

PT断线与振荡闭锁

梁广宇

(广东省江门新会供电局调度中心, 广东 江门 529100)

摘要: 微机型保护装置的程序逻辑直接关系到保护装置能否正确判断电网故障。WXB-11型线路微机保护装置曾广泛应用于110 kV以上电力输电线路的保护, 但它的程序逻辑中存在不完善的地方。通过对一起发生在广东省中(山)江(门)珠(海)电网倒闸操作过程中, 保护装置误动作事故的分析, 发现WXB-11型保护装置的振荡闭锁逻辑程序在PT断线的情况下, 无法正确区分电网潮流突变与发生短路事故的缺陷, 并提出相应解决办法。同时指出, 现阶段许多微机型线路保护装置的振荡闭锁程序仍然存在类似的问题, 应当引起相关技术管理部门的重视。

关键词: 振荡闭锁; PT断线; 保护装置

PT broken line and oscillation blocking

LIANG Guang-yu

(Xinhui Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Company, Jiangmen 529100, China)

Abstract: The program of computer protection is very important to distinguish the normal operation or accident which happen in the power net. The computer protection of transmission line styled WXB-11 is widely used. But its program is not perfect. This paper finds the oscillation block's shortcoming of WXB-11 through analysing the accident which had happened in a normal operation. It gives a solution method and points out that a lot of computer blocking device still use the similar program now. Some manufacturers must pay attention to the situation.

Key words: oscillation block; PT broken line; protection device

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1673-3415(2008)15-0082-03

1 事件的经过

220 kV三江变电站(以下简称三江站)是江门、中山、珠海电网实现环网运行的一个重要枢纽变电站。当时, 三江站一共有两条220 kV线路, 一条是连接江门市220 kV外海变电站(以下简称外海站)的外三线, 一条是连接珠海市220 kV大港变电站(以下简称大港站)的三大线, 有一台容量为150 MVA的主变, 母线设计为单母线带旁路, 如图1所示。

三江站投产于1995年, 两条220 kV线路保护配置均为南京电力自动化设备总厂1994年生产的WXB-11微机型线路保护装置。

三江站经常会有220 kV侧设备全部停运检修的情况。因为停送电操作比较繁琐, 涉及的设备也非常多, 所以操作步骤的安排比较复杂。无论是从安全的角度还是效率的角度, 事先安排好操作顺序都是十分必要的。具体地讲, 先操作线路还是先操

作主变、先操作电压互感器(即PT, 下文统称PT)还是先操作旁路断路器(即开关, 下文统称开关), 都要事先计划好, 考虑周全。

这之前, 三江站220 kV母线的送电, 都是按照如下步骤进行的:

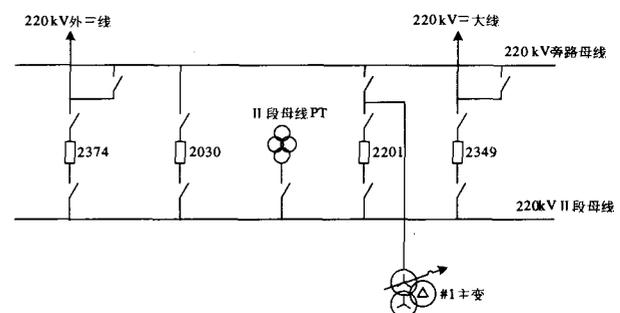


图1 三江站220kV设备接线图

Fig.1 Equipment diagram at 220kV in Sanjiang substation

- 1) 先将 PT 挂上母线运行;
- 2) 再将两条线路中的其中一条转为运行;
- 3) 如果中调时间不是很紧的情况下, 就先送主变; 如果反之, 则先送另外一条线路后再送主变。

然而在大港站改造后的一次同类型操作中, 三江站却发生了空母线谐振现象: 当挂 PT 运行的空母线热备用于带电的外三线(其时#1 主变和三大线处于冷备用状态)时, 开关断口的均压电容与 PT 线圈发生了谐振。直接后果导致中央信号继电器屏的两个电压继电器烧毁。

因此, 在第二次进行同样的操作时, 三江站当班值长向中调当值提出曾发生过空母线谐振现象, 希望予以考虑。中调随即决定将两条线路同时转为运行后, 再将 PT 转挂母线运行。

