

学科交叉融合下安全工程专业学位研究生实践创新能力评价体系研究

——以安全应急现代产业学院为例

鲁 宁 黄有波 杨锦明 姚啸林 米红甫 董炳燕

重庆科技大学安全科学与工程学院, 重庆 401331

[摘要]以安全应急现代产业学院为依托, 聚焦学科交叉融合情景下安全工程专业学位研究生实践创新能力培养, 以评价体系改革为抓手, 提升培养质量。运用层次分析法搭建培养路径体系框架, 结合模糊综合评价法, 以重庆科技大学安全工程专业学位研究生为对象开展实证分析。结果显示, 该培养体系下研究生实践创新能力综合得分较高, 整体培养效果较好, 这与跨学科协同指导、多维度实践训练等举措密切相关。此培养路径体系能科学、全面地助力安全工程专业学位研究生实践创新能力提升, 对优化安全工程领域高层次应用型人才培养模式具有重要参考价值。

[关键词]安全工程; 学科交叉融合; 现代产业学院; 模糊评价

DOI: 10.33142/fme.v6i11.18415

中图分类号: G4

文献标识码: A

Research on the Evaluation System of Practical Innovation Ability for Graduate Students Majoring in Safety Engineering under Interdisciplinary Integration — Taking the School of Safety and Emergency Modern Industry as an Example

LU Ning, HUANG Youbo, YANG Jinming, YAO Xiaolin, MI Hongfu, DONG Bingyan

School of Safety Science and Engineering, Chongqing University of Science & Technology, Chongqing, 401331, China

Abstract: Based on the School of safety and emergency modern industry, we focus on cultivating practical and innovative abilities of graduate students majoring in safety engineering in the context of interdisciplinary integration. With the reform of the evaluation system as the starting point, we aim to improve the quality of training. Using the Analytic Hierarchy Process to construct a training path system framework, combined with the fuzzy comprehensive evaluation method, empirical analysis is conducted on graduate students majoring in safety engineering at Chongqing University of Science & Technology. The results showed that the comprehensive score of graduate students' practical innovation ability under this training system was high, and the overall training effect was good, which is closely related to interdisciplinary collaborative guidance, multidimensional practical training and other measures. This training path system can scientifically and comprehensively assist graduate students majoring in safety engineering in enhancing their practical and innovative abilities, and has important reference value for optimizing the training mode of high-level applied talents in the field of safety engineering.

Keywords: safety engineering; interdisciplinary integration; modern industry college; fuzzy evaluation

引言

随着社会经济的快速发展以及安全新技术的大量应用, 安全工程领域对高层次应用型人才的需求愈发迫切, 创新能力与实践能力成为衡量安全工程专业学位研究生培养质量的关键指标。在这一背景下, 学科交叉融合为安全工程专业学位研究生实践创新能力培养带来新的契机, 但各高校在学科融合深度、产教协同力度以及实践创新能力培养体系完善度等方面仍存在明显差异, 导致人才培养质量参差不齐。因此, 探索科学、有效的学科交叉融合下安全工程专业学位研究生实践创新能力培养路径势在必行。

虽然安全工程专业学位研究生教育是培养具备工程实践与创新能力的人才方面的重要渠道, 且各培养高校开展大量探索, 但不同高校在学科资源整合、政校校企协同

机制构建以及实践创新训练体系设计等方面存在差距, 研究生实践创新能力培养效果不一。因此, 构建全面、系统的学科交叉融合培养体系, 及时发现并解决培养过程中的问题, 对提升安全工程专业学位研究生实践创新能力至关重要。本文以学科交叉融合下安全工程专业学位研究生实践创新能力评价体系为主要研究内容, 依托安全应急现代产业学院这一“政校校企”协同育人平台, 探索有效的评价体系, 为安全工程专业学位研究生教育改革提供借鉴方案。

1 安全工程专业学位研究生实践创新能力教育质量现状

近年来, 众多学者从不同角度展开研究, 针对实践创新能力培养的目标定位、培养模式、教学方法和实践路径等方面进行了广泛探讨与分析, 为安全工程专业学位研究

生实践创新能力教育理论的丰富奠定了坚实基础,也为相关教育质量评价积累了宝贵的理论资源^[1,2]。各高校积极探索,结合自身优势与行业需求,在教育教学改革方面不断寻求突破,尝试构建多样化的实践创新能力培养方式与培养体系^[3,4]。通过开展丰富的学科竞赛、搭建校企合作实践平台等途径,有力提升了研究生的实践创新能力与工程应用水平^[5]。随着安全工程专业学位研究生教育的深入推进,对其实践创新能力教育质量的评价也逐步得到关注,在多元化评价、过程性评价和结果性评价等多个维度的探索中,形成了一些具有参考价值的评价体系^[6,7]。同时,借助现代信息技术手段,如大数据分析、人工智能等,对培养过程中的各类数据进行统计与分析,一定程度上提高了评价的精准性与科学性。

