

第2版

王俊峰 王兰君 等编著

电工维修

一本通



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工维修

一本通

第2版

王俊峰 王兰君 等编著



机械工业出版社

电力线路和电气设备,在运行过程中受到多种原因的影响,可能出现各种故障,电工维修是正常生产的重要保证。本书围绕电工维修这个中心,从实际出发编写,根据电路和结构,真实再现电工的维修过程、故障现象,并描述故障原因,介绍维修方法。内容包括:维修电工安全知识、电工维修基本知识、维修电工诊断故障方法与步骤、电工电子元器件的故障维修、照明电器的故障维修、电工电子电路的故障维修、低压电器设备的故障维修、高压电器设备的故障维修、电工常用配电控制电路、机床的故障维修、电工仪表的故障维修、家用电器的故障维修、工具用具的故障维修、软起动器及变频设备和可程序控制器的应用与维修、电力变压器的应用与维修等。

本书由浅入深,简明、实用、直观、易懂,可供电工或电气维修人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工维修一本通/王俊峰,王兰君等编著. —2版. —北京:机械工业出版社,2015.6

ISBN 978-7-111-50039-1

I. ①电… II. ①王…②王… III. ①电工-维修-基本知识
IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第083420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:张俊红 责任编辑:朱林

版式设计:赵颖喆 责任校对:张薇

封面设计:路恩中 责任印制:刘岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2015年7月第2版第1次印刷

184mm×260mm·21.75印张·540千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-50039-1

定价:59.80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

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

Preface

电力线路和电气设备，在运行过程中受到多种因素的影响，可能出现各种故障，电工维修是正常生产的重要保证。

本书围绕电工维修这个中心，从实际出发编写，根据电路和结构，真实再现电工的维修过程和故障现象并描述故障原因，介绍维修方法。

编者希望读者通过本书的学习，学会照明、动力线路、电气设备等的维修技术，领悟到“干中学、学中干”的道理，尽快掌握电工维修技术。

本书是多名作者几十年来从事电工工作中总结出来的经典维修经验，把最丰富的电工维修经验加以总结升华，奉献给电工同仁，目的是给从事电气工作的朋友提供一本较全面的检修、维修参考书。本书详细介绍了常见的电气设备的维修技能和维修技巧，以通俗易懂的语言结合丰富的实践经验，使电工技术人员读后能收到立竿见影的效果。它既能指导电气工作人员的维修操作，又能解决实际维修中的具体问题。同时，也有助于电气工作人员、自学电工人员、家庭电工以及电子爱好者开阔眼界、增加知识、增强技能，同时也希望修订后的《电工维修一本通》一书成为电工朋友的良师益友。本书在原有维修精华的基础上又增加了近年来发展迅速的新设备等和维修电工应具备的安全知识、维修电工诊断故障方法与步骤、电工常用配电控制电路、软起动器及变频设备和可编程序控制器的应用与维修、电力变压器的应用与维修等。

本书由浅入深，简明、易懂、新颖、直观、实用，对电工技术爱好者是非常有帮助的。

本书主要由王俊峰、王兰君编著。参加编写的人员还有黄海平、高惠瑾、谭亚林、王文婷、张杨、朱雷雷、李渝陵、张从知、凌万泉、刘彦爱、黄鑫、邢军、李燕、高惠瑶、贾贵起、贾贵超、凌玉泉、凌珍泉、凌黎、刘守真，这里表示衷心的感谢。

