

高校设计研讨

模糊层次法在街道设施物材料亲环境优选中的运用研究

李琨

(广州大学 美术与设计学院, 广州 510006)

摘要: **目的** 利用模糊层次法对街道设施物材料亲环境性能进行评价,能有效避免传统评价方法的主观性和随意性的缺点,其评价结果也较为客观。**方法** 以广州街道公共设施物为例,先构建街道公共设施物亲环境材料评价指标体系,然后利用1~9的比例标度量各种评价的权重,最后通过模糊层次法对各种评价指标进行定量计算,以最大隶属度为原则确定亲环境材料。**结论** 该方法可对公共设施物材料的亲环境的各项因素进行定量计算,并对亲环境材料的选择进行全面、客观的评价,模糊综合评价在公共设施物材料亲环境优选中提供了量化的决策依据。

关键词: 模糊层次法; 街道设施物; 材料亲环境; 优选

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)02-0134-04

Application of Fuzzy Hierarchy Methods in Street Facility Materials Environment Preference

LI Kun

(College of Art and Design, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

ABSTRACT: Using the method of fuzzy hierarchy of street furniture material close to evaluate environmental performance can effectively avoid the shortcoming of traditional evaluation methods of subjective and arbitrary. The evaluation result is objective. Taking street public implementation content in Guangzhou as an example, the first building materials of street public facilities close environment evaluation index system, and the proportion of 1~9 scaling method is used to quantify the weight of various evaluation, finally by means of fuzzy hierarchy of evaluation index to carry on the quantitative calculation, based on principles of maximum membership degree to determine the environmental materials. Methods can make the quantitative calculation for all kinds of factors of pro environment of public facility materials, and the choices of pro environment materials are comprehensively and objectively evaluated. Fuzzy comprehensive evaluation in public facilities material environment optimization provides quantitative decision-making basis.

KEY WORDS: fuzzy hierarchy methods; street facility materials; materials pro environment; preference

随着城市的不断扩大和发展,作为城市元素的街道设施物也得到了快速的发展,并日益受到政府和市民的重视,街道设施物在城市社会生活中的作用有望得到扩展和提升,并且成为城市形象的一种标志^[1]。街道设施物介于人与环境之间的特殊地位,

在建设亲环境城市中受到了人们的特别关注。街道设施物作为城市的组成部分,其亲环境性的研究应该尽早提到议事日程上来。在分析街道设施物内容的时候发现亲环境材料的选择与使用显得尤为重要,值得作为专题研究^[2]。

收稿日期: 2015-08-08

基金项目: 广东省教育科研“十二五”规划项目(2012JK160);广州市教育科学“十二五”规划项目(2013A046);广州大学2013年度教育教学研究项目

作者简介: 李琨(1978—),女,广州人,博士,广州大学美术与设计学院副教授,主要从事环境艺术与公共设施物的设计研究。

1 街道设施物亲环境材料选用的评价体系

1.1 影响因素

街道公共设施物材料系统是一个复合系统,具有系统性和动态性的特点,因此构建的街道公共设施物亲环境材料评价指标体系是一个包含多因素、全方位的评价指标体系。环境系统、使用性能系统、技术性能系统和社会经济系统等对街道公共设施物材料的亲环境综合评价都有着直接的影响^[3]。材料的环境系统是指材料的开采、生产、使用(包括再利用)和废弃对环境产生的影响;技术属性系统是指材料是否满足该设施物的使用功能和要求,是否适合设施物特定的结构要求,是否有足够的使用寿命等;材料的技术属性系统是指制作设施物的材料具有较好的力学性能、物理化学性能和加工工艺性能,从技术层面保证公共设施物能够在室外的环境下实现其功能,并能够达到预期的寿命;社会经济系统是指在满足各种功能、使用性能等前提下,使产品成本最小化,这不仅包括前期的设计成本和制作成本,也包括运输、储存等附加成本。同时也包括设施物在全寿命周期内的维护、拆卸、回收和处置的成本,以及因工业生产、经济活动所造成的环境污染而导致的成本和社会成本,以及因有毒有害生产工艺对人体健康造成的危害等产品总体经济性的影响成本^[4]。

