

《电路原理》混合式课程建设中“前置干预”教学策略的探索与实践

查晓婧*, 刘 川, 李 正

宁波大学信息科学与工程学院, 浙江 宁波

收稿日期: 2026年6月3日; 录用日期: 2026年7月16日; 发布日期: 2026年7月28日

摘 要

针对《电路原理》课程教学中“先修基础参差不齐”与“实验准备不足”两大隐性痛点, 文章提出“前置干预”教学策略, 将教学干预的关口从课中提前至理论课程和实验课程开课前: 首先, 建立“先修知识诊断-定向衔接”机制, 通过课前线上诊断, 定位学生在先修课程中的薄弱环节, 推送针对性衔接微课; 其次, 建立“实验预检-分级准入”机制, 在每个实验课程前设置能力预检任务, 为学生实施分级准入。将两个前移的关口与课中混合式教学、课后过程性评价相融合, 形成“诊断-衔接-教学-预检-实验-评价”六环节教学体系, 从而改善整体教学质量。教学实践表明, 该策略有效平衡了学生的学习起点差异, 降低了实验环节的操作失误, 取得了良好的教学效果。

关键词

《电路原理》, 混合式教学, 先修知识诊断, 前置干预, 课程建设

Exploration and Practice of Pre-Intervention Teaching Strategy in the Construction of Hybrid Course of “Circuit Principles”

Xiaojing Zha*, Chuan Liu, Zheng Li

Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Ningbo University, Ningbo Zhejiang

Received: June 3, 2026; accepted: July 16, 2026; published: July 28, 2026

Abstract

Addressing two major hidden pain points in the teaching of “Circuit Principles”-“uneven prior

*通讯作者。

文章引用: 查晓婧, 刘川, 李正. 《电路原理》混合式课程建设中“前置干预”教学策略的探索与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(7): 511-517. DOI: 10.12677/ces.2026.147543

knowledge” and “insufficient experimental preparation”-this article proposes a “Pre-intervention” teaching strategy. This strategy moves the intervention point from in-class to before the start of theoretical and experimental courses: First, it establishes a “prerequisite knowledge diagnosis-targeted bridging” mechanism. Through online pre-class diagnosis, it identifies students’ weaknesses in prerequisite courses and provides targeted bridging micro-lessons. Second, it establishes an “experiment pre-assessment-tiered admission” mechanism. It sets pre-assessment tasks before each experimental course to implement tiered admission for students. These two forward-moving gates are integrated with blended learning during class and post-class formative assessment to form a six-stage teaching system: “diagnosis-bridging-teaching-pre-assessment-experiment-evaluation,” thereby improving overall teaching quality. Teaching practice shows that this strategy effectively balances differences in students’ learning starting points, reduces operational errors in experimental procedures, and achieves good teaching results.

Keywords

“Circuit Principles”, Blended Learning, Prerequisite Knowledge Diagnosis, Pre-Intervention, Curriculum Development

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《电路原理》课程是电类专业的一门重要专业基础课程，也是电工、计算机、自动化等多个工科专业学生的必修课程。该课程的主要内容包括电路模型与基本定律、电阻电路分析、动态电路分析、正弦稳态分析、频率响应、二端口网络等[1] [2]。这些内容是学生后续学习《模拟电子技术》《信号与系统》《数字电子技术》等课程的重要基础，对培养学生的电路分析能力和工程思维具有不可替代的作用。

经过不断革新完善，《电路原理》包含的课程内容众多，需要分为上下两个学期完成课程内容教学；涉及知识面广，需要用到高等数学、线性代数、复变函数等大量数学物理知识[3]。然而，在教学过程中学生普遍反映理解难度大：一方面，电路定理的推导与应用、相量分析、频率响应等知识需要较强的数学基础和物理直觉，传统的教学中课程多以理论教学为主，讲授模式单一，难以有效帮助学生建立对电路模型的深层认知。另一方面，实验教学中学生的基础参差不齐，部分学生对仪器操作和电路搭建缺乏基本经验，导致实验课的有效教学时间被大量基础性指导所挤占，学生思考少、动手参与度不高[4] [5]。总体而言，该课程在教学实施层面面临显著困难，教与学的效率均不够理想。

针对上述问题，本文提出“前置干预”教学策略，将教学干预的关口从课中前移至课程开课前和实验课程前。课前阶段，通过先修知识诊断精准定位学生在高等数学、复变函数、大学物理等先修课程中的薄弱环节，推送针对性衔接微课实现补强；实验前阶段，通过预检任务评估学生的原理掌握和操作基础，为学生提供分级准入和差异化指导。将上述两个关口与已有的课中混合式教学、课后过程性评价相融合，形成“诊断-衔接-教学-预检-实验-评价”六环节教学体系。

