

# 110 kV 某变电站 1# 主变保护误动分析及改造方案的研究

叶东印, 贺要锋, 库永恒

(许昌供电公司, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 110 kV 某变电站 1# 主变故障分量差动保护误动后, 通过对 1# 主变的一次设备和二次回路及保护装置做全面的检验, 对继电保护动作的过程和事故录波报告进行详细的分析, 确认了主变保护装置故障分量差动保护的设计原理缺陷是造成本次误动的根本原因。1# 主变故障分量差动保护的软件升级, 软件的逻辑回路增加了故障分量差动保护 2 周前无差流判据和稳态量低比率制动辅助判据, 可以有效防止故障分量差动保护误动作。软件升级后, 照新安装电力设备的检验标准对差动保护装置进行全面的检查, 检查合格后方可投入运行。

**关键词:** 故障分量差动; 误动; 辅助判据

## Analysis of a 110 kV substation 1# main transformer protection maloperation and research of the reformation programme

YE Dong-yin, HE Yao-feng, KU Yong-heng

(Xuchang Power Company Co., Xuchang 461000, China)

**Abstract:** A 110 kV substation 1# main transformer fault component differential protection had an unwanted operation. After a comprehensive inspection to the 1# main transformer equipment, the secondary circuit and the protection equipment and a detailed analysis of the course of the operation of the relay protection and the accident report, it is confirmed that the defective design principle of the fault component differential protection of the main transformer protection equipment is the fundamental reason of that unwanted operation. Through upgrading of the software of the 1# main transformer fault component differential protection, the logic circuit of the software is given a criterion of non-differential current before 2 circyls and an assistant criterion for braking of steady component and low ratio, unwanted operation of the fault component protection can be effectively prevented. After upgrading of the software, the differential protection equipment is to be comprehensively inspected according to the standards for the newly installed electrical equipment. It must pass the inspection before to be put into operation.

**Key words:** Incremental differential; Misoperation; Supplementary Criteria

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)03-0083-03

## 0 引言

2008 年 4 月 9 日 7 时 49 分 54 秒 248 毫秒, 110 kV 某变电站同杆架设的 10 kV 线路 8、线路 9 线近端发生 A、C 两相短路永久性故障, 线路保护动作跳闸、重合、再跳; 7 时 49 分 54 秒 517 毫秒, 1# 主变保护柜差动保护“故障分量差动保护 B 相动作”, 跳开主变中压侧 351 开关、低压侧 101 开关, 高压侧 111 开关因压力低闭锁控制回路未跳开。

## 1 故障前 110 kV 某电站的运行方式

110 kV 某变电站共有 2 台主变, 4 条 110 kV 线路, 3 条 35 kV 线路, 18 条 10 kV 出线; 110 kV、35 kV、10 kV 母线均为单母分段。故障前, 运行方式为 110 kV 线路 1 带本变电站全站负荷。两台主变并列运行, 35 kV、10 kV 两段母线并列运行。110 kV 某变电站部分电气一次设备联络如图 1 所示。

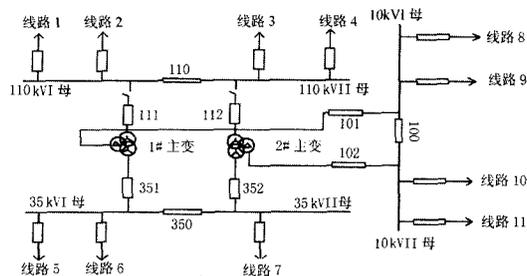


图 1 110 kV 某变电站部分电气一次设备联络图

Fig.1 A 110 kV some transformer substation partial electricity equipment contact chart

## 2 事故原因分析

事故发生后, 收集保护装置、故障录波和后台机的信号和数据, 对跳闸的 10 kV 线路 8、线路 9 和 1# 主变等一次设备、保护装置及二次回路进行了详细的检查, 进行了保护动作的原因分析。

(1) 信号收集

保护装置信号：线路8过流I段，线路8重合闸动作，线路8过流I段；线路9过流I段，线路9重合闸动作，线路9过流I段动作；1#主变低压侧后备保护复合电压动作，1#主变中压侧后备保护复合电压动作，1#主变差动保护故障分量差动B相动作，1#主变差动出口跳闸信号灯亮，1#主变低压侧开关跳闸信号灯亮，1#主变中压侧开关跳闸信号灯亮。

后台机信号：线路8过流I段，线路8重合闸动作，线路8过流I段；线路9过流I段，线路9重合闸动作，线路9过流I段；1#主变差动保护动作；线路8开关跳闸；线路9开关跳闸；101开关跳闸；351开关跳闸。

(2) 设备检查

对10 kV线路8、线路9全线巡查，发现在本变电站外出线终端塔处，同杆架设的两条线路之间AC相间永久性短路故障，可以认定线路8、线路9保护动作正确。

对1#主变进行仔细检查，未发现故障点；对1#主变二次回路的接线、绝缘进行检查，均未发现异常；主变投运后，运行状况良好，未发现异常情况。由此，可以确认1#主变的“故障分量差动保护B相动作”是误动。

