



公路交通安全 设施系统 设计理论与方法

Design Theory and
Method of Highway Traffic
Safety Facility System

王建军 汤春文 韩子东 刘乙橙 等 编著

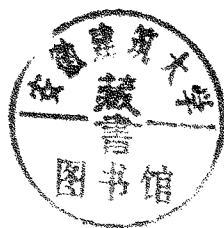


科学出版社
www.sciencep.com

公路交通安全设施系统 设计理论与方法

Design Theory and Method of Highway
Traffic Safety Facility System

王建军 汤春文 等 编著
韩子东 刘乙橙



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书立足于“安全、环保、舒适、和谐”的理念和“以人为本、安全至上”的设计指导思想,结合多年教学、科研、设计和建设工作的相关经验,系统地介绍了公路交通安全设施系统设计的有关理论、方法及应用状况。本书内容主要涉及护栏、交通标志、交通标线、视线诱导设施、防眩设施、隔离栅及桥梁护网、特殊交通安全设施、交通安全设施系统评价等方面的设计和评价方法。全书突出了理论与实践相结合,给出了大量图表和实例,内容翔实、全面,结构清晰,图文并茂,方便读者阅读和理解。

本书可作为高等院校交通工程、交通运输规划与管理等相关专业本科生及研究生的教材,也适合从事公路交通设施建设和公路设施管理工作的工程技术人员及科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路交通安全设施系统设计理论与方法/王建军等编著. —北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-022467-5

I. 公… II. 王… III. 公路运输—交通运输安全—安全设备—系统设计 IV. U491.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 097061 号

责任编辑:童安齐/责任校对:柏连海

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 7 月 第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 7 月 第一次印刷 印张:19 1/4

印数:1—2 500 字数:441 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010—62136131 编辑部电话 010—62137026(BA08)

版权所有,侵权必究

举报电话:010—64030229; 010—64034315; 13501151303

前 言

公路交通运输是交通运输的重要组成部分,是我国国民经济和社会发展的战略重点之一,同时也是涉及国民经济和社会发展的基础性、先导性产业和服务性行业。尤其是近几年来随着我国经济的快速发展,交通运输在经济发展中的作用越来越突出,特别是高速公路建设的飞速发展,对于保障我国经济的快速、健康发展起到了重要作用。但是,我们也应该看到,公路交通安全问题已经成为全社会普遍关注的热点问题,如何有效地解决公路交通安全问题,已经成为构建和谐社会、促进公路交通运输业可持续发展的首要任务之一。公路交通安全设施系统在保障公路安全行车、提高公路服务水平等方面具有重要作用,研究该系统对于有效解决公路交通安全问题、合理配置社会资源、促进社会和谐发展等有着重要的现实意义。因此,为了使读者能更好地理解各种公路安全设施的设计理论与方法,本书全面、系统地介绍了各类交通安全设施的设计内容、设计理论、方法以及应用状况,并对国内外交通安全设施领域新产品进行了详细介绍。

全书共分九章。第一章主要介绍公路交通安全设施系统的组成及其国内外研究现状和存在的问题;第二章详尽介绍公路护栏的设计理论与方法;第三章介绍公路交通各类标志的设置、设计等问题;第四章阐述公路交通标线的设计理论与方法及其材料选择;第五章主要叙述公路视线诱导设施的设计理论与方法;第六章系统介绍公路防眩设施的设计理论与方法以及新型太阳能防眩设施;第七章论述公路隔离栅及桥梁护网设施的设计理论与方法;第八章介绍防撞设施、减速设施、避险车道及降温池、道口标柱、凸面反光镜等其他公路交通安全设施的设计理论与方法;第九章介绍公路交通安全设施系统评价指标、评价方法等。

本书具体撰写分工为:第一章由王建军、刘乙橙撰写;第二章由王建军、张晶晶撰写;第三章由王建军、吴海刚撰写;第四章由汤春文、王娟撰写;第五章由韩子东、钟仰晋撰写;第六章由汤春文、沈艳松撰写;第七章由徐秀芹、侯鹏撰写;第八章由韩子东、陈浩、关函非撰写;第九章由刘乙橙、王建军撰写。全书由王建军、汤春文拟定写作大纲和总撰定稿;韩子东、刘乙橙负责统稿和核对。

本书的写作得到北京中路安交通科技有限公司、北京中通路科技有限公司、陕西省公路勘察设计院等相关单位的支持和帮助,同时引用了部分专著与论文的一些资料。在此谨向帮助本书写作的相关单位和同行表示衷心感谢。

