

驾驶人风险感知评价场景风险度影响因素研究^{*}

于鹏程, 胡伟超, 张奇

(公安部道路交通安全研究中心, 北京 100062)

摘要: 为提升驾驶人安全风险感知能力评价结果的信效度, 系统梳理评价场景风险度的影响因素, 依据驾驶人视觉感知特性和视觉搜索特性, 提出交通环境特性、安全风险线索特性、安全风险特性及车辆行驶速度是影响评价场景风险度的主要因素, 其中交通环境特性主要受环境复杂度、道路线形和环境照度的影响, 安全风险特性主要受安全风险运动状态、所在位置、颜色和大小

的影响。

关键词: 交通安全; 驾驶人; 安全风险感知能力; 评价场景; 风险度; 影响因素

中图分类号: U491.2

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2022)04-0023-03

驾驶人的安全风险感知能力是指驾驶人在行车过程中发现风险、评估风险等级, 并据此通过转向或制动调整车辆行驶状态以保证行车安全的一种驾驶行为能力。该能力是一种特殊的安全风险管理行为, 对道路交通安全有重要影响。相关研究表明, 如果驾驶人能提前 1 s 感知到交通环境中的风险, 则能避免 30% 的正面碰撞事故。鉴于驾驶人安全风险感知能力对道路交通安全的重要性, 学者们研发了多种评价方法来评价驾驶人的安全风险感知能力。Vanlaar W. 等采用量表的形式, 让驾驶人对一些可能引起交通事故的安全风险场景进行打分, 实现安全风险感知能力评价。张茜、郭应时等采用电脑或触摸屏播放含有安全风险的交通情景图片和视频, 让驾驶人评定图片和视频的风险等级、风险发展趋势或在发现安全风险时进行相应操作, 实现安全风险感知能力评价。Underwood G. 等依托驾驶模拟器, 依据驾驶人应对安全风险时的驾驶操作数据进行安全风险感知能力评价。但采用上述评价方法得出的评价结果的信效度受到质疑。

影响评价结果信效度的因素有很多, 如评价方法、评价指标、评价模型等, 另外, 所采用评价场景的风险度也是一个重要影响因素。场景的风险度是指该场景可能造成交通事故的严重程度, 如果场景中的安全风险很难被驾驶人感知, 则驾驶人无法及时采取避让措施, 更易造成严重交通事故。因此, 场景的风险度越高, 驾驶人感知难度越大, 如果采用不同

风险度的评价场景对不同驾驶人进行安全风险感知能力评价, 但未在评价模型中引入评价场景风险度这一因素, 势必影响最终评价结果的信效度。鉴于此, 该文就影响驾驶人安全风险感知能力评价场景风险度的因素进行系统梳理和探讨, 为进一步完善驾驶人安全风险感知能力评价方法、提升评价方法的信效度提供支持。

1 交通环境特性

1.1 环境复杂度

车辆行驶过程中, 驾驶人对交通环境的观察和判断受到一定时间的限制。环境复杂度越高, 驾驶人在单位时间内感知的交通信息量越多, 分配给每个交通信息的观察和判断时间越少。例如在高速公路上行车时, 驾驶人感知的交通信息主要为周边车辆的行驶动态、道路交通标志标线及道路线形变化; 而在城市道路上行车时, 驾驶人除感知上述交通信息外, 还会感知到非机动车和行人的动态等交通信息。

相关研究表明, 人类每秒只能有意识地感知到 16 个单位的信息, 且只有具有一定刺激强度和足够作用时间的目标物才会引起驾驶人的视觉反应。因此, 当单位时间内感知的交通信息量超过人类能力时, 驾驶人只能凭经验有选择性地感知和判断其中对行车最有用的交通信息, 并将其他交通信息直接忽略。评价场景中呈现的交通环境复杂度越高, 驾

^{*} 基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(111041000000180001201101)

驶人从众多交通信息中准确感知安全风险的难度越大,评价场景的风险度也越高。

1.2 道路线形

交通环境中的道路线形主要有直道、弯道、坡道、交叉路口等。弯道、坡道和交叉路口都会对驾驶人造成视野盲区,视距不足导致驾驶人无法提前感知和预判前方交通状况,进而缩短安全风险感知和判断的时长。另外,由于交叉路口的交通流会产生交叉、合流、分流等变化,车辆行驶动态呈现多样化,驾驶人在单位时间内需感知和判断的交通信息量增加。因此,当评价场景中呈现的交通环境为弯道、坡道、交叉路口时,驾驶人从众多交通信息中准确感知安全风险的难度增大,评价场景的风险度也增大。

