

基于制度工程学的供应商质量管理优化

杨长军, 李 芳

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 针对目前供应链中价格导向环境下不断升高的质量失效比例, 采用基于组织行为学和制度工程学的理论方法对供应商的质量进行了优化研究, 尤其是从管理制度角度进行了量化分析和优化方案设计. 通过对供应商的不同选择行为进行深入详细的特征分析, 并结合与之相匹配的制度工程学模型和计算, 建立了一套能够普遍使用的从管理角度进行改进优化的方法. 通过在某公司的试运行, 验证了该优化方法对供应商管理制度调整的有效性, 包括综合设计改善观测器的有效性、提高行为效用和控制行为资源、结合层次分析法重新定义供应商绩效评估以影响和控制行为机会等, 藉此不仅促进了该公司的供应商质量管理不断提高, 解决了供应商质量不良和改进不力的情况(通过9个月制度优化, 产品质量不良率从2.3%降低到了0.9%), 并且验证了这套量化管理制度优化方法的有效性.

关键词: 质量改进; 制度工程学; 行为选择; 行为效用; 层次分析法

中图分类号: C 931.2

文献标志码: A

Supplier Quality Improving Based on Institution Engineering

YANG Changjun, LI Fang

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Supplier quality improvement management is becoming more and more important with the growth of supplier chain, especially under the global market competitive surrounding. It is also a big challenge to the manufacturing cooperation with large range of product line. To increase the supplier quality, V Company initiated the supplier analysis based on the institution engineering and organizational behavior theory. The existing supplier quality management mechanism was redesigned according to the module implementation and quantitative calculation. By adjusting the monitoring method, behavior utility and behavior resource, and also by recomposing the behavior opportunity by AHP(analytic hierarchy process), the supplier quality improvement program of V Company was made more effective and higher efficient (defects rate decreased from 2.3% to 0.9% in nine months try-running). On this basis, the institution engineering is proved to be a good tool and method for the management improvement and optimization. It will be more and more mature and would become a popular solution in different organization management fields.

Keywords: quality improvement; institution engineering; behavior preference; behavior utility; AHP

收稿日期: 2016-03-04

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71271138)

第一作者: 杨长军(1975-), 男, 硕士研究生. 研究方向: 先进制造管理. E-mail: young99991@sohu.com

通信作者: 李 芳(1966-), 女, 副教授. 研究方向: 供应链管理、生产运作管理等. E-mail: lifang2502@126.com

随着全球经济一体化程度加深,企业间竞争日趋激烈,无论是外延式还是内涵式的发展方式,都在向产品要效益,高质量低成本要求变得日益明显,在此情况下采购商和供应商的合作关系变得日趋紧张.供应商为了降低成本和维持利润往往会牺牲或者降低质量要求,这样就出现了因供应商的产品质量问题而导致本公司的产品不合格,甚至影响项目交期和产品性能.因此如何加强供应商的质量管理,与供应商建立起双赢合作伙伴关系,已经成为企业持续发展的重要课题.

针对上述供应商质量管理问题,目前比较成熟的质量优化工具有帕累托分析、RCA分析和六西格玛管理等.但是,这些方法采用定性的管理分析加上定量的工具利用,只是一种机械的结合,很难充分融合发挥作用.尤其是现实中多以培训和劝导为主来改变供应商的态度,促进其变被动为主动追求质量提高,缺乏成熟有效的量化制度和管理机制设计.鉴于此,能够对管理制度进行量化分析和优化的制度工程学方法在供应商质量管理优化中得到了建立和发展.

1 国内外研究现状及典型问题提出

针对上述供应商质量管理问题,国内外许多公司和研究者都采用比较成熟的方法比如质量功能展开(QFD)和层次分析法(analytic hierarchy process,AHP)等来进行质量改进和提高^[1-4],详见表1.另外,有些研究从组织行为学的角度进行^[5-7],详见表2.虽然这些研究并没有充分利用制度工程学方法,但仍然给本文提供了很多启示,加强了对供应商行为选择的特点和规律的定性理解和分析.其中比较典型的有以孙绍荣^[8]为代表的制度工程学实际应用的成功案例,比如说“行为管理制度设计的符号结构图及计算方法——以治理企业污染环境行为”,但是其采用“先利用专门符号分析和设计制度的结构,然后再用管理措施改善各节点上的参数,由此分别计算出被管理者在制度下选择各行为的期望回报,然后再用行为概率模型估计出被管理者实际选择各行为的概率”的研究方法思路却是普遍通用的,也是本研究采用类似“二元行为选择”模型进行问题研究的主要原因.

