

第一章 继电器

【知识要点】

- 掌握直流无极继电器的结构和工作原理。
- 了解常用信号继电器的工作特点。
- 了解信号继电器的基本功能、分类及表示方法。
- 了解信号继电器的特性。
- 了解继电器的基本电路和常见故障分析。

第一节 继电器概述

继电器是信号设备的主要器件之一。在城市轨道交通信号的自动控制和远程控制系统中，它可构成逻辑电路或作为执行元件直接监督和控制列车运行，其可靠性与安全性是确保各种自动控制、远程控制信号设备正常工作的必要条件。

一、继电器的基本原理和作用

(一) 继电器的基本原理

继电器是一种特殊的开关，一般是由电磁系统和触（接）点系统两大部分组成。其中电磁系统由电磁磁路和线圈组成，是继电器用来接受和反映输入物理量性质的系统机构；触点系统由动触点和静触点组成，是继电器的执行机构，用来实现控制。

如图 1-1 所示，当线圈中通入一定电流时，根据电磁原理，线圈因电流而产生磁性，使得衔铁吸向铁心。当线圈中没有足够的电流或断电时，衔铁由于重力作用而被释放。衔铁上的动触点随着衔铁的动作而与静触点接通或断开，从而实现对其他设备的控制。

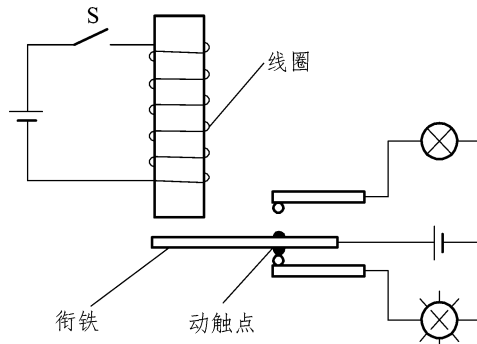


图 1-1 继电器工作原理

提示：继电器的特性是当输入量达到一定值时，输出量会发生突变。

（二）继电器的作用

“故障—安全”原则是轨道交通信号设备必须遵循的原则，当系统任何部分发生故障时，应确保系统的输出导向安全状态。随着电子技术的迅速发展，电子器件尤其是计算机以其速度快、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。但与电子器件相比，继电器仍存在一定优势，尤其是它具有“故障—安全”性能。因此，不仅现在，而且在未来一定时期内，继电器在轨道交通信号领域仍将起着重要作用。例如，在计算机联锁设备中，尽管电子器件所占比例相当大，但仍需要将继电器电路作为系统主机与信号机、轨道电路、转辙机的接口电路。

目前轨道交通信号设备中，继电器的作用主要表现在以下几方面。

1. 表示功能

利用不同继电器表示线路的占用和空闲、信号的开放和关闭、道岔是否在规定位置、区间是否闭塞等状态。例如，车站每组联锁道岔均设置定位表示继电器（DBJ）和反位表示继电器（FBJ），当有关继电器吸起时表示该道岔在定位或在反位，进而利用继电器触点接通控制台或显示屏的相关表示灯，并实现有关设备间的相互控制关系。

2. 驱动功能

目前轨道交通信号设备中主要被控对象是信号机和转辙机，不论车站是采用继电器联锁还是计算机联锁，均利用继电器控制相应设备。例如，车站的联锁道岔控制电路中设置有定位操纵继电器（DCJ）和反位操纵继电器（FCJ），当条件满足，有关继电器吸起时，能够驱动道岔向定位或反位转换。

3. 实现逻辑电路

在继电式车站联锁设备以及继电式区间半自动闭塞设备中，利用继电电路实现有关逻辑关系，以保证正线列车运行和车辆段内调车作业的安全。例如，在6502电气集中联锁电路中，完全利用继电电路判断道岔位置是否正确、进路是否空闲等条件，确定能否开放信号；信号开放后，利用继电电路锁闭与之相敌对的信号，并实时检查联锁条件，必要条件及时关闭有关信号，保证行车安全。

二、继电器的主要类型

（一）按动作原理分类

按动作原理不同，继电器可分为电磁继电器和感应继电器。

（1）电磁继电器：利用电流通过线圈产生的磁场来实现动作的继电器。常见的电磁继电器有直流无极继电器、直流有极继电器、交流继电器等。城市轨道交通信号设备一般采用此类继电器。

（2）感应继电器：利用电流通过线圈产生的交变磁场与其翼板转动而动作的继电器。例如，相敏轨道电路所使用的交流二元继电器就属于此类继电器。

（二）按工作电流分类

按工作电流不同，继电器可分为直流继电器和交流继电器。

（1）直流继电器：由直流电源供电的继电器，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：由交流电源供电的继电器，它按动作原理，有电磁继电器，也有感应继电器。如信号机灯丝继电器、交流二元继电器等。

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，所以实质上是直流继电器。

（三）按动作速度分类

按动作速度不同，继电器可分为速动继电器、正常动作继电器、缓动继电器三种。

（1）速动继电器：衔铁动作时间小于 0.1 s。

（2）正常动作继电器：正常动作继电器衔铁动作时间为 0.1 ~ 0.3 s。大部分信号继电器属于此类，通常不加“正常动作”四个字，简称为继电器。

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

（四）按输入量的物理性质分类

按输入量的物理性质不同，继电器可分为电流继电器和电压继电器。

（1）电流继电器：反映电流的变化，其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：反映电压的变化，由线圈励磁电路单独构成。

（五）按触点结构分类

按触点结构不同，继电器可分为普通触点继电器和加强触点继电器。

（1）普通触点继电器：具有开断功率较小的触点的能力，以满足一般信号电路的要求，多数继电器为普通触点继电器，通常不加“普通触点”四个字，简称为继电器。

（2）加强触点继电器：具有开断功率较大的触点的能力，以满足电压较高、电流较大的信号电路的要求。

（六）按工作可靠程度分类

按工作可靠程度不同，继电器可分为安全型继电器和非安全型继电器。

1. 安全型继电器（N 型）

安全型继电器无须借助于其他继电器，亦无须对其触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的继电器，其特点是：

（1）当线圈断电时，衔铁可借助于自身重量释放，从而使前触点可靠断开。

(2) 选用合适的触点材料,构成非熔接性前触点,或采用能防止触点熔接的特殊结构(如接熔断器、触点串联)。

(3) 当一组不应闭合的后触点仍然闭合时,结构上能防止所有前触点闭合。

2. 非安全型继电器(C型)

非安全型继电器必须监督检查触点在电路中的工作状态,以保证安全条件的继电器,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触点材料。

(2) 当一组不应闭合的前触点仍然闭合时,结构上能保证所有后触点不闭合。反之亦然。N型继电器主要依靠衔铁自身释放,故又称重力式继电器,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。一般说来,N型继电器的安全性、可靠性高于C型继电器。

