

信息光学分步教学法的探索与实践

刘厚通, 张琦

安徽工业大学微电子与数据科学学院, 安徽 马鞍山

收稿日期: 2026年4月2日; 录用日期: 2026年5月2日; 发布日期: 2026年5月11日

摘要

信息光学课程理论公式繁多, 推导过程复杂, 学生在学习中常感困难。此外, 部分实验调节步骤繁多, 且部分步骤操作难度较大, 当学生未能获得理想结果时, 教师面对复杂的光路, 有时难以准确定位问题所在。本文探索在信息光学教学中实施分步教学法, 将复杂问题分解为若干学生可掌握的简单问题; 在信息光学实验中, 采用分步实验调节法, 将复杂光路按顺序分解为若干部分, 引导学生依次调节各部分至理想结果, 当各部分调节完成时, 即实现整体光路的成功调试。初步教学效果表明, 分步教学法符合学生的认知规律, 能够引导学生循序渐进地掌握复杂的知识点, 值得在信息光学教学中进一步探索。

关键词

信息光学, 分步教学法, 光学全息, 空间滤波

Exploration and Practice of the Step-by-Step Teaching Method in Information Optics

Houtong Liu, Qi Zhang

School of Microelectronics & Data Science, Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui

Received: April 2, 2026; accepted: May 2, 2026; published: May 11, 2026

Abstract

The course of Information Optics involves numerous theoretical formulas and complex derivation processes, which often present significant challenges for students. Moreover, some experiments involve numerous adjustment steps, some of which are difficult to perform. When students fail to achieve the desired results, teachers sometimes find it challenging to precisely identify the issue within the complex optical path. This paper investigates the use of a step-by-step teaching method in Information Optics, where complex problems are broken down into simpler components that students can easily master. In the context of Information Optics experiments, a step-by-step experimental

adjustment method is employed, where the complex optical path is decomposed into several sequentially arranged parts. Students are guided to adjust each part to the desired outcome, thus completing the overall optical path alignment. Preliminary teaching effectiveness statistics indicate that the step-by-step teaching method aligns with students' cognitive patterns, enabling them to progressively master complex knowledge. This approach warrants further exploration in the teaching of Information Optics.

Keywords

Information Optics, Step-by-Step Teaching Method, Optical Holography, Spatial Filtering

Copyright © 2026 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

信息光学是一门理论与实践紧密结合的课程,既能帮助学生掌握现代光学系统的相关知识,也可提升他们在光电信息科学与工程领域应对复杂工程问题时进行设计与解决问题的能力[1]。信息光学的理论课程公式多、理论性强,推导过程复杂,致使好多学生难以掌握;在实验教学中,有些实验难以调节且成败难判,以全息照相实验为例,判断物光与参考光是否发生干涉,既是全息记录环节的关键,也决定了整个实验的成败。然而在实际操作中,即使物光与参考光满足干涉条件,往往仍无法观察到干涉条纹,从而难以准确判断实验是否成功。

信息光学的考核是督促学生学习的重要手段,如何设置考核内容以促使学生平时努力学习,是一个值得研究的课题。

本文将研究分步教学法在信息光学教学中的应用,旨在探索如何通过分步教学提高信息光学及实验课程的教学效率,并在此基础上,进一步研究与分步教学法相适应的信息光学考核方式。

2. 信息光学教学研究概述

2.1. 信息光学教学研究现状

众多学者已围绕信息光学理论课程的教学方法开展了研究。孟云吉等学者建议信息光学教学改革应该兼顾理论和应用教学,在教学中,注重培养学生的应用能力[2]。张军等学者认为,学生学习兴趣不浓主要归因于对所学知识实际用途的认知缺失,而非基础概念本身的抽象性或理论公式的繁杂性[3],建议在理论教学中融入生产实践与最新科研成果,以拓展学生知识面、培养实践能力,从而更好地适应工程实践的需求[3]。徐德芹等学者在信息光学教学中采用混合式教学法,该教学法的核心在于将以“教”为主的教學理念转向以“学”为主,借助多媒体课件与在线网络资源丰富教学内容,以提升学生课堂学习兴趣,启发其主动学习与思考,进而提高学生的实践能力与创新思维能力[4]。郑继红等学者建议在教学中注重基础理论与知识的应用性,强调物理概念的建立与物理过程的解释,做到深入浅出、重点突出、与时俱进地开展理论课程教学。同时,鼓励学有余力的学生参与科研工作,推进创新性实验建设,使理论教学改革与创新性实验建设相辅相成,以激发学生学习兴趣,促进其创新与发展[5]。李亦军等学者提出采用“先现象后理论”的教学方式,使学生经历“兴趣-求知欲-领悟”的学习过程;同时借助现代科技教学手段,在探索与创新中推动教学手段与方法改革,充分发挥现代化教学手段的作用[6]。王冠学等

