



基于 i - PDCA 质量循环的大学物理实验教学 改革研究 *

刘正奇 柳 叶 唐 倩

(江西师范大学物理与通信电子学院 江西 南昌 330022)

(收稿日期:2021 - 05 - 08)

摘 要:以学生为主体自主进行实验探究作为教学改革的基本理念,针对实验过程、实验教学和实验考核等方面提出一套全新的教学改革研究方案,构建了以自主(Initiative)地制定实验计划(Plan)、完成实验操作(Do)、开展实验检查(Check)和进行课堂内容的总结(Action)4 个环节为一体的 i - PDCA 质量循环教学模式. 在指导教师理论讲解与实践辅导下,引导学生以自主探究的方式进行实验课程的学习,通过自主设计和实践提高当代大学生的实验技能 and 创新能力,促进科技创新人才的培养,推动国家科学技术的发展.

关键词:质量循环 i - PDCA 模式 实验技能 创新思维

近年来国家对科技创新的重视,扩大了对创新型人才的需求. 在推进教育与科技的融合和鼓励学 生积极思考敢于创新的前提下^[1,2],要求高校通过实验教学注重培养学生的创新精神和实践能力. 大学物理实验作为各大高校理工科类学生的一门必修课程,正是推动当代大学生创新技能培养的重要课程体系,该课程体系也获得了国内学者的广泛关注和研究^[3~5]. 该课程将所学理论知识与实验操作相结合,具有理论性、操作性、设计性和创新性相融合的四位一体的特征^[4,6]. 此外,理论源于实践,实践可以深入研究理论的知识结构,通过大学物理实验课程可以进一步深化当代理工科大学生对普通物理定理定律的认识和理解;这些也进一步证实了实验过程的重要性^[3]. 开展大学物理实验课程有望成为帮助学生学会独立思考和自主解决问题的重要环节,采用知行合一的教学方式更是培养和提高学生实验能力和创新思维的重要途径. 但在现有教学模式开展大学物理实验课程,学生思考问题及解决问题的能力并没有得到显著地提高,为进一步促进实验课程对大学生实验能力和创新思维的培养,我们提出了应用 i - PDCA 质量循环方法对当下教学

模式进行改革的研究设想和验证实验.

1 传统教学模式存在的弊端

1.1 学生的主观能动性过低

学生在实验课程上的主观性和积极性太低,极大地限制了学生自身实验技能和创新能力的发 展. 学生在态度上并未引起高度重视,学习动机不够强,未积极主动地去了解实验、思考实验,整个实验过程处于教师不讲就不学的“被动状态”,因而导致大部分学生不爱思考,自身不注重实验过程中创新能力的培养.

1.2 教师教学侧重点有偏差

目前高校实验教师往往以带领学生完成实验操作,督促学生完成实验报告为主要教学任务. 教师对实验原理及内容的讲述是学生学习实验知识的主要来源,一旦学生脱离了教师填鸭式教学模式^[4],学生便不会积极主动地去了解相关知识,也不会对存在的问题进行探索. 因此,现行教学方式中教师未能正确引导学生发现问题、思考问题和积极主动解决问题,忽略了对学生思维的启发和创新意识的培养,使实验课程过于形式化,导致学生缺乏创新精神.

* 国家自然科学基金,项目编号:11804134;江西省教改课题,项目编号:JXJG - 17 - 2 - 24;江西省学位与研究生教育教学改革研究重点 项目资助,项目编号:JXYJG - 2017 - 031

作者简介:刘正奇(1983 -),男,博士,副教授,主要从事大学物理、光电器件研究工作.

1.3 实验考核方式有待优化

当前高校教师对大学物理实验的考核方式主要采用的模式是三部分相结合的形式,即实验预习、实验操作、实验报告这三大部分. 针对预习部分,教师根据学生书写内容的多少、整洁程度、内容翔实程度等加以评定,不够系统客观;实验操作部分主要依据所测实验数据的完整性、准确性为主要考核标准;对实验报告的内容要求不严谨,主要依据学生是否完成实验报告的各项内容进行打分,并未对学生完成实验报告的质量进行系统监督. 因此,当前较为普遍存在的实验考核方式中教师对实验过程未能进行严格把控,学生容易产生投机取巧的想法,不利于学生开放性思维和创造力的培养.

2 i-PDCA 质量循环教学改革的特点

PDCA 循环法是由出生于美国而成名于日本的耶鲁大学博士、质量管理专家爱德华兹·戴明(Edwards Deming)于 20 世纪 50 年代提出的,又称为戴明循环或戴明环. PDCA 的实质是指在管理活动中,为提高管理质量和管理效益,所进行的计划(Plan)、实施(Do)、检查(Check)、总结(Action)4 个阶段性工作的循环过程^[7~9]. i-PDCA 循环是在原有质量循环的基础上,增加自发性(initiative)因素的循环过程. i-PDCA 质量循环由自主(Initiative)地制定实验计划(Plan)、自主完成实验操作(Do)、自主进行实验检查(Check)和自主进行实验总结(Action)4 个步骤形成一个循环,如图 1 所示.

