

谐振式直交流电转换系统

张友华 / 江苏省苏州市吴江区松陵第一中学

◎ 项目的背景和改进的基本思路

把直流电变为交流电的传统做法是使用所谓“逆变电路”（例如计算机的 UPS 电源即采用了此种电路）。逆变电路结构复杂，制作技术难度大，成本高，一般条件下难以做到。这就导致直流变交流实验因为没有相应的实验器材和实验设计而成为一个难于实现的实验。为满足实际教学的需要，填补实验教具的空白，我确定了制作“谐振式直交流电转换系统”创新教具的基本思路。该教具利用加入电位器、闪光器、单摆（可利用机械摆钟）、发光二极管、蜂鸣器、电压表、开关等简易器件，成功地使直流电转变为交流电，再利用示波器对直流和交流电波形进行直观显示，课堂演示实验时效果非常明显。

◎ “谐振式直交流电转换系统”教具结构与形态

“谐振式直交流电转换系统”创新教具的基本结构是利用 5 mm 的黑色亚克力板制成带底座的竖直平面盒状框架结构，竖直平面盒的正面印制电路，将一些必要的元件镶嵌于盒的正面，盒内布置其电路和其他一些电路元件。盒的背面

覆盖透明亚克力板，以便能清晰地观察电路的实际布置。

“谐振式直交流电转换系统”创新教具的材料主要有：电位器、闪光器、变压器、单摆、发光二极管、蜂鸣器、电压表、开关、导线等。使用时利用示波器进行配合实验。

“谐振式直交流电转换系统”创新教具按层次分为 3 个研究模块：“基于电位器方式的研究”“基于闪光器方式的研究”和“基于单摆方式的研究”（图 1）。

◎ “谐振式直交流电转换系统”教具的原理与方法

① “基于电位器方式的研究”的原理与方法

图 2 所示为“基于电位器方式的研究”的电路原理图。P 为一常用的三脚电位器（相当于一个中间有抽头的滑动变阻器），V 为 $\pm 15\text{V}$ 的电压表。通过使电位器旋钮顺时针或逆时针做周期性运动可以观察到电压表的示数也呈现周期



图 1 基于单摆方式的研究

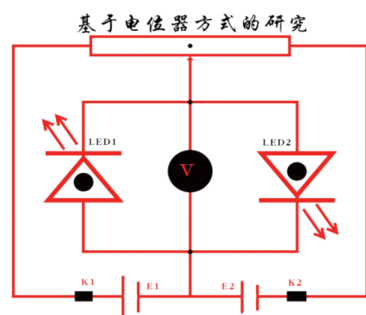


图 2 基于电位器方式的电路原理

性变化，此时可通过示波器用直流电演示交流电的波形。

实验时先将电位器的旋钮置于电压零点位置，闭合开关 K1K2，电压表的指针不动，表示电路间的电压为零。电位器的旋钮往复转动时，电压表的指针也随之左右摆动，说明此时电路间输出强弱和方向都周期性变化的交流电，并且它的频率随电位器旋钮旋转的快慢而变化。

完成上述实验后再用示波器观察上述交流电的波形。

在图 2 中，为什么电位器的旋钮往复转动时电路间的电压就是强弱和方向都随时间变化的交流电压呢？由于电位器的旋钮 O 点等电势，旋钮顺时针转动时，电位器 O 点左边各点的电势就高于 O 点的电势，而变阻器中 O 点右边各点的电势就低于 O 点的电势，且此电势差随着

距 O 点的距离增大而增大,旋钮逆时针转动时道理一样。这样电位器的旋钮左右往复转动时电路间就输出了交流电。

② “基于闪光器方式的研究”的原理与方法

图 3 为“基于闪光器方式的研究”的电路原理图。S 是闪光器, B 是变压器, V 为 $\pm 15\text{V}$ 的电压表。闪光器具有自动接通电路、自动断开电路的功能。闪光器只有 2 个接线端子,使用时要串联接入电路。闭合电键,在 S 的控制下,电路不停地闭合、断开,这时就会看到发光二极管 LED1 和 LED2 不停地交替闪烁,这是由于流过变压器初级线圈的电流时通时断,穿过初级线圈的磁通量就会相应发生变化,变压器另一次级线圈的磁通量也随之发生变化,次级线圈中就会产生感应电动势。若当 S 接通时流过的感应电流方向为从上到下,当 S 断开时流过电路的电流就是从下到上,于是电压表指针就会不停地左右摆动,也就是说我们得到了交流电。由于 S 的通、断是按照一定的频率有规律地切换,我们就可以观察到电压表的示数也呈现周期性变化,这时接入示波器,我们就可以在示波器上观察到一个完美的正弦波形。

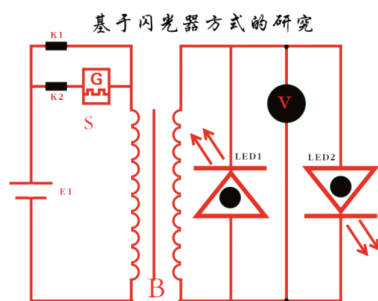


图 3 基于闪光器方式的电路原理

③ “基于单摆方式的研究”的原理与方法

实验时先将单摆静止置于平衡位置,闭合各开关,电压表的指针不动,表示电路中的电压为零。单摆往复摆动,电压表的指针左右摆动,说明此时电路输出强弱和方向周期性变化的交流电,并且它的变化规律完全与简谐运动的变化规律等同。完成上述实验后再用示波器观察上述交流电的波形,我们会得到一个完美的正弦波形,这是一个奇妙的现象,我们可以借此来研究单摆简谐运动时的图像。上述实验的原理与“基于电位器的方式的研究”同理。实际实验时我们可用机械钟摆进行实验以得到稳定而又持续的交流电。

◎ “谐振式直交流电转换系统”教具创新点

“谐振式直交流电转换系统”

电路设计独特,能通过示波器将直流电交流电的波形直观形象地呈现出来,在“基于单摆方式的研究”的模块实验中将单摆的简谐运动和直交流电的转换巧妙而有逻辑地结合起来,通过示波器呈现的交流电具有完美的正弦波形,巧妙而有逻辑性地反证出单摆在作简谐运动时的运动规律。

该项目获得第 29 届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果物理教学类一等奖。

专家评语

该项目利用生活中的简单器材,采用独特的电路设计,将低压直流电转换为交流电并直观呈现出来。项目原理科学,概念清晰,构思巧妙,设计合理,作品教育性强。项目选题新颖,具有实质性创新。作品效果显著,制作规范,具有示范推广价值。希望在教学应用方面作出改进和提升。■