·初中园地·

融数字技术　破教学困境

——以“电功概念的构建”为例

刘　涛[1]　丁海燕[2]
(1. 镇江市江南学校,江苏 镇江　212000; 2. 镇江市第三中学,江苏 镇江　212000)

摘　要: 电功是初中物理教学的难点,主要在于电功概念的构建过程. 苏科版初中物理教材是直接给出电功定义及公式后,再通过实验来进行验证. 这样处理不利于学生的认知和掌握. 从能量转化的角度来构建电功概念,融合 DIS 数字实验定量探究电功与电压、电流和时间关系,进一步得出电功公式.

关键词: DIS 数字实验; 电功; 能量转化; 实验改进

《国家信息化发展战略纲要》中指出:信息化建设要贯穿我国现代化进程始终,改善中小学信息化环境,推进信息化基础教育势在必行.[1] 2022 年版《义务教育物理课程标准》中也明确提出:鼓励利用现代信息技术和网络技术,开发和利用多媒体教学资源,使物理课程的学习更加生动、直观和高效.[2] 目前,教材上很多传统实验由于学生的认知和器材上的限制,探究活动只停留在理论层面,[3] 甚至将一些探究活动删除或修改成简单的验证实验,将探究式学习转变为接受式学习,虽然学习难度降低,但是不利于学生核心素养发展. 随着新课程改革的推进和科技的发展,很多科学技术被引进课堂,其中就有 DIS 数字实验. DIS 实验主要利用传感器采集、处理信息,具有实时实验、测量精度高、自动连续采集数据、智能处理数据等特点,[4] 据此,笔者以构建电功概念为例,融合 DIS 数字实验,突破传统实验的困境.

1　基于教材发现问题

苏科版《物理》9 年级下册第 15 章第 1 节“电能表与电功”中,关于电功的概念和电功的公式,教材采用了陈述的方法给出,影响电流做功的因素通过“比较两个灯泡的亮暗”活动来进行验证. 这样处理也是有一定道理,电流做功的本质涉及到高中内容,即电场力对电荷做功,电路两端电压为 U,当电荷通过这段电路时,电场力做功 $W=qU$,又因为 $q=It$,所以上式也写成 $W=UIt$.[5] 无论是电场力还是电荷量都超出初中生认知范畴,所以不从做功本质解释.

物理规律的发现,一般需要经历提出问题、猜想与假设、实验探究等过程,而将规律直接告诉学生,再进行验证,无异于直接灌输,然后证明这个规律是对的,这不符合学生的认知规律. 不仅如此,在“比较两个灯泡的亮暗”实验中,小灯泡的亮度差别不大时,人眼很难区分,甚至通过这个实验容易让学生错误地理解电功影响小灯泡的亮度,对后面学习小灯泡的亮度由实际功率决定这个结论造成认知风险.[6] 以下为笔者参加市级同课异构“电能表与电功”公开课,运用 DIS 实验,通过电能与内能的转化来构建电功的概念,以及对“影响电流做功的因素”实验的思考与改进.

2　构建电功概念

在构建电功概念时,笔者紧扣功能转化的思路,从学生熟悉的电器入手,认识到电能可以转化其他形式的能量,然后自然过渡到电流做功问题,电路消耗了多少电能,电流就做了多少功,再利用电能表测出电路所消耗的电能,也就测出电流所做的功,进而引出电功的概念.

2.1　初识电功

如图 1 所示是一个会移动、会发光,还会唱歌的挖掘机玩具. 课堂中打开开关,学生在五颜六色灯光中看边唱歌边移动的挖掘机,学生感兴趣的同时,提出问题①:打开开关后,挖掘机增加了哪些能量?学生回答后,继续提问②:为什么打开开关后,就增加这些能量呢?以这两个问题为主线,通过挖掘机玩具将电能转化成光、声、机械等能量为着手点,建立了电能可以转化其他形式能量意识. 进而思考:电能通过什么方式转化成其他形式的能量?



图 1　挖掘机玩具

中国知网　https://www.cnki.net

2.2 初探电功

本节中，还安排电能表学习，其主要作用是为构建“电功”概念服务的. 电能表功能介绍完后，将带有温度显示面板的电水壶接入家庭电路板，打开开关后，电能表脉冲灯闪烁，水温上升如图 2 所示. 通过电能表知道该过程消耗电能，电水壶温度面板温度示数上升说明水的内能增加. 由上述初识电功环节，学生自然知道了电能转化成内能.



