

# 基于 QFD 的供应链质量风险传递模型研究

颜忠娥

(顺德职业技术学院, 广东 佛山 528300)

**摘要:** 供应链环境下的产品质量风险具有逐级传递并向下扩大的趋势效应, 当供应链上某节点企业发生质量波动时, 质量风险的直接表现形式为下游顾客需求满意度发生偏差。分析与预测因质量风险所导致的顾客满意度偏差在供应链中的传递及影响后果, 成为供应链质量风险管理研究的主要内容之一。基于此, 分析了供应链质量风险形成机理, 建立了基于质量功能展开的质量供需链模型, 提出了供应链质量风险传递的定量分析模型。

**关键词:** 供应链; 质量风险; 质量功能展开(QFD); 顾客满意度偏差

**DOI:** 10.6049/kjbydc.2012120361

**中图分类号:** F274

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7348(2013)12-0022-04

## 0 引言

市场竞争已经由传统个体企业间的竞争, 发展为供应链间的竞争。由于供应链本身具有多主体、多环节、跨地域的特点, 以及市场的多变性, 供应链运作面临的风险因素也相应增多。近几年频频发生的全球性风险事件, 对供应链企业产生的影响之大、范围之广、损失之重已引起了国内外企业及学者的高度关注。如 2011 年, 台湾塑化剂污染事件的揭开导致药品、保健品、益生菌、饮料等产业链受到牵连; 双汇曝出“瘦肉精”事件后, 接连几天股价跌停; 2009 年丰田汽车因为零部件供应商的产品质量问题, 导致历史上大规模的召回停售事件, 召回数量超出丰田 2009 年全年销量的 30%; 2001 年美国、加拿大边境因“911”恐怖袭击关闭, 致使福特汽车公司因不能及时从加拿大的供应商那里得到足够的零部件而关闭了 5 家工厂; 2001 年, 因为“点 com”的破灭, 网络电子设备的销售量大幅降低, 导致其原材料和在制品大量堆积在合同制造商处。此外, 2008 年牛奶“三聚氰胺”事件的发生、2006 年日本索尼笔记本电脑电池质量事件、2005 年发生在我国的“苏丹红”事件、2003 年的伊拉克战争(石油价格大幅上涨)、SARS 危机等, 这些风险事件的发生不仅直接给事发企业造成了巨大损失, 而且以其为纽带的原料供应商、产品分销商、零售商均遭受了不同程度的影响和损失, 给供应链绩效管理带来巨大的负面作用。

Hendricks 和 Singhal 通过对大量企业统计资料的研究发现, 供应链的风险因素对公司财富的影响明

显——基于其对 1989—2000 年 500 多个样本的估算, 供应链波动对股东财富的短期影响十分明显, 供应链的扰动使得公司财富平均下降 10.28%; 同时基于 827 个样本资料数据, 估算了供应链节点上的突发风险对公司长期财富的影响, 风险发生会导致公司平均正常收益下降 33%~40%<sup>[1]</sup>。

由于供应链面临的不确定风险因素增多, 产品生产制造过程趋于复杂化, 供应链风险对公司效益及供应链整体绩效产生的影响也会越来越大。目前, 供应链上的企业尤其是国际化的大型企业对供应链的关注点有了较明显的改变, 企业管理者不再仅仅关注自身利润最大化, 而是更加关注企业为获取预期利润的可能性及可能面临的各种风险, 包括供应链内在的风险(如管理风险、需求风险、道德风险、信息传递风险、生产组织、采购风险、分销商的选择风险等)和供应链外来风险(如市场需求不确定性风险、经济周期风险、政策风险、法律风险、意外灾祸风险)。而供应链风险的发生大多会表现为产品质量的大幅度波动, 进而影响客户满意度, 降低企业市场竞争力, 使企业绩效降低。因此加强供应链质量管理, 降低供应链质量风险, 成为供应链领域急需研究的课题。

## 1 供应链质量风险研究现状

目前国内外学术界对供应链风险的研究主要集中在供应链风险识别、风险评估、风险管理过程及供应链数量供需方面; 对供应链质量风险的研究多集中于质量风险因素分析及质量风险管理领域。

