

# 两起电压互感器反充电引起的思考

吴建辉, 李孟超, 孙军鹏

(商丘供电公司, 河南 商丘 476000)

**摘要:** 列举了一起因二次回路接线错误引起的电压互感器二次系统向一次系统反充电事故, 一起因二次设备和一次设备“接点竞赛”引起的电压互感器二次系统向一次系统反充电事故, 并结合这两起事故介绍了电压互感器二次回路的一些基本知识和电压互感器二次反充电对电力系统的危害。通过对这两起事故的分析, 指出电压互感器二次回路存在的一些问题, 针对此类问题提出了一些防范措施。

**关键词:** 电压互感器; 反充电; 防范措施

## Thinking of two anti-charging incidents of voltage transformer

WU Jian-hui, LI Meng-chao, SUN Jun-peng

(Shangqiu Power Supply Company, Shangqiu 476000, China)

**Abstract:** This paper lists two accident of the anti-charging of voltage transformer secondary system to primary system which caused by wrong wiring of secondary circuit and the “connecting point race” of secondary equipment and primary device respectively. And combined these two accidents of voltage transformer secondary circuit, this paper introduces some basic knowledge and voltage transformer secondary anti-charging damage on the power system. Based on the analysis of the two accidents, it points out some problems existing in voltage transformer secondary circuit, and puts forward a number of preventive measures to these similar cases.

**Key words:** voltage transformer; anti-charge; preventive measures

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)13-0124-02

## 0 引言

电压互感器是将一次系统中高电压转换成二次系统中的低电压, 以便给继电保护和安全自动装置提供二次电压的设备。在日常运行中电压互感器主要防止二次回路短路和二次回路向一次回路反充电。电压互感器二次回路短路会导致电压互感器损坏, 二次回路反充电将会在电压互感器上产生高电压并将导致运行中的电压互感器的二次空气开关脱扣跳闸以及烧坏电压互感器二次回路中并列插件。目前电气二次回路中虽然也有防止电压互感器反充电的措施, 但是由于设备原因和变电站值班人员的错误操作等因素, 电力系统还经常发生反充电事故。

## 1 电压互感器二次回路的并列

所谓电压互感器二次回路的并列是指当变电站的主接线为双母线接线方式或单母线分段接线方式时, 其中一台电压互感器因故检修或停运时, 一次设备可以通过改变单母运行方式来保证停运的电压互感器母线所带的一次设备继续运行, 为了保证继

电保护及安全自动装置、测量装置、计量装置等设备所采集二次电压与一次电压对应, 此时也需要将电压互感器二次回路进行并列切换。电压互感器二次并列的条件是母联或分段开关在合闸位置, 且其两侧的隔离开关也在合闸位置时, 即一次设备处于同一电源点时, 其二次回路才允许并列。其原理切换如图1和图2所示。

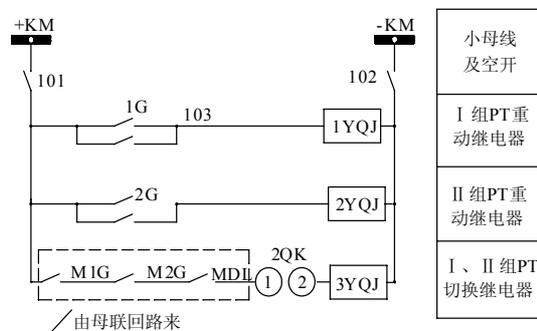


图1 电压互感器并列切换直流回路图  
Fig.1 DC circuit of voltage transformer parallel switching

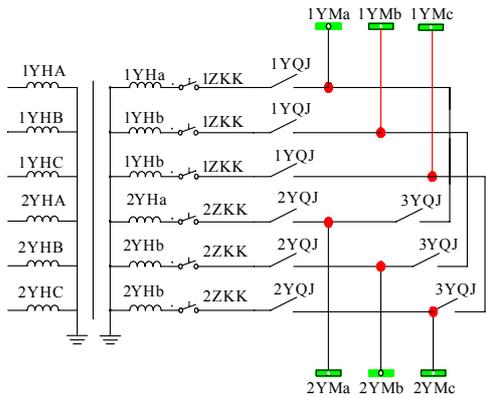


图 2 电压互感器并列切换交流回路图

Fig.2 AC circuit of voltage transformer parallel switching

图 1 中 1G 为 I 母电压互感器隔离开关, 2G 为 II 母电压互感器隔离开关, M1G 为母联断路器的 I 母隔离开关, M2G 为母联断路器的 II 母隔离开关, MDL 为母联断路器。当 M1G、M2G、MDL 在合位时, I 段母线和 II 段母线处于同一电源点时, 将 2QK 置于合闸位置时, 继电器 3YQJ 闭合, 两段母线电压二次回路之间实现并列。为了防止电压互感器二次向一次侧反充电, 通常将停运电压互感器所对应的二次空气开关断开。在图 2 中若 1YH 停运, 则断开 1ZKK 二次空气开关, 若 2YH 停运则断开 2ZKK 二次空气开关。

