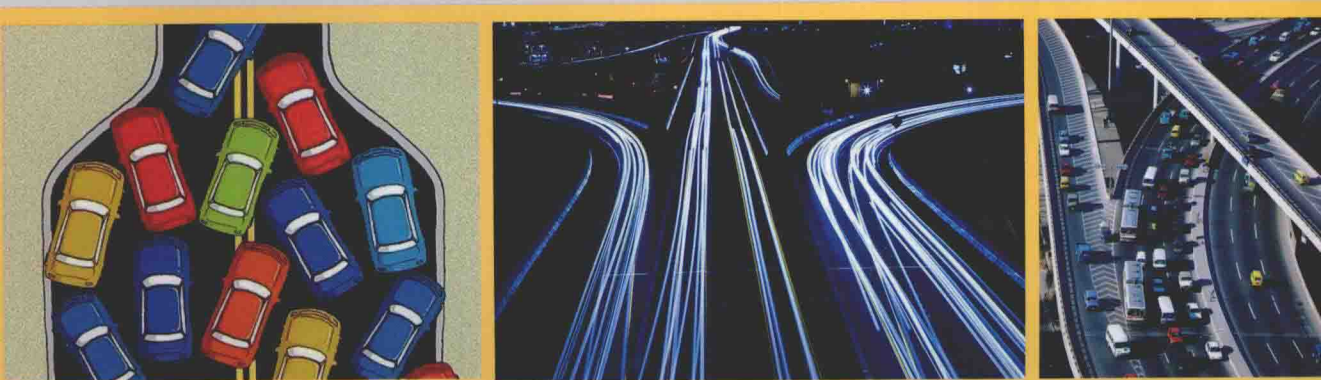




交通版高等学校交通工程专业规划教材

JIAOTONGBANGAODENGXUEXIAOJIAOTONGGONGCHENGZHUANYEGUIHUAJIAOCAI

JIAOTONGLIU LILUN



交 通 流 理 论

张生瑞 主编

邵春福 周 伟 主审



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

 交通版高等学校交通工程专业规划教材

JIAOTONGLIU LILUN

交通流理论

张生瑞 主编

邵春福 周 伟 主审



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

内 容 提 要

本书共分为12章,第1章介绍交通流理论发展简史和研究内容;第2章介绍交通流调查;第3章介绍交通量特性;第4章介绍行车速度特性;第5章介绍车流密集度特性;第6章介绍交通流模型;第7章介绍交通参与者的交通特性;第8章介绍跟车理论;第9章介绍排队论及应用;第10章介绍连续流模型;第11章介绍宏观交通流模型;第12章介绍交叉口理论。

本书可供高等院校交通工程类、交通运输类等专业的本科生、研究生使用,也可供交通系统学者、研究人员和相关专业的从业者等参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通流理论 / 张生瑞主编. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015.7
交通版高等学校交通工程专业规划教材
ISBN 978-7-114-11953-8

I. ①交… II. ①张… III. ①交通流 - 高等学校 - 教材 IV. ①U491.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 003584 号

交通版高等学校交通工程专业规划教材

书 名: 交通流理论

著 作 者: 张生瑞

责任编辑: 富砚博

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.ccpress.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: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 13.5

字 数: 315 千

版 次: 2015 年 7 月 第 1 版

印 次: 2015 年 7 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11953-8

印 数: 0001 - 3000 册

定 价: 35.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

交通版高等学校交通工程专业规划教材

编审委员会

主任委员：徐建闽(华南理工大学)

副主任委员：马健霄(南京林业大学)

王明生(石家庄铁道大学)

吴 芳(兰州交通大学)

张卫华(合肥工业大学)

陈 峻(东南大学)

委 员：王卫杰(南京工业大学)

王建军(长安大学)

龙科军(长沙理工大学)

朱成明(河南理工大学)

刘廷新(山东交通学院)

杜胜品(武汉科技大学)

李淑庆(重庆交通大学)

郑长江(河海大学)

胡启洲(南京理工大学)

常玉林(江苏大学)

