



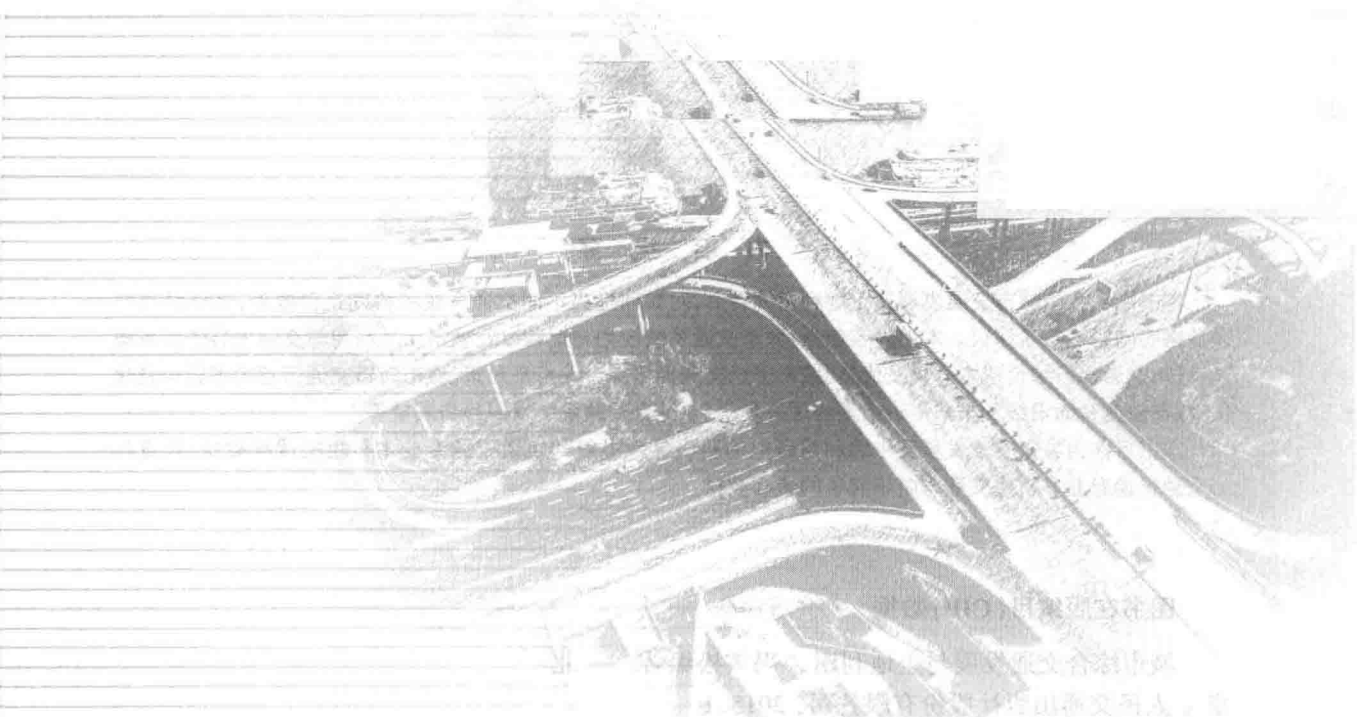
城市综合交通发展 与土地利用

URBAN INTEGRATED TRANSPORT
DEVELOPMENT AND LAND USE

冯雪松◇编著



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



城市综合交通发展 与土地利用

URBAN INTEGRATED TRANSPORT
DEVELOPMENT AND LAND USE

冯雪松◇编著



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

内 容 提 要

本书结合我国城市交通发展及土地利用的特点,对如何提高不同交通系统的协同运营效率,降低城市交通危害等问题进行了探讨。本书内容包括:城市交通系统规划与运营以及城市土地利用与交通发展的关系概述、城市交通出行综合成本分析及优化、城市道路交通拥堵综合评价及对策、城市轨道交通运营效率评价及优化、城市轨道交通沿线及车站周边土地合理开发、城市综合交通系统发展趋势展望等。

本书可作为城市交通发展及土地利用研究的科研参考书籍和轨道交通专业本科生的课程教材,也可作为交通运输专业非轨道交通方向研究生的选修教材。

图书在版编目(CIP)数据

城市综合交通发展与土地利用 / 冯雪松编著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015. 1
ISBN 978-7-114-12047-3

I. ①城… II. ①冯… III. ①城市交通—关系—土地利用—研究—中国 IV. ①F572②F321.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 024201 号

书 名:城市综合交通发展与土地利用

著 作 者:冯雪松

责任编辑:李 坤 吴燕伶

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.ccpress.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:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:20.5

字 数:492 千

版 次:2015 年 1 月 第 1 版

印 次:2015 年 1 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-12047-3

定 价:49.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

城市综合交通发展与土地利用

作者简介



冯雪松 男,1979 年出生,工学博士,北京交通大学副教授,硕士生导师,2013 年入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”。作者于 2004 年 10 月至 2009 年 9 月,就读于日本广岛大学,先后获交通工学硕士、博士学位;2009 年 10 月至 2010 年 9 月,任日本名古屋大学环境学研究科研究员;2010 年 10 月至今,任北京交通大学交通运输学院副教授,并从 2014 年 7 月起,作为国家公派访问学者赴美国杨伯翰大学开展为期 1 年的合作研究。作者长期致力于区域以及城市综合交通系统合理规划发展、运行效率提高、能耗水平降低等方面的研究。具体研究内容包括相关模型构建、算法开发与改进、模拟测算技术应用、综合评价指标体系建立与完善、综合系统构建与分析优化等。截至 2014 年底,作者主持过国家和省部级科研项目各 1 项;参加了日本文部科学省、日本环境省以及我国科技部“973”计划项目、国家自然科学基金“重大”项目等多项大型科研项目;参与编写英文著作及中文教材各 1 部,在国内外发表学术论文 40 余篇,其中 10 篇被 SCI 检索,4 篇被 SSCI 检索,15 篇被 EI 检索,6 篇被 CPCI 检索。