然而,当前安全工程专业学位研究生实践创新能力教育质量仍存在诸多不完善之处。具体表现为:(1)评价指标不够全面,多聚焦于科研成果、工程实践项目等方面,对跨学科协作能力、创新思维养成等关键要素考量不足;(2)评价体系过度依赖量化评价,如论文数量、专利数量等,忽视了质性评价,难以全面、真实地反映研究生实

践创新能力的发展情况;(3)测评手段与工具较为单一,多数研究仍采用传统的问卷调查、导师评价等方式,对学生产出导向性评价较少。此外,实证研究也存在欠缺,尽管部分学者开展了相关实证探索,但从整体情况来看,实证研究的广度与深度仍显不足^[8]。一方面,研究对象多集中于少数高校,难以涵盖不同地域、不同层次高校的实际情况;另一方面,研究方法与工具相对有限,难以全方位展现安全工程专业学位研究生实践创新能力教育教学的真实水平。

2 安全工程专业学位研究生实践创新能力培养体系的建立

在总结以往研究成果的基础上,结合安全应急现代产业学院实践创新能力培养质量的实际情况,对实践创新能力评价指标体系进行了进一步的分析与完善。基于学术实践创新、工程实践创新、复合实践创新能力等3个方面条件,本文构建了安全应急现代产业学院实践创新能力培养评价体系。该评价体系包含3个一级指标和8个二级指标,并为每个指标分配了相应的权重,从而能够全面、准确地评价安全应急现代产业学院安全工程专业学位研究生实践创新能力培养的质量,如图1所示。

