●魏铁进

图书馆评估中的 AHP 方法研究

摘 要 Analytical Hierarchy Process 是一种系统分析方法,可用于对图书馆进行评估,建立判断矩阵,求出特征向量和最大特征根,进行排序和一致性检索,确定各项指标权重。表 11。图 1。参考文献 5。

关键词 图书馆评估 定量分析 判断矩阵
分类号 G251

ABSTRACT AHP (Analytical Hierarchy Process) is a method of system analysis and can be used in the evaluation of library. We can establish a judgment matrix, get eigenvectors and eigenvalues of maximum, and then test sorting and consistency. 11 tabs. figs. 5 refs.

KEY WORDS Library evaluation. Quantitative analysis. Judgment matrix.
CLASS NUMBER G251

AHP(Analytical Hierarchy Process)是美国运筹学家 T·L 萨蒂于 1973 年提出来的一种系统分析方法。为使判断分析定量化,形成判断矩阵,萨蒂引入了标度表(见表 1)。

表 1 判断矩阵标度及其含义

标度	含 义
1	表示两个因素相比,具有同样重要性。
3	表示两个因素相比,一个比另一个稍微重要。
5	表示两个因素相比,一个比另一个明显重要。
7	表示两个因素相比,一个比另一个强烈重要。
9	表示两个因素相比,一个比另一个极端重要。
2,4,6,8	上述两相邻判断的中值。
倒数	如果因素 i 和 j 比较判断为 b(i,j),则 i 和 j 比较判断为 b(i,j) = 1/b′(j,i)。

用 AHP 法对图书馆进行评估,确定各项指标权重是有效的一种方法,较常规的方法准确,可大大减少随机性。它首先是把复杂的问题分解成若干层次,建立起阶梯层次结构,然后构成判断矩阵,进行层次单排序的一致性检验,最后进行层次总排序和一致性检验,得出结论[1]。

1 建立层次结构模型

根据专家意见和图书馆工作实践,可以构造出层次结构模型(见图 1)[2~4]。

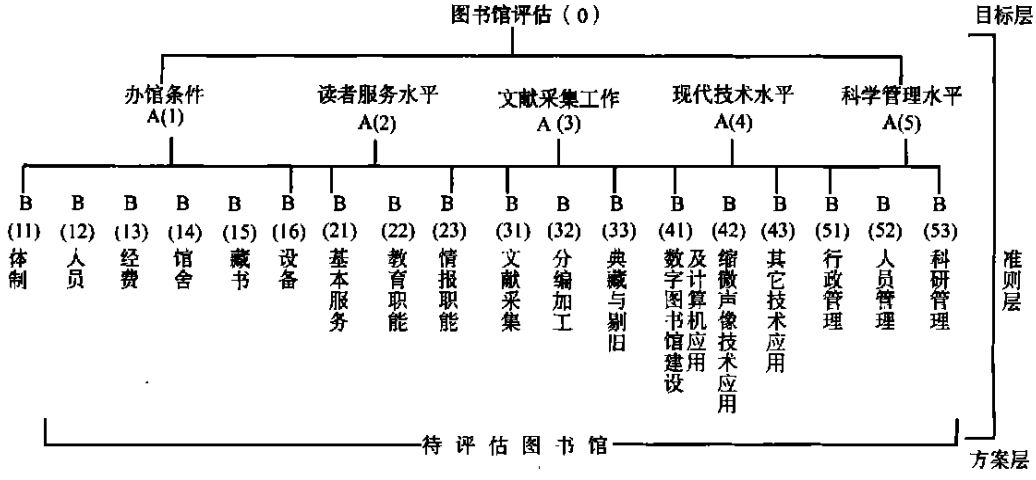

图 1 层次结构模型

2 构造判断矩阵

判断矩阵 0-A,即相对于图书馆评估这一目标,一级评估指标之间的相对重要性比较。该矩阵的含义为:对于图书馆来说,A(1)和 A(2)一样重要,比 A(3)稍微重要,比 A(4)明显重要,比 A(5)稍微重要(见表 2)。

表 2 判断矩阵 0-A

0	A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)
A(1)	1	1	3	5	3
A(2)	1	1	3	5	3
A(3)	1/3	1/3	1	3	1
A(4)	1/5	1/5	1/3	1	3
A(5)	1/3	1/3	1	1/3	1

