跨学科视域下的初中物理实验设计*

杨婉荣 （苏州市吴江中学 江苏 215200）

摘 要 《义务教育物理课程标准(2022年版)》将“跨学科实践”作为五个一级主题之一首次纳入义务教育课程结构中；跨学科主题学习是发展学生核心素养的有效途径；初中阶段开展跨学科学习应着眼于传统教材，结合生活、工程实践和社会发展视域创设跨学科初中物理实验，根植于初中物理但不拘泥于初中物理成为实验设计的主旋律。

关键词 跨学科视域 初中物理 实验设计

文章编号 1002-0748(2024)9-0040 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

创设跨学科初中物理实验，既要立足于物理课程内容，又要跨出初中物理学科。物理课程的跨学科实践活动应以物理学科为主线，在探究问题和解决问题中，自然有机融合其他学科。《义务教育物理课程标准(2022年版)》指出，要结合当地特点，围绕现实生活和社会发展热点问题，从多学科、多角度观察、思考和分析问题，挖掘、选取有教育意义的素材，将其改造成跨学科实践的问题或任务。初中物理跨学科实验设计需考虑几个因素：一是选择现实生活和社会发展的热点问题，问题的科学内容要跟所学物理知识相贴合；二是尽量结合当地特点，要既能激发学生的学习热情，又便于学生获取信息；三是要跨出物理学科的视野，要能从多角度、多学科观察、思考和分析问题。

“跨学科初中物理实验设计”应以问题解决为中心，自然整合解决问题所必需的多学科知识与方法。例如，组织学生调研风力发电，在理解风力发电所蕴含的物理学科能量转化知识的同时，体会新能源开发对节约资源、保护环境的客观价值，有意识改进风力发电的扇叶形状测试发电效率，培养学生的核心素养。“跨学科初中物理实验设计”应避免无意义的“拼盘式”学科整合，即为了跨学科而跨学科，而不考虑学科是否在问题解决或项目完成中起实际作用，进而导致实验操作过程中呈现割裂状态。例如，在进行“人体中的杠杆”跨学科实验设计时，出发点是生物学中的肌肉、骨、关节的运动机理与物理学中的杠杆原理有本质上的共同点。立足学科的有机联系进行跨学科实验设计，才不会使跨学科实验设计流于表面，失去意义，下面从“物理学与生活”“物理学与工程实践”和“物理学与社会发展”三个维度结合三个具体实例探讨跨学科视域下的初中物理实验设计的步骤。

1 基于“物理学与生活”维度的跨学科实验设计

生活中很多现象蕴藏着丰富的物理原理，充分挖掘生活中的情境，基于问题情境设计跨学科物理实验，能运用所学知识指导和规范个人行为，践行低碳生活，具有节能环保意识；能发现日常生活中与物理学有关的问题；能运用所学知识分析日常生活中的安全问题，提出解决方案，践行安全与健康生活。合理开发生活类初中物理实验设计，有利于培养学生分析、解决实际问题的能力。

譬如，指纹在生活中常被忽视，但在刑侦中对破案至关重要，学生在课堂中接触“指纹”更是少之又少，用碘做指纹实验，让学生通过趣味实验的体验，进一步认识升华和凝华及其相关变化。创设显示“指纹”的实验也是对教材中“观察碘锤中的物态变化”实验活动的拓展，渗透物理与化学相关知识的融合，丰富实验元素，让学生见识指纹提取的途径与方法及其应用价值，体现“做中学”的理念。

实验器材：铁架台、酒精灯、烧杯、石棉网、玻璃片、碘颗粒、白纸、镊子、火柴等。

实验设计：实验装置如图1所示。

实践操作步骤：

(1) 将铁架台、酒精灯、烧杯、石棉网按图1所示装置组装好，用镊子取少量碘颗粒放置于烧杯中，

* 基金项目：本文系苏州市教育科学“十四五”规划2021年度课题“做中学：初中物理‘跨学科实践’项目化设计与实施的研究”(课题编号：2021/C/01/003/05)阶段性研究成果。