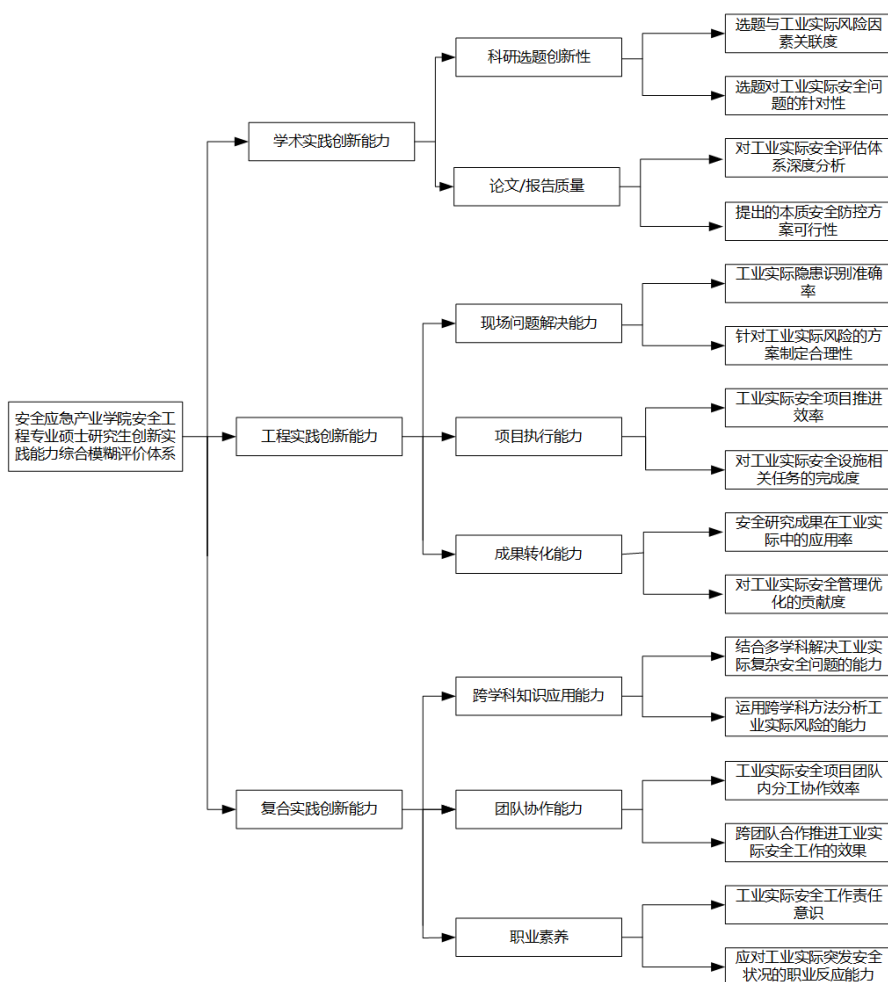


图1 安全应急产业学院安全工程专业硕士研究生创新实践能力综合模糊评价体系

2.1 学术实践创新能力

学术实践创新能力是安全工程专业硕士研究生创新研究能力的重要体现，主要涵盖科研选题创新性与论文/报告质量两方面。在科研选题创新性上，需考量选题与工业实际风险因素的关联度，以及对工业实际安全新问题的针对性；而论文/报告质量，则聚焦于对工业实际安全要素和机理的深度剖析，探究提升本质安全防控方案。具备较强学术实践创新能力的研究生，能从工业实际中精准挖掘有价值的科研问题，通过严谨的研究，产出高质量的学术成果，为工业安全领域的理论发展提供支撑。

2.2 工程实践创新能力

工程实践创新能力是安全工程专业硕士研究生将理论应用于实际工业场景的关键能力，包含现场问题解决能力、项目执行能力与成果转化能力。现场问题解决能力要求研究生能准确识别工业实际隐患，且提出的针对工业实际风险的方案具备合理性；项目执行能力体现在工业实际安全项目的推进效率，以及对工业实际安全设备相关任务的完成率等方面；成果转化能力则看重安全研究成果在工业实际中的应用率，还有对工业实际安全管理优化的贡献度。拥有出色工程实践创新能力的研究生，可高效解决工业现场安全问题，保障安全项目顺利开展，并推动研究成果落地应用。

2.3 复合实践创新能力

复合实践创新能力彰显了安全工程专业硕士研究生跨学科协作与综合素养，由跨学科知识应用能力、团队协作能力和职业素养构成。跨学科知识应用能力强调结合多学科知识解决工业实际复杂安全问题，以及运用跨学科方法分析工业实际风险的能力；团队协作能力涉及工业实际安全项目团队内部分工的有效性，还有团队合作推进工业实际安全工作的效果；职业素养方面，既包含工业实际安全工作的责任意识，也涵盖面对工业实际突发安全状况时的职业反应能力。具备复合实践创新能力的研究生，能在跨学科团队中，凭借综合素养高效应对工业安全领域的复杂挑战。

3 基于层次分析法的实践创新能力评价指标体系权重模型

3.1 建立评价指标体系

建立安全应急产业学院安全工程专业硕士研究生实践创新能力评价的指标体系。通过相关文献研究，并结合专家意见，构建实践创新能力评价体系。该体系包含 3 个一级指标（学术实践创新、工程实践创新、复合实践创新能力）以及 8 个二级指标（科研选题创新性、论文/报告质量、现场问题解决能力、项目执行能力、成果转化能力、跨学科知识应用能力、团队协作能力、职业素养）。

3.2 构造判断矩阵并计算权重

依据专家评分结果，将其转化为指标的安全等级隶属

度，其安全等级隶属度表示 7 位专家打出的评分在 5 个不同安全等级中所占比例。本项目结合现场实际调查结果对指标体系因素进行评分，邀请了 4 名安全专家、3 名安全行业教师，采用调查问卷的方式进行评分，再将专家给出的指标评价重要度运用几何平均法处理，得到各类指标层次结构模型，见表 1。

表 1 层次结构模型

目标层	准则层	方案层
学术实践创新能力 A_1 (7.88%)	科研选题创新性 A_{11} (18.13%)	选题与工业实际风险因素关联度 A_{111} (64.71%)
		选题对工业实际安全新问题的针对性 A_{112} (35.29%)
工程实践创新能力 A_2 (67.67%)	论文/报告质量 A_{12} (81.87%)	对工业实际安全评估体系深度分析 A_{121} (50%)
		提出的本质安全防控方案可行性 A_{122} (50%)
	现场问题解决能力 A_{21} (35.16%)	工业实际隐患识别准确率 A_{211} (50%)
		针对工业实际风险的防控方案合理性 A_{212} (50%)
	项目执行能力 A_{22} (36.98%)	工业实际安全项目推进效率 A_{221} (63.36%)
		对工业实际安全设施相关任务的完成度 A_{222} (36.64%)
复合实践创新能力 A_3 (24.45%)	成果转化能力 A_{23} (27.86%)	安全研究成果在工业实际中的应用率 A_{231} (53.90%)
		对工业实际安全风险防控的贡献度 A_{232} (46.10%)
	跨学科知识应用能力 A_{31} (71.4%)	结合多学科解决工业实际复杂安全问题的能力 A_{311} (32.37%)
		运用跨学科方法分析工业实际风险的能力 A_{312} (67.63%)
	团队协作能力 A_{32} (21.37%)	工业实际安全项目团队内分工协作效率 A_{321} (77.10%)
		跨团队合作推进工业实际安全工作的效果 A_{322} (22.90%)
	职业素养 A_{33} (7.50%)	工业实际安全工作责任意识 A_{331} (57.30%)
		应对工业实际突发安全状况的职业反应能力 A_{332} (42.70%)

