

模块 1 现代电气控制设备及 PLC 的基础知识

专题 1.1 常用低压电器

1.1.1 低压电器的基础知识

根据外界特定的信号和要求, 自动或手动接通和断开电路, 断续或连续的改变电路参数实现对电路或非电对象的切换、保护、检测、控制和调节的电气设备均称为电器。简言之, 电器就是一种能控制电的工具, 最基本、最典型的功能就是“开”和“关”。低压电器通常指工作在不超过交流额定电压 1 200 V 或不超过直流额定电压 1 500 V 电路中的电器, 其在电力输电系统和电力拖动自动控制系统中应用广泛。

低压电器一般包括两个基本组成部分, 即感受机构和执行机构。感受机构主要感受外界信号, 做出有规律的反应。自动控制电器中的感受部分主要是由电磁机构组成的, 手动控制电器中的感受部分通常是操作手柄等。执行机构主要是根据指令完成电路的接通和切断等任务。

自动空气开关类的低压电器还具有中间(传递)部分, 它的任务是将感受机构和执行机构联系起来, 使得它们能够协同工作, 按照一定的规律进行动作。

一方面, 由于一些电器元件自身的特殊性与不可替代性, 继电器控制系统在工业控制的领域仍然具有非常重要的应用性; 另一方面, 由于电器元件也在不断向前发展, 其种类繁多而且用途也很广泛, 为了更加清楚的识别和准确的应用, 必须进行分类:

1. 按动作原理分类

手动控制电器：通过人工操作而完成动作切换的电器，如按钮、刀开关等。

自动控制电器：不需人工操作，而是按照指令、信号或某个物理量的变化自动完成动作的电器，如接触器、继电器、电磁阀、行程开关等。

2. 按用途分类

低压控制电器：在控制电路和控制系统中起作用的电器，主要对控制电路的通断、电机的运行方式进行控制，如接触器、继电器等。

低压配电电器：用于电能的输送和分配的电器，如低压断路器。

低压主令电器：用于自动控制系统中发出动作指令的电器，如按钮、转换开关等。

低压保护电器：用于保护电路及用电设备的电器，主要是用于保护电气控制线路及电动机，避免用电设备在短路或过载的情况下运行，如熔断器、热继电器等。

1.1.2 主令电器

主令电器是自动控制系统中用于发布命令或信号，接通或断开控制电路的电器，如控制按钮、行程开关、接近开关、万能转换开关等。

1. 按 钮

按钮是日常生活中用的最多的主令电器，在控制电路中发出“指令”去控制接触器、继电器等电器线圈的通断，间接控制主电路。

按钮一般由按钮帽、复位弹簧、动触点、静触点和外壳等组成，如图 1-1 所示。常态时（按钮帽未按下时）处于接通的触点，称为常闭触点；常态时（按钮帽未按下时）处于断开的触点，称为常开触点。

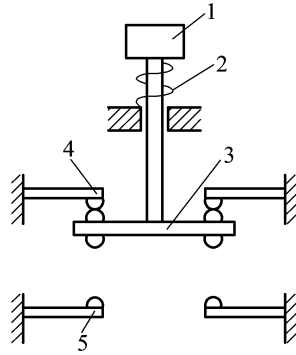


图 1-1 控制按钮结构示意图

1—按钮帽；2—复位弹簧；3—动触桥；4—常闭静触点；5—常开静触点

当操作人员按下按钮帽时，先分断常闭触点，再接通常开触点；当手指松开按钮帽时，在复位弹簧作用下，常开触点先断开，然后常闭触点闭合。

常用的控制按钮型号有 LA18、LA19、LA20 及 LA25 等系列。型号含义如图 1-2 所示。

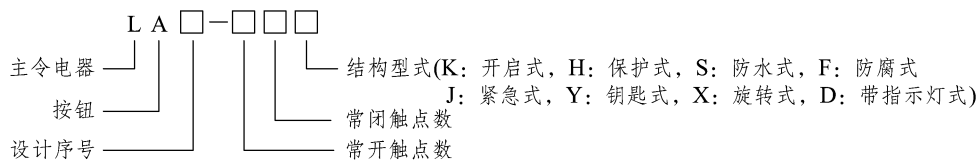


图 1-2 控制按钮型号命名方式

例如 LA20-22DJ 表示：二常开二常闭带指示灯紧急式按钮。

按钮的结构形式多种多样，能满足不同场合的需要。为了标明控制按钮的作用，便于操作人员识别，避免误操作，通常将按钮帽做成红、绿、黑、黄、蓝、白、灰等不同颜色，以示区别。根据有关国标，对不同用途的按钮，其按钮颜色规定如表 1-1 所示。控制按钮的图形、文字符号如图 1-3 所示。

