

# 大学物理实验教学的发展演变

李天发 赵立竹 王珊珊 刘晶

(上海师范大学 上海 200234)

(收稿日期:2016-03-13)

**摘要:**从大学物理实验的起源、实验分类、地位和作用系统阐述了大学物理实验的发展历程,继而呈现大学物理实验的教学现状,最后突出展示几种新颖独特的教学策略供读者借鉴。

**关键词:**大学物理实验 地位与作用 教学现状 教学策略

实验是进行科学研究的重要手段和方法,毫无疑问,物理实验是物理学科发展的重要基石,是物理学习者了解物理最直接的方式,也是开展素质教育,培养学生创新能力和创新精神的重要途径。

## 1 大学物理实验的起源

在人类社会发展的进程中,实践一直指导和引领着人类社会的生产活动.在近代社会中,实验一词被广泛的应用,并在科学研究领域被推之为获取新知识的重要法宝.实验是一类实践活动,但又不同于一般的实践活动.在近代科学研究中,实验被明确地定义为在特定条件下开展的有特定目的且能够重复的实践活动.物理学在17世纪开始进入一些欧洲国家的大学课堂,此时并没有与之对应的物理实验室.物理实验仅限于科学研究之中,并没有应用到课堂

用于固定微风扇.

## 2 水力发电的演示

在各种配件完成制作后,就可以对配件进行组装与调试,如图10所示.



图10 改造完成后的演示仪器

学习中.直到19世纪30年代,在欧洲的一些大学里终于出现了针对学生的物理实验训练<sup>[1]</sup>.由于学习的人数较少,一名教师带领3~4位学生,所以此时的教学模式多为师徒式,教学效果非常好.随着第一、二次工业革命的推进,市场对新型人才的需要增加.为了适应这种需要,大规模的人才培养开始兴起.美国一方面创办新型大学,如麻省理工学院(1861),康奈尔大学(1865)等<sup>[2]</sup>,另一方面也认识到物理实验方法的重要价值.麻省理工学院首任院长、物理学教授罗杰斯(1804~1882年)就强烈倡导对本科生大班级开设正规的实验课程的思想<sup>[1]</sup>.由于学习者较多,这一时期的教学模式为班组集体式的教学模式.在第二次世界大战后,世界政治格局发生变化,各国在科技领域的竞争变得更加激烈,对人才培养提出了更高的要求.在物理实验教学方面,

将储水箱的插销按至底部,并向储水箱内倒入一定量的水.提起插销,控制水流大小,冲击水轮机的水轮,带动其转动,可以观察到二极管交替发光.

上面通过以学校老旧的水轮机和微风扇组合,达到以旧换新,推陈出新的效果.以旧换新,推陈出新具有重要的意义.第一,通过这一方式,可以充分利用老旧破损器材,变废为宝,变旧为新,实现实验资源的重组与开发,丰富课程资源;第二,通过这一方式,潜移默化中就提高教师自身的实验技能,提升自身的专业素养;第三,通过这一方式,利用身边的物品进行物理实验,还可以使学生真切地感受到物理就在身边,创新就在身边,有利于增强学生的创新意识和提高学生的创新能力.

以美国为例,先后推出了诸如 PSSC 方案(美国物理学会为美国高校制定的方案)、伯克利方案、麻省理工学院方案等多种改革计划.这些改革方案都更加关注学生的主观能动性,给学生选择和设计实验的空间,强调学生的独立操作能力.这种教学模式被称之为“开放式”教学模式.

1913年,北京大学设立物理学,标志着我国物理学本科教育的正式开始.在二战以前,学校学习人数较少,我国物理实验教育也采用班组式和师徒式相结合的方式.这种教学模式创造了物理学高等教育的辉煌.这一时期培养出了著名科学家,如邓稼先、杨振宁、李政道、黄昆等.在新中国成立后,我国高等教育学习苏联模式,物理实验一般都是理论课程的附属,没有独立设课.在上世纪80年代末和90年代初,我国高等教育开始着手物理实验的改革,逐步将开放式教学模式引入实验教学.而这种模式受到多方面的限制并没有在我国全面实施.

