



IANZI SHANGWU HUANJINGXIA  
CHELIANG LUJING YOUHUA WENTI  
SUANFA JI YINGYONG

# 电子商务环境下 车辆路径优化问题、算法及应用

葛显龙 / 著



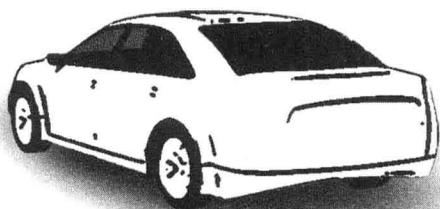
西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)



DIANZI SHANGWU HUANJINGXIA  
CHELIANG LUJING YOUHUA WENTI  
SUANFA JI YINGYONG

# 电子商务环境下 车辆路径优化问题、算法及应用

葛显龙 / 著



西南交通大学出版社

• 成 都 •

-----  
图书在版编目 ( C I P ) 数据

电子商务环境下车辆路径优化问题、算法及应用 /  
葛显龙著. — 成都: 西南交通大学出版社, 2014.1  
ISBN 978-7-5643-2554-1

I. ①电… II. ①葛… III. ①电子商务—物流—车辆  
—运输调度—研究 IV. ①F713.36②F253.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 188330 号  
-----

电子商务环境下车辆路径优化问题、算法及应用

葛显龙 著

|       |                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------|
| 责任编辑  | 李芳芳                                                               |
| 特邀编辑  | 李 丹                                                               |
| 封面设计  | 墨创文化                                                              |
| 出版发行  | 西南交通大学出版社<br>(四川省成都市金牛区交大路 146 号)                                 |
| 发行部电话 | 028-87600564 028-87600533                                         |
| 邮政编码  | 610031                                                            |
| 网 址   | <a href="http://press.swjtu.edu.cn">http://press.swjtu.edu.cn</a> |
| 印 刷   | 成都勤德印务有限公司                                                        |
| 成品尺寸  | 170 mm×230 mm                                                     |
| 印 张   | 10.75                                                             |
| 字 数   | 215 千字                                                            |
| 版 次   | 2014 年 1 月第 1 版                                                   |
| 印 次   | 2014 年 1 月第 1 次                                                   |
| 书 号   | ISBN 978-7-5643-2554-1                                            |
| 定 价   | 32.00 元                                                           |

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

随着我国经济的快速发展,物流产业作为国民经济中一个重要的服务产业,逐渐成为国民经济的基础产业和发展动脉,其发展程度已经成为衡量一个国家现代化程度和综合国力的重要标志。然而,对物流配送的研究还主要停留在传统的配送模式上,随着物联网技术和电子商务的快速发展,物流配送模式已经发生了巨大变化,随着联合配送、动态配送、大规模跨区域配送等新配送需求的出现,传统的物流配送模式已经难以支持现代物流配送的需求。尤其是通信技术与云计算技术的出现,使得大规模跨区域联合配送成为可能,新的物流配送模式即将诞生。

车辆路径问题是现代物流服务供应链中优化的关键环节,也是物流服务供应链服务成本耗费最多的环节,且车辆路径问题还是开展现代电子商务活动不可缺少的支持部分。因此,车辆路径问题经过近五十年的发展研究,已成为运筹学与组合优化领域的研究热点和前沿课题。现实生产和生活中邮政投递问题、飞机航班安排、铁路车辆编组、码头调运、水运船舶调运、公共汽车调度问题以及电力调度问题等都可以抽象为车辆路径问题。随着电子商务、互联网与通信技术的发展,物流配送与车辆路径问题在各种连锁店、大型商场、快递等领域有广泛的应用前景。对车辆路径问题与求解算法进行系统研究是发展智能交通运输系统、构建综合物流系统和开展电子商务的基础。因此,对车辆路径问题的深入研究,有较高的科学意义和工程应用价值。

