

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

Road Traffic Safety and Facilities Design

道路交通安全及设施设计

王建军 主编
龙雪琴



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

道路交通安全及设施设计

Road Traffic Safety and Facilities Design

王建军 龙雪琴 主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书将道路交通安全和交通安全设施作为一个整体,以交通安全的基本理论作为交通安全设施设计的基础,从主动交通安全角度出发,提出交通安全设施设计的理念和方法,并将交通安全基本理论应用于交通安全评价、预测和交通组织。

本书共分十一章,内容包括:绪论、道路交通安全影响因素分析、交通安全基本理论、交通安全分析方法、交通安全评价与事故预测方法、道路交通安全评价内容分析、交通标志设计、交通标线设计、护栏设计、其他安全设施设计和道路交通组织优化。

本书可作为高等学校交通工程及相关专业的本科生、研究生教材或教学参考书,也可供有关行业的工程技术人员、管理人员和有兴趣的读者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路交通安全及设施设计 / 王建军, 龙雪琴主编

. 1—北京:人民交通出版社股份有限公司, 2018. 4

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

ISBN 978-7-114-14595-7

I. ①道… II. ①王…②龙… III. ①公路运输—交通运输安全—安全设备—高等学校—教材 IV. ①U491.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 056353 号

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

书 名: 道路交通安全及设施设计

著 者: 王建军 龙雪琴

责任编辑: 李 晴

责任校对: 宿秀英

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.cpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 大厂回族自治县正兴印刷(有限)公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 23.5

字 数: 575 千

版 次: 2018 年 4 月 第 1 版

印 次: 2018 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14595-7

定 价: 45.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校交通运输与工程(道路、桥梁、隧道 与交通工程)教材建设委员会

主任委员: 沙爱民 (长安大学)

副主任委员: 梁乃兴 (重庆交通大学)

陈艾荣 (同济大学)

徐岳 (长安大学)

黄晓明 (东南大学)

韩敏 (人民交通出版社股份有限公司)

委员: (按姓氏笔画排序)

马松林 (哈尔滨工业大学)

王云鹏 (北京航空航天大学)

石京 (清华大学)

申爱琴 (长安大学)

朱合华 (同济大学)

任伟新 (合肥工业大学)

向中富 (重庆交通大学)

刘扬 (长沙理工大学)

刘朝晖 (长沙理工大学)

刘寒冰 (吉林大学)

关宏志 (北京工业大学)

李亚东 (西南交通大学)

杨晓光 (同济大学)

吴瑞麟 (华中科技大学)

何民 (昆明理工大学)

何东坡 (东北林业大学)

张顶立 (北京交通大学)

张金喜 (北京工业大学)

陈红 (长安大学)

陈峻 (东南大学)

陈宝春 (福州大学)

陈静云 (大连理工大学)

邵旭东 (湖南大学)

项贻强 (浙江大学)

胡志坚 (武汉理工大学)

郭忠印 (同济大学)

黄侨 (东南大学)

黄立葵 (湖南大学)

黄亚新 (解放军理工大学)

符铎砂 (华南理工大学)

葛耀君 (同济大学)

裴玉龙 (东北林业大学)

戴公连 (中南大学)

秘书长: 孙玺 (人民交通出版社股份有限公司)

前言

道路交通安全是一门发展中的学科,随着时代变化、技术发展、学科演变,其内涵和方法均发生了较大变化。本书从主动交通安全角度出发,将道路交通安全理念融入交通安全设施设计中,拟从交通出行源头提高出行环境的安全性,达到减少交通事故和降低事故严重程度的目的。

本书主要分四部分内容。首先,阐述交通安全基本理论,内容包括事故致因理论、可靠性理论及其他交通事故预防理论;然后介绍了交通安全评价和预测方法,并分别针对交通项目的规划和可研阶段、设计阶段和运营阶段提出交通安全评价和分析的内容;基于交通安全基本理论,进一步从方法和技术层面阐述道路交通标志、标线、护栏和其他安全设施的设计,以案例形式详细介绍交通安全设施的设计过程;最后,提出交通安全组织的方法,即从管理的角度提高交通安全性。本书内容涉及基本理论、评价方法、设计方法和管理方法,较为全面地反映了交通安全设计领域的知识体系。

本书由长安大学王建军教授、龙雪琴博士担任主编。编写分工如下:王建军教授编写第一章、第九章至第十一章,龙雪琴博士编写第三章至第五章,研究生李凯伦和龙雪琴博士编写第二章,研究生滑姗姗和王建军教授编写第六章,研究生马永杰和王建军教授编写第七章,研究生曾勋和王建军教授编写第八章。

