

基于价格折扣的供应链预付款融资策略研究^①

王文利^{1,2}, 骆建文²

(1. 上海交通大学安泰经济与管理学院中美物流研究院, 上海 200030;

2. 太原科技大学经济与管理学院, 太原 030024)

摘要: 当供应商面临资金约束时, 通过制造商提供预付款的内部融资模式, 可以缓解供应商资金约束对制造商及供应链利润的影响, 研究了预付款融资模式下供应商和制造商的最优生产和融资决策, 并分析了供应商的自有资金、价格折扣两种因素对供应链融资绩效的影响. 研究发现: 给定价格折扣, 只有当供应商的自有资金量小于一定临界值时, 供应商才会接受预付款融资合同; 如果价格折扣高于一定临界值, 实施预付款融资后, 供应商的生产能恢复到无资金约束下的最优水平, 否则, 只有当供应商的自有资金量超过一定值时, 预付款融资才能使供应商的生产恢复到无资金约束下的最优水平, 并且供应链的绩效不会因供应商的资金约束而受损. 研究的结论能为企业制定预付款融资决策提供参考依据.

关键词: 供应链管理; 资金约束; 预付款融资; 价格折扣

中图分类号: F272.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2014)11-0020-13

0 引言

2005年10月, 当美国最大汽车零部件供应商 Delphi 公司申请破产保护时, 占 Delphi 公司 51% 销售份额的美国通用汽车公司随即发出供应中断预警. 供应商出现资金问题, 会使下游的制造商或经销商面临供应中断风险, 从而影响整个供应链的利益. 由下游企业向供应商提供短期资金援助是一种有效的解决方案, 能实现供应链企业之间的共赢. 现实中主要的操作方式是预付款. 如 2010 年 4 月 12 日, 内存模组制造商威刚科技宣布, 与上游供应商签订预付货款合约, 通过向供应商预付一定数额购料款, 以保证动态随机存取内存及储存型闪存的供应. 美的公司的经销商在淡季会投入一定数量的资金给制造商以获得旺季的进货权, 以淡季付款额的 1.5 倍作为旺季供货额度; 利用这种模式, 美的公司从渠道融资, 吸引经销商的淡季预付款, 缓解资金压力. 此外, 像惠

普等大型制造商在关键零部件上有特许供应商, 他们也会在短期内对这些供应商提供资金援助.

通过预付款融资, 供应商能缓解资金压力, 但下游制造商或经销商则会面临供应商违约的信用风险; 此时, 下游制造商或经销商往往会要求供应商给予一定的价格折扣, 以抵消信用风险可能带来的损失. 那么, 在什么情况下下游企业应该向他们的供应商提供预付款融资, 供应商的价格折扣和自有资金将如何影响预付款融资决策成为本文要研究的问题.

本文考虑一条由一个资金约束的供应商和一个资金充足的制造商组成的两级供应链. 由于市场需求的不确定性以及生产提前期的存在, 供应商必须在需求实现之前组织生产. 制造商有两次订货机会, 第一次是需求实现之前的预订 (pre-book order); 第二次是需求实现之后的即时订货 (at-once order). Cachon^[1] 用 O' Neill 公司的例子

① 收稿日期: 2011-09-27; 修订日期: 2012-11-18.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71072063; 71001063).

作者简介: 王文利(1982—), 男, 湖北钟祥人, 博士, 讲师. Email: wangwenli276@aliyun.com

对这种两次订货模式进行了解释. 本文主要考虑供应商面临资金约束, 无法实现最优的生产量; 此时制造商向供应商提供预订时必须支付货款, 这样不仅可以增加自身的库存量, 而且具有缓解供应商资金约束的融资功能, 本文称为预付款融资; 分析供应商自有资金和价格折扣对预付款融资效率的影响. 研究发现, 给定价格折扣, 只有当供应商的自有资金量小于一定临界值时, 供应商才会接受预付款融资合同; 并且若价格折扣高于一定临界值, 实施预付款融资后供应商的生产总是能恢复到无资金约束下的最优水平, 否则, 只有当供应商的自有资金量超过一定值时, 预付款融资才能让供应商的生产恢复到无资金约束下的最优水平.

1 文献研究

近年来, 已有很多学者研究运营与融资的交叉问题, 如 Buzacott 和 Zhang^[2] 将基于资产的融资引入企业生产和库存决策中, 分析了利率和企业初始资产对银行和企业盈利的影响; Dada 和 Hu^[3] 针对有资金约束的单周期库存决策问题, 研究了风险中性的银行利率决策问题, 研究表明银行设定的利率会随报重初始资产的增加而降低, 并且设计了一个非线性借款合同来协调渠道; 国内很多学者研究了存货质押融资问题, 如李毅学等^[4] 研究了产品价格随机波动时, 银行的最优质押率决策问题; 张钦红等^[5] 研究了存货需求随机波动时, 银行的最优质押率决策问题.

对于供应链中企业的融资问题, 现有的文献主要分两类: 一类是从内部融资, 如下游买方缺乏资金时, 供应商给予交易信用的模式, 研究内容主要包括: 确定最优信用期^[6]、确定信用期给定时的最优订货批量^[7]、最优生产批量^[8]; 对于多方存在资金约束时, Huang^[9] 研究了双层交易信用问题, 即零售商给顾客交易信用, 供应商给零售商交易信用, 提出了基于 EPQ 模型的零售商最优补货决策; Gupta 和 Wang^[10] 研究了随机需求下的交易信用. 也有学者以交易信用作为内生变量与激励工具来研究供应链协调, 如 Luo^[11] 证明了信用期激励机制是一种不等价于数量折扣的一种新的

供应链激励机制. 对于供应商缺乏资金的情况, 有些学者从资金补贴角度进行了分析, Babich^[12] 分析了当供应商出现债务危机时, 制造商向供应商提供财务补贴的融资模式, 研究了制造商的联合能力预订和财务补贴决策.

另一类文献是借助外部融资, 研究如银行融资、交易信用与银行融资的混合模式等, 这方面的研究目前刚刚起步, 主要有: Lai, Debo 和 Sycara^[13] 比较了当供应商和零售商都存在资金约束, 需要向金融机构借款时, 预订模式、寄售模式和混合模式对供应链绩效的影响, 论文从供应商的角度证明了混合模式是最佳的; Lee 和 Rhee^[14] 研究了供应商与零售商均资金不足时, 比较了供应商融资且给予零售商交易信用与零售商直接融资两种模式, 结论表明供应商提供交易信用同时引入回购、收入共享等契约机制, 能够协调供应链; Kouvelis 和 Zhao^[15] 研究了当存在破产成本时, 资金约束的零售商向银行贷款, 其自有资金和抵押物对最优融资和订货决策的影响; Raghavan 和 Mishra^[16] 研究表明, 在制造商和零售商都存在资金约束时, 若银行向制造商提供融资, 那么他也有动机同时向零售商提供融资. 陈祥锋等^[17] 的研究表明当零售商出现资金约束时, 外部融资可为整个供应链创造新价值, 并且资本市场的竞争程度将直接影响零售商、供应商和金融机构的具体决策.

也有学者比较了供应商内部融资与外部融资, Fabbri 和 Menichini^[18] 认为供应商相对于银行来说, 具有信息优势和流动性优势, 因此供应商有动机向具有资金约束的下游企业提供交易信用, 但他更愿意提供有形的原材料, 而非现金; 钟远光等^[19] 比较了无融资服务, 供应链中核心制造商担保下的外部融资服务及核心制造商提供商业信用的内部融资服务下的订货与定价问题.

