

電力工業生產知識

繼電保護裝置

水利電力部幹部學校編

水利電力出版社

內 容 提 要

本书簡要闡述了电力系統中继电保护裝置的基本知識。敘述了关于继电保护裝置的一般概念，以及常用继电器的种类、构造和作用；着重讲述了輸电綫路、变压器、发电机的继电保护裝置实现方法，及其适用范围、原則結綫方式、运行和维护工作；最后还簡單介紹了安装继电保护裝置时所用的部件和构造。

本书不仅适用于电业系統的轉业干部学习，对一般技术工作人員也有参考价值。

电力工业生产知識

继电保护裝置

水利电力部干部学校編

*

2775D667

水利电力出版社出版（北京西郊碧学路二里沟）

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本*1 $\frac{1}{2}$ 印張*38千字*定价(第8类)0.26元

1960年4月北京第1版

1960年4月北京第1次印刷(0001—25,620册)

序 言

“电力工业生产知識”是水利电力部干部学校火电专业班培訓教材。

本教材是在建設社会主义大跃进中，根据干部培訓工作的发展，經過广泛征求生产部門的意見，和學員学习的要求及历年来培訓工作的經驗体会，在原有教材“电力工业生产过程基本知識”的基础上，經過反复修改重新編写的。

由于专业班學員都是老干部，所以在編写教材时，尽量使其內容結合生产实际，力求簡明易懂，并且避免引用过多复杂繁瑣的公式及外文符号。

本教材共計六本：鍋炉，汽輪机，电工基础，电力机械，电气設備，继电保护装置；此外另有輔助教材（数理化）一本。

編写輔助教材的目的，主要是为了給學員在学习本套教材前打好基础。

編写本书时，虽然我們在主观上尽了很大的努力，但由于水平所限，又缺乏写作經驗，因而不可避免的会存在一些问题。我們誠恳地希望讀者提出宝貴的意見和批評，以作进一步的改进。

水利电力部干部学校

1959年9月

目 录

第一章 继电保护装置概論	3
第一节 继电保护装置的作用	3
第二节 继电保护装置的实现方法	4
第三节 常用继电器及其代表符号	5
第四节 对继电保护装置的要求	15
第二章 输电线路的继电保护装置	18
第一节 过电流保护装置	18
第二节 差动保护装置	26
第三节 距离保护装置	31
第四节 方向保护装置	34
第五节 高频保护装置	37
第三章 变压器的继电保护装置	39
第一节 双綫卷变压器的过电流保护装置	40
第二节 三綫卷变压器的过电流保护装置	42
第三节 变压器的纵差动保护装置	43
第四节 变压器的瓦斯保护装置	44
第四章 发电机的继电保护装置	47
第一节 发电机的过負荷保护及过电流保护装置	48
第二节 发电机的差动保护装置	51
第三节 发电机靜子綫卷的接地保护装置	52
第四节 发电机的过电压保护装置	53
第五节 汽輪发电机的继电保护装置結綫概况	54
第五章 继电保护装置安装所用部件及继电保护的事故对策	54
第一节 继电保护装置安装所用的部件	54
第二节 继电保护装置誤动作的原因	58
第三节 防止继电保护事故的对策	59

第一章 继电保护装置概論

第一节 继电保护装置的作用

为了保証电力系统的安全运行，必須对于系統中可能发生的各种不正常运行和短路、接地故障，采取有效措施，加以消除。继电保护装置就是为了完成这一使命而裝設的，它是由继电器和二次联接导綫所組成的一种自动裝置。当系統发生最严重的故障——短路故障时，它能自动切除故障；当系統发生不正常运行，如过負荷、电压降低等情况时，它能自动給出信号，通知值班人員。

上面說过，短路故障是系統中最严重的故障。因为短路会引起以下几个后果：

1. 部分地区电压大量下降，影响电力用戶的生产和工作；
2. 由于絕緣破坏的地方发生短路，产生电弧，使一些发生故障的电力設備燒損；
3. 由于短路电流产生的机械作用和热作用，能使短路电流所流过的設備有被破坏的危險；
4. 发电机并列运行的稳定性遭受破坏，因而会影响电力系統的正常运行，造成系統最严重的停电事故。

