

# 基于设计的研究范式 在网络三维虚拟实验中的运用研究\*

杨 雪, 刘英杰, 阚宝朋

(吉林大学 高等教育研究所, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 基于设计的研究, 是以问题为起点, 以设计为主线, 带动技术创新、实践应用与理论反思“三位一体”迭代循环提升的有效研究范式。本文应用这一范式对大学物理网络三维虚拟实验设计与开发进行研究, 构建了网络三维虚拟学习环境情感与认知交互层次塔理论模型, 总结了可持续的网络三维交互技术开发原则以及教学实践应用策略, 一定程度上解决了虚拟实验设计中的实际问题, 进而有效联结了交互设计理论、技术与实践的鸿沟。

**关键词:** 基于设计的研究; 大学物理; 网络三维虚拟实验

**中图分类号:** G434

**文献标识码:** A

虚拟现实技术在教学领域的广泛应用, 使得网络三维虚拟实验的仿真与交互水平不断提升, 而远程学习环境的复杂性与不易干预的特性, 又使其的设计与开发面临着挑战。针对网络三维虚拟实验的应用现状, 笔者在对部分大学物理学科教师及本科生进行问卷与访谈中了解到, 目前网络三维虚拟实验的交互设计水平不能充分满足学习者的需求等问题较为突出<sup>[1]</sup>。基于设计的研究范式强调在真实、复杂、灵活与独特的学习情境下研究教学中的实际问题<sup>[2]</sup>, 是网络三维虚拟实验开发与实践研究的有效方法, 此研究范式的运用使网络三维虚拟实验在设计过程的同时带动理论与实践发展的全面迭代提升。

## 一、基于设计的研究在虚拟实验设计研究中的运用方式

实验是各高校特别是工科类本科生必修的一门重要的基础课程, 它在培养学生分析、观察、发现乃至研究、设计、解决问题等方面起着重要的促进作用。由于目前许多高校课堂实验教学场地、资金、设备、时间等诸多条件的不充分, 使虚拟实验相对于现实实验的互补优势逐渐显露出来。但虚拟实验作为自主性与复杂性强的网络学习模式下的教学干预产品, 其设计研究的历程尤为复杂和艰难: 如何将先进的学习理论运用于虚拟实验技术开发过程之中? 在设计开发中产生的经验、方法、策略等如何为今后的相关理论与技术发展所有效利用? 在实践中反馈的数据与过程中生成的开发原则等宝贵的成果是否只作为“一次性”研究的终结而被束之高阁? 归根结底是如何使虚拟实验开发中的理论、技术与实践的成果达到相互激发与持续进步的良性循环。基于设计

的研究为虚拟实验可持续发展研究中的一系列问题提供了有效的解决思路。

基于设计的研究, 引自于工程学类的研究范式, 目的是在真实、自然的情境下, 通过研究者与实践者系统、灵活与迭代地分析、设计、开发与实施来改善教育实践, 并从中总结出设计原则或理论<sup>[3]</sup>。基于设计的研究将学习情境的真实性、复杂性、灵活性与独特性充分考虑到研究任务中来, 强调技术创新、实践应用与理论反思的迭代连续性, 关注研究者、实践者、管理者与技术开发者等的共同参与和角色融合的重要作用, 将教育技术研究的属性真正扩展为理论属性、技术属性与应用属性的合一系统, 从而有效地解决长久以来普遍存在的理论研究、技术开发与实践应用脱节的现象。

