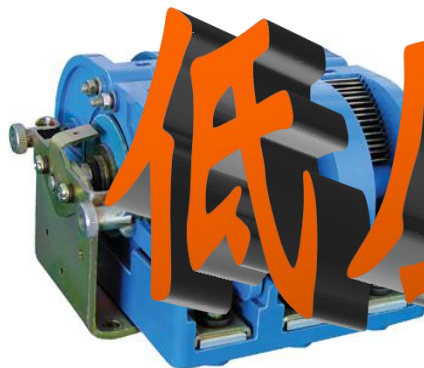


第九章

低压配电装置



乐清市际继电器有限公司



低压电器可分为控制电器和保护电器，控制电器主要用来接通和断开线路，以及用来控制用电设备。保护电器主要用来获取、转换和传递信号，并通过其他电器对电路实现控制。熔断器、热继电器属于低压保护电器。

第一节 保护电器

保护电器主要包括各种熔断器、磁力起动器的热断电器、电磁式过电流继电器和失压（欠压）脱扣器、低压断路器的热脱扣器、电磁式过电流脱扣器和失压（欠压）脱扣器等。继电器和脱扣器的区别在于：前者带有触头，通过触头进行控制；后者没有触头，直接由机械运动进行控制。

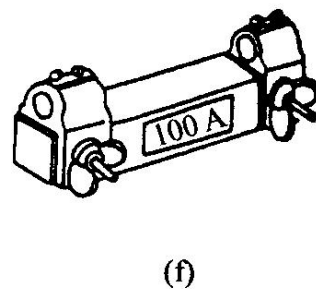
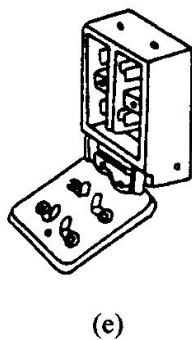
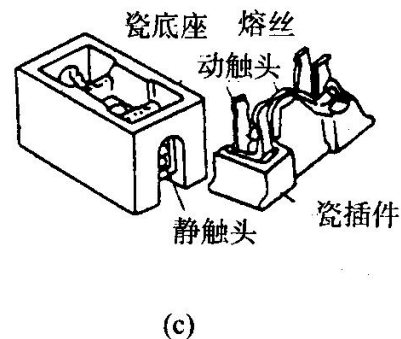
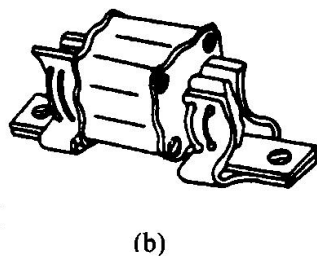
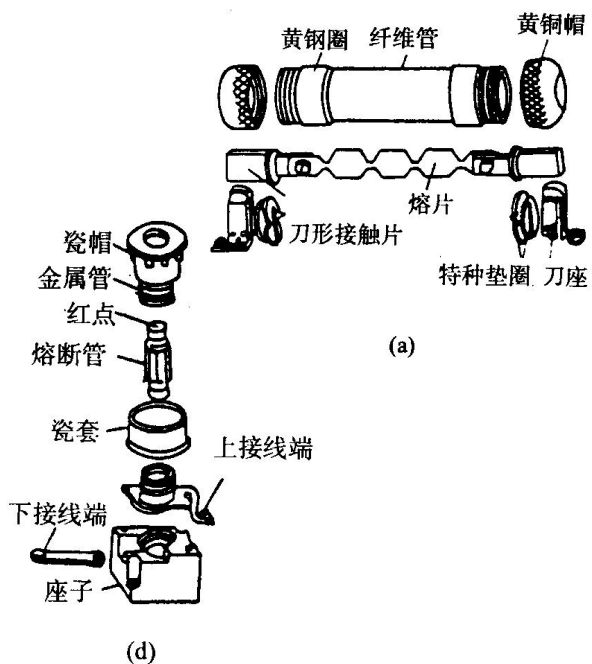
一、保护类型

保护电器分别起短路、过载和失压（欠压）等保护的作用。

短路保护是指线路或设备发生短路时，迅速切断电源；过载保护是当线路或设备的载荷超过允许范围时，能延时切断电源的一种保护；失压（欠压）保护是当电源电压消失或低于某一限度时，能自动断开线路的一种保护。其作用是当电压恢复时，设备不致突然起动，造成事故；同时，能避免设备在过低的电压下勉强运行而损坏。

