

【文章编号】 1004-1540(2007)04-0275-05

# 改进的质量功能配置在质量成本 优化分析上的应用

张 鹏, 张根保, 朱瑜庆  
(重庆大学 机械工程学院, 重庆 400030)

**【摘要】** 在改进型的质量功能配置工具中,增加了质量保证成本和质量损失成本两个主要的评价指标,修正了市场竞争评价指数和技术竞争评价指数,并引入了层次分析法,对定性决策因素给以定量的测度权重.根据质量保证成本与技术重要度的关系,以及质量损失成本对质量需求的影响,提出了适合设计阶段的质量成本优化分析方法.最后的应用结果表明,利用改进型的质量功能配置工具进行质量成本分析是有效的.

**【关键词】** 质量功能配置;质量成本优化;质量成本分析

**【中图分类号】** TH165+.4

**【文献标识码】** A

---

## Application of improved QFD in the optimization of quality cost

ZHANG Peng, ZHANG Gen-bao, ZHU Yu-qing

(Department of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** The initial figure of QFD-HOQ (house of quality) had been improved to further study connections among customer's needs, the technical level and quality cost so that quality cost could be optimized in the early design stage. Base on the analysis of applicability for QFD, the improved QFD was proposed to fit the optimization of quality cost, and HOQ (the main tool of QFD) was reconstructed both in contents and format. According to studies mentioned above, factors that effect quality cost were defined and the optimization of quality cost was realized. Two new judgements were proposed in improved QFD, namely quality input and quality output, by which the evaluation of market competition and technical needs were modified. Moreover, a method of AHP was presented to quantify the weight of each factor that influences decision-making. In this paper, an optimized method of quality cost was established according to the relation between quality guarantee cost and technology weightiness as well as the effect of quality failure cost. Eventually, the optimization of quality cost by improved QFD is verified by successful applications.

**Key words:** quality cost; QFD; optimization; AHP analysis

---

**【收稿日期】** 2007-09-20

**【基金项目】** 国家自然科学基金资助项目(No. 50375162)

**【作者简介】** 张 鹏(1983-),男,湖南常德人,硕士研究生.主要研究方向为制造业质量管理.

在激烈的质量竞争中,企业逐步认识到质量成本在产品全生命周期质量控制中的重要作用,特别是产品设计阶段,产品设计质量不但决定了产品的固有质量,而且还是将顾客需求正确转化成质量功能的重要环节.因此,在产品设计中,进行质量成本优化分析,对提高产品设计开发质量,实现面向产品全生命周期的质量控制有着重要的意义.近年来,国内外学者针对产品设计阶段质量成本优化分析进行了卓有成效的研究<sup>[1-5]</sup>.文献[1]至文献[3]对产品设计质量成本优化分析的重要性和控制方法进行了研究,明确了对质量成本控制模型进行合理构建的重要性;文献[4]研究了公差设计中质量成本优化分配法;文献[5]明确了设计和质量成本的重要关联关系,在BOM的基础上提出了质量成本优化控制模式,给出了分枝定界算法,以解决企业在产品设计过程中质量成本最优问题.上述研究虽然明确了在产品设计时,进行质量成本分析的重要意义,但研究主要集中在设计方法、设计模式对质量成本的影响,缺乏考虑顾客质量需求在质量成本分析中的作用.对此,我们以质量功能配置理论为基础,引入层次分析法改进原有质量屋,提出适合设计阶段顾客质量需求指导下的质量成本优化分析方法,并通过案例应用,验证了其有效性和正确性.

## 1 QFD方法的适用性分析

传统的质量成本管理侧重点在事后处理,通过分析质量成本数据,发现质量成本异常,查找问题原因,提出整改意见,为持续改进做准备.现代质量管理更强调事前控制,那么质量成本管理重点就应放在产品设计开发阶段,利用市场确定质量成本目标,再通过适当的工具将目标分解,完成对质量成本的优化分析.

