

道路交通 控制技术的应用

张勇刚 主编



中国人民公安大学出版社

道路交通控制技术及应用

张勇刚 主 编

用通双木站铺路交器直

国生 酒民费

日通出学大公安公国中：行安通出
里南想路木河路西市京非：以 张
880001：西能路通

中国人民公安大学出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

道路交通控制技术及应用 / 张勇刚主编. —北京: 中国人民公安大学出版社, 2016. 8
ISBN 978 - 7 - 5653 - 2695 - 0

I. ①道… II. ①张… III. ①公路运输—交通控制 IV. ①U491.5
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 195496 号

用应式术技路交制交制道

张 勇 刚 主 编

道路交通控制技术及应用

张勇刚 主编

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

邮政编码: 100038

经 销: 新华书店

印 刷: 北京兴华昌盛印刷有限公司

版 次: 2016 年 8 月第 1 版

印 次: 2016 年 8 月第 1 次

印 张: 19.5

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数: 471 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5653 - 2695 - 0

定 价: 65.00 元

网 址: www.cppsups.com.cn www.porclub.com.cn

电子邮箱: zbs@cppsup.com zbs@cppsu.edu.cn

营销中心电话: 010 - 83903254

读者服务部电话 (门市): 010 - 83903257

警官读者俱乐部电话 (网购、邮购): 010 - 83903253

教材分社电话: 010 - 83903259 公 司 入 册 中

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换
版权所有 侵权必究

道路交通控制技术及应用

主 编 张勇刚

副主编 赵力萱 初彦龙

撰稿人 (以姓氏笔画为序)

初彦龙 张勇刚 赵力萱

前 言

随着科技信息技术的飞速发展，道路交通控制技术的变化和应用日新月异。为了培养更能适应现代公安交通管理工作的交通管理工程专门人才，广东警官学院教学团队以道路交通信号控制原理为基础，编写了《道路交通控制技术及应用》一书。

本书根据现代公安交通管理岗位的能力要求，讲述了道路交通信号控制的基本原理和方法。结合城市道路交通控制工程案例，让学生熟练掌握通过采取各种限制措施，对交通进行科学的组织和指挥；掌握运用现代科技手段（通信技术、控制技术、计算机技术、物联网技术等）对动态交通流进行合理的调度，保障通畅运行。同时了解先进道路交通控制的发展趋势、智慧城市等前沿科技应用。

本书由广东警官学院张勇刚任主编，广东警官学院赵力萱和辽宁警察学院初彦龙任副主编。具体撰写分工如下：张勇刚撰写第一章、第二章、第五章、第九章；初彦龙撰写第三章、第四章；赵力萱撰写第六章、第七章、第八章。广州市交警支队王世明、广东交通职业技术学院林晓辉、广州学塾加软件科技有限公司沈文超以及广东警官学院张新海、郑才城、蒋怀远等参与了编写讨论并提出了建议。

全书由张勇刚统稿，华南理工大学卢凯副教授对书稿提出了宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免缺点和错误，恳请各位读者批评指正！

本书系广东警官学院治安专学业综合改革试点项目研究成果之一。

张勇刚
2016年6月

目 录

第一章 道路交通控制概述	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 交通控制的分类	(9)
第三节 交通控制理论	(11)
第二章 路口与路段的静态交通管理与控制	(24)
第一节 平面交叉口相关基本概念及交通管理控制原则	(24)
第二节 平面交叉口的交通渠化与放行方法	(27)
第三节 路段的交通管理控制与组织优化方法	(37)
第四节 道路交通标志标线及其他设施	(44)
第三章 单点信号控制方式	(55)
第一节 信号基本参数	(55)
第二节 定时信号配时设计	(82)
第三节 单点感应控制	(94)
第四章 干线协调信号控制	(117)
第一节 干线交叉口信号协调控制基本参数	(117)
第二节 干线协调控制的分类与连接	(119)
第三节 定时式线控系统的配时设计	(125)
第四节 线控系统的选用	(135)
第五章 区域交通信号控制	(151)
第一节 区域交通信号控制的概念与分类	(151)
第二节 定时脱机优化控制系统	(154)
第三节 自适应式控制系统	(162)