本研究在网络三维虚拟实验设计研究过程中运用基于设计的研究范式, 一次迭代循环的研究过程主要经历四个阶段, 其流程如图 1 所示。以大学物理

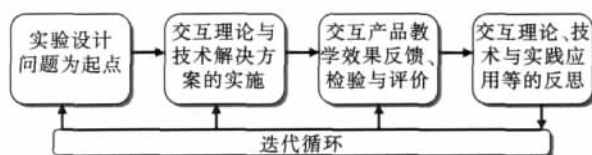


图 1 基于设计的研究范式  
在网络三维虚拟实验设计研究中的应用流程

网络三维虚拟实验设计中的问题为研究起点, 研究者、实践者与技术开发者或产品使用者等共同参与分析实践问题; 以设计为研究主线, 依靠现有的理论框架、技术手段进行过程性教育干预开发方案的实施; 通过虚拟实验产品在教学实践中应用效果的反复检验、评价与反馈, 逐步调整虚拟实验设计方案, 以期更有效地解决网络三维虚拟实验设计中存在的问题; 最后反思、总结并完善设计理论、开发原则及

应用策略等,由此为下一轮迭代循环研究作充分的准备。以上四个阶段反复迭代循环,从而有效地带动教学交互设计理论、网络三维技术开发虚拟实验原则与实践应用策略“三位一体”的迭代提升。

## 二、以实际问题为研究起点

“数字化校园中的虚拟实验室建设与发展研究”项目源自于高校实验教学一线对虚拟实验的迫切需求,目的是通过相关理论与技术的发展逐步促进实践问题的解决,改善实验教学的效率与效果。现实的实验环境中往往存在着资金短缺、设备落后、师资不足、操作环境受限、某些实验具有危险性或不易观察等诸多问题,而充分利用具有开放性、仿真性、经济性、可重复使用性、共享性等独特优点的虚拟实验进行教学,可以有效弥补现实实验教学的不足。目前国家各高校和科研部门在虚拟实验方面已取得了可喜的成绩,但总体来说,仍处于研究和探索阶段,所开发的虚拟实验受到虚拟实验的技术利用和开发周期的限制,多以模拟课件形式呈现,仿真度低、交互性不强,其实践和应用在实验教学中发挥的作用不够显著。

任何的研究方法均要为问题服务,因此本研究立足于提升虚拟实验的实用价值及其交互设计水平这一实际问题的解决,将基于设计的研究范式应用到大学物理虚拟实验设计研究的过程之中。项目组首先对 67 名物理学本科学生进行问卷调查,通过调查发现:79.1%的学生对前期开发的虚拟实验交互水平的评价是“不能满足需要,仍需改进”,随后与大学物理实验教师、管理人员等深入座谈,共同分析并明确了虚拟实验设计开发中的核心问题,即虚拟实验产品实用性不高、其交互设计水平不能充分满足学习者的需求,将此问题作为本项目研究的起点。

## 三、理论与技术解决方案的制定与实施

在对问题进行细致分析之后,项目组又对大学物理虚拟实验的相关理论、应用及开发现状进行了全面而深入的综述,与虚拟现实技术开发公司和专业技术人员等多方合作,以寻求先进的理论指导与适用的技术开发方案。

### 1. 远程教学交互设计理论的指导

目前远程教学交互理论将远程学习看作是由学生与媒体界面的操作交互、学生与教学要素的信息交互、学生的概念与新概念的概念交互三个不同层面的教学交互共同作用完成的<sup>[4]</sup>。笔者从这一理论指导出发设计网络三维虚拟实验学习环境,针对网络虚拟实验的交互需求,充分考虑网络三维技术的交互特性,对学生与环境交互界面、学习资源、教师、学

习伙伴之间的交互进行全面设计,从而使网络三维实验教学环境的交互满足学习者的学习需求。

### 2. 过程性干预产品的开发

从网络三维虚拟实验的操作交互、信息交互到概念交互的开发设计思路入手,笔者将网络三维虚拟实验交互环境的开发分为三个部分:一是大学物理虚拟实验室三维场景的构建,二是建立大学物理网络三维虚拟实验资源库,三是创设及时反馈评价、多元参与的学习情景。实验室三维场景的构建如图 2 所示,通过对实验室的空间结构与艺术风格等方面进行综合考虑,以及对学习者角色、虚拟教师、实验装置和其他辅助工具等模型的精心刻画,使学习者进入网络三维虚拟实验室时可以产生身临其境、乐于探索的情感体验。实验学习资源也采取与学习者充分交互的方式来灵活呈现,如图 3 所示的大学物理茹科夫斯基转椅虚拟实验中,以图文声像并茂的多元交互方式吸引并保持学习者注意,提升学习者对实验原理、步骤等的感性认知,有效促进实验教学的效果。

