

专业基础实验课专创融合的三级进阶路径构建

顾雯雯 祝诗平 杨峰

西南大学工程技术学院电气系, 中国·重庆 400075

摘要: 当前高校创新创业教育普遍存在“高年级聚焦、低年级脱节”的倒金字塔现象, 专业基础实验课程在创新人才培养链中的早期奠基作用严重弱化。本文以《电路原理》实验教学为突破口, 针对能力培养、过程体验与价值认知三大断层, 构建了“创新思维启蒙—系统工程实践—价值创造认知”三级进阶式专创融合教学路径。通过探究性任务重构、综合项目驱动与多元评价衔接, 实现了从“验证已知”到“定义未知”的教学范式转型。实践表明, 该模式有效提升了学生的创新思维、工程实践与价值创造能力, 为专业基础实验课程融入创新创业教育体系提供了可复制的路径参考。

关键词: 专创融合; 电路原理实验; 三级进阶; 创新创业教育

Integrating Innovation Education into Basic Lab Courses: A Three-Level Progressive Path

Gu Wenwen, Zhu Shiping, Yang Feng

Department of Electrical Engineering, College of Engineering and Technology, Southwest University, China Chongqing 400075

Abstract: Currently, innovation and entrepreneurship education in Chinese universities suffers from an "inverted pyramid" pattern, where upper-grade students receive intensive training while lower-grade students are largely left out. Basic professional laboratory courses have thus failed to play their expected early-stage role in cultivating innovative talents. Taking the Circuit Principles lab course as a case study, this paper addresses three major gaps—competency development, process experience, and value awareness—and proposes a three-level progressive teaching model: innovative thinking enlightenment, systematic engineering practice, and value creation cognition. By redesigning inquiry-based tasks, adopting comprehensive project-driven learning, and implementing diversified evaluation mechanisms, this model shifts the teaching paradigm from "verifying the known" to "defining the unknown." Practice shows that this approach effectively enhances students' innovative thinking, engineering skills, and value creation abilities, offering a replicable pathway for embedding innovation and entrepreneurship education into basic professional laboratory courses.

Keywords: Integration of specialized education and innovation education; Circuit principles lab course; Three-level progressive path; Innovation and entrepreneurship education

0 引言

当前, 世界百年未有之大变局加速演进, 国家将教育、科技、人才进行一体化部署, 创新创业教育被提升至前所未有的战略高度。人力资源社会保障部、教育部等七部门联合印发《关于健全创业支持体系提升创业质量的意见》明确指出, 要“完善普通高等院校、职业院校创业教育体系, 推进课堂教学、科研实践、帮扶指导紧密结合, 增强学生创新精神、创业意识”^[1]。《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》亦强调, “推动专业教育与创新创业教育有机融合, 强化实践教学对创新人才培养的支撑作用”^[2]。这些政策导向清晰地表明, 高校创新创业教育必须打破传统壁垒, 构建一个全覆盖、全链条的培育生态。

然而, 审视当前高校创新创业教育实践, 普遍存在“高年级聚焦、低年级脱节”的倒金字塔现象——双创资源与培养重点多集中于大三、大四的学科竞赛与创业孵化阶段, 而作为人才培养根基的低年级专业基础实验环节, 却未能承担起创新启蒙与能力铺垫的核心使命^[3-4]。以《电路原理》实验为代表的专业基础实验课程, 其教学方式与上述国家战略需求之间存在显著的功能性脱节, 具体表现为三大核心断层。

(1) 能力培养断层: 从知识应用到问题创新的思维鸿沟。

传统基础实验教学多遵循理论验证—技能训练的线性模式, 学生擅长在给定电路和参数下正确操作与解题, 却极度缺乏面向开放真实工程需求, 自主发现痛点、定义问

题、构思方案的完整思维训练过程^[5]。这导致学生即使掌握了扎实的单元知识，却不知如何主动将这些知识模块进行创造性重组，去解决一个未知的、系统性的问题。创新所必需的发散思维、批判性思维和系统设计能力，在人才培养的起始环节就存在缺失。

（2）过程体验断层：从孤立任务到项目闭环的实践缺失。

现有实验课程内容通常由多个彼此独立的验证性任务构成，学生难以体验完整创新项目所必需的需求分析、方案论证、工程实现、测试迭代、总结推广全流程^[6]。教学评价也以单次实验报告为主，缺乏对项目管理、团队协作、成本控制等综合实践能力的考核。这种碎片化的实践体验，与健全创业支持体系中强调的提供全过程、全周期培育的要求严重不符，导致学生进入高阶双创阶段时不得不从零开始学习项目管理，形成了人才培养过程的陡坡与断点。

