



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工技能与实训

第2版

(电子电器应用与维修专业)

主编 曾祥富 邓朝平



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工技能与实训

第2版

(电子电器应用与维修专业)

主 编 曾祥富 邓朝平
责任主审 覃 考
审 稿 赵承荻

高等教育出版社

内容简介

本书参照教育部颁布的《中等职业学校电子电器应用与维修专业教学指导方案》及教育部等六部委关于“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训计划”，以及有关的职业资格标准或行业职业技能鉴定标准，根据近几年中职生源的变化情况，贯彻落实“以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为本位”的职业教育办学指导思想，在原中等职业教育国家规划教材《电工技能与实训》基础上修订而成。

主要内容包括：安全用电常识、常用电工材料、电工基本操作工艺、电气照明与内线工程、常用电工仪表、变压器、三相异步电动机、单相电容式异步电动机、常用低压电器、电动机的控制、直流电动机。为了加强实践性教学环节，全书还设计了 21 个实训方案。

本书配有电工技能与实训仿真教学系统，该系统总共分为七个部分，即电工基本常识与操作、电工仪表、照明电路安装、电动机与变压器、低压电器、电动机控制、电工识图。电工常识与操作子系统包含安全用电常识、电工操作工艺两个部分，主要媒体为视频影像，根据教学内容分成可任意选取的独立部分，方便选用。其余子系统包含实验实训的操作演示，仪器仪表的仿真使用，以及模拟实验实训练习等。

本书采用模块式编写结构，内容安排由浅入深，通俗易懂，突出应用。本书可作为中等职业学校电子电器应用与维修、电子技术应用及电工类专业电工技能与实训课程教材，也可作为岗位培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技能与实训/曾样富，邓朝平主编. —2 版. —北京：高等教育出版社，2006.6
电子电器应用与维修专业
ISBN 7-04-019728-6

I. 电... II. ①曾...②邓... III. 电工技术—专业学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 044769 号

策划编辑 王卫民 责任编辑 胡 纯 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 杨凤玲 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京凌奇印刷有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 17.75
字 数 430 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002 年 7 月第 1 版
2006 年 6 月第 2 版
印 次 2006 年 6 月第 1 次印刷
定 价 30.00 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19728-00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成[2001]1 号）的精神，教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中、初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均做了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为学校选用教材提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 5 月

目 录

第一章 安全用电常识1	第五章 常用电工仪表 90
第一节 人体触电常识.....1	第一节 电工仪表的基本知识..... 90
第二节 触电原因及预防措施.....3	第二节 电流表与电压表..... 93
第三节 触电急救.....5	第三节 万用表..... 96
第四节 防雷常识.....9	第四节 兆欧表..... 104
思考与练习一.....11	*第五节 接地电阻测定仪..... 106
第二章 常用电工材料12	*第六节 直流电桥..... 107
第一节 常用导电材料.....12	思考与练习五..... 109
第二节 绝缘材料.....13	实训五 电流表与电压表的使用.....110
第三节 磁性材料.....14	实训六 万用表的使用.....111
思考与练习二.....15	*实训七 接地电阻测定仪的使用.....115
实训一 常用电工材料的识别.....15	*实训八 直流电桥的使用.....115
第三章 电工基本操作工艺17	第六章 变压器116
第一节 常用电工工具.....17	第一节 变压器的构造与分类.....116
第二节 常用导线的连接.....22	第二节 小型变压器的简单测试.....118
第三节 常用焊接工艺.....30	第三节 变压器绕组的同极性端..... 120
第四节 电气设备紧固件的埋设.....38	第四节 其他常用变压器..... 122
第五节 电工识图常识.....41	第五节 变压器的修理..... 126
思考与练习三.....47	思考与练习六..... 126
实训二 常用导线的识别与连接.....48	实训九 小型变压器的测试..... 127
实训三 电烙铁钎焊工艺.....49	第七章 三相异步电动机 130
第四章 电气照明与内线工程51	第一节 三相笼型异步电动机的结 构与铭牌..... 130
第一节 电气照明的基本知识.....51	第二节 三相笼型异步电动机的拆 卸与组装..... 133
第二节 白炽灯的安装与维修.....53	第三节 三相笼型异步电动机的选用、运行 与维护..... 137
第三节 荧光灯的安装与维修.....57	第四节 三相笼型异步电动机的检测..... 140
*第四节 其他常用电光源的安装.....65	*第五节 三相笼型异步电动机典型故障的 排除..... 142
第五节 配电板的安装.....69	第六节 三相绕组转子异步电动机..... 151
第六节 内线安装的基本知识.....76	思考与练习七..... 152
第七节 管道配线.....78	
第八节 家庭配电线路及器材选用的估算.....83	
思考与练习四.....86	
实训四 照明电路的安装与维修.....87	

