

主 编 陈海波
副主编 代国涛 许海涛

电工技能 一点通



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工技能一点通

主 编 陈海波

副主编 代国涛 许海涛



机械工业出版社

本书系统地介绍了常用电器和电路的安装方法及安装工艺、工作原理,总结了作者多年工作中积累的调试、维修方法和其他一些实用经验,所介绍的经验、方法易学易用,并以实例的形式介绍了一些电路的调试和维修,使读者通过对本书的学习,综合技能水平可以快速提高。内容包括常用低压电器和电子元器件,低压电源及照明电路,指示仪表,三相交流异步电动机、电动机控制电路的调试方法与调试实例,直流电动机、电气故障检查方法与故障检修实例,安全用电。

全书内容丰富、图文并茂、形象直观,融实用性、启发性、资料性于一体,可供广大电工和电工技术初学者阅读,也可作为各类电工培训班的教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工技能一点通/陈海波主编. —北京:机械工业出版社, 2006.5

ISBN 7-111-19044-0

I. 电... II. 陈... III. 电工技术—基本知识
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 041368 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:林春泉 版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英
封面设计:陈沛 责任印制:李妍
北京中兴印刷有限公司印刷

2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
140mm×203mm·10.375 印张·276 千字
0001—5000 册
定价:20.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68326294
编辑热线电话(010)88379059
封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国电气化水平和人民生活水平的不断提高,各种电气设备得到了广泛的应用,而电气设备的安装、调试和维护需要大批的电工。为壮大电工队伍,帮助广大电工提高理论水平和实际操作技能,我们编写了这本《电工技能一点通》。

本书按照由浅入深、循序渐进的原则,先向读者介绍了常用电器及电气线路的安装工艺、安装方法和工作原理等基础知识,引导读者轻松入门,并在此基础上,详细地介绍了电路的检修方法和检修实例。书中所采用的方法新颖灵活,所列举的实例具有较强的代表性,使读者学习以后,能够举一反三,触类旁通,掌握科学规范的安装、调试和检修方法,成为维修电工中的行家。

全书由主编陈海波,参加编写的还有代国涛、许海涛、陈光、孔蕊、李珍、何栓、柳瑞林、晁攸良、孔斐、聂磊、何融冰等。在编写过程中,参考或引用了国内外大量的书刊杂志和有关资料,得到了张光汉、刘红伟等同志的大力帮助,在此向这些技术资料的作者和帮助本书出版的同志表示衷心感谢。

由于作者水平有限,时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

2006 年 7 月

目 录

前言

第一章 常用低压电器和电子元器件 1

第一节 常用低压电器 1

一、刀开关 1

二、组合开关 2

三、低压熔断器 2

四、低压断路器 5

五、热继电器 7

六、接触器 11

七、几种常用的电磁继电器 13

八、电磁继电器、接触器的常见故障及处理方法 20

九、固态继电器 21

第二节 常用电子元器件 23

一、电阻 23

二、电容器 25

三、电感器 27

四、二极管 28

五、晶体管 31

六、晶闸管 35

七、常用三端稳压器 38

八、数码管 42

九、逻辑门电路 44

第二章 低压电源及照明电路 48

第一节 交流电的基本知识 48

一、三相交流电路 48

二、三相电源的供电方式 48

三、三相负载的接线方式 50



第二节 低压配电装置的识图	50
一、低压配电装置系统图	50
二、低压配电装置屏后接线图	51
第三节 照明线路的安装工艺及要求	53
一、照明线路的安装要求	53
二、导线的连接及绝缘修复	54
三、布线方式	58
四、照明灯具的选择与安装	62
第四节 常用照明电路	68
一、常用白炽灯电路	68
二、常用荧光灯电路	69
第五节 照明电路的检查和调试	70
一、照明电路的检查	70
二、试送电	73
三、试送电过程中出现故障的处理	75
第六节 实用经验交流	81
一、白炽灯电路检修经验交流	81
二、荧光灯电路检修经验交流	84
三、电缆故障点的测试	86
四、导线颜色及截面积的选择	88
五、其他实用经验交流	92
第三章 指示仪表	97
第一节 常用测量仪表	97
一、指针式万用表	97
二、数字万用表	100
三、钳形表	104
四、绝缘电阻表	105
五、接地电阻表	109
第二节 仪用互感器	110
一、电流互感器	110
二、电压互感器	117
第三节 电能表	122
一、电能表的选择	122



