

大学物理实验课的研讨式教学实践

——以“分光计的调节与使用”实验为例

刘存海¹, 金靓婕¹, 张纪磊¹, 李 荫¹, 李 红², 范化喜³

¹海军航空大学航空基础学院, 山东 烟台

²大连舰艇学院, 辽宁 大连

³海军潜艇学院, 山东 青岛

收稿日期: 2025年4月2日; 录用日期: 2025年5月22日; 发布日期: 2025年5月30日

摘 要

针对分光计实验教学中学生参与度低、创新能力培养不足的问题, 本研究构建了“问题驱动 + 分组研讨”的研讨式教学模式。通过小组研讨、实验操作与总结汇报的形式, 激发学生的主观能动性, 培养其仪器操作能力、数据分析能力及团队协作能力。实践表明, 该模式通过强化过程性互动与创新性评价, 显著提升仪器操作规范性、科学思维水平及创新实践能力, 为大学物理实验教学改革提供了有效路径。

关键词

研讨式教学, 分光计, 实验设计, 问题驱动

Seminar-Style Teaching Practice in College Physics Experiment Course

—Taking the Experiment of “Adjustment and Use of Spectrometer” as an Example

Cunhai Liu¹, Liangjie Jin¹, Jilei Zhang¹, Yin Li¹, Hong Li², Huaxi Fan³

¹School of Basic Sciences for Aviation, Naval Aviation University, Yantai Shandong

²Dalian Naval Academy, Dalian Liaoning

³Naval Submarine Academy, Qingdao Shandong

Received: Apr. 2nd, 2025; accepted: May 22nd, 2025; published: May 30th, 2025

Abstract

In response to the issues of low student engagement and insufficient cultivation of innovation

文章引用: 刘存海, 金靓婕, 张纪磊, 李荫, 李红, 范化喜. 大学物理实验课的研讨式教学实践[J]. 创新教育研究, 2025, 13(5): 716-723. DOI: 10.12677/ces.2025.135394

ability in spectrometer experiment teaching, this study has constructed a “problem-driven + group discussion” seminar-style teaching model. Through group discussions, experimental operations, and summary reports, this model stimulates students’ subjective initiative and cultivates their instrument operation skills, data analysis abilities, and team collaboration capabilities. Practice has shown that this model significantly enhances instrument operation standardization, scientific thinking level, and innovative practical abilities by strengthening procedural interaction and innovative evaluation. It provides an effective path for the reform of college physics experiment teaching.

Keywords

Seminar-Style Teaching, Spectrometer, Experimental Design, Problem-Driven

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《大学物理实验》是培养学生实践能力与科学思维的核心课程。传统教学中，教师多采用单向讲授模式，学生被动接受知识，导致了诸多问题。一是教学方法单一。传统实验教学主要依赖教师演示与学生模仿的模式。教师在讲台上进行操作演示，学生在台下观看并记录步骤，随后依照教师的方法开展操作。这种单一的教学方法极大地限制了学生的学习主动性与创造性。学生处于被动接受知识的地位，缺乏自主思考与探索的空间，难以深入理解实验原理与操作方法，不利于知识的迁移与应用。二是学生参与度不高。在传统实验教学中，学生往往扮演着机械的任务执行者角色，处于被动接受知识的状态。师生之间、学生之间的互动交流匮乏，学生仅是简单地按照教师的指令完成实验任务，对实验原理和操作方法的理理解浮于表面，难以将所学知识灵活应用于实际问题的解决。这种教学模式导致学生的学习积极性不高，学习效果不佳。三是创新能力培养不足。传统实验教学过于注重实验结果的准确性，而忽视了对学生创新能力的培养[1]。学生在实验过程中遵循既定的步骤和方法进行操作，缺乏对实验的改进与创新意识。这种教学模式限制了学生的思维发展，不利于培养学生的创新思维 and 实践能力，难以满足现代社会对创新型人才的需求。

研讨式教学的理论根基可追溯至建构主义学习理论与社会互赖理论。相较于传统的接受式学习，研讨式教学以学生为中心，通过创设真实问题情境，学生在教师引导下的自主思考与合作交流激发学习主动性，在培养独立思维和创新意识的同时，依托小组协作模式促使学生学会倾听、尊重与分工，有效塑造团队协作精神及沟通能力；其核心价值在于通过多维视角的问题探究、观点碰撞与经验共享，推动知识深度内化，既能拓宽思维维度提升问题分析与解决能力，又能通过互动反馈帮助学生及时认知不足、优化学习策略，实现从被动接受到主动建构的质效提升[2]-[4]。在物理实验领域，研究证实研讨式学习能可显著提升学生的科学推理能力，对降低实验焦虑水平。