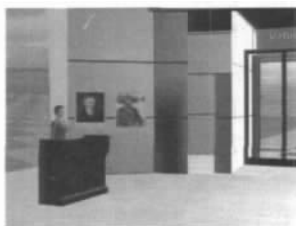


图 2 大学物理虚拟实验室三维场景构建

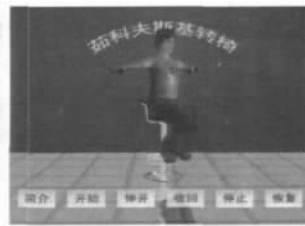


图 3 大学物理虚拟实验资源库案例

及时反馈评价与多元参与情景的创设依靠资源导航、实验指导反馈、过程评价、交流活动等内容的设计来实现,如陀螺仪虚拟实验中通过系统及时反馈指导的方式吸引并保持学习者注意,提升学习者的认知能力,进而提高实验学习效率和效果。

## 四、以实践应用为评价手段进行开发方案的修正

在虚拟实验教学干预产品初步开发完成后,可将部分具有代表性的虚拟实验产品应用到大学物理实验教学中,并且通过面对面交流和网络答疑的方式对实验学习过程进行协助,以便随时了解虚拟实验的应用状况,收集学生及教师的改进意见及其需求信息。在教学应用过程当中,根据学生的意见,项目组为虚拟实验增加了语音介绍与提示、自由探索导航图等功能。在对虚拟实验近三个月的应用之后,项目组对实验教学效果进行了测试及问卷调查,并对师生进行了多次访谈,深入了解了学习者应用虚拟实验的学习效果以及对虚拟实验设计与应用的意见和建议等。

### 1. 学生对虚拟实验应用的评价

实验教学测试结果表明,95.3%的学生通过虚拟



实验的学习基本掌握了实验原理、步骤等知识,认为虚拟实验能够满足实验教学的需要。对于“您认为对虚拟实验学习效果产生影响的因素有哪些?(可多选)”问题的回答,69%的学生选择“视觉效果”,74.9%的学生选择“语音提示或音乐效果”,76.3%的学生选择“操作的灵活度与方便性”,82.4%的学生选择“与其他参与者交谈与讨论”,只有 3.1%的学生认为“以上方面均没有影响”。

结合随后对师生评价的访谈我们了解到:学习者在 3D 虚拟实验环境中通过观察、操作能够较好地掌握实验装置构造、原理、步骤、方法等认知目标,参与实验的学习者和教师充分肯定了大学物理虚拟实验室三维场景、虚拟实验资源库以及丰富有趣的学习情景的创设对虚拟实验交互水平提升的重要作用;同时虚拟实验情景中的视觉、听觉等感官效果及实验操作的灵活性、易操作性等方面的情感化设计对达到虚拟实验认知目标的效率和效果具有较大的促进作用,我们的虚拟实验产品在这些方面仍需进一步加强。

2. 从虚拟实验应用评价中得到的启示

项目组从以上的实践调查分析中获得了重要启示:由操作交互、信息交互到概念交互的虚拟实验交互设计方式只是从学习者对教学内容、原理等认知层面的掌握情况来考虑,其中虽然也对虚拟实验的界面布局、颜色搭配等艺术设计要素作了考虑,但其中并未将影响认知水平的情感交互层次分类、表现形式、设计方式及其作用规律等内容明确地体现在教学交互层次设计之中,而虚拟实验交互设计中如果缺乏对情感交互层次及其对认知交互作用规律的深入认识,或对情感交互设计不够合理充分,将会大大降低学生参与学习的兴趣和热情,制约虚拟实验教学作用的有效发挥。