学者指出, 在新工科建设背景下, 信息光学教学模式需注重实践性, 教学内容应增加实验课、科研项目及实习实训等实践环节[7]。张翠梅提出在信息光学教学中应重视基本概念与理论, 对基础理论知识予以重点讲授[8]。

实验教学是信息光学教学的重要组成部分。张明霞等学者认为在光学实验教学中, 采用以学生独立操作为主、教师辅导为辅的开放探索性实验教学模式, 让学生自主地进行实验设计与探索[9]。刘厚通等学者针对信息光学实验, 建议采用分级辅导方式, 既有助于节省教师辅导时间, 又能提高实验操作的正确率, 使大部分学生能够顺利完成实验[10]。罗劲明等学者建议构建“以学生为主体、以教师为主导”的教学模式, 坚持实验原理与操作并重, 以实现实验课程的培养目标; 在适当增设应用型综合设计类实验的基础上, 将大型实验项目分阶段实施, 学生根据实验项目的规模合理分组, 分工协作[11]。徐初东等学者利用 MATLAB 构建实验仿真系统, 有效地突破教学空间、仪器设备等教学资源限制, 将抽象理论通过实验仿真转化为直观图像, 从而激发学生学习兴趣[12]。袁操今等学者针对信息光学实验的特点, 在实验教学中利用 MATLAB 仿真优化实验设计与实施, 提高教学效果并锻炼学生的实验能力[13]。

信息光学的考核方式也有很多种, 王本立等人认为在课程活动中, 要将传统上的以教为主, 转化为以学为主, 加强学生课程活动中的参与度, 培养学生的自主学习能力和创新能力, 强化课程教学中的过程考核[14]。王仕璠等学者提出采取平时成绩与期末考试相结合的考核方式, 期末考试采用具有一定难度的开卷考核方式, 旨在考查学生能力, 提升学生综合素质[15]。任宇等学者将过程性评价与终结性评价有机结合, 构建“过程性考核 + 终结性考核”双轨并行的创新评价机制, 以更好发挥成绩评定对学生的激励作用[16]。张桂菊等学者提出采用过程化考核, 以章考核、综合考试及文献阅读等形式评估学习过程, 旨在督促学生自主学习和思考[1]。

2.2. 当前信息光学教学中面临的困难及原因

(1) 信息光学教学面临的困难

信息光学公式多, 公式推导过程复杂, 整个推导过程对学生来说非常抽象, 所以学生在学习过程中遇到的困难多, 而且有些问题难以找到明确答案, 结果导致好多学生的知识缺陷越积越多, 课程开始时, 学生的学习积极性普遍较高; 截至第一章结束, 能够保持学习状态的学生已不足半数; 至期末结课时, 对该课程持续保持学习热情的学生已降至三分之一以下。对数理基础不够扎实的学生, 很容易产生畏难情绪[17]。在教学过程中, 相当一部分学生对公式所蕴含的物理内涵理解模糊, 未能建立起清晰的物理概念与数学表达之间的有效关联[5]。学习的本质在于掌握基础知识后的循序渐进、不断深化, 若初始阶段的理解存在偏差, 所形成的认知缺陷将不断累积, 及至后续学习光学全息等内容时, 学生往往已丧失了必要的基础知识储备与学习兴趣[5]。这样会产生两个结果, 对学生来说, 没有学习到相关知识, 且整个学习过程索然无味, 对教师来说, 面临着学生评价低的尴尬局面, 如果是选修课, 学生选课人数少, 甚至不能达到教务处开课的学生数最低标准。

(2) 造成困难的原因

① 整个学习过程中缺少对口辅导资料

学生在学习时, 遇到难题没有对口资料可以查询。信息光学属于高难学科, 在图书馆很难找到对口复习资料, 就是有习题解答等材料, 有些问题的解答过程比较晦涩难懂, 学生难以借鉴。例如: 平面波的空间频率的有关概念, 如果学生只是看课本相关内容, 很难理解空间频率到底是什么? 为什么出现负的空间频率等问题。