站在教育理论视角，“前置干预”策略与精准教育(Precision Education)和布卢姆掌握学习理论(Mastery Learning)具有内在契合性。精准教育强调基于学习者个体数据实施差异化教学干预[6]，本策略通过诊断测试生成学情画像并推送定向衔接微课，正是将精准教育理念落地于课前环节。布卢姆掌握学习理论认为，给予充分的时间和适当的帮助，绝大多数学生都能达到学习目标的掌握水平[7]；本策略通过“预检

“分级准入”机制，为未达标学生提供额外的学习支持与时间缓冲，体现了该理论的核心主张。在国际比较视野中，“Just-in-Time Teaching (JiTT)”模型同样强调课前诊断与课堂调整的联动[8]，但其关注点主要在课堂教学节奏的动态适配，尚未延伸至实验环节。本研究的创新之处在于：将“理论课前”与“实验课前”两个干预关口整合为一个连贯的六环节教学体系，并通过学情数据在各环节间的流转实现策略的自适应优化，从而在理论与实践两个维度同步实现精准干预。本文将围绕该策略的构建与实施展开讨论，并采用跨届纵向对照方式检验实施成效，同时梳理策略落地过程中的现实问题与应对路径，以期为《电路原理》课程的混合式教学改革提供参考。

2. 现有教学体系中存在的主要问题

综合已有教学改革文献和多年教学实践，当前《电路原理》课程教学体系在课前准备、课堂教学、实验教学和考核评价四个环节仍存在问题。

(1) 课前准备环节：先修知识衔接的系统性缺失

《电路原理》对先修知识的依赖性极强——基尔霍夫定律求解多支路电压电流需要线性方程组基础，动态电路暂态分析需要常微分方程求解能力，正弦稳态电路分析需要复数运算的熟练运用。《电路原理》的开课时期普遍在大一下学期和大二上学期，先修课程《高等数学》等一般都集中在大一上学期，现有教学体系在《电路原理》开课前默认学生已掌握相应先修知识点，忽略了学生之间基础知识的差异化。教师往往只能根据课堂上的学生练习反馈发现学生基础问题不足，零星补救缺乏系统性和时效性。

(2) 课堂教学环节：教学节奏难以动态调整

现有教学体系中，课堂教学的节奏和重点往往按照统一的教学大纲推进，学生长期处于被动接收状态，知识内化效果不佳[9][10]。混合式教学改革在一定程度上改善了这一状况[11][12]。但其效果有赖于学生课前预习的充分程度。当学生带着先修知识的薄弱点进入课堂时，即使采用翻转课堂等互动形式，其参与深度也会受到制约。混合式课堂教学的改革效果，在很大程度上受到课前准备环节的影响。

(3) 实验教学环节：准备不足与过程脱节

实验教学是问题最为集中的环节。已有文献在虚拟仿真融合[13][14]、精准教学[15]等方面做了探索，但主要聚焦于实验过程中的优化，对实验前的准备环节关注不足。实际教学中，学生进入实验时的能力起点差异悬殊，教师不得不花大量时间讲解基础操作，有效教学时间被大幅压缩。此外，仿真操作与实物操作之间缺乏有效衔接[10]，实验报告也多以数据记录为主，缺少引导学生反思误差成因的机制。

(4) 考核评价环节：过程评价与实验报告融合不够深入

现有考核体系虽已向“过程性评价 + 结果性评价”转变[1][9][10]，但过程性评价的数据无法表征对先修知识的掌握程度，难以直接反映对《电路原理》课程核心知识的理解深度。实验报告作为实验环节的核心产出物，其评价功能尚未充分发挥，没有起到将实验操作与理论分析、误差反思关联起来的作用。

3. “前置干预”教学策略的构建

3.1. 教学策略总体框架

“前置干预”教学策略立足前置干预思路，分别在理论课前与实操实验两个阶段开始前就提前开展教学工作，依托学情精准摸排实施定向帮扶，破除学生理论学习与实验实操环节的前置性学习阻碍，策略具体划分为两项实施机制，相关内容详见表1。

第一关口依托诊断测验，梳理学生数学、物理学科基础薄弱点，依托配套专项微课开展针对性补学；第二关口设置实验前置预检任务，考核学生理论理解程度与实操预备能力，据此划定实验准入层级并落