因此项目组在反复检验、评价、修订理论指导与开发方案的过程中,逐步从以目前远程教学交互理论为指导的思路中转变过来,力求在对虚拟实验认知层面交互进行充分设计的同时,将满足学习者心理与情感需求作为设计开发的另一重要目的来综合考虑,尽力做到使虚拟实验的交互方式适应参与者的生理与行为特征、心理与情感需求,从而提升虚拟实验对学习者认知与情感全面和谐发展的综合作用。

## 五、以理论反思、开发原则、应用策略为下一轮迭代循环的基础

通过以上反复的实践检验,大学物理虚拟实验

开发的相关理论、技术与应用在一定程度上都已趋近成熟,形成了本次迭代循环研究的阶段性成果。

### 1. 对于认知与情感交互层次的理论反思

通过对大学物理网络三维虚拟实验前期的设计开发、实践评价等过程的反思,项目组将大学物理网络三维虚拟实验的开发思路与方案进行了进一步的调整,即站在“以学习者为本”的角度来进行虚拟实验的设计与开发,以满足学习者的认知与情感的双重需求为设计的起点与目的,将影响认知水平的情感因素明确纳入到交互层次之中,进一步构建了“网络三维虚拟学习环境认知与情感交互层次塔模型”,如图 4 所示。

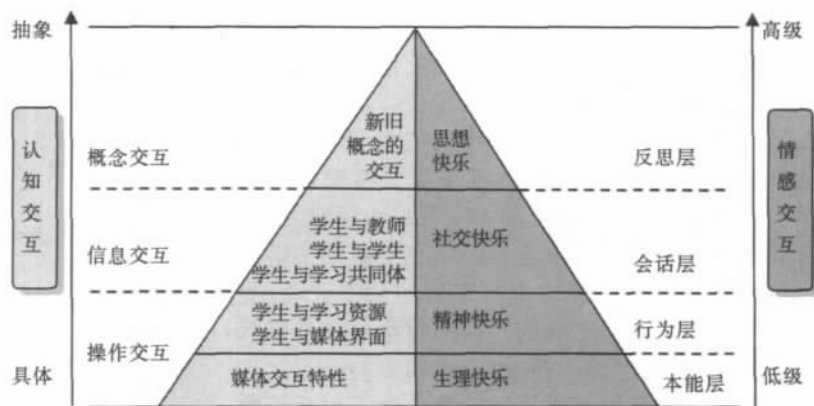


图 4 网络三维虚拟学习环境认知与情感交互层次塔模型

图 4 左半部分是以北京师范大学陈丽教授的“教学交互层次塔”为原型构建的“认知交互层次塔”,分为操作交互、信息交互与概念交互;右半部分是本研究在唐纳德·A·诺曼的情感化设计的三个层次<sup>[5]</sup>基础上发展构建的“情感交互层次塔模型”,分为本能层、行为层、会话层与反思层四个情感交互层次,对应的情绪目标依次表现为生理快乐、精神快乐、社交快乐和思想快乐<sup>[6]</sup>。情感交互四个层次由低级向高级交互水平提升,并与认知交互中的操作交互、信息交互、概念交互层次相互促进、交织,互相作用。对于网络三维虚拟实验的设计来说,本能层情感交互的设计应关注媒体本身的外化交互特性,通过对实验中的角色、场景、实验装备、工具等要素的视觉、听觉等感官效果的设计,达到促进学习者生理快乐的目标;行为层情感交互的设计,首先关注学习者对媒体交互方式的可用性、易用性等效果的反馈信息,而后关注对实验操作技能与实验目标级别的科学设定,以及实验前、实验过程中、实验结束后各个阶段适时适度的评价手段的综合运用,从而使学习者通过丰富的操作交互活动产生积极的精神快乐情绪;会话层通过对学习者与学习者、教师、学习共同体之间的信息交互中的多元参与、协作学习等活动

