

文胸概念设计层次灰关联评价新方法

蒋超, 俞琳

(西安工程大学 服装与艺术设计学院, 陕西 西安 710068)

摘要:为了更好地实现对文胸概念设计的评价,文中从产品设计角度出发,通过调研,构建文胸概念设计评价层次指标体系,得出评价指标体系是一种灰色系统的结论。然后采用专家评价法和心理量表确立各项评价指标的权重,并基于层次灰关联计算模型提出一种更加有效的文胸概念设计评价方法。最后,对6种文胸概念设计方案进行评价验证,结果表明,该层次灰关联评价方法可行、有效。

关键词:文胸;概念设计;设计评价;层次灰关联评价;文胸评价指标

中图分类号:TS 941.717+.9

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2019)03-0060-04

Multi-hierarchical Grey Relational Evaluation Method for Bra Conceptual Design

Jiang Chao, Yu Lin

(Apparel and Art Design College, Xi'an Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi 710068, China)

Abstract:The evaluation on the conceptual design of bra requires not only sorting out the design quality, but also exploring the bright points in the design. In order to achieve the two goals of the evaluation of the conceptual design of bra in a better way, this paper starts from the product design and constructs a stratified index system for assessing bra's conceptual design through investigation and study. The conclusion is that the evaluation index system is a kind of grey system. The weight of each evaluation index is established by using the expert evaluation method and psychological scale, and a more effective evaluation method of bra's conceptual design based on the multi-hierarchical grey relational calculation model is put forward. Finally, six bra's conceptual design schemes are evaluated and validated. The results show that the new method is feasible and effective.

Key words:Bra; Conceptual Design; Design Evaluation; Multi-hierarchical Grey Relational Evaluation; Bra Evaluation Index

文胸的初期设计会产生数量庞大的概念设计方案^[1],为了给后期的深入设计和详细设计奠定更好的基础,需要对文胸的概念设计方案进行评价,主要目的有两个:选优,选取优秀的概念设计方案;摘亮,摘取概念方案中的设计亮点。

在工程领域中,设计评价方法主要有模糊评价法、价值工程法、人工神经网络法、层次分析法、灰色关联法等^[2],部分文献对评价方法进行结合构建了一些复合评价方法,如模糊层次评价法^[3]、层次逼

近理想排序法等^[4]。通过对现有评价方法进行分析和对比后发现,层次灰关联评价方法不仅能够满足文胸概念设计评价的目的,相较于其他评价方法还具有一定优势,例如:部分评价方法如模糊评价法只适用于白色系统^[5](指标明确且指标之间不存在交叉和关联),而文胸概念设计评价指标十分复杂,而且部分指标之间存在交叉和关联,是一种典型的灰色系统,因此,层次灰关联评价方法可以更加有效地应对文胸概念设计评价指标体

系的灰色特性;部分评价方法仅能对方案进行综合评价,而层次灰关联评价方法不仅可以通过对概念设计方案进行母系统灰色关联度计算来实现选优,还可以通过子系统灰色关联度计算进行摘亮^[6]。

本文结合文胸设计评价特点,构建文胸概念设计方案评价指标体系,利用专家评价法和认知量表,确定评价指标权重,并基于层次灰关联计算,提出一种文胸概念设计评价方法,从多个层次更高效地对文胸概念设计方案进行评价。

作者简介:蒋超(1987—),男,讲师,博士。主要从事计算机辅助产品设计和人机工程方面的研究。

1 文胸概念设计评价指标体系

1.1 评价指标体系的构建

对 16 名专业人员和 50 名用户进行文胸概念设计评价指标问卷调研^[7-9],共发放 66 份问卷,回收有效问卷 66 份,调研对象的基本信息见表 1。

表 1 调研对象的基本信息

项目		人数/人
性别	男	4
	女	62
年龄	18~24 岁	20
	25~32 岁	22
	33~40 岁	18
	41 岁及以上	6
职业	大学生	10
	研究生	10
	教师	7
	一线设计师	7
	资深设计专家	2
	服装工程师	7
	企业白领	20
专业	其他	3
	设计专业	36
	相关专业	7
	非设计专业	23

利用层次分析法,对文胸的概念设计评价指标进行梳理。为了简化评价指标体系,经专家讨论,最终得到的评价指标体系见表 2。

由表 2 可知,评价指标体系呈复杂层次结构,而且指标之间存在相关性^[10],如材料和结构设计、文胸产品的舒适性密切相关,加工周期与生产成本也具有相关性。因此,文胸概念设计评价指标体系是一种典型的层次灰色系统。

