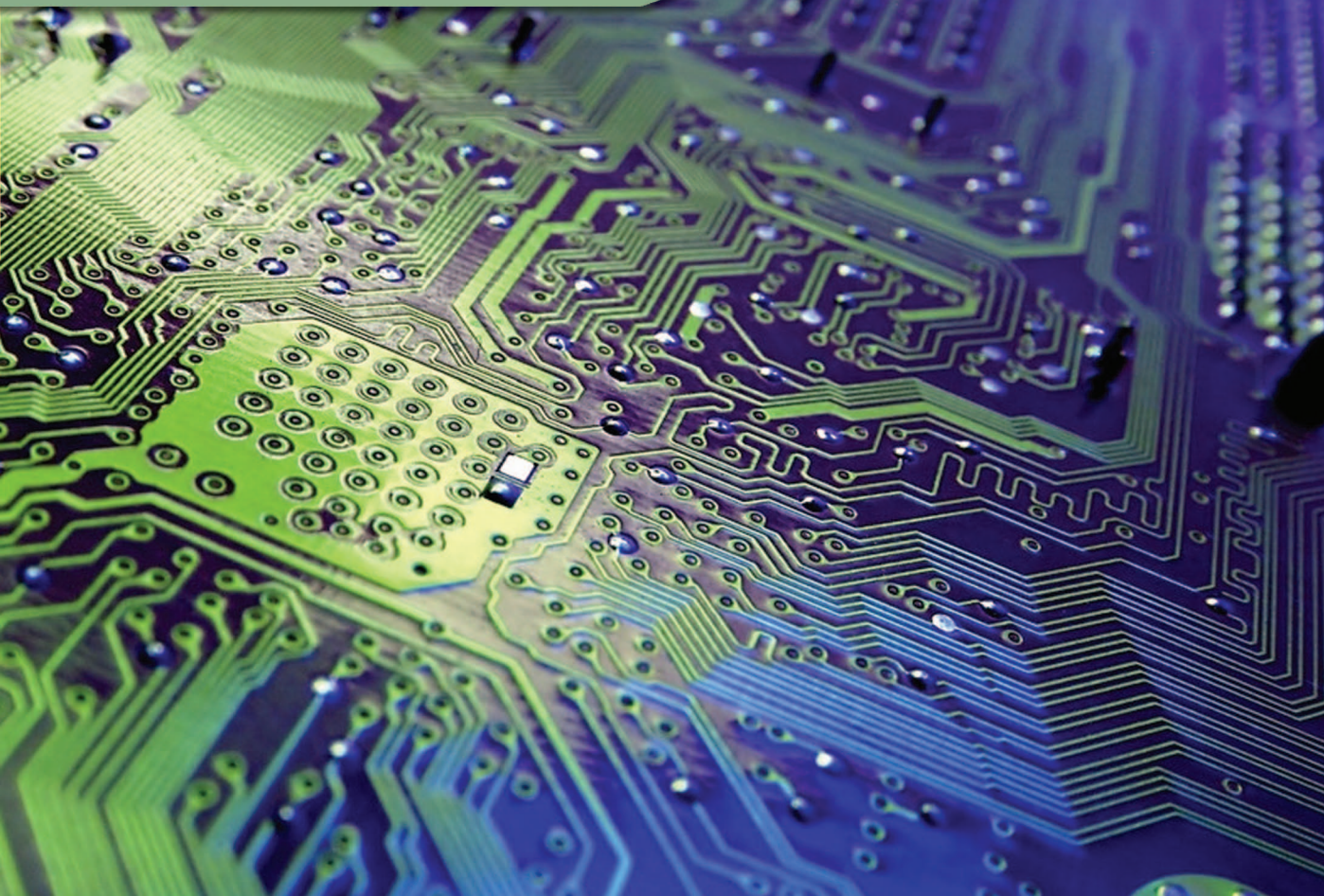


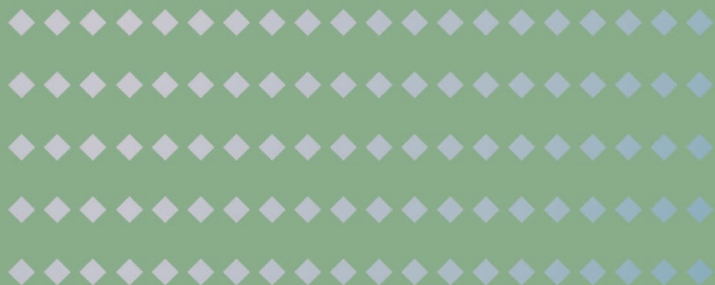
★ 国家中等职业教育改革发展示范学校静宁县职教中心校本教材
电子技术应用专业系列教材



电工技能与实训

主编 王晨光

静宁县职业技术教育中心



国家中等职业教育改革发展示范学校静宁县职教中心校本教材
电子技术应用专业系列教材

电工技能与实训

教材编写委员会

主 编：王晨光

副主编：许百锁 赵海锋

参 编：雷红军 金世安

静宁县职业技术教育中心

教材审定委员会

主 任：王多利

副主任：胡 懋

成 员：雷红军 王晨光 许百锁 赵海锋
孙学良 韩锦霞 金世安 梁西银
麻文堂 范满红 张维昭

前 言

《中华人民共和国劳动法》明确规定，国家对规定的职业制定职业技能标准，实行职业资格证书制度，由经政府批准的考核鉴定机构负责对劳动者实施职业技能鉴定。职业技能鉴定是提高劳动者素质，增强劳动者就业能力的有效措施，进行考核鉴定，并通过职业资格证书制度予以确认，为企业合理使用劳动力以及劳动者自主择业提供了依据和凭证。实施职业技能鉴定，教材是建设的重要环节。为适应本校电子技术应用专业职业技能鉴定的需要，推动电子专业教学改革，提高教学质量。

根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》和劳动部关于中级维修电工职业技能要求，并结合本校实际情况，特编写针对中级维修电工考核的培训教材。在学员已掌握电工基本知识的基础上，着眼于技能操作，力求浓缩精练，突出针对性、典型性、实用性。

由于作者的认识和水平有限，难免有不足和错误的地方，望读者们不吝赐教。

目 录

模块一 电工安全用电常识 / 1

- 1.1 电力安全标志 / 1
- 1.2 安全用电知识 / 1
- 1.3 电工安全用电操作知识 / 2
- 1.4 触电的危害性与急救 / 2

模块二 常用电工工具仪表的使用 / 8

- 2.1 万用表的使用 / 8
- 2.2 验电工具的使用 / 11
- 2.3 兆欧表的使用 / 14
- 2.4 螺钉旋具的使用 / 18
- 2.5 钢丝钳和尖嘴钳的使用 / 20
- 2.6 导线绝缘层的剥削 / 22
- 2.7 导线的连接 / 26
- 2.8 导线绝缘层的恢复 / 29

