



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等技术应用型人才培养规划教材

电工技术 技能训练



陈建平 唐冬雷 主编
蒋治宏 莫文火 谭顺学 吴潮 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等技术应用型人才培养规划教材

电工技术技能训练

陈建平 唐冬雷 主编

蒋治宏 莫文火 谭顺学 吴 潮 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范——低压维修电工》规定的应知、应会的基本要求编写。全书分为 11 个模块，主要内容包括安全用电、电工基本操作、一般电气线路及照明、常用电工仪表、变配电所的运行维护、小型变压器、电动机维修、电力拖动、机床电气故障维修、电子技术、现代控制技术。

本书的目的是使学生经过学习、训练后，掌握维修电工操作证和中级以上等级证所要求的基本知识和技能，并学会单片机和可编程控制技术在电气控制系统中的应用。本书是适合于高职高专电类或机电类专业学生，进行维修电工操作证和等级证的培训和技能鉴定的实用教程。中专和技工学校电工实习，电气技术人员培训也可选用。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术技能训练/陈建平 唐冬雷主编. —北京：电子工业出版社，2006.8

（普通高等教育“十一五”国家级规划教材 高等技术应用型人才培养规划教材）

ISBN 7-121-02954-5

I. 电… II. 陈… III. 电工技术—高等学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 085519 号

责任编辑：张荣琴 特约编辑：王宝祥

印 刷：北京季蜂印刷有限公司

装 订：北京鼎盛东极装订有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销：各地新华书店

开 本：787×1 092 1/16 印张：18.5 字数：486 千字

印 次：2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数：6 000 册 定价：26.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，
联系电话：(010)68279077；邮购电话：(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn。

服务热线：(010)88258888。

前 言

高等职业教育的目标是培养第一线需要的全面发展的高水平技术应用型专门人才,毕业生应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能;高等职业教育也是就业教育,毕业生必须在取得毕业证的同时,通过一种或几种相关职业技能鉴定,取得相应职业的资格证书和等级证书。职业技能的培训和考证已成为高职高专学生在校期间必需的实践教学环节,为适应教与学和就业的需要,我们编写了《电工技术技能训练》教材。

电工基本技能是电子电气类和机电类专业学生应当掌握的专业技能。本教材在必需的理论知识基础上,突出了技能训练,力求精练、典型、实用、先进;从电工基本知识和基本技能入手,编写内容围绕我国维修电工中级职业技能鉴定要求的应知和应会标准,并紧跟科技的发展,介绍现代企业的新设备、新技术、新工艺,充分体现了“淡化理论、够用为度、培养技能、重在实用”的编写原则。本教材克服了一些同类教材中存在的理论和实际联系不够紧密的缺陷,把维修电工岗位应该具备的技能划分为各个不同的工作任务即模块,更符合职业教育的需要。

本教材由柳州职业技术学院的陈建平、唐冬雷担任主编,柳州职业技术学院唐冬雷编写第5模块,陈声轩编写第3模块,冯美英编写第4、11.2模块,谭顺学编写第8、9、11.1模块,蒋治宏编写第6、7、10模块,广西农业职业技术学院吴潮编写第1模块,广西工业职业技术学院莫文火编写第2模块。

本教材编写过程中,柳州职业技术学院电子电气工程系实训中心教师对本书提出了宝贵意见,并试用了编写的讲义,编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,请广大读者及同行批评指正。

编 者

2006年3月

目 录

模块一 安全用电常识	(1)
1.1 安全用电基本知识	(1)
1.1.1 安全用电措施	(1)
1.1.2 触电与触电急救	(2)
1.1.3 电气防火	(5)
1.1.4 防雷基本知识	(6)
1.2 接地与接地装置	(8)
1.2.1 接地的作用与分类	(8)
1.2.2 接地装置、接地体、接地线、中性线、零线	(9)
1.2.3 接地电阻要求	(10)
1.3 技能训练	(10)
实训课题 了解触电急救的有关知识, 学会触电急救方法	(10)
模块二 电工基本操作	(12)
2.1 基本知识	(12)
2.1.1 常用电工工具使用	(12)
2.1.2 线路安装工具	(16)
2.1.3 登高用具	(17)
2.1.4 导线的选择	(19)
2.2 导线连接与线路施工工艺	(26)
2.2.1 导线的连接	(26)
2.2.2 线路施工基本操作工艺	(30)
2.3 技能训练	(31)
实训课题一 常用电工工具的使用	(31)
实训课题二 导线绝缘层的剖削练习	(33)
实训课题三 导线的连接训练	(33)
实训课题四 瓷瓶绑扎训练	(34)
模块三 一般电气线路及照明安装	(35)
3.1 电气线路及照明装置的基本知识	(35)
3.1.1 室内线路的安装	(35)
3.1.2 照明装置	(43)
3.1.3 量电与配电装置	(49)
3.2 技能训练	(54)
实训课题一 护套线敷设	(54)
实训课题二 塑料电线槽板配线	(55)
实训课题三 双控 1 盏白炽灯的安装	(57)