在预付款方面, 何正文等^[20] 研究了存在预付款时的项目现金流均衡问题; Thangam 研究了存在两层交易信用时, 确定性需求下预付款的最优价格折扣和批量问题; Maiti 等^[21] 研究了随机提前期和价格依赖需求下考虑预付款的库存问题, 并用随机搜索遗传算法进行了求解. 在预订问题上, Cachon^[1] 比较了 Pull 合同、Push 合同和预订折扣合同下供应链的绩效, Dong 和 Zhu^[22] 在此基

基础上进一步提出了 Pareto 改善的方法. Ozer 和 Wei^[23] 比较了提前采购合同和能力预订合同对不对称需求信息预测的影响, 研究表明提前采购加上回购可以协调供应链. 以上文献中无论是预付款还是预订问题的研究, 都没有考虑到供应商存在资金约束时提前支付的融资功能.

综上所述, 目前对供应链融资问题的研究, 多是假设买方企业存在资金约束, 研究供应商向其提出交易信用或通过存货质押等方式向银行借款. 而实践中供应商存在资金约束的情况也很常见, 尤其是当制造商的关键零部件供应商出现资金约束时, 制造商往往会给予一定的经济援助. 本文研究了制造商在面对由于资金问题无法正常生产的供应商时, 采用预付款方式向供应商注入资金, 文章分析了预付款模式下供应商和制造商的最优生产和融资决策, 研究了供应商的自有资金和价格折扣对融资策略及供应链绩效的影响.

2 模型假设

在由单个供应商和单个制造商组成的两级供应链中, 供应商以单位成本 c 生产配件, 制造商将配件加工成产品后以单位价格 p 售出. 不失一般性, 假设制造商的加工成本为 0, 即 p 是扣除加工成本后的净收益. 供应商和制造商都是风险中性的, 产品市场的不确定性需求为 ξ , 需求的概率分布函数为 $F(\cdot)$, 概率密度函数为 $f(\cdot)$. 此外, 假设 $F(\cdot)$ 符合通用失效率递增 (increasing generalized failure rate, IGFR) 性质, 即 $xh(x) = \frac{xf(x)}{1-F(x)}$ 随 x 递增, 这样的假设目的是保证目标函数求解的存在性和唯一性, 详细可参考 Lariviere 和 Porteus^[24]. 很多分布都符合这样的特性, 如对数正态分布、均匀分布、指数分布、韦伯分布等.

假设供应商的自有资金为 B , 考虑制造商为供应商提供的预付款融资模式, 决策顺序为: 1) 给定预付款的价格折扣条款 (r, μ), 制造商确定预付款额 D , 并要求供应商在期末必须保证数量为 $\tau(D) = D(1+r)/w$ 的配件供应, 即供应商在批发价 w 的基础上给予 $1/(1+r)$ 的价格折扣,

$r(0 \leq r < \frac{w-c}{c})$ 称为价格折扣因子, r 越大说明价格折扣越多; 2) 若供应商接受预付款融资, 则确定生产量 $Q(Q \geq \tau(D))$; 3) 需求实现, 制造商采购数量为 $\min(\xi, Q)$ 的配件, 付款额为 $[w \min(\xi, Q) - D(1+r)]^+$. 可以看出, 制造商和供应商是 Stackelberg 博弈的双方, 制造商作为主导者, 其决策变量为预付款额 D ; 供应商为跟随者, 其决策变量为生产量 Q .

通过分析不难看出, 预付款融资模式实际上等价于以下短期借款融资模式: 制造商向供应商提供一笔利率为 r 的短期借款 D , 并要求供应商承诺一个最低生产量 $\tau(D)$, 即生产量 $Q \geq \tau(D)$; 需求实现后, 制造商以单位批发价 w 采购数量为 $\min(\xi, Q)$ 的配件并全额付款, 供应商偿还制造商的借款本息 $D(1+r)$; 若无力偿还, 则制造商获得供应商的全部收入 $w\xi$. 短期借款融资模式在银行与企业之间十分普遍, 但是由于在我国, 按照相应的金融法规, 非金融机构之间从事借贷业务是有限制的, 因此企业之间往往通过预付款融资模式解决资金短缺问题, 预付款模式中的价格折扣因子类似于短期借款融资模式中的利率.

本文假设批发价 w 是外生的, 这在现实中主要适用于以下几种情况: 第一, 在企业里确定批发价和付款模式的可能属于两个不同的部门, 例如批发价可能是由采购部或生产部确定的, 而付款模式可能是由财务部门确定的; 第二, 有些资源稀缺型产品的采购价是由政府确定的, 企业不能自己定价; 第三, 当零售商与供应商签定了长期供应合同时, 在很长一段时间里可以将批发价看作是外生的. 批发价外生的具体解释可参考文献 [22], [23], [25] 等.

本文主要研究制造商与供应商之间的预付款融资模式. 为了专注于分析预付款的融资功能, 假设 $\frac{w-c}{w} \geq \frac{p-w}{p}$, 即上游供应商的利润率高于下游制造商的利润率, 这样的假设是为了保证在供应商无资金约束且不给予价格折扣时, 制造商不会提供预付款. 因为若 $\frac{w-c}{w} < \frac{p-w}{p}$, 即使没有价格折扣, 制造商为了提高供应商的生产量也会向供应商提供预付款, 这样供应商就不会存在

资金约束问题. 现实中, 上游供应商的利润率高于下游企业利润率的情况是很常见的: 以快速消费品为例, 供应商的平均利润率是 18.5%, 零售商的平均利润率在 3% 左右; 2011 年, 商业咨询公司 Alix Partners 发布报告显示, 中国汽车零部件利润率约为 10%, 比整车厂利润率高 2.4 个百分点.

3 预付款融资下的最优决策

3.1 供应商不存在资金约束时的预付款决策

首先考虑供应商不存在资金约束的情况, 给定价格折扣因子 r , 制造商选择提供给供应商的预付款额 D . 若供应商接受预付款, 供应商的期望利润为

$$\begin{aligned} \pi_S(Q) &= E\{D + [w \min(\xi, Q) - D(1 + \eta)]^+ - cQ\} \\ &= (w - c)Q - \int_{\tau(D)}^Q wF(\xi) d\xi - Dr \end{aligned} \quad (1)$$

供应商的最优化问题是在约束条件 $Q \geq \tau(D)$ 下求解上述期望利润最大化, 因此供应商的最优生产量为 $Q^* = \max(Q^N, \tau(D))$, 其中 $Q^N = F^{-1}(1 - \frac{c}{w})$, 称为供应商的经典最优产量. 当制造商的提前付款额 $D < \frac{w}{1+r}Q^N$ 时, 供应商的最优生产量为 Q^N , 此时制造商的最优化问题为

$$\begin{aligned} \max_{D < \frac{w}{1+r}Q^N} \pi_M^{C1}(D) &= E\{p \min(\xi, Q^N) - [w \min(\xi, Q^N) - D(1 + \eta)]^+ - D\} \\ &= (p - w)S(Q^N) - \int_0^{\tau(D)} wF(\xi) d\xi + Dr \end{aligned} \quad (2)$$

其中 $S(Q) = Q - \int_0^Q F(\xi) d\xi$ 表示生产量为 Q 时的期望销量. 对式 (2) 求一阶导, 有 $\pi_M^{C1}(D) = -(1 + r)F(\tau(D)) + r$, 定义 $Q^{C1}(r) = F^{-1}(\frac{r}{1+r})$, 由于 $r < \frac{w-c}{c}$, 有 $Q^{C1}(r) < Q^N$ 恒成立, 此时制造商提供给供应商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C1}(r)$.

