

“十一五”国家重点图书
交通部西部交通建设科技项目支持

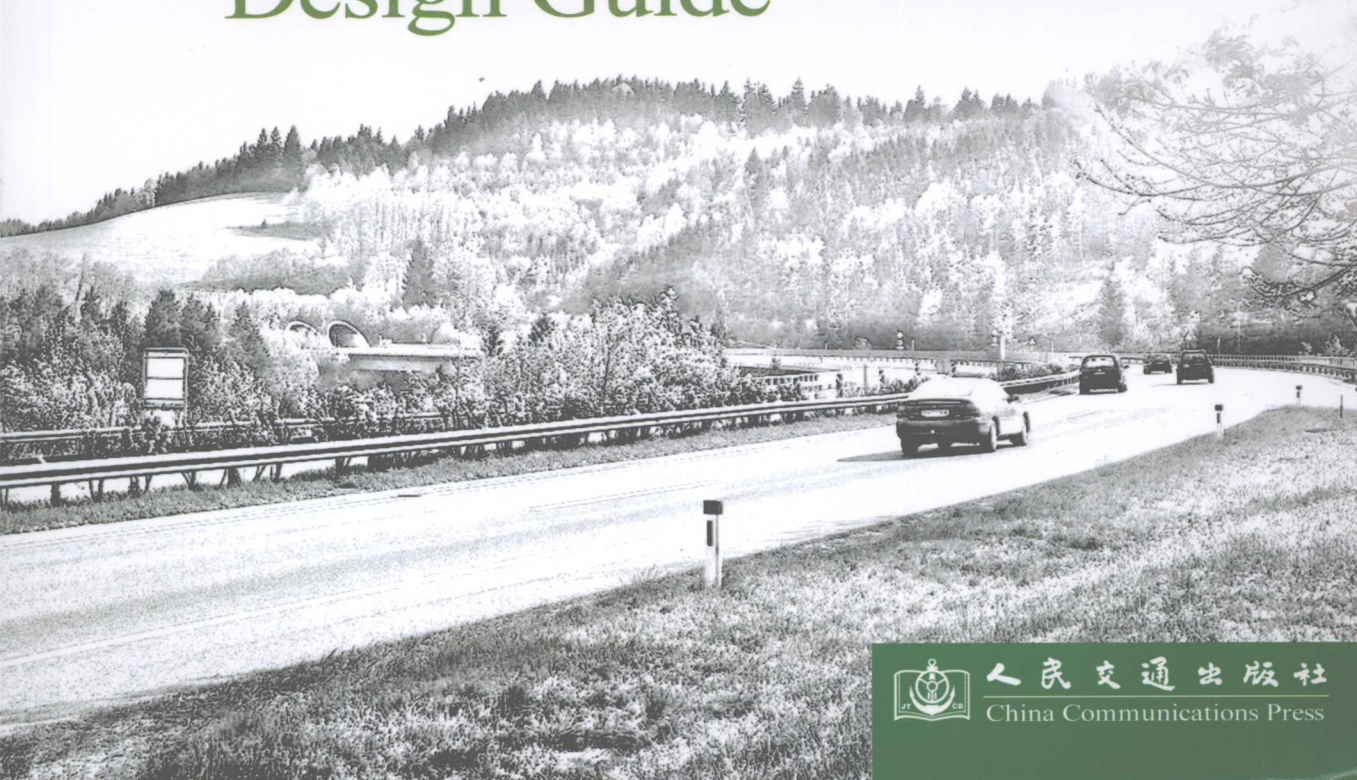


道路交通安全技术丛书

路侧安全设计指南

● 高海龙 李长城 等 编著

Roadside Safety
Design Guide



人民交通出版社
China Communications Press

“十一五”国家重点图书
交通部西部交通建设科技项目支持

道路交通安全技术丛书

路侧安全设计指南

Roadside Safety Design Guide

高海龙 李长城 等编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本指南是编者对交通部西部交通建设科技项目《公路路侧安全评估及防护方法》研究成果的全面梳理。指南重点聚焦于路侧设计理念、路侧安全分析方法、实用的工程技术对策、设计要点等方面,力争通过可靠的事实论证、简便有效的分析方法、丰富的案例图片等,为读者提供直观、可操作性强的设计指导。本指南共分九章,主要包括概论、路侧安全设计理念与方法、路侧事故多发路段识别、路侧安全等级评估方法、路侧安全评估清单、路侧事故预测模型、路侧事故主动预防技术、减少路侧翻车与碰撞事故的技术、路侧事故安全防护技术。

本指南可供道路交通安全技术人员使用,也可供高等院校交通工程专业和土木工程专业师生教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

路侧安全设计指南/高海龙等编著. —北京:人民交通出版社,2008.4

(道路交通安全技术丛书)

