



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIEJIAOCAI

初级维修电工实训指导

主编 / 李秉玉 祝 福

哈尔滨工程大学出版社



21世纪高职系列教材

SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

内容简介

本书是根据教育部颁布的《中等职业学校电工电子教学大纲》和《中等职业学校电工电子教学大纲》的要求，结合中等职业学校电工电子教学大纲的要求，由哈尔滨工程大学出版社组织编写。本书共分三章，第一章为绪论，第二章为电工基础知识，第三章为电子技术基础知识。本书可作为中等职业学校电工电子专业及相关专业的教材，也可供从事电工电子工作的工程技术人员参考。

主编(单位) 目录附录并图

第一章 绪论 王秉玉 祝福

第二章 电工基础知识 王秉玉 祝福

第三章 电子技术基础知识 王秉玉 祝福

初级维修电工实训指导

主编 / 李秉玉 祝 福

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书以最新制定的“维修电工国家职业标准”为依据,结合目前我国大、中型企业实际情况,突出工艺要领与操作技能的培养,书中列举了大量的实训项目,学生经过系统训练后,可达到职业技能鉴定初级以上水平。

全书主要内容有安全用电及触电急救、电工基本操作技能、船舶照明装置及线路的安装、常见变压器的检修与重绕、三相异步电动机操作技能、单相异步电动机安装与维护、常用低压电器的应用与检修、三相异步电动机基本控制线路的安装与维修、电子线路的安装与调试等九章。每章都对相关的基础知识进行了简要介绍,设置了相应的实训项目进行能力训练,突出维修电工操作技能训练,以培养分析和解决实际问题的能力。

本书可作为高职高专电类专业和机电一体化专业教材,也可作为职工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

初级维修电工实训指导/李秉玉,祝福主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2008. 2
ISBN 978 - 7 - 81133 - 166 - 0

I. 初… II. ①李…②祝… III. 电工 - 维修 - 高等学校:
技术学校 - 教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 018772 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 12.75
字 数 277 千字
版 次 2008 年 2 月第 1 版
印 次 2008 年 2 月第 1 次印刷
定 价 22.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	季永青	罗东明	施祝斌	唐汝元
	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛	
	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	刘义菊	刘国范	闫世杰	李长禄
	杨永明	张亦丁	张学库	陈良政
	肖锦清	林文华	季永青	罗东明
	胡启祥	施祝斌	钟继雷	唐永刚
	唐汝元	郭江平	晏初宏	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

高职教育以“就业为导向,服务为宗旨”为培养目标,培养高素质应用型高技能人才。总体思路是以劳动部制定的初、中级维修电工标准为依据,以职业岗位能力培养为目标,以实训项目为依托,采用任务驱动的方式达到相应知识和技能训练与掌握。

本书的内容以提高实际能力为目标,围绕维修电工所必须具备的基本理论和操作能力要求进行展开。主要是围绕安全用电及触电急救、电工基本操作技能、船舶照明装置及线路的安装、常见变压器的检修与重绕、三相异步电动机操作技能、单相异步电动机安装与维护、常用低压电器的应用与检修、三相异步电动机基本控制线路的安装与维修、电子线路的安装与调试等九章,进行相关的基础理论知识介绍,针对明确的能力培养目标,对其实训项目进行精心设计,通过完成实际操作任务对各种单项和综合技能进行实训。本书以工作过程和职业活动为导向,以实训项目为载体,注重素质教育,由现象到本质由理论到实践,由浅入深的模块化训练和模块化教学,逐步使学生掌握综合技能。针对本校学生就业特点,实训项目有所偏重船舶工业与国防科技。

能力不是“讲”会的,而是学生“练”会的。以学生为主体,实现教、学、做一体化是我们的教学目标。本书适用于电类各专业高职、中职学生,培养分析和解决问题的能力,掌握维修电工应有的基本技能和应知的基本理论知识。并附录初级维修电工技能试题,便于学生了解劳动和社会保障部的技能鉴定要求,通过实训与学习,达到国家标准,获取相应职业资格证书,成为生产、服务第一线真正需要的应用型人才。

本教材由武汉船舶职业技术学院高级实验师李秉玉老师、副教授祝福老师主编。在编写的过程中得到了船舶电气自动化教研室王文义教授、邓香生老师的大力支持,在此一并表示感谢!

