

电工 与电子技术实训

DIANGONG YU DIANZI JISHU
SHIXUN

主 编 蒋力立 彭 端

参 编 李水峰 曾思明 陈灵敏 梁远博 陈 安 杜宇上



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

电工 与电子技术实训

DIANGONG YU DIANZI JISHU
SHIXUN

主 编 蒋力立 彭 端

参 编 李水峰 曾思明 陈灵敏 梁远博 陈 安 杜宇上



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工与电子技术实训 / 蒋力立, 彭端主编. —武汉: 武汉大学出版社, 2013. 7

ISBN 978 - 7 - 307 - 11019 - 9

I. ①电… II. ①蒋… ②彭… III. ①电工技术—高等学校—教材 ②电子技术—高等学校—教材 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 119150 号

责任编辑: 林 莉

责任校对: 黄星亮

版式设计: 王 勇

出版: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn; 网址: www.wdp.com.cn)

发行: 广州西河教育信息咨询有限公司 (510640 广州 天河迎龙大道 195 号商住楼 E-412)

(电话: 020-87048186; 电子邮件: 1973139506@qq.com)

印刷: 广州市怡升印刷有限公司

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 8.5

字数: 206 千字

版次: 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 307 - 11019 - 9 定价: 16.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购买我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

本书是按照普通高等院校电工电子技术实训课程教学的基本要求和培养目标,针对强化学生实践能力和创新能力培养的改革要求,结合一线教师的教学实践经验编写而成的。

本书内容注重实际要求的多样性和实用性,让学生通过参与整体工程(或装置或系统)的调试、性能测定、验收和故障排除等具有工程含义的活动,学习基本的操作技能,经过规范、系统的培养与训练,培养学生的自学能力、分析能力、创新能力和运用理论知识解决实际问题的工程实践能力与综合能力,树立正确的科学观念与科学态度。

全书分为四部分:第一部分介绍安全用电常识,第二部分介绍照明电路,第三部分介绍电机与控制,第四部分介绍电子工艺。

本书由蒋力立、彭端主编,蒋力立编写了教程的第1章和第10章,彭端统筹、指导教程的编写,并审阅了全文;参与教程编写的教师还有陈安、李水峰、曾思明、陈灵敏、梁远博、杜宇上。其中,陈安编写安全用电常识、第9章及第11章,李水峰编写第2~3章,曾思明编写第4~5章,陈灵敏编写第6~7章,梁远博编写第8章,杜宇上编写第12章。

本书在编写过程中参考了许多国内外公开出版的文献资料及相关课件等,并在书中直接引用了其中的一些图片、数据、表格等内容,在此向原著作者表示敬意和感谢。

本书在编写过程中得到了许多一线教师的大力支持,他们总结多年的实践教学经验,提供了许多实践教学资料,并提出了许多宝贵意见,在此一并致以衷心的感谢。

编者

2013年4月

目 录

第一部分 安全用电常识

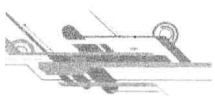
安全用电常识·····	3
-------------	---

第二部分 照明电路

第1章 常用电工工具·····	7
1.1 电工钳·····	7
1.2 螺丝刀·····	8
1.3 电工刀·····	9
1.4 低压验电器·····	9
第2章 三基色荧光灯电路·····	10
2.1 三基色荧光灯·····	10
2.2 开关·····	10
2.3 接线端子·····	11
2.4 插头·····	13
2.5 三基色荧光灯的双开关控制线路安装·····	14
第3章 日光灯电路·····	17
3.1 日光灯管·····	17
3.2 电子镇流器·····	17
3.3 日光灯电路组装·····	18

第三部分 电机与控制

第4章 三相异步电动机点动与连续转动电路·····	23
4.1 熔断器的结构与类型·····	23
4.2 主令电器·····	24
4.3 交流接触器·····	25
4.4 热继电器·····	27
4.5 三相异步电动机·····	28
4.6 三相异步电动机点动与连续转动电路安装·····	31
第5章 三相异步电动机降压启动电路·····	34
5.1 时间继电器·····	34
5.2 三相异步电动机减压启动电路安装·····	35



