

# 基于 AI 辅助教学的模拟与数字电子技术课程系统化教学改革研究

王珊珊

上海理工大学光电信息与计算机工程学院, 上海市, 200093;

**摘要:** “模拟电子技术”与“数字电子技术”是新工科背景下电子信息、自动化等专业的核心基础课程, 对学生工程思维与实践能力的培养具有关键作用。传统教学模式存在知识点抽象晦涩、理论实践脱节、课程间壁垒明显、学生创新动力不足等痛点, 难以满足复合型创新人才培养需求。本文提出一种以成果导向教育(OBE)理念为指引, 融合“跨学科知识整合”与“AI 技术赋能”的系统化教学改革方案。该方案通过重构数模电课程内容体系, 打通与自动控制原理、通信原理等课程的知识链路; 引入 AI 驱动的个性化学习辅导与前沿案例教学; 采用翻转课堂为主、简易项目任务为辅的混合式教学模式, 建立多维度过程性考核评价体系。本研究旨在通过系统化改革, 提升学生综合工程素养与创新实践能力, 为新工科人才培养提供可推广的教学范式。

**关键词:** 模拟电子技术; 数字电子技术; 跨学科融合; AI 辅助教学; 教学改革

**DOI:** 10.69979/3029-2735.26.03.047

## 引言

“模拟电子技术”与“数字电子技术”是电子信息、自动化、测控技术与仪器等专业的专业基础核心课程, 是学生从基础理论学习迈向工程实践应用的关键桥梁<sup>[1]</sup>, 兼具理论严谨性与工程实践性, 在人才培养体系中承担着承上启下的重要作用, 直接影响学生后续专业课程的学习效果与工程能力养成<sup>[2]</sup>。

传统教学实践中, 数模电课程教学面临诸多瓶颈: 一是知识点抽象且关联性强, 模电中的半导体器件特性、负反馈放大电路, 数电中的时序逻辑分析、可编程逻辑器件应用等内容, 对学生逻辑思维要求较高, 易使学生产生畏难情绪<sup>[3]</sup>; 二是教学模式以教师“灌输式”讲授为主, 学生被动接受、师生互动不足, 难以激发主观能动性与创新思维<sup>[4]</sup>; 三是课程间知识壁垒显著, 学生无法将数模电知识与自动控制、通信工程等后续专业课程有效衔接, 导致理论与应用脱节<sup>[5]</sup>; 四是考核方式偏重理论记忆, 对电路设计、团队协作等核心工程能力考查不足<sup>[6]</sup>。

新工科建设背景下<sup>[7-8]</sup>, 国内教育工作者展开了丰富的教改探索, 张峰、王海波等学者分别从混合教学、案例教学、多元化教学等角度优化教学模式, 在各自领域取得良好成效<sup>[1-4]</sup>, 但仍存在共性不足: 一是数模电与自动控制原理等核心课程的系统性融合欠缺, 未形成跨学科知识网络<sup>[5]</sup>; 二是现有技术应用多停留在常规虚拟仿真、在线测试层面, 未能充分发掘 AI 在个性化辅导、前沿案例教学中的深层潜力<sup>[6]</sup>。

基于此, 本文以 OBE 理念为指导<sup>[8]</sup>, 提出“跨学科

融合”与“AI 辅助教学”相结合的数模电课程系统化教学改革方案, 打破课程壁垒、重构教学内容体系, 利用 AI 技术赋能教学全过程, 提升教学质量, 培养学生创新实践能力, 适应新时代工程技术人才需求。

## 1 现有教学模式的挑战与系统化改革设计

数模电课程作为电子类专业工程能力培养的核心载体, 其教学体系在课程结构、教学模式与考核方式等方面存在系统性问题, 制约学生综合能力提升。一是课程知识体系割裂, 当前高校数模电课程多采用线性串联结构, 学生先修《电路分析基础》, 再学习模电、数电及自动控制原理, 缺乏跨课程知识联动训练, 无法建立知识间逻辑关联, 工程问题分析能力受限; 二是教学过程以教师为中心, 缺乏有效交互与自主探索机制, 学生易丧失学习主动性, 且“一考定成绩”的考核方式忽视过程性能力、系统设计思维的评估, 难以支撑工程应用型人才培养需求。

针对上述问题, 本研究围绕“系统融合、技术赋能、能力导向”理念, 构建系统化教学改革方案, 核心目标包括: 构建一体化知识结构, 打通《电路》《模电》《数电》等多课程边界, 形成跨学科知识网络, 提升学生知识迁移应用能力; 引入 AI 技术提升教学效率与个性化, 实现个性化学习路径推荐、学习行为分析等功能, 打造人机协同教学支持系统; 改革考核体系, 建立多维过程性评价体系, 强化对问题解决、系统集成等能力的全面测评, 为电子信息类课程群提供适应未来工程教育的教学框架。

## 2 跨学科融合的教学内容重构

为实现知识系统性贯通与能力综合提升,本文对“模拟电子技术”与“数字电子技术”课程进行模块化重构,引入与其他核心课程的交叉融合模块,帮助学生建立跨学科知识关联与应用迁移能力。

