

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    基于虚拟仿真的物理实验资源  
开发与线上教学探索

项目负责人    赵华芬

项目承担学校    中南大学

联 系 地 址    湖南省长沙市岳麓区中南大学  
新校区物理与电子学院

申 报 日 期    2020-9-16

预计验收日期    2022-8

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	基于虚拟仿真的物理实验资源开发与线上教学探索			项目申请人	赵华芬		
项目承担单位	中南大学物理与电子学院			申报时间	2020-9-16		
联合申报单位				申报金额	1000		
项目 第一 承担 者 情 况	姓名	赵华芬	性别	女	出生年月	1970.5	
	职称	实验师	职务		所在院系	物理与电子学院	
	最终学历	硕士	学位	硕士	联系电话	18163732981	
	通信地址 及邮编	中南大学新校区物理与电子学院			电子信箱	csu-kdm@163.com	
	经费下达 单位名称	中南大学			开户行	中国银行长沙市中南大学支行	
	银行账号	5846 5735 0276			备注		
	<b>主要教学、科研经历</b>						
	<p>1998.2 至今，主要从事实验室管理与本科大学物理实验的教学任务。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 参与申报国家实验示范中心，2007 年</li> <li>2. 参与大学物理实验精品资源共享课程（教育部项目），2013-2018 年</li> <li>3. 参与物质结构与物性检测虚拟仿真实验教学中心建设（教育部项目），2014-2020 年</li> <li>4. 参与大学物理实验开放式精品示范课堂（中南大学），2016-2018 年</li> <li>5. 参与“低温强场下材料的磁学性能与微观结构表征”国家虚拟仿真项目建设，2019 年</li> <li>6. 参与教育部高等学校物理学类专业教学指导委员会教改项目一项，2010 年</li> <li>7. 主持中南大学教学改革项目一项，2010 年</li> <li>8. 主持中南大学物理改专项基金一项，2011 年</li> </ol>						
<b>曾获教学、科研主要奖励情况</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 荣获中南大学 2009-2010 学年度本科教学质量优秀奖</li> <li>2. 荣获中南大学 2009、2012、2019 学年度教学考核优秀</li> </ol>							

	姓名	年龄	职称	工作单位	职务	承担的职责
参与人员情况	徐富新	55	教授	中南大学	副院长	虚拟仿真资源开发
	何彪	40	讲师	中南大学	副主任	虚拟仿真资源开发
	李幼真	44	副教授	中南大学	副主任	在线教学探索实践
	李新梅	42	副教授	中南大学		在线教学探索实践
	孔德明	49	副教授	中南大学		虚拟仿真资源开发

### 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 )

本人多年来一直从事大学物理实验教学、大学物理实验管理与实验室的研究工作，参与了“物理实验国家级示范中心”、“物理实验精品资源共享课程”、“物理实验开放式精品示范课堂”、“工科物理基础课程教学基地”、“物理实验国家级虚拟仿真”等实验室的建设工作。积极参加“中南大学物质结构与物性检测虚拟仿真实验教学中心”的建设与教学工作，积极参与《低温强场下磁性测试及结构表征虚拟仿真实验》虚拟仿真项目，2019年，该项目获得国家级虚拟仿真项目。参加编写大学物理实验教材2部，目前讲授的课程是大学物理实验，所使用的教材为《大学物理实验》，中南大学出版社。

本项目组成员都是中南大学物理实验教学中心的骨干教师，有丰富的虚拟仿真开发与教学经验，中南大学物理实验教学中心是国家级实验教学示范中心，在大学物理实验教学方面有着悠久的历史，在教学中积累了丰富的素材和经验，经多年开发和引进，也拥有了较为丰富的虚拟仿真实验资源，2014年，成功申报了“物质结构与物性检测虚拟仿真实验教学中心”国家虚拟仿真中心，近年来，学校在虚拟仿真平台的建设方面给予了大力的支持，初步建成了虚拟仿真的硬件平台，建设了一批虚拟仿真资源，2019年，在学校支持下，《低温强场下磁性测试及结构表征虚拟仿真实验》成功申报了国家级虚拟仿真项目。总之，经过多年的建设，物理实验教学中心在虚拟仿真平台建设和虚拟仿真资源开发方面具有了一定的基础。

