

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2016.02.015

基于学习曲线效应的企业质量成本模型研究

曾昭君¹, 韩庆兰¹, 王玉辞²

(1. 中南大学 商学院, 湖南 长沙 410083; 2. 信宜玉都合伙会计师事务所, 广东 信宜 525300)

摘要: 企业长期的质量成本变化存在着学习效应。通过对国内外有关质量成本理论及既有质量成本模型的研究, 跳出以往基于质量成本组成要素建模的思维, 建立了基于学习曲线效应的质量成本预测模型, 并通过一家化工企业连续48个月的数据验证了该模型。该模型既避免了部分模型因参数难于获取而无法使用的不足, 又考虑了质量成本的成本性态, 为企业提供了具有可操作性的质量成本预测工具, 从而为设定质量成本目标并控制质量成本提供参考。

关键词: 学习曲线; 成本管理; 质量成本; 预测模型

中图分类号: F270

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2016)02-0077-07

Study of Enterprise Quality Cost Model Based on Learning Curve Effect

ZENG Zhaojun¹, HAN Qinlan¹, WANG Yuci²

(1. School of Business, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Yudu Certified Public Accountants Firm, Xinyi Guangdong 525300, China)

Abstract: Enterprise long term quality cost change exists learning effects. Through the study of domestic and foreign quality cost theories and the existing quality cost model, breaks through the modeling thinking based on quality cost elements, builds the quality cost forecasting model based on learning curve effect, and verifies the model by a chemical enterprise for continuous data 48 months. The model not only avoids the shortage of some models which can not be used because of the parameters difficult to acquire, but also considers the quality cost nature, and provides an operational quality cost forecasting tool for enterprises, so as to provide reference for setting the quality cost target and controlling the quality cost.

Keywords: learning curve; cost management; cost of quality; forecasting model

0 引言

学习曲线效应 (learning curve effects) 最初由19世纪德国心理学家赫曼·伊宾豪斯根据记忆念出不同数字的难易程度而观测到。许多经济学家认为, 个人或组织越熟悉一个任务就越有效率。随着生产产品数量的增多, 企业员工生产经验就越丰富, 生产熟练程度也越高, 从而单位产出的成本越低, 即企业随产出的累积增加而不断学习, 这就是所谓的学习效应。经济学将企业累积产量与单位产品生产成本的

间的关系曲线称为“学习曲线”, 通常用坐标图表示, 曲线的横坐标是累积生产的单位, 纵坐标是单位成本。爱德华兹·戴明^[1]提出“渊博知识体系”来全面降低质量成本, 这其实也是与学习曲线有关的观点。

产生学习曲线效应的原因主要有: 随着时间积累, 企业员工学会捷径和改进工作方法, 提高了劳动效率; 随着工艺、零部件和产品的标准化水平提高, 员工操作速度比以前更快; 自动化生产技术、设备和信息技术的使用提高了效率; 资源组合的优

收稿日期: 2016-01-17

作者简介: 曾昭君 (1970-), 男, 湖南邵阳人, 中南大学博士生, 主要研究方向为成本和价值评估, E-mail: 1156366043@qq.com

化、产品再设计、经验和信息的共享使公司提高了效率。

有些学者也观测到，作为企业产品成本一部分的质量成本也有这种学习曲线效应，并建立了各类模型。这些模型揭示了质量成本的规律，为企业的质量管理提供了有益参考。但这些研究存在各自的不足（如所建模型不可量化，或者模型太过复杂，参数不可取得，或者没有考虑质量成本的性态），这些不足使得所建立的模型在企业管理实践中很难应用。在综观各类质量成本模型的基础上，本文试图克服已有模型的前述不足，建立一个实用性强、动态的质量成本模型。

