

竞赛项目为导向的大学物理实验教学实践 ——以“冰的导热系数测量”为例

金远伟 赵西梅 王宇兴 顾若溪

(上海交通大学物理与天文学院国家级实验教学示范中心, 上海 200240)

摘 要 当前大学物理实验教学模式固定且单一, 各实验项目关联度低, 加之我校工科学生在自主选择大学物理实验项目时拮轻怕重, 这不仅导致学生的实验技能和创新能力得不到有效培养, 而且极大制约了现有实验项目更新与教学改革的进程。针对上述问题, 我们提出以竞赛项目为导向, 将大学物理实验课程与竞赛项目相互融合, 形成课程与竞赛“互促共进”的教学模式。本文以指导“冰的导热系数测量”竞赛项目为例, 详细阐述了这种教学模式的全过程。近两年的教学实践表明, 该模式不仅显著提升了学生的实验技能, 而且极大激发了学生的创新能力与实践热情, 同时也为教学改革提供了新思路。

关键词 大学物理实验教学教改; 竞赛项目; 冰的导热系数; 创新能力

COMPETITION-ORIENTED UNIVERSITY PHYSICS EXPERIMENT TEACHING PRACTICE: A CASE STUDY OF “MEASUREMENT OF THE THERMAL CONDUCTIVITY OF ICE”

JIN Yuanwei ZHAO Ximei WANG Yuxing GU Ruoxi

(National Experimental Teaching Demonstration Center, School of Physics and Astronomy, Shanghai JiaoTong University, Shanghai 200240)

Abstract The current teaching model for university physics laboratory courses is rigid and monotonous, with low correlation between different experimental projects. Additionally, engineering students tend to avoid challenging tasks when choosing their own physics laboratory projects. This not only fails to effectively cultivate students' experimental skills and innovative abilities but also significantly restricts the progress of updating existing experimental projects and teaching reforms. To address the above issues, we propose a teaching model that is competition-oriented, integrating university physics laboratory courses with competition projects to form a mutually reinforcing teaching model between courses and competitions. Taking the guidance of the “Measurement of the Thermal Conductivity of Ice” competition project as an example, this paper details the entire process of this teaching model. Teaching practices over the past two years have shown that this model not only significantly improves students'

收稿日期: 2024-10-13

基金项目: 上海交通大学教学发展中心项目(CTLD23J0083)—以全国大学生物理实验竞赛(创新)项目为导向的大学物理实验教学创新。

通信作者: 金远伟, ywjin@sjtu.edu.cn。

引文格式: 金远伟, 赵西梅, 王宇兴, 等. 竞赛项目为导向的大学物理实验教学实践——以“冰的导热系数测量”为例[J]. 物理与工程, 2025, 35(3): 223-230.

Cite this article: JIN Y W, ZHAO X M, WANG Y X, et al. Competition-oriented university physics experiment teaching practice: A case study of “Measurement of The Thermal Conductivity of Ice”[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(3): 223-230. (in Chinese)

experimental skills but also greatly stimulates their innovative abilities and practical enthusiasm. It also provides new ideas for teaching reforms.

Key words college physics experiment teaching reform; competition projects; thermal conductivity of ice; innovation ability

大学物理实验课程作为大学理工科实践教学中的一门重要必修课程,是学生接触系统实验方法和技能的起点,旨在培养学生的实验思维、掌握实验方法和技能的同时,提升他们的科学思维,养成严谨求实的科学态度。目前的大学物理实验项目主要以“基础性”和“综合性”为主,围绕已有的实验理论,遵循相应的实验步骤对特定仪器进行操作。这种教学模式有益于学生掌握相关的物理实验理论和方法,但无法培养学生的创新能力,导致学生对实验技能的创造性应用不足。同时各实验项目相互独立,关联度低,极大制约了实验项目的更新与创新进程。

针对上述现状,2020年经高等学校国家级实验教学示范中心联席会讨论决定,在原有全国大学生物理实验竞赛教学赛的基础上,新增每年一届面向普通高校的全国大学生物理实验竞赛创新赛^[1,2](简称“创新赛”)。创新赛包括自主命题类、命题类实验作品比赛和实验讲课类比赛共三种类型,旨在激发大学生对物理实验的学习兴趣,培养他们的创新能力、实践能力和团队协作意识,提升大学物理实验教学质量,促进物理实验在原理、仪器与方法方面的改革与创新。其中命题类实验项目与大学物理实验联系紧密,难度适中,适合本科一、二年级的理工科学生参与。

