

城市轨道交通协同联动控制技术丛书

# 城市轨道交通控制 理论与方法

◎王殿海 金盛 马东方 别一鸣 祁宏生 著



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

城市交通协同联动控制技术丛书

# 城市交通控制理论与方法

王殿海 金 盛 马东方 别一鸣 祁宏生 著

电子工业出版社  
Publishing House of Electronics Industry  
北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书结合国家“863”计划课题“区域交通动态协同优化控制技术”的研究成果以及作者十余年在交通控制领域的研究积累,梳理了交通控制的系统架构,涵盖了交通控制的理念与策略、检测器布设优化、数据获取与处理、多维交通状态判别与划分、动态子区划分、未饱和信号控制、过饱和信号控制、公交优先信号控制、快速路匝道控制等内容。本书理论联系实际,很多算法已进行了实测验证,部分内容已被 HiCon 信号控制系统所采用。

本书可作为高等院校高年级本科生、研究生教材或参考书,也可作为交通控制及相关领域科研工作者参考书目。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市交通控制理论与方法/王殿海等著. —北京:电子工业出版社,2017.3

(城市交通协同联动控制技术丛书)

ISBN 978-7-121-30936-6

I. ①城… II. ①王… III. ①城市交通—交通控制—研究 IV. ①U12

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第027630号

责任编辑:徐蔷薇 文字编辑:米俊萍

印 刷:北京京科印刷有限公司

装 订:北京京科印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:26.5 字数:678千字

版 次:2017年3月第1版

印 次:2017年3月第1次印刷

定 价:79.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:xuqw@phei.com.cn。

# 总序

随着我国社会机动化、城镇化进程的发展，城市交通问题日益突出。为了应对频发的城市交通拥堵问题，现代交通控制的内涵已从狭义的“信号控制”向广义的“信号控制+诱导控制+需求控制”拓展，在信息获取网络化和多元化的基础上，追求控制对象的多层次化、控制目标的全局化、控制过程的主动化和动态化、控制手段的多样化和集成化，信号控制、交通诱导、需求控制的协同联动成为现代交通控制技术发展的重要趋势。

2011年9月，科学技术部在“863”计划现代交通技术领域立项了“大城市区域交通协同联动控制关键技术”主题项目。项目瞄准现代交通控制技术发展前沿，以大城市区域交通协同联动控制技术为突破口，攻克重点关键技术，研制符合国情的大城市区域交通控制技术和装备，实现区域出行调控、网络化诱导、时空动态优化的协同联动控制，为提升交通运行效能、缓解拥堵和产业发展提供技术支撑。项目由北京四通智能交通系统集成有限公司牵头，参加单位有北京宏德信智源信息技术有限公司、北京交通发展研究中心、北京交通大学、浙江大学、同济大学、清华大学、东南大学、中山大学、北京通达交安科技发展中心等，北京航空航天大学、北京工业大学、重庆交通大学、哈尔滨工业大学等单位的有关人员也参与了项目的相关研究工作。

历经两年多的研究探索，项目较好地完成了各项研究内容，实现了项目预期的目标。项目研究突破了城市区域交通协同控制领域的多项关键技术，研发了区域路网智能化分析和决策支持系统、网络化智能诱导控制系统、区域动态交通协同优化控制系统以及区域交通协同联动控制集成平台，在出行行为调控、交通信号控制与诱导之间的协同联动控制等方面实现了技术创新和集成创新。项目研究成果丰富，部分成果初步实现产业化并得到实际应用，取得了良好的经济效益和社会效益。

本丛书以“863”计划主题项目“大城市区域交通协同联动控制关键技术”六个研究课题的研究成果为主要内容，包括网络化动态交通信息获取与交互、面向出行行为的区域交通智能分析与控制、区域交通网络化智能诱导控制、区域交通动态协同优化控制、特殊需求下区域交通协同管控以及协同联动控制平台集成与测试等关键技术。丛书全面系统地总结了城市区域交通协同联动控制技术的主要研究进展和成果，以期能对城市交通控制管理领域的持续研究提供基础和参考，也希望能对我国城市交通控制工作的发展和提升起到实际指导作用。

