

城市常规公共交通系统的 优化模型与评价方法

胡启洲 邓 卫 ©著



科学出版社

www.sciencep.com

城市常规公共交通系统的 优化模型与评价方法

胡明强 王 立 编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市常规公共交通系统的 优化模型与评价方法

胡启洲 邓 卫 著

东南大学科技出版基金资助

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是关于城市公共交通系统理论研究的著作,全书共分为三大部分20章。第一部分(第2~7章)研究公交线网优化的数学建模与求解问题。在介绍城市公交线网优化知识的基础上,建立了公交线网优化的线性模型和非线性模型,并利用逐步法、功效函数法、禁忌遗传算法、粒子群算法和蚁群算法对优化模型进行算法求解,取得了满意的效果。第二部分(第8~13章)研究公交线网优化的方案排序问题。利用线性分派法、关联函数法、余弦决策法、物元分析法、理想点法和线性函数对公交线网优化的决策方案进行优先排序,得到公交线网优化的最佳方案,为城市公共交通的进一步发展提供理论支持。第三部分(第14~20章)研究城市公共交通的系统评价问题。根据不确定性数学理论中的灰色系统、属性数学、可拓学和区间数理论等,建立了城市公共交通系统的宏观评价模型。这些模型能够全面反映城市公共交通系统的现实状况、内在形成机理与外在反馈结果之间的深层次关系。

本书可作为高等院校应用数学、管理科学、系统工程与交通工程等相关专业的高年级学生和研究生教材,也可供从事相关专业的研究人员、工程技术人员和学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市常规公共交通系统的优化模型与评价方法/胡启洲,邓卫著. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-025339-2

I. 城… II. ①胡…②邓… III. 城市运输:公共运输-交通运输规划
IV. U491.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 148766 号

责任编辑:张海娜 / 责任校对:陈丽珠
责任印制:赵 博 / 封面设计:耕者设计工作室

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 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 8 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2009 年 8 月第一次印刷 印张:14

印数:1—2 000

字数:267 000

定价:55.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

由于城市化和机动化速度的加快,道路需求迅速增长,交通问题日益突出,并成为社会经济发展的瓶颈问题。如何解决困扰城市发展的交通问题,是摆在城市面前的严重课题。城市常规公共交通作为城市交通的主要部分,是保证城市生产、生活正常运转的动脉,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。没有城市公共交通的高速运转,就没有城市的现代化。因此,优先发展城市公共交通,不仅是缓解城市交通拥堵的有效措施,也是改善城市人居环境、促进城市可持续发展的必然要求。所以运用现代化的交通规划理论及现代计算技术,在现有城市道路系统和公共交通运力的基础上,对城市公共交通系统进行系统优化与综合评价,对现有公交运力进行优化组合,最大限度地发挥系统的最佳效益的研究,已成为国内外有关学者的重要研究课题。

城市公共交通系统优化与综合评价是对现有公共交通系统布局进行综合研究,分析其特点,评价其布局的合理性,总结其布局的经验,为今后公共交通系统的调整优化提供科学合理的决策依据。本书通过了解国内外各个城市公共交通系统的发展现状,对城市公共交通系统的优化理论、评价机理和评价方法进行了理论研究。首先,在定量分析的基础上,从理论上探讨了公交线网优化的数学建模与求解问题,并进一步分析了公交线网优化的方案排序问题。其次,采取了多目标多属性原则,对影响城市公共交通系统的各个方面进行了定量计算和定性分析,并在确定评价准则和方法的基础上,综合研究城市公共交通系统的评价问题。最后,根据不确定性数学理论方法,在认识城市公共交通系统的现实状况、内在形成机理与外在反馈结果之间的深层次关系的基础上,建立了城市公共交通系统的线网优化模型、方案排序模型和系统评价模型,并对所研究的理论方法进行了实例应用分析。

本书主要根据国家“十一五”科技支撑计划项目“城市道路通行能力与交通系统评价方法”(2006BAJ18B03)和作者博士学位论文“城市常规公共交通系统评价方法研究”的研究内容总结而成,本书的出版获得了东南大学科技出版基金的资助。

