

直流绝缘监测仪现场校验结果分析

沈梦甜¹, 谢智浩¹, 尹星光²

(1. 湖南省电力公司超高压管理局, 湖南 长沙 410004; 2. 广东电网公司惠州供电局, 广东 惠州 516001)

摘要: 根据专用仪器对五个变电站在线运行直流绝缘监测仪现场校验结果进行分析, 发现被校验的直流绝缘监测仪存在两极接地不能正确告警和选线。当存在对地电容时会误选线、漏选线以及电压波动大等问题。探讨了直流系统两极接地以及检测接地支路切换过程中产生的电压波动而导致保护误动的安全隐患, 提出了采用专用设备对直流绝缘监测仪进行现场定期校验, 及时发现和消除所存在的安全隐患, 确保直流系统安全稳定运行。

关键词: 绝缘监测仪; 两极接地; 误选线; 漏选线; 电压波动; 现场校验

Analysis of field calibration result of DC insulation monitor apparatus

SHEN Meng-tian¹, XIE Zhi-hao¹, YIN Xing-guang²

(1. EHV Power Bureau, Hunan Electric Power Company, Changsha 410004, China;

2. Huizhou Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Corp, Huizhou 516001, China)

Abstract: The paper analyzes the field calibration results on the DC insulation monitor operated online in five substations with special instruments, finds that when two poles earth occur, correct alarm and line selection are not completed by the DC insulation monitor. Error and missing line selection as well as oversize voltage fluctuation appear when ground capacitance takes place. Also the paper discusses the security risk of the relay acting incorrectly that caused by the voltage fluctuating created in the process of two poles ground and detecting the grounding branch switching. Finally, the paper proposes using a special apparatus to calibrate the DC insulation monitor apparatus to find out and avoid the security risk, thus to ensure the safe and stable operation of DC system.

Key words: DC insulation monitor; two poles ground; falsely select the line; miss selecting the line; voltage fluctuation; field calibration

中图分类号: TM733 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)19-0226-03

0 引言

变电站直流系统是指给保护、控制等设备提供工作电源的供电网络, 包含有蓄电池、充电设备、空气开关或保险及接线端子、导线、直流绝缘监测仪等。直流绝缘监测仪是目前监测直流系统绝缘状况的主要设备, 在电力系统得到了非常广泛的应用。绝缘监测仪的现场使用情况如何, 在以往运行维护中没有得到大家足够重视。

目前在线运行的直流绝缘监测仪主要工作原理有两种, 一种是检测直流漏电流方式, 发生直流接地的系统, 会在接地支路产生直流漏电流, 通过监测仪的互感器进行检测, 进而对系统绝缘进行检测。另一种是向系统输入超低频交流信号方式, 通过监测仪的互感器进行绝缘检测。由于系统的复杂性, 发生接地的方式很多, 有单极单点接地、单极多点

接地、两套直流系统串入导致系统绝缘低、交流电源串入直流系统等接地类型, 直流绝缘监测仪应该对系统的这些接地类型进行可靠监测, 以准确反映系统的绝缘状况, 同时绝缘监测仪在运行中要不对系统产生任何安全隐患, 以确保系统安全可靠运行。

2008年11月4~6日, 我们对下属杨高、荷塘、威灵、楠竹塘、茶园五个变电站不同厂家的绝缘监测仪采用专用的直流接地装置校验仪进行了一次在各种接地状况下, 直流绝缘监测仪的总体性能测试。我们通过该设备模拟系统正极接地、负极接地、正负同时接地, 输入不同的系统分布电容, 测试绝缘监测仪在以上各种情况下的工作状况。从测试的情况看, 五个不同厂家的在线直流绝缘监测仪分别存在有接地情况下, 装置产生较大的电压波动; 正负极同时存在接地情况下, 装置不能正确反映系统的绝缘情况; 出现误选、漏选接地支路馈线等问题。

本文从直流绝缘监测仪引起的系统电压波动和绝缘监测仪两极接地检测功能的缺陷两个方面来探讨对直流系统运行安全的影响。

1 校验方法与内容

如图 1, 将待校验的直流绝缘监测仪的+KM (直流系统母线)、-KM 及接地线, 从运行的直流系统解开, 再分别接入专用直流接地校验仪对应端子, 另将其接地支路穿过直流绝缘监测仪的支路检测互感器 (CT)。

