

电容器组不平衡保护动作原因分析

刘勋¹, 王丽君¹, 马俊民², 常忠廷²

(1. 河南省商丘市供电公司, 河南 商丘 476000; 2. 许继集团有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 不平衡保护动作是电容器组故障的主要保护, 介绍了电容量不平衡保护的方式, 分析了不平衡电压的产生原因, 总结了不平衡保护的动作用原因并实际举例说明, 得出了安装质量与实际故障设备对电容器不平衡保护的影响, 为电力检修工作人员处理电容器组故障提供了思路。

关键词: 不平衡保护; 电容器组; 电容量

Analysis of the unbalanced protection on capacitor bank

LIU Xun¹, WANG Li-jun¹, MA Jun-min², CHANG Zhong-ting²

(1. Henan Shangqiu Electric Power Company, Shangqiu 476000, China; 2. XJ Group Corporation, Xuchang 461000, China)

Abstract: Tripping operation of the unbalanced protection is the mostly protection in the breakdown of the capacitor bank. This paper introduces the way of the unbalanced protection and analyzes the production reason of the unbalanced voltage. It sums up the reason of the unbalanced protection and gives examples by way of the fault of the capacitor bank. It reaches the conclusion that the installment quality and the breakdown equipment has influence on the unbalanced protection. This paper offers the methods for the engineers of the examining and repairing of the capacitor bank.

Key words: unbalanced protection; capacitor bank; capacity of capacitor

中图分类号: TM774 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)17-0122-03

0 引言

电容器组在电力系统中的主要作用是补偿电力系统的无功功率, 提高系统的功率因数, 改善电压品质, 减少线路的损耗, 提高电网输送电能能力, 保证发电机的出力和设备的运行能力。保证电容补偿装置的安全运行对保障电力系统的供电质量与经济效益将起到重要作用。

商丘市全市变电站共有电容器组 85 套, 2007 年共发生各类故障 25 次; 具体结果统计如下:

表 1 2007 年电容器故障统计表

Tab.1 Capacitor breakdown statistical table in 2007

故障类型	故障次数
不平衡保护	21
电流保护	2
电压保护	0
保护装置误动	1
绝缘故障	1

由以上统计结果表明, 电容器组不平衡保护占总故障次数的 84%, 有必要探索其故障原因和查找

解决办法。

1 电容量不平衡保护

电容器组中电容量不平衡保护^[1]主要用于保护电容器内部故障。当电容器内部故障, 使电容装置的任一个电容器发生击穿或熔断器熔断时, 引起的过电压及过电流幅值一般都不大, 不会引起电压保护和电流保护动作跳闸, 但是引起的电压变化会使电容器组某一串联段上电容器的运行电压超过 1.1 倍的额定电压, 而超过 1.1 倍额定电压是不允许长期运行的, 所以需要电容量不平衡保护来跳开断路器, 从而达到保护电容器, 隔离故障点的作用。

电容量不平衡保护方式分别有: 开口三角电压保护(用于单星形接线的电容器组)、相电压差动保护(用于串联段数为两段及以上的单星形电容器组)、桥式差电流保护(用于每相能接成四个桥臂的单星形电容器组)、中性点不平衡电流保护(用于双星形接线电容器组)。

2 不平衡电压的产生原因

在 110 kV 和 220 kV 电压等级的变电站中, 电

容器组不平衡保护多采用开口三角电压保护, 以下以开口三角电压保护为例分析其动作原因。由于三相电路和电源的不完全对称, 即使在电容器组正常运行时, 其中性点电位亦会发生偏移, 因而在接成开口三角的放电线圈二次侧就会出现零序电压(等于3倍中性点偏移电压), 就是上述的开口三角电压, 也就是不平衡电压, 它的大小表示不平衡程度。以下列举不平衡电压影响因素^[2]。

2.1 电容器组三相电容量不平衡会产生不平衡电压

中性点不接地的星型接线电容器组, 当三相之间电容值不平衡时, 运行中会产生电压分布不均衡情况。电容值小的某一相或某一个串联段承受的电压高, 电容值不平衡加大则电压分布不均衡也随之加大。假如相间电容量偏差达到6%额定电容(即异相电容量的最大值与最小值之比为1.06), 不平衡电压将达到近6%电容器组额定相电压。

