

产业集群中物流一体化与 运输协作研究

CHAN YE JI QUN ZHONG WU LIU YI TI HUA YU
YUN SHU XIE ZUO YAN JIU

刘长石 罗亮◎著

中国物资出版社

本书得到湖南省哲学社会科学基金课题“区域物流一体化与湖南制造业联动发展”（编号 2010YBA132）的资助

产业集群中物流一体化与 运输协作研究

刘长石 罗 亮 著

中国物资出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

产业集群中物流一体化与运输协作研究 / 刘长石, 罗亮著. —北京:
中国物资出版社, 2012. 5

ISBN 978 - 7 - 5047 - 4255 - 1

I. ①产… II. ①刘… ②罗… III. ①物资经济学: 产业经济学—研究
IV. ①F250

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 076642 号

策划编辑 王宏琴
责任编辑 郑欣怡

责任印制 何崇杭 王 洁
责任校对 孙会香 杨小静

出版发行 中国物资出版社

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼 邮政编码 100070

电 话 010 - 52227568 (发行部) 010 - 52227588 转 307 (总编室)

010 - 68589540 (读者服务部) 010 - 52227588 转 305 (质检部)

网 址 <http://www.clph.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京京都六环印刷厂

书 号 ISBN 978 - 7 - 5047 - 4255 - 1/F · 1747

开 本 710mm × 1000mm 1/16

版 次 2012 年 5 月第 1 版

印 张 13.25

印 次 2012 年 5 月第 1 次印刷

字 数 217 千字

定 价 28.00 元

版权所有 · 侵权必究 · 印装差错 · 负责调换

前 言

物流是物品从供应地到接收地的实体流动过程。它可根据实际需要，将运输、储存、装卸、搬运、包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能实施有机结合。现代物流是指原材料、产成品从起点至终点及相关信息有效流动的全过程。现代物流是在传统物流的基础上，运用计算机进行信息联网，并对物流信息进行科学管理，使物流速度加快、准确率提高、库存减少、成本降低，以此延伸和放大传统物流的功能。现代物流业所涉及的国民经济行业包括交通运输业、仓储业、邮政业、批发业和零售业的物流配送等。

物流一体化，就是以物流系统为核心，由生产企业经由物流企业、销售企业直至消费者供应链的整体化和系统化。它是物流业发展的一个高级和成熟的阶段。只有当物流业高度发达、物流系统日趋完善时，物流业成为了社会生产链条的领导者 and 协调者，才能够为社会提供全方位的物流服务。物流一体化的发展可分为三个层次，即物流自身一体化、微观物流一体化和宏观物流一体化。

运输是实现人和物空间位置变化的活动，与人类的生产、生活息息相关。因此，可以说运输的历史和人类的历史同样悠久。运输是指把人、财、物由一个地方转移到另外一个地方的过程，运输又被认为是国民经济的根本。物流的运输则专指“物”的运载及输送。它是在不同地域范围间（如两个城市、两个工厂之间或一大企业内相距较远的两车间之间），以改变“物”的空间位置为目的的活动，是对“物”进行的空间位移。

本书主要探讨物流一体化的步骤与相关方法，同时也对物流运输过程中的车辆协作策略进行了设计，旨在促进企业物流发展、降低企业物流成

本、提高物流运作效率。本书一共分为 7 章：第 1 章产业集群与物流一体化综述；第 2 章产业集群与物流一体化；第 3 章产业集群中的物流运输问题；第 4 章产业集群中的小规模物流运输协作；第 5 章产业集群中的大规模物流运输协作；第 6 章基于车辆协作策略的 VRPFD 算法；第 7 章产业集群中物流业发展对策。

