

21世纪高等院校实验教学改革与创新系列教材

Electrical and Electronic Practice Courses

电工电子实践教程



欧青立 ◎主审

易灵芝 秦祖泽 田拥军 ◎主编



湘潭大学出版社

21 世纪高等院校实验教学改革与创新系列教材

电工电子实践教程

主 审 欧青立

主 编 易灵芝 秦祖泽 田拥军

副 主 编 王根平 谭 兮 何 瑛

参编人员 (按姓氏笔画为序)

叶云洋	朱 琴	李利娟	彭寒梅	刘 勇
刘江永	李卫平	古 英	庞向阳	易 芳
向礼丹	蒋求生	程元清	徐长平	

湘潭大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实践教程 / 易灵芝, 秦祖泽, 田拥军主编. —
湘潭: 湘潭大学出版社, 2010.6

ISBN 978-7-81128-221-4

I. ①电… II. ①易… ②秦… ③田… III. ①电工技
术—高等学校—教材②电子技术—高等学校—教材 IV.
①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 129338 号

电工电子实践教程

易灵芝 秦祖泽 田拥军 主编

责任编辑: 丁立松

封面设计: 胡 瑶

出版发行: 湘潭大学出版社

社 址: 湖南省湘潭市 湘潭大学出版大楼

电话(传真): 0731-58298966 邮编: 411105

网 址: <http://xtup.xtu.edu.cn>

印 刷: 湘潭地调彩印厂

经 销: 湖南省新华书店

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 17

字 数: 414 千字

版 次: 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81128-221-4

定 价: 29.80 元

(版权所有 严禁翻印)

总 序

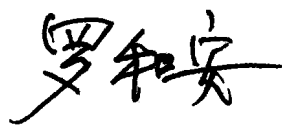
为了提高国家的持续发展能力、综合实力和国际竞争力,党中央、国务院提出构建创新型国家体系、增强自主创新能力的战略,鼓励创造,鼓励创新,特别是鼓励原始创新。创新的关键在人才,人才的成长靠教育。推动教育事业特别是高等教育事业的发展,培养和造就一大批基础扎实、具有创新精神和创新能力的高素质拔尖人才,是构建国家创新体系、建设创新型国家的基础。

正是在这样的背景下,湘潭大学出版社经过精心策划,组织实验教学一线的专家和教师编写了这套“21世纪高等院校实验教学改革与创新系列教材”。实验教学是培养学生创新能力的基本途径,是培养高素质创新人才教学体系的重要组成部分。目前,对作为连接理论与实践的纽带和激发学生发现问题、研究问题、独立解决问题能力的重要环节——实践教学的研究,还显得相对不足;对如何进一步深化实验教学改革,创新实验教学方法、途径,以更好地发挥实验教学对培养学生创新思维与创造技能的平台作用方面的研究与探讨,尚待深入;已出版的实验教材还比较零散,不成体系和规模,高质量、高水平的实验教材建设与实验教学之间还存在一定的差距。随着科技的发展,各种实验手段、实验仪器不断更新,传统实验教学中的许多范例、方法,既不能体现与学科发展相适应的前沿性,也不能体现与产业相衔接的应用性,使许多实验教材严重滞后于实验教学的现实需要和教学改革的进程。要实现创新人才培养的重要目标,必须重视实验教学;而要实现教学目标,达到好的教学效果,则必须以实验教材为基础,必须有好的实验教材作支撑。因此,湘潭大学出版社出版的这套实验教学改革与创新系列教材就非常有意义。

这套教材最大的特点是融入了许多新的实验教学理念和教学方法,引入了新的实验手段与实验方法,尤其是增加了计算机技术在实验中的应用,有利于激发学生的学习兴趣,增强学生对现代高新技术的了解,具有一定的新颖性和前瞻性。教材范围涵盖了物理、化学、计算机、机械等几大传统学科专业,并注意区分了理科和工科教学过程中各自的侧重,做到

