



上岗轻松学  
SHANG GANG QING SONG XUE

👍 双色版

# 图解

# 维修电工 快速入门

WEIXIU DIANGONG KUAI SU RU MEN

- ◆ 线条图、实物图完美结合
- ◆ 知识性、技巧性全面展现
- ◆ 跟着学、对照练轻松上手

邵展图 主编

机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



上岗轻松学

# 图解维修电工快速入门

主 编 邵展图

副主编 王一平 鲁劲柏 沈巧兰

参 编 戈江华 陆晓锋 何 薇 翟蓉蓉



机械工业出版社

本书参照最新《国家职业技能标准 维修电工》中对初级维修电工的知识和技能要求编写。全书以图解的形式,着重讲解电工初学者必须掌握的基础知识和基本操作技能。主要内容包括:电工安全常识、电工基础知识、常用电子元器件、电工常用工具及仪表、电工基本技能、照明电路的安装与维修、电能表的安装与维修、变压器的使用与维修、电动机及其应用、电力拖动控制电路。

本书可供电工初学者、下岗工人、农民工入门自学,也可作为电工培训教材及各职业院校电工专业教学参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

图解维修电工快速入门/邵展图主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 12

(上岗轻松学)

ISBN 978-7-111-41154-3

I. ①图… II. ①邵… III. ①电工—维修—图解 IV. ①TM07-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第009068号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈玉芝 责任编辑:陈玉芝

版式设计:霍永明 责任校对:刘怡丹

封面设计:饶薇 责任印制:张楠

双青印刷厂印刷

2013年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.75印张·312千字

0001-4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-41154-3

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面防伪标均为盗版

# 前 言

## PREFACE

为了适应电工职业技能培训的需要，满足广大电工初学者的学习要求，我们精心编写了这本《图解维修电工快速入门》。

本书参照最新《国家职业技能标准·维修电工》中对初级维修电工的知识和技能要求，选取电工入门人员必须掌握的基础知识和基本操作技能，由浅入深、循序渐进，重点突出常规操作方法与操作要点，并以现场示范的方式进行讲解。本书操作方法规范，步骤清晰，叙述简洁明了，有助于初学者轻松学习，快速掌握。