作者长期从事车辆路径、物流配送和网络优化等课题的研究,跟踪国内外的研究动态,本书是作者多年研究的总结,同时也汲取了国内外的最新研究成果。本书以电子商务环境下的车辆路径问题为研究对象,将云计算理论应用于物流配送问题,探索物流配送资源与配送需求最佳配置方式。为此,本书将云计算理论应用到物流资源集成与共享领域中,搭建线上配送服务框架,构建线下配送优化模型,从系统和全局视角出发探讨电子商务环境下车辆路径问题,丰富了物流配送问题的研究方法,以期对电子商务物流配送提供理论与方法上的指导。

全书共 8 章。第 1 章介绍了电子商务环境下车辆路径优化问题理论与方法兴起的背景和基本研究内容;第 2 章主要分析电子商务与物流的关系和电子商务物流的内容,并阐述了电子商务车辆路径问题;第 3 章结合云计算模式与电

子商务物流配送的相似特征与联系,分析云配送模式的特征及其与传统物流配送模式的区别,研究了基于云配送模式的电子商务车辆路径问题;第4章讲述了B2B环境下里程、载重量、时间窗、多配送中心等约束条件的车辆路径问题;第5章阐释了B2C环境下车辆路径问题相关理论、数学模式和量子遗传算法;第6章介绍了C2C环境下车辆路径问题和云配送相关理论、云配送数学模式以及求解云量子遗传算法;第7章对电子商务智能车辆路径系统的实现方法进行系统介绍;第8章将本书的主要研究工作与取得的研究结论运用到电子商务实际案例。

本书的撰写得到了重庆市重点学科管理科学与工程资助,得到了重庆交通大学管理学院许茂增院长和物流系各位同仁的帮助和大力支持,在此表示衷心感谢。同时,感谢李顺勇、吕奇光、湛微微等老师、王伟鑫博士及研究生辜羽洁、谭柏川等为本书做出的贡献。感谢中国物流学会规划课题(2013CSLKT105)的资助。感谢西南交通大学出版社对本书的出版给予的大力支持。

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请专家和读者提出宝贵的意见和建议,以便修改完善。

葛显龙

2013年7月

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第 1 章 绪 论                | 1  |
| 1.1 研究的背景                | 1  |
| 1.2 研究的意义                | 3  |
| 1.3 研究目的与方法              | 4  |
| 1.4 研究内容与创新点             | 5  |
| 1.5 研究思路                 | 8  |
| 第 2 章 电子商务车辆路径问题研究综述     | 10 |
| 2.1 电子商务物流概述             | 11 |
| 2.2 车辆路径问题概述             | 15 |
| 2.3 电子商务模式下车辆路径问题的约束条件   | 18 |
| 2.4 本章小结                 | 19 |
| 第 3 章 云计算理论及智能算法研究综述     | 20 |
| 3.1 云计算理论概述              | 20 |
| 3.2 云计算模式与电子商务物流配送的关系    | 27 |
| 3.3 基于云配送模式的电子商务物流配送问题研究 | 31 |
| 3.4 智能优化算法概述             | 39 |
| 3.5 本章小结                 | 53 |
| 第 4 章 B2B 环境下车辆路径问题研究    | 54 |
| 4.1 B2B 环境下车辆路径问题的特点     | 54 |
| 4.2 里程约束的车辆路径问题          | 56 |
| 4.3 载重约束的车辆路径问题          | 58 |
| 4.4 带有时间窗约束的车辆路径问题       | 61 |
| 4.5 多配送中心车辆路径问题          | 66 |
| 4.6 约束条件处理方式             | 68 |
| 4.7 B2B 环境下车辆路径问题的改进遗传算法 | 69 |
| 4.8 本章小结                 | 76 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第 5 章 B2C 环境下的车辆路径问题研究 .....    | 77  |
| 5.1 B2C 环境下车辆路径问题的特点 .....      | 77  |
| 5.2 B2C 环境下需求的动态性分析 .....       | 80  |
| 5.3 B2C 环境下动态车辆路径问题的模型 .....    | 85  |
| 5.4 B2C 环境下车辆路径问题的量子遗传算法 .....  | 90  |
| 5.5 本章小结 .....                  | 101 |
| 第 6 章 C2C 环境下车辆路径问题的模型研究 .....  | 102 |
| 6.1 C2C 环境下车辆路径问题的特点 .....      | 102 |
| 6.2 C2C 环境下联合配送物流模式分析 .....     | 103 |
| 6.3 C2C 环境下联合配送车辆路径问题的模型 .....  | 108 |
| 6.4 C2C 环境下车辆路径问题的云量子遗传算法 ..... | 114 |
| 6.5 本章小结 .....                  | 130 |
| 第 7 章 电子商务智能车辆路径系统的实现 .....     | 131 |
| 7.1 系统开发的需求分析 .....             | 131 |
| 7.2 车辆路径系统总体框架与功能分析 .....       | 134 |
| 7.3 车辆路径系统的业务流程分析 .....         | 137 |
| 7.4 车辆路径系统运行结构 .....            | 138 |
| 7.5 车辆路径系统主要功能的实现 .....         | 139 |
| 7.6 本章小结 .....                  | 141 |
| 第 8 章 实例分析 .....                | 142 |
| 8.1 京东商城物流配送模式研究 .....          | 142 |
| 8.2 淘宝网物流配送模式研究 .....           | 148 |
| 参考文献 .....                      | 154 |