第四部分 电子工艺

第6章 电子焊接技术	41
6.1 焊接基础知识	41
6.2 焊接工具与材料	42
6.3 印刷电路板	47
6.4 手工焊接工艺	50
6.5 自动焊接	58
6.6 电子焊接技术的发展	60
第7章 电子装联	62
7.1 电子装联技术概述	62
7.2 表面安装技术 SMT	64
第8章 焊接训练	69
8.1 电阻器	69
8.2 电容器	71
8.3 二极管	73
8.4 三极管	77
8.5 流水灯电路的焊接	79
第9章 整流、稳压电路	83
9.1 三端集成稳压器	83
9.2 稳压电路的组装	85
9.3 双路输出可调直流稳压电路	86
第10章 FM收音机	88
10.1 电感器	88
10.2 集成电路	88
10.3 轻触开关	89
10.4 喇叭	89
10.5 FM收音机的组装与调试	90
第11章 机器猫	100
11.1 传感器及机器猫工作原理	100
11.2 机器猫的焊接流程	102
第12章 Altium Designer 电路图制作	106
12.1 绘制原理图	106
12.2 绘制 PCB	112
12.3 警铃电路原理图制作	118
12.4 警铃电路 PCB 设计	123
参考文献	129

第一部分 安全用电常识

安全用电常识

为了人身与仪器设备安全，保证实训的顺利进行，进入实训室后要遵守相关的规章制度和安全规则。

1. 人身安全

(1) 实训时不允许赤脚，不能穿拖鞋进入实训室，不用潮湿的手接触电器，实训台面不放水杯或饮料瓶等。

(2) 各种仪器设备应有良好的接线地，通过强电装置的连接导线应有良好的绝缘外套，芯线不得外露，杜绝使用绝缘不良的导线。

(3) 电源裸露部分应有绝缘装置（例如电线接头处应裹上绝缘胶布）。实训时，应先连接好电路后才接通电源；实训结束时，先切断电源再拆线路。修理或安装电器时，应先切断电源。

(4) 测量较高电压时，通常采用单手操作（用万用表测量时，万用表不要拿在手中，要放在实训台面的合适位置，先将一只表笔可靠放置一个测量点，再单手拿另一只表笔碰触另一测量点）；读取数据时，保持站立，不可带电随意搬动电表（接线前应先合理摆放好各仪表，以方便读数）。

(5) 使用电烙铁时，注意保持环境通风。

(6) 万一发生触电事故时，应迅速切断电源，使触电者迅速脱离电源，并采取必要的急救措施。

2. 工具、仪器及器件安全

(1) 使用仪器前，应认真阅读使用说明书，掌握仪器的使用方法和注意事项。

(2) 使用仪器时，应按照要求正确接线。操作仪器面板上的开关（或旋钮）时，切忌用力过猛。仪器使用完毕，应将面板上各旋钮、开关置于合适的位置，如将万用表功能开关旋至“OFF”位置等。

(3) 了解各类工具的应用场合，按规范操作各类工具。

(4) 实训过程中，当嗅到焦味、见到冒烟和火花、听到“噼啪”响声、感到设备过热及出现保险丝熔断等异常现象时，应立即切断电源，在故障未排除前不得再次开机。



3. 学生实训规则

- (1) 凡进入实训室的学生，必须严格遵守实训室的各项规章制度。
- (2) 实训前必须接受安全教育，认真做好预习准备，未作预习或无故迟到者，教师有权停止其实训。
- (3) 进入实训室应衣着整洁，不穿拖鞋背心进入实训室；遵守实训纪律，保持实训室内的安静，不随便串走，禁止喧哗、打闹；注意维护实训室整洁，不带食品饮料进入实训室，不乱丢废弃物。
- (4) 服从指导教师安排，在指定场地和工位上进行实训操作。严禁吸烟，不得做与实训无关的事。
- (5) 按时、按规定位置实训；正确、规范使用工具及仪器设备，独立完成实训项目，能自行发现并排除一般性的实训故障；遵守实训操作规程，自觉培养严谨、求实的科学作风。
- (6) 学生在实训期间必须严格遵守实训时间安排和学院有关请假制度，不得迟到、早退和旷课。
- (7) 注意设备操作规程及安全用电，不得擅自操作。未经允许，严禁操作电气开关，以防发生伤害事故或造成经济损失。
- (8) 仪器设备如发生故障，应马上报告当值教师及时处理。
- (9) 每次实训完毕，需将仪器设备、实训工具及实训场地等按原样进行整理，经教师同意后离场。

