

新工科背景下生成式 AI 赋能模拟电子技术课程教学改革

潘俊汝 南敬昌* 高明明 王艺扉 孟浩
辽宁工程技术大学

DOI:10.32629/mef.v9i7.21415

[摘要] 在新工科建设背景下,电子信息类专业对工程实践与系统分析能力提出更高要求。模拟电子技术课程理论性强、知识点紧密关联,学生常出现知识割裂和分析不连贯,难以建立完整的信号处理思维。生成式人工智能的兴起为教学改革提供了全新路径。本文提出以“信号处理”为主线,融合生成式AI与课程思政,优化教学内容与过程,构建“AI辅助—主线贯通—思政协同”的教学模式。该模式围绕信号处理主线重构知识模块,利用生成式AI进行电路仿真与信号分析,并融入思政案例,实现知识、能力与价值塑造的统一。借助AI引导学生深入理解电路原理与信号变化规律,强化工程认知与价值引领。教学实践表明,改革后平均成绩从71分提升至79分,及格率从86%升至92%,学生的过程分析、自主学习与知识综合能力均显著增强。

[关键词] 生成式AI; 模拟电子技术; 教学改革; 新工科; AI辅助教学

中图分类号: G421 文献标识码: A

Generative AI-Driven Reform of Analog Electronics Course Instruction in the Context of New Engineering Education

Junru Pan Jingchang Nan* Mingming Gao Yifei Wang Hao Meng
Liaoning University of Engineering Technology

[Abstract] Against the backdrop of the development of new engineering disciplines, electronic and information engineering programs place higher demands on students' engineering practice and systems analysis skills. The course on analog electronics is highly theoretical, with closely interrelated concepts; students often struggle with fragmented knowledge and inconsistent analysis, making it difficult for them to develop a comprehensive signal processing mindset. The rise of generative artificial intelligence offers a new pathway for educational reform. This paper proposes a teaching model centered on “signal processing” that integrates generative AI and ideological and political education to optimize teaching content and processes, thereby establishing an “AI-assisted — main-thread-integrated — ideological-political-coordinated” teaching model. This model reconstructs knowledge modules around the main thread of signal processing, utilizes generative AI for circuit simulation and signal analysis, and incorporates ideological and political case studies to achieve the unification of knowledge, skills, and value cultivation. By leveraging AI to guide students toward a deeper understanding of circuit principles and signal behavior, the model strengthens engineering cognition and value-oriented guidance. Teaching practice indicates that following the reform, the average grade rose from 71 to 79, the pass rate increased from 78% to 92%, and students' abilities in process analysis, independent learning, and knowledge integration all significantly improved.

[Key words] Generative AI; Analog Electronic Technology; reform in education; New Engineering; AI assisted teaching

引言

在新工科建设背景下,《模拟电子技术》作为电子信息类专业的核心基础课程,正面临着从“知识传授”向“工程能力建构”的深刻转型。然而,该课程理论抽象、知识点耦合紧密,学生普

遍陷入会算不会分析的困境。近年来,生成式人工智能的快速发展为破解这一难题提供了全新路径。本文以“信号处理”为贯穿始终的认知主线,将生成式AI融入课前导学、课中推演与课后反馈全流程,构建“AI赋能—主线贯通—思政协同”的三维融合

教学体系。教学实践表明,该模式显著提升了学生的成绩、及格率及过程分析能力,为电子信息类基础课程改革提供了一条可操作的创新路径。

1 问题的提出

在新工科建设背景下,工程教育正从传统的“知识覆盖”模式逐步转向“能力建构”模式,这就更加强调了学生对于复杂工程问题的分析能力、系统设计能力以及工程实践能力的培养^[1]。电子信息类专业作为新工科建设当中的一个重要组成部分,其基础课程的教学质量会直接影响到后续专业能力的培养^[2]。《模拟电子技术》这门课程属于电子信息类专业的核心基础课程之一,承担着帮助学生从器件认知阶段过渡到系统级电路分析阶段的重要任务^[6]。然而,学生在学习过程中普遍存在一类问题:可以推导公式却做不好系统分析,会进行计算却难以理解信号变化背后的机理^[7]。