三、城市轨道交通对继电器的要求

(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。

第二节 安全型继电器

AX系列安全型继电器由我国自行设计和制造,经过几十年的应用考验,证明其安全可靠、性能稳定,能满足信号电路对继电器提出的各种要求。它是我国铁路信号继电器的主要定型产品,广泛应用于城市轨道交通之中。

一、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。

(一) 插入式和非插入式

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。两者的区别仅在于,插入式继电器带有透明性很好的外罩,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。

在实际使用中,为便于维修,多采用插入式继电器。

(二) 安全型继电器的品种及用途

安全型继电器具有无极、无极加强触点、无极缓放、无极加强触点缓放，整流式，有极、有极加强，偏极 4 种 8 类 20 个品种以及 3 个派生品种。城市轨道交通用的各种继电器如表 1-1 所示。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。

表 1-1 安全型继电器的基本情况

品种序号	规格序号	继电器名称	型号	触点组数	鉴别销号码	线圈连接	电源片连接	
							连接	使用
1	1	无极继电器	JWXC-1000	8QH	11、52	串联	2、3	1、4
	2		JWXC-1700		11、51			
	3	无极加强触点继电器	JWJXC-480	2QH, 2QHJ	15、51	串联	2、3	1、4
	4	无极缓放继电器	JWXC-H340	8QH	12、52	串联	2、3	1、4
	5	无极加强触点缓放继电器	JWJXC-H $\frac{125}{0.44}$	2QH, 4QJ, 2H	15、55			
	6		JWJXC-H $\frac{125}{80}$		31、52			
2	7	整流式继电器	JZXC-H18	4QH	13、53	串联	1、4	5、6
	8		JZXC-H18F			单独	—	5、6
	9		JZXC-H18F1			—	1、2	
3	10	有极加强触点继电器	JYJXC-H $\frac{135}{220}$	2DF, 2DFJ	15、54	单独	—	$\frac{1,2}{3,4}$
4	11	偏极继电器	JPXC-1000	8QH	14、51	串联	2、3	1、4

表 1-1 中，Q 表示前触点，H 表示后触点，D 表示定位触点，F 表示反位触点，J 表示加强触点。

例如，8QH 表示 8 组普通前后触点组，2DFJ 表示 2 组加强定反位触点组。

(三) 继电器插座

安全型继电器为插入式，需加装继电器插座板，利用继电器下部螺栓露出部分将继电器插座板插入，用螺母紧固，然后用螺母紧固型别盖。

插座插孔旁所注触点编号系无极继电器的触点编号，其他各型继电器的触点系统的位置及使用编号与之不同，但实际使用的插座仅此一种。

安全型继电器有多种类型，为了防止不同类型的继电器错误插接，在插座下部鉴别孔内铆以鉴别销。鉴别销号码如表 1-1 所示。

各种继电器型别盖上的鉴别孔不同，根据规定的鉴别孔逐个钻成，与鉴别销相吻合。鉴别孔位置及型别盖外形如图 1-2 所示。

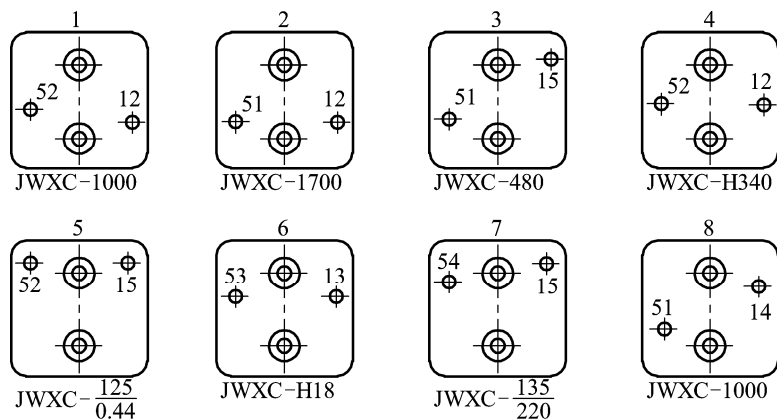


图 1-2 鉴别孔位置

(四) 安全型继电器的特点

在城市轨道交通信号系统中，凡是涉及行车安全的继电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）。它是一种不对称器件，在故障情况下使前触点闭合的概率远小于使后触点闭合的概率。这样，就可以用前触点代表危险侧信息，用后触点代表安全侧信息。

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) 前触点采用熔点高、不会因熔化而使前触点粘连的导电性能良好的材料。
- (2) 增加衔铁质量，采用“重力恒定”原理在线圈断电时强制将前触点断开。
- (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。

(五) 安全型继电器的寿命

继电器的寿命指的是触点的寿命，包括电寿命和机械寿命。继电器的电寿命规定为普通触点 2×10^6 次，加强触点 2×10^5 次，有极继电器的加强定位、反位触点接通 1×10^5 次，断开 1×10^3 次。机械寿命 10×10^6 次。

二、安全型继电器的结构和动作原理

(一) 无极继电器

无极继电器有 9 个品种，常用的是 JWXC-1700、JWXC-1000 及缓放的 JWXC-H340 型等。

1. 直流无极继电器的结构

如图 1-3 所示，直流无极继电器由直流电磁系统和触点系统两部分构成。电磁系统由线圈、铁心、轭铁、衔铁等组成。触点系统包括拉杆和触点组。触点组分为静止的前触点、后

触点，以及固定在拉杆上的动触点。直流无极继电器一般有 8 组触点，每组触点彼此独立但动作一致。

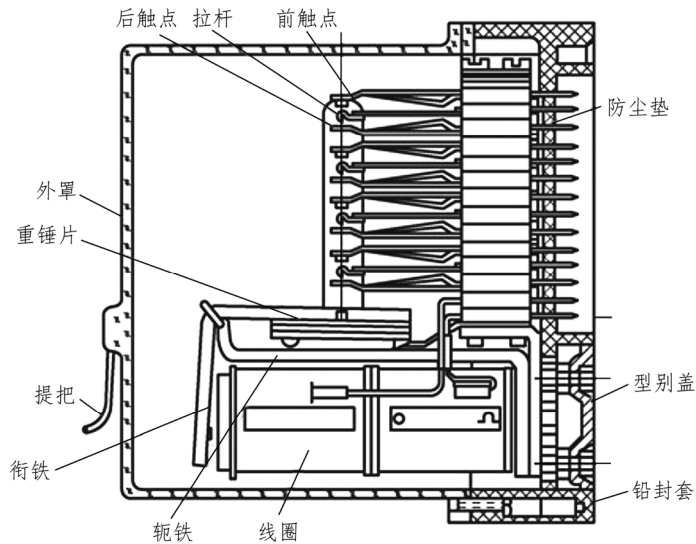


图 1-3 直流无极继电器结构

(1) 线圈。线圈水平安装在铁心上，分为前圈和后圈。采用双线圈的目的主要是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制而成。缓放型无极继电器为了增加缓放时间，采用铜质阻尼线圈架。线圈用高强度漆包线密排绕制，抽头焊有引线片。