二、熔断器

熔断器有RM系列的和RT系列的管式熔断器、RL系列的螺塞式熔断器、RC1A系列的插式熔断器，还有盒式熔断器及其他形式的熔断器。几种典型熔断器的结构如下图所示。



常见熔断器类型

(a) 纤维管式 (b) 填料管式 (c) 插式 (d) 螺塞式 (e) 盒式 (f) 羊角式



插入式熔断器





螺旋式熔断器





无填料密封式熔断器



有填料式密封式熔断器



熔断器的熔体做成丝或片的形状。低熔点熔体由锡铅合金、锡铅合金、锌等材料制成。

选用熔断器时，应注意其防护形式满足生产环境的要求；其额定电压符合线路电压；其额定电流满足安全条件和工作条件的要求；其极限分断电流大于线路上可能出现的最大故障电流；其保护特性应与保护对象的过载特性相适应；在多级保护的场合，为了满足选择性的要求，上一级熔断器的熔断时间一般应大于下一级的3倍。

对于笼型电动机，熔体额定电流按下式选取：

$$I_F = (1.5 \sim 2.5) I_M$$

式中 I_F —熔体额定电流，A；

I_M —电动机额定电流，A。

对于多台笼型电动机，熔体额定电流按下式选取：

$$I_F = (1.5 \sim 2.5) I_{MM} + \sum_{i=1}^n I_i$$

式中 I_{MM} —最大一台电动机的额定电流，A； n —电动机台数，

以上两式中，如系轻载启动或减压启动，应取用较小的计算系数；如系重载启动或全压启动，应取用较大的计算系数。

同一熔断器可以配用几种不同规格的熔体，但熔体的额定电流不得超过熔断器的额定电流。应当在停电以后更换熔体；不能轻易改变熔体的规格；不得使用不明规格的熔体，更不准随意使用铜丝或铁丝代替熔丝。

