



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

(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

(电子电器应用与维修专业)

主    编    曾祥富    邓朝平  
责任主审    李佩禹  
审    稿    王    波    刘佃瑞

高等教育出版社

## 内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材。根据 2001 年教育部颁布的中等职业学校重点建设专业(电子电器应用与维修专业)教学指导方案编写。

主要内容有:安全用电常识、电工基本操作工艺、电气照明与内线工程、常用电工仪表、小型变压器、三相笼型异步电动机、单相笼型电容式异步电动机、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,全书还设计了二十一个实训方案。

本书采用模块结构。可供中等职业学校 3 年制电子电器应用与维修专业及相关专业使用,也可作岗位培训用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

电工技能与实训 / 曾祥富, 邓朝平主编. - 北京:高等教育出版社, 2002. 8 (2007 重印)

ISBN 7 - 04 - 010843 - 7

I. 电... II. 曾... 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(2002)第 037694 号

电工技能与实训

曾祥富 邓朝平 主编

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 高等教育出版社印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16  
印 张 16  
字 数 380 000

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.landracom.com>  
<http://www.landracom.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002 年 8 月第 1 版  
印 次 2007 年 1 月第 13 次印刷  
定 价 19.50 元

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 10843 - 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,根据教育部关于《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,我们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(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。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作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,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

二〇〇一年十月

# 前言

本教材根据 2001 年 8 月教育部颁发的中等职业学校电子电器应用与维修专业电工技能与实训教学基本要求编写,同时还参照了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。本书主编亲自研究和开发了本课程教学基本要求并参与了审定工作,为编写好该教材奠定了较好基础。

电工技能与实训是中等职业教育电子电器应用与维修专业的一门基础技能课。它的任务是使学生具备从事电类作业的高素质劳动者和中初级专门人才必备的电工基本操作技能。本书在编写中力求突出如下特色。

1. 突出能力本位,注重工艺要求,以动手能力、思维能力和创新能力的培养为主线;
2. 扩大教材覆盖面,使其符合中专、职高、技校、成人中专的教学实际,并注意在突出强电技能的同时,适当兼顾弱电;
3. 采用模块式结构,全书分为基础模块和选用模块(用 \* 表示),其中,选用模块可供不同学校选用,以增加教材弹性;
4. 与基础理论课电工基础有机配合,互相衔接,力求同步开设,以适应双轨模块式教学计划的要求;
5. 本教材在电工技能的选择上,注意把握“必须”和“够用”这两个原则。在有限的学时内,精选教学内容,为后续课程的学习和增强职业技能及适应职业变化打下坚实的基础。

本教材所需教学时数约为 90 学时,使用中可参考下表执行。

教学课时分配建议表

| 章 | 次 | 课 时 数 | 章  | 次 | 课 时 数 |
|---|---|-------|----|---|-------|
| 1 |   | 3     | 6  |   | 13    |
| 2 |   | 8     | 7  |   | 8     |
| 3 |   | 11    | 8  |   | 17    |
| 4 |   | 11    | 9  |   | 8     |
| 5 |   | 4     | 10 |   | 7     |

本教材由重庆市渝北职业教育中心曾祥富、邓朝平主编,涪陵职教中心况书君参加编写。其中曾祥富编写第二、四、六、九章,邓朝平编写一、三、七、十章并设计二十一个实训方案,况书君编写五、八章。全书由曾祥富统稿,邓朝平整理绘制全书插图。本教材经全国中等职业教育教材审定委员会审定,在送教育部审查前,高等教育出版社聘请重庆大学覃考教授审阅了全书。覃教授对书稿提出了许多宝贵意见。在本教材编写过程中,高等教育出版社王军伟副总编、韦晓阳编辑、重庆市教科所向才毅主任、渝北区职教中心吴宪材校长、胡增华副校长、曾楠,重庆市中等职

教电类专业中心教研组聂广林、邹开跃、王英等同志提出了许多宝贵意见。在编写过程中还得到重庆市教委、教科所、渝北区教委、渝北职教中心有关领导和同志们的协助和大力支持,使编写工作得以顺利完成,在此一并表示诚挚的谢意。由于作者水平有限,错误缺点在所难免,欢迎读者提出宝贵意见,以便进一步修改。

