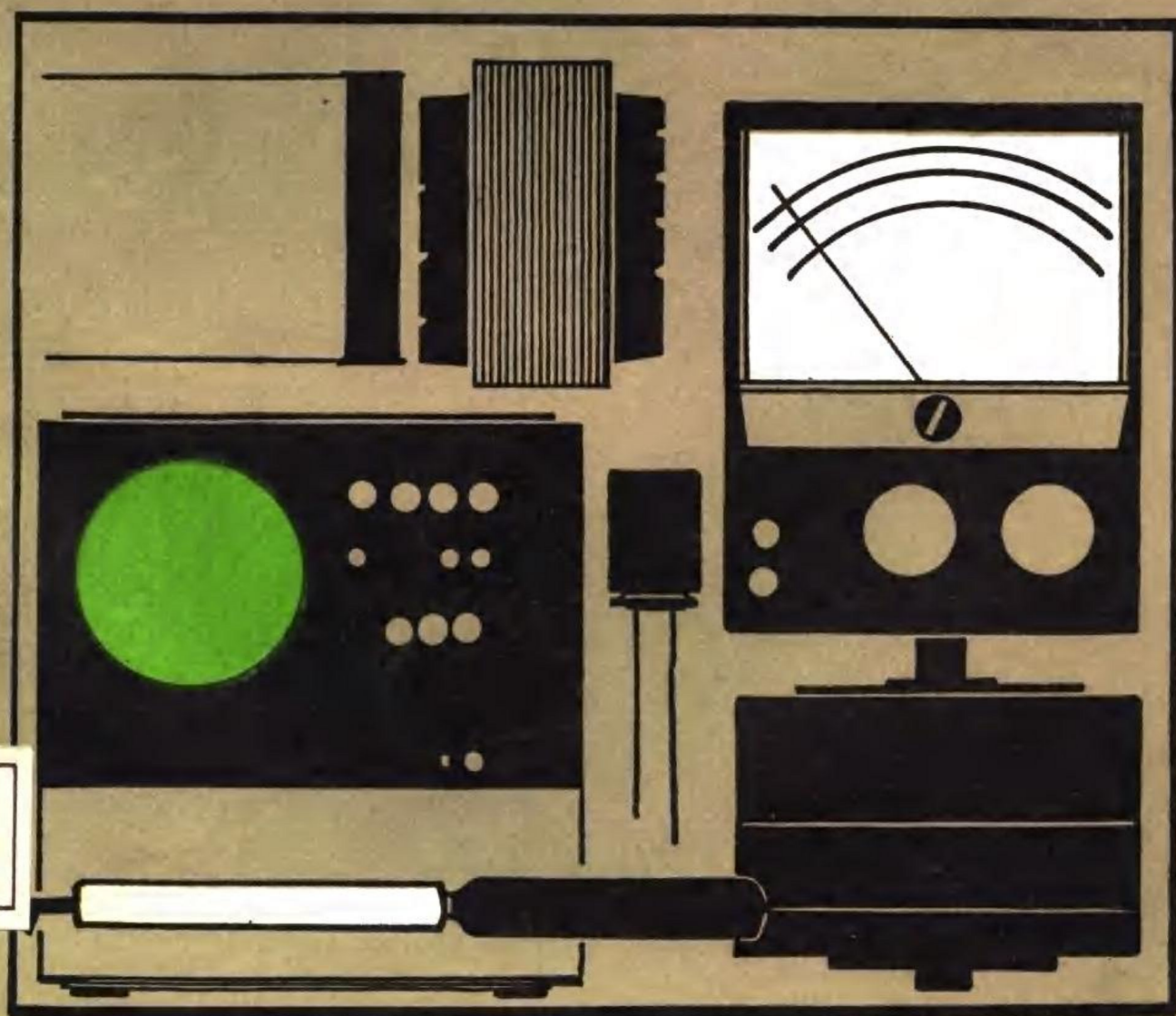


职业高中试用教材

实用电工技能

● 重庆市职业教育电子电器专业中心教研组 编 ● 曾祥富 主编



高等教育出版社

内 容 简 介

本书是国家教育委员会职业技术教育司和高等教育出版社组织编写的职业高中电子电器专业系列教材之一。本书与《实用电工技术基础》是“姊妹篇”，这两本书相辅相成，各有侧重，自成体系。

本书的内容有安全用电常识、照明电路的安装、焊接技术、万用表的使用，部分电子元器件的识别与检测、小型变压器的制作与维修、单相电动机和三相感应电动机的构造与使用。本书的特点是着重技术的传授和动手能力的培养，突出电工技能训练，培养读者分析问题和解决问题的能力。内容丰富、深入浅出。

本书可作为城市、农村职业高中电子电器专业技能训练课教材，也可作为军地两用人才和电工技术培训班教材，还可作为技工学校同类专业的教材。本书可供城镇广大电工参考。

职业高中试用教材

实用电工技能

重庆市职业教育电子电器专业中心教研组编

曾祥富主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张 12.75 字数318 000

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数 0 001—55 155

ISBN7-04-000211-6/TM·51 定价2.20元

前 言

为解决中等职业教育对专业课教材的需要，我们在国家教育委员会职业技术教育司和高等教育出版社的组织下，编写了职业高中电子电器专业适用的系列教材。根据“职业高级中学（职业高中）着重职业技能训练。”的精神，这套系列教材的专业理论部分和职业技能训练部分都自成体系，各自成册，同步开设，以便在教学中互相配合，互相补充，加强职业技能训练。

本书与《实用电工技术基础》是“姊妹篇”，其任务是配合《实用电工技术基础》的理论教学，对职业高中电子电器专业入学不久的学生进行早期规范化的电工技能训练，着重培养读者分析问题和解决问题的能力，特别是动手能力。

本书是给职业高中刚接触电的学生用的。内容安排从最浅显、最容易入手的地方开始。安全用电、照明电路浅显易懂，实用性大，能激发学生兴趣，而焊接技能，又是本专业的基本功，这三部分，不需要很多理论，适合早期训练。从第四章起，将与《实用电工技术基础》同步开设的有“万用表的使用”、“部分电子元器件的识别与检测”、“变压器的制作与维修”、“单相电动机”、“三相电动机的构造与使用”。内容由浅入深，操作由易到难，力求深入浅出，突出应用，并对新产品、新技术作了简单介绍。

