



中华人民共和国交通部资助出版
交通类学科(专业)学术著作

D_{ynamic}

城市动态交通流分配模型与算法

Traffic Assignment Problems in Urban Transportation Networks: Models and Methods

● 高自友 任华玲 著

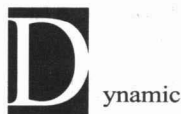


人民交通出版社

012
4



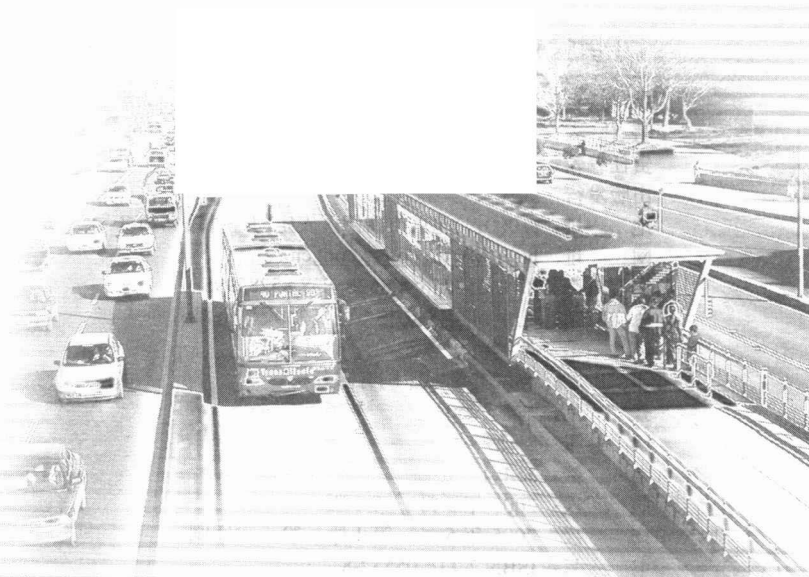
中华人民共和国交通部资助出版
交通类学科(专业)学术著作



城市动态交通流分配模型与算法

Traffic Assignment Problems in Urban Transportation Networks: Models and Methods

● 高自友 任华玲 著



人民交通出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了城市动态交通流分配理论与方法方面的国内外前沿课题与最新研究成果,集成~~了~~包括作者近期成果在内的先进模型和求解算法。本书力求用定量分析的方法建立相关数学模型和设计求解算法,以便为智能交通系统中的交通诱导提供必要的、可靠的理论基础。本书系统地介绍了动态交通流分配的理论及各种不同的研究方法,重点介绍了道路交通流模型与网络交通流理论相结合的动态交通配流方法和模型,并设计了有效的求解算法。其主要内容是运用变分不等式这一新的数学工具来描述城市动态交通流最优分配问题,并通过设计合理的求解算法以使用来解决实际交通问题。

本书可作为大专院校交通运输规划与管理、交通信息工程及控制、智能交通、城市交通工程等专业的研究生教材和高年级本科生选修教材,也可供政府的交通管理部门、智能交通系统研究与开发部门的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市动态交通流分配模型与算法/高自友,任华玲著.
北京:人民交通出版社,2005.5
ISBN 7-114-05552-8

I.城... II.①高...②任... III.市区交通—交通
流—分配 IV.U12

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第041891号

书 名:城市动态交通流分配模型与算法

著 作 者:高自友 任华玲

责任编辑:蔡培荣

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285656,85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×960 1/16

印 张:23.25

字 数:354千

版 次:2005年5月 第1版

印 次:2005年5月 第1版 第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-05552-8

印 数:0001—2000册

定 价:38.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

城市交通系统是承载人类活动的基本构件之一,是城市繁荣、有序和高速发展的主要支撑条件。然而,现代城市在快速发展过程中遇到了日益严重的交通问题,不但严重影响了城市的经济建设和运行效率,也给人们的生活和工作带来了种种不便与损害,已经成为制约城市可持续发展的主要瓶颈。交通拥堵及其伴生的交通环境污染、交通安全和交通能耗等问题已引起社会各界的广泛关注。

