

35 kV 母线TV 高压熔断器异常现象

温选尧¹, 龙海莲², 余强³, 曾奕²

(1. 四川电力职业技术学院, 四川 成都 610072;

2. 四川电力试验研究院, 四川 成都 610072; 3. 自贡电力局, 四川 自贡 643010)

摘要:通过对一起 35 kV 中性点不接地系统母线电压互感器高压熔断器一相(二相)熔断后电压异常的实例现象分析,找出其原因,有利于发生类似故障时运行人员能够准确及时的判断处理,防止长期未发现故障使电压互感器损坏。

关键词:中性点不接地系统;TV 高压保险熔断不发信;原因分析

Abstract: The abnormal voltage of 35kV isolated neutral system is analyzed after the phase I (phase II) of its busbar TV high-voltage fuse is fused, and then the causes are found out, which not only can help the operator determine the similar faults accurately in time, but can help to prevent the undetected faults damaging the potential transformer.

Key words: isolated neutral system; TV high-voltage fuse fusing without signal; cause analysis.

中图分类号:TM563 文献标识码:B 文章编号:1003-6954(2008)02-0047-04

1 电压互感器的接线及所接消谐器

1.1 35 kV 电压互感器的接线

110 kV 莲花寺变电站 35 kV 母线电压互感器采用三个 JDJJ-35 型单相电压互感器组成的互感器组,接线为 $Y_0/Y_0/\Delta$, 供 35 kV 母线上各开关的保护、表计及母线电压表、绝缘监察装置负荷,在开口三角形加有 XZ 消谐装置,型号为 FXG-25,接线如图 1 所示(单个电压互感器电压比为 $\frac{35}{\sqrt{3}}/\frac{0.1}{\sqrt{3}}/\frac{0.1}{3}$ kV)。

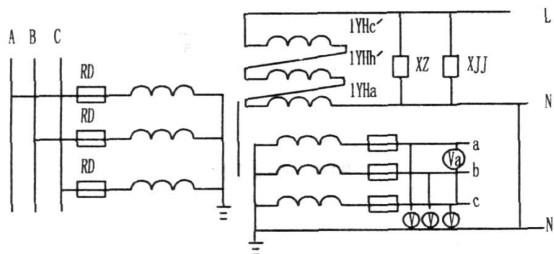


图1 110 kV 莲花寺变电站 35 kV 电压互感器接线图

X_Z ——消谐器; X_{JJ} ——绝缘监察继电器; V_a 、 V_b 、

V_c ——绝缘监察表; V_{ac} ——35 kV 母线电压表。

1.2 FXG-25 消谐器的内部原理及消谐机理

FXG-25 消谐器由消谐管、鉴频继电器和鉴频电抗器组成其原理接线如图 2 所示。

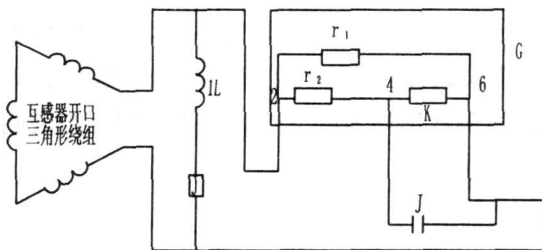


图2 FXG-25 消谐器原理接线图

图中 G 为消谐管, 2、4、6 为消谐管引出线, J 为鉴频继电器, L 为鉴频电抗器, 消谐管的 2、6 引出线跨接在电压互感器开口三角形上, 4、6 端鉴频继电器 J 常开接点相连, 双金属簧片 K 并接, 电网正常运行时, 开口三角形两端电压不大于 3 V, 消谐管处于不工作状态, 为一个低于 1Ω 的电阻, 即 $R_0 = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$, 当电网产生电磁谐振将被 R_0 所抑制而不能激发起来, 即消谐管的低值电阻 R_0 足以消谐, 如果电网发生单相接地, 开口三角电压达 100 V 以上, r_1 、 r_2 的幅射热和流经 K 的热电流所产生的热量, 将接点 K 断开, 使消

