新技术助力高中物理实验教学的有效策略

刘振北 陈淑仪 杨月琴 邱 莉 （南昌市第二中学 江西 330038）

摘 要 针对高中物理实验教学中精密测量难精准、危险实验难操作、微观原理难直观、实验效果难提升，提出新技术与物理实验教学深度融合的策略。通过新技术结合高中物理力、热、电、光、原等内容，阐述突破实验教学瓶颈、培养学科核心素养的助力作用。研究表明，辅助实验的新技术可提升实验教学的可视化率、学生实验设计能力、误差分析能力等，为物理实验教学的数字化转型提供理论依据与创新案例。

关键词 新技术 学科核心素养 实验教学创新
文章编号 1002-0748(2025)9-0029 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

1 高中物理实验教学借助新技术的必要性

传统物理实验受限于测量精度及实验安全性，难以满足核心素养培养需求。新技术的引入，可突破一些传统实验的瓶颈。例如，利用智能传感器可以将非电学量转化为电学量，便于数据的采集和分析；利用虚拟仿真技术可以模拟各种物理实验场景，打破时间和空间限制；利用AI技术可以通过智能算法，快速给出实验设计、规律分析、解决方案；利用增强现实(AR)技术可将虚拟场景叠加于现实世界，便于学生做实验及理解抽象概念等。这些新技术从测量、场景、分析、理解等维度，为传统物理实验教学破局。它们如何在真实课堂落地生效？不妨以几段真实教学片段为例，窥见其价值。

以人教版高中物理新教材必修二“功与功率”一节为例，智能手环使“人体机械功”的测量成为可能，推动实验教学从定性走向定量。传统教学“功与功率”一般先探究功的表达式$W = Fl\cos\alpha$，然后增强对公式的运用及题型的总结便结束课堂，教师仅停留在知识模型的讲解上，学生并不能切身体会或感受到机械功数值的意义。笔者在设计本课时，考虑运用智能手环测量机械功，让学生在课堂上运用知识解决问题，二者有机融合，从而践行“从生活走向物理，从物理走向社会”的教学理念。具体教学片段如下：

先播放一段教师引体向上的视频(见图1、2)。然后，请同学们思考如何计算教师做6个“缓上缓下”引体向上消耗的能量。

学生提问：老师的身体质量是多少？老师拉单杠前、后的高度差是多少？智能手环上显示的卡路里与焦耳数值如何换算？


图1 智能手环开始计数


图2 引体向上视频截图

教师展示(见图3、4、5)：身体质量$m = 70.00\,\text{kg}$，拉单杠前高度$h_1 = 29.00\,\text{cm}$，拉单杠后高度$h_2 = 79.00\,\text{cm}$，$1\,\text{J} = 0.24\,\text{cal}$。



图3 测量身体质量



图4 测量起始高度



图5 测量引体向上后高度

学生小组交流、建构模型、运用知识、解决问题，在缓慢上拉下放过程中可认为拉力与重力平衡，完成一次引体向上拉力做功两次，一共完成6组，总功为：$W = 2nmgh = 2\times6\times70\times10\times0.5 = 4\,200\,\text{J}$，而人体做功对应消耗的能量为：$4\,200\times0.24\,\text{cal} = 1.008\,\text{kcal}$。

此时教师展示AI智能手环数据(见图6)。全体同学一致回答1 kcal，表明同学们已掌握功的概念。

中国知网 https://www.cnki.net

对引体向上的视频分析，对学生而言可信度很高，通过运用所学知识获得的理论值与实际测量值几乎吻合，大幅提升了学生的参与感、获得感。



图 6　智能手环数据 1 kcal

通过智能手环实现传统实验难以企及的人体机械功测量，实现了从理论推导向实验探究的教学转型。可见，物理实验教学借助新技术很有必要。

2　智能仿真助力实验教学实现创新跃升

笔者聚焦虚拟仿真技术在实验教学中的创新应用。智能仿真实验通过构建高精度虚拟环境，如模拟光的双缝干涉，让学生自由调节参数，突破时空限制且规避设备损坏风险；虚拟仿真还能将 α 粒子散射、电路短路等危险实验可视化，提高效率的同时保障安全，推动教学从理论向探究转型；虚拟操作平台支持个性化实验搭建与即时反馈，如 DeepSeek 助力学生完善动量守恒实验方案，生成超重、失重虚拟实验，打造交互教学新生态，实现实验教学的创新跃升。

