



-----  
图书在版编目 (C I P) 数据

铁道信号基础设施维护 / 刘亚晶主编. —成都:  
西南交通大学出版社, 2021.3  
高等职业教育“十三五”精品教材 轨道交通类数字化教材  
ISBN 978-7-5643-7811-0

I. ①铁… II. ①刘… III. ①铁路信号 - 信号设备 -  
维修 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①U284.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 211648 号  
-----

高等职业教育“十三五”精品教材  
轨道交通类数字化教材  
Tietao Xinhao Jichu Shebei Weihu

**铁道信号基础设施维护**

主编 刘亚晶

责任编辑 穆 丰

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社  
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号  
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 成都蜀雅印务有限公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 15.5

字数 366 千

版次 2021 年 3 月第 1 版

印次 2021 年 3 月第 1 次

定价 52.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-7811-0

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

铁路是国家重要的基础设施，是国民经济的大动脉，是交通运输体系的骨干，是运输能力强、资源利用率高、有利环保的交通运输方式，在我国社会主义现代化建设中具有重要的历史使命。铁路信号是铁路的重要技术设备，是组织指挥列车运行、保证运输安全、提高运输效率、传递信息、改善行车人员劳动环境的关键设施，也是创新运输组织、扩充运输能力、实现铁路统一运输并集中指挥的重要技术条件。

随着控制技术、信息技术、计算机技术的发展，当今铁路信号系统的设备不断地更新换代并飞速发展。所有信号系统功能的实现，依靠的是现场各类信号基础设备协同工作，主要包括继电器、信号机及表示器、轨道电路、道岔转换设备、应答器、计轴设备、防雷等各类信号基础设备。只有熟练掌握了基础设备的相关知识，我们才能进一步提升专业能力，同时满足高等职业教育的职业技能需求。

作为高等职业教育应用型人才培养以及铁道信号相关专业课程的配套教材，本书立足于基础理论知识，并辅以相关数字资源，以立体化教学的方式进行编写。全书分为六个项目，分别针对铁道信号的不同基础设备进行了详细介绍，包括继电器、信号机、轨道电路、应答器、转辙机、防雷等设备，从技术参数、工作原理、作用机制、组成结构、设备维护等方面进行了阐述。结合教学要求和铁路现场设备维护的需求，本书采用多种形式的数字化资源作为教材补充，具有可读性强和操作性强的特点，也体现了信息化教学的特点。本书除了可作为高等职业院校教材外，还可作为现场工作人员的参考书。

本书由昆明铁道职业技术学院刘亚晶担任主编，昆明铁道职业技术学院陈旺、张书银、肖本兔、单彧鑫担任副主编，刘俊宏、魏银花参与编写。全书编写分工如下：项目一由单彧鑫与刘俊宏编写，项目二由张书银编写，项目三由刘亚晶编写，项目四由肖本兔、魏银花编写，项目五由陈旺编写，项目六由肖本兔编写。本书的编写以及数字化资源的采集过程，得到了铁路局有关部门的指导，也得到了学院相关部门和领导的支持，还得到了电气工程学院各位同仁的帮助，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，疏漏与不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

**编 者**

2020年7月



# 多媒体知识点目录

序号	二维码名称	资源类型	页码
1	资源 1-1 插入式无极继电器实物图	图片	P5
2	资源 1-2 安全继电器插座实物图	图片	P8
3	资源 1-3 JWXC-1700 安全型继电器实物图	图片	P9
4	资源 1-4 继电器接点示意图	图片	P12
5	资源 1-5 继电器动作原理视频	视频	P14
6	资源 1-6 JWJXC-480 型加强继电器接点示意图	图片	P15
7	资源 1-7 有极继电器结构示意图	图片	P17
8	资源 1-8 JSBXC 时间继电器电路原理	视频	P32
9	资源 1-9 继电器电路视频	视频	P44
10	资源 2-1 各类信号示意图	图片	P54
11	资源 2-2 信号机结构	图片	P58
12	资源 2-3 透镜式色灯信号机示意图	图片	P59
13	资源 2-4 组合式色灯信号机示意图	图片	P65
14	资源 2-5 组合式色灯信号机机构——光系统	图片	P68
15	资源 2-6 铁路信号灯泡实物图	图片	P69
16	资源 2-7 进站信号机显示视频	视频	P85
17	资源 2-8 进站信号机设置示意图	图片	P90
18	资源 2-9 进站信号机	图片	P91
19	资源 2-10 四显示自动闭塞出站信号机	图片	P92
20	资源 2-11 带进路四显示自动闭塞出站信号机	图片	P93
21	资源 2-12 三显示自动闭塞区段带调车信号和进路表示器的出站信号机	图片	P93
22	资源 2-13 通过信号机设置图	图片	P97
23	资源 2-14 遮断信号机设置图	图片	P97
24	资源 2-15 预告信号机设置图	图片	P99
25	资源 2-16 车站信号平面布置图	图片	P99
26	资源 2-17 驼峰信号机设置图	图片	P100
27	资源 2-18 进站复示信号机设置图	图片	P101
28	资源 2-19 机车信号示意图	图片	P102

29	资源 2-20 各类表示器	图片	P104
30	资源 2-21 信号机检修流程视频	视频	P113
31	资源 3-1 轨道电路现场实物图	图片	P117
32	资源 3-2 变压器实物图	图片	P126
33	资源 3-3 电气绝缘实物图	图片	P126
34	资源 3-4 轨道电路连接实物图	图片	P127
35	资源 3-5 送电端设备构成实物图	图片	P127
36	资源 3-6 受电端设备构成实物图	图片	P127
37	资源 3-7 扼流变压器实物图	图片	P128
38	资源 3-8 轨道变压器实物图	图片	P129
39	资源 3-9 电阻示意图	图片	P130
40	资源 3-10 WXJ25 型微电子相敏接收器实物图	图片	P130
41	资源 3-11 50 Hz 相敏轨道电路视频	视频	P131
42	资源 3-12 ZPW-2000A 自动闭塞室外设备示意图	图片	P138
43	资源 3-13 ZPW-2000A 自动闭塞室内设备示意图	图片	P138
44	资源 3-14 道砟电阻及泄露电流	图片	P142
45	资源 3-15 极性交叉知识点图	图片	P144
46	资源 3-16 25 Hz 相敏轨道电路测试	视频	P149
47	资源 4-1 计轴设备	图片	P159
48	资源 4-2 车载查询器实物图	图片	P168
49	资源 4-3 应答器	图片	P168
50	资源 4-4 应答器的安装	图片	P178
51	资源 5-1 转辙机现场位置设置图	图片	P182
52	资源 5-2 ZD6-A 型电动转辙机	图片	P184
53	资源 5-3 S700K 型电动转辙机整体结构实物图	图片	P196
54	资源 5-4 ZD(J)9 型转辙机	图片	P204
55	资源 5-5 ZYJ7 型电液转辙机结构示意图	图片	P212
56	资源 5-6 SH6 型内部结构图	图片	P214
57	资源 5-7 EJ 道岔控制电路原理图	图片	P225
58	资源 5-8 ZYJ7 型电液转辙机密贴调整	视频	P230
59	资源 5-9 ZYJ7 型电液转辙机缺口调整	视频	P230
60	资源 6-1 防雷设备	图片	P233
61	资源 6-2 垂直接地法示意图	图片	P238

# 目 录

项目一 常用信号继电器的识别及应用 .....	1
任务一 认识电磁继电器 .....	1
任务二 认识安全型继电器 .....	4
任务三 认识其他常用继电器 .....	31
任务四 分析简单的继电电路 .....	40
任务五 继电器的测试 .....	50
复习思考题 .....	52
项目二 信号机与信号表示器 .....	54
任务一 铁路信号认知 .....	54
任务二 认识铁路信号机 .....	57
任务三 信号显示认知 .....	78
任务四 信号机的设置及显示意义 .....	88
任务五 信号表示器的设置及意义 .....	104
任务六 信号机及表示器的命名 .....	109
任务七 信号机的维护 .....	111
复习思考题 .....	116
项目三 轨道电路 .....	117
任务一 轨道电路概述 .....	117
任务二 轨道电路分类 .....	124
任务三 轨道电路分析 .....	141
任务四 轨道电路的检修与测试 .....	148
复习思考题 .....	157
项目四 计轴设备及应答器维护 .....	158
任务一 计轴器设备维护 .....	158
任务二 应答器及地面电子单元 (LEU) .....	167
复习思考题 .....	181

