

对分课堂视域下“高频电子线路”课程教学改革与实践

苗倩¹, 侯洪庆^{1,2*}, 张辉¹, 王栋¹, 朱晓菲¹

¹火箭军工程大学, 陕西 西安

²96743部队, 甘肃 天水

收稿日期: 2026年6月22日; 录用日期: 2026年8月3日; 发布日期: 2026年8月13日

摘要

高频电子线路作为电子信息类专业的主干必修课, 长期面临“难教、难学、难用”的三重困境。传统讲授式教学模式难以有效激发学生的学习主动性, 理论与实践脱节、知识碎片化等问题突出。对分课堂作为一种新型本土化教学范式, 通过“讲授-独学-讨论-对话”四元结构, 实现了教师主导与学生主体的有机统一, 为突破高频电子线路课程的教学瓶颈提供了理论支撑与实践路径。本文结合高频电子线路的课程特性, 构建了“课前导学-精讲留白-独立内化-小组讨论-总结升华-拓展延伸”六环节教学流程, 并围绕高频功率放大器、二极管大信号包络检波器等典型教学内容进行了系统的教学设计和案例开发, 同时给出了教学效果评估与数据分析结论。教学实践表明, 对分课堂模式能够有效激发学生的学习积极性和主动性, 促使学生深度学习, 提升学生的知识构建能力与工程实践素养。本文还提出了高频课程实施对分课堂的三个关键策略, 可为同类课程的教学改革提供参考借鉴。

关键词

对分课堂, 高频电子线路, 教学设计, 教学改革

Teaching Reform and Practice of High-Frequency Electronic Circuits Course from the Perspective of PAD Class

Qian Miao¹, Hongqing Hou^{1,2*}, Hui Zhang¹, Dong Wang¹, Xiaofei Zhu¹

*通讯作者。

文章引用: 苗倩, 侯洪庆, 张辉, 王栋, 朱晓菲. 对分课堂视域下“高频电子线路”课程教学改革与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(8): 87-96. DOI: 10.12677/ces.2026.148582

¹Rocket Force University of Engineering, Xi'an Shaanxi²The 96743 Army of PLA, Tianshui Gansu

Received: June 22, 2026; accepted: August 3, 2026; published: August 13, 2026

Abstract

As a core compulsory course for electronic information majors, High-Frequency Electronic Circuits has long been plagued by a threefold dilemma: difficult teaching, difficult learning, and difficult practical application. The traditional lecture-based teaching model fails to effectively stimulate students' learning initiative, and prominent problems such as disconnection between theory and practice as well as fragmented knowledge remain prevalent. As an innovative localized teaching paradigm, the PAD Class (Presentation-Assimilation-Discussion Class) adopts a four-element framework of "lecturing-individual self-study-group discussion-teacher-student dialogue", which organically integrates teacher guidance and student-centered learning. It provides theoretical support and practical approaches to break through the teaching bottlenecks of the High-Frequency Electronic Circuits course. Combined with the characteristics of High-Frequency Electronic Circuits, this paper constructs a six-stage teaching procedure: pre-class guided learning-concise lecturing with reserved exploration space-independent knowledge internalization-group discussion-summary and sublimation-extended practice. Systematic teaching designs and teaching cases are developed around typical teaching contents including high-frequency power amplifiers and large-signal diode envelope detectors. In addition, assessment results and data analysis of teaching effectiveness are presented. Teaching practices demonstrate that the PAD Class model can effectively arouse students' enthusiasm and initiative for learning, promote their in-depth learning, and improve their ability of knowledge construction and engineering practical literacy. This paper further proposes three key strategies for implementing the PAD Class in high-frequency circuit courses, which can serve as references for the teaching reform of similar courses.

