

翠山电站 110 kV 线路保护误动原因分析

钟成元

(安庆供电公司, 安徽 安庆 246003)

摘要: 对一起水电站 110 kV 线路保护连续误动事故进行了详细的分析, 并通过反复模拟故障和对 PT 二次回路进行检测等方法, 查找出因电压互感器二次回路两点接地造成 110 kV 线路保护连续误动事故, 同时给出了事故的检查分析过程, 对落实电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施具有良好的借鉴作用。

关键词: 电压互感器; 保护; 事故; 分析

Analysis of maloperation of line protection in Cuishan 110 kV hydro-substation

ZHONG Cheng-yuan

(Anqing Power Supply Company, Anqing 246003, China)

Abstract: This paper analyzes some one line protection maloperation trip continuously for a hydro electric station, searches for the reason on 110kV line relay maloperation by simulating breakdown and examining the PT secondary circuit at the same time. The paper discusses the process of checking the accident. The result shows that it is good for ensuring the anti-accident methods of relay protection and safety automatic unit in power system.

Key words: voltage transducer; protection; accident; analysis

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)07-0086-02

1 事故情况介绍

翠山电站为地处安庆地区某水电站, 分别通过两条 110 kV 线路与安庆电网的浮山变、东村变相连接, 其中浮山、东村两座变电站 110 kV 线路以及翠山电站与安庆电网相连的两条 110 kV 线路保护全部采用了南自院的 LFP-900 系列微机保护。

7月23日 3:40 浮山变 110 kV 线路 417 保护相间距离 I 段动作跳闸, ZCH 动作成功; 同时翠山电站 110 kV 线路 412 保护相间距离 I 段动作跳闸, ZCH 动作成功。浮山变 417 保护跳闸报告显示 B 相故障, 故障相电流 1 800 A、零序电流 1 070 A, 故障测距 1.3 km; 故障录波器显示 B 相故障, 故障相电流 1 800 A、零序电流 1 046 A, 故障测距 16.09 km。翠山电站 412 保护跳闸报告显示 B 相故障, 故障相电流 790 A、零序电流 680 A, 故障测距 2.6 km, 无故障波形。电网实时运行方式(见图 1)为: 417-413 线路运行, 翠山电站未开机, 东村变通过 412 线路向系统送 14 MW 有功。

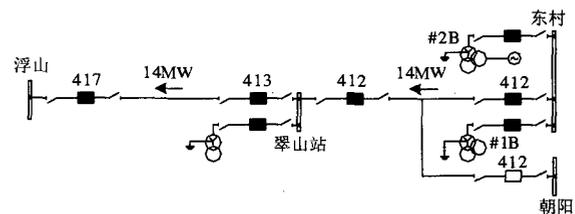


图 1 7月23日电网运行方式

Fig.1 The operating mode on July 23

7月27日 5:20 浮山变 110 kV 线路 417 保护相间距离 I 段动作跳闸, ZCH 动作成功; 同时翠山电站 110 kV 线路 413 保护距离 I 动作跳闸, ZCH 未动作; 110 kV 线路 412 开关跳闸, 无跳闸报告。浮山变 417 线路保护跳闸报告显示 ABC 三相故障, 故障电流 3 700 A、零序电流 300 A, 故障测距 0.9 km; 故障录波器显示 ABC 三相故障, 故障电流 2 700 A、零序电流 330 A, 故障测距 10.1 km。翠山电站 412 线路保护跳闸报告显示 ABC 三相故障, 故障电流 1 166 A、零序电流 42 A, 故障测距 11.5 km。电网实时运行方式(见图 2)为: 417-413 线路运行, 翠

山电站开一台机, 约向系统送 12 MW 有功, 东村变通过 412 线路约向系统送 24 MW 有功。

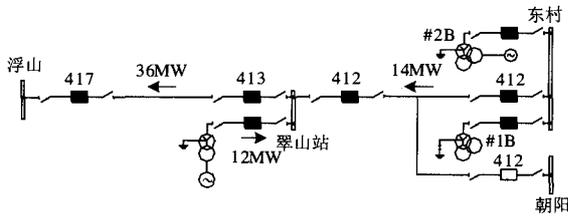


图 2 7 月 27 日电网运行方式

Fig. 2 The operating mode on July 27

2 事故原因分析与检查

7 月 23 日保护动作所显示的数据不难分析, 浮山变 417 线路故障电流大于翠山电站 412 线路故障电流, 因此可以判断故障点应该在 417-413 线上, 浮山变 417 线路保护正确动作, 而翠山电站 412 线路保护则可能属于反方向故障误动。翠山电站 413 线路保护则因 412 线路开关先跳开, 电站又没有开机, 导致无故障电流而未动作。