为使本教材能更好地体现高职教育的特点,适应高职教育培养学生实际工作能力的需要,在教学内容的取舍、教学形式的改革、教学方法的创新方面都作了一些探索,在教材建设的特色方面作了很多的努力,但由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2007年12月

目 录

第一章 安全用电及触电急救	1
第一节 安全用电常识	1
第二节 电工安全操作规程	3
第三节 触电的危害及急救	4
第四节 电气设备安全运行知识	6
第五节 电气防火、防爆、防雷的基本知识	7
实训一 安全知识比赛	10
实训二 口对口人工呼吸法和胸外心脏压挤法观察	10
第二章 电工基本操作技能	11
第一节 电工工具的使用与维护	11
第二节 常用电工仪表的使用与维护	20
第三节 导线的连接及线路的敷设	27
实训一 常用电工工具的识别与使用	36
实训二 常用导线的连接	37
实训三 交流电压的测量	38
实训四 直流电压、直流电流的测量	39
实训五 电阻的测量	40
实训六 兆欧表、钳形电流表、接地电阻测定仪的使用	41
第三章 船舶照明装置及线路的安装	43
第一节 照明系统的分类和特点	43
第二节 船舶常用灯具与电光源	46
第三节 照明控制	51
实训一 常用灯具安装	55
实训二 配电板安装	56
第四章 常见变压器的检修与重绕	58
第一节 概述与说明	58
第二节 小型变压器故障的检测	60
第三节 小型变压器绕组的重绕	63
实训一 小型变压器线包骨架的制作	66
实训二 小型变压器的制作	67
实训三 小型变压器故障检查与排除	68
第五章 三相异步电动机操作技能	70
第一节 三相异步电动机的选用与安装	70
第二节 三相异步电动机的拆装与维护	77
第三节 三相异步电动机定子绕组的重绕	82

实训一	三相鼠笼式电动机的拆装	85
实训二	三相鼠笼式电动机运行中的巡视	87
实训三	三相鼠笼式异步电动机的定期检修	87
实训四	三相鼠笼式异步电动机的故障分析	90
实训五	定子绕组局部故障的排除	92
任六章	单相异步电动机安装与维护	95
第一节	单相异步电动机的分类及应用	95
第二节	单相异步电动机的拆装	97
实训一	单向电容式电动机绕组的拆换	104
实训二	单向电容式电动机故障分析与排除	106
任七章	常用低压电器的应用与检修	108
第一节	低压电器的基本知识	108
第二节	常用电气的识别与检修	109
实训一	常用开关类电器拆装	121
实训二	交流接触器的拆卸与组装	123
实训三	热继电器与时间继电器的拆卸	124
任八章	三相异步电动机基本控制线路的安装与维修	126
第一节	电动机基本控制线路的安装步骤	126
第二节	电动机基本控制线路的维修测量方法	131
第三节	点动与连续运行控制电路安装与检修	132
第四节	电动机正反转控制电路的安装与维修	139
第五节	电动机降压启动控制电路的安装与维修	146
实训一	用按钮和接触器控制电动机单向运转电路的安装	155
实训二	双重联锁控制电机正反转电路的安装	156
实训三	鼠笼式电动机 Y- Δ 启动电路安装	157
任九章	电子线路的安装与调试	159
第一节	常用电子元器件的检测	159
第二节	典型电子线路的安装与检修	172
实训一	电烙铁拆装与锡焊技能训练	176
实训二	常用电子元器件的检测	178
附录	初级维修电工考核试题	180
参考文献		193

第一章 安全用电及触电急救

第一节 安全用电常识

一、人体安全电压

安全电压是指使通过人体电流不超过允许范围的电压(又称安全特低电压)。其保护原理是:通过对系统中可能作用于人体的电压进行限制,从而使触电时流过人体的电流受到抑制,将触电危险性控制在没有危险的范围内。

国家新的标准规定 50 Hz/500 V 的交流电,其安全电压的额定值分为 42 V,36 V,24 V,12 V 和 6 V 五级,如表 1-1 所示。工频电流对人体作用的分析如表 1-2 所示。