智能交通系统(Intelligent Transportation System,简称 ITS)或智能车辆道路系统(Intelligent Vehicle Highway System,简称 IVHS),将先进的检测、通信、控制、计算机技术、交通科学和交通工程学综合应用于汽车和道路系统,形成一个令人、车、路及交通环境都“聪明”起来的系统,能最大限度地发挥现有交通基础设施的潜力,缓解拥堵、保护环境、改进安全、降低能耗、提高效率,被认为是本世纪解决交通问题最重要的措施之一。对城市来说,将空中的卫星、地面的总控中心、路口的检测设备、车内的计算机及道路上的控制系统等,连接起来形成一个立体的全方位交通系统,出行者只要在车载计算机上输入起终点,就可以实时地得到最佳行驶路线等等。欧美日等国家和地区为此投入了大量的人力、物力和财力,研制出的初级系统或子系统在应用上已经显示出非常优越的品质。

美国交通部(DoT)1992年启动的 IVHS 包含 6 个方面,即先进的交通管理系统 ATMS、先进的出行信息系统 ATIS、先进的车辆控制系统 AVCS、商用车辆运作 CVO、先进的公交系统 APTS 和先进的乡村交通系统 ARTS。围绕发展 IVHS,美国已形成相应的产业,以发表 ITS 相关研究成果为主的国际刊物也已经有多种。

ITS 涉及许多技术领域,但其理论体系的核心之一是动态交通分配模型及算法。实现向车辆提供实时、最优的交通信息,并诱导交通流,取决于该模型的正确设计和运行,因此在国际上受到了空前的重视。自 20 世纪 90 年代以来,各国学者纷纷对这一热点问题进行了研究,在理论与应用方面已取得了不少有效的研究成果。到目前为止,借助于计算机模拟方法、数学规划方法、最优控制理论方法以及变分不等式、互补问题和不动点理论等方法已建立了多种城市交通的动态交通流分配模型。国际上最为著名的管理、运筹以及交通运输等方面的各种学术权威刊物上都

不断有探讨动态交通流分配理论与方法的好文章发表,如《Operations Research》、《Transportation Science》、《Transportation Research》和《Transportation Research Record》等。为推动动态交通配流方面的科学研究,有关学者和专家还纷纷撰写书籍,如 Ran 和 Boyce 的《Modeling Dynamic Transportation Networks》(1996),以及 Chen 的《Dynamic Travel Choice Model》(1999)等。

城市动态交通分配模型要考虑时变的 OD 需求、时变的交通条件下的交通行为,这样的模型显然是极其复杂的,但由于其对 ITS 中的动态路径诱导的直接作用,相关研究具有非常重要的意义。

我国 ITS 的现实市场已初现端倪,潜在市场蕴含丰富,北京市已经建立了比较完善的综合信息网络系统、交通指挥调度系统、交通执法系统和办公自动化系统。广州市的公交信息主平台、公交车定位调度管理和停车诱导等项目也正在紧锣密鼓地筹建或建设之中。与此同时,上海、重庆、济南、深圳、青岛等城市也都在发展有自己城市特点的 ITS 项目。

近年来,虽然我国在 ITS 的应用方面发展迅速,但是“重技术、轻科学”和“重硬件、轻软件”的现象仍然普遍存在。交通科学的研究大大滞后于交通工程的进展,科学性预研的投入在交通建设中的比例微乎其微,造成的后果是交通理论成果难以指导交通实践。虽然目前我国在 ITS 的应用实施上投入了大量的资金和力量,但城市的交通拥堵现象却仍不时发生,交通安全、交通污染与交通能耗等问题还是没能得到有效的缓解。一些投资巨大的技术设备并没能发挥其应有的作用。如北京市从 2001 年开始在二环和三环路上安装了 148 台远程交通微波传感器(Remote Traffic Microwave Sensor,简称 RTMS),用于采集交通实时数据,每 2 分钟一个采样周期,RTMS 实时向交通指挥中心传输检测断面的流量、速度和占有率数据,使得北京市交通管理部门每天能够实时获取海量的交通数据。然而由于交管部门缺乏对动态交通流数据进行实时处理和进行数据挖掘的有效手段,导致目前北京市城市道路中的可变信息显示系统(Variable Message Sign,简称 VMS)一般只能提供静态交通信息,还不能提供城市动态交通的预测信息,更无法实现科学的交通诱导,使投资巨大的 RTMS 和 VMS 的作用没能得到有效的充分利用。究其原因,当然是多方面的,但从理论与方法上看,主要是因为对动态实时交通流的预测和估计方面的理论与方法缺乏深入的研究。因此深入开展城市动态交通配流理论与方法的研究,不但可以从科学角度加深人们对交通网络复杂系统运行机理的了解,而且又可以从实践角度为交通预测和诱导提供理

