

# 以美启真 以乐启学

## ——高中物理演示实验的教学效应

李进



物理学是美的。物理美是物理规律的真实、自然的流露，是物理规律本质的映射。爱

因斯坦曾说：“照亮我的道路，并不断给我新的勇气去愉快地正视生活的理想，是善、美和真。”物理学家对物理科学的执着探究是一种对美的不懈追求。物理教学也是美的，作为物理教师，对物理教学艺术的不断追求是一种美的享受。物理是一门实验科学，在中学物理教学范围内，绝大多数内容，都可以有相应的实验加以验证、展示或模拟，物理演示实验能尽显物理学的魅力和物理规律的神奇，是传达物理美的最好载体。物理课堂上，科学地、艺术地运用演示实验才能让学生领略到物理学的魅力与神奇。

### 利用演示实验创设问题情景，增加学生的感知

物理学从实验中诞生、发展，又在实验中得到检验、确证，并不断向更高层次发展。因此，演示实验是创设问题情景的有效途径之一。物理教学的实践表明：形象思维一旦缺乏表象依据，往往会造成逻辑思维的障碍。实际教学中，有些教师习惯用“口述+板演”的方法“做”实验，认为这样可以提高教学效率。其实，一个物理现象，无论描述得如何生动，都不如让学生看一看现象本身或这个现象的模型。好的演示实验就能够使学生通过观察，正确认识现象的关键特征，获得直观印象，增加感知，自然地进入物理学习状态。

笔者在讲授“电感和电容对交变电流的影响”时用两组对比实验引入新课，取得了很好的效果。首先，用电感、电容和三个相同的灯泡搭建图 1 所示的电路。学生观察到：闭合电键， $L_1$  立刻发光， $L_3$  逐渐变亮， $L_2$  不发光。学生运用所学知识，能够做出正确的解释：电容器不能“通直

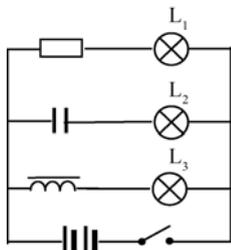


图 1

流”，因此无电流流过  $L_2$ ；闭合电键时，电感线圈产生自感电动势阻碍原电流的增大，因此  $L_3$  逐渐变亮。然后用低频信号发生器输入正弦交流电（图 2），学生观察到： $L_1$  立刻发光， $L_2$  和  $L_3$  都发光，但不如  $L_1$  亮。学生

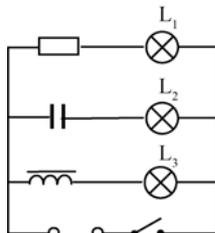


图 2

的疑惑聚焦在  $L_2$  为什么也能发光的问题上。这一情境使学生的大脑里马上产生了“兴奋剂”，思维迅速地被激活，从内心激发起学生的求知欲。通过进一步学习，学生们明白了容抗  $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$  与感抗  $X_L = 2\pi fL$  分别反映电容器与电感线圈对交流电的阻碍作用的大小，建构起更加完善的知识体系。

我国的中学物理教学多侧重理论的理解和应用，忽视实践能力的培养。比如，学生在初中就学习了欧姆定律，并且能熟练解答相关习题，但是真正认识电阻器的学生并不多，学生所掌握的知识与实际应用相去甚远。因此，笔者在上高中物理“电容器和电容”这节课时，先给每组同学发两个纸质电容器，告诉学生电容器是电器设备中一种重要元件，再拿出一个纸质电容器，借助投影仪边展示边讲解它的外部结构，然后让学生剥去电容器的外壳观察它的内部结构，最后加以概括。这样让学生从接触电容器，自己发现它的结构开始来学习电容器，给学生提供了建立在直接感知基础上的具体形象，有利于进一步的学习。

“电能的输送”一课是学生综合运用所学知识，解决实际问题的典型课例。通常的教学过程是告诉学生输电线上有电阻，然后通过分析损耗功率的表达式，探讨降低输电损耗的途径。笔者认为解决实际问题的物理课应该从实际问题中生成，因此设计了如下的模拟实验：用学生电源输出 4V 至 6V 的交流电，用电阻定律演示仪中的两根镍铬丝做输电线，通过导线将小灯泡接入电路。让学生从电流输入端沿导线缓慢滑动导线的绝缘夹，直至导线另一端，观察灯泡亮度的变化。学生观察到灯泡逐渐变暗，

通过分析得出线路上有电能的损耗，进而提出降低输电损耗的问题。

### 利用演示实验展示物理过程，理解概念规律

解答物理问题的难点是弄清物理过程，能针对不同的物理过程运用相应的物理规律进行求解。现代认知理论认为：物理概念、规律的建立首先是对客观世界的感知，同时，知觉在思维活动的参与下内化为表象，进而通过思维活动的反复作用才构建起物理概念与规律。但部分物理问题中所描述的物理过程比较抽象，则可设计相应的演示实验对过程进行演示，使物理过程展现在学生的面前，形象直观，学生一看就明白。

