nuro 也在去年年底进行了大规模的裁员。测试场地有限，配送效率较低，并没有达成节约人力资本的目标等多方面原因对于国外的无人配送车行业带来了一定的冲击。

国内的无人配送起步比国外稍晚，但是国内的企业有着明显的场景优势。第一，配送业务量级来说，国内的物流业务需求规模巨大，远超其他任何一个国家。其次，国内人口密度较大，每单配送的距离相对较短，对无人配送设备的可持续工作能力要求相对较低，根据目前无人配送技术的发展程度来看更容易满足需求，易于落地。第三，在移动互联网技术的带动下，人们对新兴事物的可接受程度变高，由此带来的是无人配送产品的可实施落地的场景愈加丰富。尤其是在疫情的条件下，很多城市开始了无人配送服务以缓解人力不足，并避免了接触风险，在需求和宽松监管的双重作用下，疫情期间多家电商、物流及自动驾驶企业纷纷将产品投入试点，用无人配送的方式为医院、小区、商业区配送医疗及生活物资，这也提升了无人配送车在用户心中的认可程度。在与国外通过配送机器人技术切入市场不同，国内的无人配送车得益于成熟的自动驾驶技术，直接推出了具备车规级的无人配送车。

目前入局国内无人配送车的企业大致可以分为三类，第一类是以阿里、京东、美团等自带物流配送业务的互联网大厂，采用软件自研+硬件采购+自运营的方式推进，希望通过无人配送实现旗下物流配送体系的降本增效。京东于 2017 年将无人车投入日常配送运营，并于在 2019 年下半年开始，在通州的物资学院及房山等地进行了人车混行的开放道路的完全 L4 级别测试。美团的无人配送车于 2018 年 9 月在雄安新区投入试运营。第二类是从自动驾驶技术切入特定场景的初创公司，比如智行者，白犀牛，行深智能，新石器。这类企业多从无人驾驶技术研发和特定场景应用出发，期望在低速载物场景实现自动驾驶技术的商业化。智行者在物流配送及出行领域等多场景进行布局，所开发的无人驾驶物流车-蜗必达用于物流配送，目前仅在清华校园中进行测试。新石器除布局快递物流场景外，还开始布局无人零售场景，产品有无人零售车、无人快递配送车，在世园会，冬奥园区等诸多线下场景得到了实际应用。行深智能主要攻破末端物流的配送场景，并在此基础上探索新的配送体系，比如应用于快递、外卖、邮件、本地商超、医疗物资、小型厂区物资等运营区域的共配服务的小型无人车（超影 1000C 和翻羽 1000C），以及用于厂区物资转运、物流基地

货物转运等业务运营的中型无人车（奔霄 4000G）。白犀牛与国内多家大型商超及本地即时配送平台达成合作，在北京、上海、深圳等地开展日常化的商超&生鲜无人配送。驭势科技已推出可在厂区，机场等场景进行物流运输的无人物流车，以及专为开放道路和园区末端配送场景打造的无人配送车，可以实现到用户手中的最后五公里配送。图 2 中展示的是国内目前已经投入使用的无人配送车。



(a) 智行者蜗必达



(b) 新石器无人车 X3 Plus



(c) 行深智能奔霄系列



(d) 行深智能绝地系列



(e) 白犀牛无人配送车



(f) 驭势科技 UiBox 无人配送车

图2 国内初创企业已投入使用的一部分无人配送车

第三类是有主机厂及 Tier1 背景的企业，如毫末智行、东风，这类企业有传统汽车制造业基础，首先从底盘、车辆供应角度切入市场，并宣称提供无人配送解决方案并会布局运营。比如东风集团于 2019 年率先推出可应用在“最后一公里”配送的 Sharing Box。车体两侧都放置着同样数量货柜和操控屏幕，货柜分大、中、小三种类型，可接受两名用户同时扫码进行快递收发工作。长城汽车剥离了原技术中心智能驾驶前瞻分部，于 2019 年 11 月成立毫末智行，正式切入无人配送赛道。在物流场景中，毫末智行首先聚焦送餐与快递中的

B2B 场景，并不直接面对终端消费者，而是向顺丰、菜鸟等快递、物流公司和美团外卖平台出售低成本的无人配送车。相关的车型如图 3 所示。



(a) 东风 Sharing Box 无人配送车



(b) 毫末智行小魔驼 3.0 末端物流自动配送车

图 3 主机厂及车企推出的无人配送车

当前国内各家厂商均针对物流配送这一需求开发出了具有配送功能的无人车，但目前的行业内仍存在着一些问题。首先是技术层面，我国的无人配送车仍处于研发试验的阶段，目前仅在部分地区路段进行了小范围的测试，以及在道路状况并不是特别复杂的工业园区进行了测试。其次，在成本层面，无人配送车制造成本相对于市场预期来说还相对较高。之后，在法律法规层面，针对无人配送车行业的相关文件指引只涉及技术标准层面，还未扩展至行驶过程中的法律法规及政策。最后是场景应用层面，无人配送车仍为低速配送，在很多场景还无法落地使用，且仍无法实现真正的无人，而是需要人机协作共同完成配送。

1.2 无人配送车车型技术特点

1.2.1 主要应用场景特点/要求

现阶段，在公开道路及半公开道路上，按照不同配送需求，无人配送应用集中在快递配送、商超配送、餐饮配送和移动零售四种场景。由于各细分场景特点不相同，如表 15 所示，对车辆性能、参数等要求也不完全一样，市面上运

营模式较成熟的无人配送企业多聚焦在其中某一特定场景应用。

表 15 无人配送主要应用场景

应用场景	服务内容	配送模式	时效性	覆盖半径	典型企业
快递配送	一般包裹配送	物流点-个人 (B-C)	2~3 天	2-5KM	京东、菜鸟、中国 邮政、顺丰等
商超配送	超市、生鲜等 配送	商超-个人 (B-C)	1 小时	5KM	美团、白犀牛、毫 末智行等
餐饮配送	外卖类即时配 送	小商家-个人 (C-C)	30~45 分钟	3KM	优时科技、真机智 能等
移动零售	移动销售食 品、饮料等	固定范围内 灵活配送	无时效性 要求	1-2KM	新石器、行深智能

1.2.2 主要部件技术特点/要求

无人配送车是自动驾驶技术在配送场景上的应用，大多数技术跟一般自动驾驶技术相同，包括感知、决策与控制。无人配送车的主要零部件为三大核心零部件：传感器、计算平台与线控底盘，加主要配套零部件：电池、仓箱、交互显示屏。

(1) 传感器

无人配送车的传感器配置类型与无人驾驶车辆的传感器相同，主要为激光雷达、摄像头、毫米波雷达、超声波雷达和惯导等传感器。但由于无人配送车的应用特性，不会需要用到上述所有类型的传感器，只会根据场景需求配置部分传感器。主要以激光雷达和摄像头为主。

无人配送车上激光雷达普遍采用 16 线和 32 线的激光雷达，用于相对低成本的获取环境数据，并用于自动驾驶系统中的定位、感知等部分。无人配送车与乘用车激光雷达供应商相同，但其低线束雷达具有制造工艺要求低、价格低的优势，将更易量产。目前国内无人配送企业使用的 16 线和 32 线激光雷达大部分是 Velodyne、速腾聚创、镭神智能、览沃等国产激光雷达。

无人配送车上激光雷达普遍装配有 1 个或 2 个，一般安装在车顶，同时装配有多个摄像头，一般为 4 个到 8 个，用于形成 360 度无死角视野，完成自动驾驶和远程驾驶的感知和定位需求。

(2) 计算平台

车载计算平台是自动驾驶汽车的大脑，主要负责完成感知环节的认识融合任务以及整个决策环节，需要处理海量数据和进行复杂的逻辑运算。为满足高算力需求，目前车载智能计算平台集成多个 SoC，每个 SoC 集成多类计算单元（如 CPU、GPU、FPGA、ASIC 等）。

计算平台方面，目前无人配送车主流使用英伟达 Jetson AGX Xavier 平台，采用 CPU+GPU+ASIC 的技术路线，此外还创新集成 DLA。DLA 是 ASIC 架构专用引擎，可以高效处理深度学习算法，使单芯片算力提升至 30TOPS。Xavier 芯片采用 12nm 工艺，算力 30TOPS，功耗 30W，算力功耗比 1.0。最新推出的 Orin 架构与 Xavier 基本相同，采用 8nm 工艺，算力到达 254TOPS，功耗 65W，算力功耗比 3.9，能为自动驾驶提供更高水平的算力资源。

国产芯片及计算平台也逐渐发力。2022 年，地平线发布最新款的车规级 AI 芯片征程五代，以及基于该芯片的 Matrix5 计算平台，算力达到 128TOPS，以及华为车规级认证 MDC 计算平台，MDC 600 基于 8 颗昇腾 310 AI 芯片，算力高达 352TOPS。

(3) 线控底盘

无人配送车目前国内已有成熟底盘供应商。无人配送车线控底盘与乘用车差异较大，其采用整车电子电气架构、线控制动、车规级 ECU 等机动车底盘架构，但其底盘尺寸比一般汽车小。许多传统汽车上的零部件，比如轮、轮胎、制动器等无法直接使用，需要开发专用底盘。早期企业自己造车，现阶段国内无人配送车产业分工逐渐清晰，国内线控底盘制造商主要来自新能源汽车相关、机器人移动平台转型、高校孵化等，产业发展相对成熟。具体如表 16 所示。

表 16 部分无人配送车底盘厂商

企业	产品	合作企业
新石器	欧洲 L6e 轻量级底盘	自用等
中云智车	小型无人车底盘	百度等
煜禾森	前转后驱底盘 FR-05	京东、顺丰等
毫末智行	小魔盘	自用、美团等
PiX	PiXLOOP	百度等
奇瑞	小蚂蚁 S51 底盘	美团等

大多数厂商所供应底盘的参数配置如表 17 所示。

表 17 底盘参数

项目		参考配置参数
基本参数	长*宽*高 (mm)	(1000-4000) * (700-1700) * (1000-2200)
	轴距 (mm)	500-1500
	轮距 (mm)	500-1500
	整备质量 (kg)	200-800
	载重质量 (kg)	100-1000
	常规车速 (km/h)	10-50
	最高车速 (km/h)	20-60
	防水等级	≥IPX4
动力参数	越障能力 (cm)	≥5
	爬坡度	≥10%
	驱动电机额定功率 (kW)	≥20
	满载续驶里程 (km)	≥80