表 1-1 安全电压等级及选用举例

安全电压(交流有效值)/V		选 用 举 例
额定值	空载上限值	
42	50	在有触电危险的场所使用的手持式电动工具等
36	43	潮湿场所,如矿井、多导电粉尘及类似场所使用的照明灯等
24	29	工作面积狭窄,操作者易大面积接触带电体的场所,如锅炉、金属容器内
12	15	人体需要长期触及器具上带电体的场所
6	8	

表 1-2 工频电流对人体作用的分析

电流范围	电流/mA	通电时间	人的生理反应
0	0~0.5	连续通电	没有感觉
A1	0.5~5	连续通电	开始有感觉,手指、手腕等处有痛感,没有痉挛,可以摆脱带电体
A2	5~30	数分钟以内	痉挛,不能摆脱带电体,呼吸困难,血压升高,是可以忍受的极限
A3	30~50	数秒钟到数分钟	心脏跳动不规则,昏迷,血压升高,强烈痉挛,时间过长即引起心室颤动
B1	50~数百	低于心脏搏动周期	受到强烈冲击,但未发生心室颤动
		超过心脏搏动周期	昏迷,心室颤动,接触部位留有电流通过的痕迹
B2	超过数百	低于心脏搏动周期	在心脏搏动特定的相位触电时,发生心室颤动、昏迷,接触部位留有电流通过的痕迹
		超过心脏搏动周期	心脏停止跳动,昏迷,可能致命的电击伤

注:“0”是没有感知的范围,“A”是感知的范围,“B”是容易致命的范围。

二、人体触电的形式

(一)单线触电

单线触电是指人体的一部分接触一相带电体所引起的触电。无意或有意接触带电且没有绝缘皮或绝缘皮损坏(如受潮、接线桩头包扎不当)的导线及与导线连通的导体、用电器金属外壳等是引起单线触电的原因,如图 1-1 所示。

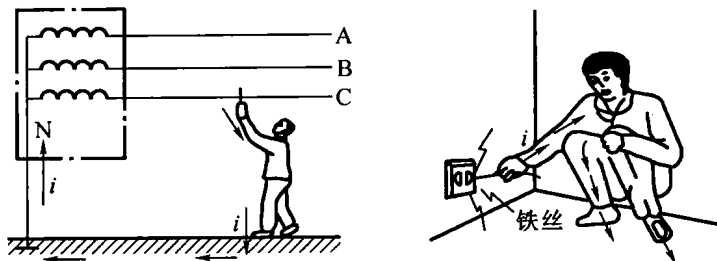


图 1-1 单线触电示意图

(二)双线触电

双线触电是指人体有两处同时接触带电的任何两相电源时的触电,如图 1-2 所示。安装、检修电路或电气设备时没有切断电源,容易发生这类触电事故。

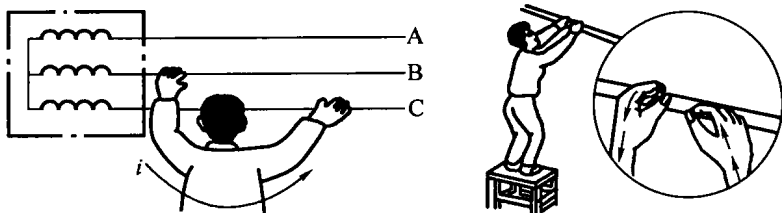


图 1-2 双线触电示意图

(三)跨步电压触电

高压(6 000 V 以上)带电体断落在地面上,在接地点的周围会存在强电场,当人走近断落高压线的着地点时,两脚之间将因承受跨步电压而触电,如图 1-3 所示。

三、预防触电的措施

图 1-4 所示是预防触电的常用措施。其中(a)图为防止导电部位外露;(b)图为防止线路和电气设备受潮;(c)图为注意设置接地导体;(d)图为检修时切断电源并在开关处挂牌示警或派专人看守;(e)图为注意设置避雷装置。

