

# 城市智能公共交通系统理论与方法

杨兆升 著

中国铁道出版社

书 名:城市智能公共交通系统理论与方法

作 者:杨兆升 著

出版社:中国铁道出版社

ISBN:7-113-06275-X/F570.82-39

出版日期:2004 定 价:40.00

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
1.1 城市公共交通概述 .....	1
1.2 智能公共交通系统 .....	7
1.3 改善城市交通的 ITS 策略 .....	7
1.4 本章小结 .....	8
<b>第二章 智能公共交通系统研究现状</b> .....	9
2.1 世界智能运输系统研究现状 .....	9
2.2 我国智能运输系统研究现状 .....	12
2.3 国内外智能公共交通系统研究现状 .....	20
2.4 智能公共交通系统关键理论与技术 .....	25
2.5 本章小结 .....	26
<b>第三章 应用于智能公共交通系统的现代高新技术</b> .....	27
3.1 地理信息技术在智能公交系统中的应用 .....	27
3.2 定位技术在智能公交系统中的应用 .....	36
3.3 通信技术在智能公交系统中的应用 .....	42
3.4 本章小结 .....	44
<b>第四章 公共交通系统优化理论与方法</b> .....	45
4.1 公共交通网络的构成 .....	45
4.2 公共交通网络优化设计方法 .....	51
4.3 公共交通线网发车频率优化方法 .....	74
4.4 公共交通站点优化理论与方法 .....	84
4.5 公共交通方式优化理论与方法 .....	94
4.6 公共交通票价优化理论与方法 .....	108
4.7 本章小结 .....	130
<b>第五章 智能公共交通系统基础数据采集及预测</b> .....	131
5.1 公共交通智能化调度基础数据采集与处理 .....	131
5.2 典型线路站点间运行时间采集方法 .....	142
5.3 交通流量和运行时间的采集技术 .....	151
5.3 在车乘客量预测方法 .....	155
5.4 站点间车辆运行时间采集及预测 .....	161
5.5 本章小结 .....	168
<b>第六章 智能公共交通系统方案设计</b> .....	170
6.1 系统设计目标及实现的主要功能 .....	170

6.2	公共交通智能化调度系统总体设计方案	171
6.3	公共交通智能化调度系统结构体系设计	176
6.4	本章小结	178
<b>第七章</b>	<b>公共交通智能化调度模型与方法</b>	<b>179</b>
7.1	车辆调度形式计算方法概述	179
7.2	公交线网实时准点控制模型与方法研究	184
7.3	公交线网实时实时放车调度模型与方法研究	188
7.4	公共交通智能化调度自动生成方法研究	196
7.5	长春市 306 公交线路智能化调度实例	204
7.6	本章小结	206
<b>第八章</b>	<b>智能公共交通系统软硬件设计</b>	<b>207</b>
8.1	公共交通智能化调度系统硬件设计	207
8.2	公共交通智能化调度系统通信技术研究	211
8.3	公共交通智能化调度系统软件设计	215
8.4	本章小结	218
<b>第九章</b>	<b>城市智能公共交通信息服务系统</b>	<b>219</b>
9.1	城市智能公交信息服务系统概述	219
9.2	信息的需求分析	221
9.3	信息的传输	226
9.4	信息的处理	231
9.5	公交出行转换乘查询	235
9.6	信息的发布	240
9.7	本章小结	242
<b>第十章</b>	<b>智能公共交通系统综合评价</b>	<b>244</b>
10.1	城市公共交通评价系统概论	244
10.2	单指标评价体系构造	246
10.3	综合评价指标体系构造	262
10.4	层次分析法	264
10.5	综合指标体系的应用	270
10.6	基于 VISSIM 的智能公共交通系统评价模拟	273
10.7	本章小结	283
<b>参考文献</b>		<b>284</b>

## 内容提要

智能公共交通系统(APTS)是智能运输系统(ITS)的核心研究领域,其理论也是智能运输系统的基础理论。APTS 主要实现对公交车辆动态监控、实时调度、科学管理等功能,从而达到提高公交服务水平的目的。

