

工科专业大学物理实验示波器教学探讨*

唐妍梅

(广西师范大学物理科学与技术学院 广西 桂林 541004)

李翔

(桂林电子科技大学电子工程与自动化学院 广西 桂林 541004)

(收稿日期:2020-03-11)

摘要:针对工科专业学生的特点,分析了大学物理实验中示波器教学存在的主要问题,并探讨了新的教学思路.新思路强调以“波形观察”为核心,增强了讲解的直观性、针对性、实用性,能更好地培养工科专业学生的实际操作能力.

关键词:示波器 大学物理实验 工科专业

1 引言

示波器是用于观察信号波形的一种重要工具,具有直观清晰、测量准确的优点,广泛用于电子信息、医疗设备及科学实验等领域.示波器的正确使用是理工科各专业学生都必须掌握的内容,也是综合性普通高等学校必开的公共物理实验项目.

示波器既是大学物理实验中的重点,也是“教师难教、学生难学”的一大难点.师生普遍反映,传统的示波器教学存在着原理讲解繁冗抽象、学生实操时间过短、难以获得理想实验现象和结果等问题^[1].加之实验学时有限,实验教学的直观性和实践性体现得不够充分,很多学生不能很好地完成该实验,甚至有部分学生在实验即将结束时,对示波器上众多旋钮、按钮仍茫然无措.

为改进示波器教学效果,引导学生更好地掌握这一重要仪器,本文尝试对目前教学中存在的问题进行剖析,在此基础上寻找示波器教学的新思路,并更好地组织教学内容.

2 当前教学中的问题

当前示波器教学存在的问题可总结为以下两方面.

一是实验原理耗时较长,而留给学生操作的时间较少.众所周知,模拟示波器是以示波管为核心,而示波管的结构原理又与大学物理中电磁学的知识有密切关系.因此,目前讲解示波器时,大多先从示波管原理讲起,介绍偏转电极、偏转电场、电子束扫描等名词概念^[2~5].这样,学生们需要花较多的注意力在理论原理上,而对示波器本身的“工具”属性缺乏足够认识.

二是对示波器的讲解缺乏清晰的思路和重点.示波器面板上旋钮、按钮和开关繁多,操作自由度高,极易让初学者眼花缭乱^[6],学生在有限的时间内难以识记和掌握,往往为了完成实验要求而机械操作,并不能达到自主、自如使用的水平,甚至部分学生自始至终调不出要观察的波形.教师面对众多学生在操作中遇到的问题也往往疲于“救火”.

针对以上问题,需要主动转变思路和观念,以新的角度审视示波器教学.

3 新教学思路初探

如上所述,传统教学方式以示波器结构原理为出发点的讲法,比较适合物理学各专业学生,而较缺乏工科专业实验教学的针对性,不能很好地激发工科学生对物理实验的兴趣,也难以适应新时代工科

* 桂林电子科技大学测控技术与仪器专业工程教育认证专项.

作者简介:唐妍梅(1982-),女,博士,副教授,现从事基础物理实验教学和稀土合金材料性能表征等研究工作.

学生实验素养的要求^[7]. 针对工科学生,我们在讲解示波器时,尝试首先从“工具”的角度出发,从直观的实验现象和测量要求出发,设计了直观性、整体性教学流程,如图1所示.

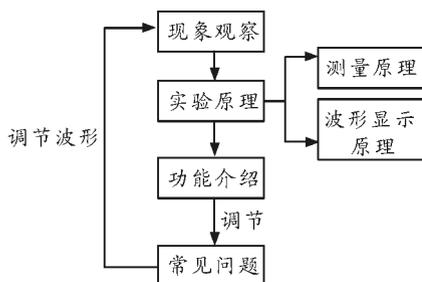


图1 教学设计示意图

3.1 现象观察

调节出正弦波、锯齿波、方波等波形,给学生一个在示波器上直观观察出波形的印象. 示波器是用于观察波形的工具,那么在了解示波器时就应该首先明确“波形”的概念. 一般而言,实验中所观察的多为电压波形,也就是电压随时间变化的图像,其横轴代表时间,纵轴代表电压大小. 因此,在使用示波器时,其屏幕上显示的图样也应当符合这一特点. 这样就首先解决了一个根本问题,即“实验中要观察的是什么现象”,做到心中有数,接下来的操作才能有的放矢,而不是漫无目的乱调一气.

接着,教师介绍怎样用示波器测量交流信号的电压和频率. Y轴坐标表示电压,则其刻度与电压大小之间必定存在定量关系,这个对应关系就是“VOLTS/DIV”旋钮所选择的挡位. 同理,X轴的刻度和时间之间也存在定量关系,这个对应关系就是“TIME/DIV”旋钮所选择的挡位. 有了这两个对应关系,电压的峰峰值就可以通过测量正负峰值间的垂直距离得到,周期的的大小可通过测量波形一周期的水平长度得到.

上述步骤直观、直接地解决了“示波器显示的是什么信号”以及“如何用示波器测量电信号”这两个根本问题,使学生较容易地入门.

