

东北师范大学

本科教学实验室建设项目实施方案 (2023 年度)

申报单位	物理学师范专业国家级实验教学示范中心
项目名称	产教学研一体化平台建设
项目类型	完全新建 (指完全新建、升级换代、设备数量扩充)
学校批复金额	
学院自筹金额	
自筹经费支出 项目名称编号	无
合计执行金额	
项目联系人	贾艳
联系电话	

2023 年 04 月

教务处制

二、本项目建设必要性、目标和内容

2.1 建设必要性(从学科专业发展、专业培养方案、实验开课现状及存在的问题等方面阐述)

2.1.1 学科专业发展

物理学是自然科学的重要基础，是科学研究和技术创新的源动力之一，对于国民经济的发展和人民生活水平的提高具有重要意义。如何培养具有扎实的物理基础、具有多学科综合能力的创新型人才是新时代对高等物理教育提出的严肃命题。

东北师范大学物理实验教学中心成立于 2000 年；2007 年被评为吉林省实验教学示范中心；2015 年被评为“物理学师范专业国家级实验教学示范中心”(以下简称“中心”)。中心始终坚持并践行师范特色，实验教学立足东北、辐射全国、面向国家基础教育改革发展的人才需求，培养具有坚定的政治信念、高尚的师德修养、优秀的实验研究能力和创新精神的高素质人才。

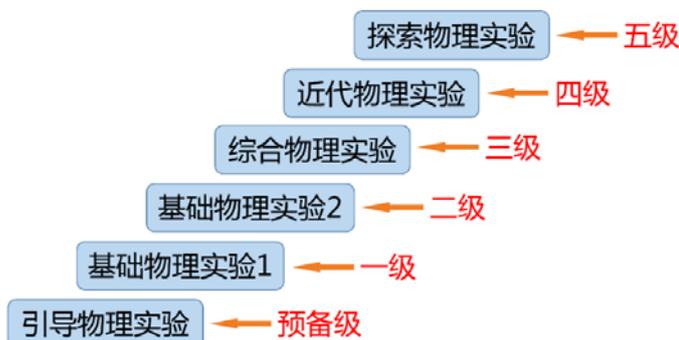
中心有一支致力于本科实验教学的高水平师资队伍，目前有固定人员 65 人，其中中科院院士 1 人，国家杰出青年基金获得者 4 人，“长白山学者”获得者 3 人，教育部“新世纪人才”获得者 6 人。职称结构：正高级职称 22 人，副高级职称 28 人，中级职称 15 人。固定人员中，有 50 人有博士学位，9 人有硕士学位。

为了落实立德树人的根本任务，培育高素质人才，中心鼓励和支持教师积极参与各类教学改革项目，不断完善和提高自身素质能力。近年来，中心教师在教学改革和研究方面取得了丰硕的成果。2014 年，物理实验教学团队荣获吉林省高等学校本科优秀教学团队。2016 年，中心教师主持了高等教育科学研究“十三五”规划重大攻关课题在线开放课程群建设——“大学物理实验”。2017 年，中心教师贾艳获得第三届全国高等学校大学物理课程青年教师讲课比赛（实验课程）第三名、国家二等奖。2018 年，中心教师主持的《光学》“课程思政”示范项目获批吉林省高校课程思政教学改革“学科育人示范课程”。2018 年，中心教师完成的“基于‘现象性’问题的物理教学模式探索”获评吉林省教学成果一等奖。在吉林省教育厅公布的 2019 年吉林省高校“金课”建设项目名单中，中心教师主持的《依托学科基于 PPBL 教学模式的光学课程群建设》被评为 A 类项目。2020 年，中心教师建设的吉林省在线课程项目——“大学物理实验”在“爱课程”平台上线，在抗疫特殊时期的在线实验教学中发挥了重要作用。

物理学不能脱离物理实验而存在。物理实验不只是对现象的观测，它还是对这种现象的理论解释^[1]，物理实验是物理学发展的基础。物理实验相关的课程及训练是培养高素质人才不可或缺的重要手段之一。根据一流学科建设过程中人才培养的需要，为促进本科教学改革，探索创新性人才培养的新模式；探索理论与实践结合，学习与研究结合的新型人才培养机制，2014年，实验教学中心启动了新一轮实验教学改革，确定了四层次六级的实验教学体系，并付诸实施，如图一、图二所示。