(2) 铁心。铁心由电工纯铁制成，为软磁材料，具有较高的磁通密度和较小的剩磁，外层镀锌防护。它的尺寸根据继电器的规格不同而有所区别。缓放型继电器尺寸大些，以加大缓放时间或减少工作值。

(3) 轭铁。轭铁呈 L 形，由电工纯板冲压成型，外表镀多层铬防护，通电时增加磁场的引力。

(4) 衔铁。衔铁由电工纯铁冲压成形，为角形。

(5) 重锤片。重锤片由薄钢板制成，线圈断电时继电器衔铁靠重力返回。重锤片的基片数量由继电器的后触点组数决定，一般 8 组后触点用 3 片，6 组后触点用 2 片，4 组后触点用 1 片，2 组后触点不用，即后触点组数越多，重锤片的基片数越多，以保证继电器落下时，动触点对后触点有足够的压力。

(6) 触点系统。触点系统处于电磁系统上方，通过触点架、螺钉紧固在轭铁上，两者成为一个整体。用螺钉将下止片、电源片单元、银触点单元、动触点单元以及压片按顺序组装在触点架上。在紧固螺钉前，应将拉杆、绝缘轴、动触点轴与动触点组装好。

无极继电器触点系统采用两排纵列式联动结构，因此，触点组数只能成偶数增减。拉杆传动中心线与触点中心线一致，以减少不必要的传动损失。

银触点单元由锡磷青铜带制成的触点片与由黄铜制成的托片组成，两组对称地压在胶木内。在触点簧片的端部焊有银触点。

触点接触时会因碰撞产生颤动，颤动将形成电弧，对触点有较大的破坏作用。为消除这种颤动，必须设置托片。在调整继电器时，可在触点片和托片间加一个初压力，保证触点刚接触时可动部分的动能被触点片吸收，这样既可消除颤动，又可缩短触点的完全闭合时间，大大减轻了触点的烧损。

动触点单元由锡磷青铜带制成的动触点簧片与黄铜板制成的补助片压制在酚醛塑料胶木内。动触点簧片端部焊有动触点，动触点由银氧化镉制成。电源片单元由黄铜制成的电源片压在胶木内。

拉杆一般由塑料制成，拉杆上设有绝缘轴，动触点轴套在拉杆的绝缘轴上。衔铁通过拉杆带动触点组动作。绝缘轴用冻石材料制成，具有较高的抗冲击强度。动触点轴由锡磷青铜线制成，也有铁制的和塑料制的，衔铁通过拉杆带动触点组。

压片由弹簧钢板冲压成弓形，分上下两片，其作用是保证触点组的稳固性。下止片由锡磷青铜板制成，外层镀镍，它在衔铁落下时起限位作用。

触点架由钢板制成，用稳钉与轭铁固定，保证触点架不变位。触点架的安装尺寸是否标准，角度是否准确，对继电器的调整有很大影响。

2. 直流无极继电器的工作原理

当线圈中通入直流电时，产生磁通，经铁心、轭铁、衔铁和气隙，形成闭合磁路，使铁心对衔铁产生吸引力。当吸引力增大到足以克服重锤片和拉杆等的重力时，将衔铁吸向铁心，衔铁带动拉杆推动动触点向上动作，使动触点与前触点闭合，此时称为激磁状态或吸起状态。

当线圈中的电流减小或断电时，磁路的磁通随之减小，铁心对衔铁的吸引力相应减小。当吸引力不足以克服重锤片和拉杆等的重力时，衔铁被释放，动触点与前触点断开，并与后触点闭合，此时称为失磁状态或落下状态。

提示：直流无极继电器因使用直流电源，且继电器的动作与通入线圈的电流方向无关而得名。

（二）整流式继电器

整流式继电器用于交流电路中，它通过内部的半波或全波整流电路将交流电变为直流电而动作。之所以如此，是为了避免在 AX 系列继电器中采用结构形式完全不同的交流继电器，以提高产品的系列化、通用化程度。

整流式继电器有 4 种规格，主要采用 JZXC-H18 及其派生的 JZXC-H18F。

整流式继电器的触点系统结构与无极继电器相同，零部件全部通用，只是触点的编号有区别。

整流式继电器的电磁系统、触点系统、动作原理与直流无极继电器基本相同，只是在直流无极继电器的基础上增加了整流电路。整流式继电器一般采用 4 个二极管组成的桥式整流电路（见图 1-4），将交流电源整流后输入继电器线圈。整流式继电器工作时会发出响声，对继电器正常工作带来不利影响。

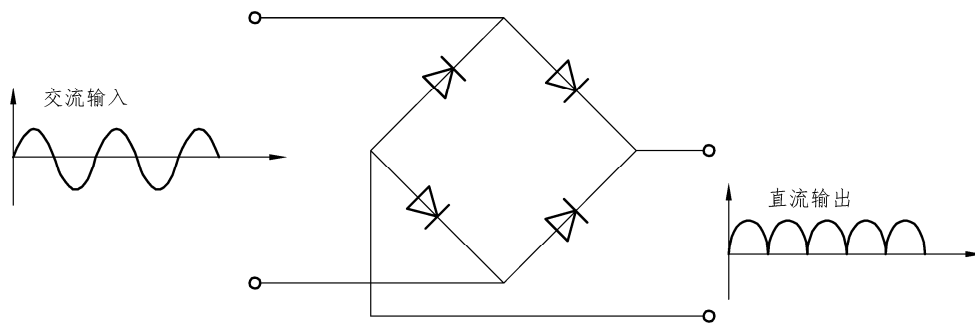


图 1-4 桥式整流电路

(三) 有极继电器

有极继电器根据线圈中电流极性不同具有定位和反位两种稳定状态。当线圈中电流消失时，这两种稳定状态仍能继续保持，所以此继电器又称为极性保持继电器。它的特点是磁系统中增加了永久磁钢。当线圈中通入规定极性的电流时，继电器吸起，断电后仍保持在吸起位置；当通入反向电流时，继电器落下，断电后仍保持在落下位置。

(四) 偏极继电器

偏极继电器是为了满足信号电路中鉴别电流极性的需要而设计的。它与无极继电器不同，衔铁的吸起与线圈中电流的极性有关，只有通过规定方向的电流时，衔铁才吸起；当电流方向与规定方向相反时，衔铁不动作。但它又不同于有极继电器，只有一种稳态，即衔铁靠电磁力吸起后，断电就落下，落下是稳定状态。

(五) 交流二元继电器

交流二元继电器属于感应式继电器，具有两个既相互独立又相互作用的交变电磁系统（局部线圈和轨道线圈），故称为二元继电器，有吸起和落下两种状态。根据频率不同，交流二元继电器分为 25 Hz 和 50 Hz 两种。

交流二元继电器由电磁系统、翼板、触点等组成，如图 1-5 所示。它的电磁系统包括局部电磁系统和轨道电磁系统。其中，局部电磁系统由局部铁心和局部线圈组成；轨道电磁系统由轨道铁心和轨道线圈组成。

