

CNKI数字图书馆全文数据库收录

China Journal
of Enterprise
Operations Research
[2008(1)]

中国运筹学会 主编
企业运筹学分会

中国企业运筹学



电子科技大学出版社

F279.23/194
:2008(1)
2008

中国企业运筹学

中国运筹学会 主编
企业运筹学分会

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国企业运筹学. 2008 / 中国运筹学会企业运筹学分会主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2008. 4
ISBN 978-7-81114-784-1

I. 中… II. 中… III. 运筹学—应用—企业管理—中国—2008—文集 IV. F279.23-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第034157号

中国企业运筹学

中国运筹学会
企业运筹学分会 主编

出版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 谢应成
责任编辑: 谢应成
主页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发行: 新华书店经销
印刷: 四川省地质矿产局测绘队印刷厂
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 13 字数 400千字
版次: 2008年4月第一版
印次: 2008年4月第一次印刷
书号: ISBN 978-7-81114-784-1
定价: 40.00元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

目 录

管理科学

不确定性市场需求环境下企业资源策略研究	观金娣 徐 渝 (1)
无风险利率对基于期权的组合保险效果的影响	王婉秋 曾 勇 (8)
物流配送路径优化的双目标模糊规划模型与算法研究	

.....	蒋忠中 盛 莹 汪定伟 袁 媛 (14)
-------	----------------------

系统时滞对个体激励有效性的影响——系统动力学模型研究	方 茜 (23)
----------------------------------	----------

被保险人影响出险损失规模道德风险的财产保险定价研究	徐运保 田益祥 朱 冬 (29)
---------------------------------	------------------

Some Remarks on“Analysis of Production Systems when Run Length

Influences Product Quality”	K. N. F. LEUNG (36)
-----------------------------------	---------------------

知识型员工的一种模糊评价与选择方法	陈 希 康 峰 樊治平 (40)
-------------------------	------------------

两类单机双目标分批排序问题研究	焦峰亮 曹志刚 张玉忠 (47)
-----------------------	------------------

基于突变级数法的软件公司外包服务供应商综合评价研究	范群林 李 桃 吴花平 (52)
---------------------------------	------------------

不完全契约的成因、风险及其应对机制	周智敏 黄玉杰 (56)
-------------------------	--------------

基于成本控制的煎盘车间工序能力指数研究	许 彦 方守娟 (60)
---------------------------	--------------

复合更新风险模型生存概率局部估计解	张永青 赵明清 (67)
-------------------------	--------------

一种模糊判断矩阵满意 一致性判定的新方法	王继彬 李甜甜 (72)
----------------------------	--------------

语言判断矩阵解决决策问题的新方法	张智刚 李继乾 赵成元 (77)
------------------------	------------------

周期性支付的多模式 Max-npv 项目调度问题研究	周 楷 何正文 (81)
----------------------------------	--------------

求解一类两阶段随机凸二次规划问题的水平方法	刘敬生 周长银 (89)
-----------------------------	--------------

鲁棒线性规划	李玉强 贺国平 (96)
--------------	--------------

基于亏值研究的三元序链优化新方法	王 晶 李星梅 乞建勋 (101)
------------------------	-------------------

一种具有多种形式信息的多目标指派方法	徐 皓 刘 洋 姜广田 (108)
--------------------------	-------------------

具有不同偏好形式关联信息的项目合作风险因素识别方法	索玮岚 冯 博 樊治平 (114)
---------------------------------	-------------------

突发性毒气泄漏危害事故预警系统研究	张梦瑶 夏 曦 崔晋川 李晓亚 李 颖 (120)
-------------------------	---------------------------

企业内各利益主体的博弈分析	姚龙景 杨学津 (127)
---------------------	---------------

运筹学在企业协同设计平台研究中的应用	郑 波 袁著燕 (133)
--------------------------	---------------

运筹学与最优化	孙 国 任建峰 苗翠霞 (141)
---------------	-------------------

线性规划单纯形法的改进与教学	申卯兴 宁振民 郝彩丽 (146)
----------------------	-------------------

电子商务

WEB 数据挖掘在 CRM 中的应用	卞步喜 王咏梅 (152)
--------------------------	---------------

浅谈 ERP 在企业知识管理中的应用	郭丽丽 石 纯 (156)
--------------------------	---------------

经济论坛

基于政府绩效评估的行政问责制的初探	王元琰	杨宇轩 (160)
山东省大中型企业自主创新能力绩效评价研究	杨学津	(163)
薪酬制度的激励作用	李言世	任建峰 (169)
电力金融市场与发电投资中的实物期权	刘 彬	蔡 强 (175)
国有商业银行不良贷款的博弈分析	李 俊	应益荣 (188)
我国中小型会计师事务所发展方向和战略研究	肖 艳	(193)
大学生就业难的原因分析与对策	李言世	任建峰 孙 国 (198)

不确定性市场需求环境下企业资源策略研究

观金娣 徐 渝

(西安交通大学管理学院, 陕西 西安 710049)

摘 要: 在市场需求不确定时, 引入企业固定订货成本, 研究当供应商存在价格差异及供货能力约束时, 单周期内供应商数量的选择以及订货量的优化。

关键词: 企业资源策略; 固定成本; 订货量; 采购管理

1 引言

Burke^[1]指出, 企业资源策略由三个关键决策描述: A. 该企业选择供应商的基本评判标准; B. 针对某一具体生产活动而言, 企业选择供应商的评判标准 (即 A 的子集); C. 向选定的各供应商的分别订货数量。企业资源策略既属于采购与供应管理范畴, 又是供应链管理的内容。

采购活动是企业资源的输入过程, 对企业的增值至关重要^[2]。Hendricks 和 Singhal^[3]观测到, 供应环节中出现的问題导致企业股东的平均收益在 90 天之内下降了 12%, 验证了采购与供应管理的不完善导致企业绩效下降和企业市场价值减小的规律。

