



## 将多元技术引入船海专业核心实验课程的改革与实践

韩 阳, 李若欣, 郭春雨, 汪春辉, 王 超

(哈尔滨工程大学 船舶工程学院, 哈尔滨 150001)

**摘要:** 基于船海工业近年来发展的大背景, 面向社会对高校培养船海专业人才的需求, 以船海专业培养过程中的核心实验课程为目标开展研究, 并在哈尔滨工程大学开展将多元技术引入船海专业核心实验课程的改革实践。首先, 通过虚拟现实技术构建船海专业核心实验课内容, 将大型实验课程的设备、流程、效果全部虚拟化, 即使不在实验场地也可以身临其境地体验实验过程, 极大地降低了开展船海专业实验课程的门槛; 其次, 将科研用途的自研仪器用于教学实验过程中, 不仅在实验教学中增加了先进技术, 而且支持开展更多拓展实验, 鼓励学生自主设计实验内容与方案; 最后, 通过实验建立多元技术引入的船海专业核心实验课程教学模式, 增强船海专业核心实验课程的自主性与适用性, 满足了专业核心实验课程改革需求, 为船海专业核心实验课程改革提供指南。

**关键词:** 船舶与海洋工程; 实验教学; 虚拟仿真技术; 自研仪器

中图分类号: G642

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230282

## Reform and Practice of the Core Experimental Course of Ship and Marine Major with the Introduction of Multiple Technologies

HAN Yang, LI Ruoxin, GUO Chunyu, WANG Chunhui, WANG Chao

(College of Shipbuilding Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

**Abstract:** Based on the background of the development of shipbuilding industry in recent years, aiming at the social demand for the cultivation of shipbuilding professionals in colleges and universities, Harbin Engineering University aims at the core experimental courses in the cultivation of navigation professionals, analyzes the existing reform needs, and carries out the reform of core experimental courses of navigation professionals with the introduction of multiple technologies. First of all, the virtual reality technology is used to provide students with immersive experience of the core experimental course of ship and ocean specialty, and expand the construction of experimental course content. Subsequently, the core experimental course teaching model of the ship and ocean specialty with the introduction of multiple technologies are established by introducing self-developed teaching instruments, which encourages students to independently design experimental programs and provides implementation support. Finally, the improved teaching mode with the introduction of multiple technologies can enhance the autonomy and applicability of the core experimental course of naval ship specialty, meet the reform needs, and provide guidance for the reform of the core experimental course of ship and sea specialty.

**Key words:** ship and ocean engineering; experimental teaching; virtual simulation technology; self-developed instruments

船舶与海洋工程专业作为传统工科, 肩负着培养从事船舶、水下运载器及各类海洋结构设计、研究、生产制造、检验及海洋开发技术经济分析的高级工程技术人才的重任。因此, 船舶与海洋工程学科的本科生人才培养亟须将理论基

础、工程实践和实验相结合。在目前普遍的专业培养过程中, 以数学、力学、船舶工程设计原理等为主要基础课程, 重点开展船模阻力、耐波性、自航实验及结构实验应力分析等核心实验课程。面对船舶工业发展的大背景, 传统造船技术

收稿日期: 2023-06-05; 修回日期: 2024-01-16

基金项目: 哈尔滨工程大学本科教学改革研究项目(JG2022B0102)。

作者简介: 韩阳(1988-), 女, 博士, 实验师, 主要从事流场测试、船舶减摇控制方面的研究。E-mail:

[hanyang@hrbeu.edu.cn](mailto:hanyang@hrbeu.edu.cn)

已经迎来了巨大革新,从各项分支技术的引入到船舶总装都已经发生改变,因此将由新技术、新思路集成的多元改革方案引入专业教学课程,能够未雨绸缪地培养创新型、应用型、复合型人才,肩负未来船舶工业发展重任。

本文以哈尔滨工程大学为例,其船舶与海洋工程专业在第 4 轮学科评价中得到 A+ 评价,专业培养能力在国内首屈一指,船海专业核心实验课程设置也较为成熟。基于船舶原理等核心课程,依托拖曳水池实验能力,开展船模阻力实验、船模耐波性实验等教学内容,对于学生理论与实践的结合能力提升有很大作用,多年来已经形成了标准的教学、实践、考核流程,同时该类实验型课程也广受学生好评,参与实验课程的经验将更加有助于日后学生参与工作或升学科研。此次以船海专业培养过程中的核心实验课程为目标开展研究,将多元技术引入实验课程并进行教学改革实践,建立了将多元技术引入船海专业核心实验课程的教学模式。