项目五 道岔转换与锁闭设备·····	182
任务一 转辙机概述·····	182
任务二 认识 ZD6 型电动转辙机·····	184
任务三 认识 S700K 型电动转辙机·····	195
任务四 认识 ZD(J)9 转辙机·····	204
任务五 认识 ZY 系列转辙机及 SH6 型转换锁闭器·····	212
任务六 常用转辙机控制电路识别——ZD6-E、J 型道岔控制电路原理···	223
任务七 常用转辙机维修——天窗内检修作业程序及质量标准·····	227
复习思考题·····	230
项目六 雷电与信号设备防雷·····	231
复习思考题·····	239
参考文献·····	240



# 项目一 常用信号继电器的识别及应用

铁路信号技术中广泛采用的继电器，称为信号继电器（在铁路信号系统中也可简称继电器），是铁路信号系统中的重要部件。无论作为继电式信号系统的核心部件，还是作为电子式或计算机式信号系统的接口部件，继电器都发挥着重要的作用。继电器动作的可靠性直接影响到信号系统的可靠性和安全性。

## 任务一 认识电磁继电器

作为铁路信号系统中的主要（或重要）器件，信号继电器在运用中的安全、可靠是保证各种信号设备正常使用的必要条件。为此，铁路信号系统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）在周围环境温度和湿度变化很大的情况下，能保持很高的电气绝缘强度。

### 一、继电器的基本原理

继电器是一种电磁开关。继电器类型很多，性能各不相同，结构形式各种各样，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、固定的铁心和扼铁以及可动的衔铁构成，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，其由于电磁作用产生电磁吸引力，吸引衔铁，再由衔铁带动接点系统，改变继电器状态，从而反映输入电流的状况。

电磁继电器原理如图 1-1-1 所示。它就是一个带接点的电磁铁，其动作原理也与电磁铁相似。当线圈中通以一定数值的电流后，衔铁和铁心之间就产生一定数量的磁通，该磁通经铁心、衔铁、扼铁和气隙形成一个闭合磁路，铁心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心运动的阻力时（主要是衔铁自重），衔铁就被吸向铁心，由衔铁带动的动接点（随衔铁一起动作

的触点)也随之动作,与动合触点(前触点)接通。此状态称为继电器励磁吸起(以下简称吸起)。

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),衔铁带动动触点与前触点断开,与动断触点(后触点)接通。此状态称为继电器失磁落下(以下简称落下)。

由分析可知,继电器具有开关特性,人们可利用它的接点通、断原理构成各种控制和表示电路。如图 1-1-1 (b) 所示的信号点灯电路,前触点接通时点亮绿灯,后触点接通时点亮红灯。

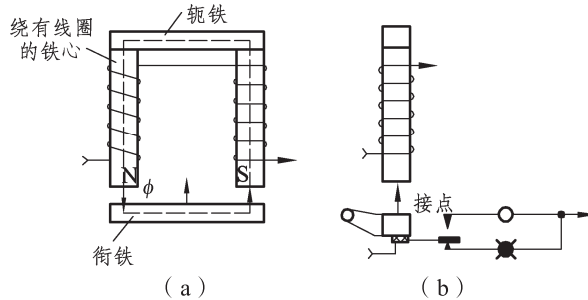


图 1-1-1 电磁继电器基本原理

## 二、继电器的继电特性

继电器的特性是:当输入量达到一定值时,输出量发生突变,如图 1-1-2 所示。继电器线圈所在回路为输入回路,继电器触点所在回路为输出电路。当线圈中电流  $I_{x1}$  从 0 增加到某值  $I_{x2}$  时,继电器衔铁被吸引,触点闭合,触点回路中的电流  $I_y$  从 0 突然增大到  $I_{y2}$ 。此后,若  $I_x$  继续增大,由于触点回路中阻值不变,  $I_y$  保持不变。当线圈中电流  $I_x$  减到  $I_{x1}$  时,继电器衔铁释放,输出电流  $I_y$  从  $I_{y2}$  减小到 0。此后,若  $I_x$  再减小,  $I_y$  保持为 0 不变。

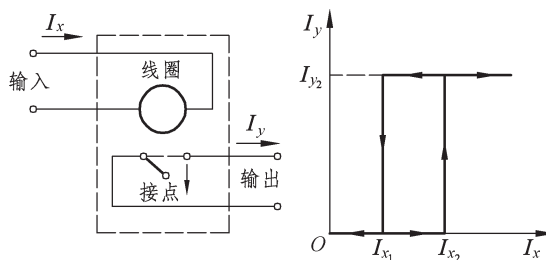


图 1-1-2 继电器继电特性

## 三、继电器的作用

由于具有继电特性,继电器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,还能控制远距离的对象。因为继电器的这种特性给自动控制和远程控制创造了便利的条件,所以它广泛应用于国民经济各部门的生产过程控制和国防系统的自动化和运动化之中,也广泛应用于铁路信号系统的各个方面。

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，已逐渐取代继电器，构成自动控制和远程控制系统，使铁路信号系统技术水准大大提高。但是，与电子器件相比，继电器仍具有一定的优势，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）机制，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，它仍然具有广阔的应用空间，仍将长期存在。

目前，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，信号继电器起着核心作用，并且这些系统仍然大量存在，还将使用相当长的时间。而在以电子元件和微型计算机构成的系统中，如计算机联锁、多信息自动闭塞、通用机车信号、驼峰自动化等系统中，信号继电器作为其接口部件，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间。所以，不仅现在，而且未来，信号继电器在铁路信号领域始终起着重要的作用。

#### 四、信号继电器分类

继电器类型很多，可按不同方式分类如下。

##### （一）按动作原理分类，可分为电磁继电器和感应继电器

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

##### （二）按动作电流分类，可分为直流继电器和交流继电器

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。交流继电器是由交流电源供电的，它按动作原理，分为电磁继电器与感应继电器。整流式继电器虽用于交流电路中，但它用整流元件将交流电整流为直流电，所以其实质上是直流继电器。

##### （三）按输入量的物理性质分类，可分为电流继电器和电压继电器

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。该电路必有被反映的器件，如电动机绕组、信号灯泡等。电压继电器反映电压的变化，它的线圈励磁电路单独构成。

##### （四）按动作速度分类，可分为正常动作继电器和缓动继电器

正常动作继电器的衔铁动作时间为 0.1 ~ 0.3 s，大部分信号继电器属于此类，一般称为

继电器即可。缓动继电器的衔铁动作时间超过 0.3 s，又分为缓吸、缓放两类。时间继电器利用脉冲延时电路或软件实现缓吸。缓放型继电器则利用短路铜环产生磁通实现缓动，主要取其缓放特性。

#### （五）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

普通接点继电器具有开断较小功率的接点的能力，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。加强接点继电器具有开断较大功率的接点的能力，以满足电压较高、电流较大的信号电路的要求。

#### （六）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

安全型继电器（N 型）是无须借助于其他继电器，亦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的继电器，其特点有：

（1）当线圈断电时，衔铁可借助于自身重量释放，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（例如接熔断器、接点串联）。

（3）当一组不应闭合的后接点闭合时，结构上能防止所有前接点闭合。

非安全型继电器（C 型）是使用时必须对电路中接点的工作状态进行检查，以保证满足安全条件的继电器。其特点有：

（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闭合时，结构上能保证所有后接点不闭合。反之亦然。

N 型继电器主要依靠衔铁自身重力释放衔铁，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。

## 任务二 认识安全型继电器

AX 系列安全型继电器，是在座式继电器和大插入式继电器的基础上，由我国自行设计和制造的继电器。它与座式和大插入式继电器相比，结构新颖、质量轻、体积小。经几十年的实践，其被证明安全可靠、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，应用最为广泛。

### 一、安全型继电器概述

安全型继电器是直流 24 V 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两类。插入式多为单独使用，非插入式常使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。插入式无极继电器如图 1-2-1 所示。

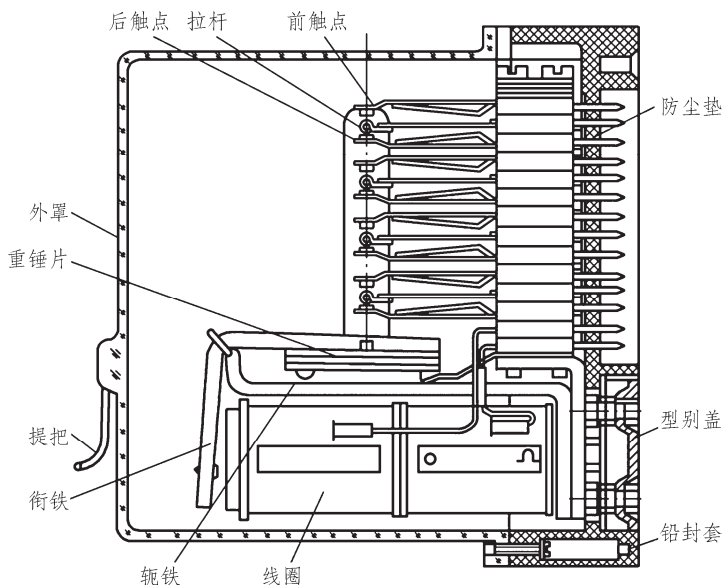


图 1-2-1 插入式无极继电器

插入式继电器的外形尺寸为 163 mm × 48.5 mm × 160 mm，质量 1.2 ~ 1.8 kg。非插入式继电器的外形尺寸为 (131 ~ 149) mm × 35 mm × (105 ~ 140) mm（视不同品种略有不同），质量为 1.0 ~ 1.6 kg。

