

浅谈大学生物理竞赛与新工科建设*

安 炜 徐 平 王 峥

(北京航空航天大学中法工程师学院 北京 100191)

(收稿日期:2021-10-29)

摘要:对中国大学生物理学术竞赛和全国大学生物理实验竞赛的特点和意义进行了讨论,认为大学生物理竞赛对于新工科建设理念有着很好的贯彻,其重视实践、强调与工科专业的交叉融合以及学生自主参与等特点,可以为新工科人才培养提供参考和借鉴。

关键词:新工科 大学物理教学 大学生物理竞赛

新工科建设对人才培养体系的要求是希望通过一系列的研究和实践,打造具备新结构、新质量、新理念、新体系、新模式特色的工科教育体系。物理学作为一门支撑工程技术创新发展科学的基础学科,一直引领着科学技术的发展,渗透于当今各个领域,并在工程技术人才培养中发挥着举足轻重的作用。面对工程界的重大变革,基础物理学教育应在新工科建设中发挥重要作用,由工程界引出的系列改革创新要求我们对物理学在工程教育中的支撑作用进行更好的思考与探索,为新工科建设做出积极贡献。

1 新工科与大学生物理竞赛

随着新工科建设不断推进,各高校越来越重视基础物理课程,并将其针对新工科的内涵进行了改革,形成了一批示范性成果^[1~3]。新工科的内涵为:以立德树人为引领,以应对变化、塑造未来为建设理念,以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径,培养未来多元化、创新型卓越工程人才^[4]。其中的“应对变化”即需要我们培养学生的适应能力,而“塑造未来”则要求我们注重学生的创新能力培养。

人才终身学习和不断自我更新的能力可以帮助其“应对变化”,适应快速变迁的产业技术变革。所谓

“授人以鱼不如授人以渔”,而“授人以渔不如授人以欲”。只有激发出内生的源源不断的学习动力,才可能使我们培养出来的人才能够主动应对变化,并在不同领域取得创新。目前,众多高校以立德树人为引领,以学生为中心进行了大学物理课程的改革,将传统填鸭式教学向小班化的讨论式、工作室形式转变。翻转课堂、同伴教学、圆桌教学、MOOC线上线下混合教学等教学模式也被不断引入课堂^[5],充分调动了学生的积极性和求知欲。另一方面,面向未来,预测未来技术制高点,则需要工程人才的创新能力。创新需要的是多领域的综合和多元化思想的交融。创新能力亦是长期实践探索的结果。因此,多学科交叉背景下的实践应用型探索目前也是各个高校大学物理课程尤其是大学物理实验课程改革的重要方向。同时,不少高校通过引入物理演示实验进入理论课,通过进行项目式考核,将产业需求融入大学物理实验等手段,将大学物理课程变得更具实践性^[6]。

目前大学物理课程的改革有三大特点,即“以学生为中心、多学科融合、注重实践应用”。然而,受制于课程学时以及学科特性,大学物理课程对于新工科建设的作用并没有完全显现出来。这时,作为课堂教学的补充,形式多样的大学生物理竞赛能够起到延续大学物理课堂教学成果的作用。大学生物理竞赛不仅要求学生掌握扎实的物理基础,更要求学生

* 北京航空航天大学校级重点教改项目,项目编号:201801

作者简介:安炜(1988-),男,讲师,主要从事法国工程师预科物理课程教学工作,研究方向为凝聚态物理。

通讯作者:王峥(1983-),女,实验师,主要从事大学物理实验教学工作,研究方向为先进核能材料。

具备科学思辨能力和融合其他学科专业知识的能力。多数大学生物理竞赛与工科的融合异常紧密,因此,物理竞赛目前已成为各大工科院校对学生先期工科思维培养的重要一环。本文以中国大学生物理学术竞赛和全国大学生物理实验竞赛为例,分析大学生物理竞赛对新工科背景下学生培养的重要作用。