本书可供电工从业人员、电工技术爱好者使用。

由于时间仓促，在编写过程中，有不足之处，欢迎读者提出宝贵的意见。

编 者

目 录

Contents

前言

第 1 章 维修电工安全知识	1
★ 1.1 维修电工安全用电常识	1
1.1.1 基础安全用电常识	1
1.1.2 电气消防常识	2
1.1.3 灭火器的使用常识	2
★ 1.2 漏电保护器的应用	4
1.2.1 漏电保护器	4
1.2.2 漏电保护器的选用	5
1.2.3 漏电保护器应用举例	6
★ 1.3 接地和接零	6
1.3.1 接地的意义	6
1.3.2 工作接地	6
1.3.3 保护接地	7
1.3.4 保护接零	7
1.3.5 重复接地	8
★ 1.4 接地电阻的检测	10
★ 1.5 接地装置的维修	10
1.5.1 定期检查和维护保养	10
1.5.2 常见故障的排除方法	11
★ 1.6 防雷保护	11
1.6.1 雷电的种类及危害	11
1.6.2 防雷措施	12
★ 1.7 维修电工常用安全标识	14
第 2 章 电工维修基本知识	16
★ 2.1 电工维修须知	16
★ 2.2 常见故障检查法	17
★ 2.3 电工维修工具	19
★ 2.4 MF-47 型指针式万用表	23



★2.5	电工维修故障寻迹器	25
★2.6	焊点测量仪	26
★2.7	电工维修常用信号仪器	27
第 3 章	维修电工诊断故障方法与步骤	29
★3.1	一般故障诊断方法与步骤	29
3.1.1	根据故障现象进行分析	29
3.1.2	合理对电气故障原因进行分析和推理	29
3.1.3	电气故障部位的确定	30
★3.2	电源故障的诊断方法	30
3.2.1	判断电源相线与中性线接错方法	30
3.2.2	相线和中性线的识别方法	30
3.2.3	三相电源故障的检修	31
★3.3	电路故障的诊断	33
3.3.1	电路故障的基本类型	33
3.3.2	查找电路故障的一般方法	33
3.3.3	断路故障的诊断	34
第 4 章	电工电子元器件的故障维修	35
★4.1	电子元器件的常见故障	35
★4.2	普通二极管的故障维修	36
★4.3	发光二极管的故障维修	37
★4.4	晶体管的故障维修	37
★4.5	集成电路的故障维修	38
★4.6	电阻器的故障维修	40
★4.7	电容器的故障维修	41
★4.8	电感器的故障维修	43
★4.9	速度继电器的故障维修	44
★4.10	电磁继电器的故障维修	45
★4.11	时间继电器的故障维修	47
★4.12	熔断器的故障维修	48
★4.13	刀开关的故障维修	49
★4.14	按钮的故障维修	51
★4.15	行程开关的故障维修	52
★4.16	封闭式负荷开关的故障维修	53
★4.17	转换开关的故障维修	55
★4.18	变压器的故障维修	56
★4.19	电位器的故障维修	59
★4.20	扬声器的故障维修	60

★4.21	交流接触器的故障维修	61
★4.22	热继电器的故障维修	64
★4.23	低压断路器的故障维修	66
★4.24	压电蜂鸣器的故障维修	69
★4.25	传声器的故障维修	70
★4.26	耳机的故障维修	73
第 5 章	照明电器的故障维修	75
★5.1	白炽灯的故障维修	75
★5.2	荧光灯的故障维修	77
★5.3	霓虹灯的故障维修	81
★5.4	碘钨灯的故障维修	83
★5.5	高压汞灯的故障维修	84
★5.6	高压钠灯的故障维修	87
★5.7	声控灯的故障维修	89
★5.8	光控灯的故障维修	90
★5.9	触摸台灯的故障维修	91
★5.10	定时调光灯的故障维修	93
第 6 章	电工电子电路的故障维修	95
★6.1	电工控制电路故障维修的一般步骤	95
★6.2	电子电路的常见故障与维修	97
第 7 章	低压电器设备的故障维修	99
★7.1	三相交流异步电动机的故障维修	99
★7.2	直流电动机的故障维修	104
★7.3	变压器吊心检修	109
★7.4	电磁铁的故障维修	109
★7.5	电动葫芦的故障维修	111
★7.6	砂轮机的故障维修	113
★7.7	工业锅炉的故障维修	114
★7.8	升降机的故障维修	117
★7.9	电梯的故障维修	118
★7.10	同步电动机的故障维修	121
★7.11	防爆电机的故障维修	122
★7.12	电焊机的故障维修	123
★7.13	电磁调速控制器的故障维修	124
★7.14	断路器的故障维修	125
★7.15	电流互感器的故障维修	128



