



中等职业学校规划教材

中等职业教育规划教材审定委员会审定

电工技术基础与技能

(电类专业通用)

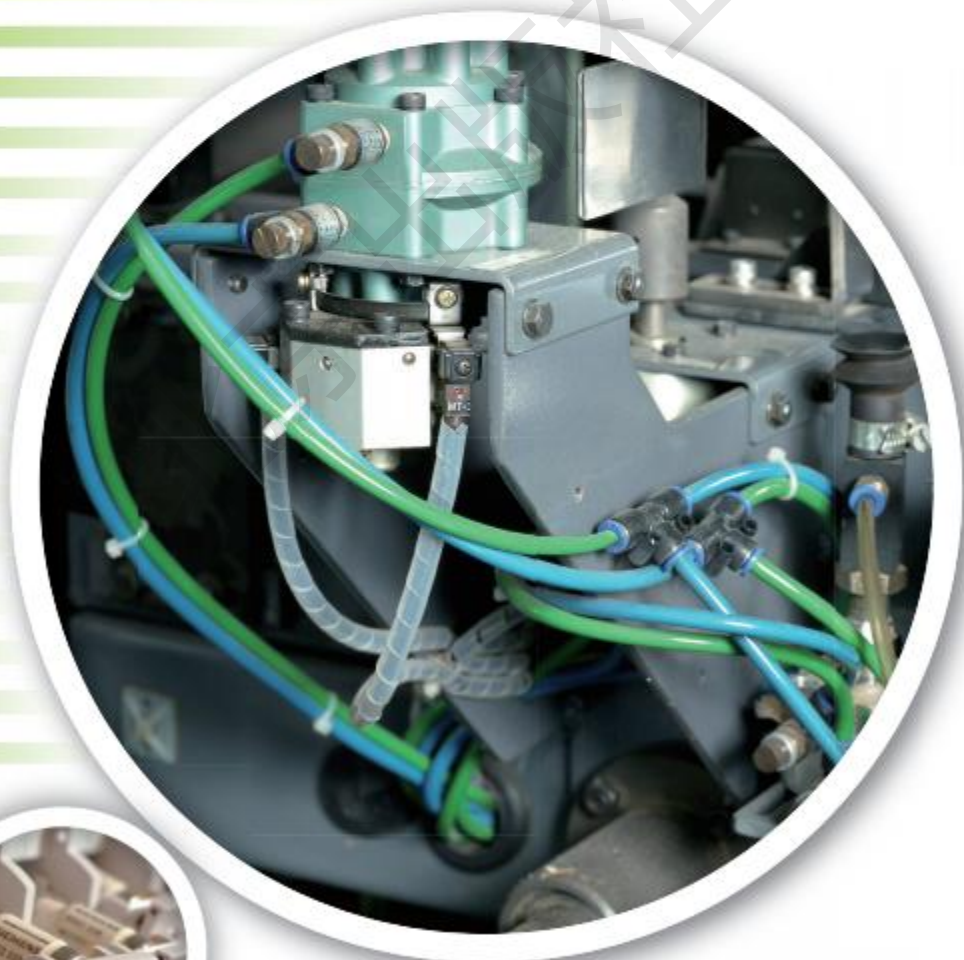
主编 熊卫东

北京出版集团公司
北京出版社

电类专业通用

电工技术基础与技能

主编 熊卫东



北京出版集团公司
北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术与技能：电类专业通用 / 熊卫东主编.
— 北京：北京出版社，2010.5（2021 重印）
ISBN 978-7-200-08245-6

I. ①电… II. ①熊… III. ①电工技术—专业学校—
教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 085749 号

电工电子技术与技能（电类专业通用）

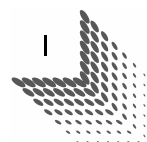
DIANGONG DIANZI JISHU YU JINENG(DIANLEI ZHUANYE TONGYONG)

主 编：熊卫东
出 版：北京出版集团公司
北 京 出 版 社
地 址：北京北三环中路 6 号
邮 编：100120
网 址：www.bph.com.cn
总 发 行：北京出版集团公司
经 销：新华书店
印 刷：定州市新华印刷有限公司
版 次：2010 年 5 月第 1 版 2021 年 3 月修订 2021 年 3 月第 3 次印刷
开 本：787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张：12.75
字 数：310 千字
书 号：ISBN 978-7-200-08245-6
定 价：36.00 元

质量监督电话：010-82685218 010-58572162 010-58572393

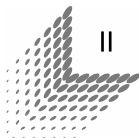
目 录

第 1 章 课程导入	1
1.1 电工实训室认识	2
1.2 安全用电	15
本章小结	27
本章练习	28
第 2 章 直流电路	29
2.1 电路的组成与电路模型	29
2.2 电路的基本物理量及其测量	40
2.3 电阻	48
2.4 欧姆定律	57
2.5 实训项目——常用电工材料与导线的连接	62
2.6 基尔霍夫定律	65
2.7 实训项目——电阻性电路故障的检查	70
2.8 电源的模型(选学)	72
2.9 戴维南定理(选学)	76
2.10 叠加定理(选学)	79
2.11 负载获得最大功率的条件(选学)	80
本章小结	81
本章练习	82
第 3 章 电容和电感	83
3.1 电容	84
3.2 电磁感应	90
3.3 电感	93
本章小结	97
本章练习	97





第4章 互感	99
4.1 互感的概念	99
4.2 变压器	102
本章小结	105
本章练习	106
第5章 谐振电路(选学)	107
5.1 串联谐振电路	107
5.2 电感线圈与电容的并联电路	112
本章小结	115
本章练习	116
第6章 单相正弦交流电路	117
6.1 实训项目——单相正弦交流电路的认识	117
6.2 正弦交流电的基本物理量及其测量	119
6.3 交流电的表示法	125
6.4 纯电阻、纯电感、纯电容电路	128
6.5 电阻、电感、电容的串联电路	134
6.6 实训项目——常用电光源认识与荧光灯安装	140
6.7 交流电路的功率	143
6.8 电能的测量与节能	149
6.9 实训项目——照明电路配电板的安装	151
本章小结	155
本章练习	155
第7章 三相电路	157
7.1 三相交流电的产生	157
7.2 三相电源的连接	159
7.3 我国电力系统的供电方式	163
7.4 三相负载的连接(选学)	166
7.5 三相电功率(选学)	171
本章小结	173
本章练习	174



第 8 章 磁路	175
8.1 磁路的物理量	175
8.2 铁磁性材料	177
本章小结	181
本章练习	182
第 9 章 综合实训	183
9.1 万用表的组装(以 MF47 为例)	183
9.2 万用表的调试	192
参考文献	195

北京出版社



第1章

课程导入

纵观人类社会的发展历史,我们不难发现:蒸汽机革命和电能革命使生产力发生了巨大的变化,人类逐步过上现代化的生活。目前,蒸汽机(如图 1-1 所示为瓦特改良的蒸汽机模型)已经过时,而电能(如图 1-2 所示为电能支撑城市的运行)起着越来越重要的作用。电能在现代工业、农业、国防、科技以及日常生活中得到了广泛的应用。人类社会越来越离不开电,电是现代文明的基础,是衡量一个国家现代化程度的标志,也是决定其发展速度的重要因素。掌握和学习电的知识对工作和生活具有举足轻重的作用。

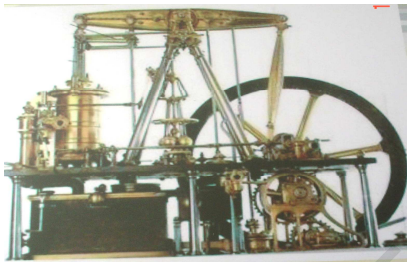


图 1-1 瓦特改良的蒸汽机模型



图 1-2 电能支撑城市的运行

本课程是研究电路和电磁现象的基本规律及分析方法的一门技术基础课。其任务是:使学生掌握专业必备的电工技术基础知识和基本技能,具有分析和解决生活生产中一般电工问题的能力,具备学习后续电类专业技能课程的能力;对学生进行职业意识和职业道德教育,提高学生的综合素质与职业能力,增强学生适应职业变化的能力,为学生职业生涯的发展奠定基础。