## 2.1 电路-数模一体化基础模块

《电路分析基础》作为数模电课程的前置基础,其知识掌握程度直接影响后续学习效果。为此,模电课程开篇阶段回顾基尔霍夫定律、欧姆定律及电路定理等核心内容,强调其在非线性元器件分析中的基础作用。教学中,教师通过案例引导学生将二极管、三极管、MOS管等电子元器件置于实际电路环境中分析,结合放大电路、滤波电路及功率电路的讲解,引导学生将电路理论应用于元器件功能理解与系统性能分析,实现理论与实践紧密结合。同时,设计渐进式练习,帮助学生在掌握线性电路分析方法的基础上,逐步理解非线性电路分析思路,形成连贯知识体系,减少课程衔接断层带来的学习困难。

## 2.2 数模-自控深度融合模块

模拟电子技术与自动控制原理联系紧密,为培养学生系统性工程思维,设计二者深度融合教学模块:一是反馈理论融合,讲解负反馈放大电路时,引入控制系统闭环框图,通过传递函数分析电路增益、带宽与稳定性,结合奈奎斯特判据或波特图讲解反馈对系统性能的影响,帮助学生从系统视角理解负反馈调节原理及工程应用;二是PID控制器融合,将运算放大器的比例、积分、微分运算电路与经典PID控制器类比,指导学生利用模拟电路构建被控对象模型、分析控制效果,实现理论建模与实际电路的结合;三是振荡器与系统稳定性融合,讲解正弦波振荡电路时,引入自激振荡原理,通过根轨迹和奈奎斯特图分析起振条件和稳幅条件,帮助学生理解系统稳定性本质,掌握振荡电路设计的系统性思维。该模块通过理论讲解、电路分析与系统建模结合,提升学生复杂工程问题分析解决能力。

## 2.3 数模-通信/计算机交叉模块

模电教学中,引入调幅(AM)、调频(FM)电路作为通信系统前端实例,帮助学生直观理解信号调制原理及电路实现方式,通过案例分析掌握电路设计方法,理解模拟信号在通信系统中的传输特点,为后续通信原理课程奠定基础。数电教学中,将数字逻辑电路与基带传输、信道编码、误码检测等通信核心概念结合,让学生认识到数字电路在现代通信系统中的基础作用,理解数字信号生成、处理与传输过程,掌握从逻辑设计到系统实现的完整链路。

此外,计算机原理相关模块中,将组合逻辑、时序

逻辑视为CPU、存储器等核心部件的基础,在ADC/DAC教学中强调其作为模拟与数字系统桥梁的作用,通过模拟信号采集、数字转换及信号处理的综合案例分析,培养学生跨学科系统设计思维,助力学生将数模电知识迁移到嵌入式开发、信号处理等多领域,提升工程素养。

## 3 AI 辅助教学实施路径

为提升教学智能化与个性化水平,将AI技术贯穿课前、课中、课后全过程,通过智能助教、前沿案例和自适应学习等方式,打造全方位AI驱动教学体系,实现技术与教学深度融合。

### 3.1 AI 助教与个性化辅导

AI助教系统结合自然语言处理、知识图谱、推荐算法等技术,为学生提供全时段个性化学习支持:一是智能问答,基于课程知识库与预训练语言模型,7×24小时解答学生概念、习题疑问,支持文字、语音交互,结合知识点与典型案例详细解答,引导学生逐步分析复杂问题,培养逻辑思维;二是学习路径规划,通过分析学生线上学习数据(视频观看、测验成绩、作业质量等),构建个人知识图谱,精准识别薄弱环节,推送针对性学习资源、制定个性化复习计划,帮助查漏补缺;三是学习行为分析与预警,通过大数据监测学生学习状态,对学习动力不足、成绩下滑学生进行预警,方便教师及时干预,同时生成班级学习报告,为教学策略调整提供数据支持;四是个性化资源推送,结合学生学习兴趣、能力水平与职业规划,推送前沿论文、行业案例、竞赛资料等,拓展学生知识边界。

### 3.2 AI 前沿教学案例

课堂引入前沿AI技术实例,将抽象AI概念与数模电知识结合,提升课程前瞻性,激发学生跨学科科研兴趣:一是利用深度学习构建电路代理模型,介绍基于神经网络的电路特性预测方法,引导学生通过Python编程训练模型,快速预测放大电路增益、带宽等参数,理解AI在电路设计自动化中的应用;二是AI辅助电路优化设计,展示基于遗传算法、粒子群优化的电路参数优化案例,让学生通过仿真软件调用算法,直观感受AI在复杂电路设计中的优势,培养工程优化思维;三是AI在半导体制造与测试中的应用,介绍机器学习在芯片良率预测、晶圆缺陷检测中的应用,结合模电“半导体器件”章节,让学生了解AI对电子制造业的变革;四是智能硬件中AI与数模电融合案例,以智能手环、无人机为例,剖析其内部电路架构,讲解模电传感器信号调理电路、数电逻辑控制电路与AI算法模块的协同工作原理,帮助学生理解“电子技术+AI”的融合应用场景。