实训课题四 单相电度表与白炽灯、荧光灯的电路安装	(58)
模块四 常用电工仪表的使用和维护	(61)
4.1 基本知识	(61)
4.1.1 常用电工仪表的基本知识	(61)
4.1.2 电流表与电压表	(61)
4.1.3 万用表	(63)
4.1.4 钳形电流表	(66)
4.1.5 兆欧表	(67)
4.1.6 接地电阻测试仪	(68)
4.1.7 功率表	(70)
4.2 技能训练	(73)
实训课题一 电流表、电压表的安装	(73)
实训课题二 万用表的使用和读数	(74)
实训课题三 交流电压、直流电压、直流电流的测量	(76)
实训课题四 兆欧表、钳形电流表、接地电阻测试仪的使用	(77)
模块五 变配电所的运行维护及常见故障处理	(79)
5.1 变配电所的值班制度、倒闸操作和几个重要规定	(79)
5.1.1 变配电所的值班制度和值班员职责	(79)
5.1.2 变配电所的倒闸操作	(80)
5.1.3 几个重要规定	(83)
5.2 电力变压器的运行维护	(85)
5.2.1 电力变压器的结构与类型	(85)
5.2.2 变压器运行中应进行的监视和维护	(87)
5.2.3 变压器的不正常运行和常见故障判断	(88)
5.3 供配电线路的运行维护	(89)
5.3.1 架空线路的结构和运行维护	(89)
5.3.2 电缆线路的结构和运行维护	(90)
5.4 高低压成套配电装置	(92)
5.4.1 高低压成套配电装置特点	(92)
5.4.2 高低压成套配电装置的安装要求	(93)
5.4.3 低压配电装置运行的一般要求	(95)
5.4.4 低压配电装置检查、检修和试验	(96)
5.4.5 低压电器常见故障及原因	(97)
5.5 技能训练	(99)
实训课题 倒闸操作	(99)
模块六 小型变压器的制作与维修	(101)
6.1 小型变压器的制作	(101)
6.1.1 木芯和线圈骨架的制作	(101)
6.1.2 线包的绕制	(103)

6.1.3	铁芯的装配工艺	(104)
6.1.4	初步检测与绝缘处理	(105)
6.2	小型变压器的维修	(107)
6.2.1	接通电源、副边无电压输出	(107)
6.2.2	温升过高甚至冒烟	(108)
6.2.3	空载电流偏大	(109)
6.2.4	运行中有响声	(110)
6.2.5	铁芯和底板带电	(110)
6.2.6	线包击穿打火	(111)
6.3	技能训练	(111)
	实训课题一 小型变压器线圈骨架的制作	(111)
	实训课题二 小型变压器故障检查与排除	(112)
模块七	电机的维修和保养	(113)
7.1	三相鼠笼式异步电机	(113)
7.1.1	鼠笼式电机的结构与铭牌	(113)
7.1.2	三相鼠笼式电机的拆卸与组装	(116)
7.1.3	鼠笼式电机的运行与维护	(119)
7.1.4	三相鼠笼式电机常见故障分析	(123)
7.1.5	三相鼠笼式电机机械故障的检查与排除	(125)
7.1.6	定子绕组局部故障的排除	(128)
7.2	单相电容式电机	(136)
7.2.1	典型结构	(136)
7.2.2	台扇用电机的拆卸与装配	(137)
7.2.3	台扇用电机绕组的拆换	(138)
7.2.4	单相电容式电机的故障检查与排除	(142)
7.3	技能训练	(143)
	实训课题一 三相鼠笼式电机的拆装	(143)
	实训课题二 三相鼠笼式异步电机的定期检修	(144)
	实训课题三 三相鼠笼式异步电机的故障分析	(146)
	实训课题四 单相电容式电机故障分析与排除	(148)
模块八	电力拖动基本环节	(150)
8.1	常用低压电器	(150)
8.1.1	低压开关	(150)
8.1.2	熔断器	(151)
8.1.3	低压断路器	(151)
8.1.4	低电压控制电器	(152)
8.1.5	接触器	(153)
8.1.6	继电器	(154)
8.1.7	电磁铁及电磁离合器	(157)
8.1.8	电阻器及频敏变阻器	(159)