1.2 评价指标体系

根据街道公共设施物亲环境材料影响因素的分析,街道设施物亲环境材料评价指标包括环境属性、使用属性、技术属性、经济属性4个目标层。每个目标层又都包含若干个分指标属性。环境属性包含资源、能源、环境影响、回收废弃4个分指标属性;使用属性包含功能要求、结构要求、使用寿命3个分指标属性;技术属性包含材料强度、材料稳定性两个分指标属性;经济属性包含材料成本、加工成本、回收废品处理成本3个分指标属性^[5]。这就形成了评价体系的项目层。依据这个项目层制定出街道公共设施物的亲环境材料评价模型。

2 亲环境材料的模糊层次评价方法

2.1 构造权重判断矩阵,计算目标层各因素权重

评价指标体系是一种多因素、多指标的层次结构

模型,一个因素被分解为若干个下层指标因素,运用层次分析法(AHP),确定各指标因素对上层隶属因素的相对权重 W 。模糊层次分析法是对各评价因素两两比较,构成判断矩阵^[6]。矩阵中的每层因素的重要性引用 Saaty 提出的 1~9 的比例标度法。

根据判断矩阵,先计算出判断矩阵的特征向量 W ,然后经过归一化处理,使其满足 $\sum_{i=1}^n W_i = 1$,可求出 B_i 关于 A_m 的相对重要度,也即权重^[7]。

2.2 确定各指标层的指标数据及建立模糊矩阵

在多指标综合评价中,用量纲来评价同一事物不同侧面的指标是不可能的,这一方面表现在计量单位上的差异,另一方面,相对数形式的差异,反映着指标实际数量级别上也有差异。因此它是一个多级模糊综合评价问题,依据评价指标中的相应信息,建立模糊矩阵:

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i1} & \cdots & r_{im} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{in1} & \cdots & r_{inm} \end{bmatrix}$$

式中: r_{ij} ($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m; 0 \leq i, j \leq 1$) 为 V_j 元素对 U_i 元素的隶属度; R_i ($i=1, 2, 3, 4$) 为因素集的单因素评价矩阵。

2.3 进行模糊层次法综合判断

一级模糊综合判断结果为: $S_i = A_i \cdot R_i$, 式中: A_i 为 U_1, U_2, U_3, U_4 中各因素的权重,即 $A_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}\}$; ($i=1, 2, 3, 4$)。

二级模糊综合评价时单因素评价矩阵为

$$R = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 \cdot R_1 \\ A_2 \cdot R_2 \\ A_3 \cdot R_3 \\ A_4 \cdot R_4 \end{bmatrix}$$

二级模糊综合评价结果为: $S_i = A_i \cdot R_i$

其中: $S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$, 对于模糊评价结果的选择,以最大隶属度为原则,即^[8]:

$$S_0 = \max S(j = 1, 2, \dots, n)$$

3 模糊层次评价法实证

3.1 根据公共设施物的基本状况,计算目标层权重

休闲座椅是广州街道公共设施物中最常见的一

种,其常年在年均温度为 21.9 ℃,年均降水量为 1696.5 mm,年均空气湿度 65%的环境中工作。现从设计公司、生产厂家和市场实际选用的情况来看,目前广州市最常用休闲座椅的椅面制造材料主要包括石材、木材和不锈钢。广州休闲座椅的椅面标准规格为 1500 mm × 500 mm × 200 mm,由于材料的属性不同,其使用量的标准也不相同。另外,使用的年限也不同,虽然石材和不锈钢的抗老化性、坚固性较强,但考虑到街道休闲座椅的公共使用程度,在使用一定年限以后,其美观性和耐用性将有较大幅度的降低,直接影响到设施物的使用功能和景观环境的需求,因此根据调查统计,石材和不锈钢的休闲座椅平均的使用年限为 3~5 年,而广州炎热、潮湿的气候条件决定了木材的椅面使用年限较短,平均使用年限为 2~3 年^[9]。

根据设计调查和研究分析,各请 15 名对该公共设施——座椅熟悉的相关人员(熟悉该项目和材料的大学和研究机构的专家、设计师、企业的工程师或有机维护人员等)参加打分,建立各种因素的评判矩阵及权重,见表 1,评价权重 $A=[1.44 \ 0.10 \ 0.24 \ 0.22]$ 。

