

产教融合视角下《高频电路》课程教学改革与创新实践：行业需求驱动的教学模式与能力培养路径探索

张文辉, 陈 功

常州工学院, 电气信息工程学院, 江苏 常州

收稿日期: 2025年7月11日; 录用日期: 2025年8月11日; 发布日期: 2025年8月19日

摘 要

随着信息通信技术快速发展,《高频电路》作为电子信息工程专业的重要基础课程,其教学内容与方法急需对接行业需求,为5G通信、物联网、集成电路等新兴领域提供高素质应用型人才。本文以“产教深度融合视角下《高频电路》课程教学改革与创新实践:行业需求驱动的教学模式与能力培养路径探索”为主题,针对当前课程内容滞后、实践缺乏和理论与行业脱节等问题,系统分析了传统教学模式下高频电路课程的局限性,并从行业技术发展角度考虑,给出了课程内容更新的具体方向和能力导向的教学策略。在教学改革实践中,注重引入企业实际案例、构建项目驱动的教学体系、强化产学研联合实验平台建设,促使理论知识有效转化为工程应用,构建了理论-实践-创新的能力递进路径。

关键词

《高频电路》, 产教融合, 项目驱动教学

Teaching Reform and Innovative Practice of the *High-Frequency Circuits* Course from the Perspective of Industry-Education Integration: Exploring Project-Driven Teaching Models and Competency Development Pathways

Wenhui Zhang, Gong Chen

文章引用: 张文辉, 陈功. 产教融合视角下《高频电路》课程教学改革与创新实践:行业需求驱动的教学模式与能力培养路径探索[J]. 职业教育发展, 2025, 14(8): 204-210. DOI: 10.12677/ve.2025.148371

Abstract

With the rapid development of information and communication technology, *High-Frequency Circuits*, as an important basic course for electronic information engineering majors, urgently needs to dock its teaching content and method to meet the needs of the industry, and provide high-quality and applied talents for emerging fields such as 5G communication, Internet of Things, integrated circuits and so on. With the theme of “*High-Frequency Circuit Teaching Reform and Innovative Practice under the Perspective of Deep Integration of Industry and Education: Exploration of Teaching Mode and Ability Cultivation Path Driven by Industry Demand*”, this paper systematically analyzes the limitations of the high-frequency circuit course under the traditional teaching mode in view of the problems of lagging course content, lack of practice and disconnection between theory and industry. The limitations of the high frequency circuit course under the traditional teaching mode are systematically analyzed, and the specific direction of updating the course content and the ability-oriented teaching strategy are given from the perspective of industry technology development. In the practice of teaching reform, we focus on introducing actual cases of enterprises, building project-driven teaching system, strengthening the construction of joint experimental platform of industry-university-research, so as to promote the effective transformation of theoretical knowledge into engineering applications, and constructing the progressive path of theory-practice-innovation ability.

Keywords

High-Frequency Circuit, Industry-Education Integration, Project-Driven Teaching

Copyright © 2025 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. 产教融合与高频电路课程教学改革的背景介绍

《高频电路》课程作为电子信息工程和通信工程专业的核心课程之一,具有很强的工程性和实践性,课程主要内容是高频信号处理和高频功能电路方面的基础知识和相应技术应用。随着信息技术的不断进步,5G、物联网、人工智能等领域得到快速发展,电子信息工程专业对高频电路技术的需求越来越大,急需培养有创新能力和工程实践能力的专业人才,传统教学模式已适应不了现代产业技术发展对人才的需求[1]。通过教学改革解决课程内容与行业前沿技术脱节、实践教学不足、创新能力培养缺乏等问题,通过改进课程内容,使其与行业需求深度融合,进而提升教学质量,使学生掌握高频电子电路的基本概念、基本原理与基本分析方法,熟练运用相关理论知识和方法对高频信号的获取、传输、处理和应用方面的问题进行建模和分析,并设计相关的系统模块[2]。《高频电路》课程涉及功能电路范围较广,涵盖了高频信号传输与分析等基础功能电路以及射频电路设计、频率合成技术、功率放大器与调制解调技术等复杂功能电路,需根据不同电路的功能和特点,根据输入信号的大小和器件的不同工作状态,选用不同的近似分析法,这些内容在通信、雷达、卫星、无线传感等多个领域都有重要应用[3]。