表1 AHP应用案例研究汇总

Tab.1 List of AHP application cases

作者	观点	方法模型	与本文关系
Rajesh 等 ^[1]	从AHP、QFD的角度最大化地进行量化指标评估设计,通过HOQ(house of quality)的方法进行各元素最初状态的合理比较,消除了两两比较判断矩阵主要依靠经验的局限.	AHP QFD + HOQ 利用HOQ来定量地理清各因子关系,而不仅仅是依靠经验.	作者对供应商的选择结论指出各主要影响因素的权重比例是:质量75%,价格9%,交期15%.作为类似的权重思维,本研究中V公司质量权重调整后也最终达到54%.
陈佳庆 ^[2]	层次分析法对于构建供应商评估体系具有明显的作用,能够推进科学性采购、降低采购成本、提高整个供应链资源利用效率.其建立的四阶矩阵主要从质量、交期、成本和服务来评估.	AHP计算改进后方案是:质量权重0.466,交货权重0.277,成本权重0.161,服务成本0.096.	作者从评估结果出发将供应商分为A/B/C3类,并且每一类物料要求都有相应的3家供应商.本研究则主要将精力集中在质量上,重点强调了供应商的培养和建立战略合作模式,而不是多家选择.
李秀森等 ^[3]	综合了增长因素分析、AHP、综合指标评价和聚类分析,构造一种新的综合评价系统.通过比较各方法的评价结果,实现各因素对增长较精确的评价.	AHP聚类分析	本文主要借鉴了该研究的逻辑思路,但是考虑到已有的统计数据以及解决问题的简单程度,最后决定仅使用AHP对供应商绩效进行成本、交期、服务等优化分析.
雷星晖等 ^[4]	运用AHP展示了筛选外包服务过程的供应商绩效选择标准,将各项指标进行分层、量化和评定,使企业能够选择出最适合外包业务和企业战略的供应商.	AHP	本文的研究对象是服务外包,所以其特性指标都体现了对质量的要求(除成本),质量权重最大化为0.87,这也是本研究决定质量权重需要起到决定性作用的参考来源之一.

表2 供应商组织行为特点分析应用研究一览表

Tab.2 List of supplier behavior preference analysis

作者	观点	方法模型	与本文关系
石玉对等 ^[5]	附加惩罚成本能够改变供应商、零售商的效用水平和决策偏好,从而确保最优状态成为博弈的纳什均衡解.	建立以成本和利润作为评价参数的效用矩阵模型,同时利用附加惩罚成本进行合约协调性设计.	充分考虑附加惩罚成本在质量成本中的比例,尤其是针对质量损失成本的构成进行了适当调整.
赛云秀等 ^[6]	针对工程项目施工中的制度失效、行为不规范等进行分析,调整制度设计改善项目管理和项目参与者行为.	引用制度工程学的原理建立了行为系统和失效系统分析图,并通过分析提出改善应对方法.	本研究也借鉴了此行为系统的分析思路,并结合制度设计的模型进行重新计算和改进,提高有效性.
Karimi 等 ^[7]	积极或消极的主管管理风格与工作懈怠的相关性,分析说明消极的态度与工作懈怠的相关性更强.	通过实验建立相关性模型对不同的作业效果(全兼职、出勤率、加班数据等)进行分析和评估.	此研究帮助V公司认识到现行对质量不良管控失效的模式会更加刺激供应商的不良行为选择.

2 理论方法介绍和应用初步分析

2.1 制度工程学

制度工程学^[9]是一门文理工结合的新学科.该学科建立了以带有工程学科特点的制度设计解决思路,以数学模型与计算比较为分析工具,使原本只能定性分析的制度管理具有了可以设计量化和准确评估的特点.在制度工程学中,提出了发生行为的3个必要条件:效用、资源、机会.以此为基础,制度工程学以制度的工程化设计方法和分析方法——孙氏图及其制度的数学模型化方法为主要特色.

因此,制度工程学提出的制度设计的工程化方法,使制度设计能够象工程设计一样,有图形,有制度部件的选择,有制度效果的计算与比较,有设计方案的优化,从而使制度设计走向可操作化与实用化,能够在管理实践中发挥重要的科学方法作用,进而能够指导本文研究的开展.

最后,再次强调制度工程学的一个重要观点,任何行为的发生都必须同时具备3个必要条件:行为效用(正的行为效用)、行为资源、行为机会.这3个条件,缺一不可,相应地用函数关系来表述为

$$e = f(u \Delta res \Delta opp) \quad (1)$$

式中: e 为行为的努力水平; $f(\cdot)$ 为单调递增型函数; u 为行为的正效用; res 为行为资源; opp 为行为机会; Δ 为逻辑运算符,表示在它左右的因素必须都存在,或者取它左右因素的最小值.显然,式(1)全面揭示了行为的努力水平取决于行为效用、行为资源和行为机会的综合作用.

2.1.1 组织行为学,理性人假设

制度工程学是以人的行为管理为研究对象,而且需要进行定量分析和计算,这就需要界定本学科的一些研究前提条件.不同于马朝杰先生的组织行为学特点研究^[10](人性的多样性和社会性等),制度工程学只把理性人作为研究对象,同时设定其行为选择是风险中性的.否则,本制度工程学中的相关模型和计算将受到较大影响,除了需要在各公式中引入修正系数外.

