

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 基于智慧型开放实验室的教学  
研究

项目负责人 王爱记

项目承担学校 北京师范大学

联 系 地 址 北京市海淀区新街口外大街 19  
号物理学系

申 报 日 期 2020 年 9 月 14 日

预计验收日期 2022 年 8 月 31 日

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	基于智慧型开放实验室的教学研究		项目申请人	王爱记			
项目承担单位	北京师范大学		申报时间	2020年9月14日			
联合申报单位	无		申报金额	1000元			
项目 第一 承担 者 情 况	姓名	王爱记	性别	男	出生年月	1989年10月	
	职称	工程师	职务	无	所在院系	物理学系	
	最终学历	博士	学位	博士	联系电话	18001331810	
	通信地址及邮编	北京市海淀区新街口外大街19号物理学系 100875			电子信箱	<a href="mailto:aijiwang@bnu.edu.cn">aijiwang@bnu.edu.cn</a>	
	经费下达单位名称	北京师范大学			开户行	中国银行北京文慧园支行	
	银行账号	340256015272			备注	无	
	主要教学、科研经历						
	<p>2019年4月—至今，任职于北京师范大学物理学系，主要负责普通物理实验教学、实验室建设、实验仪器的维护、改进与开发。2019年10月获得北京师范大学校级“青年教师基金项目”支持，项目名称：日盲紫外光电器件的制备与性能研究，获批号：2019NTST21；2020年7月获得北京师范大学“青年教师教学发展基金”支持，项目名称：普通物理实验教学中非线性实验的开发，项目编号：2019003；2020年新冠肺炎疫情期间开发了“示波器的使用”和“RLC暂态稳态”实验的远程操作系统。</p> <p>2016年7月—2019年3月，任职与中芯北方集成电路制造（北京）有限公司，主要负责28纳米高K金属栅极芯片相关工艺的改进与开发，相关成果发表论文和专利各1项。</p> <p>2011年9月—2016年6月，就读于北京师范大学物理学系，获得博士学位，主要研究方向为纳米薄膜及其器件的研究，主要研究成果发表SCI 10篇。</p>						
	曾获教学、科研主要奖励情况						
	无						

	姓名	年龄	职称	工作单位	职务	承担的职责
参与人员情况	王爱记	31	工程师	北京师范大学		总体负责实验的开发、建设与教学研究
	白在桥	49	副教授	北京师范大学	物理实验教学中心副主任	实验开发的规划
	弓文平	44	高级工程师	北京师范大学	物理实验教学中心副主任	实验室建设的规划
	王引书	52	教授	北京师范大学	物理实验教学中心主任	建设与研究方案改进指导

### 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）

项目所有参与人员均承担物理实验教学任务，具有丰富的实验教学经验和教学研究经验，并且对北京师范大学物理实验仪器和实验内容进行了大量的改进和优化，因此所使用教材为根据实际实验内容编写的实验讲义。

在前期探索中，本项目成员熟悉了仪器二次开发、网络发布功能、Python 编程语言、电子教室等工具的应用，并基于树莓派开发了门禁远程控制系统；在 2020 年新冠肺炎疫情期间开发出了“示波器的使用”和“RLC 暂态稳态”远程操作实验并应用于实验教学，积累了大量的研究和实践基础。

### 项目内容（解决的问题、实施方案、达到的目标）

2020 年 9 月 11 日习近平总书记在科学家座谈会上发表的重要讲话中指出：“加强创新人才教育培养：要把教育摆在更加重要位置，全面提高教育质量，注重培养学生创新意识和创新能力。要加强数学、物理、化学、生物等基础学科建设，鼓励具备条件的高校积极设置基础研究、交叉学科相关学科专业，加强基础学科本科生培养，探索基础学科本硕博连读培养模式。”物理实验课程是高校教学体系的重要组成部分，使学生接受系统的实验方法和实验技能的训练，提高学生的物理实验思维、实验方法和实验技能，让学生的实践应用和初步研究能力得到训练和提高，在培养学生创新意识和创新能力方面发挥着重要的作用。

传统的物理实验教学是由学校统一安排固定的时间和地点进行实验操作，而大多数高校的空间非常有限，或者较贵的实验仪器套数有限，同时实验教学任务繁重而师资不足，使得实验室在教学时段之外难于提供足够的开放时间来满足学生在实验室进行课前预习和课后研究与探索，从而制约了实验教学的效果，同时也造成实验资源

不能充分利用，导致资源浪费。另外，丰富的物理实验竞赛极大激发了学生们操作实践和探索创新的积极性，对实验室的开放有了更加迫切的需求。随着物联网、大数据、云计算、5G、人工智能等技术的发展和运用，为建设以学生为中心的智慧型开放实验室并进行教学研究提供了可行的途径，也让物理实验课程进行课程思政有了新的尝试。

