

世纪出版 · 普通高等教育“十二五”规划教材

电工与电子技术 实验及实践

DIANGONG YU DIANZI JISHU
SHIYAN JI SHIJIAN

忻尚芝 孙 浩 钱建秋 编著 ■

上海科学技术出版社

世纪出版·普通高等教育“十二五”规划教材

电工与电子技术 实验及实践

忻尚芝 孙浩 钱建秋 编著

常州大学图书馆
藏书章

上海科学技术出版社

TM-33
107

内 容 提 要

本书是高等院校工科非电类专业基础课程《电工与电子学》的实验和实践教材。全书共分四章,内容包括安全用电知识、硬件操作验证性实验、计算机仿真实验和综合设计实践,附录介绍了常用仪器仪表的使用。书中主要介绍电工与电子学课程中基本的实验操作和测试方法,拓展了综合设计性实验与实训内容,并介绍了仿真环境及与教学相结合的应用。本书把实践技能的训练与理论基础融为一体,力求使读者在设计与动手实践能力上得到专业的训练,以提高综合分析能力和设计能力。

本书可作为普通高等院校工科非电类各专业的实验教材,也可作为课程设计和开放设计实验的实践教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验及实践 / 忻尚芝, 孙浩, 钱建秋
编著. —上海: 上海科学技术出版社, 2011. 8 (2014. 8 重印)

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0945 - 7

I. ①电… II. ①忻… ②孙… ③钱… 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(2011)第 142339 号

电工与电子技术实验及实践

忻尚芝 孙 浩 钱建秋 编著

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.cc

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张: 12

字数: 260 千字

2011 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 4 次印刷

印数: 5 141 - 6 160

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0945 - 7/TM · 21

定价: 27.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题, 请向工厂联系调换

前言

电工与电子技术是高等工科院校非电类本科教学中一门很重要的专业基础课程,作为一门实践性很强的课程,其单独开设的实验课是其重要的组成部分,通过实验可以巩固和加深学生对所学理论知识的理解与掌握,培养学生的动手解决问题能力、综合设计和应用创新能力。

《电工与电子技术实验及实践》作为电工与电子技术课程的实验实践教材,是根据教育部颁布的电工技术和电子技术课程教学大纲的基本要求,结合学校进一步加强本科教学,提高本科教学质量和《电工与电子学》核心课程建设,在多年理论与实验教学经验积累的基础上编写而成。

《电工与电子技术实验及实践》内容包括安全用电知识、传统的操作实验、计算机仿真实验和综合设计实验,附录中介绍了常用仪器仪表的使用供查阅。本实验教材的特点是在仿真和设计实验方面作了延伸,在学校开放实验室的有利条件下,对学有余力和确有兴趣的学生可以利用这一有利条件,选做一些仿真和设计性实验,充分提高自己的水平和能力,为参加大学生电子竞赛和今后从事专业技术工作打好基础。

本书由上海理工大学电工电子教研室和电工电子实

（注：本书由上海理工大学电工电子教研室和电工电子实

验中心的教师共同编写,忻尚芝编写第四章的实验一至实验五,并负责全书的统稿,孙浩编写第一章至第三章和附录,钱建秋编写第四章的实验六至实验十。感谢电工电子实验中心杨一波及全体老师对本实验教材编写的支持,也感谢在编写过程中给予帮助的其他老师和同行。

《电工与电子技术实验及实践》教材可作为高等院校工科非电类及相关专业本科学生的电工与电子技术实验课教材,也可作为电工技术、电子技术、模拟电子技术、数字电子技术等课程的实验教材或实验指导书。同时可供从事电工和电子技术相关人员学习参考。

由于编者的水平有限和时间比较仓促,书中不妥和错误之处,恳请使用本书的师生和读者批评指正,并提出修改建议,以便重印和修订时改正。电子邮箱: xinsz@usst.edu.cn。

中国铁道出版社 编者

本书为《电工与电子技术实验及实践》教材的配套实验指导书,主要介绍电工与电子技术实验的基本知识和基本操作技能,为从事电工与电子技术工作的工程技术人员提供必要的参考。本书可作为高等院校工科非电类及相关专业本科学生的电工与电子技术实验课教材,也可作为电工技术、电子技术、模拟电子技术、数字电子技术等课程的实验教材或实验指导书。同时可供从事电工和电子技术相关人员学习参考。