限于作者水平,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 公路交通安全设施系统的构成.....	1
第二节 公路交通安全设施系统研究概况.....	1
第三节 公路交通安全设施系统现状分析及发展趋势.....	9
第二章 公路护栏设计理论与方法	12
第一节 概述	12
第二节 宽容设计理念	14
第三节 路基护栏	17
第四节 桥梁护栏	52
第五节 活动护栏	60
第六节 护栏结构验算	64
第三章 公路交通标志设计理论与方法	74
第一节 概述	74
第二节 交通标志设置一般规定	79
第三节 交通标志设计	84
第四节 警告标志.....	103
第五节 禁令标志.....	110
第六节 指路标志.....	119
第七节 交通服务信息标志.....	139
第八节 公益性标志.....	141
第九节 旅游标志.....	146
第十节 其他几种标志.....	150
第四章 公路交通标线设计理论与方法	153
第一节 概述.....	153
第二节 公路交通标线的设计及应用.....	154
第三节 交通标线的材料选择.....	183
第五章 公路视线诱导设施设计理论与方法	194
第一节 概述.....	194
第二节 轮廓标.....	195
第三节 分合流诱导标.....	202
第四节 线形诱导标.....	203
第五节 突起路标.....	205

第六节 示警墩(桩)·····	209
第七节 抗侧滑护轮带·····	210
第八节 新型太阳能视线诱导标·····	210
第九节 视线诱导设施的材料·····	211
第六章 公路防眩设施设计理论与方法 ·····	214
第一节 概述·····	214
第二节 防眩设施的设置原则·····	214
第三节 防眩设施的型式选择·····	215
第四节 防眩设施的结构设计·····	223
第五节 新型防眩设施·····	225
第七章 公路隔离封闭设施设计理论与方法 ·····	228
第一节 概述·····	228
第二节 隔离栅·····	228
第三节 桥梁护网·····	239
附录 隔离栅端头处理图·····	240
第八章 公路其他安全设施设计理论与方法 ·····	252
第一节 公路防撞设施·····	252
第二节 减速设施的设计及应用·····	258
第三节 避险车道·····	261
第四节 其他·····	272
第九章 公路交通安全设施系统评价 ·····	274
第一节 概述·····	274
第二节 公路交通安全设施系统评价指标体系·····	275
第三节 公路交通安全设施系统评价·····	285
第四节 公路交通安全设施系统评价实例分析·····	293
主要参考文献 ·····	299

第一章 绪 论

第一节 公路交通安全设施系统的构成

近年来,我国公路交通运输基础设施系统得到了前所未有的发展,汽车保有量迅猛增加,但随之而来的交通安全问题却成为了一个比较严重的社会问题。根据相关资料统计,交通事故不仅造成社会财富的极大浪费,威胁着人们的生命安全,同时也对社会的安定团结产生一定的消极影响。为了有效地减少高速公路交通事故,只重视公路本身几何构造的设计是不够的,还必须合理设置配套的交通安全设施系统。

公路交通安全设施属于公路建设的基础设施,包括护栏、交通标志、交通标线、隔离设施、防眩设施、视线诱导设施等,它对减轻事故的严重度,排除各种纵、横向干扰,提高公路服务水平,提供视线诱导,改善道路景观等起着重要的作用,特别是对充分发挥公路安全、快速、经济、舒适的功能,具有特殊的意义。此外,公路交通安全设施还对整个交通工程系统的合理运营起着决定性的作用。

公路交通安全设施设置的目的是“以人为本、以车为本”,强调驾驶人的失误不应以生命为代价,同时安全设施应与周边环境相协调,成为美化公路路容的重要因素。交通安全设施无论从数量、位置、形式、安装工艺以及与其他道路交通系统的协调配合上都要从交通工程学的观点出发认真分析研究,设计和设置技术先进、经济合理的交通安全设施。交通安全设施在设计与设置时要从保证安全、降低事故损失、实行有效规范引导的角度出发,还要考虑交通安全设施使用的方便性,使交通参与者在使用交通安全设施时感到方便、快捷、安全,即实现交通安全设施的人性化。

为实现此目标,安全设施的设计应在充分尊重公路及所在路网的道路条件、运营环境及对公路使用者需求进行分析的基础上,采用“灵活、宽容、创作”的设计理念,使安全设施的设计更具有针对性、合理性和观赏性。探讨公路交通安全设施系统设计理论与方法,对于有效解决高速公路交通安全问题、合理配置社会资源、促进社会和谐发展等有着重要的现实意义。

第二节 公路交通安全设施系统研究概况

一、国外研究现状

世界各国尤其是工业发达国家,对公路交通安全设施的开发研究及其应用非常重视,不断推出了形式多样、经济美观、性能优良和安全适用的新产品,并制定了相应的公路交通安全设施设计规范,以满足交通运输发展对安全设施的需求,值得我们借鉴。

