

562646

ZHONGGUO
ZHUANYE XUEXIAO
JIACAI



铁路信号基础

南京铁路运输学校 朱得天 编 · 中国铁道出版社

朱得天

中等专业学校教材

铁路信号基础

南京铁路运输学校 朱得天 编
锦州铁路运输学校 叶得春 主审

—
—

中国铁道出版社

1992年·北京

(京)新登字063号

内 容 简 介

本书全面、系统地阐述了铁路信号基本知识与基本原理。全书共分六章,包括铁路信号继电器、轨道电路、转辙装置、继电电路基础、铁路信号和联锁闭塞。本书内容选材注意突出基本知识、基本概念与基本原理。

本书是铁路中等专业学校信号专业基础教材。

中等专业学校教材

铁路信号基础

南京铁路运输学校 朱得天编

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 倪嘉寒 封面设计 翟达

北京顺义燕华印刷厂印

开本: 787×1092毫米 1/16印张: 15 字数: 374千

1987年6月第1版 1992年3月第3次印刷

印数: 17001-22000册

ISBN 7-113-00761-9/U·235 定价: 3.60元

前 言

本书是根据铁道部教育局批准的信号专业教学计划与本课程的教学大纲编写的。本书比较全面、系统地介绍我国铁路信号设备的基本知识和基本原理。通过本课程的学习，使学生对整个铁路信号首先有一个概括的了解和认识，从而为学生进行专业课程的学习和以后从事信号工作，奠定初步的信号专业技术基础。

根据教学实践，考虑到学生接受新知识的认识规律，为他们的学习层层打好基础，把学生引导到信号专业的领域之中，在主审的建议下对全书章次排列顺序作了新的布局。考虑到教学对象绝大部分为初次接触铁路信号，加之缺乏信号专业的感性知识，为此将信号继电器内容排在第一章，它不但能把学生在《电工》课中的既得知识与专业知识有机的结合，并且在学习继电器内容时，也得到了信号专业的初步知识和熟悉了一些专业术语，在学习方法上也能开始有个转化。

轨道电路内容排在第二章，不但与继电器内容便于衔接（本章内容要应用继电器），而且也考虑了与《传输原理》课的横向联系。具体说，在一般情况下轨道电路内容讲完，正是《传输原理》课讲轨道电路计算内容的开始，这就给学习《传输原理》课打下基础。

转辙装置内容排在第三章主要是考虑，在前两章的基础上学生便于接受转辙机的内容，另外也考虑与其它课程的横向关系。

继电电路基础内容排在第四章，主要考虑本章内容的学习多是与继电器、轨道电路和转辙机的内容相联系的。

铁路信号内容排在第五章，是因为学生通过前几章内容的学习对信号专业设备有了初步认识，并且也具备了分析问题的能力，再讲述铁路信号的基本知识，更加便于学生接受。

最后一章是联锁闭塞的内容，因为联锁的内容既不能死记硬背，又不能照搬照抄，是要靠灵活地思维能力去解决具体问题。这个灵活地思维能力是来源于前面的基础。否则，学生会感到枯燥和对问题无从想起。另外本章学完正好与专业课衔接。

本书由锦州运输学校叶得春老师担任主审。

在教材内容的编写过程中参考引用了张学渔同志编写的《信号基础》的部分内容；上海铁道学院朱甫正副教授对于部分章节提出了宝贵的意见；西安运校王永信老师提供了资料，编者在此一并表示感谢。

由于水平所限，书中的缺点和错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

1986年7月

目 录

- 第一章 信号继电器**..... 1
 - 第一节 基本概念..... 1
 - 第二节 各类安全型继电器结构与工作原理..... 11
 - 第三节 安全型继电器的基本特性..... 27
 - 第四节 改善继电器时间特性及消除接点火花的方法..... 46
 - 第五节 继电器的养护维修与测量调整..... 53
- 第二章 轨道电路**..... 60
 - 第一节 轨道电路的组成原理与种类..... 60
 - 第二节 轨道电路的基本工作状态与基本参数..... 73
 - 第三节 轨道电路的划分与绝缘布置..... 76
 - 第四节 轨道电路的极性交叉..... 78
 - 第五节 轨道电路的一般检测方法..... 83
- 第三章 转辙装置**..... 86
 - 第一节 转辙机的用途与分类..... 86
 - 第二节 ZD₆型电动转辙机的结构与传动原理..... 87
 - 第三节 ZD₆型电动转辙机各主要部件的作用与工作原理..... 89
 - 第四节 ZD₆型电动转辙机的安装方式与ZD₇型电动转辙机的结构特点和传动原理..... 99
 - 第五节 ZD₄型电动转辙机..... 103
 - 第六节 ZK 型电空转辙机..... 105
 - 第七节 机械道岔的转换和锁闭设备..... 109
- 第四章 继电电路基础**..... 120
 - 第一节 图形符号与画法..... 120
 - 第二节 继电器线圈和接点的用法..... 127
 - 第三节 继电电路的逻辑功能..... 131
 - 第四节 继电器接点电路的基本形式和分析方法..... 134
 - 第五节 继电电路故障-安全原则..... 138
- 第五章 铁路信号**..... 144
 - 第一节 信号种类..... 144
 - 第二节 信号显示..... 149
 - 第三节 信号机的设置..... 162
 - 第四节 色灯信号机..... 177
 - 第五节 臂板信号机..... 187
- 第六章 联锁闭塞**..... 205