实训十 三相笼型异步电动机的拆装、巡视与维护	153	*第四节 三相电动机调速控制电路	220
*实训十一 三相笼型异步电动机典型故障的排除	156	第五节 电动葫芦控制电路	224
第八章 单相电容式异步电动机	160	第六节 单相电动机的控制电路	225
第一节 台扇电动机与吊扇电动机	160	第七节 三相绕组转子电动机的起动控制电路	227
第二节 洗衣机电动机	167	第八节 CA6140 型车床电气控制电路	231
*第三节 电冰箱、空调器用压缩机电动机	170	*第九节 X62W 型万能铣床控制电路	232
第四节 单相电容式异步电动机典型故障的排除	173	思考与练习十	240
思考与练习八	175	实训十五 三相电动机单向运转控制电路的接线与维修	241
实训十二 单相电容式电动机典型故障的排除	175	实训十六 三相电动机可逆运转控制电路的接线与维修	242
*实训十三 单相电容式电动机绕组的拆换	176	实训十七 三相电动机 Y- Δ 降压起动控制电路的接线与维修	243
第九章 常用低压电器	178	实训十八 单相电动机控制电路的接线	244
第一节 常用开关类电器	178	*实训十九 三相电动机反接制动控制电路的接线	246
第二节 低压熔断器	182	*实训二十 用行程开关控制的三相电动机可逆运转控制电路的接线	247
第三节 交流接触器	185	*第十一章 直流电动机	249
第四节 常用继电器	187	第一节 直流电动机的构造、工作原理与励磁方式	249
第五节 常用起动器	191	第二节 直流电动机的控制	254
第六节 主令电器	194	第三节 特种电动机	257
第七节 低压电器常见故障的检查与排除	197	思考与练习十一	261
思考与练习九	200	*实训二十一 伺服电动机控制电路的接线	261
实训十四 常用低压电器的拆装与维修	200	附录 电工识图有关符号和代号	264
第十章 电动机的控制	203	参考文献	272
第一节 三相电动机全压起动控制电路	203		
第二节 三相电动机降压起动控制电路	210		
第三节 三相电动机制动控制电路	215		

第一章

安全用电常识

随着科学技术的发展,无论是工农业生产,还是人民生活,对电能的需求越来越广泛。从事电类工作的人员,必须懂得安全用电常识,树立安全重于泰山的观念,避免触电事故,以保护人身和设备的安全。

通过本章学习,使读者了解有关人体触电的知识,懂得引起触电的原因及常用预防措施,触电后能够进行及时的抢救。

第一节 人体触电常识

人体是导体,当发生“触电”导致电流通过人体时,会使人体受到不同程度的伤害。由于触电的种类、方式及条件不同,受伤害的后果也不一样。

一、触电的种类和方式

(一) 人体触电种类

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。它可造成发热、发麻、神经麻痹等,使肌肉抽搐、内部组织损伤,严重时将引起昏迷、窒息,甚至心脏停止跳动、血液循环终止而死亡。通常说的触电,多是指电击。触电死亡中绝大部分系电击造成。

电伤是指在电流的热效应、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。

(二) 人体触电方式

1. 单相触电

这是常见的触电方式。人体的一部分接触带电体的同时,另一部分又与大地或中性线(零线)相接,电流从带电体流经人体到大地(或中性线)形成回路,这种触电叫单相触电,如图 1-1 所示。

2. 两相触电

人体的不同部位同时接触两相电源带电体而引起的触电叫两相触电,如图 1-1 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,危险性更大。

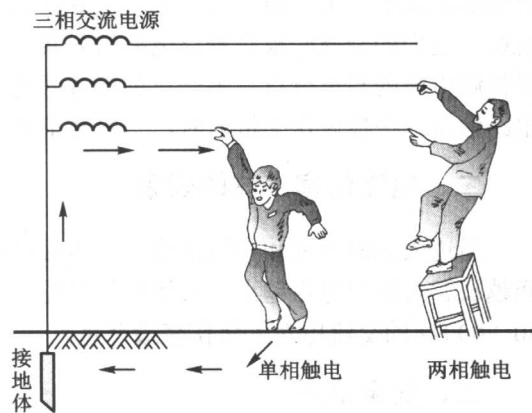


图 1-1 单相触电和两相触电

3. 跨步电压触电

雷电流入地时，或载流电力线（特别是高压线）断落到地时，会在导线接地点及周围形成强电场。其电位分布以接地点为圆心向周围扩散、逐步降低，而在不同位置形成电位差（电压），人、畜跨进这个区域，两脚之间将存在电压，该电压称为跨步电压。在这种电压作用下，电流从接触高电位的脚流进，从接触低电位的脚流出，这就是跨步电压触电，如图 1-2 所示。图中，坐标原点表示带电体接地点，横坐标表示位置，纵坐标负方向表示电位分布。 U_{K1} 为人两脚间的跨步电压， U_{K2} 为马两脚之间的跨步电压。