我校面向全校工科学生,在本科一年级下学期、二年级上学期开设大学物理实验课程Ⅰ和课程Ⅱ(简称“课程Ⅰ”和“课程Ⅱ”)。课程Ⅰ包含2个线上、15个线下“基础性”实验,课程Ⅱ包含2个线上、14个线下“综合性”实验,涵盖了力、热、光、声、电、磁、低温物理、材料物理等物理知识。为了提升物理实验的实用性,充分调动学习的积极性,学生可以根据自己的兴趣和专业背景,从课程Ⅰ、课程Ⅱ中分别选做7个和6个实验。然而,在实施过程中,学生往往选择的是“实验内容少”“实验操作简单”“数据处理少”“学长说简单”的实验,避重就轻,缺乏在专业方向、实验方法应用性与创新性等方面的考虑。

创新赛通常在每年的2—3月公布命题类竞

赛项目,10—11月举行初赛和决赛,与我校课程Ⅰ教学时间相契合。在2022年与2023年,我们以创新赛项目为导向,将创新赛与课程Ⅰ的教学深度融合,构建了一套目标明确、逻辑严谨且富有创新性的实验课程体系。通过这一体系,学生不仅掌握了基础的物理实验技能并顺利获得学分,而且学习热情、实践操作能力和创新思维等都得到了显著提升,能够出色地完成竞赛项目的设计与制作。

1 课程实践设计思路

课程实践设计始终以学生为主体,旨在培养他们的创新实践能力,转变传统实验教学重过程轻应用的观念,深度挖掘基础实验项目的内在逻辑与联系。随着竞赛项目研究的不断深入,学生根据实际问题选择并学习相应的物理实验项目,深化对实验原理、方法和结论的理解,将所学知识、技能与实际问题相结合,形成切实可行的解决方案。

围绕竞赛项目为导向的大学物理实验课程教学目标,我们构建了图1所示的竞赛与教学“互促共进”的教学实践框架。每年2月左右,实验中心会根据创新赛第一轮通知选拔学生,随后与学生共同选定命题类参赛项目,并指导学生进行初步调研。基于调研的结果匹配实验项目,学生可从课程Ⅰ、课程Ⅱ以及线上拓展等实验中心现有的实验项目中灵活选择,替换已选课程Ⅰ中的实验项目。对于实验中心无法开展的实验项目,学生需要查找资料并在课堂上讲解与讨论。

在系统的课程学习中,学生运用所选实验项目的原理与方法初步解决前期调研总结的问题。但随着课程学习和对问题认识的不断深入,学生大概率会面临一系列新的挑战。为了解决新问题,学生需要不断回顾并重新匹配实验项目,在拓宽知识面的同时提升解决问题的能力。在“发现问题-匹配实验-学习实验-解决问题”的循环往复中,圆满解决所有遇到的问题。此后,学生需要对

