

# 基于产教融合三阶递进教改与自我效能感研究

李威<sup>1</sup>, 邹建新<sup>1</sup>, 汪书雅<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>成都工业学院材料与环境工程学院, 四川成都, 中国

<sup>2</sup>电子科技大学附属实验小学, 四川成都, 中国

\*通讯作者

**【摘要】**对于在培养材料专业学生过程中遇到的学生能力与现有产业需求严重脱节等问题, 文章以建筑防水材料横向课题为载体, 创新性地基础认知、项目实践和融合创新的三阶递进式教学模式中融入心理学的自我效能感理论。同一学生群体的《自我效能感量表》测试结果表明该教学模式在有效提升学生的实践与创新能力的同时还能显著增强其解决问题的信心, 这对同类工科专业深化产教融合和协同育人有重要借鉴价值。

**【关键词】**材料学; 产教融合; 三阶递进; 自我效能感; 协同育人

**【基金项目】**四川省普通本科高等学校材料类专业教学指导委员会教育教学改革研究与实践项目(重点项目)(编号: 2025CLJZW01); 四川省自然科学基金项目(青年科学基金B类)(编号: 26QNJB5676); 巴中市科技计划“揭榜挂帅”项目(编号: 2024jbgsjs001); 成都工业学院人才项目(博士基金)(编号: 2024RC006)

## 1. 引言

近年来, 国家发布的《关于深化产教融合的若干意见》和《新工科建设》等政策不断推动工科学生教育与相关产业需求进行深度对接[1,2], 而材料学作为支撑半导体、新能源和建筑等产业的核心专业, 其应用性特征对理论和实践的融合教学提出高要求[3]。当前材料学的教学存在传统理论讲授与验证性实验难以覆盖实际工程问题, 导致学生所学的知识与技能和企业的需求不匹配[4]。另一方面, 由于长期处于有标准答案的学习做题模式, 学生对解决没有标准答案的产业实际问题缺乏信心, 并且对将来的职业规划比较模糊, 这种自我效能感偏低的现状严重削弱了学生的学习动机与职业定位的能力[5,6]。基于这一现象, 文章以建筑防水横向课题为载体, 通过引入班杜拉自我效能感理论来探索教学改革, 兼具实践与理论价值。

学界关于产教融合、分阶段教学与自我效能感的研究已积累基础, 包括德国“双元制”[7]、美国“合作教育”[8]及国内“校企协同平台”[9]等研究聚焦产业参与教学, 却对建筑防水等具体领域针对性不足。三阶递进教学模式在信息、机械和材料实践教学虽有应用, 但多局限于单一环节而未与产教融合深度结合[10]。自我效能感理论在工程教育中虽具有实践成功体验和企业榜

样示范的积极作用, 却缺乏具体横向课题一系统化教学模式一学生心理建构三者深度融合的实证研究[11], 难以形成产业需求一教学实践一心理赋能的闭环, 这一研究空白为本研究提供了探索空间。

本研究以建筑防水材料横向课题为载体, 通过和企业实际需求对接, 构建并实践基础认知与兴趣激发(我能懂得)、项目实践与能力锤炼(我能做到)和融合创新与成果导向(我能创新)的三阶递进教学模式。同时以自我效能感为评价指标, 在实施该教学模式前后分别对学生从学习、实践、创新和职业等四个维度进行《材料工程专业学生自我效能感量表》测试, 最终为材料学专业产教融合改革提供可借鉴模式。

## 2. 产教融合与自我效能感理论

### 2.1 产教融合为自我效能感建构提供真实情境

反映企业实际需求的横向课题(笔者团队与四川省正大未来科技有限公司共同研发的绿色建筑防水项目)是激发和培养材料学专业学生自我效能感的理想实践平台。和传统课堂的模拟实验或理论推演相比, 这类课题源于企业目前存在的技术痛点, 这就要求学生不仅具备材料力学和分子化学等专业理论知识, 又需要具备现场调研、方案设计、实验验证及成果落地的实践能力。这种具备从理论到实践全方位需求的横向课题,

