

高速公路丛书

G osu Gonglu Ji otong Gongcheng
ji Y nxi n Sheshi

高速公路交通工程
及沿线设施

高速公路丛书编委会

人民交通出版社

内 容 提 要

《高速公路交通工程及沿线设施》是《高速公路丛书》之一,它结合我国高速公路建设实际,总结了多年来我国在高速公路交通工程及沿线设施的科研、设计、建设、管理方面所取得的成果和经验,并适当吸取国外的先进技术,力图使之成为内容充实、通俗实用的参考书。本书内容主要包括高速公路交通安全设施、监控系统、收费系统、通信系统、供配电与照明系统、服务设施、沿线建筑设施与规划以及交通工程各系统的运行管理等。同时,本书还对智能运输系统(ITS)作了简单介绍。

本书可供高速公路交通工程科研、设计、施工、管理人员参考使用,亦可供大专院校相关专业师生学习参考。

高速公路丛书

高速公路交通工程及沿线设施

高速公路丛书编委会

插图设计:王惠茹 版式设计:周 园 责任校对:刘素燕

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 插页:2 字数:482千

1999年6月 第1版

1999年6月 第1版 第1次印刷

印数:0001~7500册 定价:42.00元

ISBN 7-114- -

《高速公路丛书》编委会

编委会主任：杨盛福

编委会副主任：张之强 李家本

编委：(按姓氏笔画为序)

于凤河 乌小健 王秉纲 毛宝兴 田凝寿

朱惠君 李 华 李少峰 李守善 李道辅

闵 江 沈天勇 张 全 陆仁达 郑道访

杨华仕 杨家沪 赵凤娟 顾 锋 屠筱北

曹右元 程英华 熊秋水

秘 书 组：韩 敏 沈鸿雁

《高速公路交通工程及沿线设施》

编写委员会

主编单位：河北省公路管理局 交通部公路科学研究所

副主编单位：西安公路科学研究所

参编单位：河北省交通规划设计院 河北工业大学土木系
电子部 54 所信息化系统公司

河北省高速公路管理局

主 编：张月中 王彦卿

副 主 编：闵 江 杨久龄 李玉华

编 委：顾 锋 王彦卿 魏连雨 杨久龄 闵 江
何 勇 沈恂达 崔晓东 武 勇 李 纲
窦远明

统 稿：顾 锋 王彦卿 魏连雨 杨久龄

审 稿：顾 锋 王彦卿 魏连雨 杨久龄 沈恂达
蒋志仁 褚桂如

序

我国高速公路的发展,经过 70 年代规划论证,80 年代中期实现零的突破,进入 90 年代后,高速公路有了很大发展,到 1998 年底,高速公路总里程已达到 6 258k m。高速公路在中国的出现,引起了人民的普遍关注,高速公路以其巨大的社会效益,赢得了社会的公认,已经成为现代化交通的重要标志。今后,随着我国国民经济和社会的蓬勃发展,公路客、货运输量的迅速增长,高速公路必将进一步发展。

改革开放以来,我们在学习和借鉴国外有关高速公路规划、设计、施工和管理经验的基础上,结合我国的国情,不断实践、探索、总结,逐步形成有自己特色的一套高速公路规划、设计、施工和管理体系。根据人民交通出版社的建议,国家新闻出版署将高速公路丛书列为“八五~九五”国家级重点图书,交通部原工程管理司(现公路司)于 1992 年底组织全国 18 个省(市)和部属单位的有关专家,组成了高速公路丛书编写委员会,具体负责丛书的编写工作。

这套丛书共八册,内容包括《高速公路规划与设计》、《高速公路路基设计与施工》、《高速公路路面设计与施工》、《高速公路立交工程》、《高速公路交通工程及沿线设施》、《高速公路建设管理》、《高速公路运营管理》和《高速公路环境保护与绿化》,将于 1996 年起陆续出版发行,以填补我国在高速公路科技丛书方面的空白。