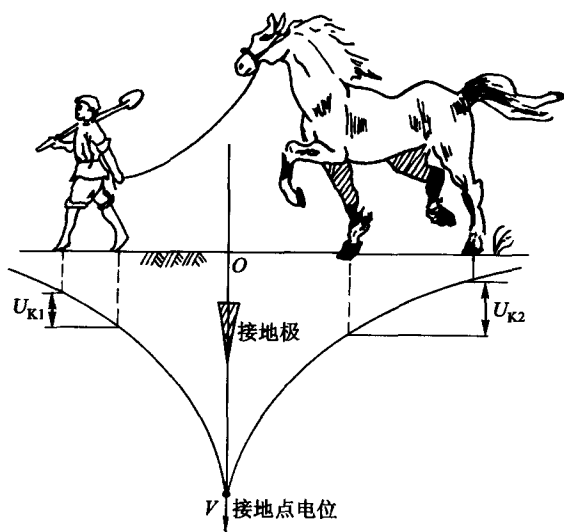


图 1-2 跨步电压触电

4. 悬浮电路上的触电

220 V 工频电流通过变压器相互隔离的一次、二次绕组后，从二次绕组输出的电压零线不接地，变压器绕组间不漏电时，即相对于大地处于悬浮状态。若人站在地上接触其中一根带电导线，不会构成电流回路，没有触电感觉。如果人体一部分接触二次绕组的一根导线，另一部分接触该绕组的另一根导线，则会造成触电。如音响设备中的电子管功率放大器，部分彩色电视机，它们的金属底板是悬浮电路的公共接地点，在接触或检修这类机器的电路时，如果一只手接触电路的高电位点，另一只手接触低电位点，即用人体将电路连通造成触电，这就是悬浮电路触电。在检修这类机器时，一般要求单手操作，特别是电位差比较大时更应如此。

二、电流伤害人体的因素

通过大量的研究和实践证明，人体触电时，通过的电流越大、接触的电压越高、触电的时间越长、人体的电阻越小、人体的状况越差，则受电流伤害越严重。就人体对电流频率而言，40~60 Hz 的交流电对人体伤害最严重。

三、安全电压

我国有关标准规定，12 V、24 V 和 36 V 三个电压等级为安全电压级别，不同场所选用安

全电压等级不同。

在湿度大、狭窄、行动不便、周围有大面积接地导体的场所（如金属容器内、矿井内、隧道内等）使用的手提照明灯，应采用 12 V 安全电压。

凡手提照明器具、在危险环境或高危险环境的局部照明灯，高度不足 2.5 m 的一般照明灯、携带式电动工具等，若无特殊的安全防护装置或安全措施，均应采用 24 V 或 36 V 安全电压。

第二节 触电原因及预防措施

触电包括直接接触电和间接接触电两种。直接接触是指人体直接接触或过分接近带电体而触电；间接接触指人体触及正常时不带电只在发生故障时才带电的金属导体。本节首先分析触电的常见原因，从而提出预防直接接触电和间接接触电的几种措施。

一、触电的常见原因

触电的场合不同，引起触电的原因也不同，下面根据在工农业生产、日常生活中发生的不同触电事例，将常见触电原因归纳如下。

1. 线路架设不规格

室内、外线路对地距离、导线之间的距离小于允许值；通信线、广播线与电力线间隔距离过近或同杆架设；线路绝缘破损；有的地区为节省电线而采用一线一地制送电等。

2. 电气操作制度不严格、不健全

带电操作时没有采取可靠的保安措施；不熟悉电路和电器而盲目修理；救护已触电的人时自身未采取安全保护措施；停电检修时未挂警告牌；检修电路和电器时使用不合格的绝缘工具；人体与带电体过分接近又无绝缘措施或屏护措施；在架空线上操作时未在相线上加临时接地线（零线）；无可靠的防高空跌落措施等。

3. 用电设备不合要求

电器设备内部绝缘层损坏，金属外壳又未加保护措施或保护接地线太短、接地电阻太大；开关、闸刀、灯具、携带式电器绝缘外壳破损，失去防护作用；开关、熔断器误装在中性线上，一旦断开，就使整个线路和设备带电。

4. 用电不谨慎

违反布线规程，在室内乱拉电线；随意加大熔断器熔丝的规格；在电线上或电线附近晾晒衣物；在电杆上拴牲口；在电线（特别是高压线）附近打鸟、放风筝；未断开电源就移动家用电器；打扫卫生时，用水冲洗或用湿布擦拭带电电器或线路等。

