

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

Traffic Engineering Facilities Design

交通工程设施设计

丁柏群 主 编

何永明 邹常丰 张 鹏 副主编



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

Traffic Engineering Facilities Design
交通工程设施设计

丁柏群 主 编
何永明 邹常丰 张 鹏 副主编



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

内 容 提 要

本书系统阐述了道路交通工程设施的种类、功能、构成、总体规划、设计原理、设计原则和方法等,介绍了交通工程设施的发展历史和新技术应用。全书共分11章,内容包括:绪论、交通工程总体规划、交通安全设施设计、交通管理设施设计、道路收费设施设计、交通监控设施设计、公路通信设施设计、公路服务设施设计、停车设施设计、道路照明设施设计、公路供配电设施设计,每章后面附有思考题。

本书可作为高等学校和科研院所交通工程及相关专业本科生、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

交通工程设施设计 / 丁柏群主编. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017.12

ISBN 978-7-114-14401-1

I. ①交… II. ①丁… III. ①交通设施—设计—高等学校—教材 IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 309491 号

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

书 名: 交通工程设施设计

著 者: 丁柏群

责任编辑: 李 晴

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.ccpres.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: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 24

字 数: 586 千

版 次: 2017 年 12 月 第 1 版

印 次: 2017 年 12 月 第 1 版 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14401-1

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)

符锌砂 (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

交通工程设施依据交通工程学原理,充分考虑人、车、路、环境的交通特性和诸多影响动静态交通行为的因素而设计和设置,对保证道路交通安全、效率、舒适、环保起着重要作用。交通工程设施与道路附属设施的范围有所交叉,但又不完全相同。现代道路交通越来越多的实践表明,交通工程设施的功能是其他设施难以替代的。

本书共分 11 章,系统全面地阐述了交通工程设施的功能、设计内容、总体规划,以及安全设施、管理设施、收费设施、监控设施、通信设施、服务设施、停车设施、照明设施、供配电设施的种类、构成、设计原理、设计原则和设计方法等,介绍了交通工程设施的发展历程和新技术应用。每章后所附的思考题有助于学生掌握和理解课程的重难点内容。

本书的作者兼有高校教学科研和行业科研生产的长期经历,因此,书中内容密切结合行业实际,可操作性强,有助于加强学生对理论知识的理解;同时吸收、总结和体现了新研究成果、新标准和新技术,具有一定的前瞻性;通过综合分析大量相关资料,对一些概念和内容进行了重新归纳、阐释和澄清,使其内涵更加准确。

本书由丁柏群任主编,何永明、邹常丰、张鹏任副主编。其中,第一、二、三章由东北林业大学交通学院丁柏群编写,第四、八章由东北林业大学交通学院何永

明编写,第五章由东北林业大学交通学院邹常丰编写,第六章由重庆交通大学交通运输学院马庆禄、东北林业大学交通学院丁柏群编写,第七章由哈尔滨工业大学交通科学与工程学院王绍增编写,第九章由黑龙江工程学院汽车与交通工程学院张鹏编写,第十章由东北林业大学交通学院张丽莉编写,第十一章由天津市渤海城市规划设计研究院裴煦、东北林业大学交通学院金英群编写。全书由丁柏群制定编写大纲、统稿和定稿。

由于作者水平有限和受资料等局限,书中难免存在一些疏漏和不当,敬请读者批评指正。

丁柏群
2017年8月

目录

第一章 绪论	1
第一节 交通工程设施	1
第二节 交通工程设施设计的内容	13
第三节 交通工程设施设计的理论基础	15
思考题	36
第二章 交通工程总体规划	38
第一节 交通工程总体规划的原则和方法	38
第二节 交通工程总体规划的主要内容	40
第三节 交通工程总体规划方案的综合评价	60
思考题	61
第三章 交通安全设施设计	62
第一节 安全护栏	62
第二节 防眩设施	97
第三节 隔离封闭设施	107
第四节 视线诱导设施	118
思考题	124
第四章 交通管理设施设计	125
第一节 道路交通标志	125
第二节 道路交通标线	145
第三节 道路交通信号	158
思考题	164
第五章 道路收费设施设计	166
第一节 概述	166
第二节 道路收费系统设计	170
思考题	201

