

基于工程教育认证下的大学物理实验立体化教材建设探究

盛佳南 虞游

(成都信息工程大学, 四川 成都 610225)

摘要: 在工程教育认证的背景下, 针对大学物理实验课程的教材建设, 从课程教学体系、教学模式和过程化考核等方面, 探究如何编写立体化的大学物理实验教材, 以适应工程教育专业认证的要求。

关键词: 工程教育认证; 大学物理实验; 立体化教材

2016年6月我国正式成为国际本科工程学位互认协议《华盛顿协议》成员, 这意味着我国高等教育的发展获得欧美等发达国家的认可, 这必将进一步增强我国工程教育技术领域国际竞争力, 也为我国高等教育的发展指明了方向, 所以国内很多高校积极参加认证。

美国《愿景报告》中指出, 未来的工程师应当有着较强的实践经验、沟通能力、分析能力、创造力以及终身学习能力。基于上述要求, 国内外诸多高校进行了以CDIO为代表的工程教育模式的实践和改革。

作为支持工程专业认证的支撑基础课程, 《大学物理实验》课程在工程教育体系中有着举足轻重的地位, 对大学物理实验教学的改革也持续进行中。

在2015年最新版“工程教育认证通用标准”中规定参与认证专业指定的毕业要求应覆盖的内容中, 与大学物理实验课程相关的内容主要是围绕应用物理基本原理知识, 针对其中的复杂工程问题来展开分析研究, 并能对复杂工程问题进行研究。

为了更好地引导学生对大学物理理论中的物理现象和规律进行探究, 系统训练学生的科学实验方法和实验技能, 在现代信息

技术不断发展的基础上, 集合高校丰富教学资源, 形成立体化教材, 可使优化教学资源配置, 更好地促进和提高教学质量。

一、基于工程教育认证的大学物理实验教学改革的

对于大学物理实验教学来说, 其作为以科学实验为核心的基础性的课程, 属于学生接受系统物理实验训练的第一阵地。

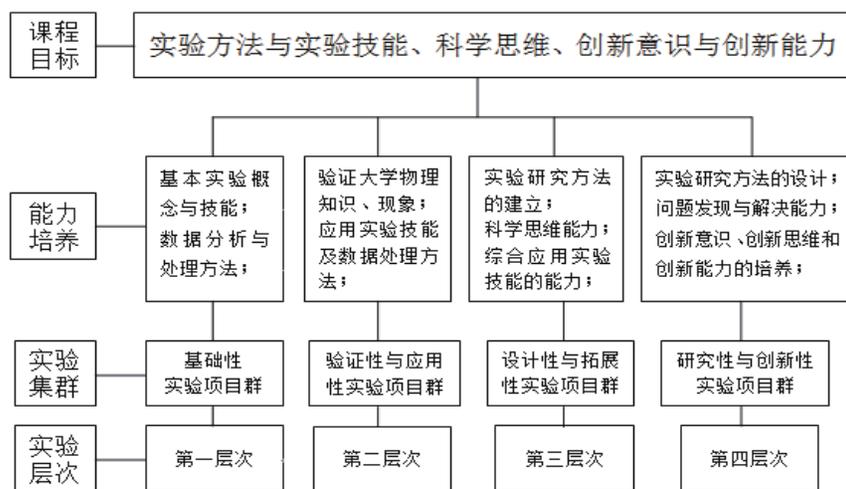
我们能看到, 该课程有着基本训练辐射范围大、知识面覆盖度广以及内涵较为丰富等特点, 不但包含了诸多物理基础知识点, 而且还与计算机科学、测量学、数学以及误差理论等密切相关。

结合其教学性质来看, 该课程能够为学生理论认知的深化、实验方法的扩展以及实验技能的提升提供有效助力, 进而助力他们实验态度的严肃化、实验作风的严谨化、实验习惯的规范化以及实验手段的多样化发展, 促使其科学实验素养得以有序化提升。