3.3 确定隶属度

表 2 为确定的指标安全等级隶属度。

表2 指标安全等级隶属度

方案层	非常好	较好	一般	较差	非常差
选题与工业实际风险因素关联度 A_{111}	0	1	0	0	0
选题对工业实际安全新问题的针对性 A_{112}	1	0	0	0	0
对工业实际安全评估体系深度分析 A_{121}	0	1	0	0	0
提出的本质安全防控方案可行性 A_{122}	0	0.1429	0.8571	0	0
工业实际隐患识别准确率 A_{211}	0.7143	0.2857	0	0	0
针对工业实际风险的防控方案制定合理性 A_{212}	0.7143	0.2857	0	0	0
工业实际安全项目推进效率 A_{221}	0	1	0	0	0
对工业实际安全设施相关任务的完成度 A_{222}	0	1	0	0	0
安全研究成果在工业实际中的应用率 A_{231}	0	0.5714	0.4286	0	0
对工业实际安全管理优化的贡献度 A_{232}	0	1	0	0	0
结合多学科解决工业实际复杂安全问题的能力 A_{311}	0	1	0	0	0
运用跨学科方法分析工业实际风险的能力 A_{312}	0.4665	0.5335	0	0	0
工业实际安全项目团队内分工协作效率 A_{321}	1	0	0	0	0
跨团队合作推进工业实际安全工作的效果 A_{322}	0	1	0	0	0
工业实际安全工作责任意识 A_{331}	1	0	0	0	0
应对工业实际突发安全状况的职业反应能力 A_{332}	0	0.1429	0.8571	0	0

3.4 各级模糊综合评价

3.4.1 三级评价指标模糊综合评价

本文采用加权平均算法,根据隶属度汇总结果,可得到 A_{11} 下层指标 (A_{111} , A_{112}) 构成的模糊综合评价矩阵 R_{11} ,再利用表中所得到的权重 ω_{11} : [0.6471, 0.3529], 两者相乘可求得 A_{11} 下层三个指标因素对它的模糊综合评价结果 BA_{11} ,同理,依据以上步骤各求得 $A_{11} \sim A_{32}$ 各层指标综合评价结果。

$$BA_{11} = \omega_{11} \cdot R_{11} = [0.6471, 0.3529]$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0.3529, 0.6471, 0, 0, 0]$$

$$BA_{12} = \omega_{12} \cdot R_{12} = [0.5000, 0.5000]$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1429 & 0.8571 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0, 0.5715, 0.4285, 0, 0]$$

$$BA_{21} = \omega_{21} \cdot R_{21} = [0.5000, 0.5000]$$

$$\begin{bmatrix} 0.7143 & 0.2857 & 0 & 0 & 0 \\ 0.7143 & 0.2857 & 0.3 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} = [0.7143, 0.2857, 0, 0, 0]$$

$$BA_{22} = \omega_{22} \cdot R_{22} = [0.6336, 0.3664] \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0, 1, 0, 0, 0]$$

$$BA_{23} = \omega_{23} \cdot R_{23} = [0.5390, 0.4610]$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.5714 & 0.4286 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0, 0.7690, 0.2310, 0, 0]$$

$$BA_{31} = \omega_{31} \cdot R_{31} = [0.3237, 0.6763]$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4665 & 0.5335 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0.3155, 0.6845, 0, 0, 0]$$

$$BA_{32} = \omega_{32} \cdot R_{32} = [0.7710, 0.2290]$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0.7710, 0.2290, 0, 0, 0]$$

$$BA_{33} = \omega_{33} \cdot R_{33} = [0.5730, 0.4270]$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1429 & 0.8571 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0.5730, 0.0610, 0.3660, 0, 0]$$

将以上评价结果汇总,如表3所示。

表3 三级指标评价结果汇总

指标	非常好	较好	一般	较差	非常差
科研选题创新性 A_{11}	0.3529	0.6471	0	0	0
论文/报告质量 A_{12}	0	0.5715	0.4285	0	0
现场问题解决能力 A_{21}	0.7143	0.2857	0	0	0
项目执行能力 A_{22}	0	1	0	0	0
成果转化能力 A_{23}	0	0.7690	0.2310	0	0
跨学科知识应用能力 A_{31}	0	0.3155	0.6845	0	0
团队协作能力 A_{32}	0.7710	0.2290	0	0	0
职业素养 A_{33}	0.5730	0.0610	0.3660	0	0

