挖掘教材实验　提升思维品质

——以“电容器的电容”为例

王昌恒，时文忠

（郑州市第一〇三高级中学，河南郑州 450003）

摘　要：电容器是高中物理电学知识体系中的重要器件。从电容器的充放电现象、电容的定义式出发，深入探究平行板电容器电容的决定因素，并对教材实验进行深度开发。优化实验装置与设计实验方案，可使演示实验现象更加直观，定量探究实验更加精确，从而帮助学生深刻理解电容的物理本质，有效发展其科学探究能力。

关键词：电容器；电容；物理实验；科学探究

DOI：10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.10.024

引用格式：王昌恒，时文忠.挖掘教材实验　提升思维品质：以“电容器的电容”为例[J].实验教学与仪器，2026，43(10)：95-97.

物理是一门以实验为基础的学科，物理学的发展需要靠实验探究与理论分析“两条腿走路”。做好实验对学好高中物理十分必要，其中包括对实验的巧妙设计、对现象的细致观察、对数据的精确处理、对理论的恰当分析等。对实验的巧妙设计是顺利完成实验的先决条件，简洁直观的实验思路和实验原理，能帮助学生更明了地观察实验现象、更快地抓住主要因素、更具指向性地对产生现象的原因进行分析猜想。

电容器是电学领域的重要器件，对电容器功能与构造的学习是发展学生能量观念与相互作用观念、培养科学思维的重要一环。“观察电容器的充放电现象”是课程标准要求的学生必做实验之一。笔者以教材实验为基础，对其进行深度开发与优化设计，帮助学生更直观地观察实验现象并猜想现象背后的原因，促进学生科学思维与科学探究能力的发展。

在“电容器的电容”相关内容中，教材共安排了4个实验：观察电容器的充放电现象、用传感器观察电容器充放电、探究电容器两极板间电势差与所带电荷量的关系，以及探究平行板电容器的电容决定式。这4个实验分别从现象观察、比值关系探究和影响关系探究3个角度，对电容器的作用、电容的定义式与决定式展开探究。笔者通过改进教材实验，简化操作流程，增强现象的可观察性。

1　观察电容器的充放电

教材给出的两个观察电容器充放电的实验都是由充电电路和放电电路组合而成。实验时，先用单刀双掷开关接通充电电路，再将开关掷向另一端以接通放电电路，通过观察电表或传感器的示数变化，反映电容器的储电与放电功能。通过这两个观察实验，学生可了解电容器的基本功能，逐步提升观察能力、分析能力和总结能力。在教学中，可对实验电路重新设计，进一步简化实物连接与操作步骤，便于学生更直观地观察实验现象。

【实验器材】学生电源、单刀单掷开关、滑动变阻器、电容器、电流传感器、电脑、导线若干。

【设计原理】将上述器材按图1所示连接，将滑动变阻器滑片放至中间偏右的某一固定位置。闭合开关，电容器所在电路与滑片左侧电阻并联，故存在电势差，电容器充电，电流传感器捕获到正向充电电流图像。断开开关，已充满电的电容器与滑片左侧电阻接通形成回路，电容器放电，传感器捕获到反向放电电流图像，如图2所示。

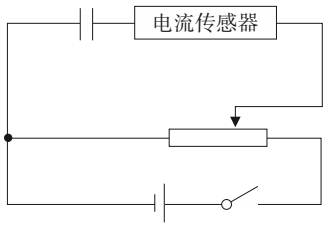


图1　设计的“观察电容器充放电”电路

【教学应用】该实验可应用于课堂演示，通过观察传感器生成的电流-时间图像，分析电容器的充放电电流大小和方向规律。更简单的电路设计和操作流程，能让学生更快地抓住分析重点，培养学生的观察与分析能力。

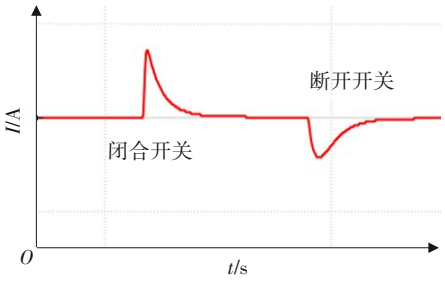


图2 电容器的充放电图像

2 探究电容的定义式

电容器两端电压与其所带电荷量有何关系？教材从电容器的充放电现象直接得出电容概念，这一过程略显唐突，缺乏能引发学生猜想的激趣实验。在图1所示的电路中，若快速移动变阻器滑片，会观察到有正向或反向电流产生。可见，改变电容器两端电压，电容器会随之充电或放电，即其所储存的电荷量发生改变[1]。笔者引导学生猜想：电容器两端电压与其储存的电荷量有何关系？