表1 35 kV 母线TV 加有消谐管C 相及 B、C 高压保险熔断后电压情况

(单位:V)

故障性质	相 别						
	A	B	C	AB	BC	CA	LN
C 相熔断	59.3	60.8	59.6	104.9	106.3	103.4	0.03
B、C 相熔断	59.7	29.6	29.4	90	0.03	89.3	0.03

表2 35 kV 母线TV 取下有消谐管后 C 相及 B、C 高压保险熔断的电压情况

(单位:V)

故障性质	相 别						
	A	B	C	AB	BC	CA	LN
C 相熔断	59.6	61.1	0.9	104.9	60	59.8	35.4
B、C 相熔断	59.7	0.7	0	59.4	0	59.8	34.3

谐管的总阻值增大,使绝缘监察继电器可靠动作,K 是一个用双金属片压成的热动元件,具有反时阻特性(电压高时启动快,电压低时启动慢)抗干扰能力强,因此正常运行时由于消谐管处于不工作的冷态,为一个低于 1Ω 的电阻,故相当于将电压互感器开口三角形短接。

1.3 实验数据

通过认真分析及反复实验最后认为此异常现象是由 FXG-25 消谐器的消谐管引起,取下消谐管后此异常消失,表计及信号能正确反应;实验数据见表1、表2(所测数据均为取下二次保险后用万用表测得的二次电压)。

2 不发信和电压指示异常

110 kV 莲花寺变电站电压互感器高压侧熔断器熔断后不发信和电压指示异常的现象分析。

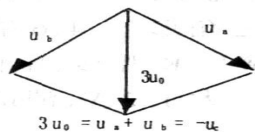


图3 保险熔断时电流电压相量图

2.1 一相高压保险熔断

在一相高压熔断器熔断时,开口三角形会出现三倍零序电压 $3u_0$,因开口三角形在正常情况下 $3u_0 =$

$u_a + u_b + u_c$,当熔断一相如 C 相熔断剩下的 u_a, u_b 为正常相电压, $3u_0$ 为 u_a, u_b 的相量和如图4、图5所示。

$3u_0$ 即为 $-u_c$ 根据参数大约 33 V ,此电压不足以激发消谐管的双金属片 K,消谐管为一个低于 1Ω 的电阻,此时图4可以等效为图5。

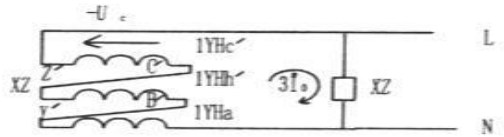


图4 高压保险熔断时等值电路图

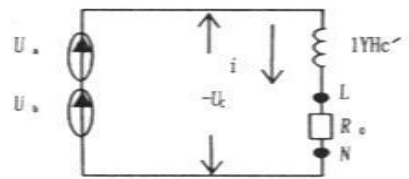


图5 等效图

此时 R_0 为一个低于 1Ω 的电阻,因此开口三角形外部两端实测电压为 0.03 V (L、N 两端),但 $3u_0$ 即为 $-u_c$ 加在 $1YH_c$ 绕组上,绕组里就有激磁电流 i (实测电流有 0.31 A),在 C 相 TV 铁芯上产生磁通 Φ_m ,故在二次绕组感应出电势,如图6、图7所示。

二次绕组感应出电势的大小由开口三角形绕组

与二次绕组的线圈匝数比即电压比确定(电压比为 $\frac{0.1}{3} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} \text{kV}$)。由于励磁电流 i 与磁通 ϕ_m 同相滞后 $3u_0(-u_c)90^\circ$, 二次绕组感应电势 U_{c2} 又滞后 $\phi_m 90^\circ$, 故二次绕组感应电势 U_{c2} 与 C 相高压熔断器没有熔断时同相且大小几乎相等。

