

变电站二次系统的干扰及其防范

吴小忠

(株洲电业局生产技术部, 湖南 株洲 412000)

摘要: 近年来, 变电站二次系统的干扰因其对继电保护的影响逐渐凸现了其重要性。首先对变电站二次系统干扰的分类进行了简要介绍, 随后通过大量的理论和实例分析阐述了各种干扰产生的原因及对保护特别是对微机保护产生的影响, 最后针对性地提出了防范上述干扰的方法和措施。通过作者的工作实践证明, 上述方法和措施是有效的。

关键词: 变电站; 继电保护; 干扰; 分类; 防范

Interference and anti-interference measures for secondary equipments in substation

WU Xiao-zhong

(Zhuzhou Electric Power Bureau, Zhuzhou 412000, China)

Abstract: The interference for secondary equipments in substation is more and more important as its impact to relay. This paper describes concisely the sorts of interferences for secondary equipments in substation, analyzes the causes of the interference and the effects to relay protection especially to micro-processor relay protection by a great deal of theory and practical experience, and brings forward the anti-interference measures and methods in the end. These measures and methods are effective in practice.

Key words: substation; relay protection; interference; sort; anti-interference

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)16-0093-06

0 引言

变电站二次系统发展到今天, 继电保护、通信及自动化, 已成为现代电网的三大支柱。近年来, 微机继电保护装置在变电站二次系统得到了广泛应用, 但是, 由于设备本身的抗干扰能力差或抗干扰措施不到位, 造成继电保护及安全自动装置不正确动作时有发生, 严重影响了电网的安全稳定运行。去年一年, 因继电保护误动引起的 220 kV 以上系统跳闸就达 13 条次, 综合自动化变电站因 10 kV 馈线保护装置的误动、拒动以及重合闸装置的不正确动作, 使保护越级动作越来越多。特别是 10 kV 馈线的误动, 由于不涉及变电站二次系统的安全稳定, 对变电站二次系统的反事故措施往往是一个薄弱的环节。但一次误动跳闸经常造成大量负荷的损失, 不但影响了变电站二次系统职工的效益, 同时也给国民生计带来了巨大的影响。

微机保护的自检功能、事件报告、定值的修改和查对、人机对话功能等都具有常规保护不可比拟的优点, 其逻辑功能强, 动作快捷, 使保护装置的快速性、可靠性、灵敏性、选择性得到了很大提高。但是另一方面, MOS 构件的栅介质 SiO_2 很高的绝

缘性能及其超薄的电容结构使很小的电量就能产生很高的电压, 使介质击穿, 故必须高度重视变电站二次系统的二次干扰问题。我们必须对变电站二次系统的二次干扰有一个清晰的认识, 并加强其防范措施, 保证变电站二次系统的安全稳定运行, 提高对用户的供电可靠性。

1 变电站二次系统干扰的分类

变电站二次系统的干扰主要是以感应形式存在, 分为以下三种情况:

静电感应: $V_n \propto J\omega CU_s$

式中: U_s 为干扰源, 电压 V_n 为耦合感应电压。静电感应是在无线电频率下, 由于电气设备近距离而形成的感应电压, 它与频率、耦合电容、干扰源电压成正比。