ISBN 978-7-114-07057-0

I. 路... II. 高... III. 路侧地带-交通运输安全-设计-指南 IV. U491.5-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第041160号

书 名: 道路交通安全技术丛书
路侧安全设计指南
著 者: 高海龙 李长城 等
责任编辑: 沈鸿雁 刘永超
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>
销售电话: (010)85285838,85285995
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京凯通印刷厂
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 11.75
字 数: 278千
版 次: 2008年5月第1版
印 次: 2008年5月第1次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-07057-0
定 价: 28.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《道路交通安全技术丛书》

编写委员会

主 编：何 勇

副主编：高海龙 唐琤琤 包左军

编 委：韩文元 张高强 苏文英 张智勇 张巍汉

侯德藻 朱传征 吴京梅 郭 艳 杨文静

姜 明 李长城 张铁军 朱立伟 高建刚

李 伟 刘玉新 杨 涛 刘恒权 郭东华

周志伟

序

——为《道路交通安全技术丛书》而作

安全、能源、资源与环境构成了全世界共同关注的、人类可持续发展的四大支柱和热点问题。道路交通安全问题是现代道路业和汽车工业迅猛发展伴生出来的严重社会问题。预防和减少道路交通安全事故,是世界各国政府交通主管部门的重要任务。

在全面建设小康社会的伟大进程中,我国交通工作的重要任务是推进现代交通业的发展,到2020年基本建成更安全、更通畅、更便捷、更可靠、更和谐的交通运输服务体系,使交通发展的成果惠及城乡、人民共享。为此,必须坚持科学发展、安全发展、和谐发展的理念,既要加快建设并维护好一个四通八达、高效便捷的交通基础设施网络,还要建立并完善好一个安全畅通、保障有力的运输服务网络,达到安全、便捷、经济、舒适、环保的系统目标。

在这一系统目标中,安全是基础也是前提。只有安全得到有效保证,才能有助于实现便捷、经济、舒适、环保的诸多要求。尽最大可能地控制系统中人的不安全行为,最大限度地解决车、路、环境等诸要素的不安全状态,正是道路交通安全技术研究的核心内容。《道路交通安全技术丛书》以科学发展观为指导,从有效改善我国道路交通安全现状出发,综合运用交通工程、信息技术、材料科学、管理科学、气象科学等多学科知识,充分吸收借鉴国内外成功经验,对影响道路交通安全的人、车、路、环境四大要素进行了全面深入的研究评价,提出了一系列富有建设性的改进建议和技术措施,对于预防和降低交通事故具有重要的理论意义和应用价值。

由交通部公路科学研究院交通安全研究中心的中青年专家组织编写的《道路交通安全技术丛书》就要出版发行了。希望这套丛书的出版发行,对改善我国道路交通安全形势,提高我国道路交通安全水平发挥有益的作用。



二〇〇八年三月

丛书前言

安全、能源、资源和环境一起构成全世界共同关注的、人类可持续发展的四大支柱和热点问题。道路交通安全问题是现代道路交通运输业和汽车工业迅猛发展而伴生的严重社会问题。汽车是人类文明和技术进步的结晶,它改变了人类的出行方式,扩大了活动空间,提高了生活质量,推动了社会的文明进步,改变了人类的生活。在享受现代道路交通运输和汽车带来的舒适和便捷的同时,无情的交通事故正时刻吞噬着宝贵的生命。据统计,自有记录的交通事故发生以来,全世界死于道路交通事故的人数已近5000万。也就是说,自汽车发明一百多年来,全世界累计死于道路交通事故的人数已相当于两次世界大战的死亡人数。道路交通事故已成为人类几大死亡因素之一,成为世界最大公害,其给社会、家庭带来的危害是巨大和深远的。日益严重的道路交通安全问题成为全世界不得不面对的棘手难题。

二战结束后,西方国家致力于经济的发展并使社会达到了繁荣富强。伴随经济的快速增长,西方国家机动车迅猛增加,道路交通事故也不断攀升,并先后在20世纪六、七十年代达到高潮。在上世纪70年代,西方发达国家就认识到道路交通事故是影响国民经济和社会生活的国家重大问题,因而从人、车、路、环境等多方面着手,综合运用管理技术和科学技术研究治理道路交通安全问题,成效显著。其车辆保有量占全世界的2/3左右,但交通事故死亡人数却仅占全球总数的1/4。从70年代以来,西方发达国家的道路交通事故就趋于逐渐下降,虽在90年代有所反弹,但仍保持在较低的水准线下。

进入21世纪,国际社会对道路交通安全问题的关注,掀起了全球范围内对交通事故斗争的新一轮高潮。2003年5月22日,联合国大会通过了关于全球道路安全危机的第57/309号决议,其指出全球因道路交通死亡、受伤和致残者的人数正迅速增加,认识到发展中国家的死亡率偏高,注意到道路交通伤害对各国国民经济和全球经济的不利影响,期望各国政府提高对道路交通伤害问题重要性的认识。2004年4月7日,世界卫生组织(WHO)把世界卫生日的主题定为道路安全。在世界卫生日当天,世界卫生组织和世界银行联合发行了“预防道路交通伤害世界报告”。报告强调许多方面可以在预防道路交通伤害方面发挥作用,说明了预防道路交通伤害的基本概念,道路交通伤害的影响,主要的决定因素和风险因素,突出了有效的干预战略。联合国大会题为“加强全球道路安全”的第58/289号决议承认联合国系统需要努力解决全球道路安全危机。2004年世界卫生组织(WHO)同欧洲经济委员会和其他区域委员会密切配合,协助成立了联合国和其

