

# 虚拟振动样品磁强计课件开发与应用

薛润东<sup>1</sup>, 孟晔<sup>1</sup>, 杜泽汀<sup>1</sup>, 负冰<sup>1</sup>, 张敏<sup>2</sup>, 王立锦<sup>1\*</sup>

(1.北京科技大学 材料国家级虚拟仿真实验教学中心, 北京 100083;

2.北京市实验室服务保障中心, 北京 101199)

**摘要:** 在材料物理实验课的教学实践中引入虚拟仿真技术, 可有助于实现实验教学模式从传统向现代的转化。本文主要研究了振动样品磁强计虚拟仿真实验系统的构建方法, 开发了虚拟振动样品磁强计课件并将其应用到了实际教学过程中, 对实验教学的质量与效果有了极大的提升。将虚拟仿真实验的训练运用在大型仪器设备上可快速提高实验人员的操作技能, 缩短实验时间节省仪器机时, 从而极大提升大型仪器设备的使用工作效率。

**关键词:** 虚拟仿真; 虚拟物理实验室; 振动样品磁强计

## Development and Application of Virtual Vibration Sample Magnetometer Courseware

XUE Rundong<sup>1</sup>, MENG Ye<sup>1</sup>, DU Zeting<sup>1</sup>, YUN Bing<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>2</sup>, WANG Lijin<sup>1\*</sup>

(1. Material National Virtual Simulation Experiment Teaching Center, University of Science and Technology

Beijing, Beijing 100083, China;

2. Beijing Experimental Center for Service Guarantee, Beijing 101199, China )

**Abstract:** Introducing virtual simulation technology into the teaching practice of material physics experiments can help achieve the transformation of experimental teaching mode from traditional to modern. This article mainly studies the construction method of a virtual simulation experimental system for vibration sample magnetometers, develops a virtual vibration sample magnetometer courseware, and applies it to the actual teaching process, greatly improving the quality and effectiveness of experimental teaching. Applying the training of virtual simulation experiments to large instruments and equipment can quickly improve the operational skills of experimental personnel, shorten experimental time, save instrument time, and greatly improve the efficiency of using large instruments and equipment.

**Keywords:** Virtual simulation; Virtual Physics Laboratory; Vibration Sample Magnetometer

(VSM) ;

## 1 引言

“材料物理实验”是一门理论性实践性均很强的基础课。学生可以在实验课上培养自己独立观察、动手操作、数据处理、误差分析以及运用实验方法探究物理现象和规律的能力。

在材料物理实验课的振动样品磁强计教学中引入虚拟仿真技术<sup>[1-9]</sup>，既可以解决实验教学手段落后、过程枯燥、学生动手少等问题，同时也可以解决普遍存在于高校实验室当中的大型仪器数量少和型号老旧的现象。对于现实情况中实际教育资源发展需求速度要远远大于教育资源的投入速度的问题也可一定程度得以解决，进一步为广大学生创造了技术全新的优质的实验环境。虚拟仿真实验系统已在国外的实验教学中发挥着十分重要的作用并取得了明显的成效<sup>[10-11]</sup>，例如卡罗莱纳州立大学利用 Java 技术建立了基于 Web 的探索式虚拟物理实验室( Learn Anytime Anywhere Physics )；休斯顿大学和 NASA 约翰逊空间中心站共同研发的“虚拟物理实验室”系统，利用 VR 技术可以让学生进行万有引力定律等各种虚拟实验，从而深刻理解物理概念和物理定律；英国诺丁汉大学探索桌面虚拟仿真技术在输入设备上的应用。国内的一些重点学校也已将虚拟实验网络化<sup>[12-13]</sup>。例如浙江大学的 WEB 虚拟化学实验系统；上海交通大学实验中心数据采集实验室；中国科学技术大学利用物理仿真实验软件和虚拟实验远程教学系统开发的几何光学实验平台；北京邮电大学联合网络公司开发的开放式虚拟实验教学系统 OWV Lab ( Open Web Virtual Lab)等。作为材料类国家实验教学示范中心，北京科技大学材料科学与工程学院实验中心是本科实验教学的重要基地并承担着大量实验教学任务，我们引入现代教育技术，建立了材料网上虚拟实验室<sup>[14-15]</sup>其中就包含材料物理虚拟仿真实验部分。将虚拟仿真技术可以作为现场实验教学的补充和深入，同时作为国家级实验教学示范中心起到了优质教学资源示范共享的作用。特别在疫情期间学生无法进入实验室现场实验，材料物理虚拟仿真实验充分体现出优越性，起到了良好的实验教学效果。

