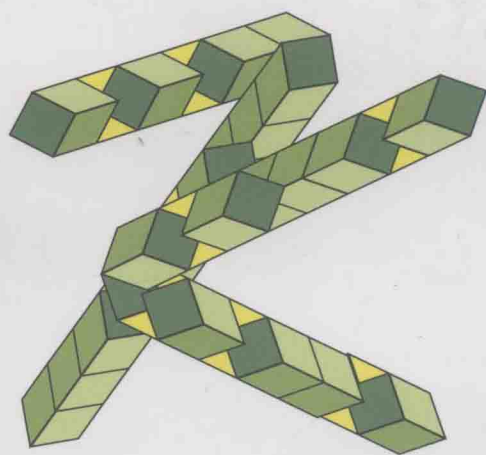


21世纪普通高等院校 **物流工程** 专业系列教材

郭敏 主编



A CONCISE COURSE
OF INVENTORY THEORY

库存原理简明教程



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

21世纪普通高等院校**物流工程**专业系列教材



郭敏 主编

A CONCISE COURSE
OF INVENTORY THEORY

库存原理简明教程



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 提 要

本书主要介绍库存控制的基本概念、原理和方法。全书共分9章,主要包括库存的基本概念、确定性库存控制模型、随机性库存控制模型、多级库存模型及需求预测技术等,内容上也尽量涵盖了库存控制理论研究的前沿进展。

本书可作为高等学校管理科学、物流与供应链管理、工业工程、应用数学等专业的研究生和高年级本科生的教材或者参考书;同时,也可供上述有关专业的教师、工程技术人员、研究工作者和管理人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

库存原理简明教程/郭 敏 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.4
ISBN 978-7-5609-8845-0

I. ①库… II. ①郭… III. ①库存-仓库管理-物资管理 IV. F253.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 080541 号

库存原理简明教程

郭 敏 主编

策划编辑:王红梅

责任编辑:朱建丽

封面设计:三 禾

责任校对:朱 玢

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15.25

字 数:329千字

版 次:2013年12月第1版第1次印刷

定 价:32.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

库存管理是企业、物流与供应链管理的核心环节之一。随着现代经济的发展,库存除了作为企业用于维持生产和销售的措施,还成为协调整个物流及供应链系统高效运转、提高服务水平、降低风险的重要手段,因此,怎样管理和优化库存是一个重要的问题。本书重点讨论了库存管理中的基本概念、原理和方法。

在编写过程中,编者主要考虑了以下一些方面的内容。

1. 突出基本原理和方法的阐述

考虑到本科教学的特点,本书不追求理论的完整性和逻辑推导的严密性,而是紧紧围绕库存理论中最主流和最经典的基本思想、原理和方法等知识点而展开,力求简明、易懂。

2. 结合案例分析和研讨环节

在各章末尽量结合一些物流与供应链领域的案例,以期通过案例分析和研讨,使读者对库存问题有一个比较全面的、直观的认识,初步体会库存、物流分析的过程和方法,提高综合利用理论知识和分析处理技巧解决实际问题的能力。当然,本书中的案例计算并不代表所谓“最优解”或者“标准答案”,只说明对处理实际问题的一种看法,仅供参考。

3. 增加基本软件使用的内容

分析、处理和解决当前物流与供应链管理问题离不开计算机软件的支持,因此本书在附录中增加了一些基本软件的使用和操作,以供读者选用。

本书可以作为物流专业本科生教材,也可供研究生及企事业单位相关人员参考。

编 者

2012 年 12 月

华中科技大学自动化学院

目 录

1 库存的基本概念	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 与库存相关的基本概念	(7)
1.3 案例:库存管理是一个大问题	(16)
1.4 本章小结	(23)
1.5 习题	(23)
2 确定性固定批量库存模型	(24)
2.1 经济订货批量模型基础	(24)
2.2 考虑生产速率的 EOQ 模型	(31)
2.3 带价格折扣的 EOQ 模型	(32)
* 2.4 带多段价格折扣的 EOQ 模型	(34)
* 2.5 带增量价格折扣的经济批量模型	(36)
2.6 允许缺货的 EOQ 模型	(38)
2.7 提前期不为零情况	(39)
2.8 本章小结	(40)
2.9 习题	(40)
3 确定性动态批量库存模型	(43)
3.1 基本模型	(43)
3.2 整数规划模型	(44)
3.3 Wagner-Whitin 算法	(46)
3.4 订货成本和持有成本平衡法	(53)
3.5 Silver-Meal 启发式算法	(54)
3.6 一些扩展问题	(57)
3.7 案例:某摩托车自行车专营商店的库存控制	(58)
3.8 本章小结	(62)
3.9 习题	(62)
4 需求随机的单周期库存模型	(64)
4.1 引例	(64)
4.2 报童问题的经典表达	(66)
4.3 模型推导	(66)
4.4 离散需求情况下的报童问题	(70)
4.5 报童模型的扩展	(75)
4.6 案例 1:欧内尔公司	(78)
4.7 案例 2:小蜜蜂公司	(79)
4.8 本章小结	(80)
4.9 习题	(81)

