

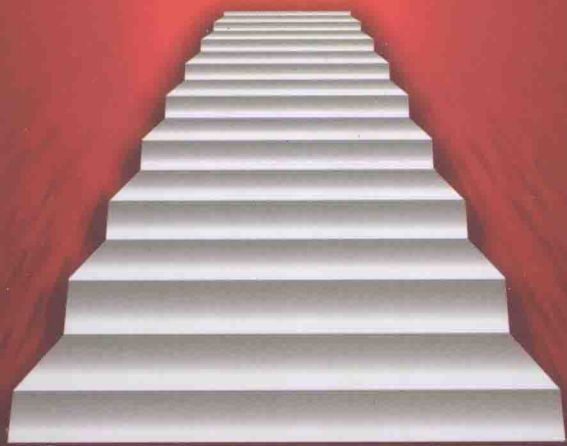
获国家自然科学基金(70871097)支持



西安交通大学 学术文库

商业信用下供应链库存决策

贾 涛 著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

获国家自然科学基金(70871097)支持



西安交通大学 学术文库

商业信用下供应链库存决策

贾 涛 著



西安交通大学出版社

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

· 西安 ·

图书在版编目(CIP)数据

商业信用下供应链库存决策/贾涛著. —西安:
西安交通大学出版社, 2012. 9
(西安交通大学学术文库)
ISBN 978-7-5605-4551-6

I. ①商… II. ①贾… III. ①库存-仓库管理-物资
管理-研究 IV. ①F253.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 209961 号

书 名 商业信用下供应链库存决策
著 者 贾 涛
责任编辑 魏照民

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西时代支点印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 10.5 字数 198 千字
版次印次 2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-4551-6/F·325
定 价 35.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82668133
读者信箱:xj_rwjg@126.com

版权所有 侵权必究

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 问题的提出	(1)
1.2 本书的内容和结构	(3)
第 2 章 商业信用下库存管理研究综述	(6)
2.1 基于商业信用的供应链库存决策研究	(7)
2.1.1 相关成本的计算	(7)
2.1.2 EOQ 框架下的延迟付款库存模型	(8)
2.1.3 商业信用条件下的供需一体化决策模型	(11)
2.1.4 基于商业信用的随机性需求模型	(13)
2.2 资金约束下企业的物流及运营决策	(13)
2.3 需求依赖于库存量的库存决策研究	(15)
2.4 易腐品库存决策模型	(17)
2.5 本章小结	(21)
第 3 章 延期付款下两阶段可变腐败率商品库存决策	(22)
3.1 零售商通过技术手段降低腐败率的订货策略	(23)
3.1.1 基本假设与符号表示	(23)
3.1.2 模型的构建	(24)
3.1.3 模型优化分析	(28)
3.1.4 求解算法及数值算例	(32)
3.2 考虑途中腐败的两阶段易腐品库存决策	(40)
3.2.1 假设条件及符号表示	(41)
3.2.2 库存曲线方程的推导	(41)
3.2.3 零售商成本构成分析及目标函数建立	(42)
3.2.4 零售商目标函数解析性质分析	(44)
3.2.5 没有信用期时零售商最优订货决策	(45)
3.2.6 算例分析	(46)
3.3 考虑途中腐败的易腐品库存决策案例分析	(49)
3.3.1 W 公司易腐品运营实践分析	(49)

3.3.2	案例数据分析	(50)
3.3.3	计算求解及结果分析	(52)
3.4	本章小结	(56)
第4章	两级商业信用背景下易腐品订货策略	(58)
4.1	零售商部分延期付款的易腐品订货策略	(58)
4.1.1	假设条件与符号表示	(59)
4.1.2	零售商成本函数构建	(60)
4.1.3	模型优化分析	(65)
4.1.4	数值算例及灵敏度分析	(68)
4.2	顾客部分预付的易腐品库存模型	(70)
4.2.1	假设条件与符号表示	(70)
4.2.2	模型构建	(71)
4.2.3	模型优化分析	(74)
4.2.4	数值算例及灵敏度分析	(76)
4.3	考虑顾客部分预付款易腐品决策问题案例分析	(80)
4.3.1	案例调研数据	(80)
4.3.2	计算结果分析	(82)
4.4	本章小结	(85)
第5章	部分延期付款下供应链联合批量决策模型	(87)
5.1	基本问题分析	(87)
5.1.1	符号表示与假设条件	(88)
5.1.2	模型描述	(89)
5.1.3	模型求解过程	(91)
5.1.4	数值算例	(94)
5.2	一体化可控提前期模型	(95)
5.2.1	假设条件与符号表示	(96)
5.2.2	模型建立	(97)
5.2.3	模型分析及算法设计	(98)
5.2.4	可控提前期模型的扩展	(101)
5.2.5	算例分析	(103)
5.3	本章小结	(104)