图一：四层次实验教学体系建构思路



图二：四层次六级实验教学体系

2.1.2 专业培养方案

物理学院本科有物理学（公费师范）、物理学、电子信息科学与技术 and 材料物理四个专业。各专业的培养目标分别是：

物理学（公费师范）：立足东北、面向国家基础物理教育改革发展的人才需求，培养具有坚定的政治信念、高尚的师德修养、先进的教育理念、深厚的物理学科素养、宽厚的理学相关学科基础、较强的教育教学实践能力和发展潜力、一定的信息素养和沟通合作能力，具备教育家潜质的优秀中学物理教师。

物理学：立足东北，面向国家物理学基础研究人才需求，培养专业基础宽厚扎实、

综合素质高、适合在物理学及相关的科学技术领域中从事科学研究的专门人才和能够适应新时代教育事业改革发展要求的中学物理教师。

电子信息科学与技术：面向国家信息化建设与基础教育发展重大需求，引导学生成为道德素养高、见识广、责任感强的自主学习者，培养其掌握必备的数理、工程基础知识和电子信息专业知识，具有良好的科学研究能力、应用实践能力、教育教学能力、创新创业能力，能在电子技术、信息通信、智能控制、基础教育等领域和行政部门从事科学研究、技术开发、工程管理和教育教学工作的全国一流卓越工程师和中学一流通用技术教师，即“双师”型拔尖创新人才。

材料物理：培养具有高度社会责任感和使命感，具备学科交叉视野，能够面向光电、能源、环境等领域的材料科学问题，能够从事基础研究或应用基础研究，能够胜任相关领域的研究、研发、管理与教学工作的高素质材料物理专业人才。

按照学校整体部署，物理学院在 2020 年对人才培养方案进行了调整，参照教学质量国家标准和专业认证标准，更加重视学生实践创新能力的培养。新的人才培养方案对实验课程提出了更高的要求，特别要求实验课程对拔尖创新人才培养提供充分的支撑。

2.1.3 实验开课现状

物理学师范专业国家级实验教学示范中心为物理学、物理学（公费师范）和材料物理专业开设了专业实验课程，同时面向全校的理科专业，为地理科学、地理信息科学、电子信息科学与技术、化学、化学（公费师范）、环境科学与工程、生态学、生物技术、生物科学、生物科学（公费示范）、数学与应用数学和数学与应用数学（公费师范）等专业开设了大学物理实验，总人时数超 11 万。中心开设的独立设课实验课程为 20 门，开设实验项目 281 个。

中心在实验教学中，始终坚持以学生为中心，倡导打通课程壁垒，将实验教学与理论教学有机融合，关注学生综合素质的提升。以物理学、物理学公费师范、材料物理、电子信息科学的基础理论与技术为基础，注重学科交叉与融和，为培养高素质、创新型卓越教师、学科拔尖人才和应用型人才服务。同时，以未来的人才需求为导向，针对各专业的培养目标，开展个性化培养：

（1）面向卓越教师的发展方向，将实验教学与基础教育改革及研究相结合，在实验教学的过程，对物理学师范专业学生进行师德修养、物理思想与方法、教师技能以及

组织沟通等能力进行全方位教育。

(2) 面向卓越科研后备人才的发展方向，推进实验教学与科学研究紧密结合，重点培养学生的逻辑推理与分析能力、数据分析与总结能力以及创新思维。

(3) 面向卓越工程师培养，将实验教学与实习、竞赛等实践课程相结合，在解决实际问题的过程中，全面培养学生对知识的综合运用能力以及沟通协作的能力。

秉承“尊重的教育，创造的教育”教学理念，在全面施行“PPBL”（基于物理问题的学习模式）教学模式的过程中，针对不同的人才发展方向，完善了相应的教学方法。针对师范专业的卓越教师培养，开展了 TTED（Teacher Guided Teaching-Experiencing-Discussing）教学方法，并在总结经验，对自学自讲的组织和指导的各个环节进行了完善。针对卓越科研后备人才和卓越工程师培养，在高年级专业实验课中开展了 SCOP（Scientific problem based Cooperative study, Open discussion and Progressive experiment）教学方法，以实验过程中涉及的关键科学问题为引导，进行合作学习、开放讨论和渐进式实验。