8.2	电机基本控制线路的安装、调试与维修	(159)
8.2.1	三相鼠笼形异步电机全压启动控制电路	(159)
8.2.2	机床运动部件的电气控制	(163)
8.2.3	三相鼠笼形异步电机降压启动控制电路	(163)
8.2.4	三相鼠笼形异步电机的调速控制	(167)
8.3	三相鼠笼形异步电机的制动控制	(171)
8.3.1	反接制动	(172)
8.3.2	能耗制动	(173)
8.3.3	回馈制动	(173)
8.4	技能训练	(174)
	实训课题一 单向点动与连续运行控制电路的安装和调试	(174)
	实训课题二 接触器连锁正反转控制电路的安装和调试	(176)
	实训课题三 自动往复运动控制电路的安装和调试	(178)
	实训课题四 星形—三角形降压启动控制电路安装和调试	(179)
	实训课题五 能耗制动控制电路的安装	(180)
模块九	常用机床电气故障维修	(183)
9.1	机床电气控制线路故障的检修步骤与方法	(183)
9.1.1	电压法	(183)
9.1.2	电阻测量法	(184)
9.1.3	短接法	(184)
9.2	典型机床电气控制线路的分析	(185)
9.2.1	CW6140 型普通车床电气控制线路的分析	(185)
9.2.2	M7120 型平面磨床电气控制线路的分析	(186)
9.2.3	X62W 型万能铣床电气控制线路的分析	(189)
9.2.4	Z3050 型摇臂钻床电气控制线路的分析	(191)
9.2.5	M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路的分析	(194)
9.2.6	M7475B 型平面磨床电气控制线路的分析	(196)
9.2.7	T68 卧式镗床电气控制线路的分析	(198)
9.3	技能训练	(202)
	实训课题一 CW6140 型普通车床电气控制线路的检修训练	(202)
	实训课题二 M7120 型平面磨床电气控制线路的故障检修训练	(204)
	实训课题三 X62W 型万能铣床电气控制线路的检修训练	(205)
	实训课题四 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路的故障检修训练	(207)
	实训课题五 M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路的故障检修训练	(209)
	实训课题六 M7475B 型磨床电气控制线路的故障检修训练	(210)
	实训课题七 T68 卧式镗床电气控制线路的故障检修训练	(212)
模块十	电子技术	(214)
10.1	常用电子元件的识别和测试	(214)
10.1.1	电阻器和电位器	(214)
10.1.2	电容	(215)

10.1.3	电感	(217)
10.1.4	晶体二极管	(217)
10.1.5	晶体三极管	(221)
10.1.6	场效应管	(225)
10.1.7	晶闸管	(226)
10.1.8	单结晶体管	(227)
10.2	示波器、晶体管特性图示仪的使用	(228)
10.2.1	示波器	(228)
10.2.2	JT-1 型晶体管特性图示仪	(229)
10.3	焊接技术及印制电路板的设计与制作	(232)
10.3.1	电烙铁钎焊工艺	(232)
10.3.2	焊料与焊剂的选用	(236)
10.3.3	电烙铁钎焊要领	(237)
10.3.4	几种焊接实践	(239)
10.3.5	拆焊	(241)
10.3.6	印制电路板的设计与制作	(243)
10.4	电子电路的识图、电路的调试及故障处理	(245)
10.4.1	电子电路图的读图方法	(245)
10.4.2	电子电路的调试方法	(246)
10.4.3	电子电路的故障分析与处理	(247)
10.5	技能训练	(248)
	实训课题一 用万用表对常用的电子元件判别训练	(248)
	实训课题二 串联可调稳压电源的安装与调试	(248)
	实训课题三 晶体管放大电路的安装与调试	(251)
	实训课题四 晶闸管单相半控桥式整流电路的安装与调试	(255)
	实训课题五 液位继电器的安装和调试	(257)
	实训课题六 声光控制照明灯开关的安装与调试	(259)
模块十一	现代控制技术	(262)
11.1	单片机控制技术	(262)
11.1.1	交通灯控制电路的设计与制作	(262)
11.1.2	单片机定时时钟实训	(267)
11.2	可编程序控制器	(271)
11.2.1	PLC 的基本知识	(271)
11.2.2	安装接线	(280)
11.3	技能训练	(281)
	实训课题一 PLC 控制电机的星形—三角形启动电路的设计与安装	(281)
	实训课题二 电梯控制系统	(282)
	实训课题三 X62W 型万能铣床的 PLC 控制系统	(285)
参考文献		(287)

模块一 安全用电常识

电能是工农业生产和人民生活不可缺少的能源，在人类社会的进步与发展进程中起着重要的作用。但是它又会对人类构成威胁，触电会造成人员伤亡，电气事故会造成设备损坏或引起火灾。可见，安全用电具有特殊重要的意义。

