

## 大学物理学科竞赛的课程化探索

冯娟娟 郭党委 王心华

(兰州大学物理科学与技术学院物理学国家级实验教学示范中心, 甘肃 兰州 730000)

**摘要** 为提高本科生的自主创新性, 促进拔尖人才创新实践能力的培养, 激发本科生做科研的兴趣, 从目前学科竞赛和实验教学中存在的问题出发, 调研和分析了目前国内双一流高校物理类学科竞赛与本科生实验教学结合的教学经验, 并结合兰州大学物理与科学技术学院相关实践课程、物理学科竞赛的开展情况及问卷结果, 提出了“学科竞赛课程化”的教学方案。从教学目标, 教学模式, 教学内容, 考核方式, 学分政策, 师资及教学条件等方面做了总结阐述。以物理学科竞赛为引导, 以真实的赛题为研究对象, 该教学方案的实施将有利于本科生科研能力的培养, 同时也将促进物理学科竞赛成绩的提高。

**关键词** 大学物理; 学科竞赛; 课程化

## THE CURRICULAR EXPLORATION OF UNIVERSITY PHYSICS COMPETITION

FENG Juanjuan GUO Dangwei WANG Xinhua

(National Demonstration Center for Experimental Physics Education, School of Physical Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000)

**Abstract** In order to improve the independent innovation of undergraduates, promote the cultivation of top-notch talents in innovation and practical ability, and stimulate the interest of undergraduates in scientific research, basing on the existing problems in the current discipline competition and experimental teaching, the current teaching experience of combining the physics discipline competition and experimental teaching in domestic double-first-class universities was investigated and analyzed, and the teaching scheme of “curriculum of discipline competition” is proposed, in combination with the relevant experience of practical courses of School of Physical Science and Technology, Lanzhou University. It is summarized and elaborated from the aspects of teaching objectives, teaching mode, teaching content, assessment methods, credit policies, teachers and teaching conditions. Aim at participating in physics competitions, the real competition topic will be used as research object, and this teaching program will promote the comprehensive scientific research ability of undergraduates, and will also promote the improvement of the results of subject competitions.

**Key words** University physics; Competition; Curricular

收稿日期: 2022-10-22

基金项目: 教育部产学合作协同育人项目(202102227049), 兰州大学教育教学改革研究项目(20201105)。

作者简介: 冯娟娟, 女, 工程师, 主要从事大学物理实验教学及低微纳米材料的制备与性能研究, fengjj@lzu.edu.cn; 郭党委, 男, 高级实验师, 主要从事研究生实验教学和磁性材料的制备与性能研究, guodw@lzu.edu.cn。

通讯作者: 王心华, 男, 高级实验师, 主要从事大学物理实验教学及磁性纳米材料研究, xhwang@lzu.edu.cn。

引文格式: 冯娟娟, 郭党委, 王心华. 大学物理学科竞赛的课程化探索[J]. 物理与工程, 2023; 网络首发。

Cite this article: Feng Juanjuan, Guo Dangwei, Wang Xinhua. The curricular exploration of university physics competition[J]. Physics and Engineering, 2023; online first. (in Chinese)

## 1 研究背景

国家正在大力推进“世界一流大学和一流学科建设”，基础学科拔尖创新人才的培养是一流大学建设的中心工作。大学物理的实验教学在培养大学生的动手能力、创新精神和创新能力方面有着重要作用。学科竞赛则是培养学生实践动手能力、促进大学生实践创新能力的有效载体<sup>[1-4]</sup>。以兰州大学为例，物理类专业学生目前参与的学科竞赛项目有很多，如“全国大学生物理实验竞赛”，“中国大学生物理学术竞赛(China Undergraduate Physics Tournament, 简称 CUPT)”、“大学生创新创业大赛”、“中国互联网+”等。这些竞赛不仅培养了学生的实践动手、分析解决问题的能力，培养了其科学研究的基本素养，同时也为其理论课的学习提供了有力的帮助<sup>[4]</sup>。在这些学科竞赛中，学生的学习模式由被动变为主动，教学模式也需要做出相应的调整。

