

管理科学与工程学会 2016年年会 论文集

管理科学与工程学会 编


江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS





管理科学与工程学会 2016年年会

论文集

管理科学与工程学会 编

 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇江

图书在版编目(CIP)数据

管理科学与工程学会 2016 年年会论文集 / 管理科学与工程学会编. —镇江: 江苏大学出版社, 2016. 10
ISBN 978-7-5684-0339-9

I. ①管… II. ①管… III. ①管理学—学术会议—文集②工程技术—学术会议—文集 IV. ①C93-53②TB-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 244426 号

管理科学与工程学会 2016 年年会论文集
Guanli Kexue Yu Gongcheng Xuehui 2016 Nian Nianhui Lunwenji

编 者/管理科学与工程学会

责任编辑/李菊萍 张小琴 徐 婷

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/<http://press. ujs. edu. cn>

排 版/镇江文苑制版印刷有限责任公司

印 刷/虎彩印艺股份有限公司

经 销/江苏省新华书店

开 本/787 mm×1 092 mm 1/16

印 张/37.25

字 数/977 千字

版 次/2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-5684-0339-9

定 价/90.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

目 录

基于委托代理模型的两级鸡肉供应链质量控制策略研究/安玉莲 张园园 孙世民/001	
碳交易政策下面向产品族的供应链库存-选址优化/郭培培 杨东/005	
在线价格补贴下零售商主导的 O2O 供应链模型/童攀 徐琪/021	
Multiobjective Optimization for a Location-Routing-Inventory Problem Considering Carbon-Capped Differences/Tang Jin-huan Qi Ning Zhao Li-Qiang/028	
生态产业链国内研究进展及西部地区矿产资源生态产业链研究展望	
	/陈瑶 骆毓燕 党庆忠/035
基于 Owen 联盟值的 O2O 供应链合作博弈收益分配/孙晓笛 徐琪/042	
基于成本优化的社区型超市供应链研究/韦金香 张建同/049	
O2O 实体渠道与网络渠道价格差异的竞争分析/任晓雪 于晓秋/056	
区域环境保护投入研究综述/张海斌 李芳林/067	
基于理论视角的虚拟社区知识共享研究综述/李杰 李欢 杨芳 沈晓璐/072	
管理领域驱动的模糊多准则决策方法国外研究综述/张莉莉/082	
影响和制约教育系统基层工会发挥作用的因素研究文献综述/殷志梅 刘一君 徐社军/098	
基于 SNA 的精益建设研究热点问题分析/杨珮/105	
生产运作管理研究概况/刘渤海 李晓辉 张海咪/114	
多渠道服务质量对品牌忠诚的影响作用研究/丁晓燕 王高山/123	
异质委托情境下国企高管不同过度自信形式对激励契约的影响分析	
	/王垒 刘新民 于文成/131
虚拟品牌社区用户知识共享对产品创新的影响/沈波 钟华/139	
现行竞争情报的实施障碍及 Web2.0 时代的超越机制/宋新平 巩庆箫 姚伟/145	
BIM 技术在房地产项目进度管理应用的探索与优化/楚国威 任家强 张敏/150	
基于物联网技术的智能配电柜系统的研究/吴恒 褚伟/154	
物流服务与云计算服务整合的研究/李兴国 吴小宝 顾东晓/160	
基于 TOGAF 的第四方物流企业信息化架构研究/余本功 张连彬 张懂/169	
基于快销行业的品牌联盟伙伴特征对品牌联盟绩效的影响机制研究/黄春萍 陈翠平/177	
大学生人格特征对创新行为的影响:创新自我效能感的中介作用	
	/李杰 吴云云 杨芳 沈晓璐/183
博弈视角下大学生宿舍垃圾分类的激励机制研究/李达 张健/192	

