

# ZJL—48型集成电路相间距离保护

许昌继电器研究所 王玉杰 贡保记

## 1 装置的构成和性能特点

ZJL—48型保护装置为三段式独立的相间距离保护，适用于中性点直接接地的110kV~500kV输电线路，作为阶段式主保护和后备保护，可以反应各种类型的相间故障。当与高频收发信机配合时，可实现高频距离保护。此外，该装置还针对电气化铁路和各种不对称负荷输电线路的特点，采取了快速复归和高低定值等措施，因此也特别适合于有电气化铁路及不对称负荷的输电线路。

保护装置共设有九个阻抗测量元件，选用方向圆特性阻抗继电器（必要时，可方便地改变为透镜形特性或苹果形特性）作为一、二、三段阻抗元件。阻抗元件采用双半波与门比相和平均值比较相结合的措施，以获得较小的超越和较快的动作速度。

保护装置设有负序、零序电流增量启动元件，特别是在有电气化铁路等不对称负荷系统，对启动元件采用了高低定值带快速复归回路的方法（这些回路可以选择投入或退出，以适用于电气化铁路或一般的输电线路），解决了因启动元件频繁起动而使距离保护经常被闭锁的问题。

保护装置设有振荡闭锁回路，在系统静稳定破坏时以及振荡加操作时可靠闭锁阻抗Ⅰ、Ⅱ段。距离Ⅲ段不受振荡闭锁控制，如果振荡过程中有故障，则由Ⅲ段延时跳闸。

各段时间元件采用数字电路，精度高，级差小，对缩短保护段互相配合的时间级差提供实现的可能性。

保护装置利用阻抗继电器的动态特性及各段之间的互相配合，保证具有明确的方向性，正方向出口短路无死区，反方向故障不会误动作。

保护装置设有按相的低电流闭锁元件，当交流电流、交流电压同时突然消失时，此闭锁元件可以防止保护的误动作。

保护设有必要的后加速端子，与重合闸配合时可实现手合或重合闸瞬时或延时加速方式。

保护装置内部设有较完善的元件损坏监视和自闭锁回路及故障检测元件，对主要的交流元件，逻辑回路的主要环节的工作状态均进行在线监视。当装置中任一元件损坏或误动，给出报警信号并将保护自动闭锁，同时运行人员可通过检测元件查找故障原因。此外，还设有PT回路断线闭锁元件。

保护装置全部由集成运算放大器和CMOS集成电路构成，而以有触点的继电器出口，所有对外联系采用触点输出。装置的动作信号指示采用磁保持继电器，信号指示能长期保持，

这有利于运行人员对事故的正确分析。

装置的电源为直流逆变电源，并采用了集成稳压块，因此输出电压稳定、纹波分量小。电源本身还设有保护回路。

装置设有模拟试验插件，可对装置进行定值校验和回路正确性检查，现场使用非常方便。

保护装置以“四统一”框图为基础，具有接线简单，框图逻辑清楚，元件特性相近，便于运行掌握。此外，装置中所有电流元件、阻抗元件和时间元件的整定采用拔轮开关，读数直观，整定方便。

装置的机箱采用新型的JJX—12系列针状绕线式结构，插件采用杠杆插拔，安装调试方便。

## 2 主要技术数据

- 2.1 直流电压：220V或110V
- 2.2 交流电压：100V
- 2.3 交流电流：5 A或1 A
- 2.4 频率：50Hz
- 2.5 交流电压回路在额定电压下的功耗不大于1 VA/相
- 2.6 交流电流回路在额定电流下的功耗不大于1 VA/相
- 2.7 阻抗继电器整定范围（数据为5 A规格，1 A规格应扩大5倍）
  - a. 0.1~0.99 $\Omega$ ，级差0.01 $\Omega$
  - b. 0.2~1.98 $\Omega$ ，级差0.02 $\Omega$
  - c. 0.5~4.95 $\Omega$ ，级差0.05 $\Omega$
  - d. 1~9.9 $\Omega$ ，级差0.1 $\Omega$
  - e. 2~19.8 $\Omega$ ，级差0.2 $\Omega$
- 2.8 转移阻抗角：65°~85°
- 2.9 最小精工电流不大于0.5 A
- 2.10 暂态超越不大于5%
- 2.11 装置I段整组动作时间（包括跳闸继电器动作时间）：0.7倍整定阻抗额定电流下不大于25ms。
- 2.12 第II、III段动作时间的整定范围，
  - 第II段：0.01~0.99s，级差0.01s
  - 第III段：0.1~9.9s，级差0.1s
- 2.13 振荡闭锁整组复归时间整定范围：1~9s，级差1s