本书引用了许多学者的方法，在此一并致谢！如有遗漏之处，敬请谅解！

由于时间仓促，作者的精力和水平有限，难免存在一些错误和不足，请广大读者批评指正！

刘长石

2011 年 12 月

目 录

Contents

1 产业集群与物流一体化综述	1
1.1 产业集群综述	1
1.2 物流一体化综述	3
1.3 国内外相关研究综述	6
1.4 本书研究内容	16
 2 产业集群与物流一体化	20
2.1 产业集群概念与本质	20
2.2 物流的概念与产业属性及其组成	22
2.3 产业集群与物流的关系	28
2.4 产业集群中物流一体化	34
2.5 物流一体化的物流流程优化	43
2.6 产业集群中物流一体化的相关政策	54
2.7 本章小结	58
 3 产业集群中的物流运输问题	59
3.1 问题的引出	59
3.2 产业集群中的模糊需求车辆路径问题	61
3.3 求解 VRPFD 的改进 Sweeping 启发式算法	68
3.4 求解 VRPFD 的混合启发式算法	73
3.5 本章小结	78

4 产业集群中的小规模物流运输协作	79
4.1 问题的引出	79
4.2 车辆协作概念	80
4.3 两辆车的协作策略设计与算例分析	81
4.4 三辆车的协作策略设计与算例分析	97
4.5 四辆车的协作策略设计与算例分析	115
4.6 本章小结	133
5 产业集群中的大规模物流运输协作	135
5.1 问题的引出	135
5.2 研究现状	136
5.3 大规模 VRPFD 的分区方法	138
5.4 大规模 VRPFD 的车辆协作策略设计	146
5.5 算例分析	150
5.6 本章小结	156
6 基于车辆协作策略的 VRPFD 算法	158
6.1 研究现状	158
6.2 基于局部车辆协作策略的 VRPFD 混合遗传算法	160
6.3 基于全局车辆协作策略的 VRPFD 混合禁忌搜索算法	168
6.4 基于全局车辆协作策略的 VRPFD 混合蚁群算法	175
6.5 本章小结	182
7 产业集群中物流业发展对策	184
7.1 国家或政府主管部门的相关对策	184
7.2 产业集群中物流企业的发展对策	189
7.3 本章小结	193
参考文献	194

1 产业集群与物流一体化综述

1.1 产业集群综述

产业集群（Cluster）是指集中于一定区域内特定产业的众多具有分工合作关系的不同规模等级的企业与其发展有关的各种机构、组织等行为主体，通过纵横交错的网络关系紧密联系在一起的空间积聚体，代表着介于市场和等级制之间的一种新的空间经济组织形式。

许多产业集群还包括由于延伸而涉及的销售渠道、顾客、辅助产品制造商、专业化基础设施供应商等，政府及其他提供专业化培训、信息、研究开发、标准制定等机构，以及同业公会和其他相关的民间团体。

因此，产业集群超越了一般产业范围，形成特定地理范围内多个产业相互融合、众多类型机构相互联结的共生体，构成这一区域特色的竞争优势。产业集群发展状况已经成为考察一个经济体，或其中某个区域和地区发展水平的重要指标。

从产业结构和产品结构的角度看，产业集群实际上是某种产品的加工深度和产业链的延伸，在一定意义讲，是产业结构调整 and 优化的升级。

从产业组织的角度看，产业集群实际上是在一定区域内某个企业或大公司、大企业集团的纵向一体化发展。

如果将产业结构和产业组织二者结合起来看，产业集群实际上是指产业成群、围成一圈集聚发展。也就是说在一定的地区内或地区间形成的某种产业链或某些产业链。

产业集群的核心是在一定空间范围内产业的高集中度，这有利于降低企业的制造成本（包括生产成本、交换成本），提高规模经济效益和范围

经济效益，提高产业和企业的市场竞争力。

经济全球化与本地化的产业集群相辅相成。产业集群是在全球化与区域化相互作用中参与竞争的主要力量。产业集群的发展不仅扩展了产业的广度，而且提高了产业的纵深度，成为一个国家或地区获得竞争优势的途径。

产业集群这一系统不仅存在着资源和产品的“大进大出”，还需要系统内部不同企业物流的协调一致。物流系统的服务效率和成本在很大程度上决定了集群的市场规模和竞争力。产业集群的动态发展、集群区域中物流总量不断增多、物流跨度逐步扩大等，对原有的物流运作模式提出了挑战。

