

文章编号:1671-8879(2012)02-0096-05

车辆驾驶人事故前操作行为模式

巩建强,魏 朗,商建伟

(长安大学 汽车学院,陕西 西安 710064)

摘 要:以西安及其周边地区交通事故调研数据为基础,对车辆驾驶人事故前操作行为模式进行研究,运用层次分析方法(AHP)和模糊评判方法,分析了影响驾驶人事故前操作行为的因素,建立了驾驶人事故前感知因素评价指标体系及驾驶人对各影响因素指标的评价模型,并用模糊数学和模糊推理的方法建立了基于公路交叉口交通事故的驾驶人事故前操作行为模式模糊控制规则。研究表明:在公路交叉口交通事故中,影响驾驶人事故前操作行为的主要因素为驾驶人车速感知、车距感知及交通信息感知;驾驶人事故前操作行为及驾驶人感知因素在一定显著性水平下遵循模糊控制规则。

关键词:交通工程;交通事故;驾驶人;操作行为;模糊控制

中图分类号:U491 **文献标志码:**A

Vehicle driver's pre-accident operation behavior patterns

GONG Jian-qiang, WEI Lang, SHANG Jian-wei

(School of Automobile, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: Based on the investigation data of traffic accidents in and around Xi'an, the vehicle drivers' pre-accident operation behavior patterns was studied. The analytic hierarchy process (AHP) and the fuzzy evaluation method were applied to analyzing the influencing factors of driver's pre-accident behavior. An evaluating indicator system and an evaluation model for the factors were built, and fuzzy mathematics was used to establish the fuzzy control rules of driver's pre-accident operation behavior patterns based on the traffic accidents at the intersections. The results show that the major factors influencing drivers' pre-accident operation behavior are the perception of speed, distance and traffic information. The driver's operation behavior and perception factors follow the fuzzy control rules under certain significance level. 8 tabs, 4 figs, 8 refs.

Key words: traffic engineering; traffic accident; driver; operation behavior; fuzzy control

0 引 言

公路交叉口汇集了来自更多方向的交通流,是交通运输的重要纽带,同时,也是交通事故发生频率

较高的路段,其安全问题已引起世界各国的广泛关注。作为交通事故的鉴定部门,以找到肇事因素为主要目的,而影响交通肇事的因素是多方面的,如驾驶人因素、道路状况、天气状况、驾驶行为和碰撞形

收稿日期:2011-05-12

基金项目:国家道路交通安全科技行动计划项目(2009BAG13A07)

作者简介:巩建强(1983-),男,甘肃白银人,工学博士研究生,E-mail:g02120103@126.com。

态等。

目前,对车辆驾驶人的研究正处于发展阶段,主要集中于对驾驶人的驾驶适宜性研究,通常利用驾驶模拟器模拟驾驶环境,采集车辆驾驶人的驾驶行为,而与交通事故相关的驾驶人行为研究较少;美国华盛顿地区曾用摄像头采集的方法,收集了 241 起车辆换道交通事故前驾驶人的操作行为^[1]。

汽车在行驶当中,汽车-驾驶人-道路环境构成闭环系统。在这个系统中,驾驶人是系统的核心部分,交通事故的产生往往是由于驾驶人的操作不当引起的。据统计,交通事故中与驾驶人有关的占 90%;而单纯由车辆、道路环境因素引起的不到 10%。其中,驾驶人感知阶段的错误往往又是引起交通事故的直接原因,据统计,驾驶人感知阶段的错误占有所有由驾驶人因素引起的交通事故的 40%~45%中;由驾驶人感知错误和操作错误有关事故占有所有事故的 80%~85%。因此,对交通事故的分析必须加强对驾驶人事前操作行为的研究。本文统计分析造成交通事故的主要因素为:车辆因素、道路因素、驾驶人错误感知因素^[2]。

1 指标的提取

正确地研究交叉口交通事故前驾驶人的行为模式,首先要选取恰当准确的评价指标。研究表明,不同的事故形态与事故前驾驶人的操作模式存在着一定的差异,但也存在一定的规律性。由于驾驶人在事故前需要在极短的时间内完成对车辆的控制,影响驾驶人操作行为的因素将主要体现在一些突显因素上,为了简化系统模型,突出主要因素,忽略部分对驾驶人操作行为影响较小的非突显因素。经调研及对影响驾驶人事前操作行为的因素进行多层次统计分析,得到的评价指标体系如图 1 所示。