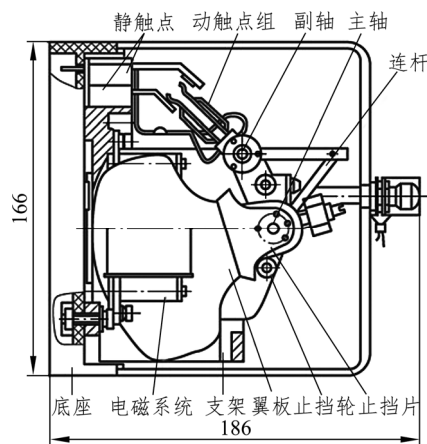


图 1-5 交流二元继电器

交流二元继电器与前面介绍的继电器工作原理完全不同，只有在其局部线圈和轨道线圈中输入电流频率相同、且局部线圈中电流相位超前轨道线圈中电流相位 90° 时，翼板中才能产生正方向的转矩，接通前触点，其他情况下，翼板不产生转矩，继电器将保持原来的位置而不动作。

交流二元继电器具有以下两个特点：

(1) 具有频率选择特性：当交流二元继电器局部线圈中电流频率为 50 Hz 时，只有在轨道线圈接收到频率为 50 Hz 的电流时，继电器才可能动作，除此之外，翼板中平均转矩为零，继电器不动作。

(2) 具有相位选择特性：即使轨道线圈与局部线圈中的电流频率相同，继电器并不一定吸起，只有局部线圈电流相位超前轨道线圈相位 $0^\circ \sim 180^\circ$ 时，翼板中才产生正转矩，使继电器能够吸起。通过计算可知，当相位超前 90° 时正转矩最大。

交流二元继电器应用于相敏轨道电路，这种“故障—安全”特性不仅能够解决轨道电路轨端绝缘的破损防护问题，还能防止牵引电流及其他频率的干扰。通过计算可以知道，当轨道线圈的电流频率为局部线圈电流频率的 n 倍时，不论电压多高，翼板均不能产生转矩使继电器误动。

三、安全型继电器的特性

安全型继电器的特性包括：电气特性、时间特性、机械特性。这些特性用来表征继电器的性能，是使用和检修继电器的重要依据。

(一) 电气特性

电气特性是安全型继电器的基本要求，也是设计和实现信号逻辑电路的依据。电气特性包括额定值、充磁值、释放值、工作值、转极值，以及反向不工作值。

(1) 额定值：满足继电器安全系数所必须接入的电压和电流值。

AX 系列继电器的额定电压为直流 24 V，作为轨道继电器、灯丝继电器、道岔启动继电器时除外。

(2) 工作值：向继电器线圈通电，直到衔铁止片与铁心接触、全部前触点闭合，并满足规定触点压力所需要的最小电压或电流值。此值是继电器的磁系统及触点系统刚好能工作的状态，一般规定工作值不大于额定值的 70%。

(3) 转极值：指使用有极继电器衔铁转极的最小电压或电流值。分为正向转极值和反向转极值。

正向转极值是使有极继电器的衔铁转极，全部定位触点闭合，并满足规定触点压力时的正向最小电压或电流值。

反向转极值是使有极继电器的衔铁转极，全部反位触点闭合，并满足规定触点压力时的反向最小电压或电流值。

(4) 释放值：向继电器通以规定的充磁值，然后逐渐降低电压或电流，直至全部前触点刚断时的最大电压或电流值。

(5) 充磁值：指为了测试继电器的释放值或转极值，为预先使继电器磁系统磁化，可向其线圈通以 4 倍的工作值或转极值，此值称为充磁值。这样可使继电器磁路饱和，在此条件下测试释放值或转极值。

(6) 反向工作值：指向继电器线圈反向通电，直到衔铁止片与铁心接触、全部前触点闭合，并满足触点压力时所需要最小电压或电流值。造成反向工作值大于工作值的原因是磁路剩磁影响所致，反向工作值一般不大于工作值的 120%。

(7) 反向不工作值：是指向偏极继电器线圈反向通电，继电器不动作的最大电压值。

释放值与工作值之比称为返还系数。返还系数对于信号继电器有着特别重要的意义，返还系数越高，标志着继电器的落下越灵敏。规定普通继电器的返还系数不小于 30%，缓放型继电器不小于 20%，轨道继电器不小于 50%。

(二) 时间特性

电磁继电器的电磁系统是具有铁心的电感。在接通或断开电源时，由于电磁感应作用，在铁心中产生涡流，在线路中产生感应电流。这些电流产生的磁通会阻碍铁心中原来的磁通的变化，所以电磁继电器或多或少地都具有一些缓动的时间特性。

由于各种继电器控制电路完成的作用不一样，对继电器的时间特性要求也不一样，如果不能满足时间特性的要求，控制电路便不能正常工作。因此，不仅要了解继电器固有的时间特性，还要按电路的要求改变继电器的时间特性。

1. 继电器的时间特性

电磁继电器线圈所具有的电感不仅电感量大，而且是非线性的。再加上继电器磁路中的工作气隙在动作过程中是变化的，因此继电器线圈中的电流变化规律较为复杂。

从线圈通电到衔铁动作、带动后触点断开、前触点接通，需要一定的时间。从线圈断电到衔铁动作、带动前触点断开、后触点接通，也需要一定的时间。即吸合需要时间，释放也需要时间。

吸合时间是指向继电器通入额定值电流起至全部前触点闭合所需的时间（包括通电后至触点断开的吸起动作时间和从后触点断开到前触点闭合的衔铁运动时间）。返回时间是指向继电器通入额定值电流，从线圈断电时至前触点断开所需的时间（包括断电至前触点断开的缓放时间和从前触点断开至后触点闭合的衔铁运动时间）。继电器的动作时间如图 1-6 所示。

例如，JWXC-1000 型继电器的吸合时间为 0.10 ~ 0.15 s，返回时间为 0.015 ~ 0.025 s。可见继电器都是缓动的，但其缓吸、缓放时间都非常短。

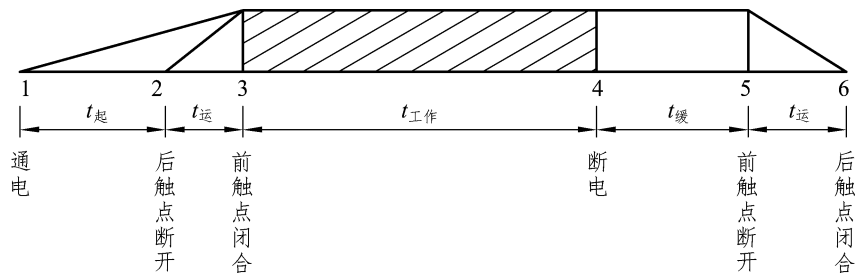


图 1-6 继电器动作时间

2. 改变继电器时间特性的方法

继电器用于控制电路中，要满足不同控制对象对时间特性的要求，光依靠继电器的固有时间特性是不行的，必须根据需要改变继电器的时间特性。改变继电器时间特性的方法有两种：一是改变继电器的结构；二是用电路来实现。