第六章 交通诱导控制	(193)
第一节 交通诱导控制的发展和分类.....	(193)
第二节 交通诱导控制的原理.....	(195)
第三节 交通诱导控制的主要方式.....	(197)
第四节 交通诱导控制系统的建设展望.....	(207)
第五节 潮汐交通控制介绍.....	(211)
第七章 交通控制信息系统	(215)
第一节 交通信息检测及技术.....	(215)
第二节 交通信息处理与传输技术.....	(230)
第三节 交通信息采集与处理系统.....	(232)
第四节 地理信息系统 (GIS)	(247)
第八章 智能交通指挥中心	(254)
第一节 智能交通指挥中心的构成和功能.....	(254)
第二节 道路智能交通指挥中心的主要设施.....	(257)
第三节 道路交通指挥中心建设实例.....	(260)
第九章 智能交通系统	(270)
第一节 智能交通系统概述.....	(270)
第二节 智能交通系统的功能及构成.....	(280)
第三节 我国智能交通技术的研究与应用.....	(292)
主要参考文献	(300)

第一章 道路交通控制概述

第一节 概述

一、概念

(一) 自动控制

自 20 世纪中叶以来,在现代工业、农业、国防和科学技术应用领域中,自动控制技术的发展起到了极为重要的作用。

自动控制,是指在没有人工干预的情况下,采用控制装置使被控制对象自动按照所设定的规律运行,使被控制对象的一个或数个控制参数(如电压、电流、速度、位置、流量、浓度等)能够在一定的精度范围内按照给定的规律变化。

自动控制的被控对象,既可以是某一具体运行的设备,又可以是某一个生产或运行的系统。将自动控制技术用于生产,可以提高劳动生产率,改进产品质量,降低生产成本,改善劳动条件和加强企业管理。将自动控制技术运用于国防领域,可以提高部队战斗力,促进国防现代化。将自动控制技术运用于道路交通系统,可以提高路网的运行效能,减少交通事故和污染,减轻交通管理者的劳动强度,提高道路和道路网的通行能力以及交通管理的效率。

(二) 交通控制与交通管理

道路交通控制是交通工程学的主要研究对象之一,是指依据道路交通法规,采用交通信号,对道路上的行车、停车、行人和道路使用进行控制,使之安全畅通有序地运行。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一种表现方式。

根据《道路交通安全法》第 25 条第 2 款的规定,交通信号包括四类:交通信号灯、交通标志、交通标线和交通警察的指挥。

道路交通自动控制,是指不依靠交通警察的人工指挥,主要采用交通信号设施或其他自动化设备,随交通变化特性来指挥车辆和行人的通行。

(三) 交通控制与交通管理

道路交通管理有广义和狭义之分。广义的道路交通管理,是指公安机关交通管理部门对道路交通系统的构成要素及其相互关系的所有调控活动。狭义的道路交通管理,是指公安机关交通管理部门对道路交通所进行的一系列行政调控活动。因此,有的学者又把狭义的交通管理称为静态管理,把交通控制称为动态管理。交通管理与交通控制的关

系如图 1-1 所示。

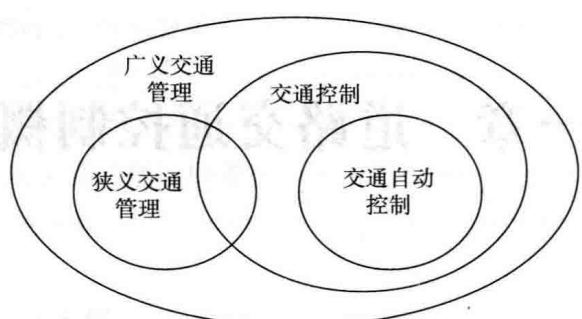


图 1-1 交通管理与控制关系图

二、道路交通控制的地位和作用

(一) 交通控制的地位

城市交通是城市经济和社会发展的动脉，而城市交通设施是城市基础设施的重要组成部分。一个城市交通的服务水平反映了一个城市的现代化水平。

随着我国国民经济的高速发展和城市化进程的加快，机动车保有量和道路交通量急剧增加，城市交通基础设施建设速度远远跟不上迅速增长的交通需求，城市交通供需不平衡的矛盾十分尖锐。交通拥挤加剧，不仅会造成巨额的经济损失，如果发展严重甚至还会导致城市功能的瘫痪。交通拥挤的直接危害是使交通延误增大、行车速度降低，带来时间损失；低速行驶增加耗油量，导致燃料费用的增加。既增加汽车尾气排放量又导致环境恶化。此外，交通拥挤使交通事故增多，而交通事故的发生又使交通阻塞加剧，形成恶性循环。交通拥挤以及由此导致的交通事故增加、环境污染加剧，已经成为我国城市面临的极其严重的“城市病”之一，发展下去将成为国民经济进一步发展的“瓶颈”。

改善城市交通状况的最基本方法是进行交通基础设施建设。通过合理规划和科学设计道路，完善道路系统后，会对交通的改善长时间发挥作用。然而，道路或桥梁等交通基础设施建设需要巨额投资，而且往往受到城市布局和旧城改造等问题的限制，特别是在交通问题最突出的城市中心区，实施大规模的改造和建设有很大的难度。

