

我们认为，利用导纳原理能较好地避开接地电容电流的影响，准确地反映机组励磁回路绝缘水平的好坏，是较为有效的。如何能更进一步可靠地判别出转子绕组接地故障与励磁回路接地故障是值得我们共同研讨的新课题。

L D—3 型转子一点接地继电器已投入六二电厂 30 万千瓦双水内冷发电机试运行，有效地排除了励磁回路中一点接地故障，反映性能良好。

晶体管保护的抗干扰问题

东北电力设计院 梁 懋

晶体管保护的优点是速度快、灵敏度高以及调试维护方便等。其缺点是抗干扰能力差，干扰容易引起保护误动或造成元件损坏。因此提高晶体管保护的抗干扰能力是提高其可靠性的主要措施之一。国外对于干扰问题进行了一系列的研究。我国各地区也分头对于干扰进行了大量的研究和实测，特别是南京自动化研究所和华东电管局成立了抗干扰研究小组，翻译了一系列国外有关干扰方面的资料，并对于干扰的实测和抗干扰措施方面进行了深入的工作。在学习他们研究成果的基础上，谈谈晶体管保护有关干扰问题的体会供大家参考。有不当之处，希批评指正。

一、干扰的产生及耦合到保护回路的途径

干扰主要是由于一次回路或二次回路的操作，以及继电器本身的切换动作，导致这些回路的参数突然变化所产生的暂态过程引起。例如操作空载母线，电容式电压互感器及直流回路拉、合电感负载等都可能产生较严重的干扰。产生干扰的另一个原因是由于系统出现故障，如系统短路及雷击等。

干扰可以通过电容耦合，磁耦合，公用元件的耦合作用以及经电磁波的传播作用，经由电流互感器，电压互感器，直流电源线，设备的分布电容，通信通道，大地和空间等进入到保护装置中。

以下介绍几种在发电厂、变电所内最常见的干扰耦合到保护回路的途径。

1 电容耦合

由于干扰源与被干扰元件之间存在着分布电容，暂态干扰电压将通过电容耦合到被干扰元件中。如图 1 所示，设干扰源电压为 U_s ，在被干扰元件中所产生的干扰电压为 U_T ，其间的分布电容为 C ，由于 $\frac{1}{j\omega C} \gg Z_T$ ，则所产生的干扰电压 U_T 可由下式求出：

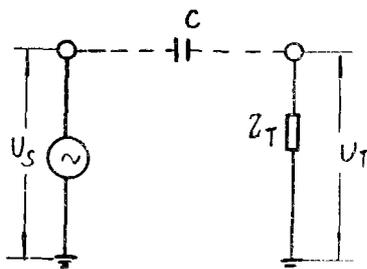


图 1 电容耦合示意图

$$U_T = \frac{U_s}{1 + j\omega C Z_T} \cdot Z_T = j\omega C U_s \cdot Z_T \quad (1)$$

由此可知，通过电容耦合所产生的干扰电压与干扰源电压的大小成正比，且随干扰源的频率的增高以及干扰源和被干扰元件间分布电容的增大而增大。

例如高压母线所出现的暂态电压可通过母线与控制电缆间的分布电容耦合到控制电缆中。如图2所示。此时控制电缆上所感受的干扰电压为

$$U_T = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U_S \quad (2)$$

式中： C_1 ——高压母线与控制电缆间分布电容；
 C_2 ——控制电缆与地间分布电容。

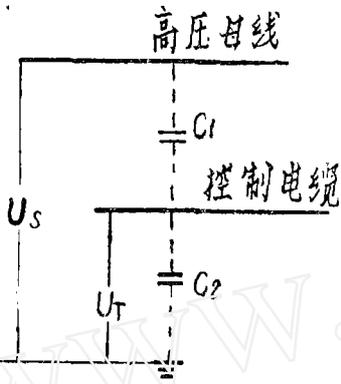


图2 高压母线对控制电缆的干扰

2 磁耦合

当干扰源与被干扰元件间存在着互感，干扰源中振荡电流所产生的磁场，其部分磁力线与被干扰电路耦合，在被干扰电路中产生干扰电压，其大小与干扰源中电流值，频率以及其间的互感有关，可由下式求出：

$$U_1 = j\omega M i_s \quad (3)$$

式中： i_s ——干扰源中的电流；

M ——被干扰电路与干扰源间的互感。

如图3，当电流互感器的二次回路电缆平行靠近大电流母线，母线中流过的电流将在二次回路中感应出相似波形的干扰电压，其大小可由下式求出：

$$U_T = -M \frac{di}{df} = -\frac{\mu_0 l I_0 \omega}{2\pi} / n \left(\frac{b}{a} \right) C_0 \omega t \quad (4)$$