第一节	联锁概念	205
第二节	联锁图表的编制	219
第三节	联锁类型	221
第四节	闭塞概念与类型	226

第一章 信号继电器

第一节 基本概念

一、继电器的作用

继电器是铁路信号设备的主要元件之一，在铁路信号的自动控制和远程控制系统中，用它可构成逻辑电路或作为执行元件直接监督和控制列车的运行。

继电器工作状态的好坏，是信号设备能否安全运用和可靠动作的重要因素之一。因此，对继电器提出了严格的要求：继电器的动作必须可靠和准确；使用寿命长；有足够的吸合和断开电路的能力；有较高的电气绝缘强度；有稳定的时间和电气参数。否则它将危及行车安全。由此可见，对继电器内容的学习是非常重要的。

鉴于目前较为广泛地使用着安全型电磁式的信号继电器，故本章介绍的重点亦在于此。

下面仅举几例，以具体说明继电器的作用。

图 1-1 的电路是一组 12V 的电池，经过两条很短的电线 L （每条电线的电阻甚小，忽略不计）来点亮一只 12V 25W 的灯泡（所需电流约为 2 A）。若灯泡点亮时的电阻为 6Ω ，若还忽略电池内阻，则通过灯泡的电流为 $I = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$ ，所以灯泡发光。

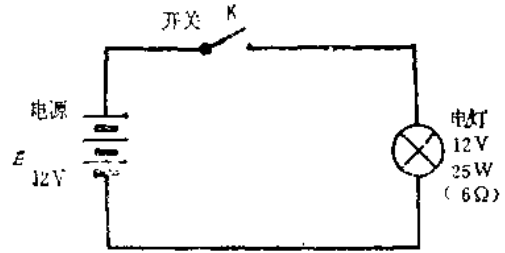


图 1-1 短线路的电灯供电电路

如果因实际需要，把灯泡装到离开电源和开关很远的地方去，则电线必需要加长，电线的电阻也相应增大了许多，这就再也不能忽略不计了。假定每条电线上电阻增到 57Ω ，那么经过电灯电流变化为 $I = \frac{12}{57+57+6} \approx 0.1 \text{ A}$ ，结果因为电流太小，电灯不亮。如何使电灯亮起来呢？如果用提高电源电压（由 12V 升到 240V）的办法，让流经灯泡的电流达到 2 A 也能发光，如图 1-2 所示。但是，这样做是很不经济的。因为 240V 电压中，有 228V 是被电线的电阻降掉了，灯端电压只有 12V。

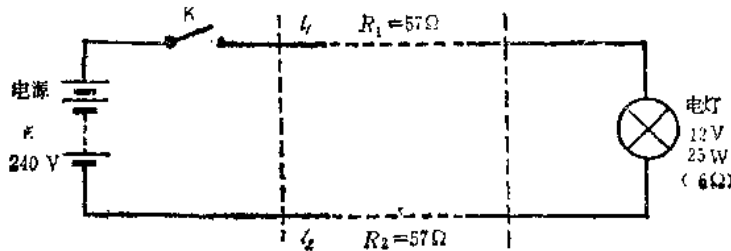


图 1-2 长线路升高供电电压的电灯电路

我们再从所消耗的功率来看，电源总共供给电力 480W，其中 455W 是消耗在电线上，变

成无用的热散失了，只剩下25W才是真正供给电灯的。这样直接控制的方法，除了不经济外，电压过高也容易发生危险。

实践证明，采用继电器来克服上述电路的缺点是个好办法。图1—3是应用继电器的电路原理图。图中的继电器由带铁心的线圈（电磁铁）、衔铁、轭铁、接点和拉杆等几部分组成。当线圈通过一定数值的电流时，在铁心、衔铁、轭铁和气隙中形成了一个闭合回路。在磁通作用下，产生一定大小的电磁吸力，将衔铁吸向铁心，衔铁通过拉杆的推动来闭合前接点。当电源开关断开，线圈中无电流，电磁力就消失，由于接点弹片的弹力及拉杆和重锤的作用使衔铁返回，接点断开。若图1—3中的继电器线圈电阻为1000Ω，当电源开关K闭合时，线圈电流达到17.2mA时产生的电磁吸力就足以吸起衔铁而使前接点闭合。每条电线的电阻仍为57Ω，电池只需用19.25V就够了。继电器前接点闭合就可以构成局部电路，这样，不但达到了亮灯的目的，而且避免了线路部分无用电力的消耗。

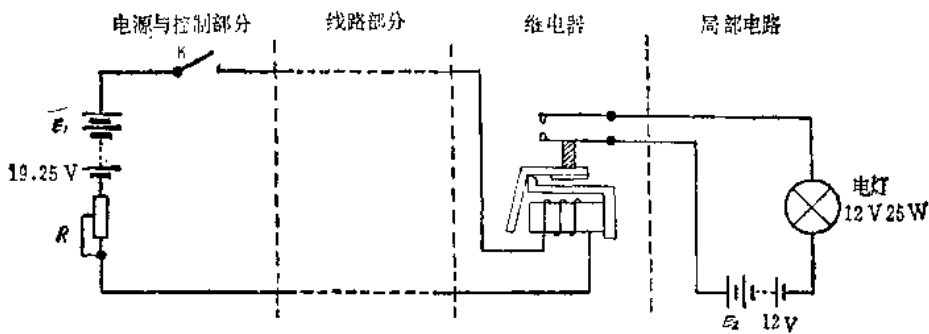


图1—3 用继电器控制的电灯电路

又例如利用继电器进行自动调整，如图1—4所示。在生产过程中我们往往需要炉子保持恒温，因此，就需要进行自动调整。如将开关K闭合后，通过电阻丝4给炉子1加热，当炉温比预定值高时，则温度计2的水银柱上升使接触点5和6接通，继电器3的线圈通过电流后，产生电磁力吸引衔铁，使继电器接点7断开电阻丝加热的电源电路，因而，炉温逐渐冷下来，温度计的水银柱下降。从而断开5和6的接触点，继电器的线圈中就没有电流通过，继电器接点7又接通电阻丝的电源电路，于是电阻丝又发热，给炉子1加温。由此可知，利用继电器可以进行自动调温，以代替人工调整的方式。