实分层指导。两项关口以教学干预前置为统一导向，优化课前预备质量，保障课堂授课与课后考评有序开展。

Table 1. The overall framework of the “Pre-intervention” teaching strategy
表 1. “前置干预”教学策略总体框架

关口	核心机制	实施节点	技术支撑	预期效果
第一关口(课程前)	先修知识诊断——定向衔接	开课前 2 周	学习通平台 + 诊断题库	消除先修知识差异
第二关口(实验前)	实验预检——分级准入	实验前 3 天	学习通平台 + LTSpice 仿真	降低实验出错率

3.2. 第一关口：先修知识诊断与定向衔接

(1) 知识图谱构建。梳理《电路原理》对先修课程的依赖关系，构建“先修知识 - 课程知识点”关联图谱，涵盖数学基础和物理基础两大模块(见表 2)。

Table 2. Mapping relationship between prerequisite knowledge and course knowledge points
表 2. 先修知识 - 课程知识点映射关系

先修知识模块	具体知识点	课程对应内容	影响程度
数学基础	复数运算(极坐标形式)	相量法、正弦稳态分析	高
	常微分方程求解	动态电路暂态分析	高
	线性方程组(矩阵运算)	回路电流法、节点电压法	中
物理基础	电磁感应定律	电感元件、互感	高
	电感、电容	动态电路分析	中

(2) 诊断测试与定向衔接。结合课程知识图谱搭建多考点线上诊断题库，于课程开课两周前在学习通发布测评(测评结果不计入课程总成绩)。学生作答完毕后，平台依托数据生成班级整体学情分析报告与个人知识薄弱项标注；针对全班共性短板内容，于开课一周前推送衔接微课，单节微课时长控制在 5~10 分钟，内容遵循问题导向、知识点梳理、电路实例应用的三段式架构。要求学生在正式开课以前完成微课学习并通过配套随堂巩固习题，该阶段全部学习任务均安排在课前自主时段，不挤占课堂教学学时。课程讲授阶段配套布置关联性课后习题，以此检验课前衔接成效，构建“学情诊断→针对性补强→成效校验”的完整教学闭环。

这里针对“复数运算”薄弱点设置衔接微课示例。衔接微课的三段式架构如下：(a) 问题导向：以阻抗计算为情境，提出“如何将直角坐标形式的阻抗转化为极坐标形式”的实际问题；(b) 知识点梳理：用 5 分钟系统回顾欧拉公式、极坐标与直角坐标互换公式、复数乘除法则等；(c) 电路实例应用：以一个含电感与电阻的串联电路为例，演示从阻抗计算到戴维宁相量求解完整过程。结尾配套 3 道巩固习题，要求学生正确率达到 75%以上方可视为通过。

3.3. 第二关口：实验预检与分级准入

(1) 预检任务设计。各实验项目正式开展前三天，依托学习通发布课前预检内容，考核内容分为实验原理小测与 LTSpice 仿真实操两部分。以戴维宁定理验证实验为例，预检任务分为两部分：(a) 原理小测(5 道选择题 + 1 道简答题)，考查学生对等效电阻计算方法、开路电压物理意义及短路电流测量注意事项的理解；(b) LTSpice 仿真实操，要求学生在虚拟环境中搭建含两个独立源和三个电阻的线性电路，分别测量开路电压和短路电流，并截图提交仿真结果。预检总分 100 分，80 分及以上为 A 级直接准入，80 分

以下为 B 级需完成预备学习。

(2) 分级准入与分层指导。根据预检得分划分两类实验准入等级：A 级达标学生可直接参与线下实验课程；预检不合格的 B 级学生须先行完成配套预备学习内容，依托仪器操作教学短视频补齐仿真短板，完成视频教学后方可进入实验环节。授课教师依托预检统计数据提前掌握班级预习实情，实操过程中侧重跟进帮扶 B 组学生，针对 A 组学生在基础实验完成后增设探究类课题，落地分层化教学指导。

(3) 实验报告复盘与过程考评。在常规实验报告基础之上，新增实验失误归因、学习过程自评两个撰写栏目。失误分析部分要求学生对照课前预检结果，梳理实操差错和前期知识疏漏间；自评板块引导学生围绕课前预习质量、仪器操作规范性、实验数据处理等维度开展自我评述。如一名 B 级学生在完成预备学习后进入实验的自析节选：“预检中我的 LTspice 仿真未能正确设置电流探头方向，导致仿真短路电流符号与理论值相反。回顾原因，是对‘参考方向’概念理解不扎实，在预检中重新巩固了关联参考方向与非关联参考方向的判断方法，从而避免了正式实验中的方向性错误”。该片段体现了学生从预检失误到实验改进的完整反思链路，展示了“错因自析”的引导效果。借助报告增设复盘模块，引导学生跳出单纯誊写实验现象的固有模式，转向深度梳理实验问题；同时扩充过程考核的数据素材，搭建“课前预检→实操实验→报告复盘→学习改进”的完整教学闭环。