总体来说，考察产业集群的特征，有这样六个方面的特征。

第一，每个地理区域的大部分企业基本围绕同一产业，或紧密相关产业，或有限的几个产业从事产品开发、生产和销售等经营活动。

第二，产业内部企业之间具有某个或某几个显著的产业特征作为联结，使产业内部企业之间实行专业分工。最常见的是以供应商—客户作为联结模式，如绍兴纺织业的化纤、织造、印染服装一条龙的产品关联，围绕该产业链还出现了纺机、染料助剂、纺织技术服务等辅助性行业，这些内在紧密联系并频繁互动的行业及其所属企业就构成了一个庞大的纺织产业集群。再如温州低压电器产业在配件生产、成品装配和销售之间构筑起一条产业链。产业集群内部还围绕产业链出现了一些服务性机构和行业组织等。

第三，通过集群成员之间供需关系的联结，实现采购本地化，形成整个集群的成本优势。以温州低压电器集群为例，低压电器的配套件涉及金属部件、合金材料、注塑部件、冲制、酸洗及模具加工等共计几十万种，其中有70%能在柳市采购，对于那些需向外部采购的原材料和部件，其供应商也因集群吸引力而在当地设立办事处。产业链的本地化不仅降低了柳市企业的采购和供应成本，更重要的是大大便利了上下游企业之间的沟通互动，从而为双方在技术创新中协作创造了条件。

第四，产业内部的单个企业绝大部分属于中小企业，规模不大，但是整个集群却具有显著的规模优势和很高的市场占有率。

第五，集群产品销售具有极强的市场渗透力，部分集群在发展过程中形成了产业集群和地区专业市场互动发展的局面。市场渗透能力强是中小企业产业集群发展的一个显著特征，尤其是在集群快速成长时期。如温州低压电器产业利用遍布全国及世界各地 30 多万温州人的有利条件，产品直接渗透到全国各地，培育了“温州人经济”。随着市场开发的深入，部分产业集群在其所在地大多为专业市场，逐渐使该地区成为了某一产品的集群中心。反过来，专业市场的发展为产业集群提供市场平台、物流服务平台和信息交流平台等，为集群的进一步发展壮大提供条件。如绍兴的中国纺织城、温州的纽扣市场、台州路桥的塑料制品市场都是年交易规模在几百亿以上的专业市场。其中，绍兴县的轻纺面料专业市场——中国轻纺城，已经发展成为全国乃至亚洲最大的纺织品集散中心。

第六，发展过程特征。考察中小企业集群发展，基本从自发起步，依靠当地一批精英带动，逐渐形成某一种产业雏形，当形成一定气候后，政府部门再给予适当扶持，不断培育和发展使其成为具有相当规模的中小企业集群。通过竞争来促进集群产业的效率和创新，从而推动市场的不断拓展，繁荣区域和地方经济。

1.2 物流一体化综述

所谓“物流一体化”就是以物流系统为核心的由生产企业，经由物流企业、销售企业直至消费者供应链的整体化和系统化。它是指物流业发展的一个高级和成熟的阶段。只有当物流业高度发达，物流系统日趋完善，物流业成为社会生产链条的领导者 and 协调者，才能够为社会提供全方位的物流服务。

物流一体化的发展可分为三个层次：物流自身一体化、微观物流一体化、宏观物流一体化。

物流自身一体化是指物流系统的观念逐渐确立，运输、仓储和其他物流要素趋向完备，子系统协调运作，系统化发展。

微观物流一体化是指市场主体企业将物流提高到企业战略的地位，并

且出现了以物流战略作为纽带的企业联盟。

宏观物流一体化是指物流业发展到这样的水平：物流业占到国家国民总产值的一定比例，处于社会经济生活的主导地位。它使跨国公司从内部职能专业化和国际分工程度的提高中获得规模经济效益。