论支持,在理论和实践两方面都有重要的意义和价值。

以上的内部与外部环境共同决定了研究和发展城市动态交通流分配系统的重要性和必要性,同时提高 ITS 在我国的发展和应用效率也迫切需要一大批精通各种现代交通流理论与方法,深谙现代交通系统特性和运行规律的人才。然而,目前我国还没有一本系统讲述城市动态交通流分配问题的理论和方法方面的书籍,所以亟需一本全面系统地介绍城市动态交通配流理论和方法方面的参考书籍,以便能为指导交通实践在理论上提供决策参考。

本书在介绍数学规划方法、最优控制理论以及变分不等式等问题的基础上,主要阐述了用变分不等式这一新的数学工具来描述动态出行选择问题的各种城市交通流分配模型及其应用。相比国内外同类书籍而言,本书的主要特点是:系统地介绍了动态交通流分配的理论及各种不同的研究方法,重点介绍了道路交通流模型与网络交通配流理论相结合的动态交通配流方法和模型,并设计了有效的求解算法。

本书的结构如下:第1章讲述了动态交通系统的定义、特征以及城市动态交通系统的发展现状和未来研究趋势等;第2、3章介绍了本书所用到的最优化理论、最优控制理论和变分不等式问题等;第4章列举了城市动态交通配流模型所涉及的基本概念和所要考虑的各种约束,以及动态交通配流的几种原则;第5章介绍了现有的城市动态交通配流的数学规划模型及求解算法;第6章介绍了三种常见的城市动态交通配流的最优控制模型及求解算法;第7章给出了最基本的城市动态交通用户最优配流的变分不等式模型及求解算法;第8、9章是第7章的推广,分别考虑有路段能力限制和出发时间选择的情况,并给出了相应的城市动态交通配流模型和求解算法;第10、11章是城市动态交通配流模型在 ATIS 市场占有率问题和公交网络设计方面的应用,分别建立了双层规划模型并设计了基于混沌优化的求解算法;第12、13章介绍了用道路宏观仿真模型估计交通网络上的阻抗的方法,在此基础上,分别介绍了基于元胞传输模型(CTM)的变分不等式(VI)模型和弹性需求条件下的基于 CTM 模型的 DTA 模型;第14章借助于 Greenshields 模型和排队延误原理,设计了适用于动态交通配流的显式动态路段出行阻抗函数表达式,建立了基于 Greenshields 速—密关系模型的 DUO 配流问题;第15章介绍了城市动态交通配流模型发展和应用的若干问题,包括相关的数据要求和应用实施问题等。

本书系统地论述了城市动态交通流分配模型的建立及其求解算法,不仅

在理论研究上具有重要价值,而且可以为实际城市交通问题的解决提供有力的理论支持,可以作为大专院校交通运输规划与管理、交通信息工程及控制、智能交通、城市交通工程等专业的研究生教材和高年级本科生选修教材,也可供政府的交通管理部门、ITS研究与开发部门的技术人员参考。

本书的内容一部分取自当前已较为成熟以及最新的研究成果,作者对这些成果进行了系统总结,更多的内容主要取自作者近年来的研究成果。在撰写本书时,作者亦查阅了大量的国内外相关文献,力求做到内容新颖,取材丰富。

