

城市路网交通拥堵态势监控的 测度理论与方法

胡启洲 叶 茂 邓 卫 © 著



科学出版社

城市路网交通拥堵态势监控的 测度理论与方法

胡启洲 叶 茂 邓 卫 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是对城市路网交通拥堵态势监控理论与方法的研究,全书共7章。第1章为绪论。第2章和第3章主要是在介绍城市路网交通拥堵现状的基础上,研究了交通拥堵的基本属性,提出了城市路网交通拥堵态势监控的测度机理与监控流程,搭建了城市路网交通拥堵态势监控的测度理论。第4~6章研究了城市路网交通拥堵监控的测度方法。依据城市路网交通拥堵态势监控测定机理,分别建立了基于排序指标的测度模型、基于价值函数的测度模型和基于时序优选的测度模型;并在对多维联系数理论进行深度研究基础上,提出了基于多维联系数的城市路网交通拥堵态势监控测度模型。第7章研究了城市路网交通拥堵态势监控测度的预警管理和疏导决策问题。

本书可作为高等院校交通工程、管理科学、系统工程与控制工程等相关专业的高年级学生和研究生教材,也可作为相关专业研究人员、工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

城市路网交通拥堵态势监控的测度理论与方法/胡启洲,叶茂,邓卫著. —北京:科学出版社,2013.10

ISBN 978-7-03-038810-0

I. ①城… II. ①胡…②叶…③邓… III. ①城市交通网-交通运输管理-研究 IV. ①U491.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第238503号

责任编辑:张海娜/ 责任校对:陈玉凤

责任印制:张 倩/ 封面设计:蓝正设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

安泰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年10月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2013年10月第一次印刷 印张:11

字数:219 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

城市交通拥堵现象由点到线、由线到面、由局部向大范围蔓延,不仅影响了城市居民的工作效率、生活质量和幸福指数,而且带来了诸如环境污染、公共安全等一系列社会问题,严重制约着城市的可持续发展。因此,如何针对城市的交通现状采取措施,治理交通拥堵,保证城市交通的畅达,已成为城市交通规划、交通建设和交通管理乃至城市经济、社会发展的当务之急。所以,本书从“态势跟踪、动态预警、疏导管理”的理念出发,在对交通拥堵的相关属性、变化规律、空间分布以及测度方法等进行综合研究的基础上,深入分析了道路交通流的特征,刻画了交通拥堵在路网上的形成机理。并在此基础之上,建立了基于时空分布的路网交通拥堵态势监控的动态预警与疏导决策模型,找出了解决城市路网交通拥堵的方法与途径,达到充分利用交通资源、疏导交通、缓解交通拥堵的目的,为改善城市交通拥堵状况提供理论依据与技术支持。

本书是对城市路网交通拥堵态势监控测度理论与方法的研究,全书共7章。第2章和第3章主要是在介绍城市路网交通拥堵现状的基础上,研究了交通拥堵的基本属性,提出了城市路网交通拥堵态势监控的测度机理与监控流程,搭建了城市路网交通拥堵态势监控的测度理论。第4~6章研究了城市路网交通拥堵监控的测度方法。依据城市路网交通拥堵态势监控测定机理,分别建立了基于排序指标的测度模型、基于价值函数的测度模型和基于时序优选的测度模型;并在对多维联系数理论进行深度研究基础上,提出了基于多维联系数的城市路网交通拥堵态势监控测度模型,取得了满意效果,为城市交通的可持续发展提供了理论支持。第7章研究了城市路网交通拥堵态势监控测度的预警管理和疏导决策问题。在分析城市路网各类交通拥堵模式成因机理基础上,对检测到的交通流信息进行实时分析处理,给出各类