本专著是作者近年来科学研究成果的总结,书中所提出的理论、模型及方法是智能运输系统理论研究的最新成果。该书主要内容包括:智能公共交通系统的基本定义;国内外智能公共交通系统产生、发展及研究现状;智能公共交通系统的结构框架;公交网络优化模型与方法;基于遗传算法的线网发车频率优化模型及其应用;智能公共交通系统基础数据采集、处理和传输技术;智能公交信息查询系统;采用聚类分析和逐步回归分析方法进行站点乘客量预测;提出基于随即排队理论建立站点间车辆运行时间预测模型;智能公共交通系统总体方案设计;基于 BP 神经网络调度形式自动生成;关于公交电子地图、车载机、电子站牌等硬件设计基本技术;智能公共交通系统软件设计;传统调度形式与公共交通智能化调度系统对比评价,并进行了基于 VISSIM 的智能公共交通系统评价模拟。

本专著可作为交通运输工程类本科生和交通信息工程及控制、交通运输规划与管理、载运工具运用工程专业的硕士生、博士生的参考用书。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、城市公交运输公司等领域工作的科学研究人员和技术人员参考。

# 前 言

城市公共交通运输是交通运输业的重要组成部分，它是城市发展的必然产物，也是城市赖以生存的重要基础设施之一。它作为城市动态大系统中的一个重要组成部分，是城市整体发展中不可缺少的物质条件，是联系社会生产、流通和人民生活的纽带。无论是发达国家还是发展中国家，由于车辆数量的不断增加，道路负荷日益加重，交通拥挤、道路阻塞、交通事故现象越来越严重，由此而引起的社会经济损失、环境污染等问题已成为不利于社会发展的消极因素。这些问题在城市里表现得尤其突出，正越来越严重地困扰着城市居民的日常生活，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根本途径。

智能公共交通系统是在公交网络分配、公交调度等关键基础理论研究的前提下，利用系统工程的理论和方法，将现代通信、信息、电子控制、计算机网络、GPS、GIS 等高新科技集成应用于公共交通系统，并通过建立公共交通智能化调度系统、公共交通信息服务系统、公交电子收费系统等，实现公共交通调度、运营、管理的信息化和现代化，为出行者提供更加安全、方便、舒适、经济、快捷的公共交通服务，从而吸引公交出行，缓解城市交通拥挤，有效解决城市交通问题。

智能公共交通系统是智能运输系统的核心研究领域，本专著主要论述了智能公共交通系统的基础理论、模型构建及系统实施技术。不仅在学术上进行深入研究，而且还特别注重方法的实用性。其主要内容如下：①介绍了城市公共交通概念，定义了智能公共交通系统，分析了目前我国城市交通存在的主要问题；②对国内外智能公共交通系统研究现状综合分析，

提出我国智能公共交通系统的结构框架和实施框架；③将地理信息技术、定位技术、通信技术引入公共交通系统中，利用 MapInfo 软件开发了长春市公共交通地理信息系统（GIS-PT），为智能公共交通系统的网络优化和智能化调度、信息服务提供了一个基本操作平台；④基于长春市 GIS-PT，建立了以直达客流量最大为目标的公交网络优化模型，由于该问题属于 NP-hard 问题，给出基于蚂蚁算法的公共交通网络优化过程；⑤公交线网发车频率优化方法研究，提出基于社会总收益最大的发车频率优化模型，并将遗传算法引入到问题的求解过程中。模型和算法应用于长春市的典型线路，获得了较好的优化结果；⑥运用聚类分析、逐步回归分析、BP 神经网络、高阶神经网络等方法进行公共交通智能化调度基础数据预测；⑦提出了公共交通智能化调度系统设计目标及实现的主要功能、系统总体设计构想、总体设计的技术路线和公交智能化调度系统结构体系设计；⑧建立了公共交通系统一般调度形式、智能化调度系统中实时放车调度的模型和实时准点控制模型。综合利用前面基础理论的研究成果，应用基于 BP 神经网络方法，实现了公交车辆的实时调度；⑨公共交通智能化调度理论与实施方法研究，研究内容可以保证智能化调度系统成功实现。重点在公交智能化调度系统的软硬件设计，其中有调度中心软硬件设计、车载机和电子站牌的硬件设计方法，同时建立了智能公共交通信息查询系统；⑩在智能公共交通系统没有全面实施以前，借助计算机模拟的方法对其实施后的效果进行评价是完全必要的。首先建立了智能公共交通系统和传统公共交通系统的对比评价指标体系，并借助 VISSIM 模拟软件对二者进行了对比评价。模拟结果表明，智能公共交通系统对比传统公共交通系统具有明显优越性，它必将成为未来公共交通系统的发展模式。