式中： $M = \frac{\mu_0 l}{2\pi} / n \left(\frac{b}{a} \right)$ 亨——互感；

$i = I_0 \sin \omega t$ ；

μ_0 ——真空的导磁系数。

3 通过公共回路耦合

干扰源与被干扰电路间有公共的回路，干扰电压通过此回路进入到电路中。这种干扰在变电所内常常

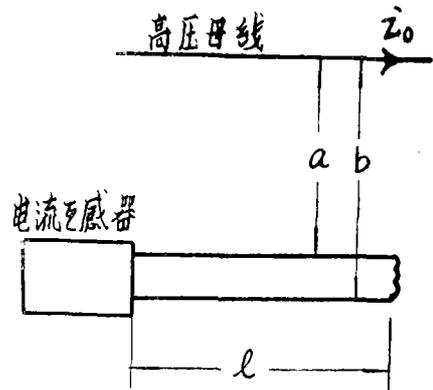


图3 大电流母线对平行环路产生的干扰

以地电位升高的形式出现。

如图4所示，电容式电压互感器的中性点在互感器的安装处接地时，如对电容式电压互感器进行操作，合闸瞬间隔离开关的间隙发生电弧，所产生的数量较大的高频暂态电流除了

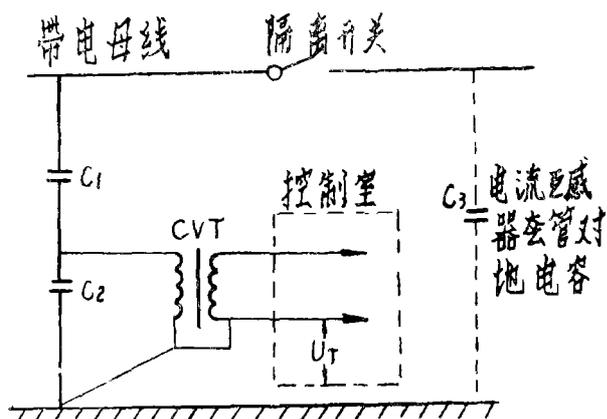


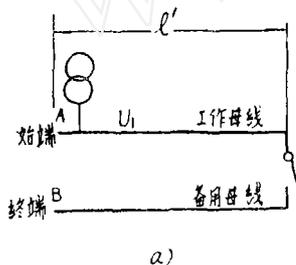
图4 操作电容式电压互感器所产生的干扰

对邻近电缆产生电磁干扰外，而且电流在接地导体上产生很大的压降，使CVT中性点的电位很高，因此在电压互感器的中性点和控制室地电位间出现较高的干扰电压 U_T ，此电压不加限制就可能造成设备损坏。

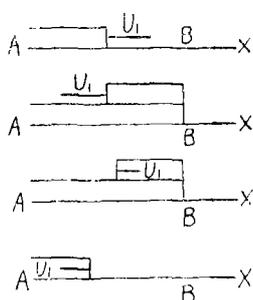
4 电磁干扰

这种干扰一般为电磁波在线路中传送时对邻近线路引起。

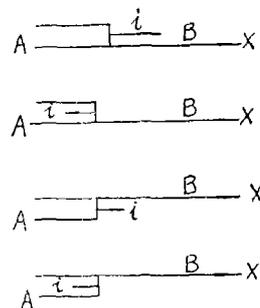
母线断路器或隔离开关操作时，其上电压和电流波的传播过程如图5所示。当母联接通时，从工作母线首



a—母线连结图；



b—电压波；



c—电流波；

图5 电磁波在母线上的传播

端A开始，沿母线传播着电压波和电流波，当 $t = t_1$ ，幅值为 U_1 及 i 的电压及电流波到达备用母线终端B时，沿母线电压将等于工作母线电压 U_1 ，而电流则等于工作母线电压为线路波阻抗所除之商。电压波和电流波到达母线终端B后，这两个波会反射回来，而且电压波不变号，电流波则变号。当反射波向工作母线始端A移动时，它与入射波重叠起来，电压波反射

线上的电压和电流都降低到零，这就完成了一整个循环过程。这种循环过程将周期性的重覆着。在实际情况下，由于电压波和电流波逐渐衰减并趋于稳定值。因此在线路上产生了衰减的振荡电流。设备用母线和工作母线的总长 $2l = 1$ ，则振荡电流的频率可由下式求出

$$f = \frac{V}{4l} \text{ 周} \quad (5)$$

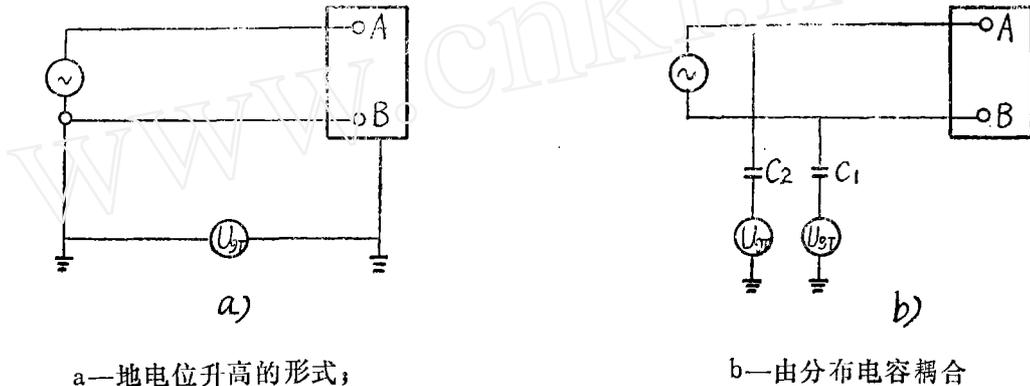
式中：V——波的传播速度，可按空气中的光速 $V = 3 \times 10^8$ 公尺/秒计算

