



ZHINENGGONGGONGJIAOTONGXITONG DE LILUN FANGFA YU YINGYONG

# 智能公共交通系统的理论、方法与应用

主编 吴忠 栾东庆



同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS

013023640

U491.1  
50

现代综合交通智能化管理工程系列教材  
上海市十二五内涵规划项目(0852011XKZY15)

# 智能公共交通系统的 理论、方法与应用

主 编 吴 忠 栾东庆  
副主编 夏志杰 胡 斌 阎瑞霞  
陈克东 李含伟  
主 审 汪 泓



U491.1  
50



同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS



北航 C1630575

## 内 容 提 要

本书参考了国内外公共交通及智能交通方面的研究成果和实践经验,深入探讨了智能公共交通系统的理论、方法与应用。主要内容为智能公共交通的产生背景、理论与方法、技术与应用、体系框架与标准、系统结构与实现技术、数据挖掘理论与方法、拥堵治理、应急管理,以及公共交通智能化与一体化和智慧交通。本书对完善我国城市的智能公共交通管理系统,增强城市公交企业的运营和管理能力,提高公交系统的服务水平具有较强的指导与借鉴价值。

本书可作为交通工程、城市公共交通、交通运输、信息管理等专业的本科生教材,也可供从事智能运输系统、交通信息工程及控制、交通运输规划与管理、城市公交运输等领域工作的科学研究人员和技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

智能公共交通系统的理论、方法与应用/吴忠,栾东庆  
主编. —上海:同济大学出版社,2013.3

ISBN 978-7-5608-5098-6

I. ①智… II. ①吴…②栾… III. ①公共交通系统—  
智能控制 IV. ①U491.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 025421 号

---

---

## 智能公共交通系统的理论、方法与应用

主 编 吴 忠 栾东庆

副主编 夏志杰 胡 斌 阎瑞霞 陈克东 李含伟

责任编辑 王有文 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 [www.tongjipress.com.cn](http://www.tongjipress.com.cn)

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 9.75

印 数 1—1100

字 数 243 000

版 次 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5098-6

定 价 32.00 元

---

---

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

城市的形成与演变取决于交通,城市的发展又促进了交通。城市规划的纲领性文件《雅典宪章》明确指出:“居住、工作、游息与交通四大活动是研究及分析现代城市设计时最基本的分类,这四项分类也即城市的主要功能。其中,交通活动是其他三种活动得以实现的保证,是满足城市经济、文明发展的重要因素。”

随着我国经济的迅速发展和城市化进程的加快,机动车数量剧增,而城市道路建设的速度则远不及车辆增加的速度,加上交通管理滞后、道路利用率不高、交通结构不合理和市民的现代化交通意识较为淡薄等,城市的交通状况日趋紧张。这在很大程度上影响了城市经济的进一步发展及人民生活水平的提高。交通问题已成为影响城市功能正常发挥和城市可持续发展的一个全局性问题,寻求合理的解决方案已经成为当务之急。

城市公共交通是城市各种交通方式中社会成本最低、综合效益最高的方式,不仅可以获得城市交通的总体效益,还能为城市的中低收入居民提供低价格的选择机会。根据世界众多城市交通发展的经验及我国的道路交通现状,优先发展公共交通是交通结构优化的主要方法,“公交优先”已经成为人们解决城市交通问题的共识。而智能公共交通系统的开发与实施是有效解决城市交通问题的重要途径。

本书分为三大部分对智能公共交通系统的理论、方法和应用加以论述。第一部分是概念与基础,包括第1章至第4章,主要介绍智能公共系统的相关概念、理论与方法、技术与应用,以及目前国内外的体系框架与标准;第二部分是核心内容,包括第5章至第9章,提出智能公共交通系统需要采用全球定位技术(GPS)并结合视频检测、微波雷达等技术进行数据采集,以地理信息系统(GIS)为操作平台进行交通设施、运行衔接、综合管理的一体化规划和设计,在管理层实现智能公共交通系统的综合评价、线



网优化、财务管理、票制票价一体化、司乘人员管理、公交场所和枢纽等的管理,在业务层实现智能调度、拥堵治理、应急管理、电子收费、信息服务等功能;最后一部分是第10章的内容,介绍了大数据时代的智慧交通。

本书第1—4章由栾东庆编写;第5章由吴忠编写;第6章由阎瑞霞编写;第7章由陈克东编写;第8章由夏志杰编写;第9章由胡斌编写;第10章由李含伟编写。最后由吴忠、栾东庆进行统稿。

本书在编写过程中,得到了教育部管理科学与工程教学指导委员会副主任委员、上海市宝山区区长、上海工程技术大学管理学院院长汪泓教授的关心和支持,初稿完成后,她又拨冗审阅了全书。李红艳、李旭芳、李跃文等老师也对本书的编写提出了宝贵的修改意见,在此一并表示感谢!