传统高频电路教学大多侧重于理论知识传授和基本电路分析, 未能与行业实际需求对接, 导致学生毕业时会出现理论和实践脱节的情况, 行业对高频电路人才的需求从基础电路设计向更复杂的系统级设计和集成化应用的转变, 要求学生有针对性检测与处理方面的复杂工程问题方面的设计解决方案, 设计满足特定需求的单元电路、信息系统, 并能够在设计环节中体现创新意识以及实际工程操作能力[4]。因此, 为使高频电路课程要适应行业发展需求, 教学内容和教学方法急需创新, 而产教融合这种教学改革新模式是解决这一问题的重要途径, 通过学校、企业和行业的紧密合作, 将行业需求和教育培养紧密相连, 通过共同设计课程、共享资源、建设实践基地等, 让学生在学习时直接接触行业前沿技术和实际工程问题以提高综合能力与就业竞争力[5]。除此之外, 也能加速课程内容更新, 使其紧跟行业发展, 在实践教学里为学生提供真实工程案例和项目以培养解决实际工程问题的能力。本论文主要从产教深度融合角度出发, 探讨《高频电路》课程教学改革与创新的路径。

在《高频电路》课程的教学改革中, 项目驱动学习和产教融合模式已成为当前教育改革的重要方向。项目驱动学习(Project-Based Learning, PBL)作为一种基于任务和实际问题导向的教学方法, 强调通过实际项目的实施来增强学生的综合能力和问题解决能力。文献表明, PBL 能够有效地提升学生的创新思维和工程实践能力, 尤其在工科类专业中, 已被证明能显著提高学生的动手能力和跨学科合作精神。此外, 产教融合模式通过校企合作, 推动教育内容与行业需求的对接, 使学生在在学习过程中能够接触到最新的技术和实践经验, 提升了教育的实用性和学生的就业竞争力[6]。

在已有研究的基础上, 本文进一步探讨了如何在《高频电路》课程中实现产教深度融合, 提出了结合行业实际项目进行教学的模式。与国内外相关研究相比, 本文不仅强调项目驱动学习在课程中的应用, 还将行业需求的实时反馈机制与课程设计进行了有机结合, 形成了“行业需求 - 项目驱动 - 能力培养”的三位一体的教学模式。这一模式不仅提升了课程的实践性, 还推动了学生创新能力的培养。因此, 本文在项目驱动和产教融合的理论基础上进行创新, 提出了适应现代高频电路技术发展的教学策略, 具有重要的学术价值和实践意义, 为相关领域的教学改革提供了新的思路。

2. 行业需求驱动下《高频电路》课程的现状与问题分析

2.1. 《高频电路》课程的传统教学模式与局限性

长期以来, 《高频电路》课程教学实践形成了一套相对固定的模式, 但行业技术飞速发展让这种传统模式渐渐暴露出多方面的局限性, 表 1 显示, 从教学内容、教学方法、实验设置、与行业接轨程度等方面看, 当下课程体系难以全面满足产业发展和技术更新需求。

Table 1. Analysis of the limitations of traditional teaching models in the “High-Frequency Circuits” course

表 1. 《高频电路》课程传统教学模式局限性分析

教学环节	传统做法	存在问题	变革方向
教学内容	以基础理论和经典电路为主	与现代射频通信、毫米波技术等行业前沿脱节	融入集成电路、射频设计等新兴内容
教学方法	以教师讲授为核心, 学生被动听讲	互动性弱, 缺乏对学生主动学习能力的激发	引入案例教学与项目驱动模式
实验设置	基本电路搭建与验证实验	实验内容单一, 缺乏系统性与综合性	强化工程导向的综合性实践任务
行业接轨程度	与企业联系松散, 教学封闭	缺少真实工程案例, 课程内容更新滞后	推动产教融合, 联动企业资源