本书由胡启洲、邓卫共同撰写,张卫华、周媛、夏雪、张兵、李爽、黄险峰、易富君等参加了部分编写工作。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指教。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 城市交通系统的现状分析	1
1.2 我国城市公共交通系统现状诊断	3
1.2.1 我国城市公共交通系统现状剖析	3
1.2.2 城市公共交通系统发展态势与对策	4
1.3 城市公共交通系统研究的目的与内容	5
1.3.1 研究目的	5
1.3.2 研究内容	5
第 2 章 城市公交线网优化的基础知识	8
2.1 公交线网优化的意义	9
2.2 公交线网优化的基本原则	9
2.3 公交线网优化的影响因素	9
2.4 公交线网优化的目的	10
2.5 公交线网优化的目标函数	10
2.6 公交线网优化的约束条件	12
2.6.1 单条路线的约束条件	12
2.6.2 线路网络的约束条件	13
2.6.3 公交系统的约束条件	14
2.7 公交线网优化的数学模型	15
第 3 章 公交线网优化的逐步法	17
3.1 公交线网优化模型的建立	17
3.1.1 公交线网优化的目标函数与约束条件	17
3.1.2 区间法对优化目标函数值的标准化处理	17
3.1.3 公交线网优化的非线性模型	18
3.2 基于逐步法的公交线网优化	18
3.2.1 逐步法的基本原理	18
3.2.2 逐步法的计算过程	18

3.3	应用分析	20
第4章	公交线网优化的功效函数法	23
4.1	基于功效函数的公交线网优化	23
4.1.1	优化的目标函数和约束条件	23
4.1.2	优化模型的建立	24
4.1.3	功效函数的算法步骤	25
4.2	应用分析	26
第5章	公交线网优化的粒子群算法	28
5.1	公交线网优化模型的建立	28
5.1.1	优化的目标函数和约束条件	28
5.1.2	优化的数学模型	28
5.2	粒子群算法的基本原理	29
5.3	基于粒子群算法的公交线网优化	29
5.3.1	求解思路	30
5.3.2	求解步骤	30
5.4	模型应用	30
第6章	公交线网优化的遗传禁忌算法	32
6.1	公交线网的优化模型	32
6.1.1	优化的目标函数和约束条件	32
6.1.2	优化的线性模型	33
6.2	遗传禁忌算法的基本原理	33
6.3	公交线网优化的遗传禁忌算法	35
6.4	实例分析——银川市公交线网优化	36
第7章	公交线网优化的蚁群算法	38
7.1	公交线网优化的要素分析	38
7.1.1	公交线网优化的三大要素“点、线、面”	38
7.1.2	公交线网优化的四维消耗	39
7.2	数学模型与算法	40
7.2.1	优化模型的建立	40
7.2.2	蚁群算法	41
7.3	应用分析	42
第8章	基于余弦函数的公交线网优化方案排序	44
8.1	方案排序的余弦决策原理	44

8.1.1 问题描述	44
8.1.2 确定目标函数的权重系数	45
8.1.3 数学模型的建立	45
8.1.4 决策模型的算法步骤	46
8.2 模型应用分析	47
第9章 基于线性分派法的公交线网优化方案排序	50
9.1 优化方案的排序原理	50
9.1.1 基本问题描述	50
9.1.2 理想方案单排列	51
9.1.3 建立最优线性分派决策模型	52
9.2 实例分析	52
第10章 基于灰色关联度的公交线网优化方案排序	56
10.1 灰色关联度的决策原理	56
10.2 模型应用分析	59
第11章 基于三角模糊数的公交线网优化方案排序	61
11.1 问题描述	61
11.2 公交线网优化的灰色模糊原理	62
11.2.1 建立决策矩阵	63
11.2.2 熵权系数法确定权重向量	63
11.2.3 组合计算	64
11.2.4 灰色模糊数的排序	64
11.3 模型应用分析	64
第12章 基于物元分析的公交线网优化方案排序	67
12.1 公交线网优化的数学原理	67
12.1.1 决策矩阵的标准化及方案指标距离矩阵的建立	67
12.1.2 物元理想决策模型的建立及模型求解	69
12.2 模型应用分析	70
第13章 基于理想点法和线性函数的公交线网优化方案排序	74
13.1 基于理想点法的公交线网优化方案排序	74
13.1.1 理想点法的基本原理	74
13.1.2 理想点法应用	76
13.2 基于线性函数的公交线网优化方案排序	77
13.2.1 公交线网优化的线性决策原理	77

