

《大学物理实验》课程的创新设计与实践

王亚芳, 蒋芸, 董爱国, 郑志远, 董敬敬

中国地质大学(北京)数理学院 物理实验教学中心, 北京 100083

DOI: 10.61369/ETR.2026150020

摘 要 : 《大学物理实验》课程是中国地质大学(北京)理工科大学生的公共必修课, 课程通过对物理情境的创设培养学生的动手操作能力, 创新性思维, 批判性思维, 以及尊重事实的科学素养和探索未知的勇气。针对大一新生动手能力不足, 缺少自主探索意识, 课时有限等问题, 中国地质大学(北京)物理实验中心教师团队通过创设浸入式教学环境, 重构教学内容, 应用灵活多样的教学方法, 课堂延伸化等手段, 因材施教, 实现了培养学生动手能力和科学思维的目的。并且, 在整个教学环节中, 团队通过将思政元素自然融入物理实验课程, 对学生进行了直面困难、不盲从权威、尊重客观事实等情感价值的灌输和培养, 并起到了很好的教学效果。

关 键 词 : 大学物理实验; 教学环境; 课堂延伸; 因材施教

The Design and Practice of "College Physics Experiment"

Wang Yafang, Jiang Yun, Dong Aiguo, Zheng Zhiyuan, Dong Jingjing

Center of Physics Experiment Teaching, School of Science, China University of Geosciences, Beijing 100083

Abstract : College Physics Experimental is one of the compulsory courses for students whose major are science and technology or related. The course aims to improve students' s technology skills and train them to think creatively and critically while encourage them to respect the facts and discover unknown. Considering the poor practical ability and self-exploring consciousness of freshmen and the limit of training time, the teaching group from China University of Geosciences Beijing create the science environment, design the teaching contents, and use different teaching ways to teach students. Besides, during the teaching process, the teaching group melt the philosophy elements into the process to teach students the way of thinking.

Keywords : college physics experiment; teaching environment; the extension of the course; individualized teaching

一、课程的定位和培养目标

《大学物理实验》是中国地质大学(北京)面向理工科学生开设的公共必修课。该课程有着丰富的内涵, 它所创设的研究情境及对学生动手能力的培养, 是其他课程难以相比的; 它能够引导学生细致观察, 深入研究, 激发学生的想象力、创造力、批判性思维, 能够培养和提高学生开展科学研究的素质和能力。其次, 《大学物理实验》课程是物理学理论知识与实际应用相结合的桥梁, 是知识型人才到创新人才培养的必需途径, 每个实验内容都是一个浓缩版的科学研究, 能让学生体验到科研的所有环节。此外, 物理实验中还蕴含很多的思政元素, 能够起到培养学生科学素养、家国情怀的作用^[1]。

基于对《大学物理实验》课程的定位和认识, 中国地质大学(北京)物理实验中心教学团队制定了课程的基本目标, 分别从知识、能力、品格和素养等四个方面对学生进行培养。在知识目标方面, 课程通过学生对实验理论知识的学习, 实现现象的观察, 实验过程的完成, 实验结论的解释, 夯实学生对物理学基本概念、基础知识、基本原理的认识和理解; 在能力目标方面, 课程通过对实验过程中实验仪器的操作, 实验中出现问题

处理, 实验误差的分析和讨论, 培养学生的动手能力、提出问题及解决问题和创新思维的能力^[2-7]; 在品格目标上, 课程通过经典实验背后的故事, 特别是科学家们百折不挠, 独立思考、追求真理的故事来塑造学生们实事求是, 勇敢创新, 独立思考的品格; 在素养目标上, 课程利用物理理论中所蕴含的哲学思想树立学生辩证唯物主义世界观, 培养学生创新性、批判性的科学精神和素养。

二、课程面临的教学问题

为了实现前面提到的教学目标, 中国地质大学(北京)物理实验中心首先对目前《大学物理实验》教学中存在的问题进行了梳理, 发现教学过程中存在的问题如下:

(一) 学生的观察和动手能力普遍薄弱

大部分同学所在的初高中物理授课体系中, 更重视理论知识的传授, 轻视实际动手能力, 且高考物理也只有书面测试, 即使有实验考核也多是“纸上谈兵”, 并没有实验动手环节, 所以导致大一新生普遍存在的问题就是观察能力和动手能力比较薄弱, 比如在光学实验中要求学生调节光学元件“等高共轴”, 但是由