2 中国大学生物理学术竞赛

谈到中国大学生物理学术竞赛(China Undergraduate Physics Tournament 简称 CUPT)是一项团队对抗形式的全国性物理竞赛,这一赛事源自国际青年物理学家锦标赛(International Young Physicists' Tournament, 简称 IYPT)。竞赛采用同年 IYPT 题目,通常在力、热、电、光等物理分支下共开设十几个题目。赛题贴近实际生活且为开放性物理问题,并在竞赛前一年公布,便于选手提前准备。

CUPT 竞赛题目源于生活现象且多数为半开放式,其中有不少问题源自《Science》《Nature》以及《Physical Review Letters》等顶级杂志,需要选手针对具体的每个课题都建立理论模型,然后通过实验或模拟仿真对模型进行修正,最终给出该道题目令人信服的解答。CUPT 竞赛旨在提高学生综合运用所学知识解决实际物理问题的能力,培养学生的开放性思维能力^[7]。参赛学生就实际物理问题的基本知识、理论分析、实验研究、结果讨论等进行辩论性比赛。这种比赛模式不仅可以锻炼学生分析问题、解决问题的能力,提高科研素养,还能培养学生的创新意识、团队合作精神、交流表达能力,使学生的知识、能力和素质得到全面发展。CUPT 从竞赛题目到竞赛规则都十分契合新工科对于工科人才培养的目标。

(1) CUPT 竞赛培养了学生“应对变化”的适应能力

在为期一年的时间里,选手需要对十几个领域中风格多样的题目进行破题,快速地掌握不同领域的基础知识需要选手极强的适应能力;同时选手需要尽快掌握诸如 MATHEMATICA, MATLAB, COMSOL 等专业软件,从而进行建模分析、数据处

理、绘图、仿真、数值求解方程等。为了最终进行成品实验,选手还需要掌握一些零件加工如 3D 打印等知识和技能。不仅如此,辩论性质的比赛方式要求选手还要应对复杂多样的比赛状况,适应不同角色,完成相应任务。

(2) 新工科内涵中要求的“交叉融合”在 CUPT 比赛中也有很好的体现

以 2021 年 CUPT 竞赛的第 1 题“自己发明”为例,题目为:“设计一艘只因内部部件的周期性机械运动而移动的船,并且它只通过坚硬的船体与环境(空气、水)相互作用产生移动。优化你所建的船的参数以达到最大速度。”该题目需要选手自行进行理论构思、机械设计、计算机仿真模拟并且最终制作出成品进行实验,并且需要指明可变参数和最终的目的“最大速度”是否达成。这是一道典型的与工科紧密结合的、需要物理基础理论作为建模设计基础的综合性实践题目。整个过程融合了弹性力学、空气动力学以及流体力学等专业知识。如何设计以及如何得到满意的实验效果,这其中蕴藏着工程问题需要有对应的工科专业的渗透和融合。由于参赛学生普遍为低年级学生,专业知识还较为匮乏,CUPT 竞赛恰好给了这部分学生以大学物理基础知识为入口融合各个工科专业的平台。

(3) 新工科要以立德树人为基础,“以学生为中心”

在 CUPT 竞赛发展壮大的过程中,学生的自主性不断显现。不少高校已自发产生了针对 CUPT 的社团,社团贯彻同伴学习理念,高年级带动低年级,开展学术培训以及传授比赛经验。大家相互合作研究,在社团活动时展开辩论,引导新生对物理现象进行自主研究,营造热爱物理、学习物理、研究物理的氛围。学生自我管理、自主研究、自主决定设计和实验走向是 CUPT 的一大特色。CUPT 竞赛过程大于竞赛结果,全过程全方位培养学生,充分体现了“以学生为中心”的理念。

(4) 新工科内涵崇尚的创新实践理念在 CUPT 竞赛中也有很好的贯彻

CUPT 以培养参赛者的创新意识、创新能力、协作精神和实践能力为根本理念。竞赛题目多为开放

性课题,没有标准答案,鼓励学生在学习新事物、提出新想法、尝试新方法.目前已有不少学生在CUPT比赛研究过程中发表科技论文.

