

C

HUANGXIN CHANPIN GONGYINGLIAN
WANGLUO XIETONG YOUHUA LILUN YANJIU

创新产品供应链

网络协同优化理论研究

张雷 著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

创新产品供应链 网络协同优化理论研究

张雷 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

全书主要包括绪论、单一创新产品供应链网络协同优化、单向替代模式下创新产品供应链网络协同优化、创新产品生命周期阶段响应时间模型、创新产品多阶段动态供应链网络协同优化、创新产品全生命周期供应链网络协同优化、新老创新产品共存环境下供应链网络协同优化、创新产品双渠道供应链网络协同优化等。本书可作为相关专业本科生、研究生及物流管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

创新产品供应链网络协同优化理论研究 / 张雷著.

—北京: 中国水利水电出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5170-2748-5

I. ①创… II. ①张… III. ①产品管理—供应链管理—研究 IV. ①F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 303566 号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:杨元泓 封面设计:崔 蕾

书 名	创新产品供应链网络协同优化理论研究
作 者	张 雷 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	170mm×240mm 16 开本 10.75 印张 193 千字
版 次	2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

作为全球经济发展和繁荣的一种主要驱动力量,技术创新正在使企业运营的环境变得越来越复杂和不确定。一方面,由于创新速度的加快缩短了产品在市面上的存续时间,产品的生命周期被不断地压缩。为了求得生存和可持续发展,很多厂商被迫加快技术创新的速度,不断地推出创新产品和改进生产工艺。创新产品,因具有高利润边际,日益成为各个厂商获取利润的业务增长点。同时,由于具有短的生命周期、需求和供应的高度不确定,很多厂商在投放这些创新产品时通常会面对产能或库存方面的风险暴露问题,给管理其供应链提出新的挑战。在不确定环境下,以制造商为核心的供应链如何对潜在的供需不确定作出响应,即一方面供应链如何快速且有效地调整策略以应对供应和需求的不确定;另一方面如何规避潜在供应风险,如何认知需求的特征,这些问题的统筹解决是现在供应链研究急需解决的问题也是目前供应链管理研究的热点。

本书以不同类型创新产品为背景,从供应链生产商的角度出发,整合分销、生产过程,通过优化决策提高供应链反应水平。首先,针对电子元件,基于单一模式生产—分销网络构建问题,分别建立了带时间约束的四种不同生产—分销策略下的混合整数优化模型,并对四种生产—分销策略进行比较与分析。在此基础上,针对多种不完全需求分布信息下的网络优化问题,模型尝试引入 WCVaR 度量易逝品的生产—分销网络风险,建立满足一定服务水平下生产—分销网络风险值最小的优化模型,求得最坏情景下的最优策略。第二,针对纯电动汽车,将汽车类型选择与生产—分销进行联合优化,根据消费者剩余得到需求函数,在工厂生产能力有限的前提下,建立以盈利最大化为目标函数的 0-1 混合整数非线性优化模型,以确定售价、生产规模、运输量、存储位置等决策变量。第三,针对电子产品,将产品生命周期阶段性融入到网络设计中并进行动态需求特征下的整体优化,建立了在一定约束条件下使产品整个生命周期内盈利最大的 0-1 混合整数规划模型;在此基础上,将阶段顾客满意度作为决策变量融入到物流成本结构内,建立基于阶段满意度的动态供应优化模型。第四,针对智能手机更新换代期内新老多代共存,考虑新、老产品市场需求特征差异性引起的生产模式的不同,对不同生产模式下需求发生转移的易逝性新、老产品的混合协同配送问题进行研究。第五,针对时尚类服装产品,考虑产品特性和渠道结构两类因