Keywords

PAD Class, High-Frequency Electronic Circuits, Teaching Design, Teaching Reform

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

高频电子线路是电子信息工程等专业的主干必修课程，在人才培养体系中起着承上启下的关键作用。该课程以无线通信系统中的基本功能单元电路为研究对象，涵盖高频小信号谐振放大器、高频功率放大器、正弦波振荡器、振幅调制与解调、角度调制与解调、混频器等核心内容，是连接低频电子线路与通信系统整机的重要桥梁。

然而，长期以来，高频电子线路课程的教学面临着三重困境。其一，“难教”——课程内容涉及非线性电路分析方法，理论推导多且复杂，工程近似处理方法多样，教师需要在有限的课时内完成大量核心知识的讲授，教学节奏非常紧张，学生接受效果参差不齐。其二，“难学”——高频电子线路的概念

抽象、原理晦涩,学生普遍反映“上课听得懂、做题不会做、实验连不通”,知识的内化吸收存在着严重障碍。其三,“难用”——传统教学偏重理论分析,对电路设计、调试和工程应用能力的培养不足,学生学完课程后难以将知识迁移到实际工程项目中。这些问题并非个案,而是电子信息类专业的普遍现象。有研究表明,近 40%的学生在学习相关电路课程时逐渐丧失信心,即使成绩中上的学生也往往停留在会解题但不真正理解概念的层面[1]。

与此同时,传统以教师为中心的讲授式教学模式正在受到越来越多的反思和挑战。在这种模式下,学生被动接受知识,课堂互动匮乏,学生的思维活动长期处于低水平运转状态。尽管近年来 PBL(项目式学习)、翻转课堂、混合式教学等改革探索不断涌现,但在高频电子线路这样理论性强、工程性和实践性突出的课程中,如何平衡知识传授与能力培养、如何协调教师主导与学生主体、如何将“讲”与“练”的有机融合,仍然是一个需要深入研究的课题。对分课堂是复旦大学张学新教授基于脑科学认知规律和中国本土教育实践提出的新型教学模式[1]。其核心理念是将课堂教学时间对分为教师讲授与学生讨论两个相对独立的时段,并在两者之间嵌入关键的“独立内化”环节,形成“讲授(Presentation)-内化吸收(Assimilation)-讨论(Discussion)”三阶段闭环结构,故又称 PAD 课堂[2]-[6]。

在诸多新兴教学模式中,对分课堂常被简化为“讲授+讨论”的线性叠加,而经典翻转课堂强调“课下传递知识、课上内化知识”,PBL 则侧重以问题为驱动进行跨学科探究。然而,就高频电子线路课程而言,上述模式均存在适配性问题:翻转课堂将大量抽象公式推导与非线性电路分析放在课前完成,极易导致课前效率低、课上跟不上;PBL 虽能激发问题意识,但高频电路的非线性特性,难以仅靠项目牵引而系统建构,往往陷入重策划、轻物理现象的困境。基于此,本文并未直接套用对分课堂的通用框架,而是针对本课程理论性、实践性、工程应用性都很强的特点,将其改造为“课前导学-精讲留白-独立内化-小组讨论-总结升华-拓展延伸”的六环节模型。该模型在保留对分课堂“权责对分、内化在先、讨论在后”核心精髓的基础上,以课前导学降低认知门槛,以精讲留白聚焦高频核心概念(如调幅、调频)的深度讲解,以独立内化进行公式推演与仿真验证,再以小组讨论形成典型工程案例(如混频干扰抑制、调频干扰抑制)的深化应用,最后通过总结升华提炼成应用范式,通过拓展延伸至射频前沿技术。这一递进式设计,既规避了完全翻转带来的自学脱轨,又弥补了 PBL 对系统性知识建构的不足,从而在对分课堂的本土化改造中,为高频电子线路的教学问题提供了一条兼具深化理论深度与淬炼操作定力的有效途径。

对分课堂融合了讲授式教学的效率优势和探究式教学的深度优势,既保证了知识传递的系统性,又为学生提供了主动建构知识的机会[3][4]。将对分课堂引入高频电子线路课程教学,具有重要的理论价值和实践意义。从理论层面看,有助于检验和丰富对分课堂在电子信息工程专业高频课程中的适用性[5];从实践层面看,解决了高频课程传统讲授式教学模式中存在的问题,提供一套可操作的教学设计和实施策略。

2. 高频电子线路课程特性

2.1. 高频电子线路的课程定位与内容体系

高频电子线路是电子信息类专业人才培养体系中的核心枢纽课程。在课程图谱中,它以“电路分析基础”、“模拟电子线路”、“信号与系统”为先修课程,同时为“雷达原理”、“微波技术与天线”等后续课程提供支撑。