通过 7 月 27 日保护动作所显示的数据分析得知, 浮山变 417 线路故障电流与翠山电站 413 线路故障电流不相等, 因此可以判断故障点在 417-413 线上, 浮山变 417 线路保护正确动作, 而翠山电站 412 线路保护可能还是反方向故障误动。因电站开机, 412 线路开关跳开后 413 线路仍存在故障电流, 413 线路保护正确动作跳开 413 线路开关。

通过以上两次事故分析, 基本可以判断两次故障时翠山电站 412 线路保护均为反方向故障误动。为了消除存在的隐患, 并查明事故的原因, 7 月 28 日上午公司保护专业人员会同南瑞保护所技术人员、翠山电站保护专业人员对 412 线路保护进行了全面的检查。在装置基本状况正常的情况下, 使用 TEST 测试仪分别模拟正方向单相接地故障、三相短路故障, 412 线路保护均正确动作; 分别模拟六次反方向故障, 412 线路保护装置均只启动而不动作, 通过以上整组试验基本可以排除保护装置本身误动的因素。南瑞保护所技术人员又对 412 线路保护装置内部接线进行了检查, 只发现交流电压输入中有一相 π 形滤波电路一只电容器未接地, 但该缺陷只是部分影响输入的抗高次谐波干扰能力, 随即给予修复。经以上三个方面的检查, 初步可以判定 412 线路保护装置本身并不异常, 也不足以导致 412 线路保护反方向故障误动。

在 412 线路保护装置检查未见异常的情况下,

工作人员即把检查的重点放在了 412 线路保护的二次回路上。通过翠山电站保护专业人员了解到, 去年 10 月该电站工作人员在更换 110 kV PT 时已将开关场的 PT 二次回路接地点解除, PT 二次回路的接地点在控制室内; 并且 PT 主绕组与开口三角绕组的 N 线在开关场就已经并接, 也未按技术规程和反措的要求在开关场分别通过两根电缆芯引入控制室后再并接接地。根据以上情况分析, 初步判断电站 PT 二次回路接地点存在问题。使用万用表在开关场测量 PT 二次 N 线对地电阻, 发现对地电阻处于不断变化状态, 最大可到 $M\Omega$ 级; 返回控制室测量, 电阻接近为零; PT 二次 N 线对 412、413 线路保护 CT 二次 N 线电阻处于不断变化状态, 最大可到 $M\Omega$ 级; 412 线路保护 CT 二次 N 线对 413 线路保护 CT 二次 N 线电阻也处于 $M\Omega$ 级状态。根据以上测量结果可以明确该电站内接地网有问题, 从而导致了 PT 二次 N 线对地处于悬浮状态, 也影响了 941 线路保护中的距离保护动作行为, 成为 412 线路保护在反方向故障时发生误动的原因之一。

另外该电站将 PT 主绕组与开口三角绕组的 N 线在开关场并接后引入控制室也是可能导致微机保护误动的重要原因之一。虽然, 在本次故障报告中并没有反映出由此直接造成的严重后果, 但是, 在实际的运行中无疑是一个潜在的危险因素。微机保护是通过采用自产 $3U_0$ 来实现接地方向保护, 由于二次和三次回路中性线共用一根电缆, 使得微机保护自产“ $3U_0$ ”受到了三次回路“ $3U_0$ ”的影响, 其影响主要由三次回路的负载电阻及共用电缆芯的电阻所决定。公用中性线, 则可能使微机保护自产“ $3U_0$ ”和三次回路的“ $3U_0$ ”反向, 从而造成接地零序方向保护正方向拒动, 反方向误动。

3 结束语

1991 年部颁的《继电保护和安全自动装置技术规程》中规定: 电压互感器的二次回路只允许有一处接地, 接地点宜设在控制室内, 并应牢固焊接在接地小母线上, 同时在《电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点》中也明确规定: 经控制室零相小母线 (N600) 连通的几组电压互感器二次回路只应在控制室将 N600 一点接地, 各电压互感器二次中性点在开关场的接地点应断开; 为保证接地可靠, 各电压互感器的中性线不得接有可能断开的断路器或接触器等。这些措施有效地防止了过去在电压互感器二次回路上存在的误区而造成的保护

