

高校虚拟仿真实验平台实践研究 ——以自动控制原理虚拟实验为例

徐武¹, 高寒¹, 王欣达¹, 张强¹, 秦浩然²

(1. 云南民族大学电气信息工程学院, 云南昆明 650500; 2. 中国石油运输公司 云南配送分公司, 云南昆明 650000)

摘要:传统自动控制原理实验教学方法老旧, 实验设备不足, 实验课成绩占比较小并且缺乏有效的评估制度, 学生缺乏实际动手能力、主动性不足, 在新工科的背景下, 利用虚拟现实技术提高教学质量, 提高学生的实践能力, 培养高质量电力方面的人才已经迫在眉睫。通过对虚拟现实技术的特点和实际教学案例的研究, 提出虚拟现实技术介入实验课程的概念, 利用 X3D、Unity3D 等软件构建虚拟学习环境, 引导学生在虚拟环境中进行实验, 增强了学生的学习兴趣, 提高学生的动手实践能力, 激发学生的创新思维, 培养新工科背景下高质量的实践型人才。

关键词:X3D; 虚拟现实技术; 实践型人才; 动画交互

中图分类号:TP391 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-8513(2025)02-0241-06

近几年, 随着我国电力行业不断的发展, 在新工科的背景下, 培养电气方面高质量的人才已经迫在眉睫^[1]。在理论联系实际的基础上, 很多高校相继提出增加学生实践训练的机会, 增强学生动手实践能力。实践教学一直是我国电力教育的重点和难点, 也是提高学生实践能力和综合素质的关键。在新工科背景下, 许多高校都采用了虚拟仿真培训平台^[2], 帮助学生进行在线技能培训, 同时培养满足新工科背景下的创新型人才。

自动控制原理是电气专业一门非常实用的学科, 只要是分析或设计一个系统, 就必然要研究其稳定性等性能指标, 这就涉及到控制理论。而自动控制原理是控制理论的基础。在电气系统的研究中必然要用到控制理论^[3]。因此, 其对于电气专业的知识体系而言是不可或缺的。而在传统自动控制原理实验中, 学生初步学习基础知识, 对于实验设备不熟悉, 进行错误的操作, 从而导致设备损坏、浪费资源等, 因而传统的自动控制原理实验具有一定的局限性。心理学家 Ritra^[4]的研究表明, 相同的知识在不同的教学方法中呈现时, 效果显著不同。为了构建自动控制原理实验虚拟仿真教学平台, 教师可以采用“做中学”的教学模式^[5], 提高学生的认识和实践能力。

虚拟教学系统利用虚拟技术将教学过程转化为动画, 在此基础上增加交互性和真实性, 在很大程度上实现了完全仿真。目前设计良好的虚拟教学系统已广泛应用于医学实验、工程制图等相关领域, 对提高实验教学效果具有重要意义。本文使用虚拟现实技术模拟自动控制原理实验, 旨在弥补高校硬件设施不足, 利用虚拟技术的互动性和创造性, 提高学生的学习兴趣, 达到更好的教学效果。

1 传统自动控制原理实验教学存在的问题

1.1 理论教学过多, 忽略实践教学

在传统教学过程中, 传统的教育理念会造成学生知识面窄, 学生的自学能力和适应性较差^[6]。学校实践学分占比较少, 理论学分占比较大, 造成学生缺乏实践动手能力, 毕业学生的社会认可度低。所以, 通过增加学生的实践学分, 开设更多实践课程来提高学生的科研水平和实践能力, 是现在的当务之急。

1.2 实验设备不足

由于仪器设备昂贵, 数量少, 实验场地狭窄, 实验教学在时间、空间上都存在着一定的局限性。针对上述

收稿日期: 2022-01-01.

基金项目: 校级教学质量与教学改革工程项目(2020JGYB-04).

作者简介: 徐武(1974-), 男, 硕士, 教授. 主要从事虚拟现实技术方向研究.

问题,学校在2015年将虚拟实训方式引入实验教学过程中,建立了多个虚拟教学实验室,以弥补传统实验教学设备的不足.