## 2 大学物理实验的分类

在20世纪50~70年代,我国大学物理实验参照的是苏联模式.按照物理学科内容,将物理实验分为力学实验、热学实验、电磁学实验、光学实验.从思想认识上来看,这种实验分类并没有将实验作为一门独立的课程,只是将物理实验作为物理理论课的附属品,实验课辅助理论课的教学.

在20世纪70到90年代,人们又将实验分为验证性实验和测量性实验.这种实验分类打破按照物理学科内容进行分类的模式,从物理实验性质上分类,使学生能够更清楚地了解实验的目的和更具有针对性.这种实验分类也存在一些不足,它没有考虑到学生的特点,如认识和理解能力、主动性和创造性等.

进入20世纪90年代后,人们对物理实验的分类更加人性化,考虑了学生的接受程度以及学科内知识的融合.物理实验分类遵循着由简到易的原则,基本上可分为3类实验,分别是基础性实验、综合性实验和提高性实验(包括近代物理实验、设计性实验等).以北京师范大学物理教学实验中心组编、曹惠贤主编的《普通物理实验》和陈玉林、周传起主编的《大学物理实验》为例,这两本书将实验分为3个教学层次编写,分为预备实验、基础实验和提高实验.由赵维义主编清华大学出版社出版的《大学物理实验教程》中将实验分为基本技能训练实验、综合技能训练实验和提高、近代与设计性实验3类.由丁红旗等人主编的浙江大学出版社出版的《大学物理实验》中将实验分为基础实验、综合实验和设计性实验3部分.类似于这样按层次分类的物理实验教材有很多,这里不一一列举.下面用表格的方式列举一些实验分类的例子(参考多本物理教材,具有相同分类的实验题目),如表1.

表1 实验分类

基础性实验	综合性实验	提高性实验
用单摆法测重力加速度 测刚体的转动惯量 杨氏模量的测定 薄透镜焦距的测定 等厚干涉及其应用 弦上的驻波实验 用电热法测定热功当量 .....	密立根油滴法测电子电荷 低电阻的测量 电表的改装与校正 传感器综合实验 半导体热敏电阻温度特性的研究 声速的测定 .....	重力加速度的研究 简谐振动的研究 光电效应的研究 弗兰克-赫兹实验 塞曼效应 磁化曲线与磁滞回线的研究 全息照相 .....

## 3 大学物理实验在大学物理教学中的地位与作用

地位与作用是相互关联,相互一致的.大学物理实验在大学物理教学中具有重要的地位,它才能发挥重要的作用.如果大学物理实验在大学物理教学中没有很好地发挥应有的作用,自然而然,大学物理实验就很难在大学物理教学中占据重要的地位.若

长此下去,必定会形成恶性循环,所以有必要提高大学物理实验在大学物理教学中的地位 and 发挥相应的教育作用.物理实验长期以来一直作为物理理论课的附属品,虽然近些年来人们对物理实验的认识有所提高,但在实际的教学过程中,物理实验的从属地位一直没有改变.我们必须高度重视物理实验,把物理实验放在重要的地位,物理实验在教学中的作用

具有不可替代性,且不容小觑.

英国剑桥大学的卡文迪什实验室的发展历程恰好说明了物理实验在大学物理实验中应有的地位和发挥的巨大作用.卡文迪什实验室建立于1871年,旨在创新研究和培养创新人才.卡文迪什实验室在麦克斯韦、瑞利勋爵、J·J·汤姆森、卢瑟福、W·L·布拉格、莫特和皮帕德等一代一代实验室主任的领导下,取得了辉煌的成绩<sup>[3]</sup>.据360百科资料显示,从1904年到1989年的85年间,卡文迪什实验室共产生了29位诺贝尔奖得主,占剑桥大学诺贝尔奖得主总数的三分之一.在鼎盛时期甚至获誉“全世界二分之一的物理学发现都来自卡文迪什实验室”.卡文迪什实验室获得的成功值得我们去思考.大学物理实验的主要作用包括培养学生动手操作能力和创新意识,分析和解决问题的能力,实事求是的科学态度和勇于钻研,勇于创新的科学精神等.大学物理实验的辅助作用也有很多,包括激发学生对大学物理实验的学习兴趣和学习的积极性,提高学生逻辑思维能力和加深对物理知识的理解等.

