



新世纪现代交通类专业系列教材

现代道路 交通工程学

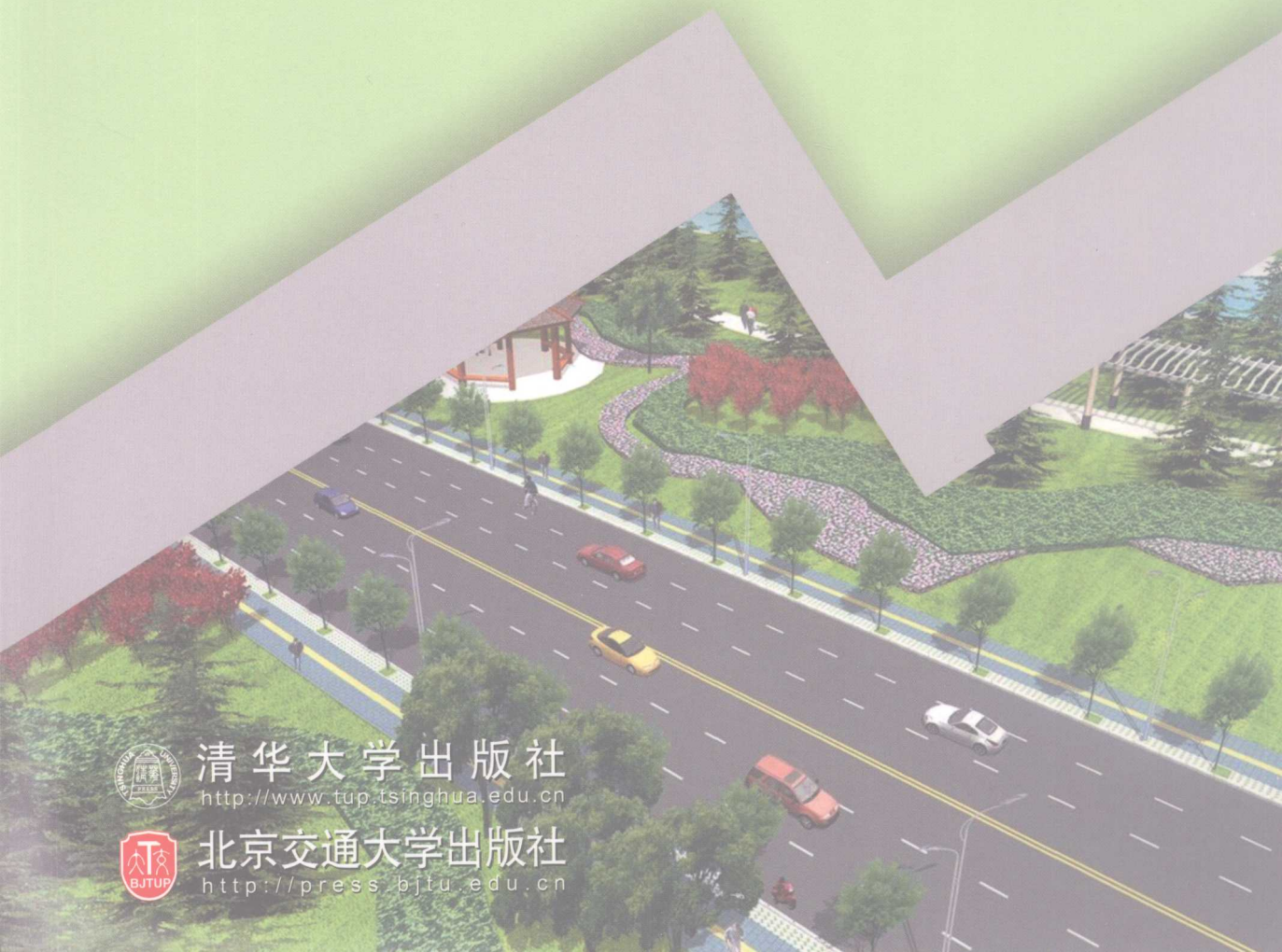
尤晓玮 张恩杰 张青喜 主编
谭昌富 主审



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>



新世纪现代交通类专业系列教材

现代道路交通工程学

尤晓晔 张恩杰 张青喜 主编
谭昌富 主审

清华大学出版社
北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

本书系统地介绍了现代道路交通工程学的基本理论与应用技术。全书共十一章,主要介绍现代道路交通中人、车、路的特性,交通流的基本特性,交通调查与数据分析,交通流理论,道路通行能力,道路交通规划,道路交通安全,道路交通管理与控制,道路交通环境保护等内容。