质量功能配置(quality function deployment, QFD)是把顾客的需求通过形象直观的图形——质量屋和科学的加权评价方法转化为产品设计标准(产品特性、特性及规范)、零部件特性、工艺要求、监控及检测要求、售后服务措施等多层次演绎及确定工程和质量关键的分析方法.QFD是客户驱动的产品或服务设计方法论,代表了从传统设计方式向现代设计方式的转变,是系统工程思想在产品设计过程中的具体运用.

QFD中的管理思想、技术方法、功能结构可以为质量成本优化分析所借鉴:

(1)QFD方法很好地反映了客户需求驱动的产品开发过程,能提高客户满意度、缩短产品开发周期,在降低成本方面的作用尤为显著;而质量成本优化分析的指导思想也是以满足顾客需求为前提,在产品全生命周期内合理分配质量成本,实现质量成本最优值.

(2)QFD方法的本质含义可浓缩为不同层次的需求转化,即顾客需求转化为产品功能需求,功能需求转化为技术需求,技术需求转化为零部件特征需求等.利用QFD的转化结构能更加准确的将质量成本分配到满足顾客质量需求的各项技术中.

(3)QFD结构中的技术措施是用来满足顾客质量需求的,而质量成本中的保证成本是用来保证顾客质量需求的,那么质量保证成本与QFD中的技术措施相对应,表示各项技术措施的保证成本.根据田口博士的质量损失理论,不满足顾客质量需求便会带来损失,那么质量成本中的损失成本与QFD中的顾客质量需求相对应,表示不满足质量需求的损失成本.

(4)QFD利用矩阵将定性的评价转变为定量的表示,简洁明确地反映了顾客需求与技术措施之间的关系.在QFD中增加质量成本部分不但丰富了QFD的内容,而且还能综合反映质量成本与顾客需求、技术措施之间的关系,进而全面考虑影响质量成本的因素,更加合理的优化质量成本.

由此可见,QFD在技术方法及功能结构等方面非常适用于质量成本优化分析.但由于质量成本优化目标与质量屋模式下的产品开发目标有差异,因此有必要对传统的QFD工具质量屋进行改造,以适应质量成本优化分析.

## 2 产品规划质量屋重构与质量成本优化分析

### 2.1 传统产品规划质量屋结构

传统产品规划质量屋主要由顾客需求及其权值、顾客需求与技术需求之间的关系矩阵、技术需求、技术需求之间的相关关系矩阵、市场竞争评估、技术需求目标值及其竞争性评估等六部分组

成,如图 1.

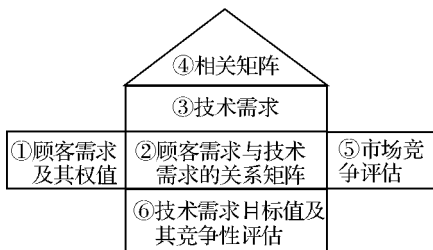


图 1 传统产品规划质量屋

## 2.2 质量成本屋的结构

通过对传统 QFD 方法适用性分析,结合质量成本优化分析特点,在产品规划质量屋的基础上进行补充、完善,构造出质量成本屋(house of quality cost, HOQC),如图 2. 质量成本屋的 3、4 部分继承了传统质量屋的构成方式与内容,对 1、2、5、6 四个部分进行了改造,并添加了 7、8、9、10 四个部分.

HOQC 的第 1 部分是质量需求,通过对顾客需求提取分析得到. 第 2 部分质量需求与技术需求的关系矩阵,用来反映两者之间的联系. 第 5 和第 6 两个部分保留原有的评估目标——技术和市场竞争力,但计算方式变成以本企业和竞争对手的质量保证成本和质量损失成本相对值,推算产品的技术竞争评价指数  $J_i$  与市场竞争评价指数  $M_j$ ,反映质量成本优化分析的效果.

