

基于 CUPT 的多元融合新工科大学物理实验教学设计

关佳¹ 方恺¹ 倪晨¹ 赵敏¹ 崔文倩¹ 李渔迎² 王治国¹

(¹ 同济大学物理科学与工程学院, 上海 200092; ² 同济大学教育技术与计算中心, 上海 200092)

摘要 本研究基于新工科背景下实践创新型综合人才培养的需求, 针对大学物理实验教学的发展现状, 从教学环境、教学内容、教学模式和教学评价的角度提出了基于中国大学生物理学术竞赛(CUPT)的多元融合新工科物理实验教学设计。在线上线下混合式教学环境的基础上, 本研究设计了将具有高质量、新前沿、学科交叉特点的 CUPT 赛题内容补充到物理实验课程的创新探索实验教学模块中, 融合 CUPT 竞赛模式和项目式教学, 设计与实施“2 预+1 讲+2 实践+1 汇报”的多元融合型教学模式, 实现以赛促教, 充分激发学生活力, 提高学生实践创新能力。同时, 我们充分利用在线网络教学平台优势, 将蕴含思政元素的预习导引资料通过线上平台推送学生预习实验, 建立了学生优秀作品案例库, 进一步深化了物理实验课程的混合式教学改革。本研究通过基于 CUPT 的多元融合新工科教学设计, 在基础物理实验课程中有效推进新工科建设, 以期在知识传授、能力培养和价值塑造方面为面向未来的高质量新工科人才培养提供方案。

关键词 大学物理实验; 中国大学生物理学术竞赛; 新工科; 多元融合教学改革

MULTIPLE INTEGRATED TEACHING DESIGN OF NEW ENGINEERING COLLEGE PHYSICS EXPERIMENT BASED ON CUPT

GUAN Jia FANG Kai NI Chen ZHAO Min CUI Wenqian LI Yuying WANG Zhiguo

(¹ School of Physics Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092;

² Educational Technology and Computing Center, Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract Taking the demand of practicing innovative and comprehensive talents cultivation in the context of new engineering as the starting point, this study proposes a multifaceted integration of new engineering physics experimental teaching design based on China Undergraduate Physics Tournament (CUPT) from the perspectives of teaching environment, teaching content, teaching mode and teaching evaluation in view of the current development of university physics experimental teaching. Based on the online and offline hybrid teaching environment, this study design supplements the CUPT content with high quality, new frontier and cross-disciplinary features into the innovative exploration experimental teaching module of the physics laboratory course. Combining the CUPT model with project based learning, we design and implement a diversified teaching model of “2 prep+1 lecture+2 practice+1 report” to promote teaching with competition, fully stimulate students’ vitality and improve their practical and innovative abilities. At the same time, it makes full use of the advantages of online

收稿日期: 2023-02-25

基金项目: 2022 年同济大学教育教学改革重点项目(4250104080/051)、同济大学实验教学改革基金项目(1370104323, 1370104326)。

通信作者: 王治国, zgwang@tongji.edu.cn。

引文格式: 关佳, 方恺, 倪晨, 等. 基于 CUPT 的多元融合新工科大学物理实验教学设计[J]. 物理与工程, 2025, 35(4): 234-242.

Cite this article: GUAN J, FANG K, NI C, et al. Multiple integrated teaching design of new engineering college physics experiment based on CUPT[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(4): 234-242. (in Chinese)

network teaching platform, pushes the pre-study guide materials containing ideology and politics elements to students for pre-study experiments through the online platform, establishes a case library of students' excellent works, and further deepens the hybrid teaching reform of physics laboratory courses. This study effectively promotes the construction of a new engineering discipline in the basic physics laboratory course through a multi-integrated new engineering teaching design based on the CUPT, with a view to providing solutions for the cultivation of high-quality new engineering talents for the future in terms of knowledge transfer, ability cultivation and value shaping.

Key words college physics experiment; China Undergraduate Physics Tournament (CUPT); new engineering; multiple integrated teaching reform

为积极应对迅速发展的新一轮技术革命与产业变革,支撑服务创新驱动发展和“中国制造2025”等一系列国家战略,教育部多次主导高等学校工程教育发展战略研讨,先后形成“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”,吹响高校“加快建设和发展新工科”的号角^[1,2]。新工科人才培养要求提倡注重实践,倡导学科交叉,将实践创新能力的培养贯穿到人才培养全过程;强调协同育人,持续改进创新人才的培养目标、培养方案、课程体系和教学要求^[3]。面对工程教育的国家需求、战略指向,本文对标新工科人才培养需要,通过文献调研并结合我校物理实验开展现状,提出以“多元融合、实践创新”为特色的大学物理实验教学改革设计,将CUPT竞赛、课程思政教育、项目式教学和混合式教学,以及多元评价等融入物理实验课程,并从实验教学环境、教学内容、教学模式和教学评价方面阐述对标新工科建设要求的教学改革路径,以期面向未来的高质量新工科人才培养提供方案。