中国知网 https://www.cnki.net

盖上玻璃片，点燃酒精灯，加热数秒，如图2所示。

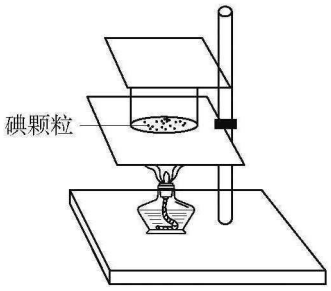

图1

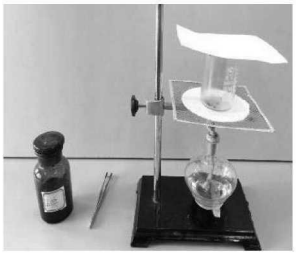

图2

（2）取一张普通的白纸，手指在白纸上按一下，观察到白纸上没有指纹痕迹。

（3）取下玻璃片，迅速将白纸（手指按过的那一面朝下）扣在烧杯口上，如图2所示。

（4）过一会儿取下白纸，将玻璃片盖在烧杯口，熄灭酒精灯，观察白纸，发现白纸上有一个清晰的棕色指纹，如图3所示。

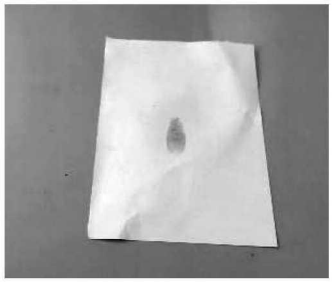

图3

（5）提出关键问题：白纸上为什么会出现清晰的指纹？

（6）解决关键问题：指纹的形成过程是一个含升华、凝华以及溶解现象的过程，碘可以溶解于指纹中的油脂中，使得白纸上的指纹清晰呈现。

2　基于“物理学与工程实践”维度的跨学科实验设计

《义务教育物理课程标准（2022年版）》指出：了解我国古代的技术应用案例，体会我国古代科技对人类文明发展的促进作用；调查物理学应用于工程技术的案例，体会物理学对工程技术发展的促进作用；了解物理学在信息技术中的应用。从古至今，工程技术的不断革新助推社会的发展，促进人类文明的进步，工程技术与力、热、光和电学紧密相关，也是跨学科初中物理实验设计的源泉，合理开发工程科技类初中物理实验有利于培养学生的创新、创造能力。

风力发电属于新能源技术，由于其清洁、无污染，目前被很多国家广泛应用，尤其是高山、海洋和沙漠地区。学生很少涉及风力发电技术，如果能将风力发电装置搬到教室里进行探究，不仅能提升学生学习物理的积极性，而且也能培养学生创新思维能力。

实验器材：纸风车、图钉、软木塞、小马达、导线、电压表、电吹风等。

实验设计：实验装置如图4所示。

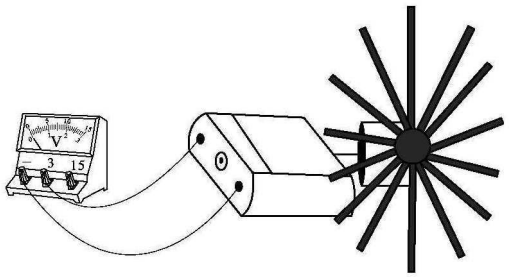

图4

实践操作步骤：

（1）制作一个纸风车，可做成涡轮扇叶作为风力发电机的扇叶片，用图钉将风车模型钉在软木塞一侧底部中心的小孔中，将小马达转轴插入软木塞另一侧底面的中心小孔中，确认连接牢固稳定，如图5所示。

（2）用导线连接电压表和小马达的接线触脚，如图6所示。

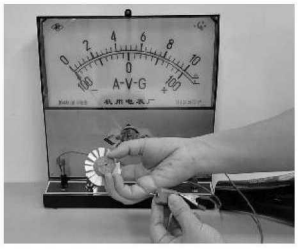

图5



图6

（3）打开电吹风，使小风车的叶片转动，观察电压表表盘，发现指针发生了偏转，如图6所示。改变电吹风的风力大小，观察风力变化后电压表示数变化。

（4）将风力发电机连接发光二极管，将电吹风风力调成强风，逐渐靠近风力发电小风车的叶片，观察二极管发光的情况。

（5）提出关键问题：电压表指针发生偏转说明了什么？指针偏转角度变大又说明了什么？风力发电时产生的电能大小可能与哪些因素有关？

（6）解决关键问题：通过纸风车带动小马达中线圈转动产生感应电流，此处巧妙利用小型电动机作为发电机，将风力发电通过简易实验制作进行模拟，电压表指针偏转可以显性化风能转化为电能的现象，指针偏转角度变大，说明发电功率越大。从电压表的示数变化可以发现风力发电能力大小的改