物流一体化是物流产业化发展形式，它必须以第三方物流充分发育和完善为基础。物流一体化的实质是一个物流管理的问题，即专业化物流管理人员和技术人员，充分利用专业化物流设备、设施，发挥专业化物流运作的管理经验，以取得整体最优的效果。同时，物流一体化的趋势为第三方物流的发展提供了良好的发展环境和巨大的市场需求。

国内物流产业正处在前所未有的高速增长阶段。据国家发改委、国家统计局、中国物流与采购联合会统计，“十五”时期，我国社会物流总额达147.7万亿元，比“九五”时期增长近1.4倍，年均增长23%，扣除价格因素，年均增长15%左右，明显快于同期GDP增长9.5%的水平；2007年我国物流产业继续保持高速增长势头，全国社会物流总额达到74.8万亿元，同比增长25.5%；物流业增加值完成16717亿元，同比增长18.4%；预计“十一五”期间，我国物流产业年均增速保持在15%以上，远远高于美国的10%和加拿大、西欧的9%。《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》明确提出了要“大力发展现代物流业”，标志着现代物流的产业地位得以确立；2007年《政府工作报告》中再次重申大力发展服务业，并将物流产业置于发展现代服务业的首位；《国务院关于加快发展服务业的若干意见》也再次强调要大力发展现代物流业。有关部委和地方出台的《全国沿海港口布局规划》《关于促进铁路现代物流发展的指导意见》《中国民用航空发展第十一个五年规划》《综合交通网中长期发展规划》《粮食现代物流发展规划》等一系列政策，为物流产业的发展创造了有利的政策环境。社会物流总费用与GDP的比例体现了一个国家物流产业专业化水平和服务效率。我国社会物流总费用与GDP的比例在近年来呈现不断下降趋势，“十五”期间，社会物流总费用占GDP的比例，由2000年的19.4%下降到2006年的18.3%；2007年这一比例则下降到18.0%，标志着我国物流产业的专业化水平和服务效率不断提高。但同发达国家相比较，我国物流产业仍然处于粗放式经营的层面，质量和效益并不理想，物流业务附

加值低。发达国家通过推行现代物流精细化经营,社会物流总费用占 GDP 的比重已经降低到 10% 左右,而我国与之相比,仍然有较大的差距。由于我国物流管理多年来一直沿袭计划经济体制的管理模式,使原本是一个系统的物流业管理权限被分解,致使我国物流发展呈现出明显部门化、区域化特征与工业、商业、物资、交通等各自为政,造成了资源浪费。所以有必要对这些物流模式进行改变,实施物流一体化,提高物流产业专业化水平与服务效益。

物流产业发展水平的高低是衡量一个国家和地区经济发展程度的重要指标。现代物流已成为国民经济在高起点上持续发展的基础动力,同时也是企业在激烈的市场竞争中把握竞争优势的有效方式。从宏观角度出发,现代物流在国民经济的合理布局、社会资源的优化配置、减少流通环节、加速资金周转、促进社会分工以及加速生产的集中化、规模化等方面起着积极的作用。从微观角度来看,企业物流贯穿于企业生产和经营的全过程,企业物流合理化作为“企业脚下的金矿”、“企业的第三利润源泉”,使物流已成为当前企业最重要的竞争领域。甚至有人认为,在 21 世纪,谁掌握了物流,谁就掌握了市场。正因为如此,各国政府、企业和研究机构纷纷将注意力转向以系统化、信息化、敏捷化和客户导向为特征的物流管理现代化。

物流的基本功能有:运输、储存、包装、装卸搬运、流通加工和物流信息处理。这些功能也是物流系统的重要环节,其中运输是物流系统最主要的功能和环节。我国运输成本占物流成本的 50%~60%。运输组织过程是一个复杂的过程,现在运输业还存在大量不合理的运输。有专家估算,我国仅汽车运输空驶率就高达 37%,相当于 150 万辆载重汽车来回空跑。一件商品从生产出来到消费者手中,要经过十几次的搬动、装卸,长时间的储存、保管,因此全国每年造成的物资损耗约在 3000 亿元以上。另外运输业设备规模比较大,服务的客户范围广泛,合理组织能充分发挥运输设备的利用率,减少车辆的空驶里程,减少迂回等不合理运输从而降低运输成本,同时合理组织运输能减少车辆路途时间,合理规划车辆到达客户的时间从而提高服务质量。许多企业实行 JIT 管理体系,需要运输服务保证既不滞后,也不提前,按质按量地把所需要的东西运到所要求的地方。这