★7.16	电压互感器的故障维修	129
★7.17	农用杀虫电动喷雾器的故障维修	130
★7.18	空气压缩机的故障维修	131
★7.19	混凝土搅拌机的故障维修	134
★7.20	卷扬机的故障维修	138
★7.21	漏电保护器的故障维修	142
★7.22	星-三角起动器的故障维修	143
★7.23	接地装置的故障维修	144
★7.24	电源配电柜的故障维修	145
★7.25	电磁阀的故障维修	151
第 8 章	高压电器设备的故障维修	153
★8.1	高压隔离开关的故障维修	153
★8.2	高压断路器的故障维修	156
★8.3	高压负荷开关的故障维修	159
★8.4	高压油断路器的故障维修	160
第 9 章	电工常用配电控制电路、机床的故障维修	163
★9.1	电动机单向控制电路	163
★9.2	电动机单向控制电路疑难故障维修	163
★9.3	电动机点动、正反转控制电路	166
★9.4	电动机点动、正反转控制电路疑难故障维修	167
★9.5	电动机能耗制动控制电路	169
★9.6	电动机能耗制动控制电路疑难故障维修	169
★9.7	XJ01 大型 80 ~ 300kW 电动机配电柜电路	171
★9.8	XJ01 大型 80 ~ 300kW 电动机配电柜疑难故障维修	172
★9.9	机床常见故障维修	177
★9.10	CW6163B 型车床的故障维修	178
★9.11	M7120 型平面磨床的故障维修	183
★9.12	X8120W 型铣床的故障维修	189
★9.13	Z35 型摇臂钻床的故障维修	192
★9.14	龙门刨床的故障维修	196
★9.15	Y3150 型滚齿机的故障维修	199
★9.16	数控机床的故障维修	203
第 10 章	电工仪表的故障维修	209
★10.1	电压表的故障维修	209
★10.2	电流表的故障维修	210
★10.3	钳形电流表的故障维修	211

★10.4	电能表的故障维修	212
★10.5	功率表的故障维修	214
★10.6	指针式万用表的故障维修	215
★10.7	数字万用表的故障维修	218
★10.8	双踪示波器的故障维修	219
★10.9	转速表的故障维修	222

第 11 章 家用电器的故障维修

★11.1	调幅收音机的故障维修	225
★11.2	电风扇的故障维修	231
★11.3	空调器的故障维修	237
★11.4	洗衣机的故障维修	241
★11.5	彩色电视机的故障维修	244
★11.6	电冰箱的故障维修	247
★11.7	微波炉的故障维修	252
★11.8	电磁炉的故障维修	254
★11.9	电脑的故障维修	260
★11.10	电源插座的故障维修	270
★11.11	电热淋浴器的故障维修	272
★11.12	电动自行车的故障维修	275
★11.13	吸尘器的故障维修	278

第 12 章 工具用具的故障维修

★12.1	电烙铁的故障维修	280
★12.2	手电钻的故障维修	281
★12.3	冲击钻的故障维修	282
★12.4	圆盘切割机的故障维修	284
★12.5	圆盘电锯的故障维修	285

第 13 章 软起动机及变频设备和可编程序控制器的应用与维修

★13.1	软起动器的电气控制线路	287
13.1.1	软起动器的主电路连接图	287
13.1.2	软起动器的总电路连接图	288
★13.2	软起动器的电气故障检修	289
13.2.1	ABB PST/PSTB 软起动机常见故障及检修方法	289
13.2.2	WJR 节电型软起动机常见故障及检修方法	290
13.2.3	摩普 XLD 系列软起动机常见故障及检修方法	291
13.2.4	摩普 PSI、VLC/VLS 系列软起动机常见故障及检修方法	292
13.2.5	奥托软起动机 QB3、QB4 常见故障及检修方法	293



