

# 项目一

## 常用低压电器的识别与检测

### 【工作场景】

在工农业生产中，电动机的应用非常广泛，通过对电动机的控制可实现各种工作过程，从而实现生产的自动化，提高工作效率。走进一家生产企业，你会发现各种各样的机器在电动机的带动下做着不同的运动，从而完成对产品的生产。

对电动机的控制，可以由各种类型的低压电器通过不同的连接方式来实现。请通过不同的控制电路，来识别和检测各种低压电器。

### 【学习目标】

#### 知识目标

- (1) 了解常用低压电器的分类、型号意义及技术参数。
- (2) 熟悉常用低压电器的功能、结构及工作原理。
- (3) 熟记常用低压电器的文字符号和图形符号。

#### 技能目标

- (1) 能正确识别、选用常用低压电器。
- (2) 能正确安装、检测和维护常用低压电器。

#### 情感目标

- (1) 培养学生的学习兴趣和探索精神。
- (2) 培养学生的技能规范和专业素养。

### 【项目描述】

低压电器是一种能根据外界的信号或要求，手动或自动地接通、断开电路，以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的元件或设备。其工作电压为交流 1 200 V 以下和直流 1 500 V 以下。低压电器可以分为配电电器和控制电器两大类，是成套电气设备的基本组成元件。在工业、农业、交通、国防以及民用用电部门中，低压电器有着非常广泛的应用。目前，低压电器正朝着小型化、模块化、组合化和高性能化方向发展。本项目将通过实物来认识和检测常用的低压电器，理

解它们的工作原理和结构。

## 【工具、仪表及器材】

表 1.1 工具、仪表及器材

工具	测电笔、螺丝刀等常用电工工具				
仪表	7007 指针式万用表				
器材	符号	名称	型号及规格	数量	备注
	SQ1	行程开关	JLXK1-211	1	—
	SQ2	行程开关	JLXK1-311	1	—
	KM1	交流接触器	CJ20-20, AC 380 V	1	—
	KM2	交流接触器	CJ20X, AC 380 V	1	—
	FR1	热继电器	JR36-20, 20 A、8.8 A	1	—
	FR2	热继电器	JR36-20, 20 A、3.4 A	1	—
	QS	空气开关	DZ5-20/330 三极复式脱扣器	1	电源开关
	FU1	熔断器	RC1 A, 25 A	1	—
	FU2	熔断器	RC1 A, 2 A	1	—
	SB2、SB4	按钮	LA19-11/201, 绿色	1	—
	SB1、SB3	按钮	LA19-11/201, 红色	1	—
	KA	中间继电器	JZ7-44	1	—
	KT	时间继电器	JSZ3	1	—

## 【项目实施】

### 一、熟悉低压电器的分类

#### 1. 按动作方式分

(1) 手动电器：需要通过外力操作来进行切换的电器，如刀开关、按钮开关等。

(2) 自动电器：可根据电器本身参数变化或外来信号（如电流、电压、温度、压力、速度、热量等）自动完成接通、分断的电器，如接触器、继电器等。

## 2. 按用途分

(1) 低压控制电器：主要在低压配电系统及动力设备中起控制作用，如接触器、控制继电器等。

(2) 低压保护电器：主要在低压配电系统及动力设备中起保护作用，使系统中出现短路电流时，其热效应不会损坏电器，如熔断器、热继电器、自动开关等。

## 3. 按功能分

低压电器按功能可分为刀开关、行程开关、熔断器、低压断路器、接触器、继电器等，如图 1.1 所示。

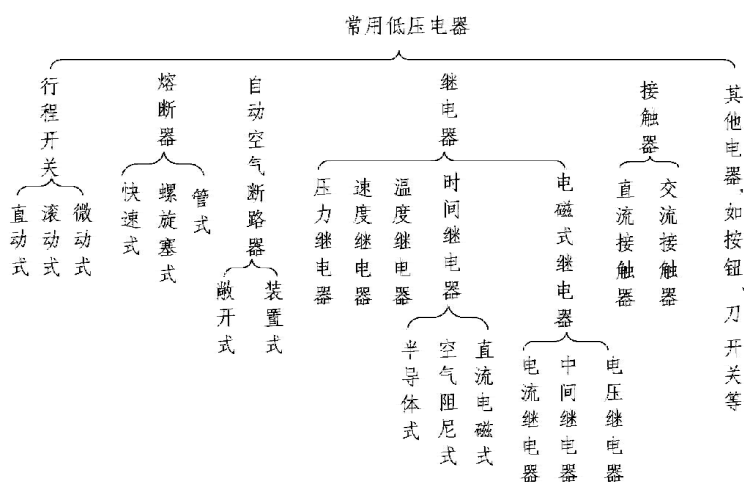


图 1.1 常用低压电器的分类

## 二、熟悉常用低压电器的原理、结构和符号

### 1. 刀开关

刀开关又称闸刀开关或隔离开关，它是手动电器中最简单而使用又较广泛的一种低压电器。它主要用来手动接通与断开交直流电路，也可用于不频繁地接通与分断额定电流以下的负载，如小型电动机、电炉等。