本专著根据作者本人主持的国家自然科学基金项目《智能公共交通系统关键理论和实施方法研究》、吉林省科委重点科技攻关招标项目《城市公共交通智能化调度和系统优化研究》等研究成果综合整理而成。承蒙课题组全体成员，特别是韩印博士在完成此书稿的过程中给予了很大帮助，同时，本专著出版得到“国家自然科学基金委员会”的资助，在此一并表示衷心感谢！

我国智能公共交通系统的研究还刚刚起步，尽管本专著所阐述的理论、模型和方法有所突破，但还有待进一步深入研究。由于作者水平有限，难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

杨兆升

2003年于吉林大学

# 第一章 绪 论

城市，是有社会、经济、人口、自然环境及其土地空间构成的相对独立而又联系广泛的社会大系统。城市公共交通，是指在城市及其所管辖区范围供公众出行乘用的、经济的、方便的诸种客运交通方式的总称，包括公共汽车、电车、出租汽车、轮渡、地铁、轻轨以及缆车、索道等客运交通方式。它是城市客运交通系统的主题，是对国民经济和社会发展具有全局性、先导性影响的基础产业。公共交通系统具有运量大、运送效率高、能源消耗低、相对污染少、运输成本低等项优点，在城市交通干线尤为明显。历史的发展使人们从教训中得到一条宝贵的经验：要解决大、中型城市的交通问题，并使其具有必要的活力，应该特别重视优先发展城市公共交通，它是城市可持续发展的必由之路。

## 1.1 城市公共交通概述

城市公共交通是指在城市及其近郊范围内为方便居民和公众的出行，使用各种客运工具的旅客运输体系，是国家综合运输网中的枢纽和节点，是城市客运交通体系的主体，是城市建设和发展的重要基础之一，是生产和生活必不可少的社会公共设施，也是城市投资环境和社会生产的基本物质条件，同时又是展示城市精神文明，反映城市国民经济、社会发展水平和市民道德思想风貌的窗口。

公共交通是城市发展的必然产物，也是城市赖以生存的重要基础设施之一。它作为城市动态大系统中的一个重要组成部分，是城市整体发展中不可缺少的物质条件和基础产业，也是联系社会生产、流通和人民生活的纽带。它在城市的经济建设和社会生活中具有至关重要的作用，没有城市公共交通的高速运转，就没有城市的现代化。

公共交通系统具有运载量大、运送效率高、能源消耗低、相对污染少、运输成本低等优点。据有关资料表明公共汽车占用道路和停车用地最为经济，以每平方米每小时通行人数多少为标准衡量道路的使用效率，公共汽车是小汽车的 10~15 倍。运送同样数量乘客，公共交通（包括公共电汽车、地铁、轻轨等）与私人小汽车相比，分别节省土地资源 3/4、建筑材料 4/5，投资 5/6；私人小汽车产生的废气是公共汽车的 10 倍；耗油量是公共汽车的 2~3 倍；交通事故比公交高出 100 倍。

因此，要解决大、中城市目前存在的交通拥挤、交通事故频繁和环境污染严重等问题，应特别重视优先发展城市公共交通。优先发展公共交通已经被世界各国公认为是解决大、中城市交通问题的最佳策略，它是城市可持续发展的必由之路。