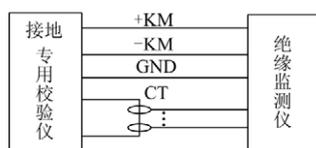


图 1 校验原理接线

Fig.1 Wiring of calibration principle

接地校验仪模拟直流系统有关参数及各种接地故障, 对直流绝缘监测仪的接地告警和接地选线功能、技术参数进行校验。校验内容如下:

- ①正极单点接地 (10 k Ω , 50 k Ω)
- ②负极单点接地 (20 k Ω , 100 k Ω)
- ③两极单点接地 (正极 20 k Ω / 负极 30 k Ω)
- ④模拟支路电容 (20 k Ω , 1 μ F, 5 μ F)
- ⑤模拟系统电容 (20 k Ω , 50 μ F, 100 μ F)

2 结果分析

从校验结果看, 没有对地电容的情况下, 正负极单点接地, 五个站的直流绝缘装置均能正确告警和准确选线。但两极接地却都不能正确告警和选线, 当存在对地电容时, 有些装置会误、漏选线, 还有 1 台装置对地电压波动最大达 90 V。

2.1 两极接地故障不能告警

如表 1, 正极 20 k Ω 、负极 30 k Ω 接地故障, 茶园、杨高、荷塘三个站测出负极为 999 k Ω , 正极分别为 260 k Ω 、214 k Ω 、159 k Ω 与实际相差甚远, 而楠竹塘、威灵站装置由于不显示绝缘电阻, 具体数据不清, 但也和另外三个站一样, 不告警不选线, 即不能正确检测两极接地故障。

表 1 两极接地校验结果

Tab.1 Check results of the bipolar ground

站名	楠竹塘	威灵	茶园	杨高	荷塘
正极 20 k Ω 接地	—	—	260 k Ω	214 k Ω	159 k Ω
负极 30 k Ω 接地	—	—	999 k Ω	999 k Ω	999 k Ω

2.2 误选线

所有试验中, 只有楠竹塘站, 在 50 μ F 系统电

容时, 出线误选线, 即将没有接地的支路报为接地支路, 如表 2。

表 2 误选线情况

Tab.2 The results of the alignment errors

站名	楠竹塘	威灵	茶园	杨高	荷塘
50 μ F	误选	—	—	—	—

2.3 漏选线

当支路电容为 5 μ F 或系统电容为 50 μ F 时, 楠竹塘站出现漏选线, 即有些接地支路判为无接地, 而威灵站所有试验中, 均只能选出一条接地支路, 不能满足两点以上接地故障的选线。杨高站, 当系统电容为 50 μ F 时, 直接报母线接地, 根本不能选出接地支路, 如表 3 所示。

表 3 漏选线情况

Tab.3 Line missing selection

站名	楠竹塘	威灵	茶园	杨高	荷塘
5 μ F	漏选	漏选	—	—	—
50 μ F	漏选	漏选	—	不选	—

2.4 电压波动大

当有接地故障并告警时, 杨高站绝缘装置使母线对地电压不断波动, 最大波动值达 90 V, 如表 4, 直到接地故障消失。其它各站均不波动。

表 4 电压波动情况

Tab.4 Voltage fluctuations

站名	楠竹塘	威灵	茶园	杨高	荷塘
最大值	—	—	—	90 V	—

3 安全隐患

3.1 两极接地

两极接地故障是指直流系统正负母线绝缘电阻同时降低或出现接地的现象, 一般认为这种情况极少发生, 可以不予考虑, 实际情况并非如此, 大家知道直流接地告警值设置都较低, 如 220 V 系统一般为 25 k Ω , 当绝缘电阻还大于告警值时, 不发告警信号, 也不会通知检修人员处理接地故障, 由于绝缘下降到发生接地故障有时会经历较长的时间如几个月甚至几年, 这样上述绝缘降低的情况长期存在, 在该期间, 很有可能在其它地方也发生绝缘下降, 如果在同一极, 为两点接地, 绝缘电阻可能达到告警值, 如果不在同一极。则出现两极绝缘都下降, 此时, 对地电压反而会恢复一些, 使运行维护人员误以为绝缘变好了, 而实际是发生了两极绝缘同时下降的情况。

两极绝缘下降, 如果长期存在于直流系统, 而

又不被发现并排除，将使直流系统面临出现大的短路电流的风险，随之引起火灾和损坏直流电源。还会产生两点以上的接地故障，使接地故障处理变得异常困难，大大延长接地排查的时间，增加了保护误动的机会。

3.2 电压波动

如图 2 所示，某些绝缘装置为了检测出接地支路，利用图中 K1、K2 交替闭合和断开，在接地点 R+、R- 产生方波电流 I+、I-，因 $V_+ = I_+ \times R_+$ ($V_- = R_- \times I_-$)，相应地对地电压也是类似的方波电压。图中虚线表示直流系统存在对地电容时，充放电过程。

