

大学物理实验历史溯源与课程思政融合研究

张彪 * 高文慧 张晶 毕会英 蔡桂双

北京科技大学天津学院 天津 301830

摘要：大学物理实验作为理工科专业的基础课程，其教学过程中融入思政教育已成为当前高等教育改革的重要方向。本文通过对物理实验历史事件的溯源与重现，系统梳理其中的思政元素，深入探讨了思政教育与物理实验课程的有效融合路径。研究表明，通过挖掘物理实验中的科学精神、文化自信等元素，并构建多元评价体系，能够实现知识传授与价值引领的有机统一，为培养新时代高素质人才提供创新模式，助力立德树人根本任务。

关键词：大学物理实验；课程思政；科学素养

2016 年 12 月，习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调：“要坚持把立德树人作为中心环节，把思想政治工作贯穿教育教学全过程，实现全程育人、全方位育人，努力开创我国高等教育事业发展新局面。”^[1] 2020 年 5 月，教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》指出，高校要有针对性地修订人才培养方案，切实落实高等职业学校专业教学标准、本科专业类教学质量国家标准和一级学科、专业学位类别（领域）博士硕士学位基本要求，构建科学合理的课程思政教学体系^[2]。

大学物理实验作为理工科进入大学时期的首门实验课程，是学生首次接触系统性科学实践课程，在培养学生科学素养和创新精神方面发挥关键作用。从历史维度看，物理实验的发展史本身就是一部科学思想史和科学家奋斗史，其中蕴含着丰富的思政教育元素^[3-5]。但现阶段物理实验更侧重于培养学生的实践能力和创新能力，物理实验思政教学存在思政元素挖掘不足，融合模式生硬，“知识传授”与“价值引领”脱节等问题。

本文旨在探索物理实验溯源与课程思政的系统性融合，通过系统梳理物理实验发展历程中的关键人物和事件，分析其背后的科学精神和价值内涵，挖掘其中的科学家精神，科技伦理，家国情怀，创新实践等思政内容，构建物理实验课程与思政教育融合的创新模式。丰富物理实验的教学内容，助力立德树人根本任务的落实。

1 思政案例溯源与历史重现

1.1 密立根油滴实验与科学家的学术坚守

1910 年，美国物理学家罗伯特·密立根（Robert

Millikan）通过油滴实验首次精确测定了电子电荷值（ $e \approx 1.592 \times 10^{-19} C$ ），为量子理论提供了实验基础。但是这一成功的背后是长达数年的学术争论：奥地利物理学家费利克斯·埃伦哈夫特（Felix Ehrenhaft）认为存在分数电荷（subelectron）反驳了密立根的观点，二者各自开展了一系列实验探究，最终密立根通过极其严谨的数据筛选和重复实验，驳斥了埃伦哈夫特的结论，但其“选择性发表数据”的行为也引发了后世关于科学伦理的讨论，他发表的 58 次观测实际上是从近 140 次观测中挑选出来的（如仅公开支持理论的数据）。

这一争议性事件就是生动的思政教育素材，对于密立根在实验中所展现出的执着追求真理的精神是值得肯定的，但其学术诚信的复杂性也是值得深思的，引导学生辩证的看待科学研究的局限性，在密里根油滴实验教学中，通过溯源密立根的科研历程，让学生感受到科学探索的复杂性曲折性，在不段坚定自我中寻求真理，正确看待科学研究，培养学生良好的科研精神，树立正确价值观。

1.2 弗兰克 - 赫兹实验与科学家的民族责任

弗兰克 - 赫兹实验（1914 年）通过电子碰撞原子验证了玻尔原子模型的能量量子化，是量子力学的重要实验基石。该实验通过精妙设计以精确控制电子加速电压，实验发现在电压达到 4.9 伏特整数倍时，电流出现规律性下降。该实验的创新之处在于将微观世界的量子特性通过宏观可观测的电流变化展现出来。实验中充斥着研究者的智慧：为了减小热运动的影响，实验采用汞蒸气，因为其原子量较大；原子密度可以通过适当温度条件优化，通过栅极结

构可精确控制电子能量。这些巧妙地构思至今为物理实验教学提供重要参考。

二战期间，在政治的压力下，弗兰克选择流亡海外联合众多科学家反对研发核武器；而赫兹则是以技术困难为由，消极应对纳粹的核武器研制计划。二位科学家的选择表明，科学家不仅仅要追求真理，更要坚守良知，要有社会责任感，对科研成果的社会影响保持清醒认知。