本书中有关科研工作的完成得益于国家杰出青年科学基金项目(70225005)、国家自然科学基金项目(70471088)、北京市自然科学基金项目(9042006)及高等学校优秀青年教师教学科研奖励计划项目(2001年)的大力资助。本书的出版得益于交通部对普通高校交通类学科(专业)学术著作出版的资助,谨此致谢。

本书的完成还得益于与国内外同行专家的广泛学术交流与探讨,特别得到了北京航空航天大学黄海军教授、香港科技大学杨海(Yang H)教授和罗康锦(Lo H K)博士、香港理工大学林兴强(Lam H K)教授及香港大学黄仕进(Wong S C)博士的大力支持与帮助,写作过程中还得到了北京交通大学张国伍教授、孙全欣教授、刘军教授和毛保华教授的大力支持,在此表示诚挚的感谢。北京交通大学系统科学研究所的连爱萍博士和任伟硕士对本书的部分内容做了大量有益的工作,在此一并表示感谢。

作 者

2005年2月于北京

目录

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 智能交通系统的概念与研究背景	1
1.2 城市交通配流模型的意义与特征	14
1.3 城市动态交通配流理论的发展现状与趋势	18
1.4 城市动态交通分析的展望	25
1.5 本书的结构	32
1.6 小结	35
第 2 章 最优化与最优控制问题	36
2.1 最优化基本概念	36
2.2 线性规划	37
2.3 非线性规划	39
2.4 双层规划	57
2.5 变分法的基本概念	64
2.6 最优控制基本理论	66
2.7 连续最优控制问题	70
2.8 离散最优控制问题	74
2.9 最优控制问题的求解	78
2.10 小结	80
第 3 章 变分不等式问题	81
3.1 变分不等式及其相关的数学问题	81
3.2 变分不等式问题解的存在性和惟一性	86
3.3 求解算法介绍	86
3.4 小结	97
第 4 章 动态交通网络约束条件及配流原则	98
4.1 符号与定义	98
4.2 阻抗的概念	100
4.3 基本约束	102
4.4 非负约束	103
4.5 流量守恒约束	104
4.6 先进先出问题	104

4.7	流量传播约束	106
4.8	路段能力限制约束问题	113
4.9	动态交通网络配流原则	114
4.10	小结	115
第 5 章	动态路径选择的数学规划模型	117
5.1	介绍	117
5.2	模型的推导	118
5.3	最优性条件	121
5.4	模型的求解情况	123
5.5	本章附录	124
5.6	小结	126
第 6 章	动态路径选择的最优控制模型	127
6.1	动态交通网络约束	128
6.2	动态交通系统最优控制模型	129
6.3	动态交通用户最优控制模型	134
6.4	随机动态交通用户最优控制模型	140
6.5	小结	147
第 7 章	动态路径选择的变分不等式模型	148
7.1	概述	148
7.2	瞬时 DUO 状态的定义	150
7.3	动态交通网络约束条件	151
7.4	基于瞬时路径阻抗的 VI 模型	152
7.5	基于瞬时路段阻抗的 VI 模型	155
7.6	求解算法设计	163
7.7	数值实验	168
7.8	小结	169
第 8 章	带有路段能力限制的 DUO 配流模型	171
8.1	概述	171
8.2	路段能力限制的约束	173
8.3	带有路段能力限制的动态路径选择模型	174
8.4	求解算法	178
8.5	数值算例	180
8.6	路段能力限制模型的进一步推广应用	183
8.7	小结	185

