

高等学校交通规划与设计系列教材

交通流理论与方法

张生瑞○主编 邵春福 周伟○主审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校交通规划与设计系列教材

交通流理论与方法

主编 张生瑞

主审 邵春福 周 伟

中 国 铁 道 出 版 社

2010年·北 京

图书在版编目(CIP)数据

交通流理论与方法/张生瑞主编. —北京:中国铁道出版社, 2010. 9

(高等学校交通规划与设计系列教材)

ISBN 978-7-113-11598-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 117209 号

书 名: 高等学校交通规划与设计系列教材
交通流理论与方法
作 者: 张生瑞

策划编辑: 殷小燕 电话: 51873147
责任编辑: 殷小燕
封面设计: 陈东山
责任校对: 张玉华
责任印制: 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 三河市华丰印刷厂

版 次: 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 26 字数: 486 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-11598-2

定 价: 38.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

电 话: 市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)63549504 路电(021)73187

序

随着我国经济社会的持续、快速发展,交通基础设施不断改善,交通运输在国民经济和社会发展中的作用也越来越明显地得到体现和发挥,而交通运输所引发的一系列社会问题也逐渐引起人们的重视。交通安全、交通拥挤以及交通污染是当今交通领域的三大主要问题,而这些问题在城市交通中体现更加明显,严重地制约了城市的发展,解决城市交通问题刻不容缓。

在回顾和总结这些问题的同时,人们逐渐认识到,解决城市交通问题仅仅通过某些局部数据进行交通分析和道路规划是远远不够的,必须进行全面的交通规划。因此城市交通规划被提升到相当重要的地位,同时被给予了充分的重视和关注。从国内外的经验来看,无不从交通规划入手,来解决城市运输领域存在的许多难以从局部着手所能解决的问题。因此,系统地研究城市交通规划的原理、理论和方法是非常必要的。

城市交通规划的核心理论形成于20世纪50年代,我国交通规划的理论 and 实践始于20世纪70年代末期。近30年来,在众多专家学者的共同努力下,交通规划领域的科研和实践从无到有,逐渐发展起来,获得了长足的进步,积累了较为丰富的理论成果和实践经验,逐步形成具有中国特色的交通规划理论和体系。

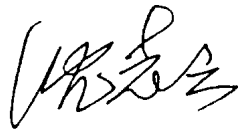
城市交通系统是一个相当复杂的系统,涉及面广,解决城市交通问题必须采取综合对策。总体上看,应根据问题的范围和目的,从如下三个层次上,采取系统的措施。其一是从城市规划、土地利用的角度,避免城市人口,城市功能过度集中,造成交通总需求超过城市的交通容量极限,避免城市商务区等局部土地开发强度过大而使城市交通问题无法解决,要与社会经济发展规划相适应,通过对人、车、路、环境等诸多方面进行综合考虑,支撑和促进工业、商业、居住、文化设施以及人口分布的合理布局;其二是从交通结构角度,协调各种运输方式之间的关系,明确各种运输方式的任务和要求,使各种运输方式之间密切配合,相互补充,并采取各种有效措施优先发展公共交通,形成以公共交通为骨干的综合交通系统,合理利用城市有限的土地资源和交通设施;其三是通过提高路网容量,采取城市交通的科学化、现代化管理等措施,使城市道路交通网络构成更加合理,形成更加安全、畅通的交通运输网络,以最短的距离,最少的时间和费用,在完成预定运输任务的同时获得最优的交通运输效果,从而使现有交通基础设施发挥最大作用。