二、预防触电的措施

（一）预防直接接触电的措施

1. 绝缘措施

用绝缘材料将带电体封闭起来的措施叫绝缘措施。良好的绝缘是保证电气设备和线路正常运行的必要条件，是防止触电事故的重要措施。

2. 屏护措施

采用屏护装置将带电体与外界隔绝开来，以杜绝不安全因素的措施叫屏护措施。常用的屏护装置有遮栏、护罩、护盖、栅栏等。如常用电器的绝缘外壳、金属网罩、金属外壳、变压器的遮栏、栅栏等都属于屏护装置。凡是金属材料制作的屏护装置，应妥善接地或接零。

3. 间距措施

为防止人体触及或过分接近带电体，为避免车辆或其他设备碰撞或过分接近带电体，为防止火灾、过电压放电及短路事故，为操作的方便，在带电体与地面之间、带电体与带电体之间、带电体与其他设备之间，均应保持一定的安全间距，叫做间距措施。安全间距的大小取决于电压的高低、设备的类型、安装的方式等因素。如导线与建筑物最小距离如表 1-1 所示。

表 1-1 导线与建筑物的最小距离

线路电压/kV	1.0 以下	10.0	35.0
垂直距离/m	2.5	3.0	4.0
水平距离/m	1.0	1.5	3.0

(二) 预防间接接触电的措施

1. 加强绝缘措施

对电气线路或设备采取双重绝缘，加强绝缘或对组合电气设备采用共同绝缘被称为加强绝缘措施。采用加强绝缘措施的线路或设备绝缘牢靠，难于损坏，即使工作绝缘损坏后，还有一层加强绝缘，不易发生带电金属导体裸露而造成间接接触电。

2. 电气隔离措施

采用隔离变压器或具有同等隔离作用的发电机，使电气线路和设备的带电部分处于悬浮状态叫电气隔离措施。即使该线路或设备工作绝缘损坏，人站在地面上与之接触也不易触电。

应注意的是：被隔离回路的电压不得超过 500 V，其带电部分不得与其他电气回路或大地相连，才能保证其隔离要求。

3. 自动断电措施

在带电线路或设备上发生触电事故或其他事故（短路、过载、欠压等）时，在规定时间内，能自动切断电源而起保护作用的措施叫自动断电措施。如漏电保护、过流保护、过压或欠压保护、短路保护、接零保护等均属自动断电措施。

(三) 保护接地与保护接零措施

1. 保护接地

保护接地简称接地，它是指在电源中性点不接地的供电系统中，将电气设备的金属外壳与埋入地下并且与大地接触良好的接地装置（接地体）进行可靠连接，若设备漏电。外壳和大地之间的电压将通过接地装置将电流导入大地。如果有人接触漏电设备外壳，使人体与漏电设备并联，因人体电阻 R_b 远大于于接地装置对地电阻 R_e ，通过人体的电流非常微弱，从而消除了触电危险。该保护接地原理如图 1-3 所示。

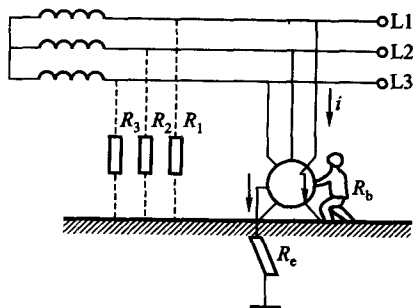


图 1-3 保护接地原理图

通常接地装置多用厚壁钢管或角钢。接地电阻应小于 $4\ \Omega$ 为宜。

2. 保护接零

保护接零简称接零，它是指电源中性点接地的供电系统中，将电气设备的金属外壳与电源零线（中性线）可靠连接，如图 1-4 所示。此时，若电气设备漏电致使其金属外壳带电时，设备外壳将与零线之间形成良好的电流通路。若有人接触设备金属外壳时，由于人体电阻 R_b 远大于设备外壳与零线之间的接触电阻 R_c ，通过人体电流必然很小，亦排除了触电危险。

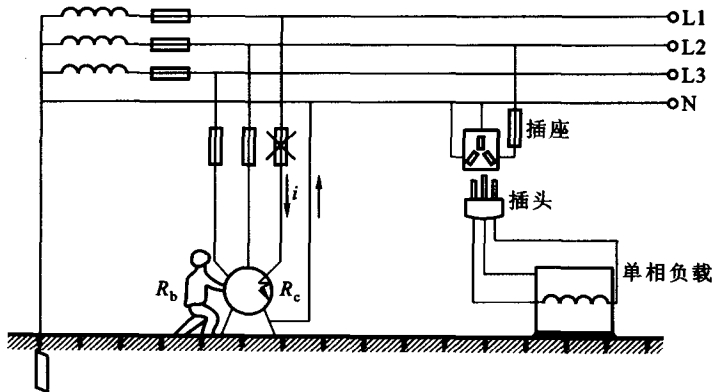


图 1-4 保护接零原理图

采用保护接零措施后，零线绝对不准断开，所以技术上要求零线上不准安装开关和熔断器。为了确保安全，用户还应将零线与接地装置可靠连接，称为重复接地，且要求接地电阻不大于 $10\ \Omega$ 。万一零线开路，重复接地线将起到把漏电电流导入大地的作用。

