

DOI: 10.13607/j.cnki.gljt.2021.02.021

驾驶经验对安全车速选择影响的研究

王靖谊

(山东建筑大学 交通工程学院, 济南 250100)

摘要: 为研究驾驶员的驾驶经验对安全车速选择的影响,采用情景试验的方法,对驾驶员安全车速的感知进行了试验。研究表明:在不考虑驾驶车辆性能、驾驶任务缓急的情况下,驾驶经验对驾驶员安全车速的选择产生较大影响,有经验的驾驶员安全车速的选择在限速范围内相对集中,受道路及环境约束变化的影响较小,安全车速较为均衡;而无经验的驾驶员安全车速的选择更容易受道路及环境约束变化的影响,具有较大的离散性。

关键词: 交通安全; 安全车速; 情景试验; 驾驶经验; 期望车速

文章编号: 1009-6477(2021)02-0127-06

中图分类号: U491.2+54

文献标识码: A

Research on the Influence of Driving Experience for the Selection of Safety Driving Speed

WANG Jingyi

(School of Transportation Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250100)

Abstract: In order to study the influence of drivers' driving experience on the selection of safety driving speed, the method of scenario experiment was used to conduct experiments on drivers' perception of safety driving speed. The results show that driving experience has great influence on drivers' choice of safe speed without considering vehicle performance and driving task urgency. Experienced drivers have a strong sense of safety driving speed, and the selection of safety driving speed is relatively centralized within the speed limit range, which is less affected by the changes of road and environment constraints and the safety driving speed is relatively balanced. However, the choice of safety driving speed for inexperienced drivers is more likely to be influenced by the changes of road and environment constraints, which has greater discreteness.

Keywords: traffic safety; safety driving speed; scenario experiment; driving experience; expected speed

驾驶员作为人-车-路环境所构成的动态复杂系统中最不稳定的主体,其驾驶行为受道路及环境影响,并直接影响车辆的运行安全。根据文献^[1]研究,我国的道路交通事故在很大程度上与车辆驾驶人员“过高的安全车速控制”有关,即在实际行驶过程中,没有保持与道路条件及行驶环境相协调的“安全车速”。据此分析,安全车速应是在特定的道路条件、环境等综合情景下,在法律法规和道路标志线规定的限速范围内,车辆能够确保安全所允许的最大行驶车速^[2],具有道路及环境约束下保证安全的“客观性”。即某个路段的安全车速由客观道路环境所提供,但需要被驾驶员正确感知。也就是说,

驾驶员通过对系统环境的感受,综合各种因素,在自我心中产生一种在确保安全的情况下,希望所达到的“目标车速”,又称为“期望车速”^[3],即指车辆在不受其他车辆约束的条件下,驾驶员希望所达到的最高“安全”车速。然而,“期望车速”并非在道路上行驶的真正的安全速度,而是驾驶员个体自认为的安全速度^[4]。

针对预期车速和安全车速问题,科技人员做了较多研究。涂辉招等^[5]通过表征驾驶员主观认知的“预期车速”和车路环境的“安全车速”的车速差对高速公路的行车安全水平进行了建模分析。郭凤香等^[6]提出了预测驾驶员期望车速的全新方法,在一

收稿日期: 2020-09-21

作者简介: 王靖谊(1994—),女,山东省青州市人,硕士研究生,研究方向为智能交通。E-mail: 471390212@qq.com。

定程度上可为国内的道路设计和交通安全评价提供速度依据。李海青等^[7]使用期望安全车速作为阈值,验证了高速避障路径跟踪与控制策略能够高效避障。崔航等^[8]综合考虑多种因素提出的“建议车速—预期车速”模型,体现了驾驶员的主观认知与道路客观环境不匹配性产生的安全风险。

从驾驶过程中安全认知的角度,驾驶员在各种情境下的预期速度是复杂的交通环境中多种因素综合作用的结果,驾驶员对行驶环境安全性的判断决定了其所选择的车速。李鑫铭等^[9]在研究影响期望车速的因素时,对驾驶员特性进行了研究。吴玲等^[10]通过驾驶试验对熟练驾驶人和非熟练驾驶人在隧道路段的安全车速进行研究,结果表明,二者在隧道路段的车速差相对较小,但在普通路段则有相对较大的车速差。根据文献[11],新手与有经验的驾驶员之间存在危险反应时间及对环境线索利用之间的差异。此外,Benda^[12]还指出,经验不足的驾驶员

