

## 赛教融合视角下大学物理实验教学效果研究——基于问卷数据的实证分析

李慧婷\* 赵坤

延边大学理学院, 吉林 延吉 133002

[摘要]在高等教育强调创新人才培养的背景下,学科竞赛逐渐成为推动实验教学改革的重要路径。本文以大学物理实验竞赛为研究情境,基于100份有效问卷数据,构建“竞赛参与—实验能力”分析框架,从实验设计、实验操作、数据处理、创新能力与团队协作五个维度进行实证分析,并结合差异检验与回归分析方法对相关关系进行系统检验。结果表明:竞赛参与与学生实验能力表现显著相关,其中在实验设计与数据处理维度上差异更为突出,竞赛参与程度对各能力维度均具有显著正向预测作用。进一步分析发现,竞赛通过项目化任务、实践强化与协同学习等方式,促使学生由被动执行向主动探究转变,并在不同能力维度上产生差异化影响。基于此,提出以项目驱动、数字化融合与多维评价为核心的实验教学优化路径。研究为赛教融合背景下大学物理实验教学改革提供了实证依据与路径参考。

[关键词]大学物理实验;赛教融合;实验能力;项目式学习;教学改革

DOI: 10.33142/fme.v7i4.19689

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

## Research on the Effectiveness of College Physics Experiment Teaching from the Perspective of Competition Education Integration — Empirical Analysis Based on Questionnaire Data

LI Huiting\*, ZHAO Kun

College of Science, Yanbian University, Yanji, Jilin, 133002, China

**Abstract:** Against the backdrop of emphasizing the cultivation of innovative talents in higher education, subject competitions have gradually become an important path to promote experimental teaching reform. This article takes a university physics experiment competition as the research context, and based on 100 valid questionnaire data, constructs an "competition participation experimental ability" analysis framework. Empirical analysis is conducted from five dimensions: experimental design, experimental operation, data processing, innovation ability, and team collaboration, and the correlation is systematically tested using difference testing and regression analysis methods. The results showed that competition participation was significantly correlated with students' experimental ability performance, with more prominent differences in experimental design and data processing dimensions; The degree of participation in competitions has a significant positive predictive effect on various ability dimensions. Further analysis reveals that competitions, through project-based tasks, practical reinforcement, and collaborative learning, encourage students to shift from passive execution to active exploration, and have differentiated effects on different dimensions of abilities. Based on this, propose an experimental teaching optimization path centered on project driven, digital integration, and multidimensional evaluation. The research provides empirical evidence and path references for the reform of college physics experimental teaching under the background of competition and education integration.

**Keywords:** college physics experiment; integration of competition and education; experimental ability; project-based learning; teaching reform

### 引言

大学物理实验是高校物理类专业培养学生科学素养与实践能力的重要课程环节,也是实现理论知识向实践能力转化的关键载体。相较于理论课程,实验教学更直接指向学生观察现象、操作仪器及数据分析等综合能力的形成,

对培养学生的科学思维方式与问题解决能力具有不可替代的作用。然而,在实际教学中,实验内容相对固化、验证性较强,教学过程往往以既定步骤为主,学生多处于按要求完成实验任务的状态,主体性不足,难以在实验过程中形成自主建构知识的能力,进而影响实验设计意识与探

究能力的发展<sup>[1-3]</sup>。

在创新人才培养背景下,学科竞赛逐渐成为连接课堂教学与实践创新的重要载体。与传统实验课程相比,竞赛更加突出问题情境的开放性与任务的综合性,为学生提供了更具挑战性的学习环境。已有研究表明,物理实验竞赛与课程目标具有一致性,均指向实验能力与创新素养的提升<sup>[4-6]</sup>。以全国大学生物理实验竞赛为代表的赛事,通过设置具有现实背景的开放性任务,将实验设计、实施与数据分析等环节整合于复杂问题情境中,促进学生在实践中实现知识迁移与能力发展<sup>[7-9]</sup>。因此,竞赛不仅具有选拔功能,也逐渐成为实验教学的重要补充路径,并在一定程度上拓展了传统课堂的边界。