## 1 船海专业核心实验课程改革需求

作为传统工科专业,船海专业对于人才培养强调多技能复合型,其理论学习与实践经历的结合非常重要,因此高校对专业核心实验课程建立极为重视。然而现阶段的船海专业核心实验课程,十多年来课程内容始终如一,在面向未来船舶工业发展趋势、培养船舶工业发展所需的高质量人才等需求上存在着内容陈旧、技术落后等问题,同时课程改革存在一定局限。因此需要在传统内容的基础上,引入新技术、新思想,实现船海专业核心实验课程的改革。

### 1.1 课程内容陈旧

伴随着船舶工业发展,船舶设计与建造的常规规范已经较为完备,对于传统实验研究内容足以提供充足的指导。然而多年来高校开展船海专业核心实验课程仍以船舶原理核心课程分支下的船模阻力与耐波性实验、螺旋桨实验<sup>[1]</sup>为主,虽然满足培养人才所需的理论与实践相结合的理念,但也需要与行业未来需求保持一致。教育应该是一个动态的、需要不断发展以达到与时俱进的过程,目前陈旧的教学内容限制了学生在船舶工业未来发展过程中的适应性,更新实验课程的内容和方法,不仅可以增强学生对行业的认知

和理解,还能吸引和激励学生,提高学生的热情。

### 1.2 课程技术落后

船舶行业是技术密集型行业,发展较为迅速,船舶的设计与建造方法相比过去发生了根本改变,新技术不断融入其中。而在高校培养过程中,传统实验已经形成规范化流程,十多年前的实验方案延续至今,技术未及时更新,使得实验过程仍采用较为落后的方法,与一流船舶工业仍有技术差距,应确保学生能够接触到船舶设计、建造和维护中使用的最新工具和技术。同时船舶专业涉及多个学科,如自动化、材料、人工智能等,需要将其他学科的技术引入传统实验课程以鼓励跨学科融合,确保学生对整个船舶与海洋工程领域有一个全面的认识。

### 1.3 改革具有局限性

传统工科的教学改革一直是高校改革的重要目标,制造业高质量人才培养与我国综合国力发展息息相关。然而专业核心实验课程的改革并不容易。工科实验课程对于开展条件要求苛刻,需要较高的实验成本,大型实验设备造价、运营费用、资源消耗都是庞大的,迫使高校只能在有限的条件下做出最符合社会人才需求的培养模式。对于船舶专业核心实验课程的改革更倾向于调整,核心内容仍以传统教学内容为主。

## 2 多元技术引入船海专业核心实验课

将多元技术引入船海核心实验课程是船海核心实验课程改革的主要内容,包括虚拟现实(virtual technology, VR)技术与自研教学仪器,二者之间协同互补、相辅相成,可以共同提升学生对于实验课程的体验。VR 技术可以让学生沉浸式模拟实验过程,将理论概念具象化,增强对理论概念的理解。自研教学仪器能够使得实验过程更加自动化、数字化,通过有形的工具加强学生在虚拟模拟获得的理论知识,也能够激发学生创新意识,自主设计教学工具实现与 VR 的互动。同时 VR 与自研教学工具还可以根据行业技术更迭与未来需求定期更新实验内容与技术方法,建立良好的反馈循环。

### 2.1 引入 VR 技术,打破实验教学改革局限,开展前端船海专业实验课程

#### 2.1.1 VR 技术在实验教学中的应用优势

VR 技术可以为学生提供沉浸式的模拟实验

教学体验,提供一个新的、虚拟的空间,并利用位置追踪器、数据手套、其他受控输入设备、声音等使参与者产生一种身临其境、全心投入和沉浸在虚拟空间的感觉。在面对工科实验教学庞杂的前期投入问题时,VR技术可以将设定好的多种实验内容上传至服务器系统,极大地降低成本,同时在课程进展中使学生能保持充足的实践积极性。

### 2.1.2 船海专业虚拟仿真实验教学的实践成效

VR技术自推广以来,与船海专业教学经历了多年融合,但目前仍以储备技术为主。哈尔滨工程大学根据国家和教育部有关文件精神,以“科学规划、资源共享、突出重点、提高效率、持续发展”为指导思想,组织开展船舶与海洋工程虚拟仿真实验教学中心的建设,在软件与技术支持方面,取得了显著的成效<sup>[2]</sup>。并基于船海虚拟仿真平台,以船海专业经典实验教学内容为蓝本,开展了船模阻力虚拟仿真实验教学<sup>[3]</sup>,通过调查问卷和评教系统反馈,教师及学生对新教学模式的有效性、内容的清晰度、参与程度以及学习效果有着良好的评价,从学生们在实验过程中的参与和表现来看,相较于传统的实验课程培养模式,积极性有了明显提高。