从认知结构来看,学生掌握的知识往往偏离、碎片化,不同章节之间很难建立起有效的联系。这种“知识孤岛”现象已经成为模拟电子技术课程教学过程当中的一个比较突出的问题。与此同时,随着生成式人工智能技术的快速发展,高等教育领域知识获取方式以及教学交互模式正悄然改变^[4]。与传统在线教学平台侧重于开展知识检索以及资源推送工作相反,生成式AI支持多轮对话、动态推理、过程追问和情境化反馈,可以为学生的学习过程提供持续性的认知支撑^[3]。该项技术无论是在鼓励学生开展自主学习、提升问题分析水准还是在加强个性化学习体验上都展现出了明显的优势^[5]。

在以往的讲授模式中,这种情况很难从根本上进行解决。但随着生成式人工智能的快速发展,就可以把这一瓶颈打破开来。生成式AI支持多轮递进式推理、动态解释和情境化反馈等,跟《模拟电子技术》课程强调动态过程分析以及因果链推演的需求相契合。比如说当学生在对某级放大电路的工作点漂移问题进行分析时,该AI可以和学生连续的对话追问漂移的具体原因,推演出该漂移会给后级输入范围带来的连锁影响,帮助学生逐步建立起一套多层级的因果关系链。

课程思政建设也对电子信息类课程教学提出了新的要求。《高等学校课程思政建设指导纲要》指出,高校专业课程应实现知识传授、能力培养与价值引领的协同统一^[9]。当前《模拟电子技术》课程虽然蕴含丰富的工程思政元素,但在实际教学中,思政元素往往以附加式、点缀式形式出现,与专业知识认知过程联系不够紧密^[8]。如何将价值引领融入学生专业认知形成过程,实现“知识理解”与“工程价值认同”的同步推进,已成为课程改革的重要方向^[10]。

在新工科建设背景下,把生成式AI融入《模拟电子技术》课程中,就可以对原有教学体系开展以认知为导向的结构性改革工作。具体做法是,选用“信号处理”作为贯穿全部课程的一条认知主线,并且借助生成式AI构建出一套连续的支持机制,该机制包含了课前认知导学、课中动态推演以及课后个性化反馈。另外,还融入了国产芯片以及通信系统等工程案例,以此加强价

值引领,最终形成“AI赋能—主线贯通—思政协同”的三维融合教学体系。这也为新工科背景下的电子信息类基础课程改革工作,提供了一条具备可操作性的实践路径。

2 《模拟电子技术》课程教学现状与存在问题

2.1 传统教学模式下学生认知参与度不足

《模拟电子技术》课程的知识结构呈现出明显的层级耦合特性。半导体物理基础决定了器件特性,器件特性又决定了放大电路的拓扑结构,而单级放大电路则为后续的差分电路、反馈电路以及运放等复杂电路分析奠定了基础。而学生表面上“会算”,却掩盖掉了真正“不懂”的问题——他们对电路行为的理解方式大多只是停留在代数运算层面,而没能深入到信号动态变化与器件工作区联动这一物理过程层面当中去。

随着生成式AI工具在学生群体当中的快速普及,知识获取方式已经发生了根本性的变化。学生遇到问题时,会更倾向于直接向AI求助,而不是去翻阅教材或者等待教师来答疑。当教师讲解的内容与AI即时给出的多角度解释放在一起做对比时,学生对课堂的依赖程度以及参与意愿就会出现明显的下降。因此,如何把这种冲击转化为教学设计上的主动变革,已经成为当前课程改革必须面对并解决的一个现实问题。