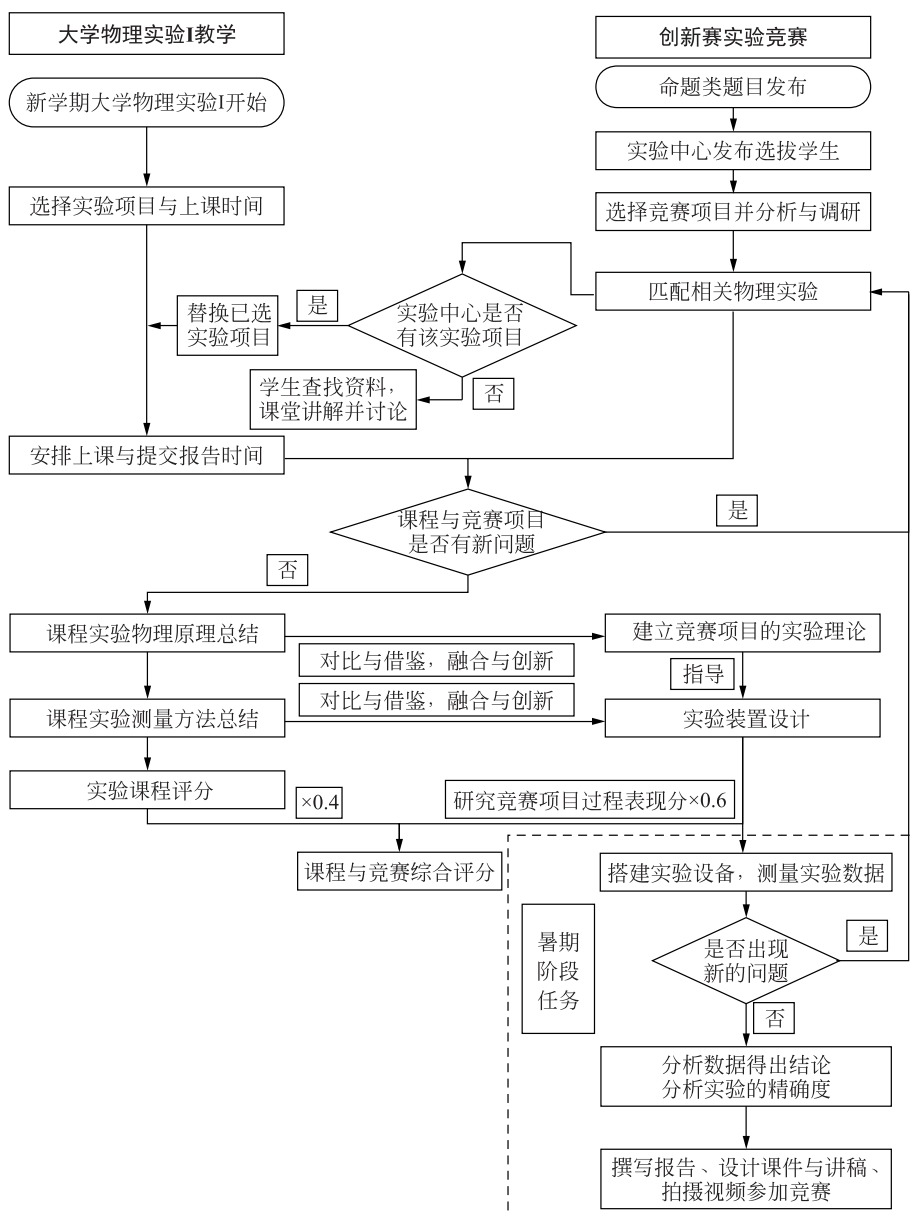


图1 竞赛与教学“互促共进”的教学实践框架

所学的实验原理与方法进行全面的梳理与总结,“对比与借鉴”“融合与创新”的指导思路下,逐步构建起针对竞赛项目的物理理论体系,并基于该体系完成测量装置的设计。

在课程I结束之际,我们采用一种全新的课程与竞赛综合评价方式来全面评定学生实验课程成绩。相较于仅依赖实验报告评定成绩的传统模式,新模式更能体现学生学习成果的多元化和全面性。具体来说,学生的课程评分分为两部分:占比40%的实验报告的平均成绩,反映了学生对实验原理和方法的掌握情况;占比60%的研究竞赛

项目的过程表现成绩,用以全面衡量学生的综合素质。在竞赛项目过程表现评分中,我们特别关注以下四个维度:一是学生应用方法解决问题的能力(40分),考验他们的知识运用和问题解决技巧;二是课堂参与度(30分),体现学生对课堂学习的投入程度;三是团队贡献度(15分),评估学生在团队中的协作精神和实际贡献;最后是小组会议的参与度(15分),反映了学生在小组讨论和交流中的表现。通过这种课程与竞赛综合评分新模式,我们不仅能更准确评判学生课程学习情况,确保了实验教学的质量,而且可以有效提升学生

的团队协作能力、竞赛参与的积极性、发现与解决问题的能力,让学生的能力在课程学习和竞赛参与过程中获得全面提升。

在暑假期间,学生按照装置的设计图搭建实验设备平台并测量数据。当遇到新的挑战时,需要遵循“发现问题-匹配实验-学习实验-解决问题”逻辑框图,不断优化改进设备,直至严格满足竞赛项目的要求。此后,学生首先需要对测量的数据进行深入分析并得出结论。其次需要分析实验的精确度,撰写详尽的实验报告,设计制作相应的课件与讲稿,并拍摄视频参加竞赛。

这一教学体系实现了竞赛与教学的深度融合与互促共进。核心目标是引导学生在课程学习与竞赛项目研究中主动发现问题,充分利用实验中心的线上线下、网络与图书等实验资源解决问题。这一做法符合学生认知的发展规律,能够循序渐进地推动竞赛项目与课程的螺旋式发展,最终在完成课程教学的基础上初步形成竞赛项目的设计方案。