理性人假设:“理性人”假设^[11](hypothesis of rational man)是指作为经济决策的主体都是充满理智的,既不会感情用事,也不会盲从,而是精于判断和计算,其行为是理性的.在经济活动中,主体所追求的唯一目标是自身经济利益的最大化,如消费者追求的是满足程度最大化,生产者追求的是利润最大化.“理性

人”假设实际是对亚当·斯密“经济人”假设的延续.

2.1.2 孙氏图模型与效用函数

本文所引用的制度工程学的模型主要是指“二元行为惩罚制度”的“治理偷懒行为的惩罚制度”。“偷懒行为”本来指个体的努力水平比别人低(意味着行为成本比较低)却试图获得与其他个体一样的回报.本文将单个供应商作为个体,作为独立的法人,其具有更好的理性人假设和风险中性(当然个别老板可能风险偏好不同,在本文中忽略).所以,“二元行为惩罚制度”孙氏图模型适用于制度工程学的研究,详见图1.

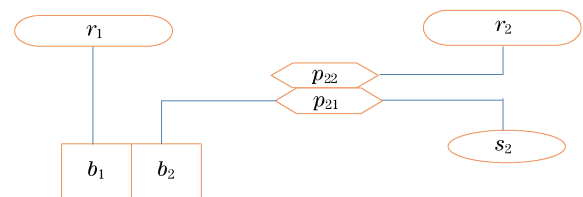


图1 二元行为惩罚制度模型

Fig.1 Dual behavior punishment module

针对此“二元行为惩罚制度”模型进行相应的理论计算分析.假设:正常行为为 b_1 ;正常回报为 r_1 ;正常行为的成本为 c_1 ;正常行为的效用为 u_1 ;偷懒行为为 b_2 ;偷懒行为的观测器观测到的概率是 p_{21} ;惩罚措施是 s_2 ;如果偷懒行为没有被观测到的概率是 p_{22} ,偷懒行为“漏网”后的回报为 r_2 ;偷懒行为的成本为 c_2 ;偷懒行为的效用为 u_2 .根据公式:效用=回报-成本,可以得到如表3所示的各参数关系和计算公式.

表3 行为效用函数表

Tab.3 Behavior utility calculation form

行为	内容	回报	概率	成本	效用
b_1	正常	r_1	1	c_1	$u_1 = r_1 - c_1$
b_2	不良	r_2 s_2	p_{22} p_{21}	c_2	$u_2 = p_{22} r_2 + p_{21} s_2 - c_2 = (1 - p_{21}) r_2 + p_{21} s_2 - c_2$

二元行为惩罚制度有效的条件是 $u_1 > u_2$,即 $r_1 - c_1 > (1 - p_{21}) r_2 + p_{21} s_2 - c_2$;也就是说,如果 $u_2 > u_1$,则制度无效,理性个体会选择不良行为 b_2 .

2.2 层次分析法的理论和方法介绍

层次分析法是20世纪70年代由美国匹兹堡大学著名运筹学家Satty教授提出的一种定性和定量相结合的多目标层次分析方法.该方法通过将决策者的经验判断予以量化,为决策者提供定量形式的决策依据.其解决问题的基本思路^[12]为:a.将所要

分析的问题层次化,根据问题的性质和所要达到的目标,将问题分解成不同的组成因素,按照各因素相互关系和隶属关系,构造一个多层分析结构模型;b. 确定各层次因素的判断标度;c. 构造两两判断矩阵(正互反矩阵);d. 求解矩阵,进行层次单排序及一致性检验,得出各矩阵的特征向量(权重);e. 权重传递,进行归一化层次总排序及一致性检验,得出最低层各指标对最高层目标的相对重要程度的权值;f. 通过计算和比较,选择最佳方案.

3 案例分析

3.1 V公司及其供应商介绍

V集团(中国)公司位于江苏省昆山市,主要为造纸工业提供纸机、零部件和服务技术,整个集团2013—2014财年的质量失效成本达到0.2%的比例(2013—2014年年收入超过57亿欧元),而V公司(中国)相应的质量失效成本是23.5万欧元,其中大部分损失来自于供应商的产品质量不良.

选择V公司典型的供应商(CZXH)2014年完成的一个订单进行研究.10月1日其接到V公司该订单(14 m长的焊接、机加钢结构件),订单金额400万元,要求15年1月1日交货.CZXH在1月1日交货完成,共计发生成本350万元.交货后V公司发现12个质量不良,检验成本为3600元,供应商的总返修成本是1000元(集中返修2次,总计4人天,3000元/月工资,交通400元).

假设要消除此质量不良,需增加质量检验及工序控制等,简化为4000元/月,此为质量预防成本.