前 言

随着人类社会进入 21 世纪,交通问题日益成为城市可持续发展的核心议题之一。如何更加合理、有效地规划、建设及运营我们的城市交通系统,使我们在充分享受科技进步与经济发展所带来的便捷的交通服务的同时,最大限度地避免或减少诸如交通拥堵、交通事故、机动车尾气排放污染等所造成的伤害,已成为人类不可回避的问题。综合交通发展理念的提出激发了我们关于未来城市交通系统健康发展的更多思考。

作为使城市健康发展的“骨架”,城市综合交通系统以提高城市不同交通系统运营效率、降低城市交通危害为出发点,对城市内有限的交通、土地、管理等资源进行有机整合;该系统的规划、建设与运营广泛涉及城市所处区域的综合交通系统规划与运营、城市本身的综合发展、城市不同交通网络之间的协调建设、城市土地合理开发利用等诸多内容。由于篇幅以及作者能力有限,本书中的内容无法囊括城市综合交通发展的方方面面。此外,对于目前在城市综合交通领域内存在争议的相关问题,书中所介绍的内容并不表示作者支持或反对某人或某机构的研究成果、观点等,而旨在抛砖引玉,更好地为解决城市交通问题服务,并欢迎大家批评指正。

除在文中已标注出的引自他人的既有研究成果外,书中所介绍的具体研究工作得到了教育部“新世纪优秀人才支持计划”(NCET-13-0655)和国家自然科学基金“青年基金”(71201006)的资助;另外,北京交通大学交通运输学院对于本书的撰写和出版给予了教改立项支持。在本书的编写过程中,北京交通大学交通运输学院在读研究生张含笑、王泉、刘异、张和美子、王馨叶花费了大量时间,做出了巨大贡献。本人在此对以上机构和个人,以及所有关心和帮助过本书最终顺利成功出版的各位领导、同事、朋友表示最诚挚的感谢!

冯雪松

2014 年 11 月于美国犹他

目 录

第1章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 城市综合交通	3
1.3 城市土地利用	16
1.4 本章小结	23
第2章 城市交通出行综合成本分析及优化	26
2.1 引言	26
2.2 出行成本分析及优化方法	31
2.3 综合出行成本优化建模	39
2.4 案例分析	48
2.5 本章小结	58
第3章 城市道路交通拥堵综合评价及对策分析	61
3.1 引言	61
3.2 城市道路交通特性	70
3.3 交通拥堵影响因素	74
3.4 交通拥堵评价指标及评价方法	82
3.5 缓解交通拥堵对策及案例分析	107
3.6 本章小结	132
第4章 城市轨道交通运营效率评价及优化	136
4.1 引言	136
4.2 城市轨道交通运营效率评价	142
4.3 车站运营效率评价与优化	152
4.4 列车运行效率评价与优化	172
4.5 案例分析	180
4.6 本章小结	188
第5章 城市轨道交通与沿线土地利用	191
5.1 引言	191
5.2 城市土地利用分类及我国城市土地开发现状	199
5.3 城市轨道交通沿线土地利用形态、强度和规模	224
5.4 城市轨道交通车站客流量与周边土地利用关系	237

5.5 本章小结	248
第 6 章 城市轨道交通车站周边土地利用管理	252
6.1 引言	252
6.2 研究区域及数据调查	262
6.3 优化措施及仿真分析	269
6.4 本章小结	274
第 7 章 总结与展望	276
7.1 新城市交通系统	276
7.2 城市综合交通发展趋势	286
7.3 本章小结	291
附录 1	294
附录 2	296
参考文献	297

第1章 绪论

1.1 引言

交通是国民经济的基础要素和社会公共基础设施。交通运输的社会属性、政治属性、文化属性、外部性决定了交通运输业由市场完全配置不具有经济性和可行性。因此,世界许多国家都把交通运输作为国家管制的对象,由国家通过规划进行运输资源的配置,以避免重复建设、实现国家利益和公众利益(综合交通规划的理论与方法课题组,2005)。

运输可认为是借助公共交通网络及其设施和运载工具,通过一定的组织管理技术,实现人和物空间位移的一种经济活动和社会活动(徐显明,2007;田丽君,2008)。广义交通的含义比运输广,指各种运输和邮电通信的总称。运输与交通虽然都是指人和物的移动,但描述的角度不同。运输强调的是“运”,通常是站在宏观管理部门和运输业的角度注重其过程,而交通侧重于通达程度。

综合交通的概念是随着人们对交通发展的认识不断加深而产生的。国外和国内对综合交通概念的认识有所不同。国外最早提出综合交通这一概念大约在20世纪40~50年代。最近二十年,其概念的名称和内涵才趋于一致。国外关于综合交通(Integrated Transportation)的定义为使两种以上交通工具在最佳化基础上整合,以实现旅客或货物的直达运输,强调的是在不同交通方式之间实现“无缝”和“连续”。国内定义综合交通(Comprehensive Transportation)为研究综合发展及利用铁路、公路、水运、航空和管道等各种运输方式,以逐步形成和不断完善一个技术先进、网络布局和运输结构合理的交通运输体系学科。