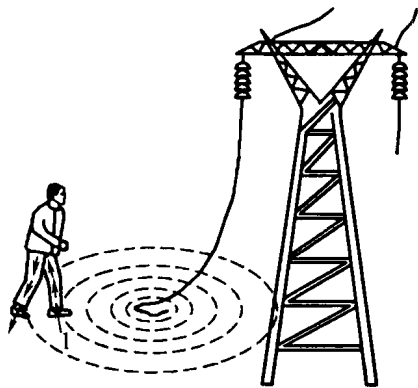


图 1-3 跨步电压触电示意图

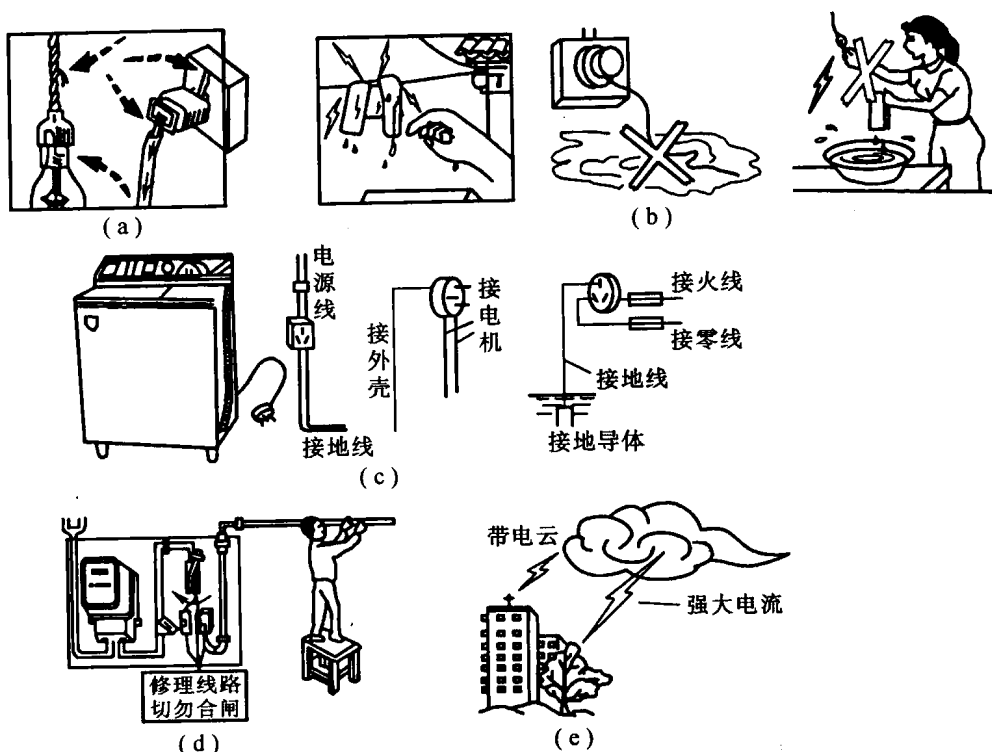


图 1-4 预防触电的措施

(a) 绝缘线破损要及时更换; (b) 防止线路和电气设备受潮; (c) 设置接地导体; (d) 挂牌检修示警; (e) 设置避雷针

第二节 电工安全操作规程

一、电工安全知识

(1) 电工必须接受安全教育; 患有精神病、癫痫、心脏病及四肢功能有严重障碍者, 不能参与电工操作。

(2) 在安装、维修电气设备和线路时, 必须严格遵守各种安全操作规程和规定。

(3) 如图 1-5 所示, 在检修电路时为防止电路突然送电, 应采取如下预防措施:

- ① 穿上电工绝缘胶鞋;
- ② 站在干燥的木凳或木板上;
- ③ 不要接触非木结构的建筑物体;
- ④ 不要同没有与大地隔离的人体接触。

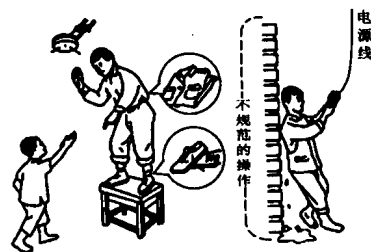


图 1-5 电工安全预防措施

二、停电检修的安全操作规程

(1) 将检修设备停电, 把各方面的电源完全断开, 禁止在只经断路器断开电源的设备上

工作。对于多回路的线路,要注意防止其他方面突然来电,特别要注意防止低压方面的反送电。在已断开的开关处挂上“禁止合闸,有人工作”的标示牌,必要时加锁。

(2)检修的设备或线路停电后,对设备先放电,消除被检修设备上残存的静电。放电须采用专用的导线(电工专用),并用绝缘棒操作,人手不得与放电导体相接触,同时注意线与地之间、线与线之间均应放电。放电后用试电笔对检修的设备及线路进行验电,验明确实无电后方可着手检修。