#### 参与或主持的科研、教学项目：

[1] 石墨烯-金属纳米复合材料表面增强拉曼散射的机理研究，BJJ3003，湖南省自然科学基金，第2

[2] 基于 MATLAB 和 VB 的光学综合仿真模拟实验系统开发，教育部高等学校物

理学类专业教学指导委员会（编号：WJZW-2010-47-zn），第 2

[3] 基于 MATLAB 和 VB 的光学综合仿真模拟实验系统的研究与开发，中南大学教学改革项目（2010 年），主持

[4] 基于 MATLAB 和 VB 的光学实验仿真与模拟，中南大学物理改专项基金，（2011.10），主持

#### 发表的教学论文：

[1] 赵华芬,孔德明. 基于 Matlab 与 VB 的光栅衍射综合实验仿真. 现代电子技术, 2012.4

[2] 赵华芬,孔德明. Matlab 与 VB 在牛顿环仿真中的应用. 2012 第七届全国高等学校物理实验学术研讨会论文集, 2012.7

[3] 胡照文, 张雪丽, 赵华芬, 蒋新华. 基于 F240 谐波发生器的设计方法和技巧[J]. 制造业自动化, 2004, 7 (26) :66-68

[4] 赵华芬, 孔德明, 徐富新, 杨兵初. 基于 Matlab 的牛顿环实验仿真模拟. 2011 年全国高等学校物理基础课程教育学术研讨会论文集, 2011, 7:96-99

[5] 周良玉, 孔德明, 赵华芬. 狭义相对论中的哲学问题. 《现代大学教育》, 2003 年, 第 4 期（增刊）

[6] 赵华芬, 孔德明. PCK 理论在高校物理演示实验教学中的运用. 教育研究, 2019 年第 2 卷 10 期

[7] 赵华芬. 信息化教学模式下的高校教学他律教学方法. 计算机产品与流通, 2020 年 9 期

[8] 赵华芬. 高校物理课外实验的必要性论证研究. 人文之友, 2020 年 3 期

### 项目内容（解决的问题、实施方案、达到的目标）

#### 1.项目研究的意义

实践教育在培养本科生的动手能力、创新意识方面有着突出的作用，本科生正处于思维活跃、可塑性强的阶段，也非常乐于参与体验性强的实践类教育活动，开展卓有成效的实验类教育实践可以全面提高学生发现、解决问题的能力，但实验实践类教育受场地、设备等硬件资源的制约，难以完全满足学生包括社会人士需要，尤其是对于一些复杂的、高危的、代价高昂的实验，本科生更是难以亲自体验。随着网络技术的飞速发展及仿真技术的不断进步，虚拟仿真实验应运而生，可以很好地解决这些问题。为此，教育部在 2013 年开启了虚拟仿真建设的序幕，立项建设了若干虚拟仿真实验中心，2017 年起，开启了以虚拟仿真项目建设为中心的新时期，国家虚拟实验空间已经累计上线了数以百计的各类实验项目，各类仿真实验资源不断地开发完善，并已

正式进入在线教学的新阶段。

虚拟仿真实验教学可以促进自主学习、研究性学习，并且不受空间地域限制地重复开展，学生可以通过虚拟空间自主实验，接触最新的科学技术，完成不具备条件的实验项目，可极大激发其学习兴趣和创新能力。随着 5G 时代的到来，虚拟现实、人工智能等技术将加速普及，为虚拟实验教学的推广提供了更好的基础条件，虚拟实验在实验教学中将占据愈加重要的地位，提前谋划开发虚拟仿真资源，建立完善的虚拟仿真实验教学体系和管理体制，才能在未来实验教学中心的竞争中立于不败之地。