第三节 触电急救

在电气操作和日常用电中，如果采取了有效的预防措施，会大幅度减少触电事故，但要绝对避免事故是不可能的。所以，在电气操作和日常用电中，必须做好触电急救的思想准备和技术准备。

一、触电的现场抢救措施

（一）使触电者尽快脱离电源

发现有人触电，最关键、最首要的措施是使触电者尽快脱离电源。由于触电现场的情况不同，使触电者脱离电源的方法也不一样。在触电现场经常采用以下几种急救方法。

（1）迅速关断电源，把人从触电处移开。如果触电现场远离开关或不具备关断电源的条件，只要触电者穿的是比较宽松的干燥衣服，救护者可站在干燥木板上，如图 1-5 所示，用一只手抓住衣服将其拉离电源，但切不可触及带电人的皮肤。如这种条件尚不具备，还可用干燥木棒、竹竿等将电线从触电者身上挑开，如图 1-6 所示。

（2）如果触电发生在相线与大地之间，一时又不能把触电者拉离电源，可用干燥绳索将触电者身体拉离地面，或在地面与人体之间塞入一块干燥木板，这样可以暂时切断带电导体通过

人体流入大地的电流。然后再设法关断电源，使触电者脱离带电体。在用绳索将触电者拉离地面时，注意不要发生跌伤事故。

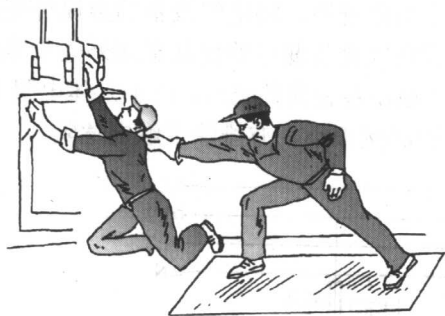


图 1-5 将触电者拉离电源



图 1-6 将触电者身上电线挑开

(3) 救护者手边如有现成的刀、斧、锄等带绝缘柄的工具或硬棒，可以从电源的来电方向将电线砍断或撬断，如图 1-7 所示。但要注意切断电线时人体切不可接触电线裸露部分和触电者，且一次只能砍断一根电线。

(4) 如果救护者手边有绝缘导线，可先将一端良好接地，另一端接在触电者所接触的带电体上，造成该相电源对地短路，迫使电路跳闸或熔丝熔断，达到切断电源的目的。在搭接带电体时，要注意救护者自身的安全。

(5) 在电杆上触电，救护者在地面上无法施救时，仍可先将绝缘软导线一端良好接地，另一端抛掷到触电者接触的架空线上，使该相对地短路，跳闸断电。在操作时要注意两点：一是不能将接地软线抛在触电者身上，这会使通过人体的电流更大；二是注意不要让触电者从高空跌落。

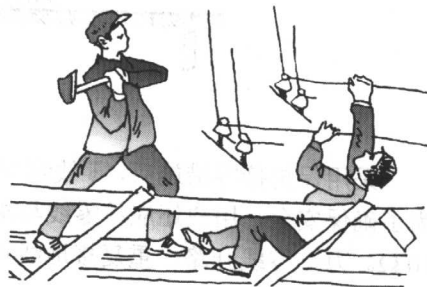


图 1-7 用绝缘柄工具切断电线

注意，以上救护触电者脱离电源的方法，不适用于高压触电情况。

(二) 脱离电源后的判断

触电者脱离电源后，应根据其受电流伤害的不同程度，采用不同的施救方法。

(1) 判断呼吸是否停止。将触电者移至干燥、宽敞、通风的地方。将衣、裤放松，使其仰卧，观察胸部或腹部有无因呼吸而产生的起伏动作。若不明显，可用手或小纸条靠近触电者鼻孔，观察有无气流流动，用手放在触电者胸部，感觉有无呼吸动作，若没有，说明呼吸已经停止。

(2) 判断脉搏是否搏动。用手检查颈部的颈动脉或腹股沟处的股动脉，看有无搏动。如有，说明心脏还在工作。因颈动脉或股动脉都是人体大动脉，搏动幅度较大，容易感知。所以经常用来作为判断心脏是否跳动的依据。另外，也可用耳朵贴在触电者心区附近，倾听有无心脏跳动的心音，如有，则心脏还在工作。

(3) 判断瞳孔是否放大。瞳孔是一个受大脑控制的自动调节大小的光圈。如果大脑机能正常，瞳孔可随外界光线的强弱自动调节大小。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，瞳孔就会自行放大，对外界光线强弱不再做出反应，