为便于维修，在实际使用中多采用插入式继电器。



资源 1-1 插入式无极继电器实物图

### (二) 安全型继电器的型号表示法

安全型继电器型号用参数名称汉语拼音首字母和数字表示，字母表示继电器种类，数字表示线圈的电阻值（单位符号Ω），如图 1-2-2 所示。

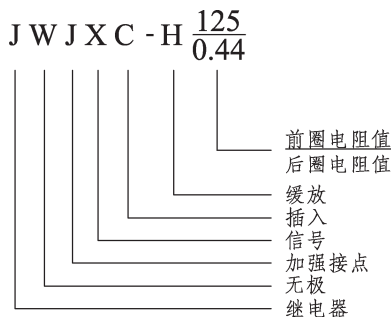


图 1-2-2 安全型继电器型号

(三) 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、无极缓放、无极加强接点缓放、整流式、有极、有极加强、偏极、单闭磁 4 种 10 类，如表 1-2-1 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 1-2-1 安全型继电器种类

品种序号	规格序号	继电器名称	继电器型号	执行标准
1	1	无极继电器	JWXC-1000	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》
	2		JWXC-7	Q/SX 0410.06—2014《AX 系列继电器》
	3		JWXC-1700	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》
	4		JWXC-2.3	
	5		JWXC-2000	Q/SX 0410.06—2014《AX 系列继电器》
	6	无极加强接点继电器	JWJXC-480	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》
	7		JWJXC- $\frac{135}{135}$	Q/SX 0410.06—2014《AX 系列继电器》
	8	无极缓动继电器	JWXC-H310	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》
	9	无极缓放继电器	JWXC-H850	Q/SX 0410.06—2014《AX 系列继电器》
	10		JWXC-H340	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》
	11		JWXC-H600	
	12		JWJXC- $\frac{500}{H300}$	
	13	JWJXC-H $\frac{125}{0.44}$		
	14	无极加强接点缓放继电器	JWJXC-H $\frac{125}{0.13}$	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》
	15		JWJXC-H $\frac{125}{80}$	
	16		JWJXC-H $\frac{80}{0.06}$	
	17	无极加强接点缓放继电器	JWJXC-H $\frac{120}{0.17}$	Q/CR 695—2019《铁路信号继电器 JWJXC—H120/0.17 型无极加强接点缓放继电器》

续表

品种 序号	规格 序号	继电器名称	继电器型号	执行标准	
2	18	整流继电器	JZXC-480	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》	
	19		JZXC-0.14		
	20		JZXC-H156	Q/SX 0410.06—2014《AX 系列继电器》	
	21		JZXC-H62		
	22		JZXC-H18	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》	
	23		JZXC-H142	Q/SX 0410.06—2014《AX 系列继电器》	
	24		JWJXC-H $\frac{0.14}{0.14}$		
	25		JWJXC- $\frac{16}{16}$	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》	
	26		JZXC-H16 (原 JZXC-H18F)	Q/CR 698—2019《铁路信号继电器 JZXC—H16 型整流缓放继电器》	
	27		JZXC-H18F1	Q/SX 0410.0—2014《AX 系列继电器》	
28	JZXC-480F				
3	29	有极继电器	JYXC-660	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》	
	30		JYXC-270		
	31	有极加强 接点继电器	JWJXC- $\frac{135}{220}$		
	32		JWJXC-X $\frac{135}{220}$		
	33		JWJXC- $\frac{220}{220}$		Q/SX 0410.06—2014《AX 系列继电器》
	34		JYJXC-3000		
	35		JYJXC-J3000		
4	36	偏极继电器	JPXC-1000	GB/T 7417—2010《铁路信号 AX 系列继电器》	

注：Q 表示前接点，H 表示后接点，D 表示定位接点，F 表示反位接点，J 表示加强接点。

#### (四) 继电器插座

插入式安全型继电器需加装继电器插座板，其结构如图 1-2-3 所示。

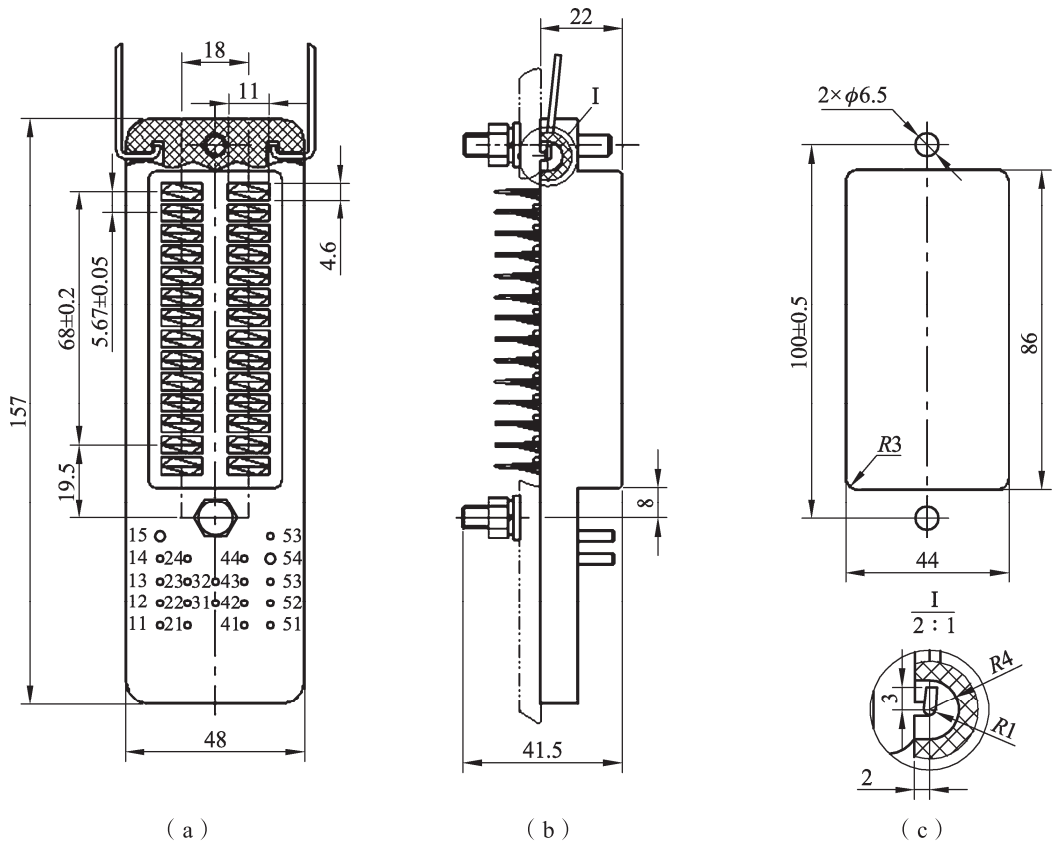


图 1-2-3 插入式安全继电器插座

插座插孔旁所注接点编号系无极继电器的接点编号，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 1-2-4 所示符号对照使用。安全型继电器有多种类型，为防止不同类型的继电器错误插接，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不同进行区别。型别盖根据规定的位置逐个钻成鉴别孔，以与鉴别销相吻合。鉴别孔位置及型别盖外形如图 1-2-5 所示。

### (五) 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）。继电器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。



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）、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。