高中物理“电能的输送”一节所涉及的核心问题是高压输电过程中电压、电流、功率的关系，如果单纯通过理论分析得出结论，学生很难理解和掌握。笔者授课过程中，先进行理论分析：输电线上的损耗功率为： $P_{损}=I^2R$ ，设输电电压为  $U$ ，在保证输送功率  $P$  一定的情况下，根据  $P=UI$  得出可以通过提高输电电压来减小输电电流，进而降低线路上的功率损失。然后运用自制的“高压输电演示器”

(电路图见图3)进行常压和高压输电的对比演示：用  $20\Omega$  的定值电阻代替输电线电阻，并在两个电阻上都抹上牛油。将常压输电线路(上面的支路)与高压输电线路(下面的支路)并联通入相同的交流电，给相同的灯泡  $L_1$  和  $L_2$  供电。明显看到经高压输电后的灯比常压输电后的灯亮的多，同时可以看到常压输电线路电阻表面的牛油因发热而冒烟，而高压输电线路电阻表面牛油现象不明显。该实验现象说明，高压输电与常压输电相比，线路上损耗的电能少，用户获得的电能多。如何进行理论分析呢？先看常压输电支路，灯泡  $L_1$  两端的电压  $U_{L_1}=U-I_1R$ ；

再看高压输电支路， $U_2=\frac{n_2}{n_1}U_1$ ， $I_2=\frac{n_1}{n_2}I_1$ ， $U_3=U_2-I_2R$ ，

灯泡  $L_2$  两端的电压  $U_{L_2}=U_4=\frac{n_4}{n_3}U_3$ 。实验过程中用相同的可拆变压器作为升压变压器和降压变压器，

若选择线圈匝数  $\frac{n_1}{n_2}=\frac{n_4}{n_3}=\frac{1}{8}$ ，由以上公式得：

$$U_{L_2}=\frac{n_2n_4}{n_1n_3}U_1-\frac{n_1n_4}{n_2n_3}I_1R=U_1-\frac{1}{64}I_1R。可见，$$

$U_{L_2}>U_{L_1}$ ，则  $L_2$  比  $L_1$  亮。并且，两个变压器的变压比会影响  $L_2$  的亮度。

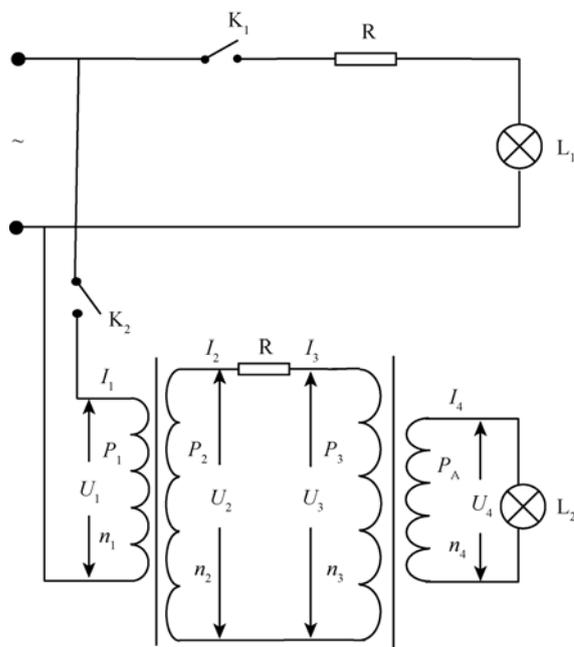


图3 高压输电演示器

我们可以接下来请两名学生用万用表测量高压输电线路中升压变压器和降压变压器原副线圈两端电压，以及线路电阻两端电压，引导学生画出高压输电原理图，并分析得出电压、电流、功率的关系(表1)。

表1

	升压变压器	输电线	降压变压器
电压关系	$U_1:U_2=n_1:n_2$	$U_2=U_{损}+U_3$	$U_3:U_4=n_3:n_4$
电流关系	$I_1:I_2=n_2:n_1$	$I_2=I_3=I_{线}$	$I_3:I_4=n_4:n_3$
功率关系	$P_1=P_2$	$P_2=P_{损}+P_3$	$P_3=P_4$

在讲授“伏安法测电阻”时，关于安培表“内接法”和“外接法”选择问题学生极难理解。为此，笔者用电阻箱作为被测电阻，不断改变阻值，让学生分别采用“内接法”和“外接法”进行测量，并与电阻箱的阻值进行比较。实验结论与理论分析相结合，使学生对该知识点的理解与记忆更加深刻了。