当制造商的提前付款额 $D \geq \frac{w}{1+r}Q^N$ 时, 供应商的最优生产量为 $\tau(D)$, 此时制造商的最优化问题为

$$\begin{aligned} \max_{D \geq \frac{w}{1+r}Q^N} \pi_M^{C2}(D) &= E\{p \min(\xi, \tau(D)) - D\} \\ &= pS(\tau(D)) - D \end{aligned} \quad (3)$$

对式 (3) 求一阶导, 有 $\pi_M^{C2}(D) = \frac{p(1+r)}{w}(1 - F(\tau(D))) - 1$, 定义 $Q^{C2}(r) = F^{-1}(1 - \frac{w}{p(1+r)})$, 通过比较以上两种情况, 有如下命题.

命题 1 当供应商不存在资金约束时, 1) $0 \leq r < r_0$, 则制造商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C1}(r)$, 此时供应商的最优生产量为 $Q^* = Q^N$; 2) 若 $r_0 < r < \frac{w-c}{c}$, 则制造商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C2}(r)$, 此时供应商的最优生产量为 $Q^* = Q^{C2}(r) > Q^N$; 3) 若 $r = r_0$, 则制造商选择以上两种最优预付款额时, 其期望利润相同. 其中 $r_0 \in (\frac{w^2 - pc}{pc}, \frac{w-c}{c})$, 且由下式确定

$$(p - w)S(Q^N) + \frac{w}{1+r_0}[r_0Q^{C1}(r_0) + Q^{C2}(r_0)] - w \int_0^{Q^{C1}(r_0)} F(\xi) d\xi - pS(Q^{C2}(r_0)) = 0 \quad (4)$$

证明 当 $0 \leq r \leq \frac{w^2 - pc}{pc}$ 时, 有 $Q^{C2}(r) \leq Q^N$, 因此 $\pi_M^{C2}(D)$ 在 $[\frac{w}{1+r}Q^N, \infty)$ 内随 D 递减, 此时制造商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C1}(r)$, 最优期望利润记为 π_M^{C1*} ; 当 $\frac{w^2 - pc}{pc} < r < \frac{w-c}{c}$ 时, 有 $Q^{C2}(r) > Q^N$, 将制造商的预付款额为 $\frac{w}{1+r}Q^{C2}(r)$ 时的期望利润记为 π_M^{C2*} , 由于 $d\pi_M^{C1*}/dr > 0, d\pi_M^{C2*}/dr > 0$; 又因为当 $r \rightarrow \frac{w^2 - pc}{pc}$ 时, $Q^{C2}(r) \rightarrow Q^N$, 有 $\pi_M^{C1*} > \pi_M^{C2*}$; 当 $r \rightarrow$

$\frac{w-c}{c}$ 时 $Q^{C1}(r) \rightarrow Q^N$, 有 $\pi_M^{C1*} < \pi_M^{C2*}$, 故在 $(\frac{w^2 - pc}{pc}, \frac{w-c}{c})$ 区间存在唯一一点 r_0 , 使得当 $r < r_0$ 时 $\pi_M^{C1*} > \pi_M^{C2*}$, 制造商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C1}(r)$, 此时供应商的最优生产量为 $Q^* = Q^N$; 当 $r > r_0$ 时, 有 $\pi_M^{C1*} < \pi_M^{C2*}$, 制造商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C2}(r)$, 此时供应商的最优生产量为 $Q^* = Q^{C2}(r)$; 当 $r = r_0$ 时, 有 $\pi_M^{C1*} = \pi_M^{C2*}$, 制造商选择最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C1}(r)$ 和 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C2}(r)$ 时, 其期望利润相同. 证毕.

从命题 1 可以看出, 当供应商不存在资金约束时, 存在着价格折扣的临界值, 使得当价格折扣低于这一临界值时, 制造商的最优预付款使得预订量 $\tau(D^*)$ 会小于供应商的经典最优产量, 此时供应商的最优生产量等于自己的经典最优产量; 当价格折扣高于这一临界值时, 制造商的最优预付款使得预订量 $\tau(D^*)$ 会大于供应商的经典最优产量, 此时供应商的最优生产量等于制造商的预订量 $\tau(D^*)$, 即大于自己的经典最优产量.

假设供应商可以自己设定价格折扣, 供应商需要在制造商确定预付款额之前确定最优的价格折扣因子 r , 此时有如下推论.

推论 1 当供应商不存在资金约束时, 如果供应商可以自己设定预付款的价格折扣, 则 1) 若批发价满足 $w^E(1+r_0) \leq w \leq w_0$, 供应商的最优价格折扣因子为 $r^* = \frac{w-w^E}{w^E}$; 2) 否则, 供应商的最优价格折扣因子为 $r^* = 0$. 其中 w^E 满足 $w^E [1 - F^{-1}(1 - \frac{w^E}{p}) h(F^{-1}(1 - \frac{w^E}{p}))] = c$; w_0 满足 $w_0 S(Q^N(w_0)) - cQ^N(w_0) = (w^E - c) F^{-1}(1 - \frac{w^E}{p})$.

证明 若 $0 \leq r < r_0$, 根据命题 1, 制造商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C1}(r)$, 供应商的最优生产量为 $Q^* = Q^N$, 因此供应商的期望利润函

数为 $\pi_S^{C1}(r) = wS(Q^N) - cQ^N - w \frac{r}{1+r} Q^{C1}(r) + w \int_0^{Q^{C1}(r)} F(\xi) d\xi$, 对其求关于 r 的一阶导, 有 $\pi_S^{C1}(r) = -\frac{1}{(1+r)^2} w Q^{C1}(r) < 0$, 即供应商的期望利润随价格折扣的增加而减少. 若 $r_0 < r < \frac{w-c}{c}$, 根据命题 1, 制造商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{C2}(r)$, 供应商的最优生产量为 $Q^* = Q^{C2}(r)$, 因此供应商的期望利润函数为 $\pi_S^{C2}(r) = (\frac{w}{1+r} - c) Q^{C2}(r)$. 不难看出, 供应商的期望利润函数与不存在预订机会时供应商的期望利润函数一致. 根据 Cachon^[1] 易得, 供应商的最优价格折扣满足 $r^* = \frac{w-w^E}{w^E}$, 其中 w^E 满足 $w^E [1 - F^{-1}(1 - \frac{w^E}{p}) h(F^{-1}(1 - \frac{w^E}{p}))] = c$. 当 $w < w^E(1+r_0)$ 时, $\pi_S^{C2}(r)$ 在 $(r_0, \frac{w-c}{c})$ 递减, 则供应商的最优预付款价格折扣满足 $r^* = 0$. 当 $w > w^E(1+r_0)$ 时, $\pi_S^{C2}(r)$ 在 $(r_0, \frac{w-c}{c})$ 是单峰函数且在 $r = \frac{w-w^E}{w^E}$ 处取得最大值; 由于 $\pi_S^{C1}(0)$ 随 w 递增, 此时若 $w < w_0$, 有 $\pi_S^{C1}(0) < \pi_S^{C2}(\frac{w-w^E}{w^E})$, 则供应商的最优预付款价格折扣满足 $r^* = \frac{w-w^E}{w^E}$, 若 $w > w_0$, 有 $\pi_S^{C1}(0) > \pi_S^{C2}(\frac{w-w^E}{w^E})$, 则供应商的最优预付款价格折扣满足 $r^* = 0$. 证毕.

