

基于事故深度调查的城市交通事故特征分析*

李伟楠 王雪松** 副教授

(同济大学交通运输工程学院, 上海 201804)

学科分类与代码: 6203070(安全系统工程)

中图分类号: X951

文献标志码: A

基金项目: 教育部“新世纪优秀人才支持计划”资助; 上海市科学技术委员会基金资助(10JG0500400);

中央高校基本科研业务费专项资金。

【摘要】 为探索适合我国的事故数据深度采集标准, 并分析城市道路交通事故特征及致因, 基于《道路交通事故深度调查信息采集表》(简称采集表), 调查人员随交警赴事故现场随机详细调查87起城市道路交通事故。借鉴“Haddon Matrix”思想建立致因分析矩阵系统, 分析了事故的致因。发现采集表对事故地点、事故形态及原因项分类更加具体、明确, 女性驾驶员的事故发生率略低于男性驾驶员, 驾驶员年龄超过60岁后发生事故的危险性显著提高, “交叉口影响区”事故50%由变更车道引起, 非机动车驾驶员未戴安全头盔是造成严重伤害的重要原因。

【关键词】 城市交通安全; 事故深度调查; 事故特征; 致因分析; 哈顿矩阵

Urban Crash Features Analysis based on In-depth Investigation

LI Wei-nan WANG Xue-song

(School of Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: For the sake of exploring crash in-depth investigation standards suitable for China, and analyzing the features and causes of urban traffic accidents, in-depth investigation of 87 traffic accidents was made randomly in accordance with the Crash In-depth Investigation Data Acquisition Table. A cause analysis matrix was built using the thought of Haddon Matrix for inference. It was found that the Data Collection Table classifies crash spot, crash event and crash causes more specifically and clearly, that the female drivers are less inclined to crashes compared to male drivers, that the drivers over 60 years old take more risk when driving on the road, that fifty percent of the crashes happening in the intersection influencing areas are caused by lane changing, and that not wearing safety helmet is the significant reason leading to serious harm on the non-motor vehicle drivers.

Key words: urban traffic safety; crash in-depth investigation; crash features; cause analysis; Haddon matrix

0 引言

交通事故发生的原因往往非常复杂, 包括驾驶员、车辆、道路和环境等多方面的因素。对于事故致

因的研究, 传统的研究方法多基于交警事故现场的报告, 但是在事故现场交警除了搜集现场证据外, 还需要维持治安、协调当事人和填写法律文件, 因而会导致遗漏部分有用的事故特征信息。同时, 国内在

* 文章编号: 1003-3033(2012)12-0003-07; 收稿日期: 2012-10-10; 修稿日期: 2012-11-30

** 王雪松副教授为通讯作者, E-mail: wangxs@tongji.edu.cn.

事故采集规范方面仍然存在诸多问题,目前事故信息采集主要参照2006年公安部管理局编制的《道路交通事故信息采集项目表》^[1](简称项目表),表格设有56个数据采集项,内容涵盖了事故的基本信息,但采集项设置有待提高,对现有的交警事故记录信息统计结果显示超过50%的事故原因都被归类为“其他”,无法满足分析真实需求的需求。通过对事故的深度调查可以更为全面地了解事故发生的深层原因。国内虽在基于事故深度采集改善车身安全性方面进行过研究^[2],但大多局限于车辆主动及被动安全,无法全面揭示事故发生的机理及影响因素。

国外在事故调查及事故深度采集方面进行了大量的工作。美国至今已经形成了一套标准规范的体系,包括了死亡事故数据报告系统(FARS, Fatality Analysis Reporting System)^[3]、国家机动车事故抽样系统(NASS, National Automotive Sampling System)^[4]。德国在汉诺威和德雷斯頓2个城市开展了道路交通事故深度调查项目(GIDAS, Germany In-depth Accident Studies)^[5],英国交通部资助了联合事故损伤研究项目(CCIS, Co-operative Crash Injury Study)^[6],事故深度调研团队在事故现场获取人员、车辆及事故现场等各方面的信息,旨在深入分析引发事故发生及造成人员伤害的致因。