### 利用演示实验化抽象为形象，突破教学难点

高中物理的各个章节都客观存在着不少难点，它们不仅是学生学习最困难、思维障碍最突出的地方，也是各类考试中命题密度最高的地方。因此，教学难点的突破正是教师教学能力的体现之一。在高中物理教学中，教学难点的形成往往有三个原因：一是学生固有的生活经验与物理事实相悖，给教学带来一定程度上的负作用；二是教学内容比较抽象，部分学生难以掌握；三是教材里部分内容较为生硬

难懂。笔者认为，对于一些抽象的教学内容运用实验手段去引导学生洞察实验现象是突破教学难点的有效方法之一。

我们在学习“楞次定律”时遇到这样一个习题：“在一长直导线中通以如图4所示的恒定电流，套在长直导线上的闭合圆环（环面与导线垂直，长直导线通过环的中心），当发生以下变化时，肯定能产生电流的是？”该题有一个选项学生错误率极高：

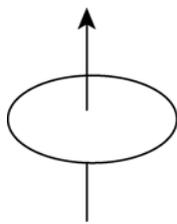


图4

“保持电流不变，使导线绕圆环的圆形在竖直平面内顺时针（或逆时针）转动。”学生错误的原因是该题涉及的情景过于抽象。笔者用静电演示实验箱中的带柄圆形铝板和一张圆形硬纸板做如下演示：将与铝板垂直的直柄作为通电直导线，在铝板上画几个同心圆代表磁感线。在硬纸板上沿直径剪开一条缝，将铝板插入。以该直径为轴转动铝板，就会直观地看出不论如何转动，穿进硬纸板的磁通量与穿出的磁通量总是相等的，因此总的磁通量始终为零。

#### 利用演示实验联系现实生活，提升探究能力

新课程要求教学要从过去单纯的强调知识的传

承转变为注重三维目标的全面落实，要求在教学中要注重理论联系实际，即强调“从生活走向物理，从物理走向社会”。因此，在教学中就要尽可能多的将所学知识与现实生活相联系，让学生感受到物理时刻在我们身边。

在静电场的学习中，我们通过演示静电摆球、静电跳球、静电植绒、静电除尘等实验，让学生了解静电力的作用及其应用；通过避雷针模拟实验，让学生了解尖端放电原理；通过静电滚筒、静电风车、静电风吹蜡烛等实验让学生认识静电的力学效应。这样一系列生动有趣的实验现象，使“电场”这样一个无形的物质变得形象起来，尤其是静电跳球实验使带电导体在电场力作用下的运动具有了深刻的印象，为后续学习带电体在电场中加速、偏转等问题做好了铺垫。

在高中物理课堂中，好的演示实验在展示物理之美和物理之趣的过程中培养了学生科学素养，提高学生对物理概念规律的理解，广泛提高学生能力。可以说，用好演示实验可以拨动学生心中物理美的琴弦，弹奏出美丽动人的乐章。

（山东省邹平县第一中学高中部 256200）



### 科苑快讯

#### 天文学家发现最大质量恒星

由英国谢菲尔德大学的天体物理学家克劳瑟（Paul Crowther）率领的研究小组，梳理了哈勃空间望远镜在这个10年早些时候获得的观测数据，并将克劳瑟与智利欧洲南方天文台的甚大望远镜（VLT）获取的新图像进行了结合。通过VLT所具有的极强的分辨能力，研究人员在NGC3603恒星簇（距离地球2.2万光年）中挑出了3颗超巨星；在R136恒星簇（距离地球16.5万光年）中找到4颗超巨星，这些恒星的表面温度均超过了4万摄氏度。研究人员说，R136中的4颗超巨星释放着恒星簇近一半的粒子流和辐射。这些喷射使得任何生命在若干光年的范围内都无法获得任何一个立足点。

但在这些超巨星中，最大的惊奇来自于R136a1，这颗恒星或许应该被称为特超巨星。尽管已经过了自己的中年——仅仅为150万年，但其质量依然是太阳的265倍，热度近10倍，体积为30倍，亮度为1000

万倍，科学家推算出其在形成初期的质量更可达太阳的300倍，抑或是主流理论给出的恒星所能达到质量上限的两倍。克劳瑟认为，这一发现代表了一个挑战。这是因为没有人知道是否这些超巨星是从恒星形成区域起家的，或者它们是否与特大质量黑洞以及星系一样，也是通过合并获得如此巨大的质量的。

克劳瑟说，关于超巨星的终结，还有一些谜没有解开。尽管它们最终都会变为超新星，但究竟以何种形式爆发却尚未可知。超巨星可能形成中子星或是黑洞或是湮灭自己。克劳瑟说，无论它们的命运如何，“我们依然说不清楚”。

研究人员指出，学界已知星团中所有星体总质量与其中最重星球的质量间有一定关系，而後者的质量不是任意的，而是接近一个最大极值。此前，人们普遍认为这个极值是太阳质量的150倍，因为超过太阳质量150倍的恒星极不稳定。但新观测结果则大大提高了这一极值。

（摘编自2010年7月23日《科学时报》）