一方法在制造业和商业领域的广泛采用，无疑对运输的合理组织提出了更高、更苛刻的要求。因此运输的合理组织与优化已经成为物流现代化的关键内容之一。

目前，绝大部分物流企业采用的是车辆不协作的运输策略，即车辆在运输时，都是独立运输，车辆之间没有协作。当物流运输的客户或者道路信息为不确定信息时，不协作的路径策略可能会带来巨大的资源浪费，而车辆相互协作运输不但能充分利用途中车辆的运输能力，还能缩短客户的服务时间，从而减少运输成本，提高服务质量。所以有必要设计比车辆不协作策略更高效的车辆协作策略来优化车辆路径，降低企业物流成本。

1.3 国内外相关研究综述

1.3.1 产业集群研究综述

产业集群是在某特定领域中，一群在地理上邻近、有交互关联性的企业及相关法人机构，并以彼此的共通性和互补性相联结。产业集群的规模，可以从单一城市、整个省、一个国家甚至一些邻国联系成的网络。产业集群具有许多不同的形式，要视其纵深程度和复杂性而定。不过，绝大多数产业集群包含最终产品或服务厂商，专业元件、零部件、机器设备以及服务供应商、金融机构及其相关产业的厂商。产业集群也包含下游产业的成员（如销售渠道及顾客），互补性产品制造商，专业化基础设施的供应商，政府与其他提供专业化训练、教育、信息、研究和技术支援的机构（如大学、智库、职业培训机构），以及制定标准的机构。对产业集群有重大影响力的政府机关，也可视为它的一部分。最后，产业集群还包括同业公会和其他支持产业集群成员的民间团体。

产业集群理论作为现代西方经济学的一个重要研究领域，对产业经济学、发展经济学、区域经济学的发展起到了积极的推动作用。产业集群理论是在马歇尔与韦伯理论的基础上形成了最初形态，在此基础上产生波特的钻石理论与克鲁格曼的集聚理论标志着产业集群理论的初步形成。

从国外当前产业集群的研究来看,大体是从竞争、合作中的竞争、创新环境、经济增长等视角进行的。①从竞争的角度研究产业集群。从企业之间竞争的角度来研究产业集群,认为集群的形成是竞争的结果,竞争是产业集群形成的主要原因。其代表人物是波特和 Chintz。波特认为企业间的合作竞争促进了创新和发展,产业集群具有合作竞争的灵魂。Chintz 也认为竞争在集群形成中起着重大的作用。他最早进行了市场结构和地理集中联系方面的分析,讨论了作为聚集经济关键因素的市场结构,成功地预测到了现在研究者和实践者关注的焦点问题,认为企业间的联系和产业的组织影响区域发展的路径。②从合作中的竞争角度研究产业集群。Spinoza 与 Quandt 认为,创新群和合作网络是促进区域发展,提升创新能力和区域竞争优势,缩小空间和社会不均衡的主要工具。合作竞争学派是从合作中的竞争角度研究产业集群的,强调合作中的竞争,在竞争中找到合作的思路和方法。③从创新体系的角度研究产业集群。从区域经济的角度看,产业集群强调的是区域创新体系(或创新环境)。代表人物有艾德洛特与梅拉特等。④从经济增长的角度研究产业集群。Machiel Van Pijk 和 Ondor Nomalor 从需求角度解释了产业的动力。在假定消费者偏好多样性和相关技术兼容性不同的前提下,探讨新技术应用的时间和频率是如何影响产业动力的,验证了新技术应用模型和产业中企业的数量。⑤从社会资本的视角研究产业集群。运用社会资本理论,从网络、信任、信息等方面分析了产业集群的发展,代表人物有普特南等。国外学者虽然从不同的方面研究了产业集群,促进了产业集群理论的发展,但国外的研究大多以研究论文的形式出现,偏重于实证基础上的归纳分析,没有形成系统的理论体系。

