

运筹与管理科学丛书 19

网上拍卖下的库存管理

刘树人 著



科学出版社

运筹与管理科学丛书 19

网上拍卖下的库存管理

刘树人 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书研究网上拍卖下的库存管理理论,主要包括网上正向拍卖与网上逆向拍卖两种情形。首先讨论单阶段网上正向拍卖中的收益函数及其性质,在此基础上建立网上正向拍卖下的库存控制/分配模型;然后研究需求与价格无关时网上逆向拍卖下的库存管理,包括单阶段、多阶段和风险规避情形;最后研究需求依赖价格时网上逆向拍卖下的库存管理。本书系统地给出近年来库存与拍卖联合决策的研究成果以及在企业实践中的应用。

本书可供高等院校运筹学、管理科学、工商管理、应用数学等专业的高年级本科生和研究生以及相关专业的教师和研究人員阅读参考,也可作为企业界人士学习与研究库存管理、网上拍卖、运营管理的著作。

图书在版编目(CIP)数据

网上拍卖下的库存管理/刘树义著. —北京: 科学出版社, 2014.8

(运筹与管理科学丛书; 19)

ISBN 978-7-03-041587-5

I. ①网… II. ①刘… III. ①网络网-应用-拍卖-研究 ②库存-仓库管理-物资管理-研究 IV. ①F713.359-39 ②F253.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 182414 号

责任编辑: 李 欣 赵彦超 / 责任校对: 胡小洁

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 8 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2014 年 8 月第一次印刷 印张: 12 1/2

字数: 237 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《运筹与管理科学丛书》编委会

主 编：袁亚湘

编 委：（以姓氏笔画为序）

叶荫宇 刘宝碇 汪寿阳 张汉勤

陈方若 范更华 赵修利 胡晓东

修乃华 黄海军 戴建刚

《运筹与管理科学丛书》序

运筹学是运用数学方法来刻画、分析以及求解决策问题的科学。运筹学的例子在我国古已有之，春秋战国时期著名军事家孙臆为田忌赛马所设计的排序就是一个很好的代表。运筹学的重要性同样在很早就被人们所认识，汉高祖刘邦在称赞张良时就说道：“运筹帷幄之中，决胜千里之外。”

运筹学作为一门学科兴起于第二次世界大战期间，源于对军事行动的研究。运筹学的英文名字 Operational Research 诞生于 1937 年。运筹学发展迅速，目前已有众多的分支，如线性规划、非线性规划、整数规划、网络规划、图论、组合优化、非光滑优化、锥优化、多目标规划、动态规划、随机规划、决策分析、排队论、对策论、物流、风险管理等。

我国的运筹学研究始于 20 世纪 50 年代，经过半个世纪的发展，运筹学研究队伍已具相当大的规模。运筹学的理论和方法在国防、经济、金融、工程、管理等许多重要领域有着广泛应用，运筹学成果的应用也常常能带来巨大的经济和社会效益。由于在我国经济快速增长的过程中涌现出了大量迫切需要解决的运筹学问题，因而进一步提高我国运筹学的研究水平、促进运筹学成果的应用和转化、加快运筹学领域优秀青年人才的培养是我们当今面临的十分重要、光荣，同时也是十分艰巨的任务。我相信，《运筹与管理科学丛书》能在这些方面有所作为。

《运筹与管理科学丛书》可作为运筹学、管理科学、应用数学、系统科学、计算机科学等有关专业的高校师生、科研人员、工程技术人员的参考书，同时也可作为相关专业的高年级本科生和研究生的教材或教学参考书。希望该丛书能越办越好，为我国运筹学和管理科学的发展做出贡献。

袁亚湘

2007 年 9 月

前 言

库存是指为维持正常的经营、管理或生活而储备的一定数量的物品,它介于补充过程和需求过程之间。一般地,库存过多,不仅会占用大量的流动资金,还要增加库存管理的费用,而且物资库存时间延长也会使所保存的物资失效和变质。这是所谓的存储成本。另一方面,库存量太少又会造成缺货,这可能会引起生产的停顿、信誉的缺损等,从而造成损失。这是所谓的缺货成本。此外,在订购、生产过程中还会产生订购成本或生产成本。库存问题就是如何在这些成本之间寻求平衡,以尽可能地减少总成本,其核心问题就是何时订购以及订购多少。研究库存问题的理论称为库存论。