第 6 章 延期付款条件下供应链库存决策研究	(106)
6.1 需求受到初始库存量影响的决策研究	(106)
6.1.1 基本假设与符号表示	(107)
6.1.2 分散决策的供应链分析	(107)
6.1.3 集中决策的供应链	(109)
6.1.4 数值算例	(112)
6.2 需求同时受到价格与初始库存影响的决策研究	(114)
6.2.1 基本假设与符号表示	(114)
6.2.2 分散决策供应链的模型描述	(115)
6.2.3 集中决策的供应链分析	(118)
6.2.4 数值算例	(120)
6.3 本章小结	(121)
第 7 章 基于延时还款期的供应链协调策略进一步讨论	(123)
7.1 基础模型——线性信用期成本的供应链协调策略	(124)
7.1.1 假设条件和符号表示	(124)
7.1.2 零售商独立决策分析	(125)
7.1.3 供应商最优决策及供应链协调分析	(127)
7.1.4 数值算例	(130)
7.2 非线性信用期成本的供应链协调策略	(132)
7.2.1 取得协调的最短延时还款期分析	(132)
7.2.2 供应商能提供的最长延时还款期决策	(133)
7.2.3 利润分配机制设计	(134)
7.2.4 求解步骤及数值算例	(137)
7.3 某公司快速消费品供应链的案例分析	(139)
7.3.1 背景资料	(139)
7.3.2 数据处理与分析	(141)
7.3.3 计算结果与讨论	(143)
7.4 本章小结	(144)
参考文献	(146)

第1章 绪论

1.1 问题的提出

随着全球竞争环境的变化和信息技术的进步,企业间的竞争已演变为供应链与供应链之间的竞争。传统的供应链管理主要关注供应链物流和信息流管理的设计和优化问题,常常忽略了资金流与物流和信息流的协调和整合。然而,在供应链管理实践中,资金流是企业的血液,企业净现金流在很大程度上决定着企业的生存与否。供应链中的核心企业因处于强势地位,往往在库存、价格、付款期等方面对其上下游企业提出苛刻要求,从而给这些企业造成巨大的资金压力。由于我国目前受金融体制和市场不完善等因素所限,资质浅、规模小的中小企业,很难完全依赖自身的资产和信用获得银行的信贷资金,其结果必然造成企业资金链紧张,甚至严重制约企业发展,从而造成整个供应链失衡。因此,在“供应链竞争”时代,将资金流管理纳入供应链管理的范畴显得非常紧迫和必要。广义而言,在供应链内强调资金流与物流以及信息流的整合和协调称为“供应链金融”,这种整合最大的好处是可以解决企业供应链中资金分配的不平衡,减少企业运营中现金流的资金缺口,从而提升整个供应链的企业群体竞争力。从实物商品供应链实践的角度看,供应链金融所涉及的主体包括融资对象(如供应链中的中小企业)、金融机构、第三方物流企业以及供应链核心企业,可以按照融资对象获得资金的来源,将供应链金融的基本模式区分为:外部模式与内部模式。

外部模式基本结构如图1-1所示。在外部模式中,给供应链提供资金支持的融资主体来自实物商品供应链的外部,主要是金融机构。融资主体将充分地考虑供应链内企业上下游关系产生的存货、应收账款和订单等来提供相应的融资产品,而参与该业务的物流企业也可以通过业务的参与获得更多的客户,还能通过协助金融机构控制业务获得相应的监管和信息咨询收益,甚至可以直接参与借贷获得一部分利差收益。

内部模式的基本结构如图1-2所示。在内部模式中,给供应链提供资金支持的融资主体来自实物商品供应链内部的核心企业,如大型的供应商等。这些核心企业基于其市场占有率及风险因素的考虑,以供应链内企业的共同利益为目标,通

商业信用下供应链库存决策

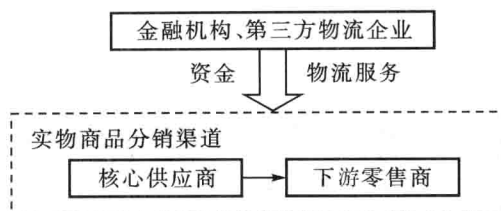


图 1-1 供应链金融基本模式之一——外部模式

过时间管理和风险管理,决定顾客(如下游的零售商)合适的支付条件(如预付款或现金)及付款周期,从而在供应链内分担库存风险,优化库存资金。实物商品供应链中内部模式的一种重要形式是商业信用(trade credit),即融资需求(零售商订货至货物售出回款的时间间隔所产生的资金占用和缺口)是通过供应商向零售商赊销的方式来满足的。