1.1 安全用电基本知识

1.1.1 安全用电措施

1. 安全用电的一般措施

加强电气安全教育，严格执行安全工作规程，严格遵循设计安装规范，加强供、用电设备的运行、维护和检修试验工作，采用安全电压及符合安全要求的相应电器和导线电缆，按规定使用电气安全工具，普及安全用电常识，正确处理电气火灾事故。

2. 安全用电的技术措施

为了保证安全用电，在技术上有以下 4 条措施。

(1) 停电：在线路上作业或检修设备时，必须在停电后进行。需要带电作业的，应严格按照带电作业规程进行。

(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。

(3) 装设接地线：对于可能送电到线路或检修设备的地方，都要装设临时地线。

(4) 悬挂标示牌和装设遮栏：对一经合闸就会送电到检修线路或设备的开关手柄上，要悬挂“禁止合闸，有人工作”的警示标记。

3. 电工安全操作规程

电工安全操作规程如下。

(1) 工作前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。

(2) 任何电气设备内部未经验电，一律认为有电，不准用手触及。

(3) 不准在设备运转时拆卸或修理电气设备。如需拆卸或修理电气设备，必须在停车、切断设备电源、取下熔断器、挂上“禁止合闸，有人工作”的警示标记，并验明无电后，才能进行工作。

(4) 在总配电盘及母线上进行工作时，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。

(5) 临时工作中断后或每班开始工作前，都必须重新检查电源确已断开，并验明无电。

(6) 每次维修结束时，必须清点所带工具和零件，以防遗失和留在设备内而造成事故。

(7) 由专门检修人员修理电气设备时, 值班电工必须进行登记, 完工后要做好交代, 共同检查, 然后才可送电。

(8) 必须在低压配电设备上带电进行工作时, 要经过领导批准, 并要有专人监护。工作时要戴工作帽, 穿长袖衣, 戴绝缘手套, 使用绝缘工具, 并站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, 严禁使用锉刀、钢尺等进行工作。

(9) 禁止带负荷操作动力配电箱中的刀开关。

(10) 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。

(11) 熔断器的容量要与设备和线路的安装容量相适应。

(12) 电气设备的金属外壳必须可靠接地(接零), 接地线要符合标准, 不准断开带电设备的外壳接地线。

(13) 拆除电气设备或线路后, 对可能继续供电的线头必须立即用绝缘布包扎好。

(14) 安装灯头时, 开关必须接在相线上, 螺纹灯头的螺纹端必须接在零线上。

(15) 对临时装设的电气设备, 必须将金属外壳接地, 严禁将电动工具的外壳接地线和工作零线拧在一起。必须使用两线带地或三线带地插座, 或者将外壳接地线单独接到接地干线上, 以防止接触不良时引起外壳带电。用橡胶软电缆接移动设备时, 专供保护接零的芯线中不允许有工作电流通过。

(16) 动力配电盘、配电箱、开关、变压器等各种电气设备附近, 不准堆放各种易燃、易爆、潮湿和其他影响操作的物件。

(17) 使用梯子时, 梯子与地面之间的角度以 60° 左右为宜。在水泥地面上使用梯子时, 要有防滑措施, 对没有搭钩的梯子, 在工作中要有人扶持, 使用人字梯时拉绳必须牢固。

(18) 使用喷灯时, 油量不得超过容器容积的 $3/4$, 打气要适当, 不得使用漏油、漏气的喷灯, 不准在易燃、易爆物品附近点燃喷灯。

(19) 使用 I 类电动工具时, 要戴绝缘手套, 并站在绝缘垫上工作, 最好加设漏电保护断路器或安全隔离变压器。

(20) 电气设备发生火灾时, 要立刻切断电源, 并使用 1211 灭火器或二氧化碳灭火器灭火, 严禁用水或泡沫灭火器。

1.1.2 触电与触电急救

1. 触电的概念

触电是指人体触及带电体后, 电流对人体造成的伤害。它有两种类型, 即电击和电伤。

(1) 电击。电击是指电流通过人体内部, 破坏人体内部组织, 影响呼吸系统、心脏及神经系统的正常功能, 甚至危及生命。

(2) 电伤。电伤是指电流的热效应、化学效应、机械效应及电流本身作用造成的人体伤害。电伤会在人体皮肤表面留下明显的伤痕, 常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。