1.3 环境照度

驾驶人在行车过程中感知交通信息的途径主要有视觉、听觉和触觉,其中90%以上交通信息通过视觉感知。人眼的感光细胞接收交通目标物反射的光线后,在视网膜上形成交通目标物的倒像,人脑通过接收视网膜所传送的信息感知交通目标物的形状、颜色、大小、远近等细节信息。当交通环境的照度减弱时,通过交通目标物反射进入驾驶人眼睛的光线逐渐减少,在视网膜上形成的交通目标物的倒像越来越模糊,也就是说,驾驶人越来越看不清交通目标物。相关研究表明,在漆黑的夜晚,驾驶人的视觉感知能力只有白天的30%~50%。另外,交通环境中的雨、雪、烟、雾具有吸收光线和使光线散射的作用,交通目标物反射的光线被吸收或被散射,进入驾驶人眼睛的光线减少,驾驶人自然也就看不清交通目标物。因此,评价场景中呈现的交通环境照度越低,驾驶人从众多交通目标物中准确感知安全风险的难度越大,评价场景的风险度也越高。

2 安全风险线索特性

安全风险在交通环境中出现之前,通常会提前出现一些提示安全风险的线索类信息,称之为安全风险线索。如果在安全风险出现之前没有出现安全风险线索,则定义该风险为突发事件,而非安全风险。驾驶经验丰富的驾驶人在感知到安全风险线索后,往往可提前推断出接下去可能会出现怎么样的安全风险,进而提前采取避让措施,避开风险。

安全风险线索一般分为行为类、环境类和综合类3种。行为类安全风险线索往往是安全风险本身,如路侧停靠的机动车突然打开车门这一安全风

险,安全风险线索和安全风险都是路侧停靠的机动车。环境类安全风险线索的主体一般是交通环境,但其与出现的安全风险有着强关联,如人行横道有行人闯红灯这一安全风险,安全风险线索是人行横道,安全风险是闯红灯的行人。综合类安全风险线索包含2个以上安全风险线索,可以是2个以上的行为类安全风险线索,也可以是2个以上环境类安全风险线索或行为类安全风险线索加环境类安全风险线索。如道路左前方行驶的出租车突然变更车道靠右侧停车这一安全风险,左前方行驶的出租车和右前方招手的乘客都是安全风险线索,出租车突然变更车道靠右侧停车是安全风险。

驾驶人最容易感知的安全风险线索是行为类安全风险线索;环境类安全风险线索由于其往往是静态的,具有隐蔽性,相对于行为类安全风险线索,驾驶人感知难度大;对于综合类安全风险线索,驾驶人需观察到多个安全风险线索,对驾驶人的注意力分配有着较高的要求,感知难度有所提升。

从安全风险线索推断出安全风险往往与安全风险的出现频率有关。如行人闯红灯,由于这一安全风险常常出现,虽然人行横道是环境类安全风险线索,但驾驶人能快速感知这一安全风险;而对于路侧骑车人摔倒,虽然是行为类安全风险线索,但由于该场景不太常见,驾驶人感知安全风险的难度会有所增加。因此,评价场景的风险度需综合考虑安全风险线索类型、安全风险线索与安全风险的相关度及安全风险的常见程度等因素确定。

3 安全风险特性

3.1 运动状态

安全风险的运动状态可分为动态和静态,如出租车突然变更车道靠右侧停车为动态类安全风险,而停在道路上的故障车辆为静态类安全风险。由于动态类安全风险反射的光线会发生变化,而人眼的感光细胞对变化的光线更敏感,因而驾驶人更易感知动态安全风险。因此,当评价场景中呈现的安全风险线索或安全风险为动态时,驾驶人准确感知安全风险的难度降低,评价场景的风险度也降低。

3.2 所在位置

相关研究表明,行车过程中驾驶人注意力主要集中在车辆前方的中间区域,车辆前方的左侧区域和右侧区域的关注次之,对车辆后方区域的关注最少。一般而言,驾驶人对某一区域的关注越少,越不