城市综合交通是一个特殊,并具有多种类型交通方式组合的交通系统,具有综合交通的概念,涵盖存在于城市中以及和城市有关的各种交通方式(李志君,2006)。

王继峰(2008)定义城市综合交通为在城市的范围内考虑城市各种用地之间人和物的流动,包括城市道路交通、轨道交通、水运交通等。

李志君(2006)定义广义的城市综合交通为城市(区)范围以内的交通,或称为城市各种用地之间人和物的流动。这些流动都是以一定的城市用地为出发点,以一定的城市用地为终点,经过一定的城市用地而进行的。从形式上看,城市综合交通可分为地上交通、地下交通、路面交通、轨道交通、水上交通等;从地域上看,根据城市综合交通的“源”与“流”分布性质的不同,城市综合交通可划分为城市对外交通和城市内部交通两部分,前者以城市为单位,泛指一个城市与其他城市地区之间的交通联系,后者指城市内部各交通产生点和吸引点之间的交通联系。

刘灿齐(2001)总结城市综合交通包括以下一些子系统:

- ①机动车交通系统——包括道路和各类机动车。
- ②客运交通系统——包括公共交通和个体交通。

- ③货运交通系统——包括货运线路、货流中心。
- ④自行车交通系统——包括非机动车道(含机非混行车道)和各类非机动车。
- ⑤行人交通系统——行人、人行道、步行街、过街人行设施等。
- ⑥城市轨道交通——主要有地铁、轻轨、市郊铁路。

伴随着社会经济的不断发展,城镇化进程和机动化进程不断推进。在此期间,城市交通发展模式也在不断演化。高进博等(2005)根据世界各国大城市综合交通的发展历史,归纳了小汽车交通为主、公共交通为辅和公共交通为主、私人交通为辅的两种主导发展模式:一种是以美国为代表的大量发展私人小汽车的模式;一种是以俄、日、法为代表的大量发展公共交通的模式,用于通勤的交通方式主要是公共交通,私人交通则作为探亲、访友等出行目的的主要交通方式。但随着城市经济等各方面的发展,以小汽车为主的城市和部分新型城市逐渐开始重视城市公共交通系统在整个交通系统中的作用。

李志君(2006)阐述 50 年前波特兰热衷于汽车文化,于是大量修建城市快速路,甚至拆迁整个城市中心区以满足不断增长的小汽车的需求。但是到了 20 世纪 60 年代,完全依赖小汽车的策略逐渐显现出缺乏可持续性的缺点,波特兰开始制定各种政策来改变这种完全依赖小汽车的状况。许多一体化的战略促使波特兰从对私人小汽车的过分依赖中转移出来,包括局部区域的交通抑制计划;限制城市中心停车空间;在市中心为公共汽车和电车提供优先服务;停止快速路建设,转而支持公共交通建设;促进各种公共交通方式之间的协调;旨在扩充公共空间的一系列举措等。波特兰改进交通方面最成功之处在于倡导郊区化时保持了活跃的市中心,将交通规划和土地规划紧密结合,以创建宜人的城市。

洛杉矶是一个典型的美国式低密度的依赖小汽车的城市,交通工具在洛杉矶所扮演的角色几乎胜过了世界上其他任何一个城市。汽车和高速公路在洛杉矶占有绝对的主导地位,汽车文化融入每个人的生活,而公共交通被明显地忽视了。汽车文化导向了一个从城市中心区向各方向延伸的低密度的城市,宽广的主干道路控制了洛杉矶的风景,城市中最典型的建筑是高速公路的巨大高架桥和高架道路;同时洛杉矶饱受环境折磨,碳氢化合物常常使天空变得昏暗;居民反对高速公路带来的区域性破坏等问题。近年来,洛杉矶已经减少高/快速路修建,开始建设轨道和公共交通项目。可持续发展问题开始涌现。尽管政府进行了很多的尝试,企图把人们的出行从私人小汽车转换到公共交通上来,但目前绝大部分的出行还是依靠小汽车完成的。

以我国主要特大城市为例,王继峰(2008)认为这一变化过程可大致分为四个阶段。

①第一阶段(1978~1991 年)。这一阶段是中国城市和经济的恢复时期,并且开始从计划经济向市场经济转变,城市人口有所增长,居民出行以步行、自行车等非机动、慢速交通方式为主。这些交通方式在城市交通中所占比重达到 70% 以上,并且平均出行距离较短,出行目的以上班、上学等刚性出行为主。

②第二阶段(1992~1999 年)。随着改革开放的不断深入,中国城市经济发展步伐加快,GDP 和人民生活水平显著提升,城镇化进程开始加快,机动车保有量开始迅速增长。新建道路、拓宽机动车道、修建快速路和立交桥等措施刺激了机动化的发展速度。

③第三阶段(2000~2010 年)。为了解决交通拥堵问题兼防患于未然,在“畅通工程”的推动下,公共交通优先的发展战略开始受到关注,国家部委也相继制定了相关的规定,并提出

了在2010年前后基本确立公共交通在城市交通中占主体地位的目标。由于机动化进程发展势头之猛、对城市生活影响之大,因此很多城市在制定交通发展战略时都明确把适度限制小汽车、确立公交优先作为首要发展目标。

④第四阶段(2011年以后)。展望未来,当城市交通供需矛盾、个体交通和公共交通矛盾得以缓解的时候,交通系统的服务水平和居民多样性、高质量的出行需求之间的矛盾可能会突显出来,这就要求城市交通系统应该向居民提供快捷、安全、多层次、高效率和高可达性的交通方式,无论机动化交通方式还是非机动车化交通方式,无论公共交通还是个体交通,均能够在合理的土地利用结构中充分发挥各自的技术经济特性,并与居民出行需求的产生和满足过程中的效用有机结合。

