

文章编号:1005-4642(2022)03-0047-05

## 虚实结合的大学物理实验 BOPPPS 教学模式改革与实践

魏 薇,谭佐军,刘 泉,谢 静,陈建军,王 芳,沈 环

(华中农业大学理学院物理系,湖北武汉 430070)

**摘 要:**在开放式教学改革的基础上,对大学物理实验教学内容和模式进一步深化革新.在教学模式上,构建虚实结合的 BOPPPS 教学模式,实现自主化、泛在化的实验课程学习过程;在教学内容上,重构“有趣、有度、有用、有味”的模块化实验教学内容体系,建立了“多元化+信息化+过程化”的教学评价体系.实践表明:虚实结合的大学物理实验 BOPPPS 教学模式更好地调动了学生学习的主动性与创造性,实现了价值塑造、能力培养、知识传授的育人目标,体现了农业院校大学物理实验的特色.

**关键词:**BOPPPS 教学模式;虚实结合;开放教学

**中图分类号:**G642.423

**文献标识码:**B

**DOI:**10.19655/j.cnki.1005-4642.2022.03.008

大学物理实验课程是高等农林院校对学生进行科学实验基本训练的基础课,是学生接受系统实验方法和实验技能训练的开端.其在人才培养体系中具有独特地位,是本科人才实践能力培养的重要基础性实践教学环节,对于提高学生的综合素质,培养学生的创新精神与实践能力具有重要作用<sup>[1]</sup>.由于农林院校基础实验教学普遍存在教学时空固定且教学方式单一的问题,因此基础实验教学中心化、开放式的改革工作日渐盛行<sup>[2-4]</sup>.然而随着开放式实验教学改革的不断深入,改革工作进入深水区,问题与困难逐渐显现:实验教学开放式不仅仅是简单的教学时空开放和教学形式的开放,其对开放背景下的教学模式和方法提出了更高要求;开放式的实验教学,需要与之相匹配的实验教学内容体系相互支撑;开放式实验教学的评价体系需更加过程化和多元化.当前信息技术高速发展,教学新模式、新方法、新技术成为驱动基础实验教学进一步提升、改革的强大动力,也为破解实验教学难题提供重要契机.在前期开放式教学改革的基础上,大力推行大学物理实验教学内容和模式的进一步革新.

基于农林类大学物理实验课程的教学改革现状及普遍存在的教学问题,课程组充分吸纳以往

改革实践的成果与经验,开展了充分的调查研究,凝练并提出了“以四有为导向,主动性提升与创造力培养并重”的实验教学改革理念.四有即有趣、有度、有用、有味.“有趣”着力于激发学生的学习兴趣 and 科学创意;“有度”着力于培养学生的独立实验能力,培养学生的观察、质疑、研究、应用能力,打造金课;“有用”着力于与农林院校专业知识技能融合,与现代农业、生活实际紧密联系;“有味”着力于提升课程的思政功能,强化科学素养,把好实践教学环节的第一道关,在实践教学环节渗透育人元素.利用学校开展的教育思想大讨论、青年教师讲课竞赛、国内各类教育改革研讨会、微信公众平台等方式,积极宣传改革理念,在校内外形成了广泛的共识.

### 1 构建大学物理实验虚实结合的 BOPPPS 教学模式

BOPPPS 教学模型是北美高校教师技能培训过程中推崇的教学模型之一,是根据教育学的认知理论提出的教学设计过程. BOPPPS 教学模型将教学过程划分为引入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory learning)、后测(Post-assessment)和总结

收稿日期:2021-06-12;修改日期:2021-08-16

作者简介:魏 薇(1981-),女,湖北荆州人,华中农业大学理学院物理系教授,博士,研究方向为高能天体物理. E-mail:weiwei1981@mail.hzau.edu.cn

(Summary)6 个部分<sup>[5-11]</sup>. BOPPPS 教学模型的核心为:一是强调学生全方位参与式学习;二是及时获得学生的反馈信息,以调整后续的教学活动.对于教学过程以实践为主,教学目标以培养学生学习自主性与创造性为重的实验课程,构建虚实结合的 BOPPPS 教学模式,对破解开放式实验教

学背景下的改革难题有重要意义.大学物理实验课程充分应用虚实结合、灵活多样的教学环境,鼓励学生积极参与实验教学全过程,使学生能够主动、创造性地完成实验内容.大学物理实验虚实结合的 BOPPPS 教学模式见图 1,图中红色实线框表示实体,蓝色虚线框表示虚拟.

