

# 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

张 焱, 谭中奇, 梁永辉, 刘 进, 江奇渊

国防科技大学前沿交叉学科学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2022年7月9日; 录用日期: 2022年8月9日; 发布日期: 2022年8月15日

### 摘 要

本文根据强军新工科建设的目标要求, 以激光陀螺实验课程为具体案例, 针对传统实验课程中存在的学员探索创新能力培养薄弱、思政教育关注不够、实验实训时间不足、实验设备条件有限等突出问题; 在教学内容方面, 根据实战与不同知识层次需求对课程内容进行改进完善; 在教学方法方面, 同时采用虚拟仿真与实物实验相结合, 以及线上线下相结合的教学方式, 有针对性的对学员的实验基础操作技能与科研探索创新能力进行全面培养。通过这些方面的改革, 有效克服了传统实验课程中的不足, 提高了课程教学效果, 也可为新工科其它专业实验课程的建设与改革提供参考。

### 关键词

新工科建设, 激光陀螺, 虚拟仿真实验

# Teaching Reform and Practice of Experimental Courses for the Construction of Strong Military and New Engineering

## —Taking Laser Gyro Experimental Course as an Example

Yi Zhang, Zhongqi Tan, Yonghui Liang, Jin Liu, Qiyuan Jiang

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

Received: Jul. 9<sup>th</sup>, 2022; accepted: Aug. 9<sup>th</sup>, 2022; published: Aug. 15<sup>th</sup>, 2022

文章引用: 张焱, 谭中奇, 梁永辉, 刘进, 江奇渊. 面向强军新工科建设的实验课程教学改革与实践[J]. 教育进展, 2022, 12(8): 2817-2822. DOI: 10.12677/ae.2022.128426

## Abstract

According to the goal and requirements of building a new engineering course for strong military, this paper, taking the laser gyro experimental course as a specific case, aims at the problems existing in the traditional experimental course, such as the weak cultivation of students' exploration and innovation ability, insufficient attention to ideological and political education, insufficient experimental training time, limited experimental equipment conditions and so on: in terms of teaching substance, the course content is improved according to the actual combat requirements and the needs of different level knowledge. In terms of teaching methods, the combination of virtual simulation and real experiments, as well as the combination of online and offline teaching methods, are used to comprehensively cultivate the students' experimental basic operation skills and scientific research exploration and innovation ability. Through these reforms, the shortcomings of the traditional experimental courses have been effectively overcome, and the teaching effect of the courses has been improved. It can also provide a reference for the construction and reform of the experimental courses of other majors in the new engineering.

## Keywords

New Engineering Construction, Laser Gyro, Virtual Simulation Experiment

Copyright © 2022 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

为了主动应对新一轮科技革命与产业变革,支撑创新驱动发展、“中国制造 2025”“互联网+”“网络强国”“一带一路”等一系列重大国家战略,同时突破核心关键技术、构筑国际竞争新优势、落实立德树人新要求,教育部自 2017 年 2 月以来先后召开多次会议,逐步形成了“复旦共识”“天大行动”“北京指南”,积极推进新工科建设工作[1] [2]。光电信息科学与工程作为新工科建设的重要专业之一,要求其培养的人才除具有良好的思想道德、社会责任感外,还要具有紧跟前沿的广阔视野、扎实的专业技术知识、丰富的实践经验、以及良好的科学研究与自主创新能力,能够胜任光学工程、光电子学、光信息技术等关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[3] [4]。

## 2. 传统实验课程问题分析

传统的实验课程作为光电信息科学与工程专业培养学生的主要方式之一,与新工科的育人目标相比还存在一些不足: 1) 现有实验课程大都以传统经典实验为内容,着重传授基本原理和方法,与实际应用和科学前沿结合不够紧密,且常常忽略学员的思政教育,使学员对所学内容的价值意义存在疑惑,难以激发出学员主动学习的内在动机。2) 传统实验课程大都以实物仪器设备为支撑,在有限的实验教学时间内只能使学员掌握基础的仪器设备使用方法,无法支撑其实践经验的积累与操作技能的打磨,更加无法满足学员探索创新的需求。3) 通常实验仪器设备价格都比较昂贵,尤其是与科学前沿相关的实验仪器设备,且还存在设备损坏老化等情况,一般高校无法大量配备以支持大规模相关领域专业人才的培养[5] [6] [7]。因此,本文针对光电信息科学与工程专业传统实验课程教学中存在的这些问题,以具有军校特色的