二、干扰的分类

干扰按其作用方式的不同一般可分为两类，即常模干扰和共模干扰两种。

1 共模干扰

保护的每一组输入或输出端子对地间的干扰叫共模干扰。这种干扰一般是由控制电缆与高压电器或动力电缆间的分布电容耦合的方式产生，也可能是以地电位升高的形式来影响装置，如图6所示。



a—地电位升高的形式；

b—由分布电容耦合

图6 共模干扰影响示意图

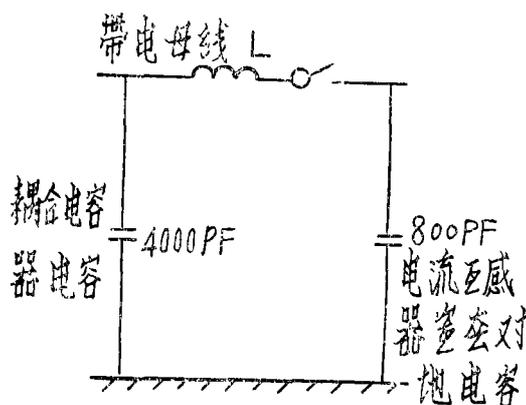


图7 产生高频振荡电流值电路图

由于超高压设备有相当大的对地电容，例如电流互感器和变压器的瓷套有800微微法对地电容，耦合电容器约有4000微微法对地电容。如图7所示，当隔离开关拉弧及空载充电投入时，该回路将出现很大的高频振荡电流。由于这些设备要安装在支架或基础上，因此对高频电流而言，出现一相当高的阻抗，导致设备外壳和接地点间出现很高的电位，因而超高压变电所中出现的绝大部分的干扰电压是共模干扰。

由于共模干扰电压很高，持续几个微秒就足以引起闪络或损坏电子元件。共模干扰电压一般在保护中传导的途径如图8所示，因为图中所表示的途径，对高频脉冲而言，其阻抗是非常低的，因此对这种干扰电流不加限制，就可能导致电子元件损坏。

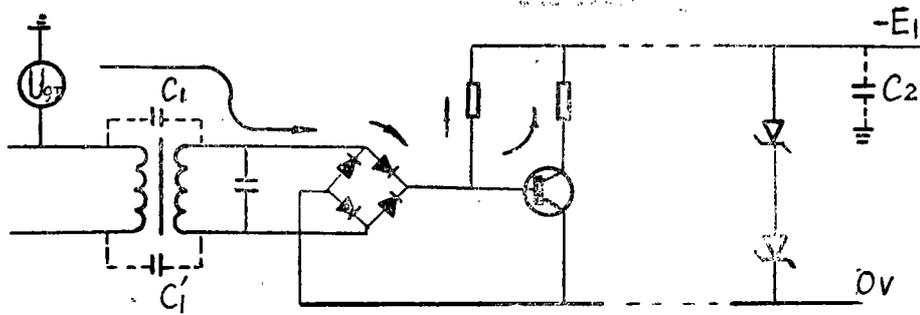
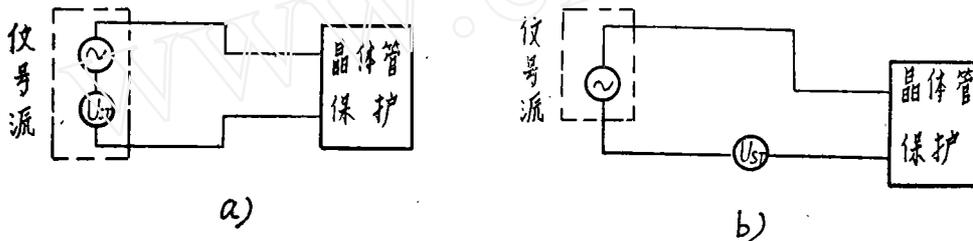


图8 共模干扰进入保护的途径

2 常模干扰

叠加在被测信号之上的干扰信号叫常模干扰。常模干扰电压有可能是从信号源中产生，如图9 a所示，例如一次操作所产生的干扰电压通过电流互感器或电压互感器传到二次中所引起，也可能是从引线感应产生，如图9 b所示，如进入保护的 control 电缆靠近大电流导体，由于电磁耦合在保护中引起干扰，又如当保护的电源采用降压电阻方式时，当断路器操作时在直流电源正、负极间产生的暂态过电压也属于常模干扰。