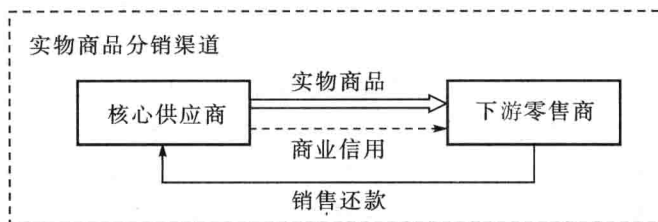


图 1-2 供应链金融基本模式之二——内部模式

现实中,供应链金融有着广泛的应用。以外部模式为例,世界物流快递业的巨头 UPS 收购了美国第一国际银行,成立了专门的 UPS 金融公司,为客户提供全方位的物流与金融服务,以实现物流、信息流和资金流的同步化。近年来,我国的银行业、物流企业等都在进行供应链金融业务的探索,例如深圳发展银行通过供应链金融业务的创新尝试,取得了初步经验。而 GE 公司则是内部模式的典型代表,该公司的目的是使自己的客户能够拥有更多的库存,GE 为其客户提供融资业务的优势,在于本身对所管理的货物非常了解。随着我国市场经济体系的不断完善,商品交易规则、机制的不断成熟,商业信用融资这种内部模式,因其融资速度快、融资量弹性大、成本低,在我国获得了巨大的发展。例如家电行业,国美、苏宁模式就是利用供应链金融的内部模式解决企业发展过程中资金流与物流匹配的良好典范,从而也促进了我国家电业市场的蓬勃发展。在西方,商业信用有悠久的发展历史,商业信用先于银行信用而产生,又与银行信用相辅相成而发展。在“供应链竞争”的时代,由于商业信用先天具有与信息流、物流的一致性,使得其地位显著加强,因而商业信用对于提升我国实物商品供应链的总体效率有着重要的意义。

从实物商品供应链实践的角度看,供应商提供商业信用的能力是其重要的竞争优势,而商业信用期(trade credit period,或者称延时还款期)和预付款(即许多研究确定性库存模型文献中采用的货到付款率问题)则是整合供应链的有效策略之一,可以达到多方共赢的结果:第一,供应商通过选择合适的付款周期(如赊销),能够有效地解决供应链上的资金薄弱环节,使得供应链上中小企业(零售企业)可以获得短期外部资金,解决其资金困难;第二,可以吸引更多的下游零售企业销售供应商的产品,从而扩大其产品在零售阶段的货架占有量,增加销售速率,继而增加市场份额;第三,类似供应商允许零售商延迟交付货款的策略,实际上是对于零售商库存持有成本中财物费用的补贴,而库存持有成本的补贴策略可以减轻供应链内的双重边际效果^[1],从而增加供应链的协调性,因而对于供应商有很大的吸引力^[2];最后,由于供应商了解自己商品的销售特点,通过顾客信用等级评价确定合理的支付条件,结合销售货架管理、销售时点(point of sales)信息的收集等技术手段,可以有效减低供应链的风险和成本。

本书主要研究商业信用条款在库存决策中的应用,以近年来相关确定性需求库存理论研究的成果为基础,分析企业在上游供应商提供商业信用后,如何权衡资金成本、保管成本与固定订货成本,确定最优的订货批量;并将结果进一步扩展到供应链环境,综合考虑供应商与下游零售商的利益,决策供应链的最优生产批量及供应商的商业信用期,为企业在商业信用条件下进行运作决策提供依据。

1.2 本书的内容和结构

本书在相关理论成果的基础上,以商业信用条款为主线,在确定性需求的假设条件下,研究供应链内企业的库存决策。确定性需求库存模型的研究,关注的问题有多种情境,包括各类易腐品相关(如 Wu 等^[3]、Ouyang 等^[4]、Chang 和 Dye^[5])、投资减少订单成本(如 Hou^[6])、联合批量模型(如 Chen 和 Kang^[7])、各类延期付款条款(如 Huang^[8])、博弈模型(如贾涛等^[9]、Abad 和 Jaggi^[10])等。本书首先在信用期(延时还款期)给定的条件下,分析可变腐败率易腐品零售商的库存决策;而后在双参数延期付款合同条件下(给定到货付款率和延迟付款期),研究易腐品零售企业的最优库存策略;以此为基础,进一步在供应链的情境下,分析一体化的企业库存决策问题,并且讨论了供应商的最优商业信用期决策及供应链协调策略。本书以一个典型的零售企业供应链为背景,参考其产品的相关业务数据,结合数学建模的分析结果进行案例讨论,并在各相关章节中进行总结,说明商业信用在我国应用的现状,对理论研究成果进行补充与验证。全书共分为7章,各章的主要内容简述如下。