5	需求随机的连续盘点库存模型	(83)
5.1	近似 EOQ 模型的 (R, Q) 策略	(83)
5.2	近似 EOQ 模型的 (s, S) 策略	(87)
5.3	服务水平模型	(88)
* 5.4	精确模型的推导及其求解	(93)
5.5	案例:医院库存管理	(98)
5.6	本章小结	(101)
5.7	习题	(101)
6	需求随机的周期盘点库存模型	(103)
6.1	系统状态推演	(103)
6.2	(s, S) 策略的近似计算	(107)
* 6.3	系统最优策略的证明	(110)
6.4	本章小结	(116)
6.5	习题	(116)
7	多级库存系统初级篇	(118)
7.1	多级库存系统简介	(118)
7.2	二级确定性串行系统	(122)
7.3	物料需求计划 MRP	(124)
7.4	分销资源计划	(128)
7.5	看板系统	(132)
7.6	牛鞭效应	(133)
7.7	风险分担问题	(137)
7.8	实验:啤酒游戏	(139)
7.9	本章小结	(143)
7.10	习题	(143)
8	多级库存系统高级篇	(150)
* 8.1	2 的幂次批量假设下的 N 级串行系统	(150)
* 8.2	多产品协调问题	(153)
* 8.3	随机需求下的周期盘点二级串行系统	(159)
* 8.4	随机需求下的周期盘点多级分配形系统	(166)
* 8.5	随机需求下的连续盘点二级分配形系统	(169)
* 8.6	MTO 装配线安全库存优化模型	(171)
* 8.7	案例 1:A 公司寻找有效的库存管理策略	(176)
* 8.8	案例 2:C 公司运营解决方案	(179)
* 8.9	本章小结	(192)
* 8.10	习题	(193)
9	需求预测技术	(195)
9.1	引言	(195)
9.2	算术平均法	(202)
9.3	移动平均法	(203)

9.4 指数平滑法.....	(205)
9.5 带趋势的指数平滑法.....	(207)
9.6 带趋势和季节因子的指数平滑法.....	(209)
9.7 回归预测法.....	(210)
9.8 案例:彩电市场需求预测分析	(212)
9.9 本章小结.....	(215)
9.10 习题	(215)
附录 A 概率论基础	(218)
附录 B 最优化理论基础	(221)
附录 C 标准正态分布函数表	(224)
附录 D 标准正态分布的期望值表	(226)
附录 E Excel 基础.....	(227)
附录 F LINGO 基础	(231)
参考文献	(235)

库存的基本概念

1.1 引言

1. 库存的概念

当代世界经济正在以前所未有的速度向高度市场化和全球一体化发展,随着新科技不断涌现,经济信息化加速发展,市场竞争越来越激烈。在这种发展趋势下,物流在经济中所起的作用越来越重要。

所谓“物流”,字面意思就是指物料的流动,也就是为了满足客户的需求,通过运输、保管、配送等方式,以最低的成本实现将原材料、半成品、成品由商品的产地送到商品的消费地的计划、实施和管理的全过程。

商品、物料既然有流动状态,就一定还存在静止和存储的状态,在商业界、企业界耳熟能详的所谓“库存”、“存货”、“盘存”、“存品”等词语表达了商品、物料的静止状态。这些词语虽然在名称上略有差异,但却具有相同的含义,为了统一起见,本书将它们统称为“库存”。

一般来说,库存(Inventory 或者 Stock)可以定义为,为了满足未来需要而暂时闲置的有价值的资源。例如,武汉钢铁公司的铁矿石储备;武汉神龙汽车公司生产车间的汽车零件备货;海尔(Haier)公司的电冰箱、电视机、空调等成品;沃尔玛(Walmart)连锁超市货架上的待售商品等。

值得注意的是,库存必须是具备价值的,因此不能回收的生产或者生活废弃物等,不能作为库存而存在。

在现实生活中,库存具有相当多的表现类型。

(1) 按照其所处物料状态,库存可以分为原材料库存(Raw Material Inventory)、在制品库存(Work-in-process Inventory)和成品库存(Finished Goods Inventory)。

原材料库存是指企业为了生产加工产品,通过采购或者其他方式取得和持有的生产所需的原材料、零件的库存。在制品库存是指存在于生产过程的各个环节中所持有的零件和中间产品。成品库存是指企业通过生产加工过程最终生产出来的产品所形成的库存,成品库存也就是等待上市销售的产品。

