

21世纪高等院校规划教材

交通工程学

JIAOTONG GONGCHENGXUE



姜桂艳 丁同强 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

21 世纪高等院校规划教材

交通工程学

姜桂艳 丁同强 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

作为吉林省和吉林大学精品课程的教材,本书总结与吸收了近年来国内外交通工程领域的最新研究成果和实践经验,紧密结合相关的国家标准和设计规范,重点介绍本学科基本概念、基本理论和基本方法,并简要介绍了国内外研究的最新动态。

全书共分十二章,涉及交通要素与交通流特性、交通调查与分析、交通流理论、道路通行能力分析、道路交通规划、道路线形与交叉口设计、道路交通管理与控制、交通安全、城市公共交通和智能交通系统。本书内容广泛,讲授时可根据学时的具体情况用精讲、粗讲、自学和省略等方法对内容进行取舍。

本书可作为交通工程、交通运输、土木工程、城市规划等专业的本科生教材,也可作为硕士入学考试的指定参考书,或作为城市交通规划、公路交通、城市规划等领域规划、设计与管理部門技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

交通工程学/姜桂艳,丁同强主编. —北京:国防工业出版社,2007.4

21 世纪高等院校规划教材

ISBN 978-7-118-05058-5

I. 交… II. ①姜…②丁… III. 交通工程学—高等学校—教材 IV. U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 027492 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 496 千字

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 33.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

交通工程学是综合处理道路交通中人、车、路、环境四者之间的时间和空间关系的学科,通过交通规划、设计、运营管理等方法,提高道路的通行能力和运输效率,减少交通事故、降低能源消耗和环境污染,从而达到安全、迅速、经济、舒适和低公害的目的。这是为解决日益严重的道路交通问题而产生和发展起来的一门边缘性学科,它集自然科学和社会科学于一体,涉及工程、法规、教育、环境、能源、经济等多个领域。

作为吉林省和吉林大学精品课程的教材,本书总结与吸收了近年来国内外交通工程领域的最新研究成果和实践经验,紧密结合相关的国家标准和设计规范,重点介绍本学科基本概念、基本理论和基本方法,并简要介绍了国内外研究的最新动态。

全书共分十二章,涉及交通要素与交通流特性、交通调查与分析、交通流理论、道路通行能力分析、道路交通规划、道路线形与交叉口设计、道路交通管理与控制、交通安全、城市公共交通和智能交通系统。本书内容广泛,讲授时可根据学时的具体情况用精讲、粗讲、自学和省略等方法对内容进行取舍。

第一、四、十章由吉林大学的姜桂艳编写,第七、九、十一章由吉林大学的丁同强编写,第二章由吉林大学的矫成武、贾红梅、张霞编写,第三、八章由吉林大学的席建锋编写,第五、六章由吉林建筑工程学院的吴立新编写,第十二章由内蒙古大学的李富仓编写。全书由姜桂艳和丁同强主编,由吉林大学的李江和吉林北华大学的张建主审。

本书由吉林大学主编,吉林建筑工程学院、内蒙古大学和吉林北华大学参编,在编写过程中,得到了昆明理工大学成卫教授、中国台湾交通大学黄台生教授、中国台湾逢甲大学叶名山教授、中国台湾中央警察大学蔡中志教授的大力支持和帮助。此外,杨少辉、宋现敏、仝瑜、王肇飞、邹晓强、谭山、李杏元、郑芳等为本书的编写做了大量的基础性工作。在此谨向支持、协助本书编写的单位和个人致以诚挚的谢意。

本书在编写过程中参阅了大量的国内外资料,未能一一列出,借此向这些文献资料的原作者表示衷心的感谢。

由于编者学识有限,书中错误和疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2006年12月于吉林大学

目 录

第一章 绪论.....	1	一、交通流的分类	24
第一节 交通运输系统.....	1	二、交通流的参数	24
一、交通运输系统	1	第二节 交通量特性.....	24
二、交通运输方式的比较	1	一、交通量和交通流率	24
三、交通运输工程学	2	二、交通量的表达方式	25
四、道路交通系统	2	三、交通量在时间上的变化特性	27
第二节 交通工程学.....	3	四、交通量在空间上的分布特性	30
第三节 交通工程学的产生与发展.....	4	第三节 速度特性.....	31
一、交通工程学的产生	4	一、速度的基本概念	31
二、交通工程学的发展	4	二、时间平均速度和区间平均速度	32
三、交通工程学在我国的发展	5	三、地点速度的统计分布特性	34
第四节 交通工程学的研究内容和学科		第四节 交通流密度特性.....	35
体系.....	7	一、交通流密度	35
一、交通工程学的研究内容	7	二、车道占有率	36
二、交通工程学的主要贡献	9	三、车头间距和车头时距	36
三、交通工程学的相关学科	9	第五节 连续流特性.....	37
第二章 交通要素特性.....	10	一、概述	37
第一节 人的交通特性.....	10	二、速度与密度的关系	38
一、驾驶员的交通特性	10	三、流量与密度的关系	39
二、乘客的交通特性	15	四、流量与速度的关系	40
三、行人的交通特性	15	第六节 间断流特性.....	40
第二节 车辆的交通特性.....	16	第四章 交通调查与分析.....	44
一、车辆的分类	16	第一节 交通调查的目的意义及内容.....	44
二、自行车与摩托车的交通特性	18	一、交通调查的目的与意义	44
三、汽车的主要交通特性	20	二、交通调查的主要内容	44
第三章 交通流特性.....	24	第二节 交通量调查与分析.....	44
第一节 概述.....	24	一、交通量调查的目的	44
		二、交通量调查的准备工作	45

