

中等专业学校教材

热工保护及程序控制

重庆电力学校

1.4

水利电力出版社

内 容 提 要

本书共分六章。前三章介绍火力发电厂热工保护系统中常用电器的工作原理、结构,热工控制接线和热工信号的基本知识;第四、五章介绍锅炉和汽轮机热工保护系统的组成、原理及主要保护装置;第六章介绍程序控制系统的组成、基本原理及其在火力发电厂中的应用。

本书系中等专业学校“电厂热工测量及自动化”专业的教材,亦可供火力发电厂热工自动化专业的工人和技术人员学习参考。

中等专业学校教材

热工保护及程序控制

重庆电力学校

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行,各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 9印张 200千字

1983年2月第一版 1983年2月北京第一次印刷

印数 0001—6620册 定价0.76元

书号15143·5108

前 言

本书是根据1978~1981年水利电力类高等学校、中等专业学校教材编审出版规划(草案)组织编写的,并作为中等专业学校“电厂热工测量及自动化”专业的教材,亦可供火力发电厂热工自动化专业的工人、技术人员学习参考。

为了便于教学和自学,本书以一定篇幅讲述了热工控制系统中部分常用电器、热工控制接线及热工信号等方面的基础知识。热工保护及程序控制部分的内容,主要取材于生产单位已经采用、效果较好的典型实例和有关单位的研究成果。本书的内容着重理论联系实际,在写法上力求突出重点,深入浅出,通俗易懂。

本书由重庆电力学校曾德法(一至四章)、刘均伯(五、六章)执笔编写,徐晓云同志参加了本书绘图工作。书稿写成后,请西安电力学校殷树德、牟善培、周仁、邱运根同志进行了审稿,最后由刘均伯主编定稿。

在本书编写过程中,曾得到西安电力学校,沈阳电力学校,北京石景山发电厂,北京、西南电力设计院,北京电力试验研究所,东方汽轮机厂等单位的热情支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中一定存在不少缺点和错误,诚恳地希望读者批评指正。

编 者

1982年5月

目 录

前 言

第一章 热工保护回路中的常用电器	1
第一节 非自动切换电器	1
第二节 继电器	5
第三节 接触器	23
第四节 磁力起动器	30
第五节 自动开关	31
第六节 熔断器	33
第二章 热工控制接线的基本知识	35
第一节 热工控制图纸	35
第二节 控制流程图	35
第三节 电气原理图	37
第四节 安装接线图	45
第三章 热工信号	47
第一节 热工信号的作用及分类	47
第二节 热工预告信号	47
第三节 热工事故信号	59
第四节 联系信号	62
第四章 锅炉机组的热工保护与联锁	64
第一节 锅炉汽压保护	64
第二节 汽包锅炉水位保护	69
第三节 直流锅炉的断水保护	73
第四节 锅炉灭火保护	74
第五节 再热机组的旁路保护	80
第六节 锅炉辅机联锁	84
第五章 汽轮机热工保护	86
第一节 汽轮机的液压保护系统	86
第二节 低真空保护	87
第三节 超速保护	89
第四节 轴向位移保护	95

第五节 低油压保护106

第六节 自动主汽门控制系统106

第六章 程序控制108

第一节 概述108

第二节 简易型程序控制装置的工作原理111

第三节 锅炉定期排污的程序控制117

第四节 制粉系统的程序控制121

第五节 锅炉燃烧器的程序控制129

主要参考资料137

第一章 热工保护回路中的常用电器

热工保护回路中所使用的电气设备一般属于低压电器。低压电器通常是指交流1000伏及以下与直流1200伏及以下电路中的用来起开关、控制和保护作用的电气设备，分自动切换电器和非自动切换电器两类。自动切换电器的动作不是由人工直接操作，而是靠自身参数的变化或外来信号的变化自动进行的；非自动切换电器的动作主要是靠人工直接操作来进行的，故又称手动电器。

本章着重对热工保护回路和热工控制回路中用得较多的非自动切换电器（如组合开关、控制开关、按钮等）和自动切换电器（如继电器和磁力起动器等）作介绍。

第一节 非自动切换电器

一、组合开关

组合开关是一种结构紧凑的手动电器，是由装在同一根转轴上的单个或多个单极旋转开关叠装在一起组成的，如图1-1所示。转动手柄时，动触片插入相应的静触片中，使电路接通。为了使开关在切断电流时所产生的电弧能迅速熄灭，在开关的转轴上装有加速动作的操纵机构。

