

电工电子 技术与技能

主 编◎王 著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

电工电子技术 与技能

主 编 王 著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术与技能/王著主编.—北京:北京理工大学出版社,2016.3

ISBN 978-7-5682-1707-1

I. ①电… II. ①王… 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(2016)第007640号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)
82562903(教材售后服务热线)
68948351(其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京通县华龙印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/21.75

字 数/507千字

版 次/2016年3月第1版 2016年3月第1次印刷

定 价/49.00元

责任编辑/陈莉华

文案编辑/陈莉华

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

FOREWORD

“电工电子技术与技能”是高等院校非电类相关专业的一门基础课程。注重非电类学生学习本课程的基础性、实用性和综合性原则，实行项目任务式教学组合，贴近生活生产实际，使学生在完成任务的过程中学到知识，掌握技术，提升能力。

其任务是使学生掌握非电类相关专业必备的电工电子技术与技能，培养非电类相关专业学生解决涉及电工电子技术实际问题的能力，为学习后续专业技能课程打下基础。

本教材的设计思路主要包含以下3个方面：

(1) 该教材是依据“以服务为宗旨、以就业为导向、以能力为本位、以项目教学为主体的教育理念”的课程改革标准来设置的。它打破了原有以知识传授为主的传统学科课程模式，转变为以相关工作过程导向的能力为本位的课程模式，并让学生在完成具体学习项目的过程中提升相应能力并积累实际工作经验。

(2) 本教材内容的选取和结构安排遵循知识与技能形成规律和学以致用的原则，突出对学生职业能力的训练，理论知识的选取紧紧围绕完成工作任务的需要。

(3) 教学效果评价采取过程评价与结果评价相结合的方式，坚持“在评价中学”的理念，通过理论与实践相结合，重点评价学生的职业能力。

在本书编写的过程中，我们参考了一些同行专家的专著，同时从互联网上下载了一些图片和资料，对本书进行了充实，在此对相关材料和专著的作者表示感谢。

由于编者水平有限，不足之处敬请同行专家和读者批评指正，不胜感谢。

编者

目录

CONTENTS

单元一 认识实训室和安全用电····· 1

- 课题一 认识实训室····· 1
- 课题二 安全用电····· 15
- 实训项目····· 21
- 单元小结····· 23
- 自测题····· 24

单元二 直流电路····· 25

- 课题一 电路····· 25
- 课题二 电路的常用物理量····· 29
- 实训项目 直流电流、电压的测量····· 36
- 课题三 电阻的连接····· 37
- 实训项目 电阻的测量····· 48
- 课题四 基尔霍夫定律····· 50
- 实训项目 基尔霍夫定律的验证····· 53
- 单元小结····· 55
- 自测题····· 57

单元三 电容与电感····· 60

- 课题一 电容与电感元件的分类····· 60
- 课题二 电容与电感元件的作用····· 69
- 实训项目 电容、电感元件的识读及测量····· 76

单元小结····· 78

自测题····· 79

单元四 磁场及电磁感应····· 80

- 课题一 磁场及其主要物理量····· 80
- 课题二 安培力····· 83
- 课题三 铁磁物质····· 85
- 课题四 电磁感应····· 87
- 单元小结····· 91
- 自测题····· 91

单元五 单相正弦交流电路····· 94

- 课题一 正弦交流电的基本概念····· 94
- 课题二 纯电阻、纯电感、纯电容电路····· 99
- 课题三 电阻、电感、电容串联电路····· 103
- 课题四 交流电路的功率····· 106
- 单元小结····· 108
- 自测题····· 110