1 大学物理实验课程现状及改革思路

大学物理实验作为一门支撑工程技术创新发展的基础课程,是高等学校理工科大学生进行科学实验训练的入门先导,也是学生学习实验方法、锻炼实验技能、培养研究思维不可缺少的学习环节,对推进新工科建设,培养创新型卓越工程人才具有重要意义^[4]。我校“大学物理实验(上、下)课程”为面向理工科各专业本科生开设的公共基础课,课程分两个学期进行,总学时数为68,每学期上课学生人数约为3000人。工科专业学生占比较大,专业涉及信息类、土木与环境类、智能制造与先进材料类、智能交通和测量类、能源与动力工

程类、海洋工程类等。上、下学期的课程设置不同,实施分层次教学,体现由易到难,由基础到综合的特点,包含有基础性必做实验、高阶性自选实验、虚拟仿真实验和创新探索实验等多个模块。必做实验模块主要是各类物理量以及传统测量方法的学习,可为高阶性、创新探索型实验的开展打好基础。自选实验模块要求每位同学根据自己的兴趣利用选课系统选择给定实验项目中的一个项目,通过2学时的讲座以及4学时的实验操作完成实验,并撰写实验报告。自选实验内容相较必做实验具有一定的高阶性,但是大多为验证性实验,教学方法以讲授为主,对于学生实践创新能力的培养贡献较弱。

物理实验课程受制于传统的实验教学内容、教学模式以及单一的评价方式等问题^[5],其对于新工科建设的优势并未有效凸显。首先,学生实验内容多为经典、基础实验的学习和操作,主要进行基础理论、基本方法和基本技能的系统训练,缺少自主探究和创新实践的教学环节;其次,教学内容拓展更新和挑战度不足,难以满足新时期不同专业学生的学习需求和兴趣,缺乏前沿性和时代性;教学模式上,多为讲授式的单一化教学,不能很好地调动学生的积极性,也不利于培养学生的实践创新能力;教学评价方式也较为单一,挑战度不足,过程性考核不易衡量。此外,大学物理实验课程中学生专业和基础的差异性也给创新探索型实验项目的开展提出了更高的要求,需要既能融合物理与其他专业,又要难易适中有弹性,满足个性化人才培养的需求。因此,许多高校立足自身特色,从教学理念、教学方法、教学内容、教学模式等角度,积极探索新工科背景下物理实验的改革之路^[5,6]。

形式多样的大学生物理竞赛作为课堂教学的补充,能很好地起到延续物理实验课堂教学成果的作用,目前已成为各大理工院校对学生进行先期工科思维培养的重要一环,且对新工科建设的推进具有促进作用^[7,8]。因此,将物理竞赛融入大学物理实验课程进行教学内容和模式的改革研究非常必要。中国大学生物理学术竞赛(China Undergraduate Physics Tournament,简称CUPT)是国际青年物理学家锦标赛(International Young Physicists Tournament,简称IYPT)的延伸,该赛事以协同创新为主要理念,以团队辩论对抗为主要形式。相关竞赛采用科研素养训练模式,有利于提高大学生解决复杂科学问题的能力、创新能力、团队协作能力和流畅表达能力。

CUPT竞赛采用同年IYPT题目,通常在力、热、电、光等物理分支下共开设17个题目。CUPT赛题贴近实际生活且为开放性物理问题,对标新工科建设CUPT的赛题具有以下优势特征:(1)来源于日常生活与生产技术,体现多学科融合。(2)立足于简单的现象,但其物理机制与科技时代前沿相接轨,具有知识性、趣味性、创新性和前沿性。(3)题目几乎是全开放式的,没有确定的答案,也未设置参量,学生自主研究空间较大,难度有弹性。此外,CUPT的竞赛模式需要学生以组队合作的形式对于实际问题进行理论分析、实验研究、讨论总结并辩论交流。研究表明,这种比赛模式不仅可以锻炼学生分析问题、解决问题的能力,提高科研素养,还能培养学生的创新意识、团队合作精神和交流表达能力,使学生的知识、能力和素质得到全面发展^[9,10]。以新工科建设为蓝图,CUPT能够提供一种多学科交叉融合的平台,已有研究表明CUPT对于新工科建设理念有着很

好的贯彻^[7,8],并有相关研究将CUPT模式进行实验教学设计和实践。因此,CUPT赛题与新工科理念高度契合,且将具有高质量、新前沿、学科交叉特点的CUPT赛题补充到大学物理实验课程的创新探索实验模块中具备可行性。CUPT竞赛模式主要为学生组队-自主探究-教师指导-辩论对抗,虽然符合新工科建设的要求,但是对于人数众多、课时有限的大学物理基础实验教学来说并不能完全套用。

项目式(Project Based Learning,PBL)教学模式是一种对主题和专题做深入研究的教与学的实践模式,旨在把学习者融入到有意义的任务完成过程中^[11]。其对应的项目教学法不像传统教学那样先学习理论知识再解决问题,它“以项目为主线、教师为引导、学生为主体”,主张先练后讲,先学后教,学生自行设计探究方案强调学生的自主学习,主动参与,有利于加强对学生的自学能力、创新能力和实践能力的培养。目前,PBL教学模式在基础教学中得到了大范围地推广运用,并获得了较为显著的教学成效^[12]。因此,将PBL教学模式和CUPT竞赛模式交叉融合对于大学物理实验的教学模式改革具有显著优势。

