

# 高频电子线路课程建设与教学改革探索

王红霞, 解 锋

(海军工程大学 电子工程学院, 湖北 武汉 430033)

**摘 要:** 针对高频电子线路课程存在的教学内容更新不及时、教学手段比较单一、教学资源比较少的现状, 进行教学改革和课程建设。为了充分体现高频电子线路课程基础性、支撑性的作用, 遵循“以学生为中心”的教学理念, 以“优化教学内容为重点, 丰富教学手段和完善教学资源为辅助, 提升教师教学能力和内化升华学生知识和情感为教学目标”的教改思路实施课程改革实践和课程资源建设, 经过多轮教学改革实践, 形成了具有课程特点的教学特色。

**关键词:** 高频电子线路; 教学改革; 课程建设

中图分类号: G642 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2021.04.035

## Exploration on course construction and teaching reform of high frequency electronic circuit

WANG Hongxia, XIE Feng

(College of Electronic Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

**Abstract:** According to the fact that the teaching content of the high-frequency electronic circuit course is not updated in time, the teaching methods are relatively single, and the teaching resources are relatively few, the teaching reform and course construction are carried out. High frequency electronic circuit has the important support for undergraduate education. Aiming at the problems which include the lagging teaching content, the relatively single teaching method and low utilization teaching resources, the teaching reform including reform ideas, principles and measures have designed. According to pertinence, advanced and applied of the teaching contents, the teaching content is optimized. Through the teaching reform practice, the teaching characteristics of this course and the teaching team have been formed.

**Key words:** high frequency electronic circuit; teaching reform; course construction

“高频电子线路”<sup>[1-2]</sup>是电子信息类专业必修的学科基础课,在雷达工程、通信工程、机电一体化系统等各个专业领域均有应用,课程具有基础性支撑地位。

但近年来在教学过程中发现课程教学存在的问题主要有个三方面。

(1) 教学内容需要更新。为适应新器件、新电路、新概念和新方法快速发展的形势,需要对教学内

容做重新调整,既要突出“通识”基础教育,同时也要增加广泛使用的新器件、新技术,如大规模集成芯片、EDA 技术等内容。为快速衔接后续专业课程内容,既要强调本课程典型电路的分析和应用,也要引入高频知识在相关专业领域中的应用案例分析。既打牢基础,又开阔视野,增强学习兴趣。

(2) 教学方法手段需要扩充。传统的课堂教学,只能通过平面电路图去讲解分析。如采用多媒体教学课件,利用 EDA 仿真分析软件<sup>[3-5]</sup>,逐步引导学生思考电路失真产生的原因,电路性能随电路参数变化而变化的特性,效果会更好。如采用讨论式教学方式加深学生对知识的理解;采用翻转课堂方式,要求学

生改变角色,增强其内心感悟;还有演示验证实验方法等。其目的是提高“教”与“学”的质量。

(3)教学资源需要完善。专业基础课程传统教学,一本教材+一块黑板+一个教师=教学资源。如能充分利用微信,将能完成预习、作业布置、课后辅导等;如能充分利用互联网(爱课程<sup>[6]</sup>、学堂在线<sup>[7]</sup>、CNKI等公共资源),将能完成基本知识的重复学习与拓展延伸等;如能充分利用计算机及专业软件,完成电路仿真验证、演示、性能分析等,将能有效补充抽象理论的理解;如能充分利用电赛作品,将能展示延伸高频基本知识的应用。总之,要充分利用信息化手段和各种素材,拓展学习的时间和空间,构建立体化的教学资源,突破“一本教材+一块黑板+一个教师”的固有思维方式。

因此需要对课程进行教学改革和教学资源建设。

## 1 课程建设的基本思路及措施

“高频电子线路”课程改革与建设的基本思路是:以新版人才培养方案和课程建设规划为依据,更新优化教学内容、丰富教学方法手段、完善教学资源、提升教师教学能力等。

### 1.1 更新优化教学内容

及时更新教学内容,包括反映和吸收本学科领域的最新研究成果,将教学、科研最新成果引入教学,充实教学内容,既保证教学内容的基础性和先进性,又介绍了新理论、新技术、新方法。适当优化部分教学案例,在通信工程、测试计量等专业课选择与本课程紧密相关的知识点,纳入本课程的应用案例库。在每学期开课前,将相关知识的最新成果和信息、新的教学案例不断充实到授课内容中。