本书涉及的内容丰富全面,可作为普通高等院校土木工程、交通工程、汽车运输工程专业的教材使用,也可作为其他相关专业的选修课教材使用,同时可供交通规划、道路规划与设计、交通运输和交通管理部门的技术与管理人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

现代道路交通工程学/尤晓玮,张恩杰,张青喜主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2008.8

ISBN 978-7-81123-345-2

I. 现… II. ①尤… ②张… ③张… III. 道路工程:交通工程 IV. U491

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第099851号

责任编辑:韩 乐 特邀编辑:姚 勇

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:15.75 字数:393千字

版 次:2008年9月第1版 2008年9月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-345-2/U·25

印 数:1~4000册 定价:28.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

本书是根据全国普通高等院校土木工程类系列教材编写委员会 2004 年 11 月第二次工作会议上通过的交通工程概论课程编写大纲编写的。

本书综合了国内外交通工程学有关理论与最新研究成果,结合我国近几年交通工程的发展实际,对交通工程学科所涉及的主要原理与技术方法进行了较为全面的论述。书中采用实例分析,以便大家更好地掌握相关的知识;每章末附有复习思考题,为大家巩固各部分知识提供了练习平台。

本书由尤晓玮、张恩杰、张青喜主编,谭昌富主审。其中尤晓玮编写第 1、2、3、4、9、10、11 章,张恩杰编写第 5、7 章,张青喜编写第 6、8 章,全书由尤晓玮统稿。

本书在编写过程中得到了北京交通大学出版社韩乐主任的大力支持和部分兄弟院校、工程界同行的热情帮助,在此向他们表示真挚的感谢。另外需要说明的是,在该书编写的过程中参考了国内有关专著、研究成果报告及有关资料,并引用了部分段落,在此也向有关作者和研究人员表示谢意。

由于作者水平有限,错误和不足之处在所难免,敬请广大读者和同行们批评指正,以便再版时修改。

编 者

2008 年 9 月于北京

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 道路交通工程学的定义和研究内容	(1)
1.1.1 交通工程学的定义	(1)
1.1.2 交通工程学研究的内容	(2)
1.2 道路交通工程学的建立与发展	(5)
1.3 我国道路交通工程现状与发展趋势	(6)
1.3.1 交通调查	(7)
1.3.2 交通规划	(8)
1.3.3 交通管理与控制	(9)
1.3.4 其他方面	(10)
复习思考题	(12)
第2章 道路交通中人、车与路的特性	(13)
2.1 概述	(13)
2.2 驾驶人和行人的交通特性	(13)
2.2.1 驾驶人的交通特性	(14)
2.2.2 行人交通特性	(20)
2.2.3 乘客的交通特性	(21)
2.3 汽车的交通特性	(22)
2.3.1 车辆的设计外廓尺寸	(22)
2.3.2 机动车的主要特性	(23)
2.3.3 自行车的交通特性	(24)
2.4 道路的交通特性	(25)
2.4.1 道路的类型与等级	(25)
2.4.2 路网密度	(26)
2.4.3 路网布局	(27)
2.5 人、车、路和环境在交通系统中的相互关系	(29)
复习思考题	(30)
第3章 交通流的基本特性	(31)
3.1 概述	(31)
3.2 交通量	(31)
3.2.1 交通量的定义及分类	(31)
3.2.2 交通量的时间分布特性	(33)
3.2.3 交通量的空间分布特性	(39)
3.3 车速	(40)

3.3.1	基本定义	(40)
3.3.2	时间平均车速和区间平均车速	(41)
3.3.3	车速频率分布	(42)
3.3.4	影响车速变化的主要因素	(44)
3.4	密度	(45)
3.4.1	交通密度的表示方法和定义	(46)
3.4.2	交通密度的分布特征	(46)
3.5	交通流的基本参数及其关系	(47)
3.5.1	速度与交通密度的关系	(49)
3.5.2	流量与密度的关系	(51)
3.5.3	速度与流量的关系	(53)
	复习思考题	(56)
第4章	交通调查与数据分析	(57)
4.1	概述	(57)
4.2	交通量调查	(57)
4.2.1	交通量调查的时间与地点确定	(58)
4.2.2	交通量的调查方法	(59)
4.3	行车速度调查	(64)
4.3.1	地点车速调查及数据分析	(64)
4.3.2	区间车速调查	(73)
4.4	交通流密度调查	(75)
4.4.1	出入量法	(76)
4.4.2	摄影法	(77)
4.5	交通延误调查	(77)
4.5.1	基本概念	(78)
4.5.2	行车延误的影响因素	(79)
4.5.3	行车延误的调查方法	(80)
4.5.4	交叉口的延误调查	(82)
4.6	自行车与行人交通调查	(88)
4.6.1	自行车交通调查的目的与方法	(89)
4.6.2	行人过街调查	(89)
	复习思考题	(90)
第5章	交通流理论简介	(91)
5.1	概述	(91)
5.2	交通流的统计分布	(92)
5.2.1	离散型分布	(92)
5.2.2	连续型分布	(96)
5.2.3	分布的拟合优度检验	(98)
5.3	排队论在交通工程中的应用	(101)
5.3.1	排队论的基本概念	(101)