1 质量成本模型的分析探讨

质量成本的概念最初由美国质量管理专家 A. V. 费根堡姆^[2]在 20 世纪 50 年代初提出。随后不断有学者对质量成本理论进行完善，如约瑟夫·朱兰博士提出了“矿中黄金”理论，意即企业在废次品上发生的费用堪比金矿，对其进行有效控制和管理，如同开采一座金矿，可获巨利。国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）将质量成本定义为“确保满意的质量而发生的费用，以及没有达到满意的质量所造成的损失”，并将质量成本分成 5 项：内部故障成本、外部故障成本、鉴定成本、预防成本和外部质量保证成本。学者们对质量成本分类不尽相同，但实质内容大同小异。

1.1 国外研究者的质量成本模型

传统质量成本理论认为，控制成本（含鉴定成本和预防成本）和故障成本（含内部故障成本和外部故障成本）之间存在此消彼长的关系，如果投入的控制成本少，则因质量故障而发生的故障成本必然变高。

最具代表性的经典质量成本模型有费根堡姆模型和朱兰模型。费根堡姆模型对预防成本、鉴定成本和损失成本三者进行计算，提出预防和鉴定成本随着质量水平的提升而增加，损失成本随着质量水平的提升而降低，而且鉴定成本、损失成本两者可以达到一个最佳平衡点，在该平衡点处质量成本总额达到最低。

朱兰（J. M. Juran）^[3]模型通过合格率来反映产品质量与质量成本的关系，其所建立的模型如式（1）所示：

$$C(q)=D(q)+P(q)=a_1q^{-b_1}+a_2q^{b_2} \quad (1)$$

式（1）中： q 为合格率；

C 为质量总成本；

D 为故障成本；

P 为控制成本；

a_1, a_2, b_1, b_2 为参数，且 $a_1, a_2, b_1, b_2 > 0$ 。

一些学者^[4-7]建议质量成本（cost of quality, COQ）模型应为： $COQ=COC+CONC$ ，即质量成本由顺应性质量成本（cost of conformance, COC）和非顺应性质量成本（cost of non-conformance, CONC）组成。顺应性质量成本为满足质量要求而发生的成本，如预防成本和评估检测成本；非顺应性质量成本为因未满足质量要求而发生的成本，如废品、重检、返工等，又分成内部成本（出厂前发生的成本，如重检）和外部成本（出厂后发生的成本，如维修）。

V. P. Mohandas 等^[8]总结出 5 种通常的质量成本模型：预防-评估-失败模型（prevention-appraisal-failure model, PAF）、分步成本（the process cost model, PCM）模型、机会成本或无形成本模型（opportunity or intangible cost model）、克罗斯比模型（即 Crosby's model，分为 conformance 和 non-conformance 成本）以及行为成本模型（activity-based costing model, ABC）。

上述这些模型简单易懂，但缺乏可操作性，因为模型中的参数和质量成本数据很难获得，故不能量化，且模型是静态的，未考虑生产技术的动态变化，也未考虑质量管理中学习曲线的存在和成本性态，认为当质量管理水平趋近零缺陷时，质量控制成本趋于无穷大。

1.2 国内学者所建立的质量成本模型

1.2.1 没有考虑学习效应的模型

白宝光等^[9]在质量总成本由质量保证成本和质量损失成本构成的基础上，以质量特性实际数值与目标数值偏差为变量，推导出式（2）所示的模型：

$$C_{QC}=L(x)+A(x)=k_1x^2+k_2x^{-2} \quad (2)$$

式（2）中： C_{QC} 为质量总成本；

x 为产品质量特性实际数值与目标数值之间的偏差；

$L(x)$ 为质量损失成本；

$A(x)$ 为质量保证成本；

k_1, k_2 分别为由产品的功能界限和保本界限确定的系数。

刘东才等^[10]在费根堡姆和朱兰模型的基础上，演绎出下列质量成本模型，即

$$y=C_T+ae^{bx}-mx \quad (3)$$

并由式（3）得出最佳的质量成本模型：

$$y=C_T+abe^{\ln(m/ab)}-m/b\ln(m/ab) \quad (4)$$

式（3）~（4）中： y 为质量总成本；

C_T 为检验费用类的常数;

x 为产品质量;

m 为直线斜率;

a, b 为参数。

尚珊珊等^[11]认为质量成本和质量水平间不仅存在指数关系,也存在线性关系,建立了如式(5)所示的模型,即

$$X^{(1)}(Q)=C_1 \exp(VQ)+C_2 Q+C_3 \quad (5)$$

式(5)中: $X^{(1)}$ 代表质量成本序列;

