

文章编号 :1009-038X(2001)06-0644-03

工业设计评估与决策体系研究

周美玉

(江南大学 设计学院,江苏 无锡 214036)

摘 要:针对工业设计中诸多的模糊因素,根据模糊综合决策理论和设计满足消费者的程度,提出了一种设计的评估方法和决策模型.

关键词:工业设计;模糊决策;设计评估

中图分类号:TH 122

文献标识码:A

Decision and Evaluation Systems in the Industrial Design

ZHOU Mei-yu

(School of design, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

Abstract: Aiming at a lot of fuzzy effects in industrial design, a kind of design evaluation and the decision model was presented, according to fuzzy consistent matrix theory and the level of satisfied consumer.

Key words: industrial design; fuzzy decision; design evaluation

知识经济时代企业竞争的一个显著特征就是基于全球市场的以知识为基础的产品创新的竞争. 提高企业对市场需求的响应能力和对市场变化的反应能力的关键在于产品的设计策略,这种策略是从产品概念到使用整个产品生命周期的全方位的解决方案. 如何针对产品设计表达方式多样的特点,使设计与消费者对产品的期望相认同,一项重要的因素是建立一套完善的设计评估体系.

设计是一个不断循环的过程,设计者依据消费者的原始需求,具体化到一件产品,由实际使用将使用者与产品之间的亲身感受经过分析、整理、综合,再回到设计的原点,在设计人员理解与充实之后,重新运用到新的产品设计中. 设计的过程是不断评价、修正、完善的过程. 如 Sharp 公司小型摄像机的开发. 设计评价是对设计目标的重新审定,便

于发现设计失误与偏向,取其之长作为产品发展方向. 设计评价贯穿于设计的全过程,在设计的每一阶段都要求有必要的检验方法和手段,确保设计的效能,以及设计与消费需求的融合程度.

1 设计评估

产品设计的目的是使其达到使用者心中理想的要求,围绕这些要求建立起设计的预期目标和评估方向,找出与设计目标实现相关的影响因素,区分各因素的重要性及层次关系,建构产品的评估体系. 由于设计因素在各个设计阶段的重要程度不同,每个因素对设计各个阶段的影响需区别对待,因此要全面分析各因素影响整体的效度,做到全过程权衡,对评估结果作出结论和设计修改意见,指

收稿日期 2001-07-04; 修订日期 2001-09-03.

作者简介:周美玉(1963-),男,江西九江人,工学硕士,讲师.

万方数据

导设计的正确方向。

在设计的评价因素当中,因素影响结果的评定是不确定的、定性的结论,这里包括人为因素的不确定性和因素自身的不确性,评估人员有自己的兴趣取向和经验局限,对设计过程核心理解存在一定的模糊性,同产品相关联的许多因素也无法用数理方法予以定量化处理。作者讨论的是以消费需求驱动的产品设计评估体系和决策模型的建立。

2 设计目标因素

从工业设计的角度来看,产品除了实现其必备功能的工程技术考虑外,外在的与使用者密切相关的因素是优秀工业产品应具有的条件。这些因素包括:创意性、宜人性、安全性、可制造性、品牌形象、视觉美感、环境条件、时尚性,现分述如下:

- 1) 创意性:新的设计理念、新的方法、新时尚、新技术、新材料、新工艺的设计表达。
- 2) 宜人性:界面操作语意清晰,易记忆和理解,方便使用,符合人机原则,有良好的人机关系。
- 3) 安全性:对使用者不构成人身伤害,关怀人的健康。
- 4) 可制造性:产品符合加工工艺要求,适度解决形态与加工技术的冲突。
- 5) 形态美感:符合消费者的审美要求,传达产品的功能内涵,用艺术的手段表达产品的个性。
- 6) 品牌形象:产品品质定位,确定品牌联想机制,以完善的产品形式表现产品的实质内容,提升产品的知名度。
- 7) 环境:产品符合环境保护要求,尽量采用可再生、对环境不污染的材料、易于回收。
- 8) 时尚:具有时代的个性特质,反映消费者的消费观念,体现产品的发展趋势和科技水平。

3 设计模糊评估模型

由市场调查抽象出的产品概念,作为产品的设计概念,并由此确立设计的发展方向,把市场消费需求通过设计传达至产品。在设计整个过程中,这种映射关系是一种不确定的、模糊的关系,由设计的评估结果无法得出一个精确的结论。

经上述分析,提出基于消费需求的产品设计模糊综合评估模型,其步骤如下:

3.1 给出参评的设计对象集

$O = \{O_1, O_2, \dots, O_s, \dots, O_q\}$ 。这些对象可以从需求分析中提取的抽象概念、设计方案、设计模

型等。

3.2 设计特征因素集

设计特征因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_n\}$ 。设计的成果设计是由于多个因素影响的解决。这些因素往往是产品设计中所使用的各类功能特征要素。

3.3 确定各因素的权重集

权重集 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_i, \dots, w_n\}$ 。由于各个因素对设计评价的影响不同,各因素在评判中所占的比重也就不同,因此必须根据其重要程度分别给出各个因素不同的权重。通常,各权重 w_i 应由归一化法并满足非负条件。目前常用层次分析法和专家估计法来确定权重,但前者需要进行一致性检验,以考察权重分配是否合理;而后者主要取决于领域专家的知识 and 经验,主观性因素影响较大。作者采用模糊一致矩阵法分配权重,具体步骤如下:

1) 根据因素集 U 建立模糊集关系矩阵

$$F = (f_{ij})_{n \times n}$$
$$f_{ij} = \begin{cases} 1.0 & \text{若因素 } u_i \text{ 比因素 } u_j \text{ 重要} \\ 0.5 & \text{若因素 } u_i \text{ 与 } u_j \text{ 同样重要} \\ 0 & \text{若因素 } u_j \text{ 比因素 } u_i \text{ 重要} \end{cases} \quad (1)$$

显然,式(1)的 $f_{ij} + f_{ji} = 1$,故 F 是一个模糊互补矩阵。

2) 将 F 变换为模糊一致矩阵

$$P = (P_{ij})_{n \times n}, \text{ 使 } P_{ij} = P_{ik} - P_{jk} + 0.5$$
$$P_i = \sum_{k=1}^n f_{ik}, P_{ij} = \frac{P_i - P_j}{2n} + 0.5$$

由上式可知,因

$$P_{ij} + P_{ji} = \frac{P_i - P_j}{2n} + 0.5 + \frac{P_j - P_i}{2n} + 0.5 = 1, \text{ 故 } P \text{ 是模糊互补的, 而}$$
$$P_{ij} = \frac{P_i - P_j}{2n} + 0.5 = \frac{P_i - P_k - (P_j - P_k)}{2n} + 0.5 = \frac{P_i - P_k}{2n} + 0.5 - (\frac{P_j - P_k}{2n} + 0.5) + 0.5 = P_{ik} - P_{jk} + 0.5, \text{ 所以 } P \text{ 是模糊一致的。}$$

3) 采用方根法获得评价因素的权重集并进行归一化处理。

$$\bar{\omega}_i = (\prod_{j=1}^n r_{ij})^{\frac{1}{n}},$$
$$\omega_i = \frac{\bar{\omega}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{\omega}_j}$$

4) 构造评判矩阵 R

取各因素的评价集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_j, \dots, v_m\}$, 设某一设计对象按因素集中第 i 个因素 u_i 进行评判时,对评判集中第 j 个评价元素 v_j 的隶属度

为 $r_{ij} (0 \leq r_{ij} \leq 1)$, 则按第 i 个因素 u_i 评判的结果可用模糊子集来表示, 由此得到单因素评价集为:

$$R_i = \{r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{ij}, \dots, r_{im}\} \tag{2}$$

因为有 n 个影响因素, 故由式(2)可以列出 n 个评价集, 从而得到综合评价矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_i \\ \vdots \\ R_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1j} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2j} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \cdots & r_{ij} & \cdots & r_{im} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nj} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix} = (r_{ij})_{n \times m} \tag{3}$$

$$R: U \times V \rightarrow [0, 1], r_{ij} = R(u_i, v_j)$$

式中, R 的第 i 行反映了第 i 个因素影响各个设计对象评价的确定程度, 而 R 的第 j 列则反映了所有因素影响设计对象取第 j 个评价元素的合理程度. 因此, 实质上就是从 U 到 V 的模糊关系 $U \times V$.

5) 根据模糊变换原理进行合成运算得到决策集为:

$$B = W \cdot R = \{b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_m\} \tag{4}$$

式中 b_j 表示综合考虑所有因素的影响时, 某一设计对象对评价集中第 j 个评价因素的隶属度. 显然, B 是评价集 V 上的模糊子集.

6) 模糊评判

对于第 s 个设计对象的决策集 $B_s (s = 1, 2, \dots, q)$, 设 $\gamma(B_s, B_t^0)$ 为待评判的隶属度数列 $B_s (b_{s1}, b_{s2}, \dots, b_{sm})$ 与布尔数列 $B_\varphi^0 = (b_{\varphi1}^0, b_{\varphi2}^0, \dots, b_{\varphi m}^0) (\varphi = 1, 2, \dots, m)$ 之间的关联度, 若有 $t \in 1, 2, \dots, m$, 使:

$$\gamma(B_s, B_t^0) = \max \left\{ \gamma(B_s, B_1^0), \gamma(B_s, B_2^0), \dots, \gamma(B_s, B_m^0) \right\} \tag{5}$$

则第 s 个设计对象可评为 t 级 (以其序号表示), 对于 q 个设计对象, 均可以算出对应的最大关联度, 将此 q 个关联度按 t 从小到大且同一 t 中从大到小排列, 就可以得出 q 个设计对象的关联序列, 该序列就是评判的结论, 即各个设计对象优劣排序.

4 结 语

在产品设计过程中, 各个阶段因素的影响程度不一样, 在实际应用时, 需仔细分析评价对象的特征及其在设计阶段的重要程度, 这是评价的关键, 它将影响最终评价结果. 作者所用的评价方法避免了设计评价过多的人为因素依赖, 具有较高的可信度和可行性.

参考文献:

[1] 刘增良. 模糊技术与应用选编 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1997. 5.
[2] 刘有才. 模糊专家系统原理与设计 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995.
[3] 商建东. 生命周期产品设计质量评价及方案决策模型研究 [J]. 机械设计, 2000, 7(7): 8~9.

(责任编辑 李春丽)