1. 美国

美国是世界上高速公路上里程最长的国家,其配套的公路交通安全设施相当齐全,公路

交通安全设施研究十分成熟,并制定了一些公路交通安全设施设计规范。经过几十年的不断发展,美国在公路上已经建立了系统成熟的公路交通安全设施系统。

1) 护栏

1967年,美国公路研究委员会(Highway Research Board, HRB)发表了一个关于护栏、路障、标志立柱的研究报告,收录了许多相关波形梁护栏、新型公路护栏和护栏支撑开发测试的论文。其中设定的波形梁护栏的基准高度和立柱间距,现在仍在沿用;Glennon设计的保护路堤的护栏现在仍然使用;Graham对护栏理论和试验领域进行了广泛研究,制定了一些新型护栏的设计准则,包括强梁弱柱护栏、中央分隔带护栏、桥梁护栏系统、缆索护栏等。

1971年,美国有关部门发表了《公路交通护栏的设置、选择和维护》报告,对当时所有护栏系统进行了系统综合,包括使用条件、维护条件、性能标准等,其中还有纵向护栏和防撞垫。

1977年,美国各州公路与运输工作者协会(American Association of State Highways and Transportation Officials, AASHTO)出版了《交通护栏指南》(*Guide for Selecting, Locating, and Designing Traffic Barriers*),该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基本理论并提出护栏设立的明确指导。其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。该指南还提出成本效益分析程序和护栏设计方法论。

20世纪80年代除了继续研究护栏外,美国研究人员开始注意路边邮筒和路侧排水系统对路侧安全的影响,其研究成果至今仍在美国使用。

1988年,AASHTO路侧安全特别工作组提交了《路侧设计指南》。此指南更新并取代了1977年版《交通护栏指南》。除了1977年版的内容以外,此升级版本还包括了路侧安全与经济、路侧地形与排水设施结构、标志和照明支撑以及维修工作区的安全附属设施等内容。

1991年,美国运输研究报告(1302号)报道了一种新型水泥混凝土护栏——单斜坡混凝土护栏,它采用单斜坡结构,提高了碰撞性能,相对于新泽西结构护栏来说,特别适合于小型汽车。这种护栏的第二个优点在于邻接面重合,摆放时无需重复校正。

关于护栏试验验证与开发,美国是开展这方面研究工作最早、最深入的国家,从1920年起就开始进行护栏的研究,几乎每个州都建有大型实车碰撞试验场,配备有先进的测试仪器设备。从1962年开始,在美国有关部门的支持下,开展了规模庞大的全国高速公路合作研究计划(National Cooperative Highway Research Program, NCHRP),在理论分析、模拟试验和数值计算的基础上,通过大量的实车足尺实验,对多种护栏形式、护栏过渡结构、护栏端头、桥梁护栏、缓冲装置等安全系统进行了系统、深入研究,制定出一系列护栏形式选择、结构设计、实验验证的标准化程序以及生产制造、运输安装和维护的规范和标准。美国最新资料NCHRP Report 350给出了6种护栏等级与评价标准及其实验程序,并规定各种道路上使用新型护栏都必须按照“350报告”规定的等级和程序进行实车碰撞实验验证其防撞能力后,才允许在实际工程中应用。

新型公路安全设施的开发、安全设施效果评价及安全设施经济性指标评价仍然是当今美国交通界的研究热点。例如,Tabiei 和 Bank 等开展了新型复合材料护栏的研究,对纤维加强型聚合物复合材料护栏进行了理论建模和试验研究,验证了新型护栏的安全性;Elvik 等以实际统计数据为基础,对半刚性护栏、刚性护栏及防撞垫等安全防护设施在提高道路安全性方面的效果进行了研究,给出了各种安全设施的优、缺点和选择建议;Reid 等利用非线性有限元方法进行了道路护栏末端形式的优化设计和建模仿真,通过仿真结果与实车碰撞结果的对比,验证了计算机辅助设计方法的有效性,为后续新型护栏的设计及开发奠定了基础;Bank 等利用有限元分析软件和实车足尺试验,对波形梁护栏的安全性进行了研究和评价;Lambert 及 Elvik 等分别对护栏设置的经济性评价方法及安全政策制定的费用-效益分析方法进行了研究,从经济性角度为道路安全设施的研究及改进提供了决策的依据。这些研究工作表明,公路交通安全设施研究仍然有许多尚未解决的问题,还需要开展更加深入细致的研究工作。

