

一起 220 kV 电网事故分析

苏晓

(中国南方电网超高压输电公司南宁局, 广西 南宁 530028)

摘要: 随着电网结构的日益紧密, 大多数城市电网已经实现 220 kV 环网供电, 可靠性得较大提高。但运行方式的变化, 加之恶劣的气候影响, 可能导致电网出现较大安全隐患。通过一起 220 kV 电网由于方式变化及非全相过电压引起的事故, 从电网结构方面分析运行方式与重合闸对环网系统运行的影响, 并结合录波图进一步解释主变间隙保护动作的原因, 最后提出相应防范措施, 有效提高了 220 kV 电网的供电可靠性。

关键词: 运行方式; 环网供电; 重合闸; 过电压

Analysis of accident in a 220 kV grid

SU Xiao

(Nanning Bureau, The EHV Power Transmission Company, Nanning 530021, China)

Abstract: With the strengthening of power system structure, the most cities grid power supply with 220kV circle and the reliability has been improved greatly. But the grid may be in dangerous with the change of operation and influence of bad weather. This paper analyzes an accident of a 220kV grid as a result of the change of operation and over-voltage, and analyzes the impact of operation and reclosing on ring system from the power grid structure. And combined with record wave plans to explain the reason of action of gap protection of main transformer, precautions are proposed at last. It improves 220kV power grid reliability effectively.

Key words: operation; circle supply; recloser; over voltage

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)24-0237-03

0 引言

2007年6月29日晚上, 由于线路连续遭雷击, 某局管辖的多条线路及主变先后跳闸。造成 220 kV 长坡变全站失压并导致 B 市全市停电, 停电时间长达 40 min, 损失负荷 68 MWh, 部分重要用户损失严重。对此次全站失压的原因进行认真分析, 吸取经验教训并制定相应有效的措施对提高电网的安全运行是大有裨益的。

1 事故经过

1.1 运行方式简介

此次停电事故中涉及某市 500 kV 及多个 220 kV 变电站, 事故前电网运行方式如图 1 所示。

一次运行方式:

500 kV 玉林变电站运行正常; 220 kV 平坡变电站运行正常并对 R 县供电; 220 kV 长坡变电站负责对 B 市供电, 220 kV 望坡线由于处理 W246 开关缺陷停电检修, 长坡变站内两台主变各侧并列运行, 其中#1 主变高、中压侧中性点直接接地运行, #2

主变高、中压侧中性点不接地运行; 长望变除望坡线停电检修外, 其他设备均运行正常。

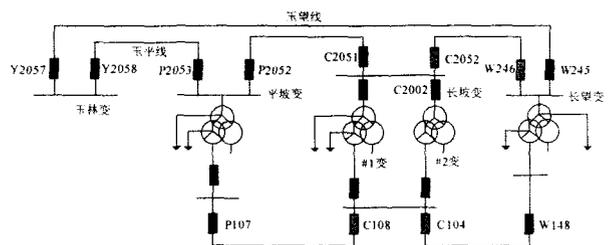


图 1 某市电网接线图

Fig.1 Power grid of the city

重合闸方式:

正在检修的 C2052、W246 开关重合闸退出, P2051 开关投入单重检无压方式, 其他 220 kV 开关重合闸均投入单重检同期方式。

保护方式:

长坡变#2 主变间隙过压定值为 100 V, 间隙过流定值为 2.5 A, 间隙过压与间隙过流并联启动同一时间继电器, 延时 0.5 s 动作。

1.2 事故过程

2007年06月29日18时05分,220 kV玉平线C相遭受雷击绝缘子闪络接地,两侧高频距离、高频方向保护动作,C相跳闸重合成功,同时220 kV长坡变#2主变间隙保护动作跳开三侧开关;18时11分,220 kV长平线A、C相遭受雷击绝缘子闪络接地,两侧高频距离、高频方向动作三相跳闸不重合,220 kV长坡变全站失压。

