

汽车行人 保护开发技术

胡远志 刘西 编著



清华大学出版社

胡远志 刘西 编著

汽车行人 保护开发技术

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书针对汽车行人保护的要求和开发的关键技术进行了较为详细的阐述,内容涵盖了我国行人交通事故的特点及其改善措施、欧洲行人保护法规、Euro NCAP 行人保护测试规程和全球行人保护技术法规,详细介绍了行人保护冲击器有限元模型的开发方法,系统地提出了汽车行人保护仿真开发的建模要求、仿真分析技术和设计方法。书后附录部分介绍了关于行人保护冲击器的规定、标定方法,前防护装置的测试方法和 Euro NCAP 行人保护测试评价规程 6.0 的原文翻译。

本书内容全面,读者可以迅速掌握行人保护的知识。书中内容融合了多个实车开发项目的工程分析经验,可操作性强。本书可作为理工科院校相关专业的高年级本科生、研究生及教师的教材和参考书,也可供汽车及其零部件企业研发机构的相关人员学习参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车行人保护开发技术/胡远志,刘西编著.--北京:清华大学出版社,2014
ISBN 978-7-302-34617-3

I. ①汽… II. ①胡… ②刘… III. ①汽车—安全技术 IV. ①U461.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 290902 号

责任编辑:杨 倩 洪 英

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本: 185mm×260mm	印 张: 11	字 数: 268 千字
版 次: 2014 年 7 月第 1 版		印 次: 2014 年 7 月第 1 次印刷
印 数: 1~2500		
定 价: 28.00 元		

产品编号: 046134-01



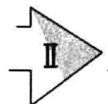
1994年,首个行人保护的试验方法及碰撞模拟器在欧洲推出。2003年,欧盟正式通过2003/102/EC指令,成为全球第一部行人保护法规,自此汽车行人保护系统的研究开始逐渐为汽车企业和科研人员所关注和重视。目前不仅是欧洲、日本等发达国家重视行人安全,一些汽车市场发展迅速的发展中国家,随着汽车保有量的增加也逐渐意识到行人保护的重要性,行人保护被全球普遍关注。我国的汽车行人保护标准《汽车对行人的碰撞保护》(GB/T 24550—2009)于2010年7月1日开始实施。目前国内汽车企业在新车型的设计上已开始充分考虑行人保护的要求。

行人保护设计是一项综合设计,需要同时考虑前端造型、发动机舱总布置、结构设计、材料选择以及测试方法等多方面因素,并对其进行综合平衡,还应兼顾整车耐撞性、低速碰撞、强度耐久和NVH等性能要求。同时行人保护设计贯穿车型开发的整个过程:车辆前端造型直接决定着行人保护的实现方法和难易程度;总布置设计时需要保留足够的变形吸能空间,并将硬点和危险区域进行合理布置;工程设计时,需要详细考虑铰链、通风盖板、雨刮系统、翼子板及其支架、发动机罩内板、保险杠、防撞泡沫、大灯支架等设计的影响。如何在众多复杂的影响因素中提炼汽车前端行人保护性能设计要求,是当前国内汽车企业产品开发的一项重要内容。

本书通过凝练作者多年的车型开发工程经验、结合详细的工程实例和试验数据,为国内相应的工程技术人员和科研人员提供了较为详尽的汽车行人保护开发技术,是目前国内较早涉及汽车行人保护设计开发的专业书籍。

本书首先介绍了我国汽车行人交通事故的特点和我国行人交通事故的严峻性,阐述了当前欧洲行人保护法规和Euro NCAP行人保护测试规程的要求;主要介绍了行人保护冲击器有限元模型的开发过程,详细分析了影响行人保护仿真分析的因素,提出了系统的行人保护仿真分析方法和设计方法,为汽车企业的相关研发人员和相关的科研院所提供了较为完整的开发技术和流程。

希望本书的出版能够为汽车企业的工程技术人员和相关单位的科研人员提供有益的参考。本书第1章内容成稿感谢重庆理工大学的陈培思同学,其余内容成稿感谢中国汽车技术研究中心的方锐。



本书的出版感谢中国汽车技术研究中心人社部留学人员科技活动项目、2012 年重庆理工大学汽车零部件先进制造技术教育部重点实验室开放基金、2013 年重庆市教委科学技术研究项目(编号 KJ130832)和 2013 年重庆高校创新团队建设计划(编号 KJTD201319)的资助。