第六章 交通监控设施设计	202
第一节 概述.....	202
第二节 信息采集系统.....	207
第三节 信息处理决策系统.....	218
第四节 信息发布及控制系统.....	225
思考题.....	230
第七章 公路通信设施设计	231
第一节 概述.....	231
第二节 光纤通信及其设备.....	237
第三节 程控数字交换系统.....	245
第四节 移动通信系统.....	252
第五节 紧急电话系统.....	254
思考题.....	254
第八章 公路服务设施设计	256
第一节 概述.....	256
第二节 公路服务设施总体设计.....	261
第三节 公路服务设施规模设计.....	264
思考题.....	268
第九章 停车设施设计	269
第一节 概述.....	269
第二节 停车场(库)规划.....	277
第三节 地面停车场设计.....	282
第四节 汽车库设计.....	287
第五节 路内停车场设计.....	301
思考题.....	306
第十章 道路照明设施设计	307
第一节 概述.....	307
第二节 道路照明评价指标与设计标准.....	313
第三节 道路照明设施.....	319
第四节 道路照明系统设计.....	326
思考题.....	343
第十一章 公路供配电设施设计	344
第一节 概述.....	344
第二节 公路供配电系统的构成和设备.....	345
第三节 公路供配电系统设计.....	358
思考题.....	369
参考文献	370

第一章

绪 论

第一节 交通工程设施

一、交通工程设施的概念

关于交通工程的学问——交通工程学是专门研究道路交通的构成、发生、发展、分布、运行和停驻规律的科学,它把道路、车辆、交通参与者和相关环境作为道路交通系统整体中的要素进行研究,综合考虑它们的交通特性和相互关系,寻求平衡交通供应与需求,提高通行能力和运输效率,降低交通运输成本,减少交通事故、能源消耗和交通公害的科学理论、方法和措施,从而达到出行安全、迅速、经济、便利、舒适和低公害的目的。不仅如此,现代交通工程学已经延伸到铁路、水运、航空等其他交通方式当中,为场站、港口、枢纽等系统的高效、安全运行提供规划设计和控制依据和方法。

交通工程学与其他工程学科一个很大的不同在于,它所处理的问题不仅与车、路、设施、环境等物质因素有关,而且往往与交通参与者的精神因素有关,涉及自然科学和社会科学的广泛领域,综合了数学、物理、工程技术、规划设计、社会、经济、法律、管理、生理、心理乃至历史、教育等多学科知识。由于其研究内容主要集中在工程(Engineering)、法规(Enforcement)、教育(Education)、环境(Environment)和能源(Energy)领域,所以也有人称之为“5E”科学。

交通工程学的理论和方法是交通工程设施设计的基础。为使道路交通系统安全、高效、经济、合理地运行,除了采用一些法律、法规、管理、教育等“软件”措施和软科学方法以外,根据交通工程学原理配备一些硬件设施也是非常必要的。交通工程设施,就是根据交通工程学的原理和方法,为增加道路通行能力、提高经济效益、减少交通事故、降低交通公害而给道路、人员和车辆配置的系统、设施和装备,即为高效、安全、舒适、经济、环保地出行而设置的各类设施。

二、交通工程设施的功能

道路交通不仅要完成客货运输任务、满足交通量和承载能力的需求,同时还应实现出行的安全、舒适、经济、快捷、低公害,这些要求依靠道路本身是难以完全达到的,必须辅助以交通工程设施。交通工程设施的功能如下:

(1) 防范交通事故,保障行车安全

现代道路交通以车辆交通为主体。车辆作为大质量、高速度的交通工具,一旦发生交通事故往往容易产生严重后果,所以,行车安全是事关人生死存亡和财产损失的大问题。要减少交通事故、保障行车安全,道路本身的构造是必须考虑的,但仅此还远远不够,还应当建设和完善相应的交通工程设施,通过管理设施、安全设施、监控设施、照明设施、服务设施等弥补道路基础设施在主动保障、被动防护行车安全方面的不足。安全护栏和防眩设施能够减少交通事故,降低事故严重程度;标志、标线、信号的指示和限制能够减少交通冲突;照明设施可增加驾驶员对周边信息的摄入量;服务设施可降低驾驶员的疲劳程度;可变信息板和可变限速标志可使驾驶员在事故点上游提前做好准备,避免二次事故发生;等等。