通过交通宣传和教育，提高交通参与者交通安全意识和自觉遵守交通法律、法规的观念，会长时间、大面积地对改善交通起作用。

制定科学的交通管理方案，可以较好地发挥和改善交通管理的作用。例如，单向交通和交通禁止与限制的合理组织，可以缓解特定区域的交通阻塞，减少交通事故。除了上述措施以外，能够对交通立刻做出相应的对策并能立刻见效的还有交通警察的现场指挥。一个经验丰富的交通警察能在极短的时间内把一个交叉路口的交通阻塞缓解或解除。交通控制系统不仅能像交通警察一样，对交通立刻响应并实施控制和监视，而且它与交通警察指挥交通有所不同。它不是凭经验而是依据科学的方法进行较为准确的定量控制，其控制范围也不仅仅局限于一个交叉路口。它可以对一条干线、一条高速公路、一个城区甚至包括几千个交叉路口的大都市的交通进行集中控制、监视。这是任何一个经验丰富的交通警察都无能为力的。

一个现代化的交通自动控制系统均具有人工干预功能。组织得好，系统本身可以把交

通警察的管理经验集中存储在中心计算机中，必要时可以人工调用这些很有价值的“经验信息”用于现实的交通管理。

此外，交通自动控制系统还有数据采集和处理功能。它通过设在路上的车辆检测器自动测量交通流数据，并通过数据传输系统将这些数据传送到中心计算机中去存储和处理。这些信息对制定交通管理方案、交通控制方案以及城市规划设计都很有价值。

（二）交通控制的作用

交通是城市经济活动的命脉，对城市经济发展、人民生活水平提高起着十分重要的作用。由于城市道路建设难以跟上车辆发展的速度，这种矛盾导致城市交通问题日益严重，交通事故频发，交通拥挤、阻塞，空气污染严重，运输效率下降。为了缓解道路交通拥挤状况，适应交通量迅猛增长的趋势，国内许多城市采用了拓宽路面、新建高架路等措施，最初收效较为明显，但是经研究发现，大量建设并不是解决城市交通问题的根本途径，建设不能无限地满足需求，只有在不断拓展基础设施的同时，利用更高效的管理手段，提高现有设施的利用率和负荷，加强对交通需求的管理，加强对城市道路网的智能管理和优化控制，才能更好地满足人们出行的需求。

在社会经济和科学技术进步的推动下，交通科技得到了迅速发展，交通管理与控制的目的也在不断变化。最初，交通控制的目的在于满足最基本的交通要求——保障交通安全。随后，由于车辆数量的增加，道路上出现了车辆拥挤、阻塞的现象，此时要求交通管理与控制在保障交通安全的基础上，还须达到疏导交通、保障交通畅通的目的。近年来，随着交通安全、交通拥挤与交通污染问题的日趋严重，在交通控制过程中不断寻求解决交通问题的新思路与新方法。

交通控制的目的主要体现在以下几个方面：

1. 减少交通事故，保障交通安全。与世界各国相比，我国的交通事故显得更为严重。过去 10 年全国道路交通事故造成 90 万人死亡，呈逐年下降趋势。国家畅通工程对道路交通进行优化控制，减少了交通事故，在增进交通安全方面起到了明显的作用。许多国家的经验表明，使用现代化的科学技术手段对道路交通进行全面的协调控制，可以有效地减少交通事故。

2. 缓和交通拥堵，提高交通效益。由于城市道路空间有限，而车辆保有量增长迅速，目前全世界许多城市随处可见交通拥挤和阻塞现象。20 世纪 70 年代，英国道路研究实验室研究表明：在英国一个大约具有 100 个交叉口的城市，每年由于车辆延误造成的经济损失就达 400 万英镑；在日本东京，通过 260 多个主要交叉口的低效交通流导致的年经济损失约为 2 亿美元；在法国巴黎，每天由于交通拥挤导致的损失时间相当于一个拥有 10 万人口的城市的日工作时间。交通拥挤和阻塞已成为制约城市经济发展的一个重要因素。值得庆幸的是，交通控制为缓和城市交通拥堵，提高交通通行效率提供了一条有效途径。据美国、日本、德国、英国等国统计发现：仅对城市交叉口进行合理的交通信号控制就可以将车辆平均延误时间减少 15% ~ 40%，提高道路通行能力 20% 左右；而采用一些先进的优化组织管理方法则将更为深刻、有效地解决城市交通拥堵问题。通过使用信号设备对交通流进行合理的引导和调度，可以避免或缓和交通拥挤状况，大大提高交通运输的运行效益。