② 公式推导过程学生难以理解

信息光学公式推导复杂, 用到的高等数学知识点多, 但仅掌握高等数学知识尚显不足, 必须结合相

应的物理图像, 方能确保推导结果的正确性。有时某个公式推导嵌套着另外一个推导环节, 使整个公式推导过程显得繁琐、冗长、难以理解。例如: 基尔霍夫衍射公式的推导过程, 需要用到格林公式、索末菲条件、球面波的数学表达式等知识点, 而索末菲条件的整个推导过程也非常复杂, 这就使很多学生对基尔霍夫衍射公式的推导过程望而生畏, 进而产生弃学想法。

3. 信息光学教学改革探索

3.1. 理论教学中的分步教学法探索

(1) 教学案例 1: 基尔霍夫衍射公式推导

在信息光学教学中, 实施分步教学法, 就是把整个复杂的过程进行拆分教学, 本文以基尔霍夫衍射公式推导为例进行说明。该公式的推导过程涉及的知识点繁多、过程复杂, 采用传统讲授式教学模式进行教学时, 能够完整掌握其推导过程的学生比例不足三分之一。利用分步教学法的具体步骤如下:

第一步: 课前预习。基尔霍夫衍射公式及其推导过程令学生普遍感到困难, 其原因在于该内容涉及大量理论公式与光学知识, 而这些基础知识点学生日常接触较少。若直接开展课堂讲授, 多数学生难以有效理解。因此, 在该知识点的教学中, 课前预习非常必要。课前预习的内容涵盖格林公式、亥姆霍兹方程、汇聚球面波、发散球面波等相关数学与光学基础知识。

第二步: 课堂讲解。课堂讲解分为两部分: (1) 讲解基尔霍夫衍射公式的相关数学及光学知识点; (2) 将基尔霍夫衍射公式的推导过程划分为点光源衍射与封闭面选择、索末菲辐射条件推导、基尔霍夫假设三个教学模块, 分别进行详细讲解。各模块讲授完成后, 按推导顺序将各环节加以整合, 从而完成基尔霍夫衍射公式的整体推导。

第三步: 基尔霍夫衍射公式中各物理量意义的说明。在推导出基尔霍夫衍射公式之后, 如何讲解该公式中各部分的物理意义? 在物理学史上, 惠更斯-菲涅尔原理与基尔霍夫衍射公式在数学表达上呈现一一对应关系。通过将两者进行对比, 可在教学过程中更清晰地阐明倾斜因子 $k(\theta)$ 、波面上一点的复振幅及常数 c 等物理概念, 有助于学生理解基尔霍夫衍射公式中各项的物理意义。

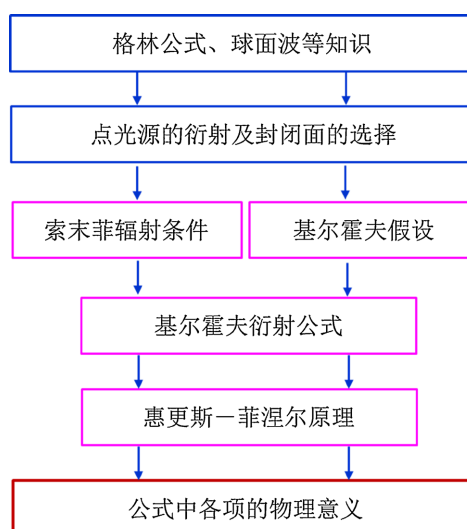


Figure 1. The derivation process of Kirchhoff's diffraction formula, along with the relevant knowledge, is presented
图 1. 基尔霍夫衍射公式推导过程及对应知识点

图 1 展示了基尔霍夫衍射公式的推导过程及其所涵盖的知识点, 可见该公式推导所涉及的知识点较

为繁多。教学中宜采取分步教学的方式,引导学生逐一掌握各知识点,在此基础上完成整体公式的推导,该教学法有助于降低推导过程的整体难度,使授课过程变得更为顺畅。

第四步:疑难知识点处理。按照分步教学法讲解基尔霍夫衍射公式,学生对公式的平均掌握率为70%,仍有30%的学生未能达标,问题出在哪里呢?经过与后30%的学生谈话发现,索末菲辐射条件的推导环节构成了学生学习的主要障碍,该知识点属于疑难内容,仅依靠课堂讲授一次,部分学生难以充分掌握。针对这一问题,在实际教学中对该推导过程进行了详细呈现,并辅以讲解视频,以强化该疑难知识点的教学。

