

基于物理仿真实验的网络教育应用研究

陈晓旭

(湖南大学物理与微电子科学学院教育技术研究所, 湖南省长沙市 410082)

摘要: 教育信息化已经成为当今教育改革和发展的必然趋势和研究热门课题。现今社会对于学生创新能力和协作能力的要求越来越高, 在新的教学理论指导和新技术的冲击下, 将虚拟仿真技术引入到理论课教学、实验课教学和综合性实验教学, 使得学生能在实验这种动手动脑以锻炼综合素质、理论应用实践为核心的课程上发挥自己的潜能, 强化创新意识, 是一个不容忽视的趋势。

关键词: 网络教育; 仿真实验; 大学物理

中图分类号: G40-01

文献标识码: A

在各级学校的学科教学中, 实验一直都是与教学息息相关的重要活动之一。物理实验是物理教学中必不可少的重要环节, 它能够帮助学习者巩固理论知识, 培养学习者解决问题的能力、创新能力。物理虚拟实验能够缓解实验教学的压力, 与传统实验有机地结合在一起, 提高物理实验教学质量。但现有的物理虚拟教学软件仍存在一定的问題, 如何进行科学有效的系统决策, 优化虚拟实验系统, 还需要不断的探索。

1. 物理实验的发展: 仿真实验

1.1 物理实验的发展趋势

经典物理从 16 世纪初到 19 世纪末, 历经 300 年的发展, 已达到了比较完整和成熟的阶段。19 世纪末被称为“世纪之交物理学三大发现”的电子、X 射线和放射性现象的发现引起了物理学革命, 导致了现代物理的诞生。1879 年霍尔 (E. H. Hall, 1855—1938) 在研究载流导体在磁场中受力的性质时, 发现了电流通过金属在磁场作用下产生横向电动势的霍尔效应。利用霍尔效应可以确定半导体材料的基本参数。用实验方法研究物质的导电现象——测量霍尔系数和电导率, 曾推动了半导体理论的发展。1980 年发现了量子化霍尔效应, 利用这种效应可以极精确地测定精细结构常数 (精确到 10^6), 并提供一种电阻的精确的绝对单位 (精确到 10^8)。这项发现的深远意义到现在还难以估计, 科学家们依旧倾注心血致力于霍尔效应的进一步研究。

现代物理是从实验发现开始, 在实验中逐步发展, 具有如下的一些特点:

- (1) 实验与物理理论结合日趋紧密, 成为不可分割和相互依赖的结合体。
- (2) 实验需要更先进的技术和仪器设备。常规的仪器设备和简单的方法已不能满足当前探索物理世界的需要。高的精确度即要求了更先进的技术和设备。

(3) 物理实验方法与其他学科的结合和向其他学科渗透,使得新的实验方法和技术更快地在应用领域得到推广使用。

(4) 当代前沿的物理实验越来越成为大规模的、集体的、综合的工程。它的设计、建设和运转、使用都需要各方面的科学家和工程技术人员共同合作完成。

(5) 建立和利用空间实验室,充分利用太空高真空、无污染、失重等许多天然有利条件。

作为工科类专业素质教育的重要组成部分,实验教学是巩固课堂所学知识、培养学生的科学研究方法、实验基本技能以及创新能力的重要途径。实验室硬件水平是开展教学实验的基本保障,但由于人力、物力、财力的限制,实验室硬件通常不能满足实际教学需求。比如,实验室缺乏必要的专业实验设备导致教学计划中的一些教学实验无法顺利开展,或者部分教学设备陈旧老化、数量严重不足,无法为每个学生提供全程动手操作的机会,另外某些专业实验设备价格昂贵,或者实验过程中存在一定的危险性,这也导致许多学校在开设实验项目时常常有所保留。有些实验受到场地和课时限制,在规定的时间内无法完成实验或实验效果不理想。这些都直接影响了实验课的教学质量。上述问题除了通过合理的实验室建设和设备更新或购置来解决之外,还可借助现代计算机仿真技术开展仿真实验教学来解决。

