

光电技术类专业课程混合式 教学探索

——以核磁共振陀螺实验课程为例

江奇渊^{1,2}, 张 焱^{1,2}, 孙兵锋^{1,2}, 汪之国^{1,2}, 袁 杰^{1,2}, 谭中奇^{1,2}

¹国防科技大学前沿交叉学科学院, 湖南 长沙

²国防科技大学南湖之光实验室, 湖南 长沙

收稿日期: 2023年12月26日; 录用日期: 2024年1月24日; 发布日期: 2024年1月31日

摘 要

本文以核磁共振陀螺实验课程为例, 针对光电技术类专业课程开展混合式教学模式改革探索, 借助数字孪生、人工智能等现代信息技术手段从教学内容、教学方法、教学评估三个方面进行了课程的优化设计, 同时展望了其与《激光物理》等传统光电技术类专业课程的课程群建设方案。通过线上线下、虚实结合的混合式教学模式改革, 可以培养学生的实践探索与自主创新能力, 也可为光电技术类其它专业课程的优化改进提供参考。

关键词

混合式教学, 核磁共振陀螺, 光电技术

The Exploration of Mixed Teaching in Optoelectronic Technology Professional Courses

—Taking the Nuclear Magnetic Resonance Gyroscope Experimental Course as an Example

Qiyuan Jiang^{1,2}, Yi Zhang^{1,2}, Bingfeng Sun^{1,2}, Zhiguo Wang^{1,2}, Jie Yuan^{1,2}, Zhongqi Tan^{1,2}

¹College of Advanced Interdisciplinary Studies, National University of Defense Technology, Changsha Hunan

²Nanhu Laser Laboratory, National University of Defense Technology, Changsha Hunan

Received: Dec. 26th, 2023; accepted: Jan. 24th, 2024; published: Jan. 31st, 2024

Abstract

This paper takes the experimental course of nuclear magnetic resonance gyroscope as an example to explore the reform of mixed teaching mode for optoelectronic technology professional courses. With the help of modern information technology methods such as digital twins and artificial intelligence, the course is optimized from three aspects: teaching content, teaching methods, and teaching evaluation. At the same time, the course group construction plan for traditional optoelectronic technology professional courses such as Laser Physics was also discussed. Through the reform of a mixed teaching model that combines online and offline learning, virtual and real learning, practical exploration and independent innovation abilities of students can be trained, and it can also provide reference for the optimization and improvement of other professional courses in optoelectronic technology.

Keywords

Mixed Teaching, Nuclear Magnetic Resonance Gyroscope, Optoelectronic Technology

Copyright © 2024 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

光电技术专业作为高校新工科建设的重要方向之一，要求其培养的人才既要有扎实的专业技术知识，又要有丰富的实践经验，既要有紧跟前沿的广阔视野，又要有良好的科学研究与自主创新能力，从而能够胜任光电技术领域的产品设计与制造、科学研究与技术创新，以及生产检验与运行管理等方面的工作[1]。但是传统的光电技术专业课程，如课题组长期讲授的《激光物理》等，要实现新工科人才培养的目标还存在一些急需解决的问题：在教学内容方面，现有专业课程大多以公式理论讲解为主，实际案例较少。而现有案例大多又以成熟工业产品为主，鲜有与量子器件、量子操控等科学前沿相关的案例内容。不利于拓展学生的视野，培养学生探索创新的能力。在教学方法方面，现有课程大多还采用传统的线下教学方式，未给学生提供随时随地学习讨论、探索实践的平台。且大多理论课程与实践课程分开开设，理论知识没有充分的案例与实践支撑，既不利于培养学生理论联系实际的动手实践能力，又不利于学生对理论知识的深入理解。随着教育技术和现代信息技术的发展，深度融合在线教育与传统线下教育的混合式教学模式受到了广泛关注与应用。混合式教学通过对教学时间、空间、方式、评价进行多维度混合，将线上线下教学的单元要素有机整合，可以实现优质资源共享，课堂教学空间延展，能有效发挥学生的主观能动性，提升学生的学习体验[2] [3] [4] [5]。