2.1　智能仿真实验，突破时空限制

以人教版教材高中物理选择性必修一“光的干涉”一节为例，通过构建高精度的虚拟实验环境，利用智能仿真技术可以模拟出光的双缝干涉现象。学生可以在虚拟环境中自由调节实验参数，如光源的波长、双缝的间距等，实时观察不同参数下干涉条纹的变化情况。例如，使用 PhET 虚拟仿真实验平台模拟光的双缝干涉现象（见图 7），当学生将光源的波长从红光（650 nm）调整为绿光（532 nm）时，智能仿真实验系统能够迅速呈现出干涉条纹间距变窄的现象，让学生直观地理解波长与干涉条纹间距之间的关系。这种智能仿真实验不仅突破了时空的限制，让学生随时随地都能进行实验探究，而且还能避免因实验操作失误而损坏实验设备的风险，为学生提供了一个安全、便捷、高效的实验学习平台。

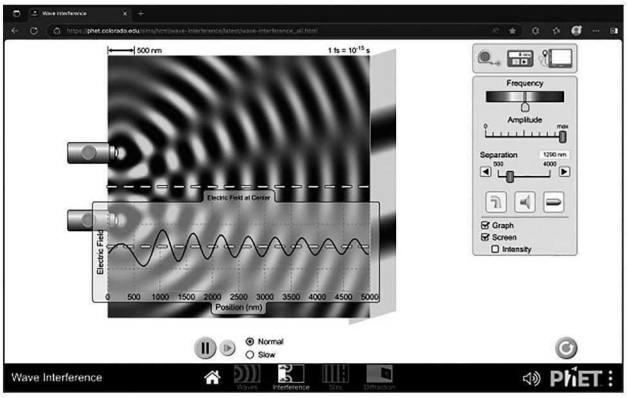
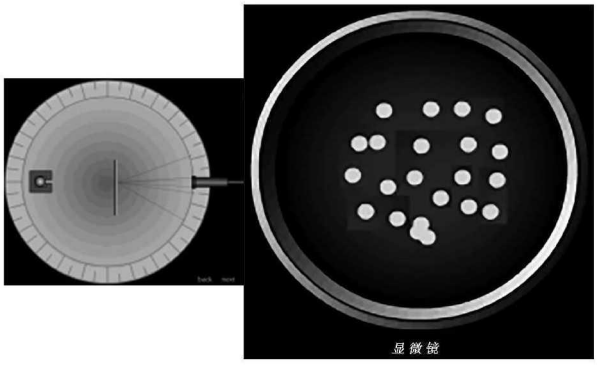


图 7　PhET 生成绿光干涉动态图

2.2　虚拟仿真增效，实验安全可视

以人教版教材高中物理选择性必修三“原子的核式结构模型”一节为例，传统讲解 α 粒子散射实验，只有图文不够直观。教师通过某 AI 交互平台输入相关指令，创建生成一段 α 粒子散射实验模拟视频，这样将危险实验可视化，同时实验获取效果更便捷，具体效果可见图 8。再如电学中可能损坏电学元件的实验（见图 9）、电压过高有危险性的实验、激光实验等。



(a)　　(b)

图 8　α 粒子散射



图 9　DeepSeek 生成电路短路模拟器

借助虚拟仿真实验突破高危实验的安全限制，不仅满足了教学需求，又解决了传统实验的局限，实现了从理论推导向实验探究的教学转型。

2.3　虚拟操作平台，打造交互教学

传统实验教学中，由于场地和器材的限制，很难满足学生个性化实验方案的实施要求，利用 DeepSeek 可以直接生成虚拟实验。以人教版教材高中物理必修二“超重和失重”为例，学生探究下蹲和起立过程中的超重和失重现象，可以输入口令，生成虚拟实验，即时观测（见图 10）。

3　传感器助力传统实验的量化融合

3.1　课标导向筑基，智能融合教学

新课标强调科学探究需扎根真实实验情境。传

中国知网　https://www.cnki.net



(a)　　(b)

图 10　DeepSeek 生成虚拟实验和网页版运行页面

统“楞次定律”教学中，学生能通过磁极相互作用、二极管验证等实验建立感性认知，但在“抽象规律归纳”(如“阻碍≠阻止”)、“数据定量分析”(原磁场和感应电流磁场的叠加)等深层认知环节存在瓶颈。本研究构建了“传统实验为体、融合传感器技术”的教学模式：①实验操作保留物理真实性；②传感器聚焦认知难点突破；③双线($B_{感}$和$B_{原}$、$B_{原}$和$B_{合}$模拟线)并行实现思维进阶。