资源 1-3 JWXC-1700 安全型继电器实物图

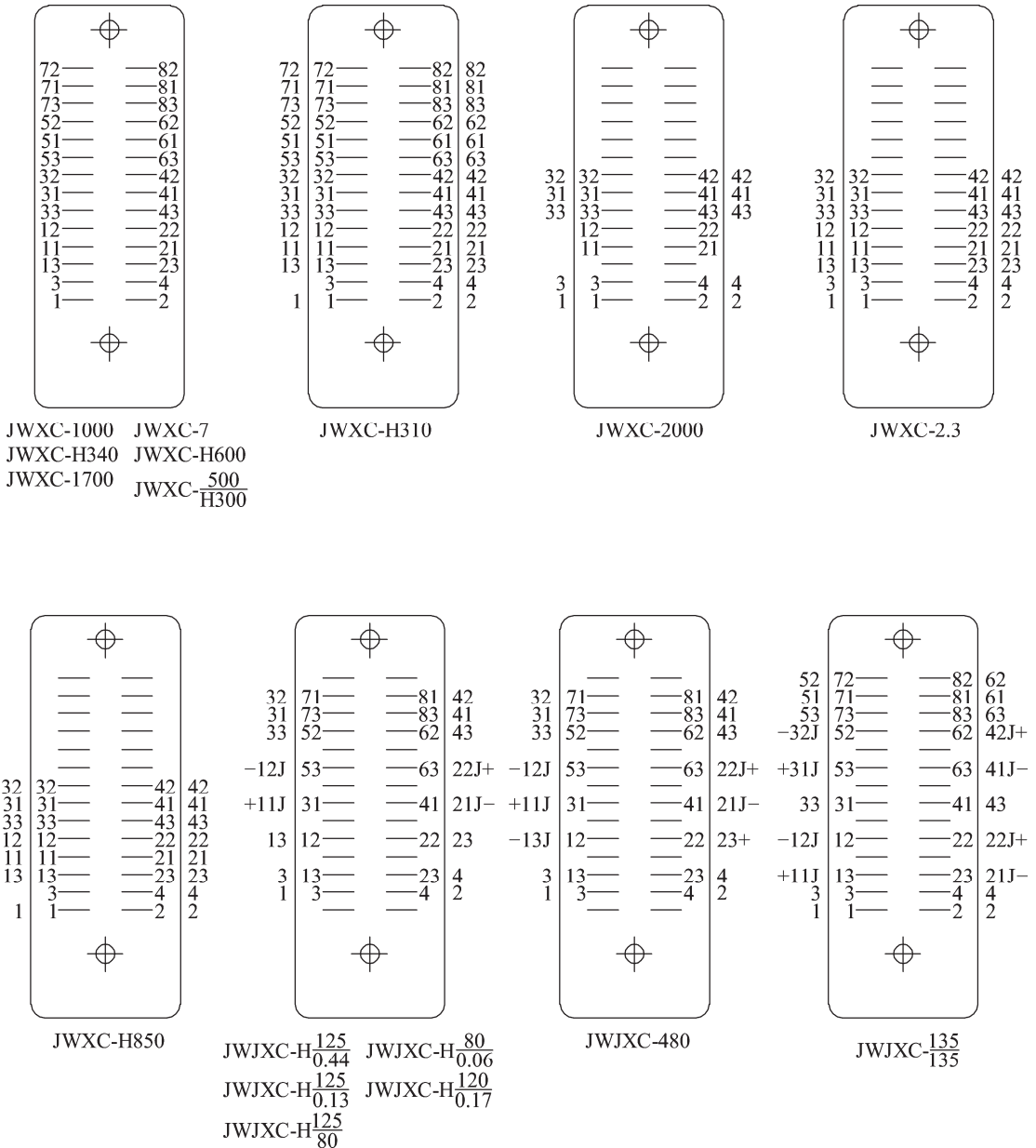


图 1-2-4 无极继电器接点系统编号

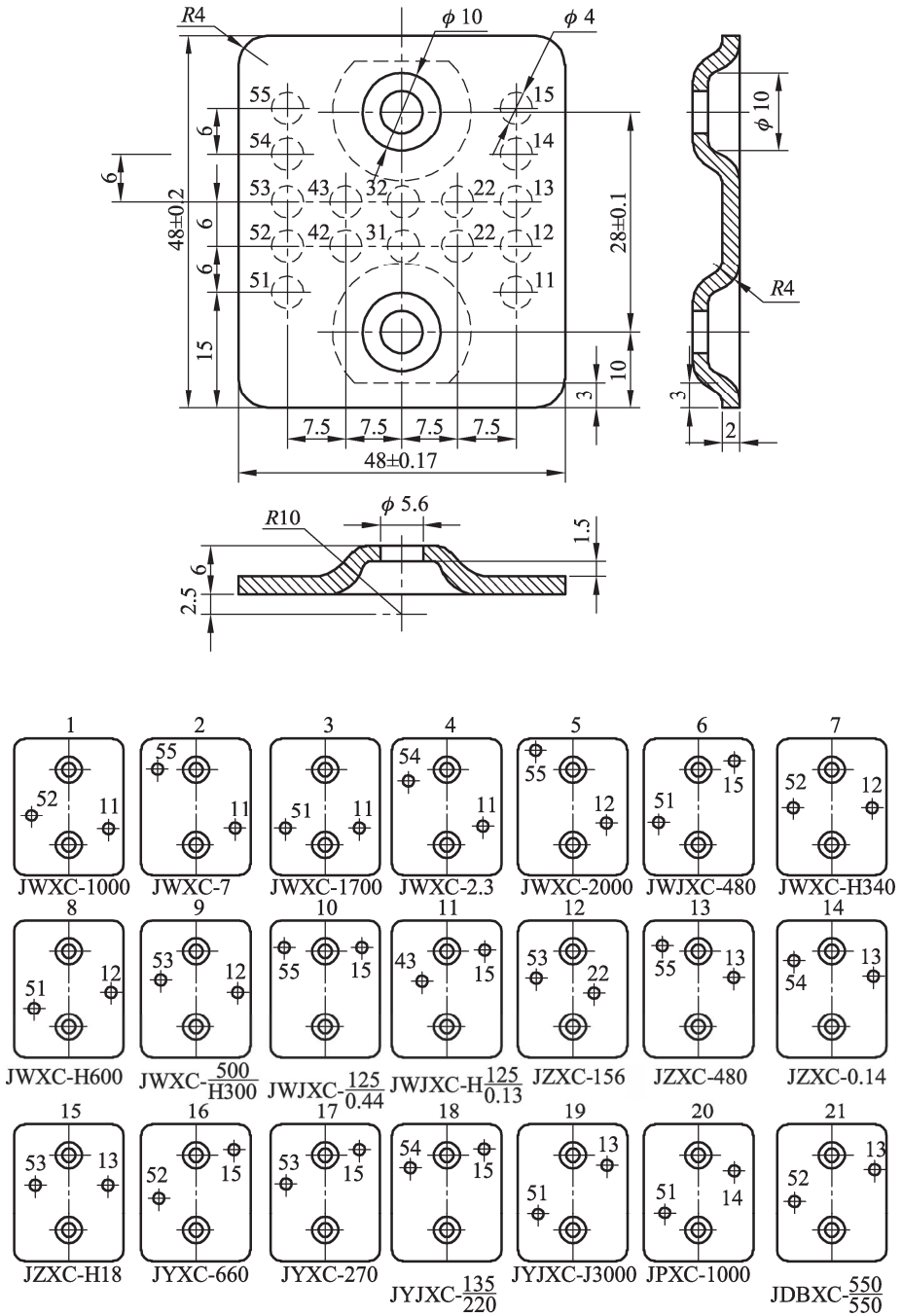


图 1-2-5 鉴别孔位置及型别盖外形图

(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，当衔铁吸起时保证仍有一定的气隙防止剩磁吸力将衔铁吸住。

(4) 衔铁不会因机械故障而卡在吸起状态。

## (六) 安全型继电器的寿命

继电器的寿命是指接点的寿命，包括电寿命和机械寿命。继电器的电寿命，规定为：普通接点  $2 \times 10^6$  次，加强接点  $2 \times 10^5$  次，有极继电器的加强定位、反位接点接通  $1 \times 10^5$  次、断开  $1 \times 10^3$  次。机械寿命规定为  $10 \times 10^6$  次。

## 二、安全型继电器的结构和动作原理

### (一) 无极继电器

无极继电器分为 JWXC-2000、JWXC-1700、JWXC-1000、JWXC-7、JWXC-2.3、JWXC-370/480 型及缓放的 JWXC-H600、JWXC-H340、JWXC-500/H300 等类型。

#### 1. 直流无极继电器的结构

JWXC 型直流无极继电器的电磁系统如图 1-2-6 所示。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、铁心、扼铁和衔铁，具有结构紧凑、加工方便等特点，如图 1-2-6 所示。