分光计作为光学实验的关键仪器，其调节与使用对学生的动手能力与细致性要求极高[5]-[7]。本文以“分光计的调节与使用实验”为例，探索研讨式教学在大学物理实验课程中的探索与应用。

2. 分光计的调节与使用实验教学设计

2.1. 学情分析

授课对象为已完成基础光学实验(如光的干涉、衍射)的本科二年级学生。学生对分光计的结构有初步

了解,但对其精密调节步骤(如望远镜聚焦、载物台调平等)缺乏系统认知,对角度测量误差的分析能力较弱。此外,学生思维活跃,具备一定的实验操作经验,但对复杂仪器的独立调节信心不足,亟需通过协作研讨提升实践能力。

2.2. 教学内容定位与特点

本实验为《大学物理实验》课程中的综合性实验,重点在于掌握分光计的调节方法(包括自准直法、各轴系平行调节)、利用分光计测量棱镜折射率或光栅常数。实验难点在于精密调节步骤的逻辑性与操作细节。教材选用自编的《大学物理实验》教材,授课学时为3学时(135分钟)。

2.3. 知识与技能目标

一是深入理解分光计的核心构造与光学原理,精准识别并阐述平行光管、望远镜、载物台等关键部件的功能与作用。二是掌握分光计的调节方法与步骤,理解每一操作的物理原理,如调节底座水平度以确保光线水平传播,调整望远镜和平行光管的光轴使其平行且与载物台平面平行。三是熟练掌握利用分光计测量光线折射率和波长的技术,包括正确选择光源与光学元件,严格遵循实验步骤进行精确测量,并通过合理的数据处理与分析得出准确结果。

2.4. 过程与方法目标

一是提升小组合作能力。通过小组合作探究的形式,学生在实践中锻炼实验操作技能。小组成员分工明确,如有人负责操作仪器、有人负责记录数据、有人负责观察现象等,在相互协作的过程中,共同完成实验任务。同时,在遇到问题时,小组成员能够共同讨论、分析问题产生的原因,寻找解决方案,从而培养团队协作精神和沟通能力。

二是培养科学探究能力。学生经历从提出问题、分析问题到解决问题的完整科学探究过程。例如,在实验过程中,当发现测量结果存在较大误差时,学生能够提出可能影响实验结果的因素,如仪器的精度、环境因素等,然后通过进一步的实验和数据分析来验证假设,最终找到解决问题的方法。这种过程有助于提高学生的科学探究能力和创新思维能力。

2.5. 情感态度与价值观目标

一是激发实验兴趣。通过生动有趣的实验教学,激发学生对物理实验的浓厚兴趣。让学生亲身体验到物理实验的奇妙之处,如观察到光线在分光计中的传播路径和折射现象,感受到科学研究的乐趣。

二是培养科学态度。在实验过程中,强调严谨的科学态度和实事求是的精神。要求学生认真对待每一个实验步骤,如实记录实验数据,不随意篡改数据。即使在实验结果不理想的情况下,也能客观分析原因,尊重事实。

三是增强自信与成就感。当学生成功完成实验任务并得到准确的测量结果时,能够体验到合作学习的乐趣和成就感。这种积极的情感体验将进一步激发学生的学习动力和自信心,使他们更加热爱物理学习和科学探索。

2.6. 教学方法

一是研究策略。本研究采用混合实验设计,设置实验组(研讨式教学)和对照组(传统教学)。实验组与对照组学生均来自同一学期选修《大学物理实验》课程的我校本科生共240人,其中实验组120人,对照组120人,涵盖三个不同专业,两组学生男女比例11:1。前期物理实验成绩平均分 76 ± 5 ,无显著差异,实验环境、仪器型号、授课教师均保持一致。课前将20人班级分为5个小组,每组4人,以确保小

组规模适中，便于交流。传统教学模式采用“教师演示－学生模仿”流程：教师用 40 分钟讲解原理并完整演示操作，学生随后独立完成实验，教师仅在出现重大操作错误时进行干预。

二是问题驱动。问题驱动是该教学模式的核心之一。选择合理的问题能够激发学生的兴趣和思考。例如，围绕分光计调节的难点设计研讨主题，如“望远镜视场中十字像的重合原理”。这类问题不仅与教学内容紧密相关，还能引导学生深入探讨，解决实际操作中的困惑。通过问题驱动，学生能够主动参与学习过程，提高解决问题的能力。

