



研究生教育“十二五”规划教材

城市交通信号控制技术

成 卫 别一鸣 陈昱光 主编
袁满荣 主审

 科学出版社

研究生教育“十二五”规划教材

城市交通信号控制技术

成 卫 别一鸣 陈昱光 主编

袁满荣 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分8章,除绪论外主要包括交通信号控制基础、单点信号控制、干线交通信号协调控制、区域交通信号协调控制、区域交通信号控制系统、公交优先信号控制、快速路交通控制。本书兼具理论性与实用性,给出部分案例分析内容,以期达到理论应用于实际、实践反馈修正理论的目的。

本书可作为交通运输工程专业本科及研究生教材,也可供相关专业技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市交通信号控制技术/成卫,别一鸣,陈昱光主编.—北京:科学出版社,2016.3
研究生教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-03-047186-4

I. ①城… II. ①成… ②别… ③陈… III. ①城市道路-交通信号-自动控制-研究生-教材 IV. ①U491.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第010040号

责任编辑:毛莹 张丽花 / 责任校对:桂伟利

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:迷底书装

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>

北京彦诚则铭印刷科技有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2016年3月第一次印刷 印张:10 1/2

字数:256 000

定价:48.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着我国城市日新月异的快速发展,城市交通管理与控制的科技水平、技术方法也在不断进步,但是城市交通问题仍然需要持续优化与解决。特别是总体上城市交通需求增长大于城市交通供给的增长,导致目前我国城市交通系统运行面临日益严峻的挑战,城市交通拥堵特性发生了明显的变化:①由大城市拥堵发展成大中小城市普遍拥堵;②由高峰时段拥堵发展成经常性拥堵;③拥堵范围从单个交叉口、交通局局部向区域性拥堵发展;④交通拥堵问题由单纯的时间资源分配问题发展成必须进行时空一体化综合管控。解决城市交通问题的诸多方法中,交通信号控制是其中重要的组成部分。特别是在实际操作的性价比、可行性、建设周期及影响等方面,交通信号控制方法在解决城市交通过程中具有较大优势。

因此,编者针对目前城市交通问题的特点,根据多年的教学 and 实际项目经验,结合近年来国内外取得的相关科研成果,进行本书的编写工作。在编写过程中,编者充分考虑交通信号控制的实际工程应用性质,既对经典的交通信号控制理论基础进行了介绍,又结合实际需要对部分理论应用方法进行了完善。特别是总结出目前交通问题需要时空一体化解决的思路,在单点交通信号控制方法和干线信号协调控制方法中增加了单点及干线时空一体化信号控制策略和具体方法。力争保证本书内容既有一定的理论基础,又能够契合目前城市交通信号控制的实际,拓展学生的知识面,激发学生的学习兴趣,并将学习到的理论知识应用到实际中。

本书共分8章,其中第1章为绪论;第2章介绍交通信号控制基础;第3章介绍单点信号控制方法;第4章介绍干线交通信号协调控制方法;第5章介绍区域交通信号协调控制原理;第6章介绍区域交通信号控制系统设备及典型区域交通信号控制系统;第7章介绍公交优先信号控制方法;第8章介绍快速路交通控制方法。

本书第1、3章由昆明理工大学成卫编写;第2、5、6、8章由哈尔滨工业大学别一鸣编写;第4、7章由昆明理工大学陈昱光编写。全书由成卫统稿,云南省昆明市公安局交警支队袁满荣主审。

本书每章末尾附有复习思考题,便于学生对本书内容的学习和掌握。

在本书的编写过程中,广泛参考了本领域的有关著作和研究成果等资料,在此谨向这些著作和文献资料的作者表示衷心的感谢。另外,昆明理工大学研究生李冰、哈尔滨工业大学研究生栗波、白小二、刘翰宁等也参与了资料整理和图表绘制等工作,在此表示感谢。

