

工业产品造型质量模糊综合评价

楼少敏

(浙江科技学院 机电工程学系, 浙江 杭州 310012)

摘要:提出了工业产品造型质量评价指标和评价体系,建立了其模糊综合评价的数学模型,并给出应用算例,表明方法的有效性.

关键词:工业产品造型质量;模糊理论;综合评价

中图分类号: TP391; TP278

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2002)03-0016-04

工业产品造型设计是产品开发中不可缺少的重要组成部分,是技术人员按照美的规律创造出实用、经济、美观、富有创造性产品的技术手段.随着人们生活水平和审美观念的不断提高,对产品的造型质量要求也越来越高,然而,由于大众文化修养、专业知识、美学观点不尽相同,产品造型质量究竟如何,至今还没有一个较为完善的评定标准,并且对产品造型质量的评价,绝大多数都是描述性语言,也就是含义不确切、边界不清楚的模糊概念,而用经验性评价方法、试验评价方法、数学分析评价方法等传统评价方法是很难评价的.用这些传统评价方法对产品的造型质量进行评定存在一些不足:如缺乏统一的评定参照点,评定参照点的漂移,少数人的意见得不到重视.

美国控制专家查德(L. A. Zadeh)于1965年建立的模糊数学理论,采用精确的数学方法研究和描述模糊现象.把那些只能定性描述的模糊概念及模糊判断数学化、定量化.本文借助模糊数学方法,运用系统模糊决策理论进行工业产品造型质量综合评价.

1 产品造型质量评价指标^[1,2]

产品造型设计是以人为设计中心,适应人的需要,满足人的需求,调和生态环境,完成产品功能的创造性行为.一件好的产品必定是融合科技与人文精髓,配合现代企业经营理念的创造性产物.“功能性”、“经济性”、“美观性”、“创造性”和“人、机、环境协调性”是产品造型质量的评价指标.

1.1 功能性

产品应具有先进和完善的使用功能,是造型设计要达到的基本的要求.造型质量评定应以实现功能目的为中心,产品性能稳定可靠、技术先进,这些属产品质量的技术性能,体现了产品的功能美.

收稿日期: 2002-01-21

作者简介: 楼少敏(1963-),男,浙江杭州人,工学硕士,浙江科技学院机电系讲师,主要从事工程图学,机电一体化教学与研究.

1.2 经济性

经济性一方面表现为产品在制造过程中使用最少的财力、物力、人力和时间,且易于维护;另一方面表现为将产品通过市场变为商品,获得较高的商业利润,得到最大的经济效益。

1.3 美观性

美观性表现在体现产品实用性、经济性的前提下,使产品具有完善、生动、和谐的艺术形象,满足时代的审美要求,体现社会的精神与物质文明。

1.4 创造性

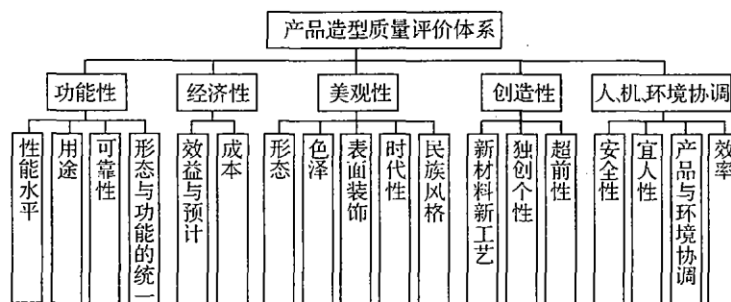
产品造型设计如果纯粹地继承和仿造是无意义的艺术再现,是没有生命力的。产品造型的创造性表现为产品应具有独特的艺术风格和新颖的艺术魅力,有“新意”和“独创”的产品造型,才能成为具有时代感的现代产品。

1.5 人、机、环境的协调性

人、机、环境协调性主要体现在操作时舒适、安全和高效。产品造型设计必须符合工效学的科学要求,必须与具体环境相协调,这种协调将使人产生有利于工作、生产和生活。

1.6 产品造型评价体系

产品造型评价体系如下:



2 模糊综合评价数学模型^[3]

模糊数学是用精确的数学方法去处理“很好”、“好”、“一般”、“差”等过去无法用数学描述的模糊性语言变量。从质量评定体系中可以看出绝大多数项目具有非定量化的模糊特点。运用模糊数学方法可以对产品造型质量作出合理的判断。

首先要建立模糊评价的数学模型。模糊评价涉及到评价指标和等级评语,设模糊评价产品造型质量系统论域 \tilde{A} 中两个模糊集合:

$$\tilde{U} = \{u_1, u_2, \dots, u_m\} \quad \tilde{V} = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

其中 \tilde{U} 代表 m 个评价指标所组成的集合, \tilde{V} 代表 n 个等级评语所组成的集合。第 i 个指标对第 j 个等级的评价人数称为特征值,用 x_{ij} 表示, $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ 。则 m 个指标对 n 个等级的评价可用指标特征值矩阵表示,即:

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} = (x_{ij})_{m \times n} \quad (1)$$

根据模糊相对隶属度概念,用指标关于等级的相对隶属程度——相对隶属度对 x_{ij} 进行处理,其公式为

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i.min}}{x_{i.max} - x_{i.min}}, 0 \leq r_{ij} \leq 1 \quad (2)$$

r_{ij} 表示指标 i 等级 j 的相对隶属度, $r_{ij} = 0$ 表示隶属程度最低, $r_{ij} = 1$ 表示隶属程度最高. $x_{i.max}$ 、 $x_{i.min}$ 分别表示就等级集 $j = 1, 2, \dots, n$ 对指标 i 的特征值取最大、取最小.