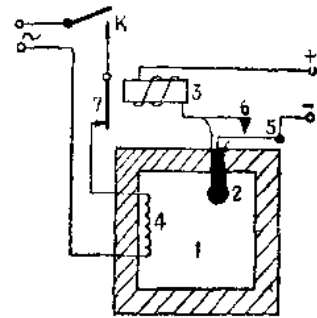


图1—4 自动调温控制系统
1—炉子；2—温度计；3—继电器；4—电阻丝；5、6—接触点；7—继电器接点。

综上所述，采用继电器不但能节省电力和减少导线的投资，同时对于电气设备还可实现远距离的控制和自动化调整。

继电器的基本功能就是用极小的电信号来控制电路中相当大功率的对象，或者控制数个对象来完成由人工难以达到的复杂的逻辑关系。在我国铁路上的信号设备中，大量使用着继电器以保证信号设备安全可靠和协调的动作，特别在大的车站，由于信号机和道岔数目较多，排列的进路数量较大，它们之间的联锁关系极为复杂，只有利用继电器具有的基本功能，来完成由人工难以达到的复杂的逻辑关系的要求，以完成铁路信号的联锁关系，并实现自动化控制。

近年来电子元件发展迅速，用途很广，以前全部用继电器来实现的自动控制和远程控制系统，现在有的为晶体管所取代，晶体管虽有独特的优点，如速度快、体积小等，但是继电器也有很多晶体管所不及的优点和晶体管无法实现的功能，如故障-安全、控制回路的数量、温度影响、雷击影响等。因此，继电器仍是信号设备中必不可少的器件。而且还在不断完善与发展中。

继电器与晶体管均有优缺点，如果把这两种元件配合应用，就能取长补短，充分发挥其各自的长处，使实现控制系统的质量更为优越。

随着科学技术的发展，继电器的应用范围也日渐扩大。近年来，由于军事科学技术的迅速发展，继电器也随之大量应用于导弹、宇宙飞船中，这种发展推动了继电器的研究工作，其中首要地位的是继电器的可靠性的研究。国外近十几年来，已将继电器的可靠性提高到相当高的水平，其发展方向大体有如下几方面。

1. 缩小体积。目前铁路信号用的AX型继电器与五十年代所用座式继电器体积约小 $1/3 \sim 1/2$ ，但其结构原理方面是从重力式过渡到重弹力式。目前则从重弹力式向弹力式过渡，其体积可缩小 $1/2$ 。当然体积的缩小仍能保证原有的技术性能。

2. 改变中间结构。电磁系统传动到接点系统以前多采用拉杆结构，这种结构安全程度差，新结构则采用卡片式，通过卡片推动接点，工作性能稳定，采用某种特殊的卡片结构，还能实现故障导向安全。

3. 采取密封装配。近年来为提高继电器可靠性，采取封装措施。密封继电器的设计构思是抓住了可靠性问题的实质，是一种治本的办法，从继电器的长期使用中，发现在无气体的周围环境中继电器的接点不产生任何膜层，所以接触电阻比较稳定，接点寿命也较长，而在净化的环境中继电器接点不被尘埃污染，所以接点的工作可靠性也大大提高。因此采用外罩把继电器密封起来，使外界气体和尘埃不能侵入密封室，在密封室里就呈现一个净化的小范围空间，这就从根本上铲除了接点被污染的可能性，所以密封继电器的可靠性是比较高的。

总之，继电器的发展趋势是在向小型化、弹力化和密封式方向发展。

二、继电器的基本工作原理

电磁式继电器是用电磁吸力动作衔铁的一种电磁开关器件。它实际上是一个带有接点的电磁铁，由电磁系统与接点系统两大部分组成。当线圈通电时对衔铁的吸力，是由于磁系统的导磁材料受磁化而产生的，吸力的大小与电磁铁的形状，衔铁与铁心的相互位置和线圈的磁通势大小有关。其吸力的大小用麦克斯韦公式表示：

$$F = \frac{B^2 S}{2\mu_0} \quad (\text{N})$$

式中 B —— 磁感应强度 (Wb/m^2)；

μ_0 —— 空气导磁系数 ($1.25 \times 10^{-6} \text{H}/\text{m}$)；

S —— 磁极表面的总面积 (m^2)。

过去用的厘米、克、秒制单位中， B 的单位用Gs， S 的单位为 cm^2 ，则 F 的单位应为kg，可将上式改写为更适用的公式

$$F = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 S (\text{kg})$$

由上式可知，吸力 F 是随着继电器线圈电流的变化而变化的。当吸力增大到能够克服衔

铁向铁心运动的阻力时，则衔铁被吸向铁心，由衔铁带动的动接点也随之与前接点闭合。这叫做“衔铁吸起”。

当吸力减小到不足以克服衔铁的重力和接点片的弹力时，则衔铁离开铁心，由衔铁带动的动接点也随之与后接点闭合而与前接点断开。这叫做“衔铁落下”。

从上述可知，一个电磁继电器中的线圈，是接收信息的部分，而接点是控制外电路的部分，这两部分的关系是接点从动于线圈。

三、继电器的分类

继电器的类型繁多，分类也是多种多样的，可以按照不同的方式来分类。

(一) 按用途可分为：电力系统用的保护继电器；自动控制系统用的控制继电器；通信系统用的通信继电器；铁道信号系统用的信号继电器等。

(二) 按输入量的物理性质可分为：

1. 电流继电器，反映电流的变化；
2. 电压继电器，反映电压的变化；
3. 功率继电器，反映功率的变化；
4. 非电量继电器，反映非电量的继电器，有温度、压力、速度等继电器。