作为运筹学的一个重要分支,库存理论发展至今,特别是 20 世纪 80 年代的发展,已经形成了一个较为完整的理论体系。自 20 世纪 90 年代以来,库存理论已发展到物流(原材料、半成品和制成品在企业之间的流动)的层次以及多个企业之间的供应链管理(考虑企业与其上游企业和下游企业之间供应关系的企业管理问题)的层次。同时,库存理论研究库存问题与企业的其他方面,如产品定价,如何结合起来的问题。

随着互联网和信息技术的发展,企业的运营与管理面临新的环境,产生了许多新的管理方式。其中的一个重要方式是,很多企业利用网上拍卖销售或采购产品。这对库存理论来说,就产生了新的问题:如何管理网上拍卖下的库存。本书主要研究这一问题。

本书的主要内容是作者的研究成果。第 1 章介绍库存理论和拍卖理论以及相关的数学预备知识;第 2 章综述库存与定价/拍卖联合决策问题的研究进展;第 3~5 章研究网上正向拍卖下的库存管理;第 6 章和第 7 章研究网上逆向拍卖下的库存管理。

本书可供高等院校运筹学、管理科学、工商管理、应用数学等专业的高年级本科生和研究生以及相关专业的教师和研究人員阅读参考,也可作为企业界人士学习与研究库存管理、网上拍卖、运营管理的著作。

复旦大学管理学院胡奇英教授仔细审读了本书的初稿,提出了许多非常有价值的建议,提升了本书的质量与可读性,作者在此对他多年来的悉心指导和辛勤付出表示衷心的感谢。

本书得到了国家自然科学基金项目(项目编号:71271059,11371016)、教育部“长江学者和创新团队发展计划”创新团队(项目编号:IRT1179)、信息与计算科

学湖南省“十二五”专业综合改革试点项目的资助,特表感谢!

本书的疏漏和不妥之处,欢迎读者批评和指正.

刘树人

2014 年 2 月于湘潭大学

《运筹与管理科学丛书》已出版书目

1. 非线性优化计算方法 袁亚湘 著 2008 年 2 月
2. 博弈论与非线性分析 俞建 著 2008 年 2 月
3. 蚁群优化算法 马良等 著 2008 年 2 月
4. 组合预测方法有效性理论及其应用 陈华友 著 2008 年 2 月
5. 非光滑优化 高岩 著 2008 年 4 月
6. 离散时间排队论 田乃硕 徐秀丽 马占友 著 2008 年 6 月
7. 动态合作博弈 高红伟 [俄]彼得罗相 著 2009 年 3 月
8. 锥约束优化——最优性理论与增广 Lagrange 方法 张立卫 著 2010 年 1 月
9. Kernel Function-based Interior-point Algorithms for Conic Optimization Yanqin Bai 著 2010 年 7 月
10. 整数规划 孙小玲 李端 著 2010 年 11 月
11. 竞争与合作数学模型及供应链管理 葛泽慧 孟志青 胡奇英 著 2011 年 6 月
12. 线性规划计算(上) 潘平奇 著 2012 年 4 月
13. 线性规划计算(下) 潘平奇 著 2012 年 5 月
14. 设施选址问题的近似算法 徐大川 张家伟 著 2013 年 1 月
15. 模糊优化方法与应用 刘彦奎 陈艳菊 刘颖 秦蕊 著 2013 年 3 月
16. 变分分析与优化 张立卫 吴佳 张艺 著 2013 年 6 月
17. 线性锥优化 方述诚 邢文训 著 2013 年 8 月
18. 网络最优化 谢政 著 2014 年 6 月
19. 网上拍卖下的库存管理 刘树人 著 2014 年 8 月