无人配送车线控底盘采用整车电子电气架构，主要有五大系统，分别为线控转向、线控制动、线控换挡、线控油门、线控悬架。

线控底盘能按照控制指令进行精确执行，并且底盘执行机构的功能完善，系统响应和精度要高，才能满足自动驾驶的线控需求。

线控制系统是未来制动系统的主流，线控制动系统由于采用电子控制的方式，可以大幅减少制动系统的反应时间，并有效提高建压速度。

线控转向系统现主流方式为电动助力转向系统 (EPS)，EPS 电子控制单元根据转矩信号、转动方向和车速信号等，向助力电机发出指令，使电动机输出响应大小和方向的转向助力转矩，从而产生辅助助力。其可实现自动驾驶汽车对转向系统对响应速度快响应精度高的要求。

整体来说，线控底盘的各项性能应能满足无人配送车的各项控制需求，并为自动驾驶控制提供更加精准高效的控制性能。

(4) 交互显示屏

为了满足无人配送车的人机交互功能，一般无人配送车会至少配置一块不小于 6 寸的交互显示屏，多数为触摸操作，安装在车身适当的位置方便人员操作。主要与人员交互内容为用户验证、开闭仓门、操作下单等功能。

1.2.3 整车车身技术特点/要求

(1) 整车尺寸

无人配送车设计的尺寸一般符合表 18 的情况。

表 18 设计尺寸

项目	尺寸 (mm)
整车长度 L	$1500 \leq L \leq 4000$
整车宽度 W	$900 \leq W \leq 1500$
整车高度 H	$1300 \leq H \leq 2300$
注：L、W、H 均为除传感器外，整车的尺寸。	

(2) 车速

无人配送车设计最大速度一般不大于 60km/h，现阶段运营车速一般在 5—25km/h，当无人配送车在非机动车道行驶时，速度一般不大于 15km/h，且行驶速度能根据当地交通管理部门的规定执行。

(3) 续航里程

无人配送车在充满电后，在城市公开道路行驶，满载状态下的续航里程一般不小于 80km。

(4) 整车质量

无人配送车整车质量一般不超过 750kg，其中包含传感器质量。

(5) 最大装载质量

无人配送车最大装载质量一般不超过 1000kg。

(6) 爬坡能力

无人配送车一般具备爬坡能力，且爬坡度不低于 20%。

(7) 回转半径

无人配送车最小回转半径一般不大于 4.5m。

(8) 淋水性能

无人配送车淋水性能一般不低于 IPX4 的规定。

1.2.4 行驶环境特点/要求

- (1) 环境温度：-15℃~45℃
- (2) 相对湿度：10%~85%
- (3) 大气压力：86kPa~106kPa
- (4) 天气要求：晴天、阴天、小雨（<2.5mm/h）、小雪（能见度>1000m）、小雾（能见度>1000m）、风力<5级（<10km/s）以下天气
- (5) 路面要求：沥青、水泥等坚硬路面，无>5m连续颠簸路段。
- (6) 道路路面：道路平整，无开裂、坑洼等影响车辆正常行驶路段；道路无大面积结冰、积水、油渍、泥泞覆盖。

1.2.5 无人行驶功能技术特点/要求

(1) 识别与响应交通标志和标线

在有交通标志和标线的道路上行驶时，无人配送车应能正确识别交通标志和标线，并按照交通标志和标线的要求行驶。可识别的交通标志和标线类型包括但不限于表 19 所示：

表 19 交通标志和标线类型

序号	交通标志和标线类型
1	限速标志
2	禁止跨越实线
3	停止标志
4	禁止左转标志
5	禁止右转标志
6	人行横道
7	机非分界线

(2) 识别与响应交通信号灯

在有交通信号灯的路口行驶时，无人配送车应能正确识别交通信号灯，并按照交通信号灯的要求行驶。

(3) 识别与响应静态障碍物

无人配送车应能正确识别典型静态障碍物，并规避障碍物安全行驶。

(4) 识别与响应动态障碍物

无人配送车应能正确识别环境中的动态障碍物，预测动态障碍物的行进路线，并做出规避和提醒等动作。

(5) 自动起步/停车能力

无人配送车应能按照道路环境与业务要求，自动起步。在规划路径的行驶途中，应能实现靠边停车。

(6) 自动掉头能力

无人配送车在交通状态和交通规则允许掉头的路段或路口，应能实现掉头功能。

(7) 自动紧急制动

无人配送车通过感知周边环境，发现有碰撞危险时，应能实现自动紧急制动，避免碰撞事故发生。自动紧急制动后，不应发生倾覆、溜车等问题。

(8) 自动倒车能力

无人配送车在交通状态和交通规则允许倒车的路段或路口，应能实现自动倒车功能。

1.2.6 无人配送功能技术特点/要求

(1) 装货/寄件/配餐

无人配送车具备完成装货/寄件/配餐动作的能力。具体为车辆稳定到达指定装货/寄件/配餐停车位，完成精准停车动作；车辆对工作人员/寄件人进行身份信息验证；验证通过后车辆打开指定箱格提示装货/寄件/配餐；车辆检测到货物从指定箱格放入；关闭箱门，生成配送单，提示工作人员/寄件人确认；待工作人员/寄件人确认信息后，下发车辆调度指令。

(2) 卸货/取货/售餐

无人配送车具备完成卸货/取货/售餐动作的能力。具体为车辆稳定停到收货工作人员/收件人/消费者附近，完成精准停车动作；与其他道路参与者保持安全距离（大于2m），停车后发出声音及视频画面提示收货工作人员/收件人/消费者；车辆对收货工作人员/收件人进行身份信息验证，提示消费者选择所需餐品；收货工作人员/收件人身份验证通过，或消费者完成扫码支付后，车辆打开指定箱格，提醒收货工作人员/收件人卸货/取货/取餐；车辆检测到货物从指定箱格取出；关闭箱门，提示收货工作人员/收件人/消费者完成卸货/取货/售餐。

(3) 多场景停车

无人配送车具备在指定地点停车、精准停车以及随机招手停车（移动零售场景）的能力。

1.2.7 作业安全特点/要求

(1) 自检功能

无人配送车具备自检功能，并在车辆启动时进行，包括系统自检、车辆状态自检、辅助驾驶系统（如有）例如远程驾驶/人工驾驶/V2X 等系统自检和配送相关业务系统自检。发现异常情况时，应通过声音、灯光或文字等进行告警提示，并根据自检情况选择性的对车辆功能进行限制。

(2) 系统故障告警

当无人配送车在行驶过程中，如若系统出现故障时，车辆应根据预设的故障等级选择性的提供告警提示，应通过声音或灯光等进行告警提示，并根据自检情况选择性的对车辆功能进行限制。

(3) 远程任务后援

无人配送车车辆在行驶过程中如遇到无法自主解决的阻碍或安全风险时，应能够主动呼叫远程安全员接管车辆驾驶权，并在接管应答后进入后援接管的守护状态。

(4) 行驶制动

无人配送车以额定车速行驶时，空载条件下其制动距离应符合以下规定：

表 20 制动距离

路面条件	制动初速度 (km/h)	制动距离 (m)
干燥道路	10	≤1.1
	20	≤3
潮湿道路	10	≤2.5
	20	≤7

(5) 驻车制动

无人配送车在满载情况下，应能停在上、下坡度不低于 20%的坡道上，车辆后溜距离不超过 5cm。

(6) 锐边及锐角

凡人体可能触及之处，均不应有尖角、毛刺、飞边等外露的锐边，车架、厢体四周以及厢体门等零部件的端部必须加工成圆角或用护套覆盖。

(7) 倾斜稳定性

无人配送车应在空载、静态状态下，向左侧和右侧倾斜时最大侧倾角不允许大于 25°。

(8) 车辆起步提示

无人配送车应在确认周边环境安全的情况下起步，并通过灯光、文字或者声音等进行提示。

(9) 低光照或夜间作业提示

无人配送车应能在低光照或夜间正常运行，且自身应当具有可被明显辨识的特征，配置夜间反光条等，在进行配送作业时，车辆通过声音、灯光、文字对四周进行警示提示。

(10) 柜门未关提示

无人配送车在配送作业过程中，如货柜门未关，车辆应发出声音等提示。

(11) 紧急配置

无人配送车车辆应配置紧急制动开关和机械断电开关，以应对突发紧急情况，并通过警示标语提示。

1.3 无人配送车国内外法规探索

无人配送车目前在低速场景落地应用较多，除了快递物流、无人零售、商超配送等便民场景，工厂园区、农产品销售、建筑材料搬运等场景也通过引入无人配送车，提高生产效率，保障生产安全。低速无人驾驶领域，无人配送会更快进入规模商用阶段。因此，全球多个国家和地区都在积极建立健全政策，放宽路权许可，完善监管体系，以加快无人配送车的商业化步伐。同时，合理的法律法规，对于规范管理这一新兴领域的发展，避免这一新兴技术所带来的潜在的法律、伦理及安全挑战至关重要。

作为开展自动驾驶及无人配送车相关研发比较早的国家，美国尚未在国家层面对无人配送车的商业化运营统一立法指导，但各州都有自己制定的监管细则。对定义为个人配送设备（Personal Delivery Device，简称PDD）的无人配送车，需遵循各州最新发布的PDD法规，比如弗吉尼亚州允许无人配送车在人行道上测试，州政府可根据条例禁止无人配送车在某些区域内行驶。个别州如俄亥俄州，佛罗里达州等还规定了需缴纳一般责任保险。体积小、行驶在人行道的无人配送车按个人配送设备进行管理，必须要求是电动设备，自重低于80磅（不包括货物），最高时速为每小时10英里（约16公里）。对于定义为机动车的，需遵从现有的机动车法规。据悉，Nuro是首家获得美国联邦政府无人驾驶豁免的公司。未颁布相应法规的地区，无人配送车按试点进行管理。未颁

