



学 | 术 | 专 | 著

装配型制造企业 库存协同优化理论与方法

张得志 李双艳 著

Optimization Theory and
Method of Coordination Inventory
for Assembly Manufacturing Enterprises



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



中国工业经济丛书

装配型制造企业 库存协同优化理论与方法

张维中 李国栋 著

Optimization Theory and
Method of Coordination Inventory
for Assembly Manufacturing Enterprises



中国石化出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

国家自然科学基金项目 (71672193)、湖南省科技计划项目 (2015RS4045)
和湖南省优秀青年基金项目 (15B261) 等项目研究成果

装配型制造企业 库存协同优化理论与方法

张得志 李双艳 著

Optimization Theory and
Method of Coordination Inventory
for Assembly Manufacturing Enterprises



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目 (C I P) 数据

装配型制造企业库存协同优化理论与方法 / 张得志, 李双艳著.
—长沙: 中南大学出版社, 2017. 7

ISBN 978 - 7 - 5487 - 2888 - 7

I. ①装… II. ①张… ②李… III. ①制造业—库存—工业企业管理—研究—中国 IV. ①F426. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 176797 号

装配型制造企业库存协同优化理论与方法

ZHUANGPEIXING ZHIZAO QIYE KUCUN XIETONG YOUHUA LILUN YU FANGFA

张得志 李双艳 著

☐责任编辑 彭达升

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址: 长沙市麓山南路

邮编: 410083

发行科电话: 0731 - 88876770

传真: 0731 - 88710482

☐印 装 长沙印通印刷有限公司

☐开 本 880 × 1230 1/32 ☐印张 7 ☐字数 179 千字

☐版 次 2017 年 7 月第 1 版 ☐2017 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 2888 - 7

☐定 价 38.00 元

图书出现印装问题, 请与经销商调换

前 言

目前我国不少加工装配型制造企业都面临着这样一个运营困境：一方面，呆滞的零部件库存堆积如山；另一方面，生产所需零部件缺料频繁、紧急插单等现象经常发生，从而导致生产计划无序和运作低效。其本质原因是供应链的协同计划能力较差，供应商协同供应能力较弱。

基于此背景，本书在分析国内外相关研究现状的基础上，对加工装配型制造企业的协同库存优化问题进行了系统研究。其主要研究工作如下：

（1）装配制造企业的原材料采购策略及其优化

本书首先对装配制造企业原材料采购存在的问题及其本质原因进行了深度挖掘分析；在此基础上，对研究装配制造企业的物料分类原理与方法进行了研究。其次，针对不同物料类型，分析其相应采购策略、优化措施及其实现的技术途径。

（2）基于 MTS/ATO 混合生产模式的库存—生产联合优化

电子装配制造企业采购与库存集成优化问题是其供应链管理中的一个核心问题。本书重点研究基于 MTS/ATO 混合生产模式的具有单通用件的两产品的库存—生产优化问题，即客户销售合同签订前与签订后，如何进行合理的库存控制和生产安排。

(3) 装配制造企业多周期的动态批量优化

以装配型制造企业的供应链系统为研究对象,构建多周期的生产与采购相适应的动态批量决策优化模型。该模型考虑需求交付的时间窗约束、产能约束、供应链运作中各环节的时间约束以及按 BOM 单装配的齐套约束,通过制造商的生产和采购批量动态优化,使得整个规划周期内供应链总成本最低。

(4) 随机采购提前期下,装配系统的控制库存优化

主要研究多个供应商在不确定的供应环境下如何进行协同供应和库存优化,以实现装配制造企业能够按照生产 BOM 单的配比需求及时成套生产;构建了随机采购提前和随机需求条件下,多供应商、单制造商的装配系统库存协同控制优化决策模型,确定制造商最优的再订货点和订货批量。

(5) 基于 Supply-Hub 装配型制造企业的协同库存控制优化

应用排队论和基本库存策略,结合装配型制造企业供应链管理的特点,构建了基于 Supply-Hub 的库存协同控制优化模型,并针对分散决策和集中决策两种情况进行具体优化决策分析。同时,分析了装配制造企业供应链协同的供需双方补偿激励机制与帕累托改进条件。

