

# 机电指挥专业的虚实结合实验教学方法研究

张 帅<sup>1</sup>, 刘树勇<sup>1</sup>, 李 婧<sup>1</sup>, 柴 凯<sup>2\*</sup>, 杨庆超<sup>2</sup>

<sup>1</sup>海军工程大学动力工程学院, 湖北 武汉

<sup>2</sup>海军工程大学舰船与海洋学院, 湖北 武汉

Email: \*chaikai0805@163.com

收稿日期: 2021年5月13日; 录用日期: 2021年6月14日; 发布日期: 2021年6月21日

## 摘 要

实验教学是高等教育中的重要组成部分, 是提高学生实践能力和创新能力的一个必要途径。实验教学与理论教学共同构成了教学的整体。传统教学方法中, 大部分课程实施都是理论与实验分离进行, 先进行理论学习, 择日再进行相应实验操作。但是, 这种教学模式很大程度上影响了理论和实操之间的衔接性, 造成了学生在进行实验课的过程中不能很好地将理论应用于实验。针对这个问题, 本文设计了机电指挥专业的虚实结合实验教学方法。通过虚拟现实技术, 将实验课的部分内容制作成虚拟实验, 让学生在课余时间自行熟悉理论, 以此来弥补理论与实验之间的空缺。通过应用事例验证虚拟实验平台的有效性和重要性, 利用虚拟实验操作后的学生可以准确而又熟练地进行真实实验。

## 关键词

虚实结合, 理论课, 实验课, 虚拟实验室, 实践能力

# Study on the Experiment Teaching Method Based on the Combination of VR in Mechanical and Electrical Command Specialty

Shuai Zhang<sup>1</sup>, Shuyong Liu<sup>1</sup>, Jing Li<sup>1</sup>, Kai Chai<sup>2\*</sup>, Qingchao Yang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Power Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan Hubei

<sup>2</sup>College of Naval Architecture and Ocean, Naval University of Engineering, Wuhan Hubei

Email: \*chaikai0805@163.com

Received: May 13<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jun. 14<sup>th</sup>, 2021; published: Jun. 21<sup>st</sup>, 2021

\*通讯作者。

## Abstract

Experiment teaching is always the important component of the higher education, which is a necessary way to enhance the practical ability and innovation ability of the student. In traditional way, most courses are taught by separating the theory part from the experiment part. Firstly, the theory part is conducted in the classroom. Then, the experiment part is conducted in the lab. However, this kind of teaching mode makes a great effect on the connection between the theory part and experiment part, which leads the students not well to apply the theory into experiment. Aiming at solving this problem, a teaching method based on virtual lab is proposed. The experiment part of the course is used to build the virtual lab which can be used by the students after class. Then the connection between theory and experiment can be made up. Finally, the validity and significance of the proposed method is verified by practical case. And the results show that the students after the virtual operation can conduct the experiments more skillful than the ones who don't accept the virtual operation.

## Keywords

Virtuality and Reality Combination, Theory Course, Experiment Course, Virtual Laboratory, Practical Ability

Copyright © 2021 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

实验教学是提高学生动手能力的一个重要过程,目前,大部分课程都有相应的实验课内容。而一般情况下,鉴于教学环境和硬件条件的影响,大部分的理论课与实验课都是分开交替进行,先进行理论内容学习,然后择日再进行相应的实验内容操作,这就会导致理论与实验内容的脱节,使得学生不能很好地将理论与实践融会贯通。

即便是理论课与实验课在时间上能够紧密相联,但一般情况下,无论是所用到的教学设施还是教学环境,理论课与实验课都是不一样的。所以,理论课的内容很难真正与实验课的内容联系在一起,让学生在理论学习的同时能够及时了解实验中的一些问题。

因此,本文拟结合虚拟技术解决上述问题。随着世界范围内“慕课(MOOC)”等在线教育资源在各个专业领域的蓬勃发展,传统的课堂教育也迎来了“在线”时代和“虚拟”时代。“在线虚拟实验”由国外学者于20世纪末提出[1],并在MIT等顶尖高校推崇发展[2]。虚拟技术不仅可以打破真实世界的很多局限性,使操作人员可以在虚拟环境中完成很多高难度工作;而且可以降低很多工作的成本和危险系数。