从推论 1 可以看出, 当供应商不存在资金约束时, 若供应商能进行价格折扣决策, 则在批发价太高或太低时, 供应商都不会给预付款任何价格折扣, 制造商也不会向供应商提供预付款, 此时供应商的最优生产量为 Q^N . 否则, 供应商会利用价格折扣将预付款的批发价变为 w^E , 吸引制造商的预订, 然后生产出制造商的预订量 $F^{-1}(1 - \frac{w^E}{p})$.

3.2 供应商存在资金约束时的预付款决策

下面考虑供应商存在资金约束的情况. 由命题 1, 若价格折扣满足 $r_0 \leq r < \frac{w-c}{c}$, 制造商会提

供预付款使得供应商的生产大于 Q^N , 即此时供应商的资金约束问题可以忽略. 若价格折扣满足 $0 \leq r < r_0$, 制造商的预付款使得供应商的生产不会超过 Q^N . 此时, 给定制造商的预付款额 D , 若供应商接受预付款融资, 其最优化问题是在约束条件 $\tau(D) \leq Q \leq Q(D)$ 下求解式 (1) 中的期望利润最大化, 其中 $Q(D) = \frac{D+B}{c}$ 为供应商最多可能生产的配件; 求解得出供应商的最优产量为 $Q^* = \min(Q^N, Q(D))$. 由于此时的供应商产量不会超过 Q^N , 因此制造商不会提供超过 $cQ^N - B$ 的预付款. 又由于制造商提供预付款实际上承担了一定的库存风险, 他不会提供超过供应商安排生产所需要的资金量, 因此其最优预付款额是使得供应商刚好生产 $Q(D)$. 需求实现后, 若需求量大于 $\tau(D)$, 则制造商需要以单位批发价 w 采购额外需求 $[\min(\xi, Q(D)) - \tau(D)]^+$ 的配件. 制造商的期望利润函数为

$$\begin{aligned} \pi_M(D) &= E\{p \min(\xi, Q(D)) - w[\min(\xi, Q(D)) - \tau(D)]^+ - D\} \\ &= (p-w)S(Q(D)) - \int_0^{\tau(D)} wF(\xi) d\xi + Dr \end{aligned} \quad (5)$$

式 (5) 中的第一项是当供应商的生产量为 $Q(D)$ 时制造商的期望净收益, 第二项是当实现的需求量小于 $\tau(D)$ 时的期望损失, 第三项是制造商提供预付款得到的价格折扣的节约值, 类似于制造商向供应商借款时获得的利息. 根据前面的分析, 此时制造商的最优化问题需要满足约束 $D \leq cQ^N - B$. 对制造商的期望利润函数求一阶导, 有

$$\begin{aligned} \phi(D) = \pi'_M(D) &= \frac{p-w}{c}[1 - F(Q(D))] - (1+r)F(\tau(D)) + r \end{aligned} \quad (6)$$

为了比较制造商的最优预付款额与 $cQ^N - B$ 的关系, 定义供应商自有资金的临界值 \hat{B} 满足 $\phi(cQ^N - B)|_{B=\hat{B}} = 0$, 于是有

$$(1+r)F(\tau(cQ^N - \hat{B})) - r = \frac{p-w}{w} \quad (7)$$

从下文命题 2 可以看出, 若价格折扣较小, 只有当供应商的自有资金达到此临界值时, 制造商的最优预付款额才会达到 $cQ^N - B$, 此时供应商的

生产才能恢复到无资金约束下的最优水平.

命题 2 当供应商存在资金约束时, 假设供应商接受预付款融资, 1) 若 $r_0 \leq r < \frac{w-c}{c}$, 制造

商的最优预付款额为 $D^* = \frac{w}{1+r}Q^{c2}(r)$, 供应商的最优生产量为 $Q^* = Q^{c2}(r) > Q^N$; 2) 若 $0 \leq r < r_0$, 当 $B \geq \hat{B}$ 时, 制造商的最优预付款额为 $D^* = cQ^N - B$, 供应商的最优产量为 $Q^* = Q^N$; 当 $0 \leq B < \hat{B}$ 时, 制造商的最优预付款额为 $D^* = D_0 < cQ^N - B$, 供应商的最优产量为 $Q^* = Q(D_0) < Q^N$. 其中 D_0 满足

$$(p-w)[1 - F(Q(D_0))] = c(1+r)F(\tau(D_0)) - cr \quad (8)$$

并且, 任意给定 r , D_0 随 B 递减, $Q(D_0)$ 随 B 递增.

证明 令 D_0 为 $\phi(D_0) = 0$ 的解, 由于 $\pi''_M(D) < 0$, 即 $\pi_M(D)$ 为凹函数, 因此在约束 $D \leq cQ^N - B$ 下, 制造商的最优预付款额为 $D^* = \min(cQ^N - B, D_0)$. 又因为 $\phi(D)$ 是减函数, 且 $\phi(D_0) = 0$, 因此, 当 $\phi(cQ^N - B) \geq 0$, 即 $B \geq \hat{B}$ 时, $D_0 \geq cQ^N - B$, 制造商的最优预付款额为 $D^* = cQ^N - B$, 供应商的最优产量为 $Q^* = Q^N$; 当 $\phi(cQ^N - B) < 0$, 即 $0 \leq B < \hat{B}$ 时, $D_0 < cQ^N - B$, 制造商的最优预付款额为 $D^* = D_0$, 供应商的最优产量为 $Q^* = Q(D_0)$. 给定 r , 对于式 (8), 用隐函数定理, 容易证明 $\frac{dD_0}{dB} < 0$, $\frac{dQ(D_0)}{dB} > 0$. 证毕.

从命题 2 可以看出, 供应商存在资金约束时, 假设供应商接受预付款融资, 若价格折扣比较大, 供应商的资金约束可以忽略, 制造商的预付款能够使供应商的生产恢复到无资金约束下的最优水平, 并且高于供应商的经典最优产量. 若价格折扣比较小, 供应商无资金约束下的最优产量等于其经典最优产量, 此时只有供应商具有一定规模的自有资金, 供应商才能将生产恢复到此最优产量. 当 $p \geq 2w$ 时, 不存在使得式 (7) 成立的 \hat{B} , 即当制造商的利润率非常高时 (大于 100%), 无论供应商的初始资金多么少, 预付款融资总是可以使生产恢复到无资金约束下的最优水平. 当预付款融资使得供应商的生产不能恢复到无资金约束

下的最优水平时 给定价格折扣 供应商的自有资金越多 制造商给供应商的预付款额就越少 但供应商实现的生产量却越多.

4 预付款融资对各企业的价值

4.1 预付款融资对供应商的价值

前面本文假设供应商在面临资金约束时会接受预付款融资 在此基础上分析了供应商的最优生产决策和制造商的最优预付款决策. 然而由于制造商在提供预付款融资时 会要求供应商提供一定的价格折扣 这样会降低供应商的利润. 因此 如果价格折扣太多 供应商不一定会接受预付款融资. 本节主要研究资金约束的供应商接受预付款融资的条件.