丛书各册内容的撰写是由项目各个课题负责人带领课题研究团队主要成员完成的，感谢他们为此所做出的努力和付出。同时要感谢“863”计划现代交通技术领域主题专家马林教授、王云鹏教授、王长君研究员、王勇研究员对项目研究和丛书编写给予的指导和宝贵意见。

现代科学技术发展迅速，应用需求也在不断变化，城市区域交通控制技术面向实际需求的挑战，需要在新技术背景下不断创新发展。本丛书是基于“863”项目研究的阶段性总结，偏颇之处在所难免，内容不妥甚或错误之处，敬请业内专家学者和广大读者批评指正。

国家高技术研究发展计划（863）主题项目  
《大城市区域交通协同联动控制关键技术》

首席专家 关积珍

2015年2月于北京

# 序

从第一个交通信号灯诞生算起，交通信号控制已经有一个半世纪的历史。随着城市交通工具的演变、交通需求的增长和交通治理难度的增大，城市交通信号控制技术越来越被交通管理者所重视，使得这项本意是借助信号灯实施路权时空分离达到交通安全有序的交通流控制技术被寄予了调整交通流、提高交通效率、缓解交通拥堵的希望。由于信息技术和计算技术的不断发展，科研工作者正在把这一希望变为现实，而且不断加载更具有新意的内涵。如今，我国城市交通拥堵愈发严重，交通管理更加困难，此时尤其需要研究适应当前交通管理需求的交通控制系统。

本书作者长期从事交通控制理论和相关技术的研究，承担过多项国家“973”计划项目课题、“863”计划项目、国家自然科学基金项目及大量的工程咨询项目，在交通控制研究领域积累了丰富的经验和研究成果。本书虽然只是国家“863”计划课题的研究成果，却包含了他们多年的研究积累，内容涉及区域交通动态协同优化控制策略、交通信号控制的基础理论、检测器的优化布设方法、交通数据的获取与利用、交通状态判别方法、交通控制子区划分、各种交通状态交通信号控制理论与方法、公交优先信号控制以及快速路匝道控制策略和方法等。除了介绍一些传统的交通控制理论外，书中提出的全局交通状态判别方法、基于“虚拟停车线”思想的排队长度估计及拥堵预测模型、不同交通状态的子区划分策略及其与控制的协同、交通瓶颈形成与消散的判别方法和控制策略、区域交通拥堵的控制策略等许多内容都切中当前我国城市交通管理需求，思想新颖，值得领会。

本书涉猎的内容非常广泛，对很多问题的研究思想独到，方法新颖。但城市交通问题复杂，单从交通控制角度来说也有各种不同的角度和理念，何况新技术、新理论的出现还会引发更新的研究思路 and 手段，因此希望作者能够以此书成果为起点，取得交通控制研究的更新成就。同时也希望广大读者和同行能受此书启发，投身于交通控制乃至交通管理相关问题的思考和研究中来，为城市交通治理贡献我们的智慧。这正是我为此书写序的主要目的，我想也应该是作者的主要目的。



2016年12月17日

# 前 言

人们司空见惯的交通信号灯是城市交通控制的具体表现，看似简单的红绿灯背后蕴含着城市交通管理者的交通管理理念和策略。简单地理解，交通控制意味着出行者在交叉口的安全、秩序、效率和公平，如果深入探讨，交通控制还能实现大范围的交通流科学组织、合理利用交通设施、节约出行者时间等目标。诚言，当交通供需矛盾到达一定程度后，再优秀的交通控制也不可能从根本上解决交通拥堵问题，但不合理的交通控制却会加剧交通拥堵，因此，在城市交通供需矛盾愈加激化的今天，交通控制系统的研究显得尤为重要。也正因如此，国家“863”计划主题项目立项研究“大城市区域交通协同联动控制关键技术”，“区域交通动态协同优化控制技术”作为该项目的课题之一，重点研究城市交通控制相关问题，本书正是结合该课题研究成果整理而成的。

