

电流互感器二次负载阻抗校核实例

孙茁,南春雷,梅纪东

(三门峡市电业局,河南 三门峡 472000)

摘要: 利用实例详细说明了用算法和测试法校核电流互感器二次负载阻抗的方法和过程,对两种校核结果进行了分析比较,找到了误差产生的主要原因,并说明了两种方法的适用范围和注意事项。

关键词: 电流互感器; 准确级; 负载阻抗; 校核

中图分类号: TM452 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2003)03-0070-03

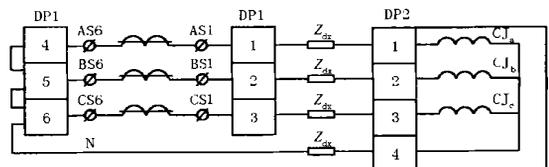
1 引言

在高压电网中,利用电流互感器把一次电流变换后通入电测仪表和继电保护装置中,以监视电网运行状态和及时切除电网故障。为保证运行参数的准确测量和继电保护装置正确动作,电流互感器必须满足一定的准确级要求。同时,电流互感器的一次电流在正常运行中不应超过其额定电流,在故障情况下不应超出与其额定准确限值系数相对应的电流值。电流互感器在标称的准确级下,有其对应的额定二次容量 S_{2e} (VA) 或额定二次负载阻抗 Z_{2e} (Ω),只有当二次实际阻抗 Z_2 满足 $0.2 Z_{2e} \leq Z_2 \leq Z_{2e}$ 时,电流互感器才能达到其标称的准确级。如果 $Z_2 > Z_{2e}$,则电流互感器实际的准确级就会低于其标称值,这将会影响电测仪表指示和电能计量的准确性,严重时可能会造成继电保护装置误动或拒动,甚至形成系统事故。因此,有必要校核电流互感器的二次实际负载阻抗值是否在允许范围内。

最近,我局新建一座 110 kV GIS(全封闭组合电器)变电站,其中用于主变差动保护的 110 kV 电流互感器主要技术参数为:变比 300.400.600/5 A,准确级 5P30,额定容量 20 VA。由此可计算出,该电流互感器额定二次负载阻抗为 $Z_{2e} = S/I_e^2 = 20/5^2 = 0.8 \Omega$ 。但电流互感器实际的二次负载阻抗是多大,能否满足准确级要求呢?我们采取计算和测试两种方法,对其进行了校核。以下是计算和测试的过程。

2 用算法确定电流互感器的最大二次负载阻抗

如图 1 所示,用于主变差动保护的电流互感器二次回路,从电流互感器的接线盒起,经断路器机构柜中的端子排后,再用电缆连接到差动保护柜。



DP₁—机构柜内端子排; DP₂—差动保护柜内端子排;
Z_{dx}—二次导线阻抗; CJ—差动继电器

图 1 主变差动保护 110 kV 侧交流电流回路示意图

Fig. 1 The AC current circuit on 110 kV side for main transformer differential protection

由于采用全封闭组合电器,一次设备到继电保护柜的距离较近,二次导线(电缆)全长约 25 m,采用截面为 4 mm² 的多股或单股铜芯线,这样可计算出导线阻抗为

$$Z_{dx} \quad R_{dx} = l/s = 1/57 \times 25/4 = 0.11$$

接触电阻 R_{jc} 取为 0.1 Ω 。

根据继电保护装置厂家提供的技术数据,差动继电器交流电流回路功率损耗不大于 0.8 VA/相,若取为 0.8 VA/相,则每相差动继电器的交流阻抗为

$$Z_l = S/I_e^2 = 0.8/5^2 = 0.032$$

式中 S 、 $I_e = 5A$,分别是差动继电器的功耗和额定电流。

当电流互感器和二次负载的接线方式一定时,在不同的短路形式下,电流互感器的二次负载是不同的。在三相电流互感器完全星接的情况下,当单相接地短路时,接地相的电流互感器二次负载阻抗最大,其值为

$$Z_2^{(1)} = 2 Z_{dx} + Z_l + R_{jc} =$$

$$2 \times 0.11 + 0.032 + 0.1 = 0.352$$

当相间短路和三相相对称短路时,电流互感器二次负载阻抗为

$$Z_2^{(2)} = Z_{dx} + Z_l + R_{jc} = 0.11 + 0.032 + 0.1 = 0.242$$

由这些计算结果可以看出,差动保护用电流互感器的实际二次负载阻抗是在其允许范围内的。

如果采用截面为 2.5 mm^2 的铜导线,则可计算出 $Z_{\text{dx}} = 0.175$, $Z_2^{(1)} = 0.482$, $Z_2^{(2)} = 0.307$,也是可以满足要求的。