电磁感应: $U_n = J\omega MI_s$

式中: M 为互感系数, I_s 为干扰电流。电磁感应是由于互感 M 引起的干扰电压, 在设备内部配线以及超近距离的设备外配线间均可引起干扰。

电导感应: $U_n = Z_c I_s$

式中: Z_c 为共同阻抗, I_s 为干扰电流。电导感应是在感应回路和被感应回路共同阻抗上流过干扰电流引

起的干扰电压。电源输出和接地线等阻抗均可引起干扰。

2 变电站二次系统干扰的分析

2.1 电磁继电器的干扰

电磁继电器的电磁系统是由一个或若干个线圈及铁芯、磁轭、衔铁等组成，线圈的电感与分布电容比较大。分布电容在线圈通断电流时使线圈有效地短路，当通过线圈电流的通路被切断时，线圈周围的磁场突然消失，线圈上则会产生具有陡峭波形的高达数百伏，甚至上千伏的“感性冲击”瞬态浪涌电压，它是在电流通路断开了 $3\mu\text{s}$ 内产生的约为电源电压 100 倍的瞬态过电压，然后按线圈电感、分布电容和电阻所决定的速率下降到零。这种脉冲过电压能产生极大的能量泄放，它会窜入保护回路，对保护装置产生相当大电能冲击和激励。此外在触点的闭合或断开瞬间，触点间将会产生电流，形成陡峭的浪涌冲击电压，从而能导致其线圈回路、励磁（场）的振荡，该振荡形成的辐射干扰将通过电源线传导到系统中别的电路中去。这些干扰电磁波中还含有很高的频率成份，存在于很宽的频段内。

另外继电器的塑料结构件由于静电感应而带有大量的静电电荷。当继电器动作时，触点通断产生的电流会在这些塑料结构上电离并积累游离的电荷。当电荷积累到一定程度后，将以电晕的方式迅速释放，产生一种强大的辐射干扰，即“P-静电干扰”。其特点是放电时间短（约 $1\mu\text{s}$ ），放电电流大（可达几十安培），放电电压高（约数万伏），具有 $20\sim 1000\text{MHz}$ 宽频率频谱成份。

2.2 拉合刀闸引起的干扰

变电站二次系统一次设备产生的干扰，如变压器的投切、高压线的拉合、刀闸的变位等，相对于继电器的通断，触点的开闭，其电磁干扰的影响就更大了。

株洲团山变电站，做了用隔离开关投切母线的试验，接线如图 1 所示。

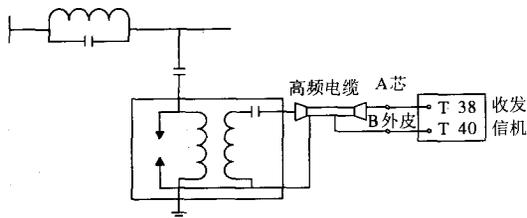


图 1 隔离开关投切母线时，收发信机干扰测试图
Fig.1 Interference to transceiver when disconnectors switching bus

表 1 收发信机入口处干扰电压

Tab.1 Interference voltage in entrance of transceiver machine

接线方式	测试点	刀闸操作	F/kHz	Vpp/V
A、B 间接 75Ω 电阻，B 不接地	A 对地	合	369	4174
	B 对地	拉	436	2205
A、B 间接 75Ω 电阻，B 不接地	A 对地	合	369	3414
	B 对地	拉	436	1508
A、B 间接收发信机，B 不接地	A 对地	合	400	3594
	A 对地	拉	436	2254
A、B 间接收发信机，B 不接地	A 对地	合	400	3868
	A 对地	拉	436	2226
A、B 间接收发信机，B 不接地	A 对地	合	387	4443
	B 对地	拉		3984
户外断开高频电缆芯线，B 不接地	A 对地	合	387	2123
	B 对地	拉		1484
	A 对地			1478
	B 对地			784

经试验测得数据如表 1 所示。从表 1 中看出在收发信机入口的干扰电压可达数千伏。另外各种电缆敷设在开关场正常就受强电场影响，尤其在母线下的电缆更是如此。株洲 500 kV 云田变进行过试验在 500 kV 母线下的地面上敷设了五种不同型号均为 80 公尺长的控制电缆，再经 110 公尺电缆引入控制室，室外一侧缆芯均悬空，控制室侧接仪器。屏蔽电缆屏蔽层两端接地。当 500 kV 母线拉合刀闸时，表 2 为测出各种型号控制电缆芯线上的暂态干扰电压。

表 2 拉合 500 kV 刀闸时控制电缆暂态电压

Tab.2 Transient voltage of cable when switching 500kV

disconnectors

操作方式	最高暂态电压（峰—峰—伏）				
	塑料电缆	铅包铠装	铜丝编织	铜带绕包	铜钢铝组合
单相合闸	5060	170	190	175	163
单相分闸	8000	290	250	280	210
三相合闸	4500	300	200		
三相分闸	9000	340	130		

在安徽凡昌 500 kV 变电站，发现 500 kV 室外部分置于电缆沟中的电缆，虽均为铅包铠装电缆，但在控制室内上的芯线仍有使人麻电的感觉，后在电缆沟上层支架敷设了 $2\times 120\text{mm}^2$ 钢芯铝线，多点接地，控制电缆全置于它的下层才解决了“麻电”问题。