## 2.国内外研究现状分析

中国科技大学物理系较早开发了一系列的物理虚拟仿真实验，经过不断改进完善，目前在国内外较为领先，他们把物理实验选课系统，预习和考试系统以及虚拟仿真实验集成在一个信息化平台上，方便实验教学的开展，在国内比较有影响。华东地区高校在开展仿真实验教学上采取了很多有效措施，如东南大学、南京农业大学等高校也探索了将虚拟仿真实验教学纳入实验教学统一进行管理的教学模式，取得一定成效。经过十几年的发展，大部分高校都自行开发或与企业合作开发了虚拟仿真教学资源，或多或少开展了虚拟仿真实验，但目前还没有一个成熟的运行管理模式，学生基本上仍处于自发学习的状态，主要用于学生预习，老师的作用仅限于答疑和技术支持，并没有形成较好的管理体系。

近年来，教育部对虚拟仿真平台建设及虚拟仿真资源建设越来越重视，虚拟教学项目以“能实不虚，虚实结合，相互补充”为原则，实际上是对虚拟仿真教学提出了更高的要求。各高校也将虚拟仿真平台建设放在了重要位置加以建设，一个突出的表现就是近年来，国内有关虚拟仿真平台建设的相关论文越来越多，通过中国知网检索“虚拟仿真平台”，2017 年的相关论文有 346 篇，2018 年有 364 篇，2019 年有 449 篇，逐年增长，这些论文分布在不同的学科，通过中国知网检索“虚拟仿真平台+物理”，截止到 2020 年 3 月 1 日，相关论文总共只有 12 篇；通过中国知网检索“虚拟仿真+物理”，2017 年发表的相关论文总共为 10 篇，2018 年为 22 篇，2019 年为 13 篇。但 these 论文大都还是聚焦于一个具体的项目介绍，而对于虚拟仿真平台建设的整体布局和思路、物理类虚拟仿真资源开发方法和建设目标、虚拟仿真在线教学管理模式等全局性的问题没有太多探讨，这也表明大部分的高校对于这些问题都还是处于一个初步的探索阶段，因此，对这些问题开展深入的研究很有必要。

就虚拟仿真实验资源建设来看，各高校对虚拟仿真项目的建设非常重视，各类虚拟仿真资源建设的会议参会者都非常多。自 2018 年国家虚拟实验空间([www.ilab-x.com](http://www.ilab-x.com)) 上线以来，已有数以百计的各类实验项目加入，注册人数迅速增加，据统计，访问用户涵盖包括美国、英国等在内的发达国家和地区，这也表明我国的虚拟仿真资源得到了认可。就物理学科来看，四十余个物理类项目参与了线上遴选，涵盖了物理学研究

前沿的方方面面，在为物理教育的师生提供学习机会的同时，也为社会上的物理爱好者提供了学习机会，受到广大高校师生和社会人士的广泛关注。

在国外，许多高校也利用虚拟仿真技术开展了实验教学，如英国开放大学的科学实验室，所有实验可在线上开展，将服务对象拓展到整个社会，美国耶鲁大学和科罗拉多大学等也开设了交互式虚拟仿真实验供学生在虚拟空间进行学习，随着虚拟现实（VR）技术的发展成熟，国外对虚拟仿真实验教学也越来越重视，但国外对虚拟实验教学的研究偏重于技术的开发，各高校都根据自身特点进行针对性地建设开发，缺乏统一的组织，不利于各高校虚拟仿真资源的共享。

互联网+虚拟现实将带来教育史上的第四次教育革命，建设内容丰富的虚拟仿真教学资源，提高资源的利用效率，不断提高虚拟仿真项目的体验度，建立高效的虚拟仿真实验教学管理体制，已经成为越来越多教育工作者关注的热点话题。