刀开关的外形、结构及实物外观如图 1.2 所示。其符号如图 1.3 所示。

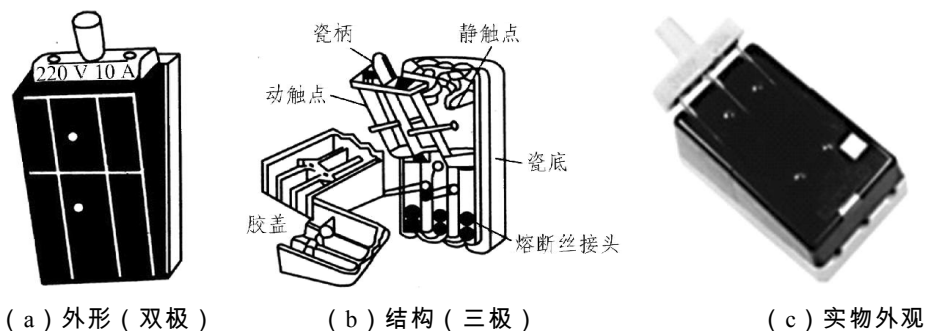


图 1.2 刀开关的外形、结构和实物外观

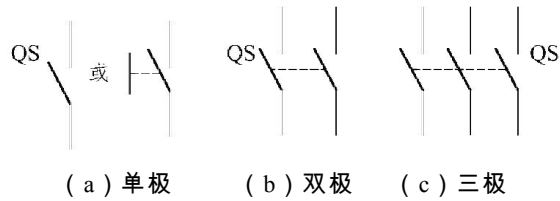


图 1.3 刀开关的符号

HK 系列胶盖刀开关型号的含义如图 1.4 所示。

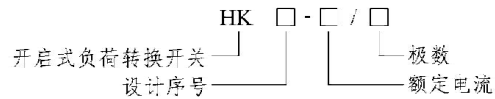


图 1.4 刀开关型号的含义

**选用要求：**

- (1) 对于普通电路的控制，可选用额定电压在 220 V 或 250 V 以上，额定电流大于所有负载额定电流的刀开关。
- (2) 对于电动机的控制，应选用额定电流大于电动机额定电流 3 倍的刀开关。

**安装注意事项：**

- (1) 电源进线应接在静触头一边的进线端，用电设备应接在动触头一边的出线端。这样，当开关断开时，闸刀和熔体均不带电，以保证更换熔体时的安全。
- (2) 安装时，刀开关在合闸状态下手柄应该向上，不能倒装和平装，以防止闸刀松动落下时误合闸。

**2. 按 钮**

按钮，也称为按键，常用于控制电路中发出启动、停止、正转或反转等指令，通过控制继电器、接触器等动作，从而控制主电路的通断。一般而言，红色按钮常用于发出停止指令，而绿色按钮则常用于发出启动指令。按钮的形状通常是圆形或方形。