本章主要内容: 电工实训室认识和安全用电。

学习目标

- 通过现场观察与讲解,了解电工实训室的电源配置,认识交、直流电源,基本电工仪器仪表及常用电工工具;对本课程形成初步认识,培养学习兴趣。
- 了解电工实训室操作规程及安全电压的规定,树立安全用电与规范操作的职业意识。
- 通过模拟演示等教学手段,了解人体触电的类型及常见原因,掌握防止触电的保护措施,了解触电的现场处理措施;了解保护接地的原理;掌握保护接零的方法,了解其应用。
- 了解电气安全操作规程,会保护人身与设备安全,防止发生事故;初步掌握触电现场的处理措施。
- 通过模拟演示等教学手段,了解电气火灾的防范及扑救常识,能正确选择处理方法。



1.1 电工实训室认识



想一想

- 电在日常生活中有什么作用？
- 电可以分为哪几种？
- 电工实训室可以做哪些实训？

电工实训室是学生做实训的场所，学生通过自己动手做实训，在做中学习知识、掌握技能，教师在学生做实训的过程中传授知识与技能，从而培养学生的实践动手能力。

1.1.1 电工实训室的组成

电工实训室是学生进行电工技能实训的场所，包括电工技术基础实训室(如图 1-3 所示)和电工基本技能实训室(如图 1-4 所示)。每个实训室包含理论讲解和技能实操两大部分。理论讲解部分由实训现场安全规程、实训现场管理和专业理论应用 3 部分组成。技能实操采用项目驱动、任务指导，使学生在做中学、教师在做中教。

电工技术基础实训室实训项目：直流电路的测量、交流电路的测量、三相交流电路的测量等内容。

电工基本技能实训室实训项目：进户箱的装配与安装、室内布线及灯具/插座/开关的安装、电动机 Y- Δ 启动电气控制线路的安装调试、电动机测试与维护、接地电阻的测量、触电急救及电气消防等内容。



图 1-3 电工技术基础实训室



图 1-4 电工基本技能实训室

学生经过系统的电工学习，电工基础理论得到了加强，实际动手能力得到了提高。达到了考工的学生可以报考电工证。如图 1-5 和图 1-6 所示为电工考工柜。



图 1-5 电工考工柜(一)



图 1-6 电工考工柜(二)

思考与练习

1. 电工技术基础实训室由哪几部分组成?
2. 电工技术基础实训室可做哪些实训项目?
3. 电工基本技能实训室由哪几部分组成?
4. 电工基本技能实训室可做哪些实训项目?
5. 电工考工柜由哪几部分组成?

知识拓展

电工实训室一览表

实训场所	实训项目	实训教学目标	仪器设备		
			序号	名称	规格、主要参数或要求
电工技术基础实训室	1. 直流电路的测量	1. 学会简单直流电路连接;	1	电工实训台	具备直流电路、单相交流电路和三相交流电路基本实训功能;
	2. 交流电路的测量	2. 学会用万用表测量电阻、电流和电压;			电源: 三相四线制, 380/220 V, 5 A, 工频;
		3. 学会电压表、电流表的使用, 了解电压表、电流表扩大测量范围的方法;			可调交直流电源: 0 ~ 240 V, 1 A;
		4. 学会直流单臂电桥的使用方法;			绝缘电阻: $\geq 5 \text{ M}\Omega$;
		5. 认识纯电阻、电感、电容及 RC、RL、RLC 串并联电路的结构;			漏电保护: $\leq 30 \text{ mA}$
		6. 用示波器测量交流电路参数;	2	数字万用表	DT-830
			3	电压表	0 ~ 400 V
			4	电流表	500 mA, 1 A, 5 A
			5	滑线变阻器	1 000 Ω , 2 A



续表

实训场所	实训项目	实训教学目标	仪 器 设 备		
			序号	名称	规格、主要参数或要求
电工技术基础实训室	3. 三相交流电路的测量	7. 学会三相交流电路 Y/△的连接; 8. 学会三相交流电路的相电压、相电流、线电压、线电流的测量; 9. 学会单、三相电路电能的测量; 10. 学会三相功率的测量 11. 了解电路故障的检测方法	6	直流单臂电桥	QJ23
			7	示波器	20 MHz, 双踪
			8	低功率因数功率表	D64
			9	单相电度表	220 V, 2 400 r/kWh, 5(20) A
			10	三相电度表	380 V, 10(30) A
			11	稳压电源	双路输出, 0~24 V, 0~2 A
电工基本技能实训室	1. 进户箱的装配与安装	1. 学会电度表/空气开关(带漏电保护)的选型; 2. 掌握电工工具的使用; 3. 学会进户箱的装配及安装; 4. 掌握室内布线工艺;	1	进户箱	成套, 380/220 V, 符合建筑电气工程标准
			2	电工工具	全套
			3	模拟操作间	10 m ² , 可进行室内电气安装实训, 仿真墙体顶棚, 开放式管、槽
	2. 室内布线及灯具/插座/开关的安装	5. 掌握室内电气安装规程; 6. 了解内线安装验收标准; 7. 培养电气控制线路识图能力; 8. 学会电动机控制电器的选型;	4	插座/开关	标准
			5	电工液压钳	≥40 mm
			6	线管加热器	标准
	3. 电动机 Y-△ 启动电气控制线路的安装调试	9. 掌握电动机控制线路安装工艺; 10. 初步掌握控制线路故障检修方法; 11. 了解电动机测试方法与维护要求;	7	照明器具	日光灯/白炽灯/射灯
			8	管割刀	1/2~13 基本配置要求/4 吋金属管、PVC 管
			9	水平尺	普通
	4. 电动机测试与维护	12. 学会钳形电流表的应用;	10	照度计	0~500 Lx
			11	手电钻	普通
			12	锤钻	普通
	5. 接地电阻的测量	13. 学会接地电阻测试仪的使用;	13	液压钳	4 # (配钳台)
			14	电动机	△接 380 V, ≤2.2 kW
			15	热继电器	380 V, 10 A
			16	时间继电器	380 V, 0~120 s, 5 A
			17	交流接触器	380 V, 10 A
			18	熔断器	15 A
			19	自动空气开关	4 极, 带漏电保护, 40 A
			20	按钮盒	三按钮, 380 V, 10 A
			21	端子排(控制/主电路)	标准
			22	网孔板	不锈钢, 50 cm×80 cm

续表

实训场所	实训项目	实训教学目标	仪器设备		
			序号	名称	规格、主要参数或要求
电工基本技能实训室	6. 触电急救及电气消防	14. 掌握防雷接地施工标准;	23	钳形电流表	1-10-100 A。
			24	兆欧表	500 ~ 1 000 V, 0 ~ 2 000 M Ω
		15. 掌握触电急救的方法和注意事项;	25	万用表	MF47
			26	接地电阻测试仪	10 Ω ×0.1 - ×1 - ×10 配辅助工具
		16. 掌握用电消防安全规范和消防工具的使用	27	仿真橡皮人	专用, 配操作指示装置
			28	消防工具	按电气消防规程配置

1.1.2 电工实训室的电源配置

电源是将其他形式的能量转换为电能, 并为电路提供电能的设备。常见的电源分为直流电源和交流电源。

直流电源: 电源输出端极性不随时间变化的供电电源(中华人民共和国电子行业标准电子电源术语及定义(SJ/T 1670—2001)的规定)。如干电池、蓄电池、直流发电机等, 都是直流电源。

直流电源有正、负两个电极, 正极的电位高, 负极的电位低。当两个电极与电路连通后, 直流电源能维持两个电极之间的恒定电位差, 从而在外电路中形成由正极到负极的恒定电流。

要使电源两极间的电位差保持恒定, 必须使在外电路中由正极流到负极的正电荷, 在电源内部逆着电场力的方向, 由负极返回到正极去。这个过程不能靠静电力, 只能靠某种与静电力方向相反的“非静电力”来实现。因此, 电源就是一种提供非静电力的装置, 通过非静电力做功, 把非电能转化为正负电极之间的电势能。

表示电源特征的重要物理量有 2 个: 一个是电源电动势 E ; 另一个是电源的内电阻(简称内阻) r 或 R_0 。

直流电源的类型很多, 不同类型的直流电源, 非静电力的性质不同, 能量转换的过程也不同。例如, 在化学电池中, 非静电力来自与离子的溶解和沉积过程相联系的化学作用, 化学电池放电时, 化学能转化为电能和电路中的内能; 在直流发电机中, 非静电力来自电磁感应作用, 直流发电机供电时, 机械能转化为电能和电路中的内能。如图 1-7 所示为电工实训室直流电源配置。