全书以照片图、线条图、流程图、表格为主，以图解的形式，将抽象的知识简单化、形象化、生动化，使读者“读得懂、学得会、用得上”。

本书图文并茂、形式新颖、制作精良，书中电气图形符号和文字符号全都采用了国家最新标准。

本书由邵展图任主编，王一平、鲁劲柏、沈巧兰任副主编，戈江华、陆晓锋、何薇、翟蓉蓉参与编写。

希望本书能成为初学者快速入门的向导和立志成才者从入门到精通的桥梁。同时也恳切希望广大读者提出宝贵的意见和建议，以便我们再版时加以改进。

编 者

# 目 录

## CONTENTS

### 前言

第1章 电工安全常识·····	1	2.5.2 全电路欧姆定律·····	21
1.1 电工安全操作注意事项·····	1	2.6 电能和电功率·····	21
1.2 电气消防常识·····	4	2.6.1 电能·····	21
1.2.1 电气火灾的成因·····	4	2.6.2 电功率·····	22
1.2.2 电气火灾的预防·····	5	2.7 电路的三种状态及额定值·····	22
1.2.3 电气火灾的扑救·····	6	2.7.1 电路的三种状态·····	22
1.3 触电急救常识·····	8	2.7.2 额定值·····	23
1.3.1 安全电压等级·····	8	2.8 磁场和电磁感应·····	23
1.3.2 常见触电类型·····	8	2.8.1 磁场·····	24
1.3.3 使触电者脱离电源的方法·····	9	2.8.2 磁场对通电导体的作用·····	25
1.3.4 触电急救方法·····	10	2.8.3 电磁感应·····	25
1.4 常用安全标志·····	12	2.9 交流电和交流电路·····	27
第2章 电工基础知识·····	13	2.9.1 单相正弦交流电·····	28
2.1 电路和电路图·····	13	2.9.2 三相正弦交流电·····	30
2.2 电流·····	15	2.9.3 安全用电的技术措施·····	33
2.2.1 电流的方向和大小·····	15	第3章 常用电子元器件·····	39
2.2.2 电流的测量·····	15	3.1 电阻器·····	39
2.3 电压、电位和电动势·····	17	3.2 电容器·····	43
2.3.1 电压·····	17	3.3 电感器·····	45
2.3.2 电位·····	17	3.4 二极管·····	47
2.3.3 电动势·····	17	3.5 晶体管·····	50
2.3.4 电压的测量·····	17	3.6 晶闸管·····	54
2.4 电阻及其连接·····	18	3.7 三端集成稳压器·····	58
2.4.1 电阻·····	18	第4章 电工常用工具及仪表·····	59
2.4.2 电阻的串联·····	19	4.1 验电器·····	59
2.4.3 电阻的并联·····	20	4.1.1 低压验电器·····	59
2.5 欧姆定律·····	21	4.1.2 高压验电器·····	61
2.5.1 部分电路欧姆定律·····	21		

4.2	钢丝钳	62		
4.3	尖嘴钳	62	第6章	照明电路的安装和维修
4.4	斜口钳	63	6.1	照明设备
4.5	剥线钳	63	6.1.1	照明灯具
4.6	螺钉旋具	63	6.1.2	灯座
4.7	电工刀	64	6.1.3	开关
4.8	电烙铁	64	6.1.4	插座
4.9	手电钻	65	6.2	常用照明电路的安装
4.10	冲击钻	66	6.2.1	螺口平灯座的安装
4.11	万用表	66	6.2.2	拉线开关的安装
4.11.1	指针式万用表	67	6.2.3	插座的安装
4.11.2	数字式万用表	71	6.3	双控白炽灯的安装
4.12	钳形电流表	74	6.3.1	所需元件
4.12.1	指针式钳形电流表	74	6.3.2	电路分析
4.12.2	数字式钳形电流表	75	6.3.3	安装步骤
4.13	绝缘电阻表	76	6.3.4	常见故障及排除
4.13.1	发电机式绝缘电阻表	76	6.4	荧光灯的安装
4.13.2	数字式绝缘电阻表	78	6.4.1	所需元件
第5章	电工基本技能	82	6.4.2	电路分析
5.1	导线的选用	82	6.4.3	安装步骤
5.2	导线绝缘层的剥削	85	6.4.4	常见故障及排除
5.2.1	塑料硬导线绝缘层的剥削	85	6.5	照明配电箱
5.2.2	塑料护套线绝缘层的剥削	86	6.5.1	照明配电箱(板)安装规范
5.3	导线的连接	87	6.5.2	漏电保护器
5.4	导线与接线端的连接	91	6.6	照明电路安装的规定
5.4.1	导线与孔形接线端的连接	91	6.6.1	一般规定
5.4.2	导线与平压式接线端的连接	92	6.6.2	插座接线和安装的规定
5.4.3	导线与瓦形接线端的连接	94	6.6.3	开关接线和安装的规定
5.5	导线连接后的绝缘包扎	94	第7章	电能表的安装与维修
5.5.1	导线直线连接后的绝缘包扎	94	7.1	电能表的选择
5.5.2	导线T形连接后的绝缘包扎	95	7.1.1	电能表的类型
			7.1.2	常用电能表型号的含义
			7.1.3	电能表的参数
			7.1.4	选择电能表的原则
			7.2	单相电能表的安装和维修
			7.2.1	单相电能表的安装
			7.2.2	单相电子式预付费电能表的