由此可見，继电保护装置对消除短路事故具有重要的意义。电力系统越复杂，就越显示出继电保护装置的重要性。因此，近几年来它发展的非常迅速，成为电力系統中不能缺少的电气設備之一。

第二节 继电保护装置的实现方法

保护电气设备最简单的装置就是可熔保险器。当发生短路时，由于电流的增大，把保险丝熔断，切除了事故。但是在高压复杂的电网中，由于保险器的作用有限，必须采用高压开关来切断故障电路，因而保险器一般只应用在1,000伏以下的电网中。

实现对电气设备的保护，除可熔保险器以外，是采用继电保护装置，它是由继电器、自动开关、表用变压器、表用变流器等组成。

图1是实现过电流保护装置的一个例子。这种保护装

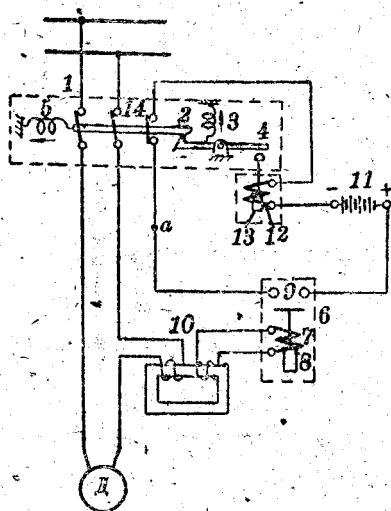


图1 二次间接动作式的继电保护装置

1—自动开关(油开关); 2—挂钩; 3—拉力弹簧; 4—断路杠杆; 5—断路弹簧; 6—二次间接动作式继电器; 7—继电器线圈; 8—继电器动作部分(铁心); 9—继电器接点; 10—变流器; 11—蓄电池(操作电源); 12—跳闸线圈; 13—跳闸线圈的铁心; 14—自动开关的辅助接点。

置的原理是：在电气设备（电动机）正常工作情况下，电动机通过自动开关1与网路联接，在自动开关内，断路弹簧5企图将自动开关拉开（其拉力方向如图中箭头所示），但是弹簧4具有一个向上的拉力（箭头所示），使开关维持正常合闸状态。一旦被保护的电动机发生故障，如短路，一次回路的电流大量增加，甚至增加到大于额定电流许多倍，相应的变流器的二次电流也成比例地大量增加，这时，继电器线圈7就会将铁心8吸上，使接点9闭合，将蓄电池回路接通，跳闸线圈12有电流通过，对铁心13产生了电磁吸力，使捣头上升，顶击杠杆4的右端，杠杆4左端克服了弹簧3向上的拉力而下降，挂钩解脱，在弹簧5的作用下，使开关断路，故障电流即被消除。开关断路后继电器线圈内的电流中断，铁心8下降而使接点9断路，为了避免继电器的接点在切断蓄电池电流（操作电流）时不致烧毁，切断动作由开关的辅助接点14来担任。这个辅助接点，在自动开关断路后继电器接点断接之前已首先断接，切断了操作电流，同时它还承担着操作电流回路中的熄弧作用。

利用这种方法实现的保护器置的特点是：继电器与二次回路联接，并且不直接动作于开关。这样，继电器就可以制成比较轻便的装置，消耗的电力也就很小，而且容易满足继电保护装置的各种要求。这些优点对继电保护装置本身来说是很宝贵的，所以这是实现继电保护装置所采用的最普遍的一种方法。

