

信号继电器

继电器是自动控制系统中常用的电器。它用于接通和断开电路,用以发布控制命令和反映设备状态,构成自动控制和远程控制电路。各个领域的自动控制系统均采用继电器。铁路信号技术中广泛采用继电器,称为信号继电器(在信号系统中,可简称继电器)。继电器动作的可靠性直接影响信号系统的可靠性和安全性。

3.1 信号继电器概述

信号继电器是用于铁路信号中的各类继电器的统称,是各种信号控制系统不可缺少的重要器件。

3.1.1 继电器的基本工作原理

继电器是一种励磁开关。继电器类型繁多,性能各不相同,结构形式也各种各样,但都由电磁系统和接点系统两大主要部分组成。其中电磁系统由线圈、固定的铁芯和轭铁及可动的衔铁构成,接点系统由动接点和静接点构成。当线圈中通入一定数值的电流后,由于电磁作用或感应方法产生电磁吸引力,吸引衔铁,由衔铁带动接点系统,改变其状态,从而反映输入电流的状况。最简单电磁继电器的基本原理如图 3-1 所示。

继电器就是一个带接点的电磁铁,其动作原理也与电磁铁相似。当给线圈中通入一定数值的电流后,在衔铁和铁芯之间就会产生一定数量的磁通,该磁通经铁芯、衔铁、轭铁和气隙形成一个闭合磁路,铁芯对衔铁就产生了吸引力。吸引力的大小取决于所通电流的大小。当电流增大到一定值时,吸引力增大到能克服衔铁向铁芯运动的阻力(主要是衔铁自重),衔铁就被吸向铁芯。由衔铁带动的动接点(随衔铁一起动作的接点)也随之动作,与动合接点(也称前接点)接通。此状态称为继电器励磁吸起(简称吸起)。

吸引力随电流的减小而减小,当吸引力减小到不足以克服衔铁重力时,衔铁靠自重落下(称为释放),衔铁带动动接点与前接点断开,与动断接点(也称后接点)接通。此状态称为继电器失磁落下(简称落下)。

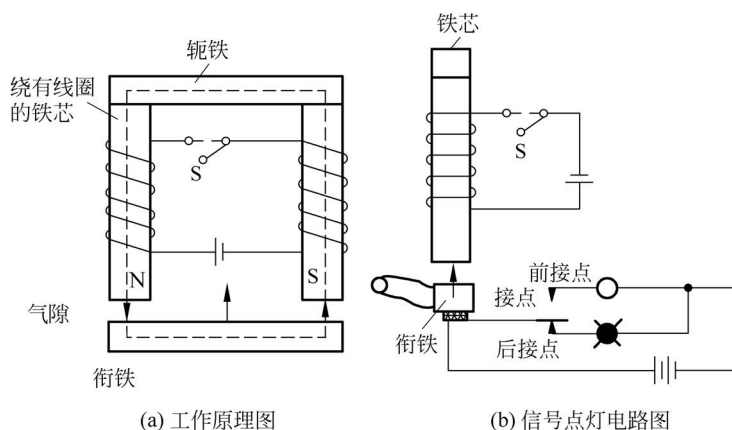


图 3-1 电磁继电器基本原理图

可见,继电器具有开关特性,可利用它的接点通、断电路,构成各种控制和表示电路。图 3-1(b)的信号点灯电路,前接点接通时点亮绿灯,后接点接通时点亮红灯。

3.1.2 继电器的继电特性

继电器的特性是指当输入量达到一定值时,输出量发生突变,如图 3-2 所示。继电器线圈回路为输入回路,继电器接点所在回路为输出电路。当线圈中电流 I_x 从 0 增加到某一定值 I_{x_2} 时,继电器衔铁被吸引,前接点闭合,接点回路中的电流 I_y 从 0 突然增大到 I_{y_2} 。此后,若 I_x 继续增大,由于接点回路中阻值不变,则 I_y 保持不变。当线圈中电流 I_x 减小到 I_{x_1} 时,继电器衔铁释放,输出电流 I_y 突然从 I_{y_2} 减小到 0。此后, I_x 再减小, I_y 保持为 0 不变。