编写中作者参考了大量规范、书籍、期刊和资料,在此,谨向所有作者表示诚挚的谢意。

由于编者学术水平及经验等方面限制,书中定有不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2017年11月

目录

第一章 绪论	1
第二章 道路交通安全影响因素分析	13
第一节 交通心理与交通安全	13
第二节 车辆与交通安全	19
第三节 道路与交通安全	29
第四节 环境与交通安全	38
第三章 交通安全基本理论	42
第一节 事故致因理论分析	42
第二节 可靠性	51
第三节 事故预防理论	67
第四章 交通安全分析方法	75
第一节 概述	75
第二节 统计图表分析方法	78
第三节 因果分析图法	80
第四节 安全检查表分析法	81
第五节 事故树分析法	83
第六节 模糊聚类分析法	92
第五章 交通安全评价与事故预测方法	98
第一节 交通安全评价方法	98
第二节 危险路段鉴定方法	110
第三节 事故预测方法	122

第六章 道路交通安全评价内容分析	128
第一节 道路安全评价概述.....	128
第二节 规划及可行性研究阶段评价内容分析.....	130
第三节 设计阶段评价内容分析.....	134
第四节 运营阶段评价内容分析.....	161
第七章 交通标志设计	178
第一节 交通标志概述.....	178
第二节 交通标志设计程序及原则.....	187
第三节 交通标志版面设计.....	191
第四节 交通标志结构设计.....	209
第五节 交通标志系统设计.....	221
第六节 交通标志布设示例.....	222
第八章 交通标线设计	227
第一节 交通标线的分类.....	227
第二节 交通标线设计要求、原则.....	229
第三节 交通标线设计方法.....	237
第四节 交通标线材料.....	268
第五节 具体案例.....	274
第九章 护栏设计	283
第一节 护栏功能及分类.....	283
第二节 护栏布设原则.....	285
第三节 护栏形式选择.....	288
第四节 护栏结构设计.....	289
第十章 其他安全设施设计	307
第一节 隔离设施设计.....	307
第二节 视线诱导设施设计.....	315
第三节 防眩设施设计.....	330
第十一章 道路交通组织优化	340
第一节 微观交通组织优化.....	340
第二节 区域交通组织优化.....	355
第三节 宏观交通组织优化.....	360
参考文献	364

绪论

一、道路交通安全概论

“衣、食、住、行”是人的物质生活四大要素。宏观上说,任何道路设施的设计与建造,必然都是以满足道路交通流的需要为最终目标。从性质上看,可以将对道路交通流的需求分为:功能需求、安全需求、效率需求、享受需求四类。这些需求能否很好地实现与交通工程设施的设计及运营的好坏有直接关系。

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交通运输和汽车工业迅猛发展伴生出来的严重社会问题。预防和减少交通事故,是世界各国政府交通主管部门的主要任务。

安全是道路设计和建造需考虑的首要因素。今天,交通运输在发展与进步,不能只看修了多少路,架了多少桥,而是要以能为人们提供什么水准的服务来评判。道路设计和建造应坚持“安全、环保、舒适、和谐”的理念,注重道路出行的安全性、方便性、舒适性、愉悦性,体现“以人为本、安全至上”的指导思想。

人、车、路和环境中的运动构成了道路交通,即人、车、路和环境四大要素相互作用、相互依赖构成了道路交通这一特定的动态系统。在这个动态系统中,任何一个要素的变化都会对整个系统产生影响,道路交通事故就是系统在运动中不协调或失衡造成的,是信息感知和信息反馈不当并引发指令错误导致的结果。

安全、快捷、经济、舒适(和谐)和低公害是道路交通这一动态系统的基本要求。其中,安

全是众多要素的基础,只有安全得到保证,才可谈快捷、经济、舒适和低公害问题。要保障道路交通系统的安全,就应使其协调地运转。从科学定义而言,安全是指不发生损失或伤害的一种状态;事故是人在实践活动中,突然发生并迫使其活动暂时或永远终止的一种意外事件。事件的发生可能造成损失或伤害,也可能不造成损失或伤害,即事件分为事故事件(简称事故)和未遂事件(或称过失)。交通事故的发生是由于人的不安全行为和物(道路、车辆、环境)的不安全状态所造成的。道路交通安全技术的任务就是要尽可能去控制系统中的不安全因素(行为和状态),保障系统协调、正常运行。