素,构建预售模式下的双渠道供应链生产—分销网络优化模型,分析网络分销渠道对传统分销渠道产品销售的影响。

本书受国家社科基金项目“双渠道下高残值易逝品生产—分销网络优化策略研究”(项目号:12CGL045)、教育部教改项目“物流管理专业综合改革试点项目”(项目号:ZG0429)、浙江财经大学人才引进项目“多代共存双渠道供应链网络协同优化理论与方法研究”(项目号:10348003252)资助。希望本书的出版能为创新产品生产企业实现供应链高效、有序、协同运作提供可资借鉴的思路。全书共分为8章,第1—7章由浙江财经大学张雷撰写,第8章由福州大学阳成虎撰写。在本书的写作过程中,得到了严志强教授、汪德荣副教授、贺世红副教授、田家欣博士、王媛媛博士的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。另外,林梦男、卢梅金、易维等研究生参与了本书部分章节的撰写及校对工作,在这里一并向他们表示感谢。

本书在写作过程中参考了大量与供应链网络相关的国内外研究文献和著作,借鉴了国内外众多学者的研究成果,在此向国内外有关学者和专家表示衷心的感谢。

鉴于作者学术水平有限,书中不足之处还恳请读者批评指正。

作者

2014年10月

目 录

前言	1
第 1 章 绪论	1
1.1 选题的背景	1
1.2 研究问题的提出	3
1.3 研究的意义	3
1.4 供应链环境下的分销理论概述	4
1.5 研究文献综述	7
1.5.1 供应链生产—分销文献综述	7
1.5.2 供应链选址—分配文献综述	17
1.6 有待研究的问题	18
1.7 研究思路和研究内容	19
1.7.1 研究思路	19
1.7.2 研究内容	19
第 2 章 单一创新产品供应链网络协同优化	22
2.1 引言	22
2.2 单一模式单产品优化模型	23
2.2.1 问题描述	23
2.2.2 参数确定	23
2.2.3 模型建立与求解	25
2.3 数值仿真	28
2.3.1 计算结果	31
2.3.2 结果分析	32
2.4 模型扩展	32
2.4.1 问题描述	32
2.4.2 模型假设及符号	33
2.4.3 模型建立	34
2.4.4 模型转化与求解	35
2.4.5 数值仿真	40
2.5 小结	44

第 3 章 单向替代模式下创新产品供应链网络协同优化	46
3.1 引言	46
3.2 单一模式替代性产品模型	47
3.2.1 问题描述	47
3.2.2 模型假设及符号	47
3.2.3 数学模型	49
3.2.4 模型求解	52
3.3 数值仿真	52
3.4 小结	54
第 4 章 创新产品生命周期阶段响应时间模型	55
4.1 引言	55
4.2 创新产品分析	56
4.2.1 创新产品定义	56
4.2.2 创新产品特征	56
4.3 创新产品周期各阶段供应链模式	59
4.4 创新产品周期不同阶段响应时间模型	61
4.4.1 引入期响应时间模型	62
4.4.2 成长期响应时间模型	62
4.4.3 成熟期响应时间模型	62
4.5 小结	64
第 5 章 创新产品多阶段动态供应链网络协同优化	65
5.1 引言	65
5.2 创新产品多阶段优化模型	65
5.2.1 问题描述	65
5.2.2 模型假设与参数	66
5.2.3 分阶段模型建立	69
5.2.4 整体优化模型建立与求解	71
5.2.5 数值仿真	73
5.3 小结	78
第 6 章 创新产品全生命周期供应链网络协同优化	79
6.1 引言	79

6.2	问题描述	80
6.2.1	问题描述与假设	80
6.2.2	参数确定	80
6.3	模型建立与求解	83
6.3.1	引入期模型	83
6.3.2	成长期模型	83
6.3.3	成熟期模型	84
6.3.4	整体优化模型建立与求解	85
6.4	数值仿真	86
6.4.1	计算结果	89
6.4.2	灵敏度分析	89
6.5	小结	90
第7章	新老创新产品共存环境下供应链网络协同优化	91
7.1	引言	91
7.2	问题描述	92
7.3	考虑时间、价格及替代率的优化模型	94
7.2.1	模型假设及符号	94
7.2.2	模型的建立及求解	96
7.2.3	数值仿真	98
7.4	有能力约束的新老产品共存生产—分销协同优化	101
7.4.1	问题描述	101
7.4.2	模型假设及符号	102
7.4.3	模型分析	103
7.4.4	模型建立与求解	106
7.4.5	数值仿真	107
7.5	不确定条件下新老产品共存生产—分销协同优化	109
7.5.1	问题描述	109
7.5.2	模型假设及符号	109
7.5.3	模型分析	111
7.5.4	模型建立与求解	112
7.5.5	数值仿真	114
7.6	小结	116