Q 为质量水平;

C_1, C_2, C_3 和 V 为参数。

刘卫东等^[12]建立了基于产品寿命周期的质量成本模型:

$$C(t)=\begin{cases} at^2+bt+d, 0 \leq t < t_1; \\ et^2+ft+g, t_1 \leq t < t_2; \\ -ht^2+kt+m, t_2 \leq t < t_3. \end{cases}$$

式中: $C(t)$ 为第 t 期的质量成本;

t_1 为产品介绍期;

t_2 为成长期;

t_3 为成熟期;

$a, b, d, e, f, g, h, k, m$ 为参数。

潘燕华等^[13]提出了基于顾客满意的质量成本模型构想,选取企业质量成本形成过程的主要因素,按照系统动力学的原理,在定量分析变量之间关系的基础上,运用 Vensim 软件构建模型来展示质量成本与顾客满意度之间的关系。

侯红超^[14]提出以质量成本四要素的平均值及它们的比例作为公司质量成本控制的平衡点,建立了如下模型:

$$RTOC(t)=PC(t)+AC(t+6)+IFC(t+6)+EFC(t+6)。$$

式中: $RTOC(t)$ 为 t 月的相关总质量成本;

$PC(t)$ 为 t 月的平均预防成本;

$AC(t+6)$ 为 $t+6$ 月的平均鉴定成本;

$IFC(t+6)$ 为 $t+6$ 月的平均内部损失成本;

$EFC(t+6)$ 为 $t+6$ 月的平均外部损失成本。

从本质上看上述模型都属于静态模型,潘广伟^[15]认为这种静态模型过于注重对最优质量水平和最低质量成本的追求,束缚了人们的思想和行为,忽视了持续质量改进对提高质量水平、降低质量成本的作用。另外,以上质量成本模型有3项共同的不足之处:一是没有考虑学习曲线效应的存在;二是计算繁琐,模型参数很难取得和衡量;三是除式(3)考虑了固定质量费用外,大部分模型未考虑质量成本的性态。

1.2.2 考虑了学习效应的模型

著名经济学家罗伯特·S·平狄克^[16]在其《微观经济学》著作中,以一家机床生产企业为例得出了典型的成本学习曲线模型: $L=A+BN^{-\beta}$ (L 为单位产量成本, N 为累积产量, A, B 均为常数, β 为学习系数)。以此为参考,崔丽等^[17]提出了式(6)所示的基于学习曲线的长期质量成本模型:

$$C(q, N)=D(q, N)+P(q, N)=a_1 q^{-b_1}+a_2 N^{-\beta} q^{b_2} \quad (6)$$

式(6)中: N 为累积产量;

β 为学习率;

$a_1, a_2, b_1, b_2, \beta$ 为参数, $a_1, a_2, b_1, b_2 > 0, 0 < \beta < 1$ 。

曲弘等^[18]结合学习曲线数学模型和质量成本数学模型,建立了基于学习曲线效应的质量成本数学模型:

$$C(qN)=D(qN)+P(qN)=a_1 q^{-b_1} e^{\epsilon} / (1-b) N^{\alpha} + a_2 q^{b_2} e^{\epsilon} / (1-b) N^{-\beta} \quad (7)$$

式(7)中: α, β 分别为故障成本和控制成本的学习指数;

a_1, a_2, b_1, b_2 为参数;