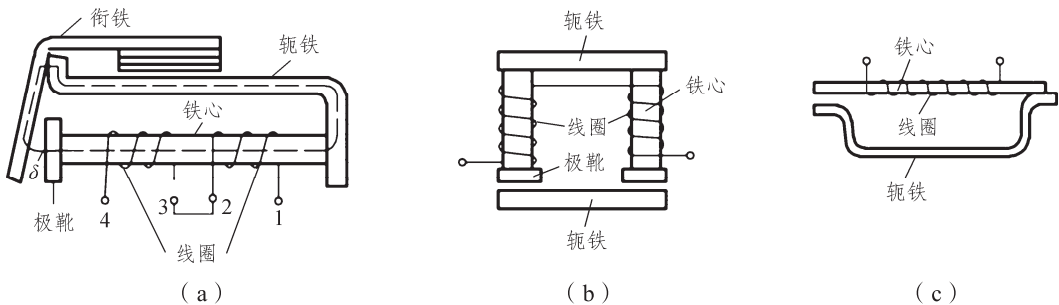


图 1-2-6 无极继电器的电磁系统

#### 1) 线圈

线圈水平安装在铁心上，分为前圈和后圈，之所以采用双线圈，主要是为了增强控制电路的适应性和灵活性，可根据电路需要实现单线圈控制、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，线圈与电源片的连接如图 1-2-7 所示。

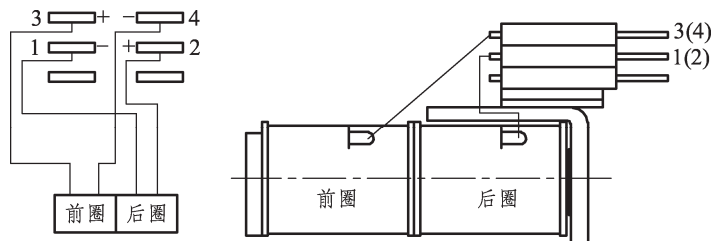


图 1-2-7 线圈及其与电源片的连接

### 2) 铁 芯

铁心由电工纯铁制成，其为软磁材料，具有较高的磁通密度和较小的剩磁，以利于继电器的工作，如图 1-2-8 所示。铁心外层镀锌防护，它的尺寸大小根据继电器的规格不同而有区别。缓放型继电器、灵敏继电器尺寸大些，以加大缓放时间或减小工作值。极靴在铁心头部，用冷镦法加粗。极靴正面钻有两个圆孔，是为了组装和检修时，紧固和拆装铁心用的。

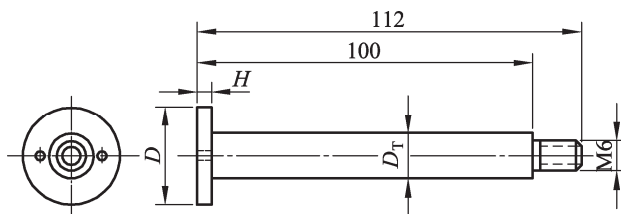


图 1-2-8 铁 心

### 3) 轭 铁

扼铁呈 L 形，由电工纯铁板冲压成型，外表镀多层铬进行防护。

### 4) 衔 铁

衔铁为角形，靠蝶形钢丝卡固定在轭铁的刀刃上，动作灵活。衔铁由电工纯铁冲压成型，其上铆有重锤片，以保证衔铁靠重力返回。重锤片由薄钢板制成，其片数由接点组的多少决定，保证衔铁的重量基本上满足后接点压力的需要。一般 8 组后接点用 3 片，6 组用 2 片，4 组用 1 片，2 组不用。

衔铁上有止片，止片由黄铜制成，安装在衔铁与铁心闭合处。止片有 6 种厚度，因继电器规格不同而异，可取下按规格更换。止片用以增大继电器在吸起状态的磁阻，减小剩磁影响，保证继电器可靠落下。

在电磁系统中，除衔铁和铁心间工作气隙外，在轭铁的刀口处还有第二工作气隙，其用以减小磁路的磁势降，从而提高继电器的灵敏度。

### 5) 接点系统

接点系统处于电磁系统上方，通过接点架、螺钉紧固在轭铁上，两者成为一个整体，如图 1-2-9 所示。接点系统安装：用螺钉将下止片、电源片单元、银接点单元、动接点单元以及压片按顺序组装在接点架上；在紧固螺钉前，应将拉杆、绝缘轴、动接点轴与动接点组装好。

无极继电器接点系统采用两排纵列式联动结构，因此接点组数只能以偶数增减。拉杆传动中心线与接点中心线保持一致，以减少不必要的传动损失。为减少接点组组装时的积累公差，接点片与托片组合压在酚醛塑料内以形成单元块。单元块之间为平面接触，易于控制公差，同时提高了接点组之间的绝缘强度。



资源 1-4 继电器接点示意图

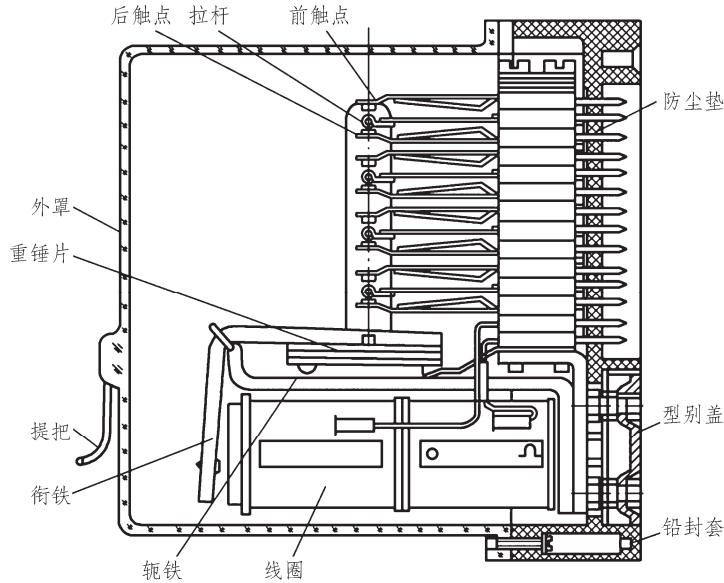


图 1-2-9 无极继电器接点系统

银接点单元由锡磷青铜带制成的接点片与由黄铜制成的托片对称地压制在胶木内构成。接点簧片的端部焊有银接点。

接点接触时，碰撞会产生颤动，颤动将形成电弧，对接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，可在接点片和托片间加一个初压力，保证接点刚接触时可动部分的动能被接点片吸收，这样既可消除颤动，又可缩短接点的完全闭合时间，大大减轻了接点的烧损。

动接点单元由锡磷青铜带制成的动接点簧片与黄铜板制成的补助片压制在酚醛塑料胶木内构成。动接点簧片端部焊有动接点。动接点由银氧化镉制成。

电源片单元由黄铜制成的电源片压在胶木内构成。

拉杆有铁制的和塑料制的，衔铁通过拉杆带动接点组。

绝缘轴用冻石瓷料（一种新型陶瓷材料）制成，保证抗冲击强度足够。动接点轴由锡磷青铜线制成。

压片由弹簧钢板冲压成弓形，分上、下两片，其作用是保证接点组的稳固性。

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。

接点架由钢板制成，用稳钉与扼铁固定，保证接点架不变位。接点架的安装尺寸是否标准，角度是否准确，对继电器的调整效果有很大影响。

## 2. 无极继电器的动作原理

无极继电器的磁系统为无分支磁路，如图 1-2-10 所示。在线圈上加上直流电压后，线圈中的电流  $I$  使铁心磁化，在铁心内产生工作磁通  $\phi$ ，它由铁心极靴经过主工作气隙  $\delta$  进入衔铁，又经过第二工作气隙  $\delta'$  进入扼铁，然后回到铁心，形成一闭合磁路。在工作气隙  $\delta$  处，由于磁通  $\phi$  的作用，铁心与衔铁间产生电磁吸引力  $F_D$ ，当  $F_D$  大到足以克服机械负载的阻力

$F_j$  (主要是衔铁自重) 时, 衔铁即与铁心吸合。此时衔铁通过拉杆带动动接点运动, 使后接点断开, 前接点闭合。

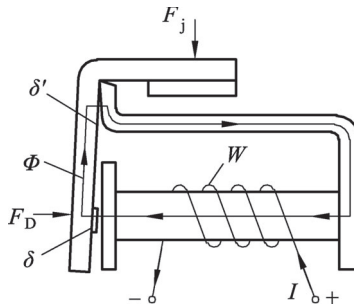


图 1-2-10 无极继电器磁路

当线圈中的电流减小时, 铁心中的磁通按一定规律随之减小, 吸引力也随着减小。当电流减小到一定值时, 它所产生的吸引力小于机械力时, 衔铁离开铁心, 被释放。此时, 拉杆带动动接点运动, 使前接点断开, 后接点闭合。