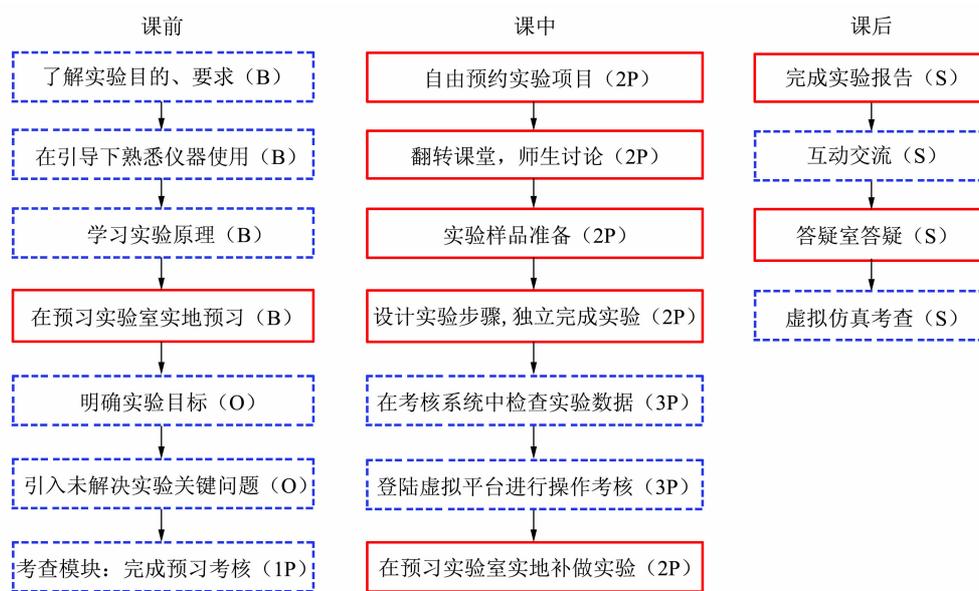


图 1 大学物理实验虚实结合的 BOPPPS 教学模式

### 1.1 引入(B)

学生以实验报告册中的“实验引导问题”为线索,完成对每个实验的预习.课前引入环节采取“网络资源平台+引导性虚拟实验系统+预习实验室”相结合的方式完成.学生通过网络平台随时随地获得丰富的学习资源(资源库按照基本物理原理、实验设计方法、仪器操作规范、数据处理方法、实验创新方法等分成多个资源模块,采取不同资源呈现方式,为学生自主设计实验提供支撑),通过平台的互动交流模块,学生之间、师生之间可以即时进行引导问题的交流与反馈.除此之外,通过预约系统,学生可以随时随地进入 24 h 全开放的预习实验室熟悉相关实验内容.学生将网络平台获得的预习知识与直观的仪器使用体验相结合,可以解决绝大部分实验引导问题,取得很好的预习效果.

### 1.2 目标(O)

学生完成实验引入后,教师确定本次实验的实验目标.实验目标包括:知识目标、能力目标以及素养价值目标.此外,明确引入环节中尚未解

决的关键问题,作为课堂实验部分的学习重点.

### 1.3 前测(1P)

为了解学生在引入环节的学习情况,通过引导性虚拟仿真实验系统完成对引入环节的考核,形成实验课课前前测成绩.虚拟仿真实验系统模拟真实的实验环境,采用统一的导航结构,内容表现方式以全景、立体动态展示的形式,学生通过人机交互,完成大学物理实验的前测.另外虚拟仿真系统还能提供实验操作考核,学生在全景虚拟环境中,根据随机抽取的操作考核任务,通过人机交互进行操作.以此来考查学生的实验学习效果,给出操作考核成绩.