交通拥堵模式快速识别、预警和疏导的策略与措施,达到提高道路通行能力、保持道路畅通的目标。

本书是作者多年研究成果的汇总,也是自己对学术的探索和积累。本书得到国家自然科学基金项目(51178157)“城市路网交通拥堵态势监控的理论与方法”、国家自然科学基金项目(51208256)“历史城区交通空间资源优化配置与合理利用方法研究”、国家统计局统计科研计划项目(2012LY150)“交通数据统计中的若干问题研究”和江苏省高校“青蓝工程”中青年学术带头人计划项目(2012)的资助。

本书由胡启洲、叶茂、邓卫共同撰写,硕士研究生夏雪、高宁波等参加了部分编写工作。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评赐教。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	2
1.2 现状分析	4
1.3 研究内容	7
1.4 解决的关键问题	13
1.5 小结	14
第 2 章 城市交通拥堵发展态势解析	15
2.1 国外城市交通拥堵状况及治理对策	17
2.1.1 新加坡	18
2.1.2 伦敦	22
2.2 我国城市交通拥堵状况及治理对策	25
2.2.1 北京	27
2.2.2 南京	31
2.2.3 香港	33
2.3 小结	35
第 3 章 城市交通拥堵态势监控的时空分布形态识别机理	37
3.1 交通拥挤的基本知识	37
3.1.1 交通拥挤的分类	39
3.1.2 交通拥挤的属性	39
3.2 城市路网交通拥堵的基本属性	40
3.2.1 城市路网交通拥堵的界定	40
3.2.2 城市路网交通拥堵的分类	41
3.2.3 城市路网交通拥堵态势解析	42
3.3 城市交通拥堵态势监控原理	43
3.3.1 城市路网交通拥堵态势测定属性	43

3.3.2 城市交通拥堵态势识别	45
3.4 城市交通拥堵态势监控的形态识别模型	46
3.4.1 城市路网交通拥堵判断参数的界定	46
3.4.2 城市路网交通拥堵的时空形态识别模型	47
3.4.3 城市路网交通拥堵态势界定	51
3.4.4 案例分析	52
3.5 基于 RFID 的城市路网交通拥堵信息识别模型	53
3.5.1 基于 RFID 的交通信息采集过程设计	54
3.5.2 交通流参数的收集算法	55
3.5.3 城市路网交通拥堵识别模型	56
3.5.4 评价结果的预警处理	59
3.5.5 案例分析	59
3.6 小结	62
第 4 章 城市路网交通拥堵的测度模型	63
4.1 基于排序指标的城市路网交通拥挤综合测度模型	63
4.1.1 城市路网交通拥挤的测度指标体系	64
4.1.2 综合测度的数学原理	64
4.1.3 案例分析	69
4.2 城市路段交通拥挤态势测定的时序关联模型	71
4.2.1 城市路段交通拥挤测定的指标体系	72
4.2.2 时序关联的基本原理	72
4.2.3 案例分析	78
4.3 基于价值函数的城市路网交通拥堵态势测定模型	81
4.3.1 城市路网交通拥堵的测定指标体系	82
4.3.2 城市路网交通拥堵的测度原理	85
4.3.3 案例分析	88
4.4 小结	90
第 5 章 多维联系数理论研究及其在交通中的应用	91
5.1 多维联系数的基本知识	91
5.1.1 多维联系数的界定	92
5.1.2 多维联系数的初级运算	98