本研究基于CUPT对于新工科建设和物理实验课程具有的突出优势,在新工科建设的大背景下,针对大学物理实验课程教学现状,以实践创新需求为导向,充分利用物理实验中心的优质教师资源、基础设施资源、线上教学平台资源等,提出以“多元融合、实践创新”为特色的大学物理实验教学设计,如图1所示。将与新工科理念高度契合的CUPT赛题补充到物理实验课程的创新探索实验模块中,丰富课程的分层次教学内容,且将CUPT竞赛模式和PBL教学模式融合,设计与实

基于CUPT的多元融合新工科物理实验教学设计

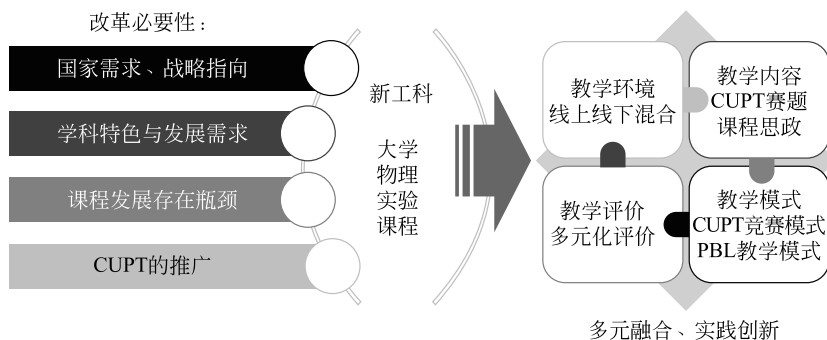


图1 基于CUPT竞赛的多元融合新工科物理实验教学设计思路图

施“2 预+1 讲+2 实践+1 汇报”的多元融合型教学模式,并基于线上线下平台的学习数据和情况对学生进行多元化评价。此外,利用在线网络教学平台充分开展混合教学,设计将饱含思政元素的预习导引资料通过线上平台推送学生预习实验,并建立学生优秀作品案例库,进一步深化物理实验课程的混合式教学改革。本研究以期通过基于 CUPT 竞赛的多元融合新工科教学设计在基础物理实验课程中有效推进新工科建设,在知识传授、能力培养和价值塑造方面为面向未来的高质量新工科人才培养提供思路和解决路径。

2 多元融合新工科物理实验教学改革路径

基于新工科建设的人才培养需求和快速发展的现代信息技术,以线上网络教学平台以及线下教学资源为支撑,提出以“多元融合、实践创新”为特色的大学物理实验教学改革设计,在大学物理实验课程中构建更高层次的创新探索实验模块,深化分层次教学,具体改革路径包括有:混合式教学环境、教学内容、教学模式和教学评价四个方面。

2.1 混合式教学环境

随着现代信息技术以及工具在教育教学中的广泛应用,混合式学习环境已逐渐成为信息时代学习环境的新常态^[13],该环境结合了在线学习和面对面课堂教学的双重优势^[14],可以使学生体验沉浸式学习,全覆盖、全方位、随时随地参与到学习中来^[15],充分体现学生主体地位,实现个性化学习^[16],为大规模、高质量实验教学的开展提供

有效支撑。

同济物理实验中心有实验教学面积约 3000 平方米,实验仪器设备丰富多样,可满足力学、热学、光学、电磁学和近代物理等领域的验证性、综合性、设计性和研究性的物理实验课程和项目教学的需求,为实施基于 CUPT 竞赛的多元融合型创新探索实验打造了坚实的基础。实验中心不仅有专业的实验教师以及管理员团队,大学物理课程的专任教师以及科研团队也广泛深入地参与到了实验教学过程中。此外,经过多年 CUPT 参赛经验累积,以实验中心教师为主,科研岗位教授和工程师共同形成了一支高水平的指导教师团队,核心教师人数超过十人。该教师团队近年还对物理专业强基班和拔尖班的同学进行科研前沿与实践课程的系统指导,专业水平过硬,教学经验丰富,可以为基于 CUPT 竞赛的多元融合新工科物理实验教学改革提供教学指导和支持。与此同时,团队教师一直积极探索基于物理实验课程的教学改革,积累了较多的经验与成果^[17-20]。

在线网络教学平台主要由教学资源管理平台和虚拟实验网站构成(见图 2),其中教学资源管理平台是由“同济物理实验中心”微信公众号和物理实验中心网站耦合构建,两个平台相互绑定,信息同步,可实现通知发布、教学资源共享、交流互动、选课和退课、学生学习过程记录、成绩查询、预习自测题自测、智能问答等功能,满足了资源共享和师生交互的混合教学需求。其中,利用教学资源共享功能,可将 CUPT 的相关实验预习导引资料、实验原理讲义、视频资料等通过在线网络教学平