### 1.1.1 我国城市公共交通的沿革国外 ITS 的研究内容

日本是最早开始进行 ITS 研究的国家。公共交通是城市发展的必然产物，也是城市赖以生存的重要基础设施之一。它作为城市动态大系统中的一个重要组成部分，是城市整体发展中不可缺少的物质条件，也是联系社会生产、流通和人民生活的纽带。它在城市的经济建设和社会生活中具有至关重要的作用，没有城市公共交通的高速运转，就没有未来的城市现代化。

与国民经济其他产业一样，城市公共交通产业也以自身特有的方式为社会提供具有使用价值的服务成果，即运用交通工具与设施，实现人的空间移动，为人们提供出行服务。这种位移过程，需要由公共交通部门经过辅助性生产过程和运送服务过程才能完成，而对于被移动对象的乘客，则需要经过步行、候乘、上车（船）、骑行、下车（船）等环节才能实现。

我国的公共汽车线路始于 1920 年，是由著名实业家张骞创办的江苏南通近郊公共汽车线路。1922 年 1 月 1 日上海开辟了到江苏浏河镇的线路，同年 2 月又开辟了市区线路由静安寺到中山公园。以后在杭州市（1922）、天津（1924）、南京、沈阳（1925）、成都（1926）陆续开办了公共汽车服务。由于我国汽车工业的迅速发展，加上公共汽车机动灵活，只要有适宜的街道，汽车就可以通行无阻。

建国以来，我国绝大部分城市公共交通的发展经历了一个从繁荣、衰缓、到目前亏损严重、难以维系的过程。二十世纪八十年代，随着经济体制改革的深入，经济建设迅速发展，城市社会、经济结构发生了巨大变化，社会经济文化活动空前繁荣，居民出行成倍增长。人民生活水平的不断提高，对公交服务水平的要求也越来越高。到二十世纪九十年代，公交的发展速度、发展水平已经不能满足城市人口、经济的发展需求，公交系统内部矛盾日益严重。公交线路和车辆的发展水平落后于居民需求日益增长的需要。公交失去吸引力的原因主要有：

#### （1）乘公交车不方便

乘公交车不方便是使公交失去吸引力的主要原因。乘公交车不方便主要表现在公交线网与站点布设不合理，发车间隔长，使乘公交车出行的居民在车外步行时间长，车站等车时间长，换乘次数多，使乘客感到乘车不便。

#### （2）乘公交车准时性不能得到保证

乘坐公交车的大部分为上班、上学出行，而上班、上学出行对到达目的地的准时性要求很高，但公交车在上班高峰小时常常因交叉口阻塞和车流过多而产生延误，准时性很难保证，使一部分出行量分流到准时性较高的其它出行方式。

#### （3）公交车服务质量低

随着市民生活水平的提高，对出行舒适度提出了更高的要求，公交车车况差，座位率低，运行速度慢，不能满足人们对舒适度的要求。

分析了我国城市公交的发展历程，也就找到了当前公交的症结所在——公交运营技术含量太低，致使服务水平低下，无法吸引客流，造成公交企业亏损严重，政府负担过重。因此，我们必须依靠现代科技，对传统的公交运营模式进行改造，建立起智能公共交通系统，才能从根本上解决上述问题。

### 1.1.2 未来公共交通的发展趋势

未来公共交通的发展趋势可从两个方面考虑：（1）公交运营的发展发展方向；（2）公交车辆的发展方向。在公交运营方面，就是建立智能公共交通系统（含：公共交通智能化调度系统、公共交通信息服务系统、电子收费系统、公交运营管理系统等）；在公交车辆方面，其发展方向主要体现在三个方面：大型化、低地板化和环保化。