根据制度工程学的“二元行为惩罚制度”模型和计算方法,结合上述表3的分析,针对CZXH的订单可以得到如表4的数据归类计算.

表4 二元行为惩罚制度初步计算

Tab.4 Calculation results by dual behavior punishment module

行为	内容	回报/万元	概率	成本/万元	效用/万元
b_1	正常	$r_1 = 400$	1	$c_1 = 351.2$	$u_1 = r_1 - c_1$ $u_1 = 400 - 351.2 = 48.8$
b_2	不良	$r_2 = 400$ $s_2 = 399.64$	$p_{22} = 0$ $p_{21} = 1$	$c_2 = 350.1$	$u_2 = p_{22}r_2 + p_{21}s_2 - c_2$ $c_2 = (1 - p_{21})r_2 + p_{21}s_2 - c_2$ $u_2 = 399.64 - 350.1 = 49.54$

由表4计算可知,偷懒行为效用(49.54万元)大于正常行为效用(48.8万元),即目前模式下增加质

量预防成本后利润将减少7400元($49.54 - 48.8$),如果将此3个月的情况扩展到1年,则利润减少2.96万元($7400 \times 4 = 29600$).所以,现行V公司的供应商质量管理体系将造成供应商不会选择改进行为.

3.2 优化方法和思路的通用性研究

根据制度工程学的原理对上述案例进行建模分析和计算设计.

假设该供应商一年的接单量为 n ;订单效用为 U ;订单金额为 R ;订单成本为 C , C 包括两部分,一部分是正常成本 C_c ,另一部分为质量不良成本 C_L ;如果需要消除质量不良成本 C_L ,则相应地需要增加质量预防成本 C_P ;同时质量不良成本 C_L 由供应商直接返修成本 C_D 和V公司惩罚成本 C_F 组成(每天1次返修成本为 C_d ,包括运费等, C_i 为单个质量不良的惩罚成本).

根据以上假设,考虑到本案例中行为效用即为该订单利润,结合行为效用计算公式:效用(u) = 收益(r) - 成本(c),以及成本的相关概念可以推导出以下内容:

行为效用

$$E(u) = U = R - C = \int_0^n U(i)di = \int_0^n R(i)di - \int_0^n C(i)di \quad (2)$$

总成本

$$C = \int_0^n C(i)di = \int_0^n C_c(i)di + \int_0^n C_L(i)di \quad (3)$$

或

$$C = \int_0^n C(i)di = \int_0^n C_c(i)di + \int_0^n C_P(i)di \quad (4)$$

质量不良成本

$$C_L = \int_0^n C_L(i)di = \int_0^n C_D(i)di + \int_0^n C_F(i)di \quad (5)$$

质量返修成本

$$C_D = \int_0^n N_i C_{di} di = C_d \int_0^n N_i(i)di \quad (6)$$

式中: N_i 为订单 i 的质量不良数量; C_{di} 为订单 i 的质量不良返修成本,当 C_{di} 都相等时,简化为常数.

V公司质量惩罚成本

$$C_F = \int_0^n C_F(i)di = \int_0^n C_i N_i(i)di =$$

$$C_f \int_0^n N_i(i) di \quad (7)$$

综合以上各式,对效用函数 $E(u)$ 重新整理得

$$E(u) = \int_0^n R(i) di - \int_0^n C(i) di \int_0^n Np_{21}(i) di = \int_0^n R(i) di - \left(\int_0^n C_C(i) di + \int_0^n C_L(i) di \right)$$

即

$$E(u) = \int_0^n R(i) di - \left(\int_0^n C_C(i) di + C_d \int_0^n Np_{21}(i) di + C_f \int_0^n N_i(i) di \right) \quad (8)$$

说明:

a. $E(u)$ 的最大值就是该行为选择的最佳趋向,即符合利益最大化的经济人假设.

b. 式(3)和式(4)说明二者为互斥事件,即二者只能存在一种,要么产生质量不良要么付出质量预防成本,则有临界值 $C_L = C_P$,结合式(5)~(6),则有

$$C_d \int_0^n N_i(i) di + C_f \int_0^n N_i(i) di = \int_0^n C_P(i) di \quad (9)$$

3.2.1 质量成本平衡点计算

结合 CZXH 的实际案例数据进行改进方案设计计算.已知该供应商年度订单总金额约为 2 000 万元 (R);根据 400 万的实际订单暂定正常成本为 $2\,000 \times 350/400 = 1\,750$ 万元 (C_C);每次质量不良直接维修成本约为 500 元(400 元运费 + 物料人工等 100 元),简化之即 $C_d = 500$;V 公司的惩罚成本为 300 元/个质量不良,即 $C_f = 300$ 元;主动预防质量成本为 4 000 元/月,即 $C_P = 4\,000 \times 12 = 48\,000$ 元(以年为单位).