## 2 振动样品磁强计虚拟仿真实验系统的实施方案

运用现代科学的教育理念，整合现代科学的资源，材料物理实验教学为了探究服务于当代实验教学的途径和方法开发了虚拟仿真教学资源软件、创建了材料物理虚拟仿真实验系统，该系统侧重于材料物理实验仪器的使用环境，使实验人员通过仿真系统可以对实验仪器功能、使用方法加深理解从而对实验产生更加直观、感性的认知，进一步拓展学习的视野，增进学习的乐趣。运用“面向对象”的概念，虚拟实验具有实时、交互、易于使用的特点，使得实验仪器更加逼真，更加容易控制。利用计算机模拟实验环境，让学生更加直接地感受到实验

的真实感，更加容易地掌握实验的技术，并通过使用计算机按键、鼠标、显示屏等输入、输出设备来操作虚拟环境中的仪器设备，模拟分析实验的结果，以达到实验目的。

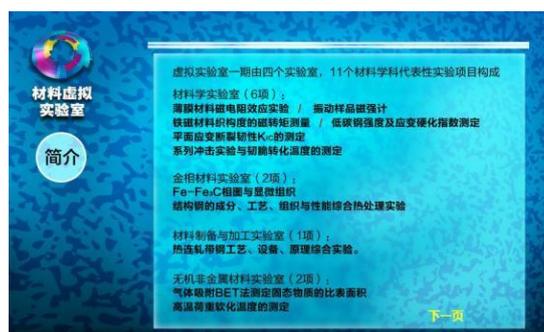


图1 北京科技大学材料网上虚拟实验室

通过振动样品磁强计虚拟实验，我们可以深入了解实施方案中各模块的功能，从而更好地掌握实验的目的、原理、设备、步骤和相关资料，如图2所示：振动样品磁强计实验是一个涉及到众多知识点、复杂原理和众多仪器部件的实验。其中的知识点有磁性材料的分类、锁相放大器原理、强磁场的产生与控制等。图3为实验目的,图4为实验原理。



图2 振动样品磁强计虚拟仿真实验主界面



图3 振动样品磁强计实验目的

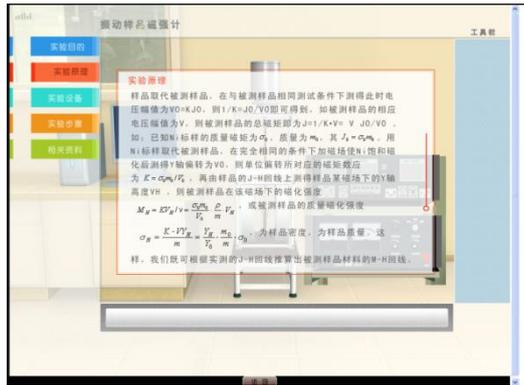


图 4 振动样品磁强计实验原理



图 5 振动样品磁强计实验设备介绍



图 6 振动样品磁强计实验设备局部细节显示



图 7 振动样品磁强计实验步骤

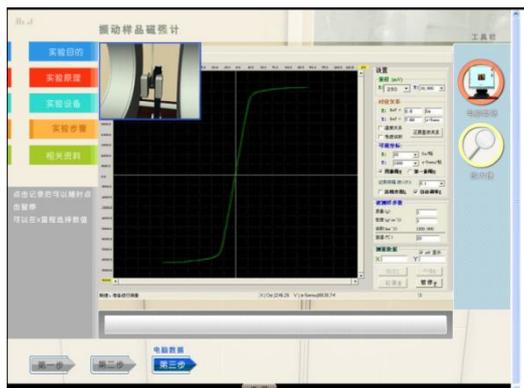


图 8 振动样品磁强计实验结果曲线

图 5 为实验设备介绍，设备为三维形式可以旋转从不同视角观察仪器设备,关键细节可以放大显示，如图 6 所示。实验步骤如图 7 所示，用户在模拟仪器实验操作时需按照提示的步骤操作仪器的开关按钮，如果出错将给出相应的提示。通过从该模块中提供的与真实实验环境相似的虚拟实验环境，使用者不仅可以在该环境下对实验仪器进行操作调整，同时该系统还能实时对使用者的操作进行评估，对其结果进行及时的反馈，比如说，一旦操作成功，就会显示出对应的测量结果，如图 8 所示。数据处理模块，提供了软磁、硬磁、顺磁以及磁记录材料等几种典型磁性材料实验数据，模拟学生选择不同的样品将得到不同的实验结果曲线。实验相关资料中给出了磁性材料分类、锁相放大器原理等内容。通过这些模块的交互动画，学生可以更加清晰地了解实验的目的、步骤，并且深入地理解实验原理，从而更好地掌握实验仪器的性能和使用方法。以上部分学生还可以反复观看。此次课程更新包括多种考核方式，旨在帮助学生加深对课程的理解，并通过实践操作和考核来检验他们的掌握情况。

