

能力培养视角下大学物理实验教学研究与探索

郭冰, 刘存海, 孙江, 刘芬芬

海军航空大学, 山东 烟台
Email: 15949710996@163.com

收稿日期: 2020年12月11日; 录用日期: 2021年1月5日; 发布日期: 2021年1月13日

摘要

探索互联网背景下时代对人才的要求, 研究能力培养的重点方向。以能力培养为目标, 结合实验教学特点, 从课堂教学设计和教学资源角度出发, 提出了实验分组教学的方法、泛在学习环境教学资源建设思路, 搭建了“两维一体”框架, 为实验类课程的教学提供了一种普适的、可行的方案。

关键词

大学物理实验, 合作学习, 泛在学习环境

Research and Exploration of University Physics Experiment Teaching from the Perspective of Ability Training

Bing Guo, Cunhai Liu, Jiang Sun, Fenfen Liu

Naval Aeronautical University, Yantai Shandong
Email: 15949710996@163.com

Received: Dec. 11th, 2020; accepted: Jan. 5th, 2021; published: Jan. 13th, 2021

Abstract

To explore talent requirements under the background of the Internet era, this paper discusses the key direction of ability training. Taking the ability training as the goal and combining with the characteristics of experimental teaching, from the perspective of classroom teaching design and teaching resources, this paper puts forward the method of experimental group teaching and the idea of teaching resources construction in ubiquitous learning environment, and sets up a “two dimensional integration” framework, which provides a universal and feasible scheme for the

teaching of experimental courses.

Keywords

College Physics Experiment, Cooperative Learning, Ubiquitous Learning Environment

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

为瞄准未来挑战,培养高素质的新型人才,各院校积极开展教学改革。在“互联网+”的现代信息环境中,知识和技术的积累变为底层的铺垫体系,而能力的培养是绿色、可持续的,是人才培养的灵魂,是素质形成的基础。实验教学作为高等教育中的重要分支,是培养学生综合素质能力的有效途径[1]。其中,《大学物理实验》是基础实验,不仅可以加深学生对相关物理知识的理解,还可以促使学生在实践中将物理原理融会贯通,将实验方法活学活用,将设备仪器改造升级,将科学思维逐渐渗透在各学科领域及工程军事应用中。本文锁定人才能力培养,以互联网时代要求为研究起点,探索大学物理实验的课堂教学设计和实验室信息化建设的方法,帮助学生获得良好的学习体验,充分发挥主观能动性,完成能力的提升。

2. 大学物理实验教学面临的问题

在“互联网 + 教育”的跨界与融合过程中,大学物理实验面临以下问题:

(1) 综合素质能力包含多种能力,表述较为概括,在教学中不具有普遍的指导意义。目前很多实验类教学研究是围绕操作能力、创新能力展开的,具有时代特点,却不够全面。若面面俱到,把涉及的能力培养展开来讲,又没有重点。在“互联网 + 教育”中,互联网时代对人才提出的要求聚焦在哪些方面?人才能力培养的重点方向又是什么?这些问题急需回答。

(2) 大学物理实验一般实行小班化教学,但同多数实验教材一样,教学过程也多为模块式环节:实验目的、实验仪器、实验原理、实验内容与步骤、数据处理、思考题。课堂教学中,学生易出现以下问题:对实验原理囫圇吞枣,不深入思考其中的实验方法和实验思想;对实验仪器一知半解,不能体会其中的设计构造及各部分功能;对实验内容与步骤只是机械操作,不理解其中的顺序性、关联性、技巧性;对实验数据缺乏分析,不能主动判断正误、控制误差等等。如果在这些基本环节中不能发挥学生主观能动性,更谈不上创新等能力的培养。总之,没能充分调动学生积极性,没能充分发挥小班化教学优势,没能将能力培养深层次渗透与积累。

3. 互联网背景下能力需求分析

要解决以上问题,首先从时代背景入手,探索能力培养的重点方向。互联网背景下,时代对人才提出了新的要求,主要聚焦在以下四个方面,如图1所示。

互联网时代要求“协同作战”。互联网时代的内在要求,是各资源各元素之间不仅有密不可分的理论支撑,更需要深层的统筹调度、整合优化,使其做到物尽其用,进行有效的协同作业。避免资源的重复生成,注重各元素间的无缝对接,这是绿色、可持续发展的必要条件。