表 1 各种因素的评判矩阵及权重

Tab.1 Evaluation matrix and weight of various factors

	使用属性	技术属性	环境属性	经济属性	Π	W	权重
使用属性	1	4	2	2	16	2.00	0.44
技术属性	1/4	1	1/3	1/2	0.04	0.45	0.10
环境属性	1/2	3	1	1	1.5	1.11	0.24
经济属性	1/2	2	1	1	1	1.00	0.22
					$\lambda_{max}=4.021$	CR=0.0076	

3.2 评价层权重判断矩阵

1) 使用属性的因素评判矩阵见表 2。

表 2 使用属性的因素评判矩阵

Tab.2 Factor evaluation matrix using attribute

材料	功能要求		结构要求		使用寿命	
	分值	r_{11}	分值	r_{12}	分值	r_{13}
石材	4.0	0.89	3.50	0.78	5.0	1.00
不锈钢	4.0	0.89	4.00	0.89	5.0	1.00
木材	4.5	1.00	4.50	1.00	3.5	0.70

$$\text{评价矩阵 } R_1 = \begin{bmatrix} 0.89 & 0.89 & 1.00 \\ 0.78 & 0.89 & 1.00 \\ 1.00 & 1.00 & 0.70 \end{bmatrix}, \text{权重矩阵 } A_1 =$$

$[0.4 \ 0.3 \ 0.3]$ 。

$S_1=A_1 \cdot R_1=[1.29 \ 0.92 \ 0.91]$;归一化处理后得 $S_1=[0.41 \ 0.30 \ 0.29]$ 。

2) 技术属性的因素评判矩阵见表 3。

表 3 技术属性的因素评判矩阵

Tab.3 Factor evaluation matrix of technical attribute

材料	材料的强度		材料的稳定性	
	分值	r_{21}	分值	r_{22}
石材	5.0	1.0	5.0	1.0
不锈钢	4.5	0.9	4.5	0.9
木材	4.0	0.8	3.5	0.7

评价矩阵 $R_2 = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.90 & 0.80 \\ 1.00 & 0.90 & 0.70 \end{bmatrix}$, 权重矩阵 $A_2=[0.6 \ 0.4]$ 。

$S_2=A_2 \cdot R_2=[1.00 \ 0.90 \ 0.76]$;归一化处理后得 $S_2=[0.38 \ 0.34 \ 0.29]$ 。

3) 环境属性的因素评判矩阵见表 4。

表 4 环境属性的因素评判矩阵

Tab.4 Factor evaluation matrix of environmental attribute

材料	资源属性		能源属性		环境影 响属性		回收废 弃属性	
	分值	r_{31}	分值	r_{32}	分值	r_{33}	分值	r_{34}
石材	5.0	1.00	4.50	1.00	4.50	1.00	4.0	0.89
不锈钢	4.5	0.90	3.00	0.67	2.00	0.44	3.5	0.78
木材	3.5	0.70	4.00	0.89	3.50	0.78	4.5	1.00

评价矩阵 $R_3 = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.90 & 0.70 \\ 1.00 & 0.67 & 0.89 \\ 1.00 & 0.44 & 0.78 \\ 0.89 & 0.78 & 1.00 \end{bmatrix}$, 权重矩阵 $A_3=[0.35 \ 0.22 \ 0.30 \ 0.13]$ 。

$S_3=A_3 \cdot R_3=[0.99 \ 0.700 \ 0.80]$;归一化处理后得 $S_3=[0.40 \ 0.28 \ 0.32]$ 。

4) 经济属性的因素评判矩阵见表 5。

表 5 经济属性的因素评判矩阵

Tab.5 Factor evaluation matrix of economic attribute

材料	每套材料成本		每套加工成本		每套回收处置成本	
	元	r_{11}	元	r_{12}	元	r_{13}
石材	281.3	1.00	65.00	0.95	25.0	1.00
不锈钢	405.0	0.69	120.00	0.83	65.0	0.38
木材	525.0	0.54	50.00	1.00	40.0	0.63

$$\text{评价矩阵 } \mathbf{R}_4 = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.69 & 0.54 \\ 0.95 & 0.83 & 1.00 \\ 1.00 & 0.38 & 0.63 \end{bmatrix}, \text{权重矩阵 } \mathbf{A}_4 =$$