3 全国大学生物理实验竞赛

全国大学生物理实验竞赛(Chinese Undergraduate Physics Experiment Competition,简称CUPEC)是一项面向在校大学生的物理学科竞赛活动,包括“全国大学生物理实验竞赛(教学赛)”和“全国大学生物理实验竞赛(创新赛)”两种形式.前者分为“基础类”和“综合类”两类题目,题目事先不公布,进入赛场之后抽签决定,全面考查学生物理实验基本技能和解决实际问题的综合能力;后者分为“命题类创新作品”“自选课题类创新作品”和“大学生物理实验讲课比赛”3个类别,预先公开竞赛内容与要求,选手组队在各高校进行场外准备,为期一年.

新工科的内涵要求除了“应对变化”外更要“塑造未来”,而“塑造未来”依靠的是人才的创新能力,长期不懈的实践又是创新的必要条件.CUPEC紧贴新工科建设需求,强调实验实践创新.尤其是创新赛的设立,更加强化了学生实践能力、创新能力以及团队协作意识的培养,激发了广大学生对物理实验的兴趣与潜能.全国大学生物理实验竞赛不同于前文

所介绍的CUPT竞赛,该项竞赛没有正反方辩论环节,参赛选手专注于实验设计和开发,需要在一年的时间内完成从理论构想、实验搭建到结果(作品)展示,具有很高的训练价值.

CUPEC的竞赛题目具备极大的开放性,且相较于CUPT更为宽泛,使得选手更容易交叉融合工程元素.以2021年全国赛为例,第5题“磁场”,题目要求“搭建能够产生磁场的实验装置,并对磁场进行测量表征”,还要“制作一个利用磁场特性的实际应用装置或实验研究装置”.学生们提出了各式各样的具体构想,包括“磁流体光纤电流计的制作”“阵列式磁性流体触觉传感器”“铁镓合金的磁致伸缩效应的探究和基于此的发生装置制作”“磁性探测与反潜”等题目,内容涉及磁学、光学、声学、电学以及传感器等专业领域.以基本物理问题为出发点,关联多个学科和技术领域已成为竞赛的命题趋势,而这一趋势与新工科建设的理念是一致的.

CUPEC所倡导的物理实验是不断尝试不断创新的,学生需要通过模拟计算或者实际实验去探究物理原理的本质,而现代工业系统或产品的研制也是建模仿真、实验测试并与期望指标进行比对再进一步优化迭代的过程^[8],见图1.因此,CUPEC对于培养学生的工程思维和解决复杂问题的能力具有重要的促进作用.

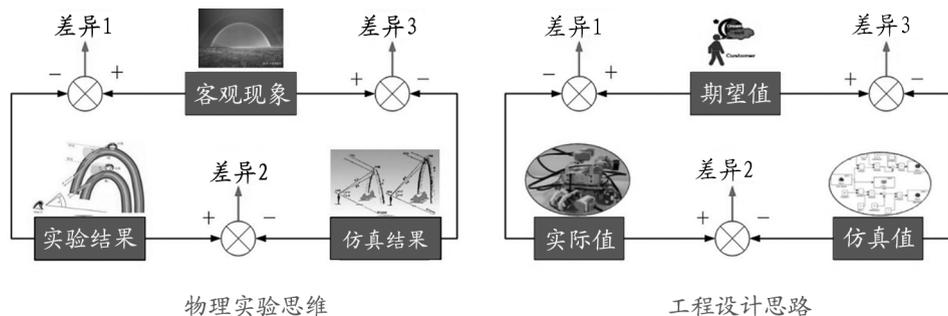


图1 物理实验思维与工程设计思路的相似性

CUPEC鼓励学生以团队形式参加竞赛,自主研发,导师指导,在课余时间进行实验探索,从“教什么学什么”向学生的“学什么教什么”转变,体现了“以学生为中心”的理念.同时物理实验竞赛也倒逼物理实验教学的改革^[9].