中国知网　https://www.cnki.net

变，学生从风力大小、扇叶转动的速度、扇叶的形状、扇叶的材料、发电机型号等角度多方位考虑，学生后续通过改进扇叶形状，由纸风车状扇叶升级为涡轮型扇叶，有的学生通过查找网络资料，设计了新型扇叶。

3　基于“物理学与社会发展”维度的跨学科实验设计

《义务教育物理课程标准(2022年版)》指出：结合实例，尝试分析能源的开发与利用对社会发展的影响；结合实例，了解一些新材料的特点及其应用。了解新材料的研发与应用对社会发展的影响；了解我国科技发展的成就，增强科技强国的责任感和使命感。课标中着重强调新材料应用对社会发展的影响，这就要求我们在跨学科初中物理实验设计中大胆应用新材料，创设新情境，对比实验现象分析、了解新材料在哪些方面提升效率、节约能源，同时具有哪些特殊属性，能否通过实验将这些属性一一呈现。合理开发社会发展类初中物理实验有利于培养学生的节能环保、绿色低碳的生活价值观。

LED灯泡发光效率优于普通白炽灯泡，这是初中物理教师经常强调的常识，然而很少有教师能在课堂中展现出“发光效率”不同，通过额定功率相等的LED灯与白炽灯发光的对比实验，让学生对灯泡发光效率有更加直观的认识，实验中观察到额定功率相等的LED灯比白炽灯明显亮得多，引发学生的认知冲突，从而驱动学生思考两个灯泡发光原理是否相同，使学生分清纯电阻电路和非纯电阻电路的区别。通过观察本实验的有关现象，认识到目前生活中用LED灯替代白炽灯是因为LED灯有节能、环保和寿命长等优点，发光效率比白炽灯高得多，可以节约大量的电能，从而倡导低碳生活，节约能源。

实验器材：“220 V　15 W”LED灯泡、“220 V　15 W”白炽灯泡、灯座、两个相同的透明灯罩、温度传感器等。

实验设计：实验装置如图7所示。

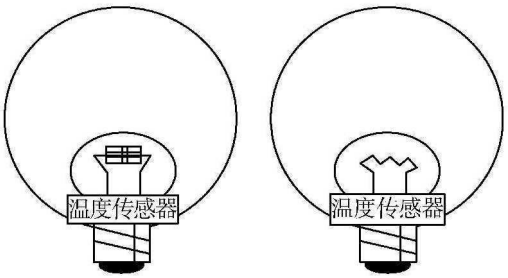

图7

实践操作步骤：

(1) 规格都为“220 V　15 W”的LED灯泡和白炽灯灯泡分别用同样大小的透明灯罩罩住，将温度传感器探头固定在灯罩里的相同对应位置，再将灯罩固定在灯座上。

(2) 通电前观察两支温度传感器的示数，使温度传感器的示数几乎相同。

(3) 将两个灯泡接在同一插座上，闭合插座的开关，两灯同时亮起来，如图8所示。



图8

(4) 闭合开关，发现LED灯泡比白炽灯亮，2分钟后，观察温度传感器的示数，发现白炽灯灯泡灯罩内的温度比LED灯泡灯罩内温度高。

(5) 提出关键问题：闭合开关，两灯亮起来后哪个灯泡更亮？为什么LED灯泡比白炽灯灯泡更亮，而灯罩内温度却低？

(6) 解决关键问题：引导学生观察比较额定功率相同的LED灯比白炽灯更亮的实验现象，认识LED灯比白炽灯发光效率更高。通过观察白炽灯灯泡灯罩内的温度比LED灯泡灯罩内的温度高的现象，启发学生思考两个灯泡发光原理不同，白炽灯是利用电流的热效应工作的，而LED灯则不是。

光纤在生活中应用广泛，诸如宽带、有线电视等，其具有通信容量大、传输距离远、信号干扰小、保密性好等优点。由于无法直接观察光信号在光线内的传播，学生对其工作原理较为陌生。如果能将光纤通信搬进课堂，能极大提高学生学习物理兴趣，带领学生探索新材料，了解科技发展前沿。

实验器材：亚克力水槽、亚克力盖板、铁架台、红绿激光手电筒各一个、烟饼、打火机、试管、水。

实验设计：实验装置如图9所示。

实践操作步骤：

(1) 将亚克力水槽放置于水平桌面上，点燃的烟饼放入水槽内，用亚克力盖板(开有比试管直径稍大的圆孔)盖在水槽上方。将试管固定在铁架台上，并放入盖板开孔处，调节试管的高度，然后向试管内注水至管口。

