

韩
强
著

城市交通系统 优化问题研究

CHENGSHI JIAOTONG XITONG
YOUHUA WENTI YANJIU

山财山东省重点学科(企业管理)建设丛书



经济科学出版社
Economic Science Press

韩
强
著

城市交通系统 优化问题研究

CHENGSHI JIAOTONG XITONG
YOUHUA WENTI YANJIU

山财山东省重点学科(企业管理)建设丛书



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

城市交通系统优化问题研究/韩强著. —北京:
经济科学出版社, 2011. 11
(山财山东省重点学科(企业管理)建设丛书)
ISBN 978 - 7 - 5141 - 1163 - 7

I. ①城… II. ①韩… III. ①城市交通系统 - 研究 -
高等学校 - 教材 IV. ①U491.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 208498 号

责任编辑: 柳 敏 周秀霞
责任校对: 郑淑艳
版式设计: 代小卫
技术编辑: 邱 天

城市交通系统优化问题研究

韩 强 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销
社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142
总编部电话: 88191217 发行部电话: 88191540

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

汉德鼎印刷厂印刷

德利装订厂装订

710×1000 16 开 18 印张 340000 字

2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 1163 - 7 定价: 32.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

编委会成员

主 任：曹洪军

副主任：李修林 吴国华

委 员：刘正林 陈寒松 赵 红
李季芳 张华芹 熊爱华

总 序

山东财政学院工商管理学院源于1992年成立的经贸管理系，1999年1月更名为工商管理系，2002年3月改称工商管理学院。学院现拥有工商管理、市场营销、旅游管理、人力资源管理、工程管理、物流管理、房地产经营管理7个本科专业，面向全国招生。学院同时拥有工商管理一级学科硕士学位授权点；企业管理、技术经济与管理、旅游管理3个二级学科硕士学位授权点；学校的工商管理硕士（MBA）专业学位授权点挂靠我院。我校是山东省管理学学会挂靠单位。

企业管理是山财起步较晚但发展较快的专业之一，于2006年被评为山东省重点建设学科，于2007年被评为山东省重点强化建设学科，于2011年被评为山东省特色重点建设学科。

山财工商管理学院始终重视学科建设。经过多年的积累，学院现已形成了由曹洪军教授、吴国华教授、陈寒松教授、熊爱华教授、李季芳教授等作为学科带头人的具有明显特色优势的研究方向，分别是：企业并购与国际投资、企业战略管理、品牌与营销管理等。学科建设促进了学院的教学科研工作。近5年来工商学院共承担国家社科基金项目、自然科学基金项目及国家软科学项目7项，承担省部级研究项目40项，大型企业、政府部门委托项目10余项，通过研究与开发，为政府及

各类企事业单位提供了大量管理咨询和决策服务。在《管理世界》、《中国工业经济》、《中国管理科学》、《宏观经济研究》、《经济学动态》、《经济管理》等重要核心期刊发表论文 270 篇，出版学术著作 19 部，这些研究成果取得了良好的社会反响。共有 20 余项科研成果获得省部级奖励，其中山东省科技进步奖 5 项，山东省社会科学优秀成果奖 15 项。由于科研成果突出，学院在 2007 年度、2008 年度全校科研量化排名中连续位居第一。

重点学科建设有力地促进了学院的专业课程和学位点建设。专业课程建设取得重大进展，管理学、市场营销学先后于 2006 年、2007 年被评为山东省精品课程；人力资源管理、物流管理被评为校级精品课程。工商管理专业于 2008 年被省教育厅确定为山东省品牌专业，于 2010 年被教育部评定为国家特色专业。学位点建设取得新突破，工商管理于 2006 年获得一级硕士点授予权，于 2008 年被批准为一级博士点建设单位。

这套丛书的出版将进一步提升我院企业管理团队的科研水平，也是确保完成工商管理一级博士点建设任务的重要举措。

曹洪军

2011 年 9 月于山财

前言

我们
生活在一个
日新月异的时代
生活节奏在加快

我们
生活在一个
面临抉择的时代
生活方式要改变

在城市中，我们经常看到这样的场景：各种汽车在马路上奔驰，眨眼之间消失不见；马路不断拓宽；新型、快速的交通工具涌现……

其实，在城市中，我们更经常看到这样的场景：道路上车辆拥挤，喇叭声此起彼伏；尾气大量排放；车辆无处停放，无处不停放；自行车使用越来越少，不见了踪影……

曾经，城市是活力的象征。随着工业化的推进，现代化的交通工具涌现，为人们的出行与商品运输提供了莫大的便利。然而，随着城市规模的扩大，人口的聚集，城市交通被强行赋予了许多不能承受之重：截至2010年10月，我国机动车保有量已达2亿辆；全国约1/5的城市大气污染严重，113个重点城市中1/3以上空气质量达不到国家二级标准，机动车排放成为部分大中城市大气污染的主要来源；中国15座城市每天因拥堵损失近10亿元……

