



交通运输行业高层次人才培养项目著作书系

陈 峻 / 著

城市道路交通流非均衡运行特性

Urban Road's Un-equilibrium Traffic
Flow Operation Characteristics
and Space-time Resource Cooperative
Control Methods

及时空资源协同控制方法



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



交通运输行业高层次人才

陈 峻 / 著

城市道路交通流非均衡运行特性

Urban Road's Un-equilibrium Traffic
Flow Operation Characteristics
and Space-time Resource Cooperative
Control Methods

及时空资源协同控制方法



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

内 容 提 要

传统的城市交通信号控制侧重从时间角度对各种转向车流进行通行权分配,对于非均衡交通流问题的解决具有一定的局限性。本书依托国家 863 计划课题“区域交通动态协同优化控制技术”,以稳态道路资源供给和动态交通需求变化的协调优化配置为目标,重点研究以下问题:①交叉口转向车道位置变化对于通行能力的影响及设置条件;②如何设置交叉口进口可变导向车道,以适应车流转向的不均衡特性;③交叉口多进口潮汐交通拥堵的类型划分及可变车道设置方法;④路段交通潮汐特性及变向交通组织方法;⑤如何降低供需过饱和和交叉口车辆排队对于上游交叉口的溢流影响。这些问题的解决以期灵活设置交叉口转向车道、路段可变车道以及路段上下游交叉口信号协同控制提供新的思路。

本书可供交通运输工程学科及交通工程、交通运输等专业研究生和高年级本科生参考使用,也可从事交通规划与设计、交通管理与控制、智能交通等专业领域的技术人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市道路交通流非均衡运行特性及时空资源协同控制
方法/陈峻著. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2014.9

(交通运输行业高层次人才培养项目著作书系)

ISBN 978-7-114-11530-1

I. ①城… II. ①陈… III. ①城市道路—交通运输管理 IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 151532 号

交通运输行业高层次人才培养项目著作书系

书 名:城市道路交通流非均衡运行特性及时空资源协同控制方法

著 者:陈 峻

责任编辑:周 宇 李 娜

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.cepress.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:北京盈盛恒通印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:20.5

字 数:435 千

版 次:2014 年 9 月 第 1 版

印 次:2014 年 9 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11530-1

定 价:62.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

交通运输行业高层次人才培养项目著作书系 编审委员会

主 任:杨传堂

副主任:戴东昌 周海涛 徐 光 王金付
陈瑞生(常务)

委 员:	李良生	李作敏	韩 敏	王先进
	石宝林	关昌余	沙爱民	吴 澎
	杨万枫	张劲泉	张喜刚	郑健龙
	唐伯明	蒋树屏	潘新祥	魏庆朝
	孙 海			



书系前言

Preface of Series

进入 21 世纪以来,党中央、国务院高度重视人才工作,提出人才资源是第一资源的战略思想,先后两次召开全国人才工作会议,围绕人才强国战略实施做出一系列重大决策部署。党的十八大着眼于全面建成小康社会的奋斗目标,提出要进一步深入实践人才强国战略,加快推动我国由人才大国迈向人才强国,将人才工作作为“全面提高党的建设科学化水平”八项任务之一。十八届三中全会强调指出,全面深化改革,需要有力的组织保证和人才支撑,要建立集聚人才体制机制,择天下英才而用之。这些都充分体现了党中央、国务院对人才工作的高度重视,为人才成长发展进一步营造良好的政策和舆论环境,极大激发了人才干事创业的积极性。

国以才立,业以才兴。面对风云变幻的国际形势,综合国力竞争日趋激烈,我国在全面建成小康社会的历史进程中机遇和挑战并存,人才作为第一资源的特征和作用日益凸显。只有深入实施人才强国战略,确立国家人才竞争优势,充分发挥人才对国民经济和社会发展的重要支撑作用,才能在国际形势、国内条件深刻变化中赢得主动、赢得优势、赢得未来。