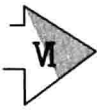
作 者

2014 年 5 月于重庆理工大学

第 1 章 我国行人交通事故特征	1
1.1 简介	1
1.2 道路特征	3
1.3 车辆特征	8
1.4 行人特征	11
1.5 安全教育	13
第 2 章 欧洲行人保护评价介绍	15
2.1 行人碰撞试验简介	15
2.2 欧盟行人保护法规 EC 78/2009	18
2.2.1 适用范围	19
2.2.2 实施日期及要求	19
2.2.3 技术指标限值	20
2.2.4 概念	23
2.2.5 试验准备	31
2.2.6 试验方法	33
2.3 Euro NCAP 行人保护测试评价规程	42
2.3.1 车辆准备	42
2.3.2 腿部与保险杠的撞击测试	43
2.3.3 大腿冲击器对发动机罩前缘的试验	44
2.3.4 头部冲击器测试	45
2.3.5 其他说明	47
2.3.6 欧洲 NCAP 行人保护测试星级评定	48
2.4 全球技术法规(GTR)评价方法	51

第3章 冲击器模型开发和验证	52
3.1 头部冲击器模型开发	52
3.1.1 建立模型	52
3.1.2 模型验证	54
3.2 小腿冲击器模型开发	58
3.2.1 模型建立	58
3.2.2 模型验证	60
3.3 大腿冲击器模型开发	66
3.3.1 模型建立	66
3.3.2 模型验证	68
第4章 行人保护碰撞建模要求	76
4.1 单位制选择	76
4.2 数据需求	76
4.3 网格划分要求	77
4.4 属性卡片	78
4.5 材料卡片	79
4.6 连接和零部件建模	80
4.7 求解控制	83
第5章 行人保护设计开发	84
5.1 行人保护开发流程	84
5.1.1 前期准备	85
5.1.2 造型评估	85
5.1.3 总布置评估	87
5.2 小腿保护	91
5.2.1 小腿保护现状	91
5.2.2 小腿保护设计	91
5.2.3 小腿保护优化实例	95
5.3 大腿保护	97
5.3.1 大腿保护现状	97
5.3.2 大腿保护设计	97
5.4 头部保护	99
5.4.1 头部保护现状	99
5.4.2 头部保护设计	102

附录 A 行人保护冲击器的规定	114
A.1 小腿冲击器	114
A.2 大腿冲击器	115
A.3 ACEA 儿童/小型成人头部冲击器(3.5kg)	116
A.4 成人头部冲击器	116
附录 B 行人保护冲击器的标定	118
B.1 小腿冲击器标定	118
B.2 大腿冲击器标定	120
B.3 头部冲击器标定	121
附录 C 前防护装置(FPS)测试区域划分和试验方法	123
C.1 前防护装置测试区域划分	123
C.2 试验方法	124
附录 D Euro NCAP 行人保护测试规程 6.0	127
D.1 车辆准备	127
D.2 带有主动发动机罩的车辆评估	128
D.3 车辆标记	131
D.4 网格点数据	138
D.5 验证试验	139
D.6 确定腿部碰撞点	140
D.7 记录碰撞点位置	143
D.8 进行行人碰撞试验	143
D.9 腿部冲击器测试	145
D.10 大腿冲击器与保险杠测试	148
D.11 大腿-保险杠前缘试验	149
D.12 头部试验	153
D.13 损伤参数	154
名词解释	155
参考文献	155
附件 I	156
附录 E Euro NCAP 行人保护评估方案 6.0	161
E.1 介绍	161



E.2 评估方法	161
E.3 行人碰撞评价	161
E.4 评价中的概念说明	165
参考文献	165
参考文献	166

我国行人交通事故特征

1.1 简介

根据世界卫生组织公布的资料显示,全球每年有 127 万人死于交通事故(主要在发展中国家),受伤的人数也高达 5000 万,这已成为致残的一个重要原因。经济损失高达 5180 亿美元,其中发展中国家占 1000 亿美元。据日本警察厅统计,2012 年上半年日本有 1934 人死于交通事故,是自 1950 年来时隔 62 年首次低于 2000 人;交通事故发生总数为 313802 起,同比减少 14478 起;受伤人数为 387862 人,同比减少 15281 人^[1]。2012 年法国在严厉交通监管制度保证下,交通事故数量明显下降,交通事故造成的死亡人数也进一步减少,为 3645 人^[2]。2012 年德国境内交通事故死亡人数达 3606 人,受伤人数达 7661 人^[3]。根据美国国家安全局(NSA)统计,2012 年美国交通事故死亡人数为 36200 人。而中国的道路交通事故伤害死亡人数和死亡率居世界前列。公安部公布的统计数字显示,我国道路交通事故死亡人数 2001 年 10.4 万人,2002 年 10.9 万人,2003 年 10.5 万人,2004 年 10.7 万人,2011 年全国涉及人员伤亡的道路交通事故 210812 起,共造成 62387 人死亡。从全球范围来看,千人汽车保有量为 128 辆。而中国目前千人汽车保有量只有 52 辆,不足世界平均水平的一半,但每年因道路交通事故死亡的人数却在 7 万人左右。我国已成为世界上因交通事故死亡人数最多的国家之一。

