

•业务研究•

# 基于信息熵—AHP 组合权重系数的图书馆 服务质量多层次模糊综合评判研究

郝桂荣

(南京中医药大学图书馆, 江苏 南京 210046)

〔摘要〕服务质量的好坏是衡量图书馆办馆水平的重要标志之一, 对图书馆服务质量进行准确的评价有利于提高图书馆的服务质量。本文借鉴了 libQUAL<sup>+</sup>TM 的评价思路, 在分析图书馆服务质量影响因素的基础上, 构建了图书馆服务质量评价指标体系。利用模糊数学对不确定性问题的有效处理方法, 采用信息熵和层次分析 (AHP) 相结合的方法计算出各评价指标的组合权重系数值, 从而进行了图书馆服务质量的多层次模糊综合评判研究, 最后用实例加以论证。

〔关键词〕熵权; 层次分析法; 组合权重; 图书馆; 服务质量; 模糊综合评判

〔中图分类号〕G251 〔文献标识码〕C 〔文章编号〕1008—0821 (2010) 02—0133—04

## Study on Multi—leve Fuzzy Integrative Evaluation Based on Entropy Weigh and AHP's Combined Weight Coefficient on Library Service Quality Evaluation

Hao Guirong

(Library, NanJing University of Chinese Medicine, NanJing 210046, China)

〔Abstract〕The service quality measures one of the important signs that the library runs the level of the hall. The people carry on the accurate evaluation of library service quality that can help to improve library service quality. On the basis of analyzing the service quality influence factor of the library, this article drew on libQUAL<sup>+</sup>TM evaluation of ideas, constructed the library service quality evaluation system. Used the fuzzy mathematics to the effective treatment method of the uncertain problem, and calculated for combined weight coefficient by integrating information entropy with the analytic hierarchy (AHP), thus, carried out multi—leve fuzzy integrative evaluation for library service quality. Finally used the example to prove.

〔Key words〕entropy weight; analytical hierarchy process; combined weight; library; service quality; fuzzy integrative evaluation

服务是图书馆工作的永恒主题, 图书馆服务质量是其赖以生存和发展的基础, 对图书馆服务质量作出正确的评价, 是提升服务工作水平的前提。在国际, 对于图书馆服务质量评价的研究已经从源于市场营销学理念和评价模式的“服务质量评价 (SERQUAL)”模式进入了“LibQUAL<sup>+</sup>TM”评价模式<sup>[1-2]</sup>。现阶段, 在国内, 一些图书馆已逐步开展了图书馆服务质量评价研究, 但一直是定性语言描述多, 定量评价成分少。而且影响图书馆服务质量的因素比较繁杂, 又具有模糊性、非量化、时变性的特征, 难以用精确语言对其加以描述。因而, 本文将采用多层次模糊综合评判方法, 构建图书馆服务质量评价指标体系, 运用信息熵和层

次分析 (AHP) 相结合的方法确定各指标的组合权重系数, 最终量化地对图书馆服务质量进行综合评价。

### 1 构建图书馆服务质量评价指标体系

评价指标是评价工作的基础, 也是评价活动的核心环节。本文借鉴了 libQUAL<sup>+</sup>TM 的评价思路, 通过调研和收集国内外的相关研究<sup>[3-6]</sup>, 结合读者问卷调查, 并与图书情报专家进行探讨, 最终从服务环境和设施、服务人员、馆藏资源、服务方式和服务效果 5 个方面, 提出了 29 个与服务质量有关的指标, 构建了图书馆服务质量评价指标体系, 详见表 1。