即便如此，城市交通对于我们仍然非常重要，要舍弃是不可能的，唯一要做的只有一个字——变，使之变得越来越符合应该遵循

的规律。城市交通系统的现状是什么样的？我们理想中的城市交通要达到什么状态？透过种种异端现象，我们需要追究其本质，那就是现实与期望不符。幸运的是，目前有许多理论可以构建横亘于现实与理想之间的桥梁，只要科学地统筹安排，一定可以找到“捷径”。

基于这种考虑，本书以系统优化思想为指导，运用运筹学、系统动力学、数值模拟、实地调研等方法，遵循从一般到特殊再到更高层次一般的研究思路展开论述：首先考虑“一般”的交通系统优化问题，然后分析“特殊”的应急交通系统，最后回归到“一般”的低碳理论和可持续发展理论。

第一篇：城市交通系统递阶优化

城市交通系统很复杂，涉及很多领域的问题，但就其主体内容而言，可以分为路网优化设计（面）、道路的管理与利用（线）、车流的调度与管理（点）三个不同的层次。城市交通网络设计问题指的是在有限的资金投入条件下，选择最优投资策略，通过改进现有网络中的某些路段或在现有网络中增加新的路段使整个网络达到某种性能最优的目的，从而满足人们日益增长的交通需求；道路的管理与利用是城市交通管理的重要工作，它主要是在一个给定的路网基础上，考虑如何对现有道路的通行能力进行合理配置，以最大限度地满足城市交通需求；车流的调度与管理则是充分利用路口资源，单位时间内放行尽可能多的车辆，达到减少拥堵的效果。

本部分利用系统科学的观点，把整个交通大系统细化为交通网络设计、道路定向以及信号灯智能控制三个层次；利用网络优化的知识进行交通网络设计，避免了利用双层规划这种传统做法的不清晰性；提出利用合理定向来作为道路定向的标准，深入地讨论了合理定向的性质，给出了合理定向的数学规划模型，提出几个贴近该问题的算法，并对该问题做了推广；把信号灯控制系统的优化也分为三个层次：相位优化设计、实时控制以及控制方案自学习。

第二篇：城市应急交通网络优化

随着社会大系统的复杂化和巨型化，各种偶然突发事件纷纷涌现，这包括地震、海啸等自然灾害和火灾、交通事故、有害气体泄漏等人为事故。尽管灾害不可避免，但是科学的进步使得我们有机会战胜它，只是，救援过程不断考验着城市交通系统的承载能力。

与城市交通系统相关的应急问题主要是选址和调度问题，它和常规交通网络问题的区别在于，考虑的核心问题主要是时间和安全性，而非成本。本部分研究了单一应急服务设施选址、多目标应急设施选址、应急物资调度问题，以及特殊的危险品运输调度问题，对这些问题，给出了数学模型和有效解法；同时，还根

据突发事件的特点和处理的难度，概括性地讨论了有关城市应急物流系统构建的问题。

第三篇：城市低碳交通系统构建

自 20 世纪 90 年代以来，气候变化越来越受到国际社会的广泛关注，低碳经济的实践与研究应运而生。而随着世界经济的持续增长，城市化和机动化进程的加快，交通运输业变成能源消耗大户，其产生的二氧化碳占全球温室气体排放量 30% 以上，走向低碳经济必然要求发展低碳交通。

交通和经济的关系非常密切，在我国机动车数量迅速增加和化石能源紧缺的前提下发展低碳交通系统是发展低碳经济的重要一环。发展低碳交通系统并不是以牺牲交通量为手段，其目的是通过多种措施的综合作用达到交通与经济、交通与社会的平衡发展。本部分以济南市为例，调查了其交通碳排放现状；利用经济发展与交通系统的关系预测济南市的交通需求和能源需求；刻画济南市社会经济与交通系统的作用机理。