ϵ 为随机误差项。

式(6)和式(7)模型虽然考虑了质量管理中学习曲线效应的存在,但没有考虑质量成本的性态。质量成本中也有固定成本和变动成本,而固定成本没有学习曲线效应,这将影响模型的准确性。模型以合格品率为变量,而现实中企业产品某段时间合格品率的高低变化存在很多偶然因素(如气温等),并非合格品率越低控制成本就越低。另外,模型中的参数在实践中也很难获得。

鉴于上述模型的不足之处,课题组试图结合企业管理中的实际情况,探索一种基于学习曲线效应且操作性强的质量成本预测模型。

2 基于学习曲线效应的质量成本预测模型的提出

2.1 质量成本的构成分析

根据质量成本各组成项目发生金额与业务量之间的依存关系,可以将质量成本分为固定质量成本和变动质量成本两部分。

固定质量成本:指在一定的范围内不随业务量变动而变动的那部分成本,通常包括质量检测设备的折旧费或租赁费、计量工具购置费、质量管理人员薪金及福利费、质量审核费用、质量改进措施费用、质量管理活动费用、质量奖励费、质量体系认证所发生的费用等。

变动质量成本:指质量成本总额随着业务量的

变动而呈正比例变动的成本,如成品检验费用、原材料检验费用、投诉受理费用、保修费用、退换产品的损失费用等。

质量总成本可用式(8)表示:

$$C_q = C_f + QC_v \quad (8)$$

式中: C_q 为全部产品质量成本;

C_f 为质量成本中固定部分;

C_v 为单位变动质量成本, $C_v \geq 0$;

Q 为总产量。

C_f 较易得到,用基期估测的固定质量成本乘以预测期的增长率,即:

$$C_f = C_0(1+i)^n \quad (9)$$

式中: C_0 为基期固定成本;

i 为增长率;

n 为预测期数。

2.2 学习效应产生的原因

笔者根据企业质量成本项目分析,总结出出现质量成本产生学习曲线效应的主要原因:1)生产数量的累积使得工人技术纯熟,不合格品率随之降低,从而减少了废品损失,即工人生产产品数量的累积获得了学习效应,表示为累积产品产量 X_1 ;2)由于工人生产技术日趋熟练而减少了质量教育培训费用和次品率,即获得了学习效应,可以用老员工比率 X_2 作为变量;3)通常,工人生产老产品比生产新产品更少发生质量事故,不合格品率也较新产品低,产品返修损失费用、复试复验费用、处理质量缺陷费用、产品降级损失费用及索赔、修理、更换或信誉损失费用比新产品少,老产品比率用变量 X_3 表示。

2.3 质量成本预测模型

工人对生产产品数量的累积和生产时间的累积使其产生学习效应,因此可用累计产品产量、新员工比率、老产品比率为变量建立如下单位变动成本的模型,即

$$C_v = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \quad (10)$$

式中: X_1 为累计产品产量, $X_1 > 0$;

X_2 为新员工比率, $X_2 > 0$;

X_3 老产品比率, $X_3 > 0$;

α 为常量, $\alpha > 0$;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 为常数, β_1 为员工做的产品增加而产生的学习率, $\beta_1 < 0$, β_2 为员工在企业工作的时间变长而产生的学习率, $\beta_2 < 0$, β_3 为企业老产品的比率提高而产生的学习率。

将式(10)代入式(8)得出式(11)质量总成本的预测模型,即

$$C_q = C_f + QC_v = C_0(1+i)^n + Q(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3) \quad (11)$$

该模型的难点在于如何计算公式中的参数 $\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, 课题组使用 Eviews 软件来实现参数的计算。求参数时先要对变量数据进行单位根检验,以避免伪回归问题,同时进行协整检验以观察其是否存在长期的平衡关系。本文通过一家化工企业的质量成本数据来说明并验证模型的应用。