如图 1-8 所示。

根据上述简单判断的结果，对受伤程度不同、症状表现不同的触电者，可用下面的方法进行不同的救治。

（三）对不同情况的救治方法

（1）触电者神志清醒，只是感觉头昏、乏力、心悸、出冷汗、恶心、呕吐时，应让其静卧休息，以减轻心脏负担。

（2）触电者神志断续清醒，有时会出现昏迷时，一方面请医生救治，一方面让其静卧休息，随时观察其伤情变化，做好恶化的施救准备。

（3）触电者已失去知觉，但呼吸、心跳尚存时，应在迅速请医生的同时，将其安放在通风、凉爽的地方平卧，给他闻一些氨水，摩擦全身，使之发热。如果出现痉挛，呼吸渐渐衰弱，应立即施行人工呼吸，并准备担架，送医院救治。在去医院途中，如果出现“假死”，应边送边抢救。

（4）触电者呼吸、脉搏均已停止，出现假死现象时，应针对不同情况的假死现象对症处理。如果呼吸停止，用口对口人工呼吸法，迫使触电者维持体内外的气体交换。对心脏停止跳动者，可用胸外心脏压挤法，维持人体内的血液循环。如果呼吸、脉搏均已停止，上述两种方法应同时使用，并尽快向医院告急。下面介绍口对口人工呼吸法和胸外心脏压挤法。

二、口对口人工呼吸法

对呼吸渐弱或已经停止的触电者，人工呼吸法是行之有效的。在几种人工呼吸法中，效果最好的是口对口人工呼吸法，其操作步骤如下：

（1）将触电者仰卧，松开衣、裤，以免影响呼吸时胸廓及腹部的自由扩张。再将颈部伸直，头部尽量后仰，掰开口腔，清除口中脏物，取下假牙，如果舌头后缩，应拉出舌头，使进出人体的气流畅通无阻，如图 1-9（a）、（b）所示。如果触电者牙关紧闭，可用木片、金属片从嘴角处伸入牙缝，慢慢撬开。

（2）救护者位于触电者头部一侧，将靠近头部的一只手捏住触电者的鼻子（防止吹气时气流从鼻孔漏出），并将这只手的外缘压住额部，另一只手上抬其颈部，这样可使头部自然后仰，解除舌头后缩造成的呼吸阻塞。

（3）救护者深呼吸后，用嘴紧贴触电者的嘴（中间也可垫一层纱布或薄布）大口吹气，如图 1-9（c）所示，同时观察触电者胸部的隆起程度，一般应以胸部略有起伏为宜。胸腹起伏过大，说明吹气太多，容易吹破肺泡。胸腹无起伏或起伏太小，则吹气不足，应适当加大吹气量。

（4）吹气至待救护者可换气时，应迅速离开触电者的嘴，同时放开捏紧的鼻孔，让其自动向外呼气，如图 1-9（d）所示。这时应注意观察触电者胸部的复原情况，倾听口鼻处有无呼气声，从而检查呼吸道是否阻塞。

按照上述步骤反复进行，对成年人每分钟吹气 14~16 次，大约每 5 s 一个循环，吹气时间稍短，约 2 s；呼气时间要长，约 3 s。对儿童吹气，每分钟 18~24 次，这时不必捏紧鼻孔，让一部分空气漏掉。对儿童吹气，一定要掌握好吹气量的大小，不可让其胸腹过分膨胀，防止吹破肺泡。