三、交通量调查的方法	46	第三节 双车道公路路段通行能力	
四、调查资料的整理和分析	49	分析	116
第三节 行车速度调查与分析	51	一、双车道公路路段车流运行	
一、行车速度调查的目的	51	特性	116
二、车速调查的方法	52	二、双车道公路服务水平	117
第四节 交通流密度调查与分析	59	三、双车道公路路段通行能力	117
一、密度调查的目的	59	四、通行能力的修正系数	118
二、密度调查的方法	59	第四节 平面交叉口通行能力分析	119
第五节 交通延误调查与分析	62	一、概述	119
一、延误	63	二、无信号交叉口通行能力分析	120
二、延误调查的方法	63	三、环形交叉口的通行能力	122
第五章 交通流理论	68	四、信号交叉口通行能力	124
第一节 概述	68	第五节 城市干道通行能力分析	132
第二节 交通流特性参数的统计分布	68	一、基本通行能力的确定	132
一、离散型分布	68	二、可能通行能力的确定	134
二、连续型分布	72	三、设计通行能力的确定	134
第三节 排队论	75	第七章 道路交通运输规划	136
一、基本概念	75	第一节 概述	136
二、基本排队系统	76	一、交通规划的定义	136
第四节 交通波理论	79	二、交通规划的意义	136
一、交通流连续方程	79	三、交通规划的分类	136
二、交通波	80	四、交通规划的内容与程序	137
第五节 跟驰理论简介	82	第二节 交通规划调查	138
一、线性跟驰模型	83	一、交通小区划分	138
二、非线性跟驰模型	84	二、交通规划基础数据调查	138
第六章 道路通行能力分析	86	三、起讫点调查	139
第一节 概述	86	第三节 交通需求分析及发展预测	146
一、通行能力概述	86	一、概述	146
二、服务水平概述	89	二、交通的发生与吸引预测	146
第二节 高速公路通行能力分析	92	三、出行分布预测	149
一、高速公路的定义及其组成	93	四、出行方式划分	154
二、高速公路基本路段通行能力	93	五、交通分配	156
三、高速公路交织区的通行能力	98	六、城市货运交通需求发展预测	158
四、高速公路匝道的通行能力	108	第四节 道路系统规划	159
		一、概述	159

二、城市道路系统规划的基本 要求	159	第四节 道路平面交叉口设计	194
三、城市道路网络规划的内容	160	一、平面交叉口的类型与交通 分析	194
四、城市道路网络规划的基本程序 和方法	160	二、平面交叉口的视距	196
第五节 交通规划评价	161	三、平面交叉口转弯处缘石半径 的确定	197
一、评价原则和依据	161	四、平面交叉口的车辆交通组织	198
二、经济效益评价	162	五、平面交叉口的非机动车道 和行人过街横道的设置	200
三、技术性能评价	162	六、环形交叉口的几何设计	201
四、社会环境影响评价	163	七、平面交叉口的竖向设计	202
第六节 公路网规划方法	163	第五节 立体交叉设计	203
一、概述	163	一、立体交叉的组成、分类及选型	203
二、交通调查	164	二、互通式立体交叉的设置依据	206
三、交通运输需求预测	164	三、互通式立体交叉的主线线形 设计	208
四、公路网络规划方案制定	165	四、互通式立体交叉的匝道设计	209
五、公路网规划方案评价	165		
六、公路网规划的实施计划	166		
第八章 道路线形与交叉口设计	168	第九章 道路交通管理与控制	214
第一节 道路线形设计的依据和准则	168	第一节 概述	214
一、道路的分类、分级与技术标准	168	一、交通管理与控制的目的	214
二、设计车辆	170	二、交通管理与控制的分类	214
三、设计速度	172	第二节 车道管理	215
四、设计交通量	172	一、单向交通管理	215
第二节 道路平面线形设计	173	二、变向交通管理	216
一、圆曲线	174	三、专用车道管理	217
二、缓和曲线	177	四、禁行交通管理	217
三、曲线上的超高和加宽	180	第三节 平面交叉口的交通管理	217
四、行车视距	182	一、平面交叉口交通管理的目的	218
五、道路平面设计图	184	二、全无控制交叉口的交通管理	218
第三节 道路纵断面设计	187	三、优先控制交叉口的交通管理	219
一、概述	187	第四节 其他管理	219
二、纵坡设计	187	一、行人管理	219
三、竖曲线设计	190	二、驾驶员管理	220
四、道路平纵线形组合	192	三、车辆管理	221
五、道路纵断面图的绘制	193	四、交通需求管理	222

