

文章编号: 1001-0920(2006)05-0576-04

## 供应商参与的部件设计方案的模糊综合评判

唐加福, 张艳娥, 董颖

(东北大学 a 教育部暨辽宁省流程工业综合自动化重点实验室, b 信息科学与工程学院, 沈阳 110004)

**摘要:** 讨论供应商参与下部件设计方案的评价与选择问题。通过引用表现度的概念, 采用模糊综合评判的方法对供应商和提供的部件备选方案分别进行评价。综合供应商及其备选方案各自的评价值得到各设计方案的综合表现度, 以设计方案的综合表现度作为评价和选择标准, 确定该部件选择的供应商及其设计方案。结合液晶显示器开发实例说明了该方法的应用。

**关键词:** 产品开发; 供应商参与; 设计方案; 表现度; 模糊综合评判

**中图分类号:** N94      **文献标识码:** A

## Fuzzy Synthesis Evaluation of Parts Design Scheme in Supplier Involved Product Development

TANG Jia-fu, ZHANG Yan-e, DONG Ying

(a Key Laboratory of Process Industry Automation of Ministry of Education, b College of Information Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China Correspondent: TANG Jia-fu, E-mail: jftang@mail.neu.edu.cn)

**Abstract** By introducing the concept of performance indicator, the fuzzy synthesis evaluation method is adopted to assess the supplier and each alternative design scheme separately with evaluation class and performance indicator. The integrated performance indicator of each design scheme obtained by aggregating evaluation class of its supplier and its performance indicator is used to be the criteria for measurement and selection. An illustrative example with the development of LCD in a company is introduced to show the effectiveness of the proposed method.

**Key words:** Product development; Supplier involvement; Parts' design scheme; Performance indicator; Fuzzy synthesis evaluation

### 1 引言

在产品开发的早期, 经过概念设计和总体方案设计确定了产品的功能结构后, 进入产品详细设计阶段, 即部件配置<sup>[1-3]</sup>阶段。在此阶段, 设计人员根据产品的功能结构需求, 确定产品的组成部件, 对每个部件要设计多个不同的实现方案, 并对其进行评价和选择<sup>[4-6]</sup>。传统的产品开发仅在企业内部独立进行, 没有考虑到供应商的参与, 零部件供应商的核心设计开发和生产能力没有得到发挥, 容易使设计与生产分离, 最终导致设计成本高、开发周期长,

质量不能得到保证<sup>[7]</sup>。近年来, 国外一些学者已经开始就供应商参与对新产品质量、开发成本、顾客满意等方面的影响进行了研究, 主要采取定性分析、问卷调查和案例研究的方法<sup>[8,9]</sup>。企业界工程设计与管理 人员也开始在实际的产品设计与开发早期发挥零部件供应商的作用。考虑供应商的参与, 可以充分发挥供应商的设计开发能力、优势和作用, 共享零部件的质量、成本、开发时间和供应商的供货可靠性、信誉等信息, 发挥零部件供应商的核心设计、开发和生产能力, 更好地保证产品质量, 降低开发成本, 缩短开

收稿日期: 2005-03-11; 修回日期: 2005-05-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(70471028, 70301007, 70431003); 教育部优秀青年教师基金项目(教人司2002-350); 沈阳市自然科学基金项目(1022036-1-03)。

作者简介: 唐加福(1965—), 男, 湖南东安人, 教授, 博士生导师, 从事供应链与物流运作优化、工程产品优化设计与管理等研究; 张艳娥(1981—), 女, 山东菏泽人, 硕士生, 从事工程产品优化设计与管理的研究。

发周期<sup>[10, 11]</sup>。

目前, 产品开发阶段的零部件配置方案的设计多数基于开发设计人员的经验完成, 具有较大的局限性。本文考虑供应商的参与, 结合部件表现度的概念<sup>[5, 6]</sup>, 采用模糊综合评判<sup>[6, 11, 12]</sup>的方法对供应商和提供的部件备选方案分别进行评判, 综合两者的结果可得到部件设计方案的综合表现度, 并以此作为评价量化标准, 对设计方案作出选择决策。