第1章,绪论。这一章简述研究所涉及的管理背景和研究基础,介绍研究的内

容及结构。

第2章,商业信用下库存管理研究综述。这一章介绍研究所涉及的文献结构及其分类,概述库存模型中涉及的商业信用问题的研究现状,定位所需要研究的问题。

第3章,延期付款下两阶段可变腐败率商品库存决策。这一章在销售易腐商品的超市中,经常采取的一种策略是,设定确定的货架时间,当易腐商品的销售时间超过该货架时间后,则改变尚未销售的商品状态,降低腐败率以降低腐败损失,如将商品由普通货架转移到冰柜销售。以此为背景,首先提出了一个两阶段可变易腐率商品库存决策问题,与Wu等^[3]和Ouyang等^[4]的研究假设不同,模型中第一个阶段(时间长度确定)的腐败率高于第二个阶段。其次,进一步探讨商品提前期阶段腐败特性对零售商最优订货周期决策及总成本的影响。假设商品在提前期阶段(主要是运输过程)和销售阶段存在不同的常数腐败率,建立了总成本最小化的分段目标函数,分别证明了目标函数的解析性质,从而说明提前期阶段腐败率的存在会影响到零售商的最优订货决策和总成本。

第4章,两级商业信用背景下易腐品订货策略。这一章将供应商—零售商的单级商业信用研究扩展到供应商—零售商—顾客的两级商业信用研究,零售商在接受供应商提供的延迟还款期 M 的同时,也提供给顾客一个延迟还款期 N ,并引入部分延期付款比例/预付款的讨论,同时考虑商品的易腐特性,根据零售商资金成本(收益)的不同,分情况建立了最小化零售商总成本的分段目标函数,并分别分析了每段函数的解析性质,给出相关数值算例和敏感性分析。

第5章,部分延期付款下供应链联合批量决策模型。这一章考虑单一供应商和单一零售商,合作制定库存决策,使单位时间总成本最小(一体化,联合批量模型)。假设供应商要求零售商预付部分货款(确定的比例为到货付款率),而零售商需要确定合理的订货周期,同时供应商需要制定合理的进货量乘数 n (即零售商订货量的 n 倍)从而使得供应链的总成本最低。以此为背景,本章首先分析了部分延期付款条件下供应商与零售商联合决策的供应链最优库存策略,分析证明了每个区间内目标函数的性质。其次,结合提前期控制的背景,讨论了一体化提前期—库存决策模型。

第6章,延期付款条件下供应链库存决策研究。这一章结合消费品市场中的存货促销策略,研究需求受到初始库存量影响的条件下,一个供应商与一个零售商组成的供应链中,供应商的最优商业信用期决策问题。结合Abad和Jaggi^[10]的研究,建立该问题的供应链库存—商业信用期决策模型,在批发价格已知的情况下首先由供应商给出商业信用期,而零售商根据批发价格和商业信用期通过权衡各项成本确定最优进货量,而后在信息完全对称的情况下,供应商根据零售商的最优反应制定满足自身最优的商业信用期决策。以此为基础,进一步假设零售商最终市

场需求速率同时受到零售价格及初始存货量的影响时,研究分散和集中决策供应链的商业信用期、订货量、零售价格决策。

第 7 章,基于延时还款期的供应链协调策略进一步讨论。这一章在第 6 章研究的基础上,建立了需求率依赖于库存量的单一供应商与单一零售商供应链库存及延时还款期决策模型。首先,以线性信用期成本核算为基础,分析供应链各方目标函数的性质,从而证明供应链存在唯一最优订货批量,并以此为基础给出了取得供应链协调的延时还款期策略。其次,在非线性的信用期成本核算的条件下,考虑现实情况重新讨论了供应链协调策略,证明了供应链存在唯一最优的订货批量,并给出了实际中可以有效执行的供应链协调策略。