第二部分 照明电路

第1章 常用电工工具

电工常用工具是指一般专业电工经常使用的工具，电工常用工具有尖嘴钳、钢丝钳、剥线钳、螺丝刀、电笔、电工刀等。

1.1 电工钳

电工钳是一种用于夹持、固定加工工件或者扭转、弯曲、剪断金属丝线的手工工具。钳子的外形呈 V 形，通常包括手柄、钳腮和钳嘴三个部分。钳嘴的形式很多，常见的有尖嘴、平嘴、扁嘴、圆嘴、弯嘴等样式，可满足对不同外形工件的作业需要。使用电工钳时，刀口应转向自己面部。钳头不可代替锤子作为敲打工具使用。常用的电工钳有尖嘴钳、钢丝钳、剥线钳、斜口钳等。

1.1.1 钢丝钳

钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成，钳头包括钳口、齿口、刀口和侧口四部分。其结构和用途如图 1.1 所示。其中钳口可用来钳夹和弯绞导线；齿口可代替扳手来拧小型螺母；刀口可用来剪切电线、掀拔铁钉；侧口可用来侧切钢丝等硬金属丝。

钢丝钳柄部一般装有耐压 500V 的塑料绝缘套，可适用于 500 伏以下的带电作业。使用时，应注意保护绝缘套管，以免划伤失去绝缘作用。

不可将钢丝钳当锤使用，以免刃口错位、转动轴失灵，影响正常使用。

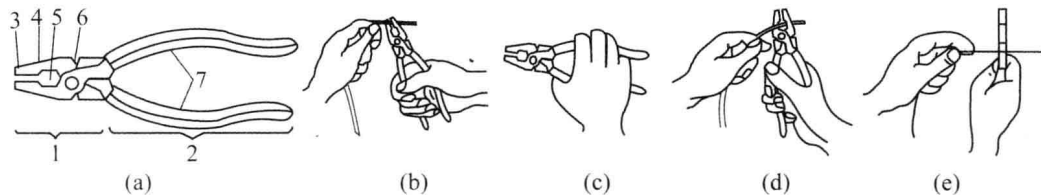


图 1.1 钢丝钳的结构和用途

(a) 结构；(b) 弯绞导线；(c) 紧固螺母；(d) 剪切导线；(e) 侧切钢丝
1—钳头；2—钳柄；3—钳口；4—齿口；5—刀口；6—侧口；7—绝缘套

1.1.2 尖嘴钳

尖嘴钳由尖头、刀口和钳柄组成。尖嘴钳的头部尖细，适用于在狭小的空间操作或带电操作低压电器设备，其外形如图 1.2 所示。钳头用于夹持较小螺钉、垫圈、导线和把导线端头弯曲成所需形状，小刀口用于剪断细小的导线、金属丝等。



1.1.3 剥线钳

剥线钳由刀口、压线口和钳柄组成，其外形如图 1.3 所示。剥线钳用于剥除线芯截面为 6mm^2 以下塑料、橡胶绝缘电线、电缆芯线的绝缘层。剥线钳的刀口有 $0.5 \sim 3\text{mm}$ 的多个直径的切口，以适应不同规格的线芯剥离。在使用时注意将导线放在大于线芯直径的切口上切削，以免切伤线芯。使用方法是：将待剥皮的线头置于钳头的刀口中，用手将两钳柄一捏，压紧剥线钳，刀刃切入绝缘层内，然后一松，夹爪抓住导线，拉出剥下的绝缘层，绝缘皮便与芯线脱开。

