

大学生科技创新能力模糊综合评价模型研究

邢文建¹, 宁振刚², 李同磊³

(1. 河北工程大学 教育技术中心, 河北 邯郸 056038; 2. 河北工程大学 信电学院, 河北 邯郸 056038
3. 河北司法警察职业技术学院, 河北 邯郸 056002)

[摘要]以在校大学生科技创新体系为研究对象,分析了在校大学生团体科技创新能力的两层评价指标体系,确定了各评价指标的权重及模糊评语集,利用模糊综合评价方法对大学生科技创新体系的创新能力进行了模糊评价。其意义在于能有效评价一个科技创新体系,找出创新体系的薄弱环节,以便有针对性的对其改进。

[关键词]创新体系;创新能力;模糊综合评价;模型;改进

[中图分类号]G642.42 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1673-9477(2010)02-0066-03

大学生的创新能力培养已成为高校教育工作的一项重要任务,国内外对于在校大学生科技创新能力的培养和评价有较多研究。作者以为大学生科技创新能力的培养不是由某一方面的因素决定的,而是一个系统工程。对于不便直接量化的评价指标,利用模糊综合评价方法给出评价是一条行之有效的办法^[1]。

一、模糊综合评价模型

模糊综合评价是对受多种因素影响的事物做出全面评价的一种十分有效的多因素决策方法。它以模糊数学为基础,利用模糊合成的原理,将一些边界不清、不易量化的因素量化,从多个因素对被评价对象隶属等级状况去综合评价,其特点是评价结果不是绝对地肯定或否定,而是以一个模糊集合来表示^[2]。以下是建立模糊综合评价模型的过程。

(一)建立多级评价指标集

评价对象的评价指标体系可能由多级构成。

一级评价指标集是对研究对象的直接评价,可表示如下:

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\} \quad (1)$$

一级评价指标集中每个评价指标 u_i 又拥有由数目不等评价指标构成的二级评价指标集:

$$u_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ik_i}\} (i=1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

上式中 k_i 是对应于第 i 个一级评价指标的二级评价指标的个数。如果二级评价指标仍拥有下级评价指标,可继续建立下级评价指标集。

(二)建立多级评价指标权重向量

评价指标权重(也称权数)是指评价指标对其上层评价对象的重要程度,通常利用层次分析法(AHP)求得。对应于式(1)和式(2),可分别使用如下权重向量表示:

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{i=1}^m a_i = 1 \\ a_i \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik_i})$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^{k_i} a_{ij} = 1 \\ a_{ij} \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, k_i) \end{cases} \quad (4)$$

(三)建立模糊评语集

因为对每个评价指标的评价无法用精确的数据值来表示,

所以可以用模糊评语表达为:

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_l\} \quad (5)$$

模糊评语是描述性语言,如优,良,中,可,差等,实际应用中往往用模糊区间中间值作为模糊评语的标志值,对应于 V 中各个模糊评语,可用标志值表示为向量 F :

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_l\} \quad (6)$$

(四)建立模糊评价矩阵

1. 结合评价对象实际情况,利用式(1)整理好二级指标体系后,再结合式(5)为每个评价指标设计1个相同的评语制成调查问卷,然后向相关专家或调查对象发布。对问卷中回收统计后归一化处理可得到第 i 个一级指标的模糊评价矩阵:

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{il} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{k_i1} & r_{k_i2} & \dots & r_{k_i3} \end{bmatrix} \quad (7)$$

2. 求每个一级指标的模糊评价向量,可利用模糊合成运算公式:

$$B_i = a_i \circ R_i \quad (8)$$

为充分考虑每个因素的影响,合成运算使用“加权平均型”的 $M(*, \oplus)$ 算子。

3. 利用已求得的一级指标的模糊向量,可以构建出评价对象的模糊评价矩阵:

$$R = [B_1, B_2, \dots, B_l]^T \quad (9)$$

4. 求评价对象的模糊综合评价向量,可利用模糊合成运算公式:

$$B = A \circ R \quad (10)$$

合成运算使用“加权平均型”的 $M(*, \oplus)$ 算子。

5. 由式(6)和式(10)进而就可以得到评价对象的综合得分:

$$Y = B \cdot F^T \quad (11)$$

即评价对象的综合评价得分。

二、大学生科技创新能力模糊综合评价

为了客观的确定大学生科技创新体系的科技创新能力评价指标构成,我们参阅大量文献资料,并通过向学生、老师、专家问卷调查,最终确定了评价指标,并以我校某学院为例,通过50份问卷调查,要求每个被调查人对每个二级指标给出一个评语选择,最终统计结果见表1。