(3)为了防止意外送电和二次系统意外的反送电,以及消除其他方面的感应电,在被检修部分外端装设携带型临时接地线。临时接地线的装拆顺序一定不能弄错,安装时先装接地端,拆卸时后拆接地端。

(4)检修完毕后应拆除携带型临时接地线并清理好工具及所有零角废料,待各点检修人员全部撤离后摘下警告牌、装上熔断器插盖,最后合上电源总开关恢复送电。

三、带电检修的安全操作规程

(1)带电作业的电工必须穿好工作衣服,扣紧袖口,严禁穿背心、短裤进行带电作业。

(2)带电操作的电工应带绝缘手套、穿绝缘鞋、使用有绝缘柄的工具,同时应由一名有带电操作实践经验的人员在周围监护。

(3)在带电的低压线路上工作时,人体不得同时触及两根线头,当触及带电体时,人体的任何部位不得同时触及其他带电体。导线未采取绝缘措施时,工作人员不得穿越导线。

(4)带电操作前应分清相线和零线。断开导线时应先断开相线,后断开零线;搭接导线时应先接零线,后接相线。

第三节 触电的危害及急救

一、触电的危害

当人体触电时,电流会使人体的各种生理机能失常或遭受损害,如烧伤、呼吸困难、心脏麻痹等,严重时危及生命。触电的危害性与通过人体电流的大小、时间的长短有关,一般认为,若有 50 mA 的电流流经人体心脏即能致命。

二、触电急救

(一)脱离电源

若发现有人触电,切不可惊慌失措,应设法尽快将触电者所接触的带电设备的开关或其他断路设备断开,也可以戴手套或用干燥的衣服包着手并站在木板上去拉触电者,使触电者脱离电源,如图 1-6 所示。

(二)现场急救

当触电者脱离电源后,如果神志清醒且皮肤又未灼伤,可将其抱至通风的地方休息;若触电者呼吸停止,心脏也停止跳动,这种情况往往是休克,应及时拨打 120 急救电话,在医务人员到达之前,采用人工呼吸和心脏挤压的急救方法。

(1)人工呼吸法 使触电者仰卧,救护人员一只手握紧触电者的鼻子,另一只手掰开触电者的嘴,直接用嘴向触电者口内反复吹气,如图 1-7 所示。

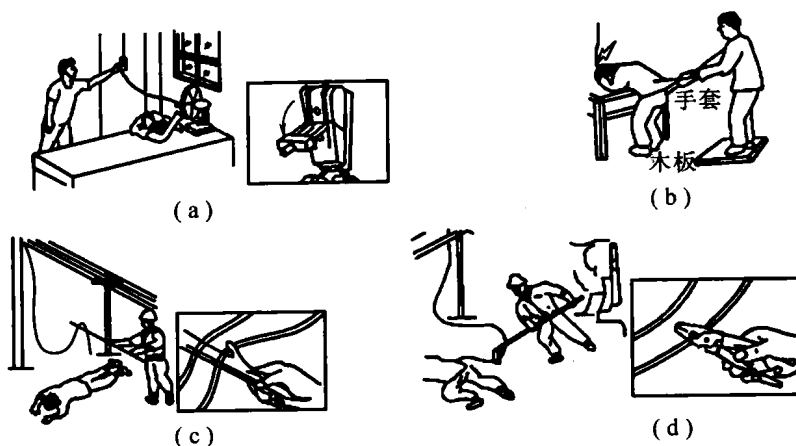


图 1-6

(a)拉开开关或拔掉插头;(b)拉开触电者;(c)挑、拉电源线;(d)割断电源线

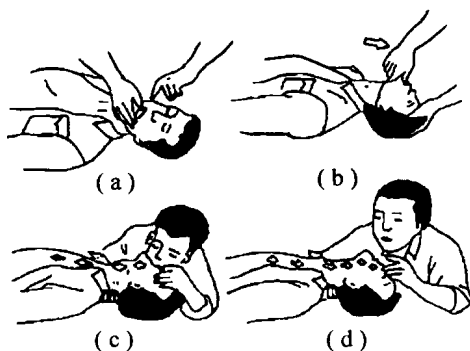


图 1-7 人工呼吸法

(2)胸外心脏挤压法 救护人员在触电者的一侧两手相叠,手掌放在其心窝上,如图 1-8 所示。掌根用力向下挤压,之后掌根迅速放松,让触电者胸部自动复原,血液充满心脏。