二、电能表的安装、使用	124
三、电能表的接线线路及接线方法	126
四、实用经验交流	132
第四章 三相交流异步电动机	139
第一节 三相交流异步电动机的结构	139
一、定子	139
二、转子	140
三、气隙	141
第二节 三相异步电动机的安装	141
一、机座的安装	141
二、传动装置的安装与校正	143
第三节 三相异步电动机的维护	145
一、电动机的拆卸	145
二、电动机的装配	146
三、三相异步电动机的日常检查与维护	147
第四节 实用经验交流	149
一、三相异步电动机的常见故障及处理方法	149
二、三相异步电动机定子绕组故障的检修	154
三、保证电动机转向正确的技术措施	162
四、三相异步电动机作单相运行	163
第五节 电动机控制电路图的识读	165
一、电动机控制电路原理图	165
二、电动机控制电路接线图	170
三、电动机控制电路实际配线图	172
第六节 三相异步电动机的起动方法	172
一、直接起动	173
二、减压起动	174
三、绕线式异步电动机的起动	175
第七节 三相异步电动机的基本控制电路	176
一、低压断路器直接控制的电动机起停电路	176
二、点动运行控制电路	176
三、连续运行控制电路	176
四、多点控制电路	178

五、正、反转运行控制电路	178
六、行程控制电路	180
七、先后起停控制电路	180
八、延时开机控制电路	182
九、间歇循环控制电路	184
十、保护电路	184
十一、电动机串电抗减压起动控制电路	186
十二、QX3 系列 Y- Δ 减压起动器	186
十三、延边三角形减压起动控制电路	187
十四、手动控制绕线转子异步电动机串电阻起动	188
十五、自动控制绕线转子异步电动机串电阻起动	189
第八节 三相异步电动机的调速方法与调速控制电路	190
一、调速方法	190
二、单绕组双速电动机 2Y/ Δ 联结调速控制电路	191
三、单绕组双速电动机 2Y/Y 联结调速控制电路	193
四、变频调速控制电路	194
第九节 三相异步电动机的制动方法与制动控制电路	195
一、电动机的制动方法	195
二、电磁制动器制动控制电路	196
三、半波整流能耗制动控制电路	197
第五章 电动机控制电路的调试方法与调试实例	199
第一节 电动机控制电路的调试方法	199
一、通电调试前的静态检查和准备	199
二、保护整定值的整定	200
三、通电试车	201
第二节 电动机控制电路调试实例	203
一、点动与连续运行控制电路调试	203
二、自动往返控制电路调试	207
三、QX4 系列电磁起动器控制 Y/ Δ 减压起动电路调试	210
四、XJ01-14 ~ 20 型自耦变压器减压起动控制电路调试	213
五、反接制动控制电路调试	216
六、绕线转子异步电动机转子回路串频敏变阻器起动电路 调试	219



七、双速电动机 2Y/Y 联结调速控制电路调试	221
第六章 直流电动机	223
第一节 直流电动机的结构	223
一、定子	223
二、转子	224
三、电刷装置	224
第二节 直流电动机的分类和出线端标志	225
一、直流电动机的分类	225
二、直流电动机的出线端标志	227
第三节 直流电动机的起动方法和起停步骤	227
一、起动方法	227
二、起停步骤	228
第四节 直流电动机的调速方法	229
一、改变励磁磁通调速	229
二、改变电枢回路电阻调速	230
三、改变电枢端电压调速	230
第五节 直流电动机的制动方法	231
一、能耗制动	231
二、反接制动	231
三、回馈制动	232
第六节 直流电动机典型控制电路	233
一、串励直流电动机起动控制电路	233
二、并励直流电动机起动、制动控制电路	233
三、并励直流电动机起动、调速、制动控制电路	235
四、复励直流电动机可逆运行、能耗制动控制电路	236
第七节 实用经验交流	237
一、电刷的维护	237
二、直流电动机绕组故障的检修	239
三、直流电动机的典型故障及处理方法	241
第七章 电气故障检查方法与检修实例	244
第一节 电路故障的检查方法	244
一、断路故障的检查	244
二、短路故障的检查	250

