

驾驶员可靠性评价中评估因子的遴选

王海波

上汽通用五菱汽车股份有限公司, 广西, 柳州 545007

摘要: 驾驶员可靠性评估因子的选择是进行驾驶员可靠性评价的关键。本文首先进行驾驶员可靠性分析, 找到驾驶员可靠性研究的特点, 然后根据道路交通事故的发生原因得出驾驶员失误模式, 最后使用专家判断隶属度的方法筛选出有效的驾驶员可靠性评估因子。

关键词: 驾驶员; 可靠性评价; 评估因子

中图分类号: U491.2⁺54

文献标识码: A

文章编号: 1672-4747(2008)04-0076-06

Selection of the Assessment Factors in Driver Reliability Evaluation

WANG Hai-bo

SAIC GM Wuling Automobile Co. Ltd, liuzhou 545007,
Quangxi, China

Abstract: Selection of the assessment factors is a key problem in the driver reliability evaluation. Based on the analysis of the reliability research, the characteristics of the driver reliability research were got, and then, according to the reasons causing road traffic accidents, the driver's error patterns were found. Finally, the effective assessment factors in the driver reliability analysis were selected with the expert deciding membership method.

Key words: Driver, reliability evaluation, assessment factors

0 引言

目前, 对于驾驶员的可靠性已经有了比较深入

的研究, 所建立的可靠性评价模型的评估因子多是取自于驾驶员的生理条件、心理条件以及驾驶技能。在人的可靠性研究领域, 开展定量分析要依赖大量的实

收稿日期: 2007-11-16.

作者简介: 王海波 (1978-), 男, 汉族, 天津武清人, 上汽通用五菱汽车股份有限公司工作。

验数据。而对于驾驶员所属的物流公司来说，由于缺乏模拟器等相关设施，只有通过详细记录驾驶员一定时期内的违章以及事故记录才能获取部分可靠性数据。如何利用这些数据来建立更科学实用的驾驶员可靠性评价模型就成为需要进一步思考的问题。

1 驾驶员可靠性的分析

1.1 驾驶员可靠性定义

可靠性的定义为：“单元在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的概率。”这里的单元是指系统的一个组成部分；规定的条件是指系统所处的环境；规定的时间是指单元完成任务的期限；规定的功能是指系统设计文件规定的系统技术性能，概率就是可靠性的^[1]。那么，驾驶员作为道路交通系统的重要组成部分，所要完成的规定功能就是安全准确地抵达运输目的地。因此，驾驶员可靠性可以定义为：驾驶员在给定的道路交通条件下，在规定的时间内完成驾驶任务而不出现任何差错的概率。