本书在编写过程中,参阅了大量的中外文献,在此对文献的作者表示衷心的感谢!由于编者水平和时间有限,难免有疏漏之处,敬请读者提出宝贵意见。

**编 者**

2012年11月

于上海工程技术大学

前言

<b>第 1 章</b>	<b>智能公共交通系统概论</b> .....	1
1.1	公共交通概述 .....	1
1.2	智能交通系统 .....	3
1.3	智能公共交通系统 .....	9
	本章小结 .....	12
<b>第 2 章</b>	<b>智能公共交通系统的理论与方法</b> .....	13
2.1	智能公共交通区域调度 .....	13
2.2	智能公共交通线网优化 .....	16
2.3	智能公共交通评价 .....	22
	本章小结 .....	28
<b>第 3 章</b>	<b>智能公共交通系统技术与应用</b> .....	29
3.1	数据采集技术 .....	29
3.2	定位技术 .....	32
3.3	地理信息系统 .....	36
3.4	无线通信技术 .....	38
3.5	IC 卡自动收费技术 .....	42
3.6	智能公共交通的信息服务 .....	42
	本章小结 .....	45
<b>第 4 章</b>	<b>智能交通体系框架与标准</b> .....	46
4.1	ITS 体系框架的内涵 .....	46
4.2	ITS 体系框架的开发方法 .....	47
4.3	国内外 ITS 体系框架 .....	50
4.4	ITS 标准开发 .....	56
	本章小结 .....	58

<b>第5章</b>	<b>智能公共交通系统结构</b>	59
5.1	智能公共交通系统的构成	59
5.2	智能公共交通系统的关键业务功能	60
5.3	智能公共交通系统实施的关键技术	62
	本章小结	66
<b>第6章</b>	<b>智能公共交通系统的数据挖掘理论与方法</b>	67
6.1	公共交通数据挖掘分析	67
6.2	双论域粗糙集理论	72
6.3	基于双论域粗糙集的城轨数据挖掘模型	80
	本章小结	83
<b>第7章</b>	<b>智能公共交通的拥堵治理</b>	84
7.1	交通拥堵治理概述	84
7.2	基于时间成本的交通均衡效率损失上界	89
7.3	算例	102
	本章小结	103
<b>第8章</b>	<b>智能公共交通的应急管理</b>	104
8.1	公共交通应急管理概述	104
8.2	公共交通应急管理诱导技术	111
8.3	公共交通应急疏散管理技术	117
8.4	公共交通应急管理模式与机制	122
	本章小结	126
<b>第9章</b>	<b>智能公共交通系统与公共交通一体化</b>	127
9.1	公共交通一体化的提出	127
9.2	公共交通一体化的“三网融合”模型	128
9.3	公共交通智能化与一体化	139
	本章小结	140
<b>第10章</b>	<b>大数据时代的智慧交通</b>	141
10.1	物联网	141
10.2	智慧交通	145
	本章小结	147
	<b>参考文献</b>	148

# 第 1 章

## 智能公共交通系统概论

公共交通是城市交通不可缺少的部分,是保证城市生产、生活正常运转的动脉,是提高城市综合功能的重要基础设施之一,它对城市各产业的发展,经济、文化事业的繁荣,城乡间联系等起着重要的纽带和促进作用。没有公共交通的高速运转,就没有城市的现代化。

智能公共交通系统,可以方便乘客出行,从而吸引更多出行者选择公交的出行方式,在极大地缓解交通压力的同时也提高了整个公共交通系统的社会效益、经济效益和服务水平。公交系统的智能化也是我国整个交通运输系统智能化的重要组成部分。

### 1.1 公共交通概述

#### 1.1.1 公共交通与公共交通系统

随着国民经济的发展和社会交往的日益频繁,交通需求不断扩大,特别是城市交通面临着日益繁重的运输任务。城市交通不仅规模庞大,而且定时、定点要求很高。在这种情况下,城市交通必然对那些运量大、网络多、频率高、速度快、费用低的交通系统产生很大的依赖性。另外,城市用地是有限的,现在和未来都会是制约城市发展的主要因素,为保持城市的聚集经济效益,对城市土地必须注重集约化的使用。人均占用道路面积多的私人个体交通工具的盲目发展,必然使城市交通陷入瘫痪,这已被发达国家的交通发展史所证明。公共交通建设用地少,运输成本低,环境破坏性小,是比较经济的交通方式。公共交通由于运量大,可以进行集中运输,从而能大幅度减少占地面积。从城市的整体利益看,公共交通是一种耗费少、效能高的交通方式,具有私人交通不可替代的长处。

根据公众出行所选用的交通工具、集约化程度、出行效率以及对道路资源占用等因素,可以将出行方式归纳为三类:公共交通、个体交通和慢行交通。步行、自行车和助动车归为慢行交通大类;摩托车、私人小汽车和单位小汽车归为个体机动交通大类;轨道交通与轮渡、缆车、公共汽车、无轨电车一起归为公共交通大类,其中轨道交通包括通勤铁路、地铁、轻轨、有轨电车;由于管理体制的原因,出租汽车常被归为公共交通大类。也有研究学者认为出租汽车的机动性、运载能力、占用交通资源、运行特点等与个体机动交通更为接近,应将其归为个体机动交通。概括地讲,公共交通系统的分类可以如图 1-1 所示。