了理工交融,也较好地实现了实践性与理论性、基础性与先进性、基本技能与学术视野、传统教学与开放教学的相互结合。好的实验教材既是实验教学成果的直接反映,也是先进的实验教学理念传播的重要载体。相信湘潭大学社出版的这套系列教材,能够为我们提供有益的借鉴,也相信广大教育理论研究和教师,在不断推进实验教学改革与创新过程中,一定能够探索出新的经验,推出新的成果,编写出更多的精品教材,进一步推广先进的实验教学理念和教学方法,提升实验教学质量与水平,为培养高素质的创新人才,建设创新型国家作出新的贡献。

是为序。

A handwritten signature in black ink, reading '罗和安' (Luo He'an). The characters are stylized and fluid, with the first character '罗' being particularly prominent.

2009年3月

前 言

按照《高等学校实验类规划教材》的编写出版计划,根据《电工学》、《电子技术(模拟、数字)》、《电工实训》、《电子实训》、《电子技术综合设计》等课程的教学大纲,我们编写了这本《电工电子实践教程》。本书编写的指导思想是:适应教学改革的需要,加强理论联系实践,全面提高学生的实际操作技能和创新思维能力,培养学生分析问题和解决问题的能力。

编者根据湘潭大学、湖南大学、湖南师范大学、湖南科技大学、湖南工业大学、湖南工程学院、深圳职业技术学院、湘潭电气职业技术学院、湖南理工职业技术学院、湘潭职业技术学院等院校三十多年电工电子教学实践经验和现代教学实验设施以及许多电工电子研究所的设备情况,较全面地介绍了电工电子实验中常用的仪器、设备和实验方法。

本书由易灵芝教授、秦祖泽教授、田拥军副教授主编。

各章的编写分工是:第1章易灵芝教授(湘潭大学),第2章李卫平副教授(湘潭大学)、庞向阳老师(湖南师范大学),第3章叶云洋老师、程元清老师、徐长平老师(湘潭电气职业技术学院),第4章刘勇老师(湘潭大学),第5章彭寒梅老师(湘潭大学),第6章朱琴老师(湖南理工职业技术学院),第7章王根平教授级高工(深圳职业技术学院)、古英副教授(湖南工业大学),第8章李利娟老师(湘潭大学),第9章刘江永高工(湘潭大学)、刘星平副教授(湖南工程学院),第10章由叶云洋、朱琴、李利娟整理,附录由蒋求生老师(湘潭职业技术学院)整理,易芳、向礼丹老师参加了全书的整理工作。全书由易灵芝教授最后统稿。

本教材在编写过程中,参考了各兄弟院校、公司提供的实验指导书、实验报告、产品样本资料,以及常用国家标准规定的图形、符号和术语。

本教材可以作为全日制高等院校、电大、职大、夜大、成教、自考等各电类专业开设《电工学》、《电子技术(模拟、数字)》、《电工电子实训》、《电子技术综合设计》等课程的实验指导书,也可供研究生、工程技术人员参考。

本教材由湖南科技大学欧青立教授主审,湖南大学何怡刚教授、湖南工程学院刘国荣教授、湘潭电气职业技术学院赵文才副教授、湘潭大学何风庭副教授等参加审稿工作,提出了许多指导性修改意见,编者在此一并表示衷心感谢。

编 者

2010年6月于湘潭

21 世纪高等院校实验教学改革与创新系列教材

编委会

顾 问:罗和安

主 任:陈小明

副主任:夏智伦 高协平

编委会成员(按姓氏笔画为序):