1995年,在英国巴斯举行的虚拟遗产会议上,最早提出了在古建筑模拟建造中使用虚拟现实技术。清华大学周宁等以圆明园为对象,开发了虚拟重建系统,能够实现以漫游为主的三种模式[3]。东南大学杜嵘基于虚拟遗产的概念,以南京明城墙为对象,研制了视觉化信息系统[4]。赵恩金等提出了一种基于虚拟实验的海洋工程专业大学生培养模式,利用海洋工程模拟仿真技术加强学生对海洋工程专业的认识和理解;从调动学生兴趣入手,使教学内容直观、形象、生动而同时具有科学性,增强学生对专业知识的理解[5]。赵明霏等提出了一种基于经济学沙盘的实验教学研究,通过虚拟技术模拟实验来模拟微观和宏观经济运行过程,让学生体验微观企业经营决策和宏观经济调控,加强了学生对经济学相关理论的理

解、培养了经济学思维能力、提升了沟通能力和团队合作精神[6]。在传感器与测试技术的相关课程中，研究人员也提出了一些新的虚拟教学手段和方法[7] [8] [9] [10]。徐晓飞等也在虚拟教学方面陆续提出了一些比较新的理念[11]。

## 2. VR 教学法的总体设计

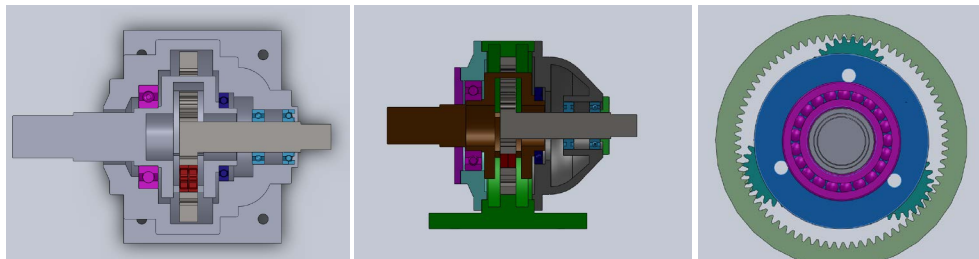
本文研究设计了一个虚拟实验室系统，作为理论和实验之间的衔接环节，以此来弥补理论和实验之间不能紧密联系的问题。以《装备测试与诊断》课程为例，基于目前流行的 VR 虚拟平台，构建了虚拟实验系统，此系统通过 VR 交互的方式，进行实验课的基本操作、练习、考核等内容，学生可以在理论课后自行在 VR 设备上进行了虚拟练习，以此了解实验课的基本过程。同时，还可以在回顾理论内容的同时，结合实验内容进行对比思考，从而达到进一步的融会贯通。

《装备测试与诊断》是一门专业课，主要介绍监测领域几种重要的监测方法包括振动监测、油液分析、红外监测、无损探伤等。同时，结合船舶机械设备，介绍如何进行状态监测和故障诊断，以及一些常见的机械设备故障。理论课上主要对监测方法的基本原理、实施过程进行详细地讲解；同时，对于相关故障的基本原理和特征也进行介绍。实验课上主要对几种常见监测手段相关的测试仪器的使用方法、基本原理进行讲解；同时，构建一批常见机械设备的实验平台，并设置一些基本的故障，利用测试仪器对这些实验平台进行相应的实验操作。通过上述两个过程，让学生能够充分地掌握课程内容。但是，由于这门课所涉及到的实验设备，一般体积较大，数量较小，安全管理要求较高，所以学生需要分组进行实验，流动量较大；同时，所用测试仪器较为昂贵，维护费用也较高。因此，实验课开始之前要求学生对于实验的内容有一定的了解，这样才能使学生在进行实验过程中达到一个较好且效率较高的学习效果。而且，很多实验的过程比较复杂，仅凭课上的时间也很难完全掌握，而实验室平时又不可能随时开放，这在一定程度上也会影响学生实验的效果。