(2) 提高道路通行能力和交通运行效率

这一功能主要体现在提高道路的车公里运量和车辆行驶速度,减少延误和行驶时间,提高车辆利用率和出行时间可靠性等方面。交通管理设施、监控设施、照明设施等可在很大程度上提高道路通行能力和交通运行效率。利用监控系统掌握和发布的实时交通信息,如交通量、行车速度、车辆密度、阻塞时间等,预测起讫点之间的最佳出行线路和出行时间,有效地减少交通拥堵,引导交通流畅。照明设施能够提高夜间行车速度,均衡昼夜交通流分布,提高道路资源利用率。

(3) 保障车辆和人员长时间连续出行

驾驶员长时间开车会因疲劳引起生理和心理上的变化,感觉、知觉、判断能力、意志决定、操作等都受到影响,例如视力下降、动作粗糙走形、注意力不集中、反应迟钝、对环境判断发生错误等。服务区、加油站、维修站等道路服务设施能够为长途行驶、连续行驶的车辆提供必要的加油、加水补给和检查维修,也能够为疲劳、紧张的驾乘人员和旅客提供必要的餐饮、休息场所,保障车辆和人员长时间、长距离连续出行。

(4) 规范交通秩序和交通行为

通过标志、标线、信号、隔离栅、收费站、停车场等交通工程设施进行交通渠化,实行上下行分流、快慢车分流、机非分流、人车分流,组织单向交通,开辟专用道路,控制进出公路,分离动静态交通等,能够有效地规范交通运行秩序,约束交通行为,保障出行者的道路使用权,实现各行其道、各畅其行。

(5) 创造良好的交通环境

完善的交通标志、标线、信号能够帮助驾驶员辨识、判断行驶方向和线路,减少困惑和

错误;先进的监控系统和通信系统能够提供实时交通信息、旅行信息、线路诱导乃至娱乐节目,缓解驾乘人员因长时间旅行、行车延误和情况不明等引起的烦躁情绪,方便出行人员安排出行计划。合理的交通工程设施还有助于提高行车速度,减少停车次数,降低交通延误,减少交通能耗,减轻车辆有害排放、噪声、振动等污染,从而提高出行的便捷度、舒适度和满意度。

三、交通工程设施的效果

近年世界卫生组织发布的《道路安全全球现状报告》显示,全球每年有127万人死于道路交通事故,其中三分之二来自10个国家,按数量依次为中国、印度、尼日利亚、美国、巴基斯坦、印尼、俄罗斯、巴西、埃及和埃塞俄比亚;同时有2000万~5000万人在事故中受伤。

据统计,日本因驾驶员疲劳所产生的交通事故占交通事故总数的1%~1.5%;法国因疲劳驾驶而发生的交通事故占人身伤害事故的14.9%,占死亡事故的20.6%;美国每年因驾驶员疲劳而导致的车祸约有10万起,其中疲劳驾驶直接导致死亡的约占交通碰撞致死事故的3.1%;英国车祸死亡事故的10%是由疲劳驾驶所致。通常,在交通死亡事故中,约有30%是由单车冲出路外所致;按运行公里加权计算,夜间交通事故死亡率为白天的两倍。在我国,因疲劳、紧张、酗酒驾驶所造成的道路交通事故约占交通事故总数的20%,占特大交通事故的40%以上,在死亡交通事故中居首位;65%的交通事故发生在低等级公路特别是山区公路上,这些公路比较普遍地存在安全防护设施少、标志标线不足或设置不合理、缺乏监控和服务等设施的情况。而在交通事故人身伤害中,20%是立即死亡,21%是因为得不到及时救治而死亡,59%是受到无法医救的伤害。

研究表明,驾驶员以100km/h的速度行驶30~40min后,会出现抑制高级神经活动的信号,表现为欲睡、主动性降低,2h后,非常容易进入睡眠状态。另一方面,如果驾驶员早0.5s预知危险,就可以减少50%的追尾和交叉口交通事故、减少30%的正面碰撞事故;如果早1s预知危险,则可以避免90%的交通事故。

交通事故产生的原因是多方面的,包括疲劳驾驶、违章操作、超速超限、交通素质低、管理控制差、混合交通、车辆故障、气象环境不良等,但不容忽视的是,交通工程设施方面的缺乏和缺陷是一个重要因素。