他国际道路安全组织的一个联合国道路安全协作机制。

中国的道路交通安全形势尤令世人注目。道路交通是我国最重要的运输方式,公路交通是我国多数县、乡、村与其他地区进行交流的主要交通方式。近20年来,中国道路交通事业得到了长足发展,道路建设无论在总量上还是在质量上都实现了重大突破,2007年底中国公路总里程达到357.3万公里,其中高速公路5.36万公里。中国仅用了20年时间就完成了发达国家50年时间所进行的公路建设目标,取得了举世瞩目的成就,公路交通已由制约国民经济的阶段向基本适应阶段转化。但同一时期,中国的汽车工业已跻身世界前三甲,中国已成为新兴和富有活力的汽车生产和销售大国。汽车工业的高速发展,车辆急剧增加,交通量增大,使道路建设发展仍然难以适应车辆增长的需求,交通拥挤,人车混行的交通环境仍大量存在,这必然造成道路交通事故频繁发生。道路交通事故已经成为近年来最影响中国公众安全感的重要因素之一。

建国以来,中国政府及各级政府主管部门一直较为关注道路交通安全问题。但长期以来,限于社会经济的发展状况和道路交通运输的发展程度,道路交通安全问题一直未能真正列入各级政府和政府主管部门的议事日程,全社会对道路交通安全的认识仍是粗浅和不完善的,因而对道路交通事故的处置仅是针对具体发生的事件。宣传教育多是零星的,而非长期的、系统的,而且宣传教育的深度不够,只是强调交通事故对家庭造成的危害等浅层次问题上。现阶段中国对道路交通事故的斗争仍处于起步阶段,套用联合国大会关于交通安全问题的决议中的一句话来说,道路交通安全问题在中国仍是一个被忽视、但却越来越重要的公共健康和安全问题。迄今为止,这一问题远没有得到同其重要性相等同的关注和资源。

安全、快捷、经济、舒适和低公害是道路交通这一动态系统的基本要求。其中,安全是诸要素的基础,只有保证了安全才能谈到快捷、经济、舒适和低公害的问题。要保障道路交通系统的安全,就应使其协调地运转。道路交通安全技术是研究道路交通系统中人、道路、车辆和环境的基本安全特性、相互依存关系和相互作用,尽最大可能控制系统中人的不安全行为和道路、车辆及环境的不安全状态,保障系统协调正常运行的交叉边缘学科。道路交通安全技术是以人的出行和物品的运输为核心,把人、道路、车辆和环境四大要素相互关联的内容综合在动态交通系统中进行研究,对系统的安全性、可靠性、经济性进行评价,寻求交通事故最少,交通伤害和损失最低的系统保障措施,达到安全、快捷、经济、舒适和低公害的系统目标。

交通部公路科学研究所属交通安全研究中心暨国家交通安全设施质量监督检验中心是我国第一家全方位在道路交通安全、交通工程和交通管理领域从事研究、设计、计量检测、标准规范制订、交通事故司法鉴定和安全评价等咨询服务的单位,始建于1973年。在30多年不断发展壮大的历史中,完成了一大批具重大影响的国家级、省部级道路交通安全和交通工程领域科学研究、试验检测及标准

规范制订工作。在道路安全评价、改造与设计,相关标准、规范制修订,道路安全设施产品及试验设备研发,道路安全监控预警系统开发与集成,道路交通事故分析与司法鉴定,道路运输和道路施工生产安全保障技术与推广应用等方面卓有建树。2004年以来承担了交通部开展的全国公路安全保障工程的技术支撑工作,已完成数十条公路项目、累计几千公里路段的安全评价工作。在交通部主管部门和交通部西部交通建设科技项目管理中心的支持下,通过对公路交通安全评价、交通事故统计和成因分析、公路条件对行车安全性影响等方面开展深入系统的研究,开发出了适应我国道路特点的公路安全评价方法、道路安全性预测和评价系统,填补了国内相关领域的空白。

基于道路交通安全工作的重要社会意义,交通部公路科学研究院交通安全技术团队集结多年的科研和实践成果,创作完成了《道路交通安全技术丛书》,本丛书是上述研究和实践成果的结晶,也是交通部西部建设科技项目管理中心开展的一系列交通安全应用研究成果的具体体现。该套丛书兼具先进性与实用性,对道路交通安全技术的研究具有重要的理论意义和应用价值。