根据职业高中的特点，为了确保训练内容顺利完成，在每部分内容告一段落时，都安排了实习，最后要求读者用表格画出电路和填写数据，并要求由此找出其中的规律。每章末都附有思考题。

书中搜集了适合本专业用的有关资料和数据。可供各校选用。“单相电动机”和“三相电动机的构造与使用”这两章的内容，弹性较大，对侧重电子类或侧重家用电器类的专业，可酌情降低或提高对它的要求。

本书由重庆市职业教育电子电器中心教研组编，重庆市江北水土职业中学曾祥富主编，重庆市合川瑞山中学李方平、解放碑职业中学刘旭参加编写。其中第一、六、七、八章和四个附录由曾祥富编写，第二、三章由李方平编写，第四、五章由刘旭编写。全书由曾祥富统稿。

本书由同济大学电气工程系刘式雍副教授担任主审，参加审稿工作的还有同济大学陈金铁、闵有毅老师。参加本书审稿会的有刘式雍、北京136中的刘志平、沈大林，无锡市电子职业中学的王炳忠、宁波市十八中学的陈裕方等老师，它们对本书的初稿提出了许多宝贵意见。在编写过程中，重庆市、有关区教育局和学校给予了大力支持。在此一并表示衷心感谢。

我国开展职业技术教育的时间不长，对教材建设方面的问题需要探讨。虽然承担编写工作的同志都在教学中经过了几年实践，但因时间仓促，经验不足，加之水平有限，错误缺点在所难免，恳请职教战线上的同志们和其他读者提出宝贵意见，以便进一步修改。

编 者

1987.1.

目 录

第一章 安全用电常识 1	§ 5-2 电阻器79
§ 1-1 电流对人体的危害 1	§ 5-3 电容器94
§ 1-2 触电原因及其预防 3	§ 5-4 电感器.....114
§ 1-3 触电急救 5	§ 5-5 常见的电器开关.....124
§ 1-4 防雷常识 8	第六章 小型变压器的制作与维修131
第二章 照明电路的安装13	§ 6-1 小型变压器的设计.....131
§ 2-1 照明电路施工图13	§ 6-2 小型变压器的制作.....144
§ 2-2 灯具和插座的安装15	§ 6-3 小型变压器的修理.....153
§ 2-3 配电板安装.....25	第七章 单相电动机155
§ 2-4 室内布线30	§ 7-1 单相电动机的分类及构造.....155
§ 2-5 照明电路的检修36	§ 7-2 电容运转电动机的拆卸、清洗和组装.....156
第三章 焊接技术43	§ 7-3 电容运转电动机绕组的重绕.....158
§ 3-1 焊接原理43	§ 7-4 电容运转电动机的故障检修.....170
§ 3-2 电烙铁的构造与选用44	第八章 三相感应电动机的构造与使用173
§ 3-3 焊接技术48	§ 8-1 三相感应电动机的铭牌.....173
第四章 万用表的使用58	§ 8-2 三相感应电动机的拆卸和装配.....175
§ 4-1 万用表的结构58	§ 8-3 三相感应电动机的接线与通电运转.....179
§ 4-2 万用表的选择和使用注意事项66	§ 8-4 电动机的热保护.....186
§ 4-3 万用表的基本使用方法67	附录一 摇表的使用189
第五章 部分电子元器件的识别与检测*73	附录二 学生示波器的使用192
§ 5-1 部分电子元器件的初步认识73	附录三 电风扇电动机技术参数200

第一章 安全用电常识

从事电子电器专业工作的人员，经常都要与电打交道，懂得安全用电常识，才能主动灵活地驾驭电力，避免发生触电事故，危及人身安全。

通过本章学习，我们要求读者了解电流对人体的危害，弄清造成触电的原因，懂得对触电的预防措施，学会触电的现场急救办法，并能了解日常用电中的一些防雷常识。

§ 1-1 电流对人体的危害

人体是导体，能通过电流。人体触电时电流对体会造成两种伤害：一种是电击，一种是电伤。电击是指电流通过人体，使内部组织受到损伤，这种伤害会造成全身发热、发麻、肌肉抽搐、神经麻痹，会引起室性纤颤（室颤）、昏迷，以致呼吸窒息，心脏停止跳动而死亡。电伤是指电流对人体外部造成的局部伤害，它是由于在电流的热效应、化学效应、机械效应及电流本身的作用下，使熔化和蒸发的金属微粒侵入人体皮肤局部受到灼伤、烙伤和皮肤金属化的损伤，严重的也能致人死命。

为了预防触电事故的发生，我们将分析触电的几种常见形式和人体对电流的反应，从而使读者明确电流对人体的严重危害。

一、人体触电的形式

（一）单相触电

人体的一部分在接触一根带电相线时，另一部分又与大地（或零线）接触，电流从相线流经人体到地（或零线）形成回路，称为单相触电。在触电事例中，发生单相触电的情况最多，如检修带电线路和设备时，不作好防护或接触漏电的电器设备外壳及绝缘损坏的导线，都会造成单相触电，如图 1-1 所示。



图1-1 单相触电

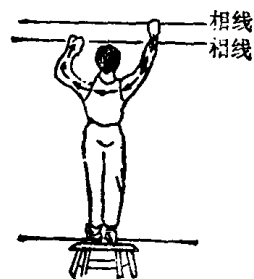


图1-2 两相触电

（二）两相触电

两相触电是指人体的不同部位同时接触两根带电相线时的触电。这时不管电网中心是否接

地，人体都在线电压作用下触电，这种触电因线电压高，危险性很大，如图 1-2 所示。

（三）跨步电压触电

电器设备发生对地短路，电力线断落接地时会在导线周围地面形成一个强电场，其电位分布是电位从接地点向周围扩散，逐步降低，当有人跨进这个区域时，分开的两脚间有电位差，电流从一只脚流进，从另一只脚流出而造成的触电，叫跨步电压触电，如图 1-3 所示。