数据深度采集基础上,国外学者对事故发生及伤害致因进行了深入分析。Blower^[7]归纳了2种基于事故数据采集的分析方法:事故现场诊断法(the clinical method)和数据相关性分析法(statistical association method)。Stoop^[8]以高速公路上一一起连环车祸作为分析案例,研究综合了警察报告、多领域专家分析结论以及现场调查的结果,考虑了人、车、路和环境等因素对事故发生造成的影响,此研究应用了事故现场诊断法,需对一起事故做大量工作,因而往往只能针对少数特大类交通事故,不能广泛地应用于城市道路交通事故的分析工作。Staubach^[9]选取了事故深度调查的多起事故样本,综合分析不同类型事故的特征及致因,致因分析的结论为驾驶员辅助系统的建立提供理论性的指导,此研究应用了相关性分析法,但此类研究大多选取有伤亡的事故样本,样本不具有随机性,因而不能反应一般性事故发生的特征及机理。

在借鉴国外事故深度采集及事故特征分析方面的经验基础上,笔者将探索适合我国的事故数据深度采集标准,并结合事故数据深度采集调研的案例,分析我国城市道路交通事故的特征及致因以期为城

市交通安全性改善提出了有针对性的建议。

1 事故深度采集数据记录及现场调研

为了实现事故特征信息的深度分析,研究团队自主研发了采集表,在此基础上研究人员协助民警在事故现场记录了87起城市交通事故的详细信息。

1.1 道路交通事故深度调查信息采集表

借鉴美国在事故信息标准化取得的经验成果并结合我国道路交通安全的实际情况,研究小组在项目表基础上作了改善和补充,并最终研发了采集表,其中优化了7项事故信息,增补了10项事故信息,涉及到的信息包括事故地点、事故形态、事故原因、车辆碰撞及损坏位置等重要信息。

采集表共分为4大部分:事故地点记录表、事故处理流程记录表、事故现场照片及事故基础信息采集表。事故位置的准确定位对于事故黑点的判别及交通安全分析具有着重要的意义,研究团队基于国内外事故定位方法的经验以及实际事故定位中的问题,总结出了事故准确定位最基本的5个要素,创造性地提出了“五要素”事故定位法^[11]。事故处理流程记录表用于记录事故处置过程中重要工作环节的时间节点,旨在分析事故现场处置工作的合理性和必要性。事故现场照片明确说明了事故现场所需要拍摄的信息以及具体的要求。事故基础信息记录表则涵盖了事故现场人、车、路以及环境等方面的重要信息,此部分需要现场填写的信息量较大,出于现场记录的便捷及表格设计的清晰等方面的要求,研究团队把事故基础信息划分为5大类,相应地事故基础信息记录表也被划分为5个信息板块:事故基本信息、车辆信息、人员信息、事故原因及手绘事故现场草图。

1.2 事故现场调研

此前国内外关于事故深度采集及事故致因分析方面研究选取的事故样本皆为有伤亡的严重事故,且大多偏向于机动车间的碰撞,不能反映事故的总体特征。而此次调研研究小组通过随警调查的方式在事故第一现场采集事故现场数据,为保证事故样本的随机性,调研人员被随即分配到各个中队与执勤交警合作,获知接警信息后第一时间赶赴事故现场开展调研,采集到的87起城市交通事故样本具有普遍的代表性,既涵盖了造成较为严重影响的一般事故和简易事故,同时也涉及了部分快速处理事故

(上海标准定义,国家标准定义为自行协定事故),这为进一步的事故原因深度分析提供了数据基础。与此同时,为了保证事故数据的准确性和全面性,调研人员严格按照规定的流程对每一起事故开展调查:接警、事故现场取证、事故数据记录和录入数据库。图 1 详细介绍了每一个环节的具体工作流程。