### 1.4 参与式学习(2P)

课上的实验实践环节,学生进行较好的预习准备后进入实验室,教师引导学生围绕实验的关键问题展开讨论,解决疑问,学生自主完成实验操作,通过观察现象、定量测量和数据采集,完成实验课堂部分.

### 1.5 后测(3P)

学生完成实验后,教师通过线上系统对实验

数据进行测评,结合虚拟仿真系统中的操作考核,完成实验课堂学习效果后测。

### 1.6 总结(S)

课后学生按照要求完成实验报告,其间学生可以通过网络平台与同学或教师进行实时交流,也可以通过线下的答疑室进行相关答疑。

BOPPPS 实验教学全过程紧密结合虚实学习环境,充分发挥了远程网络学习结合本地学习的优势,虚中有实,实中有虚,实现信息技术与实验教学的深度融合,并使得 BOPPPS 实验教学的各

个环节都能达到预期的教学效果。

## 2 打造“有趣、有度、有用、有味”的大学物理实验教学模块化内容体系

课程内容打破相对封闭的传统物理实验内容教学体系,把实验内容进行重新分类,将原来独立的实验有机联系起来<sup>[12]</sup>,构建了“基础必选+开放自选+课外拓展”三大实验模块(图2),使得传统的12个实验项目体现出“有趣、有度、有用、有味”的四有特点。

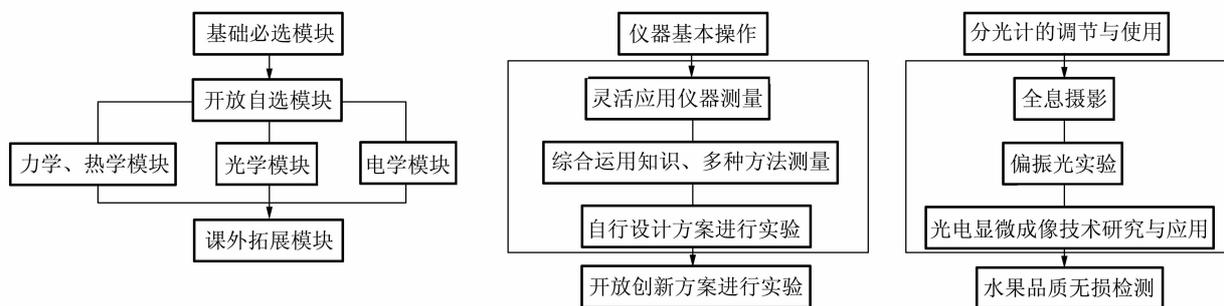


图2 大学物理实验教学模块化内容

### 2.1 有趣

强调实验内容与生活实际的联系,突出实验内容的趣味性和测量手段的生活化。例如,开放自选模块第一层次的全息摄影实验,让学生综合运用光学的干涉和衍射原理完成器件摆放,并使其了解现代科技的成果,调动学生的学习积极性。利用智能手机和生活材料,实现对生活场景中物理量的测量,例如,搭建水音阶、地磁场测量、手机计步功能研究、水透镜成像等项目,都力求提升实验内容的趣味性。针对农林类专业学生用电技能薄弱的特点,自主设计的电路故障判断实验。

### 2.2 有度

强调物理实验中科学实验和实验技能的基本训练,让学生学习系统的实验方法,提高课程的挑战难度。例如,光电显微成像技术研究与应用实验要求学生运用已经学到的实验技能和方法,设计完成光电显微成像技术测量光栅常量,让学生能够运用多种方法和手段实现实验目的。实验不仅要求学生掌握光学中几何光学和波动光学的知识,还要求学生掌握光学实验的方法和光路图的设计,以达到光学实验的教学目的。课外拓展模块中的创新性实验教学内容着力于提升学生综合运用多学科知识分析、解决实际问题的能力,为保

证项目的实施质量,学生选题后要按照科研项目的申报方式执行。例如水果品质无损检测实验,学生利用课内掌握的基础实验知识,通过 CCD 成像方法采集数据,将获得的数据进行数学建模,从而保证实验内容具有挑战性。