（四）悬浮电路上的触电

市电通过有初次级线圈互相绝缘的变压器后，从次级输出的电压零线不接地，相对于大地处于悬浮状态，若人站在地面上接触其中一根带电导线，一般没有触电感觉。但在大量的电子设备中，如电子管收音机、扩音机等，它是以金属底板或印刷电路板作公共接“地”端，如果操作者身体的一部分接触底板（接“地”点），另一部分接触高电位端，就会造成触电。所以在这种情况下，一般都要求单手操作。

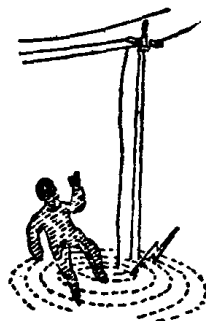


图1-3 跨步电压触电

二、人体对电流的反应

人体对电流的反应是非常敏感的。触电时电流对人体的伤害程度与下列因素有关。

（一）人体电阻

人体电阻不是常数，在不同情况下，电阻值差异很大，通常在 $10\text{k}\Omega \sim 100\text{k}\Omega$ 之间。人体电阻愈小，触电时通过的电流愈大，受伤愈严重。人体各部分的电阻也是不同的，其中皮肤的角质层电阻最大，而脂肪、骨骼、神经较小，肌肉、血液最小。一个人如果角质损坏时，他的人体电阻可降至 $0.8\text{k}\Omega \sim 1\text{k}\Omega$ 。在这种情况下接触带电体，最容易带来生命危险。

人体电阻是变化的，皮肤愈薄、愈潮湿，电阻愈小。皮肤接触带电体面积愈大，靠得愈紧，电阻愈小。若通过人体的电流愈大，电压愈高，作用时间愈长，电阻也愈小。

人体电阻还受身体健康状况和精神状态的影响，如体质虚弱、情绪激动、醉酒等，容易出汗，使人体电阻急剧下降。所以在这几种情况下也不宜从事电气操作。

（二）不同强度的电流对人体的伤害

人们通过大量的实践得出下面的规律：人体上通过 1mA 工频交流电或 5mA 直流电时，就有麻、痛的感觉。但 10mA 左右自己尚能摆脱电源。若通过工频 $20 \sim 25\text{mA}$ ，则感到麻木、巨痛，且不能自己摆脱电源。超过 50mA 就很危险了。若有工频 100mA 的电流通过人体，则会造成呼吸窒息，心脏停止跳动，直至死亡。

（三）不同电压的电流对人体的伤害

人体接触的电压愈高，通过人体电流愈大，对人体伤害愈严重。但在触电的实际统计中，有 70% 以上是在 220V 或 380V 交流电压下触电死亡的。比如，以触电者人体电阻为 $1\text{k}\Omega$ 计，在 220V 电压下通过人体的电流有 220mA ，能迅速将人致死。人们通过大量实践发现， 36V 以下的电压，对人体没有严重威胁，所以把 36V 以下的电压规定为安全电压。

（四）不同频率的电流对人体的伤害

实践证明：直流电对血液有分解作用；高频电流不仅不危险，还可用于医疗。即触电的危险性随频率的增高而减少， $40 \sim 60\text{Hz}$ 交流电最危险。为说明电流频率的高低与触电死亡的关系

系，这里引用用狗做实验的有关数据来证明上述规律，如表 1-1 所示。

表1-1 用狗做实验的有关数据

次数	电流频率(Hz)	电压(V)	试验狗数	死亡率%
1	50	117~120	15	100
2	100	117~120	21	45
3	125	100~121	10	20
4	150	120~125	10	0

(五) 电流的作用时间与人体受伤的关系

电流作用于人体的时间愈长，人体电阻愈小，则通过人体的电流将愈大，对人体的伤害就愈严重。例如工频 50mA 交流电，如作用时间不长，还不至于死亡；若持续数十秒钟，必然引起心脏室颤，心跳停止而致死。

(六) 电流的不同途径对人体的伤害

电流通过头部使人昏迷，通过脊髓可能导致肢体瘫痪，若通过心脏、呼吸系统和中枢神经，可导致神经失常、心跳停止、血循环中断。可见，电流通过心脏和呼吸系统，最容易导致触电死亡。人们经研究得出如下数字，见表 1-2。

表1-2 电流的不同途径对人体的伤害

电流通过人体的途径	通过心脏电流占通过人体总电流百分数(%)
从一只手到另一只手	3.3
从左手到脚	3.7
从右手到脚	6.7
从一只脚到另一只脚	0.4

§ 1-2 触电原因及其预防

从电流对人体的危害中已经看出，用电必须十分谨慎。“防重于治”，这是对各种事故所取的正确态度。对触电事故，无疑也应以防为主。为了最大限度地减少触电事故的发生，我们将从实践出发，分析触电原因，并针对不同情况，提出预防措施，以引起读者的注意，使得在平时用电中，遵循客观规律，胆大心细，防患于未然。

一、触电的原因

不同的场合，引起触电的原因也不一样，我们根据日常用电的情况，将触电原因归纳为下面几类。

(一) 线路架设不合规格

1. 采用一线一地制的违章线路架设

在照明电路的架设中，以大地作零线，只架设一根相线传输电能，叫一线一地制。这种线路非常危险。如有人拔出接地零线，电流就通过人体入地，造成触电；当线路发生短路时，接地线带电，附近会产生跨步电压伤人；若接地桩接地不良，接地线照样带电，碰触地线也会

触电。

2. 无线电设备的天线、广播线、通讯线与电力线距离过近（交叉距离不足 1.5 米）或同杆架设，如遇断线、碰线，电力电压传到这些设备上就会使操作人员触电。

3. 室内线破旧，绝缘损坏，敷设不合规，容易使人触电或相线与零线碰线短路引起火灾。

4. 电器修理工作台布线不合理，绝缘线被烙铁烫坏，露出带电金属部分，会造成触电。

（二）用电设备不合要求

1. 电烙铁、电风扇、电烫斗等家用电器内部绝缘损坏、漏电，外壳上又未加可靠的保护接地线，一旦接触外壳就会触电。

2. 螺口灯头没有保护套，如果将开关错接在零线上或者将螺口错接在相线上均使螺口带电，接触灯头就会触电。

3. 开关、闸刀、插座的外壳破损或床头开关相线绝缘老化，失去防护作用，一旦触及就会触电。

4. 误将家用电器电源线中的零线与外壳保护接地线并联接上两脚插头。如果插头在插座中插反（即零线和保护接地线同时插入相线插孔），就使机壳带电。这种情况下触电最容易造成死亡。