收稿日期: 2009—11—05

作者简介: 郝桂荣 (1973—), 女, 馆员, 研究方向: 高校数字图书的建设及高校图书馆的服务模型, 发表论文 9 篇, 参编学术著作 6 本。

表 1 图书馆服务质量评价指标体系

一级指标		二级指标
图书馆服务质量评价 Q	服务环境和设施 U1	图书馆环境便于读者安静学习、思考 U11
		图书馆桌椅座位舒适、整洁、书架布置合理 U12
		图书馆各种指引和标识设置明确清楚 U13
		图书馆具有良好的学术氛围、文化气息和人文精神 U14
		图书馆的现代化设备（网络环境、计算机、复印机和打印机配备等） U15
	服务人员 U2	图书馆的信息管理系统能够提供全面准确的文献信息 U16
		工作人员的知识结构，包括学历、学术研究能力、知识组织与应用能力 U21
		工作人员的业务技能，包括沟通能力、信息组织查询能力、外语和计算机水平 U22
		工作人员的仪表整洁、穿着得体 U23
		工作人员的服务态度热情、愿意为读者服务 U24
图书馆服务质量评价 Q	馆藏资源 U3	工作人员的职业道德，包括道德品质、思想素质和敬业精神 U25
		馆藏纸质资源（期刊和图书）的量、学科覆盖范围和更新速度 U31
		馆藏数字资源的量、学科覆盖范围和更新速度 U32
		馆藏资源整合和资源利用效率 U33
		特色馆藏的数字化建设 U34
	服务方式 U4	开馆时间合理、方便 U41
		提供个性化帮助和创新服务 U42
		开设读者培训讲座 U43
		开设文献检索课程 U44
		及时的馆际互借和文献传递 U45
	服务效果 U5	图书馆主页简单明了，导航清晰、读者可自行查找信息 U46
		开展数字参考咨询服务 U47
		学科信息服务 U48
		读者可以远程获取图书馆的电子资源 U49
		信息服务及时性、应对投诉措施 U51

2 构建多层次模糊综合评判模型

模糊综合评判就是在综合考虑评判对象的各项技术指标，兼顾评判对象各种特性、各方面因素的基础上，将各项指标进行量化，并根据不同指标对评判对象的影响程度来分配权重系数，从而对各评判对象给出一个定量的综合评判值的方法<sup>[7]</sup>。可分为一级综合评判和多级综合评判。

2.1 建立多级模糊综合评判模型的步骤

①确定评价因素集并进行因素分类。选定对哪些方面进行评判，确立评判指标因素集 U；再将众多的因素分为 m 类，即将因素集 U 分为 m 个因素子集。

$$U=\{ U_1, U_2, \cdots, U_m \}$$
 (1)

每个因素子集  $U_i$  ( $i=1,2,\cdots,m$ ) 有  $n$  个元素，即：

$$U_i=\{ u_{i1}, u_{i2}, \cdots, u_{in} \}$$
 (2)

其中元素  $u_{ij}$  ( $i=1,2,\cdots,m$ ； $j=1,2,\cdots,n$ ) 为第  $i$

类因素子集的第  $j$  个子因素。

②确立评价因素权重集。确定权重集的方法有很多，如德尔菲法、层次分析法（AHP）、熵权法和统计法等<sup>[8]</sup>。本文采用信息熵与 AHP 相结合的方法确定各评价指标的权重。

根据各类因素的重要程度对其赋予相应的权数  $a_i$  ( $i=1,2,\cdots,m$ )，从而组成评价因素权重集合 A，则

$$A=( a_1, a_2, \cdots, a_m), \text{ 且, } \sum_{i=1}^m a_i = 1$$
 (3)

在每一类因素中，根据各个子因素的重要程度，赋予每个子因素以相应的权数。设第  $i$  类中的第  $j$  个子因素  $u_{ij}$  的权数为  $a_{ij}$  ( $i=1,2,\cdots,m$ ； $j=1,2,\cdots,n$ )，则子因素权重集合为：

$$A_i=( a_{i1}, a_{i2}, \cdots, a_{in})(i=1,2,\cdots,m), \text{ 且, } \sum_{j=1}^n a_{ij} = 1$$
 (4)