2.2 课程内容之间缺少有效认知主线

《模拟电子技术》教材通常按“器件→单管放大→差分放大→频率响应→反馈→集成运放”的顺序编排,这有利于知识体系的完整覆盖,但容易给学生造成一种错觉,各章节是相对独立的知识模块。学生头脑中缺乏一条贯穿课程始终的统摄性认知主线,各章节的知识点如同散落的珠子,缺少一根能够将它们串联起来、并赋予每个知识点在系统中定位的“线”。对于模拟电子技术而言,这根最自然的主线就是“信号处理”——信号从传感器输出,经过各级放大、滤波、反馈调控,最终以特定幅度和信噪比进入模数转换或驱动后级负载。一旦学生建立起“一切电路设计都是为了对信号施加特定操作”这一根本认知,不同章节之间的知识联系障碍将显著降低。

2.3 传统教学难以应对认知差异的连锁放大效应

任何课程都会存在学生基础方面的差异,但《模拟电子技术》这门课程的特殊之处在于,它的各个知识点之间是强耦合的,前面某个概念的理解如果比较模糊,就会以“连锁反应”的方式被逐级放大。静态工作点这个概念如果弄不清楚,那么在分析微变等效电路的时候就一定会出错;微变等效分析如果不够熟练,那么差分放大电路和反馈电路几乎就无法推进下去。这一点与数学等课程是不同的——后者某一章节的薄弱之处,还不至于影响到另外一个相对独立章节的学习。在传统的教学节奏之下,教师很难捕捉到每一个学生在每一个环节上的理解状态,更没有办法针对个体去提供及时的认知修复。这种反馈上的延迟,在模电这类强耦合的知识结构里面就显得尤为致命——它并不是仅仅让某一个知识点“没学懂”,而是会让后续一系列相关内容进行的认知建构,都建立在一个不稳固甚至错误的基础之上。

生成式AI即时反馈以及连续追问方面的能力,正好可以弥补上述个性化认知支持缺口。有了疑问,如果能够通过与AI连续的交互完成由模糊到清晰的认知推进,那么该做法就有助于把那种“连锁放大”的恶性循环打破。

2.4 课程思政与专业内容尚未形成认知协同

《模拟电子技术》课程本身就蕴含着丰富的思政教育素材。从国产运放芯片打破国外垄断,到航天级电子系统对器件可靠性的严苛要求,这些案例都与课程核心知识点紧密相连。但在当前教学中,课程思政的融入大多采用“课末讲产业故事”或“章节引言谈政策”的形式,与学生的专业认知过程基本处于分离状态。只有把价值引领真正嵌入到专业知识的学习过程中,所产生的共鸣才比单独的思政宣讲更深刻,也更持久。

课程思政改革的关键不在于增加思政素材的数量,而在于将其从“附着”状态转变为“融入”状态——让价值引领与认知建构在同一教学过程中同步发生,形成专业教育与思政育人的认知协同效应。

3 生成式AI融入《模拟电子技术》课程的教学改革设计

3.1 教学改革总体思路

本课程教学改革的核心定位是不新增知识点、不改变课程基本内容框架,而是对教学内容的组织逻辑、教学交互的方式与节奏的结构性重组。以此克服学生在模电学习中陷入“会算不会分析”“学一章忘一章”的困境。

改革围绕三条轴线展开。第一条轴线是“认知主线贯通”,将“信号从输入到输出的完整处理过程”确立为贯穿全部章节的统摄性分析框架,使每一个电路结构都被定位于这一框架中的特定功能节点——差分放大完成信号提取与共模抑制,多级放大完成逐级增益分配,反馈网络完成稳定性调控,集成运放实现高精度信号运算。第二条轴线是“AI认知支架嵌入”,在课前、课中、课后三个环节中,生成式AI不替代教师讲授,而是作为认知支架,在学生最易出现理解断裂的环节提供即时性、交互式、可追问的动态分析支持。第三条轴线是“思政认知协同”,将工程案例与价值引领嵌入信号处理主线的相应节点,使学生在理解电路设计逻辑的同时,同步形成对该技术的工程价值判断。

这三条主线一起共同组成了“AI赋能—主线贯通—思政协同”的三维融合教学体系。不同于传统教学模式,关键并没有采用单纯的AI工具,而是对知识呈现顺序进行重新组织的工作,让它变成符合认知发展规律的自然阶梯。