三、接地故障的检查	254
四、感官诊断法	255
五、类比法	256
六、排除法	256
七、代替法	257
八、推理法	257
九、甩负载法	258
十、敲击法	258
十一、试探法	258
十二、加热法	259
第二节 常用电气设备故障检修实例	259
一、交流电焊机电路检修	259
二、电动葫芦控制电路检修	260
三、CW6163B 型车床电路检修	262
第三节 电源电路故障检修实例	265
一、低压配电屏电路检修	265
二、双回路联锁供电控制电路检修	266
三、多档直流稳压电源电路检修	268
第四节 灯光控制电路与故障检修实例	269
一、光控路灯电路检修 (一)	269
二、光控路灯电路检修 (二)	270
三、光控路灯电路检修 (三)	271
四、光控台灯电路检修	273
五、光控声控楼梯照明灯电路检修	274
六、警示灯电路检修	276
第五节 家用电器电路故障检修实例	278
一、充电式电动剃须刀电路检修	278
二、永磁电吹风电路检修	279
三、排风扇自动控制电路检修	280
四、无级调速吸尘器电路检修	282
第六节 温控电路故障检修实例	284
一、温控电路检修 (一)	284
二、温控电路检修 (二)	286

第七节 报警器和检测器电路故障检修实例	288
一、感应式防盗报警器电路检修	288
二、电缆防盗报警器电路检修	289
三、多芯电缆断线检测仪电路检修	290
第八章 安全用电	292
第一节 安全用电须知	292
第二节 保安措施	293
一、保护接零与保护接地	293
二、漏电保护器	304
三、常见的触电类型	313
四、防触电措施	314
五、触电急救	317
参考文献	321

第一章 常用低压电器和电子元器件

第一节 常用低压电器

一、刀开关

刀开关是一种应用最广、结构较简单的低压电器，主要用于成套电器设备中起隔离电源的作用，以保证检修设备的安全。有些刀开关也可不频繁地接通与分断额定电流以下的负载，如照明电路，小容量交流异步电动机等。通常带有灭弧室的刀开关，可以用于不频繁地手动接通与分断额定电流以下的交直流电路；不带灭弧室的刀开关，只可切断带有 $0.2 \sim 0.3$ 倍额定电流的线路。

1. 刀开关的外形及接线方法

图 1-1 所示为刀开关的外形及其接线方法。

2. 安装、使用注意事项

(1) 为防止刀开关在断开状态时，触刀由于重力作用误接触静触头，刀开关应垂直安装于开关板上，并且静触头座在上方，触刀座在下方。

(2) 注意刀开关及所接母线应与周围导电体保持一定的安全距离。

(3) 母线与刀开关相连接时，不应有较大的扭应力，防止损伤触头和发生事故。对连接点应经常检查，如有松动，应立即紧固，防止接触不良而影响使用寿命。

(4) 安装中央杠杆操作机构的刀开关，应经过仔细调整，保证分、合闸到位，操作灵活；对于三极刀开关，应保证三相动作的同期性。

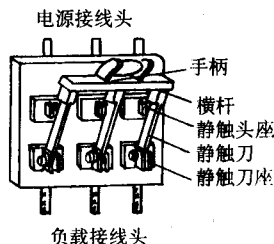


图 1-1 刀开关的外形及接线方法

(5) 当刀开关与不相同金属(如铝线)连接时,应采用铜铝过渡接线端子,并在导线连接部位涂少许导电膏,防止接触处发生电化锈蚀。

(6) 按照刀开关的使用条件来分、合开关。不带灭弧罩的刀开关,不应分断负载电流;带灭弧罩的刀开关,应保持灭弧罩的完好,且灭弧罩的安放位置应正确。

(7) 刀开关与其他可带负载的电气设备配套使用时,应先合刀开关,后合带负载的“开关”,分闸时,操作顺序相反。

(8) 对触头、触刀表面产生的氧化层而造成接触电阻增大,应及时清除,但对接触部分的镀银层不要去掉。为防止接触面氧化和便于操作,可在触刀的接触部分涂上一层很薄的中性凡士林。

二、组合开关

1. 外形及应用

组合开关是转换开关的一种。它的体积小,寿命长,使用方便可靠,广泛用于不频繁地分合电路、控制电源和负载的连接方式,对小容量笼型异步电动机的起停、变速、可逆运行等非常方便。

