

静态继电保护装置的电磁兼容性(EMC)

能源部南京自动化研究所 管柏龄

摘要 由于静态继电保护装置受到携带式收发报机(步话机)的通讯干扰,在全国不少地方造成保护误动作,引起继电保护界的关注。同时对静态继电保护装置的科研、生产厂家提出了电磁兼容性的问题。电磁兼容性EMC(Electro-Magnetic Compatibility)是一门新的边缘学科,它与很多学科互相渗透、结合。那么,什么是电磁兼容性,干扰源和电磁干扰场强的测定、抗射频干扰能力的试验及考核评定,以及电磁干扰EMI(Electro-Magnetic Interference)的防范措施。作者参考了IEC等有关技术文件,就这些问题阐明了我们的观点,对关心和想设法解决这一问题的同行们多少是有用的。

关键词 电磁兼容性 电磁干扰 场强

1 问题的提出

近年来,随着携带式收发报机(步话机),固定式无线电台和电视发射机,车载式无线电发射机使用的逐年增加,辐射电磁干扰日趋严重。尤其是步话机的通讯干扰曾经在江苏、湖北、东北等地造成静态继电保护装置误动作。引起了运行、生产、科研等部门的关注。尤其对静态继电器生产厂家和科研开发的研究所提出了新的要求:静态继电保护装置必须要进行电磁兼容性试验合格。欧洲共同体议会的EMC指令中明确规定在产品上要粘贴规定的EMC合格标志。今后,在解决如何提高静态继电保护装置的抗辐射电磁干扰的能力之前,首先要弄清楚什么是电磁兼容性,干扰源和电磁干扰场强的测定,如何进行EMI试验以及考核评定,才能找出EMI的防范措施。

2 电磁兼容性

静态继电器的电磁兼容性是指在规定的电磁环境电平下,不因受电磁干扰而降低工作性能,同时它本身产生的电磁发射,亦不大于规定的极限电平而影响其它设备正常运行。从而能够保持一个共存的电磁环境,相互间维持一个协调状态。众所周知,继电保护装置常常在复杂的电磁环境中运行。要使它的工作性能不受电磁干扰的影响,就必须提高它抗射频干扰的能力,这将是一个十分复杂又必须解决的问题。

3 电磁干扰场强的测定

为了排除电磁干扰,最重要的首先找出干扰源,并能对干扰源进行定量的测定,自然可

垂手取得解决的措施。但事实上并非是举手之劳，其原因是辐射电磁干扰的因果关系是非常复杂的，场强的定量测定严格说来应该在电磁波暗室中进行，因为周围建筑物或者附近其他装置的影响会使电磁波失真或反射。因此，若没有先进的场强仪，要想测量场强是不容易的。如果不具备电波暗室，当然这种测定也可以在户外开阔场地进行。总之，要减少试验场地环境对EMI场强测量结果的影响并提高测量的复现性。在开阔场地进行测量时，要注意避开广播电台工作时间和工业干扰较大的时间。尽可能控制电磁环境电平在6db以下。除此以外，测定时应记录气候条件诸如温度和相对湿度，干扰信号源的发射功率和天线类型、场强仪的型号厂家以及接收天线的类型（双锥形或对数周期性天线）、干扰信号的频率等等这里就不再赘述了。国内生产的场强仪有：北京无线电仪器二厂的RR系列场强仪和中国船舶工业总公司701所的701型电磁场强计。国外生产的场强仪有：美国EATON公司生产的NM系列场强仪、日本安立生产的ML系列场强仪以及德国R/S公司生产的程控智能仪，以上国内已引进不少，功能齐全，但价格比国产的要昂贵得多。