观察现象可知，当滑片向右移动，电容器两端电压升高，有充电电流；反之，电压降低，有放电电流。初步猜想：电容器两端电压与其储存的电荷量成正比。教材用平分电荷量的方法改变电荷量，通过测量电压，探究电压与储存电荷量的关系。该方法简单便捷，易于操作和观察。但实践表明，通过不断将储电量减半的方式测得的数据十分有限。在电荷量减少至$\frac{1}{8}q_0$时，电压已经很小，测得的数据较少，会增大绘图难度与实验误差。引导学生基于已有实验创新，设法测得更多组数据，使实验更具说服力，便于其深入理解平分电荷法的应用。

【实验器材】学生电源、万用表、7个单刀单掷开关、3个规格相同的电容器、导线若干。

【设计原理】将上述器材按图3所示连接，保持电源电压不变，通过控制各个开关，能使电容器带电荷量不限于$\frac{1}{2}q_0$、$\frac{1}{4}q_0$、$\frac{1}{8}q_0$，还可取更多值，如$\frac{5}{8}q_0$、$\frac{3}{4}q_0$、$\frac{7}{8}q_0$等。实物演示电路如图4所示。

接通电源后，保证所有电容器带电量为零，将所有开关保持断开状态，通过控制7个开关的闭合与断开，可以得到带不同电荷量的电容，用万用表测量不同电荷量下的电压，得到如表1所示数据。电压随电荷量变化图像如图5所示。电容器两端电压与所带电荷量成正比，由此猜想两者存在比例关系。最终用电荷量与电压的比值定义一个物理量，用以衡量电容器的储电能力[2]。

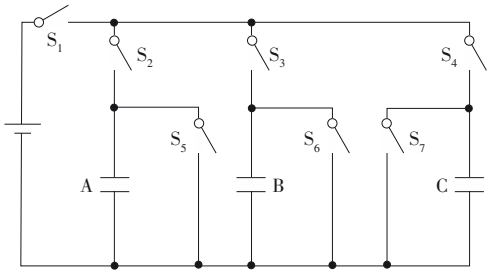


图3 设计的“探究电容的定义式”电路

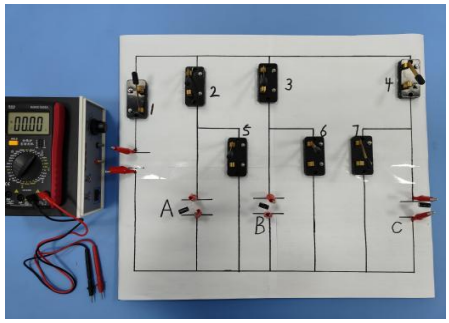


图4 探究电路实物

表1 电容器内不同电荷量下的电压

实验序号	电荷量/C	电压/V
1	$q_0/8$	1.16
2	$q_0/4$	2.42
3	$3q_0/8$	3.51
4	$q_0/2$	4.61
5	$5q_0/8$	5.77
6	$3q_0/4$	6.85
7	$7q_0/8$	8.05
8	q_0	9.21

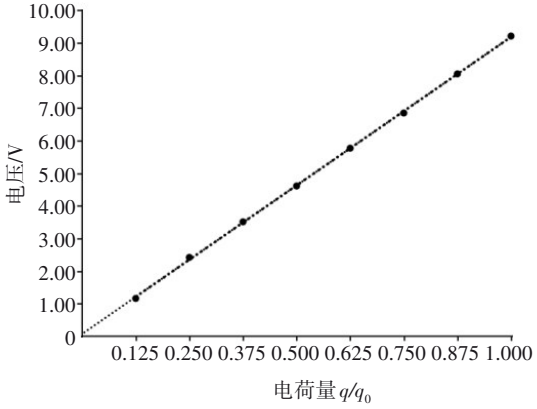


图5 电容器两端电压和电荷量的关系图像

【教学应用】借助实物演示教具，将本实验应用于课堂探究。引导学生基于现有实验发现问题，提出解决方

案。例如抛出问题：如何获得带电荷量为$\frac{3}{4}q_0$的电容器？学生经过讨论得出：可以将带电量为q_0和$\frac{1}{2}q_0$的电容器相连，电荷量均分后各为$\frac{3}{4}q_0$。若再将带电荷量为$\frac{3}{4}q_0$和q_0的电容器相连，将得到两个带电量为$\frac{7}{8}q_0$的电容器。同理引导学生设计方案，得到更多带电荷量不同的电容器，从而采集更多组数据，使实验更具说服力。