(2) 按照其所处的运动状态,库存可以分为在库库存(On-hand Stock)和在途库存(In-transit Stock)。

闲置的资源可以存放在仓库中、生产线上或者车间中,其状态是静止的,因此可以通称为在库库存。库存也可以处在运输状态中,如一汽大众汽车公司生产的捷达轿车通过物流渠道运输至天津地区销售,在从长春到天津运输的过程中,捷达轿车处于闲置状态,那么此时的捷达轿车仍然应该被视为库存,称为在途库存。

(3) 按照其在企业生产经营过程中所发挥的作用,库存可以分为经常库存(Cycle Stock)、安全库存(Safety Stock)、季节性库存(Seasonal Stock)、促销库存(Promotional Stock)、投机库存(Speculative Stock)、积压库存(Dead Stock)等。

这些名词从字面上很容易理解。经常库存是指在正常的经营环境下,企业为满足日常需要而建立的库存。安全库存是指为了防止不确定因素而准备的缓冲库存。季节性库存是指为了满足特定季节出现的特定需要而建立的库存,或者对季节性出产的原材料在出产的季节大量收购所建立的库存。促销库存是指为了解决企业促销活动引起的预期销售增加而建立的库存。投机库存顾名思义就是为了避免因物资价格上涨造成损失或者为了从物资价格上涨中获利而建立的库存。积压库存是指因没有市场销路而卖不出去的产品或者因为物资品质变坏不再有效用的库存。

实际上,库存的名称和种类还有很多,这里不一一列举了。

最后,需要明确的是,库存与仓库(Warehouse)的概念是不同的,一般地,库存是指保存的货物;仓库则是保存货物的场所。

2. 库存的作用及其弊端

库存在工商业、物流领域具有重要的意义。从一个典型的企业物流来说,其物流的起源是原材料储备库存,在生产加工环节中形成了中间在制品库存,而生产输出的是成品库存,再通过运输、中转库存到达销售地作为销售库存,最后面向市场进行销售。可见,库存基本上存在于企业物流的所有环节和过程之中。

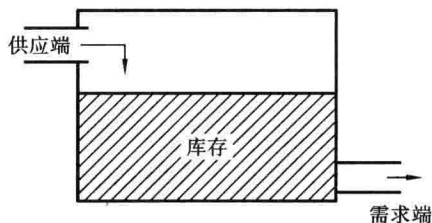


图 1-1 库存作为缓冲池

如果把上述企业物流过程中的一个特定的库存单元进行单独考察,如图 1-1 所示,这个库存单元的来源或者入口称为供应端,这个库存单元的下游出口称为需求端。那么总的来讲,库存主要是作为一个中间缓冲池,用于缓冲和平衡供应端和需求端之间存在的各种矛盾。

1) 库存的作用

库存的具体作用可以从平衡供应端和需求端、提高对需求端的服务水平、应对不确定性和获得规模效益等几个方面来说明。

(1) 平衡供应端和需求端。

库存最基本的功能是提供供应端与需求端之间的平衡。一般情况下,库存供应端的供应速度和需求端的消耗速度往往是不平衡的。这种不平衡通常很难通过供应端和需求端自身解决。例如,可能由于生产线技术条件的限制,或者其他条件限制导致在时间或者经济上短期不可能改变的情况,即现有供应和消耗速度不能改变,因此在这种情况下,必须对供应端和需求端进行适当的隔离并进行速度的平衡。

以企业的原材料库存为例,其供应端是市场上的其他供货方企业;其需求端,则是本企业的生产线。通常从外面市场上买进原材料是有时间限制的,如供应方只能保证

一个月供一次货,因此其供应是不连续的;而生产线在很多情况下是不能停止生产的,这就是说,其原料的消耗是连续的,每个工作日、工作小时都需要一定的量,那么在这种情况下,原材料库存至少要保证一个月以上的消耗量才能作为原料供应与生产线消耗之间的缓冲池。

例如,作为成品库存,其供应端为企业的生产及运输部门,其需求端为市场或者客户。众所周知,一种产品从设计、备货、生产和运输投放市场等过程都需要一定的时间,有时长达几个月之久,而市场上的客户是挑剔的,很少客户会同意从购买付款开始还要等待几个月后才拿到货的情况,因此必须总是在市场上维持一定量的成品库存,保证客户可以及时买到自己喜欢的产品。

当供应端和需求端在时间上或者速度上存在不平衡情况时,库存作为缓冲池,就可避免供应端和需求端之间的直接对接,缓解两者之间的矛盾。

(2) 提高对需求端的服务水平。

有时会发现,在现有库存完成了对供应端和需求端提供基本的速度平衡功能的基础上,适当提高库存持有量,可以大大提高对需求端供货的服务水平。所谓需求端的服务水平,粗略地讲,就是需求端的满意度水平,一般可以用从需求端提出需求到全部需求实现的时间长短来衡量,或者也可以用最后实际完成的供应量与最开始提出的总需求量之间的比率来表达。