1.1 评价指标的因素集与评判集

影响驾驶人事前操作行为的因素分为车辆因素、道路因素、驾驶人错误感知因素 3 部分。将图 1 所建立的评价指标体系采用二级综合评判模型,可以得到因素集为

$$U = \{U_1, U_2, U_3\}$$
$$U_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}\}$$
$$U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}\}$$
$$U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}, U_{35}\}$$

评判集是对因素集的量化,是对评判对象可能的评判结果所组成的集合,可以表示为: $R = \{r_1, r_2, r_3, r_4\} = \{\text{差, 一般, 较好, 好}\} = \{1, 2, 3, 4\}, 1 \sim$

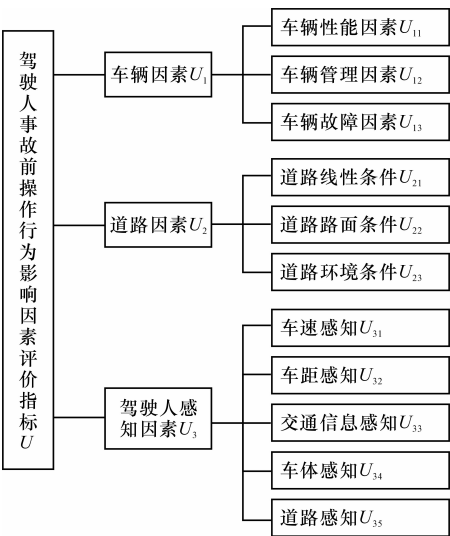


图 1 操作行为影响因素评价指标体系

4 为等级高低的度量值,是对模糊评语的量化结果。

1.2 评价指标的隶属度和权重

本项研究中,以部分具有较高表述能力的驾驶人笔录材料作为样本,通过“专家”打分法给出每个因素相对于不同评语等级的隶属度,见表 1。采用 AHP 法进行分析,形成有序的递阶层次结构,用 Saaty 提出的 1~9 标度法对每两元素的极端重要性相对值进行比较,并构造判断矩阵进行计算^[3]。判断矩阵最大特征值所对应的特征向量即为该影响因素的排序权重,并进行一致性检验,计算结果见表 2~表 4 和下页表 5^[4]。表中, W 为权重; λ_{\max} 为最大特征值; C_1 为一致性指标; C_R 为一致性比率。

表 1 平均随机一致性指标

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R_1	0	0	0.58	0.96	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

表 2 第 1 层次判断矩阵 U 及各因素权重

U	U_3	U_2	U_1	W	一致性检验
U_3	1	4	7	0.664 8	$\lambda_{\max} = 3.076\ 4, C_1 = 0.038\ 7,$ $C_R = 0.066\ 7 < 0.1,$ 符合要求。
U_2	1/4	1	4	0.224 9	
U_1	1/7	1/4	1	0.110 3	

表 3 第 2 层次 U_1 判断矩阵及各因素权重

U_1	U_{11}	U_{12}	U_{13}	W	一致性检验
U_{11}	1	2	2	0.493 0	$\lambda_{\max} = 3.053\ 6, C_1 = 0.017\ 8,$ $C_R = 0.031 < 0.1,$ 符合要求。
U_{12}	1/2	1	2	0.311 7	
U_{13}	1/2	1/2	1	0.196 3	

表 4 第 2 层次 U_2 判断矩阵及各因素权重

U_2	U_{21}	U_{22}	U_{23}	W	一致性检验
U_{21}	1	4/3	4/3	0.398 9	$\lambda_{\max} = 3.009\ 2, C_1 = 0.004\ 6,$ $C_R = 0.007\ 9 < 0.1,$ 符合要求。
U_{22}	3/4	1	4/3	0.329 3	
U_{23}	3/4	3/4	1	0.271 8	