围绕赛教融合,相关研究主要集中于教学模式改革与能力促进作用两方面。一方面,研究者通过引入竞赛任务或竞赛理念,推动实验课程内容与教学方式的优化,使课堂教学更加贴近真实问题情境<sup>[4-6]</sup>;另一方面,竞赛参与被认为有助于提升学生的实践能力与问题解决能力,并增强学习动机<sup>[7-9]</sup>。与此同时,数字化资源与自主学习环境的引入,也为实验教学改革提供了新的支撑条件<sup>[10]</sup>,使得学生能够在更为灵活的学习环境中开展实验探究。总体来看,将竞赛融入实验教学有助于增强学习参与度,并推动教学由验证性操作向探究性学习转变。

然而,现有研究多停留于经验总结层面,对竞赛参与如何影响学生实验能力的具体机制缺乏系统的实证分析;同时,不同能力维度之间的差异性以及参与程度的作用关系也有待进一步探讨。特别是在实验设计能力、数据处理能力等关键维度上,竞赛的作用方式及其差异表现尚缺乏明确证据支持。因此,有必要结合数据分析,对“竞赛参与—能力发展”的关系进行更加具体和细致的检验。

基于此,本文以问卷调查为基础,从实验设计、实验操作、数据处理、创新能力与团队协作五个维度出发,分析竞赛参与与实验能力表现之间的关系,并进一步探讨其可能的教学路径,以期为大学物理实验教学改进及赛教融合实践提供参考。

### 1 竞赛参与与实验能力的问卷分析与结果解释

为探讨物理实验竞赛参与与学生实验能力表现之间的关系,选取已修读大学物理实验课程的物理类学生为研究对象,涵盖参赛与未参赛两类群体,通过问卷调查获得有效样本 100 份。问卷以实验能力为核心,围绕实验设计、实验操作、数据处理、创新能力与团队协作五个维度构建测量框架,每一维度均由若干具体行为表征加以测量,从而保证测量结果能够较为全面地反映学生在实验学习过

程中的真实表现。同时,以竞赛参与情况及参与程度作为主要变量,用以刻画不同参与水平下能力发展的差异特征。

在测量工具的质量控制方面,首先对量表进行信度检验,各维度 Cronbach  $\alpha$  系数介于 0.833~0.902 之间,均高于 0.7 的常用判断标准,说明量表具有良好的内部一致性。进一步通过探索性因子分析对结构效度进行检验,结果显示 KMO 值为 0.881, Bartlett 球形度检验达到显著水平 ( $p < 0.001$ ),表明样本数据适合进行因子分析,累计方差解释率为 82.97%,说明问卷结构能够较好地反映实验能力各维度的内在构成。整体来看,量表在信度与效度两个方面均达到了实证研究的基本要求。

在描述性统计层面,对各维度能力水平进行整体刻画(表 1)。结果显示,学生实验能力整体处于中等偏上水平,不同维度之间存在一定差异。其中,团队协作能力平均得分最高,说明学生在共同完成实验任务过程中具备较好的协同意识与沟通能力;而创新能力相对较低,反映出在当前实验教学情境中,学生在自主探索与创新实践方面仍存在一定提升空间。这一结果在一定程度上揭示了当前实验教学“重执行、轻创新”的结构特征。

表 1 各维度实验能力描述性统计结果

维度	平均值	标准差
实验设计能力	3.33	0.90
实验操作能力	3.33	1.05
数据处理能力	3.30	0.94
创新能力	3.22	1.01
团队协作能力	3.46	1.05

进一步通过独立样本 t 检验比较参赛与未参赛群体在各维度上的差异情况(表 2)。结果表明,参赛学生在五个维度上的得分均显著高于未参赛学生 ( $p < 0.01$ ),说明竞赛参与与学生实验能力表现之间存在显著关联。从效应量来看,实验设计能力与数据处理能力的差异更为突出,Cohen's d 分别达到 1.09 和 0.90,属于较大效应水平,表明竞赛在这些能力维度上的作用更加明显。相比之下,实验操作、创新与团队协作能力虽也表现出显著差异,但效应量略低,说明其提升可能受到多种教学因素的共同影响。

表 2 参赛与未参赛学生实验能力差异检验结果

维度	未参赛均值	参赛均值	t 值	p 值	Cohen's d
实验设计能力	3.05	3.94	-5.04	0	1.09
实验操作能力	3.10	3.85	-3.49	0.001	0.75
数据处理能力	3.05	3.84	-4.17	0	0.90
创新能力	2.99	3.74	-3.65	0	0.79
团队协作能力	3.24	3.97	-3.33	0.001	0.73

