

附件 2:

编号	
----	--

高等学校物理实验课程教学研究项目 立项申请书

项 目 名 称	<u>物理专业光学实验模块化线上线下混合式教学的探索与实践</u>
项目负责人	<u>刘伟龙</u>
项目承担学校	<u>哈尔滨工业大学</u>
联 系 地 址	<u>哈尔滨市南岗区西大直街 92 号</u> <u>哈尔滨工业大学理学楼 827 室</u>
申 报 日 期	<u>2020 年 9 月</u>
预计验收日期	<u>2022 年 8 月</u>

教育部高等学校物理学类专业教学指导委员会

二〇二〇 年制

填写要求

- 一、本表用 A4 纸张双面打印填报，一式两份，本表封面之上不得另加其他封面。
- 二、本表填写内容必须属实，所在学校应严格审核，对所填内容的真实性负责。
- 三、封面中编号栏请勿填写。
- 四、有关证明材料请附在申请表后，无需另作附件。

项目情况

项目名称	物理专业光学系列实验 模块化线上线下混合式 教学的探索与实践			项目申请人	刘伟龙		
项目承担单位	哈尔滨工业大学			申报时间	2020年9月		
联合申报单位	无			申报金额	1000元		
项目 第一 承担 者 情 况	姓名	刘伟龙	性别	男	出生年月	1980.10	
	职称	讲师	职务	实验中心 副主任	所在院系	物理学院	
	最终学历	研究生	学位	博士	联系电话	13804526493	
	通信地址 及邮编	哈尔滨市南岗区西大直街92号，哈 尔滨工业大学理学楼827室，150001			电子信箱	liuwl@hit.edu.cn	
	经费下达 单位名称	哈尔滨工业大学			开户行	中国工商银行哈 尔滨市大直支行	
	银行账号	3500040109008900513			备注		
	主要教学、科研经历						
	2009.12-至今，哈尔滨工业大学物理实验中心任教； 2013.6-2014.12，美国伊利诺伊大学香槟分校，访问学者； 2019.12-至今，哈尔滨工业大学物理实验中心副主任。						
	曾获教学、科研主要奖励情况						
	2012年，黑龙江省高校科学技术奖一等奖，黑龙江省科学技术奖三等奖； 2019年，“高等教育杯”全国高等学校物理基础课程青年教师讲课比赛，黑龙江 省一等奖、东北地区一等奖、国家三等奖； 2019年，“全国大学生物理实验竞赛”指导教师奖。						
参 与 人 员 情 况	姓名	年龄	职称	工作单位	职务	承担的职责	
	赵海发	58	教授	哈尔滨工业 大学	物理实验中心 主任	光谱学相关实验模块	
	李俊庆	57	教授	哈尔滨工业 大学	物理实验中心 副主任	波动光学实验模块	
	张盛	45	副教授	哈尔滨工业 大学	物理实验中心 副主任	近代光学实验模块	
	王一	44	讲师	哈尔滨工业 大学	物理实验中心 教师	几何光学实验模块	
	林珊	42	工程师	哈尔滨工业 大学	物理实验中心 实验员	实验设备管理与维护	

项目申报基础（申报人教学经历、现授课程及所使用的教材、研究简历、研究基础）

1、申报人教学经历

申报人自 2009 年参加工作以来，一直从事物理专业各层次物理实验和工科大学物理实验课的教学工作，2015 年起开设一门研究生理论课，2019 年起参加大物物理理论课教学工作。

2、现授课程及所使用的教材

- (1) 工科“大学物理实验”，教材：《大学物理实验》，赵海发，辛丽，方光宇，等，高等教育出版社；
- (2) 物理专业“基础物理实验”和“近代物理实验”，教材：《大学物理实验》，赵海发，辛丽，方光宇，等，高等教育出版社；
- (3) 留学生“大学物理实验(英文)”，教材：自编英文讲义；
- (4) 物理专业研究生“极端条件物理——超快光谱学”，教材：自编讲义；
- (5) 工科“大学物理”，教材：《大学物理》，赵远，王晓鸥，张宇，等，高等教育出版社。

3、研究简历与研究基础

(1) 科学研究

2003.8-2009.7，哈尔滨工业大学光学专业，硕博，从事静高压条件下的稳态与超快光谱研究工作；

2013.6-2014.12，美国伊利诺伊大学香槟分校，访问学者，从事动高压条件下的超快光谱研究工作。

申报人从研究生阶段至今一直从事超快光谱学方面研究工作，对搭建光路、开展各类光学和光谱学实验都十分熟悉。主持国家自然科学基金（青年）、国家博士后基金、省博士后科研启动金各 1 项，获得省科学技术奖 1 项（排名第二），国家发明专利 3 项，发表 SCI 论文 40 余篇，其中第一作者或通讯作者论文 10 篇。