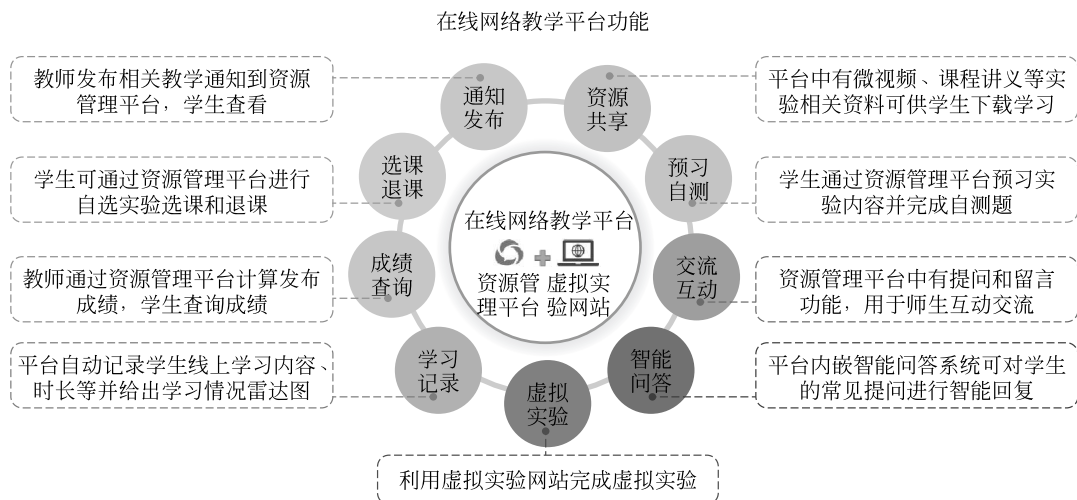


图 2 在线网络教学平台

台推送学生进行学习。此外,还可以共享一些常用的科研模拟、绘图以及数据处理软件使用教程,例如 COMSOL、Zemax、Matlab、Origin 等,为学生开展实践探究提供技术支持。

2.2 教学内容重构

物理实验课程教学内容衔接大学物理课程,涵盖力学、热学、光学、电磁学和近代物理实验中的物理基本原理,涉及误差理论、数据处理方法、基本物理仪器使用、基本实验技能训练以及科学素养的养成等。实验项目按类型可分为基础必做实验、高阶自选实验和虚拟实验,本设计在此基础上提出构建融入 CUPT 赛题的创新探索实验,对原本教学内容进行重构,以期实现基础实验课程与新工科人才培养需求的高效衔接。

CUPT 赛题不仅贴近实际生活,含有丰富的物理知识,而且具有前沿性和时代性,每年 17 道高质量的赛题为多元融合型创新探索实验的开展提供了绵延不绝的优质项目资源。在满足赛题研究内容可大面积开展的条件下,充分对标新工科人才培养的要求,从 2021—2023 年的 CUPT 赛题中挑选了如表 1 所示的题目:

如表 1 所示,CUPT 赛题的知识点不仅涉及前沿热点,也包含一些基础物理实验中常见的物理知识,学生通过必做实验中基本物理量和实验方法的学习,可以更加轻松地适应 CUPT 创新探索实验。CUPT 赛题难易适度有弹性,对实验仪器设备的要求较低,实验现象明显,物理机制却与科技前沿相接轨,非常适合大面积开设给工科专业的学生。例如,光须现象与 2020 年《Nature》杂志中 Observation of branched flow of light 研究论文密切相关;液滴爆炸则与前沿热点马兰戈尼效应有关。此外,这些题目也充分体现了物理学科与工程学科的交叉融合性,例如,旋转磁铁实验包含电磁学和力学知识,还和能源与动力工程、工程力学、机械设备制造及其自动化等工科专业存在联系;神奇的网球塔主要研究塔的结构限制和稳定性,体现了力学与土木工程和工程力学专业的结合。图 3 展示了 2021 年以及 2022 年我校学生参加 CUPT 的部分实验场景照片以及研究成果。CUPT 赛题每年都会更新,因此有利于实现多元融合型创新探索实验项目的更新迭代,可适当将体现新前沿、学科融合的新赛题补充到原有项目中,不断丰富和更新实验项目内容,便于紧

表 1 多元融合型创新探索实验可选实验题目列表

	CUPT 赛题	涉及知识点举例
1	Circling Magnets 旋转磁铁	安培力、磁场力、力矩、 电磁阻尼力
2	Synchronised Candles 同步蜡烛	热辐射、热传导、热对流、 辐射耦合
3	Light Whiskers 光须	光分支流、光的折射、 干涉、衍射
4	Wilberforce Pendulum 韦氏摆	耦合现象、机械能守恒、 刚体运动、扭矩
5	Tennis Ball Tower 网球塔	受力平衡、力矩平衡、 静摩擦系数
6	Droplet Explosion 液滴爆炸	马兰戈尼效应、表面张力、 毛细效应
7	Strange Motion 奇怪的运动	水的抗磁性、磁团聚、 表面张力
8	Saving Honey 拯救蜂蜜	黏性流体、威森伯格现象、 黏滞系数
9	Colored Line 彩色线	薄膜干涉、光栅衍射
10	Oscillating Screw 摆动螺丝	滑动摩擦、静摩擦、 滚动摩擦

跟前沿实现实验内容的可持续性更新和改进。

此外,本研究结合新工科对于“立德树人”的建设理念,积极探索课程思政的融入方式,以达到“润物无声”“春风化雨”的效果。设计将 CUPT 赛题的相关背景介绍融合传统文化、先进文化以及大国工匠精神等思政元素作为实验预习导引的线上教学资源推送给学生,学生对于该类资源的浏览状态以及时长还可通过网络教学平台记录。与此同时,在授课中,身体力行传递追求真理、实事求是、开拓创新的精神,弘扬大国工匠精神,传承科技报国情怀,鼓励学生将自身发展和国家发展与民族复兴结合起来,力争做到课程思政与新工科建设同向同行。