因此，如何在本课程的实验过程中，让学生更多地参与教学实验，有效地利用有限的教学时间，是亟待解决的问题，也是教学改革的重点方向。

## 3. 基于 VR 的虚拟实验平台

为了能够使学生在实验课前对于实验内容有一定的了解，同时，也能使其较为真实地感受实验的整个过程。构建了基于 VR 的《装备测试与诊断》虚拟实验系统。这里展示的虚拟实验操作内容是课程中的《滚动轴承的振动监测与故障诊断》实验部分，其主要内容是利用包络分析对星形齿轮箱中的故障轴承进行诊断。所用到的测试仪器是便携式振动测试分析仪，所用的实验平台是星形齿轮箱故障实验平台。此实验的基本过程是利用便携式振动测试分析仪对齿轮箱进行振动数据采集，然后在测试仪器上利用分析模块进行包络分析得到包络谱，以此来判断设备中轴承是否有故障，哪里有故障。图 1 是本实验所用到的实验平台及其内部结构图。从图 1 可以清楚地看到所用的实验平台上齿轮箱输入轴和输出轴上有 4 个轴承，每个轴承都有一个故障，故障类型从输入轴到输出轴分别是外环、内环、内环、外环。



(a) 装置内部示意图



(b) 装置实物结构

**Figure 1.** Structure diagram of experimental platform**图 1.** 实验平台结构图

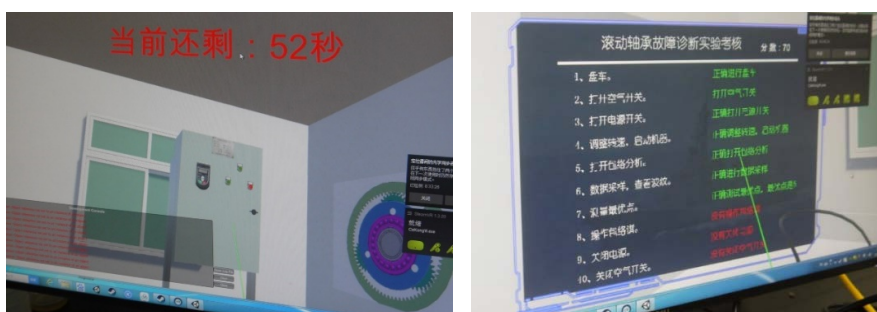
本实验平台的基本目的是能够让学生较为真实地去感受实际的实验过程，仪器的使用，设备的操作方法，以及实验过程中的注意事项。因此，本实验平台的基本功能模块包括系统基本操作练习、实验操作练习、实验操作考核等。

基本操作练习模块主要目的是让学生熟悉系统的基本操作，掌握利用头盔和手柄进行相应的操作，熟悉虚拟实验的基本环境。具体基本操作练习模块如图 2 所示。

**Figure 2.** Operation scene diagram of virtual laboratory**图 2.** VR 虚拟实验室操作场景图

实验操作练习模块就是按照实验的基本内容进行相应的操作，在实验操作练习过程中，每一个步骤都有相应的语音和高亮提示，帮助学生完成相应的操作。

实验操作考核模块主要是在学生完成相应的实验练习后，进行自我测试，测试完成后会给出相应的成绩，以及错误的具体问题。具体实验操作考核模块如图 3 所示。



(a) 计时界面

(b) 考核成绩界面

**Figure 3.** Assessment module of virtual laboratory**图 3.** VR 实验室考核模块

因此, 通过以上虚拟实验系统, 学生可以在课下的时间里随时进行实验内容的预习和复习。同时, 在操作过程中还可以结合课上的理论内容进行相应的思考和总结, 达到一个较好的学习过程。

## 4. 虚实结合教学法原理及应用

### 4.1. 基本原理

为了能够更好地将理论课与实验课紧密结合在一起, 达到将理论应用于实践的效果。将实际的理论实验课程与虚拟实验系统结合, 构建虚实结合教学法。首先, 正常的进行理论授课, 然后在课上或者课下, 将学生进行虚拟实验系统操作, 在刚刚接受了理论知识之后, 马上进入到相应的实操内容的虚拟练习, 可以将课上的理论知识马上应用到虚拟操作中, 对于实际实验中可能出现的问题及时的发现和解决。基本教法流程图如图 4 所示。