蒋阳升(西南交通大学)

蒋惠园(武汉理工大学)

韩宝睿(南京林业大学)

靳 露(山东科技大学)

秘 书 长：张征宇(人民交通出版社股份有限公司)

(按姓氏笔画排序)



JIAOTONGLIU LILUN

前言

交通流理论是运用数学、物理学和力学的原理描述交通流特性的一门边缘学科,是研究交通流随时间和空间变化规律的模型和方法体系,其目的是为了阐述交通现象形成的机理,更好地解析交通现象本质,使道路发挥最大功效。多年来,交通流理论广泛应用于交通运输工程的众多研究领域,如交通规划、交通控制、道路与交通工程设施设计等方面。交通流理论是这些理论的基础。随着交通运输行业的迅猛发展和智能交通系统(ITS)的研究、开发和应用,交通流理论的研究内容逐步深化,研究范围不断扩充,理论体系日益完善,新技术、新方法不断涌现,其理论支持的作用愈加明显。

交通流理论的进一步发展和应用,对本书的编写提出了新的要求,也提供了宝贵的素材和资料。在本书编写过程中,认真吸收了原有教材的成功经验,以交通流经典理论为依据,并融入了最近几十年来发展过程中所出现的新的理论成果。本书根据课程教学大纲的要求,并结合编者多年的教学工作实践,同时兼顾本科生教学的特点,力求内容通俗易懂、全面系统并设置了较多的例题和习题。其目的在于使学生系统、全面地掌握交通流的基本知识、理论、概念和方法,为深入学习、研究交通流以及从事交通方面实际工作奠定基础。

本书将交通流理论的研究内容分为12章,其中,第1章介绍交通流理论发展简史和研究内容;第2章介绍交通流调查;第3章介绍交通量特性;第4章介绍行车速度特性;第5章介绍车流密集度特性;第6章介绍交通流模型;第7章介绍交通参与者的交通特性;第8章介绍跟车理论;第9章介绍排队论及应用;第10章介绍连续流模型;第11章介绍宏观交通流模型;第12章介绍交叉口理论。

本书以交通工程和交通运输专业的本科生、研究生为主要读者对象,同时我们也真诚地希望,本书对交通系统学者、研究人员和相关专业的从业者等有一定帮助。

本书由长安大学张生瑞教授担任主编,李耘、吴江玲、张先贞、陈柯、孟家琪、朱震军、李成利等人在资料收集与整理、数据处理和绘图等方面做了大量工作,喻静、冯媛媛、杨令、程益丹、赵丹、刘劲宏、茹滢博、潘应久在资料修改、图文校对等方面做了大量工作,在此一并表示感谢。全书由北京交通大学邵春福教授、长安大学周伟教授主审。

本书参阅了大量的文献资料,未能与原著者一一取得联系,借此向他们表示衷心感谢!引用及理解不当之处,敬请谅解。

限于作者的学识和水平,书中错误或不当之处在所难免,恳请读者和专家批评指正。

编者

2015年6月于长安大学



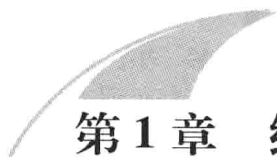
第1章 绪论	1
1.1 交通流理论发展简史	1
1.2 交通流理论研究内容	3
1.3 本课程性质与要求	4
思考题	6
第2章 交通流调查	7
2.1 概述	7
2.2 交通量调查	7
2.2.1 调查目的	8
2.2.2 交通量调查的准备工作	8
2.2.3 交通调查实施	8
2.3 车速调查	13
2.3.1 车速调查的目的	13
2.3.2 车速调查方法	14
2.4 交通密度调查	19
2.4.1 交通密度调查的目的	19
2.4.2 交通密度调查的方法	19
2.5 调查地点对数据性质的影响	20
思考题	22
第3章 交通量特性	23
3.1 概述	23
3.2 交通量基本概念	23
3.3 交通量时空统计特性	24
3.3.1 交通量的时间统计特性	24
3.3.2 交通量的空间统计特性	27
3.4 交通量的方式分布	28
3.5 交通量的统计分布	29
3.5.1 离散型分布	29