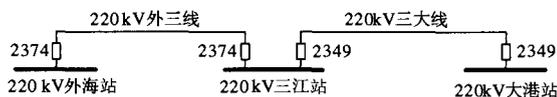


图 2 外海站、三江站、大港站连线图

Fig.2 Connection diagram through Waihai, Sangjiang and Dagang substation

图 2 所示为当时的网络连接情况。中调先下令将外三线两端恢复运行后, 再下令将三大线的大港站侧恢复运行, 最后再由三江站的 2349 开关进行合环。可操作到最后一步, 在合环的一刹那, 问题出现了: 三江站的两个线路开关 2374 和 2349 居然同时跳开, 同时外海站和大港站侧却保持不跳。

线路主保护为高频保护, 由于外海站与大港站的开关不跳闸, 因此基本可以判断线路无故障, 属于保护误动。三江站两条线路保护打印的故障信息只有两点, 都是:

- 1) PTDX (PT 断线)。
- 2) DZ1CK (振荡 I 段距离保护出口)。

中调没有见过这种情况。但由于中江珠电网联系薄弱, 急需外三线和三大线恢复合环运行, 中调在没有搞清楚具体原因的情况下, 尝试更改合环点重新送电。但不管合环点改在图中 4 台开关中的哪一台, 在合环的瞬间, 三江站的两条线路开关都会同时跳闸, 而另外两台开关则始终巍然不动。这样前后合环了 4 次, 失败了 4 次。

最后, 只好在三江站当值的建议下, 将 PT 挂网运行的操作步骤提前到三大线送电之前, 才最终恢复正常送电。具体步骤为:

- 1) 外三线两侧转为运行;
- 2) 三江站将 PT 挂母线运行;
- 3) 大港站将三大线转为运行;

- 4) 三江站三大线 2349 开关合环。

2 原因分析

原因出在操作顺序的安排没有考虑到继电保护装置的逻辑过程, 或者从相反的角度说, 保护厂家在设计保护程序时, 没有考虑到上述的操作情况, 把正常操作当成了事故情况。

故障打印信息的第一点“PT 断线”是由于 PT 没有挂母线运行造成的信号, 很容易理解。但第二点“振荡 I 段距离保护出口”却不好理解, 搞不清楚到底是距离保护出口, 还是振荡闭锁程序直接出口。

在厂家向用户提供的技术说明书中有以下一段话: 振荡闭锁逻辑除设有常规的短时开放距离 I、II 段及延时 III 段外, 还增设了按 dZ/dt 原理构成的区分振荡中短路的逻辑:

- a) 感受阻抗先有突变;
- b) 阻抗突变后又在 $0.2''$ 内, 其电阻分量无变化;
- c) 阻抗在 $0.2''$ 时间内均在 I 段范围内。

当满足上述 a、b、c 三个条件后, 保护直接出口跳三相。

在一般情况下, 线路的距离保护出口都经振荡闭锁逻辑, 可是上面这段话却没有说明这个新增的功能究竟是如何与距离保护配合的, 究竟它是经距离保护出口还是独立出口? 但不管是怎么出口, 从这次事件的结果来看, 程序都存在缺陷。

电网在倒闸操作过程中, 特别是送电操作, 有的是充电, 有的是并列, 还有的是合环。除去单纯的充电操作, 在并列和合环的时候, 网络潮流分布都会发生较大的变化。特别是合环操作, 电流大小和功率的大小、方向都会有较大的变化。这个时候很容易引起保护装置的误动, 而唯一变化不大的是电压大小。因此, 防止保护误动作的重任全部落在了它的身上, 这时对 PT 回路的要求比较高, 一般要求在合环或是并列之前 PT 回路电压正常。

然而, 由于网络参数的不同, PT 又是一个极其活跃的谐振源。例如三江站, 就出现过空母线谐振的现象。因此, 很多时候又要求对母线充电稳定之后, 再将 PT 挂母线运行。由此, 可以看到电网的一、二次设备对 PT 相互矛盾的运行要求。

前述的操作过程, 就是因为 PT 没有及时挂网运行, 在电网合环的瞬间, 潮流的重新分布引起测量阻抗的突变, 并且突变后就即行稳定, 由于 PT 回路电压的极低而又使该阻抗值落在原点附近, 既满足了距离保护的出口条件, 也满足了“振荡中系统短

路”的出口条件。于是，装置出口跳闸。

但跳闸显然是一个错误的决定。众所周知，距离保护受 PT 断线闭锁。如果跳闸命令是经由距离保护出口，则它绕开了 PT 闭锁条件，是错误的；如果跳闸命令是独立出口的，那么在现在的电网条件下，没有考虑到 PT 断线显然也是错误的。