智慧型开放实验室的建设与研究本着以学生为主体的原则，充分发挥学生的主观能动性，提高学生的科学素养和实践能力，通过新的实验技术和方法激发学生探索科学与技术的热情，培养学生的创新意识和创新能力；利用物联网技术打破时间和空间的限制，提高教学效果和实验资源的利用率；通过分组讨论与实践的方式提高学生的团队协作与探索创新能力。主要实施方案如下：

1. 基于学生的自主预约系统，充分调动学生的自主、探索学习的兴趣，建立关注科学研究和发展的历史情怀。基于树莓派、门禁、摄像头等硬件，利用 Python 编程语言开发一套实验室和实验器材的预约系统。学生在经过安全教育培训、考试合格并取得进入实验室资格后，可以根据自己的时间自主预约实验室和实验器材，预约时系统会随机给出一个问题进行验证，该问题是和我国重大科技突破相关的事件或人物，并配有视频或文字提醒，对学生进行思政教育，培养爱国情怀和民族自信心；验证通过后，可查询实验室和实验仪器使用情况，发出预约申请，在经过教师审核通过之后，学生才可在预约的时间段刷学生卡进入实验室，并刷卡开启预约实验器材的电源，按照提前与指导教师讨论的方案开展研究型的实验，管理人员可以通过摄像系统监测实验室内人数和安全，防止非预约人员进入实验室；指导教师还可以通过系统实时看到学生操作实验的过程，及时提供远程指导。同时，教师可以远程控制门禁和电源的开关，确保学生和实验室的安全。实验结束后，教师可以根据实验仪器使用情况，给与使用人员信誉分积分，积分为负的学生需要重新进行培训考核，通过后才能再次预约实验室和实验仪器。教学管理人员和指导教师可以进一步探索教学实验室开放过程中实践教学的改进手段。在前期探索中，本项目成员已经开发出基于树莓派的远程开关门禁系统，具备了继续开发和研究的基础。



北京师范大学  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY  
物理实验教学中心



### 北京师范大学物理实验室门禁管理系统

门牌号	开关
第01组	<input type="button" value="开关"/>

北京师范大学物理实验中心 E-mail: bnu\_physicslab@163.com 联系电话: 58808029

图1 前期探索所开发的基于树莓派的远程门禁管理系统

2、充分利用实验远程操作系统，促进学生进行课前预习和学习，提高课堂教学的实效。对于有时间但无法来实验室的学生，可以只预约实验仪器，在预约的时间段内进行远程操作实验。利用目前的物联网技术，建设基于实验室真实仪器的实验远程操作平台，开展大学物理实验的远程教学、课前预习、课后探索，不仅可以使学生像在实验室实验一样操作真实实验仪器，灵活设计、调制实验参量开展实验，还可以远程观察真实实验的进程，弥补仿真实验的不足。从教学效果的角度，由于操作的是真实的仪器，遇到的问题是真实的问题，获得的数据来自实际的物理系统，远程操作实验不仅使学生掌握了实际仪器的操作方法，更有利于锻炼学生利用理论知识分析实际问

题的能力。此外，远程操作实验技术可以打破空间限制，提高实验仪器的利用率，并为校际之间实验仪器的共享提供新的途径。采用 LabVIEW 对真实仪器的操控，并结合利用 Python 编程语言、电子教室软件等工具建设实现远程操作的物理实验平台开展实验教学，具有师生参与度高、可行性强、成本低、效率高等优点。在前期探索中，我们熟悉了基于 LabVIEW 的仪器二次开发及网络发布功能、Python 编程语言、电子教室软件等工具，自主探索了开发远程操作物理实验系统的流程，本项目成员已经开发出“示波器的使用”、“RLC 暂态稳态”实验的远程操作系统并进行了教学实践，积累了一定的研究和实践经验。

在后期进一步开展探索远程教学系统的改进，主要开展基于远程实验系统的教学过程中学生学习效果的对比研究。

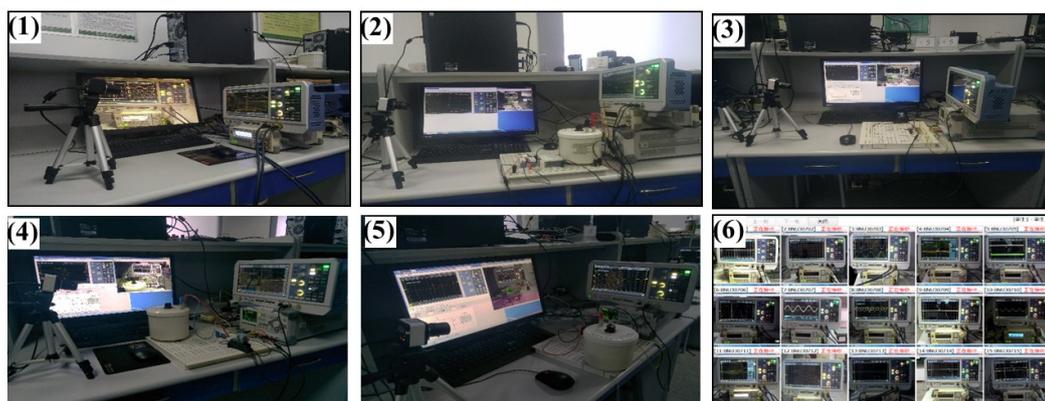


图 2 前期探索所开发实验项目，屏幕中的远程操作界面可以控制实验台上的实体仪器并进行实时直播(1) 示波器的使用，(2)RLC 稳态，(3)RC 暂态，(4) RL 暂态，(5) RLC 暂态，(6)屏幕墙