判断矩阵 A(1)-B,即相对于办馆条件准则,次级准则 B(11),B(12),B(13),B(14),B(15)的相对重要性比较(见表 3)。

表 3 判断矩阵 A(1)-B

A(1)	B(11)	B(12)	B(13)	B(14)	B(15)	B(16)
B(11)	1	1/3	1/3	1	3	3
B(12)	3	1	1	3	5	5
B(13)	3	1	1	3	5	5
B(14)	1	1/3	1/3	1	3	3
B(15)	1/3	1/5	1/5	1/3	1	1
B(16)	1/3	1/5	1/5	1/3	1	1

判断矩阵 A(2)-B,即相对于读者服务水平准则 A(2),次级准则 B(21),B(22),B(23)的重要性比较(见表 4)。

判断矩阵 A(3)-B,即相对于读者服务水平准则 A(3),次级准则 B(31),B(32),(B33)的相对重要性(见表 5)。

表 4 判断矩阵 A(2)-B

A(2)	B(21)	B(22)	B(23)
B(21)	1	3	5
B(22)	1/3	1	3
B(23)	1/5	1/3	1

表 5 判断矩阵 A(3)-B

A(3)	B(31)	B(32)	B(33)
B(31)	1	1	3
B(32)	1	1	3
B(33)	1/3	1/3	1

判断矩阵 A(4)-B,即相对于现代管理水平 A(4),次级准则 B(42),B(43)的相对重要性(见表 6)。

判断矩阵 A(5)-B,即相对于科学管理水平准则 A(5),次级准则 B(51),B(52),B(53)的相对重要性(见表 7)。

表 6 判断矩阵 A(4)-B

A(4)	B(41)	B(42)	B(43)
B(41)	1	1	3
B(42)	1	1	3
B(43)	1/3	1/3	1

表 7 判断矩阵 A(5)-B

A(5)	B(51)	B(52)	B(53)
B(51)	1	1	3
B(52)	1	1	3
B(53)	1/3	1/3	1

3 层次单排序与一致性检验

采用方根法求解矩阵的最大特征根 λ_{max} 及特征向量 W。现在以 0-A 矩阵为例,来研究求解过程。

1) 计算判断矩阵每一行元素的乘积 Mi:

$Mi = \prod A(i,j)$

$M1 = 1 \times 1 \times 3 \times 5 \times 3 = 45$

$M2 = 1 \times 1 \times 3 \times 1 \times 3 = 45$

$M3 = 1/3 \times 1/3 \times 1 \times 3 \times 1 = 1/3$

$M4 = 1/5 \times 1/5 \times 1/3 \times 1 \times 3 = 1/25$

$M5 = 1/3 \times 1/3 \times 1 \times 1/3 \times 1 = 1/27$

2) 计算 Mi 的 n 次方根 $Wi = \sqrt[n]{Mi}$:

$W1 = \sqrt[5]{45} = 2.14$　　$W2 = \sqrt[5]{45} = 2.14$

$W3 = \sqrt[5]{0.33} = 0.80$　　$W4 = \sqrt[5]{1/25} = 0.53$

$W5 = \sqrt[5]{1/27} = 0.52$

3) 对向量 $W = [W1, W2, W3, W4, W5]^T$ 正规化处理:

$$Wi = \frac{Wi}{\sum Wi}$$

$W1 = 2.14/6.13 = 0.392$

$W2 = 2.14/6.13 = 0.392$

$W3 = 0.8/6.13 = 0.13$

$W4 = 0.53/6.13 = 0.087$

$W5 = 0.52/6.13 = 0.085$

则特征向量为 $W = [0.392, 0.392, 0.13, 0.087, 0.085]^T$

4) 计算判断矩阵最大特征根 λ_{max}:

$$\lambda max = \sum \frac{(AW)j}{nWi}$$

$$Dw = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 3 & 5 & 3 \\ 1 & 1 & 3 & 5 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 3 & 1 \\ 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1/3 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0.392 \\ 0.392 \\ 0.130 \\ 0.087 \\ 0.085 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1.864 \\ 1.864 \\ 0.735 \\ 0.372 \\ 0.505 \end{vmatrix}$$

$Dw = [1.864 , 1.864 , 0.738 , 0.505]^T$

$\lambda max = \sum Dwi/nwi = 1/5(1.864/0.392 + 1.864/0.392 + 0.783/0.13 + 0.372/0.087 + 0.505/0.085)$
$= 5.14$

5) **计算 CR 及其一致性检验**:

$CR = CI/RI$

其中:$CI = (\lambda max - n)/(n - 1) = 0.035 < 0.10$

RI **为平均随机一致性指标。对于** 1-9 **阶判断矩阵** ,RI **值见表** 8。

表 8　判断矩阵的 RI **值**

阶级	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.44	1.45

因 CR < 0.10 ,**一致性检验通过**。

同理 ,**对其他矩阵进行单排序计算** ,**结果见表** 9。

表 9　矩阵单排序计算结果

矩　阵	特征向量	max	CI	CR
A1-B	$[0.110 , 0.326 , 0.208 , 0.110 , 0.037 , 0.208]^T$	0.079	1.24	0.063
A2-B	$[0.637 , 0.285 , 0.105]^T$	0	0.58	0.032
A3-B	$[0.429 , 0.429 , 0.143]^T$	0	0.58	0
A4-B	$[0.429 , 0.429 , 0.143]^T$	0	0.58	0
A5-B	$[0.429 , 0.429 , 0.143]^T$		0.58	0

4　层次总排序

层次总排序即计算同一层次所有因素对最高层所有因素对于最高层相对重要性的排序值。这里是指次准则层的二级指标对图书馆评估的相对重要程度。层次总排序计算见表 10。

表 10　层次总排序计算结果

层次 A　层次 B	Ai-B	B 层次总排序值 B(i ,j) aixb(i ,j)
0-A1	b11 = 0.110	0.043
a1 = 0.392	b12 = 0.326	0.128
	b13 = 0.208	0.082
	b14 = 0.110	0.043
	b15 = 0.037	0.015
	b16 = 0.208	0.082
0-A2	b21 = 0.637	0.250
a2 = 0.392	b22 = 0.258	0.101
	b23 = 0.105	0.041

续表

层次 A　层次 B	Ai-B	B 层次总排序值 B(i,j) aixb(i,j)
0-A3	b31 = 0.429	0.056
a3 = 0.131	b32 = 0.429	0.056
	b33 = 0.148	0.010
0-A4	b41 = 0.429	0.037
a4 = 0.087	b42 = 0.429	0.037
	b43 = 0.143	0.012
0-A5	b51 = 0.429	0.036
a5 = 0.085	b52 = 0.429	0.036
	b53 = 0.143	0.012

5　层次总排序一致性检验

CI = ∑ai ×CI = 0.038

RI = ∑ai ×RI = 0.889

CR = CI/ RI = 0.043〈0.10

故层次总排序通过一致性检验。

对上述数据进行归一化处理,得表 11。

表 11　归一化处理结果

评估标准	百分圆整加权值	评价二级指标	百分圆整加权值
办馆条件	W1 = 0.36	体制	W11 = 0.11
		人员	W12 = 0.11
		经费	W13 = 0.32
		馆舍	W14 = 0.11
		藏书	W15 = 0.21
		设备	W16 = 0.14
读者服务水平	W2 = 0.36	基本服务	W21 = 0.64
		教育职能	W22 = 0.25
		情报职能	W23 = 0.11
文献采集工作	W3 = 0.12	文献采集	W31 = 0.43
		分编加工	W32 = 0.43
		典藏与剔旧	W33 = 0.14
现代技术水平	W4 = 0.08	数字图书馆建设及计算机应用	W41 = 0.43
		缩微声像技术应用	W42 = 0.43
		其他技术应用	W43 = 0.14
科学管理水平	W5 = 0.08	行政管理	W51 = 0.43
		人员管理	W52 = 0.43
		科研管理	W53 = 0.14

实施综合评价时,仍采用专家评分方式,由专家对二级指标具体打分,然后计算专家对某项指标评分的均值 Rij,求出综合评价总分 N:

$$N = \sum W1iR1i + \sum W2iR2i + \sum W3iB3i + \sum W4iR4i + \sum W5iR5i$$

也可以用模糊综合评价法进行计算[5]。

该方法也适合于其他随机性较大的问题的求解。

参考文献

1　包昌火. 情报研究方法论. 北京:科技文献出版社,1991
2　河南省教委. 河南省普通高校图书馆评估指标体系. 1991
3　航空航天院校图书馆藏书建设评估实施办法(草案). 1993
4　胡晓红,郑君生. 图书馆评估方案及其设计之我见. 运城高等专科学校学报,1999(5)
5　魏铁进. 文献部门工作质量模糊评价方法. 航空情报工作,1991(4)

魏铁进　郑州航空工业管理学院信息科学系副教授。通讯地址:河南郑州市航海路 2 号。邮编 450052。

(来稿时间:2001-12-31)