基于多维灰色模型的高校图书馆建设对学科发展的影响分析/田景梅 孙志静 刘君/197

基于结构方程模型的高校图书馆建设对学科发展的影响分析/田景梅 刘君 孙志静/205

基于供给侧视角的苏北产学研协同创新机制与技术转移研究/陈国华 郭燕/216

学生满意度测评模型研究

——用于应用型高等教育服务质量评估/李晓英/221

基于可穿戴设备的军校学员精确管理系统设计/李俊 沈延安/228

团队创新氛围对研究生创新行为的作用机理研究/吴静 宋丽芳 张惠琴/234

校企合作课程及过程考核课程的实施绩效实证研究/刘一君 史雁楠 阳云/244

基于应用能力培养的决策分析教学改革研究/李竹宁 郭首玮/257

基于犹豫模糊互补偏好的水资源配置群决策研究/刘霞 吴楠楠 许叶军/262

基于演化博弈论的农民创业者供给村庄公共品行为研究/黄启发 庄晋财 尹金承/272

基于土地供给侧角度的房地产去库存化分析/张敏 任家强 楚国威/284

金融支持新型城镇化的实证研究

——跨越中等收入陷阱视角/尚娟 王卓 曾思鑫/290

基于 DEA-Malmquist 指数海洋经济绿色全要素生产率的分析/康旺霖 郑海红/301

我国造纸业供给侧结构性改革研究/吴琳 张智光/312

工业园区的循环化改造绩效评价

——基于 DEA-TOPSIS 模型/邹雅迪 张健 齐林/322

政务服务中心整体服务绩效的公共价值计分卡构建/寿志勤 魏诗嘉 陈正光/329

跨行政边界的道路容量决策与福利分析/张云龙 刘天亮/337

基于五大发展理念的全国碳市场建设思路分析/易兰 李朝鹏/345

关于科右前旗社区治理工作的几点思考/王伟 徐长安/349

西部资源型城市接替优势产业选择与实证研究/邢孟林 罗福周 党苗/353

包头市 3E 系统协调发展研究/陈田澍 宋宇辰 闫昱洁/359

中西部产业园区升级现状和路径研究

——以合肥家电产业园区为例/陆文星 韦笑/365

西部地区城镇化进程与产业生产效率关系的实证研究/尚娟 曾思鑫 王卓/372

新疆地区居民收入-消费-社会保障对社会稳定促进效应的实证研究

/李明星 张梦娟 赵佳伟 胡成 刘洪 闫国疆/379

山东省海陆经济统筹发展影响因素研究/范柳 刘新民 张亚男/393

区域协同发展评价体系构建

——一项基于河北环北京县(市)的研究/丁烨 张建同/404

建筑信息模型(BIM)与精益建设集成应用研究/冯领香 段盈盈 李书全/412

基于区间信任的反馈型群体交互方法研究/吴坚 曹清玮 刘雨佳 梁昌勇/418

基于绩效的知识共享推进研究

——演化博弈的视角/崔亚梅 陈淑凌 杨晶照/426

带充电设施的电动汽车路径规划问题研究/贾永基 张丽娜 王长军/437

- 基于模糊 petri 网的无人机动力装置故障诊断研究/袁浩川 叶霖/445
- 一种基于 GPS 轨迹计算沥青路面施工碾压遍数的方法/汪浩 褚伟/453
- Study on the simulation and optimization of victims' self-rescue model under the situation of sudden disaster/Zhu Hua-gui/461
- 鱼群算法在聚类分析中的应用改进/郭永峰 李兴国 顾东晓/471
- 美联储加息对黄金价格影响的干预分析模型/许磊/481
- 存在占座情况的食堂均衡/唐启鑫 田琼/486
- 考虑车内拥挤效应的公交网络规划模型/琚玉鹏 田琼 黄海军/499
- 考虑自利性单位订单的单机调度建模与仿真研究/吴琼 王长军 熊娇/507
- 考虑旅客忠诚度的航空机票在线分销模型/张辰 田琼/514
- 基于物联网技术的智能配电柜系统的研究/吴恒 褚伟/525
- 个人云存储使用意愿影响因素研究
——基于 TAM 与 TPB 理论/梁昌勇 宣婕 顾东晓/531
- 过度自信、补偿性契约与农村电商三边道德风险规制设计/吴士健 孙向彦 权英/537
- 大数据下管理会计的创新发展/王凤洲 田敏/545
- 基于 SaaS 的企业云信息系统安全风险评估/薛山 梁昌勇/551
- 基于 STEAM 平台的产品因素对于游戏相关消费影响的实证研究/李毅鹏 吴思淼/556
- 基于补偿-惩罚措施的双边平台的促合作控制研究/董瑞 陈琳 王先甲/562
- 基于科学知识图谱的脑科学研究可视化分析/毛翠云 陆婷婷/578
- 企业电子商务运营模式及其发展趋势探究/雷宏振 段佳/586

基于委托代理模型的两级鸡肉供应链质量控制策略研究

安玉莲^{1,2} 张园园¹ 孙世民¹

(1. 山东农业大学 泰安 271018; 2. 山东财经大学 济南 250014)

摘 要 鸡肉是中国餐桌的传统美食,近年来却因为质量问题让消费者望而却步。如何对鸡肉供应链进行产品质量控制是一个非常重要的课题。文章选择肉鸡供应链中屠宰加工企业和超市两级供应链的质量控制为研究对象,利用委托代理理论,构建了屠宰加工企业、超市和两级供应链的期望收益函数,在屠宰加工企业、超市分别存在单边道德风险的情况下,双方在设计质量合约时应充分考虑的因素有:外部损失分摊比例和屠宰加工企业最优的价格折扣,求解双方的道德风险值。

关键词 鸡肉供应链 委托代理 道德风险 质量控制

1 引 言

鸡肉历来是中国人餐桌上的美食,不管南方还是北方,对鸡肉的偏爱由来已久,鸡肉的吃法也多种多样。一方面是因为鸡肉有丰富的营养,另一方面是因为鸡肉肉质细嫩,滋味鲜美。但是目前我们面临这样一个尴尬的事实:很多人不敢买鸡肉。造成这一问题的根本原因是目前我国肉鸡的养殖、生产、加工乃至销售的各环节中存在诸多的产品质量问题,让消费者望而却步。《2014 中国鸡肉消费者市场调查报告》显示,“在日常生活消费中,不论是对生鸡肉还是熟鸡肉的关注度,全国各地 1686 名受访者当中,近半数把鸡肉食品安全排在第一位”,所以如何通过供应链对肉鸡产品进行质量控制是相关部门和企业的重要课题。

肉鸡屠宰加工环节产生的产品质量问题主要有:在肉鸡分割、包装、加工、运输等过程中不按照操作规范生产加工导致的微生物污染;为了使产品色香味俱全,在加工过程中不正确使用添加剂等。如果这样的问题产品进入市场,就会对消费者的健康带来很大的危害,所以需要屠宰加工企业自身和销售商严格把控产品质量。但是对鸡肉产品质量进行控制和检验会增加质量预防成本、质量检验成本等,并且在屠宰加工企业和销售商之间存在着信息不对称的情况,双方都存在利用自身的优势来从事降低自己的成本而有益于对方或消费者利益的行为的可能(即道德风险),从而降低产品质量,如何解决或者避免因为信息不对称带来的质量控制问题,是理论和实践中的难题。

本文首先构建了肉鸡屠宰加工企业和超市的期望收益函数模型,运用委托代理理论分析了完全信息条件下屠宰加工企业最优的质量预防水平和超市最优的质量检验水平;分析、求解了当超市和屠宰加工企业分别为委托人时对方的道德风险值。在设计质量控制合约时要充分考虑屠宰加工企业分担的外部损失比率及其提供的内部损失价格折扣。