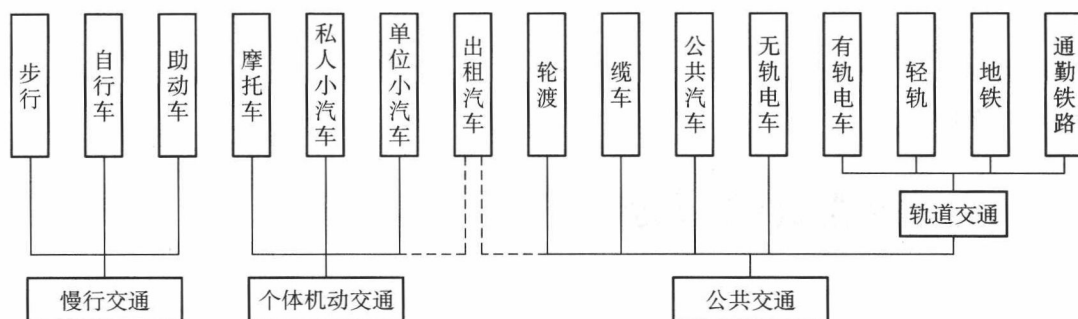


图 1-1 公共交通系统的分类

公共交通系统一般由人-车(公共交通工具)-路(途径、交通线路)三方面共同组成(图 1-2),既包括硬件(设施、设备),也包括软件(法规、政策),有着整体、综合和动态的内外部关系,是与城市交通系统和城市社会经济环境相联系的、复杂的、开放的大系统,具有多变量、多目标、多层次、多属性等特点。

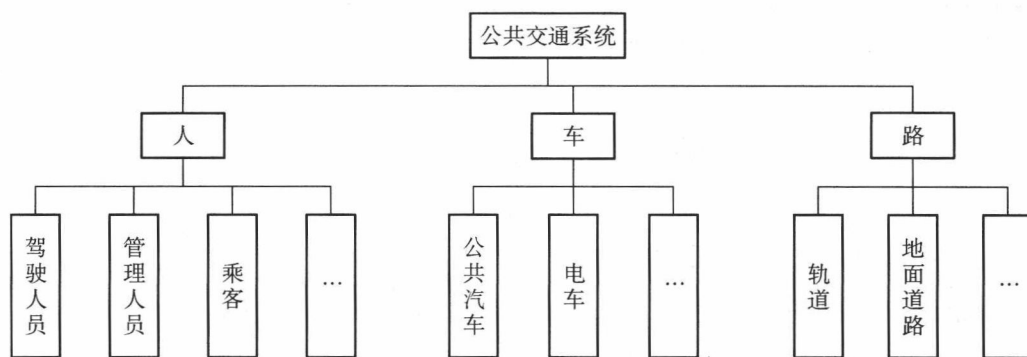


图 1-2 公共交通系统的组成

### 1.1.2 我国公共交通发展概况

近年来,我国城市公共交通有了较快的发展,但随着经济社会发展和城镇化进程的加快,城市机动化水平也日益提高,从而引发了城市交通拥堵和环境污染等问题,使得城市交通出行效率大大降低。交通阻塞问题已成为影响城市科学发展的主要瓶颈之一,世界各国政府尤其是发达国家把解决交通问题作为经济建设的重要课题。

我国也不例外,目前已经逐步确立公交优先的发展战略。例如,国务院办公厅、建设部等先后印发了《关于优先发展城市公共交通意见的通知》(国办发[2005]46号)、《关于优先发展城市公共交通若干经济政策的意见》(建城[2006]288号)等系列文件,对落实“公交优先”发展战略作了具体部署,为优先发展城市公共交通指明了方向。国家提出的“公交优先”战略给城市公共交通发展带来了前所未有的机遇,各地积极贯彻落实“公交优先”战略,出台了一系列落实“公交优先”战略、解决群众“出行难”问题的政策措施,有力地推动了城市公共交通的健康快速发展。

但总体上看,目前我国城市公共交通发展仍然比较滞后,与城市经济社会快速发展、群众生活水平不断提高的需求还有一定差距,公交优先战略实施仍处于起步阶段,公共交通服务质量仍需提高。主要表现有:

### 1. 公共交通在城市交通系统中的主体地位尚未确立

公交优先战略没有得到全面落实,城市公共交通发展总体滞后的局面还没有得到根本转变,公共交通在城市交通系统中的主体地位还没有确立。我国大城市公共交通的出行分担率平均约20%,中小城市公交分担率平均不到10%,与欧洲、日本等大城市40%~70%的出行比例相比还有很大差距。公共交通服务能力不足、高峰期运力紧张等问题较为突出,导致城市公共交通吸引力不高,公共交通在缓解城市拥堵、建设低碳交通等方面没有发挥应有的作用。

### 2. 公共交通服务质量与不断增长的出行需求还有较大差距

当前,我国城市公共交通体系结构单一,系统设施容量不足,公交线网密度和站点覆盖率偏低,公交服务水平不能满足群众多样化、多层次的交通需求。大运量快速公共交通起步较晚,在特大城市尚未形成以轨道交通和快速公共交通系统(BRT)为骨干、公共汽电车为主体、多种方式协调发展的公共交通服务网络系统;中小城市公交线路过少,发车频率过低。多数城市公共交通车速越来越低,候车时间长、准点率低、换乘不方便、舒适性不足等问题直接影响了公共交通与其他交通方式的竞争力和对公众出行的吸引力。同时,公共交通线网覆盖不均衡,影响了公共交通服务的普遍性。部分城市公共交通企业存在重经济指标、轻服务质量、人员素质不高、服务意识不强、安全投入不足、信息化水平较低等问题,制约了公共交通服务质量的提高。