5. 电器的外壳接地引线用得太短或接触不良，当电器漏电时起不到保护作用。

6. 插座安得太低，小孩玩弄插座，造成触电。

7. 吊灯到处临时拉挂使用，容易弄坏导线或灯具外壳，造成触电。

8. 将照明电路中的开关，熔断器安在零线上，使灯具随时带电，一有接触就会触电。

（三）电气操作制度不严格、不健全。

1. 没有采取切实的保安措施，带电修理电器。

2. 对电路不熟悉，甚至一知半解，就胡乱冒险修理。

3. 不了解待修电器的工作电压和电路的来龙去脉，盲目修理。

4. 救护他人触电时，不采取防护措施，造成救护者与触电者一起触电。

5. 停电检修电路，闸刀上未挂“警告牌”，后来人员不明情况，误合闸刀，造成触电。

6. 酒后修理或操作，容易引起触电。

7. 对电器或元器件进行耐压检测时，没有先接好电路再开电源，而是开启电源后带电接线和测试，在测试中不小心就造成触电。

8. 对有大容量电容的线路，停电后未放电就动手检修，会使电容器通过人体放电。

9. 操作时，使用不合格的保安工具，如用竹杆代替高压绝缘棒，用普通胶鞋代替绝缘靴等，也容易造成触电。

（四）用电不谨慎

1. 违反布线规程，在室内乱拉电线，在使用中不慎造成触电。

2. 换保险丝时，随意加大规格，或随意用铜丝代替铅锡合金丝。

3. 在电线上晾晒衣服，擦破绝缘或使电线断裂，造成触电。

4. 在高压线附近放风筝，风筝搭在高压线上，容易造成触电。

5. 未切断电源就去移动台灯，电扇等家用电器，如果电器漏电就造成触电。

6. 做清洁时, 用水冲洗敷设电线的地方和电器, 或用湿布擦拭, 降低其绝缘性能, 引起漏电。

二、预防触电的措施

针对上面所分析的触电原因, 对症下药, 加以纠正的本身就是预防触电的措施。下面根据我们的用电情况再作一些补充。

(一) 各种电器的金属外壳, 必须加接良好的保护接地, 并使保护接地电阻符合要求。

(二) 随时检查电器内部电路与外壳间的绝缘电阻。凡绝缘电阻不合要求的, 应立即停止使用。

(三) 在配电盘、开关柜等电源控制处的地面应垫上绝缘胶垫或干燥木板。

(四) 室内线路必须采用良好的绝缘导线。

(五) 熔丝、电线横截面的选择必须符合电路载流量的要求。

(六) 各种用电设备的安装必须按照规定的高度和距离施工。

(七) 检修线路前必须在相线上装好临时接地线或在拉闸处挂上“警告牌”, “警告牌”上应写明“有人操作, 严禁合闸”字样。

(八) 电线起火, 首先切断电源, 再用黄沙、四氯化碳、二氧化碳等材料灭火, 不要在灭火时轻易用水去冲线路和电器。

(九) 电器修理工作台上的电路, 要用钢管或木槽板配线。一般不要用塑料套管, 因塑料管容易被电烙铁烫坏。更不允许不加套管直接在工作台上布线。

(十) 电烙铁的电源线不能用塑料软线, 应用花线, 因塑料软线的绝缘层容易被烙铁烫坏。

§ 1-3 触电急救

在日常用电中, 应明确上节所述触电原因, 并注意采取有效的预防措施, 就会减少触电事故。但要绝对避免是不可能的, 何况在平时总有疏忽大意的时候。所以, 虽然再三强调以预防为主, 但不可不作好万一有人触电的思想准备和技术准备。为此在本节安排了触电的现场抢救措施和人工呼吸法的训练。

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。根据触电现场的不同情况, 经常采用以下几种办法:

1. 迅速关掉电源, 再把人从触电处移开, 如触电地点远离开关或不具备关闭电源的条件, 只要触电者穿的是比较宽松的干燥衣服, 可用手抓住衣服将其拉离电源。或用干燥木棒或竹杆将电源线从人身上挑开, 如图 1-4 和图 1-5 所示。

2. 如果触电发生在相线和地之间, 一时又不能把触电者拉离电源, 可用干燥绳索将其拉离地面, 或在地面与人之间塞入一干燥木板, 同样可以切断通过人体的电流, 这时再关掉闸刀, 使触电者脱离带电体。但在将触电者用绳索拉离地面时, 注意不要发生跌伤事故。

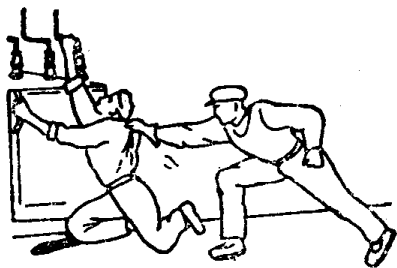


图1-4 手戴绝缘手套将触电者拉下电源

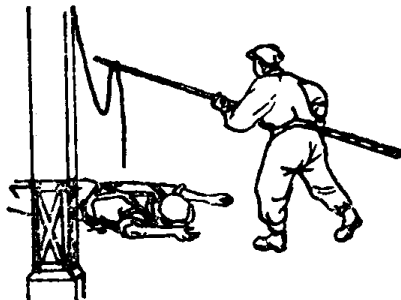


图1-5 用绝缘木棒将触电者身上电线挑开

3. 救护者手边有绝缘刀、斧、锄或硬木棒时，可以从电线的来电方向将电线砍断或撬断如图 1-6 所示。

4. 如果手边有绝缘导线，可先将一端良好接地，另一端接在触电者手握的相线上，造成该相电流对地短路，使其跳闸或熔断保险丝，从而断开电源。在搭接相线时，要特别注意救护者的自身安全。

5. 在电杆上触电，地面上无法施救时，可以抛扬接地软导线。即将软导线一端接地，另一端抛在触电者接触的架空线上，令其该相对地短路，跳闸断电。这里要注意两点：一是不能将软导线抛在人身，否则将使通过人体电流更大，二是注意不能让触电者从高空跌落。