2) 标志

在美国各州的高速公路或干线公路上,固定式标志牌的设置相当规范,且大方、气派,现代化程度高。普通指向标志牌为统一的玫瑰绿底色,字体和图案为白色,加一个白色的边框,均采用反光涂料。限速、弯道类标志牌为橙黄底色,黑字或黑图案。禁行类标志牌采用红底白字。高速公路标志牌的支撑结构多采用型钢焊接或连接,在 8~12 车道的高速公路上多为门架式,在中央分隔带设置 T 字形双悬臂结构,在车道少的地段也采用倒 L 形结构。立柱一般用钢管制作,横档采用桁架式构造。

1918 年,威斯康星州的公路都按体系予以标记,并有地图标明路号。这个州首先决定了路标的形状,采用搪瓷薄板路标,以轻质柱子支撑。

1924 年,美国有关部门倡导联邦统一道路体系,建立“路标统一规划”,并建议采用统一标志设施。1927 年,美国相关部门颁发了《农村公路手册》,1929 年又颁发了《城市道路手册》。1935 年,上述两个手册合并为《统一交通管理设施手册》(*The Manual on Uniform Traffic Control Devices*),简称 MUTCD。这本手册几经修订,交通标志、标线的标准也随之不断完善,至今已发行 7 版(不含重印),2003 年出版了 MUTCD 最新版本。

MUTCD(2003)中第二章的主题是“标志”,内容涉及标志的功能、目的、定义、分类、设计规范、逆反射系数规定,以及标志的形状、颜色、尺寸、符号、字母、设置规范和养护等内容,并针对各类中的每一种标志分别进行了详细地说明。

作为 MUTCD 的补充,美国有关部门还颁布了《标准公路标志》(*Standard Highway Signs*, SHS),最新版本为 2002 版,分公制和英制两种。其对 MUTCD 第二章中以设计图的形式具体规定了 MUTCD 中提到的 11 类标志的颜色、尺寸、几何参数、背部支撑结构等。

3) 标线

美国对标线设计不仅重视其使用寿命和外观,而且对标线的性能指标要求很高,特别强调标线的逆反射性能、视认性、防沾污性和防滑性,以及通过标线时车辆的平顺性等,美国的联邦高速公路协会(FHWA)于 2000 年颁布新的标线法规,用计算机辅助的道路标线能见度测定仪来评定标线的能见度,并明确规定了标线的逆反射性能的最低要求,同时

有 32 个州参与了对各种标线材料和路面分类评定的研究。

4) 其他

在美国公路上推广使用的防眩板主要是由金属和聚合材料制成的遮光板,它们质轻,易于运输和使用方便。这种防眩板的安装和使用大大地降低了美国高速公路的交通事

故率。

2. 欧洲

欧洲公路起步很早,建立了密如蛛网的高速公路、干线高速公路和一般公路,纵横交错地覆盖欧洲各国的每一个角落。因此,欧洲各国的公路交通安全设施更趋向于国际化,其适用性很高。

1) 护栏

欧洲各国如法国、意大利、德国等国家在 20 世纪六七十年代相继开展了有关公路安全护栏方面的研究工作,从理论和实验上研究了多种类型的护栏结构,建立、健全了一整套的实验设施和相应的实验规程,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。

2) 标志

1909 年,机动车辆国际统通会议在巴黎举行。会议通过了四个道路标志,描述了当时有代表性的四种道路危险:颠簸、转弯、十字路口和铁道交叉(或立体交叉),很多欧洲国家同意使用了这四个道路标志。

1926 年,巴黎汽车交通公约提出了道路标志统一体系。这个体系只有六个标志,同时对颠簸道路和转弯做了图示,也采用了三角形作为危险警告标志的国际标准。

第二次世界大战之后,汽车交通越来越超出国界的限制向外发展,由于各国道路标志标线的不统一,给跨国出行的司机带来很大的不便。许多国际组织,如国际路协(PIARC)、国际路联(IRF)以及东欧国家的铁路合作组织的第十一次专门会议(公路)均对此进行过一些研究工作,制订了国际的或地区的统一标志。1949 年,联合国曾提出了一个新的道路标志公约,这个公约制定了 50 个以上的道路标志,当时大约有 30 个国家签字。1953 年联合国通过了以欧洲模式为基础的“道路标志及信号议定书”,当时有 68 个会员国签字。1968 年 10 月又在维也纳召开联合国道路交通会议,并以联合国大会通过的“道路标志与信号协定”向各成员国推荐。联合国的这套推荐标准,规定了道路标志的分类、形状、颜色,提高了标志本身的功能;在图形符号设计上,做到形象、含义明确、易记难忘,在心理上产生了很好的效果。