第一作者简介: 王亚芳(1980-), 女, 宁夏隆德人, 博士, 教授, 主要从事大学物理实验教学, 研究方向为固体发光材料。

于大多数学生没有“先粗调后细调”的意识，在操作过程中感觉调节难度大。

（二）学生缺乏自主探索的意识

我国现行的教育体系中，为了提高效率，通常只能大班教学，通过对学生进行重复性训练来提高对知识的掌握，这导致学生进行自主探索的意识非常薄弱，很少有同学能够主动提出问题，并进行研究，而这恰恰是创新性人才最需要培养的部分。我们原有的实验教学内容也是沿用传统，以重复验证经典实验为主，设计性实验，设计性内容较少，没能给学生提供更多的创新空间。

（三）实验课时不断压缩

此外，随着学校新一轮本科生培养方案的修订，《大学物理实验》原来就非常有限的课时从64学时被压缩到48学时，这导致部分实验题目只能被砍掉，每个实验题目涉及的内容也会被压缩，这让原来就紧张的教学任务更加难以完成，为了实现教学目标，只能要求学生在有限的时间里完成已经重复性比较好的实验，不可能给学生更多的时间去试错。

如何在安全、不损坏仪器的情况下提高学生的动手能力，激发学生求知探索的热情，如何实施“因材施教”，如何克服“压缩学时”带来的问题，加强品格培养及素养的提升，成为《大学物理实验》课程教学团队所面临的主要挑战和要解决的问题。

三、课程的教学创新理念及具体实践

（一）课程内容和设计多元化

首先，在课程体系上，《大学物理实验》课程构建了“以学生的全面发展为中心”的课程体系，涵盖力、热、光、电和量子等物理学的知识模块（图1a），实验安排按照难度梯度设置（图1b），并增加了一些有地学特色实验或者实验内容，并将每个实验题目设置为必做、选做和设计型题目，从而实现“因材施教”。



图1a、课程体系的知识点覆盖内容 b、课程教学的难度设计

1. 按照认知规律进行课程内容设置

根据学生的认知规律，按照先基础，后拔高的思路，分别按照难度梯度，从演示物理，基础实验，综合性实验的难度梯度进行合理配置。演示实验重广度和观察；基础实验重基本操作和基本知识点；综合性实验重思考和设计，内容上更强调应用所学的知识去解决某一实际问题或者测量某一物理常数。

2. 设计具有地学特色的实验内容

在充分考虑到我校学生的特点和所学专业特色的基础之上，设计并安排了一些与地学专业相近的实验题目或者加入了相关的实验内容（图2），例如在密度实验中加入利用密度进行矿物岩石的鉴定，在偏光显微镜的组装实验中加入了对矿物样品形貌的观察，磁场测量实验中加入地磁场的测量，显微镜实验中加入了对

察盐类结晶。这些实验题目或者实验内容的安排让学生能够体会到物理学技术的应用与重要性，既激发了学生学习的动力，同时也为后续的专业课程学习和相关行业的发展打下了良好的基础。

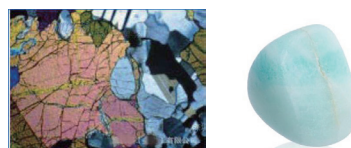


图2、地学特色实验 (a) 偏光显微镜的设计 (b) 宝石密度的测量与鉴定

3. 按照因材施教的原则进行课堂设计

教学团队对于实验内容，特别是综合性实验，的设计中充分考虑学生的差异化，设置了必做内容和选做内容。设计性内容，然后根据学生完成实验的情况，进行分类自主性学习，例如在霍尔效应实验中，验证霍尔电压和工作电流、外加磁场的关系是必做内容，但是霍尔电流计实验的设计做为选做部分，这样既让所有的同学都掌握基本知识和技能，对于学有余力的同学提高难度，有利于培养高阶性人才。

（二）教学方式灵活化

教学团队在课堂教学中根据学生接受的能力进行分层次教学，并尝试使用新的教学模式进行教学改革，例如通过同伴互助（塞曼效应，双光栅测微弱振动），问题引导（RLC 电路设计实验）等模式^[8-10]提高学生的参与度，引导学生主动思考，改变学生“重复模仿，缺乏自己思考，缺乏自主探索意识”的问题，从而激发学生的学习兴趣，提高学生的内生动力。

