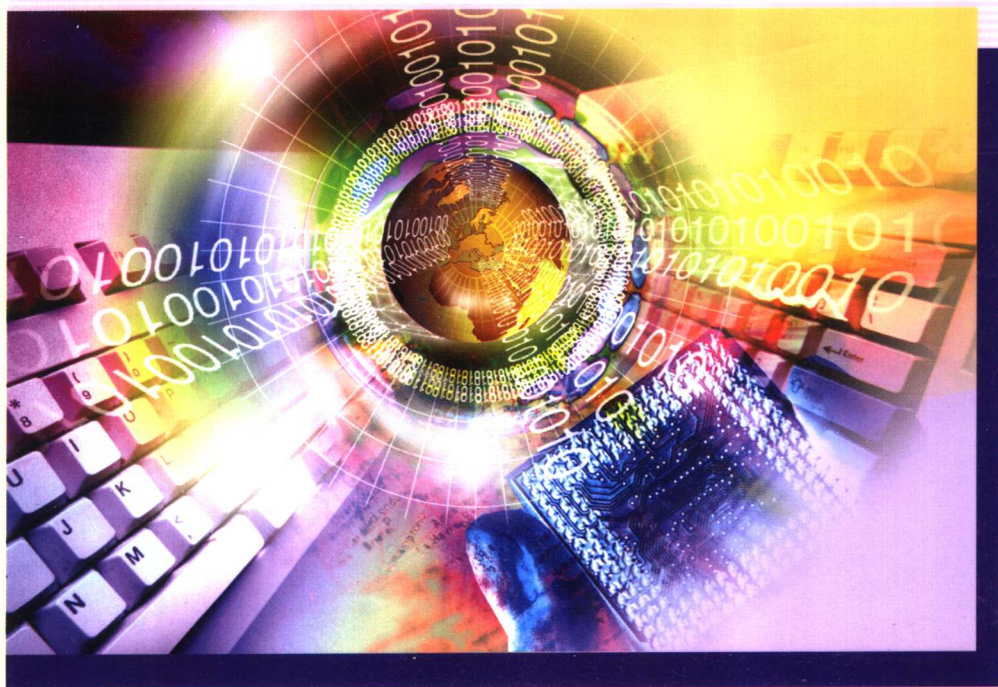




新世纪电子信息平台课程系列教材

电工电子基础工程实践

吕念玲 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

新世纪电子信息平台课程系列教材

电工电子基础工程实践

主编 吕念玲
参编 刘凤军 甘伟明
许少衡 吕毅恒
主审 吴运昌



机械工业出版社

本书是参照高等学校电子、电气、信息类专业电子技术实验教学的基本要求,并结合作者多年从事电子技术工程实践教学改革的经验编写的,是电工电子实践环节学习的入门教材。

书中较全面地阐述了基础实验知识和基础实验理论,并配有精心设计的实训项目,以利学生掌握实验基本技能。全书共分8章,内容包括常用仪器设备介绍、基础测量理论与技术、常用元器件识别、计算机辅助设计、电子制作工艺与检测、6个实验作业及5个综合训练项目。书后附录提供了一些实验设备及元器件参数等相关资料。

本书可作为高等学校本科和工程专科电子、电气、信息类专业电工电子实践课程教材,也可供成人和职业教育相关专业学生或电气、电子技术工程人员参考。

图书在版编目·(CIP)数据

电工电子基础工程实践/吕念玲主编. —北京:机械工业出版社, 2007.8

ISBN 978-7-111-21768-8

I. 电... II. 吕... III. ①电工技术②电子技术 IV. TM TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第094760号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:贡克勤 责任编辑:贡克勤 版式设计:冉晓华

责任校对:张媛 封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷(北京双新装订有限公司装订)

2007年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15.25印张·374千字

标准书号:ISBN 978-7-111-21768-8

定价:24.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379711

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是电子、电气、信息类专业本科生从事电工电子实践环节学习的入门教材,是按照“厚基础、强能力、宽口径、强适应”的电类大平台课程培养要求编写的。本书以基本实验知识和基本实验理论的讲授为基础,以硬件实验项目为载体,以综合实训项目为强化手段,重点放在训练学生的基本实验技能,树立工程观念,培养基本工程素质。本书的特色如下:

(1) 突出基本实验技能的训练。

- 基本电子仪器仪表的使用技能。
- 基本电子元器件的识别与测量技能。
- 基本电参数的测量技能。

(2) 理论与实践紧密结合。本书内容丰富,力求拓展宽广的知识面,同时通过极具代表性的实训作品的制作,达到强化理论知识的掌握、提升学习效果的目的。

(3) 本书的知识点多从工程和应用的角度讲授,较少涉及深层次的相关理论知识,便于自学。

(4) 选用稳压电源、毫伏表和函数信号发生器等典型仪器散件作为实训作品,使学生获得更深刻的工程实践感性认识,在形式上也是一个新的尝试。

本书由以下几部分组成:

- 绪论。介绍本课程的特点,学习的方法及电类实验的基本概况。
- 常用仪器设备的工作原理和使用方法。
- 电压、电流和波形参数等基本电参量的测量方法。
- 常用元器件及集成电路的检测方法。
- 计算机辅助设计软件 Multisim 2001 (增强专业版) 和 Protel 的初步使用。
- 焊接,印制电路板设计、制作。
- 电路调试的基本方法。
- 基本实验项目和综合实训项目。

本书由吕念玲主编,并负责统稿和定稿。第1章(1.5节除外)、第8章由吕念玲编写;第2章、第6章及第7章由甘伟明编写;第3章由刘凤军编写;第5章由许少衡编写;第4章由吕毅恒编写;1.5节由王小璠编写;附录由董俊整理;袁炎成、张颢参与了校对。在本书的编写过程中,华南理工大学电信学院的徐向民教授和吴运昌教授自始至终给予了热情的指导和关心,吴运昌教授还负责审阅了全书。在此,谨向他们致以诚挚的谢意!