## 2 部件设计方案评价与选择的总体过程

在产品开发的详细设计阶段, 设计人员根据产品的功能结构需求, 设计产品的组成部件及其实现方案。一般地, 对某部件的设计, 可能会提供多个不同的实现方案, 经过多方面的评价和权衡后最终确定<sup>[6]</sup>。在供应商参与的新产品开发过程中, 设计制造企业可以利用零部件供应商渴望参与设计的积极性及其核心设计开发能力, 在详细设计阶段, 发布设计外包, 评价和选择外包供应商及其提供的零部件设计方案。因此, 在供应商参与下的设计方案的评价与选择是设计制造企业的一个重要任务。

在供应商参与下的新产品开发中, 对于产品的某个组成部件, 可能有多个供应商竞标设计方案, 而每个供应商可以提供多种备选的设计方案, 其关系如图 1 所示。为了方便起见, 多个供应商提供的关于某个部件设计的多种不同实现方案称为备选方案; 在确定了某部件的供应商后, 其对应的每个备选方案称为设计方案(即图 1 中的每个叶子节点); 被选中的设计方案称为选择方案; 组成产品的所有部件的选择方案组合称为部件组合方案。

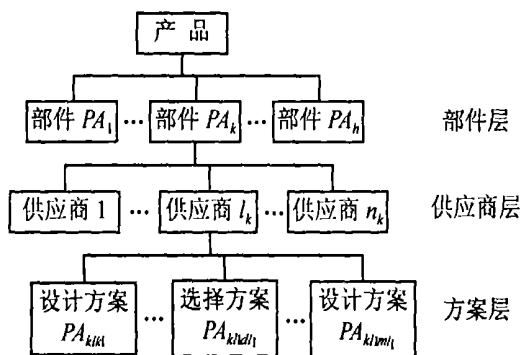


图 1 设计方案和部件选择方案

因此, 部件设计方案评价与选择的总体过程可以概括为: 1) 在产品开发的早期, 确定产品的概念和方案设计后, 确定要设计的部件; 2) 对参加竞标部件设计方案的供应商进行评判, 给出每个供应商的评价等级; 3) 对每个供应商提供的备选方案分别进行评判, 给出各备选方案的评价等级; 4) 综合供应商及其备选方案各自的评价等级得到各设计方案的综合

评价值; 5) 根据各部件设计方案的综合评价值的大小, 确定该部件选择的供应商及其设计方案。

## 3 部件设计方案的模糊综合评判

为了对部件设计方案的综合评价值进行量化的描述, 引入设计方案的综合表现度概念<sup>[6]</sup>。对于每个部件的各备选方案, 在安全性、可靠性、可装配性等方面的综合表现定义为备选方案的表现度, 通过对备选方案的模糊综合评判得到表现度的量化值。对于供应商的设计方案评价不能单从备选方案的评价出发, 还要考虑到供应商的评价, 综合供应商和备选方案的表现度可以得到设计方案的综合表现度。例如图 1 被选中的方案, 是第  $k$  部件选中了它的第  $l_k$  个供应商提供的第  $d_{kl_k}$  个备选方案, 这种设计方案的综合表现度可以通过对第  $l_k$  个供应商和第  $d_{kl_k}$  个备选方案的综合评价得到。

本文采用模糊综合评判的方法确定部件设计方案的综合表现度。为叙述方便, 首先定义如下符号:  $h$  为构成产品的部件个数,  $n_k$  为可提供部件  $k$  的备选方案的供应商的个数,  $s_{kl_k}$  为部件  $k$  的第  $l_k$  ( $l_k = 1, 2, \dots, n_k$ ) 个供应商,  $m_{l_k}$  为部件  $k$  的第  $l_k$  个供应商可提供的备选方案数,  $PA_{kl_k d_{l_k}}$  为部件  $k$  的第  $l_k$  个供应商提供的第  $d_{l_k}$  ( $d_{l_k} = 1, 2, \dots, m_{l_k}$ ) 种备选方案。

部件设计方案的模糊综合评判是指为了对多个供应商提供的多种设计方案作出选择, 采用模糊综合评判的方法对每种设计方案给出一个定量的评价。考虑到供应商的评价对设计方案的影响重大, 把部件的模糊综合评判分为两个过程: 供应商评判和备选方案评判。