将供应商接受预付款时的期望利润与拒绝预付款时的期望利润之差 $v_s(B, r) = \pi_s(Q(D^*)) - \pi_s^c$ 表示为预付款融资对于供应商的价值 其中 $\pi_s^c = wS(\frac{B}{c}) - B$ 表示供应商拒绝预付款时的期望利润. 当 $r_0 \leq r < \frac{w-c}{c}$ 时 预付款融资对供应商的价值为

$$v_s(B, r) = (\frac{w}{1+r} - c) Q^2(r) - wS(\frac{B}{c}) + B \tag{9}$$

当 $0 \leq r < r_0$ 时 预付款融资对供应商的价值为

$$v_s(B, r) = (w - c) \frac{D^*}{c} - \int_{\frac{B}{c}}^{Q(D^*)} wF(\xi) d\xi + \int_0^{\tau(D^*)} wF(\xi) d\xi - D^* r \tag{10}$$

只有当 $v_s(B, r) \geq 0$ 时 供应商才会接受预付款融资. 于是有如下命题.

命题 3 任意给定 $0 \leq r < \frac{w-c}{c}$ 在 $[0, B_0)$ 上存在着唯一的 B 使得 $v_s(\underline{B}, r) = 0$ 当且仅当 $0 \leq B \leq \underline{B}$ 时 供应商会接受预付款融资. 其中 B_0 满足

$$\frac{w}{c} [1 - F(\frac{B_0}{c})] = (1+r) [1 - F(\tau(cQ^N - B_0))] \tag{11}$$

并且 $\hat{B} < B_0 < cQ^N$.

证明 1) 当 $r_0 \leq r < \frac{w-c}{c}$ 时 根据式(9) 很显然 $\frac{\partial v_s(B, r)}{\partial B} < 0$ 成立 即任意给定 r 存在着唯一的 \underline{B} 使得 $v_s(\underline{B}, r)$ 当且仅当 $0 \leq B \leq \underline{B}$ 时 供应商会接受合同.

2) 当 $0 \leq r < r_0$ 时 由式(10) 根据积分中值定理 在 $[\tau(D^*), \frac{D^*}{c}]$ 上存在一点 θ 使得 $v_s(0, r) = (w - c) \frac{D^*}{c} - \int_{\tau(D^*)}^{\frac{D^*}{c}} wF(\xi) d\xi - D^* r = (\frac{w-c}{c} - r) D^* (1 - F(\theta)) \geq 0$. 对式(10) 求关于 B 的偏导数 有 $\frac{\partial v_s(B, r)}{\partial B} = [\frac{w}{c}(1 - F(Q(D^*))) - (1+r)(1 - F(\tau(D^*)))] \frac{\partial D^*}{\partial B} - \frac{w}{c} [F(Q(D^*)) - F(\frac{B}{c})]$. 当 $0 \leq B < \hat{B}$ 时 $D^* = D_0$ 由式(10) 有 $\frac{\partial v_s(B, r)}{\partial B} = [\frac{w}{c}(1 - F(Q(D_0))) - 1] \frac{\partial D_0}{\partial B} - \frac{w}{c} [F(Q(D_0)) - F(\frac{B}{c})]$ 因为 $Q(D_0) \leq Q^N$ 所以 $\frac{w}{c}(1 - F(Q(D_0))) - 1 \geq \frac{w}{c} - 1 > 0$. 又因为 $\frac{\partial D_0}{\partial B} < 0$ 故 $\frac{\partial v_s(B, r)}{\partial B} < 0$. 当 $B \geq \hat{B}$ 时 $D^* = cQ^N - B$ 此时 $Q^* = Q^N$ 因此 $\frac{\partial v_s(B, r)}{\partial B} = -\frac{w}{c} [1 - F(\frac{B}{c})] + (1+r) [1 - F(\tau(cQ^N - B))]$ 容易看出 $\frac{\partial^2 v_s(B, r)}{\partial B^2} > 0$ 即 $\frac{\partial v_s(B, r)}{\partial B}$ 随 B 递增. 由于 $\frac{\partial v_s(B, r)}{\partial B} \Big|_{B=cQ^N} = r > 0$ 故在 $[\hat{B}, cQ^N]$ 之间存在一点 B_0 使得 $\frac{\partial v_s(B, r)}{\partial B} \Big|_{B=B_0} = 0$. 由于 $v_s(cQ^N, r) = 0$ 故 $v_s(B_0, r) < 0$. 又由于 $v_s(0, r) \geq 0$ 故在 $[0, B_0)$ 上存在着唯一的 \underline{B} 使得 $v_s(\underline{B}, r) = 0$ 当且仅当 $0 \leq B \leq \underline{B}$ 时 $v_s(B, r) \geq 0$. 证毕.

从命题 3 可以看出 给定价格折扣 当供应商的自有资金量小于一定的临界值时 他才会接受预付款融资合同; 当供应商的自有资金量大于此临界值时 预付款融资所得的利润将不足以弥补

价格折扣所带来的损失,此时供应商会拒绝预付款融资合同. 当没有价格折扣,即时,资金约束的供应商一定会接受预付款融资合同.

4.2 预付款融资对制造商的价值

同样地,当供应商面临资金约束时,将制造商提供预付款时的期望利润与不提供预付款时的期望利润之差 $v_M(B, r) = \pi_M(D^*) - \pi_M^c$ 表示为预付款融资对于制造商的价值,其中 $\pi_M^c = (p - w) S(\frac{B}{c})$ 表示制造商不提供预付款时的期望利润. 当 $r_0 \leq r < \frac{w-c}{c}$ 时,预付款融资对制造商的价值为

$$v_M(B, r) = pS(Q^{c2}(r)) - \frac{w}{1+r}Q^{c2}(r) - (p-w)S(\frac{B}{c}) \quad (12)$$

当 $0 \leq r < r_0$ 时,预付款融资对制造的价值为

$$v_M(B, r) = (p-w)S(Q(D^*)) - \int_0^{\tau(D^*)} wF(\xi) d\xi + D^*r - (p-w)S(\frac{B}{c}) \quad (13)$$

命题 4 $v_M(B, r)$ 随供应商自有资金 B 递减,随价格折扣因子 r 递增.

证明 当 $r_0 \leq r < \frac{w-c}{c}$ 时,有 $\frac{\partial v_M(B, r)}{\partial B} = -\frac{p-w}{c}[1 - F(\frac{B}{c})] < 0$, $\frac{\partial v_M(B, r)}{\partial r} = \frac{w}{(1+r)^2}Q^{c2}(r) > 0$. 当 $0 \leq r < r_0$ 时,若 $0 \leq B < \hat{B}$, 制造商的最优预付款额为 $D^* = D_0$, 有 $\frac{\partial v_M(B, r)}{\partial B} = \frac{p-w}{c}[F(\frac{B}{c}) - F(Q(D_0))] < 0$, $\frac{\partial v_M(B, r)}{\partial r} = D[1 - F(\tau(D_0))] > 0$; 若 $\hat{B} \leq B < cQ^N$, 制造商的最优预付款额为 $D^* = cQ^N - B$, 有 $\frac{\partial v_M(B, r)}{\partial B} = (1+r)F(\tau(cQ^N - B)) - r - \frac{p-w}{c}[1 - F(\frac{B}{c})] < \frac{p-w}{c}[F(\frac{B}{c}) - F(Q(D_0))] < 0$, $\frac{\partial v_M(B, r)}{\partial r} = (cQ^N - B)[1 - F(\tau(cQ^N - B))] > 0$. 因此,对于所有的 B , $v_M(B, r)$ 随 B 递减,随 r 递增. 证毕.

从命题 4 可以看出,对于制造商来说,当供应商的自有资金越小时,预付款融资对制造商的价

值越大,这是因为此时若不提供预付款融资,制造商的生产受配件供应不足的影响将会很大,预付款的价值就更加明显;而当供应商的自有资金越大时,制造商的生产受配件供应不足的影响不会很大,预付款的价值就不明显.同时,价格折扣越大,预付款的价值也会越大,这是因为对于制造商来说,预付款不仅具有融资功能,而且有降低采购成本的功能.