表 1 大学生科技创新能力的两级评价指标构成及某学院科技创新能力评价结果

一级指标 (u_i)	二级指标 (u_{ij})	评语统计结果				
		优	良	中	可	差
学生能力 (u_1)	基础知识 (u_{11})	7	21	19	3	0
	专业知识 (u_{12})	9	17	22	2	0
	自学能力 (u_{13})	5	14	27	3	1
	实践能力 (u_{14})	7	20	19	2	2
	沟通能力 (u_{15})	2	15	25	6	2
	创新意识 (u_{16})	7	17	20	6	0
	创新思维 (u_{17})	6	15	19	7	3
师资力量 (u_2)	学历结构 (u_{21})	5	20	20	4	1
	职称结构 (u_{22})	7	24	15	3	1
	学缘结构 (u_{23})	4	21	18	7	0
	教研能力 (u_{24})	10	24	12	3	1
文化氛围 (u_3)	教学模式 (u_{25})	9	22	16	3	0
	人文精神 (u_{31})	3	10	26	9	2
	学术氛围 (u_{32})	1	15	23	10	1
创新团队 (u_4)	课外科技活动 (u_{33})	9	20	17	4	0
	政策支持 (u_{41})	8	19	20	3	0
	支持平台 (u_{42})	10	19	16	5	0
	研究方向 (u_{43})	13	12	21	3	1
	协作能力 (u_{44})	11	18	16	4	1
	考核机制 (u_{45})	5	13	22	7	3
	创新成果 (u_{46})	12	16	12	5	5
	成果转化率 (u_{47})	4	12	15	14	5

设式(5)和(6) 分别取值为: $V = \{ \text{优,良,中,可,差} \}$, $F = (95,85,75,65,40)$,利用 1 节中的模糊综合评价模型,对表 1 中所给数据逐步求解。

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.14 & 0.42 & 0.38 & 0.06 & 0 \\ 0.18 & 0.34 & 0.44 & 0.04 & 0 \\ 0.10 & 0.28 & 0.54 & 0.06 & 0.02 \\ 0.14 & 0.40 & 0.38 & 0.04 & 0.04 \\ 0.04 & 0.30 & 0.50 & 0.12 & 0.04 \\ 0.14 & 0.34 & 0.40 & 0.12 & 0 \\ 0.12 & 0.30 & 0.38 & 0.14 & 0.06 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.10 & 0.40 & 0.40 & 0.08 & 0.02 \\ 0.14 & 0.48 & 0.30 & 0.06 & 0.02 \\ 0.08 & 0.42 & 0.36 & 0.14 & 0 \\ 0.20 & 0.48 & 0.24 & 0.06 & 0.02 \\ 0.18 & 0.44 & 0.32 & 0.08 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.06 & 0.20 & 0.52 & 0.18 & 0.04 \\ 0.02 & 0.30 & 0.46 & 0.20 & 0.02 \\ 0.18 & 0.40 & 0.34 & 0.08 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.16 & 0.38 & 0.40 & 0.06 & 0 \\ 0.20 & 0.38 & 0.32 & 0.10 & 0 \\ 0.26 & 0.24 & 0.42 & 0.06 & 0.02 \\ 0.22 & 0.36 & 0.32 & 0.08 & 0.02 \\ 0.10 & 0.26 & 0.44 & 0.14 & 0.06 \\ 0.24 & 0.32 & 0.24 & 0.10 & 0.10 \\ 0.08 & 0.24 & 0.30 & 0.28 & 0.10 \end{bmatrix}$$

利用式(8),可分别求得模糊评价微量:
 $B_1 = (0.131, 0.334, 0.423, 0.088, 0.024)$
 $B_2 = (0.166, 0.452, 0.302, 0.069, 0.011)$
 $B_3 = (0.100, 0.337, 0.410, 0.141, 0.013)$
 $B_4 = (0.199, 0.318, 0.335, 0.105, 0.043)$
进而得到某学院科技创新能力(评价对象)的模糊评价矩阵:

$$R = [B_1, B_2, B_3, B_4]^T = \begin{bmatrix} 0.131 & 0.334 & 0.423 & 0.088 & 0.024 \\ 0.166 & 0.452 & 0.302 & 0.069 & 0.011 \\ 0.100 & 0.337 & 0.410 & 0.141 & 0.013 \\ 0.199 & 0.318 & 0.335 & 0.105 & 0.043 \end{bmatrix}$$