中国知网　https://www.cnki.net

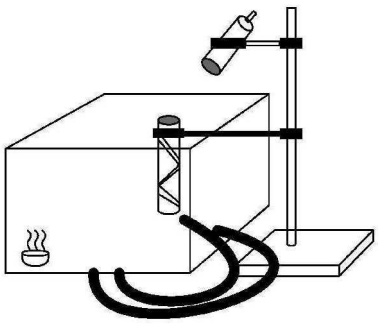

图9

（2）用另一个铁架台固定红色和绿色激光手电筒。打开绿色激光手电筒，使其发出的光斜射入试管中水的上表面，发现绿色激光进入水中，在试管壁上发生多次反射，从试管底部折射出的光在桌面上形成发散的绿色光环。如图10所示。

（3）同时打开另一个红色激光手电筒，使其发出的光斜射入试管中水的上表面，发现红色激光进入水中，在试管壁上发生多次反射，从试管底部折射出的光在桌面形成发散的红绿相间光环，如图11所示。

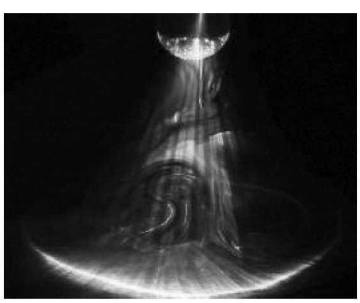

图10

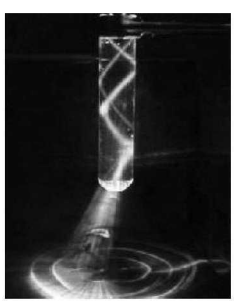

图11

（4）移动红色与绿色激光手电筒，发现进入试管水中的光在试管底部混合成多彩的色光，从试管底部折射出来后，在空气中传播伴随着少量的烟雾，交相辉映，形成美丽的红绿夹着黄的动态光柱，如图12所示。将光纤缠绕在亚克力管上，将激光手电筒对准光纤的一端输入，另一端出现光束射出的现象，如图13所示。

（5）提出关键问题：根据观察到的现象可知，光在传播过程中有什么特点？光纤通信的原理是什么？

（6）解决关键问题：通过观察光在空气、水和玻璃中的动态传播过程，了解光的色彩、光的直线传播、光的反射和折射等典型的光现象，有利于形成光的传播的物理观念，促进科学思维能力的提升。利用对比反思，让学生清晰认识到光在光纤中也经历了多次反射。

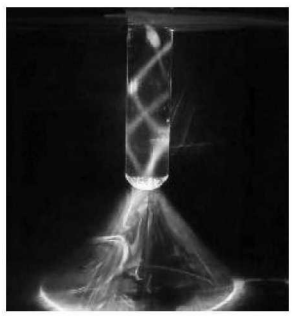

图12



图13

除上述列举的案例之外，“跨学科初中物理实验”设计的情境素材也非常丰富，如与日常生活、工程实践、社会发展热点等有关的素材均可入选。与日常生活相关的素材诸如：体验人在活动或者劳动过程中的杠杆模型、厨房食物冷藏和烹饪技能中的热学问题、自行车中涉及的物理知识等。与工程实践相关的素材诸如：简易滑翔机制作比赛、制作水火箭或者泡腾片发射小火箭、通过实验探究发电机工作原理和设计一款小型发电机等。与社会发展相关的素材诸如：设计制作一个节能环保小屋、新材料研制与应用、综合利用物理、化学和生物学等学科知识解决水质污染并开发相应小实验等。

跨学科物理实验设计以解决关键问题为驱动，经历多次实验操作，学生个体或小组通过分析递进驱动问题和完成项目式分组任务来重构知识体系，实现知识的迁移、拓展与运用，激发学生学习的主动性。实验结束，经历实践成果的检验与评价，不仅促进学生进一步的自我反思与提升，而且有利于培养学生的探究能力和综合素养，使学生体会到科学技术和学科知识对社会发展、人类文明进步的重大影响，还能使其沉浸在科学实践成功与快乐中。跨学科初中物理实验与初中物理课堂教学相辅相成，合理选材、合理设计实验步骤和创设问题情境俨然成为当下每位初中物理教师必修的特殊教学技能。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准（2022年版）[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.4：1.

[2] 廖伯琴. 跨学科主题学习实践指导[M]. 北京：北京师范大学出版集团，2023.

[3] 申洁. 初中物理微实验情境设计[M]. 苏州：苏州大学出版社，2023.

中国知网　https://www.cnki.net