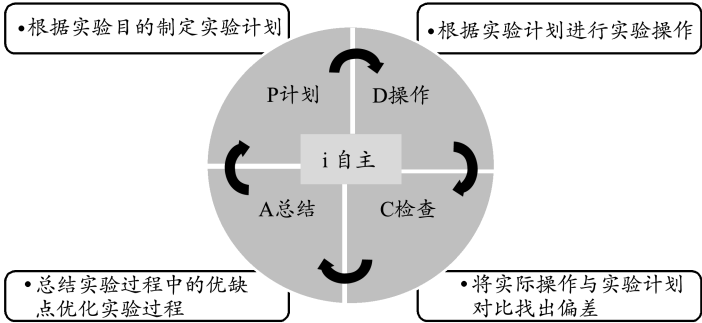


图 1 围绕自主探索为中心的“1+4”i-PDCA 教学模式

在整个大学物理实验课程教学过程中,通过一系列的实验项目,系统运用整个循环过程的 4 个阶段,如图 2 所示,不断提升大学生的实践技能、科学思维 and 创新能力. i-PDCA 各个环节均以学生为主体^[10~13]、教师为辅助的模式进行教学,形成学生独立完成与实验相结合的“1+4”教学培养新模式.

通过应用 i-PDCA 质量循环教学模式,促使学生在掌握相关理论知识的前提下,自发地对物理现象进行探索,对实验结果进行分析和总结,培养学生自主完成实验操作的能力,从而提高实验课程的教学质量. 根据传统教学模式,纵观整个实验过程所存在的问题,强调将学生作为主要改革对象,课程指导教师作为核心参与角色,通过重视对学生实验能力的培养,激励学生利用实验加强对理论知识的理解,提高学生对实验课程的兴趣.

i-PDCA 质量循环模式下的实验课程教学与传统实验教学模式相比较,i-PDCA 质量循环教学方法具有以下特征.

2.1 重视自主性

i-PDCA 质量循环法包括自主制定实验计划(Plan)、自主性完成实验步骤(Do)、自主进行实验检查(Check)、自主进行实验总结(Action)4 个环节,每个环节都需要学生独立查询相关资料、自主独

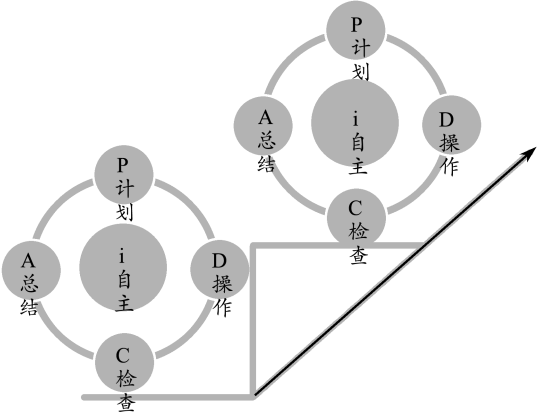


图 2 基于 i-PDCA 质量循环过程进行系统实践培养路线图

立完成课前调研,打破了以往“老师不教,学生不学”的教学弊端,增强学生主动学习的意识,将学生从被动式完成学习任务转化成主动探索和解决问题^[14~19],提高学生主动学习的积极性.

2.2 侧重实验过程

i-PDCA 质量循环是围绕学生“重理论,轻实验”展开的一系列改革.实验之前学生要做好充分的预习准备,制定出在有效时间内完成实验操作的方案,以此提高学生的实验效率.教师对学生进行相关指导,以启发式教学^[20]代替原有的填鸭式授课模式.为提高实验的准确性,要求学生结束实验操作之后对实验进行检查,明确具体实验过程是否按照所制定方案进行实施,并对课前的设计方案进行反馈和完善.

2.3 强调实验过程的循环性

i-PDCA 质量循环过程针对上一个实验过程存在的问题进行正反馈,并总结经验,运用所获得知识与经验,进行下一个 i-PDCA 质量循环,通过对实验中存在的问题进行反复探索和思考,进而达到学生期望的实验结果和实验目的.通过实验解决问题的过程有利于提高学生独立分析问题和解决问题的能力,使学生的发散性思维能够得到较高效率的锻炼.每完成一个 i-PDCA 循环,学生的实验能力进入一个更高的层次.学生在每个循环中的自我创新意识也会得到提升.在不断地循环和积累中,学生的自我创新意识、自我管理能力和实验能力得到进一步的提高.