2.3 电晕干扰

高压线路每相的电晕干扰参数取决于杆塔上各相的布置，每相的结构、线的长度、工作频率值及

高频保护通道频带的宽度，同时，还取决于高压线路导线表面的状态及大气条件。

按前苏联电力科研所提供的文献，最通用的相结构和导线水平排列的高压线路干扰电平的平均统计计算值（接收系统带宽为 1 kHz）对 100 kHz 时，220 kV 线路为 -28 dB，500 kV 线路为 -21 dB。当其它工作频率修正为：

$$P_{+干扰} = P_{+干扰} - K_f \lg 10^{-2} f_0$$

式中： f 为频率 kHz、 K_f 为线路电压等级决定的系数，220 kV 为 5、220 kV 为 8.5。

对于不利大气下干扰电平还要增加，文献建议其争取量取 13 dB，在线路发生短路时，由于电压的降低，电晕干扰电平也要相应减少，其减少量（不小于 10 dB），但是如果架空地线，放电间隙过小，则要大大增加以至于干扰电平超过收发信机的灵敏始点收信电平。并且高倍数的频率可与工作频率产生差拍而导致收信中断。国家电网公司印发的关于《“防止电力生产重大事故的二十五项重点要求”继电保护实施细则》^[1] 的通知 8-6 条提到“为了防止线路架空地线间隙放电干扰高频通道的运行，要求具有高频保护的线路原有绝缘地线均应改为直接接地运行”。

2.4 50 Hz 工频分量的侵入干扰

区外故障正方向侧高频闭锁式保护误动在整个保护误动中占有很大的比例，其中一个主要的原因就是反方向侧高频信号出现中断，这是由于故障时大短路电流对高频通道电磁感应和地电位的升高，使高频信号产生影响所致。当高频输出回路中叠加 50 Hz 工频分量时，使高频输出变压器的工作点产生变化，当工频量与高频量叠加的信号使工作点超过拐点时，变压器饱和，使传送高频信号衰耗增加。当 50 Hz 工频量大到一定值影响发信功率降低（综合两侧可能受影响的结果）而造成收信电平低于灵敏启动电平时，就出现收信中断，如图 2 所示。

图 2 中 a 图为没有叠加 50 Hz 工频量时的高频信号；b 图为有较小 50 Hz 工频分量与高频量叠加的信号，此时工作点未饱和；c 图和 d 图为高频变压器一次与二次饱和和波形图，因为高频输出变压器磁芯材料磁滞回路较平、较窄，具有矩形性质，因此上升和下降近似对称；e 图为叠加较大 50 Hz 工频分量的高频信号。

由图 e 看到，当 50 Hz 工频分量大到一定值时收信正、负半波都受其影响而产生中断，因此引起 100 Hz 收信中断波。当 50 Hz 工频分量再增大，收信中断增大加宽，趋向接近 10 ms。若考虑到故障时故障电流有直流偏移，使耦合到高频通道中的 50

Hz 工频分量会更大，并带有直流偏移，在这种情况下，收信中断有可能增宽超过 10 ms。

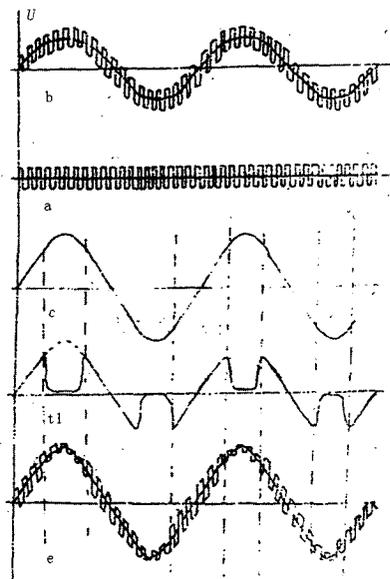


图 2 工频侵入干扰导致收信中断波

Fig.2 Intermittent waveform of transceiver as frequency interference

这种情况在广东惠州 220 kV 秋长线 C 相接地，惠秋乙线正方向惠侧高频闭锁式保护误动以及湖北省 220 kV 白郭线 C 相故障长郭 II 线正方向长侧高频闭锁式保护区外误动时的高频录波图中得到证实。其连续出现四次约 5 ms 收信中断波出现在 $3I_0$ 电流正负最大值附近。

