

基于层次分析法的中医药图书馆核心竞争力评价指标权重确定方法^{*}

□孟凡红 崔 蒙^{**}

(中国中医科学院中医药信息研究所 北京 100700)

摘 要:权重作为评价指标体系中的一个有机组成部分,是评价指标量化的重要措施。合理分配权重是量化评估的关键。本文研究了基于层次分析法的中医药图书馆核心竞争力评价指标权重的确定方法。为了避免计算过程的复杂性,采用了 Expert Choice 专家决策软件计算各指标的权重,进行层次单排序和总排序,利用该软件的 Group 功能解决群决策判断结果的合并问题。

关键词:中医药图书馆 核心竞争力 评价指标 层次分析法(AHP) 权重 Expert Choice

权重作为评价指标体系中的一个有机组成部分,是评价指标量化的重要措施。运用 Delphi 法建立中医药图书馆核心竞争力评价指标体系的具体方案及研究成果已在《医学信息杂志》2009 年第 5 期刊登,本文将报告该评价指标体系的权重确定方法。

一、权重确定方法的选择

合理分配权重是量化评估的关键,确定权重的方法很多,如层次分析法(AHP)、Delphi 专家咨询法、加权平均数法、专家排序法、百分权重法、熵测度法、秩和比法(RSR)、优序图法、相关系数法、主成分分析法和因子分析法等^[1]。中医药图书馆核心竞争力评价

指标体系是受很多因素影响的多目标决策问题,鉴于目前多目标决策广泛采用 AHP,故本研究采用 AHP^[2-3]确定各指标的权重。

1. 层次分析法

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP) 是美国匹兹堡大学著名运筹学家萨蒂 (T.L. Saaty) 在 20 世纪 70 年代提出的。因其在许多目标决策问题方面具有比其它方法简便实用的特点,故被广泛采用。它作为一种定性分析与定量分析相结合的决策方法,基本思路是:首先找出解决问题涉及的主要因素,将这些因素按其关联隶属关系构成递阶层次模型(通常该层次模型包括 3 个层次:目标层、准则层和指标层),通过各层次中各因素两两比较的方式确定诸因素的相对重要性,然后进行综合判断,确定决策方法诸因素总的排序。其基本步骤如下:

收稿日期: 2009-07-31

修回日期: 2009-08-15

* 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAI21B03): 中医疾病分类代码基础标准示范研究,负责人:崔蒙。

** 联系人: 崔蒙,本刊编委,博士生导师,主要研究方向:中医药信息学的学科建设,中医药信息数据库与网络建设,中医药信息数据的挖掘与利用研究,以及中医药软科学战略研究, Tel: 010-64013395, E-mail: cui@mail.cintcm.ac.cn。

(1)建立递阶层次结构模型。

根据课题总目标及影响因素的隶属关系,构造递阶层次结构模型。本研究的递阶层次模型分为目标层、准则层、指标层3层。目标层为A:即中医药图书馆核心竞争力;准则层为B,包括人力资源能力B1、信息资源建设B2、信息化水平B3、服务能力B4、科学管理与组织文化B5、行业地位与科研交流B6;指标层为C,包括22项指标(见图1)。

(2)构造判断矩阵。

对每层各元素的相对重要性用数值形式给出判断,并构成矩阵,如表1所示判断矩阵A-B。 b_{ij} 表示相对于A而言, B_i 与 B_j 相比的重要性,评分通常取T.L.Saaty提出的1-9比例标度法(各标度含义见表2)填写各项指标的相对重要性。

任何判断矩阵都应满足, $b_{ij}=1/b_{ji}$ ($i, j=1, 2, \dots, 6$)。

(3)计算权重,得出层次单排序。

计算判断矩阵A-B的每一行元素的积 M_i

$$M_i = \prod_{j=1}^n b_{ij}, i=1, 2, 3 \dots n$$

计算各行 M_i 的 n 次方根值:

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{M_i}, i=1, 2, 3 \dots n \quad n \text{ 为矩阵阶数}$$

将向量 $(\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n)^T$ 归一化,计算如下:

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j} \quad w_i \text{ 即为所求各指标的权重系数}$$

(4)一致性检验。

由于受诸种主客观因素的影响,判断矩阵很难出现严格一致性的情况。因此需要对判断矩阵的一致性进行检验。与其他确定指标权重的方法相比,AHP方法的最大优点在于通过一致性检验,保持专家思想逻辑上的一致性。根据判断矩阵一致性检验方法,一致性指标为CI,其计算公式如下: $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$, $\lambda_{\max}$ 为最大特征根。当 $CI=0$ 时,判断矩阵具有完全一致性,CI越小,则说明一致性越大。由于一致偏离可由随机因素引起,所以在检验判断矩阵的一致性时,将CI与平均随机一致性指标RI进行比较,得出一致性比率CR,其计算公式如下: $CR=CI/RI$