编 者

2001 年 11 月

# 目 录

|                            |     |                               |     |
|----------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| <b>第一章 安全用电常识</b> .....    | 1   | 实训六 万用表的使用 .....              | 103 |
| 第一节 人体触电常识 .....           | 1   | * 实训七 接地电阻测定仪的使用 .....        | 107 |
| 第二节 触电原因及预防措施 .....        | 3   | * 实训八 直流电桥的使用 .....           | 107 |
| 第三节 触电急救 .....             | 6   | <b>第五章 小型变压器</b> .....        | 109 |
| 思考与练习一 .....               | 9   | 第一节 小型变压器的构造与分类 .....         | 109 |
| <b>第二章 电工基本操作工艺</b> .....  | 10  | 第二节 小型变压器的简单检测 .....          | 111 |
| 第一节 常用电工工具 .....           | 10  | * 第三节 小型变压器绕组绕制与铁心装配 .....    | 113 |
| 第二节 常用导线的连接 .....          | 15  | 第四节 小型变压器的修理 .....            | 116 |
| 第三节 常用焊接工艺 .....           | 23  | 思考与练习五 .....                  | 117 |
| 第四节 电气设备紧固件的埋设 .....       | 32  | 实训九 小型变压器的测试 .....            | 117 |
| 第五节 电工识图常识 .....           | 35  | <b>第六章 三相笼型异步电动机</b> .....    | 120 |
| 思考与练习二 .....               | 41  | 第一节 三相笼型异步电动机的结构与铭牌 .....     | 120 |
| 实训一 常用导线的识别与连接 .....       | 42  | 第二节 三相笼型异步电动机的拆卸与组装 .....     | 123 |
| 实训二 电烙铁钎焊工艺 .....          | 43  | 第三节 三相笼型异步电动机的运行与维护 .....     | 127 |
| <b>第三章 电气照明与内线工程</b> ..... | 46  | 第四节 三相笼型异步电动机的检测 .....        | 129 |
| 第一节 电气照明的基本知识 .....        | 46  | * 第五节 三相笼型异步电动机典型故障的排除 .....  | 131 |
| 第二节 白炽灯的安装与维修 .....        | 48  | 思考与练习六 .....                  | 139 |
| 第三节 荧光灯的安装与维修 .....        | 53  | 实训十 三相笼型异步电动机的拆装、巡视与维护 .....  | 140 |
| * 第四节 其他常用电光源的安装 .....     | 57  | * 实训十一 三相笼型异步电动机典型故障的排除 ..... | 143 |
| 第五节 配电板的安装 .....           | 62  | <b>第七章 单相笼型电容式异步电动机</b> ..... | 147 |
| 第六节 内线安装的基本知识 .....        | 65  | 第一节 台扇电动机与吊扇电动机 .....         | 147 |
| 第七节 管道配线 .....             | 68  | 第二节 洗衣机电动机 .....              | 154 |
| * 第八节 槽板配线与绝缘子配线 .....     | 73  | 第三节 电冰箱、空调器用压缩机电动机 .....      | 156 |
| 思考与练习三 .....               | 78  | 第四节 单相笼型电容式异步电动机典型故障的排除 ..... | 159 |
| 实训三 照明电路的安装与维修 .....       | 79  | 思考与练习七 .....                  | 161 |
| * 实训四 槽板配线 .....           | 81  | 实训十二 单相笼型电容式电动机典型故障的排除 .....  | 161 |
| <b>第四章 常用电工仪表</b> .....    | 83  | * 实训十三 单相电容式电动机绕组的拆换 .....    | 162 |
| 第一节 电工仪表的基本知识 .....        | 83  |                               |     |
| 第二节 电流表与电压表 .....          | 85  |                               |     |
| 第三节 万用表 .....              | 88  |                               |     |
| 第四节 兆欧表 .....              | 96  |                               |     |
| * 第五节 接地电阻测定仪 .....        | 97  |                               |     |
| * 第六节 直流电桥 .....           | 99  |                               |     |
| 思考与练习四 .....               | 101 |                               |     |
| 实训五 电流表与电压表的使用 .....       | 102 |                               |     |