在触电事故中, 电击和电伤常会同时发生。

2. 触电方式

触电方式有以下 3 种。

(1) 单相触电。当人站在地面上或其他接地体上，人体的某一部分触及一相带电体时，电流通过人体流入大地（或中性线），称为单相触电，如图 1.1 所示。

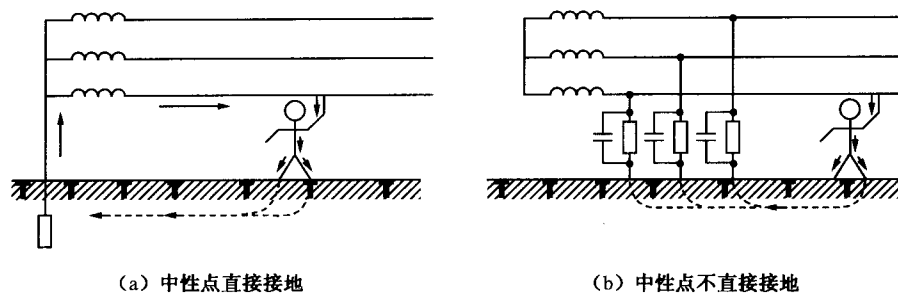


图 1.1 单相触电

(2) 两相触电。两相触电是指人体两处同时触及同一电源的两相带电体，以及在高压系统中，人体距离高压带电体小于规定的安全距离，造成电弧放电时，电流从一相导体流入另一相导体的触电方式，如图 1.2 所示。两相触电加在人体上的电压为线电压，因此不论电网的中性点接地与否，其触电的危险性都最大。

(3) 跨步电压触电。当带电体接地时有电流向大地流散，在以接地点为圆心，半径 20 m 的圆面积内形成分布电位。人站在接地点周围，两脚之间（以 0.8 m 计算）的电位差称为跨步电压 U_k ，如图 1.3 所示，由此引起的触电事故称为跨步电压触电。

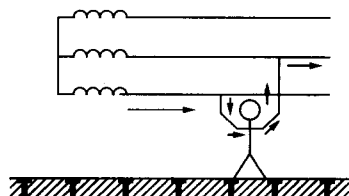


图 1.2 两相触电

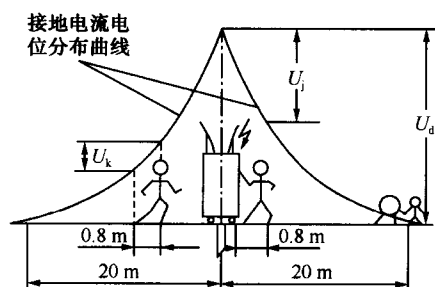


图 1.3 跨步电压和接触电压

3. 触电急救

当发生触电事故时，应立即组织人员急救，抢救人员必须保持沉着冷静，急救时做到动作迅速、方法正确。

(1) 脱离电源。触电者触电时间越长，其受伤害程度就越大，必须用一切可行办法使触电者迅速脱离电源。根据具体情况和条件的不同采取不同的方法，如断开电源开关、拔掉电源插头、拔掉熔断器，用干燥的绝缘物和绝缘钳切断电源，用干燥的衣服、木棒等拨开电源线或将触电者拉开等。在高空发生触电时，还应采取防止触电者摔伤或摔死的措施。

(2) 现场急救。

① 简单诊断：触电者脱离电源后，应迅速移到通风干燥的地方，使其仰卧，并解开其上衣和腰带，然后进行诊断。观察触电者呼吸情况，看其是否有腹部起伏的呼吸运动或将面部贴近触电者口鼻处感觉有无气流；检查心跳情况，摸颈部的颈动脉或腹股沟的股动脉有无搏动，将耳朵贴在触电者左侧胸壁部，听听是否有心跳；检查瞳孔，用手电筒照射瞳孔，看

其是否对外界光线无反应，瞳孔是否加缩。

② 现场急救方法：触电者有心跳而呼吸停止时，应用“口对口、口对鼻子人工呼吸法”进行抢救。触电者有呼吸而心跳停止时，应用“胸外心脏挤压法”进行抢救，触电者心跳和呼吸都停止时，应同时采用两种方法进行抢救。应当注意的是，急救要迅速，不能间断，即使在送往医院的过程中也不能终止急救，此外，不能给触电者打强心针、泼冷水和压木板。

4. 急救技术

急救有以下步骤。

(1) 口对口人工呼吸法。人的生命的维持，主要靠心脏跳动而产生血液循环，通过呼吸而形成氧气与废气的交换。如果触电人伤害较严重，失去知觉，停止呼吸，但心脏微有跳动，就应采用口对口的人工呼吸法。具体做法是：

① 迅速解开触电人的衣服、裤带，松开上身的衣服、护胸罩和围巾等，使其胸部能自由扩张，不妨碍呼吸。

② 使触电人仰卧，不垫枕头，头先侧向一边清除其口腔内的血块、假牙及其他异物等。

③ 救护人员位于触电人头部的左边或右边，用一只手捏紧其鼻孔，不使其漏气，另一只手将其下巴拉向前下方，使其嘴巴张开，嘴上可盖上一层纱布，准备接受吹气。

④ 救护人员做深呼吸后，紧贴触电人的嘴巴，向他大口吹气。同时观察触电人胸部隆起的程度，一般应以胸部略有起伏为宜。

⑤ 救护人员吹气至需换气时，应立即离开触电人的嘴巴，并放松触电人的鼻子，让其自由排气。这时应注意观察触电人胸部的复原情况，倾听口鼻处有无呼吸声，从而检查呼吸是否阻塞，如图 1.4 所示。