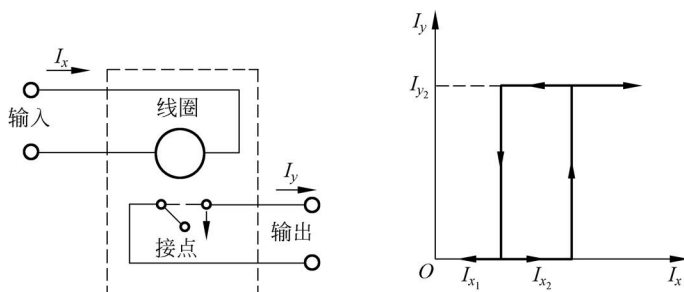


图 3-2 继电器的继电特性

3.1.3 继电器的作用

继电器具有继电特性,能以极小的电信号来控制执行电路中相当大功率的对象,能控制数个对象和数个回路,能控制远距离的对象。继电器的这种性能,给自动控制和远程控制创造了便利的条件。继电器广泛应用于国民经济各部门的生产过程控制之中,也广泛应用于铁路信号的各个方面。

随着电子技术的迅速发展,电子器件尤其是微型计算机以其速度快、体积小、容量大、功能强等技术优势,在相当大程度上逐渐取代继电器,构成自动控制和远程控制系统,使技术水准大大提高。但是,继电器与电子器件相比,仍具有一定的优势,如开关性能好(闭合时阻抗小、断开时阻抗大),有“故障-安全”(发生故障时导向安全)性能,能控制多个回路,抗雷击性能强,无噪声,不受周围温度影响等。因此,继电器仍然具有广阔的应用空间,将长期存在。

目前,信号继电器在以继电技术构成的系统中,如继电集中联锁、继电半自动闭塞等,起着核心作用,这些系统仍然大量存在,还将使用相当长的时期。信号继电器在以电子元件和计算机构成的系统中,如计算机联锁、自动闭塞、机车信号、驼峰自动化等系统中,作为其接口部件,将系统主机与信号机、轨道电路、转辙机等执行部件结合起来。虽然已出现全电子化的系统,但要全部取消继电器仍然需要相当长的时期。所以,不仅现在,而且未来,信号继电器在铁路信号领域仍将起着重要作用。

3.1.4 铁路信号对继电器的要求

信号继电器作为铁路信号系统中的主要(或重要)器件,其安全、可靠性是保证各种信号设备正常使用的必要条件。为此,铁路信号对继电器提出了极其严格的要求,具体如下。

- (1) 动作必须可靠、准确。
- (2) 使用寿命长。
- (3) 有足够的闭合和断开电路的能力。
- (4) 有稳定的电气特性和时间特性。
- (5) 在周围介质温度和湿度变化很大的情况下,均能保持很高的电气绝缘强度。

3.1.5 信号继电器分类

继电器种类繁多,信号继电器种类也很多,按不同方式分类如下。

1. 按动作原理分类,可分为电磁继电器和感应继电器

1) 电磁继电器

电磁继电器是通过继电器线圈中的电流在磁路的气隙(铁芯与衔铁之间)中产生电磁力,吸引衔铁,带动接点动作的。此类继电器数量最多。

2) 感应继电器

感应继电器是利用电流通过线圈产生的交变磁场与另一交变磁场在翼板中所感应的电流相互作用产生电磁力,使翼板转动而动作的。

2. 按动作电流分类,可分为直流继电器和交流继电器

1) 直流继电器

直流继电器是由直流电源供电的。它按所通电流的极性,又可分为无极、偏极和有极继电器。直流继电器都是电磁继电器。

2) 交流继电器

交流继电器是由交流电源供电的。它按动作原理,有电磁继电器,也有感应继电器。

整流式继电器虽然用于交流电路中,但它用整流元件将交流电整流为直流电,所以其实质上仍是直流继电器。

3. 按输入物理量的性质分类,可分为电流继电器和电压继电器

1) 电流继电器

电流继电器反映电流的变化,它的线圈必须串联在所反映的电路中。该电路中必有被反映的器件,如电动机绕组、信号灯泡等。

2) 电压继电器

电压继电器反映电压的变化,它的线圈励磁电路单独构成。

4. 按动作速度分类,可分为正常动作继电器和缓动继电器

1) 正常动作继电器

正常动作继电器的衔铁动作时间为 $0.1 \sim 0.3$ s。大部分信号继电器属于此类,一般无须加此称呼。

2) 缓动继电器

缓动继电器的衔铁动作时间超过 0.3 s,又分为缓吸、缓放。缓放型继电器是利用短路铜环产生磁通使之缓动,主要取其缓放特性。时间继电器是利用脉冲延时电路或软件设定使之缓吸。