(6) 基于目标绩效的协同库存控制动态优化

在系统分析装配型制造企业供应链协同库存优化的总体思路 and 关键控制点基础上,根据反馈控制理论思想,构建了基于目标绩效控制的装配制造企业协同库存控制优化模型,并给出了相应的求解算法。同时,从可指导企业实际运作角度出发,提出了基于目标绩效的再订购点动态优化决策方法。

本书的第1~3章、第8章和第9章部分内容由张得志博士负责撰写,第4~7章和第9章部分内容由李双艳博士负责撰写。

本学术著作的研究得到了国家自然科学基金项目(71672193)、湖南省科技计划项目(2015RS4045)和湖南省优秀青年基金项目(15B261)的资助。

在本专著写作过程中力争全面参考和述评国内外同行学者的研究成果,由于编者的水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

作者

2017年6月于长沙

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 研究背景及研究意义	(1)
1.1.1 研究背景	(1)
1.1.2 研究意义	(3)
1.2 国内外研究现状	(4)
1.3 主要研究内容	(17)
1.4 本章小结	(21)
第2章 相关概念界定和研究理论基础	(22)
2.1 供应链管理与协同理论	(22)
2.2 库存控制理论与方法	(26)
2.2.1 库存定义及内涵	(26)
2.2.2 库存作用	(27)
2.2.3 库存分类	(28)
2.2.4 库存成本	(30)
2.2.5 库存控制与企业运营的关系	(31)
2.2.6 库存控制及其管理模式	(32)

2.3	加工装配型生产的特点	(34)
2.4	装配型制造企业物料齐套	(36)
2.5	本章小结	(37)
 第3章 装配型制造企业的原材料采购策略及优化		
(38)		
3.1	装配型制造企业的物料分类原理与方法	(38)
3.1.1	物料分级分类原理	(39)
3.1.2	物料分类及其相应采购执行策略分析	(44)
3.2	采购策略执行流程分析	(47)
3.2.1	接单采购执行流程	(47)
3.2.2	战略备料采购执行流程	(47)
3.2.3	再订购点采购执行流程	(49)
3.2.4	JIT 采购执行流程	(50)
3.3	装配型制造企业的物料采购策略及优化途径	(52)
3.4	案例分析	(53)
3.4.1	A 公司物料采购存在的主要问题	(54)
3.4.2	物料采购存在问题的本质原因分析	(55)
3.4.3	A 公司的原材料采购与库存优化措施	(56)
3.5	本章小结	(62)
 第4章 基于 MTS/ATO 混合生产模式的库存—生产联合优化		
(63)		
4.1	优化管理模型	(63)
4.2	算例分析	(79)

4.3 本章小结	(82)
第5章 装配型制造企业多周期的动态批量优化	(83)
5.1 引 言	(83)
5.2 交货期为时间窗的供应链运作优化规划问题描述	(85)
5.3 多规划周期供应链运作动态批量优化模型	(88)
5.4 求解算法分析	(96)
5.5 仿真算例	(97)
5.6 仿真结果分析	(106)
5.7 本章小结	(108)
第6章 不确定环境下的装配系统库存控制优化	(109)
6.1 引 言	(109)
6.2 随机提前期和确定需求情况下的采购策略	(110)
6.2.1 模型建立	(111)
6.2.2 模型求解	(113)
6.2.3 仿真算例与分析	(114)
6.3 随机提前期下的再订货点优化决策模型	(114)
6.3.1 问题描述	(115)
6.3.2 符号说明	(117)
6.3.3 单个时段库存成本分析	(118)
6.3.4 多个时段库存成本分析	(120)
6.3.5 相关成本模型	(124)