### 1.2 丰富教学方法手段

改革教学方法和手段,不断地尝试探索更加开放的教学方法。如启发式教学法、讨论式教学法、翻转课堂教学法、探究式教学法等,其目的是让学生成为“中心”,成为“主体”,极大地激发了学生学习积极性,体现了“以学生为中心”的核心教学理念,大大提升课程教学质量。建设现代化的教学手段如多媒体、录像、网络课程等,建设线上线下、课上课下的学习环境,提高学习兴趣,营造良好的教学氛围。

### 1.3 完善教学资源

充分利用公共教学资源,构建具有特色的课程资源:(1)根据新的培养方案,优化教学内容编写合适的教材和实验手册;(2)选择相关专业课,构建典型电路的案例库;(3)建立课程典型电路的教学演

示的仿真电路和参数表。

## 1.4 提升教学能力

主要包括:(1)注重更新教育教学理念,参加教学法的研讨活动,掌握最新的国内外教学改革动态,与一流院校的同行研讨教学改革的方向和方法,同时结合海军工程大学特点不断尝试,逐步提升教学法的理论知识;(2)定期开展教研活动,如集体备课、课程组探讨、教学竞赛,逐步提升教学实践水平;(3)与专业教研室联合建立案例库,提升教师的课程知识在设备中运用能力等。

## 2 教学内容更新优化

### 2.1 教学内容的针对性、先进性及应用性

“高频电子线路”课程是部分专业的工程类专业基础课,针对通信工程、测试计量等专业的特点和个人持续发展需求,有针对性地设置教学内容,使知识衔接过渡更为平滑,兼顾本课程基础知识掌握和专业课程知识延续。

该课程从“基础、技术、应用”三大规模合理定位。教学内容实现“三个转变”:由分立元件电路向集成电路转变;由小规模集成电路向中大规模集成电路转变;由固定功能电路向可编程逻辑功能转变。精讲基础,合理运用分析手段,增加EDA演示的内容,适当穿插综合应用的内容,注意把新技术的发展融入教学内容,提高对学生应用、创新能力的要求。

该课程最大的特点是高频和非线性。以无线通信系统为实际应用对象,从无线通信系统原理入手,以分立元件讲述单元电路原理以及在通信系统中的应用,最后回到系统。即以“系统-电路-系统”的思路安排教学内容。

### 2.2 教学内容优化组合

针对课程的现有知识构架进行研究与分析,适应学科人才培养方案的变革,跟踪学生进入专业课学习情况或毕业后的工作需求,优化教学内容。

(1)按照“系统-电路-系统”安排基本教学内容框架,突出教学内容的系统性;

(2)以“电路模块”为单元,引入实际设备中的应用实例,加强基本理论和方法的讲授,注重学生专业知识体系架构的构建,突出教学内容的实用性;

(3)以新技术发展为导向,精讲基础,适当增加新器件与芯片、新测试技术等高频电子线路的发展前沿内容,合理运用分析手段,增加EDA演示的内容,适当穿插综合应用的内容,了解跟踪学科前沿,突出教学内容的先进性;



(4)以理论课程为主导,配套“系统-电路-系统”对应的实验验证、自主设计、课程设计等实验课程环节,强调系统设计与电路落地,学生熟知电路现象和性能的变化,突出教学内容的实践性。

教学内容安排与优化强调基础、突出典型、注重创新,不仅突出知识的获取方法及工程实践性,了解高频电子线路的基础知识、基本概念、基本分析方法,强调对知识发现与发展过程的分析,使学生打下牢固的专业知识基础和工程思维。本着“精讲多练、启发引导、立足经典、注重创新”的原则,正确处理“基础厚与内容新,理论扎实与实践能力强,传统教学方法与现代教育技术应用”的关系以及“内容扩张与学时减少”的矛盾,优化课程教学内容,融知识传授、能力培养和素质教育于一体,改善培养质量。

### 2.3 理论教学原则

该课程的主要特点之一是:典型电路种类不多,但是电路实现的功能比较多,根据信号频率属性和器件非线性特点,分析掌握电路结构和电路功能之间的内在联系。因此课程设计的基本原则是:重视基本概念,突出分析方法,强调应用能力。