5.1.3 多维系数的高级运算	99
5.2 基于多维系数的决策模型	103
5.3 基于多维系数的城市交通拥堵态势监控模型	107
5.3.1 城市路网交通拥堵态势监控的指标体系	107
5.3.2 城市路网交通拥堵态势监控指标的量化处理	108
5.3.3 城市路网交通拥堵态势监控指标的等级界定	110
5.3.4 城市路网交通拥堵的多维系数决策模型	111
5.3.5 案例分析	114
5.4 小结	117
第6章 城市道路交通拥挤的综合评判	118
6.1 城市道路交通拥挤的评价指标体系	118
6.1.1 交通拥挤测度指标的影响要素	119
6.1.2 交通拥挤测度指标的特性分析	120
6.1.3 城市道路交通拥挤评价指标	123
6.1.4 城市道路交通拥挤综合评价	124
6.2 基于区间数的城市道路交通拥挤综合评判	127
6.2.1 城市道路路段交通拥挤评价的狭义指标体系	128
6.2.2 基于区间数的综合评判原理	128
6.2.3 案例分析	132
6.3 城市道路路段交通拥挤的模糊评价	135
6.3.1 城市道路路段交通拥挤评价的广义指标体系	135
6.3.2 模糊评价的基本原理	138
6.3.3 案例分析	143
6.4 小结	145
第7章 城市路网交通拥堵的疏导方案	146
7.1 城市路网交通拥堵的快速识别机理	146
7.2 城市路网交通拥堵的疏导模型	150
7.2.1 交通拥堵实时检测	150
7.2.2 交通拥堵疏导的基本准则	154
7.2.3 交通拥堵的疏导模型	155
7.3 城市路网交通拥堵的疏导决策系统	158

7.3.1 交通拥堵疏导的基本策略	159
7.3.2 城市路网交通拥堵动态预警决策系统	160
7.4 小结	161
参考文献	162

第 1 章 绪 论

城市交通拥堵现象由点到线、由线到面、由局部向大范围蔓延,不仅影响了城市居民生活的效率、质量和幸福指数,而且带来了诸如环境污染、公共安全等一系列社会问题,严重制约着城市的可持续发展。因此,如何针对城市的交通现状采取措施,治理交通拥堵,保证城市交通的畅达,已成为城市交通规划、交通建设和交通管理乃至城市经济、社会发展的当务之急。所以,本书从“态势跟踪、动态预警、疏导管理”的理念出发,在对交通拥堵的相关属性、变化规律、空间分布以及测度方法等进行综合研究的基础上,深入分析了道路交通流的特征,刻画了交通拥堵在路网上的形成机理。并在此基础之上,建立了基于时空分布的路网交通拥堵态势监控的动态预警与疏导决策模型,找出了解决城市路网交通拥堵的方法与途径,达到充分利用交通资源、疏导交通、缓解交通拥堵的目的。

随着社会经济高速发展与城市规模的迅速扩大,以及机动车辆快速增加,城市面临着一系列交通问题,其中最为突出的问题是交通拥堵。大量的交通拥堵给人民的生活、工作带来诸多不便,不但增加了巨大的社会成本和生活成本,而且严重阻碍了城市的持续健康发展。在综合考虑道路状况、驾驶员和车流量等因素对交通拥堵影响程度的前提下,应用先进的通信和控制技术,及早发现事件,对城市交通路网拥堵动态实时预警,采取及时有效的管理控制措施,及时疏导拥堵路段,不但可有效地降低连环事故发生的可能性,恢复正常的交通状态,而且可较好地解决交通拥堵带来的一系列问题。目前,国内外在智能交通领域中正在着力开发相关的软硬件技术,对交通状况进行预测,以降低交通拥堵。如日本的东京、英国的伦敦、美国的纽约和法国的巴黎,其城市人口密度、汽车保有量均和北京差不多,但是城市交通却保持着应有的顺畅,而北京交通已经达到了拥堵警戒值。因此,我们在研究本国

城市交通特征的同时,应学习借鉴国外先进的交通技术和管理技术,解决我国城市交通拥堵问题。由于城市交通问题是一个系统问题,所以研究交通拥堵就要超越交通系统的范围,涉及生活方式、经济状况、政策环境、行政体制和交通文化等各方面因素,特别是要对交通拥挤进行综合分析 with 系统评价,达到解决交通拥堵问题的目的。因此,如何针对城市交通现状进行综合测度,采取何种措施来治理交通拥堵,保证城市交通的畅达,已成为城市可持续发展的当务之急。

