

TOPCARES 理念下的新工科大学物理实验课程教学体系的设计与构建

郝卫苗 张 仲

(广东东软学院, 广东 佛山 528000)

摘要: 本文针对我国大学物理实验教学现状, 结合 TOPCARES 教育理念, 对大学物理实验教学内容、教学方法、考核方式提出改革思路, 以对该课程改革有所裨益。

关键词: 大学物理实验; TOPCARES 教育理念; 教学内容; 教学方法

一、TOPCARES 理念与新工科大学物理实验

实践证明, 实现人的全面发展的最好的方法就是将教育与社会生产劳动实践相结合。TOPCARES 教育理念是由大连东软信息学院以培养学生八大能力而提出的应用型人才培养模式。

“TOPCARES”是技术知识与推理能力、开放式思维与创新、个人职业能力、沟通表达与团队合作、态度与习惯、责任感、价值观、实践构思、设计、实现和运行行为社会的贡献的八大能力的英文首字母的缩写, 它继承国际工程教育的发展方向。TOPCARES 教育理念的主旨是依据社会应用需求, 重在培养学生的综合素质和专业能力。TOPCARES 教育理念还注重养成学生的非智力因素方面的素质, 比如沟通协作表达能力、积极主动学习动机、良好思想品德、正直的职业道德等等, 并且与掌握知识技能、培养实践能力和解决专业项目问题融合在一起, 从而弥补了过去各不相关的或关联性不强的缺点。

大学物理实验作为高等院校理工科的基础课, 是教育部规定的理工科开设的基础必修课之一, 该课不仅能使学生受到系统的实验技能训练, 还能培养学生严谨的科学思维和创新意识, 特别是与科学技术发展相适应的综合能力。然而, 在以往的物理实验课程中存在着些许不足, 又由于我国大学物理实验课程的教学改革步伐相对缓慢, 与当今高速发展的科技时代对理工类人才要求不相适应。TOPCARES 教育理念已经在大连东软信息学院全院范围内实施并取得较好的效果, 本文将以广东东软学院 TOPCARES 教育理念下新工科大学物理实验教学体系改革为例, 对我国大学物理实验课程改革作出探讨, 以期对新工科大学物理实验课程改革有所裨益。

二、TOPCARES 理念下新工科大学物理实验课程常见的问题

(一) 实验项目单一, 知识点陈旧, 缺少交叉与融合

传统的大学物理实验内容未能将物理发展的最新成果体现出来, 实验项目较为单一, 实验内容陈旧, 在教材中大部分都是物理基础知识, 多为验证性实验和仿效性测量实验, 缺乏综合性和创新性实验, 仪器更新速度较慢, 教学内容也大多是物理教材基础知识的简单阐述, 与新时代要求差距较大, 学生学习物理的兴趣就会受到制约, 导致学生对物理实验缺乏积极性。传统的物理实验教学体系中, 通常会将物理学实验划分为近代以及普通物理实验两门相互独立的课程。并且, 原子物理、力学、热学、电学、光学在普通物理实验中是独立存在内容, 会在不同的实验室进行实验。TOPCARES 理念对各学科间知识相融较为强调, 但实际上传统的大学物理实验内部缺乏融合, 别谈与其他学科是否相融合, 这样就会制约物理实验课程的教学质量。

(二) 基础性、验证性实验过多, 实验设备过于陈旧, 实验过程索然无味

在传统的物理实验课程中, 通常多以验证性、基础性知识为主, 但这些实验会使结果缺乏相应的探索性、不确定性、未知性, 按照已设定好的实验过程就能得到已知的实验结果和预想的实验数据, 缺乏实验技能和科学素养的训练和培养。此外, 实验仪器设备更新慢, 设备也趋于集成化、数字化、封闭化、整体化, 实验流程较为简洁, 难度也会有所降低, 学生在采集相关数据时过于便捷, 导致探究性问题很少出现在实验过程中, 学生的创新素养就会在无形之中受到制约。

(三) 教学方法死板, “灌输式”的单一教学模式枯燥机械, 缺乏趣味与创新

培养学生积极的学习兴趣和主动的学习能力, 提高学生的参与程度, 必须要通过改革教学方式和改变教学内容来实现。然而, 一直以来传统的大学物理实验课教学方式多为灌输式教学模式, 是以教师为主, 学生为辅的教学模式, 教师怎么教, 学生就按部就班的学, 没有发挥学生的主体地位, 也无法调动学生的学习积极性, 很难到达很好的教学效果。同时, 教师在教学过程中为防止学生的操作“错误”而损坏实验仪器, 总是反复强调学生要按照规定的实验步骤, 学生就只能“按部就班”地操作过程, 这样就严重影响了学生的学习积极性和学习主动性, 无法激发学生学习大学物理实验的兴趣。因此, 单调的教学模式和枯燥的教学内容导致学生缺乏学习本门课的积极性。