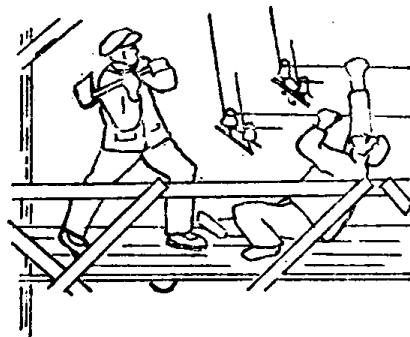


图1-6 用有绝缘柄的工具将电源切断

(二) 脱离电源后的急救

触电者脱离电源后，应根据其受到电流伤害的不同程度，采取不同的施救方法。在触电事例中，大体可分为以下三种情况：

1. 触电者没有失去知觉，只是一度昏迷，这时一面迅速请医生治疗，一面保持环境的安静，让其静卧休息，注意观察伤员的变化，等待医生治疗。

2. 触电者已失去知觉，但呼吸尚存。在迅速请医生的同时，应将触电者安放在凉爽、空气流通的地方安静地平卧，并给他闻一些氨水。摩擦全身，使之发热。如果发生痉挛，呼吸逐渐减弱，应立即施行人工呼吸。

3. 如果触电者出现呼吸、脉搏、心脏均已停止工作等死亡象征，很可能是假死，应立即施行人工呼吸，同时迅速请医生到来。救护者必须尽最大的努力抢救，没有医生确诊，不得轻易作出死亡的判断。

二、人工呼吸法

当触电者出现痉挛、呼吸逐渐短促，显得非常困难以致完全停止呼吸时，应采用人工呼吸。

进行人工呼吸时，应随时注意触电者的面部，若嘴唇、眼皮、喉部等处稍有动作时，注意他是否能自动呼吸。如已开始自动呼吸，再做人工呼吸，反而有害，可以暂停几秒钟进行观察，如触电者仍不能自动呼吸或呼吸相当困难，再继续进行人工呼吸。

进行人工呼吸前，首先排除影响呼吸的障碍物，解开上衣、裤带、打开牙关、清除口腔内的脏物，取下假牙，拉出舌头等。

常用的人工呼吸法有以下三种：

(一) 口对口呼吸法

如图 1-7 所示，使触电者平卧，头部尽量后仰，鼻孔朝天，救护者位于触电者头部一侧，



图1-7 口对口吹气法

用一只手捏住他的鼻子，另一只手掰开口腔，深呼吸后，紧贴触电者的嘴唇吹气，使他胸部膨胀，每 4～5 秒钟一个循环，即吹气 2 秒，放气 2～3 秒。救护者换气时，放松触电者口和鼻，使其自动呼气。如果有两人救护，可一人用口对口吹气，另一人在触电者呼气时用仰卧压胸法配合，效果更好（仰卧压胸法见本节最后部分）。这种方法对触电者充气量多，省力。救护者吹出的气含有一定的二氧化碳，有刺激呼吸的作用，对呼吸的恢复有良好的效果。

(二) 俯卧压背法

如图 1-8 所示，使触电者俯卧，一只手臂弯曲枕在头下，脸侧向一方，另一只手沿旁边向前伸直，拉出舌头。救护者双膝跪在触电者腿部外侧，两手伸平，放在触电者后背和下部肋骨

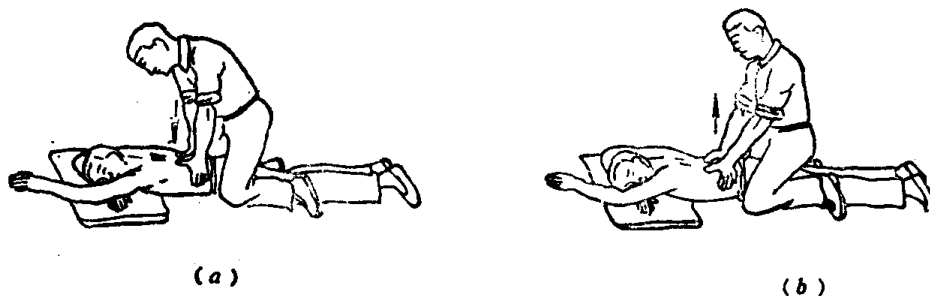


图1-8 俯卧压背法

之间，小手指放在最后一根肋骨上，从侧旁用并拢的手指将触电者抱住，心里默数一、二、三，同时将自己身体逐渐前倾，将上半身重量通过手臂斜压向触电者的下部肋骨（使其呼气），如图 1-8(a) 所示。再将身体逐渐抬起后仰，双手不要离开，使其吸气，心里默数着四、五、六，每次 4～5 秒钟，如图 1-7(b) 所示。这样循环，一直做到触电者能自行呼吸为止。

(三) 仰卧压胸法

如图 1-9 所示，将触电者仰卧平放，在肩下面的背部垫上柔软物，使其头部后仰，胸部扩张，一人将触电者舌头拉出，并捏住不放。另一人跪在触电者头前，两手分别握住他的两只手腕，使两臂弯曲地压向胸前两侧，使气呼出，救护者心中默数着一、二、三，再将触电者两臂向上伸直引到头部后面，使胸部扩张，吸进空气，同时心中默数四、五、六，仍然每 4～5 秒钟一次，伸屈循环，直至触电者能自行呼吸为止。

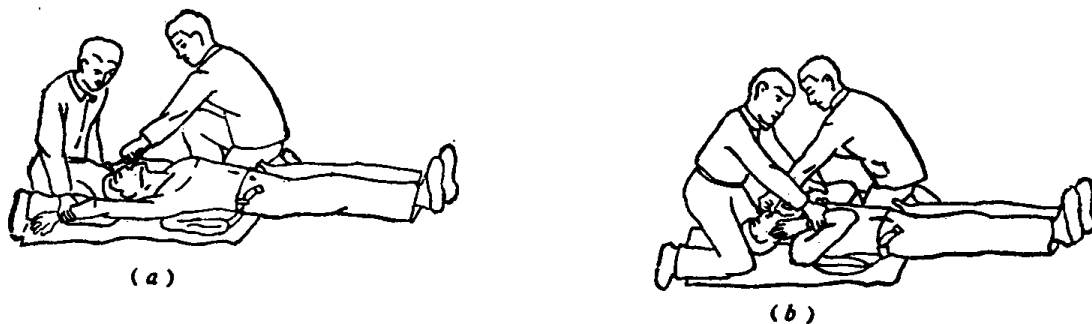


图1-9 仰卧压胸法

使用人工呼吸法时不得用力过猛，以免造成骨折或脱臼。

§ 1-4 防雷常识

在用电过程中，人们通过实践，总结出了安全用电的经验。但在自然界中，还存在雷电的危害。因此，人们不得不研究雷电的成因、活动规律，并探索出一系列防雷措施。本节我们将这些内容介绍给读者，使其对雷电有一定的认识，懂得一些防雷措施，以便在日常生活和电气操作中能正确运用。

