

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.04.019

小街区密路网交通标志缩尺研究

姜恒,吴楠,陈文钊,郭淑霞

(北京市市政工程设计研究总院有限公司,北京市 100082)

摘要:应用驾驶模拟器、眼动仪和调查问卷对小街区密路网条件下的交通标志设计方案和缩尺方案进行了分析探讨。驾驶模拟器采集的速度和加速度数据显示设计方案和缩尺方案具有差异显著性,眼动仪数据显示缩尺方案需要更多的注意力。调查问卷显示,大多数人主观上无法准确感受到两个方案之间的差异,缩尺方案的可行性还需要进行深入研究。

关键词:交通标志;小街区密路网;驾驶模拟器;眼动仪;差异显著性

中图分类号: U491.5+2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)04-0067-03

0 引言

我国在城市规划、道桥设计方面形成了具有“大街区、宽马路、疏路网”特点的规划设计体系。经过四十多年的城市化快速发展,人民生活水平逐步提高,对环境品质的要求也越来越高,规划设计领域也对传统建设模式中出现的思考。

2016年中共中央国务院发布《关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》,明确提出要优化街区路网格局,树立“窄马路,密路网”的城市道路布局理念。“小街区,密路网”模式增加了街道公共活动区域,对提高生活品质、商业氛围和土地价值具有明显优势^[1]。

为满足未来发展“小街区,密路网”的重大需求,迫切需要加快相关设计标准研究制定的进度。

课题组为某城市新区“小街区,密路网”道路系统制作了两套交通标志模型。一套方案符合现行标准,称为设计方案。另一套方案相对设计方案缩小10%,突破了现行规范,称为缩尺方案。课题组采用驾驶模拟器对两个方案的指路标志可视认性进行了差异比较。

1 驾驶模拟试验设计

采用驾驶模拟器可以更好地控制试验变量,可以更低成本、更灵活地建立试验场景,尤其是在现实中无法搭建,或者成本高昂,或者不具有可行性的场景,可以准确重复再现试验场景,保证试验安全性,

可以获取更加全面的数据,在很多研究场景下具有较大的优势。驾驶模拟环境与真实场景存在差异,适合在有参照的情况下进行相对研究,不适合在无参照的情况下进行绝对研究。

1.1 试验设备

1.1.1 驾驶模拟器

驾驶模拟器使用 Forum8 公司 UC-win/Road 紧凑型驾驶模拟器(见图1)。



图1 UC-win/Road 紧凑型驾驶模拟器

UC-win/Road 紧凑型驾驶模拟器采用实车部件,可结合 VR 头盔,呈现沉浸式的驾驶体验,提供二次开发接口,可以满足不同用户的设计和研发需求,主要应用于道路设计、智能交通、安全评估、驾驶员评价、自动驾驶、车辆研发等。

1.1.2 眼动仪

Tobii 眼动仪有便携式、桌面式和眼镜式3种。本次试验可应用便携式或眼镜式。便携式无须佩戴眼镜,但是有固定的扫描范围,被试头部范围过大,会发生数据缺失现象。眼镜式可随意头动,仍可保证数据准确,但是需要为每个被试调整镜片度数,降低试验

收稿日期:2022-06-08

作者简介:姜恒(1974—),男,硕士,高级工程师,主要从事交通规划、交通大数据研究工作。

效率,且无法调整瞳距,对被试的视力有一定影响。

综合考虑以上因素,本次试验选择 Tobii Pro Fusion 便携式眼动仪(见图2)。



图2 Tobii Pro Fusion 眼动仪

Tobii Pro Fusion 便携式眼动仪采样率为 120Hz/250 Hz,配置双眼动传感器和双追踪模式(明瞳和暗瞳),内置3个独立处理器处理眼动数据,支持 USB、Type-C 接口,可以按选定采样率采集瞳孔尺寸数据。