模块三 常用的低压元器件 / 32

- 3.1 刀开关 / 32
- 3.2 熔断器 / 34
- 3.3 主令电器 / 35
- 3.4 交流接触器 / 36
- 3.5 热断电器 / 38

模块四 电工操作技能训练 / 40

- 4.1 白炽灯照明电路的安装 / 40

4.2 日光灯电路的安装 / 43

4.3 照明电路的安装和接线 / 47

模块五 三相异步电机 / 49

5.1 三相异步电动机直接起动控制 / 50

5.2 三相异步电动机接触器点动控制线路 / 50

5.3 三相异步电动机接触器自锁控制线路 / 52

5.4 三相异步电动机定子串电阻降压起动手动控制线路 / 53

5.5 三相异步电动机定子串电阻降压起动自动控制线路 / 55

5.6 Y— Δ 起动自动控制线路 / 56

5.7 用倒顺开关的三相异步电动机正反转控制 / 58

5.8 接触器联锁的三相异步电动机正反转控制线路 / 59

5.9 按钮联锁的三相异步电动机接触器正反转控制线路 / 61

5.10 双重联锁的三相异步电动机正反转控制线路 / 62

5.11 三相异步电动机单向降压起动及反接制动控制线路 / 64

5.12 三相异步电动机能耗制动控制线路 / 66

5.13 三相异步电动机的顺序控制 / 69

5.14 三相异步电动机的多地控制 / 70

5.15 三相异步电动机正反转点动起动控制线路 / 72

5.16 工作台自动往返控制线路 / 73

5.17 带有点动的自动往返控制电路 / 76

5.18 X62W 型万能铣床主轴与进给电动机的联动控制线路 / 77

5.19 C620 型车床的接线、故障与维修 / 79

5.20 电动葫芦的控制线路 / 81

5.21 单向电动机起动控制线路 / 82

5.22 白炽灯控制线路 / 83

5.23 日光灯控制线路 / 84

5.24 触摸开关控制白炽灯线路 / 85

5.25 声控开关控制楼梯白炽灯线路 / 85

5.26 单相电度表的安装线路 / 86

5.27 三相四线有功电度表的安装 / 87

5.28 三相四线无功电度表的安装 / 89

5.29 电压表、电流表的安装电路 / 90

- 5.30 万转开关和电压表测量三相线电压的接线电路 / 91
- 5.31 一台电流互感器用于单相回路的接线电路 / 92
- 5.32 二台电流互感器接成不完全星形接线的电路 / 93
- 5.33 三台电流互感器接成星形接线电路 / 94
- 5.34 二台电流互感器差接接线电路 / 96
- 5.35 三台电流互感器接成三角形接线电路 / 97
- 5.36 并励直流电动机电枢回路串电阻起动与调速 / 98
- 5.37 直流电机改变励磁电流进行调速的控制电路 / 100
- 5.38 带有能耗制动的反转控制电路 / 102
- 5.39 励磁反接制动的控制电路 / 104

模块一 电工安全用电常识

1.1 电力安全标志

我国 GB16179-1996《安全标志使用导则》规定了在容易发生事故或危险性较大的场所安全标志设置原则，并列出了所有安全标志。与电力安全有关的有 35 种主要标志，辅助标志由地方有关部门根据需要设计制作。经常用到的安全标志图形如下。



禁止吸烟
标志



禁止使用
明火标志



禁止堆放易
燃物标志



禁止启动
标志



禁止用水
救火标志



禁止合闸
标志



禁止靠近
标志



注意安全
标志



当心触电
标志



当心电缆
标志

安全用电包括供电系统的安全、用电设备的安全及人身安全三个方面，它们之间又是紧密联系的。供电系统的故障可能导致用电设备的损坏或人身伤亡事故，而用电事故也可能导致局部或大范围停电，甚至造成严重的社会灾难。

1.2 安全用电知识

在用电过程中，必须特别注意电气安全，如果稍有麻痹或疏忽，就可能造成严重的人

身触电事故，或者引起火灾或爆炸，给国家和人民带来极大的损失。

安全电压：交流工频安全电压的上限值，在任何情况下，两导体间或任一导体与地之间都不得超过 50V。我国的安全电压的额定值为 42V、36V、24V、12V、6V。如手提照明灯、危险环境的携带式电动工具，应采用 36V 安全电压，金属容器内、隧道内、矿井内等工作场合，狭窄、行动不便及周围有大面积接地导体的环境，应采用 24V 或 12V 安全电压，以防止因触电而造成的人身伤害。

1.3 电工安全操作知识

1. 在进行电气安装与维修操作时，必须严格遵守各种安全操作规程，不得玩忽失职。
2. 进行电工操作时，要严格遵守停、送电操作规定，确实做好突然送电的各项安全措施，不准进行约时送电。
3. 在邻近带电部分进行电工操作时，一定要保持可靠的安全距离。
4. 严禁采用一线一地、两线一地、三线一地（指大地）安装用电设备和器具。
5. 在一个插座或灯座上不可引接功率过大的用电器具。
6. 不可用潮湿的手去触及开关、插座和灯座等用电装置，更不可用湿抹布去揩抹电气装置和用电器具。
7. 操作工具的绝缘手柄，绝缘鞋和手套的绝缘性能必须良好，并作定期检查。登高工具必须牢固可靠，也应作定期检查。
8. 在潮湿环境中使用移动电器时，一定要采用 36V 安全低压电源。在金属容器内（如锅炉、蒸发器或管道等）使用移动电器时，必须采用 12V 安全电源，并应有人在容器外监护。
9. 发现有人触电，应立即断开电源，采取正确的抢救措施抢救触电者。