5. 按接点结构分类,可分为普通接点继电器和加强接点继电器

1) 普通接点继电器

普通接点继电器具有开断功率较小的接点的能力,以满足一般信号电路的要求,多数继电器为普通接点继电器,一般不加此称呼。

2) 加强接点继电器

加强接点继电器具有开断功率较大的接点的能力,以满足电压较高、电流较大的信号电路的要求。

6. 按工作可靠程度分类,可分为安全型继电器和非安全型继电器

1) 安全型继电器

安全型(N型)继电器无须借助其他继电器,也无须对其接点在电路中的工作状态进行监督检查,其自身结构即能满足一切安全条件。N型继电器主要依靠衔铁自身重力释放,故又称重力式继电器,其特点是:

- (1) 当线圈断电时,衔铁可借助自身重量释放,从而使前接点可靠断开;
- (2) 选用合适的接点材料,构成非熔接性前接点,或采用能防止接点熔接的特殊结构(如接断路器、接点串联);
- (3) 当一组不应闭合的后接点仍然闭合时,结构上能防止所有前接点闭合。

2) 非安全型继电器

非安全型(C型)继电器必须监督检查接点在电路中的工作状态,以保证安全条件。C

型继电器主要依靠弹簧弹力释放衔铁,故又称弹力式继电器,其特点是:

- (1) 由于继电器在使用时已检查了衔铁的释放,因此不必采用非熔接性接点材料;
- (2) 当一组不应闭合的前接点仍然闭合时,结构上能保证所有后接点不闭合;反之亦然。

一般说来,N型继电器的安全性、可靠性高于C型继电器。

3.2 安全型继电器

信号继电器是由电磁系统和接点系统两大主要部分组成的。电磁系统由磁路和线圈组成,是继电器的感受机构,用于接受和反映输入物理量的性质。接点系统是继电器的执行机构,用于实现控制的目的。

信号继电器作为确保铁路运输安全与提高运输效率的铁路信号设备是铁路信号设备中最主要而又大量采用的元件之一,所以要求信号继电器必须安全可靠。信号继电器的安全可靠主要体现在利用“重力恒定”原则来确保接点不熔结,这就给信号继电器的结构提出了一个高标准的要求:衔铁要加重,接点材料要采用熔点高和不会熔解且导电性能又好的材料。为了满足这些要求,我国铁路继电器生产企业设计制造了一种AX型(安全型)信号继电器系列,具有安全可靠、性能稳定的特点,满足了铁路信号设备对继电器所提出的要求,成为我国铁路信号继电器的主要定型产品。

3.2.1 安全型继电器概述

安全型继电器是直流24V系列的重弹力式直流电磁继电器,其典型结构为无极继电器,其他各型继电器由无极继电器派生。因此,绝大部分零件都能通用。

1. 安全型继电器分类

安全型继电器分为插入式和非插入式。插入式多为单独使用,非插入式常用于有防尘外壳的组匣中。两者的区别为插入式继电器带有透明性能很好的外罩(由聚甲基丙烯酸甲酯或聚碳酸酯制成),用以密封防尘,同时为了与插座配合使用,插入式继电器安装在酚醛塑料制成的胶木底座上。非插入式和插入式无极继电器的结构如图3-3所示。

插入式继电器的外形尺寸为 $163\text{ mm}\times 48.5\text{ mm}\times 160\text{ mm}$,质量 $1.2\sim 1.8\text{ kg}$ 。在实际使用中,为便于维修,多采用插入式继电器。

2. 安全型继电器的型号表示法

安全型继电器型号采用汉字拼音字母和数字表示,字母表示继电器种类,数字表示线圈的电阻值(单位: Ω),例如图3-4所示的JWJXC-H $\frac{125}{80}$ 安全型继电器表示的含义。