经过对供应商和其提供的备选方案分别进行评价, 得到设计方案的综合表现度, 其值为

$$Q(PA_{kl_k d_{l_k}}) = s_{kl_k} \times p_{kl_k d_{l_k}}$$

其中:  $s_{kl_k}$  是第  $k$  个部件的第  $l_k$  个供应商的评判等级标度值,  $p_{kl_k d_{l_k}}$  是备选方案  $PA_{kl_k d_{l_k}}$  的评价等级量化值。

## 4 实例研究

某电器公司在开发设计液晶显示器时, 将质量功能展开<sup>[13, 14]</sup>的思想用于产品规划和部件规划, 在零部件的设计方案选择过程中采用本文的方法进行。根据市场调研, 确定顾客对产品的需求。为简化起见, 选取 4 个主要的需求, 包括显示器外表要美观  $r_1$ , 长期使用不感觉到疲惫  $r_2$ , 显示调节方便  $r_3$ , 显示质量好不闪烁  $r_4$ 。根据以上顾客需求确定 6 个相应的工程特性: 显示面积  $e_1$ , 面框感观  $e_2$ , 面框上按键的可操作性  $e_3$ , 分辨率  $e_4$ , 对比度和亮度  $e_5$ , 响应时间  $e_6$ 。根据以上工程特性确定 3 个重要的部件: 液

晶屏  $PA_1$ , OSD 显示控制器  $PA_2$ , 面框  $PA_3$  选择 3 个供应商液晶屏, 可以分别提供 1 个、2 个、3 个液晶屏的设计方案 OSD 显示控制器有 1 个供应商, 可以提供 5 种 OSD 显示控制器的设计方案; 面框有 2 个供应商, 可以分别提供 2 种面框的设计方案

首先对供应商进行 Fuzzy 综合评判 下面以部件  $PA_1$  液晶屏的第 1 个供应商为例说明确定过程

1) 将对供应商的评价分成 I (很好)、II (好)、III (一般)、IV (差) 共 4 个等级, 其标度值分别为 0.9, 0.7, 0.5, 0.3

2) 产品设计人员确定对供应商评价的因素集合(价格, 质量, 设计能力, 信誉, 供货水平), 影响因素的权重集为  $W = (0.2, 0.4, 0.2, 0.1, 0.1)$ .

3) 确定模糊评价集  $G = (\text{很好, 好, 一般, 差})$ .

4) 在企业内部通过产品设计人员对供应商的价格进行评价, 得到价格的评判向量(0.3, 0.8, 0.4); 同理对质量、设计能力、信誉、供货水平影响因素进行评判, 得到评判矩阵

$$O = \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 0.8 & 0.1 \\ 0.2 & 0.7 & 0.4 & 0.1 \\ 0.7 & 0.5 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.8 & 0.4 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.6 & 0.4 \end{bmatrix}$$

5) 确定评判向量  $B = W \times O = (0.27, 0.56, 0.48, 0.19)$ . 由最大隶属度的方法可知  $\max(b_j) = b_2 = 0.56$ , 所对应的等级为 II 等级 (好), 其标度值等于 0.7, 即对液晶屏的第 1 个供应商的评价结果的量化值是  $s_{11} = 0.7$ .

然后, 对供应商提供的各备选方案单独进行评价. 以部件  $PA_1$  液晶屏的第 1 个供应商提供的第 1 种备选方案为例, 在对备选的液晶屏进行评价时要考虑到下面的影响因素: 背光方式、工作温度要求、接口方式、显示面积、可视角度、对比度和亮度、响应时间、显示色素、分辨率、刷新率、坏点. 评价分为 4 等:  $v_1$  (1 等品),  $v_2$  (2 等品),  $v_3$  (次品),  $v_4$  (废品), 即  $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ . 评判小组由专家、检验人员、用户等 3 类组成, 他们分别从不同的着眼点进行评价, 在最后评判结果中的权重为  $W = (W_1, W_2, W_3) = (0.3, 0.25, 0.45)$ . 用户从显示面积  $u_1$ , 可视角度  $u_2$ , 坏点  $u_3$  三方面对显示屏做出评价, 3 个评价指标的权重分配为  $W_1 = (0.3, 0.25, 0.45)$ . 检验人员着眼于显示屏的对比度和亮度  $u_4$ , 响应时间  $u_5$ , 分辨率  $u_6$  和刷新率  $u_7$  四个方面, 权重分配为  $W_2 = (0.25, 0.25, 0.25, 0.25)$ . 专家对背光方式  $u_8$ , 接口方式  $u_9$ , 工作温度要求  $u_{10}$ , 显示色素  $u_{11}$  四个方面进行评价, 权重分配  $W_3 = (0.3, 0.3, 0.2, 0.2)$ . 因此, 用户