|                            |     |                                                 |     |
|----------------------------|-----|-------------------------------------------------|-----|
| <b>第八章 常用低压电器</b> .....    | 165 | 接线与维修 .....                                     | 215 |
| 第一节 常用开关类电器 .....          | 165 | 实训十六 三相电动机可逆运转控制电路的<br>接线与维修 .....              | 216 |
| 第二节 低压熔断器 .....            | 170 | 实训十七 三相电动机 Y- $\Delta$ 降压起动控制<br>电路的接线与维修 ..... | 218 |
| 第三节 交流接触器 .....            | 171 | 实训十八 单相电动机控制电路的接线 .....                         | 219 |
| 第四节 常用继电器 .....            | 174 | * 实训十九 三相电动机反接制动控制电路的<br>接线 .....               | 220 |
| 第五节 常用起动器 .....            | 177 | * 实训二十 用行程开关控制的三相电动机可逆<br>运转控制电路的接线 .....       | 222 |
| 第六节 主令电器 .....             | 179 | <b>* 第十章 直流电动机</b> .....                        | 224 |
| 第七节 低压电器常见故障的检查与排除 .....   | 182 | 第一节 直流电动机的构造、工作原理与<br>励磁方式 .....                | 224 |
| 思考与练习八 .....               | 184 | 第二节 直流电动机的调速、制动与反转<br>控制 .....                  | 229 |
| 实训十四 常用低压电器的拆装与维修 .....    | 185 | 第三节 特种电动机 .....                                 | 231 |
| <b>第九章 电动机的控制</b> .....    | 188 | 思考与练习十 .....                                    | 234 |
| 第一节 三相电动机全压起动控制电路 .....    | 188 | * 实训二十一 伺服电动机控制电路的<br>接线 .....                  | 235 |
| 第二节 三相电动机降压起动控制电路 .....    | 194 | <b>附录 电工识图有关符号和代号</b> .....                     | 238 |
| 第三节 三相电动机制动控制电路 .....      | 196 |                                                 |     |
| * 第四节 三相电动机调速控制电路 .....    | 201 |                                                 |     |
| 第五节 电动葫芦控制电路 .....         | 203 |                                                 |     |
| 第六节 单相电动机的控制电路 .....       | 205 |                                                 |     |
| * 第七节 X62W 型万能铣床控制电路 ..... | 207 |                                                 |     |
| 思考与练习九 .....               | 214 |                                                 |     |
| 实训十五 三相电动机单向运转控制电路的        |     |                                                 |     |



# 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,对电能的应用越来越广泛。从事电类工作的人员,必须懂得安全用电常识,树立安全责任重于泰山的观念,避免发生触电事故,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,会进行触电后的及时抢救。

## 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,严重时引起昏迷、窒息,甚至心脏停止跳动、血液循环中止而死亡。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现象。

#### (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零线(中性线)相接,电流从带电体流经人体到大地(或零线)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。

##### 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

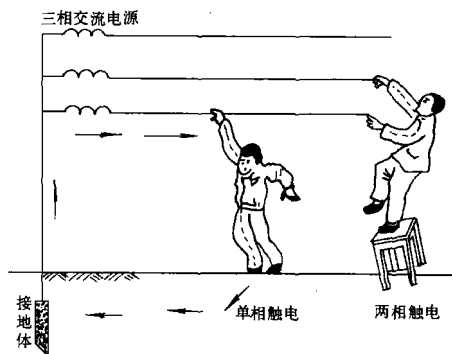


图 1-1 单相触电和两相触电

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。

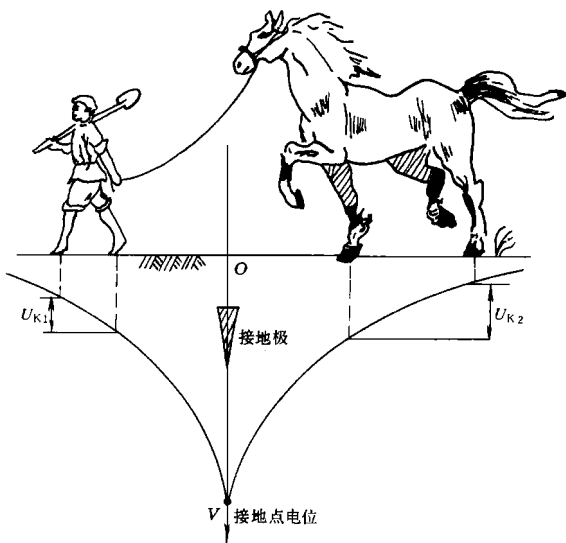


图 1-2 跨步电压触电

#### 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原、副绕组后,从副边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副边绕组的一根导线,另一部分接触该绕组的另一导线,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,即用人体的电路联通造成触电,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,特别是电位比较高时更应如此。