安装 .....	127	9.1.4 常用三相异步电动机 .....	145
7.2.3 单相电子式预付费电能表的 使用方法 .....	127	9.1.5 三相异步电动机的选择 .....	146
7.2.4 单相电能表的维修 .....	127	9.1.6 三相异步电动机的使用 .....	146
7.3 三相电能表的安装与维修 .....	128	9.2 单相异步电动机 .....	150
7.3.1 三相电能表的安装 .....	128	9.2.1 单相异步电动机的结构 .....	150
7.3.2 三相电能表的维修 .....	129	9.2.2 单相电容分相式异步电 动机 .....	150
第8章 变压器的使用与维修 .....	130	9.3 直流电动机 .....	151
8.1 常用变压器的外形和图形 符号 .....	130	9.3.1 直流电动机的外形 .....	151
8.1.1 常用变压器的外形 .....	130	9.3.2 直流电动机的结构 .....	152
8.1.2 常用变压器的图形符号 .....	131	9.3.3 直流电动机的励磁方式 .....	153
8.2 单相变压器 .....	131	9.3.4 直流电动机的常见故障及排除 方法 .....	153
8.2.1 单相变压器的结构 .....	131	第10章 电力拖动控制电路 .....	155
8.2.2 单相变压器的主要功能及 应用 .....	132	10.1 电气原理图绘图的一般 原则 .....	155
8.2.3 单相变压器的参数测量 .....	132	10.2 三相异步电动机的直接起动 控制电路 .....	156
8.2.4 单相变压器的故障与 维修 .....	133	10.2.1 使用刀开关构成的控制 电路 .....	156
8.3 三相电力变压器 .....	134	10.2.2 使用封闭式负荷开关构成的 控制电路 .....	157
8.3.1 三相电力变压器的外形 .....	134	10.2.3 使用组合开关构成的控制 电路 .....	158
8.3.2 三相电力变压器的铭牌 .....	135	10.3 继电—接触器点动正转控制 电路 .....	159
8.3.3 电力变压器的检查与 维护 .....	136	10.3.1 按钮 .....	159
8.4 电压互感器和电流互感器 .....	137	10.3.2 接触器 .....	160
8.4.1 电压互感器 .....	137	10.3.3 断路器 .....	161
8.4.2 电流互感器 .....	138	10.3.4 点动正转控制电路 .....	162
8.5 自耦变压器 .....	140	10.4 继电—接触器连续正转控制 电路 .....	162
第9章 电动机及其应用 .....	142	10.5 三相异步电动机正、反转控制 电路 .....	164
9.1 三相异步电动机 .....	142	10.5.1 倒顺开关及其正、反转控制 电路 .....	164
9.1.1 三相笼型异步电动机的 结构 .....	142	10.5.2 接触器联锁正、反转控制 电路 .....	165
9.1.2 三相异步电动机的极数和 转速 .....	144		
9.1.3 三相异步电动机的铭牌（以 Y100L1—2型电动机的铭牌为 例） .....	144		

10.5.3 按钮、接触器双重联锁正、 反转控制电路·····	165	10.10.2 PLC控制系统与传统的继 电—接触器控制系统的 比较·····	175
10.6 工作台的限位和自动往返控制 电路·····	166	10.10.3 用可编程序控制器对电动机 实现正、反转控制·····	177
10.7 三相异步电动机的制动控制 电路·····	168	10.11 软起动机控制电路·····	178
10.7.1 速度继电器和时间继 电器·····	168	10.11.1 软起动机器的功能·····	178
10.7.2 机械制动控制电路·····	169	10.11.2 软起动机器的安装·····	179
10.7.3 电气制动控制电路·····	170	10.11.3 软起动机器的连接·····	179
10.8 普通机床典型控制电路(以 CA6140型卧式车床为例)·····	172	10.11.4 软起动机器的使用和 维护·····	183
10.9 控制电路常见故障及处理·····	174	10.11.5 软起动机器故障诊断及 排除·····	184
10.9.1 常见故障的分析和简易处理 方法·····	174	附录·····	185
10.9.2 机床电气故障分析·····	174	附录A 常用电气设备文字符号·····	185
10.10 可编程序控制器控制电路·····	175	附录B 常用电气简图图形符号·····	186
10.10.1 可编程序控制器的基本 结构·····	175	参考文献·····	194