## 2 二次回路接线错误引起的反充电事故

某 110 kV 变电站新上一段 110 kV 母线, 准备用母联断路器对新上 II 段母线充电, 此时两段母线 PT 的隔离开关即图 1 中的 1G 和 2G 都在合闸位置。当合上母联断路器两侧隔离开关后, 准备操作母联断路器时, 发现 110 kV PT 切换装置上 PT 并列灯点亮, 同时两段母线 PT 二次空开全部跳闸, 烧坏 PT 并列插件中的零序电压并列继电器。事后检查发现继电器保护人员仅将母联断路器的两侧的隔离开关触点串接入电压互感器二次并列回路, 没有按规定将母联断路器的辅助触点引入二次并列回路, 另外 PT 二次回路并列开关也在并列位置。即在图 1 的 PT 并列回路中只串入 M1G 和 M2G 的触点而没有串入 MDL 的触点, 而 2QK 切换开关又在合闸接通位置。所以当合上 M1G 和 M2G 隔离开关时 3YQJ 动作, 此时 I 段母线 PT 的二次回路电压通过 3YQJ 触点, 2YQJ 触点和 2ZKK 空开向 II 段母线 PT 反送, 造成事故。

## 3 二次设备和一次设备“触点竞赛”引起的反充电事故

某 110 kV 变电站新上一段 110 kV 母线, 准备

用母联断路器对新上 II 段母线充电, 此时两端母线 PT 的隔离开关即图 1 中的 1G 和 2G 都在合闸位置。当合上母联断路器后, 准备进行 II 段 PT 二次电压核相检查时, 发现 110 kV PT 切换装置上 PT 并列灯点亮, 同时两段母线 PT 二次空开全部跳闸, 烧坏 PT 并列插件中的零序电压并列继电器。现场检查发现 PT 二次回路并列开关打在并列位置。由图 2 可知, 理论上 II 母线 PT 一次绕组和二次绕组同时带电不会产生反充电, 但实际上一次设备和二次设备存在“触点竞赛”问题。即二次设备 3YQJ、2YQJ 动作时间先于 PT 一次设备动作时间, 通过空开 2ZKK 产生反送电。

## 4 电压互感器二次反充电的危害

由以上事故可知当 PT 发生反充电时除了会在 PT 一次侧产生高电压外, 还将造成全部 PT 二次空开跳闸和烧坏 PT 并列插件中的零序电压并列继电器。为什么会造成这样的现象呢? 下面就以 PT 变比为  $K_i = 200/\sqrt{3}/0.1/\sqrt{3}$ , A 相电压互感器为例进行简单的分析, 其反充电原理图如图 3。

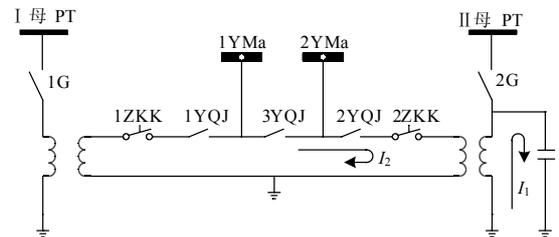


图 3 电压互感器并列切换危害原理图

Fig.3 Schematic of CT parallel switching

图 3 中 1G 为 I 母 PT 隔离开关, 2G 为 II 母隔离开关。其中 I 母 PT 有电压, II 母 PT 无电压, 二次回路中 1ZKK、1YQJ、2YQJ、3YQJ、2ZKK 都在合闸位置。由图 3 可知二次回路倒送 II 母线 A 相 PT 的一次电压为  $100/\sqrt{3} \times K_i = 127 \text{ kV}$ , 此电压将在 II 母一次设备上产生一个电容电流。假设此电容电流为 6 mA, 则其在二次回路将产生  $6 \text{ mA} \times K_i = 6 \text{ mA} \times 2200 = 13.2 \text{ A}$  的电流。此时通过空开 1ZKK 和 2ZKK 的电流为该电流加上全部的负载电流, 所以引起 1ZKK 和 2ZKK 因过载跳闸。至于为什么烧坏 PT 并列插件中的零序电压并列继电器? 因为在零序电压回路没有空气开关, 导致零序电压回路长期通过大电流造成烧坏 PT 并列插件中的零序电压并列继电器。