单元六 三相正弦交流电路····· 112

- 课题一 三相正弦交流电源····· 112
- * 课题二 三相负载的连接方式····· 115

实训项目 三相交流电路的连接与测量	120
单元小结	122
自测题	123
单元七 常用电器	124
课题一 变压器	124
课题二 三相异步电动机	134
课题三 常用低压电器	141
实训项目 常用低压电器的识别	162
课题四 三相异步电动机的基本控制	165
实训项目	186
单元小结	189
自测题	191
单元八 现代控制技术	193
课题一 可编程序控制器简介	193
课题二 变频器简介	199
课题三 传感器简介	206
单元小结	213
自测题	215
单元九 二极管及其在整流电路中的应用	217
课题一 半导体的基础知识	217
课题二 晶体二极管	221
课题三 二极管整流电路	228
课题四 特殊用途的二极管	231
实训项目	239
单元小结	243
自测题	244
单元十 半导体三极管及其基本放大电路	247
课题一 晶体三极管	247
实训项目 三极管的识别和检测	249
课题二 基本放大电路	250
课题三 集成运算放大器	255
课题四 振荡器	260
单元小结	265
自测题	266
单元十一 数字电子技术基础	268
课题一 数字电路基础知识	268
课题二 逻辑门电路	277
实训项目	291
单元小结	293
自测题	295
单元十二 组合逻辑电路与时序逻辑电路	297
课题一 组合逻辑电路	297
课题二 编码器	301
课题三 译码器	306
课题四 触发器	314
课题五 寄存器	319
课题六 计数器	325
课题七 555 定时电路	328
实训项目	333
单元小结	335
自测题	337

认识实训室和安全用电

课题一 认识实训室

知识目标

- (1)了解电及电工电子产品在实际生产生活中的广泛应用。
- (2)了解电工和电子实训室的电源配置模式。
- (3)认识常用电工电子仪器仪表的类型及作用和常用工具的使用。

主要内容

通过现场观察与讲解，了解电及电工电子产品在实际生产生活中的广泛应用；初步形成对电工电子课程的感性认识，培养学生学习兴趣；了解电工实训室的电源配置，了解常用电工电子仪器仪表及工具的类型及作用。

了解电子实训室的规章制度、操作规程及安全用电的规则；观察实训室的布置，了解实训室电源、仪表、控制开关的种类和位置等。

【相关知识点一】 电源配置



一、电及电工电子产品在生活中的应用



1. 电力生产行业的范围

按照国家统计局的分类标准，电力生产行业隶属于电力、热力的生产和供应业下的“电力生产”行业门类。进一步细分，电力生产行业还包括以下4个子行业：

(1)火力发电，指利用煤炭、石油、天然气等燃料产生的热能，通过火电动力装置转换成电能的生产活动。

(2)水力发电,指通过建设水电站将水能转换成电能的生产活动。

(3)核力发电,指利用核反应堆中重核裂变所释放出的热能转换成电能的生产活动。

(4)其他能源发电,指利用风力、地热、太阳能、潮汐能、生物能及其他未列明的发电活动。

2. 电力生产行业的基本概况

电力是实现国民经济现代化和提高人民生活水平的重要物质基础。自 2005 年以来,全国经济持续快速平稳发展,经济效益不断提高。受经济快速稳定发展的拉动,全国电力行业运行态势良好,发、用电量都呈现出快速的增长势头。电力是日常生活中十分重要的能源,也是未来最有前途的能源。

生活中,小到电灯、电视等家用电器,大到电机、电车都离不开电。我国家庭的照明电路使用的是 220 V 的交流电源,特殊场所为 36 V、24 V 的安全电压;工矿企业使用的是 380 V 的交流电源,工作频率是 50~60 Hz。

电力发展至今,已经成为世界进步的血液,支撑着各个行业的运行。然而电力发展到今天,由于地球不可再生资源的过度利用,地球现有资源已面临枯竭的边缘,人类要生存,世界要发展,所以电力行业面临重大改革。

