

◆ 城市交通丛书 ◆

城市公交 IC 卡 数据分析方法及应用

陈学武 李海波 侯现耀 著



科学出版社

城市交通丛书

城市公交 IC 卡数据分析方法及应用

陈学武 李海波 侯现耀 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍城市公交 IC 卡数据的分析方法及其应用, 主要包括公交 IC 卡收费系统和数据结构、公交 IC 卡数据分析系统框架、基于公交 IC 卡数据的客流 OD 推导方法、基于公交 IC 卡数据的公交指标统计、公交系统服务水平评价、公交枢纽站需求特征分析方法和公交 IC 卡数据应用前景展望。

本书可供公交 IC 卡数据分析应用领域的学者和研究人员、公交行业与企业技术管理人员、交通运输工程与信息学科领域的研究生等参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市公交 IC 卡数据分析方法及应用/陈学武, 李海波, 侯现耀著. —北京: 科学出版社, 2014. 11

(城市交通丛书)

ISBN 978-7-03-042323-8

I. ①城… II. ①陈…②李…③侯… III. ①公共交通系统-IC 卡-统计数据-统计分析-分析方法 IV. ①U491.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 251022 号

责任编辑: 杨 琪/责任校对: 胡小洁

责任印制: 肖 兴/封面设计: 许 瑞

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 11 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2014 年 11 月第一次印刷 印张: 12 3/4

字数: 250 000

定价: 79.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《城市交通丛书》编委会

主 任：王 炜

副主任：冉 斌 孙 璐

委 员（按姓名拼音排序）：

陈 峻 陈 茜 陈淑燕

陈学武 程 琳 邓 卫

过秀成 季彦婕 李文权

刘 攀 陆 建 任 刚

王 昊 项乔君 杨 敏

叶智锐 张国强

《城市交通丛书》序

交通是城市发展的永恒主题。我国不断演变的城市形态、高强度的城市开发、复杂的城市交通构成、中国特色的混合交通流特征,使得城市交通系统成为一个跨领域的复杂开放系统,既具有复杂性、开放性、动态性、随机性和非线性特征,也具有可控性和自组织特征,既产生了很多的现实交通问题,也蕴涵着大量的科学理论问题。

为实现城市交通系统功能优化,欧美发达国家在近 200 年的城镇化过程中,经历了从“交通需求增长—交通供给增加”到“交通需求进一步增长—智能化管理与控制”这两个相对独立的发展阶段。人口众多、资源紧缺,工业化、城镇化、信息化同步发展,城市功能高度聚集和城市规模快速扩张同步进行的中国国情,使得我国的城市交通问题兼具“发展中”和“发展后”特点,比发达国家更加复杂。研究解决中国城市交通问题,具有空前的挑战性。

近年来,东南大学交通学院在城市交通领域先后承担了“973”计划、“863”计划、国家科技支撑计划、国家自然科学基金重点项目等多项高层次科研项目,积极参与了“畅通工程”、国家道路交通安全科技行动计划等国家重点工程的科技攻关项目,在城市公共交通系统规划、城市智能公交关键技术、智能交通控制方法、交通安全分析与调控等领域开展了长期不懈的探索工作,取得了较为丰硕的科研成果。自 2000 年以来,学院已获得国家技术发明奖、国家科技进步奖 10 项。基于上述理论研究成果完成了多项交通系统规划、公交优先组织、智能交通管理、交通安全等领域的应用项目,涵盖 30 多个不同地区、不同规模、不同经济水平的城市,提供了有力的技术示范,积累了丰富的实践经验。

现由科学出版社将主体成果以东南大学交通学院《城市交通丛书》的形式呈献给广大读者。该丛书旨在探索中国特色的城市交通发展之路,聚焦提升城市交通系统整体效能的核心技术,培养搭建城市交通学术交流、成果展示和技术积累的平台。

未来二十年仍将是我国城镇化、机动化的快速发展时期,交通问题将会越来越严重。希望本丛书的出版能够发挥服务行业、服务社会、服务国家的积极作用,为构建高效、安全、节约、环保的现代城市交通系统提供理论和技术支持。



