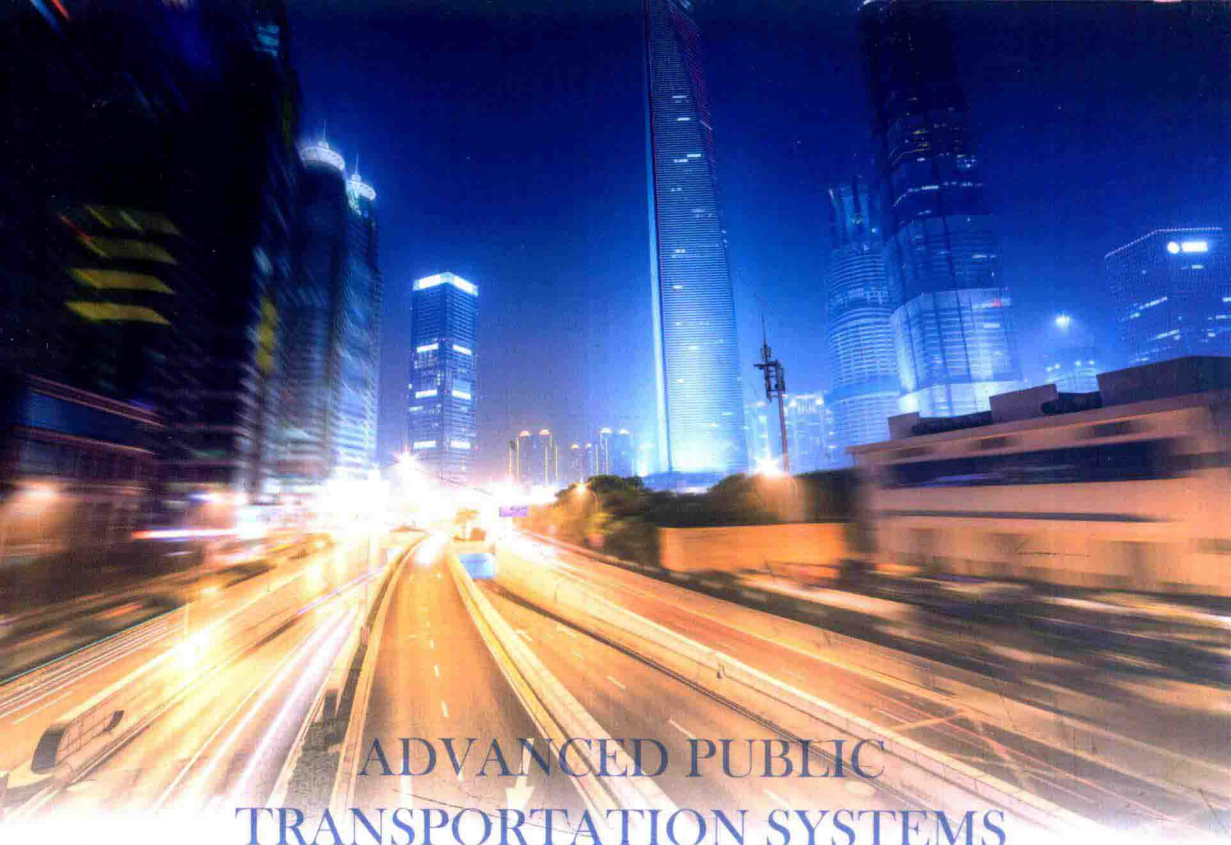




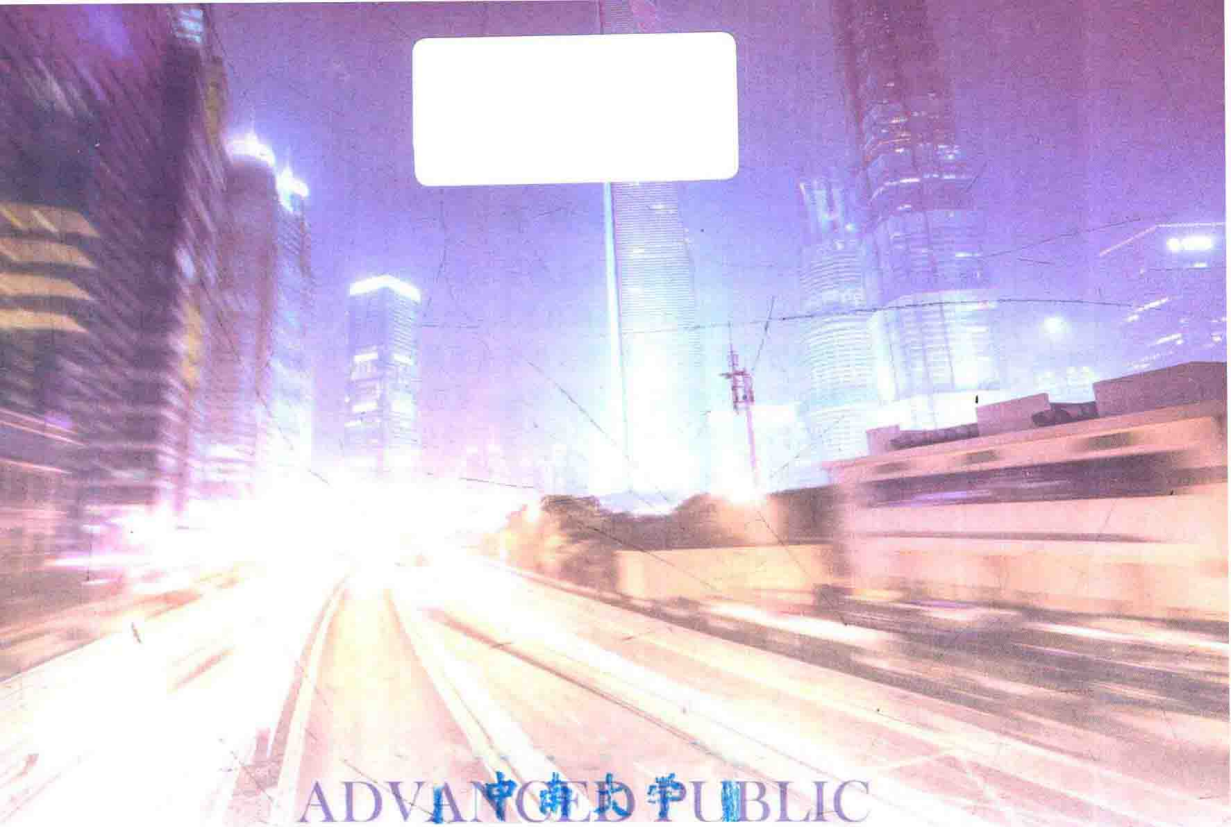
ADVANCED PUBLIC
TRANSPORTATION SYSTEMS
RESEARCH AND PRACTICE

城市公共交通智能化 研究与实践

刘好德 刘向龙 滕靖 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



ADVANCED 中南大学 PUBLIC
TRANSPORTATION 图书馆藏 SYSTEMS
RESEARCH AND PRACTICE

城市公共交通智能化 研究与实践

刘好德 刘向龙 滕靖 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书系统综述了国内外城市公共交通智能化研究与应用现状,提出了城市智能公共交通系统体系框架,介绍了城市公共交通运行状态信息采集与监测技术。同时基于体系框架,还介绍了城市公共交通智能调度与运营系统、城市公共交通运营监管信息系统、城市公共交通出行信息服务系统,以及城市公共交通智能化标准规范、系统建设与运营管理方面的内容。并结合信息技术发展与应用需求的变化,对城市公共交通智能化应用发展做了趋势预测和展望。

本书可供城市公共交通管理部门、运营企业以及智能公共交通系统研发部门阅读,也可供从事城市公共交通信息化与智能化应用研究工作的人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

城市公共交通智能化研究与实践 / 刘好德, 刘向龙, 滕靖编著. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015.12

ISBN 978-7-114-12659-8

I. ①城… II. ①刘… ②刘… ③滕… III. ①城市交通系统—智能系统—研究 IV. ①U491.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 287659 号

书 名: 城市公共交通智能化研究与实践

著 作 者: 刘好德 刘向龙 滕 靖

责任编辑: 杨丽改

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

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) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 16.5