近年来,交通运输行业深入贯彻落实人才强交战略,围绕建设综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通的战略部署和中心任务,加大人才发展体制机制改革与政策创新力度,行业人才工作不断取得新进展,逐步形成了一支专业结构日趋合理、整体素质基本适应的人才队伍,为交通运输事业全面、协调、可持续发展提供了有力的人才保障与智力支持。

“交通青年科技英才”是交通运输行业优秀青年科技人才的代表群体,培养选拔“交通青年科技英才”是交通运输行业实施人才强交战略的“品牌工程”之一,1999 年至今已培养选拔 283 人。他们活跃在科研、生产、教学一线,奋发有为、锐意进取,取得了突出业绩,创造了显著效益,形成了一系列较高水平的科研成果。为加大行业高层次人才培养力度,“十二五”期间,交通运输部设立人才培养专项经费,重点资助包含“交通青年科技英才”在内的高层次人才。



人民交通出版社以服务交通运输行业改革创新、促进交通科技成果推广应用、支持交通行业高端人才发展为目的,配合人才强交战略设立“交通运输行业高层次人才培养项目著作书系”(以下简称“著作书系”)。该书系面向包括“交通青年科技英才”在内的交通运输行业高层次人才,旨在为行业人才培养搭建一个学术交流、成果展示和技术积累的平台,是推动加强交通运输人才队伍建设的重要载体,在推动科技创新、技术交流、加强高层次人才培养力度等方面均将起到积极作用。凡在“交通青年科技英才培养项目”和“交通运输部新世纪十百千人才培养项目”申请中获得资助的出版项目,均可列入“著作书系”。对于虽然未列入培养项目,但同样能代表行业水平的著作,经申请、评审后,也可酌情纳入“著作书系”。

高层次人才是创新驱动的核心要素,创新驱动是推动科学发展的不懈动力。希望“著作书系”能够充分发挥服务行业、服务社会、服务国家的积极作用,助力科技创新步伐,促进行业高层次人才特别是中青年人才健康快速成长,为建设综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通做出不懈努力和突出贡献。

交通运输行业高层次人才培养项目
著作书系编审委员会
2014年3月

作者简介

Author Introduction



陈峻,东南大学博士,教授,博士生导师。一直致力于交通运输规划与管理方面的教学与科研工作,主要研究方向为:城市综合交通系统优化、城市停车设施规划与管理、城市公共交通运输规划、智能交通管理与控制等。现任中国城市交通运输规划学术委员会委员、教育部高等学校交通运输类教学指导委员会交通工程分委会委员。

近年来负责完成国家973计划项目子课题、国家“十一五”科技支撑计划项目子课题和国家863计划课题各1项、国家自然科学基金面上项目2项,参与国家自然科学基金重点和面上项目3项、国家863计划课题1项、省部级科技项目3项,负责工程技术应用项目20余项。

在国内外学术刊物上发表论文百余篇,授权和公开国家发明专利20多项,开发自主知识产权软件5套。获得国家科技进步二等奖、住房和城乡建设部华夏科技进步奖一等奖、中国智能交通协会科学技术一等奖、教育部科技进步二等奖各1项。获得国家级教学成果二等奖2项、江苏省教学成果特等奖和一等奖4项。

2007年入选教育部新世纪优秀人才支持计划,2009年获得“江苏省新长征突击手”称号,2009年7~12月作为高级研究学者赴英国南安普顿大学访问。2011年获得交通运输部“交通青年科技英才”称号,2013年入选江苏省“333高层次人才培养工程”第三层次培养对象。

代表性论著有《城市停车设施规划方法与信息诱导技术》(东南大学出版社,2007年),《交通管理与控制》(人民交通出版社,2012年)。

前 言

Foreword

为了适应我国城镇化、机动化的快速发展,很多城市开展了大规模城市空间布局调整与道路基础设施建设的工作,以缓解交通需求与供给的矛盾。然而,在城市规模拓展、用地功能调整的过程中,道路交通需求与基础设施供给在不同的时间和空间范围内常常呈现出不匹配的现象,例如:

(1)高峰与平峰期间交叉口进口道各种转向车流(直行、左转、右转)交通量波动明显,导致某个转向车道排队过长而引发交通拥堵,而其他车道却得不到很好的利用。

(2)连接城市郊区与中心区通道上的交通流呈现出明显的潮汐特性,进(出)城方向因道路资源严重不足导致常发性拥堵,而同时相反方向的道路资源未得到充分利用。

(3)当路段和交叉口各车道的总体交通需求持续超过有限空间供给能力时,所产生的拥堵和车辆排队现象可能从一个交叉口蔓延至整条路段或多个交叉口,严重时会造成区域性的交通阻塞现象。

传统的交通信号控制方法,对于上述问题的解决具有一定的局限性。本书以交通流的动态需求和交通设施的稳态(静态)供给间的相互作用关系为研究基础,以适应交叉口交通流转向的非均衡性、减少对路段车流运行的扰动和调节路段交通流方向不均匀性为目标,以现代交通信息监测、可变信息发布等技术为支撑,重点提出面向交通节点和路段层面的交通资源时间和空间协同管理与控制技术,提升城市道路资源供给的有效性。

全书由陈峻组织研究团队整理统稿,共七章,主要内容安排及参与写作、校核的人员如下:

第一章为单点交叉口信号控制基础,王昊负责。

第二章为交叉口转向车道位置变化对通行能力的影响及设置应用,舒蕾负责。

第三章为交叉口进口车流转向不均衡特性及可变导向车道控制方法,顾姗姗负责。

第四章为设置可变导向车道的交叉口上游车辆平滑过渡方法,周洋、何鹏负责。

第五章为当交叉口转向车流存在潮汐交通特性时,拥堵类型的划分及可变车道的设置与控制方法,李旭负责。

第六章为城市干道非对称交通运行特性及变向交通组织方法,陈亚维、刘志广负责。

第七章为面向瓶颈路段排队溢流的信号交叉口控制方法,朱仁伟、陈恺负责。

本书的完成还得益于国内外很多同行专家的学术交流与探讨,感谢北京四通智能交通系统集成有限公司董事长关积珍博士、浙江大学王殿海教授、美国 Texas A&M University 张云龙教授的支持和建议,感谢国家 863 计划主题项目“大城市区域交通协同联动控制关键技术”项目组成员的协作,感谢东南大学王炜教授及交通运输规划与管理学科各位同事的关心和帮助。在写作的同时,还参考了国内外大量文献,这里谨向文献作者表示诚挚的敬意。

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正和交流。作者邮箱:chenjun@seu.edu.cn。

陈 峻

2014 年 3 月于东南大学交通学院



目 录

Contents

第一章 单点交叉口信号控制基础	1
第一节 概述	1
第二节 单点交叉口信号控制的设置依据及主要参数	1
第三节 单点交叉口的基本信号控制设计	8
第四节 单点交叉口感应式信号控制	21
本章参考文献	26
第二章 交叉口转向车道位置变化对通行能力的影响及设置应用	27
第一节 概述	27
第二节 设有外置左转车道的交叉口交通调查及特性分析	28
第三节 设有外置左转车道的进口道通行能力和影响因素	39
第四节 设有外置左转车道的进口道通行能力模型	50
第五节 外置左转车道的设置应用	70
本章参考文献	80
第三章 交叉口进口车流转向不均衡特性及可变导向车道控制方法	82
第一节 概述	82
第二节 交叉口进口道转向不均衡交通特性研究	83
第三节 可变导向车道设置条件与功能变化的触发方法	98
第四节 可变导向车道的信号控制优化方法研究	108
本章参考文献	123
第四章 设置可变导向车道的交叉口上游车辆平滑过渡方法	124
第一节 概述	124
第二节 可变导向车道上游车辆交通特性分析	124