理论教学传承传统教学的优点,细致讲解基本概念,同时选增实用性、趣味性强的案例,增加学生的感性认识和学习兴趣,可不断更新教学内容以适应高频电路的发展。

例如,功率放大电路的功率、效率分析计算,可以通过仿真波形演示,让学生了解分析这几个动态指标的意义。

### 2.4 实验教学原则

#### 2.4.1 注重实验内容的层次性和创造性

结合“高频电子线路实验”课的专业特点,根据学生实践能力的差异,可在每节课多准备几个电路,设计一些具有综合性、创造性的课题,针对不同层次的学生,提出不同的要求。依据理论联系实际的教育原则,进行实物作业模式的改革尝试。

例如“高频谐振功率放大器的分析与测试”<sup>[8]</sup>实验,该实验可以无线通信系统发射机高频谐振功放的调谐特性和负载特性及各种参数对工作状态的影响为例引入,具有较强的可实践性。实作题可以这样给出:“根据所学原理进行计算机仿真确认谐振回路参数”;“根据实物分析其工作原理”;“根据仿真参数<sup>[9-10]</sup>在实验箱上搭建电路并进行测量”;根据公式进行计算,将测量与计算的结果进行分析总结等。学生完成这一作业需经过动手实践—理论分析—测量运算—结果分析几个环节,提高实践操

作和理论分析两方面的能力。

#### 2.4.2 注重实验与理论课的有机衔接

将课程的理论教学内容优化组合并和实验融合在一起、将各实验连贯起来。设计多个实验课题,由简单到复杂,由单一功能到多功能,将单元电路融入系统,合理安排理论和实验课程的时间节点,使学生真正能够在实验中掌握理论、方法和技术。

#### 2.4.3 精心设计实验项目,实现与理论课的有机的衔接

重视实验内容的趣味性和实用性。“兴趣是最好的老师”,精心设计每一个实验,使之具有一定的趣味及实用意义,让学生产生新鲜感,从而激起他们的兴趣。

例如:在综合实验“简易无线电接收系统”中,要求学生根据所学相关知识,自行设计制作一套无线电接收系统,该系统是常用的广播收音机主要组成部分,可以激发学生自主设计的兴趣。学生通过该实验可对无线电接收机组成,各模块功能及设计方法有更加直观的了解,巩固了理论学习知识。

## 3 课程特点与教学特色

### 3.1 课程主要特点

该课程处理信号“高频工作”,器件特性“非线性近似”,物理特性“复杂”,课程在内容存在“深”“宽”“新”的辩证关系。根据“精讲多练、启发引导、立足经典、注重创新”的原则科学构建知识体系,合理编排,优化教学内容,细化高频电子线路课程内容模块,重点理清各模块之间及其与其他课程之间的承启关系。在课程教学中,通过简单的实例引出并讲解概念和理论,用形象的对象去启迪学生的思维,用讨论等方式加深对知识的理解,用设计制作的具体任务去扩展学生的视野、激发学生的求知欲望,形成了较为鲜明的特点。

#### 3.1.1 以基本知识为基础,突出知识的获取方法与工程实践性

在理论教学中删繁就简,突出主线,精讲高频电子线路的基础知识、基本概念、基本分析方法。不仅有知识的讲授,还有知识发现与发展过程的分析,强调对知识获取方法以及工程思维的训练。突出高频电子线路的工程性、应用性,并通过实验进行理论验证。依托开放式实验体系,培养学生工程实践观点和动手能力。

#### 3.1.2 以典型电路为引导,突出分析问题解决问题能力的培养

剖析典型高频电子电路,研究各种电路的内涵

及相互间关联,研究各种电路的应用及其改进,运用虚拟仿真等现代化教学手段,以分组讨论、课程设计等教学形式,开展对具体电路的设计、制作、研究,培养学生发现问题、分析问题与解决问题的能力。

### 3.1.3 以竞赛为依托,突出创新能力教育和创新素质提高

在教学中加入电子制作,综合性、设计性实验、实验仿真等方法,锻炼学生对学科知识点的整体掌握和运用,通过电子设计校赛、省赛、全国赛三级选拔和培训活动,提高教师的教研水平,加强学生的实践动手能力培养。依托电子设计大赛,训练学生,检验教学效果,培养学生的竞争意识、创新思维和团队精神,促进高频电子线路课程的教学。