安全是人类社会生活幸福的前提,是社会稳定及和谐发展的保证。预防交通事故,保障交通安全,确保出入平安,是人类社会共同的期盼和追求。随着现代交通运输和汽车工业的迅猛发展,交通安全问题成为人类关注的严重社会问题。道路交通是人类赖以生存的必备条件“衣食住行”中重要的一环,交通(出行)是现代文明社会最重要的活动之一。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,推动了社会文明进步,改变了人类生活。在享受现代道路交通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人们宝贵的生命。据统计,自交通事故存在记录以来,全世界累计死于道路交通事故的人数已近 5000 万。即自汽车文明一百多年来,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。现全世界每年在道路交通事故中的死亡人数有近 120 万,受伤人数逾百万,且大部分是社会劳动主力军的青壮年人群,道路交通事故给人类社会和经济发展带来的伤害日趋增大。

正因如此,人类社会对道路安全问题倾注了大量的心血。历史上,发达国家对交通事故危害的认识始于 20 世纪 30 年代。美国作为世界上汽车工业最发达的国家之一,其道路交通事故也是惊人的,严重的交通事故伤害促使人们不得不正视它,这就促进了道路规划、设计、建设和交通规划、管理等技术的产生,以及作为独立学科的现代交通工程学和道路交通安全技术学的诞生。世界各国真正对交通安全问题的关注始于 20 世纪 70 年代。第二次世界大战之后,世界大多数国家开展了大规模的经济重建工作,掀起了前所未有的基本建设热潮。城镇化、交通和汽车工业的飞速发展和相互促进,使西方主要国家进入了经济繁荣时期。伴随着社会经济的发展,这些国家的道路交通事故数量在 20 世纪 70 年代也达到了高峰,造成交通拥挤、环境污染、事故频繁、伤亡惨重。交通事故成为人们谈虎色变的最大社会公害之一,严重阻碍了社会经济的快速发展,迫使各国政府不得不采取应对措施,也就促使了道路交通安全技术的快速发展。

随着我国道路交通的迅速发展,汽车保有量的逐年增加,交通事故数量越来越高,我国成为世界上交通事故死亡人数较多的国家之一。2001—2007 年我国每年交通事故死亡人数一直高居 10 万人左右,造成了巨大的经济损失。近年来,随着国家对交通安全的重视,安全技术水平不断提高,我国交通事故的严重程度达到一定缓解。2006 年,全国因道路交通事故造成 89455 人死亡,万车死亡率为 6.2。而 2016 年,我国因道路交通事故死亡人数为 40824 人,万车死亡率为 2.1。虽然交通事故死亡人数比 2006 年大幅下降,但我国每年仍有近 30 万起交通事故,造成了巨大的经济财产损失。道路交通安全在我国仍然是不可忽视的重要问题。

二、交通安全研究基本框架

道路交通系统是由人一车一路一环境等要素构成的复杂的动态系统。道路交通系统中每

个要素自成系统又相互作用,交通事故是由各个子系统自身出现问题或相互间作用失调而导致的。道路交通系统安全研究的基本框架(图 1-1)可概括为:探究交通参与者、车辆、道路环境、事故救援等子系统各项风险因素与交通事故的关系,提出针对性的干预手段或改善措施,以达到降低事故风险和减轻事故伤害严重程度的目的。