企业资源策略中针对某一具体生产活动应该选择的供应商的数量问题, 不论是在客户关系管理领域还是在采购供应管理领域, 一直都是争议的论题。争论焦点集中于单一供应源好还是多供应源好。主张单一供应源的学者^{[4][5][6][7][8]}的主要理由是: 与供应商关系稳定, 供应中断风险大大降低, 而且订货数量的稳定使供应商的价格降低; 多供应源的研究主要应用在多供应商环境下使用建立数学模型进行解析分析的方法研究供应商的选择及订货量^{[9][10]}, 持多供应商策略好观点的基本理由是: 与多个供应商合作使供应中断、风险降低, 而且供应商之间的竞争会使商品价格下降。

然而, 企业与供应商交易时发生的成本是影响供应商数量选择的重要部分, 但是以往的研究基本不涉及。

为研究方便, 固定订货成本可以简化为采购成本以外的隐含成本, 指从寻找贸易伙伴、谈判到商业合同的签订与实施整个环节的费用支出。企业的供应商数量是影响固定成本的一个显著因素。与企业建立采购关系的供应商数量越多, 企业在谈判、供应商管理等内容上付出的成本增加越多; 对新供应商提供的产品的质量测试、技术投资、设备器械购置、培训等费用增加越多; 多供应商会带来较多的生产调度问题、产品合格率的波动等。

本文研究在市场需求不确定环境中, 考虑企业固定订货成本时, 企业资源策略中的供应商数量以及订货量的优化问题, 以使企业在采购-销售运作过程中获得最大利益。

2 基本假设及使用符号

现实中的普遍情况是供应商之间存在差异, 包括供应单价、供应能力、供应商的产品完好率等等。当考虑固定成本时, 采购决策是一个供应商数量和订货量的组合优化问题。问题研究的困难在于, 只有确定了最优订货量才能确定目标函数最优值, 而最优订货量又与所选择的供应商数量相联系, 供应商数量则又直接影响固定订货成本。所以, 要求得最优供应商数量及最优订货量的解析解非常困难。

潜在的备选供应商数量在一般情况下都被认为是“合理”的, 即假设供应商数量是有限的。本文研究当两个供应商的供货价格、供货能力存在差异时, 有固定成本的企业如何作出采购策略。

所使用的符号如下:

$f(x)$: 市场需求的概率密度函数

$F(x)$: 市场需求的分布函数

p : 企业向供应链下游企业的卖出单价

s : 缺货惩罚单价, 即在供不应求时, 单位缺货向下游需求企业的赔偿

v : 处理单价, 即在供大于求的情况下, 企业对单位剩余产品的处理价格

c_i : 订货单价, $i=1, 2$, 且 $c_1 < c_2$

y_i : 供应商 i 的供货能力

$C_0(N_i)$: 向 i 个供应商订货时的固定订货成本

s_i : 供应商 i

q_i : 向供应商 i 的订货量

q_i^* : 向供应商 i 的最优订货量

Q_2^* : 向两个供应商订货时的最优订货量

$C_N(Q)$: 向 N 个供应商订货时的可变订货成本

$S_N(Q)$: 订货量为 Q 时的销售收入

$R_N(Q)$: 订货量为 Q 时的期望销售利润

$E\left[\prod_N(Q)\right]$: 向 N 个供应商订货 Q 时的期望利润

在一个周期内, 生产企业面临的下游需求为不确定性需求, 其概率密度是 $f(x)$, 企业向需求市场卖出产品的单价是 p , 此价格由企业及市场需求本身决定。企业向其上游供应商以订货单价 c_i 进货, $c_i < p$ 。若订货量多于市场需求, 企业将剩余产品以单价 v 处理, 处理价格低于进货价格, 即企业每多一件订货, 损失 $c_i - v$; 若订货量不能满足市场需求, 每一件缺货企业要向下需求企业赔 s 。当企业向第 i 个供应商订货 q_i ($q_i > 0$) 时, 固定订货成本增加 $C_0(i) - C_0(i-1)$ 。固定成本是供应商数量的增函数, 且固定成本的增加量随着供应商数量的增加而减小。

供应商的选择受各供应商能够供应的完好产品数量影响, 由于采购企业只支付“完好”产品, 次品以进价退还供应商, 所以对两个供应商的供货环境, 不妨将其提供的完好产品数量假设为供应商的最大供货能力, 即简化了产品完好率的影响。这样, 生产企业需要做出的选择是: 两供应商的供货单价不同、供货能力不同时的采购决策, 使效益期望最大。

3 模型构建

由上一节假设可知, 企业的利润为:

$$\text{利润} = \text{销售收入} - \text{可变订货成本} - \text{固定成本}$$

其中, 销售收入函数为:

$$S_N(\sum q_i) = \begin{cases} px + v(\sum q_i - x) & \sum q_i > x \\ p\sum q_i - s(x - \sum q_i) & \sum q_i < x \end{cases} \quad (3-1)$$

销售收入期望:

$$\begin{aligned} ES_N(\sum q_i) &= \int_{\sum q_i}^{\infty} [p\sum q_i - s(x - \sum q_i)] f(x) dx + \int_{-\infty}^{\sum q_i} [px + v(\sum q_i - x)] f(x) dx \\ &= (p-v)\mu + v\sum q_i + (p+s-v) \int_{\sum q_i}^{\infty} (\sum q_i - x) f(x) dx \end{aligned} \quad (3-2)$$

其中, 推导过程利用 $\int_Q^{+\infty} xf(x)dx = \mu - \int_{-\infty}^Q xf(x)dx$

可变订货成本: $C_N(\sum q_i) = c \sum q_i$, 只与订货量 $\sum q_i$ 有关, 与 N 无关。

固定订货成本: 当只选择一个供应商时, 固定成本是 $C_0(N_1)$; 当选择两个供应商时, 固定成本是 $C_0(N_2)$, 其增加量为 $C_0(N_2) - C_0(N_1) < C_0(N_1)$ 。