3.2 实验原理

学生在对波形显示有了直观的印象后,接着引出2个更深入的问题:“示波器显示被测波形的原理”和“示波器测量交流信号电压和频率的原理”.

由此展开示波器结构原理的讲解. 示波器的结构可简要分为5个部分.

(1) 示波管: 能够实现电子束的发射、聚焦、偏转等,且当电子束打在荧光屏上时会形成亮点. 亮点移动时,由于人眼视觉暂留作用就会形成连续的轨迹,由此产生了可见的波形.

(2) Y轴系统: 被测电压信号经放大和处理后作用于示波管的垂直偏转电极上,使屏幕上的亮点发生垂直方向的移动,且移动距离正比于输入电压幅度.

(3) X轴系统: 其核心是锯齿波电压发生器,产生的周期性锯齿波电压(扫描信号)作用于示波管的水平偏转电极上,使屏幕上的亮点以一定速度从左向右作水平运动,直到屏幕最右端时再极快地回到最左侧. 这一周期性的水平运动与输入信号造成的垂直运动叠加后,就能形成沿水平轴均匀展开的被测电压波形.

(4) 触发及同步系统: 使扫描信号的周期(或频率)与被测电压信号相等或成整数倍,从而稳定地显示波形.

(5) 电源: 为以上各部分供电.

3.3 功能介绍

经过实验现象和原理的讲解后,下一环节即“功能介绍”是对示波器面板上各个旋钮、按钮和开关的功能进行介绍. 我校物理实验使用的是GOS-620型双踪示波器,其面板如图2所示,除屏幕外可分为5大部分:

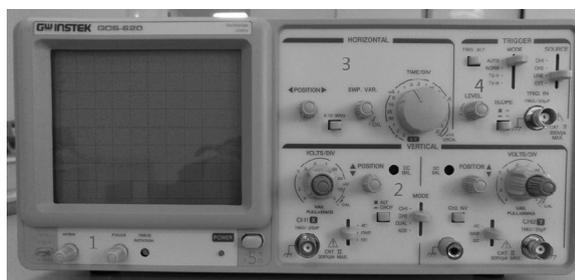


图2 GOS-620型双踪示波器

第一部分位于显示屏下方,包括辉度(INTEN)旋钮和聚焦(FOCUS)旋钮;

第二部分为垂直偏转调节区,又分左右两半,分别对应两个输入通道CH1和CH2;

- 第三部分是水平偏转调节区；
- 第四部分是触发和同步调节区；
- 第五部分是总电源开关。

这5个区域分别对应前述“实验原理”所讲的示波器内部结构的5个部分,因此学生可以迅速理清众多按钮、旋钮的归属和作用。

3.4 常见问题

有了以上3个阶段的讲解,接下来可以引导学生自行处理一些简单的操作问题:

(1) 如果波形显示的位置不合适、不便于观察时,应该怎样调节? 学生很容易在图2所示面板上找到标有“POSITION”以及箭头符号的旋钮,由此即可调节波形在屏幕上的水平和垂直位置。

(2) 如果波形大小不合适,又该如何调节? 既然波形的水平方向和垂直方向分别对应着时间和电压,而示波器屏幕上又已标有均匀的刻度,那么波形图像在水平/垂直两个方向上进行缩放调节时,自然应当以每格刻度对应多少时间/电压来定量描述。由此学生不难明白,图2中标有“TIME/DIV”和“VOLTS/DIV”的旋钮的功能就是分别用于调节波形的水平/垂直缩放。

(3) 如果波形过暗或过亮,则可调节“INTEN”即辉度旋钮;如波形过粗,则可调节“FOCUS”即聚焦旋钮。

按照上述几个步骤逐一讲解,即可在较短时间内使学生掌握示波器最基本的操作并成功观察到波形,树立起学生的信心和兴趣。同时,学生能较好地记住每项功能的意义,从而能初步对示波器进行自主操作。

4 更多问题

以上对示波器的讲解只是初步实现了示波器使用的入门。尽管上文所述的讲解过程已经让学生了解了示波器的基本操作,但还有许多旋钮、开关未曾涉及。一旦学生误触、误调了这些旋钮和开关,就有可能导致无法正常观察波形。为此,实验教师必须熟悉各种异常现象的应对措施,如:

(INTEN) 和聚焦(FOCUS) 旋钮的位置是否居中,扫描方式(SWEEP MODE) 选择开关是否在自动(AUTO) 挡,X轴和Y轴的位移(POSITION) 旋钮是否居中。

(2) 波形显示与预期不符。此时应检查示波器的输入通道(CH1或CH2) 是否已正确选择,与信号源的接线是否完好,耦合方式(AC/DC/GND) 选择是否正确。特别注意,耦合方式若在接地(GND) 位置,将看不到任何波形。

(3) 波形不稳定。此时应检查触发信号源(TRIGGER SOURCE) 的选择,通常应当与要观察的输入通道一致;接着再检查触发方式(TRIGGER MODE) 以及触发电平(TRIGGER LEVEL)。