中南大学物理实验中心开设的大学本科物理实验课程，是本科生入校后的一门大面积基础实践课程，每年超过 7000 名学生修读，受益面广，但受课时和设备等条件限制，并不能完全满足学生需要，尤其是对实验感兴趣的同学，他们希望能多做一些实验，开阔自己眼界，利用仿真实验可以摆脱场地、设备等现实条件的制约，学生可以随时随地通过网络开展相关实验，大幅提高实验课的教学效率，节约实验成本，而对于一些与科研相关的涉及到强磁场、极低温等极端条件的实验，耗时长、成本高、安全风险大，本科生基本没有机会参与，开展仿真实验是目前唯一有效的方法。为此，我们中心的虚拟仿真团队一直重视仿真实验资源建设，先后自行开发、合作研发出多种版本的仿真实验，有较为丰富的仿真教学资源。但还存在以下问题：（1）现有的虚拟仿真资源大多还属于将普通的实验项目用软件来实现，而对于和科研结合的、极端条件下的虚拟仿真实验资源还很缺乏；（2）一些仿真实验资源受软件兼容性影响愈发突出，直接导致学生在使用时体验度下降，进而降低了学习兴趣，同时部分仿真实验项目存在内容陈旧、互动性不足，需要进行整合、更新和维护；（3）虚拟仿真实验平台建设涵盖了虚拟仿真资源的维护和运行管理机制、教学方式方法及评价机制等方方面面，目前都没有现成的模式可以借鉴，需要我们在各个方面进行不断探索。

### 3. 解决的问题

本项目针对中南大学物理实验中心虚拟仿真教学资源以及教学体系还不够完善、教学资源利用率不太高、大型科研虚拟仿真教学资源缺乏、仿真平台维护以及教学效果、教学评价等方面进行探索，注重解决以下 4 方面的问题：

#### （1）对现有虚拟仿真资源进行梳理整合，不断完善、升级现有虚拟仿真项目

经过十几年的积累，中南大学物理实验中心目前已建成各类虚拟仿真实验项目 100 余项，从十几年前的仿真实验 1.0、2.0，到前几年的基于仪器库的仿真实验 2.0、中科大版本的虚拟仿真实验以及基于多种场的虚拟仿真实验，再到新近开发的国家级虚拟

仿真实验项目《低温强场下磁性测试及结构表征虚拟仿真实验》，资源已经比较丰富了，但有些仿真资源还需要进一步完善，还需对其进行梳理整合，分类升级，从细节处进行完善，把每个项目都以最佳的状态呈现出来，提高学生的认可度，逐渐把虚拟仿真平台建成精品。

### **(2) 结合教学与科研团队的需要，继续开发 1-2 项虚拟仿真实验项目**

国家大力提倡开发真实实验无法开展的、高危的、成本高的、高污染的虚拟实验教学资源，但中南大学物理实验中心现有的与科研相结合的虚拟仿真实验还比较少，我们的虚拟仿真团队还将继续结合我校物理学科的研究特色，与各科研团队深入交流，遴选一批有代表性科研成果，探讨将其转化为虚拟仿真实验项目的可行性，将 1-2 项科研项目列为虚拟仿真项目进行开发，逐步丰富我院虚拟仿真实验教学资源。

### **(3) 完善虚拟仿真平台运行管理机制**

线上实验教学与实物实验教学一样，需要技术人员随时对平台进行管理维护，对学生在线上教学过程中出现的问题进行及时解决，因此本项目将探索建立虚拟平台管理运行机制，将虚拟仿真平台的管理与维护作为一项重要工作，与实物实验一样纳入正常管理工作中。

