

电器元件与 电工基本技能

Dianqi Yuanjian yu
Diangong Jiben Jineng

(插图本)

伍 宏 聂建飞 刘显芳 编著

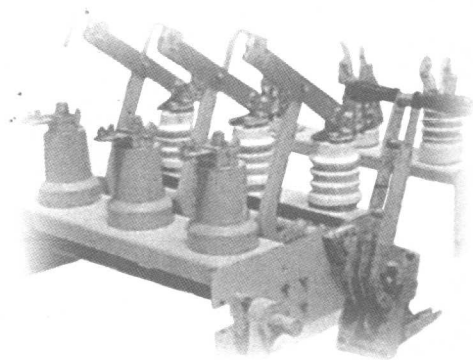


广东省出版集团
广东科技出版社
(全国优秀出版社)

电器元件与电工基本技能

(插图本)

伍宏 聂建飞 刘显芳 编著



广东省出版集团

广东科技出版社

广州

图书在版编目 (CIP) 数据

电器元件与电工基本技能 (插图本)/伍宏, 聂建飞, 刘显芳编著. —广州: 广东科技出版社, 2007.1

ISBN 7-5359-4221-0

I. 电… II. ①伍…②聂…③刘… III. ①电器元件—基本知识②电工技术—基本知识 IV. TM503

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 118611 号

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

印 刷: 广东金冠科技发展有限公司

(广州市黄埔区南岗骏丰路 111 号 邮码: 510760)

规 格: 889mm×1194mm 1/32 印张 9.75 字数 250 千

版 次: 2007 年 1 月第 1 版

2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1~4 000 册

定 价: 23.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内容简介

全书共分七章，讲述了：电器元件、电线电缆、电力输送与电源中性点接地、小型变配电房与导线敷设、三相交流异步电动机的电气控制与维修、单相交流异步电动机及安全用电知识。内容基本包含了各种生产企业电工及普通电工在实践中经常遇到的区域供配电、设备的电力拖动、高低压电器元件的应用等实用电气技术知识；全书配有大量的插图，力求达到图文并茂，是一本集可读性、实践性为一体的科普读物，对普通电工具有较高参考价值 and 实际指导意义。本书很适合刚从事电气安装维护工作的人员或在企业生产一线工作的电工阅读。

目 录

第一章 电器元件	1
一、电器基础知识	1
(一) 电器的定义与基本功能	1
(二) 高压、低压电器的划分	1
(三) 低压电器产品的种类划分	2
(四) 电器产品的 4 种工作制	4
(五) 电器的绝缘与电器防触电等级	5
(六) 电器元件绝缘材料的耐热分级及其极限耐受 温度	5
二、常用低压电器元件与应用	6
(一) 低压隔离电器	6
(二) 熔断器	11
(三) 低压断路器 (低压自动开关)	13
(四) 常用电气仪表	25
(五) 低压电流互感器与电压互感器	30
(六) 接线端子与线鼻子	37
(七) 控制按钮	39
(八) 接触器	40
(九) 热继电器	54
(十) 信号指示灯	57
(十一) 小型开关	58
(十二) 继电器	61
(十三) 标准基座与标准卡轨	67
(十四) 小型变压器	69

(十五) 电力电容器	72
(十六) 电阻器	75
(十七) 电磁铁	75
(十八) 稳压电源	76
三、常见低压防隔爆电器	77
四、常用高压电器元件与应用	84
(一) 小型电力变压器	84
(二) 高压隔离开关	86
(三) 高压负荷开关	87
(四) 高压断路器	87
(五) 高压电流互感器与电压互感器	92
(六) 高压熔断器	94
(七) 高压电容器	96

第二章 电线电缆

一、电线电缆常用种类及牌号	97
(一) 高压交联聚乙烯绝缘电力电缆	97
(二) 聚氯乙烯绝缘护套电力电缆	98
(三) 10kV 钢芯铝交联聚乙烯绝缘架空电缆	99
(四) 聚氯乙烯绝缘护套控制电缆	100
(五) 聚氯乙烯绝缘电线	101
(六) 聚氯乙烯绝缘软电线	102
(七) 清洁环保电缆电线	103
(八) 通用橡胶套软电缆	104
(九) 铝绞线及钢芯铝绞线	105
(十) 硬母线 (汇流排)	106
(十一) 导电带	107



