

第 7 篇

保护继电器与 继电保护装置

第 7 篇

保护继电器与 继电保护装置

主编单位 许昌继电器研究所

编写单位 许昌继电器研究所
许继集团有限公司

主 编 方文楷

副 主 编 何光华 谷玉书

编 写 人 方文楷 谷玉书 田 蘅 朱景云
涂东明 涂东泽 陈尚忠

主 审 龙汉河 王维俭 朱声石

常用符号表

n_T ——	电流互感器额定电流比	R_Y ——	整定电阻
$I_{i, in}$ ——	内部短路电流	R_n ——	基准电阻
$I_{i, ou}$ ——	外部短路电流	T ——	变压器
i_D ——	差动电流	T_A ——	电流互感器
i_B ——	制动电流	T_V ——	电压互感器
I_N ——	额定电流	W ——	变压器绕组
U_s ——	机端电压	B_N ——	额定工作磁通密度
U_n ——	中性点电压	K ——	继电器
K_B ——	制动系数	B_S ——	饱和磁通密度
U_{fd} ——	励磁电压	R_E ——	接地电阻
R_Y ——	对地绝缘电阻	I_E ——	接地电流
R_K ——	继电器内阻		

第 1 章 概 论

1 保护继电器和继电保护装置的作用

电力系统在运行中，可能发生各种故障和异常运行状态，最常见而且也是最危险的故障是发生各种类型的短路。电力系统中电气设备的正常工作遭到破坏，但没有发生故障，这种情况属于异常运行状态。例如，过负荷就是一种最常见的异常运行状态。

故障和异常运行状态，都可能造成人身伤亡和电气设备的损坏，甚至使整个电力系统瓦解。

在电力系统中，除应采取各项措施消除或减少发生故障的可能性以外，一旦发生故障，必须迅速而有选择地切除故障设备，这是保证电力系统安全运行的最有效方法之一。切除故障的时间要求小到十分之几甚

至百分之几秒，只有采用快速保护装置才可能满足。以往继电保护装置大多是由继电器组合而成的，故称为继电保护装置。在静态保护装置出现后，虽然继电器已被电子元器件所代替，但仍沿用此名称。

继电保护装置，就是指能反应电力系统中电气设备发生故障或异常运行状态，并动作于断路器跳闸或发出信号而由继电器组成的一种装置^[1]。

在电力系统中的各种电气设备上，都装设各种类型的继电保护装置。图 7-1-1 为继电保护装置保护范围划分示意图。

关于电力系统的短路，可参见本手册电力系统卷第 1 篇第 3 章的有关章节。关于低压线路中所用的继电器，可参见本卷第 4 篇第 4 章。

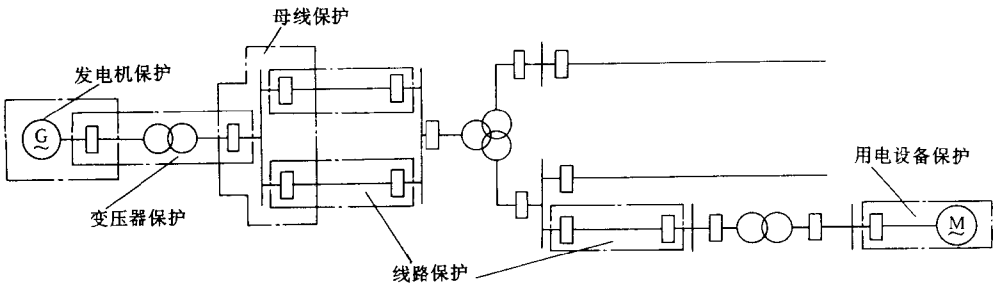


图 7-1-1 继电保护装置保护范围划分示意图

2 对继电保护装置的基本要求

动作于跳闸的继电保护，在技术上一般应满足下列四个基本要求：

1. 可靠性 (reliability) 继电保护装置应经常处于完善准备动作状态，该动作时应动作，即满足信赖性 (dependability) 的要求；不该动作时应不动作，即满足安全性 (security) 的要求。

继电保护对电力系统中的故障作出动作响应之前处于“静止”状态，同时动作作用于断路器，因为它的误动反而造成事故，拒动会扩大事故。因此，继电保护内的故障可能因其动作不常发生而不被觉察地发展下去。这样，使可靠性在研究控制保护性能方面具有非常重要的地位。

2. 选择性 要求继电保护只将系统中的故障设

备切除，使停电范围尽量缩小，保证非故障设备继续运行。

3. 快速性 为了限制故障扩大，减轻设备损坏，提高系统的稳定性，必须能够快速切除故障。

故障切除时间是指从发生故障时起，到断路器跳闸灭弧时为止的一段时间。用于高压输电线路中保护装置的动作时间一般要求如下：

高压输电线路电压等级 (kV)	110	220~330	500~750
保护装置动作时间 (s)	0.1~0.5	0.04~0.1	0.02~0.06

4. 灵敏性 要求继电保护装置对保护范围内发生故障和异常运行时的电气量变化具有必要的灵敏系

数。

3 继电保护装置的组成和分类

3.1 继电保护装置的组成

继电保护是由单个继电器和继电保护装置组成。继电保护装置的基本组成和在电力系统中所起的作用如图 7·1-2 所示。图中只列出继电保护的主要部分，各部分之间有时还存在着反馈联系^[2]。