本文以第八届创新赛命题类题目3——“冰的导热系数测定”为例,深度剖析了课程教学与竞赛项目研究“互促共进”的实践过程。同时,本文还分析了近两年的教学与竞赛的效果,探讨了教学实践中存在的问题,并总结教学与竞赛的经验。

2 课程教学与竞赛项目“互促共进”

2.1 课程的开端——竞赛项目分析与调研

“冰的导热系数测定”项目要求:(1)设计实验方案、搭建实验装置;(2)测量冰的导热系数;(3)探究温度和杂质对冰的导热系数的影响。学生通过调研发现在大学物理实验中常用的导热系数测量方法主要包括稳态法^[3]、准稳态法^[4,5]与常功率平面热源法^[6,7]。因此,我们将这三个实验项目作为学生第3~5周的学习任务。学生通过线上实验完成稳态法与准稳态法的学习,并撰写纸质报告;借助书籍和网络资料对常功率热源法进行学习。在实验课堂上,学生们分工协作,轮流担任讲解员,详细阐述常功率热源法的实验原理、测量技巧和数据处理等关键环节,并通过互动讨论加深理解。

2.2 课程与项目螺旋式推进——发现与解决问题

经过连续三周大学物理实验的学习,学生对

导热系数测量的基础原理和方法有了全面的理解。然而,在尝试将这些知识应用于冰的导热系数测量时,却遭遇了新的挑战。冰,作为一种特殊的物质,因为加热会导致其融化的特性使得传统三种导热系数测量方法难以直接应用。此外,三个实验都涉及的材料内部温度的测量,引发了学生对大学物理实验中的测温技术的思考。

面对这些挑战,师生经过一周的深入调研与讨论,决定转向低温物理实验与温度传感器实验领域进行探索。最终确定了“液氮比汽化热测量”^[8]“温度传感器特性测量”^[9]和“用电位差计与热电偶测温度”^[10]等实验项目,计划在第7—9周通过线下和线上的实验资源完成学习,并撰写详细的纸质报告。

经过第7—9周系统而深入的学习,学生们对液氮这种常压下温度低至 -196°C 的冷却剂有了全新的认识,还掌握了液氮比汽化热的概念及其测量方法。他们开始尝试利用液氮与冰柱的接触,使冰柱保持低温而不融化,从而解决了前一研究阶段遇到的难题。同时他们还深入了解了Pt100铂电阻、PN结温度传感器、半导体热敏电阻以及热电偶等温度传感器的工作原理与测温范围,掌握了用虚拟仪器技术实时测温。

通过这一系列的学习和实践,学生们不仅解决了之前课程学习和项目研究中遇到的问题,积累了宝贵的经验,不断提高自己的实践和创新能力。在后续物理实验课程学习和项目研究中,无论遇到什么样的困难,他们能够通过“发现问题-匹配实验-学习实验-解决问题”的核心思想为指引,不断前进。

2.3 原理的提炼与革新——构建实验理论体系

学生们经过深入研究,成功找到了通过液氮与冰块接触保持冰块固体状态的方法。鉴于这一过程中冰块迅速放热,内部温度持续变化,呈现出非稳态的特性。由此,学生们参考了常功率平面热源法测量导热系数的物理模型,创造性地调整边界条件,将恒定热功率转变为恒定温度,因此将第一类边界条件下的半无限大物体非稳态导热理论确立为竞赛项目的实验原理。

在传热学中,常将长宽高无限大的物体,且热流方向和接触平面相垂直的模型,称为“半无限大物体”^[10]。如图2所示的一个半无限大物体,在常物性条件下,初始温度为 t_0 ,在 $\tau=0$ 时刻, $x=0$

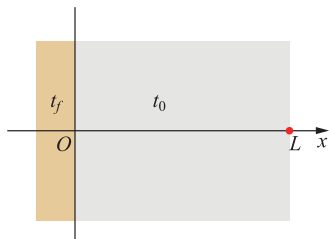


图2 一维半无限大物体示意图

的表面温度突然下降到 t_f 并保持不变,物体内部温度分布需要求解如下的导热微分方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial t}{\partial \tau} &= a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad \tau=0, t(x, 0)=t_0 \\ x=0, t(x, \tau) &= t_f \quad x \rightarrow \infty, t(x, \tau)=t_0 \end{aligned} \quad (1)$$