2.3 教学模式重塑

传统实验课程的教学模式较为单一,不利于学生主体地位的凸显以及综合能力培养,因此本研究以建构主义理论、项目教学理论等为基本依据,融合新工科理念以及 CUPT 竞赛理念,将 CUPT 竞赛模式、PBL 教学模式进行有效融合,提

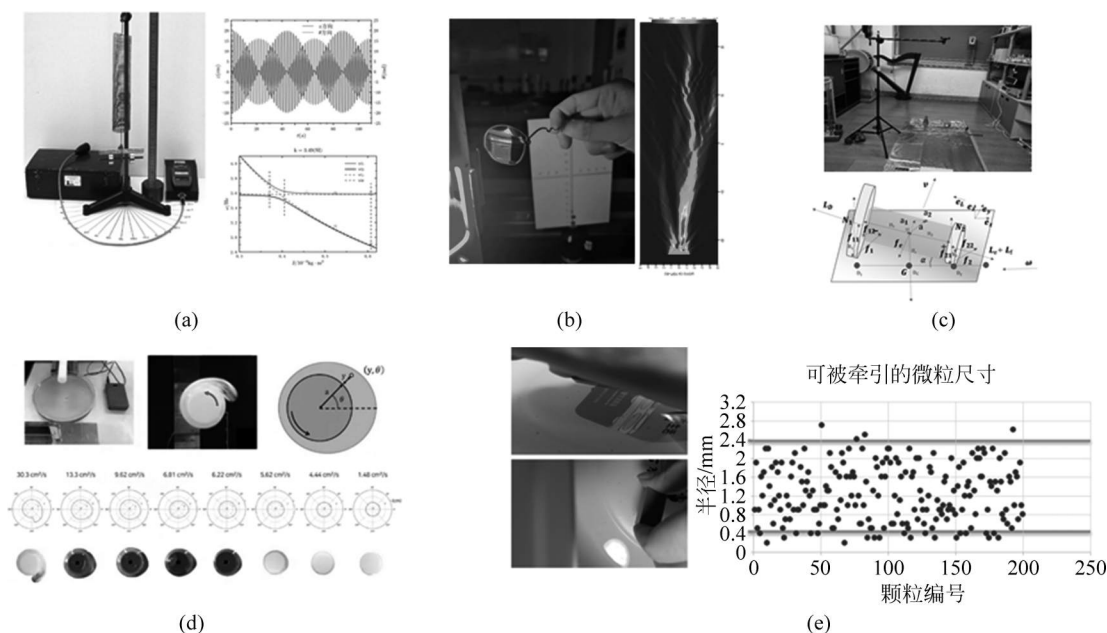


图3 CUPT竞赛中学生实验的场景和实验结果展示

(a) 韦氏摆; (b) 光须; (c) 旋转磁铁; (d) 拯救蜂蜜; (e) 奇怪的运动

出“2 预+1 讲+2 实践+1 汇报”的多元融合型教学模式。该教学模式以 CUPT 为主线,以学生为主体,以教师为引导,通过预实验让学生从尝试入手,从练习开始,可充分调动学生学习的主动性、创造性和积极性等;通过讲座以及两次实验课程,能让学生充分体验自主探究的过程,加强学生解决问题的能力、创新能力和实践能力的培养。此

外,合作探究以及分组汇报的形式,也能有效锻炼学生团结协作和流畅表达的能力。“2 预”包括学生自主预习以及预实验探究;“1 讲”指的是实验理论课的相关讲座;“2 实践”是指 2 次线下实验课程;“1 汇报”则代表学期末的成果汇报。作为多元融合大学物理实验改革的一个初探,以该教学模式开展的创新探索实验的实施流程如下(见图 4):