第三节 信号控制交叉口可变导向车道长度设置	138
第四节 可变导向车道上游车辆平滑过渡控制策略	152
本章参考文献	164
第五章 潮汐拥堵交叉口可变车道设置与控制方法	166
第一节 概述	166
第二节 交叉口潮汐交通拥堵特性与类型划分	168
第三节 交叉口潮汐拥堵特性与可变车道匹配设置方法	179
第四节 面向潮汐拥堵的交叉口可变车道控制方法	196
第五节 基于实例的交叉口可变车道设置与控制方法验证	201
本章参考文献	212
第六章 城市干道非对称交通运行特性及变向交通组织方法	213
第一节 概述	213
第二节 城市干道非对称交通运行特性分析	214
第三节 潮汐交通交叉口的信号相位方案及适用性	223
第四节 面向城市干道变向交通的车道调整方法	241
第五节 城市干道车道方向调整的实施策略	248
第六节 基于实例的变向交通组织方案仿真评价	254
本章参考文献	259
第七章 面向瓶颈路段排队溢流的信号交叉口控制方法	261
第一节 概述	261
第二节 瓶颈交叉口进口道车辆排队过程分析	262
第三节 瓶颈路段车辆排队溢流预判方法	266
第四节 瓶颈路段的交叉口溢流控制方法	280
第五节 相邻交叉口协调溢流控制方法	305
本章参考文献	312
索引	313

第一章 单点交叉口信号控制基础

第一节 概 述

单点交叉口信号控制是指利用交通信号灯,对孤立交叉口各种转向车流(人流)进行通行权和通行时长的分配,对于道路交通安全、有序和高效运行具有重要的作用。单点交叉口信号控制的相关参数计算和优化,贯穿了本书所有章节的内容。

本章在总结既有相关文献的基础上,重点介绍城市道路单点交叉口信号控制设置依据及主要参数,解读单点交叉口信号控制的相位划分原则、车道组设计概念,给出定时交通信号控制配时的一般性方法,并对感应式信号控制工作原理及关键参数进行说明,为后续章节中交叉口时空资源协同优化方法的建立提供专业知识基础。

第二节 单点交叉口信号控制的设置依据及主要参数

一、交叉口信号控制的设置依据

广义的交叉口控制方式不仅包括信号控制,还包括停车让路控制和减速让路控制等。无论是停车让路控制还是减速让路控制,在通行权上处于次要地位的车流都需要等待拥有优先通行权的车流出现可穿越间隙时方可通行,而对于何种间隙为可穿越间隙并没有强制性规定,不同驾驶人对可穿越间隙的执行标准也不相同。相比而言,信号控制对通行权的分配带有更多的强制性。驾驶人通过当前信号灯的颜色即可判断是否可以通行。因此,信号控制方式对通行权的分配最为明确。

事实上,并非所有交叉口都适合采用信号控制。对于交通量较低或是主次路权清晰的交叉口,有时采用减速或停车让行控制的效果会比信号控制更好。因此,在设计交叉口管理控制方案之前,应当考虑采用哪种控制方式为宜。

1. 设置交通信号控制的理论依据

通常,对于主次通行权分明以及交通量较低的交叉口,采用停车让路控制或减速让路控制;对于交通量较大的交叉口则采用信号控制。决定是否应将停车让路控制或减速让路控制改变为信号控制时,应主要考察两个因素:交叉口的通行能力和延误。考察如继续采用停车让路控制或减速让路控制是否能满足交叉口实际交通量的通行要求,以及改为信号控制后交叉口的平均延误水平是否得到改善。

(1) 停车让路控制或减速让路控制交叉口的通行能力。

停车让路控制或减速让路控制交叉口的通行规则约定:拥有优先通行权道路上的车流行驶不受次要道路上行驶车辆的影响;而次要道路上的车辆到达交叉口时则需先减速或停车,等待主要道路上的车流出现可穿越的间隙后方可穿行通过交叉口。因此,主要道路的最大通行能力可接近其饱和流量;而次要道路的通行能力则与主要道路上车流的车头时距