通过上述分步教学与疑难知识点重点讲解相结合的授课方式,全体学生均能掌握该公式的推导过程,且未显著增加教师的教学负担。

第五步:平时考核。平时考核虽应注重全面性,但学生的知识缺陷主要源于对疑难知识点的掌握不足,而这些知识点恰应作为教学的重点。为此,在课程考核中应将疑难知识点单独抽取进行考查,以督促学生着力攻克难点,从而有效弥补其知识缺陷,提升学习动力。考核内容应侧重学生常见的知识缺陷,以引导其对薄弱环节给予充分关注。针对基尔霍夫衍射公式等疑难章节,考核时间宜安排在相应教学内容结束一周之后,以确保学生具备充足的复习时间。此类考核方式有助于督促学生深入掌握相关内容,教学效果较为理想。

(2) 教学案例2:全息照相分步教学探索

全息照相是信息光学中的重点内容,但是在全息记录和全息再现的讲解中,许多学生学习起来颇为吃力,尽管全息照相所涵盖的知识点较多,但其中并未包含类似基尔霍夫衍射公式推导过程中的疑难知识点。对于这种章节,探讨如何实施分步教学法以提高教学成绩很有必要。

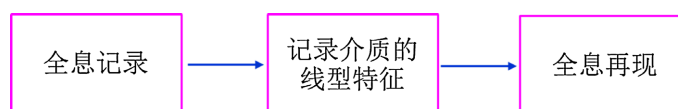


Figure 2. Diagram of key concepts in holography
图2. 全息照相的关键概念框图

第一步:课前预习。课前,教师让学生了解相关知识点,并录制知识点讲解视频放到超星网络教学平台上供学生观看、学习。为帮助学生掌握全息照相的核心知识,可将教学内容归纳为全息记录、记录介质的线性特性及全息再现三个要点,教学中宜采用框图形式进行呈现,如图2所示。借助图2,有助于学生对全息照相的学习内容形成清晰的认知框架。在此基础上,进一步引导学生掌握物光波与参考光波的数学表达式(其中包含振幅与相位信息)以及共轭光波的具体物理含义。

第二步:具体知识点的课堂讲授。

(1) 利用全息再现实验激发学生的学习兴趣。全息照相记录,是一个比较难以调节的实验环节,在课堂上有时难以完成,但是全息照相的再现实验,操作相对简单且容易实现。在实验室中构建全息照相光路,利用红光半导体激光器拍摄一张瓷小鸭的全息实验样片,经过显影、定影,形成记录全息干板。将红光半导体激光器出射的光束经扩束镜扩束后,以一定角度照射至记录全息干板。观察时,人眼逆着光线方向靠近干板并持续变换角度,就能看到瓷小鸭的红色三维立体全息像。然后把红光激光器换成绿光激光器,可以看到瓷小鸭绿色的全息像。上课时留出一定的时间让学生观看全息像,再讲解全息记录、再现的原理及相关知识点,这时学生带着浓厚的探索兴趣及强烈的求知欲望,学习格外认真,能够起到意想不到的教学效果。

(2) 对每个知识点的内容进行详细讲解。本文利用全息再现这个知识点对如何进行分步教学进行说

明。讲授课时, 教师对全息再现的实验装置及再现照明光波透过全息图的光场进行具体解析: 用一束再现照明光波照射全息图, 通过全息图的光场分为 4 项: 常数项、0 级波项、全息衍射场中的+1 级波项(包含物光波), 全息衍射场中的-1 级波。然后教师讲解每项中的各量对全息像的影响; 在讲授过程中, 宜重点阐明全息衍射场中+1 级波与-1 级波所对应全息像的虚实特征及其区别, 并结合各项的表达式进行对应讲解。