Mehmet Aktan 在文献《Real Options Valuation of Flexibility in Manufacturing and Quality, 2003》中, 研究

了同时将价格与质量作为决策因素的供应链协调模型。2001年,NASA质量经理 Tom Whitmeger 在质量战略风险分析报告中指出“需求质量是供应链质量风险管理的基础”。2002年,国际航空航天质量组织就有效控制供应链质量风险问题进行了探讨,并提交了现阶段与供应链质量风险管理相关的研究成果;著名供应链管理专家 Christopher S. Tang 在其论文中,从产品、供应、需求和信息 4 个不同角度研究了供应链质量风险管理要素。Carol J. Robinson 等人于 2005 年提出了供应链质量管理的理论框架以及基本内涵;同年,Boyer 和 Ketchen 等人提出“在制造全球化的背景下,市场竞争的模式已经从企业间竞争变为基于供应链整体的群体竞争”的观点;Hendricks 和 Singhal 分别在文献中指出,供应链的波动会导致公司财富下降,收益减少。这些观点都从侧面反映了供应链风险对企业资本增加有显而易见的影响。国内方面,张炳轩等人提出从合作伙伴选择、合作契约设计、合作协调机制 3 个方面来降低供应链的决策风险;程国平、邱映贵提出了供应链风险的 5 种传导模式;顾力刚、高滔研究了针对供应链最终产品质量风险的应急管理;蒋家东<sup>[2]</sup>将供应链质量风险划分为信用性质量风险、技术性质量风险和需求性质量风险 3 种形态;林强、王铁杰从生产制造过程能力的角度,提出了供应商质量风险评估模型;唐晓芬探讨了单个企业内部质量链的概念、运行模式、规律及特征;马林分析了供应链环境下的供应商评价与选择模型,但没有涉及评价与控制供应链质量风险的具体技术方法;蒋家东等人<sup>[3]</sup>对供应链质量风险、特征及价值影响因素的分析,为深化供应链质量风险评估与控制问题研究提供了基本框架。

从国内外研究成果来看,对供应链风险及供应链质量管理、质量风险因素的研究较多,各种论述研究也较为成熟,但大多是定性的研究,对质量风险在供应链上的传递模式研究较少,也缺乏定量分析与风险预估方法。

## 2 供应链质量风险

### 2.1 供应链质量风险产生与传递机理

供应链是“由物料供需关系联接起来的制造与分销网络”<sup>[4]</sup>。很长时间内人们对供应链中的数量供应关系关注较多,而对供应链质量风险的形成机理及质量风险传递模型研究较少。

在供应链流程中,除物流(产品实物流)、信息流和资金流外,还有质量流,且质量流与信息流在链中都呈非单向流动。质量是满足用户要求的一组特性。由于产品的生产、销售、售后服务需要由供应链成员企业共同完成,产品质量客观上由供应链成员企业共同完成,产品质量的形成和实现过程分布在整个供应链范围内。因此,供应链的质量风险是供应链运作过程中原料质量风险、零部件质量风险、产品质量风险、物流运输质量风险、销售环节质量风险的耦合。

由于供应链中相邻节点企业间存在着物料的供应与需求关系,质量形成过程在链上各个环节的传递与耦合关系也可以视为一种供应与需求关系,即下游企业对上游企业(供应商)表现为质量指标需求(质量信息需求为反向传递),这种质量要求用一组量化的质量特性指标表示,质量特性指标按照产品实物流逆向向上游逐级传递;上游企业(供应商)对下游企业的质量技术特性供给(表现为质量信息正向传递),即上游企业向下游企业传递可得的产品技术特性信息,直接参与下游企业的产品规划设计,满足或影响客户质量需求。当上游企业(供应商)的技术特性指标无法满足下游顾客对产品(或半成品)的质量需求时,质量风险就在供应链此节点处产生,并且这种风险在信息不对称的环境下会随着物流逐级传递,并在传递过程中逐级放大。同时,当下游顾客的需求被反馈到上游供应商时,也可能存在需求得不到满足的风险,这种风险也会随着信息流逐级向上放大,给整个供应链带来损失。