3.2　实验操作固本，传感器技术助力

3.2.1　规律探究阶段：传统实验锚定核心概念

学生实验探究：通过磁铁与线圈的相互作用力(见图 11)，确定感应电流的磁场方向。

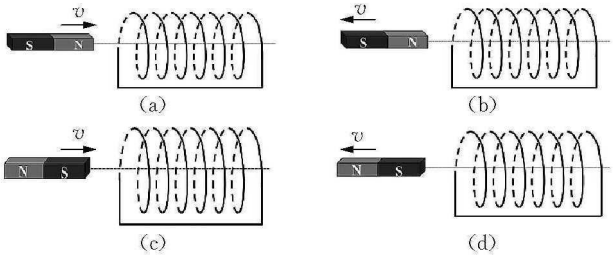


图 11　根据感应电流确定磁场方向示意图

设计意图：本环节从磁铁与线圈的相互作用力出发，得到磁铁与线圈的作用力阻碍了相对运动，让学生层层递进认识到力阻碍相对运动，本质是线圈内产生了感应电流。

3.2.2　规律归纳阶段：传感器助力思维跃迁

传统教学瓶颈：学生难以从感应电流的磁场自主推导出“增反减同”。

融合传感器解决方案：利用传感器实现感应电流磁场方向和原磁场方向的同时测量。

教学中的重点：在磁铁插入线圈 1 时，线圈中有两个磁场，感应电流的磁场与原磁场相互叠加，如何通过实验直观得到两个磁场方向的关系呢？

教学创新点：自制教具，利用线圈 1 和线圈 2 的串联，将感应电流引入另一线圈(见图 12)，线圈 2 下方的磁传感器可直接测量感应电流的磁场。因直杆上两个磁铁完全相同，中间的磁传感器测量的是原磁场。通过比较$B_{感}$和$B_{原}$(见图 13)，可以直观地得出楞次定律中的“增反减同”。

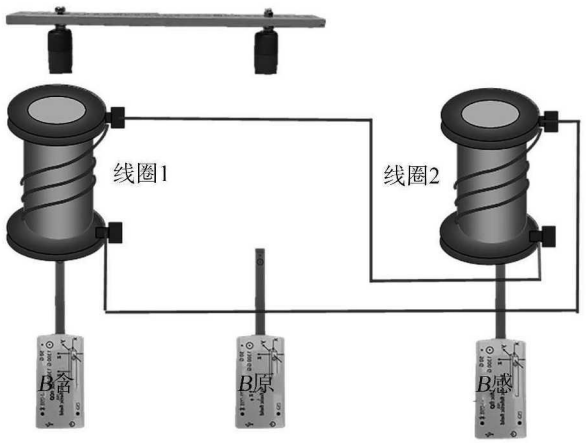


图 12　串联螺线管图

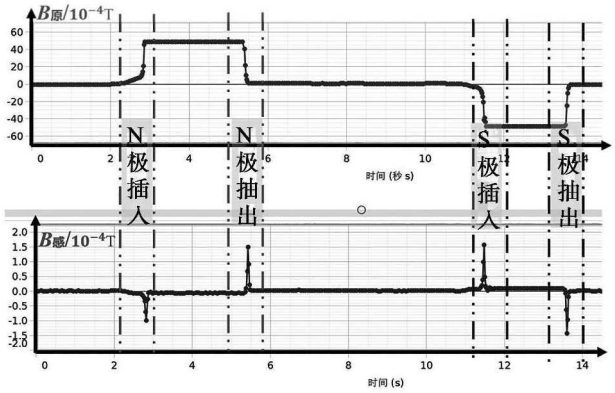


图 13　模拟 $B-t$ 图象

设计意图：自制教具通过比较$B_{感}$和$B_{原}$，可以直观地得出楞次定律中的“增反减同”。相比课本中的设计方案，简化了探究过程，探究思路更加清晰，降低了学习难度，符合学生的认知规律。

3.2.3　规律深化阶段：虚实互证突破难点，强化“阻碍而非阻止”

教学中的难点：根据楞次定律，感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化，学生很难得出“阻碍”二字。教师如何引导学生得出是“阻碍”还是“阻止”呢？

教学创新点：自制教具，利用两个相同的磁铁(见图 12)，插入线圈 1，可实现感应电流磁场和合磁场的同时测量。利用磁传感器分别定量测出$B_{原}$和$B_{合}$的大小和方向(见图 14)，进一步突破了难点——感应电流的磁场阻碍了磁通量的变化，而并非阻止。