目 录

《运筹与管理科学丛书》序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 库存理论简介	1
1.1.1 库存系统的组成	1
1.1.2 库存系统的分类	5
1.1.3 库存论的历史	5
1.2 拍卖理论简介	7
1.2.1 拍卖及其分类	7
1.2.2 传统拍卖	9
1.2.3 网上拍卖	16
1.3 预备知识	22
1.3.1 马尔可夫决策过程	23
1.3.2 K -凸函数与对称 K -凸函数	28
1.3.3 随机单调性与随机凸	31
1.3.4 模函数及其性质	31
第 2 章 库存与定价/拍卖联合决策问题的研究进展	34
2.1 库存与定价联合决策	35
2.1.1 单阶段情形	36
2.1.2 多阶段情形	38
2.2 库存与拍卖联合决策	42
2.2.1 库存与正向拍卖联合决策	42
2.2.2 库存与逆向拍卖联合决策	45
2.3 库存与定价和拍卖等多渠道营销系统联合决策	45
第 3 章 网上正向拍卖下的收益函数及收益管理	49
3.1 基本模型	49
3.2 收益/供应链管理文献中关于单阶段收益函数的一些假设	52
3.3 单阶段网上正向拍卖中收益函数的性质	53
3.3.1 一般顾客到达过程和均匀分布的估值	54
3.3.2 泊松顾客到达过程和一般的估值分布	57

3.4 一类网上正向拍卖下的收益管理	61
3.4.1 网上序贯拍卖最优分配模型	62
3.4.2 网上序贯拍卖最优分配策略的性质	64
第 4 章 网上正向拍卖下的库存控制	72
4.1 模型描述	72
4.2 有限阶段折扣准则	74
4.3 无限阶段折扣准则	79
4.4 平均准则	83
4.5 数值分析	85
第 5 章 网上正向拍卖下的库存控制与分配	89
5.1 模型描述	89
5.1.1 销售预留	89
5.1.2 网上正向拍卖下的库存控制与分配模型	90
5.2 有限阶段折扣准则	91
5.3 无限阶段折扣准则	96
5.4 平均准则	99
5.5 数值分析与比较	101
第 6 章 网上逆向拍卖下的库存管理：需求与价格无关	110
6.1 网上逆向拍卖下的报童模型	110
6.1.1 最优采购拍卖	111
6.1.2 逆向拍卖下的报童模型	117
6.1.3 正态需求下报童的最优采购	118
6.1.4 固定量拍卖	120
6.2 网上逆向拍卖下的通道费与供应商管理库存现象解释	121
6.2.1 逆向拍卖下的通道费现象解释	121
6.2.2 逆向拍卖下的供应商管理库存现象解释	123
6.3 网上逆向拍卖下的库存控制	125
6.3.1 无固定订购费	125
6.3.2 有固定订购费	129
6.4 基于 CVaR 的网上逆向拍卖下报童模型	132
6.4.1 模型描述	133
6.4.2 基于 CVaR 的最优策略分析	133
6.5 允许紧急订购时基于 CVaR 的网上逆向拍卖下报童模型	135
6.5.1 模型描述	135
6.5.2 基于 CVaR 的最优策略分析	137

第 7 章 网上逆向拍卖下的库存管理：需求依赖价格	142
7.1 乘式需求函数和网上逆向拍卖下的库存管理	142
7.1.1 模型描述	142
7.1.2 最优策略的分析	145
7.1.3 正态需求下报童的最优采购与定价	148
7.1.4 数值分析	149
7.2 一般需求函数和网上逆向拍卖下的库存管理	150
7.2.1 模型描述	150
7.2.2 期望销售弹性及其性质	151
7.2.3 最优策略的分析	154
7.2.4 正态需求下报童的最优采购与定价	159
7.2.5 数值分析	160
7.3 需求依赖价格时网上逆向拍卖下的库存控制	161
7.3.1 无固定订购费	162
7.3.2 有固定订购费	165
参考文献	172
索引	184

第1章 绪 论

为阅读方便,本章将概略地介绍库存理论与拍卖理论中的基本概念和基本原理.本章也不加证明地给出最必要的数学结论,这些将成为本书的基本工具.