通过调研国内双一流大学关于物理实验教学与学科竞赛结合的开展情况，分析了实验教学与学科竞赛的关系。在很多高校的经验中：在实践教学和竞赛的指导过程中，都需要以“学生的学习和发展为中心”进行相应地教学改革<sup>[5]</sup>。在实际的教学实践中，实验教学与竞赛指导相互融合相互促进，能取得更好的实践教学效果<sup>[6-7]</sup>。这样做一方面能让所有选课学生经历较完整的科研训练过程，这个过程在本科阶段对于相关专业的学生而言是非常宝贵的；另一方面期望学生在学科竞赛中取得较好成绩<sup>[8]</sup>。很多学校的教学模式中，都将竞赛内容与课程进行了结合<sup>[9-11]</sup>，如电子科技大学，西安交通大学等。开设面向全校学生的选修课和部分专业的必修课，定时定期对参与的学生进行针对性的指导。或者将竞赛题目引入相关的实践课程，例如将 CUPT 题目引入科研训练和实验物理课程中，学生自选题目作为作业<sup>[11]</sup>。或者将创新拓展性实验作为《大学物理实验》的部分教学内容，学生以 3~5 人组队的方式自由选择题目，进行科学研究<sup>[12]</sup>。

结合本校的实际情况，提出了“学科竞赛课程化”的本科生实践教学方案，以目前主要参与的学科竞赛(如全国大学生物理实验竞赛，中国大学生物理学术竞赛等)为目标，开设相关的实践教学课程，使物理学科竞赛课程化，从而推进实验教学与学科竞赛的有机融合，提高物理相关专业本科生

的实践技能，促进拔尖人才创新实践能力的培养。

## 2 以科研训练为目的的实践课程的开展现状

兰州大学物理类专业本科生以科研训练为目的的实践学分目前可以通过参与学科竞赛，发表学术论文，参与创新创业项目，选修《科研与实践 I》《科研与实践 II》和《科研与实践 III》课程(这三门课程分别在大二上半学期，大二下半学期和大三上半学期开设)等方式获得。我们对于课程及学分相关的问卷结果显示如图 1。

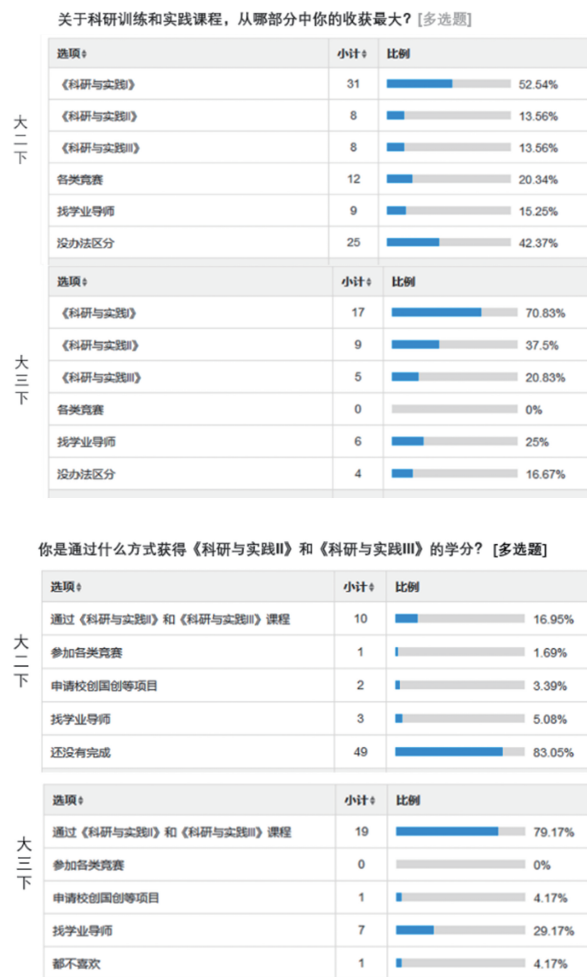


图 1 科研训练型实践课程问卷

2.1 “学科竞赛课程化”符合本校学生的实际情况。物理类专业本科生可以通过多种方式获得实践学分，但是学生从有序组织的课堂上的收获更多。对于大三下学期(简称大三下)已经基本完成相关学分的学生的问卷结果，79.17%的学生是通过课程(《科研与实践 II》《科研与实践 III》)获得相应的实践学分，62.5%的同学希望通过相关课

程来获得学分。而对于大二下学期(简称,大二下)的学生来说,这部分学生只有部分同学已经完成相关课程,获得了学分,大部分同学还没有完成。问卷结果表明:已完成中占比最多的 16.95% 的学生,是通过课程得到的学分,而且 57.63% 的同学希望通过课程来获得学分。从学生的反馈结果来看,相关实践课程的开设对学生创新能力的培养非常有必要。