检验人员和专家的评判矩阵分别是

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.36 & 0.24 & 0.13 & 0.27 \\ 0.20 & 0.32 & 0.25 & 0.23 \\ 0.60 & 0.30 & 0.10 & 0 \end{bmatrix},$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.30 & 0.28 & 0.24 & 0.18 \\ 0.26 & 0.36 & 0.12 & 0.20 \\ 0.35 & 0.30 & 0.20 & 0.15 \\ 0.22 & 0.42 & 0.16 & 0.10 \end{bmatrix},$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.24 & 0.56 & 0.10 & 0.10 \\ 0.34 & 0.48 & 0.15 & 0.03 \\ 0.38 & 0.24 & 0.08 & 0.20 \\ 0.24 & 0.28 & 0.30 & 0.18 \end{bmatrix}.$$

其对应的评判矢量分别为

$$B_1 = W_1 \times R_1 =$$

$$(0.30, 0.25, 0.45) \begin{bmatrix} 0.36 & 0.24 & 0.13 & 0.27 \\ 0.20 & 0.32 & 0.25 & 0.23 \\ 0.60 & 0.30 & 0.10 & 0 \end{bmatrix} =$$

$$(0.43, 0.29, 0.14, 0.14),$$

$$B_2 = (0.28, 0.34, 0.18, 0.16),$$

$$B_3 = (0.30, 0.42, 0.15, 0.12).$$

因此, 二级评判矢量为

$$B = W \times \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} =$$

$$(0.30, 0.25, 0.45) \begin{bmatrix} 0.43 & 0.29 & 0.14 & 0.14 \\ 0.28 & 0.34 & 0.18 & 0.16 \\ 0.30 & 0.42 & 0.15 & 0.12 \end{bmatrix} =$$

$$(0.33, 0.36, 0.15, 0.14).$$

根据最大隶属度原则, 此液晶屏备选方案的评价等级是 2 等品, 其对应的标度值  $p_{111} = 0.7$ . 进而可以得到选取第 1 个供应商提供的液晶屏第 1 种备选方案的综合表现度是

$$Q_{PA_{111}} = s_{11} \times p_{111} = 0.7 \times 0.7 = 0.49.$$

## 5 结 论

本文利用模糊综合评判的方法对供应商和其提供的部件备选方案进行评价, 综合对二者的评判结果可以得到部件设计方案的综合表现度, 并以此作为评价量化标准, 对设计方案做出选择决策, 为企业进行产品部件设计方案选择提供了决策支持

## 参考文献 (References)

- [1] Hermann A, Huber F, Braunstein C. Market-driven Product and Service Design: Bridging the Gap between Customer Needs, Quality Management, and Customer Satisfaction [J]. *Int J of Production Economics*, 2000, 66(1): 77-96
- [2] Shen X X, Tan K C, Xie M. An Integrated Approach