因此 C 相高压熔断器熔断后, C 相二次绕组实测电压还有 59.6 V, u_{ac} 电压为 103.4 V。

2.2 两相高压保险熔断

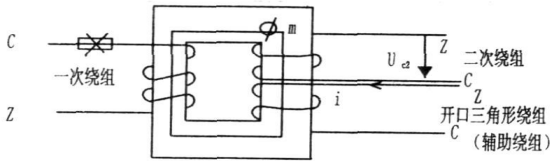


图6 C相TV原理接线

两相高压熔断器熔断时,从接线图来看,由于B、C相均熔断,A相励磁电流构不成回路,应均无电压,但由于在中性点不接地系统中电压互感器高压侧中性点是接地的,故A相电流是入地后经该系统另两相(B、C)对地电容流回,如图8所示。

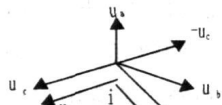


图7 C相TV电流电压相量图

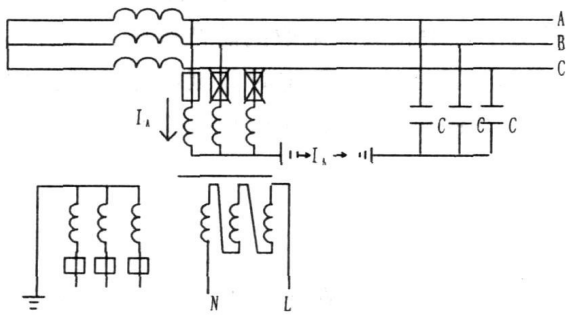


图8 电压互感器两相高压保险熔断时原理接线图

在A相上感应出全电压,故A相电压指示不变;由于B、C高压熔断器熔断,在开口三角形出现三倍零序电压 $3U_0 = U_a$, 根据参数大约为 33 V, 此电压同样由于消谐管的原因被短接,故开口三角形电压值为 0.03 V, 电流在三角形绕组内流通,如图9所示。

在B、C相铁芯上产生磁通及感应电压;但此电压均

为A相电压产生,A相励磁电流 i_0 与磁通 ϕ_m 同相且滞后 $U_a 90^\circ$, 而B、C相二次绕组上的感应电压 U_b 、 U_c 滞后于 $\phi_m 90^\circ$, 故在相位上产生了变化, U_b 、 U_c 相位相同且与 U_a 反相,在数值上由于 $1YH_b'$ 、 $1YH_c'$ 线圈串联,故 $U_b \approx U_c \approx -\frac{1}{2} U_a \approx 29.8 \text{ V}$, 如相量图10,故表计反应所测母线电压 $U_{ac} = 89.3 \text{ V}$, $U_{ab} = 90 \text{ V}$, $U_{bc} \approx 0.03 \text{ V}$ (由于线圈参数有微小差异)。

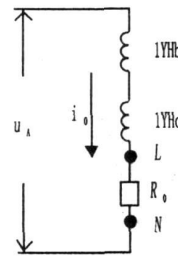


图9 电压互感器两相高压保险熔断时等值电路

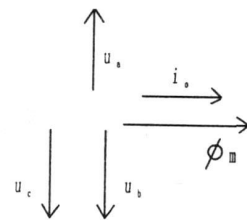


图10 电流电压相量图

而莲花寺变电站电压回路断线信号的电压继电器所取电压为 U_{ac} , 整定值 $U_{dz} = 70 \text{ V}$, 故不能发信。

取下消谐管后,恢复正常,熔断一相时如C相, U_a 为 59.6 V、 U_b 为 61 V、 U_c 为 0.9 V, 熔断二相时(B、C相) U_a 为 59.7 V、 U_b 为 0.7 V、 U_c 为 0 V, 开口三角形电压 U_{LN} 为 34.3 V, 且警铃响,电压回路断线光字牌亮,35 kV 母线接地,光字牌亮(注)。

从上面的分析可以看出由于消谐管的原因,在电压互感器保险熔断一相或两相时不能发出信号且在一相保险熔断时表计指示无任何变化,使一个或两个互感器带三相电压负载,长期如此运行下去将会造成电压互感器过载烧毁,并且也不利于运行人员对保险熔断后的分析判断。