从内容体系看,高频电子线路以无线通信系统的基本单元电路为主要内容,主要包括以下单元:

1) 高频小信号谐振放大器:对微弱的高频信号进行放大和选择,核心概念包括 LC 串并谐振回路、

通频带、选择性、稳定性等;

2) 高频功率放大器: 高效率地放大已调波信号, 工作于丙类状态, 核心概念包括导通角、效率、负载匹配等;

3) 正弦波振荡器: 将直流能量转换为交流能量的自激振荡电路, 核心概念包括反馈条件、起振条件、频率稳定度等;

4) 振幅调制与解调: 将低频信号加载到高频载波上及逆过程, 核心概念包括调幅波频谱、包络检波、同步检波等;

5) 角度调制与解调: 用调制信号控制载波的频率或相位, 使其频率或相位按照调制信号的规律变化, 核心概念包括调频波带宽、相位鉴频、比例鉴频等;

6) 混频器: 将接收到的不同频率的载波信号变换为固定的中频信号。

高频电子线路课程内容具有鲜明的工程类课程的基本特征。一是理论性强, 使用非线性电路分析方法和工程近似处理。二是各知识点之间关联度高, 各单元电路之间存在内在联系(如调谐放大器是混频器的组成部分, 振荡器与调频电路具有相似的工作原理)。三是实践性强, 电路元器件参数的微小变化可能会出现完全不同的实验结果。四是概念抽象, 学生很难将教材上的电路图与真实的通信设备建立联系。

2.2. 传统讲授式教学模式存在的问题

高频电子线路课程之所以成为电子信息工程专业的公认难课, 有着深层的教学逻辑原因。

1) 高频电子线路课程涵盖六大单元电路, 每个单元涉及电路原理分析、性能指标、工程推导计算、非线性分析方法使用等多个层面。然而, 随着人才培养方案的调整, 很多大学的高频电子线路理论学时已降至 36 学时甚至 30 学时。教师不得不在有限时间内讲完所有内容, 讲授过程变成填鸭式概念灌输、马拉松式公式推导。学生没有时间消化, 学习体验差, 教学效果不好。

2) 高频电路分析大量使用工程近似方法。例如, 分析高频功率放大器时, 需要根据需求将二极管的转移特性曲线进行折线化近似; 分析高频小信号谐振放大器的性能指标时, 需要对晶体三极管的 Y 参数等效电路进行简化。对于习惯了精确计算的学生而言, 这些合理近似会使学生感到困惑: 这里为什么可以进行折线化近似? 那里为什么可以忽略这个参数? 这种困惑反映出学生没有建立起工程思维, 工程问题往往需要在精度与简洁之间寻找平衡, 没有唯一正确的解法, 只有合理的近似。传统讲授式教学模式很难传递这种思维方式。

3) 高频电子线路课程的教学通常按照各功能单元电路逐个击破的方式展开, 学生学完各个功能模块后, 却难以将这些模块整合为完整的通信系统认知。他们知道调谐放大器的作用, 也知道混频器的原理, 但说不清楚从天线接收到声音输出, 信号经历了怎样的变化过程, 这种状况限制了学生工程系统观的建立。

4) 高频电路实验是课程的重要组成部分, 但传统的实验模式存在明显局限: 实验箱中电路固定, 学生只需按照实验指导书连接导线、调整输入信号频率和电路元器件参数、用示波器读取数据, 即可完成实验。这种验证性实验不能培养学生电路分析设计和调试能力。当学生真正面对一个需要自己设计、分析和调试的高频电路时, 往往束手无策, 他们不知道如何选择电路元器件参数, 不知道用何种仪器测量, 更不知道实验结果与理论不符时问题在哪儿。

以上问题的共同根源在于: 学生处于被动接收的状态, 缺乏对理论知识的主动获取、对问题的深度分析、对解决办法的灵活应用, 这正是对分课堂试图改变的核心问题。对分课堂采用精讲留白, 即老师