1.2 驾驶员可靠性的特点

相对于道路环境、车辆可靠性，驾驶员可靠性具有人的可靠性的一般特点：

(1) 驾驶员在交通运输系统内某时刻的行为不仅受到系统的支配，也受到驾驶员个体内在因素的作用，以及时间、空间的影响。人的行为是其行为形成因子集合的函数。

(2) 不同的驾驶员在同样的环境中可以有不同的反应，即人与人之间存在个体差异，致使驾驶员工作可靠性具有不确定性。

(3) 驾驶员可靠性还受到心理和生理条件的影响，可能同一驾驶员在同样的系统环境中，其任务完成效果并不相同。

(4) 驾驶员失误造成的交通事故是由于人为差错而为，但未必所有的人为差错都必然诱发交通事故。

(5) 人具有主观能动性，在许多场合能及时发现自己的失误并在造成后果前加以纠正，分析驾驶员可靠性时，还要考虑人的动作的可校正因素。

相对于其他系统中人员的可靠性，驾驶员可靠性具有自身的特点：

(1) 驾驶员所处的道路环境是动态的，除了具有丰富的道路经验，还需要驾驶员有较高的应变能力；

(2) 驾驶员所操纵的车辆状态也容易受到道路环境变化的影响，这进一步增加了对应变能力的要求；

(3) 驾驶员的工作内容、操纵步骤是不断循环的，但不是简单的重复。

根据驾驶员可靠性所具有的特点，结合可靠性研究的一般方法，可以得出对驾驶员进行可靠性评价的步骤，如图1所示^[2]。

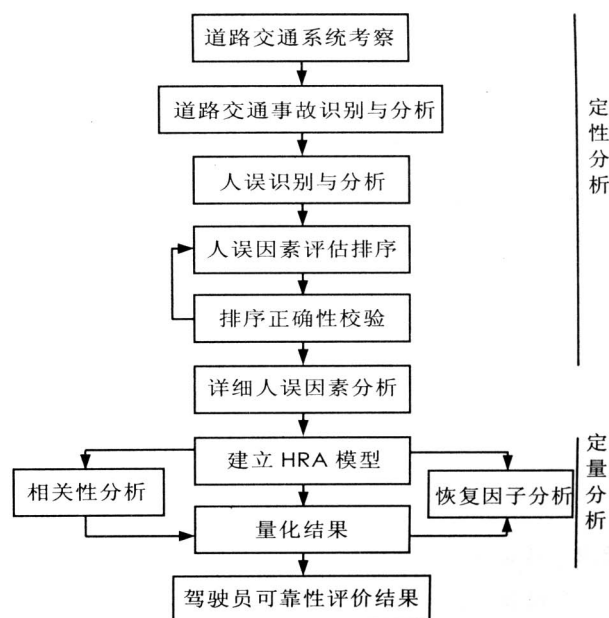


图1 驾驶员进行可靠性评价的步骤

Fig.1 Process of driver reliability evaluation

2 驾驶员失误模式

根据 Sanders & McCormick 的定义，人为失误是指一个不恰当的或不理想的决策或行为，这种决策或行为具有减少效益和降低安全水平的潜在可能。人为失误有些是由于任务要求超出了人的能力上限，有些是出于积极的目的但事与愿违。人为失误的发生有各种各样的致因，但大多数情况是基于这样一个事实，即人可以用各种不同的方式去完成各种不同的任务。

2.1 道路交通事故分析

道路交通系统是由人、车、路组成的动态系统。驾驶员从道路交通环境和所驾车辆的人机界面中获取信息，这些信息综合到驾驶员的大脑中，经过判断形成动作指令，指令通过驾驶员操作行为使汽车在道路上产生相应的运动，运动中的车辆状态和继续变化的道路环境又作为新的信息反馈给驾驶员，这一过程的不断重复就构成了整个驾驶过程。

道路交通系统的人、车、路三要素中，驾驶员是环境的理解者和指令的发出和操作者，道路和车辆的因素必须通过人才能起作用。道路交通环境和车辆对交通安全的影响，除了力学上的作用外，更重要的是依靠它们对人的行为的影响，人、车、路三者要靠人的干预达到平衡^[3]。可以看到，人的因素在道路交通系统中处于核心地位，因此，人也是道路交通事故的关键因素。图2为道路交通事故树。