例如,对于原材料库存,其需求端的服务水平可以定义为生产线的停工待料时间。显然,充足的库存可以将生产线因为等待原材料而导致误工时间降到最低。而对于成品销售库存,客户的满意度可以定义为客户能够拿到现货的比例,较高的销售库存可以使得绝大多数的客户满意度很高。

在这种意义下,库存不但可以作为供应端和需求端之间的缓冲池,还可以对需求端的服务水平进行适当调节。

(3) 应对不确定性因素。

试想:如果在物流过程中所有环节都是确定无误的,不存在任何不确定性因素,那么实际上可以避免很多库存。例如,准备在市场销售的成品库存,如果未来客户的需求是准确无误的,已经知道某客户下周一上午 10:00 会准时过来购买 1000 吨货物,那么企业就不必为此客户准备任何成品库存,只要做好计划,例如,提前一个月进行采购、生产,并最后保证在下周一上午 10:00 准时运到销售门店就可以了。因此如果其他所有客户的需求都是类似这样确定无误,那么成品库存就不需要存在了。

但是现实世界充满了不确定性因素,采购、运输、生产、市场等过程和环节中都存在不确定性,谁也不能保证将来哪个环节肯定就不出现问题。例如,可能停电、停水或者生产线上的设备坏了,一时间恢复不了,导致停工;可能高速公路堵车了,使运输出现额外的时间延迟;当然市场的需求预测通常总是不准确的,诸如此类。面对这些复杂情况,库存就是一个重要的、应对不确定性因素的工具。

(4) 规模效益。

很多情况下,在采购、运输、生产等过程中,人们发现,产品或者物料的量达到一定规模,可以大大节省单位物料的费用,这种情况称为规模效益。为了达到一定的物料规模而获得规模效益,通常都会不可避免地形成额外库存。例如,市场上的很多原材料供应商在报价中就包含了采购规模的因素,如规定一次采购 1000 吨以下的价格是

每吨 2000 元,1000 吨以上 2000 吨以下的价格是每吨 1500 元,2000 吨以上的价格是每吨 1300 元。那么对企业采购部门来讲,若通常情况下采购一个月内的需要量,如 1000 吨,就可以满足企业的一般生产要求;但是如果发现每次采购 2000 吨的价格可以很优惠,就可能改为每两个月采购一次,每次采购 2000 吨。

很多企业的生产线也存在所谓的“经济生产批量”,就是说每次生产线开动后,连续生产多少小时或者多少量的产品对人员、设备、材料的费用是最经济的。在这种情况下,最好就按照生产线规定的经济生产批量组织生产规模。

又如,国内一些企业处理大批量货物的运输问题时,如果采用铁路运输,一般都会尽量按照装满一个整车皮的量发运货物;快递公司则会通过整合零散的客户快递业务并利用“拼货和配货技术”实现公路集装箱整车运输,这些都是出于运输中的规模效益考虑的。

另外我们还可以发现,虽然市场上人们对日常生活用品的需求基本上是每天连续不断的,但是大多数的生活超市的货物仍然是按照一定周期进行采购的,最短时间通常为 1 天,长的甚至为 1 周、1 个月,这样做的目的一方面可能出于供应方的要求,但是更加重要的原因可能在于适当提高日常库存,可以获得规模效益,节省订货费、作业交换费,提高超市管理人员与设备的利用率。

2) 库存的弊端

万事有利就有弊。库存的作用很大,但是它导致的问题也很多,具体可以归纳为下列几个方面。

(1) 库存需要投入额外的管理。

库存需要一系列的配套管理,库存货物会占据仓库中大量的空间资源;为了保存货物,需要专门的人员、设备、手段等对库存物质进行必要的检查和维护。

(2) 库存产生费用。

一般情况下,库存本身不能提供产品的增值过程(投机库存除外)。相反,维持库存需要有仓库、设备、人员、资金的配套,另外库存货物也会发生毁损、减值等情况。这些因素导致一定费用进入产品的总成本中,从而推高了产品的最终价格。在所有这些成本中,库存货物本身的资金占用通常是企业支出的最大部分,库存持有量越高,持有时间越长,企业所承受的资金压力就越大。据统计,库存持有成本一般占到企业成本的 10% 以上,因此很多企业将降低库存称为企业新的利润之源。特别是在供方市场环境,企业之间竞争激烈的微利市场环境下,库存的水平高低成为衡量企业管理水平的重要指标,直接关系到企业的生存和发展问题。