更注重情况的细节和判断危险性的类型,而有经验的驾驶员则会更全面地判断危险性。

据上分析,现有研究主要集中于安全车速的预测方面,但针对驾驶经验与安全车速之间相关性的研究较少。本文将驾驶员根据驾龄长短及是否常跑高速划分为有经验驾驶员与无经验驾驶员,在给定的不同道路环境的因素下进行情景试验,结合数据分析,对驾驶经验是否会对安全车速的感知产生影响进行分析。

1 计算方法

1.1 试验情景设计

由于在人-车-路环境中,可组合的情景有很多种,在情景试验的选取中,不可能对每一种情景都进行试验。因而,本文选取典型情景进行试验,在试验中,除了考虑标准情景,还考虑了其他因素的不利状态,共选取7种情景,如表1所示。

表1 试验情景

Table 1 Scenarios of experiments

情景分类	情景编号	描述
标准情景	1	天气良好(晴天),具有较好的可见度,且路面情况良好,路侧有相应的安全设施,位于直线段
	2	天气良好(晴天),具有较好的可见度,且路面情况良好,路侧有相应的安全设施,位于曲线段
	3	天气一般(阴天),路面质量良好,路侧有相应的安全设施,位于直线段
其他情景	4	前方有出口
	5	前方可能有车辆汇入
	6	路侧安全设施较差,缺乏防护网,有墙壁遮挡
	7	路面质量较差,路面不平,且有纹路

1.2 试验方法

在本次研究中,通过向驾驶员发放调查问卷进行情景试验。问卷的内容包括2部分:第1部分为基本统计信息,内容涉及驾驶员的年龄、实际驾龄、是否经常开车、是否常跑高速;第2部分为根据试验情景及相应的文字描述,给出驾驶员在所给的情景中的期望达到的车速。

1.3 样本规模

根据文献^[13]研究,试验分析所需的最佳样本量公式为:

所需样本规模 = $[(\text{所需最小样本量} \times 100) \div (\text{预期平均百分比响应率})]$ 。

当最小样本量为200个,平均响应率为48%

时,样本规模相对较好。根据最佳样本量公式,本次研究所需的样本数量为417份。本次研究共发放820份问卷,其中回收有效数据424份,平均响应率为51.7%,符合所需的样本规模要求。