RI与判断矩阵的阶数有关,其取值见表3,如果 $CR < 0.10$ 时,则此判断矩阵具有满意的一致性,否则

就需要对判断矩阵进行调整。

(5)合成权重,得出层次总排序。

层次总排序一致性指标和层次总排序随机一致性指标的比值称为层次总排序随机一致性比率。递阶层次结构总一致性指标的计算方法是从上至下将每一层次中各判断矩阵的一致性指标乘以自身判断准则的权重(由上一层次总排序得到),然后对该层以上各层次取和。层次总排序随机一致性指标的计算方法是将每个判断矩阵的随机一致性指标乘以自身判断准则的权重,然后对该层以上各层次取和。总一致性比率CR计算公式如下:

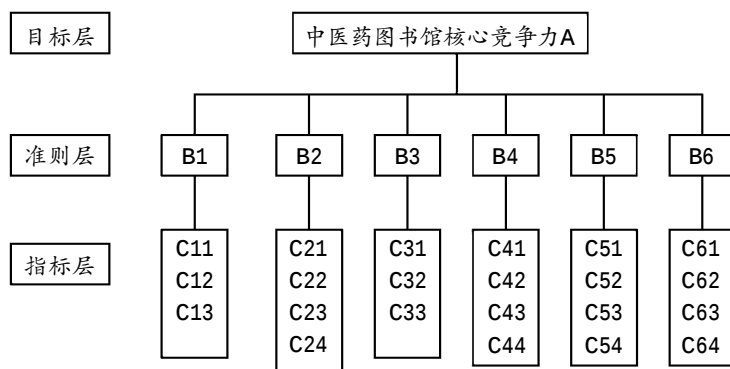


图1 中医药图书馆核心竞争力评价指标体系层次模型

表1 判断矩阵A-B

A	B1	B2	...	Bn
B1	b_{11}	b_{12}	...	b_{1n}
B2	b_{21}	b_{22}	...	b_{2n}
...	...	...	...	...
Bn	b_{n1}	b_{n2}	...	b_{nn}

表2 1-9比例标度法含义

标度	含义
1	表示两个元素相比,前者比后者稍重要
3	表示两个元素相比,前者比后者明显重要
5	表示两个元素相比,前者比后者强烈重要
7	表示两个元素相比,具有同样重要性
9	表示两个元素相比,前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述相邻判断的中间值
上述数值的倒数	若因素i与元素j的重要性之比为 a_{ij} ,那么元素j与元素i重要性之比为 $1/a_{ij}$

表3 平均随机一致性指标RI的取值

阶数n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^n a_i CI_i}{\sum_{i=1}^n a_i RI_i}$$

层次总排序就是计算各层元素对系统目标的合成权重,以确定递阶结构中最底层各个元素对总目标的重要程度。它是在单排序基础上进行的,从上到下逐层顺序进行,直至计算到最终底层。

二、AHP 群决策的合并方法

AHP 判断矩阵一般是采用专家咨询的方法,如何综合专家群体意见也是很重要的问题。群体决策与个体决策的一个重要区别是群决策各成员间存在利益或意见冲突,因此,群决策的核心问题是解决决策者之间的冲突。

利用层次分析法解决群决策问题主要是解决如何由各个决策者的偏好集结形成群的偏好,即通过一定的集结方法得到群决策结果。对群成员决策结果集结的方法有两大类,一类是对判断矩阵的集结,另一类是对排序向量的集结^[4]。

- (a)加权几何平均群判断矩阵法。
- (b)加权算术平均群判断矩阵法。
- (c)加权几何平均群排序向量法。
- (d)加权算术平均群排序向量法。

吴云燕等在如何集结个体偏好以形成群的妥协一致意见方面作了探索^[5]。

三、AHP 的实际应用

1. 专家问卷调查

首先根据 AHP 设计原理,将中医药图书馆核心竞争力评价指标体系按层次结构设计出各层指标判断矩阵的调查表,包括 1 个一级指标判断矩阵、6 个二级指标判断矩阵。要求专家按照 1-9 比例标度法(见表 2)填写各项指标的相对重要性。

本次调查共发出 10 份专家问卷,收回 10 份。专家均来自上次建立评价指标的专家调查组。

2. 利用 Expert Choice 专家决策软件计算权重

为了避免 AHP 计算过程的复杂性,本研究采用 Expert Choice 专家决策软件计算各指标的权重,进行层次单排序和总排序,利用该软件 Group 功能解决群决策的合并问题。

(1)软件简介。

Expert Choice 软件是 Expert Choice 公司开发的以层次分析法(AHP)为基础的决策支持工具,该软件界面简洁,操作简单,只需将指标录入到软件中,并输入相应的判断矩阵,则软件自动进行一致性检验,生成层次单排序和层次总排序,从而得到各指标的相对权重。Expert Choice Group 功能可以帮助我们完成群决策判断结果的合并问题。

