

化“魔电”为“模电”——《模拟电子技术》教学研究和设计

王凯民 杨海马 毕文超
上海理工大学, 上海 200093

[摘要]本课题通过选取《模拟电子技术》课程教材、教辅;改进《模拟电子技术》课程授课方式;以及提出《模拟电子技术》课程课后互动方案来研究探索新时代的《模拟电子技术》教学。通过找寻和汇总与《模拟电子技术》课程相关的先修课程、同步课程和后续课程中的重难点知识,建立专业课程交叉小专题,录制配套微视频,并结合线上 MOOC 平台与线下智慧教室,从教学目标、内容讲解、课堂互动、PPT 运用和动机激发五个方面改进授课方式,引导学生利用移动互联网技术进行线上线下一结合学习,化“魔电”为“模电”,使学生触手可及、得心应手,透彻理解课程重难点,增强学习效果。

[关键词]模拟电子技术;教学目标;内容讲解;课堂互动;PPT 运用;动机激发

DOI: 10.33142/fme.v7i8.20466

中图分类号: G712

文献标识码: A

Transforming "Magic Electricity" into "Model Electricity" — Teaching Research and Design of "Analog Electronic Technology"

WANG Kaimin, YANG Haima, BI Wenchao
Shanghai University of Science & Technology, Shanghai, 200093, China

Abstract: This study selected the textbook and teaching aids for the course "Analog Electronic Technology"; Improve the teaching method of the course "Analog Electronic Technology"; And propose an interactive program after the course of "Analog Electronic Technology" to study and explore the teaching of "Analog Electronic Technology" in the new era. By finding and summarizing the key and difficult knowledge points in the prerequisite courses, synchronous courses and follow-up courses related to Analog Electronic Technology, we established cross topic specialized courses, recorded supporting micro videos, combined with the online MOOC platform and offline smart classroom, improved the teaching method from five aspects of teaching objectives, content explanation, classroom interaction, PPT application and motivation stimulation, and guided students to use mobile Internet technology for online and offline combined learning, turning "magic electricity" into "model electricity", so that students can reach, be handy, thoroughly understand the key and difficult points of the course, and enhance the learning effect.

Keywords: analog electronic technology; teaching objectives; content explanation; classroom interaction; PPT application; motivational stimulation

引言

近年来,随着人工智能、机器人、5G 通信、物联网等新兴技术的飞速发展,世界各国纷纷将芯片产业作为国家战略重点。教育部面向新一轮科技革命与产业变革,从战略层面,以新技术、新产业、新业态和新模式为特征,推动对应的专业建设,如人工智能、智能制造、机器人、云计算等,同时也对相关传统工科专业进行面向新工科的升级改造。《模拟电子技术》作为多门新工科和传统工科专业(如人工智能、机器人、电信、通信、光电、电气自动化、生物医学等)的重要专业基础课程,在整个人才培养过程中具有举足轻重的作用。《模拟电子技术》重点研

究晶体管的性能,而晶体管是构成芯片的核心要素,芯片单位面积的晶体管数量决定了其算力,而人工智能、机器人工程等新工科的底层硬件核心和最易被卡脖子之处在于芯片。因此,《模拟电子技术》的基础性作用是显而易见的。相对于专业课,它更偏重基础理论和工程入门,直接决定了学生学习后续多门专业课(如《数字电子技术》、《单片机原理》、《微机原理与接口技术》、《DSP 原理》等)的上限效果,其重要性显而易见。

《模拟电子技术》是光电学院和机械学院多个专业的专业基础课程,由于难度较高,需要较多先修课程、正在修读课程和还未修读课程的相关知识来支撑,被学生称为

“魔电”。该课程知识点多、散、碎，概念抽象、原理难懂，尤其是存在大量需要其他相关课程（包括先修课程、正在修以及尚未修的课程）支撑的重难点，使得很多学生感到入门很难。模拟电子技术教学绝大部分停留在简单的原理和公式讲解上，学生只是机械地、被动地按照教师讲解的步骤和方法，利用公式或者“套路”做题，完成学习任务。学生难以深刻理解模拟电子技术的精髓，难以达到教学的目的。通过何种方式重新整合理论和实践，提高学生的水平和素质，是摆在教师面前的重要课题。