本书编写依托课程在2012年被评为昆明理工大学研究生核心课程,本书的编写和出版得到了课程建设基金的资助;同时,本书的编写还得到了国家自然科学基金项目(编号:61364019)的资助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2015年9月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 交通控制概述	1
1.1.1 全无控制	1
1.1.2 主路优先控制	1
1.1.3 信号控制	3
1.2 交通信号控制的类型	4
1.2.1 按范围划分	4
1.2.2 按方式划分	5
1.3 交通信号控制的发展状况	5
1.3.1 国外发展概况	6
1.3.2 国内发展概况	6
1.4 交通信号控制的相关技术	7
复习思考题	8
第 2 章 交通信号控制基础	9
2.1 交通信号	9
2.1.1 交通信号灯的分类及含义	9
2.1.2 交通信号灯的次序安排	11
2.1.3 交通信号灯的安裝数量	13
2.2 信号相位	14
2.2.1 信号相位的作用	14
2.2.2 信号相位设计原则	15
2.2.3 信号相位设计方案	16
2.2.4 信号相序的确定	20
2.2.5 信号阶段	21
2.3 信号配时参数	22
2.3.1 周期时长	22
2.3.2 绿信比	22
2.3.3 绿灯间隔时间	23
2.3.4 相位差	24
2.4 饱和流率与流量比	25
2.5 通行能力	25
2.6 饱和度	26
2.7 交叉口服务水平	26

2.8	交通信号设置依据	27
2.8.1	交通调查工作	27
2.8.2	美国设置信号灯的依据	27
2.8.3	英国设置信号灯的依据	29
2.8.4	我国设置信号灯的依据	29
2.8.5	闪光灯的使用	30
2.9	关键车流的判定	30
2.9.1	关键车流判定的理论基础	30
2.9.2	关键车流判定的通用程序	32
2.9.3	关键车流判定实例	34
	复习思考题	36
第3章	单点信号控制	37
3.1	定时式信号控制	37
3.1.1	设计交通量的确定	38
3.1.2	周期时长计算	39
3.1.3	相位绿灯时间计算	44
3.1.4	单点定时式信号配时设计计算例	44
3.2	感应式信号控制	48
3.2.1	感应信号控制相关参数	49
3.2.2	半感应控制	50
3.2.3	全感应控制	52
3.3	路段行人过街信号控制	52
3.3.1	行人过街信号设置条件	52
3.3.2	基本信号控制参数计算	53
3.4	单点时空一体化信号控制	55
3.4.1	概述	55
3.4.2	平面交叉口	56
3.4.3	环形交叉口	61
3.4.4	特殊设计方案	68
	复习思考题	77
第4章	干线交通信号协调控制	78
4.1	概述	78
4.1.1	基本概念	78
4.1.2	干线协调控制方式划分	80
4.2	定时式干道协调控制	81
4.3	干线协调控制方案的选用	90
4.3.1	应用环境	90
4.3.2	效益提升辅助措施	90
4.4	干线时空一体化协调控制	92

4.4.1	考虑红灯期间排队的单向协调最佳相位差	92
4.4.2	相邻交叉口“两两协调控制”设计方法	93
	复习思考题	97
第 5 章	区域交通信号协调控制	98
5.1	概述	98
5.2	区域协调控制原理	99
5.2.1	基本单元	99
5.2.2	约束条件	99
5.2.3	配时方案	102
5.3	区域协调控制方法	103
5.3.1	基本单元的信号协调控制	103
5.3.2	典型协调控制方案	103
5.4	区域协调控制方案生成的技术方法	106
	复习思考题	106
第 6 章	区域交通信号控制系统	107
6.1	基本概念	107
6.1.1	区域交通控制系统定义	107
6.1.2	区域交通控制系统类型	108
6.2	区域交通控制系统基本功能及设备	110
6.2.1	宏观功能	110
6.2.2	微观功能	111
6.2.3	交通信号控制机	112
6.2.4	交通信息检测器	115
6.2.5	通信传输设备	118
6.3	区域交通控制系统核心算法	118
6.3.1	交通流信息处理	119
6.3.2	交通控制子区划分	120
6.3.3	信号配时方案生成	122
6.4	典型区域交通控制系统	123
6.4.1	TRANSYT 系统	123
6.4.2	SCOOT 系统	128
6.4.3	SCATS 系统	131
	复习思考题	137
第 7 章	公交优先信号控制	138
7.1	公交优先信号控制基础	138
7.1.1	公交优先信号控制目标	138
7.1.2	公交优先信号控制方式	138
7.1.3	公交车辆信息检测方法	139