(下转第 91 页 continued on page 91)

非同期合环。同时“三取二”逻辑既可以基于软件实现，也可以基于硬件实现。

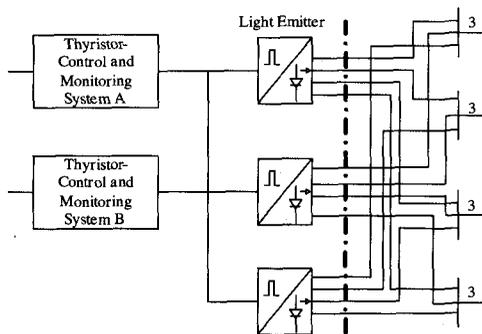


图 5 VBE “三取二”模块示意图

Fig.5 “Selecting 2 from 3” logic of VBE module

目前，南方电网的三个直流输电工程中，可以考虑改用“三取二”逻辑的地方包括：阀冷却系统、换流变保护和交、直流滤波器保护等，这些控制保护模块采用“三取二”逻辑，能一定程度上提高运行的可靠性，防止装置误动导致的闭锁事故发生。

冗余配置是现代控制保护经常采用的策略，本文通过对南方电网直流输电工程中不同地方“三取二”逻辑加以分析，清楚地区别了各种逻辑的功能及实现策略，希望能对直流输电设计、运行以及维护工作起到一定的启发作用。

(上接第 87 页 continued from page 87)

误动。但是在实际运行中因此造成的保护误动事故还是频繁发生。上述电压互感器二次接地点不可靠以及二、三次绕组 N 线共用一根电缆芯而造成保护连续误动事故，充分说明了我们的一部分管理人员甚至是专业技术人员对电压互感器二次回路的反措要求根本没有足够的重视，更没有采取科学严谨的态度来对待新技术、新设备的应用所带来的技术上的新要求。对各项反措要求也没有在工作中认真加以落实，导致此类微机保护连续误动的事故是必然的。

随着微机保护的广泛应用和变电站综合自动化技术的不断发展与成熟，变电站已基本完成了由传统模式到综合自动化的重大转变，无论是从技术、管理，还是经济效益、社会效益都显示了无法比拟的优越性。但我们也应该充分认识到，随着技术手

参考文献

- [1] 郭菲.FSSS 系统在 600MW 火电机组仿真机的开发和应用[J].PLC&FA,2005,(9).
- [2] 林松青.提高 TXP 控制系统稳定运行的措施[J].华东电力 2006,(1).
- [3] Tian-Guang $\pm 500\text{kV}$ DC Transmission Project: DC Protection System Maintenance Manual[Z]. Germany: Siemens, 2001.
- [4] Guizhou-Guangdong I Line $\pm 500\text{kV}$ DC Transmission Project: DC Protection System Maintenance Manual[Z]. Germany: Siemens, 2004.
- [5] Guizhou-Guangdong II Line $\pm 500\text{kV}$ DC Transmission Project: DC Protection System Maintenance Manual[Z]. Germany: Siemens, 2007.
- [6] Guizhou-Guangdong I Line $\pm 500\text{kV}$ DC Transmission Project: Station Service Transformer Control & Protection Maintenance Manual[Z]. Germany: Siemens, 2004.
- [7] Guizhou-Guangdong I Line $\pm 500\text{kV}$ DC Transmission Project: Pole Control Maintenance Manual[Z]. Germany: Siemens, 2004.

收稿日期：2007-09-03

作者简介：

雷兵 (1978-), 男, 硕士, 工程师, 从事高压直流系统运行管理工作。E-mail: leibing@spsc.com.cn

段的不断提高，人员工作效率得到了提高的同时，对专业人员的素质也提出了更高的要求，人的因素实际上大大地加强了。新技术的应用必然会给过去传统的一些做法和经验产生冲击和影响，也必然会产生一些新的矛盾和问题，关键是我们应该如何去适应这些新技术、新要求。一方面是通过学习来真正理解和掌握这些新技术，不仅要知其然，还要知其所以然，才能为新技术的应用奠定良好的基础。另一方面，就是要以严谨科学的态度来对待工作，技术规程和反措的要求要不折不扣地执行，即便是很小的细节，同样蕴涵着深刻的道理和沉痛的教训。

收稿日期：2007-08-15； 修回日期：2007-11-07

作者简介：

钟成元 (1973-), 男, 工程师, 工程硕士, 从事电网规划及管理工作。E-mail:zhongcy2006@126.com