1.1 研究背景

由于城市路网交通拥堵态势监控主要是监测交通拥堵状态峰谷变化的规律,测定城市交通拥堵状态正常增长的阈值和趋向恶性增长的转折点及城市交通拥堵形势的发展趋势,控制不利趋势发展态势,因此本书在对城市交通系统负变量监测和评估的基础上,对系统运行接近负向质变临界值的程度所做出不确定的早期预报,其目的和作用是“识警防患、超前预控”。即在综合考虑道路状况、驾驶员和车流量等因素对交通拥堵影响程度的前提下,应用先进的通信和控制技术,及早发现事件,对城市路网交通拥堵态势实时动态跟踪,采取及时有效的管理控制措施,及时疏导拥堵路段,恢复正常的交通状态。根据实时的交通信息,以及交通拥堵在时间和空间上的分布特性,在建立基于时空路网交通拥堵的动态预警与疏导模型,对各类交通拥堵模式进行成因与机理分析的基础上,做出拥堵预警和疏导决策。其目的是:从微观角度看,能够帮助城市控制中心快速有效地疏导拥堵,恢复交通秩序,而且还能够帮助其他出行者合理选择行车路线,避开交通拥堵,减少交通事故,极大增强路网系统的有效使用潜力和通行能力,使得整个交通系统的运输效率和经济效益随之增加;从宏观角度看,本书积极探索解决交通拥堵问题的方法和手段,为相关部门决策提出切实可行的合理化建议,从交通管理的角度并就如何充分利用现有城市道路交通资源,挖掘其交通潜力,使各交通要素之间关系更协调、更合理,来实现交通效率最优化,为解决城市交通拥堵提供新方法、新思路。

城市化和机动化水平不断提高,极大地改善了人们的生活质量,促进了经济发展和社会进步,但也导致交通需求迅速增长,交通供需矛盾日益尖锐,城市出现了交通拥堵现象,特别是我国一线城市交通拥堵已经严重限制城市自身发展。交通拥堵不但使交通系统的服务水平下降、交通延误增加、交通事故频发,而且浪费能源、污染环境、降低幸福指数等。概括来说,城市交通拥堵给我们带来了诸多危害,主要表现在:

(1) 交通拥堵造成巨大的经济损失。据我国有关部门的统计分析,2012年全国因交通阻塞导致的经济损失3500亿元左右,约占2012年GDP的3.5%。在国外,根据美国的资料,交通要道上拥堵的车流造成的时间耽搁每年达50亿h,交通拥堵带来的经济损失每年超过1000亿美元;日本估计东京每年因交通拥堵造成的交通参与者的时间损失相当于123000亿日元;欧洲每年因交通拥堵和环境污染造成的经济损失分别为5000亿欧元和50亿~500亿欧元^[1,2]。

(2) 交通拥堵造成严重的环境污染。交通拥堵引起车辆频繁减速和加速,交通运输效率随之下降,额外消耗大量能源,并且使得废气排放剧增。特别是尾气和噪声这两个交通污染源已成为大中城市主要的污染源,许多大中城市的大气污染正经历着由煤烟型向机动车尾气型的转化。例如,北京市机动车排放的 NO_x 和CO的比例已经高达46%和63%,上海市机动车CO的排放比例在2012年就高达61%。研究还表明,当汽车的时速从40km/h降至10km/h时,燃料消耗量增加一倍,环境负荷增加2~4倍^[3]。特别是由于堵车状态下汽车排出的有害物质浓度比在正常行驶时高出5~6倍,所以交通拥堵必然大大增加环境的污染。

(3) 交通的拥堵和混乱还大大增加了交通事故发生的可能性。2011年,全国共发生道路交通事故210812起,造成62387人死亡、23.7万人受伤,直接经济损失10.1亿元。研究表明,其中由交通拥堵引起的交通事故占交通事故总数的37.4%,造成人员伤亡占总数的36.6%。而交通事故问题始终是对公民生命财产及社会秩序的一个重大威胁,减少交通事故、提高道路城市交通安全水平已经成为全社会的迫

