

基于学科竞赛的大学生创新实践能力评价研究

裴一蕾 盛晓娟* 李丹丹 李立威
北京联合大学, 中国·北京 100101

摘要: 学科竞赛是应用型大学培养创新型人才的重要抓手。评价基于学科竞赛的应用型大学学生创新实践能力具有重要意义。论文从创新意识、创新知识、创新技能、持续学习等四个方面构建大学生创新实践能力评价体系, 采用层次分析法确定了各级指标的权重; 构建了大学生创新实践能力模糊综合评价的数学模型; 最后通过实例验证了层次分析法与模糊综合评价相结合的大学生创新实践能力评价方法的合理性与可靠性, 对大学生创新实践能力提升具有重要的指导意义。

关键词: 大学生; 创新实践能力; 能力评价; 学科竞赛; 模糊层次分析方法

Research on Evaluation of Innovative Practice Ability of Applied University Students based on Academic Competitions

Yilei Pei Xiaojuan Sheng* Dandan Li Liwei Li
Beijing Union University, Beijing, 100101, China

Abstract: Academic competitions are an important tool for cultivating innovative talents in applied universities. Evaluating the innovative practical ability of applied university students based on academic competitions is of great significance. The paper constructs an evaluation system for college students' innovative practice ability from four aspects: innovation consciousness, innovation knowledge, innovation skills, and continuous learning. The analytic hierarchy process is used to determine the weights of each level of indicators; a mathematical model for fuzzy comprehensive evaluation of college students' innovative practice ability is constructed; finally, the rationality and reliability of the evaluation method combining analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation for college students' innovative practice ability are verified through examples, which has important guiding significance for improving college students' innovative practice ability.

Keywords: college students; innovative practical ability; capability evaluation; academic competitions; fuzzy analytic hierarchy process

0 前言

教育部近年来强调以赛促教, 以赛促学, 以赛促创, 聚焦“五育”融合创新创业教育实践, 全面提高人才自主培养质量, 进行人才培养范式深刻变革。学科竞赛是培养学生创新能力和综合素质的重要途径, 构建大学生创新实践能力评价指标体系, 评价学生创新实践能力具有重要意义。

1 大学生创新实践能力评价体系的构建

应用型大学将创新精神作为创新实践能力培养的首要目标。学生在各类大型学科竞赛和常态化开展的“校友在线互动”“专家大讲堂”“创业论坛”等创新创业活动中, 感知到创新文化, 在创新文化中培养创新精神。学生在校院开设的“创新思维方法”“TRIZ 创新方法”等课程中, 培养了创新思维。学生在企业实践基地、毕业生与在校生互动平台、创新赛事平台、项目实战平台实践, 不只积累创新知识, 更在各类创新实践中应用创新工具, 提升创新技能。学生在专业老师的指导下积极参加各类双创与学科品牌赛事, 将赛项方案提炼提升, 发表论文固化成果, 提升了学生持续学习

能力。

论文确定大学生创新实践能力指标体系的一级指标由创新意识、创新知识、创新技能、持续学习四个维度构成。论文根据各指标之间的相对独立性原则和同维度内部要素目标一致性原则, 对大学生创新实践能力指标体系进行了初步构建, 如表 1 所示。

2 模糊综合评价方法和步骤

2.1 构建因素集和评价集

把影响评判对象的各种因素作为构成因素集的元素, 那么该因素集可表示为 $U=\{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ 。由前文的叙述可知, 影响研究生创新创业的指标分为两层, 其中一级指标 4 个, 分别是创新意识、创新知识、创新技能、持续学习。可以建立因素集 $U=\{U_1, U_2, U_3, U_4\}$; 一级指标又可以细化为 9 个二级指标, 它们分别是创新精神、创新思维、基础知识、专业知识、双创知识、创新工具应用、创新技术应用、持续学习能力、团队协作能力。 $U_1=\{u_{11}, u_{12}\}$, $U_2=\{u_{21}, u_{22}, u_{23}\}$, $U_3=\{u_{31}, u_{32}\}$, $U_4=\{u_{41}, u_{42}\}$ 。