### 二、电流伤害人体的因素

人体对电流的反应非常敏感,触电时,电流对人体的伤害程度与以下几个因素有关。

#### (一) 电流的大小

触电时,流过人体的电流强度是造成损伤的直接因素。人们通过大量实验,证明通过人体的电流越大,对人体的损伤越严重。

#### (二) 电压的高低

人体接触的电压越高,流过人体的电流越大,对人体的伤害越严重。但在触电事例的分析统计中,70%以上的死亡者是在对地电压为 250 V 的低压下触电的。如以触电者人体电阻为 1 kΩ

计,在 220 V 电压作用下,通过人体的电流是 220 mA,能迅速使人致死。对地 250 V 以上的高压,本来危险性更大,但由于人们接触少,且对它警惕性较高,所以触电死亡事例约在 30% 以下。

### (三) 频率的高低

实践证明,40~60 Hz 的交流电对人最危险。

### (四) 时间的长短

技术上常用触电电流与触电持续时间的乘积(叫电击能量)来衡量电流对人体的伤害程度。触电电流越大,触电时间越长,则电击能量越大,对人体的伤害越严重。若电击能量超过 150 mA·s 时,触电者就有生命危险。

### (五) 电流通过的路径

电流通过头部可使人昏迷;通过脊髓可能导致肢体瘫痪;通过心脏可造成心跳停止、血液循环中断;通过呼吸系统会造成窒息。可见,电流通过心脏时,最容易导致死亡。

实验证明,电流从右手到左脚危险性最大。

### (六) 人体状况

人的性别、健康状况、精神状态等与触电伤害程度有着密切关系。女性比男性触电伤害程度约严重 30%,小孩与成人相比,触电伤害程度也要严重得多。体弱多病者比健康人容易受电流伤害。另外,人的精神状况,对接触电器有无思想准备,对电流反应的灵敏程度,醉酒、过度疲劳等都可能增加触电事故的发生次数并加重受电流伤害的程度。

### (七) 人体电阻的大小

人体电阻越大,受电流伤害越轻。通常人体电阻可按 1~2 k $\Omega$  考虑。这个数值主要由皮肤表面的电阻值决定。如果皮肤表面角质层损伤、皮肤潮湿、流汗、带着导电粉尘等,将会大幅度降低人体电阻,增加触电伤害程度。

## 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、特别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

触电包括直接接触和间接触电两种。直接接触是指人体直接接触或过分接近带电体而触电;间接触电指人体触及正常时不带电而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和间接触电的几种措施。

## 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、日常生活中所发生的不同触电事例,将常见触电原因归纳如下。

### (一) 线路架设不合格

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。

### (二) 电气操作制度不严格、不健全

带电操作时不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保安工具;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。

### (三) 用电设备不合要求

电器设备内部绝缘损坏,金属外壳又未加保护接地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。

### (四) 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;未断电源移动家用电器;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为加强绝缘措施。采用加强绝缘措施的线路或设备绝缘牢固,难于损坏,即使工作绝缘损坏后,还有一层加强绝缘,不易发生带电的金属导体裸露而造成间接触电。

### 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,方能保证其隔离要求。

### 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,外壳上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。

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  $R_e$ ,通过人体电流必然很小,亦排除了触电危险。

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

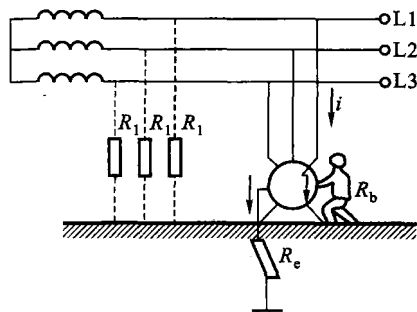


图 1-3 保护接地原理图

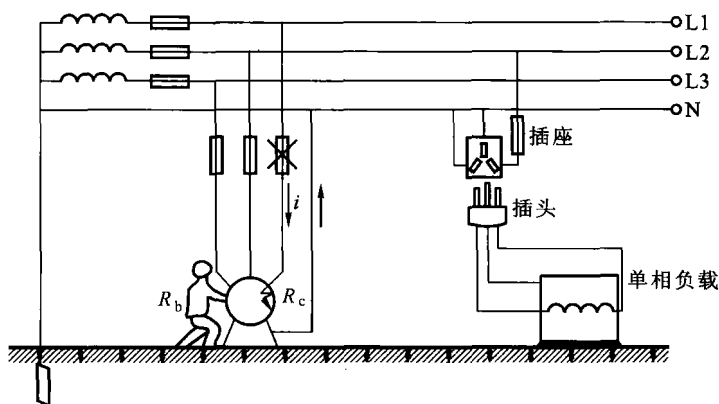


图 1-4 保护接零原理图

10  $\Omega$ 。此时万一零线开路,重复接地线将起着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,但要绝对避免是不可能的。所以,在电气操作和日常用电中,必须作好触电急救的思想和技术准备。

