

适应无人配送车的道路非机动车道宽度的思考

王文聪

[上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200125]

摘要: 区别于传统人工驾驶汽车,自动驾驶汽车具有先进的控制感知等技术,对道路工程设计的相关要求也有所不同。研究表明:自动驾驶车辆带来的平稳空间将缩减单车道宽度,道路空间可重新分配给慢行交通。常见无人配送车车辆宽度尺寸在0.9~1.1 m之间,能适应既有规范对非机动车道宽度的要求,但部分城市规范要求的无人配送车车辆宽度尺寸大于三轮车的车身宽度1.25 m,横向摆动和横向安全距离接近机动车,为0.3~0.5 m。从综合安全性、道路空间资源优化等角度来看,建议适当增加非机动车道宽度的建议值,为普通非机动车的行驶提供更安全的空间。研究结果可为适应自动驾驶汽车的道路设计提供参考。

关键词: 无人配送车;非机动车道宽度;相容性

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)04-0047-04

Reflection on Width of Road Non-motorized Vehicle Lanes Adapting to Unmanned Delivery Vehicles

WANG Wencong

[Shanghai Urban Construction Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200125, China]

Abstract: Different from the traditional manual driving vehicles, the self-driving vehicles have the advanced control perception and other technologies, and the relevant requirements for road engineering design have also changed. The research shows that the smooth space brought by self-driving vehicles will reduce the width of single lanes, and the road space can be reallocated to slow traffic. The common width dimensions of unmanned delivery vehicles are 0.9 ~ 1.1 m, which can meet the requirements of the existing regulations for the width of non-motorized vehicle lanes. However, the size of the unmanned delivery vehicle required by some urban regulations is greater than the body width of the tricycle 1.25 m, and the lateral swing and lateral safety distances close to the motor vehicle are 0.3~0.5 m. From the perspective of comprehensive safety and optimization of road space resources, it is suggested to increase the width of non-motorized vehicle lanes appropriately, which provides the safer space for the operation of ordinary non-motorized vehicles. The research results can provide the reference for road design adapted to self-driving vehicles.

Keywords: unmanned distribution vehicles; width of non-motorized vehicle lane; compatibility

0 引言

近年来,随着人工智能、机器学习、车联网等技术的迅速发展,自动驾驶汽车逐渐成为热门研究领域之一。通过“聪明的车”“智慧的路”“协同的云”深度融合,自动驾驶汽车的应用场景从高速公路至城市道路,为物流货运带来助力。无人配送车是商超、外卖、快递配送等工作的新型运载工具,它搭载先进传感器、执行器、控制器等装置,融合现代通信和网

络技术,实现环境感知、智能决策和协同控制等功能,在没有人类主动操作的情况下,也能够自动、安全行驶^[1]。其在构建现代邮政快递服务、提高冷链配送效率、培育智能服务新增长点、发展社区商务等方面的价值凸显^[2]。目前,顺丰、京东、申通等多家物流企业已率先在末端物流领域“试水”了无人配送车。无人配送车的应用场景正从封闭园区转向公开道路,实现从“最后一公里”到“最后十几公里”的转变。

目前,在管理方面针对无人配送车的政策、规范较少,无人配送车的体系标准尚未完善,但无人配送车的产业链已逐渐国产化,开展无人配送车的相关研究,有助于相关企业、机构的车辆测试,可为无人配送车行业的发展及技术的落地提供支撑。从行业

收稿日期: 2024-08-09

基金项目: 上海市科委“科技创新行动计划”社会发展科技攻关项目(21dz1203804)

作者简介: 王文聪(1990—),女,工学硕士,工程师,从事道路交通设计工作。

发展来看,在低速无人驾驶领域,无人配送会更快进入规模化商用阶段。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。现行的道路工程相关规范主要针对传统人工驾驶汽车及人类驾驶员,非机动车道设计标准面向自行车、三轮车。无人配送车的技术模式区别于传统汽车,且无人配送车的车辆尺寸、左右摆幅等参数与常规非机动车辆不同,有必要针对无人配送车的车辆特征及传统道路设计标准进行相容性分析,并提出相关建议,使得道路交通设施与交通参与者之间相互适应。