在发达国家的交通死亡事故中,机动车驾驶员与交通弱者(行人、乘员、骑自行车人)的死亡之比是 3 : 1。而我国则恰恰相反,这一比例为 1 : 3,即有 75% 以上的死亡人数为交通弱者。在欧洲,23% 的交通事故死亡者为行人,美国为 11%,中国则超过 25%,居所有交通事故中的首位^[4,7,8,10,17]。

在全球层面上,行人事故在整个交通事故中一直都占据着一个相当大的比例,且一直难以降低。从发达国家来讲,由于经济的发展和工业革命的开展,汽车保有量的急剧上升,在相当长的一段时间里呈现出行人伤亡数据不断上升的情况。而在之后通过对行人事故的研究和调查,采取了相当多的措施挽救了很多人的生命。以欧洲为例,自 1997 年开始对新上市车辆按照新车评价规程(NCAP)进行评价,在 1998 年出台了相关行人保护法规。日本作为人车密度较高的国家,对行人交通事故也相当重视。日本的《行人头部保护基准》

(TRIAS63)法规与日本的 J-NCAP(日本新车评价规程)相一致。行人保护是日本 J-NCAP 中一个独立的评价项目,它于 2003 年开始实施,是参照欧洲行人保护法规制定的,但是其评价体系与欧洲的略有不同,日本的 J-NCAP 只评价行人的头部伤害,因为日本每年的碰撞事故中 30%是行人伤害,而其中超过 60%的行人死于头部伤害。

对发达国家而言,每年道路交通事故和行人交通事故伤亡率虽然在一个比较稳定的数值范围内波动,但是其“稳定”的伤亡数值其实也是很大一组数值。如欧洲 2010 年交通事故死亡人数在 4 万人左右,而行人的死亡人数在 8000 人左右。美国 2006 年交通事故死亡人数高于 4.2 万人,每年行人死亡人数也维持在 4700 人左右,且近几年还出现反弹。不过显然,通过早期对交通事故的研究和交通管理以及道路设施等改进已经取得了不错的成绩。

我国是典型的人车混行道路的国家,随着国内汽车保有量的不断增加以及城市人口基数的不断上升,城市中行人和车辆变得越来越拥挤。我国在行人交通法规方面的研究起步较晚,同时道路设计存在不合理的情况,行人安全意识淡薄等使得国内行人事故居高不下。此外,在车辆安全性能设计方面,更多的考虑到事故发生后车内人员的安全,对事故发生后行人的安全考虑涉及较少。在教育方面,我国行人交通安全意识淡薄,大众交通安全教育活动相对偏少。在 2001—2008 年期间,我国行人交通事故死亡人数每年平均为 23663 人次,受伤人数平均为 88297 人次。2001—2008 年我国行人交通事故死亡及受伤人数见图 1.1。

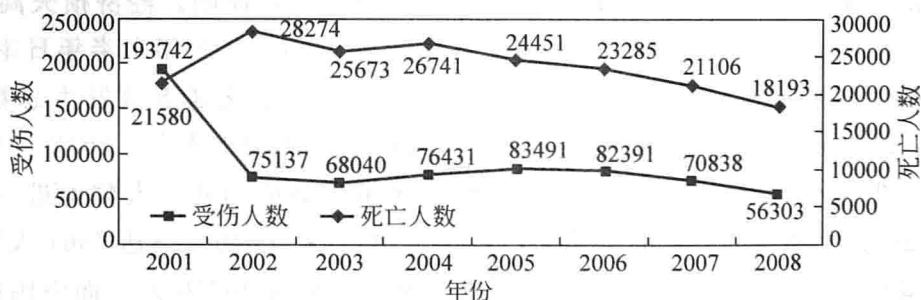


图 1.1 2001—2008 年我国行人交通事故死亡及受伤人数

从图 1.1 中可以看出,我国汽车对行人发生的交通伤害远远大于其他国家。因此在我国汽车更应该优先考虑行人的交通安全问题,降低交通事故发生时对行人的伤害。而且,我国行人事故多发生于青壮年人群,作为家庭和社会的主要劳动力,交通伤亡带来的经济压力和精神伤害直接影响了我国的经济发展和社会稳定。由此可见,行人安全研究有着广泛的现实意义和社会价值。研究行人交通中各项因素的不同特征有助于行人保护措施的确立。分析行人交通事故特征,成为行人保护研究的最为基础的工作。通过研究行人交通事故,找到根本原因,并尽快完善行人保护法规及相关车辆的安全措施,降低行人伤亡风险,是解决问题的关键。