1) 改变继电器结构以获得继电器的缓动

(1) 通过改变衔铁与铁心间止片厚度来改变继电器的落下时间。止片增厚，落下时间减小，止片减薄，落下时间增大。

(2) 选用磁导率较高的铁磁材料，以缩短继电器的动作时间。

(3) 增大线圈导线的线径，以减小继电器的吸合时间。

(4) 在铁心上套短路铜环（铜线圈架），使继电器达到缓动（缓吸和缓放）。

2) 构成缓放电路以获得继电器的缓放

(1) 提高继电器端电压使其快吸。

(2) 与继电器线圈并联 RC 串联电路使其快吸。

(3) 在继电器线圈两端并联电阻或二极管使其缓放。

(4) 将继电器短路一个线圈使其缓放。

(三) 安全型继电器的机械特性与牵引特性

在继电器衔铁的动作过程中，衔铁上受到电磁吸引力和反作用力。电磁吸引力又称牵引力；反作用力与之方向相反，对于安全型继电器来说是由衔铁（及重锤片）的重力和触点簧片的弹力构成的，所以称为机械力。要使继电器可靠工作，牵引力必须大于机械力，因此牵引力的大小要根据机械力来确定。

1. 机械特性

AX 系列继电器机械力的大小与触点片的数量、重锤片的数量、衔铁的动程等有关。在衔铁的整个运动过程中所受到的机械力不是固定不变的，而是在一个很大的范围内变化的。也就是说，继电器的机械力 F_j 是随着衔铁与铁心间的气隙 δ 的变化而变化的。 $F_j = f(\delta)$ 的变化关系称为继电器的机械特性，表示这种变化关系的曲线称为机械特性曲线。

不同类型的继电器，其结构不同，机械特性也不同。图 1-7 所示为无极继电器的机械特性曲线，图中纵坐标表示衔铁运动时所克服的机械力 F_j （单位为 N），横坐标表示衔铁与铁心间的工作气隙 δ （单位为 mm），横轴上线段 O_a 代表最大气隙 δ_a 值， $O\delta_0$ 代表止片厚度， $O\delta_0$ 代表衔铁动程值（ $\delta_a - \delta_0$ ）。

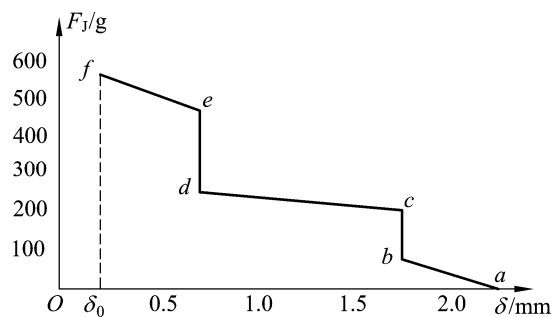


图 1-7 无极继电器的机械特性

继电器衔铁释放时气隙最大，这时在衔铁重力和动触点片的预压力（动触点片预先向下弯曲变形所产生的弹力）的作用下，使动触点片与后触点片间保持一定的压力，以保证接触良好。后触点片的预压力与衔铁重力及动触点片预压力之和相平衡，衔铁上的机械力 F_j 为零，在机械特性曲线上用 a 点表示。

当衔铁开始运动，工作气隙从 δ_0 逐渐减小时，后触点片的挠度随着逐渐减小，使后触点片与动触点片之间的压力逐渐减小。这时后触点片给予动触点片的作用力也逐渐减小，动触点片的挠度逐渐增大。因此，随着气隙的减小，机械力 F_j 逐渐增大，如线段 ab 所示。该线段的陡度由后触点片和动触点片的弹性变形决定。

当动触点与后触点刚分离时，动触点片失去了后触点片对它的作用力，使机械力突然增大，如线段 bc 所示。其值决定于衔铁重量和动触点片的预压力之和。

衔铁继续运动，使动触点片逐渐向上弯曲，由于动触点片的挠度加大，使动触点片对衔铁的压力逐渐上升，如线段 cd 所示。上升的陡度由动触点片的弹性变形决定。

当动触点片与前触点片接触并使前触点片刚离开上托片时，动触点片上增加了前触点的预压力，使机械力突然加大，如线段 de 所示。其值决定于动触点片的弯曲挠度所产生的弹力及前触点的预压力之和。

为使动触点片与前触点片间接触良好，必须要求它们之间有一定的压力，所以衔铁仍需运动，直至衔铁运动完毕。在这一过程中由于动触点片和前触点片共同弹性变形，弹力增大，所以机械力较快上升，如线段 ef 所示。

可见，继电器的机械特性曲线是一条折线，它表示了衔铁运动在不同位置时的机械反作用力 F_j 。折线上 c 、 e 两个折点突出向上，它们反映了衔铁运动在这两个位置的机械反作用力变化最大。如果继电器的牵引力在这两个位置均能大于机械反作用力，该继电器就能吸起。所以一般以 c 、 e 两个点中的一个作为确定牵引力的依据，称为临界值。

机械特性曲线可根据材料力学计算求得，也可通过实验求得。

2. 牵引特性

当无极继电器线圈上加上直流电源后，铁心中就会产生磁通，磁通经过铁心与衔铁间的气隙 δ 时，对衔铁产生电磁吸引力，称为牵引力 F_Q ，牵引力 F_Q 与线圈的磁势（线圈的匝数和所加电流的乘积 IW 通常称安匝）及气隙大小有关。当 δ 一定时， F_Q 与安匝（ IW ）的平方成正比；当安匝一定时， F_Q 与 δ 的平方成反比，即 F_Q 随 δ 呈双曲线规律而变化。牵引力 F_Q 随工作气隙 δ 变化的关系 $F_Q = f(\delta)$ ，称为牵引特性。牵引曲线如图 1-8 所示，从图中可看出，当安匝一定时，牵引力 F_Q 随 δ 的减小呈双曲线规律急剧增大；而相同的工作气隙在不同的安匝下，牵引力 F_Q 也不同，安匝大，牵引力也大。因此，不同的安匝值牵引力 F_Q 与工作气隙 δ 的牵引特性曲线也不同，安匝大，曲线 $F_Q = f(\delta)$ 位置就高。