# 第 1 章

## 绪 论

### 1.1 研究的背景

随着互联网的普及与电子商务的兴起，网络正在不知不觉中改变着人们的生活观念和生活方式。网上购物作为一种崭新的零售销售渠道，以其商品种类丰富、信息更新快、价格便宜，购物不受时间、地域局限等优势吸引着越来越多的关注。同时，随着网上购物中付款、配送、信息安全等发展瓶颈的不断突破，网上购物已由 2006 年的 263.1 亿的市场交易规模快速发展到 2012 年的 11 840.5 亿，网上购物消费占社会零售额也由 2006 年不足 0.3%增长到 2012 年的 5%。由此数据可以得出结论：网上购物已经成为人们日常生活消费的一种重要方式。

网上购物是通过互联网检索商品信息，并通过电子订单发出购物请求，利用电子银行或货到付款等方式支付，厂家通过邮政或快递的方式发货。这种基于互联网的交易方式突破了时间、空间、地域等传统交易渠道对商品交易的限制。同时，随着 2009 年 3G 牌照正式发放，智能手机普及率提高，移动应用服务日趋丰富，移动互联网产业进入一个新的阶段，移动电子商务将覆盖全局，并与云计算、物联网等产业对接。基于此，我们称移动互联网时代的电子商务为第二代电子商务。

随着电子商务的发展，市场对物流的要求更高。快递服务是服务业的重要组成部分，是一个发展前景十分广阔的朝阳产业。快递服务业在促进经济发展、方便社会交流、满足消费者和商家多元化寄递需求、扩大就业等方面发挥了积极作用，其重要性日益为人们所认识。快递服务不仅在企业数量、市场规模、

技术水平、从业人员等方面得到了迅速发展，还与信息技术和互联网发展紧密结合，成为电子商务实现实物配送的主要途径。

由于我国对物流管理的认识不足，物流基础设施仍比较落后，物流行业普遍面临着专业化程度低、高耗低效等问题。其中，物流配送作为物流行业中最为基础的组成部分和发展敏捷后勤供应的一个重要组成部分，是实现物流现代化的基础和必要条件，不仅有助于改变我国物流管理落后的现状，也有助于解决城市交通拥挤、能源短缺、大气污染等困扰人们的社会问题，实现效率、资源、环境和价值观念各方面的内在统一，加强物流对电子商务的支撑作用，有利于促进物流业的进步和社会经济的可持续发展。