本书由上海世纪出版股份有限公司出版,上海世纪出版股份有限公司上海出版发行所发行,上海世纪出版股份有限公司印刷厂印刷。开本 787×1092mm,1/16,印张 12.5,字数 260千字。2011年8月第1版,2014年8月第4次印刷。印数:5 141,定价:27.00元。

目 录

附录九 电阻器符号 / 152

附录十 电阻器符号 / 152

附录

章三第

一、500 型万用表 / 152

附录十一 电阻器符号 / 152

附录十二 电阻器符号 / 152

四、DG1022 型双通道任意波形发生器使用简介 / 165

附录十三 电阻器符号 / 152

第一章

安全用电基本知识 / 1

第一节 触电事故的分析 / 1

第二节 触电事故的种类及形式 / 3

第三节 防止触电事故发生的基本安全措施 / 4

第二章

硬件操作实验 / 6

实验一 直流电路中电位及电位差的测试 / 7

实验二 叠加原理及戴维南定理 / 11

实验三 RLC 谐振电路研究 / 15

实验四 三相电路实验 / 20

实验五* 电流源与电压源的等效变换 / 23

实验六 提高功率因数及频率对电容、电感的影响 / 27

实验七 单管交流放大器实验 / 32

实验八 运算放大器的应用 / 37

实验九* 射极跟随器实验 / 42

实验十 组合逻辑电路实验 / 45

实验十一 触发器及计数器实验 / 51

(注* 的实验为选做实验)

实验十二* 组合逻辑设计实验 / 57

实验十三* 时序逻辑设计实验 / 58

第三章

软件仿真实验 / 59

第一节 Multisim 电路仿真软件简介及其应用 / 59

第二节 Multisim 的基本操作 / 75

第三节 仿真实验 / 77

实验一 直流电路中电位实验仿真(一) / 77

实验二 直流电路中电位实验仿真(二) / 78

实验三 叠加原理实验仿真(一) / 79

实验四 叠加原理实验仿真(二) / 81

实验五 RLC 串联谐振实验仿真 / 83

实验六 交流电路功率及功率因数实验仿真 / 85

实验七 单管交流放大器实验仿真 / 86

实验八 运算放大器应用实验仿真 / 88

实验九 组合电路实验仿真 / 92

实验十 计数器实验仿真 / 96

第四章

综合设计实验 / 98

实验一 电阻星形与三角形联接的等效变换 / 98

实验二 波形发生器 / 102

实验三 直流稳压电源 / 109

实验四 多功能数字计时器 / 117

实验五 数字信号频率测量计 / 124

实验六 数字电容容量测量电路 / 132

实验七 555 定时器组成的 D 类放大器 / 137

实验八 步进式可调直流稳压电源 / 141

实验九 直流电机的驱动 / 147

实验十 四相六线制步进电机的驱动 / 152

附录

第一章 安全用电基本知识

一、500 型万用表原理及使用 / 155

二、YB2172 型交流毫伏表使用简介 / 160

三、YB1719 型稳压电源使用简介 / 163

四、DG1022 型双通道函数/任意波形发生器使用简介 / 165

五、DS1000 型双踪示波器使用简介 / 174

参考文献 / 183

电力给人类生活、学习带来很大的便利,给人们带来了温暖和幸福。但是如果应用不当,也会给人们带来麻烦和灾难。用电是一门科学,如何正确安全使用它,将是每位用电者必须掌握的。

第一节 触电事故的分析

电有它自己的特性,如果对它的特性缺乏了解,缺少电气基本知识,将造成触电事故的发生。据统计,大多数人身触电事故,发生在低压电气设备(指工作在交流 1 000 V 及以下与直流 1 200 V 及以下的电气设备)中。由于低压电气设备(特别是 220 V、380 V 的电气设备)使用广,接触的人多,加上麻痹大意思想,因此很容易发生触电事故。