（3）价值认知断层：从“技术实现”到“商业洞察”的视角局限。

传统实验的评价标准核心在于功能是否实现、数据是否准确，技术本身即是目的。这使学生习惯于纯技术视角，极少思考技术背后的应用场景、用户需求与市场可行性^[7]。然而，任何有生命力的创新，都必须是技术可行性、用户需求性与商业可持续性的统一。基础实验教学在价值引领上的缺位，导致学生技术能力与市场嗅觉脱节，难以孵化出具备转化潜力的优质项目种子。

上述断层表明，如果不从源头的专业基础实验课程进行根本性的教学模式改革，高校的创新创业教育就容易陷入基础教学与双创实践两张皮的困境^[8-12]。因此，本文以《电路原理》实验课程为例，探索一条将基础实验教学深度重构为创新人才早期培育体系的可复制路径。

1 理论框架与模式构建

1.1 设计理念

为系统破解专业基础实验教学与高阶创新创业实践之

间的衔接断层，本文提出对《电路原理》实验课程进行理念重塑、内容重组与流程再造，构建以“创新思维启蒙、系统工程实践、价值创造认知”逐级递进的三级阶梯式专创融合教学路径，如图 1 所示。该模式将实验课堂从单一的技能验证场所，转型为贯穿课程全周期的微缩创新过程训练营，系统性地驱动学生角色从被动操作者向主动探索者演进。

三级阶梯的设计遵循创新人才成长的内在逻辑：第一级聚焦思维筑基，通过探究性任务培养学生的问题意识与迭代思维；第二级聚焦实践深化，通过综合项目训练学生的系统设计与工程实施能力；第三级聚焦价值引领，通过多元评价引导学生建立技术服务于社会的价值认知。三阶段层层递进、有机融合，形成一条可追溯、可验证的创新能力培养路径。

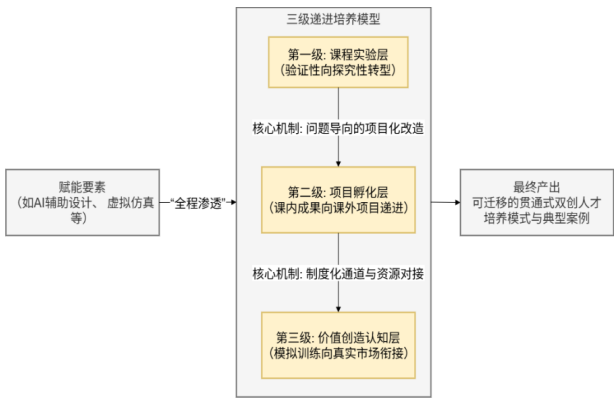


图1 基于专业基础实验教学的三级阶梯式双创人才培养路径

1.2 第一级：创新思维启蒙阶梯——探究性任务链重构

本阶梯旨在解决能力培养断层问题，核心方法是将现有验证性实验重构为基于需求与约束的探究性任务链，以探究未知与设计优化取代传统的定理验证。

摒弃给定完整电路图与固定参数的传统模式，为每个核心知识点发布源于简化工程场景的微需求和明确的性能约束。表 1 所示为《电路原理》实验部分教学单元重构任

表1 《电路原理》实验部分教学内容重构任务对照表

原实验项目	传统实验任务描述 (重构前)	探究实验任务描述 (重构后)
基尔霍夫定律与叠加原理的实测与仿真	测量各支路电流与电压，验证定律和定理的正确性。	【任务】针对一类结构已知但部分元件参数不明的“黑盒子”电路，开展反向工程解析与故障诊断研究。 【要求】仅给定部分节点电压或支路电流的测量值，学生需综合运用定律，推算未知元件参数或定位可能的故障元件（如开路、短路），并设计实验方案。
戴维南定理和诺顿定理的实测与仿真	测量给定有源二端口网络的开路电压、短路电流及等效电阻，验证其与外接负载特性的匹配关系。	【任务】为一个给定负载（如小型直流电机）匹配最优的驱动电源网络。 【要求】学生需对多个不同的有源二端口网络进行等效变换分析，计算并实测其带载能力，选择能在额定功率下最稳定、高效驱动该负载的网络，并论证选择依据。