五、交通系统管理	222	第五节 轻轨交通	256
第五节 单点信号控制	223	一、概述	256
一、交通信号及其基本参数	223	二、轻型轨道交通线路选择	256
二、信号周期设计	228	三、轻轨交通车站布设	257
三、有效绿灯时间与最佳绿信 比设计	229	第六节 城市公共交通系统的综合 评价体系	257
第六节 干线信号协调控制	231	第七节 新型公共交通	259
一、概述	231	第十一章 交通安全	261
二、干线协调控制系统的参数 计算	232	第一节 概述	261
第七节 区域信号控制	236	一、国内外交通安全概况	261
一、概述	236	二、交通事故的基本概念	261
二、定时脱机式区域交通控制 系统	237	三、交通安全研究的目的和主要 内容	263
三、联机感应式区域交通控制 系统	238	第二节 交通事故处理	263
第十章 城市公共交通	242	一、交通事故处理程序	263
第一节 概述	242	二、道路交通事故智能处理系统	266
一、城市公共交通的含义和结构	242	第三节 交通事故统计	268
二、城市公共交通的地位与作用	243	一、交通事故的统计分析	268
三、城市公共交通的特性	244	二、交通事故的特征分析	271
第二节 城市公共交通规划	245	三、交通事故的统计报告与档案 管理	272
一、城市居民出行特征	246	第四节 交通事故预测及预防	273
二、城市客运交通结构	247	一、交通事故的预测	273
三、公共交通客运量预测	248	二、交通事故成因分析	275
四、公共交通客流调查	249	三、交通事故的预防方法	282
五、公共交通线路网和线路	250	第五节 交通安全评价	283
第三节 公共交通客运能力	252	一、交通安全评价的目的与分类	283
一、公共交通客运能力	252	二、交通安全评价指标体系	284
二、轨道交通客运能力	253	三、交通安全评价的常用方法	285
第四节 公交车辆优先通行管理	254	第十二章 智能交通系统	292
一、公交车辆专用线	254	第一节 概述	292
二、公交车辆专用道	255	一、智能交通系统的兴起	292
三、交通信号的公交车辆优先 控制	255	二、智能交通系统的研究内容	293
		第二节 国外的智能交通系统	296

一、日本的智能交通系统	296	第五节 先进的出行者信息系统	304
二、欧洲的智能交通系统	297	一、先进的出行者信息系统的	
三、美国的智能交通系统	298	目标	304
第三节 国内的智能交通系统	300	二、先进的出行者信息系统的	
一、我国 ITS 研究概况	300	功能	304
二、我国 ITS 的体系结构	301	三、先进的出行者信息系统的	
三、我国 ITS 发展的战略目标 ...	302	构成	306
第四节 智能交通系统中应用的关键		参考文献	309
技术	303		

第一章 绪 论

第一节 交通运输系统

一、交通运输系统

交通运输系统(Transportation System)是由铁路、道路、水路、航空和管道五种运输方式(子系统)组成的一个综合系统。各种交通运输方式均具有本身的特点,各自组成独立的系统。它们在综合系统内既发挥各自的作用,又相互补充和相互依存,通过统筹规划、合理分工、扬长避短、协调发展,以提高综合系统的运输能力,适应国民经济可持续发展的需要。

完成交通运输任务有三个必要的物质条件:

1. 路线(Links)

- (1) 实有路线,如轨道、道路、管道、运输带、索道等;
- (2) 虚有路线,如航海路线、航空路线等。

2. 载运工具(Means of Moving Persons and Goods)

- (1) 轮船、飞机、汽车和火车等;
- (2) 传送带、缆车、管道等。

3. 枢纽站(Terminals)

枢纽站主要包括出行和运货的起、终点,转换运输方式的中间站点,载运工具的停放地点等。

- (1) 大型站:包括飞机场、港口、火车站和公共汽车端点站、停车设施等;
- (2) 小型站:包括装卸货码头、公共汽车停车场、居住区的车库等;
- (3) 非正式站:包括路边的停车带和装卸货区等。

二、交通运输方式的比较

按载运工具和运输方式的不同,运输系统可分为下列五种基本类型:

- (1) 道路运输:由汽车在城市间的公路和城市内的道路上行驶的运输系统。
- (2) 轨道运输:由内燃机、电力或蒸汽机车牵引的列车在固定的重型或轻型钢轨上行驶的系统,可分为城市间的铁路运输系统及区域内和市区的有轨运输系统两种。
- (3) 水路运输:由船舶在内河、沿海或远洋航行的运输系统。
- (4) 航空运输:由飞机利用空中航线飞行的运输系统。
- (5) 管道运输:利用管道连续输送原材料的运输系统。

交通运输的五种方式之间是彼此互补和竞争的关系。当某种方式用先进技术装备起来时,该方式便兴旺发达,占有较大的市场份额。各种运输方式可用三个指标来评价:

便捷程度:系统的受制约性,路线的可达性,处理交通需求的适应性。

服务水平:处理运量的能力(载运能力)和敏捷性(速度)。

成本效益:系统的生产率、直接费用与间接费用之间的关系。投资和运营是直接费用(如成本、能耗),间接费用是反映对环境的不利影响和不可定量的费用(如安全性)。

三、交通运输工程学

随着社会的发展,人们对交通运输需求的迅速增长,铁路运输、公路运输、水路运输、航空运输和管道运输成为现代社会中交通运输的主要方式。信息、电子、材料、现代控制和环境工程等现代工程技术和高新技术又为交通运输的发展注入了新的活力,推动和促进了现代交通运输业的迅速发展。在此过程中交通运输工程(Transportation Engineering)形成了个独立的学科门类。

美国交通工程师协会(Institute of Transport Engineers, ITE)指出:交通运输工程学是为了能安全、迅速、舒适、方便、经济和与环境相协调地运送旅客和货物,运用现代技术和科学原理,对各种运输方式中的运输设施进行规划、功能设计、运营和管理的科学。

交通运输是国民经济的基础产业,也是一个面向全社会的服务系统,该系统将无数个产生社会活动的地点联结起来。这些地点可以是组成社会有机整体的部分,如居民点、商业中心、工矿区、农业区、旅游点等,也可以是一个地区、国家的组成部分。

四、道路交通系统

道路交通系统是一个由人、车、路、环境(含交通控制装置)组成的整体,每个组成部分都有其独立的功能或特性,按照特定的方式有规律地运行着,由此实现安全通畅的目标。

图 1-1 是道路交通系统的构造模型,图中表明了人、车、路、环境四者之间的关系,是道路交通工程学研究的主要内容。这个概念模型反映了交通系统组成要素的实质内容,所以能系统、明确地以动态的观点为交通工程技术的应用指明方向,并提出解决问题的可靠途径。

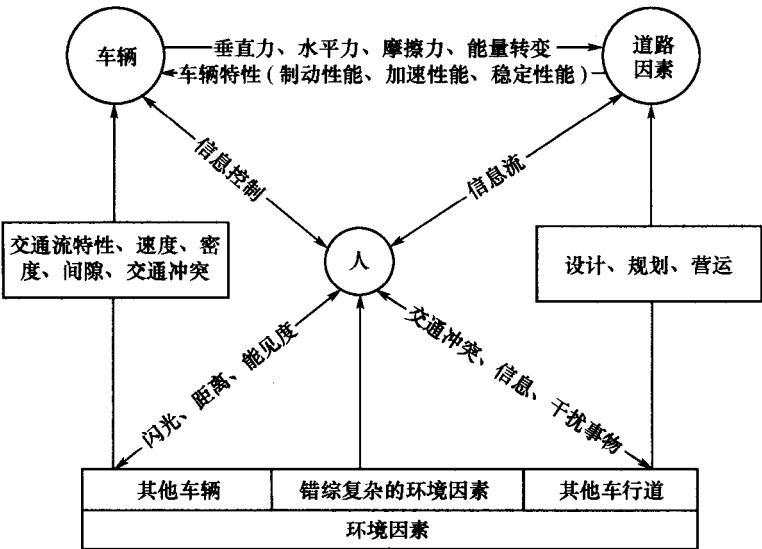


图 1-1 道路交通系统组成的概念模型

道路交通系统的研究对象是交通流,目标是安全、通畅。道路交通的主要特点是:

- (1) 系统性:所谓系统,是由相互作用和相互依赖的若干部分构成的、具有特定功能的有

机整体。人、车、路、环境这几个互不相同的要素,在构成道路交通这个具有特定功能的整体时,它们之间就产生了相互依赖、相互作用的特定的不可分割的联系,因而具有系统性。系统中任何一个要素的行为或性质的变化都不再具有独立性,都会对道路交通整体产生影响。

(2) 动态性:在交通过程中,随着时间、空间的推移和交通环境的改变,行人和驾驶员会随时产生心理和生理状态的变化;交通量、车速、密度等是随时都在变化的;人、车、路、环境之间的协调、配合关系也随时处于变化调整之中。这种道路交通状态随时间、空间变化的特性,说明它不仅是一个系统,而且是一个动态系统。