a—干扰从信号源产生；

b—干扰由引线感应产生

图9 常模干扰影响示意图

应当指出，在保护的 two 输入端子上所产生的共模干扰电压不相等时，在两个输入端子间所产生的电压差，也属于常模干扰电压，这是由共模干扰电压所产生。

常模干扰信号与被测信号所处地位相同，因此这种干扰往往造成保护误动，当然这种干扰幅值过大也会引起保护中元件损坏。

三、减小干扰影响的措施

减小干扰对晶体管保护的影响应从两方面入手，一方面应降低耦合到二次电缆回路中的干扰电压；另一方面应在保护本身采取完善的抗干扰措施，以下对这两方面分别加以介绍

1 降低通过各种途径耦合到二次回路中的干扰电压

(1) 为降低通过电容耦合到二次回路中的干扰电压，必须减小高压电器设备或动力电缆与二次控制电缆间的分布电容 C_1 [见公式(2)]，而减小 C_1 的有效方法是增大控制电缆与干扰源间的距离，因为两根平行导线间的电容可由下式求出：

$$C_1 = \frac{\pi E_0}{\ln \frac{D}{r}} \quad \text{法/米} \quad (6)$$

式中: $E_0 = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9}$ 法/米——介质常数

D—导线间距离

r—导线的半径

当 $D \rightarrow \infty$ 时, 电容 C_1 将趋近于零, 因此增大导线间的距离可以减小其间耦合电容值, 从而减小了由静电耦合所产生的干扰电压。故在发电厂和变电所中, 二次控制电缆均要尽可能远离高压电器设备。

(2) 采用带接地屏蔽层的控制电缆

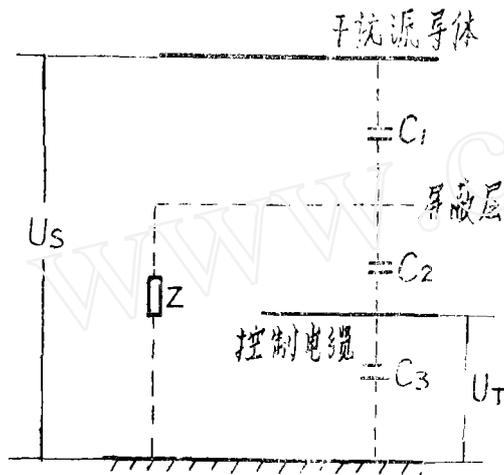


图10 带接地屏蔽层的控制电缆的干扰电压

采用带接地屏蔽层的控制电缆可减小由静电耦合在控制电缆上所产生的干扰电压。设干扰源导体与接地屏蔽层间电容为 C_1 , 屏蔽层与控制电缆间电容为 C_2 , 控制电缆与地间电容为 C_3 , 屏蔽层的阻抗为 Z , 由于 $\frac{1}{j\omega C_2} +$

$\frac{1}{j\omega C_3} \gg Z$, 故干扰源导体在屏蔽层上耦合的电压为

$$u_{T'} = \frac{Z}{Z + j\omega C_1} U_S$$

由此可求出控制电缆芯上的干扰电压为

$$U_T = \left(\frac{Z}{Z + j\omega C_1} \right) \left(\frac{C_2}{C_2 + C_3} \right) U_S \quad (7)$$

由于 $\frac{1}{j\omega C_1} \gg Z$, 故从 (7) 式可知控制电缆装设接地屏蔽层, 可大大降低由静电耦合所产生的干扰电压。

采用多层屏蔽, 干扰电压将进一步按以下系数降低

$$K = \left(\frac{Z}{Z + \frac{1}{j\omega C_1}} \right)^S \quad (8)$$

式中: S—屏蔽层数;

C—屏蔽层间耦合电容

从 (7) 式可知, 静电耦合所产生的干扰电压 U_T 与屏蔽层阻抗 Z 有很大的关系, 因此降低 Z 后又可大大使 U_T 减小, 减小 Z 的方法是:

- 1) 减小屏蔽层本身的阻抗, 如采取与屏蔽层并连一根接地导体;
- 2) 降低接地电阻, 如采用多点接地和多根接地线的办法。

(3) 在没有屏蔽电缆的情况下, 可将电缆中一根备用芯接地, 也可降低由静电耦合所

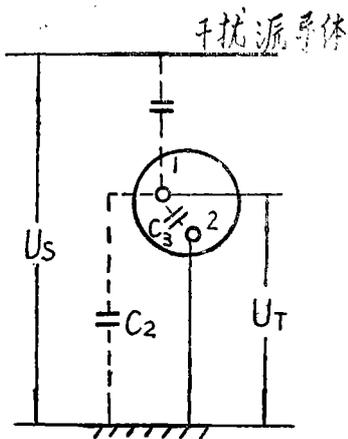


图 1 1 电缆备有芯接地时的干扰电压

产生的干扰。如图11所示，设控制电缆 1 与干扰源导体间的电容为 C_1 ，与地间的电容为 C_2 ，与备用电缆芯间的电容为 C_3 。在备用电缆芯不接地情况下，在控制电缆 1 上所耦合的干扰电压为

$$u_{T'} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U_s$$

当备用电缆芯 2 接地时，此时控制电缆芯 1 上耦合的干扰电压为

$$U_T = \frac{C_1}{C_1 + C_3}$$

由于 C_3 比 C_2 大得多，故 U_T 比 $U_{T'}$ 小得多，由此可见备用电缆芯接地后也可大大由静电耦合所产生的干扰电压。

(4) 电流互感器及电压互感器的中性点应在控制室接地，除对设备及人身安全有利外，亦有助于减轻电缆芯上的暂态干扰电压。尤其电容式电压互感器中注点更应在控制室接地而不应在电容式 PT 安装处接地，此时电容式 PT 外壳上的高电压只能通过电容式 PT 一、二次线圈间电容传入到二次回路中。