续表1

原实验项目	传统实验任务描述 (重构前)	探究实验任务描述 (重构后)
R C一阶电路实 测与仿真	观测固定R C参数的充放 电曲线，测量时间常数， 与理论值比较。	【任务】设计一个具有特定延时或积分功能的控制信号电路。 【要求】给定目标延时时间或波形变换要求（如将方波变为三角波），学生需计算并选 择R、C参数，通过仿真和实测调试，使电路输出满足性能指标，分析误差来源。
基于三表法的交 流等效参数的实 测与仿真测试	用三表法测量未知交流流 负载（如线圈）的等效参 数。	【任务】鉴别一个密封的交流负载盒子内的元件类型（纯阻、感性、容性或混合）并测 量其等效参数。 【要求】仅允许使用三表法，学生需设计测试方案与数据记录表，通过分析电压、电 流、功率关系判断负载性质，计算等效参数，并估算测量不确定度。
R L C串 联 谐 振 电路实测与仿真 实验	测量R L C串联电路的谐振 频率、品质因数Q，绘制 幅频特性曲线。	【任务】设计一个用于从复杂信号中选取特定频率的带通滤波器。 【要求】给定中心频率和带宽要求，学生需计算并选择L、C参数，通过扫频测试绘制幅 频特性曲线，实测其选频性能，并分析电阻R对选择性和通带宽度的影响。
单相铁芯变压器 特性的实测与仿 真实验	测量变压器空载、短路特 性，绘制外特性曲线，计 算效率。	【任务】为一个特定低压供电需求（如从220V市电获取一组安全低压直流）选择合适的 变压器并评估其适配性。 【要求】学生需测试多款小型变压器的外特性和效率，根据负载要求（电压稳定性、效 率）选择最合适的型号，并设计后续整流滤波电路的参数。
三相交流电路电 压、电流的实测 与仿真实验	连接星形、三角形负载， 测量线电压、相电压、线 电流、相电流关系。	【任务】为一个不对称三相负载（模拟故障或单相大负荷接入）设计监测与保护方案。 【要求】学生需测量不对称时的各相电压、电流，分析中性点位移现象，并提出通过调 整负载或加入补偿来使系统恢复基本平衡的设想或简单措施。

表2 综合项目实施路径示例

项目阶段	核心任务与教学目标	能力维度	关键阶段产出
1.需求分析与 方案设计	分析真实场景（如实验室设备）的用电需求， 定义配电箱的额定容量、负载类型（星形/三角 形、单相/三相混合）、保护与监测需求（如过 载、缺相），完成系统总体方案设计。	系统需求分析与定义能力、工程规 范意识、方案可行性论证能力。	《项目需求规格说明书》； 《系统总体设计方案》（含电 气原理框图、核心器件选型依 据）。
2.详细设计、 仿真与预评 估	完成主电路（刀闸、断路器、接触器）、测量电 路（电压/电流互感器、仪表）、控制与保护电 路（缺相、过流保护）的详细设计，利用仿真软 件验证逻辑功能并进行安全预评估。	电气系统详细设计能力、仿真分析 与安全评估能力、成本控制意识。	《电气原理图与接线图》； 《仿真分析报告》；《物料清 单与成本核算表》。
3.系统集成、 安装与工艺 实现	根据设计图纸，在标准配电箱内进行器件布局、 线槽安装、导线裁剪与端子排接线，完成符合电 气安装工艺规范的实体系统集成。	工程实践动手能力、工艺规范执行 能力、项目管理与团队协作能力 （如分工、工艺交叉检查）。	装配完毕的配电箱实体；《安 装工艺自检报告》。
4.系统调试、 测试与故障 诊断	在模拟负载（如三相灯泡组、小型电机）下进行 上电调试，完成三相电压/电流参数测试，并诊 断排除故障。	系统调试与测试能力、故障诊断与 排除能力、数据分析与安全操作能 力。	《系统调试与测试报告》（含 测试数据、波形记录）；《故 障诊断记录与分析》。
5.项目总结、 文档与展示	整合全流程文档，撰写符合工程标准的技术报 告，准备项目路演，重点阐述设计思路、创新点 （如智能化监测扩展）、安全考量与工程价值。	技术文档撰写与整合能力、工程成 果展示与沟通能力、项目复盘与反 思能力。	完整的项目技术报告；项目路 演PPT与演示视频。

务对照表。

以“基尔霍夫定律”实验为例，重构后发布黑盒电路反向解析任务：仅给定部分节点电压，要求学生综合运用定律，反推未知元件参数或定位可能的故障元件。学生需自主完成方案论证、元件选型、参数计算与仿真验证，实验过程从被动的执行验证转变为主动的探究迭代。