第 9 章 出发时间和路径选择的组合 DUO 配流模型	186
9.1 概述	186
9.2 新增的变量和约束	187
9.3 出发时间与动态路径选择的双层 VI 模型	188
9.4 求解算法	191
9.5 小结	194
第 10 章 城市动态交通系统中 ATIS 市场占有率问题	195
10.1 ATIS 系统介绍及研究背景	195
10.2 假设条件及相关约束	196
10.3 下层问题	201
10.4 上层问题	205
10.5 双层规划模型	206
10.6 求解算法	207
10.7 小结	209
第 11 章 城市动态公交网络设计问题	213
11.1 概述	213
11.2 城市公交网络描述	215
11.3 相关符号及约束	217
11.4 城市动态公交网络设计的双层规划模型	222
11.5 求解算法设计	223
11.6 数值实验	225
11.7 基于时刻表的动态公交配流方法的其他应用	227
11.8 小结	227
第 12 章 基于 CTM 模型的 DUO 配流问题	228
12.1 概述	228
12.2 符号及定义	232
12.3 元胞传输模型	233
12.4 动态用户最优的 VI 问题	236
12.5 实际路径阻抗的计算	238
12.6 先进先出条件	241
12.7 基于交替方向法的求解算法	242
12.8 算例分析	244
12.9 模型的展望	253
12.10 小结	253

第 13 章 基于 CTM 模型的弹性需求条件下的 DUO 配流问题	255
13.1 概述	255
13.2 符号及定义	256
13.3 弹性需求条件下的出发时间和路径选择的 DUO 模型	257
13.4 解的存在性和惟一性	260
13.5 先进先出条件	260
13.6 基于投影算法的求解算法	261
13.7 数值算例	263
13.8 小结	272
第 14 章 基于 Greenshields 速-密关系模型的 DUO 配流问题	274
14.1 概述	274
14.2 动态交通网络约束	275
14.3 基于 Greenshields 速-密关系模型的路段阻抗计算	276
14.4 基于瞬时路段阻抗的 VI 模配流型	279
14.5 求解算法设计	280
14.6 小结	282
第 15 章 数据要求及应用实施问题	284
15.1 数据要求	284
15.2 应用实施问题	288
15.3 将来的研究工作	295
15.4 小结	296
附录 A 数学基础知识	297
A.1 变量和矩阵	297
A.2 矩阵运算和范数定义	298
A.3 函数的基本性质	301
A.4 凸集、凸函数及函数的单调性	303
A.5 小结	306
附录 B 道路交通流理论模型	307
B.1 道路交通流理论模型的研究进展概述	309
B.2 道路交通流的基本特征	312
B.3 现有道路交通流理论模型简介与评述	316
B.4 道路交通流理论模型的发展趋势	329
B.5 小结	331
参考文献	332



1.1 智能交通系统的概念与研究背景

1.1.1 智能交通系统的研究背景

随着社会经济的发展,交通拥堵、交通事故、环境污染和能源短缺等交通相关问题已成为世界各国面临的共同问题,无论是发达国家,还是发展中国家,都毫无例外地承受着不断加剧的交通问题的困扰,交通问题已成为世界各地城市,尤其是大城市的首要问题之一。尽管各国政府在道路建设上均投入了大量资金,城市及其周围修建了大量的交通设施,但是交通拥堵状况在全世界许多国家仍然十分严重,已经成为非常突出的世界性难题。美国得克萨斯运输研究所对美国 39 个主要城市的研究表明,美国道路堵塞问题十分严重,一年平均每人堵塞在公路上的时间高达 36 小时(以 2000 年计)。交通堵塞不但使出行者浪费时间,而且造成交通事故、增加燃油浪费和环境污染等。如果折合货币单位,那么美国每年因交通堵塞而造成的经济损失将以千亿美元计。

在日本,交通拥堵现象日趋严重。仅东京圈严重拥堵地点就达 219 处,在东京高速道路拥堵严重的路段,其拥堵时间长达 17 小时,拥挤长度达 9.87 公里。东京每年因交通拥挤造成的交通时间损失价值约为 123 000 亿日元。日本东京都的专业运输成本 1985 年和 1980 年相比,年度成本增加 842 亿日元,这主要是由于交通拥堵的加剧、货车每日行驶距离缩短、成本上升造成的。

在欧洲,交通环境也在不断恶化。英国实施了鼓励民间进行道路建



设和经营的政策,伦敦确立了红色路线(通过禁止路边停车等交通规则来缓解交通拥堵)等。此外,在法国则采取了建设完善巴黎的环状线,改善公共交通等对策。德国也在采取强化高速道路网等措施。但这些仍无法缓解社会经济发展对交通运输系统的需求(陆化普,2002)。