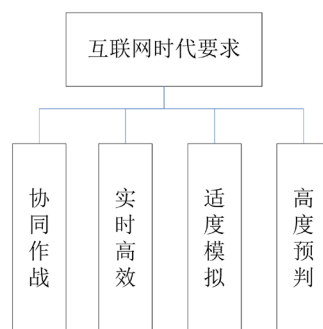


Figure 1. Requirements in the Internet Era

图 1. 互联网时代要求

互联网时代要求“时效性、高效性”。在“互联网+”的大数据时代，个体可借助其庞大的信息量，增加知识的宽度和广度，为互联网时代的具体要求扩疆拓土。但信息繁杂，知识更新迭代速度快，很多内容具有时间节点。所以，慧眼识珠，高效地猎取有时效性的知识，用科学的方法实现其价值转换是人才培养的目标之一。

互联网时代要求“适度模拟”，即利用虚拟模拟技术，但不依赖。信息、模拟、3D、虚拟现实等是一种有效工具，要熟练掌握、灵活运用。但由于虚拟情景中预设情节多等特点[2]，模拟场景与真实体验存在一定差异。过度的模拟训练，可能会造成工作中对现实状况的误判。所以，要有效地、适度地利用，绝不能过分依赖。

互联网时代要求“高度分析预判断能力”。在信息有限、汇聚诸多不确定因素的复杂系统面前，参与者必须有清晰的分析能力、准确的表达能力来兼顾全局，出谋划策。所以，高度的分析能力、预判断能力是创新人才培养的任务之一。

考虑互联网时代对人才的需求，挖掘相应能力培养的重点方向。如表 1 所示。

Table 1. Capacity requirements matching analysis

表 1. 能力需求匹配分析

互联网时代要求	信息能力	分析能力	组织能力	语言能力	执行能力	创新能力
协同作战	✓		✓	✓	✓	
实时高效	✓	✓		✓	✓	✓
适度模拟	✓	✓			✓	✓
高度预判	✓	✓		✓		

互联网特点是连接、分享、体验。联系以上分析的能力培养重点方向，结合大学物理实验特点，从组织教学对象和教学资源两个角度，锁定小组合作学习和泛在学习环境展开探索，目标是帮助学生获得良好的学习互动体验，即“两维一体”，见图 2。在体验学习中，将知识固化为基础，将认知升级为思维，将方法内化为能力。

4. “三要素法”应用于实验分组教学

实验思想和实验方法是贯穿实验的主线，合作学习不但有利于思维方式的形成和培养，更促进了多种思维方式的碰撞，促进信息的交流及提炼，激发创新的意愿及方向，促成团队的协作[3]。尤其在大数据

据时代, 协同合作的力量也是创新力量的源泉。而在专题式教学、翻转课堂教学法、参与式教学法等多种教学方法[4]中, 都可以组织小组合作学习。所以, 探索小组合作学习的组织方式对提高教学效果有重要意义。

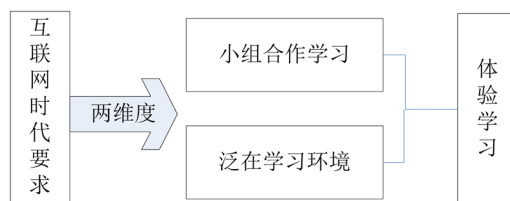


Figure 2. Organizational framework for teaching

图 2. “两维一体”教学组织框架

为充分发挥小组合作学习的优势, 调动小组各成员的积极性, 可以按“三要素法”组织实验分组教学。如图 3 所示, 分三步: 第一, 做好人员分组; 第二, 任务驱动; 第三, 包容性评价机制。

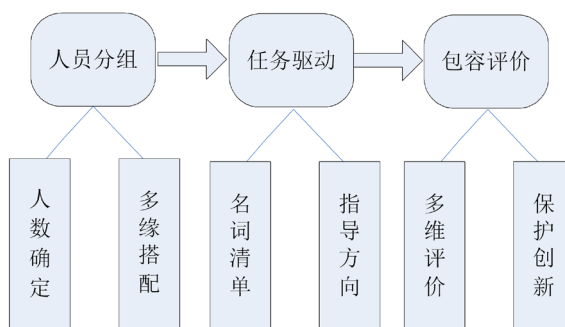


Figure 3. “Three-Factor Method”

图 3. “三要素法”