布相应法规的地区，无人配送车按试点进行管理。如美国印第安纳州拉斐特市采用试点项目管理的方法，颁发许可证，允许无人配送车在规定服务区域送货。

英国主要依照机动车辆法规管理，其他法规与许可证制度尚未推出。与美国类似，英国也将微型无人配送车定义为“微型移动车辆”类别进行监管，默认情况下作为“机动车辆”类别。英国政府对无人配送车的规格要求如下：首先制造商需要证明车辆最高速度为 20—25km/h 之间，且运营方需投保 500 万—1000 万英镑的赔偿保险；监管方面，企业每两周提供一次关于事故或问题的报告；事故责任方面，运营方作为第一责任人。英国目前尚未通过“微型移动车辆”的相关法规，但英国交通部认为，无人配送车比道路上大多数车辆更轻、更慢，给交通参与者带来的风险较低，相关监管应与风险相当。同时，英国的无人配送车大多处于测试阶段，市政部门也将给无人配送车颁发许可证助其上路。

针对无人配送车，德国政府主要采用许可证制度。德国在对无人配送车辆认证的同时，也针对特定的运营园区、运营线路进行检验认证。2021 年 5 月，德国联邦议院通过了《自动驾驶法》草案。凭借该法案，德国成为全球首个允许 L4 级无人驾驶车辆参与日常交通并应用在全国范围的国家。该法规也促进了德国快速搭建无人配送车等各类自动驾驶车辆的管理体系。

法国 2019 年底颁布了《出行指导法》，为自动驾驶行业建立了立法框架，允许高级别自动驾驶车辆在实验性场景之外行驶。该法案还规定，2022 年起，高度自动化的公共或共享交通工具可以正式上路。瑞士根据各地产业发展情况，主要采取制定相关法规或推出许可证制度优化无人配送发展环境，大多数地区已经进行了封闭园区测试与小范围开放道路测试。爱沙尼亚于 2017 年颁布了无人配送车法规，规定了无人配送车准入要求，路权，监管等具体要求。

日本国土交通部于 2020 年颁布了《关于自动配送机器人标准放宽认证制度》，为无人车配送测试提供安全措施。2021 年 6 月，日本警察厅发布《特定自动配送机器人等开展道路测试相关道路使用管理规范》，简化已在公共道路上测试无人配送车的许可审查，方便企业加大道路测试。韩国国土交通部于 2021 年 6 月颁布了《第一次自动驾驶交通物流基本计划》，旨在提高无人驾驶交通物流服务技术，营造无人驾驶交通物流服务实证环境，营造无人驾驶交通物流服务事业环境加强无人驾驶安全性和提高技术接受性，构建无人驾驶交通物流生

态系统等。

无人配送的大规模应用需要很多配套的法律、法规和标准等支持。近年来，我国在无人配送领域的政策不断完善，一系列政策都为中国无人配送提供前所未有的发展机遇。当前，我国无人配送车行驶运营相关的管理体系都在起步期。2017年7月，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，该规划部署，到2020年人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步。同时，行业需要不断完善无人配送车的技术标准。在北京市经济和信息化局、中关村智能网联中心等机构指导下，美团点评、北京千方集团、中国信息通信研究院等在内的中关村智通智能交通产业联盟成员及有关单位，在联合发布了《服务型电动自动行驶轮式车技术要求》团体标准。该标准为无人配送车设置了技术标杆，也为配送机器人、轮式送餐车的应用落地和监督管理提供了参考依据。2023年2月9日北京市交通委员会等5部门制定了《北京市无人配送车道路测试与商业示范管理办法（试行）》，规定了无人配送车参照非机动车管理，应在非机动车道内行驶，最高行驶速度不超过15公里/小时，运营初期每辆测试车辆应配备现场驾驶员和远程驾驶员，当接近视野受限的弯道或交叉路口时，车辆应发出灯光或声音提示信号，提示其他交通参与者；正常情况下禁止借道超车。目前我国无人配送行业的相关文件指引只涉及技术标准层面，还未延伸至行驶过程中的法律法规及政策。完善的法律法规体系对于推动无人配送车产业技术的发展及快速落地有着积极的推动作用。

二、无人接驳车行业现状及技术特点

2.1 无人接驳车行业现状

无人接驳车是指以动力装置驱动或者牵引，可不配备传统的方向盘、制动或油门踏板等人工控制装置及后视镜等辅助人工控制的装置，可不配备驾驶员座椅，并实现L4（SAE J3016）及以上自动驾驶功能，用于接驳人员为主要目的的专用汽车。

目前，无人接驳车行业主要参与者来自主机厂、自动驾驶方案商及汽车零部件企业。主要可以分为Minibus和Robobus两种类型。Minibus即微循环接驳车，一般车速在20—40km/h，主要应用于机场、园区、景区、校园、社区等

场景，代表产品有宇通小宇、东风悦享 Sharing-VAN、中车 V5、一汽红旗小巴、百度阿波龙、驭势科技无人小巴等。Robobus 即自动驾驶小巴，软件控速在 40—60km/h，主要应用于交通枢纽、城市主干线道路等开放场景，提供城市公交服务，代表产品有轻舟 ONE、MOGO BUS M2 等。

主机厂宇通客车正向开发的自动驾驶巴士小宇于 2019 年 3 月亮相海南博鳌论坛，并展开接驳服务示范运营，目前小宇已在郑州、广州、南京、长沙、无锡、大连、绍兴、鄂尔多斯、三沙等城市开展常态化运营；东风悦享打造的 L4 级 5G 自动驾驶移动出行服务平台 Sharing-VAN 于 2019 年 4 月亮相上海车展，并于同年在武汉军运会投入运营，目前 Sharing-VAN、Sharing-BUS 等系列车型已在北京、雄安、上海、苏州、武汉、厦门、西安、东莞、大理等多个城市开展常态化运营；2022 年 8 月，中车电动 L4 级无人驾驶微循环小巴 V5 于中国天津工博会正式发布，2023 年 7 月落地宜宾长江工业园提供园区接驳服务。一汽红旗开发设计的红旗智能小巴作为“博鳌智能网联汽车及 5G 应用试点项目”展示车型于 2019 年在博鳌论坛亮相，并于 2022 年在北京经济技术开发区南海子公园启动示范运行。



(a) 宇通自动驾驶巴士小宇



(b) 东风悦享 Sharing-Van



(c) 中车电动 L4 级无人驾驶微循环小巴 V5



(d) 红旗智能小巴

图 4 国内主机厂的无人接驳车

L4 技术方案提供商，比如轻舟智航、驭势科技、蘑菇车联、文远知行、百度 Apollo 等也都在无人接驳车行业。智行者无人驾驶巴士于 2022 年 7 月，落地北京东升科技园，启动园区内人员接驳常态化运营；蘑菇车联于 2022 年 9 月在北京正式发布搭载“车路云一体化”系统的自动驾驶前装量产巴士 MOGO BUS M1（自动驾驶小巴）和 MOGO BUS M2（自动驾驶巴士）。SKYWILLING 基于云乐小马线控底盘平台打造无人通勤车，可容纳 4 人，主要可以应用于在园区、旅游区、社区等场所使用。



(a) 智行者 Robobus



(b) 轻舟智航 龙舟-ONE



(c) 蘑菇智联 MOGO BUS M1



(d) 蘑菇智联 MOGO BUS M2



(e) 文远知行无人驾驶小巴

图 5 自动驾驶方案商开发的无人接驳车

零部件商如 PIX Moving 与追势科技联合打造的 Robobus 于 2022 年 6 月正式在重庆渝北区仙桃数据谷王家庄地铁站到仙桃数据谷提供短距接驳服务，也是全球首台基于滑板底盘的 Robobus。SKYWILLING 基于云乐小马线控底盘平台打造无人通勤车，可容纳 4 人，主要可以应用于在园区、旅游区、社区等场所使用。国外的零部件商 Holon Mover 于 2023 年 1 月将在拉斯维加斯举行的 2023 年消费电子展上首次展示其最新研发的车型，其主要应用的场景为拼车和叫车等按需服务，以及正常的预订服务。并且已经宣布与德国第二大公共交通公司汉堡的 Hochbahn 合作，在美国与移动服务提供商 Beep 进行合作，将车辆应用于校园、机场和国家公园等场景之中。



(a)PIX Moving 与追势科技合作的 Robobus



(b)SKYWILLING 无人通勤车



(c)Holon Mover 无人驾驶巴士

图6 国内外零部件商开发的无人接驳车

在国内的无人接驳车行业发展的同时，国外的无人接驳车行业也在进行着快速的发展。国外的无人接驳车早在2019年就在机场等场景下投入使用，用于行李或货物的运输，日航在2019年9月宣布在成田国际机场禁区内展示自动驾驶牵引车，实验车为法国TLD制造的“TractEasy”。自动驾驶系统开发商Navya在2020年宣布推出L4完全自动驾驶接驳车服务，与Keolis合作，自6月起在法国Chteauroux国家体育射击中心将运动员和游客从停车场运送至接待区，行驶路线全长1.5公里，最高时速为18公里/时。在2023年的慕尼黑车展

上就有多家厂商推出了新款的无人接驳车，比如：EasyMile 与 Blue-chip 制造商合作，基于 EZ10s 推出的自动驾驶班车服务，可在市中心、城镇、大学、园区、医院、公园等地应用。德国舍弗勒集团和荷兰 VDL Groep 合作开发的电动自动穿梭巴士，其最高时速达 70 公里。舍弗勒和 VDL Groep 还将与 Mobileye 展开合作，后者将为穿梭巴士提供自动驾驶系统。来自以色列的 Carteav 的自动驾驶车辆主要用于酒店和度假村、退休社区、工业园区、社区、校园等场景，降低用户的现场运输成本，为游客带来更便捷的出行体验。德国 ZF 与移动出行服务商 Beep 合作将在美国市场推出新一代自动驾驶 L4 级无人穿梭车，总载客量为 22 人，最多提供 15 个座位，并可按规定路线全天候行驶。



(a) EasyMile 无人驾驶巴士



(b) 舍弗勒和 VDL Groep 的无人驾驶巴士



(c) ZF 无人穿梭车

图 7 国外无人接驳车

随着无人接驳车技术的发展，无人接驳车正从封闭及半封闭的限定区域（园区、景区、厂区、社区、校园、机场等）逐步向城市开放道路扩展，如地铁接驳专线、城市微循环公交、网约无人巴士等场景应用。而无人接驳车市场的快速发展也主要受政策及智慧道路升级两大因素影响推动。从国外来看，日本、美国、韩国等已出台鼓励性政策，允许无人接驳等自动驾驶车辆进行商业化运营。而我国北京、深圳等城市从产品标准、管理制度等方面对无人接驳车进行规范，对行业发展形成示范作用。另一方面，智慧道路建设也是无人接驳车行业发展的重要因素，尤其是各个城市示范区智慧公交线路的规划，对于 Robobus 产品的落地有着很大的推动作用。