上述各章之间的关系结构见图 1-3。

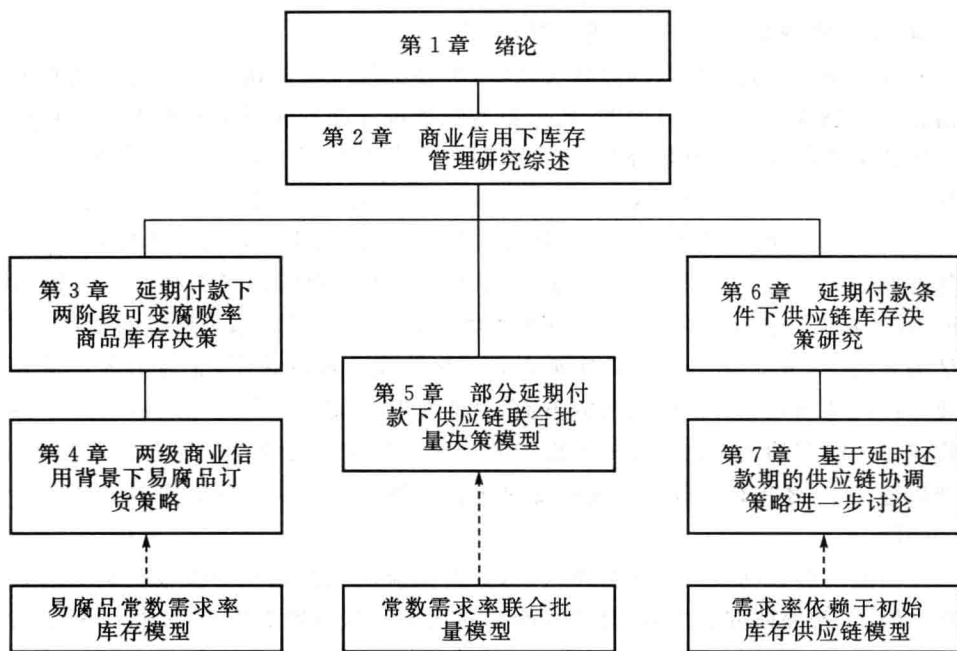


图 1-3 全书结构图

第2章 商业信用下库存管理研究综述

实践中,供应商通常会给下游零售商提供一个确定的还款周期,零售商在还款周期内则可获得销售收入及相关利息收入,如果超过该信用期还不能偿付所有货款,则供应商会对未付的货款征收利息。因此零售商会尽量延期支付货款直到信用期结束。从实际应用角度考虑,在库存管理的理论模型中,引入商业信用条款的影响,使得模型及其求解结果更加符合实际。

现有供应链管理研究的经典文献中,主要关注于供应链内企业之间的物流与信息流的整合优化与协调问题,且企业运营管理方面的大量文献都假定企业的生产运营决策和资金决策是分开进行的,即企业在内部资本充足情况下做出生产库存决策(如 Axsater 和 Rosling^[11]、Gavirneni 等^[12]),或者单独进行资金决策^{[13][14]}。这一假定很多情况下不符合实际,因为现实中企业常常面临资金约束,其发展受债券融资、银行贷款、风险资金和其他外部投资的影响很大。例如,The Federal Reserve Board^[15]发表调查报告指出,2003年美国国内发行的债券为608亿美元,2004年上半年商业贷款额为880亿美元。数据表明,企业财务决策和企业生产运营密切相关。理论研究方面,早期有 Rosenblatt^[16]及 Sherbrooke^[17]等在假定每一时期的预算已知或外生设定的情况下研究了资金约束下的库存决策,直到最近几年,才出现了较多的文献探讨运作决策和资金决策同时进行并相互影响的问题。

研究内容以商业信用作为切入点,分析供应链内企业库存决策与资金决策的整合问题,按照研究的内容,对于所涉及的相关文献分四类进行综述:①基于商业信用的供应链库存决策问题;②资金约束下企业的物流及运营决策;③需求依赖于库存量的库存决策问题;④易腐品库存决策模型。其中第一类文献是研究的主要背景,同时考虑商业信用和库存依赖需求的文献尽量归入第一类中,由于库存问题研究的特点,不同模型的分类之间会存在着交叉,只是在不同的主题下,重点关注的内容不同。

同时按照研究的需要,将有关文献综述的内容,分为两大部分:第一大部分即本章的内容,为整个研究确定文献框架,对研究问题进行定位;第二大部分是从第三章开始的章节中,都会以研究主题为主线,从直接相关的文献入手重新组织相关文献和最新的研究成果。

2.1 基于商业信用的供应链库存决策研究

本节按照需求(确定/随机)及决策主体的数量(单个/多个)将相关文献分为三个部分进行综述:EOQ 框架下的延迟付款库存模型、商业信用条件下的供需一体化决策模型及基于商业信用的随机性需求模型。其中第一部分主要是考虑商业信用条件下的确定性库存决策问题;第二部分则以商业信用条件下的供应链内企业合作进行库存决策问题为对象进行阐述;第三部分是随机性库存模型,包括商业信用问题最近的研究成果。由于在不同的文献中,对于零售商的利息收入(成本)的计算公式有所不同,因此首先对于模型的背景及库存资金成本/利息的主要表示方法进行总结。

2.1.1 相关成本的计算

Goyal^[18]考虑了一个延期付款条件下的经济订货批量问题,使用的基本符号及意义是:需求率 D 为常数, h 表示单位保管成本(不包括库存资金的成本), I_c 表示企业的短期资金成本,用贷款利率表示, I_d 表示企业的短期资金收益率, p 表示采购价格(与销售价格相同), M 是商业信用期, T 表示订货周期(Q 表示相应的订货量),则系统中库存量随着时间 t 的变化情况示意图如图 2-1 所示(假设 $M <$