由拉普拉斯变换可得到分析解

$$\begin{aligned} \frac{t(x, \tau) - t_f}{t_0 - t_f} &= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}} \exp(-\eta^2) d\eta \\ &= \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right) = \operatorname{erf}(\eta) \end{aligned} \quad (2)$$

其中, $\operatorname{erf}(\eta)$ 称为误差函数, a 为导温系数。通过接触表面的热流量为

$$Q_0 = -\lambda S \frac{(t_0 - t_f)}{\sqrt{\pi a \tau}} \quad (3)$$

历经第10—12周关键三周的学习,学生们对课程中所学物理原理进行了深入梳理和总结。细致地对比了液氮冰柱接触的物理模型与常功率平面热源法的物理模型,从中发现了二者区别和潜在联系。基于这些发现,学生们积极查找资料,巧妙融合现有物理原理,创新性地构建出一套适用于“冰的导热系数测量”竞赛项目的实验原理。这一成果不仅展示了学生们的学术能力,也体现了他们勇于探索和创新的精神。

2.4 方法的总结与创新——实验装置的设计

在第13—15周期间,教师以“冰的导热系数测量”的实验原理为核心,指导学生设计严格遵循理论模型、理论公式以及边界条件要求的实验装置,具体设计思路如图3所示。最为关键的理论模型构建环节,冰块被巧妙地设计成圆柱状,其周围包裹地隔热棉用以确保四周处于绝热状态,从而成功构建了一个一维半无限大模型。

在理论公式应用方面,根据公式(3)来测量冰柱导热系数 λ ,这一过程需要准确测量导温系数 a

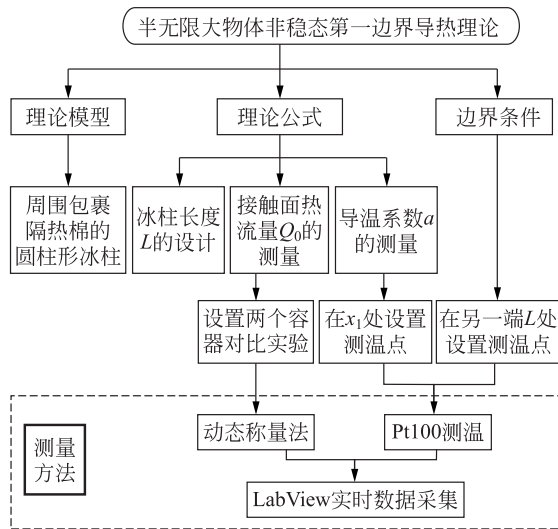


图3 实验装置设计思路图

和接触面热流量 Q_0 。对于导温系数 a 的测量,在距离液氮冰柱接触面较近的 x_1 处设置测温点,通过记录 τ 时刻距离冰柱接触面 x_1 处温度 $t(x_1, \tau)$,并利用公式(2)计算出 η 的值,进而得到 τ 时刻距离冰柱接触面 x_1 处的导温系数

$$a(x_1, \tau) = \frac{x_1^2}{4\eta^2 \tau} \quad (4)$$

在测量液氮与冰柱接触面的热流量 Q_0 时,学生们巧妙借鉴了“液氮比汽化热测量”实验原理。运用称重传感器测量液氮的质量变化,并结合实验环境下液氮比汽化热值,计算出液氮吸收的热量。为了排除外界热干扰,学生们采用了对比测量法,通过比较两个相同容积容器液氮在不同条件下(一个自然汽化作为参照,另一个在自然汽化同时吸收冰柱的热量)的质量变化差值,间接得到液氮与冰柱接触面的热流量。

在边界条件方面,根据边界条件: $x \rightarrow L, t(L, \tau) = t_0$,即实验中冰柱的另一端的温度必须稳定在 t_0 时,才符合半无限大物体导热模型。一旦温度开始下降,实验即可结束。因此,在 L 处也设置了测温点以监测温度的变化。

通过对项目理论模型、理论公式以及边界条件的深入剖析,学生们设计了如图4所示的实验装置示意图。该装置集成了一台装有 LabView 软件的电脑、一个 NI9219 数据采集卡、两台称重传感器、一台 1mA 恒流源、两个泡沫材质的容器、两个 Pt100 薄膜铂电阻以及若干导线与液氮。其中,称重和测温的方法借鉴了课程实验项目的成