图 1-1 中表示的是电能与热能、机械能的关系及其在能源系统中的地位和作用。

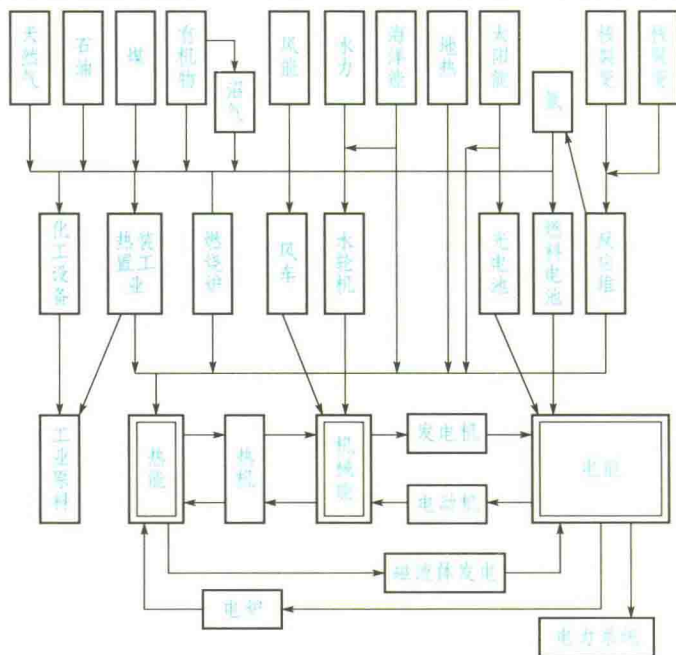


图 1-1 电能与其他能相互之间的地位和作用

3. 电力供应分布概况

目前,我国已形成华北、东北、华东、华中、西北、南方共 6 个跨省区电网以及海南、新疆、西藏 3 个独立省网,500 kV 线路已成为各大电力系统的骨架和跨省、跨地区的联络线。我国电网已初步形成了西电东送、南北互供、全国联网的格局,电网发展滞后