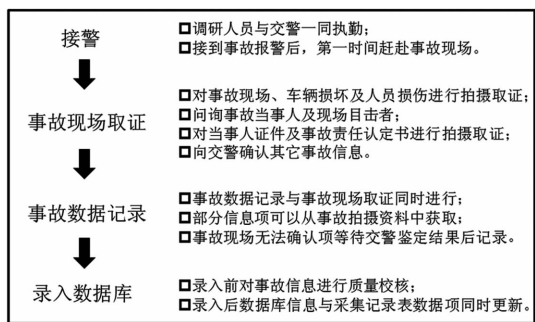


图 1 事故深度采集工作流程

Fig. 1 Flowchart of crash in-depth investigation

2 事故特征统计

2.1 事故地点类型

2006 版项目表的事故地点记录没有按照设施类型对事故地点进行划分,采集表结合美国佛罗里达州的事地点(Site Location)的设计方法引入了事故地点类型采集项^[12],把事故地点分为 5 大类:城市道路、城市快速路、公路、高速公路和其他设施。其中,城市道路路段中引入了“交叉口影响区”(交叉口影响区指受到交叉口直接影响的道路路段)的概念。此次调查范围主要集中在城市中心区,图 2 对事故地点的分布进行了分类统计,其中道路路段事故数量最多,占到了事故总数的 48.3%,这与市区内道路路段接入口密集有关;值得注意的是,新引入的“交叉口影响区”的事故数量也达到了 10 起,此区域的安全性有必要展开更深研究。

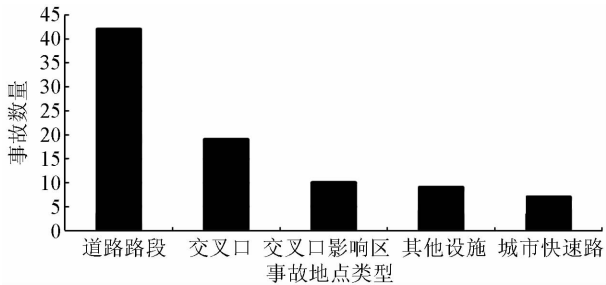


图 2 事故所在地点类型统计图

Fig. 2 Diagram of crash spot types

3.2 事故车辆类型

根据国内目前各种类型车辆的保有情况,采集表把车辆类型分为 10 种。近年来国内电动自行车的数量激增,2011 年全国的电动自行车保有量已经超过了 1.2 亿辆,电动自行车安全是交通安全分析中不可忽视的因素,因而把非机动车划分为“自行车”和“电动自行车”分别考虑。图 3 对 87 起事故中涉及到的肇事司机和非肇事司机的车辆类型分别进行了统计,其中 87 起事故中小轿车的数量排在了第 1 位,而电动自行车排在第 2 位,其中 87 起事故中有 24 起涉及到了非机动车,占到了 27.6%,其中 18 起为电动自行车事故,达到了 20.7%。近年来电动车在整个交通系统中所占的比重越来越大,但是对于电动车的管理一直不到位。在上海、武汉、临沂 3 个城市进行的交叉口非机动车视频观测表明电动车违法情况非常严重^[13]。相比于自行车助动车在动力性能方面有很大的优势,但是安全保护措施却没有相应的改善,所以一旦发生交通事故往往会带来严重后果,调研中也发现事故样本中涉及电动车事故的严重程度远远高于其他类型事故。电动车的功能定位模糊,机动性介于机动车和自行车之间,电动车行驶在机动车道的现象时有发生,不仅危及自身安全,也对其他社会车辆的安全构成了威胁。

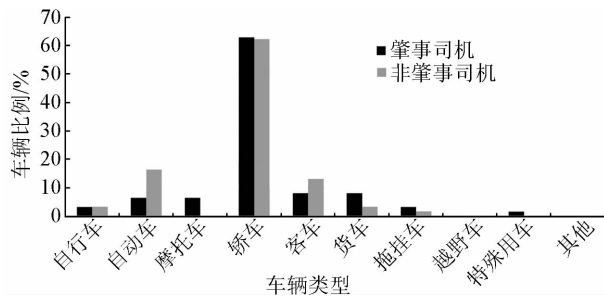


图 3 事故车辆类型统计图

Fig. 3 Diagram of crash vehicle types

3.3 事故形态

事故形态是指交通事故的外部表现形式。采集表在借鉴美国经验的同时对部分信息进行了细化,例如:将侧面碰撞按照碰撞时 2 机动车行驶状态(直行、左转、右转)分为 5 种,这对于深入研究侧面碰撞事故提供了重要的信息。表 1 对比了基于 2006 版项目表及优化后采集表的事故统计结果,采集表中事故形态被归为“其他类”的只有 4 起,相比于目前交警所使用的 2006 版项目表“其他类”的 20 起,采集表在事故形态信息采集项设置上对信息

分类更加具体、明确,信息的有效性显著提升。

不同形态的事故致因往往不同,而同一形态的事故常常能够体现出事故特征因素的某种倾向性。87起事故中第一损伤事件的事故形态汇总结果见表3,其中机动车间的同向刮擦和侧面碰撞占到前2位,分别达到了18起和17起,2类事故占到事故总数的40.2%,追尾碰撞和汽车撞非机动车并列排