第三步: 知识点考核。课堂知识点考核的根本目的在于督促学生专注听讲、提高课堂效率, 而非区分学生水平, 其核心在于通过过程性督促引导学生切实掌握所学内容。

教师可针对以往教学中学生易错或难以掌握的知识点及习题, 编制详细解答并录制讲解视频, 供学生复习时参考; 同时设置专项答疑时间, 以确保学生的知识缺陷得到有效弥补。考试范围、所考知识点及相关习题应明确, 以便学生复习时有的放矢。对于全息照相相关知识点的教学, 课堂讲授与知识点考核之间宜预留充足的复习时间, 从而保障学生充分复习, 进而提高其对相关知识的掌握水平。

3.2. 分步教学法在信息光学实验教学中的应用研究

信息光学实验教学面临的主要困境在于, 学生难以独立完成的实验需由教师多次进行演示与帮助调节, 从而导致教学负担过重。由于实验调节步骤复杂且对操作精细度要求较高, 多数学生难以自行调出预期实验现象。教师在排查具体原因时, 常因光路复杂而耗费大量时间。

若在实验中采用分步调节法, 为每一步设置明确的调节标准, 则按步骤依次操作, 最终预期的实验现象较易实现; 如调节失败, 也可准确判断实验现象缺失的具体环节及原因。

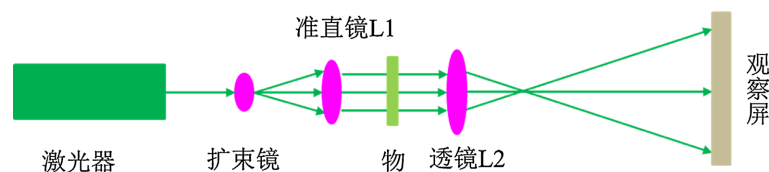


Figure 3. Experimental optical path diagram for spatial filtering
图 3. 空间滤波实验光路图

以空间滤波实验为例对分步实验法进行具体说明。图 3 为空间滤波实验的实验光路, 从左到右依次为激光器、扩束镜、准直透镜 L1, 物、傅里叶透镜 L2, 观察屏。其中物为光字屏、正交光栅。

(1) 平行光调节。根据实验器材确定激光器的高度, 随后在激光器后方依次放置扩束镜与准直透镜, 通过调节二者间距, 使准直透镜出射的光束为平行光。检验平行光的方法如下: 本实验对准直透镜 L1 出射光的平行光要求不高, 可采用一张不透明纸, 在准直透镜后方前后移动, 若移动过程中光斑大小基本不变, 即可认定出射光束为平行光。

(2) 在“物”的位置放置光字屏, 调节傅里叶透镜 L2 与观察屏之间的距离, 直至观察屏上呈现清晰的放大像, 具体放大倍数根据实验需求而定。

(3) 然后在透镜 L2 的焦平面上放置小孔滤波器或狭缝滤波器, 在观察屏上就能观察到滤波后物体的像。

实验时所用的“物”也可为全息光栅, 实验原理及步骤和光字屏实验差不多, 不再赘述。

为便于学生直观了解实验的具体步骤与调节方法, 在分步调节教学的基础上, 可录制实验操作视频并上传至超星网络学习平台作为辅助教学手段。学生在实验过程中可依据视频更好地掌握实验仪器的调节方法, 从而使演示视频在一定程度上替代教师的现场演示, 在保障实验教学质量的同时, 有效降低教师的实际实验调节工作量。

3.3. 信息光学辅助资料的编写

信息光学各章节公式众多, 采用分步教学法意味着教师需逐一详解每个知识点, 这对于教学和科研压力较大的高校教师来说, 往往不堪重负。由于信息光学领域教学参考资料相对匮乏, 部分习题解答过程过于简略, 缺乏必要的推演步骤, 难以满足学生的学习需求。因此, 如何为学生提供易于理解的学习资料, 成为亟待解决的关键问题。若完全依赖教师个人完成此类资料的编写, 一方面, 教师个体的研究视角往往存在一定局限, 导致推导过程较为单一; 另一方面, 编写工作本身耗时费力, 将大量挤占教师用于教学与科研的宝贵时间。具体而言, 在教学实践中, 可将讲授内容分解为若干具体知识点, 并将学生划分为若干小组。每组学生每次仅承担一至两个知识点的解答任务, 其中难度较大的知识点分配给逻辑推导能力强、基础知识扎实的学生, 由其负责将每个知识点的详细推导过程及理解思路加以细化, 充分发挥其善于学习的优势。在此基础上, 由教师对上述内容进行甄别、修改与整理, 经编辑后形成统一的学习资料供全体学生使用, 从而确保每位学生均能获取详实且易于理解的学习辅助资料。此外, 对于所涉及的数学公式, 均标注其名称及原始形式; 同时, 注重收集与积累学生在学习过程中形成的优秀解题方法, 及时制作成视频资料, 并上传至学校超星网络教学平台, 进一步丰富教学资源的形式与来源。借助上述资料, 信息光学的教学成效可得到显著提升, 学生学习过程中的认知负荷明显减轻。