交流电源: 电源输出端极性随时间变化的供电电源[中华人民共和国电子行业标准电子电源术语及定义(SJ/T 1670—2001)的规定]。如交流发电机发出的电。在日常工作中电脑使用的为交流电, 电脑机箱内部的元件属于“易损”配件, 我们就得使用一个交流稳压电源, 最大限度保持输入电压的稳定, 保持电源输出的电压是恒定的, 这样电脑主机就不容易因为电压波动而损坏。如图 1-8 所示为电工实训室交流电源。



图 1-7 电工实训室直流电源配置



图 1-8 电工实训室交流电源

常见电源及能量转换：发电机将机械能转换为电能、干电池将化学能转换为电能、光电池将太阳能转换为电能。发电机、干电池、光电池即为电源。通过变压器和整流器，把交流电变成直流电的装置叫做整流电源。能提供信号的电子设备叫做信号源。整流电源和信号源都属于电源。电工实训室常用的电源有可调的 $1\sim 30\text{ V}$ 直流电、 220 V 交流电、 380 V 交流电。



思考与练习

1. 将一铜片和一锌片同时插入梨子中，再分别从金属薄片上引出两根导线，然后两根导线头放到舌尖，会有什么感觉？或将两根导线与一发光二极管相连，会有什么现象产生？
2. 直流电源和交流电源应用在哪些方面？
3. 直流电源和交流电源主要区别在哪里？



知识拓展

直流电和交流电

电流有直流和交流之分。我们知道，干电池中间的炭棒是正极，外壳锌皮是负极，炭棒的电位始终比锌皮的电位高。如果把电源的正负极用导线与小电珠接通，那么，电路中的电流始终是从干电池的正极流出，经小电珠，再从负极流入干电池，电流的方向是不变

的。这种方向不变的电流就叫做直流电流,简称直流。电池和直流发电机都是直流电源。如图 1-9 所示为电池和直流发电机,如图 1-10 所示为直流电示意图。



图 1-9 电池和直流发电机

交流电源两个极的电位与干电池不同,它没有固定的极性。一会儿上端是正极,下端是负极;一会儿上端是负极,下端是正极。也就是说,它的电极极性是随时间变化的,而且两个电极之间电压的大小也是随时间变化的。如果把电源的两极用导线与电灯泡接通,那么,电路中的电流的大小和方向也随时间而变化。交流电的电流从零开始,逐渐增大,到了正的最大值后又逐渐减小,一直降到零,以后又反方向逐渐增大,到了负的最大值。如图 1-11 所示为交流电示意图。

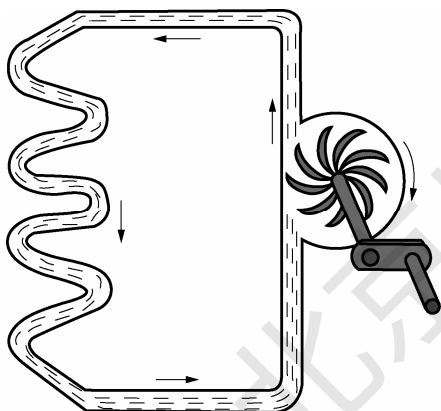


图 1-10 直流电示意图

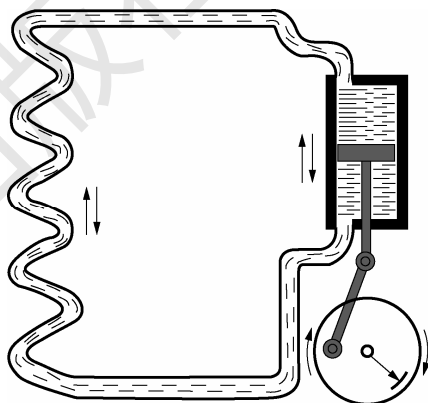


图 1-11 交流电示意图

1.1.3 电工常用仪器仪表

在电气设备、电气线路的安装、使用、维护与检修过程中,我们需要了解和掌握电路实际工作的电压、电流、电阻及功率等参数,为此就需要使用电工仪器和仪表。常用的电工仪器仪表主要有万用表、电压表、电流表、钳形电流表、兆欧表及示波器等。

1. 万用表

万用表(如图 1-12 所示)是万用电表的简称,又叫多用表。它是一种测量电压、电流、电阻等多种电量的多量程便携式仪表,是电气安装、维修、检查等工作常备的工具。一般的万用电表可测量交、直流电压,直流电流,电阻等,每种测量有 3~5 种量程。复杂的万用表还可以测量交流电流、电容、电感、三极管的放大系数。

目前常用的万用表有指针式万用表和数字式万用表。指针式万用表具有直观、明了的



特点，其指针的偏转与被测量保持一定的对应关系。数字式万用表以数字形式(不连续)显示被测量，具有读数准确、精度高、电压灵敏度高、电流挡内阻小、测量种类和功能齐全、使用方便等优点；但不能反映被测量的连续变化。



图 1-12 指针式万用表和数字式万用表

2. 电压表和电流表

电压表是一种并联在被测量电路两端测量电压的仪表。电压表测量电压时要并联在被测电路两端，为了减小它对被测线路的分流作用而引起的测量误差，要求流过电压表的电流越小越好，所以电压表的测量机构都要串接大阻值的电阻。

电压表的内阻值是极大的，使用时要并接于被测电路中；若错把电压表串接于被测电路中，将使电路接近于开路，电路无法正常工作，测量结果无意义。

电流表是一种串联在被测电路中测量电流的仪表。使用电流表测量电流时，要串联在被测电路中，但测量机构只能通过很小的电流，为此，电流表的测量机构大多并接有小阻值的分路电阻，或采用线径较大、阻值较小的线圈。

电流表的内阻极小，使用时要串接于被测电路中，如误把电流表并接于被测电路中，将造成被测电路短路，不仅会烧毁电流表，还可能造成更大的事故。如图 1-13 所示为电压表和电流表。

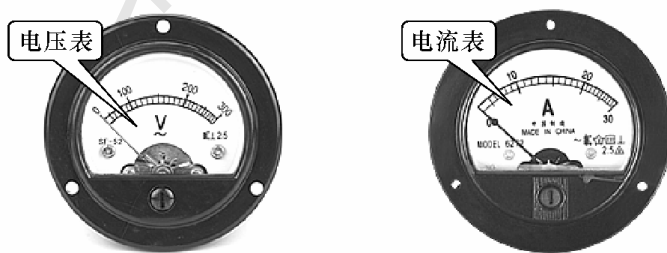


图 1-13 电压表和电流表

3. 钳形电流表

钳形电流表是用来测量交流电流，它的主要部件是一个穿心式电流互感器。测量时，将钳形电流表的磁铁套在被测导线上，形成一匝或几匝的初级线圈，根据电磁感应原理，次级线圈中产生感应电流，与次级线圈相连的电流表指针发生偏转，指示出线路中电流的数值。虽然准确度较低(通常为 2.5 级或 5 级)，但因在测量时无须切断电路，因而使用仍很

广泛。如需进行直流电流的测量,则应选用交直流两用钳形表。如图 1-14 所示为几种常用钳形电流表。



图 1-14 几种常用钳形电流表

钳形电流表是一种用于测量正在运行的电气线路的电流大小的仪表,可在不断电的情况下测量电流。

(1) 结构及原理

钳形电流表实质上是由一只电流互感器、钳形扳手和一只整流式磁电系(有反作用力仪表)所组成的。

(2) 使用方法

① 测量前要机械调零。

② 选择合适的量程,先选大量程,后选小量程或看铭牌值估算。

③ 当使用最小量程测量,其读数还不明显时,可将被测导线绕几匝,匝数要以钳口中央的匝数为准,则读数 = $\frac{\text{指示值} \times \text{量程}}{\text{满偏} \times \text{匝数}}$ 。