(3) 111开关拒动检查

现场对111开关跳闸回路的检查，回路接线正确。在对111开关闭锁回路检查中发现开关液压降低闭锁操作（编号为125）的电位为-97.6 V，经过对现场液压操作机构的检查发现操作机构压力降低闭锁操作的压力接点（4YLJ）为闭合状态，检查机构压力为31 Mpa，该接点闭合压力应为26 Mpa，说明该压力接点粘接闭锁操作回路是111开关拒动的根本原因。

(4) 1#主变差动保护录波分析

打印出的故障录波上显示，在10 kV线路8、线路9保护动作过程中，1#主变测到A相差动电流为0.41 A，制动电流0.4 A；B相差动电流为0.72 A，制动电流0.68 A；C相差动电流为0.31 A，制动电流0.28 A。

(5) 1#主变故障分量差动保护误动原因分析

故障分量差动保护主要解决变压器轻微的匝间故障，高阻接地故障。它不受正常运行负荷电流的影响，较比率差动具有更高的灵敏度。由于比率差动保护的制动电流的选取包括正常的负荷电流，变压器发生弱故障时，比率差动保护由于制动电流大，可能延时动作或者不动作。所以保护厂家在主变保护装置中增加了故障分量差动保护。

故障分量差动动作方程

$$I_{op} > 0.2I_c \tag{1}$$

$$I_{op} > 0.8I_{res} \tag{2}$$

$$I_{op} = \left| \Delta \dot{I}_1 + \Delta \dot{I}_2 + \dots + \Delta \dot{I}_n \right|$$

其中： $\Delta \dot{I}_{max}$  为  $\Delta \dot{I}_1, \Delta \dot{I}_2, \dots, \Delta \dot{I}_n$  中幅值最大者；

$$I_{res} = \left| \Delta \dot{I}_{max} \right|。$$

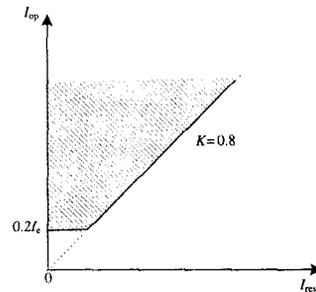


图2 主变故障分量差动保护动作特性图

Fig.2 Main transformer fault component differential protection plans of action

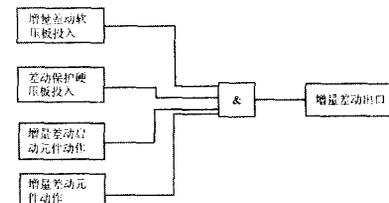


图3 主变故障分量差动保护动作逻辑图

Fig.3 Main transformer fault component differential protection logic of action plans

根据现场变压器参数：

$$I_c = S_n / (\sqrt{3} \times U_c \times CT) = 3.5 \text{ A} \quad 0.2 I_c = 0.70 \text{ A}$$

高压侧额定电流为3.5 A，故障分量差动最小动作电流为0.7 A，B相差流为0.72 A(动作时装置打印的数据)，B相差流大于故障分量差动最小动作电流，满足公式(1)，同时最大为制动电流0.68 A(动作时装置录波打印的数据)，也满足公式(2)，所以故障分量差动保护B相动作<sup>[1~4]</sup>。

(6) 事故分析结论

(a) 10 kV线路故障时，由于保护级CT(P级)在经受暂态电流的冲击时，会明显影响到CT的传变特性，造成差动保护各侧CT相位传变和幅值传变误差增大。由于故障分量差动保护中差流的计算实际是各侧相电流故障分量矢量和的计算，因此在CT传变特性不良时，就会有较大的差流产生。

(b) 由于故障分量差动保护的灵敏度很高，无任何闭锁条件；对于外部故障过程中的不平衡电流增量，装置内部的处理措施不够完善。所以，主变保

护装置故障分量差动保护的设计原理缺陷是造成本次误动的根本原因。

### 3 防止故障分量差动保护误动技术措施

事故发生后, 我们及时和保护生产厂家的专家联系, 分析事故发生的原因, 研究防止增量差动保护再次误动的方法, 决定对 1# 主变差动保护进行软件升级。升级后, 软件的逻辑回路(见图 4)增加了故障分量差动保护 2 周前无差流判据和稳态量低比率制动辅助判据, 可以有效防止故障分量差动保护误动作<sup>[4~7]</sup>。

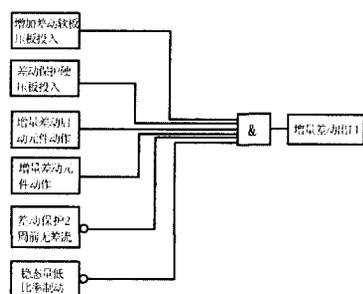


图 4 升级后的主变故障分量差动保护动作逻辑图

Fig.4 After the upgrading of the main transformer fault component differential protection logic of action plans