可以设想，如果在正常运行中，真的出现了 PT 断线故障，这时网络中其他的变电站恰好正在进行操作，并导致了潮流的突然变化。那么，按照这个逻辑发出的跳闸命令将会导致非常严重的后果。

3 其它的保护装置情况

问题可以有許多解决办法：可以在振荡闭锁逻辑依据 dZ/dt 原理而直接发出的三跳命令之前加上相关的闭锁条件；也可以改变操作顺序，在合环之前挂上 PT，使前述 c 条件不能满足；或者还可以在这种操作情况下暂时退出振荡闭锁逻辑的这个新增功能，只保留短时开放距离保护功能等等。

然而，随着 WXB-11 型保护装置的逐渐淘汰，这个问题仍然会是一个问题吗？因为并不是每一种保护装置都会有这个“判断振荡中短路”的功能的。遗憾的是，尽管保护逻辑程序有一些新的变化，但总有一些类似的逻辑程序实现类似的功能。如图 3 为 LFP-941A 保护装置的逻辑回路。图中的 $L_{0.2Q}$ 和 U_{cos} 元件所起的作用就是判断电网振荡时事故的发生。不过，它启动的结果是强行开放距离保护，而不是发跳闸指令，最终还是要经距离保

护的出口。然而，不管这些元件的动作原理如何成熟，面对着接近 0 值的 PT 二次侧电压和巨大变化的潮流功率，能保证开放距离保护的“决定”是正确的吗？

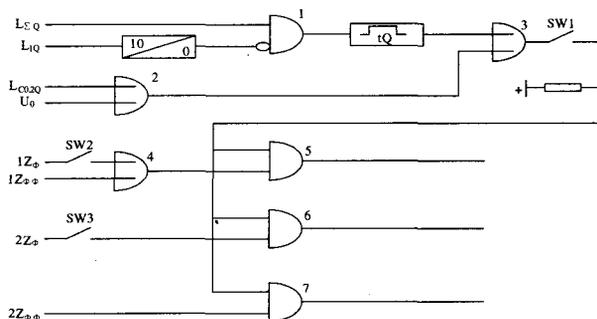


图 3 LFP-941A 保护装置距离保护逻辑回路
Fig.3 Logic circuit of impedance protection in LFP-911A device

因此，各种微机保护的振荡闭锁逻辑当中，在判断系统振荡中短路事故之后，发出口跳闸的命令之前，加入判别 PT 断线的判据是非常有必要的。这样就能在 PT 二次侧断线或 PT 未挂网运行，而系统潮流正常变化的时候，防止保护误动作。

收稿日期：2008-03-14； 修回日期：2008-07-02

作者简介：

梁广宇(1971-)，男，电气工程师，高级技师，研究方向为调度自动化技术的应用。E-mail:lgysxxq@163.com

(上接第 81 页 continued from page 81)

参考文献

[1] 钱家骊,袁大陆,徐国政.对 1000kV 电网操作过电压及相位控制高压断路器的讨论[J].电网技术,2005,29(10):1-4.
QIAN Jia-li, YUAN Da-lu, XU Guo-zheng. Discussion on Switching Over-voltage in 1000 kV Power Networks and Phase Controlled Circuit Breaker[J]. Power System Technology, 2005, 29(10): 1-4.

[2] 李六零,邱毓昌.限制并联电容器组过电压的一种新方法[J].电力电容器,2002,1(3):4-6
LI Liu-ling, QIU Yu-chang. A New Method to Suppress the Switching Overvoltage in Shunt Capacitor Bank[J]. Power Capacitor, 2002,1(3):4-6.

[3] 李利,徐建源.真空断路器同步关合技术的研究.华北电力大学学报[J].2002,29(21):104-107.
LI Li, XU Jian-yuan. Synchronous Closing Control of

Vacuum Breaker[J]. Journal of North China Electric Power University, 2002, 29(21): 104-107.

[4] 何善庆.采用断路器同步合闸装置解决大朝山 500kV 系统内过电压问题[J].高压电器,2003,39(5):78-80.
HE Shan-qing. Using Synchronized-closing Device to Solve the Switching Overvoltage Problem of a 500 kV Power System[J]. High Voltage Apparatus, 2003, 39(5): 78-80.

收稿日期：2007-11-16； 修回日期：2007-12-24

作者简介：

姚其新(1979-)，男，工程师，从事换流站控制保护系统现场工作；E-mail:yao_qx@sina.com.cn

王聿升(1976-)，男，工程师，从事换流站运行检修管理工作；

习超群(1968-)，男，工程师，从事换流站运行检修管理工作。