

硕士学位研究生培养质量保障体系构建——以衡阳师范学院地 理学学术硕士点为例(编号:2020JGYB248)。

基于学生综合能力培养的金刚石合成与物理性能测试虚拟仿真实验设计

史新伟¹ 李杏瑞² 贾建峰¹ 祝柏林³

(1 郑州大学物理学院 物理国家级实验教学示范中心 河南 郑州 450001; 2. 郑州大学材料科学与工程学院 河南 郑州 450001; 3. 武汉科技大学 材料与冶金学院 湖北 武汉 430081)

摘要:利用现代信息技术及人工智能技术,将项目组的最新科研成果转化为金刚石合成与物理性能测试虚拟仿真实验教学项目,增强了实验教学内容的广度与深度,激发了学生的学习兴趣 and 积极性,极大地促进了物理实验教学改革,提高了学生综合能力的培养。丰富的多媒体技术和有趣的实验现象,还可以更好地吸引广大中小學生,促进他们物理观念的形成和科学思维的发展。

关键词:虚拟仿真实验;教学改革;综合能力

中图分类号:O411.3;G642.0;文献标志码:A;文章编号:

0 引言

2012年教育部印发的“教育信息化十年发展规划”中指出:以教育信息化带动教育现代化,破解制约我国教育发展的难题,促进教育的创新与变革,是加快从教育大国向教育强国迈进的重大战略抉择^[1]。因而,改变教育方式,运用现代化的信息技术开发教育资源,优化教育过程,是实现教育强国的重要途径。虚拟仿真技术集成了众多的现代化技术,包括计算机技术、网络技术、图形图像技术、多媒体技术、软件工程技术、信息处理技术以及自动控制技术等,用一个虚拟的系统模仿另一个真实的系统^[2],已经在人们生活、生产和学习中获得了广泛的应用。在当今计算机、网络、手机普及的时代,人们学习、获得知识的途径也发生了重大的变化,虚拟仿真技术在现代教学中也逐渐绽放出巨大的生命力,在高校的教学中虚拟仿真技术已逐渐成为现有教学的重要补充,更为实验教学注入了丰富、多样化的手段^[3]。尤其是作为基础课程的大学物理实验,在引入虚拟仿真技术后,使得以往困扰大学物理实验实体教学的很多不足与难题得到了很好的解决。

众所周知,大学生物理实验是目前高等院校理工类专业的必修基础课程之一。物理实验课具有丰富的科学思想,知识覆盖面广,是学生学习与掌握众多的实验仪器、测试方法以及表征手段的重要渠道,还是学生验证并巩固所学理论知识的途径之一。毫无夸张地说,大学物理实验课是本科生系统地接受实验方法以及实验技能训练的开端,通过该课程的训练,可以提高学生的动手能力、实践能力以及发现问题并解决问题的能力,同时还可以培养学生的团结协作意识及创新能力^[4-6]。如何将传统的实验模式与现代化的技术手段相融合?就目前来看,虚拟仿真技术无疑是一种完美的手段和工具。因而,推动信息技术与高等教育深度融合,大力发展虚拟仿真实验教学,推进新工科背景下实验教学的改革,培养创新型卓越工程人才具有重要意义。

为贯彻落实《教育部关于加快建设高水平本科教育、全面提高人才培养能力的意见》(教高[2018]2号)文件精神,推动实验实践教学与信息化深度融合,提升以服务“金课”建设为主要目标的教育教学质量,以“智能+教育”为理念推动信息技术从融合应用向创新发展转变,郑州大学物理国家级实验教学示范中心教学团队及时将项目组教师最新科研成果转化为虚拟仿真实验教学项目—金刚石的合成及物理性能测试虚拟仿真实验。

金刚石是自然界中存在的特殊材料之一,被誉为“材料之王”,具有最高的硬度、热导率、声传播速度及德拜温度、具有优异的光学性能、良好的化学稳定性等突出优点,因而在刀具、高速飞行器窗口、大功率器件的热沉、辐射探测器等领域中具有重要而广泛的应用前景。项目组成员单崇新教授使用化学气相沉积方法合成出1.2克拉,纯度高达99.9999%钻石级金刚石,与天然金刚石几乎无差

别,更让钻石产业不再因开采破坏生态、耗费大量资源,成为一种绿色产业,这项成果受到了教育部部长陈宝生及河南省省长陈润儿的关注和好评。另外,河南是我国超硬材料领域唯一的国家级基地,超硬材料产量占全国80%以上,是人造金刚石大省,我国第一颗人造金刚石就是在河南诞生的,更有郑州磨具磨料磨削研究所、中南钻石、华晶、黄河旋风等一批有竞争力的企业,因而,无论是从了解金刚石的优异性能角度,还是从将来从事金刚石相关领域的工作角度,在本科教学中让学生了解金刚石的合成以及性能测试等知识和技能是十分必要的。但在实体教学中,金刚石的合成周期长、合成工艺复杂、价格昂贵、性能测试涉及大型精密贵重仪器,仪器的台套数难以满足实验教学要求,因而,实体教学中难以在广大大学生中普及。“金刚石的合成及物理性能测试虚拟仿真实验”有效解决了上述实体教学中存在的困扰和问题,在实际教学中取得了较好的教学效果,尤其是在疫情期间,该虚拟仿真实验发挥了巨大的作用。