4 总结与展望

在新工科建设过程中,大学物理教育起到了重要的支撑作用,现行的大学物理课程改革“以学生为中心、多学科融合、注重实践应用”的特点,很好

地贴合了新工科“应对变化、塑造未来”的理念. 大学生物理竞赛作为大学物理课程的有利补充, 践行了新工科“继承与创新、交叉与融合、协调与共享”的建设途径, 为新工科“培养未来多元化、创新型卓越工程人才”目标的实现发挥了重要作用.

5 结束语

为积极主动应对迅速发展的新一轮科技革命与产业变革, 支撑服务创新驱动发展和“中国制造2025”等一系列国家战略, 全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验, 助力高等教育强国战略, 我国教育部从2017年开始在全国高校部署实施了新工科建设, 几年来已取得可喜进展.

就当前国际国内科技发展态势而言, 一些新兴学科和新兴产业蓬勃发展, 主要包括“大数据”“云计算”“人工智能”“量子计算与通讯”“航空航天”等高科技领域. 这些高科技领域都是以物理学为基础发展起来的, 而新工科建设的目标是为高科技领域的进一步发展培养前瞻性和战略性创新人才. 作为理工科发展重要基础的物理学, 在高校教学改革设计中自然应该作出相应的调整. 比如采取更新教学内容、改进教学方式、加强理工融合、充实考试和竞赛题目等措施, 以满足新工科建设对物理学知识和技能的需求. 如何实现这样的教学改革, 是每位物理教师应该深入思考的问题.

参考文献

- 戴玉蓉, 董科, 周雨青. 新工科项目引领下大学物理及实验课程体系的改革与探索[J]. 物理与工程, 2021-05-25. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4483.O3.20210521.1319.009.html>
- 李海英, 唐笑年, 何越, 等. 新工科背景下“大学物理”课程建设的思考[J]. 物理与工程, 2018, 28(S1): 122 ~ 123
- 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
- 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1 ~ 6
- 樊英杰. 以工程思维能力培养为导向的大学物理实验教学改革与创新[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 171 ~ 175
- 吴小平, 朱晖文, 李超荣, 等. 基于新工科理念的物理实验教学资源建设新途径的探索[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 155 ~ 158
- 金康, 王晓辉, 贺庆丽, 等. 大学生物理学术竞赛对本科生不同方面能力的提升作用[J]. 大学物理, 2020, 39(6): 59 ~ 64
- Programmes de la classe préparatoire scientifique Physique, technologie et sciences de l'ingénieur (PTSI) et au programme de sciences industrielles de l'ingénieur de la classe Physique et technologie (PT) - Annexe 3 : programmes de sciences industrielles de l'ingénieur[EB/OL]. https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/special_3_ESR/45/2/programme-PTSI_252452.pdf
- 王旗, 刘国良, 杜安. 浅谈大学生物理实验竞赛的组织及意义[J]. 大学物理实验, 2013, 26(3): 101 ~ 103

Brief Talking on University Students' Physics Competition and New Engineering Construction

An Wei Xu Ping Wang Zheng

(Sino-French Engineer School, Beihang University, Beijing 100191)

Abstract: The present paper discussed the characteristics and significance of China Undergraduate Physics Tournament (CUPT) and Chinese Undergraduate Physics Experiment Competition (CUPEC). It is considered that undergraduate physics competitions represent a good implementation of emerging engineering education. Its characteristics of emphasizing practices, cross-integration with different engineering majors could provide reference for the emerging engineering education.

Key words: emerging engineering education; college physics teaching; undergraduate physics competition