13.2.6	惠丰 HFR-1000 系列软起动器常见故障及检修方法	294
★13.3	变频器电气故障检修	295
13.3.1	变频器	295
13.3.2	变频器的安装	295
13.3.3	变频器的使用	296
★13.4	变频器的电气控制电路	298
13.4.1	主电路端子的接线	299
13.4.2	控制电路端子的接线	300
★13.5	变频器电气故障检修实例	301
13.5.1	艾默生 TD3000 系列变频器的常见故障及检修方法	301
13.5.2	康沃 CVF-G2 系列变频器的常见故障及检修方法	304
13.5.3	富士 G11S 系列变频器的故障显示及动作内容	305
13.5.4	ABB ACS800 系列变频器的常见故障及检修方法	306
13.5.5	西门子 440 系列变频器的常见故障及检修方法	308
13.5.6	MM420 变频器的常见故障及检修方法	309
13.5.7	MM430 变频器的常见故障及检修方法	310
13.5.8	三垦 SAMCO-VM05 变频器的常见故障及检修方法	310
★13.6	可编程序控制器	312
13.6.1	可编程序控制器的特点	312
13.6.2	可编程序控制器的组成	313
13.6.3	可编程序控制器的控制系统组成及其等效电路	314
13.6.4	可编程序控制器的编程原则	316
13.6.5	可编程序控制器的编程方法	317
13.6.6	可编程序控制器的常用指令	318
13.6.7	用可编程序控制器对电动机进行正、反转控制	318
★13.7	可编程序控制器电气故障检修实例	320
13.7.1	可编程序控制器 CPU 模板常见故障及检修方法	320
13.7.2	可编程序控制器输入模板常见故障及检修方法	320
13.7.3	可编程序控制器输出模板常见故障及检修方法	321
第 14 章	电力变压器的应用与维修	323
★14.1	电力变压器	323
14.1.1	电力变压器的结构	323
14.1.2	变压器的型号	325
14.1.3	变压器的主要参数	325
14.1.4	变压器的选用	326
14.1.5	变压器的安装	326
14.1.6	变压器运行中的检查	329
14.1.7	电力变压器的常见故障及检修方法	330



★14.2 电力系统	331
★14.2.1 电力系统简介	331
★14.2.2 电力负荷分级及其供电可靠性要求	332
★14.3 变电所	332
14.3.1 变电所的类型和结构	332
14.3.2 变电所的主接线	333
附录 维修电工常用电气图形符号表	335
参考文献	338

第 1 章

维修电工安全知识

☆☆☆ 1.1 维修电工安全用电常识 ☆☆☆

☆ 1.1.1 基础安全用电常识

1) 导线、接头、插座、接线盒要分布放置，连接应符合规范，不得乱拉乱接电线，导线连接处注意要有良好的绝缘。

2) 室内布线及电器设备，不可有裸露的带电体，对于裸露部分应包上绝缘带或装设罩盖。当刀开关罩盖、熔断器、按钮盒、插头、插座等有破损而使带电部分外露时，应及时更换，不可将就使用。

3) 在高温、潮湿和有腐蚀性气体的场所，如厨房、浴室、卫生间等，不允许安装一般的插头、插座，应选用有罩盖的防溅型插座。检修这类场所的灯具时，特别要注意防止触电，最好停电后进行。

4) 开关要装在相线上，不能装在零线上。采用螺口灯座时，相线必须接在灯座的顶芯上；灯泡拧进后，金属部分不可外露。悬挂吊灯的灯头离地面的高度不应小于 2m。

5) 安装电灯严禁用“一线一地”（即用铁丝或铁棒插入地下代替零线）的做法。

6) 更换灯泡时要先关闭电源，人站在木凳子或干燥的木板上，使人体与地面绝缘。

7) 在一个插座上不应接过多用电器；根据电能表和导线用电量限，不可超负荷用电。

8) 不可用湿手接触带电的开关、灯座、导线和其他带电体。

9) 使用家用电器，特别是新购买的电器，要事先了解其性能和特点、使用方法以及注意事项，防止乱动。

10) 有金属外壳的家用电器，如电冰箱、电扇、电熨斗、电烙铁、电热炊具等，要用有接地极的三极插头和三孔插座，而且要求接地装置良好，或者加装触电保安器。当不能满足这些要求时，至少应采取电气隔离措施。