4. 与混合式教学的融合实施

4.1. 六环节教学体系

“前置干预”策略与混合式教学融合，形成“诊断 - 衔接 - 教学 - 预检 - 实验 - 评价”六环节教学体系，如表 3 所示。

Table 3. Six-link teaching system
表 3. 六环节教学体系

环节	时间	主要内容	数据流向
① 先修诊断	开课前 2 周	线上诊断测试，生成学情画像	诊断数据→②
② 定向衔接	开课前 1 周	推送衔接微课，按需补强	衔接数据→③④
③ 混合教学	理论教学	线上微课 + 线下翻转课堂	课中数据→④⑤⑥
④ 实验预备检	实验前 3 天	原理小测 + 虚拟操作练习	预检数据→⑤
⑤ 分级实验	实验课	A 级直接准入，B 级预备后准入	实验数据→⑥
⑥ 过程评价	课程全程	多维度过程性评价与反馈	评价数据→③④优化

课程搭建先修诊断题库、衔接微课库，依托每学期学情数据逐年更新优化；微课结合电路实例梳理前置知识，搭配配套习题，组成视频加习题成套资源。同步建设实验预检题库与仪器操作视频库，每项实验配备原理小测与 LTspice 仿真任务，仿真内容与线下实体实验相对应。

全部教学资源于学期初定稿固化，授课内容不再临时改动，教师依据诊断、预检数据灵活把控授课节奏：班级共性知识点薄弱则放缓授课、补充铺垫；实验预检整体通过率不足，便在实验课前集中梳理相关原理。以“资源固定、节奏可调”的思路，兼顾课程体系完整性与教学适配性。

4.2. 教学实践效果

本文将“前置干预”策略融入《电路原理》混合式课程建设中，从学业表现、实验教学和学生反馈三个方面观察效果。本实践采用前后年级纵向对照设计，选取本校 2023 级电子信息专业学生作为对照组，

沿用传统混合式教学模式；选取 2024 级同专业学生作为实验组，推行本文构建的前置干预教学体系。两届学生招生生源、培养方案、授课教师、教学大纲、实验项目、考核评价标准保持完全一致，有效控制无关变量。

学业表现方面，基于成果导向教育(Outcomes-Based Education, 简称 OBE)理念的评估数据显示，实施该策略的 2024 级班级课程目标达成度较传统模式提升 2.7%，不及格率降低 1.3%。在正弦稳态电路分析和动态电路分析这两个对先修知识依赖度最高的章节，学生掌握情况改善最为明显，分别对应先修诊断中的“复数运算”和“常微分方程求解”两个高频薄弱点，说明定向衔接机制对后续学习起到了促进作用。

实验教学方面，改善效果较为突出。经过预检达标的学生进入实验时已具备基本操作认知，教师得以将更多精力投入实验原理讲解和工程问题分析。学生在实验操作中的常见错误大幅减少，实验报告中新增的“错因自析”环节促使学生主动反思问题。体现了从“被动完成实验”到“主动分析实验”的转变。

学生反馈方面，匿名问卷调查显示学生对策略实施普遍持肯定态度，授课老师的学期末教学质量评价五星率上涨 2.1%。多数学生认为诊断测试有助于了解薄弱点，衔接微课对后续学习起到了铺垫作用，预检机制降低了实验时的心理压力。综合来看，该策略改善了学习起点差异，提升了实验教学质量，增强了学生的学习信心与主动性。

5. 策略实施的现实挑战与应对

尽管“前置干预”策略在教学实践中取得了积极效果，但在推广实施过程中仍面临以下现实挑战，需要采取针对性的应对措施。

(1) 教师工作量的评估与应对。

“前置干预”策略要求教师在课前完成诊断题库建设、衔接微课录制、预检任务设计等工作，前期投入的工作量较大。对此，本研究采取了以下应对策略：(a) 团队协作。《电路原理》课程组建 4~6 人的课程组，按先修知识模块和实验项目分工负责资源建设任务，避免由单个教师承担全部工作；(b) 资源库共建共享。依托学习通平台建立课程资源库，首年汇总过往多年的期中期末试题和课后习题，建设完成后逐年迭代更新，后续学期教师仅需根据新一轮诊断数据对资源进行微调；(c) 渐进式推行。在对课程中十多个章节中选择 3~4 个核心章节和 2~3 个关键实验项目作为试点，待资源积累到一定规模后再全面铺开。