③建立评语集。评语就是对评价对象优劣程度的定性描述,是按照一定的标准或规范,对评价对象的优劣程度分成不同的级别,这些级别构成了一个模糊评判的评语集  $V$ , 则  $V=\{v_1, v_2, \dots, v_p\}$ , 其中,  $v_k$  ( $k=1, 2, \dots, p$ ) 是第  $k$  个可能的评价结果。本文将评语集划分为:  $V=\{\text{优}, \text{良}, \text{中}, \text{差}\}$ 。

④进行单因素模糊评判, 确定单因素模糊评判矩阵。设对第  $i$  类中的第  $j$  个子因素  $u_{ij}$  作单因素评判, 评判对象隶属于评语集中第  $k$  个元素的隶属度为  $r_{ijk}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ;  $j=1, 2, \dots, n$ ;  $k=1, 2, \dots, p$ ), 则一级模糊综合评判的单因素评判矩阵为:

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i11} & \cdots & r_{i1p} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{in1} & \cdots & r_{inp} \end{bmatrix} \quad (i=1, 2, \dots, m), \text{ 且, } \sum_{j=1}^n r_{ij} = 1 \quad (5)$$

应用模糊变换原理, 第  $i$  类因素的模糊综合评判为:

$$B_i = A_i \cdot R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{ip}) \quad (6)$$

一级模糊综合评判只是对一类因素中的各子因素进行的综合评判, 而为了考虑各类因素的综合影响, 就必须在类之间进行综合评判, 即为二级模糊综合评判, 以此类推, 就是多层模糊综合评判。可以看出二级模糊综合评判的单因素评判矩阵就是一级模糊综合评判, 即:

$$C = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \cdots \\ B_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 \cdot R_1 \\ A_2 \cdot R_2 \\ \cdots \\ A_m \cdot R_m \end{bmatrix} = (r_{ik}) m \times p = (b_1, b_2, \dots, b_p) \quad (7)$$

且,  $r_{ik} = b_{ik}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ;  $k=1, 2, \dots, p$ ),  $b_k =$

$$\sum_{i=1}^m (a_{ij} \cdot r_{ik}) \quad (k=1, 2, \dots, p)$$

$b_k$  为二级模糊综合评判指标, 表示评价对象按各类因素评判时, 对评语集中第  $k$  个元素的隶属度。

则, 多层模糊综合评判为:

$$Q = A \cdot C \quad (8)$$

## 2.2 熵及其数学特性

熵的概念源于热力学, 后由香农引入信息论, 现已在工程技术和社会经济等多个领域得到应用<sup>[9]</sup>。熵是系统状态不确定性的一种度量。当系统有  $n$  种可能的 (独立的) 状态, 每种状态出现的概率为  $P_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ), 且满足  $0 \leq P_i \leq 1$ ,  $\sum_{i=1}^n P_i = 1$  时, 则系统的信息熵 (熵) 为:

$$H = H(P_1, P_2, \dots, P_n) = -k \sum_{i=1}^n P_i \log P_i, \quad k \text{ 为大于零的恒量} \quad (9)$$

熵具有如下数学特性:

①非负性:  $H(P_1, P_2, \dots, P_n) \geq 0$ ,  $H(P) = 0$  的充要条件是当且仅当对某一个  $i$ ,  $P_i = 1$ , 其余的  $P_k = 0$  ( $k \neq i$ )。

②确定性: 如果系统仅处于一种状态, 即任何一个  $P_i$

$= 1$ , 而其余的都等于零, 则系统的熵一定等于零, 说明该系统没有不确定性, 系统完全确定。

③极值性: 当系统状态为等概率, 即  $P_i = \frac{1}{n}$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) 时, 其熵值最大, 有  $H\left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right) = k \log n$ , 当系统为任意状态时, 则有:

$$H(P_1, P_2, \dots, P_n) \leq H\left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right) = k \log n \quad (10)$$