高频电缆产生 50 Hz 工频分量的途径有两种方式，一种是短路电流产生很强的电磁场，由电磁感应耦合到高频电缆上，另一种是直接传导，即短路电流通过接地点、大地、变电站接地网、回到电源端，使地电位升高，在高频电缆地线两端产生电位差，其相位与短路电流同相位。

2.5 雷电干扰

雷电干扰可由直击雷、感应雷和侵入雷电波产生。直击雷是雷直接击于电气设备，其产生的过电压数值可达数千千伏。感应雷是雷击附近的物体，或地面，由于空间电磁场发生剧烈变化，在电气设备上产生感应，其感应电压数值一般在 500~600 kV 以下。侵入雷电波是输电线受到雷击，雷电波沿导线侵入电气设备，对电气设备造成影响。由于雷电流一般幅值达到百多千安，而一个雷电波的时间却是微秒计算，故它对保护所产生的瞬变冲击干扰就十分严重，虽然可以通过避雷针、避雷线以及避雷器、放电间

隙等等手段进行防范,但是空间电磁场的剧烈变化对微机保护产生的影响是不能忽视的。

2.6 其他干扰

由于交变电流的电磁特性,以及变电站二次系统的电感电容结构,变电站二次系统的其他干扰也是十分繁杂的,如变压器投入的励磁谐波干扰;110 kV 电气化铁路牵引变的负序干扰;500 kV 直流换流站的谐波干扰;以及用户特殊负荷所产生的干扰也是种类繁多,在这就不一一细述了。要提及一点的是短路电流的干扰。07年4月30日株洲电网团山变220 kV 团桂线区外经变压器110 kV 侧发生C相接地,故障后16.94 ms 零序分量的实测向量图和理论向量图分别如图3,图4所示。

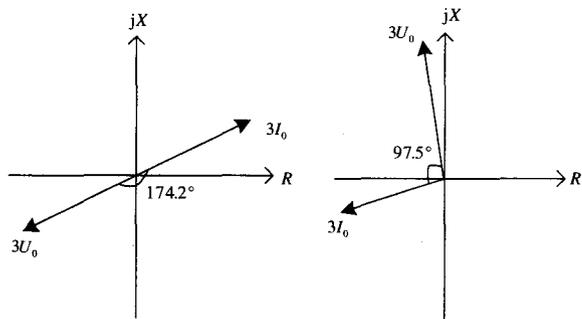


图3 故障后实际向量图

图4 故障后理论向量图

Fig.3 Actual vector plans

Fig.4 Theoretical vector plans

可知图3零序量分布有两处不正常,一是 $3U_0$ 幅值大小不正常,桂花侧 $3U_0$ 大于团山侧 $3U_0$ 不正常。二是团山侧 $3U_0$ 、 $3I_0$ 方向不正常, $3I_0$ 超前于 $3U_0$ 174.2°。

这说明一个问题,在故障的瞬间 $3U_0$ 不能正确反应其方向与幅值,即是在故障开始的微秒及毫秒级内短路电流在某一幅值下经变压器后发生了畸变,显然这种畸变更容易对微机保护造成影响。

通过以上分析,尤其是拉合刀闸干扰量的分析,可以类推雷电波及短路电流的干扰量应当不是同一个等级的了。

3 变电站二次系统干扰的防范

3.1 在直流电源入口处加装电源抗干扰滤波器

直流供电系统在变电站中分布广、支路多,具有广泛的天线接收效应,各类空间电磁干扰也在导线中相互叠加,形成较强的干扰电动势,所以直流供电系统引入的干扰属于比较严重的干扰。对付直流供电系统引入的传导性干扰,虽然可以用隔离、屏蔽、光耦、滤波等方法,但是,最直接有效的方法还是采用电源抗干扰滤波器。电源抗干扰滤波器实质上就是一个低