### 2.1.3 VR技术深化船海专业实验教学

在VR实验中,学生可以以第三视角按照设定的实验流程,图文并茂地沉浸式体验完整的教学内容,如图1和图2所示。比理论实验教学更生动,比实际实验开展成本降低,减轻了繁琐的实验流程,保留了实验过程中重要的原理领悟过程与实验规范操作,收获了良好的学生反馈。VR技术的深度应用对于打破实验教学局限性的作用不容小觑,迈出了核心实验课程改革路线的一步。

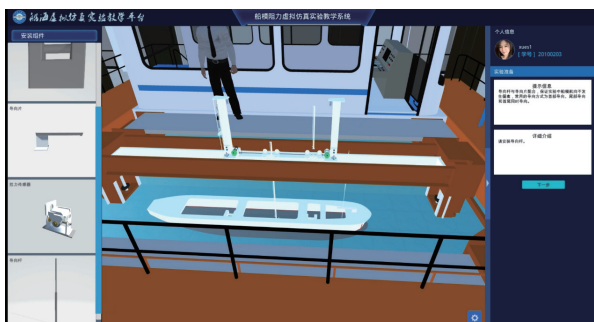


图1 虚拟现实船模拖曳水池开展阻力实验

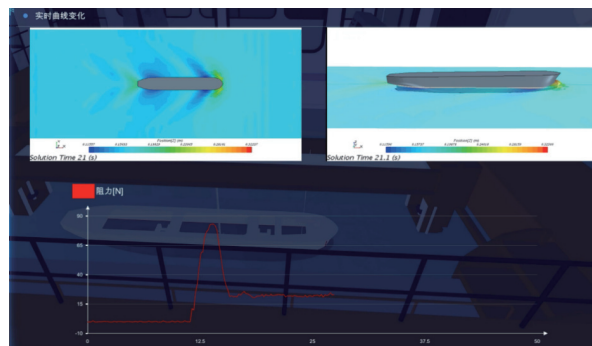


图2 虚拟现实船模拖曳水池开展阻力实验结果

船海专业核心实验课程内容主要存在的问题来自于工业或科研上需求的前端实验研究内容与高校培养过程中提供的船海实验教学内容存在代差,高校所提供的实践平台不能被充分利用。得益于虚拟现实技术的蓬勃发展,船海专业核心实验内容的创新与充实获得了强有力的技术支撑。在此基础上,我们的着力点应转向深化调研与实践,加强校企间的沟通协作,以精准把握行业前沿需求。通过多元化筹备,精心挑选与时代脉搏同步的专业实验教学主题,确保课程内容既贴近行业实际,又富有前瞻性,从而培养出契合未来市场需要的高素质专业人才。

### 2.1.4 规范化虚拟实验流程与操作

在建立前沿选题基础上,规范实验流程,设计详细的实验方案,完成实验设备建模,即可录入VR实验教学平台。以船模阻力虚拟仿真实验为例,前期准备模块提供详细的实验讲解,每项实验设备都有精细三维建模。每一实验步骤,均可以开启引导模式,可操纵软件内的非玩家角色(non-player character, NPC),对每一件实验器材进行操作,完成组装与适航过程。在实验过程中,软件可根据预定,输出实验结果,供后期完成实验报告撰写以及数据处理流程。整套VR实验技术可以为学生提供不亚于实际操作的沉浸式教学体验,降低高额的实验成本,让专业培养过程中开展更多前端实验内容成为可能。

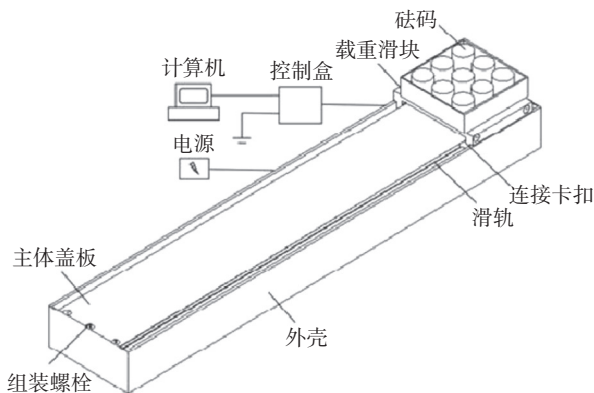
## 2.2 发挥船海领域高校学科优势,将科研成果转化为自研教学仪器应用于船海专业核心实验课程