三是多环节互动。多环节互动是确保教学效果的重要手段。在课前、课中和课后三个环节中，教师应与学生保持密切互动。课前指导学生预习，明确研讨主题；课中引导学生积极参与讨论，分享观点；课后进行总结和反馈，巩固学习成果。通过多环节互动，教师能够及时了解学生的学习情况，调整教学策略，提高教学效果。同时，学生在互动中能够加深对知识的理解，培养自主学习能力。

2.7. 教学过程

如表 1 所示，教学过程分为课前、课中和课后三个环节，每个环节包括均包括教师活动和学生活动。其中课中环节为教学过程主体，又分为创设情境、提出目标、研讨主题、实验操作、总结点评五个具体环节。

Table 1. Teaching process design
表 1. 教学过程设计

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图	时间分配(分钟)
一、课前	发布预习资料(虚拟仿真实验、分光计结构视频、调节流程图); 分组并分配任务。	小组内分工, 查阅资料, 完成预习报告。	熟悉仪器结构, 初步了解分光计调整流程, 明确实验难点。	\
二、课中	创设情境 以光谱分析在军事侦察中的应用为例, 引入分光计的重要性。同时, 接分光计在光学发展中的作用引入思政点。	结合案例思考分光计的实际价值。	激发学习兴趣, 联系科技前沿。	5
	提出目标 明确实验目标: 完成分光计调节, 测量棱镜折射率和汞光波长。	记录实验要求, 梳理操作步骤。	聚焦核心任务, 避免盲目操作。	2
	研讨主题 1. 望远镜视场中十字像未重合的原因? 2. 载物台调平与三螺钉调节的逻辑关系? 3. 游标盘读数误差的主要来源?	分组讨论, 提出解决方案并汇报。	深化对调节原理的理解。	30
	实验操作 巡回指导, 解答调节中的疑难问题。	小组协作按步骤完成调节与测量, 记录数据。	实践与理论结合, 强化操作技能。	88
	总结点评 归纳常见问题, 点评各组表现。	反思操作失误, 优化实验流程。	纠正错误, 提升实验严谨性。	10
三、课后	1. 设计一种快速判断分光计调节是否达标的方法; 2. 小组撰写实验报告(含误差分析与改进建议)。	完成作业, 提交小论文式报告。	巩固知识, 培养科研写作能力。	\

2.8. 教学评价

教学评价采用课上评价和课后评价相结合的方式进行，各占 50 分。课上评价体系如表 2 所示，课上评价又分为小组内互评、组间互评和教师评价，其中小组内互评是小组成员间对彼此实验操作的规范性和参与度进行评价；组间互评是各组组长对各小组的课上交流情况、问题探究情况进行评价；教师评价是由教师对各小组整体课堂表现进行评价。课后评价体系如图 1 所示，主要是教师根据各小组提交的实验报告的格式的规范性、内容的准确性和分析问题的深度和创新性等内容进行评价。表 3 为评价示例，课上得分 = 小组内互评(20 分) + 组间互评(20 分) + 教师评价(20 分)，按比例折算为 50 分，课后得分 = 实验报告评分(50 分)，实验总分 = 课上得分 + 课后得分。通过此评价策略，既能全面反映学生的操作能力、协作能力与科研素养，又能通过量化指标确保评价的公平性与可操作性。实践表明，采用研讨式教学模式后，学生的学习积极性和创新性均得到极大提高，分光计调节效率提高 30%，实验综合成绩提高 15%。

Table 2. Class evaluation system table
表 2. 课上评价体系表

评价维度	评分内容	分值分配	评分标准
小组内互评	1. 操作规范性: 是否严格按照实验步骤操作, 遵守仪器使用规范。	10 分	优秀(9~10): 全程规范操作, 无违规行为; 良好(7~8): 偶有疏漏但及时修正; 一般(5~6): 需多次提醒; 较差(≤4): 操作混乱。
	2. 参与度: 是否积极参与讨论、主动承担任务、协助组员解决问题。	10 分	优秀(9~10): 全程主动, 贡献突出; 良好(7~8): 参与较多, 但主动性一般; 一般(5~6): 被动参与; 较差(≤4): 消极怠工。
组间互评	1. 汇报逻辑性: 小组汇报是否结构清晰、逻辑严谨、重点突出。	10 分	优秀(9~10): 逻辑严密, 表述流畅; 良好(7~8): 逻辑基本清晰, 但细节不足; 一般(5~6): 表述混乱; 较差(≤4): 无法理解。
	2. 问题解决能力: 是否提出有效解决方案, 回应其他小组的质疑。	10 分	优秀(9~10): 方案创新且可行; 良好(7~8): 方案合理但缺乏创新; 一般(5~6): 方案存在漏洞; 较差(≤4): 未提出有效方案。
教师评价	1. 调节效率: 分光计调节是否快速准确(如望远镜聚焦、载物台调平)。	10 分	优秀(9~10): 调节迅速且达标; 良好(7~8): 耗时较长但最终达标; 一般(5~6): 需多次指导; 较差(≤4): 未完成调节。
	2. 数据准确性: 实验数据是否合理, 误差是否在允许范围内。	10 分	优秀(9~10): 数据精确, 误差 < 3%; 良好(7~8): 误差 < 5%; 一般(5~6): 误差 > 5%; 较差(≤4): 数据明显错误。