3. 牵引特性与机械特性的配合

将机械特性曲线和一族牵引特性曲线用同一比例尺绘在同一坐标上，如图 1-9 所示。这一族牵引

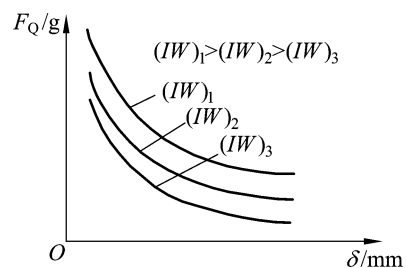


图 1-8 牵引特性曲线

特性曲线对应于不同的继电器安匝。显然，要使继电器吸起，就必须要求继电器衔铁在整个运动过程中牵引力处处大于或等于机械力。也就是说，牵引特性曲线必须在机械特性曲线之上，至少也要与机械特性曲线相切。如前述，机械特性曲线上的 c 和 e 点是两个突出的折点，如果衔铁运动到这两点时牵引力都大于或等于机械力，那么在其他点的牵引力都能满足要求。因此，只要根据这两点中的任一点相切在另一点之上的牵引特性曲线，就能确定该继电器的吸起安匝。在图 1-9 中， $(IW)_3$ 的牵引特性曲线不能满足要求，因它虽与 e 点相切，上部分处于机械特性曲线之上，但下部分处于机械特性曲线之下，说明下部分的牵引力小于机械力，继电器不能吸起。而与 c 点相切的 $(IW)_2$ 牵引特性曲线除 c 点牵引力等于机械力外，其余都大于机械力，所以能使继电器吸起， $(IW)_2$ 就是吸起安匝。又因为 c 点的牵引力等于机械力，所以这个吸起安匝称为临界安匝，切点 c 称为临界点。为使继电器可靠吸起动作，继电器的安匝应大于临界安匝，在临界安匝上再加上一个储备量，即乘以储备系数 K ，就成为工作安匝。

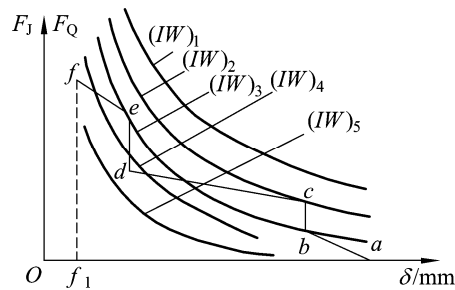


图 1-9 牵引特性曲线与机械特性曲线配合

储备系数 K 越大，牵引力越大，吸起时间越短。但 K 不能过大， K 过大不但造成不必要的功率消耗，而且因吸引力过大会造成触点在闭合时发生剧烈振动，影响触点稳定工作，甚至产生强烈的电弧或火花使触点损坏。 K 值一般为 1.1 ~ 1.3。

四、安全型继电器的触点

继电器触点是继电器的执行机构，通过触点来反映继电器的状态，进行电路控制。对于继电器触点，从触点材质到触点结构，从触点组数到触点容量，都有较高的要求。对频繁通断大电流的触点，还必须采取灭火花措施。

(一) 对触点系统的要求

在实际应用过程中，继电器的大部分故障发生在触点系统上，因此继电电路的可靠性在很大程度上取决于触点系统工作的可靠性。为保证继电器的可靠工作，必须对触点系统有一定的要求，这些要求包括：

- (1) 触点闭合时，接触可靠，接触电阻小而且稳定。
- (2) 触点断开时，要可靠分开，使触点间电阻为无穷大，即有一定的间隙。
- (3) 触点在闭合和断开过程中没有颤动。
- (4) 不发生熔接。

- (5) 耐各种腐蚀。
- (6) 导热率和导电率要高。
- (7) 使用寿命长。

(二) 触点参数

1. 触点材料

对触点材质的基本要求是机械强度高、导电率和导热率高、耐腐蚀、熔点较高、加工容易、价格适宜。

2. 触点压力

接触点之间的压力和材质在很大程度上决定着触点电阻的大小。开始接触的瞬间，触点压力加在为数不多的接触点上，这些接触点被压平，使两接触表面更加接近，产生一些新的接触点，总的接触电阻就会降低。但当压力达到某个数值时，再增大压力，也不会使触点电阻有明显减小。

因为触点间存在压力，触点支撑件（触点弹片等，一般采用弹性元件）会产生弹性变形，为了避免因振动等因素造成接触分离，对触点压力要有明确的最低值。

3. 触点齐度

同一继电器的所有触点理论上要求同时接触。但在触点系统的生产过程中，工艺上不可能做到没有误差，因而触点很难做到完全同时接触。继电器各组触点接触时的误差称为触点不齐度，要求其越小越好。

4. 触点间隙

在动触点和静触点开始分离的瞬间，触点间会产生很高的电场，触点间隙中的自由电子在此电场力的作用下可从阴极向阳极高速移动，这样就产生了触点间的电弧。另外，这些电子与气体中的自由电子撞击，使气体电离，进一步使电弧加剧。电弧的产生使触点迅速氧化和点燃，加速触点的损耗，缩短其使用寿命。当触点间隔增大后，会拉长电弧，使电弧熄灭。此外，触点间隙小时，雷电效应也可能使触点间产生放电现象，故要求触点间有足够大的间隙。

5. 触点滑程

触点表面的腐蚀、氧化和灰尘等对接触电阻有很大的影响。为了保证触点的可靠工作，当触点开始接触后，要求触点之间有一定程度的位移，该位移叫作触点滑程。

(三) 触点容量

继电器触点所允许通过的最大电流称为触点容量。继电器在使用时严禁超出触点允许容量，以保证各类触点达到规定的触点寿命动作次数。超出触点容量使用，可能造成触点接触面拉弧烧损，使触点接触电阻增大，寿命缩短，严重时造成器材或设备烧损。

安全型继电器的触点容量如表 1-2 所示。

表 1-2 触点容量

触点类型	电源	电压/V	电流/A	负载性质
普通触点	直流	24	1	电 阻
无极加强触点	直流	220、380	5	
	交流			
有极加强触点	直流	220	7.5	电感 0.05 H
		180	1.5	

(四) 触点材料

一般继电器要求触点材料的电阻系数小、抗压强度低，而且不易氧化或其氧化物电阻率小。因为接触材料电阻系数越小，触点本身的电阻越小，接触电阻就越小；材料的抗压强度越小，在一定的触点压力下，接触面积就越大，则接触电阻越小。

银的电阻率最低，银的氧化膜的导电率与纯银几乎相等，且抗压强度不高，因此，几乎所有类型的继电器，都采用银和银合金作为触点材料。

对控制大电流和高电压的触点，应选择耐腐蚀和难熔的材料，如钨和金属陶瓷等。钨熔点高，硬度也很高，不会熔合，几乎没有机械磨损，耐腐蚀能力强，但在大气中易氧化。金属陶瓷大部分是由两种互相不能熔成合金的成分，用金属陶制法（粉末冶金法）制成的。它磨损小，熔点非常高，耐腐蚀能力强，不易熔合，导电导热性能好，很适宜作为触点材料。银氧化镉就是其中的一种，其基本物质为银（80%~85%），起导电作用，氧化镉（12%~15%）起导热作用，两者获得最佳配合。它在高温下（990℃）还能以爆炸形式分解出氧与镉的蒸汽，起到对电弧的吹动和消除游离的效应，形成自动吹弧作用，提高了触点的熄弧性能。特别是它与银触点配合使用时，具有防粘连、接触电阻小等特点。