1.2 仿真实验及特点

仿真实验是指在交互状态下,借助编程软件、多媒体、仿真等技术在计算机上营造可辅助、部分替代传统实验各操作环节的相关软硬件操作环境,学生可以像在真实环境一样完成各种实验项目,所得的结果甚至优于实际实验结果。日前,教育部批准的100个国家级虚拟仿真实验教学中心,强有力地说明仿真实验正在逐渐成为强化实验室建设、改革实验教学手段的一个重要发展方向。

实验教学以其直观性、实践性、创造性等优点,在培养学生学习基础知识、提高动手能力、掌握科学研究方法等方面发挥着重要作用。虚拟实验将计算机技术、软件技术以及网络技术和传统实验仪器结合起来,改变了实验系统的构建模式,可提升实验仪器的整体性能,突破实验操作的时空限制,是传统实验的变革。

物理虚拟仿真实验能够很好的改善传统实验教学的不足,其与传统的真实实验有机地结合在一起,能够有效地培养学习者的创新能力与动手操作能力。物理虚拟仿真实验可以为学习者营造一个逼真的三维虚拟实验环境,并提供视觉、听觉、触觉和嗅觉等各种感官的反馈信息。同时,它能使学习者与虚拟环境中的虚拟对象进行直接自然地交互,以多种方式参与事件的发展变化过程,从而获得最大的控制和操作整个虚拟环境的自由度。基于仿真实验平台,学生就可以在网络上进行物理实验课程的学习,打破了传统实验教学时间和空间的限制;

可以节省实验经费，实现多种实验目的。

但是，现有的物理虚拟仿真实验教学软件存在一些缺陷，需要进行系统优化。如在科学素养、协作能力的培养方面，以及在界面友好的设计方面，学习者的满意度普遍不高。如“霍尔效应”仿真实验，在进入仿真界面之后，首先弹出了注意事项，不利于形成友好的学习体验；在开始实验时，必须先连接电路才能进行下一步操作，这种强制性的步骤就凸显不出该实验的重点，不能达到较好的学习效果。

其次，仿真实验对教师与学生的互动与交流也有一定的影响。电脑的介入，会淡化了师生间的直接沟通，师生间的情感体验显得苍白空乏，这也是多媒体教学中存在的必然缺陷。

另外，某些虚拟仿真系统在虚拟仪器的真实性、对实验原理的体现、对实验环境的模拟及创新能力的培养等方面也有待进一步改善。

2. 虚拟仿真实验研究现状

2.1 文献分析

随着技术的发展，对仿真实验的研究逐步深入，仿真实验的应用范围逐步扩大，关于大学物理仿真实验教学的研究也在逐渐加强，但现有的文献还是较少，需要加大力度。在维普中文数据库中，以题名或关键词为“仿真实验”对全部期刊进行检索，得到 2251 篇；在检索结果中，以“大学物理”为关键词进行筛选，得到 52 篇；继续以“仿真实验教学”或“教学”为关键词检索，得到 6 篇文献。

