教研员论坛

融合传感器技术 实时显示内能变化

吴利文 （宁波市江北区教育局教研室 浙江 315000）

摘 要 《义务教育物理课程标准(2022年版)》提出了合理运用信息技术，发展学生核心素养的课程目标，文章以华东师大版科学教材中“做功改变物体内能”为例，将构建学生高阶逻辑思维能力作为切入点，融入传感器和计算机技术，进行了自制实验教具的创新设计和创新实验教学，实现了本创新实验的操作“一键化”和数据“可视化”，促进了学生对相关物理知识难点的直观感知和深度思考，贯彻科学核心素养培养。

关键词 做功改变内能 自制教具 创新实验 物理核心素养
文章编号 1002-0748(2024)5-0042 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

《义务教育物理课程标准(2022年版)》在物理课程教学理念中明确指出：“引导学生不断探索，提高分析问题、解决问题的实践本领和思维能力，发展核心素养。”同时建议教师“灵活选用教学方式，合理运用信息技术”[1]。新课标背景下，融合传感器技术的物理创新实验教学契合核心素养的发展导向，可将抽象的物理概念和规律通过信息化手段呈现实验数据，赋予相关实验实时、动态、高效、准确等特性，以便学生在实验探究中立足主体地位，充分发挥主观能动性，层层递进地进行思维分析及逻辑推导，构建目标知识的深层次理解，以达成培养学生高阶思维能力的教学目的。本文以华东师大版《科学》(九年级上册)第7章第1节“做功改变物体内能”的实验探究活动为例，引导学生分析现有装置的设计和现象呈现的不足，融合传感器、温度和压强分析软件等信息技术手段，进行实验装置改进，并自制创新实验教具，对观测到的现象和数据进行深加工、精加工和多维加工，实现科学知识、科学规律的自主构建[2]，以真正落实科学核心素养的培养。

1 教材中探究活动的分析

1.1 教材中的实验装置

华东师大版《科学》教材在“改变内能的两种途径”的探究活动中设计了2项实验活动：

① 对空气做功使内能增加。如图1所示，压缩空气引火器，其厚玻璃筒内装有一小团硝化棉，用力且快速下压活塞，对玻璃筒内空气做功，使其内能增加，温度达到硝化棉的着火点，即可观察到硝化棉燃烧的现象。



图1 教材实验活动1

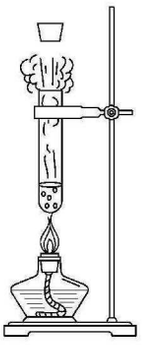


图2 教材实验活动2

② 水蒸气对外做功使内能减小。如图2所示，用酒精灯加热装有少量水的带塞试管，试管内的液态水汽化为水蒸气，压强急剧增大，一段时间后，水蒸气对外做功，橡胶塞弹出，同时内能减小，水蒸气遇冷液化，管口出现白雾。

1.2 教材装置的缺点和不足

(1) 立足于实验现象分析。笔者在一线教学中发现，利用图1所示装置进行实验时，当询问起学生硝化棉着火的原因时，一部分学生给出了“活塞和筒壁摩擦生热”的偏离侧重点的回答，可见该装置从实验设计层面无法有效排除活塞和筒壁之间摩擦力的干扰，进而引发学生因前概念导致的认知偏差，难以得出“外界对气体做功，气体内能增加”的结论。

(2) 立足于实验操作分析。该装置对实验者操作技巧要求较高，如按压时需要较大的力度、速度等。如图3所示，以通常体型的男教师作为实验者

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进行操作时，在前两次的按压中，只产生了些许烟雾，并未发生引燃现象，对于女教师和初中学生，实测实验成功率在40%以下，因此不利于开展教师演示实验和学生的自主实验。



图3　压缩空气引燃失败现象



图4　水蒸气对外做功喷水现象

（3）立足于实验现象分析。利用图2所示装置进行实验时，随着试管的持续受热，试管内气压升至一定值时，内部的水会随着橡胶塞一起喷射至管口外，如图4所示，导致管口水蒸气在液化后立刻被溅射出的水冲带而去，因此管口“白雾”的现象仅有一瞬间。当询问学生白雾产生原因时，部分学生给出了“类似于烧开水时，壶嘴端出现白雾”的错误回答，可见仅从实验现象分析，该装置无法直观揭示“做功”和“内能变化”之间的深层联系。

