

## 一起 110 kV 主变零序过电压保护动作分析

许涛

(宁夏电力公司超高压电网运行分公司, 宁夏 银川 750001)

**摘要:** 介绍了地区电网系统所发生的一起故障。此类故障虽然比较常见但继电保护装置动作情况比较特殊, 完全不同于以往故障后动作行为。通过结合电网实际情况对该故障进行详细的理论分析, 在对电网运行方式及负荷情况进行综合分析后, 发现继电保护装置特殊的动作行为是由负荷反电动势及电网系统谐振所引起的。在问题原因分析清楚后, 通过对一次设备、系统运行方式和保护整定方面提出了改进方案及对策, 以避免该问题的发生。

**关键词:** 零压保护; 机电能量转换; 反电动势; 改进方案; 谐振

## Analysis of 110 kV main transformer zero-sequence overvoltage protection

XU Tao

(EHV Grid Operation Branch, Ningxia Electric Power Corporation, Yinchuan 750001, China)

**Abstract:** This paper introduces a breakdown that occurs in the local electrical network system. Although this kind of breakdown is common, the relay protection installment's behavior is quite special. It is completely different from the normal operation behavior. Through detailed theoretical analysis to this breakdown, and generalized analysis after the electrical network and the load situation, it discovers that the relay protection equipment's special behavior is caused by the load counter electromotive force and the electrical network system resonance. After the reason is cleared, to avoid similar problem, it proposes the improvement and the countermeasure to the system situation and the protection installation aspect.

**Key words:** zero sequence-voltage; electromechanical transduction; opposing electromotive force; improved scheme; resonance

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)18-0093-03

## 0 引言

随着输电距离的增长, 输电电压的不断提高以及防雷保护技术的不断改善, 在确定电力系统电气设备的绝缘水平时, 内部过电压将起到越来越重要的作用。内部过电压是由于系统内部参数发生变化时电磁能量的振荡和积累所引起的。本文通过分析此次保护动作的原因, 以此为例阐述由于系统参数、110 kV 电网中性点变化等原因导致内部过电压所引起的一起故障。

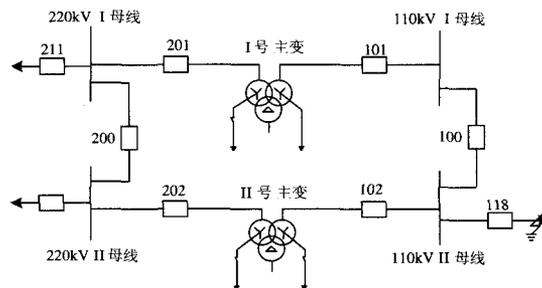
## 1 故障经过

2004年10月30日20时37分, 宁夏电网某220 kV变电站内一条110 kV 118 出线距该变电站8 km 处发生 A 相接地故障, 保护接地距离一段动作。18 ms 保护出口, 三相跳闸, 1083 ms 后重合成功。该118 线路所带变电站1#、2#主变零序电压动作, 1#主变动作电压二次值为200.5 V, 2#主变动作电压二