第三节 常用继电器及其代表符号

为了实现继电保护装置，需用自动开关，表用变流器，表用变压器，继电器及二次联接导线等。前几种在电

气設備課程中已作介紹，在这里只对几种常用继电器——电流继电器、电压继电器、中間继电器、信号继电器及時間继电器的构造和作用作简单的介紹。

一、电 流 继 电 器

电流继电器的作用是：当流过继电器綫圈內的电流增大到某一数值时，继电器就动作，发出信号或使开关跳開。现在就具体看一下电磁型电流继电器的构造和作用。

电磁型电流继电器的动作時間很快，約为 0.2 或 0.15 秒，所以又称电磁型瞬時电流继电器。它由以下主要部件构成(图2)：

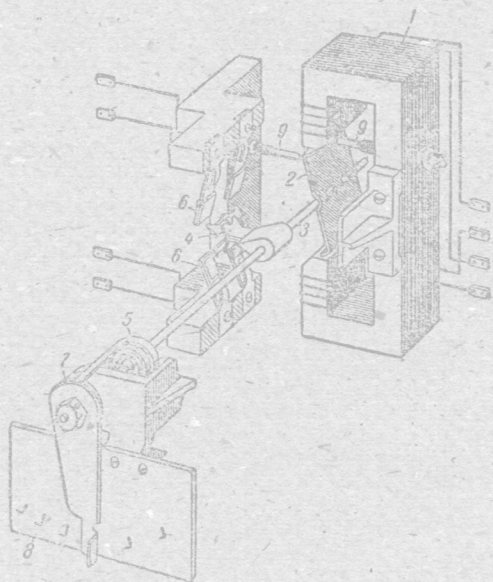


图 2 电磁型电流继电器

- 1—电磁铁；2—舌片；3—轉軸；4—可动接头；5—螺旋弹簧；6—固定接头；
7—調整把手；8—标度盘；9—限制螺栓。

1. 綫圈，分布于上下两极的鉄心 1 上；
2. 在两极之中有鋼质 Z 型舌片 2 与軸 3 固定着；
3. 彈簧 5 联接在轉軸 3 上，并与調整把手 7 联接；
4. 固定在轉軸上的可动接点 4 与固定接点 6，正常时是分开的；
5. 限制舌片行程的限制螺杆 9；
6. 标度盘 8。

当电流通过继电器綫圈时，磁极 1 对舌片 2 便产生一种电磁吸力（这吸力的大小决定于通过綫圈电流的大小，电流愈大，产生的吸力就愈大），企图使接点閉合，可是彈簧 5 的弹力与电磁吸力相反，企图使接点打开。所以，只有当电磁吸力大于彈簧的反作用力时，可动接点 4 才能与固定接点 6 接触，也就是說，在这种情况下，继电器才能动作。

继电器动作时的起始电流值，称为继电器的启动电流。

继电器动作后，如果我們將继电器綫圈中的电流中断，舌片 2 便因彈簧力的作用而返回至原始位置，随着軸的轉动，可动接点 4 与固定接点 6 又分开。如果继电器綫圈中的电流并未減少到零，那么舌片仅当电流降低到使电磁吸力小于彈簧的反作用力时，可动接点 4 与固定接点 6 分开，返回至原始位置。这一动作称为继电器的返回。

继电器返回时的起始电流值，称为继电器的返回电流。

继电器的返回电流与启动电流的比值称为返回系数。这系数是小于 1 的数值，一般約为 0.85~0.9。

$$\text{返回系数} = \frac{\text{返回电流}}{\text{启动电流}}$$

在这种类型的继电器上有調整和变动起动电流数值的裝置。为了使起动电流数值均匀变更,可移动調整把手7。將調整把手7向右移动时,彈簧的拉力加强,这样要使接点閉合就需产生較大的电磁吸力,因此继电器綫圈内的电流也就要大;將調整把手向左移动时,彈簧的作用力减少,继电器所需要的动作电流值就能降低。

如果調整把手7处在左方的最終端,起动电流为1.5安培,則向右移动調整把手7可以均匀的变动继电器的起动电流,使其达到3.0安培。也就是說,可利用調整把手来变动继电器的起动电流,其变动范围是两倍。

此外,改变继电器綫圈的結綫方法,又可将起动电流变更两倍。

当继电器的两个綫圈串联时,起动电流的变更范围是1.5~3安培,若将继电器的两个綫圈由串联改为并联,則起动电流的变更范围就是由3~6安培。总的來說,它的起动电流可以变更四倍。

