

文章编号:1005-0523(2017)01-0079-06

VMI模式下施工企业与供应商协调研究

谈 飞,黄 鹏

(河海大学工程管理研究所,江苏 南京 211100)

摘要:面对竞争日益激烈的市场环境,如何降低建设施工的成本成为施工企业关注的热点。而传统的库存管理模式不利于建设施工成本的降低,因此供应链库存管理的优势也随之受到学者们及工程实践人员的关注。供货商管理用户库存(VMI)模式下供应商对客户的库存进行管理,改变了传统的库存管理方式、提高了供应链的收益。但 VMI 模式实施过程中供应商与施工单位间存在责利不对等的情况,为促进该模式的实践需对 VMI 所获的收益分配进行合理的协调。从库存成本的角度对 VMI 实施所获的直接收益进行了分析,结合 Stackelberg 博弈及价格补偿给出了供需双方收益分配的协调办法,并以算例简要说明。最后指出研究中的不足及未来的研究方向。

关键词:供货商管理用户库存;建筑供应链;Stackelberg 博弈;价格补偿

中图分类号:TU-9

文献标志码:A

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2017.01.013

随着建筑供应链管理的发展,建筑施工类企业仅靠单打独斗已越来越不适于市场竞争,也有碍于企业的长远发展,同时建筑业的微利性特点使得这些企业不得不从降低成本的角度来提高自身的竞争力,因此如何降低成本便成为学者及工程实践人员所关注的热点问题。而就具体的建造生产项目而言,施工企业可以从多个角度对成本进行优化,采用供应链思想下的库存管理方式来降低施工项目的库存成本便为其中一种。

供货商管理用户库存(vendor managed inventory, VMI)是从供应链管理衍生的库存管理模式,它与传统的施工项目库存管理不同,供应商与施工方不再是各自为政的进行库存管理,而是供应商对施工方的库存进行管理,供需双方基于 VMI 协议/契约,保持信息共享对库存水平进行有效的控制,在合作的基础上来降低供应链的总库存成本。此外 VMI 的工程实践及相关研究表明:当实施该模式时,施工企业不仅从库存转移中降低了自身的库存成本,还取得了在库存相关处理及时间消耗方面显著的改善^[1-2]。VMI 模式的优点虽显著,但供应商与施工企业在实施 VMI 过程中存在责利不对等的情况,供应商承担了原本由施工方自行承担的库存成本,同时库存的损耗及相应风险也从施工方转移给供应商;尽管供应商可从长期合作中获益,但施工方则是该模式的主要受益方。因此,供需双方需对实施 VMI 模式所得收益的分配进行协调,否则 VMI 契约也无法在供需双方间建立。

对于 VMI 协调及收益分配方面的相关研究:孙莹等^[3]将库存成本的结余视为收益,考虑缺货情况下 VMI 集成后供应链的收益分配问题;王利,王心一,张成堂等^[4-6]则是结合博弈模型对供应链各节点或供需双方的决策进行分析来确定 VMI 合作的收益共享问题;还有从 VMI 合同/契约的角度来制定相应的激励或补偿机制来解决供需双方的协调问题^[7-8]。已有的相关研究成果主要基于其他行业而并非建筑业,VMI 模式在他行业中多数情况下是供应商占主导地位,而在建筑业环境下的建材供应市场往往是买方市场即建材需求方占主导地位,因此建筑业实施 VMI 模式的供需双方协调问题不能简单套用工商领域的惯用办法。本文着

收稿日期:2016-04-26

作者简介:谈飞(1959—),男,副教授,硕士生导师,主要研究方向为工程项目管理,技术经济及管理。

通讯作者:黄鹏(1991—),男,硕士研究生,主要研究方向为工程管理与项目管理。

眼于建筑施工项目视角,运用 Stackelberg 博弈对供应商和施工方是否进行 VMI 合作的决策过程进行了分析,结合价格补偿得出了在施工方占主导地位时供需双方能达成合作的 NASH 均衡点,当均衡点满足时供需双方能够对收益分配实现有效协调。