毛保华等(2008)分析随着北京社会与经济的发展,北京城市综合交通历经了不同的历史发展阶段。从交通结构角度来看,北京城市综合交通的发展过程可以依据机动化水平(包括公共交通与私人机动化交通)、机动化类型(私人机动化交通所占比例)来进行分类。

①出行水平较低的非机动化交通主导阶段(1949~1977年)。从新中国成立到改革开放初期这一阶段的交通状况与当时的计划经济体制相适应,主要以非机动车化交通方式为主,自行车与步行交通占总出行量的70%以上。70年代初开始通车运营的地铁逐渐发挥了辅助作用,占到总客运量的2.32%。

②出行水平增长的公交主导发展阶段(1978~1985年)。改革开放以后,城市经济开始快速增长,公共交通客运量稳步提升,形成了公交主导发展的时期,出行量开始明显增长,公共交通客运量增长趋快,非机动车保有量增长加快。

③出租车主导发展的机动化前期(1985~1995年)。在这一时期,出租车迎来发展高潮的同时,公交和非机动车交通增长趋缓。

④私家车迅速增长的快速机动化阶段(1996~2006年)。1996年以来,北京市进入全面机动化时期,其标志是以私人小汽车为主的机动车数量迅速增长。

⑤以轨道交通建设为主导的公交发展阶段(2007年以后)。快速机动化十余年来,北京市道路交通进入了饱和拥堵阶段,运行状况已经空前恶化。为此,北京加快了以轨道交通系统为主线的新北京交通系统的建设步伐(全永荣和刘小明,2005)。

综上所述,城市综合交通的发展有其规律可循。在现有研究和实践的基础上对城市综合交通规划和运营方法进行深入的研究和探讨有助于管理者和决策者更清晰地进行分析、预测,从而采取适当的城市交通发展策略,促进城市交通系统和谐健康发展。

1.2 城市综合交通

1.2.1 城市综合交通系统规划

城市综合交通不仅本身是一个复杂的大系统,它还是一个开放的系统。社会经济、政治策略、人口分布等作为系统外部环境的组成部分,各部分之间存在着强烈的相互作用。因此,城市综合交通规划成为人们必不可少的关注内容。目前,城市综合交通规划的定义并未获得统一的概念表述。

韩连平(2010)总结城市综合交通规划为对城市交通的各相关要素在有限的空间上和时间上进行合理的配置,它既包括实体规划也包括制度规划。实体规划即综合交通系统的物理层次规划,主要包括:综合交通系统的总量规模、节点和通道布局、运输方式和等级结构、枢纽和路网的衔接以及建设时序安排等;而制度性规划是通过政府制定的法律制度、政策制度和管理制度,规范综合交通的发展(综合交通规划的理论与方法课题组,2005)。

邹本存(2004)提出所谓城市综合交通规划,是通过城市综合交通需求发展的预测,为较长时期内城市的各项交通用地、交通设施、交通项目的建设与发展提供综合布局与统筹规划,并进行综合评价。田丽君(2008)定义城市综合交通规划为通过政策、技术、经济等多种手段,以实现政府对城市综合交通设计有效管理和充分利用的目标,满足社会经济发展对交通的需要。张曙光(2007)定义城市综合交通规划为以有限资源在空间和时间上的合理配置满足政治、经济、社会发展等对交通需要的多元目标设计与安排。陈佩虹(2010)定义城市综合交通规划为以城市内全部交通方式对象,与城市规划、土地利用规划相协调,符合城市环境、教育、健康和社会福利政策的一体化交通规划。

叶以农(2011)介绍城市综合交通规划的工作目标主要体现在:以系统最优的原则来分析、研究城市交通系统与其他社会系统(如交通系统与土地利用系统、环境系统等)之间,以及该系统内部各个子系统(如道路系统、公交系统、停车系统等)之间的协调关系,并提出相应的战略目标、政策建议、对策措施和实施方案,以此来完整地反映交通系统的运营体系、设施布局和功能结构。

近些年,我国城市综合交通规划理论与技术方法,在进行大量研究、探索和创新基础上,取得了很大进步。彭建和王雪松(2011)总结1990年我国城市综合交通规划的核心目标是适应城市快速发展要求,提高城市交通基础设施的供给能力,满足城市快速发展所带来的日益增长的交通需求。在城市综合交通规划中主要采取以需求为导向的规划目标,规划内容以道路交通为主导,并以快捷和畅通为重要衡量指标。进入21世纪后,城市综合交通运行情况、发展环境的变化促使城市综合交通规划目标开始转向集约、绿色、一体化,并提高了土地利用与交通综合规划相协调的力度。优先发展城市公共交通成为国策,轨道交通、地面公共汽(电)车交通成为城市综合交通规划的重点;同时步行、自行车等低碳、绿色的交通系统也成为城市综合交通规划的重点内容;提高公共交通出行比例也作为应对环境、能源、土地制约的核心指标成为城市综合交通规划的主要目标(Kong,2010)。

刘灿齐(2001)认为城市综合交通规划理论的产生和发展大致可分为四个阶段。

①萌芽阶段。交通问题和交通建设几乎从人类文明开始就出现了。在汽车出现以前和出现之初,交通建设比较简单,但仍然存在综合交通规划的过程。一些中国古代城市的道路网就变现成棋盘形状,体现出建路之前有关人员的规划;第二次世界大战末期,发达国家汽车逐渐增多,已有的城市路网的容量和形态均与汽车的出行需求之间存在愈演愈烈的矛盾。美国于1944年进行针对交通出行的家庭访问调查,并作了数据统计分析;20世纪50年代,美国还借用系统分析方法对城市道路网的布局进行分析;日本于1950年在东京进行了机动车出行OD调查。