继电器代号及其含义如表3-1所示。

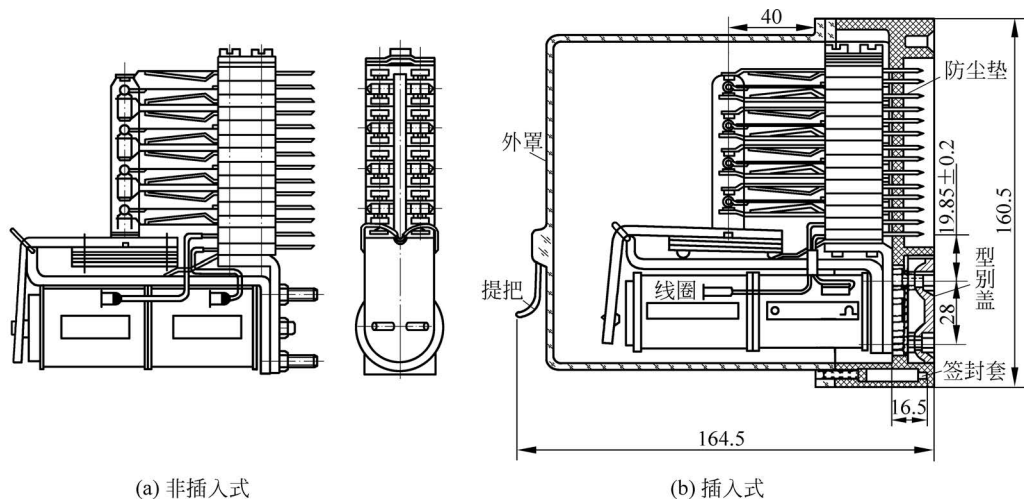


图 3-3 非插入式和插入式无极继电器

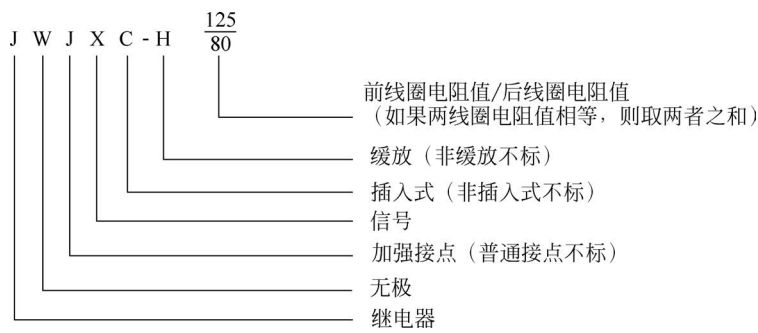


图 3-4 JWJXC-H $\frac{125}{80}$ 安全型继电器表示

表 3-1 继电器代号及其含义

代号	含 义		代号	含 义	
	安全型	其他类型		安全型	其他类型
A		安全	R		二元
B		半导体	S		时间、灯丝、双门
C	插入	插入、传输、差动	T		通用、弹力
D		单门、动态	W	无极	
DB	单闭磁		X	信号	信号、小型
H	缓放	缓放	Y	有极	
J	继电器、加强接点	继电器、加强接点、交流	Z	整流	整流、转换
P	偏极				

3. 继电器插座

插入式安全型继电器,需加装继电器插座板,安全型继电器插座结构如图 3-5 所示。

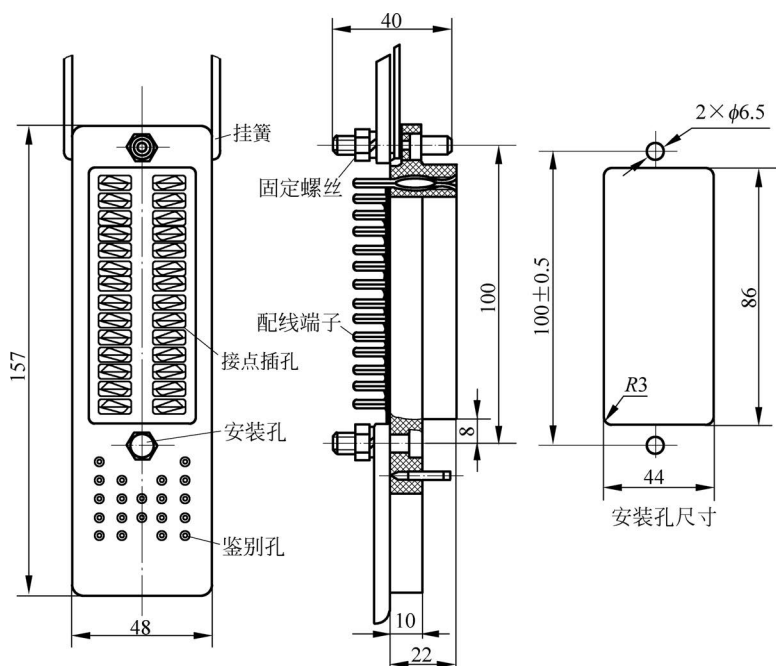


图 3-5 安全型继电器插座

插座插孔旁标注的是接点编号如无极继电器的接点编号,除电源端子用一位数表示外,节点端子用两位数表示。其中,十位数表示 8 组接点的第几组接点,个位数含义为 3 表示后接点,1 表示中接点,2 表示前接点。例如:13 表示第 1 组接点的后接点,82 表示第 8 组接点的前接点。其他各型继电器的接点系统的位置及使用编号与之不同,而实际使用的插座仅此一种,所以必须按图 3-6 的插座接点编号进行符号对照使用。

