



港口供应链物流能力最优关系契约模型

陆永明

(江苏城市职业学院, 江苏南通 226006)

摘要: 港口供应链需要大量专用性物流能力, 但又普遍存在着专用性物流能力投资不足的问题。通过港口供应链模型, 分析了非合作与集中决策条件下能力投资, 设计了最优关系契约, 有效解决了港口供应链中专用性物流能力投资不足的问题。

关键词: 港口供应链; 关系契约; 专用性; 物流能力

中图分类号: F 273; U 6

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)11-0062-04

The optimal relational contract model of port supply chain logistic ability

LU Yong-ming

(The City Vocational College of Jiangsu, Nantong 226006, China)

Abstract: The port supply chain needs a lot of specific logistic capabilities, but it is commonly found that the specific logistic capabilities in the port supply chain are inadequately invested. Through the port supply chain model, the paper analyzes the capacity investment under the condition of non-cooperation and centralized decision making and designs the optimal relational contract, which can effectively solve the underinvestment problem of specific logistic capabilities in port supply chain.

Keywords: port supply chain; relational contract; specificity; logistic ability

在港口供应链中, 港口企业不可能独立完成整条链上的物流服务, 必须通过与物流服务提供商的合作共同完成。不同的企业客户, 因其物流种类的差异, 对物流设施设备需求迥异, 因此, 港口企业需要各物流服务提供商进行有针对性的物流能力投资。这些投资是根据物流需求的独特要求定制的, 属于专用性物流能力投资。该物流能力投资因其专用性, 易于产生“套牢”, 从而导致投资不足的问题。

对套牢问题, 国外学者^[1-5]都做了系统研究。Williamson认为纵向一体化可以解决“套牢”问题。但是如果港口企业实施纵向一体化, 势必造成港口企业的规模庞大, 管理效率下降。

一些资产专用性水平很高的行业, 纷纷打破原有的纵向一体化结构, 走上业务外包之路。

Holmstrom等^[6]研究发现, 在日本汽车制造业, 虽然涉及高度的资产专用性, 但是企业业务外包模式却十分流行。它们解决“套牢”问题的方法是建立以长期合同为基础的“准市场”模式。汽车配件厂可以大胆地进行专用性投资而不用担心被“套牢”, 整车厂也可以连续稳定地获得优质零部件供应, 确保生产的连续和整车的质量。

Levin等^[7-11]研究了重复交易中的“套牢”问题。汤世强等^[12-13]构建了基于关系契约的供应链合作伙伴关系的理论模型。Taylor等^[14]分析了新产品开发阶段关系契约的可自执行问题, 吴国栋等^[15]建立了激励投资的关系契约算法模型。本文将通过港口供应链模型, 分析非合作与集中决策条件下的能力投资, 设计最优关系契约, 解决港口供应链中专用性物流能力最优投资问题。

收稿日期: 2016-04-26

作者简介: 陆永明 (1967—), 男, 博士, 副教授, 从事供应链管理教学与研究工作。

1 问题描述和基本假设

1.1 问题描述

为讨论方便，建立一个简单的二级港口供应链结构模型，如图 1 所示。该模型中，港口物流服务提供商和港口企业只进行单一物流能力的交易。港口的物流服务需求是随机的，它根据需求预测，向服务提供商承诺能力购买价格 w ，服务提供商根据能力购买价格决定物流能力投资数量 K 。



图 1 二级港口供应链结构模型

1.2 模型假设

1) 服务商与港口都是有限理性，决策目标是期望利润最大化。

2) 港口面临的物流需求 X 是一随机变量， $X \geq 0$ ， $E(x) = \int_0^{\infty} xf(x) dx$ ， $f(x)$ 为密度函数。