综上所述, 企业的期望利润模型可由如下的非线性规则描述:

$$\begin{aligned} \max E[\Pi(s_i, q_i)] &= (p-v)\mu - \sum c_i q_i + v \sum q_i + (p+s-v) \int_{\sum q_i}^{+\infty} (\sum q_i - x) f(x) dx - C_0(N_i) \\ \text{s.t.} \begin{cases} q_i \geq 0 \\ q_i \leq y_i \\ i = 1, 2 \end{cases} \end{aligned} \quad (3-3)$$

其中, $(p-v)\mu + v \sum q_i + (p+s-v) \int_{\sum q_i}^{+\infty} (\sum q_i - x) f(x) dx$ 是期望销售收入部分, $\sum c_i q_i$ 是可变订货成本, $C_0(N_i)$

为选择 i 个供应商的固定订货成本。订货量为大于等于零且小于等于供应商供货能力的整数。

4 模型分析及求解

模型 (3-3) 中, 令

$$R(s_i, q_i) = (p-v)\mu - \sum c_i q_i + v \sum q_i + (p+s-v) \int_{\sum q_i}^{+\infty} (\sum q_i - x) f(x) dx \quad (3-4)$$

对 $R(s_i, q_i)$ 求 $\sum q_i$ 的一阶导数和二阶导数, 得:

$$\frac{dR(s_i, q_i)}{d(\sum q_i)} = -(c_i - v) + (p+s-v) \left(1 - \int_0^{\sum q_i} f(x) dx \right) \quad (3-5)$$

$$\frac{d^2 R(s_i, q_i)}{d(\sum q_i)^2} = -(p+s-v) f(\sum q_i) \quad (3-6)$$

由 $\frac{d^2 R(s_i, q_i)}{d(\sum q_i)^2} = -(p+s-v) f(\sum q_i) < 0$ 得: $R(s_i, q_i)$ 是 $\sum q_i$ 的严格凹函数, 由凹函数的性质, 当 $\frac{dR(s_i, q_i)}{d(\sum q_i)} = 0$

时, $R(s_i, q_i)$ 取得极大值。

当式 (3-5) 等于零时, 最优订货量应满足:

$$F(\sum q_i^*) = \frac{p+s-c_i}{p+s-v} \quad (3-7)$$

由于 $c_1 < c_2$, 得 $q_1^* > q_2^*$ 。

当不考虑供货能力约束时, 选择第一个供应商与选择第二个供应商企业利润期望的最大值分别由式 (3-8) 和式 (3-9) 表示:

$$E[\Pi(s_1, q_1^*)] = -s\mu + (p+s-v) \int_0^{q_1^*} xf(x) dx - C_0(N_1) \quad (3-8)$$

$$E[\Pi(s_2, q_2^*)] = -s\mu + (p+s-v) \int_0^{q_2^*} xf(x) dx - C_0(N_1) \quad (3-9)$$

比较可得:

$$E[\Pi(s_1, q_1^*)] > E[\Pi(s_2, q_2^*)] \quad (3-10)$$

由于 $R(s_i, q_i)$ 受订货量影响, $C_0(N_i)$ 只与供应商数量有关。模型 (3-3) 的求解思路是: 固定成本随供应商数量增多而增大, 当向新供应商多订货带来的收益没有固定成本的变化显著时, 为了利润最大化的目标, 不会选择发展新的供应商。一般情况下, 订货数量远远大于供应商数量。所以, 可通过分段比较方法, 求解模型 (3-3)。

供货能力对供应商选择的影响分析

当 $y_1 > q_1^*$ 时, 企业的最优决策是: 只选 s_1 , 订货量为 q_1^* , 此时的利润是 $E[\prod(s_1, q_1^*)]$ 。

当 $q_2^* \leq y_1 \leq q_1^*$ 时, 企业的最优决策是: 只选 s_1 , 订货量为 y_1 , 此时的利润是:

$$E[\prod(s_1, y_1)] = -s\mu + (p + s - v)y_1 \left[F(q_1^*) - F(y_1) + \int_0^{y_1} xf(x)dx \right] - C_0(N_1)$$

当 $y_1 \leq q_2^*$ 时, 如果选择 s_2 , 固定订货成本随着供应商数量的增加而增加为 $C_0(N_2)$, 其增加值为: $C_0(N_2) - C_0(N_1)$, 记 $\Delta C_0 = C_0(N_2) - C_0(N_1)$ 。

假设 $y_1 + y_1 \geq q_2^*$, 即市场中存在的两个供应商, 总供货能力能够满足此背景下“最小”的采购数量要求。以下研究价格低的供应商供货能力的变化对生产企业选择的供应商数量以及选择哪个供应商的影响。

随着 y_1 的减小, 企业仅从 s_1 订货的收益减小。如果发展第二个供应商 s_2 , 企业的固定成本增加 ΔC_0 。

选择 $s_1 + s_2$ 时, 企业的期望销售收益表达式为:

$$R(s_1 + s_2, Q_2^*) = -s\mu + (p + s - v) \int_0^{Q_2^*} xf(x)dx + (c_2 - c_1)y_1 \quad (3-11)$$

$R(s_1 + s_2, Q_2^*)$ 如图 3-1 中的线段 AB 所示。线段 A_0B 是 $R(s_1, y_1)$ 的切线, 推导的主要过程如下:

由式 (3-5) 得:

$$\frac{dR(s_1, y_1)}{dy_1} = -(c_1 - v) + (p + s - v) \left(1 - \int_0^{y_1} f(x)dx \right) \quad (3-12)$$