3) 标线

欧洲于 20 世纪 50 年代中期就成功开发了热熔标线涂料,发展初期多用于市区繁忙路段,由于其线形美观、经久耐用等优点,很快在欧洲发展起来。但是由于不易施工,修补困难及人工费用高等缺点,近年来逐渐被新产品所替代,如双组分标线涂料、水性标线涂料、预成型标线带等。新制定的欧洲道路标线标准将标线分为 I 型和 II 型, I 型标线为传统标线, II 型标线指雨夜及潮湿环境下能反光的凸起型标线。欧洲现正大力推荐使用 II 型标线,尤其在瑞士,90%采用此种标线,所用的标线涂料为双组分。

4) 其他

线形诱导标志在欧洲的山区高速公路、立交匝道,甚至城郊高速公路上,使用极为普遍,而且设计新颖,构造特别,很好地解决了山区高速行车的安全问题,还考虑了与环境的配合,是山区高速公路上所特有的景观。

在西欧道路上常用不透光或半透光的整块塑料平板作为防眩的遮光板,它横向固定在中央分隔带的栏柱上。这些平板由聚醚树脂、强化玻璃纤维或尼龙线状物制成。

3. 日本

日本各地都统一执行国家制定的交通安全设施规范。日本由于国土狭小,道路较窄且大部分建筑物离路侧较近,沿线道路设施密度大等特点,使其更侧重于开发经济实用的公路交通安全设施。

1) 护栏

日本于1965年开始进行公路护栏的研究,1973年在实验研究的基础上制订了第一部《护栏设置纲要》。1998年4月,日本道路协会颁布实施了护栏设置的新标准。新标准适应国际车辆大型化的发展趋势,强调防止重大伤害事故的重要性,提高了护栏的防护标准,将高危险路段护栏的碰撞能量由230kJ提高到420kJ和650kJ,并增加了危险路段的等级。2000年3月最新颁布的《车辆用防护栏标准与解说》中规定:为了保证护栏性能的确定性,原则上要进行实车碰撞实验才行。日本到目前为止所开发的护栏都是经过实车碰撞实验方法确认了的,满足上述性能(评价标准)要求的“标准型”护栏。

2) 标志

日本高速公路标志牌比美国的要精致小巧,这与其公路车道不多,占地受限有关。日本普通型指向标志牌的底色与美国相同。大字体均为地名,在每行字下边有小一号的对应英文字。标志牌支撑结构较之美国精巧、漂亮。多数门架式支撑仍采用圆管立柱,用细钢管或型钢焊接成横向桁架式。倒L形支撑架多由圆钢管立柱与横档组合而成,显得简洁实用。

日本的道路标志于1923年由内务省制定出正式文件并实施,1942年正式制定新的道路交通法,并发布了有关道路标志的命令。随着公路运输的发展,交通的高速化倾向已非常明显,对道路交通标志的数量、易读性、醒目度等要求有了很大地提高。为此,对道路标志标准进行了多次的修改:

(1) 禁令、警告类标志的形状、颜色、图形符号尽量简明易懂。

(2) 加大标志牌尺寸,新标准可以根据设置的地点需要,把尺寸从1/2~2倍进行扩大。

(3) 尽量减少辅助标志。

(4) 1963年11月修改标志法令中增加了满足高速公路使用要求的指路标志。

(5) 1964年对指路标志的走向、目的地、距离等表示方法进行了统一化,在指路标志中直接采用道路编号。

(6) 最近一次修订是1986年完成的,并在1991年补充高速公路指路标志中的版面设计。

3) 标线

1958年在东京警视厅的倡导下,日本从欧洲引进了热熔标线涂料的生产技术,率先

在亚洲开始使用。现在日本路面使用热熔标线涂料,路面也使用加热喷涂型及双组分涂料。

二、国内研究现状

我国对交通安全设施的系统研究开始于 20 世纪 80 年代,初期主要结合我国国情和道路特点,对交通安全设施的材料、结构形式和设计原则等展开了全面地研究。近年来,我国的公路安全设施在研究和实践上都取得了一定的进步,广大科研机构不断致力于新材料、新技术的开发应用,同时也加强了相应设施的检测技术的研究工作。

1. 护栏

我国在护栏的设计开发方面,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地研究,并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。该结构采用厚度 3mm 的深波纹横梁,Z 字形开口型钢立柱的形式,从 1989 年起在全国推广应用。但随后几年在高速公路的工程实践中发现,Z 形柱强度太弱,不利于行车安全,故交通部公路司于 1994 年 5 月下令停止使用波形梁护栏 Z 形柱。

1992 年前后,中国公路工程咨询监理总公司组织有关人员在全国已通车的高速公路护栏的使用情况做了调查,据此拟定了“波形梁护栏实车碰撞试验方案”,经交通部公路司批准,公司联系了近十个单位组织了近百人的实验研究课题组,进行了一年多的工作,完成了我国第一次实车足尺碰撞试验的研究任务,建立了一整套实验方法和设施,紧接着公司又承担了“玻璃钢护栏的实验研究”工作,并通过分析、计算和实验圆满地完成了这项工作。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。该结构形式已应用于首都机场和成渝高速公路,并作为我国公路护栏的基本结构形式列入交通行业标准,在全国推广应用。