在有限的资源基础上,首先对各地相关行人交通事故的事发地道路特征、事故车辆特征、事故行人特征,并结合我国交通法规特征等多个方面进行详细分析,并在此基础上对各个方面提出改善措施及意见。

分析数据来源于多篇参考文献[4]、[12]、[23]、[25]、[28]和[29~33]。文献[4]所选取的数据来源于长沙市 2001—2009 年的行人交通事故形态 518 例。其行人交通伤病案信息主要是从合作医院(湖南省武警总队医院、中南大学湘雅二医院和长沙市第四人民医院)的病案管理中心采集,并提供了道路类型、路口设置、交通控制方式、照明条

件、事故区域分布、车型、行人的年龄、行人的性别和行人受伤程度,以及天气和事发时间等详细的数据。

文献[12]所选取的数据来源于山东半岛 2006—2010 年的行人交通事故形态 132 例(死亡人数 39 人,受伤人数 9 人),提供了道路、车型、车辆时速、车辆损伤部位、行人的年龄、行人的性别、行人受伤部位和事发时间等数据。

文献[23]所选取的数据来源于云南 2001—2008 年的 251 个行人交通事故案例。文献[25]所选取的数据来源于广西某市区 2006—2010 年的行人交通事故形态 44 例(死亡人数 39 人,受伤人数 9 人),提供了事发地点和行人的年龄分布等数据。

文献[28]所选取的数据来源于北京市 2002—2004 年上半年鉴定案例中行人交通事故形态 158 例(死亡事故 120 例,占 76%),提供了碰撞点在道路中的位置(分为路中、路边、路口和人行横道)、车型(微型客车、小型客车、中型客车、轻型货车、中型货车、重型货车)、车辆碰撞速度、车辆碰撞部位、行人的年龄、行人的性别和事故时间等数据信息。文献[29]所选取的数据来源于宁波市 2006—2010 年的 1952 起行人交通事故,提供了道路等级、路口路段、路面情况、碰撞速度、车型、行人的年龄、行人的性别、事故时间和照明情况等信息。

文献[30]选取了上海地区发生的汽车与车外人员碰撞事故案例 200 例,通过对事故中的人、车等检验对比,分析了不同机动车车型、不同交通方式等因素造成车外人员撞击伤的特征。

文献[31]所选取的数据来源于福州市 2001—2008 年的 293 个行人交通事故案例。

文献[33]所选取的数据来源于 2006 年的全国交通事故案例。

这些数据来源于各地区的数据调查,相对全国的行人交通事故而言,这些数据的调查相对较少,样本不够,对于分析全国范围内的行人交通事故特征有一定局限性。但是,通过不同地区的数据分析和集中对比,能清晰地展现出各地区事故形态差异和某些相似之处,能为我国行人安全的改善,提供重要参考。后续各节有关行人事故的特征分析及改善措施,就是在这些数据的基础上进行分析而得到的。

1.2 道路特征

我国在道路方面可分为公路和城市道路两大类。公路包括一级公路、二级公路、三级公路和四级公路等。而城市道路包括城市快速路、城市主干道和城市次干道等。下面以宁波和山东地区的统计数据为例进行分析,其行人事故道路分布如图 1.2 所示。