3 模型的检验和应用分析

兹以一家专门从事天然树脂生产的化工企业 A 公司为分析对象。A 公司主导产品为松香树脂,产品广泛应用于胶粘剂、涂料、油墨等诸多领域。该公司树脂生产工艺为:将购买的松香溶解、精馏后,导入反应釜,加入多元醇和饱和酸等辅料,在一定的温度和压力下进行反应,之后降温、造粒,最后包装出货。A 公司通过了 ISO9000 质量管理体系认证,非常重视质量管理,对质量成本颇为关注。

3.1 数据来源

A 公司因为质量成本项目众多,基于重要性和可得性原则将发生金额小且难于获取的项目省略。其固定质量成本变动较小且容易获取,变动质量成本主要系因客户投诉造成的质量成本,包括退换货运费和装卸费、降价处理损失、赔偿损失、退回货物贬值损失、退回货物重新加工成本。因笔者在该公司担任财务管理工作的便利,获得了该公司 2010 年到 2013 年 4 个年度 48 个月的产量、累计产量、变动质量成本、1 a 以上新员工人数比率、2 a 以上老产品占总量比率信息,如附表 1 所示。

3.2 变量数据单位根检验

由于在模型中非平稳序列之间经常发生伪回归现象而造成结论无效,因此需要对样本数超过 25 期的序列及其差分序列进行单位根检验,以判断其是否平稳。本文采用 ADF 检验方法检验被分析序列的平稳性,即是否存在单位根及其个数。拟对表中变量 C_v, X_1, X_2, X_3 进行单位根检验,对滞后阶数的确定主要依据 AIC、SC 准则,由 Eviews 软件自动选择。结果如表 1 所示。

表 1 各序列 ADF 检验结果

Table 1 ADF test results

序列	ADF(T 统计值)		5% 临界值
	统计值	显著性水平	
ΔC_v	-14.795 7	* *	-2.926 6
$\Delta \Delta X_1$	-9.565 7	* *	-2.929 7
ΔX_2	-8.186 8	* *	-2.926 6
ΔX_3	-8.677 6	* *	-2.926 6

注: * 和 * * 分别表示在 5%, 1% 显著水平上拒绝单位根假设; $\Delta, \Delta \Delta$ 分别表示一阶差分和二阶差分。

表1说明,上述变量数据通过了单位根检验。

3.3 变量数据协整检验

为检验上述变量之间是否存在长期平衡关系,本文用Johansen极大似然法进行协整检验,结果如表2所示。由表2可知,检验在5%显著性水平上拒绝原假设,上述变量存在协整关系。

表2 Johansen 协整检验

Table 2 Johansen cointegration test

假设项数	特征值 e	迹统计量	0.05 水平关键值	Prob.**
None *	0.368 771	54.878 76	47.856 13	0.009 5
At most 1 *	0.270 750	33.714 77	29.797 07	0.016 8
At most 2 *	0.241 100	19.190 79	15.494 71	0.013 2
At most 3 *	0.131 776	6.5000 47	3.8414 66	0.010 8

3.4 模型及参数估计

用Eviews对上述数据进行公式和参数估计,结果如表3所示(R^2 值为0.883, F 统计量为110.98)。

表3 模型参数估计

Table 3 Model coefficient estimation

变量	参数	标准差	统计量	概率
常量	53.809 67	39.218 45	1.372 050	0.177 0
X_1	-7.70E-5	1.41E-5	-5.474 486	0
X_2	293.141 6	58.141 83	5.041 837	0
X_3	-84.929 76	45.889 14	-1.850 760	0.070 9

通过表3可以得到,公式及参数为:

$$C_v = 53.81 - 0.000077X_1 + 293X_2 - 84.93X_3 \quad (12)$$

由上式可知,式中-0.000077即为该企业因产量累计增多而产生的学习率,即累计产量每增加一吨,单位变动质量成本则减少0.000077元;293为新员工比率的学习率,即新员工比率每增加1%,单位变动质量成本增加293元;-84.93为生产2a以上老产品产量比率,该比率每增加1%,则单位变动质量成本减少84.93元。式中 $R^2=88.32\%$,说明模型拟合得较好。