字 数: 254 千

版 次: 2015 年 12 月 第 1 版

印 次: 2015 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12659-8

定 价: 60.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

编 委 会

主 任：崔学忠

副 主 任：刘好德 江玉林

委 员：吴洪洋 彭 琥 杨新征

编 写 组

组 长：刘好德

副 组 长：刘向龙 滕 靖

成 员：钱贞国 吴忠宜 李 成 马万经 郑 宇 彭 琥
李香静 冯立光 郭 忠 宜毛毛 王寒松 田春林
谷云辉 姜文华 尹志芳 余 坤 徐 畅 安 健
王 磊 吴 骏 于海洋 徐 彦 郭建国 李松刚
李 聪 张琳波 孟 悦 刘荣先



随着我国社会经济的高速发展，城镇化和机动化进程不断加快，交通拥堵问题日益严重，并由此带来了城市交通运行效率降低、环境污染严重、能源与资源消耗增大、交通安全形势严峻等问题，严重影响了城市居民生活品质和社会经济发展，成为阻碍城市进一步可持续发展的“城市病”。

近些年来，我国各级政府对城市公共交通的发展投入了大量的财政资金支持，基础设施、车辆装备条件不断改善，城市公共交通客运量逐年增长，基本满足了城市的主体客运需求，为保障我国城镇化快速发展时期的城市旅客运输、缓解城市交通拥堵，起到了关键性作用。然而，城市居民出行需求不断增长，人们对出行服务质量要求进一步提高；同时，由于城市交通运行环境日益复杂，城市公共交通运营企业面临着更加严峻的运行环境。如何进一步科学优化配置城市公共交通资源，统筹规划公共交通发展，对城市公共交通行业管理部门也提出了更高的要求。应用信息化、智能化技术建设先进的城市公共交通运输系统，成为近年来提升城市公共交通运输效能、服务质量、运营效率与管理水平的一个重要手段。

APTS (Advanced Public Transportation Systems) 概念最早来源于美国城市公共交通管理局启动的智能公共交通系统项目，其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、通信技术提高公共交

通效率和服务水平的实施技术。我国在“十五”科技攻关期间，开展了国家智能交通系统体系框架研究，引入了 APTS 概念并将智能公共交通系统作为一个子系统开始科研应用研究。在 2002 年科技部正式确定的 10 个首批全国智能交通系统应用示范工程试点城市中，北京、上海、青岛、杭州、中山等城市率先开展了智能公共交通领域的应用示范。在此期间城市公共交通智能化应用示范的显著特征是“科研驱动”，系统建设主要以科研项目形式开展，重点在于将现代通信、信息、电子等高新技术应用于公共交通系统运行调度与管理，以实现对城市公交车辆的监控、调度为主要目标，为信息科学技术在公共交通领域的全面应用打下了坚实的基础。

2008 年，国务院“大部制”改革以后，我国各种城市旅客交通运输方式管理体制实现基本统一。城市公共交通的运营管理与行业管理信息化应用建设由“科研驱动”向“业务驱动”转变。系统建设的目标也由早期的实现“车辆调度”转变为“运营调度”，面向车辆、人员、物资、维修、油料等运营生产过程中的各类生产要素，实现城市公交运营生产调度的智能化。“十二五”期间，交通运输部启动了“城市公共交通智能化应用示范工程”，这是我国行业主管部门负责的第一次面向城市公共交通行业管理、运营及信息服务的应用层面的大规模示范工程，覆盖了全国 37 个主要城市。其旨在建设基于统一的车载、场站智能终端，实现公共交通业务数据与运行信息的动态采集，围绕政府行业管理部门、公众、运输服务企业的三方需求，建设统一的城市公共交通数据资源中心、行业运行监管与决策分析平台、出行信息服务平台等。

本书主要编著者作为“城市公共交通智能化应用示范工程”的技术支持团队，负责和参与了该示范工程的规划、顶层设计、标准规范制修订以及部分城市试点工程的前期研究和工程设计工作，协助主管部门起草了《城市公共交通智能化应用示范工程建设指南》（厅运字〔2014〕105 号文印发）等纲领性技术文件。在示范工程的实施

过程中，编著者深切地体会到，面对新的城市客运压力与挑战形势，新的信息技术背景及产业发展环境等对城市公共交通运营企业与行业管理部门的技术人员和管理人员的智能化应用技术知识，提出了更高的系统性要求。基于此，编著者们在从事相关科研项目的基础上，结合参与示范工程的实践经验，编著整理了本书。