2 标准情景下安全车速相关性分析

2.1 试验数据分布检验

在理论上,试验数据应符合正态分布。下面选取标准情景1、2,即标准情景下的直线段、曲线段的试验数据进行检验分析,验证试验数据的分布特征,如图1所示。

由图1可以看出,在标准情景下,驾驶员的安全车速分布集中,呈现中间亮、两侧低的分布规律,且

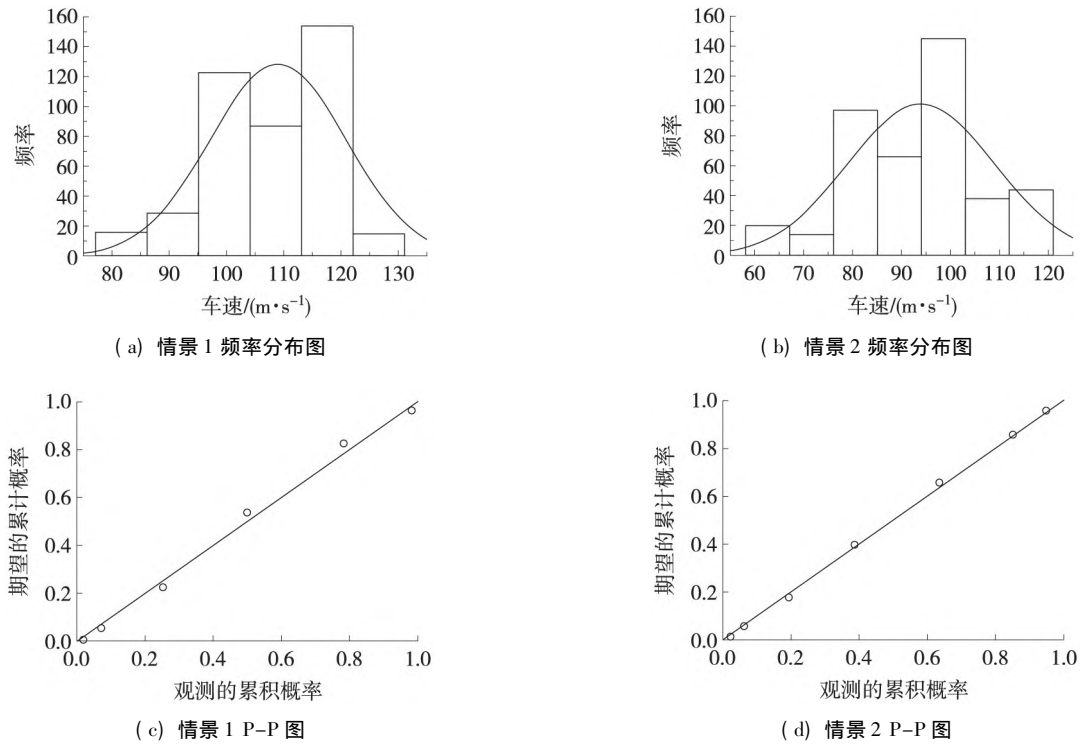


图 1 情景车速正态分布

Fig. 1 Normal distribution of scenario speed

数据点与理论直线(即对角线)基本重合,数据服从正态分布,故而标准情景中的安全车速试验值基本符合正态分布。

2.2 与计算安全车速对比分析

在直线段,考虑前车静止^[14]的情况下,根据美国 AASHTO 所提出的视距模型,计算安全车速可由以下公式得出:

$$0.694v + \frac{v^2}{254(f-i)} + 5 + 5 \leq L_v \quad (1)$$

式中: v 为初始速度, m/s ; f 为路面附着系数; L_v 为路段的可视距离, m , 另外, 前车距离与安全距离取值均为 5 m 。

在曲线段,根据澳大利亚车速预测模型,并通过实测数据进行回归分析^[15],计算安全车速可由以下公式得出:

$$V = 13.016R^{0.32} \quad (2)$$

式中: R 为平曲线半径, m 。

根据上述提出的计算安全车速公式,选取标准情景作为计算条件(能见度 $>200\text{ m}$,路面质量良好,道路附着系数 f 取 0.8 ; 曲线段的半径 R 取 800 m)。标准情景下安全车速与计算安全车速比较如表 2 所示。

由表 2 可知,情景试验安全车速的取值范围都在计算的安全极限车速的约束之内。

表 2 标准情景下安全车速与计算安全车速比较

km/h

Table 2 Comparisons of safe speed and calculated safe speed under standard scenario

情景	熟练驾驶员		非熟练驾驶员		计算安全车速
	平均速度	标准差	平均速度	标准差	
情景 1	114.06	9.191	104.89	12.130	140
情景 2	98.72	12.762	90.21	15.689	115

3 其他因素情景与标准情景安全车速相关性分析

在各种情景下,不同熟练度的驾驶员选择的安全车速的分布应具有规律性,为了验证规律性,对各个典型情景的安全车速的分布特征进行分析。下面以限速 120 km/h 为例进行试验分析。

3.1 标准情景分析

对标准情景的试验数据进行分析,得到相关数据如表 3 所示。

表 3 试验数据的标准差反映了驾驶员在情景中的离散程度,标准差的数值越大,驾驶员的预期车速越不稳定。在情景 1 中,也就是标准场景的直线段,熟练驾驶员心中的“安全车速”较为均衡,非熟练驾驶员的“安全车速”稳定性相对较差。而在曲线段,不同个体驾驶员所选择的速度差异变大,相对于非

表3 标准情景分析 km/h
Table 3 Analysis of standard scenario

情景	熟练驾驶员		非熟练驾驶员	
	平均速度	标准差	平均速度	标准差
情景1	114.06	9.191	104.89	12.130
情景2	100.70	10.878	90.21	15.689