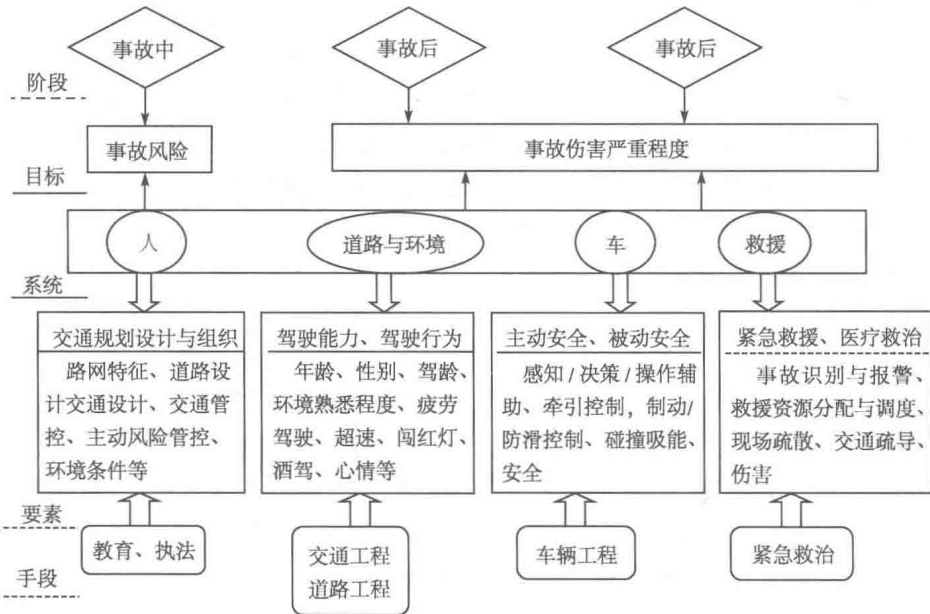


图 1-1 道路交通安全研究基本框架

事故前,主要关注事故发生机会和发生概率。发生机会指某个或某些交通参与群体、某个或某类道路网络和交通设施,或某种事故形态所面临的发生机会。发生概率则是指给定单位事故机会后事故发生的条件概率。事故发生过程中或事故发生后,基于交通参与者的事故应对、道路交通安全设计、车辆被动安全、紧急救援和医疗救治等特征,最大限度降低事故伤害严重程度和其他主要关注点。

事故潜在风险因素众多,可以涵盖道路交通系统所有相关要素,包括交通参与者、车辆、道路与环境及紧急救援服务等。对于交通参与者,现有研究关注机动车驾驶人年龄、性别、驾龄及驾驶水平等,另一方面侧重于探究攻击性驾驶、愤怒后驾驶、分心驾驶及疲劳驾驶等危险驾驶行为。其他弱势交通参与者,如行人、自行车和电动车骑乘人也是重点关注对象。道路与环境方面,研究主要关注道路网络布局、道路及交通设计、交通控制、主动式风险管控及环境条件等对交通安全影响。对于车辆安全,可划分为主动安全和被动安全。主动安全主要集中于车辆智能防撞技术方面,如车辆碰撞预警系统、车道偏离警告系统等;被动安全关注车辆安全设施的设计和优化,车辆安全测试法规的制定和应用,以及车辆碰撞协调性等内容。此外,事故发生后的紧急救援服务,如事故识别和报警、救援资源分布与调度、紧急疏导及医疗救治等也是重要的研究方向。

道路交通安全干预手段和改善措施主要是通过“4E”科学策略实施,即工程(Engineering)、教育(Education)、执法(Enforcement)和急救(Emergency)。工程是指基于工程设计手段的事故预防及改善;教育主要以学校和社会为主的驾驶技能与交通安全意识培训;执法是由交通管理部门依据相关法律法规对交通行为进行监督和管理;急救则包括救护运输服务以及紧急医疗救治

等。针对道路交通复杂系统,采取合理的组合策略,才能最终实现交通安全改善的目标。

从道路交通安全研究基本框架中可以看出,交通安全研究是多系统、多因素相辅相成所得,目前主要发展领域包括交通安全规划、道路安全设施分析、交通安全管理、交通行为分析、我国交通安全技术标准与规范等方面。

1) 交通安全规划

交通安全受道路交通系统规划、设计、建设、运营、管理、维护各个阶段的影响,考虑到交通规划对塑造交通系统的深刻影响,交通安全应该在规划阶段就应得到足够重视和充分考虑。交通安全是许多国际大都市新一轮综合交通规划最为关注的主题。但由于宏观层面交通安全研究不足,导致在交通规划阶段缺少可用的方法和工具来评价不同规划方案的安全性。因此交通规划工作者已经开始思考如何在交通规划的各个阶段充分考虑交通安全,并且开始定量研究道路网络特征、区域交通特征及其他影响因素与交通安全的关系。

2) 道路安全设施分析

道路安全设施在保障行车安全、减少交通事故发生中起着巨大的作用,尤其是在减轻事故严重程度方面,很多时候是不可替代的。

公路护栏在交通运行中所起的作用除了阻止时空车辆越出路外的基本功能之外,还具有包括视线诱导、隔断干扰因素、确定可行驶边界以及组织交通流向等重要作用,但其核心价值仍是阻碍失控车辆和保护乘客,尤其是对于方向失控的单车事故和多车事故。

交通标志和标线作为为驾驶人提供诱导、管理信息的载体,能够引导道路使用者有秩序地使用道路,并告知道路使用者道路通行权利,明示道路交通禁止、限制、遵行状况,告知道路状况和交通状况等信息。

