

ZJL—46型集成电路接地距离保护

许昌继电器研究所 王玉杰 负保记

摘要 本文简要叙述了该保护的构成原则、性能特点和主要技术数据。着重分析了以 I_0 为极化量的电抗继电器的动作行为,介绍了新型的 I_0 极化电抗继电器构成方案及继电器的方框图。

一 装置的构成原则和性能特点

本装置为高压输电线路三段式独立的接地距离保护,可作为110~500kV大电流接地系统输电线保护。能有选择性地切除输电线路上的单相、两相接地故障,可与高频收发信机配合,构成高频距离保护。

装置共设有九个阻抗测量元件,采用新型的以 I_0 为极化量的接地阻抗元件方案,此方案极大地提高了受端保护耐受过渡电阻的能力。每相的阻抗元件是由电抗元件(X)、方向元件(D)、负荷元件(R)所组成,其动作特性为开口的四边形特性。如图1所示。

故障起动元件由零序电流元件和具有良好抗振荡性能的相电流差突变量元件完成。相电流差突变量元件亦作为单相接地故障的选相元件,具有可靠的选相能力。此外,还设置了两相接地故障的判别元件。

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。

装置设有振荡闭锁回路,在系统静稳定破坏时、以及振荡加操作时能可靠闭锁距离I、II段。振荡闭锁采用故障消失和振荡停息以后延时复归的方式。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。

对装置的主要元件、逻辑回路的主要环节的工作状态均进行在线监视。当本装置中任一元件损坏或回路误动均能可靠闭锁保护,并给出信号指示。此外,还设有电压回路断线闭锁元件。

装置设有必要的后加速电路,可供实现手动和重合闸瞬时或延时加速方式。

装置的对外联系采用触点输出。装置设有比较完善的信号指示,能协助区分故障类

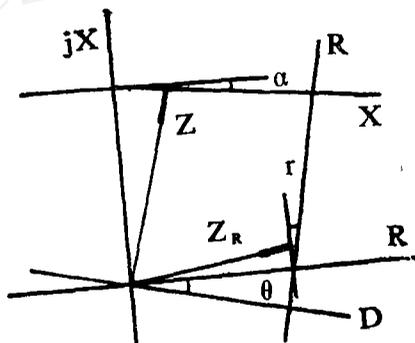


图 1

型或相别。信号指示情况能长期保持，这有利于运行人员对事故的分析。

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。电源本身设有保护电路。

装置机箱结构采用新型的JJX—12机箱系列结构，插件采用杠杆插拔、调试安装方便。

该保护装置是按照500kV输电线路技术要求，由许昌继电器研究所与华中理工大学共同设计研制的。由于采用集成电路元件，因此整机功耗小、可靠性高、使用方便。

二 主要技术数据

1. 直流电压 220V或110V
2. 交流电压 100V
3. 交流电流 5A或1A
4. 交流电压回路在额定电压下的功耗 $< 1 \text{ VA} / \phi$
5. 交流电流回路在额定电流下的功耗 $< 1 \text{ VA} / \phi$
6. 阻抗整定范围： Z ； $I_e = 5 \text{ A}$ 时为 $0.1 \sim 20 \Omega / \phi$ ，级差为 0.01Ω ； $I_e = 1 \text{ A}$ 时为 $0.5 \sim 100 \Omega / \phi$ ，级差 0.05Ω 。 Z_R / Z 为 $1 \sim 7$ ，级差为1。
7. 最小精工电流不大于 0.5 A 。
8. 暂态超越不大于 5% 。
9. 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 25 ms 。
10. 第II、III段动作时间的整定范围：
 - 第II段： $0.01 \sim 0.99 \text{ s}$ ，级差 0.01 s 。
 - 第III段： $0.1 \sim 9.9 \text{ s}$ ，级差 0.1 s 。
11. 振荡闭锁复归时间整定范围 $1 \sim 9 \text{ s}$ ，级差 1 s

三 I₀极化的电抗继电器动作行为

假设有一个双侧电源系统（如图2），在K点发生了A相接地故障，保护安装在M侧，于是在M侧可看到：

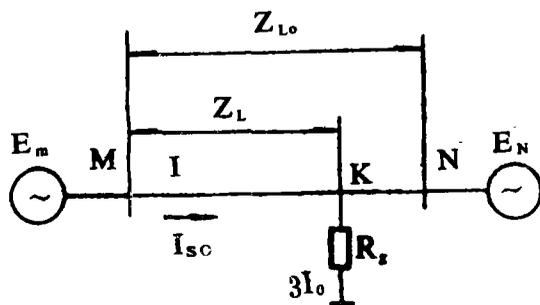


图 2

$$\begin{aligned} \text{A相电压: } V_{m a} &= I_{a1 m} Z_{1 L} + \\ & I_{a2 m} Z_{2 L} + I_{s0} Z_{0 L} + 3 I_0 R_f \end{aligned}$$