11) 不可将照明灯、电熨斗、电烙铁等器具的导线绕在手臂上进行工作。

12) 用电器具出现异常，如电灯不亮，电视机无影像或无声音，电冰箱、洗衣机不启动等情况时，要先断开电源，再做修理。

13) 电器设备工作时，不允许以拖拉电源线方式来搬移电器。用电设备不用时应及时切断电源。尽量避免雨天修理户外电器设备或移动带电的电器设备。



14) 临时使用的电线要用绝缘电线、花线、电缆等,禁止使用裸导线,并且不得随地乱拖,要尽可能吊挂起来。临时线用完后应及时拆除,不要长久带电。临时线的绝缘性能也要符合要求,不可用老化破旧的电线。临时线拆除时需先切断电源,并从电源端拆向负载;而安装时,顺序与此相反,即线路全部安装完毕最后才能接通电源。

15) 禁止在电线上晾衣服、挂东西。不要接近已断了的电线,更不可直接接触。雷雨时不要接近避雷装置的接地极。

16) 尽可能不要带电修理电器和电线。在检修前,应先用试电笔检测是否带电,经确认无电后方可工作。另外,为防止线路突然来电,应拉开刀开关、拔下熔断器盖并带在身上。

★ 1.1.2 电气消防常识

在电的生产、传输、变换和使用过程中,由于线路短路、接点发热、电动机电刷打火,电动机长时间过载运行、油开关或电缆头爆炸、低压电器触头分合、熔断器熔断、电热设备使用不当等原因,可能引起电气火灾。作为电气操作人员应该掌握必要的电气消防知识,以便在发生电气火灾时,能运用正确的灭火知识,指导和组织人员迅速灭火。

1) 电气火灾的危害性很大,一旦发生,损失惨重。因此,对电气火灾一定要贯彻“预防为主”的原则,防患于未然。

2) 发生火灾时,不要惊慌,迅速报警;尽快切断电源,防止火势蔓延。

3) 不可用水和泡沫灭火器灭火(尤其是油类火警),应采用黄砂、二氧化碳、四氯化碳、干粉灭火器灭火。

4) 灭火人员不可使身体及手中的灭火器碰触到有电的导线或电气设备,防止灭火时发生触电事故,如果电线断落在地上,灭火人员最好穿绝缘鞋。

5) 在危急情况下,为了争取灭火的主动权,争取时间控制火势,在保证人身安全的情况下可以带电灭火,在适当时机再切断电源,但千万要注意安全。

6) 对于旋转电机火灾,为防止矿物性物质落入设备内部,击穿电机的绝缘,一般不宜用干粉、砂子、泥土灭火。

★ 1.1.3 灭火器的使用常识

(1) 泡沫灭火器的使用

泡沫灭火器适用于扑救油脂类、石油类产品及一般固体物质的初起火灾。泡沫灭火器只能立着放置。其使用方法如图 1-1 所示。

泡沫灭火器筒身内悬挂装有硫酸铝水溶液的玻璃瓶或聚乙烯塑料制成的瓶胆。筒身内装有碳酸氢钠与发泡剂的混合溶液。使用时将筒身颠倒过来,碳酸氢钠与硫酸两溶液混合后发生化学作用,产生二氧化碳气体泡沫由喷嘴喷出。对准被灭火物持续喷射,大量的二氧化碳气体覆盖在物体表面,使其与氧气隔绝,即可将火势控制。使用时,必须注意不要将筒盖、筒底对着人体,以防万一爆炸伤人。

(2) 二氧化碳灭火器的使用

二氧化碳灭火器主要适用于扑救贵重设备、档案资料、仪器仪表、额定电压 600V 以下的电器及油脂等的火灾。但不适用于扑灭金属钾、钠的燃烧。二氧化碳灭火器分为手轮和鸭嘴式两种手提式灭火器,鸭嘴式二氧化碳灭火器的使用方法如图 1-2 所示。