第 8 章 创新产品双渠道供应链网络协同优化	117
8.1 引言	117
8.2 问题描述	118
8.3 模型建立与求解	119
8.3.1 模型假设与参数	119
8.3.2 模型构建	120
8.4 数值仿真与灵敏度分析	122
8.4.1 参数设置	122
8.4.2 数值仿真分析	125
8.5 模型扩展	127
8.5.1 问题描述	128
8.5.2 模型假设及参数确立	131
8.5.3 基于预售模式的服装企业生产—分销网络模型的构建	132
8.5.4 数值仿真	134
8.6 小结	141
附录	142
参考文献	144

第 1 章 绪论

1.1 选题的背景

近年来,创新产品,如玩具、时装、半导体、消费电子、电信和高科技产品等,因具有较高的利润边际^[1,2],越来越为厂商所关注。然而,由于技术创新或时尚创新的成功取决于消费者的价值观或生活方式的改变,当引入一种创新产品时,关于产品的使用者偏好是很不确定的,满足使用者的技术方式和标准也很不确定,所以,创新产品的新颖性使其市场需求很难预测^[3]。同时,全球化市场使行业竞争异常激烈,很多国外厂商纷纷向海外开发零部件资源或将制造转移到劳动力成本较低的国家,以取得供应链的成本优势。然而,由于这种时尚行业具有短的生命周期、高度的需求波动性、低的市场可预测性和顾客的高度的冲动购买等特性,厂商的供应充满很多变数,所带来的结果是大量的库存积压或降价^[4~6]。

日益加剧的全球化竞争、技术的快速发展和越来越高的客户需求期望使企业所处的运营环境变得越来越复杂和不确定^[5]。企业为了求得生存和可持续发展,被迫通过技术创新来寻求竞争优势,不断地推出创新产品和改进制造工艺。结果,技术创新促使很多企业不断地革新传统的业务模式和制造战略,企业的竞争基础也扩展到供应链,传统的公司对公司的竞争正向供应链与供应链之间竞争的业务模式转变^[3]。

供应链是指围绕核心企业,通过对信息流、物流、资金流的控制,从采购原材料开始,制成中间产品以及最终产品,最后由销售网络把产品送到消费者手中的将供应商、制造商、分销商、零售商、直到最终用户连成一个整体的功能网络结构模式(图 1-1)^[7],生产—分销网络是供应链的重要组成部分。供应链管理是对处于同一条供应链中的供应商、制造商、物流者和分销商等成员的各种经济活动开展有效地集成管理,确保以正确的数量、质量和恰当的方式、在正确的时间和地点进行产品的生产、加工和分销,以最低的成本提高供应链系统的服务水平^[8]。

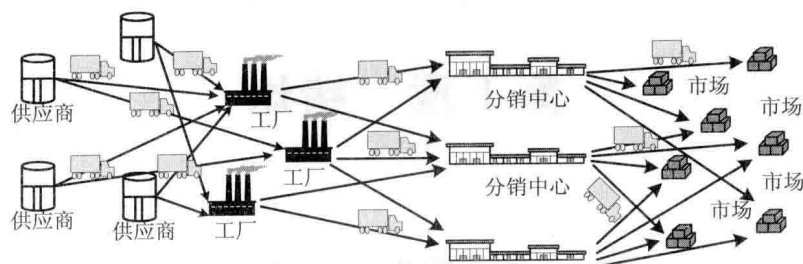


图 1-1 供应链网络结构图

总体来说,供应链管理有四个目标:以更完整的产品组合,满足不断增长的市场需求;面对市场需求多样化的趋势,不断缩短供应链完成周期;对于市场需求不确定性,缩短供给与消费市场距离,实现快速与有效反应;不断降低整个供应链成本和总费用^[9]。