的设计,使其产生认同、满足等社交快乐情绪;反思层主要是学习者通过虚拟实验监控评价系统提供的反馈信息对先前虚拟实验中各种交互体验进行反思,从而产生对虚拟实验环境价值的尊重与欣赏、自我评价与超越的深度思想快乐。情感交互设计通过与认知交互层次设计的密切配合,形象化、多样化地表现出来,逐步达到满足学习者“反思层”情感交互与概念认知交互设计的双重目标。

### 2. 网络三维虚拟实验可持续的开发原则

虚拟现实技术的引入虽然为虚拟实验的研究与应用开拓了广阔的空间,但为了有效联结科研与实践的鸿沟,在虚拟实验的技术开发过程中,必须遵循可持续的网络三维交互技术的开发原则,合理利用资源,实现网络三维虚拟实验实际应用价值的最大化。首先,网络三维虚拟实验的开发应以满足学习者认知、情感等需要为原则,避免跟随技术潮流而导致设计开发的人力、物力与财力等资源的浪费;其次,应以实现教学目标、满足教学实际需求为原则,避免没有实地考察的盲目开发而使网络三维虚拟实验的实用价值降低;第三,应以虚拟实验的易于开发、更新、维护及网络传输为原则,而非片面追求感官效果、仿真度与精确度等,避免由于虚拟实验产品的运行超过软硬件负荷影响网络的正常传输,进而影响虚拟实验的教学效果;第四,应联合建立网络三维虚拟实验资源共享平台,不是将设计开发的虚拟实验作为一次性利用资源,而应将可以重复利用的模型或可以二次开发的脚本程序进行分类保存,并推动各高校最大范围内的共享利用,以避免实验开发的重复性劳动,更便于缩短网络三维虚拟实验的开发和应用时程。为了达到网络三维虚拟实验预期的教学效果,设计与开发过程中必须准确把握这些原则,以有效推动网络三维虚拟实验研究与应用的可持续发展。

### 3. 虚拟实验的教学实践应用策略

虚拟实验应以在线实验教学与课堂实验教学的优势互补为应用限度,即在传授课堂实验教学不宜展示的内容时合理运用虚拟实验,例如在展示较为复杂的实验装置构造、较为抽象的实验原理、不易观察的实验现象、灵活多样的实验效果或需要学习者对设计实验进行课前预习、课中操作或课后练习等情况时利用,可以大大提升实验教学的整体效率和效果。

## 六、总结

基于设计的研究范式在大学物理网络三维虚拟实验教学交互设计的第一轮综合运用中,经过了问题的解析、对理论与技术开发方案的反复实施、调整与实践修正几个阶段,一定程度上提升了网络三维虚拟实验的教学交互水平及其实用价值,并在此过程中逐步总结出网络三维虚拟学习环境认知与情感交互层次理论、可持续的网络三维技术开发原则及虚拟实验教学实践应用策略,并正在积极筹备将其运用到下一轮虚拟实验设计开发的流程之中进行迭代循环的检验与修正,以期促进网络三维虚拟学习环境交互理论、网络三维虚拟实验开发技术与虚拟实验教学实践的可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 王荣芝.网络虚拟实验的交互设计研究[D].长春:吉林大学硕士论文,2007.
- [2] 杨南昌.基于设计的研究:正在兴起的学习研究新范式[J].中国电化教育,2007,(5):6-10.
- [3] Wang, F., & Hannafin, M. J. Using design-based research in design and research of technology-enhanced learning environments [DB/OL].<http://www.maplewind.com/research/wanghannafin04a.pdf>.
- [4] 陈丽.远程学习的教学交互模型和教学交互层次塔[J].中国远程教育,2004,(5):24-28.
- [5] Donald A. Norman. Emotional Design[M].北京:电子工业出版社,2005.5.
- [6] Jordan, P. W. Designing Pleasurable Products: An Induction to New Human Factors [M]. London: Taylor and Francis, 2000.

收稿日期:2008年5月15日

责任编辑:马小强

\* 本文为吉林省教育科学“十一五”重点项目“数字化校园虚拟实验室建设与发展研究”(项目编号:ZC0096)的成果之一。