其他安全设施中也能够对交通安全起到保障作用,如强制减速设施、彩色路面、雾天等低能见度条件下的安全保障设施等,都能从不同程度上降低事故发生的可能性与严重性。

3) 交通安全管理

交通安全管理研究主要包括事故数据的采集与规范性记录方法研究、针对不同道路设施的安全建模研究、公路安全手册研究、事故多发设施判别研究、公路限速研究,为不同设施的交通安全管理提供针对性的理论和方法支撑。

4) 交通行为分析

交通行为分析关注交通系统中最复杂的环节——驾驶人,主要研究驾驶人的行为与交通系统,尤其是其与交通安全之间的关系。交通系统分析包括以下主要方向:驾驶人分心行为、注视特性研究、危险驾驶行为以及驾驶人变道与跟车行为。

分心行为对驾驶人的影响是多层面的,包括视觉行为、操作行为、驾驶压力、感知危险能力等。在驾驶人分心行为中,视觉分心和认知分心被认为是影响最为严重且广泛存在的两种驾驶人分心行为。驾驶人的注视特性研究主要包括驾驶人视觉搜索行为模式、驾驶人兴趣区域以及不同类型驾驶人视觉行为差异。危险驾驶行为主要包括无证驾驶、超速驾驶、酒后驾驶、疲劳驾驶、明知存在安全隐患的车辆而驾驶的行为。车辆换道行为是指驾驶人基于自身驾驶特性,结合周围车辆的车速、车间距等环境信息,调整并完成自身驾驶目标策略的综合过程。变道是典型的分层决策过程。

5) 我国交通安全技术标准与规范

我国自2004年5月1日实施《中华人民共和国道路交通安全法》,包括车辆和驾驶人、

道路通行条件、道路通行规定、交通事故处理、执法监督 and 法律责任等规定 124 条。加上道路设计、安全评价、交通安全设施、交通安全管理、交通安全违法取证、交通安全宣传教育等交通安全各个层级的规范及法规的保障也在不断完善,使整个交通体系运行更加系统化、安全化。

三、交通安全设施系统

公路交通安全设施是为适应公路快速、便捷、安全和舒适的通行特点及管理需要而设置的,是公路主体工程的有机组成部分。公路不仅要满足汽车行驶的速度和交通容量方面的要求,还要满足行车安全、舒适的要求。因此,安全设施系统是必不可少的,其主要作用可以归纳为以下 4 个方面:

- (1) 预防和减少交通事故的发生,降低事故损失程度,提高交通安全性。
- (2) 提高公路通行能力和交通运行效率。
- (3) 提高行车舒适性。
- (4) 降低交通能耗和交通对环境的影响。

我国高速公路的迅猛发展及其通行能力日渐不足,对交通工程安全设施的发展提出了新的要求。随着高速公路网的形成,交通工程建设越来越体现出系统化、网络化和智能化的特征。如果不能科学地设计交通工程安全设施,势必会严重影响我国高速公路经济效益和社会效益的发挥。

1. 交通安全设施系统构成

高速公路交通安全设施涵盖的内容很多,除设置于高速公路上的标志、标线和护栏之外,还有防眩与视线诱导设施、隔离设施、防撞垫、减速设施、紧急避险车道、解体消能设施等。它们对减轻事故的严重度、排除各种纵横向干扰、提供视线诱导、增强道路景观起着重要的作用,直接影响着高速公路“安全、快速、环保、舒适、和谐”功效的发挥以及经济效益的实现。

1) 交通标志

交通标志是用图形、符号、颜色和文字向交通参与者传递特定信息,设置在路侧或道路上的安全设施,是交通法规具体化、形象化的表现形式,有“无声的交通警察”之称,能为道路使用者提供确切的交通信息,保证车辆安全、畅通、有序运行。