HOQC 的第 7 部分为质量保证成本相对权重  $G_j$ ,表示各项技术措施需要质量保证成本的相对大小. 第 8 部分为质量损失成本相对权重  $F_i$ ,表示在不能满足质量要求时的质量损失成本相对大小. 第 9 部分质量保证成本指标  $GT_j$ ,由技术措施重要度与质量保证成本相对权重相除,并对结果归一化得到,用来衡量质量保证成本的技术效果. 当技术措施重要度越大时,质量保证成本相对权重较小,那么比值就越大,说明质量保证成本投入效果越好,因此质量保证成本指标是质量成本优化分析的重要依据. 第 10 部分质量损失成本指标  $FT_i$ ,由顾客质量需求权重与质量损失成本相对权重相除,并对结果归一化得到. 它反映单位质量损失成本含有质量需求权重的大小,当比值较大时说明这项质量需求不能满足对顾客的影响较大,应该重点控制;反之则影响较小,控制要求可

以适当放宽,因此质量损失成本指标反映对各项质量功能的控制程度.

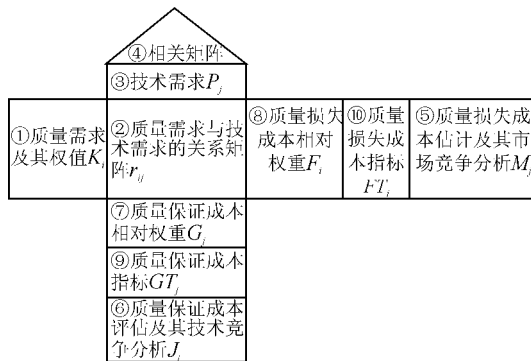


图 2 质量成本屋结构

## 2.3 质量成本优化分析

### 2.3.1 层次分析法在质量成本屋中的应用

层次分析法(AHP)是美国著名运筹学家 T. L. Saaty 于 20 世纪 70 年代创立的系统分析和决策过程分析方法. 质量成本屋与 AHP 在决策思维方式上是相通的,它们都是将复杂问题从无结构状态转化为有结构状态,依靠决策者的经验和判断,对定性决策因素给以定量的测度,并以反映决策因素相对重要性的权重作为最终决策结果. AHP 步骤如下:先根据人们的主观偏好构造每一准则下各指标间的判断矩阵,然后求判断矩阵的最大特征值和特征向量,再对判断矩阵做一致性检验. 如果检验通过,则将求得特征向量作归一化处理,即得到该准则下  $m$  个指标之间的相对权重  $(W_1, W_2, \Delta, W_m)$ ; 否则,重新构造判断矩阵,重复上述过程.

### 2.3.2 优化分析过程

在产品阶段,质量成本优化分析是在保证顾客质量需求的前提下,通过调整质量保证成本的投入比例,来控制质量损失成本的发生,实现质量成本的最优值,并分析现有质量成本水平对技术和市场竞争力的影响. 具体过程如下:

- 步骤 1 通过市场分析,获取顾客需求.
- 步骤 2 对顾客需求进行分析、整理,提炼质量需求.
- 步骤 3 绘制质量需求与技术需求展开表,建立质量需求与技术需求矩阵.
- 步骤 4 利用 AHP 计算出质量需求权值  $K_i$ 、

质量需求与技术需求的关系矩阵  $r_{ij}$ 、质量保证金相对权重  $G_j$  和质量损失成本相对权重  $F_i$ ，以及技术措施重要度  $h_j = \sum_{i=1}^m K_i r_{ij}$ 。

步骤5 计算各项指标与指数

(1) 质量保证金成本指标，公式：

$$GT_j = \frac{h_j}{G_j} / \sum \frac{h_j}{G_j} \quad (1)$$

由第  $j$  项技术措施重要度与对应质量保证金成本相对权重比，并对结果进行归一化处理得到。

(2) 质量损失成本指标，公式：

$$FT_i = \frac{K_i}{F_i} / \sum \frac{K_i}{F_i} \quad (2)$$

由第  $i$  项质量需求权重与对应质量损失成本相对权重比，并对结果进行归一化处理得到。

(3) 技术竞争评价指数，公式：

$$J_j = \frac{1}{5} \sum GT_j * J_j \quad (3)$$

式中  $J_j$ ：第  $j$  项技术措施的质量保证金成本相对值，用5分制表示。5分：质量保证金投入远高于同类企业；4分：高于同类企业；3分：与同类企业持平；2分：略低于同类企业；1分：严重低于同类企业。技术竞争评价指数越高，说明产品的技术竞争能力越强。