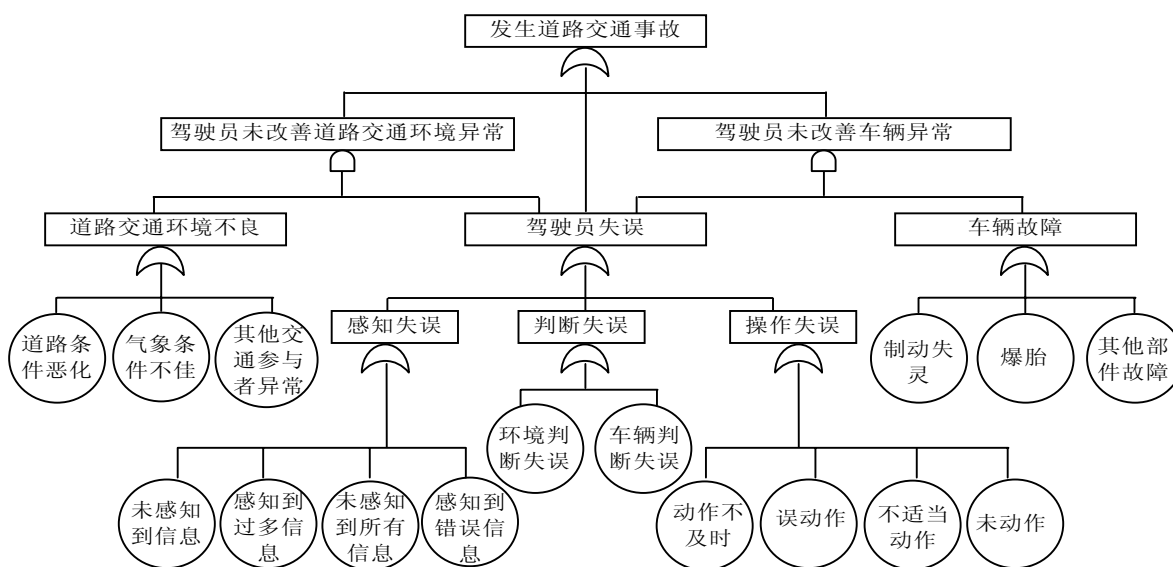


图2 道路交通事故树

Fig.2 Road accident tree

2.2 驾驶员失误分析

驾驶员的驾驶过程是典型的 S(simulation)—O(organization)—R(response)过程。由于人的自我纠错能力的存在，在感知、判断、动作反应三个阶段中驾驶员不断进行自我纠错，同时把纠错结果随时反馈到

上一阶段，重新进行感知、判断和动作。此外，驾驶员还有自我学习的能力，以往的驾驶经验和事故经历都会不断积累反馈，最终反映为驾驶员驾驶技能的变化。图3为驾驶员失误模式。

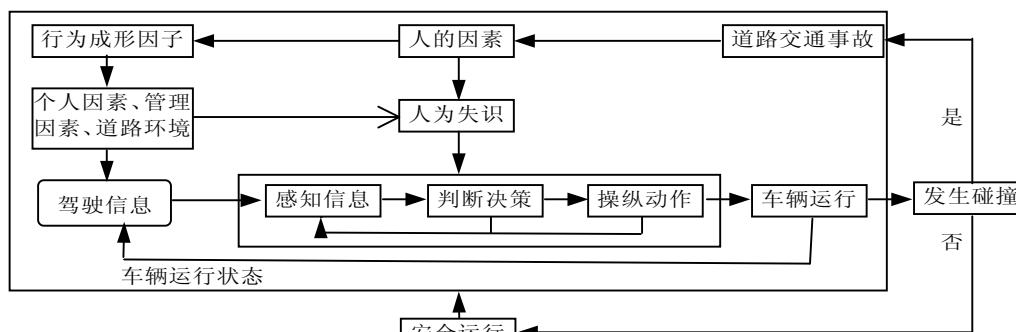


图3 驾驶员失误模式

Fig.3 Driver error mode

通过图 2 道路交通事故树分析, 能够得出造成驾驶员失误的直接原因。系统分析理论告诉我们任何事故的直接原因背后都有导致这些原因产生的间接原因。通过道路交通事故直接和间接原因的研究, 就可以找到影响驾驶员可靠性的行为形成因子, 如表 1 所示。

表 1 影响驾驶员可靠性的行为形成因子

Tab.1 Performance shaping factors of driver reliability

驾驶员可靠性		行为形成因子
驾驶员生理条件		疲劳、饮酒、生理节律、药物、工作负荷
驾驶员心理条件		紧张、个性特征、社会关系
驾驶技能	驾驶经验	驾龄、学历、年龄
	事故记录	事故发生率、事故承担主要责任、违章率
驾驶环境	事故发生环境	气象优劣、路况复杂度、超速超载
	车辆人机界面	噪声、振动、操纵便利性
工作态度		出勤率、企业安全文化、培训经历、任职时间

3 驾驶员可靠性评价模型中评估因子的遴选

驾驶员可靠性评估因子识别首先要保证驾驶员可靠性评价的准确性和全面性; 其次应该确保真正找到潜在的驾驶员失误产生的原因, 为采取有效措施减少失误提供科学依据。

3.1 评估因子遴选原则

(1) 完整性, 所选评估因子要能充分反映道路交通事故中导致驾驶员失误的各种致因, 不遗漏或疏忽真正发挥作用的直接或潜在的影响因素;

(2) 实用性, 最终评价模型要便于在车队管理中的实际应用, 所选评估因子应当易于理解和接受;

(3) 兼容性与扩展性, 要使评价模型不仅能用于驾驶员的调查与分析, 在适当调整后, 也适用于对车队中道路交通事故的调查和分析;

(4) 继承性, 尽量利用现有比较成熟的可靠性理论和方法, 使构建评价模型的过程和结果具有合理科学的理论基础。

3.2 评估因子遴选方法

通过驾驶员失误模式分析所得的驾驶员失误行为形成因子具有相当大的系统模糊度, 应该采用模糊集和隶属度的概念来遴选评价因子。

(1) 隶属度函数的概念

设 A 是论域 U 上的一个模糊子集, 所谓 A 的隶属度函数是指满足给定的映射:

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1] \quad u \mapsto \mu_A(u) \in [0,1] \quad (1)$$

μ_A 称作 A 的隶属度函数, $\mu_A(u)$ 表示元素 $u \in U$ 属于 A 的程度, 并称 $\mu_A(u)$ 为 u 对于 A 的隶属度。 $\mu_A(u)$ 接近于 1, 表示 u 隶属于 A 的程度大; 反之, $\mu_A(u)$ 接近于零, 表示 u 隶属于 A 的程度小。

(2) 模糊子集的概念

当论域 U 为有限集时, 可设:

$$U = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} \quad (2)$$

在 U 上的一个模糊子集, 若其隶属度函数值集为 $\{\mu_A(x_i), i=1,2,3, \dots, n\}$, 则 A 可表示为:

$$A = \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu_A(x_n)}{x_n} = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) / x_i \quad (3)$$

符号 $\mu_A(x_i) / x_i$ 表示元素 x_i 隶属于 A 的程度为 $\mu_A(x_i)$ 。

(3) 确定隶属度函数的方法 —— 模糊统计试验法

隶属度函数的确定不是唯一的, 但可以使用模糊统计试验法来求取驾驶员的失误引发道路交通事故的隶属度。

模糊统计试验法的试验这样进行:

设论域为 U , 选定元素 $u_0 \in U$, 然后考虑 U 的一个运动着的边界可变的集合 A^* , 如引发、可能引发等集合, 于是 u_n 属于 A^* 的隶属度成为:

$$\mu(u_0) = \lim \frac{u_0 \text{ 属于 } A^* \text{ 的次数}}{n} \quad (4)$$

(4) 通过事故数据统计判断隶属度计算

依照上述模糊子集和隶属度的概念, 结合道路交通事故系统的实际, 设 U 为可能引发交通事故的驾驶员

失误的论域，于是：

$$U = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$$

式中 x_i 代表可能引发事故的驾驶员失误， n 为失误个数。根据表 1 可知， x_i 为表中所列各行为形成因子， $n = 24$ 。

设 \tilde{A} 为 U 上的模糊子集，由式 (3) 表示。为使遴选能充分利用事故调查数据，对式 (4) 作适当调整：

$$\mu_{\tilde{A}}(x_i) = \lim_{\tilde{j}} \frac{n_j}{n} \quad (5)$$

式中， $j = 1, 2, 3, 4$ ； \tilde{A}_j 代表很可能、可能、不可能、完全不可能引发事故的驾驶员失误集； n_j 表示事故统计中出现 \tilde{A}_j 的次数。

求出 $\mu_{\tilde{A}}(x_i)$ 后，为求出各驾驶员失误属于 \tilde{A} 的隶属度，可以取

$$\mu_{\tilde{A}}(x_i) = \sum_j \beta_j \mu_{\tilde{A}_j}(x_i) \quad (6)$$

式中， β_j 为权重系数，在事故数据统计时已经将很可能计为 4 min、可能计为 3 min、不可能计为 2 min、完全不可能计为 1 min，所以可以将权重系数取为：

$$\beta_1 = 0.1, \beta_2 = 0.2, \beta_3 = 0.3, \beta_4 = 0.4$$

由此可以计算出可能引发道路交通事故的驾驶员失误的隶属度，进而可将识别出的驾驶员失误模糊集用式(3)来表述。

3.3 评估因子遴选结果

根据对收集的有详细事故数据的近 120 起道路交通事故的原因分析，统计出驾驶员失误造成事故的数据，将这些数据进行隶属度计算，得出驾驶员可靠性评价中评估因子识别结果，如表 2 所示。由表可以遴选出疲劳、饮酒、药物、工作负荷、紧张、个性特征、社会关系、驾龄、学历、年龄、主要责任事故发生率、气象优劣、路况复杂度、超速超载这 14 种主要的驾驶员失误，它们即为建立驾驶员评价模型所需的评估因子。

表 2 驾驶员可靠性评价中评估因子识别结果

Tab2 Identification results of assessment factors in driver reliability evaluation