1997 年,交通部公路科学研究所开发了可用于高速公路设施碰撞研究的试验手段,为防撞护栏的试验研究创造了良好的条件。2000 年以来,北京深华达交通工程技术开发有限公司在昌平修建了大型车辆碰撞实验场,针对高速公路建设上的实际需要,系统地开展了新型安全护栏的实验研究,先后开发了高防撞能力的桥梁混凝土护栏、陡崖峭壁危险路段座椅式护栏、弯道混凝土护栏、中央分隔带槽形混凝土护栏、协作式混凝土基础三波梁护栏以及防撞型活动护栏等,并已在生产上推广应用。

虽然我国的安全护栏在研究和实践上都取得了一定的进步,但从整体水平上与国外相比仍然存在很大的差距,主要表现为:其一,虽然我国高速公路上已经安装了各种结构形式的护栏,但其设计基本都是参照国外的有关标准和规范进行的,缺乏实验过程和技术数据,继续改进和进一步设计较为困难;其二,以我国的具体情况为基础,对适合我国国情的新型公路安全护栏的试验及开发研究不够,没有为我国公路安全护栏设计积累必要的技术数据。

2. 标志

新中国成立以来,我国的道路标志、标线规范经历了五次制定和修编。1955 年,公安

部发布了《城市交通规则》，将交通标志共分为三类 28 种。1972 年交通部、公安部联合发布了《交通规则》，将交通标志分为警告标志、禁令标志和指示标志三类，共 34 种。20 世纪 80 年代初，交通部颁发的《公路标志及路面标线标准》(JT J072-82)，将交通标志分为警告标志、禁令标志、指示标志、指路标志和辅助标志五类共 105 种，但只适用于公路。一些大城市为了交通管理需要，自己制定了适合当地的交通标志图案式样。此后，各大城市分别制定了道路交通管理和暂行规则。直到 1986 年，交通部组织编制完成了第一个全国统一的《道路交通标志和标线》(GB5768-1986)国家标准，这是在综合分析国外标准和有关研究成果的基础上，结合我国道路交通特点，通过针对性的对比、验证和调查评比而完成的，既具有中国特色、又向国际标准靠拢，此时交通标志的运用才走向规范化。此标准适用于公路、城市道路，以及矿区、港区、林区、场(厂)区道路，使全国实现了统一的交通标志和路面标线。随着社会的进步和发展，交通系统的复杂程度日益加剧，人们对交通标志的技术不断提出更高的要求。为此，标准编制组总结了我国公路交通标志设计、施工、制造、检验等方面的经验教训，同时广泛收集和了解各发达国家近十几年来在道路交通标志方面研究的新动向，经过征求众多意见和反复修改，于 1999 年重新公布了《道路交通标志和标线》(GB5768-1999)新标准，将标志分为主标志和辅助标志两大类，共有 327 种。

交通部于 2006 年颁布了推荐性行业标准——《公路交通安全设施设计规范》(JTGD81-2006)和《公路交通安全设施设计细则》(JTG/T D81-2006)。另外，针对国家高速公路交通标志现状问题，交通部于 2007 年 7 月发布了《国家高速公路网命名和编号规则》(JTGA03-2007)，同年 9 月发布了《国家高速公路网相关标志更换工作实施技术指南》(2007 年第 30 号公告)，标志着我国加快了对高速公路交通标志的系统化、数字化、信息化、人性化研究的步伐。

目前国内外交通工程领域对交通标志的研究大多还局限在对标志外观尺寸、颜色搭配、信息表述形式以及设施结构等方面，但鲜有从人机工程学和交通流理论的角度去分析各类交通标志。在交通标志效果分析上，局限于实地观测与调查统计，这往往要花费大量的人力、物力和财力，在有些情形下是危险的甚至是不可能的，缺乏有效的交通标志人机效率度量方法。

3. 其他

在规范方面，为适应公路建设可持续发展的需要，交通部决定对 1994 年实施的《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074-94)进行修订。2006 年 7 月 7 日，交通部发布了《公路交通安全设施设计规范》(JTGD81-2006)、《公路交通安全设施设计细则》(JTG/T D81-2006)与《公路交通安全设施施工技术规范》(JTGF71-2006)。2007 年又颁布实施了多项新的规范，具体见表 1-1 所示。