丛书广泛地收集了我国已建成高速公路的建设和运营管理的资料,及时地总结了我国 10 余年来高速公路建设、管理的经验和教训,并吸取了国外有关的先进技术和管理经验,是一套结合我国国情、理论联系实际、全面系统介绍我国高速公路规划、设计、施工和运营管理的科技丛书。该丛书既可供从事高速公路的科研、设计、施工、养护和管理人员学习、借鉴,也可供大专院校、中等专业学校的师生学习参考,以促进我国高速公路健康发展,少走弯路,不断提高建设和管理水平。

虽然我国高速公路从“七五”以来,有了较大的发展,但应该说还是刚刚起步,丛书所论述的观点,难免有其局限性。为此,希望从事高速公路建设

和管理工作的领导和工程技术人员,在今后的实践中,不断丰富、完善、发展、提高有关高速公路建设和管理的理论,为促进我国高速公路建设和管理现代化添砖加瓦,再创辉煌。

1999年1月

前 言

随着我国高速公路的发展,如何进一步加强和完善高速公路交通工程及沿线设施的建设与管理,提高高速公路服务质量,已成为高速公路科研、设计、建设和管理人员所面临的突出问题。

《高速公路交通工程及沿线设施》一书为国家新闻出版署所列“八五~九五”重点图书《高速公路丛书》之一,结合我国高速公路建设实际,总结了多年来我国在交通工程科研、设计、建设、管理方面所取得的成果和经验,并适当吸取了国外的先进技术,力图使之成为一本内容充实、通俗实用的参考书。本书涉及的内容主要包括高速公路交通安全设施、监控系统、收费系统、通信系统、供配电及照明系统、服务设施、管理机构的房屋建筑以及交通工程各系统的运行管理等。根据目前交通工程的发展,本书的最后一章还对智能运输系统(ITS)作了简单介绍。

全书共十一章,第一章由王彦卿编写;第二章由杨久龄、何勇、李爱民、张伯明、刘会学编写;第三章由李纲、颜静仪、李丁、王彦卿编写;第四章由闵江、左松梅编写;第五章由罗耀南、沈恂达、王建章编写;第六章由崔晓东、宋长祥编写;第七章由魏连雨、王国清、张宏君编写;第八章由康彦民、魏连雨编写;第九章由窦远明、裴世保、王远芳编写;第十章由武勇、陆群编写;第十一章由王彦卿、王笑京编写。全书由顾峰、王彦卿、杨久龄、魏连雨统稿,由顾锋、王彦卿、魏连雨、杨久龄、沈恂达、蒋志仁、褚桂如审稿。本书在编写过程中得到了交通部有关领导、主、参编单位领导和多位专家教授的大力支持,在此表示衷心的感谢。

因编者水平有限,书中疏漏难免,恳请读者批评指正。

编 者

1998年5月

目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 交通工程的概念.....	1
第二节 本书的主要内容.....	2
第三节 交通工程的功能和效果.....	5
第四节 交通工程的整体观念.....	7
第五节 我国交通工程的发展现状	10
第二章 交通安全设施	11
第一节 概述	11
第二节 护栏	15
第三节 道路交通标志	34
第四节 路面标线	43
第五节 隔离栅和防护设施	53
第六节 防眩设施	58
第七节 视线诱导设施	65
第三章 监控系统	70
第一节 概述	70
第二节 监控中心	75
第三节 信息采集子系统	85
第四节 信息提供子系统	97
第五节 主线控制.....	107
第六节 隧道控制.....	115
第七节 匝道控制.....	130
第四章 收费系统.....	137
第一节 概述.....	137
第二节 收费制式.....	141
第三节 收费系统分类.....	148
第四节 通行券概述.....	152
第五节 收费站、中心、分中心设备及软件简介.....	159
第六节 收费车道设备简介.....	165