3.5.2 连续型分布	35
思考题	38
第4章 行车速度特性	40
4.1 概述	40
4.2 地点车速	40
4.3 平均车速	41
4.3.1 平均车速	41
4.3.2 平均车速的变化特性	44
4.4 时间平均车速与空间平均车速	45
4.5 行车速度的统计分布特性	45
4.6 影响车速变化的因素	46
思考题	48
第5章 车流密集度特性	49
5.1 概述	49
5.2 车头间距与车头时距	49
5.2.1 车头间距	49
5.2.2 车头时距	51
5.2.3 车头间距与车头时距的关系	51
5.3 密度和占有率	52
5.3.1 密度	52
5.3.2 占有率	53
5.4 密度应用	55
5.4.1 道路服务水平	55
5.4.2 密度等值线图	55
5.4.3 交通需求估计	56
5.4.4 交通密集程度	56
思考题	57
第6章 交通流模型	58
6.1 交通流基本模型	58
6.2 速度—密度模型	59
6.2.1 格林希尔兹(Greenshields)线性模型	59
6.2.2 格林伯(Greenberg)模型	60
6.2.3 安德伍德(Underwood)模型	60
6.2.4 伊迪(Edie)模型(组合模型)	61
6.3 流量—密度模型	61
6.3.1 抛物线形的流量—密度模型	62
6.3.2 对数模型	63
6.3.3 不连续曲线模型	65

6.3.4 流量—占有率曲线	65
6.4 速度—流量模型	66
6.4.1 格林希尔兹抛物线模型	66
6.4.2 其他模型及曲线	67
6.5 三维模型	68
思考题	69
第7章 交通参与者交通特性	71
7.1 驾驶人交通特性	71
7.1.1 驾驶人的基本特性	71
7.1.2 驾驶行为	75
7.2 非机动车交通特性	85
7.2.1 自行车的基本特性	85
7.2.2 自行车流的基本特性	87
7.3 行人特性	88
7.3.1 行人交通流特性	88
7.3.2 行人交通行为分类及影响因素	94
思考题	95
第8章 跟车理论	96
8.1 概述	96
8.2 车辆跟车行驶特性	96
8.3 线性跟驰模型	97
8.3.1 线性跟驰模型的建立	97
8.3.2 实例分析	99
8.4 线性模型的稳定性	101
8.4.1 局部稳定性	102
8.4.2 渐进稳定性	102
8.4.3 次最近车辆的影响	103
8.4.4 扰动的传播	103
8.5 跟车模型的一般形式	104
思考题	105
第9章 排队论及应用	106
9.1 概述	106
9.2 排队论的基本概念	106
9.2.1 “排队”与“排队系统”	106
9.2.2 排队系统的组成部分	107
9.2.3 排队系统的主要数量指标	107
9.3 排队过程分析	108
9.3.1 $M/M/1$ 系统	108

9.3.2	$M/M/N$ 系统	112
9.3.3	一般服务时间的 $M/G/1$ 排队模型	114
9.4	道路的排队模型	115
9.4.1	瓶颈处的排队特性	116
9.4.2	在道路上的延滞	117
	思考题	119
第 10 章	连续流模型	121
10.1	概述	121
10.2	车流连续性方程	122
10.2.1	方程的建立	122
10.2.2	方程的求解	122
10.3	交通波动理论及应用	125
10.3.1	交通波的建立	125
10.3.2	交通波模型的意义	126
10.3.3	停车波和起动波	127
10.3.4	交通波的计算解法及结果	129
10.3.5	交通波的应用	132
	思考题	137
第 11 章	宏观交通流模型	139
11.1	出行时间模型	139
11.1.1	以 CBD 为中心的交通特性	139
11.1.2	距离 CBD 的平均速度	140
11.2	一般网络模型	142
11.2.1	网络通行能力	142
11.2.2	速度和流量的关系	143
11.2.3	结合路网参数的一般路网模型	146
11.3	二流理论	147
11.3.1	二流模型参数 T_m 和 n	150
11.3.2	二流模型参数:驾驶人行为的影响	150
11.3.3	二流模型参数:路网形态的影响	151
11.3.4	二流模型参数:通过计算机模拟标定	152
11.3.5	二流模型参数:路网特征的影响	152
11.4	二流模型和网络交通流模型	153
11.4.1	模型体系 1	153
11.4.2	模型体系 2	155
11.4.3	模型体系 3	156
11.5	基于二流理论的道路网络宏观交通特性评价模型	157
11.5.1	评价模型的建立	157

