

# LCD — 4 型变压器差动继电器的应用原理

陈海鸥 海南电力局中调所(570203)

## 前言

众所周知,变压器差动保护的突出问题是平衡电流太大。而在各种因素引起的不平衡电流中,影响最大的是变压器空载投运时的励磁涌流(最大可达6~8倍额定电流),和外部短路时引起的不平衡电流。因此,实现变压器差动保护的关键是采取各种措施躲过不平衡电流的影响。同时在满足选择性的条件下,保证内部故障有足够的灵敏度和快速动作。

LCD—4型变压器差动继电器原理先进、设计合理、动作可靠,能成功地躲过变压器空载投运时的励磁涌流和外部短路不平衡电流。而且整定计算简单、运行稳定,因而得到广泛应用。

## 1 工作原理

LCD—4型继电器利用二次谐波制动原理躲过变压器励磁涌流,用比率制动回路防止外部故障时误动,可以实现一侧至四侧制动。并通过Fy—1A型自耦变流器补偿由于各侧CT变比不一致产生的不平衡电流。并设置瞬动元件防止在较高短路水平时,CT饱和而使差动元件拒动,由瞬动元件快速动作切除故障。

### 1.1 对区外故障的制动

采用比率制动回路躲外部故障时的不平衡电流。比率制动回路由变流器2LB、3LB,整流桥3BZ、4BZ,稳压管1DWY、2DWY所组成。2LB(3LB)的两端接入电流回路,中心抽头接到差动回路。如图1所示。

外部故障时,2LB(3LB)的一

次绕组 $N_1$ 中两电流 $I_1$ 和 $I_2$ 同方向,二次侧 $N_2$ 产生很大的电压,所以 $N_2$ 具有很大的制动量 $U_{zh}$ 。如图2所示。而这时流过差动回路的电流为 $I_c = I_1 - I_2$ 。 $I_c$ 实际上就是由各侧CT误差、主变调压抽头改变、自耦变流器不能完全补偿等引起的不平衡电流 $I_{bp}$ 。 $I_{bp}$ 在差动回路中产生很

