

课程思政融入大学光学实验的教学研究 ——以调Q激光器实验为例

樊松涛¹, 尹佳媛², 杨 威^{1*}

¹西安电子科技大学光电工程学院, 陕西 西安

²西安电子科技大学物理学院, 陕西 西安

收稿日期: 2025年11月4日; 录用日期: 2025年12月5日; 发布日期: 2025年12月16日

摘要

大学是立德树人的主阵地, 肩负着为党育人、为国育才的根本使命。为将这一使命践行于专业教学, 在光学实验课程中加强思政建设至关重要。本文以调Q激光器实验为例, 系统探索了思政元素融入教学的实践路径: 通过实验引入、原理剖析、操作实践与课外延伸四个环节, 深入挖掘并有机融入思政内涵, 旨在实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一, 切实发挥光学实验课程的育人功能。

关键词

调Q激光, 课程思政, 大学光学实验

Teaching Research on Integrating Curriculum-Based Political Education in University Optics Experiments —A Case Study of the Q-Switched Laser Experiment

Songtao Fan¹, Jiayuan Yin², Wei Yang^{1*}

¹School of Optoelectronic Engineering, Xidian University, Xi'an Shaanxi

²School of Physics, Xidian University, Xi'an Shaanxi

Received: November 4, 2025; accepted: December 5, 2025; published: December 16, 2025

Abstract

Universities serve as the primary venue for fostering virtue and cultivating talents, bearing the

*通讯作者。

fundamental mission of educating and nurturing individuals for the Party and the country. To embody this mission in specialized instruction, it is crucial to enhance the ideological and political dimension within university optical experiments. This paper takes the Q-switched laser experiment as a case study to systematically explore practical pathways for integrating ideological and political elements into teaching. Through the four key stages of experiment introduction, principle analysis, hands-on practice, and extracurricular extension, we deeply excavate and organically incorporate ideological and political connotations. The aim is to achieve an organic unity of knowledge impartation, ability development, and value guidance, thereby fully realizing the educational function of optical experiment courses.

Keywords

Q-Switched Laser, Ideological and Political Education in Curriculum, University Optical Experiments

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

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，高校思想政治工作关系到办学根本，必须坚持以立德树人を中心环节，将思想政治工作贯穿教育教学全过程，为实现“两个一流”目标和高等教育“四个服务”方向培育全面发展的人才[1]。

2020年5月，教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》，明确指出要全面推进高校课程思政建设，发挥好每门课程的育人作用，深入梳理课程教学内容，结合不同课程特点、思维方法和价值理念，深入挖掘课程思政元素，有机融入课程教学，达到润物无声的育人效果[2]。

高校的思政工作关系到党的事业是否后继有人，也关系到国家发展战略和民族复兴的伟大目标，因此，必须把课程思政教育融入教学的各个方面。光学实验课是西安电子科技大学光电子工程学院的一门专业必修课程，课程内包含光电探测、光电信息测量、激光技术等多领域的光学基础和信息处理方面综合类实验，旨在提高学生对专业理论知识的掌握以及利用专业知识解决实际问题的能力，提升自主探索和团队协作精神，养成实事求是的科学作风，勇于探索的创新思维和扎实的实践能力。可见，实验课程是实现“立德树人”根本任务的绝佳载体[3]-[5]。

因此，如何挖掘光学实验课程中的思政元素，并将其润物细无声地融入到教学当中，实现知行合一，充分发挥光学实验课程的思政作用，将是我们的工作重点。本文以调Q激光器实验为例，探讨在大学光学实验课程中如何实现课程思政。

2. 实验引入科技前沿和科学历史

光学实验蕴含着丰富的思政元素，因此在实验教学的引入就要有所突出。在调Q激光器实验的引入部分，引导学生探讨激光器在各领域的最新应用。例如，作为当前热点的激光武器，其核心正是一部高功率固体或光纤激光器——它能将巨大能量在极短的时间内聚焦于微小点位，通过烧蚀、热应力等效应实现精准毁伤。在我国今年9.3阅兵中，多款国产激光武器庄严亮相，彰显了国家科技实力的崭新高度。此举不仅展示了激光武器在现代国防中的关键角色，更能有效激发学生探索光学的内在热情，树立科技报国的远大志向。

同样,激光器的发展史不仅是一部技术进步史,更是一部充满人文精神与科学理想的壮丽史诗。在实验教学中引入相关历史与人物,能有效激发学生的爱国情怀与科学热情。我国第一台激光器的诞生,便是其中一曲由科研前辈们谱写的动人篇章。

1961年9月,在光学科学家王之江等人的主持领导下,中国第一台红宝石激光器在中国科学院长春光学精密机械研究所诞生[6],如图1所示。此时,距美国物理学家梅曼研制出世界首台激光器仅过去一年,并在关键性能指标上实现了对国外原型的超越,展现了更高的效率和更优良的性能。这一成就的取得并非易事。在当年经济困难、工业基础薄弱的艰苦条件下,老一辈科学家们以非凡的智慧与坚韧的毅力,自力更生,攻坚克难,将不可能变为可能。这段奋斗历程,不仅是中国激光事业的辉煌起点,更集中体现了科学家们艰苦奋斗、勇攀高峰的意志品质。它如同一束精神之光,穿越时空,持续照亮后来者的道路,深刻启迪并塑造着学生的科学精神与家国情怀。



