

基于fsQCA组态分析的低空经济“能力塑造型” 人才培养机制与范式

樊芸廷^a, 刘洪玮^a, 张青^b

(沈阳航空航天大学 a. 航空宇航学院, b. 马克思主义学院, 沈阳 110136)

摘要: 为解决数字科技时代低空经济“能力塑造型”人才培养领域人才供给与产业需求错位的现实困境, 整合人机交互、人因工程与心流理论, 以航空航天文化传播为价值内核, 构建低空经济“能力塑造型”人才培养框架。基于模糊集定性比较分析(fuzzy set qualitative comparative analysis, fsQCA)方法, 探讨能力接受度、学习体验适配度、虚拟平台接受度、学习承诺、产业场景对接度、政策支持感知度对培养模式高接受意愿的驱动机制。结果表明, 不存在单一必要条件, 存在体验主导型、平台驱动型、双核强化型3条充分组态路径, 呈现多元并发因果特征。据此构建以五维核心能力为目标、三论融合为逻辑、数字虚拟平台为载体、航空航天文化为底色的人才培养新范式, 为低空经济人才培养优化提供理论参考与实践路径。

关键词: 低空经济; 能力塑造型人才培养; 模糊集定性比较分析; 组态路径; 航空航天文化传播

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1248.2026.04.008

The low-altitude economy's "capability-shaping" talent development mechanism and paradigm based on fsQCA configuration analysis

FAN Yunting^a, LIU Hongwei^a, ZHANG Qing^b

(a. College of Aerospace, b. College of Marxism, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

Abstract: To address the practical dilemma of the mismatch between talent supply and industrial demand in the field of "capability-shaping" talent development for the low-altitude economy in the digital technology era, the theories of human-computer interaction, human factors engineering and flow theory were integrated, which constructed a "capability-shaping" talent cultivation framework for the low-altitude economy with aerospace culture dissemination as its core value. Based on the fuzzy set qualitative comparative analysis (fsQCA) method, that discussed the driving mechanism of ability acceptance, learning experience adaptation, virtual platform acceptance, learning commitment,

收稿日期: 2025-12-07 修回日期: 2025-12-23 接受日期: 2025-12-25

基金项目: 辽宁省经济社会发展研究课题(项目编号: 2026lslqmwzkt-047); 辽宁省高校基本科研项目(项目编号: LJ112510143016; LJ112410143066); 高校思想政治理论课教师研究专项(项目编号: 24JDSZK118)。

作者简介: 樊芸廷(1989—), 女, 辽宁沈阳人, 副教授, 博士, 主要研究方向为人机交互设计、数字化时代思政教育模式创新, E-mail: 331444046@qq.com。

industrial scene docking and policy support perception on the high willingness to accept the training mode. The results show that there is no single necessary condition, and there are three sufficient configuration paths: experience-oriented, platform-driven, and dual-core enhanced, showing multiple concurrent causal characteristics. Based on this, a new paradigm of talent development with five-dimensional core competence as the goal, three-theory integration as the logic, digital virtual platform as the carrier, and aerospace culture as the background was constructed, providing theoretical reference and practical path for the optimization of low-altitude economic talent training.

Key words: low-altitude economy; capability-shaping talent development; fsQCA; configuration pathways; dissemination of aerospace culture

2024年,低空经济被首次纳入政府工作报告,成为国家重点布局的战略性新兴产业。低空经济是以低空空域(通常为1 000 m以下)为生产要素和承载空间,以通用航空、无人机等低空飞行设备为核心,辐射带动多领域融合发展的综合性新经济形态^[1]。而数字技术重构教育模式,推动人才培养从知识灌输向沉浸式、个性化能力塑造转型。随着低空产业持续扩张,市场迫切需要具备综合素养、创新思维与实践能力的专业人才,打造适配低空经济的“能力塑造型”人才培养体系已成为产业高质量发展的核心抓手。然而现有培养目标模糊、产业适配型能力框架缺失,教学偏重理论灌输,忽视学生接受意愿,实践教学理论支撑薄弱;数字技术、航空航天文化融入不足,虚拟场景与产业实际匹配度偏低。本文用模糊集定性比较分析(fsQCA)方法,立足航空航天文化传播与数字教学场景,从学生接受意愿出发,依托“三论”融合框架探究低空经济人才培养路径,为高校优化人才培养提供参考,搭建可实操、可复制的育人模式,精准对接产业需求,提供人才培养落地思路。