国内诸多高校均对模拟电子技术及相关电子信息类课程的教学展开了积极的教改尝试。如深圳大学陈书青围绕“通信原理与光通信技术”课程开展教学改革研究^[1]；上海大学王廷云围绕进阶式高阶创新人才培养开展教学研究^[2]；上海交通大学胡卫生围绕校企合作《光纤通信新挑战》研究生课程开展课程实践与问卷分析^[3]；中山大学李凡等按照“金课”标准开展光电专业实验课程建设与教学研究^[4]；南京邮电大学卢敏将 4G 虚拟仿真平台及其实训演练项目用于移动通信系统课程教学^[5]；广西大学任君玉基于 Multisim 仿真开展模拟电子技术实验教学改革^[6]。此外，还有大量研究涉及新工科背景下专业基础课程教学改革^[7]、电子技术实验线上线下混合教学^[8]、OBE 理念下模拟电子技术课程改革^[9]以及基于大数据改革的电力电子技术课程^[10]等等。

国际工程教育与科学教育领域已经积累了基于大样本实证研究和元分析支持的教学策略的主动学习、互动参与和线上线下混合学习方面的教改研究。如 Freeman 等对

STEM 课程的 225 项研究进行元分析，发现主动学习能显著提升学生成绩并降低不及格率^[11]；Prince 对工程教育中的主动学习、协作学习、合作学习和问题导向学习进行了系统综述，指出其效果总体上具有明确证据基础^[12]；Hake 基于 6000 余名物理课程学生的数据表明，互动参与式教学对概念理解的促进明显优于传统讲授^[13]；Deslauriers 等在大班物理课堂中的对照研究进一步说明，即使面对大规模班级，只要任务设计、同伴讨论和即时反馈组织得当，学生的实际学习增益仍可显著提高^[14]。这些国际研究为本项目将课堂互动、仿真演示、微视频预习和 MOOC 平台反馈整合为一套教学闭环提供了重要依据。

随着电子技术新器件、新技术、新方法的发展和实验设备的更新换代，电路的形式也变得多样且难懂，现有的模拟电子技术课程的教学方法大多难以满足学生和社会的需求。随着“互联网+教育”成为一种宏观的国家战略和行动计划，传统的教育领域和高校专业课程改革面临一系列的机遇和挑战。而《模拟电子技术》课程作为多门专业的核心基础课程，在整个人才培养过程中具有举足轻重的作用。本项目研究和设计了基于新工科和“互联网+”新时代背景下，结合 MOOC 平台（以学习强国 APP 的 MOOC 平台为例）的模电课程教学改革与创新的方法，重点攻坚模电课程中需要上述相关课程支撑的重难点，并着重从教学目标、内容讲解、课堂互动、PPT 运用和动机激发五个方面改进授课方式，以一种新的视角对这门课程进行探索研究。模拟电子技术课程教学改革研究现状与本文切入点如图 1 所示。



研究脉络：证据基础→教学方法→数字化条件→本文的跨课程闭环设计

图 1 模拟电子技术课程教学改革研究现状与本文切入点

1 研究内容和方法

国内传统课堂教学采用灌输式方法，内容枯燥，所学知识不易被学生理解，因而导致教学效率低下，是高等教育培养过程中的薄弱环节。因此需要研究改进模拟电子技术课程的授课方式。研究授课前如何撰写吸引学生选课兴趣的教学大纲，设计吸引学生上课注意力的教案；授课时，主要从教学目标、内容讲解、课堂互动、PPT运用和动机激发这五个方面研究提升授课效率的方法和要点；研究如何以学生为主体设计预期的学习结果（目标），精准描述

目标；研究如何将授课内容清晰准确地讲解给学生；研究如何与学生“有来有往”，充分互动；研究如何做好授课PPT；研究如何激发学生的主观能动性，使其自发有效学习。在具体到每一堂课时，针对所讲授的知识、技术和学生对其的熟悉程度，将复杂的综合应用问题简化为单一的数学问题，并穿插课程相关的其他课程理论和应用内容，帮助学生对所学专业融会贯通，设计吸引学生上课注意力的教案。研究方案如图2所示。