Figure 1. The first ruby laser in China
图 1. 中国第一台红宝石激光器

3. 实验原理渗透科学世界观

调Q激光器的核心是调Q, Q指激光谐振腔的品质因子,用于表征谐振腔内的损耗程度: Q值越高,损耗越小; Q值越低,损耗越大。它不仅是一项精妙的物理技术,还蕴含着丰富的人生哲理与科学之美,是培养学生的良好素材。本次实验原理包含两部分内容,分别是调Q技术与电光调Q。

3.1. 调Q技术

调Q技术是获取高峰值功率激光脉冲的关键方法[7],其核心在于通过主动控制谐振腔的损耗来实现能量的高效储存与释放。

该技术的实现可分为两个关键阶段:首先,在泵浦初期,人为提高谐振腔的损耗(即降低Q值),从而抬高振荡阈值,抑制激光振荡的生成。在此过程中,激光工作物质上能级的粒子数不断积累,直至达到饱和状态。这就像个人或国家在成长初期的积累阶段。不急于表现,不追求短暂的输出,而是主动创造一个“低损耗”的静心环境,专注于内部能量的积累(知识、技能、资本、技术)。体现了“延迟满足”的智慧和“板凳要坐十年冷”的定力。

接着,在粒子数反转达到最大值的瞬间,迅速降低腔内损耗,使Q值骤然上升。这一转换促使谐振腔内发生雪崩式的激光振荡,腔内储存的反转粒子在极短时间内被迅速抽取,并转化为高密度的光能量,最终输出一个强度极高的激光巨脉冲。成功的爆发并非盲目的,关键在于“开关”打开的时机。太早,能量积累不足;太晚,可能因自发辐射而浪费能量。因此,第二阶段深刻揭示了“抓住战略机遇期”的重要性。无论是个人发展还是国家战略,都需要在能量积蓄到顶峰时,果断决策、精准发力,才能实现效益最大化。

3.2. 电光调 Q

电光调 Q 是利用电光晶体作为快速开关，通过施加和撤销高压电场来控制谐振腔损耗，从而产生高峰值功率激光巨脉冲的技术，其结构如图 2 所示。

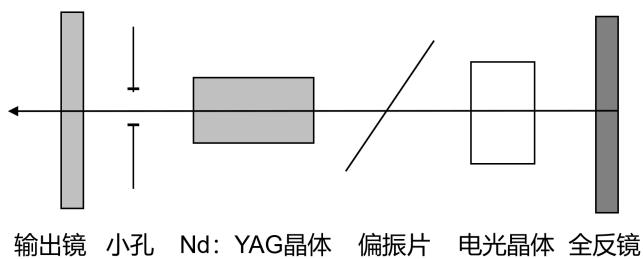


Figure 2. Schematic diagram of an electro-optic Q-switched Laser
图 2. 电光调 Q 原理图

电光调 Q 的工作过程如下：Nd:YAG 晶体在氙灯泵浦下产生无规则偏振光，经偏振片后转变为线偏振光。当在 KD*P 晶体（电光晶体）上施加 $1/4$ 波长电压时，电光效应使其等效为 $1/4$ 波片，线偏振光往返通过后产生 $\pi/2$ 的相位差，导致偏振方向旋转 90° ，因而无法再次通过偏振片。此时，由偏振片与 KD*P 晶体构成的电光开关处于关闭状态，谐振腔处于低 Q 值状态，无法形成激光振荡。

在此过程中，尽管谐振腔处于低 Q 值状态，氙灯持续泵浦使 YAG 晶体中亚稳态粒子数不断积累。当粒子反转数达到峰值时，瞬间撤去 KD*P 晶体上的 $1/4$ 波长电压。此时电光开关转为开启状态，沿谐振腔轴向传播的激光可无偏振变化地通过晶体，腔体进入高 Q 值状态，随即产生雪崩式的激光巨脉冲发射。

在电光调 Q 产生巨脉冲激光的过程中，泵浦源、Nd:YAG 晶体、偏振片、KD*P 晶体和谐振腔等各部件之间高度协同、精密配合，不仅展现出物理学内在的逻辑性与和谐美，也生动诠释了“系统工程”与“团队协作”在现代科研中的核心地位。任何一环的缺失或性能不足，都将导致整个系统的失效，正如现代重大科技工程不能依赖单打独斗，而必须依靠集体智慧与紧密协作。这一机制启发学生：在追求科学真理的同时，也应树立集体意识，在协同攻关中凝聚力量、成就卓越。