2.2 无人接驳车车型技术特点

2.2.1 主要应用场景特点/要求

现阶段，在公开道路及半公开道路上，按照不同接驳需求，无人接驳应用集中在微循环接驳、干线接送和观光游览三种场景。由于各细分场景特点不相同，如表 21 所示，市面上运营模式较成熟的无人接驳企业多聚焦在其中某一特定场景应用。

观光游览：无人巴士可以用于景点游客的旅游观光的接驳，它们可以在景区或城市中游览，提供给游客一种新的、智能化的旅游方式。

微循环接驳：无人巴士可以用于短途的点到点接驳，或特定线路的多站点接驳，一般用于城市交通枢纽、主要人群密集点、企业园区、商业广场、住宅小区等站点之间的乘客接驳，以及提供定制化的交通服务。

干线接送：无人巴士可以用于点到点的长距接驳，一般用于机场、高铁站、港口等到换乘站点间的乘客接送，一般行驶在高架、高速、快速路等干线，提供长距离公共交通的服务。

表 21 无人接驳车主要应用场景及特点

应用场景	服务内容	运营车速	接驳里程
观光游览	特定慢速接驳	5—20km/h	5~10km
微循环接驳	特定短距接驳	20—40km/h	<30km

干线接送	特定长距接驳	60—100km/h	20~50km
------	--------	------------	---------

2.2.2 主要部件技术特点/要求

1) 车身

无人接驳车目前车体与商用客车整体接近，但为适配无人化而存在不同。

由于车辆不需要驾驶员来驾驶，所以原商用客车所单独配置的驾驶员操作空间/操作室不再需要配置，可以将驾驶室空间与乘客空间整体融合，形成一个一体化的车身设计，提供给乘客更加良好的乘坐空间和视野体验。

此外由于不需要驾驶员，所以车身外部设置的后视镜也可以不再需要配置，使车身外观配置更加简洁。

无人接驳车的车门一般设置为电动门，由于没有驾驶员操作，电动门一般在车内外均配置有实体开关来控制车门的开闭，但均需设置行驶安全规则对操作进行一定限制。

2) 底盘

无人接驳车线控底盘与商用客车车辆相近，其采用整车电子电气架构，主要有五大系统，分别为线控转向、线控制动、线控换挡、线控油门、线控悬挂。

线控底盘能按照控制指令进行精确执行，并且底盘执行机构的功能完善，系统响应和精度要高，才能满足自动驾驶的线控需求。

线控制动系统是未来制动系统的主流，线控制动系统由于采用电子控制的方式，可以大幅减少制动系统的反应时间，并有效提高建压速度。

线控转向系统现主流方式为电动助力转向系统（EPS），EPS 电子控制单元根据转矩信号、转动方向和车速信号等，向助力电机发出指令，使电动机输出响应大小和方向的转向助力转矩，从而产生辅助助力。其可实现自动驾驶汽车对转向系统对响应速度快相应精度高的要求。

整体来说，线控底盘的各项性能应能满足无人接驳车的各项控制需求，并为自动驾驶控制提供更加精准高效的控制性能。

无人接驳车的一般采用适应新能源形式的汽车，主要包括纯电动汽车、插电式混合动力汽车、燃料电池电动汽车、其他新能源（如超级电容器、飞轮等高效储能器）汽车，现阶段以前三种能源形式为主。

无人接驳车的动力主要来源于电机，一般分为感应异步电机和永磁同步电机两种类型，具体的电机功率和最大扭矩为主要影响动力的参数，应符合无人

接驳车的动力需求。

3) 电器

无人接驳车的传感器配置类型与无人驾驶车辆的传感器相同，主要为激光雷达、摄像头、毫米波雷达、超声波雷达和惯导等传感器。具体不同产品会根据场景需求配置不同方案的传感器。主要以激光雷达和摄像头为主。

无人接驳车上主激光雷达普遍采用 64 线及更高线束的激光雷达，用于获取高质量的环境数据，并用于自动驾驶系统中的定位、感知等部分。无人接驳车使用的激光雷达主要来自 Velodyne、禾赛、大疆、速腾聚创、镭神智能等激光雷达供应商。

无人接驳车上激光雷达普遍装配有比 robotaxi 更多的数量，由于其有着更长的车身，一般装配有 4—8 个并安装在车辆的四周和角上，同时装配有多个摄像头，一般为 4—8 个，用于形成 360 度无死角视野，完成自动驾驶和远程驾驶的感知和定位需求。另外无人接驳车根据车辆需求会选择安装 2—6 个毫米波雷达和多个超声波雷达。

车载计算平台是自动驾驶汽车的大脑，主要负责完成感知环节的识别融合任务以及整个决策环节，需要处理海量数据和进行复杂的逻辑运算。为满足高算力需求，目前车载智能计算平台集成多个 SoC，每个 SoC 集成多类计算单元（如 CPU、GPU、FPGA、ASIC 等）。

计算平台方面，目前无人接驳车主流使用英伟达 Jetson AGX Xavier 平台，采用 CPU+GPU+ASIC 的技术路线，此外还创新集成 DLA。DLA 是 ASIC 架构专用引擎，可以高效处理深度学习算法，使单芯片算力提升至 30TOPS。Xavier 芯片采用 12nm 工艺，算力 30TOPS，功耗 30W，算力功耗比 1.0。最新推出的 Orin 架构与 Xavier 基本相同，采用 8nm 工艺，算力到达 254TOPS，功耗 65W，算力功耗比 3.9，能为自动驾驶提供更高水平的算力资源。

国产芯片及计算平台也逐渐发力。2022 年，地平线发布最新款的车规级 AI 芯片征程五代，以及基于该芯片的 Matrix5 计算平台，算力达到 128TOPS，以及华为车规级认证 MDC 计算平台，MDC 600 基于 8 颗昇腾 310 AI 芯片，算力高达 352TOPS。

无人接驳车一般还配置有电动冷暖空调、HMI 显示屏、内部照明灯、内部音箱等其他提高乘客体验的电器套件。

车内人机交互主要通过 HMI 显示屏完成，车内人员可以通过 HMI 显示屏完成车内照明灯光的开闭控制，完成冷暖空调的启停和温度风量等的控制。

2.2.3 整车技术特点/要求

(1) 车速

无人接驳车设计最大速度一般不大于 100km/h，现阶段运营车速一般在 20—40km/h，且行驶速度能根据当地交通管理部门的规定执行。

(2) 能源形式

无人接驳车能源形式一般为插电式混动、燃料电池、纯电动。

2.2.4 无人行驶功能技术特点/要求

(1) 识别与响应静态障碍物

无人接驳车应能正确识别典型静态障碍物，包括但不限于：交通锥桶、轮胎路障、水泥路障、水桶路障、水马等，并能在此基础上修正自己的规划路径规避障碍物安全行驶。

(2) 识别与响应动态障碍物

无人接驳车应能正确识别环境中的动态障碍物，预测动态障碍物的行进路线，并能在此基础上修正自己的规划路径规避障碍物安全行驶，以及做出安全提醒等动作。

(3) 自主巡航/跟车

无人接驳车应能在前向行驶的状态下，自主的识别周边车辆，以及在合适的情况下选择自主匀速巡航或保持一定距离的自主跟车行驶，并能在前车加速、减速、匀速等多种情况下实现稳定跟车。

(4) 自主掉头

无人接驳车在交通状态和交通规则允许掉头的路段或路口，应能实现自动掉头功能，并能根据交通情况，自主选择合适的车道进入。

(5) 自主会车

无人接驳车在前向行驶的状态下，应能更具交通情况实现多种自主会车功能，包括但不限于：对向车道借道会车、下坡-上坡会车、上坡-下坡会车等，并能根据现场情况响应合适的车速进行会车。

(6) 并道行驶

无人接驳车应能在行驶过程中，根据现场情况和交通规则允许的车道上，

自主的实现多种并道行驶功能，自动选择相邻的车道进行并道行驶和连续并道行驶，包括临近车道无车和临近车道有车的情况。

(7) 减速带通行

无人接驳车应能识别地面减速带，根据现场情况和自身车速，选择是否需要减速，并保持车身平稳地通过减速带。

(8) 全路口通行

无人接驳车应根据自身规划的路径，自主的以直行/右转/左转的方式，通过十字/T字/环岛等路口，其间如遇特殊情况阻挡，能在交通规则允许的情况下，自主的调整行驶路径或等待阻挡消除等方式顺利通过路口。

(9) 识别与响应交通信号灯

在有交通信号灯的路口行驶时，无人接驳车应能正确识别交通信号灯，并按照交通信号灯指导的要求进行行驶。

(10) 识别与响应交通标志和标线

在有交通标志和标线的道路上行驶时，无人接驳车应能正确识别交通标志和标线，并按照交通标志和标线的要求行驶。可识别的交通标志和标线类型包括但不限于下表 22：

表 22 交通标志和标线类型

序号	交通标志和标线类型
1	限速标志
2	禁止跨越实线
3	停止标志
4	禁止左转标志
5	禁止右转标志
6	人行横道
7	机非分界线

(11) 车辆停车

无人接驳车应能实现定点停车、进站停车、自动泊车等自主停车功能，在特殊情况下的紧急停车，并能根据道路路况自动靠边等功能。

(12) 驾驶模式切换

无人接驳车应能实现自动/远程/人工驾驶模式的安全切换。

2.2.5 整车安全特点/要求

(1) 自检功能

无人接驳车应具备自检功能，并在车辆启动时进行，包括系统自检、车辆状态自检、辅助驾驶系统（如有）例如远程驾驶/人工驾驶/V2X 等系统自检和接驳相关业务系统自检。发现异常情况时，应通过声音、灯光或文字等进行告警提示，并根据自检情况选择性的对车辆功能进行限制。

(2) 系统故障告警

当无人接驳车在行驶过程中，具备系统（包括自动驾驶系统和车辆底盘）状态持续监听，若当系统出现故障时，车辆应根据预设的故障等级选择性地提供告警提示，应通过声音或灯光等进行告警提示，并根据自检情况选择性的对车辆功能进行限制。