2014 年 10 月 31 日

前 言

作为城市交通系统的重要组成部分，城市公共交通具有集约高效、节能环保等优点。优先发展公共交通是缓解交通拥堵、转变城市交通发展方式、提升人民群众生活品质、提高政府基本公共服务水平的必然要求，是构建资源节约型、环境友好型社会的战略选择。

由于缺乏数据，传统的公交运营管理主要依赖于管理者的个人经验，以致公交供给往往难以满足实际需求的动态变化。随着社会经济的发展和城市规模的不断增加，城市公共交通系统正在从传统的单一地面常规公交系统转变为集轨道交通、快速公交、常规公交等多种模式为一体的多模式公共交通系统。在多模式公共交通条件下，不同公共交通方式之间协调与否直接影响到整个公共交通系统的运营效率。城市公共交通系统结构的日益复杂化，决定了其运营组织需要基于数据的精细化管理。而传统以经验为主的粗放式管理显然已经无法满足多模式公共交通系统协同发展的需求。

本书针对国内城市公共交通系统信息化和智能化发展现状，基于广泛使用的公交 IC 卡收费系统数据，并充分考虑现有城市公共交通系统的数据条件，探讨城市公交 IC 卡数据分析方法，并对如何应用分析结果以支撑实际公交规划与管理工作进行研究和探讨。

本书共分为八章：第 1 章和第 2 章主要介绍国内外公交 IC 卡的使用现状、公交 IC 卡收费系统的基本构成和公交 IC 卡数据的基本结构；第 3 章从公交数据分析需求入手，构建了公交 IC 卡数据分析系统的基本框架；第 4 章重点介绍了不同数据条件下基于公交 IC 卡数据的客流 OD 推导算法；第 5 章、第 6 章和第 7 章具体介绍公交 IC 卡数据在公交指标计算、服务水平评价、客流特征分析等方面的应用；第 8 章针对现状公交系统数据的不足，对公交数据采集系统提出一些改进建议和意见。

在本书成稿即将出版之际，特别感谢戴霄、郭婕、罗磊、陈素平、安萌、李子木、张颂、陈峥嵘、张晗寒、杨阳、许威、杨应翔等在东南大学求学期间在城市公交 IC 卡数据分析方面贡献的智慧和付出的汗水，感谢国家基础研究计划（973 计划）课题“城市交通需求生成机理与瓶颈识别”（课题编号：2006CB705501）和“公交主导型多方式交通网络的协同机理与耦合理论”（课题编号：2012CB725402）以及江苏省交通科学研究计划项目“智能公交系统数据挖掘技术与信息服务规范研究”等对本研究的支持。在本书的撰写和相关项目研究过程中参考了大量国内

外文献和书籍，在此谨向原著作者表示崇高的敬意和由衷的感谢！

由于作者水平所限，书中难免有错漏之处，恳请同行专家和广大读者批评指正，以使本书不断得以完善。

陈学武

2014 年 6 月 于东南大学

目 录

《城市交通丛书》序

前言

1	绪论	1
1.1	背景和意义	1
1.2	国内外城市公交 IC 卡使用情况	2
1.3	城市公交 IC 卡数据的价值	7
2	公交 IC 卡收费系统和数据结构	9
2.1	IC 卡简介	9
2.2	公交 IC 卡收费系统	12
2.3	公交 IC 卡数据采集流程	13
2.4	公交 IC 卡数据结构	14
3	公交 IC 卡数据分析系统框架	17
3.1	公交 IC 卡数据分析需求	17
3.2	公交 IC 卡数据分析流程	18
3.3	数据分析工具选择	25
3.4	数据分析系统框架	28
4	基于公交 IC 卡数据的客流 OD 推导方法	30
4.1	数据准备	30
4.2	公交出行过程分析	35
4.3	公交 IC 卡乘客上车站点识别	36
4.4	公交 IC 卡乘客换乘行为识别	54
4.5	公交 IC 卡乘客下车站点判断	60
4.6	线路 OD 矩阵扩算方法	70
4.7	网络 OD 矩阵推导方法	73
5	基于公交 IC 卡数据的公交指标统计	84
5.1	公交客流指标	84
5.2	公交运营指标	100
5.3	公交乘客出行特征	105
6	公交系统服务水平评价	120
6.1	公交系统服务水平评价指标体系构建	120