本书共9章。第1章论述了区域交通动态协同优化控制策略；第2章论述了城市交通信号控制中的关键参数与基础理论，为构建区域交通动态协同优化控制的理论与方法奠定基础；第3章论述了面向交通控制的交通数据获取的基本手段、交通检测器的优化布设方法、交通数据的筛选、恢复与预测方法以及交通数据的预处理流程；第4章论述了基于固定检测器信息的单点、单路段的交通状态判别方法以及基于二流理论提出的路网宏观层面的状态判别与划分方法；第5章阐述了交通控制子区划分策略、动态划分指标——关联度的量化方法以及划分方案动态调整方法；第6章给出了未饱和状态下的城市交通流特性和构建相应的交通信号控制理论与方法；第7章以过饱和状态为研究对象，分述集群过饱和及孤立过饱和两种情况下的信号控制技术；第8章介绍了公交优先信号控制策略以及常见的单点公交优先信号控制方法和干线公交优先信号控制方法；第9章阐述了快速路匝道控制策略和控制方法。王殿海负责全书内容框架设计，约占总工作量的10%，金盛、马东方、别一鸣、祁宏生负责整理完成具体内容，分别完成总工作量的30%、25%、20%和15%。

课题研究是在项目首席科学家关积珍领导下进行的，成果的取得与他的总体协调和各方面的帮助是分不开的，在此提出特别的感谢。课题在进行过程中，浙江大学的王慧教授、王福建副教授、梅振宇副教授、孙轶琳博士，东南大学陈峻教授及其团队，清华大学李志恒教授及其团队，中山大学余志教授及其团队等付出了大量心血，在此向他们表示感谢。饮水思源，在这里要特别感谢吉林大学交通学院交通控制团队的曲昭伟教授、陈永恒副教授、李智

慧副教授、宋现敏副教授、胡宏宇副教授、陶鹏飞博士以及该团队毕业的博士、硕士研究生，本书的五位作者六年前曾与他们并肩作战，成果包含了他们的基础工作和相关成果。在此，还要感谢海信网络科技股份有限公司的同事们，是他们提供了课题相关研究成果的应用环境，使得一些理论成果转化成为实用技术。

由于时间仓促和作者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

王殿海

2016年于浙江大学紫金港校区



# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 交通控制基本概念 .....	1
1.1.1 交通控制定义 .....	1
1.1.2 交通控制基本原则 .....	1
1.1.3 交通控制目标 .....	2
1.2 交通控制策略 .....	3
1.3 城市交通特性 .....	3
1.3.1 城市路网特性 .....	3
1.3.2 交通流特性 .....	4
1.4 交通控制方式与方法 .....	4
1.4.1 交通控制方式划分 .....	4
1.4.2 交通控制方法体系 .....	6
1.5 交通控制系统的构成 .....	7
1.5.1 交通模型与算法 .....	7
1.5.2 交通信息采集系统 .....	8
1.5.3 交通信号控制机 .....	8
1.5.4 通信传输系统 .....	9
1.5.5 交通控制中心 .....	10
<b>第 2 章 交通控制基础理论</b> .....	13
2.1 信号控制关键参数 .....	13
2.1.1 基本参数定义 .....	13
2.1.2 信号相位与信号阶段 .....	14
2.1.3 车流运行模式与损失时间 .....	15
2.1.4 饱和流率 .....	17
2.1.5 黄灯时间的计算 .....	17
2.1.6 绿灯间隔时间的计算 .....	20
2.2 车流描述理论和计算模型 .....	22
2.2.1 车辆在停车线后的排队和延误 .....	22