②四步法阶段。1962年,美国芝加哥开始了城市综合交通规划的研究,例如《芝加哥城市交通规划研究》,标志着真正交通规划的诞生。1962年,美国制定的相关法规规定:凡人口超

过5万的城市,必须编制以城市综合交通调查为基础的城市交通规划。该法规大大推进了交通规划理论的发展。20世纪60年代后期,日本广岛的交通规划首次提出了对不同交通方式进行划分这一新的预测内容。此后,交通规划变成了交通发生、交通分布、交通方式划分和交通分配四个步骤,即交通规划四阶段理论。

③非集计模型阶段。关于非集计模型的研究最早也是始于20世纪60年代后期(就是上面提到的广岛都市圈的交通规划),首先用于交通方式划分;20世纪70年代后,McFadden等学者对它作了深入的研究,并推向实用化。四阶段预测是将个人的交通活动的资料按交通分区进行统计处理,是以交通分区为单位的模型,而非集计模型的分析单位是个人,对调查得到的数据不进行统计处理,而是引入效用理论、概率论的方法进行直接分析研究的。非集计模型至今仍在发展之中。

④平衡模型加计算机技术阶段。自1975年LeBlanc发明Beckmann平衡交通分配模型的算法以来,人们借助各种现代的应用数学工具(神经网络方法、数学规划方法等)展开了关于平衡问题的数学模型及其算法研究,迅速发展的计算机技术使得大规模的、复杂的非线性数学规划模型及其算法得以实现。同时,城市综合交通规划逐渐注重以土地利用、人口、就业岗位为基础进行交通预测,然后进行公共交通、静态交通、行人交通、政策等方面的综合规划。

我国的城市综合交通规划起步较晚,至今不到20年。20世纪80年代初期和中期我国城市综合交通规划主要是进行一些定性分析,或者仅依据道路交通量用最简单的方法估计年增长率以推求未来年份的交通需求量。20世纪80年代后期引入国外的综合交通规划理论。在理论方面,我国学者在应用国外的综合交通规划理论和方法时,注重针对我国城市的实际情况(如大量的自行车出行)进行完善,建立具有中国特色的综合交通规划理论。另外,我国学者也参与了国际前沿的研究,推出许多研究成果;在应用方面,目前我国大多数大城市和一部分中等城市都进行了综合交通调查。

虽然传统交通规划理论在国内外均有较好的发展,但随着城市经济发展、居民需求提高,传统交通规划理论也逐渐显现其不足之处。孙根彦(2012)认为传统交通规划理论存在以下几项不足:

①传统的交通规划方法在规划城市综合交通系统时较少考虑交通发展对资源的要求和对环境的影响。

②城市综合交通规划仍采用以小汽车交通为主导的规划理念。

③传统“四阶段”交通需求预测方法已不能适应现代城市居民的出行行为、出行特征,同时无法较好地反映交通对人口和岗位的反馈信息。

基于传统交通规划理论的不足,众多学者均在城市综合交通规划理论研究中做出了进一步的完善。城市交通规划主旨应着眼于使用多元化交通方式降低交通拥堵、污染、建设维护费用而发展有利于城市环境的综合城市交通。

夏胜国等(2011)剖析了目前规划实践中落实绿色交通理念存在的问题,进而结合对绿色交通理念内涵的解析,提出并设计了“绿色组织、绿色系统、绿色管理”三阶段式规划技术路线。以新加坡·南京江心洲生态科技岛为例,探讨绿色交通规划技术的落实方法与途径;从自然条件、容量约束角度分析了江心洲绿色交通的定位及发展目标,提出并比选综合交通体系的总体组织模式;详细阐述了围绕公共交通和非机动交通进行城市综合交通系统构建的思路和

方法;提出绿色管理应从交通需求管理和智能交通管理两个角度思考,以及车辆标准控制、停车泊位控制、错时上下班和拥堵收费四类措施。

左大杰和徐学才(2006)基于“四阶段法”,根据可持续发展的目标,对城市综合交通系统规划方法进行了改进。新的城市综合交通系统规划方法在“四阶段”预测模型的基础上考虑了第五阶段,即可持续发展预测评价阶段。首先,作者采用等效连续 A 声级指标,建立道路交通噪声预测模型用于测量评价道路交通噪声对环境的影响,并定义交通干线道路两侧昼间噪声不超过 70 分贝,夜间不超过 55 分贝(曾德芳,1998;赵建强,2002)。如结果不满足该标准,作者建议可以采取防治措施(例如对车辆进行技术改造以降低噪声等),或者对综合交通规划方案进行调整(例如增加噪声小的交通方式在交通系统中的分担率等),或者调整土地利用形态等。其次,基于功率平衡原理建立了车辆燃油消耗的微观理论模型,以汽车在城市交通中油耗试验为基础建立了城市交通系统燃油消耗的宏观模型。能源消耗量不满足有关标准时,作者建议采取措施减少燃油消耗(例如对发动机进行改造,采用替代燃料等),或者对该方案进行调整(例如增加单位油耗少的交通方式在交通系统中的分担率等)。然后,作者提出可以使用理论分析、原型试验和数值计算三种方法用于预测评价道路交通对大气环境的影响。最后,作者提出详细的新综合交通规划方法的基本思路,并将其应用于实际的道路系统中。