### 3. 城乡客运发展不协调

长期以来,由于我国城乡二元化结构的存在,导致城市公共交通与道路客运班线一直处于二元管理状态。城市公交和客运班线发展规划不统一,税费政策不统一,城乡道路、场站、运力等资源难以共享和优化配置,经营成本和票价差距较大,城市公交和班线客运经营矛盾突出。城乡客运体系互不兼容,阻碍了城乡衔接、方便快捷的一体化客运网络建设,导致城乡客运服务不均等,农村和郊区居民进城难、出行不方便的问题突出,对统筹城乡协调发展造成较大障碍。因此,需要进一步落实“公交优先”战略,确立公共交通在城市交通系统中的主体地位,优化调整公交系统结构,不断提高公共交通服务水平,扩大公共交通服务覆盖面,增强吸引力,让更多的人享受公共交通服务,促进基本公共服务的均等化。

## 1.2 智能交通系统

### 1.2.1 智能交通系统的提出

要解决车和路的矛盾,常用的办法有两个:一是控制需求,最直接的办法就是限制车辆的增加;二是增加供给,也就是修路。但是这两个办法都有其局限性。长期以来,大量的道路基础设施得以修筑。但是,面对越来越拥挤的交通、有限的资源和财力以及环境的压力,再单纯依靠修路等外延式的方法并不能从根本上解决交通问题。于是有人提出智能交通的设想。

早期的智能交通研究工作,可以追溯到美国 1960—1970 年开发的 ERGS 电子道路诱导系统(electronic route guidance system, ERGS)、日本外贸工业部于 1973 年开发的 CATCS 汽车交通综合控制系统(comprehensive automobile traffic control system, CATCS),以及德国在 20 世纪 70 年代开发的公路信息系统(autofahrer leit und information system, ALIS)。但智能交通概念的正式提出和智能交通研究及实施的大力开展,应该从 1991 年美国智能交通学会的成立算起(HVTS)。

到了 20 世纪 80 年代,随着电子技术、通信技术和计算机技术的不断快速发展,以及发达国家的土地和人力成本已经是 50 年代的几倍甚至几十倍,智能交通才开始在这种背景下逐渐发展起来。在 80 年代中后期,欧洲开展了 DRIVE 计划(欧洲道路、车辆专用信息计划),美国开展了 MAYDAY、PATH 项目等。经验表明,电子信息技术越来越多地引入运输系统,不但有可能解决交通的拥堵,而且对交通安全、交通事故的处理与救援、客货运输管理、高速公路收费系统等方面都会产生巨大的影响。欧美国家不断扩大研究、开发和试验的范围,逐步在应用电子信息技术提高交通运输的效率和安全性方面形成一个专门的领域。

1994 年,一些科学家和工程技术专家在法国巴黎开会,将这些为交通和运输服务的系统定名为“智能交通系统”(intelligent transport system, ITS)。ITS 以现代计算机技术、通信技术、电子技术、优化控制技术为核心,将人、车、路三者紧密协调、和谐统一,而建立起的大范围内、全方位发挥作用的实时、准确的和高效的运输综合管理系统。它将先进的信息技术、数据通讯传输技术、电子传感技术及计算机软件处理技术等有效地集成运用于整个地面交通管理系统,在大范围内全方位地发挥高效、便捷、安全、环保、舒适、实时、准确的综合交通运输管理作用,它是一种提高交通系统的运行效率、减少交通事故、降低环境污染,信息化、智能化、社会化、人性化的新型交通运输系统,将有助于最大限度地发挥交通基础设施的效能,提高交通运输系统的运行效率和服务水平,为公众提供高效、安全、便捷、舒适的出行服务。

应用智能交通系统经济有效、不受资源和环境的制约,综合集成交通系统中的所有组成要素——出行者、车辆、道路、管理者,从需求管理入手,利用各种先进技术,从车辆管理、交通控制、信息传递的角度,走内、外结合的道路。智能交通系统能有效地利用现有交通设施、减少交通负荷和环境污染、保证交通安全、提高运输效率、促进社会经济发展、提高生活质量,并以推动社会信息化及形成新产业,因而得到世界各国的普遍关注和高度重视,并成为 21 世纪的发展方向。

## 1.2.2 智能交通系统的组成

智能交通系统(ITS)是一个复杂的综合性的系统,从系统组成的角度可分成以下一些子系统。

### 1.2.2.1 先进的交通管理系统

先进的交通管理系统(ATMS)是“智能公路”与“智能汽车”的连接体,应用先进的科技,集成现有的先进的交通管理与交通控制系统,主要用于动态交通响应,是各分系统的集成,可以实时控制波动的交通流量。ATMS 的特点是实时性,收集实时交通数据、实时响应交通流量变化、预测交通堵塞、检测交通事故、控制交通信号或提供交通诱导信息。ATMS 是大范围的