三、热继电器

作用：电动机的过载保护

型式：双金属片式

热敏电阻式

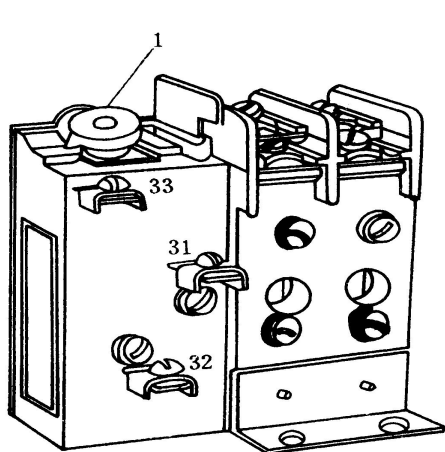
易熔合金式

双金属片式热继电器结构：

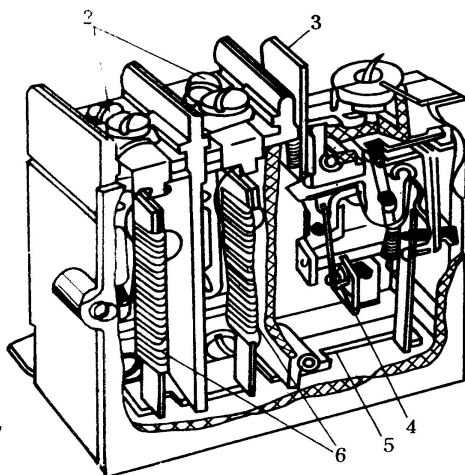
由发热元件、双金属片和触头及动作机构等部分组成。



双金属片式热继电器

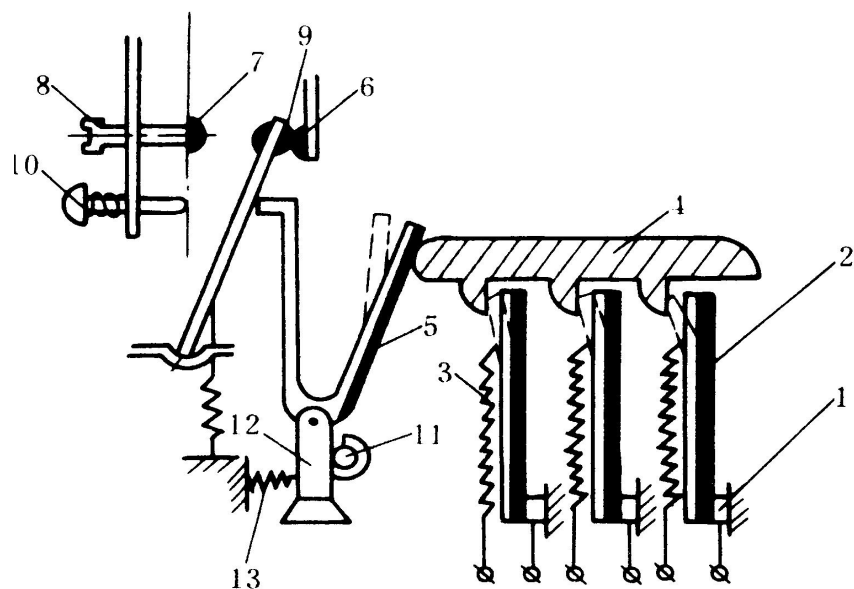


a) 外形



b) 结构图

- 1- 电流整定装置 2 - 主电路接线柱 3 - 复位按钮
4- 常闭触头 5 - 动作机构 6 - 热元件 31 - 常闭触头接线柱
32- 公共动触头接线柱 33 - 常开触头接线柱



- 1—接线端子 2—主双金属片 3—热元件 4—推动导板
5—补偿双金属片 6—常闭触头 7—常开触头 8—复位调节螺钉
9—动触头 10—复位按钮 11—偏心轮 12—支撑件 13—弹簧
双金属片式热继电器原理示意图

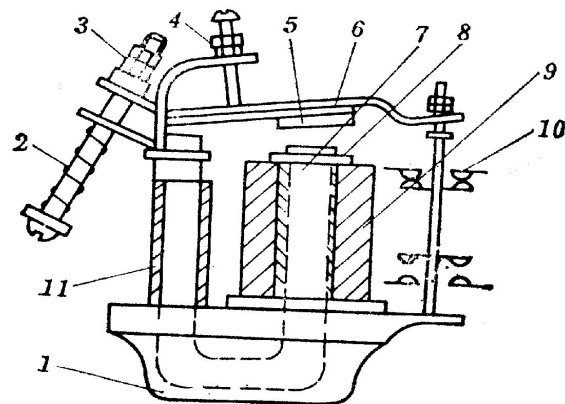
热继电器利用电流的热效应做成的。热继电器的基本结构及原理如上图所示。它主要由热元件、双金属片、

拉力弹簧、推动导板、触头等元件组成。负荷电流通过热元件，并使其发热。在它近旁的双金属片也受热而变形，向左弯曲，推动导板动作，从而引起常闭触点打开。

同一热继电器可以根据需要配用几种规格的热元件，每种额定电流的热元件，动作电流均可在小范围内调整。为适应电动机过载特性的需要，热元件通过整定电流时，继电器或脱扣器不动作；通过1.2倍整定电流时，动作时间将近20min；通过1.5倍整定电流时，动作时间将近2min；为适应电动机启动要求，热元件通过6倍整定电流时，动作时间应超过5s，可见其热容量较大，动作不可能太快，只宜作过载保护，而不宜作短路保护。

四、电磁式继电器

电磁式过电流继电器（或脱扣器）是依靠电磁力的作用进行工作的。原理如右图所示，当线圈中电流超过整定值时，电磁吸力克服弹簧的推力，吸下衔铁使铁芯闭合，改变触头的状态。



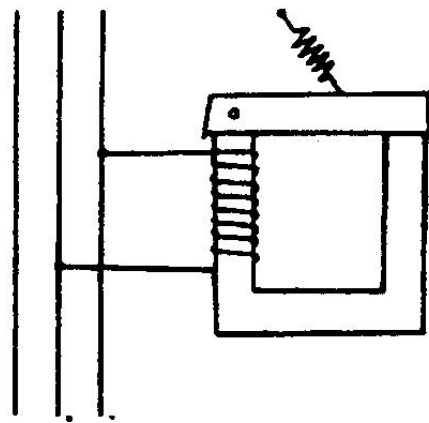
1. 底座 2. 反力弹簧 3、4. 调节螺钉 5. 非磁性垫片
6. 衔铁 7. 铁芯 8. 极靴 9. 电磁线圈 10. 触点系统

电磁式继电器结构图

交流过电流继电器的动作电流可在其额定电流 $110\% \sim 350\%$ 的范围内调节、直流的可在其额定电流 $70\% \sim 300\%$ 的范围内调节。

