

因氧化锌避雷器选型不当而使 PT 烧坏的事故分析

许军进

(仪征化纤股份有限公司生产部电力调度室, 江苏 仪征 211400)

摘要: 对仪化公司电力系统 2003 年 1 月 11 日总降 #3 接地变中性点 PT 烧毁所发生的事故, 分析电压互感器烧毁可能发生的几种情况, 最终分析指出事故产生的原因是由于中性点避雷器的选型不当, 由过电压造成电压互感器烧毁所致, 并提出改进意见。

关键词: 电压互感器; 消弧线圈; 单相接地; 中性点; 避雷器

中图分类号: TM451 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2004)10-0073-02

1 情况简介

2003 年元月 11 日 16:53, 因施工人员把钢钎误打到总净 C129 电缆线上, 造成总降 10 kV 段 C 相永久性金属接地, 其余两相对地电压升高至线电压, 同时总降 #3 接地变中性点电压互感器爆炸起火。拉开 129 线路后, 系统接地现象消失, 系统转为正常。总降 10 kV 段一次系统图如图 1。

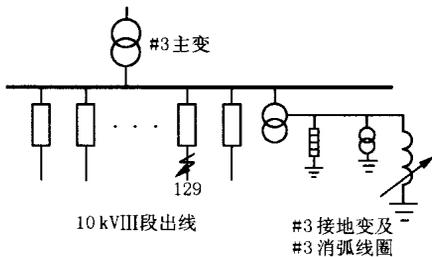


图 1 一次系统图

Fig. 1 Diagram of primary power system

2 系统简介

总降系统为中性点经消弧线圈接地系统, 10 kV 段母线出线均为电缆出线, 系统采用过补偿方式, 中性点设备一次接线简图如图 2。

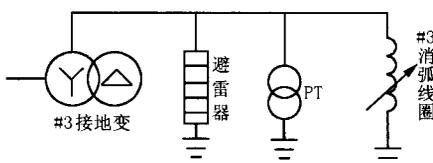


图 2 中性点设备一次接线简图

Fig. 2 Primary wiring diagram of the equipment with neutral points

其中电压互感器为 JDI - 6 型, 额定电压比为 6 000/100, 最大额定输出为 200 VA; 避雷器采用

HY5WZ - 17/45 型, 是金属氧化锌避雷器, 额定电压 17 kV, 持续运行电压 13.6 kV; #3 消弧线圈当时运行于 4 档, 电感电流为 $I_L = 49.5$ A, 10 kV 段母线及出线总电容电流为 $I_C = 40.43$ A。

3 事故原因分析

事故发生后, 到总降事故现场进行勘查, #3 接地变中性点电压互感器油箱、铁心变形掉落在安装点的地面, 根据事故现场诊断, 认为电压互感器是因高温导致过热膨胀而爆裂的可能性很大。而电压互感器产生高温的最根本原因是过电流 (含内部短路), 下面就对其进行具体分析。

1) 由于电压互感器的二次负载过大也会造成电压互感器线圈因过流发热烧毁。本文中所述电压互感器的作用仅是用来测量和监视中性点的位移电压, 其二次负荷极小, 故不可能因其二次负荷过载, 造成电压互感器的一、二次电流增大, 超过额定值, 造成电压互感器内部绕组发热增加, 因发热膨胀爆裂。

2) 电压互感器二次侧发生短路也会造成电压互感器线圈因过流发热烧毁。系统发生单相接地时, 中性点电压为 $1/\sqrt{3}$ 线电压, 施加在电压互感器一次侧, 这时若电压互感器二次侧发生短路, 在其一次侧就会产生其额定电流十几倍的电流, 这足以导致电压互感器过流发热烧毁, 后对其二次侧进行了仔细检查, 没有发现二次短路, 所以这种情况又予以排除了。

3) 系统的铁磁谐振引起的过电压会造成电压互感器线圈因过流发热烧毁。消弧线圈网络在全补偿运行状态 (脱谐度 = 0), 当发生单相接地, 网络中出现零序电压时, 便发生消弧线圈与导线对地电容的串联谐振。一般线路的阻尼率不超过 5%。因

此,这种谐振将会使中性点位移达到 $0.5 U_{xg}$,其过电压值不高,消除这种谐振可以采用欠补偿或过补偿运行的方法^[3]。而总降正是采用过补偿运行的方法,符合国家对经消弧线圈接地的系统的补偿要求,也符合我公司对电力系统补偿的要求(总降为 510 A),能有效控制这种过电压。