④可加性: 系统的熵等于各个状态熵之和。

⑤对称性: 所有变元可以互换, 不影响熵函数的值。

可以看出, 一个系统的不确定程度越小, 则熵就越小, 所含的信息量就越大; 反之, 系统的不确定程度越大, 则熵就越大, 所含的信息量就越小。

## 2.3 权重系数的确定

①熵权值的计算。应用熵可以度量获取数据所提供的有用信息量, 并依此确定各指标的权重。对于图书馆服务质量模糊综合评判问题, 根据用户评价因素隶属于评语集的隶属度, 可构成判断矩阵  $R = (r_{ij}) m \times p$ , 其中第  $i$  个评价指标隶属于各评语的隶属度  $r_{ij}$  ( $j=1, 2, \dots, p$ ) 可以看作是第  $i$  个评价因素系统不同状态发生的概率  $P_{ij}$  ( $j=1, 2, \dots, p$ ),  $P_{ij} = r_{ij} = n_{ij}/N$ , 满足  $P_{ij} \geq 0$ ,  $\sum_{j=1}^p P_{ij} = 1$ 。

采用自然对数时, 第  $i$  个评价指标的熵可以定义为:

$$h_i = -k \sum_{j=1}^p P_{ij} \ln P_{ij}, \quad i=1, 2, \dots, m \quad (11)$$

假定当  $P_{ij} = 0$  时,  $P_{ij} \ln P_{ij} = 0$ 。选择  $k = \frac{1}{\ln m}$  对熵  $h_i$  进行标准化处理, 则:

$$h_i = -\frac{1}{\ln m} \sum_{j=1}^p P_{ij} \ln P_{ij} \quad (12)$$

当取  $g_i = 1 - h_i$  时, 定义第  $i$  个指标的熵权  $\beta_i$  为:

$$\beta_i = g_i / \sum_{k=1}^m g_k, \text{ 满足 } 0 \leq \beta_i \leq 1 \text{ 和 } \sum_{i=1}^m \beta_i = 1 \quad (13)$$

可以看出, 对于给定的  $i$ ,  $r_{ij}$  的差异性  $g_i$  越小, 则熵值  $h_i$  越大; 当  $r_{ij}$  全部相等时,  $h_i = h_{\max} = 1$ , 此时关于各评价对象的评价指标体系  $m$  就不会对评判产生任何影响, 该指标就没有作用; 反之,  $r_{ij}$  的差异性  $g_i$  越大, 则熵值  $h_i$  越小, 该指标的作用就越大。

②主观权重系数值的计算。本文采用层次分析法 (AHP) 计算各指标的主观权重系数  $\omega_i$ , 其具体算法参见文献 [10]。

③组合权重系数值的计算。将主观权重系数值  $\omega_i$  用熵权值  $\beta_i$  进行调整, 则可以得到组合权重系数值, 即:

$$a_i = \frac{\omega_i \beta_i}{\sum_{i=1}^m \omega_i \beta_i} \quad (14)$$

## 3 实例分析

本文以南京中医药大学图书馆为研究对象, 并随机向

10 名本校的行政人员、10 名本馆工作人员、10 名本校教师、20 名研究生和 50 名本科生发放调查问卷，共回收 85 份，回收有效率为 85%。

选取 5 位互不认识的图情专家对所构建的图书馆服务质量指标体系的各指标的重要程度进行打分，采用 AHP 方法计算出各指标的主观权重系数值。

各子因素指标的主观权重系数值分别为：  
 $\lambda_1^{(3)}=(0.073, 0.055, 0.043, 0.339, 0.256, 0.234)$ ;  
 $\lambda_2^{(3)}=(0.195, 0.323, 0.105, 0.177, 0.199)$ ;  
 $\lambda_3^{(3)}=(0.316, 0.247, 0.230, 0.208)$ ;  
 $\lambda_4^{(3)}=(0.021, 0.065, 0.068, 0.049, 0.105, 0.043,$   
 $0.230, 0.266, 0.154)$ ;  
 $\lambda_5^{(3)}=(0.058, 0.239, 0.156, 0.471, 0.076)$ 。

各类因素指标的主观权重系数值为：  
 $\lambda^{(2)}=(0.059, 0.048, 0.261, 0.281, 0.351)$ 。  
根据熵权值的计算方法，计算各指标的客观熵权系数值。

各子因素指标的熵权值分别为：  
 $\beta_1^{(3)}=(0.182, 0.144, 0.168, 0.174, 0.180, 0.152)$ ;  
 $\beta_2^{(3)}=(0.260, 0.225, 0.127, 0.148, 0.241)$ ;  
 $\beta_3^{(3)}=(0.301, 0.194, 0.270, 0.235)$ ;  
 $\beta_4^{(3)}=(0.114, 0.107, 0.116, 0.139, 0.099, 0.110,$   
 $0.097, 0.110, 0.108)$ ;  
 $\beta_5^{(3)}=(0.161, 0.164, 0.186, 0.219, 0.270)$ 。

各类因素指标的熵权值为：  
 $\beta^{(2)}=(0.280, 0.248, 0.148, 0.144, 0.180)$ 。  
根据组合权重计算公式 (14)，得各子因素指标的组合权重系数值分别为：

$\alpha_1^{(3)}=(0.079, 0.047, 0.043, 0.349, 0.2731, 0.210)$ ;  
 $\alpha_2^{(3)}=(0.240, 0.345, 0.063, 0.124, 0.227)$ ;  
 $\alpha_3^{(3)}=(0.374, 0.188, 0.245, 0.193)$ ;  
 $\alpha_4^{(3)}=(0.022, 0.065, 0.074, 0.064, 0.096, 0.044,$   
 $0.208, 0.272, 0.155)$ ;  
 $\alpha_5^{(3)}=(0.046, 0.195, 0.144, 0.512, 0.102)$ 。

各类因素指标的组合权重系数值为：  
 $\alpha^{(2)}=(0.097, 0.070, 0.226, 0.236, 0.371)$ 。  
则子因素评价指标隶属于评语集的模糊评判矩阵分别为：

$$R_1^{(3)}=\begin{bmatrix} 0.13 & 0.68 & 0.16 & 0.02 \\ 0.08 & 0.45 & 0.41 & 0.06 \\ 0.21 & 0.61 & 0.16 & 0.01 \\ 0.02 & 0.36 & 0.55 & 0.06 \\ 0 & 0.16 & 0.62 & 0.21 \\ 0.02 & 0.15 & 0.55 & 0.27 \end{bmatrix}$$

$$R_2^{(3)}=\begin{bmatrix} 0.25 & 0.62 & 0.12 & 0.01 \\ 0.38 & 0.45 & 0.18 & 0 \\ 0.26 & 0.40 & 0.25 & 0.09 \\ 0.06 & 0.38 & 0.35 & 0.21 \\ 0.09 & 0.48 & 0.41 & 0.01 \end{bmatrix}$$

$$R_3^{(3)}=\begin{bmatrix} 0.38 & 0.05 & 0.09 & 0.04 \\ 0.05 & 0.38 & 0.41 & 0.16 \\ 0 & 0.28 & 0.33 & 0.39 \\ 0.02 & 0.22 & 0.27 & 0.48 \end{bmatrix}$$

$$R_4^{(3)}=\begin{bmatrix} 0.49 & 0.36 & 0.11 & 0.04 \\ 0.13 & 0.31 & 0.51 & 0.06 \\ 0.07 & 0.39 & 0.49 & 0.05 \\ 0.64 & 0.31 & 0.06 & 0 \\ 0.06 & 0.40 & 0.34 & 0.20 \\ 0.38 & 0.46 & 0.13 & 0.04 \\ 0.05 & 0.32 & 0.31 & 0.33 \\ 0.02 & 0.18 & 0.32 & 0.48 \\ 0.29 & 0.44 & 0.26 & 0.01 \end{bmatrix}$$

$$R_5^{(3)}=\begin{bmatrix} 0.12 & 0.40 & 0.34 & 0.14 \\ 0.08 & 0.28 & 0.42 & 0.21 \\ 0.04 & 0.29 & 0.36 & 0.31 \\ 0.01 & 0.26 & 0.35 & 0.38 \\ 0.42 & 0.45 & 0.12 & 0.01 \end{bmatrix}$$

根据一级模糊综合评判公式，计算得：

$$C=\alpha_i^{(3)}\bullet R_i^{(3)}=\begin{bmatrix} 0.036 & 0.305 & 0.518 & 0.140 \\ 0.234 & 0.485 & 0.242 & 0.038 \\ 0.154 & 0.368 & 0.246 & 0.232 \\ 0.149 & 0.316 & 0.304 & 0.230 \\ 0.076 & 0.294 & 0.344 & 0.286 \end{bmatrix}$$

最后，图书馆服务质量的综合评判为：

$$Q=\alpha_i^{(2)}\bullet C=(0.118, 0.330, 0.322, 0.229)$$

从上述结果可以看出，有 11.8% 的确定性认为该馆的服务质量为优，33% 的确定性认为该馆的服务质量为良，32.2% 的确定性认为该馆的服务质量为中，22.9% 的确定性认为该馆的服务质量为差。根据最大隶属度准则，评价的结果是该图书馆服务质量为良；但从上述结果也不难看出，仍有 22.9% 的人认为该馆的服务质量较差，从一级模糊评判结果可以看出，该馆应该在服务环境和设施以及服务效果上着手改进。

4 结 语

采用信息熵和层次分析法（AHP）相结合的方法对评价因素指标的权重进行组合赋权，可以有效地避免传统方法中权重系数确定过程的主观色彩，同时更注重了评价体系指标本身的重要程度，充分利用了被评判指标的信息量。而采用多层次模糊综合评判方法对图书馆（下转第 141 页）

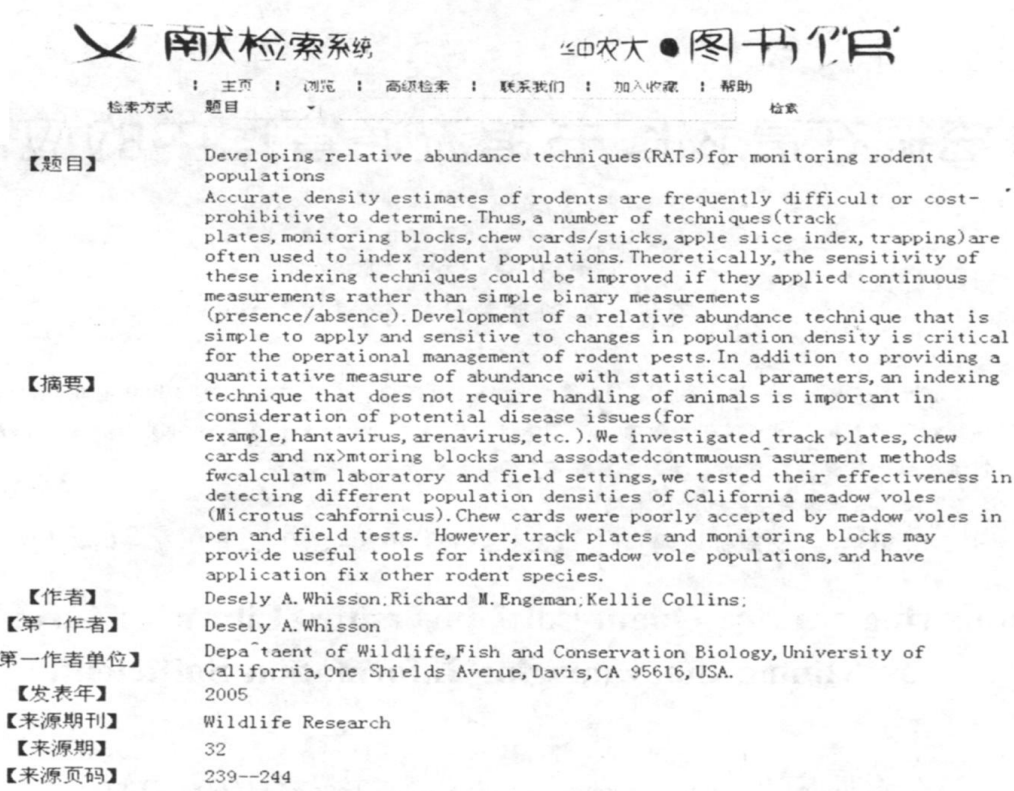


图5 华中农业大学图书馆文献传递检索系统检索界面

5 结 语

文献传递服务是图书馆信息服务一种十分有效的服务手段。随着教学科研的发展,单个图书馆的馆藏资源很难满足本校师生的信息需求,走资源共建共享之路,开展馆际互借和文献传递服务是弥补馆藏资源不足、满足读者需求的有效方式。但是文献传递服务还有一些亟需解决或在一段时间内需要解决的问题,只有提高图书馆界领导的思想认识,提升馆员的业务及整体素质,改善文献传递软硬件设施,及时有效地满足读者所需,并妥善处理好知识产权问题,才能使电子文献传递真正促进图书馆实现资源共

享,推进图书馆事业的发展。

参 考 文 献

[1] 张丽芳. 电子文献传递过程中的知识产权风险及规避措施 [J]. 图书馆学研究, 2007, (10): 79—82.  
[2] 房文革. 馆际互借开展文献传递服务应注意的几个问题 [J]. 高校图书馆工作, 2007, (17): 84—85.  
[3] 陈希, 彭茗. 文献传递过程中的法律冲突及图书馆的应对策略 [J]. 高校图书馆工作, 2006, (6): 29—33.  
[4] 郑惠伶. 馆际互借中服务中的著作权风险 [J]. 图书馆理论与实践, 2008, (3): 10—13.

(上接第 136 页)

服务质量进行评价,可以将指标间的定性关系性定量化,使评价方法更加科学、公正及易于操作。

参 考 文 献

[1] 袁琳,刘银红. ARL 对 LibQUAL+图书馆服务质量评价模式的研究与应用 [J]. 图书情报知识, 2004, (2): 75—77.  
[2] 魏稳涛,高明. 论图书馆服务质量评价方法——LibQUAL+ [J]. 科技情报开发与经济, 2006, 16 (21): 36—37.  
[3] 刘露. 模糊综合评判法评估图书馆服务质量 [J]. 四川图书馆学报, 2007, (3): 74—76.  
[4] 宋姗姗. 多层次模糊数学模型在图书馆服务质量评价中的应用

[J]. 情报杂志, 2007, (8): 46—48.  
[5] 朱远春. 高校图书馆服务质量模糊综合评价及其应用实践 [J]. 现代情报, 2009, (7): 128—132.  
[6] 盛书平. 图书馆服务质量模糊综合评判法 [J]. 情报杂志, 2006, (12): 73—74.  
[7] 韩毅,杨晓琼,李健. 图书馆服务质量影响因素的权重测定及模糊评价分析 [J]. 中国图书馆学报, 2007, (5): 79—82.  
[8] 任华. 用模糊综合评价法评价图书馆的服务质量 [J]. 商业文化, 2008, (6): 130—131.  
[9] 周荫清. 信息理论基础 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.  
[10] 朱红涛,刘永. 基于层次分析法的数字图书馆信息服务质量评价研究 [J]. 情报科学, 2007, (5): 720—724.