一、引起触电事故的客观原因

1. 触电事故与季节有关

据统计,每年的 6 月~9 月是触电事故的高峰期,占全年总事故的比例较大。因为在这段时间内,由于天气炎热,用电设备如变压器、导线、开关、电动机等容易发热,使电气设备的绝缘物质损坏。同时,这段时间内雷雨、台风、降水较多,气候潮湿,使家用电器、灯具、插头等因受潮而漏电,从而容易引起触电事故。

第一章 安全用电基本知识

第一节 触电事故的分析

电力给人类生活、学习带来极大的便利,给人们带来了温暖和幸福。但是如果应用不当,也会给人们带来麻烦和灾难。用电是一门科学,如何正确安全使用它,将是每位用电者必须掌握的。

电有它自己的特性,如果对它的特性缺乏了解,缺少电气基本知识,将造成触电事故的发生。据统计,大多数人身触电事故,发生在低压电气设备(指工作在交流 1 000 V 及以下与直流 1 200 V 及以下的电气设备)中。由于低压电气设备(特别是 220 V、380 V 的电气设备)使用广、接触的人多,加上麻痹大意思想,因此很容易发生触电事故。

一、引起触电事故的客观原因

1. 触电事故与季节有关

据统计,每年的 6 月~9 月是触电事故的高峰期,占全年总事故的比例较大。因为在这段时间内,由于天气炎热,用电设备如变压器、导线、开关、电动机等容易发热,使电气设备的绝缘物质损坏。同时,这段时间内雷雨、台风、降水较多,气候潮湿,使家用电器、灯具、插头等因受潮而漏电,从而容易引起触电事故。

2. 触电事故与动力设备(包括引线)可靠性有关

动力设备在工厂、农村、家庭等广泛使用,如传输带、切割机、水泵、电钻等,都需要电动机拖动,由于电动机振动、旋转、发热等容易引起接线端导线脱落,接地线及保护电气设备的元件损坏等都可能引起触电伤亡事故。

3. 触电事故与家用电器设备大量增加有关

由于人们生活水平不断提高,家用电器设备越来越多,如空调、电脑、电冰箱、电视机、洗衣机、微波炉、电烤箱等逐年增加,屋内的插座、开关、灯具等随处可见,如果违规安装,维护不当,极易造成人身触电事故。

二、引起触电事故的主观原因

1. 违反电气安全工作制度,违章作业

(1) 电工维修人员在作业中,没有严格遵守电气安全工作制度。如拉下电闸后,未在开关上挂上“有人工作,不准合闸”的警示牌,从而引起触电事故。

(2) 电气设备安装后,没有认真检验,引起电气设备发热、短路等,从而造成触电事故。

(3) 对电气设备的接地线忽视检验,如接地线脱落,安装不规范,从而引起电气设备外壳漏电,发生触电伤亡事故。

2. 电气设备安装不合格

(1) 电气设备触电事故往往发生在电气设备安装不规范中。如电气设备安装后,没有测定绝缘性能或者绝缘性能不能达到标准要求,而发生触电事故。

(2) 电气设备安装时,损坏了电气接线盒或没有盖好,或由于粗心大意,错将相线接到插头、插座的接地桩头上,使电气设备外壳带电,以上两种情况也是触电的重要原因。

(3) 在架设电力线时,该线与电话线和广播线距离太近,一旦遇到大风、大雨或其他外力的作用,发生碰线故障,使电话线、广播线带上 220 V 交流电,引起触电事故。

3. 缺乏安全用电常识,维护不当,随意乱接临时线

(1) 缺乏安全用电常识,随意搬动受潮后的电气设备(包括家用电器)或浸水后电气设备(包括家用电器),由于水是导电物质,受潮和浸水设备中的电流就会通过水这一导体流到人体上,造成触电伤亡事故。