安全型继电器有多种类型,为防止不同类型的继电器插接错误,在插座下部鉴别孔内铆以鉴别销。

不同类型的继电器由型别盖上的鉴别孔进行鉴别,根据规定的鉴别孔逐个钻成,以与鉴别销相吻合。型别盖外形及鉴别孔位置如图 3-7 所示。

4. 安全型继电器的品种及用途

安全型继电器具有无极、无极加强接点、无极缓动、无极缓放、无极加强接点缓放、整流、有极、有极加强接点、偏极等种类,常用安全型继电器的基本情况见表 3-2。它们的特性和线圈电阻值各不相同,在信号电路中有不同的作用。

5. 安全型继电器的特点

在铁路信号系统中,凡是涉及行车安全的继电器电路都必须采用安全型继电器。所谓安全型继电器是指它的结构必须符合“故障-安全”原则(发生安全侧故障的可能性远远大于发生危险侧故障的可能性;处于禁止运行状态的故障有利于行车安全,称为安全侧故障;处于允许运行状态的故障可能危及行车安全,称为危险侧故障)。它是一种故障不对称器件,在故障情况下使前接点闭合的概率远小于使后接点闭合的概率。这样,就可以用前接点代表危险侧信息,用后接点代表安全侧信息。

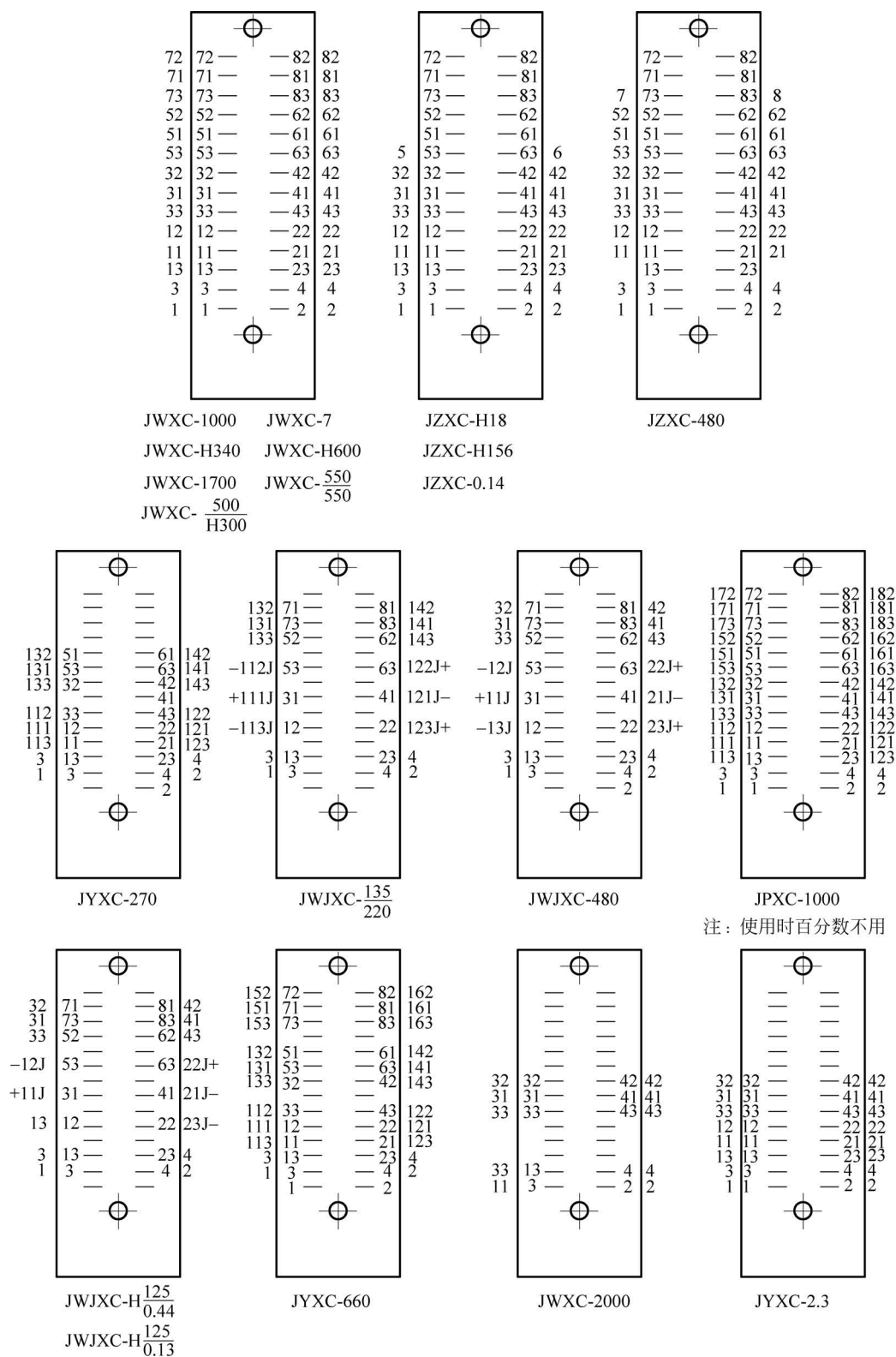


图 3-6 插座接点编号对照

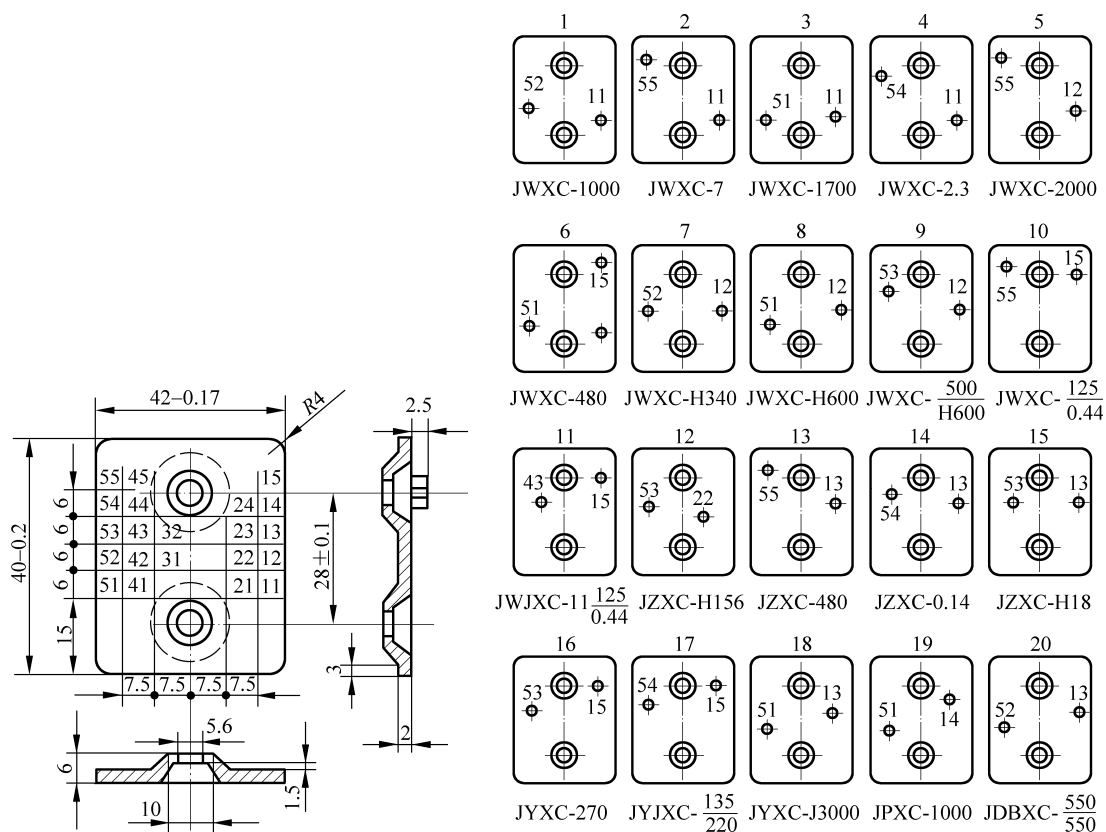


图 3-7 型别盖外形及鉴别孔位置

表 3-2 常用安全型继电器的基本情况

品种规格 序号	规格 序号	继电器名称	型 号	接点组数	鉴别销 号码	线圈 连接	电源片连接		用 途
							连接	使用	
1	1	无极继电器	JWXC-1700	8QH	11、51	串联	2-3	1、4	通用继电器