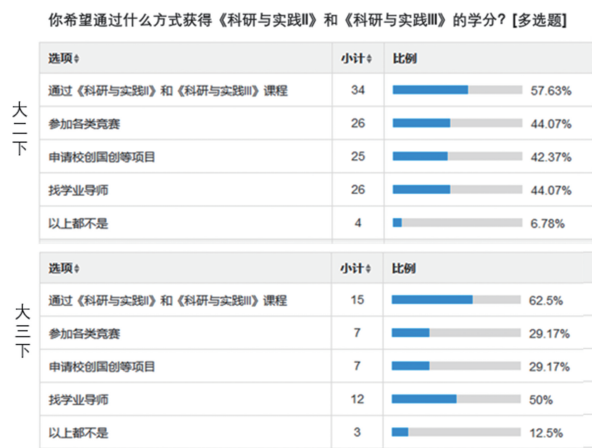


图2 科研训练型实践课程教学效果反馈

2.2 已完成相关实践学分的大三下的学生中,70.83%的同学觉得从课程中得到的收获最大。大二的少部分同学完成相关学分的同学中,认为从相关课程中收获最大的学生的比例,也是最高的 52.54%。

对于目前的学科竞赛,学生主要利用暑期学校和平时课余时间来完成,没有相关的课程。

### 3 目前学科竞赛开展的现状

3.1 学科竞赛主要吸纳部分优秀学生参与,受益面有限。如果将学科竞赛课程化,将吸纳更多的学生参与相关的课程,参与相关的实验竞赛,这不仅使更多的学生经历较完整的科研训练过程,培养其实践创新能力,也有利于好作品的选拔,促使他们更好地完成自己的项目。

3.2 目前的学科竞赛选拔及训练模式下,效率较低。在选定比赛题目或者项目立项之后,部分学生在项目执行期间,如果工作态度不是很积极,将会出现项目进展缓慢,研究内容不能顺利进行的情况。如果学生不主动找老师,指导教师可能无法及时了解项目的进展情况,不能提供有效的指导。这样对项目本身来说,容易出现半途而

废的情况,会非常打击学生参与竞赛的积极性,甚至会打击学生对科学研究的兴趣。

3.3 关于学分的设置。物理类专业学生的课程繁重,课余时间有限,按照目前的培养方案中对实践学分的要求,如果参加学科竞赛没有获得名次,对应的实践课程就不能免修,对时间宝贵的学生来说,花费了大量的时间相当于没有结果。因此,虽然大部分同学是因为喜欢相关的项目而去参加竞赛培训和准备的,还是有部分同学在参加竞赛培训时会有顾虑。

如果将学科竞赛课程化,那么修完相关课程的学生,不管能不能取得参与竞赛的资格,或者竞赛成绩是否理想,都会取得相应的学分,这就避免了最终从奖励和学分上一无所获的情况,将会在一定程度上保护学生参与各类学科竞赛的积极性。

3.4 物理学科各类学科竞赛有很多,本科生的经验不多,而且时间宝贵,需要老师进行全程的指导。“竞赛课程化”将使竞赛的组织更规范,使学生在进行科学研究的全过程中都能获得及时有效的指导。指导老师可以更深入地跟进学生的研究情况,给出更为具体的建议,也有利于研究项目的延续性。

因此,如能将实践教学的课程与学科竞赛二者结合起来,将更有利于培养学生的创新意识和创新能力。

## 4 思考和总结

下面分别从教学目标,教学模式,教学内容,考核方式,学分政策,师资及教学条件方面对“竞赛课程化”做一些总结,以期在后续的实验教学中做更多的尝试。

### 4.1 教学目标

学生是人才培养的主体,是教学工作的主体。在物理实验课程的教学改革中,无论以哪种方式指导学生,都要以“学生的学习和发展为中心”进行相应地教学改革<sup>[5]</sup>。因此在开设相关的竞赛课程时,课程设置的目的是提高本科生的自主创新性,提高拔尖人才的创新实践能力。以物理学科竞赛为引导,以真实的赛题为研究对象,激发同学们做科研的兴趣。

### 4.2 教学模式

开设面向部分专业学生的必修课和面向全校学生的选修课,根据具体的比赛项目进行教学安

排,学生以3~5人组队的方式自由选择题目,进行科学研究。

教学目标	学生的学习和发展为中心
教学模式	必修课+选修课
教学内容	理论课+实践课+讲座+讨论+汇报
考核方式	PPT汇报+结项论文
学分政策	完成课程获得学分
师资及教学条件	指导老师团队+版主创新实验室