不带延时的电磁式过电流继电器（或脱扣器）的动作时间不超过 0.1s 、短延时的仅为 $0.1 \sim 0.4\text{s}$ 。这两种都适用于短路保护。从人身安全的角度看，采用这种过电流保护电器有很大的优越性，因为它能大大缩短碰壳故障持续的时间，迅速消除触电的危险。长延时的电磁式过电流继电器（或脱扣器）的动作时间都在 1s 以上，而且具有反时限特性，适用于过载保护。

失压（欠压）脱扣器也是利用电磁力的作用来工作的，工作原理如右图所示。所不同的是正常工作衔铁处在闭合位置，而且线圈是并联在线路上的。当线路电压消失或降低至 $40\% \sim 75\%$ 时，衔铁被弹簧拉开，并通过脱扣机构使减压起动器或自动空气开关动作而断开线路。



失压脱扣器原理图

第二节 开关电器

开关电器的主要作用是接通和断开线路。在车间内，开关电器主要用来起动和停止用电设备，最多的是用来起动和停止电动机。常用的开关电器有闸刀开关、自动断路器、交流接触器等。

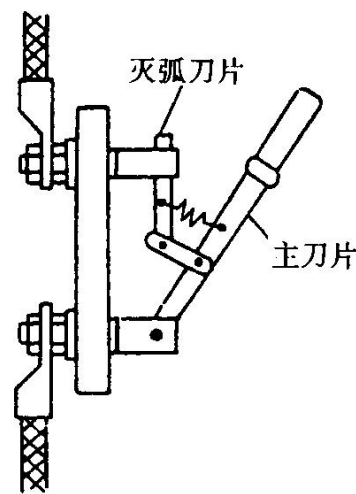
一、刀开关

刀开关是手动开关。包括胶盖刀开关，石板刀开关、铁壳开关、转扳开关、组合开关等。如右图显示。

刀开关是最简单的开关电器。由于没有或只有极为简单的灭弧装置，刀开关无力切断短路电流。因此，刀开关下方应装有熔体或熔断器。对于容量较大的线路，刀开关须与有切断短路电流能力的其他开关串联使用。



刀开关是靠拉长电弧而使之熄灭的。为了克服手动拉闸不快，电弧强烈燃烧的缺点，容量较大的刀开关常带有快动作灭弧刀片。其基本结构如右图所示。拉闸时，主刀片先被拉开，与刀座之间不产生电弧。当主刀片被拉开至一定程度时，灭弧刀片在拉力弹簧作用下迅速断开，电弧被迅速拉长而熄灭。合闸时，由于灭弧刀片先于主刀片接触刀座，主刀片与刀座之间也不产生电弧。



有灭弧刀片的刀开关

刀开关断流能力有限，单独使用时不宜用于大容量线路。胶盖刀开关只能用来控制5.5kW以下的三相电动机。刀开关的额定电压必须与线路电压相适应。380V的动力线路，应采用500V的刀开关；220V的照明线路，可采用250V的刀开关。对于照明负荷，刀开关的额定电流就大于负荷电流的3倍。还应注意刀开关所配用熔断器和熔体的额定电流不得大于开关的额定电流。用刀开关控制电动机时，为了维护和操作的安全，应该在刀上方另装一组熔断器。

组合开关又叫转换开关，体积小，触头对数多，接线方式灵活，操作方便，常用于交流50Hz、380V以下及直流220V以下的电气线路中，主要用于小容量电动机的正、反转等控制。转换开关的手柄按 $45^\circ - 0^\circ - 45^\circ$ 有三个位置，中间是断开电源的位置，左右两边的或者都是正转位置，或者一个是正转位置，另一个是反转位置。转换开关可用来控制7.5kW以下的电动机。

转换开关的前面最好加装刀开关，以免停机时由某种偶然因素碰撞转换开关的手柄造成误操作。转换开关和插座的前面应加装熔断器。

二、低压断路器

低压断路器又叫自动空气开关或自动空气断路器，是低压配电网常用的一种配电电器，集控制和多种保护功能于一体。在正常情况下，可用于不频繁地接通和断开电路以及控制电动机的运行。当电路中发生短路、过载和失压等故障时，能自动切断故障电路，起到保护线路和设备的作用。