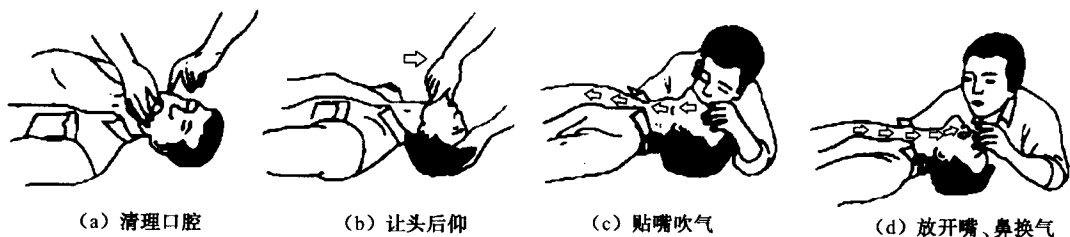


图 1.4 口对口人工呼吸法

(2) 胸外心脏挤压法。若触电人伤害得相当严重，心脏和呼吸都已停止，人完全失去知觉，则需同时采用口对口人工呼吸和人工胸外挤压两种方法。如果现场仅有一个人抢救，可交替使用这两种方法，先胸外挤压心脏 4~6 次，然后口对口呼吸 2~3 次，再挤压心脏，反复循环进行操作。人工胸外挤压心脏的具体操作步骤如下。

① 解开触电人的衣裤，清除口腔内异物，使其胸部能自由扩张。

② 使触电人仰卧，姿势与口对口吹气法相同，但背部着地处的地面必须牢固。

③ 救护人员位于触电人一边，最好是跨跪在触电人的腰部，将一只手的掌根放在心窝稍高一点的地方（掌根放在胸骨的下 1/3 部位），中指指尖对准锁骨间凹陷处边缘，如图 1.5 (a)、(b) 所示，另一只手压在那只手上，呈两手交叠状（对儿童可用一只手）。

④ 救护人员找到触电人的正确压点，自上而下，垂直均衡地用力挤压，如图 1.5 (c)、(d) 所示，压出心脏里面的血液，注意用力适当。

⑤ 挤压后，掌根迅速放松（但手掌不要离开胸部），使触电人胸部自动复原，心脏扩张，血液又回到心脏。

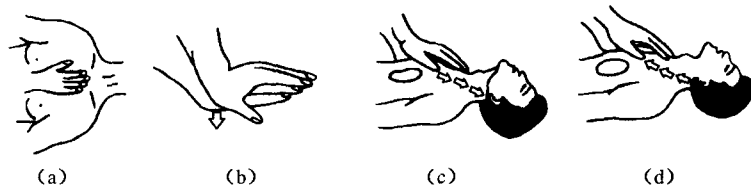


图 1.5 心脏挤压法

1.1.3 电气防火

1. 发生电气火灾的原因

电气火灾是指因电气原因引起的火灾事故。发生电气火灾后，电气设备和线路可能带电，在扑灭电气火灾时必须了解发生的原因，采取更严密的措施。通常发生电气火灾的原因有如下几点。

(1) 电气线路短路。当电气线路发生短路现象时，负载被短接，线路电流将在很短的时间内增加为正常时的几倍或几十倍，将产生很大的热量，特别在导线连接部位温度急剧上升。当温度超过允许极限，将引发导线或设备燃烧。

(2) 过载引起电气设备过热。过载是实际运行的电流超过线路或电气设备允许的额定运行电流，而引起电气线路和设备发热。过载大体上由以下两种情况造成：一是设计、选用线路或设备不合理，以致在额定负载下出现过热；二是使用电气设备不合理，例如：频繁启动电机等。

(3) 接触不良。连接导线接头不牢（没有按要求进行密绕连接或绕圈数不够等），焊接不良等原因，使接触电阻增加而发热。

(4) 铁芯发热。变压器、电机等设备均使用了硅钢片叠合的铁芯，如果硅钢片绝缘漆层损坏或铁芯松动等，将使涡流损耗和磁滞损耗增加而过热。

(5) 通风散热条件不良。电气设备的设计和安装时不合理，散热和通风措施遭到破坏，造成设备过热。

(6) 电气设备安装和使用不当。如因白炽灯安装不合理，电热设备使用后忘记断开电源等而引起火灾。

2. 电气防火和防爆措施

发生火灾和爆炸必须具备两个条件：一是环境中存在有足够的数量和浓厚的可燃易爆物质：如煤气、酒精、汽油、干燥稻草等；二是要有引燃或引爆的火源，如电火花、电弧等。电气防火和防爆措施就是针对这两点考虑的。