表 1 大学生创新实践能力评估的指标体系

一级指标	二级指标	指标解释
创新意识	创新精神	在赛项中培养创新实践精神
	创新思维	在赛项中培养创新思维
创新知识	基础知识	在赛项中掌握创新思维方法等知识
	专业知识	在赛项中掌握创新实践的相关专业知识
	双创知识	在赛项中掌握创新创业基本理论与方法
创新技能	创新工具应用	在赛项中应用triz 工具等创新方法
	创新技术应用	在赛项中应用大模型等技术
综合能力	持续学习能力	在赛项中提升持续学习能力
	团队协作能力	在赛项中提升团队协作能力

把对各个评价指标可能出现的评判结果，作为评价集。可以表示为 $=\{V_1, V_2 \cdots V_n\}$ ，对大学生创新实践能力的评价价集由优、良、中、一般和较差 5 种结果组成。

2.2 建立权重集

每个因素对于研究对象而言都有不同的重要性，即因素的权重是不一而同的。所以，各因素的 U_i ，赋予权重 w_i 。所以因素权重集可以表示为 $W=\{w_1, w_2 \cdots w_n\}$ 。

2.2.1 建立多层次评价模型

首先，将复杂的问题解剖成若干个组成元素。其次，将若干个组成元素按照不同的类别层次分门别类。最后，根据分组的具体情况建立 AHP 评价模型体系。

2.2.2 构造比较判断矩阵

AHP 多层次评价模型构建完成后，各个层次间的隶属关系应已经确定完毕，之后依次将各层次内部元素进行两两比较，建立 A-B_i 判断矩阵，表示如下：

$$A-B_i = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix}$$

式 (1)

在式 1 判断矩阵中， $b_{ij} > 0$ ， $b_{ij}=1/b_{ji}$ ， $b_{ii}=1$ ， b_{ij} 表示的是上层元素 A 的下层元素 B_i 与 B_j 相比较的重要程度。在元素两两比较时，采用 1~9 标度法，1 代表两个元素相比，重要性相同；3 代表两个元素相比，前者比后者稍微重要；5 代表两个元素相比，前者比后者明显重要；7 代表两个元素相比，前者比后者强烈重要；9 代表两个元素相比，前者比后者极端重要；2，4，6，8 代表上述相邻判断的中间值。

2.2.3 计算单一准则下元素相对权重

论文采用特征根法计算各排序权重向量。假设判断矩阵的 A-B_i 最大特征根为 λ_{max} ，相应的特征向量为 W。计算方法如下：

- B_i 的元素按行相乘；
- 所得到的乘积分别开 n 次方；
- 将方根向量归一化即得排序权重向量 W；具体计算方法参见式 2、式 3。

$$\omega_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n b_{ij}} / \sum_{j=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n b_{ij}} (i=1, \dots, n)$$

式 (2)

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij} \omega_i}{n \omega_i} (i=1, \dots, n)$$

式 (式 3)

2.2.4 一致性检验

一致性检验主要是为了决策的科学性程度能够提高。检验过程如下：

一致性检验的指标 CI 的计算方法由式 4 给出：

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

式 (4)

一致性比例 CR 的计算方法见式 5：

$$CR = CI / RI$$

式 (5)

式 5 中的 RI 为随机一致性指标，具体取值见表 2。

表 2 平均随机一致性指标取值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

当 $CR < 0.1$ 时，认为这个矩阵具有良好的一致性，如若不然，则需要调整矩阵中各元素的取值。

2.2.5 计算各层元素的组合权重

通过判断 CR 的值，得到各层目标对总目标的相对权重。当 $CR \geq 0.1$ 时需要对矩阵的元素进行适当的调整，同时由上而下的完成总的判断一致性检验。通过计算，获得各指标的相对权重和整个层次模型的一致性检验。