(2) 教学研究

申报人参加工作以来一直从事物理实验课程的教学工作，近年来开始从事大学物理理论课和物理专业研究生课程教学工作，并多次指导物理专业学生参加各类实验竞赛和创新性实践项目，在物理专业实验课程建设和人才培养方面积累了一定经验。参与出版教材一部（《光学习题课教程》，第二作者），以第一作者身份发表教学研究论文 2 篇，另有 2 篇教学论文已投稿（均为第一作者）。

项目内容（解决的问题、实施方案、达到的目标）

1、拟解决的问题

光学类实验在物理专业实验课程中占有相当大的比重，例如我校物理专业“基础物理实验”课程的40个实验中有11个光学实验，“近代物理实验”课程中的18个实验中有7个光学实验。然而，在教学实践中发现，学生往往只关注所做的某个实验，对不同实验之间的内在联系的认知十分缺乏。比如，在“光的等厚干涉”、“迈克尔孙干涉仪”、“全息照相”等实验中都用到了光的干涉原理，但是学生却没能从光的时间和空间相干性方面建立起这些实验之间的联系；在不同的光谱测量实验中，先后用到了“分光计”、“光栅光谱仪”、“光学多道分析器”以及干涉型的光谱测量仪器“迈克尔孙干涉仪”、“F-P干涉仪”等，但是学生完成实验后对这些仪器和方法的之间联系、适用场合和测量精度等缺乏系统性认识和综合分析，造成知识的碎片化和认知的不全面。

出现这种问题的原因在于光学系列实验内容较多，通常分散在不同学期中，讲解不同实验的教师并不相同，实验教材中关于实验本身原理、内容等方面的介绍很详细，但对各实验内容之间相互联系的介绍较少，导致学生掌握的知识往往是零散化、碎片化的，对光学理论课和实验课中学到的知识缺乏系统性的理解和认知。

本项目拟对物理专业“基础物理实验”和“近代物理实验”课程中开设的光学类实验进行全面分析和整理，对实验项目进行模块化分类，建立不同学期光学类实验之间的有效衔接，构筑各个模块之间、各实验项目之间的内在联系，同时尝试新的线上线下混合式教学模式提升教学效果，探索解决物理专业学生对光学理论和实验知识的系统性认知能力欠缺的问题。

2、实施方案

(1) 对现有光学系列18个实验项目进行模块化分类，在实验讲义和具体授课过程中增加模块化内涵，讲清各模块之间、各实验项目之间的内在联系，设计思考题引导学生主动思考，逐步建立起对光学系列实验的系统性认识。

具体模块划分及实验教学实施方案如下：

① 几何光学基础实验模块，包含3个基础实验，分别为：“薄透镜焦距的测定”，“自组显微镜与望远镜”，“用分光计研究棱镜材料色散关系”。薄透镜是显微镜和望远镜的基础，望远镜是分光计的重要组成部分，因此几何光学模块的3个实验由浅入深，能够使学生对透镜成像规律、显微镜与望远镜原理、材料色散关系、视差法等基本知识有系统性的理解，同时掌握分光计等光学实验仪器的基本操作技能。

② 波动光学基础实验模块，包含5个实验，分别为：“光的等厚干涉现象与应用”、“迈克尔孙干涉仪”、“用衍射光栅测定光的波长”、“单缝与圆孔的夫琅禾费衍射”、“偏振光的获得与检验”。波动光学模块中侧重对光的相干条件和偏振特性的理解，可从光源相干性的角度建立起等厚干涉、等倾干涉、非定域干涉等的概念之间的联

系，从光的波动特性角度建立起干涉、衍射和偏振现象的联系，从仪器设计原理角度建立起波动光学与几何光学模块之间的联系。通过波动光学模块使学生掌握光的波动特性，对光源性质的差异导致的波动特性的不同表现形式有系统性的认知。

③ 近代光学实验模块，包含 4 个实验，分别为：“光纤传输”，“全息照相”，“全息干涉测量”，“光电效应法测普朗克常数”。近代光学模块中侧重与几何光学和波动光学之间的联系，“光纤传输”是按几何光学和波动光学基本原理实现光信息的传递，“全息照相”和“全息干涉测量”实验则利用波动光学原理实现光信息的记录，并用于微小形变的测量，“光电效应法测普朗克常数”体现的则是光的量子性，是人类在几何光学和波动光学基础上对光的本质认识上的飞跃。通过近代光学实验使学生对光学基本原理的典型应用有直观的认识，对光的本质有更深刻的体会。