朱卫国	刘任任	刘跃进	苏旭平	张 平
张海良	郑金华	钟建新	舒 适	谭援强

目 录

第一篇 实验基础

第 1 章 实验技术基础	3
实验 1 常用电工电子仪器仪表的使用	3
实验 2 常用电工电子元件的使用	8

第二篇 课程实验

第 2 章 电工实验	19
实验 1 基尔霍夫定律的验证	19
实验 2 戴维南定理	
——有源二端网络等效参数的测定	22
实验 3 RLC 串联谐振电路	27
实验 4 日光灯电路及提高其功率因数的研究	30
实验 5 三相交流电路研究及电压与电流的测量	33
实验 6 三相异步电动机正反转继电器接触控制	36
第 3 章 模拟电子技术实验	38
实验 1 分压偏置晶体管共射放大电路的分析	38
实验 2 两级阻容耦合放大电路的分析	43
实验 3 负反馈放大电路的分析	46
实验 4 差动放大器的研究	50
实验 5 集成运算放大器的基本应用	
——模拟运算电路	54
实验 6 RC 正弦波振荡器的分析	61
实验 7 低频功率放大	
——OTL 功率放大器的研究	63

第4章 数字电子技术实验	68
实验1 集成“与非门”参数测试	68
实验2 用SSI设计组合逻辑电路	73
实验3 用MSI设计组合逻辑电路	77
实验4 用触发器设计同步时序逻辑电路	83
实验5 计数、译码和显示综合设计	88
实验6 555定时器及其应用	93
实验7 顺序脉冲发生器设计	97
实验8 序列信号发生器设计	99

第三篇 课程实训

第5章 电工实训	103
实训1 电工实训基本知识	103
实训2 低压配电屏的认识及其电气原理图绘制	115
实训3 照明线路的安装	117
实训4 三相鼠笼式异步电动机的拆装	121
实训5 三相鼠笼式异步电动机正反转控制板的安装与调试	123
实训6 三相鼠笼式异步电动机限位控制	126
实训7 单相异步电动机(电风扇)的安装及接线	128
第6章 电子技术实训	131
实训1 电子技术实训基本知识	131
实训2 焊点练习及印刷电路板的简单制作	136
实训3 基本电子元器件和电路的检测	145
实训4 直流稳压电源	
——串联型集成电路稳压电源	152

第四篇 仿真实验

第7章 MAX+plus II 仿真实验	159
仿真1 MAX+plus II 简介	159
仿真2 3-8译码流线灯电路分析	161
仿真3 扫描显示驱动电路研究	171
仿真4 计数器及时序电路分析	173
仿真5 数字钟功能的综合设计	178

第 8 章 Multisim 仿真实验	180
仿真 1 Multisim 软件简介	180
仿真 2 Multisim 基本功能及操作	182
仿真 3 Multisim 在电路分析中的应用	
——基尔霍夫定律的验证	195
仿真 4 Multisim 在模拟电子技术中的应用	
——单管分压偏置放大电路测试	197
仿真 5 Multisim 在数字电子技术中的应用	
——组合逻辑电路设计	201
第五篇 课程设计	
第 9 章 电子技术综合设计	207
设计 1 放大器设计	207
设计 2 滤波器设计	209
设计 3 交通灯定时控制电路的设计与制作	211
设计 4 多路智力竞赛抢答器	217
设计 5 多功能数字钟电路	221
设计 6 篮球竞赛 30 秒定时器	225
第六篇 实验装置介绍	
第 10 章 常用电工电子实验装置介绍	231
装置 1 MEEL-1 型电工电子教学实验台	231
装置 2 DJ-2000 电工实验台	238
装置 3 SZ-AMA 型智能网络化模拟电路实验台	241
装置 4 ZY11AC12BC 型模拟电子技术实验箱	245
装置 5 SZ-AMA 型智能网络化数字电路实验台	249
装置 6 ZY11DC12BC 型数字电子技术实验箱	251
附录	256
附录 1 常用集成电路引脚图	256
附录 2 实训报告的基本格式及要求	259
附录 3 课程设计报告的基本格式	259
参考文献	260

第一篇

实验基础

第 1 章 实验技术基础

实验 1 常用电工电子仪器仪表的使用

一、实验目的

1. 了解常用电工电子仪器仪表的工作原理。
2. 学会使用双踪示波器、信号发生器、直流稳压电源、万用表、交流毫伏表等常用仪器仪表。
3. 初步掌握用双踪示波器观察正弦信号波形和读取波形参数的方法。