3.5 模型变量参数显著性检验(T检验)与模型总体显著性检验(F检验)

由表3中的 F 值可以看出,方程总体显著性检验通过; X_1 和 X_2 变量非常显著, X_3 变量较显著,变量显著性检验通过。

式(12)说明该公司变动质量成本产生了学习曲线效应,其下降轨迹是明显的。但是,当企业的单位变动质量成本降到一定程度时,学习率同样会递减,因此学习率也是随企业产品生命周期而变化的,不同时期测算时要取随时间序列变化的动态数据。

3.6 模型的应用指导意义

有些学者对采用质量成本报告制度的企业进行调查研究,如K. Kanapathy等^[19]对马来西亚的企业进行的调查表明,质量成本报告是一项有效的控制

企业绩效提高质量管理水平的工具。探究质量成本模型的目的在于找出影响企业质量成本的因素及其变动规律,指导企业制定质量成本目标,从而进行质量成本的控制,以达成质量成本的降低和企业经济效益的提高。

以公司A为例,预计该公司2014年底累计产量达到380000t,预计2014年平均新员工比率为17%,预计2014年生产2a以上老产品比率平均为85%,估计品管人员人工费每年增长10%。至于固定质量成本,该公司只测算品管人员人工费和检测设备折旧费,基期(2013年12月)估算为每月25000元,根据式(11),测算2014年总的质量成本为:

$$C_q = C_f + QC_v = C_0(1+i)^n + Q(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3) = 25000 \times 12 \times (1+10\%) + (380000 - 328353) \times (53.81 - 0.000077 \times 380000 + 293 \times 17\% - 84.93 \times 85\%) = 496820 \text{ (元)}$$

企业可依此作为2014年的质量成本控制目标,当实际数额超过预算时,可先用因素分析法找出超支的项目,分析超支的原因,从而采取纠正措施,有的放矢地控制好质量成本。

4 结语

传统质量成本模型未考虑企业的学习曲线效应和成本性态,虽有部分研究者建立了考虑学习效应的质量成本模型,并在模型中导入了累计产量这个变量,但也没有考虑成本性态及影响质量成本的其他变量。所有这些模型在企业管理实践中很难运用,因其计算繁杂,参数很难确定。由于学习曲线效应的存在是因为企业生产的产品量累积及员工技术更熟练,本研究考虑并检验了产品生产量、工人技术成熟度、新老产品结构等影响学习效应的因素,并将质量成本中不随业务量变化的固定成本部分与变动成本部分分开考虑,以期建立准确的质量成本模型,帮助企业制定质量成本目标,提高成本控制水平。

本研究的不足之处在于没指出学习曲线存在的区间范围以及变量的取值区间,其不是恒定的,如所取时间过短,模型参数估计的准确性相对下降。当累计产量足够大时,按该模型计算变动质量成本可能会趋近零,而这是不现实的。本研究还要求企业保存足够时期的质量成本的历史资料。

参考文献:

- [1] 爱德华兹·戴明.戴明论质量管理[M].海口:海南出版社,2003:22-30.