城市交通涉及社会、环境、经济、居民心理及生活方式等方面的因素,具有多方面的属性。城市交通规划必须以科学性为基础,综合性为手段、以整体性为目标进行系统的总体优化,以便得到一个能最佳满足居民出行要求,与城市环境相互协调的交通系统。城市交通规划包括综合交通规划、道路网规划、轨道交通规划、公共交通规划、城市专用道规划、综合交通枢纽规划、停车场规划和道路交通管理规划等多方面内容。概括而言,城市交通规划的理论和技術主要包括以下几个方面:①城市规划理论研究范围比较广泛,以“四阶段”理论为支撑,涉及到统计学理论、灰色理论、系统工程理论、成本效益理论、可持续理论等。②城市交通规划以城市总体规划为主要依据,以规划方案的实施为最终目的,规划内容的深度根据需要而定,强调规划的可操作性和动态性。③在规划过程中,主要采用交通调查与分析技术、线网规划技术、预测技术、规划评价技术、优化技术等多项技术。④城市交通规划从宏观上可分为交通发展战略规划、交通综合网络规划和交通近期建设规划三个阶段,在每个规划时期解决规划过程中相应的问题,实现城市规划过程有序、持续、协调地发展。

随着交通需求的不断扩大和日趋多样化,对城市交通规划理论和技术水平的要求也在不断提高。国内学者经过近30年的理论研究和工程实践,目前我国已经基本形成了交通规划的系统程序模式。特别是在最近的几年中,我国城市交通规划在基础理论方法、技术手段和应用等方面都有较大的发展和突破,并逐渐形成了完整的科学体系。为了能够完善城市交通规划新理论体系,铁道出版社组织行业专家编写此系列丛书。丛书的组织编写原则遵循一个“新”字,是由新理论、新思路、新技术、新方法武装起来的,为交通规划行业提供了一套内容全面、理论新颖的教科书或工具书。

这套丛书在组织编写时强调了深入浅出、说理透彻、理论与实践并重的原则。相信这套丛书的出版,对城市交通规划、交通工程等相关专业将起到有力的推进作用,同时,也使各高校本科生、研究生在教材选用方面具有更大的空间,为我国交通事业的发展做出贡献。

中国科学院院士
中国工程院院士



2007年元月

丛书前言

交通系统是承载人类活动的基本构件之一,是社会繁荣、有序和高速发展的主要支撑条件。然而,现代城市在快速发展过程中遇到了日益严重的交通问题,不但严重影响了城市的经济建设和运行效率,也给人们的生活和工作带来了种种不便和损害,已是制约社会可持续发展的主要瓶颈。交通拥堵及其伴生的交通安全、交通能耗及交通污染等问题已引起社会各界的广泛关注。

在理论和技术方面,交通运输系统是个开放复杂系统,是个非工程系统,需要从土地、人口、职业、产业、机动化等环境变量的变化中获取系统状态的演变规律。无论是进行交通规划,还是制定和实施一项管理控制措施,都必须从整体的角度来考虑其可行性和最优性。目前,由于交通供需矛盾的日益突出,交通管理水平的相对落后,交通堵塞、事故频发等严重影响了社会经济的发展和人们生活水平的提高。在今后的15~20年里,小汽车进入居民家庭的高潮将很快到来,预计增长速度和总体规模将会大幅度提高,城市交通将面临着新的更为严峻的压力和挑战。同时,城市化进程将明显加快。根据国际经验,这将是城市交通发生质变的关键时期,在此背景下,我们既迫切需要研究制定国家层面的城市交通发展导向性政策和战略,更迫切需要各个城市针对自己城市的个性和特点,制定相应的交通发展战略和对策,进行科学的交通规划。我国城市交通发展战略和政策的重点在以下方面:建立城市综合交通调查与规划制度;确立大(特大)城市公共交通优先发展战略;制定与汽车产业政策相对应的城市汽车交通发展政策、城市交通基础设施发展政策、城市交通管理智能化发展战略和政策、城市交通环保政策等。

从国家的交通发展政策及其2007年国家两会关于交通发展决策中看出,城际客运与城市群、大城市交通将成为“十一五”期间交通发展规划的一大重点。“十一五”期间,交通运输发展要重点抓好综合运输大通道和综合交通主枢纽建设,继续保持高速公路建设的良好势头,抓好农村交通、三大城市圈(三大重点区域)和特大城市的交通发展,加快与综合运输大通道连接的次干线和支线的建设,提高网络密度,进一步完善网络结构层次,促进运输大通道、三大城市圈和特大城市以及农村交通的全面发展。交通运输发展要进一步体现以人为本的思想,建立高效、快速、安全、舒适、便捷的运输服务体系,强化服务措施,扩大服务范围,提高普遍服务水平。要加强引进和吸收当代交通运输高新技术,大力推进信息化和智能化建设,面