表 5 第 2 层次 U_3 判断矩阵及各因素权重

U_3	U_{31}	U_{32}	U_{33}	U_{34}	U_{35}	W	一致性检验
U_{31}	1	2	4	4	5	0.428 7	$\lambda_{\max}=5.150\ 5,$ $C_1=0.037\ 6,$ $C_R=0.033\ 6<0.1,$ 符合要求。
U_{32}	1/2	1	2	4	4	0.270 5	
U_{33}	1/4	1/2	1	2	4	0.155 3	
U_{34}	1/4	1/4	1/2	1	2	0.089 2	
U_{35}	1/5	1/4	1/4	1/2	1	0.056 3	

计算得出待评目标 U 各指标组合权重见表 6。

表 6 各影响因子组合权重

U		U_1		U_2		U_3	
U_1	0.110 3	U_{11}	0.054 4	U_{21}	0.089 7	U_{31}	0.285 0
U_2	0.224 9	U_{12}	0.034 3	U_{22}	0.074 1	U_{32}	0.179 8
U_3	0.664 8	U_{13}	0.021 6	U_{23}	0.061 1	U_{33}	0.103 2
						U_{34}	0.059 3
						U_{35}	0.037 4

从表 6 可以看出,组合权重最高的 3 项因子分别为 U_{31} 、 U_{32} 、 U_{33} ,即驾驶人车速感知、车距感知、交通信息感知。因此,在交叉口公路交通事故中,这 3 项因子被认为是最主要的影响因素。

2 驾驶人错误感知因素模糊集及隶属度函数

2.1 驾驶人错误感知模糊集

根据事故对象的不同,将事故进行分类,由于在事故当中,驾驶人面对不同的对象,往往会采取不同的避险行为^[5-7]。另外,驾驶人在行车过程中,对各种信息的处理都必须在极短的时间内完成,事故发生之前,在这种紧急情况下对信息的处理更是主要集中在造成事故的关键因素上,因此,可以将一些对驾驶人危险感知影响较小的因素从模型当中省略。本文以公路交叉口车辆对车辆造成的交通事故为研究对象,经计算得出,对交通事故具有明显影响的错误感知因素集为: {车速感知,车距感知,交通信息感知}。定义:

x_1 为车速感知,评语子集 {低速,较低速,较高速,高速},记为: $\{v_1, v_2, v_3, v_4\}$;

x_2 为车距感知,评语子集 {很长,较长,较短,很短},记为: $\{d_1, d_2, d_3, d_4\}$;

x_3 为交通信息感知,评语子集 {良好,较好,一般,较差},记为: $\{i_1, i_2, i_3, i_4\}$ 。

2.2 错误感知评价模型

本项研究统计了 2 000 多次公路交叉口交通事故,以其中 183 位具有不同驾驶经历、教育背景和较

高表述能力的驾驶人作为错误感知评价“专家”,以其事故前驾驶行为作为评价样本,对所有事故进行统计评价,得到 1 877 组有效评价数据。在公路交叉口交通事故分析中,针对驾驶人错误感知变量的评语汇总结果,得到各变量论域空间覆盖频率曲线如图 2~图 4 所示。图 2~图 4 中,分别取其 80 分位人次“专家”的有感评价(0.2-截集)为各错误感知评语域的非零集,取 0.7 置信水平(0.7-截集)频率区间为各错误感知评语域的确定集,从截割结果确定车速模糊子集、车距模糊子集和交通信息模糊子集的隶属函数都为梯形结构;并将各评语模糊子集所得的界域值进行圆整,建立驾驶人在公路交叉口交通事故中错误感知评价模糊模型见下页表 7。通过此模型可实现错误感知因素与驾驶行为模式的转换。