1 理论基础与模型构建

1.1 理论基础与概念界定

航空航天文化在高校教育中具有不可替

代的育人功能,高校应积极推动航空航天文化的课堂融入与校园推广^[2],基于此,本文构建以技术应用能力为根基、航空航天文化素养为内核、跨界融合实践能力为延伸、安全合规管控能力为保障、创新场景运营能力为引领的“能力塑造型”培养模式,依托数字技术搭建沉浸式培养场景,借助数字教育移动、开放式学习的技术优势,在即时互动中尊重学习者接受意愿,实现平等对话、情感共鸣与知识分享^[3],实现学生能力的主动建构与素养的生成性发展^[4-5]。为夯实理论基础,本文以人机交互、人因工程、心流理论搭建“三论融合”框架,形成“底层人本适配—中层技术协同—顶层动机激发”的递进互补内在逻辑;基于人因工程“感知—认知—行动”的认知路径^[6],通过可视化、人性化设计降低认知负荷,得出学习体验适配度与能力接受度两大前因变量;基于人机交互打破人与技术系统单向使用、形成协作共生关系的核心观点^[7],得出虚拟平台接受度与产业场景对接度两大前因变量;基于心流理论聚焦个体全神贯注、沉浸愉悦的心理状态^[4],得出学习承诺与政策支持感知度两大前因变量。基于上述“三论融合”逻辑,融入航空航天文化育人理念,推导构建6大核心前因条件与培养模式高接受意愿的分析模型,为低空经济“能力塑造型”人才培养机制的组态解析与范式构建奠定理论基础。

1.2 研究模型与变量选取

本文搭建 fsQCA 分析模型,研究模型如图 1 所示,依据高阶构念聚合理论,整合同源高相关维度,提升模型简约性与组态结果解释力^[8]。低空经济“能力塑造型”人才“五维”体系如图 2 所示,数字技术应用能力与航空航天文化素养构成底层双基,解决“会不会干”的技术基础问题,回答“为谁而干”的价值命题^[9];跨界融合实践能力推动低空技术与产业场景精准对接,推动个体能力从内在认知走向落地实践^[10-11];安全合规管控能力贯穿人才培养全流程,划定职业发展底线与行为边界,是行业不可逾越的核心准则^[12];创新场景运营能力是综合跃升,对

标低空经济产业的综合需求。各维度共同表征“学生对培养目标能力体系的认可程度”这一高阶概念,因此将其聚合为能力接受度,在不损失核心概念信息的前提下,有效降低模型维度冗余。与此同时,人机交互适配度、人因工程适配度、心流体验意愿的“三论”融合协同育人理论框架图如图 3 所示,三者均聚焦学生学习全过程主观感知与沉浸体验状态,共同表征“学生对培养场景的整体学习适配感受”这一高阶概念,为沉浸式虚拟教育场景更好匹配与满足学习者个性化成长需求提供理论支撑^[5],因此将三者整合为学习体验适配度。