激光陀螺实验课程为例，借助虚拟仿真实验技术与线上线下教学平台，提出一种切实可行的实验课程教学改革与实践案例，可为新工科相关专业课程的改革与建设提供实例参考。

### 3. 实验课程教学改革与实践

#### 3.1. 教学内容设计

新工科的建设思路是以产业需求为导向，让教育面向产业、面向世界、面向未来[8]。这就要求在教学内容选择与设计上具有广阔的视野，充分把握相关技术在实际领域的应用前景，围绕相关专业领域具有颠覆性、前沿性、创新性的关键技术设计教学内容，充分体现“学为用”的宗旨。而对于军队院校，教学内容的设计还应时刻围绕“为战育人”的目标，紧跟国内外军事技术发展前沿设计课程内容，使学员在课堂上学到的内容能够真正服务于实战。但是，目前光电信息科学与工程专业的实验课程内容大多还围绕透镜、光栅、干涉仪、光电二极管等传统经典实验开展，侧重基本原理和方法的传授，与实际应用和相关学科方向科学前沿结合不够紧密。学员完成课后往往还存在对所学内容能否解决实际问题以及如何解决实际问题的困惑，难以激发学员主动学习的积极性。

激光陀螺作为目前新型惯性导航系统的核心部件之一，具有可靠性高、寿命长、动态范围宽、启动时间短、灵敏度高、功耗低、体积小、重量轻等诸多优势，现已广泛应用于国内外飞机、舰艇、导弹等各式武器装备中，为武器装备的准确航行与火炮瞄准等发挥至关重要的作用[9] [10] [11]。我们选择激光陀螺作为实验课程教学内容的载体，能够与实际应用紧密结合，在传授氦氖激光器、激光谐振腔、激光模式选择、陀螺性能测试等专业知识的的同时解决学员对所学内容能否解决实际问题的疑惑，从而提升学员学习的积极性和主动性。另一方面，激光陀螺本身作为一种先进精密仪器，对其中的光学元件抛光与镀膜、腔体结构加工与装调、化学加工与清洗等工艺技术都有极高要求，需要国际上最先进的相关工艺技术才能满足激光陀螺的性能需求，因此也可以借助激光陀螺实验课程向学员介绍这些专业技术知识的发展前沿，使课程内容与科学前沿紧密结合，从而激发学生从事科学研究的积极性。此外，课程所在课题组长期从事激光陀螺一线研究工作，开展激光陀螺实验课程教学还可将科研优势转化为教学信心，使科研与教学相互促进，持续发展。实际上，对于光电信息科学与工程专业中的其它实验课程也可以精选教师从事的科学研究作为实验内容，这样既可保持课程内容与科研前沿和实际应用的紧密结合，又可使科研与教学相互促进。