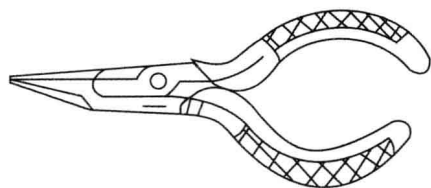


图 1.2 尖嘴钳

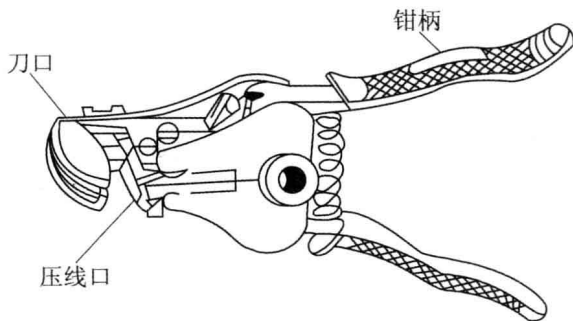


图 1.3 剥线钳

1.1.4 斜嘴钳

用途：剪切中等硬度以下的金属丝。

用于切断金属丝，平口斜嘴钳适宜在凹下的工作空间中使用。

1.2 螺丝刀

螺丝刀又称起子、改锥或螺丝旋等，由刀头和柄组成，是用来紧固或拆卸螺钉的常用工具。按头部形状的不同，常用螺丝刀的式样和规格有一字形和十字形两种，分别用于旋动头部为横槽或十字形槽的螺钉，如图 1.4 所示。使用时，手紧握柄，用力顶住，使刀紧压在螺钉上，以顺时针的方向旋转为上紧，逆时针为下卸。

注意拧螺钉时，应选择合适的螺钉批，规格过大或过小都会拧坏螺钉。

严禁将普通螺丝刀用于带电作业。

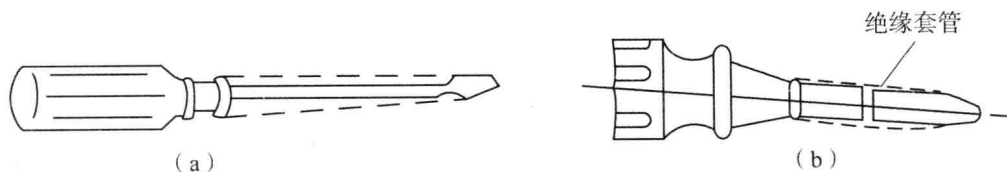


图 1.4 螺丝刀

1.3 电工刀

电工刀是一种常用的切削工具，主要用于剖削导线绝缘层、绳索、木桩及软性金属。普通的电工刀由刀片、刀刃、刀把、刀挂等构成。使用时，刀口应向外剖削；用毕后，应随即将刀身折进刀柄。电工刀的刀口应在单面上磨出呈圆弧状的刃口，在剖削绝缘导线的绝缘层时，必须使圆弧状刀面贴在导线上进行切割，这样刀口就不易损伤线芯。电工刀的刀柄不是用绝缘材料制成的，所以不能在带电导线或器材上剖削，以防触电。同时，注意保护好电工刀的刀尖，避免在过硬物体上划损或碰缺，应经常保持刀口的锋利。

电工刀的结构如图 1.5 所示。

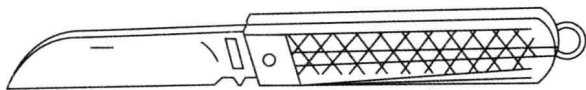


图 1.5 电工刀

1.4 低压验电器

低压验电器又称试电笔，简称电笔，是检验导线、电器和电气设备外壳是否对地带有较高电压的辅助安全工具，它能检查低压线路和电气设备外壳是否带电。常用的试电笔外形有钢笔式、旋具式和采用微型晶体管作机芯、用发光二极管作显示的新型数字显示感应测电器。图 1.6 为钢笔式低压验电器，由笔尖、电阻、氖管、弹簧和笔身等组成。

当用电笔测试带电体时，带电体经电笔、人体到大地形成通电回路，只要带电体与大地之间的电位差超过一定的数值，电笔中的氖泡就能发出红色的辉光。使用时，手应触及后端金属部分，如图 1.7 所示。使用前，务必先在正常电源上验证氖管能否正常发光，以确认测电笔验电可靠。使用时，手应与笔尾的金属体相接触。由于氖管发光微弱，在明亮的光线下测试时，应当避光检测。

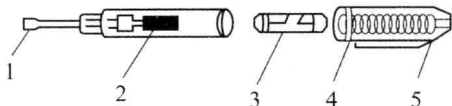


图 1.6 低压验电器图

1—笔尖；2—电阻；3—氖管；4—弹簧；5—笔身金属体

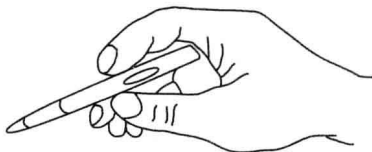


图 1.7 低压验电器的使用

电笔的金属探头多制成螺丝刀形状，它只能承受很小的扭矩，使用时应特别注意，以防损坏。测电笔的测电压范围为 $60 \sim 500\text{V}$ （严禁测高压电）。