6.2	基于乘客行程时间的服务便捷性瓶颈诊断	125
6.3	基于站点准点率的服务可靠性瓶颈诊断	139
7	公交枢纽站需求特征分析方法	151
7.1	基于聚类的枢纽站识别方法	151
7.2	需求特征分析内容及影响因素	159
7.3	公交枢纽站客流时间特征分析	164
7.4	公交枢纽站客流群体特征分析	170
7.5	公交枢纽站客流性质特征分析	174
7.6	公交枢纽站设施配置分析	177
8	公交 IC 卡数据应用前景展望	183
8.1	建立统一的数据标准	183
8.2	公交 IC 卡收费系统的改进	185
8.3	建立智能公交信息化平台	187
参考文献		190

1 绪 论

1.1 背景和意义

随着国民经济的迅猛发展和城市化、机动化进程的加快,我国城市机动车保有量急剧增加,交通问题日益突出。国内外城市的发展经验表明,优先发展城市公共交通,努力提高城市交通的信息化水平,建立先进的公共交通系统,提高公交运营部门的管理水平,实现公交调度智能化,是缓解城市交通问题的有效途径。

城市公共交通系统是一个定时、定班、定线运营,并能够按时空分布变化而不断调整的随机服务系统。这个系统能否正常、有效地运行,取决于其能否良好地适应城市公交客流的时空分布。具体来说,城市公交系统的运营不但取决于道路、车辆和场站等基础设施条件,更依赖于科学合理的规划和运营管理。公交线网是城市公共交通系统的核心基础设施,是城市公共交通服务的静态体现。公交线网的规划是以居民出行需求为根本依据,规划合理的公交线网应与居民出行的空间分布相适应。但值得注意的是,居民的出行需求是个随时间变化的动态变量。根据静态需求编制的公交规划方案,难以完全满足居民出行需求的时间变化,因此还需要充分发挥运营调度的时间调整作用,使公共交通系统服务在时间上更加符合居民出行需求。

公交规划和运营管理的最终目标都是为了合理利用现有的可支配资源,最大限度地满足不断发展的居民出行需求。而科学合理的公交规划和运营管理应建立在对居民出行需求准确分析的基础之上。当前,国内的公交规划仍然以人工调查作为数据采集的主要手段^[1,2]。城市公共交通规划过程中开展的调查主要包括以下四项:居民出行调查、公交问询调查、公交随车客流调查和公交站点客流调查。其中,居民出行调查和公交问询调查目的是获取居民公交出行的特征,公交随车客流调查和公交站点客流调查目的是获取公交线路及站点客流信息。虽然相关调查方法都已经非常成熟和完善,但是人工调查往往需要耗费巨大的人力和物力,从而导致数据的获取成本过高,而且后期数据录入和处理工作量大、周期长。另外,由于数据采集过程中不可避免存在人为因素干扰,易产生数据不够精确的现象,导致分析结果与实际情况出入较大。更为重要的是,受制于调查成本,人工调查方法往往只能得到部分乘客在特定几天的公交出行信息。这些信息显然不能展现居民公交出行的长期变化特征,也不能体现特殊事件时的居民公交出行行为。

近年来,自动收费系统(automatic fare collection system, AFC)和自动定位系统(automatic vehicle location system, AVL)等自动数据采集系统(automatic data collection system, ADC)在城市公共交通领域的广泛应用,为采集城市公共交通系统运营数据提供了新的途径。以公交 IC 卡为例:公交 IC 卡自 20 世纪 90 年代开始应用于城市公共交通自动收费系统,截至 2012 年,我国公交卡累计发行量已经达到 1.8 亿张。其中,北京和上海的公交 IC 卡发行量均已超过 4000 万张。公交 IC 卡收费系统的广泛应用,在为公交乘客出行提供便利的同时,也积累了大量的数据。公交 IC 卡数据信息量大,为公交客流分析提供了全新的途径,基本可以取代传统的调查方法,但是目前其作用未得到充分开发。