5.3.2 单通道排队服务(M/M/1)系统	(102)
5.3.3 多通道排队服务(M/M/N)系统	(105)
5.4 车辆跟驰理论	(106)
5.4.1 车辆跟驰特性分析	(107)
5.4.2 线性跟驰模型的建立	(107)
复习思考题	(109)
第6章 道路通行能力	(110)
6.1 概述	(110)
6.1.1 道路通行能力概述	(110)
6.1.2 道路服务水平概述	(111)
6.2 一般公路通行能力	(114)
6.2.1 基本通行能力	(115)
6.2.2 可能通行能力	(116)
6.2.3 设计通行能力	(122)
6.3 无信号控制交叉口通行能力	(123)
6.4 信号控制交叉口通行能力	(125)
6.4.1 概述	(125)
6.4.2 信号灯控制交叉口的通行能力	(125)
6.5 高速公路通行能力	(128)
6.5.1 高速公路基本路段通行能力	(128)
6.5.2 交织区通行能力	(129)
6.5.3 匝道通行能力	(132)
复习思考题	(134)
第7章 道路交通规划简介	(135)
7.1 交通规划的指导思想	(135)
7.2 交通规划的定义、程序与方法	(136)
7.2.1 交通规划的定义	(136)
7.2.2 交通规划的分类	(136)
7.2.3 交通规划的基本程序和方法	(137)
7.3 交通规划的调查工作	(138)
7.3.1 交通区的划分	(139)
7.3.2 社会经济的调查	(139)
7.3.3 交通设施和服务能力的调查	(140)
7.3.4 交通实况的调查	(142)
7.4 交通系统现状分析评价	(146)
7.4.1 城市交通系统现状分析评价	(146)
7.4.2 区域交通系统现状分析评价	(147)
7.5 交通预测	(148)
7.5.1 交通生成预测	(148)
7.5.2 交通分布预测	(150)

7.5.3 交通方式划分预测·····	(150)
7.5.4 交通分配预测·····	(151)
7.6 交通规划与路网规划·····	(152)
7.6.1 路网规划的目的和原则·····	(152)
7.6.2 制订路网规划方案的程序·····	(153)
7.6.3 路网规划的基本内容·····	(153)
7.7 交通规划方案的评价·····	(155)
7.7.1 交通规划方案制订原则·····	(155)
7.7.2 交通规划评价的主要内容·····	(155)
7.7.3 交通规划的评价主体与评价指标·····	(156)
复习思考题·····	(159)
第8章 道路交通安全 ·····	(160)
8.1 概述·····	(160)
8.2 道路交通事故的定义与分类·····	(161)
8.2.1 交通事故的定义·····	(161)
8.2.2 交通事故的构成要素·····	(162)
8.2.3 交通事故的分类·····	(163)
8.3 道路交通事故调查·····	(163)
8.3.1 交通事故调查的目的、意义、要求与内容·····	(163)
8.3.2 交通事故现场勘察工作·····	(164)
8.3.3 交通事故调查报告·····	(164)
8.4 道路交通事故分析·····	(165)
8.4.1 事故分析方法·····	(165)
8.4.2 交通事故统计分析·····	(169)
8.4.3 道路安全性能预测·····	(170)
8.5 影响交通事故的主要因素·····	(170)
8.5.1 道路交通系统·····	(170)
8.5.2 四大要素与交通事故·····	(171)
8.5.3 道路条件在交通事故中的特殊作用·····	(174)
8.6 提高道路交通安全的措施·····	(176)
8.6.1 交通事故预防对策·····	(176)
8.6.2 改善线形与交叉路口设计·····	(177)
8.6.3 合理进行交通组织设计·····	(177)
8.6.4 加强交通管理与控制·····	(177)
8.6.5 提高驾驶人素质、技术水平与职业道德·····	(178)
复习思考题·····	(178)
第9章 道路交通管理与控制 ·····	(179)
9.1 概述·····	(179)
9.1.1 交通管理与控制的必要性·····	(179)
9.1.2 交通管理与控制的内容·····	(180)