把 $y_1 = q_2^*$ 且 $F(q_2^*) = \frac{p+s-c_2}{p+s-v}$ 代入式 (3-12) 得:

$$\left. \frac{dR(s_1, y_1)}{dy_1} \right|_{y_1 = q_2^*} = c_2 - c_1$$

所以 $R(s_1, y_1)$ 在 $y_1 = q_2^*$ 点的切线斜率是 $c_2 - c_1$ 。

图 3-1 中, 线段 A_0B 的斜率由 $\frac{E[\prod(s_1, q_2^*)] - E[\prod(s_2, q_2^*)]}{q_2^*}$ 确定:

$$\frac{E[\prod(s_1, q_2^*)] - E[\prod(s_2, q_2^*)]}{q_2^*} = \frac{\left[-s\mu + (p + s - v) \int_0^{q_2^*} xf(x)dx + (c_2 - c_1)q_2^* \right] - \left[-s\mu + (p + s - v) \int_0^{q_2^*} xf(x)dx \right]}{q_2^*} = c_2 - c_1$$

随着 y_1 的减小, 企业选择 s_2 的条件是:

$$R(s_1 + s_2, Q_2^*) - R(s_1, y_1) > \Delta C_0 \quad (3-13)$$

图 3-1 中可将式 (3-13) 直观地表示成线段 CD 的长度大于线段 C_1C_2 的长度; 图中的 y_a 点表示 y_1 的临界值, 即: 当 $y_1 \geq y_a$ 时, 不选择 s_2 。

将式 (3-4) 及 (3-11) 代入不等式 (3-13), 经计算整理可得:

$$\int_0^{y_a} y_a f(x)dx - F(Q_2^*)y_a + \int_{y_a}^{Q_2^*} xf(x)dx \leq \frac{\Delta C_0}{p + s - v} \quad (3-13)$$

随着 y_1 的继续减小, 企业有可能只选择 s_2 而舍去 s_1 。于是, 由供应能力 y_1 带给企业的效益增长已不能“抵

消”企业因增加一个供应商而多付出的固定成本。此时，令 y_b 表示向 s_2 的最大订货量，则当 $y_1 \leq q_2^* - y_b$ 时，企业将不再选择 s_1 。在图 3-1 中可以直观地表示成：线段 EF 的长度小于线段 C_1C_2 的长度时，企业将不再选择 s_1 ，此时的 y_b 点，就是 $y_1 \leq q_2^* - y_b$ 的临界值。

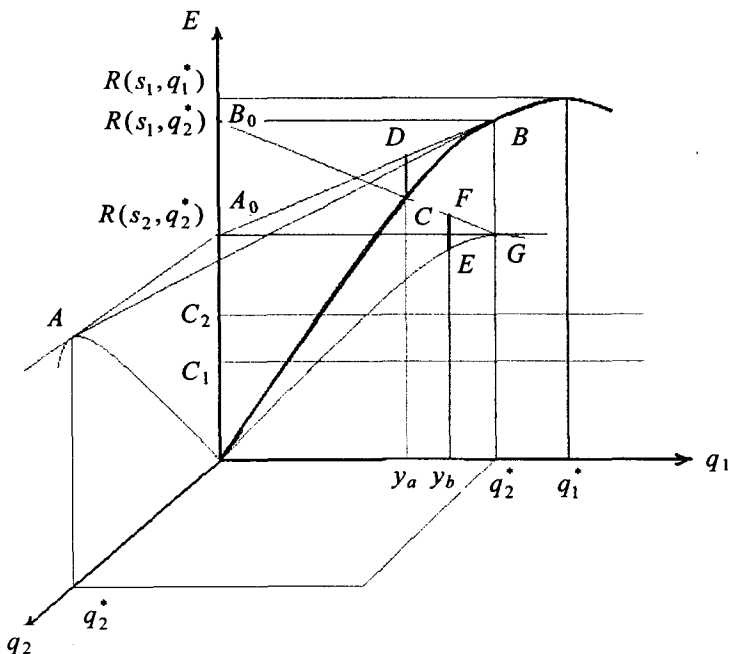


图 3-1 两供应商环境中企业收益、固定成本及订货量示意图

令图 3-1 中的 B_0G 为函数 $R'(s_1 + s_2, Q_2^*)$ ，则

$$R'(s_1 + s_2, y_b) = -s\mu + (p + s - v) \int_0^{Q_2^*} xf(x)dx + (c_2 - c_1)(Q_2^* - y_b) \quad (3-14)$$

企业不再选择 s_1 的条件是：

$$R'(s_1 + s_2, y_b) - R(s_2, y_b) < \Delta C_0 \quad (3-15)$$

将式 (3-4) 及式 (3-14) 代入不等式 (3-15)，经计算整理，可得：

$$-y_b F(q_1^*) + \int_0^{y_b} y_b f(x)dx + \int_{y_b}^{Q_2^*} xf(x)dx \leq \frac{\Delta C_0}{p + s - v} - \frac{c_2 - c_1}{p + s - v} \quad (3-15')$$

当不等式 (3-15') 取等号时，求得 y_b 的值。当 $y_1 \leq q_2^* - y_b$ 时，企业只选择 s_2 。

综上：

(1) 当 $y_1 > y_a$ 时， y_a 由不等式 (3-13) 确定；生产企业只选择供应商 s_1 ，不选择 s_2 ；最优订货量为 $\min\{y_1, q_1^*\}$ ， q_1^* 由公式 $F(q_1^*) = \frac{p + s - c_1}{p + s - v}$ 确定；企业的收益最大值为： $\min\{E[\Pi(s_1, y_1)], E[\Pi(s_1, q_1^*)]\}$ 。