通滤波器,从理论上讲,低通滤波器在有限的低频范围内,应呈现较低的传输衰耗,在宽阔的高频范围内,均呈现很大的传输衰耗,以抑制高频干扰信号的传输。评价电源抗干扰滤波器的好坏,也就是检测其在高频(0.1~100 MHz)范围内的介质衰耗的大小。另一方面由于干扰信号的幅值大,还要求电源滤波器能抗高强度信号冲击。能抑制数千伏的快速瞬变干扰。但是,电源抗干扰滤波器往往其生产厂家购买后,继电保护厂家以及调试安装部门,运行检修部门均未对其做过检查检测。

3.2 在高频收发信机入口串电容

前面谈到了50 Hz工频分量侵入的影响,曾经模拟两侧收发信机高频通道中串入和并入50 Hz工频分量进行试验。当50 Hz工频分量达到0.6 V就开始出现对发信的影响,增加到4.5 V对高频发信电压的最大衰耗为10.5 dB,对收信电压的最大衰耗为5 dB。在同样条件下收发信机高频信号入口处串入0.33 μ F电容就大大抑制了50 Hz工频分量,电压到220 V也未见到对高频有影响,0.33 μ F电容的低频(50 Hz)容抗为9650 Ω ,高频(40 kHz)容抗为12.06 Ω ,而高频信号输出变压器输出侧的工频阻抗约1 Ω ,因此0.33 μ F电容对抑制工频分量是有效的。

3.3 光电隔离

因为光是不受变电站二次系统电磁场影响的传导媒体,故部颁反措要求“外部引入半导体,集成电路、微机保护应经光电隔离,装置本身也只能用空接点,或光耦输出,禁止用可控硅出口”。为此,微机保护装置的开关量输入,开关量输出回路都必须经光耦或空接点,以隔离开关量回路中的干扰影响。

如果微机保护中CPLD复杂可编程逻辑控制器重复性损坏,极有可能是某开关量输入输出回路光耦损坏,光电隔离不起影响了,就经不起干扰的侵犯。

3.4 规范保护控制电缆路径及经抗干扰电容

为避免强电场的影响,保护装置的控制电缆敷设路径应尽可能离开高压母线以及高频暂态电流的入地点。如避雷器和避雷针的接地点、并联电容器、电容式PT、结合电容及电容式套管等设备,而且应与电力电缆经由不同的电缆桥架敷设。

此外微机保护的交流进线,还应经过抗干扰电容,然后才进入保护。引入回路的导线应焊接于抗干扰电容的一端,抗干扰电容的另一端应接到屏的接地端子上。

3.5 屏蔽

屏蔽的方法已广泛应用于继电保护装置上,采

用屏蔽的目的有两个，一是限制内部辐射的电磁能量越出，对外界产生干扰；二是防止外界辐射的电磁波进入，对继电器产生影响。采用金属材料作为屏蔽体，对于不同的金属所屏蔽的电磁场波不同，屏蔽与衰减的效果也不同。如纯铁、坡莫合金、镍钛合金不锈钢等磁屏蔽体的表面阻抗与空间磁场的波阻非常接近，因此磁屏蔽体表面对磁场波的反射损耗很大，磁屏蔽效果主要由吸收和穿透损耗所决定。相反，电屏蔽体表面阻抗很小，它要屏蔽的则是高阻抗的电磁波，因此它的屏蔽效果主要由表面反射损耗所决定，而穿透损耗则是次要的，即电磁波屏蔽体可以用比较薄的导电性能好的顺磁材料铝、抗磁材料铜及其合金制成。所以如果用磁导率较好的纯铁或坡莫合金等制作箱体，再镀一层铜或离子溅射锌等，则具有了既吸收磁场干扰，又反射电磁干扰的效果。

3.6 接地

变电站二次系统二次回路的接地，并不是继电保护二次回路的电路联接需要，而仅是一种保安接地，是为了保证人身安全和设备安全的一种保护性措施，是为了防止大气过电压及变电站二次系统内部过电压对人身和设备的损害。为了保证人身和设备的安全，必须充分重视各种接地的措施。