Table 3. After-school evaluation system table
表 3. 课后评价体系表

学生姓名	小组内互评 (20 分)	组间互评 (20 分)	教师评价 (20 分)	课上总分 (50 分)	实验报告评分 (50 分)	总评(100)
张三	18	17	18	44	45	89
李四	16	15	16	39	38	77

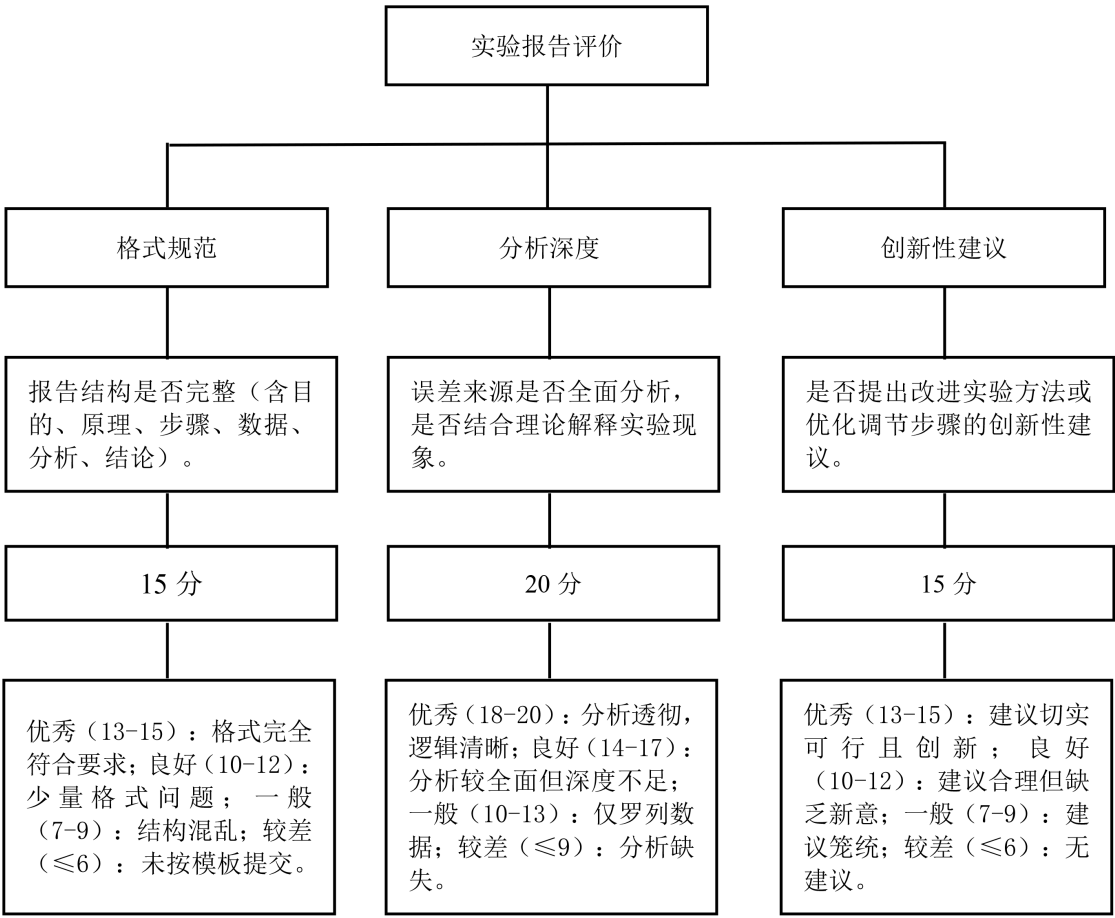


Figure 1. After-school evaluation system
图 1. 课后评价体系

3. 教学效果分析

3.1. 质性研究结果

通过课堂观察和深度访谈发现，采用研讨式教学后，学生学习效果取得明显提升。一是认知冲突出现显性化。在“游标盘读数误差来源”研讨中，小组内产生观点分歧。有的同学认为“误差主要来自刻度盘偏心”，而有的坚持“视觉视差是主因”。通过小组辩论和实验验证(分别用偏心修正公式和多次测量法对比)，学生最终理解误差来源的复合性。二是元认知能力有所提升：访谈中 78% 的学生提到“学会了用系统误差分析表来规划实验”。绝大部分学生反馈：“现在遇到仪器调节问题，会先画流程图分析可能故障点，而不是盲目尝试”。三是情感态度发生转变。课堂录像显示，实验组学生主动提问频率较对照组明显提高。学生在访谈中表示：“小组讨论时发现调节螺钉的转动方向与像移方向的关系，这种自主发现的规律记得特别牢固”。

3.2. 跨专业对比分析

如表 4 所示，研讨式教学在不同专业群体中均产生显著效果，证明其具有学科普适性。机械专业学生虽初期适应较慢(前测得分低 8%)，但通过工程制图经验迁移，在光路调试环节表现出独特优势，最终反超其他专业 3.2%。

Table 4. Comparison of teaching effectiveness in different majors
表 4. 不同专业教学效果对比

专业	前测成绩	后测成绩	增益值
专业 1	72 ± 5	89 ± 4	17
专业 2	70 ± 6	87 ± 7	17
专业 2	68 ± 8	90 ± 5	22

3.3. 量化分析结果

如表 5 所示，我们对 2022~2024 年研讨式教学模式实施前后的教学数据进行了综合分析，数据表明研讨式教学模式展现出多维度的教学效能提升。一是实验效率提升显著。分光计平均调节用时缩短 39.7%，测量误差降低 56.1%，这反映出研讨式教学在实验操作效率和精度控制方面具有明显优势，可能源于分组研讨带来的即时反馈和同伴互助机制。二是创新能力突破性增长。创新建议数量激增 200%，这表明研讨式教学有效激活了学生的创造性思维；三是学习质量极大提升。实验报告优秀率提升 70%，课堂参与度增长 45.9%，这显示出探究式教学模式在提高学生知识掌握深度和主动学习意愿等方面均取得了较好的效果。

