

附件目录

成果名称： 物理类实践教学“三教融合、数智赋能、开放辐射”

协同改革与北化方案实践

成果完成人：林承友 冯志芳 尹亮 张晓林 张实捷

成果完成单位：北京化工大学

附件目录：

一、成果总结

二、支撑材料目录：

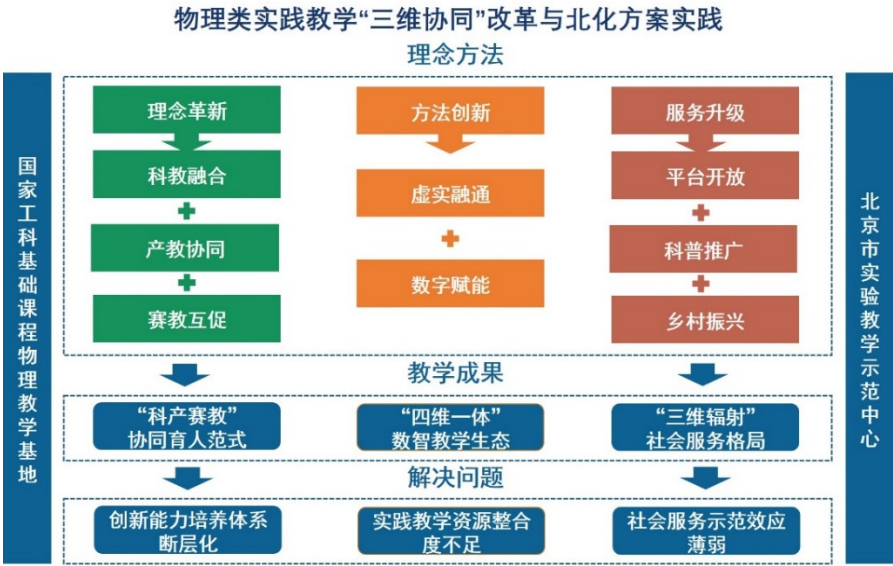
1. 教改项目与教师获奖
2. 学科竞赛获奖
3. 国家级大创项目
4. 教学研究论文
5. 学生创新成果
6. 实验仪器及装置开发
7. 线上平台及课程
8. 课程资源与智慧教学
9. 虚拟仿真实验
10. 实验室开放平台
11. 中学科技创新指导及学生获奖
12. 科普活动与乡村振兴

物理类实践教学“三教融合、数智赋能、开放辐射”协同改革与北化方案实践

成果总结

林承友 冯志芳 尹亮 张晓林 张实捷

面对当前国家创新驱动发展战略和新时代对高素质创新人才迫切需求，本成果以北京化工大学“大化工”特色人才培养为引领，依托国家工科基础课程物理教学基地与北京市实验教学示范中心，聚焦物理类实践教学，系统构建并实践了“理念-方法-机制”三位一体的“北化方案”。该方案以“三教融合”（科产赛教融合）重塑育人生态；以“数智赋能”创新教学范式；以“开放辐射”拓展服务格局。通过“理念革新-方法创新-服务升级”三维协同改革，有效解决了创新能力培养体系断层化、实践教学资源整合度不足、社会服务示范效应薄弱三大难题，形成了可复制、可推广的实践教学改革新模式。



一、改革背景与问题提出

1. 国家战略与学校定位

高等教育作为科技第一生产力、人才第一资源、创新第一动力的重要结合点，承担着为国家培养拔尖创新人才的历史使命。实践教学作为理论联系实际、培养学生创新精神和实践能力的关键环节，其改革成效直接关系到人才培养的质量。北京化工大学作为一所具有鲜明“大化工”行业特色的研究型大学，始终坚持以服务国家重大战略需求和行业发展为导向。物理学科作为自然科学的基础，其相关的实践教学对于培养学生严谨的科学素养、逻辑思维能力和工程实践能力具有不可替代的作用，是学校“大化工”特色人才培养体系的重要基石。

2. 传统实践教学面临的挑战与瓶颈

在改革之初，传统的物理类实践教学主要面临以下三大核心挑战：

“融合”不足，育人生态封闭：科教分离、产教脱节、赛教割裂现象较为普遍。科研优势难以有效转化为教学资源，产业前沿技术未能及时融入教学过程，学科竞赛与实践课程关联度不高，导致实践教学内容滞后、与真实情境脱节，难以激发学生创新潜能。

“赋能”不够，教学范式传统：教学方式仍以教师讲授、学生模仿为主，个性化、探究式学习不足；教学资源形态单一，虚拟仿真、在线交互等现代化手段应用不深；教学管理效率低下，过程性评价与反馈机制不健全，难以满足数字化时代学生个性化成长的需求。