在第3位。值得注意的是汽车撞非机动车的事故达到11起,占到了事故总数的12.6%,此类事故造成危害一般较严重,其中1起事故导致非机动车驾驶员及其后座乘客当场死亡。5种侧碰类事故的发生频率及严重性也有所区别,其中与直行状态车辆发生碰撞的频率较高且造成的危害较为严重。

表1 优化前后部分事故形态采集项对比表格

Table 1 Contrast between crash events before and after optimization

道路交通事故信息采集项目表(交警记录)	基于调研的事故形态统计	道路交通事故深度调查信息采集表(优化)	基于调研的事故形态统计
尾随相撞	11	尾随相撞	11
正面相撞	1	正面相撞	1
侧面相撞	17	侧面相撞(直-直)	4
		侧面相撞(直-左)	6
		侧面相撞(直-右)	5
		侧面相撞(右-左)	1
		侧面相撞(左-左)	1
同向刮擦	18	同向刮擦	18
对向刮擦	1	对向刮擦	1
/	0	倒车相撞	3
/	0	汽车撞非机动车	11
/	0	汽车撞摩托车	6
/	0	非机动车间碰撞	4
刮擦行人	5	汽车撞行人	3
		非机动车撞行人	2
翻车	1	翻车	1
其他	20	其他	4

3.4 驾驶员特征

人的因素是交通事故致因中不可忽视的一点,不同年龄不同性别的人群在驾驶行为的选择上往往会存在差异,本研究针对驾驶员的性别比例及年龄特征进行深入分析。本研究在驾驶员特征分析过程中借鉴了相对危险暴露(quasi-induced exposure)的研究方法^[14],非肇事人群作为肇事人群的对照组,能够反应驾驶人总体的总体行为特征。分别对87起事故中非肇事驾驶员及肇事驾驶员的男女比例进行统计,统计结果显示,非肇事驾驶员男性比例达到80.80%,女性比例为19.2%;肇事驾驶员男性比例较高,达到了89.7%,而女性比例则下降为10.3%。图4为结合事故调研的驾驶员男女比例及基于驾照信息统计出的实际驾驶员男女比例对比图。

从图4中可以看出,驾照统计男性驾驶员比例 < 事故中非肇事男性驾驶员比例 < 肇事男性驾驶员

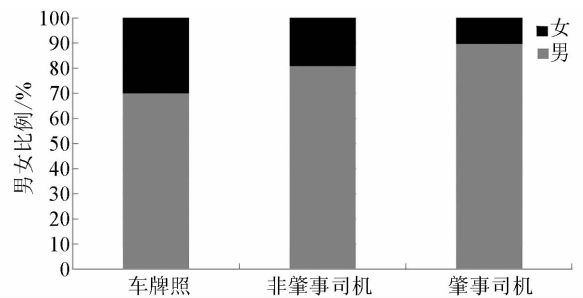


图4 驾驶员男女比例统计对比图

Fig.4 Diagram of driver gender proportion

比例,女性驾驶员比例的大小关系则恰好相反,从这组对比数据中也可以看出男女驾驶员在驾驶行为上的差别,女性驾驶员在驾驶行为上往往更加谨慎,相比于男性驾驶员发生事故的几率也会较低。

不同年龄段的驾驶人存在生理和心理上都存在较大的区别。图5为分别基于事故和驾照统计了驾驶员的年龄分布,2种统计结果比例分布趋势大体一致,30~50岁为事故涉及的主要年龄段,主要原

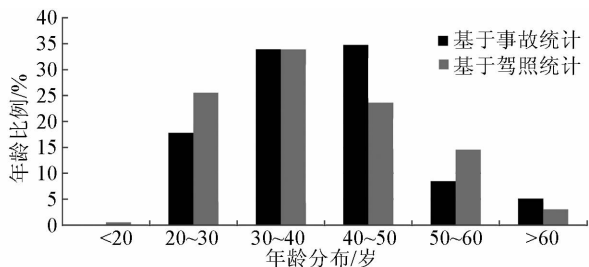


图 5 事故涉及驾驶员年龄统计结果

Fig. 5 Diagram of crash related driver ages

因此此年龄段的驾驶员比例较高,驾驶员数量基数大因而发生事故的比例也相对较高;20~30 岁的驾驶员中很大一部分拿到驾照但没有车,因而基于事故统计的比例结果会低于实际驾照的统计结果;50~60 岁的驾驶员年龄和驾龄都较高,驾驶经验丰富,发生事故的概率相比于其它年龄段的驾驶员会低很多,事故统计的比例也仅为驾照统计比例的一