4) 系统发生单相接地时出现同期性熄灭和重燃的间歇电弧,引起中性点对地的接地过电压可能达到数倍相电压,造成电压互感器线圈因过电流而烧毁。总降系统采用中性点经消弧线圈接地,为过补偿方式,系统发生单相接地时,理论上它能很好地使电弧自熄,降低弧隙恢复电压的上升速度,但从暂态过渡到稳态是非常复杂的过程,大体如下,接地残流远不是在电流第一次通过零点时就能熄灭的,有时电弧可存在几秒钟之久。这是因为熄弧后经过半个拍振周期,由于恢复电压幅值达到最大(接近 $2U_m$)而往往再度发生击穿,此时在非故障相上所产生的过电压就和中性点没有消弧线圈时相仿了。在某些情况下,消弧线圈的存在甚至可使电弧接地过电压升高,这是因为从暂时熄弧的瞬间到恢复电压最大值这段时间较长,这就增加了原来电弧通道的游离时间,因而就更加可能使原电弧在恢复电压最大这一最不利时刻发生击穿,而且消弧线圈的存在使接地电弧在通过高频振荡电流的零点时暂时熄灭的可能性增大,这也使过电压增大。有消弧线圈时电弧接地过电压的值在调谐良好的情况下,最大过电压非故障相为 $2U_{xg}$;在严重过补偿时 $[\quad = - (3.7 \sim 13.1)]$,非故障相为 $4.5 U_{xg}$,故障相为 $4.37 U_{xg}$,中性点为 $2.75 U_{xg}$,即分别比无消弧线圈时要高,而在稳定电弧接地和金属性接地阶段,其过电压值最大可达 $2.3 U_{xg}$ ^[2]。《中华人民共和国电力行业标准交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》标准中也提出 66 kV 及以下系统发生单相间歇性电弧接地故障时,会产生过电压,过电压的高低因接地方式不同而异,对消弧线圈接地系统其过电压倍数最大达到系统电压的 3.2 倍^[1]。

经以上分析可知,电力系统单相接地时产生的过电压足以使电压互感器因过电压而烧毁,故在设计时,在中性点加装避雷器以限制过电压,金属氧化物避雷器具有优异的非线性伏安特性,残压随冲击电流波头时间的变化特性平稳,陡坡响应特性好,没有间隙的击穿特性和灭弧问题。对此种避雷器的选择也有严格的规定,必须符合电力系统的有关标准,其持续运行电压 U_{by} 要大于等于中性点正常最高位

移电压 U_{xg} 的 5% ~ 10%,由前面可知 $U_{xg} = 6 \text{ kV}$,则 U_{by} 可取 6.6 kV,避雷器的额定电压 $1.25 U_{by}$,GB11023 - 89《交流无间隙金属氧化物避雷器》规定避雷器的直流 1 mA 参考电压为额定电压峰值的 1.21.4 倍,综合考虑可选 $U_{be} = 10 \text{ kV}$ 值^[4]。但在事故发生前,此避雷器额定电压 17 kV,持续运行电压 13.6 kV,而电压互感器的额定电压为 6 kV,当产生的过电压值达到电压互感器的 2.75 倍即 16.5 kV 时,此避雷器还不能正确动作,从而造成电压互感器因过电压在其一次侧产生大的电流而烧毁,这就是此次事故发生的根本原因。

4 结论

由于中性点避雷器选型不当直接导致了此次总降 #3 接地变中性点电压互感器烧毁事故,故对此避雷器应重新正确选择。后经供电所抢修,更换了一只新的金属氧化物避雷器,型号是 YH5WZ - 10/27,额定电压为 10 kV,持续运行电压 8 kV,雷电冲击电流残压 27 kV,参考电压 17 kV;这样其电压等级由 17 kV 降低到正常值 10 kV,投入运行后至今,运行状况一直良好。

参考文献:

- [1] DL/T620-1997,电力行业标准交流电气装置的过电压保护和绝缘配合(Over Voltage Protection and Insulator Coordination of Standard Alternative Current Installation in Power System) [S].
- [2] 解广润(XIE Guang-run). 电力系统过电压(Over Voltage in Power System) [M]. 北京:水利电力出版社(Beijing: Hydraulic and Electric Power Press),1985.
- [3] 李福寿(LI Fu-shou). 中性点非有效接地电网的运行(The Run of Power Net with the Neutral Point Indirectly Earthed) [M]. 北京:水利电力出版社(Beijing: Hydraulic and Electric Power Press),1993.
- [4] 许颖(XU Ying). 交流电力系统用的金属氧化物避雷器和过电压保护及绝缘配合(Metallic Oxide Lightning Arrester and Over Voltage Protection with Insulator Coordination in AC Power System) [M]. 北京:中国电力科学研究院(Beijing:China Electric Power Research Institute),1997.

收稿日期: 2003-08-25; 修回日期: 2003-11-11

作者简介:

许军进(1974-),男,大专,工程师,从事电力生产调度工作。

(下转第 76 页 continued on page 76)

理。在本设计中用 FPGA 进行此项处理,原理见图 2。按键的振荡时间最大为 10 ms,10 ms 以上的采样周期 2 次一致时可以判断按键的按下与松开。

表 1 芯片的管脚功能概要

Tab. 1 Pin function description of IIC

芯片	管脚	名字	功能
MAX629	1	SHDN	低有效。输入逻辑低信号使得该芯片进入节能方式
	2	POL	极性输入。接地,芯片输出为正输出;接 V_{CC} ,输出为负
	3	REF	1.25 V 参考电压输出
	4	FB	反馈输入。为了调整输出电压
	5	ISSET	限流设置输入。接 V_{CC} LX 限流为 500 mA;接地 LX 限流为 250 mA
	6	GND	地
	7	LX	内部 N 沟道 DMOS
	8	V_{CC}	电源
DS1669	1	RH	电位器高端
	2	UC	向 RH 滑动控制端
	3	D	数字输入
	4	RL	电位器低端
	5	V-	电压输入
	6	RW	电位计的滑动端
	7	DC	向 RL 滑动控制端
	8	V+	电压输入

3 结语

结合当今继电保护的 MMI 亮度调整所存在的问题,介绍了一种实用的数字式亮度调整电路,该方案在许继日立的 ID 系列硬件中得到了验证,获得了成功,得到了设计、工程使用者的好评,该电路大大提高了亮度调节效率,并方便了我们和用户的使用。

参考文献:

- [1] 28V, Low-power High voltage, Boost or Inverting DC - DC Converter [MAX629] [EB/OL]. <http://www.maxim-ic.com>, 1997.
- [2] Dallastat TM Electronic Digital Rheostat [DS1669]. <http://www.dalseni.com>, 1999.

收稿日期: 2003-08-06; 修回日期: 2004-02-06

作者简介:

王尔玺(1974 -),男,硕士研究生,从事硬件设计工作;
田志国(1972 -),男,工程师,硕士研究生,从事电力系统微机保护产品研究工作;
张道峰(1969 -),男,工程师,从事电力系统微机保护产品研究工作。

A practical digital circuit for brightness adjusting

WANG Er-xi, TIAN Zhi-guo, ZHANG Dao-feng

(Xi Hitachi Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China)

Abstract: This paper analyses the modes of brightness adjusting of MMI in relay protection, with its existing problems, such as inconvenient adjusting, low precision and automation, varying with time and temperature changing, needing screwdriver when adjusting. To these problems, a practical digital circuit for brightness adjusting is introduced, and its advantages, principle and caution are illustrated, too.

Key words: MMI (man machine interface); brightness adjusting; digital circuit

(上接第 74 页 continued from page 74)

Analysis of the accident of burning down potential transformer due to unsuitable model selection of zinc oxide arrester

XU Jur-jin

(Production Department, Yizheng Chemical Fibre Company, Yizheng 211400, China)

Abstract: An analysis is made on the burning out of No. 3 ground potential transformer with neutral points in the power system of Yizheng Chemical Fibre Company occurred on January 11th, 2003, and several possible causes are put forward. The final conclusion indicates that the accident is caused by unsuitable model selection of zinc oxide arrester with neutral points and the overloading voltage, which led to burning down potential transformer. Furthermore, improving measures are also proposed to effectively avoid the sort of accidents in this paper.

Key words: potential transformer (PT); arc-extinction coil; single-phase ground; neutral points; lightning arrester