交通工程设施在减少交通事故、保障行车安全方面效果非常显著。监控系统、通信系统、标志标线等设施可以提示危险、预警事故、控制车速、寻求救援,从而降低交通事故的概率和风险。由于中央分隔带的设置,高速公路交通事故的主要形式不再是正面碰撞,从而大大降低了事故的严重程度。高速公路设置照明可使夜间交通事故的数量减少30%以上。在美国,加利福尼亚州康科德市通过完善道路交通安全设施,减少交通事故达21%~67%;有研究表明,通过设置道路标线,在减少交通事故、提高行车安全方面所取得的收益/投资比平均值能达到60:1左右,即道路标线每投资1美元,社会回报为60美元。各种标线中效益最低的是双向二车道乡村公路的边线,收益/投资比也能达到17:1。在我国,北京市在某些道路的陡坡、急弯等路段采用特殊标线,使全年事故总量下降17%~51%,重大事故和死亡人数均下降100%。表1-1是2005年以来我国(大陆)机动车交通事故的统计数据,可以看出,机动车交通事故的数量和损失总体上呈现逐年下降的趋势,应该说,这与交通工程设施的逐渐完善是不无关系的。

我国(大陆)机动车交通事故统计

表 1-1

年份(年)	机动车交通事故发生数(起)	机动车交通事故死亡人数(人)	机动车交通事故受伤人数(人)	机动车交通事故直接财产损失(万元)
2005	424409	93614	443361	183842
2006	358249	84805	412193	146385
2007	309261	77696	363428	117236
2008	251077	70206	291423	99111
2009	225096	64781	262254	89375
2010	207156	62380	241823	90420
2011	198113	59673	224619	104788
2012	190756	57277	210554	114200
2013	183404	55316	198317	100034
2014	180321	54944	194887	103386
2015	170130	54279	181528	98929

交通拥堵和交通污染是另外两大世界性的交通问题。2000年,美国因交通拥挤、噪声污染等耗费的社会成本达650亿美元,其中94%属于交通拥挤损失,6%属于噪声污染损失;而到2005年,美国主要城市(85个大都市区)仅交通拥挤造成的经济损失就达782亿美元,交通延误达42亿车时,平均车速不到15km/h。据加拿大交通部2005年发布的城市交通运行报告,该国每年因交通拥堵造成的经济损失达60亿加元。在日本,每年因交通拥堵造成的交通延误达50亿车时,仅东京市的时间损失价值就达123000亿日元。欧洲交通拥堵和环境污染造成的经济损失分别为5000亿欧元/年和50亿~500亿欧元/年。英国交通拥堵造成的经济损失为每年100亿~150亿英镑。我国的形势也非常严峻,北京、上海、广州等15座城市因交通拥堵日均损失近10亿元;《2011北京市交通发展年度报告》显示,交通拥堵导致北京市每年损失1057.3亿元,其中时间价值损失达809.7亿元,能源浪费达722.9万L,201.1亿元,环境污染损失为45.2亿元,居民健康风险损失为1.3亿元。

在提高道路通行能力和交通运行效率方面,交通工程设施同样具有十分明显的作用。在我国,具有相似结构、线形和车道数量的高速公路与一级公路,由于监控设施、封闭隔离设施等的差异,通行能力相差可达1.5~2倍,车辆平均运行速度相差可达1.3~1.6倍;一级公路的中央隔离设施可提高平均行车速度8%~16%,机非隔离设施可提高平均行车速度达10%~29%;采用城市干道信号协调控制可使车速提高达40%左右,停车率下降10%~30%。在美国,优化的交通信号系统可使延误减少14%~30%;交通信息系统和交通管理系统可使高峰小时车速提高35%,行驶时间缩短19%;车辆导航系统可减少有害排放5%~16%;环保设施和措施可减少CO、NO、HC排放分别达到1.7%~2.5%、1.9%~3.5%和2.7%~4.2%。统计和测试结果显示,与半人工自动收费系统(Manual Toll Collection System,简称MTC)相比,不停车自动电子收费系统(Electronic Toll Collection System,简称ETC)在日本可提高收费车道通行能力4倍以上,还可减少收费站附近38%的CO₂排放量;在葡萄牙可提高收费车道通行能力6倍;在我国,可减少每次收费单车油耗50%,减少CO、CO₂排放分别为71.3%和48.9%。