④ 测量时,应使被测导线处在钳口的中央,并使钳口闭合紧密,以减少误差。

⑤ 测量完毕,要将转换开关放在最大量程处。

(3) 注意事项

① 被测线路的电压要低于钳形电流表的额定电压。

② 测高压线路的电流时,要戴绝缘手套,穿绝缘鞋,站在绝缘垫上。

③ 钳口要闭合紧密,不能带电换量程。

4. 兆欧表

兆欧表(如图 1-15 所示)又叫摇表,其测量的电阻值在兆欧级。在日常的工作中主要用来测量输送电的电缆、电动机的绝缘电阻、电器线路的绝缘电阻值、判断设备或线路有无漏电现象、绝缘是否损坏或短路等。

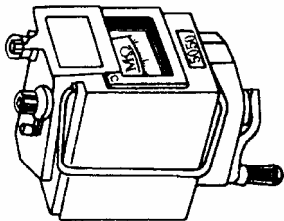


图 1-15 兆欧表外形图



5. 示波器

示波器(如图 1-16 所示)是用来测量信号源的输出信号,也可以测量电路的输出信号和某点的波形。示波器是利用电子示波管的特性,将人眼无法直接观测的交变信号转换成图像,显示在荧光屏上以方便测量的电子仪器。示波器由电子枪、偏转系统、荧光屏 3 部分组成。



图 1-16 示波器

思考与练习

1. 测量电流可用哪几种仪表?
2. 用示波器和万用表测量交流电压有什么区别?
3. 简述指针式万用表和数字式万用表的特点。

基础技能

万用表的使用

指针式万用表使用注意事项:测量电压和电流时不能选错挡位。如果用电阻挡或电流挡去测量电压,就有可能烧断保险或烧坏万用表的表头。万用表使用完后最好将万用表的挡位选在最大电压挡或万用表的空挡位,不要旋在电阻挡。

测量直流电压或直流电流时,注意电源的正负极和万用表表笔的正负端,不能接错。若发现万用表的指针反转,应立即调换万用表的表笔,避免损坏指针及表头;若不知被测电压或电流的大小,应先用万用表的最大挡位进行试测,再选用合适的挡位来测量,避免表针偏转过度而损坏表头。所选用的挡位应使指针偏转在 $\frac{2}{3}$ 以上量程为佳。

测量电阻时,先估值,再选电阻量程,调节欧姆旋钮至零位,然后测量电阻、读数、归位。所选用的挡位应使指针偏转在电阻挡 $\frac{1}{2}$ 中心位置的量程为佳。

数字式万用表使用注意事项:测量前要明确测量的目的,千万不可盲目测量;测量时不能用手接触万用表的金属部分,保证测量的准确性和测量的安全性;不允许用万用表的电阻挡直接测量高灵敏度表头的内阻,避免烧坏表头。

知识拓展

常用电工仪表的分类和精确度

常用电工仪表的分类：按测量对象的不同可分为电流表、电压表、功率表、电度表和欧姆表等；按测量种类的不同可分为交流表、直流表、交直流两用表等；按仪表工作原理的不同可分为磁电式、电磁式、电动式和感应式等；按误差等级的不同可分为 0.1 级、0.2 级、0.5 级、1.0 级、1.5 级、2.5 级和 4 级，其中 0.1~0.5 级精确度高，多用于实验室，1.5 级以下的多应用于工程。

1.1.4 电工常用工具

电工常用工具是指电工在安装、维修、调试电路时使用的工具。电工工具质量的好坏、使用方法是否得当，都将直接影响工作质量及工作效率，影响施工人员的安全。因此，对于电气作业人员，必须了解电工常用工具的结构和性能，掌握正确的使用方法。电工常用工具包括验电器、电工刀、螺丝刀、钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳及电烙铁等。

1. 验电器

验电器是用来测量电源是否有电，电气线路和电气设备是否带电的一种常用工具。验电器分为低压验电器和高压验电器。

低压验电器(如图 1-17 所示)也叫试电笔，简称“电笔”。由金属探头、氖管、安全电阻及笔身等组成。



图 1-17 低压验电器及使用方法

笔体中有一氖泡，测试时如果氖泡发光，说明导线有电，或者为通路的火线。使用试电笔时，一定要用手触及试电笔尾端的金属部分，否则，因带电体、试电笔、人体与大地没有形成回路，试电笔中的氖泡不会发光，造成误判，认为带电体不带电。当用试电笔测试带电体时，电流经带电体、电笔、人体及大地形成通电回路，只要带电体与大地之间的电压超过 60 V 时，电笔中的氖管就会发光。低压验电器检测的电压范围为 60~500 V。

高压验电器又称高压测电笔、高压测电棒，是用来检查高压电气设备、架空线路、电缆是否带电的工具。由金属钩、氖管、氖管窗、紧固螺钉、保护环和握柄等组成。

2. 电工刀

电工刀(如图 1-18 所示)主要用来刮去导线和元器件上的绝缘物和氧化物。在使用电工刀时不得带电作业；剖削导线绝缘层时，应使刀面与导线成较小的锐角，以免割伤导线；



使用完毕,随即将刀身折进刀柄。



图 1-18 常用电工刀

3. 螺丝刀

螺丝刀(如图 1-19 所示)又称为起子、改锥,是电工和家庭中常用的工具之一。按照其刀尖的不同形状,常分为一字形和十字形螺丝刀。其手柄有塑料和木柄之分。电工常用的螺丝刀长度有 50 mm、100 mm、150 mm、300 mm 等 4 种。

使用较大螺丝刀时,除大拇指、食指和中指要夹住握柄外,手掌还要顶住柄的末端以防旋转时滑脱;使用较小螺丝刀时,用大拇指和中指夹着握柄,同时用食指顶住柄的末端用力旋动;螺丝刀较长时,用右手压紧手柄并转动,同时左手握住起子的中间部分(不可放在螺钉周围,以免将手划伤),以防止起子滑脱。

4. 钢丝钳

钢丝钳(如图 1-20 所示)是电工使用最频繁的工具之一。电工用的钢丝钳柄部加有耐压 500V 的塑料绝缘套。常用的规格有 150 mm、175 mm、200 mm 等 3 种。

钳口可用来弯绞或钳夹导线线头;齿口可用来紧固或起松螺母;刀口可用来剪切导线或剥除导线绝缘层;铡口可用来铡切导线线芯、钢丝等较硬线材。



图 1-19 常用螺丝刀



图 1-20 常用钢丝钳

5. 尖嘴钳

尖嘴钳(如图 1-21 所示)的外形与钢丝钳相似,只是其头部尖细,适用于在狭小的工作空间操作。

尖嘴钳可用来剪断较细小的导线;可用来夹持较小的螺钉、螺帽、垫圈、导线等;也可用来对单股导线整形(如平直、弯曲等)。若使用尖嘴钳带电作业,应检查其绝缘是否良好,并在作业时金属部分不能触及人体或邻近的带电体。