2) 交通标线

交通标线是由施画于路面上的各种线条、箭头、文字、立面标记等构成的交通安全设施,它的作用是管制和引导交通,可以与标志配合使用,也可单独使用。

3) 护栏

护栏能有效防止失控车辆越出中央分隔带或在路侧比较危险的路段冲出路基,不但可以减少交通事故的发生,降低事故的严重程度,还可以诱导行车视线。

4) 防眩设施

防眩设施是设置在道路中央分隔带上用于消除汽车前照灯夜间眩光影响的道路交通安全设施,可以减少交通事故,提高行车的安全性。

5) 视线诱导设施

视线诱导设施是一种沿车道两侧设置的,用以指示道路方向、车行道边界及危险路段设置的设施总称,它可以诱导驾驶人的视线,表明道路轮廓,保证行车安全。

6) 其他安全设施

(1) 隔离设施。隔离设施是为了对高速公路和需要隔离的一级公路进行隔离封闭的人为构造物统称,包括设置于公路路基两侧用地界线边缘上的隔离栅和设置于上跨公路主线的分离式立交桥或人行天桥两侧的防护网。

(2) 防撞垫。防撞垫是一种防止驶离行车道的车辆撞上固定装置的保护设施。它可以逐渐降低车速而使车辆安全地停下来,避免车辆与固定装置发生正面碰撞,从而避免发生严重的事故,同时对行驶车辆还具有导向作用。

(3) 紧急避险车道。紧急避险车道是道路上为失控车辆所设置的紧急避险通道,一般设置在较易发生事故的路段。它可使失控车辆从主线中分流,避免对主线车辆造成干扰,也能使失控车辆平稳停下来,避免出现人员伤亡、车辆严重损坏和装载货物严重散落的现象。

(4) 减速设施。减速设施是通过物理手段,警示驾驶人或强制改变驾驶人行为的设施。可以使驾驶人能够自觉、主动地降低车速。

(5) 解体消能设施。解体消能设施作为宽恕型设计理念的体现,也是路侧安全设计的重要组成部分。由于其特殊的结构设计,在满足支撑固定物的要求下又具有较小的抗剪强度,在遇到外力碰撞时,会发生预期的滑动或折断现象。

2. 交通安全设施设计原则

公路交通安全设施设置理念是“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组成部分。交通安全设施的设置数量、位置、形式、安装工艺以及与其他道路交通系统的协调配合,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、减少事故损失、实行有效规范引导的角度出发,还要考虑到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。因此,进行公路交通工程设计应遵循以下原则:

(1) 遵守现行的国际、国家、交通运输部和有关行业颁布的标准和规范,未经中间实验和系统鉴定的方案不得采用,引进设备及其附件应是商用化产品。

(2) 从最大限度发挥公路快速、安全、经济、舒适特性的要求出发,既要考虑建设者和经营者的直接经济效益,有利于节约资金和调动投资积极性,又要考虑公路的社会效益,发挥其对国民经济的推动作用。

(3) 因地制宜,充分考虑公路所在区域实际情况,尽量向世界和国内先进水平看齐,保证其经济合理性和技术先进性,同时符合开放性标准,而且系统要成熟、安全、可操作性强,易于维修和更换。

(4) 不但要考虑交通工程与道路工程的配合,而且还要注意交通工程各子系统之间的协调,达到系统组成的最优化,最大限度地发挥系统的总体调控功能,为道路使用者提供高效的服务。

(5) 在进行交通工程各系统的容量设计时,方案应具有易扩展性和兼容性,满足近期使用、远期升级及系统联网需求,同时应考虑到公路的未来交通需求,预留必要的接口和数据通道,以利于系统的持续发展。

3. 交通安全设施设计内容

道路交通安全设施是保障公路行车安全,提高其服务水平的重要部分,能够为公路使用者

提供指示、警告、禁令等信息,具有诱导视线,排除眩光、落物等干扰,保护路侧安全等功能。为此,公路在进行安全设施设计时应包括标志、标线、护栏、防眩板、视线诱导标、隔离栅、避险车道、减速设施等。

1) 交通标志设计

交通标志是重要的公路交通安全设施,合理的交通标志设计能够保障道路信息及时准确的传达。设计过程主要参考《道路交通标志和标线》(GB 5768—2009)、《公路交通标志和标线设置规范》(JTG D82—2009)。道路交通标志设计主要包括:标志板面的设计、标志结构设计及标志的总体布设。其中,标志板面设计主要包括标志板面的颜色、形状、边框、衬边、字符、尺寸、反射材料及照明等。标志结构设计主要包括标志支撑方式的选择、结构计算以及标志板和支撑结构的材料选取。标志的总体布设是在交通分析的基础上,根据路网具体情况设计标志的设置顺序、信息选取及各类标志间信息衔接,避免冲突,实现单个标志设置合理,各类标志相互配合,使公路交通标志最大限度地发挥提高通行效率和保障行车安全的作用。

