

CVT 电压在线监视技术在变电站计算机 监控系统中的应用

金海, 陈刚国, 仇群辉

(嘉兴电力局, 浙江 嘉兴 314000)

摘要: 传统的 CVT 电压监视方法由于实时性、准确性差面临淘汰。提出整合于计算机监控系统的 CVT 电压监视方法, 利用测控装置采集的线路及母线电压值, 上送至计算机监控系统后台, 在后台进行逻辑分析、判断, 输出告警信息。以某 500kV 变电站监控系统 CVT 电压监视模块为模型, 介绍该技术的原理和实现方法。

关键词: 监控系统; 电压监视; CVT; 变电站; 电压

On-line CVT supervising technique applied in substation automation system

JIN Hai, CHEN Gang-guo, QIU Qun-hui

(Jiaxing Electric Power Bureau, Jiaxing 314000, China)

Abstract: The traditional CVT voltage supervising method has many disadvantages and become obsolete. This paper puts forward an effective supervising method combined with substation. The method uses automatic sample value of line and bus voltage upload to automatic system, and then the automatic system calculates those data and diagnoses the result. Its principles and realization method are proposed.

Key words: supervising system; voltage supervising; CVT; substation; voltage

中图分类号: TM769 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)21-0090-03

0 引言

电容式电压互感器^[1]CVT (Capacitor Voltage Transformer) 近几年在电力系统中应用日益广泛, 不仅在变电站线路出口上使用, 而且大量应用在母线上代替电磁式电压互感器。但受设计制造经验、工艺水平等多种因素的限制, 电容分压器^[1]介质击穿的现象时有发生。这不仅会影响其测量准确度, 更有可能造成爆炸、起火等恶性事故。运行中如不及时发现异常情况, 就会影响电网的安全运行。

当 CVT 发生部分电容损坏或绝缘异常等情况时, 二次侧电压会发生相应变化, 三相 CVT 的 $3U_0$ 电压值会变大, 各相间电压幅值将出现较大差值, 单相电压超出正常值等现象。从 CVT 异常到发生损毁事故一般有一段发展的时间。为及早发现 CVT 异常情况, 避免设备事故的发生, 可通过采集相关电压量, 并在变电站监控系统^[3]后台处理, 实现 CVT 在线监测, 及时发现异常并报警。主要技术方案是

利用测控装置采集的线路及母线电压值, 上送至后台, 在后台进行逻辑分析、判断, 输出告警信息。CVT 电压监视方案逻辑原理图见图 1 所示。

1 CVT 电压监视技术在监控系统中的实施方案

1.1 基本原理

传统的 CVT 电压监视方法是通过定期对二次电压进行抄录或测量^[5]。对有装置 (如保护、测控装置等) 可反映二次电压的, 结合每次巡视抄录并比较; 对无法通过装置反映二次电压的, 定期手工测量二次电压进行比较, 测量周期一般可定为每月一次。这类方法较为原始, 无法在线监测 CVT 的运行情况。由于变电站工作繁杂, 这项工作甚至会被疏漏。计算机监控系统在变电站广泛应用为厂站 CVT 监视改造创造了条件。测控装置采集上送线路或母线单相、三相电压以及 $3U_0$ 采样值, 出于准确性的要求, 采样值死区应小于 1V, 即为保证 $3U_0$