本书中有关科研工作的完成得益于中央级公益性科研院所基本科研业务费项目（20144803）、国家自然科学基金（50908173、41471459、71501014）的大力资助，得益于“城市公共交通智能化技术交通运输行业重点实验室”的实验条件支持，得益于瑞典沃尔沃研究与教育基金会（Volvo Research and Educational Foundations,VREF）“中国城市交通数据库研究”项目的资助，以及该项目国际专家顾问团队的指导和帮助，谨此致谢！

本书的章节框架、内容选择以及统稿工作由交通运输部科学研究院刘好德博士、刘向龙博士以及同济大学滕靖副教授负责，审稿由刘好德完成。特别感谢同济大学马万经教授、北京交通发展研究中心安健博士和长沙市交通信息中心王磊博士在编著过程中的无私帮助。特别感谢郑州天迈科技股份有限公司郭建国、李松刚、李聪等对本书第五章部分编著内容的贡献。另外，吴骏、于海洋还参与了全书的排版、校稿工作，在此对他们表示衷心的感谢！在本书的编著过程中，得到了交通运输部科学研究院石宝林院长以及交通运输部运输服务司蔡团结处长的鼓励、支持与帮助，在此表示衷心感谢！

尽管城市公共交通智能化应用理论研究与技术应用还不够成熟，本书亦不乏纰漏之处，但希望本书能抛砖引玉，吸引更多的科研人员及管理人员致力于城市公共交通智能化应用研究与实践工作，以促进其发展。

编著者

2015年8月

目录

Contents



第一章 绪论.....	1
第一节 城市交通与智能交通系统	2
第二节 城市公共交通智能化研究与应用	4
第三节 城市智能公共交通系统建设的必要性和意义	6
第二章 城市公共交通智能化研究与应用现状.....	8
第一节 国外城市公共交通智能化研究与应用现状	8
第二节 国内城市公共交通智能化研究与应用现状	27
第三节 城市公共交通智能化应用研究的发展趋势	37
第三章 城市智能公共交通系统体系框架.....	39
第一节 城市智能公共交通系统体系框架构建方法	40
第二节 城市智能公共交通系统建设需求分析	44
第三节 城市智能公共交通系统体系框架设计	50
第四节 城市智能公共交通系统建设总体框架	55
第四章 城市公共交通信息采集与监测技术	66
第一节 城市公共交通信息采集与监测体系概述	66
第二节 城市公共交通营运车辆运行状态采集与监测技术 ...	68
第三节 城市公共交通客流信息采集与监测技术	78
第四节 城市公共交通运行环境状态采集与监测技术	85
第五节 城市公共交通数据通信与信息传输技术	90

第五章 城市公共交通智能调度与运营系统..... 95

第一节 城市公共交通智能监控调度系统 95

第二节 城市快速公交智能调度与运行监测系统 112

第三节 城市公共交通专用道信号优先系统 117

第四节 城市公共交通运营企业综合管理系统 133

第六章 城市公共交通运营监管信息系统..... 140

第一节 城市公共交通运营监管信息系统概述 140

第二节 城市公共交通行业管理体制 140

第三节 城市公共交通行业管理业务需求 145

第四节 城市公共交通运营监管信息系统实践 145

第五节 城市公共交通系统优化与运营监管模型方法 156

第七章 城市公共交通出行信息服务系统 179

第一节 城市公共交通出行信息服务概述 179

第二节 城市公共交通出行信息服务体系 180

第三节 城市公共交通出行信息服务要求 186

第四节 城市公共交通出行信息服务系统实践 190

第五节 城市公共交通收费信息服务技术 197

第八章 城市公共交通智能化标准规范研究..... 209

第一节 标准化管理概述 209

第二节 标准编制路线与程序 211

第三节 城市公共交通智能化标准规范体系实践 217

第四节 城市公共交通智能化标准工作发展趋势与要求 223

第九章 城市公共交通信息化项目建设与运营管理..... 225

第一节 城市公共交通信息化项目基本建设程序 225

第二节	城市公共交通信息化发展规划	231
第三节	城市公共交通信息化项目建设投融资模式	237
第四节	城市公共交通信息化项目运行与维护管理	240
第十章	城市公共交通智能化应用发展趋势与展望.....	242
第一节	城市公共交通智能化应用发展趋势	242
第二节	城市智能公共交通系统建设展望	246
参考文献		248