1 自动驾驶概念

自动驾驶汽车是配备了激光雷达、传感器、监控装置及定位系统等设备,依靠人工智能、视觉计算等新技术,实现没有任何人主动操作仍能安全、自动行驶的汽车。2022年3月《汽车驾驶自动化分级》作为我国推荐性国家标准正式实施,针对自动驾驶系统在驾驶过程中的技术要求和参与程度,明确了驾驶自动化分为6个级别,即L0至L5级^[3]。驾驶自动化等级分级情况见表1。

目前,2级(L2)辅助驾驶汽车已在国际上广泛量产,3级(L3)和4级(L4)高等级自动驾驶汽车虽然其基础设施设计条件和应用场景是有限的,但目前已在规模化测试和商业化应用中^[4]。

近年来,北京市在顺义区打造“全域低速无人配送应用示范区”,上海市支持嘉定区、临港新片区、浦

表1 驾驶自动化等级分级情况

分级	名称	目标和事件的探测及响应	持续的车辆横向和纵向运动控制	设计运行范围
0级(L0)	人工驾驶	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
1级(L1)	部分驾驶辅助	驾驶员及系统	驾驶员和系统	有限制
2级(L2)	组合驾驶辅助	驾驶员及系统	系统	有限制
3级(L3)	有条件自动驾驶	系统	系统	有限制
4级(L4)	高度自动驾驶	系统	系统	有限制
5级(L5)	完全自动驾驶	系统	系统	无限制

东新区等区域开展包括无人配送在内的10个以上的高级别示范应用。浙江丽水市首批13辆顺丰无人快递车获批准进入市区,浙江省湖州市9辆无人驾驶清扫车在武康城区正式投入运营。江苏省苏州市相城区获批打造江苏省首个无人配送示范区。无人配送车在快递配送、即配送、道路清扫等场景中已广泛应用。目前,我国已量产的自动驾驶车辆均为3级(L3)以下。从2023年开始,4级(L4)自动驾驶无人配送车已逐步走向开放场景和区域,陆续应用于各大领域以及多应用场景的创新和商业化落地。这些无人配送车在安全性能上的表现十分优异。

2 无人配送车相关政策研究

近年来,各地都在积极建立健全关于无人配送车的政策,放宽路权许可,完善监管体系,加速产业环境改革,针对无人配送车出台的行业细则也在不断完善。表2为归纳总结的关于无人配送车的相关政策。

表2 非机动车设计车辆及外廓尺寸

发布时间	名称	发布部门	内容
2020年11月	《短途智能无人车配送服务技术要求》 ^[5]	中国智能交通协会	短途无人配送车(货运配送、道路清洁、监督巡逻等工作的无人驾驶汽车),规定整车宽度不应小于0.9 m且不大于1.2 m,设计时速不应低于20 km/h且不应高于40 km/h,测试场地有单向双车道、机非混行车道和非机动车道
2021年9月	《无人配送车管理实施指南》	北京市顺义区经信局	根据顺义区管理经验和道路状况,对无人配送车运营主体、车辆、路测和运营流程提出了要求,允许无人配送车在城市道路上公开运营,鼓励企业探索更多自动驾驶落地场景及商业化模式,实现了应用场景到公共道路的突破
2021年12月	《上海市智能网联汽车测试与应用管理办法》	上海市人民政府	仅指在上海市公路(含高速公路)、城市道路(含快速路)及用于社会机动车辆通行的特定区域范围内的各类道路指定路段,并未针对无人配送车提出相关规定 ^[6]
2023年12月	《北京市无人配送车道测试与商业示范管 理办法(试行)》	北京市交通委员会、北京市经济和信息化局、北京市公安局公安交通管理局、北京市商务局、北京市邮政管理局	北京市无人配送车封闭测试场的一般要求、场地要素和配套实施要求。直道中非机动车道应至少为单向单车道,长度应不小于50 m,宽度不小于2.5 m,应包含机非隔离护栏、机非分界线两种类型的非机动车道,每种类型至少设置1处 ^[7]

从各城市发布的关于无人配送车的相关政策可知:无人配送车正处于大规模测试验证及商业化示

范运营阶段,大多在非机动车道上行驶^[8],行驶速度最高不超过15 km/h;对于测试场地、测试道路的选

取标准、测试时间段及道路标志标线样式等均有相关要求,但针对测试场景的道路设计等具体指标尚未作出要求,很多道路设施技术标准体系在具体操作层面和实施层面还不够完善^[9]。本文对无人配送车的车辆尺寸、左右摆幅等参数进行研究,评估无人配送车与非机动车道宽度既有规范建议值的相容性。

