

厂用系统保护 CT 配置探讨

郭玉恒¹, 宋好凤², 蒋文林³

(1. 二滩水电厂, 四川 攀枝花 617000; 2. 河南金龙精密铜管股份有限公司, 河南 新乡 453000;

3. 攀枝花学院电气信息工程系, 四川 攀枝花 617000)

摘要: 根据二滩电厂 5# 机组厂高变高低压侧 CT 的二次负载阻抗和比值误差, 分析二滩电厂厂高变误动的原因, 同时提出厂用系统 CT 配置的建议。

关键词: 厂高变; 差动保护; 二次负载阻抗; 比值误差; CT 变比

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2003)05-0056-03

1 概述

随着电力系统的发展, 单机容量越来越大, 对厂用系统的要求变得越来越高, 往往一台厂高变带许多小厂用变, 而厂用变的空载合闸和辅助设备电动机的启动必给厂高变带来较大的穿越性涌流, 这些涌流是引起 CT 饱和而造成差动保护误动的因素。因此, 为了防止保护误动, 必须考虑厂高变差动保护 CT 的配置。

按常规, 厂高变高低压侧 CT 变比配置, 是按厂高变额定容量计算出的电流值选择变比, 其实这是不符合实际的。因为 CT 一次额定电流小, 相对允许流过的一次电流倍数也就小。在实际中, 短路电流远远超过允许的电流倍数, 加上短路时, 短路电流中含有一定幅值的非周期分量, 短路电流在时间轴上向一侧偏移, 使电流互感器铁芯的磁密很快达到饱和值。此时励磁阻抗急剧下降, 励磁电流大大增加, 而电流互感器的二次电流大大减少, 电流波形出现严重畸变。二次电流波形的畸变对继电保护的工作带来很大的影响, 使继电保护的动作时间延长, 保护范围缩短, 或使继电保护发生误动。

2 电流互感器二次负载阻抗和比值误差分析

现在以二滩电厂为例进行探讨。二滩电厂厂用系统接线图如图 1 所示。

二滩电厂从首机发电运行到现在, 厂高变差动保护误动过 3 次, 每次动作都是在厂高变的下级厂用电切换时动作。动作后检查一次设备无故障, 保护装置和回路没问题。那多次误动的原因是什么呢? 现我们以 5# 厂高变为研究对象, 测量数据见表 1。

(1) 电流互感器的等值电路

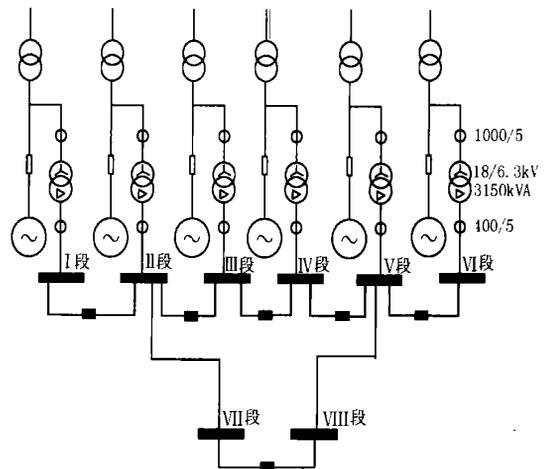


图 1 厂用系统接线图

Fig. 1 Connection diagram of station service system

各参数符号意义为:

I_1 、 Z_1 为归算到二次侧的一次电流和归算到二次侧的一次线圈阻抗;

I_μ 、 Z_μ 为励磁电流和励磁阻抗;

I_2 、 Z_2 为二次电流和二次线圈阻抗;

E_2 、 Z_L 为感应的电势和二次负载阻抗。

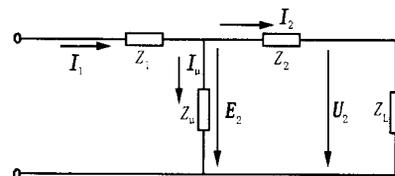


图 2 电流互感器等值电路

Fig. 2 Equivalent circuit of current transformer

(2) 二次负载阻抗分析

假设厂高变高低压侧的 CT 比值误差达到

10%,那励磁电流 I_{μ} 占一次电流 I_1 的 10%,二次电流 I_2 为一次电流的 90%, $I_2 = 0.9I_1/N$ (N 为 CT 变比),励磁电流 $I_{\mu} = 0.1I_1/N$ 。二滩电厂厂高变高低压侧 CT 二次电流为 5 A,假如流入的一次电流为 CT 一次电流的 m 倍时: $I_1 = 5mN$,将该式代入上面的励磁电流公式中得 $m = (I_1/5) * N = 2 I_{\mu}$ 。由电流