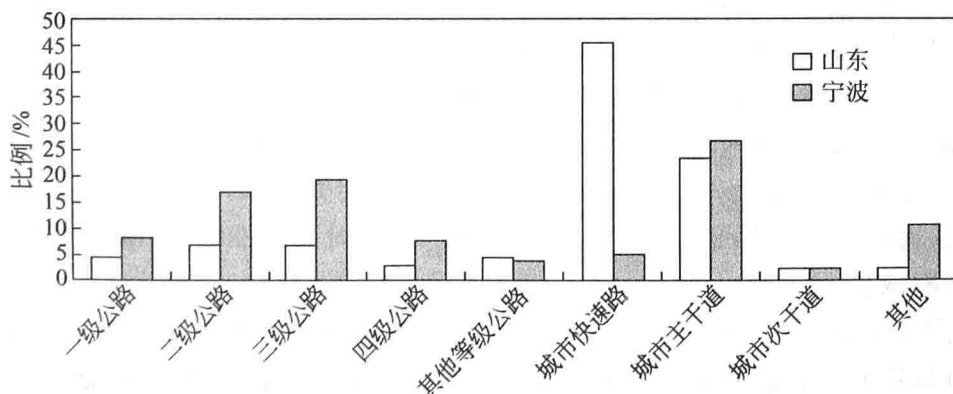


图 1.2 行人事故道路分布

由图 1.2 可知,宁波地区行人事故多发生在城市主干道,占比 26.55%,为最高;其次是三级公路,占比 19.12%。而对山东地区 132 例行人事故统计发现,城市快速路发生行人事故数 60 起,占比 45.45%,为最高;其次是城市主干道,占比 23.48%。按照公路和城市道路两大类分析,城市道路上发生行人事故的比例明显高于公路事故数量,占行人事故总数的绝大多数。其主要原因应该与城市道路是人及车辆的主要聚集区,人和车辆密度大以及出行活动频率较高有关。其他相关文献也提到大多数行人事故都集中于城市道路,这与我国现阶段的经济的发展密切相关。国内汽车保有量在城市中高速增长,越来越多的人群涌入城市中,以及人车混合的交通模式,导致了城市道路中的行人事故远远超过其他道路形态。

1. 行人交通事故路段分布

以山东、宁波、长沙三地的数据为例,城市道路各路段行人交通事故分布如图 1.3 所示。

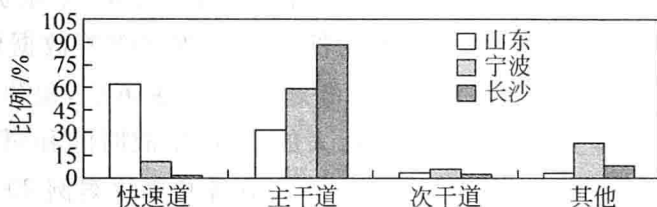


图 1.3 城市道路行人事故分布

通过数据分析可以看出,长沙的城市主干道事故率最高,占事故总数的 88.03%。山东地区行人事故城市道路高发地段为城市快速路段,其次为城市的主干道。宁波的行人事故城市道路高发地段也是城市主干道和城市快速路。当然,由于地理环境的不同,城市道路行人事故形态特征肯定会存在差异。如山东地区城市快速路事故率为 61%,明显高于城市主干道的 31%。而在宁波地区城市主干道的事故率为 60%,却又明显高于城市快速路的 9.3%。同时三个地方的数据也说明城市快速路和城市主干道是行人事故高发区。

根据我国《城市道路交通规划设计规范》(GB 50220—1995)的规定,人口超过 200 万的大城市,主干道的设计限速为 60km/h,次干道的设计限速为 40km/h,支路的设计限速为 30km/h,快速路的设计限速为 80km/h。城市快速路一般是指设有中央分隔带,具有 4 条以上的车道,全部或部分采用立体交叉控制出入,供车辆以较高的速度行驶的道路。在这个区域里车辆的速度都比较高,类似“城市高速路”的作用。主要的特征是行程相对较远,且车速较快(一般城市快速路的速度上限为 80km/h)。但是由于城市快速路一般设置在城市郊区或边缘地带,区域行人相对较少,且不属于人车混合区域。考虑到车速原因,道路规划部门在设计之初也大都会道路中央设立绿化隔离带,主要为保障相向而行的车辆不会因为远光灯而产生干扰,当然也确保行人难以通过道路。因为在城市快速路段发生车辆碰撞行人事故时,大多车速较快,行人的死亡率相当高。这是交管部门极不愿看到的结果。在有行人的区域地带,车速设计会低一些,但是城市规划部门也会大力采用栏网或绿化带作为隔离。所以,城市快速路成为交管部门的重点防范之处。随着时间的推移,城市快速路段的行人事故应该会不断减少。

相比之下,城市主干道的行人保护成了最为棘手的问题。城市主干道应该是一个城市中贯穿城市较长或最长且能作为一个城市的标志性道路,要么是在城市的轴线上,要么就是城市环线,再就是在主商业区或有明显特色的道路(如通往某个重要的地方车流量较大的),

也是连接城市各主要分区的干道,以交通功能为主。自行车交通量大时,宜采用机动车与非机动车分隔形式,如三辅路或四辅路。主干道两侧不应设置吸引大量车流、人流的公共建筑物进出口。城市主干道的的设计速度一般最高为 60km/h。从图 1.3 中可以看出,行人事故的高发区域主要集中在城市的主干道。特别是以长沙地区的特征最为突出。分析原因有两点:一是由于城市主干道的车速较快,短距离发现行人时已难以回避;二是由于城市主干道的服务对象为大量的车流,行人过街设施比较少,直接导致行人过街不方便或需要行走很远的距离才能找到过街设施。

2. 行人事故道路位置分布

通过对北京市行人事故调查数据分析,得出了行人事故事发位置分布图,如图 1.4 所示。

由图 1.4 可以看出,北京市行人交通事故发生在路中的达 65%。数据反映出,事故原因多因为行人横穿道路到中间地带,而不幸发生事故。碰撞事故发生时行人往往是在一个横向行走的状态。这可以从行人的碰撞受伤位置分析出来。行驶在路中的车辆多数速度较快,且难以发现侧面的行人情况。特别在车辆超车时,车辆加速行驶,而被超车辆完全挡住了驾驶员侧面的观测视线,行人的突然出现,无疑是一场灾难的发生。