图3 竞赛课程化

### 4.3 教学内容

以理论课+实践课+讲座+讨论+汇报等形式,以特定的竞赛为目标,分配实验题目进行研究;学生每周在固定时间上课,根据课题研究的进度,在不同研究阶段安排不同的讲座或者工作汇报。有关竞赛题目的实验教学内容,可以来自于没有竞赛过的题目,如最新的CUPT题目,可以来自于教师的科研项目,也可以根据自己的兴趣自选题目,或者和老师讨论选题。自己命题类的题目可以参加自命题类型的竞赛,如大学物理实验竞赛(创新赛)等。教学内容的开展将以科研课题的方式进行。

### 4.4 考核方式

工作汇报,结项报告或论文的形式。课程结束前学生需要以口头工作汇报的形式来汇报项目进展和结果,以科研论文的形式来撰写结项论文,指导教师评审后将选拔出成绩优秀的小组,参加相应的物理学科竞赛。

对课程的考核也将根据具体的竞赛类型,引入真实竞赛的模式,对学生进行多方位的训练:如提高PPT制作水平,提高现场表述能力、辩论能力等。

### 4.5 学分政策

学生正常选课,每周在课程安排的时间接受老师的指导、讨论或者自行完成课题,完成全部的教学内容,按期提交成果总结,通过课程的考核,将获得对应的实践课程的学分。

从课程设置角度,获得学分并不是课程设置的目标,只是课程的规范。从学生的角度,参与这类课程将得到系统和全面的科研训练,完成课程的同时也将获得对应的实践课程的学分。

### 4.6 师资及教学条件

针对主要参与的学科竞赛,安排不同的必修

课或者选修课,邀请学院相关专业的教授,副教授,及实验技术老师组成教学团队,在课程的各个环节进行针对性的指导。

具体的指导方式:在项目进行的过程中,教师以讲座或答疑的形式进行授课,学生以工作汇报的方式进行讲解和讨论。在文献调研和开题等重要阶段,多位教师共同参与,对学生进行实验方案的指导,帮助学生解决具体的问题等。

教学条件方面,利用现有的实验室条件,申请相关的实践经费,建立自主创新实验室,让学生可以自由完成研究题目。

## 5 讨论

目前兰州大学开展的科研训练的课程中,学生需要完成的科研项目的题目,大多来自前几年各类物理学科竞赛的赛题。学生完成项目后获得一个成绩,获得相关的实践学分。对学生而言更多的是体验一遍科研的过程,研究的成果几乎不参与任何竞赛,评奖等。作者认为这种教学目标可以做一些改进,因为本科生的时间非常宝贵,如果能让研究结果更有意义,对学生将有更大的激励作用。

本论文中提出的“学科竞赛课程化”,开设相关课程时,是以还未到比赛时间的物理学科竞赛的题目作为研究课题,从立项时就瞄准比赛,也就是学生是以完成后可以参加相关的物理学科竞赛的题目来进行科学研究,而不是从已经结束评比的赛题中选取题目,让学生体验科研的过程。

本论文提出的“学科竞赛课程化”只是提供一个教学模式的思路,不一定要新开课程,也可以是对原有课程的教学目标和教学内容进行修改和完善。

总结起来,开设面向重要的物理学科竞赛(比如全国大学生物理实验竞赛,中国大学生物理学术竞赛等)的实践教学课程,将有四个明显的优点:

① 将提高本科生对科学研究的积极性:物理学科竞赛的题目因其开放性,非常适合本科生进行科学研究,在解决实际问题的过程中,培养学生创新实践能力和基本的科研素养。

课程目标如果是让学生体验科研的过程,对部分同学来说可能已经足够,但是并不利于拔尖人才的培养。对拔尖人才的培养来说,真正的科学研究训练才能激发学生的学习主动性。

②) 将调动学生参与学科竞赛的积极性:做科研的积极性和参与竞赛的积极性两者并不矛盾,反而能相互促进。学生参与竞赛的相关课程,如果结果优异,将有机会参加相关的学科竞赛,这也将促进学生参与学科竞赛的兴趣。

③) 更合理地利用本科生的学习时间,使其在科学研究中事半功倍:物理类学生的学习任务很重,有些训练没有必要做简单的重复。

④) 解决目前学科竞赛组织时存在的问题:参与各类物理学科竞赛的同学,在准备的过程中,不一定都能得到系统和全面的指导,相关课程的开设将能很好地解决这个问题。

## 6 结语

完成以科研训练为目的的实践课程,参与大学物理学科竞赛,对本科生的实践创新能力的提高和创新意识的培养有重要作用。通过调研其他学校的开展模式,结合本校相关实践课程的开展情况,本论文提出“学科竞赛课程化”,以实验课程的教学与学科竞赛有机结合的方式,对学生进行综合科研能力的训练,提高学生的科研创新能力。同时也可以更好地利用本科生宝贵的时间,将有利于竞赛的组织,竞赛成绩的提高,提高学生参与竞赛的积极性。