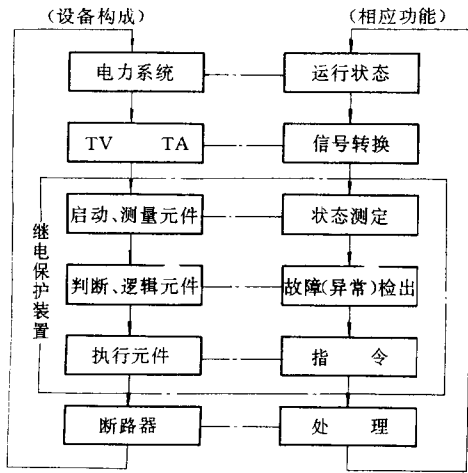


图 7·1-2 继电保护装置的组成和功能示意图

3.2 继电保护装置的类别和用途

继电保护装置按其构成原理分类，主要有电流电压保护、差动保护、距离保护和纵联保护等类。继电保护装置还可按被保护对象分类，主要有发电机保护、变压器保护、母线保护、线路保护和电动机保护等；或按其作用原理分为主保护、后备保护和辅助保护三种。

继电保护装置的一般类别和用途见表 7·1-1。

表 7·1-1 继电保护装置的类别和用途

序号	类 别	主 要 用 途
1	电流保护装置	
	1) 电流速断保护装置	发电机、变压器、线路、电动机保护
	2) 定时限电流保护装置	发电机、变压器、线路、电动机保护
	3) 反时限电流保护装置	发电机、变压器、线路、电动机保护

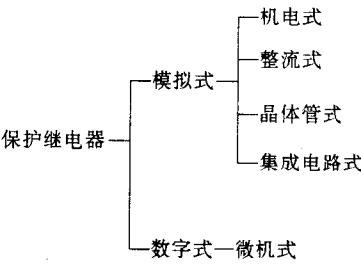
(续)

序号	类 别	主 要 用 途
2	电压保护装置	
	1) 欠电压保护装置	发电机、变压器、母线、线路、电动机保护
	2) 过电压保护装置	发电机、变压器保护
3	方向保护装置	线路、变压器保护
4	电流平衡保护装置	平行线路保护
5	差动保护装置	
	1) 纵联差动保护装置	发电机、变压器、电动机保护
	2) 横联差动保护装置	发电机、双回线路保护
	3) 母线差动保护装置	母线保护
6	距离保护装置	线路保护
7	纵联保护装置	线路保护
8	定子接地保护装置	发电机保护
9	转子接地保护装置	发电机保护
10	失励磁保护装置	发电机、电动机保护
11	失步保护装置	发电机、电动机保护
12	瓦斯保护装置	变压器保护

4 保护继电器

4.1 继电器的分类

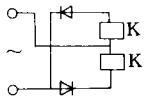
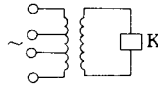
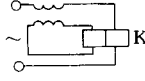
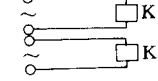
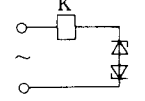
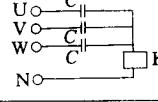
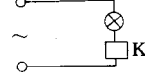
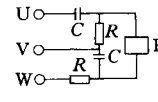
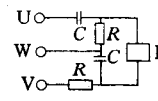
IEC 按功能将电气继电器分为量度继电器、有或无继电器两大类。保护继电器属于量度继电器。构成各种继电保护装置的继电器，按其原理分类如下：



4.2 机电式继电器的结构原理

常用的机电式继电器的结构原理见表 7·1-2。

(续)

原 理 接 线	性 能 特 点	原 理 接 线	性 能 特 点
	附加双半波整流以减少抖动		用变压器一次抽头的改变来扩大量限
	用变压器及补偿绕组以减少电源交流成分的影响		可测量电流和电压的和或差,以及两个电源的频率差
	用串联稳压管以提高返回系数 $\frac{U_t + U_w}{U_d + U_w} > \frac{U_t}{U_d}$ U_t ——返回电压 U_d ——动作电压 U_w ——稳压管电压		用以反应零序电压分量
	灯泡的热态电阻约为冷态电阻的八倍,串接灯泡后,可以提高热稳极限功率动作功率的倍数		用以反应正序电压分量
			用以反应负序电压分量

2.3 过电流继电器

整流式、静态式(含集成电路和微型型)过电流继电器。

常用反时限过电流继电器的技术数据如表 7·2-3

根据其构成原理,反时限过电流继电器有感应式、 所示。

表 7·2-3 常用反时限过电流继电器技术数据

型 号	额定电流 (A)	整 定 值		
		整 定 电 流 (A)	动作时间① (s)	瞬动电流倍数
GL-11/10	10	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	0.5, 1, 2, 3, 4	2~8
GL-11/5	5	2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5		
GL-12/10	10	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	2, 4, 8, 12, 16	2~8
GL-12/5	5	2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5		
LL-11A/5	5	2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5	0.5~4	2~8
LL-11A/10	10	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10		
LL-12A/5	5	2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5	2~16	2~8
LL-12A/10	10	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10		

① 在 10 倍动作电流下。

3 差动继电器

3.1 类型

根据继电器接入方式的不同,可分为纵差、横差;

根据被保护对象不同,可分为发电机差动、变压器差动和母线差动,根据其构成原理不同,可分为机电式、整流式和静态式差动继电器。差动继电器反映被保护设备各侧电流的大小或相位差异。表 7·2-4 列出了差动继电器的示意图。