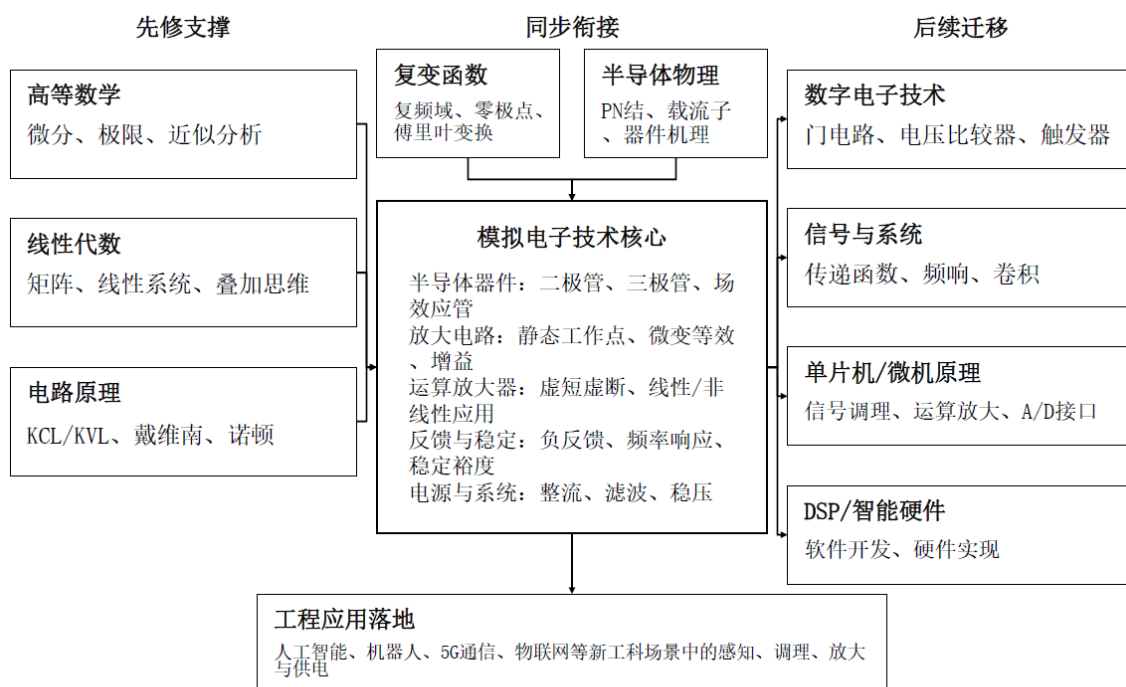
图2 本文“化魔电为模电”的教学研究方案

授课时，依次从教学目标、内容讲解、课堂互动、PPT运用和动机激发五个方面改进授课方式：

（1）教学目标明确，以使学生熟练掌握模拟电子技术相关知识技术，以及其在工程中的用法（能够在课上独立描述应用场景下的模拟电子系统主要关键技术，并学会对系统建模仿真）为目标，直接明了可量化。由易到难，分别通过若干个不同的实例来循序渐进地安排知识、技能目标的顺序，尤其注重对授课内容进行详略得当的规划，用有限的课时讲解最重要或实用的知识和技术。具体到模拟电子技术课程，教学目标包括：①使学生掌握二极管、三极管、场效应管等半导体器件的工作原理和特性曲线；②使学生掌握基本放大电路的静态分析和动态分析方法；③使学生掌握集成运算放大器的线性应用和非线性应用；④使学生掌握直流稳压电源的组成和工作原理；⑤使学生了解模拟电子系统在人工智能、机器人等新工科领域中的

实际应用场景。

（2）内容讲解清晰准确。《模拟电子技术》课程中，很多重难点知识点需要其他相关课程的支撑。据已有研究可得，与《模拟电子技术》相关的课程，在之前的学期有《高等数学》、《线性代数》、《电路原理》，在同一学期所上的课程有《复变函数》、《半导体物理》（大部分专业不学）；在后续学期有《数字电子技术》、《信号与系统》、《单片机原理》、《微机原理与接口技术》、《DSP原理》等，先修课程和同一学期所上的课程支撑《模拟电子技术》的知识点较多。例如，在讲解三极管放大电路的微变等效电路分析法时，需要用到《电路原理》中的戴维南定理和诺顿定理；在讲解放大电路的频率响应时，需要用到《复变函数》中的拉普拉斯变换和《信号与系统》中的传递函数概念；在讲解差分放大电路时，需要用到《电路原理》中的叠加定理。《模拟电子技术》与相关课程知识点关系如图3所示。



关系主线：基础工具支撑分析，同步知识解释机理，后续课程承接工程系统应用。

图3 《模拟电子技术》与相关课程知识点关系图

因此，在授课之前和授课初期，教师可通过本人联系学生、班长、学习委员、相关课程教师和辅导员，了解学生对先修课程和同期课程的掌握情况，为授课分配时间资源提供较为准确的信息。并给学生适当介绍后续课程中的相关衔接知识点，为学生将来的学习打下一定的基础。