3. 实施交通需求管理，达到高效有序。交通需求管理，是指为保持城市可持续发展，充分发挥道路资源的潜在功能，在扩建道路基础设施的同时，对城市交通需求实行最有效

的调控、疏解、引导等管理措施，对城市客货运出行采取从宏观到微观的多方面有效管理措施，从而优化交通分布、减少交通需求总量。同时优化城市结构、路网结构、交通结构和交通管理模式，防止和避免有限的城市道路空间资源的浪费，实现城市交通供需的总体平衡。

交通需求管理措施包括城市功能定位、城市总体规划、城市交通规划和城市交通管理等内容。作为其中的重要手段，交通控制在减少无效出行、优化交通结构等方面发挥了巨大的作用。

4. 节省能源消耗，降低污染程度，保护交通环境。汽车的尾气排放和噪声是当今世界最严重的环境污染源之一。发达国家的调查表明，汽车排出的污染物占大气污染物总量的60%以上；交通噪声占城市环境噪声的70%以上。这种污染在车辆起动、制动过程中更为严重。统计数据表明，汽车起动、制动时排出的废气量是匀速行驶时的7倍以上，产生的噪声也比正常行驶时高出7倍。实行交通控制可以减少汽车的停车次数，并使车辆行驶速度均匀，降低上述污染水平，保护交通环境。

车辆每一次加、减速运动都将使燃油的消耗增加，因此，那种走走停停的运行状态是最不经济的。据有关部门调查表明，在拥挤状态下，由于车辆不得不频繁地加、减速和起动、制动，其能耗是最佳运行状态时的2倍。在交通高峰期，这个比率增加到3.3倍，短期内可达到8.8倍。据测算，如果一辆小汽车在7km/h和88km/h的速度之间加、减速1000次，其燃料要比匀速行驶时多消耗60L，如果是卡车则多消耗144L。实行交通控制可以减少停车次数，并使车辆运行平稳，从而可以减少能源的浪费。

以上就是交通控制要达到的总目标，概括地讲，就是通过控制手段达到使道路交通安全、有效、经济、舒适和低公害的目的。

三、道路交通控制的历史与发展

(一) 交通信号灯的诞生

交通信号控制诞生于19世纪，据英国学者韦伯斯特和柯布的著作记述，那时人们已开始研究交通信号，用信号灯指挥道路上的车辆交通，控制车辆出入交叉口的秩序。1868年，英国机械工程师纳伊特在伦敦的威斯敏斯特街口安装了最早的交通信号灯。这是一种红绿两色的臂板式信号，在夜间为了让司机和行人能看清信号颜色，点燃里面的煤气灯。这座最早的信号灯在安装后不久便毁于煤气爆炸事故。在这之后的半个世纪里，没有再出现第二座类似的信号灯。直至1914年，在美国克利夫兰、纽约和芝加哥街头才出现新的交通信号灯。这是一座手动操纵的三色信号灯，采用电力发光。1925年，这类三色信号灯也被用于伦敦的皮克的里街口。1926年，英国人在沃尔佛汉普顿安设了第一座自动交通信号灯。这是城市交通自动控制的起点。

(二) 定时控制向协调控制发展

早期使用的交通信号灯，对于安全疏导交叉口的车辆交通起到了良好的作用。然而，随着城市交通的迅速发展，原始的信号灯已经不能胜任越来越复杂的交通控制任务了。交通工程师开始寻找一种能适应多方向车流通行要求的高效能信号控制系统。人们从两个方面开展研究工作：一方面，利用已掌握的数学知识，建立模拟交叉口车流运动状况的数学模型，以期解决信号灯联动协调控制的最优方案设计问题；另一方面，利用现代电子技术

(包括在信息的传输和集中处理方面的最新技术成就)设计安全可靠并具有多种功能的新型信号机及其他各种控制设备。

早期的交通信号控制器都是按照某种固定不变的周期长度和红绿灯时间比例来控制信号灯运行的,即以“固定配时”方式实现自动控制。显然,这种配时方式有很大的缺点。它无法适应一日当中交通量随时间波动的客观情况,势必会降低绿灯时间的有效利用,增加车辆在交叉口的不必要延误时间,从而导致路网上车辆的总行程时间和燃料消耗的严重浪费。于是,一种多时段、多方案的信号控制器取代了固定配时的控制器。它能储存几套不同的信号配时方案,以应付每日不同时间区段的交通要求。这种信号机能按交通流的变化规律依规定的运行时间表,在不同时段转换执行不同的配时方案。它比过去那种仅能执行单一固定配时方案的原始信号机前进了一大步,交叉口通行效率大为提高。这种控制方式在交通流变化规律比较明显的时候,控制效果是很好的,所以至今仍作为单个交叉路口的一种控制方式广泛应用。