交通监测与检测系统,包括交通信息、交通查询、收费闸门、自动收费、干线信号控制等,促进交通管理、执法部门的合作,改善交通状况。

最具代表性的 ATMS 系统是交通智能监控与诱导系统、智能交通控制系统。智能监控与诱导系统分为四个层次:①区域性交通信息采集:包括路面感应环、收费闸门、GPS 车辆、闭路电视和 SOS 电话等;②区域性信息处理及传输:包括交通流量检测、流速检测和事故检测等;③信息中心处理:包括各种交通模型、交通预测模型、事故检测及预测和动态交通规划等;④动态交通信息发布:包括可变信息牌、广播、网络、网络手机和急救单位等。智能交通控制系统则是实时控制高速公路与城市道路的交通状态,以及交通绿波设计和电子收费系统实施等。

我们通过交叉路口时常见这样的情况,有时在一个方向已经没有车了,可绿灯仍然亮着,而另外一个方向却有很多车在红灯下等候。智能化的信号控制系统就可以改变这种现象,它可以通过设在路上的传感器检测路段和路口的交通状态,根据路口各个方向交通的状态以及周围相邻路口的交通状态改变路口各方向红绿灯信号的持续时间(专业语言称为信号配时),使得路口的使用效率得以提高。通俗地说,就是要使路口的信号系统聪明起来,能够有眼睛(传感器)、有脑子(计算机),能够处理信息和思考(软件)。

在庞大的道路交通网上,交通的参与者有几万甚至几十万,其中包括步行、骑自行车、乘公交车(包括地铁和轻轨)、乘出租车或自己驾车,道路上的情况瞬息万变。我们经常会遇到由于交通事故或意外事件造成的堵车,如北京的二、三环路和上海的内环线,如果能够快速地探测到事故或事件并快速响应和处理,将会大大减少由此造成的堵车。智能化交通监控系统就是为解决这个问题开发的。它包括安装在主要交通干线上的摄像机和传感器(如电磁感应检测器、微波检测器、红外检测器、激光检测器等)、通信和传输系统、交通监控中心(包括数据存储、信息处理与显示、指挥控制等子系统)、信息发布系统和执行系统等。其功能:第一,对道路上的交通信息以及与交通相关信息的采集应该是尽量完整的和实时的;第二,交通参与者(包括驾驶员、乘客、行人等)、交通管理者、交通工具、道路管理设施之间的信息交换可以做到实时和高效;第三,控制中心对执行系统的控制是强制和高效的;第四,交通监控中心计算机系统(包括城市、高速公路的监控中心、运输管理中心等)配备有功能强大的软件和数据库,具备自主学习、自适应的能力。

### 1.2.2.2 先进的交通信息服务系统

先进的交通信息服务系统(ATIS)主要完成交通信息的采集、分析、交换和表达,协助道路使用者从出发点顺利到达目的地,使出行更加安全、高效、舒适。

近年来 ATIS 发展很快,可以分为三个主要阶段:①信息阶段(主要指静态信息),包括地理信息查询、旅程安排、路线规划和自动汽车导航;②诱导阶段(主要提供动态交通信息),包括提供诸如交通信号、交通事故、交通流速等动态交通信息,动态旅程安排及路线规划、天气消息等;③路-车的交互协调阶段:包括在车辆和宏观设施之间自动交换信息以优化整个道路网络的交通信息与安全,汽车持续向宏观设施报告其目的及实时的交通状况,便于宏观设施综合得到的信息动态规划行驶路线和导航,同时优化交通信号控制与紧急车辆调度,如警车、急救车和消防车等。即,交通参与者通过装备在道路上、车上、换乘站上、停车场上以及气象中心的传感器和传输设备,向交通信息中心提供各地的实时交通信息;ATIS 得到这些信息并处理后,



实时向交通参与者提供道路交通信息、公共交通信息、换乘信息、交通气象信息、停车场信息以及与出行相关的其他信息;出行者根据这些信息确定自己的出行方式、选择路线。更进一步,当车上装备了自动定位和导航系统时,该系统可以帮助驾驶员自动选择行驶路线。

典型的 ATIS 系统有路径引导及路径规划、动态交通信息、陆路车辆导航、交通数字通信、停车信息、大气及路面状况预报、汽车电脑及各种预报提示系统。

### 1.2.2.3 先进的公共交通系统

先进的公共交通系统(APTS)应用先进的电子技术优化公交系统的操作。确定合理的上车率,提供车辆共享服务,为乘客提供实时信息,并自动应对行程中的变化。包括多模式的公交系统、一卡通(Smart Card)计费、实时车辆转乘信息、车辆搭乘/共享信息、实时上车率信息(供自动调度使用)、公交优先通道、公交车辆调度的实时优化、公交车辆的定位/监控系统和利用公交车辆提供的交通流速信息等。

APTS 的主要目的是采用各种智能技术促进公共交通运输业的发展,使公交系统实现安全、便捷、经济、运量大的目标。如通过个人计算机、闭路电视等向公众就出行方式和事件、路线及车次选择等提供咨询,在公交车站通过显示器向候车者提供车辆的实时运行信息。在公交车辆管理中心,可以根据车辆的实时状态合理安排发车、收车等计划,提高工作效率和服务质量。