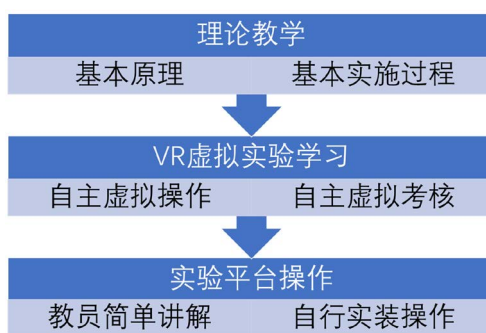


Figure 4. Teaching flowchart based on combination of virtual and real

图 4. 虚实结合教学流程图

### 4.2. 具体应用

本文教学方法应用设计是采用学生分组进行实验, 每组学生 4 名, 协同完成实验, 然后对比各组之间实验效果。首先, 将本班次的学生分为 8 组, 其中 4 组学生采用虚实结合的教学方法, 另外 4 组学生采用传统的教学方法。然后, 对学生的实验的结果进行对比。本次实验的最终结果是诊断出故障实验平台中的故障轴承的位置和类型, 同时记录他们从开始实验到得到最终结果的时间。具体对比结果如表 1 所列。

Table 1. Comparison of teaching effects of different methods

表 1. 不同教学方法的教学效果对比

教学模式	虚实结合教学方法				传统教学方法			
分组	第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 4 组	第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 4 组
时间	35 分钟	30 分钟	33 分钟	40 分钟	45 分钟	50 分钟	60 分钟	50 分钟
结果	四个故障全部诊断正确	四个故障全部诊断正确	四个故障全部诊断正确	三个故障诊断正确, 漏检一个	两个故障诊断正确, 两个诊断错误	一个故障诊断正确, 一个漏检, 两个诊断错误	全部诊断正确	两个故障诊断正确, 两个漏检

通过表中的结果对比可知, 采用了虚实结合的教学方法的小组, 实验所用时间普遍的要比传统的实验教学方法的小组要少, 大部分都控制在 40 分钟以内; 而传统的小组都超出了 40 分钟, 甚至接近 1 小

时。从实验结论上看,采用虚实结合的教学方法的小组有三个小组得到了正确的结论,找到了所有故障轴承,而采用传统教学的小组仅有一组得到的是完全正确的结论,其他三个小组的结论都不完整甚至有误诊。综上所述,采用虚实结合的教学方法可以极大地提高学生实验课的效率;同时,学生实验的成功率也非常高。

## 5. 结论

本文针对教学中理论课与实验课之间衔接不紧密等若干问题,研究了机电指挥专业《装备测试与诊断》授课中的虚实结合的教学方法。利用 VR 构建虚拟实验室系统,能够很真实地还原实验课的基本场景,学生可以很好地在其中进行相应的实验课操作,了解实验课的基本内容和注意问题,从而在正式实验时可以有效完成。分组对比实验结果表明,经过虚实结合方法的学生能够更快、更精确地完成实验。

## 参考文献

- [1] 孙澄宇,黄一如. 同济大学虚拟仿真实验教学 2.0 建设[J]. 城市建筑, 2015(28): 43-45.
- [2] 袁学倩, 邬家炜. 基于协作实验模式的虚拟实验系统研究[J]. 计算机与现代化, 2010(6): 23-26.
- [3] 周宁, 王家焱, 赵雁南, 等. 基于虚拟现实的中国古建筑虚拟重建[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(18): 200-203.
- [4] 严钧, 李洪. 运用虚拟现实技术编制多媒体课件的研究与实践[J]. 高等建筑教育, 2008, 17(5): 147-149.
- [5] 赵恩金, 牟林, 程飞, 等. 基于虚拟实验的海洋工程专业大学生培养模式探讨[J]. 教育教学论坛, 2018(44): 151-154.
- [6] 赵明霏. 经济学沙盘模拟实验教学探究[J]. 文经管类实验室, 2018, 37(11): 281-285.
- [7] 冯成龙. 试论高职院校《传感器技术及应用》课程的教学改革[J]. 职业教育研究, 2007(12): 98-99.
- [8] 徐宏飞, 刘西琳, 王淑琴. 传感器与检测技术课程教学探索与实践[J]. 浙江科技学院学报, 2013, 25(3): 237-240.
- [9] 王淼, 耿俊梅. 传感器与检测技术项目化教程[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2012.
- [10] 李荣冰, 刘建业, 张玲, 等. 控制专业传感与检测技术课程的研究性教学实践探索[J]. 教育教学论坛, 2015(2): 133-135.
- [11] 徐晓飞, 丁效华. 面向可持续竞争力的新工科人才培养模式改革探索[J]. 中国大学教学, 2017(6): 6-10.