(3) 库存掩盖了企业经营中的一些问题。

一方面,库存可以作为采购、生产、销售等的缓冲池吸收一部分由于管理经营不当或者差错导致的不确定性,但是反过来看,当出现重大经营不当或者差错时,正是由于库存的存在和它的缓冲吸收作用,最后导致的后果往往反而变得不那么严重了,因此常常给人以“问题不大”的假相。传统的管理思想把库存看成是生产顺利进行的保障,因为当生产发生问题时,总可以用库存来缓解,库存越高,问题越容易得到解决。高库存成为大批量生产方式的重要特征,超量超前生产被错误地看成是高效率的表现,这也极大地掩盖了企业本身的一些问题。因此现代精益生产的思想认为:“库存是万恶之源”。恰恰是因为库存的存在,掩盖了企业中的问题,使企业意识不到改进的需要,

从而阻碍了经营的改善。

3. 库存管理

为了发挥库存的优点,降低其不利影响,必须对库存进行有效的管理。

库存管理 (Inventory Management),也称为库存控制 (Inventory Control),是指以管理和控制库存为目的的方法、手段、技术及操作过程的总称,也就是企业根据外界对库存的要求与订购的特点,对所持有的库存(包括原材料、零件、半成品及产品等)和库存相关设施进行规划、预测、计划、协调、控制和执行的工作。

库存管理所包含的范围相当广泛,其内容可以从时间和作业两个不同角度来考察。

从时间角度来看,库存管理可以分为战略层库存管理、战术层库存管理及操作层库存管理。其中战略层库存管理面对库存的长期战略问题,如在 5~10 年内,怎样进行库存设施(包括仓库、设备、技术、人员等)的布局 and 规划等问题。战术层库存管理主要关注库存的运作问题,即怎样采购入库、怎样出货等中期到长期的决策问题。战术层库存管理通常可以用周、月为规划的时间单位,其总规划期可以达 1 年之久。操作层库存管理则是战略和战术决策库存管理的具体执行层次,它具体到库存管理执行过程中的各个细节问题,如仓库的进销存、设备运转和维护等日常作业问题,具体到填写入库单、盘点、倒库、叉车作业等日常操作和业务。

从库存作业的角度来看,库存管理是针对整个库存过程进行管理和控制的,而一个完整的库存过程大致可以分为:① 订货过程,决定怎样订货;② 进货过程,货物如何从供应方到达本地仓库;③ 保管过程,包括货物在本地仓库的所有存储管理和操作;④ 出库过程,货物出库,到达下游需求端。

本书主要关注战术层库存管理问题,特别是库存的订货决策是我们研究的重点。实际上,库存中的订货或者采购决策主要关注的因素有:① 订货的时间或者时机;② 要采购的产品品种;③ 采购的产品数量;④ 其他,如从什么进货渠道进行采购、怎样选择运输方式等。其中,订货的时机和数量决策是库存决策的核心内容。

虽然从表面上看,库存问题并不复杂,但实际上,不论对企业管理人员还是研究者而言,库存问题都具有相当大的挑战性,这是因为现实中面临的库存管理问题具有很多难点,主要包括以下几个方面。

1) 库存问题不是独立存在的

实际上,库存与营销、运输、生产、采购和财务等问题都有着密切的联系,各个部门对库存的态度和目标并不相同,甚至互相矛盾,如表 1-1 所示。因此库存管理的主要工作就是要平衡各方面的因素,获得最佳的库存控制措施。

表 1-1 企业的不同部门对库存的态度比较

部 门	典型反映
市场营销与销售	必须保证库存。如果总是缺货或者无足够的品种,就不能保住客户,考核指标就完不成
生产	如果按照大批量生产,就可以降低单位生产成本,同时也容易组织生产
采购	如果整批大量购进,就能降低单位采购成本,就会减轻工作压力
财务	从哪里筹集资金来支付存货的货款? 库存水平应更低一些
仓库	这里已经没有货位了,什么也不能放了

2) 库存管理面临高度不确定性

现实条件下存在大量的不确定性因素,这些不确定性可能变化很快,或者不确定程度很高,如很多企业面临需求的高度不确定性,另外在供应和运输中也可能存在很多不确定性。为了发挥库存的优点,必须研究这些不确定性的问题,以达到用最少的库存来缓冲和掩盖不确定性给系统带来的不利影响,获得较高的客户满意度。

3) 库存系统中的各种约束条件复杂

实际中的情况和问题很复杂,存在很多影响因素,如供应的品种、时间、供应量、供应速度及运输上的限制条件,仓库容量和处理能力,货物的保管损坏率,以及多个仓库之间的约束关系等。因此库存管理必须是在保证这些约束满足的条件下寻求好的管理方案。