(三) 按工作电流的种类可分为：

1. 直流继电器，直流供电动作；
2. 交流继电器，交流供电动作；
3. 交直流继电器，交流或直流供电动作。

(四) 按动作原理可分为：

1. 电磁继电器，其原理是通过继电器线圈中的电流在磁路的可动部分（衔铁）的气隙中产生电磁力，吸引衔铁动作，带动接点系统改变接点位置。在电磁继电器中，根据继电器断电后，衔铁返回的原理不同，又可分为重力式、重弹力式和弹力式三种；

2. 感应继电器，这种继电器是一种利用一个交变磁场与另一交变磁场在可动翼片中感应的涡流相互作用，使翼片产生转矩，带动接点动作；

3. 热力继电器（双金属片继电器），是利用两种膨胀系数不同的双金属片加热后单向弯曲的物理特性，使接点动作。

(五) 按动作时间可分为：

1. 快动作继电器，当通电或断电时接点的闭合或断开较快，动作时间小于 $0.1s$ 。
2. 正常动作继电器，当通电或断电时接点的闭合或断开既不快也不慢，动作时间由 $0.1s \sim 0.3s$ 。
3. 缓动作继电器，当通电或断电时接点的闭合或断开较慢，又称缓吸或缓放，动作时间 $0.3s$ 以上。

四、继电器的参数

不同类型继电器的特性，可以用继电器的参数来反映。因此，在选用继电器时，常要查阅继电器的参数。继电器的种类各异，参数的表达方式必有所不同，下面介绍一下信号继电器常用的几种主要参数：

1. 额定值：继电器正常工作时所接入的电源系统的电压或电流值。
2. 吸起值：向继电器线圈通电，动接点与前接点刚接触时的电压或电流值。
3. 工作值：向继电器线圈通电，至前接点完全闭合（此时衔铁止片应与铁心面密贴，

并满足规定接点压力)时的电压或电流值。

4. 反向工作值:向继电器线圈供以反极性(与规定正方向相反)电源后所测得的工作值。

5. 释放值(又称落下值):向继电器供给过负载电压或电流值后,再逐渐降低电压或电流值,至前接点刚刚断开时之电压或电流值。

6. 转极值:有极继电器通电,使动接点由定位转换到反位,或由反位转换到定位,并达到规定的接点压力时所需要的电压或电流值。

7. 过负载值:继电器允许接入的最大电压或电流值(一般为工作值的四倍)。接入过负载值后,线圈不受损伤,电气特性亦不变化。

8. 安全系数:额定值与工作值之比。此值愈大,在额定值电源下继电器工作愈稳定。

9. 返还系数:释放电压(电流)与工作电压(电流)的比称为返还系数。

此值一般在0.2~0.99之间,返还系数对铁路信号有特殊的重要意义,返还系数越高,标志着继电器衔铁落下越灵敏,例如轨道继电器的返还系数规定不得小于50%,则轨道电路的分路灵敏度越高,能更好地保证行车安全。返还系数的大小与继电器的结构,牵引特性与机械特性的配合及磁路的磁性材料的质量等有关。

10. 灵敏度:转换一组接点所需要的线圈功率,有时也用安匝数表示。

11. 吸起时间:向继电器线圈通以规定数值的电压(或电流)起至全部前接点闭合的时间止。

12. 缓放时间:向继电器线圈通以规定数值的电压(或电流)后切断电源,从断开电源时起至全部动接点离开前接点的时间止。

13. 缓吸时间:向继电器线圈通以规定数值的电压(或电流)起至全部后接点断开的时间止。

14. 落下时间:向继电器线圈通以规定数值的电压(或电流)后切断电源,从断开电源时起至全部后接点接通的时间止。

15. 转换时间:有极继电器由电源改变极性时起至动接点转换至另一极性接点的时间止。

16. 时间常数:继电器线圈电感值和电阻值之比。

五、信号设备中继电器的品种

(一)安全型(A X)继电器系列

为了确保铁路运输的安全,铁路信号设备的工作性能必须可靠。信号继电器的安全可靠,主要体现在利用“重力恒定”原则和确保接点不熔结。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结,而且导电性能又好的材料。随着生产的发展,技术水平的提高,在六十年代中期,我国自己设计制造了体积较小的直流24V A X型铁路信号继电器系列。它与已经淘汰的座式及大插入式继电器比较,具有结构新颖、重量较轻、安全性好、可靠性高、性能稳定、便于调整和维修等特点;系列品种间零件的通用程度高,通用化程度达90%以上,因而提高了生产效率;减少了耗铜量,与同性能的老产品比较,耗铜量减少69%;成本降低20%;还为信号设备的组合化、设计定型化、施工工厂化创造了有利条件。因此,它已成为目前我国铁路信号继电器的主要定型产品。现将A X型系列信号继电器(交流继电器除外)的代号、品种和规格见表1—1和表1—2。