恰好为学生自我效能感的建构提供了平台。

从班杜拉自我效能感理论来看，横向课题能全面覆盖包括亲身经历的成败经验、替代性经验、语言鼓励和成就感等四大效能信息源。在建筑防水课题中学生需亲自参与防水材料配方调试，期间不仅可能经历多次实验失败，也会在失败后实现材料防水性能突破，这种过程能让学生逐步建立能解决实际问题的信心。除了本人的成败经验之外，当学生观察到其他同学通过不断地试错成功解决了某一防水难题时会产生“他能做到，我也可以”的认知迁移，这种替代性经验能有效克服学生对复杂任务的畏惧心理。此外，在实验过程中面临挫折时，高校导师和企业工程师能够分别从理论和实践角度对学生进行语言鼓励，为自我效能感的持续建构提供情绪保障。最后，当学生参与的建筑防水方案通过企业验证并应用于实际生产时，这些积极反馈能使学生产生强烈的成就感与归属感并加深对自身专业能力的认可。

## 2.2 自我效能感衡量产教融合育人成效

自我效能感能在学生处于某项任务中对自己在努力程度、坚持性与抗挫折能力等方面进行判断时进行有效预测其在产教融合复杂任务中的行为表现。在建筑防水课题这类兼具专业性与实践性的任务中具有高自我效能感的学生因为内心确信通过主动探索能找到解决方案，因此往往会一边主动查阅国内外相关工程案例的同时一边向高校导师请教专业问题并联系企业工程师获取现场数据。当课题遇到技术瓶颈时高自我效能感学生会从实验思路、材料配方和制备工艺等多方面去排查问题并反复优化实验方案。不同的是，低自我效能感学生可能会将暂时的失败归因于自身能力不足而减少投入甚至退出课题。此外，自我效能感还能提升学生的抗挫折能力。在遭遇实验失败等挫折时高自我效能感学生能以从施工偏差、材料与基层适配性不足等方面以问题导向的心态分析原因，并将挫折视为可解决的技术问题并快速调整方案重新投入研究，这种抗挫折能力正是产教融合所需培养的素养之一。在建筑防水横向课题中，若学生在参与子课题后愿意主动承接更复杂的其他课题，那么其自我效能感会显著提升。这意味着产教融合激发了学生内在的学习与职业发展动力，且决定了自我效能感是衡量产教融合育人成效的心理指标。

## 3.三阶递进教学模式与自我效能感培养路径设计

通过构建从基础认知到项目实践，再到融合创新的三阶递进教学模式，将自我效能感融入全过程的同时分别以“我能懂得”、“我能做到”和“我能创新”为阶段目标来搭建理论学习、实践锤炼与创新突破的阶梯，如图1所示。

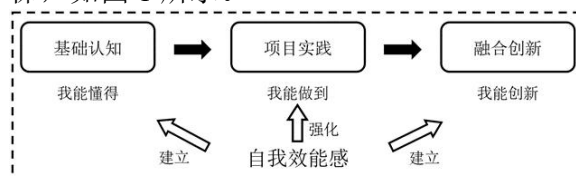


图1 自我效能感融入三阶递进教学示意图

### 3.1 基础认知（“我能懂得”）

本阶段的教学目标是帮助材料学专业学生掌握建筑防水领域的基础理论知识，在建立对产业实际需求初步认知的同时消除专业知识难学、行业距离远的畏难心理，激发主动探索兴趣。对于刚接触专业核心课的学生而言，抽象的材料结构、力学性能等理论容易让其产生距离感，而将建筑防水这一贴近工程实际的横向课题融入教学，能让理论知识和实际生活相结合，让学生直观感受到专业知识的应用价值，并为自我效能感的初步建构奠定基础。

教学实施需要从理论和产业两条路径展开。对于《材料科学与工程基础》课程来说，教师在讲解到材料界面行为等知识点时不用再局限于给学生灌输抽象的界面结合理论，而是可以通过引入建筑防水工程中涂层与基层附着力不足这一实际问题来将理论知识和具体工程应用结合，并通过展示合作企业提供的地下室渗漏案例图片和防水涂层剥落的微观形貌图来让学生主动思考后引导其从材料表面能、界面化学键结合等理论角度进行分析，以此来达到将课本知识与产业实际需求直接关联的目的。此外，每学期可以组织学生进入合作企业观摩防水卷材生产线的挤出、成型和硫化全过程，并邀请企业技术人员开展关于自身从材料专业学生到行业技术骨干的成长经历以及分享其在解决高铁隧道防水难题时的思路与经验等讲座，让学生在感知产业真实场景的同时获得可参照的替代性经验。