1.2 评价指标权重的确定

采用专家评价法和心理量表对评价指标的重要程度进行评级和计算。首先构建重要程度评级心理量表,见表 3;调研对象根据心理量表对评价指标在其对应系统中的重要程度进行评级打分;随机抽

表 2 文胸概念设计评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标子层	指标说明
文胸概念设计评价	经济性 C	材料成本 C1	—	产品所使用的生产材料成本合理
		加工成本 C2	—	产品在加工过程中发生的除材料成本以外的各项成本合理
	制造性 M	尺寸精度 M1	—	产品设计对加工、装配等环节的制造精度要求合理
		结构工艺 M2	—	产品结构和工艺设计合理
		工期合理 M3	—	产品材料采购、制造加工等环节所需时间合理
		设备合理 M4	—	产品制造加工所需设备合理
	人机性 E	安全性 E1	结构稳定 e11	产品材料和结构强度稳定
			穿戴安定 e12	产品穿戴效果稳定,不易滑脱、移位,胸部安定效果较好
		舒适性 E2	压力舒适度 e21	产品穿戴压力舒适,无窒息、胸闷、勒痕等现象
			湿热舒适度 e22	产品保温、散热、透气等性能较好,穿戴无黏着、湿冷感
			柔软舒适度 e23	产品表面柔软舒适、光洁顺滑,穿戴无刺、扎、痒等不良感受
		方便性 E3	—	产品穿、脱方便
	审美性 A	形态因素 A1	比例协调 a11	产品各部分尺寸比例符合大众审美
			均衡稳定 a12	产品形态设计、视觉质量均衡稳定
			整体统一 a13	产品形态设计比例、风格等因素整体统一
			语义明确 a14	产品形态的功能语义明确,不会产生误解和误操作
		色彩因素 A2	时尚流行 a21	产品色彩符合流行趋势和时代审美
			配色合理 a22	产品自身色彩设计合理,符合色彩搭配规律
			穿搭协调 a23	产品与其他服装搭配的色彩合理协调
		装饰因素 A3	装饰适度 a31	产品装饰设计程度合理
			布置合理 a32	产品装饰部件的布局 and 位置合理
			整体协调 a33	产品装饰设计与产品整体搭配协调
		社会因素 A4	社会审美 a41	产品审美符合大众审美心理和认知
			个性心理 a42	产品审美满足个性化审美需求
			民族文化 a43	产品审美符合民族文化心理
	独创性 O	设计创新 O1	—	产品设计比同类产品具有创新性和差异性
		创新合理 O2	—	产品的创新设计特点合理
	绿色性 G	产品毒性 G1	材料毒性 g11	产品材料及加工和表面处理方式具有的毒性
			生命周期毒、废物排放 g12	产品在制造、运输、废弃、回收等各环节产生的毒、废物
		制造污染 G2	制造过程噪音污染 g21	产品制造过程中产生的噪音污染
			制造过程纤尘污染 g22	产品制造过程中产生的纤尘污染
		能源消耗 G3	制造耗能 g31	产品加工制造对电力等能源的消耗
			回收利用 g32	剩余物料的回收和再利用性能

取,将 66 份测试结果平分为 A、B 两组,A 组为计算组,B 组为对照

组;运用权重计算公式对 A 组数据进行计算,获得各指标权重;对 B

组数据进行相同计算,并分析两组数据的 Cronbach 一致性系数。

表 3 重要程度评级心理量表

心理感受	评级得分/分
不重要	1
较不重要	2
一般重要	3
相对重要	4
十分重要	5

设独立系统 S 中的指标数量为 n , 即 $S=\{s_1, s_2, \cdots, s_n\}$, 专家数量为 m , 则第 i 个专家对第 j 个指标 s_j 的评分可表示为 V_{ij} , 用 w_j 表示该系统内第 j 个指标的权重, 则权重计算公式见式(1)。

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{V_{ij}}{m}}{\sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m \frac{V_{ij}}{m} \right)} \quad (1)$$

A 组数据各指标权重见表 4。

经计算, 一致性系数为 0.887, 大于 0.800, 故认为计算结果可信。

2 层次灰关联计算模型

2.1 子系统灰色关联度计算

设概念设计方案的数量为 n , 其中 $\{X_0\}$ 是参考方案, 则全部方案可表示为式(2)。

每个方案有 m 个子系统, 满足 $M=\cup_{i=1}^m m_i, m_i \cap m_k = \emptyset, i \neq k$ 。设第 i 个子系统中第 j 个方案的评价指标可用矢量 $x_{i,j}$ 表示, 第 i 个子系统中参考方案 m_i 的评价指标可用矢量 $v_{i,0}$ 表示, 权重矢量见式(3), 而且满足 $\sum_{h=1}^{m_i} w_{ih}=1, w_{ih} \geq 0$, 其中 w_{ih} 是灰色子系统中第 h 个评价指标的权重, $h=1, 2, \cdots, m_i$ 。