一方面,现代企业正在面临高度复杂的库存管理问题,另外一方面,现代经济快速发展,竞争逐渐激烈,给企业的库存管理提出了更高的要求。传统粗放的库存管理,靠领导“灵光一闪”、“拍脑袋”进行库存决策的模式早已不能适应现代化管理的要求。绝大多数企业都认识到,必须依靠严格、正规的方法来解决库存决策问题,库存决策的质量来源于敏锐的问题分析、准确的数据收集和处理、精确可靠的计算过程,以及大量的试验和实践的检验。

4. 库存问题的研究概述

库存问题是一个复杂而又重要的问题,因此,有必要对它进行研究。然而真正规范性的库存理论研究是从 20 世纪才开始的,在第二次世界大战后才得到迅速发展,并初步形成了一定的规模和体系。当然,理论总是随着实践发展而发展的。随着世界的变化和发展,现实中新的内容和新的情况不断涌现出来,库存的理论和研究也处在不断发展中。

库存的研究,从方法上看,目前主要有以下三种研究思路。

1) 以数学工具特别是运筹学、优化理论等为研究手段的库存模型研究

库存模型,是针对库存问题建立的数学模型,也就是根据现实库存问题,经过简化和抽象,去除现实中不必要的因素,最后形成的能够反映库存问题的本质的数学模型,如图 1-2 所示。数学模型比现实情况简单,但是抓住了事物的本质。分析和研究数学模型,就有可能发现库存问题内在的规律性,得出库存管理的基本方法,从而起到指导实践的作用。数学模型是本书研究的重点。

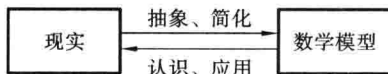


图 1-2 数学模型和现实问题的关系

目前库存模型的理论成果主要有下列一些方面。

(1) 单产品、单库存设施的确定性库存模型。

只包含一个仓库、一种产品的单产品、单库存设施的确定性库存模型是最早开始研究的库存模型,所谓“确定性”是假设模型中所有的参数都是已知并确定的。1913 年, Harris 首次提出了经济批量 EOQ 模型,开启了库存理论研究的新纪元; Wagner 和 Whitin 于 1958 年提出的多周期动态批量模型是库存理论研究的另外一个里程碑。

(2) 单产品、单库存设施的随机性库存模型。

所谓“随机性”是假设模型中至少有一个参数是随机不确定的。随机模型的优点在于能够研究不确定性问题,这更加贴合现实情况。这部分的研究可以按照订货时间周期性可分为单周期模型、多周期模型及连续时间补充模型等。

(3) 多产品库存模型。

当库存系统包含多个品种,而这些品种之间由于存在某种联系(如成比例的关系)必须将它们作为一个整体来考虑的情况下,单产品模型就不适用了,这时必须研究多产品库存模型。

(4) 多仓库或者多级库存模型。

现代经济全球化的发展,使得企业库存布局不再是局限于单仓库设施的系统,而是一个地理上分散的多仓库的大系统。在这个系统中,每个仓库之间存在紧密的联系,因此必须对它们进行系统的考查、筹划和管理,这就是多级库存系统,甚至是供应链管理系统。多级库存系统的经典模型是 Scarf 和 Clark 于 1960 年提出的随机需求的周期盘点串行系统模型,该模型首次证明了级库存(s, S)策略是这类系统的最优策略。在 Scarf 和 Clark 的工作基础上,更加复杂的多级系统,如装配形、分配形等系统的最优策略也逐渐被发现。而针对连续盘点系统,重要模型有 Sherbrook 于 1980 年提出的 METRIC 排队论模型,以及 De Bodt 和 Graves 于 1985 年提出的 (R, Q) 系统模型等。

2) 以仿真为手段的研究

仿真或者模拟,就是利用模型复现实际系统中发生的本质过程,并通过对系统模型的实验来研究当前存在的或者设计中的问题的方法。仿真的过程包括建立仿真模型、进行仿真实验及仿真的分析和验证等。仿真与前面提到的数学模型中使用的数值计算、求解算法的区别在于仿真首先是一种实验技术。

随着计算机技术的发展,包括库存系统在内的社会、经济、生态、管理等复杂系统都可以通过构建相应的计算机模型来进行仿真研究。特别是当需要分析的系统非常复杂,难以利用数学模型研究,或者造价昂贵,真实实验的危险性大,或者需要很长的时间才能了解系统参数变化所引起的后果时,仿真是一种特别有效的研究手段。

3) 案例调查研究

案例调查研究方法是结合实际,以典型案例为素材,并通过具体的观察、调研、分析和解剖,促使人们进入特定的情景和过程,建立真实的感受和寻求解决问题的方案的一种方法。案例研究通常是对现实库存系统进行的最早的、最直接的研究方法,因此有可能最早发现问题,提出解决方案,并为进一步的深入性理论研究打下良好的基础。