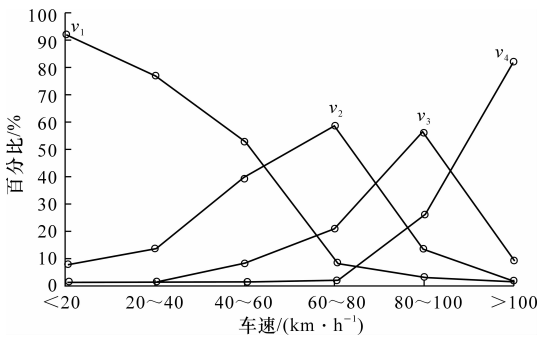


图 2 车速错误感知频率统计

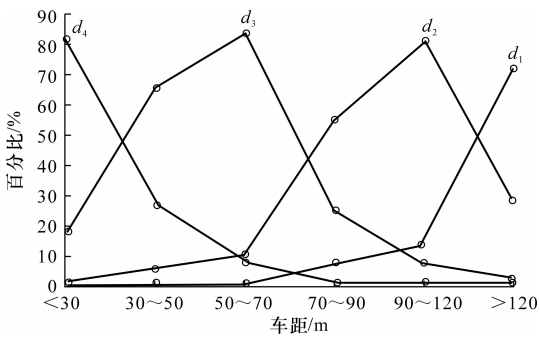


图 3 车距错误感知频率统计

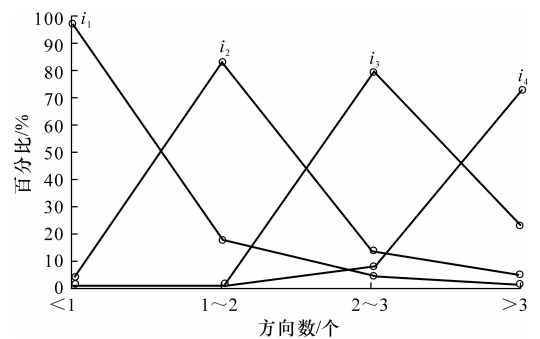


图 4 交通信息错误感知频率统计

表 7 公路交叉口交通事故驾驶人错误感知模糊评价模型

因数	子集	隶属度函数	子集	隶属度函数
车速/ (km·h ⁻¹)	低速	$v_1(x_1)=\begin{cases}1 & x_1\leqslant 40 \\ \frac{1}{50}(x_1-150) & 40\leqslant x_1<60 \\ 0 & x_1\geqslant 60\end{cases}$	较低速	$v_2(x_1)=\begin{cases}0 & x_1\leqslant 20 \\ \frac{1}{30}(x_1-20) & 20<x_1<50 \\ 1 & 50\leqslant x_1\leqslant 70 \\ \frac{1}{30}(x_1-70) & 70<x_1<90 \\ 0 & x_1\geqslant 90\end{cases}$
	较高速	$v_3(x_1)=\begin{cases}0 & x_1\leqslant 55 \\ \frac{1}{20}(x_1-55) & 55<x_1<75 \\ 1 & 75\leqslant x_1\leqslant 85 \\ \frac{1}{10}(x_1-85) & 85<x_1<95 \\ 0 & x_1\geqslant 95\end{cases}$	高速	$v_4(x_1)=\begin{cases}0 & x_1\leqslant 80 \\ \frac{1}{40}(x_1-30) & 80<x_1<100 \\ 1 & x_1\geqslant 100\end{cases}$
车距/m	很长	$d_1(x_2)=\begin{cases}1 & x_2\geqslant 150 \\ \frac{1}{50}(x_1-150) & 100\leqslant x_2<150 \\ 0 & x_2<100\end{cases}$	较长	$d_2(x_2)=\begin{cases}0 & x_2\leqslant 50 \\ \frac{1}{20}(x_2-50) & 50<x_2<70 \\ 1 & 70\leqslant x_2\leqslant 90 \\ \frac{1}{30}(x_2-90) & 90<x_2<120 \\ 0 & x_2\geqslant 120\end{cases}$
	较短	$d_3(x_2)=\begin{cases}0 & x_2\leqslant 30 \\ \frac{1}{10}(x_2-40) & 30<x_2<40 \\ 1 & 40\leqslant x_2\leqslant 80 \\ \frac{1}{40}(x_2-80) & 80<x_2<120 \\ 0 & x_2\geqslant 120\end{cases}$	很短	$d_4(x_2)=\begin{cases}1 & x_2\leqslant 30 \\ \frac{1}{40}(x_2-30) & 30<x_2<70 \\ 0 & x_2\geqslant 70\end{cases}$
交通信息 (方向数)	良好	$i_1(x_3)=\begin{cases}1 & x_3<1 \\ (x_3-1) & 1\leqslant x_3<2 \\ 0 & x_3\geqslant 2\end{cases}$	较好	$i_2(x_3)=\begin{cases}0 & x_3\leqslant 1 \\ (x_3-2) & 1<x_3<2 \\ (x_3-2) & 2\leqslant x_3<3 \\ 0 & x_3\geqslant 3\end{cases}$
	一般	$i_3(x_3)=\begin{cases}0 & x_3\leqslant 1 \\ (x_3-1) & 1<x_3<2 \\ (3-x_3) & 2\leqslant x_3<3 \\ 0 & x_3\geqslant 3\end{cases}$	较差	$i_4(x_3)=\begin{cases}0 & x_3\leqslant 2 \\ (x_3-2) & 2<x_3<3 \\ 1 & x_3\geqslant 3\end{cases}$