(下转第 129 页 continued on page 129)

(1) 电压低于  $0.8U_N$  延时 0.6 s 需切除 110 kV 蓼杜线、蓼段线;

(2) 电压低于  $0.75U_N$  延时 0.7 s 需切除 110 kV 蓼淮线、蓼商线;

(3) 电压低于  $0.70U_N$  延时 0.8 s 需切除 110 kV I 蓼固线、II 蓼固线。

#### 4.2.2 桂变切除容量及动作值整定

由仿真计算得知:在信阳电网通过 II 驻信线、驻沙线吸收省网 400 MW 负荷时,如果在 II 驻信线信变侧发生三相短路,信变侧 0.10 s 切除故障,有效地提高故障切除后的电压水平。并减小发电机的功角摆开角度。

#### 4.2.3 潢变切除容量及动作值整定

由仿真计算得知,根据测算:

潢变在电压低于  $0.8U_N$  延时 0.6 s 需切除 110 kV 潢项线;

潢变在电压低于  $0.75U_N$  延时 0.7 s 需切除 110 kV 潢商线、潢定线;

潢变在电压低于  $0.7U_N$  延时 0.8 s 需切除 110 kV 潢东线;

潢变在电压低于  $0.8U_N$  延时 5 s 需切除 110 kV I、II 潢光线。

## 5 结论

通过研究得出了以下一些结论:

根据对 220 kV II 驻信线、驻沙线发生近端三相短路故障 0.10 s 切除故障的仿真计算结果,及对 II 驻信 2 开关、驻沙 2 开关断路器分闸时间的现场测试,以及对线路保护动作时间、断路器燃弧时间的调查和分析,认定在进行 220 kV II 驻信线、驻沙线发生近端三相短路时暂态稳定计算时可以对线路故障切除

时间、驻信 2、驻沙 2 开关的故障切除时间选取 100 ms,故障切除时间缩短后,可以显著提高薄弱断面的稳定极限,取得明显的经济效益。表 3 给出缩短故障切除时间所带来的经济效益。

表 3 缩短故障切除时间的经济效益

Tab.3 Economic benefits of shortening the fault clearing time

稳定极限/MW		极限提高		增送电量 (万 kWh)	经济 效益
120 ms 切 除故障	100 ms 切 除故障				
300	400	100 MW	33.3%	3 000	195 万

## 参考文献

- [1] 王宗义, 郭志忠. 远距离输电断面暂态稳定极限的影响因素分析[J]. 中国电力, 2006, 30 (8): 29-32.  
WANG Zong-yi, GUO Zhi-zhong. Analysis on factors influencing transient stability limits of long-distance transmission profile[J]. Electric Power, 2006, 30 (8): 29-32.
- [2] 王子琦, 付红军, 唐智育. 河南电网 220 kV 开关故障切除时间研究[J]. 电力系统装备, 2004 (4): 70-71.

收稿日期: 2009-08-04; 修回日期: 2009-12-16

### 作者简介:

任国威 (1960-), 男, 大专, 工程师, 高级技师, 长期从事电网运行分析和管理工作; E-mail: P686@sina.com

赵娟 (1975-), 女, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统稳定与控制;

任瑞 (1987-), 女, 本科, 主要研究方向为计算机科学与技术

(上接第 125 页 continued from page 125)

## 5 防范措施

以上两起都是对新母线充电引起的电压互感器反充电事故, 其实在实际的工作中存在着许多电压互感器反充电事故, 足以引起我们的重视。预防产生电压互感器反充电应做好以下几个方面的工作:

1) 在对新上母线充电试运行, 制定完善的设备试运行方案。在操作母联间隔的一次设备前一定要检查电压互感器二次回路并列开关, 确保其在断开位置。

2) 在电气二次设计、安装要严格按照相关规程接线, 不得人为地短接或漏接某些二次设备的触点。

3) 当停运某电压互感器的隔离开关时, 一定要

断开其相应的 PT 二次空气开关。

4) 对停运的设备做调试试验时, 严格执行《国家电网公司电力安全工作规程》和《继电保护现场安全措施票》严禁将外加电压接入停运的 PT 二次回路。

收稿日期: 2009-08-13; 修回日期: 2009-09-28

### 作者简介:

吴建辉 (1976-), 男, 中级职称, 本科, 长期从事继电保护研究工作; E-mail: wujianhui2009126@126.com

李孟超 (1968-), 男, 高级职称, 硕士, 长期从事生产调度工作;

孙军鹏 (1982-), 男, 初级职称, 本科, 从事继电保护研究工作。