

数字化实验助力六年级科学抽象概念可视化教学研究 —— 以《如何安全用电》实验优化为例

上海市西南位育附属实验学校 吕可为

一、问题的提出

《如何安全用电》隶属于沪教版六年级上册《能与生活》单元，是衔接小学简单电路、初中电学规律的关键课时，核心探究任务为：家庭电路（并联电路）中同步增加使用用电器数量，导线产热增加，以此解释家庭电路过载起火的原因。

六年级学生在小学阶段学习过小电筒及简单电路，具备基础的电路知识，但在本课的学习中存在两个困难点：一是电流是抽象的物理量，学生无法量化感知用电器数量变化导致的电流变化并建立电流与镍铬线产热的关联；二是难以将实验室设计电路同实际 220V 家用并联电路建立关联。

课本原实验方案：按低压并联电路的各支路顺序接入小灯泡（小灯泡代表不同用电器），观察镍铬线的温度变化。在课堂教学中展现了一些教学难点。第一，抽象变量无法肉眼直接观察，原实验只看到“导线变热”现象，但是电流本身没有可视化的表征。学生只能记住“用电器增多导线变热”，无法理解“用电器数量增多→干路总电流增大→产热增多→镍铬线温度升高”这一核心逻辑，缺乏论据支撑科学判断。

第二，定性观察模糊。导线升温速度的变化仅靠学生观察温度传感器示数并不直观；在实验中，多次增加用电器重复实验时，人工难以准确同步记录温度、负载数量两组变量。

基于以上问题，本文采用“电流 + 温度双传感器 + 三个助手数字化平台”为思路改进教材原有的实验设计，利用数据曲线使抽象内容具体化，把“定性看现象”转成“定量证规律”式教学[1]。

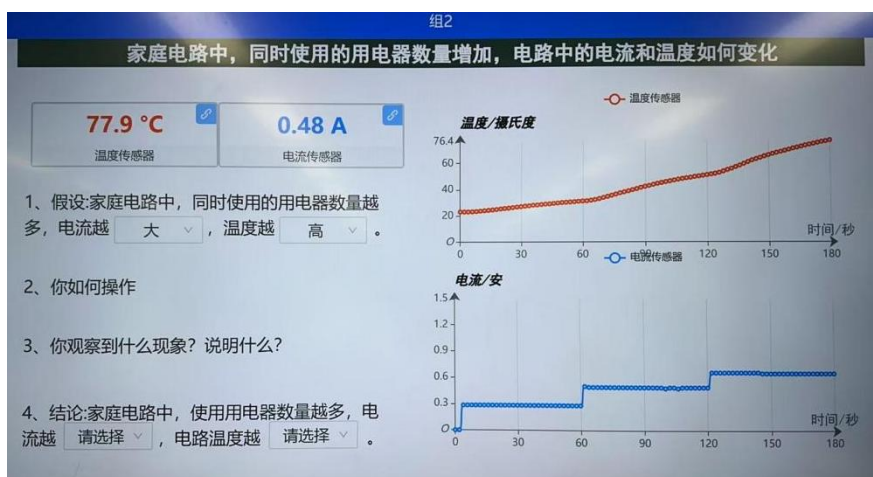
二、问题解决路径：数字化实验的优化设计与教学实施

（一）实验器材重构

传统器材：电池、温度传感器、小灯泡、导线、镍铬线、开关；

数字化新增器材：电流传感器、温度传感器、平板电脑、“三个助手”教学系统、家用并联电路模拟装置。

温度传感器紧贴镍铬线表面，电流传感器接在电路干路，两类传感器实时采集数据同步上传至教学平台，自动生成两条独立实时变化曲线（蓝色电流曲线、红色温度曲线）。



市级公开课《如何安全用电》中数据采集截图

（二）分层递进探究流程

活动 I 基础演示：建立“电流—温度”关联

教师用简单电路做实验，按次序提高供电电压，同时记录曲线（由传感器收集）。可以观察到：电压增加时电流呈阶梯式上升，温度也一直随之升高。此时启发学生归纳基本事实：电能可转化为热能。

数字化优势：以曲线变化展示微小电流及温度的变化，启发学生对基本因果作迅速归纳，减少演示时间。又把这种思路用于家庭电路的分析。

活动 II 分组探究：模拟家庭电路用电器数量对电流、温度的影响

控制变量设计：电源电压恒定不变，依次增加并联小灯泡（模拟家用电器）；

数字化采集流程：每新增一组用电器，停留 30 秒记录曲线变化，平台自动留存全部实验数据；

可视化证据输出：每增加一路并联用电器，干路电流曲线出现阶梯式抬升，温度曲线斜率同步变大，升温速度显著加快。

学生自主读取数据、对比曲线斜率差异，自主推导结论：并联电路中同时使用的用电器数量越多，干路总电流越大，导线产热越快、温度越高。

活动 III 迁移拓展：对接真实家庭电路与安全防护

在教师演示断路器工作原理实验中，逐步接入灯泡、电动机、电阻丝进入电路，学生发现保险丝发热变红并熔断；结合熔断器、断路器实物，匹配学生实验曲线中电流增大、温度骤升的数据特点，解释保护装置跳闸、熔丝熔断的科学原理，打通实验室实验与家庭用电场景壁垒。

