

The Coordination Strategy Analysis of a
Kind of Supply Chain on VMI

一类供应商管理库存 协调策略研究

全春光 著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

本书得到了湖南省教育厅重点项目（14A017）、湖南省社科基金项目（湘哲社领[2011]13号）、长沙市科技计划项目（k1407037-41）的资助

The Coordination Strategy Analysis of a
Kind of Supply Chain on VMI

一类供应商管理库存 协调策略研究

全春光 著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

一类供应商管理库存协调策略研究/全春光著. —北京: 经济管理出版社, 2014. 11
ISBN 978 - 7 - 5096 - 3455 - 4

I. ①—… II. ①全… III. ①库存—仓库管理—研究 IV. ①F253.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 247781 号

责任编辑: 杨雅琳 王格格

责任印制: 黄章平

责任校对: 张 青

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn

电 话: (010) 51915602

印 刷: 北京晨旭印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 720mm × 1000mm/16

印 张: 9.75

字 数: 153 千字

版 次: 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5096 - 3455 - 4

定 价: 38.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

前 言

供应商管理库存 (Vendor Managed Inventory, VMI) 是以供应商和买方双方都获得最低成本为目的, 在一个共同的绩效目标框架协议下由供应商管理库存, 并不断监督协议执行情况和修正协议内容, 使库存管理得到持续改进的合作性策略。近年来 VMI 得到了越来越多行业的推广应用。然而, 作为对传统库存控制策略进行“责任倒置”后的一种库存管理策略, VMI 加大了供应商的配送成本、库存管理成本以及缺货等风险, 导致企业获得的利润可能会减少, 从而造成供应商责任和利益的不平衡。如果不对 VMI 系统的利益进行重新协调, 势必影响它的实施。而且, 现实的 VMI 环境下买方一般有两个以上。针对于此, 本书就单供应商与两分销商的 VMI 协调进行研究。根据分销商需求的特点, 按照确定需求、动态需求与随机需求三种情形进行建模分析和协调机制设计。具体而言, 就本书的主要创新性研究工作及其结论总结如下:

(1) 探讨了确定需求下单供应商 (假定为制造商) 与两个分销商 VMI 整数比补货周期时间协调补货策略, 并在补货策略分析的基础上, 运用合作博弈的 Shapley 值法对供应商与两个分销商因 VMI 合作而产生的额外利益 (库存成本的节约) 进行了分配。然后对 VMI 实施后库存成本的分担进行了重新设计, 并用算例验证了建模过程与成本分担方案。算例结果显示, VMI 实施后, 虽然总成本降低了, 但如不进行成本的重新分配, 供应商的成本将增加, 而两个分销商的成本将减少。通过 Shapley 值法对成本重新分配后, 供应商与两个分销商的成本均



较 VMI 实施前有所下降,从而获得了一个 VMI 实施各方均满意的库存成本分担方案。

(2) 提出了一种考虑分段的运输成本函数以及带服务水平约束的单供应商与两分销商的两级 VMI 供应链在动态需求下的补货发货策略,并设计收益分享机制协调 VMI 实施后供应商与分销商的利益。模型构建后,通过对其转换处理,采用混合整数规划方法求解,避免了用动态规划方法求解过程中补货发货规则的推导。算例结果显示,在设计的收益分享系数下,随着 VMI 实施后供应链总体利润的增加,供应商与分销商的利润均不低于 VMI 实施前,或有不同程度的增加。

(3) 构建了单供应商与两分销商的 VMI 系统在需求随机情况下的补货发货模型,并设计价格补贴机制协调 VMI 实施后供应商与分销商的利益。本书假定需求服从正态分布,总成本函数中考虑分段的运输成本函数,带安全库存及服务水平约束,供应商拥有库存的两级供应链。算例结果显示:实施 VMI 后采用基于共同补货期的时间协调决策模型能够降低供应链总成本,当采用等分法进行利益协调时,在设计的价格系数下,供应商与两分销商均有不同程度的获利。最后参数敏感性分析显示: b 和 S_p 的变化对价格系数等参数影响不大,而 u_1 、 S_{01} 和 S_1 的变化均会对价格系数产生不同程度的影响。