- DEMING E. Deming on Quality Management[M]. Haikou: Hainan Press, 2003: 22-30.
- [2] 费根堡姆 A V. 全面质量管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 1991: 13-16.
- FEIGENBAUM A V. Total Quality Management[M]. Beijing: China Machine Press, 1991: 13-16.
- [3] 约瑟夫·朱兰. 朱兰质量手册[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1951: 42-54.
- JURAN J M. Juran's Quality Handbook[M]. Beijing: China Renmin University Press, 1951: 42-54.
- [4] SUMANTH D J, ARORA D P S. State of the Art on Linkage Between Quality, Quality Costs and Productivity [J]. International Journal of Materials and Product Technology, 1992, 7(2): 150-169.
- [5] PURGSLOVE A B, DALE B G. Developing a Quality Costing System: Key Features and Outcomes[J]. Omega, 1995, 23(5): 567-575.
- [6] GUPTA M, CAMPBELL V S. The Cost of Quality[J]. Productions and Inventory Management Journal, 1995, 36(3): 43-49.
- [7] BURGESS T F. Modeling Quality Cost Dynamics[J]. International Journal of Quality & Reliability Management, 1996, 13(3): 8-26.
- [8] MOHANDAS V P, SANKARANARAYANAN S R. Cost of Quality Analysis: Driving Bottom-Line Performance[J]. International Journal of Strategic Cost Management, 2008, 3(2): 1-8.
- [9] 白宝光, 张世英. 质量成本模型及其优化[J]. 科学管理研究, 2005, 23(3): 29-31.
- BAI Baoguang, ZHANG Shiyong. Model of Quality Cost and Optimizing[J]. Scientific Management Research, 2005, 23(3): 29-31.
- [10] 刘东才, 雒征, 张文华. 最佳质量成本模型的研究[J]. 武汉理工大学学报, 2007, 29(5): 160-164.
- LIU Dongcai, LUO Zheng, ZHANG Wenhua. Research on Optimal Quality-Cost Model[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2007, 29(5): 160-164.
- [11] 尚珊珊, 尤建新. 质量成本各要素关系研究及模型建立[J]. 管理评论, 2011, 23(9): 160-166.
- SHANG Shanshan, YOU Jianxin. The Research on the Relationship Between Quality Cost Elements and Their Model Establishment[J]. Management Review, 2011, 23(9): 160-166.
- [12] 刘卫东, 应婧. 基于产品寿命周期的质量成本模型及其分析[J]. 管理评论, 2011, 23(2): 117-121.
- LIU Weidong, YING Jing. Analysis of Mathematical Pattern of Quality Cost Based on Product Life-Cycle[J]. Management Review, 2011, 23(2): 117-121.
- [13] 潘燕华, 肖静. 基于顾客满意的质量成本模型[J]. 系统工程, 2015, 33(1): 74-80.
- PAN Yanhua, XIAO Jing. Quality Cost Model Based on Customer Satisfaction[J]. Systems Engineering, 2015, 33(1): 74-80.
- [14] 侯红超. 质量成本各要素之间的权衡关系研究: 基于A公司质量成本数据的实证分析[J]. 财会月刊, 2015(19): 5-10.
- HOU Hongchao. Research on the Trade-off Relationship Between Quality Cost Elements: An Empirical Analysis Based on the quality cost data of A Company[J]. Finance and Accounting Monthly, 2015(19): 5-10.
- [15] 潘广伟. 质量成本控制模型的分析与比较[J]. 商业会计, 2014, 3(5): 30-32.
- PAN Guangwei. Comparison and Analysis of Quality Cost Controlling Model[J]. Commercial Accounting, 2014, 3(5): 30-32.
- [16] 罗伯特·S·平狄克, 丹尼尔·L·鲁宾费尔德. 微观经济学[M]. 4版. 高远, 译, 北京: 中国人民大学出版社, 2000: 199-203.
- PINDYCK R S, RUBINFELD D L. Microeconomics[M]. 4th ed. GAO Yuan Translated. Beijing: China Renmin University Press, 2000: 199-203.
- [17] 崔丽, 曾凤章. 基于“学习曲线”效应的长期质量成本模型[J]. 商业研究, 2004(24): 46-48.
- CUI Li, ZENG Fengzhang. A Model of Long-Term Quality Cost Based on Learning Curve Effect[J]. Commercial Research, 2004(24): 46-48.
- [18] 曲弘, 白宝光. 基于学习曲线效应的质量成本模型[J]. 内蒙古工业大学学报(自然科学版), 2007, 26(3): 230-234.
- QU Hong, BAI Baoguang. The Quality Cost Model Based on Learning Curve Effect[J]. Journal of Inner Mongolia University of Technology (Natural Science Edition), 2007, 26(3): 230-234.
- [19] KANAPATHY K, RASAMANIE M. Adoption of Cost of Quality Reporting: An Initial Survey of Manufacturing Firms in Malaysia[C]//2010 International Conference on Business and Economics Research. Kuala Lumpur: IACSIT Press, 2011: 86-90.