5 结束语

本文从工科学生物理实验教学的实际出发,对“示波器的使用”教学思路及内容组织进行了探讨,希望能充分利用有限的实验学时,让学生真正掌握独立使用示波器的能力,将实验素养和动手能力的培养落到实处,为学生今后从事专业研究、生产工作奠定坚实的基础。

参考文献

- 1 王建军. 中职示波器教学方法初探[J]. 科学咨询(科技·管理),2019(33):105~106
- 2 李开玮,杨斌. “示波器原理与使用”实验教学启发[J]. 科技风,2020(2):42
- 3 郭燕平,赖起邦. 例析课堂教学中学生科学思维的培养——以“示波器原理”一课为例[J]. 物理通报,2019,38(8):49~52
- 4 李志刚,夏长超,孙宇,等. “示波器的原理和使用”实验启发式教学浅议[J]. 黑龙江科技信息,2014(26):176
- 5 高苏娟. “示波器的使用”之教学初探[J]. 吉林省教育学院学报,2013,29(11):64~65
- 6 许积文,杨玲,王华,等. 数字示波器的原理与使用实验教学中的问题与对策[J]. 广西物理,2013,34(2):46~48
- 7 许积文,袁昌来,熊健,等. 大学物理实验综合改革示范:数字示波器的原理与使用[J]. 教育教学论坛,2018(28):275~277

(下转第74页)

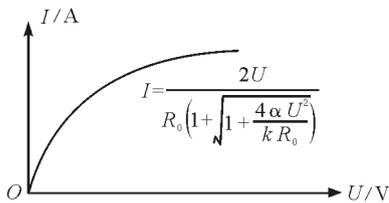


图1 小灯泡伏安特性的理论曲线

3 实验数据对比

通过实验得出小灯泡的电压与电流的变化关系如表1所示. 根据表中数据和式(7), 用 Matlab 拟合得到

$$R_0 = 0.83 \Omega \quad \frac{\alpha}{k} = 4.1 \Omega \cdot V^{-2}$$

表1 实验测得小灯泡的电流与电压的数值

U/V	I/A	U/V	I/A	U/V	I/A
0.02	0.03	0.20	0.21	0.78	0.39
0.04	0.06	0.24	0.24	1.06	0.42
0.07	0.09	0.29	0.27	1.42	0.45
0.10	0.12	0.36	0.30	1.94	0.48
0.12	0.15	0.45	0.33	2.31	0.51
0.16	0.18	0.61	0.36	3.00	0.54

再用 Excel 将实验值和通过式(7) 计算得到的理论值绘制成图像, 如图2所示. 通过图像对比, 可以发现理论值曲线与实验值曲线能够较好地吻合,

但在电压较大后偏离稍大. 由此可知, 式(7) 能较好地定量解释小灯泡伏安特性曲线形状的产生原因.

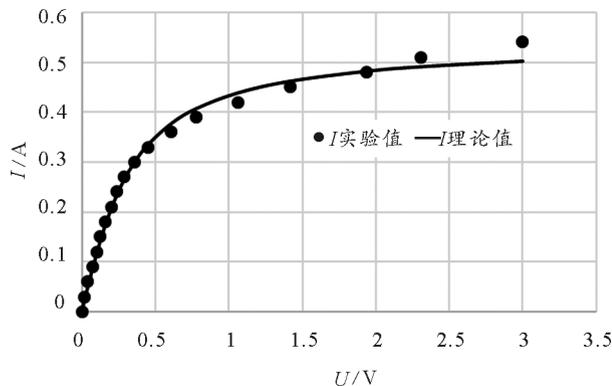


图2 小灯泡伏安特性曲线

4 总结与讨论

本文从电阻随温度变化和散热规律的角度分析了曲线成因, 虽能讲清楚小灯泡伏安特性曲线形状的产生原因, 却也存在一定不足. 首先, 在 3000°C 范围内, 钨丝的电阻与温度之间可能并不严格满足线性关系; 其次, 牛顿冷却定律也不一定严格成立, 或许存在一定的运用范围和使用条件. 对小灯泡伏安特性曲线形状的产生原因进行更准确的分析, 还有待进一步的研究.

参考文献

- 张三慧. 电磁学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999. 165 ~ 166
- 张三慧. 热学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999. 18

(上接第72页)

Discussion on Oscilloscope Teaching of University Physics Experiment for Engineering University

Tang Yanmei

(College of Physics and Technology, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi 541004)

Li Xiang

(School of Electronic Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin, Guangxi 541004)

Abstract: The main problems in the teaching of oscilloscope in college physics experiments are discussed with consideration of the engineering majors' characteristics. Then a new scheme for the teaching is proposed, which focuses on the task of waveform observation. The proposed teaching scheme is intuitive, goal-oriented, and practical. It can help to develop the practical operation ability of engineering students.

Key words: oscilloscope; college physics experiments; engineering majors