表1-2~表1-4为一些发达国家通过建立交通工程设施而获得的经济和社会效益。

安全效益

表 1-2

交通工程设施种类	交通事故减少(%)			救援时间减少(%)		
	美国	日本	欧洲国家	美国	日本	欧洲国家
自适应信号控制系统	18	75~78	30			
匝道控制系统	24~50					
超速抓拍系统	20~80		50			
专用车道			30			
车辆动态导航系统	1					
气象监测和可变信息板			30~40			
事故与紧急事件管理系统	15		7~12	20		43

效率效益

表 1-3

交通工程设施种类	延误时间减少(%)				生产效率增加(%)	
	美国	日本	欧洲国家	澳大利亚	美国	欧洲国家
交通信号	8~25	10~20	12~48	20		
匝道控制系统	13~48		19		8~22	3~5
车辆动态导航系统	4~20	约 15	4~8			
可变信息板			20	8		
不停车自动电子收费系统			30~71		200~300	
事故与紧急事件管理系统	10~45			6~12		
高速公路管理系统					17~25	

生产率效益和环境效益

表 1-4

交通工程设施种类	费用减少(%)		汽车有害排放减少(%)		燃料消耗减少(%)	
	美国	欧洲国家	美国	欧洲国家	美国	欧洲国家
交通信号				26~30	6~13	4
车辆动态导航系统				5	13	5
可变信息板				5~10		
不停车自动电子收费系统	34~91		45~83			5
高速公路管理系统					42	

四、交通工程设施的发展

交通工程设施并不是从一开始就形成配套完备系统的,而是随着汽车工业的兴盛,道路交通问题的出现与频发,经济社会、科学技术和思想观念的进步而逐渐发展起来的。下面择要介绍一些交通工程设施的发展历程、趋势和相关规范。

(一)道路安全护栏

道路安全护栏是较早出现的交通工程设施。美国自 20 世纪 20 年代起就开展了公路护栏的应用和研究,尽管当时交通工程尚未成长为单独学科。1930 年,钢索护栏开始在美国公路

中应用。1962年,美国几家安全护栏研究机构发表了一份简单的护栏实车碰撞试验程序。1973年,一个较为完善的护栏试验及性能评价标准被发布并得到广泛应用。到20世纪90年代初,美国先后组织了护栏结构及各种安全设施的系列研究工作,在理论分析和模拟试验的基础上,通过实车足尺护栏碰撞试验和应用实践,积累了大量的资料和丰富的经验,并编写了各种设计规范。法国、英国、德国等国家也在很早就开始了护栏的实际应用与结构研究,建立健全了一整套的试验设施和相应的试验规程。日本于20世纪50年代开始进行公路安全护栏的研究,1963年在名神高速公路首次使用安全护栏,众多研究机构对各种护栏结构进行了广泛深入的研究开发,于1965年制定了护栏设置纲要,并先后于1973年、1998年修订、更新了这一规范,在护栏的适用范围、结构设计、功能要求、施工安装等方面做出了明确的规定。至此,形成了美国、日本两种典型的护栏形式。

我国安全护栏的应用研究始于1984年京津塘高速公路交通工程初步设计阶段,到1988年,我国大陆最早通车的沪嘉高速公路和部分路段通车的沈大高速公路等均使用了波形梁安全护栏。1988年开始柔性安全护栏的应用研究,1991年合宁高速公路竣工路段即采用了缆索护栏。1994年,原交通部推出了行业标准《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074—1994)。1995年,推出了行业标准《高速公路波形梁钢护栏》(JT/T 281—1995),并于2007年修订为《公路波形梁钢护栏》(JT/T 281—2007)。2006年,推出了《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》(JTG D80—2006),系统规定了包括护栏在内的高速公路交通工程设施建设规模和技术标准。2013年,交通运输部颁布实施的《公路护栏安全性能评价标准》(JTG B05-01—2013),总结了我国近年来关于安全护栏的科研成果、应用实践和全尺寸碰撞试验的经验,吸收借鉴了国外安全护栏的相关标准和先进技术。