(2) 在使用移动式、携带式电动工具(如电钻、冲击钻)时,没有采取防护措施,结果由于电动工具外壳带电或电动工具电源线绝缘物磨损,引起触电事故。

确保(3) 为了打扫卫生,用湿布擦灯具、开关、插座等电气设备,由于湿布中的水分引起触电事故。

防止(4) 对家中的电气设备、电线、灯具及插座等不进行维护,由于绝缘材料损坏而引起触电伤亡事故。

置(5) 随意私拉乱接临时线,在操作中容易损坏临时线的绝缘体。当临时线中的铜线(因绝缘物质损坏)碰到墙面、地面及潮湿的物体时,就会发生触电伤亡事故。

冰箱、洗衣机等都很潮湿,一旦电气设备漏电,漏电保护器就能起到保护作用,避免悲剧发生。然而漏电保护器也必须定期校验,以保证漏电

第二节 触电事故的种类及形式

(4) 使用安全电压。安全电压是指为了防止触电而采用特定电源供电的电压系列,如 36 V、24 V、12 V、6 V 等。根据不同的场合,在使用行灯、机床照明、手持电动工具等时,需根据电气标准要求,选用各种安全电压,以保证人身安全。

一、触电伤害的种类

触电种类主要分为电击和电伤两种。

1. 电击

它是指电流通过人体时所造成的内伤。电流破坏人体心脏、肺部及神经系统,导致危及人的生命。如电流通过心脏可引起心室颤动,导致血液循环停止;电流通过胸部可使胸肌收缩,迫使呼吸停止;电流流过呼吸神经中枢,会导致呼吸停止。触电死亡事故中绝大部分是由电击造成的。

2. 电伤

它是由电流的化学、机械、热效应对人体造成的伤害。电伤常发生在人体的外部,在机体上留下伤痕。如触电人接触到铜、铅等物质,这些物质进入皮肤后,会使皮肤变粗糙、硬化。

二、触电伤害的形式

1. 单相触电

单相触电是指人体在地面或其他导体上,人体某一部位碰到其中一相线的触电事故(见图 1-1),大部分触电事故都是单相触电。

2. 两相触电

两相触电是指人体同时碰到带电的两根相线,处于两相电源间,由于两根相线之间的电压为 380 V,所以这种触电事故的后果往往也很严重。

3. 跨步电压触电

当电气设备绝缘损坏或高压电网的电线断线落地后,在电线落地处的周围产



图 1-1 单相触电

1. 违反电气安全工作制度, 违章作业

(1) 电工维修人员在作业中, 没有严格遵守电气安全工作制度。如拉下电闸后, 未在开关上挂上“有人工作, 不准合闸”的标示牌, 致使他人误合闸, 造成触电事故。

(2) 电气设备安装没有认真检查, 引起电气设备发热、短路等故障而造成触电事故。

2. 电气设备安全距离不足

(1) 电气设备触电事故往往发生在安全距离不足的情况下。如电气设备安装在狭窄的场所, 人体容易触及带电部分, 造成触电事故。

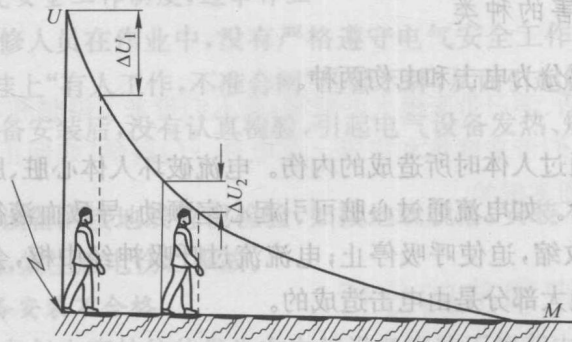


图 1-2 跨步电压触电

生电压降, 当人进入该区域时, 由于两脚之间产生电压差 (见图 1-2), 从而引起跨步电压触电事故。

第三节 防止触电事故发生的基本安全措施

防止触电事故的基本原则是不让电流流过人体的任何部位, 因此电气设备中用到大量的绝缘材料, 如橡胶等。但是要注意的是, 这些绝缘材料必须是干燥的, 同时应根据电气设备的电压等级、运行条件、使用环境等情况, 选用不同等级的绝缘材料, 防止触电事故的发生。