(5) 将进入保护的电流互感器及电压互感器的控制电缆芯于进入保护的端部经 C_2 约 0.5 微法的电容接地，这可大大减小由静电耦合在保护入口处电缆芯上的共模干扰电压，同时对减小常模干扰电压亦有好处。

(6) 减小由电磁耦合所产生的干扰电压

1) 可以采用减小控制电缆环路面积的办法来减小交链于环路内的磁力线。控制电缆环路面积与电缆长度及干扰源与电缆芯进出线间的比值 b/a 有关，因此电缆应尽可能短并采用辐射状走线。根据式(4)知，当 b/a 接近于 1 时，由电磁耦合在电缆芯中感应的干扰电压接近于零。为使 b/a 接近于 1，则往返电缆芯必须在同一电缆芯内，最好用双绞导线。

2) 走线成直角

控制电缆与干扰源导体正交可进一步减小交链于控制电缆的磁力线，这是由于电缆在干扰源两边受到不同的磁力线的作用，此作用相互抵销，而且控制电缆环路只有在干扰源导体附近才遇到高密度的磁通，因而由电磁耦合在电缆中产生的干扰电压可大大降低。

3) 采用电磁屏蔽

控制电缆外加屏蔽层并接地后，除了可减小通过电容耦合到电缆芯上的干扰电压外，亦可大大减小由电磁耦合所产生的干扰电压。因为干扰源产生的磁力线在屏蔽层上产生涡流，涡流产生反向磁场，将外界干扰源产生的磁力线加以抵销，因而控制电缆不受外界干扰电源的影响。但是要使屏蔽层内控制电缆完全不受外界干扰源磁力线的影响，屏蔽层的厚度必须有近似屏蔽物质内的电磁波长入的厚度，即在屏蔽层的厚度等于波长入时，外界的电磁波仅在屏蔽层中传播。当频率 $f = 10$ 千周时，铜内的波长为 0.42 公分，铁内为 0.032 公分，干燥土壤内为 330 公尺； $f = 50$ 周时，铜内为 6 公分，铁为 0.45 公分，干燥土壤为 4500 公尺。因此在频率高于 10 千周时，采用铁磁材料作的屏蔽层没有必要而且也不合适，因其磁导系数随磁场强

度而变化并且有磁滞现象。一般采用导电良好的材料，例如用铜或铝制成的屏蔽层来抵销外界磁力线的影响。在干扰频率较低时，用导电材料铜或铝制成的屏蔽层必须很厚才能有效果，但这在经济上是不允许的。因此在较低频率时，应在电缆的屏蔽层两端接地，否则没有效果。当屏蔽层两端接地时，屏蔽层中所感应的磁通在屏蔽—地环路内产生环流，该电流产生反向磁通以抵销干扰源在屏蔽层内所感应的磁通，但此时干扰源在屏蔽层内电缆芯上感应的磁通未被屏蔽层所产生的反向磁通中和抵销，故在控制电缆芯上产生一个干扰电压。此外，在屏蔽—地环路内的电压降 IR 未被抵销，在工频情况下，此 IR 值可能非常显著。

此外，采用具有屏蔽层两端接地的电缆，对减轻由于变电所内接地网的电位升高所产生的干扰的影响的效果也是较显著的。

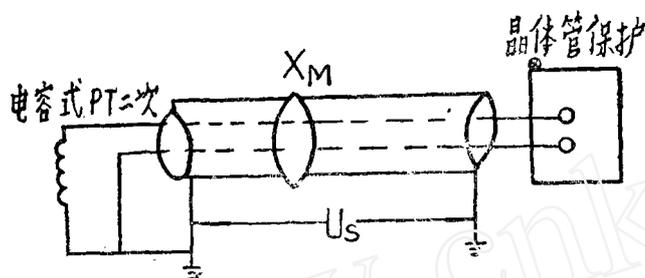


图12 用接地屏蔽层来减轻地电位升的干扰

如图12所示，电容式电压互感器外壳和控制室接地网上的电位差 U_s 使屏蔽层中流有电流，则屏蔽层上的阻抗压降 $IR + jIX$ 应等于电位差 U_s 。屏蔽层中电流所产生的磁通与控制电缆芯交链对某一频率而言，屏蔽层与控制电缆间的互感阻抗 jX_M 应等于屏蔽层的电抗 jX ，因此感应在电缆芯中的电压 jIX_M 应等于 jIX ，互相抵销，因而在理论上只有部分电压 IR 未被中和补偿。因此减小屏蔽层的电阻 R 非常必要。