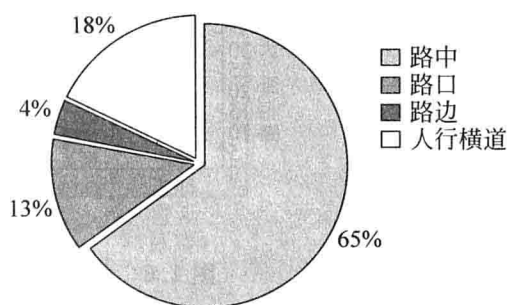


图 1.4 北京市行人事故事发位置分布图

其次,北京市人行横道事故率达到 18% 左右,仅次于路中的事故概率。行人过街的方式,主要包括人行道、地下通道和天桥等设施。在这三者之中,发生事故的区域只有人行道,当然人行道也是行人最节省时间、节省体力的过街方式。人行通道可分为有信号指示和无信号指示两种。在某些地方行人相对较少,车流也比较少的路段,往往从节约成本出发没有设置过街信号灯。在这种情况下行人过街就要不时注意车辆的情况。但是在晚上的时候不熟悉路段的驾驶员往往不知道这里有斑马线,也没有黄灯警示标志。使得驾驶员不会减速通过人行横道,从而引发行人事故。对于常见的有信号灯的过街人行横道,往往规划时只重视车辆的流通时间是否足够,仅仅象征性地设置行人过街时间,这使得过街时间不能满足一般人的需求。也有一些规划为缓解车流而扩宽机动车道,这使得原本紧张的过街时间显得更加不够用了。除了这些隐患以外,还有在很多人行横道上由于成本原因,没有安装监控设备。这让某些驾驶员有了可乘之机,在人少或没有人的时候直接开过去,行人碰撞隐患便由此而生。

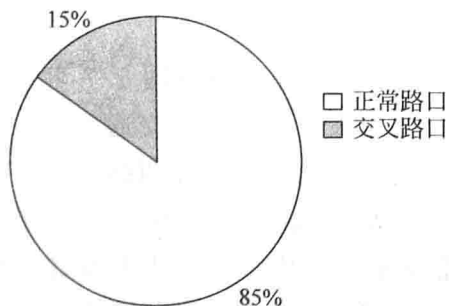


图 1.5 长沙市行人事故路口分布图

在不同的路口也有着一些不同的事故情况,总的来说,路口分为一般平直道路路口和交叉路口。下面就以长沙市的调查数据作简单分析。

在长沙市所调查的行人事故中正常路口(即平直道路路口)行人事故数量最多,共发生 442 起事故,占事故总数的 85% 以上;交叉路口的事故数量约占 14%。交叉路口主要包括三岔路口、四岔路口、多岔路

口、环形交叉等类型。正常路口交通管理和干预措施少,人车混合通行的交通现象严重,因而交通事故多。交叉路口的交通控制设施比较完善,交通标志、标线以及交通信号等将行人与车流分开,减少了行人的伤亡风险。因此,在城市的道路设计中应改善交叉路口的布局和设计,应该重点考虑立体交叉路口,可将行人与车辆在立体空间上分开,更好地避免发生行人交通事故的可能。对于平面交叉路口可在交叉处安装摄像头拍摄闯红灯的车辆,虽然成本较高,却能较好地避免发生行人交通事故的可能。

3. 行人事故受信号标识影响情况

在行人事故中,信号和标志作为交通控制方式也是影响行人事故发生率和损伤风险的主要因素之一。以长沙市为例,在 518 例行人事故数据中有 408 例事故记录了事故现场的交通控制方式,各种信号标志下的行人事故分布如图 1.6 所示。