只讲授核心框架内容和重难点，将细节教学内容留给学生课后拓展完成。学生通过阅读教材、查阅资料自主完成细节学习(比如高频功率放大器的集电极电流表达式的推导过程)，其整个学习过程的效果往往超过被动听课[7]。工程思维的核心是在多种可能的解决方案中选出最合理的方案，而对分课堂的讨论环节正好为学生提供了思维碰撞的平台。“亮考帮”作业要求学生提炼所学内容的核心知识要点，这一过程本身就是对碎片化理论知识的整合，有助于学生建立系统的知识框架[1]。针对理论与实践脱节，对分课堂采用任务驱动式方法将问题延伸至实践环节，这种“理论－任务－讨论”的循环，为学生提供反复实践的机会。对分课堂与高频电子线路课程具有良好的教学适配性，有效地解决了传统讲授式教学模式存在的问题。

3. 基于对分课堂的高频电子线路教学设计

3.1. 设计理念与总体框架

高频电子线路课程教学设计遵循以下核心理念：一是以学生发展为中心。所有教学设计围绕学生真正理解理论知识为目标，教学目标的设定、内容的选择、活动的设计，均以促进学生的知识体系的构建和分析应用能力的发展出发。二是明确学生在完成每个教学单元后应达成的学习效果，能阐述电路的工作原理、能完成典型电路的性能分析、能使用仿真软件进行电路验证、能针对设计要求提出合理的电路设计方案[5]。三是将对分课堂的三阶段扩展为“课前导学－精讲留白－独立内化－小组讨论－总结升华－拓展延伸”六环节，形成完整的教学闭环。四是通过课堂观察、作业分析、学生反馈等多种渠道诊断教学问题，优化教学设计。

基于上述理念，本文构建了高频电子线路课程的总体教学框架如图 1 所示。

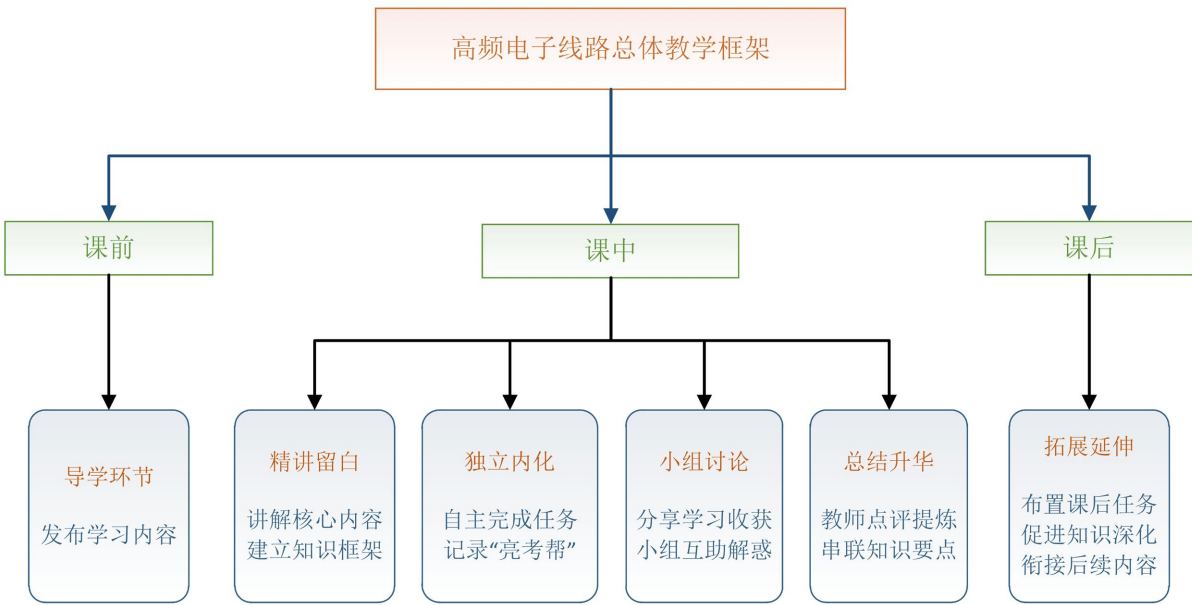


Figure 1. Comprehensive teaching framework for high-frequency electronics curriculum
图 1. 高频电子线路课程的总体教学框架