### 3.1.4 以网络教学为工具,突出立体化教学平台作用

利用学科网站资源,建设高质量网络课程,提供丰富的课程教学资源,如多媒体课件、网络教材、讲解视频、动画、音频、图片等素材资源,进行在线测试、在线教学、网上答疑等。研究、把握不同层次学生的心理,发挥网络教学的优势,把学科网站建设成促进教学、密切师生信息交流的现代化教学平台。

## 3.2 教学团队教学特色

### 3.2.1 课程体系认知规律研究深入

课程组潜心研究系列课程教学规律(从现象到本质,再从本质到现象的学习规律),把握低频电子线路、高频电子线路、数字电路、EDA 技术等电子技术系列课程体系,掌握电子技术方面的发展动态,多次参加电子设计竞赛,并获得多项国家级奖项。

### 3.2.2 课程教学方法手段丰富多样

教学团队潜心研究教学方法,积极探索课堂教学教法创新。在电子技术类四门课程中深入探索实践了讨论式教学法,并取得了非常好的教学效果,教学成果“电子技术类课程讨论式教学法改革实践”获校优秀教学成果一等奖,该教学成果深入探索了教学内容的重组优化,施训方式,考核方法,该教学方法在本校其他院系和全国其他高等院校推广应用。同时根据高频信号和高频电路的特征,引入虚拟仿真、可视化教学手段,与低频电子线路的对比式教学法,设备案例驱动式教学法,让繁杂的理论推导

变得容易理解,抽象概念变得动态化可视。充分利用信息化、网络化的微信、QQ 等多种手段,使教学互动变得立体、深入。多种教学方法的实施,逐步推进以学生为中心的教学目标,取得了良好教学效果。

### 3.2.3 通过实验实践过程全方位提升学生综合素质

该课程以系统或电路模块功能为需求牵引,从设计角度讲授系统或电路的结构组成,从指标或性能角度分析设计电路的功能;实验实践部分结合 EDA 仿真软件验证设计电路是否满足需求,再进行电路或系统的制作与验证,系统级电路通过联调测试才能最终实现功能。培养学生在设计、仿真、制作、联调、测试等过程中自己发现问题、制定故障排查方案和解决实际问题,锻炼了学生的问题分析能力和动手解决能力,全方位提升其综合素质。

## 4 结语

针对“高频电子线路”课程存在的问题,提出建设该课程的思路和举措,以教学内容优化为重点,详细说明了课程建设改革的内容,并在课程教学过程中形成了具有教学特色的“高频电子线路实验”课程体系。

## 参考文献(References):

- [1] 曾兴雯. 高频电子线路[M]. 3 版. 北京:高等教育出版社, 2016:286-289.
- [2] 阳昌汉. 高频电子线路[M]. 3 版. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2012:183-185.
- [3] 张立立,杨华,孟祥博,等. 基于 Multisim 的振幅调制解调系统的设计与仿真[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12):125-127.
- [4] 涉谷道雄. 活学活用 LTspice 电路设计[M]. 北京:科学出版社, 2019.
- [5] 乔世坤. PSpice 在高频电子线路实验教学中的应用[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(11):145-149.
- [6] 现代电子技术试验[EB/OL]. <http://www.icourses.cn/>
- [7] 高频电子线路[EB/OL]. [www.xuetangx.com](http://www.xuetangx.com)
- [8] 金伟正,陶琴,杨光义. 谐振功率放大器实验教学[J]. 电气电子教学学报, 2017, 39(1):109-112.
- [9] 李强. Multisim10 在高频电路实验教学中的应用研究[J]. 中国现代教育装备, 2016(12):24-26.
- [10] 陈佳莉,朱小玲,邱健,等. 高频谐振功率放大器的仿真教学探究[J]. 电气电子教学学报, 2017, 39(5):146-149.

(上接第 125 页)

- [16] 杨瑾. 实验技能大赛是培养学生创新能力的新途径[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(6):19-21.
- [17] 孟晓龙,赵子娟,崔晓峰,等. 开展大学生实验技能竞赛的实践与认识[J]. 中国现代教育装备, 2007(6):81-82.

- [18] 刘长虹,艾云龙,邓克明. 基于多媒体显微互动系统的金相实验教学的改革[J]. 实验技术与管理, 2008, 25(5):89-91.
- [19] 蔺万煌,吕长平,苏益,等. 实践技能竞赛与大学生综合素质培养的探索[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(10):18-21.