根据本人和同事对此课程已有教学经历，对学生的摸底了解得到：学生对上述重难点知识点的掌握，相对其他无需相关课程支撑的重难点知识，掌握难度明显提升。因此拟系统梳理此类知识点、进行汇总、进而在课上互动时，建立相应的课程交叉小专题，并由课题组合力设计教学方案，录制配套的微视频，引导学生解决相关重难点知识点。此外，引导学生理清章节之间的关系，从而更加整体、全面地理解整个模拟电子电路系统，是如何由各个章节的知识点构成，避免学生沉浸于局部而忽视了整个系统和课程的目的、方法、思想，并研究培养学生使用思维导图来简化复杂问题；激发学生的学习成就感。

(3) 课堂互动充分有效。模电课程的教学不能仅以教师讲授为主，而应注重师生间的双向互动。具体措施包括：①在每节课开始时，用3~5分钟回顾上节课的重难点，并以提问的方式检查学生的掌握情况；②在讲解每个重难点知识点后，设置1~2个随堂练习题，让学生当堂完成并互相讨论，教师巡视并给予个别指导；③针对课程

交叉小专题，组织学生分组讨论，每组4~5人，讨论结束后由小组代表汇报讨论结果，教师进行点评和补充；

④利用线上MOOC平台的讨论区，布置课后讨论题，鼓励学生在网上继续交流，教师定期参与线上讨论并答疑解惑。

因此，本项目中的课堂互动不应停留在零散提问，而应形成“课前诊断-课中概念冲突-同伴讨论-即时反馈-课后再练习”的连续机制。课前通过MOOC平台、预习单或简短线上测验收集学生对二极管伏安特性、三极管放大区判断、运放虚短虚断等知识点的初始理解；课中围绕高频错误设置概念题，让学生先独立作答，再以小组方式解释理由，教师根据答案分布选择讲解深度；课后结合仿真任务和微视频回看，要求学生把电路图、波形、公式和工程现象对应起来。这样既能避免学生只记公式、不会迁移，也能让教师及时发现学生在哪一类先修知识上存在短板，从而把课堂时间用于最需要教师支持的关键环节。

(4) PPT运用得当。模电课程多采用PPT或者传统板书教学手段，但课程中大量分析结果和图形无法直观给出或从根本原理上分析，在一定程度上影响和制约了教学效果。改进措施包括：①在PPT中嵌入Multisim等仿真软件的动态仿真演示，直观展示电路的工作波形和频率特性；②对于复杂的公式推导，采用PPT分步动画展示推导过程，每一步配以文字说明；③在PPT中插入思维导

图,帮助学生理清各章节知识点之间的逻辑关系;④将课程交叉小专题的微视频嵌入 PPT 中,方便课堂播放和课后复习。

(5) 动机激发有效。顺应“互联网+教育”的趋势,引导学生紧跟新一轮科技革命与产业变革新形势,认识到新工科和相关传统工科与自身职业生涯发展的密切相关性。如介绍人工智能、机器人工程等新工科及对应行业的发展现状、对就业的利好,以及上述新工科的核心要素和最容易被卡脖子之处在于芯片,芯片的性能取决于单位面积的晶体管数量,晶体管是模拟电子技术的核心内容。同时模电也需要以下交叉专业课程的知识来支撑,可以说是新工科和传统工科升级改造的承上启下环节。在学习《模拟电子技术》课程中的二极管、三极管、场效应管时,对其应用在人工智能和机器人的硬件电路中所起的重要作用建立较为具体的认识。

鼓励学生使用线上 MOOC 平台,对课程进行预习和复习。对于预习,选取和教材配套的学习强国 APP-MOOC 平台-模拟电子技术基础(华中科技大学)在线课程(或者 MOOC 官网同名课程亦可)。该课程短小精悍,每课 10 分钟左右,提纲挈领,引导学生随时、随地、以多种方式,利用碎片时间来高效预习即将学习的内容;对于复习,选取上述在线课程+随堂公开课视频。公开课视频时长和授课时长相当,其中有大量练习题,引导学生以此来巩固课上所学。同时,利用 MOOC 平台线上开班,研究对学生线上学习情况的跟踪和评价模式,合理设定线上学习占总平时分的比例,也充分依托学校第一教学楼智慧教室的建设和应用,为学生提供优质的线下学习体验,同时调动学生线上和线下学习的积极性。

Means 等在线上线下混合学习方面,对在线学习和混合学习研究进行元分析,指出混合学习相较单纯面对面教学在学习效果上具有一定优势,但优势往往来自更充分的学习时间、更多互动资源和更明确的学习任务^[15]。本项目也将 MOOC 嵌入教学流程:课前用于降低知识进入门槛,课中用于触发讨论和仿真验证,课后用于巩固重难点并形成学习数据。教师可依据平台记录、课堂练习和小组汇报情况,判断学生在半导体物理、电路定理、复频域分析等支撑知识上的掌握程度,并将其反馈到下一轮教学设计中。