(4) 市场竞争评价指数，公式：

$$M_j = \frac{1}{5} \sum FT_i * M_i \quad (4)$$

式(4)中  $M_i$  为第  $i$  项质量需求的质量损失成本相对值，用5分制表示。5分：质量损失成本远高于同类企业；4分：高于同类企业；3分：与同类企业持平；2分：略低于同类企业；1分：远低于同类企业。与原有的评价指数不同，质量成本屋中市场竞争评价指数反映的是在发生质量损失时，对顾客的影响程度。因此，指数越小，产品市场竞争越好。

步骤6 绘制产品质量成本屋，根据质量保证金成本指标合理进行质量成本投入，利用质量损失成本指标，对重点质量问题进行监控。依据技术竞争评价指数和市场竞争评价指数，分析产品技术和市场竞争力。

在优化分析过程中，发现利用 AHP 比常规分析法更容易，而且计算出的权值更加可靠，因此得出的各项指标和指数更有说服力。参照质量保证金成本指标对产品进行质量投入，能够优化质量成本结构，最大化技术效果。按照质量损失成本指标对生产过程中主要影响质量功能的技术措施进行重点监控，严格控制其损失成本，能尽可能大的提升顾客满意度。在产品的综合评价中，以5分制估计质量保证金成本和质量损失成本的相对数额，计算出的技术竞争评价指数和市场竞争评价指数，虽然不是很准确，但也能大体反映产品在技术和市场竞争方面所处水平，从而为产品的市场定位提供依据。

### 3 应用示例

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，空调已经走进了千家万户。为了更好地满足消费者，并在激烈市场竞争中求得生存和发展，需要在产品性能及成本上改良不足和拓展优势。

本例拟通过质量成本屋，进行质量成本优化分析，来提升产品性能及优化质量成本结构，增强企业的综合竞争能力。

首先，通过全方位的市场调研，利用 KJ(亲和图)的方法构建顾客需求展开表，将顾客需求转化为质量需求，结果见表1。

其次，根据质量需求展开表和已经形成的技术，进行技术需求展开表制作，结果见表2。

表1 质量需求展开表

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 空调品质高 | 外在特性好 | 外观美   | 外形美观  |
|       |       | 服务好   | 人机界面好 |
|       | 效用特性高 | 期望性能高 | 清洗容易  |
|       |       | 基本性能优 | 维修方便  |
|       |       |       | 噪声低   |
|       |       |       | 制冷制热快 |
|       |       |       | 调温精确  |
|       |       |       | 寿命长   |
|       |       |       | 可靠    |

表2 技术需求展开表

| 面板 |      | 压缩机 |       | 换热器  |      | 风机   |      | 售后服务  |        |
|----|------|-----|-------|------|------|------|------|-------|--------|
| 外型 | 操作面板 | 功耗  | 压缩机噪声 | 压缩性能 | 线管排布 | 线管材质 | 风机噪声 | 网点覆盖率 | 服务响应时间 |

然后,利用 AHP 计算出质量需求相对权重  $K_i$ 、关系矩阵  $r_{ij}$ 、质量保证成本相对权重  $G_j$ 、质量损失成本相对权重  $F_j$ , 技术措施重要度  $h_j$ 。并根据公式(1)、(2)、(3)、(4)计算质量保证成本和质量损失成本的各项指标与指数,得:

$$GT_j = (0.086 \quad 0.122 \quad 0.120 \quad 0.035 \quad 0.168$$

$$0.220 \quad 0.148 \quad 0.023 \quad 0.051 \quad 0.027)$$

$$FT_i = (0.065 \quad 0.097 \quad 0.175 \quad 0.255 \quad 0.044$$

$$0.127 \quad 0.147 \quad 0.033 \quad 0.057)$$

$$J_1 = \frac{1}{5} (0.086 * 1 + 0.122 * 1 + \Delta + 0.051 * 2 +$$

$$0.027 * 1) = 0.21$$

$$J_2 = \frac{1}{5} (0.086 * 3 + 0.122 * 4 + \Delta + 0.051 * 4 +$$

$$0.027 * 3) = 0.81$$

$$J_3 = \frac{1}{5} (0.086 * 4 + 0.122 * 4 + \Delta + 0.051 * 1 +$$

$$0.027 * 3) = 0.57$$

$$J_4 = \frac{1}{5} (0.086 * 5 + 0.122 * 5 + \Delta + 0.051 * 4 +$$

$$0.027 * 5) = 0.83$$

$$M_1 = \frac{1}{5} (0.065 * 5 + 0.097 * 4 + \Delta + 0.033 * 2 +$$

$$0.057 * 1) = 0.79$$

$$M_2 = \frac{1}{5} (0.065 * 2 + 0.097 * 2 + \Delta + 0.033 * 1 +$$

$$0.057 * 1) = 0.47$$

$$M_3 = \frac{1}{5} (0.065 * 2 + 0.097 * 3 + \Delta + 0.033 * 2 +$$

$$0.057 * 1) = 0.60$$

$$M_4 = \frac{1}{5} (0.065 * 1 + 0.097 * 3 + \Delta + 0.033 * 1 +$$

$$0.057 * 1) = 0.35$$

最后,汇总所有数据得构件质量成本屋如图 3。

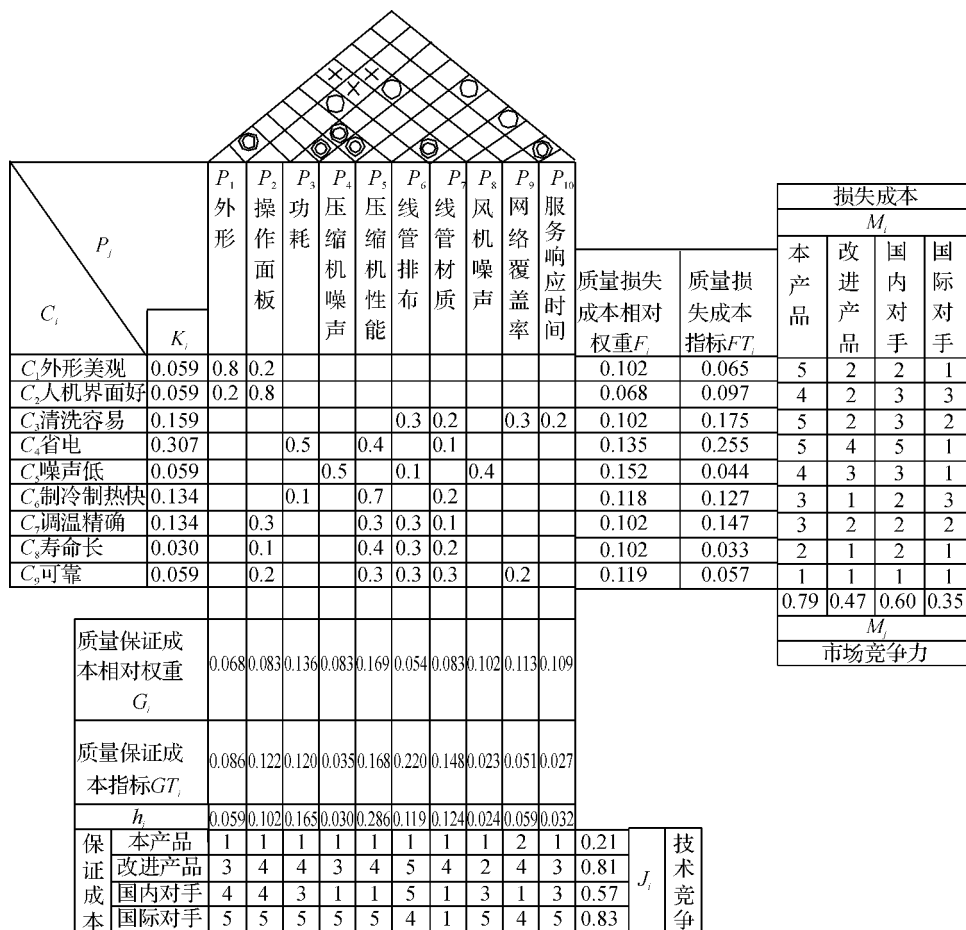


图 3 空调产品质量成本屋

过是规定分布均匀,也就是离散度相同,而后者更重要的是“势均力敌”“整齐可比”。

均匀设计重点只能保证“均匀分散”,所以它失去了“整齐可比”,对试验结果进行分析比较不得不对一个  $m$  次的响应函数进行回归,这种回归由于数据较少(因为均匀设计试验次数少),所得结果往往很难达到需要的相应精度,而且对运算和分析提出了比较复杂和比较高的要求。可见,均匀设计在结果里进行回归是没有办法的办法。