1.3 缺乏督促、检查实验教学的评估制度

传统的实验课考查方式是学生自己操作实验设备,重复教师上课讲述的实验步骤,而学生只能依靠上课的时间记住实验步骤,课后学生没有机会进行复习,只能依靠对教师讲授的实验步骤死记硬背,甚至不知道实验目的,缺乏有效的考查实验设计和操作能力评价制度.这种现状造成了某些学校不重视实验的开展,甚至出现了教师黑板讲实验、画实验,学生背实验的怪现象.这种情况,是实验教学的应试措施,导致学生踏入社会实践动手能力极差,并不符合我国新工科背景下的人才培养方案.

2 自动控制原理虚拟仿真实验平台建设

按照“以现实为基础,以现实补不足,以现实结合实际”的原则,虚拟现实技术具有很强的交互性,能够快速地与各个领域进行融合.目前,在军事、医学、影视等领域,其与教育教学的融合越来越接近^[7].虚拟教学渗透了传统教学方法中的时间和定点教学方法,采用模拟场景教学设计流程见图1.首先采用Java语言、X3D、Unity 3D等技术构建三维电气设备模型和虚拟实验场景,充分利用X3D的可交互操作性和Java语言强大的脚本节点功能;然后应用BS Contact软件^[8]对实验平台展示.利用计算机技术,开发了一个用于自动控制原理的实验教学平台,并将其用于其他实验课程,从而达到资源共享的目的.

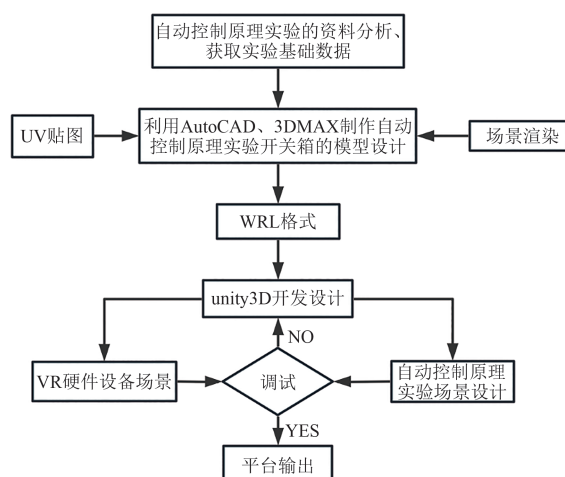


图1 自动控制原理虚拟仿真总体设计流程图

2.1 虚拟三维模型及场景

AutoCAD是应用最广泛的绘图软件^[9],是绘图不可或缺的工具,利用AutoCAD制作图像贴纸,将其导入X3D中构建开关实验箱模型.同时,使用X3D动画控制,利用Script(脚本节点)实现虚拟现实教学的动画设计^[10].例如在安装导线的操作中,只需点击实验台上导线,导线就可以按照导航栏的提示,自动飞行到指定位置进行连接.以下代码用于自动控制原理实验开关控制和导线连接的动画效果:

```

DEF go Script {
  eventIn SFTime caidan
  field SFNode cd1 USE cd1
  field SFNode cd2 USE cd2
  field SFNode cd3 USE cd3
  field SFNode cd4 USE cd4
  field SFNode cmr2 USE Camera02
  function caidan(value)
  {

```

```
if(value)
{
cd3. whichChoice = -1
cd2. whichChoice = 0
cd4. whichChoice = 0
cd1. whichChoice = 0
cmr2. set_bind = true
}
}
```

NavigationInfo 节点称为导航节点,包含观察者和观察模型之间的物理特征信息,根据不同的视角设置不同的观察点,观察者可以从多角度进行实验,如同身临其境. NavigationInfo 节点具体执行代码如下:

```
< NavigationInfo avatar Size = "123"headlight = "TRUE"Type = "WALK" > < /NavigationInfo >
```

上述代码设定在一个虚拟的实验环境中,实验者在实验室里行走,并进行实验. 而且在使用 X3D 设计虚拟场景时,还可以利用环境设计、变换控制等技术进行优化,构建出更加真实的虚拟实验场景,最后通过 BS contact 浏览器进行全景浏览.