1 虚拟仿真实验的内容设计

孙春兰副总理在教育部直属高校工作咨询委员会全会上指出:加强基础科学研究,推动科研反哺教学,及时把最新科研成果纳入教学内容,激发学生学习兴趣^[7]。金刚石的合成及物理性能测试虚拟仿真实验由项目组成员单崇新教授的最新科研成果转化而成,实现了材料制备、结构表征及性能测试等知识的有机融合,共计20学时,该虚拟仿真实验内容的设计坚持“以学生为主、教师指导”的教学理念,遵循“虚实结合、以虚促实”的原则,在虚拟仿真环境下真实再现了金刚石合成、结构表征及物理性能测试的过程和实验场景,拓展了实验教学内容的广度和深度、延伸了实验教学时间和空间、提升了实验教学质量和水平。在虚拟环境中各种仪器设备均不存在损坏等问题,学生可反复进行实验,使学生建立起合成工艺决定材料结构,结构决定材料性能的完整知识链,有利于完善学生的知识结构。因而,通过该虚拟仿真实验的训练既可以让学牛巩固课堂所学知识,加深对物理概念的理解,又可以提高学生实践动手能力,从而达到提高学生综合能力的教学目的。

2 虚拟仿真实验的实现

金刚石的合成及物理性能测试虚拟仿真实验采用3D和2D动画技术,利用Unity3D、Maya、Adobe Flash、Visual Studio及Mysql等开发工具和数据库,实现了实验操作的动态模拟、实验场景的3D与2D渲染构建、网络用户管理以及数据库的管理等。整体系统采用CS、BS架构相结合的架构方式,如图1所示。

通过B/S(Browser/Server)架构,用户在广域网浏览器上可方便地访问管理平台,查看相关功能,如软件列表,课程列表等,也可以查看统计信息,如学习记录,考试成绩等,并可以启动3D仿真实验项目。通过C/S(Client/Server)架构模式,局域网用户可以在本地电

脑上启动 3D 仿真程序及其附属程序。本地 3D 仿真程序通过对 Mysql 数据库的访问来实现数据的同步、人机交互界面（仿真 DCS 系统、3D 虚拟实验室、3D 工厂）操作、智能评分和教师站管理。

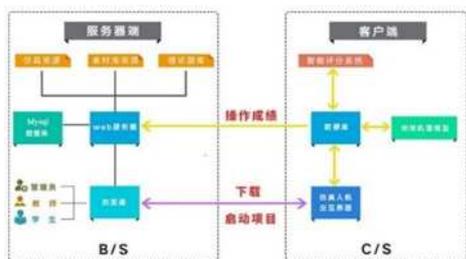


图1 整体系统架构图

3 虚拟仿真实验系统模块的构成

虚拟仿真实验系统由管理模块和实验模块组成，如图 2 所示。管理模块包含用户管理、操作考核及成绩管理，管理员或教师拥有管理权限。实验模块包含 7 个虚拟仿真实验。



图2 虚拟仿真实验系统内容框架图

4 虚拟仿真实验系统的功能及特点

本虚拟仿真实验系统遵循“虚实结合”的原则。系统具有教师管理功能和学生实验两大功能模块。

4.1 教师管理模块

管理员或任课教师具有管理权限，该模块的功能主要有：用户管理、操作考核管理以及成绩管理。

(1) 用户管理。借助该功能管理员或任课老师可以方便地对实验的学生信息进行管理，如添加、查看、更改学生信息等。此外，还可以查看用户登录信息，查看用户留言等。

(2) 操作考核管理。任课老师通过它为申请考核学生分发试卷及查看考核成绩，此外，还可以查看学生的操作步骤，实验考核情况等。

(3) 成绩管理。供管理员或任课老师查看学生的考核操作及成绩，统计学生的信息（班级、学号、姓名）及考核成绩。此外，还可以查看学生的实验心得体会等。学生的成绩采用线上与线下相结合的形式给定最终成绩。