6. 斜口钳

斜口钳(如图 1-22 所示)是电工常用的钳子之一,其头部扁斜,又称剪线钳、扁嘴钳。专用于剪断各种电线电缆。对粗细不同、硬度不同的材料,应选用大小合适的斜口钳。



图 1-21 常用尖嘴钳



图 1-22 常用斜口钳

7. 剥线钳

剥线钳是专用于剥削较细小导线绝缘层的工具，其外形如图 1-23 所示。

使用剥线钳剥削导线绝缘层时，先将要剥削的绝缘长度用标尺定好，然后将导线放入相应的刃口中(比导线直径稍大)，再用手将钳柄一握，导线的绝缘层即被剥离。



图 1-23 常用剥线钳

8. 电烙铁

电烙铁是手工焊接的主要工具，其基本结构由发热部分、蓄热部分、手柄部分等组成。如图 1-24 所示为常用电烙铁的外观、结构图。

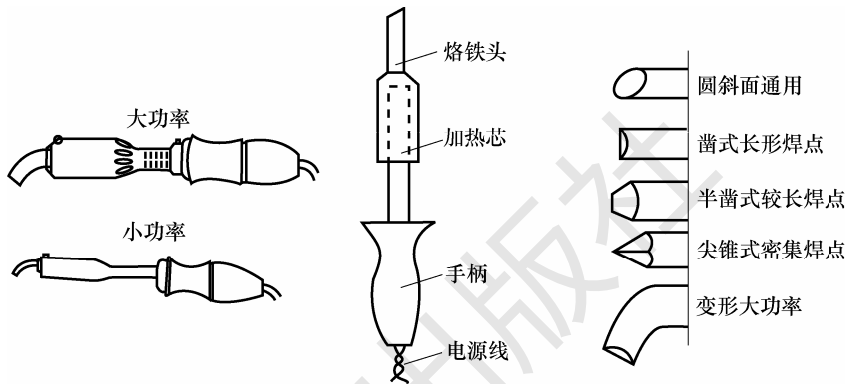


图 1-24 常用电烙铁



思考与练习

1. 验电器有几种？各有什么特点？
2. 电工刀有什么用途？使用时应注意哪些问题？
3. 电烙铁有什么主要作用？
4. 螺丝刀有哪几种？



知识拓展

试电笔的使用

使用试电笔时，人手接触电笔的部位为试电笔顶端的金属，而绝对不是试电笔前端的金属探头。使用试电笔要使氖管小窗背光，以便看清它测出带电体带电时发出的红光。笔握好以后，一般用大拇指和食指触摸顶端金属，用笔尖去接触测试点，并同时观察氖管是否发光。如果试电笔氖管发光微弱，切不可就断定带电体电压不够高，也许是试电笔或带电体测试点有污垢，也可能测试的是带电体的地线，这时必须擦干净试电笔或者重新选测试点。反复测试后，氖管仍然不亮或者微亮，才能最后确定测试体确实不带电。



1.1.5 电工实训室操作规程

电工实训室是学生进行实训的主要场所，实训室有直流电源和交流电源。人体是导体，在做实训时，若不慎触及带电体、电源等，便有电流通过人体。当人体通过 1 mA 工频交流电时，会有麻木的感受，通过 50 mA 电流时，就可能发生痉挛和心脏麻痹，经过稍长时间则有生命危险。

为了防止触电事故发生，学生在实训前，应该认真预习实训内容和操作步骤及安全用电规程，在实训时，为确保人员和设备的安全，必须时刻有“安全第一”的思想，严格按照“用电操作规程”进行实训。

1. 进入实训室前，所有实训学员都必须按要求接受安全教育，牢固树立“安全第一”的思想，按规定的时间进入实训室，到达指定的工位，未经同意，不得私自调换。

2. 实训时必须穿戴好规定的防护用品。一般不允许带电作业，不得穿拖鞋进入实训室，不得携带食物进入实训室，不得让无关人员进入实训室，不得在室内喧哗、打闹、随意走动，不得乱摸乱动有关电气设备。

3. 实训台电源的开启、关断，坚持单手操作，禁止用潮湿的手接触实训装置。室内的任何电器设备，未经验电，一般视为有电，不准用手触及，任何接、拆线都必须切断电源。

4. 实训台相关挂箱、模块箱的连接，应在老师的指导下，明确连接方式后进行，禁止随意连接，以免造成短路，引发事故。工作前应详细检查所用工具是否安全可靠，了解场地、环境情况，选好安全工作位置。如发现不安全情况，应停止使用并立即报告老师，以便及时采取措施；电器设备安装检修后，须经检验后方可使用。

5. 使用各种电器要严格执行“装得安全、拆得彻底、检查经常、修理及时”的规定。实践操作时，思想要高度集中，操作内容必须符合教学内容，不准做任何与实训无关的事。

6. 在线路、设备上工作时要切断电源，并挂上警告牌、验明无电后才能进行工作。在使用电压高于 36 V 的手电钻时，必须戴好绝缘手套，穿好绝缘鞋。使用电烙铁时，电烙铁安放位置不得有易燃物或靠近电器设备，用完要及时拔掉插头。装接灯头时开关必须控制相线；临时线敷设时应先接地线，拆除时应先拆相线。工作中拆除的电线要及时处理好，带电的线头须用绝缘带包扎好。要爱护实训工具、仪表、电气设备和公共财物，凡在实训过程中损坏仪器设备者，应主动说明原因并接受检查，填写报废单或损坏情况报告表。

7. 不准无故拆除电器设备上的熔丝及过负荷继电器或限位开关等安全保护装置，凡因违反操作规程或擅自动用其他仪器设备造成损坏者，由事故人作出书面检查，视情节轻重进行赔偿，并给予批评或处分。

8. 进行测量时，应估计被测量，选择合适的量程进行。禁止长时间超量程测量。机电设备安装或修理完工后在正式送电前必须仔细检查绝缘电阻及接地装置和传动部分防护装置，使之符合安全要求。发生触电事故应立即切断电源，并采用安全、正确的方法立即对触电者进行解救和抢救。保持实训室整洁，每次实训后要清理工作场所，擦拭实训台及其附件，应使用干燥、洁净的软布进行，做好设备清洁和日常维护工作。每次实训结束，应拔下所有的烙铁电源插头，并切断总电源，关好门窗。经老师同意后方可离开。

9. 学生实训应做到“十要、十不准”。

十要：要穿符合安全要求的衣着，女生长辫子要盘起来；要提前 5 分钟进场；要按老师分配的岗位工作；要认真听老师讲解，仔细观看老师操作；要严格遵守安全操作规程，集中注意力，确保人身和设备安全；要保质保量按时完成实训任务；要爱护设备、工具和量具，节约材料和水电；要互相关心，团结友爱；要保持实训室整齐美观；要按时下课，做好卫生，关好水、电、油的开关或阀门，关好门窗。

十不准：不准穿背心、短裤、裙子、高跟鞋、拖鞋；不准迟到、早退，请假要办手续；不准串岗、大声喧哗、嬉笑打闹；不准顶撞老师和师傅；不准动用与本次实训无关的设备；不准假公济私，干私活；不准私带工具量具、零件及各种材料出实训室；不准叫别人或代别人做实训；不准乱丢乱放工具、乱拿别人工具和材料；不准吸烟、随地吐痰、丢果皮和杂物。

思考与练习

1. 学生实训为什么要做到“十要、十不准”？
2. 设备安装或修理完工后在正式送电前为什么必须仔细检查绝缘电阻及接地装置和传动部分防护装置？
3. 为什么不准无故拆除电器设备上的熔丝及过负荷继电器或限位开关等安全保护装置？
4. 为什么在线路、设备上工作时要切断电源，并挂上警告牌、验明无电后才能进行工作？
5. 为什么使用电烙铁时，安放位置不得有易燃物或靠近电器设备，用完要及时拔掉插头？
6. 为什么室内的任何电器设备，未经验电，一般视为有电，不准用手触及？

1.2 安全用电

想一想

- 电是否看得见？能否用手摸？
- 电给人类带来幸福时，是否也带来灾难？
- 怎样才能安全用电？

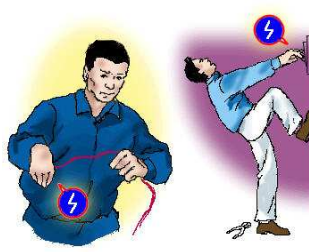
伴随科技的发展、社会的进步、人们生活水平的提高，特别是家电下乡活动的开展，电在现代化生产和生活中起着越来越重要的作用，给人们带来无限的好处。但是如果不能安全用电，就会造成人身触电、设备损坏，甚至危及供电系统的安全运行，导致停电或引起火灾等事故。安全用电，性命攸关。如图 1-25 所示为各种违章操作导致的事故。

安全用电主要指人身安全和设备安全 2 个方面。

因此，学习安全用电知识，懂得用电的常识、认真执行各项安全技术规程是十分重要的。



(a) 人体进入带电区触电



(b) 人体接触带电的导体和带电拉闸



(c) 人体接触火线



(d) 违章作业导致火灾

图 1-25 各种违章操作导致的事故

1.2.1 安全电压的含义

在各种不同环境条件下,人体接触到有一定电压的带电体后,人体各部分组织不发生任何损坏,该电压称为安全电压。

安全电压是以人体允许通过的电流与人体电阻的乘积来表示的。人体的允许电流可以看成是受电击后能摆脱带电体而解除触电危险的电流。人体的电阻随人体所处的条件不同而在一定的范围内变化。国际电工委员会(IEC)规定接触电压的限定值为 50 V,并规定在 25 V 以下时,不需考虑防止电击的安全措施。

接触电压的限定值 50 V 是根据人体允许通过的电流 30 mA 和人体电阻 1 700 Ω 确定的,也就是说在正常工作或故障情况下,两带电体之间的电压均不得超过交流(50 Hz)有效值 50 V。

根据我国的具体条件和工作环境,我国规定的安全电压有 5 个等级,分别是:42 V、36 V、24 V、12 V、6 V 额定值。当电气设备的额定电压超过 24 V 安全电压等级时,应采取对直接接触带电体的安全保护措施。我国常用的安全电压为 36 V、12 V。

思考与练习

1. 国际电工委员会规定接触电压的限定值为多少伏?
2. 我国规定的安全电压是哪 5 个等级?
3. 我国常用的安全电压为多少伏?
4. 简述安全电压的定义。
5. 安全电压在任何时候都安全吗?