第 i 个子系统中每个方案与该子系统中参考方案的关联系数见式(4)。 ρ 为分辨系数, $\rho \in (0, 1)$, 一般取 0.5。关联系数反映了第 j 个方案与参考方案的关联程度。

第 j 个方案子系统中每个方案与该子系统中参考方案的关联

表 4 A 组数据各指标权重

评价指标	指标权重	评价指标	指标权重
C	0.180	e11	0.531
M	0.165	e12	0.468
E	0.187	e21	0.339
A	0.150	e22	0.324
O	0.139	e23	0.336
G	0.180	a11	0.221
C1	0.511	a12	0.226
C2	0.488	a13	0.338
M1	0.202	a14	0.215
M2	0.365	a21	0.384
M3	0.143	a22	0.347
M4	0.291	a23	0.259
E1	0.292	a31	0.279
E2	0.518	a32	0.349
E3	0.190	a33	0.372
A1	0.283	a41	0.229
A2	0.264	a42	0.422
A3	0.165	a43	0.349
A4	0.288	g11	0.536
O1	0.444	g12	0.464
O2	0.556	g21	0.512
G1	0.345	g22	0.488
G2	0.332	g31	0.444
G3	0.324	g32	0.555

度见式(5)。

关联度计算实质上是将系统中每个方案与该系统中参考方案进行几何关系对比, 对于每个子系统, 由式(5)可计算得到每个方案

的关联度。令 $\gamma_{i,j0}=\gamma_{i,j}$, 则有式(6)。

式(6)是进行灰色系统更高层关联度计算的依据和基础。

2.2 母系统灰色关联度计算

设灰色系统参考方案的 m 个因素为 $v_i=[v_{i1}, v_{i2}, \cdots, v_{im}]^T$, m 个子系统的权重矢量为 $w_i=[w_{i1}, w_{i2}, \cdots, w_{im}]$, 满足 $\sum_{i=1}^m w_i=1, w_i \geq 0$, 灰色系统

加权关联系数计算模型见式(7)。

式(7)可用于确定灰色系统中每个方案和参考方案的关联系数。对于两层以上的灰色系统, 可参照上述方法进行类推。灰色系统的加权关联度见式(8)。

由式(8)可计算母系统中每个方案与参考方案关联的紧密程度。

3 实例验证

3.1 文胸概念设计方案

选取 6 种文胸概念设计方案, 如图 1 所示。

3.2 评价方法

由调研对象依据评价指标体系进行评分。为了提高评价效率和质量, 采用心理量表(见表 5)对文胸概念设计方案进行评级打分。

原则上, 心理量表的构建应尽量符合人们的判断习惯, 如 G 系统的部分指标(如材料毒性等)按照人们的认识习惯进行正向评级, 材

$$\begin{cases} \{X_0\} = \{x_0(1), x_0(2), \cdots, x_0(m)\} \\ \{X_1\} = \{x_1(1), x_1(2), \cdots, x_1(m)\} \\ \{X_{n-1}\} = \{x_{n-1}(1), x_{n-1}(2), \cdots, x_{n-1}(m)\} \end{cases} \quad (2)$$

$$w_i = [w_{i1}, w_{i2}, \cdots, w_{im}] \quad (3)$$

$$L_{i,j0}(h) = \frac{\min(w_i | x_{i,j} - v_{j0} |) + \rho \max(w_i | x_{i,j} - v_{j0} |)}{w_i | x_{i,j} - v_{j0} | + \rho \max(w_i | x_{i,j} - v_{j0} |)} \quad (4)$$

$$\gamma_{i,j0} = \sum_{h=1}^{m_i} w_{ih} L_{i,j0}(h) \quad (5)$$

$$\gamma_j = [\gamma_{1,j}, \gamma_{2,j}, \cdots, \gamma_{m,j}]^T \quad (6)$$

$$S_{j1}(i) = \frac{\min(w | \gamma_j - v_1 |) + \rho \max(w | \gamma_j - v_1 |)}{w | \gamma_j - v_1 | + \rho \max(w | \gamma_j - v_1 |)} \quad (7)$$