综上所述，为降低干扰源通过各种途径耦合到二次回路中，在发电厂及变电所特别是高压变电所的设计及电缆布置时应注意以下几点：

(1) 控制室、电缆均应根据具体情况尽可能远离能产生或传送暂态过电压进入接地网的高压电气设备，例如并联电容器组，电容式电压互感器，耦合电容器以及具有电容式套的管高压设备。

(2) 并联电容器组、电容式电压互感器，耦合电容器以及具有电容式套管的高压设备应安装在具有多根低阻接地导线的台架上，接地线和电缆屏蔽交叉连接，以降低基础和地间的暂态过电压。

(3) 电缆沟应根据具体情况尽可能短，不要平行靠近高压母线，只应与高压母线正交。电缆沟若平行靠近高压母线时，其间的距离要尽可能大。从主电缆沟引至开关、刀闸等设备的分支电缆应与主电缆沟正交，电缆沟应平行靠近接地网导体。可采用接地导体放置在电缆沟内的电缆上面或将空心电缆芯两端接地，以起到以下的作用：1) 增加静电屏蔽；2) 作屏蔽层的并列回路以减小屏蔽层上压降 IR ；3) 减小屏蔽层上的外界地环流；4) 提供方便的接地母线以便于屏蔽层多点接地。

(4) 耦合电容器，电容式电压互感器等的二次电缆应采用两端接地的屏蔽电缆以减轻电容器和接地网间流过的频率很高的暂态电流所产生的磁力线对二次电缆芯产生的影响，而且二次电缆应采用绞对线，每相应经 0.5 微法电容在控制室侧接地以补偿电缆芯上未被中和的

高频共模干扰电压。

(5)对500千伏以上电压的变电站,电流互感器和电压互感器的二次电缆也要采用屏蔽电缆,且屏蔽二端要接地以降低在电缆上所感应的过电压,并且还可减轻对邻近电缆芯的感应作用。

(6)电缆屏蔽层与设备外壳连在一起接地。电缆沟内的电缆,其屏蔽层应在控制室入口处交叉连结接地。电缆支路进入主干处时屏蔽层或屏蔽线连接在一起接至接地网,以避免在变电所内产生大的屏蔽地环流。

(7)电流互感器及电压互感器的中性点应在控制室接地。

(8)敷设电缆时最好采用幅射状走线。电路的往返应装设在同一根多芯电缆内,并减小两芯间距离,以避免出现感应环路;或者使用绞对线(电话型电缆),但应注意线对间的绝缘。

(9)为防止同一电缆内各种控制回路的导线间的电容及电磁耦合,电缆应按类分开设置。例如直流蓄电池电路和交流二次回路不放在同一电缆中,传送低频信号的控制电缆与动力电缆不放在同一电缆中。

(10)接入保护的电缆应采用两端接地的屏蔽电缆。

2、在保护装置内部采取抗干扰措施

(1)为了消除共模干扰电压经变换器(中间变压器、中间变流器、电压互感器)一、二次线圈间电容进入保护装置,应在一、二次间装设屏蔽层。

如图13所示,在变换器的一、二次线圈间装设铜箔作的屏蔽层,屏蔽层的引线接地,使变换器一次侧出现的共模干扰电压 U'_{gT} 能经杂散电容 C_1 及屏蔽层至地,使 U_{gT}' 不进入保护中。

屏蔽层对地连接的导线将有一定的电感量,因此当出现高频共模干扰电压时,屏蔽层上将出现一个小的共模干扰电压 U_{gT}'' ,此电压将通过屏蔽层和二次线圈间杂散电容耦合到二次侧,这对灵敏度很高的瞬动保护将产生影响,

为此应考虑装设接于发射极电位的第二个屏蔽层,使第一屏蔽层上出现的较小的共模干扰电压 U_{gT}'' 经第一、二屏蔽层间杂散电容经零伏电位至地而不进入到灵敏回路中,装设第二个屏蔽层,对直流电源回路来的共模干扰的抑制亦有好处。

应当指出,在高频保护发讯机中的功放输出变压器的一、二次线圈间加装接地屏蔽层后,对防止操作干扰电压损坏大功率功放管亦有好处。

如图14所示,由高频电缆送进来的共模干扰电压,经非线性电阻和输出滤波器后,虽然其幅值已大大削减了,但仍有相当大的共模干扰电压 U_{gT} 出现,此电压将经线圈和屏蔽层间电容和地形成通路而不进入功放回路中。