Abstract

In recent years, VMI has been applied to more and more industries. However, as a “responsibility inversion” form of inventory management from the traditional inventory control strategy, VMI increases supplier’s inventory cost and risk of stockout, which leads to supplier’s profits reduction, thus brings the imbalance of responsibilities and interests of supplier. Therefore, the implementation of VMI would be affected by having no coordination mechanism. Moreover, there are more than two buyers in VMI systems. In light of this, this thesis aims to study the coordination of VMI with one vendor and two distributors. According to the demand types of distributors, the model and coordination mechanism are discussed in three demand environments which are deterministic demand, dynamic demand and stochastic demand. Specifically, the main innovative work and research conclusions are summarized as follows:

(1) Under deterministic demand, the one supplier (assuming as a manufacturer) and two distributors VMI replenishment policy of integer – ratio time coordination is analyzed. Then, the shapley Value algorithm is applied to the allocation of profit caused by the VMI implementation among the supplier and distributors and the inventory cost allocation scheme is also redesigned. Finally, a numerical example is presented to verify the theoretical modeling and solution. Results show that although the total cost would be reduced by VMI implementation, the supplier’s cost would increase while the two dis-



tributors' cost would reduce if there is no redistribution of the inventory cost. Under the redistribution of the inventory cost by Shapley value method, the cost of the supplier and two distributors decrease after the implementation of VMI. Therefore, a cost sharing scheme which satisfies all parties is obtained.

(2) The replenishment policy of VMI with one supplier and two distributors is discussed in dynamic demand environment with the constraints of transportation cost and service level. A revenue sharing mechanism is designed to coordinate the interests of the supplier and distributors after the implementation of VMI. Then a mixed integer programming method is used to solve the model after a conversion process, which avoids the derivation of the replenishment rules by using dynamic programming method. Results show that, as the total profit of supply chain after VMI implementation increases, the profits of the supplier and distributors are not less than before with the revenue sharing factor designed.

(3) The replenishment policy of VMI with one supplier and two - distributors is studied under stochastic demand and price subsidy mechanism is designed to coordinate the interests of the supplier and distributors after the implementation of VMI. Demand is assumed to obey normal distribution, and the transportation cost function is assumed to be piecewise. The safety stock and service level constraints are also taken into account. Results show that, total supply chain cost is reduced through the use of common replenishment epochs after VMI replenishment. When using equal allocation method in the coordination of interests, the supplier and distributors have different levels of profit improvement with the price factor designed. Finally, parameter sensitivity analysis shows that, the changes of b and S_p has little effect on the price factor, while the changes of u_1 , S_{01} and S_1 have different degrees of impact on price factor.

Key words: Vendor managed inventory (VMI); Coordination policy; Replenishment policy; Shapley Value algorithm; Revenue sharing; Price subsidy

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 选题背景	1
第二节 研究目的与意义	3
第三节 研究思路和方法	4
第四节 本书总体结构与内容	5
第五节 主要创新点	6
第二章 国内外相关研究综述	8
第一节 关于 VMI 的研究	8
第二节 供应链协调的相关研究	16
第三节 本章小结	20
第三章 单供应商两分销商 VMI 协调问题分析	22
第一节 单供应商两分销商 VMI 协调的关键问题	22
第二节 单供应商两分销商 VMI 协调机制设计要求及协调策略	24
第三节 单供应商两分销商 VMI 协调框架	28
第四节 本章小结	30



第四章 确定性需求下单供应商两分销商 VMI 协调策略	31
第一节 引言	31
第二节 单供应商两分销商 VMI 补货策略研究	32
第三节 基于 Shapley 值法的单供应商两分销商 VMI 成本 分担策略	44
第四节 本章小结	51
第五章 动态需求下单供应商两分销商 VMI 协调策略	53
第一节 引言	53
第二节 基本假设及符号说明	54
第三节 补货模型构建及收益分享机制设计	56
第四节 算例分析	68
第五节 本章小结	70
第六章 随机需求下单供应商两分销商 VMI 协调策略	72
第一节 引言	72
第二节 基本假设及符号说明	73
第三节 补货模型构建及价格补贴机制设计	75
第四节 算例分析	90
第五节 本章小结	103
第七章 总结与展望	104
第一节 全书总结	104
第二节 研究展望	105