2.2 动画交互实现

利用 X3D 建立的三维立体仿真模型,用户和三维对象可以进行直接交互^[11]. 根据虚拟实验场景构建的多种不同造型,用户可以对其进行多种交互,这些动画交互主要由插补器节点、传感器节点和脚本节点来实现. 在自动控制原理虚拟仿真实验过程中,利用 Script 节点编写电源总开关按钮的开关操作程序,如打开电源,只需用鼠标点击开始实验,其关键代码如下所示:

```
DEF cdzt3 Transform {
children DEF cd3 Switch {
whichChoice 0
choice DEF cdan3 Transform {
children [
Shape {
appearance Appearance {
texture ImageTexture {
```

信号发生器是一种能提供各种频率、波形和输出电平电信号的设备^[12]. 它在自动控制原理中起着十分重要的作用,而自动控制原理虚拟实验可以生动形象的展示出信号发生器的使用过程. 首先点击信号发生器按钮,打开信号发生器;其次在实验机调试软件中拖拽指针调整参数值,最终测试得到相应的实验数据. 打开信号发生器和调整参数值的虚拟实验界面如图2所示.

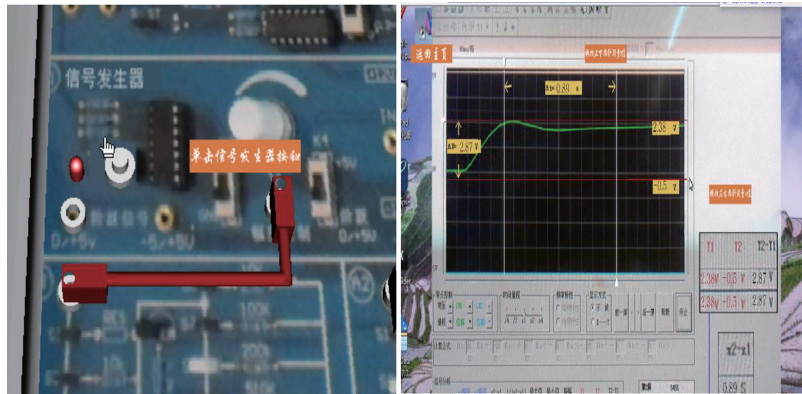


图2 动画交互界面

3 虚拟仿真实验平台实践情况

在新工科的背景下,按照“以现实为基础,以现实补不足,以现实结合实际”的原则,学院于2016年将构建的自动控制原理虚拟仿真实验平台应用到实践教学中,旨在提高实验教学效果,提高人才培养质量,降低实验成本,实现资源共享^[13]。

3.1 安全风险和成本减小,学生兴趣和教学效率提升

通过使用自动控制原理虚拟仿真平台教学,大大降低了安全风险和实验成本。实验教学安全风险从86%降低到8%,大大降低了学生的安全隐患;教育成本也从73%降低到26%,同时,通过虚拟现实技术在教学中的应用,学生的学习兴趣 and 教学效率得到了很大的提高。学生对于实验课的感兴趣的程度从14%提高到92%,教学效率从15%提高到89%,虚拟现实技术应用到实验中,一举实现了多个目标。该教学工具可用于课前预习,课后复习。它具有良好的教学效果,可以帮助学生快速掌握实验过程,加深理论理解。如表1所示。

表1 实验结果调查

教学形式	安全风险	教育成本	学生的兴趣	教学效率
线下教学	86	73	14	15
线上VR教学	8	26	92	89

研究表明,虚拟现实技术在教学中带来了巨大的优势,它不仅吸引了学生的学习兴趣,而且引起了学生对实验课的重视程度。在安全风险方面,传统媒体教学的风险高达86%,而虚拟现实教学的风险仅为8%,并在不断下降。在学生兴趣方面,VR教学占92%。可以看出,学生们非常喜欢它。在教学效率方面,传统教学只有15%,但使用VR教学后,提高到89%。如图3所示。

同时,自2016年建立了自动控制原理的虚拟实验室,极大地促进了学生的创造性思维,提高了学生的专业能力。从2016年起,学生的学术论文数量有了明显的增加,参与科技大赛的获奖比例也在逐年增加。图4为2016–2021年学生在发表学术论文数量和科技大赛获奖数量两方面的趋势图(图4)。