二、预习要求

1. 预习万用表测量交流电压、直流电压、直流电流和电阻的方法。
2. 了解各种实验仪器仪表的使用方法及其面板上各旋钮的功能。

三、实验设备

1. 仪器：示波器、函数信号发生器。
2. 仪表：交流毫伏表、万用表。

四、常用仪器仪表介绍

在电工电子线路实验中,经常使用的仪器有示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表及频率计等。它们和万用电表一起,可以完成对模拟电子电路的静态和动态工作情况的测试。

实验中要对各种仪器进行综合使用,可按照信号流向,以连线简洁、调节顺手、观察与读数方便等原则进行合理布局,各仪器与被测实验装置之间的布局与连接如图 1-1-1 所示。接线时应注意,为防止外界干扰,各仪器的公共接地端应连接在一起,称为共地。信号源和交流毫伏表的引线通常用屏蔽线或专用电缆线,示波器接线使用专用电缆线,直流电源的接线用普通导线。

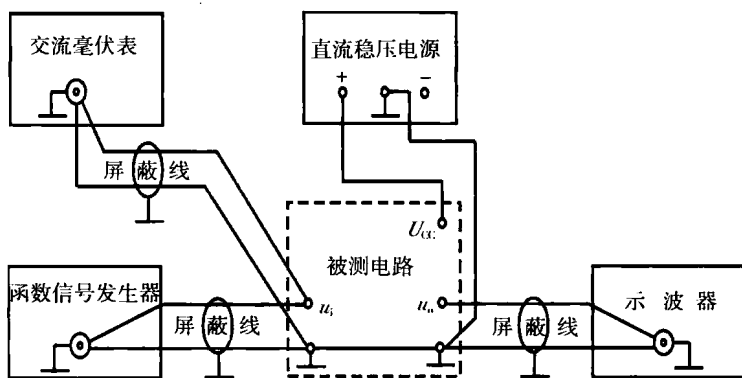


图 1-1-1 实验仪器与被测实验装置之间的布局与连接

1. 示波器

示波器是一种用途很广的电子测量仪器,它既能直接显示电信号的波形,又能对电信号进行各种参数测量。在电路分析中,我们介绍过其结构、工作原理和使用方法,现在着重指出以下几点:

(1) 寻找扫描光迹

将示波器 Y 轴显示方式置于“ Y_1 ”或“ Y_2 ”,输入耦合方式置于“GND”,开机预热后,若在显示屏上不出现光点和扫描基线,可按以下操作去找到扫描线:① 适当调节亮度旋钮;② 触发方式开关置“自动”;③ 适当调节垂直($\updownarrow$)、水平($\leftrightsquigarrow$)“位移”旋钮,使扫描光迹位于屏幕中央(如果示波器设有“寻迹”按键,可按下“寻迹”按键;判断扫描光迹偏移基线的方向)。

(2) 双踪示波器一般有五种显示方式,即“ Y_1 ”、“ Y_2 ”、“ $Y_1 + Y_2$ ”三种单踪显示方式和“交替”、“断续”两种双踪显示方式。“交替”显示一般适于输入信号频率较高时使用;“断续”显示一般适于输入信号频率较低时使用。

(3) 为了显示稳定的被测信号波形,“触发源选择”开关一般选为“内”触发,使扫描触发信号取自示波器内部的 Y 通道。

(4) 触发方式开关通常先置于“自动”,调出波形后,若被显示的波形不稳定,可置触发方式开关于“常态”,通过调节“触发电平”旋钮找到合适的触发电压,使被测试的波形稳定地显示在示波器屏幕上。有时,由于选择了较慢的扫描速率,显示屏上将会出现闪烁的光迹,但被测信号的波形不在 X 轴方向左右移动,这样的现象仍属于稳定显示。