(3) 复杂性:是指不仅道路交通系统内部人、车、路、环境相互联系密切,它们之间的关系错综复杂,不确定因素很多,而且系统本身还受国家政策、人民生活方式,文化水平,经济条件等的影响。因此道路系统不仅是一个动态系统,更是一个复杂的系统。

第二节 交通工程学

交通工程学(Traffic Engineering),是随着道路工程、汽车制造、交通控制、信息采集、数据传输与自动化、智能化等有关公路交通的科学技术发展而产生的一门新兴学科,目前仍在发展完善中,前景广阔,对提高公路和道路交通性能至关重要。

由于世界各国学者认识问题的角度、观点和研究方法不同,对交通工程学的定义也有多种提法,目前尚无世界公认的统一定义。

1983年,美国交通工程师协会指出:交通工程学是交通运输工程学的一个分支。它涉及到规划、几何设计、交通管理、道路网、终点站、毗邻用地,以及道路交通与其他交通方式的关系。

英国学者的定义是:道路工程学中研究交通运营与控制、交通规划、线形设计的那一部分叫做交通工程学。

日本学者的定义:交通工程学考虑客、货运输的安全、便利与经济,综合探讨公路、城市道路及相邻连接地带的整体用地规划、几何线形设计和运营管理等问题,属于工程上的分支学科。

我国的交通工程学者认为:交通工程学是研究道路交通规律及其应用的一门技术科学。

以上几种定义,有的是从学科的研究目的考虑,有的是从学科的研究内容考虑,有的是从学科的研究对象考虑,都具有一定的根据。但由于交通工程学是一门发展中的交叉学科,近四十年来,研究内容日趋广泛,因此,由于受到当时社会与时代条件的限制,现在看来上述定义就不是那么全面、确切了。

交通工程学应是研究道路交通中各种交通现象的基本规律及其应用的一门边缘学科,而不是原有其他学科分支的汇集和取代,具体研究内容尚在发展中,不可能也不必要完全罗列在定义中。在我国《交通工程手册》中提出如下定义:“交通工程学是研究道路交通中人、车、路、环境之间的关系,探讨道路交通规律,建立交通规划、设计、控制和管理的方法和理论以及有关的设施、装备、法律和法规等,使道路交通更加安全、高效、快捷、舒适的一门技术科学。”

20世纪70年代以来,国外一些专家明确指出:交通工程学只有将工程(Engineering)、教育(Education)、法规(Enforcement)、环境(Environment)和能源(Energy)五个方面综合起来考虑,才能保证人、车、路和环境之间合理的时间和空间关系。由于工程、教育、法规、环境和能源这五个英语单词的第一个字母都是E,所以,人们常称交通工程学为“五E”学科。

总之,交通工程学是以人(驾驶员、行人和乘客)为主体、以交通流为中心、以道路为基础,将这三方面的有关内容统一在交通系统环境中进行研究,综合处理道路交通中人、车、路、环境四者之间的时间和空间关系的学科,通过交通规划、设计、运营管理等方法,提高道路的通行能力和运输效率,减少交通事故,降低能源及机件损耗、公害程度与运输费用,从而达到安全、迅速、经济、舒适和低公害的目的。

第三节 交通工程学的产生与发展

一、交通工程学的产生

汽车的出现,使道路交通产生了第二次飞跃,由人力和畜力的低速交通时代进入了汽车的高速交通时代。从1885年德国人卡尔·本茨(Karl.Benz)制造了第一辆用内燃机作为动力的三轮汽车,到1892年奥托发明了四冲程内燃机汽油汽车,完成了汽车由实验型向实用型的转变,形成了现代汽车的雏形。1908年美国人亨利·福特采用标准化、专业化生产方式,大大降低了汽车的成本,使汽车成为大众普及型的交通工具。

汽车运输以其机动灵活、速度快、投资少、适应性强、可达性好等优点,得到了迅速的发展。美国是汽车运输发展最快的国家。1920年,美国已有800多万辆汽车,300多万公里道路,而到1930年美国的汽车拥有量已达3000多万辆,道路400多万公里,平均每1000居民拥有180辆汽车。小汽车已成为美国人生活中不可缺少的交通工具,大城市汽车交通已相当繁忙。汽车运输的发展除了繁荣经济、方便生活外,同时也带来了交通事故、交通拥挤、车速降低、停车困难和环境污染等交通问题。为解决这些问题,人们开始重视对交通工程方面的研究工作。1921年,美国任命了第一位交通工程师;1926年,在哈佛大学创立了交通工程专修科。这一时期交通工程主要研究交通法规的制定、交通管理,设置交通信号灯以及交通标志标线等方面的问题。随着交通需求研究的发展,1930年,美国成立了世界上第一个交通工程师协会,并正式提出了交通工程学的名称,这标志着交通工程学作为一门独立的工程技术学科的诞生。

二、交通工程学的发展

交通工程学科自20世纪30年代诞生起,经过70多年的不断研究、应用和发展,日益得到了充实、扩展和完善。其主要发展阶段为:

30年代,主要研究车辆到达分布特性,单点自动信号控制,通过交通管理如何使道路适应汽车行驶及如何减少交叉口阻塞;

40年代,主要研究交通调查、交通规划,并根据交通调查及远景交通量的预测进行合理交通设计,研究提高路面质量及交叉口通行能力的计算;

50年代,主要研究高速道路线形设计、通行能力计算、立体交叉设计、停车存放问题;

60年代,主要研究车流特性、城市综合调查与交通渠化、交通规划及试用计算机控制交通;

70年代,重点研究并拟定合理的交通规划,减少不必要的人流和车流,缩短行程,倡导步行,恢复并优先发展公共交通,给汽车选择最佳运行路线,从根本上改变交通组成,从而减少交通拥挤程度和交通事故,同时加强防治交通对环境的污染;

80年代,重点研究驾驶员交通特性、驾驶员心理和生理对公路线形设计的影响、经济发展对交通的定量需求和交通对经济发展的影响、主要干线和主要街道上自动控制系统的设置、

按照交通工程学原理进行交通法规的制定、公害防治和环境保护等；

90年代至21世纪初,重点研究智能交通系统,主要服务领域包括:先进的交通管理系统、先进的出行者信息系统、先进的公共交通系统、先进的车辆控制系统、营运车辆调度管理系统、电子收费系统、应急管理系统等。

世界各工业发达国家均集中大量人力、物力、财力,采用各种高、新技术,研究智能运输系统(Intelligent Transportation Systems, ITS),或称“智能车路系统”(Intelligent Vehicle Highway System, IVHS)。日本和欧洲各国在这方面起步较早,从20世纪80年代后期即开始运行。美国在1991年“多方式地面运输效率法案”(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991, ISTEA)通过后,才得到联邦政府的重视和支持。在该法案的第六章中,明确规定了IVHS的研究工作。美国起步虽晚,但进展较快,美国国会指令运输部到1997年要建成自动高速公路的第一条试验路。整套智能车路系统建成后,将会大大提高公路交通的安全度和通行能力,使整个公路交通完全实现智能化。目前世界各工业发达国家已形成北美(美国、加拿大)、欧洲(有10多个国家参加)和日本三大研究基地,每个基地均组织了跨部门的上百个企业、高校和科研机构,积极进行子系统的开发研究。目前开发的项目很多,但概括起来主要有:先进的汽车控制系统(Advanced Vehicle Control System, AVCS),或称智能汽车控制系统;先进的交通管理系统(Advanced Traffic Management System, ATMS),或称自动高速公路系统;先进的驾驶员信息系统(Advanced Driver Information System, ADIS)。以上三项为主要的组成部分。另外,还有先进的公共运输系统、先进的公路运输系统及商用车辆运营系统等针对各个运输部门和企业的子系统。

随着现代城市的发展,人们的活动半径越来越大。城间的公路运输,其经济运距已延长到数百公里,可与其他运输方式相抗衡。这些都必将引起交通规划、交通方式、交通政策、交通组织管理等各方面的变革,推动交通工程的理论与实践不断地向前发展。当前交通工程学中如下方向值得深入研究:

(1) 研究交通供给管理和交通需求管理,力求减少交通需求,增大交通供给,缓解交通紧张状况。

(2) 对各种运输方式综合运用的研究。主要是研究各种运输方式的功能与适用条件,尽量发挥各自的优势。另外,还要研究各种运输方式的衔接,以便形成有效的交通系统。在城市交通中,要研究向立体空间发展的“新交通体系”。

总之,在交通工程学发展过程中,其研究内容正不断拓宽。随着计算机科学的普及,系统科学、信息科学、控制论等现代科学的发展,交通工程学理论必将得到进一步丰富和发展。

三、交通工程学在我国的发展

在我国,交通工程学的研究始于20世纪70年代初。1973年,交通部公路科学研究所设置了交通工程研究室。70年代末,交通、城建和公安交通管理等有关部门开展了交通工程学的理论学习和交通调查工作。1978年以来,以美籍华人交通工程专家张秋先生为代表的美、日、英、加等国的交通工程专家,先后在上海、北京、西安、南京、哈尔滨等城市讲学,系统地介绍西方发达国家在交通规划、交通管理、交通控制及交通安全方面的建设与管理经验。我国也派出了多个代表团出国参加由英、美、日、澳、德等国举办的国际交通工程学术会议,这些活动推动了我国交通工程学科的产生和发展。1980年上海市率先在国内成立了交通工程学会,1981年,中国交通工程学会宣告成立,标志着我国的交通工程学已进入正规、全面、系统的科学研究

阶段。到目前为止,虽然只有 20 多年的时间,但是我国交通工程学从无到有,已经在交通规划、交通设计、交通管理、交通监控、交通安全等领域取得了较大的发展,形成了一个独立的学科体系。