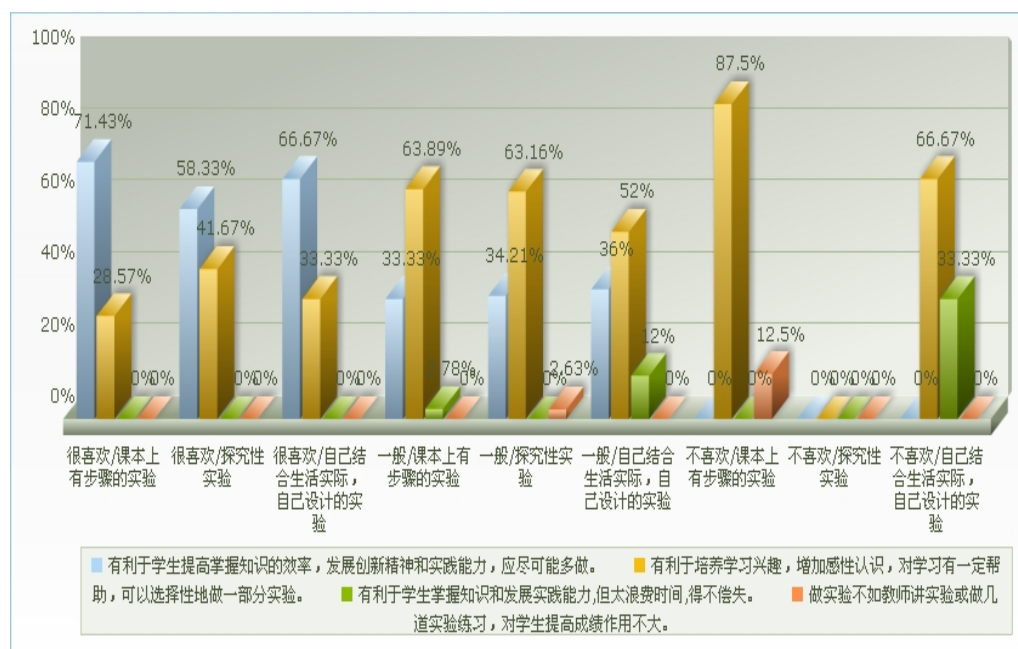
从文献检索中，我们发现国内对物理虚拟仿真实验的研究主要集中在系统的设计与开发方面，是基于具体的开发技术，按照一定的开发流程进行模块功能设计与实现。仅少数文章的研究内容探讨了虚实相结合的教学模式及物理虚拟实验的教学效果反思。

2.2 调研分析

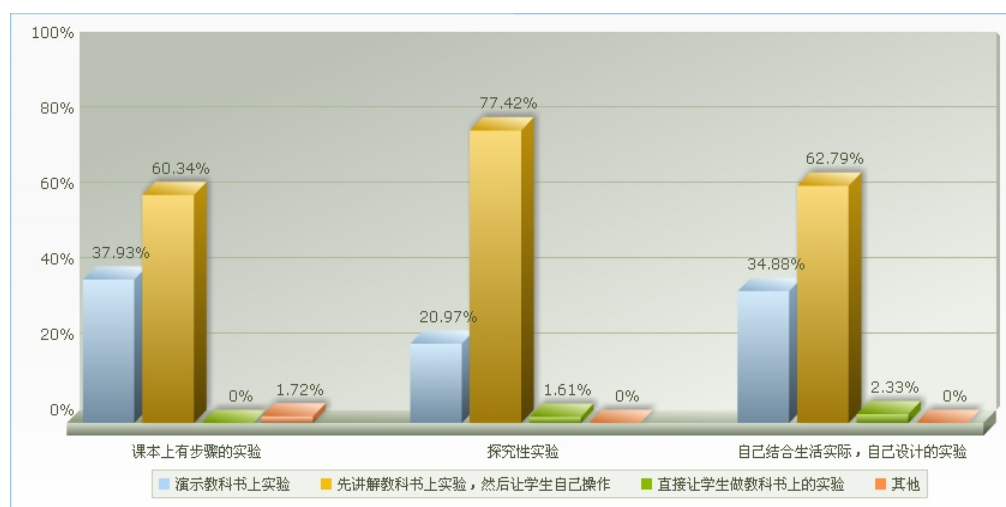
在开展《仿真实验教学应用情况》调查中，问卷针对的群体是选取了霍尔效应、电子荷质比的测定这两个仿真实验的学生，共收集有效问卷 226 份。该调查问卷主要探究的是在仿真实验的实际教学过程中，学生有可能遇到的一些问题，并针对问题找出相应的解决措施，以便促使探究性仿真实验教学模式的教学实践顺利开展。在对有效问卷进行分析时，发现学生对大学物理开放实验的认同度比较高，认为进行大学物理实验有助于知识的学习与掌握。通过对问卷的数据进行分析，可知在样本调查的学生群体（基本为理工科大一学生）中，不喜欢做实验的人数只占样本人数的 6.75%而对于实验类型，有 35.58%的学生选择课本上有步骤的实验，38.04%的学生选择探究性实验，还有 26.38%的学生选择结合生活实际，能自己设计的实验，探究性实验和设计实验（都属于开放性实验），64.42%学生倾向于做开放性实验，