供应链优化方法分为两大类,一类是定性分析法,主要从宏观上对供应链的战略目标、实现手段、运作流程等方面进行指导和界定;另一类是定量分析法,主要是从微观上对供应链业务流程的总体优化。Shapiro^[10]以建模方法为划分标准,将供应链模型分为描述性模型和标准模型,其中描述性模型主要以定性分析为主要方法,包括成本类型分析、决策分析模型、预测模型、仿真模型、知识模型及资源利用等,标准模型主要采用定量分析方法,主要包括各种优化模型与数学规划模型。他认为描述性模型的开发是必须的,但单靠描述性模型是不够的,应该将描述性模型与优化模型相结合才能保证决策的有效性。供应链管理的建模、优化与仿真已经成为分析供应链系统最强有力的工具^[11]。

因为没有模型能够从供应链系统的角度对供应链的所有流程进行详尽的描述,目前供应链的优化主要集中在供应链的生产、采购、库存、运输等单个运作流程上,对生产—采购、生产—配送、采购—配送等两个运作流程的协调优化研究还处于初级阶段,几乎没有对生产、采购、存储、运输等供应链的全部运作流程进行综合优化的模型^[12]。从运作的角度来看,来自于终端市场的需求是整个供应链的动力,需求的特性直接影响着各级成员的生产 and 订货决策。在当前急剧变化的市场环境下,供应链企业的经营风险增大,顾客需求表现出的特性已经引起供应链管理者的的高度重视^[13~15]。如何分析并把握需求的特性,以最低的成本满足顾客需求,是亟待解答的问题。基于创新产品不同需求的特性,深入分析供应链的运作方式,发现其中的不足之处,并提出解决对策,具有重要的理论和应用价值。

1.2 研究问题的提出

作为全球经济发展和繁荣的一种主要驱动力量,技术创新正在使企业运营的环境变得越来越复杂和不确定。一方面,由于创新速度的加快缩短了产品在市场上的存续时间,产品的生命周期被不断地压缩^[16]。为了求得生存和可持续发展,很多厂商被迫加快技术创新的速度,不断地推出创新产品和改进生产工艺。创新产品,如高科技产品和时尚品,因具有高利润边际,日益成为各个厂商获取利润的业务增长点^[17]。另一方面,由于具有短的生命周期、需求和供应的高度不确定,很多厂商在投放这些创新产品时通常会面对产能或库存方面的风险暴露问题,给管理其供应链提出新的挑战。例如,当市场需求攀升时,会出现产能不足而损失销售的供应风险;当市场需求下跌时,在售季节末期因库存过剩而出现产品降价或报废的库存风险等等。这些现象严重影响了创新产品的供应链绩效^[18,19]。因此,针对产品类型与需求特征的不同,如何以一种有效的方式来生产和交付创新产品给客户,改进供应链绩效,成为本书关注和研究的主要问题。

1.3 研究的意义

今天,全球经济在很大程度上是由技术创新来驱动的。为了获取竞争优势、锁定当前的客户,从产品和业务模式上进行创新,通过这样的创新,企业获得了巨大的利润。在投放这些创新产品时,如何以一种及时的和成本效率的方式生产和交付给客户,给很多公司的供应链管理提出新的挑战^[20~24]。

本书的研究具有如下意义:

(1) 理论意义

由于创新产品的市场需求的不确定性和产品供应的不确定性,对其供应链产生潜在的成本不确定性,影响供应链成员的利润。为了匹配供应和需求,如何设计创新产品的供应链、优化生产和配送规划以改进创新产品的供应绩效,成为本书研究创新产品的主要问题,研究成果在一定程度上丰富和完善了供应链网络优化理论。

(2) 现实意义

在我国现有的产业经济结构中,以创新产品为代表的创新产业已成为我国经济发展中最具活力的先导性和支柱性产业,为我国参与国际市场竞争的重要带动力量。在变化频繁、竞争激烈的市场环境中,设计合理的供应