#### 4 大学物理实验的教学现状

大学物理实验在教学过程中存在几方面的问题.

第一,在实验器材方面.完备的实验器材是开展物理实验的重要保证.教学实验器材陈旧也是阻碍物理实验教学的重要因素.随着国家和高等院校对实验的重视,对购买实验仪器设备的投入加大能够缓解实验器材陈旧的问题.实验器材在使用过程中会产生不同程度的损耗,越是精密的实验仪器,越是容易被学生有意或无意的损坏.若是对学生严格管教,会限制学生的主动性和不利于学生创造性的发挥.

第二,在师资方面.高水平、高能力、经验丰富的实验教师相对缺乏.大部分学校的物理实验课由对应的物理理论课教师担任实验课教师.理论课的教师不一定在实验课上也表现的如理论课上一样完美.再者,多个科目的教师担任实验课教师,不利于多层次、全面的培养学生实验能力.专业的实验教师不仅有熟练的实验操作能力,还有丰富的实验经验,对学生的实验学习有良好的指导作用.专业实验教师的专业知识、专业能力、专业情操等都有益于学生

实验学习.

第三,实验选题方面.实验题目新颖独特是吸引学生学习实验的重要因素.大部分院校实验题目陈旧,没有与时俱进,不能很好地体现现代科学技术的发展,不能引起学生的学习兴趣.此外,实验内容的选择以及操作难易程度要根据学生的能力来选择,同一实验可以针对不同能力程度的学生多样化教学.对于实验操作能力低的同学要降低要求,逐步提升实验操作能力.

第四,学生学习态度方面.学生对实验的认识会有很大的不同,在中学接受过实验教育的学生相比没有或很少接触过实验的学生会有正确的实验认识.大部分学生在大学之前并没有接触过实验,进入大学之后对于实验也没有正确的认识.他们认为实验课程并不重要,只要学习好理论课就可以了.在实验课上的表现主要有,实验课前没有预习实验内容,不写实验预习报告,实验课上不认真做实验,实验报告潦草应付完事等.学生的不正确认识很大程度上影响到实验课的学习效果.

第五,教学方法方面.目前的大学物理教学一般采用预习、实验、写报告3个步骤来开展实验<sup>[4]</sup>.学生在预习时,只能通过看书了解实验仪器,无法实际结合实验仪器学习,所以预习效果不好.在实验操作过程中,学生机械的按照实验教科书上的步骤或者模仿老师的操作方法来操作实验.这种教学方法强化了实验步骤和实验规范,实验操作走向程序化,忽略了实验的主要作用,限制了学生的主动性和创造性.

#### 5 大学物理实验的教学策略

大学物理实验教学面临的诸多问题亟待我们一一解决.在大学物理实验教学方面的研究有很多,很多研究者提出了可行性高,教学效果好的教学策略,值得我们学习和借鉴.

##### (1) 重视实验课前预习

实验课前预习是开展物理实验的重要环节.教师要提前发放预习要点,预习问题,供学生做好预习工作.在预习的过程中必须将实验仪器、原理、内容、注意事项等基本掌握,完成预习报告.教师要加强对指导和引导,向学生提供可供参考的书目,便于学生自主学习.作为学校方面,应开放实验室供学生提前熟

悉实验仪器或者自主开展实验. 预习习惯的培养是一个长期的过程, 教师要做好监督职责, 督促学生完成预习.

### (2) 演示实验和课堂实验的对比

在实验课前, 增加演示实验的内容, 学生通过观察或亲自参与有趣的演示实验, 会对接下来要做的实验产生强烈的兴趣. 例如在全息照相实验前演示白光再现全息照相, 而各高校在实验中做的基本都是激光再现全息照相<sup>[5]</sup>. 学生在做完激光全息照相之后, 会发现自己的照片无法在白光下之直接观测, 而需要在激光下观测. 学生在进行转动惯量测量的实验前, 让学生参与演示茹科夫斯基凳, 在转动过程中感受双臂平伸和双臂收缩两种情况, 他们能够感受到凳子前后转速会发生变化. 这种直观的演示实验更能吸引学生的好奇心, 激发学生的求知欲.