自我效能感培养需聚焦可控目标和积极反馈，帮助学生建立“我能懂得”的初步信念。在理论教学中设置明确、可达成的阶段

性知识目标,例如《材料科学基础》课后布置“绘制防水涂层-基层界面结合示意图并标注关键影响因素”的作业,《高分子材料》要求学生“结合老化理论,设计1种提升防水卷材耐久性的改性方案(不要求实验验证,仅需理论支撑)”。这些任务难度低于完整课题研究,学生通过课后查阅资料、小组讨论即可完成,完成后教师会针对每一份作业给出具体反馈,例如“你标注的‘基层含水率对界面结合的影响’,恰好是企业近期重点研究的方向,理论分析逻辑清晰”,让学生在完成可控任务的过程中积累对任务课题的掌控感,获得“我能理解专业知识并应用于实际问题”的成功体验。同时,企业专家的榜样作用与言语说服进一步强化学生的自我效能感,这种来自行业权威的肯定能有效消除学生对所学知识无用和行业门槛高的担忧。

### 3.2 项目实践(“我能做到”)

本阶段的教学目标是让学生在真实课题实践中强化实验技能,同时培养团队协作、问题分析与解决能力和建立起“我能做到”的效能信念。对于已掌握基础理论的学生而言,单纯的课堂实验无法应对产业实际中的复杂问题,而横向课题的子任务实践能让学生在真实的操作中锤炼能力。

教学实施主要是进行横向大课题的拆解任务分配和让学生在校园内与企业进行实践。首先将大课题拆解为不同纳米改性剂对防水涂料拉伸强度的影响、防水卷材在-30℃低温环境下的弯折性能测试和地下室底板防水系统的渗水量模拟计算等若干难度适中的子任务,而每个子任务明确包含实验方案设计、材料制备、性能表征、数据处理和结论分析等5个环节。课题分解完后,让学生以5~6人为一组进行揭榜认领,以此确保每位学生在小组中都有具体分工。随后进行的实践过程采用校内实验室和企业研发中心双场联动模式,即让学生先在校内实验室完成初步实验设计与通过小型高速分散机进行不同比例纳米粒子的分散实验,测试涂料的黏度、固含量等基础指标的预实验。当校内实践完成后,学生们会在企业导师的带领下进入企业研发中心开展低温弯折等性能测试。在整个实践过程中,高校导师与企业工程师的共同指导既能保证实验操作的规范性,又可以确保学生直观感受实验室数据与工业化生产需求的差异。

自我效能感的培养聚焦亲身经历的体验和来自团队的支持,能够让学生在实践中强化“我能做到”的信念。当学生在测试低温弯折性能时,发现最初制备的防水卷材在-30℃下出现裂纹。而后学生经企业工程师指导从增塑剂种类和用量两方面调整配方,并最终在第三次实验时制备出的卷材弯折180°无裂纹,这一数据达到企业严寒地区专用卷材标准。另一方面,即便学生在实验中遭遇失败,导师也需要引导学生进行问题导向的反思,并指导其设计对照实验验证猜想。这些都能让学生明白实验的失败是技术问题而非能力问题,进一步在解决问题的过程中培养抗挫折能力。此外,小组内团队的支持能够形成效能感建构的互助氛围。在“渗水量模拟计算”子任务中,实验操作能力强的学生负责搭建模拟渗水环境的实验装置,数据分析能力强则专注于实验数据与模型计算结果的对比分析。在组织分工明确的情况下成员间的相互提醒、鼓励与配合,能让学生在团队的支持中获得“我不是一个人在战斗”的安全感,进而更有信心面对实践中的挑战。

### 3.3 融合创新(“我能创新”)

这一阶段的教学目标是培养学生综合创新思维与成果转化意识的同时帮助其建立起“我能创新”的高阶效能信念,并通过创新任务与成果输出让学生体验从想法到成果的完整过程,从而建构起高阶自我效能感。