可以说, 这门课程作为大学生认知以及学习科学实验知识的开始, 能够给他们后续的学习以及工作奠定良好的实验教育基调。

笔者所在物理实验中心构建了科学合理的实验教学体系, 采用功能性层次化结构, 层次结构由浅入深、由基本技能培养到综合能力锻炼, 强调培养中的目的性, 培养内容的丰富性, 培养手段的多样化。

中心借鉴CDIO工程教育中项目型学习方式, 以单个实验项目为实验教学单元, 对教学目的、教学内容、教学方法与评估方式进行了全面改革, 引入了工程教育方法中的C、D、I、O教学环节, 提出了一种面向学生能力培养的“学生主动型开放式实验教学模式”。



大学物理实验教学体系示意图

图1 大学物理实验教学体系示意图

二、大学物理实验立体化教材建设

大学物理实验立体化教材建设项目的思路是遵循“层次化的实验教学体系、系统化的实验过程设计、立体化的实验教学资源、规范化的能力培养指标和过程化考核标准”的组织建构逻辑，强化立体化多种教学资源的设计与实现。

资源是立体化教材的基础，将教材资源设计成最小学习素材，该项目中的素材包含平面教材、图片、视频、3D模型和虚拟仿真等素材，因此需要完成大量的编辑、多媒体制作、虚拟仿真设计等工作；课程是教学的核心，实验课程教材的撰写围绕实验课程教学体系和教学模式搭建框架、组织内容、设置实验项目等；系统设计能够助力立体化教材自身适用性的提高，从而为各种类型的实验项目输送立体化以及个性化的教学资源。

（一）按照实验教学体系优化实验项目设置

结合我校正在推行的工程教育教学一体化改革，并结合物理实验中心现有的实验仪器和教学条件，“以工程教育理念和方法为指导，以实验教学体系创新为核心，以学生综合能力培养为目标，以教学方式改革为手段”，充分发挥大学物理实验在学生能力培养中的基础性和先导性作用，真正实现对“实验技能与方法、知识应用能力、科学思维与创新意识”的培养。大学物理实验教材内容应包含以下几部分：

1. 物理实验基础知识

在大学物理实验教学体系中的第一层次，应包含有基本实验概念与技能、实验操作基本要求、数据分析与处理方法、实验报告书写格式等。

2. 实验项目设置 - 基础性与验证性实验

基础性实验可以学习误差分析知识和数据处理方法、物理基本量的测量和基本测量仪器的使用，从而掌握基本实验概念与技能，培养数据处理和误差分析知识的应用能力；而对于验证性试验来说，其能够深化学生的理论认知，进一步提高其实验知识的把握能力，同时，通过指引学生对引导学生对实验方法的构思和设计的理解，培养学生的思维能力。

3. 实验项目设置 - 综合性与应用性实验

综合性的实验让学生学习如何将已掌握的物理知识转化为实验方法，引导学生掌握科学思维的方法，培养学生理论联系实际的能力。应用性的实验引入多种学科的现代技术在实验中的应用，拓宽学生的知识面，深化他们对和学科关联性的认知，进而为其实验综合技能的提升保驾护航。

4. 实验项目设置 - 设计性实验

对于设计性的实验而言，其旨在让学生利用已掌握的理论知识以及相关方法来进行实验方案的设计，从而为其思维、创新分析以及处理问题等能力的提升提供助力。

5. 实验项目设置 - 研究性和创新性实验

研究性的实验让学生根据提供的实验项目，并对其中的可能性进行细致分析，通过实验方案组织与完善、仪器的挑选以及实验实践，得出实验结果，培养学生实验研究方法的设计能力、问题发现与解决能力。

创新性的实验让学生自主选择实验项目，对相关理论加以分

析的同时，通过实验仪器挑选、实验流程安排、实验数据测量以及实验结果的分析等方面的设计，促使学生的思维以及创新能力均得以充分提升。

（二）以“成果为本”理念为中心，围绕“成果导向”对各个实验展开教学设计并编写实验教材

大学物理实验教材中每个实验项目的编写都要以“成果为本”理念为中心，围绕“成果导向”对各个实验展开教学设计，并且在教学目标方面要从深化认知和培养能力两个层面着手，保障学生的学习实效。