常用组合开关的外形如图 1-2 所示。

2. 安装、使用

(1) 安装时,最好保持操作手柄为水平旋转,有倒、顺、停档位功能的,应使其档位标示与电动机运转方向一致。

(2) 使用组合开关控制电动机可逆运行时,必须使电动机安全停止后,才允许反向起动。

(3) 由于组合开关本身不具备过载和短路保护,因此必须另外设置其他保护电器。

(4) 当负载功率因数降低时,组合开关应降低容量使用。

三、低压熔断器

低压熔断器由熔体和熔体座组成,常用的熔断器的外形及结

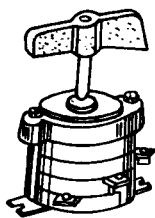


图 1-2 常用组合开关的外形



构如图 1-3 所示。它是低压电网中结构最简单的短路电流保护元件，它串联在被保护电路中，当线路或电气设备的电流超过熔断器熔体的熔断电流时，熔体熔断，从而起到过载或短路保护作用。

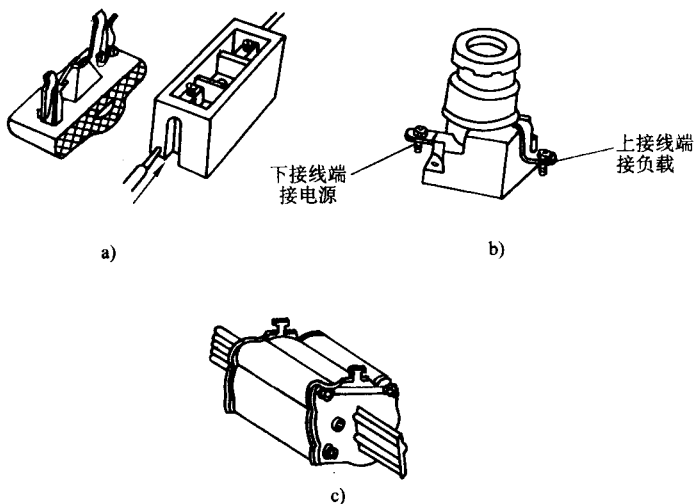


图 1-3 常用熔断器的外形

a) 插入式 b) 螺旋式 c) RT0 系列有填料封闭管式

1. 选择

(1) 根据实际使用场合、负载情况及最大故障电流综合考虑来确定熔断器的类型。

(2) 根据负载性质和运行状况确定熔断器熔体的额定电流，熔体的额定电流一般按照以下几点来选择：

1) 一般照明及电热电路，熔体的额定电流应等于或稍大于实际负载的最大工作电流。上下级采用同一型号的熔断器时，其电流等级以相差两级为宜，避免越级动作。

2) 保护电动机的熔断器

① 对于单台直接起动的电动机，熔体额定电流应为电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍，起动时间短的可按低倍率选取，起动

时间长的可按高倍率选取。

② 对于频繁起动的电动机，熔体额定电流应为电动机额定电流的 2.5 ~ 3.5 倍，以免频繁起动导致熔体熔断。

③ 对于多台直接起动的电动机，熔体的额定电流应为最大一台电动机额定电流 1.5 ~ 2.5 倍加上其余电动机的额定电流。

④ 对于减压起动的电动机，熔体额定电流应为电动机额定电流的 1.05 倍。

⑤ 对于绕线转子异步电动机和直流电动机，熔体额定电流应为电动机额定电流的 1.2 ~ 1.5 倍。

(3) 熔断器的选择

1) 熔断器的额定电压必须大于或等于线路额定电压。

2) 熔断器的额定电流必须大于或等于所装熔体的额定电流。

2. 安装、使用

(1) 安装螺旋式熔断器时，应将电气设备的连接线接到金属螺纹管的上接线端，电源进线接到瓷底座的下接线端。

(2) 安装插入式熔断器熔丝时，熔丝端头绕向应正确，不要折弯和扭伤熔丝，不要过松或过紧，以免熔丝的额定电流降低或发热量增加，导致熔丝局部过热误熔断，要使熔丝自然成形，图 1-4 所示为熔丝的绕法和松紧示意图。