本书针对国内城市公共交通系统信息化和智能化发展现状,基于广泛使用的公交 IC 卡收费系统,并充分考虑现状城市公共交通系统的数据条件,探讨公交 IC 卡数据分析方法,并研究如何应用分析结果支撑实际的公交规划与管理工作的。公交 IC 数据分析方法,即通过综合运用计算机、数据仓储、数据挖掘算法等技术和方法,以公交 IC 卡数据为核心,结合自动定位系统数据和运营调度信息等其他信息,对公交 IC 数据中的客流信息进行挖掘分析,以得到支撑城市公交规划和管理的数据出行信息。作为自动收费系统的构成部分,公交 IC 数据在乘客上下车(或进出站)刷卡的同时即已完成数据采集。与人工调查方法相比,公交 IC 数据分析方法省去了设计调查方案、发放调查表格、回收及录入调查数据等采集数据的环节,节约了大量的人力和物力。同时,公交 IC 数据在时间上是连续的,理论上可以得到系统建成运行后任何一天的公交出行数据。另外,公交 IC 卡数据的采集过程受到人为因素影响很小,所采集的数据真实可靠,可准确反映城市公交出行的时空分布特征。

公交 IC 卡数据分析结果的准确性与数据分析算法以及城市公交 IC 卡的使用率相关。随着城市公共交通事业的发展,公交 IC 卡使用率越来越高,数据挖掘技术也日益进步,它们对方法精度的影响将越来越小。公交 IC 卡信息分析方法利用很少的投入,即可获得准确、可靠、连续的公交客流信息,是目前可利用的最经济有效的公交数据获取方法,在我国有着良好的发展前景。

1.2 国内外城市公交 IC 卡使用情况

1.2.1 国外城市公交 IC 卡使用情况

国外的公交 IC 卡使用较早,其功能已由早期的单一公交收费功能发展成为跨行业、跨部门多领域的多功能一卡通^[3,4]。

法国是世界上使用 IC 卡最早的国家,在公共交通领域,以 IC 卡取代传统纸张式车票,用于公共汽车、地铁、火车等交通方式;日本以先期发行的居民基本信息卡为基础,从技术上采用非接触 IC 卡,支持多种应用,其中包括行政、医疗、流通、交通以及金融等;韩国的 IC 卡发展也比较迅速,例如釜山市在 1998 年就建立了基于非接触 IC 卡的城市公交系统,并于 2000 年发行了适合多种应用的双界面 CPU 卡——数字釜山卡;新加坡致力于 IC 卡跨行业、跨部门的多领域应用,其电子钱包可用于超市、公路收费、停车场收费、图书馆、学校以及网上交易。根据欧盟委员会交通与运输部 2011 年的研究报告,国外部分城市或地区的公交 IC 卡发卡量如表 1-1 所示。

表 1-1 国外部分城市或地区的 IC 卡发行量统计表

城市或地区	发卡量/万张	服务人数/万人
新加坡	1000	500
伦敦	3500	>770
荷兰	680	1650
罗马	28	—
诺丁汉	14.5	78
日本关西地区	200	2400

1.2.1.1 欧美城市和地区公交 IC 卡使用情况

法国巴黎使用的公交 IC 卡称为 Navigo pass(或 Passe Navigo),可以用于法兰西岛运输联合会(Syndicat des Transports d'Île-de-France, STIF)监督和管理下的巴黎大众运输公司(RATP)、法国国家铁路公司(SNCF)、法兰西岛运输专业组织(Organisation Professionnelle des Transports d'Île-de-France, 通称 Optile)及其他公司下属的公共交通服务。