图 2 电水壶接入电路板

有了上述的铺垫，设问：前面学习了改变内能的方式有热传递和做功，你们觉得电能转化内能通过什么方式？学生思考后回答：做功. 继续问：谁在做功？再展示挖掘机和电水壶，陈述：电流通过用电器将电能转化其他形式的能量，确实是电流做功. 据此，建立电功概念：电流所做的功叫作电功.

2.3 猜想影响电流做功大小因素

影响电流做功大小因素分别是时间、电流和电压，时间和电流学生都能猜想出，但是怎么让学生猜想电压而不猜想电阻，或者学生猜想电阻后教师再怎么处理，这是这节课处理的难点. 笔者看了很多公开课，基本避开猜想，直接告知. 笔者在给电动车充电时突发奇想，电动车充电器输出电压为 60 V，将充电器一端剪掉，接在插座上如图 3 所示，接入电路板，电水壶接入插座，会发现电能表闪烁变慢. 为了给学生更大感官效果，接入吹风机，在 60 V 下比 220 V 风速慢很多，进而得出电流做功还与电压有关.

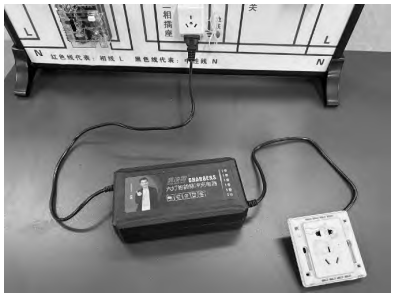


图 3 改装后的电动车充电器

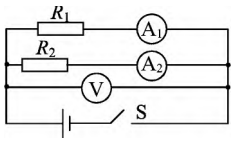
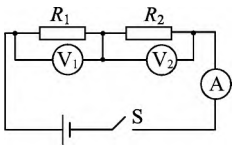
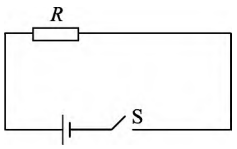
3 融合 DIS 实验 探究影响电流做功大小因素

电流做了多少功，怎么测出来，能否找出电功与电流、电压和时间具体定量关系？这是在传统实验中的困境，以下为融合 DIS 实验来定量探究影响电流做功大小因素.

3.1 实验原理

由电能转化成内能为主线，通过系列实验活动构建了电功概念. 有了前面的铺垫，继续以电能转化为内能实验来探究影响电流做功的因素，实验原理具体如表 1 所示.

表 1 影响电功大小因素实验原理

组别	实验目的	实验步骤	实验电路图
探究 1	探究电功与电流的关系	连接好电路，闭合开关，利用传感器记录 R_1、R_2 两组电流及每隔相同时间两组的温度	
探究 2	探究电功与电压的关系	连接好电路，闭合开关，利用传感器记录 R_1、R_2 两组电压及每隔相同时间两组的温度	
探究 3	探究电功与通电时间的关系	连接好电路，闭合开关，利用传感器记录每隔相同时间的温度	

3.2 实验装置

实验仪器：① 学生电源，② 计算机，③ 温度传感器，④ 数据采集器，⑤ 自制加热保温容器，如图 4 所示.

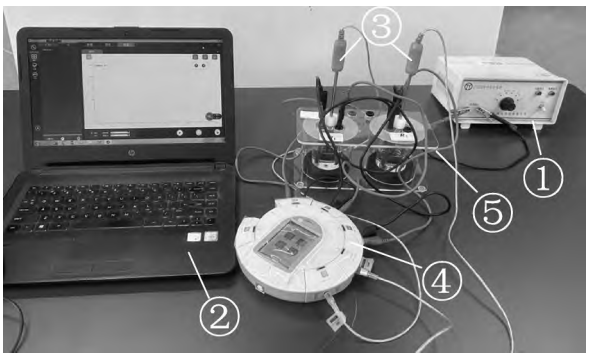


图 4 实验仪器结构

器材⑤的制作：利用亚克力玻璃制成 2 个双层容器如图 5 所示，制作双层目的是减少内部与

中国知网 https://www.cnki.net

外界空气的热交换，中间填充泡沫减少热量散失. 用同样的亚克力玻璃板切割成比容器稍大点矩形板代替盖子，在盖子上打孔后，将铜棒与孔焊接在一起，铜棒另一端分别连接提前测好的电阻丝如图 6 所示，笔者选用的电阻丝分别是 3 Ω 和 1.5 Ω.



图 5　双层容器



图 6　R_1、R_2 电阻丝

3.3　实验过程

分别向 2 容器中倒入 60 mL 的水，电阻丝正好在中间位置，将温度传感器通过盖上的小孔固定好位置，连接电路，电源选择 3 V，将温度、电流、电压传感器分别与采集器连接并通过计算机显示.