## 参 考 文 献

- [1] 吕海霞,张丽靖,张艳辉,等. 学科竞赛与实验中心教改深度融合的探索[J]. 实验室研究与探索,2020,39(1):170-172+190. LV H X, ZHANG L J, ZHANG Y H, et al. Exploration of integration of discipline competition and experimental teaching reform in the demonstration center[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2020, 39(1): 170-172+190. (in Chinese)
- [2] 葛惟昆. 清华学堂物理系叶企孙班“科研实践基地”简介[J]. 物理与工程, 2020, 30(1): 23-25. GE W K. A brief of the practical research base for tsinghua xuetang talents program of physics[J]. Physics and Engineering, 2020, 30(1): 23-25. (in Chinese)
- [3] 何仁生,皮斌斌,翁知渐,等. 大学物理实验竞赛引起的反思[J]. 物理实验, 2018, 38(12): 31-35. HE S R, PI B B, JIAN Z J, et al. Reflections on university physics experiment contest[J]. Physics Experimentation, 2018, 38(12): 31-35. (in Chinese)
- [4] 郭袁俊,于景侠,霍中生,等. 大学物理实验与理论融合教学的探索[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(7): 188-190. GUO Y J, YU J X, HUO Z S, et al. Exploration on integration teaching of university physical experiment and theory[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2019, 38(7): 188-190. (in Chinese)
- [5] 陆慧,张孟,罗锻斌,等. 以学生为中心的物理基础课程教学改革[J]. 大学物理, 2019, 38(1): 43-46+57. LU H, ZHAGN M, LUO D B, et al. Research on student-centered teaching reform of the elementary physics course[J]. College Physics, 2019, 38(1): 43-46+57. (in Chinese)
- [6] 李明标,史力斌,张研研. 以竞赛为导向的物理实验教学改革创新与实践[J]. 大学物理实验, 2021, 34(2): 98-101. LI M B, SHI L B, ZHAGN Y Y. Research and practice of physical experiment reform with competition as the goal[J]. Physical Experiment of College, 2021, 34(2): 98-101. (in Chinese)
- [7] 钟菊花,顾英俊,章登宏,等. 竞赛与教学相融合的开放式物理实验教学探索[J]. 物理与工程, 2017, 27(5): 99-102. ZHONG J H, GU Y J, ZHANG D H, et al. Open education exploration in undergraduate physics experiment by incorporation of physics tournament into the elementary course[J]. Physics and Engineering, 2017, 27(5): 99-102. (in Chinese)
- [8] 周洋平,钟鸣,陆建隆. 项目化学习下 CUPT 备赛模式与实践——以南京师范大学队为例[J]. 大学物理, 2021, 40(1): 75-79. ZHOU Y P, ZHONG M, LU J L. Preparation mode and practice of CUPT based on project-based learning—taking Nanjing Normal University team as an example[J]. College Physics, 2021, 40(1): 75-79. (in Chinese)
- [9] 霍中生,姚列明,邬邵轶,等. 全程及全员创新体验式物理实验教学改革的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2014, 31(4): 196-199. ZHAI Z S, YAO L M, WU S T, et al. Exploration and practice of reform of innovative experiential physical experimental teaching for all courses and students[J]. Experimental Technology and Management, 2014, 31(4): 196-199. (in Chinese)
- [10] 高雅纯,张修明,吴喆. CUPT 竞赛在《大学物理》新工科课程教学改革中的应用[J]. 教育现代化, 2020, 7(54): 24-27. GAO Y C, ZHAGN X M, WU Z. Application of CUPT competition in teaching reform of new engineering course of college physics[J]. Education Modernization, 2020, 7(54): 24-27. (in Chinese)
- [11] 张俊武. 将 CUPT 题目作为应用目标,纳入科研训练和实验物理技术课程[J]. 物理实验, 2017, 37(3): 35-36. ZHAGN J U. Take CUPT topics as application goals and incorporate them into the courses of scientific research training and experimental physics technology[J]. Physics Experimentation, 2017, 37(3): 35-36. (in Chinese)
- [12] 杨迪,孙丽媛,周永军,等. 在大学物理实验课程中创新人才培养的研究与实践[J]. 大学物理实验, 2017, 30(6): 139-141. YANG D, SUN L Y, ZHOU Y J, et al. The study and practice on training of innovative talents in college physics experiment[J]. Physical Experiment of College, 2017, 30(6): 139-141. (in Chinese)