2 事故分析

2.1 事故原因

此次事故的影响主要有:①220 kV长坡变全站失压。②相邻故障线路时长坡变#2主变间隙动作跳闸。

经过分析造成全站失压的原因主要有两个:一是电网运行方式,二是保护及重合闸投入方式。

2.1.1 运行方式

某市电网以500 kV变电站作为中枢,实现220 kV电压等级环网、110 kV电压等级辐射性供电。220 kV变电站均有两路外来电源并采取合环供电,110 kV电网为避免形成电磁环网及保护整定原因将110 kV联络线开关转为热备用,采用辐射性供电方式。由于处理长望变W246开关缺陷将220 kV望坡线停电检修,使三个合环运行的220 kV变电站变为单电源终端运行方式,特别是如果玉平线跳闸将导致220 kV平坡变与长坡变全站失压,加之6月在南方一般多为雷暴天气,雷击线路现象频繁,且长平线所在地区接地电阻较大,对单电源的终端变运行方式有极大威胁。此次事故主要原因正是由于长平线遭受雷击,绝缘子闪络造成A、C两相接地,线路三跳不重合导致220 kV长坡变全站失压。薄弱的电网结构加上外部雷电频发因素,给电网运行埋下严重的安全隐患。

2.1.2 保护及重合闸方式

为提高供电可靠性,某市电网220 kV开关重合闸均采用单重方式。由于运行方式改变,将长望线C2051开关单重检同期改为单重检无压。第一次故障为玉平线单相接地故障,线路单跳单重成功,第二次故障为长平线相间故障,线路三跳不重合导致全站失压。如果终端变线路两侧保护及重合闸都投入,在线路故障中保护选跳三相,由于地方电源的存在,无法满足同期条件,重合闸不动作造成全站失压。如果仅仅退出保护及重合闸,当地方电源大方式运行时,又可能产生长时间无法切除短路电流影响设备安全问题。

2.1.3 长坡变#2主变跳闸

220 kV玉平线雷击跳闸的同时,长坡变#2主变间隙保护动作,主变三侧跳闸,此时间隙保护属于越级跳闸。间隙保护动作条件为零序过压或者零序电流超过保护定值并保持0.5 s。主要有三种情况,①由于故障引起的稳态过电压;②非全相谐振过电压;③雷电冲击过电压。

稳态过电压是由于故障时中性点电压发生偏移,导致相电压升高,在中性点接地系统发生单相接地故障时,不接地变压器中性点稳态过电压为:

$$U_0 = U_x \frac{\alpha}{\alpha + 2}$$

其中: U_x 为最高运行相电压, $\alpha = \frac{x_0}{x_1}$ 为接地系数,

x_0 、 x_1 为接地点系统零序、正序综合阻抗,根据调度提供当时运行方式下综合阻抗 $x_0 = 18.7 \Omega$,

$x_1 = 12 \Omega$ (参数归算至220 kV侧)。

$$U_0 = U_x \frac{\alpha}{\alpha + 2} = \frac{242}{\sqrt{3}} \times \frac{\frac{18.7}{12}}{\frac{18.7}{12} + 2} = 55.7 \text{ (kV)}$$

考虑最大暂态电压系数, $U_{0\max} = 1.8 \times 55.7 = 100.6$ (kV),长坡变#2主变220 kV中性点间隙为350 cm,工频放电电压136.9 kV,雷电冲击放电电压292 kV(负极性)和245 kV(正极性),故障引起的稳态过电压不是保护动作的原因。

非全相谐振的谐振电压高,如果不破坏谐振参数,可能呈现为一系列等幅振荡波。图2为长坡变故障录波图,故障瞬间电压电流都很大,经过连续衰减恢复正常。根据录波图,系统故障时,主变高压母线 $3U_0$ 二次值为217 V,此时零序电压一次值为 $3U_0 = 3 \times \frac{220}{\sqrt{3}} \times \frac{217}{300} = 275.6$ kV。玉平线故障跳闸

后,长坡变#2主变非全相运行,中性点电压电位发生漂移,但非全相运行在两相仍有联系时中性点电压理论上最高只能达到139 kV,所以也不是非全相谐振引起间隙保护动作。

雷电冲击电压是雷电波通过线路侵入变电站,导致站内设备瞬间过电压。根据广东中试所试验数据,在220 kV主变(分级绝缘)中性点采用350 mm间隙加上Y1W-146/320避雷器,对于保护主变绝缘是合适的,在雷电暂态过电压较高时,可能击穿间隙。但是由于主变间隙保护有0.5 s延时,间隙保护动作是由于零序电流持续0.5 s而导致间隙保护动