(3) 保证熔断器各部件接触良好，防止氧化腐蚀使熔体额定电流降低而误熔断。



图 1-4 熔丝的松紧度和端头的绕法示意图

(4) 熔体熔断后，一定要清理金属颗粒等异物，装有石英砂的熔断器，更换熔丝时，需更换干燥的石英砂。

(5) 更换熔体或熔管时，一定要切断电源，不要带电作业。

(6) 三相四线制的中性线上不得装设熔断器，而单相两线制的中性线上应安装熔断器。

(7) 多级熔断器作短路保护时，各级熔体应相互匹配，即下一级熔体的额定电流小于上一级熔体的额定电流。

3. 根据熔体的熔断状况判断故障性质

(1) 如果金属熔体全部熔化成熔渣, 则断电后应立即用手摸熔断器, 若感觉特别烫手, 说明电路直接短路。应查出短路故障后, 才能更换熔体。

(2) 如果熔体中部熔断, 两端部正常, 一般由于负载过重或熔体选择过小使熔体中部发热熔断 (中部散热不好, 温度高, 先熔断)。应先检查负载是否过重, 若负载正常, 测量设备绝缘也正常, 可适当增大熔体规格试送电。

(3) 如果熔体熔断点在接头连接处, 其他部位的熔体正常, 一般由于熔体本身存在缺陷或安装不当引起, 应重新安装熔体。

四、低压断路器

低压断路器是一种具有保护功能, 可以手动或自动分、合负载电路的低压电器。按结构形式可分为塑料外壳式和万能式, 其内部一般有过电流脱扣器、热脱扣器、失电压脱扣器。过电流脱扣器用于电路的短路保护, 热脱扣器用于电路的过载保护, 失电压脱扣器用于电路的失电压保护。

低压断路器外形及接线方法如图 1-5 所示。

1. 安装、使用

(1) 安装前应将低压断路器操作数次, 检查操作机构动作是否灵活, 分、合是否可靠。

(2) 使用 500V 绝缘电阻表测量断路器的绝缘电阻不应小于 $10\text{M}\Omega$, 否则, 应干燥处理。

(3) 应垂直安装在配电板上, 在灭弧罩上部留有一定的飞弧空间; 设有接地螺栓的低压断路器, 应可靠接地。

(4) 电源进线应接在上接线端, 出线应接在下接线端, 导线

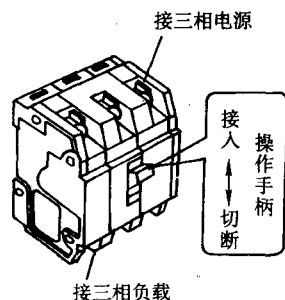


图 1-5 低压断路器外形及接线方法



应按规定选取。

(5) 应定期清除断路器上的灰尘，给操作机构添加润滑油，及时清除其内壁或栅片上的金属熔粒和黑烟，以避免引起相间弧光短路；定期检查紧固螺钉有无松动，触头有无变色现象；更换灭弧罩时，应进行烘干处理。

2. 低压断路器保护整定值的校验

(1) 过电流脱扣器的校验 按图 1-6 所示接线（由于过电流脱扣器线圈串联于断路器触头，所以电流应同时流过断路器触头和脱扣器线圈），合上被整定的断路器。

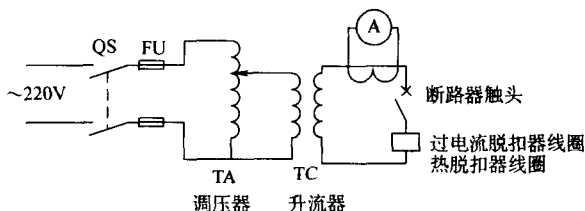


图 1-6 过电流脱扣器或热脱扣器整定值的校验

将调压器 TA 置零位，合上电源开关 QS。

将调压器由零位快速上调，并观察电流的变化，电流指示值接近整定值（指针对应的刻度）时，减速升流，直到电流脱扣器动作使断路器跳闸，记下此时电流表的示值，就是所测电流脱扣器的整定值。

重复试验 3~5 次，取平均值即为实际动作值。

对万能式低压断路器，如测量值与要求不符，应断开电源，下拉整定值调整螺母，使螺母离开防松销棍，然后转动它来调整整定值指针的位置，使指针对准所需整定值刻度，再放开螺母并定位，如此反复试验、调整，直至脱扣器动作时的平均值等于所需整定值为止。

注意：由于电流较大，大电流导体要裸露，连接点要拧紧，测试时，大电流不要持续过长时间。

(2) 热脱扣器的校验 按图 1-6 接线，将热脱扣器的线圈串