一、雷电的形成

闪电和雷鸣是大气中的放电现象。雷雨季节，大地气温升高，靠近地面的空气受热膨胀，随着密度变小，重量减轻而上升，同时将地面附近的水蒸气带上高空，在高空遇冷凝结成水粒向下降落，与上升的气流发生碰撞摩擦，形成带有电荷的细小水粒。这些下降的水粒与上升的水粒分别带有异种电荷。这两种水粒的逐渐聚积，就形成了带正电荷的云层和带负电荷的云层。随着云层越积越厚，云层的电荷也越来越多，当两个云层间的电场强度达到一定值时，其间的空气绝缘被击穿，发生云层间的放电，这种放电电流高达几万安到几十万安，电压从几万伏到几十万伏，温度也在万度以上，同时发出强烈的闪光和炸响，这就是所谓空中雷。

若带电云层离大地较近，由于静电感应，使离云层较近的大地上带上异种电荷。当地面有突出物时，便发生云层与大地之间的放电，这就是所谓落地雷。

雷电的种类除上述按放电位置分为空中雷和落地雷外，按雷电闪光的形状分为线状雷（呈树枝状）、带形雷、链形雷和球形雷。若按雷击的不同成因还可以分为直击雷和感应雷。

二、雷电的危害及其活动规律

在上述的几种雷电中，对人类危害最大的是落地雷。凡是在它放电通路上的建筑物、线路和电器设施、人畜等均会遭到破坏和死亡，这是落地雷中直击雷的危害。建筑物和线路除受直击雷破坏外，它的金属部分，由于静电感应和电磁感应等原因，使它们感应带电，电位迅速升高，导致金属导体之间发生火花放电，引起爆炸、火灾或使人畜触电死亡，这就是感应雷的危害。雷电的电磁作用所感应的高电压，还可能通过架空输电线路引入室内，击穿电气设备的绝缘

(包括接在电源线上的各种家用电器), 造成人和设备的伤亡和损坏事故。

为了预防雷电的破坏, 人们在长期的生产实践和科学实验中, 逐步认识了雷电活动的一些规律, 总结出如下几个容易受雷击的地方:

1. 独立高耸的建筑物, 如宝塔、水塔、天线、旗杆、尖形屋顶等;
2. 空旷地区的孤立物体, 如输电线路杆塔, 高大树木, 平坝上的高房、山顶上行走的人畜等;
3. 烟囱冒出的热气(烟中含有大量导电质点、游离态分子)和排出带电尘埃的厂房、废气管道及地下水出口;
4. 屋顶为金属结构的建筑物, 特别潮湿的建筑物以及露天放置的金属物。
5. 金属矿床、河岸、山坡与稻田接壤的地区, 土壤电阻率较小的地区, 良导电土质与不良导电土质的交界区等。

上述这些易受雷击的地方, 在雷雨时要特别注意。

三、防 雷 设 施

预防雷害, 必须采取一定的防雷措施。安装避雷装置, 如避雷针、避雷器等, 是防止雷击的积极措施之一。下面我们介绍生产和生活中用得最普遍的避雷针、天线避雷器的作用和安装方法, 顺便介绍一些其它防雷常识。

(一) 避雷针

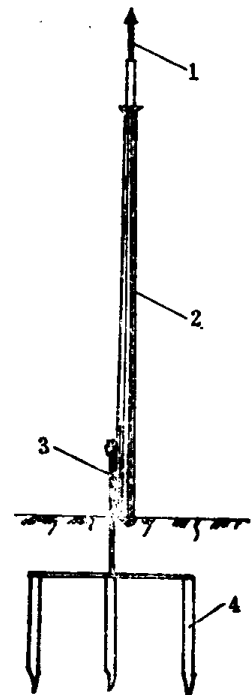
避雷针由接闪器、杆身、接地引线和接地极四部分组成, 如图 1-10 所示。作接闪器的针尖用直径为 25mm 的镀锌圆钢或直径为 40mm、厚度不小于 3mm 的镀锌圆管制成, 尖端必须打扁磨尖, 以增强尖端放电能力。

接地引线明装时用 $\phi 8\text{mm}$ 圆钢, 暗装时则用 $\phi 12\text{mm}$ 镀锌圆钢。它的接地极必须单独埋设, 不得和其它设备的接地极共用。接地电阻要在 10Ω 以下, 接地极应埋在距建筑物 3m 以外很少有人通过的地方。避雷针本身离开被保护物体的距离不得小于 5m。它的接闪器、接地引线和接地极必须用电弧焊焊接牢固, 并在焊点上涂以沥青防护漆。

避雷针的工作原理是: 当临近建筑物的云层带电时, 由于静电感应, 使建筑物及其附近的地面带上异种电荷, 而这些电荷将通过避雷针进行尖端放电, 将地电荷与云层电荷中和, 从而避免了雷击的发生。假若遇到直击雷, 避雷针也可以将雷电引入大地疏散, 使线路、电器设备及建筑物免遭雷击。

避雷针的保护范围: 单支避雷针的保护范围如图 1-11 所示。从空间到地面, 是一个折线圆锥形, 它在地面的保护半径 $r = 1.5h$ (h 为避雷针顶离地面的高度)。

折线圆锥形的剖面是从针顶两旁向下作 45° 斜线, 构成圆锥形的上部; 从距离针脚两边 $1.5h$ 处向上再做斜线与前一斜线在高 $h/2$ 处相交, 交点以下构成圆锥形的下半部。设建筑物(或线路、设备