若以核心企业作为最终产品提供者,那么企业的零部件供应商则为其 1 级供应商;1 级供应商的零部件供应商则为核心企业的 2 级供应商……依此类推。供应链质量风险形成机理如图 1 所示。

### 2.2 供应链质量风险特点

各种复杂的不确定因素导致供应链中存在着各类不确定性风险(自然风险、供需风险、道德风险、制度风险、信息传递风险、价格风险等)<sup>[5]</sup>。质量风险是供应链风险中最为基础的风险。供应链中的许多风险都表现为产品质量出现不正常波动,从而使顾客满意度下降、企业受损。与供应链其它风险相比,供应链的质量风险具有以下特点:

(1)质量风险的传递性。供应链质量风险能够顺着供应链物流(产品流)传递方向,从最前端的原料供应商一直传递到最后端的顾客。在物流传递过程中,由于存在“牛鞭效应”,质量风险会逐级放大。此外由于供应链风险因素的复杂性,出现质量问题的环节有时并不是供应链质量风险产生的源头。供应链结构越复杂,节点企业越多,供应链质量风险的源头就越多,形态也越复杂。

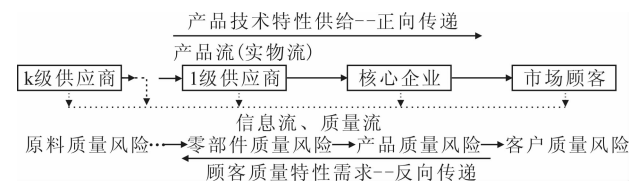


图 1 供应链质量风险传递机理

(2)质量风险爆发的时滞性。供应链中的许多风险如供需风险、价格风险,往往会随着市场竞争形势的变化而快速表现出来。虽然质量风险有一些先兆性的识别特征,但往往有一段潜伏期,即质量问题的发生与质量风险的爆发有一定的时滞性,一旦爆发则表现为各

种非预期的供应链质量风险突发事件。

(3)质量风险因素的关联性。供应链质量风险与供应链其它风险相互作用,因此供应链上的其它风险在很多情况下会转化为质量风险,而质量风险在一定条件下可能转化为链上制造企业的成本和时间风险。

(4)质量风险的可控性。供应链质量风险通常发生在供应链系统之内,且多为人为风险。一般情况下,质量风险的发生需要因素的积累和一定的风险发生条件。识别并控制风险因素的形成和积累,规避质量风险发生的必要条件,就可以有效控制供应链质量风险事件的发生。通过改变质量风险发生的条件,可以转化或化解供应链质量风险;反之,质量风险就会经过传递产生“牛鞭效应”<sup>[6]</sup>。

(5)质量风险的后果严重性。在顾客选择与购买产品时,首先考虑的是质量。一旦发生供应链产品质量风险,轻则影响该产品的市场份额和相关企业的市场信誉,重则导致相关企业破产甚至是供应链断裂。因此,供应链质量风险后果具有影响面广、损失大的特点。

### 3 基于质量功能展开(QFD)的质量风险传递模型

#### 3.1 质量屋基本原理

质量功能展开(QFD)的基本思想是在设计过程中将客户对产品的质量要求转化为产品质量特性(技术特性参数)。这门工具的核心组成部分是质量屋(HOQ),如图2所示。

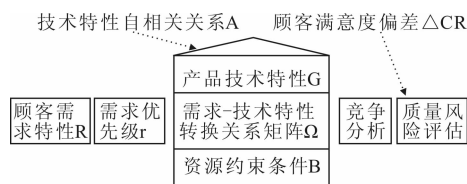


图2 质量屋基本原理

质量屋的基本原型如图2所示,图中R、G、A、Ω、B分别代表顾客需求、产品技术特性,质量屋的屋顶即表示产品技术特性自相关关系、需求/技术转换矩阵、资源约束条件。

通过质量屋的构建,设计人员能有效地将客户需求与技术特性之间的映射关系建立起来,通过设计产品技术特性最大化满足客户需求。

顾客需求与技术特性的映射关系可用式(1)表示:  
 $R\Omega A = G(\text{满足资源约束条件 } B)$  (1)

