

# 建筑物理光学实验课程的教学改革与学生创新能力培养路径研究

黄珂\*, 张灵艺, 崔倩

重庆交通大学建筑与城市规划学院, 重庆, 中国

\*通讯作者

**【摘要】**在“新工科”与“乡村振兴”双重战略背景下,建筑类人才的创新能力已成为行业核心竞争力之一,而建筑物理光学实验课程对学生的实践能力和工程创新潜力的训练具有重要意义。本文基于重庆交通大学相关教学实践与科研项目案例,分析当前建筑物理光学实验课程存在的不足,提出以“项目驱动-多元协同-校企地联合”为核心的教学改革路径。通过更新教学内容体系、重构实践教学环节、完善创新评价机制等措施,将动态采光模拟、传统建筑采光优化等乡村振兴科研成果转化为教学资源,实现从知识传授到创新能力培养的转变,为培养高素质建筑专业人才提供参考。

**【关键词】**建筑光学;实验教学;创新能力;乡村振兴

**【基金项目】**重庆交通大学2023年度教育教学改革研究项目(编号:2303017)

## 1.引言

在乡村振兴战略与绿色建筑发展的双重背景下,建筑物理光学作为研究建筑光环境设计与优化的核心学科,其实验教学的重要性日益凸显。全面推行乡村振兴,建设宜居宜业和美乡村是新时代乡村建设的发展方向[1],这对建筑类人才的实践创新能力提出了新的要求。建筑物理光学实验课程承担着培养学生运用光学原理解决实际建筑光环境问题的重要使命,但其传统教学模式往往存在“重理论验证、轻创新应用”的弊端,难以满足行业对创新型人才的需求[2-4]。

重庆交通大学建筑与城市规划学院在乡村振兴的项目实践中对大量西南传统民居进行了调研。通过实地踏勘、软件模拟、技术研发等环节,成功将光学实验技术应用于传统民居改造实践,这一过程中展现的项目组织模式、技术应用方法和创新训练路径,为建筑物理光学实验课程的教学改革提供了重要启示。本文以乡村振兴项目为依托,探讨了如何通过教学内容、方法与评价体系的改革,构建以创新能力培养为核心的建筑物理光学实验课程的教学体系。

## 2.建筑物理光学实验课程教学现状与问题分析

当前建筑物理实验的教学改革经过不断探索,以创新型卓越工程人才培养为目标[5,6],应对新工科建设的需要[7,8],取得了一定的成果[9,10]。本文从重庆交通大学建筑专业的学生创新能力培养路径入手,探讨

建筑光学实验课程的教育实践。

### 2.1 教学内容与行业需求脱节

重庆交通大学现行《建筑物理2(光)》实验教学大纲以传统光学实验为主,设置“天然采光模拟实验”和“室内照明测量”两个核心项目,主要采用静态采光指标(如采光系数、照度值)进行评价。这种内容体系存在两方面局限:一是评价指标滞后于行业标准,未纳入《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2019)强调的动态采光平均时数等新型指标;二是实验内容与实际工程需求脱节,缺乏对复杂建筑形态(如传统民居)采光优化的针对性训练。

重庆传统民居研究项目显示,传统夯土建筑因结构限制导致窗口面积过小,其采光优化需要综合考虑窗墙比、窗沿高度、材料反射率等数十项影响因素,而现有实验课程仅涉及其中3-4项,难以培养学生解决复杂工程问题的能力。

### 2.2 教学方法制约创新思维发展

当前实验教学多采用“教师示范-学生重复”的模式,学生按照既定步骤完成照度测量、软件模拟等操作,缺乏自主设计实验方案的机会。教学大纲中虽规定“培养学生分析问题和解决问题的能力”,但实际教学中由于课时限制(总计16学时),学生难以深入开展探究性学习。

对比重庆传统民居项目的研究过程,其采用“实地调研-模拟分析-策略优化-专利转化”的闭环流程,学生在动态采光模拟中需要

自主选择 ECOTECT 与斯维尔 DALI 软件、设计测量方案、分析数据关联性，这种项目式学习模式显著提升了创新能力，但在现有实验课程中尚未得到有效应用。

### 2.3 评价体系忽视创新能力维度

现行成绩评定以实验报告和实验过程为主，侧重对实验数据准确性和操作规范性的考核，缺乏对创新思维、团队协作、成果转化等维度的评价。这种评价导向导致学生更关注实验结果的正确性，而非实验方案的创新性。