2 问题描述与基本假设

屠宰加工企业通过关键质量行为控制肉鸡屠宰加工过程,将片肉或分割包装肉提供给超市。在此过程中,假设:①若鸡肉质量合格,超市的质量检验过程将证实它;②若鸡肉质量有缺陷且被超市检验发现将被拒收,引致超市的内部损失成本,屠宰加工企业将提供价格折扣;③若鸡肉质量有缺陷未被超市检验发现,售出后被发现,引起外部损失成本,屠宰加工企业将分摊一部分;④屠宰加工企业质量预防决策与超市的质量检验彼此独立;⑤屠宰加工企业与超市的目标都是利润最大化。

屠宰加工企业的期望收益函数模型:

$$EU_s(y,R,\delta)=\Pi-C_s(P_s(y))-(1-P_s(y))P_m(W+R)-(1-P_s(y))(1-P_m)\delta L_E \quad (1)$$

式中: Π 是超市为获得鸡肉向屠宰加工企业提供的前向支付; y 是屠宰加工企业的关 键质量行为水平。屠宰加工企业在肉鸡屠宰加工中的质量预防水平 $P_s(y) \in [0,1]$ 是其关键质量行为水平的函数;由质量预防带来的质量预防成本 $C_s(P_s(y))$ 是边际成本递增的凸函数; P_m 是超市的质量检验水平,独立于其关键质量行为; L_I 是超市检出鸡肉质量缺陷后拒收引致的内部损失成本; R 是屠宰加工企业为超市内部损失成本提供的价格折扣额; W 是屠宰加工企业对被拒收鸡肉的处理成本; L_E 是鸡肉质量有缺陷未被超市检出,销售后引致的外部损失成本; $\delta \in [0,1]$ 是屠宰加工企业为超市外部损失成本承担的比例。

$L_E \geq L_I + W, L_I \geq R$, 否则超市就没有了检验产品质量的动机。

超市的期望收益函数模型:

$$EU_m(\Pi,P_m)=I-\Pi-C_m(P_m)-(1-P_s(y))P_m(L_I-R)-(1-P_s(y))(1-P_m)(1-\delta)L_E \quad (2)$$

式中: U_m 是超市的期望收益; I 是超市正常销售所有鸡肉产品所获得的收益;超市的质量检验成本 $C_m(P_m)$, 是边际成本递增的凸函数; $(1-\delta)L_E$ 是当发生外部损失时超市承担的部分。

屠宰加工企业和超市两级供应链整体的期望收益函数 U 模型:

$$EU_{sm}=I-C_s(P_s(y))-C_m(P_m)-(1-P_s(y))P_m(L_I+W)-(1-P_s(y))(1-P_m)L_E \quad (3)$$

3 完全信息条件下两级鸡肉供应链质量控制模型

如果存在一种状况使肉鸡屠宰加工企业与超市之间信息完全对称且充分(此种情况很难发生),超市可以观测到屠宰加工企业的质量预防水平 $P_s(y)$,屠宰加工企业亦能了解超市对其供应产品做出的质量检验水平 P_m ,两级供应链之间就排除了道德风险的存在,激励相容约束不起作用。在完全信息下,可将肉鸡屠宰加工企业和超市两级供应链作为整体,看作虚拟委托人,那么,此时委托代理的模型如公式(3)所示。根据 Stanley Baimen(2001)的假设,这里

$$C_m(P_m,\theta_m)=\frac{1}{2}K_mP_m^2\theta_m^2$$
$$C_s(P_s,\theta_s)=\frac{1}{2}K_sP_s^2\theta_s^2$$

$(K_s>0,K_m>0)$

此时分别对 $P_s(y)$ 和 P_m 求一阶偏导数,则有

$$\frac{\partial EU_{sm}}{\partial P_s}=-C'_s(P_s(y))+P_m(L_I+W)+(1-P_m)L_E=0 \quad (4)$$

故
$$P_s^*=P_s(P_m)=\frac{L_E-P_m[L_E-(L_I+W)]}{K_s\theta_s^2} \quad (5)$$

$$C'_m(P_m) = (1 - P_s(y))(L_I + W) + (1 - P_s(y))L_E \quad (6)$$

$$\text{故} \quad P_m^* = P_m(P_s) = \frac{(1 - P_s(y))[L_E - (L_I + W)]}{K_m \theta_m^2} \quad (7)$$

式中: P_s^* , P_m^* 分别是完全信息情况下肉鸡屠宰加工企业最优的质量预防水平和超市最优的质量检验水平; EU_s^* 是肉鸡屠宰加工企业的期望收益; EU_m^* 是超市的期望收益; EU_{sm}^* 是两级供应链期望收益总和。

4 非对称信息条件下两级鸡肉供应链质量控制模型

第一种情况: 当屠宰加工企业的质量预防水平 P_s 隐匿而超市的质量检验水平 P_m 可知时, 超市不能获取屠宰加工企业质量预防的信息, 处于信息劣势, 可看作委托人, 屠宰加工企业处于信息优势, 存在道德风险问题, 有可能降低产品质量预防水平, 可看作代理人。超市想要降低屠宰加工企业的道德风险, 需要设计最优的激励合同。

定理 屠宰加工企业的道德风险值由屠宰加工企业分摊的外部损失比例 δ 和屠宰加工企业提供的价格折扣 R 决定, 为了降低屠宰加工企业的道德风险, 超市可在设计激励合同时:

① 提高由屠宰加工企业承担的外部损失的比例 δ ; ② 提高由屠宰加工企业提供的价格折扣 R 。

证明如下: 此时超市质量决策控制模型为

$$\max_{\Pi, z, P_m} U_m \quad (8)$$

$$(IR) \quad U_s \geq u_0^s \quad (9)$$

$$(IC) \quad \{y, R, \delta\} \in \arg \max_{y, R, \delta} U_s \quad (10)$$

式(8)(9)中, u_0^s , IR 和 IC 分别为屠宰加工企业的保留效用、参与约束和激励相容约束。由式(10)对式(1)求 $P_s(y)$ 的一阶最优化, 则有

$$\frac{\partial EU_s}{\partial P_s} = -C'_s(P_s(y)) + P_m(W + R) + (1 - P_m)\delta L_E \quad (11)$$

$$C'_s(P_s(y)) = P_m(W + R) + (1 - P_m)\delta L_E \quad (12)$$

$$P_s^N = \frac{P_m(W + R - \delta L_E) + \delta L_E}{K_s \theta_s^2} = \frac{P_m(W + R) + L_E \delta (1 - P_m)}{K_s \theta_s^2} \quad (13)$$

式中: P_s^N 表示当屠宰加工企业存在道德风险时, 为追求最大化收益时其产品质量检验水平的均衡值。

$$\begin{aligned} \text{所以} \quad P_s^* - P_s^N &= \frac{(1 - \delta)L_E - P_m[(1 - \delta)L_E - (L_I - R)]}{K_s \theta_s^2} \\ &= \frac{(1 - P_m)(1 - \delta)L_E + P_m(L_I - R)}{K_s \theta_s^2} \end{aligned} \quad (14)$$

屠宰加工企业的道德风险以 $P_s^* - P_s^N$ 表示, 由(14)可知 $P_s^* - P_s^N > 0$ 。

第二种情况: 当超市的质量检验水平 P_m 隐匿而屠宰加工企业的质量预防水平 P_s 可知时, 超市可能存在过度检验的风险, 屠宰加工企业处于信息劣势, 可看作委托人, 超市处于信息优势, 存在道德风险问题, 可看作代理人。屠宰加工企业想要降低超市的道德风险, 需要设计最优的激励合同。

定理 超市的道德风险由屠宰加工企业分摊的外部损失比例 δ 和屠宰加工企业提供的价格折扣 R 决定, 为了降低超市的道德风险, 屠宰加工企业可在设计激励合同时: ① 降低屠宰加工企业承担的外部损失的比例 δ ; ② 降低由屠宰加工企业提供的价格折扣 R 。

证明如下：屠宰加工企业质量决策控制模型为

$$\max_{y,R,\delta} U_s \tag{15}$$

$$(IR) U_m \geq u_0^m \tag{16}$$

$$(IC) \{ \Pi, z, P_m \} \in \arg \max_{\Pi, z, P_m} EU_m \tag{17}$$

式(15)(16)中, u_0^m , IR 和 IC 分别为超市的保留效用、参与约束和激励相容约束。由式(17)对式(2)求 P_m 的一阶导数得

$$\frac{\partial EU_m}{\partial P_m} = -C'_m(P_m) - (1 - P_s)(L_I - R) + (1 - P_s)(1 - \delta)L_E = 0 \tag{18}$$

$$C'_m(P_m) = (1 - P_s)(1 - \delta)L_E - (1 - P_s(y))(L_I - R) \tag{19}$$

$$P_m^N = \frac{(1 - P_s)(1 - \delta)L_E - (1 - P_s)(L_I - R)}{K_m \theta_m^2} \tag{20}$$

式中: P_m^N 表示当超市存在道德风险时,为追求最大化收益时其产品质量检验水平的均衡值。超市的道德风险值为 $P_m^* - P_m^N$,

$$P_m^* - P_m^N = \frac{(1 - P_s)[\delta L_E - (R + W)]}{K_m \theta_m^2} \tag{21}$$

因为 $\delta < \frac{R + W}{L_E}$, 所以 $P_m^* - P_m^N < 0$ 。

5 结 论

本文针对在非对称信息条件下肉鸡屠宰加工企业和超市两级供应链之间怎样确定自己的产品质量控制策略这一问题,设计和构建了两级构成的两级供应链委托代理模型:当屠宰加工企业存在信息优势(事实上这也是现实中普遍存在的一种情况)时,其道德风险水平由其所承担的外部损失成本和内部损失决定,在合约中适当提高由屠宰加工企业承担的外部损失的比例时,或者提高由屠宰加工企业提供的价格折扣,可提高屠宰加工企业的产品质量预防水平;当超市存在信息优势时,在合约中适当降低屠宰加工企业承担的外部损失的比例,或者降低由屠宰加工企业提供的价格折扣,可降低超市过度检验的风险。

参 考 文 献

[1] Stanley Baiman, Paul E Fisher, Madhav V Rajan. Performance measurement and design in supply chains [J]. Management Science, 2001,(47):173.

[2] 尤建新,朱立龙.道德风险条件下的供应链质量控制策略研究[J].同济大学学报(自然科学版),2010,38(7):1092-1098.

[3] 苏菊宁,蒋昌盛.非对称信息下的三级建筑供应链质量控制决策研究[J].西安理工大学学报,2009,25(3):364-369.

[4] 李丽君,黄小原.双边道德风险条件下供应链的质量控制策略[J].管理科学学报,2005,8(1):42-47.

[5] 朱立龙,夏同水.非对称信息条件下两级供应链产品质量控制策略研究[J].中国人口资源与环境,2014,24(5):170-176.

[6] 张翠华,黄小原.信息非对称条件下的质量预防决策分析[J].中国管理科学,2003,11(5):70-75.

[7] 石丹,李永建.基于契约和关系治理的供应链质量控制机制设计[J].运筹与管理,2014.23(2):16-23.