利用专用穿心互感器 (CT)，检测出供电支路的接地信号电源 I+、I-，即可判别支路接地与否。

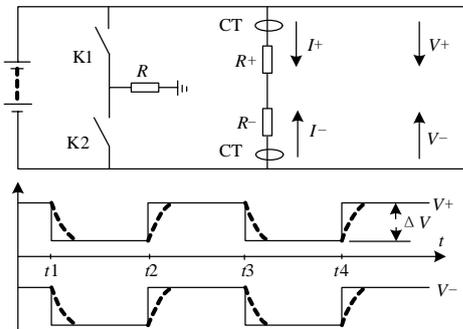


图 2 电压波动产生原因

Fig.2 Voltage fluctuations cause

220 V 直流系统接地告警电阻整定值一般约 25 kΩ，此类直流绝缘装置产生的方波电流在 0~10 mA，有的更大，产生的电压波动在几十伏，甚至在 0~220 V 波动。

前述知道，杨高站电压波动最多能达到 90 V，即图 2 中 ΔV，如此大的电压波动，一方面会对微机保护的通讯等带来脉动干扰^[1]，降低保护的可靠性，另一方面，大幅度电压波动，还可能使主变重瓦斯等出口中间继电器动作^[2]，导致主变误跳闸。

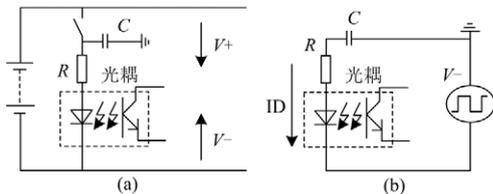


图 3 电压波动引起光耦动作

Fig.3 Voltage fluctuations caused by movement optocoupler

保护回路中有许多类似图 3 (a) 中的光耦隔离电路，如失灵保护^[3]。C 为电缆电容，据有关研究^[4]，每 100 m 电缆有 15~30 nF 电容，而该电缆有的可达几千米^[5]。

图 2 中负极对地方波电压，通过电容 C 对光耦充放电，可等效为图 3 (b)，当电流 ID 达到光耦的导通电流 (一般约 1 mA) 时，光耦将导通，而出口跳闸^[4]。

由此可看出，当该站发生接地故障，或通过模拟接地故障校验绝缘装置，有可能使保护发生误动。

2008 年 11 月下旬在河北某 220 kV 变电站发生了直流绝缘监测仪电压波动引起保护误动的安全事故，也证明了电压波动对直流系统安全运行的影响。

4 结论

1) 采用专用校验仪器对“直流绝缘监测仪”进行校验，不影响直流系统的正常运行，且校验内容丰富全面。

2) 本次校验发现了“直流绝缘监测仪”，存在以前未曾注意到的问题，为今后设备选型和技术改造提供了依据。

3) “绝缘监测仪”本身的问题如电压波动等，关系到系统的安全稳定运行，应该引起相关部门的高度重视，以及时消除系统安全隐患。

4) 应尽快开展“直流绝缘监测仪”的定期校验工作。

参考文献

[1] 蔡敏. 光耦器件瞬态饱和对微机保护装置的影响及对策[J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (8): 72-75.
 CAI Min. Research on transient saturation of opto-couplers for electrical transient/burst[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28 (8) : 72-75.
 [2] 黄剑. 便携式直流接地检测仪对电力设备运行的影响分析[J]. 广东电力, 2007, 20 (3): 34-37.
 HUANG Jian. Analysis of influence of portable DC earth fault detector on operation of power equipment[J]. Guangdong Electric Power, 2007, 20 (3) : 34-37.
 [3] 高旭. 一起典型的 500 kV 失灵保护误动分析[J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (8): 104-106.
 GAO Xu. An analysis of a typical case of failure to protect the 500 kV malfunction[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (8) : 104-106.
 [4] 孟恒信. 保护用控制电缆分布电容参数测试方法研究[J]. 山西电力, 2008, 148 (4): 16-19.
 MENG Heng-xin. Research on distributed capacitance parameter testing method of relay control cable[J]. Shanxi Electric Power, 2008, 148 (4) : 16-19.
 [5] 李伟. 对鄂电工程 220 kV 总降变控制电缆分布电容影响断路器跳闸的分析[J]. 西北电建, 2006 (2): 36-38.