（三）教学课程信息化

教学团队一直坚持将信息技术引入到实验物理教学中，这既是信息化教育的需要，也是提高学生的学习的便捷性、自主性和更好的提高教学质量，教学水平的内在要求^[11]。团队利用网络平台、仿真软件系统、微课视频、微信公众号等手段，初步建立并完善了基于信息技术的大学实验物理教学体系（图3），教学团队利用该系统实现了线上线下混合式教学。

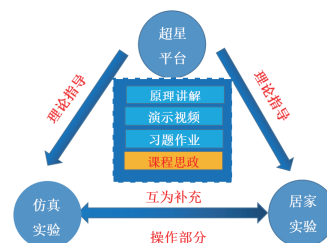


图3、利用超星平台建立的课程体系

（四）实验课堂延伸化

针对受限于实验课时，课堂实验基本是以重复性实验为主，自主性设计性实验没法开展等问题，教学团队鼓励学生课后开展“自主实验”、“居家实验”^[23]。虽然自主实验不能像学校实验室一样提供精密的仪器给学生，实验的难度提升，精度降低，但是，却能够让学生体验到整个科学研究的全过程，从设计方案、搭建装置、测量数据到误差分析等，这些过程的体验对学生能力的培养效果非常好，尤其在疫情期间起到了很好的补充作用。

其次，教学团队以大学生物理实验竞赛，大学生创新项目为

抓手,通过“以赛促教,以赛促学”调动教师和学生的积极性,将课堂延伸到课后。教学团队利用学校大创项目,全国、华北地区、北京市、学校举办的大学生物理实验竞赛,对学有余力的学生进行个性化培养,重点培养学生的创新意识和研究能力。在实践过程中除了实验技能训练外,还对学生进行挫折、喜悦、成就、分享等情感的渗透,从而培养出德智体健全的创新型人才。

(五) 教学环境的创设

教育需要熏陶,是一个“随风潜入夜,润物细无声”的过程,基于这一点的认识,教学团队充分利用教室墙面,楼道等空

间,进行经典实验,科普知识、榜样人物的宣传,为广大同学营造良好的物理实验教学环境,让同学们浸入到浓厚的科学实验研究的氛围中,让同学们在上课和课间休息的同时能够感受到物理实验知识的魅力和人文精神的熏陶。这种良好氛围的营造、美育文化的建设,更好地激活了学生的自发力量,也同时筑牢了师生共同的精神家园。

综上,中国地质大学(北京)教学团队的这些创新教学模式具有很好的教学效果,具有可推广性。

参考文献

- [1] 黄文奇,于岩.大学物理实验课程思政和创新教育探索——以光敏传感器实验为例[J].物理通报,2022,(8):108-112.
- [2] 周晓红,陈杰,张西平,等.基于创新创业教育理念在大学物理实验课程改革探索与实践[J].大学教育,2021,(1):148-150.
- [3] 钱霞,杨效华.以问题解决为手段在大学物理实验课程中培养学生的实践能力和创新能力[J].物理与工程,2015,(4):73-76.
- [4] 杨圆,肖沛,林季资,赵越.基于理论与实验融合模式的大学物理课程教学探索[J].中国现代教育装备,2020,(17):98-99.
- [5] 林二妹.改革大学物理实验教学,促进学生创新能力的培养[J].广西物理,2020,41(3):76-78.
- [6] 林文硕.创新创业教育理念在大学物理实验教学中的探索[J].大学物理实验,2020,33(2):116-121.
- [7] 陆静,刘仁臣.基于创新实验的大学物理实验教学实践[J].教育教学论坛,2019,(42):267-268.
- [8] 蒋芸,王亚芳,董爱国,等.大学物理实验自适应学习系统的设计与探索[J].实验技术与管理,2020,37(11):195-198.
- [9] 蒋芸,王亚芳,董爱国,等.问题引导型物理实验自主学习模式的探究[J].实验室研究与探索,2017,36(8):237-240.
- [10] 王亚芳,蒋芸,董爱国,张自力.同伴互助教学模式在大学物理实验中的尝试和探索[J].物理与工程,2017,27:158-159.
- [11] 王亚芳,蒋芸,周惟公,董爱国,张自力,郑志远.信息化技术在大学物理实验中使用效果的研究与思考[J].大学物理,2016,35(5):37-41.
- [12] 王亚芳,高义,陈倩,等.利用手机Phyphox软件开展居家实验的实践与思考[J].实验室研究与探索,2022,41(1):249-253.