将以上数据代入式(9)计算得

$$C_d \int_0^n N_i(i) di + C_f \int_0^n N_i(i) di = \int_0^n C_P(i) di$$

即

$$(C_d + C_f) \int_0^n N_i(i) di = \int_0^n C_P(i) di$$

所以有

$$\int_0^n N(i) di = 48\,000 / (500 + 300) = 60$$

说明质量不良返修次数的发生数量超过 60 个时,引入此质量预防成本是合适的.同时统计去年的不良数据,CZXH 发生总不良数为 66 个,合格率为 97.7%,(但维修数量却设定每月 1 次,相当于有效不良数是 12 个).所以在目前的惩罚状态下($12 < 60$),该供应商将不会采取质量预防措施,由此识别出第一个关键因素(V 公司的 300 元惩罚权重较低时,占 3/8),返修成本/次数才是影响质量不良成本的关键因素.

所以,如果将质量水平提高到 3σ 以上,即合格率为 99.73%,则质量不良返修次数需要控制为 8 个以内(计算方法根据 $66/2.3\% = x/0.27\%$).由此重新计算质量损失成本(式(3)~(8)),由于供应商的返修成本 C_d 不变,所以 V 公司的惩罚成本 C_f 需要调整为 5 500 元,详见如下计算过程:

$$(C_d + C_f) = 48\,000/8 = 6\,000 \Rightarrow C_f = 6\,000 - 500 = 5\,500$$

如果将质量水平提高到 4σ ,则要求每年的不良数在 0.3 个,将此数据代入式(9)得到 $C_f = 48\,000/0.3 - 500 = 159\,500$ 元,也就是说每个质量不良将会收到 V 公司近 16 万元的罚款.

3.2.2 行为选择的效用函数计算

相应的效用函数计算,将以上数据代入效用函数式(8)得

$$E(u) = \int_0^n R(i) di - \left(\int_0^n C_C(i) di + C_d \int_0^n Np_{21}(i) di + C_f \int_0^n N_i(i) di \right) = 20\,000\,000 - \left(17\,500\,000 + 500 \int_0^n N(i) di + C_f \int_0^n N_i(i) di \right) = 2\,500\,000 - (500 + C_f) \int_0^n N(i) di$$

当质量不良为 66 个时,V 公司质量惩罚为 300 元/个, $E(u)$ 将损失 5.28 万元,但是如果将惩罚提高到 1 000 元, $E(u)$ 将损失 9.9 万元;如果提到 5 500 元,则 $E(u)$ 损失 36.3 万元.对比质量预防成本 4.8 万元可见,当 V 公司调整质量惩罚标准时,供应商将会有明显的质量改进意愿提高.由此识别出第二个关键因素:V 公司的质量扣款调整也是影响质量损失成本的关键因素.

3.2.3 控制行为机会(供应商绩效评估的 AHP 分析应用)

全面评估 CZXH 的行为特点,发现要激发和提高供应商的努力水平(e),除上述行为资源和行为效用影响措施外,还有“行为机会”即“接单机会”没有进行分析.

为改善“对订单投放施加的长期影响效果较弱,造成供应商质量不良表现不同却保持相同的机会”情况,计划采用措施:首先是提高绩效评估的频率,把每年一度改为每月评估;其次提高质量权重,取代原来“质量、交期、价格、服务”各占 25% 的权重评估制度,

采用层次分析法(AHP)重新设计绩效评估方案。

a. 构建问题的层次模型:以供应商的绩效评估作为目标,对其产生重要影响的质量、价格和交期进行权重占比分析,同时对影响质量关键项“问题解决

和改进、质量不良、现场检验、体系维护、文件记录”进行 AHP 的权重和决策分析. 方案调整的思路见表 5.

b. 构造两两比较判断矩阵:对各指标之间进行两两对比,构造出评价指标的判断矩阵. 示例见表 6.

表 5 供应商绩效评估影响因素表

Tab.5 Supplier performance evaluation configuration

改进前			改进后		
评估内容	单项权重/%	汇总	评估内容	单项相对重要性	汇总
质量	问题解决和改进	5	问题解决和改进	“7”	“7”
	不合格率	5	不合格率	“7”	
	现场检验	5	现场检验	“5”	
	质量记录和维护	5	质量记录和维护	“3”	
	质量证书	5	质量证书	“1”	
价格	/	/	价格	/	“3”
技术	/	/	交期	/	“3”
服务	/	/	/	/	/

表 6 对质量评估影响因子比较表

Tab.6 Comparison among influential factors of quality evaluation

影响因子	影响因子				
	问题解决和改进	不合格率	现场检验	质量记录和维护	质量证书
问题解决和改进	1	1	7/5	7/3	7
不合格率	1	1	7/5	7/3	7
现场检验	5/7	5/7	1	5/3	5
质量记录和维护	3/7	3/7	3/5	1	3
质量证书	1/7	1/7	1/5	1/3	1

c. 计算判断矩阵的最大特征根和特征向量:即针对“绩效评估”和“质量评估”分别计算各备选元素的权重,并最终确定详细的评估内容“问题改进”、“不合格率”、“现场检验”、“质量记录”、“质量证书”在整体的供应商绩效评估中所占的权重. 本文采用的是和法求解.