# 第 1 章

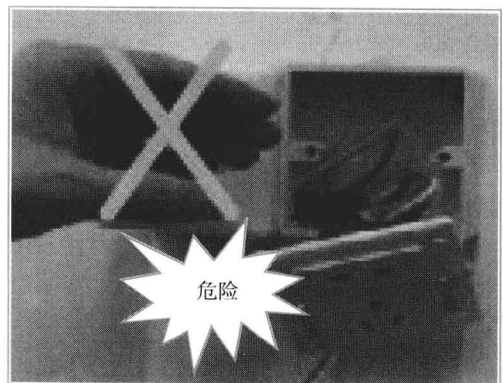
## 电工安全常识

### 1.1 电工安全操作注意事项

维修电工是从事机械设备和电气系统线路及元器件等的安装、调试、维护和修理的技术人员。树立良好的安全用电意识，掌握电工安全操作的基本知识和技能，是维修电工必须具备的从业条件和职业素质。

(1) 操作前必须检查工具、仪表和防护用具是否完好；检查作业环境是否干燥、整洁，如有积水应及时排除，如杂物过多，要及时清理。

(2) 判断电气设备是否有电，要用验电器检查；任何电气设备未经验明无电时，一律视为有电，不得用手触及。

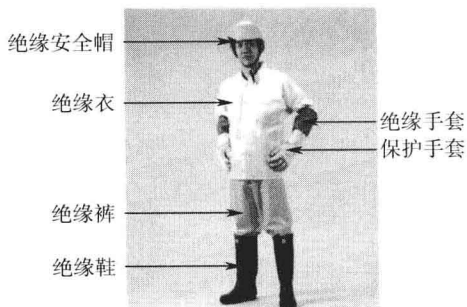
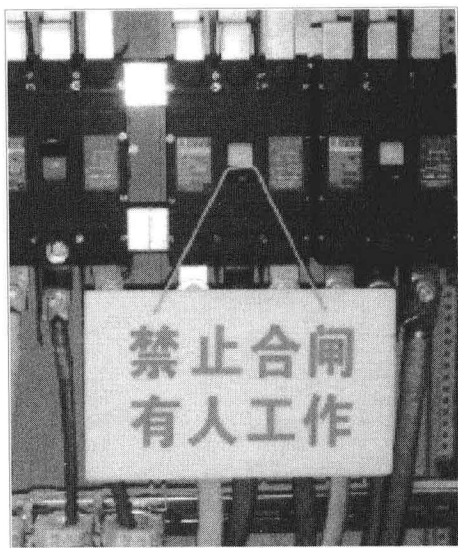


(3) 不准在运转过程中拆卸、修理电气设备，必须在切断电源，在总电源开关处挂上“禁止合闸，有人工作”等警示牌，并验明无电后，方可进行操作。即使确认目前停电，也要将电源开关断开，以防突然来电，造成事故。

(4) 必须在低压配电设备上带电作业时，要经领导批准，并要有专人监护。工作时要戴安全帽，穿长袖工作服和绝缘鞋，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、金属直尺等进行操作。