低压断路器可分为塑料外壳式、和框架式、限流式、直流快速式灭磁式和漏电保护式六类

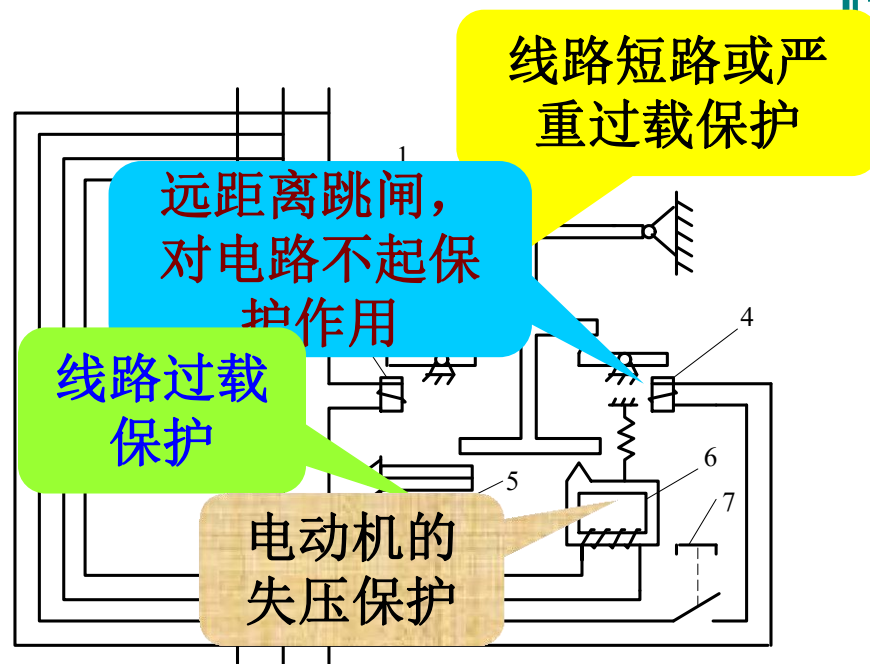
1. 低压断路器结构及工作原理

工作原理如右图所示。

断路器主要由主触头、灭弧装置、操作机构、热脱扣器、电磁脱扣器，欠压脱扣器及外壳组成。由加热元件和双金属片等构成热脱扣器，作为过载保护；由线圈和铁心等组成的电磁脱扣器作为短路保护；配有灭弧装置的主触头，用以接通和分断主回路的大电流。