（三）数字化平台配套课堂评价设计（简化 ECD 证据落地）

依托三个助手平台同步收集学生实验数据、探究报告，按照 ECD 证据中心

思路搭建简易评价体系并作为学生实验过程中的参考：

学生模型：能识别变量、解读曲线、完成逻辑推理、迁移解释生活用电隐患；

证据模型：可观测证据，包含曲线标注、实验结论文字表述、用电隐患诊断作答；

任务模型：课堂数据解读、课后“家庭用电体检”实践任务。

全程实现过程性数据留存，精准判断学生是概念理解缺失，还是数据分析能力薄弱，针对性开展分层辅导[2]。

三、实施成效分析：数字化实验的教学价值与实践效果

本课借助传感器对并联电路发热实验进行数字化优化，从破解教学难点、提升课堂效率、落实安全育人、培育核心素养多方面取得教学改善。

第一，破解抽象概念教学难点，用可视化方法进行证据推理。

六年级学生以具象思维为主，电流大小和导线发热不是直接可感的显性现象。常规实验缺少“温度与电流有关联”的证据；数字化实验对两种物理量做连续动态描绘，所画曲线斜率清楚地对应升温或电流增速，有关“用电器数量增加电流增大升温加速”的同步关系较易被学生识别。家庭电路过载原理，转化为看得见、可读取、能对比的数据图像，落实“基于证据得出科学结论”的探究要求，让学生有理有据开展探究[3]。

第二，优化课堂操作流程，提升教学效率。三个助手教学平台可将数据自动采集、绘图、存储，省去学生人工记录温度、电流的步骤，3-4组实验可在5分钟内完成；各组实验曲线由平台一键调取，全班实验结果横向对比。教师在课上做演示数字化实验时已将“电流与产热”规律加以说明，对家庭用电的隐患进行分析不致占用太多时间，因而做到“提问—探究—论证—应用”教学闭环。

第三，连接课堂实验与生活场景，树立安全用电意识。曲线清楚地展现了接入用电器数量增加所造成的电流变大及温度激增，与一般口头说明相比，数据曲线更有助于学生理解插座起火的科学本质。

六年级科学教学中，有关热学、电学类的探究实验，普遍存在物理现象难以直观观察、因果变量不易建立关联等教学难点。将传感器与数字化教学平台结合对教材原有实验加以改良，符合小初衔接阶段学生具象思维为主的认知特征，为落实科学核心素养提供一条可行的实践路径[4]。数字化实验并不是全然舍弃传统动手操作，而是对传统定性实验存在的局限进行补充完善，引导学生依托实证开展科学探究，在课堂中同步兼顾知识习得、科学思维训练与育人价值渗透。

四、反思与优化路径

（一）现存实施局限

部分六年级学生对传感器设备调试操作不熟练，初期实验会出现连接失败，

延缓小组进度；数字化平台曲线分析功能偏基础，缺少自动标注关键数据节点功能，部分学生解读多条叠加曲线存在困难。

（二）长效优化策略

课前置培训：新课前 5 分钟开展传感器简易操作微课，熟悉贴片安装、平台数据调取基础操作，降低课堂操作门槛；

深化跨学科融合：联动数学课堂折线统计图知识点，让学生根据实验导出数据自主绘制对比图表，结合数学读图方法解读科学规律，落实上海科学跨学科实践要求[5]。

结语

回到本文开篇提出的教学问题：传统实验下“用电器数量 — 总电流 — 导线温度 — 用电风险”这一完整逻辑链不容易被学生把握，电流等物理量不可直观观测，仅开展定性观察，难以将实验迁移到真实家庭用电情境。而数字化实验以定量数据构成因果关系上的完整链条，对原来定性观察不清晰或缺乏数据支撑的缺陷做明显补足。学生不再是被动记忆实验现象，而是依托数据自主推理家庭电路过载的发生机理，同时建立起实验室模拟装置和真实家庭电路的认知联结，为小初衔接阶段科学抽象概念教学提供可借鉴的实践范式。

参考文献

- [1] 陈婷. 实验教学的新实践 —— 上海市初中数字化实验应用案例 100 例 [M]. 上海：上海教育出版社，2021.
- [2] 裴新宁，刘新阳. 初中课堂科学探究中究竟发生了什么 —— 基于多案例的实证考察 [J]. 华东师范大学学报（教育科学版），2018, 36（4）:107- 121.
- [3] 倪世民. 以核心素养为导向的初中科学实验教学策略与研究 [J]. 教学管理与教育研究，2020（1）:103- 106.
- [4] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准（2022 年版）[Z]. 2022.
- [5] 教育部. 关于加强新时代中小学科学教育工作的意见 [Z]. 2023.