1. 接闪器; 2. 杆身;
3. 接地引线; 4. 接地极
图1-10 避雷针的构造

等) 的高度 h_x 位于 $X-X$ 平面上, 则在该平面上的保护半径可由下式确定:

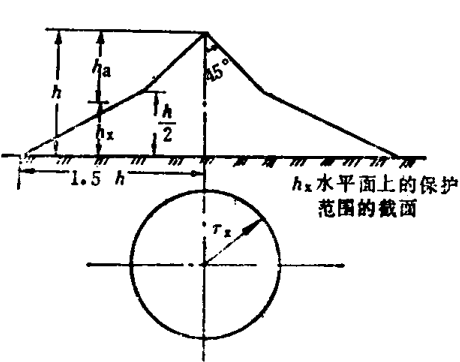


图1-11 单支避雷针的保护范围

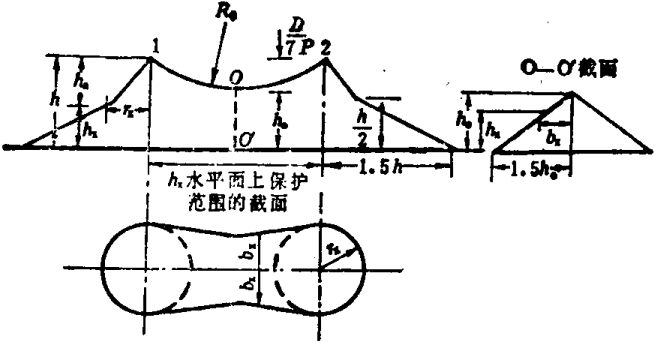


图1-12 高度为 h 的两等高避雷针 1 及 2 的保护范围

当 $h_x \geq \frac{h}{2}$ 时, 则

$$r_x = (h - h_x)P$$

当 $h_x < \frac{h}{2}$ 时, 则

$$r_x = (1.5h - 2h_x)P$$

式中的 P 是避雷针的高度影响系数。当 $h \leq 30\text{m}$ 时, $P = 1$; 当 $120\text{m} > h > 30\text{m}$ 时, $P = \frac{5.5}{\sqrt{h}}$ 。

为了扩大避雷针的保护范围, 有不少的建筑物, 人们在两个位置上安装两支等高避雷针, 它的保护范围如图 1-12 所示。

两针外侧的保护范围与单支避雷针相同。

两针之间的保护范围按连接两针顶点 1、2 及中点 O 的圆弧确定, O 的半径为 R , O 点为两针中间假想避雷针的顶点, 它的高度 h_0 为

$$h_0 = h - \frac{D}{7P}$$

式中: P —— 高度影响系数;
 D —— 两避雷针的距离。

在两针间的建筑物高 h_x 所在的平面内, 保护范围的最小宽度 $2b_x$ 为

$$2b_x = 3(h_0 - h_x)$$

一般说, 两支避雷针间的距离与针高之比 D/h 不宜大于 5。

(二) 天线避雷器

为了改善接收条件, 使电视机收到较佳的声像效果, 需要安装室外天线, 而且往往安装在较高的位置, 这将不可避免地起着引雷作用, 如果不采取防雷措施, 很可能引雷入室。所以凡是架设在较高位置上的天线 (在避雷针保护范围以外的), 都要求安装避雷装置。这里向读者推荐一种天线避雷器。

天线避雷器可以手工自制, 外形如图 1-13(a) 所示。将四块铜片一端剪成锯齿尖, 分成

两组装置在绝缘板上，使每组的两块铜片锯齿尖互相对准，间隙不要大于 $\frac{1}{2}$ mm，但也不能互相接触。两铜片上端与从天线引下的馈线相接，下端并联接地。接头处必须用焊锡焊牢。接地引线应用 $\phi 3\text{mm}$ 左右的铜导线或多股绞合线，下端焊一金属管或金属块作接地极，埋入地下1米深左右。这样如果天线上感应有雷电，可以在铜片的锯齿尖上发生对地的尖端放电，使雷电得以中和。

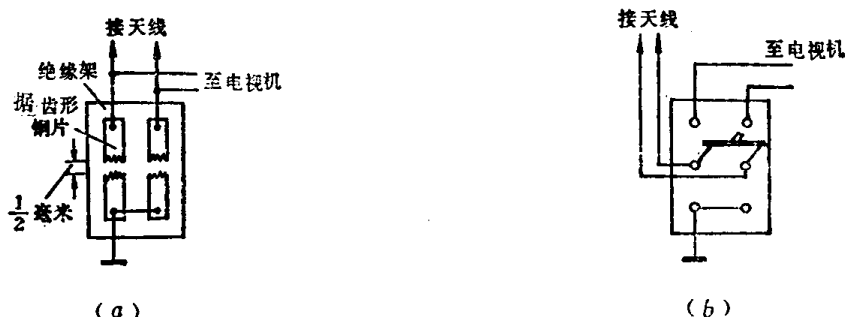


图1-13 天线简易避雷器

如果要进一步提高避雷的可靠程度，还可以在馈线下端接一双刀双掷闸刀开关，如图1-13(b)所示。开关上端用馈线接在电视机输入端，中间两桩头分别接两根天线馈线，下端两桩头并联后用粗铜线牢固接地。需要收看节目时，把闸刀合在上端，接通天线与电视机。预报有雷雨或不收看电视时，将闸刀拉下接地，使天线与大地牢固地接在一起，天线上有雷电时，可以避雷。

(三) 其它防雷常识

1. 为了避免避雷针上雷电的高电压从接地极传到输电线路引入室内造成危害，避雷针接地极与输电线路接地极至少应相距10m。
2. 为了避免雷电高压由架空线引入室内，应将进户线最后一件支承物上的绝缘子铁脚接地，在进户线的最后一根电杆上应加重复接地。
3. 雷雨时，不要在空旷的地方站立或行走，更不能穿着湿衣裳到这些地方。雨伞不要举得过高，特别是有金属柄的雨伞更要注意。
4. 躲避雷雨时，应选择有屏蔽作用的建筑物或物体，如汽车、电车、房屋等。不可站在孤立的大树下，电杆下，烟囱下或高墙下。
5. 雷雨时，不要停留在容易受雷击的地方，如山顶、湖泊、河边、沼泽地、游泳池等。
6. 在室内的人员，雷雨时要关好门窗，不要站在窗前或阳台上，也不要站在有烟囱的灶前。应离开电力线、电话线、水管、煤气管、暖气管和天线馈线等至少1米。
7. 雷雨时，不要使用家用电器，应将电器的电源插头拔下，以免雷电沿电源线侵入电器内部损伤绝缘，击毁电器，甚至使人触电。