的矛盾基本得到缓解。图 1-2 是电网主网架示意图。

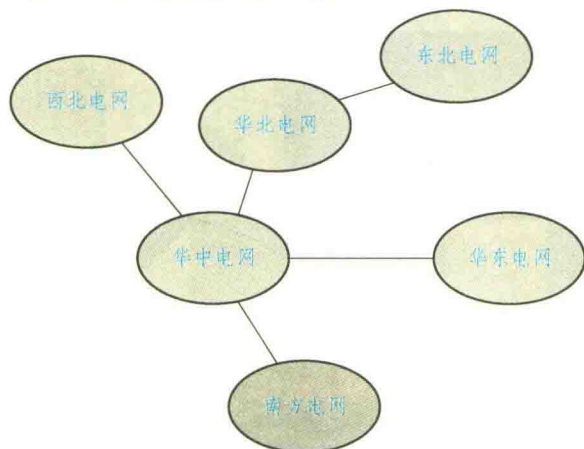


图 1-2 电网主网架示意图

二、实训室交、直流电源

1. 实训室几种交流电源模块

实训室几种交流电源模块如图 1-3 所示。

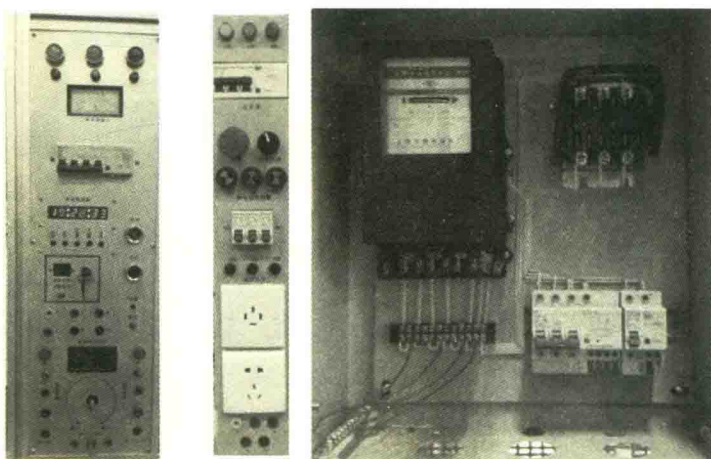


图 1-3 交流电源模块

2. 交流转换为直流的开关电源

交流转换为直流的开关电源如图 1-4 所示。

3. 干电池

干电池外形如图 1-5 所示。

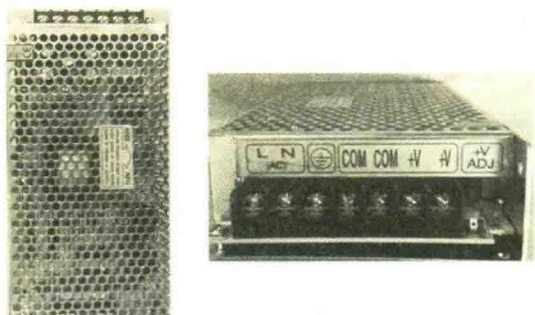


图 1-4 开关电源正面和侧面

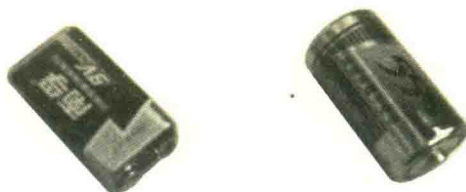


图 1-5 9 V(左)和 1.5 V(右)干电池

4. 可调电源

可调电源如图 1-6 所示。

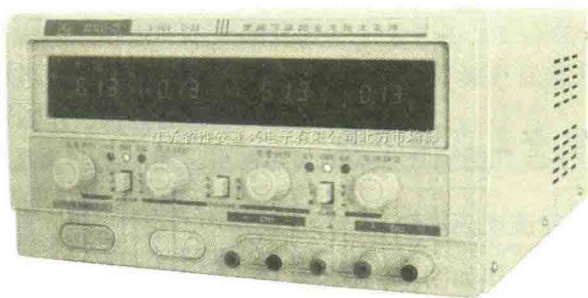


图 1-6 可调电源

【相关知识点二】 常用电工电子仪表

一、电工电子仪表的分类

(1)根据电工电子仪表的工作原理、测量对象、工作电流性质、使用方法、使用条件、准确度进行以下分类：

①按工作原理分类，可以分为磁电系(C)、电磁系(T)、电动系(D)、感应系、整流系和静电系等。

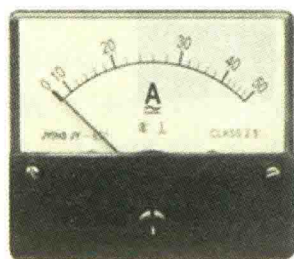
②按测量对象分类，可以分为电流表(安培表、毫安表、微安表)、电压表(伏特表、毫伏表、微伏表及千伏表)、功率表(瓦特表)、电度表、欧姆表、相位表、频率表和万用表等，如图 1-7 所示。

③按工作电流性质分类，可以分为直流仪表、交流仪表、交直流两用仪表。

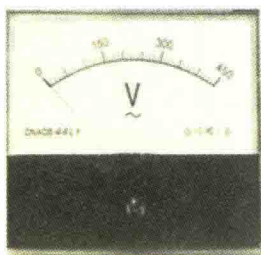
④按使用方法分类，可以分为安装式(面板式)和便携式(图 1-8)。

⑤按使用条件分类，可以分为 A、A₁、B、B₁ 和 C 五组。

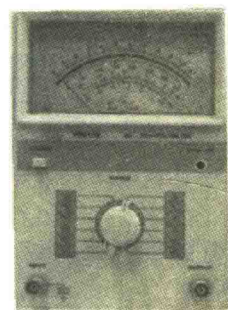
⑥按准确度分类，可以分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 等 7 个准确度等级。



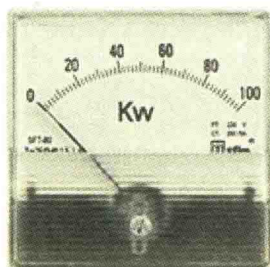
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