3.3.1　电功与电压的关系

将 2 电阻丝串联，打开电脑软件 iLabv12 并与采集器相连，采集时间设置 10 min，时间间隔设置 5 s，记录电阻丝 R_1、R_2 两端电压 U_1 = 1.97 V，U_2 = 0.92 V，电流 I = 0.62 A，分别记录温度与时间关系，数据采集后将温度与时间进行“线性拟合”，实验数据如表 2 所示，图像如图 7 所示.

表 2　电阻丝 R_1、R_2 升温与时间变化关系

时间/s	0	100	200	300	400	500	600
T_1/℃	14.2	14.8	15.3	15.8	16.2	16.6	17.0
T_2/℃	14.1	14.3	14.6	14.8	15.0	15.2	15.4

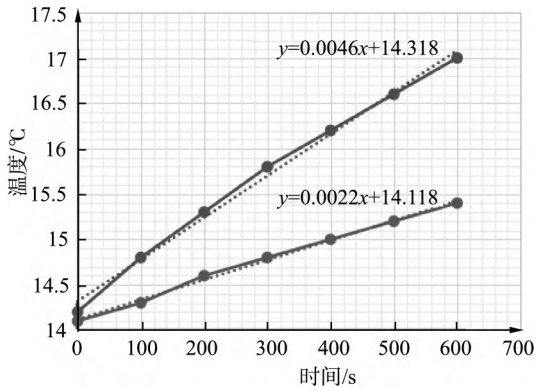


图 7　电阻丝 R_1、R_2 升温与时间变化

3.3.2　电功与电流的关系

将上述电阻丝冷却到室温，将 2 电阻丝并联，步骤与上述相同，打开电源记录电阻丝 R_1、R_2 分别通过电流 I_1 = 0.634 A，I_2 = 1.00 A，电压 U = 2.2 V，分别记录温度与时间关系，数据采集后将温度与时间进行“线性拟合”，实验数据如表 3 所示，图像如图 8 所示.

表 3　电阻丝 R_1、R_2 升温与时间变化关系

时间/s	0	50	100	150	200	250	300
T_1/℃	17.0	17.2	17.6	17.9	18.2	18.5	18.8
T_2/℃	17.0	17.4	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9

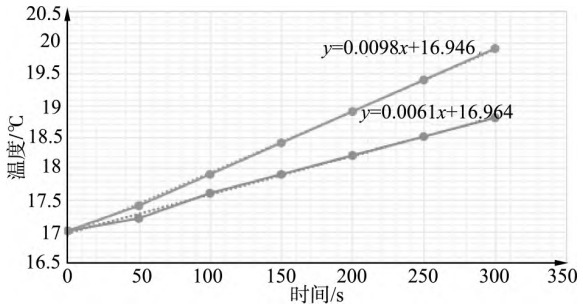


图 8　电阻丝 R_1、R_2 升温与时间变化

3.4　数据分析与结论

由图 7 数据可知，两电阻丝温度与时间成线性关系，斜率数值分别为 0.0046 和 0.0022，斜率的比值为 2.09，其反映相同时间水吸收的热量之比，进而反映相同时间电功的比值，而两端电压分别为 1.97 V 和 0.92 V，电压的比值 2.14，两个比值几乎相同，说明电流通过电阻丝做功与电压成正比. 同样由图 8 数据看出，两电阻丝温度与时间成线性关系，斜率分别为 0.0098 和 0.0061，比值为 1.6，而通过电流分别为 1 A 和 0.634 A，比值为 1.59，两个比值几乎相同，同理说明电流做功与电流成正比. 上述数据中温度与时间呈线性关系，说明电流做功与时间成正比.

以上分析电功与电压、电流、时间成正比，即电功 $W = kUIt$，取上述时间 200 s 时 R_1 产生的热量 $Q = cm\Delta T = 4.2\times10^3\times0.06\times1$ J = 252 J，令 $Q = W = kUIt$，将 U = 1.7 V，I = 0.62 A 代入可得 k = 1.03，多组数据代入，得出 k = 1，由此得出电功 $W = UIt$.

3.5　误差分析

理论上电功 W 与电压 U、电流 I 和时间 t 成正比，图线应严格线性关系，且相应斜率比值应与电

中国知网　https://www.cnki.net

压之比和电流之比相同. 本实验图线有微小偏差，主要有 3 点原因：① 虽然容器做成双层减少了内部与外部空气热交换，但容器本身会吸收热量，很难保证产生热量全部被水吸收；② 在加热时，电阻丝温度升高，影响电阻丝阻值，进而导致电阻的电压电流改变，在后续改进中更换温度影响较小的电阻丝.