(2) 当 $q_2^* - y_b < y_1 < y_a$ 时， y_a 由不等式 (3-13) 确定， y_b 由不等式 (3-15) 确定；生产企业选择两个供应商；向 s_1 的订货量为 y_1 ，向 s_2 的订货量为 $q_2^* - y_1$ ， $F(q_2^*) = \frac{p + s - c_2}{p + s - v}$ ；企业的收益最大值为：

$$R(s_1 + s_2, q_2^*) = -s\mu + (p + s - v) \int_0^{q_2^*} xf(x)dx + (c_2 - c_1)y_1。$$

(3) 当 $y_1 \leq q_2^* - y_b$ 时， y_a 由不等式 (3-13) 确定；生产企业只选择供应商 s_2 ，不选择 s_1 ；最优订货量

为 $\min\{y_2, q_2^*\}$, q_2^* 由公式 $F(q_2^*) = \frac{p+s-c_2}{p+s-v}$ 确定; 企业的收益最大值为:
 $\min\{E[\prod(s_2, y_2)], E[\prod(s_2, q_2^*)]\}$ 。

5 结论

在需求不确定的市场环境中, 由于供需关系产生的损失处理及缺货惩罚的存在, 市场需求预测越精确, 在采购-供应的过程中的不确定性就越小, 企业的收益期望就越大, 也利于对上游供应商的选择。

由于固定订货成本的存在, 当已有供应商的供应能力不能满足采购需求时, 企业要做出“是否多发展供应商”的决策。本文在两供应商存在供货价格差异及供应能力约束条件下, 建立两供应商选择的混合整数非线性规划模型, 通过分段比较方法, 得到影响决策的各参数数学关系, 并对模型进行求解。

若向新供应商多订货带来的收益没有固定成本的变化显著时, 为了利润最大化的目标, 不会选择发展新的供应商, 但企业会损失市场占有率。此时, 企业可改善自身结构形式, 降低固定订货成本或降低供应商增加产生的规模效益。当进货单价降低, 供应商的供货完好率提高或者供应商供应能力提高时, 都会增加企业的收益。企业可以通过长期合作、固定订货等方法, 使供应商降低价格; 也可帮助供应商改进生产设备、进行技术革新, 提高供应商的产品完好率和供应能力。当企业规模较小或市场需求量较小时, 企业不再面临供应商选择数量难题。如果由企业自身特点决定的固定成本随供应商数量变化而不发生显著变化的情况下, 供应商的供货能力不影响供应商数量选择。这也解释了为什么一些较小规模的供应商不会被淘汰的原因。

参考文献

- [1] Burke G, Vakharia A. Single versus multiple supplier sourcing strategies [J]. EJOR 182, 2007. 95-112
- [2] Porter M. Competitive Advantage [Z]. New York: The Free Press, 1985, 38-40
- [3] Hendricks K, Singhal V. What is SCM worth? [J]. IIE Solution, 2001, 33 (2) : 12
- [4] Spekman R.E. Strategic supplier selection: Understanding long-term buyer relationships [J]. Business Horizon, 1988, July-August
- [5] Pilling B. K., Zhang L. Cooperative exchange: Rewards and risks[J]. International Journal of Purchasing Materials Management, 1992, 28 (Spring) : 2-9
- [6] Bozarth C., Handfield R., Das A. Stages of global sourcing strategy evolution: An exploratory study[J]. Journal of Operations Management, 1998, 16 (2-3) : 241-255
- [7] Bhote K. Supply Management: How to make US Suppliers Competitive[Z]. New York: American Management Association, 1987
- [8] McCutcheon D., Stuart F.I. Issues in the choice of supplier alliance partners[J]. Journal of Operations Management 2000, 18 (3) : 279-301
- [9] Kelle P., Silver E.A. Decreasing expected shortages through order splitting[J]. Engineering Costs and Production Economics, 1990, 19: 351-357
- [10] Agrawal N., Nahmias S. Rationalization of the supplier base in the presence of yield uncertainty [J]. Production and Operations Management, 1997, 6 (3) : 291-308

Sourcing Strategies under Uncertainty Demand

GUAN Jin-di XU Yu

(School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: We analyze the rationalization of the supplier base and the optimal order quantity under uncertainty demand for single period and single product, in presence of fixed costs, supplier capacities, product prices and reliability.

Keywords: sourcing strategy; fixed costs; order quantity; purchasing

无风险利率对基于期权的组合保险效果的影响

王婉秋 曾 勇

(电子科技大学经济与管理学院, 四川 成都 610054)

摘 要: 理论上, 无风险利率的不同取值会影响采用 OBPI 策略进行组合保险的效果。考虑到采用组合保险策略的投资主体是机构投资者, 本文使用机构投资者所能获得的三种主要利率, 包括银行活期存款利率、银行同业间拆借利率以及银行间债券回购利率来分别计算采用 OBPI 策略的组合保险价值并进行比对。实证研究发现: (1) 对于采用 OBPI 策略的组合保险, 在任何无风险利率下, 其在下跌市场中的保险效果均好于上涨市场中的保险效果。(2) 对于能获取多种无风险利率的机构投资者, 选用数值越大的无风险利率得到的 OBPI 保险效果越好。

关键词: 投资组合保险; 基于期权的组合保险; 无风险利率

随着我国金融市场的发展和金融创新的加快, 金融机构推出了一系列创新型的金融产品, 例如, 2003 年 6 月南方基金管理公司推出了我国第一只保本型基金——南方避险增值基金。此后银华保本、万家保本等 4 只保本基金相继成立。这些保本基金诞生的社会环境非常相似, 都是处于银行存款利率持续走低、股市前景不明朗、投资者投资意愿低迷的环境下, 市场急需能够规避市场风险、兼顾保值增值的新型投资产品。保本基金, 顾名思义就是保证到期投资者本金的安全, 而保本基金的投资正是通过复杂的投资组合保险策略来实现的。