分布情况相关。当主要道路车辆到达率服从泊松分布（即车头时距服从负指数分布）时，根据上述通行规则，可以得到交叉口次要道路的最大通行能力的计算公式如下：

$$Q_{\max} = \frac{qe^{-\frac{q\tau}{3600}}}{1 - e^{-\frac{qh}{3600}}} \quad (1-1)$$

式中： $Q_{\max}$ ——次要道路的最大通行能力，pcu/h；

q ——主要道路交通量，pcu/h；

τ ——主要道路车流中可供次要道路车辆穿越的临界间隙时距，一般取值范围为4.5 ~ 10s；

h ——次要道路车辆连续穿越主要道路车流间隙时的饱和时距，一般取值范围为2 ~ 3s。

利用式（1-1）即可算出不同主要道路车流量水平下次要道路的通行能力。不难发现，随着主要道路车流量的增大，次要道路的通行能力会逐渐减小，如图1-1所示。

除次要道路交通量大于其通行能力时应采用信号控制外，当主要道路的交通量接近通行能力值时，次要道路车辆穿越主要道路车流通行已变得困难，排队长度和延误时间也迅速上升，此时应考虑将该交叉口的控制方式改为信号控制。

（2）交叉口的平均延误时间。

停车让路控制或减速让路控制的通行规则使得主要道路车流通过交叉口几乎无任何延误，然而这是以牺牲次要道路车辆的利益为代价的，可能导致次要道路的车辆延误时间很大。信号控制可以有效降低次要道路车辆的平均延误时间，但必然造成主要道路上部分车辆延误时间的增加。因此，当考虑是否将停车让路控制或减速让路控制改为信号控制时，还应当考察改变前、后交叉口车辆平均延误时间的变化情况。

当主、次道路交通量的比值为固定值时，停车让路控制、减速让路控制和信号控制方式下的交通流量—延误时间变化图，可用图1-2近似描述^[1]。比较图中曲线可以看出，当交叉口流量较小时，信号控制下的延误时间要高于停车让路控制和减速让路控制下的延误时间；随着交叉口交通量的增大，这两种控制方式的延误水平越来越接近，直至交通量增大到某一临界值（通常分布在800 ~ 1200pcu/h之间）时，两种控制方式的延误水平相同；随后，当交通量继续增大时，停车让路控制或减速让路控制方式的延误时间迅速上升，明显高于信号控制方式下的延误水平。

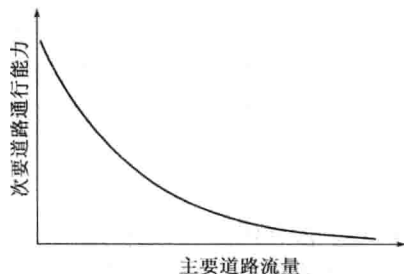


图 1-1 停车/减速让路控制方式下主要道路流量—次要道路通行能力变化曲线

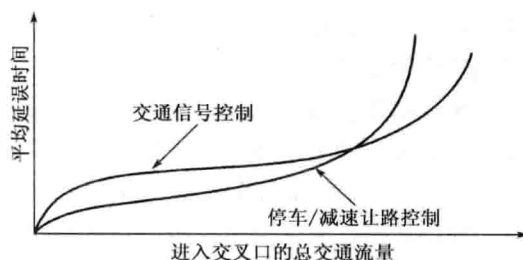


图 1-2 停车/减速让路控制方式与信号控制方式下交通流量—延误时间变化曲线

2. 设置交通信号控制的条件及标准

设置交通信号控制，虽有一些理论依据，但这些理论依据大多包含大量的复杂模型，不便于交通工程人员的实际应用，且世界各国的交通条件又各有差异。因此，各国都根据上述理论依据，充分考虑各自交通实际状况，制定出合适的交通信号控制设置标准。以美国《交通控制设施手册》（以下简称《手册》）^[2]为例，该《手册》详细给出了设置信号控制的条件，主要包括以下 8 个方面：