2.4 符合社会对新型人才的需求

党的十九大报告及政府工作报告明确提出要把中国建设成为创新型国家,为实现科技强国的目标而努力奋斗.一切创新成果的发明来源于当今有创新思维和具备过硬实验技能的人才,因而人才培养决定了国家科学技术的发展.社会鼓励高校对创新型人才的培养,而 i-PDCA 质量循环方法弥补了传统实验教学模式中以教师为主导的不足,通过采用以学生为主、教师为辅的模式,运用“1+4”i-PDCA 教学新模式让学生各项实验技能在实验过程中得到提高,为创新型人才的培养创造更大的空间.

3 建设 i-PDCA 质量循环实验课堂

应用“1+4”i-PDCA 质量循环的实验教学方法将质量循环理念引入大学物理实验教学模式,在结合课堂实验前指导教师对实验原理及其基本操作进行系统分析后,引出一系列值得注意的核心问题,进而推动学生立足自主实践进行实验.秉持教师辅导为辅、学生自主探索为主的理念,其具体设计过程如下.

3.1 自主制定实验计划(Plan)

在正式开始进行具体实验操作之前,学生要制定好完成整个实验过程的方案.在此阶段,学生应通过书本预习或查询资料等途径明确实验目的、实验原理和实验操作内容;明确应按照怎样的流程来进行实验,在某个问题上有自己的独特见解和创新想法,在预习过程中做好记录,为实验做足充分准备.针对实验的核心问题,要细致理解指导教师课堂的讲解及分析,完善实验计划.

3.2 自主完成实验操作(Do)

在实验操作过程对实验计划中所遇到的问题加以思考和验证.教师在一旁起指导作用,无需再向学生讲解实验内容及进行具体实验操作演示,以引导的模式来辅助学生独立自主地完成实验操作.在实验操作过程中学生按照自主制定的实验计划进行实验,教师以问题导向的方式代替以往的填鸭式教学,能够促进对学生创新思维的培养和实验技能的提高.

3.3 自主进行实验检查(Check)

学生主动将实验具体操作情况与实验计划进行比较,检查是否有按计划完成实验,查找其中存在不足的地方,理清楚与实验计划相比所存在的偏差,对实验过程中存在的问题进行整理和思考,自主地通过查找各种资料及相关书籍进行深入探讨,针对短时间内难以解决的问题,可以通过与指导教师进行探讨获得建议,进而解决自己在此过程中所产生的疑惑.通过检查实验中所存在的问题,可以培养学生发现问题、思考问题和解决问题的能力.

3.4 自主进行实验总结(Action)

为了让学生从每一次实验中学到知识和获得经

验,学生应对实验计划部分(Plan)所获得的可取经验和不足之处、实验过程中存在的问题及解决方法和检查环节(Check)中的注意事项进行总结,此过程利于学生下次遇到类似问题时借以参考,丰富学生的知识层面,提高了学生的综合素质,培养了学生严谨的科学态度,促进学生总结归纳能力和创新技能的提高。

由上可知,将 i-PDCA 质量循环应用于大学物理实验进行教学,以教师教学为辅而学生自主实践为主的模式,整个实验过程由自主制定实验计划、自主完成实验操作、自主进行实验检查和自主进行实验总结 4 个环节组成并循环。以培养学生的自主性探索为前提,提高了学生学习的主观能动性;教师根据学生各环节完成情况进行系统、客观的评价及考核^[11],使学生的各项实验技能得到一定的培养。

表 1 不同教学模式下实验课程的对比

项目	改革前	改革后
实验过程	实验预习 实验目的、实验原理、实验内容。 实验操作 测量实验数据。 实验报告 完善数据处理,操作步骤	实验计划 预习实验目的、实验原理、实验内容、实验具体操作步骤并制定实验计划。 实验操作 按实验计划完成实验,学生自主设计为主,指导教师讲解为辅。 实验检查 对比实验计划和实验操作确认计划的可行性,自主查找问题和解决问题。 实验总结 反思整个实验过程中存在的不足加以修正
实验教学	灌输式讲授教学,教师讲授为主	以学生为主体,自主探究完成实验,教师讲解为辅、学生自主学习实践为主
实验考核	实验预习 40%,实验操作 20%,实验报告 40%	实验计划 30%,实验操作 20%,实验检查 25%,实验总结 25%

通过采用改革后的实验课程教学模式,让学生获得了更多自主设计和思考的机会,形成自主动手与实践分析的循环,最终获得高效的实践创新与思维锻炼的教学效果,形成了高水平的创新意识和创新思维。

5 结论

随着科学技术的快速发展,社会对创新型人才的需求量越来越大,当代高校教师肩负着学生创新技能培养的重大责任。大学物理实验课程以培养学生综合素质、创新能力和科学素养为主要目的,同时