于是, 将特征值矩阵变换成 \tilde{U} 与 \tilde{V} 之间的模糊关系的指标隶属度矩阵

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} = (r_{ij})_{m \times n} \quad (3)$$

设指标集合 \tilde{U} 上的指标模糊子集为

$$\tilde{W} = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}, 0 \leq w_i \leq 1, \sum_{i=1}^m w_i = 1$$

\tilde{W} 可简化为模糊向量, $\tilde{W} = (w_1, w_2, \dots, w_m)$, w_i 为 u_i 对 \tilde{W} 隶属, 亦即指标 i 的权重系数.

设等级评语集合 \tilde{V} 上的等级模糊子集为 $\tilde{B} = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, $0 \leq b_j \leq 1$, \tilde{B} 可简化为模糊向量 $\tilde{B} = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, b_j 称为 v_j 对综合评价所得子集 \tilde{B} 的隶属度——等级隶属度, 亦即模糊评价等级. 其公式为

$$b_j = \frac{1}{1 + \left[\frac{\sum_{i=1}^m w_i (1 - r_{ij})}{\sum_{i=1}^m w_i r_{ij}} \right]^2}, j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

在等级模糊子集 \tilde{B} 中, 最大的等级隶属度 b_j 值就是被评价产品模糊评价结果的等级.

3 应用实例

现以 ZM-80 型加工中心为例^[4], 说明模糊综合评价法在造型质量上的运用. 有 6 位专家参加了对造型质量的评价. 结果如表 1 所示.

表 1 专家评价结果统计表

等 级 评 语	很好	较好	一般	较差	很差
功能性(0.3)	0	5	1	0	0
经济性(0.2)	4	1	1	0	0
美观性(0.3)	0	3	2	1	0
创造性(0.1)	1	3	2	0	0
人、机、环境协调性(0.1)	0	3	2	1	0

注: 表中小括号里表示各项指标的权重系数

解: 首先由表中数据可知, $i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2, 3, 4, 5$.

根据(1) 式可得到特征值矩阵

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} 0 & 5 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 2 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

应用(2)式及(3)式将矩阵 \tilde{X} 变为相应的指标隶属度矩阵

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0.667 & 0 & 0 \\ 0.333 & 1 & 0.667 & 0.333 & 0 \\ 0 & 1 & 0.667 & 0.333 & 0 \end{bmatrix}$$

然后根据表1中确定各指标权重系数得权向量 $\tilde{W} = (0.3, 0.2, 0.3, 0.1, 0.1)$, 再利用公式(4)计算各等级隶属度

$$b_1 = \frac{1}{1 + \left[\frac{0.3 \times (1-0) + 0.2 \times (1-1) + 0.3 \times (1-0) + 0.1 \times (1-0.333) + 0.1 \times (1-0)}{0.3 \times 0 + 0.2 \times 1 + 0.3 \times 0 + 0.1 \times 0.333 + 0.1 \times 0} \right]^2} = 0.085$$

同样算得 $b_2 = 0.97, b_3 = 0.388, b_4 = 0.023, b_5 = 0$, 于是 $\tilde{B} = (0.085, 0.97, 0.388, 0.023, 0)$

比较 \tilde{B} 中各等级隶属度, 最大值是 $= 0.97$, 即等级评语为较好的这一等级隶属度, 比其他等级隶属度高, 所以, 模糊综合评价该产品的造型质量为较好。

4 结 论

(1) 工业产品造型质量评价涉及因素较多, 而各因素评定所得到的大多数是一些模糊信息, 可用模糊理论进行定量评价, 以便决策层作出较为科学合理的评价。

(2) 基于模糊综合评价数学模型比较复杂, 公式计算繁琐, 可利用计算机技术把模型本身编制成通用计算机程序, 并用于评价指标项目、权重、特征值矩阵等发生变化的情况。用计算机辅助评价方便快捷。

参考文献:

- [1] 许喜华. 工业造型设计. 杭州: 浙江大学出版社, 1986.
- [2] 高 敏. 产品造型设计. 北京: 机械工业出版社, 1992.
- [3] 陈守煜. 系统模糊决策理论与应用. 大连: 大连理工大学出版社, 1994.
- [4] 陈 为, 梁晓鸣. 加工中心造型设计探讨[J]. 组合机床与自动化加工技术, 1995(6): 2-6.

Synthetic evaluation of industrial product model quality by means of fuzzy inference

LOU Shao-min

(Dept. of Mechanical and Electronical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310012, China)

Abstract: In the paper, evaluation principle of quality and evaluation system of quality about model quality of industrial product are put forward, a mathematical model about synthetic evaluation by Fuzzy theory is established. A calculation example is give out, it show the effectiveness of the method.

Key words: model quality of industrial product; fuzzy theory synthetic evaluation