交通工程在我国目前的发展状况,可概括为以下几个主要方面。

1. 建立学术和研究机构,培养专业人才

自中国交通工程学会成立以来,全国很多省、市、自治区成立了交通工程学会。交通、公安及城建部门成立了交通工程研究所、室,现在已有了一支相当规模的专门从事交通工程研究和设计的专业队伍,独自完成了高速公路安全、监控、通信、收费系统的设计;研制开发了我国第一个实时自适应区域交通控制系统。

现在全国有几十所高校设立了交通工程专业或开设了交通工程学课程,不断开展学术研究和学术交流,出版了交通工程方面的期刊、专著和译文;举办了多层次的培训班和专题讲座。通过这些研究活动,培养了一大批掌握交通工程系统理论的专业技术人才。

2. 开展了基础数据的调查

自 1979 年开始,按交通部的统一部署,各地公路部门在所有国道和主要省道上设置了交通调查站,构成了全国公路交通调查网,对分车型的交通量、车速、运量、起讫点等动态数据进行了长期观测调查,取得了大量的统计资料,基本上掌握了国家干线路网的交通负荷与运行状况,并定期汇编《全国交通量手册》,为公路规划、交通构成、交通量变化规律等分析提供了基础资料。2005 年底,全国拥有国道交通量观测站点 4688 个,其中连续式观测站点 383 个,间隙式及其他观测站点 4305 个,观测里程 10.93 万公里,占国道总里程的 82.3%。大中城市也于 1982 年开始了居民出行调查、道路交通调查,掌握了大量的城市客、货运出行资料,这些资料给道路与交通的规划、设计、管理和领导部门的决策等提供了可靠的数据。

3. 城市交通规划与公路网规划

天津、上海、广州、北京、南京等城市均先后开展了城市交通规划和公交线网规划的研究。“六五”期间,在全国公路交通普查的基础上,规划了放射与纵横相结合的国家干线公路网,共 70 条 10 多万公里。“七五”期间,又规划了由 12 条国道,2.5 万公里高速公路和汽车专用公路组成的快速、安全、高效的全国主骨架公路网。“十五”期间,公路建设以“五纵七横”国道主干线和西部地区公路建设为重点,进一步完善省际高等级公路网,强化路网建设与改造,提高技术水平,充分发挥公路运输的基础性和主通道作用。在此期间,全国公路将新增公路通车里程 20 万公里,其中高速公路 1 万公里。截至到 2005 年底,全国公路总里程达到 193.05 万公里。其中:高速公路达到 41005 公里,二级及二级以上高等级公路比重达 16.9%,通达公路的乡(镇)和行政村比重分别达到 99.81% 和 94.3% 左右。

实践证明,干线公路网规划对全国公路建设与规划起到了指导性作用。在我国京津塘、沈大、沪宁、广佛、广深珠、济青、贵黄、杭甬等高速公路和汽车专用公路系统的规划、设计中,解决了工程实际中的许多问题,并摸索出一套我国高等级公路系统规划、设计的原理、方法和经验。

4. 制定交通法规

运用交通工程学与法学原理,制定了一系列交通法规,1987 年国务院颁发了《中华人民共和国公路管理条例及实施细则》,1988 年国务院颁发了《中华人民共和国道路交通管理条例》,1994 年,公安部发布了《高速公路交通管理办法》,1996 年国务院颁发了《城市道路管理条例》,1999 年颁发了国家标准 GB 5768—99《道路交通标志和标线》,2003 年颁布了《中华人民共和国道路交通安全法》,并于 2004 年 5 月 1 日开始实施。

5. 交通管理与交通控制

在城市道路和干线公路实施路面划线或隔离措施,使车辆各行其道;实施人行横道线,设置行人交通信号灯,并在大城市行人集中的地方修建人行过街天桥或地道。

现在,我国已研究出单点定时自动控制信号机和感应式自动控制信号机,北京、上海、天津、深圳等地引进了联动线控系统和区域自动控制系统,交通部、公安部与南京市共同完成了“七五”攻关项目,建成了我国第一个实时自适应城市交通控制系统——南京城市交通控制系统 HT-UTCS,结合工程实际,独立完成了高速公路安全、监控、通信、收费系统的设计并投入运营使用,开发了一些硬件设备和控制通信软件,为我国高等级公路的现代化交通管理迈出了可喜的一步。

6. 交通安全设施与交通检测仪器的研制

研制了多种汽车、自行车流量自动检测记录装置、雷达测速仪、酒精检测仪、驾驶员职业适应性检测装置等,还试制了反光标志、标线、隔离、防眩、防撞、诱导等交通安全设施。这些仪器和设施对于提高交通管理水平 and 通行能力,保障交通安全,提供交通信息和舒适美观的交通环境等均起着重要的作用。