第四篇：物流业与可持续发展

现代物流业作为唯一已经进入国家十大振兴产业计划的服务产业，和交通运输密切相关。在发展现代物流业的同时，对交通系统也有重要促进。

虽然目前尚不能比较细致地去做统计，但是物流业在现代社会的经济体系中占据了很大的比重却毋庸置疑。物流业涉及铁路运输、公路运输、邮政业、配送业、流通加工业等，这些服务行业的发展状况对国民经济举足轻重。降低社会物流总成本也是我国经济发展模式转变的重要标志，是提高国民经济运行质量的综合性指标。而且，现在很多城市人流、物流混杂，交通、仓储、流通加工等都集中在城区，城市污染严重。因此，城市的现代化必须改造城市已有的物流系统，使其在一种和谐的氛围中与经济协同发展。

本部分分析目前我国物流发展现状，在系统科学思想的指导下，建立符合可持续发展战略的现代物流模式。期望通过该研究，有助于加快我国现代物流进入良性发展轨道，优化资源配置，调整经济结构，提高经济运行质量与效益，推进我国经济体制与经济增长方式的重大转变；同时，进一步丰富现代物流理论和可持续发展理论，对物流实践活动给予必要的指导，对政府规划物流产业的发展提供重要的参考。

总之，本书竭力以遵循城市交通系统发展规律的初衷来研究问题，期望能为政府和有关科研人员提供可能的支持。但是，由于著者水平有限以及科技发展日新月异，书中必有待改进之处，恳请各位同行批评指正。

本书是 2010 年度山东省软科学研究计划重大招标项目“山东低碳经济发展

路径选择及政策取向研究”（项目编号：2010RKMA1001）的部分研究成果，是2011年度山东省软科学研究计划项目“山东省低碳交通系统的发展对策研究”（项目编号：2011RKGB3006）的部分研究成果。

2011年7月
于济南阳光舜城

目 录

第一篇 城市交通系统递阶优化

第一章 交通网络设计	3
第一节 问题描述	3
第二节 网络割集的遍历算法	5
第三节 赋权二分图的单边控制集问题	5
第四节 交通网络改造的启发式算法	7
第五节 交通网络改造的启发式算法性能分析	8
第二章 城市道路合理定向	11
第一节 问题背景	11
第二节 逻辑图的合理定向	13
第三节 边集关于图的合理定向	18
第四节 合理定向的数学规划模型	20
第五节 2-边连通图有合理定向的充要条件	23
第六节 合理定向的算法	27
第七节 广义合理定向	39
附录：遗传算法的源程序	44
第三章 交通信号灯智能控制	49
第一节 问题引入	49
第二节 信号灯最优相位个数的确定	50
第三节 信号灯智能控制方案	57
第四节 信号灯控制规则的自学习	62

第二篇 城市应急交通网络优化

第四章 应急服务设施选址与应急物资调度	69
第一节 单一应急服务设施选址	69
第二节 多目标应急设施选址	73
第三节 应急物资调度	76
第五章 危险品运输车辆调度模型与算法	84
第一节 危险品物流概述	84
第二节 危险品调度问题研究现状	92
第三节 问题的模型与算法	94
第六章 城市应急物流系统构建	101
第一节 应急物流	101
第二节 应急物流系统的构建	105

第三篇 城市低碳交通系统构建——以济南市为例

第七章 低碳经济与低碳交通系统概述	115
第一节 低碳经济	115
第二节 低碳交通系统	123
第八章 济南市交通碳排放现状评估	133
第一节 济南市机动车数量和结构分析	133
第二节 济南市城市公共交通现状评价	135
第三节 济南市公共交通系统探索低碳经济的实践	140
第四节 济南市发展公交优先系统的思考	143
第五节 济南市出租车运行情况评估	150
第六节 济南市道路运行、停车状况分析	151
第七节 济南市自行车利用条件评估	152

第八节 济南市降低交通碳排放的措施	158
第九章 济南市低碳交通系统的发展模式与对策	160
第一节 低碳交通发展现状	160
第二节 济南市经济发展与交通的关联性研究	165
第三节 济南市低碳交通的发展模式研究	169
第四节 济南市发展低碳交通系统的对策	174

第四篇 物流业与可持续发展

第十章 可持续发展视角下的现代物流	181
第一节 物流在构建和谐社会中的价值	181
第二节 从环境角度谈绿色物流体系的构建	189
第三节 超载现象的成因与治理	201
第四节 企业物流成本的控制策略	209
第五节 山东省物流业可持续发展路径	215
第六节 物流业可持续发展战略实证分析 ——以山东佳怡物流为例	220
第十一章 循环经济下的特种物流活动	227
第一节 循环经济下的企业废弃物物流	227
第二节 循环经济下的农产品物流	232
第三节 循环经济下的电子产品逆向物流	242
第四节 循环经济下的废旧电池逆向物流	251
参考文献	256
后记	270