QFD及HOQ模型近年来一直是产品设计与质量领域的热门话题,学术界和企业界对此开展了广泛的研究与应用。

#### 3.2 基于QFD的质量供需链模型

供应链中的质量信息流是双向传递的,这意味着供应链中存在两类质量风险:一类是与产品实物流一

同向下传递的技术特性因没达到下游企业需求而产生的质量风险;另一类则是下游企业质量需求信息反向上传递时产生偏差后形成的质量风险。本文针对第一类质量风险,应用QFD的基本思想,研究供应链中的质量风险传递模型。

供应链环境下的产品规划、零件设计、工艺设计及制造计划等阶段,需要在供应链成员企业间的协同下完成。将QFD和HOQ中的顾客质量需求与技术转换关系引入供应链质量传递关系中,使上下游成员企业独立而分散的质量屋通过特定方式衔接起来,这就形成了一条传递质量需求信息与技术特性的信息链,也就是本文研究的质量供需链,如图3所示。

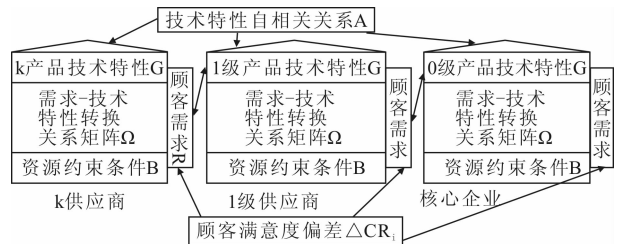


图3 基于QFD的质量供需链模型

由质量屋(HOQ)提供的顾客需求与技术特性的映射关系式(1)可推导出,当产品技术特性一定时,通过转换后对客户满意度CR的影响可用式(2)表示:

$$CR = Rr = GA^T\Omega^T r$$
 (2)

若产品的技术指标不能达到顾客需求的量值,那么满意度值Rr就与顾客期望产生偏差,即质量风险引发顾客满意度风险。

#### 3.3 供应链质量风险传递的定量分析模型

在图3所示的质量供需链中,顾客的质量需求R通过质量屋(HOQ)转化为产品技术特性G,产品技术特性G再逐级向上游供应商进行需求传递,成为上游供应商的顾客质量需求。同时上游企业的产品技术特性也向下影响着下游企业的客户需求满意程度CR。在没有出现质量异常的情况下,质量供需链上产品的信息,即技术特性信息和顾客需求信息是稳定的,信息数据按一定规律呈正态分布,不会产生质量风险。而当顾客需求或技术特性产生异常时,质量风险即形成了,且这种异常变动会在供应链上相关环节进行传递,并因为“牛鞭效应”而扩大。

用*i*表示供应链上第*i*个节点企业,0表示链上的核心企业,核心企业面对产品最终用户,供应链由*k*个节点企业构成。

R表示每个节点企业顾客对其产品的质量需求,可用一组需求指标表示, $R = [R_1, R_2, \dots, R_m]$ ,指标值越大,表明顾客对产品的特性值要求越高。

r表示顾客需求指标的优先级或权重, $r = [r^1, r^2, \dots, r_m]$ ,r值越大,表明顾客对相应的质量特性要求越高。

CR 表示顾客综合满意度,  $CR = r_1 R_1 + r_2 R_2 + \dots + r_n R_n$ , 即加权后的顾客满意度指标。质量信息波动越大, CR 值与顾客期望的满意度偏差越大, 质量风险越高。

$\Delta CR_i$  表示顾客综合满意度偏差, 即下游顾客对质量特性的期望值与由上游企业所提供产品技术特性所推算出的实际顾客满意度值的差额。

$$\Delta CR_i = R_i \cdot r - G_i - 1 A_{i-1}^T \Omega_{i-1}^T r_i \quad (3)$$

G 表示产品技术特性,  $G = [G_1, G_2, \dots, G_n]$ , 量值越大, 产品技术特性值越高。

A 表示 HOQ 的屋顶, 是产品技术特性自相关关系矩阵,  $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 。可认定  $i$  所代表的技术特性指标与  $j$  所代表的技术特性指标具有关联性,  $a_{ij}$  的大小代表关联程度,  $a_{ij}$  的取值范围为  $[-1, 1]$ 。当  $a_{ij}$  为 0、负数和正数时, 分别表示指标变量  $i$  和  $j$  之间为无关系、正依赖和负依赖(相互冲突)的关系。