表 7·2-4 差动继电器示意图

发电机差动	变压器差动	线路纵差	横差（线路及发电机）	母线差动

3·2 特点及用途

表7·2-5列出机电式、整流式差动继电器的特点和用途。静态式差动继电器参见第4章1·1节。

表 7·2-5 差动继电器的特点和用途

型 号	构成原理	特 点	用 途
BCH-1 DCD-5	机电式	具有制动绕组	在两绕组或三绕组变压器的单相差动保护中作主保护
BCH-4 DCD-4	机电式	具有四个制动绕组	在三绕组或四绕组变压器的单相差动保护中作主保护
LCD-4	整流式		
BCH-2 DCD-2	机电式	具有短路绕组	在两绕组或三绕组变压器，单相差动保护及发电机单相差动保护中作主保护
LCD-1A LCD-8	整流式	具有两个制动绕组	在发电机单相差动保护中作主保护
DCD-9	机电式	具有短路绕组	在单母线分段和双母线完全差动中作起动元件

表 7·2-6 整流式方向继电器主要技术数据

产 品 型 号	用 途	动 作 电 压 (V)	最大灵敏角 (°)	动 作 时 间 (ms)	触 点 容 量 (W)
LG-11	相间短路保护	额定电流最灵敏角下 ≤2	—30 或 45	<30	20
LG-12	接地短路保护		+70	<30	20

4 方向继电器

4·1 类型

根据其所反映的电气量分为：(1) 全方向继电器（习惯简称为功率方向继电器）；(2) 负序方向继电器；(3) 零序方向继电器。按其构成原理，有感应式、整流式和静态式方向继电器之分。目前，整流式和静态式方向继电器广泛使用，感应式方向继电器已被淘汰。

4·2 动作方程式

$$|\dot{K}\dot{U} + Z\dot{I}| > |\dot{K}\dot{U} - Z\dot{I}|$$

$$Z = \left| \frac{T_L \text{ 的二次电压}}{T_L \text{ 的一次电压}} \right| e^{j\alpha}$$

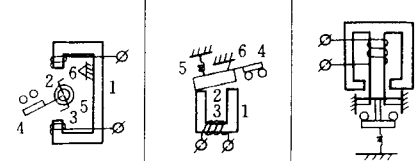
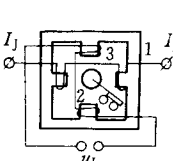
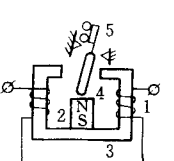
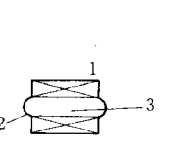
$$K = \left| \frac{T_B \text{ 的二次电压}}{T_B \text{ 的一次电压}} \right| e^{j\beta}$$

式中 Z ——电抗变压器 T_L 的转移阻抗；
 K ——电压回路变换系数；
 T_B ——变压器。

4·3 主要技术数据

表7·2-6、表7·2-7分别列出整流式、静态式方向继电器的主要技术数据。

表 7·1-2 机电式继电器的结构原理

类型	电 磁 型			感 应 型	极 化 型	干 簧 型
结 构 原 理						
	(1)转动舌片式 (2)吸引衔铁式 (3)螺线管式 1—电磁铁 2—可动衔铁 3—线圈 4—触点 5—制动弹簧 6—止挡			1—电磁铁 2—转动铝杯 3—线圈 4—触点	1—线圈 2—永久磁铁 3—铁心 4—衔铁 5—触点	1—线圈 2—玻璃管 3—触点片
说 明	由载流线圈的磁场和电磁铁之间相互作用，而使触点闭合 (1) 转动舌片式可组成电流、电压继电器 (2) 吸引衔铁式，可组成中间继电器 (3) 螺管线圈式，可组成时间继电器			由载流的两组固定线圈产生的旋转磁场，与可转动的铝杯上所感应的电流之间的相互作用，而使触点闭合，构成功率继电器、阻抗继电器	由载流线圈的磁场和永久磁铁的磁场相互作用而动作，只有一定方向的电流加入线圈时才能动作构成极化继电器。所以只能反应直流电极性变化	由载流线圈的磁场，使两触点金属片磁化而动作，构成干簧继电器

4·3 整流式继电器

它是将输入交流激励量整流为直流激励，或通过规定的整流电路对其进行逻辑判别而工作，且所用电子元器件中无有源元件的一种电气继电器。

我国广泛应用的整流式保护继电器属于 IEC 定义的带输出触点的静态继电器。

4·4 静态式继电器

静态式继电器是应用电子元器件、磁性元件或其他元件（没有机械运动）设计而成的继电器。

随着微电子技术的发展，静态式继电器的开发经历了晶体管继电器（分立元件）、集成电路继电器和微机继电器的不同发展阶段。现有的晶体管继电器和集成电路继电器从构成原理上定性，一般仍属于传统的模拟式继电器，而微机继电器则属于数字式继电器。新开发的产品，当前一般不再选用晶体管式构成原理。