(二) 道路交通标志、标线、信号灯

道路交通标志的起源可以追溯到1879年的英国,一个民间组织赛克林格俱乐部在山区道路路边设置了一个警告危险的交通标志;随后英格罗斯特郡的一个路政局于1881年在另一处山区道路设置了一个交通警告标志。1901年,英国汽车联盟设置了世界上最早的汽车专用警告标志。1903年,由于法国汽车联盟的积极推进,法国成为世界上最早在全国范围采用统一的汽车交通标志的国家。1909年,汽车通行会议在巴黎召开,达成了《关于汽车交通的国际公约》,决定实行国际统一交通标志。1931年,在日内瓦达成了《关于统一路标的公约》。在美国,威斯康星州于1918年率先确定了道路标志的形状;1924年,美国公路协会建议采用统一的标志设施;1935年,先期于1927年出版的《乡村公路标志手册》和1930年出版的《城市道路标志手册》合并为第一个道路标志、标线和交通信号方面的规范,即《统一的交通控制设施指南》(Manual of Uniform Traffic Control Devices,简称MUTCD),并于2009年推出了第九次修订的版本。日本政府于1923年制定正式文件实施道路标志;1942年,制定了“道路标志令”;1960年,制定了新的道路交通法,并发布了有关道路标志、标线的命令;此后在这一基础上一直陆续进行修订和完善。自1926年以后,欧洲、美洲及非洲国家都提出了地区性的交通标志统一协定。1949年,联合国交通运输委员会首先提出交通标志的国际化,制定了50多个道路标志,约有30个国家在道路标志公约上签字;1952年,联合国提出了《道路标志及信号相关议定书》,有68个参加国签字;到1968年,联合国召开道路交通会议,通过了《道路标志与信号条约》,逐步推动道路交通标志走向国际统一化。

在我国,1934年国民政府公布了我国历史上第一个陆上交通管理规则,其中规定了三类(禁令、警告、指示)27种道路交通标志,这套标志主要来源于1931年日内瓦道路标志公约;1955年,公安部颁布的《城市交通管理规则》中有三类28种交通标志;1972年,公安部和原交通部联合颁布的《城市和公路交通管理规则》中有34种图案和符号;1986年,国家标准《道路交通标志和标线》(GB 5768—1986)颁布实施,共规定了148个交通标志,基本上按国际标准制定;其后,分别于1999年、2009年进行了两次修订完善。在20世纪70~80年代,我国开始在北京、天津、广东、辽宁等地研究应用反光标志、发光标志、光纤标志、可变标志等。

道路交通标线可以追溯到更早,1600年,墨西哥城的主要街道就涂画了颜色鲜明的中心线。公路上的交通标线则是随着汽车和现代公路的发展而出现的。20世纪初期,德国将白灰涂画在公路上,用以分离对向行驶车辆。由于交通量的增大和路用条件的苛刻,当时的路面标线很容易失效,迫切需要经久耐用的标线涂料,于是道路标线的发展与标线材料的发展密切联系在一起。20世纪30年代以来,由于树脂合成技术的出现以及涂料工业对道路标线行业的推动作用,具有快干、耐磨、耐候特点的酯胶漆、氯化橡胶漆、醇酸漆、丙烯酸漆等常温溶剂型涂料逐步应用于交通标线,专用标线涂料开始形成,使得道路标线这种交通工程设施得到越来越广泛的应用。1956年,欧洲研制成功热熔型(热塑型)道路标线涂料,由于寿命长、干燥快、夜视性好、线条鲜明、环境污染小,在发达国家逐渐取代了大部分常温溶剂型涂料,促进了公路和城市道路标线的发展。日本于1958年从欧洲引进热熔型标线涂料生产技术,率先在亚洲开始使用。现在日本近80%的路面使用热熔型标线涂料;高速公路标线涂装率达100%,国道达95%,乡村道路也有一定比例的涂装。

我国道路标线是从酯胶漆开始起步的,20世纪70年代,由于环氧漆附着性和耐磨性优良,开始得到大量使用。进入20世纪80年代以后,我国开始研发热熔型涂料,并先后在沈阳、南京、北京、深圳、珠海、黑龙江等地进行了试用,大量使用则是在20世纪90年代。但目前,我国道路标线涂装里程的90%以上还是采用常温溶剂型涂料。经过长时间研究探索、工程实践和总结经验,我国推出了国家标准《道路交通标志和标线 第3部分:道路交通标线》(GB 5768.3—2009),改进、丰富了1999版中一些标线的样式、颜色、种类及设置,更加趋于科学合理;同时交通运输部也出台了行业标准《公路交通标志和标线设置规范》(JTG D82—2009),配套细化相应操作。