1.4 触电的危害性与急救

人体是导体，一旦有电流通过时，将会受到不同程度的伤害。由于触电的种类、方式及条件的不同，受伤害的后果也不一样。

一、触电的种类

人体触电有电击和电伤两类。

电击是指电流通过人体时所造成的内伤。它可以使肌肉抽搐，内部组织损伤，造成发

热发麻，神经麻痹等。严重时将引起昏迷、窒息，甚至心脏停止跳动而死亡。通常说的触电就是电击。触电死亡大部分由电击造成。

电伤是指电流的热效应、化学效应、机械效应以及电流本身作用下造成的人体外伤。常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。

二、触电方式

1. 单相触电

人体的某一部分接触带电体的同时，另一部分又与大地或中性线相接，电流从带电体流经人体到大地（或中性线）形成回路发生的触电现象，如图 1-1 所示。

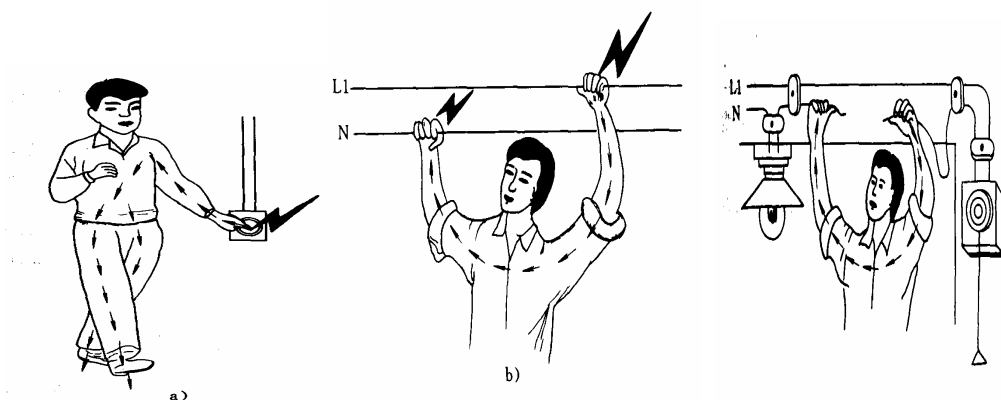


图 1-1 单相触电

2. 两相触电

人体的不同部分同时接触两相电源时造成的触电，如图 1-2 所示。对于这种情况，无论电网中性点是否接地，人体所承受的线电压将比单相触电时高，危险更大。

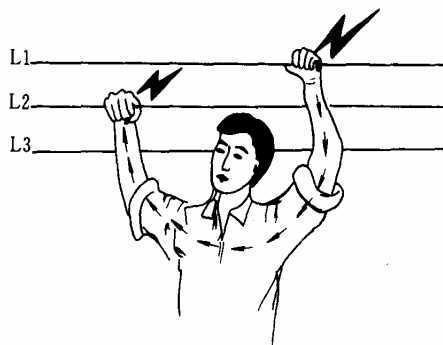


图 1-2 两相触电

3. 跨步电压触电

对于外壳接地的电气设备，当绝缘损坏而使外壳带电，或导线断落发生单相接地故障时，电流由设备外壳经接地线、接地体（或由断落导线经接地点）流入大地，向四周扩散。如果此时人站立在设备附近地面上，两脚之间也会承受一定的电压，称为跨步电压。跨步电压的大小与接地电流、土壤电阻率、设备接地电阻及人体位置有关。当接地电流较大时，跨步电压会超过允许值，发生人身触电事故。特别是在发生高压接地故障或雷击时，会产生很高的跨步电压，如图 1-3 所示。跨步电压触电也是危险性较大的一种触电方式。