表 1-1 我国现行或正在制定、修订中的公路交通安全设施相关技术标准、规范

标准号	标准名称
JTGA03-2007	国家高速公路网命名和编号规则
交通部 2007 年第 30 号公告	国家高速公路网相关标志更换工作实施技术指南
JT/T 457-2007	公路三波形梁钢护栏

续表

标准号	标准名称
JT/T 281-2007	公路波形梁钢护栏
JT/T674-2007	玻璃珠选形器
JT/T675-2007	道路交通标线涂层湿膜厚度梳规
JTG/D80-2006	高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
JTG D81-2006	公路交通安全设施设计规范
JTG F71-2006	公路交通安全设施施工技术规范
JTG/T D81-2006	公路交通安全设施设计细则
JT/T528-2004	公路边坡柔性防护系统
JT/T495-2004	公路交通安全设施质量检验抽样及判定
JT/T279-2004	公路交通标志板技术条件
JT/T280-2004	路面标线涂料
JT/T593-2004	公路沿线设施塑料制品耐候性指标及测试方法
JT/T594-2004	公路沿线设施太阳能供电系统通用技术规范
JT/T595-2004	锥形交通路标
JT/T596-2004	公路防撞桶
JT/T598-2004	塑料防眩板
JT/T599.1-2004	公路用玻璃纤维增强塑料产品通则
JT/T599.2-2004	公路用玻璃纤维增强塑料产品防眩板
JT/T600.1-2004	公路用防腐粉末涂料及涂层通则
JT/T600.2-2004	公路用防腐粉末涂料及涂层热塑性聚乙烯粉末涂料及涂层
JT/T600.3-2004	公路用防腐粉末涂料及涂层热塑性聚氯乙烯粉末涂料及涂层
JT/T600.4-2004	公路用防腐粉末涂料及涂层热固性聚酯粉末涂料及涂层
JG160-2004	混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓
JTGD62-2004	公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG/TD71-2004	公路隧道交通工程设计规范
HJ/T90-2004	声屏障声学设计和测量规范
JTG/T F83-01-2004	高速公路护栏安全性能评价标准
JTG/T F80/1-2004	公路工程质量检验评定标准(土建工程)
JTG/T B05-2004	公路项目安全性评价指南
JT/T492-2003	道路预成形标线带
JTG/B01-2003	公路工程技术标准
JT/T493-2003	公路作业人员反光服
JGJ95-2003	冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程
GB/T 18833-2002	公路交通标志反光膜
JT/T446-2001	路面标线用玻璃微珠技术条件

续表

标 准 号	标 准 名 称
GB/T18229-2000	CAD 工程制图规则
GB/T 18226-2000	高速公路交通工程钢构件防腐技术条件
GB 5768-1999	道路交通标志和标线
JT/T388-1999	轮廓标技术条件
JT/T390-1999	突起路标
GB/T8162-1999	结构用无缝钢管
JT/T374-1998	隔离栅技术条件
GB1499-1998	钢筋混凝土用热轧带肋钢筋
GB/T3880-1997	铝及铝合金轧制板材
GB/T470-1997	锌锭
GB/T16311-1996	道路交通标线质量要求和检测方法
YB4081-92	护栏波形梁用冷弯型钢

第三节 公路交通安全设施系统现状分析及发展趋势

一、公路交通安全设施系统现状分析

交通安全设施设置的目的是“以人为本、以车为本”，强调驾驶人的失误不应以生命为代价，同时安全设施应与周边环境相协调，成为美化公路路容的重要因素。为实现此目标，安全设施的设计应在充分尊重公路及所在路网的道路条件、运营环境及对公路使用者需求进行分析的基础上，采用“灵活、宽容、创作”的设计理念，使安全设施的设计更具有针对性、合理性和观赏性。

从公路的交通安全现状来看，虽然如今公路路况条件较好、交通工程设施较完备、养护管理水平较高，但是由于驾驶人超速行驶、车辆超载、安全设施设置不合理、受特殊气象条件影响较大等问题的存在，使得公路上交通事故发生起数和导致的死亡人数呈逐年上升趋势，而且高速公路在重、特大交通事故的发生数量占全省道路重、特大交通事故的发生数量的比例上升较快。目前公路安全设施应用方面还存在着很多不合理和不足的方面，这些方面贯穿于安全设施应用的不同阶段。

对于高速公路交通安全设施系统来说，在规划上，高速公路交通安全设施规划只是近几年才开始实行，还没有形成比较系统的方法，对于在规划中如何调整交通安全设施系统与其他系统的协调、山区高速公路网交通安全设施特殊原则的制定、规划方案安全性评价等方面考虑的相对较少，使得交通安全设施应用的其他方面也不同程度地受到规划的影响。