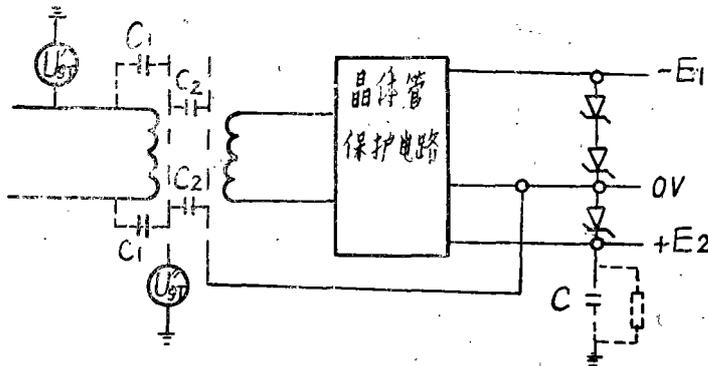


图13 变换器一、二次间加屏蔽以消除共模干扰

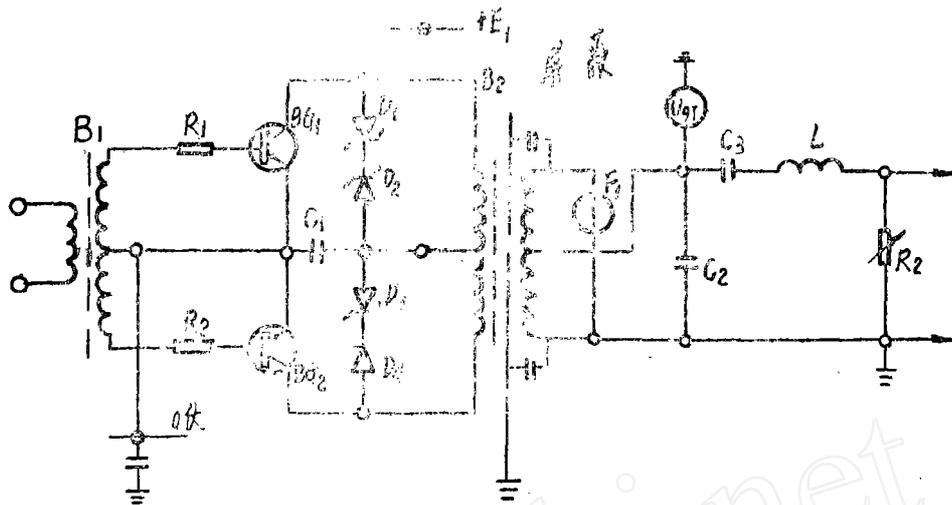


图14 输出变压器 B_2 的一、二次线圈间加屏蔽层并接地以消除由通道来的共模干扰

(2) 为了减小从电流或电压互感器传送进来的常模干扰电压，一般在中间变压器的一次侧、中间变流器的二次侧并联非线性电阻。在电抗变压器的二次侧并联电容。

(3) 对直流系统操作，例如断路器跳、合闸产生的干扰一般采取如下图的抗干扰措施。

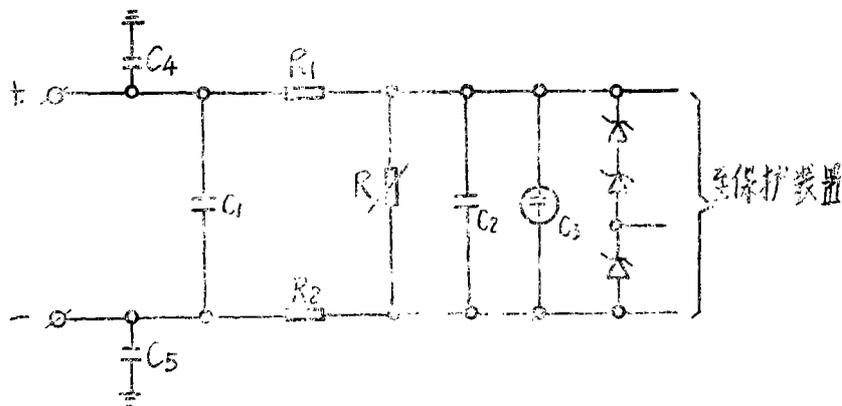


图15 直流电源回路的抗干扰措施

如图15所示，利用图中电容 C_1 、 C_2 、 C_3 和电阻 R_1 和 R_2 及非线性电阻 R 来减小直流电源回路中的常模干扰电压；利用电容 C_4 、 C_5 来减小直流正、负电源电缆芯上的共模干扰电压。

(4) 采取了以上所述抗干扰措施后，仍可能有常模干扰进入保护装置中去，因此一般应采取以下措施：

① 一般采用积分回路对干扰信号加以减小，即一般在输入回路中第一级正常处于导通状态三极管的基极和集电极间加装电容，或曾在处于截止状态的三极管基极和发射极间加装电容，使三极管略带延时动作以躲过干扰脉冲。

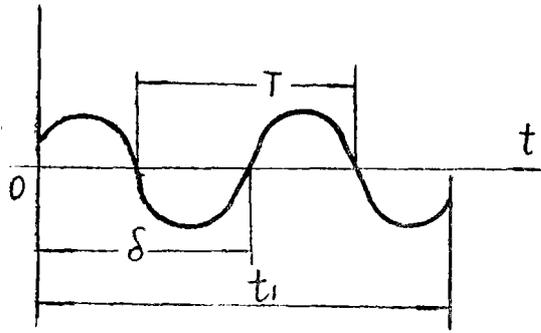


图16 常模干扰电压波形图

干扰电压可以用富里叶级数加以分解，如果只看其中一个分量，可以认为是一个幅值为 U_{sg} 的正弦电压，如图15所示。由图16可知，输入第一级三极管的干扰电压为

$$U = U_{gT} \sin(\omega t - \varphi)$$

式中：

$$\varphi = 2\pi \frac{\delta}{T}$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