二、电压继电器

电压继电器分为低电压继电器和过电压继电器两种。低电压继电器是反应电压降低到一定数值时动作而使接点閉合的继电器,主要应用在低电压保护装置中;过电压继电器是反应电压升高到一定数值时动作而使接点閉合的继电器,主要应用于过电压保护装置中。

这两种继电器(电磁型电压继电器)的构造与电磁型电流继电器基本上相同,不同之处只有以下几点:

1. 綫圈是由細的漆包綫繞成的,匝数較多,因此电压

继电器线圈的电阻大；

2. 标度盘上标出来的是起动电压；

继电器起始动作电压值称为起动电压；

继电器起始返回电压值称为返回电压；

这两种继电器实际上是一种，只是不同用途时使用不同的接点。如果当过电压继电器使用时，就用设在继电器上面的一对接点；如果当低电压继电器使用时，就用设在继电器下面的一对接点，如图 3 所示。

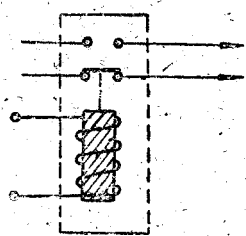


图 3 电压继电器接点示意图

三、时间继电器

当系统发生短路故障时，继电保护装置为了有选择性的切断故障，就要求线路各段间和各电气设备的保护装置能很好的配合，这种配合，除了通过对主继电器起动值的整定外，还用时间继电器来控制各保护装置的动作时间和跳开关的时间，使保护装置之间很好的配合而达到我们所需要的选择性。

图 4 是电磁型时间继电器的构造。当电流通过磁铁上的线圈 1 时，其衔铁受到电磁吸力，胜过弹簧 3 及 4 的抗力，使螺杆 2 带动转齿 5 转动，同时连杆 6 也随之转动，并将螺形弹簧 4 扭紧。由于弹簧 4 本身的弹力将转轴旋转，转轴上齿轮 7 与钟表机构的 8~13 相联，并使之转动，钟摆 9 摆动时，使机构动作保持着一定的转速，当转轴转动时带动接点 14 旋转，经预定行程以后与固定接点 15 相接触，转轴至此不再转动，这样就完成电路接通工作。

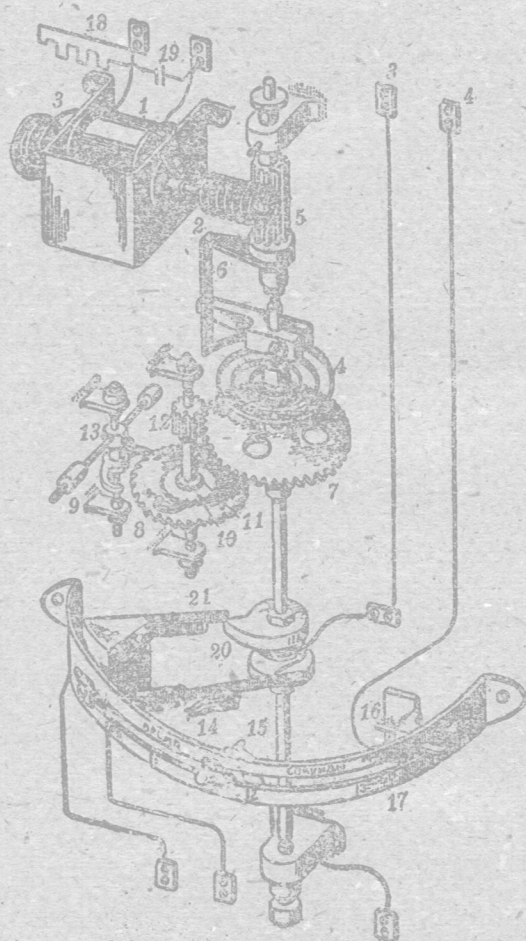


图4 电磁型时间继电器

1—线圈；2—磁杆；3—返回用弹簧；4—拉紧弹簧；5—转齿；6—连杆；7—齿轴；8—拉力齿轴；9—钟摆；10—棘轮；11—棘轮弹簧；12—钟表机构的转动螺旋；13—平衡锤；14—可动接点；15—固定接点；16—带制动器的接点；17—刻度盘；18—消除接点所生火花的电阻；19—电容器；20—偏突轮；21—辅助接点。