评估因子	隶属度	评估因子	隶属度	评估因子	隶属度
疲劳	0.32	驾龄	0.26	超速超载	0.32
饮酒	0.29	学历	0.22	噪声	0.11
生理节律	0.19	年龄	0.21	振动	0.10
药物	0.24	事故发生率	0.18	操纵便利性	0.10
工作负荷	0.31	主要责任事故发生率	0.22	出勤率	0.19
紧张	0.28	违章率	0.15	企业安全文化	0.12
个性特征	0.20	气象优劣	0.26	培训经历	0.14
社会关系	0.21	路况复杂度	0.27	任职时间	0.16

4 结束语

研究驾驶员失误，分析驾驶员可靠性有助于从全新的角度、全新的思维来发现和采取减少道路交通事故的新对策，对减少人的因素对交通安全的负面影响，促进道路交通安全具有重要的现实意义。同时也有助于推动道路交通系统其他领域中人的可靠性的研究，其思路、原理、方法对系统中其他方面人员可靠性的研究也是适用的。

作者利用所选评估因子建立的驾驶员可靠性评价模型对某物流公司的驾驶员可靠性进行尝试性评价，评价结果表明，所选评估因子可以充分利用交通事故调查数据和物流公司运输管理数据，易于理解，便于在驾驶员日常管理中的实际应用。但是，由于道路交通系统是由人、车、路构成的复杂系统，这些子系统既独立作用又相互影响，它们本身的可靠性程度和它们之间的相互作用都决定了系统中各要素的运行状况和安全水平。所以说，对驾驶员可靠性产生影响的因素是动态的，具有不确定性。因此，本文对驾驶员可靠性评价中评估因子的识别结果还有待于使用其他方法来进一步检验和完善。

参考文献

- [1] 高社生. 可靠性理论与工程应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- [2] 张 力. 基于 THERP+HCR 的人因事件分析模式及应用 [J]. 核动力工程, 2003,(6): 273~278.
- [3] 刘志强. 道路交通安全工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

(中文编辑: 刘娉婷)

上接第 56 页

部道路的衔接口位置也需要慎重选取。总之, 联合出入口的布局方式适用于大型公共建筑密集, 而且需要道路土地条件允许, 尤其是土地纵深足够。

3 结束语

本文主要从土地规划的角度出发, 借鉴出入口管理策略的思路和相关技术方法, 分析了城市快速路高架系统拥堵的成因及解决对策。对于匝道间距偏小、匝道落地点布局欠佳、衔接段建筑物布局不合理等问题都提出了相应的解决途径。同时, 应尤为重视以下

几点:

(1) 快速路高架道路以及地面道路的主干路、次干路等都有其特定的道路功能, 或着重于车流的快速通过, 或着重于完成车流快速集散。明确道路功能、准确定位是后续工作的基础。

(2) 前期的土地规划以及之后的交通设计、交通管理控制等应捏合成一个整体, 通盘考虑。站在系统的角度考虑是解决拥堵问题的关键思路。

(3) 在借鉴国外已有研究成果时, 应区分哪些是受地域差异性制约的, 哪些是可以适当变通后借用的。只有合理借鉴才能保证结论的可信度。

参考文献

- [1] 龙科军, 杨晓光, 王跃辉 等. 城市快速路匝道最小间距模型[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5 (1): 106-110.
- [2] 杨晓光, 狄姗. 城市高架道路出口匝道衔接路段交通组织方法研究[J]. 交通运输工程与信息学报, 2003, 1 (2): 49-53.
- [3] 孙明正, 杨晓光, 张扬. 城市高架道路匝道与平面交叉口衔接交通问题及改善方法研究[J]. 公路交通科技, 2003, 20 (5): 95-99.
- [4] 张宁, 陈恺, 黄卫. 公路出入口管理策略研究综述 [J]. 公路, 2006, (6): 28-33.
- [5] Transportation Research Board. Highway capacity manual 2000 [M]. National Research Council, Washington D.C., 2000.
- [6] Gluck J, HS Levinson, and V Stover. NCHRP Report 420: impacts of access management techniques [R]. Washington D.C.: Transportation Research Board, 1999
- [7] Committee on Access Management. Access management manual [R]. Washington D.C.: Transportation Research Board, 2003
- [8] Marc A Butorac, Jerilyn C Wen. NCHRP synthesis 332: access management on crossroads in the vicinity of interchanges [R]. Washington D.C.: Transportation Research Board, 2004
- [9] 翟忠民. 道路交通组织优化[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004

(中文编辑: 刘娉婷)