图 1-8 瞳孔的比较

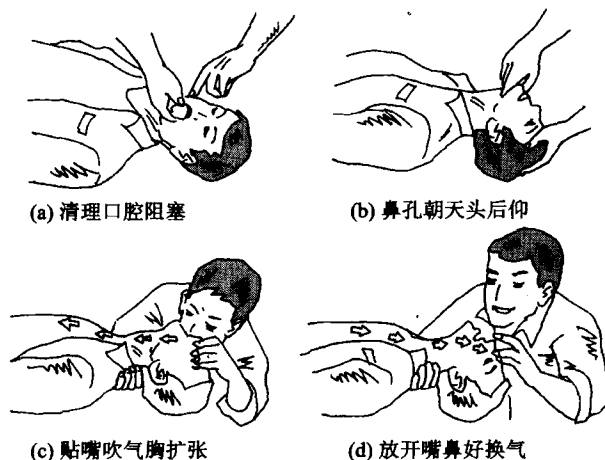


图 1-9 口对口人工呼吸法

三、胸外心脏压挤法

在触电者心脏停止跳动时，可以有节奏地在胸廓外加力，对心脏进行挤压。利用人工施压代替心脏的收缩与扩张，以达到维持血液循环的目的，具体操作过程如图 1-10 所示。

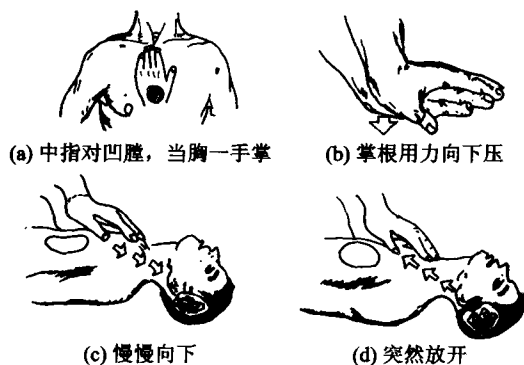


图 1-10 胸外心脏压挤法

下面照图介绍其操作步骤与要领：

(1) 将触电者仰卧在硬板上或平整的硬地面上，解松衣裤，救护者跪跨在触电者腰部两侧。

(2) 救护者将一只手的掌根按于触电者胸骨以下横向二分之一处，中指指尖对准颈根凹腔下边缘，另一只手压在那只手的背上呈两手交叠状，肘关节伸直，靠体重和臂与肩部的用力，向触电者脊柱方向慢慢压迫胸骨下段，使胸廓下陷 3~4 cm，由此使心脏受压，心室的血液被压出，流至触电者全身各部位。

(3) 双掌突然放松，依靠胸廓自身的弹性，使胸腔复位，让心脏舒张，血液流回心室。放松时，交叠的两掌不要离开胸部，只是不加力而已。

重复 (2)、(3) 步骤，每分钟 60 次左右。

第四节 防雷常识

雷击是一种自然现象，它往往威胁着人们的生产和生活安全。人们通过长期对雷电的探索研究，找出了它的活动规律，也研究出了一系列防雷措施。本节将讲述这些知识。

一、雷电的形成与活动规律

闪电和雷鸣是大气层中强烈的放电现象。在云块的形成过程中，由于摩擦和其他原因，有些云块可能积累正电荷，另一些云块又可能积累负电荷，随着云块间正、负电荷的分别积累，云块间的电场越来越强，电压也越来越高。当这个电压高达一定值或带异种电荷的云块接近到一定距离时，会将其间的空气击穿，发生强烈放电。云块间的空气被击穿电离发出耀眼闪光，形成闪电。空气被击穿时受高热而急剧膨胀，发出爆炸的轰鸣，形成雷声。

人们在长期的生产实践和科学实验中，逐步认识和总结出了雷电活动的规律。在我国，雷电发生的总趋势是：南方比北方多，山区比平原多，陆地比海洋多，热而潮湿的地方比冷而干燥的地方多，夏季比其他季节多。在同一地区，凡是电场分布不均匀的、导电性能较好容易感应出电荷的以及云层容易接近的区域，更容易产生雷电而导致雷击。

具体地说，下列物体或地点容易受到雷击：

(1) 空旷地区的孤立物体、高于 20 m 的建筑物或构筑物，如宝塔、水塔、烟囱、天线、旗杆、尖形屋顶、输电线路杆塔等。

(2) 烟囱冒出的热气（含有大量导电质点、游离态分子）、排出导电尘埃的厂房、排废气的管道和地下水出口。

(3) 金属结构的屋面，砖木结构的建筑物或构筑物。

(4) 特别潮湿的建筑物、露天放置的金属物。

(5) 金属的矿床、河岸、山坡与稻田接壤的地区、土壤电阻率小的地区、土壤电阻率变化大的地区。

(6) 山谷风口处，在山顶行走的人畜。

上述这些容易受雷击的地方，在雷雨时应特别注意。

二、雷电的种类与危害

(一) 雷电的种类

直击雷 雷云离大地较近，附近又没有带异种电荷的其他雷云与之中和，这时带有大量电荷的雷云与地面凸出部分将产生静电感应，在地面凸出部分感应出大量异性电荷而形成强电场，当其间的电压高达一定值时，将发生雷云与地面凸出部分之间的放电，这就是直击雷。

感应雷 感应雷分为静电感应雷和电磁感应雷两种。静电感应雷是由于雷云接近地面，先在地面凸出物顶部感应出大量异性电荷；当雷云与其他雷云或物体放电后，地面凸出物顶部的感应电荷失去束缚，以雷电波的形式从凸出部分沿地面极快地向外传播，在一定时间和部位发生强烈放电，形成静电感应雷。电磁感应雷是在发生雷电时，巨大的雷电流在周围空间产生迅速变化的强大磁场，这种变化的强磁场在附近的金属导体上感应出很高的冲击电压，使其在金

属回路的断口处发生放电而引起强烈的火光和爆炸。

球形雷 是一种很轻的火球，能发出极亮的白光或红光，通常以 2 m/s 左右的速度从门、窗、烟囱等通道侵入室内，当它触及人畜或其他物体时发生爆炸或燃烧而造成伤害。

雷电侵入波 它是雷击时在架空线或空中金属管道上产生的高压冲击波，沿着线路或管道侵入室内，危及人、畜和设备安全。

（二）雷电的危害

地面附近的雷云，电场强度高达 5~300 kV/m，电位高达数十到数十万千伏，放电电流为数十到数百千安，而放电时间只有 0.000 15~0.001 s。可见雷电的电场特别强，电压特别高，电流特别大，在极短的时间释放出巨大能量，其破坏作用无疑是相当严重的。雷电的危害大致有以下四个方面：