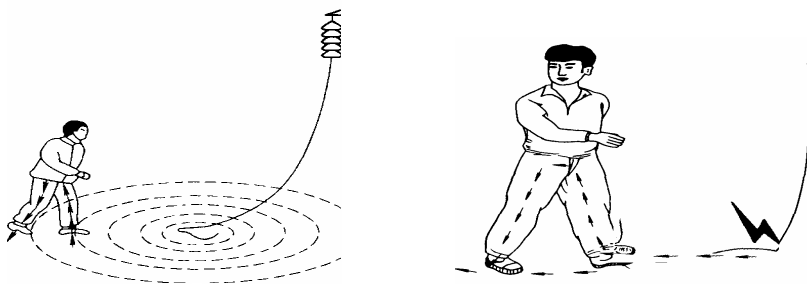


图 1-3 跨步电压触电

此外，除以上三种触电形式外，还有高压电弧触电、感应电压触电、剩余电荷触电等。

三、影响电流对人体危害程度的主要因素

电流对人体伤害的严重程度与通过人体电流的大小、频率、持续时间、通过人体的路径及人体电阻的大小等多种因素有关。不同电流对人体的影响见表 1-1。

表 1-1 不同电流对人体的影响

电流/mA	通电时间	工频电流	直流电流
		人体反应	人体反应
0~0.5	连续通电	无感觉	无感觉
0.5~5	连续通电	有麻刺感	无感觉
5~10	数分钟以内	痉挛、剧痛、但可摆脱电源	有针刺感、压迫感及灼热感
10~30	数分钟以内	迅速麻痹、呼吸困难、血压升高不能摆脱电流	压痛、刺痛、灼热感强烈，并伴有抽筋
30~50	数秒钟到数分钟	心跳不规则、昏迷、强烈痉挛、心脏开始颤动	感觉强烈，剧痛，并伴有抽筋
50~数百	低于心脏搏动周期	受强烈冲击，但未发生心室颤动	剧痛、强烈痉挛、呼吸困难或麻痹
	高于心脏搏动周期	昏迷、心室颤动、呼吸、麻痹、心脏麻痹	

1. 电流大小

通过人体的电流越大，人体的生理反应就越明显，感应越强烈，引起心室颤动所需的

时间越短，致命的危险越大。对于工频交流电，按照通过人体电流的大小和人体所呈现的不同状态，电流大致分为下列三种。

(1) 感觉电流，是指引起人体感觉的最小电流。实验表明，成年男性的平均感觉电流约为 1.1mA，成年女性为 0.7mA。感觉电流不会对人体造成伤害，但电流增大时，人体反应边的强烈，可能造成坠落等间接事故。

(2) 摆脱电流，是指人体触电后能自主摆脱电源的最大电流。实验表明，成年男性的平均摆脱电流约为 16 mA，成年女性的约为 10mA。

(3) 致命电流，是指在较短的时间内危及生命的最小电流。实验表明，当通过人体的电流达到 50 mA 以上时，心脏会停止跳动，可能导致死亡。

2. 电流频率

一般认为 40~60Hz 的交流电对人体最危险。随着频率的增高，危险性将降低。高频电流不仅不伤害人体，还能治病。

3. 通电时间

通电时间越长，电流使人体发热和人体组织的电解液成分增加，导致人体电阻降低，反过来又使通过人体的电流增加，触电的危险亦随之增加。

4. 电流路径

电流通过头部可使人昏迷；通过脊髓可能导致瘫痪；通过心脏造成心跳停止，血液循环中断；通过呼吸系统会造成窒息。因此，从左手到胸部是最危险的电流路径，从手到手从手到脚也是很危险的电流路径，从脚到脚是危险性较小的电流路径。

四、触电急救

触电急救的要点是要动作迅速，救护得法，切不可惊慌失措、束手无策。

1. 首先要尽快地使触电者脱离电源

人触电以后，可能由于痉挛或失去知觉等原因而紧抓带电体，不能自行摆脱电源。这时，使触电者尽快脱离电源是救活触电者的首要因素。

(1) 低压触电事故处理措施：

①触电地点附近有电源开关或插头，可立即断开开关或拔掉电源插头，切断电源。

②电源开关远离触电地点，可用有绝缘柄的电工钳或干燥木柄的斧头分相切断电线，断开电源；或用干木板等绝缘物插入触电者身下，以隔断电流。

③电线搭落在触电者身上或被压在身下时，可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物作为工具，拉开触电者或挑开电线，使触电者脱离电源。