3 驾驶人事故前操作行为模式

3.1 输出变量模糊子集及其隶属函数

为了对驾驶人的推理活动进行描述,可将论域表述为 V 、 D 和 I ,驾驶人控制的实际操作行为为研究模型的输出变量。

$$B=f(V,D,I)$$

(1)

式中: B 为驾驶人操作行为; V 为车速感知; D 为车距感知; I 为交通信息感知。

由于驾驶人的思维活动并不表现为对单一现象作出反应,而是一个集成的、复杂的控制行为。依据 Summala 提出的理论,认为新的或危险的情景会引起驾驶人驾驶行为的不确定性,使驾驶行为从自动

性转变为控制性,即有意识地控制驾驶行为,并得出结论:驾驶人的驾驶行为与驾驶情景差异的关联程度是受驾驶人信息接受能力限制的,在差异不太大的情况下,驾驶人的驾驶行为表现具有一致性;在紧急情景中,会引起驾驶行为的不确定性,这时的驾驶行为与外界因素间的联系将局限于某一特定的信息上,其余的可以忽略^[8]。又根据多目标决策理论,对于驾驶人而言,有一个最为适宜的观察目标密度,紧急时刻的目标密度将变得很小,驾驶人的目标将集中于刺激最大的目标上(车辆、行人、障碍物),其余信息只能依靠驾驶人在危险感知发生前一段时间内的模糊记忆,以及在危险时刻观察到的情景做出相应的判断,作为驾驶行为的输入信息。因此,在公路

交叉口交通事故前,驾驶人危险感知的信息主要来源于与其事故相关的车辆或交通信息,由于驾驶人的错误感知,导致交通事故发生。与错误感知相对应的驾驶人行为,在感知高速时则制动,追尾则加速,以及制动加转向等。在事故前,驾驶人一般采用 5 种避让事故的方式。 $\{\text{制动} - B(\text{brake}), \text{转向} - C(\text{change}), \text{加速} - A(\text{acceleration})\}$

$$B_J = \{B, C, A, B + C, A + C\}, J = 1, 2, 3, 4, 5$$
(2)

于是,将驾驶人行为模式模糊子集 B_J 隶属度函数设定为

$$u_{B_J}(y) = \begin{cases} 1 & y = Y_J \\ 0 & y \neq Y_J, Y_J = \frac{v(x_1)}{x_1} + \frac{d(x_2)}{x_2} + \frac{i(x_3)}{x_3} = \sum_{i=1}^3 \frac{U(x_i)}{x_i} \end{cases}$$
(3)

式中: u_{B_J} 为驾驶人行为模式模糊子集隶属度函数; Y_J 为驾驶人感知信息的计算结果。

3.2 输入、输出样本集

本研究中所建立的驾驶人事故前行为模式所需要的输入、输出样本数据,通过调研 1 877 次公路交叉口交通事故获得;通过调查问卷以及驾驶人事故后笔录,将获得驾驶人在事故前错误感知的主要因素作为输入变量的样本;通过对事故现场的分析,将部分事故现场分析所得的结果作为驾驶人驾驶行为模式的输出样本。对于每一次交通事故,其事故前驾

驶人驾驶行为模式都有 $\{v(x_k), d(x_k), i(x_k), Y_k \mid k = 1, 2, \cdots, 1\,877\}$ (4)

3.3 模糊控制模型和模糊规则

按照排列组合原理,每次各取错误感知变量 (x_1, x_2, x_3) 的一个模糊子集构成条件部,对于第 r 个组合的条件部,则有

$$\text{IF } x_1 \in v_r, x_2 \in d_r, x_3 \in i_r$$
 (5)

根据表 6 所列驾驶人错误感知评价模糊模型,计算各输入变量样本对应的模糊评价子集的隶属函数值,对于每组输入样本,则有

$$u_M = \sum_{k=1}^{1\,877} \left[\prod_{r=1}^3 u_{Br}(x_r) \right]$$
 (6)