4.1. 人员分组

首先, 每组人数要科学设定, 可由《大学物理实验》课程的特点和学生情况综合考虑。课程按难易程度分为基础实验、综合实验、设计实验三类, 教学顺序也遵循认知规律, 按照从易到难依次进行。分组如表 2 所示。(1) 基础实验虽相对简单, 却被基本没实验基本功的大一学生最早接触。学生在中学阶段接触实验个数有限, 没有接收过系统训练; 演示实验和定性观察居多, 对实验结果和数据处理要求不高。在学生对实验室环境、实验基本理论、实验技能等都不了解、不熟悉的情况下, 建议将传统的一人一组改为两人一组, 其优点是: 给学生留出交流、讨论的余地, 互帮互助, 避免挫折带来的学习兴趣低下, 使其快速熟悉实验课的特点; 促使两人相互监督, 便于及时发现常见错误, 从一开始就培养良好的实验习惯。(2) 综合实验虽然难度增加, 但学生已经掌握了一定的实验方法和实验操作技能, 故可沿用两人一组的分组方式。(3) 设计实验在深度有了延伸、广度上有了拓展, 强调了对实验的内容步骤等设计、装置操作的自学及创新, 可根据情况将分组人数增至三人, 促使学生分工合作、集思广益, 发挥主观能动性。

其次, 每组成员要多缘性搭配[5]。《大学物理实验》授课对象的学习起点、学习目标、学习动机比较统一, 可制定硬性标准和弹性标准联合机制来保证成员搭配的多样性。硬性标准为: 将不同专业的、不同成绩段的学生分为一组; 不同类实验阶段更换小组成员搭配。弹性标准为: 可按照学生对力学、热学、光学、电磁学的感兴趣程度分组; 可按照软件类、实验装置改进类、物理量测量类等不同创新意愿

分组，等等。弹性标准主要是针对整个教学班中每个学生的特点或兴趣爱好而言的，使学生的选择更贴近自身的需求，尤其在实验拓展环节，体现了对学生意愿的尊重。两种标准综合考虑，确保分组更加科学。弹性标准还体现在鼓励、引导学生自主创新环节中。基于大学物理实验的创新实践活动是体现小组创意的竞技场，也是考查学生主观能动性的重要途径。为充分地发挥学生的自主学习能力、组织能力、分析能力等，采用的是自由组合形式，由具体创新项目发起人自行组织，教师负责根据项目和已选成员特点，给出指导意见。分组方法如表 3 所示。

Table 2. Number of students in periodical groups

表 2. 《大学物理实验》课程阶段性分组人数

实验阶段	特点	人数分配	说明
基础实验	内容简单，但学生实验基础较弱。	2 人一组	给学生留出交流、讨论的余地；促使两人相互监督。
综合实验	实验难度增加，同时学生已经具备一定的实验方法和操作技能。	2 人一组	沿用基础实验人数分配。
设计实验	实验深度、广度进一步拓展。	2~3 人一组	强调设计性和创新性，促进学生群策群力，分工协作。

Table 3. Grouping method

表 3. 分组方法

分组标准	参考方法(可由实践进一步拓展)
硬性标准	(1) 不同专业、不同成绩段的学生搭配分组。 (2) 同类实验阶段更换小组成员搭配。
弹性标准	(1) 按照学生对力学、热学、光学、电磁学的兴趣爱好分组。 (2) 按照软件类、实验装置改进类、物理量测量类等不同创新意愿分组。

4.2. 任务驱动

将每个实验项目作为任务交给小组成员。摒弃了传统的以讲授为主的教学方法，而是将实验过程变成解决问题的实践过程。学生将围绕实验任务，展开一系列的探索与互动[6]。

任务驱动形式的教学对教师的要求为：首先，需要对实验的内容事先做好多角度组合与设定，模块化名词形式列清单，简单易记，方便检索与拓展，供各组选择与发挥；其次，及时把握学生探索方向，避免偏离主题；鼓励学生间讨论，就重要问题形成书面解决方案，再推敲细节，由此锻炼学生的分析能力、理论联系实际能力、语言表达能力、有效交流能力，促进批判性思维及严谨科学态度的形成。应用于实验课例，如表 4 所示。

4.3. 包容性评价机制

从能力培养的角度，为了更有针对性、更客观地评价学习效果，更好地因材施教，将多种维度的评价方法融入到过程性考核中。以下给出了适用于《大学物理实验》课程的六种考核方法，可根据具体情况，进行选择、灵活组合。考核方法如表 5 所示。

除此之外，《大学物理实验》的授课对象为步入大学不久的学生，与实验、实践活动相关的理论、心理、技能等都有待提高。《大学物理实验》不同于高中的物理实验课，它是一门独立的课程，旨在培养学生科学思维和创造能力，严谨的科学作风及坚忍不拔的科研精神。基于这两个原因，本课程可以认定为培养学生科研能力和科研习惯的“启蒙”课。基于《大学物理实验》课程展开的创新活动项目也属于“启蒙”阶段，即有创新的意思，还没有足够的理论和技术知识来支撑。依照鼓励学生大胆创新、努