表1—2型号中横线后的数字表示继电器线圈电阻数值,分子表示前圈电阻值,分母表

示后圈电阻值。仅一个数值者，表示双圈串联电阻值。

代 号 意 义

表 1-1

顺 号	代 号	意 义	顺 号	代 号	意 义
1	J	继电器 (第一个)	8	P	偏 板
2	J	加强接点 (第二个)	9	DB	单 闭 磁
3	W	无 极	10	C	插 入
4	X	信 号	11	R	热 力
5	H	缓 放	12	S	时 间
6	Z	整 流	13	B	半 导 体
7	Y	有 极			

AX型继电器系列型号

表 1-2

品 种 序 号	规 格 序 号	继电器名称	非插入式型号	插入式型号	插入式鉴别销号 码	接点组数	在铁路信号电路中的主要用途
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	无极继电器	JWX-1000	JWXC-1000	11.52	8QH	通用继电器
	2	无极继电器	JWX-7	JWXC-7	11.55	8QH	通用及防空降定位继电器
	3	无极继电器	JWX-1700	JWXC-1700	11.51	8QH	通用及继电器自总闭塞电路中用继电器
	4	无极继电器	JWX-2.3	JWXC-2.3	13.54	4QH	直流轨道继电器
	5	无极继电器	JWX- $\frac{370}{480}$	JWXC- $\frac{370}{480}$	22.52	2QH 2Q	灵敏继电器
	6	无极继电器	JWX-2000	JWXC-2000	12.55	2QH	交流计数电码可动闭塞中轨道复示继电器
2	7	无极缓放继电器	JWX- $\frac{500}{H330}$	JWXC- $\frac{500}{H330}$	12.53	8QH	通用继电器
	8	无极缓放继电器	JWX-H660	JWXC-H660	12.51	8QH	通用继电器
	9	无极缓放继电器	JWX-H340	JWXC-H340	12.52	8QH	通用继电器
3	10	整流式继电器	JZX-H62	JZXC-H62	13.53	4QH	大站电气集中信号灯集中供电的灯丝监督继电器
	11	整流式继电器	JZX-H156	JZXC-H156	22.53	4QH	单线自动闭塞改变运行方向电路中的区间监督继电器
	12	整流式继电器	JZX-480	JZXC-480	13.55	4QH 2Q	交流轨道及交流事故继电器及大站DY组合电路等
	13	整流式继电器	JZX-0.56	JZXC-0.56	13.54	4QH	小站及区间信号点灯局部供电灯丝监督或灯丝转换继电器
4	14	无极加强接点继电器	JWJX-480	JWJXC-480	15.51	2QHJ 2QH	大站180V、220V、127V电源转换继电器等
5	15	加强接点缓放继电器	JWJX-H $\frac{125}{0.44}$	JWJXC-H $\frac{125}{0.41}$	15.55	2QJ、2H 2QH	三线制道岔启动电路中专用
6	16	极性和保持继电器	JYX-660	JYXC-660	15.52	6DF	有极继电器
	17	极性保持继电器	JYX-270	JYXC-270	15.53	4DF	单线自动闭塞改变运行方向电路中的方向继电器
7	18	极性保持加强接点继电器	JYJX- $\frac{220}{220}$	JYJXC- $\frac{220}{220}$	15.54	2DFJ 2DF	三线制道岔电路中的控制继电器

续上表

品种 序号	规格 代号	继电器名称	插入式型号	非插入式型号	插入式鉴别 销 号 码	接点组数	在铁路信号电路中的 主要用途
	19	极性保持加强 接点继电器	JYJX-3000	JYJXC-3000	51.13	2DF1 2F	三线制道岔电路中的 抱闸继电器
8	20	偏极继电器	JPX-1000	JPXC-1000	14.51	8QH	右极继电器
9	21	热继电器		JRXC-30	14.54	1Q 1H	电气集中人工解锁电 路中的延时继电器
10	22	单闭磁继电器	JDBX-1100	JDBXC-1100	21.52	8QH	有极继电器
11	23	半导体时间继电器	JSB-850	JSBC-850	14.55	2QH 2Q	电气集中电路中通用 的延时继电器

在接点组数一栏中:

- Q——前接点; H——后接点;
D——定位接点; F——反位接点;
J——加强接点。

举例:

1. JWXC-1000, 为插入式无极继电器, 有 8 组前后接点, 前后两线圈串联电阻为 1000Ω。
2. JYJX- $\frac{220}{220}$, 为极性保持加强接点继电器, 前线圈和后线圈的电阻均为 220Ω。

在插入式鉴别销号码栏中, 分别记入各该继电器的鉴别销号码, 以便与各该插入式继电器绝缘座下部装有相应的型别盖号码相对应, 它是为向插座上安装时, 保证不同类型的继电器不致插错位置。

A X型继电器从安装使用方面分类, 可分插入式及非插入式两种。插入式本身有封闭罩壳; 非插入式仅在组匣内安装时使用, 本身无封闭设备(如继电半自动闭塞机内采用的便是非插入式安全型继电器)。

A X型系列除了表 1—2 所列品种和规格外, 由于信号电源屏, 工厂化施工的大站电气集中和缓放型继电器的继电半自动闭塞的需要, 又增加了一些品种和规格, 如表 1—3 所示为电源屏中新增的几种规格, 代替了原来的交流接触器和中间继电器。

表 1—3

序 号	继 电 器 型 号	电气特性 (V) 时间特性 (s)					备 注
		额定值	工作值	释放值	吸起时间	释放时间	
1	JWJXC-7200	200	<85	>30	<0.1	<0.1	与整产单产 混合式共
2	JYJXC-100	24	<10	>3.5	<0.1	<0.1	
3	JZJXC-7200	~220	~<90	~>35	<0.1	<0.1	
4	JZJXC-100	~24	~<11	~>4	<0.1	<0.1	
5	JZXC-20000	~220	~<105	~>35	<0.1	<0.1	
6	JWJXC-440	24	<16	>3.5	<0.15	<0.15	