表 1-1 按钮的颜色、用途

按钮作用	按钮帽颜色
停止、急停	红色

启动	绿色
点动	黑色
复位	蓝色
启动与停止交替动作	黑白、白色或灰色

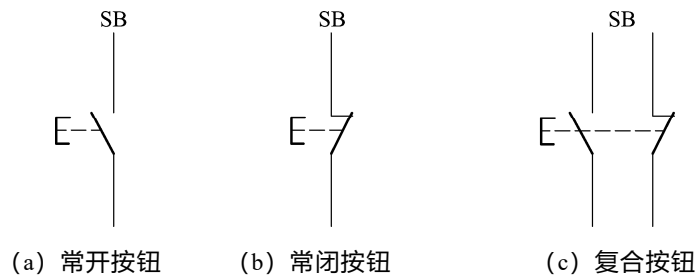


图 1-3 控制按钮的图形、文字符号

2. 行程开关

行程开关是一种不依靠手的直接操作，而利用生产机械某些运动部件上的挡块碰撞来发出控制指令使触点动作的主令电器。一般对机械运动的位置或行程进行限制，所以也称为位置开关或限位开关。在安装行程开关时，安装位置应准确、牢靠。此外，还应该定期检查行程开关，以免因触点接触不良而影响使用。

行程开关的结构和工作原理与按钮比较相似。行程开关的动作原理为：操作机构接收机械设备发出的动作信号，并将该信号传递到触头系统，触头系统再将操作机构传来的机械信号，通过本身的转换动作，变换成电信号，输出到有关控制回路，做出必要的反应。

行程开关按结构不同可分为直动式、滚轮式、微动式，它们都是由操作机构、触头系统和外壳三部分组成。直动式行程开关的结构示意图如图 1-4 所示。

常用的行程开关有 JLXK1、LX10、LX19、LX21、3SE3 等系列，JLXK 系列行程开关的含义为（见图 1-5）：

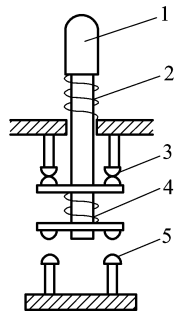


图 1-4 行程开关结构示意图

1—顶杆；2—弹簧；3—常闭触点；
4—触点弹簧；5—常开触点

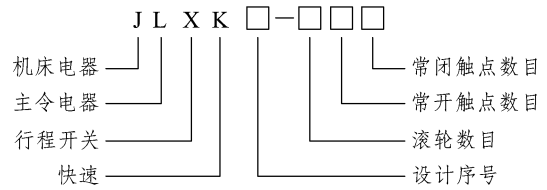


图 1-5 常用行程开关的型号命名方式

例如 JLXK1-211 表示：一常开一常闭双轮防护式行程开关。行程开关的图形、文字符号

如图 1-6 所示。

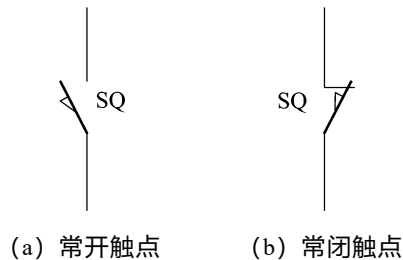


图 1-6 行程开关的图形、文字符号

1.1.3 刀开关

刀开关通常称作闸刀开关。主要应用于不频繁接通和分断小容量的低压供电线路、小容量电路的电源开关。

如图 1-7 所示为刀开关的典型结构。刀开关由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成。推动手柄可以实现触刀插入插座与脱离插座的控制，以达到接通电路和分断电路的要求。

刀开关的种类很多，按刀的极数可分为单极、双极和三极；按照刀的转换方式可分为单

掷和双掷；按照灭弧情况可分为带灭弧罩和不带灭弧罩；按接线方式可分为板前接线式和板后接线式。这里只对电力拖动控制电路中最常用的由刀开关和熔断器组合而成的负荷开关做介绍。负荷开关分为开启式负荷开关和封闭式负荷开关两种。

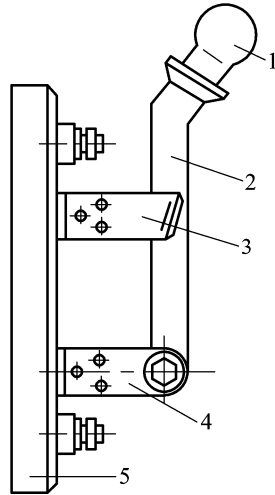


图 1-7 典型刀开关结构示意图

1—手柄；2—触刀；3—静插座；4—铰链支座；5—绝缘底板

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称瓷底胶盖刀开关，其瓷底板上装有进线座、静触点、熔丝、出线座和带瓷质手柄的刀片式动触点，上面装有胶盖。这样不仅可以保证操作人员不会触及带电部分，还可以保证分断电路时产生的电弧不会飞出胶盖外面而灼伤操作人员。开启式负荷开关的外形、内部结构及其电路符号和型号含义说明如图 1-8 所示。