孙根彦(2012)定义紧凑城市为一种实现城市可持续发展的手段,即充分利用城市土地资源,提高城市空间的利用率和集约度,降低交通需求,优先发展公共交通,减少能源消耗和环境污染,遏制城市蔓延扩张,实现城市可持续性发展。作者引入紧凑城市的概念,首先基于传统交通需求预测方法,分析交通模型参数与其影响因素的相关性,并研究紧凑城市下的交通出行特征;在此基础上,引入土地利用混合率和交通可达性等参数改进交通需求预测模型,建立紧凑城市的交通模型和预测流程,对现有交通网络规划方法进行分析,根据交通需求预测结果,研究城市交通网络的布局规划方法与技术;最后,研究面向紧凑城市交通系统规划综合评价指标体系、评价模型以及评价指标的量化方法,研究面向紧凑城市发展的城市交通网络综合评价技术。

Chang 和 Chu(2005)基于对交通走廊成本的研究,采用考虑非弹性、多起点对单终点的需求形式对交通走廊内轨道交通线路进行规划,旨在实现交通系统总成本最小化,确定考虑外部性成本前后该走廊内城市轨道交通的最优发车间隔和线路长度。Inturri 和 Ignaccolo(2011)针对一条理想的存在小汽车和轨道交通两种方式的交通走廊采用确定性用户平衡分配方法计算评价系统指标,以识别交通政策对运营者和公众的效益,指出引导轨道交通和停车换乘方式可以获得较高的利润和社会效益。

Ferrari(1999)基于对城市综合交通规划理论的研究,针对只运行两种交通方式的交通系统,提出了非线性规划模型以解决网络平衡状态下的交通规划问题。首先,作者基于平均用户满意度建立一个优化模型,目标函数为平均用户满意度最大化,同时考虑的约束条件包括:预算约束、道路能力约束以及用户平衡约束。对于预算约束,作者定义了年均运营成本与年均运营收入(主要来源于公共交通的票价和道路收费)之差,并且该项差值应受到用于投资公共交通和道路系统的资金限制;对于道路能力约束,作者分别考虑了机动车道路网络和公共交通道路网络;对于用户平衡约束,作者根据 Wardrop 第一原理使用了变分不等式用以描述平衡状态

下的交通网络,并估计该状态下各路径上的交通流量。其次,假设小汽车路径成本为各路段成本之和,公共交通路段成本与路段流量相互独立,作者对提出的优化问题进行简化求解。最后,作者基于建立的交通规划模型提出了一系列的实际案例。

以上是部分学者针对传统交通规划理论在可持续性方面的不足而对理论进行的改进。还有众多学者针对传统交通规划理论以小汽车交通为主导这一不足对规划理论做了进一步的研究。

陆锡明等(2010)认为基于小汽车的交通规划(Car Base Planning, CBP)是20世纪初期随着机动化发展而形成的,其对象主要是小汽车使用者,是以解决小汽车出行问题为主的道路网络发展规划。但是,CBP并没有很好地解决城市交通问题,小汽车的快速增长使大城市道路交通拥堵日益严重。他们还提出基于TOD(Transit-Oriented Development)的城市综合交通规划理念。基于TOD的城市综合交通规划具体分为六个阶段:城市结构域交通系统互动分析、交通需求特性分析与土地利用反馈、干线综合交通网络规划、交通系统规划、交通建设项目规划、实施规划(陆化普,2005)。基于TOD的城市综合交通规划主要包括:基于公共汽车的交通规划(Bus Base Planning, BBP)和基于轨道交通网络的城市综合交通规划(Rail Base Planning, RBP)两类。

BBP的对象主要是公共汽车乘客,是以解决公交优先问题为主的公交网络发展规划。20世纪90年代,公交网络规划成为交通规划的重点之一,公共交通运能明显提高,适应了城市拓展带来的出行需求。

Lu等(2011)基于对出行链的出行成本的研究,采用非集计模型探讨在一条轨道交通与公路相平行的交通走廊内,不同市场机制下,该交通系统的最优票价、停车费及相应的交通方式划分情况,提出当政府运营轨道交通及停车换乘点,且工作地点的停车位由私人公司管理时,较低的公交费用和较高的停车费用等措施可以鼓励出行者使用停车换乘方式,同时系统净效益最大并且能够相应地提高轨道交通吸引力。Basso等(2011)考虑公交车和小汽车间相互影响建立优化模型,分析对于公交补贴、道路收费等不同的城市交通管理政策下公交系统服务水平,认为设置公交专用道有利于提高交通系统的社会福利。王树盛和章燕(2011)以江阴市为例剖析了目前城乡空间与交通体系构架存在的问题,区别于以往服务于小汽车交通为主的规划理念,提出了在江阴市域范围内以快速公交为核心,在中心城区范围内以公交专用道为核心的综合交通规划编制思路,并以引导优化城乡空间发展为重点制定了公共交通发展规划方案。针对公交专用道的设置对道路交通产生的影响,作者提出中外环采用停车换乘措施、内环以公交为先,管制停车和配合使用单行道。薛美根和顾煜(2011)认为上海20世纪80年代综合交通规划侧重于交通专项规划,大力改善城市地面公交系统,10年内每年增加新车300辆左右,配齐停车和保养设施,新建高架道路考虑实施行驶快速公共交通。效果显示交通设施容量、交通服务水平提高,公交服务向多元化发展,运输管理水平提高,机动车有序增长,改善交通设施建设滞后、交通供给不足、出行难等问题。

陆锡明等(2010)提出RBP即轨道交通导向的城市综合交通规划,其对象是采用不同交通方式的全体出行者,与传统交通规划有显著区别,是基于轨道交通网络的综合交通体系发展规划。薛美根和顾煜(2011)总结上海1990~2010年综合交通规划重点为以轨道交通为代表的交通设施规划。Chang和Chu(2005)基于对交通走廊成本的研究,建立系统总成本最小化模