随着我国国民经济的高速发展和城市化进程的加快,城市机动车拥有量及各种交通需求量急剧增加,大城市交通负荷不断增长。1986~1990年,北京市区干道交通负荷平均年递增4.5%;1990~1994年,市区干道负荷递增猛升到18.5%,市区交通干道饱和程度达85%的水平。交通拥堵造成高峰时期机动车辆行驶速度普遍降低,车速十分缓慢。高峰时间段的公共汽车运行时速,1993年中国城市一般仅有5~10公里。据1995年10月调查表明,北京市区11条主要干道的机动车时速已降至12公里,其中东单北大街时速只有7.8公里。交通拥堵导致交通运输效率持续下降,浪费了大量运力,增加了能耗。上海1996年公交营运里程损失达4 222.7万公里,日均损失里程比1986年增加220%。2003年全国因交通拥堵导致的经济损失约为2 000亿元,约占国民生产总值的2%。

我国城市环境污染中汽车排放的污染明显高于发达国家,这主要有以下三个原因。一是国产车设计水平起点较低,如一氧化碳和碳氢化合物等排放量设计标准比美国生产的高10多倍;二是交通拥堵,增加了能耗和污染物排放量。研究表明,当汽车的时速从40公里降到10公里时,燃料消耗量增加1倍,环境负荷增加2~4倍;三是汽车尾气排放标准低、监管不力等。我国对运行轿车的废气允许排放标准低,如排放一氧化碳较美国多40倍,碳氢化合物多6倍,氮氧化物多8倍(李捷萍,2002)。

城市交通中另一重大问题是交通安全问题。在城市尤其是大城市机动车数量急剧增加,快速以及不受轨道束缚的自由度导致发生大量的交通事故。仅2004年我国就有交通事故报告567 753起,造成99 217人死亡,451 810人受伤,直接经济损失高达27.7亿元。

以上所有交通问题的现状说明:现代的交通状况已经对人类生命、财产和生存环境构成了威胁,交通问题成为世界各国城市面临的极其严重的“城市病”之一,已成为城市可持续发展的主要瓶颈。解决城市交通问题的传统办法是修建道路,但无论是哪个国家的大城市,可供修建道路的空间都越来越小。国内外多年来的实践也证明,单纯靠改善交通设施来

解决城市交通问题,不仅成本昂贵,而且效果有限。我国在这方面表现得尤为突出,上海市1991年的实测资料表明,在交通高峰期,市中心的平均车速仅为15公里/小时,最低车速为4公里/小时,即低于正常步行速度。虽然近10年来大规模的交通建设使情况有所改变,但由于缺乏先进的交通科学理论为指导,仍不时出现“交通工程的遗憾”,交通拥堵依旧严重,作为快速干道的高架路常常成为“高架停车场”。由于缺乏科学的规划和管理,现有的一些交通资源又未获充分利用。例如,北京四环路设计通行能力为每车道1500辆/小时机动车,而实际通行的车辆仅为500辆/小时!即使如此,仍经常发生交通拥堵。除了修建必要的道路网以外,人们还尝试了很多新的方法来解决交通问题,例如,改进道路信号控制,采用道路可变信号,在交通高峰期通过道路改线增加进出车道,而在大城市则成立交通控制中心来监控与显示公路网络的全部交通情况,这在一定程度上缓解了交通拥堵状况。可是在许多地方,这些方法实施的规划是针对预先建立的日常重复的交通模式而制定的,并不能对交通拥堵实际状况做出动态反应,也不能根据具体情况迅速改变交通处理准则。