第七节	车辆分类.....	172
第八节	收费电视监控系统.....	177
第九节	不停车收费系统.....	186
第十节	收费土建设施.....	193
第五章	通信系统.....	201
第一节	概述.....	201
第二节	主干线传输.....	206
第三节	交换.....	227
第四节	网络管理.....	234
第五节	数据传输.....	242
第六节	电视图像传输.....	243
第七节	紧急电话.....	245
第八节	移动通信.....	249
第九节	广播.....	257
第十节	通信电源和接地.....	259
第十一节	通信管道工程.....	261
第六章	高速公路服务设施.....	267
第一节	概述.....	267
第二节	服务区.....	270
第三节	停车区.....	301
第七章	供配电系统.....	310
第一节	概述.....	310
第二节	供配电系统.....	315
第三节	高速公路电力线路的结构和敷设.....	320
第四节	直流供电系统.....	326
第五节	接地系统.....	328
第六节	防雷保护.....	333
第八章	照明系统.....	338
第一节	概述.....	338
第二节	照明设计.....	342
第三节	主线照明(含大桥照明).....	351
第四节	互通式立交照明.....	360
第五节	广场与收费天棚照明.....	364
第六节	隧道照明.....	367
第九章	沿线建筑设施与规划.....	374

第一节	概述.....	374
第二节	管理机构建筑设施规划.....	376
第三节	收费站的建筑规模与设计.....	382
第四节	沿线建筑物理环境与影响.....	390
第十章	交通工程系统管理.....	395
第一节	概述.....	395
第二节	管理内容.....	396
第三节	管理机构.....	408
第十一章	发展展望.....	413
第一节	概述.....	413
第二节	我国的 ITS	415
第三节	欧美、日本的 ITS	417
第四节	ITS 中的几项关键技术	419
第五节	结束语.....	421
参考文献	422

第一章 绪 论

第一节 交通工程的概念

高速公路以其高速、安全、舒适的特点赢得了人们的广泛赞誉,但高速公路的这些特点并非天生就有,在很大程度上要靠交通工程来实现。究竟什么是交通工程,迄今人们并没有一个统一的认识。编者认为,对于交通工程应当从交通工程的专业学科和实际工程两方面来理解。

就交通工程的学科而言,美国交通工程师协会早期对交通工程给出了这样的定义:“交通工程,研究道路以及与它们相连接的土地的规划、几何设计及交通运用,以使人和物的移动达到安全、便利、有效及经济的目的”。澳大利亚著名的交通工程学教授布伦敦给交通工程下的定义是:“交通工程是关于交通和出行的量测科学,是研究交通流和交通发生基本规律的科学。为了使人和物安全有效地移动,把这些科学应用于交通系统的规划、设计和运营”。其他许多国家的交通工程学者也对交通工程给出了大致相同但略有差别的定义。我国1987年出版的《中国大百科全书》对“交通工程”是这样描述的:“交通工程是研究道路交通的发生、构成和运动规律的理论及其运用的学科,是由道路工程科学衍生而发展的。研究的对象是人、车、路及其与土地的使用、房屋建筑等综合环境之间的相互关系。目的是探求使道路交通系统运输能力最大、经济效益最高、交通事故最少和公害程度最低的科学技术措施,从而指导道路系统的规划建设和交通系统的运行管理。其学科主要内容包括:人、车特性的研究、交通流理论、交通调查、交通规划、道路通行能力、停放车、几何设计、道路交叉、交通事故和安全、交通信号和系统、交通公害、电子信息系统和交通控制、公共交通和交通节能。”有些学者认为交通工程学是涉及工程(Engineering)、法规(Enforcement)和教育(Education)的科学,因此称之为3E科学。有的学者认为交通工程涉及环境(Environment)和能源(Energy),因此称之为4E和5E科学。由于交通工程涉及多种运输方式,有人甚至干脆把交通工程改称为运输工程。上述各种定义和说法反映了一个共同的观念:交通工程学是涉及面很广的综合性学科。但为了不使概念扩大到漫无边际,编者认为,交通工程还是要像多数人

认为的那样限定在道路交通范畴,即交通工程应是以道路交通为研究对象,以人、车、路 and 环境的相互关系为研究背景的科学。

就实际工程而言,交通工程是根据交通工程学的原理和方法为使道路通行能力最大、经济效益最高、交通事故最少、公害程度最低而设置的系统、设施和给人或车配备的装备。在公路和城市道路的建设中提到的交通工程,往往就是指这种实际的工程。高速公路交通工程是范围更为明确的交通工程,即在高速公路上为使高速公路车辆高速、高效、安全、乘坐舒适而设置的各类设施,这就是本书中交通工程的概念。为叙述简便起见,本书下文中常把高速公路交通工程及沿线设施概称为交通工程。