互感器等值电路可得 $Z_2 + Z_L = E_2/I_2 = E_2/(0.9 * I_1/N)$,由此可得: $Z_L = (E_2/9 I_{\mu}) - Z_2$ 。高压侧 CT 参数为 $Z_2 = 1.2$, $Z_L = 0.9$,CT 变比 1000/5,低压侧 CT 参数为 $Z_L = 2.2$,CT 变比 400/5,容量为 30 VA,由于不知 CT 二次绕组阻抗,假设取 0.5。

表 1 5# 厂高变高低压侧 CT10%误差计算表

Tab.1 Calculation table of 10% error on the CT of high ang low voltage side of No 5 station service transformer

序号	高压侧 CT:1000/5					低压侧 CT:400/5				
	测量值		计算值			测量值		计算值		
	I_{μ}/A	U_2/V	E_2/V	$Z_L/$	m	I_{μ}/A	U_2/V	E_2/V	$Z_L/$	m
1	0.01	4.4	4.388	47.6	0.02	0.1	63	62.88	69.37	0.2
2	0.02	8.53	8.506	46.1	0.04	0.2	72.9	72.66	39.87	0.4
3	0.03	17.1	17.06	62	0.06	0.3	77.3	76.94	28	0.6
4	0.04	28.9	28.84	78.9	0.08	0.4	80.6	80.12	21.76	0.8
5	0.05	42	41.94	92	0.1	0.5	82.8	82.2	17.77	1
6	0.06	58.1	58.03	106	0.12	0.6	84.2	83.48	14.96	1.2
7	0.07	72.3	72.22	113	0.14	0.7	85.3	84.46	12.91	1.4
8	0.08	85.2	85.1	117	0.16	0.8	85.9	84.94	11.3	1.6
9	0.09	95.4	95.29	116	0.18	0.9	86.6	85.52	10.058	1.8
10	0.1	102	101.5	112	0.2	1	86.9	85.7	9.022	2
11	0.15	116	115.4	84.3	0.3	1.5	88.4	86.6	5.915	3
12	0.2	120	120.1	65.5	0.4	2	89.4	87	4.333	4
13	0.25	123	123.1	53.5	0.5	2.5	90.2	87.2	3.376	5
14	0.3	126	125.4	45.3	0.6	3	90.8	87.2	2.73	6
15	0.35	127	126.8	39	0.7	3.5	91.3	87.1	2.265	7
16	0.4	129	128.7	34.6	0.8	4	91.7	86.9	1.914	8
17	0.45	131	130.3	31	0.9	4.5	92	86.6	1.638	9
18	0.5	132	131.7	28.1	1	5	92.3	86.3	1.418	10
19	0.6	135	134.7	23.7	1.2	6	92.4	85.2	1.078	12
20	0.7	139	137.7	20.7	1.4	7	92.8	84.4	0.84	14
21	0.8	141	139.7	18.2	1.6	8	93.1	83.5	0.66	16
22	0.9	143	142.1	16.3	1.8	9	93.3	82.5	0.519	18
23	1	145	144.2	14.8	2	10	93	81	0.4	20

备注:以上数据均为一次系统开路,从二次线圈加电压所测得。各种符号意义为: I_{μ} 为励磁电流; U_2 为二次侧的端子电压; E_2 为由磁通感应的电势; Z_L 为负载阻抗; m 为电流倍数。以下相同。

二滩电厂厂高变阻抗电压为 8%。当低压侧发生三相短路时,高压侧流过的短路电流为: $I_d = 3150/(1.732 \times 18) \times 1/0.08 = 1262.9$ A,是高压侧 CT 一次电流的 1.2629 倍;低压侧流过的短路电流为:

$I_d = 3150/(1.732 \times 6.3) \times 1/0.08 = 3608$ A,是低压侧 CT 一次电流的 9 倍。根据电流倍数,从表 1 分别查出高、低压侧允许二次负载阻抗。高压侧允许二次负载阻抗为 23.74,实测为 0.9,满足要求;低压