丛书有幸得到交通部冯正霖副部长的提序,感谢冯正霖副部长对道路交通安全工作的高度重视和对丛书的认可。正如他在序言中所说,“在全面建设小康社会的伟大进程中,我国交通工作的重要任务是推进现代交通业的发展,到2020年基本建成更安全、更畅通、更便捷、更可靠、更和谐的交通运输服务体系,使交通发展的成果惠及城乡、人民共享。”;“希望这套丛书的出版发行,对改善我国道路交通安全形势,提高我国道路交通安全水平发挥有益的作用。”

丛书在编写过程中,得到了交通部公路司戴东昌、李华、杨国峰、徐成光、赵延东,交通部科教司郑代珍,交通部西部交通建设科技项目管理中心刘家镇、陈国靖、魏道新、谢素华,交通部科学研究院王晓曼和交通部公路科学研究院王笑京、姚震中、张元方、杨志峰、任红伟等领导的鼎力支持,交通部公路科学研究院其他同仁、领导给予了大力配合和热情指导,在此表示衷心感谢。书中参阅了大量的国内外参考文献,引述文献已尽量予以标注,但难免存在疏漏,在此对各文献作者一并致谢!

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国道路交通从紧张和制约状态实现全面改善并迈向资源节约型、环境友好型可持续发展之路的关键时期,道路交通安全是实现这一发展目标中重要而且艰巨的组成部分。希望通过我们大家的共同努力,为我国交通安全事业的发展贡献微薄之力。

何 勇

2008年3月

前 言

路侧事故,简单地讲是指单车冲出路外后发生的事故。根据欧美部分国家的道路交通事故数据分析,路侧事故约占事故总数的三分之一。交通部西部交通建设科技项目《公路路侧安全评估及防护方法》研究结论表明,我国双车道等级公路路侧事故数约占总数的四分之一,高速公路路侧事故数约占总数的一半。另据不完全的调查与统计,在一次死亡3人以上的重大恶性事故中,由于车辆冲出路外坠落陡崖、高桥、水体的路侧事故约占重大恶性交通事故的一半,甚至更多。路侧事故的突出性由此可见一斑。

我国是一个多山的国家,由于过去经济发展水平的限制,许多山区公路普遍存在着安全设施不完善问题,最为突出的是道路防护设施,主要体现在防护总体缺乏、部分已有设施防撞能力不足或设置不当,此外边坡、边沟安全隐患也较多,总体上讲,路侧安全形势还不容乐观。2004年,交通部组织的以“消除隐患、珍视生命”为主题的公路安全保障工程全面启动,此项工程中,特别强调了对路侧危险情况的处治,收到了显著成效,取得了十分宝贵的经验。

路侧安全设计方法始于20世纪60年代,经过近半个世纪的发展,国外路侧安全设计的方法与理论体系日趋成熟,在工程实践方面也进行了诸多尝试与创新。美国启动了路侧安全战略计划,欧洲九个国家也联合启动了“更安全的欧洲道路路侧基础设施”计划(也称为“RISER”计划),希望通过将路侧交通安全提升到国家道路交通安全战略层面以引起足够的重视。宽容路侧设计理念在发达国家得到了广泛应用,其核心理念是不论车辆驶离道路的原因如何,驾驶员的错误都不应该以牺牲生命为代价。此理念与经验值得我们借鉴。

不容置疑,尽可能地通过各种技术手段和措施,减少车辆路侧事故频率、降低路侧事故的严重程度,对于提升公路路侧安全水平,减少人员伤亡数量,全面提高我国道路交通安全水平、缓解我国当前严峻交通安全形势具有重要意义。

本指南是编者对交通部西部交通建设科技项目《公路路侧安全评估及防护方法》研究成果的全面梳理,通过吸收和借鉴国外路侧安全设计先进理念与方法,结合自身在道路交通安全研究与技术应用领域积累的丰富经验与素材,尤其是在全国公路安全保障工程中获取的成功经验,在提升理念与总结经验的基础上编写完成。这是我国第一部对公路路侧安全及设计方面进行系统总结、并提供技术指导的参考文献。它旨在向公路安全设计和管理人员提供路侧安全设计领域中各种最新的理念、方法和实用技术对策,为可能的单车路侧事故的改善和治理提供参考,指导工程技术人员或决策者制定更为经济、有效的技术对策,全面提升公路路侧安全水平。

指南重点聚焦于路侧设计理念、路侧安全分析方法、实用的工程技术对策、设计要点等方面,不对理论进行过多探讨,力争通过可靠的事实结论、简便有效的分析方法、丰富的案例图片等,提供直观的、可操作性强的设计指导。

本指南主要包括九章内容。第一章简要向读者介绍了国内外路侧安全设计历史沿革、相关研究的发展状况、国内路侧事故的基本统计特征规律与存在的典型路侧安全问题,指出改善路侧安全问题技术对策框架体系;第二章重点阐述了宽容设计、主动引导、分级防护、全时保障