熟练驾驶员 熟练驾驶员心中的“安全车速”仍然具有相对较好的稳定性。

3.2 其他情景分析

3.2.1 天气作为影响因素

本次情景试验选择天气作为影响因素时,仅考虑了阴天情况,未考虑雨雪天气、雾天等特殊情况。通过对情景3的数据进行分析,所得数据如表4所示。

表4 天气状况影响分析 km/h
Table 4 Influence analysis of weather conditions

情景	熟练驾驶员		非熟练驾驶员	
	平均速度	标准差	平均速度	标准差
情景1	114.06	9.191	104.89	12.130
情景3	101.55	11.925	89.24	13.382

在阴天的情况下,能见度与晴天相比相对较低,驾驶员一般会保持或稍微降低车速^[16]。与标准情景相比,车速的平均值总体都有所降低。由于熟练驾驶员与非熟练驾驶员对于情景的感知不同,安全车速的感知范围也相应出现差别。

3.2.2 出口或有车流汇入、路侧安全设施及路面质量作为影响因素

出口或车流汇入影响分析以及路侧安全设施及路面质量影响分析如表5所示。

表5 出口或车流汇入影响分析以及路侧安全设施及路面质量影响分析 km/h
Table 5 Influence analysis on exit or traffic inflow and safety facilities and pavement quality of roadside

情景	熟练驾驶员		非熟练驾驶员	
	平均速度	标准差	平均速度	标准差
情景1	114.06	9.191	104.89	12.130
情景4	87.77	14.777	79.07	17.024
情景5	87.91	14.935	76.83	17.253
情景6	96.03	12.495	89.11	14.058
情景7	89.13	13.167	78.57	16.327

车辆的分流与合流是引发交通事故的重要诱因^[17]。在高速公路,出口和车辆汇入处都设在高速公路的直线段处,因此,将情景4和情景5与标准情景进行对比分析。由表5可知,在有出口或车辆汇入的直线段,车速平均值总体均有明显降低。尽管不同熟练度的驾驶员的安全速度的选择范围都出现了较大变化,但相比于非熟练驾驶员,熟练驾驶员的安全车速依旧相对均衡。

情景6、情景7分别设置了与路侧安全设施和路面质量有关的情景试验,以探究路侧安全设施和路面质量是否会对驾驶员安全车速的选择产生影响。从表5可知,与情景1相比,情景6和情景7在路侧安全设施较差和路面质量差的时候,车速平均值总体均有明显降低。由于驾驶员存在个体差异,选择的标准情景车速不同,标准差的范围较大。尤其是当路面质量差的时候,对驾驶员安全车速的影响尤为明显。驾驶员行驶在路面质量差的路段时,普遍选择相对较低的行驶速度通过,以保证自身的安全。

以上通过对影响安全车速的单因素进行了分析,可以看出道路线形、天气因素、出入口、路侧安全设施以及路面质量对驾驶员主观安全车速的影响都存在明显规律性,且主观选择的安全车速低于标准情景的安全车速,不同的影响因素对熟练驾驶员和非熟练驾驶员的安全车速选择都造成消极影响,但不同因素的作用效果并不一致。

4 情景试验的信度分析

4.1 各情景试验数据信度

为了验证各情景试验结果的信度,对不同时间点、相同试验人员及同一批试验情景的试验结果数据进行相关性分析,用相关系数来反映变量之间相关关系的密切程度。这里采用皮尔逊积差相关分析^[16] 相关系数计算公式如下:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2}} \quad (3)$$