## 2 虚拟振动样品磁强计课件的关键问题

虚拟振动样品磁强计课件不是一个简单的动画，而是通过向对象编程和虚拟现实技术（VR）创建的，简洁易懂的界面便于用户使用，虚拟现实画面是用户仿佛置身于真实实验环境。在用户使用过程中涉及的重要关键技术是系统要与用户有交互响应。虚拟振动样品磁强计仿真实验系统的开发达到了以下要求：

(1) 为了确保实验结果的准确性，虚拟仿真系统应当通过模拟和计算，以获取可靠的、精确的数据。在振动样品磁强计虚拟实验我们仿真得出的曲线数据是在真实仪器设备上测得的，材料参数的计算方法与实际仪器方法相同。

(2) 通过仿真技术，可以创造一个逼真的虚拟实验环境，让学生可以模拟在“真实”当中的操作方法和实验现象，让他们有一种置身其中的感受。其中重点则在于操作的“真实”

性”和原理的“真实性”。学生可以通过轻松的移动或拖拽来与虚拟实验中的物体建立联系，从而获得更多的信息。在虚拟实验环境中，学生对实验仪器的操作步骤基本与真实环境下相同，由于符合其思维及操作方式，因此学生很容易完成对虚拟实验仪器的交互操作行为。

(3)重在模拟真实的实验操作过程，通过做虚拟实验学生可掌握实际的实验操作过程，同时虚拟实验系统也可以对学生的操作及时反馈。我们在系统设计过程中预想到了用户可能出现各种操作并反馈相应的信息。

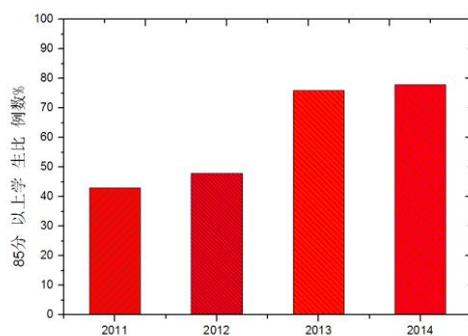
(4)构建可扩充的虚拟仿真资源库，在振动样品磁强计虚拟实验中我们丰富不同样品及数据库预留了扩充空间，随着数据库的不断完善，该虚拟仿真实验可以模拟出更多不同性质样品的磁特征曲线及参数。

### 3 虚拟仿真实验教学的优势与教学实践评估

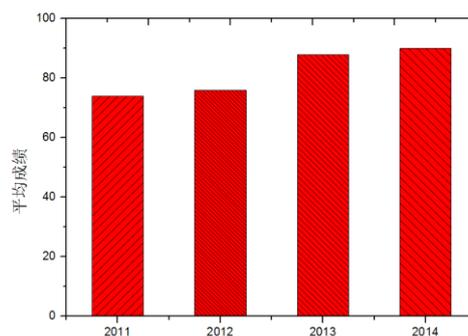
通过多年的教学实践，我们发现，虚拟仿真技术不仅有助于拓展课堂的视野，而且还有助于提升学习者的科研素质，使他们更好地了解和应用物理原理，从而更好地提升他们的科研技术水平。虚拟仿真技术不仅拥有极高的灵活性，而且还拥有极大的扩展空间，不仅可以满足一些常规的测试需要，还可以满足一些充满想象力的设计需要，尤其在一些比较抽象、难度大的实验中，采取虚拟仿真技术，不仅会让学生产生对物理实验的兴趣，还会唤醒他们的探索精神。通过采用虚拟仿真技术，我们能够更好地帮助学生掌握科技知识，同时激发他们的科研热情。在虚拟振动样品磁强计课件引入教学平台以后，我们选取了 2013、2014 两届学生参与虚拟实验的教学过程，并与未参与虚拟实验教学的 2011、2012 两届学生的成绩进行评估对比，实验成绩如图 9 所示，图 9a 为材料物理专业学生实验成绩中 85 分以上的学生所占的比例，从图中可见参与虚拟实验的学生成绩 85 分以上的比例数大大提高。图 9b 为材料物理专业学生实验小组平均对比图，从图中可见参与虚拟实验的学生的平均成绩大约提高 12 分左右。

通过几年的实际应用我们总结出虚拟仿真实验在实验教学中的优势有以下几点：

(1)通过使用虚拟仿真实验，我们可以更好地了解设备的性能，并且填补了传统的教学模式的缺陷。这种技术特别适用于那些需要进行复杂、危险、昂贵、无法重复、需要进行多次测试的场景，为我们的研究带来了更加可靠、安全、经济的解决方案。



a.实验成绩中 85 分以上的学生所占的比例图



b.实验小组平均成绩对比图

图 9 实验成绩评估对比图

(2) 通过使用多种多样的技术，如声音、特效、三维模型，虚拟仿真实验可以让学生更加直观地感受到实验的乐趣，并且能够激发他们的积极性，从而有效地提升他们的实践能力和创新精神。