由于我们的水平和经验有限,书中难免存在一些不当之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

目 录

前言

第 1 章 绪论 1

- 1.1 本课程开设的目的 1
- 1.2 本课程的特点 2
- 1.3 学习方法与要求 2
- 1.4 预习报告及实验报告的撰写方法和规范 2
- 1.5 关于实验学习小结 3
- 1.6 电工电子实验概述 3
- 1.7 用电常识 5

第 2 章 常用仪器设备介绍 11

- 2.1 常用电子仪器的分类 11
- 2.2 电子仪器的使用常识 11
- 2.3 万用表 14
- 2.4 双路直流稳压电源 19
- 2.5 模拟式和数字式示波器 22
- 2.6 全自动数字交流毫伏表 46
- 2.7 自动失真仪 48
- 2.8 函数信号发生器 51
- 2.9 基于 PC 的虚拟测量仪器 55
- 2.10 集成电路测试仪 72
- 2.11 热转移快速制版机 74

第 3 章 基础测量理论与技术 76

- 3.1 电子测量概述 76
- 3.2 电压测量 78
- 3.3 电流测量 84
- 3.4 基本波形参数的测量 84
- 3.5 电子技术实验的基本操作规程 85
- 3.6 实验数据的读测与分析处理 86

第 4 章 常用元器件识别 92

- 4.1 电阻器和电位器 92
- 4.2 电容器 97
- 4.3 电感器和变压器 101
- 4.4 晶体二极管和晶体管 104
- 4.5 场效应晶体管 115
- 4.6 单结晶体管 (常用特殊器件) 117
- 4.7 电磁式继电器 118

- 4.8 常用集成电路的识别与简单测试 119

- 4.9 片状元器件及 SMT 工艺 123

- 4.10 开关、接插件和保险元件 131

第 5 章 电子设计自动化 (EDA)

教程 136

- 5.1 Multisim 2001 (增强专业版) 简明教程 136

- 5.2 Protel 2004 简明教程 143

第 6 章 电子制作工艺 160

- 6.1 电路读图方法 160
- 6.2 多用插板上的电路插接 162
- 6.3 印制板 (PCB) 的制作 163
- 6.4 印制板上元器件的插装 164
- 6.5 焊接工具、材料与工艺 166
- 6.6 电子产品的装配 172

第 7 章 实验室作业 176

- 7.1 实验一 常用仪器的使用 176
- 7.2 实验二 元器件的识别与测量 178
- 7.3 实验三 测量实践初步 (1) 183
- 7.4 实验四 测量实践初步 (2) 186
- 7.5 实验五 Multisim 2001 电路仿真实验 189
- 7.6 Protel 2004 电路板设计实验 190

第 8 章 综合训练项目 192

- 8.1 光控防盗报警器 192
- 8.2 集成音频功率放大器 193
- 8.3 直流稳压电源 197
- 8.4 函数信号发生器 204
- 8.5 交流毫伏表 211

附录 222

- 附录 A 便携多功能实验箱 222
- 附录 B DLBS—1 型数字逻辑实验箱 223
- 附录 C 一体化电路实验装置 (台) 225
- 附录 D 实验报告参考格式 228
- 附录 E 部分集成电路参数 229

参考文献 237

第 1 章

绪 论

1.1 本课程开设的目的

本课程是电子、电气、信息类专业本科生电工电子实践教学环节的先导课程,同时也是培养电子技术工程实践基本素质的训练课。借本课程,达到以下目的:

(1) 学习实验基础知识和实验基础理论。实验的基础知识和基础理论包括元器件识别、仪器设备的使用方法、电压电流及各种波形的测试方法、故障检测与误差分析理论等,而且包括理论课未能探讨的电路原理分析知识。应用理论知识指导实验,对实验能力的提升将产生重要影响。

(2) 掌握元器件的使用技术。元器件是构成电子电路的基本单元。元器件的基本使用技术主要包括:引脚的正确识别,电气特性和机械特性的了解,安装方法的掌握。对双极型晶体管、场效应晶体管和部分集成电路来说,本课程更多的是从应用和工程的角度讲授,较少涉及相关的理论知识。

(3) 掌握仪器的基本使用方法。侧重对仪器本身特性的应用,如理解仪器的技术指标对仪器性能的影响,掌握面板按键的功能、熟悉仪器使用的操作方法等。这一部分的训练,将贯穿整门课程始终。

(4) 掌握基本电参量的测试方法。了解基本电参量的定义;掌握交、直流电压、电流,信号周期、频率、波形等的测试方法;理解测量方式和方法对测量准确度的影响。为实践环节的综合测试打基础。

(5) 初步掌握数据的记录与整理方法。学习实验范例中数据记录的格式和方法;训练对实验数据进行计算、处理,绘制曲线的基本技能。

(6) 掌握焊接和安装的基本功。通过参与组装和测试完整电子作品的训练,了解电子制作的过程,掌握手工焊接技巧,进一步强化对各种元器件外观和电器特性的认识。

(7) 初步认知计算机仿真软件。学习 Multisim 2001 和 Protel 2004 两种电子技术设计和仿真软件的使用技术,了解计算机仿真技术在现代电子设计过程中的应用。

(8) 初步培养工程观念。通过图形符号与硬件实物的对照、原理图与安装图的对比、标称值与实测值的误差分析等,使学生对工程环境的非理想性有初步的认识;通过验证性实验,分析因元器件参数离散性、计算公式近似性和测试仪器非理想性等因素,导致对测量系统产生的影响,进而理解选择合适的元器件和测试仪器的重要性;通过观察实验现象,对电子电路中因寄生参数(如分布电容、寄生电感等)、外界电磁干扰导致的电路自激,性能受