2.2 电网电压三相不对称平衡会产生不平衡电压

假如三相电源电压幅值偏差±2%, 相位与基准相差1°, 不平衡电压能够达到6%电容器组额定相电压。可见电源影响不容忽视, 至于电源电压中谐波含量也会产生影响, 不过其影响比基波小得多。

2.3 三相放电线圈性能差异会产生不平衡电压

如果三相放电线圈性能(含伏安特性)差异大, 即使在一次系统平衡的情况下, 也会在二次侧产生虚假的不平衡电压, 甚至引起保护误动, 这种现象曾有发生, 因此, 应注意放电线圈的选用和产品质量把关。

3 不平衡保护动作后的故障查找

3.1 接头发热对电容器组运行的影响

在运行中因接头发热而使电容器组退出运行时时有发生, 这是因为电容器一旦投入就以额定电流满载运行。在电容器施工中如果接头压接不实, 就会引起接头发热。电容器因无铜铝过渡措施, 引起的接头过热事故也时有发生。因为电容器组母线一般采用铝排, 而电容器之间采用软连接使用的是铜绞线, 铜和铝导体连接, 应采取铜铝过渡接头等措施。如果直接接到铝排上, 其接头也会发热。除此之外, 还要检查电容器组用隔离开关、接地刀闸等设备接头是否有松动, 接点是否接触良好, 这些均会引起接头发热, 使电容器组不能正常运行。

3.2 合闸时不平衡电压和时间配合不好

在电容器组断路器合闸过程中, 会产生不同程度的过电压, 这个过电压会使放电线圈的励磁特性

曲线发生变化, 在放电线圈的二次侧出现一个大于保护定值的零序电压值, 若在保护定值延时范围内, 零序电压衰减后的值仍大于保护定值, 就会造成保护误动。这种情况下, 应把保护定值略微调大一点。另外, 在放电线圈定货技术协议中, 应提高放电线圈的过电压能力。

3.3 电容器与电抗器配合不良

在电容器产品制造过程中存在容差, 电容器组安装时不可能调配完全均衡, 即从理论上讲希望容差为零, 使电压达到均衡分布, 实际上无法办到。

《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》^[3](GB50150-2006)中对电容偏差有一定的要求, 即“电容器的实测电容值与额定值的偏差不超过额定电容值的-5%~+10%”。在安装施工中, 如果将电容量正偏差的电容器均放在一相上, 会造成电容器组三相电容量的不平衡, 但此时符合GB50150-2006的要求, 若此时放电线圈三相变比或角差也有偏差, 刚好电容器的正偏差和放电线圈的正偏差碰到一起, 有可能造成跳闸。

3.4 电容器三相电容量不平衡或放电线圈变比不一致

电容器三相电容量不平衡或放电线圈变比不一致是电容量不平衡保护保护动作的主要原因。一般情况下, 电容器组的差压保护是从放电线圈二次线圈获取电压的。这样做的好处是当电容器发生内部故障后, 三相电容量会出现不平衡, 放电线圈二次电压就会出现超过定值的电压, 使电容器组保护动作。

导致电容器三相电容量不平衡或放电线圈变比不一致有很多原因, 归纳起来有以下几种:

1) 在实际运行中, 由于大量谐波源的存在, 导致电源质量不理想, 产生的不平衡电压导致电容器三相电压不平衡^[4], 容易导致部分电容击穿, 电容量发生变化, 三相电容量不平衡。

2) 运行中为了保证电压质量, 频繁投退电容器组, 而投退电容器产生的操作过电压极易损坏放电线圈, 导致放电线圈匝间短路或击穿, 变比发生变化。

3) 在运行过程中, 有时在线路单相接地时会产生弧光接地过电压, 时断时续的过电压会导致外熔丝熔断, 严重的会导致电容击穿。

4 不平衡保护的几个实际例证

1) 500 kV 庄周变电站庄容 21 开关投入约 20

小时后不平衡电流动作, 保护跳闸后检查发现 10# 电容器外熔丝熔断, 10# 电容器外熔丝接母排处有过热痕迹, 更换外熔丝后投入运行, 10 小时后 9# 电容器外熔丝熔断, 检查发现 9# 电容器外熔丝接母排处同样有过热痕迹, 全面对庄容 21 电容器组进行了试验检查、保护传动, 判断电容器组无故障, 保护装置能够正确动作, 导致电容器组跳闸的原因是电容器组施工中接头压接不实。对所有螺丝连接处进行了紧固, 投入电容器组, 没有再次跳闸。