次值为198 V, 1#、2#主变保护均经0.3 s 延时跳三侧开关。造成118 线路所带变电站全所失压, 20 分钟以后由调度恢复送电。

## 1.1 故障前运行方式

220 kV 变电站系统联接图如图1所示。

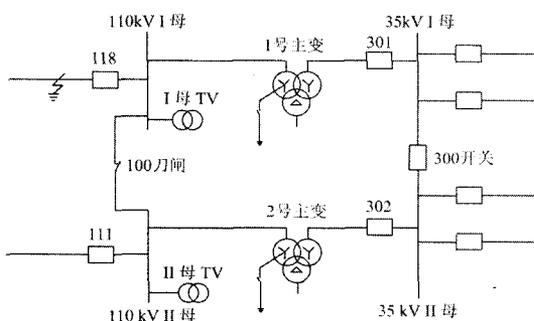


110 kV I 母: 1#主变、3#主变 (1#主变中性点刀闸在合)。  
110 kV II 母: 2#主变、118 线路。

图1 220 kV 变电站系统联接图

Fig.1 Wiring diagram of 220 kV transformer substation system

110 kV 变电站系统联接图如图 2 所示。



110 kV I 母: 1#主变, 1#主变中性点刀闸在分。

110 kV II 母: 2#主变, 2#主变中性点刀闸在分。

100 母联刀闸在合。

300 母联开关在合。

118 线路运行。

111 线路热备。

图 2 110 kV 变电站系统联接图

Fig.2 Wiring diagram of 110 kV transformer substation system

## 1.2 故障检查经过

110 kV 变电站检查情况: 对 110 kV 变电站 1#、2#主变保护进行检查, 着重对 1#、2#主变保护的零序过压保护进行检查, 先检查保护装置内部的小 PT 有无损坏, 再检查保护的时间是否有瞬动现象。经反复实验, 发现保护装置采样正确, 时间准确, 保护装置正常。结论: 当时系统确有过电压, 造成保护装置动作。

220 kV 变电站检查: 对 118 线路保护装置进行检查, 着重对保护的时间进行检查, 经反复实验, 发现保护装置采样正确, 时间准确, 保护装置正常。

## 2 故障分析

当 118 线路跳闸后, 118 线路所带 110 kV 变电站全所失压, 在 118 线路重合之前, 118 线路所带变电站两台主变零压保护动作, 导致主变跳闸。数据显示, 当时 1#主变零压为 200.5 V, 2#主变零压为 198 V。通过整定计算得出: 若 118 线路始端接地, 即 220 kV 变 110 kV 母线单相接地时, 系统产生零压理论上为 86.3 V, 若 118 线路末端接地, 即失压变 110 kV 母线单相接地时, 系统产生零压理论上为 157 V。因此主变保护能够采集到 200 V 左右电压时, 说明系统严重过电压。这种情况同低压侧有小电源的 110 kV 不接地变, 在 110 kV 侧发生接地故障的现象吻合, 此时系统理论上产生零压应为 300 V, 但由于 PT 铁心饱和导致传变误差, 装置采集到的零压只有 200 V 左右 (110 kV 系统电压互感器开口三角绕组每相额定电压 100 V)。间隙零压整定值为

170~180 V, 时间为 0.3 s 跳开主变三侧开关。

110 kV 主变低压侧没有小电源, 但它所带负荷有许多电动机, (经过调查与计算, 图 1、2 中 110 kV 变 35 kV 四条线路所带电机容量为 12000 kW), 电动机总容量同主变容量相比占不小的比例, 此时若电动机负荷比较重, 在变压器失压后, 电动机是可能反充电的。具体原理如下: 机电能量转换是一个可逆过程, 大多数发电机可以作为电动机来运行; 反之大多数电动机也可以作为发电机运行。机电能量的转换过程是电磁场和运动的载电物体相互作用的结果, 当机电装置的可动部分发生位移, 使装置内部耦合电磁场的储能发生变化, 并在输入 (或输出) 电能的电路系统内产生一定的反映时, 电能就会转换成机械能, 反之亦然。当外部电压消失后, 由于电动机转子还在旋转, 与发电机一样, 转子产生的磁场切割电机定子绕组, 于是就产生了感应电动势, 此时感应出的电流不会很快消失 (转子电阻比较小, 时间常数很大), 而 110 kV 主变做为电动机的外部电路是个通路的, 就会有电流产生, 电动机对外输出了电量, 此时的电动机可等效为一临时小电源, 其衰减时间同电机所接外电路及电机容量有关, 但要比 0.3 s 大。在主变零压跳闸之前 0.3 s 之内, 可视为一基本稳定的小电源, 当 118 线路跳闸后, 由于谐振现象的存在, 故障点还未消失, 在低压侧电动机反充电, 高压侧电压互感器铁心饱和, 而且 110 kV 线路 A 相接地时三相的状况不完全相同, 当由回路参数确定的频率小于并接近某一频率时, 系统产生过电压导致主变零压跳闸, 此时故障点消失。