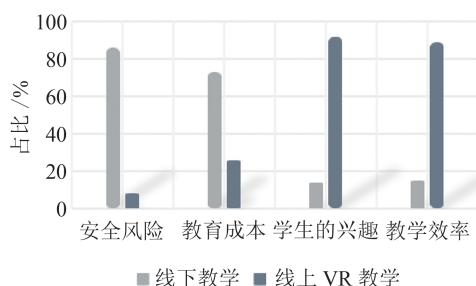


图3 VR技术在教学中的应用效果

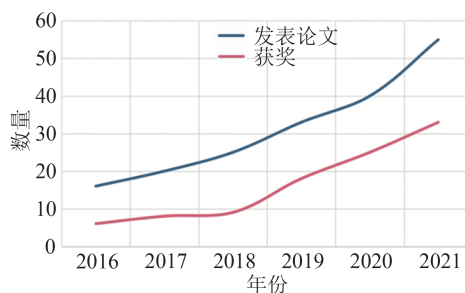


图4 学生科研成果数量

3.2 毕业生社会适应度和认可度提高

此外,还向300名已经进入电力行业的毕业生发放了一份调查问卷,以获得他们对教学方法的反馈。调查问卷中包含了使用虚拟仿真实验室做实验对你现在的工作有帮助吗;您对虚拟仿真实验室还有其他改进建议吗;您认为虚拟仿真实验室有什么样的优缺点等问题。

其中,300名毕业生中有约200人分别进入了不同的企业,从事与电力专业相关的工作,约100名毕业生进入了电力研究所、电网等企业。值得注意的是,100%的毕业生回应认为虚拟现实实验平台对学习工作是有用的;92%的毕业生表示在他们进入到工厂或企业工作时,曾经在虚拟现实平台学习过的实验为后面的工作打下了扎实的基础。毕业的学生还说,他们很享受这种体验,因为虚拟现实平台能让他们更好地了解有关的理论,并能很好地运用到工作中。值得注意的是,95%的毕业生提到,这种模式使他们对自动控制原理的理解比在课堂上更深入,比起没有上过虚拟实验课程的同届生,他们不仅理论知识更加熟练,实践经验也更加丰富,这也使得他们更容易找到心仪的工作。图5为调查问卷的结果显示。

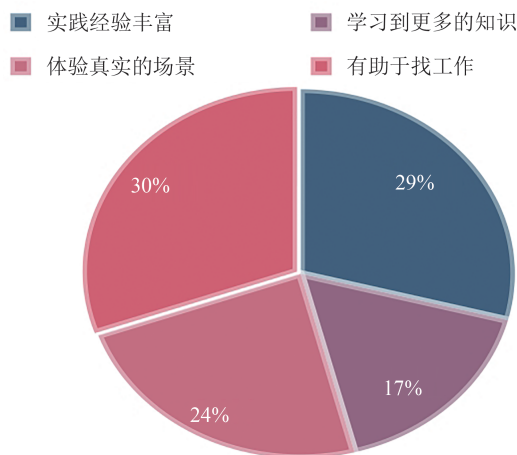


图5 调查问卷结果

在新工科的背景下,虚拟现实实验平台通过提升学生学习兴趣,提高了学生自身的专业水平,在学生踏入社会后,自身的知识和经验十分丰富,有利的帮助国家培养全能型实践和创新型人才。

3.3 教师评价

同时,近5年共有4位讲师参与了虚拟现实实验的14个班级的教学。其中,教师1和教师2从事2017级电气工程及其自动化专业的教学,教师3和教师4从事2018级电气工程及其自动化专业教学,对这4位老师进行了采访调查,他们回顾并讨论了这种新的教学模式与前一年的教学相比较,4位教师意见列在表2。

表2 教师对教学方法的反馈

教师	教学模式意见
1	借助虚拟现实实验平台,备课效率更高。
2	教师充分利用了虚拟现实实验平台,课前和课后提供的资源可以激发学生根据自己的需求进行学习。
3	教师既节省了为学生准备材料的时间,也收集了学生作业的反馈。
4	虚拟现实实验平台是实验教学的有力支撑。

虚拟现实技术不仅在常规教学领域具有良好的效果,而且可以激发学生全方位的情感,并使学生实现思维与情感的融合,提高学生的学习能力和敏感度。对于学习知识较慢的学生,虚拟现实技术可以增强他们的学习体验,促使他们快速的学习到新知识^[14],也可以很好的实现教学目标。实践证明,虚拟教学是未来教育的重要手段,它通过虚拟现实技术把老师的教学过程变得更加真实,并增加了互动,可达到完全模拟的程度。由此可见,虚拟教学不仅可以为教学提供相关的辅助,而且可以促进教育朝着更好的方向发展。