13.2.2 线性决策模型的应用分析	79
第 14 章 城市公共交通系统和系统综合评价	81
14.1 城市公共交通系统概述	81
14.1.1 城市公共交通系统的研究范畴	82
14.1.2 发展城市公共交通系统的基本原则	85
14.1.3 城市公共交通系统的界定	86
14.2 系统综合评价	90
14.2.1 系统评价的概念	90
14.2.2 系统综合评价	91
14.2.3 系统综合评价的程序	92
14.3 城市公共交通系统综合评价	93
14.3.1 城市公共交通系统综合评价的意义	94
14.3.2 城市公共交通系统综合评价的主要内容	94
14.3.3 城市公共交通系统的综合评价流程	95
14.4 综合评价方法简介	96
14.4.1 常用综合评价方法分类	97
14.4.2 不确定性数学方法简介	98
14.4.3 系统综合评价模型比较分析	101
第 15 章 城市公共交通系统的评价机理	103
15.1 城市公共交通系统评价的目的与原则	103
15.1.1 评价的目的	103
15.1.2 评价的原则	104
15.2 城市公共交通系统的评价指标体系	105
15.2.1 指标的设置原则	106
15.2.2 指标的设置功能	107
15.2.3 评价指标体系的确定	107
15.2.4 评价指标的检验准则	111
15.3 评价指标的标准化处理	112
15.3.1 评价指标值的标准化处理原则	113
15.3.2 确定评价指标的考察值	114
15.4 评价指标的权重系数	114
15.4.1 主观赋权法	114
15.4.2 客观赋权法	115

15.4.3 综合集成赋权法	115
15.5 综合评价结果的分级机理研究	115
15.5.1 城市公共交通系统评价的经济学准则	116
15.5.2 综合评价结果的等级界定	117
15.6 综合评价的建模机理研究	118
15.7 城市公共交通系统的评价结果分析	119
15.8 相应对策分析研究	120
第 16 章 城市公共交通系统评价指标的量化和分级界定	123
16.1 评价指标的分级准则	123
16.1.1 指标量化的重要性	123
16.1.2 指标界定的分级准则	124
16.2 评价指标的量化与分级界定	125
第 17 章 基于可拓学的城市公共交通系统综合评价	145
17.1 可拓学的基本理论	145
17.1.1 物元理论	145
17.1.2 可拓数学	146
17.1.3 物元分析法	146
17.2 城市公共交通系统等级评定的物元分析模型	148
17.2.1 城市公共交通系统的评价指标体系	149
17.2.2 评价指标的评定标准建议值	149
17.2.3 城市公共交通系统评价的物元分析模型	153
17.3 应用分析	156
17.3.1 银川市公共交通系统数据采集	156
17.3.2 银川市公共交通系统的综合评价	158
17.3.3 评价结果分析	161
第 18 章 基于属性数学的城市公共交通系统综合评价	163
18.1 属性数学的基本理论	163
18.1.1 属性集与属性测度	163
18.1.2 属性识别准则	165
18.1.3 属性识别模型	166
18.2 城市公共交通系统综合评价的属性区间识别模型	167
18.2.1 城市公共交通系统综合评价科学计量体系	168
18.2.2 基于区间识别的城市公共交通系统综合评价	168

18.3 实例分析·····	170
第 19 章 基于区间数理论的城市公共交通系统综合评价 ·····	176
19.1 区间数的基本知识·····	177
19.1.1 区间数的基本运算 ·····	177
19.1.2 区间数的基本定义 ·····	177
19.1.3 基于区间数的综合评判原理 ·····	178
19.2 基于区间数的城市公共交通系统综合评判·····	179
19.3 实例分析·····	185
19.3.1 合肥市道路网络分析 ·····	185
19.3.2 合肥市道路网络数据采集 ·····	186
19.3.3 合肥市公共交通系统的综合评价 ·····	187
19.3.4 合肥市公共交通系统评价结果分析 ·····	191
第 20 章 基于灰色系统理论的城市公共交通系统综合评价 ·····	193
20.1 灰色系统理论简介·····	194
20.2 城市公共交通系统的灰色评价模型·····	195
20.2.1 灰色评价原理 ·····	196
20.2.2 评价模型应用分析 ·····	199
20.3 城市公共交通系统评价的灰色关联模型·····	202
20.3.1 灰色关联评价的基本思路·····	202
20.3.2 应用分析 ·····	204
参考文献 ·····	208