1.1 库存理论简介

库存是指为维持正常的经营、管理或生活而储备的一定数量的物品.库存现象十分普遍.例如,生产企业储备的原材料、在制品等,储备太少,不足以满足生产的需要,将使生产过程中断;储备太多,超过生产的需求,将造成资金和资源的积压浪费.零售商店储备商品,储备太少以致商品脱销,将影响销售利润和竞争能力;储备太多,将影响资金周转并带来积压商品的有形或无形损失.在家庭生活中,任何一种日常生活用品(如柴、米、油、盐、酱、醋、茶)都有一个储备问题,储备太少或太多将给家庭生活带来不方便.凡此种种,一方面说明了库存问题的重要性和普遍性;另一方面也说明了库存问题的复杂性和多样性.

库存介于补充过程与需求过程之间.补充过程由使库存增加的各种活动组成,包括订购、生产和运输等.例如,家庭中购买大米,需向粮店打电话订购,粮店将大米运来等.而需求过程则是由使库存减少的各种活动组成,包括使用、出售和耗费物资等,如每天需要吃掉一些大米.我们将库存以及相应的需求与补充所组成的整体称为库存系统.实际上,库存系统的最大作用就在于弥合补充与需求之间的不匹配.换言之,库存系统相当于补充过程与需求过程之间的一个缓冲器,以将两者匹配起来.在这个过程中要产生许多成本,包括补充成本、库存物资的存储成本以及在缺货情况下产生的缺货成本等.库存理论就旨在弥合补充与需求之间的不匹配,在各种成本中寻求平衡以使总成本最小.下面对库存理论进行介绍.这主要来自胡奇英(2012)的5.1节.

1.1.1 库存系统的组成

一般地,一个库存系统的基本组成部分包括三个要素:需求、补充和匹配.为了研究一个库存系统的运行与控制,除了这三个基本的组成要素之外,还关心库存系统的费用、产品类型、库存检测、库存策略以及目标等要素.

1. 需求

需求过程是库存系统信息的输入过程和产品的输出过程,其结果是使库存量减少.需求的类型可按多种方式区分.

a) 按照需求的到达是确定性的还是随机的,将需求区分为确定性需求与随机需求.确定性需求是指未来的需求量是完全可以预知的,而实际中的大多数需求过程会受到诸如市场、季节、宏观经济及偶发因素的影响,具有随机性,如商场每天前来购物的顾客数是完全随机的,但我们可以利用统计方法得到需求的分布函数,这类需求被称为随机需求.一类特殊的需求过程是需求逐次到达,服从泊松过程.

b) 按照需求的到达是连续的还是间隔性的,将需求区分为连续需求与离散需求.连续需求是指需求是连续的,它可看成是一个连续的物资流,以一定的速率到达.离散需求,也称块状(lumpy)需求,是指需求是离散到达的,每次到达时有一定的量(即成批).对离散需求的情形,我们还需要刻画需求的到达间隔时间.

c) 若需求率(连续需求)或者每次到达时的需求量(离散需求)与时间无关,则称此需求过程是时齐(或平稳)的;否则,称为非时齐(或非平稳)的.

实际中的需求往往是以上几种类型的混合.比如,①确定性常数速率需求.单位时间中的需求量(即需求率)是一个确定的、不变的常量,如自动生产线上每个班组对某种零件的需求量.②确定性变化速率需求.需求速率是确定性的,但随着时间而变化,即需求率是时间的一个函数,如对服装的需求往往具有季节性.

d) 在随机需求中,如果各参数是完全已知的,则称之为完全信息.但在实际中,需求信息可能不能完全已知,只能知道其中的一部分信息,比如,需求的分布函数类型是已知的,但其中的参数未知,称此种情形为不完全信息.