考虑 $Z_{1 L} = Z_{2 L} = Z_L$ 则：

$$\begin{aligned} U_{m a} &= (I_{a1 m} + I_{a2 m} + I_{s0} \frac{Z_{0 L}}{Z_{1 L}}) \cdot \\ & Z_{1 L} + 3 I_0 R_f \\ &= (I_{a m} + 3 K I_{s0}) Z_L + 3 I_0 R_f \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A相补偿电压 } U'_{m a} &= U_{m a} - (I_{a m} \\ &+ 3 K I_{s0}) Z_L \end{aligned}$$

$$= (I_{L0} + 3KI_{L0})(Z_L - Z_s) + 3I_0R_g$$

其中: $K = \frac{Z_0 - Z_1}{3Z_1}$, Z_0, Z_1 为线路的单位阻抗。

Z_L 为故障点到保护测量处的线路阻抗。

Z_s 为继电器的整定阻抗。

因此, I_0 极化的电抗继电器的动作方程为:

$$180^\circ \leq \text{Arg} \frac{V'_{m\phi}}{3I_0} \leq 360^\circ$$

图 3 是保护处于送、受端时的动作行为向量图。图中 \vec{OM} 、 \vec{ON} 分别是系统两侧电源电势, \vec{OK} 为故障前短路处的电压, \vec{om} 为故障前保护处的电压, \vec{om}' 为故障后保护处电压; $F_{m'}$ 为故障线路上的压降。

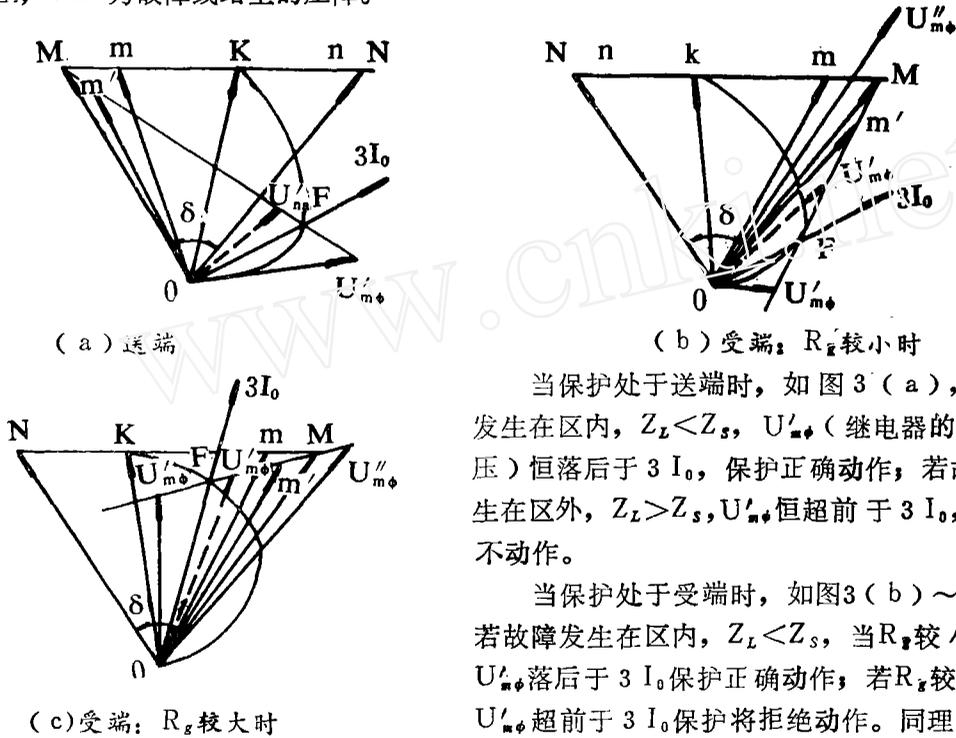


图 3 动作行为向量图

由此可见, 当保护处于送端时, 以 I_0 为极化量构成的电抗继电器, 能够正确测量距离, 不受过渡电阻和负荷的影响。当处于受端, 只要有一定的过渡电阻存在, 保护就有可能出现误动和拒动, 从图中还可看出, 功角 δ 越大, 负荷愈重, 保护抗过渡电阻的能力就愈差。