1.3 静态拉伸法测量弹性模量与工程伦理教育

静态拉伸法测量材料弹性模量是材料力学中的经典实验，其发展凝聚科学家对精确测量的不懈追求。弹性模量这个概念是英国科学家托马斯·杨 (Thomas Young) 于 1807 年首次提出，这一概念的提出为材料力学性能的定量研究奠定了理论基础。十九世纪中期，德国工程师卡尔·巴赫 (Carl Bach) 建立了标准化的测量方法，显著提高了弹性模量测量的精度。该方法应用于铁路桥梁建设，为工程安全提供了重要保障。这一技术的发展在某种程度上是由重大事故推动的，19 世纪中叶欧洲多起桥梁坍塌事故（如 1847 年法国昂热桥垮塌导致 226 人死亡）正是源于对材料弹性性能的认知不足。这类悲剧促使工程界提出“精确测量是工程安全的基础”并建立了严格的材料测试标准。

通过静态拉伸实验，培养学生严谨求实的科学态度，使其深刻认识精确测量在工程技术中的关键作用，工程师的社会责任比技术本身更重要，要树立“数据质量就是工程生命线”的职业理念。

2 课程融合的路径与实施

2.1 内容融合的多维策略

本研究采用多维度、多层次的整合策略，将物理实验历史溯源与课程思政融合起来。首先深度挖掘物理实验的历史案例，还原历史案例实验内容，重新规划教学内容，将溯源内容穿插到实验教学中，让学生在掌握基本实验技能的同时，深入理解科学发展的历史脉络和思想本质，重构教学内容；在教学过程中不能生硬的搬凑历史案例，通过情景模拟，重现历史案例，还原原始实验仪器，问题导向等教学方法，将思政内容融入实验过程，体现方法创新；建立“实验操作 – 历史理解 – 价值内化”三位一体的教学模式，实现知识、能力、素养的有机统一，实现模式改革。

2.2 实验教学与思政教育的融合案例：以弗兰克赫兹实验为例

密立根油滴实验作为近代物理的重要实验，其教学内容可从三个维度进行重构：

在实验原理层面，在讲解常规的电荷量子化的原理时，增设“科学发现的历程”模块。让学生研读原始文献，深入了解当时背景下密立根与埃伦哈夫特的学术争论，理解科学发展的曲折性。例如，后世发现密立根发表的论文中记录的 58 次观测结果实际上是从近 140 次观测中挑选出来的，这一学术争议引发出追求真理的精神以学术诚信的复杂性。

在实验操作层面，让学生分组进行实验操作，完成试验后，其中一组进行数据筛选，选出理想数据，与另一组未进行数据筛选的实验结果对比差异，以此撰写数据伦理分析报告。让同学们在这一伦理分析的过程中亲身体验科学研究的伦理抉择，培养学术诚信意识，树立正确价值观。

在应用拓展层面，引入中国科学家赵忠尧在密立根实验基础上的爱国行动进一步丰富其思政内涵，这是家国情怀和学术使命的体现，强化科技报国的使命感。

在教学方法的创新实践上本实验采用“历史 – 实验 – 伦理”三维教学模式：

历史重演教学法：在预习阶段，让学生分组讨论辩论，分别扮演密立根研究团队和和埃伦哈夫特研究团队，各组根据原始的实验数据重现历史。在角色扮演中深刻理解学术争议实质。

双盲对比实验法：采用分 A/B 组的方法，在实验操作过程中，给 A 组精确的仪器参数，B 组自行调节仪器参数，最终对比两组的测量结果，让学生更加直观的体会到在科研过程中，精密测量的重要性。

伦理困境讨论法：在报告阶段，设置伦理讨论专题，对于密立根追求真理的精神和学术诚信的复杂性上引导学生深入思考。让学生就“在科研中是否能够剔除明显异常数据”等问题进行辩论，培养科学伦理意识。

3 多元化评价体系的构建与实施

3.1 过程性评价指标设计

单一的评价体系不适用物理实验这门课程，需要建立多元化、全过程的评价体系对物理实验这门课程的思政效果进行评价。在知识理解的维度主要评价学生对实验基本原理理论知识和历史背景的掌握程度；学生的创新意识、合作精神以及严谨态度通过科学素养评价；学生对科学伦

理以及科学精神的理解与认同依靠价值内化维度评价。

通过课堂讨论的表现，问卷调查，实验操作的考核，实验报告的评阅等多种形式，兼顾定性和定量方法进行评价。不能仅依靠结果评价，更要注重对实验过程的评价。对于数据处理的严谨性和真实性，实验操作过程的规范性和创新性等都应该设置完备的评价标准。

3.2 多元评价方法的实施

通过教师评价、学生自评、小组互评、等多主体参与的评价机制建立多元评价体系。教师评价更多关注学生科学知识和实验技能的掌握；学生自评意在端正科学态度反思学习过程；小组互评关注学生交流能力和团队协作能力。

实施多元评价需要建立多主体参与的评价机制。教师评价主要关注实验技能和科学知识的掌握；学生自评重在反思学习过程和科学态度养成；小组互评侧重团队合作和交流能力。

利用智能化服务于评价体系，将智能化评价工具应用于提高评价的效率和准确性。例如，为了实时评价学生操作的规范性，可以引入物联网传感器进行记录；开发智能操作系统分析实验报告数据处理的准确性；建立学习档案，记录学生学习进步情况和学习历程。