按钮的外形、结构及符号如图 1.5 所示。

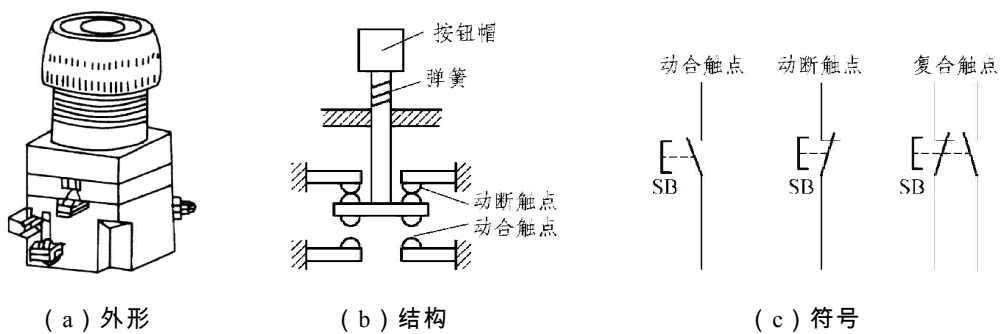


图 1.5 按钮的外形、结构及符号

图 1.6 所示为 LA19 系列按钮的外观。



图 1.6 LA19 系列按钮

**动作情况：**当用手按下按钮帽时，上面的动断（常闭）触点先断开，下面的动合（常开）触点后闭合；当松开按钮帽时，动触点自动复位，使得动合触点先断开，动断触点后闭合。

按钮型号的含义如图 1.7 所示。

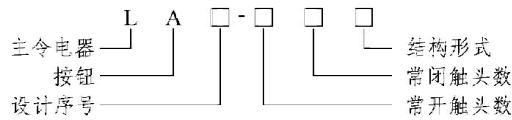


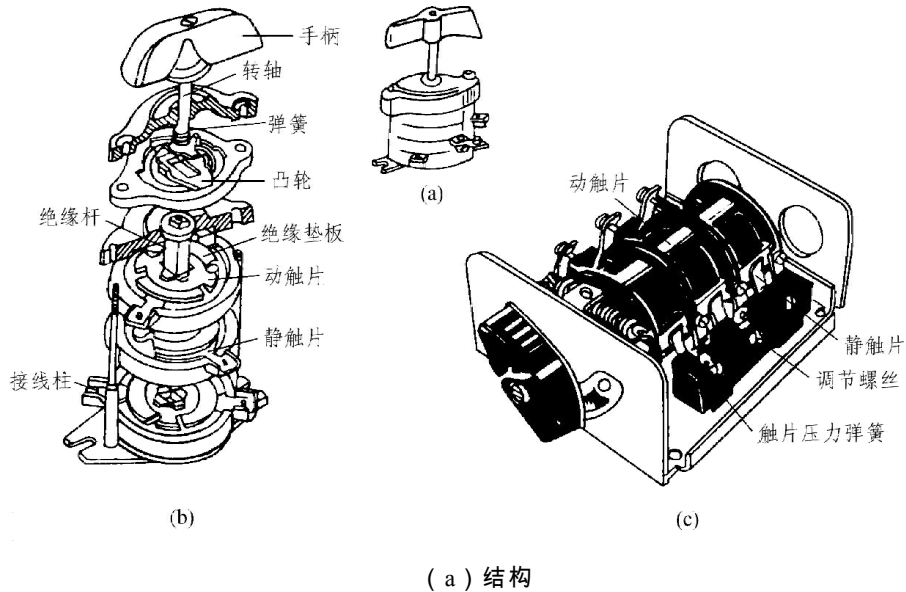
图 1.7 按钮型号的含义

不同结构形式的按钮，分别用不同的字母表示：K——开启式；S——防水式；H——保护式；F——防腐式；J——紧急式；X——旋钮式；Y——钥匙式；D——带指示灯式；DJ——紧急式带指示灯。

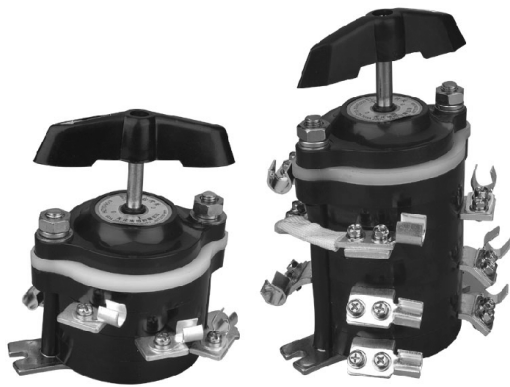
### 3. 组合开关（转换开关）

组合开关是一种可供两路或两路以上电源或负载转换用的开关电器。组合开关由多节触头组合而成，在电气设备中多用于非频繁地接通和分断电路，又称转换开关。组合开关实质上是一种特殊刀开关，是操作手柄在与安装面平行的平面内左右转动的刀开关。

组合开关的结构及实物外观如图 1.8 所示。其符号如图 1.9 所示。



(a) 结构



(b) 实物外观

图 1.8 组合开关的结构和实物外观

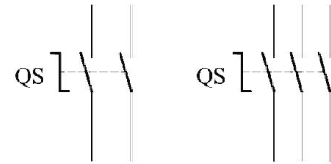


图 1.9 组合开关的符号

HZ 系列组合开关型号的含义如图 1.10 所示。

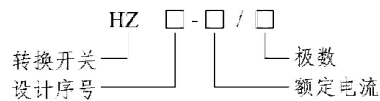


图 1.10 组合开关型号的含义

#### 4. 低压断路器

低压断路器又称自动空气开关，是一种不仅可以接通和分断正常负荷电流和过负荷电流，还可以接通和分断短路电流的开关电器。低压断路器在电路中除了起控制作用外，还具有一定的保护功能，如过负荷、短路、欠压和漏电保护等。

低压断路器主要由触头系统、灭弧装置、脱扣机构、传动机构等组成。其外形如图 1.11 所示。

**工作原理：**如图 1.12 所示，开关的自动分断是由过电流脱扣器 3、热脱扣器 5 和欠压脱扣器 6 完成的。当电路发生短路或过流故障时，过流脱扣器 3 衔铁被吸合，使自由脱扣机构的钩子脱开，自动开关触头分离，及时有效地切除高达数十倍于额定电流的故障电流。当电路发生过载时，过载电流通过热脱扣器使触点断开，从而起到过载保护作用。当电网电压过低或为零时，失压脱扣器 6 的衔铁被释放，自由脱扣机构动作，使断路器触头分离，从而在过流与零压、欠压时保证了电路及电路中设备的安全。根据不同的用途，自动开关可配备不同的脱扣器。