采样值的灵敏度, 当 $3U_0$ 采样值 $\geq 1V$ 时应能准确上送。CVT 电压监视方案逻辑原理图见图 1 所示。

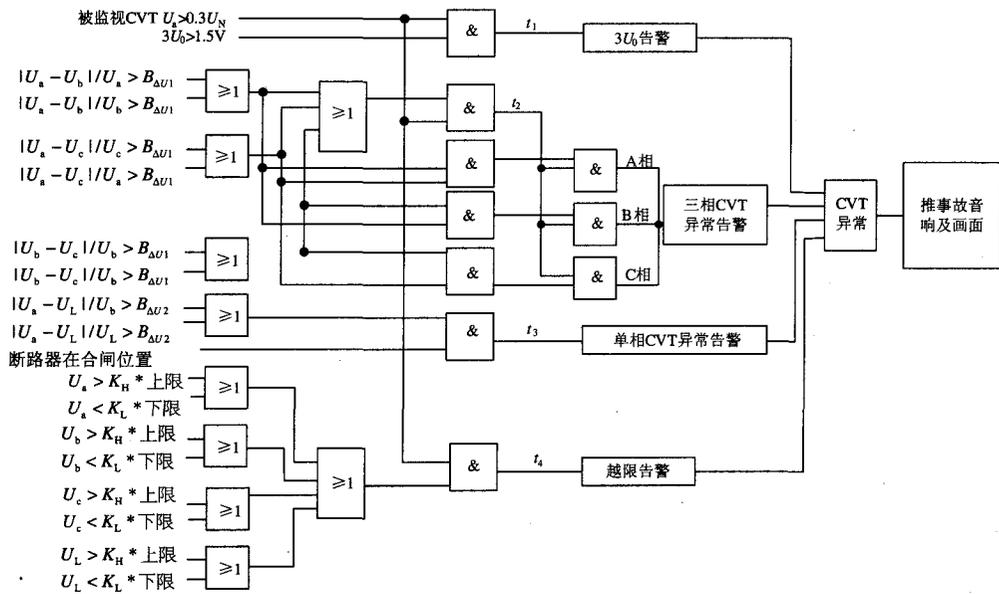


图 1 CVT 电压监视逻辑原理图

Fig.1 Logic principle of voltage supervising

1.2 CVT 异常判据

CVT 开口三角电压 $3U_0$ 、CVT 电压不平衡率、CVT 电压幅值被作为主要评价参数, 用以判断 CVT 工况。

(1) 线路或母线 CVT 开口三角电压 $3U_0$ 幅值越限告警条件

对于三相接线方式的 CVT, 当同时满足以下三个条件时, 报 $3U_0$ 幅值越限告警: “***线路(或***kV I 母) 开口三角电压 $3U_0$ 幅值越限”。

a) 被监视的 CVT 有压 (A 相电压, 无压定值 U_{SET1} 一般取 $0.3U_e$) ;

b) $3U_0$ 大于设定 $3U_0$ 幅值越限整定值 U_{SET2} , 一般取 $1.5V$;

c) 持续时间大于延时时间 t_1 , 一般取 $30s$;

(2) CVT 电压不平衡告警条件

对于三相 CVT (500 kV 线路、220 kV 及以下母线或线变组接线方式的线路压变), 当同时满足以下三个条件时, 报 “***线路 (或***kV I 母) 电压不平衡”。

a) 被监视的 CVT 有压 (A 相电压, 无压定值 U_{SET1} 为 $0.3U_e$) ;

b) 任意两相电压幅值差绝对值与其中一相电压幅值相比, 大于不平衡度定值 $B_{\Delta U1}$, 一般取 3% , 即

$$\begin{aligned} & | (U_a - U_b) / U_a > 0.03 \\ & \text{或} | (U_a - U_b) / U_b > 0.03; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & | (U_b - U_c) / U_b > 0.03 \\ & \text{或} | (U_b - U_c) / U_c > 0.03; \\ & | (U_a - U_c) / U_a > 0.03 \\ & \text{或} | (U_a - U_c) / U_c > 0.03; \end{aligned}$$

c) 持续时间大于延迟时间 t_2 , 一般取 $30s$ 。

(3) 对于单相线路 CVT (500 kV 母线、220 kV 及以下线路和旁路母线压变), 应满足:

a) 被监视的 CVT 有压 (A 相电压, 无压定值 U_{SET1} 为 $0.3U_e$) ;

b) 断路器在合位 (该 CVT 工作在某条母线上);

c) 被监视的 CVT 电压幅值 U_L (以 A 相为例) 与母线切换后电压同名相幅值 U_a 电压差绝对值与两者之一的电压幅值相比, 大于不平衡度定值 $B_{\Delta U1}$, 一般取 2% , 即

$$\begin{aligned} & | (U_a - U_L) / U_a > 0.02 \\ & \text{或} | (U_a - U_L) / U_L > 0.02; \end{aligned}$$

d) 持续时间大于延迟时间 t_3 , 一般取 $30s$ 。

满足上述条件报 “***线路 (或***kV I 母) CVT 异常”。

(4) 幅值越限告警条件

a) 被监视的 CVT 有压 (A 相电压, 无压定值 U_{SET1} 为 $0.3U_e$) ;

b) 电压超过设定的限值

上限值一般取模拟量越限定值的高限定值, 高限系数为 K_H , 一般取 1 ;

下限值一般取模拟量越限定值的低限定值, 低

限系数为 K_L ，一般取 1；

$$U_a > (K_H * \text{高限})$$

$$\text{或 } U_a < (K_L * \text{低限})；$$

$$U_b > (K_H * \text{高限})$$

$$\text{或 } U_b < (K_L * \text{低限})；$$

$$U_c > (K_H * \text{高限})$$

$$\text{或 } U_c < (K_L * \text{低限})；$$

$$U_L > (K_H * \text{高限})$$

$$\text{或 } U_L < (K_L * \text{低限})；$$

c) 持续时间大于延迟时间 t_4 ，一般取 30 s。

满足上述条件报“***线路(或***kV I 母)电压幅值超限”。

监控后台应具有推事故画面并报事故音响功能，如“***线线路(或***kV I 母) CVT 异常”。并设置专用 CVT 运行状态监视画面，可包含以下内容：定值设置输入画面、分间隔设置光字信息及本间隔 CVT 监视功能投退按钮，并按电压等级分块布置、CVT 监视整体功能投退按钮。