资源 1-5 继电器动作原理视频

## (二) 无极加强接点继电器

无极加强接点继电器是为通断功率较大的信号电路而设计的。

无极加强接点继电器有 JWJXC-480 型、缓放的 JWJXC-H125/0.44 型和 JWJXC-H125/0.13 型等品种。

JWJXC-480 型继电器, 其磁系统具有加大尺寸的无极磁路, 接点系统由两组普通接点和两组加强接点组成, 表示为 2QH 和 2QHJ。普通接点与无极继电器相同, 加强接点则具有特殊设计的大功率接点和磁吹弧器。

JWJXC-H125/0.44 型和 JWJXC-H125/0.13 型无极加强接点缓放继电器, 其电磁系统与无极缓放继电器 (JWXC-H340) 相同。接点系统由两组带磁吹弧器的加强前接点、两组不带磁吹弧器的加强后接点和两组普通接点组成, 即 2QJ、2H、2QH。前圈为主线圈, 后线圈为电流保持线圈。JWJXC-H125/80 型继电器则是专为交流转辙机设计的缓放继电器, 其后线圈为电压保持线圈。

无极加强接点继电器电磁系统虽与无极继电器相同, 但由于接点系统结构的改变, 引起磁系统的结构参数有较大变化。

无极加强接点继电器的线圈与电源片连接方式和无极继电器相同。

无极加强接点继电器的接点系统如图 1-2-11 所示。它的普通接点与无极继电器相同。加强接点组由加强动接点单元和带磁吹弧器的加强接点单元组成。为了防止接点组间的飞弧短路, 在两组加强接点间安装了既耐高温、又具有良好绝缘性能的云母隔弧片。隔弧片铆在拉杆上。为保证加强接点的安装空间, 增加了空白单元。图 1-2-11 中用虚线表示的熄弧磁钢, 说明只有带熄弧器的加强后接点才有。

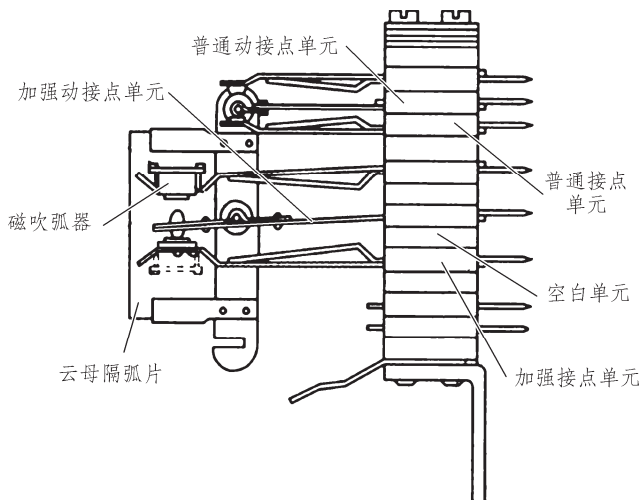


图 1-2-11 无极加强接点继电器的接点系统

由锡磷青铜片冲压成型的加强动接点片头部，铆有由银氧化镉制成的动接点。而加强静接点片头部，同样铆接银氧化锡接点，在接点的同一位置点焊了安装磁钢的熄弧器夹。

熄弧磁钢由铝镍钴合金或铁镍铝合金制成。其熄弧原理是利用电弧在磁场中受力运动而产生吹弧作用，使电弧迅速冷却而熄灭。为避免电弧烧损接点以及对磁钢去磁，加强接点端部设有导弧角，使电弧迅速移到接点以及磁钢的前部位置。



资源 1-6 JWJXC-480 型加强继电器接点示意图

由于磁钢吹弧方向与极性有关，因此，熄弧磁钢极性的安装有特定的要求。

磁熄弧器的安装与接点电流方向如图 1-2-12 所示。

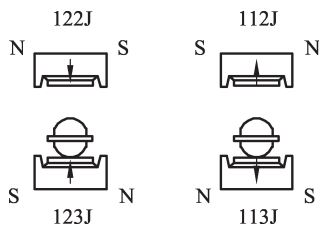


图 1-2-12 磁熄弧器的极性安装

### (三) 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。

整流式继电器的电磁系统与无极继电器相同，只是磁路结构参数有所不同。更主要的是，整流式继电器在接点组上方安装有二极管组成的半波或全波整流电路。

整流式继电器有 JZXC-480、JZXC-0.14、JZXC-156、JZXC-H18 型及派生的 JZXC-H18F 型等品种。

JZXC-480 型继电器的磁路加大了尺寸（加大止片厚度），这是为了增大返还系数而不使工作值增加很多。它具有不规则的 4QH 与 2Q 接点组，在接点组上安装有二极管 2CP25 组成的桥式全波整流电路。

JZXC-0.14 型继电器磁系统与 JZXC-480 相同。两线圈并联连接，有 4QH 接点组，接点组上方安装由 2CZ-1 型二极管组成的半波整流电路。

JZXC-H156 与 JZXC-H18 型继电器为具有缓放特性的整流式继电器，其采用铜线圈架，接点系统为 4QH 接点组，在接点组上方安装由二极管 2CPZ 导组成的桥式全波整流电路。JZXC-H18F 是 JZXC-H18 的派生型号，具有防雷功能，以保护整流二极管免遭击穿。

JZXC-H142 型、JZXC-H138 型和 JZXC-H60 型整流式继电器用于以 LED 为光源的信号点灯电路。JZXC-16/16 型整流式继电器具有较高的返还系数，用于自动闭塞区间信号点灯电路，可解决长距离供电电缆漏泄电流大、灯丝断电器释放不可靠的问题。其前圈为二极管封闭的短路线圈，无整流单元与电源线直接连接，具有一定的防雷功能。

整流式继电器的接点系统的结构与无极继电器相同，零部件全部通用，只是接点的编号有区别。

整流式继电器动作原理与无极继电器相同，但由于交流电源通过整流后动作继电器，因此在线圈上加上的是全波或半波的脉动直流电，其中存在交变成分，使电磁吸引力产生脉动，工作时发出响声，对继电器正常工作带来不利影响。

整流式继电器的线圈、整流器与电源片连接如图 1-2-13 所示。

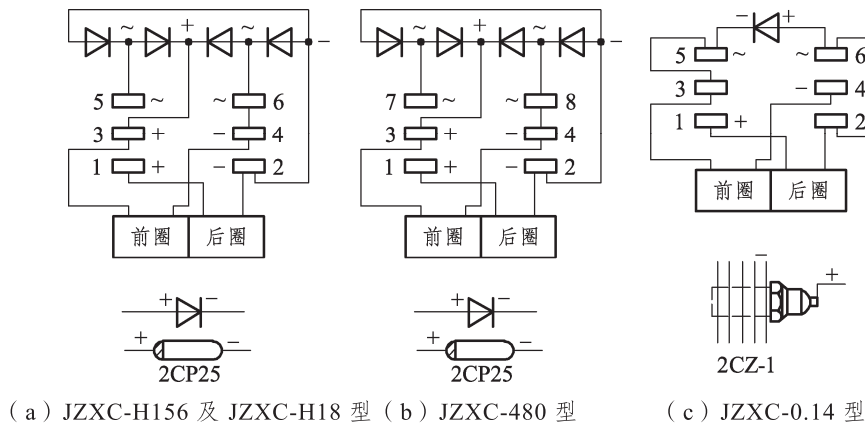


图 1-2-13 整流式继电器的线圈、整流器与电源片连接

#### (四) 有极继电器

有极继电器根据线圈中电流极性不同而具有定位和反位两种稳定状态，这两种稳定状态在线圈中电流消失后，仍能继续保持，故又称极性保持继电器。它的特点是磁系统中增加了永久磁钢。在线圈中通以规定极性的电流时，继电器吸起，断电后仍保持在吸起位置；通以反方向电流时，继电器打落，断电后保持在打落位置。

有极继电器有 JYXC-660、JYXC-270 型和加强接点的 JYJXC-J3000 和 JYJXC-135/220 型等品种。



## 1. 有极继电器的结构

有极继电器的磁路结构与无极继电器基本相同，不同的只是用一块端部呈刃形的长条形永久磁钢代替无极继电器的部分轭铁。磁钢与轭铁用螺钉连接，在与轭铁连接的部位有两个大于螺钉的圆孔，便于与轭铁安装时适当地调节磁钢的前后位置。磁钢上部的中间位置有一台面，以形成均匀的第二工作气隙。台面的中间有一凹槽，使拉杆下部不致与磁钢抵触而影响第二工作气隙的调整。