9.2 道路交通安全法规	(181)
9.2.1 交通法规的概念	(181)
9.2.2 交通法规的作用	(181)
9.3 道路交通标志与标线	(182)
9.3.1 道路交通标志的定义	(182)
9.3.2 交通标志的三要素	(183)
9.3.3 交通标志的文字尺寸和视认距离	(185)
9.3.4 交通标志设置的原则	(185)
9.3.5 路面标线	(186)
9.4 平面交叉口的管理与控制	(187)
9.4.1 平面交叉口交通管制的原则	(187)
9.4.2 平面交叉口交通管制方式的种类	(188)
9.4.3 交通管制方式选择	(189)
9.5 交通信号控制	(190)
9.5.1 交通信号管制的含义、作用与方式	(190)
9.5.2 设置信号灯的依据	(192)
9.5.3 交通信号基本参数的确定	(193)
9.5.4 单点控制信号	(195)
9.6 高速公路的交通管制	(197)
9.6.1 高速公路控制的特点	(197)
9.6.2 高速公路控制的重点和方法	(198)
9.6.3 高速公路控制系统的组成	(198)
9.6.4 监控系统的组成与管理	(199)
复习思考题	(202)
第10章 道路交通环境保护	(203)
10.1 概述	(203)
10.2 交通噪声的污染与控制	(204)
10.2.1 噪声及其主要标识单位	(204)
10.2.2 道路交通噪声的测定方法及预测	(205)
10.2.3 道路交通噪声防治对策	(208)
10.3 道路交通废气污染及其防治	(210)
10.3.1 汽车排放特性分析	(210)
10.3.2 道路交通大气污染的现状	(212)
10.3.3 大气污染的预测与评价	(213)
10.3.4 大气污染的防治措施	(215)
10.4 道路交通振动的防治	(216)
10.4.1 道路交通振动的产生及危害	(216)
10.4.2 道路交通振动的测定与控制标准	(216)
10.4.3 道路交通振动防治对策	(217)
10.5 道路交通环境影响评价	(218)

10.5.1 目的、意义、范围及对象	(219)
10.5.2 评价标准与评价因素	(220)
10.5.3 评价方法	(220)
复习思考题	(220)
第 11 章 智能交通系统简介	(221)
11.1 地理信息系统(GIS)在公路规划中的应用	(221)
11.1.1 地理信息系统的定义及特征	(221)
11.1.2 GIS 的分类和组成	(222)
11.1.3 GIS 的功能	(224)
11.1.4 GIS 在公路规划设计中的应用	(225)
11.2 公路交通安全保障信息化技术	(228)
11.2.1 事故预防	(228)
11.2.2 事故发生后的处理	(230)
11.3 智能运输系统概述	(230)
11.3.1 智能运输系统的发展过程	(230)
11.3.2 智能运输系统的研究内容	(231)
11.3.3 国外智能运输系统的研究进展	(232)
11.3.4 我国智能运输系统的研究情况	(237)
复习思考题	(239)
参考文献	(240)

第 1 章 绪 论

1.1 道路交通工程学的定义和研究内容

1.1.1 交通工程学的定义

交通工程学是一门研究道路交通的正在发展中的交叉学科,它与道路工程学、运输工程学、汽车工程学、电子工程学、系统工程学、工效学、行为心理学、经济学、统计学、声学、能源环境科学等学科紧密相关,其内容包含有自然科学和社会科学的成分,且仍在不断完善之中。由于其内涵颇丰,其发展历程上各国学者先后提出了一些不同的定义,目前尚无世界公认的统一

的定义。

1. 各国学者对交通工程学的不同定义

20 世纪 40 年代,美国交通工程师协会对交通工程学的定义为:交通工程学是研究道路规划、几何设计及交通管理,研究道路网、车站及与其相邻接的土地与交通工具的关系,以便使人和物的移动达到安全、有效和便利。

澳大利亚著名的交通工程学教授布伦敦给交通工程学下的定义为:交通工程学是关于交通和旅行的量测科学,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移动,把这些科学知识应用于交通系统的规划、设计和运营。

世界交通工程师协会会员指南提出的定义为:交通工程学是运输工程的一个分支。它涉及规划、几何设计、交通管理和道路网、终站毗连用地与其他运输方式的关系。

前苏联交通工程学专家将交通工程学定义为:交通工程学是研究交通过程的规律和交通对道路结构、人工构造物的影响的科学。

英国学者的定义为:道路工程中研究交通用途与控制、交通规划、线形设计的那一部分称为交通工程学。

日本渡边新三、佐佐木纲等学者认为交通工程学研究的是:结合客、货运输的安全、方便与经济,探讨公路、城市道路及其相连接的整体用地规划、几何线形设计和运营管理等问题。

由此可见,不同的学者对交通工程的定义是从不同的侧面给出的,如有的是从科学研究的内容考虑,有的是从科学研究的目的考虑,有的是从科学任务考虑,有的是从研究的对象考虑等。