(2) 高压触电事故处理措施：

①立即通知有关部门停电。

②戴上绝缘手套，穿上绝缘靴，用相应电压等级的绝缘工具断开开关。

③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。注意在抛掷金属线前，应将金属线的一端可靠地接地，然后抛掷另一端。

(3) 脱离电源的注意事项：

①救护人员不可以直接用手或其它金属及潮湿的物件作为救护工具，而必须采用适当的绝缘工具且单手操作，以防止自身触电。

②防止触电者脱离电源后，可能造成的摔伤。

③如果触电事故发生在夜间，应当迅速解决临时照明问题，以利于抢救，并避免扩大事故。

2. 现场急救方法

当触电者脱离电源后，应当根据触电者的具体情况，迅速地对症进行救护。

现场应用的主要救护方法是人工呼吸法和胸外心脏挤压法。

(1) 对症进行救护：

①如果触电者伤势不重，神智清醒，但是有些心慌、四肢发麻、全身无力；或者触电者在触电的过程中曾经一度昏迷，但已经恢复清醒。在这重情况下，应当使触电者安静休息，不要走动，严密观察，并请医生前来诊治或送往医院。

②如果触电者伤势比较严重，已经失去知觉，但仍有心跳和呼吸，这时应当使触电者舒适、安静地平卧，保持空气流通。同时揭开他的衣服，以利于呼吸，如果天气寒冷，要注意保温，并要立即请医生诊治或送医院。

③如果触电者伤势严重，呼吸停止或心脏停止跳动或两者都已停止时，则应立即实行人工呼吸和胸外挤压，并迅速请医生诊治或送往医院。应当注意，急救要尽快地进行，不能等候医生的到来，在送往医院的途中，也不能中止急救。

(2) 口对口人工呼吸法，是在触电者呼吸停止后应用的急救方法：

①触电者仰卧，迅速解开其衣领和腰带。

②触电者头偏向一侧，清除口腔中的异物，使其呼吸畅通，必要时可用金属匙柄由口角伸入，使口张开。

③救护者站在触电者的一边，一只手捏紧触电者的鼻子，一只手托在触电者颈后，使触电者颈部上抬，头部后仰，然后深吸一口气，用嘴紧贴触电者嘴，大口吹气，接着放松触电者的鼻子，让气体从触电者肺部排出。每 5s 吹气一次，不断重复地进行，直到触电者苏醒为止，如图 1-4 所示。

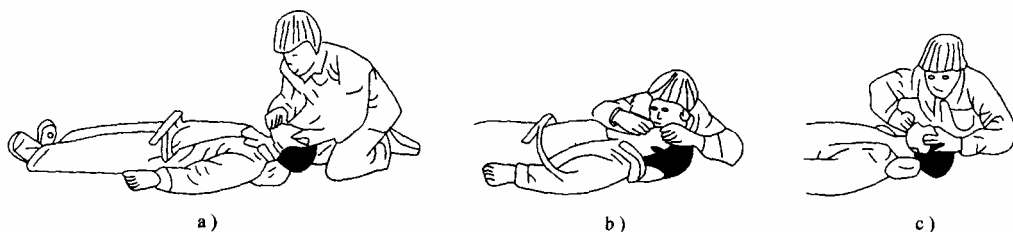


图 1-4 人工呼吸法

对儿童施行此法时，不必捏鼻。开口困难时，可以使其嘴唇紧闭，对准鼻孔吹气（即口对鼻人工呼吸），效果相似。

（3）胸外心脏挤压法，是触电者心脏跳动停止后采用的急救方法：

①触电者仰卧在结实的平地或木板上，松开衣领和腰带，使其头部稍后仰（颈部可枕垫软物），抢救者跪跨在触电者腰部两侧，如图 1-5a。

②抢救者将右手掌放在触电者胸骨处，中指指尖对准其颈部凹陷的下端，左手掌复压在右手背上（对儿童可用一只手），如图 1-5b。

③抢救者借身体重量向下用力挤压，压下 3~4cm，突然松开，如图 1-5d 所示。挤压和放松动作要有节奏，每秒钟进行一次，每分钟宜挤压 60 次左右，不可中断，直至触电者苏醒为止。要求挤压定位要准确，用力要适当，防止用力过猛给触电者造成内伤和用力过小挤压无效，对儿童用力要适当小些。

