

线性回归预测与控制 在物流作业成本法中的应用

李 慧

(西南交通大学 交通运输学院, 四川成都 610031)

摘要: 首先介绍了物流作业成本法, 分析了物流成本的作业构成以及物流作业与物流成本的相关关系, 引入线性回归预测与控制原理来预测物流作业成本和控制物流作业量. 同时讨论了多作业物流作业成本的计算、预测和作业量的优化控制基本原理. 通过实例验证了线性回归预测与控制原理对多作业物流作业成本的计算、预测和对作业量的优化控制的正确性, 该原理对物流成本管理与决策具有一定的参考价值.

关键词: 物流作业成本; 线性回归; 预测; 控制

中图分类号: F275.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-716X(2004)06-0115-03

进入 21 世纪, 物流成为社会新的热点. 在现代高新信息技术广泛应用条件下, 物流被视作企业“第三利润源泉”, 越来越引起物流界、企业界的广泛关注. 引入物流管理理念的根本目的在于提高企业运作效率、降低企业物流成本、提高企业综合竞争力, 更好地为客户提供个性化、增值服务. 因此降低物流成本是企业梦寐以求的目标, 但是, 由于构成物流成本要素具有多样性、动态性, 使得对于物流成本计算、预测和控制变得更加复杂. 合理而有效地控制物流成本成为新的研究课题, 通过对物流作业成本法的研究, 利用线性回归预测与控制原理可以有效地计算、预测物流成本和优化控制物流作业量, 对物流成本管理与决策有一定的参考价值.

1 作业成本法简介

早在 1991 年, 美国的斯托布斯 G. J. StauFus 教授出版的《作业成本计算和投入产出会计》(Activity Costing and Input Output Accounting)一书, 对“作业”这一概念进行了全面系统地阐述. 他明确指出: 成本计算的对象是作业, 而不是完工产品. 1984 年, 美国哈佛大学商学院罗宾·库珀(Robin Cooper)和卡内基·梅隆大学的罗伯特·卡普兰(Robert Kaplan)两位教授在前人的基础上系统地提出了作业成本法.

作业成本法的理论基础是作业成本动因. 作业成本法认为“产品消耗作业、作业消耗资源”. 资源按资源动因分配到作业, 作业成本按作业动因分配

到产品. 作业成本法最根本的目的在于寻找产生成本的直接原因(并且是必然原因, 否则认为是非必要作业). 作业成本法原理如图 1.

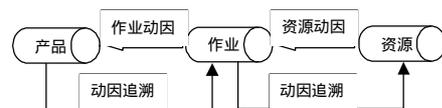


图 1 作业成本法原理

以货币形式表现出来的物流成本, 在运动过程中必然消耗各种必要劳动. 物流成本是指物流产品在包装、装卸、储存、流通加工、物流信息传输等各个运动过程中所消耗的人力、财力、物力的总和. 根据作业成本法的原理, 结合成本性态可以把成本分成固定成本、变动成本、混合成本. 成本分类与作业的关系如图 2.

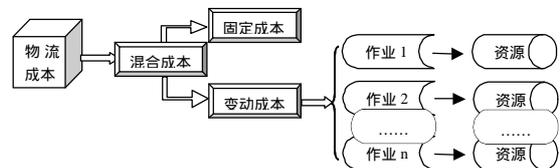


图 2 成本与作业相互关系

物流成本的高低随着作业项的多少和作业量的大小而变化, 本文引入线性回归模型来分析物流作业成本与作业的相互关系. 假设: C ——总成本(混合成本); F ——固定成本; V_i ——作业量; r_i ——

—作业因子. 则 $C = F + \sum_{i=1}^n r_i V_i$.

收稿日期: 2003-11-28; 修订日期: 2004-03-01

作者简介: 李 慧 (1976—), 男, 湖南邵阳人, 硕士生, 从事交通运输规划与管理方面的研究.

2 多作业线性回归原理

2.1 回归模型

设物流总成本 C 与 m 项作业变量 $V_1, V_2 \dots$

V_m 满足关系式

$$C = F + r_1V_1 + r_2V_2 + \dots + r_mV_m + e$$
$$e \sim N(0, S^2)$$

(1)

其中, $F, r_1, r_2 \dots r_m, S^2$ 均为未知参数, $m > 1$ (当 $m=1$ 时, 为特例即单作业物流作业成本法), 则称 C 与 $V_1, V_2 \dots V_m$ 之间是线性相关的. 称式(1) 为多作业正态线性回归模型.