图 1-7 按测量对象分类的各种仪表

(a)电流表；(b)电压表；(c)毫伏表；(d)功率表；(e)电子式电度表；
(f)机械式电度表；(g)数字式万用表；(h)指针式万用表

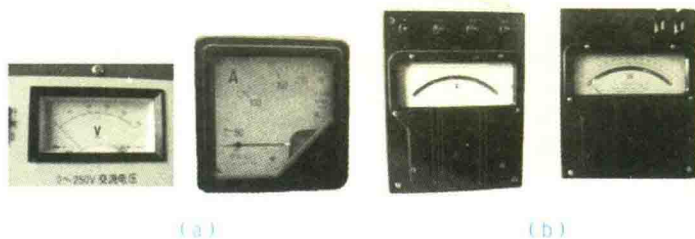


图 1-8 按使用方法分类的仪表

(a)安装式仪表；(b)便携式仪表

(2)按功能可分为专用仪表和通用仪表两大类。

专用仪表适用于特定的对象，要专门定制；通用仪表应用广泛，灵活性能较好，可以分为以下几类。

①信号发生器，包括高/低频信号发生器、合成信号发生器、脉冲/函数/噪声信号发生器等(图 1-9)。

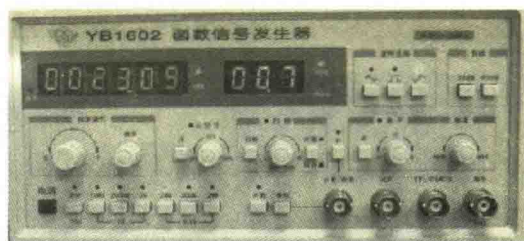


图 1-9 函数信号发生器

②示波器，包括通用示波器、多踪示波器、多扫描示波器、取样示波器、数字储存示波器、模拟数字混合示波器等(图 1-10)。

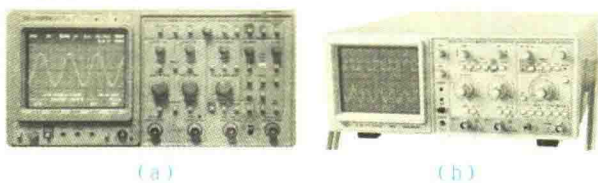


图 1-10 常用示波器

(a)数字储存示波器；(b)经济型示波器

③电压测量仪器，包括低频电压表、毫伏表、高频电压表、脉冲电压表、数字电压表等。图 1-11 所示为两种特殊的电压表。

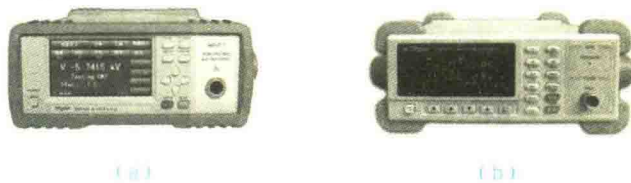


图 1-11 特殊的电压表

(a)脉冲峰值电压表；(b)超高频毫伏电压表

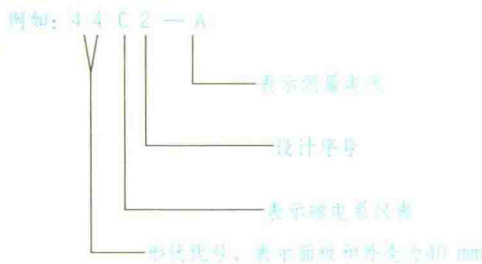
④信号分析仪器，包括失真度测试仪、谐波分析仪等。

⑤频率测量仪器，包括各种频率计。

二、电气测量仪表的型号

电气测量仪表的型号是按规定的编号规则编制的，不同结构形式的仪表规定有不同的编号规则，产品型号可以反映出仪表的用途、工作原理等特性，对于仪表的选择有着重要意义。

(1) 安装式(面板式)电工仪表的型号一般由形状、系列、设计和用途代号组成。其中形状代号有两位，第一位代表仪表面板的最大尺寸，第二位代表外壳的尺寸；系列代号表示仪表的工作原理，如磁电系的代号为 C、电磁系的代号为 T、电动系的代号为 D、感应系的代号为 G、整流系的代号为 L 及电子系的代号为 Z 等。用途代号表示测量的量。



(2) 可携带仪表因不存在安装上的问题，所以仪表的型号除了不用形状代号外，其他部分与安装式仪表相同。



三、电气测量仪表的标志

不同的电工仪表具有不同的技术特性，为了便于选择和正确使用仪表，通常用各种不同的符号来表示这些技术特性，并标注在仪表的面板上，这些符号叫作仪表的标志，相关的电气测量仪表的标志如表 1-1 和表 1-2 所列。

表 1-1 电工仪表的标志(一)

类别	仪表名称	符号	测量单位符号或可测物理量	备注
被测 电量	直流表	—	直流电流、电压	交流电表一般都是按正弦交流电的有效值标度的
	交流表	~	交流电流、电压	
	交直流表	~	直流或交流电流、电压	
	三相交流表	3N~	交流电流、电压	

续表

类别	仪表名称	符号	测量单位符号或可测物理量	备注
仪表精度	0.1级	基本误差(%) ± 0.1		标准表计量用 (价格最高)
	0.2级	基本误差(%) ± 0.2		副标准器用
	0.5级	基本误差(%) ± 0.5		精度测量用
	1.0级	基本误差(%) ± 1.0		大型配电盘用
	1.5级	基本误差(%) ± 1.5		配电盘、教师、工程技术人员用
	2.5级	基本误差(%) ± 2.5		小型配电盘用
	5.0级	基本误差(%) ± 5.0		学生实验用 (价格最低)
防护性能	普通型			
	防尘型			
	防溅型			
	防水型			
	水密型			
	气密型			
	隔爆型			
使用方式	安装式(面板式)			
	可携式			

表 1-2 电工仪表的标志(二)