	2	无极加强接点继电器	JWJXC-480	2QH、2QHJ	15、51	串联	2-3	1、4	通用继电器
	3	无极缓动继电器	JWXC-H310	8QH	23、54	单独	—	1、4	25 Hz 相敏轨道电路的轨道复示继电器
	4	无极加强接点缓放继电器	JWXC-H340	8QH	12、52	串联	2-3	1、4	通用继电器
	5		JWXC-H600	8QH	12、51				
	6		JWJXC-H $\frac{125}{0.44}$	2QH, 4QJ, 2H	15、55	单独	—	1、4	道岔启动电路
	7		JWJXC-H $\frac{125}{80}$		31、52				
	8		JWJXC-H $\frac{125}{0.13}$		12、22				
2	9	整流继电器	JZXC-H18	4QH	13、53	串联	1、4	53、63	灯丝继电器

续表

品种 序号	规格 序号	继电器名称	型 号	接点组数	鉴别销 号码	线圈 连接	电源片连接		用 途
							连接	使用	
3	10	有极继电器	JYXC-270	4DF	15、53	串联	2-3	1、4	方向继电器
	11	有极加强接点继电器	JYJXC- $\frac{160}{260}$	2DF、2DFJ	15、54	单独	—	1、2 3、4	道岔启动电路
4	12	偏极继电器	JPXC-1000	8QH	14、51	串联	2-3	1、4	道岔表示电路、 计算机联锁接口继电器等

注：8QH 表示 8 组普通前后接点组；2DFJ 表示 2 组加强定位反位接点组，以此类推。

为了达到“故障-安全”要求,安全型继电器在结构上有以下特点。