具体来说，本文提出的激光陀螺新工科实验课程改革实践方案如图 1 所示。为了解决传统实验课程对学员探索创新能力培养薄弱以及忽略思政教育等方面的问题，本课程将教学内容分为实验介绍、基础性实验、综合应用实验以及创新探索实验等四个部分。其中实验介绍部分主要介绍激光陀螺的意义价值、原理结构、研究前沿等内容，使学员在实验操作前能对激光陀螺相关知识有一个系统的了解，同时在其中穿插本单位以高伯龙院士为代表的老一辈科学家数十年艰苦奋斗研制激光陀螺的光辉历程[12]作为思政材料，从而激发学员树立艰苦奋斗、矢志强军、报效祖国的远大志向。基础性实验部分主要包括激光陀螺环形谐振腔调节、激光模式选择、合光与拍频信号检测等内容，目的是让学员在了解激光陀螺原理结构的基础上，通过实践操作掌握调腔、选模、合光等光学领域的常用基础实验技能，同时加深其对所学激光原理与光电探测等理论知识的理解，为学员从事科研创新工作奠定坚实基础。综合应用实验部分，主要包括陀螺性能指标测试、陀螺在舰艇稳瞄稳向系统中的应用等内容，目的是让学员在掌握陀螺装调等基础实验技能的基础上进一步了解陀螺性能衡量标准、装调效果对陀螺性能的影响规律及激光陀螺在实际武器装备中的使用方法，使学员更加清楚所学知识的意义价值及使用方法，充分体现了“学为用”的指导思想。创新探索实验部分，主要以现有实验仪器设备为基础，根据学员兴趣引导其围绕激光陀螺

的前沿问题及实验中发现的特殊现象，在前面实验部分学到的激光陀螺相关知识基础上，自行设计并开展探索性实验，旨在培养学员的科研探索与实践创新能力。

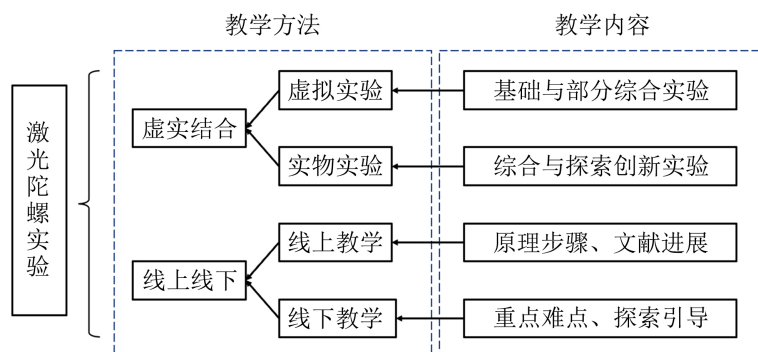


Figure 1. The reform and practice plan of the laser gyro experiment course  
图 1. 激光陀螺实验课程改革与实践方案

### 3.2. 教学方法改革

以激光陀螺等先进光电传感仪器设备为载体开展光电信息科学与工程专业实验课程教学虽然能在一定程度上解决现有实验课程教学内容与实际应用和科学前沿结合不够紧密、忽略学员思政教育等问题，但传统实验课程教学方法仍然存在实验设备使用时间有限，学员难以在有限的实验操作时间内达到有效提升实践与探索创新能力的目的。且通常与先进产业或前沿科学相关的仪器设备大都价格昂贵，一套设备需要花费几万甚至几十万以上，且同时还存在设备损坏与老化风险，一般高校难以大量购置以支持普通学员的频繁使用，从而进一步削弱了实验课程对学员实践与创新能力的培养效果。针对这些问题，我们对传统实验课程教学方法进行了一系列改进。

首先，我们将传统的实物实验教学方法改进为虚拟仿真实验与实物实验相结合的实验课程教学方法。在激光陀螺实物实验的基础上建立了如图 2 所示的激光陀螺虚拟仿真实验平台。该实验平台尽量真实的还原了激光陀螺实验室中的所有仪器设备，如氦氖激光管、环形谐振腔、光电信号放大模块、示波器、频率计、转台及控制平台等，使这些设备在功能、结构及使用方法上与真实仪器设备一致。同时根据实验原理与相关理论建立了实验现象仿真模型，使虚拟仿真实验呈现出来的实验现象与真实实验结果相符，不仅经过正确的实验步骤操作后能够得到正确的实验现象，经过错误的实验操作也能够得到与实物实验一致的错误实验现象，充分保证了虚拟实验结果的真实性与可靠性，从而使学员通过虚拟仿真实验能够真正提升对实验操作技能的掌握与对实验理论原理的理解。此外，在虚拟实验场景布置方面，着重加入了习主席训词、校训、老一辈陀螺科学家艰苦奋斗刻苦钻研以及激光陀螺在我国先进武器装备中应用的画报等思政元素，帮助学员树立矢志强军、保家卫国的远大志向。