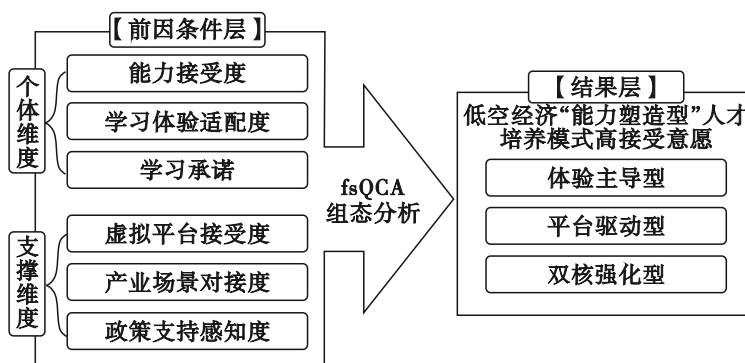


图1 研究模型

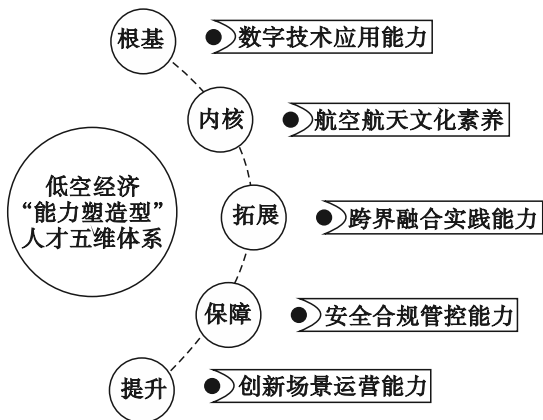


图2 低空经济“能力塑造型”人才“五维”体系

虚拟平台接受度反映学生对数字技术赋能教育的认可程度;学习承诺体现专业认同、情感归属与学习投入水平,是航空航天文化浸润驱动能力塑造的关键要素;产业场景是连接人才培养与产业需求的重要实践载体^[13-14],产

业场景对接度用于反映学生对产教融合的匹配感知度;合理的政策设计能搭建良好成长环境^[15],政策支持感知度体现学生对低空经济政策环境的认可与信心。上述6大变量共同构成前因条件体系。

本文 fsQCA 模型变量设定如下:培养模式高接受意愿 Y 参考了相关接受意愿、采纳意愿量表,重点衡量学生对培养模式的认可、参与与推荐意愿^[3,16];能力接受度 CA 基于核心能力认同,反映学生对五维能力体系的认可程度^[9,15];学习体验适配度 LE 源自人机交互、人因工程、心流体验相关研究^[4,7];虚拟平台接受度 VP 旨在体现学生对虚拟学习平台的价值认可与使用意愿^[17-18];学习承诺 LC 参考了专业认同、学习投入、职业承诺,强调情感归属与持续