在上述实验教学中，强制引入简化的科研流程。学生首先根据需求提出初步电路方案并陈述原理依据；随后通过仿真软件进行验证；在实物搭建后，面对实际测量数据与预期的差异，分析原因并进行迭代优化。这一过程重点培养的不仅是一次成功，而是在不确定性中通过分析、调试

来逼近目标的能力——即初步的工程迭代思维。

1.3 第二级：系统工程实践阶梯——综合项目驱动

本阶梯旨在解决过程体验断层问题，核心方法是在完成基础实验单元后，引入跨知识模块的开放式综合设计项目，要求学生以团队形式完整经历从需求分析到原型测试的微产品开发全流程。

在课程中后期发布具有实际工程背景的项目任务书，整合多个核心知识点，目标指向可演示、可测试的功能性原型。学生以 4~5 人团队形式，系统性考虑相互关联的子问题，完整经历“需求分析→方案设计→仿真优化→系统集成→调试测试→总结路演”的工程流程。

以“面向小型车间的智能三相负载配电箱设计与实现”为例,各阶段的教学目标与产出如表 2 所示。该项目覆盖三相电路、功率测量、保护电路等多个知识模块,学生需完成从需求定义到原型交付的全过程。

引入简化的项目管理流程,将项目周期划分为需求定义与方案论证、子系统设计与仿真、系统集成与调试、测试验证与优化四个阶段。每个阶段设有明确的里程碑节点,团队需提交相应的技术文档并进行答辩。校内教师与企业导师扮演客户与技术顾问角色,定期进行阶段性评审,引导学生管理项目进度、识别技术风险。

1.4 第三级:价值创造认知阶梯——多元评价与通道衔接

本阶梯旨在解决价值认知断层问题,核心思路是为综合项目成果建立超越技术本身的社会化评价机制,并打通与校内双创平台的衔接通道。

在项目最终考核中增设创新价值提案环节,要求团队在提交技术报告的基础上,附加价值阐述报告,清晰说明:项目旨在解决的实际问题;核心技术的应用创新点;实施过程中的可持续性考量;成果可进一步应用的领域或场景。引导学生从用户、社会、环境等视角重新审视自身工作,初步建立工程伦理与社会责任感。

成果评价引入多元主体参与的评价委员会,除专业教师外,纳入人文社科领域教师(评价社会伦理与可持续性)、高年级优秀学生代表(用户视角评价)以及双创中心教师(评价创新性与拓展潜力)。评价标准涵盖技术创新性、功能完整性、社会价值思考、团队协作等多个维度。优秀项目直接推荐至校级“大创计划”或学科竞赛。

通过规范的推荐与展示机制,使源于基础课的优质项目成果进入更广阔的校园创新视野。这不仅提升了学生的成就感,更使专业基础课教学成为滋养全校跨学科创新文化的活跃源头,实现人才培养与校园创新生态建设的良性互动。

2 实践成效与反思

本教学模式于 2025~2026 学年在西南大学电气工程及其自动化专业《电路原理》实验课程中完成首轮试点,覆盖 2 个教学班、63 名学生。实验课程共计 48 学时,分 13 周完成。第一级探究任务包分布于第 6~12 周,与理论教学同步推进;第二级综合项目于第 13~16 周集中开展;第三级价值提案与多元评价于第 17~18 周进行。

2.1 成效分析

(1) 探究能力显著提升。问卷调查显示,89% 的学生

认为探究性任务“帮助我学会了如何独立解决未知问题”,92% 的学生能够独立完成探究任务(改革前为 67%)。学生在开放性任务中表现出的方案多样性显著增加,单一问题的平均有效解决方案从 1.2 个增至 2.8 个。

(2) 工程实践能力系统增强。综合项目一次通过率从改革前的 52% 提升至 78%。故障诊断耗时平均缩短 40%。学生在后续专业课程及学科竞赛中的表现亦有明显提升。团队协作能力方面,同伴互评显示“有效分工与协作”指标的满意度达 86.5%。

(3) 价值认知有效内化。85% 的学生在项目总结中提及“工程伦理”“社会影响”或“用户需求”等相关内容,改革前这一比例不足 20%。首轮试点产生 4 个优质项目进入校级大创孵化,其中 2 个项目获得学科竞赛省级以上奖项。

(4) 学生满意度持续走高。课程整体满意度达 93.7%,其中对“探究性任务”的满意度为 88.9%,对“综合项目”的满意度为 91.2%,对“多元评审”环节的满意度为 85.7%。学生代表性反馈包括:实验不再是按部就班地连线、读数,而是真正像工程师一样思考和解决问题、价值提案环节让我第一次思考技术背后的意义。