依托该虚拟仿真实验平台，我们将基础性实验与综合应用实验的部分内容都移植到虚拟仿真实验平台中，这样学员在任何时间、任何地点都能通过电脑软件进入虚拟实验室进行调腔、选模、合光等基础实验技能训练，有效克服了传统实验课程中实验操作时间有限，实验技能练习不够充分，学员对实验原理、步骤、内容等理解不深等一系列问题。同时，将舰艇火炮稳瞄稳向系统等激光陀螺在武器装备中的综合应用实验也引入到虚拟仿真实验平台中，可以有效克服传统实物实验由于配套场地设备等限制难以开展的问题。此外，将部分实物实验内容移植到虚拟仿真实验平台中还可以增加学员培训容量，提升高新技术的普及效率，同时避免学员由于对实验不熟悉而造成的仪器设备的非必要损耗。学员利用虚拟仿真实验平台完成基础性实验后，就可以进一步开展实物实验课程学习。由于学员已通过虚拟实验自主学



习对调腔、选模、合光等基础实验技能有所掌握，实物实验课程中只需要对其中的重难点及安全注意事项进行更有针对性的训练讲解，而将更多的课堂时间投入到综合性与探索创新性实验内容中，使学员能够根据自身兴趣开展科学探索，从而加强对学员综合实践能力与科研创新能力的培养，调动学员主动学习探索的积极性。



Figure 2. The laser gyro virtual simulation experiment platform

图 2. 激光陀螺虚拟仿真实验平台

除了虚拟仿真实验与实物实验相结合的方式外，我们在激光陀螺实验课程中还采用了线上线下相结合的教学方法。线上部分主要依托虚拟仿真实验平台建立的在线门户网站及学院开发的在线教学平台 APP，为学员提供实验步骤指导视频、实验相关理论延伸、激光陀螺发展现状、最新研究成果等丰富的线上学习资源，学员可以根据自身兴趣有选择的深入拓展阅读学习，从而尽量克服传统实验课程中存在的与实际应用和科学前沿结合不够紧密等问题。且每个学员阅读了哪些参考资料线上平台都有记录，能够促进教师筛选学员更感兴趣的学习材料，不断改进教学内容。同时，线上部分还包括支持在线评分的基础性与探索性相结合的课前预习与课后思考题，这些习题的回答情况都会计入学员最终成绩，从而督促学员进行课前预习与课后反思。此外，线上部分还包括老师和学员共同参与在线讨论与学员教学评价模块，可以促进课程教学内容和教学方法的持续改进。

在线上与虚拟仿真实验平台的支持下，线下教学主要开展针对性、综合性、探索创新性相结合的实验教学。首先，针对学员不易理解的实验原理、操作难点、仪器使用安全等问题有的放矢的讲解指导，提高课堂教学效率。然后，主要围绕陀螺性能测试与优化等综合应用性实验内容开展教学，针对特殊的实验现象引导学生思考探索，学员特别感兴趣的问题可以指导其根据基本原理自主设计实验验证，从而加强对学员科研创新能力的培养。最后，全面考虑虚拟与实物实验、线上与线下平台中学员的操作情况，对其实验过程中遇到的问题进行归纳总结，并对学员操作细节及技能掌握情况进行综合评价与考核分析。

#### 4. 教学改革实践效果

通过以上方法改进后的激光陀螺实验课程，经过两个学期的教学实践检验取得了较好效果。首先，课程内容与武器装备应用和科学前沿结合更加紧密，成功引起了学员对相关军事装备的探索创新兴趣，更加满足新工科建设“三个面向”的需求。例如，学员课上课下与老师围绕课程内容的交流频率明显增