3.2 基于“信号处理主线”的课程内容再组织

教材按“器件→单管放大→差分→频率响应→反馈→运放”的章节顺序编排,这在知识分类学上是完备的,在认知发展顺序上可能造成“结构先于功能”的逆向困难——学生在尚未理解“为什么要这样设计”之前,就已被带入复杂的结构分析。改革对内容组织进行了认知导向的重排。课程导入阶段,不直接从半导体物理切入,而是借助一个完整的信号调理链(传感器输出微

小差分信号→前置放大→滤波→主放大→模数转换)进行整体概览,让学生先建立“模拟电子电路的核心任务是对信号实施可控处理”的根本认知。

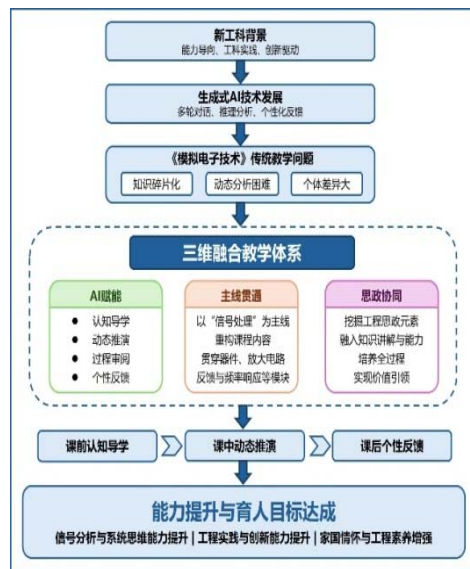


图1 教学改革总体框架图

3.3 课前环节：AI辅助的认知导学设计

传统课前预习效果不佳的认知层面原因是学生在没有任何认知锚点的情况下直接阅读教材,抽象内容无法被有效同化,预习退化为浏览。本改革将生成式AI引入课前导学环节,任务不是让学生提前自学知识,而是为学生创设认知锚点——通过一组精心设计的导学问题和AI交互任务,激活学生的前概念与问题意识。具体表现为教师在学习平台发布引导性问题,让学生尝试在AI中描述想法,并与AI交流。学生在具体问题情境中建立了“为什么”的直觉认知。

教师则在课前汇总学生在AI交互中产生的共性问题——例如多少学生卡在什么环节,多少学生直接跳到了什么错误方向——据此调整课堂讲授的切入点和重点。

3.4 课中环节：AI辅助的动态分析与推演

课堂教学仍以教师为主导,生成式AI定位于辅助教师完成传统手段难以实现的“动态过程外化”。本改革在课中引入AI辅助的动态推演环节。以差分放大电路工作点漂移分析为例,教师在讲授完基本工作原理后,提出一个思考题,在传统课堂中,教师通常自己口述推演过程,或请一两位学生回答。本方案改为:全班学生各自通过终端与AI展开3—5分钟的连续交互,向AI描述自己的推理过程,AI针对每一个推理步骤给出即时判断和不断追问。

教师挑选出2到3组具有代表性的AI对话记录并投影到大屏幕上,然后进行全班范围内的对比与点评。这种方式把传统模式转变成了“学生自主推演→AI即时反馈→教师提炼升华”的三层认知推进结构,从而使动态过程分析从原来只属于教师一个人的思维展示,转变成了每个学生都必须去亲身经历的一项认知操作。

3.5课后环节：AI辅助的个性化反馈与过程表达训练

传统课后作业以计算题为主，学生通常只需提交最终数值和所用公式，极易把分析过程中的思维漏洞掩盖起来。本次改革对课后任务的形式进行了调整，要求学生用文字或流程图的方式，清晰描述电路从输入到输出的完整信号变化路径。

生成式AI在课后阶段承担起了两种职能。第一种是过程审阅：学生完成“信号流图”或者“分析过程描述”之后，先与AI进行交互，请AI逐一核查描述里面是否存在因果断裂、逻辑跳跃或者概念混淆的问题。第二种是个性化延伸：AI依据学生在过程分析中暴露出来的具体薄弱点，去生成针对性的变式问题，从而引导学生在自己的薄弱环节上进行深化。