教学内容上, 共振电路、谐振放大器等经典模块依旧是课程核心, 虽筑牢了理论根基, 但没重视引入射频前端设计、毫米波通信电路、集成电路封装等新兴技术模块, 导致学生接触行业主流技术和应用环境变得困难[7]。教学方法方面, 以教师讲授为主导, 使得课堂互动匮乏, 学生在被动接收信息时缺少批判性思维与工程问题意识, 不利于能力导向的培养, 面对复杂系统设计和创新实践时尤其无力。实验教学存在内容单一、深度不够等问题, 多数实验为基础验证类, 重点在电路元件和参数分析, 缺乏复杂系统搭建与问题解决的训练, 学生的工程实践能力难以真正养成。课程与行业的连接程度也急需提升, 当下多数教学环节处于校内封闭状态, 与企业技术更新、真实工程问题缺乏联动, 造成课程内容更新慢, 难以快速反映最新产业发展趋势。

2.2. 行业需求对《高频电路》课程内容的要求分析

当下进入信息时代, 高频电路相关岗位的技能要求已远超传统课程框架的覆盖范围, 希望围绕射频通信、集成电路设计、集成电路测试等关键方向重塑和拓展内容结构, 如表 2 所示。行业从多维度对课程提出更高标准, 传统内容设置在知识深度、技术广度、应用层面都明显不足。

Table 2. Specific requirements of the “*High-Frequency Circuits*” course content in the context of industry demands

表 2. 《高频电路》课程内容在行业需求背景下的具体要求

行业技术方向	对课程内容的具体要求	传统课程的内容缺口	课程改革的指向
射频通信与 5G 技术	掌握射频前端设计、滤波器匹配、电磁兼容等知识	缺乏对射频子系统设计与频谱管理的讲解	融入射频系统模块与通信应用场景
集成电路与 SoC 设计	理解高频集成模块设计、芯片封装与信号完整性	忽视高频集成电路层面的教学内容	引入 IC 设计基础、EDA 工具实践教学
毫米波与天线系统	掌握高频波段电路特性、辐射效应与天线耦合分析	对高频传输线、电磁波传播缺乏深入介绍	补充微波传输、毫米波结构教学单元
系统级设计与测试	建立模块化设计能力, 掌握系统测试与故障诊断流程	课程偏重单元分析, 缺乏系统设计整体训练	增设系统级集成设计与验证案例实践

当前课程侧重于理想电路模型和简化场景分析, 学生除了掌握传统的射频通信领域, 滤波器设计、阻抗匹配、电磁干扰等关键技术外, 对射频子系统设计的复杂性回应效果不佳, 5G 时代频谱资源高效利用、射频信号链优化配置要求更高, 相关应用模块和案例课程应主动引入。集成电路和 SoC 设计方面, 企业更看重学生对高频信号完整性、片上互连结构以及封装工艺的认知, 而现有课程体系里这部分内容几乎没有, 引导学生用 EDA 工具做高频电路仿真、布局布线等实践有助于他们迈向芯片级电路设计[8]。毫米波和天线系统融合逐渐成为行业发展重点方向, 当前课程中高频电磁波传播、传输线理论方面讲授较为分散, 缺乏与实际器件设计相结合的深入训练, 不利于学生形成面向未来通信系统的设计视野, 可以增加如天线耦合、微带线结构等方面的练习。系统集成能力和工程协同能力日益被行业看重, 面对复杂通信设备或者雷达系统, 学生更应具备模块化思维和整体架构设计能力。目前课程大多围绕离散知识点展开, 缺少整体系统构建与调试流程的系统性训练, 课程改革需多维度入手, 内容安排上应适当“去中心化”, 重视技术模块间逻辑联动的运用。