5 价格折扣与自有资金对预付款融资效率的影响

任何情况下,给定供应商的生产量 Q ,供应链的总期望利润都为

$$\pi(Q) = (p-c)Q - \int_0^Q pF(\xi) d\xi \quad (14)$$

由于供应链的总期望利润关于 Q 是凹函数,并且在 $Q = F^{-1}(1 - \frac{c}{p})$ 处取得最大值,而任何情况下供应商的生产量都不会超过 $F^{-1}(1 - \frac{c}{p})$,因此可以用供应商的生产量来衡量供应链的绩效,生产量越多供应链绩效越高.预付款融资下,若价格折扣满足 $r_0 \leq r < \frac{w-c}{c}$,只要供应商接受预付款,供应商的生产量总是会大于其经典最优产量;若价格折扣满足 $0 \leq r < r_0$,制造商的预付款使得供应商的生产不会超过 Q^N ,令 $\pi^N = (p-c)Q^N - \int_0^{Q^N} pF(\xi) d\xi$ 表示此时供应链无资金约束下的最优利润.因此可以得到如下命题.

命题 5 当 $Q^* > Q^N$ 时, $\pi^* > \pi^N$; 当 $Q^* = Q^N$ 时, $\pi^* = \pi^N$; 当 $Q^* < Q^N$ 时, $\pi^* < \pi^N$,且 π^* 随 Q^* 递增.

从命题 5 可以看出,供应链的绩效随供应商生产量的增加而增加,当预付款融资使得供应商的生产量高于其经典最优产量时,供应链的绩效也会受益.根据命题 1,这出现在当价格折扣满足 $r_0 \leq r < \frac{w-c}{c}$ 时;而当价格折扣满足 $0 \leq r < r_0$ 时,根据命题 2,若供应商的自有资金小于 \hat{B} ,供应商的生产无法恢复到无资金约束下的最优水平,供应链的绩效会因为供应商的资金约束而受损,

且供应商实现的产量越小,供应链绩效受损越严重;若供应商的自有资金大于 \hat{B} ,供应商的生产恢复到无资金约束下的最优水平,供应链的绩效不受供应商资金约束的影响。

为了进一步分析当价格折扣满足 $0 \leq r < r_0$ 时,预付款融资对资金约束供应商最优生产量的影响,本文先给出引理 1,再由此推出命题 6。

引理 1 当 $\tau(cQ^N - \hat{B})h(\tau(cQ^N - \hat{B})) < 1$ 时, \hat{B} 随 r 递减,反之 \hat{B} 随 r 递增;同样地,当 $\tau(cQ^N - B_0)h(\tau(cQ^N - B_0)) < 1$ 时, B_0 随 r 递减,反之 B_0 随 r 递增。

证明 对于式(7),用隐函数定理,有 $\frac{d\hat{B}}{dr} = -\frac{1}{A} [1 - F(\tau(cQ^N - \hat{B}))][1 - \tau(cQ^N - \hat{B})h(\tau(cQ^N - \hat{B}))]$,其中 $A = \frac{(1+r)^2}{w} f(\tau(cQ^N - \hat{B})) > 0$,故当 $\tau(cQ^N - \hat{B})h(\tau(cQ^N - \hat{B})) < 1$ 时 \hat{B} 随 r 递减,反之 \hat{B} 随 r 递增。对于式(11),用隐函数定理,有 $\frac{dB_0}{dr} = -\frac{1}{J} [1 - F(\tau(cQ^N - B_0))][1 - \tau(cQ^N - B_0)h(\tau(cQ^N - B_0))]$ 其中 $J = \frac{(1+r)^2}{w} f(\tau(cQ^N - B_0)) + \frac{w}{c^2} f(\frac{B_0}{c}) > 0$,故当 $\tau(cQ^N - B_0)h(\tau(cQ^N - B_0)) < 1$ 时 B_0 随 r 递减,反之 B_0 随 r 递增。证毕。

命题 6 令 \tilde{Q} 满足 $\tilde{Q}h(\tilde{Q}) = 1$,当供应商接受预付款融资时,1)若 $cQ^N \geq w\tilde{Q}$,一定能将生产恢复到无资金约束下的最优水平;2)若 $cQ^N < w\tilde{Q}$,任意给定 $B > \hat{B}(0)$,一定能将生产恢复到无资金约束下的最优水平;任意给定 $B \leq \hat{B}(0)$,在 $[0, \frac{w\tilde{Q}}{cQ^N} - 1)$ 上存在一点 r_- ,使得当且仅当 $r \geq r_-$ 时,才能将生产恢复到无资金约束下的最优水平,其中 r_- 满足 $c(1+r_-)F(\tau(cQ^N - B)) - cr_- = (p - w) \frac{c}{w}$ 。

证明 任意给定 B ,令 $\tilde{r} = \frac{w\tilde{Q}}{cQ^N - B} - 1$,即满足 $\frac{(cQ^N - B)(1+\tilde{r})}{w} h(\frac{(cQ^N - B)(1+\tilde{r})}{w}) = 1$;

同样地,任意给定 r ,令 $\tilde{B} = cQ^N - \frac{w\tilde{Q}}{1+r}$,即满足

$$\frac{(cQ^N - \tilde{B})(1+r)}{w} h(\frac{(cQ^N - \tilde{B})(1+r)}{w}) = 1.$$

令 $B_1 = cQ^N - c\tilde{Q}$,即满足 $(Q^N - \frac{B_1}{c})h(Q^N - \frac{B_1}{c}) =$

1,有 $B_1 < cQ^N$. 令 $B_2 = cQ^N - w\tilde{Q}$,即满足

$$\frac{cQ^N - B_2}{w} h(\frac{cQ^N - B_2}{w}) = 1.$$

同样地,令 $r_1 = \frac{w\tilde{Q}}{cQ^N} - 1$,即满足 $\frac{cQ^N(1+r_1)}{w} h(\frac{cQ^N(1+r_1)}{w}) = 1$ 。

因为当 $r = \frac{w-c}{c}$ 时,式(7)的左边为 $wF(Q^N - \frac{\hat{B}}{c}) - w + c \leq wF(Q^N) - w + c = 0$,因此不存在使得式(7)成立的 \hat{B} ,即预付款融资总是可以使供应商将生产恢复到无资金约束下的最优水平。根据引理 1,若存在使得 $\tau(cQ^N - \hat{B})h(\tau(cQ^N - \hat{B})) > 1$ 成立的 \hat{B} ,因为 \hat{B} 随 r 递增,则当 $r = \frac{w-c}{c}$ 时,在 $(0, B_1)$ 上一定存在着使式(7)成立的 \hat{B} ,与前述矛盾,故不存在使得 $\tau(cQ^N - \hat{B})h(\tau(cQ^N - \hat{B})) > 1$ 成立的 \hat{B} 。由于 $F(\cdot)$ 是单调递增函数,故给定 r ,最多只有一个 \hat{B} 与之对应。当 $cQ^N \geq w\tilde{Q}$ 时,有 $B_2 \geq 0, r_1 \leq 0$,因此,若 $\hat{B}(0) > 0$,一定存在使得 $\tau(cQ^N - \hat{B})h(\tau(cQ^N - \hat{B})) > 0$ 成立的 \hat{B} ,与前述矛盾,故 $\hat{B}(0) \leq 0$ 恒成立。此时,只要供应商接受预付款融资,一定能将生产恢复到无资金约束下的最优水平。当 $cQ^N < w\tilde{Q}$ 时,根据命题 2 和引理 1,命题得证。

Lariviere^[26] 给出了供应商的经典最优产量的通用失效率大于 1 的经济解释,即需求关于价格是富有弹性的。从命题 6 可以看出,若 $cQ^N \geq w\tilde{Q}$,只要供应商接受预付款融资合同,一定能将生产恢复到无资金约束下的最优水平;此时,需求关于价格是富有弹性的,且供应商的利润率越高,弹性越大。若 $cQ^N < w\tilde{Q}$,只有当价格折扣和供应商自有资金都很高时,融资才能将生产恢复到无资金约束下的最优水平;此时,需求关于价格可以

是缺乏弹性的,也可以是富有弹性的,但弹性不能超过一定的上限,且供应商的利润率越低,此上限

就越低. 图 1 和图 2 表示了不同情况下供应商自有资金与价格折扣对预付款融资效率的影响.