1.2.2 人体触电的原因

人体因触及带电体而承受过大的电流，以致引起局部受伤或死亡的现象称为触电。随着用电的场合越来越多，发生触电事故的机会相应增加。引起触电的原因各不一样，根据日常用电情况，人体触电原因主要有以下 4 种。

1. 电气线路安装不合规范

在不同处所、不同的防护等级要求对安装电气线路有不同的标准。在进行电气线路安装时要符合规范，否则会产生这样那样的问题。例如：采用一线一地制的供电系统中违章架设线路，当接地零线的电阻不符合标准、线路发生短路时，均会引起触电；室内导线破损、绝缘损坏或敷设不合格时，容易造成触电或短路引起火灾；无线电设备的天线、广播线或通信线与电力线距离过近或同杆架设时，如发生断线或碰线，电力线电压就会传到这些设备上而引起触电；电气工作台布线不合理，使绝缘线被磨坏或被烙铁烫坏而引起触电；等等。

2. 设备有缺陷或故障

对于设备的管理各个部门或单位有相应的标准，我们要按标准去做。如我们到了检修周期或出现了故障仍不去维修保养则也会出现问题。例如：用电设备的绝缘损坏造成漏电，而外壳无保护接地线或保护接地线接触不良而引起触电；开关和插座的外壳破损或导线绝缘老化，失去保护作用，一旦触及就会引起触电；线路或用电器具接线错误，导致外壳带电而引起触电；线路故障过压，导致电器爆炸并引发火灾；等等。

3. 缺乏电气安全常识违规操作

对用电设备的维修和管理，国家有严格的管理制度。国家将电工的维修保养和安装人员作为特种作业人员，对于特种作业人员必须经过考核，合格后持证上岗。倘若违背相关规定，盲目操作电气，轻者导致停电、跳闸，重则造成无法估计的经济损失。例如：电工操作时，违规带电操作、冒险修理或盲目修理，且未采取切实的安全措施，均会引起触电；使用不合格的安全工具进行操作，如使用绝缘层损坏工具，用竹竿代替高压绝缘棒，用普通胶鞋代替绝缘靴等，均会引起触电；停电检修线路时，闸刀开关上未挂警告牌，其他人员误合开关也会造成触电；等等。

4. 电器使用不规范

随着科技的进步，生活水平的提高，各种电器产品更新换代加快，新产品不断出现，新的问题也越来越多。但无论如何我们要遵守相应的规范。例如：电视机室外天线安装过高、洗衣机等家用电器的金属外壳没接地、在电加热设备上覆盖和烘烤衣物、在室内违规乱拉电线和乱接用电器具，在使用中都会因不慎而造成触电；未切断电源就去移动灯具或电器，若电器漏电就会造成触电；更换保险丝时，随意加大规格或用铜丝代替熔丝，使之失去保险作用就容易造成触电或引起火灾；用湿布擦拭或用水冲刷电线和电器，引起绝缘性能降低而造成触电，等等。



如图 1-26 所示为常见触电现象。



(a) 直接接触导电体



(b) 违章用电捕鱼



(c) 线路接线不规范



(d) 违章用铜丝代替保险丝



(e) 违章晒衣



(f) 违章用湿毛巾做清洁

图 1-26 常见触电现象



思考与练习

1. 你在日常的生活和工作中怎样防止触电？
2. 关于电气安装，你知道国家制定了哪些标准吗？
3. 电气作业人员需要什么条件？
4. 你家的电器使用符合电器安全规范吗？

1.2.3 常见触电的几种形式

人体触电可分为电击和电伤两种类型。常见触电的形式及产生原因见表 1-1。

表 1-1 常见触电的形式及产生原因

触电形式	产生原因
单相触电	人站在地上或其他接地体上，人的某一部分触及一相带电体而引起的触电事故
两相触电	人体两处触及两相带电体而引起的触电事故
接触电压触电	人体由接触电压引起的触电事故
感应电压触电	人触及带有感应电压的设备和线路所造成的触电事故
跨步电压触电	带电体着地，人体接近带电体着地点时，两脚之间形成跨步电压的触电事故
剩余电荷触电	人触及带有剩余电荷的设备时，对人体造成的触电事故

思考与练习

1. 比较不同形式触电的特点。
2. 简述不同大小的电流通过人体时产生的反应。

1.2.4 影响人体伤害程度的因素

人体触电伤害程度与很多因素有关。如电流的种类和频率、电流的大小和通过的途径、触电时间的长短以及人体状态等。影响人体伤害程度的因素和特点见表 1-2。

表 1-2 影响人体伤害程度的因素和特点

影响因素	特点简介
电流大小	通过人体的电流越大，人体的生理反应越明显、感觉越强烈、破坏心脏正常工作的时间越长，致命的危险性越大
通电持续时间	电流流过人体的时间越长，对人体的伤害程度越重
电流频率	常用的 50~60 Hz 的工频交流电对人体的伤害程度最为严重。当电源的频率离工频越远时，对人体的伤害程度较轻。但较高电压的高频电流对人体依然是十分危险的
电阻影响	人体电阻因人而异，且影响其数值大小的因素很多，皮肤状况如厚薄、多汗否、有无带电灰尘、与带电体的接触情况如接触面积和压力大小等均会影响到人体电阻值的大小
电压大小	作用于人体电压越高，人体电阻下降越快，导致电流增加
电流路径	电流通过头部会使人昏迷而死亡，通过心脏会造成心跳停止而死亡

思考与练习

1. 在触电持续时间一定的情况下，直流电和工频交流电相比，哪一个对人体的伤害更大？
2. 是否电压越高对人体的危害越大？



知识拓展

不同大小的电流通过人体时产生的反应

电流(mA)	交流电(50 Hz)	直流电
0.6~1.5	手指开始感觉发麻	无感觉
2~3	手指感觉强烈发麻	无感觉
5~7	手指肌肉感觉痉挛	手指感觉灼热和刺痛
8~10	手指关节与手掌感觉痛, 手已难以脱离电源, 但尚能摆脱	手指感觉灼热, 较 5~7 mA 时更强
20~25	手指感觉剧痛, 迅速麻痹, 不能摆脱电源, 呼吸困难	灼热感很强, 手的肌肉痉挛, 呼吸困难
50~80	呼吸麻痹, 心室开始振动	呼吸麻痹
90~100	呼吸麻痹, 持续 3 s 或更长时间后心脏麻痹或心房停止跳动	呼吸麻痹, 心室颤动, 心跳停止
500	延续 1 s 以上有死亡危险	

1.2.5 电气安全操作规程

电气工作人员在进行电气操作时必须做到“三不伤害”，即不伤害别人、不伤害自己、不被别人伤害。在工作时必须按规程进行，采取必要的安全措施，确保人身安全和电气设备正常运行，为此必须做到以下几点。

1. 电气工作人员在作业前

- (1) 需用电申请，填写作业申请单，如图 1-27 所示。
- (2) 穿戴好劳保用品，脚穿绝缘鞋。
- (3) 检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。
- (4) 对所做的工作要仔细考虑，对带的工具和配件做好登记。



图 1-27 用电申请

- (5) 当由专门检修人员修理配电室电气设备时，值班电工必须进行登记。

(6) 必须在低压电气设备上带电进行工作时，要经过主管领导批准，并要有专人监护，做好防护工作才可作业。工作时要戴工作帽，穿长袖衣服，戴工作手套，使用绝缘工具，并站立在绝缘物上进行操作，相邻带电部分和接地金属部分应用绝缘板隔开。