第二节 本书的主要内容

根据交通工程的概念,它涉及范围之广是可想而知的。本书限于篇幅,将根据下述原则对内容进行限定。第一,本书作为《高速公路丛书》的一个分册,内容仅限于高速公路,而不是整个道路交通系统。作为整个道路交通系统的一部分,高速公路有其自身的特点,在道路交通系统中占有特殊地位,因此高速公路交通工程无论其原理方法,还是其系统设施,都有其自身的特殊性。高速公路交通工程既寓于道路交通系统之中,又具有独立性,因此把高速公路交通工程系统作为道路交通系统中的一个子系统来论述,不仅是必要的而且是可能的。第二,本书从实用观点出发,内容侧重于对高速公路交通工程的工程设施的论述,而不是介绍和论证高速公路交通工程的理论和方法。当然重要的理论和方法也可能涉及,但重点是系统和设施的规划、设计、建设和运行管理的经验总结。第三,在时间上,本书从实际出发,针对我国国情,把内容的重点放在对当前和不远的将来所需要的高速公路交通工程系统的论述,而不是对未来理想的交通工程系统的描绘。当然,为不失技术发展的连续性,本书最后一章对高速公路交通工程的发展进行了展望。

根据上述原则,本书的内容主要包括高速公路交通安全设施、监控系统、收费系统、通信系统以及与这些系统相配套的供配电、照明服务设施、房屋建筑和系统的运行管理等,现分别简述如下:

一、交通安全设施

高速公路交通安全设施主要包括高速公路护栏、道路交通标志、路面标线、隔离设施、防眩设施、视线诱导标和施工安全设施等。高速公路交通安

全设施主要功能是保证交通安全。高速公路交通事故率比普通公路和城市道路要低得多,但由于高速公路行车速度很高,一旦发生交通事故,其严重程度往往要比其他公路高得多,因此交通安全设施对高速公路而言是十分必要的。但另一方面,交通安全设施并非越多越安全。例如,高速公路护栏本来是减少交通事故和降低事故恶性程度的有效设施,但在不该设置护栏的地方设置护栏,反倒使护栏成了新增的障碍物,从而增加了事故危险;道路交通标志本来是引导车辆安全行驶的基本设施,但标志过多、信息过载,反倒使驾驶员无所适从,手足无措。因此,交通安全设施无论从数量、位置、型式、安装工艺都要从交通工程学的观点出发认真分析研究,使之真正起到安全保障作用。交通安全设施的完善设置除保证交通安全畅通外,还将使高速公路景观大为增色。

二、监控系统

高速公路车辆高速、安全、舒适地行驶是高速公路具有美好形象的基本前提。如果把交通安全设施作为高速公路车辆高速、安全、舒适行驶的静态保障系统,高速公路监控系统则是其动态保障系统。交通事故、车辆抛锚、货物散落等交通事故虽然是偶然的,但却是不可避免的。这些事件一旦发生,必然对高速公路交通产生干扰。在交通量不大的情况下,这些交通事件可能不会造成交通阻塞,但也需要及时组织救援;在交通量增长到一定程度时,偶发的交通事件将会造成交通阻塞,此时要尽快发现交通事件并及时组织救助,清理路障;在交通量达到高峰交通量时,某些路段不发生偶然性事件也会发生交通阻塞,此时高速公路上应该有相应的设施去避免、减少或缓解这种交通异常情况。这一切都是交通监控系统的任务。

高速公路监控系统包括信息采集系统、信息提供系统和监控中心三大部分。信息采集系统收集高速公路上的实时交通信息,从而判断交通运行状态正常与否;信息提供系统把交通运行状态或控制指令告知驾驶人员,以便参考或遵循;监控中心则是监控系统中实时信息的分析处理和发布决策的中枢部分。根据交通需求和道路路况的不同,交通监控系统又分为多种类型,本书仅重点介绍主线控制、匝道控制和隧道控制三类。