伦敦地区使用的公共交通电子收费系统采用的 IC 卡为 Oyster Card,于 2003 年开始发行,截止到 2010 年发卡量已超 3400 万张,在伦敦公共交通系统上的使用率超过 80%。最早办卡是免费的,但随后需要缴纳 3 英镑的押金,2011 年 1 月开始,需缴纳 5 英镑的押金。在伦敦的公交车、地铁和电车,使用 IC 卡可以享受优惠,例如,单程公交车成人票价为 2.2 英镑,使用 IC 卡可以优惠 0.9 英镑。此外,伦敦市中心区的巴士已取消车上付现的设施,以鼓励巴士乘客使用 IC 卡。Oyster Card 实行“预付车费封顶”(price cap)措施,即一天之内以 Oyster Card 预付方式支付的所有车费,将不超过同样适用的单日旅行卡(one day travelcard)的收费额度,超过的部分将会退还。

美国洛杉矶大都会交通运输局(Metro)采用的 IC 卡为 Transit Access Pass (TAP), 可用于交通局管理的洛杉矶地铁、公交等。洛杉矶还有一些公共交通运输机构并不接受 TAP, 但为了方便乘客, 也采取了一些措施兼容 TAP 系统, 方便非 Metro 系统的用户换乘和出行。

美国芝加哥地区的 IC 卡可用于芝加哥捷运(CTA)、公交和地铁等公共交通服务。分为 Chicago Card 和 Chicago Card Plus。蓝色的卡为 Chicago Card, 可在 CTA 的自动售货机及零售点买到, 用户可在 CTA 注册 IC 卡, 以备丢失、被偷窃或者卡损坏后更换; 蓝色和金色混合的卡为 Chicago Card Plus, 需要与个人的信用卡、借记卡等绑定, 可以月票或者即用即付的形式使用, 当月票过期或者即用即付的费用超过用户预先设定阈值, 系统会自动从绑定的银行账号上充值到 IC 卡。芝加哥的公交 IC 卡还专为学生设计了学生卡, 用粉红色、蓝色和黄色从外观上予以标识区分, 且在票价上予以优惠。但为了严格规范和限制学生卡的发售, 申请学生卡需要绑定学生的 ID, 并且只在学校上课上学期间有效(一般情况下, 为周一到周五 5:30~20:30, 节假日除外)。

1.2.1.2 亚洲城市和地区公交 IC 卡使用情况

日本国内现状存在多种公交 IC 卡, 主要包括 Suica、PASMO、Kitaca、TOICA、ICOCA 和 SUGOCA 卡等。为了方便乘客出行, 日本的公共交通运营商对 IC 卡收费系统进行了整合, 以确保系统的兼容性, 保证公交乘客持有任意一种 IC 卡, 除可以使用对应的公共交通运营商提供的服务外, 还可以乘坐其他运营商提供的公共交通服务。在东京地区, 应用比较广泛的是 Suica 卡, 俗称“西瓜卡”, 于 2001 年 11 月 18 日开始应用。目前, 系统的覆盖范围包括 JR 东日本铁道线路中的首都圈铁道区、仙台铁道区和新潟铁道区的绝大多数车站, 东京单轨电车、东京临海高速铁道、埼玉新都市交通、仙台空港铁道和伊豆急行铁道公司的全部车站和 JR 巴士关东的部分路线。Suica 卡除可以用于支付乘坐公共交通的费用外, 还可用于部分自动贩卖机、便利商店、餐厅、车站内收费储物柜以及车内购物等。

韩国首尔的公共交通按照里程计价, 根据公共交通出行的总里程、使用公共交通的方式、换乘次数和换乘时间等, 采取不同的计价方法。首尔的交通卡(T-money)可以在其他智能公交系统的辅助配合下, 实现对公交乘客乘车的自动计价收费功能。已可用于首尔的公共汽车、轨道交通等公交方式, 并可以在仁川、木浦、浦项、济州等城市的公交巴士使用。T-money 卡在首尔的公共汽车的使用率达 89%, 在轨道交通的使用率达 70%。同时, 为吸引更多的人使用公交卡, 首尔还推出了针对学生专用的折扣卡、可与信用卡关联无需提前充值、统一支付的信用卡, 并可选择与手机绑定, 使用手机账户支付交通费用。