当线圈内电流断开后，其衔铁因弹簧 3 的作用使其复归原位，于是可动接点借转轴而很快就回到原始状态。

若想调整时间继电器的动作时间，可变动固定接点的位置（即变更可动接点与固定接点间的距离），因固定接点是固定在标有动作秒数的弧形标度盘上，故继电器动作时限很容易调整。

四、中间继电器（辅助继电器）

中间继电器的构造如图 5 所示，其动作原理主要建立在电磁作用上，当继电器线圈 2 内通过电流时，电磁铁产生吸引力，可动衔铁 3 被吸向铁心，衔铁 3 上所带的可动接点 5 便随之移向固定接点，使其闭合，这就可以完成其它电路的接通工作。当通过线圈的电流中断后，电磁铁失去磁性，可动衔铁 3 因受弹簧 6 的拉力作用，而使继电器的可动接点返回至原始位置。

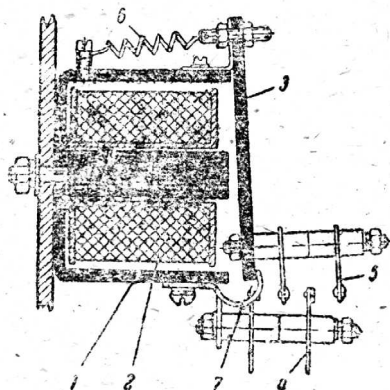


图 5 电磁型辅助继电器

1—电磁铁；2—线圈；3—衔铁；4—固定接点；5—可动接点；6—弹簧；7—撞片。

中间继电器的接点较大，数量较多，主要用来辅助主继电器接点容量的不足（即接点较小，不能通过较大的电流）或接点数量的不足。

五、信号继电器

信号继电器的作用是：当继电保护装置动作后，给出信号，通知值班人员，并指明那种继电保护装置已经动作，来帮助值班人员判断事故情况。

信号继电器的构造如图6所示。当电流通过线圈2时，衔铁3被电磁铁1吸引而动作，于是固定轴上所带的信号旗6因其一端失去支持而落下。同时，固定它一端的轴跟着旋转了90°角，使固定在转轴上的可动接点4与固定接点5相接触，这样就接通了灯或警铃信号的回路，给予值班人员信号。

继电器信号旗的落下，可在玻璃窗7处看见。要想把已动作过的信号旗复归原位置并断开接点，必须转动手柄8。

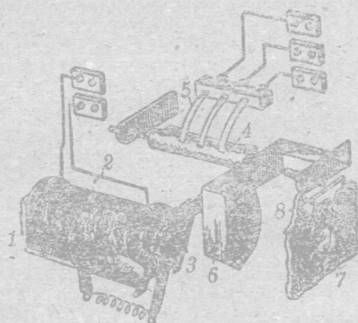


图6 电磁型信号继电器

- 1—电磁铁； 2—线圈； 3—衔铁；
4—可动接点； 5—固定接点； 6—信号旗； 7—玻璃窗； 8—手柄。

六、继电器的常用代表符号

继电器的常用代表符号，一般都用一个方块、上面带一个半圆来表示，设想方块里放着继电器的线圈，而半圆里是接点系统。继电器所反应的参数在方块中用一个字母标志出来；例如，反应电流的继电器用字母A（安培）或T（电流）表示，反应电压的继电器用字母V（伏特）或H（电压）表示。

表 1

继电器的常用代表符号

继 电 器 名 称	继 电 器 反 应	图 例	
		国际方案	苏联方案
速动电流继电器	电流数值的改变		
有限反时限电流继电器	电流数值的改变		
带有动作指示器, 具有 电流速断有限反时限电 流继电器	电流数值的改变		
电压继电器	电压数值的改变		
电力方向继电器	电力数值和方向的改变		
瓦斯继电器	变压器油面变化或瓦斯 的出现		
阻抗继电器	阻抗数值的改变		
时间继电器	由保护装置主要继电器 的电流冲击		
信号继电器(掉牌)	主要继电器动作后的电 流冲击		
补助继电器	主要继电器动作后的电 流冲击		