在本实验中，获得两个带电量为$\frac{3}{4}q_0$电容器的具体操作为：断开所有开关，依次闭合1、闭合2、断开1、闭合3、断开3、闭合1、断开1、闭合3、断开3。完成操作后，电容器A和B的带电荷量均为$\frac{3}{4}q_0$，即可用万用表测量其电压。由于电容器与电源断开后会缓慢放电，所以操作过程和测量过程需要迅速进行，以减小实验误差。

3 探究电容的决定式

教材将探究平行板电容器电容决定式的实验安排在“拓展学习”板块，该式在解决电容器动态分析问题时具有重要作用。该实验在保证极板带电量不变的前提下，改变外界条件，通过观察静电计指针偏转，分析电容的变化。由于静电计刻度不均匀，实验并未定量测量数据，仅凭正对面积减小时电容随之减小的现象得出$C \propto S$的结论，略显牵强。有学生提出疑问：为什么是$C \propto S$，而不是$C \propto S^2$，或者是$C \propto \sqrt{S}$？学生对结论产生疑问，实验结论不具备说服力，同时也错失了一次培养学生科学探究能力的机会。对此，教师可通过自制平行板电容器的方式改变正对面积或板间距离，再用万用表测量电容的前后变化，从而达到定量探究的目的[3]。

【实验器材】锡箔纸（宽30 cm，长度任意裁剪）、亚克力板（500 mm×300 mm×3 mm）、万用表、刻度尺。

【设计原理】裁剪两片长500 mm、宽300 mm的锡箔纸，一张用亚克力板压在绝缘桌面上，一张放在该亚克力板上方，此时便得到了正对面积0.15 m^2，板间距离3 mm的平行板电容器。通过平移上方锡箔纸的位置，可以改变正对面积；在锡箔纸之间增加相同规格和尺寸的亚克力板，可以改变板间距离。

用控制变量法控制板间距离（3 mm）不变，将上方锡箔纸的位置向左平移，改变正对面积，测量数据见表2。

保持正对面积（0.15 m^2）不变，在锡箔纸之间增加相同规格的亚克力板，改变板间距离，测量数据见表3。

表2 探究电容与正对面积的关系

序号	正对面积/m^2	电容/nF
1	0.03	0.20
2	0.06	0.39
3	0.09	0.59
4	0.12	0.79
5	0.15	0.99

表3 探究电容与板间距离的关系

序号	板间距离/mm	电容/nF
1	3.0	0.99
2	6.0	0.49
3	9.0	0.32
4	12.0	0.25
5	15.0	0.19

【教学应用】本实验可用于探究电容的决定式，根据实验数据不难得出$C \propto S$、$C \propto \frac{1}{d}$的结论。引导学生绘制图像，以回应课堂上学生提出的“为什么不是$C \propto S^2$或$C \propto \sqrt{S}$”的疑问，培养学生的科学探究能力。

4 结语

电容器是高中阶段学生新接触的电学元件，在电学知识中具有重要地位。通过实验演示与定量探究，帮助学生建构电容器的物理模型，掌握其构造与基本功能；通过对实验物理量的测量与定量分析，形成严谨的科学态度。教师在备课与教学中，也不应拘泥于现有实验思路，而应勇于尝试新思路，以彰显学科新颖创新的特点。

基金项目：2024年河南省教育科学规划一般课题“教育数字化视域下数据驱动高中课堂教学模式优化研究”，编号：2024YB0728。

作者简介：王昌恒（1998—），男，二级教师，研究方向：中学物理教育教学，E-mail：2210880627@qq.com。

参考文献

[1] 任俊红，闫敬畏.指向深度学习的高中物理教学活动设计：以“电容器的电容”为例[J].中学物理教学参考，2022，51(02)：45-47.

[2] 房军诚，邓思佳，付丽萍.电容器系列教具的设计与应用[J].实验教学与仪器，2023，40(02)：73-76.

[3] 梁良飞，林瑞河，吴中荣.定量探究平行板电容器电容的简易装置设计[J].物理教师，2023，44(07)：49-54.