半;值得注意的是,当驾驶员的年龄超过 60 岁时,视力、体力和反应速度的下降会导致这一年龄段驾驶员避险能力显著下降,此年龄段驾驶员事故统计的比例达到驾照统计比例的 2 倍,发生事故的危险性显著提高。

4 事故致因深度分析

事故原因是事故责任人认定的主要依据,通过组合人-车-路-环境各方面因素有助于对事故致因的深度分析。人的原因项从 2006 版项目表的 56 项扩展为 80 项,考虑了机动车驾驶员、非机动车驾驶员、乘车人和行人 4 类人群的违法过错及非违法过错。同时系统考虑了车辆、道路和环境等方面的因素,在此基础上判定事故的主要原因,优化后的事故原因采集项简化样表见表 2,表 2 中事故原因各因素可按主次填写多项:

表 2 事故原因采集简化样表

Table 2 Simplified sampling table of contributing circumstances to crash

人员 人员编号 1st 2nd 	违法过错 机动车驾驶人 违法行为编码 99 其他 乘车人 违法行为编码 99 其他		非机动车人 违法行为编码 99 其他 行人 违法行为编码 99 其他		非违法过错 1. 制动不当 2. 转向不当 3. 注意不集中 4. 油门控制不当 5. 其他操作不当			
	车辆 1st 2nd 1. 正常 2. 爆胎 3. 制动失效 4. 制动不良 5. 转向失效 6. 照明信号装置失效 9. 其他机械故障	道路 1st 2nd 1. 正常 2. 路表湿滑 3. 路面障碍 4. 路面磨光 5. 车辙、坑槽、臃包 6. 施工区 7. 路肩原因 8. 交通控制设施灭失 9. 其他道路原因	环境 1st 2nd 1. 正常 2. 天气不良 3. 眩光 4. 车外视距不良 5. 车内视距不良 9. 其他环境原因	事故主要原因 <table border="1"> <tr> <td>人员 </td> <td>车辆 </td> </tr> <tr> <td>道路 </td> <td>环境 </td> </tr> </table>		人员 	车辆 	道路
人员 	车辆 							
道路 	环境 							

基于采集表的事故原因统计结果中被归为“其他类”的事故不足 15%,与交警基于项目表原因统计结果中超过 50% 被归为“其他”相比,信息有效性显著提升。图 6 中列出了排在前 8 位的原因种类,其中排在前 3 位的原因分别为“变更车道”、“未保持安全车距”和“非机动车逆向行驶”。人的因素往往受到车辆、道路和环境等方面因素的影响,因而在分析人的因素时不能单纯地考虑人是造成事故的唯一原因,需要结合其他事故特征信息深入思考引发事故的潜在因素,分析其他事故特征因素如何影响人的行为从而引发交通事故以及不同特征因素对于事故损害程度的影响,笔者将结合排在前 3 位的事事故原因进行深入分析,分析人的因素与其他车辆、道

路和环境等因素间的关联。

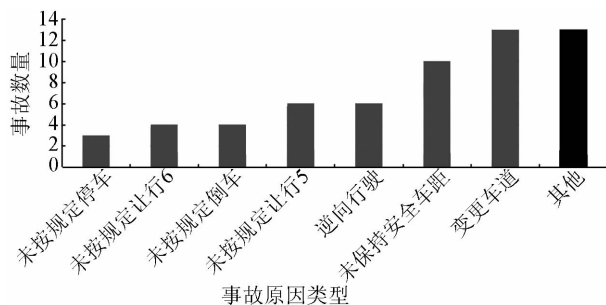


图 6 事故原因统计图

Fig. 6 Diagram of the crash causes

笔者借鉴“Haddon Matrix”的思想建立了事故致因分析矩阵(表 3),按照事故要素分为驾驶员、车辆和道路环境 3 个要素,按照事故发生顺序分为事

故前和事故中 2 阶段,通过对比不同要素间的显著差异来分析人、车、路和环境等因素间的关联及事故中乘员伤害的影响因素。

变更车道是导致道路交通事故的重要原因,调研中因变更车道引发事故达到 13 起。城市道路上变更车道多引发刮擦或侧碰类事故,事故造成的伤害往往不大,事故中均未出现人员伤亡。变更车道行为多发于道路路段和交叉口影响区,道路路段变道行为的目的是超车,交叉口影响区变道行为的目的是车辆的决策转向,2 种情况都会对其他车辆的正常行驶造成干扰从而引发事故。而值得注意的是交叉口影响区事故中 50% 事故的原因是变更车道。合理引导车辆变更车道行为,对于交叉口影响区安全行车环境具有重大意义。