力拓展的初衷,创意是可以放眼未来技术及社会需求的。所以,包容性评价机制的建立就迫在眉睫,与以上考核方式相辅相成,引导学员积极创新。

Table 4. List of sound velocity measurement experiment

表 4. 名词清单式任务驱动应用于声速测量实验

课堂环节	名词清单	基本任务(学生可自主多分支拓展)
课前预习	声波 声纳 示波器 压电陶瓷换能器	(1) 声波的分类。 (2) 声纳与雷达的区别、应用环境。 (3) 示波器的作用、示波器的使用条件、使用方法。 (4) 压电陶瓷换能器的作用、特点。
实验原理	声速 驻波 李萨如图形	(1) 与声速有关的物理量、公式等。 (2) 与驻波相关的概念:波长、波腹、波节等。 (3) 李萨如图形形成条件、图形变换规律等。
实验操作	实验仪器 实验步骤 注意事项 实验数据	(1) 实验仪器名称、结构,各部分功能等。 (2) 根据实验任务梳理实验步骤。 (3) 分析实验影响因素、注意事项。 (4) 选择数据记录方式、处理方法。
拓展创新	创新应用 测量方法	(1) 以解决生活生产中实际问题为导向,拓展声速测量的应用场景。 (2) 对比声速测量的方法,进行拓展、创新。

Table 5. Assessment method

表 5. 考核方法

考评模式	适用条件	概述
以证代考	结合专业特点选择。	一级指标:专业契合度、考试等级、成绩等级、参考次数、认证数量、兴趣融合度。
基于笔试的实验分级考评模式	针对不同层次学员设置,有一定的选拔性。	检验基础知识、技能,模块化选题,分三轮进行。
基于实操演示的过程性考评	针对实验实操类任务设置。	可分普通实操考试、加试。
基于答辩的表现性考评	主要考察学员的反应能力语言表达能力等。	一级指标:答辩论文质量、答辩 PPT 质量、答辩效果。
基于同伴法的形成性考评	以合作者为单位,基于同伴角度相互考评。	一级指标:合作态度、文献利用、独立工作效果。
基于竞赛制度的项目化考评	根据课程选择相关竞赛活动,组织学员参赛。	一级指标:竞赛等级、获奖等级、实用价值、个人贡献。

5. 泛在学习环境的教学资源建设

现代技术无论从硬件还是软件,都为实验室的信息化建设提供了丰富的资源,这也促成了泛在学习环境的建设[7]。泛在学习环境,可以简单理解为无处不在的不受时间、空间限制的学习环境,它具有连接性、移动性、遍布性等特点。这种环境不是单纯地指虚拟空间或模拟世界,而是将现实空间与虚拟空间有机融合,无缝对接[8],专注于人与事物之间的有效交互。学生的信息主动获取意识不强,检索能力和思维能力受限[9],加之学生的时间、空间受一定制约,建设泛在学习环境是解决这些学习问题的有利途径。

在传统模式下开展的教育资源信息化工作,受制于面向个体学生量身定做的“互联网+”时代需求,存在资源孤立、特点不突出、层次不明确、质量参差不齐等问题。以增加网络教育资源投入量的粗放式发展并不能增强学生的信息获得体验。面对微课[10]检索能力差的学生,反而觉得五花八门,在各类资源中游离却找不到切题的信息,甚至有徒劳无功、浪费时间的不良体验。所以,完成基础教学资源的累积,构建完整、系统、高质量的网络教学资源库,是泛在学习环境资源建设和整合的首要任务,是保证资源

建设可持续发展的必要条件。具体分类如图4所示。

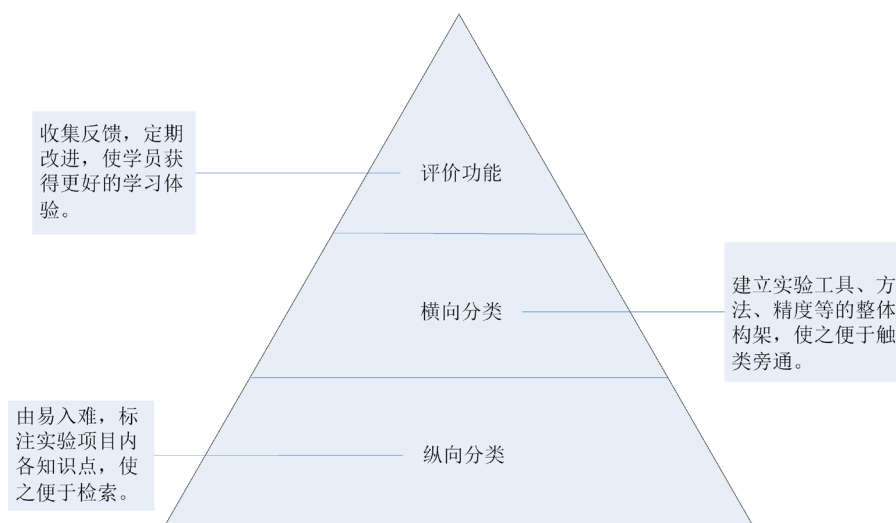


Figure 4. Construction of teaching resources of University Physics Experiment
图4. 《大学物理实验》教学资源分类建设