2) 交通标线设计

交通标线施画于路面或其他设施上,用于管制和引导交通流,主要包括行车道分界线、行车道一边缘线、分合流端斑马线、导向箭头、导流渠化标线、路面标记、立面标记等。其设计应遵循《道路交通标志和标线》(GB 5768—2009)、《公路交通标志和标线设置规范》(JTG D82—2009)及相关规范、规定,坚持交通标线设计“人性化、数字化、系统化、适应路网”的原则。可分为一般路段、特殊路段、互通立体交叉、服务设施出入口、收费站等,应设计标线的颜色、宽度、间距、设置位置、箭头形式、材料选择等。

3) 护栏设计

为保证护栏的安全性、有效性、连续性及预防性,最大限度地保障人车安全,应本着“以人为本、以车为本”的设置原则,在“系统、灵活、宽容、和谐”的设计思想指导下,对照相关的规范、标准设计各种护栏。护栏设计主要包括护栏的形式选择、设置位置、长度设计、横断布设、防阻块构造、护栏结构应力验算、端部设计及过渡段处理等。

4) 防眩与视线诱导设施设计

对于防眩设施,主要从其形式选择、结构参数设计、设置位置和中央分隔带开口处防眩等方面对其进行设计。对于视线诱导设施的设计,要结合公路路线设计要素,按视线诱导设施类别,合理设计其结构,重点是从如何自然诱导驾驶人视线的角度计算视线诱导设施的合理设置间距。

5) 其他道路安全设施设计

道路上使用的交通安全设施,除标志、标线、护栏、防眩设施外,还有隔离设施、防撞垫、紧急避险车道、减速设施、解体消能设施等,要从原理、形式选择、设置位置、结构、材料选用等方面对其进行设计。

四、道路交通组织优化概述

何谓交通组织?简言之就是交通的流量组织、流速组织、流向组织。道路交通组织优化,就是在现有交通现代控制技术、监控技术、诱导技术、信息技术、通信技术的条件下,制订科学的战略战术,进而使技术、业务、管理措施、警力达到高度统一,充分发挥出现代化管理的优势。

在现代交通管理中,“管”是强制性的,其目的是要创造一个有序的交通条件,其内容包括

监控、执法、宣传；而“理”则是协调性的，其目的是充分有效地利用道路资源，适当进行需求控制，创造一个安全畅通的出行条件，其内容包括交通规划、交通组织优化、交通控制、交通诱导等。从目前看，全国已有多座城市建立了交通指挥中心，应用了电视监控、违章监测、信号控制、交通诱导等现代化交通技术，但管理不够科学，特别是在交通科学的战略战术方面还很欠缺，主要表现在交通组织不好、交通工程应用水平不高等方面。

道路交通组织优化是指在一定的道路条件、交通条件、路网条件、控制条件、环境条件下，通过设施科学合理地对接通的流量、流速、流向、车种等进行组织，从而使道路交通始终处于有序、安全、高效的运行状态。

道路交通组织优化的内容包括微观、区域和宏观交通组织优化设计。微观交通组织优化的内容包括交叉口交通组织、环岛交通组织、路口和路段交通组织、立交桥交通组织、平面交叉口渠化和交通信号协调控制等。区域交通组织优化设计内容包括单向交通、车种限制、路口禁止左转等长久和临时性交通组织措施。宏观交通组织优化设计包括车种优先通行、交通流错峰放行、经济杠杆等政策调节交通供需平衡。

五、道路设计及交通安全新理念

1. 宽容设计

宽容设计理念允许驾驶人犯错误驶出路外，即犯错误的驾驶人不应以牺牲自身和乘员生命为代价。这要求设计人员提供尽可能减少事故发生或降低事故严重程度的设计对策，不管什么原因致使车辆驶出路外，路侧环境都应该尽可能为驾驶人提供一个平缓的且无障碍物的路侧净区，以有效提高路侧安全性。根据单车冲出路外事故的发生阶段和过程分析，可按照以下优先次序采取系统化的技术对策实现宽容设计理念：

(1) 尽量使车辆保持在正常车道内行驶。可采取合理设置标志、标线等设施，加强诱导等对策。

(2) 及时提醒驶离车道即将冲出路外的驾驶人返回。可采取设置振动标线和路肩振动带等对策。

(3) 降低冲出路外的车辆发生侧翻或与障碍物发生危险碰撞的可能性。可采取的技术对策主要有：放缓边坡，路肩硬化，消除路基边缘边坎，改宽大矩形边沟为浅碟形边沟，提供更宽的路侧净区等。