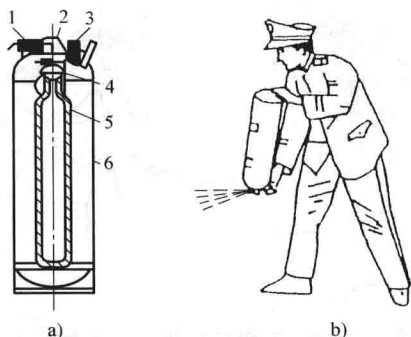


图 1-1 泡沫灭火器的使用方法

a) 普通式结构 b) 使用方法

1—喷嘴 2—筒盖 3—螺母 4—瓶胆盖 5—瓶胆 6—筒身

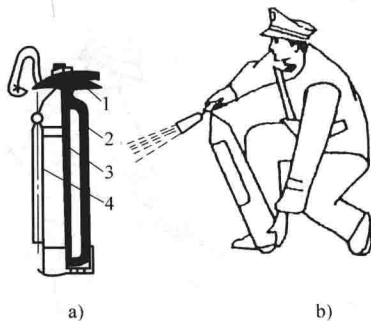


图 1-2 鸭嘴式二氧化碳灭火器的使用方法

a) 结构图 b) 使用方法

1—启闭阀门 2—器桶 3—虹吸管 4—喷筒

二氧化碳灭火器的钢瓶内装有液态的二氧化碳，使用时液态二氧化碳从灭火器喷出后迅速蒸发，变成固体雪花状的二氧化碳。固体二氧化碳在燃烧物体上迅速挥发而变成气体。当二氧化碳气体在空气中含量达到 30% ~ 35% 时，物质燃烧就会停止。鸭嘴式二氧化碳灭火器使用时，一手拿喷筒对准火源，一手握紧鸭舌，气体即可喷出。二氧化碳导电性差，电压超过 600V 必须先停电后灭火，二氧化碳怕高温，存放点温度不应超过 42℃。使用时不要用手摸金属导管，也不要把手摸金属导管，也不要把手摸金属导管，也不要把手摸金属导管。喷射方向应顺风，切勿逆风使用。

(3) 干粉灭火器的使用

干粉灭火器主要适用于扑救石油及其产品、可燃气体和电器设备的初起火灾。其使用方法如图 1-3 所示。

使用干粉灭火器时先打开保险销，把喷管口对准火源，另一手紧握导杆提环，将顶针压下，干粉即喷出。

(4) 1211 灭火器的使用

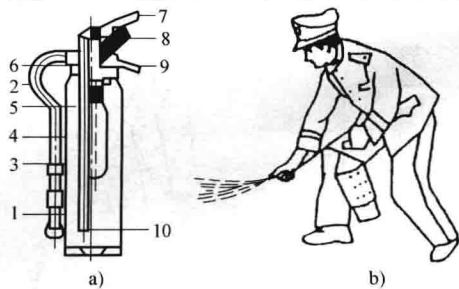


图 1-3 干粉灭火器的使用方法

a) 结构图 b) 使用方法

1—进气管 2—喷管 3—出粉管 4—钢瓶 5—粉筒 6—筒盖 7—后把 8—保险销 9—提把 10—防潮堵

1211 灭火器适用扑救油类、精密机械设备、仪表、电子仪器、设备及文物、图书、档案等贵重物品的初起火灾。其使用方法如图 1-4 所示。

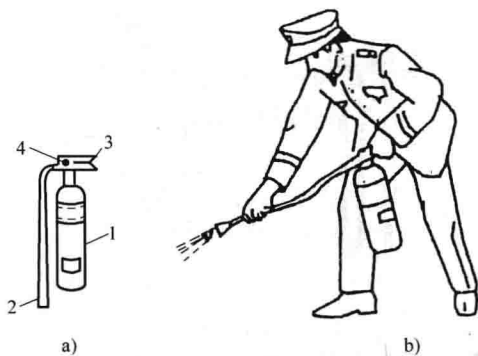


图 1-4 1211 灭火器的使用方法

a) 结构图 b) 使用方法

1—筒身 2—喷嘴 3—压把 4—保险销

1211 灭火器钢瓶内装满二氟一氯一溴甲烷的卤化物，是一种使用较广的灭火器。使用时，拔掉保险销，然后用力握紧压把开关，由压杆使密封阀开启，在氮气压力作用下，灭火剂喷出。灭火时，应垂直操作，不可平放和颠倒使用，喷嘴要对准火焰根部，沿顺风左右扫射，并快速向前推进，当火扑灭后，松开压把开关，喷射即停止。