“辐射”不畅，服务功能弱化：高校优质实践教学资源大多局限于校内循环，向社会开放共享不足，服务基础教育和区域发展的能力有待加强，成果的示范效应和社会影响力未能充分显现，可持续发展的良性机制尚未形成。

针对上述问题，本成果自 2019 年起，系统谋划，整体推进，通过理念革新、方法创新与服务升级，探索出一条物理类实践教学的特色之路。

二、革新实践教学理念，构建“科产赛教”协同育人新范式

通过构建“科产赛教”深度融合的协同育人生态体系，破解了学科壁垒与资源孤岛难题，将实践教学从知识的验证场转变为创新的策源地。

1. 深化科教融合，推动科研优势向教学转化

科教融合的本质是建立科研与教学相互滋养、相互促进的良性循环机制。通过系统化设计，实现了科研资源对教学的全方位、多层次反哺。

建立“科研项目-教学案例-探究实验”三级转化机制：鼓励教师将前沿科研成果，如“基于光电技术的高性能生物传感”、“基于光谱技术的化学元素分析”、“基于新型材料的吸波器件”等具有“大化工”多学科交叉特色的项目，系统性地提炼、转化为适合本科生认知水平的综合性、研究性实践教学案例。年均转化科研成果 30 余项，开发物理实验仪器及装置 10 余台，发表物理类实验教学研究论文 10 余篇；助力学生创新能力不断提升，指导本科生发表论文 10 余篇，授权国家专利 3 项。



2. 强化产教协同，实现人才培养与产业需求有效衔接

产教协同是确保人才培养符合社会经济发展需求的关键。本成果创新性地构建了“校企协同、供需匹配”的实践教学新路径。

创新“三联”机制，打通校企协同路径：在实践课程建设、学生校外实习、重点技术难题攻关三个关键环节，系统实施“产教联、教科研联、学用联”的三联机制。通过校企共建课程、共组团队、共克难题，形成“企业真实命题-校企双师指导-创新成果反哺”的产学研闭环，有效推动产业需求融入教学全过程。

落实“三对接”，实现人才培养精准匹配：通过专业设置与产业需求对接，确保人才培养方向符合行业发展需要；通过课程内容与职业标准对接，使教学内容紧跟技术发展前沿；通过教学过程与生产过程对接，让学生在真实场景中提升实践能力，确保了实践教学的目标明确、路径清晰、效果可测。

共建共享实践平台，强化机制实施保障：与行业龙头企业深度合作，整合校企资源，共同建设产教协同育人实践平台。合作开发《大学物理实验》等 10 余门实践课程，将行业技术标准和企业真实项目引入教学，为学生提供真实的工程实践环境，显著提升学生的工程素养和解决复杂工程问题的能力。获批教育部产学研合作育人项目 4 项、教育部供需对接就业育人项目 1 项。



3. 推进赛教互促，激发学生创新内驱力

学科竞赛是检验实践教学成效、激发学生创新活力的重要载体。本成果将竞赛体系有机融入人才培养全过程，形成了“以赛促学、以赛促教、以赛促改”的生动局面。

构建“课程嵌入-专项训练-竞赛实战”三阶递进培养路径：将竞赛内容、标准和要求融入日常实践课程教学，开设竞赛辅导专项训练营，最终选拔优秀学生

团队参加“全国大学生物理实验竞赛”、“挑战杯”、“光电设计竞赛”等高水平学科竞赛。实现了竞赛与课程教学在内容、时间、资源上的深度融合。

促进竞赛成果向教学资源转化：将学生在竞赛中的优秀项目、解决方案进行规范化、标准化处理，转化为新的实践教学案例或虚拟仿真项目，反哺课堂教学，形成了“课堂助力竞赛，竞赛补充课堂”的赛课融通良性循环。

改革考核评价方式：引入竞赛评价标准，改革传统实验报告为主的考核方式，更加注重过程考核、能力评价和创新性，建立了多元化的实践教学评价体系。

团队获竞赛优秀组织奖国家级2项、省部级1项，指导学生参加各类教育部竞赛排行榜赛事年均300余人次，指导学生竞赛获国家级及省部级奖项80余项，其中大学生物理实验竞赛全国一等奖3项、二等奖5项，“挑战杯”全国三等奖1项，获奖数量和质量显著提升。