### **(4) 建立有效的虚拟仿真实验教学管理模式**

线上虚拟实验教学具有随时学、随地学的优势，拓展了实验教学的时间和空间，突出了学生的主体地位，节约了实验教学资源，但学生学的效果如何评价，老师如何更好地进行指导，老师的工作价值如何体现等问题也很突出。目前我们对大型的虚仿真实验项目采取学生集中选课、老师现场讲解的形式进行教学，而对于普通型的仿真实验，学生主要是自学，用于预习，同时可用于满足部分学生的课外学习需求，并未列入正常教学内容，随着虚拟仿真教学重要性的日益增加，虚拟仿真实验的教学模式也要随之进行改变。本项目对虚拟仿真项目进行分类，指导建议各专业学生有选择性地学习，对学生的学习效果、教师教学方法和工作量评价机制等方面进行探讨，在教学过程中逐步摸索并建立起一套有效的教学管理模式和教学体系。

## **4. 实施方案**

虚拟仿真平台建设涉及到现有仿真资源的更新、完善，虚拟仿真项目的持续改进、新的虚拟仿真项目的开发及虚拟仿真实验线上教学的管理模式等方面。我们将从以下几个方面分部推进项目的实施。

(1) 了解学生、老师对目前虚拟仿真实验教学的需求和看法，有针对性地对现有虚拟仿真资源进行梳理整合，并根据需要进行升级，遴选集合优质的仿真项目，整合到一个平台，将优质精品虚拟项目集中呈现给学生，提高资源利用效率和学生的使用体验。

(2) 进一步优化虚拟仿真教学项目中的细节，增加互动环节，以多种形式将项目



中涉及的物理原理和思想、操作要点、注意事项和技术应用等知识呈现给学生，同时对虚拟仿真项目的评价方式进行优化，在此基础上，将虚拟仿真实验项目成果向全国推广。

(3) 与学校、学院科研团队合作，设计谋划开发新的虚拟仿真项目。物理与电子学院有多个科研团队进行新型二维材料及器件的研究工作，设备昂贵、成本高，部分还需用到高危气体，我们计划通过与科研团队合作，提前规划 1-2 项虚拟仿真项目，使学生在进入实验室前通过仿真实验先熟悉实验环境，降低成本。

(4) 开展虚拟仿真实验教学试点，积累教学经验，逐步摸索建立行之有效的教学管理模式，提高虚拟仿真实验的利用率和教学效果。

(5) 通过调整中心人员工作等，探索提高虚拟仿真平台管理水平的途径，建立相对稳定的虚拟仿真实验教学和管理服务团队。

## 5. 研究与改革的目标

(1) 梳理更新现有仿真教学资源，将其它虚拟仿真资源进行升级优化，提升虚拟教学资源品质，分类集合在一个虚拟仿真平台上，并与大学物理实验信息化管理平台整合在一起，使其更加方便学生学习；

(2) 结合学院教学或科研方向和特色，规划开发 1-2 项新的虚拟仿真教学项目；

(3) 通过在线教学的探索与实践，从学生学习效果、教学管理模式、评价机制、教师工作量考核等多个方面形成比较成熟的教学运转体系；

(4) 满足多层次的虚拟仿真教学，通过虚拟仿真平台建设，建设一个具有国内先进水平的虚拟仿真平台。


## 预期成果 ( 教材、教案、论文、课件等 )

1. 虚拟仿真平台和虚拟仿真教学资源将更加开放，开发的虚拟仿真实验将在大学物理实验课程中开展实际教学；

2. 在前期开发的基础上，进一步完善虚拟仿真项目，配合专业实验室，规划开发 1-2 项新的虚拟仿真教学项目；

3. 继续积极申报省级以上国家级虚拟仿真实验项目，建设成为国内有影响的虚拟仿真平台；

4. 撰写虚拟平台建设总结报告，并发表相关教学论文 1-2 篇。

学 校 推 荐 意 见	学校拟配套金额	
	<p style="text-align: center;">  </p> <p style="text-align: center;">           学校或教学主管部门(公章)            2020年9月16日         </p>	
全 国 高 等 学 校 实 物 教 学 研 究 会 意 见	<p style="text-align: center;">           理事长签字             年 月 日         </p>	
物 理 学 专 教 指 委 会 意 见	<p style="text-align: center;">           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>	