三、TOPCARES 理念下新工科大学物理实验课程教学体系的设计与构建

(一) 教学内容重组, 构建“渐进式-模块化-塑个性”三位一体的课程体系

教学内容是大学物理实验课程构建的重要环节, 依据学生先易后难的认知规律, 按照学校 TOPCARES 教育理念“厚基础、重应用、强能力”的培养要求, 我们将教学内容进行重组, 致力于开发新的实验和改进已有的实验项目, 构建以“渐进式-模块化-塑个性”为一体的课程体系。

传统大学物理实验课程教学目标注重学生能够掌握实验课的理论知识, 达到会操作实验的目的, 显然这与学校提出 TOPCARES 教育理念培养学生八大能力的要求不相吻合。因此, 我们通过改革项目内容将目前注重知识的教学目标提升为注重“知识-能力-素质”协调发展的教学目标, 提升学生的整体综合素质。

“TOPCARES”教育理念要求以培养学生专业能力为导向来设置教学内容, 依据大学物理实验课程教学目标, 我们将教学内容设置为渐进式、模块化的实验项目, 包括预备性实验、基础性实验、综合性实验和研究创新性实验, 同时加大综合性实验和创新性实验的比重, 不仅能培养学生掌握基础知识及实验基本操作, 更能培养学生的综合应用能力和创新思维。

开展预备性实验和基础性实验的目的是让学生学习基本实验知识技能、基本测量方法和基本实验规范流程, 同时培养学生技术知识和学习态度等。为此, 预备性实验和基础性实验的选取要

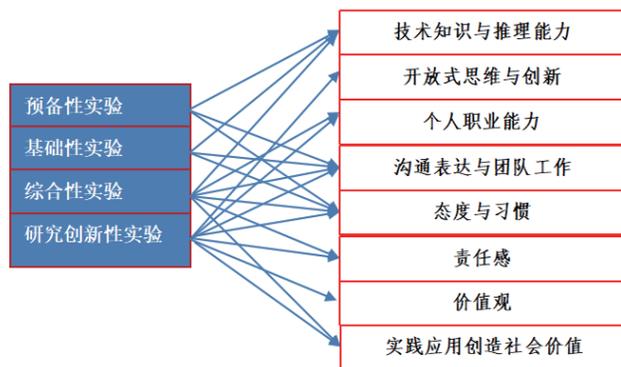


图1 实验项目内容与“TOPCARES”八大能力的对应关系

从力、热、光、电以及近代物理的传统实验项目中，依据实验性质分类筛选。综合性实验排在预备性和基础性实验项目之后，目的是培养学生对所学理论知识、基本的实验方法的科学综合的应用能力。综合性实验涉及到力、热、电、光及近代物理的综合应用，依据 TOPCARES 教育理念，要增加学科之间的融合，综合性实验项目将弱化学科内的界限，充分实现物理学内部的融合，甚至达到与其他学科的融合。综合性实验着重培养学生技术知识与推理能力、个人职业能力、使学生体会到实践应用创造社会价值，从中进一步培养学生的沟通表达与团队工作能力以及学生的责任感与正确的价值观。研究创新性实验的开展依据是紧跟专业发展前沿，在大学物理实验课程内容范围内，以相关专业问题为背景提出一些物理问题，要求学生根据已有的实验器材来自行设计并完成实验。通过研究创新性实验，学生的开放式创新思维、个人职业能力和实践应用创造社会价值的意识都能得到培养，同时巩固学生良好的学习态度与习惯，加强了对学生责任感与价值观的塑造。综合性实验和研究创新性实验是体现 TOPCARES 教育理念的关键点。

(二) 建立交叉、融合的大学物理实验内容体系

实验课上努力把学生演示实验纳入大学物理实验课中，演示物理实验属于定性和半定量实验，能让学生直观形象的观察到各种生动有趣的实验现象，实验用时短，但学生印象深刻，因此可以作为激发学生兴趣，建立物理实验模型，改进实验教学的重要手段。

打破力学、热学、光学、电磁学、原子物理相互独立隔离的实验体系，同时把大学物理实验和近代物理实验结合贯通，把一些近代物理实验项目加入大学物理实验中，实现学科内部的交叉与融合。