3) $F(x)$ 是随机物流需求的分布函数， $F(0) = 0$ 。

4) 一单位的物流能力满足一单位的物流服务。

5) p 是港口的单位物流服务价格，为外生变量， w 是港口的单位物流能力服务购买价格。

6) 港口在一个周期内只进行一次物流能力订购。

7) 当实际需求超过物流能力数量时，发生机会损失。

8) 无信息不对称性，即价格、成本、需求是公共信息。

2 非合作与集中决策条件下物流能力投资分析

2.1 非合作条件下物流能力投资分析

作为分析的切入点，首先对非合作条件下能力投资决策进行分析。根据纳什讨价还价解，非合作的港口物流服务提供商和港口企业将平分交易所得 $(p - c_s) \min(K, X)$ (其中： K 为物流服务提供商投资专用性物流能力数量， c_s 为物流服务提

供商的专用性物流能力单位运作成本)，即： $\frac{p - c_s}{2}$

$\min(K, X)$ ，港口企业对服务提供商的单位支付为 $\frac{p + c_s}{2}$ 。非合作条件下，物流服务提供商按其期望利润最大化原则，决定物流能力投资规模 K 。物流服务提供商的期望利润 π_s 为：

$$\pi_s = \int_0^{\infty} \frac{p - c_s}{2} \min(K, X) f(x) dx - \varphi K \quad (1)$$

式中： φ 为能力投资成本系数。

对 π_s 求关于 K 的一阶偏导：

$$\frac{\partial \pi_s}{\partial K} = \frac{p - c_s}{2} [1 - F(K)] - \varphi \quad (2)$$

二阶偏导：

$$\frac{\partial^2 \pi_s}{\partial K^2} = -\frac{p - c_s}{2} f(K) < 0 \quad (3)$$

故可求得非合作条件下物流服务提供商的最优能力投资：

$$\underline{K} = \operatorname{argmax}_K \left(\left| 1 - \frac{2\varphi}{p - c_s} \right| \right) \quad (4)$$

为使问题具有实际意义，假设 $p > c_s + 2\varphi$ 。

物流服务提供商的期望利润为：

$$\pi_s = \int_0^{\infty} \frac{p - c_s}{2} \min(\underline{K}, X) f(x) dx - \varphi \underline{K} \quad (5)$$

港口企业的期望利润为：

$$\pi_p = \int_0^{\infty} \frac{p - c_s}{2} \min(\underline{K}, X) f(x) dx \quad (6)$$

由于 \underline{K} 是非合作条件下物流服务提供商的最优能力投资，故对一切 $K \neq \underline{K}$ 均有：

$$\pi_s = \int_0^{\infty} \frac{p - c_s}{2} \min(\underline{K}, X) f(x) dx - \varphi \underline{K} \geq$$

$$\int_0^{\infty} \frac{p - c_s}{2} \min(K, X) f(x) dx - \varphi K \quad (7)$$

2.2 集中决策条件下物流能力投资分析

在集中决策条件下，港口供应链系统期望利润 π ：

$$\pi = \int_0^{\infty} (p - c_s) \min(K, X) f(x) dx - \varphi K \quad (8)$$

对其求关于 K 的一阶偏导：

$$\frac{\partial \pi}{\partial K} = (p - c_s) [1 - F(K)] - \varphi \quad (9)$$

二阶偏导:

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial K^2} = -(p - c_s) f(K) < 0 \quad (10)$$

得到集中决策条件下的最优能力投资:

$$\bar{K} = \operatorname{argmax} F\left(1 - \frac{\varphi}{p - c_s}\right) \quad (11)$$