2. 我国学者对交通工程学的定义

根据我国道路交通的实际和 20 世纪 70 年代以来我国学者对交通工程学理论的研究,我

国交通工程学者将交通工程学定义为:交通工程学是研究交通规律及其应用的一门技术科学。它的研究目的是探讨如何安全、迅速、舒适、经济地完成交通运输任务;它的研究内容主要是交通规划、交通设施、交通运营管理;它的探究对象是驾驶人、行人、车辆、道路和交通环境。

我国的《交通工程手册》给出的定义为:交通工程学是研究道路交通中,人、车、路、环境之间的关系,探讨道路交通的规律,建立交通规划、设计、控制和管理的理论方法,以及有关设施、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。

总结以上各种提法,可以将交通工程学的定义表述为:通过交通调查、规划、设计、运营、管理的相关理论和方法的研究,有关设施、装备的配置和相关法律、法规的制定,使得交通的发生、发展、分布、方式划分及运行与停驻的规律,更加符合人们安全、高效、快捷、舒适、方便、经济的要求,同时满足人、环境、能源的协调可持续发展的一门工程技术学科。

总之,交通工程学是以人(包括驾驶人和行人等)为主体、以交通流为中心、以道路为基础,将这三方面有关的内容统一在道路交通系统中进行研究,综合处理道路交通中人、车、路、环境、能源之间的关系的科学。它寻求的是道路通行能力最大、交通事故最少、能源损耗与公害程度最低、运输效率最高而费用最省的科学措施,从而达到安全、迅速、经济、舒适和构建可持续发展的交通体系的目的。

1.1.2 交通工程学研究的内容

交通工程学发展至今,其主要内容包括以下几个方面。

1. 交通特性

对某一地区的交通研究的出发点应该为掌握该地区的交通特性及其发展趋势。这部分内容包括以下几方面。

(1) 驾驶人的交通特性

驾驶人是道路、车辆的主要使用者。其行为特性从根本上影响着交通流的特性。在研究过程中,应当从交通心理生理学的角度来研究驾驶人的视觉特性、反应特性、酒精及开车打手机等对驾驶的危害性、驾驶人的驾驶适合性,以及驾驶人素养、注意力、智力、情绪、年龄、知识结构、疲劳程度等对行车的影响。

(2) 行人的交通特性

行人的交通特征表现在行人的速度、对个人空间的要求、步行时的注意力等方面。这些与行人的年龄、性别、出行目的、教养、心境、体质等因素相关,也与行人生活的区域、周围的环境、街景、交通状况等因素有关。

(3) 乘客的交通特性

人们的乘车过程本身意味着时间、体力、金钱的消耗。因此,乘客交通特性的共同要求是安全、迅速、舒适、灵活、方便。所以,在出行方式选择、线形设计、交通工具配备、交通设施布设等方面都应考虑到这些要求。如在大城市中,小汽车出行拥堵较严重,而乘坐公交舒适、便捷则可促使部分人放弃小汽车出行;乘客乘车时间过长,容易产生烦躁情绪;乘客有一定的心理空间要求等。

(4) 车辆的交通特性

车辆拥有量是一个城市或一个地区交通状况的基础数据。因此,要研究车辆历年的增长

率、按人口平均的车辆数、车辆的增长与道路发展的关系、车辆组成、车辆拥有量的预测及如何合理地控制车辆拥有量的盲目增加等。

车辆运行特性研究车辆的尺寸大小与质量、动力性能、制动性能、经济特性等。上述性能与交通效率有密切关系。

(5) 道路的交通特性

道路是交通的基础设施,道路必须符合其服务对象(如人、货、车)的交通特性。交通工程学要研究道路规划指标如何适应交通的发展;研究线形标准如何满足行车的要求;研究线形设计如何保证交通的安全;研究道路与环境如何协调。

(6) 交通流特性

交通流主要是用交通量、车速和车流密度三参数来表征的。进行交通设计和交通管理时,需要对交通流进行定量分析,赋予各参数具体数值作为设计管理依据。

2. 交通调查

交通调查是开展交通工程研究的基础工作。主要调查项目有:交通量、车速和车流密度调查,行程时间和延误调查,停车调查,公共交通客流调查,公路客、货流调查,道路通行能力调查,交通事故调查,交通环境调查,居民出行调查,出行意向调查,起讫点调查等。如何进行以上调查(包括调查时间、地点、方法),如何取样,如何进行数据整理与分析,都是交通工程学要研究的问题。