附录 1 第五章 VMI 协调后补货决策 Lingo 程序	107
附录 2 第六章 Matlab 程序	110
参考文献	130
后记	145

第一章 绪 论

第一节 选题背景

在全球制造和经济一体化浪潮的推动下，企业之间的竞争不断加剧，单个企业之间的竞争逐渐演变为由一系列上下游企业构成的供应链之间的竞争，更多的企业开始从供应链管理角度考虑其管理战略。供应链管理涉及多个层面，而库存管理作为对供应链性能影响最广、控制最难的关键问题，则是供应链管理研究的重要内容之一。同时，库存管理也是实现价值链增值的重要环节，库存量的高低不仅影响着单一企业的综合成本，而且制约着整条供应链的绩效表现。然而，随着经济的发展和供应链的逐渐演化，传统库存管理理论已无法适应市场激烈竞争的挑战。传统库存管理是静态、单级的，供应链上的各个节点根据各自的需要独立运作，重复建立库存，导致供应链失调，因而无法达到供应链全局的最优，且整个供应链系统的库存会随着供应链长度的增加而发生需求扭曲，产生强烈的牛鞭效应，最终影响供应链的整体绩效，削弱其整体竞争优势（郝莉，2004）。此时，供应商管理库存（Vendor Managed Inventory, VMI）作为一种基于信息共享的敏捷供应链合作关系应运而生。



自 20 世纪 80 年代宝洁和沃尔玛成功实施 VMI 以来 (Waller et al., 1999), 越来越多的行业开始仿效, 如零售业 Kmart (Aviv, 1998; Gnanasekaran, 2000)、电信企业 Bell Canada (APICS, 2003)、医疗系统 (Haavik, 2000) 和汽车行业等 (Cooke, 1998)。尽管 VMI 被广泛应用于这些行业的时间不是很长, 但仍被认为是一种降低库存及提高客户服务水平的有效的供应链库存管理方式 (Achabal et al., 2000; Waller et al., 1999)。数据显示, 采用 VMI 可使供应链成本降低 0.4% ~ 9.5%, 平均降低 4.7%; 并且系统供货能力越低, 应用 VMI 越有利 (Chungsuk Ryu, 2006)。然而, 作为对传统库存控制策略进行“责任倒置”后的一种库存管理策略, VMI 加大了供应商的配送、库存管理成本以及滞销、缺货等风险, 其获得的利润可能会减少, 从而造成供应商责任和利益的不平衡。因此, 如果不对 VMI 系统的利益进行重新分配, 势必影响它的推广实施。

在 VMI 环境下, 买方一般有两个以上, 当买方距离相近 (即处于同一区域) 而供应商离其较远时, 供应商的补货发货决策方式有两种: 一是仅从供应商与单个买方的角度出发来考虑, 即进行一对一的优化; 二是从供应商与多个买方总体的角度考虑, 即一对多的优化。很显然, 采取第二种方式供应商可以将多个买方的需求合并, 实现同时发货, 这样既可以减少供应商的发货准备成本, 又可以因为整合运输而节约运输成本。对供应商与多个买方的系统而言, 此方式是较优的。然而, 该补货发货方式面临的一个关键问题是: 当不同买方需求合并同时发货时, 发货数量、时间等如何确定? 为了满足买方的需求, 供应商 (本书假定为制造商) 自身的生产批量以多少为宜? 采用 VMI 前与 VMI 后引起各方利益的变动又如何协调? 这些都是 VMI 实施过程中需要解决的问题。

基于此, 本书针对单供应商两分销商 VMI 供应链, 根据确定需求、动态需求和随机需求三种情况分别研究供应商与两分销商 VMI 实施前后的补货策略 (VMI 实施后由供应商负责补货), 然后在此基础上设计供需各方的利益协调机制, 协调单供应商两分销商 VMI 实施前后的利益变化, 以使供应商与分销商在实施 VMI 后的利益比 VMI 实施前得到 Pareto 改进, 从而有利于 VMI 的推广实施。

第二节 研究目的与意义

一、研究目的

本书在借鉴国内外众多文献的基础上,结合 VMI 实践中的问题,对单供应商两分销商 VMI 协调策略进行研究,目的是试图解决两个方面的问题:一是 VMI 实施前后供应商与两分销商的补货策略。VMI 实施前,供应商与两分销商分别站在各自的立场做最优的补货决策,而 VMI 实施后,由供应商负责自身及两分销商的补货决策,那么供应商对两分销商采用何种补货策略,才能使其总成本最低(利益最大),需要深入分析。二是 VMI 实施后利益的协调问题。VMI 实施后,随着库存管理责任的“倒置”,与库存有关的费用发生了转移,一般来说,两分销商的利益会增加,而供应商的利益可能会减少,因此需要对供应商与两分销商的利益进行再分配。那么如何设计相应的利益协调机制,使供应商与两分销商均满意,从而有利于 VMI 的实施,这是本书的落脚点,其建立在补货策略分析的基础之上。