在设计上，交通安全设施设计的程序基本上是在取得道路设计的文件后，针对具体路段的道路特点和当地的地理、气候、环境，以及考虑公路建设资金的合理利用等因素，选择适当的安全设施结构形式，依据以及参照国内外相应规范、标准，选择符合实际情况的设

计原则,对安全设施进行布设。由于在安全设施设计方面没有比较系统的设计规范和相应的设计软件,因此人为主观因素以及个人设计经验在其中体现的比较突出。另外,由于各种外界因素的影响,有时安全设施的设置会更多地考虑了美观等因素,而将安全放在了次要位置,这种做法虽然与规范不相背离,但是在安全设施的设置上,会存在一些安全隐患。

在施工阶段,通常的做法是路面施工接近结束后,安全设施施工企业进场施工。但是目前对道路进行竣工验收时通常只重视路面结构的完成,而对于安全设施是否设置合理、全面并不是很注重,使得有些路段安全设施未施工完毕,公路就通车运营,出现了一些路段刚通车交通事故就频频发生的现象。另一方面,由于某些原因,有些施工单位为了赶工期,不能按设计要求严格施工,以及其他方面种种因素的影响,使得有些安全设施的施工质量不能满足设计的要求,这也对高速公路安全产生一定的影响。

在养护管理上,目前道路养护主要是对路面的养护,而对于交通安全设施的养护并不是很关注;在评价道路养护管理工作时,通常只是路面质量方面的指标,而对于交通安全设施方面的养护质量指标提及的相对较少。这种状况的存在直接导致了高速公路网交通安全设施的设置、更新滞后于道路需求的变化,使得有些路段的交通安全设施养护不到位,甚至在损坏后很长一段时间内得不到维护、修理,使得高速公路行车安全隐患众多。据有关数据统计,在可变车速标志和车道利用标志不完善的条件下,高速公路车辆追尾事故发生频繁,而追尾碰撞是目前高等级公路比较突出的一类事故,占事故总数的 30%~40%。

二、公路交通安全设施的发展趋势

对于公路交通安全设施的研究,世界各国尤其是工业发达国家不断推出形式多样、经济美观、性能优良和安全适用的新产品,以满足交通运输发展对安全设施的需求。目前,交通安全设施的应用正朝着国际统一化和新型材料的研究应用方向发展。在标志方面加强了对高亮度反光膜、吸能型自发光标志等新产品的研发,在标线方面注重了对新型涂料的开发;对于防撞护栏,将从最大限度地保障人、车安全,降低事故严重度的角度出发,研制高吸能、经济、耐久的新型护栏及缓冲防撞系统;在防眩和隔离设施方面,则注重经济、美观,以及对司机心理影响小和对风雪阻挡少的新型材料及结构形式的研究。

此外,在欧、美等国家,对公路交通安全设施的设计和应用,还侧重与周围环境相协调,与自然景观相融合。同时,结合公路美学的审美观念,不把公路仅仅看成是土、石、沥青、混凝土以及公路交通安全设施的堆砌品,而是从一个美学实体去设计、建设,从而既达到了安全防护的作用又达到了美观和与环境相协调的效果,而且更加人性化。例如,美国修建俄勒冈州哥伦比亚沿江公路时,设计人员对哥伦比亚的文化风情进行了充分的研究了解,采用石料和木块雕刻的制品作护栏;在加利福尼亚州塔荷湖 89 号公路双车道路段扩建、提高等级时,设计人员就提出要安装一种特制的双梁护栏,并栽种许多灌木花草,把护栏掩在绿色灌木丛中,从而使人远眺只见一片青翠,而看不到护栏。美国、法国等国的设计人员考虑到公路交通安全设施与环境的协调性,设计出了木质钢背木护栏,它采用经过特殊处理的木质材料作为质地,在保证护栏防撞能力的同时,改进了原有钢护栏明显的

人工制作特征,这种与周围树木有机结合的护栏已经应用到林区、旅游区公路中。可见,国外公路交通安全设施的设计和应用均体现了民族风情、生态环保、以人为本的理念,达到了与自然环境相融合一体的效果。

目前,我国对公路交通安全设施的研究经过 20 多年的努力,已经在规划、管理、设计、工程、制造、科研等方面取得了很大进步,具有了一定的实力,已探索出一套适合我国国情的交通安全设施设计及施工标准规范。然而,由于我国公路交通安全设施的研究起步晚,投入的资金和力量有限,因此对交通安全设施,仍然有必要继续深入研究,以期最大限度地发挥其作用。我们应广泛吸取先进国家的成功经验,引进先进的技术和装备,并通过自身必要的研究和攻关,建立符合我国国情的科学、合理和完善的与国际接轨的公路交通安全设施技术标准体系,加快我国公路交通安全设施的发展。