新加坡使用的公交 IC 卡为易通卡(EZ-link)，发卡量已超 1000 万张，每日处理 400 万的交易量。易通卡除普通卡类型外，还有学生卡、军人卡、警官卡以及老人卡等。在新加坡使用易通卡乘坐公交比现金支付车费可以享受更多优惠，比如换乘可以享受 0.25 新元的优惠。同时，由于易通卡的广泛使用，新加坡的很多学校已开始利用易通卡记录学生到校情况，并且学生可使用易通卡在校园内的商店里购买食品。

1.2.2 国内城市公交 IC 卡使用情况

我国国内于 1994 年开始使用公交 IC 卡收费系统。先由珠海亿达技术开发公司引进国外 IC 卡技术，接着在杭州公交公司开发试用，并取得了可喜的成果。青岛公交公司在市政府的支持下，委托青岛电子研究所联合开发青岛公交 IC 卡收费系统。在此期间，全国有许多城市纷纷试用 IC 卡收费系统，上海市在推广应用 IC 卡收费系统中速度快，范围广，应用领域拓展到了地铁、公交、轻轨、出租车、轮渡、高速公路、停车场、公用事业缴费、加油站收费系统等 14 大领域。

目前，公交 IC 卡已在我国很多城市得到应用，持卡出行消费的居民数量也不断增多。已有超过 200 个城市启动了公交 IC 卡收费系统，累计发出可用于公交支付的 IC 卡超过 3 亿张，已经成为公交企业普遍认可的一种理想的收费手段，国内部分城市公交 IC 卡发行量情况见表 1-2。

表 1-2 部分城市 IC 卡发行量统计表

城市 (统计年份)	北京 (2009.7)	上海 (2008.12)	南京 (2011)	沈阳 (2009.2)	深圳 (2009.7)	苏州 (2010.3)
城市人口 /万人	1700	1390	810	770	890	630
公交 IC 发行量 /万张	2800	2000	1100	240	600	300

1.2.2.1 珠海通达 IC 卡使用情况

珠海市早在 1994 年开始应用公交 IC 卡，是内地最早全面使用公交 IC 卡的城市之一。截止到 2010 年 7 月，珠海市以押金卡发行方式累计发卡 120 万张(目前只采用这一种发行方式)，日均刷卡量达 33 万人次，用户刷卡率 50%，主要应用在公交及超市、便利店、书城、药店、电影城、面包店等小额消费领域。2010 年 5 月份实现了普通卡与中山公交 IC 卡的互联互通，并于当年 6 月份开通

了电信天翼手机刷卡乘车业务。目前发行的公交 IC 卡种类有：普通卡，乘车 9 折；60 周岁以上的老人卡，乘车 5 折；本市 60 周岁以上老人卡，乘车免费；学生卡，乘车 6 折；本市优抚卡，乘车 5 折；本市残疾人卡，乘车免费；离休干部卡、革命伤残军人(警察)卡、盲人卡，乘车免费。^[5]

1.2.2.2 北京市政交通一卡通使用情况

2003 年年底，经过两年多的系统建设和测试考核阶段，北京市政交通一卡通系统在 121 条常规公交线路的 5169 辆公交车和地铁 13 号线全线开始试应用。短短几年时间，北京公交 IC 卡有了长足发展。2007 年 10 月 7 日，北京地铁 5 号线开通，轨道交通开始实行新的票制票价：全路网(不含机场轨道交通线)实行单一票制，票价为 2 元/人次，取消地铁专用月票卡。同期一卡通发售量突破 1410 多万张，并且仍以每天近 2 万张的速度增长。截至 2008 年 7 月，发卡量已突破 2150 万张，日交易突破 1400 万。其中 85% 用于公共交通系统，刷卡率超过 86%。

1.2.2.3 上海公共交通卡使用情况

上海公共交通卡于 1999 年由上海东方交通卡股份有限公司推出，率先在地铁一号线、11 条公交线路以及一个轮渡口试运行；2000 年 4 月开始在出租车中投入使用；2000 年 11 月覆盖到了地铁二号线。目前，交通卡的基本目标已经实现，且除了公共交通行业外，上海公交卡还可以支付货运出租、停车场、高速公路收费、小区门禁、公用事业收费、汽车加油等领域的费用。