这种倾向性意识能够有助于培养学生创造性思维和创新精神。

在“你对实验的认识？”这道题的数据分析中，结合学生们自身喜欢的实验类型，可以看出创新实践以及提高兴趣，是实验的两个灵魂。只有感兴趣，才可以对实验的原理进行深度挖掘，才能在实验步骤中进行新的尝试，进而开展创新性的学习。



同样，喜欢的实验类型也在某种程度上影响了学生期望的教学方式。如“实验课时，你希望老师采取的教学方式”这道题就反映出学生们在实验中重视的内容，绝大部分重视实验步骤和实验结果，对于实验过程，只是一个感性认识。如“喜欢课本上有步骤的实验”的同学，要比喜欢探究和设计实验这两种类型的实验的同学更喜欢在实验课上演示课本上有步骤的实验。在物理实验中，实验步骤固然重要，但过多的参考书本里的步骤，进行实验操作，只能让同学们会做这一个实验，并不能给学生带来其他相关的思考。



3. 虚拟仿真实验的教学模式

实验不仅能使学生运用到所学到的物理知识,也能引导学生像科学家那样去观察周围的事物,用实验手段去验证事物的属性,发现事物的变化、联系和规律,培养和提高学生的观察能力和逻辑思维能力,培养学生的实验动手能力和创造能力,帮助学生掌握科学的学习方法。因此,实验是对学生进行创造意识训练和科学方法训练的有效途径。

目前的课堂仿真实验教学主要是采用传统的“传授—接受”方式和“示范—模仿”操作方式。教师先是对仿真实验目的与实验意义进行简要介绍,然后阐述该实验的仿真实验平台、实验原理和实验步骤,最后总结实验的注意事项。这种以教师为主的教学模式,依然具有传统课堂的影子。在仿真实验时,由于学生事先已经进行了预习,学生在教师讲解内容、示范操作后自己开展实验,教师通常不干涉学生的操作。

该模式的优点是结合了传统实验教学严谨的知识传授和仿真实验的自主操作。其缺点是分割了仿真实验教学中教师与学生互动性质的教学,形成了以教师为主的教和学生为主的学这样两个独立的部分。现今,学校对人才的培养要求发生改变,学生不仅需要具有扎实的理论基础,更重要具备创新能力和解决具体的实际问题的综合素质。因而,我们需要不断改进教学模式,结合学习者的特征和课程内容的特色,在教学软件的推动作用,使开放实验具有高度开放、研究性强、合作积极的特点。

4. 虚拟仿真实验的发展展望

通过对物理仿真实验教学应用情况进行调查,分析了现有的仿真软件的优点与存在的问题,对仿真实验系统的设计提出了以下展望:

4.1 整个仿真实验系统应该是开放的自由的

作为学习者虚拟的学习环境,所有选择了大学物理仿真实验的学生在这个系统中应是自由的。仿真实验平台最终可以演化成一个利用虚拟仪器技术和互联网技术搭建起来的网络实验室,整个实验系统由客户端、实验管理服务器、互联网、实验单元和实验仪器单等部分组成,具有良好的资源共享性、互动操作性,扩展性和安全性,允许多用户、多实验同时进行,可以让学生在任何时候、从任何地点访问实验室,从而大大提高实验教学的伸缩性和适应性。学生的实验学习时间灵活化、学习场所的机动化将有助于学生随时随地开展自主学习。

4.2 学生借助仿真平台开展协同学习

学生根据教学目标基于仿真实验系统就可以进行课前预习,如果实验进行顺利,学习者就可以填写预习报告。在课堂中,学生在教师的指导下进行实验。如果学生对课堂中的实验仍存在疑问,可以在课后登录仿真实验教学平台,咨询其他学习者或者教师,进而对该实验