安全车距能够反应驾驶员的心理特征,当驾驶员处于急躁的情绪下或是有冒险倾向时容易不控制安全车距。10 起因未控制安全车距引发事故的肇

事司机均为男性,可见男性驾驶员更容易出现情绪上的急躁或采取冒险的驾驶行为。此类原因多引发追尾事故,因未控制安全车距引发追尾事故占尾随相撞事故总数的 72.7%。从事故发生的地点看,交叉口及交叉口影响区是此类事故的高发区,对于此类事故的预防应以改善交叉口的运行环境和管理措施作为主要手段。

非机动车逆向行驶是危害严重的违法行为,往往会造成严重伤害。87 起事故中有 6 起因非机动车逆向行驶引发的事故,但 6 起事故中有 2 起造成人员受伤、1 起造成人员死亡,伤亡比例达到 50%。调查同时发现,非机动车驾驶员大多没有佩戴安全头盔。这是造成事故中非机动车驾驶员死伤的重要原因。此类事故碰撞类型多样且事故空间跨度大,主要原因是非机动车具有较强的灵活性,活动空间难以约束,不便于执法管理,因而常常成为危及其他类人群安全的不安定因素。

表 3 事故致因分析矩阵
Table 3 Crash cause analysis matrix

事故原因	事故要素	事故前	事故中
变更车道	驾驶员	肇事司机中 11 名为男性,1 名为女性	未出现人员伤亡
	车辆	车辆均无异常	刮擦类和侧碰类事故居多
	道路环境	晴天,道路状况无异常	5 起发生于交叉口影响区,占影响区事故总数的 50%
未保持安全车距	驾驶员	—	2 起轻伤
	车辆	车辆均无异常	8 起尾随,占到尾随相撞事故总数的 72.7%
	道路环境	晴天,道路状况无异常	8 起发生于交叉口(6)及其影响区(2),受交叉口影响显著
非机动车逆向行驶	驾驶员	皆为男性,非机动车驾驶员均未带安全头盔	2 起受伤事故,1 起死亡事故,伤亡皆为非机动车驾驶员
	车辆	车辆均无异常	碰撞类型多样且涉及的车辆种类复杂
	道路环境	晴天,道路状况无异常	事故空间跨度较大,包括人行道、非机动车道和机动车道

5 结 论

1) 87 起事故样本中“交叉口影响区”事故达到 10 起,此区域的安全性有待深入研究;同时,“交叉口影响区”事故中有 50% 是由于变更车道引起,通过一定的管理手段限制车辆的超车行为、提示驾驶员提前完成路径选择可以有效降低事故的发生,对“交叉口影响区”的安全性也具有重大意义。

2) 基于驾照和事故 2 项统计对比结果表明,女性驾驶员的事故发生概率要低于男性驾驶员,这与驾驶员的驾驶习惯以及心理特征存在联系,研究同

时发现男性驾驶员更容易因未保持安全车距而与前车发生追尾事故。驾驶员年龄超过 60 岁以后,随着体能以及反应速度的下降,避险能力大大降低,发生事故的危險性显著提高。

3) 事故样本中涉及非机动车的事故占事故总数的 27.6%,而电动车事故达到了 20.7%,其中非机动车的逆向行驶是导致非机动车事故的重要原因。一般此类事故造成的危害严重,非机动车尤其是电动车的安全隐患应该引起高度重视。目前电动车面临的主要问题是功能定位模糊、管理力度不够,因而一方面需要控制助动车的数量、明确助动车的