(二) JT型弹力式继电器系列

为了满足铁路信号设备自动化的要求, 新生产一种应变速度快、体积小、节省材料的新型弹力式继电器系列。由于继电器结构设计和生产工艺的改进, 大大提高了弹力式继电器的可靠性。实践证明, 弹力式继电器可以满足信号故障-安全要求, 而且故障率较低。它与重力式继电器相比较具有体积小、重量轻, 防振性能好; 动作迅速; 安装方向不受限制; 构成

联锁电路时，能做成组匣式结构，便于工厂化施工与现场维修。

JT型弹力式继电器的技术特性：额定工作电压为直流24V，50V。机械特性接点间隙不小于0.8mm，安全间隙小于0.3mm，常开接点分离力不小于0.59N(0.06kgf)，接点压力不小于0.015kgf，衔铁初压力每组接点平均为0.147N(0.015kgf)。现有品种规格电气特性见表1—4所示。

表 1—4

序号	继电器名称	型 号		插入 类别 缩写	线圈参数			电 气 特 性				时间特性	
		非 插 入	插 入		电阻 Ω	线径 mm	匝数 N	额定值 V	吸合值 >V	释放值 <V	线圈 过电 压 V	吸合 时间 ms	释放 时间 ms
1	无极继电器	JW ₁ -8Z400	JWC ₁ -8Z400	1.2	100	0.16	7000	24	16	4.0	40		
2	无极继电器	JW ₁ -F6Z800	JWC ₁ -F6Z800	1.3	800	0.14	10000	24	18	3.6	60		
3	无极继电器	JW ₁ -F1Z800	JWC ₁ -F1Z800	1.6	800	0.14	10000	18mA	14mA	4mA	60		
4	无极继电器	JW ₁ -F4Z1000	JWC ₁ -F4Z1000	1.4	1000	0.13	11000	24	18	3.6	70		
5	无极继电器	JW ₁ -F4Z2500	JWC ₁ -F4Z2500	1.5	2500	0.10	17000	50	35	7.0	100		
6	无极缓放继电器	JW ₁ -8ZH200	JWC ₁ -8ZH200	2.3	200	0.16	3500	24	16	2.3	30	85	110
7	无极缓放继电器	JW ₁ -F4ZH200	JWC ₁ -F4ZH200	2.4	200	0.16	3500	24	105	2.1	30	75	150

从结构上可分为基本型及防震型两种，每种又分插入式与非插入式两类，接点组设有八组转换(8Z)、六组转换(6Z)、四组转换(4Z)、两组转换(2Z)、一组转换(1Z)这五种。

(三) 交流继电器

安全型(A X)继电器系列虽品种规格较多，大部分属直流磁路，但也有交流品种。因为在铁路信号设备的点灯电路、轨道电路、电源设备中均交流供电，都需应用交流继电器。

1. 交流电磁继电器

交流电磁继电器的工作原理与直流电磁继电器基本相似，但当交流通过线圈时，在铁心中产生的是交变磁通，由于牵引力(吸力)是和磁通的平方成正比，所以当电流改变方向时，牵引力并不改变方向，永远是朝一个方向将衔铁吸向铁心。

但由于交变的电源在铁心中产生的是交变磁通，所以交流电磁继电器在特性上和结构上有它特殊的地方：

(1) 牵引力的方向虽不变，但牵引力的大小是变化的，当电流经过零值时，牵引力为零。当电流达到最大值时，牵引力也最大。因此牵引力是在最大值与零值之间脉动的，它脉动的频率是交流电流频率的两倍。这种脉动的牵引力作用在衔铁上，将使衔铁发生颤动(齿振)，这就要求交流电磁继电器，在结构上要采取特殊的措施来消灭衔铁的颤动现象。消除衔铁颤动的方法有三种：①加重衔铁；②铁心磁极处套磁路环；③双相磁路。

(2) 交变磁通通过铁心时，在铁心中将会产生磁滞损失和涡流损失。为了减少这些损失，交流电磁继电器的铁心一般是采用硅钢片叠成的。

(3) 直流电磁继电器只有在接通电源或切断电源的瞬间有反电势存在，稳定状态下，通过线圈的电流只是由电阻决定，而交流电磁继电器，即使在稳定的情况下，也存在着反电势。因此，交流电磁继电器线圈中的电流主要不是由电阻来决定，而是由线圈的感抗来决定。因此，在计算交流电磁继电器电路时必须考虑线圈的电感。

2. 交流感应继电器

交流感应式继电器的基本原理，是利用交变磁通穿过可转动的金属圆盘(或扇形翼片)，使之感应出涡流，再由翼片上的涡流与交变磁通相互作用来产生转矩，以此作动力，带动接点动作。

交流感应继电器，在铁路信号、电力系统等部门均有采用，瓦时计的动作原理是和交流感应继电器相类似的。

铁路信号采用的交流感应继电器有单元和二元继电器两类。所谓单元是指交变电磁系统只有一个；二元是指二个互相独立又互相作用的交变电磁系统。JJR型交流感应二元继电器，在自动闭塞区间有作为轨道继电器应用；JRJC型插入式交流感应二元继电器。用于25Hz相敏轨道电路中作为轨道继电器，也可用于其他需要鉴相的电路中。下面介绍JRJC型继电器。