### 参考文献

- [1] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.  
WANG Mei-yi. Application of Relay Protection in Power System [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.
- [2] 陈喜峰, 库永恒. 某 220 kV 变电站 220 kV 母线保护动作事故分析, 继电器, 2007, 35 (5): 72-74.  
CHEN Xi-feng, KU Yong-heng. Analysis of a Misoperation Accident in Microcomputer-based 220 kV

- Bus Differential Protection. Relay, 2007, 35 (5): 72-74.
- [3] 李绍东, 库永恒. CSL-200B 系列微机线路保护装置操作回路的改进[J]. 继电器, 2007, 35 (9): 65-67.  
LI Shao-dong, KU Yong-heng. Alteration to the Operation Loop of Series CSL-200B Microprocessor-based Transmission Line Protection Device. Relay, 2007, 35 (9): 65-67.
- [4] 刘军, 库永恒. WXH-110 系列微机线路保护装置改造方案的研究[J]. 电力自动化设备, 2006.  
LIU Jun, KU Yong-heng. Research on Series WXH-110 Microprocessor-based Transmission Line Protection Device. Power Automation Equipment, 2006.
- [5] 库永恒. 高压母线充电保护装置技术改造方案的研究[J]. 继电器, 2006, 34 (11): 83-85.  
KU Yong-heng. Research on Scheme Primary Busbar Charging Protector Technological Transformation[J]. Relay, 2006, 34 (11): 83-85.
- [6] 丁同奎, 库永恒. 基于蚁群算法的配电网故障定位与隔离[J]. 继电器, 2005, 33 (24): 29-31.  
DING Tong-kui, KU Yong-heng. Fault Location for Distribution Network Based on Ant Colony Algorithm[J]. Relay, 2005, 33 (24): 29-31.
- [7] 叶东印, 库永恒. 220 kV 钩州变电站过电压保护误动事故分析及改造方案的研究[J]. 继电器, 2008, (24): 97-100.  
YE Dong-yin, KU Yong-heng. The Overvoltage Protection's Mistake to Move Trouble Analysis of the 220 kV JUN ZHOU Transformer Substation and the Research of the Reformation Project[J]. Relay, 2008, (24): 97-100.

收稿日期: 2008-04-12; 修回日期: 2008-04-07

### 作者简介:

叶东印 (1971-), 男, 高级工程师, 从事继电保护、电力系统生产运行管理工作;

贺要锋 (1972-), 男, 工程师, 从事继电保护管理;

库永恒 (1980-), 男, 助理工程师, 硕士研究生, 主要从事继电保护工作. E-mail: kuyongheng@163.com

(上接第 63 页 continued from page 63)

- ZHANG Peng, WANG Shao-rong, CHENG Shi-jie. Stability study of GPS synchronous clock in the status monitoring system of power network[J]. Relay, 2004, 32 (23): 18-22.
- [4] 钟山, 付家伟, 王晓茹. 高性能同步相量测量装置时钟研制[J]. 电力系统自动化, 2006, 30 (1): 68-72.  
ZHONG Shan, FU Ja-wei, WANG Xiao-ru. Development of High Quality Backup Clock for Synchronized Phasor Measurement unit[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30 (1): 68-72.
- [5] 杨贵玉. 电力系统“广域同步相量测量”中几个关键问题的研究[D]. 浙江: 浙江大学. 2004, 12: 102-117.  
YANG Gui-yu. Research on Some Key Problems of Wide Area Synchronized Phasor Measurements of Power Systems[D]. Zhejiang, Zhejiang University. 2004, 12: 102-117.
- [6] 黄纯, 何怡刚, 江亚群, 等. 交流采样同步方法的分析与改进[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22 (9): 38-42.  
HUANG Chun, HE Yi-gang, JIANG Ya-qun, et al. Analysis and Improvement of Synchronization

Technique for AC Sampling[J]. Proceeds of the CSEE, 2002, 22 (9): 38-42.

- [7] 胡晓菁, 宋政湘, 王建华, 等. 数字倍频原理的频率跟踪技术的误差分析与改进[J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (1): 85-88.

HU Xiao-jing, SONG Zheng-xiang, WANG Jian-hua et al. Error Analysis and Improvement of Frequency Tracking Based on Digital Frequency Multiplying Principle[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (1): 85-88.

收稿日期: 2008-03-26; 修回日期: 2008-04-10

### 作者简介:

王军 (1970-) 男, 工学硕士, 工程师, 研究方向为电力系统在线监控、保护与信息技术; E-mail: 06121843@bjtu.edu.cn

和敬涵 (1964-), 女, 工学博士, 副教授, 主要从事电力系统稳定控制、在线监测与智能管理、继电保护、电能质量和电力市场等方面的研究。