既然消谐管主要作用是消除铁磁谐振,但又不能使电压互感器熔断一相或两相时不能发出信号,那么采取什么措施呢?就莲站而言,采取的措施是将消谐管取下运行,因莲站 35 kV 中性点不接地系统未发生

过谐振;且消谐管只是个简便的消谐措施,由于其特性或质量不良,也经常造成消谐失效,对于铁磁谐振易发的变电站,为了防止谐振的发生及类似故障的发生应采取以下措施:

- 1) 改变运行方式,即改变阻抗比,使产生谐振的参数条件得以破坏。
- 2) 改变互感器的激磁阻抗 X_L , 选用伏安特性好的电压互感器,以使工作点处于特性曲线的线性部

分,铁芯不易饱和,也就难于激发谐振。

3) 选用性能优良先进的消谐器,如 WNX 型微机电脑多功能消谐装置,此消谐装置能通过电脑单片机运算能自动判断分频、基波及高频谐振。

注:母线接地光字牌亮是由于高压熔断器熔断后在开口三角形产生的零序电压而出现的(因莲站绝缘监察继电器整定值为 20 V),在运行中且不可误判断为接地。

(收稿日期:2008-01-29)

(上接第 46 页) 里。停机检查励磁装置的脉冲回路,通过小电流试验,发现是脉冲存在缺相的问题。

通过检查发现, +A 相的脉冲隔离变压器断了一根线,但励磁调节器并没有报出脉冲故障(主要是小机组设计方面的原因,暂不考虑),如图 1 所示。

4 故障防范措施

本次故障的直接原因是励磁整流柜的脉冲变压器断线导致励磁直流回路中串入了较大的交流分量,引起监控 PLC 对励磁电压采样的大波动,但由于发现及时同时也消除了其他的一些隐患。对脉冲缺相的产生提出了以下原因和一些防范措施:

缺相的结果是该相在运行过程中表现为开路状态,一般有以下情况:

- 1) 硅管由于单个器件的质量差异,长久非正常工作而出现异常,包括长期过负荷、散热不好、压装压力不够、换相阻容回路断路、有换相过电压等;
- 2) 该支路的快熔熔断;
- 3) 该支路的脉冲回路故障,脉冲丢失。

针对出现缺相故障采取的防范措施:①软件进行检测,进行脉冲回读。② 定时监测可控硅的控制角、快熔等。③ 停机时间较长时,开机前做小电流试验。

3 对故障危害的分析

出现此故障的后果:

- 1) 将导致远方控制室监控显示的励磁电压有大的波动,不利于运行人员进行观测;
- 2) 脉冲缺相虽然没有导致发电机组出现失控或跳机事故,发电机也仍然能满足正常发电运行,但是对于发电机的长期运行来讲还是存在一定的害处。因为缺少脉冲,造成了励磁变压器 A、B、C 三相电流间的不平衡,长期运行会导致某一相过热,如果励磁变压器的容量不够大甚至会被烧毁,并且因缺少脉冲,导致剩下的可控硅要增加更大的输出,如果发生强励,可控硅容量太小也会有被烧毁的风险。

5 结论

出现故障中,应先在运行中检查,然后在空转静态状态下进行励磁检查。总共花费时间在半天左右,经济损失不是很大,但具有典型性。从此次故障中能够得到宝贵的经验和教训:对励磁、监控、保护及其相关综合自动化设备的任何工作,都不能有一丁点马虎,以免留下隐患。以后在机组的检修过程中,有针对性地对发电机二次设备进行认真检查,对设备加强管理并做好预防工作,以保设备安全。

(收稿日期:2007-12-10)

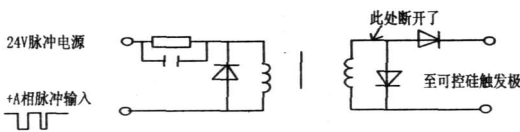


图 1 脉冲变压器板原理图

通过试验发现,当有一个可控硅不导通时,三相全控桥的直流输出中的交流分量会增大。当恢复此变压器时,监控显示恢复正常。