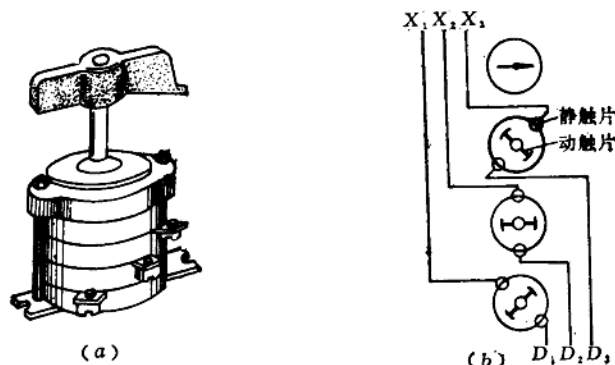
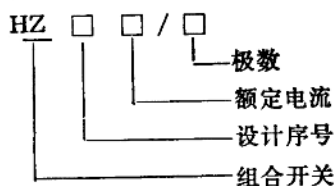


图 1-1 组合开关
(a)开关外形；(b)结构原理

组合开关有单极的、双极的和多极的三种。目前，常用的组合开关是HZ10系列的，其额定电流分10安、25安、60安、100安等几个等级。

组合开关型号的意义如下：



在热工保护及热工控制回路中，组合开关主要作电源引入开关使用。

二、控制开关

控制开关是具有多操作位置，能够换接多个电路的手动电器，一般用来控制厂用电机的起停、电动阀门的开大或关小、联锁回路的接通或断开。常用的控制开关有 LW2 和 LW5 系列，该两系列开关的电气和机械性能都比较好，外型尺寸比较大，操作方便，但占据的控制盘、台面积比较大。目前，为了节省控制盘、台面积，也常采用 LWX1 型强电小型开关（强电小型开关的额定工作电压为交流 220 伏、直流 220 伏或 110 伏，弱电小型开关的额定工作电压为交流 100 伏、直流 60 伏），它的性能虽然不如 LW 系列的好，但由于它的尺寸小，能缩小操作台面积。

由于 LW 系列开关用途广泛，以及它的接点断开与接通次序可以按照不同的要求进行组合，因此习惯上称之为万能转换开关。LW2 开关的接点是采用动接点片插入静接点片的方式接通的，LW5 开关的接点是采用动、静接点相互接触的方式接通的。下面以 LW2 为例，简述这类开关的工作原理。

LW2 封闭式万能转换开关的外形如图 1-2 所示。

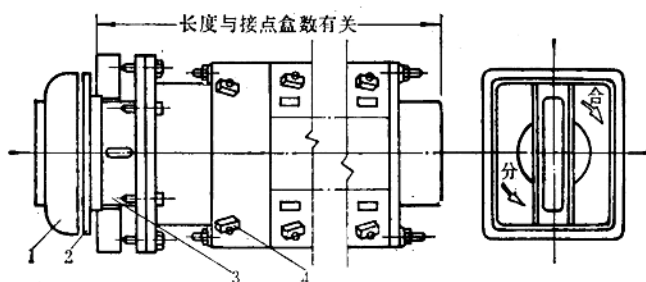


图 1-2 LW2 封闭式万能转换开关外形图

1—操作手柄；2—面板；3—安装信号灯用的附件；4—接点盒

图中 4 是组合起来的接点盒。利用各个接点盒中间的一根与操作手柄相连的公共轴，把接点盒组合在一起。当手柄转动时，套（装）在公共轴上的动接点片均被带动，分别与相应的静接点片接触或断开，从而切换了电路的通、断状态。

动接点片有十多种，可根据需要进行选用。一般常用动接点片的型式、图形符号、结构形式如表 1-1 所示。

LW2 封闭式万能转换开关的型号及结构特点如表 1-2 所示。

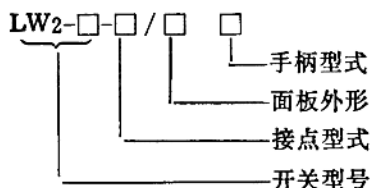
表 1-2 中所说的带定位及自复位是指开关的接点盒内的接点有固定位置和复归位置。所谓固定位置（定位），就是当手柄转动到一定位置时，手柄能保持在该位置上，接点盒内的接点（指动、静接点）也就相应固定在该位置上。而复归位置则不同，当把手柄转动到一定位置时，手柄和接点盒内的接点只暂时保持在该位置上，当放开手柄时，在控制开关弹簧的作用下，手柄和接点都将复归到原来的位置上。

表 1-1

常用动接点片型式、图形符号及结构形式

型 式	1	4	6a	20	40
图 形 符 号					
结 构 形 式					

LW2封闭式万能转换开关型号的意义如下:



现以LW2-Z.4.6a.40.20.1/F8型开关为例,分析开关的动作情况。

由表1-2可知, LW2-Z是带定位及自动复归装置的开关, 共有五个接点盒, 动接点片的型式分别为 4 型、6a型、40型、20型、1 型, 方形面板, 8 型手柄。手柄处在不同位置时, 各接点盒内的动、静接点的通断情况是不一样的。表1-3示出了 LW2-Z.4.6a.40.20.1型开关的接点通断位置(通断次序图)。

在表1-3中, 可以看到控制开关处在六种不同操作位置时的各组接点的通断情况。此六种操作位置的作用是这样的: 当值班人员需要进行合闸时, 操作手柄先由“分后”原水平位置顺时针方向旋转 90° 到垂直位置(固定位置), 指示“预合”即预备合闸; 然后顺向转过45°, 即发出合闸命令(此时是暂时位置)。当操作完毕, 值班人员将手柄放开时, 在弹簧的作用下, 手柄将反向复

归45°到垂直位置, 指示“合后”, 此时手柄处于垂直位置, 该位置在操作台上模拟被控制设备在合闸位置。操作跳闸时的步骤与操作合闸时的相似, 先“预分”再转到“分”, 最后复归到“分后”, 此时操作手柄在水平位置, 恰好可在操作台上模拟被控制设备在断开位置。应注意, 在操作跳闸时手柄的转动方向应为逆时针方向。

接点在不同手柄位置时的通断情况用“×”及“-”两种符号表示。“×”表示接点接通, “-”表示接点断开。

表 1-2 LW2 封闭式万能
转换开关的型号及结构特点

型 号	结 构 特 点
LW2	带定位的开关
LW2-Y	有带信号灯的手柄及定位的开关
LW2-Z	带自复位机构及定位的开关
LW2-W	带自复位机构的开关
LW2-H	带定位及可取出的手柄的开关
LW2-YZ	有带信号灯的手柄自复位机构及定位的开关

表 1-3

LW2-Z 开关的接点通断位置图

分闸后位置						
接点盒型式		4	6a	40	20	1
操作位置	接点号 手柄位置	1-4 2-3	5-8 5-6 7-6	10-9 10-11 12-9	13-5	17-19
分后		— —	— — ×	— × —	—	—
预合		— —	— × —	× — —	—	×
合		× —	× — —	— — ×	×	—
合后		— —	— × —	— — ×	×	×
预分		— —	— — ×	× — —	—	—
分		— ×	— — ×	— × —	—	—

控制开关的选用，主要根据它在接线回路中的作用以及接线回路的有关电气参数，并结合布置条件、安装接线特点等综合考虑确定。

控制开关的正常允许工作电压为250伏，试验电压为2千伏（持续时间1分钟）。经常闭合的接点，其长时间允许通过的电流为10安培。

由电源种类及负荷性质所决定的控制开关接点容量如表1-4所示。

表 1-4

控制开关的接点容量

负 荷 性 质	电 源 种 类	交 流 （安）		直 流 （安）	
		220伏	127伏	220伏	110伏
电 阻 性		40	45	4	10
电 感 性		15	23	2	7

三、按钮

按钮也是一种手动控制电器。在热工控制回路中用它发出“起动”、“停止”等“命令”去控制其它电器的动作。因此，在低压电器产品中，把它划为主令电器一类。

图1-3是常见的控制按钮的结构示意图，其内部由公共的桥式动接点与静接点组成一个常开接点及一个常闭接点。所谓常开接点，是指按钮未被按下时是断开的接点；常闭接点，是指按钮未被按下时是闭合的接点。当按钮被按下时，常闭接点先分开，然后常开接点闭合。当按钮放开时，可依靠复位弹簧把动接点复归到原来的位置。

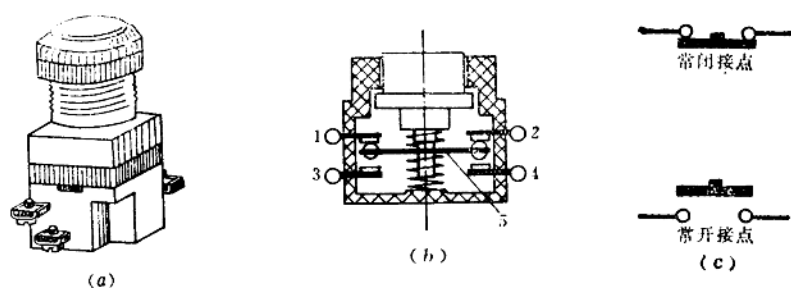
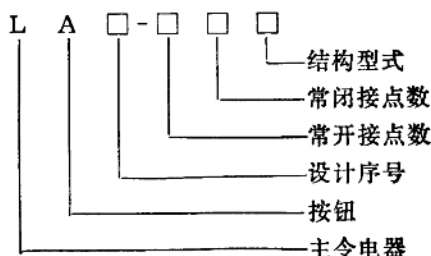


