

驾驶安全事故致因分析

牛 訖 琛, 周 真

(哈尔滨理工大学 测控技术与通信工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘 要: 针对驾驶安全事故致因进行分析, 结合认知心理学, 阐述了导致驾驶安全事故的主要因素, 即驾驶员的生理、心理因素以及道路环境因素, 简要分析上述因素对驾驶安全事故的影响机制. 随即围绕驾驶安全事故的致因设计实验、采集数据, 利用 SPSS 软件, 应用统计学原理, 以驾驶安全事故为因变量, 以驾驶主观因素和道路环境客观因素为自变量, 分析驾驶员主观因素与道路环境对驾驶安全事故的影响概率、贡献程度以及相关性等, 结果表明驾驶员受心理因素和生理因素要高于环境因素, 即驾驶主观因素在驾驶安全事故中的影响高于驾驶客观因素.

关键词: 道路安全; 驾驶安全事故; 事故致因; 综合分析

中图分类号: X951 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2683(2014)06-0065-05

Analysis of Accident Causation on Driving-safety

NIU Chen-chen, ZHOU Zhen

(School of Measurement-control Technology and Communication Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

Abstract: To analyze the cause of driving accidents, firstly, this paper describes the main factors of driving accidents, like physical and psychological factors of drivers and environmental factors, combining with cognitive psychology. Based on these factors above, we make a brief analysis of them which impact on safe driving accident mechanisms. Then we utilize the factors of driving accidents to design experiments and collect data. Based on statistical principles, we describe driving accidents as dependent variables and subjective factors and road conditions objective factors as independent variables. All of the process above are accomplished by utilizing of SPSS software. We analyze the effect of driver's subjective factors and traffic environmental factors which impact on the probability of safe driving, contribution degree and correlations of road accidents. The results demonstrate that for the drivers, the influence of psychological factors and physiological factors are bigger than environmental ones, which means that subjective in driving accidents are much more influential than the objective factors.

Key words: road safety; driving-safety accidents; accident causation; comprehensive analysis

0 前 言

随着我国市场经济的发展, 车辆迅猛增多, 交通事故也相继频繁发生, 据统计 2012 年我国共发生道

路交通事故 210 812 起, 死亡 623 87 人, 其中涉及驾驶员的心理因素、生理因素等事故共 195 570 起, 约占总事故数的 92.77%, 涉及道路环境因素等事故共 80723 起, 约占总事故率的 38.29%^[1]. 本文将探究各项影响因素间相互关系, 以及共同作用下驾驶

收稿日期: 2014-07-27

作者简介: 牛訖琛(1989—), 男, 硕士研究生, E-mail: samueland@126.com;

周 真(1961—), 男, 博士, 教授.

安全事故的发展状况.

1 驾驶安全事故致因

驾驶安全事故致因分析一直是国内外研究人员关注的热点,Andersson 和 Chapman (2011) 研究了气候改变与英国西米德兰兹郡冬季交通事故率之间的关系,指出气温、冰冻天数对交通事故率有显著影响^[2-4]. CHANGLY 等研究了公路几何特征、交通因素、环境因素对台湾高速公路交通事故频率的影响关系,发现道路线形、重型车辆日均交通量、平均日均交通量、年降水量对交通事故频率有非线性的影响^[6-13]. AidooEN 等(2013) 分析了道路特征和环境特征与加纳车辆碰撞行人后逃逸的交通事故频率之间的关系,指出天气、夜间照明条件、平直道路比例对交通事故频率有显著影响^[16-19]. 但面对错综复杂,不成体系的驾驶安全事故致因,分析很难明朗.

针对此种状况,本文选取驾驶安全事故基础模型进行分析,在人车路共建的驾驶行为中,人是其整体构架中最为重要的组成部分,于是根据驾驶员的存在将驾驶安全事故的影响因素进行主客观进行分类,其中将依赖驾驶员的存在而存在的影响因素归为主观因素,包括驾驶员的心理因素、生理因素等;将不依赖驾驶员存在而存在的因素归为客观因素,包括道路因素、环境因素等,如图1所示. 本文对其影响驾驶安全事故的机制进行逐一分析.