☆☆☆ 1.2 漏电保护器的应用 ☆☆☆

☆ 1.2.1 漏电保护器

漏电保护器又叫漏电保安器、漏电开关，它是一种行之有效的防止人身触电的保护装置，漏电保护器的原理是利用人在触电时产生的触电流，使漏电保护器感应出信号，经过电子放



大线路或开关电路，推动脱扣机构，使电源开关动作，将电源切断，从而保证人身安全。漏电保护器对电气设备的漏电电流极为敏感。当人体接触了漏电的用电器时，产生的漏电电流只要达到 $10 \sim 30\text{mA}$ ，就能使漏电保护器在极短的时间（如 0.1s ）内跳闸，切断电源，因此，目前漏电保护器在工农业生产以及日常生活用电设备中已得到了广泛的应用，漏电保护器分为单相和三相。在工业生产中采用三相漏电保护，而在生活中或 220V 电路中采用单相漏电保护器，漏电保护器的外形如图 1-5 所示，图 1-5a 为单相漏电保护器，图 1-5b 为三相漏电保护器。

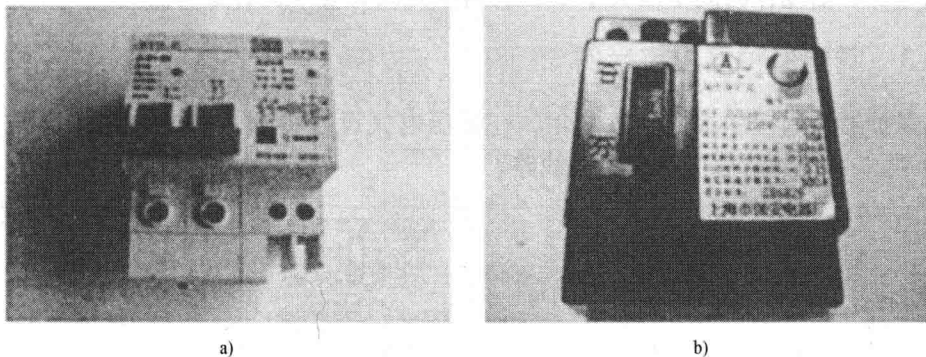


图 1-5 漏电保护器外形

★ 1.2.2 漏电保护器的选用

漏电保护器的内部电路如图 1-6 所示，它的工作原理是当有人在触电时产生触电电流，使漏电保护器感应出信号，经过电子放大电路或开关电路，推动脱扣机构，使电源开关动作，将电源切断。

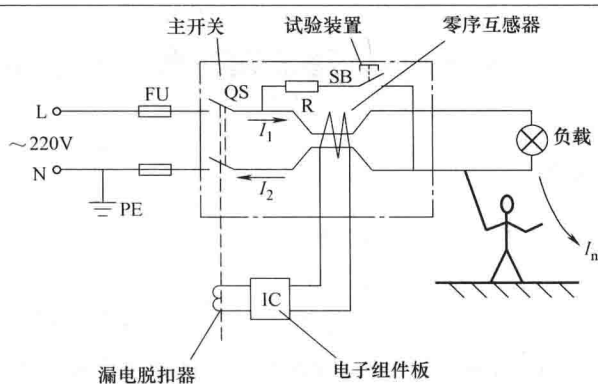


图 1-6 漏电保护器电路

1) 型式的选用：电压型漏电保护器已基本被淘汰，一般情况下，应优先选用电流型漏电保护器。

2) 极数的选用：单相 220V 电源供电的电气设备，应选用二极二线式或单极二线式漏电保护器；三相三线制 380V 电源供电的电气设备，应选用三极式漏电保护器；三相四线制 380V 电源供电的电气设备，或者单相设备与三相设备共用电路，应选用三极四线式、四极