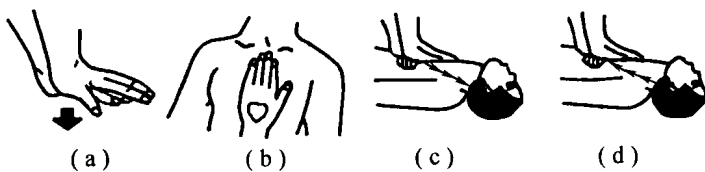


图 1-8 胸外心脏挤压法

能够在设备漏电、外壳呈现危险的的对地电压时自动切断电源。在 1 kV 以下的低压电网中,凡有可能触及带电部分或在潮湿场所有电气设备时,都应装设漏电保护装置。漏电保护器的安装使用如图 1-11 所示。

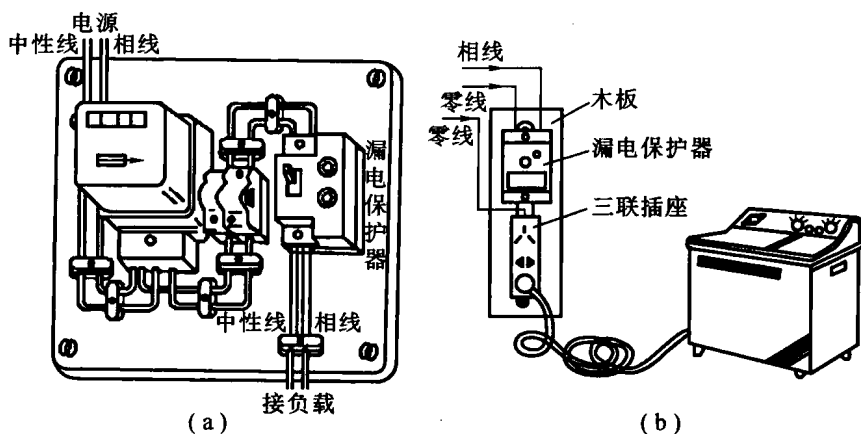


图 1-11 漏电保护器安装示意图

(a)家庭总保护安装示意图;(b)单机专用保护安装示意图

第五节 电气防火、防爆、防雷的基本知识

一、防火、防爆

(一)电气火警

电气设备周围有可燃物质,往往容易引起火灾,并可能伴随有爆炸而引起火警。引起电气火警的主要原因有以下几种。

(1)总功率过大 电气设备总功率过大,使导线中的电流超过导线允许通过的最大电流,而保护装置又不能发挥作用,从而引起导线过热,损坏绝缘层,甚至引起火灾,如图 1-12(a)所示。