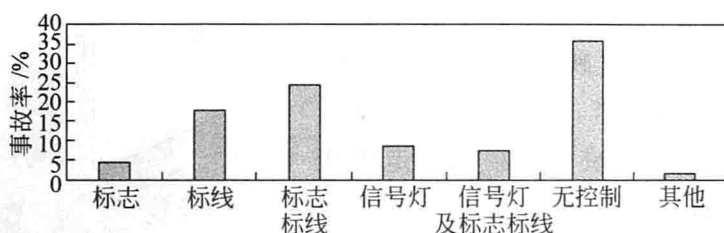


图 1.6 长沙市行人交通发生时信号标志分布情况

我国常见的交通控制方式有标志、标线、交通信号灯、民警指挥等方式,各种方式常组合使用以达到交通管理的最佳效果。408 例行人事故数据,1/3 的事故发生在没有交通控制的路段,约 18% 的行人事故发生在仅有标线的路段,控制方式为标志标线的路段发生行人事故 100 起,占 25%,由信号灯控制的路段行人事故数占 8.6%,由信号灯和标志标线联合控制的路段事故发生率约 7%。由此可见,无任何交通控制措施时,行人事故率最高,标志标线不是十分有效的控制方式,信号灯的 control 效果比标志标线好。长沙市行人事故数据的研究还发现,交警指挥是最有效的控制方式,能较大程度缩减行人事故的发生,但是交警指挥方式的适用范围有限,单纯依靠交通警察维护交通秩序既耗费人力,同时也受到时间、空间的限制。因此,规范标志标线的使用,合理增加信号灯,加快智能交通控制方式的应用,增强违反交通管控的处罚措施等都是减少行人事故切实可行的措施。

4. 行人事故受道路照明影响情况

行人事故中不同的光照条件对驾驶员的视线有不同的影响,所以道路中的光照条件也是影响行人事故的一大因素。以长沙市和宁波市的行人事故与道路照明相关数据作为分析对象,如图 1.7 所示。

通常认为夜间事故发生可能性应大于白天,但实际情况并非如此。通过图 1.7 可以看到,宁波市不同的照明条件下行人交通事故发生量分布情况,白天发生的行人交通事故占总量的 55.97%。长沙市白天发生行人事故 355 起,占 68.53%。夜间有路灯照明的情况下发生事故 122 起,占 23.55%;夜间无路灯照明的情况下发生事故 34 起,占 6.56%;7 起事故没有照明条件记录。此外,数据显示夜间有路灯照明的路段发生事故量明显比无路灯照明引发的交通事故量多。其主要原因可能是白天和夜晚较好的照明设施条件下行人活动频率较高,容易发生行人事故。

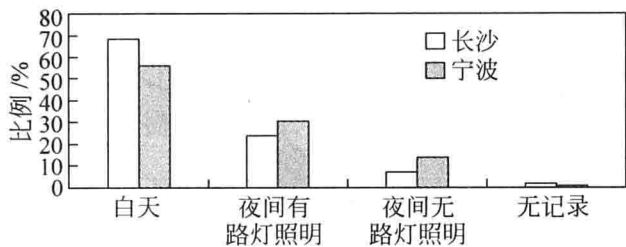


图 1.7 不同照明条件事故分布情况

5. 行人事故受天气影响情况

以宁波市及长沙市天气对行人交通的影响数据作为分析对象,如图 1.8 所示。

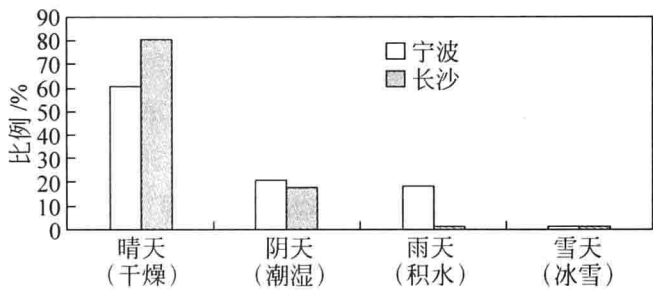


图 1.8 不同天气行人事故分布情况

通过对数据的分析可以看出,交通事故的发生与天气存在一定关联。宁波市行人事故大多出现在晴天干燥路面,共有事故 313 例,约占行人事故的 60.4%;其次是阴天,共 107 例,占比为 34.2%;雨天共有 94 例,占比为 18.2%;雪天 4 例,占比 0.8%。长沙市行人事故大多也出现在晴天干燥路面,占比为 80%;其次是阴天,占比为 18%;雨天占比为 1.2%;雪天占比 0.8%。晴好天气条件下人车出行率较高,交通量大,加之能见度高,司机容易放松行车警惕,提高车速,潜在的事故危险性也就增大了。在阴雨天气,能见度低,路面条件差,因此也比较容易发生交通事故。雪天在长沙地区比较少见,在这种恶劣天气下,行人出行少,车速也较低,因此事故发生概率很低。结合宁波市地理位置的特点,冰雪路面事故发生量较小,多数事故发生在干燥的路面上,但宁波市地理位置决定了其降雨天气较为频繁,特别是梅雨季节,使得道路潮湿、积水路面情况下的事故占比达 18.56%,该比例与前面分析的机动车与机动车事故所占比例较相近。湿滑的路面使得汽车制动性能减小,且制动时更容易发生侧滑,造成严重的事故后果;此外,雨天引起的驾驶员的视距减小及驾驶员急躁的心理都增加了事故发生的概率。可见在宁波市潮湿及积水路面对行人交通事故的影响是比较大的。总体而言,在晴天地面干燥情况下事故率较高。