设计意图：在讲授楞次定律的过程中，强化学生实事求是、科学严谨的态度，提升学生的科学探究素养。

中国知网　https://www.cnki.net

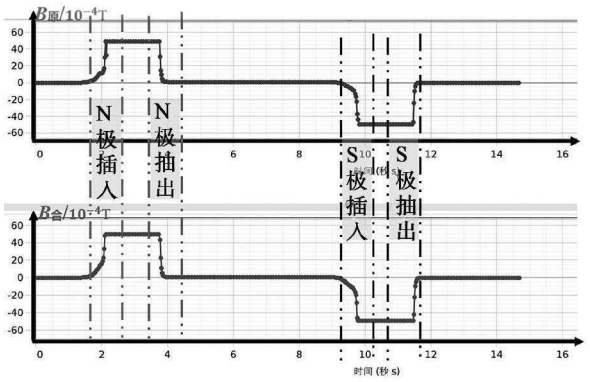


图 14　模拟 $B-t$ 图象

3.3　多元感知现象，阶梯培育素养

原教学需 20 分钟建立的认知，通过“实体操作生成数据→传感器呈现规律”缩短至 8 分钟，学生对概念的理解，特别是对“阻碍”一词的理解更加深入。

又如，“光的干涉”实验中，实验数据的采集和分析是理解实验原理的关键环节。传统的实验数据采集和分析方式往往需要学生手动记录数据并进行繁琐的计算，不仅效率低下，而且误差较大。传感器技术的引入实现了实验数据的实时采集、分析和处理。通过在实验设备上安装光强分布传感器，可以实时采集实验过程中的光强数据、条纹间距数据等。例如，在验证相邻亮条纹间距公式的实验中，根据学生输入的双缝宽度 d、双缝到屏幕的距离 L 等数据，利用传感器实时计算出理论上的相邻亮条纹间距，并与实际采集到的实验数据进行对比，可以直观地了解实验数据与理论值之间的差异，深入分析误差产生的原因，从而更好地理解光的干涉原理和实验方法（见图 15、16）。



图 15　光强分布传感器套组

传感器还可以用来对电流、磁感应强度、速度、加速度等物理量进行定量测量。例如，在探究自感系数的影响因素实验中，利用传感器可以测量断电瞬间的电动势；在做功改变物体内能实验中，可以测量温度的变化；在电磁振荡实验中，可以测量电流的振荡频率；在电梯称重实验中观察超失重，可以得到体重秤和加速度的数值（见图 17）。

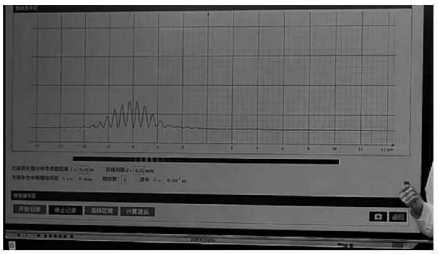


图 16　传感器采集的数据图象

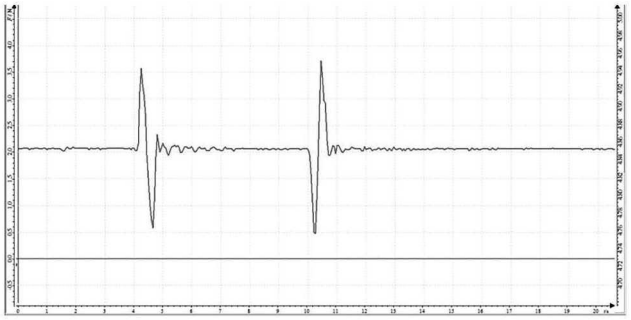


图 17　利用传感器测量电梯上、下行过程中体重秤示数的变化

4　AI 助力高中物理实验教学的路径与策略

4.1　搭建实验方案，打造交互教学

以 DeepSeek 为例，在对话框中输入文字：我是一名高中生，我想设计一个实验来验证动量守恒定律，让两个小球在水平地面上进行碰撞，设置两个光电门测小球的速度，请问这个实验方案合理吗？有什么更加合理的实验方案和注意事项？DeepSeek 给出建议和反馈，帮助学生完善实验方案（见图 18），培养学生的实验设计能力。