（4）立足于实验器材分析。该实验需要用到酒精灯加热试管，教师在教室讲台上进行演示实验时，需要进行组装、预热、加热、整理等一系列操作，占用较长时间。此外，喷射出的高温水和弹出的橡胶塞具有不可控性和危险性，不仅容易引发实验安全事故，还不利于实验器材的回收和整理。在实际教学中，学生对此具有畏惧和排斥心理，难以聚精会神地关注到关键的实验现象，使学生无法深度思考、自主辨析，难以得出“气体对外做功，内能减少”的结论。

2　自制教具的材料准备、搭建及实验原理和实验总结

2.1　自制教具的材料准备

绑有弹簧塑料绳的橡胶塞（见图5）、气压和温度传感器及数据线（见图6）、两侧开孔的压力容器瓶（见图7）、电动气泵（见图8）、铁架台（见图9）、计算机分析软件。

2.2　自制教具的搭建及实验原理

如图10所示，将该教具的材料进行组装，其中，橡胶塞一端紧塞瓶口，另一端连有弹簧塑料绳以防



图5　绑有弹簧塑料绳的橡胶塞



图6　气压和温度传感器及数据线



图7　两侧开孔的压力容器瓶



图8　电动气泵

弹落至远处，气压和温度传感器的输入端和电动气泵的充气口通过压力容器瓶的两侧开口处与该瓶进行密合连接，并用螺母和垫片加固以防漏气，整套装置固定在铁架台上。此时，气压和温度传感器的尾端通过数据线与计算机连接，可将压力容器瓶内的气压和温度数据实时传输至计算机软件中，软件可将相关数据实时记录并自动绘制曲线图。

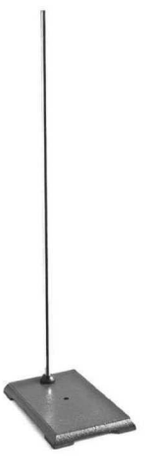


图9　铁架台



图10　自制教具装置图

将该装置搭建完成后，仅需“一键”点击电动气泵的开关，便能实现持续充气直至将橡胶塞弹出。此过程可分为两个阶段。

第一阶段，电动气泵对压力容器瓶持续充气时，外界对瓶内气体做功，气压和温度传感器将相关数据通过数据线传输到计算机软件，如图11所示，显示瓶内气压和温度同时升高。如图12所示，压力容

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

器瓶中未见明显现象，但实验数据证明空气的内能增大，机械能转化为内能。

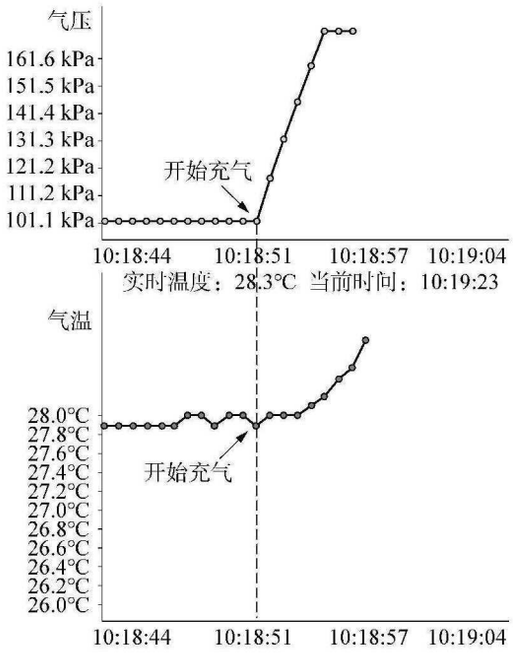


图11　充气时气压和气温的数值



图12　充气时压力容器瓶的状态

第二阶段，充气一段时间后橡胶塞弹出，压力容器瓶内气体对外界做功，如图13所示，计算机软件显示瓶内气压和温度同时降低。如图14所示，同时瓶中水蒸气遇冷液化，出现大量且明显白雾，证明空气的内能减小，内能转化为机械能。