3. 交通流理论

交通流理论是研究各种不同密度的交通流特性与其表达参数之间的关系,寻求最适合交通状态的模型,推导表达公式,制定交通治理方案、增建交通设施、评定交通事故提供依据的方法。目前相对成熟的交通流理论研究方法包括概率论、流体力学理论、动力学理论、排队论等,同时随着智能交通的发展和大规模数据采集的可能,对交通流状态的研究更为深入。此外,近些年随着人们对人工智能方法认识的深入与应用,交通工程领域也进行了相关的研究,如使用神经网络算法对交通流状态进行模拟等。

4. 道路通行能力

道路通行能力方面的研究一直是交通工程学中比较重要的一部分,1992—1994年交通部公路科学研究所主持了“等级公路适应交通量和折算系数标准”的研究,提出了各级公路初期和远期所能适应的AADT(年平均日交通量)的建议值;“九五”期间,国家计划委员会将“公路通行能力研究”列为国家重点攻关课题,对高速公路、双车道公路和无信号交叉口通行能力进行了广泛系统的研究。在“十五”课题中,又对城市快速路通行能力进行了研究,可见,道路通行能力的研究将长久地持续下去。

5. 交通规划

随着社会的发展,交通规划已经成为与社会经济发展和生活水平密切相关的城市总体规划程序中的一个重要组成部分。它是根据城市性质、用地功能分区与布局、工作与居民地点的分布,研究规划年限(包括近期和远期)内的城市客运量与货运量,以及车辆出行的次数与流向的变化规律,计算交通出行在各用地分区之间如何分配;根据国民经济的发展

水平和城市规划用地布局,分析城市交通特点,研究和选择高效的交通方式;配合城市道路系统规划的初步方案,研究城市客运和货运的交通流量和流向分布图,从而为修正或规划道路系统提供依据。

6. 停车设施规划与设计

随着车辆的增加,一些大城市已经出现停车难的局面,停车成为城市交通的棘手问题,亟待解决。要研究车辆和出行的分布规律,研究如何选取停车场的位置,并规划停车场的合理规模。考虑如何合理布置停车场的车位,使停车场得到最大限度的利用;考虑如何制定与交通需求管理相适应的停车政策,才能以停车为手段促进人们出行行为的理性发展。在一些大城市,用地紧张,因此还必须考虑如何高效地利用有限的空间,比如研究空中、地下和水下的停车场,修建停车楼及地下、水下车库等。

7. 交通管理与控制

交通管理与控制是一个复杂的系统,包括的内容比较多,如交通管理的原则、措施、设施、法规等;又如根据交通条件和道路情况,如何进行交通组织优化,使交通流迅速通过,减少交通延误;再如根据车流特性,如何采取交通管理措施,保证交通安全等。利用交通信号进行控制是目前最常见的一种交通控制方式,它可以从时间上将不同流向的车流进行分离。如何高效地利用道路的时空资源,如信号配时优化、交通渠化、车道功能划分、绿波控制、面控制等都是交通管理研究的内容。此外,交通管理政策的制定随着交通基础设施的完善,其作用也日趋明显,我国如北京等大城市正在探求建立一套综合的交通政策管理体系来从宏观层面寻求解决交通问题的途径。

8. 交通安全

在全世界范围内,交通事故是一个严重的问题。据世界卫生组织统计,在一些工业发达国家中,全国的总死亡人数之中有4%死于车祸,而在15~24岁的男青年死亡人数中有50%死于道路交通事故。近些年,我国随着私家车的迅猛增长,交通事故也已成为社会性的大问题。因此,研究和掌握发生交通事故的规律,研究交通事故与人、车、路之间的相互关系及减少交通事故的措施,对保证交通安全极为重要。交通安全问题是世界各国普遍重视的一个问题。交通安全研究的是交通事故的定义、分类、表达方式、变化规律、影响因素、交通事故生成机理及安全保障措施等。

9. 道路交通环境的保护

交通对环境的不利影响主要包括生态环境影响、社会环境影响、大气环境影响及噪声影响等多个方面。自20世纪80年代以来,我国机动车保有量迅速增长,大量机动车污染物集中在城市排放,使一些大城市的空气质量恶化,超标范围逐年增大,超标频率逐年提高。

交通产生的振动、噪声和机动车排气对大气的污染,已构成社会公害,危及人身健康,影响工作效率。大气污染可使人患肺气肿、支气管炎、心脏病的几率大幅度增加等。因此要制定环境保护评价标准,研究噪声、废气排放和振动的防治措施,针对城市的规模提出相应的环境容量阈值。同时通过基础设施建设及相关政策法规优化交通出行结构,保证交通的可持续发展。