(3) 系统安全冗余

无人接驳车的设计过程中应当注意安全冗余，包括自动驾驶系统的多系统冗余设计，车辆硬件系统须有备份方案，防止单个硬件失效，导致整个车辆系统发生危险或不可用。

(4) 远程任务后援

无人接驳车车辆在行驶过程中如遇到无法自主解决的阻碍或安全风险时，应能够主动呼叫车载或远程安全员接管车辆驾驶权，并在接管应答后进入后援接管的守护状态。

(5) 行驶制动

无人接驳车以额定车速行驶时，满载情况下制动性能应符合以下规定：

表 23 行车制动要求

制动初速度	制动距离 (m)	MFDD(m/s ²)	制动稳定性
30km/h	≤10	≥5.0	不得超出 3.0m 车道

(6) 驻车制动

无人接驳车在满载情况下，应能停在上、下坡度不低于 20%的坡道上，车辆静止 2min。

(7) 倾斜稳定性

无人接驳车应在空载、静态状态下，向左侧和右侧倾斜时最大侧倾角不允许大于 25°。

(8) 锐边及锐角

凡人体可能触及之处，均不应有尖角、毛刺、飞边等外露的锐边，车架、厢体四周以及厢体门等零部件的端部必须加工成圆角或用护套覆盖。

(9) 乘客安全限制

无人接驳车在行驶过程中，可能出现不可预料的突然制动、加速或转向，车辆座位应配置至少两点的安全带，并要求乘客落座后佩戴安全带，且在行驶过程中禁止乘客的站立行为。

(10) 车辆起步提示

无人接驳车应在确认周边环境安全的情况下起步，并通过声音、灯光或文字等进行提示。

(11) 低光照或夜间作业提示

无人接驳车应能在低光照或夜间正常运行，且自身应当具有可被明显辨识的特征，配置夜间反光条等，在乘客上下车时自动提供区域照明，车辆通过声音、灯光、文字对四周进行警示提示。

(12) 车门未关提示

无人接驳车在启动过程中，应能检测车门状态，如若发现车门未关，车辆应发出声/光等提示，直到车门关闭。

(13) 紧急配置

无人接驳车车辆应配置紧急制动开关和机械断电开关，以应对突发紧急情况，并通过警示标语提示。

(14) 其他配置

无人接驳车车辆应符合国家相关安全要求，配置例如车载灭火器、安全破窗锤等随车设备。

2.3 无人接驳车国内外法规探索

从国外来看，美国、日本等已出台鼓励性政策，允许无人接驳等自动驾驶车辆进行商业化运营。

2021年7月9日，ISO技术委员会发布了首个L4级自动驾驶系统国际安全标准，ISO 22737-Intelligent transport systems - low-speed automated driving (LSAD) systems for predefined routes - performance requirements, system requirements and performance test procedures (智

能运输系统-用于预定路线的低速自动驾驶（LSAD）系统-性能要求、系统要求和性能测试程序），该标准为L4级自动驾驶系统设计提供了一种设计通用语言，有助于促进这项技术在世界范围内的开发和部署；

美国交通部国家公路交通安全管理局（NHTSA）于2022年3月10日发布了《无人驾驶乘员保护安全标准》（Occupant Protection Safety Standards for Vehicles Without Driving Controls）的最终规则版本，强调自动驾驶车辆必须提供与人类驾驶传统车辆同等水平的乘员保护，明确完全自动驾驶汽车可不再需要配备传统的方向盘、制动或油门踏板等人工控制装置；

在2022年10月，日本警察厅公布了《道路交通法》修正案于2023年4月1日施行，解禁相当于在特定条件下由系统操控车辆的“Level 4”级（L4级）的自动驾驶出行服务以及利用自动配送机器人的业务。

从国内来看，2020年2月24日，国家发改委、工信部、科技部等11个部委联合发布了《智能汽车创新发展战略》，提出到2025年，中国标准智能汽车的技术创新、产业生态、基础设施、法规标准、产品监管和网络安全体系基本形成。随即，北京、上海、深圳等各城市从产品标准、管理制度等方面对无人接驳车进行规范，对行业发展形成示范作用。

2022年3月，北京市高级别自动驾驶示范区发布了《北京市智能网联政策先行区智能网联客运巴士道路测试、示范应用管理实施细则（试行）》，从车内管理、车辆运行、道路测试、保险保障、产品技术参数等方面作出针对性管理要求。2022年11月，北京市高级别自动驾驶示范区发布《北京市智能网联汽车政策先行区无人接驳车管理细则（道路测试与示范应用）》，这是全国首个针对不配备驾驶位和方向盘的短途载客类智能网联新产品的规范性文件，在国内率先以编码形式给予无人接驳车相应路权。

2022年8月23日，上海市人民政府办公厅发布了《上海市加快智能网联汽车创新发展实施方案》，提出到2025年，上海市初步建成国内领先的智能网联汽车创新发展体系。2023年2月1日起，上海正式施行《上海市浦东新区促进智能网联汽车创新应用规定》，从无人驾驶装备创新应用要求角度对智能网联汽车创新应用提出了具体要求。

2021年10月，深圳市智能交通行业协会发布《低速无人车城市商业运营安全会牵头全管理规范》团体标准，为中国首部专为自动驾驶低速无人车服务场景应用而编制的首创性标准。

2022年8月1日起，施行《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》在国内首次对智能网联汽车的准入登记、上路行驶等事项作出具体规定，是国内首部关于智能网联汽车管理的法规。

三、无人车与现有车型分类体系差别

3.1 无人车车型与现有车型分类体系差别

无人车主要是纯电动车辆或燃料电池车辆，与现有的M、N类车辆相比，部分环保与节能类型的标准、燃油箱相关的标准、其他燃料标准的均不再适用。另外，从无人车的用途和应用场景来看，无人车不存在危险产品运输，不存在罐式车辆，也不适用于校车，因此此类的标准也不适用。

表 24 传统汽车检验项目中不适用无人车的强制标准

编号	类型	标准号	标准名称	备注
1	环保与节能	GB 19578-2021	乘用车燃料消耗量限值	不涉及
2	环保与节能	GB 20997-2015	轻型商用车燃料消耗量限值	不涉及
3	环保与节能	GB 22757.1-2017	轻型汽车能源消耗量标识 第1部分：汽油和柴油汽车	不涉及
4	环保与节能	GB 27999-2019	乘用车燃料消耗量评价方法及指标	不涉及
5	被动安全	GB 18296-2019	汽车燃油箱及其安装的安全性要求和试验方法	不涉及
6	一般安全	GB 19239-2022	燃气汽车燃气系统安装规范	不涉及
7	一般安全	GB 18564.1-2019	道路运输液体危险货物罐式车辆 第1部分：金属常压罐体技术要求	不涉及
8	一般安全	GB 18564.2-2008	道路运输液体危险货物罐式车辆 第2部分：非金属常	不涉及

			压罐体技术要求	
9	一般安全	GB 20300-2018	道路运输爆炸品和剧毒品车辆安全技术条件	不涉及
10	一般安全	GB 21668-2008	危险货物运输车辆结构要求	不涉及
11	一般安全	GB 28373-2012	N 和 O 类罐式车辆侧倾稳定性要求	不涉及
12	一般安全	GB 24407-2012	专用校车安全技术条件	不涉及
13	一般安全	GB 11568-2011	汽车罩（盖）锁系统	不涉及
14	主动安全	GB 24406-2012	专用校车学生座椅系统及其车辆固定件的强度	不涉及
15	被动安全	GB 20072-2006	乘用车后碰撞燃油系统安全要求	不涉及

由于无人车主要是纯电动车辆或燃料电池车辆，目前新能源汽车检测项目中，针对纯电动车或者燃料电池汽车的测试标准，无人车都是需要进行测试的，例如：GB/T 18387-2017《电动车辆的电磁场发射强度的限值和测量方法》、GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》、GB/T 31484-2015《电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法》、GB 38031-2020《电动汽车用动力蓄电池安全要求》、GB/T 28382-2012《纯电动乘用车 技术条件》、GB/T 18386-2017《电动汽车能量消耗率和续驶里程 试验方法》、GB/T 24549-2020《燃料电池电动汽车 安全要求》等。

无人车一般指配备自动驾驶系统的无驾驶舱车辆。除去以上表格中不适用于无人车的强制标准外，对于无驾驶舱的无人车，由于没有了驾驶舱，与驾驶舱、驾驶员和辅助驾驶员驾驶的相关结构或设备也不存在了。这样的话，与驾驶舱、驾驶员以及辅助驾驶的相关的测试标准就不会再涉及了，比如《汽车座椅头枕强度要求和试验方法》《汽车驾驶员前方视野要求及测量方法》《汽车用车速表》《防止汽车转向机构对驾驶员伤害的规定》《商用车驾驶室外部凸出物》《商用车驾驶室乘员保护》等标准均不再适用。

对于无人车来说，现有标准的项目符合情况可分成三类，一是不适用，即针对驾驶舱或驾驶员的标准项目不适用于无人车，建议豁免试验项目；二是部分性能测试缺乏此种车辆指标，因而无法量化评判；三是测试标准部分条款不

适用或无法判定。其标准适用性分析如表 25 所示。

表 25 无人车标准适用性分析

不适用类型	标准和项目	建议
<p>驾驶舱或驾驶员相关标准项目不适用</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. GB 11550-2009 汽车座椅头枕强度要求和试验方法 2. GB 11555 -2009 汽车风窗玻璃除霜和除雾系统的性能和试验方法 3. GB 11562-2014 汽车驾驶员前方视野要求及测量方法 4. GB 15082-2008 车速表 5. GB 15084-2022 机动车辆 间接视野装置性能和安装要求 6. GB 15085-2013 汽车风窗玻璃刮水器和洗涤器性能要求和试验方法 7. GB 4094-2016 汽车操纵件、指示器及信号装置的标志 8. GB 11557-2011 防止汽车转向机构对驾驶员伤害的规定 9. GB 20182-2006 商用车驾驶室外部凸出物 10. GB 26512-2011 商用车驾驶室乘员保护 	<p>由于相关标准不适用于无驾驶舱的无人车且不影响车辆正常运营及运行安全，建议此类条目进行豁免。</p>
<p>性能测试缺乏对应评判指标</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. GB 21670-2008 乘用车制动系统技术要求及试验方法（制动性能） 2. GB 12676-2014 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法（制动性能） 3. GB 15742-2019 机动车用喇叭的性能要求及试验方法 	<p>由于部分无人车的车速无法达到相应法规的标准车速，进而无法参照对应评判标准进行结果性判定。由于制动性能关乎行车运营安全，建议确定量化相关评测指标，进而对此类车型进行制动性能判定。</p> <p>建议修订，标准规定了机动车喇叭性能和机动车喇叭装</p>