损等抽象概念有一个感性的认识,进而理解电路的合理布局 and 连接,以及采取去耦和屏蔽措施的重要性。

1.2 本课程的特点

(1) 鉴于本课程是一门先导性的实践课程,所以实验内容较少涉及理论知识,更多的是从应用和工程的角度讲授。

(2) 实验内容主要以硬件设备的操作和各种元器件的测试为主。在学习过程中注意理论与实践相结合,在理论指导下动手实践,才可获得事半功倍的效果。

(3) 实训环节,以仪器类电子产品的安装调试为主。用于实训的硬件材料及主要技术文件均来自生产一线,反映大规模生产的实际,有典型性和代表性。

1.3 学习方法与要求

(1) 做好充分的预习。本书提供了大量的学习材料和素材,在实验前,需认真阅读相关章节奠定理论基础,对有效提高实验的质量和效率,有着重要的作用。

(2) 积极动手参与全过程。本课程的目的和特点决定了它是一门强调动手的课程。在学习过程中要有意识地、主动地培养自己的实际动手能力,不应过分依赖教师的指导,而应尝试独立面对问题和解决问题,才能达到最佳的学习效果。

(3) 注意实践知识与经验的积累。在亲身实践的过程中,能获得许多宝贵的实践知识、经验和体验。建议准备一本“实验知识与经验记录本”,及时记录与总结。这不仅对当前有用,而且可供以后查阅。

1.4 预习报告及实验报告的撰写方法和规范

每次进入实验室前,需要预习相关的实验知识、实验理论和实验内容,并撰写实验预习报告。预习报告内容包括:

- (1) 实验目的(任务)。
- (2) 实验所需的仪器设备及其用途。
- (3) 简述实验原理并绘制实验电路原理图。
- (4) 简述实验步骤并绘制记录实验数据的表格。

实验报告是在预习报告的基础上,补充数据的处理、排除故障说明、结果分析等内容而成。对实验报告的要求是:

- (1) 实验报告用专用实验报告纸书写,并注明实验台号,提交时应整齐装订。
- (2) 实验报告必须具备完整的数据记录和实验结果分析,其他内容可视具体情况添加。
- (3) 实验报告中的电路图需用直尺或绘图工具描画,勿徒手绘制;字体工整,不应有涂改。
- (4) 实验报告中所有的曲线都用同一颜色的笔描绘在坐标纸上。

(5) 实验报告应具备实验现场辅导教师签名的原始记录。

(6) 实验报告分基础性实验报告和设计性实验报告（格式见附录D）两类，根据不同的实验类型按照规定的格式撰写。

(7) 实验报告通常要求在下次来实验室进行实验时提交。

1.5 关于实验学习小结

按课程的需要，不定期要求学生做实验学习阶段小结或整个学习过程的总结。总结约300字，旨在总结前一阶段实验学习的经验和收获，找出存在问题，以便有针对性地进行学习，同时欢迎学生对教师教学工作提出意见和建议。

1.6 电工电子实验概述

1. 电工电子实验研究的任务 电工电子实验研究的对象是由各种电子元器件连接而成的各种功能电路和系统。实验研究的基本任务包括：

电路分析——用实验的方法分析各种功能电路的特性。

电路设计——在特定的技术指标要求下，设计各种功能电路，用实验方法进行分析、修正，使之达到所规定的技术指标。

2. 电工电子实验课的内容 从电子产品设计到成品的各种实用技术都是电工电子实验课的内容，如元器件测试和鉴别、仪器使用、工程设计、电路组装、电路工艺、电路测量、测试、维修、屏蔽、接地以及实验数据采集、处理等，而且每一项技术都包含着丰富的内容。电工电子实验教学内容通常划分为基础实验、设计实验、综合实验及仿真实验几个层次。

(1) 基础实验教学。以验证实验为主，可使学生掌握器件的性能、电子电路基本原理及基本的实验方法，从而验证理论并发现理论知识在实际应用中的局限性，培养学生从枯燥的实验数据中总结规律、发现问题的能力。

(2) 设计实验教学。可提高学生对基础知识、基本实验技能的运用能力，掌握电路参数及电子电路的内在规律，真正理解电路参数“量”的差别和工作“状态”的差别。

(3) 综合实验教学。可提高学生对单元功能电路的理解，了解各功能电路间的相互影响，掌握各功能电路之间参数的衔接和匹配关系，以及模拟电路和数字电路之间的结合，可提高学生综合运用知识的能力。