## 3 阻抗继电器的构成及原理框图

阻抗元件作为一种测量元件，是距离保护装置的核心交流元件，它的性能好坏，技术指标的高低，直接影响到整机的性能。阻抗继电器的主要性能就是动作速度与测量精度，而这

二者之间又是矛盾的。因此，在阻抗元件的构成上，除了采用性能比较理想的滤波器外，主要从比相方式上加以解决，使之具有自适应功能，才能有效地解决了动作速度与测量精度的矛盾，并能抑制电网中日益增多的各种谐波对保护装置带来的不良影响。

### 3.1 继电器的构成

保护装置共设置九个特性一致的方向阻抗继电器。由工作电压与极化电压比相，构成三段式的相间距离继电器。

$$\text{工作电压: } A = I_{\phi\phi} Z_z - U_{\phi\phi} \quad (1)$$

$$\text{极化电压: } B = U_{\phi\phi m} + K U_{\phi} \quad (2)$$

$$\text{其比相方程为: } -90^\circ \leq \frac{A}{B} \leq 90^\circ \quad (3)$$

$$\text{即 } -90^\circ \leq \frac{I_{\phi\phi} Z_z - U_{\phi\phi}}{U_{\phi\phi m} + K U_{\phi}} \leq 90^\circ \quad (4)$$

其中： $\phi\phi$ 分别是A B、BC、CA三相间， $\phi$ 则为第三相即C、A、B三相。

$m$ ：为记忆量  $Z_z$ ：整定阻抗

在上面的动作条件中，为了消除方向阻抗继电器出口金属性短路拒动和反方向出口短路时误动，在极化电压中使故障相间电压带记忆特性，同时加入一定比例的第三相电压作为辅助极化量。

### 3.2 继电器的原理框图

图1是方向阻抗继电器的原理示意框图（以A B相为例）

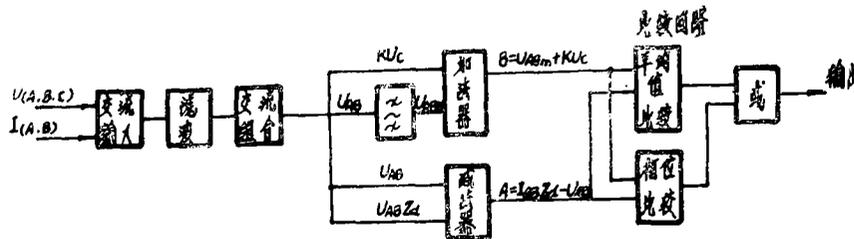


图1 方向阻抗继电器框图

从图中可以看出，在阻抗继电器的回路中，为了提高阻抗继电器的动作速度和减小暂态超越，设置了快速响应的有源滤波器，同时在比较回路中采取了相位比较和平均值比较相结合的措施。对于相位比较采用了双半波与门比相的工作原理，以保证暂态超越和测量精度的要求。而平均值比较方式以保证 I 段阻抗整定范围的80%~90%内快速动作。

相位比较即双半波比相的原理框图见图2所示。

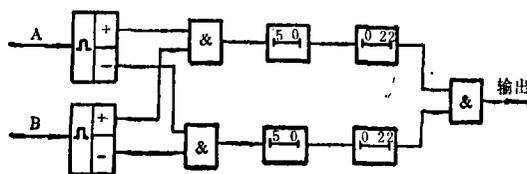


图2 双半波比相回路

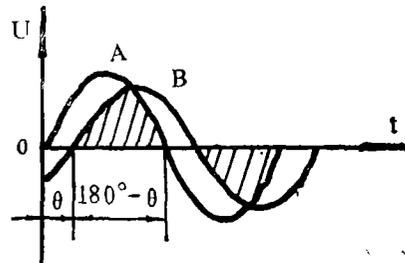


图3

这种接线原理采用了测量 A、B 两个电压正负半周瞬时值同时为正或负的时间构成，如图 3，当两个电压的相位差角为  $\theta$  时， $(180^\circ - \theta)$  就是它们同时为正或负的时间（图 3 中的阴影部分）。因此比较 A 和 B 的相位差就可转化为测量 A、B 瞬时值同时为正或负的时间代替，当同时为正或负的持续时间达到  $\geq 5 \text{ ms}$  ( $90^\circ$ ) 时，比相回路动作。