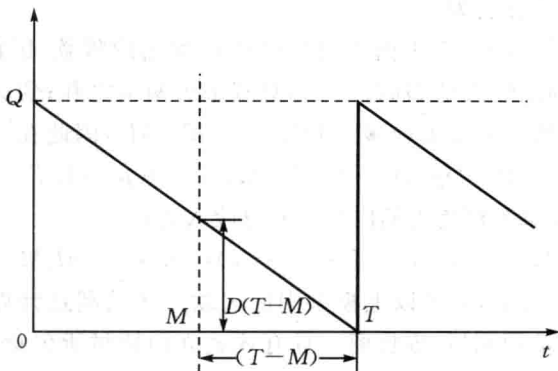


图 2-1 $M < T$ 时的库存变化图

T)。其基本假设为:在供应商提供的商业信用期时间 M 内,零售商可以用销售收入获得相应的利息收入,在商业信用期结束后,零售商返还已经销售商品的货款,而供应商要对零售商处未销售的库存产品(货款)征收利息,其利率为 I_c ,零售商每销售一个产品就立即支付相应的货款。因此按照订货周期 T 跟商业信用期 M 的大小关系,可以得到零售商相应的利息收入/支出如下:

情况 1: 当 $T \geq M$ 时,

零售商在每个订货周期获得的利息收入 $= DpM^2 I_d / 2$

零售商在每个订货周期支付的库存资金利息 $= Dp(T-M)^2 I_c / 2$

情况 2: 当 $T < M$ 时,

零售商在每个订货周期获得的利息收入 $= DTP I_d (M-T/2)$

零售商在每个订货周期支付的库存资金利息 $= 0$

通过建立总成本的目标函数可以求出最优的订货批量 Q 及订货周期 T 。

Aggarwal 和 Jaggi^[19] 的研究中设计了另外一种计算方法, 即假设销售收入获得的利息可以在整个订货周期内获取, 用 $I(t)$ 表示 t 时刻的库存量, 可以得到:

情况 1: 当 $T \geq M$ 时,

零售商在每个订货周期获得的利息收入 $= DpT^2 I_d / 2$

零售商在每个订货周期支付的库存资金利息 $= PI_c \int_M^T I(t) dt$

情况 2: 当 $T < M$ 时,

零售商在每个订货周期获得的利息收入 $= DTP I_d (M-T/2)$

零售商在每个订货周期支付的库存资金利息 $= 0$

比较 Goyal^[18] 模型中成本计算的主要差别在于情况 1 的计算公式。

Teng^[20] 的模型中, 假设零售商的进货价格为 c , 零售价格为 p , 当 $T \geq M$ 时, 其利息收益的详细计算方法为:

在商业信用期结束时, 零售商支付已经销售货物的货款, 因此获得利润是 $D(p-c)M$, 获得的利息收入是 $DpI_d M^2 / 2$, 总资金为两项之和; 到达信用期后, 即在 $[M, T]$ 区间时, 零售商的最大利润为 $D(p-c)(T-M)$, 因此在 $[M, T]$ 区间内的利息收入为 $[D(p-c)M + DpI_d M^2 / 2](T-M)I_d + D(p-c)(T-M)^2 I_d / 2$, 从而当 $T \geq M$ 时, 零售商在每个订货周期内的总利息收入为:

$$DpI_d M^2 / 2 + D(T-M)I_d [(p-c)(T+M) + pI_d M^2] / 3$$

超过信用期限 M 后, 除了以上模型中的欠款偿还及利息计算方式外, 还有一类研究中假设过了信用期后, 零售商一旦有钱就立即偿付所欠货款的连续还款模型, 相关文献及其内容见以下“累进税率还款模型”部分。

2.1.2 EOQ 框架下的延迟付款库存模型

传统的 EOQ 模型均假设零售商收到订货后立即付款, 然而在实践中供应商通常会提供一个商业信用期, 允许零售商延迟付款。在此时期内, 零售商既可以通过销售产品获得收益, 也可以获取利息受益; 而供应商出于其产品的市场占有率考虑, 在提供商业信用期的同时还常提供价格折扣等补贴。按照相关研究的商业信用条款及库存模型的主要特点分类并综述如下。