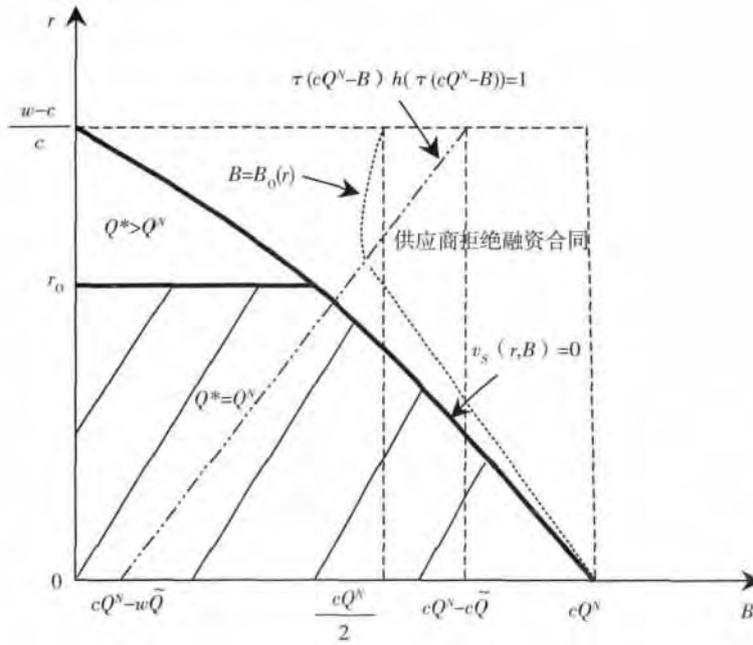


图 1 当 $cQ^N \geq w\tilde{Q}$ 时 r 与 B 对预付款融资的影响

Fig. 1 The impact of r and B on advance payment financing when $cQ^N \geq w\tilde{Q}$

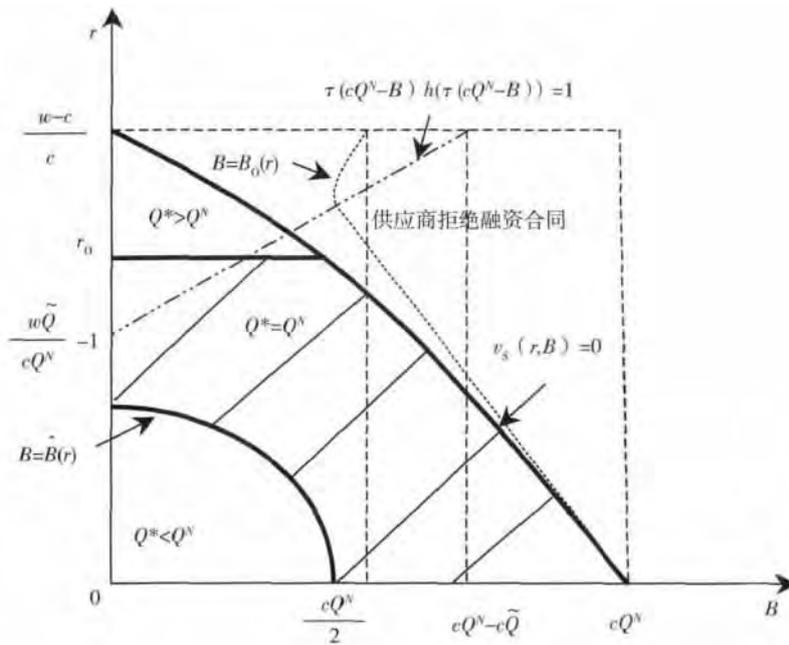


图 2 当 $cQ^N < w\tilde{Q}$ 时 r 与 B 对预付款融资的影响

Fig. 2 The impact of r and B on advance payment financing when $cQ^N < w\tilde{Q}$

图 1 和图 2 中对角曲线上的点表示预付款融资对供应商的价值为 0, 对角曲线右上方表示供

应商会拒绝预付款融资合同, 对角曲线左下方阴影部分表示预付款融资可以让供应商的生产恢复

到无资金约束下的最优水平,即生产量等于经典最优生产量 Q^N . 阴影部分上方区域表示预付款融资使得供应商的生产高于其经典最优产量,即生产量大于 Q^N ,这是因为供应商的自有资金太少,使得他能够接受高价格折扣的预付款融资,而由于价格折扣高,制造商就有动力增加预订量以获得更多的期望收入. 图 1 中 $cQ^N \geq w\tilde{Q}$ 成立,此时只要供应商接受预付款融资合同,供应商的生产一定能恢复到无资金约束下的最优水平,即供应链的绩效不会因为供应商的资金约束而受影响. 图 2 中 $cQ^N < w\tilde{Q}$ 成立,此时若供应商的自有资金很小且预付款的价格折扣也很小,制造商预付款的积极性会受到影响,这是因为制造商提供预付款会替供应商承担一定的库存风险,若供应商的自有资金少,说明制造商需要承担的库存风险多,如果没有较多的价格折扣作为补偿,预付款融资无法使得供应商的生产恢复到无资金约束下的最优水平,因此供应链的绩效也会受到影响. 此外,在图 1 和图 2 中包含着 $Q^N > 2\tilde{Q}$,此时 $B_0(r)$ 分两段,当 r 较小时 $B_0(r)$ 随 r 递减;当 r 较大时, $B_0(r)$ 随 r 递增. 但是 $Q^N < 2\tilde{Q}$ 也是可能的,此时无论 r 是多少 $B_0(r)$ 都会随 r 递减,这种情况下也分 $cQ^N \geq w\tilde{Q}$ 和 $cQ^N < w\tilde{Q}$ 两种可能,所得到的图形分别与图 1 和图 2 类似;同样 $Q^N < \tilde{Q}$ 也是可能成立的,此时无论 r 是多少 $B_0(r)$ 都会随 r 递减,得到的图形与图 2 类似.

6 结束语

当供应商存在资金约束时,下游的制造商将面临供应中断风险. 资金约束不仅影响了供应商

的产量,而且影响了制造商和供应链的利润. 本文研究了制造商在面临资金约束的供应商时,采取预付款融资模式帮助供应商组织生产,解决资金不足问题. 现实中,制造商在提供预付款融资时,往往要求他们的供应商给予一定的价格折扣,因此,本文分析了供应商的自有资金与价格折扣对供应链融资绩效的影响. 通过比较无资金约束和有资金约束下预付款融资效率,研究发现当供应商存在资金约束时,给定价格折扣,只有当供应商的自有资金量小于一定临界值时,供应商才会接受预付款融资合同;如果价格折扣高于一定临界值,实施预付款融资后,供应商的生产量会高于其经典最优产量,否则,只有当供应商的自有资金量超过一定临界值时,预付款融资才能让供应商的生产恢复到无资金约束下的最优水平. 此外,研究还发现当需求关于价格的弹性很高时,只要供应商接受预付款融资合同,一定能将生产恢复到无资金约束下的最优水平,否则只有当价格折扣和供应商自有资金都很高时,融资才能使供应商的生产恢复到无资金约束下的最优水平.