### 1.2.2.4 先进的车辆控制系统

先进的车辆控制系统(AVCS)主要是利用车载感应器、电脑和控制系统以及通路烘干设施对司机的驾驶行为进行警告、协助和干预,以提高安全性和减少道路堵塞,并提出新的道路标准和新的陆路交通概念,主要包括驾驶警告和协调、车辆的全自动控制、增强车辆和司机的可视性,以及自动方向盘控制、自动刹车、自动加速等先进的自动控制技术,比如反锁紧刹车、超速警告、撞车警告、司机疲劳检测、车道检测及磁片导航系统。

AVCS 的目的是开发帮助驾驶员实行车辆控制的各种技术,从而使汽车行驶安全、高效。

### 1.2.2.5 货运管理系统

这里指以高速道路网和信息管理系统为基础,利用物流理论进行管理的智能化的物流管理系统。综合利用卫星定位、地理信息系统、物流信息及网络技术有效组织货物运输,提高货运效率。

### 1.2.2.6 电子收费系统

电子收费系统(ETC)是目前世界上最先进的路桥收费方式。通过安装在车辆挡风玻璃上的车载器与在收费站 ETC 车道上的微波天线之间的微波专用短程通讯,利用计算机联网技术与银行进行后台结算处理,从而达到车辆通过路桥收费站不需停车而能交纳路桥费的目的,且所交纳的费用经过后台处理后清分给相关的收益业主。在现有的车道上安装电子不停车收费系统,可以使车道的通行能力提高 3~5 倍。

### 1.2.2.7 紧急救援系统

紧急救援系统(EMS)是一个特殊的系统,它的基础是 ATIS、ATMS 和有关的救援机构和设施,通过 ATIS 和 ATMS 将交通监控中心与职业的救援机构联成有机的整体,为道路使用

者提供车辆故障现场紧急处置、拖车、现场救护、排除事故车辆等服务。

### 1.2.3 智能交通系统的发展状况

#### 1.2.3.1 国外发展状况

ITS 在美国的应用较为成熟。在美国交通部(DOT)的支持下, HVTS America 于 1991 年成立,后改名为 ITS America。该学会在研究开发智能交通系统方面,起到了美国交通部的智囊团作用,协调促进政府部门、学校及科研机关、私人企业集团在发展智能交通方面的合作。1992 年 5 月,该学会制定了《美国智能交通系统战略规划》,描绘了美国此后 20 年的智能交通设计蓝图。在规划中,将智能交通系统划分为高级交通管理系统(ATMS)、高级车辆信息系统(ATIS)、高级车辆控制与安全系统(AVCSS)、商用车辆操作系统(CVO)、高级公共交通系统(APTS)、农区交通系统(RTS)等几个研究开发领域。与此同时,美国地方政府、私人企业和有关院校开展了许多大规模的智能交通试验项目。在城市交通监控与管理、智能化交通指挥、交通信息诱导、电子收费、无人管理城市停车、商务车辆的智能化管理与调度、智慧卡与预付卡在公共交通中的应用、SOS 急救电话以及系统互联等方面取得了丰富经验,并将这些系统应用到了 80% 以上的美国国土。在智能交通实施的法规和系统标准化系统方面,美国交通部和美国智能交通学会在 1995 年 5 月制定《国家智能交通规划》和最近颁布的关于 2001—2011 年的《国家智能交通发展策略》以及 1996 年颁布的《国家系统结构》,详尽地描述了美国智能交通技术的发展策略、各参与者所扮演的角色与责任,规定了各种交通系统模式及设计实施技术细则。

日本于 1991 年成立了车辆道路交通智能学会(VERTIS),协调促进政府部门、学校及科研机关、私人企业集团在研究发展智能交通方面的合作。比较而言,日本智能交通的研究相对于美国更加侧重于城市交通智能管理和智能交通信息系统。其重要成就有城市交通监控与智能交通信号控制、高速公路监控系统、实用城市停车系统、车辆信息系统、车辆导航系统、车辆定位系统、公共汽车定位与到站预报系统、电子收费系统、隧道监视及事故检测系统、数字地图系统等等。在智能交通系统标准化方面,日本交通部、邮电部、警察厅等五个政府部门于 1995 年 11 月联合制定了《高等信息通讯在道路、交通和车辆方面的基本政府纲领》。1996 年制定了《日本智能交通综合计划》,为日本智能交通系统的研究与开发作出长远规划。1999 年 11 月,上述五个政府部门又联合制定了《日本智能交通系统结构》。该文件详细描述了大规模智能交通系统设计时的标准流程,定义了智能交通系统的 9 个开发领域、21 个标准用户服务项目、56 个特别用户服务项目和 172 个特别用户服务子项目。文件中也详细定义了工程设计中的各项术语并规定了系统实施时的技术标准选择范畴。

欧洲在 ITS 应用方面的进展介于日本和美国之间。正在进行 Telematic 的全面开发,计划在全欧洲建立专门的交通(以道路交通为主)无线数据通信网,正在开发先进的出行信息服务系统(ATIS)、车辆控制系统(AVCS)、商业车辆运行系统(ACVO)、电子收费系统等。

澳大利亚几乎所有的城市都实现了智能交通系统的覆盖,可以通过大量设在路上的传感器以及视频摄像机随时获取道路车流信息;通过装有 ANTTTS 电子标签的出租车与设在约 200 个交叉路口处的询问器通话,计算旅行时间并对交通网的运行情况进行判断;通过普通的