基于在股票市场低迷时期为投资组合配置保险的想法, Hayne E. Leland 和 Mark Rubinstein 结合了 Myron Scholes, Fisher Black 以及 Robert C. Merton 于 1973 年提出的期权定价理论, 在 1981 年正式提出投资组合保险策略。经过 20 多年的发展, 组合保险策略从操作的层面可以分为两类: 一类是基于 Black-Scholes 期权定价公式的以期权为基础的投资组合保险 OBPI (Option-Based Portfolio Insurance), 如欧式保护性卖权 (Protective Put) 策略和复制性卖权 (Synthetic Put); 另一种是基于投资者的风险偏好及承受能力, 设定一些简单的参数而形成的组合保险策略, 如 Black, Jones 和 Perold (1987) 提出的固定比例投资组合保险策略 CPPI (Constant Proportion Portfolio Insurance), Estep 和 Kritzman (1988) 提出的时间不变投资组合保险策略 TIPI (Time Invariable Portfolio Insurance) 等。

目前, 国内外的研究主要是针对投资组合保险策略的基本原理、波动率的估算方法以及不同保险策略的比较, 而鲜有考虑无风险利率对组合保险效果的影响。本文重点探讨在考虑交易成本下, 作为 OBPI 策略重要参数之一的无风险利率的取值对组合保险效果的影响。

1 基于期权的组合保险策略简介

根据期权的性质, 投资组合保险策略可以通过持有风险资产并购买一份以此风险资产组合为标的的卖出期权来实现, 但由于在市场上可能没有以这个组合为标的物的卖出期权, 因此, 投资组合保险技术的核心思想就在于利用 Black-Scholes 公式复制出所需要的卖出期权作为替代物, 称为复制性卖权 (Synthetic Put)。

Black 和 Scholes (1973 年) 假设股票价格服从几何布朗运动, 在一个无套利的分析框架下给出了欧式期权连续价格的定价模型, 即:

$$c = S_t N(d_1) - Xe^{-r_f T} N(d_2) \quad (1-1)$$

$$p = Xe^{-r_f T} N(-d_2) - S_t N(-d_1) \quad (1-2)$$

公式中,

$$d_1 = \frac{\ln(S_t / X) + (r_f + \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_t / X) + (r_f - \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

上述公式中各参数的金融学含义为: S_t 是 t 时刻股票价格; X 是期权的执行价格; r_f 是连续复利下的年化的无风险利率; T 是年化的期权的到期时间; σ 是股票价格的波动率。

在 Black-Scholes 模型框架内, 还假定市场无摩擦 (即无交易成本和税收)、资产无限可分、无卖空限制、可以相同的无风险连续复利 r_f 借贷。

由以上卖出期权公式, 对于一个分散化的证券组合, 如果能估计出相关的参数 (例如组合的波动率、无风险利率等), 就能用 Black-Scholes 公式及其变形来复制所需要的卖出期权 (以欧式卖出期权为例)。复制卖出期权的含义就是构造证券组合的空头加上无风险证券的多头的组合。这样, 具有保险功能的证券投资组合为:

$$\begin{aligned} S_t + p &= S_t + Xe^{-r_f T} N(-d_2) - S_t N(-d_1) \\ &= S_t [1 - N(-d_1)] + Xe^{-r_f T} N(-d_2) \\ &= S_t N(d_1) + Xe^{-r_f T} N(-d_2) \end{aligned} \quad (1-3)$$

因此, 组合证券保险策略就是将一部分资金投资于分散化的证券组合, 另一部分资金投资于无风险证券, 且投资于分散化的证券组合的资金比例为:

$$w_t = \frac{S_t N(d_1)}{S_t N(d_1) + Xe^{-r_f T} N(-d_2)} \quad (1-4)$$

由于 w_t 要随着时间的变化而不断进行动态调整, 所以这一基于复制性卖权的 OBPI (Option-Based Portfolio Insurance) 策略是一种动态套期保值策略。

本文将重点研究在 OBPI 的动态套期保值技术中, 无风险利率 r_f 对保险效果的影响。

2 对 OBPI 策略中无风险利率的研究

对基于复制性卖权的 OBPI 策略, 影响到保险效果的一个重要参数就是无风险利率 r_f 。无风险利率这一参数的取值不仅会影响到卖出期权的定价, 当考虑支付组合保险的交易成本 (包括印花税、佣金和过户费) 时, 为了使动态调整过程中证券的当期交易费用不影响组合价值, 不打破 OBPI 策略中自融资的环境, 是通过每期借入无风险资产来支付交易费用的, 这样, 无风险利率的取值还会影响组合保险过程中交易成本的大小。

在市场经济体制成熟和金融市场机制完善的国家, 实践中常采用短期国库券作为无风险资产, 例如在美国就是以三个月政府债券 (Treasury Notes) 的利率作为无风险利率, 英国以两周国债的回购利率作为无风险利率。此外, 在国际金融市场上还通常采用具有较高信用级别的银行同业间信贷产品作为无风险资产, 比如 LIBOR (伦敦同业拆借率) 作为无风险的基准利率。

欧美等金融市场发达的国家所确定的无风险利率的标的资产具有以下特性: (1) 流动性强, 二级市场参与程度高。流动性是指资产即时、低成本地转变成现金的能力。(2) 收益稳定, 风险小。无风险利率应是反映市场不确定因素最小的金融工具的利率, 其他金融工具的利率 (或预期收益率) 可根据其不确定因素的大小, 以无风险利率为基础加上一定的风险补偿。(3) 资产信用高, 无违约风险。(4) 可控性好, 与其他资产关联性强。无风险证券的利率通常是货币当局进行公开市场业务操作、实施货币政策的重要参考依据。同时, 其能够影响金融市场主体的投融资行为是引导金融市场主体有效配置资源的信号, 这使得无风险证券的利率同其他金融子