3.4.2 二级评价指标模糊综合评价

根据三级指标评价结果汇总表3,可得到 A 下层指标 (A_1 , A_2 , A_3) 构成的模糊综合评价矩阵 R_1 ,再利用表2中所得到的权重 ω_1 : [0.1813, 0.8187], 两者相乘可求得 A 下层两个指标因素对它的模糊综合评价结果 BA_1 ,同理,依据以上步骤各求得 $A_1 \sim A_3$ 各层指标综合评价结果。

将以上评价结果汇总,如表4所示。

表4 二级评价结果汇总

指标	非常好	较好	一般	较差	非常差
学术实践创新能力 A_1	0.1484	0.5852	0.3508	0	0
工程实践创新能力 A_2	0.2511	0.6845	0.0644	0	0
复合实践创新能力 A_3	0.2077	0.2788	0.5162	0	0

3.4.3 一级评价指标模糊综合评价

根据二级指标评价结果汇总表,可得到目标层构成的评价矩阵 R ,再利用表中所得到的权重 ω : [0.0788, 0.6767,

0.2445], 两者相乘可求得目标层两个指标因素对它的模糊综合评价结果 BA。

最终求创新能力等级隶属度矩阵为:

$$BA=[0.2324, 0.5775, 0.1974, 0, 0]$$

依据隶属度最大原则, 0.5775 在矩阵中隶属度最大, 对应评语集中的较好等级, 综上, 该实践创新能力等级为较好。

4 结论

通过问卷调查和专家咨询的方式, 采用层次分析法构建了安全应急产业学院安全工程专业硕士研究生实践创新能力评价体系, 得出以下 3 个结论: (1) 根据评价体系中指标权重的分配比例, 对实践创新能力影响较大的因素有现场问题解决能力 A_{21} 、团队协作能力 A_{32} 、职业素养 A_{33} 。(2) 通过建立模糊综合评价模型, 对安全应急产业学院安全工程专业硕士研究生实践创新能力进行了评价, 其实践创新能力评价等级为较好。实证分析表明, 该方法具备一定的科学性与实用性。(3) 通过建立和完善安全应急产业学院安全工程专业硕士研究生实践创新能力评价体系, 有利于提高学校的人才培养水平, 促进教育教学改革。提高安全工程专业硕士研究生实践创新实践能力是一个系统工程, 需要高校、政府和企业等多主体一起协作。本文所建立的评价体系为高校实践创新能力教育改革提供了一定的借鉴, 但仍需要进一步深入研究。

基金项目: 重庆科技学院研究生教育教学改革研究项目“学科交叉融合下安全工程专业学位研究生实践创新能力培养的探索与实践——以安全应急现代产业学院为例”

(YJG2023y017)。

[参考文献]

- [1]徐吉钊,张霞,翟成.安全工程专业实验课程思政教学研究与探讨[J].教育教学论坛,2025(34):145-148.
 - [2]王俏,李树清,游波,等.新工科背景下安全工程专业课程思政融入路径研究[J].安全,2025,46(7):66-72.
 - [3]文华,刘岩,苏庆勇,等.基于“5E 模式”的安全工程专业核心课程群课程思政教学探究[J].大学教育,2025(14):114-119.
 - [4]王海波,张福群,刘丹丹.“产教、赛教”双驱融合模式引领安全工程专业课程体系建立的研究[J].黑龙江教育(理论与实践),2025(10):1-4.
 - [5]李波,万青翠,邹全乐.信息化时代安全工程专业基础课线上线下混合式教学探讨——以“工程热力学与传热学”课程为例[J].教育教学论坛,2025(18):93-96.
 - [6]褚玲,张登.思政创新实践中大学生创新能力评价指标体系与培育路径[N].山西科技报,2025-09-09(5).
 - [7]秦玮,邢立良,王路,等.基于能力导向和多元协同的创新创业实践教学评价体系研究——以青岛城市学院为例[J].科技风,2025(21):55-57.
 - [8]朱燕空.创新能力元素框架与评价体系研究[J].高等工程教育研究,2025(1):203-208.
- 作者简介: 鲁宁 (1975—), 男, 汉族, 博士, 教授, 重庆科技大学安全科学与工程学院, 研究方向: 消防安全教学科研。