2. 补充

补充过程是库存系统中产品的输入过程,其结果是使库存量增加.补充物资可以通过工厂生产或向供应商订购获得.这两种补充方式是不同的.工厂生产时,通常有一个生产速率,工厂按此速率生产出产品来,我们称之为逐渐补充.而订购的货物一般是一次到达的,也许中间需要一段时间,我们称之为瞬时补充.在研究补充过程时,应该考虑如下的因素.

a) 规模经济.在补充过程(生产/订购)中,一般都会产生固定补充成本.例如,去商店购买大米需要花费一定的时间与交通费用.显然,在补充一定数量库存时,增加每次的补充量以减少总的补充次数会降低成本,这就是所谓的规模经济效应.在实际中还存在批发情形下的价格低于零售价格的情况,其规模经济效应则更为明显.

b) 滞后时间.在补充过程中可能出现滞后现象,即订单发出后,要等待一段时间之后才能获得所订购的补充物资,该等待时间被称为滞后时间,它可能是确定的,

也可能是随机的。

c) 有限容量. 这里的容量是指补充方供应物资的能力. 比如, 生产商的最大生产能力在一定时期内是有限的, 或者物资供应方本身的存货水平有限. 当订单超过该容量水平时, 则无法满足。

d) 质量缺陷. 补充物资可能存在一定的质量缺陷, 这样就会造成补充能力的浪费并增加库存系统满足需求时的不确定性。

在考虑补充时, 还需要关注以下几个方面: 确定向谁补充、跟踪订单的执行情况、所订购货物是否发运等。

在库存系统中常被称为补充, 在企业中常被称为采购。

3. 匹配

当有需求到达时, 现有库存若能满足需求, 即库存量不小于需求量时, 则需求能够得到即时满足。否则, 就满足不了需求。此时, 常有两种方式来描述满足不了的需求。一是缺货等待 (backorder), 就是假定缺货顾客等待, 直到补充的货物到达时, 他的需求才得到满足。二是销售损失 (lost sales), 也称为损失制, 就是满足不了需求的顾客会离开, 或者去寻找其他的需求, 或者不要需求了。当然, 实际中可能是二者的综合, 就是一部分顾客等待, 另外的顾客则选择离开。

当补充到达时, 若有未满足的需求在等待, 则满足之, 多余部分进入库存。

4. 费用

库存问题中所考虑的费用通常包括以下三部分。

a) 补充 (生产/订购) 费用. 它又分为两个部分: 一是固定补充费用, 即补充一次物品所需要的固定花费 (如手续费、采购人员的差旅费、机器开工时的启动费等), 它与补充的数量无关; 二是物品本身的费用, 称为变动补充费用 (如订购时物品的单价、生产时物品的单位生产费用), 它是补充数量的函数。

b) 存储费用. 它包括存储货物的库存费用、资金占用所产生的利息、货物保险的费用以及货币贬值、货物的损坏变质等方面的费用。

c) 缺货费用. 由于供不应求造成缺货所带来的损失费用, 它也可能是为了让缺货的顾客等待而提供给顾客的折扣费用。这部分费用往往是间接造成的, 从而其计算较为困难。

5. 产品类型

产品的类型会影响库存策略。通常所考虑的产品类型包括以下五类。

a) 易腐型, 是指产品会随着时间而逐渐变质, 最后变成无用品, 如各种食品。

b) 耐用型, 是指其品质不会随着时间而发生变化, 如家电。当然这只是相对而言的, 因为所有的物质最终都会消失。

c) 时效型, 是指产品的使用有一定的时间限制, 过了这个时间限制, 产品就失去价值了. 比如, 报纸过了当天就不再有新闻价值, 飞机票在该班次飞机起飞后不再有价值.

d) 可订购型, 是指产品不足时可以订购且在较短的时间内获得, 通常的家电、食品都属于这样的类型.

e) 不可订购型, 是指产品不可能在较短的时间内获得, 如住房.

同一产品可以属于以上的多个类型, 如食品, 既是易腐型产品, 也是可订购型产品. 又如, 住房既是耐用型产品, 又是不可订购型产品.

另外, 从产品种类的角度来看, 可区分为单产品与多产品 (也叫产品束). 对于多产品的情形, 还可分为需求相关的 (各产品的需求之间是相关的, 如对汽车轮胎的需求量与对汽车的需求量之间具有确定的关系)、上下代 (即一个产品是另一个产品的改进型)、可替代的 (一个产品缺货时可用另一个产品替代) 等.