链网络对有效降低物流成本,增强我国创新产品企业产品竞争力具有重要现实意义。

1.4 供应链环境下的分销理论概述

目前,大多数生产企业采用的产品分销模式——采用不同的运输方式将产品运送到分销中心,再由分销中心配送到各个市场,如图 1-2 所示。

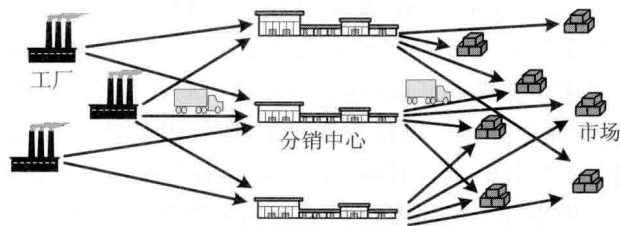


图 1-2 分销网络构成图

Sunil Chopra 从供应链的角度对分销系统进行了阐述:分销指的是在供应链中的产品被从供应商那里获取、流动、储存直至最终到顾客手中的这一阶段^[25]。国内学者马士华教授认为分销系统网络是供应链管理中的重要环节,是一个将产品由制造商转移至最终用户的功能网络^[26]。分销系统在供应链中的位置如图 1-3 所示。

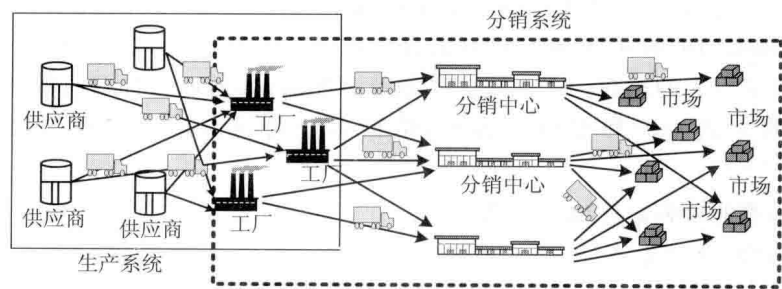


图 1-3 供应链中生产、分销系统组成

企业在构建分销系统的时候由于受产品特性、面向顾客的不同、产品竞争状况以及企业自身现状等等因素的影响,构建分销系统的网络结构各有不同。Sunil Chopra 从产品在网络中流经途径的角度将分销系统网络主要分为六种类型^[25]。

(1)制造商持有库存、产品直接从制造商运送到顾客的模式

在这种模式中,仅制造商持有库存,产品将直接由工厂运送到顾客手中,而分销商负责收集定单并发出运送请求,如图 1-4 所示。

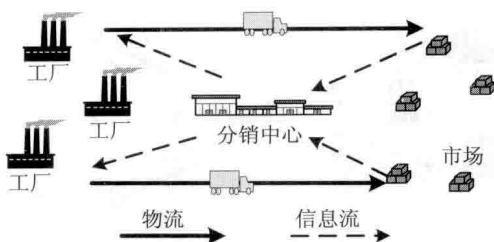


图 1-4 制造商持有库存、产品直接运送顾客模式

(2) 制造商销售、3PL 公司组合配送模式

在这种模式中顾客向分销商发出定购要求，由制造商指定的 3PL 公司到多个制造商处领取零配件组成产品，运送给顾客，如图 1-5 所示。

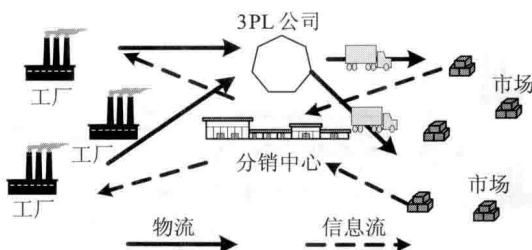


图 1-5 制造商销售、3PL 配送模式

(3) 分销中心销售并保有库存、3PL 公司配送模式

在这种模式中，顾客向分销商发出定购要求，产品由制造商分发给分销商，再由分销商销售给顾客，最后由制造商指定的 3PL 公司送货给顾客，库存不是在制造商处而是在分销商临时库房中，如图 1-6 所示^[27]。