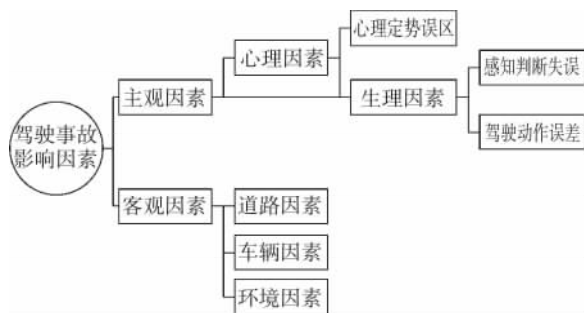


图1 驾驶事故影响因素总览

1.1 驾驶主观因素

对2012年我国记录在案的道路交通事故进行分析,人、车、路和环境诸因素中人的因素是最主要的原因,约占92.77%,其中,以机动车驾驶员的过失为主,占84.25%^[8].

1) 驾驶员的心理因素

驾驶安全事故受驾驶员心理因素的影响,如图2所示.

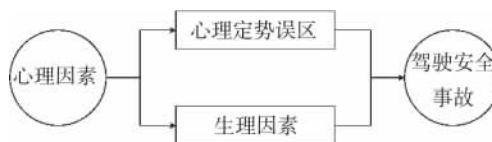


图2 心理因素对驾驶安全事故的影响

驾驶员的心理因素引发驾驶员的生理状况或进入心理定势误区,通过生理运动器官表征,导致驾驶安全事故.

2) 驾驶员的生理因素

驾驶安全事故受驾驶员的生理因素的影响,如图3所示.

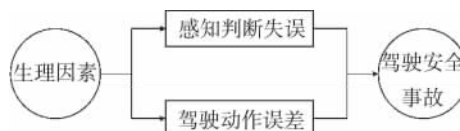


图3 生理因素对驾驶安全事故的影响

驾驶员的生理因素影响驾驶员感知判断失误和驾驶动作误差,导致驾驶安全事故. 在驾驶事故中,由于驾驶错觉引起的事故占总事故的35%^[8].

1.2 驾驶客观因素

天气情况和道路状况的不断变化都会影响驾驶员的正常驾驶,导致驾驶安全事故. 如图4所示.

环境道路因素通过对生理、心理因素的影响,以及对驾驶车辆的影响,间接影响驾驶安全事故.

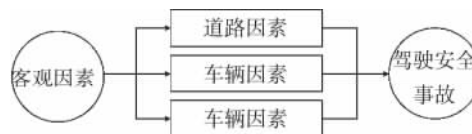


图4 环境道路因素对驾驶安全事故的影响

2 驾驶安全事故与致因相关性研究

上述致因中,驾驶员驾驶安全事故的诱发可能由单一致因造成,即由驾驶员的心理因素、生理因素或道路环境因素等所含某种要素导致,更可能是各种因素的联合作用. 因此,为了更清楚地探究驾驶安全事故致因,需借助统计学方法研究其各种因素的相关性^[20].

2.1 数据统计

为保证实验数据全面客观,研究行车环境涉及城镇道路及高速公路,研究对象囊括男驾驶员700人,女驾驶员620人,共1320人(其中职业驾驶员757人,非职业驾驶员563人). 调查回收1255份,有效样本1124份,将其数据进行归纳整理,设计二

维数据表格,纵向为驾驶安全事故表现形式,横向为驾驶安全事故致因. 研究对象选择一种典型安全事故,并选择一种最重要影响因素. 其中典型的安全事故为日常驾驶过程中的车辆擦、碰、撞、侧滑等驾驶安全事故,最重要影响因素为驾驶员在诸多影响因素中选出的充分必要因素,如在不记名调查表中,后车超车后并线减速,驾驶员应对不及导致车辆急转弯侧翻事故,致因主要有车辆年久失修刹车片过松、驾驶员对距离感知判断失误、驾驶员下意识打死舵导致车辆侧翻等,其中驾驶员距离感知判断失误为主要致因,直接导致发生交通事故. 具体安全统计结果如表 1 所示.

表 1 驾驶员驾驶安全事故致因统计表

事故表现/事故致因	心理因素	生理因素	环境因素	合计
知觉错误	107	75	42	224
判断错误	98	84	21	203
识别错误	99	77	32	208
操作错误	115	85	21	221
技术错误	89	83	17	189
其它错误	35	19	25	79
合计	543	423	158	1124

2.2 数据分析

上文数据存在于心理因素、生理因素和道路环境因素的三维影响空间内,为了确定驾驶安全事故主要致因,我们考虑对此多维关系进行降维. 如表 1,驾驶安全事故致因统计数据的观测值是成对的等级评定资料,因此,可以采用斯皮尔曼等级相关和皮尔逊相关系数进行数据相关性的分析.