2.2.2	车辆穿越交叉口的行为	34
2.2.3	车队离散模型	36
2.3	交叉口信号设置依据	44
2.3.1	准备工作	44
2.3.2	基本流程	45
2.3.3	信号设置依据分类	47
<b>第3章</b>	<b>交通数据的采集与处理</b>	<b>57</b>
3.1	交通检测器的类型与采集原理	57
3.1.1	检测器类型	57
3.1.2	环形线圈检测器原理	59
3.1.3	数据采样间隔	62
3.2	面向交通控制的交通检测器布设	65
3.2.1	交通检测器的分类	65
3.2.2	交通检测器的设置	66
3.3	交通数据的筛选	67
3.3.1	交通数据筛选的基本方法	67
3.3.2	基本筛选	69
3.3.3	阈值筛选	69
3.3.4	交通流理论筛选	70
3.3.5	质量控制筛选	71
3.4	交通数据的修复	72
3.4.1	基于时间序列的数据修复	72
3.4.2	基于历史数据的数据修复	73
3.4.3	基于空间位置的数据修复	73
3.4.4	基于时空相关性的数据修复	74
3.5	交通数据的预测	75
3.5.1	历史数据生成	75
3.5.2	无历史数据预测	75
3.5.3	有历史数据预测	76
3.6	交通数据的处理流程	76
3.6.1	交通数据预处理流程	76
3.6.2	实例验证	77
3.7	单线圈检测器速度估计方法	78
3.7.1	单线圈检测器速度估计的基本原理	78
3.7.2	速度估计的回归模型	80

3.7.3	基于模糊神经网络的速度估计方法	82
3.7.4	速度的最大似然估计方法	85
<b>第4章</b>	<b>网络交通状态判别方法</b>	<b>91</b>
4.1	基于固定检测器信息的排队长度估计方法	91
4.1.1	基于单点信息的排队最远点估计方法	91
4.1.2	单点排队检测的修正	97
4.1.3	基于相邻路段信息的路段排队长度估计	99
4.2	过饱和和排队条件阈值估计方法	107
4.2.1	简单情形下的交通流动力学	107
4.2.2	基本连线的分解	109
4.2.3	复杂情况下的过饱和和临界条件	110
4.3	基于二流理论的路网宏观交通状态判别方法	120
4.3.1	二流理论概述	121
4.3.2	宏观交通状态参数	122
4.3.3	宏观交通状态参数映射关系	123
4.3.4	模型应用	127
4.4	区域交通状态级别划分	136
4.4.1	区域交通状态级别划分概述	136
4.4.2	区域路网宏观交通状态参数确定	138
4.4.3	区域交通状态级别划分方法	140
<b>第5章</b>	<b>交通控制子区动态划分技术</b>	<b>143</b>
5.1	交通控制子区动态划分策略	143
5.1.1	子区划分环境	143
5.1.2	子区划分与信号配时的联系	145
5.1.3	子区划分目标集	148
5.2	交叉口关联度模型	150
5.2.1	排队长度关联度模型	151
5.2.2	通行能力关联度模型	151
5.2.3	延误时间关联度模型	152
5.2.4	绿灯效率关联度模型	176
5.3	交通控制子区动态划分算法	176
5.3.1	路网元素表达	177
5.3.2	子区初始划分算法	180
5.3.3	子区动态调整算法	185