对于平均值比较部分，其原理框图如图 4 所示。

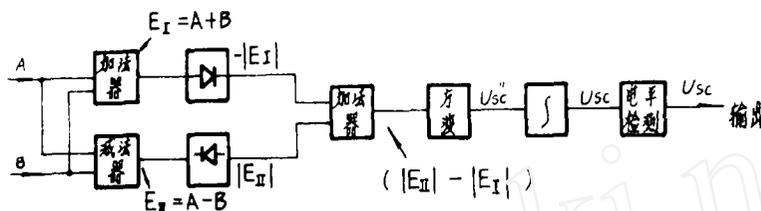


图 4 平均值比较回路

设 A、B 是两个被比较量，若其比相方程为：

$$90^\circ \leq \text{Arg} \frac{A}{B} \leq 270^\circ \quad (5)$$

$$\text{则可以得到：} |A - B| \geq |A + B| \quad (6)$$

如果以上式作为阻抗继电器的动作判据，从提高动作速度来说不失为一种较好的办法。但由于这种幅值比较易受谐波分量及电路本身不平衡输出的影响，为此可以把这种幅值比较再取平均值，以克服上述缺点。

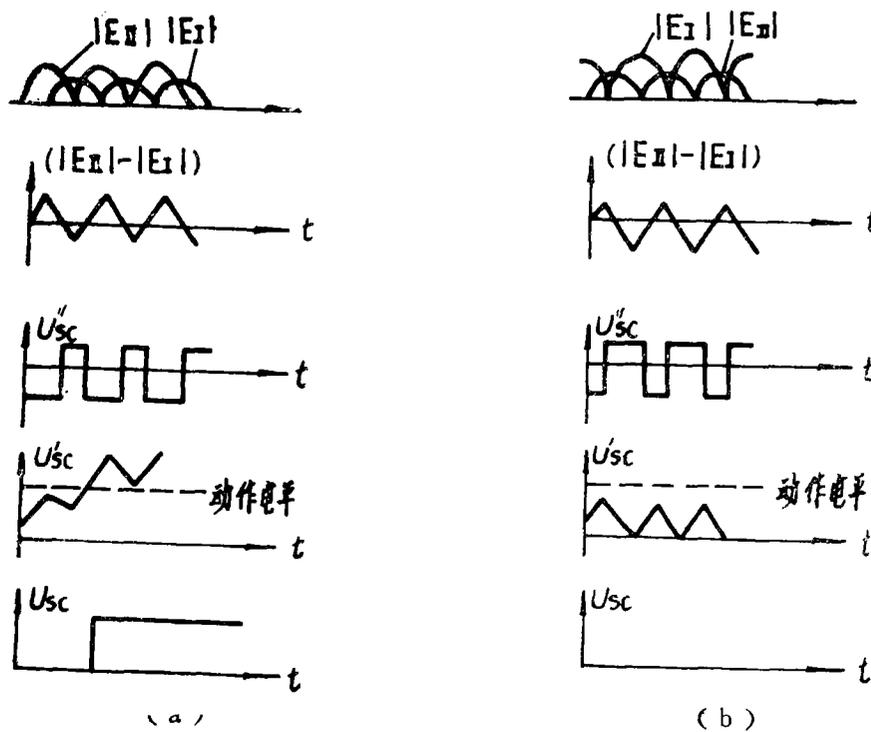


图 5

$$\text{动作方程为: } \frac{1}{RC} \int [ |A - B| - |A + B| ] dt \geq D \quad (7)$$

式中: D为设置的门坎, 取一常数。

R、C为积分时间的电阻、电容。

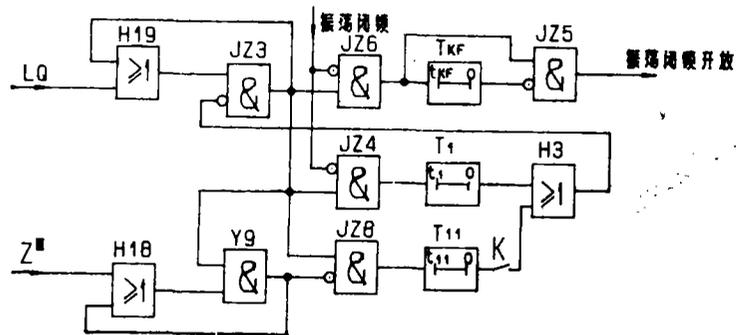
图5(a)、(b)分别示出了平均值比较回路中  $|E_I| > |E_{II}|$  (区内故障) 和  $|E_I| < |E_{II}|$  (区外故障) 在  $E_I$ 、 $E_{II}$  相位不相同的情况下输出波形图。