1. 电磁性质的破坏

发生雷击时，可产生高达数百万伏的高压冲击波，还可在导线或金属物体上感应出几万乃至几十万伏的特高电压，这种特高电压足以破坏电气设备和导线的绝缘层使其烧毁，或在金属物体的间隙及连接松动处形成火花放电，引起爆炸，或者形成雷电侵入波侵入室内危及人、畜或设备安全。

2. 热性质的破坏

强大的雷电流在极短的作用时间内，转换成强大的热能，足以使金属熔化、飞溅、树木烧焦。如果击中易燃品或房屋，还将引起火灾。

3. 机械性质的破坏

当雷电击中树木、电杆等物体时，被击物缝隙中的气体，受高热急剧膨胀，其中的水分又因受热而急剧蒸发，产生大量气体，造成被击物体的破坏和爆炸。

此外，由于电流变化极大，同性电荷之间强大的静电斥力、同方向电流之间的电磁吸力也有很强的破坏作用，雷击时产生的冲击气浪也将对附近的物体造成破坏。

4. 跨步电压破坏

雷电流通过接地装置或地面雷击点向周围土壤中扩散时，在土壤电阻的作用下，向周围形成电压降，此时若有人、畜在该区域站立或行走，将受到雷电跨步电压伤害。

三、防雷常识

（1）为了避免避雷针上雷电的高电压通过接地体传到输电线路而引入室内，避雷针接地体与输电线路接地体在地下至少应相距 10 m。

（2）为防止感应雷和雷电侵入波沿架空线进入室内，应将进户线最后一根支承物上的绝缘子铁脚可靠接地，在进户线最后一根电杆上的中性线应加重复接地。

（3）雷雨时在野外不要穿湿衣服；雨伞不要举得过高，特别是有金属柄的雨伞；若有几个人同路时，要相距几米远分散避雷，不得手拉手聚在一起。

（4）躲避雷雨应选择有屏蔽作用的建筑或物体，如金属箱体、汽车、电车、混凝土房屋等。不能站在孤立的大树、电杆、烟囱和高墙下，不要乘坐敞篷车或骑自行车，因这些物体容易受直击雷袭击。

（5）雷雨时不要停留在易受雷击的地方，如山顶、湖泊、河边、沼泽地、游泳池等；在野

外遇到雷雨时，应蹲在低洼处或躲在避雷针保护范围内。

(6) 雷雨时，在室内应关好门窗，以防球形雷飘入；不要站在窗前或阳台上，也不要停留在有烟囱的灶前。应离开电力线、电话线、水管、煤气管、暖气管、天线馈线 1.5 m 以外；不要洗澡、洗头，应离开厨房、浴室等潮湿的场所。

(7) 雷雨时，不要使用家用电器，应将电器的电源插头拔下，以免雷电沿电线侵入电器内部损伤绝缘，击毁电器，甚至使人触电。

(8) 对未装避雷装置的天线，应抛出户外或干脆与地线短接。

(9) 如果有人遭到雷击，切不可惊慌失措，应迅速而冷静地处理；受雷击者即使不省人事，心跳、呼吸都已停止，也不一定是死亡，应不失时机地进行人工呼吸和胸外心脏压挤，并尽快送往医院救治。

思考与练习一

1. 人体触电有哪几种类型？有哪几种方式？
2. 在电气操作和日常用电中，哪些因素会导致触电？
3. 电流伤害人体与哪些因素有关？各是什么关系？
4. 试分析触电事故的一般规律。
5. 什么叫安全电压？为什么安全电压常用 12 V、24 V 和 36 V 3 个等级？
6. 在电气操作和日常用电中，常采用哪些预防触电的措施？
7. 发现有人触电，你可用哪些方法使触电者尽快脱离电源？
8. 怎样判断触电者呼吸和心跳是否停止？
9. 将触电者脱离电源后，怎样根据不同情况对其进行救治？
10. 口对口人工呼吸法在什么情况下使用？试述其动作要领。
11. 胸外心脏压挤法在什么情况下使用？试述其动作要领。
12. 哪些情况下可将口对口人工呼吸法和胸外心脏压挤法同时使用？有哪些好处？两人怎样一同进行？一人怎样进行？
13. 试述雷电活动的规律？哪些地方容易遭受雷击？
14. 雷电有哪几种？它们对人类生产和生活有哪些危害？
15. 雷雨时为了防止雷击，在户外和户内各应注意哪些问题？