三、创新实践教学方法，打造“数智赋能”的智慧教学新生态

面对教育数字化转型的浪潮，将信息技术深度融入实践教学的全过程、全要素，打造了以“数智赋能”为特征的智慧教学新范式。

1. 构建“四维一体”的智慧教学模式

系统性构建了“课程资源-实验平台-评价系统-管理服务”四维一体、互联互通的智慧教学模式。

课程资源数字化：依托“学银在线”、“北化在线”等平台，建设了包括《大学物理实验》、《激光原理》等12门线上实践课程，涵盖了从基础到前沿的完整体系。开发了80余项虚拟仿真实验项目，构建了总量达12TB的线上教学资源库，内容包括实验原理讲解、操作演示视频、仪器使用指南、试题库、在线测试

等模块，为学生提供了不受时空限制的自主学习环境。年均服务师生超过 8000 人次。

实验平台智能化：建成“5G+混合现实”沉浸式实践教学场景，实现物理实验场景的实时传输与交互体验。

评价系统数据化：开发智能评测系统，对学生的虚拟仿真操作、实验数据记录、实验报告等进行自动化、智能化分析和评价，提供即时反馈。利用学习分析技术，对学生的预习、仿真、实操、协作等全环节学习行为数据进行采集与分析，实现从“一刀切”的终结性评价向“个性化”的过程性、增值性评价转变。

管理服务流程化：打造全流程电子化管理平台，学生通过手机 APP（如优慕课）随时随地进行实验预约、报告提交、意见反馈，教师可便捷完成成绩记录、学情分析等流程，提升了管理效率和服务体验。



2. 创新“三阶九步”混合式智慧教学模式

在智慧教学生态的支持下，提炼出“三阶九步”混合式智慧教学模式，彻底改变了教与学的方式。

第一阶段：知识建构（基础层）

步骤 1（课前微课预习）：学生通过在线平台观看微课视频、课件，完成基础知识学习；**步骤 2（虚拟仿真推演）：**在虚拟仿真平台上完成实验预习和操作演练，熟悉流程和要点；**步骤 3（自主探究）：**平台推送相关拓展资料和思考题，引导学生进行初步探究。

第二阶段：能力进阶（应用层）

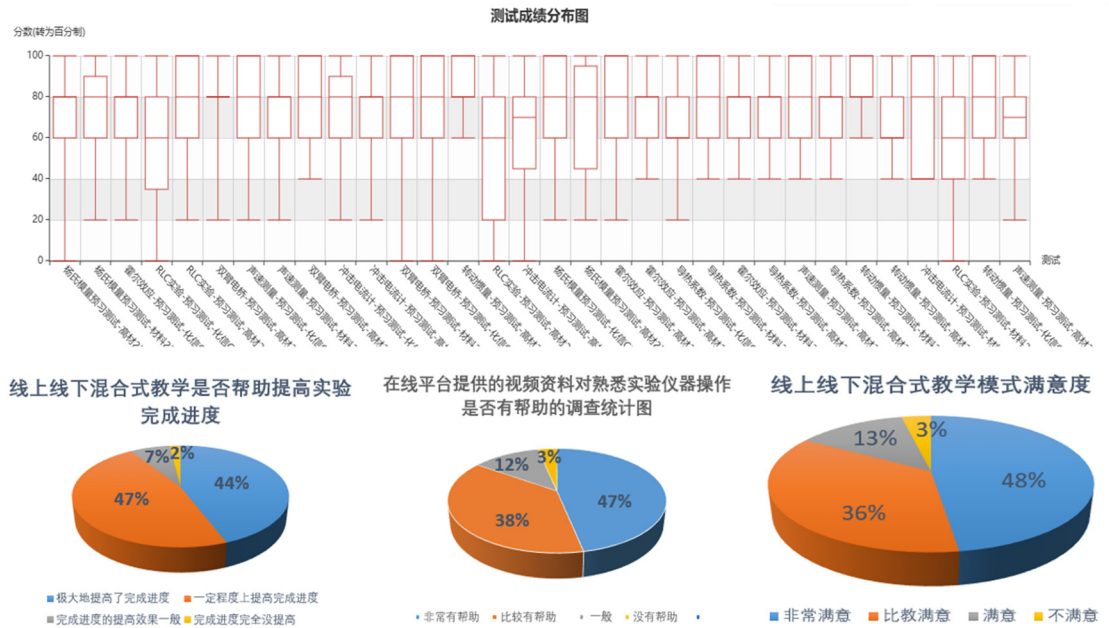
步骤 4（课中任务驱动）：在实体或虚拟实验室，教师以真实任务或项目为导向组织教学；**步骤 5（虚实结合操作）：**学生分组进行实体实验操作，并可随时调用虚拟资源进行辅助验证或对比分析；**步骤 6（教师实时指导）：**教师通过