f 为干扰电压频率， T 是周期， φ 是相角，三极管的动作时间为 t_1 ，则经过积分电路送入保护的干扰电压为：

$$\begin{aligned} U' &= \frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} U dt = \frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} U_{gT} \sin(\omega t - \varphi) dt \\ &= \frac{U_{gT}}{t_1 2\pi f} \left[\cos 2\pi \left(-\frac{t_1}{T} - \frac{\delta}{T} \right) - \cos \frac{2\pi \delta}{T} \right] \\ &= -\frac{1}{t_1} \cdot \frac{U_{gT}}{2\pi f} 2 \sin \pi \cdot \frac{t_1}{T} \sin \pi \left(\frac{2\delta}{T} - \frac{t_1}{T} \right) \end{aligned}$$

$$\text{令 } \sin \pi \left(\frac{2\delta}{T} - \frac{t_1}{T} \right) = 1$$

则实际进入保护装置中的最大干扰电压为

$$u_{ad} \leq \frac{U_{gT}}{2\pi f t_1} \cdot 2 \sin \pi f t_1 = \frac{U_{gT} \sin \pi f t_1}{\pi f t_1} \quad (9)$$

由(9)式可以看出，采用积分电路后可大大增强电路的抗干扰能力，且

a、干扰信号频率愈高，抗干扰能力愈强，例如在 $t_1 = 1 \times 10^{-2}$ 秒， $f = 1 \times 10^4$ 周情况下，进入保护装置中的干扰电压不超过实际干扰电压的 $\frac{1}{314}$ 倍，即这样高频率的干扰信号已不对保护电路起作用了。

b、当积分电路的动作时间 t_1 与 f 的乘积为整数倍时， $\sin \pi f t_1 = 0$ ，则常模干扰不对保护起作用了。

c、动作时间 t_1 愈长，抗干扰的能力愈强。

②一般输入回路的第一级三极管采用正常导通的三极管，使此三极管正常工作在深度饱和导通状态，因为此时除保证三极管可靠导通有足够裕度外，而且此时翻转要略带延时，这就进一步增强了抗干扰能力。

③保护的逻辑回路加设偏置电压以进一步提高电路的抗干扰能力。

(5) 消除装置内部切换产生的干扰

三极管的负载是继电器时,为防止三极管由导通变截止时,继电器线圈上的反电势导致三极管损坏,继电器线圈上应并联开关二极管或稳压管。

(6) 在装置的安装和配线方面提高抗干扰的措施

① 电流、电压互感器及电抗器尽可能与灵敏电路远离,以避免其漏磁通可能对灵敏电路产生影响。

② 灵敏电路的对地电容要尽可能减至最小以避免共模干扰电压通过该电路与地构成环路。

③ 各个电路版的相互连接线应尽可能短,同时应使引出与引回的导线靠近在一起以避免形成感应环路。

④ 不同电路接线交叉的地方必须成直角交叉

⑤ 逻辑电路与外界电路连系时,应通过中间继电器隔离,以避免外界的干扰信号传入到保护回路中。

⑥ 当出口采用可控硅时,可控硅的触发电路应经隔离变压器控制。

四、一点看法

由于晶体管保护具有体积小、动作快、消耗功率小、调试维护方便等优点,并且能获得比机电型保护更理想的特性,因此是发展的方向。

目前晶体管保护存在的问题是可靠性不高,而可靠性不高又主要表现在元件及产品质量不高和易于受干扰影响两方面。有关元件及产品质量问题,各制造厂已充分重视,采取了一系列提高元件及产品质量可靠性的有效措施,保护的可靠性已大大提高。至于易受干扰影响问题,以南京自动化研究所为主的抗干扰研究小组和各地区已对干扰进行了大量的实测和研究,对干扰问题已开始由必然王国走向自由王国,已掌握了消除干扰对保护影响的各种措施。实践证明,比较多的晶体管保护,由于在装置中采取了一定的抗干扰措施,运行中未出现过由于干扰引起误动作的情况。为了进一步提高晶体管保护的可靠性,建议水电部和一机部联合组织有关人员,尽快提出晶体管保护抗干扰试验标准,来作为产品出厂检验的标准之一。

浅谈零序功率方向元件的应用

山东工学院 桑在中

随着祖国电力工业的迅速发展,110千伏至220千伏高压输电线路逐步伸进了县和公社一级单位。作为大电流接地系统接地故障主保护或后备保护的方向零序过电流保护的应用范围亦随之扩大。由于使用单位对零序功率方向元件不熟悉以及厂家与设计部门图纸的不统一,使得一部份零序功率方向元件的方向接反。这是一种很危险的现象,它除了背后故障引起保护误动给国家造成损失外,当正向故障时,有可能使线路整套保护拒动,造成严重的设备损坏或更大面积的停电事故。我们必须对这一问题给以足够的重视。