型,分析了考虑外部性成本前后该走廊内城市轨道交通的最优发车间隔和线路长度。理论分析显示,当假设接近距离的系数取0.5、全部出行者均使用轨道交通时,总出行需求与线路长度相互独立;案例结果表明,若外部效益足够大,可以抵消增加的列车运营成本,则实际优化时可以增加线路长度,同时缩短发车间隔;若外部效益不足以抵消优化后列车运营成本,则根据优化获得的外部效益大小来选择最终方法。Jansson(1993)在城市交通系统中,基于服务频率对出行者等车时间影响的研究,建立社会福利优化模型确定公共交通系统内高峰期与非高峰期的最优发车间隔和最优票价,结果得出非高峰期最优票价应高于高峰期最优票价。

针对传统交通规划理论的前两点不足进行改进的规划理论大多是单独针对交通系统内部的各个因素的综合规划。但是,现阶段城市综合交通规划早已不单单考虑交通系统本身,将交通系统及其外部环境系统共同考虑进行系统性、综合性的规划研究已是规划理论中一个必然的研究方向。

众多学者基于对传统交通预测模型的研究,探讨不同因素之间的反馈信息。Evans(1976)结合重力分布模型和交通流分配模型,考虑交通流分配和出行分布之间的反馈关系。Feng等(2009)介绍众多学者(Boyce,2002;Boyce和Xiong,2007;Levinson和Kumar,1994)已经证实反馈型出行需求预测模型的有效性。Boyce等(2008)进一步对反馈型预测模型的不同收敛方法进行敏感性分析,并且强调建立反馈型模型对交通规划的重要性。

Levinson和Kumar(1994)基于传统四阶段交通规划模型的研究,考虑交通需求、交通流分配和交叉口信号控制之间的反馈关系,提出新型的交通规划模型结构。结果显示,引入由拥堵时间、路段流量和交叉口信号控制之间的反馈建立的交通需求预测模型能够提供更为真实的出行模式和交通流量。Feng等(2009)基于对传统四阶段预测模型的研究,采用集计的多项Logit模型考虑人口、小汽车拥有量的空间分布对出行需求的影响,建立回馈型交通需求四阶段预测模型,并针对北京市进行案例分析得出,与回馈型四阶段模型相比,传统四阶段预测模型存在过高预测城市交通出行需求的可能性。

Shepherd等(2006)基于对交通政策设计的研究,采用成本效益分析方法和两种多模式交通/土地利用模型——MARS和TPM,规划制定不同交通政策并评价其实施效果,且采用下山单纯型法进行优化问题的求解。其中,MARS模型是考虑出行需求和土地利用对交通产生影响的回馈模型,而TPM模型是重点描述出行者行为的政策预测模型。结果显示,用MARS和TPM模型评价政策效果时存在差异;MARS模型显示降低公共交通票价政策和提高燃油费可以获得最好福利成果,而TPM模型则显示提高公共交通发车频率可以获得最好的福利成果。

王继峰(2008)基于可达性的交通规划理论和方法以可达性这个核心概念为基础,首先深入剖析交通与土地利用之间的关系,引入个体出行效用提出新的可达性模型,并基于职住平衡的规划理念建立交通和土地利用布局优化模型。其次,考虑土地利用、交通需求及居民出行行为特征、交通网络三者间的相互作用和反馈机制,通过构造合理的双层优化模型建立协调和反馈的机制,实现有约束、有反馈的滚动式优化。最后,进行系统评价。论文以大连为实例,介绍了基于可达性的交通网络优化模型的应用以及Pareto优化方案集的情况。

1.2.2 城市综合交通系统运营

根据毛保华(2011)的阐述,城市综合交通问题一般可以分三个层次:一是宏观层面的问题,主要涉及城市综合交通系统发展战略与各种政策;二是中观层面的问题,主要包括各类城市综合交通规划以及涉及问题;三是微观层面的问题。重点在于城市综合交通系统内部微观行为。宏观问题通常是大跨度、宽视野的,考虑的细节相对粗糙,研究微观问题的特征是针对某一时间段、某一环节的考虑都非常细致。不同层面问题的分析和研究相辅相成。城市综合交通系统运营属于微观层面的问题,然而城市综合交通系统则处于中观层面。城市综合交通系统的高效运营可以促进城市综合交通系统合理规划和建设,同时合理的城市综合交通系统的规划是城市综合交通系统高效运营的前提。城市综合交通运营和规划是城市综合交通系统发展的两个密切联系、互有制约的重要过程。

基于合理的城市综合交通系统规划,城市综合交通系统才能实现高效运营的目标。城市综合交通系统内部轨道交通、常规公交、快速公交等交通方式之间的运营协调是城市综合交通系统运营的重要内容。所谓的运营协调是指通过运能匹配、管理政策等手段达到在轨道交通与常规公交运营组织中出行者出行时间上的连续协调(黄文娟,2004)。张宇石等(2009)梳理了国内外在局部多方式协调领域的关于运营协调方面的研究成果。如 Hurdle 和 Wirasinghe (1980)研究了接运公交线路位置,公交车发车间隔以及轨道站点的选址问题,得到总成本函数最优化的解;Lee 和 Schonfeld(1991)、Chien 和 Schonfeld(1997)等均通过对发车间隔、车站停留时间、松弛时间等变量进行优化,从而确定某站点内多条线路的协调运营方案。并且基于概率论方法以系统总成本费用最小为目标,建立两种交通方式运营协调模型用于优化轨道交通和常规公交的运营组织。结果表明:运营协调能够明确提高出行者的换乘效率;出行者的换乘费用在高峰期和非高峰期均有明显的下降;协调状态下出行者的等车时间成本低于非协调状态出行者的等成时间成本;运营协调可能会增加公共交通的运营成本;非高峰期更需要进行运营协调。