(3) 由专家编写的虚拟仿真实验脚本，能够更加科学、准确地表达实验操作步骤和实验结果以及相关的实验原理和背景知识。

(4) 通过虚拟仿真实验，学生可以获得个性化、交互式的学习体验，他们可以根据自身需求，自行设计实验方案和步骤，并且系统会对实验过程中出现的错误进行分析，以便指导学生更好地避免错误操作，并且有效地加深对实验内容的理解。

(5) 无论在何时何地，学生都可以利用虚拟仿真实验系统来获取实验信息，而且这种实验方式的设计非常灵活，它的实验结果也会及时地发布，以便让学生有机会去探索、实践、反思，从而加深对实验的理解。

尽管虚拟仿真实验能够提供更加逼真的实验环境，但它仍然不能完全取代实体实验，与实际情景还会有很大的区别，一些实际的操作经验还是要在仪器设备的使用过程中获得的，这是虚拟仿真实验根本无法替代的<sup>[16-17]</sup>。虚拟仿真实验将实验情境简单化、理想化、共性化了，然而在实际实验中情况往往是多种因素共同制约影响的结果，是动态变化的。另外，虚

拟仿真实验教学虽然可以简化数据的分析和操作,使学生更容易理解问题的实质,但是,理想化的实验结果依然会与实体实验中受多种参数影响的实验结果有所出入。

## 4 结论

通过采用虚拟振动样品磁强计实验仿真,我们能够更好地辅助完成振动样品磁强计的实验教学。虚拟实验仿真不仅能够提供高质量的图像,而且还能够模拟出真实的实验环境,并且能够提供丰富的设计思路。推动了实验教学方法的改革与创新,在实验教学中发挥了巨大的作用。对于类似于振动样品磁强计的大型仪器设备的用户,实验操作技能可通过虚拟仿真实验的训练及培训,大大节约实体实验的时间和成本,从而提高大型仪器设备的工作效率,为仪器开放创造有利条件,使更多用户和学生共享大型仪器设备成为可能。

## 参考文献

- [1]刘海霞,苗洪利.近代物理实验教学改革的研究与实践[J].大学物理,2010,29(4):55-58.
- [2]孙腊珍,孙金华.近代物理实验教学改革与实践[J].物理实验,2005,25(5):31-33.
- [3]周燕.虚拟仿真技术在大学物理实验教学中的应用[J].合肥工业大学学报:社会科学版,2008,22(5):106-109.
- [4]吕正.虚拟仿真实验在实验中的应用[J].大学物理实验,2010,23(4):59-62.
- [5]张明,李良荣.在大学物理教学中引入仿真测试技术提高教学成果[J].大学物理,2011,30(6):32-37.
- [6]谭守标,霍剑青,王晓蒲.计算机虚拟技术在大学物理仿真实验教学系统中的应用[J].中国科学技术大学学报,2005,35(3):429-433.
- [7]王亚芳,周惟公.仿真实验在实验物理教学中的广泛应用[J].物理与工程,2012,22(2):26-28.
- [8]简字虹,甘维达.大学物理实验操作预习系统的仿真实现[J].广西民族学院学报:自然科学版,2006,12(4):90-94.
- [9]蔡青.仿真实验的应用与大学物理实验的教学改革[J].成都信息工程学院学报,2006,21(1):113-115.
- [10]徐玮玮.仿真实验在教学中的应用及其意义[J].科技信息,2009,(34):10352-10353.
- [11]张明,李良荣.计算机仿真技术在实验教学中的应用[J].长春师范学院学报:自然科学版,2010,29(6):117-119.
- [12]刘扬武.分析计算机仿真技术在高校网络协议实验教学中的应用[J].电脑知识与技术,2014,(15):76.

- [13]王晓玲, 胡沁涵, 陈虹.计算机仿真建模技术在通信原理实验教学中的应用[J].现代计算机: 专业版, 2015(9): 34-37.
- [14]负冰,黄鹏,李成华,赵超,孙建林. 材料虚拟实验室的建设与实践[J].中国现代教育装备, 2013, 169(5): 8-10.
- [15]负冰, 孙建林,熊小涛,薛润东. 材料科学与工程虚拟实验平台建设的研究[J].实验技术与管理, 2012, 29(3): 301-303.
- [16]王秀萍, 张方.虚实结合扩大大型仪器设备对本科实验教学开放[J].实验技术与管理, 2014, 31(4): 237-239.
- [17]曾宏.对高校大型仪器设备共享机制及其管理模式的探讨[J].高教研究, 2006(6): 109-111.

中国仪器设备教学网