(5) 杆上作业时，必须系好安全带和保险绳，保险绳应系在电线杆或牢固的构件上，并检查扣环是否扣牢，谨防松脱。

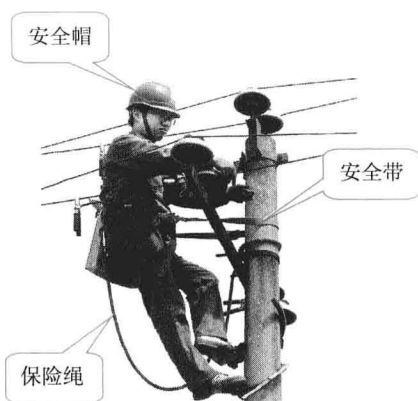
(6) 使用梯子时，其与地面的夹角以  $60^\circ$  左右为宜。要确保其防滑搭钩或拉绳牢固可靠；如果是没有防滑设施的人字梯，在使用中要有专人扶持。

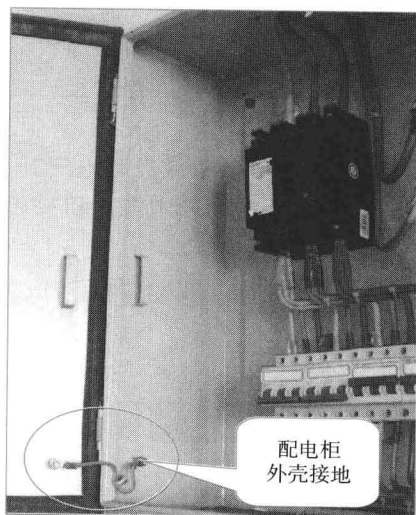
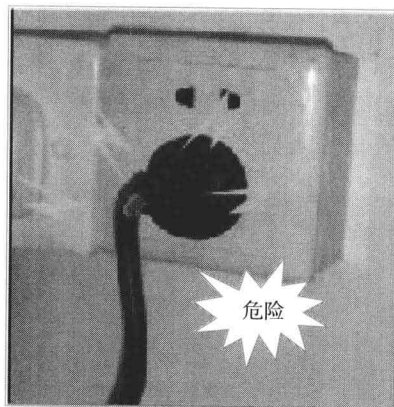
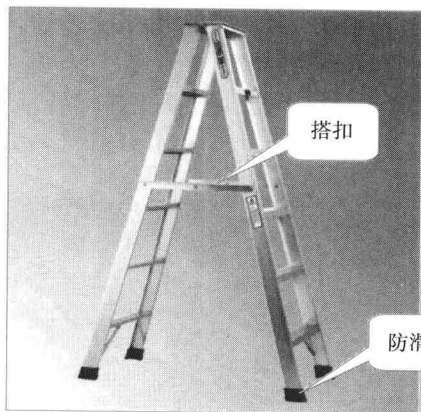


(7) 拆除电气设备或线路后，发现有可能继续带电的，外露部分应立即用绝缘布包扎好，对已经破损的元器件要立即更换。

(8) 电气设备所有熔断器的额定容量应与线路负荷容量相适应。严禁用铜丝等其他金属丝代替熔丝。

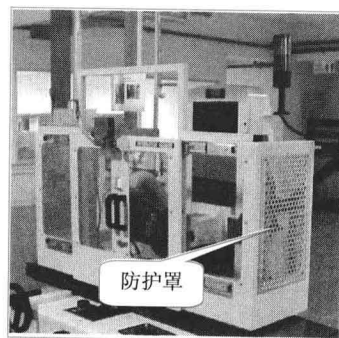
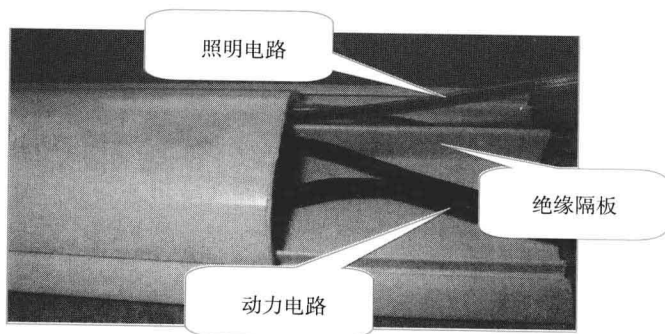
(9) 电气设备和线路必须绝缘良好，电气设备的金属外壳应可靠接地（接零），接地线要符合标准。在同一供电系统内，不允许电气设备有的保护接地，有的保护接零。