道路交通信号灯的出现也很早。1868年,英国铁路工程师奈特设计了世界上第一台交通信号灯,安装在伦敦威斯敏斯特地区议会大厦广场,采用红、绿两色煤气提灯作为光源,由人工牵动皮带旋转提灯(随后改进为两片红、绿玻璃交替遮挡光源)来切换信号颜色,服务于当时的马车交通,只在夜间使用;但这一信号灯因煤气灯爆炸只运行了23d。其后有些欧洲国家采用人工翻转标志牌的办法替代交通信号灯。直到1912年,美国盐湖城警官外尔的发明了第一台以电灯为光源,利用手动开关控制的红绿两色电气交通信号灯,安装在盐湖城主街与第二南街交叉口,真正意义的交通信号灯才得以恢复。1914年,美国克利夫兰市安装了在外尔的发明基础上改进的交通信号灯,同时以电铃配合灯色转换;稍后纽约和芝加哥等城市也出现了电气信号灯。约在同一时期,开始研究探索利用压力传感器和扩音器控制灯色转换的信号灯。仍然在盐湖城,1917年出现了第一个交通信号干道协调控制系统(线控制),以电缆连接了一条街道上6个连续交叉口的信号灯,由一个警察使用手动开关统一控制灯色的转换。此后十年间,先后又试验成功了同时式、交变式、推进式线控制系统。红黄绿三色信号灯首次出现在

1920年的美国底特律,为底特律警官泡茨所发明,当时黄灯信号是为左右转弯车辆设置的;1925年,英国开始将黄色信号作为红色信号出现之前的警示信号。1926年,英国在沃尔夫汉普顿市试验安装了第一座自动控制的交通信号机。20世纪30年代,美国研制出世界上最早的感应式交通信号控制机。1952年,美国开始在丹佛市试验用电子计算机对路网中多个交通信号进行协调控制(面控制)。与此同时,在高速公路上也安装了交通控制系统。1959年,加拿大多伦多市进行了交通信号面控系统试验,并于1963年正式安装了使用IBM 650型计算机进行集中控制的世界第一个面控系统;其后美国、英国、联邦德国、日本、澳大利亚等国家的一些城市相继建成面控系统。面控系统利用交通仿真优化软件控制驱动信号灯硬件设施实现信号协调优化功能,各国广泛使用的交通信号协调控制软件有英国的TRANSYT、SCOOT,澳大利亚的SCATS,美国的ACTRA、RHODES、OPAC,德国的UTC,法国的PROLYN、意大利的UTOPLA、日本的KATNET等。在交通信号灯标准和法规方面,美国1935年制订了《统一交通控制设施细则》,对信号灯的设置规定了详细依据和方法,目前已经更新到2000版;1968年,联合国《道路交通和道路标志、信号协定》对各种信号灯的含义作了明确规定;1974年,“欧洲各国交通部长联席会议”达成了《欧洲道路交通标志和信号协议》。

在我国,第一个红绿二色交通信号灯1921年在上海试制成功;1923年,上海英租界南京路两个重要交叉口最先安装了信号灯,由警察用开关人工控制。1972年,原交通部公路研究所研制了单点定周期信号控制机;1973年,在北京试验了单点感应式信号控制机和线控系统;1974年,在天津进行了面控系统试验。1976年,北京市安装了第一台单点感应式信号机;1978年,北京开始试用线控系统;1987年、1988年,北京市在城区东部39个交叉口、中部52个交叉口实施了面控制;此后,上海、深圳、天津、大连、成都等城市也相继开始使用面控系统。我国应用较多的国外系统是SCOOT、SCATS、UDC和ACTRA。1991年,我国自行研发成功了第一个交通信号面控系统NATS,已经应用在南京、株洲等20多个城市;之后国内陆续开发出TICS、SUATS、MACS、SMOOTH等面控系统。自1955年国家颁布《城市交通规则》以后,涉及交通信号灯的标准、规范等相继出台、更新,1959年颁布了《城市交通规则的补充规定》、1972年颁布了《城市和公路交通管理规则(试行)》、1988年颁布了《中华人民共和国道路交通管理条例》、1994年颁布了《道路交通信号灯安装规范》(GB 14886—1994)、2003年颁布了《中华人民共和国道路交通安全法》、2004年颁布了《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》等,对信号灯的含义、设置、安装等做出了越来越科学详尽的规范。