4. 结语

信息光学与高等光学类似, 其理论公式复杂且不易讲解透彻, 导致学生难以清晰理解相关理论公式及其所表征的物理模型, 进而对信息光学产生厌学情绪。在信息光学实验中, 部分实验因调节难度大、成功率低, 致使学生即便操作认真, 仍难以获得理想的实验结果。在此背景下, 探究信息光学分步教学法的具体实施路径尤为必要。分步教学法的核心在于将复杂问题分解为若干学生易于掌握的子问题, 引导其逐一掌握各子问题的处理方法, 进而逐步过渡至复杂问题的整体求解。该教学模式契合学生的认知规律, 值得在教学中深入探索与实践。

基金项目

安徽省新时代育人省级质量工程项目(研究生教育)(项目编号: 2023jy jxggjY102); 安徽工业大学教学研究项目(项目编号: 2023jy46); 安徽工业大学质量工程项目(项目编号: XJ2022221); 安徽省自然科学基金(项目编号: 2308085MD129); 安徽省科技创新攻坚计划项目(项目编号: 202423i08050058)。

参考文献

- [1] 张桂菊, 秦琳玲. “信息光学”过程化考核的课堂教学建设与实践[J]. 教育教学论坛, 2022(7): 97-100.
- [2] 孟云吉, 焦铮. 光电赛题导入视角下的信息光学课程教学新思路的探索[J]. 科技视界, 2019(10): 81-82.
- [3] 张军, 陈哲, 钟金钢. 光电信息工程专业基础课工程光学的教学方法研究[J]. 科技信息(学术研究), 2008(22): 90-91.
- [4] 徐德芹. 混合式教学在信息光学课程中的运用[J]. 高师理科学刊, 2020, 40(9): 78-80.
- [5] 郑继红, 陈家璧. 培养兴趣, 引导创新——《信息光学》理论教学改革实践[J]. 光学技术, 2007, 33(S1): 317-319.
- [6] 李亦军, 魏天杰. 普通高等院校光学课程教学改革研究与尝试[J]. 物理与工程, 2013, 23(5): 58-60.
- [7] 王冠学, 高秀敏, 崔国民. 新工科建设下信息光学教学模式改革与探索[J]. 科教导刊(电子版), 2024(14): 187-189.
- [8] 张翠梅. 信息光学在应用物理专业教学中分析[J]. 新教育时代电子杂志(教师版), 2020(2): 236.
- [9] 张明霞. 高等院校光学实验教学模式改革与实践研究[J]. 天水师范学院学报, 2007, 27(5): 72-74.
- [10] 刘厚通, 赵建新. 分级辅导教学法在信息光学实验教学中的应用研究[J]. 创新教育研究, 2023, 11(6): 1370-1376.
- [11] 罗劲明, 罗裕霞, 邱锦炜. 信息光学实验教学现状与改革探索[J]. 教育教学论坛, 2019(52): 156-157.

- [12] 徐初东, 翁嘉文, 谭穗妍. 信息光学仿真实验教学的探索与研究[J]. 佳木斯职业学院学报, 2014(6): 158-159.
- [13] 袁操今, 冯少彤, 聂守平. 信息光学实验的教学方法探索[J]. 实验科学与技术, 2016, 14(5): 107-110.
- [14] 王本立. 光学信息处理课程教学改革思考[J]. 科技创新导报, 2020, 17(33): 171-174.
- [15] 王仕璠, 刘艺. 《信息光学》课程教学改革探索与实践[J]. 实验科学与技术, 2012, 10(6): 42-43, 143.
- [16] 任宇. 新工科背景下光电信息科学与工程应用光学课程教学创新探索[J]. 科教导刊(电子版), 2025(17): 106-108.
- [17] 张冰志, 王洪光. 价值引领新工科背景下信息光学类课程教学模式创新与实践[J]. 科教导刊(电子版), 2023(33): 227-229.