碳交易政策下面向产品族的供应链库存-选址优化

郭培培 杨东

(东华大学旭日工商管理学院 上海 200051)

摘要 本文以易拆卸、易组装的产品企业为背景,将碳限额与碳交易机制加入企业供应链库存-选址决策中,并通过对模型中的碳交易成本和运作成本同时优化,建立了碳交易政策下面向产品族的供应链库存-选址模型,该模型是带有复杂约束的非线性整数规划模型,属于 NP-hard 问题,为此,本文设计了免疫优化算法,并运用 Matlab 进行模型仿真。系统案例的仿真实验结果表明:不同的碳参数影响企业决策,在不同的碳限额和碳交易价格下,企业可以通过调整运作层面上的决策,合理选择配送中心位置、配送中心容量等级、各配送中心的库存及企业碳排放购买量,以达到低排节能和企业利润相协调,实现企业的可持续发展。

关键词 碳限额与交易机制 产品族 库存-选址模型 碳排放 免疫优化算法

1 引言

供应链选址研究作为供应链管理研究的重要组成部分,是企业战略规划的首要任务,很大程度上决定了供应链运营和管理的绩效。供应链的设备选址、供应商选择、分配、库存、运输方式等决策将直接影响供应链的整体效益。目前对供应链选址问题已经进行了大量的研究,研究背景也越趋复杂化,从确定性需求到随机性需求、从两级供应链到多级供应链、从单产品到多产品、从静态选址到动态选址等,使得供应链研究越来越接近于现实背景。然而,目前的选址问题主要围绕多产品展开,生产、运输、库存等主要活动和管理思想都以整个产品为研究对象。面对多而小的订单,整个供应链存在效率低下、准确度不高、交货期长等缺陷,使得能够带来规模经济的大规模定制生产方式无法发挥作用。为了适应产品的个性化和多样化发展,面向产品族的选址问题成为国内外理论界和企业界的研究热点。供应链中生产、包装、运输和库存等环节都涉及二氧化碳的排放,并且是碳排放的绝大部分。在二氧化碳等温室气体无节制排放造成的全球暖化问题已引起各国政府和公众普遍关注的当下,为了达到显著减排的目的,在决策物流配送网络的优化策略时将产品族和低碳供应链集成研究成为带有挑战性的课题。

国内外对面向产品族的供应链选址问题的研究日渐增多。早期,很多学者和企业对产品族的研究仅仅停留在制造环节。直到最近,学者们才开始发现产品族和供应链之间的相互联系与影响,开始致力于产品族设计与供应链网络设计的集成研究。Kohli, Sukumar 和 Ramman, Chhajed 指出,从范围角度而言,应将产品族的研究扩展到整个供应链,而不应该仅仅局限于制造环境;从产品角度而言,应该利用产品族的相似性特点,如通用组件,达到制造工艺和资源共享的目的。Thonemann, Bradley 从产品数、准备时间、单位制造时间、零售商数等角度说明了产品族对供应链绩效(主要从提前期和预期成本两方面)的影响。研究表明,当准备时间显著时,产品族对供应链提前期有显著影响,而成本与产品数的平方根成正比,因此在产品多样化情况下,为了提高供应链的绩效,调整制造流程和供应链的相关决策变量和参数是很重要的。Blackhurst 等和 Fixson 分析了产品结构对生产流程和供应链设计的影响,他们认为,

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

充分利用产品族间的共性可以降低供应链的库存。Lamothe 等认为,设计一个新的产品族时,产品族设计和它的供应链设计必须同时进行。Luo 等同时对产品族设计和供应商选择做出决策,并以遗传算法来求解使产品族利润最大化的目标。Cao 针对消费者购买行为建立了多项式回归的消费选择原则,并与确定性选择原则下的最优解做了比较,结果表明前者更优。

为了在考虑碳排放的条件下实现供应链总成本最低,国内外学者进行了大量研究,从碳排放控制机制的角度来说,现有研究主要集中于碳税、碳交易和碳配额方面。Jayaraman 提出了可通过回收、再制造来延长产品的生命周期的方法,减少 CO_2 的排放。Hong Zhaofu 等在政府碳排放政策及排放交易规制下,提出了混合整数规划模型最小化运作成本以优化生产计划。杨珺、卢巍从四种不同的碳排放政策角度研究比较了这些政策对企业物流配送模式、运营成本和碳排放量的影响,通过对不同排放政策的分析发现,在每种政策下政府都可以通过设置适当的策略来引导企业有效地进行节能减排。朱庆华、夏西强、王一雷基于消费者的购买意愿建立了两阶段博弈模型,并基于此博弈模型,比较了政府补贴给低碳产品制造企业和政府补贴给购买低碳产品的消费者两种情形,分析了政府补贴对低碳产品生产企业、普通产品生产企业和零售商决策变量的影响。Lei Yang, Chenshi Zheng 和 Minghui Xu 通过分析低碳政策对由一个供应商和一个零售商构成的两阶段供应链的影响,得出碳交易政策对减少碳排放更为有效。Seuring 和 Dekker 等分别对可持续供应链管理和绿色物流的运作过程如何节能减排进行了文献综述,并指出通过运作层次的调整实现经济、环境和社会效益将是未来供应链领域研究的重点和热点。以上研究均以整个产品为研究对象,并没有考虑将产品族的概念加入低碳供应链中,在实现大规模定制生产的同时,延长产品的生命周期并达到降低碳排放量的目的。

基于此,本文将产品族与低碳供应链相结合,通过嵌入近年来受国内外学术界高度关注碳限额与碳交易政策的影响,同步探讨以产品族为研究对象的供应链库存-选址优化决策问题,建立了面向产品族的低碳供应链多容量等级的库存-选址优化数学模型,采用改进的免疫优化算法对模型进行求解,并运用算例验证了算法的可行性和正确性。这是现有文献未涉及的。