等路侧安全设计应遵循的重要理念;第三章介绍了几种用于路侧事故黑点识别的常用方法;第四章给出了基于公路线形条件、交通量、路侧历史事故记录和路侧特征等因素的路侧安全等级的四级定量评估方法,评估确定的路侧安全等级可用于指导在有限资金条件下合理安排项目;第五章为路侧安全评估清单,用于快速检查某路线或路段在路侧安全方面存在的问题;第六章介绍了事故预测模型,即安全性函数,在路侧事故分析和评价中的运用;第七章提供了防止车辆冲出路侧的技术对策;第八章指出了降低冲出路外车辆发生侧翻和碰撞固定危险物几率的对策措施;第九章阐述了用于降低路侧事故严重程度的主要对策措施。

本指南第二章、第七章、第八章、第九章由高海龙编写;第一章、第三章、第四章、第六章由李长城编写;第五章由汤筠筠编写。全书由高海龙统稿,何勇主审。姜明为本指南的编写提供了大量的素材;张铁军为本指南的编写提供了大量基础数据。唐琤琤、吴京梅、张巍汉、李伟、汤筠筠等人为本指南的编写提出了大量宝贵建议,此外,还有大量人员直接或间接地对本指南的最终成书做出了贡献,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的经验和时间所限,难免有疏漏或不当之处,恳请广大读者指正。

编者

2008年3月

目 录

第1章 概论	1
1.1 路侧安全历史沿革	1
1.2 路侧事故统计特征	5
1.3 我国典型路侧安全问题	9
1.4 改善路侧安全的主要策略	14
1.5 指南的编写目的与使用	16
第2章 路侧安全设计理念与方法	18
2.1 路侧安全设计理念	18
2.2 路侧安全设计方法	26
第3章 路侧事故多发路段识别	28
3.1 事故数法	28
3.2 事故率法	28
3.3 事故严重性等价转化法	29
3.4 综合判定方法	29
3.5 质量控制法	29
3.6 累计频率法	30
3.7 移动步长法	31
3.8 方法评述	32
3.9 事故多发路段识别案例	33
第4章 路侧安全等级评估方法	38
4.1 背景介绍	38
4.2 路侧安全等级划分	39
4.3 评估指标体系与变量	41
4.4 变量权重的确定	45
4.5 灰类白化权函数的构造	45
4.6 评估方法应用	47
第5章 路侧安全评估清单	51
第6章 路侧事故预测模型	58

6.1	路侧事故预测简介	58
6.2	路侧事故预测的步骤与流程	59
6.3	应用算例	61
第7章	路侧事故主动预防技术	64
7.1	视线诱导	64
7.2	危险提示	69
7.3	越界提醒	72
7.4	路面抗滑	77
7.5	路肩处置	78
7.6	速度控制	81
7.7	改善线形	90
第8章	减少路侧翻车与碰撞事故的技术	94
8.1	路侧净区设置	94
8.2	路堤与路堑边坡	98
8.3	排水设施	102
8.4	去除或移位路侧危险物	110
8.5	路侧危险物轮廓标识	114
第9章	路侧事故安全防护技术	116
9.1	路侧护栏防护	116
9.2	可解体消能杆柱设施	161
	参考文献	171

第1章 概 论

1.1 路侧安全历史沿革

1.1.1 国外

据统计,有大约30%的交通死亡事故是由单车冲出路外事故所致。路侧安全状况的大幅改善始于20世纪60年代,在此之前人们很少关注路侧安全问题,路侧事故被更多地归结为“转向盘背后的难题”,正是在这种观点的影响下,导致了大量未经处理的护栏端头、不可屈解体的标志与灯杆结构、不可穿越的路侧地形与边沟、未经处理的涵洞排水口等路侧危险的存在。无可争议的是,路侧安全设计的改进对于降低交通事故死亡率有着重大贡献。经济有效的路侧防撞硬件设施的研发,道路几何线形的改善,路侧恢复区域的设置,宽容路侧设计理念的采用等技术措施与理念的推广应用,都推动了道路安全水平的进步。

一般认为,路侧安全研究始于1960年Stonex题为“路侧安全设计”论文的发表,在此之前很少有人注意路侧的安全问题。作者在文章中对一般路侧危险源进行了辨识,指出了常见的路侧危险物包括:粗钝的护栏端头,路灯和标志的刚性支承,路树、公用设施杆柱,路侧陡边坡、不安全的沟渠等,并针对这些问题提出了采用解体消能立柱、将护栏端头掩埋、清除路侧障碍物、整平边坡和沟渠等解决方法。

1962年,公路研究委员会(Highway Research Board)482号函首次正式建议了护栏实车足尺碰撞试验的规程。1967年,该委员会发表了一份关于护栏、路障、标志立柱的研究报告,收录了许多波形梁护栏和新型公路护栏开发测试,以及护栏设置条件研究的论文,报告给出的波形梁护栏高度和立柱间距现在仍在沿用。Glennon研究的用于保护路堤的护栏设置条件现在仍然使用;Graham在护栏理论和试验领域进行了广泛的研究,很多新型护栏的开发有赖于其研究成果,例如:强梁/弱柱护栏、中央分隔带护栏、桥梁护栏、缆索护栏等。