图 1-3 控制按钮示意图
(a) LA19型按钮外形；(b) 结构原理图；(c) 符号
1, 2—常闭接点；3, 4—常开接点；5—桥式动接点

图1-3所示为单按钮结构。在热工保护与热工控制回路中还有使用双按钮和三按钮结构的，每个按钮的工作原理同单按钮结构的差不多，不再一一叙述。

控制盘、台面上的控制按钮常选用LA2、LA18、LA19和LA20型的。后两种型式有带信号灯的品种，即在透明的彩色按钮内装入信号灯，供状态显示用。这种带灯按钮有利于缩小操作台面积。

按钮型号的意义如下：



第二节 继 电 器

一、继电器的分类

继电器是一种能借助电磁力变化或其它物理量变化而自动切换的电器。它是热工保护回路和热工控制回路中用得较多的一种自动化元件。

继电器本身具有输入（测量）回路和输出（执行）回路。当输入回路的输入信号达到一定数值时，输出回路动作，使输出信号发生突然变化，具有这种功能的电器称为继电器。

在热工保护、热工控制、继电保护以及通讯等系统中对继电器提出了各种各样的要求，这些要求一般不可能在一种结构类型中得到满足，因此继电器的种类很多。以继电器的输入信号来分，可以分成两大类，一类是非电量继电器，一类是电量继电器。前者输入信号是非电量，输出一般是电量，如温度继电器、压力继电器等；后者输入输出都是电量信号。电量继电器在热工保护与热工控制回路中用得很多，今后凡不加说明的均指输入是

电量的继电器。

输入量是电量信号的继电器按测量元件的动作原理可以分为电磁型继电器、感应型继电器、电动型继电器、晶体管继电器等。

目前在热工保护和热工控制范围内所使用的继电器以电磁型继电器占绝大多数。这种继电器的特点是工作可靠，结构简单，其缺点是体积较大，消耗功率大。晶体管继电器没有上述缺点，有发展前途，但目前在热力过程自动化系统中使用较少。我们主要讨论电磁型继电器，对晶体管继电器只作一般介绍。

二、电磁型继电器

(一) 电磁型继电器的工作原理

电磁型继电器的结构型式很多，常见的有：螺管线圈式（见图1-4，a）、吸引衔铁式（拍合式，见图1-4，b）、转动舌片式（见图1-4，c），它们的主要结构均由三部分组成：

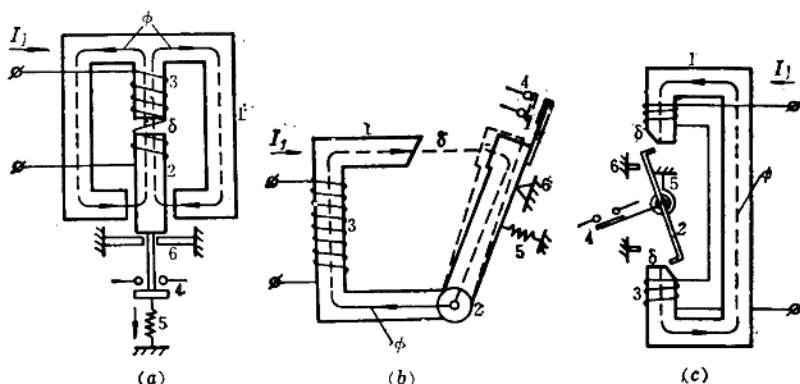


图 1-4 电磁式继电器电磁系统的结构原理

(a)螺管线圈式；(b)吸引衔铁式；(c)转动舌片式

1—电磁铁；2—可动衔铁；3—工作线圈； δ —空气隙；4—动、静接点；5—反作用力弹簧；6—可动衔铁支撑

电磁系统：包括电磁铁1，可动衔铁2，工作线圈3，空气隙 δ 。

接点系统：包括动、静接点4和接点弹簧（图中未画出）。

反力系统：包括反作用力弹簧5和可动衔铁支撑6。

工作线圈的电流 I_1 是继电器的输入信号，接点4的闭合和断开是继电器的输出信号。当工作线圈3中通过电流 I_1 时，在电磁铁1中产生磁通 ϕ ，该磁通经过电磁铁、空气隙 δ 和衔铁构成闭合回路，如图中虚线所示。当磁通达到一定数值时，电磁铁产生足够的电磁吸力 F_{ae} ，使衔铁2与电磁铁吸合。