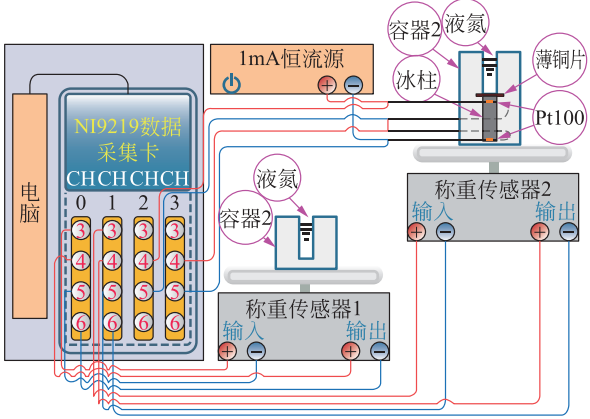


图 4 冰的导热系数测量实验装置设计图

熟经验,而对比法测量接触面热流量以及泡沫容器 2 的设计来源于学生的思考与创新。

2.5 课程与竞赛的终章——综合评价与反思

教师对学生的每一次课堂教学实验报告从预习报告、实验操作、数据处理、思考与创新四个维度进行评阅,并据此给出实验课程的平均分。同时,教师还会密切关注学生在课堂与小组会议中的每一次表现,从解决问题的能力、课堂参与度、团队贡献度、会议参与度四个维度评定他们在研究竞赛项目中的过程表现分,这两部分成绩共同构成了学生大学物理实验 I 的最终成绩。

在研究竞赛项目的过程中,解决问题的能力占据了 40 分的比重,这一部分被细分为四个评分标准:对课程实验原理的掌握(10 分)、知识应用能力(10 分)、分析与调研问题的能力(10 分)以及将理论应用于实际问题的能力(10 分)。课堂参与度占据了 30 分,其中包括到课情况与课前预习(10 分)、课堂讲解与讨论的表现(10 分)以及课堂提问与回答问题的表现(10 分)。团队贡献度占 15 分,涉及沟通合作能力(5 分)、个人任务的完成度(5 分)以及对团队工作的贡献度(5 分)。会议参与度则占 15 分,分为到会情况(5 分)、会前总结与调研(5 分)以及会上发言(5 分)。

表 1 展示了 2023 年指导的三位学生的过程表现分。从数据中可以明显看出,学生 1 和学生 2 在整个过程中表现活跃,得分较高。具体来看,学生 1 在课堂参与度方面尤为突出,而学生 2 在解决问题的能力 and 团队贡献度方面表现更为出色。因此,在暑期阶段的任务分配中,学生 2 被任命为团队队长,负责项目原理和装置的更新、实验报告

的撰写等关键工作;学生 1 则负责实验课件的设计和讲解。至于学生 3,其过程表现相对较差,适合作为学生 1 和学生 2 的助手,承担视频录制和剪辑等任务。通过这样细致的过程表现评分,我们为竞赛项目在暑期阶段的任务分配提供了明确的依据,确保了项目的顺利完成。

表 1 2023 年三位学生项目研究过程表现分明细

维度	评分标准	学生 1	学生 2	学生 3
解决问题的能力	原理掌握能力	10	10	10
	知识应用能力	8	9	7
	分析与调研能力	8	9	8
	理论联系实际	8	9	8
课堂参与度	到课与预习程度	10	10	10
	讲解与讨论表现	9	8	7
	课堂提问与回答	9	8	8
团队贡献度	合作沟通能力	4.5	4.5	4
	个人任务完成度	4.5	5	4
	团队工作贡献	4.5	5	3.5
会议参与度	到会情况	5	5	5
	会前总结与调研	4	5	3
	会上发言	5	4	3
总分		89.5	91.5	80.5

为了确保学生能够充分理解和掌握实验内容,教师在整个课程教学和项目研究过程中,会根据实际情况精心安排实验教学、项目讨论与研究、课程总结、理论构建以及装置设计等环节的时间。在课程的前 12 周内,教师着重于“课程的开端”与“课程与项目螺旋式推进”两个阶段,旨在让学生对课程和项目有清晰的认识和深入的探索。在接下来的 4 周,则聚焦于“原理的总结与创新”和“方