利用式(10),可得到某学院科技创新能力模糊综合评价向量:

$$B = A \circ R = (0.158, 0.365, 0.358, 0.094, 0.024)$$

进而就可以得到评价对象的综合得分:

$$Y = B \cdot F^T = [0.158, 0.365, 0.358, 0.094, 0.024] \cdot [95, 85, 75, 65, 30]^T = 80.026$$

即该学院大学生科技创新能力的综合评价为良好。

三、模糊综合评价模型的意义

模糊综合评价模型是用来对某科技创新体系下的大学生科技创新能力进行综合评价^[3],我们可以从多个方面应用该模型。

- (一)可用于评价指标的评分
如果将式(7)中的模糊评价矩阵与式(6)中的 F 做连接运算,即可得到各一评价指标的得分矩阵,如果结合权重向量,还可找出诸多评价指标中较薄弱因素,并给出重点评价指标的改进建议。利用(11)式可得到对评价对象的综合评分。
- (二)不同评价对象综合比较
在实际应用中,我们往往会对多个类似群体构成的多个不同大学生科技创新体系的创新能力进行比较,这里我们可以把每一个创新体系作为评价对象,按上述方法建立模糊综合评价模型,然后可在综合评价,一、二级评价指标评价,重点评价指标评价等多方面对多个创新体系进行横向比较。

四、结论

本文以在校大学生科技创新体系为研究对象,利用调查问卷的统计结果所确定的两层次评价指标体系,确定了各评价指标的权重(AHP法)及模糊评语集,建立了模糊综合评价模型,并给出了模糊综合模型的具体应用。为了更精确地反映评价对象的实际情况,可以对评价指标的权重确定方法和合成算子的选择进行适当改进。
(下转第 102 页)

里之丑人见而美之,归亦捧心而顰其里。其里之富人见之,坚闭门而不出,贫人见之,挈妻子而去之走。彼知顰美,而不知顰之所以美。”又《庄子·秋水》:“……子独不闻夫寿灵余子之学行于邯郸欤?未得国能,又失其故行矣,直匍匐而归耳!”【释义】寿灵少年去邯郸学步,本领没有学到,反而把本来的步法也丢掉了。

寿灵失步【典源】《庄子·秋水》:“……子独不闻寿灵余子学行于邯郸欤?未得国能,又失其故行矣,直匍匐而归耳!”【释义】燕国寿灵少年到邯郸学习走路的姿势,不但没有把赵国人走路的姿态学好,反而把自己原来的步伐也丢失了,只好狼狈地爬着回寿灵。

胡服骑射【典源】《史记·赵世家》武灵王“召楼缓谋曰:‘今中山在我腹心,北有燕,东有胡,西有林胡、楼烦、秦、韩之边,而无强兵之救,是亡社稷,奈何?……吾欲胡服。’楼缓曰‘善。’”【释义】武灵王赵雍,为了富国强兵,提出向胡人学习骑马射箭,进行军事改革。他的做法首先遭到以其叔父公子成为首的一些人的反对,武灵王首先登门做公子成的工作。武灵王力排众议,在大臣肥义等人支持下,下令在全国进行了以长胡服骑射的军事改革,从而增强了国力,使赵国成为“战国七雄”之一。

五、直接描述赵国周围的少数民族环境

“腹心之患”在描述赵国周围的军事战略环境时,也描述了其周边的少数民族情况。

腹心之患【典源】《史记·赵世家》:“王北路中山之地,至于房子,遂之代,北至无穷,西至河,登黄华之上。召楼缓谋曰:‘我先王因事之变,以长南藩之地,属阻漳、滏之险,立长城,又取藁、郭狼,败林人于荏,而功未遂。今中山在我腹心,北有燕,东有胡,西有林胡、楼烦、秦、韩之边,而无强兵之救,是亡社稷、奈何?’”【释义】武灵王赵雍请楼缓一起谋划,说我先王根据世事的变化,来做南边属地的君长,现在属地虽然不小,但大功尚未告成。如今中山国是我心腹之患,四面有这样长的边界,却没有强大的兵力自救,这是要亡国的。其中提到东面有胡,西面有林胡、楼烦等少数民族,并且这些少数民族对于中原政权构成了威胁。

六、与少数民族之间的战争

邯郸成语典故中既有直接记录了中原与少数民族之间的冲

突、战争,它没有直接描写与少数民族,在以下的成语中指与匈奴的战争。

强弩之末【典源】《史记·韩长孺列传》:“汉数千里争利,则人马罢,虏以全制其敝。且强弩之极,矢不能穿鲁缟;冲风之末,力不能漂鸿毛。非初不劲,末力衰也。”《汉书·韩安国传》亦载,作“强弩之末,力不能穿鲁缟。”【释义】汉代韩安国字长孺,其父赵国人。在朝廷上论述与匈奴和战事宜时讲,汉军跋涉数千里去与匈奴作战,人马疲惫。犹如强劲的弓弩射出的箭,飞到最后连鲁地的薄绸子也穿不透;猛烈地风,刮到最后连鸡毛也吹不动。这是因为末尾的力量已变得衰弱之故。

汉主思李牧【典源】《史记·张释之冯唐列传》:“上既闻廉颇、李牧为人,良说,而博髀曰曰:‘嗟乎!吾独不得廉颇、李牧时为吾将,吾岂忧匈奴哉!’”【释义】李牧,战国时赵国之良将,他北防匈奴,屡立战功。汉文帝困于匈奴的侵扰,曾说若得李牧为将,此忧即可解除。

在此条成语中,既记录了汉代文帝时期中原与匈奴之间的冲突,又通过良将李牧对战国时赵国与匈奴的战争侧面的进行了记录。

七、结语

本文从成语典故中所含信息即汉族与少数民族交流、碰撞方面来规整、梳理有关词条,并且通过梳理、研究这种交流碰撞多由中原与少数民族之间的战争引起。所以在历史的长河中,赵文化乃至一直占据华夏民族的中原汉文化与少数民族文化无时无刻不在交流碰撞。

【参考文献】

- [1] 郝在朝. 邯郸成语典故集[M]. 北京: 中华工商联合出版社, 1998.
- [2] 刘继民, 郝良真. 先秦两汉赵文化研究[M]. 北京: 方志出版社, 2003, 18-32.
- [3] 白曾安, 刘建英. 邯郸被命名为“中国成语典故之都”[N]. 河北日报, 2005-10-28.

[责任编辑:王云江]

Foreign cultural studies in Handan idiom

MA Jing - xian

(Arts of School, Hebei University of engineering, Handan 056038, China)

Abstract: Handan, as Idiom town, the quantity produced idioms and allusions contained in the cultural idioms, stories and historical events are also very large. This article aims to Idiom from the information contained in the Han and minority nationalities exchange, collision aspects structured, combing the entries, and such exchanges are usually done by the collision between the Central Plains and the minority due to the war.

Key words: Handan; Idiom; foreign cultural

(上接第67页)

【参考文献】

- [1] 徐斌. 高校学生素质综合评价体系构建及应用[D]. 江苏: 南京理工大学, 2008.
- [2] 曹颖颐. 大学生创新能力指标体系的构建研究[D]. 湖北: 武汉理工大学, 2008.
- [3] 敖慧. 高校科技创新能力的多级模糊综合评价[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2004, 26(6): 169-171.

[责任编辑:王云江]

Research on fuzzy comprehensive evaluation model of college students' scientific and technological innovation capacity

XING Wen - jian¹, NING Zhen - gang², LI Tong - lei³

- (1. The Modern Education Technology Center, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China;
2. College of Information and Electrical Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China;
3. Hebei Vocational College for Correctional Police, Handan 056002, China)

Abstract: Aiming at the college students' science and technology innovation system, this paper analyzed the two-layer evaluation index system of the college students' scientific and technological innovation capacity, gave the weight of every evaluation index and fuzzy reviews set, and evaluated the innovation capacity of the college students' science and technology innovation system by using fuzzy comprehensive evaluate method. The given model can effectively evaluation a scientific and technological innovation system, find the weakness of the system, and improve it well targeted.

Key words: innovation system; innovation capability; fuzzy comprehensive evaluation; improve