7.2 城市快速公交系统	140
7.2.1 快速公交系统概述	140
7.2.2 BRT 信号优先控制策略	141
7.3 现代有轨电车信号优先控制	142
7.3.1 现代有轨电车的介绍	142
7.3.2 现代有轨电车交叉口信号优先控制	143
7.3.3 墨尔本市有轨电车系统	145
复习思考题	148
第 8 章 快速路交通控制	149
8.1 快速路交通特点	149
8.1.1 交通服务功能	149
8.1.2 交通拥挤诱因	150
8.1.3 交通控制方法	150
8.2 入口匝道控制	151
8.2.1 匝道关闭	151
8.2.2 定时控制	151
8.2.3 感应控制	153
8.2.4 汇合控制	154
8.3 出口匝道控制	156
8.4 相邻出入口匝道协调控制	157
复习思考题	158
参考文献	159

第1章 绪 论

交通控制是指依靠交通警察、交通标志或交通信号控制设施,指挥车辆与行人通行。从宏观上来说,交通控制实际上属于交通管理的范畴,交通控制是交通管理的某一表现方式。交通控制的基本任务是对道路交通流进行合理的引导与控制,以提高交叉口通行能力,缓和或防止交通拥挤,减少尾气排放和噪声污染,提高交通安全水平。本章将对道路交通控制类型、控制系统分类以及交通控制技术的发展状况进行介绍。

1.1 交通控制概述

交叉口是道路网的重要组成部分,国内外城市中的交通堵塞主要发生在交叉口,因为该路段易造成车流中断,事故增多,延误增加。因此,交叉口的交通控制问题是城市交通系统管理的关键问题。平面交叉口按照交通控制方式的不同,可以分为全无控制、主路优先控制、信号灯控制、环岛控制等几种类型,其中以全无控制和信号灯控制交叉口居多。通常当无信号控制交叉口流量增大至一定程度时,便将其改为信号灯控制。

1.1.1 全无控制

全无控制交叉口是指具有同等通行权的两条相交道路,因其流量较小,不采取任何控制手段的交叉口。

当一车辆到达交叉口时,如果在交叉口内有其他车辆正在行驶,致使该车辆减速等待,不能正常通过,即形成一个冲突。当两辆冲突车辆到达冲突点的时间差很小时,就有可能发生碰撞事故。反之,当可能发生冲突时,两车都减速和互相观望,但是根据礼貌和习惯,总是有一车先通过交叉口,一般是距离冲突点较近的车辆优先通行。

全无控制适用于车流量比较小的交叉口,此时车辆延误也比较小。但是,随着车流量以及延误的增加,交叉口运行效率降低,此时需要采用其他控制方式。

1.1.2 主路优先控制

在相交的两条道路中,通常将日平均流量大、设计等级高的道路称为主要道路,日平均流量小、设计等级低的道路称为次要道路。在没有信号灯控制时,规定主要道路的车辆在通过交叉口时有优先通行权,而次要道路的车辆必须让主要道路上的车辆先通行。这种控制方式称为主路优先控制。主路优先控制是介于全无控制和信号灯控制两者之间的一种过渡形式。

主路优先控制方式主要有停车标志控制和让路标志控制,并需要在交叉口设置相应的交通标志,如图 1-1-1 所示。因此,有时也称这种控制方式为停车-让路控制。

1. 停车标志控制

停车标志控制按照相交道路条件的不同，可以分为单向停车控制和多向停车控制。

1) 单向停车控制

单向停车控制是指进入交叉口的次要道路车辆，必须在停止线以外停车瞭望，确认安全后才可通行。这种控制需要在次要道路进口处右侧设置明显的停车让行标志，如图 1-1-1(a)所示；同时，在次要道路进口处的路面上写有醒目的“停”字。

具有下列情况之一的可以设置单向停车标志控制。

- (1) 与交通量较大的主要道路平交的次要道路进口。
- (2) 次要道路进口视距不足，视野不够开阔。
- (3) 主要道路交通流复杂，或者车道多，或者转弯车辆多。
- (4) 无人看守的铁路道口。

2) 多向停车控制

多向停车又称多路停车，是指各路车辆进入交叉口均需要先停车观察后再通过，其中以四路停车居多，停车交通标志设置在交叉口所有入口的右侧。

具有下列情况之一的可以设置多向停车标志控制。

- (1) 适合用信号灯控制，但是由于投资困难而未能设置信号灯装置的交叉口。
- (2) 在一年时间内，交叉口有 5 起以上的直角碰撞或左转碰撞车辆事故记录。
- (3) 一天(24 小时)内，任意取连续 8 小时的时间段，其进入交叉口的平均小时车流量在 500 辆/小时以上。
- (4) 在上述相应的 8 小时内，由次要道路上来的车辆和行人综合交通流量在 200 个单位以上，并且在高峰小时期间，次要道路上车流的平均延误时间达到 30 秒。