(1) 保持良好的通风环境，降低可燃物质浓度。

(2) 从安全可靠、经济合理的角度出发，选用电气设备。对于正常运行时产生电火花的设备，应装设在爆炸危险场所以外，当必须设在危险场所内时，应设置在危险性较小的地点。在易燃易爆场所应尽量少用携带式电气设备。

(3) 有爆炸危险场所内的线路不得有中间接头, 如果避免不了, 必须设置中间接头, 接头要求采用钎焊、熔焊或压接片连接, 并将接头置于防爆接线盒内。

(4) 爆炸场所敷设的低压电线和电缆, 其额定电压不低于 500V, 绝缘层或保护层采用阻燃性绝缘材料。

(5) 对于一些启动频繁的电气设备, 如电冰箱、空调设备、空气压缩机等, 供电线路的线径比其他同等负载的线径稍大, 最好采用独立线路 (指从进户总开关到电气设备), 中间不设置接头。

(6) 架空导线对于树木、竹林等应保证不少于安全距离, 对于刮风下雨的情况也应考虑在内。

(7) 对于有静电发生的设备, 通过接地装置将静电荷及时地泄放入地。以防静电为目的的接地装置, 接地电阻小于或等于 1000Ω 即可。

3. 电气灭火

一旦发生电气火灾, 立即拨打 119 火警电话, 向公安消防部门报警, 同时组织人力采用正确的扑救方法灭火。

(1) 先断电后灭火。切断电源应按操作规程规定的顺序进行操作。如果电气开关处于火灾现场, 由于烟熏火燎, 开关设备的绝缘能力下降, 因此操作高压开关时操作者应戴绝缘手套和穿绝缘靴。操作低压开关, 也应使用绝缘工具。如果是夜间救火, 需考虑断电后的临时照明问题。

(2) 带电灭火的安全要求。当无法切断电源, 则只有带电进行灭火, 此时应注意以下几点。

① 因为可能发生导线接地故障, 应防止跨步电压和接触电压触电, 所以救火人员与接地故障点要保持足够的安全距离。

② 使用不导电的灭火剂, 如二氧化碳、四氯化碳, 1211 (二氟一氯一溴甲烷) 和干粉灭火剂灭火。禁止使用泡沫灭火剂和喷射水流类导电性灭火, 使用灭火器时喷嘴与带电体保持足够的安全距离 (10kV 以下应不少于 1m; 110~220kV 应不少于 3m)。

③ 允许采用泄漏电流小的喷雾水枪灭火, 水枪的金属喷嘴应可靠接地。并且要求救火人员穿上绝缘靴, 戴上绝缘手套操作, 喷嘴到带电体的距离不应小于 3m (110kV 及以下者)。

④ 对于架空线路或空中电气设备灭火, 人体与带电体之间的仰角不应超过 45° , 以防导线断落危及灭火人员的安全。

(3) 充油电气设备灭火。

① 充油电气设备, 如变压器、油断路器等外部着火时, 可用二氧化碳、1211、干粉等灭火。如火势较大, 应切断电源进行补救 (断电后允许用水灭火)。

② 如果充油电气设备内部着火, 除应切除电源外, 有事故贮油坑的应设法将油放入贮油坑, 可用喷雾水灭火。

③ 旋转电机着火时, 为防止转轴和轴承变形, 可令其慢慢转动。用喷雾水、二氧化碳、1211 等灭火。

1.1.4 防雷基本知识

1. 雷电的危害及种类

雷电是自然界中的一种放电现象。当雷电发生时, 放电电流使空气燃烧出一道强烈火花,

并使空气猛烈膨胀，发出巨大响声。雷电放电时间仅约 $50\sim 100\mu\text{s}$ ，但放电陡度可达 $50\text{kA}/\mu\text{s}$ 。雷电的特点是：时间短，电流强，频率高，感应或冲击电压大。

雷电的危害主要有以下 3 种。

- (1) 直击雷引起的危害。
- (2) 感应雷引起的危害。
- (3) 雷电侵入波引起的危害。

2. 防雷措施

防雷措施主要有以下几种。

(1) 架空线路的防雷措施。

- ① 装设避雷线。
- ② 装设避雷器或保护间隙。
- ③ 提高线路本身的绝缘水平。
- ④ 利用自动重合闸。

(2) 变电所的防雷措施。

- ① 装设避雷针，用来保护整个变电所的建筑物，使之免遭直接雷击。
- ② 高压侧装设阀式避雷器或保护间隙，主要用来保护主变压器，要求避雷器或保护间隙尽量靠近变电所安装，其接地线应与变压器低压中性点及金属外壳连在一起接地。
- ③ 低压侧装设阀式避雷器或保护间隙，这主要用在雷区以防止雷电波由低压侧侵入而击穿变压器绝缘。