(5) 适当调节“扫描速率”开关及“Y 轴灵敏度”开关使屏幕上显示 1~2 个周期的被测信号波形。在测量幅值时,应将“Y 轴灵敏度微调”旋钮置于“校准”位置,即顺时针旋到底,且听到关的声音。在测量周期时,应注意将“X 轴扫速微调”旋钮置于“校准”位置,即顺时针旋到底,且听到关的声音。另外,还要注意“扩展”旋钮的位置。

根据被测波形在屏幕坐标刻度上垂直方向所占的格数(div 或 cm)与“Y 轴灵敏度”开关指示值(V/div)的乘积,即可算得信号幅值的实测值。

根据被测信号波形一个周期在屏幕坐标刻度水平方向所占的格数(div 或 cm)与“扫速”开关指示值(TIME/div)的乘积,即可算得信号频率的实测值。

2. 函数信号发生器

函数信号发生器按需要可输出正弦波、方波、三角波三种信号波形。通过输出衰减开关和输出幅度调节旋钮,可使输出电压在毫伏级到伏级范围内连续调节。函数信号发生器的输出信号频率可以通过频率分档开关进行调节。

函数信号发生器作为信号源,它的输出端不允许短路。

3. 交流毫伏表

交流毫伏表只能在其工作频率范围之内,用来测量正弦交流电压的有效值。为了防止过载而损坏,测量前一般先把量程开关置于量程较大的位置上,然后在测量过程中逐挡减小量程。

五、实验内容及步骤

1. 用示波器和交流毫伏表测量信号的参数

将双踪示波器电源接通 1~2 min,然后将示波器旋钮开关置于如下位置:“通道选择”置于“CH1”,“触发源”选择“内触发”,“触发方式”选择“自动”,“DC、 $\perp$ 、AC”开关置于“AC”,“V/div”开关置于“0.2 V/div”挡,“微调”置于“校准”位置,“扫描时间”开关置于“0.2 ms/div”挡,将“CH1 通道的测试探头”接校准信号输出端。此时,示波器屏幕上应显示幅度为 1 V、周期为 1 ms 的方波。如果无波形或波形位置不合适,调节“X 轴位移”和“Y 轴位移”使波形位于显示屏中央;调节“辉度”和“聚焦”,使显示屏幕上的波形细而清晰,亮度适中。

用交流毫伏表检测信号发生器的输出,调节信号发生器,使其输出信号分别为: $U_1 = 0.1 \text{ V}$, $f_1 = 500 \text{ Hz}$; $U_2 = 2.0 \text{ V}$, $f_2 = 1\,000 \text{ Hz}$; $U_3 = 10 \text{ mV}$, $f_3 = 1\,500 \text{ Hz}$ 的正弦波。用示波器测量各信号的电压及频率值,将测试数据填入表 1-1-1 中。

表 1-1-1 用示波器和交流毫伏表测量信号的参数

交流毫伏表读出的电压	0.1 V	2.0 V	10 mV
信号发生器产生的信号频率/ Hz	500	1 000	1 500
示波器(V/div)挡位值 $\times$ 峰-峰波形格数			
峰-峰值电压 U_{pp}/V			
计算有效值/V			
示波器(TIME/div)挡位值 $\times$ 周期格数			
信号周期 T			
频率 $f = 1/T$			

2. 测量两波形间的相位差

(1) 观察双踪示波器波形“交替”与“断续”两种显示方式的特点

Y_1 、 Y_2 均不加输入信号,输入耦合方式置于“GND”,“扫速”开关置于扫速较低挡位(如 0.5 s/div 挡)和扫速较高挡位(如 5 $\mu\text{s}/\text{div}$ 挡),把显示方式开关分别置于“交替”和“断续”位置,观察两条扫描基线的显示特点,记录之。