第 2 章 三基色荧光灯电路

2.1 三基色荧光灯

按气体放电的性质来划分, 荧光灯有两种类型, 即热阴极弧光放电型和冷阴极辉光放电型。常见的荧光灯包括目前广为流行的各种节能型紧凑荧光灯, 都属于热阴极弧光放电型荧光灯。稀土三基色紧凑型荧光灯俗称节能灯, 诞生于 20 世纪 70 年代荷兰的飞利浦公司。紧凑型荧光灯是指将荧光灯与镇流器(安定器)组合成一个整体的照明设备。三基色荧光灯是由蓝、绿、红谱带区域发光的三种稀土荧光粉制成的荧光灯。

紧凑型荧光灯大体可分为两大类: 一类是将灯头、镇流器和灯管合为一体的、不可拆卸的紧凑型荧光灯, 国家标准称之为自镇流荧光灯(电子节能灯)。自镇流荧光灯自带镇流器、启动器等全套控制电路, 电路一般是封闭在一个外壳里, 灯组件中的控制电路以高频电子镇流器为主, 并装有螺旋式灯头或者插口式灯头, 可直接安装在标准的白炽灯的灯座上面, 直接替换白炽灯, 使用比较方便。另一类是带有插脚式灯头的单端荧光灯, 它不能直接与市电连接使用, 需要配合带镇流器的灯具和半灯具使用, 这种半灯具类似于自镇流荧光灯, 但其灯管和带镇流器的灯头部分是可以拆卸的, 如果灯管坏了, 只要单独更换灯管就可以继续使用。图 2.1 列举了常见类型的紧凑型荧光灯。

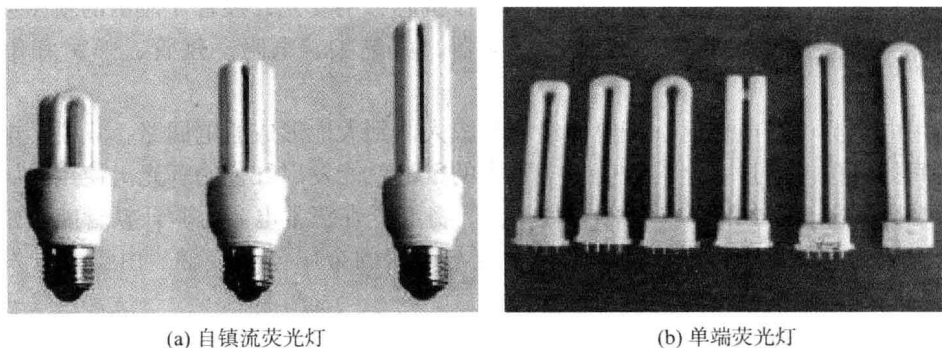


图 2.1 常见类型的紧凑型荧光灯

2.2 开关

开关是用来接通和断开电路的元件, 而且还有主动预防电气火灾的功能。开关应用在各种电子设备、家用电器中。图 2.2 给出了一些常见类型的开关。

开关按用途可以分为波动开关、波段开关、录放开关、电源开关、预选开关、限位开关、控制开关、转换开关、隔离开关、行程开关、墙壁开关、智能防火开关等。

开关按结构可以分为微动开关、船型开关、钮子开关、拨动开关、按钮开关、按键开关、薄膜开关、点开关等。

开关按开关数可分为单控开关、双控开关、多控开关、调光开关、调速开关、门铃开关、感应开关、触摸开关、遥控开关、智能开关、插卡取电开关等。



图 2.2 常见类型的开关

2.3 接线端子

接线端子是为了方便导线的连接而应用的，它其实就是一段封在绝缘塑料里面的金属片，两端都有孔可以插入导线，有螺丝用于紧固或者松开。比如两根导线，有时需要连接，有时又需要断开，这时就可以用端子把它们连接起来，并且可以随时断开，而不必把它们焊接起来或者缠绕在一起，方便快捷，而且适合大量的导线互联。在电力行业就有专门的端子排、端子箱，上面全是接线端子，单层的、双层的，电流的、电压的，普通的、可断的，等等。一定的压接面积是为了保证可靠接触，以保证能通过足够的电流。

接线端子的类型有很多，常见的有如图 2.3 所示的几种类型。