(3) 建筑物的防雷措施。

- ① 对直击雷的防雷措施。
- ② 对高电位侵入雷的防护措施。

(4) 接闪器。接闪器是专门用来接受雷击的金属体，如避雷针、避雷线、避雷带和避雷网等。这些接闪器都经过引下线与接地体相连。

① 避雷针。

a. 避雷针的保护范围。避雷针的保护范围计算方法如表 1.1 所示。

表 1.1 避雷针的保护范围计算

名 称	图 示	保 护 范 围	说 明
单 支 避 雷 针		① 避雷针在地面的保护半径 $r=1.5h$; ② 在 h_x 的平面上保护半径 r_x , 当 $h_x \geq \frac{h}{2}$ 时, $r_x = (h-h_x)p$ 当 $h_x < \frac{h}{2}$ 时, $r_x = (1.5h-2h_x)p$	h 为避雷针的高度 (m); h_x 为被护平面的高度 (m); h_0 为避雷针的有效高度 (m); p 为高度影响系数 $h \leq 30\text{m}$ 时, $p=1$ $120\text{m} \geq h > 30\text{m}$ 时, $p = \frac{5.5}{\sqrt{h}}$

b. 避雷针的制作与安装。避雷针一般用镀锌圆钢或镀锌焊接钢管制成。其长度在 1.5m

以上时,圆钢直径不得小于 10mm,钢管直径不得小于 20mm,管壁厚度不得小于 2.75mm。

c. 安装避雷针时应注意下列事项。

- 在地上,由独立避雷针至配电装置的导电部分间,以及到变电所电气设备与构架接地部分间的空间距离一般不小于 5m。
- 在地下,独立避雷针本身的接地装置与变电所接地网间最近的距离一般不小于 3m。
- 独立避雷针的接地电阻一般应不大于 10Ω 。
- 由避雷针接地线的入地点到主变压器接地线的入地点,沿接地线接地体的距离不应小于 15m,以防避雷针放电时击穿变压器的低压侧线圈。
- 为防止雷击避雷针时雷电波沿电线传入室内,危及人身安全,照明线或电话线不要架设在独立避雷针上。
- 独立避雷针及其接地装置不应装设在人、畜经常通行的地方,距离道路应不小于 3m,否则应采取均压措施,或铺设厚度为 50~80mm 的沥青加碎石层。

② 避雷线。避雷线一般用截面积不小于 35mm^2 的镀锌钢绞线架设在架空线路之上,以保护架空线路免受直接雷击。这时的避雷线称为架空地线。避雷线也可用来保护狭长的设施。

③ 避雷带和避雷网。避雷带和避雷网普遍用来保护建筑物免受直击雷和感应雷。

1.2 接地与接地装置

1.2.1 接地的作用与分类

1. 接地的作用

为了保证电气设备和人身的安全,在电力系统中的各种电气设备和电器装置都需要接地。所谓接地,是指电气设备和装置的某一点与大地进行可靠的电连接,如电机、变压器和开关设备的外壳的接地、中性点接地等。

例如,一台机床的电机外壳没有接地,当运行中电机某一相绕组的绝缘损坏时,电机的外壳就会带电,操作工人在操作时,电流会通过人体经大地、线路对地电容 C 形成回路,发生人体触电事故。如图 1.6 (a) 所示,如果电机的外壳是接地的,因为接地电阻很小(小于等于 4Ω),人体电阻较大(约 1700Ω),所以电流绝大部分通过接地装置,而流过人体的电流就相应减小,从而对操作人员起到保护作用,如图 1.6 (b) 所示。

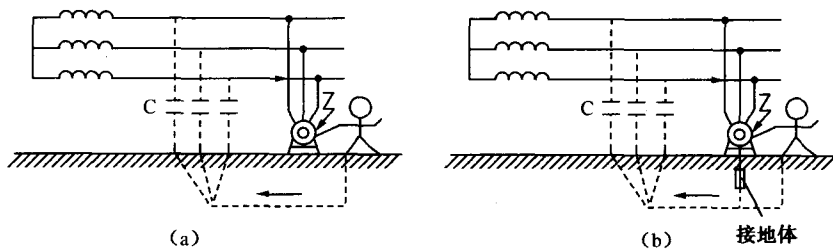


图 1.6 保护接地的作用