教学实施围绕创新启发和成果转化展开,并为学生搭建想法落地的平台。在第二阶段子任务实践基础上,高校导师与企业工程师组织学生开展创新思路研讨会,共同引导学生思考“现有研究还有哪些可优化空间”。例如完成“纳米改性防水涂料”子任务的小组,导师需要启发其思考除了提升力学性能,能否从环保性入手,开发无溶剂型纳米改性防水涂料。参与“防水卷材低温性能”研究的小组,则需要被引导探索如何利用工业固废改良卷材的低温韧性,降低生产成本。在头脑风暴式的研讨会后,教师让学生以小组为单位撰写需明确创新点、技术路线、预期成果及可行性分析的《创新研究方案》,并且在经校企双方导师联合评审通过后才可开展创新研究。研究过程中导师不再直接指导操作,而是仅提供方向性建议。创新研究完成后,教师指导学生将成果转化为发明专利和学术论文等具体产出。此外,教

师需要每学期末组织产教融合课题成果答辩会，让学生以 PPT 形式汇报创新成果，并接受由高校教授和企业技术总监组成的评审团的提问与点评。

自我效能感的培养聚焦挑战的突破、权威的认可和情绪的管理，并最终帮助学生建立“我能创新”的高阶信念。创新研究不同于第二阶段的子任务，这一阶段没有现成的操作流程与预期结果。例如学生开发无溶剂型防水涂料时，需自主解决无溶剂体系的黏度控制、固化速度与施工性平衡等未被明确指导的问题，这种从 0 到 1 的创新过程充满挑战。当学生最终突破难题时会获得远超完成常规任务的成就感，这种我能解决未知创新问题的体验能让自我效能感实现质的提

升。同时，创新研究遇到瓶颈时导师需要组织创新经验分享会来分享自己如何克服想不出创新点的焦虑，也可以开展 2~3 次让学生体会被追问场景的模拟答辩，并在答辩过程中指导其通过将答辩内容拆解为研究背景、创新点、数据支撑和应用价值等 4 个模块，最终通过逐一梳理逻辑的方式来缓解学生焦虑。

#### 4.基于自我效能感与能力双维度评估的教改成效分析

表 1 为成都工业学院材料与工程学院的 30 名参与建筑防水横向课题的 2024 级材料科学与工程专业学生在三阶递进教学改革前后自我效能感对比表。

表 1.三阶递进教学改革前后材料专业学生自我效能感对比表

维度	细分项	前测平均分/满分	后测平均分/满分
学习效能感 (第一阶段)	我有信心学好材料工程专业的核心理论知识	3.1/5.0	4.5/5.0
	我能快速理解并掌握新的材料制备与表征技术	3.0/5.0	4.5/5.0
	我相信在面对复杂的专业问题时能通过查阅资料弄懂它	2.7/5.0	3.9/5.0
	我能将所学的理论知识灵活运用到实际问题分析中	2.9/5.0	4.0/5.0
实践效能感 (第二阶段)	我有信心独立完成标准的材料制备与性能测试实验	2.1/5.0	3.5/5.0
	我能有效分析实验数据并得出合理结论	3.1/5.0	4.3/5.0
	我有信心在实验中遇到失败时找到原因并解决问题	3.0/5.0	4.0/5.0
	我有能力规范撰写合格的实验技术报告	2.0/5.0	3.9/5.0
创新效能感 (第三阶段)	我有能力在面对陌生工程问题时提出可行的解决方案	3.2/5.0	4.1/5.0
	我有信心对现有的材料或工艺提出改进和优化的想法	3.2/5.0	4.8/5.0
	我有能力将创新想法付诸实践，并设计实验来验证它	3.2/5.0	3.9/5.0
	我有信心在项目答辩或汇报中展示自己的成果	2.8/5.0	4.7/5.0
职业效能感 (深层目标)	我相信自己所学的材料专业知识在未来职业中大有可为	3.7/5.0	4.8/5.0
	我即使面对压力和挑战也有信心在材料工程领域坚持下去	2.7/5.0	4.8/5.0
	我通过与企业的接触对未来从事相关工作更有信心	2.3/5.0	4.7/5.0
总分	/	43.0/75.0	64.4/75.0