利用 Expert Choice Group 功能综合各专家的判断结果时,首先将专家组问卷数据逐一输入至 Expert Choice 软件,然后由 Group 综合所有的问卷数据并产生分析后的结果,最后合成专家组成员的所有判断,得出所有专家的综合判断结果。

(2)计算结果。

我们采用的 Expert Choice 11.5 软件是从 www.experchoice.com 网址下载的 15 天免费试用版本,其最大组成员限数为 4(正式版没有限制组员数),因此我们将专家问卷分为 3 组,前 2 组 4 人,第 3 组 2 人,各组按专家所属的单位性质分为中医药高校图书馆专家组(Group 1)、医学研究所及综合性图书馆专家组(Group 2)、中医药科研院所图书馆专家组(Group 3)。最后取 3 组专家同一指标权重的算术平均值作为专家群体集中意见的各项指标权重。

计算出的层次单排序和总排序整理如表 4 所示。

四、结 论

采用 AHP 法结合专家问卷咨询,提高了中医药图书馆核心竞争力评价指标权重确定的科学性、有效性。利用 Expert Choice 专家决策软件进行分析计算及综合各专家的意见,避免了应用 AHP 过程中的复杂数据计算问题,提高了可操作性。通过表 4 可以看出排在前 10 位的指标是:人员结构与素质(C11)、人力资源管理(C13)、办馆指导思想(C51)、人力资源开发(C12)、用户满意度(C44)、特色资源及数字化建设(C22)、组织文化(C54)、行业独特地位(C61)、文献信息采集(C21)、网络服务平台建设(C33)。充分说明图书馆核心竞争力的关键因素是人。根据层次总排序得到的各指标排列顺序,对中医药图书馆的能力建设及发展规划有重要指导作用。

参考文献

- 1 谢朝晖,乌正赉.卫生科技项目评价指标的构建及评价方法.中国全科医学,2004,7(8):588-590.

表 4 中医药图书馆核心竞争力评价指标体系及其权重

目标层	准则层(一级指标)		指标层(二级指标)		合成权重	总排序
	名称	权重	名称	权重		
中医药图书馆核心竞争力 A	人力资源能力 B1	0.263	人员结构与素质 C11	0.441	0.116	1
			人力资源开发 C12	0.214	0.056	4
			人力资源管理 C13	0.344	0.090	2
			文献信息采集 C21	0.283	0.046	9
	信息资源建设 B2	0.161	特色资源及数字化建设 C22	0.312	0.050	6
			馆藏文献揭示与报道 C23	0.188	0.030	17
			资源共建共享 C24	0.217	0.035	13
			自动化集成管理系统 C31	0.349	0.043	12
	信息化水平 B3	0.122	网络化基础设施与环境 C32	0.280	0.034	14
			网络服务平台建设 C33	0.371	0.045	13
			服务方式与内容 C41	0.236	0.033	16
	服务能力 B4	0.141	文献信息提供量 C42	0.165	0.023	21
			特色服务 C43	0.206	0.029	19
			用户满意度 C44	0.393	0.055	5
			办馆指导思想 C51	0.350	0.060	3
	科学管理与组织文化 B5	0.171	行政业务管理 C52	0.197	0.034	15
			评估管理 C53	0.170	0.029	18
			组织文化 C54	0.283	0.048	7
			行业独特地位 C61	0.331	0.047	8
	行业地位与科研交流 B6	0.141	科研课题及项目 C62	0.200	0.028	20
			论著发表及成果产出 C63	0.304	0.043	11
			学术交流 C64	0.165	0.023	22

2 王以彭,李结松.层次分析法在确定评价指标权重系数中的应用. 第一军医大学学报,1999,19(4):377~379.

3 杨曼.利用层次分析法建构信息服务质量评价体系.情报杂志,2005,(11):22~24.

4 请问用层次分析法如何计算多份样本 [EB/OL].[2008-12-6].
http://zhidao.baidu.com/question/66941044.html.

5 吴云燕,华中生,查勇.AHP中群决策权重的确定与判断矩阵的合并.运筹与管理,2003,12(4):16~21.

Weight Determination in Core Competitiveness Evaluation Indicators of Traditional Chinese Medicine Libraries based on AHP

Meng Fanhong, Cui Meng

(Institute of Information on Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

Abstract: Weight, as an integral part of an evaluation indicator system, is an important measure of quantifying evaluation indicators. Rational allocation of weight is the key to quantitative evaluation, and there are various ways to determine the weight. This paper studies the weight determination method of AHP-based core competitiveness evaluation Indicators of traditional Chinese medicine libraries. To avoid the calculation complexity, Experts Choice of an expert decision-making software is used to calculate the weight of each indicator, and to sort the single-level order and the total order. The Group function of this software is used to solve the problem of merging judgement results from individual experts.

Keywords: Traditional Chinese Medicine Library; Core Competitiveness; Evaluation Indicators; AHP; Weight; Expert Choice

(责任编辑:李沙沙,责任译审:张立葳)