2) 110 kV 宁陵变电站宁容 211 电容器组在投入过程中, 零序电压保护动作, 不能正常投入运行, 多次安排工作人员去检查试验, 均没发现问题。后在投入电容器组时将零序电压保护压板退出, 在零序电压二次线处用电压表进行检测, 发现在投入的一瞬间起表且数据偏大, 然后很短时间内又恢复正常, 此时将零序电压保护压板投入后, 电容器组正常运行, 由上我们判断为电容器组合闸时不平衡电压和时间配合不好。于是我们按照规程要求对该电容器组零序电压保护定值进行了全面的计算分析, 将该电容器组差动保护时间延长, 运行至今没有再次发生跳闸现象。

3) 新投入 110 kV 王集变电站王容 21 时, 差压保护动作, 经检查确有差动电压, 经试验后电容器、放电线圈均试验合格, 但是二者之间配合不良。后根据电容器铭牌上的额定电容量, 将大容量的电容器和小容量的电容器进行调整, 尽量均衡地分布在 ABC 三相上, 调整后试送正常。

5 结论

1) 不平衡保护动作与设备安装质量有关, 若新投入电容器组在刚投入时即动作, 应检查电容量是否平衡, 电容器与放电线圈配合是否良好, 放电线圈接线是否有误; 若新投入电容器组在运行若干时间后动作, 应检查电容器接线是否可靠接触或电网电压是否有所波动。

2) 若运行中的电容器组不平衡保护动作, 应检查电容器的电容量是否发生变化, 放电线圈的变比是否发生变化, 保护装置是否正确动作, 保护定值是否合适, 二次回路绝缘是否良好。

参考文献

- [1] 梁琮. 并联电容器组不平衡保护初始值的估算[J]. 电力电容器, 2002,(3):1-3.
LIANG Zong. Uneven Parallel Capacitor Banks to Protect the Value of the Initial Estimate[J]. Power Capacitor, 2002,(3):1-3.
- [2] 杨昌兴, 王敏. 电容装置不平衡保护灵敏系数的取值[J]. 电力电容器, 2005, (4): 8-11.
YANG Chang-xing, WANG Min. Capacitance Devices to Protect Sensitive Imbalance in the Value of the Coefficient[J]. Power Capacitor, 2005, (4): 8-11.
- [3] 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, GB50150-2006. 电气装置安装工程电气设备交接试验标准[M]. 北京: 中国计划出版社, 2006.
Ministry of Construction of the People's Republic of China, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, GB50150-2006. Standard for hand-over Test of Electrical Equipment Electrical Equipment Installation Engineering[M]. Beijing: China Planning Press, 2006.
- [4] 王兆安, 杨君, 刘进军. 谐波抑制和无功功率补偿[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
WANG Zhao-an, YANG Jun, LIU Jin-jun. Harmonic and Reactive Power Compensation[M]. Beijing: China Machine Press, 2002.

收稿日期: 2008-09-24; 修回日期: 2008-10-21

作者简介:

刘勳 (1976-), 男, 工程师, 主要从事高压绝缘工作; E-mail: liuxunch@sina.com

王丽君 (1979-), 女, 助理工程师, 主要从事电力一次设计工作。

省委组织部领导考察许继

8月20日下午, 省委组织部副部长宗义莅临许继集团公司考察, 市委组织部部长郭元军陪同。

在集团展厅, 集团公司副总裁王定国首先向宗义一行介绍了许继的历史、现状和未来发展规划。许继研制的电力系统、风力发电、轨道交通、工业配用电等领域的一系列新产品, 让省委组织部领导倍感振奋。在特高压输变电样机设备展台上, 王总王定国介绍了许继在特高压技术领域取得的最新成果, 宗义听了连声称赞“了不起”。

在公司领导的陪同下, 宗义一行还参观了许继继电保护和自动化产品生产、制造、调试生产线。宗义勉励许继紧紧抓住国家加快建设坚强智能电网的历史机遇, 加快自主创新步伐, 推动企业实现跨越式发展, 不断为全省经济社会发展作出新的贡献。