

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.01.010

# 高校人才培养质量综合评价： 一种基于证据推理的方法

李兴国<sup>1,2</sup>, 崔珊珊<sup>1</sup>, 顾东晓<sup>1,2</sup>, 杨海燕<sup>2</sup>

(合肥工业大学 1. 管理学院; 2. 合肥工业大学知识与企业管理创新研究中心, 安徽 合肥 230009)

**[摘要]** 作为教学质量监管工作的重要手段, 高校人才培养质量评价正发挥着越来越重要的作用。本质上, 该问题可看作一个包含定性属性和定量属性的多属性决策问题。证据推理自身技术上的特点决定了它可以用于该类问题的解决。本文建立了高校人才培养质量综合评价的一般体系, 提出了基于证据推理的高校人才培养质量综合评价模型, 并通过案例, 说明了该方法的应用。

**[关键词]** 高校人才培养质量; 综合评价; 证据推理

**[中图分类号]** G40-058.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)01-0032-04

## Evidence - Based Comprehensive Evaluation Method of the Talent Training Quality of Universities

LI Xing-guo<sup>1,2</sup>, CUI Shan-shan<sup>1</sup>, GU Dong-xiao<sup>1,2</sup>, YANG Hai-yan<sup>2</sup>

(Hefei University of Technology 1. School of Management; 2. Research Center of Knowledge  
Economy & Enterprise Management Innovation, Hefei 230009, China)

**Abstract:** As one of important means of the teaching quality supervision, the evaluation of talent training quality (EUTTQ) plays an increasingly important role. Essentially, it can be regarded as a multi-attribute decision making issue with both quantitative and qualitative attributes. Dempster-Shafer Evidential Reasoning (ER) can deal with this kind of problems owing to its technical features. This paper builds a general system of comprehensive EUTTQ, provides a model of comprehensive EUTTQ based on ER, and describes the application process of ER with an example. **Keywords:** university talent training quality; comprehensive evaluation; evidential reasoning

**Key words:** university talent training quality; comprehensive evaluation; evidential reasoning

### 一、引言

随着我国教育事业的不断发展, 高校人才培养模式逐渐走向多样化。为了激发高校人才培养模式创新, 更好地适应时代与社会对创新性人才培养质量的要求, 引导高校按照国家和社会需求进行人才培养, 有必要掌握高校人才培养质量的情况, 对各个高校人才培养质量进行合理有效的评价。目前, 国内外对人才培养质量评价的方法有很多, 常见的有BP神经网络<sup>[1]</sup>、AHP<sup>[2]</sup>、灰色关联分析法<sup>[3]</sup>等。神经网络模仿人脑的结构映射输入特征与输出结论的非线性关系, 具备学习能力, 但是其输入输出都要求是精确的数值形式<sup>[1]</sup>。AHP是处理多目标、多标准、多因素、多层次的复杂问题, 可以进行定性与定量系统分析、决策分析、综合分析的一种方法<sup>[2]</sup>。灰色关联分析法具有评价标准明

确、结果相对客观等优势, 但它是量化评价方式, 不能从整体上完全描述评价对象<sup>[3]</sup>。证据推理又称登姆普斯特-谢弗推理 (Dempster-Shafer reasoning, D-S), 可以融合不确定的定性属性和定量属性的值, 使结果更加符合实际情况<sup>[4]</sup>。通过对已有评价方法研究的分析, 并结合高校人才培养质量评价数据本身的特点, 将证据推理方法应用于高校人才培养质量评价, 提出了一种基于证据推理的人才培养质量评价方法。

### 二、高校人才培养质量综合评价指标体系

指标体系的设计和建立是高校人才培养质量评价工作的基础工作。鉴于根据我国高校人才培养质量管理的实际情况, 我们对一些高校进行了调研, 结合相关文献<sup>[5][6]</sup>, 本文构建了具有一定普遍性的高校人才培养质量综合评价

**[收稿日期]** 2010-11-03

**[基金项目]** 安徽省教育厅教学研究重点项目 (2008JYXM047)

**[作者简介]** 李兴国 (1963-), 男, 安徽六安人, 合肥工业大学信息管理与信息系统系主任、教授, 博士。

指标体系，如图1所示。

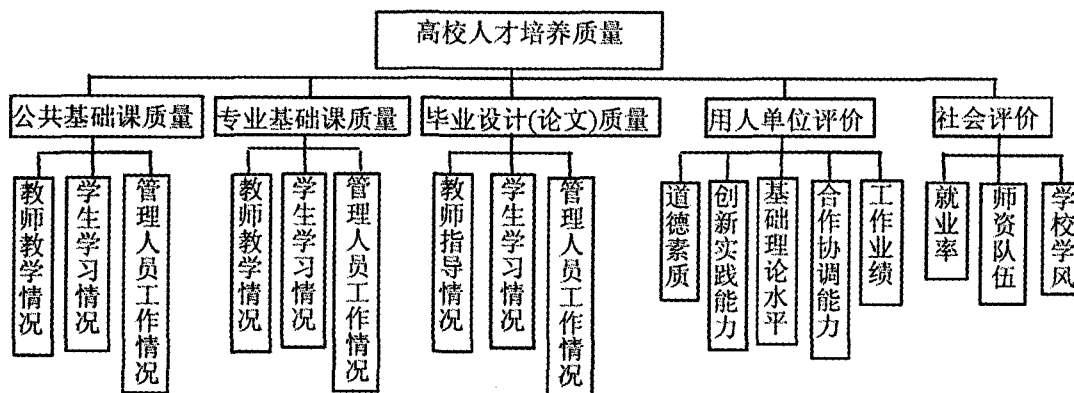


图1 高校人才培养质量综合评价指标体系

其中：

道德素质：用人单位对人才的思想道德与职业道德的综合评价。

创新实践能力：用人单位对人才的理论联系实践及获取知识、应用知识的能力，独立思考、创新意识和创新能力的综合评价。

基础理论水平：用人单位对人才的公共、专业基础知识和专业领域知识情况的综合评价。

合作与协调能力：用人单位对人才在与同事或合作伙伴沟通合作的能力、正确处理组织内外关系的能力上的评价。

工作业绩：工作成就排名百分比，是一个客观的数值。

就业率：毕业生就业人数占全部总人数的比例，是一个客观的数值。

师资队伍：学校师资力量情况。

学校学风：学校的治学精神、态度、原则，学生的行为规范和思想道德的集体表现。

指标体系中工作业绩和就业率为定量指标，其余为定性指标。

### 三、基于证据推理的高校人才培养质量综合评价模型

#### (一) 属性描述

根据高校人才培养质量综合评价指标体系，将属性分成三个等级，具体如下：

$$y = \{\text{高校人才培养质量}\}$$

$$E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$$

$= \{\text{公共基础课质量, 专业基础课质量, 毕业设计(论文)质量, 用人单位评价, 社会评价}\}$

$e_1 = \{e_{11}, e_{12}, e_{13}\} = \{\text{教师教学情况, 学生学习情况, 管理人员工作情况}\}$

$e_2 = \{e_{21}, e_{22}, e_{23}\} = \{\text{教师教学情况, 学生学习情况, 管理人员工作情况}\}$

$e_3 = \{e_{31}, e_{32}, e_{33}\} = \{\text{教师指导情况, 学生学习情况, 管理人员工作情况}\}$

$e_4 = \{e_{41}, e_{42}, e_{43}, e_{44}, e_{45}\}$   
 $= \{\text{道德素质, 创新实践能力, 基础理论水平, 合作协调能力, 工作业绩}\}$

$e_5 = \{e_{51}, e_{52}, e_{53}\} = \{\text{就业率, 师资队伍, 学校学风}\}$

属性中只有工作业绩和就业率是定量属性，其余的为定性属性。

#### (二) 权重的确定

本文中，二级指标权重用  $w_i$  表示，三级指标权重用  $w_{ij}$  表示，表示其中  $i=1, 2, 3, 4, 5, j=1, \dots, m$ ， $m$  随各二级指标对应的三级指标数而定，且各级属性的权重满足式子(3-1)：

$$\begin{aligned} w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 &= 1; & w_{11} + w_{12} + w_{13} &= w_1; \\ w_{21} + w_{22} + w_{23} &= w_2; & w_{31} + w_{32} + w_{33} &= w_3; & w_{41} + w_{42} + w_{43} + \\ & & & & w_{44} + w_{45} &= w_4; & w_{51} + w_{52} + w_{53} &= w_5 \end{aligned} \quad (3-1)$$

本文采用 AHP 法计算权重，具体过程如下<sup>[7]</sup>：

A. 将上级指标作为目标层，对应的下级各个指标设为准则层，相对于目标层，将准则层的各个属性进行两两比较，得到相对于目标层的判断矩阵。

B. 采用方根法对判断矩阵进行处理，并进行一致性检验。如具有满意的一致性，则得到的结果既是指标权重；如没有满意的一致性，则重新构造判断矩阵进行计算，直到具有满意的一致性。

#### (三) 评价等级的确定

在本文的评价模型中，用  $H$  表示所有定性属性的评价等级集合。具体如下：

$$\begin{aligned} H &= \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5\} = \{H_n, n=1, \dots, 5\} \\ &= \{\text{Poor, Indifferent, Average, Good, Excellent}\} \end{aligned}$$

对于定量属性工作业绩和就业率，可以通过一定的转换算法，将其评价等级转换为  $H$ 。对于定量属性评价等级的划分以及对应等级的数值，本文设置的规则为：

工作业绩：即工作成就排名百分比，此百分比应越小越好，但最小值不会为 0，而是趋于 0，本文设 0 为 Excellent，即  $h_5 = 0$ ，同理  $h_4 = 25\%$ ， $h_3 = 50\%$ ， $h_2 = 75\%$ ， $h_1 = 100\%$ 。

就业率：就业率最高可取为 100%，故将 100% 设为 Excellent，即  $h_5 = 100\%$ ，同理  $h_4 = 90\%$ ， $h_3 = 80\%$ ， $h_2 = 70\%$ ，原则上就业率取值可以为 0，但据统计发现，各高校的就业率均高于 50%，故将最低值 50% 设为 Poor，即  $h_1 = 50\%$ 。

#### (四) 基本属性值计算

##### 1. 基本属性的评价值计算

要计算基本属性的评价值，就要确定该属性属于各个评价等级的可能性，即信任度，用  $\beta_n$  表示<sup>[8]</sup>。本文统一用  $S(e_i(a_i))$  表示属性的评价值，假设评价对象  $a_i$  的属性  $e_i$  属于评价等级 Poor、Indifferent、Average、Good、Excellent 的信任度分别为  $a, b, c, d, f$ ，那么其评价值就表示为：

$$S(e_i(a_i)) = \{(\text{Poor}, a), (\text{Indifferent}, b), (\text{Average}, c), (\text{Good}, d), (\text{Excellent}, f)\} \quad (3-2)$$

对于定量属性,根据前面给出的评价等级的数值,计算基本属性的信任度,其计算公式为:

$$\beta_m = \frac{h_{m+1} - h}{h_{m+1} - h_m}, \beta_{m+1} = \frac{h - h_m}{h_{m+1} - h_m}, m = 1, \dots, 4 \quad (3-3)$$

其中  $h$  为属性  $e_{ij}$  的具体取值,并且满足  $h_m < h < h_{m+1}$ ,那么属性  $e_{ij}$  的评价值为:

$$S(e_{ij}) = \{(H_m, \beta_m), (H_{m+1}, \beta_{m+1})\}.$$

定性属性的评价值的获取可以通过专家的直接赋值,也可以通过一些数据计算.对于评价对象  $a_i$  的基本属性  $e_{ij}$ ,其评价值的计算过程是:

A. 统计评价次数  $N$  和基本属性  $e_{ij}$  被评为各个评价等级的次数  $N_n, n=1, \dots, 5$

B. 计算评价对象  $a_i$  的基本属性  $e_{ij}$  的信任度  $\beta_n = \frac{N_n}{N}, n=1, \dots, 5$

C. 各等级分别用  $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5$  表示,那么

$$S(e_{ij}) = \{(H_1, \beta_1), (H_2, \beta_2), (H_3, \beta_3), (H_4, \beta_4), (H_5, \beta_5)\} \quad (3-4)$$

这样就可以得到每个基本属性属于各个评价等级的信

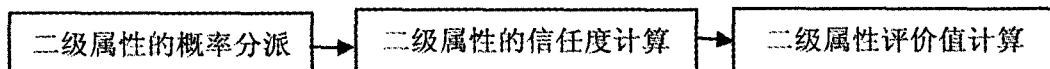


图2 二级属性的计算思路

2. 二级属性概率分派

将基本属性的概率分派合成二级属性的概率分派,计算公式如下<sup>[10]</sup>:

$$K_{I(j+1)}(e_i) = 1 - \sum_{k=1}^5 \sum_{k \neq i} m_{i,I(j)}(e_i) m_k(e_{ij+1}); i=1, \dots, 5; j=1, \dots, m-1, m \text{ 随各三级指标数而定};$$

$$m_{n,I(j+1)}(e_i) = K_{I(j+1)}(e_i)^{-1} \{ m_{n,I(j)}(e_i) m_n(e_{ij+1}) + m_{n,I(j)}(e_i) m_H(e_{ij+1}) + m_{H,I(j)}(e_i) m_n(e_{ij+1}); n=1, \dots, 5;$$

$$\tilde{m}_{H,I(j+1)}(e_i) = K_{I(j+1)}(e_i)^{-1} \{ \tilde{m}_{H,I(j)}(e_i) \tilde{m}_H(e_{ij+1}) + \tilde{m}_{H,I(j)}(e_i) \tilde{m}_H(e_{ij+1}) + \tilde{m}_{H,I(j)}(e_i) \tilde{m}_H(e_{ij+1});$$

$$\bar{m}_{H,I(j+1)}(e_i) = K_{I(j+1)}(e_i)^{-1} \bar{m}_{H,I(j)}(e_i) \bar{m}_H(e_{ij+1}); m_{H,I(j+1)}(e_i) = \tilde{m}_{H,I(j+1)}(e_i) + \bar{m}_{H,I(j+1)}(e_i) \quad (3-6)$$

其中  $m_{n,I(1)}(e_i) = m_n(e_{i1})$ ,由此公式就可以得到属于属性  $e_i$  的概率分派,记为  $m_n(e_i), \tilde{m}_H(e_i), \bar{m}_H(e_i), m_H(e_i)$ 。

3. 二级属性信任度及评价值计算

A. 信任度计算<sup>[9]</sup>

$$\beta_n(e_i) = \frac{m_n(e_i)}{1 - \tilde{m}_H(e_i)}, \beta_H(e_i) = \frac{\tilde{m}_H(e_i)}{1 - \tilde{m}_H(e_i)}, n=1, \dots, 5; i=1, \dots, 5 \quad (3-7)$$

$\beta_n(e_i)$  表示属性  $e_i$  属于等级  $H_n$  的可能性,即信任度。

B. 评价值计算

将上述的信任度写成 (3-2) 式的形式,既可得到二级属性的评价值,表示为:

$$S(e_i) = \{(Poor, \beta_1(e_i)), (Indifferent, \beta_2(e_i)), (Average, \beta_3(e_i)), (Good, \beta_4(e_i)), (Excellent, \beta_5(e_i))\} \quad (3-8)$$

(六) 总属性值计算

总属性值的计算思路和二级属性是一样的.总属性  $y$  的概率分派、信任度和评价值的计算,和二级属性的计算过程相同,根据二级属性计算过程,得到属于总属性  $y$  的概率分派:  $m_i(y), \tilde{m}_H(y), \bar{m}_H(y), m_H(y)$ ,信任度:  $\beta_n(y), \beta_H(y)$  以及总属性  $y$  的评价值  $S(y)$ ,为:

从而得出该属性的评价值。

2. 基本属性的概率分派

为了表示评价对象  $a_i$  中基本属性  $e_{ij}$  对所在的上级属性为评价等级  $H_n$  的支持度,我们对  $a_i$  的每一个基本属性  $e_{ij}$  作概率分派  $m_n(e_{ij}), m_n(e_{ij})$  表示属性  $e_{ij}$  在评价等级  $H_n$  上已经分配的概率分派,  $m_H(e_{ij})$  表示未分配的概率,  $\tilde{m}_H(e_{ij})$  表示其他属性在评价中所起作用的重要度,  $\bar{m}_H(e_{ij})$  表示由不完全的评价导致的未分配的概率<sup>[9]</sup>,计算公式为:

$$m_n(e_{ij}) = w_{ij} \times \beta_n(e_{ij}), n=1, \dots, 5; \bar{m}_H(e_{ij}) = 1 - w_{ij};$$

$$\tilde{m}_H(e_{ij}) = w_{ij} (1 - \sum_{n=1}^5 \beta_n(e_{ij})) \quad (3-5)$$

(五) 二级属性值计算

1. 计算思路

证据推理的思路是先计算基本属性的相关值,再根据递增叠加的方式,将其合成为上级属性的相关值,获得上级属性的评价值.前文已经计算了基本属性的相关值,接下来要合成二级属性的评价值.二级属性的评价值计算可以分三步走,其计算思路如图2所示。

$$S(y) = \{(Poor, \beta_1(y)), (Indifferent, \beta_2(y)), (Average, \beta_3(y)), (Good, \beta_4(y)), (Excellent, \beta_5(y))\} \quad (3-9)$$

(七) 效用值映射

为了使评价结果能清晰地描述评价对象的优劣和差距,本文引用了效用值的概念.定义评价对象  $a_i$  对于总属性  $y$  的期望效用值为  $\mu(y(a_i))$ ,设定各个评价等级的效用值如下所示:

$$\mu(Poor) = 0, \mu(Indifferent) = 0.25, \mu(Average) = 0.5, \mu(Good) = 0.75, \mu(Excellent) = 1$$

然后将评价值转换成效用值,转化公式如下<sup>[11]</sup>:

$$\text{当 } \beta_H(y) = 0 \text{ 时, } \mu(y(a_i)) = \sum_{n=1}^5 \beta_n \mu(H_n) \quad (3-10)$$

当  $\beta_H(y) \neq 0$  时,即评价的信息不完整时:

$$\begin{cases} \mu_{\max}(y(a_i)) = \sum_{n=1}^5 \beta_n \mu(H_n) + \beta_H \mu(H_5) \\ \mu_{\min}(y(a_i)) = \sum_{n=1}^5 \beta_n \mu(H_n) + \beta_H \mu(H_1) \\ \mu_{\text{avg}}(y(a_i)) = \frac{\mu_{\max}(y(a_i)) + \mu_{\min}(y(a_i))}{2} \end{cases} \quad (3-11)$$

将总属性的评价值转换成效用值后,就可以对评价对象的优劣进行排序,排序的准则为:

对于评价对象  $a_i$  和  $a_j$ ,当且仅当  $\mu_{\min}(y(a_i)) > \mu_{\max}(y(a_j))$  时,  $a_i$  优于  $a_j$ ;当且仅当  $\mu_{\min}(y(a_i)) = \mu_{\min}(y(a_j))$ ,  $\mu_{\max}(y(a_i)) = \mu_{\max}(y(a_j))$  时,  $a_i$  和  $a_j$  有相同的优劣性;其余的情况用  $\mu_{\text{avg}}(y(a_i))$  进行判断。

四、实验

(一) 数据收集

在实际操作中,一般采用专家评价法对高校人才培养质量进行综合评价.评价数据不仅包括学生、教师、督导组、辅导员、实验员等高校内部对人才培养质量的评价,也包括来自用人单位和社会的评价.本研究对三所高校(U1, U2, U3)的评价数据如表1表示。

表1 高校人才培养质量评价数据表

指标 等级	e <sub>1</sub>			e <sub>2</sub>			e <sub>3</sub>			e <sub>4</sub>					e <sub>5</sub>				
	e <sub>11</sub>	e <sub>12</sub>	e <sub>13</sub>	e <sub>21</sub>	e <sub>22</sub>	e <sub>23</sub>	e <sub>31</sub>	e <sub>32</sub>	e <sub>33</sub>	e <sub>41</sub>	e <sub>42</sub>	e <sub>43</sub>	e <sub>44</sub>	e <sub>45</sub> %	e <sub>51</sub> %	e <sub>52</sub>	e <sub>53</sub>		
U1	H <sub>1</sub>													24	76				
	H <sub>2</sub>		46			44											56		
	H <sub>3</sub>		54	59		56	22		36		50		45				44	67	
	H <sub>4</sub>	98		41	68		78	88	64	87	50	77	55	60				33	
	H <sub>5</sub>	2			32			12		13		23		40					
U2	H <sub>1</sub>													3	95				
	H <sub>2</sub>																		
	H <sub>3</sub>		22	12		42	45		38	33	12		25				11		
	H <sub>4</sub>	78	46	88	10	58	55	43	62	67	88	32	82	75				89	57
	H <sub>5</sub>	22	32		90			57				68	18					43	
U3	H <sub>1</sub>													12	88				
	H <sub>2</sub>						16												
	H <sub>3</sub>		24	8		56	44		49	12	45						78		
	H <sub>4</sub>	85	76	92	66	44	40	89	51	88	55	67	80	94				22	45
	H <sub>5</sub>	15			34			11				33	20	6				55	

根据(3-3)、(3-4)所示的处理方法,对表1中的数据进行处理,可以得到基本属性的信任度分布,囿于篇幅限制,不再列出。

## (二) 实验结果

首先,按照3.2节的权重计算方法,求得权重如下:

$w_1 = 0.418, w_2 = 0.263, w_3 = 0.098, w_4 = 0.160, w_5 = 0.061, w_{11} = 0.226, w_{12} = 0.124, w_{13} = 0.068, w_{21} = 0.078, w_{22} = 0.142, w_{23} = 0.043, w_{31} = 0.029, w_{32} = 0.053, w_{33} = 0.016, w_{41} = 0.016, w_{42} = 0.026, w_{43} = 0.042, w_{44} = 0.009, w_{45} = 0.067, w_{51} = 0.040, w_{52} = 0.014, w_{53} = 0.007,$

我们的实验平台使用智能决策系统软件(Intelligent Decision System, IDS)<sup>[12]</sup>。我们将前文提出的证据推理方法集成到该软件中。输入评价对象、各级属性、评价等级、各级权重以及处理后的评价值,经过计算,可得到三所高校对于总属性的评价值(只记录非零值),分别为:

$S(U1) = \{(Indifferent, 0.1212), (Average, 0.2359), (Good, 0.6142), (Excellent, 0.0286)\}$

$S(U2) = \{(Average, 0.1104), (Good, 0.6622), (Excellent, 0.2274)\}$

$S(U3) = \{(Indifferent, 0.0029), (Average, 0.1304), (Good, 0.7865), (Excellent, 0.0802)\}$

进一步地,在该实验平台上计算三个高校的效用值,得到的结果为:

$\mu(U1) = 0.6376, \mu(U2) = 0.7792, \mu(U3) = 0.7360$

最后,得到三所高校最终的评价结果排序:  $U2 > U3 > U1$ ,即高校2的人才培养质量优于高校3,高校3的人才培养质量优于高校1。

## 五、结束语

本文建立了高校人才培养质量综合评价模型,将证据推理融入到高校人才培养质量综合评价过程中。并通过实验,证明了证据推理在解决该类问题上的可用性和适用性。我们的研究突破了传统只考虑高校内部的评价思维,综合考虑了高校内部和来自企业、社会的外部评价,实现了多方评价数据的融合,可以最大程度地反映客观事实。该研究为更加科学合理地评价高校人才培养质量提供了一种新的方法和思路。本研究的局限在于数据量较小,只对三所

高校进行了评价。后续的工作将围绕着收集更多高校的评价数据,进行进一步的研究工作。

## [参考文献]

- [1] 王媛,马小燕.基于模糊理论与神经网络的人才评价方法[J].佳木斯大学学报,2006,24(3):408-410.
- [2] 吴俊.AHP方法在高职课堂教学质量评价中的应用[J].高等职业教育-天津职业大学学报,2007,16(5):39-41.
- [3] 邹颖,郭世平.基于灰色关联分析的高等数学教学质量评价[J].合肥师范学院学报,2009,27(6):16-20.
- [4] J. B. Yang and D. L. Xu. On the evidential reasoning algorithms for multiattribute decision analysis under uncertainty [J]. IEEE Transaction on systems, Man and Cybernetics. Part A. System and Humans, 2002(32):289-304.
- [5] 刘文,王盈盈,丁先露.地方中医院校教学质量监控体系的构建及实践[J].贵阳中医学院学报,2008,30(1):35-37.
- [6] 赵铁,林昆勇.人才培养质量社会评价指标体系的构建[J].高教论坛,2004(3):146-151.
- [7] 陈红兵,牛江涛.一个基于AHP的信息化人才评价[J].中国管理信息化,2009,12(8):84-85.
- [8] A. Shintemirov, W. H. Tang and Q. H. Wu. Transformer winding condition assessment using frequency response analysis and evidential reasoning [J]. Institution of Engineering and Technology, Electric Power Applications, 2010, 4(3): 198-212.
- [9] Y. M. Wang and D. L. Xu. The evidential reasoning approach for multiple attribute decision analysis using interval belief degrees [J]. European Journal of Operational Research, 2006, 175(1): 35-65.
- [10] K. Spurgeon, W. H. Tang, Q. H. Wu, Z. J. Richardson and G. Moss. Dissolved gas analysis using evidential reasoning [J]. Science, Measurement and Technology, IEE Proceedings, 2005, 152(3):110-117.
- [11] 傅艳华等.基于证据推理的项目投资综合评价与决策方法[J].东北大学学报,2005,26(9):840-843.
- [12] D. L. Xu and J. B. Yang. Intelligent Decision System for Self-Assessment [J]. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, vol. 12, no. 1, pp. 47-58, 2003.

(责任编辑:林聪榕)