多时段、多方案定时控制器在长期使用过程中不断改进、提高的同时,人们也发现了它的不足之处。它毕竟只是一种初级形式的“单点定周期”控制器,既不可能根据交叉口的交通量随机变化情况实行灵活的随机控制,也不能与相邻交叉口协调运行。能否把路网上沿某条主要行驶路线上的全部交通信号控制器协调起来,按照统一步调运行,以便沿该路线行驶的车辆几乎不受阻地通过所有交叉口呢?要解决这个问题,必须把相邻的交叉路口作为一个系统来统一地加以控制。经过若干年努力,一种子母控制器信号系统便应运而生了。子母控制器系统,是指沿一条行驶路线设置一台主信号机(母控制器)和若干与之串接的从属信号机(子控制器)。主信号机支配和协调各个从属信号机的运行,使沿线交通信号的变换协调成绿波。在我国这种方式称为线控制系统,也就是当今的协调控制系统的早期形式。

(三) 车辆检测器与感应式信号控制器的诞生

20世纪30年代初期,美国第一次尝试在交叉口设置车辆自动检测装置,用以检测车辆到达交叉口的情况,并将检测信息传输给信号机。这是世界上最早的感应式信号机。它是靠接收汽车喇叭声来获得车辆到达信息的。随后,一种气动传感装置取代了这种落后的声控装置,并一度风行欧美各国,成为一种通用的车辆检测手段,用于感应式信号控制系统。自20世纪60年代以来,电感检测器、地磁感应检测器、超声波检测器以及微波检测器等车辆自动检测装置逐步取代了旧式气动传感装置,并广泛应用于信号控制系统。实践证明,感应式信号控制系统通行效率比单点定周期控制系统明显提高,车辆停车次数减少6%~30%。车辆感应控制器的特点是它可以根据检测器测量的交通流量来调整绿灯时间的长短,使绿灯时间更有效地被利用,减少了车辆在交叉路口的时间延误,因此比定时控制方式有更大的灵活性。

车辆感应式信号控制方式固然有很大的灵活性,能适应交叉口各条进口车道上车辆随机到达的情况,但在实际运用上也有一定局限性。当交叉口各个进口方向交通负荷均接近饱和程度时,感应式控制方式便失去了其灵活性。因为此时信号机实际上只能按某种固定比例来分配各个方向的绿灯时间,无异于单点定周期控制方式。

交通控制系统的发展过程如表1-1所示。

表 1-1 交通控制系统发展过程

年份	方式	国别	应用城市	系统名称	系统特征	路口	周期	检测器
1868	点控	英国	伦敦	/	燃气色灯	1	固定	无
1914	点控	美国	克利夫兰	/	电灯	1	固定	无
1926	点控	英国	各城市	/	自动信号机	1	固定	无
1928	点控	美国	各城市	/	感应信号机	1	可变	气压式
1917	线控	美国	盐湖城	/	手控协调	6	固定	无
1922	线控	美国	休斯敦	/	电子计时	12	固定	无
1928	线控	美国	各城市	/	步进式定时	多	可变	无
1952	面控	美国	丹佛	/	模拟计算机动态	多	可变	气压式
1963	面控	加拿大	多伦多	/	数字计算机动态	多	可变	电磁式
1968	面控	英国	哥拉斯哥	TRANSYT	静态控制	多	可变	环形线圈
1975	面控	美国	华盛顿	CYRANO	动态控制	多	可变	环形线圈
1980	面控	英国	哥拉斯哥	SCOOT	动态控制	多	可变	环形线圈
1982	面控	澳大利亚	悉尼	SCATS	动态控制	多	可变	环形线圈
1985	面控	意大利	都灵	SPOT/ UTOPIA	动态控制	多	可变	环形线圈
1989	面控	法国	图卢兹	PRODYN	动态控制	多	可变	环形线圈
1995	面控	德国	科隆	MOTION	动态控制	多	可变	环形线圈
1996	面控	美国	新泽西	OPAC	动态控制	多	可变	环形线圈
1996	面控	美国	凤凰城	RHODES	动态控制	多	可变	环形线圈
1997	面控	希腊	哈尼亚	TUC	动态控制	多	可变	环形线圈