3.2. 高频电子线路课程教学流程的六环节设计

高频电子线路课程的教学流程采用六环节设计，如图 2 所示。

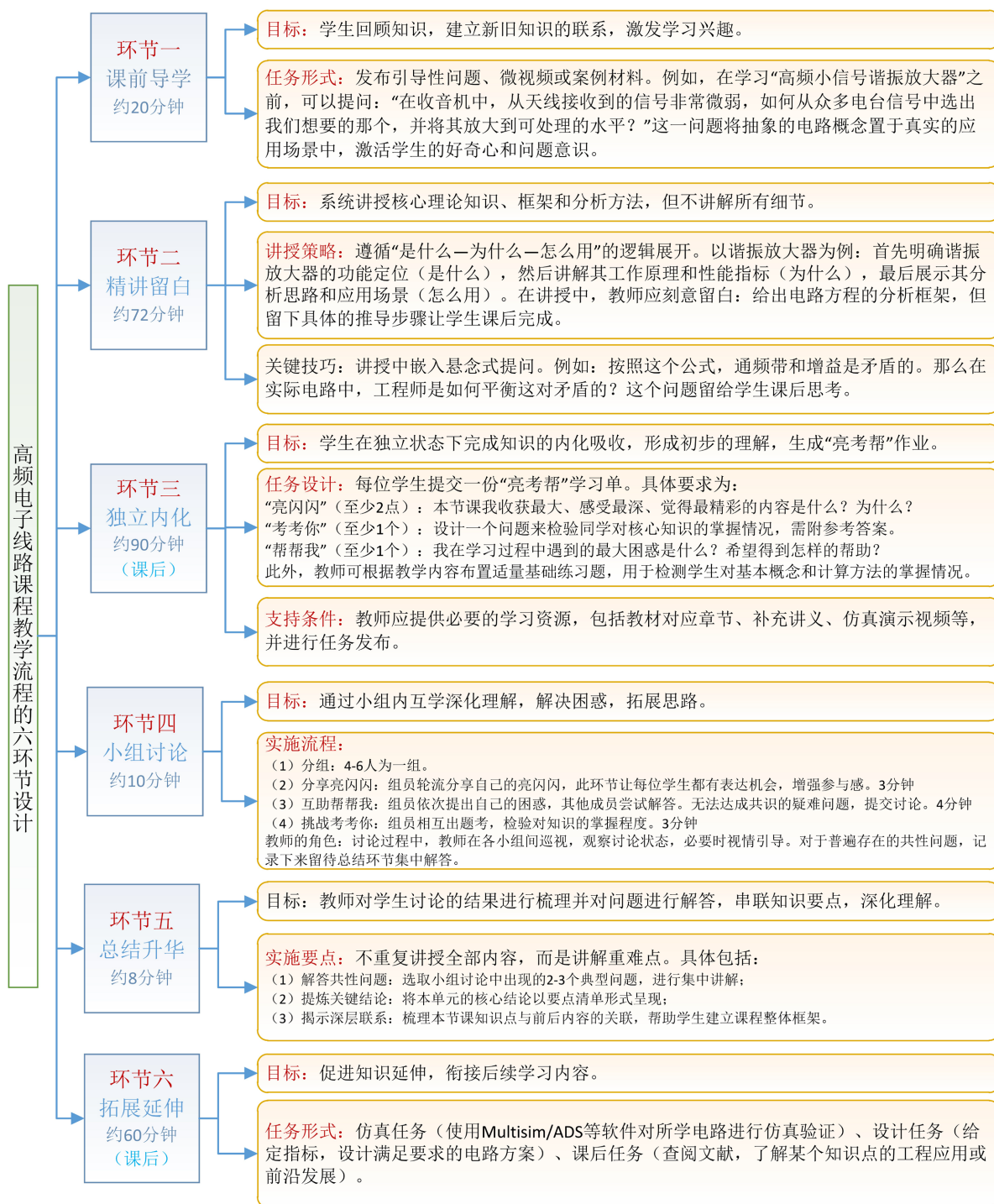


Figure 2. Six-stage teaching workflow for high-frequency electronics curriculum

图 2. 高频电子线路课程教学流程的六环节

3.3. 典型教学设计案例

案例一：高频功率放大器(如表 1 所示)。

案例二：二极管大信号包络检波器(如表 2 所示)。

Table 1. Instructional design example for high-power amplifier**表 1.** 高频功率放大器教学设计案例