三、收费系统

高速公路收费系统包括收费车道、收费站和收费中心三大部分。收费车道是具体进行收费操作的场所,收费站对收费车道的系统设施和收费业

务进行管理,而收费中心则是一个路段或整条高速公路收费管理的核心机构。高速公路收费系统的建立往往对交通量影响很大,如何既保证交通畅通,又保证通行费的正常回收,都需要用交通工程学的观点,对收费制式、收费方式、站点布设、系统结构和系统运行管理进行认真分析研究,结合工程实际做出决定。本书重点介绍开放式、封闭式和混合式三种收费制式的半自动收费方式收费系统,同时也对正在发展的不停车收费系统作了简单介绍。

四、通信系统

高速公路通信系统是高速公路现代化管理的支撑系统,它承担三方面任务:第一,承担监控系统和收费系统的数据、话音、图像各类信息系统的传输任务,使监控系统和收费系统真正成为系统而正常运转;第二,承担高速公路内部各业务部门和管理部门的业务联系,如事故救助、道路、设备、设施维修等;第三,高速公路内部的监控中心、收费中心、业务部门和管理部门与外界的联系,如与上级管理部门、与公安、消防、医院的信息沟通,甚至把高速公路实时交通信息通过有线或无线方式向社会公众发布等等。所有这一切归结为信息传输。根据现阶段的实际和近期需求,本书重点介绍实现前两项任务的高速公路通信系统,包括干线传输、分局交换、网络管理、紧急电话、移动通信等等。对于第三方面的功能扩充,本书仅对有关的联网接口进行简单描述。

五、供电照明系统

高速公路供电系统是监控系统、收费系统和通信系统及其他机电设备的支持系统,本书将对高压供电和低压配电有关的系统配置、电缆敷设及接地保护等技术问题进行简单介绍。道路照明系统是交通工程的重要内容之一,它对保证交通的安全畅通起着重要作用,本书重点介绍主线照明、大桥照明、隧道照明、立交照明和收费站照明的有关内容。

六、服务设施和房建工程

高速公路服务区、停车区是高速公路司乘人员餐饮、休息、购物、娱乐和车辆维修的场所,它的数量、规模和在高速公路上的分布要根据道路使用者的生理、心理需求和车辆机械性能的客观需求,并结合地理环境和道路景观

而精心规划和设计。这些服务设施的完善设置不仅有助于高速公路的安全畅通,也有助于提高高速公路在公众中的形象。高速公路的房建工程是指监控中心、通信中心、收费中心、收费站服务区、停车区及其他管理机构的房屋建筑的规划设计。高速公路的房建工程既要满足使用要求,又要与景观融合,显出特色,因此它的规划设计应具有自身特色。本书对于服务设施和房建工程既概括论述原则要求,又简要介绍典型实例。

七、管理体系

高速公路总的管理体系涉及管理体制、运行机制、机构设置、行政隶属关系等多方面内容,随着我国经济、政治体制改革的不断深入,高速公路管理体系的各个方面也将发生不断变化。本书重点论述与交通工程各系统相关的在总体管理体系下的具体管理机构的设置构想和实践经验,包括交通监控系统的运行管理、收费系统的运行管理、设备及其维修管理等等。

第三节 交通工程的功能和效果

近年来,我国流行着这样一句俗语:“想致富,先修路;想快富,修高速”。且不论这句俗语的逻辑严密性与否,但它反映了人们对高速公路作用的认识。在国际上也有事实给出了证明:1920年第一次世界大战结束,德国兴建了世界上第一条高速公路(AUTOBAN),解决了德国的战后经济危机;第二次世界大战之后,1959~1965年,日本兴建了名一神高速公路,振兴了日本经济;1967年,意大利太阳高速公路通车,469英里路程行车只需9h。通车后周边土地升值20倍,工商业随之加速发展。

高速公路对经济的促进作用,除了道路本身之外,当然也包括高速公路的交通工程。交通工程作为一个整体,它的功能和效果大致可归纳为以下6个方面:

一、提高通行能力和交通运行效率

高速公路通行能力和交通运行效率的提高主要体现在:提高高速公路的总车辆行程数,提高行程速度,减少行程时间、延误时间、事故判知时间、停车次数,增加车辆乘用率和提高旅行时间的可预知性等。由于交通工程提高了高速公路行车安全性和行驶速度,而完善的监控系统和通信系统又可减少事故的判知时间。因此,当交通事故、车辆抛锚或其他交通异常事件发生时,利