图 1.11 低压断路器的外形

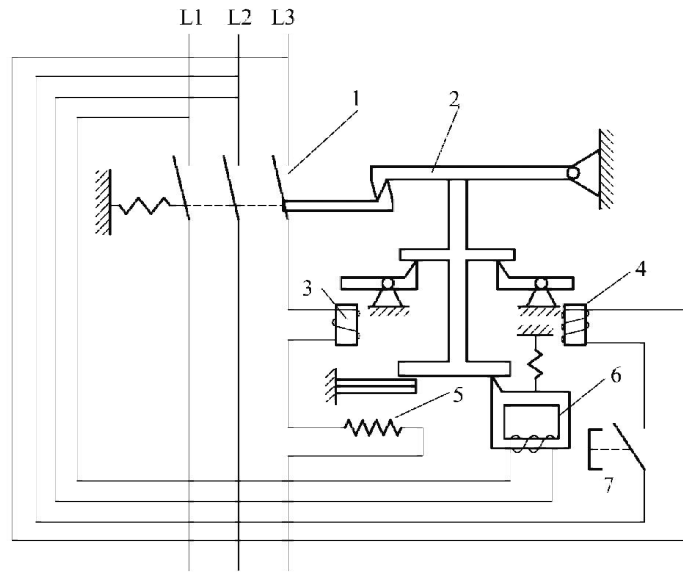


图 1.12 塑壳式低压断路器的原理示意图

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

低压断路器型号的含义如图 1.13 所示。

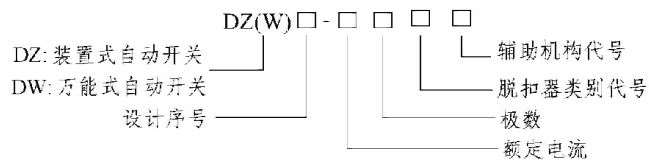
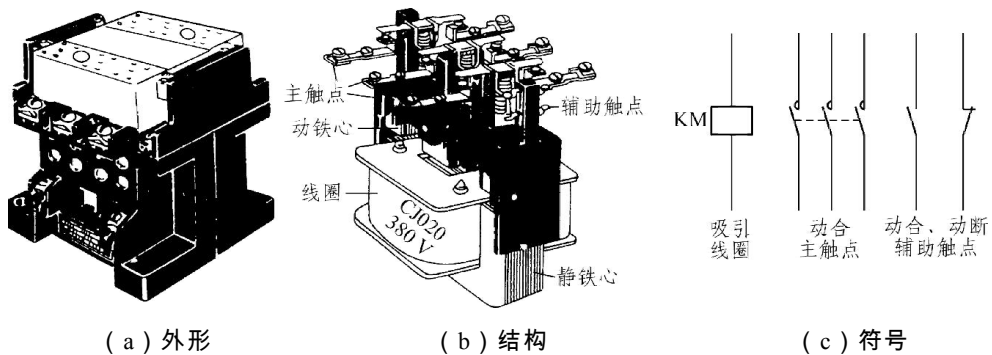


图 1.13 低压断路器型号的含义

## 5. 交流接触器

接触器是适用于低压系统中远距离频繁接通或断开交直流主电路和大容量控制电路的自动电器，是电力拖动和自动控制系统中一种重要的低压电器。它具有欠压释放保护和零压保护。接触器按通过其触点的电流种类可分为交流接触器和直流接触器。交、直流接触器的工作原理基本相同。

图 1.14 所示为交流接触器的外形、结构、符号及实物外观。



(a) 外形

(b) 结构

(c) 符号



(d) 实物外观

图 1.14 交流接触器的外形、结构、符号和实物外观

**工作原理：**线圈上加额定电压，衔铁吸合，常闭触头断开，常开触头闭合；线圈上电压消失，触头恢复常态。为防止铁心振动，需加短路环。

如图 1.15 所示，交流接触器主要由三大系统组成：

**触头系统：**主触头、辅助触头、常开触头（动合触头）常闭触头（动断触头）。

**电磁系统：**动、静铁心，吸引线圈和反作用弹簧。

**灭弧系统：**灭弧罩及灭弧栅片。

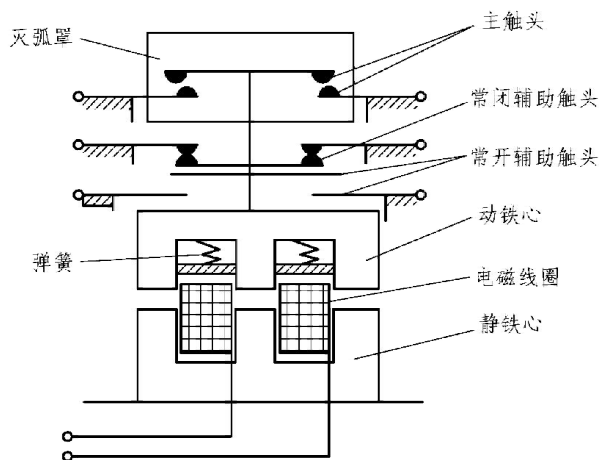


图 1.15 交流接触器结构示意图

**选用原则：**

- (1) 类型的选择：根据实际情况选用交流或直流接触器。
- (2) 额定电压的选择：应大于或等于负载回路的额定电压。
- (3) 线圈额定电压的选择：应与所接控制电路的额定电压等级一致。
- (4) 额定电流的选择：应大于或等于被控主回路的额定电流。

常用交流接触器型号的含义如图 1.16 所示。



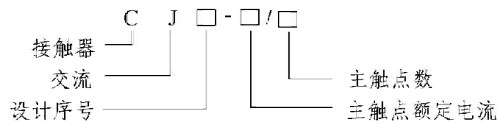


图 1.16 交流接触器型号的含义

## 6. 继电器

继电器主要用于控制和保护电路中。它具有感应元件（又称输入电路）和执行元件（又称输出电路），当感应元件中的输入量（如电流、电压、温度、压力等）变化到某一定值时继电器动作，执行元件便接通或断开控制回路。

### 1) 中间继电器

中间继电器实质上是一种电压继电器，其结构和工作原理与接触器相同。其触点数量较多，一般有 4 对常开触头和 4 对常闭触头。

**作用：**当其他继电器的触点数量或触点容量不够时，用来增加控制电路输入的信号数量或将信号放大，从而起到中间转换的作用。

中间继电器的外形和符号如图 1.17 所示。

### 2) 热继电器

热继电器是利用电流的热效应来保护设备，使之免受长期过载的危害，主要用于电动机的过载保护、断相保护、三相电流不平衡运行的保护及其他电气设备发热状态的控制。它主要由热元件、双金属片、触头及动作机构等部分组成。