二、研究意义

1. 理论意义

VMI 的协调是 VMI 研究的重要方向之一,受到越来越多学者的关注。现有的研究大多针对确定性的环境下单卖方单买方一对一的协调,而一对多的协调也仅涉及库存运输运作层面的协调;不确定环境下一对多的协调研究更是少见。本书将在系统研究一对多 VMI 运作模式的基础上,根据随机运筹学理论、博弈论与供应链管理理论,结合 Gurnani (2001)、Wang (2004)、Norden 和 Velde (2005)、Rizk 等 (2006)、Ertogral (2008)、Pamela S. Donovan (2006)、Amit Eynan (2007) 等的研究,根据确定需求、动态需求和随机需求三种情况,采用



基于时间的协调补货方式,设计单供应商两分销商的 VMI 补货发货策略,以最小化系统库存运输成本。然后,将此总成本与 RMI 分散决策下的系统总成本相比较,其差异即为实施 VMI 后产生的利润。再分别运用合作博弈论有关方法、收益分享契约、价格补贴机制对 VMI 实施后产生的利益进行协调,达到各方满意。可见,本研究成果既可以丰富和完善 VMI 理论,同时又能够充实一对多的供应链协调理论。

2. 实践意义

目前,国外许多企业应用 VMI 的成功案例表明企业通过 VMI 获得了强大的竞争优势;相对而言,国内企业应用 VMI 尚处于起步发展阶段,因为缺少理论指导,在实践中产生了许多新的问题,阻碍了 VMI 的推广应用。由于供应链上各实体大都是不同的利益体,单纯的 VMI 并不能保证参与各方的利益都能较原来的 RMI 有所改善,需要一定的协调机制才能实现供应链的完美协调,这也是 VMI 成功实施的关键。同时,现实中的 VMI 环境,非确定需求情况较多,而且一个供应商经常有多个买方。因此,本书研究的 VMI 补货发货策略和利益协调机制,可以对我国企业有效实施 VMI 提供理论依据和实践指导。

第三节 研究思路和方法

本书首先从当前的实际背景与现有的文献综述出发,深入分析单供应商两分销商 VMI 协调面临的问题,进而构建单供应商两分销商 VMI 协调框架,提供进一步研究的基础;接着进入本研究主题,对单供应商两分销商 VMI 协调的具体问题进行描述及有关参数假定,根据市场需求的特点,从确定需求、动态需求和随机需求三个方面研究供应商的补货策略,并设计相应的利益协调机制;最后进行算例分析,检验理论研究结果的有效性并进行总结。研究技术路线如图 1-1 所示,主要采用数学规划、概率论、博弈论等方法,理论分析与算例分析相结

合,并辅以模拟给出直观的结果。具体而言,确定需求下单供应商两分销商 VMI 的利益协调用博弈方法(Shapley 值法);动态需求以及随机需求下的补货策略建模采用数学规划方法;三种需求下的补货策略对比、协调机制的设计采用比较研究、理论与算例分析相结合以及模拟等方法。

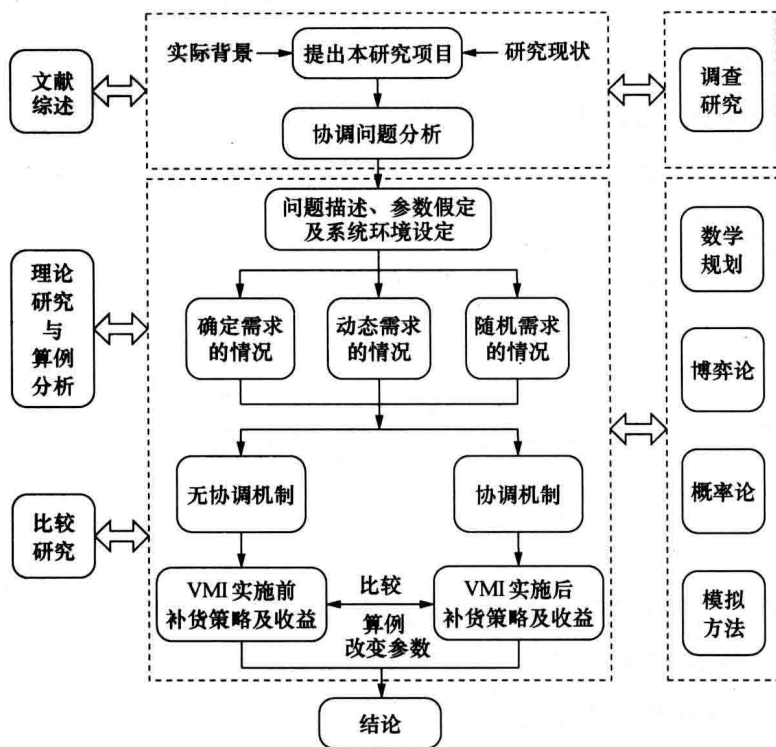


图 1-1 研究技术路线

第四节 本书总体结构与内容

本书共分七章,结构安排及主要内容简述如下:

第一章,介绍本书的研究背景,阐明研究目的和意义,阐述本书的研究思路



与方法、结构安排以及主要创新点。

第二章，对与本书有关的国内外研究现状进行系统总结、分析与归纳，主要相关研究包括 VMI 的研究、供应链协调的研究等。

第三章，分析单供应商两分销商 VMI 协调的关键问题，阐述单供应商两分销商 VMI 协调机制设计的要求，并构建单供应商两分销商 VMI 协调策略框架。

第四、第五、第六章，分别研究确定需求、动态需求以及随机需求下单供应商两分销商 VMI 协调问题，先探讨 VMI 实施前后供应商与分销商的补货策略，然后分别运用 Shapley 值法、收益分享、价格补贴机制协调 VMI 实施前后供应商与分销商的利益。

第七章，总结和展望。总结全书研究成果，并提出进一步的研究方向。

第五节 主要创新点

创新点一：构建确定需求下单供应商两分销商的 VMI 系统基于整数比补货周期时间协调的补货发货模型，并运用合作博弈的 Shapley 值方法对 VMI 实施后的库存成本分担进行重新分配。相关研究中，Gurnani (2001) 和 Wang 等 (2004) 的研究针对非 VMI 环境，假定供应商自身库存补充率无穷大（非有限生产率的制造商），也没有进行利益的协调，而且 Gurnani (2001) 的研究中，供应商与买方采用批对批策略，制约了总成本的降低空间。York Y. Woo 等 (2001)、Zhang 等 (2007) 的研究中均假定客户足够多，以致供应商生产过程中库存状态的变化与基本的经济生产批量模型类似，而实际上其库存状态的变化是不规则的，在客户较少时这种假定产生的误差相对比较大。本书基于上述研究提出了整数比补货周期时间协调策略，即供应商补货周期分别是两分销商补货周期的整数倍，该策略在建模过程中既考虑了供应商自身库存补充率有限的情形，同时供应商与分销商之间的补货采用非 lot-for-lot 方式，可以弥补上述研究的不足。在



整数比补货周期时间协调补货策略的基础上,运用 Shapley 值法对 VMI 实施后的库存成本分担进行重新分配,这种成本的分配方法更适应实际。

创新点二:构建动态需求下单供应商两分销商的 VMI 系统补货发货模型,并设计收益分享机制协调 VMI 实施后供应商与分销商的利益。Norden 和 Velde (2005)、Rizk 等 (2006)、Ertogral (2008) 以及 Anily 和 Tzur (2005) 的研究均针对补货发货策略,为单级库存决策,未涉及利益协调且非 VMI 环境。本书在上述补货发货决策的基础上,考虑了一种分段的运输成本函数以及带服务水平约束的单供应商两分销商两级 VMI 供应链的协调。在模型的处理上也与其他方法不同,通过对模型的转换,采用混合整数规划方法求解,避免了用动态规划方法求解过程中补货发货规则的推导。最后设计了收益分享机制协调 VMI 实施后供应商与分销商的利益。

创新点三:构建单供应商两分销商的 VMI 系统在需求随机情况下的补货发货模型,并设计价格补贴机制协调 VMI 实施后供应商与分销商的利益。相关研究中,Cetinkaya (2000、2006) 假定需求服从相同的泊松分布,体现不出买方的异质性。Amit Eynan (2007) 研究了多产品的共同补货问题,考虑了随机需求情形,但作者研究的是单级供应链,且不含运输成本。Pamela S. Donovan (2006) 也研究了多产品的共同补货问题,尽管考虑了分段的运输成本函数,且考虑了需求和提前期均随机的情形,但所建立的模型也局限在单级供应链。本书在上述基础上假定需求服从正态分布,总成本函数中考虑分段的运输成本函数,带安全库存及服务水平约束,供应商拥有库存的两级供应链。最后设计了价格补贴机制协调 VMI 实施后供应商与分销商的利益。