针对以上问题，本文拟以核磁共振陀螺实验为案例，将其增加到《激光物理》等传统光电技术专业课程中，同时在教学内容与教学方法两方面探索课程改进方案。一方面，通过增加与理论知识和科学前沿密切联系的教学案例，拓展学生视野，培养学生理论联系实际的能力；另一方面，通过线上线下、虚实结合的教学方法，为学生提供理论研讨与实践探索平台，加深学生对理论知识的掌握，培养学生的实践探索与自主创新能力。本文的探索成果可为光电技术类其它专业课程的优化改进提供参考。

2. 核磁共振陀螺混合式教学方案探索

2.1. 教学内容设计

核磁共振陀螺作为目前成熟度最高的一种量子陀螺仪，具备抗振动能力强、可芯片化、精度高、功耗低等原理性优势，是新一代惯性器件的重要发展方向之一[6] [7]，非常适合作为激光与物质相互作用的前沿领域典型案例进行教学改革探索。针对核磁共振陀螺实验课程特点，结合混合式教学模式要求，分理论、线上、线下三部分设计教学内容安排如图1所示，各部分具体内容如下。

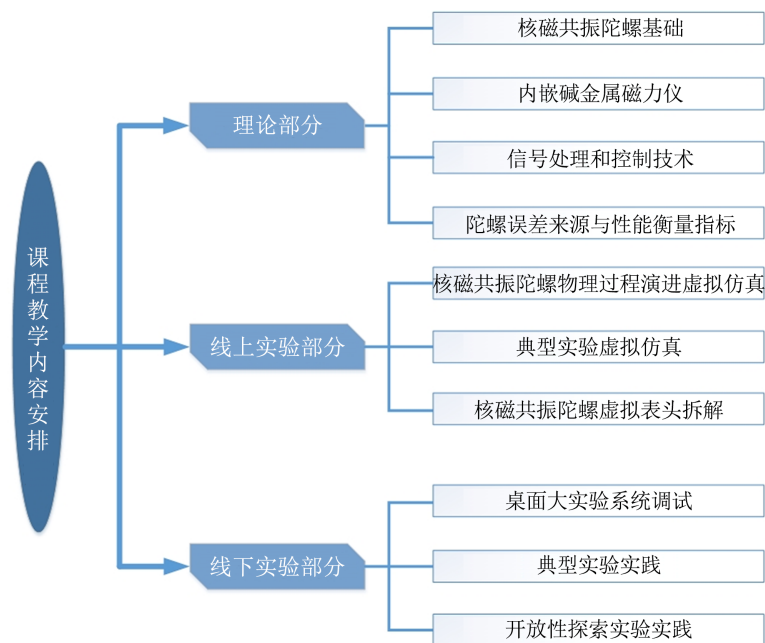


Figure 1. Teaching content arrangement of nuclear magnetic resonance gyroscope experimental course

图1. 核磁共振陀螺实验课程教学内容安排

(1) 理论部分：主要包括核磁共振陀螺基础、光极化原子与自旋弛豫、内嵌碱金属磁力仪、核磁共振陀螺信号处理与控制技术、核磁共振陀螺误差来源与性能衡量指标等理论教学内容，要求学员了解核磁共振陀螺的发展历史与基本原理，理解光极化原子与自旋弛豫的物理过程，掌握内嵌碱金属磁力仪测量方案和核磁共振陀螺基本信号处理与控制技术，提高对陀螺内误差来源与指标影响因素的分析能力。

(2) 线上实验部分：主要包括核磁共振陀螺物理过程演进、内嵌磁力仪磁场测量、核磁共振陀螺表头拆解、陀螺闭环与转动测量等虚拟仿真实验内容，要求学员了解核磁共振陀螺内各物理场演进的过程与集成化样机的基本内部组成，掌握内嵌磁力仪磁场测量、核磁共振陀螺表头拆解、陀螺闭环与转动测量等典型实验的基本操作流程，熟悉核磁共振陀螺从开机到闭环转动测量的基本调试流程，借助仿真系统提高对陀螺内各物理场变化影响系统工作参数的分析能力。