设有 N 个样本, p 个参数,如将 $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_p$ 个参数综合成新的 m 个主参数 $\kappa_1, \kappa_2, \dots, \kappa_m$,且新、旧参数满足

$$\begin{bmatrix} \kappa_1 \\ \kappa_2 \\ \vdots \\ \kappa_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \cdots & l_{1p} \\ l_{21} & l_{22} & \cdots & l_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ l_{m1} & l_{m2} & \cdots & l_{mp} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \chi_1 \\ \chi_2 \\ \vdots \\ \chi_p \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中, l_{ij} 为 i 个主参数与第 j 个原参数之间的特征向量值.

首先,对安全事故致因统计数据进行标准化处理,原理公式为(2):

$$\chi_{ij}^* = \frac{(\chi_{ij} - \bar{\chi}_j)}{S_j} \quad (2)$$

其中, S_j 为 j 变量的样本方差.

然后,计算相关系数矩阵,原理为:

$$r_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n \chi_{ki}^* \chi_{kj}^* \quad (3)$$

根据 SPSS 软件求相关系数阵的特征向量及特征值,其结果如表 2、3、4 所示.

$$\tilde{F}_n = k'_1 \tilde{u} + k'_3 \tilde{u}^3 + \sqrt{1-\gamma^2} \quad (4)$$

表 2 驾驶员驾驶安全事故致因描述统计表

事故致因/特征值	均值	标准差	N
心理因素	63.833 3	23.284 47	6
生理因素	70.500 0	25.547 99	6
环境因素	26.333 3	9.201 45	6

表 3 驾驶员驾驶安全事故致因相关系数矩阵表

事故致因	相关系数		
	心理因素	生理因素	环境因素
心理因素	1.000	0.486	0.290
生理因素	0.486	1.000	-0.638
环境因素	0.290	-0.638	1.000

表 4 驾驶员驾驶安全事故致因皮尔逊相关性分析

事故致因		心理因素	生理因素	环境因素
		Pearson 相关性	量著性(双侧)	
心理因素	Pearson 相关性	1	0.938 **	0.170
	量著性(双侧)	—	0.006	0.747
生理因素	Pearson 相关性	0.938 **	1	-0.077
	显著性(双侧)	0.006	—	0.885
环境因素	Pearson 相关性	0.170	-0.077	1
	量著性(双侧)	0.747	0.885	—

以上数据相关性显著,可求出特征值,根据贡献率确定主成分个数,并结合相关系数矩阵进行主成分提取,结果如表 5、6 所示,并绘制碎石图如图 5 所示.

表 5 驾驶员驾驶安全事故致因解释的总方差表

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	特征根	解释总变异/%	累积/%	特征根	解释总变异/%	累积/%
1	1.943	64.770	64.770	1.943	64.770	64.770
2	1.027	34.226	98.995	1.027	34.226	98.995
3	0.030	1.005	100.000	—	—	—

表 6 驾驶员驾驶安全事故致因成分矩阵表

影响因素/成分	成分	
	1	2
Psychology	0.990	0.076
心理因素	0.977	-0.178
生理因素	0.099	0.995
环境因素	0.099	0.995

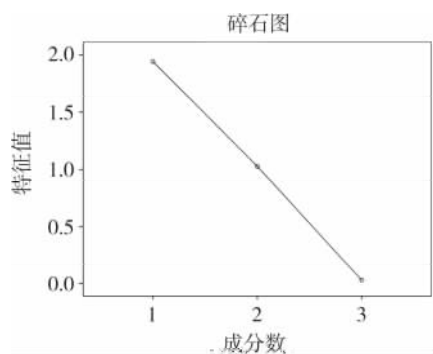


图5 驾驶员驾驶安全事故致因主成分碎石图

由上述计算,提取两个主成分,主成分1为主观因素: $F_1 = 0.99\chi_1 + 0.977\chi_2 + 0.099\chi_3$, (其中 $\chi_1\chi_2\chi_3$ 分别代表心理因素、生理因素和道路环境因素),主成分2为客观因素: $F_2 = 0.076\chi_1 + 0.178\chi_2 + 0.995\chi_3$,即驾驶主观因素在驾驶安全事故中的影响高于驾驶客观因素。

3 结 论

驾驶安全事故的主要影响因素可分为主观因素和客观因素。主观因素包括驾驶员的生理、心理因素,其中驾驶员心理因素为内在致因,通过生理运动器官表征;生理因素为表现致因,作用于驾驶员的感知判断和驾驶动作;客观因素则包括道路环境因素等,大多数是作用于驾驶员的心理,再通过心理作用于驾驶员的生理,影响驾驶行为,形成驾驶安全事故。