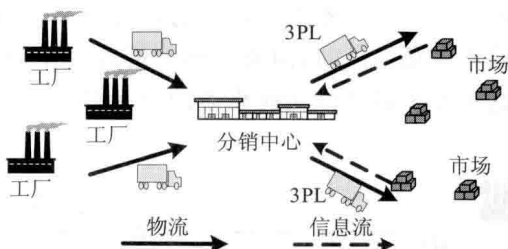


图 1-6 分销商销售、3PL 配送模式

(4) 分销中心销售并配送顾客的模式

在这种模式中顾客向分销商发出定购要求，分销商将订货信息传送给制造商，产品由制造商分发给分销商或零售商，最后由分销商或零售商销售并直接送货给顾客，如图 1-7 所示。

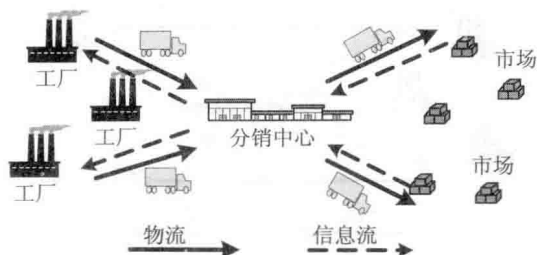


图 1-7 分销商销售、配送模式

(5) 生产商销售、顾客自选的模式

在这种模式中,顾客通过互联网或电话向分销中心发出订购要求,产品由制造商发运至配送点,到货后通知顾客,最后顾客至配送点取货,如图 1-8 所示。

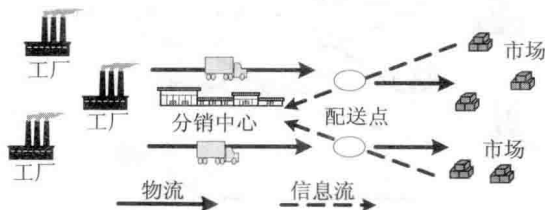


图 1-8 制造商销售、顾客自取模式

(6) 分销中心销售、顾客自选的模式

在这种模式中,顾客向分销商发出订购要求,产品由制造商发运至零售商,顾客至零售商处取货,如图 1-9 所示。这种模式同第五种模式的不同之处在于库存存放在零售商处,同第三种和第四种模式的不同之处在于需要顾客自己到配送点去取货。这种方式最大的好处就在于响应时间最快,但库存成本和设备成本也是最高的,因为需要大量的库存来达到快速满足顾客需求的目的。这种方式最适合快速流通的产品类,比如常见的大型超市卖场。

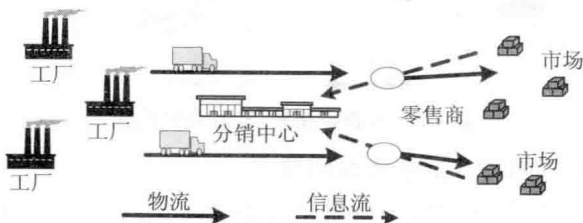


图 1-9 分销商销售、顾客自取的模式

各分销模式都有各自的优点和缺点,各模式所适用的产品类型和企业类型不同。对于生产相同产品的企业由于企业自身情况的差异和企业

所处市场环境的不同,其分销模式也可能有很大的差异。合理有效的网络能有效增强产品竞争力、提高顾客满意度、降低物流成本、提高盈利水平。文献^[27]给出了以上六种不同分销系统模式的优点、缺点及适用企业类型,如表 1-1 所示。