(十二) 移动电缆盘分电箱	108
二、导线和电缆截面的选择 (导线的最小允许 截面与允许载流量)	109
(一) 电压损失条件	109
(二) 发热条件	109
(三) 机械强度条件	110
(四) 短路热稳定条件	111
(五) 经济电流密度条件	111
第三章 电力输送与电源中性点接地	113
一、电力输送系统的构成	113
(一) 发电厂	113
(二) 电力网	113
(三) 电力用户	113
(四) 电力系统的构成	114
(五) 电力系统的额定电压	116
(六) 电力负荷的分级	116
二、电力系统的中性点接地方式	117
(一) 电源中性点不接地的电力系统	118
(二) 电源中性点经消弧线圈接地的电力系统	119
(三) 电源中性点经小电阻接地的电力系统	121
(四) 电源中性点直接接地的电力系统	122
第四章 小型变配电房与导线敷设	128
一、小型变配电房	128
(一) 电力变压器的安装方式	129



(二) 跌落式高压熔断器与避雷器	133
(三) 低压供电电装置	138
二、配电线路敷设知识	146
(一) 低压架空电力配电线路架设	146
(二) 电力电缆敷设知识	176
(三) 硬母线与硬母线敷设知识	181
(四) 线管配线敷设知识	188
(五) 电气照明与照明线路的敷设知识	200

第五章 三相交流异步电动机的电气控制与

维修	218
一、三相交流异步电动机	218
(一) 三相交流笼形转子异步电动机	218
(二) 三相交流绕线转子异步电动机	220
(三) 三相交流异步电动机工作原理	221
(四) 三相交流笼形异步电动机的铭牌数据	221
二、交流笼形与绕线异步电动机的控制	223
(一) 笼形异步电动机的控制	223
(二) 绕线异步电动机的控制	244
三、三相异步电动机的日常维护	251
(一) 启动时的维护	251
(二) 运行时的维护	252
四、常见故障及排除	253
五、三相笼形异步电动机的修理	255
(一) 电动机的拆卸	255
(二) 电动机的装配	257



(三) 电动机定子绕组的修理	258
(四) 电动机修后检查与试验	262
第六章 单相交流异步电动机	264
一、电阻起动式 (BO 系列) 单相电动机	265
二、单相电容电动机	266
(一) 电容起动式	267
(二) 电容运转式	268
(三) 双值电容式	269
第七章 安全用电知识	271
一、安全用电的意义	271
二、电气安全技术	271
(一) 保护性接地装置	271
(二) 接零	272
(三) 安全距离	272
(四) 防护装置	275
(五) 安全标志	278
三、电气安全作业	280
(一) 安全用具	280
(二) 检修安全措施	282
四、触电急救知识	285
(一) 脱离电源	285
(二) 触电人脱离电源后的移动方法	286
(三) 杆上或高处触电急救	288



(四) 抢救触电人不能使用强心针	289
五、心肺复苏法	289
(一) 判断触电人是否清醒	290
(二) 确保触电人呼吸道通畅	291
(三) 判断触电人是否还有呼吸	292
(四) 实施人工呼吸	293
(五) 确定心脏的按摩部位	296
(六) 实施心脏按摩	297
(七) 人工呼吸和心脏按摩同时进行	299
参考文献	301



第一章 电器元件

一、电器基础知识

(一) 电器的定义与基本功能

电器是指能够根据外界施加的信号和要求,自动或手动地接通和断开电路,断续或连续地改变电路参数,以实现对电路或非电量对象的变换、检测、控制、保护、调节、显示和传递信息用的电气设备。

电器在电力系统中的基本功能主要有以下几个方面:

(1) 通断:按工作要求来接通或断开主电路,如各种高低压断路器、负荷开关、隔离开关等。

(2) 保护:对供电系统进行过电流和过电压等保护,如高低压熔断器、避雷器、保护继电器等。

(3) 变换:按供电系统工作的要求来改变电压和电流,如电力变压器、互感器、模拟量与数字信号转换器(A/D转换器)等。

(4) 控制:控制电路和控制系统的通断,如接触器、控制继电器、控制开关等。

(5) 调节:调节供电系统的电压和功率因数等参数,如电压调节器、无功功率补偿装置。

(6) 显示:显示系统的各工作参数状态,如电流表、电压表、热电耦温度表、时间继电器、LCD显示器等。

(二) 高压、低压电器的划分

从生产或使用的角度,电器可分为高压电器和低压电器两大类。一般将额定工作电压在交流 1 140 V 和直流 1 200 V 以上的电器划



分为高压电器,反之则称为低压电器。电力用户的各种生产机械设备,绝大多数是采用低压供电的,故电器产品中以低压电器的品种与数量为多。

(三) 低压电器产品的种类划分

低压电器的种类很多,分类方法也多种多样。

(1) 按用途和控制对象的不同来分类:电力网配电电器与电力拖动控制电器。

(2) 按电器动作的特点来分类:自动切换电器与非自动切换电器。

(3) 按使用的工作环境、条件来分类:

①通用型低压电器:它是低压电器的基本型。

②矿山用低压电器:主要用于矿山(井),具较好的防尘和较强的防爆特性。

③化工企业用低压电器:属防腐蚀、防尘、防爆类电器。

④船用低压电器:有抗摇动、防潮湿、防盐雾及霉蚀功能。

⑤航空低压电器:高可靠性,耐震动,体积小而轻。

⑥热带低压电器:散热性能好,适用于热带各种气候。

⑦牵引低压电器:主要用于各类电力牵引机车,综合性能好,能耐高温、倾斜及震动等。

⑧高原低压电器:适合于海拔1 000~4 000 m的高原地区。

(4) 按防护形式和防护级别来分类:产品的防护级别由外壳防护标志字母“IP”加两位数表示,即IPXX。IP后第一位数代表“第一类防护形式及级别”;IP后第二位数代表“第二类防护形式及级别”。例如:IP3X(无第二类防护时用字母X填充)、IPX3(无第一类防护时,也用字母X填充)、IP35等。

①按第一类防护形式及级别:第一类防护形式为防止固体异物进入低压电器内部及防止人体触及内部带电或运动部分的防护。该种防护共分为0~6七个等级,等级数越大,防护越严密。即





IP0X、IP1X、IP2X、IP3X、IP4X、IP5X、IP6X。

②按第二类防护形式及级别：第二类防护形式为防止水进入低压电器内部达到有害程度的防护。该种防护共分为 0~9 十个等级，等级数越大，防护越严密。即 IPX0、IPX1、IPX2、IPX3、IPX4、IPX5、IPX6、IPX7、IPX8、IPX9。

③同时具有两种防护的：在 IP 后面同时跟有两位数。例如：IP36，含义为该低压电器产品具有 3 级防止固体异物进入低压电器内部及防止人体触及内部带电或运动部分的防护能力，同时也具备 6 级防止水进入能力。外壳防护等级的分类代号含义说明见表 1-1。

表 1-1 外壳防护等级的分类代号含义说明

项目	代号组成格式	
代号含义说明	防水浸入的代号 (第二位特征数字) 防固体浸入的代号 (第一位特征数字) 外壳防护的代号 (特征字母) 注：只用于单一防水或固体时，则另一特征数字用字母 X 代替	
特征数字	含义说明	
	第一位特征数字	第二位特征数字
0	无防护	无防护
1	防大于 50 mm 的固体异物	防滴 (垂直滴水对设备无有害的影响)
2	防大于 12 mm 的固体异物	15°防滴 (倾斜 15°, 垂直滴水对设备无有害的影响)
3	防大于 2.5 mm 的固体异物	防淋水 (倾斜 60°以内淋水, 对设备无有害的影响)
4	防大于 1 mm 的固体异物	防溅水 (任何方向溅水, 对设备无有害的影响)
5	防尘 (尘埃进入量不致妨碍正常运转)	防喷水 (任何方向喷水, 对设备无有害的影响)





(续表)

项目	代号组成格式	
6	尘密(无尘埃进入)	防猛烈喷水(任何方向猛烈喷水,对设备无有害的影响)
7		防短时浸水影响(浸入规定压力的水中经规定时间后外壳进水量不致达到有害影响)
8		防持续潜水影响(持续潜水后外壳进水量不致达到有害影响)

(四) 电器产品的 4 种工作制

电器按其通电时间长短、使用的时间间隔特点不同,一般可划分为 4 种工作制。

1. 8 小时工作制

当电器的电流回路通过一稳定电流时,其通电时间足以达到热平衡,但超过 8 小时时必须断开电路。

2. 长期工作制

当电器的电流回路通过一稳定电流时,其通电时间超过 8 小时也不断开电路。长期工作制也称不间断工作制。

3. 短期工作制

在电器的电流回路中,通电时间与断电时间相互交替,通电时间比断电时间短的工作制。并且通电时间不足以使电器达到热平衡,而两次通电之间的间隔的时间足以使电器温度恢复到环境温度。

4. 反复短时工作制

在电器的电流回路中,通电时间与断电时间相互交替,并且有一定比值。反复短时工作制也称断续周期工作制。

电器因其适应工作制的不同,其结构、选材、成本都有差异;





了解用电装置的工作制特点，是指导合理选用电器元件的重要参考依据。

(五) 电器的绝缘与电器防触电等级

1. 电器的绝缘

电器的绝缘分为基本绝缘、附件绝缘、双重绝缘、加强绝缘 4 种。基本绝缘：是指用于带电部分、提供防触电基本保护的绝缘措施；附件绝缘：是指在基本绝缘失效之后提供的防触电保护绝缘（是基本绝缘以外的独立绝缘措施）；双重绝缘：是基本绝缘与附件绝缘组合而成的绝缘；加强绝缘：是用于带电部分的一种单一绝缘系统，其防触电保护等级相当于双重绝缘。