电话线连接到 50 个偏远的受控交通灯,监测这些信号灯的状态改变它们的参数,为偏远路口的信号控制提供便利;实现了微机控制交通信号灯;实现了车辆的不停车收费;可以通过特殊的措施确保公交车辆获得优先行驶权;通过一种设在道路中间的特殊称量装置与中央控制中心通信,在驾驶员不用减速或采取其他特殊操作的情况下确定重型载货车的装载量是否符合要求。

### 1.2.3.2 国内发展状况

智能交通系统的研究与开发在我国虽然刚刚起步,但发展速度很快。我国于 20 世纪 90 年代末开始智能交通系统的研究和推广应用。十几年来,我国的智能交通建设和发展总体上取得了积极的成果,基本奠定了我国智能交通系统的基础。智能交通系统对提升交通效率,保障交通安全,增强交通服务等方面发挥了重要作用。

1994 年我国部分学者参加了在法国巴黎召开的第一届 ITS 世界大会,为中国 ITS 的开展揭开了序幕。之后,交通部公路科学研究所分别于 1999 年和 2002 年,出版《智能运输系统发展战略研究》和《中国智能交通系统体系框架》。

“九五”期间,各行业和中心城市充分利用高速公路建设和城市发展的时机,进行了一系列开发和应用工作。交通部紧紧抓住公路收费这个政府和老百姓都关心的问题,以联网收费为突破口,出台了联网收费暂行技术要求,保证大范围内的统一和兼容。电子不停车收费(ETC)是最先开始应用的领域之一,取得了明显的社会效益。城市交通的发展方向是高效率的公共交通系统,改进公交系统的指挥调度和信息服务,也是智能交通系统的主要服务领域之一。

随着 ITS 在国内应用的不断深入,2002 年 4 月,科技部批复“十五”国家科技攻关“智能交通系统关键技术开发和示范工程”重大项目正式实施,北京、上海、天津、重庆、广州、深圳、中山、济南、青岛、杭州作为首批智能交通应用示范工程的试点城市。北京市智能交通已初步建成十大系统,包括现代化的交通指挥调度系统、交通事件的自动检测报警系统、自动识别“单双号”的交通综合监测系统、数字高清的综合监测系统、闭环管理的数字化交通执法系统、智能化的区域交通信号系统、灵活管控的快速路交通控制系统、公交优先的交通信号控制系统、连续诱导的大型路侧可变情报信息板和交通实时路况预测预报系统,实现了实时掌握道路交通状况、动态调整警力投入、科学预测路网流量变化、第一时间处置各种交通意外事件,为保证道路的通畅、创造良好的交通环境提供了强有力的技术支撑。上海在交通控制方面,引进并国产化澳大利亚 SCAT 交通信号控制系统,并立项研究了上海市实验性线路导行系统,通过智能化的手段,提高上海道路的通行能力和平面交叉口的通车效率;在交通信息服务方面,在全国率先推出“上海广播电台交通台”,引导司机及早改道、避免堵车,推出了“上海交通网站”,通过提供交通与地图智能查询、交通出行指南、交通实时动态信息等,使市民能享受到“一网在手、交通全有”的现代化信息服务;在交通收费电子化工程方面,实施的“金卡”工程促进了上海公共交通系统资费管理的升级与换代,使市民盼望已久的“一卡在手,行业通用”愿望逐步成为现实;在 GPS 技术应用方面,继出租汽车公司建立了 GPS 的实时调度系统后,公交公司率先在公交 981 路、81 路和 983 路线路上,建成了 GPS 调度系统,并通过能显示最近车辆到站位置的电子站牌替换传统站牌,向市民提供“预计到站时间”服务;在公交优先策略上,上海首先在浦

西东西机动车干道上,设立了公交专用车道,努力提高公交的运行速度。广州的智能交通系统构建包括交通信息共用主平台、物流信息平台、静态交通管理系统等智能交通系统的主框架。其中共用信息平台已初具规模,实现了羊城通系统、线网规划系统、出租车综合管理平台、联网售票系统、96900呼叫中心等多个子系统的连接,可以完成数据的采集、分类和有效存储、查询、订阅等相应的数据处理工作,实现了诸多的数据处理功能,提供了初步的交通数据服务功能,能够实时播报交通信息,引导交通流,对城市交通的诱导起到重要作用,为市民提供了有效的交通服务。

不久前,交通运输部发布的《交通运输行业智能交通发展战略(2012—2020年)》提出,智能交通发展“以人为本、服务民生,统筹规划、协调发展,需求引导、自主创新,市场驱动、开放合作”的基本原则和方针。智能交通发展要在支撑交通运输管理的同时,更加注重为公众出行和现代物流服务;在为小汽车出行服务的同时,更加注重为公共交通和慢行交通出行服务;在关注提高效率的同时,更加注重安全发展和绿色发展;要在借鉴国外、技术跟踪的基础上,更多面向国内需求,立足我国国情,充分利用新一代信息技术,推进具有自主知识产权的智能交通技术和产品的研发和集成应用;要由过去以技术引领发展的阶段,转变为充分发挥市场配置资源的基础性作用,调动社会优质资源,加快建立技术、应用和资本共同引领的智能交通发展模式,鼓励和引导民间资本投资,促进跨部门、跨行业的互利合作,推动信息开放、共享的市场化服务。