第 1 章 绪 论

1.1 城市交通系统的现状分析

城市化和机动化水平的不断提高,给世界各城市的交通带来了越来越大的压力。在我国,伴随着城市快速扩张和机动车快速增长带来的交通量快速增加,交通问题日益突出。我国每年因城市交通阻塞、延误造成的直接经济损失逾千亿元。特别是我国城市建设规模在不断扩大,城市人口高度集中并大幅度增长,由此导致了城市交通需求量急剧上升。与此同时,随着经济的增长和人们生活水平的提高,我国汽车保有量在进一步快速增长,1978 年我国汽车保有量还不足百万辆,而 2006 年已达到了 4985 万辆,比 2005 年末增长 15.2%。预计今后每年仍将以超过 10% 的速度增长。正是由于汽车与城市道路面积的这种不平衡增长,我国许多城市尤其是大城市交通所面临的压力越来越大,交通拥挤尤其是城市中心区的交通拥挤越来越严重。所以交通拥挤、秩序混乱、事故频发、污染加剧等城市交通问题已经成为制约社会经济持续发展的瓶颈问题。

究竟如何解决我国城市交通面临的问题? 人们常常可能会采用如下手段: ①建设更多的城市道路。不可否认增加道路面积对缓解交通压力会起到一定的作用,而且我国许多城市也正在这么做,但在我国这样一个人口众多的国家,土地资源十分紧缺,单纯依靠增加道路面积来缓解城市交通压力就显得既不现实也不经济,而且道路条件的改善往往又会刺激汽车的增长,不仅难以最终缓解交通压力,而且也难以解决由此带来的环境和能源问题。②限制汽车的增长。研究表明,人均国民收入接近一千美元,则是汽车进入家庭的开始,而我国一些城市已经超过或正在达到这一目标,汽车进入家庭已是不争的事实。如果没有更好的和更便利的交通替代方式,而一味强制性地限制汽车的增长将不仅会阻碍城市经济的发展,而且往往难以实施。③修建地铁、轻轨等城市轨道交通。地铁、轻轨等的建设投入大、成本回收周期长,调查显示,全国各地乃至世界各地已营运的地铁几乎全部亏损,城市地铁的商业化运营模式至今仍然是世界性难题。因此,在我国这样一个经济还不发达的国家,大规模地修建城市轨道交通也是很现实的^[1]。

其实,解决交通问题应该从两个方面考虑^[2]: 一方面是“加法”,即增加交通供给,这主要是通过完善交通设施建设和改善交通系统来完成,也就是说,建设更多的城市道路和修建轻轨、地铁等轨道交通;另一方面是“减法”,即减少交通需求,这

主要是通过制订交通政策、科学合理规划、改善交通结构、优化交通组织等来完成。在综合比较分析和借鉴国外经验的基础上,许多研究城市交通问题的专家认为发展城市常规公共交通也是解决我国城市交通问题的最好方式^[3~5]。因为长期以来,城市公共交通是我国城市客运交通的主体,城市公共交通有下面许多优点。

(1) 从经济效益上讲:与轻轨、地铁等轨道交通相比,常规城市公共交通具有投资小、见效快、线路易调整等优点,见表 1-1。

表 1-1 常规公交系统与地铁、轻轨的比较^[1]

比较指标	地铁	轻轨	常规公交系统
投资额/(亿元/km)	6~8	2~3	0.2~1
旅客运输量/(万人/h)	3~4	2~3	1~2
平均速度/(km/h)	30~40	20~30	10~20
立项到开工时间/年	3~5	2~3	1
立项到完工时间/年	8~10	4~6	1~2
系统灵活性	低	低	高
吸收新技术的能力	低	中	高