2. 电器防触电等级

电器产品按防止人身触电的程度可分为五级：

0 级：仅有基本绝缘，无接地元件（接地螺栓、接地端子等）或其他防止触电的保护元件；

0 I 级：有基本绝缘、接地元件及连接电源的导线，但无接地心线；

I 级：有工作绝缘和接地元件，如果此级产品有连接电源的导线，则这种导线应有接地心线和带接地极的插头（使用时插在有保护接地插孔的专用插座上）；

II 级：有双重绝缘或加强绝缘但无接地元件；

III 级：低电压产品，内部电路与外部电路均无 45V 以上的电压。

(六) 电器元件绝缘材料的耐热分级及其极限耐受温度

电器元件的工作允许温度很大程度受制作其绝缘材料耐热温度的限制。常用的绝缘材料有合成树脂、有机薄膜、玻璃纤维、云母、棉纱、纸、陶瓷、石棉等。不同绝缘材料其耐热温度不同，一般可分为七级，从低到高分别是 Y、A、E、B、F、H、C 级。例





如,常用的电动机多为 A 级、E 级或 B 级。各种级别的极限温度见表 1-2。

表 1-2 常用绝缘材料的耐热分级及其极限温度

耐热分级	极限温度 / °C	相当于该耐热等级的绝缘材料
Y	90	未浸渍过的棉纱、丝及纸等材料或其组合物
A	105	浸渍过的或者浸在液体电解质中的棉纱、丝及纸等材料或其组合物
E	120	合成有机薄膜、合成有机瓷漆等材料或其组合物
B	130	合适的树脂黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等,以及其他无机材料、合适的有机材料或其组合物
F	155	合适的树脂黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等,以及其他无机材料、合适的有机材料或其组合物
H	180	合适的树脂(如有机硅树脂)黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等材料或其组合物
C	>180	合适的树脂(如有机硅树脂)黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维等,以及未经浸渍处理过的云母、陶瓷、石英等材料或其组合物

注: C 级绝缘的极限温度应根据材料具体情况确定。

二、常用低压电器元件与应用

(一) 低压隔离电器

低压隔离电器主要有刀闸开关与隔离用刀开关。用在供电系统中需要切断电源以及需要使被维修部分与带电部分脱离的场合。

1. 刀闸开关

刀闸开关是一种结构最简单的开关电器(图 1-1),用于 500V





以下电路，具备有一定的通断电负荷的能力，它只能手动。由于电路通断时会有电弧产生，刀闸装有灭弧装置或快断触头。

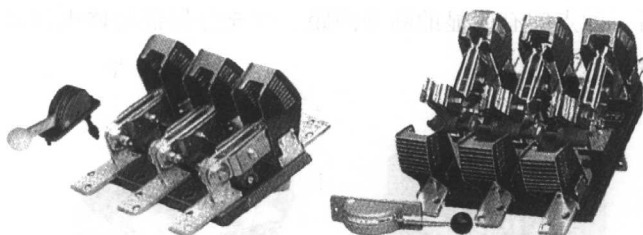


图 1-1 刀闸开关

刀闸开关和熔断器串联并配有操作杠杆、弹簧及弧刀所组成的一个单元，称为熔断器式刀开关或负荷开关，如图 1-2。

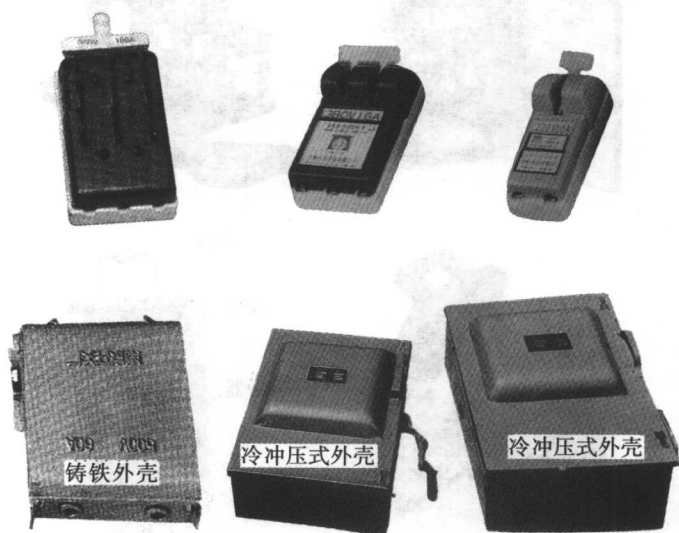


图 1-2 熔断器式刀开关