第

一

篇

城市交通系统递阶优化

城市交通是一个非常复杂的系统，涉及很多领域的问题。但就其主体内容而言，可以分为路网优化设计、道路的管理与利用、车流的调度与管理三个不同的层次。相应于三个层次，本篇研究交通网络设计、道路合理定向和交通信号灯智能控制问题。

第一章 交通网络设计

随着城市的发展，交通工具数量也随之猛增，大部分城市现有的交通网络已不能满足人们的出行需求，如何在费用最小的前提下改造网络使之满足需求是非常有意义的。本章清晰地把交通网络设计问题分成两个层次，为解决此类问题提供了新的思路；在网络设计的一般模型基础上，给出了简单的启发式算法，并讨论了算法的性能。

第一节 问题描述

一、问题背景

交通和运输供给能力的不足，已严重影响了经济发展中旅客和各种商品在自然空间上的合理流动，阻碍了一个国家或地区国民经济的快速发展，甚至成为制约一个国家或地区国民经济快速发展的瓶颈。为了克服这一瓶颈现象，就需要增加交通运输能力，加大对交通基础设施建设的投资力度。但是目前世界各国中，无论是发展中国家还是发达国家，资金不足问题都是交通运输发展中的最大障碍之一。

为了解决交通运输发展资金短缺的问题，实现事半功倍的效果，就必须合理分配、用好、管好这些有限的资金，在资金投入决策之前，一定要全面比较各种投资建设方案，要注意考察一定的建设资金是否能产生最大的运输能力，是否最大程度地减少了交通拥挤，是否最大限度地方便了旅客和车辆的出行，即力争使其发挥最佳的投资效益，使有限的资金投入产生最大的经济效益、取得最佳的社会效益。

城市交通网络设计问题是交通规划中的一个重要组成部分，指的是在有限的资金投入条件下，选择最优投资策略，通过改进现有网络中的某些路段或在现有网络中增加新的路段使整个网络达到某种性能最优的目的，从而满足人们日益增长的交通需求。

二、研究概况

1973年,莫罗克(Morlok)首次提出了定量的交通网络设计问题,此后国际上形成了交通规划领域中的一个新方向——网络设计问题(NDP—Network Design Problem)。网络设计问题是指通过增加新的边(修建新路)或改善已有网络边特性(扩建已有道路)的方法来修整网络系统,前者被称为离散型网络设计问题(DNDP—Discrete NDP),后者被称为连续型网络设计问题(CNDP—Continuous NDP),系统目标都是最小化由系统旅行费用构成的总系统费用和投资。另外,在实际网络设计决策中,增加新的边和提高现有网络边的通行能力往往同时进行,所以经常采用离散和连续混合的网络设计(MNDP—Mixed NDP)。

现在解决网络设计问题比较成熟的方法是采用双层规划。一般来说,双层规划模型具有如下形式:

$$\begin{cases} \min_u F(u, v(u)) \\ s. t. \quad G(u, v(u)) \leq 0 \\ v(u) \text{ 由下式隐含} \\ \min_v f(u, v) \\ s. t. \quad g(u, v) \leq 0 \end{cases}$$

系统为上层决策者,决策向量 u 为待改善的或新增的边;用户为下层决策者,决策向量 v 为边上的流量。

用双层规划的这种做法,可以最大程度地贴近要解决的问题,但是把所有的变量都糅合到一个数学规划中,又使得解决过程看起来不太明晰。为此本书利用网络优化的思想把整个调节过程分为两步:首先找到不符合需求的瓶颈(不满足要求的割集),然后确定如何改进通行能力才能解决整体各处的瓶颈问题,而且使得花费尽可能小。

三、问题提法

我们给出网络设计问题的如下提法:

给定一个城市的交通网络 $N=(V, E, C, W)$,出行需求矩阵 $D_{n \times n}$,其中的参数含义如下:

(1) $V=(v_i)$ 代表顶点集,顶点可以是现实中的一个单位或者一个小区, $|V|=n$ 。

(2) $E=(e_i)$ 为顶点之间的关联关系,如果两个顶点 v_i 和 v_j 所代表的区域是