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关是在开启式负荷开关的基础上改进得来的，其整个装于铁壳内，因此又称铁壳开关。主要由钢板外壳、触刀、操作机构和熔断器等组成，如图 1-9 所示。此类开关主要用于手动不频繁地接通和断开带负载的电路，以及作为线路末端的短路保护，也可用于

控制 15 kW 以下的交流电动机不频繁地直接启动和停止。

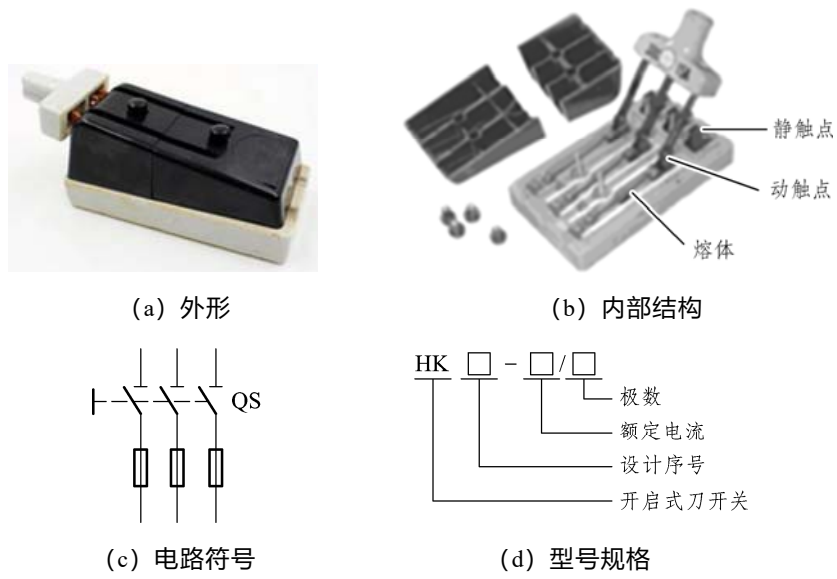


图 1-8 开启式负荷开关

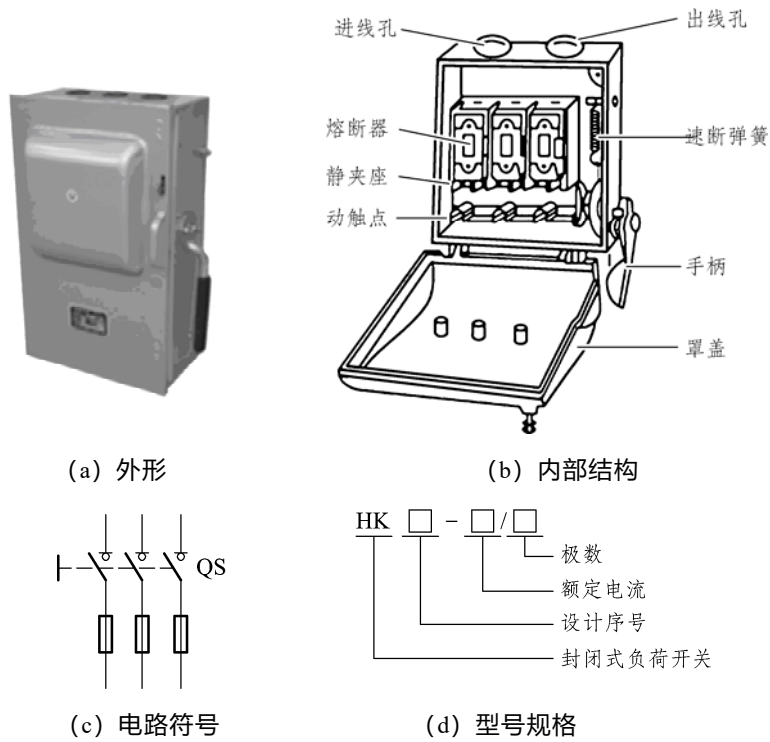


图 1-9 封闭式负荷开关

3. 选用方法

(1) 用于照明或电热负载时，选用额定电压为 220 V 或 250 V，额定电流稍大于电路所有负载的额定电流之和的两极刀开关。

(2) 用于电动机直接启动控制时，选用额定电压为 380 V 或 500 V，额定电流大于或等于电动机额定电流 3 倍的三极刀开关。

4. 安装与使用

(1) 必须垂直安装在控制屏或开关板上，不允许倒装或平装，以防止发生误合闸事故。

(2) 在分断或接通电路时应迅速果断地拉合闸，以使电弧尽快熄灭。

(3) 由于开启式刀开关没有灭弧装置，其分断电流只能达到额定电流的 1/3。

1.1.4 低压断路器

低压断路器又称自动空气开关，是低压配电系统中一种很重要的保护电器。它相当于刀开关、熔断器、热继电器和欠压继电器的组合。当电路发生严重过载、短路及失压（包括欠压）等故障时，能自动切断故障电路，有效地保护串接在其后面的电气设备。在正常情况下，也可用于不频繁地接通和断开电路及控制电动机。因此，低压断路器既是保护电器，也是控制电器。