- to Innovative Product Development Using Kino's Model and QFD [J]. *European J of Innovation Management*, 2000, 3(2): 91-99
- [3] 陈以增, 唐加福, 侯荣涛, 等. 基于质量屋的产品设计过程[J]. *计算机集成制造系统*, 2002, 8(10): 757-761.  
(Chen Y Z, Tang J F, Hou R T, et al House of Quality-based Product Development Process [J]. *CIMS*, 2002, 8(10): 757-761.)
- [4] Pahl G, Beitz W. *Engineering Design: A Systematic Approach* [M]. London: The Design council, 1998
- [5] 陈以增. 基于质量功能展开的产品开发关键技术及应用研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2003  
(Chen Y Z. *Key Technologies of Product Development Based on QFD with Applications* [D]. Shenyang: Northeastern University, 2003)
- [6] 陈以增, 唐加福, 任朝辉, 等. 基于质量屋的组合方案选择模型[J]. *计算机集成制造系统*, 2003, 9(2): 127-131.  
(Chen Y Z, Tang J F, Ren Z H, et al House of Quality-based Combinatorial Selection Model [J]. *CIMS*, 2003, 9(2): 127-131.)
- [7] Finn Wynstra, A rjan van Weele, Mathieu Weggemann. Managing Supplier Involvement in Product Development: Three Critical Issues [J]. *European Management J*, 2001, 19(2): 157-167.
- [8] Sobrero, M, Edward B. Strategic Management of Supplier-manufacturer Relations in New Product Development [J]. *Research Policy*, 2002, 31(1): 159-182
- [9] Finn Wynstra, Axelsson B, Weele A. Driving and Enabling Factors for Purchasing Involvement in Product Development [J]. *European J of Purchasing and Supply Management*, 2000, 6(2): 129-141.
- [10] Maffinand D, Paul Braiden. Manufacturing and Supplier Roles in Product Development [J]. *Int J of Production Economics*, 2001, 69(2): 205-213
- [11] 赵晓煜, 汪定伟. 选择分销商的模糊综合评判方法[J]. *管理工程学报*, 2002, 16(2): 18-21.  
(Zhao X Y, Wang D W. Fuzzy Synthesis Evaluation for Distributor Selection [J]. *J of Management Engineering*, 2002, 16(2): 18-21.)
- [12] 杨纶标, 高英仪. *模糊数学原理及应用* [M]. 第3版. 广州: 华南理工大学出版社, 2002.  
(Yang L B, Gao Y Y. *Fuzzy Mathematics Principle and Applications* [M]. 3rd ed. Guangzhou: South China University of Technology Press, 2002.)
- [13] Hauser J R, Clausing D. The House of Quality [J]. *Harvard Business Review*, 1988, (5-6): 63-73
- [14] 林志航, 车阿大. 质量功能研究现状及进展——兼谈对我国QFD研究与应用的看法[J]. *机械科学与技术*, 1998, 17(1): 119-121.  
(Lin Z H, Che A D. State-of-the-art of QFD: Comments on Research and Application of QFD in China [J]. *Mechanical Science and Technology*, 1998, 17(1): 119-121.)

(上接第575页)

## 参考文献(References)

- [1] Fridrich J, Goljan M, Du R. Detection of LSB Steganography in Color and Grayscale Images [J]. *IEEE Trans on Multimedia*, 2001, 8(4): 22-28
- [2] Fridrich J, Goljan M, Hoge D. New Methodology for Breaking Steganographic Techniques for JPEGs [A]. *SPIE Proc Electronics Image* [C]. California: SPIE, 2003: 143-155
- [3] Dumitrescu S, Wu X L, Wang Z. Detection of LSB Steganography via Sample Pair Analysis [J]. *IEEE Trans on Signal Processing*, 2003, 51(7): 1995-2006
- [4] Zhang T, Ping X J. A New Approach to Reliable Detection of LSB Steganography in Natural Images [J]. *Signal Processing*, 2003, 83(10): 2085-2093
- [5] Farid H. Detecting Hidden Message Using Higher-order Statistical models [A]. *IEEE Int Conf on Image Processing* [C]. Rochester: IEEE, 2002: 905-908
- [6] Avci bas I, Memon N, Sankur B. Steganalysis Using Image Quality Metrics [J]. *IEEE Trans on Image Processing*, 2003, 12(2): 221-229
- [7] Marvel L M, Boncelet C G, Retter C T. Spread Spectrum Image Steganography [J]. *IEEE Trans on Image Processing*, 1999, 8(8): 1075-1083
- [8] Fridrich J, Goljan M. Digital Image Steganography Using Stochastic Modulation [A]. *SPIE Proc Electronics Image* [C]. California: SPIE, 2003: 191-202