#### 4.1 结果与分析

4.1.1 教改后学生的自我效能感总分显著提升

配对样本 t 检验 ( $t=11.36$ ,  $p<0.001$ ) 表明前后测的数据差异具有统计学意义，这意味着该教学模式对学生自我效能感的整体建构效果显著。30 名学生在参与三阶递进教学模式前的总平均分为 43.0 分（满分 75 分），相比而言后测总平均分以及四大维度的平均分相较于前测均有大幅提升，这反映出学生对自身专业能力的信心完成了从较低水平向高水平跨越。

4.1.2 各维度效能感分层提升，与阶段目标高度契合

在第一阶段的学习效能感维度测试中，

学生的前测平均分为 11.7 分（满分 20.0 分），而后测平均分为 16.9 分，相比而言在经过三阶递进教学改革后提升幅度为 44.4%，这一结果与第一阶段“基础认知”目标达成一致。通过建筑防水课题背景融入理论教学、企业参观与专家讲座，学生不仅掌握了防水机理等基础理论，更建立了“理论能解决实际问题”的认知，并逐步消除了对复杂知识的畏惧从而形成对任务的初步掌控感。

对于实践效能感维度的测试，前测平均分为 10.2 分（满分 20.0 分），后测平均分为 15.7 分，提升幅度为 53.9%。“我有信心独立完成标准的材料制备与性能测试实验”一题从 2.1 分提升至 3.5 分，“我能有效分

析实验数据并得出合理结论”一题从3.1分跃升至4.3分，且“我在实验中遇到失败时有信心找到原因并解决问题”一题提升至4.0分。结合学生实验记录可知，30名学生在第二阶段共完成6项建筑防水子任务，其中3项任务一次通过企业导师验证，2项任务经1~2次优化后达标。失败任务的反思日志中，80%的学生能主动分析配方比例不当和制备工艺不合理等技术原因，而不是陷于对自身能力的怀疑，这印证了实践效能感中抗挫折能力的提升。

在第三阶段创新效能感维度测试中，前测平均分为12.4分（满分20.0分），后测平均分提升幅度为41.1%。“我有信心对现有的材料或工艺提出改进和优化的想法”一题从3.2分提升至4.8分，“我有信心在项目答辩或汇报中展示自己的成果”一题也达到4.7的高分。30名学生共提出4项创新方案（如无溶剂型防水涂料研发、工业固废改良防水卷材），其中2项完成技术报告，1项提交专利申请，答辩优良率（ $\geq 80$ 分）达75%。这一结果表明，第三阶段的创新启发和成果转化设计有效激发了学生的创新自信，让学生从被动执行任务转向主动提出想法，且通过答辩训练克服了压力焦虑，最终形成了“能创新、敢展示”的高阶效能信念。

在第四阶段职业效能感维度测试中，前测平均分为8.7分（满分15.0分），后测平均分提升幅度64.4%。其中21名学生（70%）明确表示“我相信自己所学的材料专业知识在未来职业中大有可为”，较前测中的15名学生（50%）形成鲜明对比，说明这一教学模式通过企业的深度参与，让学生直观感受到专业的职业价值，从对未来迷茫转向有明确职业信心。

## 4.2 讨论

由于创新方案设计和成果转化等任务无现成路径可循，因此这一阶段的任务属于高挑战范畴。在此期间导师仅提供方向性建议（如推荐文献），随后让学生自主探索。这种高阶成功经验对效能感的提升作用远大于常规任务，而校企专家对学生成果的肯定、答辩中的权威认可，则通过高强度言语说服与积极情绪唤醒让学生形成“我能创新”的高阶信念，并最终完成从能力自信到创新自信的跨越。