切要求。

所以,城市交通拥堵问题已经成为制约城市发展的一个关键因素,能否解决好这一问题,不仅关系到人们日常出行,更加关系到城市长期的发展,即可持续发展问题。城市交通是一个复杂的综合体系,特别是城市交通问题随着城市规模、城市布局的变化而变化。尽管不同规模城市的交通问题各有差异,同等规模的城市因其布局的不同其交通问题也不尽相同,拥堵情况轻重不一,但产生交通拥堵的机理及解决方案考虑却大同小异。城市交通拥堵是城市交通系统内在矛盾的综合反映,它源于交通需求与交通供给之间的整体失衡,即供不应求。所以,城市交通拥堵表现为城市部分路段或部分道路节点出现大量交通工具和交通参与者长时间停滞、等待的交通现象,它表明城市道路系统处于满负荷或接近满负荷运转,对交通突发事件的应急反应能力下降从而导致拥堵。要解决这一难题:首先,要对城市交通拥堵现象的产生及传播做出深入的分析;其次,对城市交通网络拓扑结构进行界定,道路相关参数进行设定;最后,提高城市交通网络的承载能力和利用率,从而最大限度地解决城市交通拥堵问题。

1.2 现状分析

近年来,随着社会经济高速发展与城市规模的迅速扩大,城市面临着一系列交通问题。无论动态交通和静态交通,还是交通环境、交通次序、交通安全等都全面趋于紧张,其中最为突出的问题是交通拥堵。其实交通拥挤并不是一个新的问题,在古罗马、18 世纪的伦敦和 19 世纪的纽约,交通拥堵就已存在,只是到了今天,拥堵的现象变得更加普遍和严峻,特别是发展中的中国。大量的交通拥堵会给人民的的生活、工作和学习带来诸多不便,导致资源的浪费,影响居住环境和空气质量,降低城市公民的幸福指数,增加巨大的社会成本,严重阻碍城市的持续健康发展。但对于堵车所造成的具体的经济损失,目前没有任何一个国家做出过精确的计算。欧共体委员会 1992 年的《城市环境绿皮书》称,

英国的交通拥挤成本每年为 125 亿~190 亿欧元,荷兰为 5 亿欧元^[4]。而北京市交通拥堵一天,社会成本损失达四千万元。近年来,我国城市建设获得了较大的发展,特别是城镇化水平在提高。但是,一些城市所出现的交通拥挤堵塞问题也变得越来越严重。在全国 30 多个百万人口以上的大城市中,有 85% 城市的人均道路面积已经低于全国平均水平。例如 2000 年以来,上海、广州和南京等城市中心区 60% 的车道上高峰小时饱和度高达 95%,全天饱和度超过 70%,平均车速下降到 15km/h^[5];北京市城区内道路目前 90% 以上处于饱和或超饱和状态,早晚流量高峰期间,整个城区的道路基本处于拥堵状态,经常发生交通拥堵的地段达 60 多处。在一些路段,车辆的通行速度有时降到 10km/h 以下,个别路段甚至降到 5km/h 以下,比步行速度还慢^[6]。

城市交通总量的快速增长、城市道路系统的先天性缺陷和城市不合理的扩展导致了城市交通环境的恶化和交通拥堵。而交通拥堵就是交通拥挤和交通堵塞的笼统称谓。交通拥挤指当交通需求(一定时间内想要通过道路的车辆数)超过道路的实际通行能力时,超过通行能力的那部分车辆滞留在道路上形成排队的交通现象;交通堵塞是指由于交通事故或交通拥挤规模较大,导致某一道路在较长的时间内车辆无法通行的交通现象^[7]。交通拥堵具有时间性和空间性,并非在城市一天的任何时刻或任何地点都发生拥堵。依城市规模、拥堵地点、拥堵时段和拥堵人群的不同,拥堵的接受程度也不同。所以,城市交通拥堵已经成为制约城市可持续发展的主要瓶颈之一,是当前迫切需要解决的问题。为了最大可能地寻找缓解和解决城市交通拥堵的办法与措施,提高城市运行效率,国内外学者进行了大量的研究^[8],主要成果如下:

1. 国内外研究成果一:交通拥挤机理方面的研究

(1) 交通拥挤概念的界定研究。所谓交通拥挤是指交通需求超过道路的交通容量时,超过部分的交通量滞留在道路上的交通现象。对于城市交通拥挤,不同的国家有不同的标准:日本确定道路拥挤长度 1km 以上或拥挤时间 10min 以上为交通拥挤^[10];美国将车速为 22km/h 以下的不稳定车流称为拥挤车流^[9]。我国公安部则对拥挤路口和拥挤

路段分别给出了定义:车辆在无信号控制的交叉路口的车行道上受阻且排队长度超过 250m,或车辆在信号控制的交叉路口 3 次绿灯显示时间内未通过路口的状态定义为拥挤路口;拥挤路段则定义为车辆在车行道上受阻且排队长度超过 1km 的状态^[11]。由上可见,交通拥挤是世界性的交通问题,从停滞时间和排队长度看,我国的交通拥挤现象更为严重。

(2) 交通拥挤规律的研究。虽然交通拥挤的具体含义在各国并不一致,但世界各大城市的交通拥挤现象却存在着相同的规律。一旦城市的某个路段或交叉口出现交通拥挤现象,人们就会改善这一地区的交通设施,试图缓解交通拥挤,但这样做能否达到最终目的呢?著名的当斯定律(Downs Law)将交通拥挤现象表述为:新建的道路设施会诱发新的交通量,而交通需求总是倾向于超过交通供给^[12]。Anthony Downs 对诱发原因进行了进一步的研究,提出了“三头齐发原则”,即如果在高峰时间特别拥挤的地段交通条件一旦大有改善,就会导致三种情况,从而使这种改善全被抵消,并且这三种情况将导致新的交通量的产生,即诱发交通(induced traffic)^[13]。这是因为,由于交通基础设施的不断改善,交通拥挤能够得到暂时的缓解,但这种改善迟早会被诱发的交通量所抵消,城市又会陷入拥挤混乱的境地。因此,要减轻城市交通拥挤,仅仅依靠改善拥挤地区的交通基础设施是远远不够的,必须另寻出路^[14,15]。虽然国内外学者进行了大量探索研究,但仍然没有找到好的解决办法。

2. 国内外研究成果二:交通流模型方面的研究

由于交通流的变化是判断交通拥堵的主要手段,所以要研究城市交通拥堵态势监控的理论首先要研究交通流模型。交通流模型是描述交通流状态变量随时间空间变化、分布的规律及其与交通控制变量之间关系的方程式。在交通流的现代研究中,不仅关注流量、速度和密度,而且关注交通波的传播速度^[16,17]。所谓的交通波,既包括局部密度增大造成的拥堵向上游的传播,也包括拥堵的消除而形成的疏散向上游的传播,还包括从整体看是随着车流一起向下游移动的小范围高密

度“扰动”现象^[18]。德国物理学家 Gerolimimis 根据实验观测,提出了完全不同于传统交通流速密关系的二维速密关系模型,以及一系列描述非线性复杂交通现象的概念,这些概念都与交通波的传播有密切联系^[19]。但对交通波的传播行为和传播速度如何测量,目前国内外交通工程界都还缺乏成熟的技术,东南大学曾针对低速混合型城市交通系统,将平面交叉口信号灯视为扰动源,由此得到拥堵波和疏散波的传播模型,再与管道内活塞运动引起的气体流动过程建立比拟,从而提出了交通波传播的测量方案,获得了一些与交通流模型参数有关的实测数据和经验公式^[20]。不过,这一方法若应用到快速道路系统,则由于不存在信号灯而仍难以实现测量重复性的要求。