改革对AI的运用设定了明确的边界。AI主要负责认知过程的展开、追问以及初步审阅工作，而对于学生电路设计能力的综合评价工作，仍由教师承担。

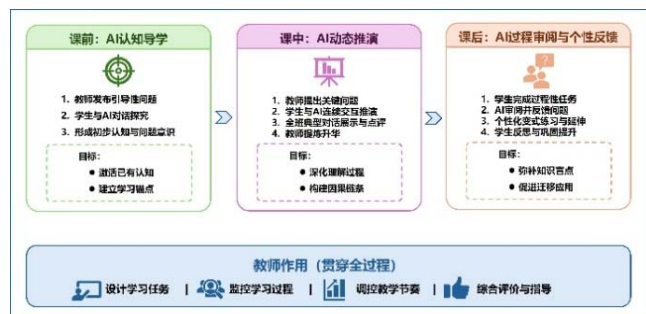


图2 AI辅助教学全过程设计图

3.6课程思政：嵌入认知过程的价值引领

本改革的课程思政设计遵循一个原则：思政元素不与专业知识并列呈现，而是嵌入信号处理主线的关键认知节点，使学生在某一专业认知刚刚建立或发生转变的时刻，同步接触该技术的工程应用背景与国家战略需求，从而形成知识与价值的一体化认知印记。

4 教学改革实施效果分析

4.1教学实践对象与数据分析

为开展改革效果的检验工作，选取电子科学与技术专业连续两届本科生作为对照组以及实验组，其中对照组为2023—2024学年选择传统教学模式的一个专业班级共71人，实验组为2024—2025学年选择该项教改方案的2个自然班，分别69人。因此可以说，这两届学生的入学成绩以及先修课程即电路分析以及高等数学，平均成绩之间并无显著差异，也就是经过单因素方差分析 $p>.05$ ，并且授课教师、总学时也就是56学时、课程大纲以及期末考试的闭卷形式都保持一致，所以可以认为在影响成绩变化的因素上教学模式的改变是主要变量。期末考试的成绩分析结果显示，对照组的平均成绩为71.2分，即标准差 $SD=13.5$ ，实验组两届合并后的平均成绩为79.1分，即标准差 $SD=11.8$ ，独立样本t检验显示差异显著，也就是 $t=3.64$ 并且 $p<.01$ 。及格率从86%提高到了92%，不及格的人数也从14人减少到了10人，即两届学生总计140人。值得注意的是，本次改革并未

增加计算训练的强度，而是借助认知主线的重组以及AI的动态推演，重点突破了“信号动态过程分析”以及“工程设计综合”这两个在传统教学当中长期未能得到有效覆盖的认知层面。



图3 AI教学改革实施效果对比图

4.2学生电路分析能力的过程性变化

成绩分数的提高仅仅是改革所带来的结果之一，本研究更关注的是学生在学习过程当中分析能力方面发生的质性变化。把对照组与实验组学生提交的同一份实验报告放在一起做对比就可以发现，改革之后的学生在面对“实验结果与理论值存在偏差”这一情况时，不再简单地归因于“实验误差”，而是能够从工作点设置、器件参数离散性、频率响应等具体维度入手，逐项进行分析与排查工作。

4.3课堂参与行为的变化

课堂互动结构的变化，是这次改革带来的另一个能直接观察到的效果。对照组和实验组在提问类型上出现了明显转移。对照组主要还是“求解类”问题，比如“这道题怎么算”；而实验组在推进改革后，“分析类”和“联结类”问题的占比明显上升。这类问题不再盯着“怎么算”，而是追问“为什么”以及“怎样产生影响”，正好契合了改革所设计的“过程分析”和“信号主线”两条线索。