市场保持高度的关联。

但是与金融市场发达国家不同的是,由于我国尚处于利率市场化的过渡阶段,利率体系中还没有统一的市场基准利率可以参考。宋健(2003)认为采用银行的三个月整存整取的年利率作为最低无风险利率。扈文秀(2005)从无风险资产的四个方面属性对银行同业间拆借市场、银行间债券回购市场及交易所回购市场等三大资金市场进行了对比分析,提出从银行间债券回购市场中选择相应期限金融产品作为无风险资产较其他金融市场具有一定的优越性。何来维(2007)从我国现存的利率体系出发,根据现有的政策,提出从我国目前的股指期货定价的参考利率来看,不同的市场参与者由于受政策和投资渠道等限制,每个经济主体能够参考的市场基准利率是不一样的,在进行具体的投资决策时,要依据投资者不同的身份来划分。

对于 OBPI 策略来说,无风险利率的不同取值虽然会影响卖出期权的定价,但不会引发市场套利行为,因为市场中并不实际存在这样的组合产品的卖权,换句话说讲,无风险利率的不同取值对 OBPI 策略来说重点是影响其组合保险价值。因而,综合文献观点,并考虑到采用组合保险策略的投资主体的身份——机构投资者,本文在进行 OBPI 策略效果分析时,会使用机构投资者所能获得的利率,包括银行活期存款利率、银行同业间拆借利率以及银行间债券回购利率来分别计算组合保险价值并比对保险效果。

3 实证研究的基础

3.1 基本假设

本文研究的是无风险利率的不同取值对采用 OBPI 策略的组合保险效果的影响,为此,作如下假设和规定:

- (1) 选取上证综指的数值作为投资的风险资产的价格;
- (2) 保险期限为一年、三年和五年,资产比例调整频率为日调整和月调整两种情况;
- (3) 分别选取三种机构投资者可获取的无风险利率进行组合保险价值的计算:银行活期存款利率、银行间同业拆借利率以及银行间债券回购利率;
- (4) 风险资产的波动率不为常数,本文运用 GARCH (1, 1) 计算出每日或每月的波动率进行更新;
- (5) 不考虑现金股利的发放,实际计算上证综指时已经吸收了股利的影响;
- (6) 风险资产的交易成本中,印花税参照财政部公布的 2002~2006 年共五年间的印花税数据,其取值随官方的调整同步进行调整。考虑机构投资者资金量大交易费应有折扣,所以交易佣金加过户费总体取值为 0.2%。要使在资产比例动态调整过程中证券的当期交易费用不影响组合价值,不打破 OBPI 策略自融资的环境,这里假设每期借入无风险资产补偿交易费用。

3.2 样本数据

(1) 风险资产价格:从国泰安数据库选取 2002 年 1 月 1 日至 2006 年 12 月 31 日共 5 年的每日上证综指的收盘数据为日调整的样本数据;选取 2002 年 1 月 1 日至 2006 年 12 月 31 日共 5 年的每月上证综指的收盘数据为月调整的样本数据。

(2) 无风险利率

a. 银行活期存款利率:参照中国人民银行网站公布的 2002~2006 年共五年间的银行活期利率数据,利率的取值随官方的调整同步进行调整。

b. 银行间同业拆借利率:每日调整资产比例时采用 CCER 银行间隔夜拆借期末利率,股市交易日当天没有拆借利率的用前一交易日的拆借利率代替;每月调整资产比例时采用 CCER 银行间一个月拆借期末利率。

c. 银行间债券回购利率:每日调整资产比例时采用 CCER 银行间隔夜质押式回购本期平均利率,当天没有回购利率的用前一日的回购利率代替;每月调整资产比例时采用 CCER 银行间一个月质押式回购收盘利率,当月没有回购利率的用上月的回购利率代替。

3.3 操作方法

在保险期限内的每个调整期,根据风险资产的价格、风险资产的波动率、组合保险的到期时间、无风险利率的数值的变化,按照基于复制性卖权的 OBPI 策略动态调整资产比例,并根据每期发生的风险资产的交易成本,当期借入无风险资产进行支付。如此反复,最后得出到期时组合保险的价值。

4 实证结果及分析

在此根据上一节的基本假设和操作方法进行实证研究。假设投资期初的资产为 100 万元,执行价格为第 0 期末风险资产价格,在投资期限为保险年限内的各个投资期间,采用具有自融资特性的动态资产调整方法执行 OBPI 策略并考虑交易成本,实证结果在表 1 给出。由于 BS 公式的特点,考虑交易成本的组合保险价值在期末会出现 N/A 的情况,所以表 1 的数值均取自倒数第 2 期即第 $n-1$ 期。经由对表 1 数据的分析,有如下发现:

表 1 2002~2006 年不同无风险利率下 OBPI 效果对比 (万元)