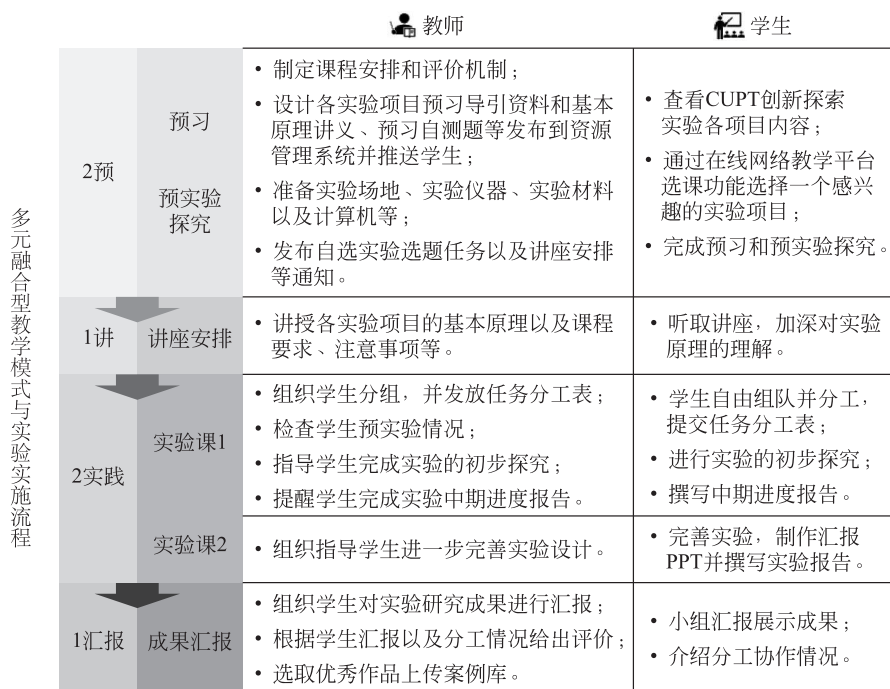


图4 “2 预+1 讲+2 实践+1 汇报”多元融合型教学模式以及创新探索实验实施流程

- “2 预”即课前准备预习阶段,包括由学生自主预习以及预实验探究。在教师公布 CUPT 创新探索实验项目后,学生可根据资源库中提供的实验原理资料以及网上学习资源,自主选择感兴趣的实验项目展开预习并利用手边的材料做出预实验效果。预实验操作可以帮助学生将枯燥的书本知识变成形象、生动、可感官的物理实验现象,更能激发学生的求知欲,带着问题去听实验讲座,学习效率和兴趣也会更高。教师则需要制定相应实验项目的课程安排、教学设计以及评价方案等,上传实验相关学习资源,其中预习材料不仅包含实验基本原理介绍,还要将 CUPT 赛题的相关背景介绍融合传统文化、先进文化以及大国工匠精神等思政元素作为实验预习导引,润物无声地培养学生追求真理的科学精神和科技报国的爱国情怀。教师还需要准备开展实验所需的实验材料和设备等,并发布相应的选课以及讲座安排的教学通知。
- “1 讲”是指 2 学时的讲座,根据 PBL 教学模式先练后讲,先学后教的主张,可由资深 CUPT 指导教师为学生集中授课,介绍所选 CUPT 赛题的基础理论、课程要求以及实验安全注意事项等为学生后续的自主创新探索提供思路和理论基础。
- “2 实践”是指讲座结束后,学生会有 2 次线下实验课程,每次 3 学时,共 6 学时。学生可在实验室中完成组队并和队员一起进行实验探究,第一次实验课后学生需撰写中期进度报告,分析实验数据,总结现有成果,修正实验设计方案,利用第二次实验课进一步完善实验结果。课程中指导老师和管理员老师需组织学生完成分组并填写任务分工表,教师检查学生预实

验操作的情况并根据学生线上学习记录对学生有针对性辅导,协助学生顺利完成实验。

- “1 汇报”是指学期末学生除了提交实验报告以外,还需要以组队汇报的形式介绍实验设计、理论分析、实验分析、数据结果等。每组同学汇报时间为 15 分钟,师生讨论 5 分钟,汇报总用时 2 学时。教师制定合理有效的评价机制,对学生的汇报情况以及实验报告给出评价,其中学生汇报的评分可借鉴 CUPT 竞赛中裁判打分准则,从最基本的物理理论、实验设计、结论以及展示这 4 个角度制定相应的评价量表,全面考察学生的综合能力。

2.4 多元化教学评价

物理实验课程是一门具有实践性、生成性和自主性特征的课程,这也决定了其评价要体现整体性、多元化、过程性和发展性等理念,以适应新的教育模式变化和现代教育理论的发展^[21]。根据实验课程教学特点和要求,本研究的多元化评价体系主要体现过程性考核,总评成绩由线上学习成绩 10%、实验操作成绩 40%、实验汇报及报告 50%三部分综合评定。具体分值比例如图 5 所示。其中,线上学习成绩主要通过学生在线学习情况数据以及自测题成绩进行评定;实验操作考查从预实验以及 2 次实验课中的实验操作技能熟练程度、学生课堂纪律、实验态度、实验安全等方面给予评定成绩;实验汇报及报告成绩主要根据期末汇报答辩表现,以及中期进度报告和创新探索实验报告的内容、数据处理情况、误差分析和实验总结及格式规范程度给予评定。

本研究可利用在线网络教学平台获得学生自测题成绩、在线学习时长、在线学习内容等线上学习记录数据,从而实现线上学习的过程性考核。其中,自测题成绩占比 5%,在线微视频以及讲义