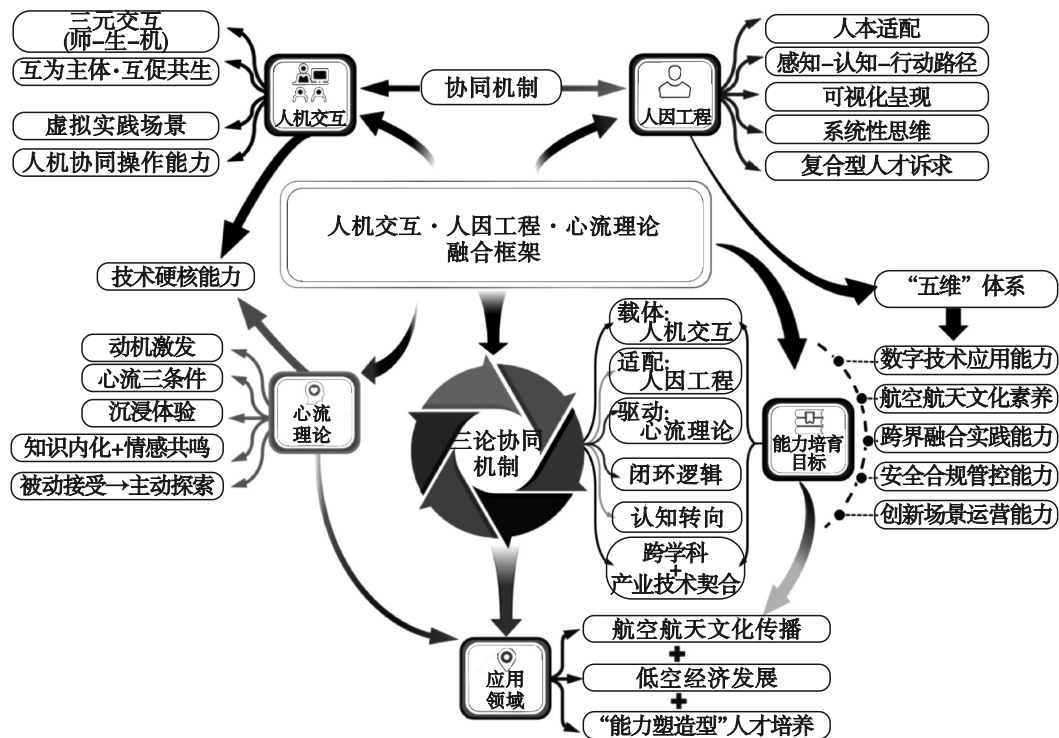


图3 “三论”融合协同育人理论框架图

投入;产业场景对接度 *IS* 基于产教融合、产业感知、政策支持、行业前景设置^[14],变量测量表场景适配设置^[13];政策支持感知度 *PS* 采用政策

表1 变量测量表

变量类型	变量名称	变量符号	编号	题项
结果变量	培养模式高接受意愿	<i>Y</i>	<i>Y1</i>	我愿意接受该低空经济“能力塑造型”培养模式
			<i>Y2</i>	我认为该培养模式有助于我能力提升
			<i>Y3</i>	我愿意长期参与该模式的学习实践
			<i>Y4</i>	我会向同学推荐该培养模式
前因变量	能力接受度	<i>CA</i>	<i>CA1</i>	我认可数字技术是低空人才必备能力
			<i>CA2</i>	我认同航空航天文化素养的重要性
			<i>CA3</i>	我愿意提升跨界融合实践能力
			<i>CA4</i>	我重视安全合规能力的学习
			<i>CA5</i>	我希望提升创新场景运营能力
前因变量	学习体验适配度	<i>LE</i>	<i>LE1</i>	虚拟学习平台人机交互操作顺畅
			<i>LE2</i>	平台界面符合我的认知与使用习惯
			<i>LE3</i>	学习任务难度适中,能让我专注投入
前因变量	虚拟平台接受度	<i>VP</i>	<i>VP1</i>	我认可虚拟实践平台的学习价值
			<i>VP2</i>	我愿意用虚拟平台常态化学习
			<i>VP3</i>	虚拟场景能提升我的学习兴趣
前因变量	学习承诺	<i>LC</i>	<i>LC1</i>	我对航空航天领域有较强专业认同感
			<i>LC2</i>	我愿意为能力提升投入时间精力
			<i>LC3</i>	我希望未来从事低空经济相关工作
			<i>LC4</i>	我愿意持续学习以适应产业发展需求

续表

变量类型	变量名称	变量符号	编号	题项
前因变量	产业场景对接度	IS	IS1	我的专业课程与低空经济产业场景紧密对接
			IS2	我能用所学知识解决低空经济产业实际问题
			IS3	实验、案例、实习项目能反映低空经济产业最新需求
			IS4	我清楚低空经济产业的人才要求,且能满足要求
前因变量	政策支持感知度	PS	PS1	我感受到国家对低空经济的政策支持
			PS2	我认为低空经济就业前景好,政策鼓励人才输送
			PS3	我了解地方对低空经济的各类扶持政策
			PS4	政策支持增强我从事低空经济的信心,我愿意投入学习

注:问卷全部题项选用李克特5点量表(1=非常不同意,5=非常同意)

2 研究设计

本文以航空航天相关专业在校学生为调查对象。高校作为低空经济人才供给主阵地,学生反馈能够直接指导教学体系改革,从fsQCA方法适用性来看,该群体边界清晰、场景统一、内部特征高度同质,符合组态视角下“案例具有可比性与同质性”的基本要求^[16]。通过线上、线下相结合的方式发放调研问卷,累计发放问卷300份,剔除填写不完整、逻辑矛盾及规律性作答无效问卷后,最终回收有效问卷240份,有效回收率为80%。

问卷采用李克特5点量表测量(1=非常不同意,5=非常同意),量表信效度检验结果如表2所示。各变量克隆巴赫系数介于0.834~0.956之间,整体克隆巴赫系数为0.973,均高于通用标准0.7,表明各题项具备很好的内部一致性与稳定性。