作, 雷击时间显然大大小于保护延时。

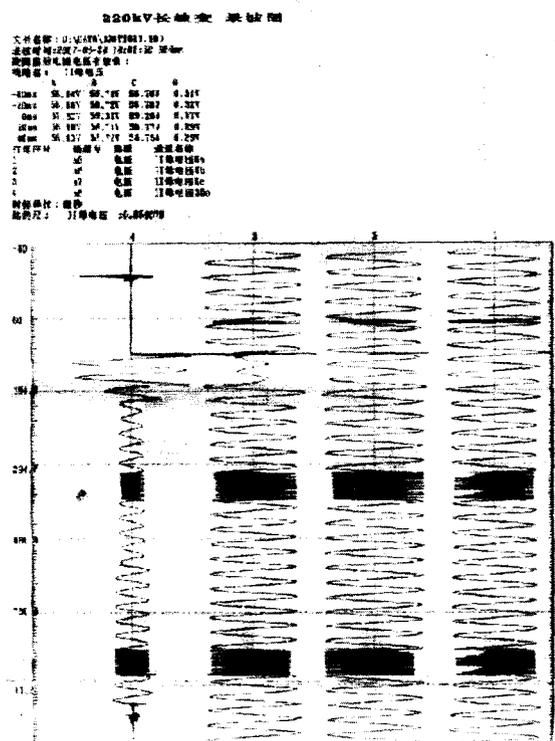


图2 电压录波图

Fig.2 Voltage record wave

综上所述,推断引起此次事故中长坡变#2主变中性点间隙动作应是雷电过电压首先击穿保护间隙,雷击和运行方式的变化导致整个弱电源系统的非全相运行,主变中性点电压由于非全相运行发生漂移导致 $3U_0$ 的出现并持续向遭击穿的间隙提供零序电流,在持续500ms后间隙过流动作出口。

3 防范措施及总结

针对此次事故,经过分析以后制定防范措施。

1) 高度重视电网运行方式。合理安排停电检修,特别对于检修线路影响环网运行方式的工作,在雷暴天气时尽量不安排,如果紧急情况不得不进行停电检修时要做好事故预案,在雷击频繁地区如玉平线及长平线结合测量杆塔接地电阻,安排接地电阻改造,同时装设线路氧化锌避雷器。如果此次雷击玉平线造成两相接地,将导致两个变电站全站失压,后果非常严重,合理的运行方式是电网安全稳定运行最重要的基础。

2) 当运行方式发生变化后,应充分考虑重合闸方式的安排,在电网结构变得薄弱以后应当考虑利用重合闸加强系统联系,如将平坡变和长坡变的

电源侧重合闸方式改为三重检无压方式并停用负荷侧的保护及重合闸。另外要考虑地方小电源对重合闸的影响,若小电源持续向故障点提供短路电流,对电气设备不利。此时应在变电站加装低频低压解列装置,当变电站失压后解列地方小电源,提高重合闸无压重合的可靠性。

3) 220 kV 全站失压后,应该利用 110 kV 联络线迅速恢复失压变电站负荷,但是要注意选择合适的联络线,避免运行方式恢复正常时电网出现电磁环网。此次事故中如果能尽快将 110 kV 联络线由热备用转为运行,可以将损失减少到最低。建议在 220 kV 变电站的 110 kV 联络线装设备用电源自动投入装置,一旦出现 220 kV 变电站全站失压的情况,使用联络线恢复部分负荷的供电。

4) 此次事故证明主变中性点间隙保护对于雷击引起的过电压有很好的保护效果。

4 结束语

实践证明,经过上述对策,大大提高了电网的安全运行水平,同时对环网供电的电网由于运行方式的改变而出现终端变运行的方式有一定的指导作用。

参考文献

- [1] 王维俭,侯炳蕴.大型机组继电保护基础[M].北京:中国电力出版社,2004.
WANG Wei-jian, HOU Bing-yun. Large Unit-based Relay[M]. Beijing: China Electric Power Press,2004.
- [2] DL/T620-1997, 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合[S].
DL/T620-1997, AC Electrical Installations in Over-voltage Protection and Insulation Coordination[S].
- [3] DL/T559-94, 220 kV~500 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].
DL/T559-94, 220 kV~500 kV Power Protection Devices of Setting Running Order[S].
- [4] 彭向阳,李谦,等.广东电网 110 kV~220 kV 变压器中性点保护方式探讨[J].广东电力, 2000, 23.
PENG Xiang-yang, LI Jian, et al. Neutral to Explore Ways to Protect of 110 kV~220 kV Transformer of Guangdong Power Grid[J]. Guangdong Power, 2000, 23.

收稿日期: 2009-01-04

作者简介:

苏晓(1984-),男,本科,助理工程师,从事超高压运行及继电保护工作。E-mail: 176391311@qq.com