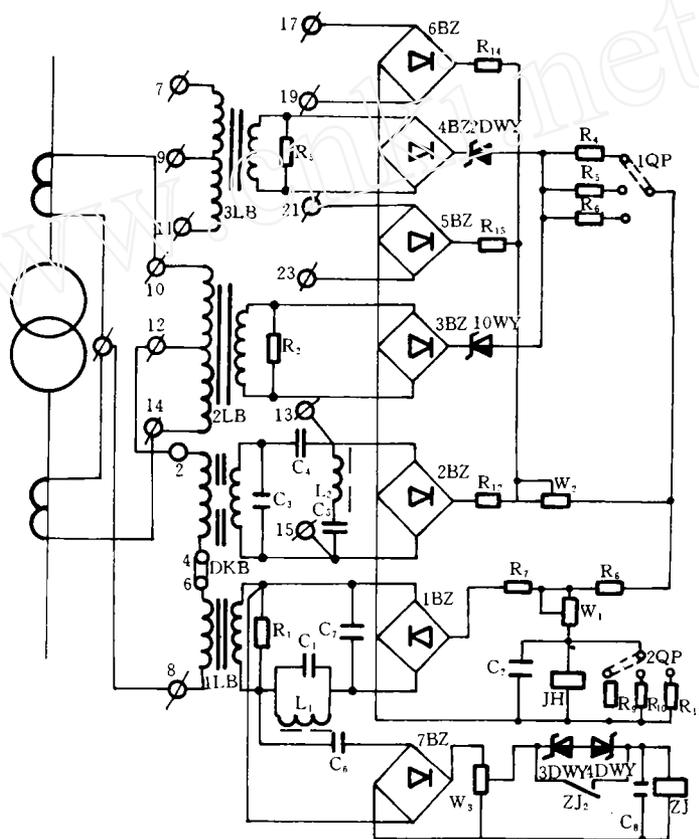


图1 LCD—4 差动继电器原理图

小的动作量。由于制动量大于动作量，所以继电器不动作。

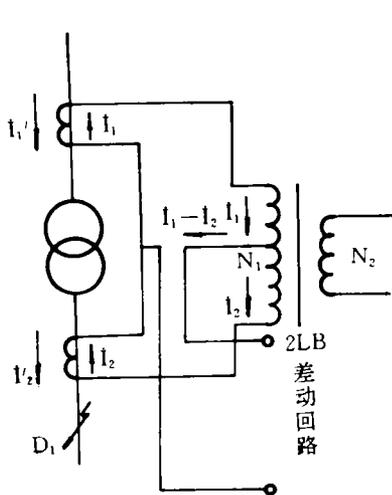


图2 外部故障情况

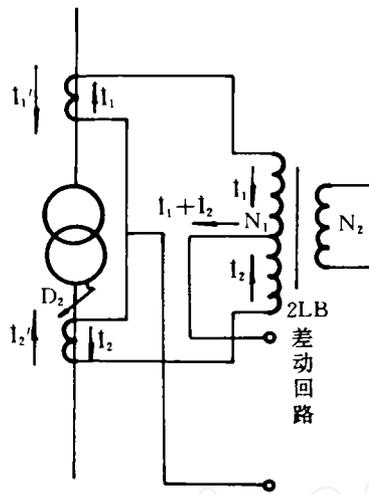


图3 内部故障情况

内部故障时,如图3所示, $N_1$ 中的两电流方向相反,制动电流  $I_z = I_1 - I_2$ 。  $N_1$ 中磁通方向也相反,因此在二次侧  $N_2$ 感应的电势很小,制动作用也大大减小。而差动回路的差电流  $I_c = I_1 + I_2$ 为两侧供给的短路电流二次值,其方向相同,在差动回路二次侧产生很大的动作量。由于差动电流大于制动电流,故保护动作发跳闸命令。

### 1.2 对变压器励磁涌流的制动。

由于在励磁涌流中含有很大成份的二次谐波,一般约占基波分量的40%以上。利用二次谐波分量作为制动量,就能成功地防止变压器空载合闸时保护误动。

谐波制动回路由电抗变压器DKB、高通滤波器组成。由电感  $L_2$ 、电容  $C_3$ 、 $C_4$ 、 $C_5$ 组成的高通滤波器使二次谐波分量顺利通过,经整流桥2BZ加到直流比较回路作为制动量  $U_{zh,2}$ ,如图1。当变压器空载合闸时,在供电侧产生很大的励磁涌流,流过1LB和DKB的一次侧。由于涌流中含有很大的二次谐波分量,顺利通过高通滤波器,产生很大的制动量  $U_{zh,2}$ 。而二次谐波在1LB二次侧的低通滤波器中得到很大的抑制,所以工作量  $U_g$ 很小。由于  $U_{zh,2}$ 的制动作用,可保证继电器在励磁涌流时不致误动。

### 1.3 差动回路和直流比较回路

差动回路由1LB、低通滤波器(电感  $L_1$ 、电容  $C_1$ 、 $C_2$ )组成。使基波分量(50Hz)顺利通过,而对二次谐波(100Hz)极大的抑制。低通滤波器的输出通过整流桥1BZ加到直流比较回路,作为工作量  $U_g$ ,如图1所示。

直流比较回路由高灵敏极化继电器JH,环流电阻  $R_7$ 、 $R_8$ 、整定电阻  $R_9$ 、 $R_{10}$ 、 $R_{11}$ 微调电位器  $W_1$ 组成。反应  $U_{zh}$ 和  $U_g$ 大小比较结果而动作。

当  $U_{zh} > U_g$  保护不动

当  $U_{zh} < U_g$  保护动作

### 1.4 动作情况分析

正常运行时,差动回路只流过励磁电流和不平衡电流,其值远远小于继电器整定值,所以保护不动作。

区外故障时,2LB二次侧产生很大的制动量  $U_{z.h.1}$ 。而1LB中只有不平衡电流  $I_c = I_1 - I_2$ ,所以动作量  $U_g$  很小,整定值已考虑躲过这一不平衡电流,所以继电器不会误动。

变压器空载合闸时,如前所述,由于  $U_{z.h.2}$  的制动作用,继电器在励磁涌流中不会误动。

区内故障时,差动回路中的电流为两侧电流之和,所以  $U_g$  很大,比率制动回路中的电流为两侧电流之差,所以  $U_{z.h.1}$  很小;又由于短路电流中主要是基波分量,所以谐波制动回路的  $U_{z.h.2}$  很小;故总制动量  $U_{z.h}$  远远小于  $U_g$ ,所以继电器可靠动作。

### 1.5 瞬动元件

瞬动元件由  $C_6$ 、7BZ、 $W_3$ 、ZJ、3D $W_y$  组成,接于1LB的二次侧,如图1。当短路电流水平较高时,由于CT饱和产生高次谐波,其制动力矩使差动元件拒动,由瞬动元件动作切除保护范围内的故障。

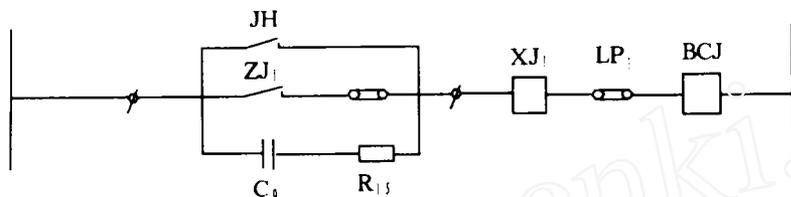


图4 主变保护回路中差动继电器触点的接线图

如图4,在主变保护回路中,瞬动触点  $ZJ_1$  与差动元件触点  $JH$  并联起动出口中间继电器  $BCJ$ 。 $BCJ$  动作出口跳开主变各侧开关。