④ 光谱学相关实验模块，包含 6 个实验，分别为：“介质吸收光谱”，“X 射线衍射”，“氢原子光谱”，“塞曼效应”，“F-P 干涉仪”，“氦氖激光模式分析”。光谱学相关实验主要从光源、分光原理和探测方式等方面建立联系。从光源角度，“氢原子光谱”是典型的线状谱的光源非相干光源，“氦氖激光模式分析”实验则介绍激光的模式问题并获得相干光源，为“激光拉曼光谱”等实验服务，“介质吸收光谱”都采用连续谱带非相干光源，“X 射线衍射”则利用 X 射线这种非可见光源。从分光原理来看，“介质吸收光谱”和“氢原子光谱”实验主要采用与分光计实验类似的原理、用光栅或棱镜直接分光，这种分光方式的光谱分辨率有限；“F-P 干涉仪”则可以实现更高的光谱分辨能力，从而在“塞曼效应”实验中用于分析光谱精细结构；“X 射线衍射”也是用衍射原理实现分光。在探测方式上，“介质吸收光谱”用单通道探测器，通过扫描方式获得不同波段的信息，而“氢原子光谱”实验则用多通道探测器 CCD 获得全谱段信息。总之，通过综合性较强的光谱学相关实验，使学生比较全面地掌握近现代光谱学知识，加深对前面几个模块知识的理解和认识，达到融会贯通的目的。

(2) 建设光学系列实验课的电子授课资源，探索线上线下混合式教学新模式。

完成全部光学系列实验项目的讲义和 PPT 电子教案，拟选用腾讯课堂或雨课堂等线上平台探索混合式教学与管理模式。

课前在线上平台推送电子版教学资源供学生预习，预习资料中设计思考性问题，引导学生思考实验基本原理和内容，鼓励学生在预习阶段利用网络资源查找资料，利用线上平台交流讨论。

线下课中，教师先检查学生线上预习效果，预习情况记入实验报告成绩，再对基础问题进行细致讲解，对思考问题进行引导和提示，让学生带着问题开展实验，实验过程中随时解决学生疑问；下课前对学生实验中的问题进行集中解答，对实验项目在某个模块中的地位、特点等进行全面总结；学生在线上平台上传实验数据。

课后学生按照要求完成并上传实验报告，教师在线批改实验报告并实时发布成绩，成绩实行线上管理。实验报告的目的是对学生的学习效果进行较全面的测评，

主要包括如下三部分内容：实验数据分析与处理，实验过程中现象的分析与讨论，拓展性的思考题。前两部分的目的是使学生掌握实验的核心内容，解决预习阶段未完全解决的问题，强化基础知识的认知；思考题的目的是让学生进行拓展性的课后学习，引导学生主动查找资料、思考各模块之间和各实验之间的内在联系，逐步建立并强化对相关理论和实验知识的系统性认知。

(3) 在光学系列实验课中融入课程思政内容。

拟在光学系列实验课程中通过以下方案加入课程思政内容。

第一，注重实验背景、意义、应用等方面的介绍，讲清楚每个实验项目在物理学发展史和现代技术中发挥的重要作用，使学生比较全面地了解与该项目相关的科学发展历程，提高理论联系实际的能力。

第二，在实验背景、应用等方面着力加入中国古代或现代先进思想或技术成果的介绍，提升学生的民族自豪感，培养爱国情怀。

第三，对实验课程的各个环节加强管理和引导，对内容、结果和讨论问题等提出细化、量化的具体要求，培养学生严谨、科学的实验习惯。

3、预期达到的目标

将现有光学系列实验项目进行模块化分类并构筑各个模块之间、各实验项目之间的内在联系，有助于学生学习知识的系统性和连贯性，有望解决学生掌握知识零散化、碎片化的问题，提升学生对光学理论和实验知识的系统性认知能力。

线上线下混合式教学模式的目标在于一方面提升学生主动学习的兴趣和自主学习的灵活性，另一方面提高教师实验教学组织与管理的效率，利用线上平台进行教学数据的统计与分析将给教学工作带来极大便利，最终实现提高教学效果的目标。


预期成果（教材、教案、论文、课件等）

(1) 形成光学系列实验模块化教学的新讲义，充实到物理专业“基础物理实验”、“近代物理实验”课的《实验指导书》中，将普通物理实验项目相关内容充实到工科“大学物理实验”课的《实验指导书》中，使更多学生受益；

(2) 建成光学系列实验课的电子教学资源，探索物理专业实验线上线下混合式教学新模式，为进一步建设大学物理实验 MOOC 课程和开展混合式教学积累经验；

(3) 形成物理专业光学系列实验模块化线上线下混合式教学的研究报告，并在全国高等学校实验物理教学研讨会上交流展示；

(4) 发表 1~2 篇与项目直接相关的教学论文。

学校 推 荐 意 见	学校拟配套金额	
	<p>本项目研究目标明确，实施方案确实可行，申请人具备从事相关教学研究工作的基础。</p> <p>申请书填写内容真实可靠，同意推荐。</p> <div style="text-align: right;">  <p>学校或教学主管部门(公章) 教学研究与管理 2020年 月 日</p> </div>	
全 国 高 等 学 校 实 物 教 学 研 究 会 意 见	<p style="text-align: right;">理事长签字</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>	
物 理 类 专 业 教 学 指 导 委 员 会 意 见	<p style="text-align: right;">教育部高等学校物理学类专业教学指导委员会 中山大学(代章) 年 月 日</p>	