### (3) 基于 Origin 的大学物理实验数据处理

大多数高校在实验数据处理方面依然按照传统的方式进行, 大学物理实验数据较多, 处理起来费时费力. 这些方法耗时耗力, 与时代脱节, 且学生不愿意做大量的计算. 如果我们将 Origin 软件作为学生的学习工具, 学生会很乐意接触, 且一方面减轻学生实验数据处理带来的压力, 另一方面学生学习一项新的技能, 对日后的工作和学习有很大的帮助. Origin 软件中包含数据处理需要的基本功能, 如求多次测量的平均值、方差、标准偏差, 另一方面还可以绘制图线. 通过实验课的教学, 目的是让学生掌握最基本的实验能力和最基本的数据处理方法. Origin 软件的功能非常强大, 对于本科一二年级的初学者, 只需要他们掌握这个软件中的一小部分就可以完成实验数据处理<sup>[6]</sup>.

通过学生的亲身体会, 让学生感受到数据处理软件的强大, 有助学生自行深入学习和探索, 熟练应用 Origin 软件.

### (4) 教学评估

教学评估包括两个方面, 一方面对学生的学习效果进行评价, 另一方面对教师的教学水平进行评价.

1) 对学生学习效果的评定. 大部分学校都是采用平时成绩和期末成绩, 在具体操作上有所不同. 平时成绩可以包括实验预习成绩、实验数据处理成绩、实验改进和思考题成绩等.

2) 考评教师的教学能力. 对于教师的教学评

估, 大部分学校用的是学生在网上对任课教师进行教学评价. 这种对教师的评价方式存在很多的不合理之处, 一方面学生不乐意评价, 评价态度不端正; 另一方面教师为了得到好的结果, 对学生放任不管, 以求得学生的“好老师”心理. 这对于学生的学习不利, 对教师的发展也不利. 在对教师的评价体系还需要完善.

### (5) 信息技术与大学物理实验教学整合

信息技术与大学物理实验教学整合, 一要发挥传统实验与信息技术各自的优势, 优化大学物理实验教学过程, 促进学生学习并应用信息技术解决实际问题; 二要突出学生主体地位, 有效培养学生的学习能力和综合素质<sup>[7]</sup>. 现在多媒体硬件在学校中被广泛运用, 教师要致力于多媒体课件的开发和使用, 帮助学生更好地理解 and 操作实验.

针对大学物理实验教学策略的研究非常之多, 本文仅列举以上策略供学习者参考.

## 6 结语

大学物理实验是理工科专业必修的一门基础课程, 其重要性和作用不言而喻. 大学物理实验是培养学生创新意识和创新精神的重要途径, 提升和完善大学物理实验教学是一项重要的任务. 我国大学物理实验的教学效果并不乐观, 各高校在不同程度上努力提升大学物理实验的教学效果, 这段路程还比较漫长, 还有许多值得研究的地方.

### 参考文献

- 1 史贵全. 大学物理实验教学的变革历史及其启示. 大学物理, 2001, 22(2): 27 ~ 30
- 2 Arthur M. Gohen. 美国高等教育通史. 李子江译, 北京: 北京大学出版社, 2010. 96 ~ 106
- 3 冯端. 实验室是培养创新人才的摇篮——从卡文迪什实验室看实验室的作用. 实验室研究与探索, 2008, 27(10)
- 4 沈璐. 理工科高校大学物理实验运行现状及改革对策. 科技视界, 2015(32)
- 5 王刚, 徐义爽. 大学物理实验对比教学研究与实践. 科技创新导报, 2015(20)
- 6 王剑锋, 李昂, 王丹. 基于 Origin 的大学物理实验数据处理. 新课程
- 7 张丽芹. 大学物理实验教学策略研究. 教育改革, 2012(9)