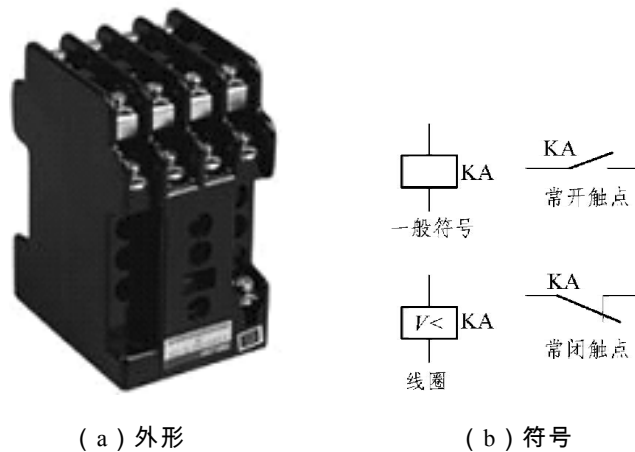


图 1.17 中间继电器的外形和符号

热继电器的外形、结构、符号及实物外观如图 1.18 所示。

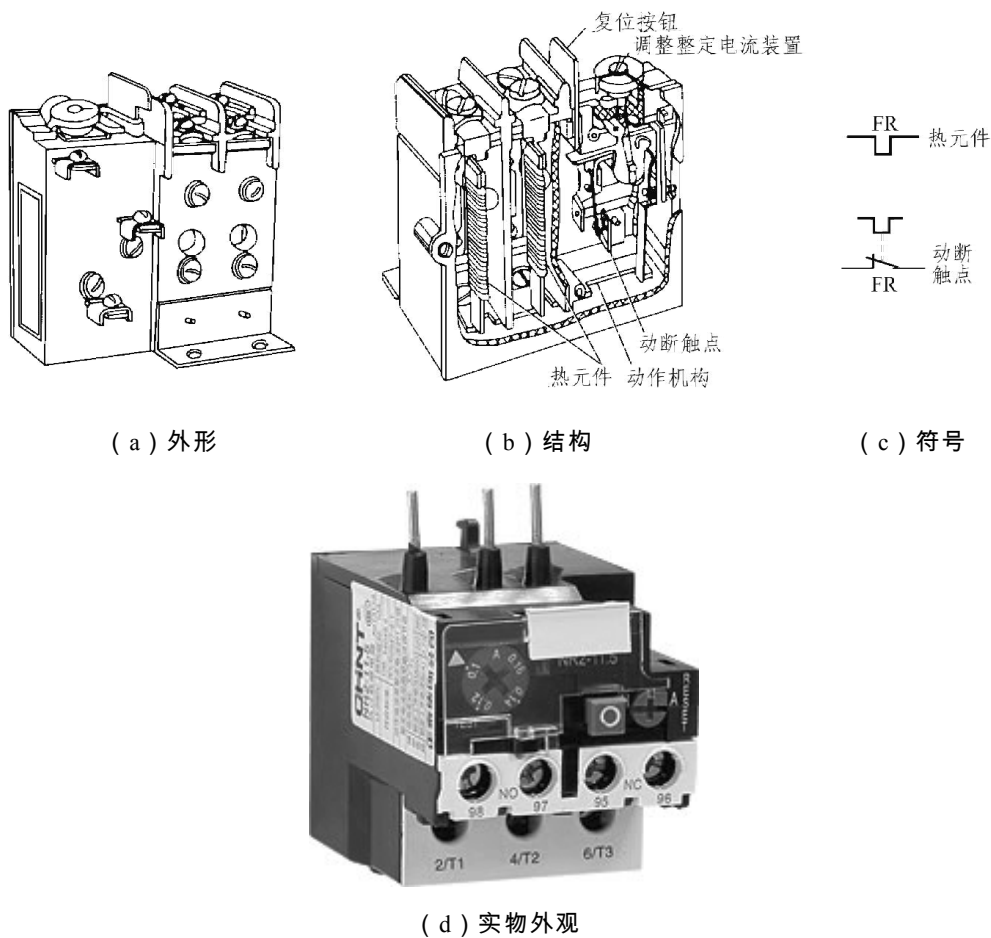


图 1.18 热继电器的外形、结构、符号及实物外观

**工作原理：**如图 1.19 所示，流入热元件的电流产生热量，使有不同膨胀系数的双金属片发生形变，当形变达到一定程度时，就推动连杆动作，使控制电路断开，从而使接触器失电，主电路断开，实现电动机的过载保护。热继电器一般需手动复位。

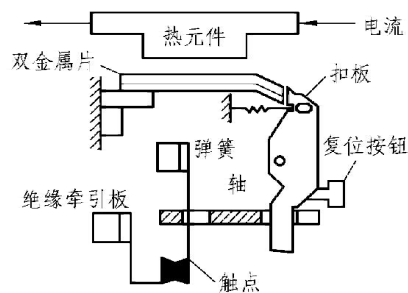


图 1.19 热继电器的工作原理示意图

常用热继电器型号的含义如图 1.20 所示。

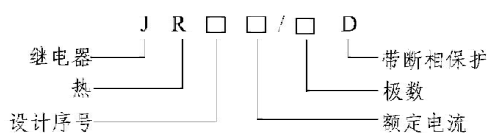


图 1.20 热继电器型号的含义

注意：热继电器不适用于对电气设备实现短路保护。

热继电器最主要的技术数据是整定电流。整定电流是指长期通过热元件而不致使热继电器动作的最大电流。当热元件中通过的电流超过整定电流值的 20% 时，热继电器应在 20 分钟内动作。热继电器的整定电流大小可通过整定电流旋钮来改变。选用和整定热继电器时一定要使整定电流值与电动机的额定电流一致。