林国鑫(2006)阐述了城市公共交通一体化系统的特征和优势,如图 1-1 所示,并梳理了众多学者在运营调度协调方面的研究。如 Kuah 和 Pert(1988)开发了对于接驳线路的优化分析模型,模型同时考虑了线路间距、发车间隔以及站点设置三个决策变量综合优化;Reynolds 和 Hixson(1992)、Whitney 和 Brill(1998)均通过计算机模拟的方法探讨了换乘站设施、接驳线路和主干线路的运营组织以便提高出行者的换乘效率。然而,上述研究未考虑两次到达的同步性(Arrival Synchronization issues)问题。一些学者又进一步考虑车辆到达时间的不稳定性对公交线路协调效率的影响,如 Lee 和 Schonfeld(1991)研究了一条轨道交通线路和一条接驳公交线路在枢纽站实现协调换乘的条件和方法,研究中将换乘时间和发车间隔共同优化,分别探讨了轨道交通与常规公交车辆均不出现延误和二者均可能出现延误时的协调优化模型;Lee 和 Schonfeld(1994)进一步优化单站点多条线路的发车间隔和松弛时间(Slack Time),详细探讨了非协调、发车间隔单一与协调、发车间隔正比例两种情况下的协调及部分协调的费用函数组成与计算方法;Bookbinder 和 Desilets(1992)考虑车辆达到时间确定和随机两种情况,建立含有松弛变量的优化模型,给出确定最优离站时间的步骤;Chowdhury 和 Chien(2001)基于给定常规公交到达时间分布情况,建立联合公交协调模型,并在非协调和协调两种情况下提出模型

的求解方法。

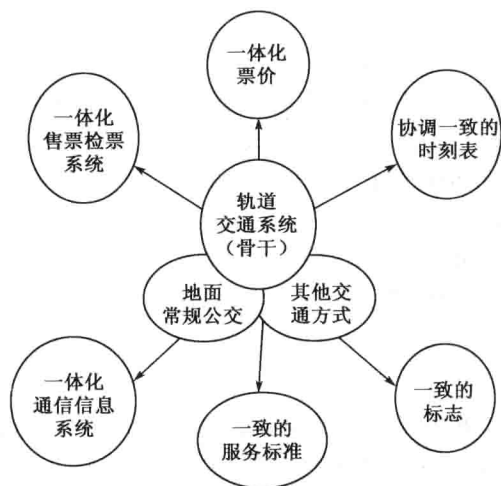


图 1-1 一体化城市公共交通系统的特征和优势
(林国鑫,2006)

叶以农(2011)提出调整优化地面公共交通线网布局和功能层次,建立地面大容量快速公交系统,合理协调轨道交通和地面公交线路之间的合作关系,可以更合理地规划城市轨道交通系统。Ceder 和 Golany(2001)研究了给定网络公共交通多条线路车辆同步性最大化的时刻表的制定问题,考虑出行者的方便性和满意度,使得到达研究网络用于换乘连接的公共交通工具的数量最大,进而使换乘的出行者在最短的等待时间内从一条线路换乘至另一条线路。通过研究发现,出行者在出行过程中使用轨道交通和地面公交两种交通方式时,通常存在三种换乘情况,即轨道交通系统内部不同线路之间换乘、轨道交通与地面公交之间换乘、地面公交系统内部不同线路换乘(何波,2009)。

1. 城市轨道交通系统内部不同线路之间的运营协调研究

城市轨道交通系统内部不同线路之间的运营协调的重要内容就是列车时刻表的优化。所谓的列车时刻表优化是指对城市轨道交通内部换乘占用的时间资源进行优化(盛志前和赵波平,2004),利用计算机和信息技术设计列车时刻表,使得不同线路上的列车在换乘站同步到发或换乘出行者经过走行后刚好到达衔接列车,实现出行者换乘等待时间的最小化(马超云,2010)。

马超云(2010)总结部分国内外对列车时刻表的协调优化研究。Rapp(1976)建立总换乘等待时间优化函数,通过自动修改列车在始发站的发车时间以便减少换乘延误,并将该方法应用于瑞士巴塞尔的城市轨道交通系统中。结果显示通过对列车时刻表的优化研究,换乘总延误减少 20% 左右。张铭和徐瑞华(2007)通过对网络协调性分析研究,定义城市轨道交通系统为动态形式,建立换乘站衔接层面的换乘时间效益优化模型,再从网络协调层面对换乘节点间列车衔接方案进行全局优化。Wong 等(2008)建立混合整数规划模型用于解决城市轨道交通非周期列车时刻表间的同步问题,实现出行者换车等待时间最小化目标,并且设计基于优化的启发式算法用以模型求解,最后将模型和算法应用于香港城市轨道交通系统内部。基于对既有研究的阐述,马超云(2010)介绍快线和慢线两种线路配置情况下的运行图,如图 1-2 所示,并且提出理想的运营模式是快慢车发车间隔 h 相等,且等于慢车在两个相邻快车站之间的 n 个慢车站停靠损失时间 t 的和或其整数倍,如公式(1-1)所示。

$$h = n \times t \quad (1-1)$$

式中: h ——快慢车发车间隔,s;

n ——两个相邻快车站之间的慢车站个数,个;

t ——列车在慢车站的停靠损失时间,s。