(下转第 231 页 continued on page 231)

这个 500 kV 线路保护简便测试平台可以依次顺序执行各个预定项目,便于操作,同时通过暂停项目设置,为各套保护试验之间的灵活转换提供可行性,通过保护的硬压板投退选择待测试保护,克服了以往按功能模块单独整定单独试验的测试模式不足,极大方便了定检执行,大大减少了现场测试工作量,提高了定检效率。

2.2 新型简便化定检方法应用及其效果

本文提出的 500 kV 线路保护定检简便方法成功应用于广东省佛山供电局 500 kV 西江站 6 条 500 kV 线路定期检验和 500 kV 顺德站 8 条 500 kV 线路保护投产前试验,试验测试表明采用这种新简便定检方法完成一条 500 kV 线路保护定检(包括开关保护)时间由原来的 3 天减少到平均 2 天。通过与一般常规定检方法比较,测试结果表明定检方法具有以下优势:

(1) 新型试验接线策略一次性完成所有试验接线工作,简化接线复杂性,大大减少现场接线工作量和时间。

(2) 二次开发的现场测试软件平台实现了 500 kV 线路保护逻辑功能测试的自动化操作,操作简单快捷,简化了定值数据输入,有效提高现场测试效率。

(3) 实现 500 kV 线路保护定检工作简便化,自动评测结果生成测试报告,避免了人为的试验漏项、误判的情况,保证测试结果客观准确性。

现场测试验证表明该简便定检方法能明显缩短定检时间,降低工作量,操作方便简捷,具有自动化执行特性,为实现 500 kV 线路保护全程简便化定检提供了一种可行可靠的试验实施方案。

3 结语

本文结合 500 kV 线路保护定期检验实际应用要求,提出了一种 500 kV 线路保护定检简便方法。文中具体分析了该新型 500 kV 线路保护简便化定检方法的试验接线策略和自动测试模板及其功能实现与应用。本文提出的保护装置定检简便方法可有

效缩短定检时间,降低定检工作强度,提高定检效率,实现 500 kV 线路保护定检简便化和标准化,确保及时、高效、准确地完成定检任务,为电网安全稳定运行提供可靠保证,具有较强的实际推广价值。

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 electric network relay protection[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.
- [2] 罗志平, 张莹, 等. 探讨微机保护定期检验中应注意的问题[J]. 广西电力, 2007, 30(6): 61-64.
LUO Zhi-ping, ZHANG Ying, et al. Discussion on noticed problems during periodic inspection of microcomputer relay protection[J]. Guangxi Electric Power, 2007, 30(6): 61-64.
- [3] 李铁群, 刘万顺. 一种新的继电保护试验系统的研究[J]. 电网技术, 2001, 25(9): 74-77.
LI Yi-qun, LIU Wan-shun. Study on a novel protective relaying testing system[J]. Power System Technology, 2001, 25(9): 74-77.
- [4] 陈皓. 新一代微机继电保护测试仪及其基本性能[J]. 电力自动化设备, 2002, 22(5): 61-63.
CHEN Hao. A new micro-based relay tester and basic function[J]. Electric Power Automation Equipment, 2002, 22(5): 61-63.
- [5] 高艳萍. 继电保护检验工作中的若干问题分析[J]. 继电器, 2003, 31(11): 63-66.
GAO Yan-ping. Analysis of some problems on relaying protection inspection[J]. Relay, 2003, 31(11): 63-66.

收稿日期: 2009-09-23; 修回日期: 2009-12-10

作者简介:

罗春风(1980-), 男, 硕士研究生, 主要从事电力系统继电保护运行管理与研究工作; E-mail: winds8@sohu.com

徐子利(1976-), 男, 高级工程师, 主要从事电力系统继电保护和电网调度管理工作;

邓建峰(1966-), 男, 高级工程师, 主要从事电力系统继电保护和电网调度管理工作。

(上接第 228 页 continued from page 228)

LI Wei. On the 220 kV electrical engineering of Hubei change control of the total drop cable distribution circuit breakers tripping capacitor impact analysis[J]. Northwest Power Construction, 2006(2): 36-38.

沈梦甜(1970-), 女, 本科, 高级工程师, 从事直流检修技术管理工作及直流设备维护和技术应用方面的研究;

E-mail: Smt7130@163.com

谢智浩(1978-), 男, 本科, 工程师, 从事直流设备运行和检修维护; E-mail: Cszh1978@sohu.com

尹星光(1969-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事继电保护、交直流运行维护工作。

收稿日期: 2009-10-21; 修回日期: 2009-12-10

作者简介: