

大学生创新能力评价指标体系的构建与应用

顾 准

(苏州健雄职业技术学院 生物与化学工程系,江苏 太仓 215411)

摘要:以高职化工技术类专业学生为研究对象,从高校学生创新能力及结构要素分析入手,采用问卷调查法、专家判断法(德尔菲法)、层次分析法等确定高职化工技术类专业学生创新能力评价指标项及各指标权重,继而确立起高职化工技术类专业学生的创新能力评价指标体系,并利用模糊综合评价法对指标体系作了初步应用。

关键词:大学生;创新能力;评价指标体系;模糊综合评价法;权重向量

中图分类号:G642.0 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2015)01-0091-04

高职教育旨在培养生产、建设、管理、服务一线需要的高素质技术技能型人才。调研表明,认为高职化工技术类专业学生目前创新能力比较薄弱和非常薄弱的达90%,认为开展创新能力培养非常重要和比较重要的达80%。由此可见,企业对高职学生的创新能力有着迫切需要,学校对高职学生创新能力的培养不容忽视。

一、大学生创新能力及结构要素分析

大学生创新能力是指学生在各种类型的创造活动中,利用已有的知识和经验,凭借对事物革新的兴趣与爱好,新颖而独特地解决问题,产生出有价值的新思想、新方法和新成果^[1]。大学生创新能力主要包括创新思维能力、创新学习能力、创新知识能力、创新实践能力、创新非智力因素和创新环境因素6个一级要素,其中创新环境要素为学生外部因素,其余要素均为学生自身要素。每项一级要素又可进一步分解出二级要素,具体含义如下:

1. 创新思维能力

创新思维能力包括以下7个方面的子能力:(1)发散性思维能力,指针对某一问题,从各个方向思考,重组信息以产生新信息的能力。(2)收斂性思维能力,指将各个角度得到的信息归向一个方向得出结论的能力。(3)直觉思维能力,指凭借直接的感觉对某一问题做出相对合理设想的

能力。(4)逻辑思维能力,指运用概念、判断、推理来揭示问题的本质、得到解决问题办法的能力。(5)创新想象能力,指借助图形、表格、音像、符号等将抽象知识形象化的能力。(6)批判思维能力,指挑战先入为主的东西,从不同角度提出新观点、新方法的能力。(7)灵感思维能力,指善于突出奇想,灵感活跃,充满创意的能力。

2. 创新学习能力

创新学习能力包括以下6个方面的子能力:(1)发现并提出问题能力,指有强烈好奇心,善于捕捉和发现问题,求知欲强。(2)信息检索能力,指迅速准确地收集和检索与问题相关的信息,并对信息进行去粗存精的加工能力。(3)分析综合能力,指针对解决的问题,将收集的相关信息进行分析、总结并归纳结论的能力。(4)知识更新能力,指根据问题主动积极地学习,用新知识解决新问题的能力。(5)标新立异能力,指不迷信权威,不盲从书本,大胆发表质疑,提出的意见能够体现新思想、新观点、新办法的能力。(6)记忆能力,指针对问题学习相关的知识并能牢固记住的能力。

3. 创新知识能力

创新知识能力体现在以下5个方面的水平:(1)基础知识水平,指对自然科学、社会科学等基础性学科的掌握程度。(2)专业知识水平,指对

专业领域学科知识、专业前沿知识等的掌握程度。(3)交叉知识水平,指具有的多学科知识面及对各学科知识融会贯通的程度。(4)动态知识水平,指对现代科学技术发展取得成就掌握的程度。(5)创新知识水平,指对创新理论、创新方法的掌握程度。

4. 创新实践能力

创新实践能力体现于以下6个方面:(1)实践课程成果质量,指课程中实验、实训、实习环节完成任务或产品的效率和质量。(2)市场调研能力,指针对项目或产品的市场信息收集与分析整理、传播与营销能力。(3)外语计算机应用能力,指运用外语、计算机等工具解决实际问题。(4)组织管理能力,指针对目标,将各种相关力量有效协调、合理安排的能力。(5)项目的创新设计能力,指对拟开发项目具有创新设计理念和有效设计能力。(6)创新活动成果质量,指在活动中有质量较高的创新成果,如获奖、专利等。

5. 创新非智力因素

创新非智力因素体现于以下4个方面:(1)创新意识,指有强烈地改变现状意愿,表现出创新意向和愿望的一种心理潜能。(2)创新动机,指有创造性解决问题的内在力量,即创新活动的动力基础。(3)创新情感,指对创新活动充满兴趣,充满热爱。(4)创新意志,指在创新活动遇到挫折时不畏困难、坚持下去的品质。

6. 创新环境因素

创新环境因素体现于以下4个方面:(1)政策支持,指国家政策与学校政策的支持背景。(2)实践条件,指创新活动开展所需要的实验设施设备条件。(3)师资条件,指具有创新能力,能够指导创新活动的教师队伍。(4)创新文化,指学校组织各类创新活动、创新比赛等的文化氛围。

二 大学生创新能力评价指标体系的确立

1. 指标项的确定

(1)专家判断法。专家判断法(即德尔非法)是20世纪40年代由O. 赫尔姆和N. 达尔克首创,后经T. J. 戈尔登和兰德公司进一步研究发展而成。德尔菲法的基本思路是邀请一批对所研究的问题有深刻认识的专家,他们各自独立地对已设立的评价指标进行评判,再将专家意见集中汇

总,可得到各指标的权数^[2]。

(2)确定指标项。选取5名分别来自中化(太仓)化工产业园、江苏宝洁公司、旭川化学(苏州)有限公司、苏州欧凯医药技术有限公司、吴江协和药业有限公司的化工企业的高级工程师,3名健雄职业技术学院生物与化学工程系专业带头人,2名苏州市TRIZ创新工程师组成高职化工技术类专业学生创新能力指标确定专家组。确定高职化工技术类专业学生创新能力指标项的过程为:①熟悉和了解高校学生创新能力各项指标的基本含义。②明确高职化工技术类专业学生的培养目标,即培养区域精细化工、医药化工企事业单位生产、建设、管理、服务第一线的技术应用型人才和高技能型人才。③分析毕业生较为集中的就业岗位对创新能力的需求。高职化工技术类专业学生的就业岗位主要集中在工艺操作、工艺试验、分析检测等一线岗位,这些岗位要求毕业生具有分析和解决生产过程中存在的工艺、设备、质量、安全与环保等问题的能力,如针对生产工艺不合理之处提出优化和改进建议、通过分析检测结果判断工艺过程中影响质量的环节、工艺路线选择与确定如何确保安全与环保等,这就要求高职化工技术类专业学生具有一定的学习能力、反思能力、创新意识。④通过问卷调查方式,专家在高校学生创新能力结构要素中选择与高职化工技术类专业学生创新能力相关的指标要素,并判定各项指标的重要性。⑤将专家意见汇总后,对专家意见集中度、协调度进行计算和分析,从而确定学生创新能力评价体系中一级指标、二级指标。

2. 指标权重的确定

(1)层次分析法。层次分析法20世纪20年代由美国学者Saaty教授提出,它是一种多目标决策分析方法。层次分析法将被评价对象的影响因素按相互作用、相互影响及隶属关系划分成有序的递阶层结构,通过对各层次因素进行两两比较后,进行数学计算及一致性检验,获得最低层次对最高层次的相对重要性权数^[2]。

(2)确定指标权重。确定评价指标体系中各指标的权重是采用德尔菲法与层次分析法相结合的方法。由严格挑选的专家根据主观看法对一级指标、二级指标赋予权重,并采用层次单排序和层次总排序检验后,具有满意一致性。由此可得学生创新能力评价指标体系如表1所示。

表 1 大学生创新能力评价指标体系
Table 1 The evaluation index system of College Students' innovation ability

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重 W
创新学习能力 U_1	0.402	发现并提出问题能力 U_{11}	0.135
		信息检索能力 U_{12}	0.043
		分析综合能力 U_{13}	0.073
		知识更新能力 U_{14}	0.151
创新思维能力 U_2	0.142	发散性思维能力 U_{21}	0.038
		逻辑思维能力 U_{22}	0.021
		创新想象能力 U_{23}	0.072
		灵感思维能力 U_{24}	0.011
创新知识能力 U_3	0.045	基础知识水平 U_{31}	0.003
		专业知识水平 U_{32}	0.009
		交叉知识水平 U_{33}	0.026
		创新知识水平 U_{34}	0.008
创新实践能力 U_4	0.288	实践课程成果质量 U_{41}	0.076
		市场调研能力 U_{42}	0.031
		项目的创新设计能力 U_{43}	0.053
		创新活动成果质量 U_{44}	0.128
创新非智力因素 U_5	0.123	创新意识 U_{51}	0.013
		创新动机 U_{52}	0.008
		创新情感 U_{53}	0.033
		创新意志 U_{54}	0.069

三、大学生创新能力评价指标体系的应用

以高职化工技术类专业某学生创新能力评价为例,说明运用模糊综合评价法对已确立的创新能力评价指标体系的实际应用。

1. 模糊综合评价法

模糊综合评价法的基本思想是应用模糊关系合成的原理,根据多个因素对被评价对象本身存在的形态或类属上的亦此亦彼性,从数量上对其所属程度给予刻画和描述。这种方法适用于样本数据中含有大量模糊指标现象的评价,它一次能对一个评价对象作出评价^[3]。

2. 模糊综合评价法主要步骤

(1) 因素集 U 和评定集 E 的确定

因素集 U 是评价项目或指标的集合,一般有 $U = \{u_i, i = 1, 2, 3, \cdots, n\}$ 。

评定集 E 是评价等级的集合,一般有 $E = \{e_j, j = 1, 2, 3, \cdots, n\}$ 。

(2) 单因素评价隶属度向量的确定

所谓隶属度 r_{ij} ,是指多个评价主体对某个评价对象在 u_i 方面作出 e_j 评价的可能性程度;隶属度向量 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \cdots, r_{im}), i = 1, 2, 3, \cdots, n$,隶属度

矩阵 $R = (R_1, R_2, \cdots, R_n)^T = (r_{ij})$ 。
(3) 权重向量 W_F 的确定
 W_F 是评价指标权重或权系数的向量。 W'_E 是评定语集的数值化结果(即标准满意度向量)。

(4) 综合评定向量 S 及综合评定值的计算
综合评定向量 $S = W_F R \quad \mu = W'_E S$

3. 高职化工技术类专业某学生创新能力评价

(1) 确定指标集和评定集

指标集: $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\}; U_1 = \{U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}\}; U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{24}\}; U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}\}; U_4 = \{U_{41}, U_{42}, U_{43}, U_{44}\}; U_5 = \{U_{51}, U_{52}, U_{53}, U_{54}\}$

评定集: $E = \{\text{强, 较强, 一般, 较差}\}$

其中“强”、“较强”、“一般”和“较差”的分值分别为 90 ~ 81, 80 ~ 71, 70 ~ 61 和 60 以下。

(2) 确定各指标隶属度向量,形成隶属度矩阵

选择熟悉评价对象的 6 名教师对高职化工技术类专业某学生的各项指标进行评分,见表 2,将各指标评分构造矩阵列 R_1, R_2, R_3, R_4 与 R_5 。

表 2 某学生指标要素评价等级得分表

一级指标	二级指标	评价等级			
		强	较强	一般	较差
创新学习能力	发现并提出问题能力	0	3	2	1
	信息检索能力	0	2	3	1
	分析综合能力	0	1	3	2
	知识更新能力	0	1	4	1
创新思维能力	发散性思维能力	0	0	4	2
	逻辑思维能力	0	1	3	2
	创新想象能力	0	2	2	2
	灵感思维能力	1	2	3	0
创新知识能力	基础知识水平	0	2	4	0
	专业知识水平	1	2	3	0
	交叉知识水平	0	2	4	0
	创新知识水平	0	0	2	4
创新实践能力	实践课程成果质量	1	2	3	0
	市场调研能力	0	2	4	0
	项目的创新设计能力	0	1	3	2
	创新活动成果质量	0	1	2	3
创新非智力因素	创新意识	0	1	3	2
	创新动机	0	1	2	3
	创新情感	0	1	2	3
	创新意志	0	2	3	1

根据隶属度求取方法,求出创新学习能力、创新思维能力、创新知识能力、创新实践能力的创新非智力因素的隶属度矩阵:

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0.333 & 0.167 \\ 0 & 0.333 & 0.5 & 0.167 \\ 0 & 0.167 & 0.5 & 0.333 \\ 0 & 0.167 & 0.667 & 0.167 \end{pmatrix}$$

$R_2、R_3、R_4、R_5$ 以此类推。

(3) 确定权重向量 W_F 等

二级指标“创新学习能力”、“创新思维能力”、“创新知识能力”、“创新实践能力”和“创新非智力因素”的权重如下：

$$W_1 = \{0.135, 0.043, 0.073, 0.151\}$$

$$W_2 = \{0.038, 0.021, 0.072, 0.011\}$$

$$W_3 = \{0.003, 0.009, 0.026, 0.008\}$$

$$W_4 = \{0.076, 0.031, 0.053, 0.128\}$$

$$W_5 = \{0.013, 0.008, 0.033, 0.069\}$$

评定集数值化结果(标准满意度向量)：

$$W'_E = (85, 75, 65, 55)$$

(4) 计算综合评定向量 S 及综合评定值(综

合得分)

综合评定向量计算如下：

$$S_1 = W_1 R_1 = (0, 0.119, 0.204, 0.079)$$

$$S_2 = W_2 R_2 = (0.002, 0.031, 0.065, 0.044)$$

$$S_3 = W_3 R_3 = (0.001, 0.012, 0.026, 0.005)$$

$$S_4 = W_4 R_4 = (0.013, 0.066, 0.128, 0.082)$$

$$S_5 = W_5 R_5 = (0, 0.032, 0.055, 0.036)$$

高职化工技术类专业某学生的综合评定向量

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 = (0.016, 0.260,$$

$$0.477, 0.246)$$

$$\text{综合评分} = W'_E S = (85, 75, 65, 55) (0.016,$$

$$0.260, 0.477, 0.246) = 65.459$$

由综合评分看,该学生的创新能力一般,与企业需求存在一定差距,需要高职院校在制定人才培养方案过程中进一步重视学生创新能力的培养^[4]。

参考文献：

- [1] 蔡离离. 普通本科高校学生创新能力评价体系的构建及应用研究[D]. 长沙:长沙理工大学,2013.
- [2] 程丽. 高校旅游管理专业学生创新能力评价研究[D]. 大连:辽宁师范大学,2011.
- [3] 王孝俊,李梦伊,王宝利. 高校内部控制与风险管理评价模型构建及实证研究——基于模糊综合评价法[J]. 西安建筑科技大学学报:社会科学版,2014(6):62-63.
- [4] 苏玉荣. 大学生创新能力培养模式研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2013.

The Establishment and Application of the Evaluation Indicator System for Undergraduate Students' Innovation Capability

GU Zhun

(Dept. of Biological and Chemical Engineering, Suzhou Chien-shiung Institute of Technology, Taicang Jiangsu 215411, China)

Abstract: The purpose of this research is to establish the evaluation indicator system for undergraduate students' innovation capability and to apply it. Here we specifically target chemical technology majors of higher vocational colleges as our research subjects. In the first phase of the project, we establish the evaluation indicator system by analyzing the elements of the undergraduate students' innovation capability and determine evaluation indicators and each one's weight by means of questionnaires, Delphi Method and the analytic hierarchy process. The final phase involves the application of the evaluation indicator system with fuzzy comprehensive evaluation method.

Keywords: undergraduate students; innovation capability; evaluation indicator system; fuzzy comprehensive evaluation; weight vector

(责任编辑:洪 林)