项目	内容
教学目标	(1) 能画出高频功率放大器的电路结构作用; (2) 能够阐述高频功率放大的工作原理; (3) 学会运用折线分析法计算高频功率放大器的输出功率的能力, 以及计算并对比各类功率放大器效率的能力; (4) 能使用 Multisim 等仿真软件验证高频功率放大器的原理; (5) 培养学生理论实践相结合的思维 and 意识。
教学流程	(1) 课前导学 发布对讲机的工作原理视频, 提问为什么非丙类不可? (效率) 电流破破烂烂了怎么听? (选频) (2) 精讲留白 (约 72 分钟) ① 高频功率放大器的作用与电路结构(20 分钟)。 ② 高频功率放大器的工作原理分析(35 分钟)。 ③ 集电极电流表达式推导思路: 给出导通和截止时的方程, 展示关键步骤, 留出具体推导(7 分钟)。 ④ 功率和效率分析(10 分钟)。 留白问题: 各类功率放大器效率如何计算? 为什么高频功率放大器的效率比甲类和乙类功放的效率高? (3) 独立内化 (课后, 约 90 分钟) ① 基础任务: 完成教材中集电极电流表达式的完整推导; 完成 3 道计算练习题。 ② 亮考帮作业: 提炼至少 2 点收获, 设计 1 个问题, 提出 1 个困惑。 ③ 仿真任务: 在 Multisim 中搭建高频功率放大器, 测量晶体管各级电流电压波形和输出信号波形。 (4) 小组讨论 (约 10 分钟) ① 分享“亮”: 学生对高频功率放大器工作原理的理解。 ② 互助“帮”: 解决推导和仿真中的困惑。 ③ 挑战“考”: 相互出题, 如“高频功率放大器的基极偏置为什么是负的?” (5) 总结升华 (约 8 分钟) ① 回应共性问题: 在分析高频功率放大器工作原理时, 为什么要将晶体三极管的转移特性曲线进行折线化近似。 ② 核心要点: LC 选频回路的滤波作用和原理。 ③ 联系后续: 这是高电平调幅(集电极调幅和基极调幅)的基础。 (6) 拓展延伸 思考——改变高频功率放大器的外部参数(输入信号振幅、负载电阻、基极偏置和集电极偏置), 对功放的效率和功率有何影响?

Table 2. Instructional design example for diode large-signal envelope detection**表 2.** 二极管大信号包络检波器教学设计案例

项目	内容
教学目标	(1) 理解检波的基本思想; (2) 会分析检波器的工作原理; (3) 能推导避免失真的条件; (4) 能使用 Multisim 等仿真软件验证检波器的原理; (5) 培养学生理论实践相结合的思维 and 意识。
教学流程	(1) 课前导学 发布矿石收音机的工作原理视频, 提问为什么它不用电池或天线, 仅靠天线接收的无线电波能量就能发声?

续表

	① 检波的概念和检波的基本思想(5 分钟)。 ② 包络检波器的电路结构和工作原理(45 分钟)。 ③ 产生惰性失真的原因和避免条件。避免惰性失真条件推导思路：给出包络的变化率和电容上电压的变化率，展示关键步骤，留出具体推导(8 分钟)。 ④ 输入为等幅波和 AM 调幅波时对比分析(14 分钟)。 留白问题：电路参数选择不合适还会产生什么失真？如何避免这种失真？
(2) 精讲留白 (约 72 分钟)	
(3) 独立内化 (课后，约 90 分钟)	① 基础任务：完成教材中避免惰性失真条件完整推导；完成 2 道计算练习题。 ② 亮考帮作业：提炼至少 2 点收获，设计 1 个问题，提出 1 个困惑。 ③ 仿真任务：在 Multisim 中搭建二极管大信号包络检波器，测量其输入输出信号时域波形和频域频谱。
(4) 小组讨论 (约 10 分钟)	① 分享“亮”：学生对包络检波器工作原理的理解。 ② 互助“帮”：解决推导和仿真中的困惑。 ③ 挑战“考”：相互出题，如“调制信号频带大小的影响是什么？”。
(5) 总结升华 (约 8 分钟)	① 回应共性问题：如产生底部切割失真的原因是什么？ ② 核心要点：调制深度、信号幅度和两个电阻之间的约束关系， U_R 带来的影响。 ③ 联系后续：这是调幅接收机的基础。
(6) 拓展延伸	设计任务——要求二极管大信号包络检波器的等效输入电阻 $R_{id} \geq 4\text{ k}\Omega$ ，不产生惰性失真和底部切割失真，选择检波器的各元件参数值。