(3) 线下实验部分：主要包括核磁共振陀螺桌面大实验系统调试、线上实验对应的各典型实验、开放性探索实验等实践实验内容，要求学员了解核磁共振陀螺的小型化优势与典型应用场景，掌握内嵌磁力仪磁场测量、核磁共振陀螺表头拆解、陀螺闭环与转动测量等典型实验的实际操作过程，熟悉核磁共振陀螺集成样机的转动测量过程，提高对核磁共振陀螺进行参数优化调试并开展探索性实验的能力。

2.2. 教学方法设计

针对核磁共振陀螺实验课程的教学内容安排,根据各部分的教学内容特点,分别采用微课、物理过程演示动画、数字孪生实验场景体验、探究式线下实验实操等教学手段充分调动学生的积极性与主动性,设计相应的教学方法如图2所示,具体如下。

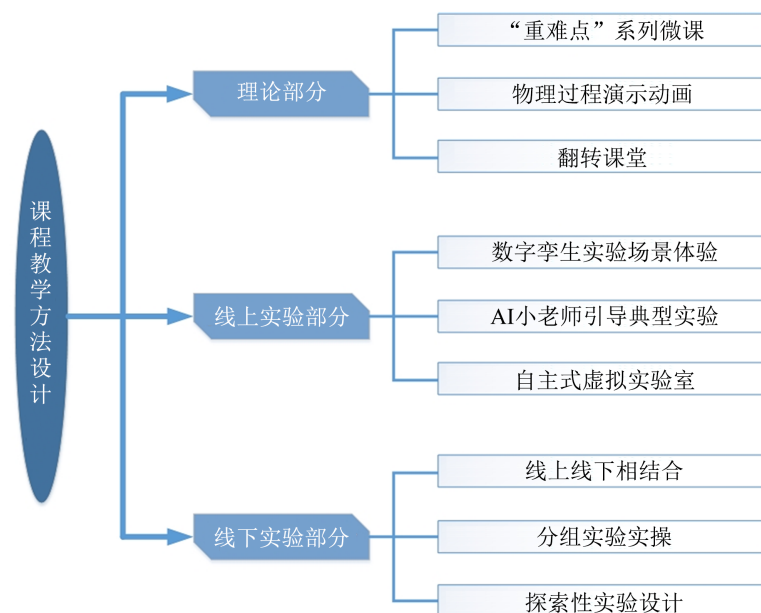


Figure 2. Teaching method design of nuclear magnetic resonance gyroscope experimental course

图2. 核磁共振陀螺实验课程教学方法设计

理论部分的教学内容,区别传统老师讲授为主的教学方法,针对课程的主要知识点和重难点,学生可通过反复观看对应的微课(如核磁共振陀螺基本原理、核磁共振陀螺闭环技术等),内化吸收,老师仅负责答疑和参与讨论,实现“课堂翻转”;同时,通过制作生动形象的物理过程动画,使学生能更好地了解核磁共振陀螺的基本工作原理和所涉及的物理图像,从而达到提高教学效果的目的。

线上实验部分的教学内容,通过数字孪生技术构建与实物实验室等比例、可操控的虚拟实验室,实验室内仪器设备功能与真实设备基本一致,学员可以第一视角在虚拟实验室中漫游,实验室内设置 AI 小老师,引导学员完成扫频磁共振、磁力仪磁场测量、自由感应衰减等各项核磁共振陀螺典型实验,迅速掌握实验流程,对应的系统界面如图3所示。学员基于虚拟实验室可随时在线上自主完成各项典型实验,大大增加了课程学习的自由度;同时,由于核磁共振陀螺仍处于实验室研究阶段,一整套实验系统较为复杂昂贵,难以在有限的配套场地中设置多套实验系统供学员实物操作,而虚拟实验室可复制、成本低,能够很好地解决线下实验的问题,并可有效减少学员误操作导致的仪器设备损坏。