4 影响与展望

4.1 对学生发展的影响

本研究深度融合了物理实验的历史溯源与思政教育，依据物理实验历史中真实发生的故事，通过制作还原当时历史背景下的实验仪器，引导学生学习物理实验基础知识的同时，还能达到培养学生的科学精神、家国情怀和创新实践能力等教育教学目的。本课题研究通过还原真实历史背景下科学家们的科技成就和对当下社会的推动影响，试图激发学生参与科研服务社会、服务国家的使命意识，全面提升学生的科学素养和实验能力，追寻科学发展的历史逻辑，理解其思想内涵的本质。利用还原制作实验仪器重现历史，学生的动手能力得到了提高，而且对实验原理有了更加深刻的掌握。基于物理实验的历史溯源与思政教育深度融合的教学方法，教师就能有效引导并帮助学生形成科学的世界观和方法论，让学生从情感价值的角度真正走近科学世界。

4.2 对课程建设的影响

思政教育与物理实验课程的深度融合，立志于让学生

能够在物理实验课堂上，从“操作仪器的人”成长为“有科学信仰的人”。其意义一是将物理实验课程从单一的技能训练和知识传授转化为全面育人的平台，达到性质上的转变，能够充分实现知识、能力、素养的有机统一，落实立德树人的根本任务；二是创新了实验教学方法，采取多样化的教学方式，如历史重现、情景模拟、小组合作等，提高学生的课堂参与度和活跃度，提升课堂教学的效果。此外，在挖掘课程思政元素的过程中，教师无形中拓展了更加充分的教学资源，帮助教师开发新的实验仪器，重现历史场景，丰富课程内容。这些影响在潜移默化间，不仅提高了物理实验课程的教学质量，更是让物理实验课程在人才培养中起到了立德树人的基础支撑作用。

4.3 未来发展方向

未来物理实验历史溯源与思政教育的融合将向深层次、多维度方向发展。随着智能化的发展，人工智能和虚拟现实技术在与物理实验深度融合方向有着极大的发展空间，将进一步提高学生的智能化个性化的学习体验。学生可以通过虚拟仿真平台加深对科学思想和科学方法的理解，亲历科研过程，提高科学素养。随着学科间的不断深度融合，物理实验将与计算机科学，科学哲学，工科等领域开展综合项目，通过更完善的评价体系，关注学生的知识掌握程度，技能水平，以及其科学态度，价值观发展，科学伦理，创新精神等。构建合理的课程思政体系全面培养学生多维发展。

5 结语

本文基于大学物理实验历史溯源与课程思政融合的研究，溯源物理实验室的发展史，以案例集的形式梳理物理实验发展历程中的关键人物和事件，基于其对当下社会的深远影响，深入发掘其中的思政元素并融入到当代物理实验课程之中，丰富教学内容。本研究通过构建科学合理的课程思政教学体系，为大学物理实验的课堂教学提供思政教学资源和新的发展研究方向。通过构建“实验溯源 – 价值提炼 – 教学设计 – 评价体系”有机一体化的教学模式，将物理实验教学和课程思政巧妙融合，对实验背后的历史背景进行深度溯源，挖掘思政案例，建立多元化系统性评价体系，为高校物理实验教学提供更丰富更适行的课堂方案。通过建立思政案例集丰富物理实验的教学内容，深刻落实教育立德树人的根本任务。伴随着社会的进步、科技

的发展，教育理念仍会不断更新，未来这一课程融合研究将更加深入和完善，将为高素质人才的培养做出更卓越的贡献。

参考文献：

[1] 习近平在全国高校思想政治工作会议上强调 把思想政治工作贯穿教育教学全过程 开创我国高等教育事业发展新局面 [N]. 人民日报 ,2016-12-09(1).

[2] 教育部.关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知 :教高〔2020〕3号 [A/OL].(2020-06-01) [2024-03-12].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html.

[3] 付美芹 .案例教学法在大学物理课程教学中的应用 [J]. 广西物理 ,2023,44(1): 97-99.

[4] 卢芳,张勇,张建福.融入课程思政的“大学物理实验”教学模式研究与探索 [J]. 教育教学论坛 ,2025,(19):89-92.

[5] 梁莹 ,王潇 .新工科背景下物理实验教学中的课程思政 [J]. 物理通报 ,2025,(07):72-76.DOI:CNKI:SUN:WL TB.0.2025-07-017.

作者简介: 张彪 (1998—), 男, 汉族, 天津宝坻人, 硕士研究生、声学超材料。

基金项目: 2025 年度北京科技大学天津学院第八批校级本科教育教学改革与研究项目 (tjy2025055)