我们的结论是:正交设计的正交性是基础、是核心;“均衡分散(整齐可比)”是正交性的必然结果和表现,是正交性的具体应用。换言之,正交性、均衡分散性、整齐可比性是联系在一起的不可分割的系统整体;没有了正交性就谈不上均衡分散,而没有均衡分散也无所谓整齐可比。

### 【参 考 文 献】

[1] 陶靖轩,杨 华. 正交阵列与覆盖设计[J]. 信阳师范学院学

报,1997,10:1-5.

[2] 陶靖轩,杨 光. 正交阵列与覆盖设计[J]. 信阳师范学院学报,1998,11(1):10-15.

[3] 陈育蕾,陈意华. 过程能力分析的若干探讨[J]. 中国计量学院学报,2005,16(4):138-145.

[4] 王与君. 趋向均衡目标的非均衡运行[J]. 社科纵横,1994(3):4-8.

[5] 唐建荣,顾小林. 基于 WEB 的科技成果管理模式研究[J]. 市场周刊,2004(6):067.

[6] 李万甫. 税收转嫁的均衡分析[J]. 税务与经济,1995(3):6-11.

[7] 李 晖. 医学科研方法及统计学处理[J]. 中国实用儿科杂志,2001(4):7-10.

[8] 赵作权. 从复杂到简单:系统几何对一般系统度量的研究[J]. 系统工程理论与实践,1997(8):22-23.

[9] 陆 宁,马振东. 复杂网络系统可靠度最优冗余配置的 PID 算法[J]. 基建优化,1996(2):33-37.

[10] 刘 沛,杨向东. 一九九四年《中国校医》刊载论文的统计质量分析[J]. 中国校医,1996(3):175-176.

(上接第 279 页)

通过对空调产品质量成本屋的分析,得出如下结论:(1)参考质量保证成本指标,加大对线管排部、压缩机性能和线管材质的投入。(2)根据质量损失成本指标,省电、清洗容易、调温精确所占比例较大,对这三项需求对应的技术措施压缩机性能、线管排部和功耗进行重点控制,减少质量损失。(3)增加产品质量保证成本投入,加强产品质量损失成本控制,能提升产品的技术竞争力和市场竞争能力。

## 4 结 语

QFD法是产品开发的方法论,质量屋是QFD的具体工具。在质量成本优化分析中,利用重构的质量屋能够更准确的掌握顾客的质量需求,能够更合理的解决质量保证成本分配问题,能够更有效的控制质量损失成本,特别是从质量成本的角度分析产品的技术与市场竞争力,不但丰

富了质量屋的评价指标,而且能更加全面的评价质量成本。应用示例表明,重构的质量屋能快速、简便、准确地进行质量成本优化分析,但重构的质量屋的多层分解和细化指标有待进一步完善。

### 【参 考 文 献】

[1] 张根保,何 桢,刘 英. 质量管理与可靠性[M]. 中国科学技术出版社,2005:53-57.

[2] JIANG N, TANG X Q. Decision-making model of quality improvement based on quality cost[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems (CIMS), 2003,9(10):849-853.

[3] KUMAN K. Implementation of cost of quality among Indian industries: A survey[J]. International Journal of Manufacturing Technology and Management, 2003,5(4):579-592.

[4] 杨 颖,汪劲松. 公差设计中的质量管理成本[J]. 清华大学学报,2001,41(4):69-71.

[5] 胡仕成,徐晓飞. 基于 BOM 的质量-成本优化控制模式[J]. 计算机集成制造系统,2003,9(4):314-319.