(2) 学生参与度的激励机制。

前置诊断测试和实验预检任务均安排在课前自主时段，学生参与的积极性直接影响策略效果。为保障参与率，本研究采取了以下措施：(a) 过程性考核绑定。将诊断测试完成情况和实验预检得分纳平时成绩的评价体系，使前置任务不再是可选项而是学习过程的有机组成部分；(b) 即时反馈激励。诊断测试完成后即时推送个人学情报告和薄弱知识点标注，让学生感受到“诊断-补强”的实际价值，形成正向反馈循环；(c) 同伴互助机制。鼓励 A 级达标学生在实验课中协助指导 B 级学生，既锻炼了 A 级学生的表达与应用能力，也减轻了教师指导压力。

6. 结论

本文针对《电路原理》混合式课程建设中被忽视的“入口”问题，提出了“前置干预”教学策略。从理论层面看，该策略将精准教育理念与掌握学习理论有机融合于工程课程的课前环节，并通过“理论课前诊断”与“实验课前预检”双关口的闭环设计，形成了对国际上 JiTT 模型的拓展，为专业基础课程的

混合式教学改革提供了一个可操作的理论框架。通过“先修知识诊断-定向衔接”机制和“实验预检-分级准入”机制,将教学干预关口前移至课程开课前和实验项目前,与混合式教学的课中改革和课后评价形成完整的六环节闭环体系。教学实践表明,该策略有效改善了学生的学习起点差异,降低了实验环节的操作失误,有助于调动学生的学习自信心,并培养学生的自主学习和创新实践能力。该策略的框架具有较好的可推广性,“先修诊断-定向衔接”机制可复制到其他对先修课程依赖性强的专业基础课,“实验预检-分级准入”机制可推广至其他工科实验课程。

基金项目

宁波大学课堂教学改革研究项目:线上线下混合式课程建设与实践研究——以《电路原理》为例(JYXM2025129)。

参考文献

- [1] 瞿博阳,柴旭朝,马彦霞,等. 基于一流本科课程建设的电路原理教学探索与实践[J]. 中国教育技术装备, 2021(24): 90-91+98.
- [2] 邱关源. 电路[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 568.
- [3] 霍炬,李琰,杨旭强. “双一流”背景下的“电路”课程建设探索[J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(1): 49-53.
- [4] 覃贵芳,黄岳龙,李勤生,等. “模拟电子技术”课程建设路径研究[J]. 装备制造技术, 2023(7): 136-139.
- [5] 曾宇露,刘嘉,章彧,等. “金课”背景下《电路》课程建设实践与探索[J]. 江西科学, 2024, 42(4): 893-896+905.
- [6] 艾散江·麦提喀斯木. 大数据驱动下的高校学生思政素养精准教育模式研究[J]. 教师, 2025(13): 5-7.
- [7] Block, J.H. and Burns, R.B. (1976) Mastery Learning. *Review of Research in Education*, 4, 3-49.
<https://doi.org/10.2307/1167112>
- [8] Killi, S. and Morrison, A. (2015) Just-in-Time Teaching, Just-in-Need Learning: Designing Towards Optimized Pedagogical Outcomes. *Universal Journal of Educational Research*, 3, 742-750.
<https://doi.org/10.13189/ujer.2015.031013>
- [9] 吴飞青. 新工科视域下电路原理教学改革与实践[J]. 教育研究前沿(中英文版), 2025, 15(3): 1-5.
- [10] 高国琴,李长杰,方志明,等. 一流专业建设背景下课程教学改革探索——以电类专业基础“金三角”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2022(30): 55-58.
- [11] 王乐,刘晓伟,孙文洋. 新工科背景下“模拟电子技术”课程线上线下混合式教学研究[J]. 科技风, 2023(25): 155-157.
- [12] 王丹妮,张向东,李月姝,等. BOPPPS 混合式教学在公路设计技术课程教学方案的设计探究——以“平曲线超高设计”为例[J]. 现代商贸工业, 2023, 44(22): 260-262.
- [13] 陈绳得. 基于 Multisim 仿真的组合逻辑电路实验教学设计与研究——以“三人表决电路”为例[J]. 信息技术与信息化, 2021(3): 199-201.
- [14] 冼进,赖晓铮. 基于 Multisim 仿真数字逻辑实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(9): 228-232.
- [15] 刘亮,苏钢,谭志光,等. 精准教学在电路原理实验课程中的应用[J]. 大学教育, 2024(19): 49-53.