1.2 道路交通工程学的建立与发展

交通工程学自萌芽到发展成如今的一门独立、完整的学科约有 80 年的历史。

交通工程学创立的初期(20 世纪 30 年代),其主要工作是如何通过交通管理来减少交通堵塞和交通事故,采取诸如设立交通标志、安装手动信号、路面划线等措施。

20 世纪 40 年代,交通工程师们已经开始意识到,仅仅靠交通管理无法根治交通问题。不按交通需求的大小修建道路带有很大的盲目性。于是,交通工程的内容增加了交通调查与交通规划。在修路之前,首先进行交通调查,预测远景交通量。根据车流的流量、流向,对道路布局、线形几何设计提出要求,以适合车辆运行的需要。并且,考虑交通管理方案、配备必要的交通设施,还要综合考虑不同交通方式的特点,使道路交通与铁路、水运、航空、管道运输衔接。

20 世纪 50 年代以来,各工业发达国家汽车工业的发展和高速公路的兴起促使汽车拥有量迅速增加,形成了“汽车化”运输的新局面。因此,将道路通行能力问题、线形设计、立体交叉设计、停车场问题等列为交通工程学的研究课题。

从交通安全方面看,由于道路条件逐步改善,特别是高速公路的发展,要求车辆的驾驶行为与车辆的机械性能两者结合考虑。因此,20 世纪四五十年代的交通工程研究已经开始注意研究人、车、路之间的相互影响问题。

20 世纪 60 年代,由于“汽车化”的结果,促使汽车数量激增。美、英、德、法、日等国的汽车密度逐渐趋于饱和,交通拥挤、阻塞现象严重。为了疏导交通,减少事故,提高行车速度,提出了综合治理交通的设想。于是研究车流特性,倡导“交通渠化”,试用计算机控制交通。此外,设计道路不仅要注意线形标准,各元素之间保持协调,而且要考虑对所在地区的影响,如空气污染、噪声干扰、城市景观、环境协调等。至此,交通工程学发展为一门综合研究人、车、路与环境之间相互依存关系的综合性学科。

到了 20 世纪 70 年代,由于汽车化交通的发展,促使人类日常活动的范围、城市活动半径迅速扩大。大量人口聚集在城市,造成道路上交通密度过高、交通拥挤严重、通行效率大大降低。大量汽车排出的废气对空气严重污染,噪声、振动危及人们的健康。再加上 20 世纪 70 年代初的能源危机,迫使人们不得不从宏观上研究如何组织城市交通问题。这样,就开始重点研究并拟订合理的交通规划,减少不必要的客流,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。这一系列措施必将引起交通规划、交通方式、交通政策、交通组织管理等各方面的变革,推动交通工程学不断向前发展,使之成为研究人、车、路、环境与社会间动态的相互关系,以期使交通运输成为发挥最佳服务效能的系统科学。

20 世纪 80 年代至 90 年代初,交通工程学又有较大的发展,主要表现在:在人的交通特性方面,开展了对驾驶人和行人的心理、生理特性及生物节律的研究;道路通行能力的研究;汽车行驶性能(如制动、转弯、撞击等)及汽车碰撞时如何保证乘车人及驾驶人安全的研究;人一机系统的研究和应用范围进一步扩大。在公路几何设计方面,过去主要是以汽车运动力学平衡原则为线形设计基础,现在发展到要考虑驾驶人的驾驶生理和心理要求,线形组合要考虑对驾驶人的视觉诱导等方面的研究。在交通规划方面,研究经济发展、土地利用和交通需求之间的量化关系及交通对经济发展的影响,并体现在交通规划和道路网设计上。在交通控制方面,进

行了在主要干线和主要街道上设置自动控制系统的研究及反光标志、标线、可变标志的研究;在交通管理和政策方面,按照交通工程学原理制定交通法律、法规的研究;对车辆实行强制保险的研究;采用不同交通政策对人们出行的时间、地点、方式选择的影响。在设备与手段方面,交通控制与车辆检测、测试、调查分析方面的自动化程度大大提高。在公害防治和环境保护方面,进行了汽车交通噪声控制和限制、废气排放标准制定、采取措施等工作。

近几年来,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,或称“智能车路系统”(Intelligent Vehicle Highway System, IVHS)。日本和欧洲动手较早,从20世纪80年代后期即开始进行。美国起步较晚,在1991年美国“地面运输方式效率法案”通过后,才得到联邦政府的重视和支持。在该法案的第6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最迟到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(如美国、加拿大)、欧洲(有十多个国家参加)和日本三大研究集体,每个集体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,但概括起来不外以下几个方面: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)或自动高速公路系统;先进的驾驶人信息系统(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。