4.4改革的后续改进方向

实施过程中也暴露出几个值得注意的问题。有些学生课后过度依赖AI的过程审阅功能，慢慢形成了先让AI出一份完整的分析报告，再照着报告修改作业的习惯。教师在批阅时发现这一情况后，及时调整了要求：学生提交作业必须附带和AI的完整对话记录，并且明确标出哪些部分是独立完成的，哪些是借助AI追问后修改的。这个调整虽然增加了教师的批阅量，但确实有效遏制了“伪过程表达”的现象。如何在充分发挥AI开放性的同时，建立起一套能守住学术诚信的可持续约束机制，今后还需要继续摸索。

5 结束语

本研究针对《模拟电子技术》课程当中“学生会算却不会分析”“知识呈现碎片化从而难以迁移”这类教学困境，在新工科背景下把生成式AI融入到了课程教学当中，并选用“信号处

理”作为认知主线,构建出了“AI赋能—主线贯通—思政协同”的三维融合教学体系,同时实施了以认知为导向的结构性改革。实证结果表明,以“信号处理”作为统摄框架对课程内容进行重新组织之后,其核心作用在于帮助学生建立起一套可迁移的系统分析框架,而并不是去强化计算方面的熟练度;生成式AI在动态过程推演、因果链展开以及过程表达审阅这些最容易出现认知断裂的环节当中,发挥了有效的桥梁功能,学生的AI使用模式也从泛化的问答逐步收敛为针对个人薄弱点的定向强化;课程思政在与认知过程同步嵌入之后,学生也更能获得深刻的理解。本研究为电子信息类基础课程提供了一条“以认知过程为中心、以AI为支架、以思政为协同”的教学改革路径,后续将会围绕AI辅助教学的适用性判断框架以及生成式AI与知识点强化这两个方向继续做深化工作。

致谢:

感谢辽宁省教育教学“十四五”规划2021年度课题“新工科背景下校企协同育人模式研究”(JG21DB268);中国高等教育学会2023年高等教育科学研究规划课题“基于产教深度融合的电子信息类紧缺应用型人才工程实践能力培养模式研究”(23CJRH0404);辽宁工程技术大学电信学院教改项目:基于HAFA教育理念的电子技术教学改革研究等项目的支持,感谢各位老师在做作过程中的指导。

[参考文献]

- [1]钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [2]吴爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2017(1):1-9.
- [3]KASNECIE,SESSLERK,KÜCHEMANN S,et al.ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education[J].Learning and Individual Differences, 2023,103:102274.

[4]TLILI A,SHEHATA B,ADARKWAH M A,et al.What if the devil is my guardian angel:ChatGPT as a case study of using chatbots in education[J].Smart Learning Environments,2023,10(1):15.

[5]张治.生成式人工智能技术对教育领域的影响——关于ChatGPT的专访[J].电化教育研究,2023,44(2):5-14.

[6]康华光,张林.电子技术基础:模拟部分[M].7版.北京:高等教育出版社,2021.

[7]王迷迷,郑英,黄丽薇,等.“模拟电子技术基础”课程教学改革探索[J].实验技术与管理,2019,36(8):220-223.

[8]高德毅,宗爱东.从思政课程到课程思政:从战略高度构建高校思想政治教育课程体系[J].中国高等教育,2017(1):43-46.

[9]教育部.教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知:教高〔2020〕3号[EB/OL].(2020-05-28)[2026-05-17].

[10]魏纪东,韩涛,陈晓龙.新工科背景下“模拟电子技术基础”课程思政[J].电气电子教学学报,2025,47(4):147-150.

作者简介:

潘俊汝(1998--),女,汉族,辽宁省大连人,助教,硕士,研究方向为射频天线器件。

高明明(1980--),女,汉族,吉林省吉林市人,教授,博士研究生,研究方向:微波毫米波技术,射频电路与系统。

王艺靡(1996--),男,汉族,辽宁省阜新市人,讲师,硕士,研究方向:相控阵天线设计,射频功率放大器设计等。

孟浩(2003--),男,汉族,河南省驻马店市人,学生,硕士,研究方向:射频功率放大器。

*通讯作者:

南敬昌(1971--),男,汉族,河南省人,教授,博士研究生,研究方向:智能无线射频模块设计等。