3 应用实例分析

在相关研究基础上，基于应用型大学学生创新实践能力的现状，对学生创新实践能力进行模糊综合评价。

根据创新意识、创新知识、创新技能、持续学习四个维度，9 个二级指标建立大学生创新实践能力评估的指标体系，采用层次分析法与模糊评价法相结合的方法建立数学模型，采用德尔菲法，由长期从事大学生创新创业教育的专家，确定大学生创新实践能力评价指标的判断矩阵，如图 1 所示。

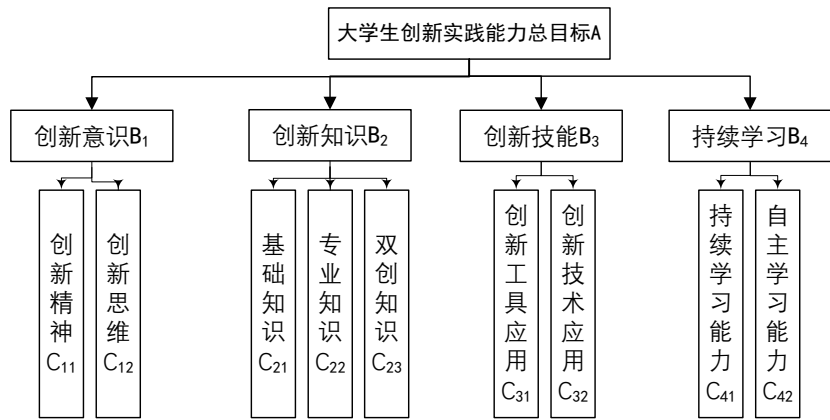


图 1 大学生创新实践能力评价指标体系

建立 B 层元素相对于总目标 A 的判断矩阵 A-Bi, 见表 3。 有良好的一致性。

表 3 判断矩阵 A-Bi

A-B _i	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
B ₁	1	1/3	1/3	1/2
B ₂	3	1	1/2	1/2
B ₃	3	2	1	1/2
B ₄	2	2	2	1

同理，可以建立 C 层元素相对于 B 层的判断矩阵 Bi-Ci, 见表 4、表 5、表 6、表 7。

表 4 判断矩阵 B1-Ci

B-C _i	C ₁₁	C ₁₂
C ₁₁	1	1/3
C ₁₂	3	1

表 5 判断矩阵 B2-Ci

B-C _i	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃
C ₂₁	1	1/3	1/2
C ₂₂	3	1	2
C ₂₃	2	1/2	1

表 6 判断矩阵 B3-Ci

B-C _i	C ₃₁	C ₃₂
C ₃₁	1	1/2
C ₃₂	2	1

表 7 判断矩阵 B4-Ci

B-C _i	C ₃₁	C ₃₂
C ₃₁	1	4
C ₃₂	1/4	1

根据式 2 和式 23 可以得到 $\lambda_{\max}=4.2148$, $w_B=(0.1100, 0.2108, 0.2982, 0.3810)$, 这里的 w_B 是 B 层中的元素相对于 A 层总目标的权重集 A-B_i。

根据式 4，可以计算的到 $CI=0.0716$ ；由表 2 得到，当 $n=4$ 时， $RI=0.90$ ；

根据式 5，可以计算得到 $CR=0.0796$ ，表明判断矩阵具

有良好的一致性。

同理可以计算出 C 层元素相对于 B 层中各元素的权重，还有 C 层元素相对于 A 层总目标的权重，见表 8。

表 8 大学生创新实践能力评价指标的相对权重

B 层元素	权重	C 层元素	权重
创新意识	0.25	创新精神	0.0275
	0.75	创新思维	0.0825
创新知识	0.1634	基础知识	0.034445
	0.5396	专业知识	0.113748
	0.297	双创知识	0.062608
创新技能	0.3333	创新工具应用	0.09939
	0.6667	创新技术应用	0.19881
综合能力	0.8	持续学习能力	0.3048
	0.2	团队协作能力	0.0762