2. 电气工作人员在工作时

- (1) 在工作时任何电气设备必须先验电，后作业。内部未经验明无电时，一律视为有电，不准用手触及。
- (2) 对正在运行的设备，不准在运行中拆卸、修理电气设备。必须在停车、切断电源、取下熔断器、挂上“禁止合闸，有人工作”的警示牌，并验明无电后，才可进行工作。
- (3) 在对配电柜、配电盘及输送电的母线工作时，在验明无电后，应挂临时接地线。装

拆接地线都必须由值班电工进行。

(4) 工作临时中断后或每班开始工作前,都必须重新检查电源是否已断开,并要验明是否无电,才能工作。

(5) 对动力配电箱进行操作时严禁带负载操作动力配电箱中的闸刀开关,若需操作先卸负载再拉闸刀开关。

(6) 带电装卸熔断器时,要戴防护眼镜和绝缘手套。必要时使用绝缘夹钳,站在绝缘垫上操作。严禁使用锉刀、钢尺等进行工作。

(7) 熔断器的容量要与设备和线路的安装容量相适应,不能过大或过小。

(8) 电气设备的金属外壳必须接地(接零),接地线必须符合标准,正常工作时不准断开带电设备的外壳接地线。

(9) 对电气设备维修和保养时拆卸电气设备或线路后,要对可能继续供电的线头立即用绝缘胶布包扎好。

(10) 安装灯头时,开关必须接在相线上,灯头座螺纹必须接在零线上,要保证相线进开关。

3. 电气工作人员在工作任务完成后

(1) 填写作业完成单。

(2) 清点所带的工具、零件等,以防遗留在电气设备中而造成事故。

(3) 对配电室检修完工后做好交代,和值班电工共同检查后,才可送电。

(4) 送电时要先合总开关后合负载开关。

(5) 合负载开关时,保持一定的时间间隔。

思考与练习

1. 在工作时任何电气设备为什么必须先验电,后作业?
2. 你家里新购买了一台空调,你准备怎样安装呢?
3. 你家要临时用电,你应该怎样做?
4. 合负载开关时,为什么要间隔一定的时间?

1.2.6 安全用电措施

在企业或各个公司安全是一切工作的中心,安全用电又是安全工作的中心。安全用电措施包括组织措施、技术措施两个方面。

1. 组织措施

组织是执行路线的保障。一个企业要在激烈的市场竞争中脱颖而出必须有一个适应市场的组织。安全用电工作要做好,组织措施是关键。首先要建立组织结构图,做到层层有人管、事事有人管。职责分明,有章可循,照章办事。在电气系统和电气设备的设计、制造、安装、运行和检修维护过程中,要严格遵守国家规定的标准和规程。建立健全的安全规章制度,如安全操作规程、电气安装规程、运行管理规程、维护检修制度等,并认真落实执行。加强安全教育,提高安全意识。对从事电气工作的人员,应加强培训和考核,杜



绝违章操作。

2. 技术措施

技术措施是组织措施的基础。以下从停电作业的安全措施、带电作业时的安全措施等方面加以说明。

(1) 停电作业的安全措施

检修线路或设备，应在停电后进行，并采取下列安全技术措施：

① 切断电源：必须按照停电操作顺序进行，切断来自各方面的电源，保证各电源有一个明显断点。对多回路的线路，要防止从低电压侧倒送电。

② 验电：停电检修的设备或线路，必须验明电气设备或线路无电后，才能确认无电，否则应默认为有电。验电时，应该用电压等级相符、合格的验电器对检修设备的进出线两侧各相分别验电，确认无电后方可工作。

③ 装设临时地线：对于可能送电到检修设备的线路，或可能产生感应电压的地方，都要装设临时地线。装设过程为：先接好接地端，在验明电气设备或线路无电后，立即接到被检修的设备或线路上；拆除时则与之相反。操作人员应戴绝缘手套、穿绝缘鞋，人体不能触及临时接地线，并设人监护。临时接地线应使用截面积不小于 2.5 mm 的多股软裸铜导线。

④ 悬挂警告牌(如图 1-28 所示)：停电作业时，对一经合闸即能送电到检修设备或线路的开关，须在配电柜的操作手柄上面悬挂“禁止合闸，有人工作”的警告牌，必要时加锁固定或派专人监护。



图 1-28 各种工作指示牌

(2) 带电作业时的安全措施

特殊情况下必须带电工作时，应严格按照带电作业的安全规程进行作业。

在低压电设备或线路上进行带电工作时，应使用合格的、有绝缘手柄的工具，穿绝缘鞋、戴绝缘手套，并站在干燥的绝缘物体上，同时派专人监护。

对工作中可能碰触到的其他带电体及接地物体，应使用绝缘物隔开，防止相间短路和接地短路。

检修带电线路时，应分清相线和零线。断开导线时，应先断开相线，后断开零线；搭接导线时，应先接零线，后接相线；接相线时，应将两个线头搭实后再行缠接，切不可有通过人体或手指搭接两根线的过程。

高、低压线同杆架设时，检修人员离高压线的距离要符合安全距离，如表 1-3 所示。

表 1-3 电压等级与安全距离

电压等级(kV)	安全距离(m)	电压等级(kV)	安全距离(m)
15 以下	0.7	44	1.2
20~35	1	60~100	1.5

思考与练习

1. 安全用电措施包括哪两个方面？
2. 简述安全用电组织措施的基本内容。
3. 简述安全用电技术措施的基本内容。
4. 简述带电作业的安全措施。
5. 简述电压等级与安全距离之间的关系。

1.2.7 触电现场的处理措施

触电是我们不愿发生的事，但一旦发生触电事故，抢救者必须保持冷静，千万不要惊慌失措，首先应尽快使触电者脱离电源，判断触电程度，然后进行现场急救。

1. 脱离电源

使触电者迅速脱离电源是极其重要的一环，触电时间越长，对触电者的危害就越大。由于触电现场的情况不同，在脱离低压电源和高压电源的时候所使用的方法也不同。

低压触电时脱离电源的方法：立即拉开开关或拔出插头，切断电源；拉开触电者或挑开电线，使触电者脱离电源；用干木板等绝缘物插入触电者身下，隔断电源。如图 1-29 所示。



图 1-29 发生低压触电时脱离电源的方法

高压触电时脱离电源的方法：立即通知有关部门停电；带上绝缘手套，穿上绝缘靴，用相应电压等级的绝缘工具拉开开关；抛掷裸金属线使线路短路接地，迫使保护装置动作，断开电源。如图 1-30 所示。抛掷金属线前，应注意先将金属线一端可靠接地，然后抛掷另一端；被抛掷的一端切不可触及触电者和其他人。



图 1-30 发生高压触电时脱离电源的方法

抢救时必须记住：当触电者未脱离电源前本身就是带电体，直接接触及同样会使抢救者触电，必须戴上绝缘手套才可以去拉开触电者。

在高空发生触电事故时，触电者有被摔下的危险，一定要采取紧急措施，使触电者不致被摔伤或摔死。如事故发生在高压设备上，应立即通知供电部门停电。

2. 判断触电程度

(1) 判断呼吸是否停止：采用看、听、试等方法判定伤员有无呼吸。看、听动作是一起做，看胸、腹部有无呼吸动作的起伏，听鼻孔有无呼吸的气流声。每项动作操作时间在 3~5 s 内。在进行呼吸判断时要注意保持伤员气道通畅。如图 1-31 所示。



图 1-31 判断呼吸是否停止

(2) 心跳的判定：用手摸颈动脉判定伤员颈动脉有无搏动，无搏动可判定心跳停止。也可将耳朵贴到触电者胸口听其是否有心跳。动作操作时间不能短于 6 s。操作时始终要注意保持伤员头部后仰。如图 1-32 所示。



图 1-32 判断心跳是否停止

(3) 判断瞳孔是否放大：处于死亡边缘或已经死亡的人，由于大脑细胞严重缺氧，大脑中枢失去对瞳孔的调节功能，瞳孔会自行放大，对外界光线强弱不再作出反应。如图 1-33 所示。



瞳孔正常

瞳孔放大

图 1-33 判断瞳孔是否放大

3. 现场急救

应根据其受电流伤害的程度，采取不同的抢救措施。若触电者只是一度昏迷，可将其

放在空气流通的地方安静地平卧，松开身上的紧身衣服，按摩全身，使之发热，以利于血液循环；若触电者发生痉挛，呼吸微弱，应进行现场人工呼吸；若触电者停止呼吸或心脏停止跳动，可能是假死，决不可放弃抢救，应立即进行现场人工呼吸和人工胸外心脏按压；抢救必须分秒必争，同时迅速通知医院救护。如图 1-34 所示。