(a) 停车让行标志



(b) 减速让行标志

图 1-1-1 停车让行标志与减速让行标志

2. 让路标志控制

让路标志控制是指进入交叉口的次要道路车辆不一定需要停车等候，但必须减慢车速瞭望观察，让主要道路车辆优先通行，寻找可穿越间隙通过交叉口，或寻找安全空当汇入主路车流。让行标志一般用在与交通流量不太大的主路相交的次要道路进口，此时在次要道路进口道的右侧应设置明显的减速让行标志(图 1-1-1(b))。

在实施让路控制的交叉口，除应设有明显的让路交通标志外，还应改善路口的视野条件等，以提高交叉口的安全水平。

1.1.3 信号控制

1. 定义

交通信号控制是指利用交通信号灯,对道路上运行的车辆和行人进行指挥。交通信号控制也可以描述为:以交通信号控制模型为基础,通过合理控制路口信号灯的灯色变化,以达到减少交通拥挤与堵塞、保障城市道路通畅和避免发生交通事故等目的。其中,交通信号控制模型是描述交通性能指标(延误时间、停车次数等)随交通信号控制参数(信号周期、绿信比和信号相位差)、交通环境(车道饱和和流量等)、交通流状况(交通流量、车队离散性等)等因素变化的数学关系式,它是交通信号控制理论的研究对象,也是交通工程学科赖以生存和发展的基础。

2. 交通信号功能

交通信号的功能主要是避免各向交通流在交叉地点发生碰撞事故,在时间上把互相冲突的交通流予以分离,使其在不同时间通过,以保证交通安全。随着交通流量的增长,交叉口拥堵日益严重,此时交通信号的作用是组织、指挥和控制交通流的流向、流量、速度,维持交通秩序,使交通流能够有序顺畅地通过,从而提高交通效率,减少噪声和尾气排放。

3. 设置交通信号控制的利弊

如果设计合理、安装得当,交通信号控制相对于其他交通控制手段有诸多优势。

1) 不需要驾驶者作出自主判断

交通信号灯可以清楚地告知驾驶员路权分配情况,驾驶员无须自行判断,只需要在红灯时停车、绿灯时通行。其他的控制手段,如停车控制和环形交叉口等,都需要驾驶员作出复杂的判断和决定,以选择合适的交通流空当通行。

2) 可对大流量的交叉口进行有效控制和管理

交通信号灯控制可以有效控制交通流量较大的情况,如多路交叉口。相反,仅仅对支路交通实行停车控制,交叉口的交通量增加会导致支路车辆排队过长,进而导致交通违规和交通安全问题。

3) 路权分配合理,并且路权可控制

使用交通信号灯控制的交叉口,其路权分配比使用其他控制手段的交叉口更公平、合理,可以保证驾驶员有专门的时段(信号灯显示绿灯期间)通过交叉口。而且,只需要改变信号灯的配时,就可以改变进口车辆的等待时间,实现对不同流向路权的分配。

4) 对冲突交通流进行有效控制,减少直角冲突与事故

对于互相冲突的不同流量、不同类型的交通流,可以实现有秩序的时间分配控制,将交通流运行由无序变为有序。同时,交通信号灯控制可以减少交叉口直角相撞的事故,如果单独为左转车辆配时,则左转车辆事故会相应减少。

5) 方便行人通行

如果交通信号设计合理并且设置行人信号灯,那么在信号控制的交叉口,行人通过拥挤道路的安全性要高于没有交通信号的交叉口。

6) 摆脱视距限制

当存在不可改变的视距限制时,例如,交叉口一角的建筑物距离道路太近而遮挡视线,信号控制是唯一可采用的安全的路权分配措施。

虽然信号控制有许多优点,但与其他控制手段相比也存在许多不足。

1) 造价高

交通信号灯的安裝費用要比停車控制,甚至一些情況下的環形交叉口的費用高。現今,交通信號燈的設計、施工和監測的總費用共計 24 萬~80 萬元,這比停車控制往往低於 1.6 萬元的成本要高很多。