与此同时,由于近些年来人们对小汽车的依赖,使得能源问题日益突出,环境问题日益恶化,大城市无序扩张,土地资源遭到浪费。认识到这一点后,欧美等国开始切实着手进行绿色交通系统的构建。欧洲的认识比较早,其交通模式从20世纪70~80年代就不同于美国,对环境和可持续发展比较重视,所以,火车、地铁、有轨电车和各种公共交通方式比较发达,也一直鼓励自行车等绿色交通方式。

目前,世界交通工程领域大力研究的方向主要包括:研究智能运输系统(Intelligent Transport Systems, ITS)和研究构建基于可持续发展的一体化综合交通运输系统。

综上所述,当前交通工程学中研究的方向主要有以下两大方面。

① 共同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,还研究向立体空间发展的“新交通体系”。

总之,在交通工程学发展的过程中,其研究内容在不断地拓宽。随着计算机科学的普及,通信技术日新月异,以及系统科学、信息科学、控制论等现代科学的发展,交通工程学理论必将在不久的将来得到进一步丰富和发展。

1.3 我国道路交通工程现状与发展趋势

我国幅员辽阔,历史悠久,道路交通的发展也源远流长。在交通工程学作为一门学科传入

我国之前,我国交通行业的从业人员已经做了很多属于交通工程学范畴的工作,并且对交通工程学的发展起到促进作用。

20 世纪 70 年代后期,一些国外的专家来我国讲学,带来了国外的先进技术和设备。1979 年,有关高校开始建立交通工程专业,进行人才培养。1981 年,中国公路学会成立了交通工程学会,对我国交通工程学的发展,也起到了很大的促进作用。在短短的 20 多年中,我国各有关方面的专家,在交通工程的理论与实践方面取得了很大进展。

1.3.1 交通调查

1. 道路交通调查

20 世纪 70 年代中期,交通部公路科学研究所和公路规划设计院共同对国道进行了交通调查,研制了手控和自动控制的交通量调查仪。在此基础上,1979 年交通部以公路字(79)837 号文通知各省、自治区、直辖市交通厅(局),要求在全国范围内对国家干线公路(国道)进行技术调查。从此,各单位在国道上先后建立了近 2 万个间隙式交通调查点和约 300 个连续式交通调查站,对交通量、车速、交通组成进行观测,这是一项开创性的具有深远意义的交通工程实践工作。根据观测到的资料,掌握了该时期国道交通情况和交通变化规律,并整理出所在地区的交通量换算系数,积累了我国公路交通发展的第一手资料。

为掌握城市道路上交通量的变化规律,北京、哈尔滨、福州等城市在街道也设立了交通量观测站,收集了一大批数据。目前,随着电子、通信技术的发展,北京、上海、广州、天津等城市还利用视频、微波、线圈、激光等检测器观测交通信息,通过交通监测系统进行实时的交通调查。

与此同时,我国引进国外一些调查数据处理的软件,如美国的 AUTOSCOPE,其可以通过对交通视频录像进行处理,来统计车速、车流量等多种参数。

2. 居民出行调查

为掌握城市客流交通的特性及其在时间、空间上的分布规律,应进行居民出行调查,询问被调查人因工作、学习、购物、文化娱乐、社交等产生交通的情况。根据调查得到的资料和规律,制定交通政策,指导城市交通规划和建设,这样才可能使交通措施有的放矢。

建设部城市规划设计院与天津市合作,率先于 1981 年 7 月对天津市区 6 个行政区、156 km² 的 302.7 万居民进行了出行调查。将调查范围按交通情况划分成 87 个交通小区,按调查范围居民户数(73.3 万户)的 3% 抽样,共抽出调查户数 23663 户,抽出调查人数 76268 人。经过调查,得出了天津市居民出行特征的主要参数和出行起讫分布规律。如天津市居民平均出行次数 2.44 人次/人·日,自行车、公共交通、步行及其他(包括地铁、出租汽车、单位客车、轮渡等)4 种交通方式所占的比例分别为 44.54%、10.33%、42.62% 及 2.51%。

1986 年 6 月,北京市对东城、西城、崇文、宣武、朝阳、海淀、丰台、石景山等 8 区和原大兴、昌平、通县的部分乡镇进行了居民出行调查。调查区总人口数 582 万,抽样 5%,共调查 7.5 万户,26 万人。分析得到以下基本数据:全市居民日出行总量为 1123.3 万人次;居民出行方式中,步行占 13.8%,自行车占 54%,公交车占 24.33%,其他占 7.97%。

此后,北京于 2000 年前后又举行了一次北京市城市交通综合调查。此次调查于 1999 年