(四) 计算机在交通控制中的应用

1946 年,世界上第一台数字式电子计算机在美国问世,使人类的科学技术产生了划时代的变革。自 20 世纪 60 年代以来,世界各国开始研究一种范围较大的信号联动协调控制系统。这项研究工作不仅包括电子计算机作为控制系统中枢的应用(硬件和软件的技术开发),也包括大规模数据传输系统和各类终端设备的研究。1963 年,加拿大多伦多市建立了一套由 IBM 650 型计算机控制的区域交通信号协调控制系统(UTC),从此,开始了交通控制发展历史的新纪元。该系统第一次将计算机技术应用于交通信号控制中,大大提高了控制系统的性能和水平,成为交通信号控制技术发展新的里程碑。

与此同时,在软件技术开发上也出现了可喜的进展。1969 年,英国学者设计的区域控制系统优化程序 TRANSYT (Traffic Network Study Tool) 被世界各国广泛采用,把交通控制技术推向更高的发展阶段。20 世纪 70 年代初期,英国先后在西伦敦和格拉斯哥市建立了试验性区域交通控制系统。为了克服定时控制方式的局限性,20 世纪 70 年代,许多国家

开始了自适应交通控制系统的研究。经过近 20 年的努力,克服了许多技术难点,相继有几个系统获得成功。其中已经推广应用的有英国开发的 SCOOT 系统。与第一代区域控制系统不同,新系统是一种数据反馈自控系统。它所执行的控制方案不像第一代系统那样是经脱机运算所得到的固定方案,而是根据路网上的实际交通状况,利用在线计算机不断调整配时方案的基本参数,从而使路网上车辆受阻滞的程度减至最小。

此后,英国、美国、澳大利亚、意大利、法国、德国、日本等国家相继建成以计算机为核心的区域交通信号控制系统。20 世纪 80 年代中后期,我国的北京、上海先后引进了英国和澳大利亚的新一代控制系统。北京、上海交通控制系统的建立对于我国大中城市交通控制系统的发展起到了很大的示范和促进作用。20 世纪 90 年代,我国省会一级的城市基本都建立了区域交通控制系统。

四、智慧交通与云计算

如何对海量的交通信息进行采集、处理、分析、挖掘和利用,将是未来智能交通信息服务的关键问题。如何充分发挥现代高速信息网络和强大的计算机信息处理能力,实施高效的交通系统控制和物流运输,实现车辆的最优路线诱导,有效缓解城市交通拥堵问题,是交通工程领域和计算机信息处理领域所共同面临的重大课题。云计算是近年来发展起来的一种新的计算形态,体现了一种全新概念的信息服务模式,以其自动化 IT 资源调度和高速信息部署以及优异的扩展性,成为解决上述问题的关键技术手段。它作为一种新兴的计算和商业模式,正在加速信息产业和交通信息的服务化进程。加快发展云计算技术在智能交通领域的发展和应用,对于提升城市综合交通信息化处理、推动产业优化结构升级、促进经济发展方式转变具有积极意义。

智能交通系统有多个子系统,通过对这些子系统的应用服务和计算设备进行分层,可以得到共通的计算设备层,可用于智能交通系统中心的构建。对于这个共通的计算设备层,可以应用目前云计算服务提供商提供的服务,从而使智能交通系统提供的服务成为云计算服务的一种应用。这种基于云计算服务的智能交通系统称为“智能交通云”。交通信息云是由云计算和交通信息云服务构成的信息全过程,是一种交通信息采集、处理和应用的工作模式。海量的交通信息如道路网路连通信息、车牌自动识别信息、车辆 GPRS 定位信息、信号灯倒计时信息,通过无线通信存储到网络上构成交通信息云,由于其特定的性质,它的存储和计算能力不会受到限制,也可以进行交通信息的交换,为用户提供计算基础设施、计算平台和交通基础数据。

研究云计算技术在智能交通系统中的应用,可以为城市交通决策提供全面、准确的信息支持,使交通基础设施发挥最大的效能,交通拥堵和车辆阻塞状况得到有效缓解,大大改善道路交通的运行。

智慧交通,是融合了先进的信息技术、通信技术、控制技术、传感技术、计算机技术和系统综合技术,通过将人、车、路、环境等有机地结合起来,从而使在较大区域内达到有序的高效运输、能源充分利用、环境改善和交通安全性提高的目的。其实,智慧交通的概念早已经出现,但对于交通运输这种十分依赖技术发展的行业,从概念到现实之间相隔的是漫长的技术发展“瓶颈”。不过也正是因为交通运输业的这种特性,其吸纳新技术的能力才保证了智慧交通的不断发展,特别是近期无线通信技术的进步、物联网技术的成熟

和基于云计算技术提供的大数据处理能力的提高，智慧交通才逐渐成为现实。

从全球对智慧交通的发展趋势来看，中国的发展规划和技术成熟度并没有落后很多。随着中国信息化产品的广泛普及，中国紧跟国际智慧交通发展的潮流，国际上基本形成了美国、日本和欧盟以及以中国等国家为代表的智慧交通的四大研发与应用阵营。中国在智慧交通方面取得的成绩得益于多年的探索和尝试、管理机构和政府的支持以及先进技术的使用与应用系统等方面的建设。