6. 行人事故在公路上分布

结合图 1.9 中行人事故的形态特征来看,我国行人事故形态在公路上的分布大多集中于平直的公路上,占比超过了 85%;其次为一般坡道和弯道。从统计数据来看,事故大多发生在通常并不被认为具有高风险的路段上,平直道路上的事故更多。可能实际上驾驶员在一些弯度和坡度大的公路路段,大多数是比较谨慎的,速度会降低,同时也会不断地按喇叭作为警示。而在平直的大道上,警惕性大大降低,加速甚至超速行驶时有发生;行人在路边

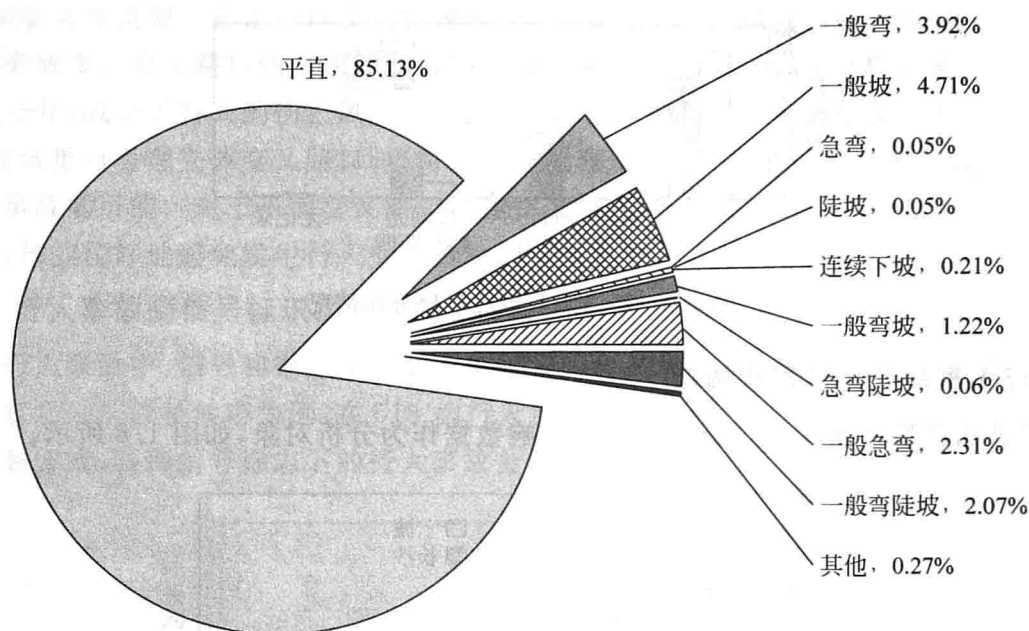


图 1.9 行人在公路上的分布情况

行走,会觉得平直的大道上即使有车辆来往,在发现行人后也会鸣笛或减速行驶,自然安全意识也会降低,事故风险便随之上升。

因此在公路道路方面,改善的重点在于平直的道路上,其中最需要管制的便是车辆的超速行为。由于我国公路道路极为广泛,公路里程大,测速设备造价较高且数量要求太大,管理维护对人力和财力的消耗都是巨大的,全面通过人力来管理和摄像测速目前来说还不太现实,需要逐步实现。因此首要应该从驾驶员安全教育做起,改变以往强制性的教育形式,更多的是通过安全教育增强驾驶员的安全认同感;同时加大处罚力度。另一方面,可以通过研究国内北斗卫星在车辆上的安装使用来实时测定车辆在公路上的速度,通过筛选超速车辆并提取相关信息来进行处罚教育。在道路建设上,增加一定的警示标志,如村庄路口、学校路口等人口密集地区,提醒驾驶员前方情况。注意车行道和人行道要有一定区分,人行道的建设更需要人性化,并且要注重标志标线的维护保养。条件允许的情况下可以建设人车隔离设施,防止人群恶意在公路中穿插来往。

1.3 车辆特征

在我国,随着汽车市场的竞争日趋激烈,各种各样的汽车安全设备普及率都相对较高,从最初的安全带、安全气囊再到现在的 ESP 等,但这些安全设备都集中在对车内乘员和驾驶员的保护。虽然车辆越来越安全,但是交通事故的死亡人数却居高不下。一方面是由于现今国内人口基数的庞大和大型城市的快速发展,另一方面我国属于典型的人车混合交通,行人的死亡人数一直在高位徘徊,车外人员的保护成了当今汽车企业不得不重视的问题。本节通过对我国行人事故车辆的碰撞特点进行分析,总结出我国车辆在行人保护设计方面的侧重点。