为了解决“交通难”问题,发达国家投入巨资,吸引了大批力学、物理学、非线性科学和系统科学等领域的科学家进行交通科学的基础研究,采用了高科技投入与多学科领域专家合作研究相结合的办法,研制、构建与其国情相适应的科学的交通系统。例如美国在20世纪90年代后研究的智能交通系统(Intelligent Transportation System,简称ITS),德国启用的高级运输信息与管理系统等。其中,现代交通流科学的研究发挥了重大作用。我国近年来增强了对交通研究的投入,但始终存在着“重技术,轻科学”、“重硬件,轻软件”的倾向,交通科学的研究严重滞后于交通工程的进展,科学性预研的投入在交通建设中的比例微乎其微。我国正在实施经济大发展,因此建设现代化交通运输系统和交通信息管理系统已成为当务之急。

总而言之,城市交通系统是一个复杂的大系统,单独从车辆方面考虑或单独从道路方面考虑,都很难完美解决城市交通问题。在此背景下,把交通参与者、车辆和道路系统综合起来研究,并应用各种高新技术来系统地解决城市交通问题的思想就应运而生了,这就是智能交通系统产生的动机。同样,对于智能交通系统的研究也就伴随着社会经济发展对交通运输系统的要求而全面展开了。



1.1.2 智能交通系统的概念与特征

交通运输系统是否现代化、交通管理手段是否先进,是衡量一个国家现代化程度的重要标志之一。例如,20世纪90年代,美国和德国每年在交通和通信上的耗费已经分别占国民生产总值的14.8%和13.7%。就一个城市来说,交通是否保持畅通,对其经济繁荣、市民生活水平甚至国际声誉都有着至关重要的影响。仅以奥运会为例,1996年奥运会举办城市——亚特兰大市正是因为交通堵塞频繁出现的状况,形象大损;与之相反,2000年悉尼奥运会的成功举办,前奥运会主席萨马兰奇指出交通通畅是其成功的重要因素。北京的交通情况比悉尼复杂得多,2008年北京奥运会要成功举办,交通问题是必须考虑和关注的热点问题之一。

交通问题与全球关注的环境问题密切相关。目前世界十大污染最严重的城市中,我国就占七个。大气污染主要有悬浮颗粒物、 SO_2 、 NO_x 、CO等气体。城市交通工具是这些污染物的主要排放源之一,其排放量在有的城市已超过了工业排放对大气的污染。由于交通拥堵,汽车怠车状态所释放的废气是行车时的10多倍以上,更加剧了这种污染。由于机动车排污是低空排放,对人体健康的危害更大。因此,美国已经提出,交通部门制定计划时,必须受“清洁空气法案”和“地面允许运输及效率法案”的严格限制。

交通系统具有复杂性、动态性和随机性等特点。由于各国国情不同,交通系统的特点也不尽相同。多年来,国内外的实践证明,如果缺乏先进的理论指导,单纯依靠修建道路设施和采用传统的管理方式来解决交通问题,不仅成本昂贵,环境污染严重,且缓解交通拥堵等问题的效果也有限。我国在这方面的表现尤为突出,近几年来城市内部交通建设使情况有所改善,但交通仍不时发生堵塞,而且现有的一些交通资源又未获得充分利用。为了实现公路和城市交通的畅通,发达国家分别采用了高科技投入与多学科领域专家合作研究相结合的办法,设计建造与其国情相适应的科学的交通系统。例如美国在20世纪90年代后研究的智能交通系统,德国启用的先进的出行者信息系统与先进的交通管理系统(Advanced Traveler Information Systems/ Advanced Traffic Management Systems,简称ATIS/ATMS)等。我国已成为WTO正式成员,正面临经济大发展,改善运输系统和建立先进的交通信息管理系统的任务迫在眉

睫(唐孝威等,2004)。

智能交通系统或智能车辆道路系统(Intelligent Vehicle Highway System, 简称 IVHS),是将先进的检测、通信、控制和计算机、系统集成技术和交通科学与工程等多学科技术有效地综合应用于车辆和道路系统,形成一个令人、车和路都聪明起来的系统,能最大限度地发挥现有交通基础设施的潜力,提高运输效率,改进交通安全,缓解拥堵,节约能源,保护环境,使社会能够高效地使用现有交通设施,从而获得巨大的社会效益,因此被认为是本世纪解决交通问题最重要的措施之一。对城市来说,将空中的卫星、地面的总控制中心、路口的检测设备、车内的计算机,连接起来形成一个立体的全方位交通系统,出行者只要在车载计算机上输入起终点,就可以实时地得到最佳行驶路线。欧美日等国家和地区为此投入了大量的人力、物力和财力,研制出的初级系统或子系统在应用上已经显示出非常优越的品质。建立智能交通系统是交通运输系统实现现代化的一项重要举措,它能够促进社会经济环境的进一步优化,它是高科技发展的必然结果,也是信息化社会发展和世界经济必然要求(黄海军等,2004)。