3 实证结果与分析

3.1 变量校准

对于李克特5点量表,阈值可以是4、3和2^[20]。将原始数据转换为0~1的模糊隶属度,对隶属度为0.5的样本统一修正为0.501。各变量校准锚点如表3所示。

表2 量表信效度检验结果

维度	克隆巴赫系数	项数
能力接受度CA	0.948	5
学习体验适配度LE	0.882	3
虚拟平台接受度VP	0.882	3
学习承诺LC	0.913	4
产业场景对接度IS	0.934	4
政策支持感知度PS	0.956	4
培养模式高接受意愿Y	0.834	4
量表整体	0.973	27

表3 各变量校准锚点

变量	完全隶属点	交叉点	完全不隶属点
能力接受度CA	4.00	3.00	2.00
学习体验适配度LE	4.00	3.00	2.00
虚拟平台接受度VP	4.00	3.00	2.00
学习承诺LC	4.00	3.00	2.00
产业场景对接度IS	4.00	3.00	2.00
政策支持感知度PS	4.00	3.00	2.00
培养模式高接受意愿Y	4.00	3.00	2.00

3.2 必要条件分析

必要条件一致性判定标准为 ≥ 0.9 ,各项前因变量一致性均未达该标准,单因素的必要性分析结果如表4所示,说明不存在单一必要条件,学生高接受意愿依赖于多条件协同组态。

表 4 单因素的必要性分析结果

变量	一致性	覆盖率
能力接受度 <i>CA</i>	0.714 548	0.655 718
~能力接受度 <i>CA</i>	0.389 312	0.477 125
学习体验适配度 <i>LE</i>	0.727 332	0.953 173
~学习体验适配度 <i>LE</i>	0.382 721	0.334 955
虚拟平台接受度 <i>VP</i>	0.555 900	0.942 133
~虚拟平台接受度 <i>VP</i>	0.554 154	0.421 209
学习承诺 <i>LC</i>	0.700 016	0.893 120
~学习承诺 <i>LC</i>	0.407 257	0.363 012
产业场景对接度 <i>IS</i>	0.636 336	0.883 572
~产业场景对接度 <i>IS</i>	0.470 859	0.397 187
政策支持感知度 <i>PS</i>	0.516 357	0.866 373
~政策支持感知度 <i>PS</i>	0.595 046	0.454 348

注:~代表逻辑“非”

3.3 充分性组态分析

充分性分析借助真值表算法,将案例频数设定为 1^[19]、原始一致性不低于 0.8^[20]、PRI 一致性不低于 0.7^[21]设为核心筛选条件。保留虚拟平台接受度 *VP* 为核心条件,fsQCA 布尔最小化后,识别出导致结果的充分条件最小组合,最终得到 3 条等效驱动路径,组态分析结果如表 5 所示。

表 5 组态分析结果

条件变量	体验主导型	平台驱动型	双核强化型
能力接受度 <i>CA</i>	●	⊗	●
学习体验适配度 <i>LE</i>	●	⊗	●
虚拟平台接受度 <i>VP</i>	⊗	●	●
学习承诺 <i>LC</i>		●	●
产业场景对接度 <i>IS</i>	●	⊗	⊗
政策支持感知度 <i>PS</i>	⊗	●	⊗
唯一覆盖度	0.496 9	0.338 7	0.186 0
原始覆盖度	0.374 8	0.230 3	0.063 3
一致性	0.966 2	0.950 1	0.914 5

注:●表示核心条件存在;●表示边缘条件存在;⊗表示核心条件缺失;⊗表示边缘条件缺失;空白表示条件可存在亦可缺失。

总体一致性 0.973 6,总体覆盖度 0.791 1,3 条路径覆盖很大比例样本,对高接受意愿具有强解释力。体验主导型路径核心驱动是学习体验与产业场景深度对接,无需依赖虚拟平台与政策支持,学生只要学习流畅、认可培养目标、能接触真实产业项目,就会接受该模式。适用于数字资源有限但产教融合基础扎实,依托真实场景建立学生认同感,但局限于地域产业资源限制大的情况。