首先,计算绩效评估各影响因素判断矩阵的最大特征根和特征向量.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 7/3 & 7/3 \\ 3/7 & 1 & 1 \\ 3/7 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

归一化得到

$$W = \begin{bmatrix} 0.539 \\ 0.231 \\ 0.231 \end{bmatrix}$$

则有

$$AW = \begin{bmatrix} 1 & 2.333 & 2.333 \\ 0.428 & 1 & 1 \\ 0.428 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.539 \\ 0.231 \\ 0.231 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.617 \\ 0.693 \\ 0.693 \end{bmatrix}$$

所以有

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{3} \left(\frac{1.617}{0.538} + \frac{0.693}{0.231} + \frac{0.693}{0.231} \right) = 3.002$$

然后,计算质量评估各影响因素判断矩阵的最大特征根和特征向量.

所以有

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{5} \left(\frac{1.56}{0.294} + \frac{1.48}{0.285} + \frac{1.057}{0.204} + \frac{0.634}{0.122} + \frac{0.211}{0.041} \right) = 5.216$$

d. 一致性检验

首先,对供应商绩效评估各影响因素进行一致性检验.

(a) 计算一致性指标 CI (consistency index):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{3.002 - 3}{3 - 1} = 0.001$$

(b) 计算平均随机一致性指标 RI (random index). 由 $n = 3$, 查表得到随机一致性指标 $RI = 0.58$.

(c) 计算一致性比例 CR (consistency ratio):

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.001}{0.58} = 0.002$$

由于一致性比率 $CR < 0.1$, 通过 **B** 对 **A** 判断矩阵进行一致性检验. 因此供应商绩效评估(判断矩阵 **B**)的特征向量 $[\textcircled{0.539} \textcircled{0.231} \textcircled{0.231}]$ 就分别是“质量”、“价格”和“交期”的权重.

然后, 对质量评估各影响因素进行一致性检验.

(a) 计算一致性指标 CI (consistency index):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{5.216 - 5}{5 - 1} = 0.054$$

(b) 计算平均随机一致性指标 RI (random index). 由 $n = 5$, 查表得到随机一致性指标 $RI = 1.12$.

(c) 计算一致性比例 CR (consistency ratio):

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.054}{1.12} = 0.048$$

由于一致性比率 $CR < 0.1$, 所以通过 **C** 对 **B** 判断矩阵进行一致性检验. 因此影响质量评估各因素的特征向量 $[\textcircled{0.294} \textcircled{0.285} \textcircled{0.204} \textcircled{0.122} \textcircled{0.041}]$ 就分别是“问题改进”、“不合格率”、“现场检验”、“质量记录”、“质量证书”的权重.

e. 进行各质量评估详细内容分项对“供应商”总绩效评估的权重计算设计. 通过逆向算法即可得到各分项的具体目标数值: $U = 100 = \sum W_i V_i = 100 \times 0.539 + 100 \times 0.231 + 100 \times 0.231$. 可知质量分数是 54 分 (V_i 指各影响因素), 价格和交期分别是 23 分. 相应的“问题改进”、“不合格率”、“现场检验”、“质量记录”、“质量证书”分数分别为: 16, 16, 11, 8, 3.

因此, 最终调整后的方案和权重分数见表 7.

表 7 改进后对质量评估影响因子比较表

Tab.7 Comparison among influential factors of quality evaluation after improvement

改进前			改进后		
评估内容	权重/%	汇总	评估内容	权重/%	汇总
质量	问题解决和改进	5	问题解决和改进	16	54
	不合格率	5	不合格率	16	
	现场检验	5	现场检验	11	
	质量记录和维护	5	质量记录和维护	8	
	质量证书	5	质量证书	3	
价格	/	25	价格	/	23
技术	/	25	交期	/	23
服务	/	25	/	/	/

3.3 综合优化方案确定

在综合考虑上述各改进方法和思路的分析指导下, V 公司决定采取以下措施:

a. 提高质量失效成本和惩罚力度. 任何质量不良一旦发生, 则直接从订单金额中扣除 1 000 元/次, 并且质量不良的返修由每月 1 次改为逐次返修, 一旦发现就必须于 3 日内安排返修完成.

b. 加强供应商绩效评估的质量权重和审核频率. 把每年一次的频率改为月度打分评估, 将质量权重调整为 54 分(百分制), 并采用严重质量不良一票否决制.

4 优化方法试运行及效果验证

4.1 优化方案实施前后对比总结

根据上述论证综合考虑, V 公司决定采用提高质量不良的观测力度(100%的发现制度设计), 加大质量不良发现的惩罚额度(100 元到 1 000 元的提

升), 建立长短期结合的考核制度(质量权重 54 分)等措施来优化供应商质量管理体系, 其效果可以从改进前后的“二元行为惩罚制度”模型比较中得到证明(见图 2).