(1) 工作日任意 8h 中每一小时的主要道路和次要道路的车流量大于《手册》中推荐的流量值，如表 1-1 所示。

《手册》规定交叉口设置信号灯的 8h 交通流量标准^[2] 表 1-1

条件 A——最小车流量									
进口道通车车道数		主要道路车辆数 (pcu/h) (双向进口道的总和)				次要道路车辆数 (pcu/h) (单向中流量较大者)			
主要道路	次要道路	100%	80%	70%	56%	100%	80%	70%	56%
1	1	500	400	350	280	150	120	105	84
2 及以上	1	600	480	420	336	150	120	105	84
2 及以上	2 及以上	600	480	420	336	200	160	140	112
1	2 及以上	500	400	350	280	200	160	140	112
条件 B——中断连续交通量									
进口道通车车道数		主要道路车辆数 (pcu/h) (双向进口道的总和)				次要道路车辆数 (pcu/h) (单向中流量较大者)			
主要道路	次要道路	100%	80%	70%	56%	100%	80%	70%	56%
1	1	750	600	525	420	75	60	53	42
2 及以上	1	900	720	630	504	75	60	53	42
2 及以上	2 及以上	900	720	630	504	100	80	70	56
1	2 及以上	750	600	525	420	100	80	70	56

(2) 工作日任意 4h 中每一小时的主要道路和次要道路的车流量分布在《手册》中推荐的判定曲线上方，如图 1-3 所示。

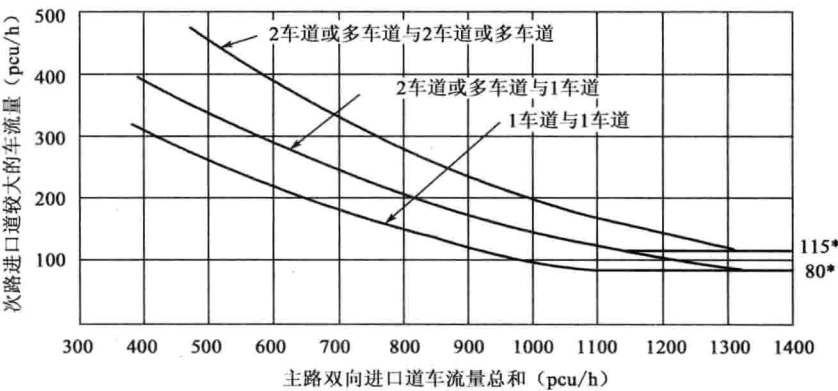


图 1-3 《手册》规定交叉口设置信号灯的 4h 交通流量标准^[2]

*：115 辆/h 是次路具有 2 车道或多车道的进口道流量下限，80pcu/h 是次路进口道具有 1 车道的进口道流量下限。

(3) 工作日高峰小时车流量和延误同时大于《手册》中推荐的流量值和延误值。

(4) 工作日行人过街流量大于《手册》中推荐的流量值。

(5) 车流中实际出现的空当时间, 小于学童过街所需的空当时间。

(6) 需要考虑与邻近交叉口设置联动信号系统。

(7) 交叉口每年发生的交通事故多于《手册》中给出的警戒值, 并且这些交通事故可以通过改用信号控制而避免其发生。

(8) 工作日高峰小时的车流量至少达到 1000pcu/h, 并且预计未来 5 年工作日的交通量满足上述(1)、(2)、(3)条依据中的一个或数个条件。

我国于 2006 年颁布了国家标准《道路交通信号灯设置与安装规范》(GB 14886—2006)^[3], 对交叉口机动车信号灯的安裝做出了如下主要规定:

(1) 当相交的两条道路均为干路时, 应设置信号灯。

(2) 当相交的两条道路中有一条为支路时, 当进入交叉口高峰小时及任意连续 8h 的交通量超过表 1-2 所列数值及有特别要求的交叉口可设置机动车信号灯。

(3) 在可变车道入口和路段、隧道、收费站等地, 应设置车道信号灯, 在城市快速路进出口等地视实际情况可设置车道信号灯。

(4) 3 年内平均每年发生 5 次以上交通事故的路口, 从事故原因分析通过设置信号灯可避免发生事故的, 应设置信号灯。3 年内平均每年发生一次以上死亡交通事故的路口, 应设置信号灯。