(4) 仿真实验教学。使学生掌握电子电路现代化设计方法，各种软件应用技能的学习通常融合在具体的实验项目中。

3. 实验装置简介

(1) 一体化实验台。是集实验桌、功能电路模块、甚至测试仪器设备于一体的台式实验装置。一体化电路实验装置如图1-1所示，详细资料请参阅附录C。

(2) 实验箱。将常用元器件、集成电路及多用插板固定在底座上，用连接线可随意组成功能电路的实验装置。数字电路实验箱如图1-2所示，详细资料请参阅附录B。

(3) 便携实验箱。便携实验箱如图1-3所示。内置多用插板，可用于搭接任何低频电子

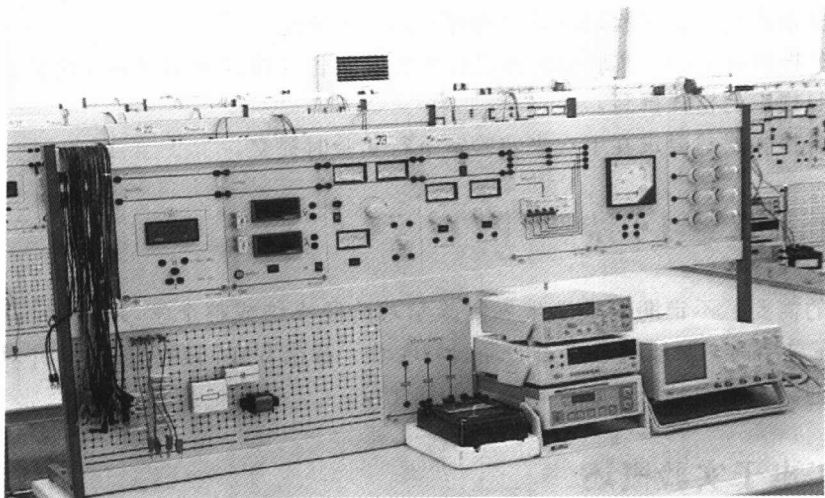


图 1-1 一体化电路实验装置

电路；与便携实验仪器配合，在任何地方均可构建电子电路的安装、调试环境。详细资料请参阅附录 A。

(4) 实验电路板。实验电路板上装置一定功能电路，有接线端子，便于实验过程中保证实验板与仪器设备的紧密连接；在电路的重要测试点上，除有醒目标识外，还特别装有接线柱或接线钩，方便鳄鱼夹或探头的接入。常用的实验电路板如图 1.4 所示。

4. 实验课流程 实验课授课方式分为集中实验方式和开放实验方式。

集中实验方式流程是预习、集中进行实验、提交报告，常用于基础和强电实验课。

开放实验教学方式主要包括以下几个环节：

- (1) 自选实验课题。
- (2) 借助网络资源进行课外预习和答疑。
- (3) 借助仿真工具进行实验方案的论证。
- (4) 使用便携实验装置，在课外进行电路硬件的连接与预调试，或预约进入实验室进行调试。
- (5) 集中验收。
- (6) 提交报告。

开放实验通常只在验收阶段集中在实验室进行，其他环节均可在实验室外进行，在实验内容、元器件、装置、时间上都是开放的。开放实验流程可用图 1-5 描述。

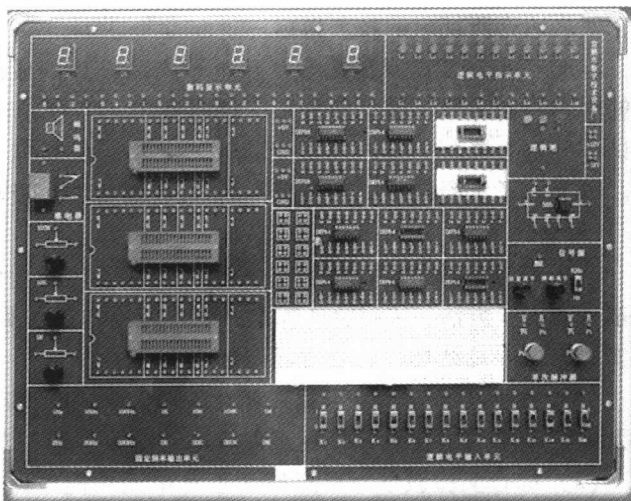


图 1-2 数字电路实验箱

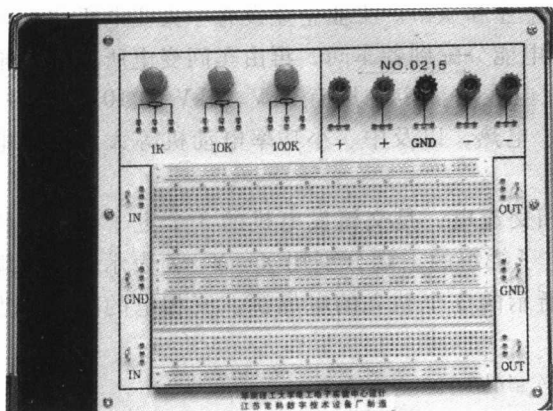


图 1-3 便携实验箱

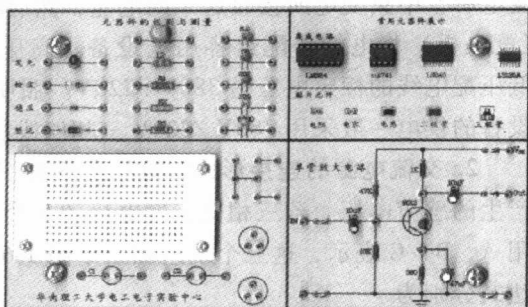


图 1-4 实验电路板

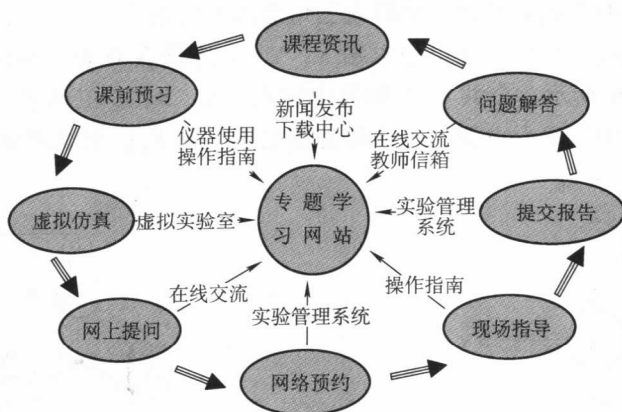


图 1-5 开放实验流程

1.7 用电常识

1. 发电、输电及配电 按照发电时所用能源的不同，发电可分为水力发电、火力发电、风力发电、核子能发电、太阳能发电及沼气发电等几种。使用最多的是水力发电和火力发电，核电站在近 30 年来得到快速发展。

各种发电厂使用的发电机基本上都是三相同步发电机。发电机由定子和转子两个部分组成，定子由机座、铁心和三相绕组等部分组成。同步发电机的定子常称为电枢，同步发电机的转子是磁极，有显极和隐极两种。

三相同步发电机的电压等级有 400V/230V 和 3.15、6.3、10.5、13.8、15.75 及 18kV 等多种。

发电厂一般建在煤或水资源丰富的地区，距离用电地区少则几十千米，多则几千千米。所以发电厂产生的电能要经高压输电线送到用电地区，然后经变电所降压后再分配给各用户。电能借助电力网从发电厂输送到用户，发电厂、电力网及用户所组成的一个整体，称为电力系统。