由图可知，在可动衔铁上装有继电器的动接点，当电磁吸力 F_{ae} 克服了弹簧反作用力把衔铁吸向电磁铁（见图1-4，a、b）或使之转动一个角度（见图1-4，c）后，继电器的动、静接点闭合，被控制的回路接通；相反，当去掉线圈中的电流 I_1 后，吸力随着磁通的消失而消失，衔铁在弹簧的反作用力作用下，恢复初始位置，接点断开，被控制的电路开

路。

知道了继电器工作的基本原理以后，再进一步讨论电磁吸力 F_{dc} 与电流 I_j 的大小及方向有什么关系，从而找出继电器动作的必要条件。

电磁铁对衔铁的吸力 F_{dc} 可用电磁能量平衡法或马克斯威尔公式进行计算。如果气隙中的磁场分布是均匀的，而漏磁通又不随气隙 δ 变化，上述两种方法得出的电磁吸力公式为

$$F_{dc} = \frac{\phi^2}{2\mu_0 S} = K_1 \phi^2$$

而

$$\phi = \frac{I_j N_j}{R_m}$$

所以

$$F_{dc} = K_1 \left(\frac{I_j N_j}{R_m} \right)^2 \quad (1-1)$$

式中 $K_1 = \frac{1}{2\mu_0 S}$ ——比例系数；

μ_0 ——空气的导磁系数；

S ——磁路的横截面积；

I_j ——通过工作线圈的电流；

N_j ——工作线圈的匝数；

R_m ——磁通 ϕ 所经过的磁路的磁阻。

由(1-1)式可知，作用于继电器衔铁上的电磁吸力 F_{dc} 与通过工作线圈的电流 I_j 的平方成正比，与电流的方向无关。根据电磁型继电器的工作原理和基本结构，可制成直流继电器和交流继电器。

为了使继电器可靠地动作，电磁吸力必须大于弹簧的反力和摩擦力。为了使继电器动作（接点闭合），要求电磁力矩 M_{dc} 必须满足下式要求：

$$M_{dc} \geq M_t + M_m$$

式中 M_{dc} ——电磁力矩；

M_t ——弹簧的反作用力矩；

M_m ——摩擦力矩。

又因为

$$M_{dc} = K_2 F_{dc}$$

所以

$$M_{dc} = K_1 K_2 \left(\frac{I_j N_j}{R_m} \right)^2 = K \frac{I_j^2 N_j^2}{R_m^2} \geq M_t + M_m \quad (1-2)$$

其中

$$K = K_1 K_2$$

式中 K_2 ——比例系数，与转动衔铁的结构有关。

由(1-2)式可知，继电器工作线圈中的电流 I_j 增加到一定值时，继电器便动作（接点闭合）。当 I_j 再增大时，可使继电器的接点增加一定的接触压力，使之接触更可靠。

相反，当继电器工作线圈通电接点动作后，如果使 I_j 减小，当 I_j 小到一定数值时，在弹簧的反力矩作用下，衔铁返回到起始位置，称为继电器的返回。

继电器返回的条件是：弹簧的反作用力矩等于或者大于电磁力矩、摩擦力矩之和，即

$$M_t \geq M_{dc} + M_m$$

$$M_t \geq K \frac{I_j^2 N_j^2}{R_m^2} + M_m \quad (1-3)$$

(二) 继电器的静态特性

继电器的工作线圈是一个电感电路，加上直流信号电压以后，工作线圈的电流 I_j 不会突然变化，而是按指数曲线上升。在不考虑铁芯饱和情况和磁滞涡流影响的条件下，继电器工作线圈的电压平衡方程式如下：

$$U = I_j R + L \frac{dI_j}{dt} \quad (1-4)$$

式中 U —— 工作线圈的输入电压；
 R —— 工作线圈回路的总电阻；
 L —— 继电器工作线圈的电感；
 t —— 时间；
 I_j —— 流过工作线圈的电流。

解 (1-4) 式得到一个指数曲线方程式，即

$$I_j = \frac{U}{R} (1 - e^{-t/\tau}) \quad (1-5)$$

式中 $T = L/R$ ，称为时间常数。

电流 I_j 随时间的变化过程如图1-5所示。假设继电器工作线圈中的电流 I_j 增加到 I_{jm} 时，继电器的动、静接点闭合，称 I_{jm} 为继电器动作的最小电流。将 I_{jm} 代入 (1-2) 式中，则得

$$I_{jm} = \frac{R_m}{N_j} \sqrt{\frac{M_t + M_m}{K}} \quad (1-6)$$

由 (1-6) 式可知，要改变继电器的最小动作电流 I_{jm} ，可通过改变工作线圈匝数 N_j 、弹簧的反作用力矩 M_t ，或者改变空气隙 δ （与 R_m 有关）来达到。