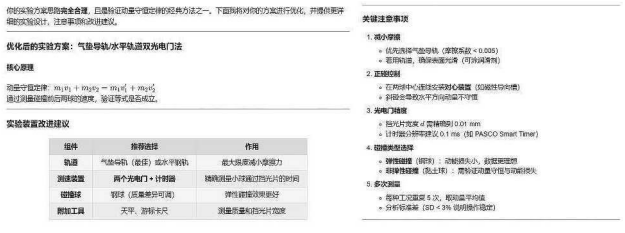


图 18　DeepSeek 对实验方案作出评估和反馈

4.2　智能数据处理，构建高效课堂

传统的实验数据往往需要学生手动记录并进行繁琐的计算，不仅效率低下，而且误差较大。AI 可以智能剔除异常数据，进行数据分析，绘制图表。根据数据分析结果，学生能够进行 AI 对话式提问，进行误差分析，深化结论生成。例如，在“探究变压器线圈两端电压与匝数的关系”实验中，AI 将得到的数据进行分析，并给出一些误差来源参考，实验教学

中国知网　https://www.cnki.net

的效率明显提高(见图 19)。



图 19　AI 对于“探究变压器线圈两端电压与匝数的关系”实验数据处理和误差分析

4.3　差异学情指导，突破教学局限

学生在学习“光的干涉”实验时，学习基础、学习能力和学习需求都存在差异。传统的实验教学往往采用“一刀切”的教学方式，难以满足不同学生的个性化学习需求。AI 技术通过对学生的学习行为、学情数据进行分析，为每个学生提供个性化学习指导。例如，对于学习基础较弱的学生，AI 可以为其提供详细的实验步骤讲解、重点难点分析和针对性的练习题，帮助他们逐步掌握实验知识和技能；对于学习能力较强的学生，AI 可以为其提供拓展性的实验内容、前沿的科学研究成果和创新性的实验设计任务(见图 20)，激发他们的学习兴趣和创新思维。



图 20　DeepSeek 针对学习能力较强学生生成实验任务清单

4.4　AI 助力协同，突破效率瓶颈

在传统的课堂教学中，教师由于时间和精力有限，难以兼顾到每一位学生的需求。AI 技术的实验助手功能有效地解决了这一问题。实验助手可以通过语音识别、自然语言处理等技术，实时理解学生的问题和需求，并提供准确、详细的解答和指导。例如，当学生在进行薄膜干涉实验时，不知道在肥皂膜的哪一侧能看到干涉条纹，AI 助手可以通过语音提示和文字说明，引导学生从光源的一侧观察肥皂膜，同时解释为什么在这一侧能看到干涉条纹(见图 21)。这种实验助手功能不仅提高了实验教学的效率和质量，而且还培养了学生的自主学习能力和独立探究能力。



图 21　DeepSeek 给出针对性的解答与指导

4.5　拓展实验场景，挖掘应用实例

AI 可以帮助学生挖掘实验在生活生产中的应用，并且使实验的应用场景可视化。例如，利用 AI 生成互感音箱内部结构，帮助学生理解其工作原理；利用 AI 将磁悬浮列车模型制作成动画，使磁悬浮列车的原理可视化(见图 22)等。

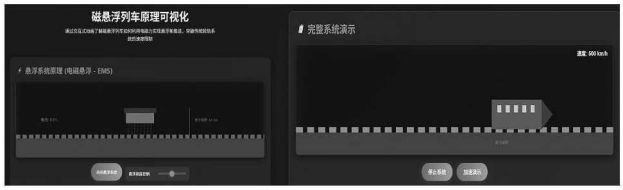


图 22　AI 将磁悬浮列车可视化

5　结　语

新技术与实验教学的深度融合能够有效突破传统实验的诸多瓶颈，通过智能传感实现人体机械功的测量(如智能手环测人体能耗误差仅 0.8%)，借助虚拟仿真将高危实验(如 α 粒子散射)可视化，使用传感器数据突破传统实验难点(如对楞次定律中“阻碍”的理解)，利用 AI 算法优化提升数据采集效率(如实时分析干涉条纹间距)，并通过个性化指导(如 AI 虚拟助手)深化科学思维培养。这些创新实践不仅验证了新技术在实验定量化、安全化、高效化和个性化方面的不可替代性，更反映了新技术在高中物理实验教学中应用的必要性、实践的突破性和教学的融合性。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)[S]. 北京：人民教育出版社，2020.
[2] 彭前程. 高中物理教科书[M]. 北京：人民教育出版社，2021.
[3] 黄晓标，夏万根，黎小鹿，等. 基于中学物理“问题·实验·深度思维”的研究[J]. 物理教学，2024(12)：33.

中国知网　https://www.cnki.net