(10) 动力电路和照明电路必须分开架设。照明开关、灯口及插座等，应正确接入相线和零线。

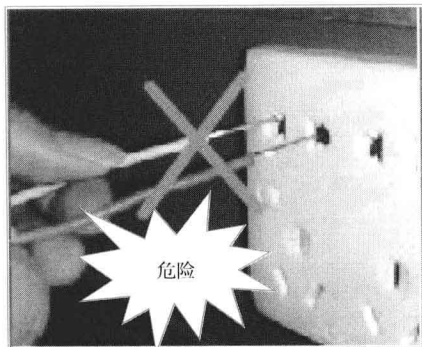
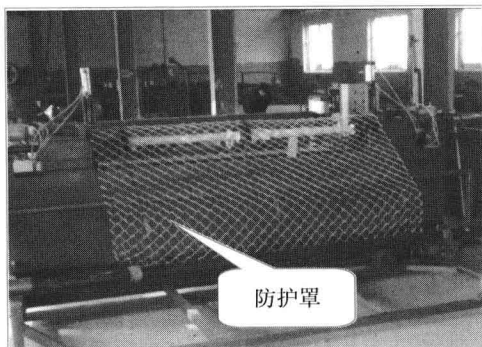
(11) 移动电气设备时，一定要先拉闸停电，再移动设备。把电动机等带金属外壳的电气设备移到新地点后，要先安装好接地线，并对设备进行检查，确认无误后，方可继续使用。



(12) 带有机传动的电气设备，必须安装防护盖、防护罩或防护栅栏，不可将身体的

任何部位进入运行中的机械传动位置。对设备进行清洁时，必须在切断电源，机械停止工作，并确保安全的情况下才能进行。

(13) 电气设备或工具的原有插头不得随意拆除或改换，当原有插头损坏后，严禁直接将导线的金属丝插入插座。



(14) 注意防止电气设备和导线受潮，不要用潮湿的手去拔插头或扳动电气开关。也不要湿毛巾去擦拭带电的电气设备。对设备进行清洁时，必须在切断电源，机械停止工作，并确保安全的情况下才能进行。