3. 国内外研究成果三:城市道路交通拥堵指标体系的研究

国外发达国家 20 世纪 50 年代开始对拥堵指标进行研究。姚智胜、达庆东、vanden Berg、Bravo、Blumberg 等建立了一些主要城市区域的拥堵指标,但不能对发生在不同地点或时间的拥堵进行比较^[21-25]; Chiabaut 等对基于时间和基于距离的指标进行了比较,并讨论了各种指标对拥堵量化的影响程度,从出行者角度得出基于时间指标的拥堵分类^[26]。Mannering 等提出了时间可靠性的概念,即出行的变化性,并应用采集的数据对其进行分析;同时提出了拥堵评价的新原则,即采用实时评价方法而不是采用电脑模型^[27]。我国学者也提出了城市道路交通拥堵的评价指标体系^[28-30]。但我国对城市拥堵管理技术的研究起步较晚,到目前为止,对于拥堵管理的研究基本处于探讨阶段,还没有形成完整理论体系,对城市交通拥堵的特征分析及评价指标研究不够成熟。

1.3 研究内容

本书利用“态势跟踪、动态预警、疏导管理”的理念,在分析城市路网交通拥堵态势的基本属性基础上,利用不确定性数学方法,建立城市路网交通拥堵态势监控的理论与方法;并在对城市路网各类交通拥堵

模式的成因与机理进行分析的基础上,提出各类拥堵模式的快速识别模型与预警管制方案,达到提高道路通行能力、保持道路畅通的目标。并根据城市交通运行环境和内在规律,给出缓解当前与未来预防城市交通拥堵瓶颈问题的基本理论及对策,为城市交通的发展战略规划、城市交通的管理与控制、城市交通设施设计与建设提供科学的理论依据与技术支持。基于上述研究目标,本书的主要研究内容分为三个方面,具体如下(图 1.1):

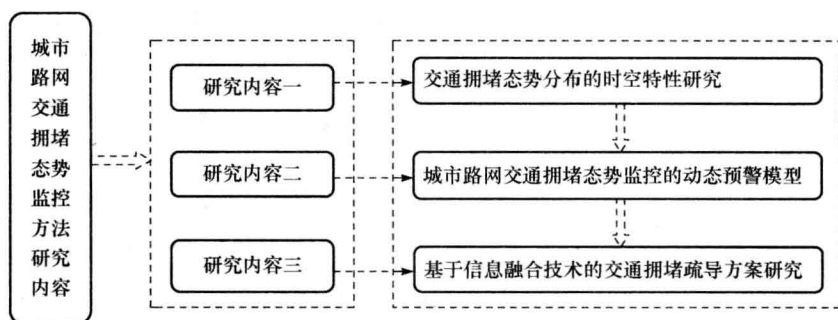


图 1.1 本书研究的内容

1. 交通拥堵态势分布的时空特性研究

从理论上研究了城市交通需求的生成机理和瓶颈识别,分析了城市道路交通流的力学特征,刻画了交通拥堵在路网上的形成机理,提出了城市路网交通拥堵态势监控的量化模型。并在考虑“时间”维度的基础上,将拥堵态势的空间分布归纳为“点”、“线”、“面”三种类型来研究,并在考虑时间因素基础上,依据动力系统中的非线性理论,构建了城市路网交通拥堵态势监控的时空分布形态识别模型。具体研究内容如图 1.2 所示。

(1) 城市交通拥堵机理研究。首先,研究了交通负荷与路段交通拥堵的量化关系:因为交通负荷是动态分配模型的状态变量,该状态变量可以用来确定路段和整个路网的交通流分布形态。其次,研究了入/出口流率与交通拥堵的量化关系:因为动态交通网络中的行程时间,不仅与路段交通负荷有关,而且与入/出口流率都相关,仅仅以路段交通状