式中: u_M 为第 r 条输出样本的隶属函数。

若 $u_M = 0$,则该 r 组合的条件部没有对应规则。这就意味着在驾驶人未有任何危险感知,就已经发生了交通事故。若 $u_M \neq 0$,则进一步计算,使该 r 组合条件部成立的全部样本组的输出平均值为

$$y = \frac{\sum_{k=1}^{1\,877} \left[\prod_{r=1}^3 u_{Br}(x_r) \right]}{\sum_{k=1}^{1\,877} u_k(x_k)}$$
 (7)

式中: y 为 r 组合输出均值。

从而该 r 条件部对应的结论部输出值为

$$y_r = \sum_{j=1}^5 [u_{B_J}(y) Y_J]$$
 (8)

式中: y_r 为第 r 条模糊控制规则。

通过计算,可以得到第 r 条模糊控制规则见表 8。

表 8 驾驶人事故前操作行为模式模糊规则集(部分)

条件部	结论部	条件部	结论部	条件部	结论部
IF: $v_1 d_1 i_1$	THEN: B	IF: $v_1 d_2 i_1$	THEN: B	IF: $v_1 d_3 i_1$	THEN: C
IF: $v_1 d_1 i_2$	THEN: B	IF: $v_1 d_2 i_2$	THEN: B	IF: $v_1 d_3 i_2$	THEN: C
IF: $v_1 d_2 i_3$	THEN: B	IF: $v_1 d_2 i_3$	THEN: B	IF: $v_1 d_3 i_3$	THEN: B
IF: $v_1 d_1 i_4$	THEN: B	IF: $v_1 d_2 i_4$	THEN: B	IF: $v_1 d_3 i_4$	THEN: B
IF: $v_1 d_4 i_1$	THEN: A	IF: $v_1 d_4 i_2$	THEN: A	IF: $v_1 d_4 i_3$	THEN: B
IF: $v_2 d_1 i_1$	THEN: B	IF: $v_3 d_1 i_1$	THEN: B	IF: $v_4 d_1 i_1$	THEN: B
IF: $v_2 d_1 i_2$	THEN: B	IF: $v_3 d_1 i_2$	THEN: B	IF: $v_4 d_1 i_2$	THEN: B
IF: $v_2 d_1 i_3$	THEN: B	IF: $v_3 d_1 i_3$	THEN: B	IF: $v_4 d_1 i_3$	THEN: B
IF: $v_2 d_1 i_4$	THEN: B	IF: $v_3 d_1 i_4$	THEN: B	IF: $v_4 d_1 i_4$	THEN: B
IF: $v_2 d_2 i_1$	THEN: B	IF: $v_3 d_2 i_1$	THEN: B	IF: $v_4 d_2 i_1$	THEN: B
IF: $v_2 d_2 i_2$	THEN: B	IF: $v_3 d_2 i_2$	THEN: B	IF: $v_4 d_2 i_2$	THEN: B
IF: $v_2 d_2 i_3$	THEN: B	IF: $v_3 d_2 i_3$	THEN: B	IF: $v_4 d_2 i_3$	THEN: B

表 8 大致描述了驾驶人在事故前的操作行为,每一条规则是一个似然推理。根据模糊集理论,每条似然推理规则可以用模糊运算进行描述。例如,对第 1 条规则, $B_1 = f\{[V \circ (V(v_{1\max}) \times D(d_{1\max})) \cdot I \circ (I(i_{1\max}) \times D(d_{1\max}))]\}$,同理,其余各规则也可以类

似推出。由于推理过程是选择可能性最大的,所以,表 8 中驾驶人的全部思维推理过程可概括为: $B = B_1 + B_2 + \cdots + B_{61}$ 。(以上 $+\times\circ$ 分别表示模糊集理论中的并运算、交运算、笛卡尔积和组合运算)。

[3] 王正浩,范改燕. 振动筛结构强度研究的现状[J]. 沈阳建筑工程学院学报,1999,15(3):278-281.
WANG Zheng-hao,FAN Gai-yan. Study status of vibration screen structure strength[J]. Journal of Shenyang Architectural and Civil Engineering University, 1999,15(3):278-281.