2.3. 现有课程内容与行业需求的脱节问题

《高频电路》课程内容与行业需求脱节主要体现在如下: 现代通信技术和电子设备不断更新, 行业对高频电路技术要求日益复杂多样, 现有课程内容仍停留在传统电路设计和基础理论上, 包括高频信号基本分析、简单滤波器设计和放大器应用。射频电路、频率合成、集成电路等前沿技术未能及时融入其中,

导致学生虽掌握基础知识, 但缺乏行业所需最新技术与解决实际问题能力。现有课程多注重理论知识讲解, 不重视与实际应用结合, 传统教学模式下, 实验环节、实际工程案例引入较少, 学生动手能力和实践经验难以得到充分培养。

3. 产教深度融合视角下的《高频电路》课程教学模式创新

3.1. 行业合作推动课程内容与技术更新

基于产教深度融合背景, 推动《高频电路》课程内容与技术更新的重要驱动力是行业合作。随着行业技术快速发展, 教育体系也需及时响应, 与企业 and 行业深度合作, 将最新行业需求与技术趋势融入教学内容, 保证课程教学对接现代技术变化[9]。教师通过与企业合作可直接知晓行业所用最新设备和相关技术, 结合实际应用, 将技术带进课堂, 课程内容更新可以从行业合作得到及时技术反馈, 帮助学生掌握前沿知识与实践技能。企业合作能提供实际工程项目与技术需求, 使学生在学学习时能更好理解行业应用, 通过在课程里实时更新射频电路设计、频率合成技术、毫米波技术等现代通信前沿技术, 使学生紧跟行业发展, 增强解决实际工程问题能力。

3.2. 基于项目驱动的教学方法创新与应用

产教深度融合视角下, 基于项目驱动的教学方法是《高频电路》课程教学模式创新的关键, 为避免抽象的理论传授, 引入实际工程项目后教学, 通过具体的工程实践让学生在解决实际问题时培养系统思维 and 创新能力。这种项目导向的教学方法将学生放在接近真实工程环境的情境里, 激起学生解决复杂问题的兴趣和动力[10]。项目驱动的教学方法要求学生在项目里应用电路理论、信号处理和设计方法来设计、测试和优化电路。在课程里教师可引导学生参与设计一款实际的射频电路或者频率合成器, 让学生根据项目需求不断调整设计方案、解决项目实施中的技术难题, 学生不只是单纯学理论知识, 而是通过实际项目, 更深入理解高频电路设计各个环节, 既能让学生加深对高频电路原理的理解, 又能培养动手能力和团队合作精神。

在《高频电路》课程的教学改革中, 项目驱动教学作为一种创新的教学方法, 得到了广泛的应用。通过与行业合作, 学生不仅能将理论知识应用于实际工程问题中, 还能够在项目实施过程中培养解决实际问题的能力。以下选取了一个典型的“项目驱动”教学案例进行详细剖析, 以帮助理解项目驱动教学在课程改革中的具体应用。该项目来源于与某射频通信企业的合作, 项目目标是设计并实现一个射频信号放大器, 用于 5G 基站前端的信号处理系统。企业提供了详细的技术需求和设计指标, 包括增益范围、带宽、噪声系数等关键参数。课程的实施流程是从项目的需求分析开始, 学生在指导教师的帮助下进行电路设计、仿真与调试, 并通过实验平台验证设计方案的可行性。整个过程不仅要求学生运用《高频电路》课程中所学的射频放大器设计原理, 还需要结合实际工程环境中的特殊需求进行调整和优化[11]。项目中的知识点涉及射频放大器设计、电路匹配、频率合成等多个模块, 要求学生在设计过程中融合多学科知识, 如电路理论、信号处理和系统集成等。学生分为若干小组, 每个小组负责一个子模块的设计与调试, 例如信号源、电源管理、放大器电路等, 其他小组则负责将各模块集成, 并进行系统级的测试和优化。教师在项目过程中扮演着指导和协调的角色, 提供专业的技术支持和建议, 同时帮助学生解决设计中的技术难题。