国家和各地政府纷纷制定了各种有利于物流发展的政策和计划。在国家的“十一五”规划中将“大力发展现代物流业”作为今后重点发展的领域。2009年国家颁布十大产业振兴计划，物流产业的振兴也名列其中，物流业已成为我国国民经济新的增长点。

运输配送成本占物流成本的60%左右，是影响物流总成本的重要因素。美国的运输成本仅占到其GDP的不到6%，日本也仅为6.5%，而我国运输成本占到GDP的11%。2009年，根据中国仓储协会对146个企业的调查显示，用于运输的费用占整个物流费用的比例分别为：生产企业原料物流中占58%，生产企业成品物流中占73%，商业物流占52%。可见物流配送的发展对现代物流业发展起着重要的推动作用，解决好物流配送问题对企业与社会将产生巨大的经济利益。

车辆路径问题作为物流配送优化系统中的关键一环，其研究受到国内外学者的广泛关注。车辆路径问题最初由Dantzig和Ramser于1959年首先提出的，经过近五十年的发展研究，已成为运筹学与组合优化领域的研究热点和前沿课题。现实生产和生活中，邮政投递问题、飞机航班安排、铁路车辆编组、码头调运、水运船舶调运、公共汽车调度问题以及电力调度问题等都可以抽象为车辆路径问题。随着电子商务、互联网与通信技术的发展，物流配送与车辆路径问题在各种连锁店、大型商场、快递等领域有广泛的应用前景。因此，对车辆路径问题的深入研究，有较高的科学意义和工程应用价值。

目前，对物流配送问题的研究还停留在传统的配送模式上，而随着电子商务和连锁商店的快速发展，物流配送模式已经发生了巨大变化，联合配送、动态配送、跨区域大规模配送等新的配送需求出现，使得传统的物流配送模式已经难以支持现代物流配送的需求。尤其是通信技术与云计算技术的出现，使得大规模跨区域联合配送成为可能，新的物流配送模式正逐步形成。

对车辆路径问题的研究目前还主要停留在静态车辆路径问题上,而对动态车辆路径问题的研究还处于起步阶段。从运筹学的角度分析,动态问题与静态问题有着本质的区别,需要提出新的求解策略和解决方法。动态车辆路径问题优化的信息是与时间相关的,系统输入的信息随着时间推移而出现或者改变。当新信息出现后,需要在可接受的时间范围内快速找到可行解,这也意味着用预优化方法去提前计算是不可行的。

本书在对上述问题分析的基础上,提出云配送模式以解决电子商务 B2B (Business to Business) 环境下车辆路径问题、B2C (Business to Customer) 环境下的车辆路径问题、C2C (Customer to Customer) 环境下的跨区域联合配送的车辆路径问题,对适应不同计算规模和要求智能启发式算法设计和电子商务车辆路径系统设计与实现展开了研究。最后,列举出应用本书提出的理论方法的电子商务实例。

## 1.2 研究的意义

在电子商务如火如荼发展的今天,与之配套的物流配送因发展不够完善,在一定程度上,阻碍了电子商务的蓬勃发展。在生活中,车辆路径问题随处可见,如邮政投递问题、公共汽车调度问题、电力调度问题、管道铺设问题、计算机网络拓扑设计问题等都可以抽象为与车辆路径问题类似的组合优化问题。为此,本研究以电子商务环境下的车辆路径问题为研究对象,从系统工程的视角出发,分析云计算与社会物流配送的相同之处,提出云配送的物流配送模式,研究云配送模式对配送资源与客户需求的最优配置方式,为物流配送的实际运作提供理论支持。

从理论意义看,电子商务环境下的车辆路径模型的构建和求解算法的设计都是棘手的问题,本书从社会化物流配送需求出发,提出云配送概念,研究配送资源与客户需求的优化配置方式,构建面向社会化物流配送云服务配送平台,对面向云配送的车辆路径问题展开研究,设计云量子遗传算法和“预测优化+实时优化”的两阶段动态调度机制,为电子商务环境下的车辆路径问题研究在构建模型和求解算法上进行有益探索,丰富车辆路径问题的理论研究。