2) 使用期費用高

交通信號燈安裝後,必須花費一定的經費用於信號燈的啟動、維護工作。因此,在整個信號燈使用期間,仍需要持續投入一部分費用。

3) 低交通量交叉口的延誤時間長

總體來說,當交叉口的交通量很小時,交通信號燈控制與其他控制方式相比會增加機動車的延誤。而對於低交通量的交叉口,停車控制、讓行控制或環島控制等通常是更好的控制手段。

4) 不當的信號設置或配時存在反作用

交通信號如果放置位置錯誤,則會干擾幹線行駛的交通流。大量的車隊將會因為信號而被迫停車,給駕駛員帶來一定的負面情緒。同時,不規範的信號配時方案會增加機動車延誤和排隊長度,並且存在潛在的交通安全事故因素。

5) 可能增加追尾事故

使用交通信號燈控制之後,交叉口主線上的追尾事故會有所增加。這種情況主要發生在綠燈末期以及黃燈期間,由前車停車等待下一周期綠燈而後車來不及剎車導致。

6) 易受設備故障的影響

交通信號燈控制系統是比較複雜的,通信、電力或者電子設備都可能出现故障。如果故障發生在交通繁忙的時段,則會造成很嚴重的安全與擁堵問題。

1.2 交通信號控制的類型

信號控制是時間分離的一種交通組織形式,對於交叉口交通流運行具有重要影響。本書後續所討論的交通控制主要指交通信號控制。

交通控制的发展是一个不断实践的过程,在发展过程中形成了许多概念和名称,根据其侧重点不同,划分类别也不尽相同。

1.2.1 按范围划分

1. 单点信号控制

单点信号控制又称孤立交叉口信号控制,简称点控制。它是对单一交叉口、一条干线上

或一个区域内的城市道路平面交叉口、高速公路匝道口独立进行信号控制。这种控制的特点是各交叉口的信号配时彼此之间没有关联，各自独立调整和运行。单点控制的主要出发点是基本使本交叉口交通流的延误、停车次数或通行能力等指标达到最优。

2. 干线信号控制

干线信号控制简称线控制。它将一条交通干线上的多个相邻交叉口视为一个整体，并对各个交叉口设计一种相互协调的配时方案，使得各交叉口的信号灯按此协调方案联合运行，以减少车辆在干线上的停车次数，缩短出行时间。

3. 区域信号控制

区域信号控制简称面控。它是对设置在大面积道路网上的多台信号机采用集中控制的方式，即以某个区域中所有信号控制交叉口作为协调控制的对象。原理上此方式可以看作将线控扩大到面上。

1.2.2 按方式划分

1. 定时控制

定时控制是交叉口信号机执行固定信号配时方案对交通流进行控制的方式，也称为定周期控制。配时方案可以是一个或者多个，一天只执行一个配时方案的称为单段式控制；一天按不同时段分别执行不同配时方案的称为多段式定时控制。

2. 自适应控制

在交叉口进口道设置车辆检测器，信号机能够实时地获取流量、时间占有率、速度等交通流数据；通过动态调整信号配时参数，使得交叉口的排队长度、延误时间、停车次数等状态指标达到最优的一种控制方式。

自适应控制包括感应控制（全感应、半感应）、方案选择式响应控制、方案生成式响应控制等多种控制方式，本书将在后续章节对这些控制方式进行讲解。

1.3 交通信号控制的发展状况

交通信号设施的正确设计是保证道路交通畅通和安全的重要基础。北美、欧洲、亚洲等许多先进国家和地区在公路和城市道路建设及管理上已经积累了近百年的历史经验，在理论和实践上都建立了较完善的交通信号灯设置技术规范与标准。我国大部分城市从 20 世纪 70~80 年代开始有简单的交通信号灯装置，公路系统到 20 世纪 80 年代还基本上不设置信号灯控制。随着我国 20 世纪 90 年代开始的公路网络大规模发展，以及道路交通事故率的高速攀升，全国各地干线公路在一些主要交叉口开始应用信号灯控制。

1.3.1 国外发展概况

早在 19 世纪,人们就开始研究交通信号,用信号指挥车辆通行,控制车辆进出交叉口的次序。第一组交通信号灯是 1868 年在伦敦威斯敏斯特街安装的红绿两色煤气交通信号灯,但是一次意外的煤气爆炸事故宣告了这种灯的结束。