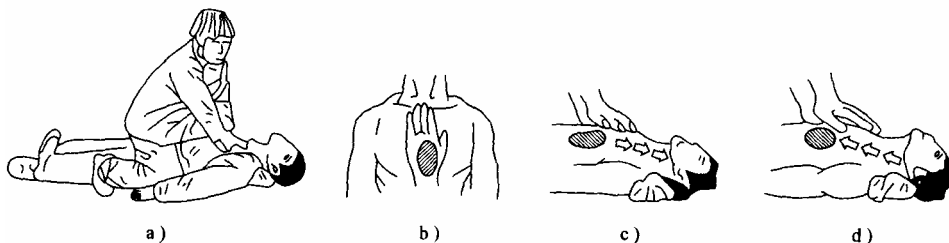


图 1-5 胸外心脏挤压法

（4）触电者呼吸和心跳都停止时，允许同时采用“口对口人工呼吸法”和“胸外心脏挤压法”。

单人救护时，可先吹气 2~3 次，再挤压 10~15 次，交替进行。双人救护时，每 5s 吹气一次，每秒钟挤压一次，两人同时进行操作。

抢救既要迅速又要有耐心，即使在送往医院途中也不能停止急救。此外不能给触电者打强心针、泼冷水或压木板等。

模块二 常用电工工具仪表的使用

2.1 用万用表的使用

实训目的

1. 熟练掌握用万用表测量电阻的方法；
2. 熟练掌握用万用表测量交直流电压的方法；
3. 熟练掌握用万用表测量直流电流的使用方法；
4. 熟练掌握万用表的日常维护方法。

项目实训

用万用表测电阻、交流电压、直流电压、直流电流。

实训器材

MY-61 万用表，各种规格的电阻，交直流电源

知识概述

一、数字式万用表的外形及测量范围

现以 MY-61 型数字万用表（图 2-1）为例说明测量范围和使用方法。

1. 测量范围：

- ①直流电压分为 5 档，即 200 mV 、 2V 、 20V 、 200 V 和 1000V 。
- ②交流电压分为 5 档，即 200mV 、 2V 、 20V 、 200 V 和 750V 。
- ③直流电流分为 5 档，即 200 μ A 、 2mA 、 20mA 、 200mA 和 10A 。
- ④交流电流分为 5 档，即 200 μ A 、 2mA 、 20mA 、 200mA 和 10A 。
- ⑤电阻分为 6 档，即 200 Ω 、 2 K Ω 、 20 K Ω 、 200 K Ω 、 2M Ω 和 20M Ω 。

2. MY-61 型数字万用表的面板:

①显示器。可显示四位数字，最高位只能显示“1”或不显示数字（算半位），故称三位半。最大指示为“1999”或“-1999”。当被测量过最大指示值时，显示“1”。

②电源开关。使用时将开关置于“ON”位置；使用完毕置于“OFF”位置。

③转换开关。用以选择功能和量程。根据被测的电量（电压、电流、电阻等）选择相应的功能位；按被测量程的大小选择合适的量程。

④输入插座。将黑表笔插入“COM”的插座。红表笔有如下三种插法，测量电压和电阻时插入“V · Ω”插座；测量小于 200mA 的电流时插入“mA ”插座；测量大于 200mA 的电流时插入“10A ”插座。

二、用万用表测量电阻时的注意事项

1. 不允许带电测量电阻，否则会烧坏万用表。
2. 万用表内干电池的正极与面板上“-”号插孔相连，干电池的负极与面板上的“+”号插孔相连。在测量电解电容和晶体管等器件的电阻时要注意极性。
3. 每换一次倍率档，要重新进行电调零。