图 1-34 现场急救

现场抢救措施常用方法：人工呼吸法和人工胸外心脏按压法。

人工呼吸的方法很多，其中以口对口吹气的人工呼吸法(如图 1-35 所示)最为简便有效，也最易学会，且最易传授。具体做法如下：

(1) 首先把触电者移到空气流通的地方，最好放在平直的木板上，使其仰卧，头部尽量后仰。先把头侧向一边，掰开嘴，清除口腔中的杂物、假牙等。如果舌根下陷应将其拉出，使呼吸道畅通。同时解开衣领，松开上身的紧身衣服，使胸部可以自由扩张。

(2) 抢救者位于触电者的一侧，用一只手捏紧触电者的鼻孔，另一只手掰开口腔，深呼吸后，以口对口紧贴触电者的嘴唇吹气，使其胸部膨胀。

(3) 放松触电者的口鼻，使其胸部自然恢复，让其自动呼气，时间约 3 s。

(4) 按照上述步骤反复进行，4~5 s 一个循环，每分钟约 12 次。如果触电者张口有困难，可用口对准其鼻孔吹气，其效果与上面方法相近。



图 1-35 口对口吹气的人工呼吸法

人工胸外心脏按压法：凡心跳停止或不规则跳动时，应立即采取人工胸外心脏按压法(如图 1-36 所示)进行抢救。这种方法是用人工胸外按压代替心脏的收缩作用，具体做法如下：

(1) 使触电者仰卧，姿势与进行人工呼吸时相同，但后背着地应结实，抢救者跨在触电者的腰部。

(2) 抢救者两手相叠，用掌根置于触电者胸部下端部位，即中指尖部置于其颈部凹陷的边缘，掌根所在的位置即为正确按压区；然后自上而下直线均衡地用力按压，使其胸部下陷 3~4 cm 左右，以压迫心脏使其达到排血的作业。

(3) 使按压到位的手掌突然放松,但手掌不要离开胸壁,依靠胸部的弹性自动恢复原状,使心脏自然扩张,大静脉中的血液就能回流到心脏中来。

(4) 按照上述步骤连续不断地进行,每分钟约 60 次。按压时定位要准确,压力要适中,不要用力过猛,以免造成肋骨骨折、气胸、血胸等危险。但也不能用力过小,用力过小则达不到按压目的。

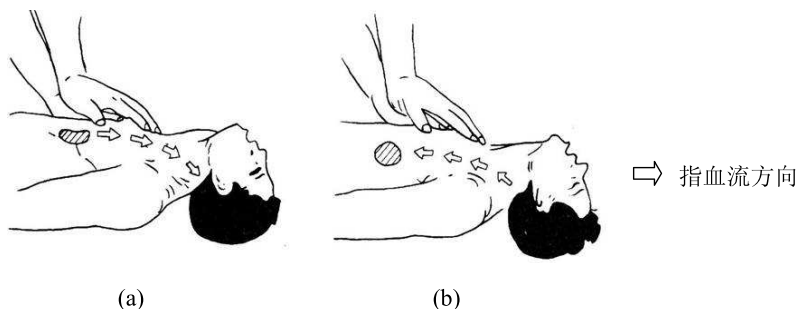


图 1-36 人工胸外心脏按压法

上述两种方法对症使用,若触电者心跳和呼吸均已停止,则两种方法可同时使用。如果现场只有一个人,则应先行吹气 2 次,再按压 15 次,如此反复进行。

经过一段时间的抢救后,若触电者面色好转,口唇潮红,瞳孔缩小,心跳和呼吸恢复正常,四肢可以活动,这时可暂时停数秒进行观察,有时触电者就此恢复。如果还不能维持正常的心跳和呼吸,必须在现场继续抢救,尽量不要搬动,如果必须搬动,抢救工作决不能中断,直到医务人员来接替抢救为止。

思考与练习

1. 简述触电现场的处理程序。
2. 简述发生低压触电和高压触电的处理措施有何不同。
3. 简述现场抢救措施。

1.2.8 电气火灾的处理

电气火灾是指由电气原因(过载、短路、漏电、电火花或电弧等)产生火源造成的火灾。电气火灾可能造成人员伤亡和设备损坏,造成电力系统事故。

电气火灾的直接原因是多种多样的,例如过载、短路、接触不良、电弧火花、漏电、雷电、静电等都能引起火灾。有的火灾是人为的,比如思想麻痹、疏忽大意、不遵守有关安全防火法规,违反操作规程等。有的是电气设备质量不高,设备工作制式选择不合理,设备使用环境不当,设备保养不良等。

电气火灾的特点:着火后电气设备可能仍带电(电气绝缘损坏或带电);导线断落接地,在一定范围内会存在跨步电压和接触电压,会引起触电事故;有些电气设备内部充有大量油(如变压器、电压互感器等),着火后可能发生喷油、爆炸等。

电气火灾的处理：首先切断电源。断电时应严格按照规定程序进行操作，严防带负荷拉隔离开关；操作时带绝缘手套、穿绝缘靴，并使用相应电压等级的绝缘工具；紧急切断电源时，切断地点选择合适。如切断点选择在电源侧支持物附近，防止导线断落后触及人身。其次选择合适的灭火器材(如图 1-37 所示)。严禁使用泡沫剂对有电的设备进行灭火。一定要用不导电的灭火剂，如二氧化碳、四氯化碳、二氟一氯一溴甲烷(1211)、化学干粉灭火剂等。充油电气设备外部着火时，用二氧化碳、四氯化碳、1211、干粉灭火剂，充油电气设备内部着火时，应立即切断电源，并用喷雾水灭火。做好现场的清理工作。明火扑灭完成后，清理现场，防止死灰复燃。



图 1-37 常用灭火器



思考与练习

1. 简述电气火灾的特点。
2. 简述电气火灾的处理程序。

本章小结

本章主要介绍电工实训室认识、安全用电 2 个方面的知识。实训是学生获取技能的必经途径，实训室是学生实训的场所。安全是学生实训能否正常开展的基础，安全用电是学生实训的前提。本章的主要内容如下：

1. 电工实训包括电工技术基础、电工基本技能 2 个实训。
2. 电工实训常用电源有直流电源、交流电源。
3. 基本电工仪表有万用表、电压表、电流表、钳形电流表及示波器等。
4. 电工常用工具有验电器、电工刀、螺丝刀、钢丝钳、尖嘴钳及剥线钳等。
5. 人体触电的原因：电气线路安装不合规范、设备有缺陷或故障、缺乏电气安全常识违规操作和电器使用不规范等方面。
6. 人体触电常见的形式有单相、两相、接触电压、感应电压、跨步电压及剩余电荷触电 6 个方面。
7. 影响人体伤害程度的因素：电流大小、通电持续时间、电流频率、电阻影响、电压大小及电流路径等。



8. 电气安全操作规程包括电工作业前、电工作业中、电工作业后 3 个部分。
9. 安全用电的措施包括组织措施、技术措施 2 个方面。
10. 触电现场的处理措施包括对电源的处理、对触电者的处理 2 个部分。



本章练习

一、填空题

1. 电工实训室电源分为_____和_____ 2 大类。
2. 常用电工工具有_____, _____、_____, _____、_____, _____等。
3. 常用电工仪表有_____, _____、_____, _____、_____等。
4. 常用安全电压有_____、_____等。
5. 常见人体触电的原因有_____, _____、_____, _____等。
6. 人体触电常见的形式有_____和_____等。

二、综合题

1. 当看到同学或同事触电了，你所做的第一步工作是什么？
2. 安全用电的措施有哪些？
3. 保护接零为什么接电源的中性线？
4. 简述电工实训室操作规程。
5. 在日常用电和电气维修中，哪些因素会导致触电？
6. 简述口对口人工呼吸法的操作要点。
7. 简述人工胸外心脏按压法的操作要点。
8. 简述电气火灾的扑灭常识。
9. 简述直流电源和交流电源的特点。
10. 简述学生实训“十要、十不准”的内容。