首先, 完成各类资源的纵向分类: 主要指将某知识体系的各教学内容和相关知识点按照由易到难, 层层深入的原则标注、排序, 以供检索选择。针对本课程, 第一层的难易分类方式就是依照基础实验、综合实验和设计实验来分类, 每层中可继续梳理进行分类。

其次, 完成各类资源的横向分类: 主要指梳理各知识点之间的内在横向联系, 按照某一特征进行的分类。针对本课程, 可以依照比较法、累积和放大法、转换测量法、模拟法等不同实验方法将各实验项目进行分类。要强调的是, 这里体现的是内在的联系, 而非力、热、光、电的表象分类。

最后, 增加服务式评价功能。互联网时代的特点就是将因材施教做到个体层面, 对不同层次的学生提供量身定制的资源和服务。在资源的利用方面, 学生有着最直接的体会。深度、广度、搜索关键词、形式、疑惑等方面的具体体验, 应从学生的角度进行反馈和改进。每条资源后面可以跟上评价功能, 以切实了解学生的疑惑及需求, 在可协调的基础上, 使资源建设在设计者和使用者之间形成良性循环的维护机制, 实现了绿色、可持续发展[11]。

6. 小结

泛在学习环境的存在, 增加了学生获取资源的方式和范围, 提供了资源共享和交流。从时间维度, 增加获取资源的入口, 等效于增加了学习的空间和时间, 获得更多的知识体验。小组合作学习中面对面的方式, 使学生加强了协作的意识, 摆脱泛在学习中对网络工具的依赖性, 回归真实合作中的团队体验。两个维度相互补充, 相辅相成, 目标统一为: 体验学习[12]。小组合作学习是体验学习的教学组织形式, 泛在学习环境为体验学习提供了资源和平台, 体验学习在实施层面指导细节设计。把握“两维一体”, 灵活结合多种教学方法[12], 有效组织小组合作学习, 长效构建泛在学习环境, 让学生体验过程、观察分析、反思总结, 加快知识的积累与增值, 加速知识向能力的转变, 形成自主学习的惯性, 为自身的绿色、可持续发展奠定良好的素质基础。

参考文献

- [1] 苏学军, 张勇. 大学物理实验[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.

-
- [2] 魏小锐, 李勇, 赵维佳. 电子商务三元制实践教学体系探索[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(3): 157-160, 172.
 - [3] 李丽霞, 田卫华, 王森. 以合作学习教学法提高学生实验创新能力的行动研究[J]. 沈阳工程学院学报(社会科学版), 2015, 11(3): 391-394.
 - [4] 强根荣, 王红, 杨振平, 王海滨, 方文军. 大学有机化学实验教学方法研究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(3): 200-202, 211.
 - [5] 汪茂华, 陈彩虹, 张赫, 赵琴, 汪晓慧. 基于“合作学习”的微视频研究——记全国第九届有效教学理论与实践研讨会[J]. 全球教育展望, 2015, 44(4): 123-128.
 - [6] 曲凌. 任务驱动的小组教学法在实践教学中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(6): 200-203.
 - [7] 郑庆思, 杨现民, 余胜泉. 泛在学习环境下学习资源的聚合研究[J]. 现代教育技术, 2013, 23(12): 79-84.
 - [8] 朱珂. 泛在学习环境下基于凯利方格法的协作学习模式研究[J]. 现代教育技术, 2013, 23(11): 90-94.
 - [9] 郭靖花. 泛在学习环境下大学生信息获取能力的影响因素及策略[J]. 高等继续教育学报, 2014, 27(5): 5-8.
 - [10] 卢行伟, 李庆, 田茂毅. 基于微课特点的大学计算机实验教学改革实践[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(1): 175-177, 180.
 - [11] 李松, 刘秀琴. “互联网+”大学物理实验教学体系构建[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(1): 172-174.
 - [12] 赵海兰. 泛在技术环境中体验学习模型建构的理论分析[J]. 远程教育杂志, 2010(2): 12-18.