安全型继电器的普通触点、静触点常用银或银氧化镉制成，动触点常用银氧化镉制成。加强触点的静触点、动触点均用银氧化镉制成。

(五) 触点的接触形式

触点的接触形式有面接触、线接触和点接触三种。从理论上讲，面接触的接触面最大，接触电阻最小，但实际上并非如此。由于触点的接触面稍有歪斜，两个触点的接触面不能全面接触，往往只能在一个点或一个不大的面积上接触，因而接触电阻仍然较大。而且接触的部分每次闭合都有不同，加上触点表面的氧化物层自动净化能力不良，所以接触电阻很不稳定。线接触的压力比较集中，在触点闭合和断开过程中，线接触的触点表面能沿另一触点表面滑动，表面氧化层和灰尘会自动脱落，起到自动净化的作用，使接触电阻减小，而且接触电阻也较稳定。点接触压力最为集中，接触电阻也最稳定，但接触电阻大，散热面积小，温升高，只适用于小功率的控制电路中（如 JWXC 型无极继电器的触点）。

第三节 继电器的应用

应用继电器可构成各种控制和表示电路，统称继电电路。在具体的应用过程中，涉及如

何选用继电器，如何识读继电电路，如何分析继电电路，以及如何判断继电器故障等方面。掌握这些技能，有利于正确运用继电器。

一、电路中选择继电器的一般原则

根据电路要求，按继电器的主要参数和指标进行选择。

- (1) 继电器类型、线圈电阻应满足各种电路的具体要求。
- (2) 电路中串联使用继电器时，串联的继电器的数量应满足各继电器正常工作电压的要求。
- (3) 继电器的触点最大允许电流不应小于电路的工作电流，必要时可采用触点并联的方法。
- (4) 继电器的触点数量不能满足电路要求时，应设复示继电器，复示继电器应能及时反映主继电器的动作状态。设置复示继电器时一般只设一级复示，当触点数量还不能满足要求时可改变其设计。
- (5) 电路中串联继电器触点时，要使串联继电器触点的接触电阻不影响电路的正常工作。

二、继电器的表示方法

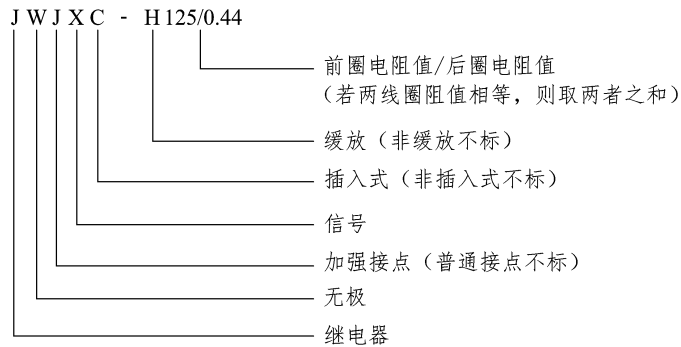
信号继电器的表示方法主要有型号、图形符号及名称代号三种。型号是指由继电器结构决定的具有不同特性和功能的继电器；符号是指用电路符号表示不同型号的继电器及其触点；而名称代号是根据继电器的用途给继电器起的名称，它与继电器的型号、符号无关。

(一) 信号继电器的型号表示法

信号继电器的型号由字母和数字组成，字母表示继电器的类型，数字表示线圈的电阻值。例如，JWXC-1700 的第一个字母 J 表示继电器，第二个字母 W 表示无极，第三个字母 X 表示信号，第四个字母 C 表示插入式，数字 1700 表示继电器的线圈电阻为 1700 Ω ，即该继电器前圈、后圈的电阻均为 850 Ω 。信号继电器型号中代号的含义如表 1-3 所示。

表 1-3 信号继电器型号中代号的含义

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、加强触点	继电器、加强触点、交流	Z	整流	整流转换
P	偏极				



(二) 信号继电器的图形符号表示法

在继电电路中涉及继电器线圈和触点组, 它们的图形符号分别如表 1-4 和表 1-5 所示。这些图形符号反映了继电器的某些特性, 绘图时必须正确选用, 以免混淆。表中的触点图形符号有工程图用和原理图用两种。工程图用的符号略为复杂, 但能准确表达触点的状态, 且不致因笔误而造成误解, 所以工程图必须采用工程图用符号。原理图用的触点符号比较简单, 但稍有笔误即易造成误认, 仅限于设计草图和教学中使用。

表 1-4 继电器线圈的图形符号 (部分)

序号	符号	名称	序号	符号	名称
1		无极继电器	6		有极加强继电器
2		无极继电器 (两线圈分接)	7		偏极继电器
3		无极缓放继电器	8		整流式继电器
4		无极加强继电器	9		交流继电器
5		有极继电器	10		交流二元继电器

表 1-5 继电器触点的图形符号

序号	符 号		名 称	说 明
	标准图形	简化图形		
1			前触点闭合	
2			后触点断开	
3			前触点断开	
4			后触点闭合	

继电器符号可画在电路图的不同位置, 也可以画在不同的图纸上, 当然它们的名称符号

要标记清楚。在继电器线圈符号上要注明其定位状态的箭头和线圈端子号。

对于继电器的前触点和后触点，只标出其触点组号，而不必详细表明动触点、前触点、后触点号，这些从图中可看出。例如，第一组触点的动触点为 11，前触点为 11-12，后触点为 11-13。

而对于有极继电器，因无法用箭头表示其状态，所以必须表明其触点号，如 111-112 表示定位触点，111-113 表示反位触点，百位数 1 是为了区别于其他继电器而增加的。

（三）信号继电器的名称代号表示法

继电器一般是根据它的用途和功能来命名的。为了便于标记，常用汉语拼音来表示继电器符号。例如，反应按钮动作的继电器记为 AJ；控制信号的称为信号继电器记为 XJ。一个控制系统中会用到许多继电器，同一作用和功能的继电器也不止一个，因此必须区分它们的名称。例如，LXJ 代表列车信号继电器，以 DXJ 代表调车信号继电器。

同一个继电器的线圈和触点必须使用该继电器的名称符号来标记，以免产生混淆。同一个继电器的各触点组还需用其编号注明，以防止重复使用。

三、继电器的定位原则

继电器通常有吸起和落下两个状态。在电路图中只能表达这两种状态中的一种，应有所规定。电路图中继电器呈现的状态称为通常状态（简称常态），或称为定位状态。在信号系统中，定位状态应遵循以下原则。

（1）继电器的定位状态应与设备的定位状态相一致。信号布置图中所反映的设备状态规定为设备的定位状态。例如，信号机一般以关闭为定位状态，道岔一般以开通定位为定位状态，轨道电路一般以空闲为定位状态。

（2）根据“故障—安全”原则，继电器的落下状态必须与设备的安全侧一致。例如，信号继电器的落下必须与信号关闭一致，轨道继电器的落下必须与轨道电路的占用相一致。这样，才能实现电路发生断线故障时导向安全侧。