<b>第 6 章 未饱和状态交通信号优化控制技术</b>	192
6.1 信号周期优化基本理论	192
6.1.1 理想信号周期	192
6.1.2 最佳信号周期	193
6.1.3 实用信号周期	194
6.2 最大和最小信号周期	195
6.3 基于交通强度的信号周期确定	196
6.3.1 交通强度概念	196
6.3.2 相位交通强度确定	196
6.3.3 交叉口交通强度确定	197
6.3.4 交通强度与周期的关系	197
6.4 绿信比与绿灯时间确定方法	199
6.4.1 关键车流判断方法	199
6.4.2 绿信比确定方法	204
6.4.3 绿灯时间确定方法	204
6.5 单点感应控制参数确定方法	205
6.5.1 感应控制基本原理	205
6.5.2 感应控制基本参数确定方法	205
6.6 混合交通控制参数优化方法	209
6.6.1 非机动车交通流基本参数	209
6.6.2 非机动车交通流基本参数统计特性	211
6.6.3 混合交通流信号配时优化方法	214
6.7 协同控制相位差优化方法	224
6.7.1 基于最大绿波带的相位差优化方法	224
6.7.2 基于最小延误的相位差优化方法	234
6.8 协调控制方案的平滑过渡方法	248
6.8.1 方案平滑过渡的必要性	248
6.8.2 消耗时间的定义	249
6.8.3 平滑过渡方法	249
<b>第 7 章 饱和状态交通信号优化控制技术</b>	253
7.1 集群过饱和状态下的平衡控制技术	253
7.1.1 区域平衡控制的基本思想	253
7.1.2 区域瓶颈极限状态阈值确定方法	254
7.1.3 有效路径筛选方法	255
7.2 孤立过饱和下的瓶颈控制技术	261

7.2.1 瓶颈控制流程..... 261

7.2.2 单点瓶颈状态识别方法..... 262

7.2.3 瓶颈状态结束条件..... 276

7.2.4 面向单点瓶颈的瓶颈控制参数优化方法..... 279

**第 8 章 公交优先信号控制技术..... 290**

8.1 公交优先信号控制策略..... 290

8.1.1 公交优先信号控制目标..... 290

8.1.2 公交优先信号控制方式..... 290

8.1.3 公交信息检测方法..... 291

8.2 单点公交优先信号控制..... 291

8.2.1 单点主动公交优先信号控制..... 291

8.2.2 单点被动公交优先信号控制..... 305

8.3 干线公交优先信号控制..... 308

8.3.1 基于公交车延误的干线公交优先信号控制..... 309

8.3.2 基于运行时刻表的干线公交优先信号控制..... 314

**第 9 章 城市快速路匝道控制..... 323**

9.1 城市快速路的基本特性..... 323

9.1.1 道路特性..... 323

9.1.2 衔接形式..... 324

9.1.3 匝道类型..... 327

9.1.4 交通流特性..... 330

9.1.5 匝道拥堵成因分析..... 331

9.2 城市快速路的控制策略..... 335

9.2.1 基本思想..... 335

9.2.2 控制目标..... 336

9.2.3 控制策略..... 336

9.2.4 控制范围..... 339

9.2.5 控制方式..... 341

9.2.6 检测器布设..... 346

9.3 城市快速路的单点控制..... 348

9.3.1 单入口匝道控制..... 348

9.3.2 单出口匝道控制..... 359

9.4 城市快速路匝道的协调控制..... 367

9.4.1 成对出入口匝道的协调控制..... 367

9.4.2 多入口匝道的协调控制..... 372

9.4.3	面向拥挤疏散的匝道协调控制 .....	373
9.5	城市快速路与衔接道路的优化式协调控制 .....	376
9.5.1	入口匝道与衔接道路上游交叉口的协调控制 .....	377
9.5.2	出口匝道与衔接道路下游交叉口的协调控制 .....	380
9.5.3	出入口匝道与衔接道路的协同优化控制 .....	384
9.6	城市快速路与衔接道路的触发式协调控制 .....	389
9.6.1	触发式协调控制内涵 .....	389
9.6.2	触发式协调控制实现框架 .....	391
9.6.3	触发检测器布设 .....	392
9.6.4	触发式协调控制主流程 .....	395
9.6.5	触发式协调控制核心算法 .....	397
9.6.6	仿真测试方案设计 .....	402
9.6.7	仿真测试结果分析 .....	404
	参考文献 .....	410