(15) 每次维修结束时，必须清点所带工具、零件，以防遗留在设备内而造成事故。

## 1.2 电气消防常识

### 1.2.1 电气火灾的成因

电气火灾一般是指由于电气线路、用电设备（或器具）以及供配电设备等出现故障并释放热能而引发的火灾。

形成电气火灾的主要原因有：

#### 1. 短路

电气线路发生短路，会引起电流突然增大，甚至在短路点产生强烈的电火花或电弧，使绝缘层迅速燃烧，并引起周围可燃物燃烧，造成火灾。

#### 2. 过载

过载是指导线中电流超过额定值。如果长时间过载，会引起导线和电气设备过热，从而引起火灾。

#### 3. 漏电

电气设备或线路绝缘损伤后，在一定条件下会发生局部高温，从而引起火灾。

#### 4. 接触不良

导体连接处的电阻称为接触电阻，当导体接触不良或表面有污损等，便会造成该处接触

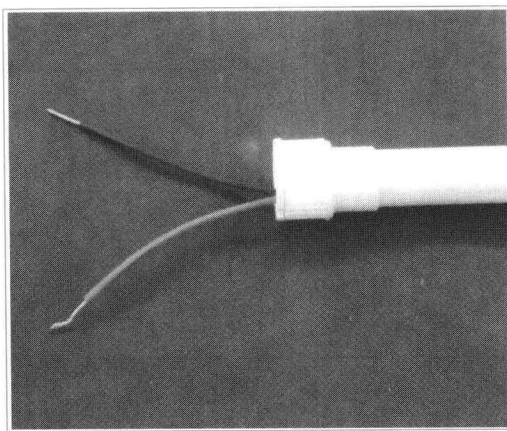
电阻过大,当有较大电流通过时,也会形成局部高温,从而引起火灾。

### 1.2.2 电气火灾的预防

(1) 安装线路时,要根据电负荷的情况合理选用相应规格的导线。导线之间、导线与建筑构件之间及固定导线用的绝缘子之间应符合规定间距。

(2) 在安装或维修线路时,要防止划伤、磨损导线绝缘层,并注意导线连接接头质量及绝缘包扎质量。

(3) 在特别潮湿、高温或有腐蚀性物质的场所,严禁绝缘导线明敷,应采用套管布线。



(4) 定期检查线路熔断器,选用合适的熔丝,不得随意调粗熔丝,更不准用铜丝等其他金属丝代替。

(5) 在火灾和爆炸危险区域应使用防爆电气设备。防爆电气设备的铭牌上有清晰的“Ex”标志。

名称	外形	名称	外形
防爆照明开关		防爆行程开关	
防爆轴流风机		防爆转换开关	

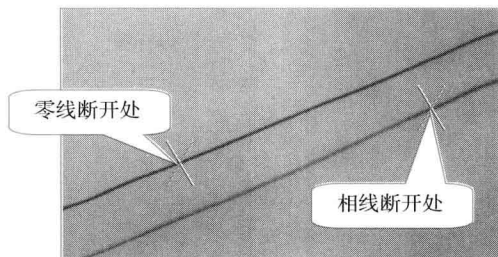
(续)

名称	外形	名称	外形
防爆电机		粉尘防爆开关	
防爆插座		防爆灯具	

### 1.2.3 电气火灾的扑救

#### 1. 扑救电气火灾注意事项

- (1) 当发生电气设备火警时，应尽快切断电源，防止火势蔓延和灭火时发生触电事故。
- (2) 火灾发生后由于受潮和烟熏，设备的绝缘性能有所下降，拉闸断电时要戴绝缘手套，或使用绝缘工具操作。
- (3) 剪断电线时，不同相的电线应在不同的部位剪断，以免造成短路。剪断架空电源线时，剪断位置应选择电源方向的支持物附近，以防电线剪断后掉落，造成接地短路或触电事故。



(4) 不可用水或泡沫灭火（尤其是对充油电气设备灭火），应采用黄沙、二氧化碳灭火器、1211 灭火器、四氯化碳灭火器、干粉灭火器灭火。

(5) 对于旋转电机发生火灾后，可用二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器灭火，但不宜采用黄沙、干粉灭火器灭火，以免设备内部受损。



## 2. 常用灭火器的性能和使用方法

名称	主要性能	实物图	使用方法
二氧化碳灭火器	不导电,可扑救电气设备、精密仪器、油类和酸类火灾,不能扑灭金属钾、钠的燃烧	 <p>悬挂式二氧化碳灭火器</p>	先拔出保险销,再压下压把,对准火焰根部喷射
		 <p>推车式二氧化碳灭火器</p>	
干粉灭火器	不导电,可扑救电气设备、石油产品、油漆、有机溶剂、天然气和天然气设备火灾,但不宜扑救旋转电机的火灾	 <p>手提式干粉灭火器</p>	先拉开保险销,再压下压把,左右移动喷管,使干粉覆盖整个燃烧区
		 <p>推车式干粉灭火器</p>	
泡沫灭火器	可扑救油类或其他易燃液体火灾,但不能扑救忌水和带电物体的火灾	 <p>手提式泡沫灭火器</p>	灭火器倒转呈垂直状态,稍加摇动后,打开喷嘴,围着火焰喷射