四线式漏电保护器。

- 3) 额定电流的选用：漏电保护器的额定电流值不应小于实际负载电流。
- 4) 可靠性的选用：额定电压在 50V 以上的 I 类电动工具，应选用动作电流不大于 15mA 并在 0.1s 以内动作的快速动作型漏电保护器，同时还必须做接地或接零保护；主要用于间接接触保护目的时，单台电气设备可选用额定漏电动作电流为 30 ~ 50mA 的快速型漏电保护器；大型或多台电气设备可选用额定漏电动作电流为 50 ~ 100mA 的快速型漏电保护器。合格的漏电保护器动作时间不应大于 0.1s，否则对人身安全仍有威胁。

★ 1.2.3 漏电保护器应用举例

漏电保护器应用范围很广，近年来，在低压电气设备中都将广泛应用，如图 1-7 中为 220V 低压电气进户装漏电保护器接线线路。

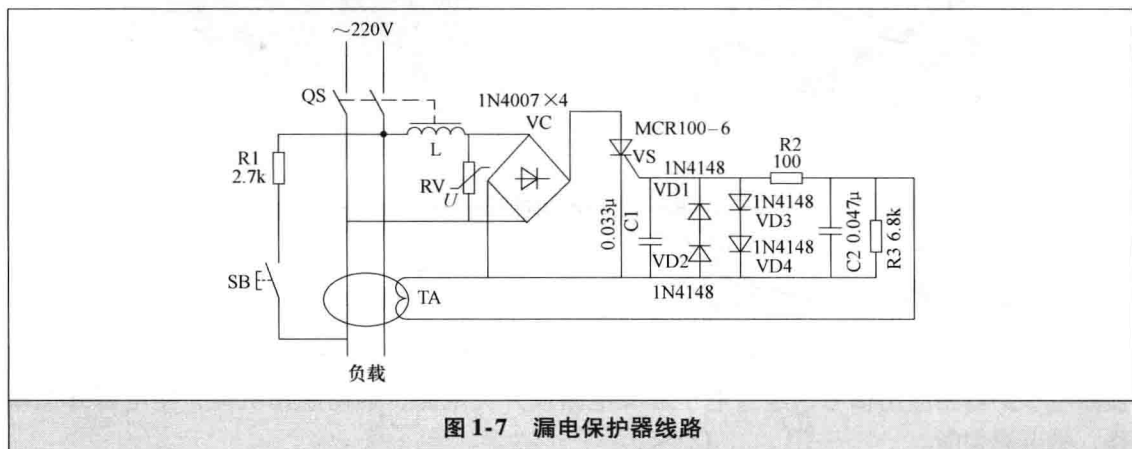


图 1-7 漏电保护器线路

★★★ 1.3 接地和接零 ★★★

★ 1.3.1 接地的意义

用接地线把电气设备的某些部分与接地体进行可靠而又符合技术要求的电气连接称为接地，如电动机、变压器和开关设备的外壳接地。

当电气设备漏电时，其外壳、支架及与之相连的其他金属部分将呈现电压。若有人触及这些意外的带电部分，就可能发生触电事故。接地的目的就是为了保证电气设备的正常工作和人身安全。为了达到这个目的，接地装置必须十分可靠，其接地电阻也必须保证在一定范围之内。例如，容量为 100kVA 以上的变压器中性点接地装置的接地电阻不应大于 4Ω，零线重复接地电阻不大于 10Ω 等。在电力系统中应用较多的有工作接地、保护接地、保护接零、重复接地等，此外还有防雷接地、共同接地、过电压保护接地、防静电接地、屏蔽接地等。

★ 1.3.2 工作接地

为了保证电气设备的安全运行，将电力系统中的某些点接地，称为工作接地。如电力变