1 VMI 的实施及收益分析

1.1 VMI 的实施

在实际的总承包项目中,往往供应商是与总承包商签订供货合同,因此在 VMI 工程实践时,VMI 协议也是在供应商与总承包商间签订,本文则基于以上前提考虑总承包商的施工单位(需方)与供应商(供方)进行 VMI 收益分配的协调问题。在 VMI 模式实施过程中,供应商基于数据传输平台/工具对需方的需求量、库存状态、库存消耗量等信息实时跟踪,依据这些信息制定补货单并发至需方,需方对补货单进行确认或休整并反馈至供应商,供应商根据确定的补货单进行补货,其补货模式类似工业生产中的即时供应,可以有效控制施工项目现场的库存水平。图 1^[2]描述了 VMI 模式的具体实施流程。

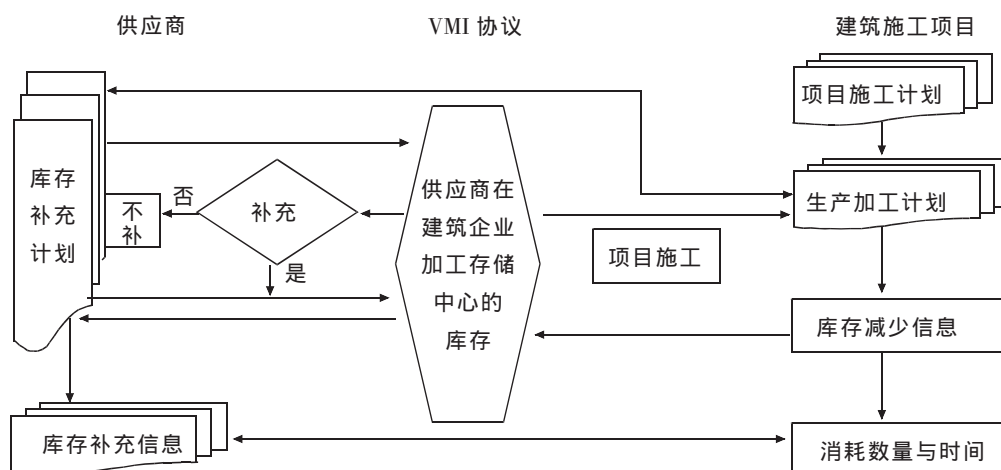


图 1 VMI 模式在施工项目中的运行

Fig.1 The operation of vendor-managed inventory in construction

1.2 VMI 收益分析

VMI 模式的直接效益来自供需双方总库存成本的降低,而 VMI 的运行特点使得需求方成为该收益的“大赢家”,因此供需双方需协调的分配对象为 VMI 实施前后的总库存成本降低额。下面对总库存成本降低额的计算进行相应的说明:考虑供应商与施工单位所形成的二节点供应链,以拓展的 EOQ 模型进行 VMI 实施前后该二节点供应链总库存成本变化的分析。为了便于讨论分析,假定施工单位的某项建筑材料由一家供货商供应且该供应商完全具备实施 VMI 模式的能力。实施过程中,施工单位需确保建材库存量不拖累施工进度,供应商则需确保建材的充足供应,因此供需双方均存在一定量的安全库存;同时对于建设施工项目,当工程量基本确定时其相应的建材需求量也基本可视为定值,因此可假设施工单位的建材需求量一定;此外缺货会对施工进度造成影响,严重的甚至会导致施工单位(对业主的)违约;因此不考虑缺货的情况并假设订货提前期一定。

为完成数学模型的构建,需对相应参数进行说明:

设定 D 表示施工单位的需求量;施工单位的订货费用和供应商的发货准备费用分别由 C_1 和 C_2 表示;施工单位和供应商的安全库存分别以 S_1 和 S_2 表示;施工单位和供应商的单位平均库存存储费用分别由 I_1 和 I_2 表示;最优订货批量以 Q 表示; T_1 和 T_2 分别表示施工单位和供应商的库存成本; TC 表示供应链的总库存成本;实施 VMI 模式后由供应商管理施工单位的库存,施工单位的订货费用降低为 C_1' ,供应商的安全库

存为 S_3 ; 供应商的库存成本由 T_2' 表示, 供应链总库存成本以 TC' 表示。

1.2.1 VMI 集成前的库存成本

在传统的库存管理模式, 施工单位从自身利益出发, 根据项目施工计划等确定最优的订货批量进行施工物料的采购, 因此其库存成本的构成为: 订货费用和建材存储 (包括即到的建材和安全库存) 费用。

由 EOQ 模型有施工单位的最优订货批量及库存成本为

$$Q = \sqrt{\frac{2C_1 \times D}{I_1}}; T_1 = \frac{Q}{2} \times I_1 + \frac{D}{Q} \times C_1 + S_1 \times I_1 = \sqrt{2C_1 \times D \times I_1} + S_1 \times I_1 \quad (1)$$

类似的, 供应商的库存成本构成为: 发货准备费用、即出建材的存储费用、安全库存存储费用。则传统模式下的供应商库存成本为

$$T_2 = \frac{Q}{2} \times I_2 + \frac{D}{Q} \times C_2 + S_2 \times I_2 = \sqrt{\frac{C_1 \times I_1 \times D}{2}} \times \left(\frac{C_2}{C_1} + \frac{I_2}{I_1} \right) + S_2 \times I_2 \quad (2)$$

因此在 VMI 模式实施以前, 供应商和施工单位所形成的二节点供应链库存成本总和为

$$TC = T_1 + T_2 = \sqrt{2C_1 \times D \times I_1} + \sqrt{\frac{C_1 \times I_1 \times D}{2}} \times \left(\frac{C_2}{C_1} + \frac{I_2}{I_1} \right) + S_1 \times I_1 + S_2 \times I_2 \quad (3)$$

1.2.2 VMI 实施后的库存成本

当施工单位与供应商建立 VMI 合作后, 供应商对施工单位的库存进行管理, 共同追求供应链总库存成本最小的目标。由于供应商负责施工单位的建材订货、采购、管理等, 此时施工单位不再负责自身的库存管理情况, 因此在 VMI 模式下供应商的库存成本构成为: 订货成本及发货准备成本、即出建材 (供方) 及即到建材 (需方) 的库存成本以及相应的安全库存费用。此时该二节点供应链的总库存成本即供应商的库存成本为

$$TC' = T_2' = \frac{D}{Q} \times (C_1' + C_2) + \frac{Q}{2} \times (I_1 + I_2) + S_3 \times (I_1 + I_2) \quad (4)$$

根据式 (4) 可计算实施 VMI 模式以后供应商的最优订货批量, 对式 (4) 中的 Q 进行求导令其为 0, 得出该模式下的最优订货批量

$$Q' = \sqrt{\frac{2D(C_1' + C_2)}{I_1 + I_2}} \quad (5)$$

将式 (5) 代回式 (4) 可得 VMI 模式实施后该二节点供应链的总库存成本, 即

$$TC' = T_2' = \sqrt{2D(C_1' + C_2)(I_1 + I_2)} + S_3(I_1 + I_2) \quad (6)$$

因此对于供应商与施工单位而言, 在 VMI 模式实施后相较于实施前总库存成本的降低额为式 (3) 与式 (6) 的差值, 该差值为

$$\nabla TC = TC - TC' = \sqrt{2C_1 \times D \times I_1} + \sqrt{\frac{C_1 \times I_1 \times D}{2}} \times \left(\frac{C_2}{C_1} + \frac{I_2}{I_1} \right) + S_1 \times I_1 + S_2 \times I_2 - \sqrt{2D(C_1' + C_2)(I_1 + I_2)} - S_3(I_1 + I_2) \quad (7)$$