变电所将输电线末端的电能分配给各工业企业和城市。工业企业设有中央变电所和车间变电所，中央变电所接收送来的电能，然后将电能分配到各车间，再由车间变电所或配电箱（配电板）将电能分配给各用电设备。高压配电线的额定电压有 3kV、6kV 和 10kV 三种，低压配电线的额定电压是 380V/220V。照明、电热，以及中、小功率电动机等大部分用电设备的供电一般采用 380V/220V 三相四线制。

2. 交流电源的连接形式 电厂所发的三相交流电，是交流发电机的 3 个定子绕组旋转产生的感应电压。若三相交流发电机的 3 个定子绕组的末端分别用 X、Y、Z 表示，而首端用 A、B、C 表示，这三个绕组相当于图 1-6 所示的 3 个独立的电压源。三相电的瞬时值表达式分别为

$$\begin{aligned}v_A &= V_m \sin \omega t \\v_B &= V_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\v_C &= V_m \sin(\omega t + 120^\circ)\end{aligned}$$

通常把三相电源的三相绕组接成星形或三角形向外供电。

(1) 把三相发电机三个定子绕组的末端 X、Y、Z 连接在 O 点，构成星形联结。三相电源的星形联结如图 1-7 所示。公共点 O 称为中性点，A、B、C 三端将三相电能送到三根称为相线的输电线。图中，每个电源的电压称为相电压，如 V_A ；相线之间的电压称为线电压，如 V_{AB} 。显然 $V_{AB} = V_A - V_B$

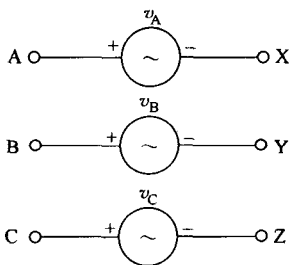


图 1-6 3 个独立的电压源

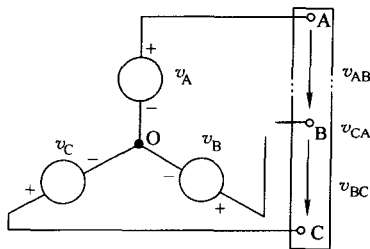


图 1-7 三相电源的星形联结

(2) 将一相定子绕组的始端与另一相绕组的末端相连，再从 A、B、C 引出 3 根相线，构成三角形联结。三相电源的三角形联结如图 1-8 所示。这种接法没有中性线，线电压即等于相电压。闭合回路中三组相电压之和恒为零。

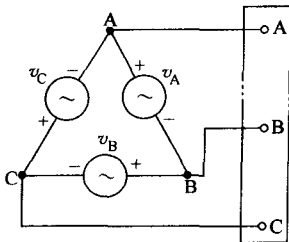


图 1-8 三相电源的三角形联结

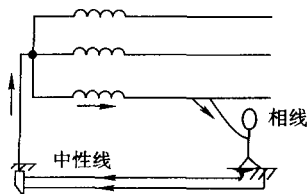


图 1-9 电源中性点接地的单相触电

3. 触电方式 了解各种触电事故的成因，加强自我保护意识。

(1) 接触正常带电体。

1) 电源中性点接地的单相触电。如图 1-9 所示，这时人体处于相电压之下（220V），危

险性较大。如果人体与地面绝缘较好,则可以大大减小危险。

2) 电源中性点不接地的单相触电。如图 1-10 所示,这种触电也有危险。导线与地面间的绝缘可能不良(对地绝缘电阻为 R),甚至有一相接地,这时人体内有电流流过。还有导线与地面间构成的电容也形成电流通路。

3) 两相触电。这种触电最危险,因为人体处于线电压之下(380V),如图 1-11 所示。不过这种情况不多见。

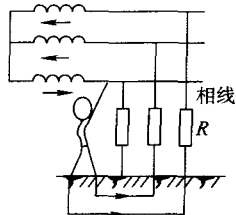


图1-10 电源中性点不接地的单相触电

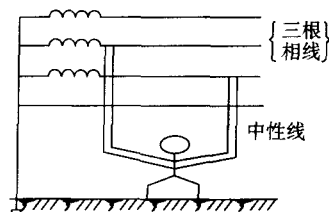


图 1-11 两相触电

(2) 接触正常不带电的金属体。大多数触电事故属于这种情形。例如:电机的外壳本来是不带电的,但其绕组绝缘损坏而与外壳相接触,外壳因此而带电,人手一旦触及外壳,相当于单相触电。为了防止这种触电事故,常采用保护接地和保护接零的安全技术措施。

4. 保护接地和保护接零 电源中性点不接地的三相三线制低压系统中,用电设备的金属外壳通过接地装置与大地作良好的导电连接,构成 IT 系统,这种保护措施常称为保护接地,IT 系统如图 1-12 所示。接地装置是由埋入地下的接地体和将接地体引出的接地线组成。接地装置的电阻称为接地电阻,在 380V 的低压供电系统中,一般要求接地电阻不超过 4Ω 。

电源中性点直接接地的三相四线制供电系统中,将用电设备的金属外壳与系统的中性线可靠连接,构成 TN 系统,这种保护措施常称为保护接零。TN 系统如图 1-13 所示。