4 静态继电器抗射频干扰的能力

由于其它固定式无线电台虽然发射功率大，但远离继电器，场强低威胁不大。当前威胁较大的还是步话机，它经常在继电器附近工作，发射功率不大但场强不小。目前运行现场对静态继电器抗射频干扰能力的要求众说不一，有的认为，步话机距继电器1~0.5m之外工作时应保证不误动作。有的认为，只要装置门关好，步话机靠得很近也不应误动作。笔者认为，只要明确规定静态继电器在什么激励量下，受到多大的辐射场强下应保证不误动作，就能把以上不同意见统一起来了。根据IEC 255-22-3技术报告中提出的严酷等级：I级是1V/m；II级是3V/m；III级是10V/m。选择III级来考核我国静态继电器是适宜的。即在步话机工作频率范围：27~500MHz内，辐射场强在10V/m下继电器应不误动作。从这一基点出发，我们应该做的工作是：

(1) 对于常用的功率为3W的步话机工作时产生辐射场强在水平极化和正交极化两种情况下达到最大场强为10V/m时距继电器的距离作为安全距离，来限定保护现场步话机的使用工作距离。

(2) 确定在10V/m辐射场强下，影响继电器定值变化的误差（变差）的允许值，以便设定继电器在试验时应加入的激励量。

5 用步话机考核静态继电器抗EMI能力试验时应注意的问题

(1) 辐射应由连续的正弦波组成，必须以低于每秒一次操作速率进行键控。

(2) 装置在试验之前，必须检查使用的仪器不受辐射场发生器的影响。

(3) 装置应尽可能接近安装条件作试验，继电器应置于外壳中，关好装置门，所有指定接地的部分都应接地。

(4) 输入继电器的激励量应为实际动作值减去因辐射干扰而要求的变差，试验期间检查继电器应不误动作。

(5) 如果继电器动作出口有延时环节,应在最小延时定值下进行试验。

(6) 因为射频干扰和故障同时发生的几率非常小,因此,不考核辐射场对处于临界或动作状态下继电器的影响。

6 对继电器抗EMI试验的考核评定

由于被试装置和系统的品种繁多,这就给制定评定电磁辐射对装置和系统影响的通用准则工作造成极大的困难。一般试验后可能会出现下列情况。

- (1) 在规范限值范围内性能正常。
- (2) 干扰信号消失后可自行恢复功能或性能下降或丧失。
- (3) 干扰信号消失后需要操作人员干预或系统复位功能或性能下降或丧失。
- (4) 因装置(元件)损坏而不可恢复的功能下降或丧失。

7 对EMI的防范措施

为了防止电磁干扰,首先要弄清干扰侵入途径和干扰机理,多数情况下,干扰不是经由一个途径,而是由多途径侵入。因此,从可能侵入的多途径中确切掌握形成电磁干扰的主要原因,将是防止电磁干扰的关键。

EMI有三种主要感应形式:

(1) 静电感应:

$$U_a \propto j\omega C U_s$$

式中 U_s 为干扰源电压 U_a 为耦合感应电压

静电耦合感应,主要在无线电频率下,由装置内部和相互近距而形成的感应,它与频率、耦合电容、干扰源电压成正比。对于这种感应多数是采取静电屏蔽和降低回路阻抗的办法,这是一种十分有效的措施。

(2) 电磁感应:

$$U_a = j\omega M i_s$$

式中 M 为互感系数, i_s 为干扰电流

这种感应是由互感 M 引起的干扰电压,在装置内部配线间以及超近距离的装置外配线间均可引起干扰。对于这种感应应在装置研制开发阶段就要充分考虑,以免木已成舟就无法挽回了。

(3) 电导感应:

$$U_a = Z_c i_s$$

在感应回路和被感应回路的共同阻抗 Z_c 上流过干扰电流引起的干扰电压。电源输出和接地线等阻抗均可引起干扰。为了防止这种感应常常将各回路集中到一点接地,以及将强电和弱电的地线分别设置避免互相干扰。

除以上所述之外,装置的结构设计对其电磁兼容性有着不可忽略的影响。因此,对EMI的防范不仅仅是电路设计人员的事,也是结构设计人员的事,两者相辅相成才能获得满意的