微机保护各功能由软件实现，微机保护不再有单个继电器。

微型计算机特别适合继电保护技术所提出的灵敏性、快速性、可靠性等方面的要求。数字式继电器（即

数字式保护）的性能可以超过现有其他型式继电器的技术指标。

数字式继电器的主要功能框图见图 7·1-3^[3]。

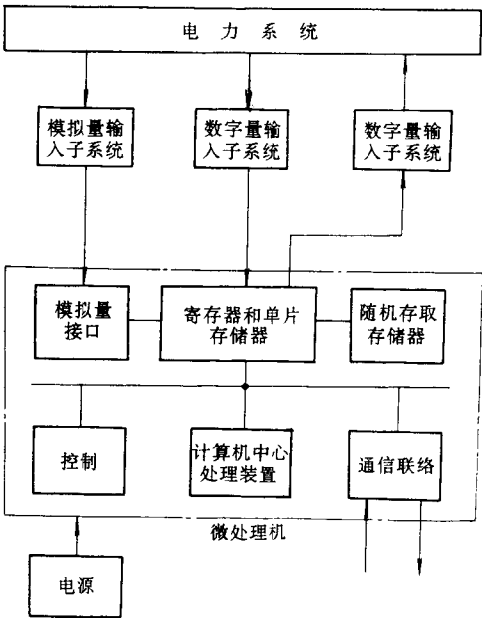


图 7·1-3 数字式继电器的功能框图

机电式继电器无需直流逆变电源,抗干扰能力强,自身带有输出触点,在低压系统的应用中仍有强大的生命力。

微机保护不仅可以实现各种复杂、优越的性能,而且整定投运方便,通过自检可以及时发现硬件和软件的故障,保证保护动作的正确性。此外,微机保护还有各种后台功能,如事件记录、故障录波和测距等(参见第3章6节),这些都是模拟式继电器不可比拟的。

5 安全及监控自动装置

电力系统安全自动装置,是指在电力系统中发生

故障或异常运行时起控制作用的自动装置,如自动重合闸、备用电源和备用设备自动投入、自动切负荷、自动准同步、自动低频减载、监控系统、远动装置等等。电力系统中装设这类装置,是为了防止系统稳定破坏或事故扩大,造成大面积停电,或对重要用户的供电长时间中断^[4]。

继电保护技术的发展,势必与监控、通信技术结合起来。当今世界工业发达国家已在开发这类设备。IEC-TC95 量度继电器与继电保护装置技术委员会已将其工作范围扩大至包括与继电保护系统配合使用的监视和控制装置。

第2章 保护继电器

1 分类

保护继电器有电流继电器、电压继电器、过电流继电器、方向继电器、差动继电器、阻抗继电器、中间继电器、时间继电器、信号继电器、极化继电器及舌簧继电器等70个系列。

这里将介绍七种量大、应用面广的基本产品。

2 电流、电压继电器

2.1 主要技术数据 (表7.2-1)

表 7.2-1 电流继电器动作伏安

项 目	DL-7 型	DL-10 型	DL-20 型	DL-30 型	RXIL 型①
最低整定值下动作伏安 (VA)	0.1	0.08	0.4	0.4	0.1
铁心构成	硅钢片叠装	硅钢片叠装	电工钢板	电工钢板	硅钢片叠装

① ABB 公司产品。

2.2 电流、电压继电器应用范围的扩展

为了适应各种需要,在电流、电压继电器的基型

上,附加一些元件来扩大其使用范围,表7.2-2列举了应用范围扩展方法。

表 7.2-2 电流、电压继电器应用范围扩展方法

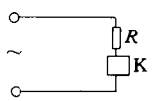
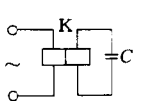
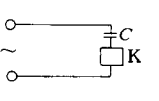
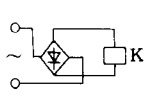
原 理 接 线	性 能 特 点	原 理 接 线	性 能 特 点
	降低内角,减少继电器的励磁安匝在动作前和动作后的变化,改善继电特性		对电流源补偿内角,提高灵敏度;通过二次绕组以提高电压,减小所需补偿电容的容量
	接电容与接电阻可达同样效果,还可以不增加功率消耗		附加全波整流以减少抖动

表 7·2-7 晶体管式方向继电器技术数据

产品型号	用 途	动作电压 (V)	最大灵敏角 (°)	动作时间 (s)	触 点 容 量	
					交 流 (VA)	直 流 (W)
BG-11E	横联差动保护	≤1.9	-45	≤3	30	25
BG-12E	相间短路保护	≤1.9	-30	≤3	30	25
BG-13E	接地短路保护	≤1.9	+70	≤3	30	25
BG-3	断开汽轮发电机组	≤1.9	-90±5	≤0.04		20
BG-4	相间短路保护	≤1	45, -30	≤0.04		20
BG-5	相间接地保护	≤1	+70	≤0.04		20

4·4 方向继电器接线的正确性

方向继电器输入电压和电流接线(包括极性)正确性是保证方向判断正确性的前提。接于全电压和全电流的方向继电器接线的正确性可通过负荷电流校验进行检查。由于正常零序电压和电流为零,零序方向继电器的负荷电流校验有一定困难。系统中零序方向继电器接线错误造成误动作的事故时有发生。在负荷电流电压进行零序方向继电器接线正确性的检查时必须注意:(1)零序电压和电流的规定正方向,(2)TV 和 TA 的极性,(3)继电器电压和电流线圈的极性和最大灵敏角以及人为产生的零序电流和电压的相位方能保证检查获得正确的结果。不应当在发生极性错误时随便在一处倒换电流和电压极性,那样虽然临时解决了问题,但却留下误动或拒动的隐患。