3.4. 教学效果评估与数据分析

为验证对分课堂教学改革成效，本研究以 2023 级电子信息工程专业为对象，设置实验班(25 人，对分课堂教学模式)与对照班(24 人，传统讲授式教学模式)，两个班的入学基础、课时、教材、考核标准完全一致。从量化成绩、课后问卷、深度访谈三方面开展评估。

1) 量化成绩对比(期末 + 平时)

以平时成绩(30%)和期末考试成绩(70%)为核心指标，开展统计分析，结果如表 3 所示。

Table 3. Comparative analysis of test results: experimental group vs. control group

表 3. 实验班与对照班成绩对比表

评价指标	实验班(n = 25)	对照班(n = 24)	平均分差值	结论
平时平均分	83.4	74.8	+8.6	差异显著
期末考试平均分	80.2	71.1	+9.1	差异显著
课程总评平均分	81.1	71.9	+9.2	改革效果显著

Table 4. Statistical analysis of student learning status evolution based on questionnaire (n = 23)

表 4. 学生学习状态变化问卷统计(n = 23)

评估维度	显著提升	有所提升	无变化	有所下降	提升占比
课程学习兴趣	13 人	8 人	2 人	0 人	91.3%
专业学习自信心	11 人	9 人	3 人	0 人	87.0%
课前预习/自主学习能力	14 人	7 人	2 人	0 人	91.3%

2) 课后问卷结果分析

课程结束后向实验班发放学习效果问卷,回收有效问卷 23 份,有效率 92%,从学习兴趣、自信心、自主学习能力三方面统计,如表 4 所示。

3) 访谈反馈

选取 5 名不同成绩层次学生进行深度访谈,得到的反馈如下:

一是学习参与度提升:对分课堂能够驱动学生必须提前预习,课堂讨论不再只是被动听,遇到疑惑敢主动求助,互动积极性显著增强。

二是自主学习能力增强:学生通过该模式掌握公式梳理、电路推导等方法,从死记硬背转向理解性学习。

三是课程获得感提升:针对高频知识抽象难学的问题,对分课堂促进知识落地,期末复习条理更加清晰,学习信心明显提高。

四是教学优化建议:希望适当增加小组展示时长,并进一步强化实操环节的衔接性。

3.5. 推行新教学模式过程中遇到的实际问题与解决策略

基于教学实践的经验总结,本研究提炼出高频电子线路课程实施对分课堂的三个核心策略。

一是精讲环节,如何取舍问题。对分课堂要求教师讲得少,但不是简单粗暴地砍掉一部分内容,而是有选择、有重点地讲授。精讲的核心是回答三个问题:这一内容最核心的概念是什么?学生独立学习时最容易卡在什么地方?哪些内容可以放心地留给学生自己解决?教师可以按照“核心概念和基本电路原理优先、简化公式推导细节、强化结论应用”的原则进行内容筛选。

二是对分课堂对学生的自主学习能力提出更高的要求,学习基础比较薄弱或自控力不足的学生可能掉队。针对这一问题,授课老师需要建立帮扶机制:通过亮考帮作业的批改及时发现学习困难学生,提供个性化指导;在小组讨论中安排学习较好的学生与困难学生同一小组,形成组内互助;对确实跟不上的学生提供补充学习资源或辅导。