Table 5. Teaching mode comparison data
表 5. 教学模式对比数据

评价维度	传统教学模式(2021)	研讨式教学(2022~2024)	提升幅度
平均调节用时	58 ± 8 分钟	35 ± 5 分钟	39.7%
折射率测量误差	8.2% ± 1.5%	3.6% ± 0.9%	56.1%
创新建议数量	0.7 份/组	2.1 份/组	200%
实验报告优秀率	30%	51%	70%
课堂参与度	57%	86%	50.9%

4. 结语

本研究通过将研讨式教学模式系统应用于《分光计的调节与使用》实验教学，构建了“问题导向 - 分组探究 - 多维评价”的教学框架，有效突破了传统实验教学中学生被动接受、机械操作的困境。实践数据表明，该模式显著提升了学生的仪器调节效率和实验完成质量，同时培养了学生的批判性思维与科研写作能力。教学反馈显示，85%的学生认为研讨式教学增强了团队协作意识，92%的学生表示对光学测量原理有了更深刻理解，同时发现，当实验小组规模控制在 4~5 人且配备高阶性讨论提纲时，学生高阶性思维活动发生频率明显提高。这不仅验证了研讨式教学在分光计实验中的适用性，更为大学物理实验课程改革提供了可推广的范式，对培养具有创新能力的应用型人才具有重要实践价值。

参考文献

[1] 葛镜, 王敏, 余泽太, 等. 基于实验教学的学生创新能力培养探索[J]. 实验室科学, 2024, 27(6): 214-218.
[2] 赵玉红, 赵立青, 李欣, 等. 基于拔尖人才培养的基础实验课研讨式教学探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(11): 139-143.
[3] 王清亮, 任恒峰. 研讨式教学法在近代物理实验课中的运用[J]. 兰州文理学院学报: 自然科学版, 2016, 30(6): 112-116.

-
- [4] 毛新宇, 王志军. 实验课研讨式教学实际问题探讨——以北京大学电子线路实验课为例[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(2): 32-35.
 - [5] 许飞, 罗锻斌. 分光计调节实验中的教学方法探讨[J]. 大学物理实验, 2013, 26(4): 35-36.
 - [6] 刘祥, 杨繁荣. 基于仿真实验平台分光计的调节研究[J]. 信息记录与材料, 2020, 21(3): 230-231.
 - [7] 韩苏阳. 改进分光计的调节提高实验效率[J]. 齐哈尔大学学报: 自然科学版, 2012(6): 83-85.