2.1.4 存在的问题

在近几年本科实验室建设项目的支持下，实验中心已经完成了 1-5 级实验基本的实验仪器与设备的采购，并在实验中得以应用，极大地提高了实验教学质量。但前期的实验课体系主要完成了课内实验的基本设计，侧重知识与实验技能的传授，对学生应用物理知识解决实际能力的培养还不够。经过四层次、六级体系实验课程的训练，学生的研究能力得到了一定的锻炼，但现有的实验项目对拔尖创新人才培养的支撑还不够，还需进一步加强。此外，2016 年 12 月，在教育部发布的《国家级实验教学示范中心管理办法》中，明确提出，国家级示范中心要实现科教融合，产教融合。然而，目前中心在产业化的实验设备方面还有较大的缺口，不能为学生产业化技术能力培养提供足够的支持。

目前实验教学存在的问题集中表现在：

(1) 实验课程容量亟需扩充。

在学院即将施行的教学改革中，针对物理学、物理学公费师范、材料物理、电子信息科学与技术等专业的培养目标和方案有很大的修改，对实验课程的种类和数量都提出了新的要求。例如，《近代物理实验》课程的选课人数将增加约 30%。因此，实验课程的项目数和容纳的人数都亟需扩充。

(2) “两性一度”需要提高。

现有的实验和实践教学仍然是以课内实验为主，教学时间有限，内容也相对固定。多数实验项目主要是对学生的基本实验能力进行训练，在高阶性、创新性、挑战度等方面还有待提高。

(3) 开放式实践条件不足。

在各专业的人才培养目标中，创新能力培养都是重要内容。而创新能力的培养需要个性化、系统化、开放式的实践条件与环境。目前，实验中心在这些方面还有欠缺，需要进一步建设。为了通过课内、课外相结合，提高学生创新能力培养水平，形成示范中心人才培养的特色，仍需补充一批实验设备，以满足教研产一体化开放平台的建设需求。

2023 年度申报重点：学科交叉融合，优势互补。为了更好地支撑拔尖创新人才培养，本年度拟采购与光电材料和器件研究相关的设备，用于三级、四级、五级和开放实验中创新实验项目的建设。此实验设备可以在本科实验教学中充分发挥学科优势，让本科生更好地开展创新探索活动，获得科学研究的真实体验，取得研究成果，培养研究兴趣。同时，依托这些设备开展的创新活动通常涉及到多个学科的知识与能力，因此指导和引领学生进行创新探索活动，也会促进学科教师之间的交流，使授课教师开拓视野，深入思考实验项目相关的新科技、新思路，从而促进教学水平的提升，进一步推进教学研究和改革。

2.2 建设情况与目标(具体说明本年度修购基金购置的仪器设备数，面向的专业，覆盖的实验室，涉及的实验项目数（包括新增数与更新数），学生受益人数，实验课人时数，建设目标等方面的建设情况)

在前期建设成果的基础上，2023 年主要完成**与科技前沿相关、具有重要应用前景的特色实验项目**建设，采购可用于**创新能力培养**的仪器设备。

中心近期整体目标是通过三到五年的不断建设，建成理念先进、特色鲜明的教研产一体化平台，构建全天候、全方位、开放式的育人环境。在本平台的支持下，实现教研产相结合，真正实现学生理论、实验、科研、应用能力培养的一体化，切实提高示范中心实验教学质量。本平台将提升示范中心的实验教学水平，形成实验教学的特色，整体

达到国内同行先进水平。本平台建成后，将为物理学院所有专业服务，并对全校开放。

本项目覆盖的专业有物理学（公费师范）、物理学（非公费）、电子信息科学与技术 and 材料物理等全校理科专业。本年度**购置设备 1 件/套，新增和更新实验项目数 1 个**，受益学生 1000 余人。

预期达到以下建设目标：

1. 初步形成课内实验与课外实践相互补充、相互促进、开放式的创新人才实践能力培养体系。
2. 通过产业化，初步形成“教研产一体化”的国家级实验教学示范中心可持续发展的新机制。