智能交通系统是由港、站、道路(包括铁路、公路、水路、航空线等)、运载工具(包括火车、汽车、轮船、飞机等)和运营管理等组成的一个复杂而庞大的系统,它是运用高科技手段解决当今交通运输问题(包括运输能力、运输效率、运输安全以及运输服务等)的新技术,是人工智能技术在交通运输系统中的应用。

一般来说,智能交通系统具有以下的基本特征(张国伍,2003):

①智能交通系统的形成源于知识工程,通过知识工程进行科学、技术和方法论的综合,解决知识的获取、形式化和计算机实现。

②智能交通系统的功能至少应具有判断能力、推理能力和学习能力,并应具有辅助决策的作用。

③智能交通系统的结构上应有机器感知、机器学习、机器识别和知识库、模型库等部分组成。

上述三点可以帮助判断一个交通运输系统是否符合智能交通系统中的“智能”要求,一个智能交通系统应具有上述的基本特征。而仅具有管理信息系统(Management Information System, 简称 MIS)的特征,或仅在运输组织管理环节上实现自动化,如车辆自动收费系统等,还不能称其为智能交通系统。应该说,这些技术和组织措施实际上仅仅是进行信息



采集、传输、统计、加工等作业,是管理信息系统,它是发展智能交通系统的基础,而不能称为智能交通系统。

1.1.3 智能交通系统研究的历史和现状

早在 20 世纪 60 年代,美国就开始进行 ITS 的先驱性研究,即电子路径诱导系统(Electric Route Guidance System,简称 ERGS)的研究,这可以说是 ITS 的最早起源。在 ITS 研究的早期工作中,美国主要开展了车路系统的智能化研究,并将其称之为智能车辆道路系统(Intelligent Vehicle-Highway Systems,简称 IVHS);1990 年,美国运输部成立了 IVHS 组织;1994 年,IVHS 更名为 ITS America(Intelligent Transportation System of America)。根据 ITS America 发布的消息,1998 年 12 月开始的美国国家 ITS 发展战略计划(National ITS Development Strategy Project)已经完成,该计划是美国运输部与 ITS America 合作的成果,代表了美国更新其 ITS 发展战略的第一步。目前美国已经在 ITS 的整体组织和规划,以及研究、开发、运作实验方面进行了大量的投资、部署,在电子收费、商业车辆运营等一些 ITS 的实际应用方面处于国际领先地位(陆化普,2002)。

欧洲从 1986 年开始涉足 ITS 的研究(杨兆升,2003)。由欧洲主要汽车公司发起的欧洲高效安全道路交通计划(Programme for an European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety,简称 PUTHEUS)旨在以汽车为主体,利用先进的信息、通信与自动化技术等来改善运输系统,解决交通问题;由欧洲社团委员会(European Community,简称 EC)发起的欧洲汽车安全专用道路设施计划(Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe,简称 DRIVE)主要涉及公路和交通控制技术的研究。在 1991 年末成立的欧洲道路运输通信信息实施协调组织(European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization,简称 ERTICO)作为民办的公共组织,负责监督和协调欧洲的 ITS 研究、发展和实施。欧洲 ITS 研究的特点是:①在广泛的 ITS 交通领域都进行着研究与开发;②EC 发起组织的 ITS 研究着重技术的部署与评价,具有高度的研究连贯性,但是与实际的应用部署尚存在差距;③欧洲在公路上广泛部署了车辆专用电台,可以向用户提供声音或编码信息(由多种语言广播,可接收实时交通状况报告);④将公共交