2.3　应用自制教具的实验总结

利用该自制教具进行多次实验后发现，对密闭的压力容器瓶进行充气时总能导致瓶内气温的上升，证明①外界对物体做功，物体的内能增大，表明机械能转化成了内能；充气一段时间后橡胶塞完全弹出，总能导致瓶内气温下降，证明②物体对外界做功，物体的内能减小，表明内能转化为机械能；在橡胶塞弹出的同时，原本不含液态水的压力容器瓶中出现了大量的白雾且持续了短暂的时间（约1.5 s），

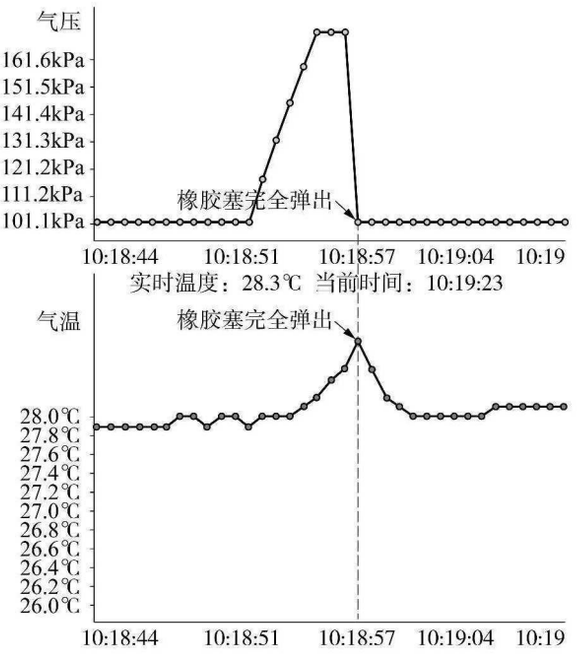


图13　橡胶塞完全弹出后气压和气温的数值



图14　瓶中气体中水蒸气液化现象

证明③瓶内水蒸气遇冷液化导致的白雾产生，从而佐证物体对外做功，物体的内能减小。

3　自制教具的创新点

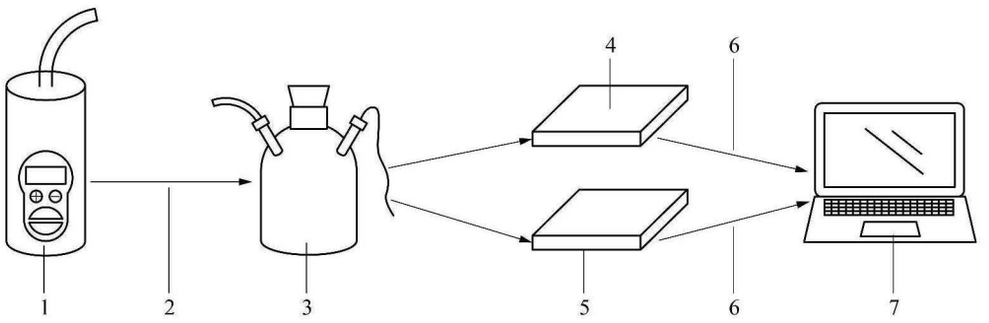
3.1　操作“一键化”，兼顾高效性和安全性

相较于教材实验中用力且快速下压活塞和酒精灯加热增压的操作方式，本自制教具可使用电动气泵“一键化”开启“做功改变内能”的两阶段实验，通过充气增压均匀、稳定地对压力容器瓶内气体做功，简化了高难度和危险性的操作，同时贯穿了两阶段实验，缩短了操作时间，实现了高效化。装置工作原理的流程图如图15所示。此外，橡胶塞上的弹簧绳可防止其随处弹落，起到安全保护作用，保障了课堂的有效观测距离，同时避免受污、磨损，便于重复操作。