2.3 建设内容（请按季度说明具体实施项目内容及完成时间）

根据物理学科的特点及社会产业化技术的需求，本年度主要落实**综合及创新类实验项目的更新**。基础物理实验课程的教学目标是在训练学生的实际实验操作能力和基本实验技能的同时，拓展学生视野，提高学生实验设计能力，创新能力等综合素质，为后续专业课程的学习奠定良好基础。因此，本项目的经费将用于拓展大学物理实验项目中综合类创新类实验项目的更新，及其相关教学内容的拓展，反映时代特性，体现学科交融特色。以**光电材料与器件的设计与精细加工**为主线进行仪器设备采购和平台建设。

主要用于以下四个方面：

1. 为新一轮教学改革做准备，对现有的部分实验设备进行扩充和升级改造。
2. 探索物理实验（五级）的建设需采购新型设备进行实验内容拓展。
3. 兼顾近代物理实验（四级）设备更新升级需要，进行科学研究扩充训练。
4. 光电材料器件深加工和检测等产业化设备的采购。

具体实施项目内容及完成时间

第一阶段：2023 年 1 月-2023 年 3 月,完善采购计划，确定最终采购方案。

第二阶段：2023 年 4 月-2023 年 5 月,制定招标采购计划并基本完成招标工作。

第三阶段：2023 年 6 月-2023 年 7 月，完成招标工作，并进行设备验收。

第四阶段：2023 年 8 月-2023 年 11 月，完成实验项目建设相关工作，为相关课程做好准备。

三、拟购置设备

序号	设备名称	型号	主要参数 及配置要求	原计划 购置数	原单 价	现购 置数	现单价	合计金额 (含自筹)	修购基金支 出金额 (不含自筹)	学院自 筹金额	采购方式 (集中/分散)
1	超高分辨场发射扫描电子显微镜	SU8600	1. 电镜主机 1.1 电子光学系统 1.1.1 二次电子分辨率： 15KV \leq 0.6nm(工作距离 \geq 4mm, 非减速模式); 1.1.2 二次电子分辨率： 1KV \leq 0.7nm (工作距离 \geq 1.5mm) ; 1.1.3 放大倍数：最小 \leq 20 倍；最大 \geq 200 万倍，底片 和显示器倍率可同时显示； 1.1.4 加速电压：加速电压： 0.01 ~ 30kV (100V/step, 含减速) 1.1.5 电子枪：冷场发射电 子枪，非肖基特热场电子 枪； 1.1.6 电子枪亮度 \geq 2x10 ⁹ A/cm ² sr； 1.1.7 场发射电子源 \leq 5nm；	1		1				0	集中