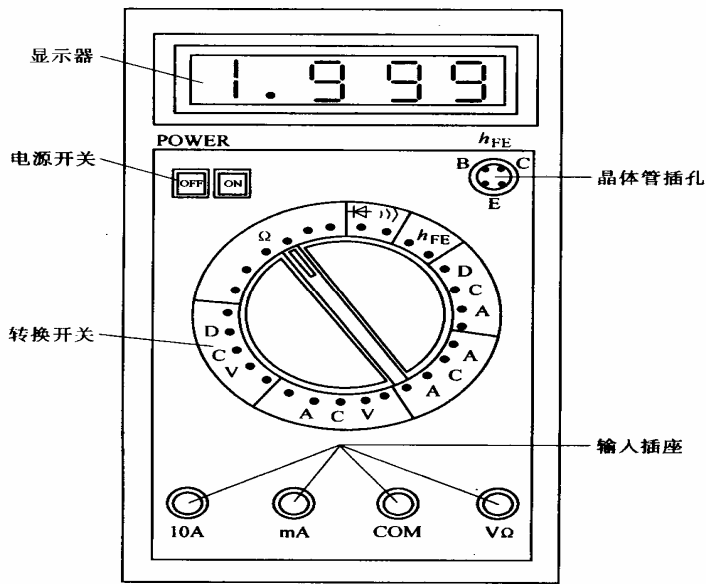


图 2-1 MY-61 型数字万用表

4. 不允许用万用表电阻档直接测量高灵敏度表头内阻，以免烧坏表头。
5. 不准用两只手捏住表笔的金属部分测电阻，否则会将人体电阻并接于被测电阻而引起测量误差。
6. 测量完毕，将转换开关置于交流电压最高档或空档。

三、仪表保养

万用表是精密仪器，使用者不要随意更改电路。

1. 请注意防水、防尘、防摔；
2. 不宜在高温高湿、易燃易爆和强磁场的环境下存放、使用仪表；
3. 请使用湿布和温和的清洁剂清洁仪表外表，不要使用研磨剂及酒精等烈性溶剂；
4. 如果长时间不使用，应取出电池，防止电池漏液腐蚀仪表；
5. 注意电池使用情况。当欧姆档不能调零（指针表）或屏幕显示缺电符号（数字表）时，应及时更换电池，虽然任何标准 9V 电池都能使用，但为延长使用时间，最好使用碱性电池。

实训内容

一、万用表测量 $10\text{k}\Omega$ 电阻

1. 测电阻 $10\text{k}\Omega$ 测量步骤

- ①将红表笔接万用表“+”极；黑表笔接万用表“-”极。
 - ②选择合适档位即欧姆档，选择合适倍率。
 - ③将红黑表笔短接，看指针是否指零。如果不指零，可以通过调整调零按钮使指针指零。
 - ④取下待测电阻（ $10\text{k}\Omega$ ）即使待测电阻脱离电源，将红黑表笔并联在电阻两端。
 - ⑤观察示数是否在表的中值附近。
 - ⑥如指针偏转太小，则更换更大量程；相反则换更小量程测量。
- ##### 2. 注意事项
- ①欧姆调零时，手指不要触摸表笔金属部分。
 - ②每换一次倍率档，都要重新进行欧姆调零，以保证测量准确。
 - ③对于难以估计阻值大小的电阻可以采用试接触法，观察表笔摆动幅度，摆动幅度太大要换大的倍率，相反换小的倍率，使指针尽可能在刻度盘的 $1/3$ — $2/3$ 区域内。
 - ④使待测电阻脱离电源部分。
 - ⑤读数时，要使表盘示数乘以倍率。

二、万用表测量电压

1. 测量 36V 交流电压的测量步骤

- ①将红表笔接万用表“+”极，黑表笔接万用表“-”极。
- ②将万用表选到合适档位即交、直流电压档，选择合适量程（100V）。
- ③将万用表两表笔和被测电路或负载并联。
- ④观察示数，是否接近满偏。