(5) 特别要求的路口, 如常用警卫工作路线上的路口、交通信号控制系统协调控制范围内的路口等, 可设置信号灯。

我国规范规定交叉口设置信号灯的流量标准^[3]

表 1-2

主要道路 单向车道数 (条)	次要道路 单向车道数 (条)	主要道路双向交通流量 (pcu/h)		流量较大的次要道路单向流量 (pcu/h)	
		高峰小时	连续 8h 平均	高峰小时	连续 8h 平均
1	1	750	500	300	150
		950	750	230	75
		1200	—	140	—
	≥2	750	500	400	200
		950	750	340	100
		1200	—	220	—
≥2	1	900	600	340	150
		1050	900	280	75
		1400	—	160	—
	≥2	900	600	420	200
		1050	900	350	100
		1400	—	200	—

注: 1. 表中交通流量按小客车计算, 其他类型的车辆应折算为小客车当量。

2. 车道数以路口 50m 以上的渠化段或路段数计。

3. 在统计次要道路单向流量时, 应取每一个流量统计时间段内两个进口的较大值累计。

对于处于规划中的城市道路交叉口,我国《城市道路交叉口规划规范》(GB 50647—2011)^[4]对是否采用交通信号控制也做了说明。对以下几类情况,该规范建议采用信号控制方式。

- (1)规划中的主干路与主干路交叉口。
- (2)规划中的主干路与次干路交叉口。
- (3)规划中的次干路与次干路交叉口。

对于规划中的主干路与支路交叉口、次干路与支路交叉口以及支路与支路交叉口,在选择交通控制方式时,需结合规划道路建成后预计的流量情况和交通管制情况加以考虑。

二、单点交叉口信号控制方式划分

单点交叉口信号控制根据控制方式的不同,主要可分为定时式控制、感应式控制以及自适应控制。

(1)定时式控制是指交叉口信号具有确定的控制方案,信号灯在控制时段内按照预先设定的控制方案周期式地进行信号控制。定时式控制具有工作稳定可靠、便于与相邻交叉口的交通信号进行协调、设施成本较低、安装与维护方便等优点,适用于交通需求波动小或交通量较大(接近饱和状态)的情况,但存在灵活性差、不适应交通需求波动的缺点。

(2)感应式控制是指交通信号灯能根据交通检测器检测到的交叉口实时交通流状况,采用适当的信号显示时间以适应交通需求的一种信号控制方式。感应式控制对车辆随机到达以及交通需求波动较大的情况适应性较强,然而存在协调性差、设施成本较高的缺点。

(3)自适应控制是基于人工智能技术发展起来的一种信号控制方式,该控制方式具有学习、抽象、推理和决策等功能,能根据环境的变化做出恰当的适应性反应,具有较强的实时性、鲁棒性和独立性,但控制策略较为复杂,且需要配套相应的检测装置。

三、单点交叉口信号控制的基本参数

1. 信号周期

信号周期是指信号灯色按设定的相位顺序显示一周所需的时间,如图1-4所示,用 C 表示,单位为秒(s)。一般来说,每一种通行需求的交通流(各种不同转向的机动车流、非机动车流和行人过街交通流)都会在一个周期内获得至少一次绿灯信号。实际中,对于信号控制较为简单的中小型交叉口,信号周期取值一般为40~120s;对于信号控制较为复杂的大型交叉口,信号周期取值一般在180s左右。

2. 信号相位

在信号控制交叉口,每一种控制状态(一种通行权),即对各进口道不同方向所显示的不同灯色的组合,称为一个信号相位。一个信号相位中,获得通行权进口道的信号灯显示时间通常由绿灯时间和黄灯时间组成,大型交叉口有时还包括全红时间。所有这些信号相位及其顺序统称为相位(相位方案),一个信号控制方案在一个周期内有几个信号相位,则称该信号控制方案为几相位的信号控制。