11.5.2 城市道路网络宏观交通特性评价模型应用实例	159
思考题	159
第 12 章 交叉口理论	162
12.1 概述	162
12.2 可插车间隙理论	162
12.2.1 可利用间隙与跟随时间	162
12.2.2 临界间隙参数的估计	163
12.2.3 间隙大小的分布	164
12.3 二路停车控制的交叉口	165
12.3.1 两股车流间的相互作用	165
12.3.2 优先道路上两股或多股车流的相互作用	167
12.4 信号交叉口	169
12.4.1 信号交叉口车流的运动特性	169
12.4.2 通行能力与饱和度	171
12.4.3 车辆在交叉口的受阻滞过程	173
12.4.4 信号交叉口的服务水平	175
12.4.5 信号交叉口的运行分析	175
附录	186
参考文献	201



第1章 绪 论

交通流理论是交通工程学的基础理论,是运用数学、物理学和力学的原理描述交通流特性的一门边缘学科。它是研究在一定环境下交通流随时间和空间变化规律的模型和方法体系,以分析的方法阐述交通现象及其机理,其目的是在交通规划、设计和管理中达到协调和提高各种交通设施的使用效果。交通流理论的应用能更好地解析交通现象本质,使道路发挥最大功效。作为交通工程学的基础理论,多年来,交通流理论已被广泛应用于交通运输工程的许多研究领域,如交通规划、交通控制、道路与交通工程设施设计等方面。近年来,随着交通运输行业的迅猛发展和智能交通系统(ITS)的研究、开发和应用,交通流理论的研究内容逐步深化,研究范围不断扩充,理论体系日益完善,新技术、新方法不断涌现,其理论支持的作用愈加明显。交通运输系统是一个复杂的大系统,随着经济发展及城市之间社会交往与经济贸易日渐频繁,交通拥堵已成为困扰大中城市发展的普遍问题,因此亟待发展有效的交通流理论来指导这一问题的解决。

● 1.1 交通流理论发展简史

交通流理论的定义常被表述为“运用物理学与数学的定律来描述交通特性”。当前,还没有形成如定义所指出的统一的交通流理论。更确切地说,对于交通流理论只有几种假定的探讨,用来描述各种交通流现象。希望随着人们对交通流理论认识的增长,使其逐渐发展成为一个统一的理论体系。

随着概率论以及有关交通流量和车速的第一批模型的应用,交通流理论在20世纪30年代开始发展起来。40年代期间,由于第二次世界大战的影响,有关交通流理论的研究不多。50年代早期,交通流理论方面的研究,主要集中在车辆跟驰模型、交通波理论(流体动力学模拟)和车辆排队理论等方面。当时的研究人员来自各种学科,包括理论物理学、应用数学、管理学、心理学、经济学,以及工程学。尽管许多研究人员都是来自大学的工作人员,但也有部分研究人员来自各种研究单位以及各级管理部门。

从20世纪30年代开始,交通流理论经历了自由流、非自由流两个研究阶段:

(1)30~40年代主要为自由流理论研究阶段,即研究交通密度低、各车之间的车头间距较大、车辆处于自由行驶状态下的交通流特征,这一阶段多采用概率论和数理统计的方法进行研究。1933年,金蔡(Kinzer)首次论述了将泊松分布应用于交通的可能性;随后,在1936