第一章 绪 论

国际建筑协会于1933年8月在雅典会议上制定了一份关于城市规划的纲领性文件——《城市规划大纲》(以下简称雅典宪章)。雅典宪章提出了城市功能分区和以人为本的思想,认为城市的主要作用是保障人类居住、工作、游憩与交通四大功能活动的正常进行。

人类的基本生存活动离不开衣食住行,而“行”牵动着人类生活的各个方面,这点在城市中显得尤为重要。人类交通运输的发展离不开交通工具的进步,最原始的交通工具是人的双脚,然后以人力、畜力和风力作为动力的交通工具曾经占据了人类历史的绝大部分时间,直至蒸汽机的出现,人类交通工具的发展才进入飞速发展阶段,之后,汽车、飞机也应运而生,成为现代社会交通工具的主流。整个交通运输业的发展可划分为四个阶段和三次革命,每个阶段以一种或几种运输工具为标志,对人类社会的发展产生深远地影响。

1600年在英国伦敦街头第一辆出租马车亮相,标志着城市公共交通的出现,从此城市公共交通发展的序幕被拉开。随着电和内燃机的发明,有轨电车、普通公共汽车以及无轨电车陆续走向城市街头,城市公共交通进入稳定发展时期。城市公共交通自17世纪出现以来,已逐步成为城市交通乃至整个城市系统中不可或缺的主要部分;它是保证城市各类社会经济活动正常运转的动脉,而且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。

随着社会经济的快速发展,现代城市规模不断扩大,城市居民出行更加依

赖于交通系统。交通拥堵、环境污染严重制约了城市交通的运作效率,这些问题已经成为人们关注的焦点,亟待解决;而优先发展城市公共交通已成为世界公认的解决城市交通问题的有效途径。中国政府为鼓励城市公共交通发展,先后出台了一系列政策,其中,2012年由国务院颁布的《关于城市优先发展公共交通的指导意见》,对城市公共交通发展提出了明确要求。交通运输部积极贯彻国家优先发展城市公共交通的战略部署,开展了“公交都市示范工程”、“城市公共交通智能化应用示范工程”等一系列工作,各地方政府也积极深化落实国家公交优先发展战略,推动城市公共交通快速发展。

第一节 城市交通与智能交通系统

城市交通系统由城市对外交通系统、城市客运系统和城市货运系统三大部分组成,各子系统的组成如图 1-1 所示。

智能交通系统(Intelligent Transportation System,简称 ITS)是随着交通需求以及现代高新技术的发展而产生的,是多门类、跨学科的系统工程。ITS最初是在以监控为主体的交通工程基础上发展起来的,一开始只是进行道路和车辆智能化的研究,而现在已扩展到交通运输的全过程及其相关部门,研究范围目前已经涉及铁路、水运、航空、公路等各种交通方式,旨在形成一套为用户及交通运输管理部门提供交通信息服务的新型交通运输体系。

广义上 ITS 应该包括实现交通系统规划、设计、实施与运行管理的智能化;而狭义 ITS 则主要指交通运输管理和组织的智能化,其实质就是利用现代高新技术综合解决交通运输问题。从学科技术来看,高新技术的 ITS 是将先进的信息融合技术、导航定位技术、数据通信传输技术、自动控制技术、图像分析技术以及计算机网络和处理技术等有效地综合运用于整个交通运输体系,在系统工程综合集成的思想指导下,建立起一种在一定范围内发挥作用的实时、准确、高效的交通运输管理系统。