4.2 学生实验模块

该模块是虚拟仿真实验系统的主体，其主要功能是给学生提供了 7 个虚拟仿真实验的练习以及在线考核的场景及资源，每个虚拟仿真实验均包含 4 个辅助模块。

(1) 观看视频模块。每个虚拟仿真实验均配有演示视频，要求学生进行实验前都需先观看视频，预习相关实验的操作。

(2) 实验指导模块。每个实验均含有实验介绍及实验原理，借助该模块学生在实验前可以学习有关理论知识，部分实验原理配有 flash 动画演示。学生正式实验前，由任课教师检查学生的预习情况，引导学生把握知识要点以及实验操作要领，提高教学效果。

(3) 实验练习模块。学生在充分的预习并观看演示视频后方可进行实验，即在线练习。实验初次练习过程中学生遇到问题可查看操作提示，根据提示完成一次实验练习，之后可反复操作练习，最终达到熟练的程度。实验过程中也可以查看演示视频及实验介绍，加深对物理概念的理解，从而巩固课堂所学知识，最终达到培

养具有扎实理论知识基础的新型理工科人才的目的。

(4) 实验考核模块。学生完成实验练习后可向管理员或任课教师申请考核，由任课教师分发试卷及实验题目，学生点击“考核”，即可进入考核界面。考核过程中，由系统自动记录学生的操作过程，并给出实验每一步的得分，完成后提交即可完成考核，任课教师可通过管理模块查看、统计学生的考核成绩。

4.3 虚拟仿真实验系统的特点

如上所述，金刚石的合成及物理性能测试虚拟仿真实验系统含有教师管理功能和学生实验两大功能模块，面向学生具有视频、练习、考核 3 种工作模式，具体可理解为预习、实验和考核，因而无论是从系统操作还是教学环节都可以看做是一个有机的整体。而从学生角度来看，该实验系统集成了材料合成、结构表征、性能测试等系统知识，通过该实验的学习有助于完善学生的知识链和知识结构，而且该系统成功解决了实体实验教学中硬件设施带来的问题，能够更好地在实验教学中得到应用^[1]。

5 结语

教育部先后印发了教高函〔2018〕8 号文件：教育部关于狠抓新时代全国高等学校本科教育工作会议精神落实的通知和教高〔2018〕2 号文件：教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见，目的就是提高本科教学水平，提高人才培养质量。本虚拟仿真实验按照国家政策中对“金课”要求以及人才培养的要求，将最新科研成果转化为虚拟仿真实验教学项目，将信息技术、智能技术与实验教学进行深度融合，把多个相互关联的虚拟仿真实验有机地组合为一个系统化综合实验，既加大了课程难度，又扩大了知识深度与广度。利用信息技术及多媒体技术提高了学生的学习积极性，让实验教学真正活起来，这对于促进物理实验教学改革，提高学生综合能力的培养具有重要意义。

物理虚拟仿真实验实现了真正意义上的在线操作与教学，在疫情期间发挥了重大作用，重要的是虚拟仿真实验不但适用于大学生，还适用于其他人群，例如，可以用于广大中小学生学习，也可以用于相关企业员工的培训等。在手机和网络普及的当今社会，学生可以随时随地进行学习或者开展实验。借助丰富的多媒体技术和有趣的实验现象，可以更好地吸引广大中小学生学习，这对于促进他们物理观念的形成和科学思维的发展具有重要意义^[1]。

参考文献：

[1] 教育信息化十年发展规划（2011-2020 年）.

[2] 赵艳艳, 张新华. 大学物理虚拟仿真实验建设及应用的思考[J], 高校实验室工作研究, 2018, (4): 55-57.

[3] 李顺, 王震, 温柳, 暨波, 叶益聪. 虚拟仿真实验教学中心的发展现状探析[J], 科技文汇, 2019, (459): 77-78.

[4] 郭涛, 杨悦. 大学生物理实验竞赛实践与探讨[J], 教育教学论坛, 2013, (25): 244-245.

[5] 胡训美, 张德根, 赵江东. 安徽省大学生物理实验竞赛现状的调查与分析[J], 齐齐哈尔师范高等专科学校学报, 2017,3:1.3-105.

[6] 熊泽本, 吴聪. 谈谈参加物理实验竞赛的启示[J], 实验室科学, 2015,18,5:228-230

[7] 孙春兰出席教育部直属高校工作咨询委员会全会, 中华人民共和国中央人民政府网, 2019.1.17..

[8] 胡礼广, 谢海燕. 基于 Web 的虚拟金相实验室构建[J], 实验室研究与探索, 2010,29 (1): 69-70+79.

[9] 葛德成. 创新实验设计, 提高学生的物理学科核心素养[J], 物理教师, 2020,41(4):53-55+62.

(2021 年高等学校教学研究项目 (DWJZW202134zn), 郑州大学 2021 年度课程思政教育教学改革示范课程重点项目 (2021ZZUKCSZ018), 郑州大学教改资助项目 (2021ZZUJGLX126), 郑州大学 19 教改重点资助项目 (项目编号: 2019ZZUJGLX043)