本文中假设供应商的生产成本和自有资金对于制造商来说是公有信息,这在供应商和制造商有长期合作关系时是可能存在的,进一步的研究可以假设供应商在合作中可能会隐藏自己真实的成本和自有资金信息,在不对称信息下,研究制造商如何通过设计带激励的预付款融资合同来缓解供应商资金约束对自身利益的影响. 此外,本文中假设制造商只能从一个供应商处采购产品,但实际中,制造商可能会花费额外的成本去寻找替代供应商,而不是向原来的供应商提供预付款融资,在存在替代供应商前提下分析预付款融资策略,也是本文进一步的研究方向.

参 考 文 献:

- [1] Cachon G P. The allocation of inventory risk in a supply chain: Push, pull, and advance-purchase discount contracts [J]. *Management Science*, 2004, 50(2): 222 - 238.
- [2] Buzacott J A, Zhang R Q. Inventory management with asset-based financing [J]. *Management Science*, 2004, 50(9): 1274 - 1292.
- [3] Dada M, Hu Q H. Financing newsvendor inventory [J]. *Operations Research Letters*, 2008, 36: 569 - 573.

- [4]李毅学,冯耕中,徐 渝. 价格随机波动下存货质押融资业务质押率研究[J]. 系统工程理论与实践,2007,27(12):42-48.
Li Yixue, Feng Gengzhong, Xu Yu. Research on loan-to-value ratio of inventory financing under randomly-fluctuant price [J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2007, 27(12): 42-48. (in Chinese)
- [5]张钦红,赵泉午. 需求随机时的存货质押贷款质押率决策研究[J]. 中国管理科学,2010,18(5):21-27.
Zhang Qinrong, Zhao Quanwu. Research on loan-to-value ratio of inventory financing when demand is stochastic [J]. Chinese Journal of Management Science, 2010, 18(5): 21-27. (in Chinese)
- [6]Abad P L, Jaggi C K. A joint approach for setting unit price and the length of the credit period for a seller when end demand is price sensitive [J]. International Journal Production Economics, 2003, 83: 115-122.
- [7]Goyal S K. Economic order quantity under conditions of permissible delay in payments [J]. Journal of the Operational Research Society, 1985, 36: 335-338.
- [8]Chung K J, Huang Y F. The optimal cycle time for EPQ inventory model under permissible delay in payments [J]. International Journal of Production Economics, 2003, 84: 307-318.
- [9]Huang Y F. Optimal retailer's replenishment decisions in the EPQ model under two levels of trade credit policy [J]. European Journal of Operational Research, 2007, 176: 1577-1591.
- [10]Gupta D, Wang L. A stochastic inventory model with trade credit [J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2009, 11(4): 4-18.
- [11]Luo J W. Buyer-vendor inventory coordination with credit period incentives [J]. International Journal of Production Economics, 2007, 108(1-2): 143-152.
- [12]Babich V. Independence of capacity ordering and financial subsidies to risky suppliers [J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2010, 12(4): 583-607.
- [13]Lai G M, Debo L G, Sycara K. Sharing inventory risk in supply chain: The implication of financial constraint [J]. Omega, 2009, 37(4): 811-825.
- [14]Lee C H, Rhee B D. Coordination contracts in the presence of positive inventory financing costs [J]. International Journal of Production Economics, 2010, 124(2): 331-339.
- [15]Kouvelis P, Zhao W. The newsvendor problem and price-only contract when bankruptcy costs exist [J]. Production and Operations Management, 2011, 20(6): 921-936.
- [16]Raghavan N R, Mishra V K. Short-term financing in a cash-constrained supply chain [J]. International Journal of Production Economics, 2011, 134(2): 407-412.
- [17]陈祥锋,朱道立,应雯珺. 资金约束与供应链中的融资和运营综合决策研究[J]. 管理科学学报,2008,11(3):70-77.
Chen Xiangfeng, Zhu Daoli, Ying Wenjun. Financial and operation decisions in budget-constrained supply chain [J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(3): 70-77. (in Chinese)
- [18]Fabbri D, Menichini A C. Trade credit, collateral liquidation, and borrowing constraints [J]. Journal of Financial Economics, 2010, 96: 413-432.
- [19]钟远光,周永务,李柏勋,等. 供应链融资模式下零售商的订货与定价研究[J]. 管理科学学报,2011,14(6):57-67.
Zhong Yuanguang, Zhou Yongwu, Li Boxun, et al. The retailer's optimal ordering and pricing policies with supply chain financing [J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 14(6): 57-67. (in Chinese)
- [20]何正文,刘人境,徐 渝. 基于现金流均衡目标的多模式项目调度问题研究[J]. 管理工程学报,2011,25(2):124-130.
He Zhengwen, Liu Renjing, Xu Yu. Multi-mode project scheduling problems with cash flow balanced objectives [J]. Journal of Industrial Engineering/Engineering Management, 2011, 25(2): 124-130. (in Chinese)
- [21]Maiti A K, Maiti M K, Maiti M. Inventory model with stochastic lead-time and price dependent demand incorporating advance payment [J]. Applied Mathematical Modelling, 2009, 33(5): 2433-2443.

- [22] Dong L, Zhu K. Two-wholesale-price contracts: Push, pull and advance-purchase discount contract [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2007, 9(3): 291–311.
- [23] Ozer O, Wei W. Strategic commitments for an optimal capacity decision under asymmetric forecast information [J]. *Management Science*, 2006, 52(8): 1238–1257.
- [24] Lariviere M A, Porteus E L. Selling to the newsvendor: An analysis of price-only contracts [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2001, 3(4): 293–305.
- [25] Dong Lingxiu, Rudi N. Who benefits from transshipment? Exogenous vs. endogenous wholesale prices [J]. *Management Science*, 2004, 50(5): 645–657.
- [26] Lariviere M A. A note on probability distributions with increasing generalized failure rates [J]. *Operations Research*, 2006, 54(3): 602–604.

Advance payment financing strategies of supply chains based on price discount

WANG Wen-li^{1 2}, LUO Jian-wen²

1. Sino-US Global Logistics Institute, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China;
2. School of Economics and Management, Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan 030024, China

Abstract: Advance payment financing, provided by the manufacturer to his supplier, can be used to reduce the manufacturer's and the supply chain's profit losses resulted from the supplier's capital constraints. We study the optimal operational and financial strategies of the advance payment financing mode and analyze the impact of the supplier's initial capital and price discount rate on the supply chain's performance. It is shown that given the price discount rate, the supplier would accept the advance payment financing contract if and only if his initial capital is smaller than a threshold value. If the price discount rate is higher than a critical value, the advance payment financing can restore the supplier's production to the level without capital constraint; otherwise, the advance payment financing can restore the supplier's production to the level without capital constraint and the supply chain's performance will not be affected by the supplier's capital constraints only if the supplier's initial capital is larger than a threshold value. These results can be used for reference when firm managers make advance payment decisions.

Key words: supply chain management; capital constraints; advance payment financing; price discount