1967年,美国各州公路和运输工作者协会(AASHTO)发布了《公路安全设计和运营实践》报告,报告陈述了公路安全的问题,提出了一些减轻路侧危险的方法。为车辆提供9m路侧净空也是在这本书中首次提出的。

1969年,国家公路研究合作计划(NCHRP)发布了《护栏设置、选择与维护》报告(编号为54),报告提出了护栏设置条件、设计、维护的推荐标准。1971年,再次发布了《护栏的设置、选择与维护》报告(编号为118),对当时已有关于护栏使用条件、维护要求、性能标准等方面的信息进行了综合,内容还涉及防撞垫。



1971年,公路研究委员会序号为343的记录(TRR-343)刊登了《护栏分析的一般计算机程序》文章,随后计算机成为路侧安全设计的重要工具。1972年,公路研究委员会序号为386的记录刊登了《新型护栏端头评价》论文,主要讲述了用于波形梁的BCT护栏端头的开发。不久,BCT护栏端头得到了改进,改进后的护栏端头被广泛用于波形梁护栏。自从具有解体特征的BCT护栏端头被应用后,其他形式的护栏端部处理方法与设施逐渐涌现。

1974年,AASHTO发布了第二版《公路安全设计和运营实践》报告,新版融入了安全设计与运营方面的新的研究成果和实践经验。

1974年,NCHRP发布了《公路附属设施实车碰撞试验的推荐归程》(编号为153),该报告给出了纵向护栏、碰撞垫、可解体设施的试验与评价方法与建议。

1977年,AASHTO出版了《交通护栏的选择、设置与设计指南》,指南详细阐述了交通护栏问题,其目的在于总结当时关于护栏的最新知识并提出护栏设立的明确指导。主要内容包括:护栏的设置条件、护栏的类型、护栏强度、安全性和可维护性、护栏选择步骤、护栏安装方法、护栏尺寸和几何形状等。指南还提出成本效益分析程序和护栏设计方法论。

在20世纪70年代,为提高路侧安全性所作的努力还包括以下几个方面:新型防撞垫、车载缓冲吸能设施以及适用于重型车辆的桥梁护栏的开发。

1981年,NCHRP发布了《公路附属设施安全评估推荐程序》(编号为230),结合新的程序、新的评估标准更新了编号为153的报告。1993年,又发布了《公路设施安全性能评价推荐程序》(编号为350),更新和取代了报告230,第一次得到联邦公路局(FHWA)官方认可的碰撞试验性能标准。相比报告230,报告确定评估的范围更广了,报告中将2t客货两用车作为小客车试验车型的上限;规定测试的范围和方法;将公路护栏分为6个等级等。

1982年运输研究委员会(Transportation Research Board)序号为868的记录(TRR-868)发表了《安全处理排水设施》文章,提出了处理与路面平行和相交的排水沟的方法。

20世纪80年代,涌现了大量的端头处理方法,包括安全端头处理(SENTRE)、过渡段端头处理(TREND)、车载缓冲吸能端头(VAT)及其第二代产品(CAT)、ET-2000型端头以及BCT型端头的改进型。

1989年,AASHTO出版了第一版路侧设计指南,该指南的编订主要基于1974年《考虑安全的道路设计与运营》(黄皮书)、1977年出版的《护栏选择、设置与设计指南》以及各方面与路侧安全相关的研究成果,内容主要有:路侧安全与经济、路侧地形与排水设施结构、护栏、标志和照明支撑以及维修工作区的安全附属设施等内容。继1989年版《路侧设计指南》之后,AASHTO又于1996年、2002年推出了第二版、第三版《路侧设计指南》。

1991年,TRB序号为1302的记录(TRR-1302)期刊登了一篇关于单坡混凝土中央分隔带的护栏的文章,这种单坡混凝土护栏属于一种新型护栏,与新泽西护栏相比,该护栏形状表现出了更优越的性能,尤其是对小型车辆而言,该型护栏的另外一个好处是当路面面层铺装后,不必每次对其进行调整。1995年,序号为1500的记录(TRR-1500)推出了以几何设计、路侧安全特征、路侧硬件监控和道路景观为主题的专刊,刊登了大量与路侧安全和路侧硬件相关的文章。

1997年,为了阐明路侧安全问题,NCHRP成立了15人的路侧安全专家组,其使命就是研究提高公路路侧安全的方法。专家认为路侧安全研究的目标是:一旦车辆驶离公路,车辆和路

侧应该能保护乘客和行人不受严重伤害。为了达到这个目标,他们列举出运输部门5大基本任务:

- (1) 提高路侧安全的认知度。
- (2) 建立、维护信息资源和分析方法。
- (3) 防止车辆驶离道路措施。
- (4) 防止车辆驶离道路后发生侧翻或碰撞路侧物体措施。
- (5) 当侧翻和撞击固定物体事故发生后,尽量减少伤亡程度的办法。

2003年,在欧洲,英、法、德等9国联合启动了“更安全的欧洲道路路侧基础设施”计划(也称为“RISER”计划),旨在通过收集、分析路侧安全有关数据,提出和获取路侧设计和养护的成熟经验和有益做法来提高路侧的安全性。

日本于1965年开始进行公路护栏的研究,1973年在试验研究的基础上制订了第一部护栏设置纲要。2000年新标准为了适应国际车辆大型化的发展及防止重大伤害事故发生,提高了护栏的防护防撞标准,按不同道路等级和路段类型将护栏分为7个等级,明确规定了各级护栏的安全度指标。在欧洲,法国、意大利、德国等国家在20世纪60~70年代相继开展了有关公路安全护栏方面的研究工作,建立了相应的试验设施,研究和开发了适应各自国情的护栏结构,并在不断更新改进。

由上可知,路侧安全设计的起源可追溯到20世纪60年代,最初起源于对路侧危险源的辨识,随后路侧安全设施得到了迅速发展,尤其是护栏,早在20世纪70年代美国就出现护栏设置指南,几乎在同一时期,日本和欧洲也在护栏设计、开发、设置标准等方面进行了大量研究工作。除护栏外,其他路侧安全设施,如护栏端头、防撞垫、车载缓冲吸能设施、具有屈服解体特征的标志、灯杆等杆柱设施也受到了极大的关注,并得到了广泛的应用。

半个世纪以来,路侧安全水平的提高主要得益于两个方面:其一,路侧安全设施的研发与正确的安装与使用;其二,路侧危险物的识别与处置,以及宽容路侧设计理念的广泛接受与采纳,经过长期的工程实践的积累,路侧安全工程师已经摸索出一套较为系统的路侧危险物的处置对策,来消除如边坡、边沟、行道树、涵洞口等常见路侧危险对象所带来的隐患。

真正全面阐述路侧安全问题并能够给工程技术人员提供系统指导的当属路侧设置指南,除美国外,还没有其他国家单独就路侧安全问题编制指南。近些年,鉴于路侧安全问题的严重性,路侧安全越来越受到重视,美国和欧洲已将路侧安全问题列入道路安全战略规划之中,这一时期的相关研究工作也是硕果累累,主要体现在,路侧事故规律的研究,路侧安全新型设施,改善路侧安全对策的经济技术评价等。

1.1.2 国内

我国对路侧安全问题的研究和关注大致始于20世纪80年代,着眼点比较单一,主要在路侧防护设施的开发与正确使用上面。在安全防护设施的设计开发方面,交通部公路科学研究所从1984年开始对波形梁护栏进行了系统的研究,根据我国的护栏设计条件,提出了适合我国国情的护栏结构形式。1992年底,交通部公路科学研究所总结全国护栏实际应用经验的基础上,推出了新型的变截面波形梁护栏结构形式。该结构横梁采用变截面形式,搭接处结合紧密,使高强螺栓的性能得以充分发挥,保证了横梁的连续梁作用,并使线形更加顺适美观,造



价降低。

1994年,我国制定了交通行业标准《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074—94),对路侧护栏、中央分隔带护栏、桥梁护栏、隔离设施、防眩设施、视线诱导设置原则、设置条件、设计和施工要求作了比较详尽的规定。将路侧护栏和中央分隔带护栏分为各分为两级。

随后,伴随着经济建设发展和高速公路运营情况的变化,重型车和大型车的比例突增,由于其吨位大、车速高使得目前高速公路上使用的波形梁护栏已经不能满足安全要求,2000年交通部编写发布了《公路三波形梁钢护栏》行业标准并推广应用,主要用于重型车、大型车比例高的路段和山区高速公路等地形不利之处。

2001年交通部西部交通建设科技项目《公路陡崖峭壁护栏的开发研究》,开发出了我国第一个专门针对山区一般公路危险路段的座椅式护栏形式。

2004年,交通部颁布了《高速公路护栏安全性能评价标准》(JTJ/T F83-01),标准对护栏实车碰撞试验的各项具体内容进行了详细规定,并给出了护栏防撞性能评价标准。标准适用于新建和改建高速公路及高速公路桥梁的各种结构形式护栏标准段的安全性能评价,其他公路的护栏可参照此标准。标准要求高速公路上设置的每一种结构形式的护栏均采用实车足尺碰撞试验进行安全性能评价。每一种结构形式的护栏在进行实车足尺护栏碰撞试验时应分别采用小型车辆和大型车辆同时进行试验。小型车辆试验时主要评价车内乘员(假人)的安全性和碰撞后的车辆运行轨迹;大型车辆试验时主要评价护栏防撞性能和碰撞后护栏的最大动态变形量。护栏安全性能评价主要考察项目及其技术指标包括:防护性能、乘员风险、驶出角度、车辆运行状态、护栏最大动态变形量等。