3 非机动车道宽度

3.1 规范规定

非机动车道主要供自行车和三轮车行驶,《城市道路路线设计规范》(CJJ 193—2012)(2016 版)提出,自行车车身的宽度为 0.6 m,三轮车的车身宽度为 1.25 m,参照《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》对自行车和三轮车载物宽度的规定,考虑左右摆幅宽度^[10]及两侧各 0.25 m 的路缘带宽度,计算自行车和三轮车所需的非机动车道宽度(见表 3)。

表 3 非机动车车辆外廓尺寸及车道宽度

车辆种类	车身宽度/m	载物宽度超出车身范围/m	考虑左右摆幅宽度/m	非机动车道宽度/m	考虑路缘带的非机动车道宽度/m
自行车	0.60	0.15	0.10	1.0	1.5
三轮车	1.25	0.20	0.35	2.0	2.5

3.2 自动驾驶相容性分析

无人配送车一般行驶在非机动车道上,承担末端物流配送功能,能较好地改善城市末端配送成本较高的问题。本次统计了市面上较为常见、应用更为广泛的无人配送车尺寸信息(见表 4)。

表 4 无人配送车车辆及其外廓尺寸

无人配送车名称	长度/m	宽度/m	高度/m	速度/(km·h ⁻¹)
京东 4.0 版无人配送车	2.20	0.90	1.72	≤30
美团魔袋 20	2.45	1.01	1.90	≤45
阿里巴巴小蛮驴	2.10	0.90	1.20	≤20
智行者 WBD-C81	1.80	0.80	1.20	≤10
行深智能绝地 3000H	1.88	1.00	1.77	≤40
新石器无人物流车	2.70	1.00	1.30	≤15

资料来源:赛博汽车、车百智库整理。

由调研结果可知,目前无人配送车车辆的外廓尺寸多样,设计速度与普通的非机动车差异较大,车辆尺寸满足《北京市无人配送车道路测试与商业示范管理办法(试行)》的相关要求:无人配送车长度不应小于 1.5 m 且不大于 3.0 m,宽度不应小于 0.9 m 且不大于 1.1 m,高度不应小于 1.3 m 且不大于 1.7 m;无人配送车的长、宽、高不包含传感器^[1]。无人配送车

在非机动车道行驶,速度应不大于 15 km/h,车身宽度应小于三轮车的车身宽度。整体而言,常见无人配送车能适应既有规范对非机动车道宽度的要求。深圳市智能交通行业协会发布了《低速无人车城市商业运营安全管理规范》,规定低速无人车在公开道路的非机动车道上及人行道上的行驶速度不高于 25 km/h。该规范的第 2 部分“通用要求”针对低速无人车的外廓尺寸提出了相关要求,轻型的低速无人车的外廓尺寸规定为小于等于 1.5 m,货物配送低速无人车满足此标准要求^[11]。由此可知,不同的城市关于无人配送车的尺寸要求不尽相同。

《中华人民共和国道路交通安全法》对机动车的定义为:“以动力装置驱动或牵引,在道路上行驶的供人员乘用、用于运送物品或者用于专项作业的轮式车辆。”无人配送车的车辆技术性能更贴近于机动车类别,被定义为“微型车辆”。研究表明,无人驾驶车辆是由车载感知道路环境信息来进行决策的,不存在视觉以及驾驶员主观判断差异性的问题,在城市干路的条件下,车辆能以更高精度完成对比道路中心线的跟踪,具有更精确的转向控制,车辆的横向摆动会大幅缩小^[9]。人工驾驶的横向摆动和横向安全距离为 1.25~0.75 m,无人驾驶车辆的轨迹摆动约为人工驾驶车辆的 40%^[12],因此无人配送车的横向摆动和横向安全距离为 0.3~0.5 m。