功能定位,另一方面需要提高助动车驾驶员道路交通安全意识和自我保护意识。

4) 研究在事故深度信息采集及分析方面取得了初步的成果,但仍然有大量的工作有待完成。结合调研需要对采集表进一步优化,以保证事故调研

信息的有效性和可靠性;目前调研的事故样本皆为城市道路事故,且事故样本量仅有87起,需扩大调研范围及样本数量,补充城市快速路、公路和高速公路的事故样本,深入了解其他类型道路的事故特征及其致因,从而提出有针对性的建议。

参考文献

- [1] 中华人民共和国公安部. 道路交通事故信息采集项目表2006[EB/OL]. [2012-01-12] <http://ishare.iask.sina.com.cn/f/13441736.html?from=dl>.
- The Ministry of Public Security. Road Traffic Accident Data Collection Table 2006[EB/OL]. [2012-01-12] <http://ishare.iask.sina.com.cn/f/13441736.html?from=dl>.
- [2]. 陈君毅,王宏雁,潘婷. 从道路交通事故研究看我国汽车正面碰撞法规试验形式[J]. 汽车安全与节能学报, 2010,32(2):168-172.
- CHEN Jun-yi, WANG Hong-yan, PAN Ting. On the types of vehicle frontal crash test in China based on road traffic accident research[J]. Automotive Engineering, 2010, 32(2):128-172.
- [3]. National Highway Traffic Safety Administration. Fatality Analysis Reporting System (FARS): Coding and Validation Manual 2009[EB/OL]. [2012-01-12]. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811353.pdf>.
- [4]. National Highway Traffic Safety Administration. National Automotive Sampling System General Estimates System (NASS GES): Coding and Editing Manual 2009 [EB/OL]. [2012-01-12]. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811354.pdf>.
- [5]. Bundesanstalt Fur StraBensesen & Forschungvereinigung Automobiltechnik. German In-Depth Accident Study [EB/OL]. [2012-01-12] <http://www.gidas.org/en>.
- [6]. Galer, M., Thomas, P., Bradford, M. Conducting in-depth accident studies[J]. Safety Science, 1995, (19):119-124.
- [7]. Blower, D., Campbell, K. L. The large Truck Crash Causation Study[R]. 2002.
- [8]. Stoop, J. A.. Accidents -in-depth analysis; towards a method AIDA[J]. Safety Science, 1995, (19):125-136.
- [9]. Staubach, M.. Factors correlated with traffic accidents as a basis for evaluating Advanced Driver Assistance Systems[J]. Accident Analysis and Prevention, 2009, (41):1 025-1 033.
- [10] Walliams A. F. The Haddon Matrix: Its Contribution to Injury Prevention and Control[EB/OL]. [2012-01-12]. <http://eprints.qut.edu.au/10081/1/10081.pdf>.
- [11] 张斌,王雪松,罗艺,等. 城市道路交通事故地点文字表述方法研究[J]. 中国安全科学学报, 2012, 22(2):127-133.
- ZHANG Bin, WANG Xue-song, LUO Yi, et al. Method of urban traffic crash location record description[J]. China safety science journal, 2012, 22(2):127-133.
- [12] National Highway Traffic Safety Administration. Florida Traffic Crash Report 2010[EB/OL]. [2012-01-12]. <http://www.nhtsa-tsis.net/stateCatalog/states/fl/florida.html>.
- [13] 许逸伦,王雪松,杨东援. 城市信号交叉口助动车违法行为特征分析[J]. 中国安全科学学报, 2011, 21(10):43-51.
- XU Yi-lun, WANG Xue-song, YANG Dong-yuan. Analysis of moped rider violation behavior characteristics at urban signalized intersections[J]. China safety science journal, 2011, 21(10):43-51.
- [14] JIANG Xing-guo, Richard, W. L. A review of the validity of the underlying assumptions of quasi-induced exposure[J]. Accident Analysis and Prevention, 2010, (42):1 352-1 358.

作者简介: 王雪松 (1977-),男,山西忻州人,同济大学副教授、博士生导师。2006年获美国中佛罗里达大学交通工程方向博士学位。目前主要从事交通安全研究、交通统计分析、交通规划、驾驶模拟器的应用研究。E-mail:wangxs@tongji.edu.cn.



作者简介: 李伟楠 (1988-),男,黑龙江齐齐哈尔人,同济大学交通工程学院交通规划与管理方向硕士研究生,2011年6月毕业于同济大学交通运输工程学院,获学士学位。目前主要研究方向为交通安全、交通规划与管理。E-mail:lwn19880216@163.com.