标志着道路交通控制技术发展开始的交通信号灯于 1914 年以及稍晚一些时候出现在美国的纽约、克利夫兰和芝加哥,它们采用电力发光,与现在意义上的信号灯已经相差无几。1926 年在英国首次采用了自动化交通信号控制器来控制交通信号灯,这是第一次具有自动化意义的城市交通控制。

交通信号协调控制系统于 1963 年出现在加拿大多伦多市,它是由 IBM650 型计算机控制的,这是道路交通控制技术发展的里程碑。该系统第一次把计算机技术应用于交通控制,完成了以数字计算机为核心的城市交通控制系统,大大提高了控制系统的性能和水平。接着西欧、美国、日本也很快建立了改进式的城市交通控制系统。

1969 年英国设计出了区域控制系统优化程序——TRANSYT (traffic network study tool),它是一个脱机仿真优化的配时程序,被世界各国广泛采用,对交通控制系统的发展起到了促进作用。20 世纪 70 年代初,英国建立了试验性区域交通控制系统,于 1979 年成功研制了 SCOOT 实时自适应交通控制系统。与 SCOOT 系统齐名的还有澳大利亚的 SCATS 系统等。

20 世纪 80 年代以后,世界各国的交通控制出现了前所未有的发展热潮,特别是信息技术的迅速发展,使得交通控制已开始从传统的控制方式向信息化、智能化方向发展。在 20 世纪 90 年代,针对传统交通控制系统技术的不足,一些交通工程师把人工智能技术(模糊逻辑、神经网络、遗传算法等)应用到交通控制领域。

当前,世界各国广泛应用的最具代表性的城市道路交通信号控制系统主要有以下三个。

- (1) TRANSYT——交通网络控制系统。
- (2) SCOOT——绿信比、周期和相位差优化技术。
- (3) SCATS——悉尼自适应协调交通控制系统。

1.3.2 国内发展概况

我国在城市交通控制系统方面的工作起步较晚,在早期以引进国外的有关控制系统为主。20 世纪 70 年代北京市开始采用 DJS-130 型计算机进行了干道协调控制的研究。20 世纪 80 年代以来,城市交通拥堵问题日益严峻,国家采取引进和开发相结合的方针,建立了一些城市交通控制系统。

北京在 20 世纪 90 年代引进了英国的 SCOOT 系统,上海在 20 世纪 80 年代引进了澳大利亚的 SCATS 系统,深圳在 20 世纪 90 年代引进了日本的 KATNET 控制系统。然而,由于检测设备不完善,再加上价格昂贵、商家保密等因素,许多先进功能没有能够真正发挥作用。

20 世纪 80 年代末至 90 年代初,在国家计委、国家科委的批准下,及在交通部、公安部的共同努力下,南京市完成了“七五”攻关项目,研究了南京市交通控制系统(NUTCS)。该项目的攻关目标是建立适合于机动车与非机动车混合交通的控制系统。系统采用分布式递

阶控制结构,分为区域控制级、路口控制级,设置了实时自适应、固定配时和无缆联动控制三种模式。

在 20 世纪 90 年代末期以及 21 世纪初,我国的交通控制系统研发取得了快速发展,形成了许多产品,并在国内各大城市进行了应用。国内交通控制系统的研发成果在很大程度上既吸取了国外先进交通控制系统的成熟理论和优点,又结合我国实际交通特性,具有一定的后发优势。国内交通控制系统一般针对我国混合交通的现状建立了机非混合控制模型来控制混合交通流;多采用成熟的多层次分布式控制结构,以实现“中央控制管理系统-信号控制-车辆检测器”分布实施、协同处理完成。

1.4 交通信号控制的相关技术

随着社会的发展,交通信号控制技术也有了很大的发展,所应用和涉及的技术也越来越复杂。其中检测技术、通信技术、计算机技术和控制技术已成为交通信号控制不可缺少的重要技术,这些技术的飞速发展为交通信号控制的发展提供了强大的技术保障。本节针对这几种相关技术进行简要介绍。

1. 检测技术

检测技术的主要作用是获取交通流和车辆等交通参与者的信息,为进一步控制提供可靠的数据。检测技术在交通信号控制中的应用是从交通感应控制开始的。早在 20 世纪 30 年代,美国交通工程师就使用压力式气动橡皮管检测器作为车辆检测器实现了感应控制。之后,雷达、超声波、光电、地磁、电磁、微波以及环形线圈等检测器相继问世。20 世纪 70 年代中期以后,美国等国家的学者开始了利用电视摄像以及计算机图像处理的视频检测器研究,并于 20 世纪 80 年代取得成功。目前交通信号控制中广泛使用的检测器主要是环形线圈检测器、视频检测器。随着社会技术的进步,各种性能优良的检测器会不断问世。