有极继电器的角形衔铁的尾部加装两个青铜螺钉，用来调节第二工作气隙的大小。在铁心部位没有加装止片。



资源 1-7 有极继电器结构示意图

JYJXC-135/220 和 JYJXC-J3000 分别是 JYJXC-220/220 和 JYJXC-3000 的改进型，其结构及特性都有较大变化，以克服原继电器在外部机械力作用下与高电压时出现反位不打火的问题。改进型继电器利用偏极继电器的铁心，增加了偏极磁钢，衔铁增加了止片，形成特性较对称的永磁磁路。JYJXC-X135/220 型是在 JYJXC-135/220 型的加强接点上罩一个专用的熄弧装置而构成的。

有极继电器的线圈引线与电源片的连接与无极继电器相同。

有极继电器衔铁的定位、反位规定为：衔铁与铁心极靴之间的间隙最小时（即吸起状态）的位置规定为定位，此时闭合的接点叫作定位接点（符号为 D，相当于前接点）；衔铁与铁心极靴之间的间隙最大时（即打落状态）的位置规定为反位，此时闭合的接点叫作反位接点（符号为 F，相当于后接点）。

对于两线圈串联使用的有极继电器，如 JYXC-660、JYXC-270、JYJXC-J3000，电源片 1 接电源正极，4 接电源负极，为定位吸起，反之为反位打落。对于分线圈使用的有极继电器 JYJXC135/220 则规定：前圈的电源片 3 接电源正极，4 接电源负极时为定位吸起；而后圈的电源片 2 接电源正极，1 接电源负极时，为反位打落。

有极继电器的接点系统与无极继电器相同。改进型的有极继电器 JYJXC-135/220T JYJXC-J3000 的接点系统有较大改变：加强接点片加厚，取消接点托片，动接点片改为面接触以增大接触面积。JYJXC-J3000 还取消了普通前接点。

加强接点继电器磁熄弧器的极性与接点电源极性的配合如图 1-2-14 所示。

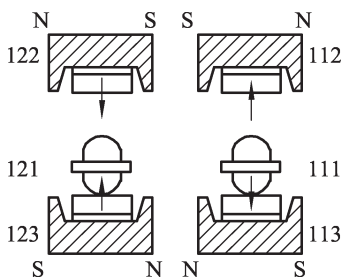


图 1-2-14 磁吹弧器的极性

## 2. 有极继电器的工作原理

有极继电器的磁路系统由永磁磁路与电磁磁路两部分组合而成，为不对称的并联磁路结构，如图 1-2-15 所示。

永久磁钢的磁通分为  $\phi_{j1}$  和  $\phi_{j2}$ 。两条并联支路。 $\phi_{j1}$  从 N 极出发，经衔铁、第一工作气隙  $\delta_1$ 、铁心、轭铁，到 S 极； $\phi_{j2}$  从 N 极出发，经衔铁上部、重锤片、第二工作气隙  $\delta_2$ ，到 S 极。这两条支路不对称，磁路的不平衡就形成有极继电器的正向转极值与反向转极值的较大差别。

当衔铁处于打落状态时（反位），由于  $\delta_1 \gg \delta_2$ ，因此  $\phi_{j2} \gg \phi_{j1}$ 。由  $\phi_{j2}$  所产生的吸引力  $F_{j2}$  与衔铁重力、动接点预压力共同作用，克服了  $\phi_{j1}$  产生的吸引力  $F_{j1}$  与后接点压力，使衔铁保持在稳定的打落位里。反之，当衔铁处于吸合状态（定位）时，由于  $\delta_1 \ll \delta_2$ ，因此  $\phi_{j1} \gg \phi_{j2}$ 。由  $\phi_{j1}$  所产生的吸引力  $F_{j1}$  将克服  $\phi_{j2}$  产生的吸引力  $F_{j2}$ 、衔铁重力及接点的反作用力，使衔铁处于稳定的吸合位置。

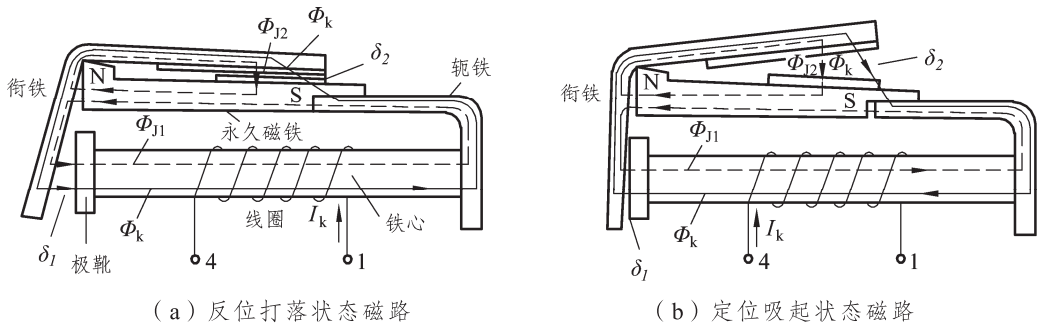


图 1-2-15 有极继电器磁路

显然，有极继电器从一种稳定位置转变到另一种稳定的位置，只有依靠电磁力的作用。如图 1-2-15 所示，电磁磁通  $\phi_k$  经过的是一个无分支的磁路，即铁心、轭铁、 $\delta_{II}$ 、重锤片、衔铁、 $\delta_I$ 、极靴。磁通的方向由线圈中的电流极性决定。对于电磁通来说，永久磁钢是一个很大的磁阻，如同气隙一般。

图 1-2-15 (a) 表示有极继电器由反位转换到定位的过程。继电器原处于反位状态，现在线圈中通以正极性电流，产生电磁通  $\phi_k$  的方向是极靴处为 S 极。这时在  $\delta_1$  处， $\phi_k$  与  $\phi_{j1}$  方向一致，磁通是加强的，等于  $\phi_k + \phi_{j1}$ ；而在  $\delta_2$  处， $\phi_k$  与  $\phi_{j2}$  方向相反，磁通是削弱的，等于  $\phi_{j2} - \phi_k$ 。当  $\phi_k$  增到足够大时， $\phi_k + \phi_{j1} > \phi_{j2} - \phi_k$ ，则  $F_{j1} > F_{j2}$ ， $F_{j1}$  将克服  $F_{j2}$ 、衔铁重力及接点反作用力，使衔铁开始吸合。在衔铁吸合过程中，随着  $\delta_1$  的不断减小、 $\delta_2$  的不断增大， $F_{j1} \gg F_{j2}$ ，衔铁便迅速运动到吸合位置。

如果改变线圈电流极性，如图 1-2-15 (b) 所示，则铁心中电磁通  $\phi_k$  的方向随之改变，极靴处为 N 极。在  $\delta_1$  处  $\phi_k$  与  $\phi_{j1}$  方向相反，磁通削弱，等于  $\phi_{j1} - \phi_k$ ；在  $\delta_2$  处  $\phi_k$  与  $\phi_{j2}$  方向相同，磁通加强，等于  $\phi_{j2} + \phi_k$ 。当  $\phi_{j2} + \phi_k > \phi_{j1} - \phi_k$  时， $F_{j2} \gg F_{j1}$ ，在  $F_{j2}$ 、衔铁重力、接点作用力的共同作用下，衔铁返回到打落位里。

### (五) 偏极继电器

JPXC-1000 型和 JPXC-400 型偏极继电器是为了满足信号电路中鉴别电流极性的需要设计的。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，而电流方向相反时，衔铁不动作。但它又与有极继电器不同，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。

### 1. 偏极继电器的结构

偏极继电器的磁系统与无极继电器基本相同，如图 1-2-16 所示。但铁心的极靴是方形的，在方极靴下方用两个螺钉固定永久磁钢，使衔铁处于极靴和永久磁钢之间，受永磁力的作用偏于落下位置。由于永磁力的存在，衔铁只安装一块重锤片，后接点的压力由永磁力和重锤片共同作用产生。偏极继电器特点：

- (1) 铁心由电工纯铁制成，方形极靴是先冲压成型后再与铁心焊成整体的。
- (2) 由于铁心为方形极靴，衔铁也由半圆形改为方形，以增加受磁面积，降低气隙磁阻。
- (3) 永久磁钢由铝镍钴材料制成，其上部为 N 极，下部为 S 极。
- (4) 两线圈串联使用，接线方式同无极继电器。
- (5) 接点系统与无极继电器完全相同，具有 8QH 接点组。