5 阻抗继电器

5·1 类型

根据构成原理,可分为感应式、整流式、静态式。目前普遍应用的是整流式和静态式阻抗继电器,感应式阻抗继电器国内已不生产。根据动作阻抗特性,可分为全阻抗、方向阻抗、偏移阻抗、椭圆特性阻抗、抛球特性阻抗、四边形特性阻抗、苹果形特性阻抗继电器等。

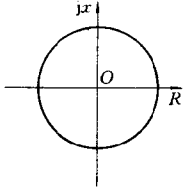
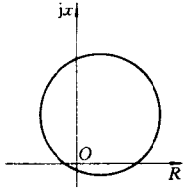
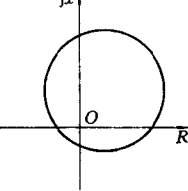
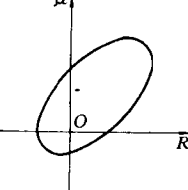
5·2 主要特性

5·2·1 动作阻抗特性

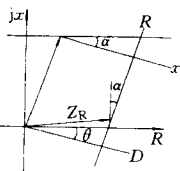
表 7·2-8列出阻抗继电器的动作特性轨迹图及其

主要特点和应用场合。

表 7·2-8 阻抗继电器特性

名称	特 性	说 明
全阻抗继电器		使用于发电机-变压器组后备保护
方向阻抗继电器		使用于输送功率较大的长线路特性过原点
偏移阻抗继电器		使用于轻载线路,特性向三象限偏移,保证出口短路可靠
椭圆特性阻抗继电器		使用于长距离、重载线路躲负荷能力强,反应过渡电阻欠佳

(续)

名称	特性	说明
四边形特性阻抗继电器		使用于 110~500kV 大电流接地系统接地故障的主保护或后备保护。能有选择性地快速切除线路上的各种接地故障

5.2.2 精确工作电压

阻抗继电器的动作阻抗 Z_d 实际上并非常数,而是输入电流 I_{sr} 的函数,见图 7·2-1。由图可见当电流小时,动作阻抗下降。通常规定动作阻抗在 90% 整定电阻以上(即误差不超过 10%)时的最小工作电流称为精确工作电流,用 I_{ig} 表示。在保护区末端短路时的最小短路电流应大于 $1.5I_{ig}$ 。由于在继电器的电压回路参数不变(集成电路和微机保护都是如此)时,精确工作电压 $U_{ig}=I_{ig}Z_{zd}$ (Z_{zd} 为整定阻抗)为一定值,所以应用 U_{ig} 比 I_{ig} 更方便。图 7·2-1 中 I_{dmin} 为最小动作电流。

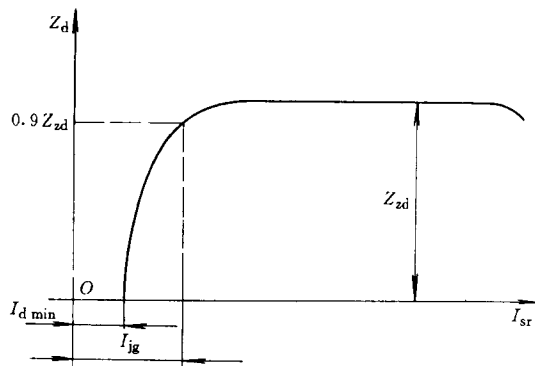


图 7·2-1 全阻抗继电器精确工作电流特性曲线

晶体管阻抗继电器可采用坡莫合金片对电抗变压器补偿以降低精工电流。

5.3 整流式阻抗继电器

表 7·2-9 为常用的整流式阻抗继电器的特性及动作方程式。

表 7·2-10 列出国内常用的整流式距离保护装置中作测量元件的阻抗继电器的主要技术数据。

表 7·2-9 常用整流式阻抗继电器的特性及动作方程式

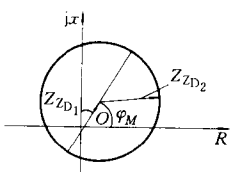
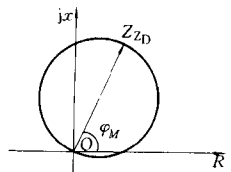
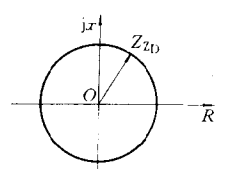
名称	偏移阻抗继电器	方向阻抗继电器	全阻抗继电器
动作方程式	$ U_{in} - I_{in}Z_{D1} \leq I_{in}Z_{D2} $	$ U_{in} - I_{in}\frac{Z_{D0}}{2} \leq I_{in}\frac{Z_{D0}}{2} $	$ U_{in} \leq I_{in}Z_{D0} $
特性曲线			
特点	出口短路无电压死区,反向出口短路会动作	具有明确的方向特性	没有方向特性,出口短路无电压死区

表 7·2-10 常用整流式阻抗继电器的主要技术数据

型号	主要参数			
	每相阻抗整定值 (Ω)	精确工作电压 (V)	最大灵敏角①	固有工作时间 (ms)
LH-11 型测量元件	0.22~20	0.7	60° 70° 80°	<30
LH-12 型测量元件	0.16~16	0.5~0.6	60° 70° 80°	<30
ZJL-31 型测量元件	0.1~20	<1	65° 75° 85°	<25