### 3) 时间继电器

时间继电器是当加入(或去掉)动作信号后,其输出电路需经过规定的时间才产生跳跃式变化(或触头动作)的一种继电器。它是一种用在较低电压或较小电流的电路中,用来接通或切断较高电压、较大电流的电路的电气元件。同时,时间继电器也是一种利用电磁原理或机械原理实现延时控制的控制电器。它的种类很多,有空气阻尼型、电动型和电子型等。吸引线圈断电后,继电器依靠恢复弹簧的作用而复原。机床控制电路中应用得较多的是空气阻尼式时间继电器。目前晶体管式时间继电器也获得了越来越广泛的应用。

时间继电器的外形如图 1.21 所示。其结构及符号分别如图 1.22 和图 1.23 所示。



图 1.21 时间继电器的外形

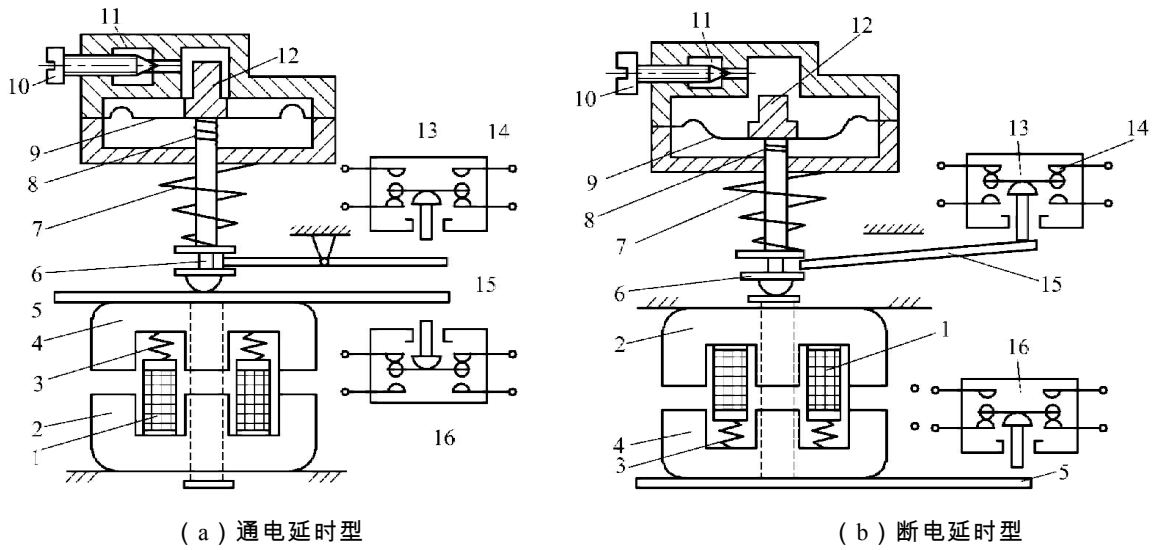


图 1.22 时间继电器的结构

1—线圈；2—静铁心；3、7、8—弹簧；4—衔铁；5—推板；6—顶杆；9—橡皮膜；10—螺钉；  
11—进气孔；12—活塞；13、16—微动开关；14—延时触头；15—杠杆