1.2 试验场景

依据设计文件,应用 Uc-winroad 开发版进行道路三维场景的搭建。

为被试设计出明确的驾驶目标和行驶路径,行驶路径经过3条道路,路径全长约5 km,行驶时间约为8 min(见图3)。



图3 试验道路行驶路径

根据交通标志设计方案,建立完成行驶路径上的交通标志模型和缩尺方案模型。

1.3 试验流程

1.3.1 预试验

待试验场景搭建完成后,应反复进行测试,寻找模型中不合理和可提高的地方进行修改。

确定交通标志合理的缩放系数,使驾驶模拟中屏幕上的交通标志视觉感受接近真实驾驶体验。

根据每个交通标志的视认距离设置起止控制点,控制点内产生的数据填充交通标志编号,方便研究数据选取。

驾驶模拟与眼动仪可采用时间同步和视频同步方式。时间同步需要经常校准,所以本试验采用视频

同步方式。

反复进行全流程试验,检查试验数据和同步效果,确保试验过程稳定。

1.3.2 试验人员

预试验通过后,即开始被试的招募和试验的实施。

在被试招募过程中,首先告知被试所参加的试验将在驾驶模拟器完成,并让其充分了解模拟器试验可能带来的不适感,询问其是否愿意参与。待其同意后,签署试验参与同意书。但不告知被试两个方案场景的差异。

试验选取驾驶员时考虑了新手驾驶员和熟练驾驶员、青年驾驶员和老年驾驶员、男女驾驶员等因素。课题组邀请35名驾驶员参与交通标志系统方案试验,其中男性24名,女性11名;年龄24~45岁,平均33.7岁;驾龄1~23年,平均7.8年。

1.3.3 正式试验

正式试验开始前,为了使驾驶员在行车过程中适应仪器并不受其干扰,要由试验员给被试驾驶员示范、培训,同时启动眼动仪,通过加载一条非试验道路来让驾驶员熟悉模拟器的操作和感受。在驾驶员适应仪器的存在后,开始进行试验。

驾驶模拟过程中容易超速,试验中注意主干路、次干路限速40 km/h,支路限速30 km/h,在操作时注意提醒被试控制速度。

待被试熟练掌握模拟器的操作后,开始正式试验。

向被试简单介绍本次试验的目的与注意事项。消除被试的紧张情绪,说明试验是针对标志而不是个人。

告知被试明确的驾驶目的和驾驶路径,由东南(假设为居住地)向西北(假设为工作地)行驶,从道路1向北行驶,至道路2左转,至道路3右转,至道路4左转,然后直行一段距离后靠边停车,驾驶结束。

要求被试在视认标志牌信息的同时,将正视前方作为主要任务。

试验中每名驾驶员将在设计方案和缩尺方案上各驾驶一次,中间休息至少5 min。被试休息期间进行数据导出。每次试验开始前均进行眼动仪标定。试验后填写调查问卷。

一半驾驶员,先在设计方案驾驶,后在缩尺方案驾驶;另一半驾驶员,将方案顺序颠倒进行。

2 数据处理与分析

结合行业研究成果,驾驶模拟器^[2-3]方面主要应

用指标有速度(运行速度)、加速度(纵向加速度、横向加速度)、油门(油门踏板开合度)和刹车(制动踏板开合度)。眼动仪主要考虑驾驶人的注视和扫视行为数据。驾驶人的注视与扫视行为是与信息加工处理有关的指标^[4]。

2.1 驾驶模拟数据分析

应用差异显著性检验方法比较驾驶员在设计方案和缩尺方案中的操作是否有差异显著性。

数据分析步骤如下:

(1)数据清洗。将试验过程中出现问题的数据剔除,并使用箱型图筛查异常值。清洗后保留了33个驾驶员在设计方案和缩尺方案中的数据。

(2)数据整理。对每组数据对进行正态分布检验,分为符合正态分布和不符合正态分布两类。然后分别检验33个驾驶员在设计方案和缩尺方案全部标志视认距离内的速度、加速度、油门和刹车4个指标数列,共264次。