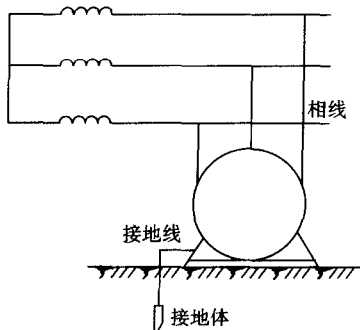


图 1-12 IT 系统

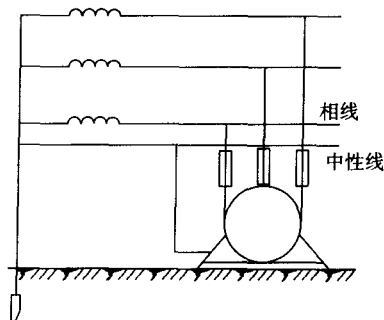


图 1-13 TN 系统

在中性点直接接地的系统中,除采用保护接零外,还要采用重复接地,就是将中性线相隔一定距离多处进行接地,这样可防止保护接零装置中因中性线断线而引起的触电事故。保护接地、保护接零和重复接地如图 1-14 所示。

实施保护接零时应注意:从电源中性点引出两根中性线,一为工作中性线,用 N 表示;另一为保护接地线,用 PE 表示。进入室内的中性线已经过熔丝,不能用作保护接地线。否则当熔丝熔断后,保护接地线将失去保护作用。保护接地线供保护接零用,正常工作时是没有电流流过的,只是在发生设备漏电或一相碰壳时才有故障电流通过。正确的做法是:从建

筑物的电源入线箱中的保护接地线（不经过熔丝）直接引出一条保护接零专用线，然后分支到各用户，绝不能与中性线混用，中性线可以经过用户熔丝。中性线与保护接地线如图 1-15 所示。

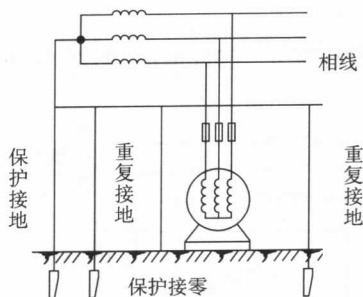


图 1-14 保护接地、保护接零和重复接地

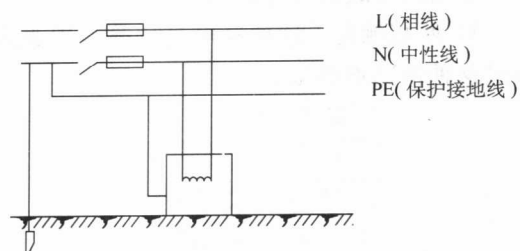


图 1-15 中性线与保护接地线

日常用的“三孔插座”中标有接地符号的插眼，其作用就是保护接零。一些电器的外壳或电源插头上注有接地符号的标志，不能为了方便，掰掉该端，插到两孔插座上。这样做十分危险，这些电器一旦漏电，本来通过这根地线流向大地的绝大部分漏电电流，将全部通过人体流向大地，对人的生命构成威胁。三孔插座的正确接法是将插座上接中性（零）线的孔与接地的孔分别用导线并联到中性线上。三孔插座的连接如图 1-16 所示。

5. 开关保护电器

(1) 低压断路器。低压断路器相当于刀开关、熔断器、热继电器、过电流继电器、欠电压继电器的组合。低压断路器是在电路中出现过载、短路、低压等情况时，能自动切断电路的电器。一般用于不经常接通和切断电路的场合。低压断路器外形如图 1-17 所示。

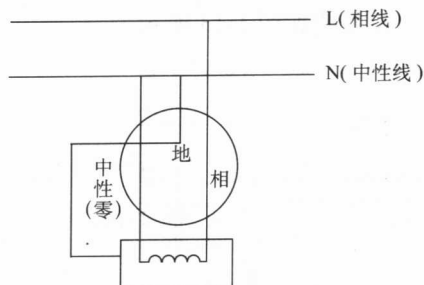


图 1-16 三孔插座的连接

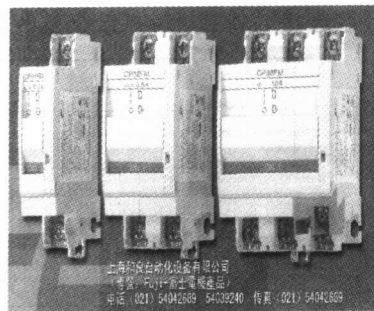


图 1-17 低压断路器外形

(2) 漏电保护装置。漏电断路器用于低压供电系统防止直接和间接接触的单线触电事故，同时还能起到防止漏电引起的火灾和监测或排除各种一相接地故障。

漏电断路器的特点，是在检测与判断到触电或漏电故障时，故障电流作用于自动开关，若该电流超过预定值，便会使开关自动断开，从而自动切断故障电路。按保护功能分类，漏电断路器有两种：一种是带过电流保护的，它不仅具有漏电保护功能，还有过载和短路保护功能；另一种是不带过电流保护的，它只具有漏电保护功能。

我国生产的漏电断路器适用于 50Hz、额定电压为 380V/220V、额定电流为 6~250A 的低压供电系统和用电设备。选用漏电断路器时，应使其额定电压和电流与被保护的电路或设

备相适应。

漏电断路器还有漏电动作电流和漏电动作时间两个主要参数。漏电动作电流是在规定条件下开关动作的故障电流值,该值越小,灵敏度越高。漏电动作时间是从故障电流达到上述数据时起,到开关动作切断供电电路为止的时间。按动作时间的不同,漏电断路器分为快速型和延时型。如果漏电断路器是用于人身保护,应选用漏电动作电流为30mA以下,漏电动作时间为0.1s以下的漏电断路器;如果漏电断路器是用于线路保护与防火,应选用漏电动作电流为50~100mA的漏电断路器,漏电动作时间可延长到0.2~0.4s。漏电断路器还有二极、三极和四极之分。漏电断路器外形如图1-18所示。单相电路和单相负载选用二极漏电断路器;仅带三相负载的三相电路可选用三极或四极漏电断路器;动力与照明合用的三相四线制电路或三相照明电路必须选用四极漏电断路器。