当接点闭合以后，一般继电器的电流还会由 I_{jm} 继续增加，达到稳定电流 I_{js} 为止。 I_{js} 的大小由工作线圈的发热所限制，并决定于接点所需要的接触压力。

当继电器的接点处于接触位置时，如将电源切断，工作线圈中的电流也是按指数曲线进行衰减，如图1-6所示。假设继电器接点开始断开的最大电流为 I_{jt} ，则称 I_{jt} 为继电器的返回电流。将它代入 (1-3) 式中，得

$$I_{jt} = \frac{R_m}{N_j} \sqrt{\frac{M_t - M_m}{K}} \quad (1-7)$$

根据上面的分析可知，当继电器工作线圈的输入电流达到 I_{jm} 时，立即有电压 U_0 。加在被控制的电路上， U_0 的变化是阶跃的；当继电器的输入电流由 I_{js} 减小到 I_{jt} 时，接点断开，被控制电路的电压立即由 U_0 下降到零，其变化也是阶跃的。电压 U_0 为继电器的输出，它与输入信号 I_j 的关系曲线如图1-7所示。该曲线是典型的继电器静态特性曲线，表示继电器的继电特性。凡具有这种特性的元件，尽管它本身不是继电器，但仍称它具有继电特性。

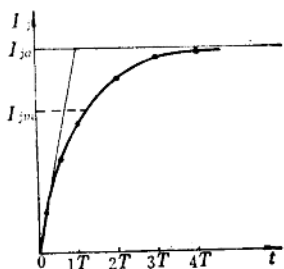


图 1-5 工作线圈电流的增长过程

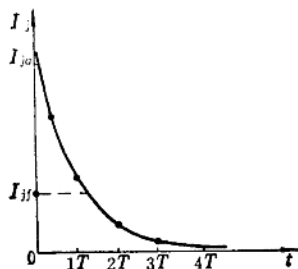


图 1-6 工作线圈电流衰减曲线

继电器的返回电流 I_{jf} 与继电器的动作电流 I_{jm} 的比值称为返回系数,用 K_f 表示,即

$$K_f = \frac{I_{jf}}{I_{jm}} \quad (1-8)$$

对于不同用途和不同结构的继电器,其返回系数 K_f 值也不相同,一般 K_f 在0.1~0.98的范围内变化。在很多情况下,要求返回系数尽量接近于1。

(三) 常用电磁继电器的结构

1. 电流继电器和电压继电器

电流继电器和电压继电器主要用于反映发电机、变压器、线路及电机的电流和电压的变化。现以DL-10系列电流继电器和DJ-100系列电压继电器为例说明它们的构造。

DL-10系列电流继电器和DJ-100系列电压继电器的结构如图1-8所示。

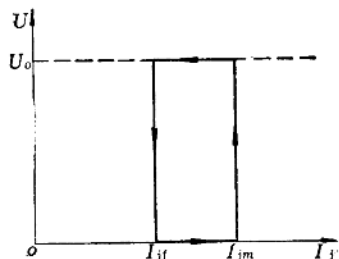


图 1-7 继电器的静态特性曲线

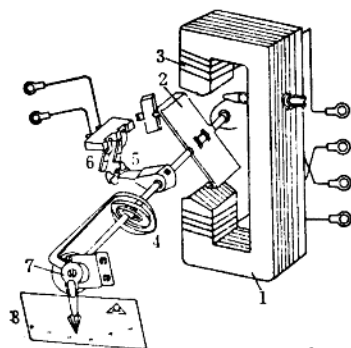


图 1-8 DL-10系列电流继电器和DJ-100系列电压继电器结构图

1—电磁铁; 2—衔铁; 3—工作线圈; 4—螺旋弹簧; 5—动接点; 6—静接点; 7—指针; 8—刻度盘

该两系列继电器的电磁系统的结构都属于转动舌片式。电磁铁由硅钢片迭成,为了与Z字形衔铁接合好,电磁铁的极面做成特殊形状的。衔铁固定在转动轴上。此外,轴上还固定有可动接点5和反力弹簧4。

