

# 与真实实验相耦合的中学物理 虚拟实验教学模式研究<sup>\*</sup>

刘维栋

(天水市第二中学 甘肃 天水 741020)

陈利云

(天水师范学院生物工程与技术学院 甘肃 天水 741001)

(收稿日期:2018-06-12)

**摘要:**虚拟仿真实验在中学物理实验教学中的应用,对于缓解基础教育教育资源缺乏与培养学生信息化社会的适应能力意义重大,目前我国在中学物理教学中虚拟仿真实验教学的应用方面极不平衡,部分学校有以虚拟实验取代真实实验教学的趋势,但西部经济欠发达地区有些学校甚至还未涉及相关的教学模式,为此文章从虚拟实验室建设、实验项目设计、教学管理等方面着手探讨了如何构建适合西部地区基础教育物理教育教学中虚拟实验与真实实验相耦合的实验教学模式。

**关键词:**基础教育 物理实验教学 虚拟实验 教学模式

自然科学的发展建立在科学实验的基础之上,科学实验是人们利用科学仪器与设备通过人为控制或者模拟自然现象以认识事物本质和规律的科学探究活动,如孟德尔的遗传实验、巴斯德的微生物实验、赫兹发现无线电波、费米的链式核反应实验等经典实验所揭示的科学规律推动着现代科学的发展并深深地影响了人们的生活.科学实验是科学教育的重要基础,是培养学生科学素养必须的实践途径,培养学生将动手与动脑相结合,通过实验设计、获取实验数据、得出实验结果等过程培养学生理性认识的方法、稳定的认知力和持久的创造力,因此“做实验”的过程不仅能解决具体的科学问题,更重要的是在实验过程中的实践活动能激发学生的科学探究兴趣,培养科学思维习惯,最终形成科学的态度和科学的价值观.但由于受应试教育等因素的影响,在我国,中学实验教学始终是一个薄弱环节,重讲解、轻实验、重结论、轻过程是普遍存在的现实,在经济欠发达的西北地区尤为突出.物理学是一门以实验为基础的学科,有许多抽象的科学现象如磁通、电场强度、磁感应强度等,学生不能直接观察到需要了解了相关概念的基础上发挥抽象思维与想象力,同

时物理实验中可能要涉及到高压、高危的实验条件,容易造成安全事故,再者物理实验中部分实验器材价格高昂、耗材量大,实验成本过高,尤其对经济不发达地区中学,大量的物理实验教学很难全面开展,学生在学习中遇到了很大困难,致使物理实验教学中“教师难教、学生厌学”的现象长期存在.

信息化技术的迅猛发展,为虚拟仿真实验成为数字化学习环境的重要组成部分创造了条件,虚拟仿真实验是利用计算机生成一种模拟实验环境,通过各种专用设备使学生置身于此环境中进行自然交互,实验者能在模拟真实的操作环境中完成各种实验项目,所取得的实验效果等同于或优于在真实环境中所获得的效果,与真实实验相比,它能节省实验室建设的资金和实验耗材投入,避免真实实验或操作所带来的各种危险,彻底打破空间、时间的限制,起到部分辅助甚至全部替代传统实验各环节的作用.在中学物理实验教学中虚拟实验可作为实验教学的一种重要辅助手段,来代替部分实际操作中有难度的真实实验,是对真实实验的一个补充、完善和扩展,也是虚拟实验在实验教学中能充分发挥作用的重要研究方向<sup>[1]</sup>.为此文章将信息技术

<sup>\*</sup> 2016年度甘肃省“十三五”教育科学规划课题,项目编号:GS[2016]GHB0248;2015年天水师范学院研究生课程建设,项目编号:tykc1501

**作者简介:**刘维栋(1974-),男,中教一级,主要从事物理学教学与研究工作.

**通讯作者:**陈利云(1974-),女,副教授,主要从事生态学教学与研究工作.

与物理课程整合,在物理学科学习理论的指导下,从中学物理虚拟仿真实验的教学功能与系统设计等方面着手,探讨了如何在中学物理实验教学中将虚拟仿真实验与真实实验恰当地耦合,构建适合于经济不发达地区基础教育虚拟实验教学模式。