### 4.2.1 自我效能感提升反作用于学习投

入与能力发展

自我效能感的提升能够推动学生进行学习投入与能力发展，并最终形成效能感提升到更多投入，再到能力增长和更高效能感的正向循环。从对学习的投入程度来看，高自我效能感的学生更倾向于进行主动探索式学习，并且在学习效能感提升后不再满足于课堂所学而是主动查阅建筑防水行业前沿文献。在本次参加建筑防水课题的30名学生中有23人在课后自主阅读相关文献超10篇。另一方面，在实践效能感提升后学生更愿意尝试难度更高的实验方案。例如某小组在课题任务中主动提出用新型分散剂对纳米粒子在涂料中的分散性进行改性，这种主动投入能够让学生接触更多知识与技能并进一步促进其学习能力的增长。从能力发展角度来看，自我效能感的提升能增强学生的抗挫折韧性与创新勇气。在建筑防水卷材耐低温性能研发中某实践效能感得分较高的小组因增塑剂选择不当导致3次实验失败，但所有成员依然继续通过对比十几种增塑剂的性能参数找到适配方案，并且其中一位学生提出利用古建筑修缮中的天然材料来作为改良防水剂用于本次课题任务中，这表明创新效能感提升后学生更敢于提出非常规思路。

4.2.2 模式实现知识传授、能力培养和信心塑造的三者统一，弥补传统教学短板

三阶递进模式以建筑防水横向课题为纽带，将知识传授融入课题背景（如在理论课中讲解防水涂层界面理论）能够让学生的知识学习有应用场景，同时将能力培养贯穿任务实践（如实验操作和创新设计）让学生的能力提升有实践载体，并将信心塑造嵌入各阶段目标（从“我能懂得”到“我能创新”）。这种设计能够使学生充分掌握建筑防水领域的专业知识与实验和创新能力的同时还培养了相信自己能运用知识解决问题和实现创新的内在信念。

## 5. 结论

文章基于建筑防水横向课题构建了基础认知与兴趣激发（我能懂得）、项目实践与能力锤炼（我能做到）和融合创新与成果导向（我能创新）的三阶递进教学模式，并将自我效能感的培养贯穿于产教融合育人的全过程。实践表明该模式有效破解了在传统材料学专业教学过程中理论与实践严重脱节和学生内在动力不足的难题，实现了学生从“我能懂得”到“我能做到”，再到“我能

创新”的效能信念跃升。这一教改为基于材料学专业的产教融合教学改革提供了可借鉴的模式，并对同类工科专业深化创新育人模式以及培养高素质应用型人才具有重要的参考价值。

### 参考文献

- [1] 吴丹, 钱敏, 王岩岩, 等.新工科背景下光电子技术课程“产教融合”教学改革探索[J].高教学刊, 2025, 11 (27): 138-141.
- [2] 杨扬, 刘海莘, 王丽荣.新工科视域下产教融合育人模式探索及实现途径研究——以黑龙江工程学院为例[J].黑龙江教育(理论与实践), 2023, (12): 10-12.
- [3] 李文虎, 艾桃桃, 赵中国, 等.新工科背景下地方高校材料类专业“产教融合、校企联合”应用人才培养改革与实践[J].高教学刊, 2025, 11 (26): 149-152.
- [4] 杨文朋, 崔红保, 王海燕, 等.《金属材料学》教改和实践思考(二)——理论结合实践, 做好辅助教学[J].教育教学论坛, 2017, (48): 104-105.
- [5] 邹建新, 张凤春, 彭富昌, 等.以学生为中心的物理化学课程教学模式的改革与实践[J].云南化工, 2024, 51 (03): 204-206.
- [6] 胡攀, 朱艳超, 祁亚军, 等.新工科背景下材料科学与工程本科创新型实践教学体系优化探索[J].创新创业理论研究与实践, 2024, 7 (12): 18-21.
- [7] 谢思, 李静依, 熊叶.新质生产力视域下德国双元制人才培养模式的中国本土化实践探索[J].山东商业职业技术学院学报, 2025, 25 (03): 47-52.
- [8] 薛正斌, 洪明.美国社区学院产学研合作教育的经验与启示[J].教育文化论坛, 2024, 16 (02): 19-26.
- [9] 马宏斌, 王英丽.交叉学科背景下机器人校企协同育人平台建设[J].黑龙江教育(理论与实践), 2024, (02): 51-53.
- [10] 汪静, 李美满, 王冬星.高职信息类专业实践教学体系创新: “四链贯通、双师赋能、三阶递进”模式探索[J].现代职业教育, 2025, (28): 133-136.
- [11] 张歆娅.情绪调节自我效能感与心理健康的交叉滞后研究[J].黑龙江教育(理论与实践), 2021, (10): 88-89.