(2)短路 导线短路引起电路中电流过大,以致导线过热燃烧形成火灾,如图 1-12(b)所示。

(3)应用电器时间过长 长时间使用热能电器,用后忘记关掉电源,从而引起周围易燃物品燃烧造成火灾,如图 1-12(c)所示。

(4)导线接触不良 导线连接处接触不良,电流通过接触点时打火,引起火灾,如图 1-12(d)所示。

(二)预防措施

(1)选择合适的导线和电器 当电气设备增多、电功率过大时,及时更换原有电路中不合要求的导线、开关及有关设备。

(2)选择合适的保护装置。

(3)选择绝缘性能好的导线,对热能电器应选用棉织物护套线绝缘。

(4)避免短路 电路中的连接处要连接牢固、接触良好。

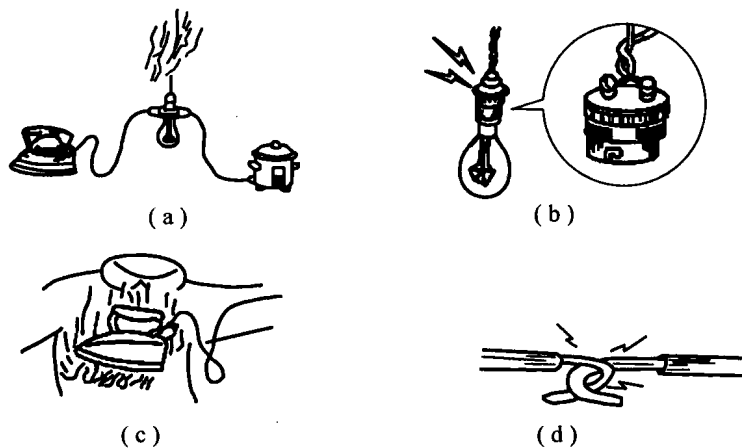


图 1-12 引起火警的原因示意图

(a)总功率过大;(b)导线短路;(c)用电时间过长;(d)导线接触不良

(三)电气消防

在发生电气火灾时应采取以下措施:

- (1)发现电子装置、电气设备、电缆等冒烟起火时,要尽快切断电源;
- (2)使用沙土或专用灭火器进行灭火;
- (3)在灭火时避免将身体或灭火工具触及导线或电气设备;
- (4)若不能及时灭火,应立即拨打 119 报警。

可用于电气消防的灭火器的用途和使用方法如表 1-3 所示。

表 1-3 几种灭火器的简介

灭火器种类	用 途	使用方法	检查方法
二氧化碳 灭火器	不导电,主要适用于扑灭贵重设备、档案资料、仪器仪表、600 V 以下的电器及油脂等火灾	先拔去保险插销,一手拿灭火器手把,另一手紧压压把,气体即可自动喷出。不用时,将压把松开,即可关闭	每 3 个月测量一次重量,当减少原重的 1/10 时应充气
四氧化碳 灭火器	不导电,适用于扑灭电气设备火灾,但不能扑救钾、钠、镁、铝、乙炔等物质的火灾	打开开关,液体就可喷出	每 3 个月试喷少许,压力不够时,充气
干粉灭火器	不导电,适用于扑灭石油产品、油漆、有机溶剂、天然气和电气设备的初起火灾	先打开保险销,把喷管口对准火源,拉动拉环,干粉即可喷出灭火	每年检查一次干粉,看其是否受潮或结冰。小钢瓶内气体压力,每半年检查一次,减少 1/10 时,换气

表 1-3(续)

灭火器种类	用途	使用方法	检查方法
1211 灭火器	不导电,具有绝缘良好,灭火时不污损物件、不留痕迹、灭火速度快的特点,适用于扑灭油类、精密机械设备、仪表、电子仪器设备及文物、图书、档案等贵重物品的火灾	先拔去安全销,然后握紧压把开关,使 1211 灭火剂喷出。当松开时,阀门关闭,便停止喷射。使用中应垂直操作,不能平放或倒置,喷射应对准火源,并向火源边缘左右扫射,快速向前推进	每 3 年检查一次,察看灭火器上的计量表或称重,如果计量表指示在警戒线或重量减轻 60%,需冲液
泡沫灭火器	导电(不能用于带电设备的灭火),适用于扑灭油脂类、石油产品及一般固体物质的初起火灾	先将泡沫灭火器取下,在奔跑时,应注意筒身不应倾斜,以免筒内两种药液混合。使用时,将筒身倾斜颠倒,泡沫即从喷嘴喷出,对准火源,即可灭火	每年做一次检查,看其内部的药剂是否有沉淀物,如有沉淀物,说明药剂失效,需要更换新的药剂

二、防雷

雷电是自然界的一种放电现象,常常对电气设备、建筑物、人畜等造成危害,甚至造成爆炸、火灾事故,常用的防雷措施有以下几种。

(一)架设防雷装置

防雷装置是利用其高出被保护物的突出地位,把雷引向自身,然后通过引线和接地装置,把雷电流引入大地。常用的防雷装置有避雷针、避雷器等。避雷针主要用于建筑物的保护,避雷器则是用来防止雷电窜入电力线、信号传输线,从而保证电气设备不被击穿的一种保护装置。防雷器有多种,其外形如图 1-13 所示。