智能系统实时监控各组进度和问题，进行个性化、精准化指导。利用示教仪将标准操作实时投影，确保操作规范。

第三阶段：素养提升（创新层）

步骤7（课后数据诊断）：系统自动生成实验报告分析和个人学习诊断报告，指出薄弱环节；**步骤8（资源共享拓展）：**平台推荐个性化学习资源，支持学生进行深度探究和拓展学习；**步骤9（校际协作交流）：**通过平台与其他高校学生开展在线研讨、项目合作，拓展视野。

该模式实现了线上与线下、虚拟与实体、课内与课外、共性要求与个性发展的有机结合。教学实践表明，采用该模式后，学生实践课程平均成绩提升约 **30%**，自主学习时长平均增加 **20 学时/周**，学习满意度和投入度显著提高。



四、拓展社会服务格局：形成“开放辐射”的可持续发展机制

始终坚持“以服务促发展”的理念，主动将改革成效溢出校园，反哺社会，构建了多层次、立体化的“开放辐射”体系，显著提升了成果的社会效益与影响力。

1. 立足校园，营造浓厚科学文化与创新氛围

通过系列品牌活动，在校园内营造了“崇尚科学、勇于创新”的浓厚氛围。

打造“悟物穷理”大师报告品牌：每年邀请国内外物理学界及相关交叉学科领域的知名学者、专家来校举办高水平学术讲座。近五年累计举办十余场系列讲座，为本科生接触学术前沿、启迪科学思想、激发科研兴趣提供了高端平台。

全面开放实验室，构建科学实践平台：物理实验教学中心、学科交叉创新中心以及科教融合实验室等物理实践平台定期向全校学生开放，通过一系列声、光、电、磁等领域的沉浸式体验项目，激发学生科学兴趣与创造力。

组织品牌科技竞赛，培育创新生态：持续主办“北京高校联合纸桥承重大赛”，吸引了北京多所高校学生参与，获得了中国教育网络电视台、光明网等多家主流媒体的报道，已成为学校乃至首都高校中有影响力的校园科技文化品牌。



2. 服务社会，推动科学普及与青少年素养提升

积极履行社会责任，将服务对象延伸至广大中小學生和社会公众，致力于提升全民科学素养。

构建中小学科普服务体系：团队成员受聘为昌平二中、北京化工大学附属中学等学校的科技指导专家，定期进入中学开展科普讲座、指导学生科技社团活动与青少年科技创新项目。近年来，所指导的中学生项目在北京市及昌平区青少年科技创新大赛中屡获佳绩，同时，物理实验教学中心于**2022年**被授予“北京市昌平区科普基地”称号。

深度参与研学营与科学营活动：团队作为核心力量，深度参与北京化工大学北区举办的年度研学营与科学营活动。通过设计“走进科技、体验科学”系列实践探究课程，向来自全国各地的中学生展示物理学的魅力。



3. 乡村振兴，依托“心桥工程”助力中西部教育发展

积极响应国家乡村振兴战略，将助力中西部教育发展作为“开放辐射”的重要维度，体现了高校的责任担当。

投身“心桥工程”：团队积极参与学校组织的“心桥工程”教育共建活动，同内蒙古科左中旗保康一中骨干教师开展物理实验教学研究、学生创新实践能力培养交流，将先进的实践教学理念、教学方法、线上及虚拟实验资源输送至中西部地区。此项工作有效助力我校“心桥教育帮扶、助力乡村振兴”思想引领项目获评 2024 年新时代北京高校统战工作示范项目。



五、总结与展望

北京化工大学“物理类实践教学‘三教融合、数智赋能、开放辐射’协同改革与北化方案实践”教学成果，是面对新时代高等教育发展要求，进行的一次系统性、创新性的探索与实践。

本成果的主要创新点在于：

育人理念创新：提出了“科产赛教”深度融合的育人新理念，构建了协同共生的实践教学新生态。

教学方法创新：开创了“数智赋能”的智慧教学新路径，构建了“四维一体”的教学生态和“三阶九步”的混合式教学模式。

服务机制创新：形成了“开放辐射”的可持续发展新机制，构建了从校园到社会的立体化服务网络。

成果有效解决了传统物理实践教学的三大核心难题，人才培养质量显著提高，形成了一套特色鲜明、行之有效、可复制推广的“北化方案”，对同类高校，特别是具有行业背景的工科院校的实践教学改革，提供了宝贵的经验和示范借鉴。展望未来，团队将继续深化和完善“北化方案”，为提升我国整体高等教育质量、培养更多堪当民族复兴大任的拔尖创新人才，持续贡献“北化智慧”和“北化力量”。