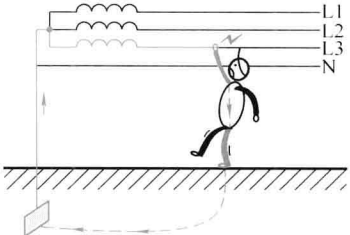
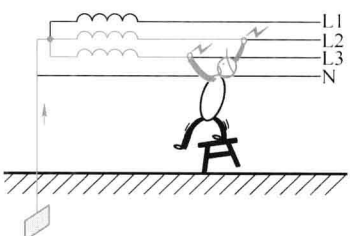
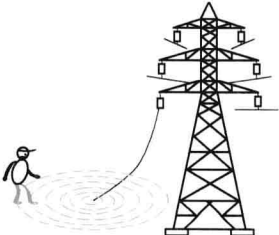
## 1.3 触电急救常识

### 1.3.1 安全电压等级

安全电压是指加在人体上一定时间内不造成伤害的电压。国家标准《安全电压》(GB 3805—1983)规定我国安全电压额定值的等级为42V、36V、24V、12V和6V(交流有效值)。

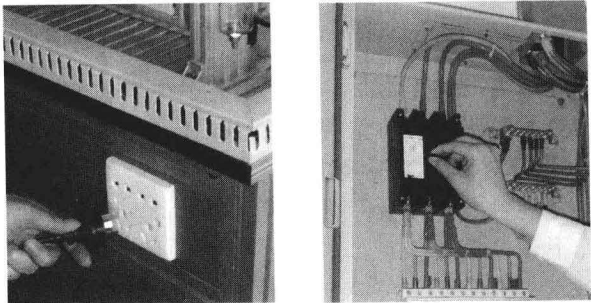
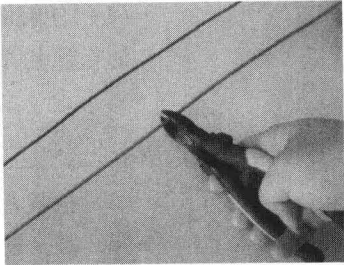
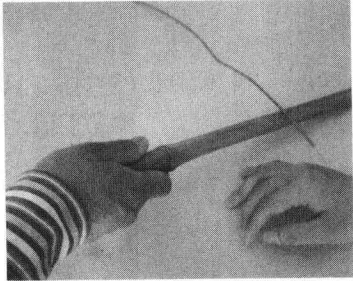
一般选用36V或24V安全电压,但对那些工作环境较差的场所,即导电情况良好、人体电阻值较低,或在碰触金属管道、锅炉、地下隧道中的电缆等金属容器机会较多的地方,还应将安全电压定得更低些,通常取为12V,特别潮湿的环境则采用6V安全电压。

### 1.3.2 常见触电类型

触电类型	图 示	说 明
单相触电		<p>人体触及一根带电导线或漏电的电气设备外壳,此时人体承受的是电源的相电压,在低压供电系统中为220V</p>
两相触电		<p>人体的两个部位(如手或脚等)分别触及两相导线,作用于人体的是电源的线电压,在低压供电系统中为380V</p>
跨步电压触电		<p>在高压电网接地点或防雷接地点及高压相线断落或绝缘损坏处,有电流流入地下时,会在接地点周围土壤中产生电压降。若人走进这一区域,就会两脚之间形成跨步电压,其大小取决于线路电压及人距电流入地点的远近</p>



## 1.3.3 使触电者脱离电源的方法

触电类型	处理方法	实施方法	图 示
低压 电源触电	拉	附近有电源开关或插座时,应根据就近的原则迅速拉下开关或拔掉电源插头	
	切	若一时找不到断开电源的开关时,应迅速用绝缘完好的钢丝钳或断线钳剪断电线,以断开电源	
	挑	对于由导线绝缘损坏造成的触电,急救人员可用绝缘工具、干燥的木棒等将电线挑开	
高压 电源触电	拉闸	发现有人在高压设备上触电时,救护者应戴上绝缘手套、穿上绝缘靴后拉开开关	