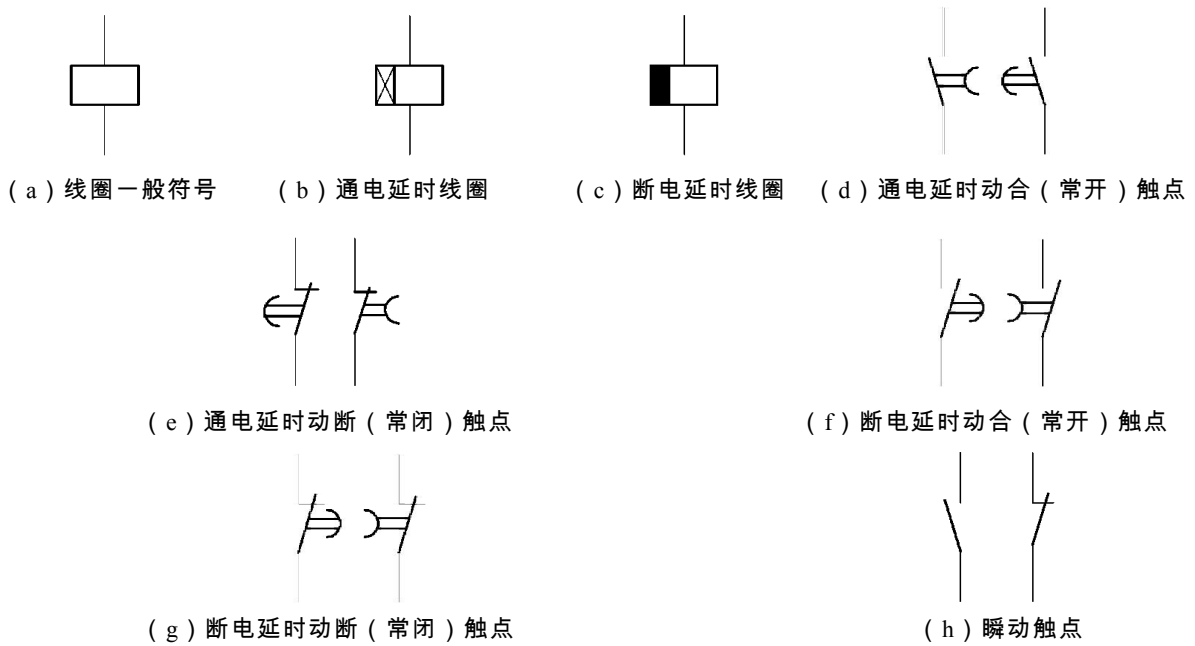


图 1.23 时间继电器的符号

#### 4) 速度继电器

速度继电器是利用电磁感应原理制成的，主要用于转速的检测。其主要结构是转子、定子及触点三部分。

速度继电器主要用于三相异步电动机反接制动的控制电路中，它的任务是：当三相电源的相序改变以后，产生与实际转子转动方向相反的旋转磁场，从而产生制动力矩，使电动机在制动状态下迅速降低转速；在电机转速接近零时立即发出信号，切断电源使之停车（否则电动机开始反方向启动）。

速度继电器的结构及符号如图 1.24 所示。

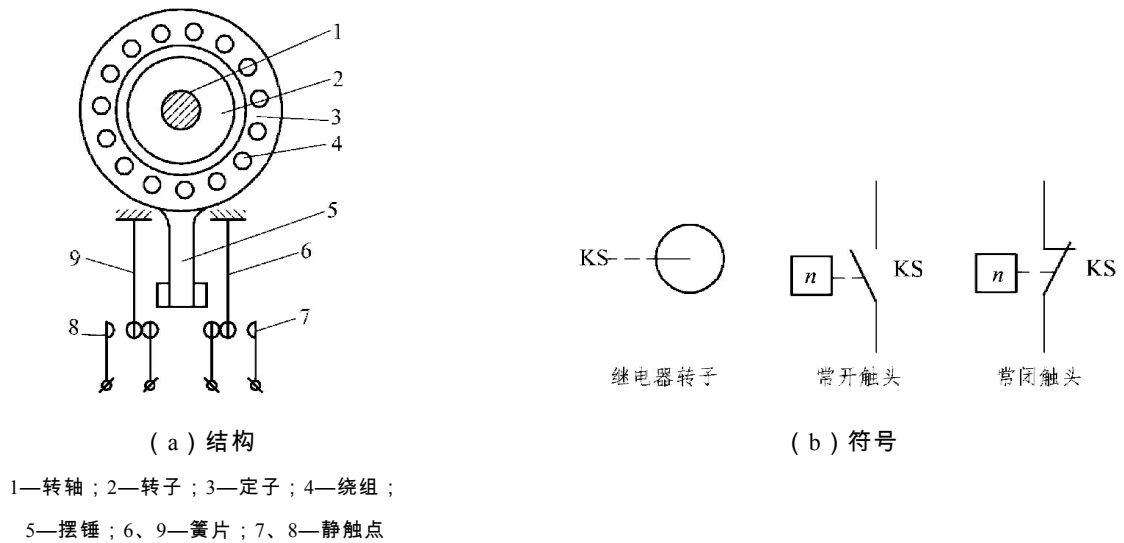


图 1.24 速度继电器的结构和符号

## 7. 熔断器

熔断器广泛应用于高低压配电系统和控制系统以及用电设备中，作为短路和过电流的保护器，是应用最普遍的保护器件之一。熔断器的结构一般分成熔体座和熔体等部分。熔体积聚的热量与通过熔体的电流的平方及持续通电时间成正比。当电路短路时，电流很大，熔体急剧升温，立即熔断；当电路中电流值低于熔体额定电流时，熔体不会熔断。因此，熔断器可用于短路保护。由于当用电设备连续过载一定时间后熔体所积累的热量也能使其熔断，所以熔断器也可用作过载保护。常见的熔断器外形如图 1.25 所示。

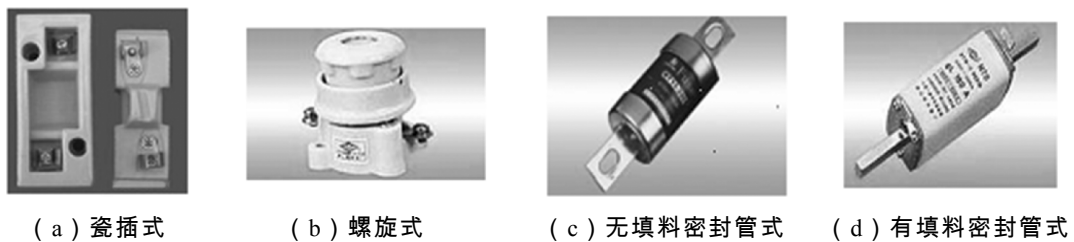


图 1.25 常见熔断器的外形

瓷插式熔断器的特点是结构简单、价格低廉、更换熔丝方便。它由瓷座、瓷盖、静触头、动触头和熔丝组成，如图 1.26 所示。

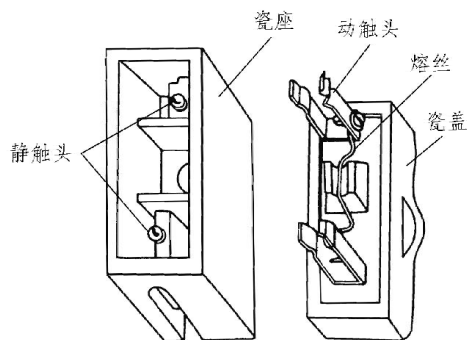


图 1.26 瓷插式熔断器结构示意图

螺旋式熔断器具有熔断快、分断能力强、体积小、结构紧凑、更换熔丝方便、安全可靠和熔丝断后标志明显等优点。它主要由瓷帽、熔体、瓷套、上下接线桩及底座等组成，如图 1.27 所示。