法的总结与创新”,以进一步提升学生的理论素养和创新思维。这样的安排确保在本学期第 16 周结束前能够顺利完成课程 I 的教学任务。

3 课程实践总结

3.1 教学与竞赛效果

在过去的两年里,我们采用以竞赛项目为导向的课程教学模式,成功给 6 位工科竞赛生实施了课程 I 的教学。这之后,其中 2 名学生以实验中心自选实验项目的形式进一步参与了课程 II 的学习,具体学习成绩与排名详见表 2。这两位学生分别来自微电子专业和核工程与核技术专业,他们所选的综合性实验难度在课程 II 的 16 个实验项目中均属较高水平。具体来看,学生 1 选择的实验涵盖了更广泛的知识领域,尤其在传感器应用方面展现了丰富的实践经验;而学生 2 则更倾向于电学方面的实验,这可能得益于他在课程 I 中对电学实验的深入学习和对电学相关仪器的熟练掌握。

表 2 两位工科竞赛学生大学物理实验 II 成绩明细与排名

学生 1		学生 2	
液氮比汽化热	85	非线性电路 研究混沌现象	81
电子荷质比	88	傅里叶综合实验	84
地磁场测量	86	RLC 电路研究	86
硅光电池特性研究	88	非平衡电桥	87
X 射线晶体衍射	92	X 射线单晶衍射	90
全息干涉技术	90	电子荷质比	90
平均分	88.1	平均分	86.3
班级排名	2/22	班级排名	2/27
院系排名	62/869	院系排名	85/395

在评价学生实验报告时,我们注重预习、实验操作、数据处理、思考与创新这四个维度。其中,预习与实验操作部分的评分较为接近,数据处理、思考与创新评分是评价的关键所在。两位学生实验均分在班级中名列前茅,这主要得益于他们出色的数据处理能力,对实验思考题的准确回答,以及在每个实验中的拓展分析,而这正是班级大多数学生所欠缺的。

在竞赛指导方面,学生在 2022 年和 2023 年

分别凭借“恒温冷源法测量冰的导热系数”和“基于硫化镉导电特性研究的智能光照大棚设计”两个项目获得创新赛的三等奖。基于“恒温冷源法测量冰的导热系数”这一项目,还积极申请了两项发明专利(专利号:202311009424.X 和 202311009426.9),目前正处于实质审查阶段。此外,我们还继续致力于以液氮为恒温冷源的材料低温导热系数测量装置的开发。

3.2 教学开展的要求、局限性及优化策略

在竞赛项目驱动的大学课程教学模式中,任课教师面临更高的教学要求。除了精通线上和线下物理实验项目外,还需深入研读教育部高校大学物理实验课程教学指导委员会编制的《理工科类大学物理实验课程教学基本要求》,确保对各项实验项目有全面而深入的理解。此外,教师还需预先进行项目调研,为竞赛项目的设计制定明确的预案和框架,以确保实验项目的精准选择与有效实施。当学生遇到难以解决的问题时,教师应发挥引导作用,确保课程能够持续、高效地推进。

为了更有效推进项目研究,我们在原有的每周一次、每次 3 课时的实验教学基础上,增设了 3 课时的小组会议时间。主要用于评讲实验报告、分享和讨论项目研究的最新进展,并汇总课程与项目的问题。这一调整使得原本 24 课时的课程 I 教学任务扩展至 48 课时,无疑增加了教师的工作量。但对于参与竞赛的学生而言,将 48 课时均匀分配到 16 周内,相当于每周一次实验课,这样的安排是合理且可接受的。

在过去的两年里,针对竞赛生实施了以竞赛项目为导向的大学课程教学模式,并取得了显著成效。然而,要在工科学生中广泛推广这一模式,仍面临诸多挑战。首先,该模式对教师的时间与精力投入提出了更高的要求。其次,教学课时的增加也可能给学生带来更多的学习压力。此外,适合本科一、二年级学生的竞赛项目相对较少,且难易程度参差不齐,难以保证教学效果的普适性。同时,课程教学与指导过程中存在的不可控因素可能影响项目和课程的进行。最后,实验项目选择的不均衡性可能影响实验室的正常运转。

为解决上述问题,我们计划从近年来的 CUPT、全国大学生物理实验竞赛等教学赛与创新赛中挑选出合适的竞赛项目,结合课程中的实验项目系统整理,形成一系列富有挑战性的“项目

包”。学生可以根据自己的兴趣和能力,选择适合自己的“项目包”进行深入学习和研究。通过“项目包”中的物理实验的亲身实践,形成完整的项目解决方案。教师根据学生的实验表现和项目解决方案的质量,给予全面而公正的课程评价。