世界各国大城市竞相建设智慧交通，而集中了主要的交通枢纽、通信枢纽和高新科技产业区的我国大城市愈发感受到改善交通日益增大的压力和建设智慧交通的动力。目前中国的大城市也竞相建设智慧交通，希望将交通从“被动控制”向着“主动诱导”转变，以提高整个道路交通系统的整体安全和运行效率。

北京市的智慧交通主要围绕道路交通管理、公共交通管理、高速公路管理、出行信息服务、ETC不停车收费、客货运输六大领域进行。目前北京市已初步建成道路交通控制、公共交通指挥与调度、高速公路管理、紧急事件管理4大类30个子系统，分散在各交通管理和运营部门。目前，地面公交、轨道交通、综合枢纽、出租调度、省际客运、高速公路、城市交通等行业企业日常运营管理信息系统已经建成，配合建设的西客站北广场、西客站南广场、动物园、六里桥、东直门、西直门、西苑、四惠、宋家庄、京北太平庄（北苑北）、苹果园、望京和北京南站13处大型综合换乘交通枢纽已经全部进行了信息系统建设；而交通运行协调指挥中心和路网运行、运输监管、公交安保三个分中心也基本形成了一体化、智能化综合交通指挥支撑体系，它们共同组成了北京市的数据共享交换中枢、综合运输协调运转中枢、信息发布中心和紧急情况下的交通安全应急指挥中心。此外，交通专用地理信息系统、浮动车数据采集系统、公交一卡通数据采集系统、公路网（含高速公路）基础数据采集系统、营运性车辆运行状况数据采集系统等基础数据体系也基本建设完成，并初步建成了以网站、热线、手机、车载导航等多种形式为载体的公众出行信息服务体系。

上海市科委在2013年7月发布《上海推进大数据研究与发展三年行动计划（2013—2015年）》，把智慧交通列为重点领域之一。而高德红外、四维图新、东软集团等公司也被选定与上海市政府合作建设智慧交通公共服务平台。据悉，上海智慧交通信息平台的重点是打造交通信息服务平台，平台将汇集上海市内高速、航空、航运等交通信息，还会对气象、人口、环境、土地等行业数据进行汇总以分析其对交通的影响，最终实现对交通拥堵情况的预测，实现智慧出行。而作为参与国际经济大循环的重要海岸城市，上海港每年完成的外贸吞吐量占全国沿海主要港口的20%左右，所以上海还计划汇聚整合全球港口、货物、船舶等数据，融合多源物联网、北斗导航等数据，实现航运数据共享服务，建立基于大数据的现代航运物流服务体系。

而天津这个拥有600年历史积淀的古老商埠，在滨海新区开发和开放纳入国家总体发展战略布局后，交通建设可谓重中之重。天津市依托市政府重点道路工程项目建设，主要建设了400处规模的交通流微波检测系统、55处规模的交通诱导显示发布系统、1500处规模的视频监控和电子警察系统、300处规模的中心城区交通信号区域协调控制系统。天津市也初步实现了交通信号控制系统、交通闭路电视监控系统、交通信息采集系统、交通诱导显示发布系统、交通事件检测系统、警车和警员卫星定位系统、110接处警系统、警

员数字执法系统等应用系统的集成,各应用系统间信息实现了共享。

广州市智慧交通系统构建包括广州市交通信息共用主平台、物流信息平台、路面交通状况监视与监测、静态交通管理系统等智慧交通系统的主框架。如今,广州联通已经与广州市交委、公安局、气象局、体育局、旅游局、百灵时代传媒集团、羊城通公司等 300 余家单位达成了合作,联合产业链厂家,共同开发沃·行信通、沃·警民通、公交 Wi-Fi 等 70 多项应用产品。在不久的将来,羊城市民可以通过网站、热线、手机、车载导航等多种形式,实时掌握路况信息,提前安排出行;随着智慧程度的不断加深,路况信息的准确程度也将逐步提升。

此外,武汉、重庆、西安、郑州、徐州、成都、沈阳等重点交通枢纽城市正在将解决交通问题的“落脚点”回归到智慧交通管理上。而智慧交通,在最大限度地提高运输效率、保障交通安全、降低环境污染、节约能源的同时,也在积极促进各地经济取得长效发展。

第二节 交通控制的分类

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的概念和名称,下面我们将对有关的内容进行系统地归纳和概括。