加,且更加关注激光陀螺相关科学技术及武器装备的发展与应用现状。其次,采用虚实结合的实验课程教学方法,一方面通过仿真实验使学生更加熟练的掌握了仪器设备的使用技巧,学员进行课上实物实验时对设备使用及实验原理的熟练程度显著增强,如调腔、合光等基础实验步骤无需教师过多讲解学员都能独立完成,提升了实训效果;另一方面实物实验中更加注重探索性,培养学生在理论知识基础上通过实验解决科学问题的能力,同时有效的激发了学生从事相关科学研究的兴趣。例如,针对激光陀螺中的多模干涉与非互易光路等问题,学员能够根据自身认识设计开展探索验证实验,获得一手的实验数据,在加深对相关理论知识理解的同时也增加了学员独立从事科学研究工作的信心。此外,采用线上线下相结合的教学方法,创造了更多师生交流研讨的机会,学生针对实验内容和教学方法方面也都提出了许多行之有效的改进方案,例如仿真实验中的程序问题、实物实验中调腔与合光设备的改进简化等。最后,面对结课后的实验考核,与之前相比,学员可以充分利用虚拟仿真平台进行备考复习,因此更有信心且操作更加从容,最终考试成绩也有显著提升。

## 5. 结论

本文针对强军新工科的建设目标,以激光陀螺实验课程为例,根据实战需求将课程内容分为实验介绍、基础性实验、综合应用实验以及创新探索实验等四个部分,在兼顾思政教育的同时,对学员的实验基础操作技能与科研探索创新能力进行全面培养。另一方面,课程采用虚拟仿真与实物实验相结合,以及线上线下教学相结合的方式,克服了传统实验课程中学员实训时间不足、实验设备条件有限、学员探索创新能力培养薄弱等突出问题,有效提高了实验课程教学效果。本教学改革实践案例也可为光电信息科学与工程其它实验课程的建设与改革提供参考。

## 基金项目

- 1) 教育部产学研合作协同育人项目,激光陀螺虚拟仿真实验建设与实践,项目编号:202101003031;
- 2) 湖南省研究生优秀专业案例——腔衰荡低损耗光学薄膜性能测试案例。

## 参考文献

- [1] 姜晓坤,朱泓,李志义.新工科人才培养新模式[J].高教发展与评估,2018,34(2):9.
- [2] 姜杰,张洪,阚光锋,等.“新工科”背景下创新实验课教学的探讨与实践[J].教育现代化,2021,8(100):69-72,76.
- [3] 陈国杰,谢嘉宁,陈伟成.地方本科高校光电类专业新工科人才培养路径探析[J].黑龙江教育(理论与实践),2020(8):33-35.
- [4] 潘玉寨,郭冠军,杨立见.新工科人才培养专题研究型教学模式研究——以光电信息科学与工程专业为例[J].大学教育,2021(10):174-176.
- [5] 姚日晖,文尚胜,吴为敬,等.光电材料与器件国家级虚拟仿真实验教学中心建设与实践[J].实验技术与管理,2017,34(3):1-3,12.
- [6] 张登玉,陈列尊,黄顺,等.物理专业光电类课程虚拟仿真实验教学体系的构建[J].教育教学论坛,2015(47):245-246.
- [7] 王国平,叶韶华,刘迎宾,等.磁共振成像虚拟仿真实验平台建设[J].实验科学与技术,2021,19(3):131-135.
- [8] 张凤宝.新工科建设的路径与方法刍论——天津大学的探索与实践[J].中国大学教学,2017(7):5.
- [9] 李俊,何婕.激光陀螺电路系统研究进展概述[J].导航与控制,2010,9(4):53-57.
- [10] 翟二江,郭文阁,徐学东,等.大型激光陀螺仪的研究进展[J].激光与红外,2021,51(6):5.
- [11] 曾庆化,刘建业,赖际舟,等.环形激光陀螺的最新发展[J].传感器技术,2004(11):1-4.
- [12] 吕超,王晓军,王莹莹.高伯龙传[M].长沙:国防科技大学出版社,2018.