(4) 当冲出路外车辆不可避免地发生碰撞事故时，应尽可能减轻事故严重程度。可采取设置护栏，缓冲消能设施，进行标志、公用设施杆柱可解体设计等对策。

2. 路侧安全净区

路侧净区是指位于行车道外侧边缘与路权界限范围内的区域，该区域不应存在能导致碰撞伤害的坚硬危险物，驶出路外的车辆在该区域上不会发生倾覆，行驶在净区内的车辆能得到有效控制，并且通常能再次安全地返回行车道。路侧净区是一种理想的路侧安全环境，建立路侧净区是防止路侧事故最为理想的对策，也是宽容路侧设计理念的本质体现。

路侧安全净空区在设计时，要保证足够的路侧安全净空区，应着重考虑边坡坡度、护栏设计、边沟等因素。

3. 灵活设计

“公路设计灵活性”的新理念并不是试图去创建一个新的标准。实际上，这种设计新理念

完全是建立在灵活应用现有的标准、规范、规章制度和法律基础之上,在不降低安全性及尊重自然、保护环境的前提下,通过灵活设计寻求达到更符合公路沿线可持续发展需要和公众利益的目标。不同的地区有其独有的特征,包括地理位置、地形、地貌、气候气象、社会环境、不同的文化传统、风俗习惯、审美观,这些都形成不同地区特有的公路建设环境,在设计中应充分考虑并得到尊重。

1) 地形地貌特征

公路线形灵活性设计中,应充分考虑所经区域的地形地貌特征。例如保护史前及历史上的遗址,重视沿线独特自然地貌特征,遵循河流与自然排水走向,重视路缘、围栏线、林木线,遵循历史道路痕迹,尽量结合原有的地形地貌与周围景物,避免割断生态环境空间或视觉景观空间,使公路与周围环境融合,充分保护自然地形的连续与完整。

公路线形与所处地形的配合,要注意公路不应支配环境,而要通过灵活设计服从于环境的变化,与环境融为一体,力争达到“像从大地生长出来的一样”。如在地形平坦地区,周围的构造物多构成直线环境,就应采用直线线形。山区、丘陵地带,则应以适合地形需要的各种曲线为宜,这样既可避免大填大挖,破坏自然植被和线形的连续性,又可降低工程土方数量,保证行车的安全性与舒适性,具有良好的经济性。

2) 功能要求与用途

公路灵活性设计,应充分考虑所建公路的服务功能与用途。此条公路与该地区的其他公路相比有何不同?除交通外这条公路还将如何利用?沿旅游线路是否有标志景点,如有则是否需要供行人通过的安全通道?其他非机动车辆或行人是否使用此条公路?公路所经地区是否存在景观敏感区域?可见,满足所建公路功能所需的交通服务等级为公路设计者提供了一个设计基础,而不同的公路个性功能与用途又为设计者提供了设计的灵活性。

3) 路域文化特征

公路在功能上的单纯性制约了公路在形态上的多样性,而巧妙利用公路所经地区民族特色的引导可以创造富含路域文化的景观环境。公路所经地区是否存在特色的民族地区、民族地区习性、特征及文化有何特点?是否存在代表该民族地区的典型文化符号?这些都是公路设计中使所有景观要素成为一个完整理念所要考虑的内容。

在公路设计中,从整体到局部,对公路所在地区文化符号进行提炼和表达,将其物化于公路沿线建筑及构造物,将公路所在地域文化巧妙地表达。设计者可以从沿线建筑自身的历史、风格以及环境要素间的原有文脉关系入手,以保持环境的历史延续性和整体性,通过公路沿线建筑或构造物的外观形象,如风格、材料、色彩等加以表达和体现,使其有机地融合于公路的整体景观之中。

4) 线形安全与美观

在公路线形设计中,除要考虑车辆行驶的动力学要求外,公路线形的美学也是要考虑的重要因素。但目前我国在公路设计中美学原则还没有能够熟练地运用,许多公路显得僵直、呆板,与自然地形相较,周围环境不够协调,降低了行车的安全性、舒适性与美观性。要改变这种状况,仅依据公路工程技术和有关法规是不够的,还要注意在公路线形设计中掌握合理的美学原则,并灵活应用相关的技术和方法,这样才可能在不影响安全和运行效率的情况下,改善公路的外观及环境。因此,以美学原则为指导灵活进行公路线形设计,对改进公路线形安全和景观非常有益。