(1) 对于电气设备, 户内外电线的裸导线或母线需用绝缘材料加以封闭, 使用装有联锁装置的遮栏, 开关、灯具、熔断器等都需加装绝缘罩盖。所有绝缘材料需

确保绝缘状态良好,绝缘的性能要符合国家规定的标准。

(2) 对于外壳是金属的电气设备,如电动机、电钻等必须加装良好的接地线,防止电气设备外壳带电。同时,在操作开关时,应戴橡胶绝缘手套,脚下使用绝缘垫等。对于某些电压较高的电气设备必须有明确的标示符,电气设备周围必须设置栅栏等阻挡物,以防止无意触及电气设备或接近电气设备。

(3) 加装漏电保护器作为补充防护。由于电气设备(包括家用电器),如电冰箱、洗衣机等都很潮湿,加装漏电保护器后,一旦电气设备外壳漏电,漏电保护器就能起到保护作用,避免悲剧发生。然而对漏电保护器也必须定期校验,以保证漏电保护器始终工作在正常状态。

(4) 使用安全电压。安全电压是指为了防止触电而采用特定电源供电的电压系列,如 36 V、24 V、12 V、6 V 等。根据不同的场合,在使用行灯、机床照明、手持电动工具等时,需根据电气标准要求,选用各种安全电压,以保证人身安全。

(4) 写好实验预习报告。

。键实翻数式键实例号 * 盲带,并

三、实验内容与数据记录

电路中的电位参考点(即零电位点)一经选定,各点电位就只有一个固定的数值,这就是电位的单值性。如果把已给定电路中某点的电位升高某一数值,此时电路中其他各点的电位也相应地升高同一数值,这就是电位的相对性。至于任意两点间的电压仍然不变,与参考点的选择无关,这就是电压的绝对性。

(一) 基本实验部分

(1) 按图 2-1 所示接线。



图 2-1 电路图

第二章 硬件操作实验

本章实验主要配套理论课教材《电工与电子技术》一书。本章实验共 13 个(电工实验 6 个,电子实验 7 个)。其中必修实验 9 个,选修实验 4 个。考虑到学生动手能力的差别,在必修实验中,分为基本和增强两部分。学生首先完成基本部分实验,能力强的学生可再完成增强部分实验,而对实验有兴趣的学生可做选修部分实验。

注:带有 * 号的实验为选修实验。

第三节 防止触电事故发生的基本安全措施

防止触电事故的基本原则是不让电流流过人体的任何部位,因此电气设备中用到大量的绝缘材料,如橡胶等。但是要注意的是,这些绝缘材料必须是干燥的,同时应根据电气设备的电压等级、运行条件、使用环境等情况,选用不同等级的绝缘材料,防止触电事故的发生。

(1) 对于电气设备,户内外电线的裸导线或母线需用绝缘材料加以封闭,使用装有联锁装置的栅栏,开关、灯具、熔断器等都需加装绝缘罩盖。所有绝缘材料需

实验一 直流电路中电位及电位差的测试

一、实验目的

- (1) 在实验中如何理解电压、电位的不同之处。
- (2) 理解电位的单值性、相对性及电位差的绝对性。
- (3) 学会制作直流电路中的电位图。

二、实验预习要求

- (1) 正确理解电位、电位差、电位参考点和等电位概念。
- (2) 何谓电位的单值性和相对性及电位差的绝对性。
- (3) 什么是电路的电位图,它能说明哪些问题。
- (4) 写好实验预习报告。

三、实验内容与数据记录

电路中的电位参考点(即零电位点)一经选定,各点电位就只有一个固定的数值,这就是电位的单值性。如果把已给定电路中某点的电位升高某一数值,此时电路中其他各点的电位也相应地升高同一数值,这就是电位的相对性。至于任意两点间的电压仍然不变,与参考点的选择无关,这就是电压的绝对性。

(一) 基本实验部分

- (1) 按图 2-1 所示接线。

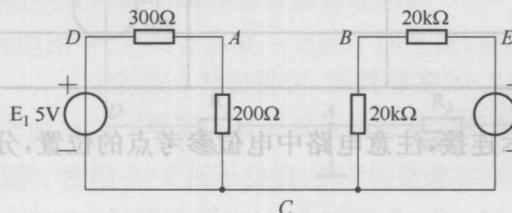


图 2-1 电路图

1) 分别以 A 点、C 点为电位参考点,测定各点电位,将数据记录在表 2-1 中。

表 2-1 A、B 断开

单位: (V)