年,亚当斯(Adams W. F.)发表了数值例解,表明交通流理论研究的起步。

(2)从50年代起,由于交通流中各种车辆的独立性越来越弱,交通流研究进入了非自由流理论研究阶段,即主要研究对象转变为密度较高、各车间距很小、车辆行驶受头车影响和限制的非自由交通流。1950年年初,莱特希尔(Lighthill)和惠特汉(Whitham)论述了车流与密度的关系;这两位学者于1955年提出了流体动力学模拟理论;1950年,赫尔曼(Herman)运用动力学方法,并用数学模式加以表达提出了跟车理论;1953年,派普斯(Pipes)发表了有关交通动力学的研究论文。1959年12月,在美国底特律(Detroit)举行的首届国际交通流理论学术讨论会,成为较系统的现代交通流理论诞生的重要标志。1960年,在通用汽车公司的支持下,罗瑟瑞(Rothory)和他的同事一起进行了车流理论的扩展研究,这些研究标志着近代交通流理论研究的真正开始。这一时期的主要理论成果有车辆跟驰理论、流体动力学模拟理论、车辆排队理论。1964年,美国公路研究委员会(Highway Research Board,简称HRB,后改名为TRB)组织编写了第一版的《交通流理论》(Gerlough, D L and D G. Capelle. An Introduction to Traffic Flow Theory. HRB. Special Report 79, 1964),对交通流理论作了初步介绍和理论总结。20世纪70年代,上述理论得到了进一步发展和完善,1975年,美国运输研究委员会(Transportation Research Board)组织编写了第二版《交通流理论》(Gerlough, D L and M. J Huber. Traffic Flow Theory—A Monograph. TRB. Special Report 165, 1975),系统总结了全世界各国学者的优秀研究成果,初步建立了交通流理论体系。1996年,美国联邦公路署(Federal Highway Administration,简称FHWA)组织编写了第三版《交通流理论》(Gartner, N., Carroll J Messer, and Ajay K Rathi. Monograph on Traffic Flow Theory. FHWA, 1996),对第二版进行了理论体系的完善,纳入了最新研究成果,该书成为交通流理论的范本和最新发展的代表。

新思想、新观点、新技术和新方法的不断涌现,使交通流理论的发展充满了生机,随着模型和方法日臻完善,模型的适用范围越来越宽,如信号交叉口的延误模型已从原来只适用于稳态流扩展到过饱和流。理论体系逐步形成,比较有代表性的有将交通流看成不可压缩流体的佩恩(Payne)模型(1971)、Papageorgiou模型(1990)、“与流体动力学相一致”的Carlos. F. Daganzo的元胞传输模型(Cell Transmission Model, 1994)。从20世纪90年代开始,计算机技术的迅速发展为大规模计算机模拟奠定了发展的基础,交通流元胞自动机(Cellular Automata,简称CA)模型可通过简单的微观局部规则揭示自然发生的宏观行为,并且特别适合大规模计算,因此备受世人瞩目,发展最快。此后在理论上,玻里斯·柯纳(B. S. Kerner)于1996~2002年间,又提出了三相交通流理论,它着重研究如何解释高速公路上交通拥堵转移的物理原理以及拥堵交通流的性质,不同于经典的基于基本图的交通流理论将交通流划分为自由流和拥堵流两相的做法,柯纳将拥堵流进一步划分为同步流和宽运动堵塞两相,从而得到自由流(Free flow, F)、同步流(Synchronized flow, S)、宽运动堵塞(Wide moving jam, J)三相。本次出版的《交通流理论》中新增的宏观交通流模型以及计划纳入的交通分配模型内容,预示着交通流理论将向宏观理论方向发展。

交通流理论,已经成为各种交通运输应用的理论支撑,广泛应用于交通运输系统的规划、设计和管理领域。当然,由于交通流现象的复杂性,交通流理论体系还不成熟,还有很多问题需要深入研究。例如,Daganzo(1999)提出的交通流研究中的两大课题,即瓶颈问题和