从应用价值来看,实际的物流配送在生产企业或客户提出配送需求,交由车队进行配送,很少综合考虑节约成本、减少资源浪费与提高服务质量等问题,

或由于电子商务环境下的车辆路径的复杂性,已有的理论研究难以付诸实施,导致车辆配送效率低下,本研究拟对面向云配送的车辆路径问题进行研究,建立符合实际运行可操作的优化目标和约束条件的数学模型,设计灵活使用的智能车辆路径系统,为电子商务环境下的物流配送规划和车辆路径优化提供支持。

因此,研究面向电子商务环境下的车辆路径问题,具有重要的理论意义和应用价值。

## 1.3 研究目的与方法

### 1.3.1 研究目的

随着电子商务与互联网技术的发展,现代物流配送模式已经发生了巨大变化。城市交通拥挤、能源短缺、大气污染、物流资源使用效率低等问题成为困扰社会发展的问題,同时,通信技术与云计算技术的出现,使得大规模跨区域联合配送成为可能,新的物流配送模式需要被提出和应用研究。

针对上述问题的分析,本书致力于解决以下几个方面的问题:

(1)从系统工程角度出发,多层次、多角度地分析电子商务物流配送需求,研究构建面向动态需求的配送资源池和云服务配送平台,阐述云服务的物流配送概念。

(2)在分析电子商务环境下的配送资源与客户需求优化配置方式的基础上,对面向 B2B 环境下的不同约束的车辆路径问题、B2C 环境下的动态需求的车辆路径问题及 C2C 环境下的联合配送的车辆路径问题的数学建模问题展开研究。

(3)针对电子商务环境下的车辆路径问题求解算法对时效性与稳定性要求比较高的特点,研究利用量子理论与云模型理论对传统启发式算法改进设计。

(4)研究在云配送模式下,智能车辆路径系统的设计与实现。

### 1.3.2 研究方法

本书采取调查分析与理论研究相结合、定性分析与定量研究相结合的方式,融合资料搜索、数据挖掘、模型构建、数理推导、实验检验、比较分析等多种研究方法,具体如下:

(1) 在深入调查电子商务配送模式和广泛查阅文献资料的基础上, 分析社会化物流配送需求, 提出云配送的物流配送模式, 构建云服务配送平台。

(2) 通过广泛查阅资料, 分析面向电子商务环境下的车辆路径问题的分类, 根据电子商务环境下车辆路径问题的约束条件、动态成因和优化目标等因素进行归纳分类研究, 分析配送资源和配送需求的最优配置方式, 并利用数学建模技术对面向电子环境下的车辆路径问题展开数学建模研究。

(3) 通过广泛查阅和分析文献资料, 对车辆路径问题求解算法进行归纳整理和分类研究, 对比分析不同求解算法的优缺点, 根据 B2C 环境下车辆路径问题的时效性强的特点, 利用量子理论和云模型理论改进遗传算法, 设计快速高效的云量子遗传算法, 并与动态信息驱动和时间轴方法相结合, 提出“初始优化+实时优化”的两阶段动态求解策略。

(4) 采用面向对象的设计思想和模块化的理念, 设计面向电子环境下的智能车辆路径系统, 实现动态车辆路径模拟与仿真。

## 1.4 研究内容与创新点

### 1.4.1 研究内容

本书基于云计算理论、最优化理论、最优化算法理论、量子理论及云模型理论, 并结合电子商务环境下的物流配送问题和车辆路径问题研究现状与研究过程中存在的问题, 深入系统地对面面向电子商务环境下的车辆路径问题展开研究, 根据不同规模车辆路径模型对求解算法要求不同, 设计简洁高效的启发式算法, 并根据电子商务环境下车辆路径问题的特点, 设计智能车辆路径系统, 为物流配送问题在新形势下的发展提供理论支持。本书具体安排如下:

第 1 章 明确本书的研究背景及意义, 阐明本书的研究内容及研究目的, 简要地阐述本书的研究方法、创新点及研究技术路线。

第 2 章 针对目前电子商务的发展状况, 分析了电子商务与物流的关系和电子商务物流的内容。阐述了车辆路径问题的基本概述, 并指出车辆路径问题的要素, 包括货物、车辆、配送中心、客户、运输网络、约束条件和目标函数, 对各个要素进行分析, 在其后还说明了电子商务模式下常见的几种车辆路径问题的约束条件, 为后面章节的内容做出了系统性介绍。

第3章 分析了云计算的内涵、发展现状以及应用情况,结合云计算模式与电子商务物流配送的相似特征与联系,提出云配送模式的概念,研究配送资源、配送云服务及配送云的相互关系与作用机理,构建面向电子商务配送的云服务配送平台,并对平台构建的关键技术展开了分析,分析云配送模式的特征及其与传统物流配送模式的区别与联系,并对云配送模式下的车辆路径问题进行了分析。还介绍了目前针对优化车辆路径问题提出的几种启发式方法,如遗传算法、退火模拟算法、蚁群算法、免疫算法、禁忌搜索算法,并对比其应用的优缺点。

第4章 分析了B2B环境下车辆路径问题的特点,对面向不同约束车辆路径问题的数学建模和求解算法展开了研究。首先,对B2B环境下的车辆路径问题的约束条件展开分析,建立带有里程约束的车辆路径模型;分析满载约束与非满载约束的区别与联系,建立带非满载约束的车辆路径模型;分析时间窗的分类和时间窗惩罚函数的设计,并建立带有硬时间窗约束的车辆路径模型;分析多配送中心约束条件,建立其对应的数学模型。其次,在对比分析车辆路径问题求解算法的基础上,设计改进遗传算法,对染色体编码结构、交叉操作、变异操作和种群扩张等操作进行改进。最后,结合仿真实验对模型和算法进行有效性分析。

第5章 针对B2C环境下的车辆路径问题展开研究,对比分析B2B环境下的车辆路径问题与B2C环境下车辆路径问题的区别与联系,在分析已有文献的基础上,提出时间轴概念,利用时间轴将动态车辆路径问题转化为不同时刻的静态车辆路径问题,考虑较为实际的约束条件和优化目标,构建具体时刻的车辆路径模型。根据B2C环境下车辆路径问题对求解算法时效性要求比较高的特点,提出利用量子理论改进传统遗传算法,采用量子位多样性的特点设计染色体编码,利用量子门旋转的种群迁移机制提高种群进化效率,设计量子遗传算法。结合车辆路径模型设计“初始优化+实时优化”的两阶段求解算法,在电子商务的需求客户提出需求的时候,利用时间轴标识不同的时刻,更新配送网络中的信息,实时地进行再优化。结合实验对设计的算法进行仿真计算,检验算法与模型的有效性。

第6章 对C2C环境下跨区域联合配送中的关键要素展开分析,提出本书中的多配送中心、多车型、开放式动态车辆路径问题处理方式,并根据时间轴概念,构建联合配送的动态车辆路径模型。提出利用量子理论与云模型理论改进遗传算法,采用量子比特位设计遗传算法染色体编码,利用量子门旋转实现种群进化,采用云模型云滴的稳定性与倾向性特点改进交叉概率和变异概率的

设置方式,设计云量子遗传算法,并对算法的性能参数、收敛性及计算复杂度进行分析。结合实验对设计的算法进行检验分析。

第7章 根据电子商务环境下配送任务的复杂性与动态性,设计面向对象的车辆路径系统。分析云配送模式下配送任务的需求和系统开发原则,搭建开放式的智能车辆路径系统框架结构。对系统的功能模块进行分析,提出本系统的业务流程和运行结构模式,并展示智能车辆路径系统的主界面和功能模块。