总体来看,国内从产业集群的内在机制与竞争优势、产业集群的风险与防范、产业集群的技术创新等方面研究了产业集群。①从产业集群的内在机制与竞争优势方面研究产业集群。魏守华和石碧华(2002)从直接经济要素和非直接经济要素两个方面分析了产业集群的竞争优势。直接经济要素包括生产成本优势、基于质量基础的产品差异化优势、区域营销优势、生产竞争优势四个方面,非直接经济要素则体现在区域创新能力上。张平(2004)也从资源的视角对产业集群的竞争优势进行了分析,认为集

群的竞争优势是群内企业内部资源与外部资源共同作用的产物。②从产业集群的风险与防范方面研究产业集群。吴晓波和耿帅（2003）构建了区域集群“自稳性”风险成因模型，指出构成区域集群竞争优势的集群自身特性，同时也是区域集群风险产生的根本原因，并分析了“自稳性”集群风险与周期性和结构性集群风险之间的联系。③从产业集群的技术创新方面研究产业集群。王缉慈（2001）把产业集群视为适合创新的空间，主要从营造区域创新环境的角度对产业集群的技术创新进行了探讨。刘友金（2004）从一个全新的视角，构建了一个中小企业集群式创新的研究框架，提出了集群式创新概念，研究了中小企业集群式创新优势及其产生机理、入群行为、运行机制，以及中小企业集群式创新演化的群落学特征及其条件。总体来讲，我国产业集群已有的研究成果大都是在对发达国家产业集群研究的跟踪、介绍、引进的基础上结合我国产业集群发展的实际而取得的。在引进过程中，各取所需、断章取义和忽视国情的现象并存。

国内外已有的成果大多将产业集群视为一个封闭系统，从产业集群内部主体之间、集群内外相关主体之间、集群与集群之间互动的角度对产业集群进行研究仍比较少见。鉴于此，本书从产业集群与物流产业互动的角度进行了研究与分析。

1.3.2 物流一体化研究综述

物流一体化是20世纪末最有影响的物流趋势之一，其基本含义是指不同职能部门之间或不同企业之间通过物流上的合作，达到提高物流效率、降低物流成本的效果。

国内有些学者从某一个方面或者行业对物流一体化进行了探讨。康贻建（2006）对如何构建长三角地区物流一体化体系进行了分析，认为需要推进长三角区域物流规划对接、通关对接、信息对接和政策法规对接，按照政府引导、市场运作、统筹规划、梯次推进的原则，加快物流园区建设步伐，整合现有物流资源，建设现代物流基础平台、信息平台和政策平台，培育和组建大型现代第三方物流集团，形成涵盖长三角，辐射周边地区的强大物流产业优势。卢长利与周溪召（2006）针对家具制造业在物流

中存在的问题,以 ERP 信息化和 BSC 平衡记分卡作为工具来实现家具制造业的物流一体化,从而构建一个完善的物流一体化平台。焦文旗(2008)对京津冀区域物流一体化障碍因素进行了分析,并给出了相关建议。

上述研究都只给出了一些政策建议,针对物流一体化的具体运作机制或者运作模式没有具体涉及。故本书研究了产业集群背景下的物流一体化运作机制,同时还给出相关政策建议。

1.3.3 车辆路径问题研究综述

至今运输业还存在大量不合理的运输。车辆路径问题(Vehicle Routing Problem)是物流运输合理组织最关键的问题。

VRP 最早由著名学者 Dantzig 和 Ramser 于 1959 年提出。由于该问题将运筹学理论研究和实际生产生活紧密联系起来,因此自提出以后即显现出旺盛的生命力,引起了运筹学、应用数学、组合数学、网络分析、图论、计算机应用等学科的专家和运输计划制订者和管理者的极大重视,成为运筹学和组合优化领域的前沿和热点问题。