### 2.3 有用

突出实验内容对实践能力、科学思维的提升作用,强化实验内容与专业特色、后续课程的融合,提高学生对知识的拓展应用能力,实现物理实验有用。例如,在基础必选模块实验项目设计上,把测量物理量相同、测量工具相似以及测量技术或方法一致的实验优化整合在一起,突出实验基础。开设的每个实验模块,按照实验项目的内在联系编排实验,实验内容从简到难分层次上升,而且强化物理与农科专业之间的融合,加强多学科交叉,例如,光电显微成像技术的研究与应用实验使学生了解显微成像原理在生命科学中的应用,植物反射光谱的研究实验融合了植物学科的相关知识。

### 2.4 有味

对实验内容进行重新组织,选择物理学发展史上曾起过重要作用、物理思想独特、设计方法巧妙的经典实验,通过强调物理实验过程中思维的

闪光点与方法的突破点,促进学生物理思维的提升.通过讲解物理思想的唯物辩证观、物理理论的实践性、物理学史的波澜壮阔性,使学生将自身发展与国家发展和民族振兴相结合,勤奋、创新、自信.围绕马克思主义哲学的基本观点开展课程设计,将思政元素以画龙点睛式、专题嵌入式、元素化合式、隐性渗透式等手段融入授课过程中,对技能和知识给予简明提示.另外,授课教师的为人师表、以身作则、言传身教都是隐性渗透的思政教育.

### 3 实现“自主化+泛在化”的大学物理实验学习过程

BOPPPS 教学模式强调学生参与式的学习过程,改变了传统的实验教学方式、方法,实现了学生学习过程的自主化.学生在课外通过“网络平台+引导性虚拟实验项目+预习实验室”虚实结合的学习环境完成了引入环节,并且明确了实验的学习目标,掌握了实验的基本原理,了解了实验仪器的操作方法和数据处理方法,并且多数学生已完成实验的步骤设计任务和课前前测.在这样的条件下,课内实验教学更好地体现了学生的主动参与性.教师不需要对实验进行详细介绍和讲解,而是让实验课堂充分发挥学生自主实验操作实践、师生互动讨论的功能.这种以学生为主体的教学模式,减少了教师的重复性劳动,激发了教师的教学潜能,并且更好地调动了学生学习的自主性.

另外,在虚实结合立体化教学支撑体系的支持下,实现实验学习过程的泛在化.在物理情景感知的支持下,增强现实技术为学生提供即时即地的演示实验,通过三维建模、渲染、动画增强现实互动环境,学生从该虚拟环境中获得对物理概念、物理定理、物理规律的感性和理性认识.将物理仿真实验与移动学习进行有效结合,AR、VR 和二维码等现代信息技术与纸质教材进行有机结合,能够有效促进教材、课堂、教学资源三者融合,构建更加高效的开放型教学模式.学生通过手机 APP 可以随时、随地预习大学物理实验,实现了大学物理实验的泛在化学习.移动学习的模式将学生日常的手机娱乐习惯拓展到学习上,从而拓宽了学生的选择空间.此外,移动学习还具有合作性质.移动学习的场地往往是学生感觉

最舒适、最自在的空间.在这种氛围下,学生之间的讨论会给自主学习带来丰厚的回馈.

### 4 建立“多元化+信息化+过程化”的考核评价方式

以促进学生自主学习为目的,将实体操作考试与上机虚拟考试相结合,教师评价与学生自我评价相结合,强化过程考核.

在评价主体上,通过信息化手段实现师生互评、学生自评,体现学生在评价过程中的主体性.学生自我评价包括引入前测、实验数据检查及虚拟操作后测等环节,教师则根据实验项目要求分别对学生的参与式实验操作、实验报告、创新能等方面进行评价.实验总成绩包括教师评价和学生自我评价 2 部分.

在评价手段上,逐步改变纸卷考试的单一化方式,采用多元化、过程化的评价机制,全面评价学生的学习效果.结合 BOPPPS 模式的评价特点,评价过程包括引入前测、操作后测、实验报告、课程考试等方面.不同实验模块、项目的考核形式、实验分数的构成均有所区别.利用过程评价系统强化过程考核,使考核方式常态化.实验课程成绩将由以上各部分成绩按照比例加权计算得出,该成绩更能客观、全面地反映学生在实验过程中的表现以及获取知识、能力提升情况.因此强化学习过程的评价能够实现过程考核信息化.