JRJC型继电器为交流感应、重力返回式继电器(插入式)，共有两个线圈(局部线圈和轨道线圈)和两组接点(2Q和2H)。这种继电器也可安装于继电器架上用固定螺杆和插座相联，将继电器固定。磁系统及接点系统均装于封闭的透明罩内。其外形如图1-5所示。

JRJC型继电器属于交流感应式继电器的一种，其结构和原理与交流电度表相似，其磁系统如图1-6所示。

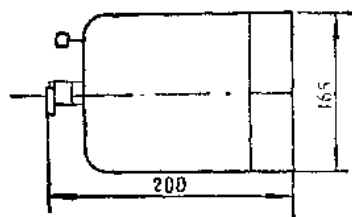


图1-5 外形图

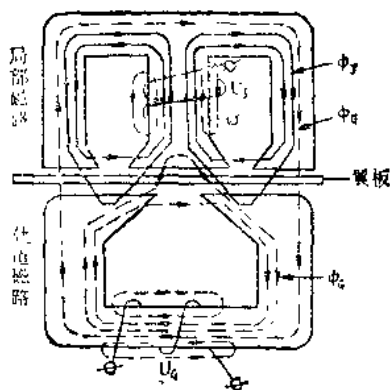
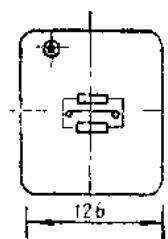


图1-6 磁系统图

局部线圈通以额定电压 U_l ，由于线圈有电抗存在，则局部电流 I_l 滞后 U_l 一个角度，这个角度称作线圈的阻抗角。当局部线圈产生的磁通穿过翼板(即工作磁通 ϕ_l)时，在翼板内感应交变电势产生的感应涡流 I_{lw} ，滞后 $\phi_l 90^\circ$ 角，此电流与轨道线圈产生的磁通 ϕ_g 相互作用在翼板上产生力，其关系如图1-7所示。

图中画出的为局部铁心和轨道铁心与翼板相对应的各种情况。由于涡流与感应产生它的交变磁通之间，不会产生任何转矩，因为每一涡流与产生它的磁通之间的相位差为 90° ，所以交流感应继电器的转矩是由一个交变磁通感应产生的涡流，通过另一与其相位差不是 90° 的交变磁通作用范围内，并与其相互作用之下产生的。这个转矩可应用电磁感应定律，右手定则和左手定则来分析。如图1-7(a)所示，从图面上看，由于涡流 I_{lw} 方向在图的左侧为向下，而磁通 ϕ_g 又发向我们而来，根据左手定则作用力 F 的方向指向左边。在图(a)的右侧 I_{lw} 向上，而磁通 ϕ_g 又离向我们，则作用力的方向也指向左边。再如图1-7(b)所示，由于轨道线圈产生的磁通穿过翼板时，在翼板内感应交变电势产生的感应涡流 I_{gw} 滞后 $\phi_g 90^\circ$ 角，此电流在图(b)的左侧方向向下，中央向上，右侧也向下，而局部线圈产生的磁通 ϕ_l ，在图的两侧发向我们，图的中央又离向我们，根据左手定则这三处的作用力 F 均指向左边。

图(c)、(d)所示，为涡流方向和磁通方向都同时变化，翼板上各点力的方向仍都指向左边。

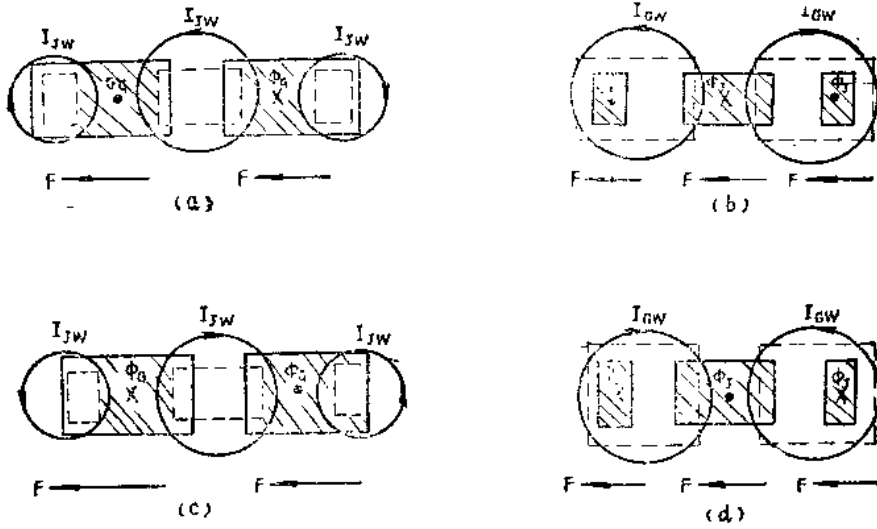


图1—7 磁感应示意图

由此可见，每个线圈所产生的磁通都在翼板上感应出涡流，此涡流都和对应的磁通产生作用力，各点总合力的方向一致。因此，翼板绕轴心向一个方向旋转。通过固定在轴杆上的拐肘带动接点组，使其相应的接点闭合或断开。

