

《核电子学》课程的教学创新与实践成效初探

张建东* 凌永生 单卿 何庆华

(南京航空航天大学材料科学与技术学院, 江苏南京 211106)

摘要:《核电子学》是国内外高校核技术类专业的核心课程。然而随着现代新型电路电子技术的飞速发展,使核电子学教学内容滞后于应用与实践,被动式的教学模式更阻碍了学习效果,因此有必要在传统教学的基础上提出教学创新。此外,新的课堂教学创新在核电子学上能否使用,以及怎么使用的问题也亟待解决。对此,本文对《核电子学》课程中的教学痛点进行分析,提出以学生为中心的教学创新思路:教学过程中聚焦科学前沿、提升广度与深度;优化教学内容、提升教学的逻辑性与学习的有效性;强调学以致用,提升解决工程问题的能力。借助于丰富的教学手段与工具,在创新的过程中将思政教育无声融入,提高效率。也给出近年来的教、考数据并检验其成效。

关键词:核电子学;新工科;创新实践

一、《核电子学》教学创新背景及意义

核电子学形成于20世纪60年代,是核科学研究中联结终端探测器与信号获取终端之间的关键。其主要内容为信号和噪声的分析方法、前置放大器、滤波和成形、核物理工作中使用的电子仪器的单元电路和部分整机的工作原理。核电子学技术和方法是工业、农业、医疗、材料、信息、环境、社会安全等各类核技术应用的基础,正因如此,《核电子学》也成为国内外高校核技术类专业的核心课程。核电子学处理的信号具有持续时间短、频率高和随机性等特点,使得核电子学的教学侧重点有别于常规电子学。其前序课程包括《电子学基础》《数学物理方法》,也为《核信号探测方法》等后续专业课程提供基础。

近年来,《核电子学》的教学呈现出一些新趋势:1.教学渠道丰富、线上资源及新教学内容研究持续增强,但学生缺乏去伪存真的能力。2.新的师生学习空间、课程互动形式与考核方法(如线上教学及混合式教学等)不断出现,对教学时学生的专注度带来正面或负面的影响,进而影响教学效果;3.我国2016年提出了新工科、新文科建设的概念并迅速加以实践。针对未来工程人才需求,目标导向型的教学研究会持续增强。然而,现代新型电路电子技术的飞速发展使核电子学教学内容滞后于应用与实践,而被动式的教学模式更阻碍了学习效果,因此有必要在传统教学目标的基础上提出教学创新。

针对上述问题,南华大学刘丽艳等人将虚拟仿真方法加入课程教学中,以提高学生兴趣,培养学生综合分析、开发创新和工程设计的能力;湖北科技学院刘宏章等人提出了加强前序课程教学、提高实践与借用仿真软件等改革方法;东华理工大学的陈锐则从新工科背景下提出了不少改革方案,例如线上资源与加强实践融合等,但未对改进后的成效予以说明。相近工科课程教学的研究中,清华大学于歆杰老师针对“电路原理”,致力于提供多项线上(慕课)精品资源并展开在线教学实践,为核电子学的线上教学提供了优秀的范例。总结起来,核电子学及相近课程的教学创新可归纳为:教学面广且高度信息化;先进的教学理论与实践;注重(工程实践)能力的培养。

对此,南京航空航天大学将现有《核电子学》教学目标归纳

为以下四点:

- 1.培养学生对核电子学内容的整体把握;(素质目标)
- 2.掌握信号与噪声的处理方法、前置放大器、主放大器、线性与非线性电路、信号的处理与分析构成;(知识目标)
- 3.掌握电子学原理及相关的应用技术;(知识目标、能力目标)
- 4.掌握工程技能并为复杂工程问题提供专业、科学的解决方案。(能力目标)

本文通过教学创新实践以下理念:1.以学生为中心、立德树人引领,去繁存精,设置适应本校核工程类专业培养目标的课程内容;2.探究改进后的教学创新手段,提升学生的学习兴趣与掌握知识的效果;3.提出提升学生实践能力、以工程教育为导向的有效手段。在实践基础上提升学生树立正确的科学思维与价值导向与发现、研究和解决核电子学领域复杂工程问题的能力,提升课堂教学的成效。

二、创新理论与实践

(一)课程问题分析

作为核科学与技术专业中的主干核心课程,《核电子学》的关键目标是培养掌握工程知识并为复杂工程问题提供专业、科学的解决方案的人才,然而现有教学效果与上述目标存在一定差距。同时,教学中还应存在正确价值观的导向。结合上述背景,课程需直面的三个痛点问题如下:

1.课程与实际需求存在差距,无法体现近年来的新技术、新方法,无法跟上当前学科的发展与应用动态。这是国内开设核电子学课程的学校遇到的普遍问题,有必要对其进行优化并结合具体工程应用,使其焕发生机。

2.学生缺乏新环境下的自主学习能力,学习效率受到挑战。新的时代信息爆炸,学生获得信息的方式多元化,但在课堂上的注意力显著减弱。此外,教学的手段单一、实践操作较难且考核通过率一般,这也促使教学中提出新的课程设计并持续研究其有效性。

3.目标导向不清晰。作为核专业核心课程之一,现有核电子学教学过程对工程实践与应用的支撑一般,学生很难意识到所学知识在解决具体问题上的作用,课程在工程教育理念上与当前变

化和未来需求不适应。

(二) 创新理念与举措

1. 教学过程中聚焦科学前沿、提升广度与深度

首先对现有课程中老旧及不合理的内容进行精简,加入核电子学相关的前沿装置及原理内容;其次,充分利用现有的网络、教育资源,设计与学科前沿相关的点,提升教学吸引力;最后,在教学过程中使学生明确行业发展动态,明确所学内容与大国工程之间的紧密联系。最终将理论学习与应用动态结合,化虚为实。