2. 低压断路器的一般选用原则

(1) 低压断路器的额定电压和额定电流应不小于线路的正常工作电压和计算负载电流。



1. 主触头 2. 自由脱扣器 3. 过电流脱扣器 4. 分励脱扣器 5. 热脱扣器 6. 失压脱扣器 7. 按钮

塑壳式低压断路器原理图

(2) 热脱扣器的瞬时脱扣整定电流应等于所控制负载负载的额定电流。

(3) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载正常工作时可能出现的峰值电流。

(4) 欠压脱扣器的额定电压应等于线路的额定电压。

(5) 断路器的极限通断能力应小于电路最大短路电流。

3. 低压断路器的安装与使用

(1) 垂直于配电板安装，电源引线应接到上端，负载引线接到下端。

(2) 用作电源总开关或电动机的控制开关时，在电源进线侧必先加装刀开关或熔断器等，以形成明显的断开点。

(3) 使用前应将脱扣器工作面得防锈油脂擦干净；各脱扣器动作值一经调整好不允许随意变动。

(4) 若遇分断短路电流应及时检查触头系统，发现电灼烧痕应及时修理与更换。

(5) 断路器上的积尘应定期清除，并定期检查各脱扣器动作值，必要时给操作机构添加润滑剂。

二、低压断路器

1. 用途

在各种电力传动系统中，用来频繁接通和断开带有负载的主电路或大容量的控制电路，便于实现远距离自动控制。

2. 工作原理

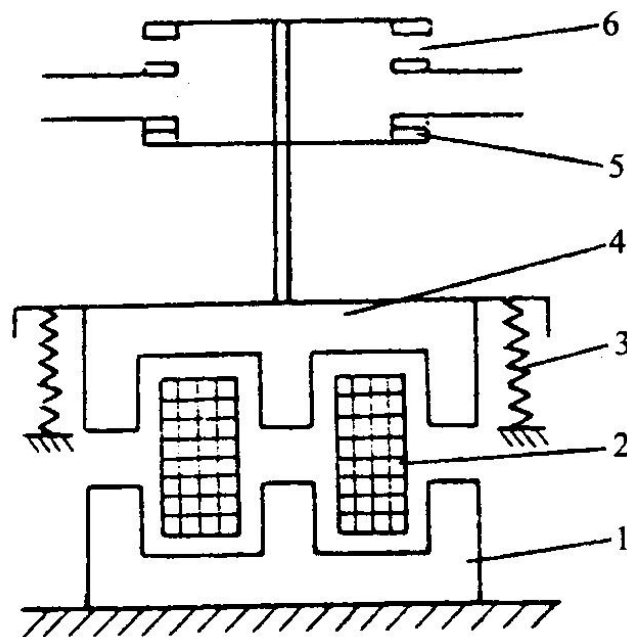
交流接触器由电磁部分、触头部分和弹簧部分组成。如右图所示。

主触头接于主电路中，电磁铁的线圈接于控制电路中。



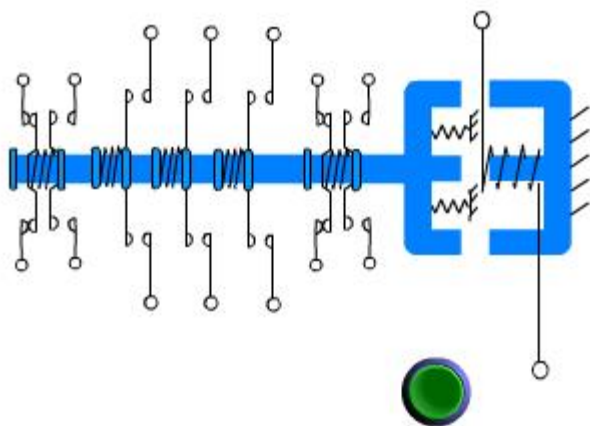
当线圈通电后，产生电磁吸力，使动铁芯吸合，带动动触头与静触头闭合，接通主电路。若线圈断电后，线圈的电磁吸力消失，在复位弹簧作用下，动铁芯释放，带动动触头与静触头分离，切断主电路。参见原理图。

当线圈通电后，产生电磁吸力，使动铁芯吸合，带动动触头与静触头闭合，接通主电路。若线圈断电后，线圈的电磁吸力消失，在复位弹簧作用下，动铁芯释放，带动动触头与静触头分离，切断主电路。原理参见右图。演示如下图。



接触器原理图

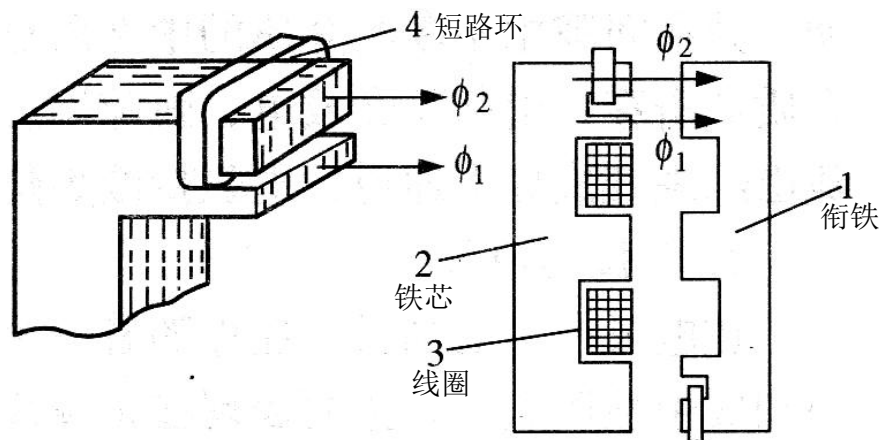
1—铁芯；2—线圈；3—推力弹簧；
4—衔铁；5—常闭触头；6—常开触头



交流接触器结构原理图

3. 短路环的作用

当线圈中通入交流电时，由于交流电的大小随时间周期性的变化，因此，线圈铁芯的吸力也随之不断变化，造成衔铁的振动，发出噪声。



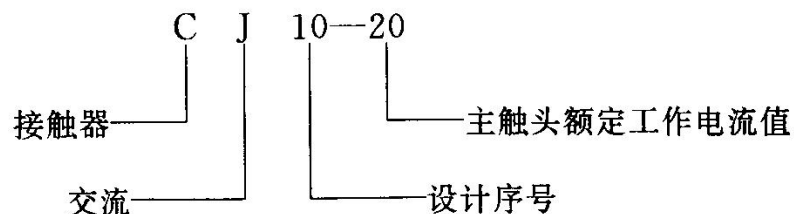
短路环的作用

为防止这种现象的发生，在铁芯极面下安装了一个短路环，这样，当磁通变化时，在短路环中将产生感应电流，而感应电流所产生的磁通将滞后原磁通变化的 90° 。因此，整个铁芯磁场将发生变化，其吸力也变化。衔铁振动变小，噪声减小。