第8章 通过对本书提出的电子商务环境下的车辆路径问题的优化进行实例应用,分析以京东商城、淘宝网为代表的B2C、C2C的电子商务网站的配送模式,将本书的主要研究工作与取得的研究结论运用到实际案例。

### 1.4.2 研究创新点

本书以电子商务环境下的车辆路径问题为研究对象,从系统工程的视角出发,基于云计算模式研究物流配送问题,构建面向动态需求的云服务配送平台。在探索物流配送资源与配送需求最佳配置方式的基础上,提出云配送的物流配送模式,根据社会物流配送的需求,分别构建B2B环境下面向不同的约束条件、B2C环境下的动态需求和C2C环境下的联合配送的车辆路径模型。利用云模型理论和量子理论改进遗传算法,设计云量子遗传算法,并对其收敛性和复杂度进行分析,采用云量子遗传算法与动态信息驱动的时间轴相结合,设计“初始优化+实时优化”相结合的两阶段动态调度机制,对建立的车辆路径模型求解。本研究改变车辆路径问题单纯对模型和算法的研究,丰富车辆路径问题的研究方法,为物流配送问题提供理论和方法上的指导。

根据已有文献分析可知,本书的创新之处主要体现在以下几个方面:

(1) 以探索社会物流配送资源与配送需求最优配置方式为出发点,提出云配送的物流配送模式,从B2B环境下物流配送资源的角度,提出构建面向电子商务环境下物流配送的云服务配送平台。改变以往单纯对车辆路径问题和算法的理论研究,综合对物流配送模式、不同约束的车辆路径问题、动态需求的车辆路径问题、跨区域联合配送的车辆路径问题、适应不同求解规模算法设计和智能车辆路径系统等问题展开研究。

(2) 通过提出时间轴概念,对B2C环境下的车辆路径问题展开研究。目前已有文献对动态信息处理方式主要集中在两个方面,一是通过数理统计或模糊数学理论对动态信息进行预测,依据预测结果给出相应的解决方法,这种方法是在动态信息未发生时就预先生成了车辆路径方案,动态信息的插入对已有方

案不产生任何影响。二是采取“初始优化+实时优化”的方法,首先根据已知信息生产初始优化方案,当动态信息发生时,在初始方案上进行调整,由于研究的侧重点不同,调整的方法也各不相同。本书研究方法属于对后一种研究方法的改进,通过引入时间轴概念,根据动态信息驱动和时间轴记录配送网络发生的信息,将动态车辆路径问题转化为一系列静态车辆路径问题,再根据具体时刻的配送需求产生调度方案。这种方式能很好地解决配送中未完成任务的配送问题,改进已有文献中局部调整的研究方法。

(3) 构建基于时间轴的联合配送车辆路径模型,对 C2C 环境下联合配送问题展开研究。提出跨区域联合配送模式,改变传统一个配送中心负责一个配送片区的“一对多”机制,建立“多对多”的物流配送机制,实现物流配送系统中资源调用、物资转运、车辆共享等问题。在分析不同车型使用成本费用的基础上,提出的多车型使用原则,同时,对多配送中心问题,提出整体算法,从全局角度对多配送中心问题能够进行优化。

(4) 利用量子理论改进传统标准遗传算法,采用量子比特位多样性的特点设计染色体编码,采用量子门旋转的种群整体迁移机制提高算法的进化速度,设计量子遗传算法对动态需求的车辆路径问题求解,并对算法的复杂度等性能进行分析。同时,利用量子理论与云模型理论改进标准遗传算法,利用云模型云滴的随机性和稳定倾向性,改进标准遗传算法中固定设置交叉和变异概率的方式,克服标准遗传算法搜索速度慢及易早熟的缺陷,并设计基于最大保留机制,提高算法的收敛性和鲁棒性,设计云量子遗传算法对跨区域联合配送的车辆路径问题进行求解,并对算法的性能参数、收敛性与复杂度等性能进行分析。