1.2 与库存相关的基本概念

在正式讨论库存问题和库存模型之前,有必要针对库存相关的一些概念做出解释或者定义。

1. 确定性库存模型与随机性库存模型

目前所有的库存模型习惯上主要分为确定性模型和随机性模型两大类。

确定性模型,就是假设模型中的所有参数均为已知并确定的模型。确定性模型是对实际库存系统的一种近似。

随机性模型,就是模型中至少包含一个未知参数,并一般将其假设为随机变量并服从某种已知分布的模型。在库存模型中,主要有两类随机性参数:需求随机和订货提前期随机。很多情况下,这些随机性模型更加能够反映实际问题。

2. 连续盘点模式与周期盘点模式

不同的库存系统可能对补充订货的时机有不同的要求,这些要求基本上可以分为连续盘点模式和周期盘点模式两种。

(1) 连续盘点模式,就是在任意时间点(时刻点)都可以进行补充、发出订单的模式。

连续盘点模式最理想,但因为允许随时发出订单,因此,必须保持对仓库状态随时监控,这对仓库系统运作要求很高。

(2) 周期盘点模式,就是补充订货只能在允许订货的周期时刻点上进行的模式。

在周期盘点模式下,由于只在周期时刻点上发出订单,因此实际上库存的状态并不需要进行随时监控,而只需在这些周期时刻上进行监控就可以了,所以周期盘点模式下仓库管理较容易。但是另外一方面,在周期盘点模式下,在周期时刻点之间有可能会发生产品缺货,此时由于周期订货的限制,并不能马上进行补充,而是要等到下一个最临近的周期时刻点到来时才发出订单,因此周期盘点模式对库存的变化反应不够及时。

在连续盘点模式下,仓库状态必须随时监控;而在周期盘点模式下,仓库状态仅仅需要在周期时刻点上监控。当然,如果把周期盘点模式的周期设定为很小的时间单位,实际上也就可以近似地认为是连续盘点模式。

需要注意的是,周期时刻点、周期与订货间隔期具有不同含义,如图 1-3 所示。

(1) 周期时刻点,是指允许订货的时刻点,这些时刻点是按照一定周期出现的。

(2) 周期,是指在相邻两个周期时刻点之间的间隔期。

(3) 订货间隔期(也称为一次订货循环),是指相邻两次订货之间的时间间隔期。

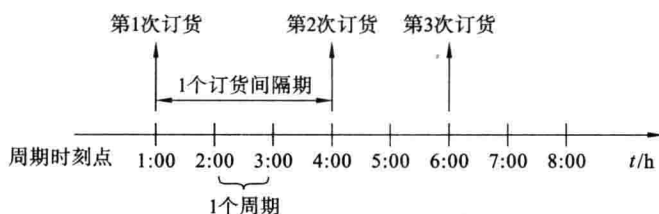


图 1-3 周期时刻点、周期与订货间隔期的关系

如图 1-3 所示,以小时为周期,其周期时刻点规定为整点的时刻,如在 1:00, 2:00, 3:00, … 都可以进行订货。实际的订货是第 1 次订货在 1:00 发出,第 2 次订货在 4:00 发出,那么在 1:00 至 4:00 之间的 3 h 时间就是 1 个订货间隔期。

3. 单周期与多周期

在库存研究中,习惯上根据库存品的生命周期长短,将其分为单周期和多周期两种类型。

所谓单周期产品,是指生命周期很短暂的产品。例如,每天发行的某种日报报纸

仅仅在当天有效,过了当天就基本变为废纸了。因此单周期问题也常常称为“报童问题”。

另外如果有关某种产品的活动是一次性、没有重复性的,也可以认为该产品是单周期产品。例如,2008年北京奥运会期间的某类比赛用奖牌的采购问题,就可以看成是单周期问题。

单周期产品以外的一般产品,生命周期比较长,可以持续多个周期并需要进行多次订货补充,前一次订货后的库存余额会延续到下一次订货发生的时刻,并对这次订货造成影响,这种库存问题称为多周期库存问题,当然,这里的“多周期”通常是指多次采购周期的意思。

4. 单产品与多产品

当库存系统只有一种产品时,这种系统称为单产品库存系统。如果有很多品种的产品在库存系统中同时存在,则称为多产品库存系统。当然,如果多种产品之间是相互独立并且没有什么联系的,则一般也可以按照单产品库存进行研究和处理。