低压断路器在结构上有触头系统、操作机构、保护装置（各种脱扣器）、灭弧装置等组成。其结构原理图如图 1-10 所示。

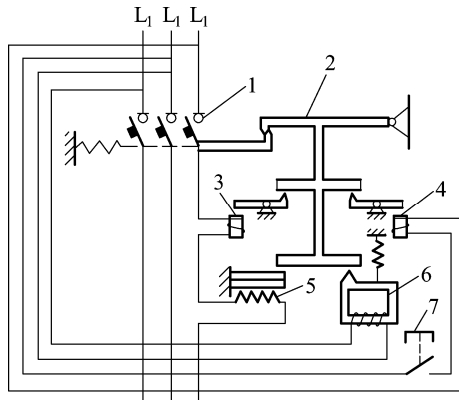


图 1-10 低压断路器工作原理图

1—主触点；2—自由脱扣机构；3—过电流脱扣器；4—分励脱扣器；
5—热脱扣器；6—欠电压脱扣器；7—启动按钮

低压断路器的工作原理：主触点 1 是靠操作机构通过手动或电动来闭合的，主触点闭合后，自由脱扣机构将其锁在合闸位置上。当电路中发生故障时，脱扣机构就在相关脱扣器的作用下将锁钩脱开，主触点在释放弹簧的作用下迅速将电路分断。

当电路发生短路或严重过载时，与主电路串联的过电流脱扣器的线圈将产生较强的电磁力将其衔铁吸下，使自由脱扣机构的锁钩脱开，从而分断主触点。当电路发生过载时，与主电路串联的热脱扣器的热元件将产生一定的热量，加热膨胀系数不同的双金属片，使之向上弯曲，推动自由脱扣机构，使其锁钩脱开，主触点分断。欠压脱扣器的线圈与主电路是并联的，在电压正常情况下，欠压脱扣器的线圈产生足够强的电磁力将其衔铁吸住，不影响自由脱扣机构和主触点；但在电压严重下降或失压的情况下，电磁吸力不足或消失，衔铁被释放而推动自由脱扣机构动作，解开锁钩，使主触点分开，切断主电路。分励脱扣器则作为远距离控制用，在正常工作时，其线圈是断电的，在需远距离控制时，按下启动按钮，使线圈得电，衔铁带动自由脱扣器机构动作，使主触点断开。低压断路器的图形、文字符号如图 1-11 所示。

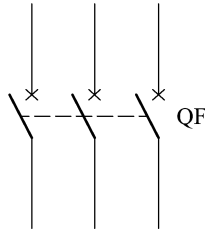


图 1-11 低压断路器的图形、文字符号

在选择和使用低压断路器时，应该要注意以下几点：

- (1) 低压断路器的额定电压和额定电流应该大于或等于电路正常工作电压和电流。
- (2) 热脱扣器的整定电流应与所控制负载（如电动机）的额定电流相等。
- (3) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于正常工作时候的冲击电流。
- (4) 低压断路器的极限通断能力应大于或等于电路的最大短路电流。

低压断路器的型号命名方式如图 1-12 所示。

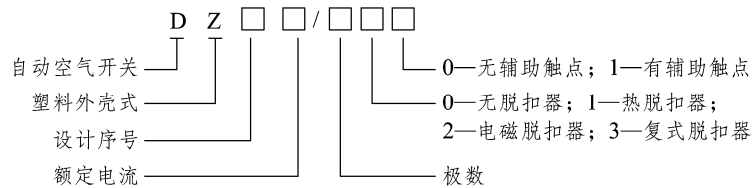


图 1-12 低压断路器型号命名方式

1.1.5 接触器

接触器分交流、直流两种，是一种利用电磁力来实现自动接通和切断电动机或其他负载主电路的一种控制电器。是电力拖动与自动控制系统中使用最广泛的一种低压执行电器。接触器的工作频率可以达到每小时几百甚至上千次，能够很方便地实现远距离的控制。

这里以交流接触器为例进行介绍，如图 1-13 所示是常见的交流接触器外形及结构示意图。交流接触器一般都由下列几个部分组成：电磁机构、触点系统、灭弧装置、弹簧机构或