(2) 从运输效率上讲:与其他机动化交通方式相比,公交车单车运量大、运输效率高。据统计,4 辆小汽车所占用的道路面积与 1 辆公交车所占的道路面积相同,而公交车单车载客量通常是小汽车单车载客量的 30~40 倍,由此可以得出,以公交出行时人均占用的道路面积只相当于以小汽车出行时的 12% 左右^[1]。

(3) 从能源消耗方面讲:与其他机动化交通方式相比,公交车的人均消耗的能源和人均排放的污染量等都是较低的。在大多数工业化国家,净社会拥挤成本已经很高,估计为 GDP 的 2%~3%。同样小汽车发展引发的空间消耗所带来的冲击不仅仅是土地消耗,城市活动的扩展增加了出行距离,使步行和自行车难以进行,也增加了汽车在行进过程中废气的排放和能源的消耗。按照运送同样数量的乘客来计算,公交车与小汽车相比,分别节省土地资源 3/4、建筑材料 4/5、投资 5/6,空气污染是小汽车的 1/10,交通事故是小汽车的 1/100。小汽车的每人每公里能源消耗在各种交通方式中是最大的,公交车(单车)的人均能源消耗虽然不是最小的,但公交车(单车)却只相当于小汽车的 10% 左右^[1]。

(4) 从污染环境方面讲:以最低的环境代价实现最便捷、最快速的人和物的流动是交通在环保上的最高目标,从这个意义上说,集约化运输的公共交通承担的运输份额越大,人均交通污染就越低,交通污染总量就越小,因此优先和大力发展公共交通既是提高交通效率的需要,同时也有利于减少交通能耗。在交通需求大幅度增加而资源、能源又相对缺乏的情况下,发展公共交通系统是必由之路,是“绿色”交通的核心内容。

所以,与单位车辆和私家车出行相比,公交出行不但在保护环境、节约能源和

提高通畅水平等方面有着明显的好处,而且能够有效填补由汽车依赖社会所造成的流动性空隙,消除人与人之间因为社会发展而不经意中产生的不平等。因此,要缓解我国城市交通需求和基础设施供给之间的矛盾,无疑应优先发展城市公共交通。优先发展城市公共交通,不仅是缓解城市交通拥堵的有效措施,也是改善城市人居环境、促进城市可持续发展的必然要求。公共交通成为解决城市交通供需矛盾、调整交通结构的主要手段。针对现实情况,建设部于2004年3月出台了《关于优先发展城市公共交通的意见》,明确提出了城市公共交通是由公共汽车、电车、轨道交通、出租汽车、轮渡等交通方式组成的公共客运交通系统,是重要的城市基础设施,是关系国计民生的社会公益事业^[5]。而城市常规公共交通是城市公共交通最主要的组成部分,是优先发展城市公共交通的重中之重。

1.2 我国城市公共交通系统现状诊断

1.2.1 我国城市公共交通系统现状剖析

城市公共交通是我国城市交通系统的重要组成部分,发展大运量、人均占用道路面积少的公共交通系统有利于缓解城市交通需求和基础设施供给之间的矛盾。大力发展公共交通也是解决城市交通拥挤问题的首选措施。但目前,中国城市公交的发展却严重滞后于经济发展和社会需要,并且出现了公交严重萎缩的现象(目前大多数城市公共交通分担率仅为6%~25%)。学者分析认为引起公交严重萎缩的原因可以归结为两个方面:一方面因为公交服务的准点性和便利性得不到保证,使得公交吸引力下降,造成居民出行中的公交出行比例下降;另一方面是公交企业效率低下、亏损严重,影响服务质量。这两个方面相互影响,使得公交发展进入恶性循环。

在大量调查的基础上,通过综合分析可知,我国大部分城市公共交通系统发展主要存在下面几个方面问题。

(1) 从技术性能方面看:线网布局结构不合理、线路太长、重复率高、便捷性差和配车调度等企业营运管理不合理,导致营运效率低于个体交通;公交场站分布不合理,交通枢纽与城市组团之间的换乘场站缺乏,居住区内部及市中心人流聚集区的公交首末站不够,高峰时间靠经过线路疏散人流的作用不大,同时车辆维修补给站场的设置往往不合理^[6,7]。