四 新型的 I_0 极化电抗继电器的构成及方框图

1. 继电器的构成

从图3(b)、(c)中可注意到：在图3(b)中， $3I_0$ 滞后 $U_{\phi\phi}$ [$U_{\phi\phi} = U_{\phi\phi} + (I_0 + 3KI_0)Z_r$]，在图3(c)中， $3I_0$ 超前 $U_{\phi\phi}$ ，利用这种情况组成新的动作判据，可以很好地解决上述中存在的问题。

继电器的方程为：

$$-90^\circ < \text{Arg} \frac{U_\phi - (I_0 + 3KI_0)Z}{-3I_0 e^{j(\theta_0^\circ - \alpha)}} < 90^\circ \quad (1)$$

$$-90^\circ < \text{Arg} \frac{U_\phi + (I_0 + K3I_0)Z}{-3I_0 e^{j(\theta_0^\circ - \alpha)}} < 90^\circ \quad (2)$$

$$-90^\circ < \text{Arg} \frac{U_\phi - (I_0 + K3I_0)Z_R}{-3I_0 e^{-j\gamma}} < 90^\circ \quad (3)$$

$$-90^\circ < \text{Arg} \frac{3U_0}{-3I_0 e^{-(\theta_0^\circ - \theta)}} < 90^\circ \quad (4)$$

上式中： ϕ 分别表示A、B、C三相
 $3KI_0$ 是线路的零序电流补偿分量。

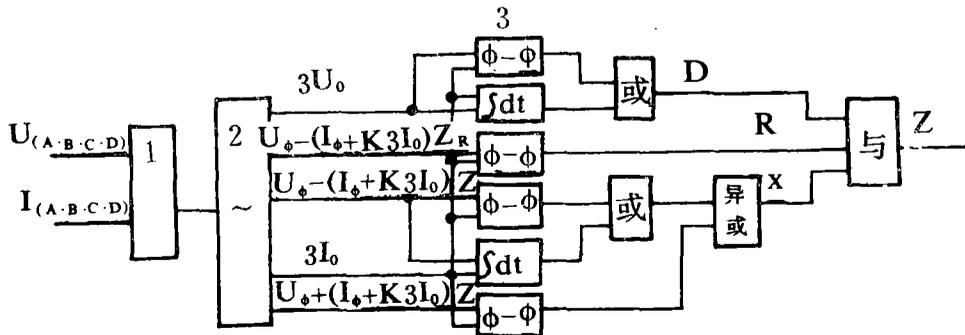
α 角是电抗线下偏角。补偿故障点零序电流与保护感受到的零序电流相位差，以克服区外超越所必须的下偏角， α 取 $5^\circ \sim 6^\circ$ （见图1）。

γ 角是负荷线的倾斜角，设置负荷线主要是与电抗线配合，以躲过线路末端带过渡电阻故障时有可能引起的超越。实际上，由于电抗元件中已考虑这种超越情况，设置负荷线仅作后备。 γ 取 5° 左右。

θ 角是方向线的偏移角，一般取 $15^\circ \sim 20^\circ$ 左右。

在上面的比相方程中，方程(1)、(2)两者相异或构成零序电抗继电器即电抗元件(X)。方程(3)、(4)则分别构成继电器的负荷元件(R)和方向元件(D)。

2. 继电器的原理方框图



1—滤波单元 2—交流形成 3—比相回路

图4 阻抗继电器方框图

阻抗继电器的原理方框图如图4所示。为了提高继电器的动作速度和测量精度，减小暂态超越，设置了快速响应的有源滤波器。同时在比相回路中采取了相位比较方式和平均值比较方式相结合的措施。相位比较方式以保证较小的暂态超越和测量精度为目的，平均值比较方式以保证各段阻抗整定范围的80%~90%内快速动作。因此，较好地解决了暂态超越和动作速度之间的矛盾。

五 结束语

装置中除了上面主要介绍的阻抗元件外还有：有源滤波器、比相器、交流形成单元、电流元件、相电流差突变量元件、两相接地故障判别元件、电压断线闭锁元件、逻辑电路、信号、跳闸元件、直流逆变电源，所有这些元件均是用运算放大器、CMOS集成电路、LED发光器件，小密封继电器及一些分立元件构成。这里就不再一一叙述了。

该装置在静（动）模（双侧电源220~500kV长、中、短线路）中，模拟各种区内、区外对称或非对称故障及经过渡电阻故障，PT在母线上或线路上，保护处于送、受端、永久、瞬时及转换性故障及静、动稳破坏引起振荡等的考核，都取得了比较满意的结果。

该装置还有待于实际运行的考验，以便逐渐积累运行经验，使之不断完善提高，更好地为电力系统运行服务。

参考文献

陈德树。“I₀极化的接地电抗继电器运行分析”。全国高校电力专业第二届学术年会论文。

更正

1990第四期32页参考文献3、4项作者名应互换为对，特此更正。