在每个实验中还应穿插与该实验相关的历史回顾，能从一些典型的实验案例中体会物理实验在物理学发展历史中的作用。在每个实验的各项内容中分别提出以下要求：

1. 实验目的

拟定每个实验预期的知识和能力两方面的目标。

2. 物理理论基础

大学物理实验课程应涉及力、热、电、光等物理学以及近代物理等各个层面，科学的实验项目设计，可以将物理学各领域的知识应用于不同的实验项目，使学生通过实验更好的学习物理学相关知识。

3. 实验设计构思

每个实验项目的编写中应注重启发式和引导式，保证学生的主导地位，引导学生学会如何应用已经掌握的知识，强化学生科学思维方式、知识应用能力、解决问题能力和创新意识的培养。

4. 实验方案和步骤

根据仪器和教学条件，拟定出科学合理的实验操作方案，使之能达到实验目的中的要求和目标。

5. 实验总结与拓展

通过物理实验进行物理现象和规律的研究，来推动研究能力以及分析能力训练，潜移默化中为学生知识运用、实践以及处理问题等能力的发展铺路搭桥，使其养成严谨的工作作风并具备孜孜不倦的探索精神。

（三）设计制作大学物理实验课程多种形式的立体化实验教学资源

客观角度来看，教材的立体化指的是以信息化手段为依托，打造一种立体且形象化的教学新常态，其内容主要是数字、智慧以及网络等资源的有机融合。

在设计以及制作实践中，可依托图片、影像、音频、三维模型、VR以及虚拟现实等技术之便，打造一个集纸质教材、视听教材以及移动教材为一体的立体化、多维化以及现代化的教学资源体系，并且围绕教学设计、教学模式、教学评价以及教学环境等方面，以信息化为视角方向，展开教学改革与应用。

二维码已在生活中随处可见。将教材的立体化教学资源放在稳定的网站平台上，以二维码为纽带，将纸质资源以及数字资源进行深度融合，以此来构建现实与数字相结合的资源形式，进一步提高各个资源媒介之间的混合性、互联性以及互换性，让教学资源更具一体化特征，从而激起学生的学习以及实践兴趣，深化他们对于物理现象的认知，充分发挥多媒体技术展示资源的优

势,基本资源力争覆盖教材中所有实验项目,使学生在每个实验学习中能加深对知识的理解和掌握。

大学物理实验教材立体化教学资源可以包含以下形式:

1. 图片。

2. 动画、视频和在线课程。互联网技术的发展,为在线视频教学提供了技术保障。通过互联网,可以提供视频动画、短视频和在线课程等。

例如,将某种实验现象制作成 FLASH 动画,比一般的图片效果要好很多;将实验教学中教师讲解部分制成教学录像,学生可以通过网络课前预习和课后反复复习,能弥补实验课时不足和大班教学效果不太理想等问题。

3.3D 模型 + 增强现实 (AR)

增强现实 (AR) 技术是一种实时地计算摄影机影像的位置及角度并加上相应图像的技术,这种技术的目标是在屏幕上把虚拟世界套在现实世界并进行互动。采用全息识别技术,应用 3ds Max 等多种工具,将书中的平面图形转化成三维模型,只需打开专门开发的 App 客户端之后,将摄像头对准标有“互联网+”标志的图片,即可多角度地查看三维交互模型。

采用立体化教材模式,运用先进的 AR 技术,使学生在学习每个实验时,能够利用自身的智能手机通过扫描识别图随时随地进行自主学习,使原本静态的图片和文字变成了动态的音像,不仅可以提高学生的兴趣,增强学生对知识点的理解,更直观地了解相关工具、仪器的使用,也为教师的课堂教学和学生的自主学习提供了方便。利用信息化技术,同学之间还可以互相学习,共同探究,建立合作型的学习模式,培养合作交流能力,极大提高了教材的应用效果。