6.3.6	模型求解与数值分析	(128)
6.4	仿真结果分析	(133)
6.5	本章小结	(134)
第7章 基于 Supply-Hub 运作模式的协同库存优化		(136)
7.1	基于 Supply-Hub 的供应链协同库存控制	(136)
7.1.1	Supply-Hub 运作模式	(139)
7.1.2	基于 Supply-Hub 的库存控制优化问题	(141)
7.2	Supply-Hub 基本库存策略	(142)
7.3	集中决策和分散决策模型	(148)
7.3.1	集中决策模型	(149)
7.3.2	分散决策模型	(151)
7.4	供应链的协同	(153)
7.4.1	订单延误和库存持有的补偿协议	(153)
7.4.2	基于帕累托改进的转移支付协议	(155)
7.4.3	费用分摊协议	(157)
7.5	数值仿真与仿真结果分析	(157)
7.6	本章小结	(162)
第8章 基于目标绩效的供应链协同库存控制动态优化		(163)
8.1	引 言	(163)
8.2	协同库存控制优化的总体思路	(167)
8.3	协同库存控制的关键控制点	(168)

8.4 基于目标绩效控制的协同库存控制动态优化决策分析	(171)
8.5 基于目标绩效控制的再订购点库存控制优化模型	(177)
8.6 本章小结	(185)
第9章 结论与展望	(186)
9.1 研究结论	(186)
9.2 研究创新点	(189)
9.3 研究展望	(190)
附 录 第5章中优化模型仿真输入参数	(191)
参考文献	(195)

第1章 绪论

1.1 研究背景及研究意义

1.1.1 研究背景

供应链协同优化一直是所有企业关注的重要问题。近年来,供应链优化理论一直不断在丰富创新,一些企业也因积极采用供应链优化理论和技术获得了巨大的收益,如戴尔、海尔、沃尔玛等。然而,我国不少大中型制造企业,特别是装配型制造企业都面临着这样一个运营困境:一方面,呆滞零部件库存堆积如山;而另一方面,生产缺料频繁、紧急插单现象经常发生,造成生产计划无序和运营低效。

前期对我国装配—加工型制造企业进行调研,主要涉及制造企业有家电制造企业(例如:美的、格兰仕、TCL 和海尔等)、电力仪表制造企业(威胜集团、浩宁达、宁波三星电子等)、工程机械制造企业(三一集团、中联重科等)和汽车制造企业(广汽丰田公司等)。在上述调研制造企业中,其中有全球 500 强的优秀装配型制造企业,如丰田、海尔等。通过调研发现:

(1) 装配型制造企业的零部件种类繁多,少则上百种,多则

达数万种。不同供应商由于其产能和产品质量的差异,造成其相应的采购提前期和交付的可靠性差异很大,因此,零部件供应商的管理及协同对产品的及时交付有十分重要的影响。

(2)零配件本地配套能力、长周期和短周期零配件协同供应能力是决定一个加工装配型制造企业能否保证零配件及时配套上线的关键和核心所在。

(3)少数优秀的制造企业(例如:广汽丰田和青岛海尔)最大的特点是按照供应链管理集成优化的原理和思路,对市场营销需求计划、生产计划和后端的零部件的采购计划进行集成优化,形成有机的供应链协同计划体系和及时互动机制,从而保持非常高的库存周转率和非常低的库存呆滞率;而其他大部分制造企业,由于其自身的计划体系、采购执行能力和供应商管理等原因会出现“库存居高不下、缺料频繁发生”的运营困境。

(4)要全面控制装配型制造企业库存,提升其运营效率,不仅需要通过内部功能部分整合和合理计划,还应该对前端的供应和后端的需求进行协同优化。

(5)个性化的需求及其时间上的随机性,导致需求的不确定性,会对企业的库存控制带来一定的影响。需求的不确定属于企业不可控制的外部随机变量。不确定提前期也会放大或缩小实际的订单量,不确定的因素扭曲了实际的需要,造成库存水平高、周转时间长和频繁缺货的现象。应该考虑随机需求、随机提前期、柔性产能条件下的供应链库存优化,这样才更加符合实际。

零配件配比齐套,即零配件按照产成品的物料清单(Bill of

Material, BOM)在指定的时间内配套齐全,对装配型制造企业的运营管理极其重要。供应商分布的位置、规模、生产能力、设施的差别,导致它们的服务能力也千差万别。如果不通过科学的协同供应机制和优化策略,制造企业在生产时就难以保证零配件按时配比齐套,会导致其“高库存、频缺料”的运营困境。