三是亮考帮的设计问题。亮考帮是驱动学生独立内化的关键机制,但若设计不当,容易流于形式。有效的亮考帮关键在于提升问题质量,教师应通过示范和评价引导学生提出有深度的问题,而非简单的“什么是调频波?”、“调幅波的公式是什么?”这种浅层提问。高质量的问题应具有比较性(混频和同步检波在频谱特点和电路实现上有何异同?)、条件性(什么情况下高频功率放大器的效率高?)、评价性(为什么调幅广播逐步被调频取代?)。教师可通过展示优秀范例、点评薄弱作业、设置最佳问题奖等方式逐步提升亮考帮的质量。

4. 结束语

教学实践表明,对分课堂模式能够有效改善高频电子线路课程的教学效果。具体表现在:学生的课堂参与度显著提升,课堂气氛更加活跃;学生对理论知识的理解更加深入,能够用自己的语言阐述电路原理;学生的自主学习能力得到锻炼;培养和提升了学生的工程思维,作业的质量也在逐步提高;仿真和课后任务的完成度提升,工程实践能力明显增强[7]。本研究基于军事院校高频电子线路课程开展对分课堂教学改革,其结论的普适性需结合其学生特点进一步阐释:军事院校学生普遍具备较强的纪律性与实践意识,但理论学习的自主探索习惯相对薄弱,这一特质既推动其在教师讲授环节高效吸收核心知识,也可能导致独立内化阶段对结构化引导的依赖,进而影响对分课堂“自主思考-课堂讨论”闭环的完整效果。高频电子线路的教学模式改革还有很大的空间,未来研究可从以下三个方面深化:一是可以探索将对分课堂与项目式学习、虚拟仿真实验、课程思政等元素有机结合,形成更具综合性的教学模式[7]。

二是探索对分课堂在大班教学(如 80 人以上)中的适配模式,通过分组分层、数字化协作工具等手段破解讨论覆盖面不足难题。三是引入学习分析技术,采集学生在内化作业中的答题情况、讨论环节的互动频次与观点贡献度等数据,精准获取学生的学习困难和学习规律,构建内化效果评估模型,实现对学生自主学习的精准干预与个性化指导,从而验证对分课堂在多样化教学场景中的迁移价值。对分课堂不能解决所有教学问题,但它提供了一种有价值的思考方式和实践路径,即尊重学生的学习和认知规律,相信学生的自主学习探索能力,将课堂还给学生。在高频电子线路这样具有挑战性的课程中,这一理念值得每一位授课老师认真对待并持续探索[8]-[10]。

参考文献

- [1] 王俊,张玉玺,魏少明,陈鹏辉,杨彬.“新工科”背景下电子信息类实验课程改革探索[J]. 工业和信息化教育, 2024(6): 45-52.
- [2] 张学新. 对分课堂: 大学课堂教学改革的新探索[J]. 复旦教育论坛, 2014, 12(5): 5-10.
- [3] 刘磊,赵庚升,王波,高岩. 基于对分课堂的工科专业大班基础理论教学改革[J]. 上海理工大学学报(社会科学版), 2019, 41(2): 190-194.
- [4] 陈敏,黄梦醒. AI 赋能“高频电子线路”实验教学改革研究[J]. 高等工程教育研究, 2026(2): 178-184.
- [5] 王红霞,宋子轩. 高频电子线路课程可视化教学改革探索[J]. 中国现代教育装备, 2023(5): 149-151.
- [6] 顾佩华,胡文龙,林鹏,包能胜. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
- [7] 雷畅,蒋荣华,龙来寿,付志平. 对分课堂在“工程制图”与“CAD 技术”融合教学中的探索[J]. 教育教学论坛, 2025(32): 145-148.
- [8] 胡鑫才,王茂泓,桂茜茹,贺丹. 基于合作学习的对分课堂对自主学习能力的影晌[J]. 科教导刊, 2021(2): 74-76.
- [9] 王慧颖,王洪庆. 混合式对分课堂应用案例于课程思政融合研究——以工科专业数学课程教学为例[J]. 高等数学研究, 2024, 27(4): 39-42, 60.
- [10] 王东. 探讨高校教学改革的现状及趋势[J]. 中国多媒体与网络教学学报, 2020(4): 99-100.