4 结语

在新工科背景下,互联网的快速发展促进了虚拟现实教学的产生和应用。教师线上教学,学生自主使用虚拟现实实验平台进行实验学习,有助于提高学生的动手能力以及网课的学习效率。通过这种“实与虚结合”的教学模式,学生通过虚拟现实实验平台,对复杂的原理和过程有更深认识和理解。通过对虚拟现实技术类型特点和实际教学案例的研究,构建虚拟学习环境,增强了学生的学习兴趣和创新意识,提高学生的实践能力,积极发挥自己的想象力,提高了学生的学习效果。值得注意的是,虚拟仿真实验只是一种新型实验形式,并不能取代传统实验,只有将二者有机结合、取长补短,才可以取得事半功倍的效果。因此,在新工科背景下,应该充分利用虚拟现实技术的优势,将其与传统实验相结合,为培养高质量工科应用型人才奠定扎实的基础。同时,教师也需要不断更新教学理念和方法,以适应新技术带来的教育变革。

参考文献:

[1] 唐帅,笪良龙,张弛,等. 海洋环境效应虚拟仿真实验研究型教学模式探究[J]. 实验室研究与探索,2019,38(7):214-218.
[2] 赵沁平. 虚拟现实综述[J]. 中国科学(F辑:信息科学),2009,39(1):2-46.

- [3] 姜胜辉,韩宗珠,林霖,等. 虚拟仿真技术在海底探测教学中的应用[J]. 实验科学与技术,2015,13(5):46-48.
- [4] 于三义. 浅谈新能源发电技术[J]. 中国电力教育,2011(15):92-93.
- [5] 赵异波,何湘宁,周永忠,等. 新能源发电技术的最新进展[J]. 电气应用,2004(2):1-4.
- [6] 马海啸.“新能源发电技术”课程教学内容和方式探索[J]. 中国电力教育,2013(10):106-107.
- [7] 孙欣,黄永红.“新能源发电技术”课程教学改革与实践[J]. 中国电力教育,2011(12):95-96.
- [8] 张涛,武建瑞.“新能源发电技术”课程教学改革探索[J]. 中国电力教育,2014(3):73-74.
- [9] 韩杨. 复合型创新人才培养模式下“新能源发电技术”教学探索[J]. 中国电力教育,2013(5):46-47.
- [10] 刘佰龙. 工程教育认证下“Android应用开发技术”课程改革初探[J]. 科教文汇,2019(10):92-95.
- [11] 史卓. 桂林电子科技大学数字媒体专业群建设探索[J]. 计算机产品与流通,2019(4):224.
- [12] 习海旭. 工程教育专业认证视角下虚拟现实开发人才的培养[J]. 中国多媒体与网络教学学报,2019(8):136-137,140.
- [13] 于飞,向东,魏永清,等. 基于LabVIEW及Matlab的“电力电子技术”教学[J]. 电气电子教学学报,2013,35(3):49-51.
- [14] 李沁,艾青,陈坤燚,等. 基于Matlab/Simulink和LabVIEW的电力拖动虚实结合实验系统设计[J]. 科技与创新,2018(20):61-63.

Practical research on virtual simulation experiment platform in colleges and universities — taking virtual experiment in automatic control principles as an example

XU Wu¹, GAO Han¹, WANG Xin-da¹, ZHANG Qiang¹, QIN Hao-ran²

(1. School of Electrical and Information Engineering, Yunnan Minzu University, Kunming 650500, China;

2. Yunnan Distribution Branch, China Petroleum Transportation Corporation, Kunming 650000, China)

Abstract: The traditional teaching methods for automatic control principle experiments are outdated, with insufficient experimental equipment, a small proportion of the final grade dedicated to experimental courses, a lack of effective assessment systems and students lack hands-on skills and initiative. In the context of new engineering education, it is urgent to improve teaching quality, enhance students' practical skills, and cultivate high-quality talents in the field of electrical power through the use of virtual reality technology. Based on the characteristics of virtual reality technology and practical case studies of teaching, this study proposes the concept of integrating virtual reality technology into experimental courses. By using software such as X3D and Unity3D to construct virtual learning environments, students are guided to conduct experiments in these virtual environments. This approach enhances students' interest in learning, improves their practical skills, stimulates their innovative thinking, and cultivates high-quality, practice-oriented talents in the context of new engineering education.

Key words: X3D; virtual reality technology; practical talents; animation interaction

(责任编辑 段 鹏)