根据表 9 得到 9 个评价指标的组合权重： $w=(0.0275, 0.0825, 0.0344, 0.1137, 0.0626, 0.0994, 0.1988, 0.3048, 0.0762)$ 。

对应用型大学学生创新实践能力进行评价时，因素集 u 由创新精神、创新思维、基础知识、专业知识、双创知识、创新工具应用、创新技术应用、持续学习能力、团队协作能力，一共 9 个因素构成；评价集 V 由优、良、中、一般和较差 5 种评价结果组成。根据 10 位专家对应用型大学学生创新实践能力评价体系的测评数据得如下评价矩阵 R，见表 9。

表 9 评价矩阵 R

	优	良	中	一般	较差
创新精神	0.1	0.4	0.4	0.1	0
创新思维	0.3	0.5	0.2	0	0
基础知识	0.3	0.4	0.3	0	0
专业知识	0.1	0.4	0.4	0.1	0
双创知识	0.1	0.7	0.2	0	0
创新工具应用	0.1	0.4	0.4	0.1	0
创新技术应用	0.3	0.5	0.2	0	0
持续学习能力	0.3	0.4	0.3	0	0
团队协作能力	0.2	0.5	0.3	0	0

根据式 6 计算可得 $B=(0.2317,0.4545,0.2897,0.0241)$ 。

按照最大隶属度法,相关企业组织 10 位专家对应用型大学学生创新实践能力的综合状况进行的评价:最大隶属度值为 $\max(b_i)=0.4545$ 。可以得出:由评价结果可知应用型大学学生创新实践能力的评价模型处于评价的第 2 级,即专家对应用型大学学生创新实践能力评价情况为良好。

4 检验结论

应用型大学应优化课程设置、采用线上线下混合式教学模式,构建多元化的学习体系;定期举办各类学科竞赛与专业社团活动、建设学习资源共享平台,营造自主学习氛围,以提升学生学习能力。应用型大学应设置创新思维课程、开展头脑风暴活动、进行创新案例分析活动等培养创新思维;开展各类创新工具培训,与企业合作开展创新技术应用项目等提升创新技能。应用型大学应组织学生进行行业调研与报告的学习,邀请行业专家来校举办讲座,组织学生进入企业实习实践,进行课程内容更新与深化,鼓励学生学习跨专业课程等拓展专业知识。

参考文献:

- [1] 朱华兵,黄扬杰.创新竞赛赋能大学生创新能力的三维建构[J].学校党建与思想教育,2025(6):74-77.
 - [2] 魏梦璐,李锦粤,饶玉春.基于“以赛促创”的植物科学领域创新型人才培养实践[J/OL].植物学报,1-8[2025-05-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5705.Q.20250403.1143.002.html>
 - [3] 詹洪陈,晏旭秀,张志俭.“课—赛—创”三位一体协同育人体系探索与实践[J].实验室研究与探索,2024,43(12):113-116.
 - [4] 冯晖,雷国慧,戚家超.以项目为依托的大学生创新创业实践教育探索[J].农业技术经济,2024(11):145-146.
 - [5] 党跃武,胡廉洁,贾舜宸,等.大学生实践能力提升路径研究[J].中国高等教育,2024(23):35-39.
 - [6] 张琼.基于大学生实践能力培养的众创空间建设[J].工程抗震与加固改造,2025,47(2):206.
 - [7] 郭利霞.基于新质生产力的大学生创新能力培养研究[J].重庆高教研究,2025,13(3):110-116.
- 作者简介:裴一蕾,女,满族,中国吉林四平人,博士,教授,从事大学生创新创业研究。
- 通讯作者:盛晓娟,女,中国河北张家口人,博士,教授,从事创新管理研究。
- 基金项目:北京联合大学 2023 年教育教学研究与改革重点项目——基于学科竞赛的北京联合大学学生创新实践能力培养研究(项目编号:JJ2023Z005)。