4 结语

针对当前大学物理实验教学模式及我校工科实验选课模式存在的局限性,我们提出了以竞赛项目为导向,实现课程教学与项目指导“互促共进”的新型教学模式,为大学物理实验课程创新性改革提供了新思路。通过引导学生以“科研式”方式探索实验,我们充分融合了线上、线下和网络教学资源,在确保完成基本课程教学任务的同时,深入探索基础实验项目的原理、测量方法与技巧,创造性地凝练与设计出竞赛项目的实验原理与装置。从教学效果与竞赛成果来看,这一模式不仅确保了传统实验教学和竞赛项目研究的高质量进行,更在拓宽学生思维与视野、提升综合实践与创新应用能力方面发挥了显著作用。学生在课程学习与竞赛研究中深刻感受到学习物理实验的重要性,进一步深化了物理实验在工作科研中的应用。

参 考 文 献

- [1] 翟立朋,赵述敏,邱淑伟,等.第8届全国大学生物理实验竞赛(创新)的实践与思考[J].物理实验,2023,43(5):25-32.
ZHAI L P, ZHAO S M, QIU S W, et al. Exploration and consideration of the 8th Chinese Undergraduate Physics Experiment Competition (innovation)[J]. Physics Experimentation, 2023,43(5):25-32. (in Chinese)
- [2] 邓雨琪,赵西梅,王锦辉,等.全国大学生物理实验(创新)竞赛讲课类比赛心得与体会——以心脏起搏器实验为例[J].物理与工程,2023,33(2):126-130.
DENG Y Q, ZHAO X M, WANG J H, et al. Experiences of National Undergraduate Physics Experiment Contest (Innovation) Lecture Competition—Take the Experiment of Cardiac Pacemaker as an Example[J]. Physics and Engineering, 2023,33(2):126-130. (in Chinese)
- [3] 林杉,修俊山,李季远.不良导体导热系数测量实验装置的改进[J].山东理工大学学报(自然科学版),2019,33(6):20-24.
LIN B, XIU J S, LI J Y. Improvement of measuring instrument for thermal conductivity of poor conductor[J]. Journal of Shandong University of Technology (Natural Science Edition), 2019,33(6):20-24. (in Chinese)
- [4] 周厚兵,唐耿,张欣蕊,等.基于准稳态实验方法研究橡胶材料的热传导性质[J].物理实验,2018,38(7):17-22.
ZHOU H B, TANG G, ZHANG X R, et al. Heat conduction property of rubber based on the quasi-stable state method[J]. Physics Experimentation, 2018,38(7):17-22. (in Chinese)
- [5] 张欣蕊,唐晓虎.准稳态测导热系数与比热实验教学的常见问题及策略[J].广西物理,2014,35(3):43-45.
ZHANG X R, TANG X H. Common Issues and Strategies in Teaching Quasi-Steady-State Measurement of Thermal Conductivity and Specific Heat Experiments[J]. GUANGXI PHYSICS, 2014,35(3):43-45. (in Chinese)
- [6] 周子民,朱再兴,谢东江,等.常功率平面热源法测试耐火材料热物性的研究[J].中南大学学报(自然科学版),2011,42(5):1467-1472.
ZHOU Z M, ZHU Z X, XIE D J, et al. Thermal physical property of refractory material measured by plane heat source method with constant heat rate[J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2011,42(5):1467-1472. (in Chinese)
- [7] 陈昭栋.平面热源法瞬态测量材料热物性的研究[J].电子科技大学学报,2004(5):551-554,593.
CHEN Z D. Investigation of Transient Measurement Thermal Physics Properties by Plain Thermal Source Method [J]. Journal of UEST of China, 2004(5): 551-554, 593. (in Chinese)
- [8] 王瑗,潘葳,黄学东,等.基础实验与专题研究实验的互动教学设计及应用——以液氮比汽化热测量实验为例[J].实验室研究与探索,2021,40(11):150-154,163.
WANG Y, PAN W, HUANG X D, et al. Interactive Teaching Design and Application of Basic Experiment and Special Research Experiment—Taking the Measurement Experiment of Liquid Nitrogen Ratio Heat of Vaporization as an Example[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2021,40(11):150-154, 163. (in Chinese)
- [9] 张献图,郭荣艳,李健.大学物理实验[M].北京:电子工业出版社,2017.
ZHANG X T, GUO R Y, LI J. University Physics Laboratory Experiments[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2017. (in Chinese)
- [10] 邹田华,王晓墨,许国良.工程传热学[M].武汉:华中科技大学出版社,2020.
WU T H, WNAG X M, XU G L, et al. Engineering Heat Transfer[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2020. (in Chinese)