文中将该问题分解为配送中心和库存容量进行求解,并仿真验证了改进免疫算法解决面向产品族的低碳供应链选址优化问题的可行性和正确性。

2 问题描述与假设

本文以某产供销一体化的大型企业在碳排放约束的条件下的选址-库存问题为背景,涉及工厂、配送中心和零售商的三级生产-运输/配送-库存系统,如图 1 所示。本文的研究对象不再是单一产品或多产品,而是一个产品族,产品族结构如图 2 所示。产品族作为多产品的一种特例,其内部存在很大的相似性。为了适应大规模定制生产方式,需将产品族的相似性特点转化为重用性,让经过模块化和标准化处理建立起来的产品族模型与供应链的选址研究相结合。产品族模型综合了大规模定制和延迟组装的优势,给供应链带来方便管理、降低市场预测风险、降低库存、提高响应市场需求的速度、提高服务水平、延长产品生命周期、减少碳排放量等优势,因此本模型是将产品族的相似性特点融入考虑碳限额与碳交易机制条件下的选址-库存问题中而展开建立的。

碳交易(Carbon Trade)是为促进全球温室气体减排,减少全球二氧化碳排放所采用的市场机制,即把二氧化碳排放权作为一种商品,从而形成二氧化碳排放权的交易。其基本原理是,每个企业有一定量的排放额度,如果企业排放量超出给定的排放额度就必须向外购买排放差额,而如果企业排放量没有超过排放限额,则可以将节省的排放额向外出售。全球现已建成 4 个碳交易所:欧盟排放权交易所、英国排放权交易所、美国芝加哥气候交易所和澳洲气候交

易所。而中国将在天津设立一所综合性环境权益交易机构——天津排放权交易所，以利用市场化手段和金融方式促进节能减排。随着碳交易市场的逐步发展，研究碳交易机制对企业成本和碳排放量的影响日益重要。因此本文将在基础模型中加入碳交易机制来分析碳交易政策对企业决策的影响。

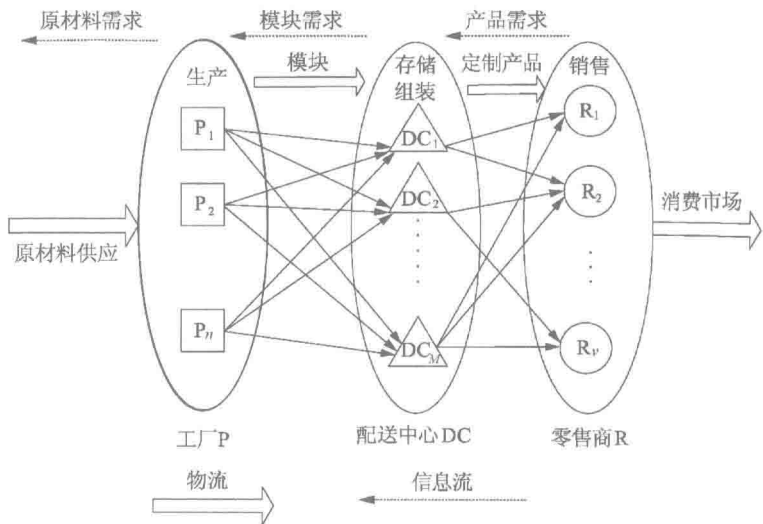


图 1 配送网络结构

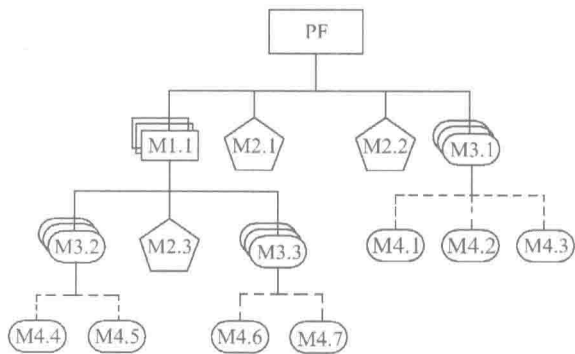


图 2 产品族结构

- 为了更好地对上述供应链进行研究，本文对模型做出如下假设：
- ① 分销中心按市场需求进行组装，因此模块在分销中心完成组装形成定制产品后，立即运往零售商，最终产品在分销中心的库存忽略不计；
 - ② 产品族间各产品的市场需求在计划期内独立服从正态分布；
 - ③ 制造商没有产能限制，分销中心没有存储容量限制；
 - ④ 产品族中各产品在各分销中心的组装成本相同；
 - ⑤ 各个零售商的全部产品全部由单一的分销中心来供应，所有分销中心对所有模块的需求全部且只能由单一的制造商来供应；
 - ⑥ 制造商不能进行最后的产品组装直接供应零售商；
 - ⑦ 制造商之间、分销中心之间、零售商之间不能进行货物的转载活动；
 - ⑧ 模块和产品运输过程中无损耗；
 - ⑨ 制造商与分销中心间的订购无数量折扣优惠；

⑩ 供应链网络中的碳排放来自工厂—RDC—零售商的运输/配送碳排放、RDC 选址碳排放量以及 RDC 库存碳排放；

⑪ 供应链网络实际产生的碳排放量为 CE ，政策分配的碳配额为 C^{CAP} ， $(CE - C^{CAP})$ 为碳配额差值；

⑫ 当 $(CE - C^{CAP}) > 0$ 时，企业必须从市场上购买等量的碳信用以弥补碳配额差值，反之，企业选择出售剩余的碳配额获得碳配额利润，且不存在碳配额差值闲置行为；

⑬ 工厂、RDC、零售商为协同供应链上的成员，彼此之间相互合作，且碳交易价格一致。

3 模型构建

3.1 符号与变量定义

(1) 供应链节点符号

$F = (1, 2, \dots, f)$ ：工厂 f 的集合。

$I = (1, 2, \dots, i)$ ：分销中心 i 的集合。

$J = (1, 2, \dots, j)$ ：零售商 j 的集合。

(2) 产品族参数

$P = (1, 2, \dots, p)$ ：终端产品 p 的集合。

$M = (1, 2, \dots, m)$ ：模块 m 的集合，其中 M' 为通用模块集合， M'' 为定制模块集合，且 $M' \cup M'' = M$ ， $M' \cap M'' = \Phi$ 。