(责任编辑: 申剑)

附表1 2010年1月—2013年12月A公司质量成本分析表

Table 1 A company quality cost analysis from Jan 2010 to Dec 2013

日期	单位变动质量成本	当月产量	累计产量	1 a 以上新员工比率	2 a 以上老产品比率
	Y/元	/t	X ₁ /t	X ₂ %	X ₃ %
2010-01	23.05	3 275	175 381	18.0	84.0
2010-02	20.06	2 128	177 509	17.5	84.2
2010-03	19.20	2 751	180 260	16.9	84.3
2010-04	17.30	2 576	182 836	16.9	84.0
2010-05	19.55	2 117	184 953	16.5	83.0
2010-06	16.60	2 234	187 187	16.0	82.5
2010-07	19.30	2 399	189 586	16.5	82.4
2010-08	17.20	3 059	192 645	17.0	82.7
2010-09	13.38	3 123	195 768	16.0	83.0
2010-10	16.82	2 669	198 437	16.0	82.8
2010-11	15.30	2 489	200 926	16.2	83.0
2010-12	11.92	2 893	203 819	16.0	82.0
2011-01	19.88	2 859	206 678	17.0	82.0
2011-02	18.86	1 770	208 448	17.0	82.1
2011-03	20.51	1 999	210 447	18.0	82.0
2011-04	14.23	2 132	212 579	17.5	83.3
2011-05	23.71	1 938	214 517	18.0	83.0
2011-06	15.01	2 029	216 546	17.0	83.5
2011-07	14.75	2 281	218 827	17.0	83.3
2011-08	15.44	2 631	221 458	17.2	83.2
2011-09	18.87	2 557	224 015	18.0	83.0
2011-10	16.64	2 333	226 348	17.0	83.5
2011-11	11.96	3 170	229 518	16.4	84.6
2011-12	15.29	3 711	233 229	16.1	84.5
2012-01	17.32	2 491	235 720	17.1	83.0
2012-02	14.61	3 732	239 452	17.0	83.6
2012-03	15.13	4 118	243 570	17.3	83.0
2012-04	15.97	3 659	247 229	17.4	84.0
2012-05	7.64	3 232	250 461	16.0	84.2
2012-06	13.75	3 602	254 063	16.2	84.0
2012-07	3.65	3 857	257 920	16.0	85.0
2012-08	9.39	4 519	262 439	16.3	85.0
2012-09	3.91	4 160	266 599	16.0	85.6
2012-10	7.66	3 610	270 209	16.6	85.0
2012-11	6.54	4 294	274 503	16.4	85.1
2012-12	4.24	5 076	279 579	16.2	85.4
2013-01	5.25	3 680	283 259	16.4	85.4
2013-02	5.68	3 200	286 459	16.2	84.8
2013-03	4.98	3 865	290 324	16.6	85.5
2013-04	4.66	4 105	294 429	16.1	85.7
2013-05	4.39	4 204	298 633	15.8	86.0
2013-06	4.46	4 109	302 742	15.7	85.0
2013-07	4.28	4 307	307 049	16.2	86.2
2013-08	5.01	4 207	311 256	16.4	86.0
2013-09	4.07	4 324	315 580	16.1	86.4
2013-10	3.96	4 312	319 892	15.9	86.5
2013-11	3.88	4 358	324 250	15.3	87.0
2013-12	3.79	4 103	328 353	15.1	86.6