因此,必须从战略高度来重新审视装配型制造企业的物流与供应管理,分析其薄弱和瓶颈环节,优化其内部库存控制流程和采购策略;同时,需要与前端供应商和后端客户进行供应链计划协同,并建立先进的物流运作模式,降低整个供应链的库存,达到双赢的目标,从而增强制造企业的核心竞争优势。这是本书研究的实践背景。

物流管理是供应链成功与否最为关键也是最难控制的因素,协同物流运作和库存控制又是供应链物流管理中的一个核心内容。因此,根据供应链供需平衡的原理,在保障核心制造企业及时生产、产成品及时交付的前提下,通过协同库存优化来最大限度地降低整个供应链库存,不仅是制造企业供应链管理实践过程中需要解决的重要课题,同时也是供应链库存管理研究的新视角,具有十分重要的实践应用价值。这是本书研究的理论背景。

1.1.2 研究意义

加工装配型制造企业运营工作的核心内容是“零配件的及时配套供应管理”和“库存控制”。

目前我国很多加工装配型制造企业大都面临“高库存、频缺料”的运营困境。本书针对我国装配型制造企业供应链运营难

题,通过企业深入调研和总结分析,以制造企业零配件的及时配套供应及协同库存控制为核心内容进行系统研究,对制造企业供应链管理的科学决策具有一定的参考意义。

库存优化控制的重点内容有生产批量、采购批量、采购提前期等,本书考虑实际采购提前期和需求的不确定性 & 需求订单及时交付等情况,应用现代优化理论、排队论和现代控制论等理论,系统研究装配型制造企业协同库存控制问题,以期进一步完善基于供应驱动的协同供应库存优化理论。

本书运用理论与实际相结合的手段,以装配型制造企业为研究对象,对供应链协同库存控制优化理论与方法进行研究,以期对核心制造企业实际的供应链管理提供科学而可行的优化方法,使其适应供应链管理创新和发展的需要,因而具有非常广阔的理论与应用前景。

1.2 国内外研究现状

库存控制问题真正作为一门理论发展起来要追溯到 20 世纪 50 年代, T. W. Whitin 的著作《库存管理的理论》(*The Theory of Inventory Management*) 标志着库存控制理论研究的开始。几十年来,经过国内外诸多研究者的大量理论研究和实验分析,库存控制理论研究取得了较大的发展,为供应链库存控制理论研究打下了良好的研究基础,同时促进了供应链库存理论的发展。

下面将从以下几个主题梳理和总结与本书研究相关的国内外研究成果。

(1) 基于 EOQ 模型的扩展研究

经典的 EOQ 模型是针对单个产品和需求率是确定常数且不允许缺货的情况提出来的。EOQ 模型提出以来,在实际中得到了广泛的应用,取得了显著的经济效益。然而随着应用的深入,人们发现使用该模型时受到很多实际因素的制约,无法准确控制生产、经营中的库存。为此许多学者、企业管理者围绕 EOQ 模型展开了大量的扩展性研究,使 EOQ 模型更加适合实际应用。

周永务(2002)通过对实际的库存系统、生产库存系统进行深入的分析与研究,将传统的经济订货量模型、生产批量模型、Newsboy 问题等作了进一步的扩展^[1]。张钦(2003)研究了当市场需求固定时对缺货期的不同控制决策下的利益影响,提出了相应的库存控制策略^[2]。Bertazzl(2003)研究了需求确定条件下不允许缺货的离散的经济批量问题^[3]。陈晖(2007)研究了单级库存系统和多级库存系统的管理策略,并以工业和养殖业的库存管理策略为研究议题,分别提出了3种不同滞后供给条件下需求指数时变的 EOQ 模型和单位保管成本时变的 EOQ 模型。在多级库存系统管理研究部分,建立了短缺量滞后供给与顾客等待时间相关的变质物品模型^[4]。王海英(2008)研究了时变运输周期影响下的供应链系统批量决策问题,基于对时变运输周期的描述和其对系统批量决策问题的影响机制分析,采用动态规划方法对受时变运输周期影响显著的两类供应链系统的联合批量问题进行了建模分析和求解^[5]。Zhou 和 Wang(2009)扩展了一个制造商和一个客户的报童问题,假设有两次订货机会,第一次订货多余的产品可以部分积压,双方都知道二次订货时制造商的启动成本,