6. 库存检测

库存控制依赖于当前的库存量, 为此需要对库存量进行检测. 检测的办法一般有两种: 一种是连续检测法, 即在每时每刻都要检测库存量; 另一种是周期检测法, 即在时刻 kT_0 ($k = 0, 1, 2, \dots$) 检测库存量, 其中 T_0 是一个常量, 称为检测周期. 比如在超市中, 有些重要的商品货柜上装有传感器, 能随时确定此类商品的剩余量; 而对于一些不太重要的商品, 则只是每天超市关门时, 检测其剩余量就可以了. 此外, 当每次检测需要花费一定的时间与费用时, 连续检测就不可能采用了.

7. 库存策略

库存策略是规定向谁订购、何时订购以及订购多少的问题. 相对而言, 向谁订购可能属于企业的战略管理范畴, 而何时订购和订购多少属于日常运营的范畴. 所以在考虑库存策略常常只考虑何时订购以及订购多少的问题.

常见的库存策略有以下两种.

a) (r, Q) 策略: 当库存量降到或低于 r 时补充库存量 Q . (r, Q) 策略常用于连续检测中. 采用 (r, Q) 策略后, 库存控制有如下特点: 一是每次的订货批量通常是固定的; 二是相邻两次订货的时间间隔通常是变化的, 其大小主要取决于需求量的大小变化, 需求大则时间间隔短, 需求小则时间间隔长.

b) (s, S) 策略: 当每次订购有固定费用时, 库存策略常常采用 (s, S) 策略, 其中 s 称为再订购点 (reorder point), S 为订购到水平 (order-up-to level). 其含义是: 一旦发现库存量降到 s 或以下时就立即补充, 使订购后的库存量达到 S . 因此, s 确定了补充时刻, 而通过 S 可以确定补充量, 它等于 $S - \text{当前库存量}$. (s, S) 策略常用于周期检测中. 当每次订购没有固定费用时, 库存策略 (s, S) 中的 s 常常等于 S , 此时

称之为基本库存 (base-stock) 策略. 相应地, S 被称为基本库存水平. 进一步地, 假设一次订购量不能超过 C , 那么当库存量降到 s 或以下时, 就订购尽可能多的产品使订购后的库存量尽量接近或达到 S , 即相应的订购量为 $\min\{S - \text{当前库存量}, C\}$, 此时称为修正的 (s, S) 策略. 类似地, 可定义修正的基本库存策略.

8. 目标

目标函数是选择策略优劣的标准. 常用的目标函数有两种: 一是在计划期内的 (折扣) 总费用达到最小; 二是在计划期内的单位时间平均费用达到最小. 计划期可以是有限的, 当其足够长时, 可近似地看做是无限的. 无限计划期时进行数学处理会得到更好的结果.

一个库存模型就是用数学符号来描述库存问题的以上八个方面, 其中产品类型可能对其他要素有重要的影响, 不同的产品类型, 各要素的描述会有所不同.

1.1.2 库存系统的分类

实际运营中的库存问题各式各样, 我们需要对其进行分类. 分类的标准很多, 常用的有以下五类标准.

a) 问题中是否包含随机因素. 可分为确定性库存问题和随机库存问题. 所有的因素都是确定性的库存问题称为确定性库存问题, 其中经济订购批量 (economic order quantity, EOQ) 模型是大部分确定性库存问题的基础; 否则, 就称为随机库存问题, 其中报童模型 (newsvendor model) 是大部分随机库存问题的基础, 它研究产品生命周期仅为一周期的问题.

b) 问题是连续时间检测还是离散时间检测. 一般地, 连续时间库存问题中可考虑单位时间的需求, 称之为需求率, 也可以考虑每隔一定时间有一定量的需求; 而在离散时间库存问题中, 每个周期有一个需求量, 它可以是确定的, 也可以是随机的.

c) 问题中参数是否随时间变化. 所有的因素都保持不变的库存问题称为时齐 (或平稳) 的库存问题; 否则, 就称为非时齐 (或非平稳) 的库存问题.

d) 每个周期的期末库存对下一周期是否产生影响. 若一个周期不对以后的周期产生影响, 则此周期的问题可单独考虑, 称之为单周期 (或单阶段) 库存问题; 否则, 就称之为多周期 (或多阶段) 库存问题.

e) 库存物资的种类多少. 可分为单产品库存问题和多产品库存问题.