3 用测试法确定电流互感器的最大二次负载阻抗

3.1 实测导线电阻和接触电阻

如图1所示,测试前先在GIS电流互感器的接线盒中,拆除三相电流互感器S1端子的引出线,在差动保护柜的端子排上把从电流互感器来的二次线短接,用数字式万用表的2 Ω电阻档实测每相S1端子的引出线和N端(实际为每相的S6端子)间的直阻,再实测每两个S1端子引出线间的直阻,其结果如下:

$$R_{\text{ASIN}} = R_{\text{BSIN}} = R_{\text{CSIN}} = 2 Z_{\text{dx}} + R_{\text{jcl}} = 0.4$$

$$R_{\text{ASI-BSI}} = R_{\text{BSI-CSI}} = R_{\text{CSI-ASI}} = 2 Z_{\text{dx}} + R_{\text{jcl2}} = 0.3$$

从这些测试数据可以看出,在被测回路同为两段导线的情况下,测得的阻值并不相同,这主要是因为两次测试回路中各连接导体接触面数量不同,也就是说接触电阻不同。利用上面已计算出的 Z_{dx} 的值,可计算出两次测试回路中接触电阻的值, $R_{\text{jcl}} = 0.18$, $R_{\text{jcl2}} = 0.08$ 。由此看到,接触电阻 R_{jcl} 的值甚至比导线电阻 Z_{dx} 还要大,两次测试仅接触电阻的差值就达0.1,基本上就等于 Z_{dx} 的值。因此,当电流互感器的二次回路距离较短时,接触电阻在其二次阻抗所占比重较大,其影响是绝对不能忽略的。

3.2 模拟不同短路方式,实测并计算电流互感器的最大二次负载阻抗

在差动保护柜上恢复电流回路正常接线,模拟单相接地短路,在三个相地回路中各通入5A电流,实测相应的外加电压,数据见表1。

表1 模拟单相接地短路的测试数据

Tab.1 Data of the mimic short-circuit single-phase earthing

通流回路	通入电流/A	通入电压/V
AN	5	2
BN	5	2
CN	5	2

由表1计算出单相接地短路时接地相的电流互感器所负担的二次负载阻抗为:

$$Z_2^{(1)} = U/I = 2/5 = 0.4$$

表2 模拟相间短路的测试数据

Tab.2 Data of the mimic short-circuit between lines

通流回路	通入电流/A	通入电压/V
AB	5	2.11
BC	5	2.15
CA	5	2.10

表2是模拟相间短路时的测试数据。因为相间短路时的二次负载是由两相电流互感器共同负担的,所以相间短路时每相电流互感器的负载阻抗应为实测计算值的一半。因此,若取实测的最大值来计算,则有

$$Z_2^{(2)} = 0.5 U/I = 0.5 \times 2.15/5 = 0.215$$

测试结果也表明,电流互感器的实际负载阻抗能够满足其准确级的要求。

4 两种方法所得负载阻抗值的分析

从以上采用两种方法所得到的电流互感器实际负载阻抗来看,与测试值相比,用算法求出的 $Z_2^{(1)}$ 值偏小, $Z_2^{(2)}$ 值偏大,这主要是因为算法中将两种短路方式下的接触电阻均取为0.1,而实际上经过测试和计算,已求得 $R_{\text{jcl}} = 0.18$, $R_{\text{jcl2}} = 0.08$,若用这些接触电阻的实际值对用算法求得的负载阻抗进行修正,则有

$$Z_2^{(1)} = 2 \times 0.11 + 0.032 + 0.18 = 0.432$$

$$Z_2^{(2)} = 0.11 + 0.032 + 0.08 = 0.222$$

这样计算值就与测试值比较接近了。表3给出了用算法法和测试法所求得数据的对比情况。

表3 算法法和测试法数据对比

Tab.3 Compare data of calculation and measurement

算法	测试法		
	计算值	实测值	实测计算值 ($Z = U/I$)
$Z_2^{(1)} = 0.352$	$2 Z_{\text{dx}} + R_{\text{jcl}} = 0.4$		
$Z_2^{(2)} = 0.242$	$2 Z_{\text{dx}} + R_{\text{jcl2}} = 0.3$		
实测后修正 计算值		实测计算值	$Z_2^{(1)} = 0.4$ $Z_2^{(2)} = 0.215$
$Z_2^{(1)} = 0.432$		$R_{\text{jcl}} = 0.18$	
$Z_2^{(2)} = 0.222$		$R_{\text{jcl2}} = 0.08$	