## 2 制动线圈的接法

2.1 对单侧电源双绕组变压器,制动线圈接在负荷侧。即电源侧CT接12端子,负荷侧CT接14端子,并将12端子与2端子联接。这样,变压器发生区内故障时,制动线圈没有制动作用,从而提高了保护的灵敏度。

2.2 对双侧电源双绕组变压器,两侧制动,各接一侧电源。即高压侧CT接10端子,低压侧CT接14端子,并将12端子与2端子联接。如图1所示。这样,发生区内故障时,流过制动线圈的两电流方向相反,其二次侧产生的制动作用很小。而流过工作线圈的电流为两侧电流之和,所以保护的灵敏度与单侧电源时基本相同。

2.3 单侧电源三绕组变压器,两侧制动,接于两个负荷侧。即电源侧CT接12端子,中压侧CT接11端子,低压侧CT接14端子。并将9、12、2端子联接。这样,内部故障时,两个制动线圈均无制动作用,所以灵敏度高。

2.4 多侧电源三绕组变压器,采用三侧或四侧制动。如图5,即将各侧CT接入7、10、11、14端子,对三侧电源只须接入其中三个端子。并将9、12、2端子联接接入差动回路。动作分析与第2项相同。

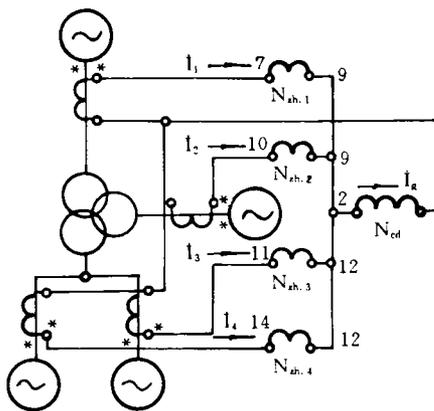


图5 多侧电源三绕组变制动线圈的接法

### 3 整定计算

LCD-4型继电器的整定计算比较简单。

#### 3.1 差动元件动作值

由2QP切换至4个不同的整定值1, 1.5, 2, 2.5A。动作值按区内故障时最小短路电流 $I_{dmin}$ 灵敏度 $\geq 2$ 考虑。

$$I_{dz} = \frac{I_{dmin}}{2 \times n_1}$$

$I_{dmin}$ ——在最小运行方式下,保护范围末端故障时的最小短路电流,一般取两相短路电流值。

$n_1$ ——CT变比

#### 3.2 比率制动系数的选择

由切换片1QP可实现三种不同的比率制动系数;0.4,0.5,0.6。

先由外部故障最大短路电流 $I_{dmax}$ 算出最大不平衡电流 $I_{bpmx}$ 。

$$I_{bpmx} = 1.3(\Delta u + k_{ix}\Delta f + \Delta f_T)I_{dmax}$$

$\Delta u$ ——主变调压抽头改变范围

$K_{ix}$ ——CT同型系数。同型取0.5,不同型取1。

$\Delta f$ ——CT允许最大误差10%。

$\Delta f_T$ ——自耦变流器不能完全补偿时的误差,一般取 $\Delta f_T = 0.05$

再根据差动元件动作值(例 $I_{zd} = 2.5A$ )查比率制动曲线,取 $I_2 = I_{dmax}$ (二次值)时, $I_d > I_{dpmx}$ 的曲线,可得比率制动系数 $K_{zd}$

例: $I_{dmax} = 17.2A$ (二次值)

由上式算得 $I_{bpmx} = 1.3(0.1 + 1 \times 0.1 + 0.05) \times 17.2 = 5.6A$

根据 $I_{zd} = 2.5A$ ,查比率制动曲线得 $I_2 = 17.2A$ 时, $I_d > 5.6A$ 的曲线为 $k_{zd} = 0.5$

#### 3.3 谐波制动系数的选择

谐波制动系数的选择范围 $K_{z,d,f} = 0.2 \sim 0.25$

根据经验,我们一般选 $K_{z,d,f} = 0.2$

#### 3.4 瞬动元件动作电流倍数

瞬动元件整定范围在4~10倍 为了提高其动作的可靠性(考虑变压器的励磁涌流为6~8倍的额定电流),通常取动作值为8倍额定电流。

### 参考文献

- 1 贺家李、宋从矩编. 电力系统继电保护原理
- 2 许昌继电器厂产品样本继电器分册