## 4 系统化教学方法与考核评价改革

### 4.1 教学方法改革

课程采用以学生为主体的混合式教学方法,整合线上线下资源,创新教学组织形式,弱化复杂项目驱动,突出简易可行:一是深度实施翻转课堂,学生课前通过线上平台观看微课、阅读电子教材、完成预习思考题,记录疑问;课堂时间聚焦问题解决、案例研讨与小型任务实践,教师通过线上平台发布实时测验检验预习效果,针对共性问题重点讲解,采用小组讨论、成果展示、教师点评的方式,深化知识点理解。二是简易项目任务辅助,设置3-4个短时聚焦的小型项目任务,无需复杂分工与长期推进,学生可自主或2-3人小组完成,任务周期控制在1-2周,仅需提交设计思路、简化仿真结果或方案报告,教师通过AI助教平台跟踪进度、提供线上答疑,降低实施难度。三是线上线下资源深度融合,搭建一体化教学平台,整合线上学习、在线讨论与线下研讨功能,线上提供教学视频、题库、讨论区等资源,支持自主学习;线下开展案例分析、小组研讨,教师面对面指导,形成“自主学习-研讨交流-提升深化”的闭环。四是科教融合与行业对接,邀请企业工程师、科研团队开展专题讲座,介绍电子技术行业最新应用案例;将教师科研项目转化为简化教学案例,融入课堂;组织学生线上参观企业研发中心、观看行业技术视频,了解行业需求与发展趋势,增强学习针对性。

### 4.2 考核评价体系改革

建立以能力导向为核心、过程性考核为重点的多元化评价体系,全面评估学生知识掌握程度、工程实践能力与创新思维:一是明确考核权重与构成,最终成绩由期末考试(40%)与过程性考核(60%)组成,打破“一考定终身”模式。期末考试采用闭卷形式,侧重核心理论知识与复杂工程问题分析能力考查,试题涵盖概念辨析、原理分析、电路设计等类型,适当增加开放性试题;过程性考核包括线上学习(15%)、小型项目任务(25%)、课堂表现(20%),全面跟踪学习全过程。二是考核方式多元化,理论考核除传统笔试外,增加在线测验、阶段性考核、案例分析报告等形式,在线测验支持多次作答取最优成绩,阶段性考核及时检验学习效果;团队考核简化,小组完成的小型项目任务,结合团队成绩与个人贡献评定,避免复杂评价流程。三是评价标准精细化,制定各考核环节简单评分标准,量化核心指标,如小型项目任务从方案合理性、思路清晰度、报告规范性三个维度评分,案例分析报告侧重问题分析、知识应用、方案可行性评价。四是考核反馈及时化,建立“考核-反馈-改进”闭环机制,每次考核后及时反馈成绩与简要评价,指出优点与不足,提供针对性改进建议;同时通

过简单问卷调查收集学生意见,持续优化教学与考核方案。

## 5 结语

本文针对数模电课程传统教学中存在的概念抽象、理论实践脱节、课程壁垒明显等问题,提出以“跨学科融合”与“AI辅助教学”为核心的系统化教学改革方案。通过模块化重构课程内容、打通多课程知识链路,帮助学生建立完整可迁移的电子学知识体系;通过AI技术赋能,实现智能辅导与个性化学习,打造现代化学习环境;通过简化教学方法、创新考核评价,聚焦学生综合能力与实践素养培养。该改革模式有效激发学生自主学习主动性与探索兴趣,提升学生工程实践能力与创新思维,为新工科背景下复合型人才培养提供可行路径,也为其他相关课程教学改革提供参考与借鉴。

### 参考文献

- [1]张峰.面向创新能力培养的数电混合教学实践[J].电气电子教学学报,2023,45(00):1-5.
- [2]王海波,霍炎,刘颖,等.面向“新工科”建设的模拟电子技术课程改革[J].电气电子教学学报,2025,47(3):1-4.
- [3]廖索引,李国丽,潘天红,等.“模拟电子技术”一流课程建设改革与实践[J].电气电子教学学报,2024,46(4):25-28.
- [4]刘浩,陈根龙,邓开连.面向卓越工科的“模拟电子技术”教学探索[J].电气电子教学学报,2023,45(00):1-5.
- [5]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.
- [6]杨春雷.基于虚拟仿真技术的模拟电子技术实验教学改革创新研究[J].机械制造与自动化,2025,54(1):163-165,186.
- [7]王庆凤,刘凤敏,李传南.模拟电子技术与自动控制原理课程融合促进教学探索[J].中国现代教育装备,2024(15):94-97.
- [8]吴琼,王江明.OBE理念支持下的电子专业课程教学改革——以“模拟电子技术”为例[J].家电维修,2024(4):46-48.

作者简介:王珊珊(1990.04-),女,汉族,江苏省连云港人,博士研究生,讲师,研究方向:分布参数系统控制,多智能体系统控制,时滞系统控制。本论文为国家自然科学基金青年项目(6230021498)和上海高校青年教师培养资助计划项目的研究成果。