早期研究文献中,以“单参量”的商业信用合同为主,即假设在供应商的商业信用期给定的条件下,研究零售商的经济订货批量问题,所考虑的背景包括:易腐商品、非瞬时到货、资金的时间价值、货架相关需求等。Goyal^[18]首先在常数需求率的假设条件下求解了商业信用条件下的经济订货批量问题,Chung^[21]对该问题进行了进一步研究,给出了新的求解算法。Aggarwal 和 Jaggi^[19]在此基础上,分析了商业信用条件下的易腐商品经济订货批量问题。Liao 等^[22]的模型中,给定商业信用期,综合考虑了易腐商品、通货膨胀率,确定了最优订货批量。Sarker 等^[23]研究以腐败率为常数的易腐品库存问题,模型中允许缺货,同时考虑通货膨胀率、贴现率及延迟付款,以总成本最小化为目标建立该问题的模型,给出了最优订货量及最大允许缺货量的求解步骤。Liao 等^[22]的模型中则同时考虑了易腐商品、通货膨胀率以及需求依赖于初始库存量的库存问题,给定计划期的时间长度,供应商允许零售商延迟付款,且不允许缺货。通过建立总成本函数,给出了求解步骤求得最优订货量及相应的周期。Jamal 等^[24]的模型中需求率是常量,而其产品具有常数腐败率,并且允许缺货,在商业信用期条件下对该问题进行了求解。

Ouyang 等^[25]的模型是“多参量”的商业信用合同,供应商同时提供商业信用期条款及现金折扣以刺激零售商尽快付款,给出了最优订货量,同时比较了该条件下的最优订货量与经典 EOQ 模型的订货批量。Sana 和 Chaudhuri^[26]研究了更加复杂的商业信用条件下的企业库存决策问题,供应商给零售商提供了多个还款期限点,同时针对不同的还款时间点设定了不同的价格折扣。其需求假设是确定性的,不允许缺货,而零售商的目标是利润最大化。Sana 和 Chandhuri 考虑的需求函数类型包括常数需求、线性需求函数、二次需求函数、指数类型的需求函数、库存量相关需求、价格相关需求、价格及库存量相关需求等。

Soni 和 Shah^[27]按照实际背景研究了商业信用条件下的“累进税率还款模型”,其假设条件为零售商需求量中一部分为常数需求,另一部分则依赖于零售商的即时库存量。本模型的主要特点是:在商业信用期限 M 内,当零售商可以获得销售收入与相关利息并在 M 时刻全部用以支付货款;在 M 时刻之后供应商则对零售商未付货款征收利息,零售商可以用销售收入及时偿还所欠债务。如果零售商的还款时间超过 $N(N > M)$ 时,则要对零售商未支付的欠款追加收取更多的利息。研究给出了寻求零售商最优订货策略的算法,并采用数值算例进行了灵敏度分析。Soni 等^[28]在该模型的背景下,假设需求率是常数且考虑了资金的时间价值,做了进一步研究。Chang 和 Teng^[29]的延期还款模型中,零售商的还款方式与 Soni 和 Shah^[27]类似,假设需求率是常数,产品是常数腐败率的易腐产品。如果零售商还款时间在 M_1 (M_1 由供应商确定且小于商业信用期 M),则可以获得价格折扣,但模型中未考虑累进税率。Liao^[30]的商业信用条款与 Chang 和 Teng^[29]的类似,假设需求是常数,零售商在商业信用期 M 内用销售收入及其相关利息收入支

付货款,且支付部分可以获得价格折扣。超过信用期限不能偿付的货款,则需要从银行贷款偿付并产生利息成本,此后零售商可以利用销售收入逐渐还清贷款及其利息。Goyal 等^[31]的模型背景与 Soni 和 Shah^[27]完全类似,且假设需求率是常数。Jamal 等^[32]研究了商业信用条件下的“最优还款时间”问题,所考虑的商品为易腐商品,需求为常数,决策变量是订货周期与还款时间, Song 和 Cai^[33]则修正了该文章中的一些错误,重新求得最优解; Sarker 等^[34]的模型也是在商业信用条件下,求解零售商的最优还款时间, Chang 和 Wu^[35]则对该文章的求解算法进行了修正。“最优还款时间模型”与“累进税率还款模型”类似处为均假设到达信用期后,零售商一旦有销售收入就立即偿付所欠供应商的款项。

Chung 等^[36]的模型是“条件商业信用”决策问题,即零售商的订货量小于某个确定值时,则必须立即偿付货款,超过该值时则可延期支付所有货款。Chung 和 Liao^[37]研究了常数腐败率的易腐品库存策略,假设供应商给定商业信用条款,即当零售商的订货量高于某个值时,可以获得延期付款的条件,否则需要立即付清所有款项。在此基础上 Chung 和 Liao^[38]进一步分析了条件商业信用背景下的易腐品库存问题,以现金收支折现法为基础,求解最优库存策略。Chang 等^[39]建立的条件商业信用模型中,商品的腐败率是时间的函数,而 Liao^[40]则对该问题的求解算法进行了改进。Chang^[41]同样研究了条件商业信用背景下易腐品零售商的最优订货批量问题,假设需求率、腐败率及通货膨胀率是常数。在计划时间长度已知的情况下,以成本最小化为优化目标,建立了该问题的目标函数,采用泰勒级数展开作为近似表达式,求出最优补货周期及相应的订货量,给出了求解算法和数值算例,并进行了灵敏度分析。