侧允许二次负载阻抗为 1.638 ,实测为 2.2 ,不能满足要求。

(3) 比值误差分析

用伏安特性曲线法分别校验高低压侧比值误差。仍以区外 6 kV 母线发生三相短路进行计算。电流互感器 $E_2 = I_2 (Z_2 + Z_L + R)$, 其中 R 是回路中的接触电阻,取 0.1 。

a) 高压侧

当 6 kV 母线发生短路时,高压侧二次电流 $I_2^{(1)} = I_1/N = 1262.9/(1000/5) = 6.3 \text{ A}$, $E_2 = I_2^{(1)} (Z_2 + Z_L + R) = 6.3 \times (0.9 + 1.2 + 0.1) = 13.86 \text{ V}$,从表 1 可查出励磁电流 $I_\mu^{(1)}$ 大约为 0.025 A, $I_2^{(2)} = I_2^{(1)} - I_\mu^{(1)} = 6.3 - 0.025 = 6.275 \text{ A}$,再将 $I_2^{(2)}$ 代入 E_2 公式求得 $E_2^{(2)} = 6.275 \times 2.2 = 13.81 \text{ V}$,从表 1 中查得励磁电流 $I_\mu^{(2)}$ $I_\mu^{(1)}$,所以不再往下求,高压侧电流互感器比值误差 为

$$\begin{aligned} (\%) &= I_\mu / I_2 * 100 \% = 0.025/6.3 = \\ &0.4 \% < 1 \% \end{aligned}$$

b) 低压侧

当 6 kV 母线发生短路时,低压侧二次电流 $I_2^{(1)} = I_1/N = 3608/(400/5) = 45.1 \text{ A}$, $E_2 = I_2^{(1)} (Z_2 + Z_L + R) = 45.1 \times (0.5 + 2.2 + 0.1) = 126.28 \text{ V}$,从表 1 查出励磁电流远大于 10 A,现在我们就以 10 A 计算低压侧比值误差,低压侧电流互感器比值误差 为

$$(\%) = I_\mu / I_2 * 100 \% = 10/45.1 = 22 \% \gg 1 \%$$

况且是以 10 A 进行计算,如以 126.28 V 对应的励磁电流计算,比值误差更大。

3 结论

由以上计算的数据分析可得,二滩电厂厂高变

差动保护多次误动的原因是:低压侧 CT 变比选小了,容量也选小了,使 CT 比值误差和允许二次负载阻抗远远超过要求。所以造成切换厂用电时,流过厂高变低压侧的励磁电流使 CT 严重饱和,变换到二次侧的电流比较小,与高压侧的二次电流形成比较大的差值,从而引起厂高变差动保护误动。现阶段的解决办法:提高厂高变差动保护定值。

鉴于我厂由于厂高变 CT 配置不合理,多次切换厂用电引起误动,建议厂用系统保护所用 CT 一次电流不能按被保护设备的额定电流选择,但也不能按短路电流选择,应按额定电流 2~3 倍来选择,容量按二次电缆电阻加设备电阻选择。这样的好处有:可以减少不平衡电流,防止差动保护误动;对厂用系统馈线的电流保护来说,可以减小保护定值整定。二滩电厂厂用系统馈线保护 CT 变比也是按额定电流选择的,在整定电流速断时,定值整定得十分高,达到了上百安,而保护装置无法整定,只好按装置最大范围整定。定值整定过高,保护装置精度无法满足,校验保护装置也无法用仪器校验,给事故分析和维护带来许多不便。

参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,1997.

收稿日期: 2002-08-09; 修回日期: 2002-09-28

作者简介:

郭玉恒(1972-),男,保护专责工程师,从事继电保护工作;

宋好凤(1968-),女,工程师,从事电气自动化工作;

蒋文林(1963-),男,讲师,从事电气运行和控制教学研究工

Discussion on protective CT configuration for station power supply system

GUO Yu-heng¹, SONG Hao-feng², JIANG Wen-lin³

(1. Ertan Hydropower plant, Panzhihua 617000, China; 2. Jinlong Fine Copper Tube Co. Ltd., Xinxiang 453000, China;

3. Information and Electric Engineering Department of Panzhihua Academy, Panzhihua 617000, China)

Abstract: According to secondary load impedance and ratio error of CT of 5 # unit station-using transformer of Ertan Hydropower plant, analyze the maloperation s cause of transformer differential protection. Some advices are given on the arrangement of the protective CTs as well.

Key words: high voltage transformer; differential protection; secondary load-impedance; ratio error; CT ratio