4 结束语

运用数字技术，从能量转化的角度来构建电功概念，从实验结果上看，精确探究出电功与电压、电流和时间成正比，并且得出电功的公式. 通过对实验的改进，利用 DIS 系统将原“比较小灯泡的亮暗”验证实验转化为定量的探究实验，由原来直接告诉学生电功影响因素，变成学生自主探究电功影响因素，有利于学生的认知和掌握知识，同时对学生发现、理解和运用物理规律起到了巨大的促进作用.

随着社会的发展，DIS 实验技术将会给实验创新和物理教学带来更广阔的空间，有力地推动物理实验课程的创新和改革.

参考文献：

1 吴鲁杰，赵志强. 基于 Phyphox 软件的物理实验创新设计——以“声速测量”为例[J]. 物理教师，2024，45(5)：61－63.

2 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.

3 冯兰. DIS 实验助力高中物理探究教学[J]. 物理教师，2023，44(8)：52－55.

4 倪敏，陈舟. 重力加速度 3 种 DIS 实验设计方法比较研究[J]. 物理教师，2019，40(3)：60－63，66.

5 赵凯华，陈熙谋. 电磁学(上册)第 2 版[M]. 北京：高等教育出版社，1985.

6 何秀敏. 凸显源于学生生活经验的思维主线——“电能表和电功”的教学实践与思考[J]. 物理教师，2021，42(1)：42－45.

(收稿日期：2024－03－28)

(上接第 38 页)

4 结语

“体验学习圈”理论指导下的物理跨学科实践教学对教学资源与空间环境进行了有效的整合利用，为将具体的生活情境转化为有意义的物理跨学科实践议题提供了理论支撑. 当下物理跨学科实践仍存在着目标相对游离、方式较为单一、内容简单拼接、情境脱离实际等诸多困境，在今后的物理跨学科实践中，教师应以素养发展为导向，可基于“体验学习圈”理论，立足具体经验赋能认知能力不断提升，着眼反思观察助力科学思维长效发展，基于抽象概括促进物理观念建构深化，聚焦行动应用推动学习提质增效，以丰盈学生学习体验，进一步提升物理跨学科实践的育人成效. 整体而言，“体验学习圈”理论效能在物理跨学科教学中的充分发挥，还需教师在教学实践中明确“体验学习圈”理论的本质意涵以及与物理跨学科实践融合的适切性，并在实践中持续探索两者有机融通的途径，把理论设计建立在翔实操作和典型案例等实践效果验证基础上，从而实现理论诠释与实践回应的深度耦合和互融互通.

参考文献：

1 张玉华. 跨学科主题学习的水平分析与深化策略[J]. 全球教育展望，2023，52(3)：48－61.

2 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.

3 Kolb D. Experiential Learning：Experience as the Source of Learning and Development[M]. New Jersey：Prentice Hall，1984.

4 D. A. 库伯. 体验学习 让体验成为学习和发展的源泉[M]. 上海：华东师范大学出版社，2008.

5 荆鹏，侯恕. 初中物理跨学科实践教学的内涵、价值与路径[J]. 物理教师，2022(10)：32－36.

6 约翰·D. 布兰思福特. 人是如何学习的：大脑、心理、经验及学校(扩展版)[M]. 上海：华东师范大学出版社，2012.

7 李方. 教育知识与能力[M]. 北京：高等教育出版社，2011.

8 郭华. 跨学科主题学习：是什么？怎么做？[M]. 北京：教育科学出版社，2023.

9 吕晓娟，杨海燕，李晓漪. 信息化教学的百年嬗变与发展愿景[J]. 电化教育研究，2020(7)：122－128.

10 莱斯利·P. 斯特弗，杰里·盖尔. 教育中的建构主义[M]. 上海：华东师范大学出版社，2002.

11 莫里斯·梅洛－庞蒂. 知觉现象学[M]. 北京：商务印书馆，2001.

12 皮连生. 学与教的心理学[M]. 上海：华东师范大学出版社，1997.

13 梁树森. 物理学习论[M]. 南宁：广西教育出版社，1996.

14 施良方. 学习论[M]. 北京：人民教育出版社，2001：13.

15 约翰·杜威. 确定性的追求[M]. 上海：上海人民出版社，2004.

(收稿日期：2024－08－28)

中国知网 https://www.cnki.net