根据以上两条原则就可确定继电器的定位状态了。例如，信号继电器 XJ 落下与信号关闭相对应，规定 XJ 落下为定位状态。道岔定位表示继电器 DBJ 吸起与道岔处于定位相对应，规定 DBJ 吸起为定位状态。而道岔反位表示继电器 FBJ 吸起应与道岔处于反位相对应，故规定 FBJ 落下为定位状态。轨道继电器 GJ 吸起与轨道电路空闲相对应，规定 GJ 吸起为定位状态。

在电路图中，以吸起状态为定位状态的继电器，其线圈和触点处均以“ ”符号来标记；以落下状态为定位状态的继电器，其线圈和触点处均以“ ”符号来标记。

四、继电器电路线圈的使用方法

对于有两个线圈参数相同的继电器，它的线圈有多种使用方法：可以两个线圈串联使用，连接 2-3 电源片，使用 1-4 电源片；可以两个线圈并联使用，电源片 1-3 连接，2-4 连接，使用 1-2 或 3-4 电源片；也可以两个线圈分别使用或单线圈单独使用。

无论哪一种使用方法，都要保证继电器的工作安匝和释放安匝，才能使继电器可靠。

(一) 线圈串联使用

如图 1-10 所示，连接 2-3 电源片，使用 1-4 电源片。线圈串联使用，匝数最多，可最大限度地减小电流（线圈越多产生的磁场越强），因此线圈串联使用是最常用的使用方式。

(二) 线圈并联使用

如图 1-11 所示，线圈并联使用，匝数与线圈串联相同，线圈电流与串联电流相等即可，因此继电器线圈电压只需串联使用时的一半即可。继电器线圈很少并联使用。

电源片 1-3 连接，2-4 连接，使用 1-2 或 3-4 所需电压比串联时低一半，使用在较低电压的电路中。

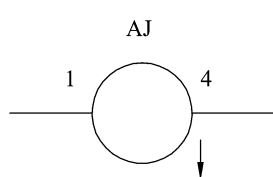


图 1-10 线圈串联

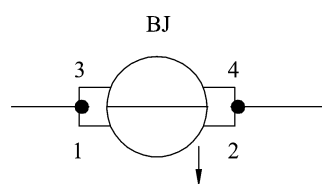


图 1-11 线圈并联

(三) 线圈单独使用

如图 1-12 所示，线圈单独使用，就是只给继电器一个线圈通电，另一线圈不用，或将另一线圈封连，使继电器缓放。

线圈单独使用时，线圈的匝数是串联或并联使用时的一半，其电源电压与串联使用时相同，这样线圈电流变为串联使用时的 2 倍，保证了安匝数不变，继电器正常工作。

(四) 线圈分开使用

如图 1-13 所示，线圈分开使用，就是将继电器的前圈和后圈分别接在两个不同的电路中，根据电路要求，可在不同的条件下接通每一线圈的电路，任一线圈有电均可使继电器吸起，当然两线圈也可以同时通电，但须注意的是，同时通电时两线圈的电流必须方向一致。

线圈分开使用时，线圈的匝数是串联或并联使用时的一半，其电源电压与串联使用时相同，保证只有一个线圈通电时，继电器能正常工作。

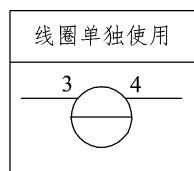


图 1-12 线圈单独使用



图 1-13 线圈分开使用

五、常见故障分析

在城市轨道交通信号系统中，与继电器相关的常见故障及其处理如下。

（一）信号继电器触点、接插件接触不良故障

信号继电器触点接触不良一般会导致继电电路的下一步动作不能正常运行，表现为利用该触点作为励磁电路条件的继电器不能正常吸起，或继电电路外送电压不能正常送出。需结合继电器电路图，借用正电或负电来查找中断点。查到某一继电器触点的前或后触点有电，而经过中触点后没电，表明该组触点接触不良，需进行更换继电器试验。若更换继电器后故障消失，表明故障原因与该组触点相关。

（二）线圈断线导致继电器不能正常吸起故障

根据继电电路图，用万用表在继电器两侧测试有无电压送到。若缺少正电或负电，表明电路中某段断线或继电器触点接触不良。若能测到电压，表明继电器线圈有故障，需更换继电器进行试验。若更换继电器后故障消失，表明该继电器线圈有故障。

（三）继电器螺丝松脱、机械故障

螺丝松脱、机械故障比较容易识别。若继电器已经发生歪斜，多为螺丝松脱或继电器插入深度不够，一般是检修或清洁时误碰所导致。继电器触点组推杆易产生断裂卡阻，使电路中使用的触点不能正常接通或切断，导致继电电路的下一步动作不能正常进行，应及时进行更换。

（四）继电器时间特性不能满足要求故障

继电器时间特性变化主要发生在时间继电器和缓吸、缓放继电器中。处理此类故障通常需要结合继电器的时间特性，观察其动作时间是否满足要求，达不到要求时应予以更换。

思考与练习

一、填空题

1. 继电器由_____、_____组成。
2. 继电器按动作原理可分为_____、_____。
3. 触点的接触形式有_____、_____、_____。
4. 继电器的表示方法有_____、_____、_____。
5. 安全型继电器的特性包括_____、_____、_____。
6. 继电器按工作可靠程度分类，可分为_____、_____。
7. 继电器电路线圈的使用方法有_____、_____、_____、_____。

二、选择题

1. 无极继电器的触点符号表示方法，用“1”表示（ ）。
A. 前触点 B. 中触点 C. 后触点 D. 上触点
2. 无极继电器的触点符号表示方法，用“2”表示（ ）。
A. 前触点 B. 中触点 C. 后触点 D. 上触点

3. 无极继电器的触点符号表示方法，用“3”表示（ ）。
 - A. 前触点
 - B. 中触点
 - C. 后触点
 - D. 上触点
4. （ ）是指满足继电器安全系数所必须接入的电压或电流值。
 - A. 额定值
 - B. 充磁值
 - C. 释放值
 - D. 工作值
5. 关于安全型继电器说法错误的是（ ）。
 - A. 安全型继电器是直流继电器
 - B. 安全型继电器可分为插入式和非插入式
 - C. 断电时依靠弹簧弹力释放衔铁
 - D. 安全型继电器典型结构为无极继电器
6. （ ）是为了满足信号电路中鉴别电流极性的需要而设计的。
 - A. 整流式继电器
 - B. 有极继电器
 - C. 偏极继电器
 - D. 交流二元继电器

三、判断题

1. 工作值是继电器的电磁系统和触点系统刚好能工作的状态，一般规定工作值不小于额定值的 70%。 ()
2. 整流式继电器属于交流继电器。 ()
3. 城市轨道交通信号机一般采用电磁继电器。 ()
4. JWXC-1700 的第一个字母 J 表示加强触点。 ()

四、简答题

1. 简述无极继电器的组成。
2. 简述无极继电器的工作原理。
3. 简述继电器的定位原则。
4. 简述安全型继电器对触点系统的要求。
5. 简述继电器线圈的使用方法。
6. 简述电路中选择继电器的一般原则。