港口供应链期望利润为:

$$\bar{\pi} = \int_0^\infty (p - c_s) \min(\bar{K}, X) f(x) dx - \varphi \bar{K} \quad (12)$$

argF(·) 是单调增函数, $1 - \frac{\varphi}{p - c_s} > 1 - \frac{2\varphi}{p - c_s}$, 故

$\bar{K} > \underline{K}$ 。

3 设计关系契约

考察港口企业和港口物流服务提供商双方达成关系契约: 港口企业按自身利润最大化原则, 要求港口物流服务提供商进行物流能力投资 (设投资规模为 K^* , $K^* > \underline{K}$)。同时, 港口企业承诺: 如果物流服务提供商投资 K^* , 并提供 $\min(K^*, X)$ 物流能力服务, 则向其进行转移支付 $B(K^*)$ ($B'(K) > 0, B''(K) < 0$)。为避免可能出现的多重均衡而又不遗漏帕累托占优均衡, 假定合作博弈遵循触发战略规则。港口物流服务提供商的策略选择空间为 (守约: $K = K^*$, 违约: $K \neq K^*$), 港口企业的策略选择空间为 (守约: $B(K^*)$, 违约: $\frac{p + c_s}{2}$

$\min(K^*, X)$)。按触发战略规则, 如果双方都遵守该关系契约, 合作继续; 如果任何一方违背契约, 合作立即终止。在该规则下, 根据式(7), 如果港口物流服务提供商的能力投资 $K \neq K^*$, 则必有 $K = \underline{K}$ 。按照理性经济人假设, 关系契约可自执行的条件是: 博弈双方遵守契约的期望收益应大于等于违背契约的期望利润。

对于港口企业而言, 遵守契约的总期望利润现值为:

$$\frac{1}{1 - \theta} \left(\int_0^\infty p \min(K^*, X) f(x) dx - B(K^*) \right) \quad (13)$$

不遵守契约的总期望利润现值为:

$$\int_0^\infty \frac{p - c_s}{2} \min(K^*, X) f(x) dx + \frac{\theta}{1 - \theta} \pi_p \quad (14)$$

故港口企业愿意遵守契约的条件是:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{1 - \theta} \left(\int_0^\infty p \min(K^*, X) f(x) dx - B(K^*) \right) \\ & \geq \int_0^\infty \frac{p - c_s}{2} \min(K^*, X) f(x) dx + \frac{\theta}{1 - \theta} \pi_p \quad (15) \end{aligned}$$

同样, 物流服务商愿意遵守契约的条件是:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{1 - \theta} \left(B(K^*) - \int_0^\infty c_s \min(K^*, X) f(x) dx - \varphi K^* \right) \\ & \geq \frac{1}{1 - \theta} \pi_s \quad (16) \end{aligned}$$

θ 为贴现因子, $0 < \theta < 1$ 。

4 设计最优关系契约

假设港口企业能够观测到物流服务提供商对物流能力的投资规模。港口供应链最优能力投资问题可表述为:

$$\max_{K, B} \pi = \int_0^\infty (p - c_s) \min(K, X) f(x) dx - \varphi K \quad (17)$$

满足式(15)和式(16)。

对式(17)求关于 K 的一阶偏导, 得到最优能力投资规模:

$$K^* = \operatorname{argmax} F\left(1 - \frac{\varphi}{p - c_s}\right) \quad (18)$$

据此, 构造一个关系契约模型($K^*, B(K^*)$), 满足:

$$K^* = \operatorname{argmax} F\left(1 - \frac{\varphi}{p - c_s}\right) \quad (19)$$

当 $K = K^*$:

$$B(K) = B(K^*) = \int_0^\infty c_s \min(K^*, X) f(x) dx + \varphi K^* + \underline{\pi} \quad (20)$$

当 $K \neq K^*$ (即 $K = \underline{K}$):

$$B(K) = \int_0^\infty \frac{p + c_s}{2} \min(K, X) f(x) dx \quad (21)$$

5 结论

从以上分析中可知, 最优关系契约模型($K^*, B(K^*)$) (其中 $K^* = \operatorname{argmax} F\left(1 - \frac{\varphi}{p - c_s}\right)$) 中的

能力投资规模 K^* 与集中决策条件下的最优能力投资 \bar{K} 相等, 即 $K^* = \bar{K}$ 。因此, 该关系契约可以最大限度地激励港口物流服务提供商进行能力投资, 有效解决了两阶段单周期港口供应链中专用性物流能力投资“套牢”问题以及最优投资问题。