2.2 模型求解

已知多作业物流作业成本法线性回归方程

$$C = F + r_1V_1 + r_2V_2 + \dots + r_mV_m$$

(2)

根据 m 项作业的 n 个作业观测样本值 ($V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{im}, C_i$) $i = 1, 2, \dots, n$, 求未知参数 $F, r_1, r_2 \dots r_m$ 的最小二乘估计值 $\hat{F}, \hat{r}_1, \hat{r}_2, \dots, \hat{r}_m$ 从而得到该作业线性回归方程

$$\hat{C} = \hat{F} + \hat{r}_1V_1 + \hat{r}_2V_2 + \dots + \hat{r}_mV_m$$

(3)

求解步骤如下:

1) 最小二乘原理

$$Q_{\min}(F, r_1, \dots, r_m) = \sum (C_0 - F - r_1V_{i1} - r_2V_{i2} - \dots - r_mV_{im})^2$$

(4)

2) 求 $\partial Q / \partial F, \partial Q / \partial r_j (j = 1, 2, \dots, m)$, 并令其等于零, 整理得正规方程组.

3) 解正规方程组, 可以求得多作业物流作业成本法线性回归方程

$$\hat{C} = \hat{F} + \hat{r}_1V_1 + \hat{r}_2V_2 + \dots + \hat{r}_mV_m$$

(5)

3 预测与控制

3.1 作业成本预测

假设给定物流作业变量 (V_1, V_2, \dots, V_m) 的一组

作业量测量值 ($V_{01}, V_{02}, \dots, V_{0m}$) 对应的 C 值为:

$$\begin{cases} C_0 = F + r_1V_{01} + r_2V_{02} + \dots + r_mV_{0m} + e_0 \\ e_0 \sim N(0, S^2) \end{cases}$$

将 ($V_{01}, V_{02}, \dots, V_{0m}$) 代入回归方程得: $\hat{C} = \hat{F} + \hat{r}_1V_1 + \hat{r}_2V_2 + \dots + \hat{r}_mV_m$. 对给定显著性水平 α , C_0 的 $1-\alpha$ 的预测区间 (置信区间) 为:

$$(\hat{C}_0 - q(V_0), \hat{C}_0 + q(V_0))$$

(6)

其中: $q(V_0) = S^* t_{1-\alpha/2}(n-m-1)$.

$$S^* = \sqrt{1 + 1/n + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m (V_{0i} - \bar{V}_i)(V_{0j} - \bar{V}_j) B_{ij}}$$

$S_e = \sqrt{s_e / (n - m - 1)}$, $s_e = \sum (C_i - \hat{C}_i)^2$, s_e 称为残差平方和.

3.2 作业量控制

若要控制物流成本 C 以不小于 $1-\alpha$ 的置信水平落在区间 (C', C'') 之内, 则物流作业量 V_1, V_2, \dots, V_m 的优化控制区域 $L(C', C'')$ 即: $P\{C' < C < C''\} \geq 1-\alpha$ 为使 $P\{C' < C < C''\} \geq 1-\alpha$ 只要满足 $C' \leq \hat{C} - q(V)$ 及 $\hat{C} + q(V) \leq C''$ 即 $C' + q(V) \leq \hat{C} \leq C'' - q(V)$. 于是得物流作业量的优化控制区域为:

$$L(C', C'') = \{(V_1, V_2, \dots, V_m) : C' + q(V) \leq C \leq C'' - q(V)\}$$

(7)

4 算 例

根据多作业的一组作业测量值对多作业物流作业成本法线性回归模型 $\hat{C} = \hat{F} + \hat{r}_1V_1 + \hat{r}_2V_2 + \hat{r}_3V_3$ 验证分析. 表 1 为一组作业量和相应成本的统计资料.