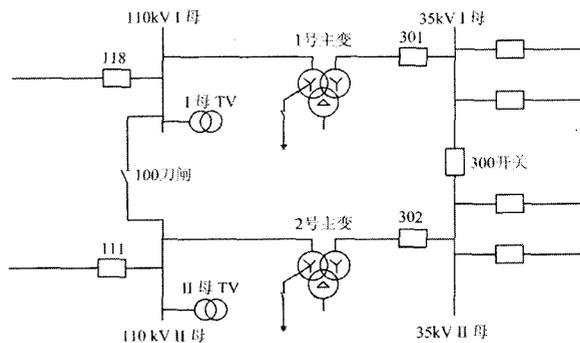
此时电网中性点不接地, 电压互感器对地的感抗与电网对地容抗相互匹配, 同时线路发生瞬间电弧接地的情况下, 使电压发生突变, 引起电压互感器铁心饱和, 导致三相对地导纳的不对称, 此时可能产生基波、高次谐波或低分次谐波等三种不同频率的中性点不稳定过电压。而且在同一过程中, 可能产生两种不同频率的过电压, 即从一种频率的谐振状态自动转变为另一种频率的谐振状态。这种谐振在维持 0.3 s 后主变零压保护动作跳开主变三侧开关, 主变 35 kV 侧开关跳开, 电动机被隔离后谐振现象消失。118 线路 1 s 后重合成功。

## 3 建议改进措施

由于该 110 kV 变电站低压出线均连接着煤矿系统用电, 停电可能引起煤矿内通风等系统无法工作, 严重的可以导致人身事故的发生。对于上述分析及负荷的重要性, 应从全力保证供电可靠性出发提出了以下措施:

1) 更换了伏安特性较好的电压互感器, 从而改变线路参数, 破坏谐振的条件。

2) 改变运行方式, 采用一线一变的运行方式如图 3, 同时应考虑一台变压器带 2 段母线且不过负荷或者安装主变切负荷装置, 在低压侧安装自投装置, 采用两台主变低压侧运行, 备用 300 开关的运行方式。若上述故障再次发生, 一台主变退出运行, 备自投装置动作将 300 开关投入, 此时可保证不失去负荷, 从概率上来讲可以大大提高供电可靠性。



110 kV I 母: 1#主变, 1#主变中性点刀闸在分。

110 kV II 母: 2#主变, 2#主变中性点刀闸在分。

100 母联刀闸在分。

300 母联开关在分。

118 线路运行。

111 线路运行。

图 3 110 kV 变电站系统联接图

Fig.3 Wiring diagram of 110 kV transformer substation system

3) 根据 DL/T 684-1999 《大型发电机变压器继电保护整定导则》中性点可能接地或不接地运行

变压器的接地保护, 在电网发生单相接地, 中性点接地的变压器已全部断开的情况下, 零序过电压保护不需要再与其他接地保护相配合, 整定计算部门研究将零序电压整定时间延长至 0.5 s, 以躲过电动机反电动势等原因引起的暂态过电压时间。以此避免类似事故的发生。

## 4 结论

合理的电网结构是电力系统稳定运行的基础, 继电保护装置能否发挥积极作用, 与电网结构及一次设备的布置是否合理有密切的关系, 必须把它们作为一个有机整体, 统筹考虑, 全面安排。对严重影响继电保护装置对保证电力系统安全运行发挥作用的电网结构、一次设备布置及厂站主接线等, 应加以限制使用。

## 参考文献

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编 (第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [2] 王梅义, 等. 大电网系统技术 (第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 1995
- [3] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型故障分析 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [4] 要焕年, 曹梅月. 电力系统谐振接地 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.

收稿日期: 2008-04-08;

修回日期: 2008-05-13

作者简介:

许涛 (1980-), 男, 助工, 从事继电保护工作。

E-mail: xutao@cgy.nx.sgcc.com.cn

(上接第 90 页 continued from page 90)

WANG Xi-fan, FANG Wan-liang, DU Zheng-chun, et al. Analysis of Modern Power System [M]. Beijing: Science Press, 2003.

- [3] 王梅义. 电网继电保护应用 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.

WANG Mei-yi. Application of Protective Relaying in Power System [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

收稿日期: 2008-03-11;

修回日期: 2008-04-28

作者简介:

王亚忠 (1959-), 男, 副教授, 主要从事电力职业技术教育和电力系统研究; E-mail: wangyz1959@126.com

陈国华 (1956-), 男, 硕士, 副教授, 主要从事电力职业技术教育和电力系统研究。