(2) 从服务水平方面看:公交服务水平低下,除内部原因外,道路网络不完善、低通行能力的道路交通综合体系、混合交通严重阻碍了公共交通的运行和发展;公交信息发布过于薄弱,不能及时反映公交运行状态和调度情况,造成信息的严重不对称;公交发展过程中民众参与程度太低^[7]。

(3) 从发展水平方面看:公交发展的模式不能适应公交潜力的发展,而现实的背景又不能提供有力的革新支撑,从而导致公交的发展无法突破现有的瓶颈以进入一个良性发展的阶段。

(4) 从管理水平方面看:对于交通出行链的关注过度,而没有注意到如何在出行过程中完成一些出行任务的问题及解决方法;公交发展规模、公交设施建设及公交运营管理之间相互冲突、秩序紊乱的现象时有发生,公交规划往往因为部门利益的冲突落不到实处。

1.2.2 城市公共交通系统发展态势与对策

认识中国公共交通系统的发展现状对于实现公共交通系统有效、快速、稳定的发展是极为重要的,只有在认识现状的基础上,才能制订出符合实际的、恰当的、满足大众目前需求的发展计划,才能为以后快速稳定的发展提供切实可行的规划。城市公共交通系统的优化与评价就是在充分研究公共交通系统中存在的问题和发展特点的基础上,利用系统工程理论知识,全面、系统地确定城市未来交通发展的基本思路、发展方向和规划目标等,为进一步改善和优化城市交通条件,促进城市和社会经济的全面发展提供技术支持和决策依据。

综合分析国内外研究现状,结合我国城市公共交通的实际状况,要使我国城市公共交通系统保持良好发展态势,应该在以下几个方面做进一步的研究和探讨:

(1) 将系统工程思想应用于城市公共交通系统研究中,通过对城市公交发展的背景、现状和需求的深刻把握,结合城市经济社会发展的态势,对有限的城市空间资源和时间资源进行最优化利用,利用集成整合的系统思想,把分散的私人交通、个体交通和集团交通以公共交通为核心有机地统一起来,利用技术的、经济的、政策的力量来构建一个优美流畅的交通环境,为城市公交规划提供思路。通过对现状及需求深刻的把握,使城市公共交通系统的构建以最小的代价从整体上最大化满足城市发展的需要,为解决城市公交发展问题指明方向。

(2) 针对城市公共交通体系目前存在的线网结构和布局不够合理、车辆类型混乱、站点和发车间隔不够科学的现状,以交通调查为依据,应用交通工程理论和优化理论,以计算机模拟为手段,在对城市公交线网布局、车辆类型、站点布置、发车间隔的确定和票价系统的制订等进行优化和设计的基础上,建立一套科学的城市公共交通系统的评价指标体系,从而能达到对城市公共交通系统从经济效益、社会效益和服务质量等方面进行全面评价的目的,使公共交通系统以较小的投入满足公交出行的需求,为城市优先发展公共交通提供科学依据,也为我国公共交通体系评价研究提供一个初步框架。

(3) 通过对城市公共交通系统的内涵研究(包括影响因素分析、定义度量指标、确定评价标准与评价方法等的研究),在全面认识城市常规公共交通系统的现

实状况、内在形成机理与外在反馈结果之间的深层次关系的基础上,找出提高城市公共交通系统质量的方法与途径,制订改善策略,完善保障体系,达到治标又治本的城市公共交通可持续发展目标。

1.3 城市公共交通系统研究的目的与内容

城市公共交通系统优化与评价就是运用现代化的交通规划理论及现代计算技术,在现有城市道路系统和公共交通运力的基础上,通过对城市公共交通系统进行合理规划、对现有公交运力进行优化组合、最大限度地发挥系统的最佳效益的研究。所以,对常规公共交通系统进行优化与评价的研究,既是科学、合理地进行公共交通规划的基础,也是我国优先发展公共交通的迫切需要。通过对城市公共交通系统优化与评价的理论研究,可以合理控制交通需要、合理扩大道路供给、合理组织交通、合理引导交通出行,是城市交通协调、健康、可持续发展的关键之一。并且通过对城市公共交通系统优化与评价的研究,在宏观上,可以使我们认识一个国家城市公共交通系统的综合发展水平;在微观上,可以反映每个城市公共交通系统的实际管理水平、资源配置情况和规模情况等,从而揭示城市公共交通系统存在的问题,结合每个城市的实际情况,促使管理部门采取相应的改进措施,从而达到城市公共交通系统的可持续发展。