根据使用要求,电流继电器的最小动作电流是可以调整的,图中7、8就是电流调整

装置，改变反力弹簧的反力矩可调整动作电流。由刻度盘 8 上可以看出动作电流的大小。

由于工作线圈中的电流正比于加在工作线圈上的电压，所以电压继电器的返回电流与最小动作电流之比也可用返回电压与动作电压之比来表示，这时刻度盘上标示的是动作电压值。

电压继电器与电流继电器的结构及动作过程基本相同。两者的主要区别是：

电压继电器主要反映电压变化，其工作线圈并接在被监视的电路中。线圈的匝数多，线径细，线圈电阻大。电压继电器又分过电压继电器和欠电压继电器。过电压继电器是当电压超过某整定值时，衔铁被吸引，接点闭合；欠电压继电器是当电压低于某整定值时衔铁被释放，接点断开（返回）。在正常电压时欠电压继电器的衔铁是被吸合的，而过电压继电器的衔铁是未被吸合的。

电流继电器主要反映电流的变化，工作线圈串在被监视的电路中。线圈的匝数少，线径粗，电阻小。电流继电器又分过电流继电器与欠电流继电器。过电流继电器是当通过线圈的电流超过允许值时衔铁被吸引，继电器动作；欠电流继电器是在正常电流时衔铁是被吸合的，当电流低于整定值时，衔铁被释放，接点断开。

一般称电流继电器和电压继电器为主继电器（或一次继电器）。它们的特点是消耗功率小，返回系数高，接点对数少，接点容量小，接点断开或闭合的时间一般很短，在保护系统中应用较多。

DL-10 系列电流继电器和 DJ-100 系列电压继电器的技术数据分别如表 1-5 和表 1-6 所示。

表 1-5 DL-10 系列继电器技术数据（表中所列系其中一部分）

型 号	整定电流 (安)	线 圈 串 联			接点方式	最小定值 时消耗功 率(伏安)
		动作电流 (安)	热 稳 定 (安)			
			长 时	1 秒		
DL-11/0.01 DL-12/0.01 DL-13/0.01	0.0025~0.01	0.0025~0.005	0.02	0.6	常 开 常 闭 一开一闭	0.08
DL-11/0.04 DL-12/0.04 DL-13/0.04	0.01~0.04	0.01~0.02	0.05	1.5	常 开 常 闭 一开一闭	0.08
DL-11/0.2 DL-12/0.2 DL-13/0.2	0.05~0.2	0.05~0.1	0.3	12	常 开 常 闭 一开一闭	0.1
DL-11/2 DL-12/2 DL-13/2	0.5~2	0.5~1	4	100	常 开 常 闭 一开一闭	0.1

2. 中间继电器

(1) 中间继电器的作用：中间继电器本质上是电压继电器，它的特点是有较多的接点数和较大的接点容量，因此，当电压继电器或电流继电器的接点容量不够时，可借助于

表 1-6

DJ-100 系列电压继电器技术数据 (表中列系其中一部分)

型 号	整定范围(伏)	动作方式	接点方式	长 时 允 许 电 压 (伏)		最小定值时 消耗功率(伏安)
				串 联	并 联	
DJ-111	15~60	过 电 压	常 开	70	35	1
	50~200			220	110	
	100~400			440	220	
DJ-112	12~48	欠 电 压	常 开	70	35	
	40~160			220	110	
	80~320			440	220	

中间继电器来控制,即用中间继电器的接点作为执行环节,所以中间继电器可以看作是继电器式的功率放大器;当其它继电器的接点数不足以控制多条线路时,可以用中间继电器来切换多条电路。

热工保护与热工控制回路中使用的中间继电器比较多,凡是需要同时闭合或断开几条独立的回路或者要求比较大的接点容量的地方均可采用中间继电器。经常选用的中间继电器的型号是DZ-50型、DZ-60型。前者外形尺寸不大,有保护外罩,后者带有插座,便于维护。JZ7型交流中间继电器的外形尺寸小,接点对数多,也常被采用。

(2) 中间继电器的结构:以DZ-10系列中间继电器为例来介绍中间继电器的一般结构。

DZ-10系列中间继电器的结构如图 1-9 所示。

它的电磁系统结构采用吸引衔铁式,电磁铁采用Ⅲ形结构。这种结构的特点是当衔铁被吸合时,空气隙减小,电磁力增加很快,适用于具有多接点的继电器,所以中间继电器一般采用这种电磁机构。

中间继电器一般都有多对接点,以接点在正常时的状态来分,接点可分成常开接点和常闭接点两类。所谓常开接点,就是在继电器的工作线圈无电流时,动、静接点是分开的;所谓常闭接点,就是在继电器的工作线圈无电流时,动、静接点是闭合的。继电器的工作线圈只要有一定的电流,常开接点就闭合,常闭接点就断开。