#### 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。

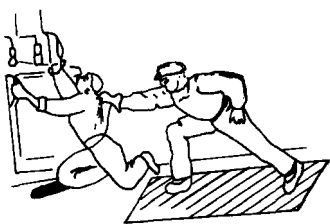


图 1-5 将触电者拉离电源

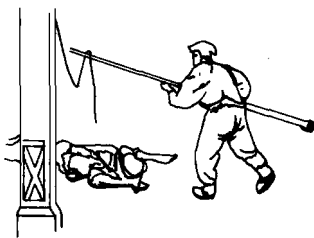


图 1-6 将触电者身上电线挑开

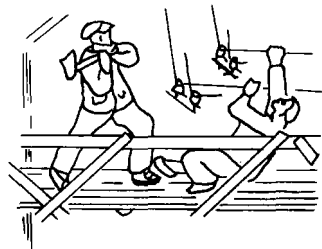


图 1-7 用绝缘柄工具切断电线

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。

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时,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。

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,迫使电路跳闸或熔断保险丝,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,地面上一时无法施救时,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。

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,位置表浅,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

瞳孔是受大脑控制的一个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作出反应,如图 1-8 所示。



图 1-8 瞳孔的比较

根据上述简单判断的结果,对受伤害程度不同、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

1. 触电者神智清醒,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. 触电者神智断续清醒,出现一度昏迷时,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,作好万一恶化的施救准备。

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

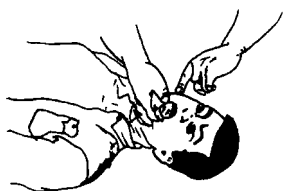
的地方平卧,给他闻一些氨水,摩擦全身,使之发热。如果出现痉挛,呼吸渐渐衰弱,应立即施行人工呼吸,并准备担架,送医院救治。在去医院途中,如果出现“假死”,应边送边抢救。

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。

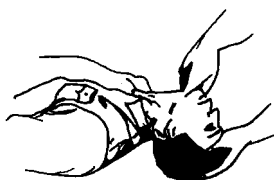
## 二、口对口人工呼吸法

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,其操作步骤如下所述。

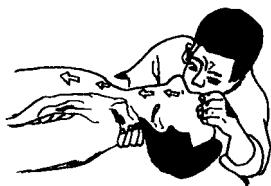
(1) 将触电者仰卧,松开衣、裤,以免影响呼吸时胸廓及腹部的自由扩张。再将颈部伸直,头部尽量后仰,掰开口腔,清除口中脏物,取下假牙,如果舌头后缩,应拉出舌头,使进出人体的气流畅通无阻,如图 1-9(a)、(b)所示。如果触电者牙关紧闭,可用木片、金属片从嘴角处伸入牙缝,慢慢撬开。



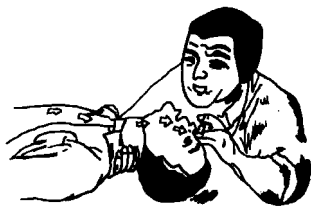
(a) 清理口腔阻塞



(b) 鼻孔朝天头后仰



(c) 贴嘴吹气胸扩张



(d) 放开嘴鼻好换气

图 1-9 口对口人工呼吸法

(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,另一只手托其颈部,将颈上抬,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 左右。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。

### 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。利用人工方法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。

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。

(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。

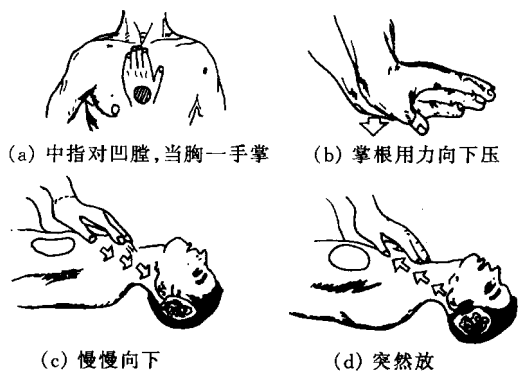


图 1-10 胸外心脏压挤法

### 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 三个等级?
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。