4 应用 i-PDCA 质量循环优化实验课堂教学展示

将 i-PDCA 质量循环引入实验课程教学,通过指导学生在遇到实际问题学会通过查阅文献资料进行深入探讨,促进了对大学生自主学习能力的培养,帮助提高学生处理问题的积极性和独立性。同时,在实验探究过程中使学生的创新意识、创新思维、创新能力得到锻炼,为学生在今后申报项目、专利和参加各类科技创新竞赛活动打下坚实基础,有利于学生今后的研究工作能力的培养。通过激发学生开放学习思维,加强学生对实验的重视程度,培养学生的学习兴趣,以此提高实验教学的质量^[21]。

以某师范大学为例,应用 i-PDCA 质量循环方法进行大学物理实验的教学模式改革,将改革前后具体情况做出对比分析,如表 1 所示。

使学生在实验过程中的发散思维、实践能力、创新能力得到提高,为学生未来职业发展和科学研究打下坚实的基础。通过将 i-PDCA 质量循环应用于相应的教学过程,将学生从被动式学习转化为主动式学习,提高了学生学习的自主性和积极性,实现了对学生创造性思维的启发,进而逐步完成培养创新型人才的目标。

参 考 文 献

1 柳翔浩. 高等教育融入国家科技创新体系:途径、机制与政策支持[J]. 教育研究, 2018(9):113~121

2 石丽. 大学生创新能力提升机制与策略研究[J]. 教育理

论与实践, 2019, 39(30):49~51

3 夏有为. 创新机制教科融合为培养高质量创新人才建设高水平实验平台——访北京建筑大学校长张爱林教授[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(11):1~3

4 齐爱民. 大学物理实验中学学生动手能力的培养[J]. 教育理论与实践, 2013, 15(33):63~64

5 叶帆. 大学理科课程探究式教学的理论阐释与实践探索——以大学物理课程为例[J]. 教育理论与实践, 2011, 24(8):49~51

6 甘子钊. 谈大学物理系的教学[J]. 中国高教研究, 1995(3):12~18

7 吴守蓉, 郭晓凤, 白石则彦. 日本东京大学通识教育路径探究——基于 PDCA 分析[J]. 中国高教研究, 2016(10):78~82

8 章喜明, 胡景鑫, 顾思阳. PDCA 模式改进实验教学过程调控的实践与探索[J]. 大学教育, 2016(8):26~28

9 梁良, 夏热, 李小勇, 等. 基于 PDCA 循环控制的工科实践教学研究[J]. 大学教育, 2018(11):70~72

10 刘学忠. 大学生创新精神与创新能力的培养路径[J]. 教育研究, 2008(1):103~105

11 李富全, 张晓春, 赵志洲. 围绕工程意识和创新能力的培养深化工科大学物理教学改革[J]. 中国高教研究, 2001(2):66~67

12 徐继存. 教学制度创新与基础教育课程改革[J]. 教育研究, 2004(7):78~79

13 贾永霞. 创新性实验教学的探究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(12):213~215

14 丁肇中. 我所经历的物理实验[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(10):1~3

15 刘慧龙, 吉冰冰, 胡将军. “引导型、自主式”实验教学[J]. 高教学刊, 2016(21):143~144

16 刘天宁, 徐清. 高校实验教学改革和实验室建设与创新人才的培养[J]. 昆明理工大学学报(社会科学版), 2007, 7(6):101~103

17 刘萍, 武文颖. 培养学生创新能力与实验室软环境建设[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(5):173~176

18 贾英辉, 耿涛, 徐光宪, 等. 基于“五位一体”的地方高校实验室建设的探索[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(1):219~223

19 冯元新, 叶高翔, 李祖樟, 等. 基于创新实践能力培养的物理实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(2):228~245

20 秦月婷. 启发式教学在大学物理实验教学中的应用[J]. 科教文汇(下旬刊), 2014(9):55~56

21 王晓鸥, 张伶俐, 袁承勋, 等. 新工科背景下的大学物理课程建设与实践[J]. 大学物理, 2021, 40(4):45~49

Research on the Reform of the University Physics

Experiment Teaching Based on i – PDCA Quality Cycle

Liu Zhengqi Liu Ye Tang Qian

(College of Physics and Communication Electronics, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022)

Abstract: Based on the current research on the construction of the college physics experiment curriculum system in the universities, we carry out experimental exploration via taking the students as the main body to propose a new method for the experimental process, experimental teaching, and experimental assessment. The method is based on the initiative way to make plan (P), to complete the experiment operation (D), to carry out the experiment check (C) and to finish the experiment summary (A) four links as an integrated i – PDCA quality cycle teaching mode. The key importance is to lead the students to study college physics experiment courses in an autonomous way of inquiry, so as to improve the experimental skills and innovative ability of contemporary college students, to promote the cultivation of scientific and technological innovative talents, and finally to promote the development of national science and technology.

Key words: quality cycle; i – PDCA model; experimental skills; innovative thinking