$M'' = (1, 2, \dots, m'')$ ：定制模块 m'' 的集合，其中定制模块有 S 种互不相容的类，每种定制模块类的数量分别为 $n_s (s = 1, 2, \dots, S)$ ，且 $\sum_{s=1}^S n_s = n_m$ 。

N_p^m ：单位终端产品 p 中含有模块 m 的个数。

(3) 需求参数

d_{jp} ：零售商 j 对终端产品 p 的日均需求量， $j \in J, p \in P$ 。

σ_{jp} ：零售商 j 对终端产品 p 的日均需求标准差， $j \in J, p \in P$ 。

(4) 建设参数

g_f ：制造商 f 的建设成本， $f \in F$ 。

g_i ：分销中心 i 的建设成本， $i \in I$ 。

(5) 运输参数

l_{fi} ：从制造商 f 到分销中心 i 的距离。

l_{ij} ：从分销中心 i 到零售商 j 的距离。

T_{fim} ：模块 m 从制造商 f 运输到分销中心 i 的单位运输成本， $f \in F, i \in I, m \in M$ 。

T_{ijp} ：终端产品 p 从分销中心 i 运输到零售商 j 的单位运输成本， $i \in I, j \in J, p \in P$ 。

(6) 库存参数

h_{im} ：分销中心 i 对模块 m 的单位年库存成本， $i \in I, m \in M$ 。

(7) 订购参数

v_{fim} ：分销中心 i 向制造商 f 订购模块 m 的每次订购成本。

R_{fim} ：分销中心 i 向制造商 f 订购模块 m 的订货提前期。

(8) 其他

∂ ：顾客的服务水平。

η ：年有效天数。

(9) 决策变量

$$z_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (1 \text{ 表示建设分销中心 } i, \text{ 否则为 } 0)$$

$$z_f = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (1 \text{ 表示建设制造商 } f, \text{ 否则为 } 0)$$

(10) 运输决策变量

$$x_{fim} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (1 \text{ 表示分销中心 } i \text{ 对模块 } m \text{ 的需求由制造商 } m \text{ 提供, 否则为 } 0)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (1 \text{ 表示零售商 } j \text{ 的产品需求由分销中心 } i \text{ 供应, 否则为 } 0)$$

(11) 库存决策变量

Q_{fim} : 分销中心 i 向制造商 f 订购模块 m 的订购量。

3.2 碳排放量的度量与数学描述

(1) 设施选址过程中产生的碳排放量 CE_L :

$$CE_L = \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{L=1}^2 (\lambda_{fL} c_{fL} + \lambda'_{iL} c_{iL}) \quad (1)$$

式中: $\lambda_{fL}, \lambda'_{iL}$ 表示不同容量等级的工厂和分配中心建设的碳排放量系数; c_{fL}, c_{iL} 分别表示工厂建设和分配中心不同的容量等级。设施建设过程中的碳排放量受设施规模的影响。

(2) 产品/模块运输过程中碳排放量 CE_R :

$$CE_R = \theta \cdot F_R \quad (2)$$

式中: θ 为单位产品单位距离的碳排放系数; F_R 为年运输量与运输距离的乘积。

(3) 设 ζ 为单位库存的综合碳排放因子, 且能耗与库存量大小成正比, 即可得库存产生的碳排放量 CE_I :

$$CE_I = \zeta \cdot \int s(t) dt \quad (3)$$

式中: $s(t)$ 表示 t 时刻的库存。

3.3 碳交易政策下面向产品族的供应链选址-库存优化模型

(1) 制造商的建设成本:

$$\sum_{f \in F} g_f z_f \quad (4)$$

(2) 分销中心的建设成本:

$$\sum_{i \in I} g_i z_i \quad (5)$$

(3) 运输成本:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} T_{ijp} l_{ij} x_{ij} + \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m T_{ijp} x_{ij} l_{ji} x_{fim} \quad (6)$$

(4) 供应链上所有的订购成本:

$$\sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \frac{\sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{Q_{fim}} \quad (7)$$

(5) 供应链上的总周期库存成本:

$$\sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \frac{Q_{fim} h_{im}}{2} \quad (8)$$

(6) 安全库存成本:

$$\sum_{i \in I} \sum_{m \in M'} Z_{\alpha} h_{im} \sqrt{\sum_{f \in F} R_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} (\sigma_{jp} N_p^m)^2 x_{ij}} \quad (9)$$

综上,可得面向产品族的供应链基础选址-库存集成函数 c 为

$$\begin{aligned} \min c = & \sum_{f \in F} g_f z_f + \sum_{i \in I} g_i z_i + \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} z_{\alpha} h_{im} \sqrt{\sum_{f \in F} R_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \sigma_{ip} (\sigma_{jp} N_p^m)^2 x_{ij}} + \\ & \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \frac{Q_{fim} h_{im}}{2} + \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \frac{\sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{Q_{fim}} + \\ & \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} T_{ijp} l_{ij} x_{ij} + \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m T_{fim} l_{fi} x_{ij} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = 1, \forall i = I \quad (11)$$

$$\sum_{f \in F} z_f = 1 \quad (12)$$

$$\sum_{f \in F} x_{fim} = z_i, \forall i \in I, m \in M' \quad (13)$$

$$\sum_{f \in F} x_{fim} \leq z_i, \forall i \in I, m \in M'' \quad (14)$$

$$x_{fim} \leq z_f, \forall f \in F, i \in I, m \in M \quad (15)$$

$$x_{ij} \leq z_i, \forall i \in I, j \in J \quad (16)$$

$$x_{fim}, x_{ij}, z_i, z_f \in \{0, 1\}, \forall f \in F, i \in I, m \in M, j \in J \quad (17)$$

s. t.