[4] 王正浩,王国业,刘维伟. 振动筛的研究现状与发展趋势[J]. 沈阳建筑工程学院学报,1999,15(1):77-81.
WANG Zheng-hao,WANG Guo-ye,LIU Wei-wei. Present status and developing tendency of vibration screen[J]. Journal of Shenyang Architectural and Civil Engineering University,1999,15(1):77-81.

[5] 薛风先,胡仁喜,康士廷. ANSYS12.0 机械与结构有限元分析从入门到精通[M]. 北京:机械工业出版社,2010.

[6] 马学东,王律躬,崔文好,等. 2ZKX2148 型直线振动筛侧板的有限元动力学分析[J]. 鞍山钢铁学院学报,1999,22(1):32-35.
MA Xue-dong,WANG Lu-gong,CUI Wen-hao,et al. Finite element dynamic analysis of the 2ZKX2148 type straight line oscillating sieve lateral plate[J]. Journal of Anshan Institute of Iron and Steel Technology,1999,22(1):32-35.

[7] 方治华,赵 爽. 基于 ANSYS 的振动筛筛箱强度的有限元分析及改进设计[J]. 煤矿机械,2008,29(12):143-144.
FANG Zhi-hua,ZHAO Shuang. Based on ANSYS shaker screen strength of finite element analysis and improved design[J]. Coal Mine Machinery,2008,29(12):143-144.

[8] 贺 鑫. 大型直线振动筛动态仿真的研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2008.

[9] 程 群. 高效振动筛的有限元分析及优化设计[J]. 水泥,2007(8):41-44.
CHENG Qun. The finite element analysis and optimization design of efficient vibrating screen[J]. Cement,2007(8):41-44.

[10] 曹树谦,张琪昌,陈予恕,等. 26 m² 大型直线振动筛动应力计算分析[J]. 天津大学学报,1995,28(5):677-681.
CAO Shu-qian,ZHANG Qi-chang,CHEN Yu-shu,et al. Numerical study on dynamic stresses of the 26 m² line vibrating screen[J]. Journal of Tianjin University,1995,28(5):677-681.

(上接第 100 页)

4 结 语

(1)在公路交叉口交通事故调研的基础上,建立了驾驶人事故前操作行为影响因素评价指标体系,运用 AHP 法分析计算各影响因素权重,研究表明,影响驾驶人事故前操作行为的主要因素为驾驶人车速感知、车距感知、交通信息感知。

(2)运用模糊控制理论,建立了驾驶人事故前操作行为模糊评价模型,实现驾驶人错误感知因素与驾驶行为模式的转换,并建立驾驶人事故前操作行为模式模糊控制规则。

(3)该研究成果可以应用于建立车辆驾驶人应急操作行为理论体系,通过对车辆驾驶人的安全培训,提高道路交通安全性,也可用于辅助实现交通事故再现技术,提高交通事故的鉴定水平。

参考文献:

References:

[1] Staubach M. Factors correlated with traffic accidents as a basis for evaluating advanced driver assistance systems[J]. Accident Analysis and Prevention,2009,41(5):1025-1033.

[2] 郭孜政. 驾驶行为险态辨识理论与方法[D]. 成都:西南交通大学,2009.

[3] Saaty T L. How to make a decision;the analytic hierarchy process[J]. European Journal of Operational Research,1990,48(1):9-26.

[4] 魏 朗,高丽敏,余 强,等. 驾驶员道路安全感受模糊评判模型[J]. 交通运输工程学报,2004,4(1):102-105.
WEI Lang,GAO Li-min,YU Qiang,et al. A fuzzy evaluation model for driver's feelings of road safety[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering,2004,4(1):102-105.

[5] 王武宏,孙逢春. 道路交通系统中驾驶行为理论与方法[M]. 北京:科学出版社,2000.

[6] Tronsmoen T. Associations between driver training, determinants of risky driving behaviour and crash involvement[J]. Safety Science,2010,48(1):35-45.

[7] Wong J T. Analyzing heterogeneous accident data from the perspective of accident occurrence[J]. Accident Analysis and Prevention,2008,40(1):357-367.

[8] Summala H. Fatal accidents among car and truck drivers; effects of fatigue, age, and alcohol consumption[J]. The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society,1994,36(2):315-326.