(2) 用双踪示波器显示被测量的两波形间相位差

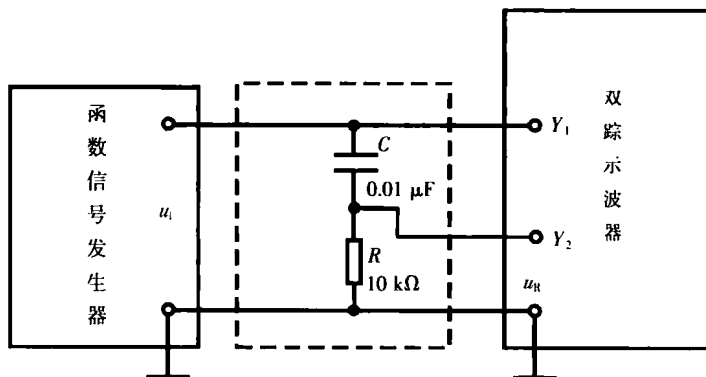


图 1-1-2 两波形间相位差测量电路

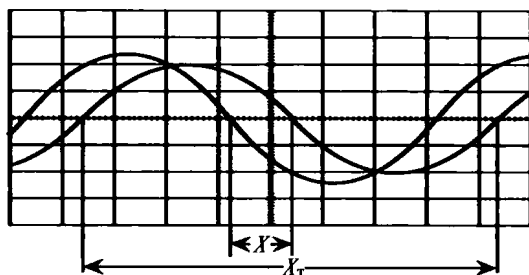


图 1-1-3 双踪示波器显示相位不同的两正弦波

① 按图 1-1-2 连接实验电路,将函数信号发生器的输出电压调至频率为 1 kHz,幅值为 2.0 V 的正弦波,经 RC 移相网络获得频率相同但相位不同的两路信号 U_i 和 U_R ,分别加到双踪示波器的 Y_1 和 Y_2 输入端。

为便于稳定波形,比较两波形相位差,应使内触发信号取自被设定作为测量基准的一路信号。

② 将显示方式开关置于“交替”挡位,将 Y_1 和 Y_2 输入耦合方式开关置“ $\perp$ ”挡位,调节 Y_1 、 Y_2 的移位旋钮,使两条扫描基线重合。

③ 将 Y_1 、 Y_2 输入耦合方式开关置于“AC”挡位,调节触发电平、扫速开关及 Y_1 、 Y_2 的灵敏度开关位置,使在荧屏上显示出易于观察的两个相位不同的正弦波形 U_i 及 U_R ,相位差的计算方法可参考如图 1-1-3 所示。根据两波形在水平方向差距 X 以及信号周期 X_T ,则可求得两波形相位差。

$$\theta = \frac{X(\text{div})}{X_T(\text{div})} \times 360^\circ$$

式中: X_T 代表一个周期波形所占格数, X 代表两波形在 X 轴方向差距格数,记录两波形相位差于表 1-1-2 中。

表 1-1-2 两波形间相位差的测量参数

波形一周所占格数 X_T	两波形在 X 轴 方向差距格数 X	相 位 差	
		实测值 θ	计算值 θ'

为使数读和计算方便,可适当调节扫速开关及微调旋钮,使波形一周期尽可能占满整个屏幕。

六、实验报告要求

整理实验数据,并进行分析,写出实验报告。

七、思考题

1. 问题讨论

(1) 如何操纵示波器有关旋钮,以便从示波器显示屏上观察到稳定清晰的波形?

(2) 用双踪示波器显示波形,并要求在比较相位时,为在显示屏上得到稳定的波形,应怎样选择下列开关的位置?

① 显示方式选择(Y_1 、 Y_2 、 $Y_1 + Y_2$ 、交替、断续);

② 触发方式选择(常态、自动);

③ 触发源选择(内、外);

④ 内触发源选择(Y_1 、 Y_2 、交替)。

2. 函数信号发生器有哪几种输出波形? 它的输出端能否短接,如果用屏蔽线作为输出引线,则屏蔽层一端应该接在哪个接线柱上?

3. 交流毫伏表测量正弦波电压时,它的表头指示值是被测信号的什么数值? 它是否可以用来测量直流电压的大小?