在此基础上,采用线性回归分析进一步考察竞赛参与程度对各能力维度的影响(表3)。结果显示,竞赛参与程度对五个维度均具有显著正向预测作用( $p < 0.01$ ),说明参与深度越高,学生在各方面能力上的表现越突出。其中,对实验设计能力与团队协作能力的解释力相对较强( $R^2 \approx 0.57$ ),表明竞赛不仅影响个体认知层面的能力发展,也对群体协作过程产生重要作用。这一结果进一步支持了“深度参与优于简单参与”的观点,即持续投入与实践过程是能力提升的重要条件。

表3 竞赛参与程度对实验能力的回归分析结果

因变量	标准化系数(Beta)	p值	R <sup>2</sup>
实验设计能力	0.755	<0.001	0.57
实验操作能力	0.525	0.002	0.28
数据处理能力	0.574	<0.001	0.33
创新能力	0.473	0.007	0.22
团队协作能力	0.757	<0.001	0.57

基于上述差异特征,并结合物理实验竞赛的任务情境,可从教学过程角度对其进行解释。从学习理论视角来看,这一过程与建构主义学习理论强调的“在情境中主动建构知识”相契合。竞赛所提供的开放性问题情境,使学生在持续的实践活动中不断修正原有认知结构,从而实现更深层次的理解与迁移。首先,不同能力维度的提升并非均衡分布,而是主要集中于实验设计、实践操作与协作相关方面,这与竞赛的任务结构密切相关。竞赛通常以问题为导向,要求学生经历文献调研、方案设计、实验实施与优化的完整过程,这种项目化任务结构在一定程度上促使学生由执行既定步骤转向自主设计方案,从而强化实验设计能力。其次,在竞赛过程中,学生需要反复进行实验操作与调试,这种持续实践有助于提升操作规范性与数据处理的严谨性,使其逐步形成接近科研实践的操作经验。此外,竞赛通常以团队形式开展,多元观点的交流与分工协作,有助于提高问题解决效率,并在互动过程中促进创新思维的生成。总体来看,竞赛情境通过项目驱动、实践强化与协同学习等方式,对实验能力的不同维度产生差异化影响。

## 2 竞赛情境驱动下的大学物理实验教学优化路径

基于问卷结果所呈现的能力差异特征,并结合物理实验竞赛的任务情境,可以从教学过程角度对实验能力发展的作用路径加以理解。研究表明,能力提升主要集中于实验设计、实践操作与协作相关方面,这一特征与竞赛任务的组织方式密切相关。竞赛通过问题导向与任务驱动,使学生在较长周期内参与完整的实验探究过程,从而在实践中不断修正认知结构,提升综合能力。因此,将竞赛情境中的关

键要素引入实验教学,对于优化教学模式具有重要意义。

从教学理论视角来看,上述作用路径与项目式学习和情境学习理论具有一致性。项目式学习强调以任务驱动促进知识整合,而情境学习则强调在真实问题情境中实现能力发展。将竞赛情境中的开放性任务引入实验教学,有助于构建以学生为中心的学习环境,使学生在持续的实践与反思过程中逐步深化对实验原理与方法的理解。同时,这种以过程为导向的学习方式,也有利于促进不同能力维度之间的协同发展,从而提升实验教学的整体效果。

在此基础上,可从教学实施的不同层面对大学物理实验课程进行系统优化。在教学模式层面,应强化项目化实验任务的组织方式,以问题为导向重构实验内容,将原有以验证为主的实验转化为包含设计与优化环节的综合性任务,引导学生在真实情境中开展探究活动,从而提升实验设计能力与整体把控能力。在教学手段方面,应进一步推进数字化工具与实验教学的融合,例如引入数据分析软件与虚拟仿真平台,使学生能够在更为多样化的环境中开展实验操作与数据处理,从而增强其实践体验与技术能力。

在评价体系方面,应由单一结果导向转向过程导向,将评价重点从实验结果拓展至实验设计、实施过程及团队协作表现。通过引入多维评价机制,不仅可以更加全面地反映学生能力发展,也有助于引导学生重视探究过程与学习投入。同时,在教学组织层面,可适当增加小组合作与讨论环节,通过角色分工与任务协作提升学生的参与度与责任意识,使协同学习在实验过程中得到更充分的体现。