同时,我国的智能交通目前尚处于发展阶段,整体技术水平和应用规模与发达国家相比还有较大的差距,在前沿技术领域还比较落后,在智能交通核心技术领域许多关键技术问题还有待突破。但随着社会经济的发展,特别是城市化、机动化进程的加速及现代信息技术的日新月异,我国智能交通技术应用发展前景广阔、潜力巨大。

“十二五”是我国经济社会发展模式转型的关键时期,未来数年将是我国智能交通系统发展提升的重要阶段。智能交通领域的许多重点技术将取得突破,主要关键技术会得到更加广泛的应用,智能交通产业规模将进一步发展壮大,智能交通系统建设发展对促进交通运输发展的战略转型,提升综合交通的安全性和效率,低碳经济发展等都将产生巨大的作用。

### 1.3 智能公共交通系统

按照智能交通系统的定义,智能公共交通系统(APTS)是其子系统,在公交网络分配、公交调度等关键基础理论研究的前提下,利用系统工程理论和方法,将现代通信、信息、电子控制、计算机、网络、全球定位系统(Global Positioning System, GPS)和地理信息系统(Geographic Information System, GIS)等高科技集成应用于公交管理系统,并通过建立公交智能化管理系统实现公交调度、运营、管理的信息化和智能化,为出行者提供更加安全、舒适、便捷的公共交通服务。

智能公共交通系统一般需要满足以下功能要求:①运用车载数据采集技术实现对运营车辆的监视;②运用有效策略使晚点车辆恢复正常运营;③运用当前的操作数据及其他数据来源编制运营管理计划;④要求应答系统为乘客提供个人出行服务;⑤提供安全协调监控与紧急救



援服务系统的接口;⑥综合运用历史数据及其他因素规定司售人员的活动;⑦编制运营车辆的维修计划并为修理人员进行工作分配;⑧可实现车内收费或路边收费;⑨为乘客提供车辆运营信息及可达车辆信息。

### 1.3.1 智能公共交通的发展状况

自上世纪 80 年代以来,许多国家公共交通部门开始应用先进的信息与通信技术进行公交车辆定位、车辆监控、自动驾驶、计算机辅助调度及提供各种公共交通信息以提高公交服务水平。美国、日本、加拿大、英国、法国、韩国等国家都投入了较大的人力和物力从事智能公共交通系统的研究,在国际上处于领先地位,并取得了显著的成果。

#### 1.3.1.1 国外发展状况

美国城市公共交通管理局(UMAT)已经启动了智能公共交通系统项目。经过现场试验,UMAT 关于 APTS 的评价是:“可以显著提高公共交通服务水平,吸引更多乘客采用公交和合伙乘车的出行模式,从而带来了减少交通拥挤、空气污染和能源消耗等一系列社会效益。”根据 1998 年美国运输部的联邦公共交通管理局(FTA)出版的《APTS 发展现状》,美国 APTS 主要研究基于动态公共交通信息的实时调度理论和实时信息发布理论,以及使用先进的电子、通讯技术提高公交效率和服务水平的实施技术。具体包括:车队管理、出行者信息、电子收费和交通需求管理等几方面的研究。其中车队管理主要研究通信系统、地理信息系统、自动车辆定位系统、自动乘客计数、公交运营软件和交通信号优先。出行者信息主要研究出行前、在途信息服务系统和多种出行方式接驳信息服务系统。该 APTS 系统将公共交通管理部门同驾驶员直接联结起来,进行实时调度和行驶路线的调整,帮助运输部门增加客运量,降低运营成本,提高运输效益。

日本城市公共交通智能化的发展大致经历了 3 个阶段:20 世纪 70 年代末开始应用公共汽车定位系统——公共汽车接近显示系统;80 年代初开始应用公共交通运行管理系统,其中包括乘客自动统计,运行监视和运行控制;进入 90 年代,东京都交通局开发了城市公共交通综合运输控制系统(CTCS),旨在改进公共汽车服务,重新赢得乘客。在 CTCS 中,公共交通运营管理系统是一个基本的框架,其目的是通过掌握运行情况以及积累乘客数据实现精确平稳的公共交通运营服务。它将运营中的公共汽车和控制室之间建立信息交换,并利用诱导和双向通信的方法,将信息服务提供给公共汽车运营人员和驾驶人员,同时这些信息也通过进站汽车指示系统和公交与铁路接驳信息系统提供给乘客。公共交通运营管理系统包括累计运营数据、乘客计数、监视和控制公共汽车运营和乘客服务等功能。根据 1996 年 7 月由五家政府部门合作制定的《推进智能交通系统(ITS)整体构思》(*Comprehensive Plan for ITS in Japan*)和道路-交通-车辆智能化推进协会(VERTIS)总体设计,日本的 APTS 系统主要包括收集公共交通实施运行情况,实施公共交通优先通行措施。此外,通过向公共交通经营者提供基础数据,强化经营管理效率;通过向公共交通利用者提供公共交通信息,提高方便性,进而促进公共交通利用率。

欧洲许多国家街道一般都比较狭窄,通过实施公交优先政策,设立公交专用道,为公交车提供优先通行信号,布设智能公交监控与调度系统等措施,提高公交车辆运行速度和公交服务