1995 年 3 月,美国交通运输部首次正式出版了《国家智能交通系统项目规划》,明确规定了智能交通系统的 7 大领域和 29 个用户服务功能和开发计划。其中智

能交通系统 7 大领域包括：出行和交通管理系统、出行需求管理系统、公共交通运营系统、商用车辆运营系统、电子收费系统、应急管理系统、先进的车辆控制和安全系统。

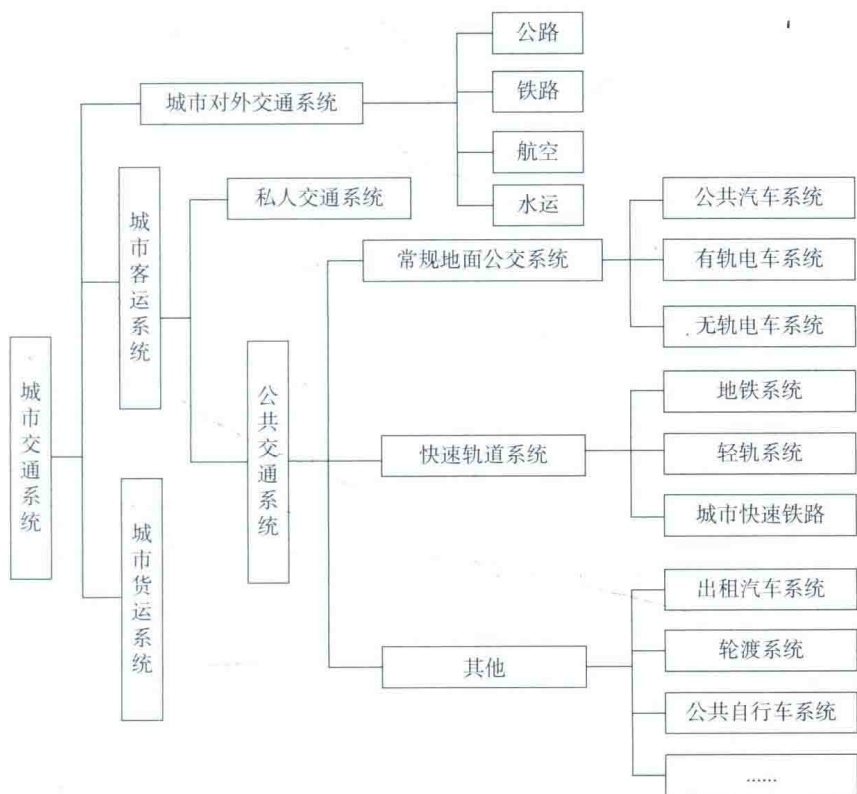


图 1-1 城市交通系统的组成

日本于 1996 年 7 月制定了《日本 ITS 框架体系》。该框架体系由 9 个系统构成，9 个系统下设 21 个项目、56 个专题、172 个子专题。9 个系统是：先进的车辆导航系统、自动收费系统、安全驾驶系统、交通组织优化系统、高效的道路路政管理系统、先进的公共交通系统、专业运输车辆的管理系统、行人辅助系统、紧急车辆运行系统。

我国国家智能交通系统工程中心组织研究编制了我国的 ITS 体系框架，共分为 8 个服务领域，分别为交通规划与管理、电子收费、出行者信息服务、车

辆管理、紧急事件和安全、运营管理、综合运输、智能公路,涵盖 33 项服务与 161 项子服务,其中运营管理领域包括了公交规划、公交车辆监控、公交运营管理等服务。

第二节 城市公共交通智能化研究与应用

一、城市公共交通智能化研究范畴

从各国智能交通系统的体系框架可以看出,智能公共交通系统作为智能交通系统的一部分,其主要目的是采用各种智能技术促进公共运输业发展,使公共交通系统实现安全、便捷、经济、运量大的目标。

城市公共交通 (Urban Public Transit) 是城市中供公众使用的经济型、方便型的各种客运交通方式的总称,狭义的公共交通是指在规定的线路上,按固定的时刻表,以公开的收费标准为城市公众提供短途客运的系统。在国内,公共交通系统主要指常规地面公共交通汽、电车和近年来在许多城市高速建设发展的快速公共汽车交通、轨道交通,此外出租汽车在客运交通中扮演了多重角色 (服务对象有公众性、但行驶是自由的)。本书中所研究的公共交通系统指常规地面公交系统,主要是公共汽、电车。后文如无特别说明,公共交通均简称公交。

所谓智能公共交通系统 (Advanced Public Transportation Systems, 简称 APIS), 就是在公交网络分配、公交调度等关键理论研究的前提下,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、全球定位系统 (简称 GPS)、地理信息系统 (简称 GIS) 等新技术集成应用于公共交通系统,通过构建现代化的信息管理系统和控制调度模式,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、便捷的公共交通运输服务,从而吸引出行者选择公交出行,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。