排队问题,至今还没有得到圆满解决。

1.2 交通流理论研究内容

目前,对交通流理论的定义不尽相同,但归纳各种定义的主要思想,可以给交通流理论这样一个定义:交通流理论是研究在一定环境下交通流随时间和空间变化规律的模型和方法体系。

根据上述定义可以看出,交通流理论涉及的范围非常广泛,其研究内容很难一言以蔽之。参考各种文献资料后,本书将交通流理论的研究内容分为以下 11 部分:

1) 交通流调查

本部分主要介绍交通流所包含的三个参数(速度、密度、流量),同时对交通流参数的调查方法和特点进行介绍,通过实际的调查过程可以使读者对这几个参数及其应用有一个宏观的认识。

2) 交通量特性

在上一部分的基础之上,这部分主要对交通量的具体内容作进一步的介绍,并阐述交通量的时空统计特性、方式分布(即交通量的方式变化,说明各种交通方式的分担率、对标准车型的换算系数等)以及交通量的统计分布特性。本部分重点说明交通量的时间和空间统计特性,并且介绍概率统计分布在离散型和连续型交通流中的应用。

3) 行车速度特性

行车速度的定义有宏观与微观之分,宏观车速是指在一定的空间或时间范围内车速的总体分布情况(平均车速);微观车速是指某个特定车辆或某个特定地点的车速(地点车速)。对于行车速度,同样具有统计分布的性质和变化特征。此外,根据 Wardrop 的理论,可以从更深层理解的角度对速度进行再认识。

4) 车流密度特性

密集度可以从宏观和微观两个方面描述。宏观上包括密度和占有率。密度指单位道路长度内车辆的多少;占有率是指道路上某点或短路段被车辆占用的时间百分比;微观上密集度称为车头间距,车头间距大小关系到道路交通安全、通行能力以及服务水平。本书通过一系列的公式推导和列举示例,对这些内容作详细的说明。

5) 交通流模型

交通流模型是描述连续流状态下交通流宏观变量(即交通量、平均车速和密集度)之间关系的数学模型,这部分主要根据数学推导和一些实践经验建立速度—密集度模型、流量—密集度模型、速度—流量模型等。交通流模型能实现交通流变量之间的转换,即能实现控制变量与交通性能指标之间的转换,从而在交通管理中可用于控制某个变量以使交通性能达到最优的目的。

6) 交通参与者交通特性

交通参与者的交通特性分析,主要侧重于驾驶人、非机动车和行人的交通特性分析。驾驶人交通特性,主要是指驾驶人对交通流的影响,包括人一车一路系统中驾驶人的驾驶任务,驾驶人的离散交通特性及根据闭环控制原理,研究驾驶传递函数及其应用,驾驶人交通

特性在交通流中的应用;自行车及自行车流的基本特性;行人交通流特性分析,行人交通行为分类及影响因素分析。

7) 跟车理论

交通车辆跟驰理论(跟车理论)是运用动力学方法,将交通流处理为由分散的粒子组成,从微观角度探究在无法超车的单一车道上车辆列队行驶时,后车跟随前车的行驶状态,并用数学模式表达进而加以分析阐明的一种理论。本部分主要研究车辆的跟驰行为、跟驰模型及其一般形式。车辆跟驰现象,即单车道中一辆车紧跟另一辆车行驶的现象,对车辆跟驰现象的研究有助于理解交通流的特性。

8) 排队理论及应用

排队论也称随机服务系统,是研究“服务系统”因“需求”拥挤而产生等待行列,即排队现象,以及合理协调“需求”与“服务”关系的一种数学理论,亦称为“随机服务系统理论”。它将交叉口看成一个服务台,将车流看成是受服务的对象,车辆服从《先到先服务》的原则。本部分研究排队理论的基本理论、排队过程以及排队模型。

9) 连续流模型

本部分利用流体力学理论,研究交通流三个参数之间的定量关系,并根据流量守恒原理研究交通波理论,对简单连续流的交通波模型进行研究,并对其进行解析求解和数值求解,总结得出简单连续流理论的本质。