从图5可以看出, 只要恰当选择R、C及D的参数, 平均值比较在区内故障时, 其动作速度可以保证在一个周波之内。

综上所述, 在阻抗继电器的构成中由于采取了相位比较和平均值比较两种不同的比较回路, 使继电器的动作速度与测量精度的矛盾得到解决。试验结果表明, 阻抗元件的动作速度为10~18ms, 而超越小于5%。

#### 4 快速复归回路的构成原理

为了适用于有电气化铁道和各种不对称冲击负荷系统, 装置设置了快速复归回路。如图6所示。



$T_{11}$ : 整组复归时间;  $T_{KF}$ : 振荡闭锁开放时间;  $T_{11}$ : 快速复归时间

图6 快速复归回路

实际上, 快速复归就是指系统在正常运行情况下, 由于冲击负荷等的影响使故障起动元件LQ动作, 而在控制振荡闭锁开放时间 $T_{KF}$ 到达之前将LQ复归, 使距离保护的I、II段不退出工作, 来达到继而又发生故障的情况下, 仍能快速地切除故障。

为此, 就必须正确区分故障起动元件动作的两种情况: 一是保护区内发生故障而动作, 二是由于冲击负荷、系统操作或保护区外故障而动作。

为了区分上述两种情况, 回路中采用了当起动元件LQ和III段阻抗元件同时动作, 即将快速复归回路解除; 而当起动元件动作而III段阻抗元件不动作时, 使起动元件快速复归。

下面简要说明一下快速复归回路的动作过程:

##### 4.1 不对称冲击负荷、系统操作或区外故障的情况

在此种情况下, 仅为起动元件LQ动作而III段阻抗元件不动作。由于只有LQ动作, 因此LQ经H19、JZ3、JZ4起动快速复归时间 $T_{11}$ , 若取 $T_{11} \leq T_{KF}$ , 则 $T_{11}$ 时间到达后经开关

**K、H<sub>3</sub>给JZ<sub>3</sub>禁止信号，使保护恢复原工作状态，为下一次动作作好准备。**

#### 4.2 在保护区内发生故障的情况

在这种情况下，起动元件与阻抗元件同时动作，因此Z<sup>I</sup>经H<sub>13</sub>、Y<sub>9</sub>给JZ<sub>3</sub>禁止信号，使T<sub>11</sub>不能起动，即快速复归回路失去作用，保护将按动作逻辑切除故障。由于Z<sup>I</sup>经H<sub>13</sub>、Y<sub>9</sub>自保持回路，使快速复归回路长期退出工作，直到LQ经JZ<sub>4</sub>、T<sub>1</sub>、H<sub>3</sub>整组复归。

#### 4.3 系统静稳定破坏产生振荡的情况

由于系统振荡，Z<sup>I</sup>动作后经H<sub>13</sub>、Y<sub>9</sub>自保持，此时无论振荡过程中LQ动作与否，都不能起动T<sub>11</sub>，即快速复归回路失去作用，直到振荡平息，整组复归为止。

#### 4.4 先操作后故障或先冲击负荷后故障的情况

如在快速复归之前发生故障，则阻抗元件动作使快速复归回路失去作用，保护按原动作逻辑切除故障。

如在快速复归后发生故障，起动元件再次动作，仍可接原动作逻辑切除故障。由此也解决了相同原理的保护装置由于系统操作或区外故障而开放时间T<sub>kr</sub>动作后，在整组复归时间里再发生区内故障I、II段距离保护退出工作的问题。

## 5 结束语

装置中除了主要介绍的阻抗元件、快速复归回路外，还有负序零序电流增量元件、有源滤波器、交流形成单元、电流元件、PT断线闭锁元件、逻辑电路、信号、跳闸元件、模拟试验元件、直流逆变电源等，所有这些元件均是由集成运算放大器、CMOS集成电路、LED发光器件、小密封继电器及一些分立元器件构成。这里就不再一一叙述了。

最后顺便谈一下，由ZJL—48型相间距离保护装置、ZLF—45型集成电路零序电流方向保护装置、重合闸装置等组成的线路保护屏，与目前电力系统中广泛使用的PXH—43A/DT、PXH—112<sub>r</sub>/DT、PXH—45等保护屏相比，不仅技术指标有所提高，而且具有调试简单、运行维护方便的特点，完全可以作为更新换代产品。这样，就为电力系统用户提供了又一种新型的可供选择的线路保护装置。

### 参考文献

- 〔1〕天津大学编。电力系统继电保护原理。
- 〔2〕朱声石著。高压电网继电保护原理与技术。