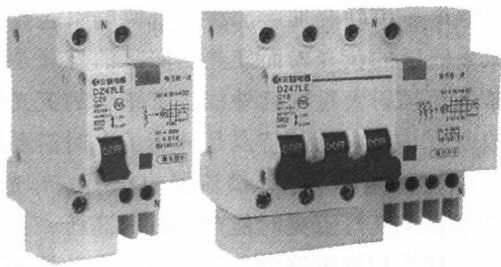


图 1-18 漏电断路器外形

6. 电工安全用具 低压试电笔是常用电工安全检测工具,用于检测低压线路或设备上是否带电。试电笔由笔尖工作触头、氖管、电阻(5MΩ左右)、弹簧和握柄等部分组成。试电笔结构如图1-19所示。

试电笔的工作过程:当试电笔接触相线时,电流通过试电笔、人体、大地、电源接地线回到电源,形成回路,使氖管发光。而当试电笔接触中性线(或地线)时,因回路中没有电动势,所以氖管不亮。

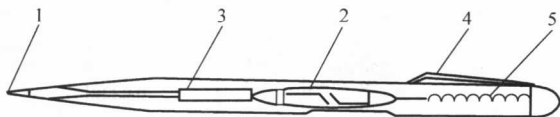


图 1-19 试电笔结构

1—工作触头 2—氖管 3—电阻
4—握柄 5—弹簧

使用试电笔时应手握笔身,大拇指压在笔帽金属体上(注意:千万不能与笔尖金属部分相接触)。此时用笔尖去接触电源开关入线各端或出线各端,若氖管发光,说明测试点“带电”,所测端为相线;若氖管不亮,则说明测试点“不带电”,所测端为中性线(或地线);若入端亮而出端不亮,则说明断路。

7. 电气照明

(1) 荧光灯。荧光灯电路如图1-20所示,由荧光灯灯管、镇流器、辉光启动器及开关组成。

荧光灯工作过程:电路刚接通电源时,电路中没有电流,电源电压全部加在辉光启动器的触点上,氖管中产生辉光放电而发热,触点因此而接通。于是电路中就有电流流过镇流器和灯管两端的灯丝,灯丝加热后便发射电子,此时辉光启动器内辉光放电已停止,双金属片因冷却而收缩,触点分开(为避免辉光启动器两触片断开时产生的火花将触点烧坏,所以将一纸质电容与触点并

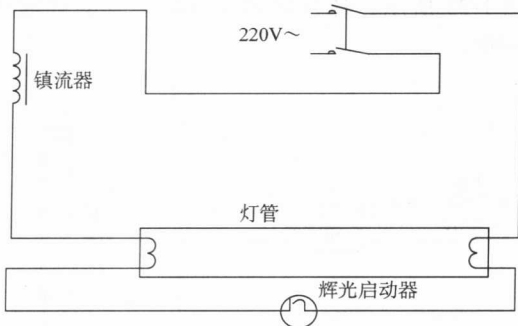


图 1-20 荧光灯电路

联), 使流过镇流器和灯丝的电流中断。在这一瞬间, 镇流器两端产生高的自感电动势, 它和电源电压串联叠加后加在灯管两端引起弧光放电。灯管中水银蒸气被击穿而灯丝发射的电子激发管壁的荧光粉而发光。实际的灯管是根据气体放电原理制成的, 即灯管内的水银蒸气受激发而辐射大量的紫外线, 管壁上的荧光粉在紫外线的照射下辐射白色荧光。荧光灯是一种放电管, 放电管的特点是开始放电时需要较高的电压, 一旦放电后可在较低电压下维持。

(2) 辉光启动器、镇流器的作用。辉光启动器相当于一个自动开关, 灯亮以后可去掉; 镇流器在荧光灯点亮时能产生瞬间高压, 荧光灯正常工作时, 它起着降压限流的作用。

上述荧光灯电路中, 因为辉光启动器频繁跳动, 灯管寿命被大大缩短, 同时镇流器要白白消耗 10W 左右的功率, 且电路的功率因数低, 所以有明显的缺陷。

由于电子镇流器具有节能低耗 (自耗为 1W)、对市电电压要求低、启动速度快 (不用辉光启动器)、功率因数高 (大于 0.9, 甚至接近 1)、灯管寿命长 (延长一倍)、工作时无噪音、省电节能、体积小、重量轻等优点, 因而得到广泛应用。

电子镇流器种类繁多, 但其原理大多是使电路产生高频自激振荡, 通过谐振电路在灯管两端产生高频高压而使灯管点亮。图 1-21 所示为电子镇流器电路。

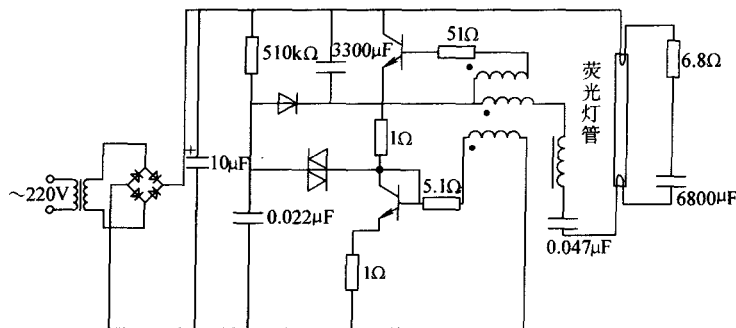


图 1-21 电子镇流器电路

图 1-22 所示为采用电子镇流器的荧光灯接线。

8. 各类调光、调速开关 灯具的调光、风扇的调速电路大部分是采用双向晶闸管, 双向晶闸管适用于交流电路, 电路简单, 可靠性高, 在调光、温控及交流无触点开关电路中应用十分广泛。

普通调光台灯的调光电路主要由双向晶闸管、触发二极管及外围元器件组成。调光电路如图 1-23 所示, 通过调整双向晶闸管的导通角使灯泡两端电压发生变化, 因此灯泡亮度发生变化。