### 2. 偏极继电器的工作原理

偏极继电器的磁路系统由永磁磁路与电磁磁路两部分组合而成，如图 1-2-16 所示。永磁的磁通  $\phi_1$  从 N 极出发，经第二工作气隙  $\delta_2$  进入衔铁后分为两条并联支路：一部分磁通  $\phi_2$  经第一工作气隙  $\delta_1$  进入方形极靴，然后直接返回 S 极；另一部分磁通  $\phi_{11}$  穿过第三工作气隙  $\delta_3$  进入轭铁，再经铁心至方形极靴，返回 S 极。由于  $\delta_1 > \delta_3$ ，所以  $\phi_{11} > \phi_2$ ，而  $\phi_1 = \phi_2 + \phi_{11}$ ，故  $\phi_1 \gg \phi_2$ 。这样， $\delta_2$  处由  $\phi_1$  产生的永磁力  $F_{12}$  远大于  $\delta_1$  处由  $\phi_2$  产生的永磁力  $F_{11}$ ，使衔铁处于稳定的落下位置。

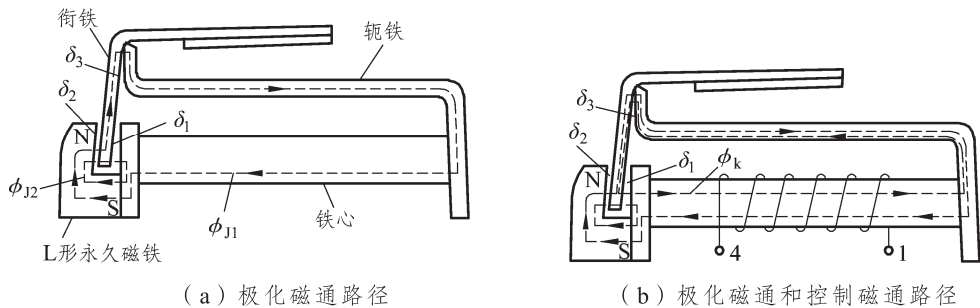


图 1-2-16 偏极继电器磁路及工作原理

线圈通电后，铁心中产生电磁通  $\phi_k$ ， $\phi_k$  的磁路与无极继电器相同，如图 1-2-16 (a) 所示。若线圈中电流方向使电磁通在极靴处为 S 极，这时， $\delta_1$  处  $\phi_k$  和  $\phi_2$  方向相同，总磁通为两者之和，相应的总电磁吸引力  $F_{k12}$ ，增大；在  $\delta_3$  处  $\phi_k$  和  $\phi_{11}$  方向相反，总磁通为两者之差，相应的总电磁吸引力  $F_{k11}$  减小。由于力臂相差较大， $F_{k12}$  的增大较  $F_{k11}$  的减小作用要大得多，因此对衔铁的总吸引力  $F_{kj}$  增大。当  $F_{kj} > F_k$  时， $F_{kj}$  克服  $F_k$  与接点的反作用力，使衔铁被吸合。

衔铁吸合后，磁路气隙发生变化， $\delta_2 \gg \delta_1$ ，永磁磁通在磁路中大大减小， $F_k$  显著减小，这时只要有一定值的电流存在，衔铁即保持在吸起状态。

断开线圈电源时，衔铁重力和接点的反作用力使衔铁返回。在衔铁返回的过程中， $\delta_1$  增大， $\delta_3$  减小，永磁磁通  $\Phi_1$  迅速增加，加速衔铁的返回，直到衔铁被下止片阻挡为止。

当线圈通以反极性电流时[见图 1-2-16 (b)]，由于电磁通  $\Phi_k$  改变了方向，在  $\delta_1$  处  $\Phi_k$  与  $\Phi_2$  相减，而在  $\delta_3$  处  $\Phi_k$  与  $\Phi_1$  相加，总的电磁吸引力反而下降，因此衔铁不会吸合，从而具有鉴别电流极性的功能。

但是，反极性不吸起是有条件的，如果不断增大反极性电流，使电磁通足以克服永磁的作用，即  $F_k - F_{J2} > F_J$ ，则衔铁可在反极性电流作用下吸合，这是不允许的。因此，在偏极继电器的电气特性上加上一条特殊的标准，即反向加 200 V 电压，衔铁不能吸起，以保证其工作的可靠性。

### 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、时间特性和机械特性。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、反向工作值、转极值。

##### 1. 额定值

额定值是满足继电器安全系数所必须接入的电压或电流值。

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. 充磁值

为了测试继电器的释放值或转极值，预先使继电器磁系统磁化，向其线圈通以 4 倍的工作值或转极值，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。

##### 3. 释放值

释放值是向继电器通以规定的充磁值，然后逐渐降低电压或电流，至全部前接点断开时的最大电压或电流值。

##### 4. 工作值

工作值是向继电器线圈通电，直到衔铁止片与铁心接触、全部前接点闭合，并满足规定接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接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%。

##### 5. 反向工作值

反向工作值是向继电器线圈反向通电，直到衔铁止片与铁心接触、全部前接点闭合，

并满足接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%。

## 6. 转极值

转极值是使有极继电器衔铁转极的最小电压或电流值，又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，全部定位接点闭合，并满足规定接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，全部反位接点闭合，并满足规定接点压力时的反向最小电压或电流值。

## 7. 反向不工作值

反向不工作值是向偏极继电器线圈反向通电并且继电器不动作的最大电压值。

## 8. 返还系数

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阻碍铁心中原来磁通的变化，所以电磁继电器或多或少地都具有一些缓动的时间特性。

在各种继电器控制的电路中，由于它们完成的作用不一样，对继电器的时间特性要求也不一样，如果不能满足对时间特性的要求，控制电路便不能正常工作。因此我们不仅要了解继电器固有的时间特性，而且还要按电路的要求，能够设法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。

当线圈通电到衔铁动作，带动后接点断开、前接点接通，需要一定的时间。当线圈断电到衔铁动作，带动前接点断开、后接点接通，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起至全部前接点闭合所需的时间，包括通电至后接点断开的吸起启动时间和从后接点断开到前接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，从线圈断电时至前接点断开所需的时间，包括断电至前接点断开的缓放时间和从前接点断开至后接点闭合的衔铁运动时间。继电器动作时间如图 1-2-17 所示。

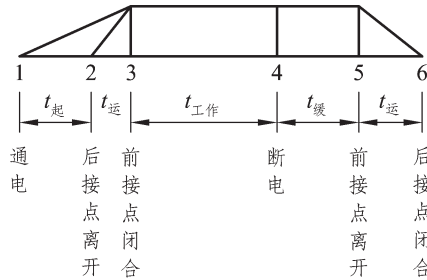


图 1-2-17 继电器动作时间

例如，JWXC-1000 型继电器的吸合时间为 0.10 ~ 0.15 s，返回时间为 0.01 ~ 0.02 s。可见，继电器都是缓动的，但其缓吸、缓放时间都非常短。

## 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，只依靠继电器的固有时间特性是不行的，必须具有根据需求改变继电器时间特性的能力。改变继电器时间特性的方法，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

用改变继电器结构来改变继电器时间特性的方法有：改变衔铁与铁心间止片厚度，来改变继电器的返回时间；选用电阻率较高的铁磁材料，以缩短继电器的动作时间；增大线圈导线的线径，来减小继电器的吸合时间；等等。而采用最多的方法是在继电器铁心上套短路铜环使继电器缓动，构成缓放型继电器。安全型继电器用铜线圈架作为铜环，如图 1-2-18 所示。

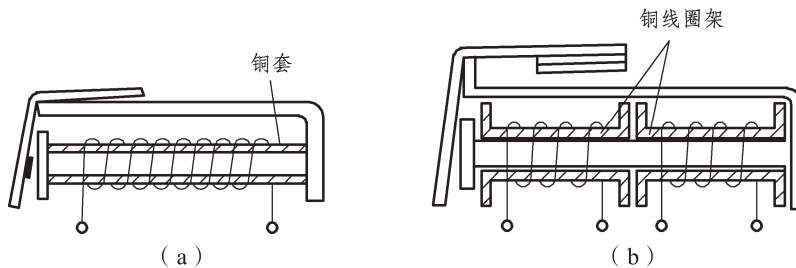


图 1-2-18 缓放型继电器铜线圈架

当其线圈接通电源或断开电源时，铁心中的磁通发生变化，在铜线圈架中产生感应电流（涡流），感应电流所产生的磁通阻止原磁通的变化，使铁心中的磁通变化减慢（即接通电源时感应电流产生的磁通与原磁通方向相反，使磁通增长减慢；切断电源时感应电流的磁通与原磁通方向相同，使磁通减小变慢），从而使继电器缓吸缓放。在具体电路中，利用最多的是它的缓放特性。

在不同的工作电压下，同样继电器的缓放时间是不同的，如 JWXC-H340 型继电器在 18 V 时缓放时间为 0.455 s，而在 24 V 时为 0.55 s。

### 2) 构成缓放电路以获得继电器的缓放

通过电路的方法改变继电器时间特性的方法有：提高继电器端电压使其快吸；与继电