线下实验部分的教学内容,主要强调操作性与探索性,并通过线上实验为线下实验提供指导,实现线上线下实验的有效结合。相对线上实验以核磁共振陀螺典型实验为主的特点,学员在线下实验一方面可根据在线上实验已掌握的实验流程同步在线下实验平台完成对应典型实验的实操,并对比线下与线上实验现象的异同,给出自己的分析结论;另一方面可鼓励学员在已有实验系统的基础上自主设计更为复杂的探索性实验,考察学员的创新思维,而相对模块化的虚拟实验室通常难以满足较为复杂的探索性实验设计需求。



Figure 3. Virtual simulation system interface of nuclear magnetic resonance gyroscope
图 3. 核磁共振陀螺虚拟仿真系统界面

2.3. 教学评估设计与展望

学员完成课程其中一部分完整内容的学习后，充分利用虚拟实验室的优势合理设计教学评估手段，可评价学生的学习效果并为此部分课程内容未来的优化提供参考。以扫频磁共振实验为例，学员完成线上实验部分后，将获得的扫频实验时域和频域数据图、扫频信噪比等参数综合后形成实验报告，通过虚拟实验室 AI 小老师自带的统计评价模块，基于人工智能技术对学生操作过程与提交的实验报告进行评判给出得分与结果分析，如图 4 所示；此外，学员同步完成扫频磁共振线下实验后，同样需完成对应的实验报告，提交给 AI 小老师后也可给出评判结果，并将其与线上实验结果对比后给出线上线下实验的综合评判，并自动给出学生操作与课程进一步优化的建议。



Figure 4. Teaching evaluation system interface of nuclear magnetic resonance gyroscope
图 4. 核磁共振陀螺教学评估系统界面

目前,量子传感方向的课程大多数仍处在建设阶段或尚未开始建设。核磁共振陀螺实验课程建成后,其混合式教学模式可以推广到原子磁力仪、原子钟等其他量子传感方向的课程建设中去,并在各门课程完成建设后可共同形成一个课程群,共同支撑量子传感方向的教学工作建设与改革。此外,核磁共振陀螺可作为光学工程专业核心课程“激光物理”的典型应用案例,通过实验课程可生动形象地解释激光物理所讲述的光与物质相互作用的理论过程,两门课程可以形成很好的互补作用。

3. 结束语

本文针对光电技术类专业课程的教学模式,以核磁共振陀螺实验为案例,从教学内容、教学方法、教学评估三方面出发,结合数字孪生、人工智能等现代信息技术手段,探讨其混合式教学模式改革方案,并进一步展望了将其增加到《激光物理》等传统光电技术类专业课程中的前景。本文的探索成果也可为光电技术类其它专业课程的优化改进提供参考。

基金项目

- 1) 教育部产学合作协同育人项目,激光物理课程中核磁共振陀螺虚拟仿真教学平台构建研究。
- 2) 湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目,“两性一度”标准审视下的虚拟仿真一流课程教学改革与实践。
- 3) 国防科技大学优质案例库培育项目,激光物理案例库。
- 4) 国防科技大学前沿交叉学科学院第二批金课培育计划项目,激光物理金课培育。

参考文献

- [1] 张焱,谭中奇,梁永辉,等.面向强军新工科建设的实验课程教学改革与实践——以激光陀螺实验课程为例[J].教育进展,2022,12(8):2817-2822.
- [2] 孟建宇,李衡,陶羽,等.微生物学混合式教学的探索与实践[J].微生物学杂志,2021,41(5):121-128.
- [3] 魏朝晖,骆紫燕,杜鹃.以提高学生学习主动性为目标的混合式教学研究[J].教育理论与实践,2020,40(33):59-61.
- [4] 张淑辉,高雷虹,杨洋.高校课程思政混合式教学困境及改进策略[J].教育理论与实践,2023,43(3):57-60.
- [5] 方锡武,蒋麒麟,李芳.工程制图混合式教学改革与实践[J].大学教育,2022,1(1):5-7,12.
- [6] 万双爱,孙晓光,郑辛,等.核磁共振陀螺技术发展展望[J].导航定位与授时,2017,4(1):7-13.
- [7] Meyer, D. and Larsen, M. (2014) Nuclear Magnetic Resonance Gyro for Inertial Navigation. *Gyroscopy and Navigation*, 5, 75-82. <https://doi.org/10.1134/S2075108714020060>