测量单位符号					
名称	符号	名称	符号	名称	符号
千安	kA	瓦特	W	毫欧	m Ω
安培	A	兆乏	Mvar	微欧	$\mu\Omega$
毫安	mA	千乏	kvar	相位角	ϕ
微安	μA	乏	var	功率因数	$\cos\phi$
千伏	kV	兆赫	MHz	无功功率因数	$\sin\phi$
伏特	V	千赫	kHz	微法	μF
毫伏	mV	赫兹	Hz	皮法	pF
微伏	μV	兆欧	M Ω	亨利	H
兆瓦	MW	千欧	k Ω	毫亨	mH
千瓦	kW	欧姆	Ω	微亨	μH

【相关知识点三】 常用电工电子工具的用途、结构及使用

一、验电器

验电器是用来检测导线、导体和电气设备是否带电的一种电工常用检测工具。它分为低压验电器和高压验电器。低压验电器又称为试电笔，其检测范围为 $60\sim 500\text{ V}$ 。试电笔分为螺旋式和钢笔式两种，其外形如图 1-12 所示。

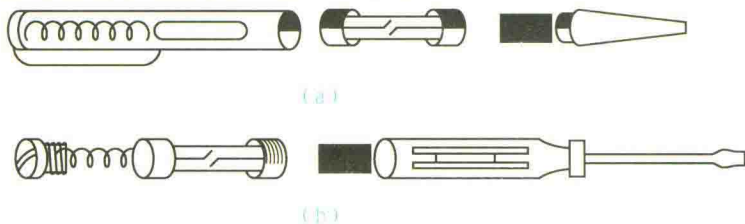


图 1-12 试电笔的外形

(a)钢笔式试电笔；(b)螺旋式试电笔

使用时，必须按图 1-13 所示的正确方法把笔握妥，以手指触及笔尾的金属体，使氖管小窗背光朝自己。

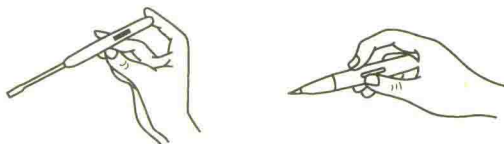


图 1-13 试电笔的握法

(1)试电笔主要用于检查低压电气设备和低压线路是否带电，而且还可用于以下方面：

①区分电压的高低。测试时试电笔发暗红、轻微亮，则电压较低，当电压低于 36 V 时，氖管就不会发亮；测试时若氖管发黄红色并很亮，则电压较高。

②区分相线与中性线。在交流电路中，当试电笔测试时，试电笔氖管发亮的是相线，不亮的则是中性线。

③区分交流电与直流电。当交流电通过氖管时，氖管里的两个极同时发光，而当直流电通过氖管时，仅一个电极发光。

④区分直流电的正、负极。把试电笔连接在直流电的正、负极之间，氖管中发光的一极即为直流电的负极。

⑤识别相线碰壳。用试电笔触及电机、变压器等电气设备外壳，氖管发光，则说明该设备相线有碰壳现象。如果壳体上有良好的接地装置，氖管是不会发光的。

⑥识别相线接地。用试电笔触及正常供电的星形接法三相三线制交流电时，有两根比较亮，而另一根的亮度较暗，则说明亮度较暗的相线与地有短路现象，但不太严重。如果两根相线很亮，而另一根不亮，则说明这一根相线与地肯定短路。

(2)数字式试电笔。

数字式试电笔外形如图 1-14 所示，其笔尖触及带电导线时，直接在笔身的小窗口显示“ \sim ”有电信号；若被测导线的电压为 220 V 等，则手指压下笔身上“直接测检”钮时，小窗口显示具体的电压值；此外当某一相线发生断线时，将试电笔笔尖触及带电导线绝缘