2.2 讨论与反思

(1) 专创融合的前端嵌入逻辑得到验证。实践表明,将创新创业教育的起点前移至大一专业基础实验环节是可行且必要的。学生在早期即形成问题导向一方案设计一迭代优化的思维习惯,为后续高阶双创活动奠定了扎实的思维与能力基础。这印证了创新思维可训练、可前置的教育理念。

(2) AI 工具的适度引入具有辅助价值。在探究任务与综合项目中,AI 设计助手与仿真优化工具发挥了积极作用,降低了创新门槛,提升了迭代效率。但需注意避免学生过度依赖 AI 而削弱独立思考能力,应在评价体系中设置非 AI 依赖指标,引导合理使用。

(3) 产教融合是专创融合的重要支撑。企业导师的参与为探究任务与综合项目注入了真实的工程场景与行业标准,显著提升了项目的真实感与挑战度。校企协同的项目评审也为学生提供了多元化的反馈视角。

3 结语

针对高校创新创业教育“起点晚、衔接难”的普遍困境,本文以《电路原理》实验教学改革为突破口,构建并实践了“创新思维启蒙—系统工程实践—价值创造认知”三级进阶式专创融合教学路径。实践表明,该模式将创新

创业教育的起点有效前置至专业基础实验环节,通过探究性任务重构、综合项目驱动与多元评价衔接的组合策略,系统性地弥合了基础教学与高阶双创实践之间的能力培养、过程体验与价值认知三大断层,实现了从“验证已知”到“定义未知”的教学范式转型。该路径为专业基础课程的专创融合改革提供了可操作、可迁移的实践方案,对于推动创新创业教育深度融入人才培养全过程具有参考价值。

基于研究结论,提出以下建议:一是鼓励专业基础课程开展专创融合改革,将创新思维培养前置至低年级;二是建立基础课程优秀项目与校级双创平台的制度化衔接通道;三是加强产教融合教学团队建设,为专创融合提供行业支撑;四是推动教学资源的标准化与共享,降低改革推广门槛。

参考文献:

- [1] 人力资源社会保障部,教育部,工业和信息化部等.关于健全创业支持体系提升创业质量的意见:人社部发〔2025〕5号[Z]. 2025.
- [2] 教育部.教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见:教高〔2018〕2号[Z]. 2018.
- [3] 顾雯雯,祝诗平,周渠等.“一协同、两驱动、三贯通”:高校创新创业人才培养模式探索与实践[J]. 教育探索, 2025, 7(4): 81-83.
- [4] 刘尧飞.三层“金字塔”式创新创业教育方案的设计与实施——基于三螺旋理论的视角[J]. 教育探索, 2021(2): 37-40.
- [5] 顾雯雯,祝诗平,杨峰.“金课”背景下《电路原理》课程教学创新与实践[J]. 中国电力教育, 2025(3): 86-88.
- [6] 褚南峰,李佩娟.以学生为中心的“电路原理实验”课堂教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2025(18): 29-32.
- [7] 吕卅,杨佳,王锐等.基于创新能力培养的《电路原理》课程教学改革研究[J]. 产业与科技论坛, 2023, 22(15): 188-189.
- [8] 李昕,张丽莉.新质生产力条件下高校拔尖创新人才培养研究[J]. 教育理论与实践, 2024, 44(27): 3-8.
- [9] 王如意,兰卫红.双创教育升级背景下高校师生共创模式的构建——基于扎根理论的研究[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2022, 35(4): 123-131.
- [10] 陈建,陈依桐,夏慧等.AI赋能创新实践能力培养的项目制实践新模式[J]. 实验科学与技术, [2026-01-27]: 1-7.
- [11] 任金城,刘文哲,鲁守璞.“四位一体,三元融合”的数学建模教学模式改革与创新人才培养途径探索[J]. 教育信息化论坛, 2023(09): 75-77.
- [12] 叶美玲,陈翠雪,张秋根等.基于工程教育认证的创新创业融合实验教学改革[J]. 大学化学, 2022, 37(4): 25-31.
- 基金项目:重庆市2025年高等教育(本科)教学改革研究项目,“智联三域、全链闭环:AI赋能电路原理课程数字化转型研究”,编号:254019;西南大学创新创业教育教学改革研究项目,“从基础实验教学到创新素养跃迁:三级进阶专创贯通路径构建”,编号:26SCJY25;重庆市2025年高等教育(本科)教学改革研究项目,“基于创新创业能力培养的《电工电子技术》课程教学改革与实践”,项目编号:255010。
- 作者简介:顾雯雯(1983.10-),女,汉族,重庆,博士,副教授,研究方向:电路与系统。