表1表示继电器的两种最常用的代表符号，第一方案是国际常用符号，第二方案是苏联采用的符号。在本书里采用第二方案。

有了代表符号，便可使继电保护装置原理图简明清晰。如图1所表明保护装置，用图7表示，既简单又能说明原理。图7中，高压开关的操作机构只画了跳闸线圈4

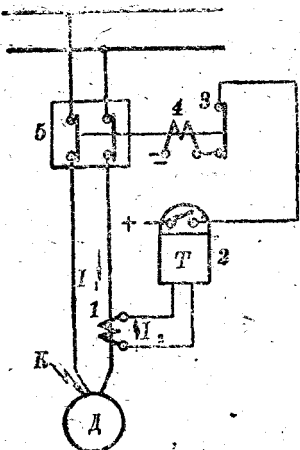


图7 电动机过电流保护原理图
1—变流器；2—过电流继电器；3—高压开关辅助接点；4—跳闸线圈；5—高压开关。

和辅助接点3，当跳闸线圈有直流电流通过时，由电磁铁的作用，使开关触头右移而分开。图中“+”“-”号各表示接到蓄电池的正、负极。变流器的二次线圈接到过电流继电器2的线圈上。若K点短路，一次电流 I_1 增大，反应到变流器二次侧，电流 I_2 也相应增大，足以使继电器动作，因此当 I_2 流过继电器线圈时，继电器接点闭合，直流电流通过继电器

接点流入跳闸线圈，把开关跳开，消除了短路事故。

为了进一步说明前面所讲过的几种继电器的作用，现举图8为例，它是线路定时限过电流保护装置的原理图。当线路上K点发生短路时， I_1 变大，反应到变流器二次侧，电流 I_2 也相应变大，超过了电流继电器2的起动电流，使它的接点闭合。于是，直流电通过时间继电器3的线圈，使其本身的接点经过一定的时间（如1.5秒）闭合。这样，直流电又通过信号继电器4和中间继电器5的线圈，4号继电

器立刻动作,发出信号; 5号继电器也立刻闭合接点,使直流电流过跳闸线圈,而把开关跳开。这套保护装置的動作,就是这样依靠继电器2、3、4、5的密切配合而完成的。过电流继电器2是主继电器,又称为起动继电器,是4种继电器中唯一与交流系统相联系的继电器,由它来判断交流系统(线路)有无事故,它的动作便会引起整个保护装置的動作; 时间继电器3是控制保护装置動作时限的,例如要求保护装置在短路后1.5秒才跳闸,即由该继电器来调整和控制; 信号继电器4是保护装置動作后,給运行人员发出信号,表明这套保护装置已经動作; 中间继电器5则是用来跳闸的继电器,由于它的接点容量大,可以担负一个比较大的跳闸电流。若把它去掉,用别的继电器直接去跳闸,则将会烧毁继电器接点。由此可见,这套保护装置所用到的各个继电器,缺一不可,各有其自己的作用。

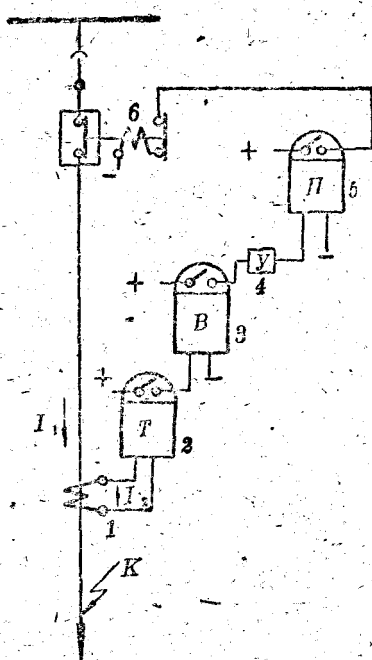


图8 线路定时限过电流保护原理图

第四节 对继电保护装置的要求

对所有电气设备上的继电保护装置来说,希望能满足选择性、灵敏性、动作速度的迅速性和可靠性四项基本要