1990年我国公交客车的总保有量为13万辆，到2000年我国公交客车的总保有量已达到23万辆。我国的公交客车自1955年上海客车厂生产出第一辆国产公交车起，已经历了45年的发展历程。从1997年开始，城市客车进入了新一轮的发展时期，各地客车的保有量在16.3万辆，有相当多的车辆老旧，技术状况不好，各地政府下决心更新了一批老旧车辆。当年更新车辆15000辆左右，新增和更新两项合计在45000辆，占全国大中轻型客车市场份额的22%，市场销售增速处于全国各车种之首，形成了第一次公交客车更新高潮。2000年，我国客车市场进入了第二次更新高潮，这一轮更新的主要特征是更加注重对公交车质量的提升。

随着我国城市化进程的不断推进，社会对出行需求会逐年增加，作为百姓出行的最普遍的方式，公共交通也必将得到迅速发展。那么未来的公交车辆将会发生什么样的变化，概括而言，未来公交有三大发展趋势：

（1）大型化：传统的铰接式的大型公交车将逐渐退出历史舞台，原因是，铰接式大客车站地面积大、转弯半径大、运行的灵活性差，已不适应公交的发展趋势，将被11至12米长的大公交车所取代。有迹象表明17至18米长的特大型后置发动机的大型公交车的研制也将是未来几年内的热门。双层巴士以其庞大的载客量和良好的视觉效果成为新型城市的点缀，将得到适度的发展。

（2）低地板化：低地板化是目前客车设计的主流，一般以不超过66厘米为宜。这种设计使得公交客车重心降低、稳定性、舒适性提高，因而将受到广大公交公司和乘客的青睐。

（3）环保化：由于政府加大了城市的环保力度，实施严格的汽车尾气排放标准，这使得双燃料汽车、清洁燃料汽车的市场前景非常看好，目前，北京、上海、广州等一些大城市都有越来越多的环保型公交车投入运营。使用这种公交车的另一个重要原因是我国原油市场的生产能力无法满足需求，这样，我们不得不依赖进口。到

1999 年，进口石油的比例已占国内需求的 19%，预计到 2010 年，这个数字将达到 60%。因此，我国政府鼓励使用其他汽车能源，以减少对汽油的依赖。中国蕴藏丰富的煤气和天然气，将它们作为燃料，不仅有利于环保，而且可以打破我国汽油依赖进口的被动局面。近年来替代燃料汽车（Alternative Fuel Vehicles, AFVs）如压缩天然气（Compressed Natural Gas, CNG）汽车和液化石油气（Liquefied LPG）汽车正逐渐进入中国市场。

### 1.1.3 城市交通问题的提出

交通运输业是国民经济的重要基础产业，也是社会发展和人民生活水平提高的基础条件，中国自古以来把“衣食住行”列为生存的四大要素。作为要素之一的“行”，也就是交通运输，其发达程度是衡量一个国家现代化程度的标志之一。随着经济的发展和社会的进步，人们对交通运输的各种需求明显增长，交通运输与社会经济生活的联系也越来越紧密。由于交通运输的发展，促使物资交流和人们往来活动日趋频繁，并大大地缩短了时间，加快了工作进程。然而，无论是发达国家还是发展中国家，由于车辆数量的不断增加，道路负荷日益加重，交通拥挤、道路阻塞、交通事故现象越来越严重，由此而引起的社会经济损失、环境污染等问题已成为不利于社会发展的消极因素。这些问题在城市区域表现得尤其尖锐和突出，正越来越严重地困扰着城市居民的日常生活。