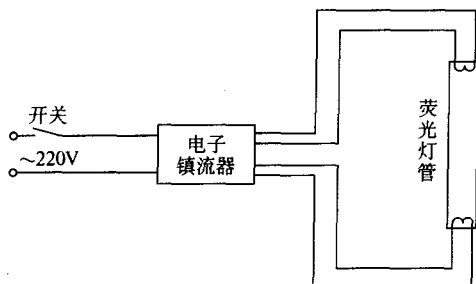


图 1-22 采用电子镇流器的荧光灯接线

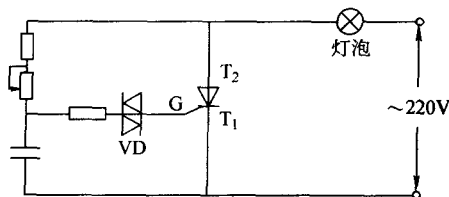


图 1-23 调光电路

第 2 章

常用仪器设备介绍

2.1 常用电子仪器的分类

根据作用和用途不同，常用电子仪器可分为以下几类（见表 2-1）。

表 2-1 常用电子仪器的分类

电子测量仪器类别	举 例
信号源类	各种高低频信号发生器、脉冲信号发生器、函数信号发生器、噪声信号发生器
信号分析仪器类	示波器、频谱分析仪、逻辑分析仪
频率、时间和相位测量仪器类	频率计、相位计、波长表
网络特性测量仪器类	扫频仪、失真度测量仪、阻抗测试仪、网络特性分析仪
电子元器件测试仪器类	RLC 测试仪、晶体管特性图示仪、集成电路测试仪
电波特性测试仪器类	测试接收机
辅助仪器类	放大器、衰减器、检波器、滤波器及交直流电源

2.2 电子仪器的使用常识

2.2.1 仪器使用说明书

各种电子仪器都具有不同的技术特性，即使功能相似的仪器，其工作原理与结构也有很大的不同，只有在其技术性能允许的范围内使用，才能得到正确的测试结果，因此选用仪器前必须了解仪器的主要技术指标，如信号频率范围或适用的频带宽度、最大输出电压或功率、允许的输入信号最大幅度以及其输入/输出阻抗等。

改用不熟悉或不用过的仪器时，必须详细阅读仪器的使用说明书，根据说明书了解仪器的性能和使用方法，这样可以对仪器的技术特性有一个较为完整和清楚的认识，达到正确选用仪器的目的。

仪器使用说明书是了解仪器性能指标、正确使用仪器的依据，是校准仪器，维护与修理仪器必须使用的详细可靠的资料。仪器使用说明书主要包括以下内容：

- (1) 概述。概述部分主要介绍仪器的性能、用途和特点。
- (2) 仪器的主要技术指标。仪器的主要技术指标包括量程、工作频率范围、输入阻抗、

灵敏度、在某种工作环境下能够连续工作的时间、测试误差范围等。这些指标是选择仪器的主要依据。

(3) 面板布局图。面板布局图介绍仪器各部件的外形和它们在面板上的位置。

(4) 仪器工作原理。这部分介绍仪器电路构成原理和主要特殊电路的工作原理。一般用框图表示,并附有文字说明。通过分析仪器工作原理,可进一步了解仪器的性能与使用方法。

(5) 使用方法。这部分介绍仪器每个控制部件的用途和使用方法,以及在使用过程中必须遵循的操作步骤。部分仪器使用说明书还介绍读取、求解、计算有关数据的方法。这部分是说明书的重要内容之一。若不按要求的方法进行操作,则不能得到正确的实验结果,甚至会损坏仪器。

(6) 注意事项。根据仪器的特点,提供有关保证测量精确度、保障仪器安全和维护仪器的要点,强调仪器的使用条件,指出操作过程中容易忽视的问题。这一部分内容应予以足够的重视。

(7) 调试、校准方法。为保持仪器的测量精确度,有关仪器在使用前或在使用一段时间后或在维修仪器之后应遵循一定的操作方法与步骤对仪器有关部件进行必要的调整。

(8) 电路原理图。电路原理图介绍仪器各部分电路的组成,是分析、维护和修理仪器的主要资料。

(9) 故障维修法。这部分介绍仪器可能出现的故障现象、判断方法及处理措施。有的还附有所有元器件的技术参数和电路中一些测试点的电压数值或电压波形。

(10) 仪器的附件和元器件清单。

2.2.2 仪器的选用原则

通过对仪器说明书的阅读,掌握了仪器的性能指标,测量时就可以根据测量原理和测量方法,待测电量的情况和测量精度要求,合理选用仪器和正确使用仪器。通常选择仪器要考虑的问题主要有以下几种:

(1) 量程。所选择仪器的量程范围应大于待测量信号的范围。

(2) 幅度。所选择仪器的幅度应满足待测量电路所需信号幅度的要求。

(3) 频率范围。所选择仪器的频率范围应大于待测量电路的频带宽度。

(4) 输入阻抗。所选择仪器的输入阻抗在所有量程范围内应足够高,如果输入阻抗不是常数,其数值变化应在允许的范围内。

其次还有仪器的准确度、稳定度、使用环境、抗干扰能力、可靠性等。当然,实际选用仪器时,不一定要考虑上述全部因素,在电子测量时应根据测量目的有针对性的考虑。

2.2.3 仪器使用的注意事项

按上面所述的规则选好仪器后,就要真正掌握和正确使用仪器,才能够减小实验误差,取得正确的结果。使用仪器测量时应注意以下几个问题:

1. 正确选择测量仪器的功能和量程 在使用仪器对电路进行测量前,必须根据不同的测试对象,将仪器面板上各种控制旋钮调整到合适的功能和量程挡位,一般选择量程时应先置于高档位,然后根据指针偏转的角度逐步将挡位降至合适位置,并尽量使指针的偏移在满