## 1 虚拟仿真实验教学的发展及现状

虚拟实验是指借助于多媒体、仿真和虚拟现实等技术,在计算机上所进行的对传统实验各操作环节的模拟和仿真,起源于20世纪下半叶,其发展过程大致经历了思维模型与逻辑分析、计算机仿真与虚拟现实3个阶段。1966年,以美国MIT(麻省理工学院)的林肯实验室研制头盔式显示器为起点,揭开了虚拟现实技术研究与应用的序幕,1983年,美国的DARPA(先进防御研究项目机构)开始开发实用的虚拟战场,设计出了SIMNET系统,到1989年,形成了约260个地面装甲仿真器及通讯网络、指挥所和数据处理设备等互联的网络,结点分布在美国和德国的11个城市。1989年美国弗吉尼亚大学的威廉·沃尔夫(William Wolf)教授提出“虚拟实验”的概念,以美国卡内基梅隆大学、英国牛津大学、德国Ruhr大学等为代表的国外很多高校、研究机构和中小学都投入大量的人力、物力和资金去设计、开发虚拟实验系统并将其应用于实验教学中,此后虚拟实验系统的开发与应用得到了迅速发展。

我国最早开展虚拟仿真技术研究的是西安虚拟现实工程技术研究中心和北京航空航天大学计算机系,他们的研究从基础知识方面入手,研究重点主要集中在虚拟环境中的物体物理特性的表面与处理、视觉接口、有关计算方法、网络设计等,建立了网上虚拟现实研究论坛和三维动态数据库,并开发出了部分硬件。在教育领域虚拟仿真技术的研究与应用主要在虚拟仿真校园、虚拟教学、虚拟实验、教育娱乐等方面,20世纪90年代后期,国内很多高校和科研机构在虚拟实验实现技术的研究、开发及应用方面都进行了多方实践<sup>[2]</sup>。1993年,中国科技大学开始开发物理仿真实验系统并用于教学,随后北方交通大学(现北京交通大学)开发了网上电工电子教学实验系统(RECEL),中国科学技术大学研制开发了《几何光学实验室》软件,中科院上海有机化学研究所建立了虚拟化学实验室ChemLab,中国农大建立了虚拟土壤-作物系统实验室并被应用于农业研

究领域。1994年,主要由中国科学院和教育部联合创建,通过互联网将上海的6个研究机构和6所大学的基础实验室和公共实验室连接起来,突破了研究所与大学间的障碍,运行模式类似于“虚拟中心”,之后中央广播电视大学、同济大学、西南交通大学等开始了虚拟实验远程教学系统。目前虚拟实验教育模式和教学方法日趋成熟,开设的学科越来越丰富,学科体系越来越完善,教学资源已经涵盖物理、化学、生物等多个学科领域。虚拟仿真实验在各级实验教学中的应用对缓解现实中师资、硬件、场地不足的问题,促进我国教育事业的发展起到了积极的作用。

## 2 中学物理虚拟仿真实验教学系统的设计及实现

### 2.1 虚拟仿真实验教学系统的设计理论与技术基础

基于中学物理虚拟仿真实验教学系统的设计及实现是建立在学习理论与现代信息技术的基础之上,包括建构主义、行为主义、探究式学习、混合式学习、经验之塔等学习理论。建构主义学习理论认为意义建构是学生学习的最终目标,教师要指导学生构建学习情境,通过协作、会话最后获得学习的意义建构,此理论强调学生是认知的主体和中心,是信息加工的主体,教师是学生主动建构意义的帮助者和指导者、促进者。行为主义学习理论认为自主学习包括自我监控理论、自我指导和自我强化3个过程,自主学习是学生的认识、动机和行为3个层面都是一个积极的参与者的时候学习才是有效的。经验之塔学习理论是美国视听教育家戴尔于1946年提出的,他将学习的难度以抽象程度不同分成了3大类10个层次的经验之塔,视听媒体位于经验之塔的中层,与语言、视觉符号相比对学生提供具体和易于理解的经验更具优势,视听媒体的应用能冲破时空的限制,能弥补学生直接经验的不足,为信息化时代网络媒体的利用与推广提供理论指导。探究式学习理论是培养学生探索精神与创新能力的重要方式,它要求在学习中选择和确定主题,通过学生自主设计实验、操作、信息处理、表达与交流等过程,获得知识、技能、情感与价值观的发展,是当前物理教学发展的一个趋势,也是建立真实实验与虚拟实验教学的一个结合点。

虚拟物理教学实验室是一个由计算机网络化并综合不同工具和信息的虚拟集成环境,是利用计算机编程工程,模仿实验环境编写的软件系统组成,是

一个具有逻辑上限制但无物理空间限制的计算机支持协同无墙中心,这个中心中用户能有效地利用各种数据、信息、仪器设备和人力等资源.与物理学真实实验一样,虚拟仿真物理实验也是学生亲历的一种实践活动,是在元认知学习理论与知识思维指导下进行的,具有真实性、可扩展性和丰富性的特点,现实中虚拟实验平台以其完全符合真实实验的能力、强大的网络功能、交互能力、摆脱时空限制的优势,对培养学生自主探究、创新思维,提高学生综合素质具有重要意义.