Huang^[8]研究的模型中,考虑了“条件商业信用”与“部分延期付款”相结合的库存决策问题——如果零售商的订货量高于某个确定的值,可以获得完全的延迟还款合同(不需要立即交付货款);当零售商的订货量低于此值时,只能获得部分延迟还款合同(即当零售商收到货物后,必须立即支付部分现款,剩余货款可在还款期结束时付清)。文章中以零售商的成本最小化为目标要求,给出了零售商的最优订货量及相应的周期。Ouyang 等^[42]的模型背景与 Huang^[8]类似,假设商品为易腐商品,且腐败率为常数,建立模型并证明了目标函数的性质,以此为基础给出了相应的求解算法。Huang 和 Hsu^[43]则将部分延期付款模型扩展到了“两级商业信用”体系内,即供应商对零售商提供商业信用期,而零售商对其顾客则提供部分延期付款合同。

Huang^[44]的模型中,考虑了一个“两级(two-level)商业信用”条件下的经济生产批量问题(EPQ),假设供应商允许零售商延迟付款(延期付款周期长度为 M),同时零售商也允许其顾客延迟付款以刺激产品的需求(延期付款周期长度为 N),并且 $M \geq N$ 。以零售商的成本最小化为目标要求,求出了零售商的最优库存策略,

通过数值算例说明了结论并解释了其中一些重要的管理启示。Ten 和 Chang^[45]则拓展了 Huang 的模型,放宽了 $M \geq N$ 假设条件。Chung 和 Huang^[46]以两仓储模型为基础,同样研究了一个两级商业信用条件下的零售企业易腐品订货批量问题,由于零售商自身的存储能力有限制,因此需要租赁额外的库存地点(假设库存容量无限),零售商可以获得供应商的商业信用期,同时也向其顾客提供商业信用期。Chung 和 Huang 中证明了三个定理以确定零售商的最优策略。Huang^[47]的模型背景与 Chung 和 Huang^[46]类似,但是没有考虑商品的腐败率。Teng 等^[48]也研究了两级商业信用及 EPQ 背景下的制造商库存决策问题,并且假设需求取决于销售价格,按照两种不同的欠款支付方式,分别建立了模型并给出了求解算法求出价格与库存量。Liao^[49]的两级商业信用模型中的产品是易腐品(常数腐败率),并且考虑了非瞬时到货的影响。Jaggi 等^[50]则进一步在两级商业信用模型中假设零售商给予最终顾客的信用期,直接影响供应商产品的市场需求。

Ouyang 等^[4]基于以往的研究基础,给出了更为一般的框架模型,研究了存在商业信用期的“非即时易腐品”库存模型,证明了最优库存策略的特性,并给出了求解方法确定相关参数。Chang 和 Dye^[6]的模型中,商品的腐败时间满足双参数的 Weibull 分布,并且允许缺货。Chang 等^[51]在商业信用条件下,考虑资金的时间价值,研究易腐商品的库存决策问题,其中商品腐败率是时间的一般函数。

Ouyang 等^[52]研究商业信用条件下的“非瞬时到货”的库存决策问题,供应商除了提供商业信用期合同条款,还同时提供现金折扣。文章中分析了最优库存策略的特性并给出了易于使用的求解方法。Huang^[53]以及 Chung 和 Huang^[54]都针对 Goyal^[18]的问题进行了扩展,研究了允许延迟付款条件下的经济生产批量问题。假设零售商出货价格不低于进货价格,补货速率有限,零售商在商业信用期结束时,立即支付已销售商品的货款,剩余部分则由银行贷款补齐,当销售周期结束归还银行贷款。Liao^[55]则进一步将 Huang^[53]的模型扩展到易腐商品。

Teng 等^[56]的模型中考虑了“多决策变量”的决策背景,针对易腐商品(腐败率是常数),分析了零售商面临商业信用期合同时,如何同时对零售价格与订货批量决策的问题。Shinn 和 Hwang^[57]假设对已知的多个确定的区间,信用期长度与零售商的订货量有关,分析了零售商同时决策库存量与零售价格的最优策略。Tsao 和 Sheen^[58]则进一步假设需求与时间、零售价格和零售商努力水平相关,在商业信用条件下建立了该问题的优化模型,其中决策变量包括每个周期的零售价格、努力水平及进货量。

国内研究中,有关商业信用条件下的经济订货批量的研究见文献[59]—文献[64]。

2.1.3 商业信用条件下的供需一体化决策模型

市场竞争正由注重大规模生产条件下单个企业之间的竞争转向多个企业形成