容易感知到安全风险。因此,当评价场景中呈现的安全风险线索或安全风险处于车辆后方等驾驶人关注较少区域时,驾驶人准确感知到安全风险的难度增加,评价场景的风险度也增加。

3.3 颜色

安全风险的颜色具有色调、明度和饱和度 3 个基本特征。明度是指颜色的明暗程度,它决定从远处看颜色是否易见,因为明度越高的颜色对光线的反射率越大,进入人眼的光线越多,在视网膜上形成的倒像也就越清楚。

除安全风险本身颜色的明度外,安全风险的颜色与交通环境的明度差对安全风险的视认性也有重要影响,两者的明度差越大,视认性越好。不同颜色比对的视认性见表 1。相关研究也表明,车辆行驶中驾驶员从远处辨识颜色的先后顺序分别为红>绿>黄>白。

表 1 不同颜色比对的视认性

颜色 比对	平均视认 时间/ms	颜色 比对	平均视认 时间/ms
白与黑	197	红与橙	246
红与绿	208	红与黄	217

评价场景中呈现的安全风险线索或安全风险的颜色明度越高,且与交通环境的明度差越大,驾驶人准确感知安全风险的难度越低,评价场景的风险度也越低。

3.4 大小

人眼的视敏度通常有一个限值,往往感知不到过小的物体。相关研究表明,在充足的光照条件下,如果在视网膜上形成的倒像小于 $2\ \mu\text{m}$,则人眼感知不到。因此,评价场景中呈现的安全风险线索或安全风险的体积越大,在视网膜上形成的倒像越大,驾驶人准确感知安全风险的难度越低,评价场景的风险度也越低。

4 车辆行驶速度

由前述可知,只有具有一定刺激强度和足够作用时间的目标物才会引起驾驶人的视觉反应。行车过程中,随着行驶速度的增加,交通信息在驾驶人视野内停留的时间缩短。如果停留时间小于 1 s,则驾驶人无法分辨细节;如果停留时间小于 0.14 s,则驾驶人无法发现目标物。相关研究也表明,驾驶人的视觉特性,如视认距离、视野范围、视敏度都随着行驶速度的增加而降低,视认距离的缩短、视野的缩

小、视觉观察能力的下降,都会降低驾驶人的安全风险感知能力。

所呈现的评价场景变化速度过快或驾驶人在评价场景中模拟驾驶速度过大,驾驶人准确感知安全风险的难度越高,评价场景的风险度也越高。

5 结论

评价场景的风险度对于驾驶人的安全风险感知能力评价结果的信效度有重要影响。该文基于近年来国内外交通安全领域有关驾驶人视觉感知特性、视觉搜索特性等方面的研究成果,系统梳理影响驾驶人安全风险感知能力评价场景风险度的主要因素,主要结论如下:1) 依据驾驶人视觉感知特性和视觉搜索特性,交通环境特性、安全风险线索特性、安全风险特性及车辆行驶速度是影响评价场景风险度的主要因素。2) 交通环境特性主要受环境复杂度、道路线形和环境照度的影响,安全风险特性主要受安全风险运动状态、所在位置、颜色和大小影响。

由于各影响因素之间存在相互耦合关系,各影响因素对评价场景风险度的综合影响还需深入研究。

参考文献:

- [1] CRUNDALL D, CHAPMAN P, TRAWLEY S, et al. Some hazards are more attractive than others: Drivers of varying experience respond differently to different types of hazard[J]. *Accident Analysis and Prevention*, 2012, 45(3): 600—609.
- [2] WOLL J D. Vorad collision warning radar[C]// *IEEE International Radar Conference*. Alexandria, 1995: 369—372.
- [3] VANLAAR W, YANNIS G. Perception of road accident causes[J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2006, 38(1): 155—161.
- [4] 张茜. 驾驶经验与人格特征对驾驶人危险感受影响的研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2010.
- [5] 郭应时, 付锐, 袁伟, 等. 驾驶人潜在危险预知能力评估系统研究[J]. *中国安全科学学报*, 2013, 23(3): 73—78.
- [6] UNDERWOOD G, CRUNDALL D, CHAPMAN P. Driving simulator validation with hazard perception[J]. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 2011, 14(6): 435—446.
- [7] 曾诚, 吴初娜, 孟兴凯. 驾驶人危险辨识进展研究[J]. *中国安全科学学报*, 2016, 26(12): 74—79.

(下转第 28 页)