$$Q_{j1} = \sum_{i=1}^m w_i S_{j1}(i) \quad (8)$$

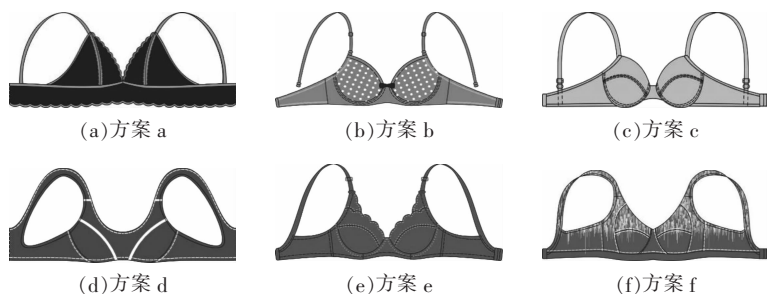


图1 6种文胸概念设计方案

表5 概念设计方案评级心理量表

设计评价	评级得分/分
极差	1
很差	2
较差	3
一般	4
较好	5
很好	6
好	7

料毒性 g11 指标评级心理量表见表6。最终在计算关联度时,对相应指标的评分进行预处理,预处理方式为“8-评级分数”。

表6 材料毒性 g11 指标评级心理量表

设计评价	评级得分/分
极小	1
很小	2
较小	3
正常	4
较大	5
很大	6
极大	7

3.3 结果与分析

由每项评价指标的最大值构成参考方案,取分辨系数 $\rho=0.5$ 。利用 Matlab 对评价数据进行计算,得到综合评价最优方案 c(关联度值为 0.724),见表7。

由表7可知,方案 e 在审美性、方案 f 在创新性上具有相对优势,能给方案 c 一定启发,但并不是对设计元素进行直接结合或简单替换,因为任何一个独立设计元素改变在灰色关联系统中都会对其他相关指标的评价结果有影响。

表7 各系统及指标最优方案评价结果

系统指标	最优方案(关联度值)	系统指标	最优方案
C	c(0.884)	E1	c
M	c(0.668)	E2	c
E	c(0.831)	E3	d
A	e(0.682)	A1	e
O	f(1.000)	A2	b
G	c(0.775)	A3	b
C1	d	A4	e
C2	c	O1	f
M1	c	O2	f
M2	d	G1	c
M3	c	G2	c
M4	c	G3	d

概念设计方案质量的提高需要对方案进行有针对性地反复修改和迭代评价。为了进一步验证评价方法的有效性,参考方案 e、f,对方案 c 进行再设计,尽量保留其优势,对局部造型和印染工艺进行轻微调整,得到方案 g,如图2所示。



图2 文胸概念设计方案 g

经再次评价,关联度值提升至 0.769。经用户调研反馈,其设计满意度在 7 款概念设计方案中最高。

4 结束语

本文构建了文胸概念设计的评价指标体系,结合专家评价法和心理量表,对评价指标体系的权重进行计算和确立,并基于层次灰关联计算模型,对 6 种文胸概念设计方案进行评价和设计验证。结果表

明,基于层次灰关联的文胸概念设计评价方法不仅可以有效评价文胸概念设计的质量,还能对最优方案在某些子系统中指标中的不足提供设计建议和启发。该评价方法结果准确而且具有极强的操作性,为具有灰色系统特性的内衣概念设计评价提供了一种有效方法。

参考文献

- [1]黄敏.文胸设计与工艺探讨[J].针织工业,2006(1):27-29.
- [2]王海伟,刘更,杨占铎.机械产品设计方案多指标综合评价方法[J].哈尔滨工业大学学报,2014,46(3):99-103.
- [3]李永峰,朱丽萍.基于模糊层次分析法的产品可用性评价方法[J].机械工程学报,2012(14):183-191.
- [4]万荣,阎瑞霞.基于粗糙集和模糊层次分析法的客户需求权重确定方法[J].科技管理研究,2018(4):204-208.
- [5]AYAG Z, OZDEMIR R G. A hybrid approach to concept selection through fuzzy analytic network process[J].Computers&Industrial Engineering,2009,56(1):368-379.
- [6]蒋超,余隋怀,姚澜.飞机客舱内环境人机性能层次灰关联评价[J].机械科学与技术,2014,33(5):785-788.
- [7]石文奇,程凡,陈玉波,等.女大学生内衣质量选择模糊综合评判[J].服装学报,2017,2(3):200-203.
- [8]牛增元,叶曦雯,汤志旭,等.纺织品绿色设计评价体系的建立[J].纺织学报,2008,29(8):113-116.
- [9]MCGHEE D E, STEELE J R. Breast elevation and compression decrease exercise-induced breast discomfort[J].Medicine and Science in Sports and Exercise,2010,42(7):1333-1338.
- [10]王旭,崔静,左海棠,等.连体式塑身内衣主观舒适性及外观美感评价[J].针织工业,2018(7):54-58.

收稿日期 2018年7月2日