10) 宏观交通流模型

评价城市中由单项设施相互联系形成的交通网络时,会遇到一些难题,这时需要从城市交通网络整体出发,从城市总体规划、城市交通综合发展战略规划的角度,来分析评价交通网络的总体建设水平、交通网络布局质量、交通网络总体容量等,即需要一种基于网络的评价理论和方法。本部分从宏观角度介绍一些流量、速度和密度的量测和推算方法,提供一些网络交通效果评价的基本理论和基本方法。

11) 交叉口理论

城市道路交叉口根据有无信号灯控制,可以分为有信号交叉口和无信号交叉口。无信号交叉口是最基础,最普遍的交叉口类型,它在整个网络交通控制中起着举足轻重的作用,如果运行不良则会影响整个信号网络或者智能运输系统的运行。基于无信号交叉口理论,信号交叉口一系列的理论研究得以发展,其主要研究内容是信号交叉口的通行能力以及车辆在交叉口过程中的受阻滞、延误运行状况,交叉口的服务水平、运行分析等。

● 1.3 本课程性质与要求

作为交通运输各应用领域的理论基础内容,交通流理论是运用物理学和数学的方法来描述交通特性的一门边缘科学,它主要研究在一定环境下交通流随时间和空间变化规律的模型和方法体系,并通过使用分析的方法去描述交通现象及运行机理,使人们可以更好地理解交通现象及其本质,从而使城市道路和公路的规划设计和运营管理发挥出最大的功效。

在交通流理论体系的形成过程当中,不同时期其研究内容和体系框架不同。美国 TRB 出版的第一版《交通流理论》是由选自交通科学(Traffic Science)的文章组成的,包括流体力

学方法和运动波理论、跟车和加速度干扰、排队论方法、交通流模拟、实验和应用五个部分。之后,第二版《交通流理论》的研究内容包括交通量与速度及密集度调查、交通流特性的统计分布、交通流模型、驾驶人信息处理特性、跟车理论和加速度干扰、交通流动力学和运动学模型、排队论模型、交通流模拟等,是按照各理论流派的分类编排的。第三版《交通流理论》的内容分为九部分,分别是交通流特性(Traffic stream characteristics)、人的因素(Human factors)、跟车模型(Car following models)、连续流模型(Continuum flow models)、宏观交通流模型(Macroscopic flow models)、交通影响模型(Traffic impact models)、无信号交叉口理论(Unsignalized intersection theory)、信号交叉口的交通流(Traffic flow at signalized intersections)、交通模拟(Traffic simulation)。书中内容主要是根据交通流状态(如连续流、间断流)的分类编排的。从这三个版本的交通流理论权威著作中不难看出,交通流理论的研究内容正在不断丰富,理论体系框架正在逐步形成;书中不仅仅只满足于对各种学术流派的介绍,而是向着理论体系的完整性和对应用的支撑方向发展。

最近几年,交通流的研究工作主要是在宏观和微观结合的基础上,建立起实用型交通流模型,并进行大力推广应用。从德国学者提出的模型及研究思想可以得到很大的启发,交通流模型的研究必须先建立完善的微观交通流模型,然后再过渡到宏观交通流模型,这样的模型才能更具有生命力。优秀的交通流模型,应该只包含几个有直观意义的变量和参数,而且它们是容易测量的,相应的量值也是现实的。此外,若模型只能有选择地再现一部分交通现象,是难以令人满意的。相反,一个好的交通流模型应该能至少定性地再现交通流的所有已知特征,包括堵塞的局部形式和延伸形式、迟滞效应、各种自组织参数,如堵塞区的流出量等。同时,一个好的模型还应在理论上做到前后一致,且能做出新的预测,此外,模型必须能够进行快速的数值模拟。简单而言,优秀的交通流模型必须有鲁棒性、现实性、一致性和简单性。