由于安全库存 $S = z\sigma\sqrt{L}$, 其中 σ 为需求标准差, z 为安全系数, L 为提前期。实施 VMI 模式之后, 有供应商对施工单位的库存进行管理, 可降低施工方的需求偏差^[9]。因此有 $S_3 > S_1, S_3 > S_2$, 则 $S_1 \times I_1 + S_2 \times I_2 - S_3(I_1 + I_2) > 0$;

而 $\sqrt{2C_1 \times D \times I_1} + \sqrt{\frac{C_1 \times I_1 \times D}{2}} \times \left(\frac{C_2}{C_1} + \frac{I_2}{I_1} \right) - \sqrt{2D(C_1' + C_2)(I_1 + I_2)} = \sqrt{\frac{C_1 \times I_1 \times D}{2}} \times \left(\sqrt{1 + \frac{C_2}{C_1}} - \sqrt{1 + \frac{I_2}{I_1}} \right)^2$ 不小于 0; 因此对于式 (7) 恒大于 0, 即 VMI 模式实施后该二节点的总库存成本降低了, 其降低额即 VMI 模式所带来的直接收益为 ∇TC 。

2 VMI 模式的协调

2.1 协调分配方法的比较

在供应链中用于收益分配的协调方法主要有 3 种: 批发/促销价补偿、比例分配或共享系数协调^[12-13]、价

格补偿^[9],3种方法的特点及适用情况如表1。

表1 协调分配方法的比较
Tab.1 The comparison of income distribution methods

协调收益分配的方法	特点及适用情况
批发/促销价补偿 ^[10-11]	由供应商对需方提供批发价或促销价,来降低需方的成本以实现对需方的收益补偿,用于供应商占主导地位时的供应链收益共享。
比例分配或共享系数 ^[12-13]	对供应链各参与方的投入比重进行计算,根据各方的投入比例决定收益的分配或共享比例,该方法较为公平,但各方投入比重不宜衡量,且只考虑投入比例未必能够达成合作。
价格补偿 ^[9]	由需方为供应商提供材料进价的补偿来弥补供应商的投入,该方法对补偿价格的确定较为容易直观,且适用于需方占主导地位时的供应链收益分配。

由节1的分析可知,在实施VMI模式之后,供应链总库存成本得以降低且需方获得明显的收益(不再承担库存成本),但供应商的收益却不显著;结合表1的分析,供需双方在进行VMI合作时,需方可采取价格补偿的方法对供应商进行激励以保障供应商的收益,以此促进双方的长期合作。

2.2 价格补偿点的计算

根据我国建筑行业的特点,建材市场具有典型的“买方市场”特征,即需方占据主导地位。假定在完全信息的情况下,需方想运用VMI模式来进行某项建材的库存管理,需方先向供应商提出价格补偿,供应商处于跟随者的地位,可接受或拒绝需方提供的补偿价格,因此该过程可视为Stackelberg博弈,基于供需双方均为理性人的假设,供需双方对于实施VMI模式所获的预期收益均为传统模式下(即实施VMI前)的最大值。因此若要实现合作,供需双方在实施VMI模式后的收益应均不小于各自的预期,同时由于需方占据该博弈的主导地位,所以其NASH均衡在于实施VMI模式后保证供应商收益不少于预期的前提下需方收益最大化,其数学表达为

$$\begin{cases} \text{Max} & Y_1(w), \\ \text{S.T.} & Y_2(w) \geq \nabla T_2 \end{cases} \quad (8)$$

$$Y_2(w) = D \times w \quad (9)$$

$$\nabla T_2 = T_2' - T_2 = \sqrt{2D(C_1' + C_2)(I_1 + I_2)} + S_3(I_1 + I_2) - \sqrt{\frac{C_1 \times I_1 \times D}{2}} \times \left(\frac{C_2}{C_1} + \frac{I_2}{I_1} \right) - S_2 \times I_2 \quad (10)$$