2 预期成效与评价

本项目的预期成效主要体现在三方面:

(1) 帮助学生建立《模拟电子技术》的整体知识图谱。通过把半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器、反馈与稳定、直流电源等内容放入“信号产生—信号处理

—能量供给—系统应用”的框架中讲授,学生能够理解各章节之间的逻辑关系,避免把模电看成彼此割裂的公式集合。

(2) 提高学生解决工程问题的信心。通过 Multisim 仿真、随堂概念题、分组讨论和微视频复盘,学生能够在较低试错成本下观察电路参数变化对工作点、增益、频率响应和输出波形的影响,从而把抽象概念转化为可观察、可解释、可修正的学习对象。

(3) 提升教师教学改进的可证据化程度。课堂互动记录、线上学习轨迹、阶段测试结果和学生反馈可共同构成过程性评价资料,为后续迭代教学内容和教学策略提供依据。

评价方式结合形成性评价与结果性评价。形成性评价关注学生是否完成课前预习、是否能在课堂讨论中解释关键概念、是否能用仿真结果验证电路分析结论;结果性评价则关注单元测试、期末考试和综合设计任务中学生对知识迁移能力的表现、实现对所学专业融会贯通。对于容易被学生视为“魔电”的重难点,可设置前测和后测,比较学生在概念判断、模型建立、故障分析和工程表达上的变化。通过这种评价设计,本项目不仅追求一次课程成绩的提高,更强调学生是否真正形成可迁移的工程思维和持续学习能力。

基金项目:上海理工大学 本科教学研究与改革项目 JGXM202317;上海理工大学 教学研究与建设 标杆项目 JXJY202603;上海理工大学 教师发展研究项目 重点项目 CFTD2026ZD02;2025 年度上海高校市级重点课程项目 SHZD2026115。

[参考文献]

- [1]刘俊敏,陈宇,王佩佩,等.新质生产力视域下“通信原理与光通信技术”课程教学改革研究[J].广西物理,2024,45(4):42-44.
- [2]王廷云,金彦亮,刘学锋,等.进阶式高阶创新人才培养探索与实践[J].高教学刊,2022,8(21):33-36.
- [3]胡卫生.校企合作《光纤通信新挑战》研究生课程实践与问卷分析[C].中国高校第五届教学学术年会.上海:上海交通大学教学发展中心,2023.
- [4]王虹,李凡,王瑞军,等.基于“金课”标准的光电专业实验课程的建设与探讨[J].科教文汇,2026(4):107-111.
- [5]卢敏,陈美娟.移动通信系统的虚拟仿真实训演练[J].实验科学与技术,2019,17(2):108-111.
- [6]任君玉.基于 Multisim 的模拟电子技术实验教学改革[J].实验科学与技术,2022,20(3):57-63.

- [7]陈月芬,陈荣钦,张石清,等.新工科背景下应用型本科专业基础课教学改革[J].计算机教育,2025,361(1):91-95.
- [8]刘婕,刘微容,刘朝荣,等.电子技术实验线上线下混合教学模式改革[J].实验科学与技术,2023,21(3):123-128.
- [9]陈乐珠,陈丽雅,陈昌文.基于 OBE 的“模拟电子技术”课程改革[J].电气电子教学学报,2023,45(4):88-93.
- [10]张蒙蒙,高志飞,胡莉.大数据背景下电力电子技术教学改革探讨[J].教育研究前沿,2025,8(3):222-224.
- [11]Freeman S,Eddy S L,McDonough M,Smith M K,Okoroafor N,Jordt H,Wenderoth M P.Active learning increases student performance in science,engineering, and mathematics[J].Proceedings of the National Academy of Sciences,2014,111(23):8410-8415.
- [12]Prince M.Does active learning work?A review of the research[J].Journal of Engineering Education,2004,93(3): 223-231.
- [13]Hake R R.Interactive-engagement versus traditional methods:A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses[J].American Journal of Physics,1998,66(1):64-74.
- [14]Deslauriers L,Schelew E,Wieman C.Improved learning in a large-enrollment physics class[J].Science,2011, 332(6031):862-864.
- [15]Means B,Toyama Y,Murphy R,Baki M.The effectiveness of online and blended learning:A meta-analysis of the empirical literature[J].Teachers College Record,2013, 115(3):1-47.

作者简介:王凯民(1989—),男,汉族,江西省南昌市人,副教授,博士,毕业于北京邮电大学光学工程专业,研究方向为因果可解释、多模态特征融合人工智能用于信号处理、光通信、光场调控、关联成像等,现从事教学科研工作。