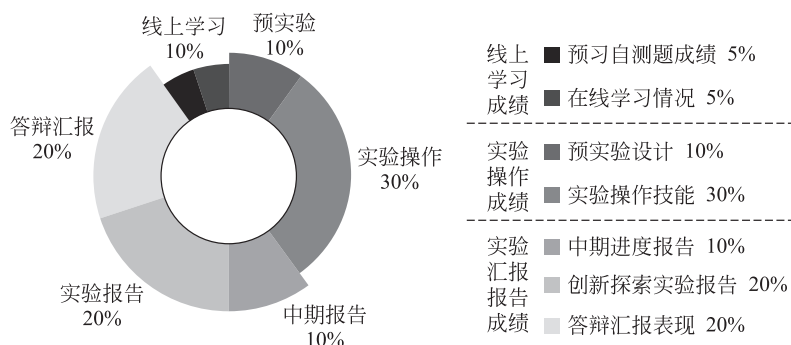


图 5 多元化评价体系成绩构成图

的观看次数、时长和数量会综合测算占比 5%。实验操作成绩主要包括预实验探究设计和实验课中实验操作技能,由任课教师做出评价,共占比 40%。学生通过实验课 1 后需撰写中期进度报告,整理目前已有的理论和实验结果,并作后续的研究计划,该报告在实验 2 中提交,教师进行评分占比 10%。最终的创新探索实验报告的撰写情况占比 20%,研究结果汇报答辩表现占比 20%,具体评价标准参考 CUPT 竞赛评委评分标准,主要从理论分析的正确性、实验设计的合理性、实验结果的正确性以及汇报展示(PPT、讲解和回答问题)这四方面进行综合评价。对于优秀的作品会将其实验设计报告上传到在线网络教学平台的学生优秀作品案例库以示鼓励和表扬。

学生优秀作品案例库是收集学期末优秀的学生作品以及每年同济大学 CUPT 参赛学生的备赛资料,整理成优秀作品案例集上传共享,一方面可作为一种激励机制鼓励学生自主探究,增加其成就感;另一方面,这些案例也可以为参与 CUPT 竞赛以及创新探索实验课程的同学提供研究思路,根据已有研究成果进一步拓展和深化研究方向,实现“以赛促学,以学促赛”的良性循环。

3 结语

新工科建设是高等教育应第四次工业革命和新一轮国际竞争的重要战略举措,要求新工科创新型人才适应并满足未来新兴产业和新经济的发展需要,具有实践能力和创新能力。大学物理实验课程作为工科学生的入门先导实践类课程,在新工科人才培养中具有重要作用,而 CUPT 又与新工科建设理念高度契合。因此,本研究提出在新工科建设的大背景下,针对大学物理实验课程教学现状,以实践创新需求为导向,充分利用物理实验中心的优质教师资源、基础设施资源、线上教学平台资源等,提出以“多元融合、实践创新”为特色的大学物理实验教学设计。将具有高质量、新前沿、学科交叉特点的 CUPT 赛题补充到物理实验课程的创新探索实验模块中,且将 CUPT 竞赛模式和 PBL 教学模式融合,设计与实施“2 预+1 讲+2 实践+1 汇报”的多元融合型教学模式,并基于线上线下平台的学习数据对学生进行多元化评价。此外,利用在线网络教学平台充分开展

混合教学,设计饱含思政元素的预习导引资料并推送学生预习实验,建立学生优秀作品案例库,进一步深化物理实验课程的混合式教学改革。本研究致力于通过基于 CUPT 竞赛的多元融合新工科教学设计在基础物理实验课程中有效推进新工科建设,在知识传授、能力培养和价值塑造方面为面向未来的高质量新工科人才培养提供思路和解决路径。

参 考 文 献

- [1] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
LIN J. The construction of China's new engineering disciplines for future[J]. Tsinghua Journal of Education, 2017, 38(2): 26-35. (in Chinese)
- [2] 樊英杰. 以工程思维能力培养为导向的大学物理实验教学改革与创新[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 171-175.
FAN Y J. Reform and innovation of college physics experiment teaching based on cultivation of engineering thinking ability[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2021, 40(4): 171-175. (in Chinese)
- [3] 徐瑛, 王思涵, 李海军, 等. 基于新工科背景下大学物理实验课程改革的探讨[J]. 大学物理实验, 2021, 34(2): 126-128.
XU Y, WANG S H, LI H J, et al. Discussion on the reform of college physics experiment course under the background of new engineering[J]. Physical Experiment of College, 2021, 34(2): 126-128. (in Chinese)
- [4] 李莉, 裴艺丽, 张师平, 等. 新工科大学物理实验课程教学调研与改革实践[J]. 物理与工程, 2021, 31(6): 174-182.
LI L, PEI Y L, ZHANG S P, et al. Research and practice in college physics experiment teaching reform for emerging engineering education[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(6): 174-182. (in Chinese)
- [5] 吴小平, 朱晖文, 李超荣, 等. 基于新工科理念的物理实验教学资源建设新途径的探索[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 155-158.
WU X P, ZHU H W, LI C R, et al. Exploration on the way of physical experiment teaching resource construction based on the new engineering concept[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2021, 40(4): 155-158. (in Chinese)
- [6] 周红仙, 王毅. 新工科背景下基于 OBE 的大学物理实验教学方法研究[J]. 大学物理实验, 2020, 33(5): 141-145.
ZHOU X H, WANG Y. Research on college physics experiment teaching based on OBE model for new engineering education construction[J]. Physical Experiment of College, 2020, 33(5): 141-145. (in Chinese)