$\Omega$  是需求/技术间转换关系矩阵,  $\Omega = (w_{ij})_{m \times n}$ ,  $w_{ij}$  表示  $i$  的用户需求指标变化 1 个单位等级时对  $j$  的技术特性影响。

B 表示技术资源约束条件。产品技术特性自相关关系矩阵 A 与顾客需求/产品技术间转换关系矩阵  $\Omega$ , 两类关系矩阵均受到企业技术资源的约束。

$E_i$  表示供应链节点企业间的传递矩阵。功能是将下游企业  $G_i$  中需要供应商支持的技术特性以一定配比分配给上游的供应商, 产生上游  $i+1$  企业的客户需求指标  $R_{i+1}$ 。

$$\text{即: } R_{i+1} = G_i E_i$$

基于以上定义, 可得到供应链质量风险的向下传递模型:

K 级节点企业对下游客户企业的实际需求满足程度为:

$$CR_k = R_k \cdot r_k = G_k A_k^T \Omega_k^T r_k \quad (4)$$

$$CR_{i-1} = R_i (E_i)^T (G_i B_i - 1)^T (\Omega_i - 1)^T r_{k-1}, i = k, \dots, 2, 1 \quad (5)$$

理想状况下, 当  $K-1$  级节点企业作为其上一级 K

级节点企业的顾客, 对其需求是当  $R_k$  得到 K 级供应商完全的技术保证时, 顾客满意度偏差  $\Delta CR_k$  为零; 反之, 当出现质量波动时, 顾客需求  $R_k$  得不到满足, 偏差值  $\Delta CR_k$  越大。顺着供应链物流方向, 顾客需求满意度偏差  $\Delta CR_i$  会逐级放大, 因具体质量风险所带来的损失增大。

## 4 结语

供应链质量风险的本质表现为顾客需求满意度发生偏差, 下游顾客的需求满意度取决于上游节点企业产品的技术特性指标。基于 QFD 的顾客需求与产品技术特性指标之间的数量转换关系, 为研究供应链质量风险传递模式的定量分析提供了理论基础。本文引入顾客满意度偏差概念, 应用 QFD 中顾客需求与产品技术特性指标之间的数量转换关系, 研究供应链中的质量传递机理, 提出了基于质量供应链的质量风险传递定量分析模型。如何度量顾客质量需求满意度偏差在各级节点企业间的传递, 则有待进一步研究。

## 参考文献:

- [1] HENDRICKS K B, SINGHAL V R. An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm[J]. Production and Operations Management, 2005(6).
- [2] 廉洁. 供应链管理生命周期模型[J]. 学术交流, 2007(12).
- [3] 蒋家东, 冯允成. 供应链质量风险与价格决策分析[J]. 航空标准化与质量, 2005(4).
- [4] 蒋家东. 企业质量信用问题浅析[J]. 航空标准化与质量, 2004(3).
- [5] 马士华. 如何防范供应链风险[J]. 中国计算机用户, 2003(3).
- [6] 肖依永, 常文兵, 张人千. 基于质量供需链的质量风险传递模型研究[J]. 项目管理技术 2009, 7(8).

(责任编辑: 胡俊健)

## The Transfer Model Investigation of QFD-based Supply Chain Quality Risk

Yan Zhong'e

(Shunde Polytechnic, Foshan 528300, China)

**Abstract:** The product quality risk have progressively transfer and downward expanding effect in supply chain environment. When a upstream enterprise in supply chain have quality fluctuations, the quality risk is presented as the deviations of downstream customer satisfaction directly. How to analyze and predict the transfer model and consequences of the customer satisfaction deviations induced by quality risk become the main content of the risk management of quality risk in the supply chain. The formation mechanism of supply chain quality risk is investigated in this paper. The model of quality of the supply chain based on quality function is established, and the quantitative analysis model of the supply chain quality risk transfer process is proposed.

**Key Words:** Supply Chain; Quality Risk; Quality Function Deployment; Customer Satisfaction Deviation