## 2.2 中学物理虚拟仿真实验教学系统的设计与实现

虚拟实验室可以做如下定义,它是一个依赖计算机技术、网络技术和多媒体技术,专业人员将不受时空的限制,能随时随地与同行交流协作,共享仪器设备、数据和计算资源,得到远程教师的指导以及同行间相互研讨交流的无墙实验中心.为了能够在计算机环境下更逼真地模拟现实世界的人和物及其运动形态,必须在三维空间系统中精确地描绘这些事物以实现三维物体的真实再现,进而为用户创造一个身临其境、形象逼真的环境.一般来说,虚拟仿真实验系统的实现需要3方面的技术支撑,包括三维建模、增强现实以及虚拟现实等技术.三维建模技术是其中的核心,它根据研究对象的实际三维空间信息,利用已有的三维建模技术,采用适合的数学计算,通过计算机相关建模软件及编程语言程序建立三维空间特征点与实物的二维图像对应点间的坐标定量关系,从而确定研究对象表面任意点的坐标值,生成可进行各种操作的模型图形显示.三维建模技术又包括人机交互技术、数字化控制等技术,它建立在现实世界虚拟化的三维场景模型基础上,目前常用的三维建模技术主要有 OpenGL, DirectX, AR, Java3D 和 IDL 等 10 多种,其中 OpenGL 是最常用的三维编程技术,被广泛用于医疗、电影、科学制造、工程制造以及地球科学等多个行业领域<sup>[3]</sup>.

## 3 与传统实验教学相耦合的中学物理虚拟仿真实验教学案例设计

中学物理教学中将传统真实实验与虚拟实验教学相耦合,对培养学生的创新能力、自主学习能力具有重要的现实意义,它突破了传统中学物理实验教学的局限,是一种规范、科学、具有实际应用价值的

新型物理实验教学<sup>[4]</sup>,下面以中学物理电学实验为例设计实验教学.

电学实验设计分为真实实验与虚拟实验两个大模块.

**实验原理、步骤讲解模块:**教师设计通俗易懂的讲解模块,和学生面对面地分析交流电产生与变化规律,用书写板书的形式讲解电学的实验原理、定律、公式及电路图,帮助学生理解电学这个物理规律本身功能和原理的充分理解.实验具体步骤可用清晰简洁的结构导图的形式呈现,保证学生在实验过程中步骤明确、少犯错误,为下一模块虚拟实验的操作奠定理论基础.

**虚拟实验操作模块:**包括实验器材的连接和实验操作两个分模块.

实验中所需要的电学实验器材均为三维立体模型.实验演示之前学生需要对实验器材的外形和功能进行系统的学习认识.通过视频演示让学生查看仪器的连接是否完好,并可通过拖动实验器材模型,自行对实验器材进行连接设置.

**实验操作模块:**实验操作中,学生可根据自己的理解通过交互作用改变影响交流发电机发电的各个实验参数,此时实验效果会实时显示出来,同时生成实验数据,学生将实验数据进行统计分析以便完成相应的实验报告,此过程是本实验的核心模块.

将虚拟仿真实验技术应用于现代基础教育中学物理课堂实验教学中,对帮助物理教学尤其是经济欠发达地区教师物理课堂实验教学,实现高效的教学目标有显著的作用.但我们须懂得无论哪种技术都是手段,教育最本质的目的是促进人的发展,因此我们应提防“唯技术论”的导向,将现代信息技术与基础教育教学深度融合,利用信息技术的传播优势,设计、重组并再造互联网时代下个性化的教与学,促进我国基础教育事业的发展.

## 参考文献

- 1 陈雅. 浅谈虚拟实验在高校教学中的应用. 广东技术师范学院学报, 2003, 29(6): 102 ~ 104
- 2 吴春华. 虚拟实验教学在现代远程教育中的应用: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2006
- 3 黄荣怀, 周跃良, 王迎. 混合式学习的理论与实践. 北京: 高等教育出版社, 2006
- 4 赵敏. 在多媒体和网络环境下对中学物理立体化教学模式的实验研究: [硕士学位论文]. 重庆: 西南师范大学, 2005