- [7] 高雅纯, 张修明, 吴喆. CUPt 竞赛在《大学物理》新工科课程教学改革中的应用[J]. 教育现代化, 2020, 7(54): 24-27.
- GAO Y C, ZHANG X M, WU Z. Application of CUPt competition in teaching reform of new engineering course of college physics[J]. Education Modernization, 2020, 7(54): 24-27. (in Chinese)
- [8] 安炜, 徐平, 王峥. 浅谈大学生物理竞赛与新工科建设[J]. 物理通报, 2022(2): 38-41.
- AN W, XU P, WANG Z. Brief talking on university students' physics competition and new engineering construction[J]. Physics Bulletin, 2022(2): 38-41. (in Chinese)
- [9] 李业凤. 依托物理学术竞赛平台 探索培养学生的实践创新能力[J]. 实验技术与管理, 2014, 31(5): 14-16.
- LI Y F. Exploration on cultivating students' practical innovation ability based on a physical academic competition platform[J]. Experimental Technology and Management 2014, 31(5): 14-16. (in Chinese)
- [10] 王珩, 徐世峰, 王利岩, 等. 以物理学术竞赛为依托培养高素质人才——以沈阳航空航天大学为例[J]. 大学物理实验, 2020, 33(3): 118-121.
- WANG H, XU S F, WANG L Y, et al. Cultivation of high-quality talent based on China undergraduate physicists' tournament—Shenyang Aerospace University as an example[J]. Physical Experiment of College, 2020, 33(3): 118-121. (in Chinese)
- [11] 李志河, 张丽梅. 近十年我国项目式学习研究综述[J]. 中国教育信息化, 2017(16): 52-55.
- LI Z H, ZHANG L M. A review of project-based learning research in China in the last decade[J]. Chinese Journal of ICT in Education, 2017(16): 52-55. (in Chinese)
- [12] 全月荣, 肖雄子彦, 张执南, 等. 产教深度融合背景下项目式教学模式探析[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(7): 185-189.
- TONG Y R, XIAO X Z Y, ZHANG Z N, et al. Analysis of the mode of project-based teaching under the background of deep integration of industry and education[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2021, 40(7): 185-189. (in Chinese)
- [13] 韦怡彤, 王继新, 丁茹. 混合式学习环境下深度学习导向的协同知识建构模式研究——以《教育技术学导论》课程为例[J]. 中国电化教育, 2019(9): 128-134.
- WEI Y T, WANG J X, DING R. The collaborative knowledge building model guided by deep learning in blended learning environment: taking the course "Introduction to education technology" as a sample[J]. China Educational Technology, 2019(9): 128-134. (in Chinese)
- [14] DELIALIOGLU O, YILDIRIM Z. Students' perceptions on effective dimensions of interactive learning in a blended learning environment[J]. Educational Technology & Society, 2007, 10(2): 133-146.
- [15] 陈晓书, 成诗敏, 王华, 等. “互联网+”时代的高校混合式教学改革实践探索——以“Scala 技术与应用”课程为例[J]. 数字教育, 2022, 8(3): 78-85.
- CHEN X S, CHENG S M, WANG H, et al. The practical exploration of college blended teaching reform in the era of "Internet+"—A case study of the course of "Scala technology and application"[J]. Digital Education, 2022, 8(3): 78-85. (in Chinese)
- [16] 吴南中. 混合学习空间: 内涵、效用表征与形成机制[J]. 电化教育研究, 2017, 38(1): 21-27.
- WU N Z. Blended learning spaces: connotations, utility representation and formation mechanism[J]. e-Education Research, 2017, 38(1): 21-27. (in Chinese)
- [17] 袁佳宇, 邵晓婷, 陈卓, 等. 基于微信公众号的物理实验智能问答系统教学应用[J]. 物理与工程, 2019, 29(S1): 55-57, 63.
- YUAN J Y, SHAO X T, CHEN Z, et al. Teaching application of physics experiments intelligent question answering system based on WeChat public platform[J]. Physics and Engineering, 2019, 29(S1): 55-57, 63. (in Chinese)
- [18] 王琦, 邱红, 谢铁文, 等. 基于大学物理实验混合式教育模式与评价体系研究[J]. 物理与工程, 2021, 31(S1): 19-27.
- WANG Q, QIU H, XIE T W, et al. Research on blended education mode and evaluation system based on university physics experiment[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(S1): 19-27. (in Chinese)
- [19] 倪晨, 李渔迎, 方恺, 等. 学科竞赛视角下项目式实验教学的研究——以第三届“卓越杯”大学生物理实验竞赛为例[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(8): 256-262.
- NI C, LI Y Y, FANG K, et al. Study on the project-based experimental teaching mode from the perspective of subject competition—Taking the third "Excellent Cup" physics experiment competition as an Example[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2022, 41(8): 256-262. (in Chinese)
- [20] 李渔迎, 倪晨, 刘冰洁, 等. 物理虚拟仿真实验的可视化学习分析——以“霍尔法测量磁场”实验为例[J]. 现代教育技术, 2022, 32(9): 91-99.
- LI Y Y, NI C, LIU B J, et al. Visual learning analysis in physical virtual simulation experiment—Taking the experiment of "Hall method to measure magnetic fields" for example[J]. Modern Educational Technology, 2022, 32(9): 91-99. (in Chinese)
- [21] 马玲玲. 基于 CIPP 模型构建综合实践活动课程评价指标体系[J]. 教学与管理, 2020(9): 115-118.
- MA L L. Constructing a comprehensive practical activity course evaluation index system based on CIPP model[J]. Journal of Teaching and Management, 2020(9): 115-118. (in Chinese)