通过上述分析,若单位排放量交易价格为 p_c ,则碳交易政策下的碳交易成本 cc 为

$$\begin{aligned} \min cc = & p_c \left(\sum_L \sum_{f \in F} z_f \lambda_{fL} c_{fL} + \sum_L \sum_{i \in I} z_i \lambda'_{iL} c_{iL} + \xi \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} Q_{fim} / 2 + \right. \\ & \xi \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} Z_{\alpha} \sqrt{\sum_{f \in F} R_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} (\sigma_{jp} N_p^m)^2 x_{ij}} + \theta \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} T_{ijp} l_{ij} x_{ij} + \\ & \left. \theta \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m T_{fim} l_{fi} x_{ij} - C^{CAP} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} CE_L + CE_R + CE_I + e^- = C^{CAP} + e^+ \\ e^+ \geq 0, e^- \geq 0 \end{cases} \quad (19)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} CE_L + CE_R + CE_I + e^- = C^{CAP} + e^+ \\ e^+ \geq 0, e^- \geq 0 \end{cases} \quad (20)$$

式中: e^+ , e^- 分别表示买入和卖出的碳排放量,并保证碳排放量与卖出的碳排放之和不能超过碳配额,即企业必须在碳排放法规允许范围内进行运作调整。

综上,可得碳交易政策下面向产品族的供应链选址-库存集成函数 C 为

$$\begin{aligned} \min C = & \sum_{f \in F} g_f z_f + \sum_{i \in I} g_i z_i + \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} z_{\alpha} h_{im} \sqrt{\sum_{f \in F} R_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} (\sigma_{jp} N_p^m)^2 x_{ij}} + \\ & \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \frac{Q_{fim} h_{im}}{2} + \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \frac{\sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{Q_{fim}} + \\ & \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} T_{ijp} l_{ij} x_{ij} + \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m T_{fim} l_{fi} x_{ij} + \\ & p_c \left(\sum_L \sum_{f \in F} z_f \lambda_{fL} c_{fL} + \sum_L \sum_{i \in I} z_i \lambda'_{iL} c_{iL} + \xi \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} Q_{fim} / 2 + \right. \\ & \xi \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} Z_{\alpha} \sqrt{\sum_{f \in F} R_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} (\sigma_{jp} N_p^m)^2 x_{ij}} + \\ & \left. \theta \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} T_{ijp} l_{ij} x_{ij} + \theta \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m T_{fim} l_{fi} x_{ij} - C^{CAP} \right) \end{aligned} \quad (21)$$

同时,式(11)—(17)、式(19)—(20)成立。

本文通过 EOQ 模型求解订购量和订购点最终求解库存。首先对 C 求解关于 Q_{fim} 的二阶导数,得到 C 是关于 Q_{fim} 的一个凸函数:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial^2 Q_{fim}} = \frac{2 \sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{h_{im}^3} > 0 \quad (22)$$

由 $\frac{\partial C}{\partial Q_{fim}} = \frac{p_c}{2} + \frac{h_{im}}{2} - \frac{\sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{Q_{fim}^2} = 0$, 得到配送中心 i 对模块 m 的最佳订货量 Q_{fim}^* 为

$$Q_{fim}^* = \sqrt{\frac{2 \sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{p_c + h_{im}}} \quad (23)$$

由此得出,模块 m 在配送中心 i 的周期库存成本为

$$h_{im} \cdot \sqrt{\frac{2 \sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{p_c + h_{im}}} \quad (24)$$

碳交易政策下面向产品族的供应链选址-库存集成函数 C 可简化为

$$\begin{aligned} \text{Min } C = & \sum_{j \in J} g_f z_f + \sum_{i \in I} g_i z_i \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} z_{\partial} h_{im} \sqrt{\sum_{f \in F} R_{fim} x_{fim} \sum_{f \in F} \sum_{p \in P} (\sigma_{jp} N_p^m)^2 x_{ij}} + \\ & \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} h_{im} \cdot \sqrt{\frac{2 \sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{p_c + h_{im}}} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} T_{ijp} l_{ij} x_{ij} + \\ & \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m T_{fim} l_{fi} x_{ij} + p_c \left(\sum_L \sum_{f \in F} z_f \lambda_{fL} c_{fL} + \right. \\ & \sum_L \sum_{i \in I} z_i \lambda'_{iL} c_{iL} + \xi \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \sqrt{\frac{2 \sum_{f \in F} v_{fim} x_{fim} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m x_{fim}}{p_c + h_{im}}} + \\ & \xi \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} Z_{\partial} \sqrt{\sum_{f \in F} R_{fim} x_{fim} \sum_{f \in F} \sum_{p \in P} (\sigma_{jp} N_p^m)^2 x_{ij}} + \\ & \left. \theta \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} T_{ijp} l_{ij} x_{ij} + \theta \sum_{f \in F} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{p \in P} \eta d_{jp} N_p^m T_{fim} l_{fi} x_{ij} - C^{\text{CAP}} \right) \quad (25) \end{aligned}$$

同时,式(11)—(17)、式(19)—(20)成立。

4 免疫算法设计

供应链选址-库存模型是带有复杂约束的非线性整数规划模型,属于 NP-hard 问题,为此,本文设计了免疫优化算法求解模型。

模型中,除了 0-1 变量 z_i 外,还要求解每个配送中心相应的库存、容量等级、需求点的分配以及需要购买/出售的碳排放量。当上述变量 z_i 、需求点(零售商)的分配确定以后,每个被选定的配送中心所对应的零售商的产品总需求量即确定下来,配送中心的库存和容量等级也随之求出。不同配送中心的容量等级 $c = \{c_1, c_2\}$,库存 Q 利用 EOQ 模型求解,当 $Q \leq c_1$ 时, $c_i = c_1$ 。

综上所述,问题的关键主要集中在求解 z_i 上。随着运输网络规模的扩大,问题的状态空间将呈超指数增长。因此,从根本上说运输网络的优化属于 NP-C 问题,具有巨大的时间和空间复杂性。

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com