从运行机制角度看,应加强竞赛与教学之间的系统衔接,将竞赛由阶段性活动转化为贯穿课程的学习资源。例如,可通过设置分层任务,使不同基础水平的学生均能参与其中;通过延长实践周期,使学生有充足时间进行反复试验与优化;通过强化过程评价,使学生更加关注学习过程本身。通过上述方式,可逐步形成以赛促学、以赛促教的良性互动机制,使竞赛真正融入实验教学体系之中,发挥其持续性的育人功能。

## 3 结论

本文基于问卷数据,对物理实验竞赛参与与学生实验能力表现之间的关系进行了分析。结果表明,参与竞赛的学生在实验设计、实验操作、数据处理、创新能力与团队协作等方面整体表现更高,其中在实验设计与数据处理维度上的差异更为突出。同时,竞赛参与程度对各能力维度均具有显著预测作用,反映出深度参与在能力发展中的重要性。结合数据特征与教学情境,可以认为,竞赛通过项目化任务、实践强化与协同学习等方式,对学生实验能力

产生多维影响,这一结果与摘要中所提出的作用路径分析相一致。总体而言,赛教融合为优化大学物理实验教学提供了具有实践价值的路径。

从能力结构角度来看,不同维度的发展呈现出一定的不均衡性,其中设计与实践相关能力提升更为显著,这在一定程度上反映了竞赛任务对高阶能力的强化作用。同时,团队协作能力的提升也表明,在复杂任务情境下,协同学习过程对个体能力发展具有重要意义。这一发现提示,在实验教学中,应更加重视综合性任务与合作学习环境的构建,以促进学生多维能力的协调发展,并与项目驱动和协同学习路径形成良好对应。

需要指出的是,本研究主要基于学生自评数据,且样本来源相对集中,结论在一定程度上具有情境依赖性。未来可结合行为数据、课堂观察及学习过程记录等多源数据,进一步提升研究的客观性与解释力,并通过纵向跟踪分析竞赛参与对学生能力发展的持续影响。尽管如此,本文基于实证数据对竞赛参与与实验能力关系进行了系统分析,为理解赛教融合的作用路径提供了具体证据,并对实验教学优化路径的构建具有一定参考价值。

资助项目:吉林省高教科研课题,服务教学改革的高校物理实验课程数字教材动态协同构建研究(JGJX25C028)。

#### [参考文献]

- [1]肖立娟.大学物理实验教学的现状与教学改革的探究[J].大学物理实验,2015,28(6):114-116.
- [2]陆慧,阴其俊,钱水兔,等.实验教学与科研相结合的探索与实践[J].大学物理,2008(8):48-51.
- [3]李幼真,徐富新,何彪,等.面向拔尖人才培养的大学物理实验教学改革实践[J].大学物理实验,2023,36(1):149-152.
- [4]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究[J].物理与工程,2017,27(5):99-102.
- [5]杨璐,曾孝奇.学科竞赛促进“大学物理实验”课程教学改革与持续创新的思考[J].物理与工程,2022,32(5):40-43.
- [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研究与实践[J].大学物理实验,2021,34(2):98-101.
- [7]张勇.大学物理实验教学与全国大学生物理实验竞赛的教赛融合模式探索与实践[J].物理实验,2025,45(6):24-32.
- [8]彭辉丽,杨诗佳,郑飞跃,等.学科竞赛与大学物理实验教学融合方法的探索[J].物理通报,2025(3):110-113.
- [9]高雷,孙晓燕,丁云,等.大学物理实验课程及全国大学生物理实验竞赛(创新)的几点思考[J].物理实验,2023,43(8):36-42.
- [10]段雪松,张旭,张志东.面向学生自主学习的大学物理实验教学体系建设与实践[J].实验技术与管理,2015,32(9):5.
- 作者简介: \*通讯作者: 李慧婷(1980—),女,朝鲜族,吉林和龙人,理学博士,讲师,延边大学理学院,研究方向为自旋电子学; 赵坤(2004—),女,满族,吉林东丰人,本科在读,延边大学理学院,研究方向为物理教育。
- [1]肖立娟.大学物理实验教学的现状与教学改革的探究[J].