电 位	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E
$V_A=0$					
$V_C=0$					

2) 将 A、B 两点用导线相连,重复步骤 1),并将数据记录在表 2-2 中。

表 2-2 A、B 用导线相连

单位: (V)

电 位	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E
$V_A=0$					
$V_C=0$					

根据表 2-1、表 2-2 数据,计算出电位差或直接用电压表测出电位差,填入表 2-3、表 2-4 中。

表 2-3 A、B 断开

单位: (V)

电 位 差	U_{DA}	U_{AC}	U_{EB}	U_{BC}
$V_A=0$				
$V_C=0$				

表 2-4 A、B 用导线相连

单位: (V)

电 位 差	U_{DA}	U_{AC}	U_{EB}	U_{BC}
$V_A=0$				
$V_C=0$				

(2) 按图 2-2 所示连接,注意电路中电位参考点的位置,分别测出 A、B、C 点的电位。

$V_A = \underline{\hspace{2cm}}$ () $V_B = \underline{\hspace{2cm}}$ () $V_C = \underline{\hspace{2cm}}$ ()

(V) (二) 增强实验部分

了解直流电路中各点电位的分布情况是分析、计算电路最基本的方法之一,在以后分析晶体管电路时,电位概念是非常重要的。

直流电路中各点电位的分布,可以通过实验测得电路中各点电位的高低(或根据电源和电阻的数值进行计算得出)并根据电路图(见图 2-3)作出电位图(见图 2-4)。

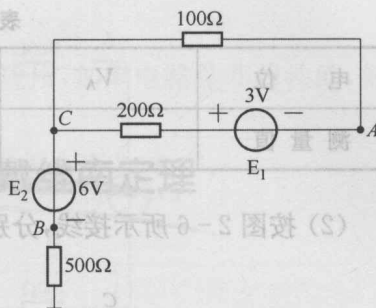


图 2-2 电路图

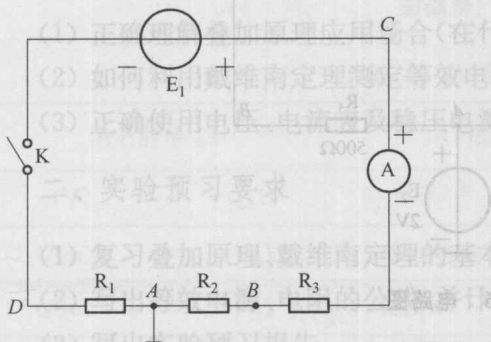


图 2-3 电路图

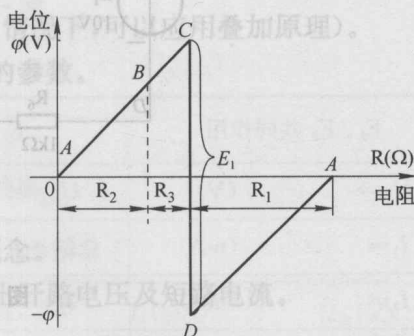


图 2-4 电位图

作图方法: 在直角坐标上,横轴表示电阻,以 R 顺序按比例作出各电阻元件电阻的大小(稳压电源内阻很小,约 $0.6\ \Omega$,可忽略不计);纵轴表示电位,按某一比例作出各对应点电位的高低;顺序联接各点电位所得的折线,就表示沿着该电路各点电位变化的规律(电位图)。

(1) 按图 2-5 所示接线,分别测出各点电位并填入表 2-5,画出电位图。

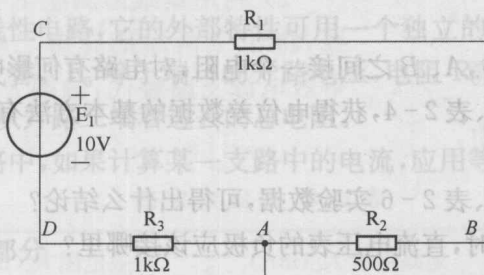


图 2-5 电路图