重庆传统民居项目中，成员分工涵盖现场调查、仪器操作、数字建模等多元角色，其成果包括方案推敲、技术研发、论文撰写等，这种多元成果评价模式更能全面反映创新能力，但在现有实验课程评价体系中尚未体现。

## 3. 建筑物理光学实验课程教学改革路径

### 3.1 构建“科研-教学”融合的内容体系

#### (1) 更新实验教学指标体系

将动态采光评价指标纳入教学内容，增设“天然光动态模拟实验”，要求学生使用 Daysim 或斯维尔 DALI 软件模拟全年采光时数，分析不同季节、时段的光环境变化。参考重庆传统民居研究的技术路线，引导学生掌握采光系数、UDI（有用采光时数）等静态与动态指标的综合评价方法，培养时空维度的系统思维。

#### (2) 引入实际工程问题

以乡村振兴中的传统民居改造为切入点，设计“传统建筑采光优化”综合实验项目。学生需完成实地调研（如测量潼南区李台村民居的窗墙比、材料反射率）、建立数字模型（使用 SU、Rhino、CAD）、模拟优化方案（调整窗沿高度、宽度，改变采光口形状）等环节，重现重庆传统民居项目的研究流程，将抽象理论转化为解决实际问题的能力。

#### (3) 方案推敲融入前沿技术

将不同采光效果融入建筑方案进行推敲，设计“新型采光构件研发”创新实验，并将实验成果进行专利申请和论文撰写。学生通过分析夯土建筑开窗限制，自主设计可拆卸式支撑结构，使用聚氨酯泡沫等材料制作原型，在实验中理解结构力学与光学性能的协同优化，培养工程创新意识。

### 3.2 创新“项目驱动”的教学方法

#### (1) 采用“小组协作+角色分工”模式

借鉴重庆传统民居项目的成员分工经验，将学生分为调研组（负责实地测量）、建模组（使用 ECOTECT 软件）、分析组（开展 Pearson 相关性参数分析）和优化组（提出改进策略），每组承担相应任务并定期汇报进展。这种模式既能培养学生的专业技能，又能提升团队协作与沟通能力。

#### (2) 推行“问题链”引导探究式学习

设计阶梯式问题序列：基础层（如“窗墙比与照度值的关系”）、进阶层（如“如何平衡采光与保温需求”）、创新层（如“传统风貌保护与采光优化的矛盾如何解决”）。以重庆江津走马古镇民居为例，引导学生发现“三合院布局导致进深过大”的采光问题，通过控制变量法模拟不同优化方案，培养逻辑推理与创新思维。

#### (3) 构建“虚实结合”的实验平台

整合虚拟仿真与实体实验资源：虚拟层面，利用斯维尔 DALI 软件模拟不同光气候区（如重庆 V 类光气候区）的采光场景；实体层面，搭建缩微模型实验室，学生通过调整模型的朝向、窗型等参数，实测不同条件下的照度分布。这种虚实结合的方式，既突破了实地调研的时空限制，又增强了实验的直观性。

### 3.3 完善“多元协同”的评价体系

#### (1) 构建过程性评价机制

参照项目过程记录方法，建立“实验日志+阶段汇报+成果展示”的评价体系。其中，实验日志记录方案设计思路，阶段汇报考核团队协作能力，成果展示包括模拟报告、原型设计等，全面反映学生的参与度与创新过程。

#### (2) 增设创新成果转化指标

鼓励学生将实验成果转化为可落地的方案，如针对乡村民居的低成本采光改造建议、适用于教室的照明优化方案等。对优秀成果推荐参加“互联网+”创新创业大赛，或纳入地方“三师一家”下乡服务资源库，让学生感受到创新价值的实现，激发持续创新动力。

#### (3) 融入课程思政评价维度

结合课程思政案例，在评价中增设“社会价值认知”指标。通过分析学生实验报告中对“乡村振兴”“绿色发展”等理念的体现，考察其将光学优化与宜居乡村建设结合的意识，培养兼具专业能力与社会责任感的创新人才。