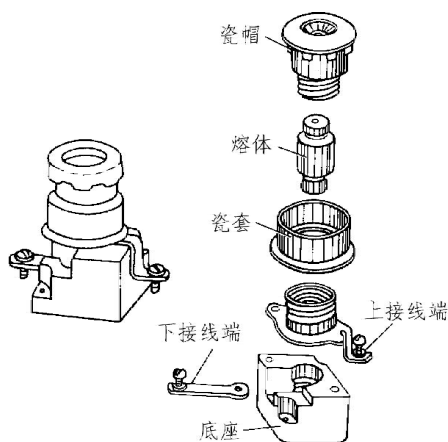


图 1.27 螺旋式熔断器结构示意图

熔断器的符号如图 1.28 所示。



图 1.28 熔断器的符号

常用熔断器型号的含义如图 1.29 所示。

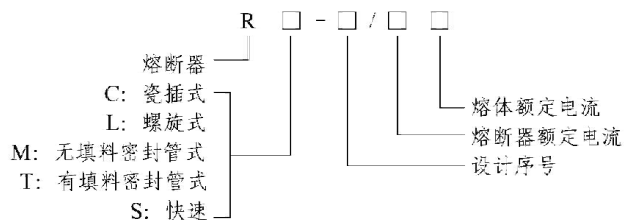


图 1.29 熔断器型号的含义

选用原则：

(1) 熔断器的额定电压要大于或等于电路的额定电压。

(2) 要依据负载的保护特性和短路电流的大小选择熔断器的类型。

① 保护无启动过程的平稳负载(如照明电路、电阻、电炉等)时,一般按负载额定电流的1~1.1倍选用熔体的额定电流,进而选定熔断器的额定电流。

② 保护单台长期工作的电机时,熔体电流可按最大启动电流选取。

### 8. 行程开关

行程开关又称限位开关或位置开关,其作用和原理与按钮相似,只是其触头的动作不是靠手动操作,而是利用生产机械某些运动部件的碰撞。行程开关触点中通过的电流一般不超过5A。行程开关有多种构造形式,常用的有按钮式(直动式)、滚轮式(旋转式)。其中滚轮式又有单滚轮式和双滚轮式两种。

行程开关的外形、符号及动作原理如图1.30所示。

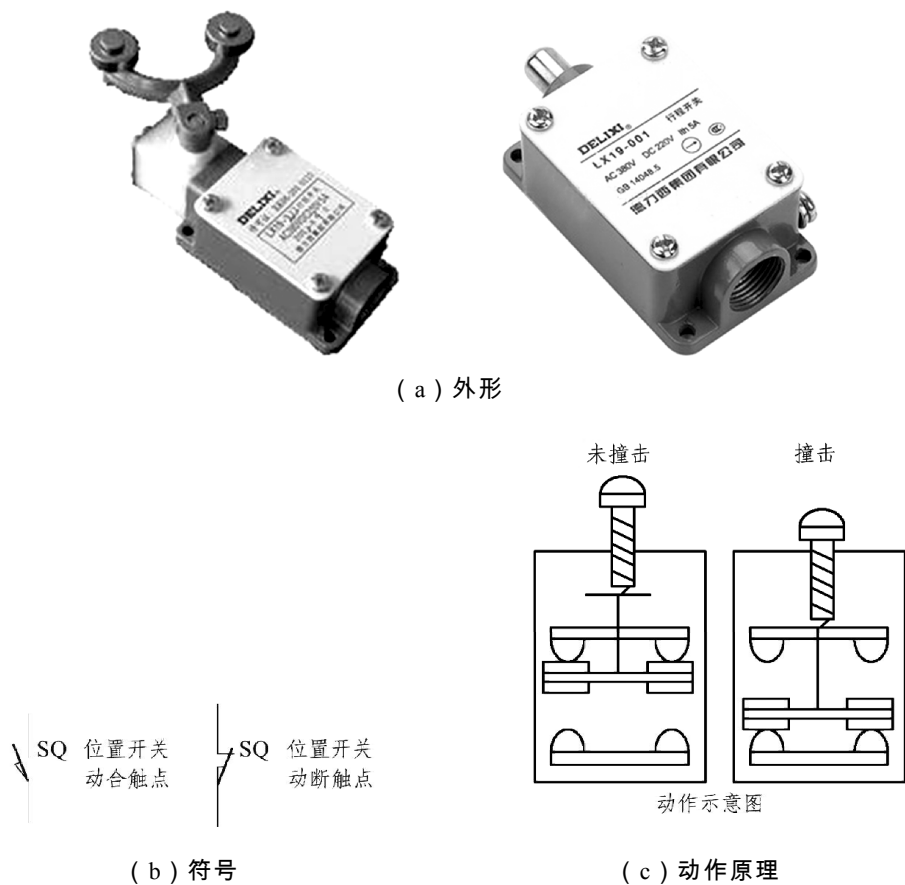


图 1.30 行程开关的外形、符号及动作原理

LX 系列行程开关型号的含义如图 1.31 所示。