1.3 监控后台定值清单

系统应具备定值清单功能，并按以下整定单方式进行画面设置，相关定值应可进行整定。

序号	定值名称	定值符号	整定值
1	无压值	U_{SET1}	$0.3 U_c$
2	$3U_0$ 告警值	U_{SET2}	1.5V
3	电压低限系数	K_L	0.95
4	电压高限系数	K_H	1.05
5	相间不平衡度 ΔU_1 百分比	$B_{\Delta U1}$	3%
6	同名不平衡度 ΔU_2 百分比	$B_{\Delta U2}$	2%
7	延迟时间 t_1	t_1	30s
8	延迟时间 t_2	t_2	30s
9	延迟时间 t_3	t_3	30s
10	延迟时间 t_4	t_4	30s

图 2 CVT 监视定值清单

Fig.2 CVT supervising setted value

2 应用实例

2006 年 5 月 30 日，华东电网某变电站 500 kV 线路冲击投产。线路带电后，监控系统报线路 CVT 开口三角电压 $3U_0$ 幅值超限 ($3U_0=4.87$ V)，CVT 异常告警，此时线路三相电压分别为：A 相 283 kV，B 相 297 kV，C 相 297 kV。压变端子箱内测量电压同上述电压，排除监控误报。停电调换 CVT A 相后，三相电压正常。2006 年 10 月 12 日 23 时，同一变电站另一条 500 kV 线路 $3U_0$ 报警。线路 CVT 开口三角电压 $3U_0$ 幅值超限 ($3U_0=1.57$ V)。后台显示线路三相电压分别为 A 相 294.8 kV、B 相 300.4 kV、C 相 296.7 kV，B 相电压偏高。故障压变返厂测试，B 相 CVT 中节电容量及介损异常。解体验查发现中

节有 2 个电容分压元件击穿。其中第 16 个元件由于击穿导致开路造成总电容量及介损变大，是造成 CVT 带电后二次电压不正常的主要原因。因采用 CVT 电压监视技术，监控系统及时有效的提示出 CVT 故障，避免了故障发展，从而最终避免因故障发展为事故损失电量。对于这两起压变异常，考虑到原材料的分散性，设备制造商建议将该变电站已经安装运行的 500 kV CVT 产品共 17 台全部更换。目前，这一批次的 17 台压变均已被更换，运行正常。

3 结语

对于无人值班变电站，CVT 在线监视功能要求在后台系统中实现，相应告警信息能上送至集控站，至少应保证必备功能如“CVT 异常总告警信号”上送至集控站、远方修改 CVT 监视定值、按间隔远方投退 CVT 监视功能、具备告警信号远方复归功能。监控系统 CVT 电压监视技术只需利用变电站现有资源，在原有的监控系统平台进行二次开发，就可以利用监控系统实时诊断 CVT 健康状况，从而化被动为主动，取得事半功倍的效果。这种方法的有效性在实践运用中得到了很好的验证。

参考文献

- [1] 中国电器工业协会. GB/T. 4703-2001《电容式电压互感器》[M]. 北京：中国电力出版社，2001.
China Electrical Equipment Industry Association. GB/T 4703-2001. Capacitor Voltage Transformers [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.
- [2] 110(66)kV-500kV 电压互感器技术标准[M]. 北京：中国电力出版社，2005.
Technical code for 110(66)kV-500kV Capacitor Voltage Transformers[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.
- [3] 中华人民共和国电力行业标准. DL/T 5149—2001《220-500kV 变电所计算机监控系统设计技术规程》[M]. 北京：中国电力出版社，2002.
Electric Industry Standard of China. DL/T 5149—2001 Technical Code for Designing Computerized Monitoring and Control System of 220-500kV Substation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002.
- [4] 吴良军，宋波. 500kV 电容式电压互感器的在线监测装置[J]. 华东电力，2004，32(10)：47-48.
WU Liang-jun, SONG Bo. On-line CVT Supervising Equipment of 500kV CVT[J]. East China Electric Power, 2004, 32(10): 47-48.
- [5] 李寅忠，魏伟明. 电容式电压互感器的日常运行监视分析[J]. 电力设备，2007，8(8)：59-61.