- (1) 前接点采用熔点高、不会因熔化而使前接点粘连的导电性能良好的材料。
- (2) 增加衔铁重量,采用“重力恒定”原理在线圈断电时强制将前接点断开。
- (3) 采用剩磁极小的铁磁材料构成磁路系统,并在衔铁与极靴之间设有一定厚度的非磁性止片,当衔铁吸起时仍有一定的气隙以防剩磁吸力将衔铁吸住。
- (4) 衔铁不致因机械故障而卡在吸起状态。

6. 安全型继电器的寿命

继电器的寿命指的是接点的寿命,包括电寿命和机械寿命。继电器的电寿命,规定为普通接点 2×10^6 次,加强接点 2×10^5 次,有极继电器的加强定位、反位接点接通 1×10^5 次,断开 1×10^3 次。机械寿命 10×10^6 次。

3.2.2 安全型继电器的结构和动作原理

1. 无极继电器

继电器采用直流电源,无论什么极性只要达到它的规定电压(或电流)值,继电器就励磁吸起,称这种继电器为直流无极电磁继电器,简称无极继电器。

常用的无极继电器有 JWXC-1700 型,缓放的 JWXC-H340 型、JWXC-H310 型、JWXC-H600 型等品种。

1) 结构

无极继电器由电磁系统和接点系统两大部分组成。电磁系统包括线圈、铁芯、轭铁和衔铁,具有结构紧凑、加工方便等特点。JWXC 型直流无极继电器的电磁系统结构如图 3-8 所示。

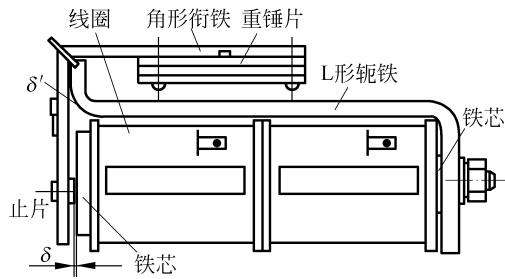


图 3-8 无极继电器的电磁系统结构

(1) 线圈。

线圈水平安装在铁芯上,分为前圈和后圈。采用双线圈主要是为了增强控制电路的适应性和灵活性,可根据电路需要单线圈控制、双线圈串联控制或双线圈并联控制。

线圈绕在线圈架上,线圈架由酚醛树脂压