### 3.4 强化“校企地联合”的实践支撑

#### (1) 建立乡村振兴实践基地

与重庆潼南区李台村等合作，设立“传统民居光环境研究站”，学生定期开展驻场实验，收集真实数据并为村民提供采光改造建议。这种“实验室-乡村现场”的联动，既能提升实验的真实性，又能服务地方发展需求。

#### (2) 联合企业开发实验课程资源

与绿建斯维尔等企业合作，引入 DALI 软件教育版，开发针对教学的简化模块（如自动生成采光分析报告书），降低学生的学习门槛。同时，邀请企业工程师参与指导“景观照明设计优化”实验，使教学内容与行业技术标准同步更新。

#### (3) 组建跨学科指导团队

整合建筑光学、结构工程、乡村规划等领域教师，形成“技术+人文”的指导团队。在“传统民居改造”实验中，光学教师指导照度计算，规划教师强调风貌保护要求，使学生理解多学科协同在创新中的重要性，培养系统思维。

## 4. 教学改革实践效果与反思

### 4.1 实践成效

重庆交通大学在 2023-2024 学年的建筑物理光学实验课程中试行该改革方案，选取建筑学专业两个班级（共 60 人）作为试点。结果显示：学生参与“传统民居采光优化”项目的积极性显著提升，90% 的团队完成了从调研到方案设计的全流程；3 个团队的改造方案被纳入“优秀课程设计”评选；学生对“动态采光模拟”等技术的掌握熟练度显著提高，专利申请与论文写作能力得到明显提升。

### 4.2 存在问题与改进方向

教学过程中也暴露出一些问题：一是部分学生对复杂软件（如 Daysim）的掌握存在困难，需进一步开发阶梯式教程；二是实地调研的安全管理与经费保障机制有待完善；三是创新成果的转化渠道需进一步拓宽。计划未来通过编写《建筑光学实验创新指南》、设立专项实践基金、与地方政府共建成果转化中心等措施来持续优化。

## 5. 结论

建筑物理光学实验课程的教学改革，应以培养学生的创新能力为核心，通过教学内容与科研项目的深度融合、教学方法与工程

实践的紧密衔接、评价体系与创新素养的精准对接，构建“学-研-用”一体化的教学体系。重庆传统民居采光优化项目的实践表明，当学生在实验中直面真实工程问题、参与完整创新流程时，其解决复杂问题的能力与工程创新意识将得到显著提升。

这种改革不仅回应了乡村振兴对高素质建筑人才的需求，更实现了实验教学从“知识验证”到“创新训练”的范式转变。未来需进一步深化校企地协同，使建筑物理光学实验课程成为培养“懂技术、能创新、有情怀”的建筑学人才的重要平台，为美丽宜居乡村建设提供持续智力支持。

## 参考文献

- [1]四川日报全媒体评论员.建设宜居宜业和美乡村推进乡村全面振兴[N].四川日报.
- [2]金薇.建筑物理实验教学探索[J].高等建筑教育, 2013, 22(2): 151-154.
- [3]周琴, 张九红, 陈沈.PBL 教学法在建筑物理实验教学中的应用[J].物理实验, 2022, 42(1): 29-34.
- [4]成侃.项目驱动: 建筑物理实验教学改革的方 向[J].林区教学, 2024.08: 76-79.
- [5]何荣, 栗多婷, 翁季等.面向绿色建筑创新人才培养的建筑光学课程教学改革研究[J].高等建筑教育, 2022, 31(3): 52-56.
- [6]林健.多学科交叉融合的新生工科专业建设[J].高等工程教育研究, 2018(1): 32-45.
- [7]姚胜, 李雅妮, 袁景玉.新工科背景下建筑物理“双核三阶”研学模式的创新与实践[J].大学教育, 2024(11): 27-32.
- [8]周琴, 宋智强, 张九红等.基于绿色建筑模拟技术的建筑物理实验教学改革与实践[J].实验室研究与探索, 2024, 43(10): 82-87.
- [9]孙亚龙, 闫晓娜, 龚康宇等.用于建筑物理的新型窗户光热性能综合实验设计[J].实验技术与管理, 2024, 41(6): 81-86.
- [10]牛笑, 杨梦阳, 赵兵兵.建筑物理课程模块化教学改革[J].辽宁工业大学学报(社会科学版), 2022, 24(1): 116-118.