根据图 2 可知该方案的综合效果能够明显抑制不良行为 b_2 的预期和发生, 能够促进供应商转变思想, 积极选择正常行为 b_1 , 在获得更大经济收益的同时取得管理上的不断提升.

同时, 可以据此得出本文结论: 经过重新制度设计改进后的“二元行为惩罚制度”有效的条件 $u_1 > u_2$ 成立, 该方案能够实现 V 公司的供应商质量改进目的, 同时也具有推广的实用价值.

4.2 实际运行效果验证

为进一步验证以上方案有效性, V 公司从 2015 年 1 月 18 日开始就对典型的供应商 CZXH 实施了新设计的制度管理. 截止目前, 其送交 V 公司车间的不合格率由 2.3% 已经下降到 0.9%, 详见图 3 的实际统计数据.

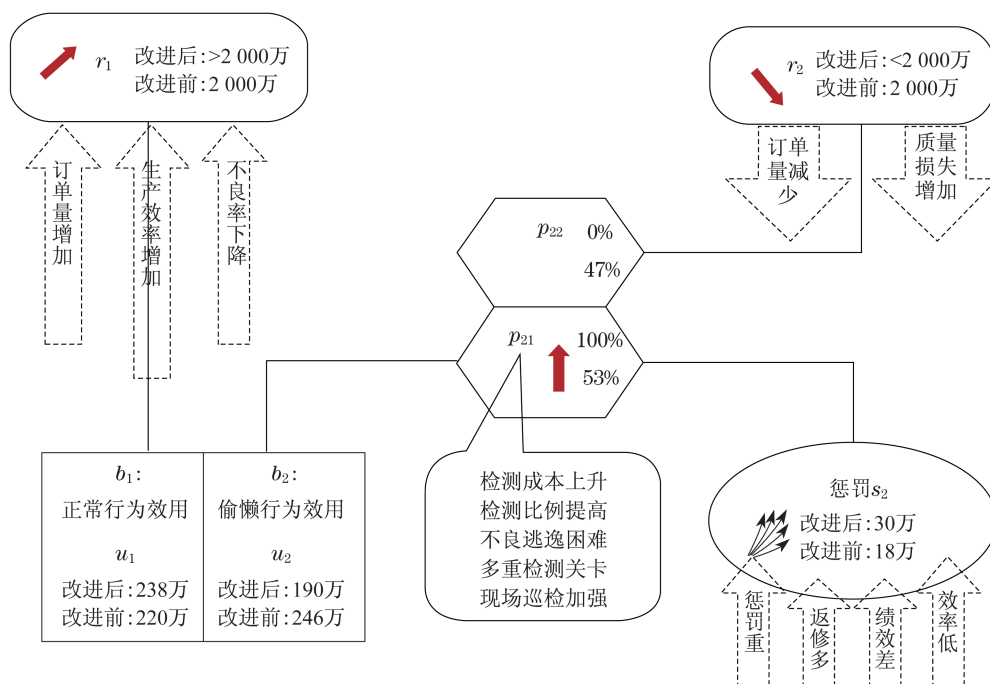


图2 二元行为惩罚制度的改进后模型

Fig.2 Improved dual behavior punishment module

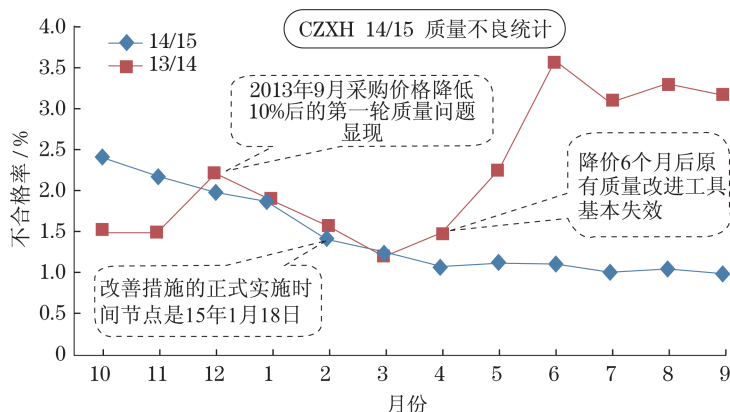


图3 改进后的质量统计

Fig.3 Quality statistics after improvement

图3中:13/14表示2013年10月1日至2014年9月31日的一个财务年度;14/15表示2014年10月1日至2015年9月31日的一个财务年度。从图3可以看出,2013年9月开始实施价格导向(供应商降价10%)。由于订单执行的周期大约为3个月,所以从2013年12月开始出现大量质量问题,最高时不良率一度超过3.5%,然后在3%左右保持了近6个月。从2014年12月开始V公司进行了供应商管理制度的重新设计,并在2015年1月18日在CZXH正式实施。质量不良率从3%直线下降到1%,并稳定了6个月以上,更是在2015年9月达到了0.98%的历史最好记录,而且从该曲线的趋势可