技能训练1-1 人工呼吸法的练习

目的：使读者初步学会三种人工呼吸法的基本操作要领。

工具、器材：棕垫若干。

训练步骤与结果：

1. 用干净手巾模拟触电者，捂住施救人口部，对手巾进行“口对口人工呼吸”训练，并逐步掌握吹气和换气的的时间使之符合要求。

2. 以一人模拟触电者，另一人模拟施救人，进行俯卧压背人工呼吸法训练，逐步学会施行这种人工呼吸法的基本手法，掌握好呼气和换气的的时间。

3. 以一人模拟触电者，另一人模拟施救人，进行仰卧压胸人工呼吸法训练，逐步学会施行这种人工呼吸法的基本手法和掌握好呼气和吸气的的时间。

将以上三项训练结果记入表1-3中。

表1-3 训练记录表

人工呼吸法的种类	模拟触电者姓名	呼气大约时间（秒）	吸气大约时间（秒）	施救人姓名	基本手法
口对口					
俯卧压背					
仰卧压胸					

训练所用的时间_____

参加训练者（签字）_____

辅导教师（签字）_____

19 年 月 日

思考题

- 1. 人触电时，哪些部位接触带电体最容易造成死亡？为什么？
- 2. 在电气维修和日常用电中，哪些因素会导致触电？
- 3. 在电气操作和日常用电中，应该采取哪些预防触电的措施？
- 4. 发现有人触电，你打算怎么办？
- 5. 你会用哪几种人工呼吸法？其基本手法如何？
- 6. 落地雷怎样形成？哪些地方容易遭雷击？
- 7. 避雷针和天线避雷器为什么能避雷？在安装中各需要注意哪些问题？
- 8. 怎样计算单支和双支等高避雷针的保护范围？
- 9. 雷雨时，为了预防雷击，应该注意哪些问题？

第二章 照明电路的安装

在初中物理课里，我们学习过照明电路，知道了室内照明电路的组成，有的还进行过简单电路的装修实习，对照明电路已有了一定了解。但是应该知道，实际电路的安装并不那么简单，它不但要遵循国家颁布的有关电气技术标准，而且安装者还应具备一定的操作技能。本章通过对室内照明电路安装维修基础知识的学习和基本技能的训练，使读者了解它们的安装技术要求，初步掌握照明电路装修的操作技能。

照明电路的安装一般有灯具安装，配电板安装和线路敷设三个基本内容，下面加以具体介绍。

§ 2-1 照明电路施工图

图2-1是初中物理课本中介绍过的照明电路，但如果用它来作为施工的依据是不够的，这是因为图上并没有注明电气元件的规格、型号、安装要求、线路敷设方式以及其它一些特征。作为实际电路安装的依据，必须是根据国家颁布的有关电气技术标准和统一图形符号绘制的施工图。照明工程施工图常用的有两种：一种是照明系统原理图，它表明电器系统各元件间的联接方式，电气系统的工作原理及其作用，不涉及电气元件的结构及安装情况，如图2-2(a)所示。另一种是安装接线图，它是安装工程施工的主要图纸，是根据电气元件的实际结构和安装情况绘制的。安装接线图只考虑元件的安装配线而不明显地表示电气系统的动作原理。它往往与平面布置图画在一起，如图2-2(b)所示。它是工程技术的“语言”，只有看懂它，才能认识

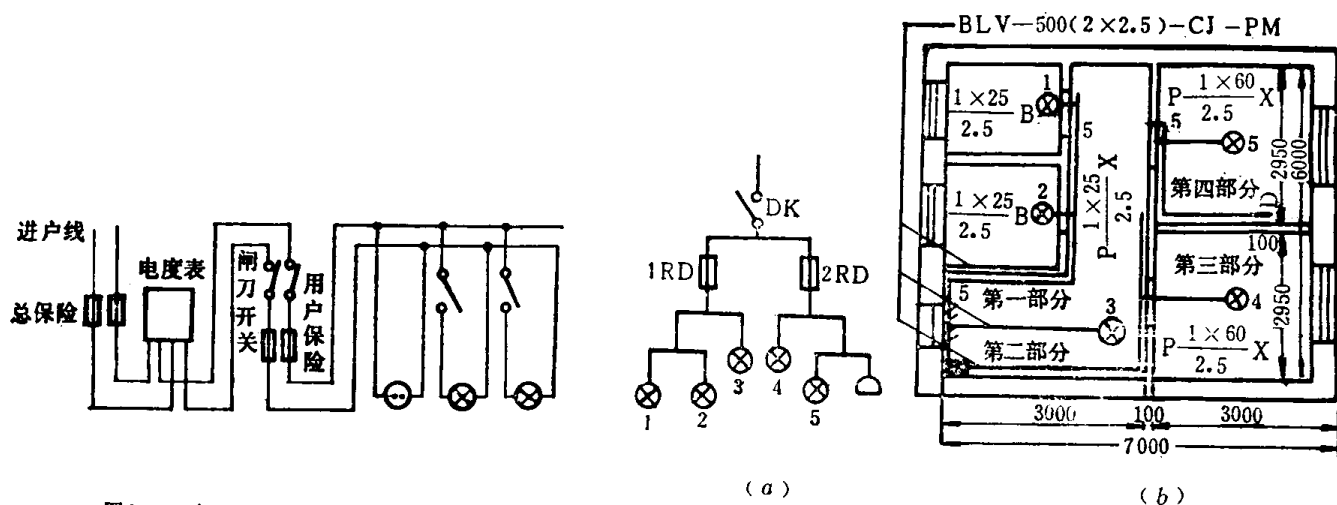


图2-1 室内照明电路的组成

图2-2 照明系统原理图及安装接线图

和确定图上画的是一些什么电气元件，它们之间应怎样连接和有什么技术要求等，以便照图备料和进行正确的安装。