用路上布设的车辆检测器和监控中心的判断算法,监控系统能在几分钟内立即感知,这对及时清理路障、减少阻塞和减少二次事故的发生将起到重要作用。增加车辆乘用率是指乘车的人数增加。由于高速公路的安全、高速和舒适,出行者自然地其他路径向高速公路转移,除了高速公路交通量增加外,单个车辆乘车人数的增加即车辆乘用率的增加也是必然的,许多高速公路开通后长途客运发展迅速就是证明。提高旅行时间的可预知性是指监控系统具有旅行时间的预测能力。这是因为监控系统掌握着高速公路乃至高速公路上实时交通信息,包括交通量、行车速度、车辆密度、阻塞长度和时间等等,因此可以预测任何出行起讫点之间最佳行驶路线的旅行时间,这些预测信息预先告知出行者,对提高交通运行效率无疑是有帮助的。

二、提高交通安全性

提高高速公路交通安全性体现在减少交通事故、伤亡人数,减少二次事故的发生率,减少事故经济损失,减少事故和其他交通异常事件的反应时间,减轻司乘人员的疲劳程度等方面。交通安全设施的合理设置具有减少交通事故的功能是容易理解的,其中护栏除了具有减少交通事故的功能之外,还有降低事故严重程度的功能,从而可以减轻伤亡人数和经济损失。标志、标线、护栏和防眩设施使司乘人员感到舒适,从而降低他们的疲劳程度。减少二次事故的发生率主要借助于监控系统的可变情报板和限速标志等设施,使驾驶员在事故前方早做准备。减少事故的反应时间主要是通过监控系统和通信系统,在感知事故发生后,及时把信息告知道路使用者和事故处理的有关部门,这些都有助于交通安全。

三、降低交通能耗和交通对环境的影响

交通工程设施的合理设置具有提高行车速度、减少停车次数的功能,这同时也就提高了汽车燃料的使用效率,减少了燃料耗量,降低了汽车尾气和噪声对环境的污染。

四、提高运输生产力

由于行车速度的提高,高速公路将给运输企业和交通服务业带来经济效益,包括增加客货运量,降低运输成本,同时也可提高到达目的地和交货的及时性,这对客货运户也是一种新的吸引。

五、提高旅行的舒适和方便程度

高速公路监控系统和通信系统减少司乘人员因停车延误引起的烦躁情绪,完善的标志、标线使驾驶人员不致迷失方向,也减少其他困惑,使其旅行自如。先进的监控系统还可增加旅行时间的可预知性,从而方便出行者事先安排出行计划。

六、加快建设资金的回收速度

通过收费及监控系统可以减少因作弊现象而引起的通行费漏收和漏缴。另外,因道路通行能力增加亦可以提高通行费收入额。

以上交通工程的各项功能其效果指标都是可以量度的。但由于国内外高速公路交通工程的规模大小、完善程度、管理水平差别很大,因此对交通工程效果的定量观测或预测众说纷纭,莫衷一是。比如,在不同的交通工程项目的效果观测当中,交通阻塞和延误经济损失的减小从 0% 到 40% 不等;监控系统的效益成本比从 1.25 到 18.4;平均行程时间减少从 4% 到 25.3% 等等。尽管效果指标的观测值变化范围很大,但有两点是可以肯定的。第一,交通工程确实有用和有效。据对某条高速公路的统计数据表明,4 年内紧急电话的使用为 104 216 人次,高速公路上寻求并得到各种救助服务为 63 118 次。第二,交通工程随时间推移其作用将越来越大。由于交通量的增长速度远远高于道路里程的增长速度,1991 年美国有关资料表明,到 2005 年,美国因交通阻塞每年将损失 340 亿美元,交通事故造成的阻塞将占 73%。因此,交通工程在道路工程中的作用是显而易见的。

第四节 交通工程的整体观念

尽管交通工程各子系统具有自身的特点和一定的独立性,但各子系统的内在关联决定了交通工程及沿线设施应当成为一个统一体。对于从事实际工程的设计、建设和运行管理人员,在阅读本书的各章节时,都应当树立这种整体性观念。

一、目标的一致性

交通工程各部分都是围绕高速、高效、安全、舒适、方便及景观美化等共