① 根据运行要求,可有不同的最大灵敏角。

5.4 集成电路式阻抗继电器

由交流回路、比较回路和放大回路组成。

交流回路由电抗变压器和辅助变压器将 TA、TV 的电流、电压量进行变换，并根据不同的阻抗特性要求，合成为 E_X 和 E_Y 两个综合量进行比较。

常用的比较回路有直接相位比较式和脉冲相位比较式两种。

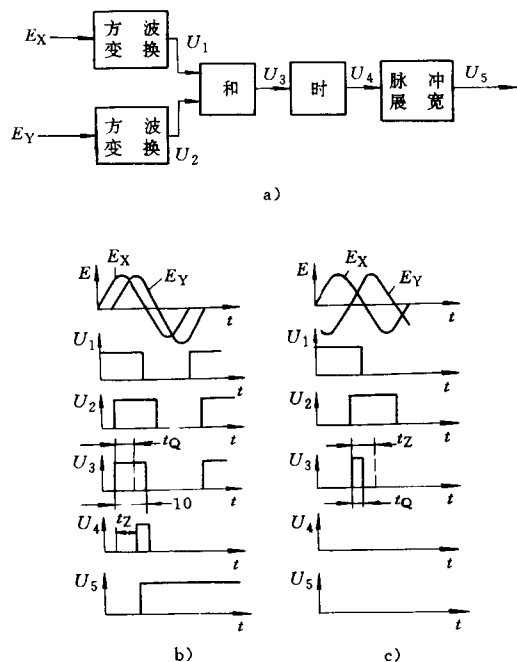


图 7-2-2 直接相位比较式原理框图及波形图

a) 原理图 b) 动作波形 c) 不动作波形

直接相位比较式，是以测定两个电量 E_X 和 E_Y 同极性重合时间来判定它们之间的相位。为了比相明确，比较电压在比相之前先变成方波，再进行重合时间的测量，如图 7-2-2 所示。 E_X 及 E_Y 经方波变换，变成正半波有输出的方波电压 U_1 及 U_2 ， U_1 和 U_2 同为正时，“和”元件有输出电压 U_3 ， U_3 再启动时间元件，若 U_3 存在的时间 t_a 大于时间元件整定时间 t_z ，时间元件有输出电压 U_4 ，经脉冲展宽电路，有输出电压 U_5 ，这种相位比较回路的动作范围角 $\theta = \arg E_X / E_Y$ 为 $\pi - \omega t_z \geq \theta \geq -(\pi - \omega t_z)$ 。这种回路可实现如表 7-2-8 所示的全部特性，抗干扰能力强，但动作范围角受频率影响，并需要精确而稳定的时间元件。

5.5 静态继电器的抗干扰措施

一次回路操作，直流回路操作，雷击及系统事故产

生的干扰电压通过电磁耦合、静电耦合，电路传达及高频电磁波耦合侵入二次回路，使静电继电器产生误动或损坏弱电元件。

静态继电器的抗干扰措施，除电厂、变电所采取小干扰源的瞬态过电压，采用带屏蔽的电缆并将屏蔽层接地等措施外，对于继电器本身，还应采取以下措施：

(1) 交、直流输入回路加装非线性电阻或电容见图 7-2-3，两端接地干扰电压下降 80%~90%。

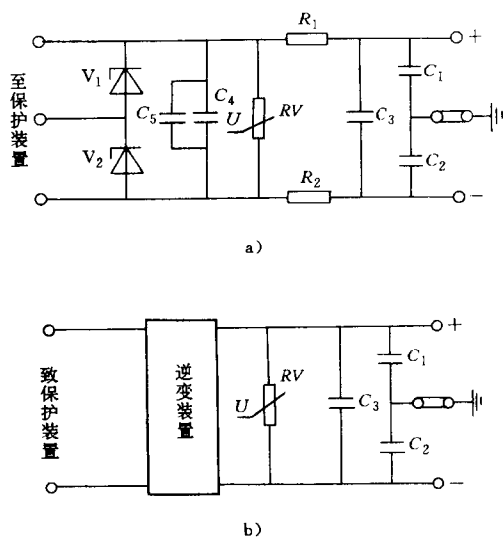


图 7-2-3 直流电源抗干扰措施

a) 降压方式 b) 逆变方式

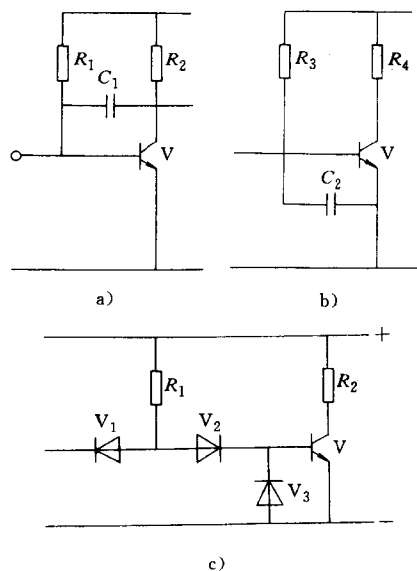


图 7-2-4 晶体管加装抗干扰电容和反向二极管

a) 正常导通 b) 正常截止 c) 基极加反相二极管

- (2) 变换器一、二次加装屏蔽层和铁心共同接地。
- (3) 晶体管加装反向二极管保护及抗干扰电容见图 7·2-4。
- (4) 引入触点应加转换，见图 7·2-5。