		<p>车性能，但是喇叭什么时候起作用由驾驶员决定，对于无驾驶舱的无人车，由于没有驾驶员，需要标准中确定什么时候喇叭起作用。</p>
<p>测试标准部分条款不适用或无法判定</p>	<p>1. GB 7258-2017 机动车运行安全技术条件（此标准正在修订中） 举例：汽车制动完全释放时间（从松开制动踏板到制动消除所需要的时间）对两轴汽车应小于等于 0.80 s，对三轴及三轴以上汽车应小于等于 1.2 s</p> <p>2. GB 4785-2019 汽车及挂车外部照明和光信号装置安装规定（此标准正在修订中） 举例：应配备接通指示器。如果前照灯如标准 5.1.7.1 所述自动控制，则应向驾驶员提供远光的自动控制已激活的提示。在自动控制开启期间，该信息就一直显示</p> <p>3. GB 17675-2021 汽车转向系 基本要求 举例：转向系统基本要求中，对于无驾驶室舱的无人车，转向力、响应时间均需要测试，对驾驶员转向力的要求需要修订删减。</p> <p>4. GB 11551-2014 汽车正面碰撞的乘员保护 举例：对于无驾驶舱的无人车，由于没有了转向系统，驾驶员相关的伤害要求需要修改删减。</p>	<p>此类中，测试标准绝大多数条款均适用，但仍有部分条款或指标无法判定，由于此类标准与安全性及通用指标要求关系密切，建议针对此类，分别对有驾驶舱的无人车和无驾驶舱的无人车进行修改，增加额外参照使用条款</p>

另外，由于无驾驶舱的无人车，这类自动驾驶系统只允许在自动驾驶模式

下行驶，定位在 L4 及以上级别，辅助驾驶、L3 相关的法规也不再适用。目前已制定好的智能网联汽车标准，针对无人车，其适用情况如下所示：

表 26 智能网联汽车标准中无人车的标准适用性情况

编号	类型	标准号	标准名称	备注
1	术语和定义	GB/T39263-2020	道路车辆先进驾驶辅助系统 (ADAS) 术语及定义	不适用
2	分类和分级	GB/T40429-2021	汽车驾驶自动化分级	适用
3	功能安全	GB/T34590.1-2022 GB/T34590.2-2022 GB/T34590.3-2022 GB/T34590.4-2022 GB/T34590.5-2022 GB/T34590.6-2022 GB/T34590.7-2022 GB/T34590.8-2022 GB/T34590.9-2022 GB/T34590.10-2022 GB/T34590.11-2022 GB/T34590.12-2022	道路车辆功能安全第 1 部分：术语 第 2 部分：功能安全管理 第 3 部分：概念阶段 第 4 部分：产品开发：系统层面 第 5 部分：产品开发：硬件层面 第 6 部分：产品开发：软件层面 第 7 部分：生产、运行、服务和报废 第 8 部分：支持过程 第 9 部分：以汽车安全完整性等级为导向和以安全为导向的分析 第 10 部分：指南 第 11 部分：半导体应用指南 第 12 部分：摩托车的适用性	适用
4	功能安全	GB/Z42285-2022	道路车辆电子电气系统 ASIL 等级确定方法指南	适用
5	网络安全	GB/T40861-2021	汽车信息安全通用技术要求	适用
6	网络安全	GB/T40856-2021	车载信息交互系统信息安全技术要求及试验方法	适用
7	网络安全	GB/T40855-2021	电动汽车远程服务与管理系统信息安全技术要求及试验方法	适用
8	网络安全	GB/T40857-2021	汽车网关信息安全技术要求及试验方法	适用

9	网络安全	GB/T41578-2022	电动汽车充电系统信息安全技术要求及试验方法	适用
10	雷达与摄像头	GB/T41484-2022	汽车用超声波传感器总成	根据装配的传感器判定是否适用
11	雷达与摄像头	QC/T1128-2019	汽车用摄像头	
12	感知融合	GB 39732-2020	汽车事件数据记录系统	适用
13	ADAS 信息辅助	GB/T39265-2020	道路车辆盲区监测（BSD）系统性能要求及试验方法	不适用
14	ADAS 信息辅助	GB/T41797-2022	驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法	不适用
15	ADAS 控制辅助	GB/T39901-2021	乘用车自动紧急制动系统（AEBS）性能要求及试验方法	不适用
16	ADAS 控制辅助	GB/T38186-2019	商用车自动紧急制动系统（AEBS）性能要求及试验方法	不适用
17	ADAS 控制辅助	GB/T39323-2020	乘用车车道保持辅助（LKA）系统性能要求及试验方法	不适用
18	ADAS 控制辅助	GB/T41796-2022	商用车车道保持辅助系统性能要求及试验方法	不适用
19	ADAS 控制辅助	GB/T41630-2022	智能泊车辅助系统性能要求及试验方法	不适用
20	AD 试验方法	GB/T41798-2022	智能网联汽车自动驾驶功能场地试验方法及要求	适用
21	网联功能规范	GB/T41901.1-2022 GB/T41901.2-2022	道路车辆网联车辆方法论 第 1 部分：通用信息 第 2 部分：设计导则	适用

3.2 对无人车管理存在的不足，以及带来的问题

无人车作为一项新兴技术的重要落地产品，近年在各相关厂商、研发机构与地方先行试点区不断努力下，产品的技术能力与场景适应能力取得了长足的进展，但在未来大规模应用时对无人车的管理仍需进行不断地探索。目前，对

无人车的管理主要在以下方面仍存在不足。

无人车准入方面：a) 无人车尚不属于纳入准入规范管理的道路机动车辆，无法获得开放道路行驶权，行业发展整体处于在封闭半封闭园区进行测试示范的阶段，导致无人车对开放道路场景适应能力进展有所减缓；b) 无人车产品外观形态、内饰尚未形成统一标准，各大厂家造型各异，无法进行统一规范管理；

无人车上路管理方面：a) 无人车运营牌照、车型、运营单位未形成有效执行备案机制，存在肇事后无法溯源问题；b) 未形成一套无人车在道路上因故障影响交通的应急处理管理机制，存在阻碍交通风险。

以上两方面均有可能导致无人车上路带来的安全隐患及阻碍交通的风险，需要在现有车型分类管理体系基础上结合无人化车型新特点，有针对性地研究无人化新车型管理方案及技术标准制定方案。

第三章 现有车辆分类体系完善方案

无人接驳车、无人配送车等载人载货新型无人化车型在正常运行工况下由自动驾驶系统感知外部环境，并基于控制器搭载的算法作出驾驶决策，控制车辆在其设计运行条件内安全行驶。相对传统车辆在结构上主要区别是无驾驶员，不需具备驾驶舱、传统的方向盘、制动或油门踏板、转向灯、双闪灯等人工控制装置及仪表、后视镜等辅助人工控制的装置。核心区别见表 27。

表 27 传统车型与无人化车辆差异对比分析表

序号	项目	传统车辆	无人化车辆
1	驾驶舱	具备驾驶舱	不需具备驾驶舱
2	后视镜	要求配备后视镜	不需配备后视镜
3	转向灯、双闪灯控制	人工控制	自动控制
4	仪表及交互	人工驾驶交互	乘客交互
5	底盘	不要求具备线控功能	要求具备线控功能
6	档位	人工控制	自动控制

为了有效将无人车车型纳入现有车型分类管理体系，建议在原有分类基础上，新增车辆子类别。即在本报告第一章根据 GB/T 15089-2001《机动车车辆及挂车分类》梳理的 M 类、N 类等车型分类基础上，新增 A 类对应正常情况下无法人工驾驶，只能通过系统驾驶的车型分类。

A 类为配备自动驾驶系统的无驾驶员车辆，是指配备自动驾驶系统的 M 或 N 类车辆，并且在通常工况下不能手动驾驶。在车辆行驶过程中不具备驾驶员接管条件。

低速配送、低速接驳目前为无人化车型应用的典型场景。相关应用车型根据实际用途及行驶区域，其最大设计运行速度介于 25km/h - 60km/h 之间。该类车型由于速度限制与公开道路目前的管理政策存在一定偏差。为了充分考虑这类车型的路权问题，建议将 A 类再进一步细分为 X 类和 Y 类。X 类车辆是指属于 A 类，且最大行驶速度不超过 25km/h 的车辆。Y 类车辆是指属于 A 类，且最大设计速度超过 25km/h 但不超过 60km/h 的车辆。目前在各地示范区运营的低速无人配送车、低速无人小巴等属于 X 类，中高速无人配送车、中高速无人小巴属于 Y 类。

在具体车型定义时，可结合车辆载人或载客等属性及载重量等在传统车型分类体系中进行界定，再结合其无人特性及最大行驶速度确定在 A 类中具体分类。二者组合定义对应车型。如仅能行驶于辅路的低速无人配送车一般用于载货，且最大设计总质量不超过 3500kg，行驶速度不超过 25km/h。该类车型被定义为 N₁X 类。如能行驶于城区主要道路的无人配送车，最大行驶速度在 25km/h-60km/h 之间，该类车型被定义为 N₁Y 类。