3.3. 产学研结合的实验教学与实践环节设计

《高频电路》课程创新中的实验教学和实际环节设计非常重要, 传统实验教学常局限于单一电路搭建与测试, 存在与行业需求、实际工程项目对接不足等问题。产学研结合将实验教学与实际工作环境紧

密相连, 与企业、科研机构合作后, 实验内容在理解理论后, 更注重应用型设计与创新。将企业的实际工程问题和技术需求可融入实验教学, 以形成基于真实项目的实验设计, 学生在进行高频电路设计、调试和优化时, 既能加深电路原理理解, 也能学会在真实工程环境应用其原理[12]。学生实验可通过模拟实际工程的技术挑战和问题, 用所学理论进行分析解决, 使学生运用所掌握的基本理论解决实际工程复杂问题。

4. 《高频电路》课程教学改革的实施与效果评估

4.1. 教学改革的实施步骤与策略

本课程教学改革将从课程内容、教学方法、实验设计以及与行业合作等多方面着手推进, 改革步骤结合了现代教育技术与行业需求, 除了更新教学内容、创新教学方式外, 还应加强实践环节与跨学科合作, 以提升学生综合能力。课程内容更新要紧密贴合行业最新技术和应用需求, 不但要包含高频电路设计与分析等基础内容, 还需引入现代通信系统里的射频电路设计、集成电路技术、毫米波应用等前沿技术。借助与行业企业合作, 将企业技术需求和工程案例带入课堂, 保证课程内容与行业发展同步更新, 且在实践中不断调整, 以确保教学内容既有理论深度又有实际应用价值[13]。教学方法方面, 传统教师讲解为主的教学方式满足不了现代教学需求, 要重视课堂讲授和实践应用的有机结合, 引入项目驱动教学、案例分析、讨论式教学等互动方式来激发学生主动学习兴趣和思维。

4.2. 学生能力提升路径: 从理论到实践的转化

除了内容更新与方法创新外, 《高频电路》课程教学改革等的关键是让学生把所学理论转化为实践能力, 也是学生能力提升的关键。教学改革首要目标是学生在理解高频电路基础理论时, 具备把理论用于实际设计的能力, 可通过多种方式强化学生在实际工程问题里的应用与创新能力。理论教学方面, 由于基本理论是后续实践能力培养的基础, 学生应先扎实掌握高频电路基本原理和设计方法。但理论学习不能培养学生的工程素质, 需要靠实践环节补充, 课程内容要引入更多实际工程项目案例, 通过分析实际问题使学生学会把理论知识转化为解决工程问题的思路与方法。实践教学方面, 引入项目驱动教学法, 学生在解决具体工程问题时, 能直接运用所学理论知识, 设计射频放大器、频率合成器或者调制解调电路, 学生要完成电路设计、仿真、调试和优化, 进一步强化学生将理论知识转化为工程实践的能力。企业和科研机构提供的实际工程项目可以让学生接触到行业最前沿的技术和需求, 使学生在真实项目中, 体验工程问题的复杂性, 从而实现从理论到实践的有效转化。

4.3. 课程改革对学生就业竞争力与创新能力的促进作用

信息时代, 创新能力丰富的工程师更能适应行业变化与挑战, 《高频电路》课程教学改革中的产教融合可以大程度提升学生就业竞争力与创新能力, 课程与行业紧密合作, 内容紧跟行业技术发展, 保证学生具有最新行业知识与技术能力, 从而在就业市场更有竞争力。课程改革引入实际工程项目和行业案例帮助学生把理论知识转化为实践能力, 增强动手能力, 培养解决真实工程问题的能力, 从而具备适应行业需求的综合素质。通过参与实际项目, 学生可以更好地理解行业标准与技术要求, 从而快速提升职场适应能力、增强就业竞争力。除此之外, 教学改革还注重创新能力培养, 项目驱动与跨学科合作不仅鼓励学生在设计和解决方案里融入创新思维, 使学生面对复杂问题提出独特方案。创新思维的培养还对学生学术突破有较大帮助, 为未来进入高技术领域工作提供有力支持。