平台驱动型路径核心驱动是虚拟实践平台的实用性。只要平台好用、学生愿意学、能感受到政策支持,哪怕学习体验一般、产业对接不足,也能形成高接受意愿。适用于数字资源丰富但产教融合薄弱的地区,能够突破时空限制实现规模化教学,局限是容易出现“轻实践实习”的问题,且对数字资源要求标准较高。

双核强化型路径学习体验与虚拟平台形成双核驱动,而且学生对能力目标的认同和学习热情不依赖外部产业与政策条件,受外部环境影响小,学生参与动力不易影响,整体接受意愿更稳定,对比前两条路径,该路径由各要素相互补充,容错率高,更适合在不同高校推广复制。

3.4 稳健性检验

根据 fsQCA 标准稳健性检验方法^[22],采用调整阈值法验证结果可靠性。将 PRI 一致性阈值由 0.70 提高至 0.75,有效组态数、总体一致性与覆盖度不变,路径核心/边缘条件未变;将案例频数阈值由 1 提高至 2,3 条路径均保留,核心条件结构一致。检验结果表明,组态结果具有较强的稳健性,不受阈值微小变动的影响^[16]。

4 培养路径构建与启示

4.1 研究结论

本文在数字技术赋能教育创新背景下,以模糊集定性比较分析(fsQCA)方法,探究影响学生对“能力塑造型”培养模式接受意愿的因

素,通过对多个条件联动组合分析,得到以下结论:

1)无单个决定性的因素。分析显示,所有前因变量的一致性均低于0.9,说明不存在绝对的独立必要条件,培养模式的落地需要多条件一起发挥作用。

2)研究发现3条能产生高接受意愿的路径,这些路径可归纳为:以学习体验适配度为核心的“体验主导型”、以虚拟平台接受度为核心的“平台驱动型”及二者共同发挥核心作用的“双核强化型”。这说明,高接受意愿的产生可以有多种方式,并非单一模式主导。

3)双核强化型路径优势显著。其无需外部政策或产业场景的过多加持,在学习体验与虚拟平台的支撑下,加上学生对能力目标的清晰认知和学习热情,即可达到高接受度。该路径受外部条件约束弱,内部要素互补、容错性更强,学生接受度稳定性突出,普适推广价值最优。

4.2 培养路径构建与启示

本文立足低空经济产业快速发展带来的专业化人才供给缺口,以fsQCA组态视角构建低空经济“能力塑造型”人才培养新范式,兼具重要理论与实践价值。理论层面,整合人机交互、人因工程与心流理论,搭建“底层人本适配—中层技术协同—顶层动机激发”的三论融合递进式育人框架,构建多条件联动组态分析模型,有效弥补现有研究在跨理论整合不足、低空经济人才能力框架缺失、单一线性研究解释力偏弱等方面的缺陷,进一步丰富了低空经济人才培养的理论体系。实践层面,该范式以数字虚拟实践平台为载体、航空航天文化为内核,提炼出体验主导、平台驱动、双核强化3条可落地、可复制的差异化培养路径,推动高校人才培养从知识单向传输向沉浸式能力塑造转型。对高校而言,能够将虚拟实践场景、航空航天文化深度融入人才培养全流程,优化产教融合实施路径,精准破解人才培养与低空产

业需求错位、核心能力塑造不足的痛点,全面提升人才培养质量与产业适配度;对企业而言,能够推动企业深度嵌入高校人才培养全链条,将真实产业场景、岗位核心能力需求转化为标准化教学内容,缩短专业人才岗位适配周期,大幅降低人才选聘、岗前培养与能力适配的综合成本,精准获得具备实操能力、职业认同与专业归属感的低空经济人才;对政府而言,能够为低空经济人才扶持政策制定、虚拟实践平台资金投入、行业职业发展通道完善提供实证支撑,助力构建政府—高校—企业三方协同的育人机制,夯实低空经济专业化人才供给制度基础。通过三方协同发力,持续优化学生沉浸式学习体验,为低空经济领域输送高素质“能力塑造型”人才,为我国低空经济长效高质量发展筑牢坚实人才根基。