薛冰冰等^[13]认为,在自动驾驶来临的时代,道路空间资源中的机动车道空间可以部分释放,道路空间可重点分配给慢行交通,给与步行和非机动车更多的道路空间。王羽尘等^[14]通过仿真发现,在城市道路直线路段,宽度 2.44 m 的自动驾驶汽车以 60 km/h 或更低速度行驶,忽略不计车辆横向漂移,3.00 m 的车道宽度即可满足安全需求,若考虑雨雪等不良天气的影响,专用车道宽度最小为 3.29 m。各研究表明,自动驾驶车的应用节约了机动车道空间资源,为非机动车道腾出了空间,普通型的无人配送车正逐步成为主流产品,适应国内末端配送量大、交通状况复杂等特点,空间需求也较大。考虑到部分城市的相关规范对无人配送车的车身宽度要求大于对三轮车的车身宽度要求(1.25 m),无人配送车的左右摆幅宽度在 0.3~0.5 m 范围内,比规范规定的非机动车左右摆幅宽度大,因此从综合安全性、道路空间资源优化等角度,建议适当增加非机动车道宽度的建议值,为普通非机动车的行驶提供更安全的空间。

4 结 语

本文基于现状调研,统计了目前已广泛应用的无人配送车的外廓尺寸,对比了既有规范关于非机动车道宽度的计算标准,对无人配送车辆的外廓尺寸、摆动幅度等自动驾驶技术特征进行分析,得到自动驾驶技术对非机动车道宽度的设计标准的相容性。

(1)常见的无人配送车车辆宽度尺寸为0.9~1.1 m,能适应既有规范对非机动车道宽度的建议值。

(2)未来无人驾驶汽车快速走向市场化,车辆类型多种多样,应用于园区的大容量无人配送车将走向城市道路,建议率先应用于非机动车道。考虑到无人配送车的设计速度大于传统非机动车的设计速度,虽通过管理方式可以限制车辆速度,但从综合安全性、道路空间资源优化等角度考虑,建议适当增加非机动车道宽度的建议值,为普通非机动车的行驶提供更安全的空间。

(3)建议在测试道路中差异化规定不同非机动车道宽度能适应的最大无人配送车的尺寸。未来仍需要结合无人配送车车型外廓尺寸的更新及自动驾驶技术性能的完善,在机非混行车道、人非混行车道等更复杂的场景,进一步优化适应自动驾驶汽车的非机动车道最小宽度建议值。

参考文献:

- [1] 北京市交通委员会,北京市经济和信息化局,北京市公安局公安交通管理局,等.关于印发《北京市无人配送车道路测试与商业示范管理办法(试行)》的通知[J].北京市人民政府公报,2023(22):6-26.
- [2] 陆森嘉,尹钦仪.“最后一公里”无人车配送发展现状及应用前景[J].综合运输,2021,43(1):117-121.
- [3] GB/T 40429—2021,汽车驾驶自动化分级[S].
- [4] 王文聪.自动驾驶条件下城市道路机动车道宽度设计的思考[J].上海公路,2023(4):109-112.
- [5] T/CITSA 05—2020,短途智能无人车配送服务技术要求[S].
- [6] 上海市交通委.上海市智能网联汽车测试与应用管理办法[EB/OL].(2022-12-01)[2024-08-09].<https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20220120/086339cea32048f6880b3c56941f29fa.html>.
- [7] 北京市交通委员会.北京市无人配送车道路测试与商业示范管理办法(试行)[EB/OL].(2023-02-09)[2024-08-09].https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202306/t20230608_3126678.html.
- [8] 张美芳,周家平.短途无人配送车道路测试技术研究[J].汽车工业研究,2023(3):14-18.
- [9] 徐进,陈钦,陈正委,等.适应无人驾驶汽车的道路设施设计综述[J].西南交通大学学报,2023,58(6):1366-1377.
- [10] CJJ 37—2012,城市道路工程设计规范(2016年版)[S].
- [11] TSZITS 002.1—2021,低速无人车城市商业运营安全管理规范[S].
- [12] GOPALAKRISHNA D, CARLSON P, SWEATMAN P, et al. Impacts of automated vehicles on highway infrastructure (FHWA-HRT-21-015) [R]. Washington: USA Department of Transportation Federal Highway Administration, 2021.
- [13] 薛冰冰,白子建.基于无人驾驶车辆特性的传统道路交通规划设计理念革新[J].建材与装饰,2020(6):70-71.
- [14] 王羽尘, DENIS M, 于斌.自动驾驶专用车道的宽度模型研究[J].现代交通与冶金材料,2022,2(1):53-60.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:roadfloodbridge@163.com