参考文献:

- [1] Williamson O E. The vertical integration of production: Market failure considerations[J]. The American Economic Review, 1971, 61: 112-123.
- [2] Williamson O E. 经济组织的逻辑: 企业制度与市场组织—交易费用经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1996.
- [3] Klein, Crawford, Alchian. Vertical integration, appropriable rents and the competitive contracting process[J]. Journal of Law and Economics, 1978, 21: 297-326.
- [4] Grossman S, Hart O. The costs and benefits of ownership: A theory of lateral and vertical integration [J]. Journal of Political Economy, 1986, 94: 691-719.
- [5] Hart O, Moore J. Property rights and the nature of the firm[J]. Journal of Political Economy, 1990, 98: 1 119-1 158.
- [6] Holmstrom, Roberts. The boundaries of the firm revisited[J]. The Journal of Economic Perspectives, 1998, 12: 73-94.
- [7] Levin J. Relational incentive contracts[J]. American Economic Review, 2003, 93(3): 835-847.
- [8] Baker G, Gibbon R, Murphy K J. Subjective performance measures in optimal incentive contracts[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1994, 109(2): 1 125-1 156.
- [9] Schmidt K M, Schnitzer K. The interaction of explicit and implicit contracts[J]. Economic Letters, 1995, 48: 193-199.
- [10] Baker G, Gibbon R, Murphy K J. Relational contracts and the theory of the firm[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2002(2): 39-84.
- [11] Halonen M. Reputation and the allocation of ownership [J]. The Economic Journal, 2002, 112: 539-558.
- [12] 汤世强, 季建华. 基于关系合约的供应链合作伙伴关系建模及其可自执行性分析[J]. 上海交通大学学报, 2005, 39(3): 479-484.
- [13] 汤世强, 季建华. 解决投资套牢问题的关系合约分析[J]. 工业工程与管理, 2006(2): 32-37.
- [14] Taylor T A, Plambeck E L. Supply chain relationships and contracts: The impact of repeated interaction on capacity investment and procurement[J]. Management Science, 2007, 53(10): 1 577-1 593.
- [15] 吴国栋, 汤世强. 供应链系统专用性投资不足的关系合约算法[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(6): 194-196.
- [4] 杨萌, 黄承逵. 钢纤维与高强砂浆基体粘结性能试验研究[J]. 建筑材料学报, 2004, 7(4): 384-389.
- [5] 宣卫红, 刘建忠, 李骁春, 等. 聚丙烯纤维与水泥砂浆粘结性能试验[J]. 江苏大学学报: 自然科学版, 2010, 31(6): 726-730.
- [6] 李国忠, 宁超, 原海燕, 等. 改性聚丙烯纤维对水泥砂浆力学性能的影响[J]. 建筑材料学报, 2010, 13(2): 135-138.
- [7] 张俊芝, 刘华挺, 王建东, 等. 火成岩纤维水泥砂浆劈裂抗拉与粘结强度增强性能的试验研究[J]. 水力发电学报, 2014, 33(2): 214-220.
- [8] Grdic Z J, Curcic G A T, Ristic N S, et al. Abrasion resistance of concrete micro-reinforced with polypropylene fibers[J]. Constructions and Building Materials, 2012, 27(1): 305-312.
- [9] Hsie M, Tu C, Song P S. Mechanical properties and polypropylene hybrid fiber-reinforced concrete[J]. Materials science and Engineering A, 2008, 494(1): 153-157.
- [10] 黄功学. 聚丙烯纤维混凝土(砂浆)物理力学性能试验研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2005.
- [11] 李博修, 陈勇. 聚丙烯纤维砂浆性能分析[J]. 交通科技与经济, 2009, 11(2): 7-9.
- [12] 罗兴华. 钢纤维水泥砂浆与混凝土界面粘结性能试验研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2009.