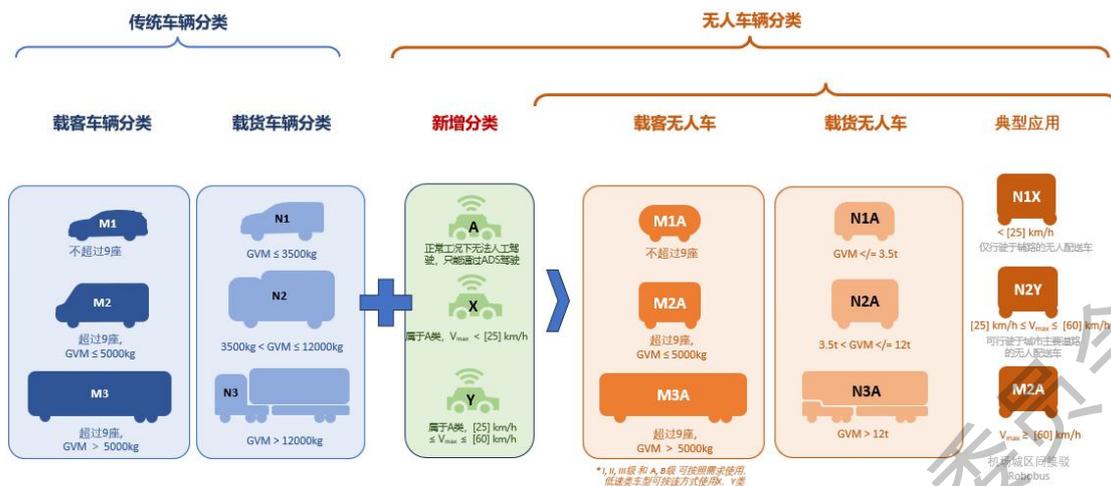


图8 无人化车型分类体系研究

关于无人化新车型的管理问题，其设计技术规范应符合传统车辆规定，同时需要针对无驾驶位等结构差异等方面开展对应领域标准化方案需求研究。后续章节将围绕无人配送车、无人接驳车等无人化车型典型应用方面开展对应标准化方案研究。

第四章 无人车新车型分类和定义建议

一、无人配送车新车型分类和定义建议

1.1 概述

从无人配送车的两条演变路径来看，一是由做机器人底盘的企业延伸而来，二是由做低速车的企业和整车厂切入。目前，行业对无人配送产品理解和定义有所争议，主要有三种不同观点，具体如下所述。

a) 机动车

无人配送产品“用于运送物品以及进行工程专项作业的轮式车辆”，这一属性更贴近于“机动车”类别，根据《道路交通安全法》中对“机动车”的定义，以动力装置驱动或者牵引，上道路行驶的供人员乘用或者用于运送物品以及进行工程专项作业的轮式车辆。但若定义其为机动车，则需要进行场地测试、公开道路测试方能上路，同时接受严格的产品标准、市场准入、牌照等管理，现

未有完善的法律法规体系支撑，所以难以按照机动车进行管理。

b) 非机动车

目前各地运营的无人配送车、无人零售车等，均按照非机动车行驶规则在非机动车道内或靠右侧行驶。但《道路交通安全法》规定，“非机动车”，是指以人力或者畜力驱动，上道路行驶的交通工具，以及虽有动力装置驱动但设计最高时速、空车质量、外形尺寸符合有关国家标准的残疾人机动轮椅车、电动自行车等交通工具。此外国家强制性标准《快递专用电动三轮车技术要求》中也对快递三轮车的整车质量不大于 200kg 提出明确规定。虽然无人配送车的时速可以满足非机动车标准，但是其重量多数在 200kg 之上，不符合非机动车国家标准。

c) 机器人

疫情期间，大部分企业的无人配送产品通常以“机器人”身份向在地方政府提交申请，地方政府审批备案后，牵头协调公安、交通等部门给予其试点运营支持。如果按机器人管理，目前法律并不禁止机器人上路。

1.2 现有政策中的车型定义及分类

现有的政策主要出现在地方城市的管理政策，各城市政策对于无人配送车未有车型进行定义和分类，管理上都暂时按照非机动车规则进行管理。是因为机动车现有的标准体系未有该车型分类定义所以无法按照规程管理，但这并不是长久之计，法律法规会逐渐完善相应的管理制度。部分城市对于无人配送车的政策列举如下。

1.2.1 北京市现有政策

《北京市无人配送车道路测试与商业示范管理办法（试行）》，本办法所称无人配送车（以下简称“车辆”），是指搭载先进的传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可无需人类主动操作情况下，实现自动、安全行驶，进行商超配送、外卖配送、快递配送等工作的新型运载工具。

无人配送车参照非机动车管理，应在非机动车道内行驶，在没有非机动车道的道路上，应当靠车行道的右侧行驶，因非机动车道被占用无法在本车道内行驶的，可以在受阻的路段借用相邻的机动车道行驶，并在驶过被占用路段后迅速驶回非机动车道，最高行驶速度不超过 15 公里/小时。

1.2.2 海南省现有政策

《海南省低速功能型无人车道路测试与示范应用 管理办法（试行）》，低速功能型无人车是指搭载先进的传感器、控制器、执行器等装置，实现智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能的低速智能网联专用作业车辆。

本办法所指低速功能型无人车是指未列入机动车号牌管理的专用作业车辆，参照非机动车规则进行管理。

1.2.3 杭州市现有政策

《杭州市智能网联车辆测试与应用管理办法的》，低速无人车是指具备自动驾驶功能，未设有驾驶室，支撑物流配送、巡检、零售、环卫等业务的功能型车辆。鼓励低速无人车在封闭、半封闭区域内开展物流配送、巡检、零售、环卫等专用场景应用。支持有条件的区、县（市）在特定区域特定路线开展低速无人车应用，参照非机动车管理相关规定进行管理。

1.3 现有标准中的车型定义和分类

现有的标准对于无人配送车有车型定义但未有分类，部分标准对于无人配送车的定义列举如下。

表 28 无人配送车现有标准和定义

标准名称	车型定义
T/CMAA 117.1—2021 《服务型电动自动行驶轮式车第 1 部分：技术要求》	具备自动行驶功能的低速电动轮式车辆。服务型电动自动行驶轮式车具有以下特征：无需人类主动的操作情况下，车辆能够在道路上自动、安全行驶，进行货物配送、餐饮配送、道路清洁、监管巡逻等工作。
T/ITS 0202—2021 《低速无人配送车运行安全要求》	具备自动驾驶功能，未设有驾驶舱，不提供载人服务，支撑末端物流配送的功能型车辆。
T/CITSA 05-2020 《短途智能无人车配送服务技术要求》	指纯电驱动，满载最大质量应不大于 1200kg，设计最高车速为 20km/h~40km/h，具备自动行驶功能，能够在特定区域内的道路上自动、安全行驶，进行货物配送的无人驾驶车辆。
T/SZIT 002-2021 《低速无人车城市商业运营管理规范》	又称低速无人驾驶车辆 Low-Speed Unmanned Vehicles，本标准统一称为“低速无人车”，或简称“无人车”“车辆”“LSU”，部分室内或封闭场景也常被称为“移动机器人”。是具备 GB/T 40429-2021 中规定的 3 级及以上驾驶自动化水平的自动驾驶系统、行驶速度较低且不配备传统驾驶员并仅行驶于地面的运载工具。

<p>T / CSAE 286.1-2022</p> <p>《功能型无人车 第1部分：术语和定义》</p>	<p>具备环境感知、智能决策和自动控制，或与外界信息交互，乃至协同控制功能，无人驾驶操纵机构，在特定场景完成指定功能任务（无人配送车、无人零售车、无人配送车、无人环卫车、无人安防巡逻车、无人运输车等）新型车辆。</p>
---	---

1.4 建议的新车型定义和分类

参照现有标准，无人配送车按照载货功能，在 GB/T 3730.1-2022 中定义相近的为载货汽车和专门用途车，载货汽车按照车辆的主要结构区别对其进行了细分类，在 GB/T 15089 中定义相近的为 N 类，N 类按照车辆的总质量区别对其进行了细分类，但为了适应无人驾驶新车型的管理，根据第三章的内容，我们引入 A 类车型的定义，即配备自动驾驶系统的无驾驶员车辆，用 N 和 A 来组合定义无人配送车。

1.4.1 无人配送车新车型定义

“无人配送车”是指配备自动驾驶系统的总质量小于 3.5t 的 N₁A 类车辆基础上，具备自动货舱的无驾驶室的完整专用汽车车辆，主要用于运载包装良好的普通物品。具备可接收配送指令，实时环境感知，正确识别和响应交通标志、标线、信号灯、障碍物和交通参与者状态，智能决策和自动控制，具备网联通信功能，遇困情况下能主动请求接管，在公开道路或半公开道路环境下完成动态无人驾驶及配送任务的能力。

1.4.2 无人配送车新车型分类

按照在 GB/T 15089 中定义的 N 类，N 类按照车辆的总质量区别对其进行了细分类，无人配送车根据载重特性一般属于 N₁ 类。结合第三章描述的 A 类车型的定义和速度分类，将无人配送车按照最大设计速度进行分类。具体描述如下：

——低速无人配送车，一般指最高设计车速 $\leq 25\text{km/h}$ 的无人配送车，属于 N₁X 类。

——中高速无人配送车，指最高设计车速 $\leq 60\text{km/h}$ 的无人配送车，属于 N₁Y 类。

——其他，指最高运营车速 $> 60\text{km/h}$ 的无人配送车，属于 N₁A 类。

二、无人接驳车新车型分类和定义建议

2.1 现有标准中车型定义和分类

现有的标准对于无人接驳车有车型定义但无分类，部分标准对于无人接驳车的定义列举如表 29。

表 29 无人接驳车现有标准和定义

标准名称	车型定义
T/ITS 0182.1-2021 《自动驾驶公交车 第 1 部分：车辆运营技术要求》	具备 4 级及以上驾驶自动化能力，用于城市内运输乘客且允许设置站立区的公共汽车。
T/CMAA 118-2019 《场（厂）内专用自动驾驶纯电动小型巴士》	在指定区域内行驶，以电机驱动，具有 4 个或 4 个以上车轮的非轨道无驾线的可载乘员数不少于 5 人、不多于 23 人，并允许乘员站立的载客车辆。该车型适合在旅游风景区、综合社区、园区等指定区域运行。
T-ITS0131-2022 《营运车辆 中小型客车自动驾驶功能场地试验方法及要求》	载客人数 12 人及以下并且车长在 7 米以下、能够开展高度自动驾驶（L4 级及以上）的载客汽车。
T-CAAMTB 98-2022 《智能网联汽车分类统计指南》	在设计、制造和技术特性上用于载运乘客及其随身行李，包括驾驶员座位在内的座位数超过 9 个的智能网联汽车。