其中, $Y_1(w)$ 表示在实施VMI模式时需方提供价格补偿 w 后所获得的收益; $Y_2(w)$ 表示获得价格补偿 w 后供应商收益的增加/补偿值; T_2 表示VMI模式实施后供应商库存成本的增加值。对于式(8),需方若要获取最大的收益,只需以最小的补偿价格去弥补供应商所增加的成本即可,因此式(8)可转变为

$$\begin{cases} \text{Min} & w, \\ \text{S.T.} & Y_2(w) - \nabla T_2 \geq 0 \end{cases} \quad (11)$$

结合式(9)、(10)、(11)进行求解,当补偿价格 w 满足下式时,该博弈模型得解

$$w = \sqrt{\frac{2(C_1' + C_2)(I_1 + I_2)}{D}} + \frac{S_3 \times (I_1 + I_2)}{D} - \sqrt{\frac{C_1 \times I_1}{2D}} \left(\frac{C_2}{C_1} + \frac{I_2}{I_1} \right) - \frac{S_2 \times I_2}{D} \quad (12)$$

综上,在施工单位占据主导地位时,当施工单位向供应商提供一定的价格补偿使供应商参与VMI模式所获收益不小于其不参与的情况时,施工单位与供应商能够达成收益分配的协调进而进行VMI合作。此时施工单位提供的价格补偿为 w ,供应商获得补偿收益 ∇T_2 ,施工单位获得的收益则为 $\nabla TC - \nabla T_2$ 。

2.3 算例

某建设施工项目,总承包商欲对钢筋材料实施VMI管理,现有供应商满足条件,实施VMI合作。现需钢筋2000 t,施工单位的每次订货费用 C_1 为1500元;供应商的每次发货准备费用 C_2 为1200元;在实施

VMI 模式以前,施工单位及供应商的安全库存 S_1 和 S_2 分别为 35 t 和 50 t;施工单位及供应商的单位平均库存费用 I_1 和 I_2 分别为 30 元/t 和 25 元/t;实施 VMI 模式以后,施工单位的订货费用降低为 500 元;而供应商的安全库存降低到 30 t。

根据以上数据并结合式(3)(6)(7)(12)可得在实施 VMI 以后,供需双方的库存成本降低 22 050 元;价格补偿 8.5 元/t 时,供应商可得价格补偿 17 000 元,而施工单位即需方可获收益 5 050 元,如表 2。

表 2 协调分配结果
Tab.2 The result of income distribution

VMI 实施	供应链总库存成本	库存成本节约额	价格补偿	供应商所获补偿	施工企业所得收益
VMI 实施前	38 957	—	—	—	—
VMI 实施后	16 907	22 050	8.5	17 000	5 050

由表 2 可知,在施工项目中实施 VMI 模式能够降低供应商与施工企业的总库存成本,同时当供需双方对价格补偿达成协议时,双方可以实现对库存成本的节约额进行合理分配,这有益于将 VMI 模式实践于建设施工项目,同时实施 VMI 模式也使得施工企业从库存管理中解放,有益于其竞争力的提升。

3 结论与展望

VMI 模式在降低库存成本方面的优势为建筑施工企业带来了机会,有利于施工企业收益的增加及竞争力的提升。但 VMI 模式实施过程中供需双方存在收益不对等的情况,因此 VMI 的实施需要对预期收益的分配进行有效协调。在对供需双方实施 VMI 决策分析的基础上,结合价格补偿给出了供应商与施工单位实施 VMI 模式时对收益分配协调的办法,希望对建筑业实施 VMI 模式形成一定的参考价值。同时,为了简化分析,本文所讨论的环境较为理想,因此以下几个方面值得进一步深入:

- 1) 建设施工项目所需的建筑材料品类繁多,但并非所有的建材都适用 VMI 模式,工程实践中实施该模式需结合具体建材的特点。
- 2) VMI 模式的成功实施要求供需双方保持高水平的合作,而收益分配的协调只是其成功的必要条件而并非充分条件,因此工程实践中还需考虑更多其他因素。
- 3) 在具体的工程项目中,同种建材可能由 2~3 家供应商同时供应,在此类情况下实施 VMI 模式还应当考虑供应商与供应商之间的协调问题。

参考文献:

- [1] KARI TANSKANEN, JAN HOLMSTR M, JAN ELFVING, et al. Vendor-managed-inventory (VMI) in construction[J]. International Journal of Productivity and Performance Management, 2008; 29-41.
- [2] 黄鹏, 谈飞. 建筑施工中 VMI 对库存成本的影响分析[J]. 土木工程与管理学报, 2016(2): 106-109.
- [3] 孙莹, 鲍新中, 王宁. 考虑缺货的供应链联合库存成本分析及收益分配[J]. 北京科技大学学报, 2012(10): 1205-1212.
- [4] 王利, 陆继. 主从式二级供应链利润分配博弈分析[J]. 统计与决策, 2007(4): 142-144.
- [5] 王心一. VMI 模式下供应商与其下游企业的博弈分析——基于 Nash 和 Stackelberg 博弈[J]. 科技创新导报, 2014(6): 206-208.
- [6] 张成堂, 周永务. 基于博弈论和 VMI 的收益共享机制协调模型[J]. 控制与决策, 2010(1): 137-140+144.
- [7] 曹武军, 李成刚, 王学林, 等. VMI 环境下收入共享契约分析[J]. 管理工程学报, 2007(1): 51-55.
- [8] 杨建功, 王国庆. 库存竞争性产品的 VMI 收益分享合同模型[J]. 系统工程理论与实践, 2009(6): 46-58.
- [9] 霍艳芳, 邓全, 吴博闻. 零售商占优的 VMI 利益分配研究[J]. 工业工程与管理, 2014(4): 57-63.
- [10] 李绩才, 周永务, 肖旦, 等. 考虑损失厌恶一对多型供应链的收益共享契约[J]. 管理科学学报, 2013(2): 71-82.

- [11] 代建生, 孟卫东. 风险规避下具有促销效应的收益共享契约[J]. 管理科学学报, 2014(5): 25–34.
- [12] 但斌, 徐广业. 随机需求下双渠道供应链协调的收益共享契约[J]. 系统工程学报, 2013(4): 514–521.
- [13] 林强, 叶飞, 陈晓明. 随机弹性需求条件下基于 CVaR 与收益共享契约的供应链决策模型[J]. 系统工程理论与实践, 2011(12): 2296–2307.

Coordination Between Supplier and Construction Industry under VMI

Tan Fei, Huang Peng

(Institute of Engineering Management, Hohai University, Nanjing 211000, China)

Abstract: In the increasingly competitive market environment, how to reduce the cost of construction has been the focus of attention for construction enterprises. Due to the fact that it is unfavorable to reduce the cost of construction by traditional inventory management, scholars have been exploring advantages of inventory management of supply chain. Vendor managed inventory has changed the way of traditional inventory management and improved the income of supply chain. However, in the process of implementation of VMI, there is no reciprocity between the supplier and the construction unit. So it is necessary to coordinate the distribution of the benefits during the process of implementation of VMI. From the view of inventory cost, the direct benefit of VMI is analyzed. The method to coordinate income distribution between supplier and the construction is proposed with Stackelberg game and price compensation, and an example is given to illustrate the result. Finally, the shortcomings of the analysis and the prospect for future research are pointed out.

Key words: vendor managed inventory; construction supply chain; Stackelberg game; price compensation

(责任编辑 王建华 李 萍)