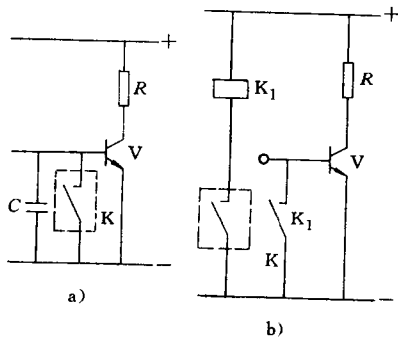


图 7·2-5 非引入控制信号的抗干扰措施
a) 加抗干扰电容 b) 加隔离继电器

- (5) 为防止出口晶体管击穿，加接反向二极管，见图 7·2-6。

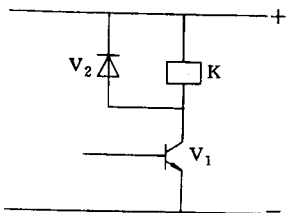


图 7·2-6 加反向二极管防止晶体管过电压击穿

6 时间继电器

6·1 类型

常用的时间继电器按构成原理，有机电式和静态式之分。机电式时间继电器的构成如图 7·2-7 所示。

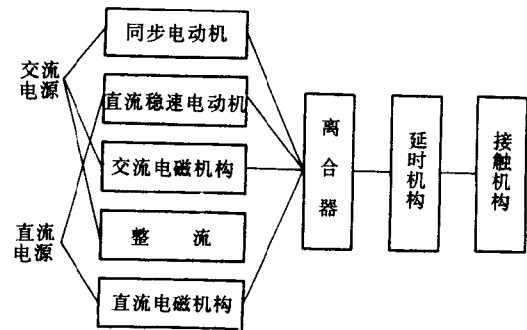


图 7·2-7 机电式时间继电器构成框图

静态式时间继电器采用 RC 充电形成延时功能及对标准频率脉冲进行计数形成延时功能两种，后者具有重复精度高的优点。

6·2 主要技术数据

1. DS-100、DS-120、DS-20、DS-30 型机电式时间继电器在各种延时范围时的延时精度 如表 7·2-11 所示。

表 7·2-11 机电式时间继电器延时精度 (s)

延时范围	0.1~1.3	0.3~3	0.5~9	2~20
延时精度	0.06	0.12	0.25	0.5

2. SS-50 型集成电路时间继电器

- (1) 延时范围：0.125~20s 连续可调；
- (2) 刻度误差：不大于整定值×2.5%+3ms；
- (3) 触点可长期接通电流为 5A。分断容量为交流 250VA；直流 50W。

3. BS-7B 型集成电路式时间继电器

- (1) 规格见表 7·2-12

表 7·2-12 BS-7B 型时间继电器规格

序 号	最大 整 定 值	延时范围
1	37.5s	7.5~37.5s
2	75s	15~75s
3	150s	30~150s
4	5min	1~5min
5	10min	2~10min
6	20min	4~20min
7	40min	8~40min
8	160min	32~160min
9	320min	64~320min
10	640min	128~640min

- (2) 变差：1%
- (3) 触点容量：直流 30W

4. 可编程时间继电器

- (1) 延时范围为 0.01s~999.9h，精度为 1ms；
- (2) 有八种时基 (0.01s, 0.1s, 1s, 0.1min, 1min, 0.1h 实时 s 和 min)，八种工作模式和四位延时值整定全部采用硬件编程；
- (3) 具有 BCD 码输出，带有四位时间 LED 和 LCD 显示。

(续)

7 中间继电器

7.1 主要技术数据

中间继电器主要用于继电保护与自动装置回路。中间继电器品种繁多,应用极广。根据不同继电器的特点,可分别作为增加保护和制动回路的触点数量和触点容量,实现必要的延时,满足断路器的可靠跳闸和防止跳跃及构成逻辑功能等。

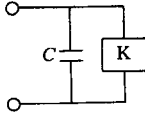
常用的快速中间继电器的主要技术数据见表 7·2-13。

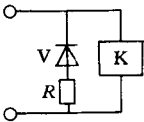
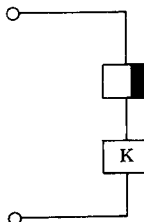
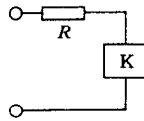
表 7·2-13 快速中间继电器的主要技术数据

型 号	触 点 形 式	触点断开容量		动作时间 (ms)
		DC (W)	AC (VA)	
DZK-10	4 动合 2 转换	≥20	≥100	≤2.5
DZK-900				
DZK-911	2 动合 4 转换	30	150	≤4
DZK-912	2 动合 2 动断			
DZK-914	4 动合	50	250	≤8
DZK-924	4 动合			
ZJ3-B				
ZJ3-1B	2 转换			
ZJ3-2B	4 动合	50	500	≤7
ZJ3-3B	4 动合			
ZJ3-4B	4 动合			
ZJ3-5B	2 动合, 2 转换			
ZJ3-C				
ZJ3-1C/80	8 动合			
ZJ3-1C/44	4 动合 4 动断	50	250	≤7
ZJ3-1C/62	6 动合 2 动断			
ZJ3-2C/80	8 动合			
ZJ3-E		50	250	≤7
ZJ3-1E/80	8 动合			
ZJ3-1E/44	4 动合 4 动断			

7.2 改变延时的方法 (表 7·2-14)