中间继电器的接点按动作时间长短分成瞬时动作的和延时动作的两种。具有延时动作的中间继电器,它的接点动作具有延时的性质。

关于继电器的表示符号及接点状态符号见第二章表2-3所示。

3. 时间继电器

从组成原理看时间继电器是一个电磁继电器,加装延时部件构成了电磁时间继电器。

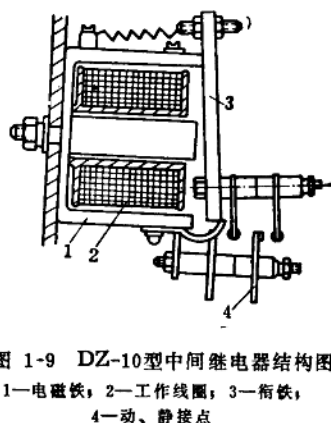


图 1-9 DZ-10型中间继电器结构图
1—电磁铁; 2—工作线圈; 3—衔铁;
4—动、静接点

时间继电器可在输入信号输入一段时间后动作，即继电器的输出信号比输入信号延迟一段时间。

增加继电器的动作时间与释放时间有两种方法：一种是电磁阻尼方法，即在电磁铁上套一个由铜或铝制成的金属短路环；另一种是机械方法，即采用钟表机构或空气阻尼机构。一般，采用第一种方法可制成接点延时断开的继电器。当继电器的工作线圈通电时，磁通的增长和衔铁的移动时间很短，接点闭合动作几乎是瞬时的；在工作线圈断电时，电流很快下降为零，因而磁通的变化率很大，这时在金属短路环中产生感应电势并流过感应电流，此电流产生的磁通与主磁通同方向，这样就延长了主磁通的衰减时间，于是就得到了接点断开所需要的延迟时间。短路环的电阻愈小延迟时间就愈长。第一种方法的延迟时间范围很小，一般在零点几秒到十几秒以内。用第二种方法可制成接点延时闭合或断开的继电器，延迟的时间是可调的。

电磁时间继电器的型号用DS表示。D表示电磁型，S表示时间。

三、其它电磁型继电器

(一) 极化继电器

1. 极化继电器的工作原理

极化继电器是一种具有方向性的电磁继电器，其特点是衔铁运动的方向反映输入信号的极性。极化继电器与一般电磁继电器的不同之处是它的衔铁受两个磁场的作用，按照这两个磁场的磁路系统的形式来分，可分成几种，图1-10是其中的一种，现以它为例来说明极化继电器的基本工作原理。

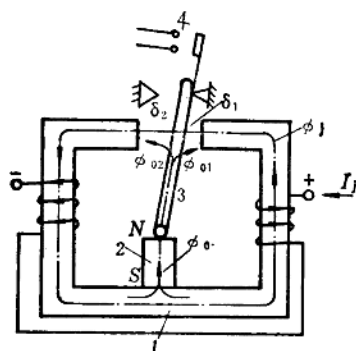


图 1-10 极化继电器工作原理图
1—电磁铁；2—永久磁铁；3—衔铁；4—动、静接点

极化继电器的基本工作原理。

当工作电流 $I_f = 0$ 时，工作磁通 $\phi_f = 0$ ，永久磁铁 2 产生的磁通 ϕ_0 由永久磁铁的 N 极出发，经过动衔铁 3 在空气隙处分为 ϕ_{01} 和 ϕ_{02} ，其中 ϕ_{01} 经过气隙 δ_1 、电磁铁 1 形成一个闭合回路； ϕ_{02} 经过气隙 δ_2 、电磁铁 1 形成另一个闭合回路。由于 $\delta_2 > \delta_1$ ，所以 $\phi_{01} > \phi_{02}$ ，右边对衔铁的吸力大于左边的，所以无信号时（ $I_f = 0$ ），衔铁 3 偏向右边，接点 4 断开。

当工作电流 $I_f \neq 0$ 时，输入电压极性如图 1-10 所示，工作磁通 ϕ_f 的方向如图中的点画线所示。假设 ϕ_f 全部通过空气隙，则 δ_1 与 δ_2 处的

合成磁通分别为

$$\phi_1 = \phi_{01} - \phi_f; \quad \phi_2 = \phi_{02} + \phi_f$$

当 $\phi_2 > \phi_1$ 时，可动衔铁在 ϕ_2 的作用下，被吸向左侧，接点 4 闭合，此时所加的工作电流称为继电器的起动电流。如逐渐减小工作电流，则 ϕ_2 逐渐减小， ϕ_1 逐渐增大，当 $\phi_1 > \phi_2$ 时，可动衔铁被吸向右侧，接点 4 断开，继电器恢复起始状态。

如果工作电流 I_f 的方向与图示的方向相反，则 ϕ_f 的方向也与图示的方向相反，这时与没有工作电流的情况相比， ϕ_2 更减小， ϕ_1 更增加，衔铁不动作，这就是极化继电器能反