以看出未来的发展将更加良好,从而充分证明了基于制度工程学的制度优化是行之有效的。

5 结论

结合了目前比较先进的制度工程学原理对供应商的质量改进进行了建模分析和量化计算,并引用AHP的方法对供应商的行为机会(绩效评估)进行控制,从而将V公司的供应商质量管理提高到一个全新的高度,同时也为面临类似V公司供应商质量管理情况的其他同类公司提供了有力的参考和案例研究^[13],能够为他们在提高管理改进的道路和方法

上提供全新的视角和解决方案。

所以,本文的意义不仅仅是解决了V公司的供应商质量改进优化问题,更重要的是通过从组织行为学和制度工程学的视角进行分析,希望能够抛砖引玉供后来者进行类似的研究,同时也希望将来的研究中能够适当考虑经济人假设的多样性以及不同风险偏好的相关系数调整应用^[14]。

参考文献:

- [1] RAJESH G, MALLIGA P. Supplier selection based on AHP QFD methodology [J]. *Procedia Engineering*, 2013, 64: 1283 - 1292.
- [2] 陈佳庆. 层次分析法在企业供应商质量评估中的应用[J]. *中小企业管理与科技*, 2014(29): 36 - 37.
- [3] 李秀森, 孙绍荣, 王亮. 基于因素分析 AHP 和聚类分析的综合评价系统[J]. *上海理工大学学报*, 2003, 25(2): 192 - 196.
- [4] 雷星晖, 尤筱玥. 基于层次分析法支持决策的外包服务供应商绩效评价[J]. *同济大学学报(自然科学版)*, 2014, 42(11): 1770 - 1775.
- [5] 石玉对, 陈云. 附加惩罚成本的最优转移支付设计——批发价格合约的一种制度改进[J]. *管理工程学报*, 2013, 27(2): 187 - 194.
- [6] 赛云秀, 郭庆军. 工程施工中项目参与者行为管理有效性研究进展[J]. *西安工业大学学报*, 2013, 33(10): 775 - 780.
- [7] KARIMI L, GILBREATH B, KIM T Y, et al. Come rain or come shine: supervisor behavior and employee job neglect[J]. *Leadership and Organization Development Journal*, 2014, 35(3): 210 - 225.
- [8] 孙绍荣. 行为管理制度设计的符号结构图及计算方法——以治理企业污染环境行为的制度设计为例[J]. *管理工程学报*, 2010, 24(1): 76 - 81.
- [9] 孙绍荣. 制度工程学——孙氏图与五种基本制度结构[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
- [10] 马朝杰. “经济人”假设的争论: 本源与超越[J]. *河南社会科学*, 2014, 22(3): 90 - 94.
- [11] 王永德, 刘迪. 经济人假设视角下的财务风险防范[J]. *中国市场*, 2015(2): 44 - 45.
- [12] 郭如波. 基于层次分析法的电力设备制造企业供应商评价选择研究[J]. *现代商业*, 2014(32): 194 - 196.
- [13] 高一兰, 黄晓野. 制度、人力资本与乡村劳动力迁移[J]. *工业技术经济*, 2015(4): 144 - 152.
- [14] 王素莲, 阮复宽. 企业家风险偏好对 R&D 投入与绩效关系的调节效应——基于中小企业板上市公司的实证研究[J]. *经济问题*, 2015(6): 80 - 83.
- (编辑: 丁红艺)
-
- (上接第 439 页)
- [11] 刘振. 促进企业自主创新的动力因素及其路径关系研究[J]. *中国科技论坛*, 2013(1): 63 - 70.
- [12] 肖挺, 刘华, 叶芄. 制造业企业服务创新的影响因素研究[J]. *管理学报*, 2014, 11(4): 591 - 598.
- [13] FAN P L. Catching up through developing innovation capability: evidence from China's telecom-equipment industry[J]. *Technovation*, 2006, 26(3): 359 - 368.
- [14] 蔡瑞林, 董伊人. 制造企业技术创新障碍因素的实证研究[J]. *科技管理研究*, 2013, 33(8): 9 - 12.
- [15] 王红倩, 张峥. 基于 SD 的医药产业技术创新系统研究[J]. *上海理工大学学报*, 2016, 38(1): 48 - 54.
- [16] 邱平. 国有科技型企业产品研发管理过程问题分析[J]. *上海理工大学学报*, 2013, 35(6): 607 - 613.
- [17] 陈通, 徐静辉. 基于系统动力学的企业 R&D 活动过程的演化机理研究[J]. *科技管理研究*, 2015(4): 87 - 92.
- [18] 李廉水. 中国制造业发展研究报告 2012[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 4.
- (编辑: 丁红艺)