表 1 统计资料

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
作业 V_1	1245	2361	1945	4523	2530	3210	1425	1156	3495	1675
作业 V_2	118	310	225	440	343	330	139	100	315	185
作业 V_3	225	285	190	432	270	325	300	180	369	156
成本 C	4918.3	8980.8	7400.3	16733	9593.7	11973	5596	4511	13072	6337

由以上观测数据可以求得模型 $\hat{C} = 237.042 + 3.480V_1 + 0.732V_2 + 1.063V_3$ (参数) $\hat{F} = 237.042$, $\hat{r}_1 = 3.480, \hat{r}_2 = 0.732, \hat{r}_3 = 1.063$

4.1 成本预测

当物流作业量 $V_1 = 1850, V_2 = 210, V_3 = 180$ 时, 求相应的物流作业成本 C_0 的预测值以及预测区间 (置信度 $\alpha = 0.05$), 根据多作业物流作业成本预测原理计算结果如表 2.

表 2 成本预测

\hat{C}_0	\hat{s}^*	$t_{1-a/2}(6)$	$q(V_0)$	$\hat{C}_0 - q(V_0)$	$\hat{C}_0 + q(V_0)$
7019.102	33.21	2.4469	92.638	6926.464	7111.740

4.2 作业量控制

对于多作业物流作业量优化控制来说要控制每一项作业量是很困难的，原因在于求解 $q(V)$ 很复杂。在实际物流运作管理中，影响物流成本的作业

具有多样性、动态性，并且各作业对物流成本影响程度不一，为简化计算提供了有效途径，可以只控制那些对成本影响较大的作业量，最终达到控制整体物流成本的目的。

要求满足作业成本在 [6000, 6500] 之间，已知作业 V_2, V_3 的作业量为 200 和 155，控制 V_1 的取值范围（置信度 $\alpha = 0.05$ ）。作业量控制计算如表 3。

表 3 作业量控制

C'	C''	\hat{s}^*	$t_{1-a/2}(6)$	$C' - \hat{F} + \hat{s}^* t_{1-a/2} - \sum_{i=2}^3 V_i r_i / \hat{f}_i$	$C' - \hat{F} - \hat{s}^* t_{1-a/2} - \sum_{i=2}^3 V_i r_i / \hat{f}_i$
6000	6500	33.21	1.96	1590	1687

5 结 论

通过对物流作业成本法中的物流成本与作业量的相关关系研究，引入线性回归预测与控制原理对物流作业成本预测和物流作业量的优化控制，通过一个实例证明了该原理对于物流成本的计算、预测和优化控制的正确性，线性回归原理对于物流作业成本管理决策提供了新的视角，为物流成本计算、预测和物流作业量的优化控制提供一种新的管理和决策手段。但是，在实际应用线性回归模型时中要注意对该模型进行拟合优度及残差分析，进而对模型加以修正，从而可以更加精确地对物流作业成本进行预测和控制，最终为企业带来更大的利润空间。

物流成本计算、预测和控制是一个系统工作，涉及物流运作的方方面面。作业成本法本身在分析成本动因时就不可能做到全面化，况且在财务上成本与费用又没有一个绝对明确的划分标准，这限制了作业成本法的普适性。因此尚待研究的问题主要

体现在两个方面：一是作业成本法的成本界定问题；二是在不能准确界定成本构成的情况下，如何采用定性和定量相结合的方法研究物流成本计算、预测和控制问题。

参考文献：

- [1] 陈小龙, 朱文贵, 张显东. ABC 成本法在企业物流成本核算和管理中的应用[J]. 物流技术, 2002, (6): 14-15.
- [2] 张千人, 魏法杰, 谭 甄. 基于成本的车间作业优化模型及实证研究[J]. 中国管理科学, 2002, 10(5): 24-27.
- [3] 刘希宋, 方 跃, 邵晓峰, 等. 作业成本法机理·模型·实证分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.
- [4] 庄楚强, 吴亚森. 应用数理统计基础[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 1992.
- [5] 孙荣恒. 应用数理统计[M]. 北京: 科学出版社, 1998.

The application of linear regression forecast and control in logistics activity-based costing

LI Hui

(School of Traffic and Transportation, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: This paper introduced Activity-Based Costing of logistics, analyzed cost constitutes and the related relation between Activity-Based Costing and the cost of logistics, used linear regression forecast and control principle to foresee the logistics cost and control the quantity of logistics activity. It discussed the calculation and prediction of the cost of multi-activity logistics and measured the principle of optimization. The given example verified the correctness of this principle which has certain reference value for logistics cost management and decision management.

Key words: activity-based costing of logistics; linear regression; forecast; control

责任编辑：袁本奎