1.3.1 研究目的

城市公共交通成为人们生活中的基本组成部分,对保证社会经济及日常生活正常运转发挥着至关重要的作用。世界各国在近几十年内都先后建立了完善的公共交通网络,以满足日益增长的交通需求。所以,城市公共交通系统研究的主要目的,从宏观上讲,就是在总结前人研究的基础上,从系统工程的角度入手,研究影响城市公共交通系统发展的主要问题,补充目前关于城市公共交通研究的不足,提出具有对工程应用有实际指导意义的理论和技术方法;从微观上讲,一方面为城市居民提供安全、高效、经济、方便和舒适的公交服务,另一方面提高公交运营效率,促进公共交通的发展,建设良好的城市交通环境,推动土地开发和城市发展。

1.3.2 研究内容

目前,国内外学者从宏观上阐述城市公共交通系统的优化理论、定性评价方法的研究较多,而从技术层面上对城市公共交通系统内涵的理论研究却很少。概括来说,国内外学者对城市公共交通系统的优化理论研究有两类:一类是定性的研究,通过建立一些定性的模型来对整个城市公共交通系统进行定性研究^[8~20],缺

点是主观性大,得到的结果不能很好地反映客观实际需要;另一类是纯理论的研究,通过建立一些简单的数学模型来对整个城市公共交通系统进行研究^[21~30],缺点是由于城市公共交通系统的复杂性,在建立数学模型时忽略了许多关键因素,最后建立的模型实用性差。而对城市公共交通系统的评价研究也包括两个方面的内容:一是制订评价内容,包括各种评价指标的选择与计算方法;二是确定评价的方法及流程。总的来说,目前对城市公共交通系统评价的研究存在两点不足:一是现有对公共交通系统评价的大多数研究成果均为着眼于城市公共交通系统中的单个或某几个对象的研究,如线路网络功能评价、公交服务水平评价、停车设施评价等^[31~36],而面向整个城市公共交通系统的综合性评价的研究较少;二是许多文献将研究重点放在评价方法的改进和提出之上,忽视了对评价内容的革新与深化,使得很多所谓的评价体系及方法“空洞”而“繁琐”。

本书依托于国家“十一五”科技支撑计划项目“城市道路通行能力与交通系统评价方法”(2006BAJ18B03),对城市公共交通系统的优化方法、排序模型、评价机理和评价方法进行理论研究,并对书中所研究的理论方法进行实例分析。研究的主要内容包括下面几个方面。

1) 建立城市公共交通线路网络的优化模型

公共交通系统是一个复杂的、多因素、多目标和多功能的随机动态系统。公共交通线路网络(以下简称公交线网)的优化目标函数多、约束条件也多,因此很难有一种很好的方法供大家通用。在定量分析的基础上,提出了公交线网优化的基本原则、目标函数和约束条件等。并在建立优化模型的基础上,利用逐步法、功效函数法、粒子群算法、蚁群算法和禁忌遗传算法对公交线网优化模型进行求解,取得了满意的结果。该模型不但可以缓解当前城市道路紧张状况,而且促进了城市经济与交通的和谐发展。

2) 研究城市公交线网优化方案的排序问题

依据模糊数学、灰色系统理论和可拓学的知识,利用线性分派法、理想点法、物元分析法、灰色模糊数和灰色关联度对城市公交线网优化方案的排序问题进行了研究。并利用函数关系式在对公交线网的优化目标和约束条件进行量化处理的基础上,建立了城市公交线网优化方案的排序模型,并依据向量排序,得到了最佳优化方案。为有关部门招标、决策分析等提供了有力支持。

3) 探讨城市公共交通系统的评价机理

在阅读大量国内外公共交通系统有关研究成果的基础上,以交通调查为基础,分析各城市的公共交通现状,并从系统工程理论的角度出发,依据经济学增值准则,建立城市公共交通系统的正负性、递增性、协调性和稳定性等评价准则,探讨城市公共交通系统的评价机理,并将城市公共交通系统的综合评价结果划分为五个等级,给出每个等级的检验标准和测试范围。