### 1.1.4 改善城市交通的方法

目前，解决城市交通问题的途径主要有三点：

#### 1) 加快交通基础设施建设

修建道路是解决交通问题的一个最直接途径。城市之间的交通拥挤往往可以在建设了足够的城市间的（高速）公路后得到解决。我国这几年实施的以大量投资进行公路基础建设来拉动经济发展的国策将使我国的道路网很快具有相当的规模。以 1999 年的统计数据为例，我国实际完成投资 2189.4 亿元，超额完成 21.6%，比 1998 年多完成 21.4 亿元。其中，新增高速公路 2872 公里，新增公路里程 7.32 万公里，使我国高速公路总里程达到 11605 公里，公路总里程达到 135.17 万公里，单纯从高速公路总里程的指标上看，我国已经超过德国，仅次于美国、加拿大，而跃居世界第三位。在今后的 20 年内，我国将全力完成公路主骨架建设，这个主骨架重点由“五纵七横”12 条国道主干线组成，全部为高等级公路，贯穿首都和直辖市及各省（自治区）省会，连接所有 100 万以上人口的特大城市和 93% 的人口在 50 万以上的大城市，串连的城市超过 200 个。总里程 36032 公里。“五纵”包括同江至三亚、北京至福州、北京至珠海、二连浩特至海口、重庆至湛江。“七横”包括绥芬河至满洲里、

丹东至拉萨、青岛至银川、连云港至霍尔果斯、上海至成都、上海至瑞丽、衡阳至昆明。

从已经运营的国家公路网来看，大多的城市间的高速公路处于较高的服务水平。但是在城市内部，由于多方面的原因，比如：由于历史原因导致的我国大城市城市规划普遍不合理，改造现有道路任重道远；再者，城市内特别是城市中心区（Central Business District, CBD）可供修建道路的空间越来越少；更重要的是，即使可以多修路，公路建设的步伐也总是赶不上车辆的增加速度，所以光靠修建道路不可能有效改善城市交通。

## 2) 加强城市交通管理

加强城市交通系统的管理在很长一段时间内被认为是解决城市交通问题的有效途径。管理的手段主要有：

(1) 加强交通法规建设，制定限制性交通法规。例如：单行线、禁止左转弯、某些型号的车辆或特定日期在某些路段或时间禁行，等等。这种办法通常是强制性的；

(2) 加强宣传教育，丰富交通参与者的交通知识，提高他们的安全意识；

(3) 制定合理完善的城市规划；发达国家从六十年代以来进行了城市交通规划研究，以解决交通设施的供给与需求的矛盾，使城市道路网络布局合理化。交通规划需要建立在交通需求的基础上，通过获取交通流量在城市路网中的分配状况，从而确定道路网络密度是否能满足现在和未来的交通需求。城市交通规划是现代城市规划的一部分，可以用来提高运输网络使用效率、解决交通拥挤和交通安全问题<sup>[2]</sup>。这种方法的不足之处是需要进行大量的交通调查，耗资巨大，而且规划方案需要一定时间才能实施，而且规划的结果难于评价。

(4) 城市交通信号控制是改善城市交通运行状况的另一重要途径。城市交通控制主要指城市交叉路口的交通控制。从 1914 年在美国城市出现交通信号控制以来，城市交通控制技术已由开始的“点控”、“线控”向“面控”过渡。“点控”就是对单个交叉路口的交通信号实施单点定时控制；“线控”就是对交通主干道的交通信号进行协调控制，从而在一条或多条街道形成“绿波带”，保证大多数汽车在行驶到各路口都会遇到绿灯；“面控”是一种通过采用计算机（路口计算机、区域主计算机和控制中心中央计算机）联网控制，根据交叉路口的实时交通流状况，通过研制的交通模型和软件确定交叉路口红绿灯配时方案，实现整个交通路网配时优化的交通控制系统。目前的“面控”系统以英国的 SCOOT（Split, Cycle and Offset Optimization Technique）和澳大利亚的 SCATS（Sydney Coordinated Adaptive Traffic System）为代表，它们属于自适应式的区域实时交通控制系统。美国运输部联邦公路局近年来在从事自适应式交通信号控制系统的研究后得到结论：当城市交叉路口采用了先进的交通信号控制系统后，减少了行车延误时间，提高了路口的通行能力，降低了车辆的停车次数，减少了燃料消耗和汽车排放的有害物质等。我国的北京、上海、沈阳、

大连、广州、深圳、长春等十几个大城市在先后采用了这类先进的交通信号控制系统后的确在一定程度上起到了缓解交通的作用。但是从交通控制系统的实际功能而言，它们虽然能随交通量的随机变化自动优选配时方案，但也只是通过控制红绿灯或一些可变标志来控制车流，无法更有效地避免、缓解城市交通的拥挤；国外交通信号控制系统的模型和软件因没有考虑到我国城市交通的具体现状（混合交通、道路服务水平较低、车辆性能参差不齐等），从而存在使用效果不佳，甚至被搁置不用的问题。