根据欧姆定律，如果电路中 A、B 两点间电阻等于 0，则 A、B 两点间不可能存在其他的电流支路；如果不为 0，则其间就存在电位差，可能寻觅其他的冲击支路，其击穿能力正比于其电压，即正比于电阻的大小。在对 10 kV 馈线微机保护的调查中，发现有的微机保护内部接地，箱体接地，以及电源滤波器的接地均只接到开关柜的门页上，而门页与柜体仅仅是通过活动门栓接触联接。虽然用万用表欧姆档测量其接地电阻为 0，但这实际上很不可靠（接触电阻都未量出来）。其一，静态测量不等于瞬变冲击测量；其二，即使是 $10^{-2} \Omega$ 电阻在 100 kA 的电流下，也存在 1 kV 的电压，更何况雷电流与短路电流流经的弧光电阻更大，瞬变电压也更高。所以微小的电阻差别（如接触、压接、焊接等其电阻大小都有差别）就可能有很大电压差别。国家电网公司在《防止电力生产重大事故二十五项重点要求》^[1] 继电保护实施细则中明确指示“保护装置不能采用通过槽钢接地的接地方式”。就是充分重视二次回路的接地电阻微小差别，最有效的还是使干扰对地旁路，当然也是为了保证一点接地。

下面谈谈具体的接地方式。

3.6.1 互感器在控制室一点接地

国际大电网会议的调查材料表明，仪用互感器二

次回路宜在何处实施一点接地，并无一定的规定，但 IEEE 推荐在引入控制室的第一点（配电盘或保护屏）对二次回路实施接地，理由是应在最易遭受回路过电压威胁的点上对人员和联接设备提供最好的保护，而仪用互感器安装处附近实现接地，则主要是为了限制互感器二次线圈的电压应力，而距互感器若干距离外的控制室配电盘处，则可能因接地故障而引入明显过电压。由于试验与运行人员有更多的机会在配电盘上进行工作。所以，我国现行的继电保护规程中明确规定“接地点宜设在控制室内”。

互感器二次回路不允许多点接地，主要是由于若 PT 二次回路多点接地，当电网发生接地故障，变电站地电网通过很大的电流时，在控制室取得的相对电压中，将附加与接地电流成正比的开关场电位差的分量，因而引起故障相电压的严重畸变，造成保护继电器的误动或拒动。仪用互感器的二次回路只允许一点接地的另一个原因是为了在必要时便于临时断开和重接接地线，以检查二次回路的绝缘是否良好，以及在到互感器的二次回路中是否存在偶然的另一个接地点。

3.6.2 高频同轴电缆两端接地

根据运行经验，我们知道多次出现过收发信机内部损坏现象。通过在福建茆石变电站作倒闸操作试验，测试到进入高频通道的脉冲干扰其电压峰值达 500 V，频率约 20~200 kHz。+220 V 对地脉冲干扰，电压“+”峰值 300 V，“-”峰值 50 V。将收发信机通道地线在控制室屏上直接接地（开关场接地点拆除）则使 +200 V 对地“+”峰值电压为 0，“-”峰值仍为 50 V，从而改变了通道干扰电压水平。可见，收发信机通道接地线在控制室屏上接地是抑制脉冲干扰电压窜入的有效措施，降低了直流对地电位差，是非常必要的。

为保证室内收发信机安全，高频电缆室内一端外皮必须接地；同样室外结合滤波器二次与高频电缆外皮也必须接地。

3.6.3 敷设 100 mm² 铜导线与控制室接地铜网相连

高频同轴电缆的两端接地，使高频电缆的外皮流过杂散电流，破坏了同轴电缆电磁平衡，使之抑制共模干扰能力降低，在电流故障时干扰更强，有可能烧坏电缆和使干扰大量进入芯线造成收发信机损坏或停信、误动作。敷设 100 mm² 铜导线可减少干扰和地电位差，使干扰和地电位差产生的电流绝大部分从 100 mm² 铜导线中旁路。

为保证互感器二次回路的一点接地以及装置抗干扰及屏蔽的一点接地，保护屏均设有接地铜排，各种接地均通过螺丝压接于铜排上。另外在控制室

的下层(电缆夹层的上面)敷设有接地铜网。保护屏的接地铜排通过不小于 4 mm^2 的铜线(辫子线)接入铜网上。而铜网则在电缆夹层的入口处与变电站的主接地网进行可靠焊接。通过这些措施,保证一点接地。