(下转第 96 页 continued on page 96)

保护类型	事件时间	事件名称	事件参数
三端差动保护	11:51:55.618	差动保护启动	动作
三端差动保护	11:51:55.649	事故总	动作
三端差动保护	11:51:55.650	差动保护C相出口	动作
三端差动保护	11:51:55.902	差动保护三跳失败	动作
三端差动保护	11:51:55.902	差动保护永跳出口	动作
三端差动保护	11:51:56.270	差动保护C相出口	返回
三端差动保护	11:51:56.270	差动保护永跳出口	返回
三端差动保护	11:51:56.270	差动保护三跳失败	返回
三端差动保护	11:52:01.504	差动保护启动	返回
三端差动保护	11:52:01.504	事故总	返回

图 6 立新变事故报告

Fig. 6 Fault report of Lixin substation

在双梅变一侧的差动保护装置的录波图见图 7 所示,这一侧由于开关在分位,故没有故障电流和故障电压,电压、电流变量启动元件都不能启动,但差流启动元件正确启动,使得保护能够可靠出口切除故障。双梅变的事故报文见图 8 所示。

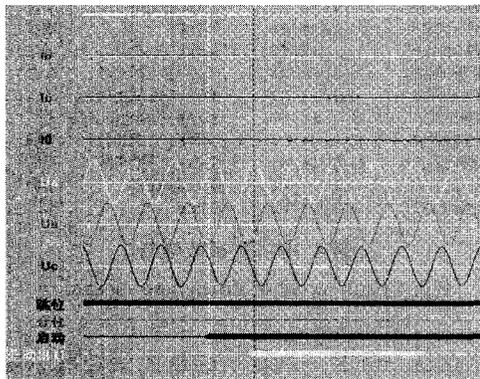


图 7 双梅变录波图

Fig.7 Fault wave record of Shuangmei substation

保护类型	事件时间	事件名称	事件参数
三端差动保护	11:51:11.284	差动保护启动	动作
三端差动保护	11:51:11.310	事故总	动作
三端差动保护	11:51:11.310	差动保护C相出口	动作
三端差动保护	11:51:11.395	差动保护C相出口	返回
三端差动保护	11:51:17.158	差动保护启动	返回
三端差动保护	11:51:17.158	事故总	返回

图 8 双梅变事故报告

Fig. 8 Fault report of Shuangmei substation

实际故障发生在距中纺变 3.4 km 靠近双梅变的一侧,落在中纺变距离 II 段范围内。STS313L 三端线路差动保护在保护范围内正确动作,其中主保护差动保护的动作为 31 ms (加出口继电器动作时间约在 35 ms),由于出口压板未投,故障持续到 0.5 s 被 LFP941 线路保护中的接地距离 II 段切除。

313L 后备保护动作行为:

由于立新变无电源,而双梅变开关未合,只有中纺变的后备保护有出口动作行为。中纺变的零序 II 段出口,整定值为 0.5s,实际出口令时间为 501ms,重合闸压板未投,所以未充好电,一旦出口,按永跳处理。

比较以单端测量量构成的距离保护 LFP941,在中纺变一侧,由于故障点正好落在 II 段整定范围内,只能按照整定的 II 段时间出口,而在立新变一侧,由于故障电流过小接近无流,距离保护不能够动作,所以最后的线路的故障清除时间就是中纺变距离保护切除故障的时间。对比多端线路差动保护在 31ms 出口动作令切除故障的动作时间,可以明显感受到后者的全线速动优越性。

4 结束语

专门适用于多端线路的电流差动保护,其性能远远高于传统的利用单端测量的距离保护,前者可以做到全线速动,后者全线速动范围只能达到全线的 60% (两端均速动),仅这一相指标就显现出前者无比的优越性。

随着光纤通信网的迅速发展和电流差动保护判据的成熟,光纤电流差动保护应用于短线路和 T 接线路上将极大改善电网的运行性能,提高保护的可靠性,具有很大的应用前景。

收稿日期: 2008-09-11; 修回日期: 2008-20-08

作者简介:

安建锋 (1973-), 男, 主要从事电力系统微机保护应用的研究等。E-mail:zz2010@foxmail.com

(上接第 92 页 continued from page 92)

LI Yin-zhong, WEI Wei-ming. Daily Operation and Monitoring of Capacitive Voltage Transformer[J]. Electrical Equipment,2007,8(8):59-61.

[6] 林海雪. 电能质量国家标准 (5) ——三相电压不平衡标准[J]. 大众用电,2006,(6): 39-42.

LIN Hai-yuan.National Code for Power Quality[J]. Popular Utilization of Electricity,2006,(6):39-42.

作者简介:

金海 (1982-), 男, 本科, 助理工程师, 从事变电运行管理工作; E-mail: tojinhai@126.com

陈刚国 (1980-) 男, 本科, 助理工程师, 从事变电运行管理工作;

仇群辉 (1977-), 男, 本科, 工程师, 从事继电保护管理工作。

收稿日期: 2008-01-05; 修回日期: 2008-03-20