(3)数据分析。两两配对检验,符合正态分布的数据对使用T检验,不符合正态分布的数据对使用wilcoxon检验,共132次。

经检验,结果见表1。

表1 差异显著性分析结果

指标	速度	加速度	油门	刹车
有显著性差异数据对	12	9	2	1
占比	38.7%	29.0%	6.5%	3.2%

由结果可知,指标速度和加速度更适合做差异显著性分析,设计方案和缩尺方案带给驾驶员的感受有明显不同。

2.2 眼动仪数据分析

2.2.1 注视时间

注视时间指驾驶员在标志牌的视认距离内时,视线停留在标志牌上的时间。从图4可以看出,缩尺方案相对于设计方案,耗费了更长的视认时间。

2.2.2 注视次数

分析驾驶员在标志牌的视认距离内时,在标志牌上形成注视点的次数。从图5可以看出,缩尺方案相对于设计方案,注视次数更多。

2.3 调查问卷数据分析

问卷设置了10个问题。其中,1个筛选题,2个样本背景信息题,5个样本特征信息题,2个核心题^[5]。分析显示,有64%的驾驶员认为两次驾驶任务的交

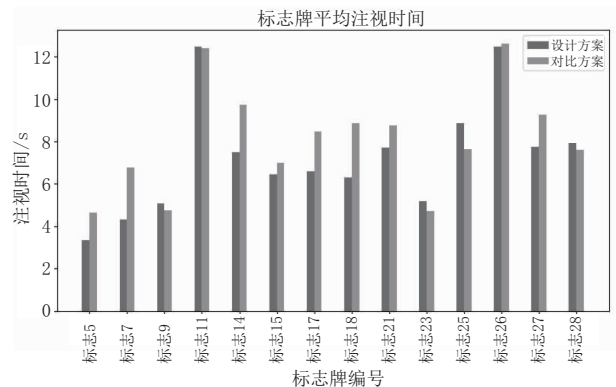


图4 两方案标志牌平均注视时间对比

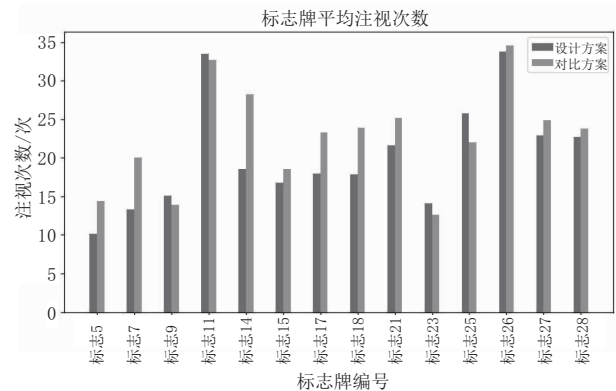


图5 两方案标志牌平均注视次数对比

通标志没有差异,还有11%的驾驶员误认为缩尺方案更大。

3 结论

从驾驶模拟器、眼动仪和调查问卷的分析可知,大多数人主观上无法准确感受到两个方案之间的差异,但是驾驶模拟器数据分析显示出两个方案具有显著性差异,眼动仪数据显示缩尺方案吸引了驾驶员更多的注意力。缩尺方案可行性暂时无法确定,还需要进一步的研究来确定这些不同之处对交通安全的影响。

参考文献:

- [1] 陈磊.“小街区密路网”模式下的道路交通设计标准研究[J].中国勘察设计,2020(6):105-107.
- [2] 陈云飞,等.基于驾驶模拟试验的交叉口指路标志效用评估[J].交通工程,2019,19(5):43-48.
- [3] 刘强,李佩林,陈思.基于驾驶模拟的互通区标志系统组合设计方法[J].现代交通技术,2020,17(6):61-66.
- [4] 李雪玮,等.基于雾天高速车路协同模拟驾驶的驾驶人视觉信息加工模式[J].华南理工大学学报(自然科学版),2021,49(3):131-138,148.
- [5] 周俊.问卷数据分析[M].北京:中国工信出版社,电子工业出版社,2021.