2. 优化教学内容、提升教学的逻辑性与学习的有效性

首先对课程的教授结构进行优化,加入近年来的新知识点与思政内容,教学中抓住大的框架展开、提醒学生留意知识点之间的关联作用;其次,丰富教学形式,针对重点、难点问题采用共同推导、现场考核反馈等方式改善。借助雨课堂布置题目、现场反馈答题结果,提升教学效率;此外,还提升过程性考核在最终成绩中的比例,丰富过程性考核的形式。例如组织小组讨论、案例分析,并结合科研项目和实验平台,提升学生在学习中的专注度,增加其主观能动性。最终实现化难为易、化教为导,提升教学效率的效果。

3. 强调学以致用,提升解决工程问题的能力

对学生提出“是什么(what)”“为什么(why)”“怎么办(how)”的学习要求。使学生明确所讲内容的基本概念,在实际核电子学设备中的哪个部位,起到什么作用,即“是什么”;在理论学习中理清思路,利用核电子学实验、multisim仿真的结果进行分析,加深理论学习与实践的联系,即“为什么”采用选定的方案;最后在教学中提出开放性实验与具体工程问题,鼓励学生独立思考,给出开放性的解决方案,即“怎么办”;学生在学习过程中能够及时明确工程导向,从而提升解决实际问题的能力。

除上述创新外,核电子学的教学过程中也考虑思政教育的效果。现有创新更注重挖掘思政元素、丰富形式从而达到“润物细无声”的思政教学效果。例如,2023年电影《奥本海默》大火,在教学过程中以此为引,给学生讲述了我国核工业发展的艰辛历程,并推荐我国核武器研发为背景的电影《横空出世》;又如,以南京航空航天大学核专业创始人、已故院士陈达为例,讲述我校核学科的发展历程及取得的成果,培养学生的爱国情怀与使命担当意识。此外,也在教学中及时发掘新的思政要点并设计形式,从而在国家安全意识、科技伦理、团队合作等角度提升效果。

(三) 核电子学创新实践举例

在2023-2024学年的教学中,结合核电子学绪论部分讲授了利用中国天眼(FAST)获取空间核信号,并介绍了核电子学在天体核物理方向上的应用;在课程讲解过程中给予学生广泛的调研题目,在促进学生将理论学习与应用动态结合的同时,也有助于理解课堂教学内容,实现化虚为实的目的;

在基线恢复、线性放电型模数转换器(ADC)学习的过程中,反复给同学们强调量纲分析的重要性,明确不同物理量转换过程中应保持量纲一致的概念,减少解题时最容易出现的错误(丢项);在学生“翻转课堂”阶段,提供1-2人的小组完成一个题目,并

以课堂展示、自制视频与前沿讲座等形式进行考核,获得不错的教学效果;

在滤波成形部分,类比自身声音经过不同的滤波器,实现降噪、变调等效果,使学生深刻理解滤波器白化噪声、通特定频率及改变相位等效果,FTT变换共性等知识;引导学生利用multisim软件构建S-K滤波器并输出信号,从而加深滤波器作用及应用范围的理解。

三、核电子学教学创新实践的成效分析

采用上述教学创新并结合本专业培养目标与课程大纲,计算学生成绩分布、大纲落实程度与工程教育目标的达成度。结果表明,学生在教学效果上反馈积极,例如部分同学在“飞秒激光的时间测量”讲授后表示,“借助于丰富的多媒体形式,再加上教师简要介绍,在很短的时间内明确了飞秒激光的特点、测量方式及实际应用”;基于工程专业认证的课程目标达成度显示,过去三年的课程目标达成度稳步上升;上述创新理念也在授课教师参加微课比赛、“领航杯”等教学竞赛中体现,并取得不错的成绩;学生在课堂教学之外参加了核+X、万方数据科普大赛等多项比赛,获得优异名次。此外,在其他课程中采用上述创新理念,也显示出了不错的效果。这些成效表明,采用新的理念与实践能有效促进学生学习效果与教师的教学能力。

四、总结

在核电子学的教学过程中,提出各项改革创新方案并总结经验如下:坚持目标导向的教育理念。对亲自承担的课程展开实践研究,并注重改进效果的呈现;以学生为中心。以新的课堂互动形式落实教学过程,改善教学效果;重视增强学生工程实践能力,并注重课程思政的形式改革与效果,谨守本专业“守核以和、强核报国”理念,谨守为国家育人的理念。此外,也通过课程评价、与学生沟通及达成度变化趋势得到教学效果的评价。在上述数据的基础上评价课程的结构合理性与考核形式的有效性,对该课程的能力培养途径及改进方法做出调整,从而形成持续改进的正向循环。实践表明,采用新的理念与实践能有效促进学生学习效果与教师的教学能力,也对教学与科研的相互促进起到正向作用,并通过大学生创新实践、研究生继续教育等活动逐渐体现。

参考文献:

[1] 陈锐,周书民.新工科背景下“核电子学”教学创新模式探索[J].东华理工大学学报(社会科学版),2019,38(02):178-181.

基金项目:2021年南京航空航天大学学院教改项目:新工科背景下《核电子学》的教、考改进及成效研究,项目编号:YJJG062105;2023年南京航空航天大学本科教学“项目式”课程建设项目:环境辐射监测与评价,项目编号:2023JG0223X。

通信作者:张建东,男(1988-),山西朔州人,南京航空航天大学讲师,硕士生导师,博士,从事核电子学教学工作。