在实践中,常常针对相互独立的多产品仓库采取 ABC 分类法。ABC 分类法是意大利经济学家帕累托(V. Pareto)于 1879 年提出的,该方法的核心思想是在决定一个事物的众多因素中分清主次,识别少数的但对事物起决定作用的关键因素和多数的但对事物影响较小的次要因素。“20/80”原则是 ABC 分类法的指导思想。所谓“20/80”原则,简单说就是 20% 的因素带来 80% 的结果。当然“20/80”原则也不是绝对的,也可能是 25%/75% 或者 16%/84% 等。总之,“20/80”原则作为一个统计规律,是指少数的因素起着关键作用。

库存 ABC 分类法正是在这个原则的指导下,依据某些重要性度量标准对物资进行分类,加强对重要作用物资的控制与管理,而对那些相对次要的物资投入较少的控制和管理人力的方法。例如,依据物资占用资金多少将物资分为 ABC 三类:将占用 65%~80% 的价值的 15%~20% 的物资划分为 A 类,占用 15%~20% 的价值的 30%~40% 的物资划分为 B 类,将占用 5%~15% 的价值的 40%~55% 的物资划分为 C 类,然后对每类物资进行不同程度的控制,如对于 A 类物资,严格控制采购及存量;对于 B 类物资,进行正常控制;对于 C 类物资,则实施简单控制。

5. 缺货与拖后

当需求端的货物需求量大于仓库中现有的库存量时,当前时刻仅仅能够将现有库存量交付给客户,而需求量不能被满足的部分,则称为缺货。一般地,针对缺货有以下两种不同的处理办法。

(1) 这部分不能马上满足的需求完全被忽略,称为需求损失或者缺货不补(Lost Sale)。

(2) 将这部分未满足的需求延后一定时间再满足,称为拖后满足(Backlogged 或者 Backordered),即一旦以后仓库有货,就马上先满足这部分需求,因此原需求量归结底可以得到全部满足,仅仅是其中有一部分被拖后满足。

显然缺货对库存的经营企业是非常不利的。首先,缺货不补,直接的结果就是这部分需求没有抓住,企业盈利受到影响;而缺货拖后满足,虽然企业还可能针对这次缺货,组织单独的紧急订单或者进行其他处理,但这些会导致额外的成本。更为重要的

是,不论是缺货不补还是拖后满足,都会影响需求端的客户满意度水平,如果库存面对的是市场上的消费人群,则可能会影响到企业的长期品牌声誉,这种声誉的损失有时可能比直接的经济损失还要严重。正是出于这种考虑,很多国际化的著名企业都极其重视缺货问题,为此花费大量的人力、物力,时刻监控客户服务水平,严格限制缺货发生的比例,有时还会对造成缺货的负责人和单位进行严厉的惩罚。

6. 提前期与在途库存量

一般地,库存的订货需要一定时间。通常使用提前期来反映这种时间延迟。

提前期(Leadtime, Lead Time),是指从订单发出到实际到货所经历的时间,包括订单的处理、货物运输、货物查收等环节所需的时间。

和提前期密切相关的概念是在途库存量(In-transit Inventory)。

在途库存量,是指已经装运发出但是还没有实际到达仓库的那部分货物量。

如果提前期为零,就表示一发出订单,货物就可以马上到达并入库,当然也不会出现在途库存量。

7. 订货策略

库存问题一般都比较复杂,因此在实际库存运作中往往采取一定的库存运作规则,称为订货策略。

什么是策略? 策略,简单讲,就是规则,实际上是从“所有可获得信息”到“决策”的一个映射。其中可获得信息原则上包括历史记录、当前状态、未来预测等所有内容,但是一般可以用广义的“系统状态”来表达。策略就是从所有系统状态到决策的一个映射。

(1) 策略可以非常复杂,如所有系统状态和决策的一个对应表,如表 1-2 所示,该表规定了在什么状态下应该采取什么行动。

表 1-2 一个策略

系统状态	S_1	S_2	...	S_N
决策	A_1	A_2	...	A_M

(2) 策略也可以是一定的概括性的规则,它比(1)情况下的策略简单,如“当 S_1 低于 10 时采取行动 A_1 , 否则采取行动 A_M ”等。

另外值得注意的是,严格来讲,不完全的映射不能算策略。如“人不犯我,我不犯人”仅仅说明了一种情况下的决策,另外一种情况下的决策没有说明,因此它一般地不能称为策略。

具体到库存问题的订货策略,实际上也可以具有相当多的形式,但是一般最常见的订货策略可以归纳为以下两种。

1) (R,Q)策略

该策略中,R 称为订货点(Re-order Point),或者称为重订货点、再订货点;Q 称为订货批量,或简称为批量(Batch Size)。(R,Q)策略表示当库存量不大于 R 时,就订货 Q 的量,反之,则不订货。

(R,Q)策略的变种为(R,nQ)策略,即当库存量不大于 R 时,就订货 nQ 的量,其中 n 为某个正整数。