在交流25Hz一周期内各部分产生的磁通及其在翼板上感应的涡流，其波形见图1—8所示。其中 ϕ_I 、 ϕ_G 为局部磁通和轨道磁通， I_{JW} 、 I_{GW} 为局部磁通和轨道磁通在翼板上感应的涡流，图中a、b、c和d点对应于图1—7(a)、(b)、(c)和(d)，对应的磁通和电流的方向，可以看出一周期内，在 90° 、 180° 、 270° 和 360° 时电流和磁通之间的对应关系。图1—8与图1—7对照还可看出图(a)中的 I_{JW} 和 ϕ_G 为正半周最大值，图(c)中 I_{JW} 和 ϕ_G 均为负半周最大值。图(b)中 I_{GW} 为正半周最大值， ϕ_I 为负半周最大值，两者相位差 180° ，图(d)中 I_{GW} 为负半周最大值， ϕ_I 则为正半周最大值，两者相位差也为 180° 。

当线圈的接法一定，翼板转动方向也就一定，其向量关系如图1—9所示。

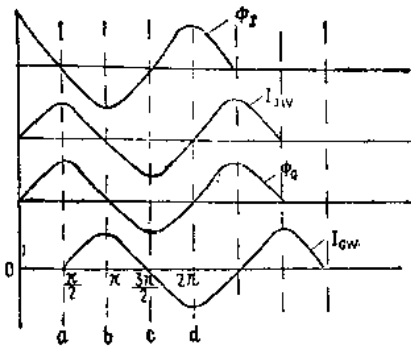


图1—8 波形图

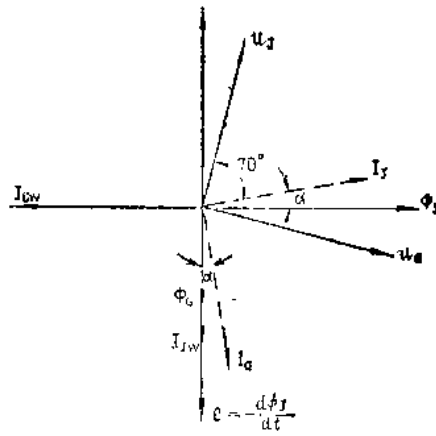


图1—9 向量图

由 ω 产生的电流 I_f 滞后 ω 90° 角, 也即 u_f 滞后 ω 90° 角。这个值就是在翼板上产生最大转矩最佳值, 称为继电器理想相位角。由图 1—9 还可以看出: 每一线圈的电流向量与其所产生的磁通间的夹角 α 称为线圈的损耗角, 一般其值为一常数约等于 12° 。实际测试时取轨道电流 I_o 滞后于局部电压 U_f 的角度, 所以这时理想相位角应该是 $\beta - 90^\circ \pm$ 局部线圈阻抗角。对25Hz电源来说轨道线圈和局部线圈的阻抗角均等于 70° , 所以继电器的理想相位角 $\beta = 160^\circ$ 。

JRJC型继电器主要技术特性如下:

局部线圈: 额定电压110V电流不大于0.08A

轨道线圈: 工作值电压不大于15V, 电流不大于0.038A, 释放值电压不小于7.5V

轨道电流滞后于局部电压相位角: $160^\circ \pm 8^\circ$

接点压力: 前接点15gf, 后接点15gf

接点间隙不小于: 2.5mm托片间隙不小于0.2mm

接点接触电阻不大于: 0.1 Ω

铁心极面之间的间隙: 2.0 ± 0.1 mm

第二节 各类安全型继电器结构与工作原理

一、JWXC型直流无极电磁继电器

A X型继电器为直流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, 其它各类继电器都由无极继电器派生而出, 因此, 绝大部分零件都能通用。

(一) 结 构

JWX与JWXC的基本结构如图 1—10所示。它主要由直流电磁系统与接点系统两大部分组成。电磁系统的线圈 1 水平安装在铁心 2 上, 分为前圈和后圈, 以便分别使用。衔铁 3 靠蝶形钢丝卡 4 固定在轭铁 5 的刀刃上, 在衔铁的传动部分铆上重锤片 6, 以保证继电器衔铁主要靠重力返回, 其安排的位置充分利用了空间, 重锤片的数量可根据接点组的多少来确定, 8 组接点用三片, 6 组接点用二片, 4 组接点用一片。这样便于根据电路的需要, 生产不同接点组的继电器, 并保证使衔铁的重量基本满足后接点压力的需要。

安全型继电器的铁心, 衔铁和轭铁均采用铁磁材料制成。具有较高的磁通密度和较小的剩磁, 磁通密度高, 说明线圈中安匝数小也能在磁路中产生较大的磁通。剩磁小说明当线圈切断时在铁心中保留的剩余磁通量很小, 这对继电器的工作是有利的。因为继电器衔铁吸起时, 如磁路中磁阻很小, 当切断线圈电流时, 由于剩磁的存在, 有可能使衔铁不离开铁心(或称衔铁不落下), 因而继电器工作不正常。剩磁小, 这种可能性就很小了。为了防止这种不良后果的发生, 除了要选用好的铁心材料外, 在继电器衔铁的下端加装非磁性材料(锡磷青铜)的止片, 使铁心和衔铁不直接接触, 而保持一定的空气隙, 以减少剩磁的影响。

接点系统处于电磁系统上面, 通过接点架 7, 螺钉 8 紧固在轭铁上, 使两者成为一个整体, 用螺钉 9 将下止片 10、电源片单元 11、银接点单元 12、动接点单元 13 以及压片 14 按顺序组装在接点架上。在紧固螺钉以前, 应将拉杆 15、绝缘轴 16、动接点轴 17 与动接点组装好, 衔铁通过拉杆的传动来带动接点运动。接点系统除了接点弹片外还附有托片, 它的作用是为了使继电器的接点能保持在一定的位置上, 以达到技术条件所要求的间隙, 保证接点所控制的电路正常工作。下止片的作用是保证衔铁落下时定位用, 并且使继电器有防震作用。接点