### (5) 优先发展公共交通

随着汽车保有量的增加，特别是私人汽车数量的逐渐增加，使得交通供给严重不足，交通拥挤现象更为严重。于是各国政府都纷纷出台了“优先发展公共交通”的政策，鼓励出行者乘坐公共交通出行，并且大力发展安全、快捷、大运量的轨道交通（含地铁和轻轨），收到了良好的效果。例如：法国巴黎 60 年代中期努力改善城市公共交通，并决定大量投资建设轨道交通系统。进入 80 年代，巴黎市区的公共交通客运总量已占总出行量的 50%，市区与郊区之间的公共客运量达 62%，早晚高峰时甚至高达 85%；我国的北京、上海、广州、天津、长春等城市都已修建或正在修建轨道交通系统以满足日益增加的出行需求。这也是研究智能公共交通的主要社会背景所在。

### 3) 实施智能运输系统

智能运输系统（Intelligent Transportation Systems, ITS）是目前世界交通运输领域研究的前沿课题，它是在当代科学技术充分发展进步的背景下产生的。是目前国际公认的解决城市交通拥挤、改善行车安全、提高运行效率、减少空气污染等的最佳途径。

智能运输系统是在关键基础理论研究的前提下，将信息、通信、控制、计算机网络等高新技术有效地综合运用于地面交通管理体系，从而建立起一种大范围、全方位发挥作用、实时、准确、高效的交通运输管理系统。可以预料，智能运输系统将成为 21 世纪现代化地面交通运输体系的模式和发展方向，是交通运输进入信息时代的重要标志。智能运输系统这一崭新概念伴随着科学技术的进步而出现，为解决交通问题带来了新的思路。

随着我国智能运输系统研究和开发进程的不断推进，必然会出现一些和我国经济、社会、交通等特点相伴随的特有的理论和技术问题。因此，开展和我国国情相适应的、具有中国特色的智能运输系统理论和实施技术的研究具有迫切性和必要性。主要是对智能运输系统中智能公共交通系统的关键理论和实施技术进行研究，旨在为该系统在中国的全面实施提供一定的理论保障和实施技术支持，并最终为从公共交通的角度解决城市交通问题作出一定的贡献。因此，研究具有重要的现实意义。

## 1.2 智能公共交通系统

所谓智能公共交通系统，就是在公交网络分配、公交调度等关键基础理论研究的前提下，利用系统工程的理论和方法，将现代通信、信息、电子、控制、计算机、网络、GPS、GIS 等高新科技集成应用于公共交通系统，并通过建立公共交通智能化调度系统、公共交通信息服务系统、公交电子收费系统等，实现公共交通调度、运营、管理的信息化、现代化和智能化，为出行者提供更加安全、舒适、便捷的公共交通服务，从而吸引公交出行，缓解城市交通拥挤，有效解决城市交通问题，创造更大的社会和经济效益。

作为 ITS 研究的一项重要内容，APTS 主要以出行者和公交车辆为服务对象。对于出行者而言，APTS 通过采集与处理动态（例如：客流量、交通流量、车辆位置、紧急事件的地点等）和静态交通信息（例如：交通法规、道路管制措施、大型公交出行生成地的位置等），通过多种媒体为出行者提供动态和静态公共交通信息（例如：发车时刻表、换乘路线、出行最佳路径等），从而达到规划出行、最优路线选择、避免交通拥挤、节约出行时间的目的。对于公交车辆而言，APTS 主要实现对其动态监控、实时调度、科学管理等功能，从而达到提高公交服务水平的目的。

