

文章编号:1672-058X(2013)06-0069-05

# 基于FAHP的重庆大学城“绿色大学”评价

罗国旺

(重庆师范大学 数学学院,重庆 401331)

**摘要:**根据党中央提出的可持续发展和环境保护的原则、指导思想,从“绿色大学”的内涵出发,建立了科学合理的评价指标体系,采用模糊层次分析和灰关联度建立评价模型,求出各指标权重和“绿色大学”的灰关联度,以选取重庆大学城6所高校进行“绿色大学”综合评价。

**关键词:**FAHP;模糊判断矩阵;灰关联度

**中图分类号:**F224.12

**文献标志码:**A

绿色大学建设是围绕人的教育这一核心,将可持续发展和环境保护的原则、指导思想落实到大学的各项活动中,融入到大学教育的全过程<sup>[1]</sup>。21世纪将注定成为一个“绿色世纪”,各大高校作为环境保护、可持续发展和知识创新研究的前沿,绿色大学将成为新世纪大学发展的趋势,同时是促进社会可持续发展的重要精神文明伟大工程<sup>[2]</sup>。

“绿色大学”是20世纪90年代从国外引入我国的<sup>[3]</sup>,目前我国正朝着“绿色大学”的方向发展,绿色大学还没有统一的评价指标体系,目前在国内虽然也有用层次分析对“绿色大学”进行评价分析的文章<sup>[4]</sup>,但是评价的指标体系过于繁多,不易于从实际把握,因此也很难做到对“绿色大学”进行评价。此处是根据前人的研究基础和重庆大学城的实际出发,建立具有一定理论的绿色大学评价指标体系<sup>[5]</sup>。采用模糊层次分析的方法,通过专家的经验构造模糊判断矩阵,基于FAHP的方法求出各指标的综合权重,从而对重庆大学城6所高校“绿色大学”进行评价分析。

## 1 评价指标体系的建立

经过调查问卷和对前人的研究的基础<sup>[4-5]</sup>,对“绿色大学”的评价指标进行筛选,最终选绿色教育  $U_1$ 、绿色办学  $U_2$ 、绿色管理  $U_3$ 、绿色管理  $U_3$ 、绿色校园  $U_4$ 、绿色人才  $U_5$ 、绿色科研  $U_6$  6个一级指标和29个二级指标,作为绿色大学评价指标体系,建立的综合评价评判指标体系是属于二级三层结构的指标体系(图1)。

## 2 重庆大学城“绿色大学”评价模型

### 2.1 基于FAHP确定各指标权重

经过专家们的分析以及对重庆大学城的绿色大学评价进行调查研究,采用了荷兰学者 F. J. M. Van Laarhoven 和 W. Pedrycz 提出的三角模糊数表示模糊比较判断的方法,构造模糊判断矩阵<sup>[6]</sup>,将3个模糊数

收稿日期:2012-11-18;修回日期:2012-12-29.

作者简介:罗国旺(1986-),男,布依族,贵州人,硕士,从事经济系统分析研究.

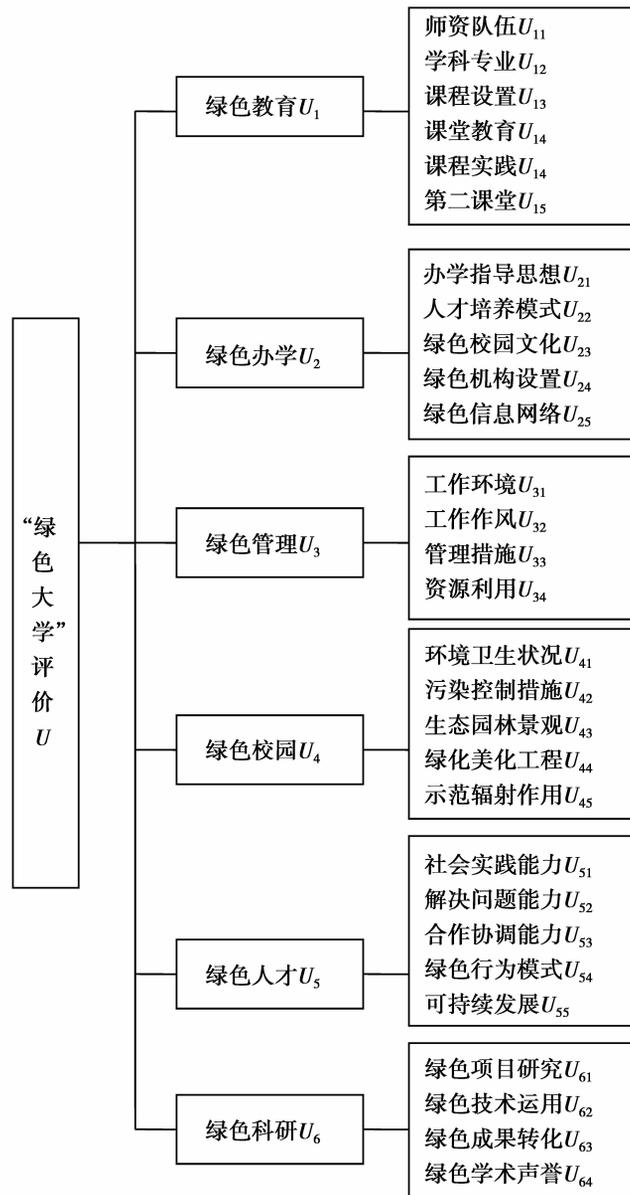


图 1 “绿色大学”评价指标体系

整合成一个  $\left(\frac{l_1 + l_2 + l_3}{3}, \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}, \frac{u_1 + u_2 + u_3}{3}\right)$ , 重复以上步骤, 直到所有的比较变成一个模糊数, 如表 1 所示。

表 1 模糊矩阵

A	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$
$U_1$	(1,1,1)	(1.333,2.333,3.333)	(1.667,2.667,3.667)	(1.667,2.667,3.667)	(0.444,0.833,1)	(1.333,2.333,3.333)
$U_2$	(0.306,0.444,0.833)	(1,1,1)	(1,1.667,2.667)	(1.333,2,3)	(0.278,0.389,0.667)	(0.389,0.667,1)
$U_3$	(0.278,0.389,0.667)	(0.389,0.667,1)	(1,1,1)	(0.444,0.833,1)	(0.278,0.389,0.667)	(0.306,0.444,0.833)
$U_4$	(0.278,0.389,0.667)	(0.361,0.444,0.833)	(1,1.333,2.333)	(1,1,1)	(0.278,0.389,0.667)	(0.306,0.611,0.833)
$U_5$	(1,1.333,2.333)	(1.667,2.667,3.667)	(1.667,2.667,3.667)	(1.667,2.667,3.667)	(1,1,1)	(1.333,2,3)
$U_6$	(0.306,0.444,0.833)	(1,1.667,2.667)	(1.333,2.333,3.333)	(1.333,2,3)	(0.361,0.611,0.833)	(1,1,1)

2.1.1 计算各指标的综合权重

(1) 第  $K$  层指标  $i$  的综合模糊值  $D_i^k$  (初始权重) 计算方式如下:

$$D_i^k = \sum_{j=1}^n a_{ij}^k \div \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^k \right), i = 1, 2, \dots, n$$

(2) 去模糊化和标准化得出各个指标的最终权重。

模糊数<sup>[6]</sup>的比较原则  $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  和  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$  是三角模糊数。 $M_1 \geq M_2$  的可能度用三角模糊函数定义为:

$$P(M_1 \geq M_2) = \begin{cases} 1, m_1 \geq m_2 \\ \frac{l_2 - u_2}{(m_1 - u_1) - (m_2 - l_2)}, m_1 \leq m_2, u_1 \geq l_2 \\ 0, \text{否则} \end{cases}$$

一个模糊数大于其他  $K$  个模糊数的可能度,被定义为

$$P(M_j \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min P(M_j \geq M_i), i = 1, 2, \dots, j - 1, j + 1, \dots, k$$

故各指标的初始权重经过模糊化和标准化后得最终权重(如表 2 所示):

表 2 一级指标的最终权重

$W_{U1}$	$W_{U2}$	$W_{U3}$	$W_{U4}$	$W_{U5}$	$W_{U6}$
0.261	0.149	0.047	0.081	0.269	0.195

同理,确定下层次的各指标权重,即二级指标权重的算法和一级指标完全类似,得到下一层次的指标  $U_{ii}$  权重  $(W_{U11}, W_{U12}, W_{U13}, W_{U14}, W_{U15}, W_{U16}) = (0.349, 0.236, 0.153, 0.105, 0.099, 0.057)$ ,  $(W_{U21}, W_{U22}, W_{U23}, W_{U24}, W_{U25}) = (0.426, 0.293, 0.138, 0.094, 0.049)$ ,  $(W_{U31}, W_{U32}, W_{U33}, W_{U34}) = (0.105, 0.186, 0.285, 0.424)$ ,  $(W_{U41}, W_{U42}, W_{U43}, W_{U44}, W_{U45}) = (0.095, 0.136, 0.169, 0.25, 0.351)$ ,  $(W_{U51}, W_{U52}, W_{U53}, W_{U54}, W_{U55}) = (0.098, 0.119, 0.16, 0.252, 0.372)$ ,  $(W_{U61}, W_{U62}, W_{U63}, W_{U64}) = (0.13, 0.155, 0.286, 0.43)$ 。

故二级指标  $U_{ii}$  的总权重:  $TW_i = W_{U_m} \times W_i (m = 1, 2, 3, 4, 5, 6; i = 1, 2, \dots, 29)$ , 如表 3 所示。

表 3 二级指标  $U_{ii}$  的总权重

$U_m$	$U_{11}$	$U_{12}$	$U_{13}$	$U_{14}$	$U_{15}$	$U_{16}$	$U_{21}$	$U_{22}$	$U_{23}$	$U_{24}$	$U_{25}$	$U_{31}$
$TW_i$	0.091	0.062	0.04	0.027	0.026	0.015	0.064	0.044	0.021	0.014	0.007	0.005
$U_m$	$U_{32}$	$U_{33}$	$U_{34}$	$U_{41}$	$U_{42}$	$U_{43}$	$U_{44}$	$U_{45}$	$U_{51}$	$U_{52}$	$U_{53}$	$U_{54}$
$TW_i$	0.009	0.013	0.02	0.008	0.011	0.014	0.02	0.028	0.026	0.032	0.043	0.068
$U_m$	$U_{55}$	$U_{61}$	$U_{62}$	$U_{63}$	$U_{64}$							
$TW_i$	0.1	0.025	0.03	0.056	0.084							

2.2 “绿色大学”综合评价的模型

定量指标的数据通过各高校的具体情况获得;定性指标的数据通过实际调查问卷对各高校进行打分获得。对数据进行一致化和无量纲处理后得到各指标因素数据值,得到了一个 29 行 6 列的矩阵  $A_{29 \times 6}$ 。在这个矩阵中,选择每行中最大的数出来,得到一个 29 行 1 列的列向量  $V$ ,即把这个列向量作为评价“绿色大学”各指标的参考序列,通过灰关联度的计算方法求得了各指标相关关联度,如表 4 所示。把 29 行 6 列矩阵规范化处理得到  $A_i$  后,对参考序列  $V$  和其他各列的对应期做绝对差值得:

$$\begin{pmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{02}(1) & \cdots & \Delta_{0n}(1) \\ \Delta_{01}(2) & \Delta_{02}(2) & \cdots & \Delta_{0n}(2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \Delta_{01}(N) & \Delta_{02}(N) & \cdots & \Delta_{0n}(N) \end{pmatrix}_{N \times n}$$

上式中  $\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)|$  ( $i=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, N$ ), 其中  $n=6, N=29, x_0(k)$  为参考序列向量。即各指标的关联度系数<sup>[7]</sup>:

$$\xi_{0i}(k) = \frac{\Delta(\min) + \rho\Delta(\max)}{\Delta_{0i}(k) + \rho\Delta(\max)}, \Delta_{\max} = \max_{1 \leq i \leq 34, 1 \leq k \leq 29} \{\Delta_{0i}(k)\}; \Delta_{\min} = \min_{1 \leq i \leq 34, 1 \leq k \leq 29} \{\Delta_{0i}(k)\}$$

表 4 各指标的相关关联度( $\rho=0.5$ )

	高校一	高校二	高校三	高校四	高校五	高校六
师资队伍 $U_{11}$	1	0.86	0.67	0.88	0.87	0.78
学科专业 $U_{12}$	1	0.93	0.78	0.81	0.83	0.86
课程设置 $U_{13}$	0.96	0.95	1	0.93	0.94	0.92
课堂教育 $U_{14}$	0.96	0.97	1	1	1	0.95
课程实践 $U_{15}$	0.97	0.96	0.98	1	1	0.95
第二课堂 $U_{16}$	0.93	0.94	1	1	1	0.91
办学指导思想 $U_{21}$	1	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98
人才培养模式 $U_{22}$	1	0.89	0.84	0.88	0.86	0.85
绿色校园文化 $U_{23}$	0.98	0.97	1	0.96	0.95	0.89
绿色机构设置 $U_{24}$	0.99	0.98	1	0.97	0.96	0.92
绿色信息网络 $U_{25}$	1	0.96	1	0.95	0.97	0.94
工作环境 $U_{31}$	1	0.98	1	0.96	0.97	0.94
工作作风 $U_{32}$	1	0.95	0.97	0.96	0.96	0.95
管理措施 $U_{33}$	1	1	1	0.98	1	0.97
资源利用 $U_{34}$	1	0.98	1	0.96	0.97	0.97
环境卫生状况 $U_{41}$	1	0.99	1	0.98	1	0.96
污染控制措施 $U_{42}$	0.99	0.98	0.98	1	1	0.97
生态园林景观 $U_{43}$	0.99	0.98	1	0.96	0.96	0.95
绿化美化工程 $U_{44}$	0.96	0.95	1	0.95	0.95	0.93
示范辐射作用 $U_{45}$	0.98	0.97	0.96	1	1	0.95
社会实践能力 $U_{51}$	0.1	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
解决问题能力 $U_{52}$	1	0.96	0.67	0.94	0.93	0.89
合作协调能力 $U_{53}$	0.96	0.96	0.87	1	1	0.89
绿色行为模式 $U_{54}$	1	0.96	1	0.95	0.96	0.96
可持续发展 $U_{55}$	1	0.98	0.89	0.98	0.98	0.96
绿色项目研究 $U_{61}$	1	0.86	0.76	0.96	0.96	0.82
绿色技术运用 $U_{62}$	1	0.96	1	0.96	0.98	0.95
绿色成果转化 $U_{63}$	1	0.76	0.57	0.89	0.88	0.68
绿色学术声誉 $U_{64}$	1	0.68	0.47	0.81	0.82	0.59

### 2.3 各高校“绿色大学”的相关关联度及排名

通过之前用 FAHP 的方法求得的各级指标权重,利用公式  $R = WE^T$  可以求得每个大学“绿色大学”的相关关联度:

$$R = \{0.971\ 2, 0.896\ 1, 0.826\ 1, 0.912\ 7, 0.914\ 2, 0.854\ 5\}$$

其中,  $W$  是二级指标的总权重,  $W = \{TW_1, TW_2, \dots, TW_i, \dots, TW_{29}\}$ , 即  $W$  是一个 1 行 29 列的行向量,  $E$  是表 5

的数据所组成的矩阵,即是一个29行6列的矩阵。从各高校“绿色大学”的相关关联度的大小可以对它们进行排序如表5所示:

表5 各高校“绿色大学”排名

高校名称	高校一	高校二	高校三	高校四	高校五	高校六
“绿色大学”排名	1	4	6	3	2	5

### 3 结 语

以FAHP的方法计算各指标权重,克服了主观性强的不足,其次建立了“关联度模型”,从而能科学合理的评价大学城各高校的“绿色大学”排名。在前人的研究基础上,通过收集资料 and 实际调查问卷,对当前重庆大学城做一个科学合理的“绿色大学”评价,有助于为相关学校建立秩序良好的校园提供参考。其次,对“绿色大学”评价的方法是一种相对的评价,是以大学城为整体综合研究进行的评价,存在一定的局限性,但如果以全世界各国高校为整体研究对象,就有待进一步分析了。

#### 参考文献:

- [1] 王民. 绿色大学与可持续发展教育[M]. 北京:地质出版社,2006
- [2] 刘丹平. 高等院校“绿色大学”评价层次分析模型[J]. 生态经济,2009(02):180-182
- [3] 刘婧婷,刘紫微,曲瑛璇,等. 姬亚芹南开大学绿色大学评价指标体系构建[J]. 环境教育,2010(11):48-50
- [4] 王大中. 创建“绿色大学”实现可持续发展[J]. 清华大学教育研究,1999(2):78-79
- [5] 董宇艳. 透视“绿色大学”倡导绿色素质教育[J]. 环境教育,2009(08):47-48
- [6] 肖位枢. 模糊数学基础及应用[M]. 北京:航空工业出版社,1992
- [7] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1987

## Evaluation on “Green University” in Chongqing University City Based on FAHP

LUO Guo-wang

(School of Mathematics, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

**Abstract:** According to the principle and guiding thoughts for sustainable development and environment protection proposed by Chinese Communist Central Committee, based on the connotation of “Green University”, scientific and rational evaluation index system is constructed, the evaluation model is set up by Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and grey correlation degree to obtain each indicator weight and the grey correlation degree of “Green University” and to comprehensively evaluate “Green University” by selecting six universities in Chongqing University City.

**Key words:** FAHP; fuzzy judgment matrix; grey correlation degree

责任编辑:李翠薇