将高校用于科研的自研仪器应用于现有专业核心实验,改进实验内容,将一成不变的实验流程进行更新,采用更加新型的自研教学仪器代替老旧的实验器材,让实验过程更加自动化、精简化和数字化。<sup>[4-5]</sup>

船模的耐波性实验是拖曳水池中十分重要的实验之一,对于理解船舶的横摇运动和船舶纵横摇运动的耦合以及减摇设备的验证等有着至关重要的作用。船舶的横摇实验一直以来都采用手动摇晃船模的操作,没有能够量化横摇力矩的设备,学生也无法直观地感受到横摇力矩是怎么作用于船模的。据此需求,开发了一款强迫船模横摇装置<sup>[6]</sup>,如图 3 所示。该装置基于自主设计研发,有效地解决了耐波性实验中的上述问题,并且相比于延续至今的实验方案,提供了全浪向横摇模拟,使实验更加安全稳定。



(a) 强迫船模横摇装置实物图



(b) 强迫船模横摇装置示意图

图 3 强迫船模横摇装置

自研教学仪器提供了船模强迫横摇实验测量的新思路,让船模强迫横摇实验成为培养学生思辨创新能力的新平台。该装置可以自主编程,对船模施加设计准确的载荷,在降低成本的同时,实现横摇恢复力矩的可视化和量化,更可为不同实验室、不同拖曳水池、不同船型的强迫横摇实验提供有力的技术支持。本设备在其他船海专业核心实验课程内容也可发挥作用,可推广到其他高校科研院所的船舶耐波性实验以及船舶减摇实验中。学生在实验过程中能够自行讨论自研教学仪器的使用方法以及改进方式,相较于传统的实验工具和方法,新型实验工具的使用激发了学生的创造力,学生能够在对整个实验流程与原理充

分认知的基础上通过实践应用强理解,从而使能够自行设计实验、开发实验方法,更好地实现学生实验能力提升的教学效果。

现阶段的船海专业核心实验开展手段都较为传统,高校发挥自身专业优势,将科研实验的自研仪器下放至专业核心实验课程开展中,将成为船海专业核心实验课程改革的重要一步,对于经典的专业实验内容,保留精华的同时也要不断改进,保持实验手段不过时,具有创新性。同时充分利用好现有的自研教学仪器,探索一机多用的创新思路,通过 VR 技术了解实验主要流程后,自研教学仪器的使用可以为学生提供更加多元的实验模式,鼓励学生创新实验流程的设计<sup>[7-9]</sup>。

### 2.3 多元技术引入船海核心实验课程教学模式

引入多元技术升级船海专业核心实验课程,旨在激发学生实践探索。如图 4 所示,课程沿用主体架构,融入自研仪器与 VR 技术,扩充教学维度。实验遵循内容选取、设计、执行的标准流程,确保科学性和规范性。新模式强调师生互动反馈,重视新技术实效,激励学生主动反馈,教师间交流优化建议,共同推动教学创新。学生亲身体会 VR,运用自研工具,促发自主讨论,提升创新理解。评价体系转向实践与思维双轨考核,相较于传统评估,新模式精准定位学生难点,及时调适教学。学生反馈高度肯定 VR 趣味与自研设备的探索价值,彰显新模式成效。技术融合革新教学,强化互动反馈,优化评价机制,赋能学生全面发展。

将多元技术引入船海核心实验课程教学模式以船海核心实验课程开展为主线,自研教学仪器技术与虚拟现实技术作为两条支线与主线融会贯通。自研教学仪器可根据实验内容提供,使得实验过程更加自动化、数字化。将自研教学仪器引入实验方案设计,完成实验开展。VR 的沉浸式实验体验,可以让学生真实地感受实验内容,将理论概念具象化,并提高自主调研实验设计的积极性。

为了有效地将多元技术引入课堂,需要对教师提供全面的培训,并收集学生的持续反馈以进行迭代改进,此外还需要培养学生的创新能力,有助于适应 VR 技术和自研教学仪器整合的新型教学模式<sup>[10]</sup>。