4. 交流接触器型号的含义和技术数据

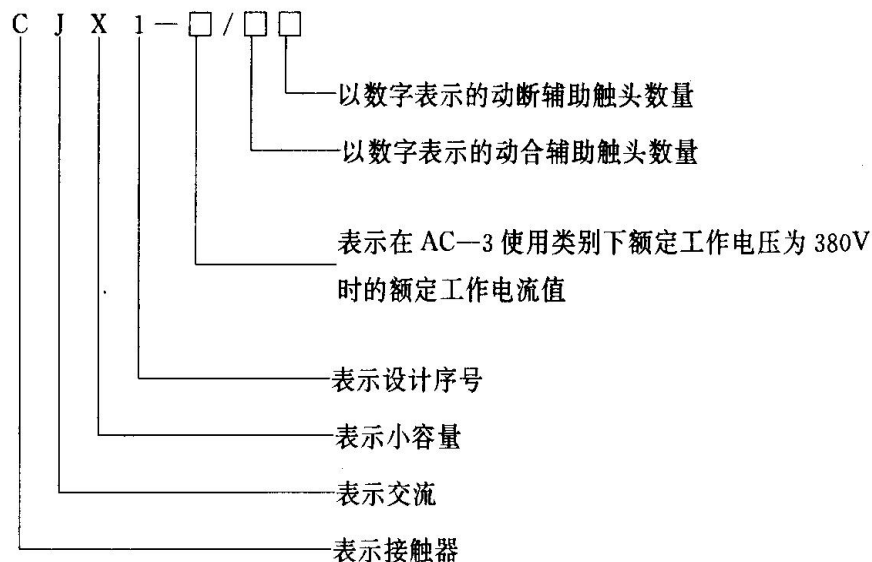
现以常用的交流接触器CJ10—20为例说明：

CJ10—20交流接触器主触头长期允许通过的电流为20A，辅助触点通过的电流为5A，线圈电压有交流127V、220V、380V等三种，使用时要特别注意控制电压的等级。



下面再以新型常用的交流接触器CJX1为例说明：

接触器为E字形铁芯，双断点触头的直动式运动结构：辅助触头可有一常开、一常闭或二常开、二常闭。接触器动作机构灵活，手动检查方便，结构设计紧凑，可防止外界杂物及灰尘落入接触器活动部位。接线端都有罩覆盖，人手不能直接接触带电部位，可确保使用安全，符合安全用电标准。



5. 交流接触器常见故障及处理

(1) 铁芯吸不上或吸力不足：电流电压过低，线圈技术参数不符合使用要求，线圈烧毁或断线，卡住，生锈，弹力过大。

(2) 铁芯不放开或释放过慢：触头熔焊或压力过小，卡住，生锈，磁面有油污或尘埃，剩磁过大（铁芯材料或加工问题）。

(3) 线圈过热或烧损：铁芯不能完全吸合，使用条件不符，操作频率过高（交流），空气潮湿或含有腐蚀性气体。

(4) 电磁铁噪音过大：电压过低，压力过大，磁面不平、有油污、尘埃，短路环断裂。

(5) 触头熔焊：操作频率过高或过负荷，触头表面有金属颗粒突起或异物，有卡住现象。

第三节 低压配电屏

一、低压配电屏用途

低压配电屏又叫开关屏或配电盘、配电柜，它是将低压电路所需的开关设备、测量仪表、保护装置和辅助设备，按一定的接线方案安装在金属柜内构成的一种组合式电气设备，用以进行控制、保护、计量、分配和监视等。适用于发电厂、变电所、厂矿企业中作为额定工作电压不超过380V低压配电系统中的动力、配电、照明配电之用。