2. 通信技术

通信技术包括有线通信技术和无线通信技术,它在交通信号控制中的主要作用是传递信息,包括由检测器获得的交通信息、控制计算机发出的控制指令以及信号配时等。它是控制中心和交叉口信号机之间的桥梁。

通信技术是 20 世纪最主要的技术成果之一,它的飞速发展为实时交通信号控制的实现提供了重要的技术保障。同时,它大大促进了交通信号控制向更高水平发展。

3. 计算机技术

计算机技术包括软件技术、硬件技术以及人工智能技术等,它在交通信号控制中的主要作用是处理信息、管理信息、生成配时、发布控制指令等,它是整个控制系统的核心。

计算机技术在交通信号控制中的应用大大促进了交通控制技术的发展,它已成为交通管理和控制中不可缺少的重要技术之一,为交通控制的信息化、智能化提供了技术支持。

4. 控制技术

在交通信号控制中,控制技术一方面是执行控制命令、对交通参与者有效控制(如交通信号灯色的转变)的重要环节,另一方面是制订最佳控制方案的理论基础。

控制在交通信号控制中的应用是最直观、最普遍的,随着控制技术的发展和在交通信号控制中应用的深入,交通的实时控制、智能控制成为可能。

复习思考题

- 1.1 简述交通控制的类型。
- 1.2 简述交通信号控制的定义、功能。
- 1.3 分析设置交通信号的利弊。
- 1.4 查阅相关资料,了解我国交通信号控制系统的发展状况。

第2章 交通信号控制基础

交通信号控制是提高道路通行能力的有效手段。本章主要论述交通信号与信号灯、信号相位、信号配时参数、饱和流率与流量比、交通信号控制评价指标、交通信号设置依据以及交叉口渠化基本理论,其中交通信号控制评价指标包括通行能力、饱和度、延误与停车次数、排队长度和交叉口服务水平,并对各个指标进行简要分析。为本书后面交通信号控制理论的详细描述奠定基础。

2.1 交通信号

交通信号是用来控制、引导车辆和行人在道路上运行或行走的信号。在道路上用来传送具有法定意义指挥交通流通行或停止的光、声、手势等,都是交通信号。道路上常用的交通信号有灯光信号和手势信号。灯光信号通过交通信号灯的灯色来指挥交通;手势信号则由交通管理人员通过法定的手臂动作姿势或指挥棒的指向来指挥交通。手势信号现在仅在交通信号灯出现故障时或在无交通信号灯的地方使用。本书所讨论的交通信号是指交通信号灯。交通信号控制是指通过改变交通信号灯的灯色显示的时间长短来指挥或控制交通流的通行,简称信号控制。

2.1.1 交通信号灯的分类及含义

交通信号灯及其控制技术随交通的发展而发展。初期的信号灯仅红、绿两色,绿灯表示允许通行,红灯表示禁止通行,十分简单。用在交叉口上,由人工操作,哪条路上先来车就亮绿灯,指挥来车通过;同时相交的横向道路亮红灯,等候绿灯通行,以维持相冲突车辆先后通过交叉口的秩序。

到1918年,在美国纽约街头出现了红、黄、绿三色信号灯,后来这种信号灯被普遍采用。随着交通控制技术的发展,在交叉口,各方向的车与车冲突、车与人冲突越来越复杂,对车流、人流需要更为严密的时间分离。为适应这种发展的要求,信号配时技术的研究不断进步,相继出现了各种时间分离的方法;同时,随着电子技术的发展,设计出了适应需要的信号控制机与交通检测器,相应地就产生了符合多种时间分离方法的多样化的现代信号灯。

目前,交通信号灯一般包括普通信号灯、箭头信号灯以及闪烁灯。

1. 普通信号灯

普通信号灯的灯头为圆形,显示红、黄、绿三种颜色。这种信号灯主要控制交叉口各进口道方向的所有车辆通行或暂停,不能分别指示左转、直行、右转三个方向。

(1) 绿灯(green):表示准许车辆、行人通行,转弯的车辆不准妨碍直行的车辆和被放行的行人通行。