# 第1章 绪论

我国正处于城镇化和机动化双重发展的高潮期，城市交通问题已经成为制约城市发展的瓶颈。缓解城市交通拥堵，创造一个健康有序可持续发展的城市环境是摆在政府面前的一道难题。国内外的实践证明，单纯依靠道路建设不可能有效地解决交通拥堵问题，采用先进的智能化交通管理手段已成为缓解交通拥堵的必然趋势，而城市交通控制是智能化交通管理的核心之一。交通控制策略是进行交通控制算法设计、交通信号系统开发的前提与基础。

## 1.1 交通控制基本理念

### ▶▶ 1.1.1 交通控制定义

交通控制，也可以称为交通信号控制，是针对在空间上无法实现分离的地方（主要是在平面交叉口）采用在时间上给交通流分配通行权的一种交通指挥措施。其主要依靠交通警察或采用交通信号控制设施，随交通变化特性来指挥车辆或行人通行。随着信息采集技术、计算机技术、通信技术与网络技术的飞速发展，交通控制已经逐步由传统的定时方案控制转向依据检测设备得到的交通流运行特性实时进行优化的智能控制，以期达到保障安全、提升效率、优化路权的目的。

交通控制系统是保障交通秩序的主要设施，它集成了交通管理者的管理理念和意图，不仅仅通过交通信号为竞争的交通流分配时空资源，而且要最大限度地提高交通系统运行效率。从微观层面上讲，一个好的交通控制系统应能使交通流以最小的延误通过交叉口；从中观层面上来讲，一个好的交通控制系统应能使交通流主体顺畅地通过一个交叉口群，实现干线或区域协调控制；从宏观层面上来讲，一个好的交通控制系统应能对交通流起到调节作用，使得交通流在路网上有一个合理的分布，即实现网络交通流的动态平衡。

### ▶▶ 1.1.2 交通控制基本原则

交通控制是在给定控制策略下，以安全、效率、公平为目标，通过信号配时参数优化对交叉口时空资源在竞争交通流之间进行优化配置，从而维持交通秩序、提高交通效率，是现代交通管理的核心技术之一。从本质上来说，交通控制是一种通行权的分配，是通过信号手段在时间上分配不同交通流的通行权。因此，在进行交通控制策略制定、算法研究时，需要考虑如下四个基本原则。

### 1) 安全保障

安全保障是整个交通信号控制中最基础也是最重要的原则,在进行交通信号控制时必须确保所有交通参与者(社会车辆、公交车、非机动车、行人)的安全,特别是在通行权更迭时,必须保证多股冲突交通流之间的安全间隔时间。交通信号控制的相关算法设计(感应控制、黄灯设计等)与设施设置(倒计时、可变导向车道等)必须以安全为前提。

### 2) 权利均衡

权利均衡是指所有交通参与者在交通控制中应当平等地享有通行权,在交通控制的通行权分配中,针对不同类型的交通参与者应当坚持公平原则,避免单纯以机动车为主导的交通信号控制。

### 3) 效率优先

效率优先是指交通控制系统对不同交通方式、不同冲突交通流进行通行权时间分配时,应以控制区域整体运行效率为目标。

### 4) 弱势保护

弱势保护是指在交通信号控制中需要对支路车流、非机动车、行人等在优化中考虑较少的弱势群体给予一定的通行时间保护,在确保安全与一定效率的前提下满足这部分交通流的通行需求。

## ►► 1.1.3 交通控制目标

早期交通信号控制的主要目标是分离冲突、确保安全、平衡路权。随着交通需求的快速增加,交通拥堵的加剧,交通信号控制作为一种交通管控手段也起到了减少延误、提升路网运行效率的作用。城市交通控制的四项原则可以归纳为两大目标,一是安全,二是效率。要实现这两个目标,交通秩序是前提,在一定的道路条件下,交通秩序由道路法规和交通控制系统来保障。前者为交通参与者确定了行为规范,后者则为竞争的交通流分配时空资源,从而使交通参与者在确定的行为规范下合理、高效地利用有限的时空资源,避免不必要的交通冲突,实现交通流的安全、高效运行。