从表3可以看到,通过测试计算出的电流互感器实际负载阻抗有的与实测所得到的二次回路导线电阻(含接触电阻)相等,这是为什么呢?这一方面是因为差动继电器的交流阻抗非常小,与导线电阻和接触电阻相差一个数量级,它在整个二次负载阻

抗中所占的比例相当小,它所产生的压降之小甚至可以忽略不计;另一方面,测试仪表的准确级、仪表的使用和数据获得的方法(直接测得还是经测试后计算求得)等对计算数据造成的影响也是不能忽略的。在测试导线电阻(含接触电阻)时,我们用的是数字式万用表的电阻档,直接显示出测量结果。而通过测试 U 和 I 在计算出二次负载阻抗值时,要同时采用电压表和电流表进行测量,电流表用的是继电保护校验装置中的数字式电流表,测电压用的是满刻度为 10V 的指针式交流电压表。一般来说,数字式表计的准确级较高,指针式表计的准确级较低。同时,因被测电压较低,指针示数在起始值附近,测试精度又要打折扣,若考虑到读数时也存在一定偏差。这样,通过测量计算出来的数据就会产生一些误差。但即使是按照计算和测试所得到的最严重的情况来看,二次负载阻抗也是可以满足要求的。

5 结论

(1) 为保证电流互感器按标称的准确级工作,有必要对其二次负载阻抗进行校核,校核可采用计算和测试两种方法。计算法适用于在设计阶段选择电流互感器参数时采用,测试法用于对在装的电流互感器容量进行校核。

(2) 由于微机保护装置交流电流回路的功耗也可以说是交流阻抗非常小,因此在选用微机保护的

情况下,电流互感器的负载阻抗主要是二次回路中导线的电阻和接触电阻,这一点与以前的电磁式保护装置有很大不同,在设计中根据负载阻抗选择电流互感器参数时应考虑到。

(3) 当电流互感器二次回路电缆较短时,接触电阻可能和导线阻抗为同一数量级,甚至大于导线阻抗值,这在设计中应引起注意。

(4) 利用计算和测试两种方法对我局新建变电站的电流互感器二次负载阻抗进行校核,结果表明:其实际二次负载阻抗在允许范围之内,是完全能够保证 5P30 的准确级的。

参考文献:

- [1] 刘从爱. 互感器与相序过滤器[M]. 北京:水利电力出版社,1991.
- [2] 全国变压器标准化技术委员会. GB1208-87 电流互感器[S]. 北京:中国标准出版社,1987.

收稿日期: 2002-08-19

作者简介:

孙 茁(1955 -),男,高级工程师,长期从事地区电网运行技术和管理工作的;

南春雷(1967 -),男,高级工程师,从事继电保护运行维护和技术管理工作;

梅纪东(1976 -),男,助理工程师,从事继电保护装置运行维护工作。

The actual example for verifying secondary loaded impedance of the current transformer

SUN Zhuo, NAN Chunlei, MEI Jidong

(Sanmenxia Electric Power Bureau, Sanmenxia 472000, China)

Abstract: The paper describes the method and process of determining the current transformer's secondary loaded impedance by calculation and measurement. The scope of application of both methods is given after comparing the results and analyzing the reasons of tolerance.

Key words: current transformer; accuracy grade; loaded impedance; verify

2005 年福建省电网将大范围实现双回路

记者从福建省电力有限公司 2003 年工作会议上获悉:2003 年,福建省电力部门将投入 22.5 亿元进行电网建设与改造,力争 2005 年在福建省建成现代化电网。现代化电网建成后,最直接的好处就是停电的次数将大大减少。

据了解,未来 3 到 5 年,福建省电力部门将在闽东南沿海发达地区建成 2~3 回路坚强的 500 千伏主网架“大通道”结构的基础上,向三明、南平、龙岩内陆地区延伸。北部形成福州、宁德、南平、三明、水口电站环网结构,西部辐射至龙岩;结合全国联网规划,进一步加强与华东电网的联络;各电厂根据其在系统中的作用,分别接入不同层次网架;各级电网相互配合和衔接,一次系统和二次系统协调发展,使电网结构清晰、合理,实现分层分区运行,确保电力送得进、落得下、用得上。

据预测,随着经济的迅速发展,2005 年福建省用电量将达到 650 亿千瓦时,比 2002 年增长 30% 左右,现代化电网的建成将能够满足福建省经济建设对用电量的需求。