相应地, 库存模型也可以按以上五类标准进行分类.

1.1.3 库存论的历史

作为运筹学的一个重要分支, 库存论源于 1915 年, 当时 Harris 首次建立了经济订购批量模型. 该模型在企业界得到了广泛的应用, 虽然随着企业运作环境的变

化也遭遇了很多挑战,出现了很多变形,但它现在仍然是一种简单而有效的订货量确定方法. 第二次世界大战期间,库存控制的数学模型得到了一定的发展. 第二次世界大战以后,对随机或非平稳需求的库存模型进行了广泛的研究,还考虑了从订购到收货之间的滞后时间的随机性,以及多产品、多级的库存管理系统等. 20 世纪 50 年代,库存论真正作为理论发展起来. 在此期间,Arrow(1972 年诺贝尔经济学奖获得者)等 (1951) 合作发表了 *Optimal inventory policy*. 他们针对具有固定订购费用的随机动态存储问题,首次提出了 (s, S) 策略,并引出了大量动态存储方面的文章. 其后, Bellman 等 (1955) 使用动态规划方法得到周期性检查随机需求问题的结构性结果; Whitin(1955) 提出将库存管理与定价技术相结合的联合决策问题; Arrow 等 (1958) 编著 *Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production* 一书,提炼了生产库存问题中的数学理论. 20 世纪 60 年代, Clark 和 Scarf(1960) 在两级梯度库存控制方面作出了极大的贡献. Scarf(1960) 提出了 K -凸函数的概念,并利用其性质证明了对于随机动态存储问题 (s, S) 策略在很一般的条件下也是最优的. 此后,带有随机因素的更为复杂的库存模型受到人们的重视并得到了深入的研究. 由此,库存理论逐渐发展和完善,建立了庞大的模型体系. 相应地,随着所研究的库存问题的日趋复杂,在库存论中所用到的数学方法也日趋多样与复杂. 目前库存论的求解方法不仅包含了一些常用的数学方法,如微积分、概率统计、数值计算方法,而且也包含了运筹学中的不少分支,如线性规划、非线性规划、动态规划、图与网络理论、排队论、马尔可夫决策过程以及计算机模拟等. 关于库存论方面的经典著作,可参见 Zipkin (2000)、Porteus (2002)、Choi (2012)、赵晓波和黄四民 (2008).

库存理论发展至今,特别是经过 20 世纪 80 年代的发展,已经形成了一个较为完整的理论体系. 自 20 世纪 90 年代以来,库存理论已发展到物流(原材料、半成品和制成品在企业之间的流动)的层次以及多个企业之间的供应链管理(考虑企业与其上游企业和下游企业之间供应关系的企业管理问题)的层次. 而将库存论运用到一些新的服务领域,如飞机票、旅馆床位等的分配与动态定价/拍卖,产生了收益管理(也称需求链管理). 同时,由于库存管理系统中经常带有不确定性因素,在这样的环境下决策者的不完全理性行为表现得很明显;而绝大多数的库存管理系统是复杂系统,人的决策行为对其运转有重要的影响. 因此,为了解释库存管理的理论研究与现实中的管理实践之间存在的偏差,21 世纪初产生了行为库存管理,并被发展到行为运作管理这一当前管理科学界的前沿研究领域. 此外,随着互联网和信息技术的发展,越来越多的企业为了在全球化竞争的环境中获得更大的利润将运营管理与市场营销等职能集成,其中库存论本身,结合企业管理中的产品定价,或者电子商务中的网上拍卖,引出了新的研究领域. 相应地,关于供应链环境下库存管理方面的书籍,有林勇 (2008)、王道平和侯美玲 (2011) 等;关于需求链下库存管理方面的书籍,有高峻峻 (2007) 等;关于行为运作管理方面的书籍,有 Loch 和 Wu(2007)