(5) 根据电子商务环境下配送任务的复杂性与动态性,设计面向云配送模式的智能车辆路径系统。在分析云配送模式下配送任务的需求和系统开发原则的基础上,搭建开放式的智能车辆路径系统框架。对系统的功能模块进行分析,设计智能车辆路径系统的业务流程和运行结构模式,并展示智能车辆路径系统的主界面和功能模块。

## 1.5 研究思路

为了满足电子商务环境下物流配送需求的社会化与动态性,作者提出云配送的物流配送模式,通过分析云计算模式与电子商务物流配送的关系、电子商

务环境模式与传统物流配送模式的区别的基础上,构建面向电子商务物流配送需求的云服务配送平台,并对构建云服务配送平台的关键技术展开分析。建立面向电子商务环境下的车辆路径模型,设计云量子遗传求解算法,结合云量子遗传算法与动态信息驱动和时间轴方法设计“初始优化+实时优化”相结合的两阶段动态调度机制对动态车辆问题进行求解,并设计面向云配送模式的智能车辆路径系统。具体研究思路如下:

(1) 通过文献搜集与分析,归纳总结电子商务环境下的车辆路径问题研究现状。

(2) 提出本书的研究背景、研究目的、研究方法、研究内容。

(3) 结合文献搜集与调查分析,研究电子商务物流配送的需求现状,提出云配送模式概念。

(4) 研究云服务配送平台构建的框架结构与关键技术。

(5) 通过查阅文献,分析 B2B 环境下不同车辆路径问题的约束条件,构建面向不同约束条件下的车辆路径模型。

(6) 根据模型的求解规模和复杂性,设计改进遗传算法,并结合实验分析算法的性能。

(7) 分析 B2C 环境下的动态车辆路径问题的动态成因与动态信息的处理方式,提出引入时间轴概念,通过时间轴将动态车辆路径问题转化为一系列静态车辆路径问题,构建具体时刻的车辆路径模型。

(8) 设计量子遗传算法对动态车辆路径模型进行求解,分析算法的复杂度,并结合实验分析算法的性能。

(9) 分析电子商务环境下物流配送的需求问题,提出跨区域联合配送模式,对联合配送问题中的关键问题展开分析,构建 C2C 环境下联合配送的动态车辆路径模型。

(10) 设计云量子遗传算法对联合配送的动态车辆路径模型进行求解,分析算法的收敛性与复杂度,结合实验分析算法的性能;设计面向电子商务环境下的智能车辆路径系统,分析系统总体框架与功能;通过对本书提出的电子商务环境下的车辆路径问题的优化进行实例应用。

## 第 2 章

# 电子商务车辆路径问题研究综述

### 2.1 电子商务物流概述

#### 2.1.1 电子商务物流的产生与发展

由电子商务发展引起的物流问题,起源于著名的网上 72 h 生存实验,这一实验,使人们发现了电子商务在发展过程中的一个重大障碍——物流问题。同时,引发了物流的以下问题。

(1) 在网上交易的情况下,物流如何保证网上交易的商品尽快送到客户手中,即如何有效地实现网上交易商品的交割问题。

(2) 在网上交易的情况下,交易双方如何选择物流的运作模式,即如何提高网上交易的物流运作问题。

(3) 在确定物流的运作模式之后,如何以较低的成本,在较短的时间内完成物流的运作。

以上由网上交易所引发的物流问题,使人们认识到了物流的发展问题。如何在当今信息化的时代背景下,充分地利用现代化信息技术——特别是计算机技术、Internet 技术等来促进物流的发展,成为物流发展的一个热点问题。在此背景下,作为电子商务重要组成部分“电子商务物流”产生了。之后,人们在物流实践活动中,不断地将计算机技术、Internet 技术等信息技术引入物流活动之中,促使了电子商务物流的发展。