交通部于1999年启动了1994年版《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》的修订工作。新的规范更名为《公路交通安全设施设计规范》(JTJ/T D81—2006),于2006年发布。新的规范在全面总结1994年以来我国公路交通安全设施的使用经验、借鉴和吸收国外的相关标准规范和先进技术经验的基础上完成编制,体现了“以人为本、安全至上”的指导思想。与原有规范相比,新规范扩大了适用范围;进一步明确了公路护栏的防撞性能,完善了护栏端部处理和过渡处理的内容;引入了路侧安全净区、宽容设计等概念。

2003年起我国开始实施公路安全保障工程,重点是改善和提高我国低等级公路的安全性,而路侧险要、缺乏必要的安全防护设施是低等级公路最为突出的安全隐患之一。2004年交通部发布了《公路安全保障工程实施技术指南》,指南将路侧险要路段列为5种基本危险路段之一,并给出了判定标准。指南还主要依据路侧地形特征将路侧危险程度划分为4级,并且对每一级的路侧安全防护护栏和排水边沟提出了要求,为路侧安全隐患的识别和整治提供了基本的方法与对策。

总的来说,我国高速公路路侧安全状况较好,路侧安全隐患更多存在于低等级公路中,路侧安全相关研究多年来偏重于护栏等路侧设施上,路侧事故特征规律、公路路侧危险识别与评价、系统路侧防护方法等方面的研究还处于起步阶段,许多方面几乎是空白,如:净区宽度取值、具有解体消能特征的杆柱设施开发、护栏端头的安全处理等。此外,已有成果多以标准规范的形式体现,在路侧安全分析、设计的方法与对策方面缺少能够指导工程技术人员或为他们提供参考的手册或指南。

1.2 路侧事故统计特征

1.2.1 国内

为便于阐述,首先给出路侧事故的定义。路侧事故是指车辆驶离行车道侵入到路肩或路肩以外的区域,与护栏、行道树、车辆、行人、标志设施杆柱等,或其他坚硬危险物发生碰撞的事故;翻车、坠入悬崖、深谷或水体等,与中央分隔带护栏或其他构造物发生碰撞,及车辆穿过对向车道在对向路肩或路肩以外的区域发生的类似上述的单车事故也属于路侧事故范畴。除与行车道以外的静止车辆或正常行驶车辆间的碰撞之外,路侧事故通常为单车事故。简单讲,路侧事故主要是指单车冲出路外发生的事故。

本节给出的统计数据结果和分析图表来源于北京和贵州 31 条、总里程约 740km 的双车道等级公路,以及福建和贵州 5 条、总里程约 1 400km 的高速公路的详细事故数据。

1.2.1.1 双车道等级公路

(1) 总体情况

据国内部分双车道公路的统计,路侧事故数约占全部事故的 1/4,路侧事故与其他类事故相比,更具严重性,如图 1-1 所示,路侧事故数虽然仅占总数的 1/4,但其中的死亡事故却占到了总死亡事故数的四成,重伤事故数比重逾一半。

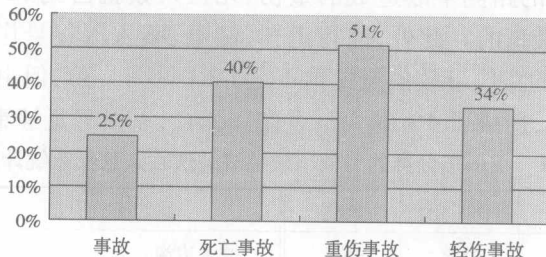
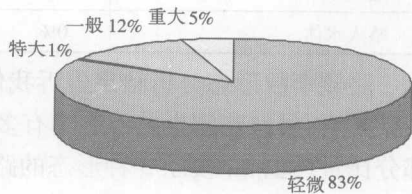


图 1-1 路侧事故总体情况统计图

(2) 车型

从路侧事故的肇事车型分析,结果体现出了小客车和大货车比重高的特点,通常小客车约占 60%~70%,大货车约占 10%~20%。分析其原因:小客车速度快,驾驶员在超车、会车或避险过程中,容易发生措施不当的事故,如方向打过;另外,小车以较高速度通过湿滑路面时,也容易引起侧滑的事故,尤其是在弯道处车辆转弯需要更大的横向力时。大车重心高,在弯道处易发生侧翻事故;另一方面,制动距离增大或制动失灵也是重载或超载货车发生此类事故的主要原因。需要指出的是:由于每条道路都可能在主要功能、服务范围、线形条件、交通量、交通构成、路侧特征等方面存在差异,因此肇事车型构成也不尽相同。



(3) 事故等级

图 1-2 为路侧事故等级分类统计结果,就总体情况而

图 1-2 各等级路侧事故所占比重对比图