二、低压配电屏结构特点

我国生产的低压配电屏基本可分为固定式和手车式（抽屉式）两大类，基本结构方式可分为焊接式和组合式两种。常用的低压配电屏有：PGL型交流低压配电屏、BFC系列抽屉式低压配电屏、GGL型低压配电屏、GCL系列动力中心和GCK系列电动机控制中心。

三、低压配电屏安装及投运前检查

低压配电屏在安装或检修后，投入运行前应进行下列各项检查试验：

1. 检查柜体与基础型钢固定是否牢固，安装是否平直。屏面油漆应完好，屏内应清洁，无积垢。
2. 各开关操作灵活，无卡涩，各触点接触良好，
3. 用塞尺检查母线连接处接触是否良好，
4. 二次回路接线应整齐牢固，线端编号符合设计要求。
5. 检查接地是否良好。
6. 抽屉式配电屏应检查推抽是否灵活轻便，动、静触头应接触良好，并有足够的接触压力。
7. 试验各表计是否准确，继电器动作是否正常。
8. 用1000V兆欧表测量绝缘电阻，应不小于 $0.5\text{M}\Omega$ ，并按标准进行交流耐压试验，一次回路的试验电压为工频 1kV，也可用2500V兆欧表试验代替。

四、低压配电屏巡视检查

对运行中的低压配电屏，通常应检查以下内容：

1. 配电屏及屏上的电气元件的名称、标志、编号等是否清楚、正确，盘上所有的操作把手、按钮和按键等的位置与现场实际情况是否相符，固定是否牢靠，操作是否灵活。

2. 配电屏上表示“合”、“分”等信号灯和其他信号指示是否正确。

3. 隔离开关、断路器、熔断器和互感器等的触点是否牢靠，有无过热、变色现象。

4. 二次回路导线的绝缘是否破损、老化，并摇测其绝缘电阻。

5. 配电屏上标有操作模拟板时，模拟板与现场电气设备的运行状态是否对应。

6. 仪表或表盘玻璃是否松动，仪表指示是否正确，并清扫仪表和其他电器上的灰尘。

7. 配电室内的照明灯具是否完好，照度是否明亮均匀，观察仪表时有无眩光。

8. 巡视检查中发现的问题应及时处理，并记录。

五、低压配电装置运行维护

1. 对低压配电装置的有关设备，应定期清扫和摇测绝缘电阻（对工作环境较差的应适当增加次数），如用500V兆欧表测量母线、断路器、接触器和互感器的绝缘电阻，以及二次回路的对地绝缘电阻等均应符合规程要求。
2. 低压断路器故障跳闸后，应检修或更换触头和灭弧罩，只有查明并消除跳闸原因后，才可再次合闸运行。
3. 对频繁操作的交流接触器，每三个月进行检查，测试项目有：检查时应清扫一次触头和灭弧栅，检查三相触头是否同时闭合或分断，摇测相间绝缘电阻。
4. 定期校验交流接触器的吸引线圈，在线路电压为额定值的85%~105%时吸引线圈应可靠吸合，而电压低于额定值的40%时则应可靠地释放。
5. 经常检查熔断器的熔体与实际负荷是否相匹配，各连接点接触是否良好，有无烧损现象，并在检查时清除各部位的积灰。
6. 注意铁壳开关的机械闭锁是否正常，速动弹簧是否锈蚀、变形。
7. 检查三相瓷底胶盖刀闸是否符合要求，用作总开关的瓷底胶盖刀闸内的熔体是否已更换为铜或铝导线，在开关的出线侧是否加装了熔断器与之配合使用。

第四节 低压带电工作的要求

低压带电工作应设专人监护，使用有绝缘柄的工具，工作时站在干燥的绝缘物上，戴绝缘手套和安全帽，穿长袖衣，严禁使用锉刀、金属尺和带有金属物的毛刷、毛掸等工具。

在高低压同杆架设的低压带电线路上工作时，应先检查与高压线的距离，采取防止误碰高压带电设备的措施。

在低压带电导线未采用绝缘措施前，工作人员不得穿越。在带电的低压配电装置上工作时，要保证人体和大地之间、人体与周围接地金属之间、人体与其它导体或零级之间有良好的绝缘或相应的安全距离。应采取防止相间短路和单相接地的隔离措施。上杆前先分清相、中性线，选好工作位置。断开导线时，应先断开相线，后断开中性零线。搭接导线时，顺序应相反。因低压相间距离很小检修中要注意防止人体同时接触两根线头。