3.6.4 装置本身的屏蔽接地

(a) 屏柜的屏蔽接地

微机保护一般采用柜体结构,为保证整个柜体的屏蔽作用,柜体的前后门必须通过导线联接于柜体的接地铜排上,通过铜网接地。

(b) 装置的箱体屏蔽接地

对于微机保护的箱体,各厂家材料可能不一样,但均应按前面所述屏蔽的要求制造。为保证可靠的屏蔽,各箱体均应通过导线接到柜体的接地铜排上,通过铜网接地。

(c) 装置本身的防干扰接地

装置本身的防干扰接地,主要是交流变换器中间屏蔽层及换流器铁芯的接地,其次是低通滤波回路的防干扰接地,再就是电流回路的防干扰滤波器的接地,这些接地均通过装置的接地端子接入柜体的接地铜排上,通过铜网接地。

3.6.5 关于 10 kV 馈线保护对反事故技术措施的落实

对于 110 kV 以上的系统的反事故技术措施,各级技术部门已反复下达,这里仅对 10 kV 馈线系统的防干扰技术措施提几点看法。由于 10 kV 馈线系统对反事故技术措施的落实不尽人意,因而其微机保护的损坏和死机现象较多,尤其是采取分散布置的综自站,为使微机保护不致受干扰损坏,应注意以下几点:

(a) 由于 10 kV 开关室无接地铜网,开关柜一

般是焊接于接地基础型钢上,必须保证焊接的可靠,即每处焊接部分必须为型钢宽度的2倍。同样,基础型钢与地网扁铁的焊接也应有地网扁铁宽度的2倍,且保证焊接的十分可靠。否则,应保证开关柜体与主接地网的可靠联接。

(b) 必须保证互感回路的接地,保证装置的内部接地,装置箱体的接地均牢靠地接入与接地型钢可靠焊接的柜体。

(c) 直流电源滤波器的接地线同样应牢固地接入接地柜体,并且电源滤波器的输入输出线应有较大的距离,切忌不可平行。电源滤波器的输出线应尽可能短。

(d) 敷设控制电缆的金属电缆桥架,必须可靠接地。

4 结论

本文主要针对株洲电网近年来在电气二次工作中遇到的实际典型事例,浅谈了二次回路抗干扰措施在株洲电网实际中的应用,系统阐述了干扰的分类及其防范。实践证明,这些方法是行之有效的,通过这些措施的落实,取得了良好的效果,基本解决了现场运行中微机保护的抗干扰问题,大大改善了微机保护运行的电磁环境。

参考文献

- [1] “防止电力生产重大事故的二十五项重点要求”继电保护实施细则[Z].

收稿日期: 2008-04-10; 修回日期: 2008-06-02

作者简介:

吴小忠(1974-),男,硕士,主要从事继电保护、通信及自动化专业技术管理。E-mail: yyangchen@126.com

(上接第73页 continued from page 73)

HE Li-min. Design of MCS-51 Monochip Application System[M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press,1990.

- [2] 汪洋.基于凌阳单片机的电压互感器二次压降全自动测量仪的研制[J].电测与仪表,2003.

WANG Yang. Development of Voltage Cross-inductor Secondary Voltage Drop Fully-automatic Measurement Device based on Sunplus Singlechip[J]. Electrical Measurement & Instrumentation,2003.

- [3] 王群,王兆安.时域中非正弦周期电流的分解及其各分量的测量[J].仪器仪表学报.

WANG Qun, WANG Zhao-an. Decomposition and Component-measurement of Periodic Non-sine Wave

Current in Time-domain[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument.

- [4] 肖大维. GSP的电压向量测量新方法及其应用[J]. 电子技术应用, 2005.

XIAO Da-xiong. New Measurement Method of GSP Voltage-vector and Its Application[J]. Application of Electronic Technique,2005.

收稿日期: 2008-07-23; 修回日期: 2008-07-30

作者简介:

赵富海(1966-),男,高级工程师,主要研究方向为电力系统自动化; E-mail:zhaofuhai2005@126.com

冯雷(1974-),男,工程师,主要研究方向为电力电子技术。