郭耀煌、李军在《车辆优化调度》一书中将 VRP 定义为:对一系列发货点和(或)收货点,组成适当的行车路径,使车辆有序地通过它们,在满足一定约束条件(如货物需求量、发送量、交发货时间、车辆容量限制、行使里程限制、时间限制等)下,达到一定的目标(如里程最短、费用最少、时间尽量少、使用车辆尽量少等)。

国内最先对 VRP 进行系统研究的是郭耀煌教授,他及其学生从 1989 年起对多车场、多车型等类型的问题进行了研究,出版了国内 VRP 研究领域的第一部专著《车辆优化调度》。近年来,随着“物流热”的升温,国内学者对 VRP 的研究也逐渐开始重视起来。在国内研究者撰写的四篇综述文章中,汪寿阳、赵秋红、夏国平(2000)对定址——路径问题的研究进行了分析评述;祝崇隽、刘民、吴澄(2001)较全面地回顾了 VRP 邻域的最新进展;袁庆达、游斌(2001)总结了库存——路径问题研究的一些成果;谢秉磊、郭耀煌、郭强(2002)总结了动态 VRP 的特征、分类以及算法研究。

此外大多数文献都是对确定信息条件下 VRP 的模型和算法进行研究。李军（1999）对有时间窗的车辆调度问题进行了分析，提出了以分派为基础的启发式算法。她在算法中讨论了如何完成任务所需要的车辆数，定义了两种分派费用，设计了在分派过程中安排线路的方法，并用实例进行了验证，最后对算法的适用性及进一步应用进行了讨论。姜大立等（1999）在分析车辆路径问题的现有启发式算法的基础上，构造了车辆路径问题的染色体表达，并对染色体进行了可行化映射，建立了该问题的遗传算法。实验结果表明，此算法可以有效求得车辆路径问题的优化解或近似优化解，是求解车辆路径问题的一个较好方案。叶耀华、朱晓梅、陈霖（2000）提出一种带时间窗和在前约束的车辆路线问题，并构造了求解该问题的一种基于列生成的算法。刘志硕、申金升、关伟（2007）在分析 VRP 与 TSP 区别的基础上，将蚁群算法应用于 VRP 的求解，构造了具有自适应功能的混合蚁群算法。该算法对基本规则作了进一步改进，有机结合了爬山法、节约法等方法以减少计算时间、避免算法停滞。指出可行解问题是蚁群算法的关键问题，提出了大蚂蚁数、近似解可行化等四个解决策略。计算机仿真结果表明自适应混合蚁群算法性能优良能够有效地求解 VRP。潘震东、唐加福、韩毅（2007）考虑一个分销中心、多个零售商组成的分销网络系统中具有柔性车辆能力的带货物权重的车辆路径问题。根据车辆的满载情况采用了不同的运输策略，即单点运输和多点运输方式。文章中建立了一种基于货物权重的 VRP 模型，即在安排车辆线路时每个零售商的货物需求量也作为一个因素考虑，尽可能使车辆优先供货需求量较大的零售商。最后针对问题的性质，开发了一种基于划分的遗传算法对问题进行求解，并与一般遗传算法及常用的启发式算法进行了比较。娄山佐与李相勇分别在他们的博士论文里对 VRP 进行了建模，并设计了优化算法。

近年来也有部分文献对模糊信息条件下 VRP 进行了研究。张建勇、郭耀煌、李军（2004）在对模糊需求信息条件下的车辆路径问题进行简单描述的基础上，通过引入决策者主观偏好的概念，提出了解决该问题的一种基于模糊可能性的混合遗传算法。同时，在最小化车辆使用数与车辆行驶距离的目标下，通过随机模拟方法研究了决策者的主观偏好对最终决策目标的影响作用，并通过与其他计算方法的比较证明了基于模糊可能性的混