5. 结论

本论文以“产教深度融合视角下《高频电路》课程教学改革与创新实践”为着眼点, 在行业需求驱

动的大背景下, 系统分析当下课程内容和实际工程应用脱节的状况, 提出以行业协同、项目驱动、实践导向为核心的教学改革模式。研究显示, 面对快速发展的电子信息产业, 传统教学模式难以符合企业对人才的多元需求, 课程改革是提升教育质量和学生综合能力的必然选择。通过引入校企合作、更新教学内容、加强实验与项目环节, 将课程从“知识传授”转变成“能力培养”。通过此模式, 学生不仅掌握高频电路基本理论知识, 还能学习在实际项目中, 应用理论知识解决实际工程问题, 提升动手能力和系统思维能力。通过融入行业实际案例也保证了学生在学习时更贴近产业需求, 强化了后续的岗位适应性和技术迁移能力, 有效缩短从学校到职场的过渡期。教学改革、项目驱动、开放式课题和跨学科协作让学生在解决复杂问题的同时, 具备独立思考和多元探索能力, 促使学生养成创新意识。除了提升了学生专业深度外, 也增强了学生面向未来通信技术、射频系统设计等领域的持续学习潜力。

基金项目

本文受到常州工学院高频电子线路课程建设(产教融合示范)重点项目(CJRHKC2023-6)资助。

参考文献

- [1] 何锋, 张有光, 李峭, 徐亚军. 新工科背景下“数字电路与系统”课程系统观实践[J]. 高等工程教育研究, 2025(4): 61-67.
- [2] 朱俊杰, 薛永飞, 周国雄, 郑志安. AI 赋能“自动化系统综合课程设计”探索[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(10): 142-146.
- [3] 刘海涛, 唐枋, 林智, 黄兴发, 甘平. 模拟集成电路设计课程实验项目驱动式教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(4): 117-120.
- [4] 张淑娟, 朱建军, 田野, 杨友福, 李磊. 课程思政在国防特色专业实验教学中的探索与实践——以电子电路课程设计实践课程为例[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(4): 114-116+120.
- [5] 冯涛, 李擎, 杨旭, 苗磊, 曹艺玮, 郝彦爽. “电路实验技术”课程智慧化教学系统开发[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(12): 154-160.
- [6] 梁丽芳, 滕君华, 齐国清. 高频电路综合创新实验平台研究[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(3): 112-115.
- [7] 殷明, 朱昌平, 赵国芬, 李书旗, 张秀平. 解决通信电路基本实验与课程设计跨度过大的探索[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(6): 132-135.
- [8] 朱昌平, 施铃泉, 王斌, 陈娅琨, 蒋爱民. 讲授好“卓越计划”高频电路理论与实践课程的探索[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(10): 142-145+153.
- [9] 勾秋静, 皇甫丽英, 徐淑正, 陈雅琴. “高频电路系统课程设计”课程的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(5): 141-143+149.
- [10] 黄扬帆, 甘平, 刘晓, 颜芳. 高频电路实验教学改革的探索[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(7): 285-287.
- [11] 孙俊卿, 罗云林, 黄建宇. 基于 Multisim 的高频电路实验教学研究[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(7): 80-83.
- [12] 刘勇, 岳冰, 丁群, 朱勇, 宋建华, 张忠, 王志芳, 王尔馥. 通信工程专业实验教学环节改革实践[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(7): 210-212.
- [13] 殷明, 朱昌平, 朱陈松, 姚澄. 高频电路实验教学与学生实践创新能力培养[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(4): 108-110+114.