4. 虚拟仿真 VR

对于该技术来说,其属于一种建立在虚拟仪器以及虚拟现实技术之上的一种新兴的虚拟实验手段。旨在依据信息手段之便,整合教学内容、设备、指导以及操作等,在模拟相关实验条件以及环境的同时,进一步强化学生的基础原理、仪器运用的认知、发散其思想,尤其是通过仪器使用方法以及相关功能方面的训练,是学生能够逐步养成良好的判断以及思维能力,从而提高实验教学的有效性。

5. 手机 App 模式

如今,单纯的纸质阅读时代已经成为过去,如果需要查看教材时,不妨将视角放在 App 之上,结合其“扫一扫”(二维码)的相关功能,通过图片、影像以及音频等形式来形象化地展现相关资源,给予学生别样的阅读体验。

与此同时,我们可以看到,App 的渗入能够为学生学习提供包括测试、作业以及交流等多种模块在内的集合性、拓展性资源,并且包含了诸多辅助功能板块,例如,资源链接拓展、互动社区以及数字测评等。它的运用能够突破现实教育壁垒,给学生提供现代化以及个性化的第二课堂,从而为他们自主、协作以及思维等能力的发展奠定科技基础。

四、结语

通过不断的探索和反思,我们认为在基于工程教育专业认证的大学物理实验教学过程中,应努力做到:

(一) 在学生自主选择实验项目的基础上,针对不同专业的需求和特点,增加分专业类别的必选物理实验项目;

(二) 根据层次化的大学物理实验教学体系,严格按照基础验证性、综合应用性和设计创新性等层次,不同层次的实验项目包含了力、热、声、光、电、磁及近代物理、传感器技术等实验,针对工程教育专业认证要求的“复杂工程问题”,培养学生分析、研究和解决能力;

(三) 通过生动、直观、趣味性强的演示物理实验项目和 PASCO 研究性物理实验项目,拓宽了课程的覆盖范围,满足各种层次学生深入学习的需求;

(四) 加强物理实验课程过程化考核,每一个实验根据过程化考核细则进行分项打分,所有成绩必须有据可依。

总之,在工程教育专业认证的背景下,编写的大学物理实验立体化教材并应用于大学物理实验课堂教学,能够满足不同专业的工程教育专业认证需求,能够促进工科专业学生的全面发展,最终为培养各工程专业应用型高级人才作出贡献。

参考文献:

- [1] 李晓强,孔寒冰,王沛民.建立新世纪的工程教育愿景——兼评美国“2020 工程师”《愿景报告》[J].高等工程教育研究,2006(02):7-11.
 - [2] 严慧羽,郭艳蕊,宋庆功,郭松青.基于面向现代工程教育的大学物理实验教学的调查研究[J].大学物理实验,2014,27(4):126-128.
 - [3] 孟艳艳,贾长洪,刘萌.新工科背景下基于 CDIO 工程教育理念的应用型本科院校人才培养研究[J].高教学刊,2021(03):152-155.
 - [4] 蔡妍娜.新工科背景下 CDIO 工程教育模式的创新实践[J].河北职业教育,2020,4(05):65-68.
 - [5] 周细林.基于 CDIO 的工程教育模式研究与实践[J].产业创新研究,2020(18):39-40.
 - [6] 李文逸,宋以国.基于工程教育认证背景下的工程认识课程改革与实践[J].黑龙江科学,2018,9(19):70-71.
 - [7] 江明芳.我国立体化教材研究进展综述[J].成都工业学院学报,2020,23(2):100-102.
 - [8] 赵志强.高校立体化教材建设思考[J].北京印刷学院学报,2005(1):78-80.
 - [9] 魏江江.立体化教材建设的思考与实践[J].科技与出版,2011(9):30-32.
 - [10] 何焰兰,彭刚,刘振祥,等.大学物理实验 MOOC 及教材的建设与探索[J].物理实验,2018,1(38):43-48.
- 基金项目:成都信息工程大学本科教学工程项目“大学物理实验立体化教材建设”;项目编号: BKJX2019128.
- 作者简介:
- 盛佳南(1981-),男,汉族,四川成都人,大学本科,实验师,研究方向为教育信息化。
- 虞游(1984-),男,汉族,四川成都人,博士,副教授,研究方向为原子与分子物理。