进行再次探究。这样线上线下的学习，学生对实验的理解将更加深刻，有利于解决实际问题，进行深度学习。

基于仿真平台学习者可以对自己的实验学习效果进行检测，解决在仿真实验系统上学习中遇到的问题。更为重要的是，在整个网络环境下，我们将大力鼓励学生进行合作学习，以小组形式进行实验，开启协同教学模式。但凡创新思想的产生和创新行为的形成，都离不开合作，学生之间的学习交流与学习讨论不仅能够使学生互帮互助，理解实验的基本知识，还有利于不同思想不同观点的碰撞，有利于实验的不同设计方案的形成，加以比较后，能够产生高质量的实验成果。

4.3 融汇新技术、新教育理念开展个性化学习

充分利用大数据、云计算等手段，把“二维码”、“社交软件”等技术元素都融入到仿真系统的建设中去，提升实验的趣味性与互动性，让学习者在愉快的交互式学习中构建自己的知识体系。另外，还可以增加知识管理系统和学习分析系统，记录学习者应用此平台的学习数据，方便下次调用，也可以根据仿真实验教学系统收集的学习跟踪数据，来分析总结学生的学习特点，从而根据学习者的情况调整教学方法，实现个性化指导。

4.4 建立跟进各项学习效果的评价体系

系统的创设还应侧重于评价学生的创新能力与合作能力，建立相对应的评价体系。如果平台开发一旦完整，其教学功能将不仅仅局限在新型的混合式教学模式上，还有相关的基于网络的自主性学习模式、基于网络的研究性学习模式、实验—计算机模拟仿真—强化模式、智能专家在线辅导与答疑的助学模式、学生网上在线考试自我学习评价模式等。其中在物理自主招生及其他的实验教学中即可以方便用户以及成绩管理，受益面极广。

仿真实验的设计要以建构主义理论为指导，并贯彻始终，以重点培养学生的知识迁移能力。从自主学习理论上，仿真实验中的自主学习者面临学习任务的时候，首先要利用自己已有的知识和信念对任务进行理解，然后才能实施。虽然离不开教师的指导，但更重要的是学生自主探索、建构知识的过程，因而学生在学习过程中一定要借助反馈信息，形成对客观事实的认识并解决实际问题。仿真实验中的良好交互和及时反馈能够有效地促进使用者的自主学习。

5. 小结

虚拟仿真实验营造了多样化的教学环境，正好跟现今教育信息化的大环境相契合。在此浪潮下，技术已经逐步应用到教育的方方面面去指导教学提高学习绩效，如何更快更好的进行开放实验，构建网络适应性强的仿真系统，大大提高学生的实验兴趣，有效提升人才培养

质量, 实现创新教育, 是所有实验教学者需要思考的问题。

参考文献

- [1] 赵海波,周秋淑,高兴奎,林广凤.仿真实验教学探讨.中国科教创新导刊,2013,(23).
- [2] 黄忠农.浅谈仿真实验在物理实验教学的作用. 中国科教创新导刊,2012,(10).
- [3] 张鹏,蒋茂华,范嗣强,张玉.大学物理实验教学对虚拟仿真实验的更多期待. 中国科教创新导刊,2013,(22).

Research on network education application based on physical simulation experiment

Chen Xiaoxu

(Institute of education technology in Physics and Micro Electronic College , Hunan University, Changsha 410082)

Abstract: Education informatization has become an inevitable trend and a hot research topic in today's education reform and development. Nowadays the society puts forward higher and higher demands on the students' innovative ability and cooperation ability. Under the impact of the new technology, as a consequence, what we shall try is to lead the virtual simulation technology to the theory course teaching, experiment teaching and the comprehensive experimental teaching with the new teaching theory. So the students can play their own potential in the curriculum which attaches great importance to exercise comprehensive quality and theory application.

Keywords: Network education; Simulation experiment ; University physics

作者简介:陈晓旭, 女, 汉族, 教育技术学研究生二年级, 研究方向为教学资源设计与开发, 湖南大学物理与微电子科学学院教育技术研究所。