### 5 结束语

大学物理实验的改革以学生为中心,实行全开放教学,且贯通课内外,把学习的自主权交给学生,将教与学进行紧密结合,实现“虚-实-虚”的有机结合,构建了 BOPPPS 教学模式,实现了自主化、泛在化学习.实验教学内容强调与农林院校专业知识技能融合的实用性,强化与科技结合、与兴趣结合、与生活结合的趣味性,同时注重实验内容能否达到价值塑造、能力培养与知识传授育人目标的高度,体现“有趣、有度、有用、有味”的特点.强化学习过程评价,实现考核信息化和多元化,注重学生主动学习程度及实际教学参与程度、知识的创新和运用能力等综合性考查.开放式实验教学改革,能够更好地调动学生学习的主动性与创造性,充分体现价值塑造、能力培养、知识传授的育人目标,体现农业院校大学物理实验的特

色,是实践类课程虚实结合的 BOPPPS 教学模式改革的重要尝试。

### 参考文献:

- [1] 周政,张荣锋,陈明京. 大学物理实验[M]. 广州:华南理工大学出版社,2009:3-4.
- [2] 文晓艳,李小强,李鹏. 面向新工科的开放式大学物理实验教学模式探讨[J]. 大学物理实验,2019,32(3):125-127.
- [3] 秦平力,余雪里,张昱. “互联网+”背景下大学物理实验教学创新与探索[J]. 物理通报,2019(9):100-103,109.
- [4] 魏薇,谭佐军. 慕课背景下信息技术与实验教学的深度融合[J]. 中国高等教育,2017(7):54-56.
- [5] Pattison P, Russell D. Instructional skills workshop handbook [M]. Vancouver: UBC Centre for Teaching and Academic Growth, 2006.
- [6] Cui H. Application and exploration of BOPPPS model in oral Chinese teaching as a foreign language [J]. International Education Studies, 2019,12(12): 123-129.
- [7] Shih W L, Tsai C Y. Effect of flipped classroom with BOPPPS model on learners' learning outcomes and perceptions in a business etiquette course [J]. Asia-Pacific Education Researcher, 2020, 29(1): 257-268.
- [8] 白士刚,张宇亮,冯放. 基于信息化技术的大学物理实验 BOPPPS 教学模式[J]. 大学教育,2020(6): 88-90.
- [9] 魏小平,康文斌. BOPPPS 教学模式在大学物理课程教学中的探索:以静电场的环路定理为例[J]. 西部素质教育,2019,5(1):135-138.
- [10] 孙亚南,王楠,张东敏,等. 高校青年教师实现有效教学的思路研究:基于 BOPPPS 模式的分析与应用[J]. 教育现代化,2017,4(45):134-136.
- [11] 张建勋,朱琳. 基于 BOPPPS 模型的有效课堂教学设计[J]. 职业技术教育,2016,37(11):25-28.
- [12] 赵丽华,王悦悦,戴朝卿. “平台+模块”大学物理实验课程体系的探讨[J]. 中国林业教育,2010,28(4):72-74.

## BOPPPS teaching mode of college physics experiment based on the combination of virtual and reality

WEI Wei, TAN Zuo-jun, LIU Quan, XIE Jing, CHEN Jian-jun,  
WANG Fang, SHEN Huan

(Department of Physics, College of Science, Huazhong Agricultural University,  
Wuhan 430070, China)

**Abstract:** The further reform of the teaching content and mode of college physics experiment in our university was introduced based on the open teaching reform. In terms of teaching mode, BOPPPS teaching mode with the combination of virtual and reality was built, the autonomous and ubiquitous experimental course learning process was realized. And in terms of teaching content, a modular experimental teaching content system with “interesting, degree, usefulness and taste” was reconstructed. A teaching evaluation system with “diversification + informatization + process” was established. The practice showed that the reform better mobilized the initiative and creativity of students' learning, fully embodied the educational goal of value shaping, ability training and knowledge imparting, and embodied the characteristics of college physics experiments in agricultural universities.

**Key words:** BOPPPS teaching mode; combination of virtual and reality; open teaching

[责任编辑:任德香]