3、基于开放实验室的学生自主创新平台，探索培养学生的团队协作意识和参与实验教学、开展教学研究的意识。

学生取得进入实验室资格后，可以预约实验室进行自主创新实验，为丰富的物理实验竞赛做准备，提高学生的创新意识和创新能力。智慧型开放实验室设有分组讨论和实践的空间供学生们沟通交流和动手实践，注重培养学生的团队协作意识和探索研究的能力。

搭建高清视频录制平台，学生可以将实验过程、实验心得与经验录制成视频，通过观看视频回放，将实验进一步改进和优化；也可以通过视频处理得到人眼难以观察到的实验现象或实验数据记录，开展科学探索与研究。此外，学生通过对自己的实验研究过程进行总结，小组协作拍摄、制作可在大众平台分享的实验视频，进行科普宣传；教师可将优秀的视频推荐给其他学生观摩，并组织拍摄小组介绍学习方法经验，鼓励学生积极参与教学活动，培养学生关注教育事业意识，将北京师范大学百年沉淀的教学探索与传承的理念向学生渗透，为未来从事教育工作的学生提供提前进入教学角色的实践展示平台。

本项目通过以上方案的执行，我们希望能够达到以下目标：1、进一步提高物理实验室的智能化、物联化、互联化，充分调动学生的积极主动性，提高实验室和实验仪器的利用率和实验室管理水平，提高实验教学效果。2、开发包含力、热、光、电等实验远程操作的实现方案，结合线下实验室教学，研究物理实验远程操作平台在课前预习、课后复习、创新设计性实验等教学实践中的教学效果，探索提高教学效率和仪器利用率的方式和方法，从实验技能、教学内容和教学方式等方面提高物理实验教学的

水平，形成北京师范大学物理实验教学的特色平台，并为高校物理实验教学提供有益的参考。3、通过自主创新性实验，提高学生的创新意识和创新能力，存档优秀的实验作品和视频资料供其他学生学习，形成特色的实验教学资源，培养学生关注教育事业意识，为未来从事教育工作的学生提供提前进入教学角色的实践展示平台。

### 预期成果（教材、教案、论文、课件等）

- (1) 自主开发完成基于学生的预约系统并应用于智慧型开放实验室的管理，发表研究论文1篇。
- (2) 开发包含力、热、光、电等实验内容的远程操作项目，并应用于教学实践活动中，申请专利1~2项。
- (3) 完成智慧型开放实验室对教学效果、对培养学生创新意识和创新能力影响的研究，发表教学研究论文1篇。

学 校 推 荐 意 见	学校拟配套金额	10000 元
	<p>智慧型开放物理实验室能够打破时间和空间限制，结合线上和线下教学，提高教学效率和仪器利用率。该项目成员具有丰富的实验教学经验和实验室管理经验，并且在 2020 年新冠肺炎疫情期间已开发出了多项远程操作实验并应用于实验教学，积累了研究和实践基础，该项目非常具有教学研究意义和推广价值。</p> <p>本单位同意申请人对该项目进行申报，若获准立项，本单位将开放物理实验教学中心对项目研究所需实验设备提供支持并由院系进行配套经费支持。</p> <p style="text-align: right;">学校或教学主管部门（公章） 年 月 日</p>	
全 国 高 等 学 校 实 验 物 理 教 学 研 究 会 意 见	<p style="text-align: right;">理事长签字 年 月 日</p>	
物 理 学 专 教 指 委 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>	

学校 推荐 意见	学校拟配套金额	10000 元
	<p>智慧型开放物理实验室能够打破时间和空间限制，结合线上和线下教学，提高教学效率和仪器利用率。该项目成员具有丰富的实验教学经验和实验室管理经验，并且在 2020 年新冠肺炎疫情期间已开发出了多项远程操作实验并应用于实验教学，积累了研究和实践基础，该项目非常具有教学研究意义和推广价值。</p> <p>本单位同意申请人对该项目进行申报，若获准立项，本单位将开放物理实验教学中心对项目研究所需实验设备提供支持并由院系进行配套经费支持。</p> <p style="text-align: right;">             学校或教学主管部门（公章）            2020年9月17日         </p>	
全国 高等学校 物理教学 研究会 意见	<p>理事长签字</p> <p>年 月 日</p>	
物理 类专业 教学指 导委员 会 意见	<p>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）</p> <p>年 月 日</p>	