(三)公路服务区

从20世纪30年代开始,高速公路就在德国、美国、英国等发达国家开始发展。最早的高速公路服务区只提供加油服务;随着交通量增长、社会需求增加、经济发展和市场竞争,满足餐饮、购物、休息、住宿、维修、通信等多方位的出行需求越来越受到重视,服务设施的规划、设计、建设和服务项目也日益规范和完善,而且非常重视环境和景观建设。德国高速公路服务设施一般是与高速公路同时规划设计、同时建设实施,服务区赏心悦目、服务周到,如不来梅附近一个服务区的餐厅等架设在公路上方,远看如造型别致的钢索斜拉桥,在上面不仅可以饱览周边景色,还能享受到精美餐饮和热情服务;有些服务区甚至提供宗教服务,设置了“高速公路教堂”供信徒使用。法国在1976年把文化生活带进了高速公路网,利用沿线的服务设施开展各种文化娱乐活动。美国的高速公路一般都设置服务区,有些服务区还设有公路气象站,通过可

变信息板向过往车辆准确通报公路沿线的天气变化情况,以利于行车安全并方便出行。日本高速公路的服务设施十分完善和规范,高速公路每个管理所管辖的区段均设有一个以上的服务区,通常都配有宽敞的空调休息厅、舒适漂亮的餐厅、用品齐全的小卖店、方便的自动售货机、干净卫生的公厕、公用电话、加油站等,往往还根据当地的自然环境和条件,建设形成协调的景观。1980年,日本出版了《高速公路设计手册》,并于1991年进行了修订,全面细致地规定了新建服务设施的技术标准和规划设计方法。目前,国外高速公路服务设施已经向多方面扩展,如在服务区提供 Wi-Fi、汽车美容、免费按摩(缓解驾驶员疲劳)、健身、娱乐、洗浴、旅游、广告等服务和设施;2011年,世界上第一个全国性高速公路电动汽车充电站网络在英国投入使用,覆盖30个公路服务区。

台湾是我国最早建设高速公路的省份,1号线中山高速公路(基隆至高雄)是我国第一条高速公路,1978年全线通车,沿线6个服务区也分别于同年或稍后投入使用。台湾的公路服务区功能明确、规模适度、设施齐备、服务周全,除常规功能之外,还设有资讯站、旅游咨询站、ETC充值站,乃至儿童游乐设施、育婴室或育婴台等,提供各种方便,保护隐私。我国大陆自20世纪80年代末开始建设高速公路,初期建成的几条较长的高速公路如沈大(1990年全线通车)、京津塘(1993年全线通车)、济青(1993年全线通车)等均设置了若干服务区。沈大高速公路井泉服务区于1988年10月25日营业,这是我国大陆第一家高速公路服务区。近年来,随着高速公路通车里程的迅速增长,服务区的设计、建设与运营管理迅速发展并日趋成熟。1999年,我国第一座上跨式高速公路服务区——江苏锡澄高速公路堰桥服务区建成使用(图1-1);沈大高速公路2004年扩建以后,服务区增加了休闲广场和健身、娱乐等服务设施;2011年,京港澳高速公路雁城服务区引入中医按摩保健服务,帮助驾驶员在短时间内恢复精力,保证行车安全。到2010年年底,高速公路服务区已达到1500多座。2004年和2006年推出了行业标准《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)和《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》(JTG D80—2006),其中对高速公路服务设施的规划设计、与主体工程的关系等提出了指导性规范。在一些城市,专门为出租车驾驶员提供餐饮、洗车、快修服务的设施如快餐点、休息站、汽车美容点、维修点乃至综合服务区等,也开始得到重视和发展。



图1-1 锡澄高速公路堰桥服务区

(四) 公路照明设施

随着交通运输及高速公路的发展,世界各国先后都投入了较大的人力和物力,对道路照明进行了大量的研究工作,研究成果反映在国际照明委员会(Commission Internationale de l'Éclairage,简称CIE)的《机动车和人行交通道路照明建议》(CIE 115—1995)、《道路照明计算方法》(CIE 140—2000)等一系列技术报告及其修改件中。其中1973年公布的《高速公路照明国际建议》(CIE 23—1973)及其1996年修改件《高速公路照明国际建议》(CIE 23.1—1996)、《隧道照明国际建议》(CIE 26—1973)及其2004年修改件《公路隧道和地道照明指南》(CIE 88—2004)等,为世界各国制定自己的高速公路照明标准奠定了重要基础。我国道路照