保险期限	利率类型	资产调整频率:日调整					资产调整频率:月调整				
		期末证券相对价值	组合投资价值	交易成本	扣除交易成本的组合投资价值	扣除成本的组合价值 Vs. 证券价值	期末证券相对价值	组合投资价值	交易成本	扣除交易成本的组合投资价值	扣除成本的组合价值 Vs. 证券价值
2002	银行活期	83.01	93.26	2.35	90.91	109.51%	87.13	91.75	0.75	90.99	104.43%
	银行拆借		93.60	2.36	91.24	109.91%		91.90	0.78	91.12	104.57%
	银行回购		93.68	2.36	91.32	110.00%		91.93	0.76	91.17	104.63%
2003	银行活期	111.35	103.88	2.66	101.22	90.91%	102.92	98.85	0.57	98.28	95.49%
	银行拆借		104.46	2.60	101.86	91.48%		99.46	0.55	98.91	96.11%
	银行回购		104.46	2.61	101.85	91.47%		99.19	0.56	98.62	95.83%
2004	银行活期	85.08	92.00	2.34	89.65	105.37%	89.56	92.06	0.71	91.35	102.00%
	银行拆借		92.46	2.46	90.00	105.78%		92.80	0.70	92.09	102.83%
	银行回购		92.56	2.34	90.22	106.04%		92.39	0.70	91.69	102.37%
2005	银行活期	92.37	91.86	1.72	90.15	97.59%	86.80	91.69	0.52	91.17	105.04%
	银行拆借		92.20	1.72	90.48	97.95%		92.36	0.51	91.85	105.82%
	银行回购		92.10	1.71	90.39	97.86%		91.97	0.52	91.45	105.36%
2006	银行活期	221.14	213.80	0.86	212.94	96.29%	180.81	172.62	0.30	172.32	95.31%
	银行拆借		214.35	0.84	213.51	96.55%		173.41	0.28	173.13	95.76%
	银行回购		214.30	0.84	213.46	96.53%		173.15	0.29	172.87	95.61%
2002 ~ 2004	银行活期	77.38	88.81	5.92	82.88	107.11%	81.46	86.53	1.51	85.02	104.37%
	银行拆借		89.78	6.11	83.67	108.13%		89.25	1.60	87.66	107.61%
	银行回购		91.04	6.11	84.93	109.75%		88.03	1.55	86.48	106.17%
2003 ~ 2005	银行活期	86.17	85.54	5.47	80.07	92.92%	80.97	86.14	1.27	84.87	104.82%
	银行拆借		86.85	5.58	81.27	94.32%		88.37	1.26	87.11	107.58%
	银行回购		86.74	5.49	81.25	94.30%		87.34	1.27	86.07	106.30%
2004 ~ 2006	银行活期	171.51	157.82	4.31	153.51	89.50%	140.23	123.58	1.13	122.45	87.32%
	银行拆借		159.16	4.53	154.63	90.16%		126.18	1.16	125.02	89.15%
	银行回购		159.08	4.36	154.72	90.21%		125.07	1.14	123.92	88.37%
2002 ~ 2006	银行活期	155.99	140.14	7.97	132.17	84.73%	127.54	109.67	1.94	107.73	84.47%
	银行拆借		142.03	8.35	133.68	85.69%		114.75	2.09	112.66	88.33%
	银行回购		143.07	8.28	134.79	86.41%		112.68	2.01	110.67	86.77%

(1) 在三种无风险利率下,在下跌市场中的组合保险效果均好于上涨市场中的组合保险效果。2002~2006年三种不同的保险年限中,在下跌的市场中扣除交易成本的组合保险价值达到证券期末价值的 92.92%~110.00%;而在上涨的市场中扣除交易成本的组合保险价值只能达到证券期末价值的 84.47%~96.55%。

(2) 银行间同业拆借利率和银行间债券回购利率大体上是银行活期利率的 2~3 倍。表现在 OBPI 的效果上,利率使用银行间同业拆借利率或银行间债券回购利率的 OBPI 效果总体好于使用银行活期利率的 OBPI,体现在扣除交易成本的组合投资价值上,利率使用银行间同业拆借利率或银行间债券回购利率的 OBPI 的价值比使用银行活期利率的 OBPI 的价值高出 0.18~4.93 万元。

(3) 银行间同业拆借利率和银行间债券回购利率在数值上差异不大,因而表现在 OBPI 的效果上差异也不大,体现在扣除交易成本的组合投资价值上,利率使用银行间同业拆借利率的 OBPI 的价值与使用银行间债券回购利率 OBPI 的价值差在-1.26~1.99 万元之间。

(4) 在同一保险期限、同一资产调整频率下,无风险利率的不同取值对交易成本的影响不大,换句话说,在同一保险年份、同一资产调整频率,不同的无风险利率的取值下,扣除交易成本的组合投资价值的变化中交易成本的变化所作的贡献并不大。

5 结论

对于采用 OBPI 策略进行的组合保险,在任何无风险利率下,在下跌市场中的保险效果均好于上涨市场中的保险效果,这也体现了投资组合保险的主要目的即在保证本金安全的前提下参与市场可能出现的上涨行情。对于能获取多种无风险利率的机构投资者,在采用 OBPI 策略进行组合保险时,选用数值越大的无风险利率得到的组合保险效果越好。另外,在同一保险期限、同一资产调整频率下,无风险利率的不同取值对交易成本的影响并不大。虽然从分析结果来看,对于使用不同无风险利率的 OBPI 在扣除交易成本的组合投资价值上的差异只是个位级甚至小数位级的,但对于运作资金量庞大的机构来讲,这一差异不可小视。

参考文献

- [1] John C Hull. Fundamentals of Futures and Options markets, 4th Edition [M]. New Jersey: Prentice Hall, 2001
- [2] Richard M Bookstaber. Options Pricing & Investment Strategies, Revised Edition [M]. Chicago: Probus Publishing Company, 1987
- [3] Donald L Luskin. Portfolio Insurance-A Guide to Dynamic Hedging [M]. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1988
- [4] Scott P Mason, Robert C Merton, Andre F Perold, Peter Tufano. Case in Financial Engineering: Applied Studies of Financial Innovation [M]. New Jersey: Prentice Hall, 1994
- [5] 刘莉,唐小我,曾勇.组合证券保险在我国的一种可行方法[J].运筹与管理,2000,9(2):63-69
- [6] 宋健,曾勇.EVA 计算中无风险收益率指标选取方法的探讨[J].电子科技大学学报(社会科学版),2003,5(4):9-11
- [7] 扈文秀,韩仁德,卢妮.中国金融资产定价中无风险利率的选择研究[J].经济问题探索,2005,(6):108-112
- [8] 何来维.我国股指期货理论价格中的无风险利率选择[J].经济理论与经济管理,2007,(5):47-50