层,手指压触“感应断点测试”钮,并沿带电导线绝缘层移动进行断点测试,当移到小窗口显示的“L”有电信号消失时,此处就是导线的断线处。

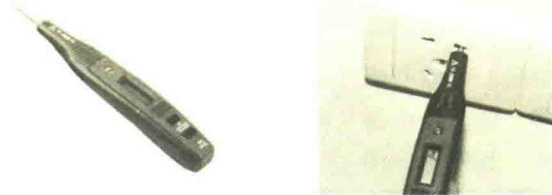


图 1-14 数字式试电笔

二、螺丝刀

螺丝刀又称“起子”“螺钉旋具”,是用来拆卸或紧固螺钉的工具。螺丝刀可分为一字形螺丝刀和十字形螺丝刀,其外形如图 1-15 所示。

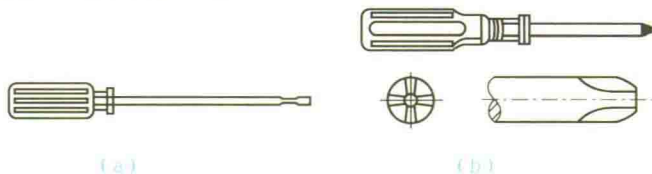


图 1-15 螺丝刀的外形
(a)一字形; (b)十字形

三、钳子

根据用途,钳子可分为钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、卡线钳、剥线钳和网线压线钳等。

1. 钢丝钳

钢丝钳又叫平口钳、老虎钳,主要用于夹持或折断金属薄板、切断金属丝等。电工所用的钢丝钳钳柄上必须套有耐压 500 V 以上的绝缘管。钢丝钳的外形结构及其握法如图 1-16 所示。

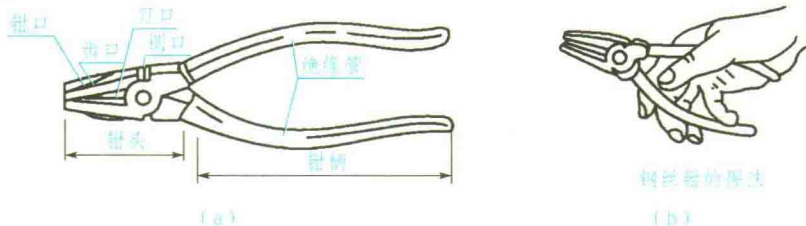


图 1-16 钢丝钳的结构及握法
(a)钢丝钳的结构; (b)钢丝钳的握法

2. 尖嘴钳

尖嘴钳的外形及其握法如图 1-17 所示。

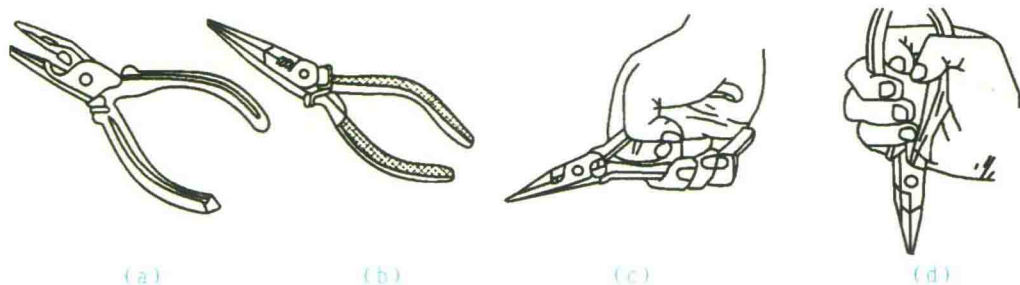


图 1-17 尖嘴钳的外形及握法

(a)普通尖嘴钳；(b)长尖嘴钳；(c)平握法；(d)立握法

3. 斜口钳

斜口钳又称偏口钳、断线钳，常用于剪切多余的线头或代替剪刀剪切尼龙套管、尼龙线卡等，其外形如图 1-18 所示。

4. 剥线钳

剥线钳是一种用于剥除小直径导线绝缘层的专用工具，其外形及其用法如图 1-19 所示。

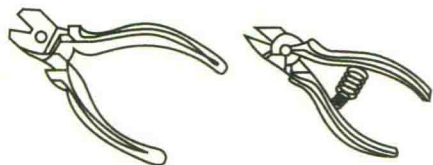


图 1-18 斜口钳的外形

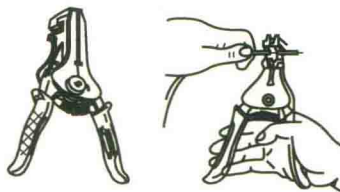


图 1-19 剥线钳的外形及其用法

5. 网线压线钳

网线压线钳用来完成双绞网线的制作，具有剪线、剥线和压线三种用途，其外形及用法如图 1-20 所示。

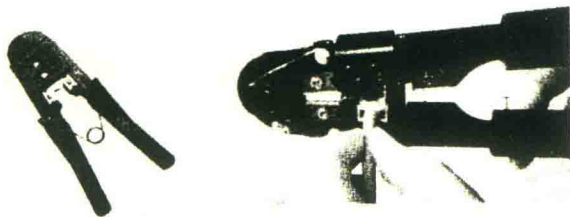


图 1-20 网线压线钳的外形及其用法