5 研究不足与展望

本文针对数字科技赋能低空经济人才培养,完善其理论与实证探索,但仍有一定研究不足。一是研究因素不够完整,在分析框架中缺乏校企合作模式、产业发展态势、平台资源支撑这类外部关键因素;二是所有样本来自单一时间节点,没有时间变量做动态调研。后续可从两方面深化研究,一是纳入更多地区、不同类型高校与行业从业者作为样本,扎实研究结论;二是跟踪典型案例的长期发展状态,理清各因素组合的时间作用机制,从而找到更具体的育人方向。

参考文献:

- [1] 刘庆丰.低空经济的发展逻辑、社会影响与政策取向[J].浙江工商大学学报,2025(6):159-168.
- [2] 赵丹惠,闫绪.航空文化在航空航天类高校的育人作用[J].教育教学论坛,2019(39):50-51.
- [3] 王涛,丁若浩.数字教育赋能教书育人效力探析[J].中国高等教育,2023(增刊2):63-66.

- [4] 周静,刘汝章,潘洪建.沉浸式虚拟环境在化学师范生师德教育中的应用:基于心流理论的实证分析[J].化学教育(中英文),2025,46(14):80-86.
- [5] 黄丹枫.基于心流理论的大学生职业生涯规划教学实效提升研究[J].中国就业,2025(7):92-93.
- [6] 陈睿智,谢晓雨,罗莹.科学教育测评中人机交互试题的发展、特征与启示[J].中国考试,2024(8):79-88.
- [7] 马志强,崔鑫.交互主体性视角下的人机协同教学模式:理论框架与实践形态[J].电化教育研究,2026,47(3):14-21.
- [8] Johnson R E, Rosen CC, Chang C H. To aggregate or not to aggregate: steps for developing and validating higher-order multidimensional constructs[J]. Journal of Business and Psychology, 2011, 26: 241-248.
- [9] 陈斯琪,刘东亚.低空经济新质人才培养困境与对策[J].高等工程教育研究,2025(5):81-86.
- [10] 龚新奇.人机交互、虚实结合的未来人类文明[J].人民论坛·学术前沿,2025(22):35-45.
- [11] 沈映春,李昂.低空经济赋能高质量发展的内在机理与现实路径[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2026,47(1):86-94.
- [12] 欧宇,陈静,唐晓云,等.低空经济高技能人才培养:产业需求与布局方向(笔谈)[J].中国职业技术教育,2025(9):5-16.
- [13] 蒋辉,王丰,王建荣.产业场景驱动下的数智化应用型人才培养模式的探索与实践[J].计算机教育,2025(5):237-241.
- [14] 覃靖文.基于政策支持与产业需求匹配的广西青年科技人才培养优化策略[J].科技和产业,2025,25(15):299-305.
- [15] 金伟,田野,马玥.低空经济高质量发展的人才需求分析与培养建议[J].中国职业技术教育,2025(9):17-24.
- [16] 杜运周,贾良定.组态视角与定性比较分析(QCA):管理学研究的一条新道路[J].管理世界,2017(6):155-167.
- [17] 赵妍,王洪俊,刘玉安,等.基于“双创型”人才培养的网络虚拟实践平台的构建与应用[J].黑龙江科技信息,2013(21):119.
- [18] 黄杏.基于VR技术的高校创新型人才培养实践教学体系研究[D].武汉:武汉理工大学,2019.
- [19] Pappas I O, Woodside A G. Fuzzy-set qualitative comparative analysis (fsQCA): guidelines for research practice in information systems and marketing [J]. International Journal of Information Management, 2021, 58: 102310.
- [20] Rihoux B, Ragin C C. Configurational comparative methods: qualitative comparative analysis and related techniques[M]. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2009.
- [21] Greckhamer T, Furnari S, Fiss P C, et al. Studying configurations with qualitative comparative analysis: best practices in strategy and organization research[J]. Strategic Organization, 2018, 16(4): 482-495.
- [22] Ragin C C. Redesigning social inquiry: fuzzy sets and beyond[M]. Chicago: University of Chicago Press, 2008.

(责任编辑:刘划 英文审校:曹依霏)