经分析发现第一个因子的特征值为1.943,稀释原有3个变量总方差的64.770%,累计方差贡献率为64.770%;第二个因子的特征值为1.027,稀释原有3个变量总方差的34.226%,累计方差贡献率为98.995%。其中主成分1主要受驾驶员心理因素和生理因素的影响,定义为主观因素因子

$$F_1 = 0.99\chi_1 + 0.977\chi_2 + 0.099\chi_3,$$

主成分2主要受环境道路因素的影响,定义为客观因素因子

$$F_2 = 0.076\chi_1 - 0.178\chi_2 + 0.995\chi_3,$$

主成分1影响驾驶安全事故的发生程度高于主成分2,表明驾驶员受心理因素和生理因素要高于环境因素,即驾驶主观因素在驾驶安全事故中的影响高于驾驶客观因素。

参 考 文 献:

- [1] 公安部交通管理局. 2012年全国道路交通事故情况统计 [EB/OL]. <http://www.mps.gov.cn/n19/n87753/n85871.html>, 2012.

- [2] 孔令铮. 交通事故致因中的人为因素分析 [J]. 中国安全科学学报, 2013, 23(1): 28-34.
- [3] JERRY L Cook, RANDALL M Jones. Texting and Accessing the Web while Driving: Traffic Citations and Crashes Among Young Adult Drivers [J]. Traffic Injury Prevention, 2011, 12(6): 545-549.
- [4] ANDERSSON, A. K., CHAPMAN, L. The Impact of Climate Change on Winter Road Maintenance and Traffic Accidents in West Midlands, UK [J]. Accident Analysis and Prevention, 2011, 43(1): 284-289.
- [5] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2013 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2014: 15-26.
- [6] International Transport Forum. Road Safety Annual Report 2013 [R]. Paris: IRTAD, 2013.
- [7] 钟易诗. 事故链与因果分析 [D]. 台湾: 国立交通大学, 2008: 1-10.
- [8] CHIOU Y C, FU C. Modeling Crash Frequency and Severity Using Multinomial-generalized Poisson Model with Error Components [J]. Accident analysis and Prevention. 2013, 50: 73-82.
- [9] ANASTASOPOULOS, P. C., SHANKAR, V. N, HADDOCK, J. E. A Study of Factors Affecting Highway Accident Rates Using the Random-parameters Tobit Model [J]. Accident analysis and Prevention. 2012, 45: 628-633.
- [10] 戎靖. 交通安全意识与安全行为之间的关系研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2008: 14-20.
- [11] 李伟楠, 王雪松. 基于事故深度调查的城市交通事故特征分析 [J]. 中国安全科学学报, 2012, 22(12): 89-95.
- [12] 陶立. 机动车驾驶员不当驾驶行为特征与判别指标分析 [D]. 北京: 清华大学, 2012: 1-10.
- [13] 陈贵江. 驾驶员不安全行为控制 [J]. 劳动保护, 2012, (8): 88-90.
- [14] CLARKE D D, WARD P, BARTLE C W. Killer Fatal Road Traffic Accidents in the UK [J]. Accident analysis and Prevention. 2010, 42: 764-770.
- [15] CHANG L Y, CHU H C, LIN D J, et. al. Analysis of Freeway Accident Frequency using Multivariate Adaptive Regression Splines [J]. Procedia Engineering, 2012, 45: 824-829.
- [16] AIDOO E N, AMOH-GYIMAH R, ACKAAH W. The Effect of Road and Environmental Characteristics on Pedestrian Hit-and-run Accidents in Ghana [J]. Accident Analysis and Prevention, 2013, 53: 23-27.
- [17] HASAN S, MESA-ARANGO R, UKKUSURI S. A Random-parameter Hazard-based Model to Understand Household Evacuation Timing Behavior [J]. Transportation Research Part C, 2011, 27: 108-116.
- [18] DINU R R, VEERARAGAVAN A. Random Parameter Models for Accident Prediction on Two-lane Undivided Highways in India [J]. Journal of Safety Research, 2011, 42(1): 39-42.
- [19] 代磊磊. 路网交通事故动态分析及预警方法研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010: 1-10.
- [20] 李彦章, 王正国, 尹志勇, 等. 摩托车驾驶员驾驶行为问卷的编制及其信度检验 [J]. 中国临床康复, 2005, (8): 82-83.

(编辑: 关 毅)