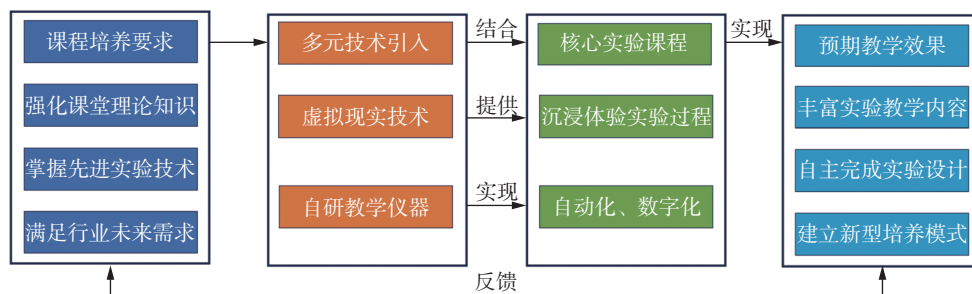


图4 将多元技术引入船海核心实验课程教学模式

### 3 结束语

我国的船海工业十多年来蓬勃发展,且近年来船市颇有复苏迹象。作为一项传统制造业,船海工业能力与我国综合国力息息相关。为了未雨绸缪培养、储备适用于未来船海工业发展所需的人才,高校对于船海专业核心实验课程的改革刻不容缓。本文针对当下船海专业核心实验课程存在的诸多改革需求,开展研究改革方法,将多元技术引入船海专业核心实验课程,多方面地解决专业培养所面临的问题,尝试打破实验改革面临的各种局限性是实验改革的关键问题。首先,将VR技术引入船海专业实验教学内容,依靠其低成本且能够提供沉浸式体验的特点,打破实验改革受到的资金、方案局限性,开展船海专业难以进行的实验内容;其次,发挥船海领域高校学科优势,将科研成果下放至专业培养,引入自研教学仪器,改革经典船海专业核心实验课程。多元技术的引入将改变船海专业核心实验课程的教学模式,沉浸式的VR体验过程与自研教学仪器的技术支持足以提高学生实践的积极性,鼓励其充分调研资料、自主设计实验<sup>[1]</sup>。

传统工科课程的改革,尤其在实验教学方面,存在着诸多局限性,不会轻而易举地实现,每一项改革的具体实施首先需要前期详细的论证与实践。在已开展的教学改革过程中,包括VR、自研仪器等多元技术已经完成论证与实践,教学效果反馈良好,是开展船海专业核心实验课程改革的可行之路。作为社会科技创新的引领者,应当敏锐把握科技发展的脉搏,主动融合多样化的教学技术体系,以革新教育模式。特别是在船舶与海洋工程专业领域,我们倡导将新兴技术深度植入核心实验课程的改革蓝图之中。此举旨在让学生直接受益于技术前沿的浸润,不仅丰富其学习体

验,深化专业技能,更致力于培养符合社会需求、具备创新精神与实践能力的高素质人才,为行业与社会输送源源不断的创新力量<sup>[12]</sup>。

### 参考文献

- [1] 刘志良. 百年行船党引领 勇立潮头风帆劲[N]. 中国船舶报, 2021-06-30(T09).
- [2] 冯峰, 孙聪, 曲先强. 船海虚拟仿真实验教学中心的建设与发展[J]. 实验技术与管理, 2014, 31(1): 11-14.
- [3] 孙聪, 郭春雨, 冯峰, 等. 船海虚拟仿真国家级实验教学中心建设浅谈[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(8): 167-170.
- [4] 孙聪, 郭春雨, 冯峰. 船舶与海洋工程国家级实验教学示范中心实验教学方法的改革与创新[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(4): 154-157.
- [5] 刘旸, 郭春雨, 孙聪, 等. “互联网+”时代虚拟船舶交互实验平台建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(10): 162-167.
- [6] 韩阳, 叔渤洋, 郭春雨, 等. 一种直线电机驱动船模强迫横摇装置: CN114475961A[P]. 2022-05-13.
- [7] 谢永和, 王立军, 李俊来, 等. 船海与港航工程实验教学中心的改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(1): 143-146.
- [8] 熊碧望, 刘云龙, 董茜茜. 新工科背景下船海特色的工程流体力学教学改革[J]. 教育教学论坛, 2021(39): 75-78.
- [9] 孙丽玲, 李建文, 董淑惠, 等. 新工科背景下电力电子技术课程综合改革与实践[J]. 高教学刊, 2022, 8(16): 129-132.
- [10] 王运龙, 金朝光, 张欣, 等. 舰船尾流水池模拟及测试实验研究[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(6): 148-151.
- [11] 陈龙, 房琛琛, 黄鑫. 问题导向及虚拟仿真模式下大学计算机实验教学案例设计与探索[J]. 工业和信息化教育, 2023(5): 90-94.
- [12] 常海超, 冯佰威, 詹成胜. 船舶与海洋工程专业虚拟仿真实验平台建设及教学策略探究[J]. 高教学刊, 2023, 9(16): 114-117.