3.2　数据“可视化”，增强现象和分析工具

利用传感器技术将教材原有装置中无法观测的

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



1. 电动气泵　2. 充气软管　3. 压力容器瓶　4. 气压传感器　5. 温度传感器　6. 数据线　7. 计算机分析软件

图15　自制教具工作流程图

气压和温度数据实时显示在计算机软件中，可供实验期间的动态数据的观测分析和实验结束后的静态数据的对比分析，将定性演示实验转变为兼顾现象观察和数据测定的定量探究实验。此外，利用自制教具，实验者不仅能明显看到橡胶塞弹出，还可在原本无液态水的瓶中观察到水蒸气液化形成白雾的现象，使实验现象的直观性得到了强化。

3.3　思维“连贯化”，利于科学核心素养培养

在教学设计过程中，首先要注意探究性学习，克服知识灌输的教学习惯，通过多样化的学习方式引导学生观察、发现实验现象和数据表征，以领会科学核心素养[3]。本自制教具将做功改变内能的两种探究活动巧妙地整合在同一装置中，具备一键化启动、数字化呈现、短平快重复的特征，可将两次探究连贯、多次呈现，形成鲜明直观的对比，有助于学生前后对比做功的对象、形式和效果的差异，精准分辨课程目标要求的规律特征。

对此，笔者依据本自制教具对教材中“做功改变内能”探究活动进行了解析和重构，依据中学生思维发展特征融合了相关问题链、任务链，以创新实验教具展示的两种现象为出发点，引导学生针对做功改变内能的两种方式进行自主设计和深度探究，搭建了“做功”和“内能”之间内在联系的思维阶梯，突破了相应教学重难点，利于科学核心素养的深度培养。具体教学设计流程如图16所示。

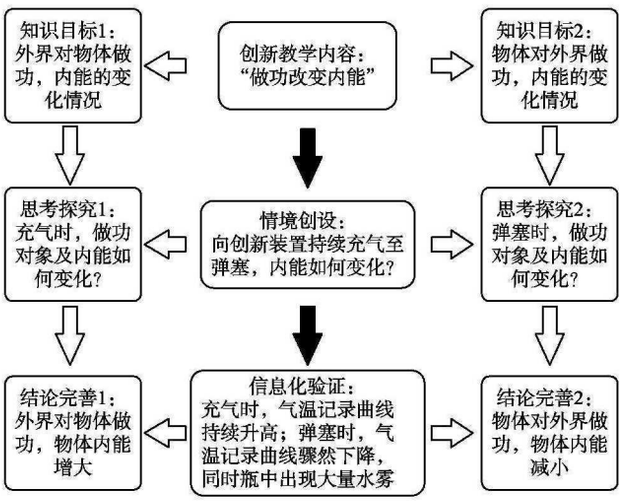


图16　“做功改变内能”教学设计流程图

4　结　语

以传感器和计算机软件处理为例的信息技术已和新时代物理创新实验教学深度融合，因此在一线教学中应依托相关信息技术的数据处理优势，突破传统实验痛难点，以学生核心素养培育为导向，实现学生高阶思维发展[4]。

在科技创新融入教学现代化的大趋势背景下，物理教师应立足于新课标中提出的各探究活动的课程目标，利用相关技术针对原有传统教具进行优化创新，通过创新实验设计进行教学，增强学生的观察能力，提升分析、推理等思维品质，培养交流合作、求真务实等科学态度和责任观，落实培养学生的物理学科核心素养[5]。

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.

[2] 方友浩，胡世龙，汤玉敏. 让创新实验成为深度学习的“助推器”　以观摩一节省评优课“内能热传递”教学为例[J]. 物理教师，2021，42(1)：46　49.

[3] 关亚琴. 物理学科核心素养的课程转化路径[J]. 物理教师，2023，44(1)：2　7.

[4] 沙琦波，陈心怡. 核心素养导向下信息技术与初中物理教学的融合探索　以“物体的内能”为例[J]. 物理教师，2022，43(3)：40　43.

[5] 王想敏. 核心素养导向下的初中物理创新实验教学设计　以“大气压强”实验教学为例[J]. 物理教学，2022，44(2)：38　40.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net