4. 实验操作培养实事求是的科学精神

在实验进行时，实验结果的准确性不仅依赖于操作技能，更根植于学生的科学态度。因此，实验教学不仅是知识传授，更是塑造学生实事求是的科学精神的过程。电光调 Q 激光器实验环节多，对精度要求较高，学生容易在多个环节出错。首先要使激光器的谐振腔准直到位，全反镜和输出镜要严格平行，否则会造成激光起振困难，输出能量较低；其次，激光晶体（Nd:YAG）应位于谐振腔的焦线上，否则会导致泵浦效率低下，激光输出不稳定；此外，偏振片的方位角也要调整正确，与电光晶体的主轴方向对齐，否则会导致调 Q 失败；最后，电光晶体的通光面应与腔轴垂直，否则会导致光路偏折，出现调 Q 开关关闭不严的情况。以上的每个环节都需要学生耐心细致地多次调节，才能做好激光器的准直工作。但实验过程中，有部分学生往往心浮气躁，不能沉下心来实验，只是简单的调节就会退缩，因此激光器达不到理想的状态。

本次实验的目标并非仅仅追求一个完美的实验结果，更在于引导学生亲身体验和沉浸于探索的过程。光学实验尤为如此，常被视为“一看就会，一做就错”的典型，其原因正在于，大量至关重要的细节与技巧都蕴藏于亲手操作之中，唯有通过实践方能领悟。因此，希望学生在此过程中，深刻体会并初步养成

严谨细致的科学态度。另一方面,当学生历经反复的调试与不懈的努力,最终在屏幕上捕捉到那稳定、明亮的光斑,他们获得的巨大成就感与探索动力,将远非一个简单的合格数据所能比拟。这份源于突破的喜悦,正是科学探索中最珍贵的馈赠。

5. 课外延伸培养科学探索精神

本次实验由于课时有限,实验内容聚焦于电光调Q激光器输出特性的基础测量。但实际上可以拓展的内容还有很多,为了有效激发学生的自主探究潜能,我们鼓励学生将学习延伸至课堂之外,通过设计开放性的拓展课题,系统性地培养学生的创新思维与科研素养。比如:开展文献综述研究,引导学生探究声光调Q、可饱和吸收调Q等其他主流技术的原理与特性,并与电光调Q进行系统性比较,从而构建对调Q技术更全面的认知;利用实验室现有的示波器,定量对比自由运转状态下的激光脉冲与调Q状态下的巨脉冲,在脉冲宽度、峰值功率等关键参数上的巨大差异,将抽象的概念转化为直观的物理图像;鼓励学生基于非线性光学原理,设计利用该调Q激光产生倍频光(如532 nm绿光)的初步实验方案,即使限于条件未能完全实施,该过程本身即是科研构思能力的宝贵锻炼。

6. 实施策略

在推进课程思政的过程中,最容易出现思政内容与专业知识“两张皮”的现象。为有效避免这一问题,实施时可从以下几方面着力:首先,应深入梳理教学内容,充分挖掘其中所蕴含的思政元素,例如结合学科历史背景、引入前沿科技进展等,以生动实在的内容激发学生兴趣;其次,遵循渗透性原则,将思政元素有机融入实验操作的各环节之中,使学生在实践过程中自然而然地受到思想熏陶,实现“润物细无声”的育人效果;最后,教师自身应具备坚定的信念感,以真情实感引导学生,在言传身教中实现价值引领。

7. 结语

将思政元素有机融入光学实验教学,不仅有助于丰富教学内容,更能有效激发学生的学习动力,增强其对专业知识的认同感,实现“润物无声”的育人效果。本文以调Q激光器实验为例,从实验引入、原理讲解、操作实践到课外延伸四个环节,系统探索了光学实验课程中开展思政教学的路径与方法,力求将价值引领贯穿于教学全过程。通过挖掘科技发展历程与实际应用中的典型案例,增强学生的文化自信与民族自豪感;通过阐释实验原理中蕴含的哲学思维与人生智慧,引导学生树立科学的世界观;借助实验操作强化学生实事求是、严谨求真的科学态度;并通过课外拓展学习激发其探索未知、勇于创新的科学精神。最终,在实现知识传授与能力培养的基础上,充分发挥课堂育人功能,为培养德才兼备的高素质光电人才提供有力支撑。

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] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL]. 2020-05-28. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html, 2020-06-01.
- [3] 金靓婕, 张纪磊, 梁小蕊, 柳叶. “大学物理实验”课程思政研究[J]. 教育进展, 2022, 12(8): 3017-3020.
- [4] 徐全学, 王涛. 大学物理实验“课程思政”教学实践探讨[J]. 物理通报, 2021(11): 63-66.
- [5] 孙艳, 于华民, 于丹. 以课程思政建设推进《大学物理实验》课程高质效发展[J]. 大学物理实验, 2023, 36(1): 144-148.
- [6] 王兆昱. 红宝石“激发”中国之光[N]. 中国科学报, 2024-09-11(4).
- [7] 周炳琨, 高以致, 陈倜嵘. 激光原理[M]. 第7版. 北京: 国防工业出版社, 1973: 1-3.