表 1-1 分销系统网络结构的类型及特点

模式种类	该种模式的主要特点	适用产品类型及典型企业
模式 1	库存成本小、设备资源成本小;信息成本较高、对顾客需求反应速度较慢	适合单一客户需求量不大、种类较多,价值较高的产品,如 DELL
模式 2	库存成本较小、运输成本低;反应时间长	适合价值比较高且需求不易预测的产品
模式 3	库存成本、设备资源成本较高;运输成本、信息成本略低,响应时间略快	适合产品资源较丰富,顾客订购方便的情况
模式 4	库存成本、运输成本高、资源设备成本较高;信息成本略低,响应时间更快,对零售商配送和持有库存的能力要求高	适合对时间要求严格的产品,如产生新食品类产品的公司等
模式 5	库存成本和运输成本最低;但信息成本和设备资源成本最高,响应速度较慢	适合对产品品种丰富性要求较高的情况,如产品在各大超市和连锁店销售的企业
模式 6	库存成本和设备资源成本最高;顾客响应时间最快	适合快速流通的产品类,比如常见的大型超市卖场等

1.5 研究文献综述

供应链分销网络优化主要从供应链的生产—分销和供应链的选址—分配两个方面来优化分销网络,本书将分别从这两个方面介绍相关文献综述。

1.5.1 供应链生产—分销文献综述

生产—分销问题主要是由两个基本的重要问题所组成,即联合生产计划问题和多级分销系统问题。

生产销售计划是生产运作和供应链管理的重要组成部分。生产销售计

划问题包括供应商、生产厂和销售三个阶段,生产销售计划就是考虑多个相关阶段和决策以及整体优化。生产销售计划问题及其集成化过程,供应商阶段的主要优化问题是如何选择供应商,在选择过程中采取什么标准;对于物料应该有多少供应商;对多个供应商应该建立什么样的供应关系;每个供应商的运输量和频次是多少,应该如何设计供应中心;每个供应中心应该采取什么样的优化策略;供应商的分配网络设计问题;供应中心的地址和布局优化设计。生产阶段的优化问题是,生产厂的转换网络问题;生产厂与装配厂的选址布局优化问题;生产厂中的库存问题。分销阶段的问题包括销售网络的设计问题;分销中心的容量优化设计;分销中心的库存问题,分销中心的库存容量采取何种准则;在流通渠道如何对于分销中心实行库存成本管理;分销中心的信息是共享还是分享等等^[28~31]。

(1) 生产计划研究

制造企业中,生产计划工作按长度分为长期,中期,短期计划三个层次。它们之间相互紧密联系,协调构成制造企业生产计划工作的总体系。根据需求的确定性可以将生产计划分为基于订单和基于预测两种类型。生产计划的类型不同,企业组织生产的特点也不同,基于订单和基于预测的生产计划对应的生产形式分别为订单式生产(Made To Order, MTO)和备货式生产(Made To Stock, MTS)。

生产网络通过供应链将生产设施、在制品库存联系起来。无论我们是单独考虑还是将它和供应、分销作为整体综合考虑,生产网络都会被描述为多阶段库存问题。一般的多产品、多阶段的生产问题往往做以下假设:再订购成本固定且可知;库存持有成本为线性;无能力约束限制。

其数学表达式如下:

$$\text{minimize } Z = \sum_{p,t} h_{pt} I_{pt} + \sum_{p,t} s_{pt} Z_{pt} \quad (1-1)$$

subject to

$$I_{p,t-1} + X_{p,t-j < p} - \sum_{q \in Q(p)} X_{pq} - I_{pt} = d_{pt} \quad \forall p, t \quad (1-2)$$

$$X_{pt} - MZ_{pt} \leq 0 \quad \forall p, t \quad (1-3)$$

$$X_{pt}, I_{pt} \geq 0 \quad \forall p, t \quad (1-4)$$

$$Z_{pt} \in \{0, 1\} \quad \forall p, t \quad (1-5)$$

模型中 p 表示单位产品部件组成的种类, t 表示生产周期;决策变量 X_{pt} 表示周期 t 产品部件 p 的生产量, I_{pt} 表示周期 t 产品部件 p 的库存量, Z_{pt} 表示周期 t 产品部件 p 是否补充的 0-1 变量, 1 表示补充, 0 表示不补充。该模型是一个多阶段动态规划模型, $Q(p)$ 表示其后各阶段生产产品部件种类的集合。在这种环境下,一些产品可以代表组成部分或在制品库存或