			<p>1.1.8 自动电子光路对中调整：自动电子束对中，自动光阑对中，自动像散对中，自动对焦调整，自动亮度对比度调整，自动像散调整；</p> <p>1.1.9 配有旋钮板+轨迹球，可自动+手动聚焦及消像散调节；</p> <p>1.1.10 物镜光阑：≥四孔机械可调式，内置加热自清洁装置或每年提供光阑免费更新服务（含人工费）；</p> <p>1.1.11 样品台减速：标配；</p> <p>1.2 样品室</p> <p>1.2.1 样品台：5 轴优中心马达驱动；</p> <p>1.2.2 样品移动：</p> <p>1.2.2.1 $X \geq 110\text{mm}$；</p> <p>1.2.2.2 $Y \geq 110\text{mm}$；</p> <p>1.2.2.3 $Z \geq 38\text{mm}$；倾斜角 -5° 至 $+70^\circ$ ($\geq 75^\circ$)；$R=360^\circ$ 连续旋转；</p> <p>1.2.3 标配样品交换预抽室：预抽室可保证直径 $\geq 150\text{mm}$ 的样品的通过，预抽室端面为透明，可观察到</p>								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>样品交换过程；</p> <p>1.2.4 样品防撞警报装置： 非接触式碰撞保护功能；</p> <p>1.2.5 具有样品安装到位提示，避免样品在安装时脱落；</p> <p>1.2.6 样品交换仓可放置样品最大尺寸：直径$\geq 150\text{mm}$。</p> <p>1.3 探测器</p> <p>1.3.1 低位二次电子探测器：可得到二次电子像；</p> <p>1.3.2 镜筒内上部电子探测器：可选择接收二次电子像或背散射像，并以任意比例混合，在低压下（小于 2kV）可以成背散射电子像。</p> <p>1.4 数字图像记录系统</p> <p>1.4.1 图像处理软件：可以进行图像的处理、测量和编排实验报告，捕捉的图片可存储在临时图片栏内，可选择单张存储或批量存储，可自动连续命名；</p> <p>1.4.2 数据记录：照片包括编号，加速电压，标尺，放大倍率，日期，时间，工作</p>								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>距离等；</p> <p>1.4.3 图像显示：支持双显示器双大画面显示（1280×960 像素），支持 6 通道图像实时显示</p> <p>1.4.4 图像储存：640×480，1280×960，2560×1920，5120×3840，10240×7680（高分辨拍照模式）像素；</p> <p>1.4.5 信号/图像处理功能：像素积分改善 S/N，框架积分，彩色图像显示，2 色合成图像显示（保存图像），伪彩色图像显示（保存图像），针对保存图片的图像处理（灰阶变换，伽马调整，各种空间过滤处理）</p> <p>1.4.6 实时图像伽马处理（Live Gamma）</p> <p>1.5 电镜控制系统</p> <p>1.5.1 电镜控制工作站：具有自动聚焦、自动消像散、自动对比度/亮度调节等功能；</p> <p>1.5.2 电镜主机符合中国电网电压等要求，并可以在断电 1 小时内正常使用；</p>								
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>1.5.3 标配气体交换附件。</p> <p>1.6 真空系统</p> <p>1.6.1 真空泵：分子泵 260L/s×1；干泵×1；离子泵 45L/s×2，NEG×1 台</p> <p>1.6.2 真空度：电子枪部分优于 2×10^{-7}；</p> <p>1.6.3 保护：自动真空抽气及诊断系统，具有断电、缺水、漏电、失真空保护系统；</p> <p>1.6.4 样品更换抽真空时间：≤1.5 分钟。</p> <p>2. 能谱仪附件</p> <p>2.1 能量分辨率（MnKa 处）：≤127eV（@计数率 130,000cps）；</p> <p>2.2 检测元素范围：Be4-Cf98；</p> <p>2.3 有效晶体活区面积：$\geq 65\text{mm}^2$；电制冷，高分子超薄窗设计；</p> <p>2.4 面分布分析、线扫描、无标样定量分析数据管理与报告；</p> <p>3. 离子溅射仪附件</p> <p>3.1 样品仓大小：硼硅酸盐</p>								
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

		玻璃工作腔室, $\geq 100\text{mm}$ (内径) $\geq 125\text{mm}$ (高); 3.2 溅射电流: 0-40mA; 3.3 溅射时间: 0-999s; 3.4 溅射速率(在压力为7Pa, 放电电流 40mA, 靶材距离样品 30mm 时): Pt $\geq 15\text{nm}/\text{min}$, Pt-Pd $\geq 20\text{nm}/\text{min}$, Au $\geq 35\text{nm}/\text{min}$; 3.5 最大样品尺寸: 直径 $\geq 60\text{mm}$, 高度 $\geq 20\text{mm}$; 3.6 靶材: 标配 Pt 靶; 3.7 可升级喷碳附件, 独立腔室, 不与喷金共用腔室。									
合计											

注：原计划购置数与原价请填写 **2022年7月上报材料的数据**。总价保留至小数点后2位，**单位为万元**。

四、数据统计表

1.建设类型统计

序号	建设类型	实验项目数	设备数量	金额（万元）	涉及实验人次
1	改善实验条件				
2	改革教学内容				
3	新增实验项目	1	1		10000
合计		1	1		10000

2.实验类型统计

序号	实验类型	实验项目数	设备数量	金额（万元）
1	基础实验			
2	综合实验	1	1	
3	创新实验	1		
合计		2	1	

3.设备使用方向统计

序号	涉及实验室名称	设备数量	面向专业名称	每年受益学生人数
1	物理学师范专业国家级实验教学示范中心	1	全校7个理、工科学院	1500
2				
3				
4				
5				

五、学院教务委员会意见

人数： 15 赞成票： 15 反对票： 0 弃权票： 0
学院教务委员会主任签字： 马剑钢
2023年4月12日

六、学院党政联席会意见

人数： 8 赞成票： 8 反对票： 0 弃权票： 0			
学院党政联席会主持人签字： 马剑钢			
2023年4月13日			
主管实验副院长： 黄树刚	主管教学副院长： 王春红	院 长： 马剑钢	单位公章：  2023年4月15日