7. 交通工程学基本原理在道路交通实践中的应用

- (1) 交通流特性常作为道路交通管理控制的具体措施和警力配置的主要依据;
- (2) 大城市中心区交通系统管理(Traffic Systems Management, TSM)技术的应用;
- (3) 城市道路平面交叉口的系统分析与综合治理;
- (4) 公路增设汽车专用车道,或设慢车道,或硬化路肩,实行分道行驶的依据;
- (5) 实施公路标准化、规范化和环境美化的 GBM 工程。

8. 计算机技术在交通工程中的应用

目前,我国自行开发的交通工程计算机应用软件主要有:交通模拟软件、交通调查数据处理分析系统、交通图形信息处理软件、交通工程辅助设计软件、交通规划设计软件、交通信号配时优化软件、交通事故分析软件、车辆及驾驶员档案管理系统、道路情况数据库及交通信息管理系统等。

9. 新理论、新技术的研究

在进行交通工程基础理论研究的同时,我国已开始将相关学科的新理论、新技术与交通工程理论和我国交通实际相结合,以发展和完善交通工程学。如系统工程方法运用于交通运输、交通冲突技术的提出、交通量及交通事故的灰色预测、交通工程的系统模糊分析和决策等。另外,已经着手开发以专家知识、人工智能为基础的智能系统、知识工程、人机工程领域的新技术和新方法。

第四节 交通工程学的研究内容和学科体系

一、交通工程学的研究内容

随着科学技术的进步和人们对交通需求的增加,交通工程学科作为交通运输学科的一个重要分支得到了迅速发展,学科领域不断扩大,学科的内容也日趋丰富。交通工程学的研究内容包括以下几个方面。

1. 交通特性(Traffic Characteristics)

交通工程中的人包括驾驶员、行人和乘客,人的交通特性主要研究驾驶员的视觉特性、反应特性、酒精对驾驶的危害性,驾驶员的职业适应性,以及疲劳、情绪、意志、注意力等对行车的影响;行人和乘客的交通需求、心理特征和习惯等。

交通工程中的车辆包括机动车和非机动车。车辆的交通特性主要研究车辆的几何尺寸、质量等车辆的外部特征;车辆的动力性、制动性、通过性、稳定性、机动性等运行特性;车辆拥有量及其增长规律和对需求量的适应性;车辆组成对车辆运行的影响等。

交通工程中的道路包括公路、城市道路、交叉口及交通枢纽。道路的交通特性主要是研究道路网的布局、结构如何适应交通的发展;道路线形如何满足安全行车的要求;道路与环境如何协调等。

交通流的交通特性主要研究交通流三个参数——流量、速度、密度的特性及其在时间与空间中相互作用的关系,同时对车头时距分布、延误等进行研究。

2. 交通调查(Traffic Studies)

交通调查包括交通量、交通速度、交通密度、交通延误调查,居民、车辆出行调查,道路及交叉口的通行能力调查,交通事故及违章调查,公共交通及停车场调查,交通污染(大气、噪声)调查等。

3. 交通流理论(Traffic Flow Theory)

交通流理论是研究各种不同状态的交通流特性,从宏观和微观的角度研究连续车流、间断车流和混合车流的变化规律,寻求最适合交通状态的理论模型。目前,已经较为成熟的模型有:概率论、排队论、三流体力学理论等。

4. 道路的通行能力和服务水平(Capacity and Level-of-Service)

道路的通行能力和服务水平包括城市道路、一般公路、高速公路通行能力的分析方法,交叉口(无信号控制交叉口、环形交叉口、信号控制交叉口、立体交叉口)通行能力的分析方法,公共交通线路(常规公交线、地铁、轻轨线等)通行能力及线网运输能力的分析方法,服务水平的分级及划分标准等。

5. 交通规划(Transportation Planning)

交通规划包括城市交通需求、区域综合运输需求、公路交通需求的预测方法,网络交通流的动态、静态分配模型,城市道路网络、公共交通网络、公路网络的规划方法,道路交通规划的评价技术。

6. 交通事故与安全(Traffic Accident and Safety)

交通事故与安全主要研究交通事故发生的统计分布规律;交通事故的各种影响因素分析;交通安全评价;安全改善及其效益分析与评价;交通事故预测及事故现场勘查等。

7. 交通管理与控制(Traffic Management and Control)

交通管理与控制包括道路交通法规制定、交通系统管理(TSM)策略、交通需求管理(TDM)策略、交通运行组织管理、交叉口交通控制、干线交通控制、区域交通控制、交通管理策略的计算机模拟及定量化评价技术等。

8. 停车场及服务设施(Parking and Service Facilities)

停车场及服务设施研究停车需求,对停车场进行规划、设计和管理,讨论交通服务设施的布点、规模和经营等。

9. 公共交通(Public Transportation)

公共交通讨论各种公共交通工具的特点、适用条件以及各种交通方式的相互配合,并探索