一、按控制区域的特点划分

按控制区域划分,可分为单个交叉路口的控制(点控制)、交通干线的协调控制(线控制)和区域交叉路口的网络控制(面控制)三种类型。

(一) 单个交叉路口的控制(点控制)

当某个交叉路口与其相邻的交叉路口相距较远时,可以利用一台信号控制器控制其信号的变化,称为单点信号控制,又称孤立交叉口信号控制。点控制还被应用于高速公路的单一入口或出口匝道的控制。其特点是相邻的交叉口之间在信号配时上相互没有关联,各自独立调整和运行。点控制可使用人工控制、定时控制和感应式控制。

(二) 交通干线的协调控制(线控制)

这种控制方式将城市某条道路或路网某个范围内的主要信号交叉口视为一个整体,从系统论的观点出发,使各交叉口的信号在配时上遵循一定的规律,互相关联和制约,使整体处于最佳运行状态。这种方式称为信号的协调控制,也称绿波交通。

(三) 区域交叉路口的控制

区域交通控制系统是对整个城市范围内或者城市的一个区域内的交通信号控制做统一控制及操作的(网络)控制系统。根据需要,系统的控制目标可以有所不同,所以它的目标函数可以用网络的总延误和停车率的加权和表示,也可以用平均车队长度或总的油耗。显然,同干线协调控制一样,交通网络协调控制的三个控制参数也是周期、绿信比和相位差。就其实质而言,干线协调控制只是网络协调控制的一种特例。

城市交通的区域协调控制,无论是从理论角度还是从实践角度,都是一个极其复杂的大系统控制问题。国外对城市区域交通控制的研究可以追溯到 20 世纪 60 年代初,目前在这一领域较有声望、居领先地位的有英国、澳大利亚及美国等。如果从进行研究的人员来

看，主要有两类：一是控制工程师，二是交通工程师。前者从系统工程理论、大系统理论及最优控制的角度出发，对城市交通这一典型的大系统进行研究。主要代表人物有大系统理论方面的权威英国的 M. G. Singh。一般来说，这类研究只限于在理论上进行。后者的代表人物有英国的 D. I. Robeertson、澳大利亚的 A. J. Miller 等，交通工程师的实践是许多实际的控制系统如 TRANSYT、SCOOT、SCATS 等产生的重要基础。

二、按照控制原理划分

按控制原理划分，可分为多段定时控制、感应控制、脱机优化控制和自适应控制四种类型。

（一）多段定时控制（人工优化技术控制）

这种控制方式以历史交通流的统计值为依据，找出每个日/周和时/日不同交通流变化规律，用人工方法和计算机仿真方法，在时空图上反复作图解分析，寻求不同时段的最佳信号配时方案，采用程序存储方式将这些配时方案存储在信号控制器或中心计算机中。在实施信号控制时可以用不同的方式调用这些配时方案，通常可用日历钟在规定的时间表的控制下选用对应的方案，也可以按车辆检测器测量的实际交通需求选用合适的方案。

（二）感应控制

感应控制的原理是根据车辆检测器测量的交通流数据调整信号机内相应方向的绿灯时间的长短和时间顺序，以适应交通的随机变化。这种方式比定时控制有更大的灵活性，可以达到减少路口停车延误、提高交叉口通行能力的目的。

（三）脱机优化控制

在对交通流历史统计数据进行分析与计算中，采用计算机技术，适用于复杂道路网的信号配时优化。建立优化模型时，通常以车辆延误等作为运行指标（目标函数），在约束条件下进行计算机优化求解，即寻求使道路网运行指标达到极值下的最佳信号配时方案。在脱机优化过程中，计算机承担大量历史数据分析与计算以及优化求解，故脱机优化技术又称离线优化技术。当道路网结构参数和交通流数据变动较大时，需要重新进行优化求解，以寻求在新情况下的最佳配时方案。因此，采用脱机优化技术的信号协调控制多适用于交通流相对稳定的道路网。

（四）自适应控制（联机优化控制）

在一条干线或一个区域，根据交通流的动态的随机变化而自动地调整信号控制参数，使控制系统自动地适应交通流的随机变化，这种控制方式就是自适应交通控制方式。在联机优化过程中，计算机实时地生成最佳配时方案，并实时地参与信号协调控制，故联机优化技术又称在线优化技术。采用此种优化技术的信号协调控制多适用于交通流波动大的道路网。

三、按照控制思想划分

按控制思想划分，可分为被动式控制和主动式控制两种类型。

（一）被动式控制——交通信号控制系统

交通信号控制系统是通过路边装置或设备如交通信号灯、固定或可变信息标志板向驾驶员或行人显示控制信息来达到对交通流进行时间分离和控制的目的。这种系统已经存