## 1.3 改善城市交通的 ITS 策略

城市交通系统是一个复杂的大系统，城市交通规划和城市交通控制仅仅是城市交通网络建设和管理的重要环节，单独从车辆方面考虑或单独从道路方面的考虑都是片面的，凭借它们尚不足经济而高效地解决交通拥挤和交通安全问题。所以把人、车、路综合起来考虑，充分应用现代科学技术的智能运输系统为解决城市交通问题提供了几种全新方法，主要包括：

(1) 先进的交通管理系统（ATMS）方法，即进行先进的中央化交通信号控制和交通管理，包括快速的交通事故管理、城市道路和高速公路的监控及管理；

(2) 先进的出行者信息系统（ATIS）方法，即通过向驾驶员提供实时交通信息，诱导驾驶员的出行行为，从而改善路面交通系统。ATIS 的研究一般与 ATMS 相结合展开；

(3) 智能公共交通系统（APTS）方法，即通过多种媒体（如电视、广播、交互式咨询终端、国际互联网等）向出行者提供出行前、在途公共交通信息、实施公共交通智能化调度系统等手段改善公交服务，提高服务水平，吸引公交出行，从而减轻交通压力，解决城市交通问题。

## 1.4 本章小结

本章从目前各国遇到的城市交通拥挤、道路阻塞、环境污染等城市交通问题入手，给出了城市公共交通基本含义，阐述了城市公共交通在未来城市发展中的作用，综述了我国城市公共交通发展过程及优先发展城市公共交通的必要性。定义了智能公共交通系统，阐述了改善城市交通的 ITS 策略，特别对我国的智能公共交通发展问题提出了解决办法。

## 第二章 智能公共交通系统研究现状

### 2.1 世界智能运输系统的研究现状

国际标准组织 1999 年在技术报告 ISO/TR14813 中对运输信息和控制系统 (Transport Information and Control Systems) (实际上就是智能运输系统) 的服务进行了划分, 具体划分情况如表 2-1 所示。

#### 2.1.1 国外 ITS 的研究内容

目前国际上的 ITS 研究形成了美国、日本和欧洲三大阵营, 在 ITS 这个名称出现之前, 美国的 IVHS (Intelligent Vehicle-Highway Systems)、欧洲的 RTI (Road Transport Informatics)、ATT (Advanced Transport Telematics)、日本的 RACS、AMTICS、UTMS、ARTS、SSVS、ASV 等都是和 ITS 意义等同的称谓。美国的 ITS 研究开发体系最为完善, 其研究领域和各自的研究内容如表 2-2 所示。

从国标和美国的 ITS 研究内容上看, ITS 是现代科学技术的支持下的运输系统, 是若干技术开发项目的集中体现, 这些技术开发项目加强了道路、车辆和驾驶员三者之间的联系, 因此提高了公路的安全性、系统的效率和环境质量等。

#### 2.1.2 欧、美、日 ITS 研究比较

日本是最早开始进行 ITS 研究的国家。1973 年日本国际贸易和工业省发起了全面的车辆交通控制系统的研究, 从而拉开了国际 ITS 的研究帷幕。日本的 ITS 研究具有如下特点: (1) 日本的运输咨询公司很少, 因为 ITS 科研项目与工业紧密挂钩, 所以大多数的 ITS 项目由实力雄厚的汽车、电子业的大公司或由政府机构承担; (2) 政府和工业部门对 ITS 研究长期的支持使得其 ITS 研究具有连贯性; (3) ITS 的研究成果直接面向市场, 这种研究动力促进了诸如车辆导航系统等产品的快速开发与应用; (4) 成立于 1994 年的 VERTIS (Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society) 是一个制定日本的 ITS 发展策略、协调工业和公用部门、在制定 ITS 标准方面产生国际影响的跨政府部门的组织, 政府通过 VERTIS 影响国内的 ITS 研究走向; (5) 目前日本在 ATMS 和 ATIS 的实际部署方面处于国际领先地位。例如: 日本的城市交通控制系统 UTCS 非常先进、车载导航和诱导系统已经安装在新款汽车上、廉价高效的车辆信息和通信系统 VICS 已经开始市场运营等等。