2.2 建议的新车型定义和分类

按照在 GB/T 15089 中定义的 M 类，M 类按照车辆的载客数、最大设计总质量区别对其进行了细分类，以及第三章描述的 A 类车型的定義和速度分类，将无人接驳车按照最大设计总质量、载客数和最大设计速度进行组合分类。

2.2.1 M₁A 类

以动力装置驱动或者牵引，可不配备传统的方向盘、制动或油门踏板等人工控制装置及后视镜等辅助人工控制的装置，可不配备驾驶员座椅，并实现 L4（SAE J3016）及以上自动驾驶功能，座位数不超过九座的载客车辆。

X 级：设计最大车速不超过 20km/h；

Y 级：设计最大车速不超过 40km/h；

Z 级：设计最大车速不超过 100km/h。

2.2.2 M₂A 类

以动力装置驱动或者牵引，可不配备传统的方向盘、制动或油门踏板等人工控制装置及后视镜等辅助人工控制的装置，可不配备驾驶员座椅，并实现 L4（SAE J3016）及以上自动驾驶功能，座位数超过九个，且最大设计总质量不超过 5000 kg 载客车辆。

低速：设计最大车速不超过 20km/h；

中速：设计最大车速不超过 40km/h；

高速：设计最大车速不超过 100km/h。

2.2.3 M₃A 类

以动力装置驱动或者牵引，可不配备传统的方向盘、制动或油门踏板等人工控制装置及后视镜等辅助人工控制的装置，可不配备驾驶员座椅，并实现 L4（SAE J3016）及以上自动驾驶功能，座位数超过九个，且最大设计总质量超过 5000 kg 载客车辆。

低速：设计最大车速不超过 20km/h；

中速：设计最大车速不超过 40km/h；

高速：设计最大车速不超过 100km/h。

第五章 各新车型技术标准体系规划及制定路线图

一、无人配送车新车型技术标准体系规划及制定路线图

1.1 无人配送车新车型技术标准体系规划

《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）》于 2023 年 7 月发布，该标准体系建设指南主要针对智能网联汽车通用规范、核心技术与关键产

品应用，构建包括智能网联汽车基础、技术、产品、试验标准等在内的智能网联汽车标准体系，指导车联网产业智能网联汽车领域的相关标准制修订。我们参照其第一层级规定的基本分类，将基础、通用规范、产品与技术应用三个部分作为基础框架内容，并在此基础上将安全部分单独提出为一级分类，最终形成了以此四个分类为第一层级的无人配送车标准体系规划建议。

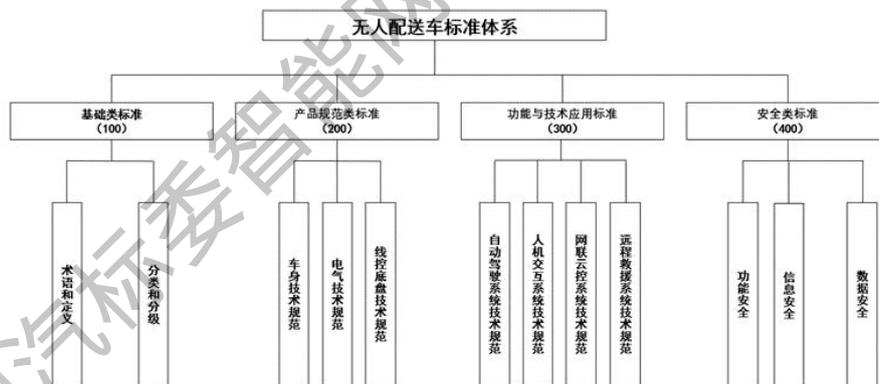
无人配送车标准体系规划建议架构如图所示，整体体系规划可分为四大主要类别，具体包括：基础类标准、通用规范标准、产品与技术应用类标准、安全类标准。

a) 基础类标准：针对无人配送车范畴，制定相应的车型定义、车型分类、专用术语、应用定义、特性定义等系统标准。

b) 产品规范标准：针对无人配送车整车及部件，制定相应的整车车身、智能货舱、线控底盘等系统标准。

c) 功能与技术应用类标准：针对无人配送车产品与技术应用功能，制定相应的自动驾驶功能、人机交互功能、网联云控功能、远程救援功能等系统标准。

d) 安全类标准：针对不同类别的无人配送车自动驾驶功能、信息数据等，



制定相应的安全规范，保障无人配送车自动驾驶功能和数据的安全性。

图 9 无人配送车标准体系规划

1.2 无人配送车新车型技术标准体系制定线路图

根据无人配送车行业的技术现状、产业需要及未来发展趋势，分阶段建立适应我国行业情况的标准体系。

无人配送车标准体系的制定路线图建议是，以基础类标准和安全类标准先

行制定，定义好无人配送车的基础范畴，并明确安全保障要求。对于无人配送车的通用类标准、产品与技术应用类标准、安全类标准的制定，在基础类标准制定后，相应跟进制定，其内部先后顺序可以依产业需求灵活调整。

以下为根据行业经验建议的无人配送车新车型技术标准体系的内容，部分标准可以根据指定实际情况进行拆分和合并，同时参考技术实际发展状态，实时优化标准体系。具体制定标准建议如下：

表 30 无人配送车辆标准制定建议

一级分类	标准项目	类型	性质	规划制定时间
基础类标准 (100)	无人配送车 术语和定义	国标	推荐	2025 年前启动
	无人配送车 分类和分级	国标	推荐	2025 年前启动
产品规范标准 (200)	无人配送车 车身技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
	无人配送车 电器技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
	无人配送车 线控底盘技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
功能与技术应用标准 (300)	无人配送车 自动驾驶系统技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
	无人配送车 人机交互系统技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
	无人配送车 网联云控系统技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
	无人配送车 远程救援系统技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
安全类标准 (400)	无人配送车 功能安全要求	行标	推荐	2025 年前启动
	无人配送车 数据安全要求	行标	推荐	2025 年前启动
	无人配送车 信息安全要求	行标	推荐	2025 年前启动

二、无人接驳车新车型技术标准体系规划及制定线路图

2.1 标准体系结构

国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）于 2023 年 7 月发布，该标准体系建设指南主要针对智能网联汽车通用规范、核心技术与关键产品应用，构建包括智能网联汽车基础、技术、产品、试验标准等在内的智能网联汽车标准体系，指导车联网产业智能网联汽车领域的相关标准制修订。参照其第一层级规定的基本分类，将基础、通用规范、产品与技术应用三个部分作为基础框架内容。

基础类标准：制定相关标准确定无人接驳车的分类方式、专用术语和相关定义。

产品规范：针对不同类别的无人接驳车，制定相应的车身、电气、线控底盘等技术规范。

功能与技术应用：针对不同类别的无人接驳车，制定相应的自动驾驶、人机交互、云控调度、远程驾驶辅助等系统功能标准。

安全：功能安全、数据安全、信息安全等，提供开发及运营过程等环节安全保障

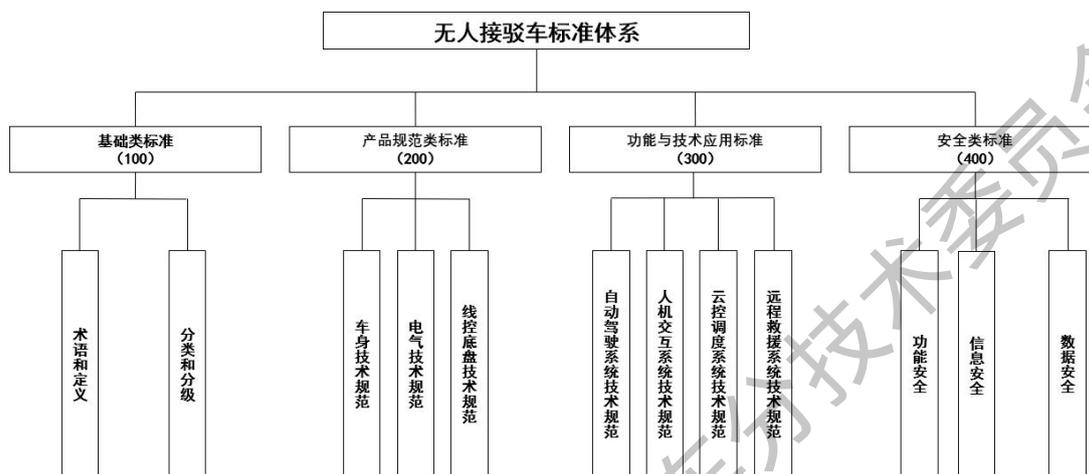


图 10 无人接驳车标准体系规划建议架构图

2.2 标准制定路线

根据无人接驳车行业的技术现状、产业需要及未来发展趋势，分阶段建立适应我国行业情况的标准体系。以基础类标准和安全类先行制定，定义好无人接驳车的基础范畴和安全保障要求。对于无人接驳车的产品规范类标准、功能与技术应用类标准的制定，在基础类标准和安全类标准制定后，相应跟进制定，启动时间充分结合技术成熟度和产业规模。

以下为根据行业经验建议的无人接驳车新车型技术标准体系的内容，部分标准可以根据指定实际情况进行拆分和合并，同时参考技术实际发展状态，实时优化标准体系。具体制定标准建议如下：

表 31 无人接驳车辆标准制定建议

一级分类	标准项目	类型	性质	规划制定时间
基础类标准 (100)	无人接驳车辆术语和定义	国标	推荐	2025 年前启动
	无人接驳车辆分类和分级	国标	推荐	2025 年前启动
产品规范标准 (200)	无人接驳车辆车身技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
	无人接驳车辆电器技术规范	行标	推荐	2030 年前启动
	无人接驳车辆线控底盘技术规范	行标	推荐	2030 年前启动

功能与技术应用标准 (300)	无人接驳车辆自动驾驶系统技术要求	行标	推荐	2030 年前启动
	无人接驳车辆人机交互系统技术要求	行标	推荐	2030 年前启动
	无人接驳车辆云控调度系统技术要求	行标	推荐	2030 年前启动
	无人接驳车辆远程驾驶辅助系统技术要求	行标	推荐	2030 年前启动
安全类标准 (400)	无人接驳车 功能安全要求	行标	推荐	2025 年前启动
	无人接驳车 信息安全要求	行标	推荐	2025 年前启动
	无人接驳车 数据安全要求	行标	推荐	2025 年前启动

全国汽标委智能网联汽车分技术委员会