当前,统计物理、非线性科学以及计算机科学的发展,为交通流这一复杂系统的研究打开了新的思路,美国、英国、德国等发达国家已经将新的交通流理论运用在智能交通运输系统中,相关的交通流理论研究随之深入展开。与国外发达国家相比,我国在交通流研究方面的投入较少,许多城市使用的交通信号控制系统基本上是“舶来品”,由于交通环境、交通组成、道路设施等情况不同,这些软件的应用效果较差。我国城市交通流低速混合的现状不可能迅速改变,行人、非机动车和机动车的混合所造成的复杂性,远比国外交通情况复杂得多。建立符合我国国情的交通流理论模型,开发应用软件,用于指导工程实践,是摆在我们面前迫切需要解决的问题。

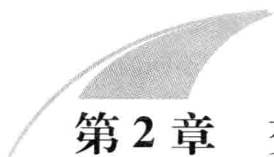
我国现代交通流研究起步较晚,但到目前已开始集结起一支很有活力的队伍。20世纪90年代以来,部分力学界、物理学界学者投入到交通流的理论研究,他们在元胞自动机模型、流体力学模型和跟驰模型的研究中取得了一些好的成果,并在国际上产生了一定的影响。近年来,国家自然科学基金委员会支持了一批交通流基础研究项目,越来越多的人开始关注并投入相关的研究。

随着经济的发展,我国对于交通流的研究不断加深。深入探讨我国城市交通流动力学特性,建立相适应的科学的新型的交通流理论,对于指导我国城市交通规划、交通管理和解决交通拥堵等诸多问题至关重要。因此,研究交通流理论,建立符合客观实际的交通流模

型,不仅具有深远的科学意义,而且具有重要的工程应用价值。

思考题

1. 根据交通流理论发展简史,不同历史阶段的交通流理论分别对交通起到了什么作用?
2. 交通流理论主要研究哪些内容?与交通工程学其他分支的研究内容相比较,你有什么样的看法?
3. 交通流理论研究内容的性质和特点是什么?你是怎样认识的,有什么建议?
4. 交通流理论的发展是怎样的?请简述之。
5. 根据你的理解,交通流的研究对于解决我国当前各种交通问题有什么作用?



第2章 交通流调查

● 2.1 概述

为了在道路系统的选定点或选定路段收集有关车辆(或行人)运行情况的数据而进行的调查分析工作称为交通调查。交通调查的内容主要是交通流现象的各种参数,在调查过程中,首先要根据要求,确定所需调查的交通流各参数(如交通量、车速、密度等)的单位及精度,然后制订具体的调查方案。

交通调查是交通工程学科中的一个重要组成部分,交通工程学的发展在一定程度上依靠交通调查工作的开展和数据资料的积累与利用。交通调查是一项平凡的、工作量大而又非常重要的基础工作。为了发展我国的道路交通事业,必须充分发挥交通工程学的作用,积极开展系统的、有计划的交通调查工作。

交通流方面的调查方法,多年来发生了很大改变,特别是在高速公路迅速发展的最近几十年里,更为显著。事实上,调查方法仍在不断地变化。交通调查的对象,主要是交通流现象。而与交通流有关的诸如国民经济发展状况,经济结构,各种交通运输状况,城乡规划,道路等交通设施,交通环境,汽车的行驶特性,地形、气候、气象及其他安全设施和措施等,几乎每一项都可以作为专门的调查对象。本章将讨论交通流各参数(交通量、车速、密度)的调查目的、方法以及调查地点和位置对数据性质的影响。

● 2.2 交通量调查

交通量是描述交通流特性的最重要的参数之一。由于交通量很重要,而且调查方法又比较简单,因此交通量及其调查就成为交通流理论研究中的重要内容,并且越来越受到人们的重视。近二三十年来,我国首先在全国公路国道网上进行了以交通量连续式观测为主的调查,取得了较系统、全面的宝贵资料。同时,在大、中城市也对城市道路网进行了广泛的交通量调查。通过对调查资料的整理分析,我们已初步掌握了交通量的空间分布特性和时间分布特性、交通量的各种变化规律和影响因素,为道路网规划、道路设计和建设、交通管理和控制、工程的经济分析和效果对比、交通安全和道路环境等各个方面提供了可靠的依据。