2002 年 10 月 1 日，上海公共交通卡与无锡太湖交通卡实现互通，使得上海和无锡成为中国最早实现公共交通卡城际互联的城市。2003 年 4 月，上海公共交通卡可以在杭州出租车上使用，同年 10 月，上海公共交通卡可以在苏州公交上使用。目前，上海公共交通卡双向互通城市包括无锡、常熟、阜阳、昆山、大丰和太仓，同时可在苏州、杭州和南宁使用。

1.2.2.4 香港八达通卡使用情况

香港于 1997 年 9 月 1 日开始使用八达通卡，最初只应用在公交、铁路等公共交通工具上，后来扩展应用至其他行业，包括商店、饭店、停车场等业务，也用作学校、办公室和住所的通行卡。到 2009 年 3 月，香港八达通卡已发行超过 2000 万张，每日交易量超过 1000 万。^[6]八达通卡分为普通的儿童卡、成人卡、长者卡，需要注册使用的个人卡、学生身份卡、伤残人士卡和方便到港旅游购物的游客使用的旅客卡。

1.2.2.5 其他城市公交 IC 卡使用现状

截止到 2007 年末青岛市全市已发行 199 万张公交 IC 卡, IC 卡持卡率达到 54% 以上; 天津市区已有 185 条线路、3200 辆公交车可以使用公交 IC 卡乘车, 占市区公交车总量的 88%, 目前累计发行公交 IC 卡已达 170 万张, 持卡乘客占到每天公交运营总人次的 50% 以上; 南京、扬州两市目前已实现公交卡互通, 芜湖正在试点中。早在 2008 年上半年, 长春市的 3800 辆公交车尚未全部安装公交 IC 卡收费系统时, 其办卡人数就已超过 86 万, 每天持卡超过 22 万人, 日刷卡近 50 万人次, 占乘车总人次的 33%^[7]。

1.3 城市公交 IC 卡数据的价值

城市公交 IC 卡数据不仅仅是简单的消费记录, 同样也是公交乘客出行行为的记录。城市公交 IC 卡数据分析的主要任务就是以满足公交行业规划、公交企业运营、公交乘客出行对于信息的需求为导向, 通过整合城市公交系统的各项动静态数据, 进行挖掘分析算法及应用方法的研究。具体来说, 城市公交 IC 卡数据的价值主要体现在以下几个方面^[8-14]。

1) 以公交 IC 卡数据为核心的公交系统数据整合

现状的公交系统数据往往是分散存储, 不同类别的数据之间缺乏必要的联系。对公交 IC 卡数据的应用, 可以促进建立以公交 IC 卡数据为核心的公交系统数据库。采用适当的数据存储技术, 设计与城市公交系统数据格式相适应的数据库结构形式, 实现数据的高效存放和读取, 分层次分目的地管理各类数据。选择合理的方式处理历史数据, 以使数据库中的数据既不过度地占用存储空间又能被及时利用, 达到“数尽其用”的目的。

2) 基于公交 IC 卡数据的公交客流特征分析

公交客流信息是公交企业、公交行业管理者进行公交线网优化、公交调度管理、公交收益和运营成本核算的重要基础资料。以公交自动采集数据为核心、其他公交系统基础静态数据为补充, 进行数据之间的交互校验, 设计公交系统建设不同阶段不同数据条件下的公交客流挖掘分析方法, 得到精度更高的公交客流信息, 服务于公交行业的实际生产和规划。

3) 基于公交 IC 卡数据的公交运行状态分析

为保证城市公交系统的安全、高效运行, 公交企业需要及时掌握有关公交系

统运行状态的信息，从而为公交智能调度以及公交系统运营管理提供决策支持。

4) 基于公交 IC 卡数据的公交服务水平分析

公交系统服务水平分析是进行公交系统问题诊断的重要手段，是公交系统进行优化调整的重要参考依据，是公交企业和公交行业认识公交发展现状和进行公交远景规划的重要基础工作。