将大学物理实验与材料、电子、机械、自动化、互联网、化工、生物等专业的交叉内容融合。同时鼓励教师将科研成果及时转化为实验教学内容，开发设计出各学科交叉融合的新的大学物理实验项目，实现大学物理实验与最新科研前沿相接，实现大学物理实验课程与高速发展的新时代相符合。

(三) 教学方式改进，构建自主、开放的教学新模式

打破传统的教师为主体、学生为客体的教学模式，教学方式应根据实验项目的类型区别对待，要建立以学生为主体，教师为辅导的教育理念，从而激发学生的学习兴趣和充分调动学生的学习积极性，培养学生善于动手与探索思考的能力，提高学生的创新思维，培养学生初步具备自主开展科学研究的素质和能力。

大学物理实验课应充分利用大学物理实验的 MOOC、微课等多媒体资源进行实验课前预习，提高学生的自学能力和效果。针

对预备性实验与基础性实验的教学，我们建议使用翻转课堂的教学方法，由“传授范式”向“学习范式”转变。采用线上、线下教学模式，课前让学生通过观看教师在教育媒体上传的视频预习本节课实验，课上将学生编为 2 人一组，教师进行引导，然后学生讨论，有疑问及时向教师询问，课堂上达到师生互动的教学效果，使学生获取知识的同时语言表达能力和动手能力都得到提升。综合性实验我们采用启发式、分析归纳教学方法，课前教师没有详细的实验视频，学生课前预习实验要求、实验仪器和简略的实验步骤，课上教师通过多媒体展示一个类似实验的视频，学生从中受到启发，设计本次实验的详细步骤并展示实验步骤，其他同学可以补充步骤，使实验步骤更加合理化，同时使学生获取知识的同时团结协作能力、语言表达能力、探究思考能力和动手能力都得到提升。针对研究创新性实验采用探究式、开放式、任务驱动式教学方法，学生课前明确实验要求，学生根据自己所学知识和实验器材来解决生产生活中的实际物理问题，课前学生可以几人一组进行分工合作查阅资料，然后讨论确定实验步骤并且优化实验步骤，课上各小组派一名学生向教师展示实验操作流程，并阐述实验结果，展示实验时要注意安全问题，以达到学生掌握实验的目的。同时还要以大学生科技竞赛活动为助手，当今大学生科技创新活动欣欣向荣，学生都热衷于参加各种活动和比赛，由于大学物理实验与大学生创新竞赛休戚相关，因此要多鼓励学生积极参加各种创新活动与竞赛，这既能培养学生热爱实验的热情，也能拓展大学物理实验的时间，从而培养出符合 TOPCARES 教育理念要求的应用创新型人才。

(四) 考核方式改革，构建注重过程的多元化考核方法

大学物理实验课程的教学质量很大程度上取决于考核方式，因此构建合理、科学、多元化的考核方式非常重要。由于对实验项目采用了模块化，因此对不同模块我们将采用不同的考核方式。对于预备性和基础性实验教学内容，我们采用重知识考核的同时，兼顾到能力考核；在综合性和研究创新性实验项目中，我们主要以能力考核为主。在此，我们主要以结论考核和过程考核相结合，强化过程考核占比，弱化结论考核，让学生重视并认真对待实验课程的每一个环节，包括课前预习、实验操作、实验报告的撰写，从而改变“重理论、轻实验”的思想，使学生懂得科学的创新发明都是来源于实验，从而热衷于大学物理实验。

四、结语

物理是一门以实验为基础的学科，物理学中的每一项成就都是在实验的基础上得到的，因此大学物理实验课程是一门非常重要的课程。大学物理实验课既能培养学生严谨的科学思维和创新意识，还能使学生具备初步的科学研究素质和能力，大学物理实验课程的实施对培养应用创新型人才举足轻重。

参考文献：

- [1] 王晶, 余花娃, 尹纪欣. 新工科背景下大学物理课程教学设计与实践 [J]. 科教导刊, 2021 (01): 107-109.
- [2] 张映辉. 适应新工科大学物理、物理实验课程改革方向与路径初探 [J]. 物理与工程, 2018, 28 (05): 101-105.
- [3] 王立英, 秦珠, 廖怡, 等. 新工科下多学科交叉创新性物理实验课程改革 [J]. 大学物理, 2019, 38 (09): 43-48.
- [4] 徐学翔. 新工科理念下地方本科高校大学物理实验课程改革研究 [J]. 课程教育研究, 2018 (33): 170-173.
- [5] 李丛, 刘家菊, 符维娟, 常英立, 李雪莹, 宋戈, 张建军, 贾凌春, 王蕊丽. 新工科 MOOC 背景下大学物理实验课程改革尝试与探究 [J]. 教育现代化, 2019, 6 (16): 41-43+52.