$$x_i = X_i - \bar{X} \quad y_i = Y_i - \bar{Y}$$

由于曲线段较直线段更易引起较大的离散程度,为更好验证相关性,对曲线段(情景2)进行重复试验,试验间隔相差7d,相关性计算结果如表6所示。

表6 首次测试与第2次测试的相关性分析

Table 6 Correlation analysis between the first test and the second test

情景	首次测试	第2次测试	R_{xx}
情景2	95.67±14.31	94.67±14.48	0.811

试验人员在经过一段时间后,重新进行相应的试验,首次测试与第2次测试所得结果具有显著相关性,在很大程度上说明了本次情景试验的安全车速试验具有稳定性和可靠性。

与此同时,为了进一步验证试验总体的可靠性,对各情景试验所构成的总体数据进行了综合信度评估。

4.2 情景试验综合信度评估

在对情景试验的总体结果进行信度评估时,利用克隆巴赫系数对7个情景进行内部一致性分析,得到 α 为0.862。

既往研究认为,当克隆巴赫系数大于0.7时,可认为情景试验设计之间的一致性良好。本次情景试验的克隆巴赫系数为0.862,表明所设计的情景试验是可靠的。

5 结束语

1) 驾驶员的驾驶经验会对安全车速的选择产生影响,且不同影响因素对有无经验的驾驶员的作用效果不同,其他影响因素情景对驾驶员安全车速的选择具有消极影响,安全车速普遍低于标准情景的安全车速。

2) 驾驶经验丰富的驾驶员在安全车速的选择上更加集中,也更靠近计算安全车速,但缺乏驾驶经验的驾驶员对安全车速的选择更加离散。从统计数据看,道路线形以及天气状况对驾驶员安全车速的消极影响并不十分明显,路侧安全设施以及路面质量对无经验驾驶员安全车速具有显著的消极影响。

3) 调查问卷对驾驶员年龄的调查采用区段的方式,提高了调查效率,但由于年龄段与实际驾龄无法有效匹配,对后续的分析也产生了一定的影响。

4) 驾驶员对安全车速的感知与驾驶员在实际行驶过程中的心理行为有很大关系,通过调查问卷获取的数据仅反映了驾驶员在理论环境下对安全车速的感知行为,还应对驾驶员在模拟环境或实际环境下的感知行为进一步研究。此外,本研究未综合考虑驾驶车辆的性能、驾驶任务的缓急等影响因素

对安全车速的选择是否产生影响。

参考文献

References

- [1] 代素珍. 驾驶人员对安全车速感受的模糊化建模研究[D]. 西安: 长安大学, 2004.
DAI Suzhen. Research on fuzzy modeling of drivers' perception of safe speed [D]. Xi'an: Chang'an University, 2004.
- [2] 方守恩, 郭忠印, 陈雨人. 道路安全系统与道路安全工程[J]. 中国公路学报, 2001(S1): 107-110.
FANG Shouen, GUO Zhongyin, CHEN Yuren. Road safety system and road safety engineering [J]. China Journal of Highway and Transport, 2001(S1): 107-110.
- [3] 郑安文, 牛倬民. 高等级公路运行速度与设计车速匹配研究[J]. 武汉科技大学学报(自然科学版), 2003(3): 273-275.
ZHENG Anwen, NIU Zhuomin. Research on coordination between motorway operation speed and design speed [J]. Journal of Wuhan University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2003(3): 273-275.
- [4] 郑安文. 期望车速的意义及其影响因素分析[J]. 武汉科技大学学报(自然科学版), 2005(1): 61-64.
ZHENG Anwen. Expectation speed significance and influential factors [J]. Journal of Wuhan University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2005(1): 61-64.
- [5] 涂辉招, 牟涛, 毕玉峰, 等. 基于安全车速分析的高速公路安全评价方法[J]. 内蒙古公路与运输, 2015(6): 1-7.
TU Huizhao, MU Tao, BI Yufeng, et al. Highway safety assessment method based on safety speed analysis [J]. Highways and Transportation in Inner Mongolia, 2015(6): 1-7.
- [6] 郭凤香, 张盛, 熊坚, 等. 驾驶员期望车速预测模型研究[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2015, 40(6): 42-49.
GUO Fengxiang, ZHANG Sheng, XIONG Jian, et al. Research on prediction model of drivers' desired speed [J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2015, 40(6): 42-49.
- [7] 李海青, 赵又群, 林葵, 等. 汽车高速紧急避障路径跟踪与主动防侧翻控制[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2019, 51(7): 135-143, 153.
LI Haiqing, ZHAO Youqun, LIN Fen, et al. Research on high speed path tracking and rollover control for obstacle