[0.5 0.2 0.3]。

$\mathbf{S}_4 = \mathbf{A}_4 \cdot \mathbf{R}_4 = [0.99 \ 0.63 \ 0.66]$; 归一化处理后得 $\mathbf{S}_4 = [0.44 \ 0.28 \ 0.29]$ 。

3.3 综合评定

根据 1~9 评价准则, 得出二级模糊综合评价的权重集为 $\mathbf{A} = [0.44 \ 0.10 \ 0.24 \ 0.22]$ 。

二级模糊综合评价矩阵为:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.41 & 0.30 & 0.29 \\ 0.38 & 0.34 & 0.29 \\ 0.40 & 0.28 & 0.32 \\ 0.44 & 0.28 & 0.29 \end{bmatrix}$$

$\mathbf{S} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{R} = [0.41 \ 0.29 \ 0.30]$; $b_{j0} = \max b_j = b_1 = 0.41$ 。

从上述的评价情况来看, 在材料的全寿命周期内, 从材料的环境属性、使用属性、技术属性、经济属性角度综合考虑, 石材是广州休闲座椅的最佳选择材料。石材不仅总分值高, 而且 4 种属性的分值特别是环境属性都高于其他材料。其中使用属性一项显然有地域性的影响, 广州常年气温较高, 适宜使用石材。石材制品的一个缺点是容易意外损坏(比如人为的损坏等情况), 但这一部分情况难以预料, 而且随着经济的发展和文明的进步, 这种损坏也越来越少发生^[9]。

4 结语

科学合理的街道设施物材料亲环境的评价方法, 可以为街道设施物材料的选用提供决策支持。这里以广州市街道公共休闲座椅为例, 利用模糊层次评价法对街道设施物材料亲环境性能进行评价, 能为广州市街道公共设施物亲环境材料选择提供决策参考。

参考文献:

[1] 赵勇. 城市化进程中的城市公共设施建设管理问题研究[J]. 经济研究导刊, 2011(5): 54—57.

ZHAO Yong. Urban Public Facilities Construction Management Problems of Urbanization in the Study[J]. Economic Research Guide, 2011(5): 54—57.

[2] 王莉莉, 杨正. 公共设施在工业设计改造中的生态学研究[J]. 包装工程, 2007, 28(12): 212—214.

WANG Li-li, YANG Zheng. Ecology Research in Industrial Design of Public Utilities[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(12): 212—214.

[3] 袁晓波. 工程材料选用方法研究现状及发展趋势[J]. 机械工程材料, 2004, 28(12): 1—3.

YUAN Xiao-bo. Engineering Material Selection Method the Research Status and Development Trend[J]. Mechanical Engineering Material, 2004, 28(12): 1—3.

[4] 杨瑞成. 工程设计中的材料选择与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

YANG Rui-cheng. The Material Selection and Application of Engineering Design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.

[5] 王志强. 绿色建筑材料的综合评价研究[J]. 建筑技术开发, 2005, 32(5): 62—64.

WANG Zhi-qiang. A Comprehensive Evaluation and Research of the Green Building Materials[J]. Building Technology Development, 2005, 32(5): 62—64.

[6] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1998.

XU Shu-bo. The Principle of Analytic Hierarchy Process[M]. Tianjin: Tianjin University Press, 1998.

[7] 张吉军. 模糊层次分析法(FAHP)[J]. 模糊系统与数学, 2000, 14(2): 80—85.

ZHANG Jie-jun. Fuzzy Analytic Hierarchy Process(FAHP)[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2000, 14(2): 80—85.

[8] 范周田. 模糊矩阵的特征向量[J]. 系统工程理论与实践, 2001(1): 46—51.

FAN Zhou-tian. The Fuzzy Matrix Feature Vector[J]. Systems Engineering Theory and Practice, 2001(1): 46—51.

[9] 丁熊, 刘珊. 以广州为基点的城市公共设施设计地域性特征研究[J]. 装饰, 2001(3): 129—130.

DING Xiong, LIU Shan. Study on the Regional Characteristics of Urban Public Facility Design Based in Guangzhou[J]. Zhuangshi, 2001(3): 129—130.