表 7·2-14 机电式继电器改变延时的方法

原理 接 线	特 点
	用以增长动作时间和返回时间。电容 C 的标称电压应取得足够高,一般应为工作电压的 3 倍。因为在返回时的感应电动势 $d\phi/dt$ 很高

原 理 接 线	特 点
	用以增长返回时间,线圈 Q 值不宜调整,不适宜多规格的继电器
	用阻尼绕组和工作绕组装在同一铁心上可以得到动作延时和返回延时。其动作延时比较稳定,延时长 (0.04s 左右),其返回延时较长 (1s 左右),气隙要小且稳定,否则变差很大
	串以电阻,减小回路的时间常数,使动作时间减小

8 舌簧继电器

8.1 类型

舌簧继电器分为两大类:即干式舌簧继电器和湿式舌簧继电器 (又称水银舌簧继电器)。干式舌簧继电器按触点形式又可分为动合、动断转换和过渡转换等四种。干簧继电器被广泛应用在保护、自动控制设备中,作为灵敏而快速的执行元件。在继电保护装置中,普遍采用干式舌簧继电器。

8.2 干式舌簧继电器

8.2.1 舌簧管的特性

舌簧继电器中的舌簧管,其主要优点是将触点密封在一个玻璃管内,防止了氧化和污染。它的簧片既导磁又导电,又起反作用弹簧的作用。它把普通电磁式继电器上的铁心、衔铁、触点和反作用弹簧四者的功能集中在一个零件上,在动作时完全排除了机械传动,因此动作速度在 1~3ms 之间。由于没有机械所引起的磨损及具备密封的触点,所以它的寿命 (动作次数) 很高,机械寿命不小于 5×10^7 次,电寿命在 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ 次之间。

8.2.2 舌簧继电器的特性

- (1) 灵敏度高，因为簧片兼有普通电磁继电器的接触片和衔铁磁路的双重任务，触点位于线圈的中间部分，磁通利用率高，而且可动部分质量小，动程小。
 - (2) 吸动时间和释放时间短，工作频率高。
 - (3) 簧片刚性强，位移小，没有由于机械摩擦而引起的特性变化。
 - (4) 接触电阻小（触点镀金或镀铱）。
 - (5) 能在温度与湿度变化较大的条件下正常工作。
 - (6) 触点密封，防止了外界有害气体和尘埃的影响（内充惰性气体）。
 - (7) 维护容易，不需调整。
 - (8) 结构简单，便于大量生产。
- 由于触点在断开时是依靠簧片的反弹力，属于非冲击性地返回，如触点有粘住现象，就有可能断不开。

8.3 主要技术数据（表7.2-15）

表 7.2-15 干式舌簧继电器技术数据

型 号	触点断开容量		动作时间 (ms)
	DC (W)	AC (VA)	
DZM-10A	50	30	≤4
DZM-70A	100	—	≤4
DZM-71A	100	—	≤3

9 保证产品质量要点^[5]

9.1 机电型及整流型

9.1.1 触点系统

保护继电器触点材料应具有优良的导电、导热、耐腐蚀、耐电弧性能。最常用的材料有钝银、铂铱合金、银-氧化镉等。为节省贵金属银，铜基银复合触点得到了广泛的应用。

触点片应选导电性能好、弹性优良的材料制造，最常用的为0.1~0.5mm的6.5~0.15锡磷青铜带。触点片的制造应严格控制其宽度尺寸和压延方向，以确

保精度和良好的弹性。

铆合后的触点工作面与触点片的平行度误差应不大于0.1mm；非工作面与触点片的平行度误差应不大于0.15mm；工作面与非工作面的同轴度公差见表7.2-16。触点铆合后，工作面不得变形，触点片不得弯曲，铆合处不得有气隙。为满足上述要求，触点铆合应采用专用铆具或专用设备。

表 7.2-16 触点铆合后的同轴度公差（mm）

非工作面直径	同轴度公差
1.5	0.1
>1.5~2.5	0.2
>2.5	0.3

装配触点系统时，各触点的同轴度公差为0.15mm；每对触点接触的同时性误差不得大于0.2mm；触点接触的超行程不得小于0.3mm；触点压力的测量应在下述情况下进行：动合触点在完全闭合之后；动断触点在完全断开之后。

9.1.2 导磁体

导磁体的制造关键是磁性处理，目的是消除加工过程中产生的内应力、降低铁损耗和提高磁性能。

9.1.3 线圈

线圈绕制过程不应导线施加拉力，以防破坏导线的机械强度。线圈导线应排绕，匝间不应重叠。线圈匝数的极限偏差：交流线圈为±2%，直流线圈为±4%。绕制后测试线圈直流电阻。直流线圈电阻应符合设计要求，交流线圈电阻可控制在±10%之内。

线圈各绕组间的屏蔽采用金属箔，其宽度不应超过窗口的宽度，并且呈不封闭形状。还可以用线径不小于0.2mm的漆包线密绕一层，一端引出，另一端绝缘封闭于线圈内。

线圈的绝缘应能承受表7.2-17规定的频率为50Hz的交流试验电压（有效值）、历时1min的介质强度试验，而不出现绝缘击穿或闪络现象。在交变湿热试验条件下，介质强度的试验电压为表7.2-17中规定数值的75%。

在标准试验条件下，线圈与铁心之间、各绕组之间以及绕组与屏蔽层之间的绝缘电阻值应不低于300MΩ。在交变湿热条件下，上述各部位间的绝缘电阻值应不低于4MΩ。