一般来讲,任何一个城市的交通需求按其时空分布均可分为低峰、平峰和高峰时段,且不同时段下的交通状态演化过程具有一定的规律性。一个优秀的交通控制系统应根据交通状态的变化规律自动地选择相应的控制策略,以实现管理者的管理理念。具体地讲,在低峰期系统应根据传感器的上传数据自动生成或选择控制方案,以使出行者尽快通过交叉口,避免时空资源浪费;在平峰期系统应对相关联的信号交叉口进行协同优化,使得关联交叉口所形成区域交通流有一个最佳交通状态;而在高峰期城市部分交通子区或交叉口经常会出现瓶颈现象,此时的控制系统应能自动预测和识别交通瓶颈,并能通过信号配时改变部分出行者出行路径,避免交通瓶颈的发生或消除已发生的交通瓶颈。因此,在不同的交通状态下,交通信号控制的优化目标是不同的。

在低饱和状态下,交通控制的目标是最小停车次数,即通过减少车辆停车次数,使得车辆在单个交叉口的延误及停车最少;在中饱和状态下,交通控制的目标是最小车辆延误,即通过降低车辆延误,使得车辆能够快速连续通过多个交叉口,有效发挥干线绿波效益;在高饱和状态下,交通控制的目标是最大通行能力,即通过提升交叉口的通行能力,使得交叉口能够通过更多的车辆。在过饱和状态下,交通控制的目标是防止排队溢出,即通过限制进入



过饱和区域的车辆,有效缓解过饱和区域的交通拥堵状况,防止车辆排队过长导致排队上溯,进而导致多米诺效应。因此,针对不同的控制优化目标,需要制定不同的交通控制策略,研发不同的交通控制算法。

## 1.2 交通控制策略

### 1. 交通控制策略概念

交通控制策略是为实现城市交通控制理念和目标而采取的方案集合。具体地讲,一个深思熟虑的交通控制策略,应包括管理者交通治理理念、期望达到的目标以及实现目标的技术方案。交通控制系统的使用者和开发者由于站位和思考问题的角度不同,对交通控制策略的理解有着明显的区别。

### 2. 使用者策略

使用者策略实际上就是使用者的系统选择策略。就一个具体的城市而言,其交通控制策略应该是针对该城市具体情况的整体控制方案。策略的制定过程既是对控制理念、控制目标的梳理过程,也是城市交通控制系统使用者(城市交通管理者)对控制系统的选择过程。这两个过程都需要决策者仔细考虑城市的路网特性、交通流规律、投资能力、城市所处的发展阶段等因素,确定数据采集与处理方式、通信方式、控制方式等,从而在已有的交通控制系统中选择合适的产品。

### 3. 开发者策略

开发者策略也可以说是交通控制系统的产品策略。产品开发者要考虑各种城市的交通控制需求,要对不同城市的控制理念、控制目标、路网特性、交通流规律、投资能力、城市所处的发展阶段等进行归纳和分类,从而有针对性地进行产品开发,适应市场需求。此外,作为产品开发者,更该注意新技术的使用,解决城市交通出现的新问题,给出引导城市交通管理技术进步的新策略。

不论是使用者策略还是开发者策略,都存在一些共性的因素需要在控制系统的选择或开发中认真考虑。

## 1.3 城市交通特性

城市交通特性可分为静态的城市路网特性与动态的交通流运行特性。对城市交通特性进行深入的分析,剖析其内在规律是进行交通控制系统设计与研发、交通控制策略制定的前提和基础。

### ►► 1.3.1 城市路网特性

我国城市道路类型分为快速路、主干路、次干路和支路,不同的道路等级其交通流特性和所处区域交通的地位不尽相同。根据道路分级情况,将路网交叉口按其重要程度划分为快速路匝道进出口、战略交叉口、战术交叉口和一般交叉口进行控制。