向社会,面向市场,建立和完善运营管理信息系统,提高运输管理现代化水平。同时要加强城市化地带尤其是长江三角洲、珠江三角洲、京津冀等三大城市圈交通发展规划的制定和约束,将提高运输能力、改变交通消费方式、诱导(或抑制)交通需求结合起来,构建以轨道交通为主导、道路交通为基础的城市群综合交通运输体系。要以提高效率、扩大能力为重点,通过优化区域交通网络,整合交通资源,应用先进技术,充分发挥各种交通方式的综合优势和整体优势,全面提高经济发达地区交通运输对经济国际竞争力和社会发展的保障能力。因此要实现交通可持续发展,必须具有成熟的交通规划理论作基础和先进的交通规划方法作指导。

为了加快我国交通规划与管理人才培养,提高交通从业人员的专业素质,更好地促进我国交通事业的快速、健康发展,在国内交通规划领域有关专家的努力下将于2007年撰写交通规划与设计系列丛书。

本套丛书内容新颖、体系完整、理论精辟,深入浅出,系统性强,并注重理论应用,充分反映了交通规划领域的最新研究成果和发展方向。本套丛书系统阐述了交通规划的基本理论和方法,介绍了国内外交通规划领域的最新研究成果。主要内容包括交通调查、交通发生与吸引、交通分布、交通方式分担、非集计模型、交通分配及其扩展模型、组合模型、动态交通分析、规划方案评价、可持续发展的交通运输系统以及上述理论的应用等。

在此,我向参与丛书撰写的各位专家、学者表示衷心的感谢,希望大家的共同努力下,使中国的交通规划的研究和应用为国民经济和社会发展发挥更大的作用。

编委会

2007年元月

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原理。它的应用能更好地解析交通现象及其本质,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。交通流理论是这些理论的基础理论。随着交通运输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,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,以传统的交通流经典理论为依据,结合最近几十年来发展过程中所出现的新的理论成果,认真吸收了原有教材的成功经验和先进的研究成果,根据课程教学大纲的要求和编者从事教学工作的实践,并兼顾本科生教学的特点,本书首先力求通俗易懂,其次在内容安排上,全面细致地介绍了交通流的传统理论和新近的理论成果,形成了交通流的理论体系。第三,安排了较多的例题,便于对交通流理论的深入理解。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,为学生以后深入学习,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 13 章:主要包括:第 1 章 交通流的发展历程以及它的理论体系和研究方法;第 2 章 交通流参数的基本特性;第 3 章 交通流模型;第 4 章 驾驶人的交通特性;第 5 章 车辆跟驰理论;第 6 章 排队理论及应用;第 7 章 连续交通流模型;第 8 章 宏观交通流模型;第 9 章 交通影响模型;第 10 章 无信号交叉口理论;第 11 章 信号交叉口理论;第 12 章 交通流仿真系统和第 13 章 交通流理论的应用。

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,本科生根据学时情况,内容可以进行适当的选择,同时我们也真诚地希望,本书将有助于交通系统学者、研究人员和交通运输行业的从业者等参考。

本书由张生瑞教授主编,王丽丽、张蕾、王超、周娜、张萌、王彬、代冬霞、王亚群、王文勇、郝瑞娜、杨友会等在资料收集与整理、数据处理和绘图等方面做了大量

工作,严宝杰教授在编写过程中进行了指导,在此表示感谢。全书由邵春福教授、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,书中错误不当之处在所难免,恳请读者和专家批评指正。

编 者
2009 年 6 月于长安大学

目 录

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 交通流理论体系与研究方法	5
1.4 交通流理论的研究现状及发展趋势	6
第 2 章 交通流特性	10
2.1 交通流基本参数	10
2.2 交通流参数调查	22
2.3 交通流参数的统计分布特性	30
第 3 章 交通流模型	39
3.1 交通流基本模型	39
3.2 速度—密度模型	40
3.3 流量—密度模型	42
3.4 速度—流量模型	46
3.5 三维模型	49
3.6 突变理论模型	50
3.7 调查地点对数据性质的重要影响	54
第 4 章 驾驶人交通特性	56
4.1 驾驶任务	56
4.2 离散驾驶行为	59
4.3 连续驾驶行为	73
4.4 驾驶人交通特性应用	78