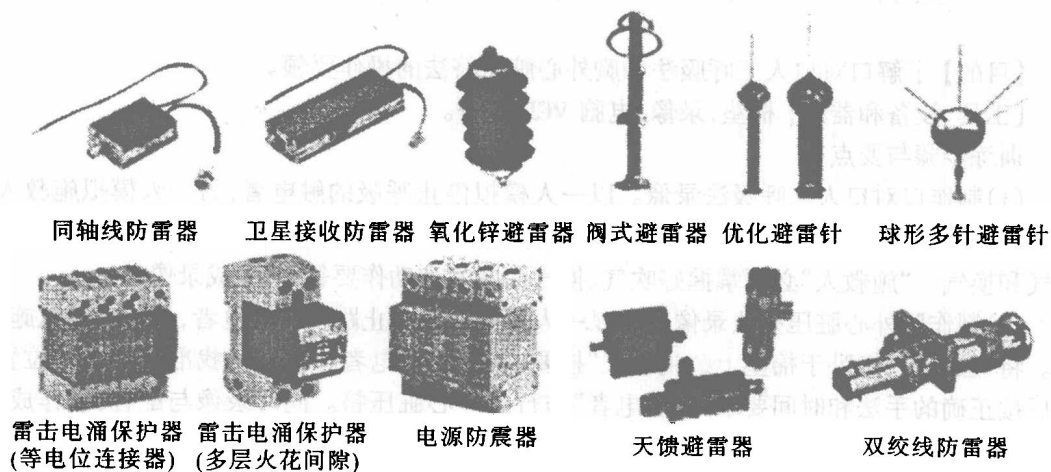


图 1-13 常见防雷器外形



(二)电气设备增添过压保护装置

电气设备在电源及其他部位加装过压保护装置来保护电气设备免遭雷击。

(三)日常防雷

在日常生活中要注意以下几点,以防遭受雷击。

(1)雷雨天气应关好门窗,防止球形雷窜入室内造成危害。

(2)雷雨天气暂时不用电器,要拔掉电源插头、电视机天线;不要打电话;不要靠近室内的金属设备,如暖气片、自来水管、下水管等;要离开电源线、电话线、广播线 1.5 m 以外,以防止这些线路和设备对人体的二次放电。另外,不要穿潮湿的衣服,不要靠近潮湿的墙壁。

(3)要远离建筑物的避雷针及其接地引线,防止跨步电压伤人。

(4)雷雨天气最好不要在旷野里行走;尽量远离山顶、海滨、河边、沼泽地、铁丝网、金属晒衣绳等;不要用有金属杆的雨伞,不要把带有金属杆的工具如铁锹、锄头扛在肩上。

(5)躲避雷雨时应选择有屏蔽作用的建筑或物体,如金属箱体、汽车、混凝土房屋等,不要骑自行车和乘坐敞篷车。

(6)人在遭受雷击前,会突然有头发竖起或皮肤颤动的感觉,这时应立刻躺倒在地,或选择低洼处蹲下,双脚并拢,双臂抱膝,头部下俯,尽量缩小暴露面。

实训一 安全知识比赛

【目的】了解电对人的伤害及防范措施,熟悉安全用电与电气消防知识。

【工具、设备和器材】抢答器,计时器。

训练步骤与要点:

(1)布置任务,学生自学教材和参考资料;

(2)组织观看 VCD,进一步了解安全用电与电气消防知识;

(3)以小组为单位,先进行组内比赛,再进行组与组之间的比赛。

实训二 口对口人工呼吸法和胸外心脏压挤法观察

【目的】了解口对口人工呼吸法和胸外心脏压挤法的操作要领。

【工具、设备和器材】棉垫,录像,电脑 VCD 设备。

训练步骤与要点:

(1)制作口对口人工呼吸法录像。以一人模拟停止呼吸的触电者,另一人模拟施救人。使“触电者”仰卧于棉垫上,“施救人”按要求将其置于恰当位置和姿式,然后按正确要领进行吹气和换气。“施救人”必须掌握好吹气、换气的时间和动作要领,制做成录像带。

(2)制作胸外心脏压挤法录像带。以一人模拟心脏停止跳动的触电者,另一人模拟施救人。将“触电者”仰卧于棉垫上,“施救人”按要求摆好“触电者”的姿势,找准胸外挤压位置,然后按正确的手法和时间要求对“触电者”施行胸外心脏压挤。同时录像与配音,制做成录像带。

(3)组织学生观看录像。若有现成录像带,则省去 1,2 步骤,直接组织学生观看。