针对我国城市公共交通存在的问题,本书围绕公共交通智能化的关键基

础理论和实施技术进行研究。主要包括以下 6 个部分的研究内容。

(1) 系统体系框架研究。研究智能公交系统的结构框架和实施框架。

(2) 信息采集与监测技术。系统研究城市公交信息化与智能化应用的信息技术基础,从信息采集、传输到监测应用,研究技术手段的基本原理与适用性问题。

(3) 面向智能调度与运营的应用技术。公交运营参数如发车间隔、车队规模、车型选择等的优化问题是智能公交系统实际运行过程中必须解决的问题。研究公交智能化调度系统的软硬件设计过程,包括调度中心软硬件设计方法、车载机和电子站牌的硬件设计方法,以及调度中心与车载机、电子站牌的通信手段等。

(4) 面向行业监管的应用系统技术。以建设行业级的数据资源体系、监管信息平台手段为目标,为行业管理部门提供管理、决策的技术支持。

(5) 面向出行信息服务的应用技术。为出行者建立便捷的出行服务信息获取渠道,提供准确、及时、全面的出行信息。

(6) 面向系统建设的配套保障技术。满足系统的可持续建设要求,从标准规范体系建设、人才培养、资金筹措、建设维护模式等方面研究城市公共交通智能化建设实践问题。

二、城市公共交通智能化应用领域

城市公共交通智能化应用旨在以现代信息化技术为手段,规范城市公共交通行业管理,改进运营调度和监管模式,增强行业决策与安全应急指挥能力,提升城市公共交通系统的运输服务效能,满足公众快捷、安全、方便、舒适的出行需求,增强公共交通的吸引力与出行分担率,有效缓解城市交通拥堵,降低能源消耗与排放,实现交通与城市的良性互动、协调、可持续发展。

城市公共交通智能化应用系统建设应基于统一的车载、场站智能终端,实现公共交通业务数据与运行信息的动态采集,围绕政府行业管理部门、公众、运输服务企业的三方需求,建设统一的城市公共交通数据资源中心、行业运行监管与决策分析平台、出行信息服务平台,实现城市公共交通运行状态的宏观监测,发展水平评价,服务质量评价,多样化、一体化的公共交通出行信息服务,以及企

业智能运营调度与规范化管理，并考虑实现与城市内其他相关部门，省级、部级交通运输主管部门间的互联互通与信息共享。

城市公共交通智能化应用系统应满足城市公共交通运输服务企业、行业管理部门、公众的不同需求，具有业务管理、运营监管、应急指挥、行业决策、出行服务、企业运营调度与管理等功能。面向公共交通企业，通过建设企业公共交通监控调度与企业资源管理系统，实现对所属车辆进行实时监控、排班调度、安全规范、日常考勤、培训管理、信息发布、营运统计分析等功能。面向行业管理部门，实现对公共交通工具、线路、客流、场站等动态监测与安全应急指挥调度；实现对公共交通营收与成本、客流等数据的统计分析，为行业管理部门对公共交通的运力投放、定价机制、服务质量、燃油补贴、节能减排等监管和决策提供支持。面向乘客，通过车内、场站信息终端，网站、移动终端，服务热线等多种方式为旅客出行前、出行中获取全方位的站、线静态信息，换乘信息，车辆位置等动态信息；满足公众对公共交通发展的建议与投诉要求。

第三节 城市智能公共交通系统建设的必要性和意义

随着我国经济高速增长和城市化进程的发展，各城市对公交出行的需求与日俱增，不仅对公共交通工具的数量需求急剧增长，而且对公共交通的服务质量也提出了更高要求。建设安全、便捷、高效、舒适、低碳的现代“公交都市”，需要科学规划、精细布局，并在各种公共交通资源整合的基础上提供更便利的出行信息服务。

在我国当前大交通、城乡客运体制基本统一的背景下，交通运输管理部门的工作范围扩大，职责变得更加重要，这在体制方面为发展综合交通运输体系提供基本条件的同时，也对各地方交通运输管理部门的监管水平提出了更高的要求。城市公共交通智能化建设可为进一步理顺地方交通运输主管部门的职责，发挥“大交通”的协同能力，提供一定的工作基础。

当前，我国各城市公共交通发展不均衡，部分城市公交企业众多、所有制多

元、规模不一，公交企业管理能力和服务水平差别较大。城市公共交通智能化建设能够为公交企业提供一套统一的、功能强大的企业管理与服务平台，提高企业对运营车辆、驾驶员、乘务员的精细化管理水平，节约企业运行成本，同时，通过建设统一的监管和智能调度平台，可以在满足公众出行需要的同时，最大限度地提高公交车辆利用率和公交服务运行效率。