十字形交叉口通常采用2~4个信号相位。图1-4所示是一种最基本的两相位方案。过少的相位不能有效地分配交叉口的通行权,容易导致交通混乱以及交通安全性下降;而

过多的相位虽然使交叉口的通行秩序和安全性得到了改善，然而却因过多的相位转换损失了大量的通行时间，导致交叉口通行能力下降和车辆、行人延误时间上升。

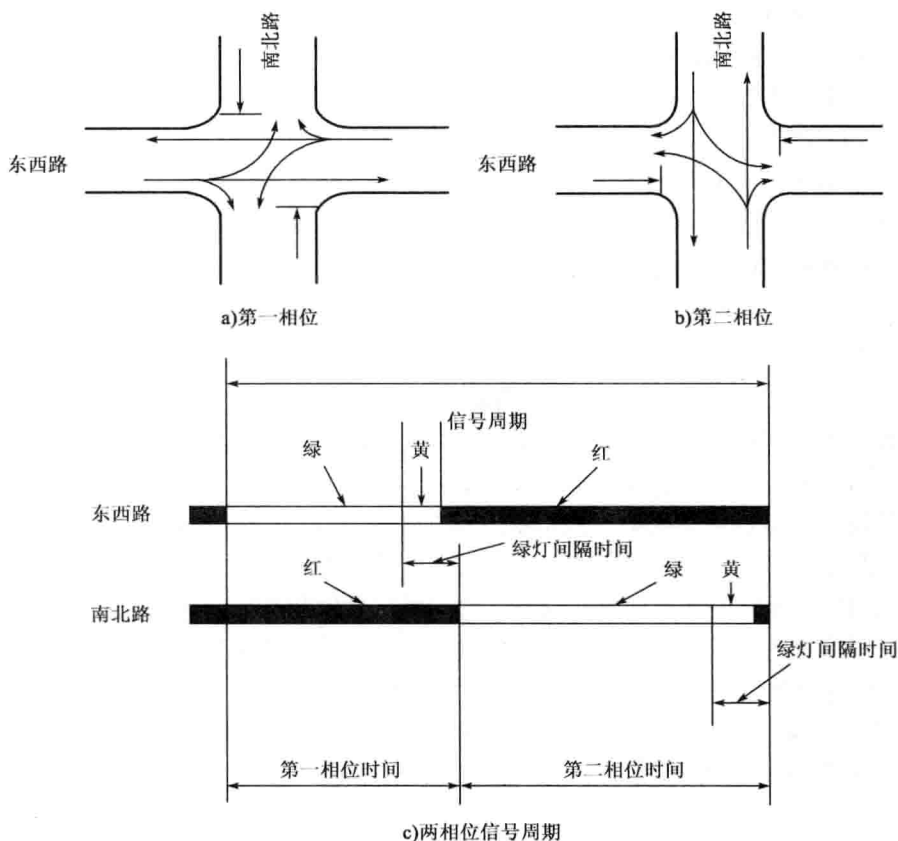


图 1-4 两相位信号周期图

3. 绿信比

绿信比是指一个信号周期内某信号相位的有效绿灯时长与信号周期时长的比值，一般用 λ 表示：

$$\lambda = \frac{g_E}{C} \quad (1-2)$$

式中： C ——信号周期，s；

g_E ——有效绿灯时长，s。

4. 有效绿灯时长

所谓有效绿灯时长，是指与信号相位内可利用的通行时间相等效的理想通行状态所对应的绿灯时长。在一个信号相位期间，车辆可通行时间包括绿灯显示时间和黄灯时间。然而，由于绿灯刚启亮时驾驶人存在反应延迟，而绿灯末期和黄灯期间驾驶人又要放缓车速，因此，一个相位通行时间首尾部分的通行效率是较低的。若所有车流始终以饱和流率通过停车线则只需要花费有效绿灯时长即可。如图 1-5 所示，有效绿灯时间与饱和流率的乘积在数值上等于实际驶出停车线流率曲线与时间轴围成区域的面积。绿灯实际显示时间