第 5 章 车辆跟驰理论	83
5.1 线性跟驰模型的建立	84
5.2 线性跟驰模型实例分析	87
5.3 稳定性分析	89
5.4 跟驰理论与交通流模型	95
5.5 加速度干扰	106
第 6 章 排队理论及应用	112
6.1 概 述	112
6.2 排队理论的基本概念	112
6.3 排队过程分析	114
6.4 交叉口的延误模型	127
6.5 道路的排队模型	144
第 7 章 连续交通流模型	149
7.1 简单连续流模型	149
7.2 交通波理论	158
7.3 高阶模型	169
第 8 章 宏观交通流模型	185
8.1 出行时间模型	185
8.2 一般网络模型	188
8.3 二流理论	195
8.4 二流模型和网络交通流模型	200
8.5 基于二流理论的道路网络宏观交通特性评价模型	206
第 9 章 交通影响模型	209
9.1 交通安全	209
9.2 燃料消耗模型	214
9.3 空气质量模型	218
9.4 交通噪声及其模型	223
9.5 振动影响	229

第 10 章 无信号交叉口理论	231
10.1 无信号交叉口理论基础	231
10.2 二路停车控制的交叉口	240
10.3 四路停车控制的交叉口	262
10.4 经验方法	264
第 11 章 信号交叉口理论	267
11.1 信号交叉口的交通特性	267
11.2 单信号控制下延误的基本理念	275
11.3 稳态延误模型	277
11.4 定数延误模型	290
11.5 协调控制交叉口延误	298
11.6 诱导信号和自适应信号理论	302
11.7 信号交叉口的运行分析	308
第 12 章 交通流仿真系统	318
12.1 交通流仿真概述	318
12.2 仿真模型的分类及模型介绍	320
12.3 交通流仿真方法	335
12.4 仿真软件介绍	337
12.5 交通流仿真系统应用	344
第 13 章 交通流理论的应用	351
13.1 高速公路交通流	351
13.2 隧道交通流	360
13.3 非机动车交通流	372
附 录	381
1 时间平均速度和空间平均速度之间的统计关系	381
1.1 从空间平均速度求时间平均速度离散型情况的推导	381
1.2 从空间平均速度求时间平均速度连续型情况的推导	382
1.3 算术平均值和调和中项之间的关系式	382

4 目 录

2	流动观测车测量方法的公式推导	384
2.1	观测车反车流方向行驶	384
2.2	观测车顺车流方向行驶	385
3	泊松分布的推导	385
3.1	泊松分布的总体平均数	387
3.2	泊松分布的总体方差	388
3.3	推导独立泊松分布之和的分布	388
4	皮尔逊Ⅲ型分布	389
5	指数和移位指数分布的参数	390
5.1	负指数分布	390
5.2	负指数分布的总体方差	390
5.3	移位指数分布	391
5.4	移位指数分布的平均数	391
5.5	移位指数分布(对原点)的总体方差	392
6	概率单位分析	392
7	拟合适度检验	393
8	派西的车队离散	395
9	随机性连续波动模型	396
	参考文献	399

第 1 章 绪 论

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原理。它的应用能更好地解析交通现象及其本质,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,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

“运用物理学与数学的定律来描述交通特性”,可用作交通流理论的工作定义。当前,如定义所指出的,还没有统一的交通流理论。更确切地说,只有几种假定的探讨,用来描述各种交通流现象。希望随着我们交通流理论知识的增长,将逐渐发展成为统一的理论。

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 年代才开始发展起来。在 40 年代期间,由于第二次世界大战的影响,有关交通流理论的发展不多。50 年代早期,交通流理论方面的研究,主要是车辆跟驰模型、交通波理论(流体动力学模拟)和车辆排队理论。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,当然还有工程学。尽管许多研究人员是大学的工作人员,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,交通流理论经历了从自由流到非自由流两个研究阶段:

30~40 年代主要为自由流理论研究,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。

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年初,莱特希尔(Lighthill)和惠特汉(Whitham)论述了车流与密度的关系;两位学者又于1955年提出了流体动力学模拟理论;1950年,赫尔曼(Herman)博士运用动力学方法、并用数学模式加以表达提出了跟车理论;1953年派普斯(Pipes)发表了交通动力学的研究论文。1959年12月在美国底特律(Detroit)举行了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)和他的同事一同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。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),对第二版本进行了理论体系的完善,纳入了最新研究成果,该书成为了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发展充满了勃勃生机,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(1983)、“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90年代开始,迅速发展的计算机技术使大规模计算机模拟有了发展的基础,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,发展非常快。而且第三版《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,预示着交通流理论向宏观理论方向发展。

交通流理论已经成为了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,交通流理论还很年轻,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,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12部分:

(1) 交通流特性(Traffic Stream Characteristics)

主要介绍交通流的几个参数的概念、基本公式及交通调查的几种常用方法及特点。重点研究交通流参数经常用到的两类统计分布,即:离散型分布和连续型分布。

(2) 交通流模型(Traffic Stream Models)

交通流模型主要是指速度—流量,速度—密度和流量—密度模型。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。

(3) 驾驶人交通特性(Driver Traffic Characteristics)

在此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,包括坡道加速度公式,可插车间隙和合流,停车视距和交叉口视距以及速度错觉,信息干扰,实时信息等内容。

(4) 车辆跟驰理论(Car Following Theory)

交通流车辆跟驰理论是运用动力学方法,将交通流处理为分散的粒子组成,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,并用数学模式表达而加以分析阐明的一种理论。

本部分研究车辆的跟驰行为、交通的稳定性和加速度干扰等数学模型。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,对车辆跟驰现象研究有助

于理解交通流的特性。

(5) 排队理论及应用(Queuing Theory and Application)

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“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。在模型部分,重点对交叉口延误模型和道路排队模型进行研究。

(6) 连续交通流模型(Continuous Traffic Flow Models)

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。本部分对简单模型和高阶模型进行研究,并对其进行解析求解和数值求解,总结简单连续流理论的本质。

(7) 宏观交通流模型(Macroscopic Flow Models)

本部分从宏观角度(网络尺度上)介绍流量、速度和密集度的关系,分析以城市商业中心区(Urban Central Business district,简称CBD)为中心的交通特性。在网络范围内建立一般网络模型,包括网络通行能力分析、速度—流量关系、网络模型及其参数,重点研究二流理论,并将二流理论与网络交通模型相结合,研究运用计算机模拟技术建立的三个模型体系。

(8) 交通影响模型(Traffic Impact Models)

交通影响包括对区域的经济、社会、文化以及自然环境等方面所产生的影响。一般可分为社会经济影响和环境影响。本部分主要研究道路交通安全和环境的影响,包括交通安全、机动车燃料消耗、道路交通废气污染和噪声污染等方面。

(9) 无信号交叉口理论(Unsignalized Intersection Theory)

无信号交叉口是最普遍的交叉口类型。虽然它的通行能力可能低于其他类型的交叉口,但是它在网络交通控制中起到了非常重要的作用。一个运行不良的无信号交叉口,可能会影响整个信号网络或者智能运输系统的运行。无信号交叉口理论是许多其他交叉口理论的基础。

本部分主要利用数理统计和排队论研究无信号交叉口车流的可插车间隙和竞争车流之间的相互作用。

(10) 信号交叉口理论(Signalized Intersections Theory)

信号交叉口交通流理论部分,主要研究信号交叉口对车流的阻滞理论,包括交通状态分析、稳态理论、时间决策理论、诱导信号和自适应信号理论等。

(11) 交通系统仿真(Traffic Systems Simulation)

随着计算机技术的发展,仿真技术已广泛应用于各个领域,交通仿真主要研究