

河北南网绝缘监测装置的性能研究及校验方法的改进

李秉宇, 陈晓东

(河北省电力研究院, 河北 石家庄 050021)

摘要: 通过研究交流注入式和电桥式绝缘监测的工作原理, 阐述了几种检测方法的优缺点。分析了河北南网主要型号绝缘监测装置的性能指标及检测功能, 计算了平衡桥电阻和切换桥电阻对直流对地电压波动及偏移的影响范围。研究了离线式直流系统绝缘监测装置校验方法, 利用直流感地校验仪的各种试验工况模拟直流系统各种接地故障, 校验多点接地、双极平衡接地、交流串电接地和电压偏移等试验工况。该校验方法可规范绝缘监测装置的功能, 有效避免在发生一点接地时保护装置误动作。

关键词: 平衡桥; 切换桥; 双极接地; 交流串电接地; 离线式

Research on the performance of insulation detection system and improvement of the calibration method in Hebei south power system

LI Bing-yu, CHEN Xiao-dong

(Hebei Electric Power Institute, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Through analyzing the work principle of AC-injection insulation monitoring and bridge insulation monitoring, the paper expounds the merits and demerits of several monitoring methods. The performance index and functions of the main insulation monitoring device of Hebei south power system are analyzed and the influence scope of balance bridge resistance and switch bridge resistance on the fluctuation and excursion of DC earth ground voltage is calculated. The calibration method for off-line DC system insulation monitoring device is analyzed. It uses different operation conditions of DC grounding calibrator to simulate different grounding faults of DC system and calibrate operation conditions of multi-point grounding, bipolar equilibrium grounding, AC grounding and voltage excursion. The proposed calibration method can regulate the function of insulation monitoring device, and effectively avoid the malfunction of protection device when one-point grounding occurs.

Key words: balance bridge; switch bridge; bipolar grounding; AC grounding; off-line

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)23-0231-03

0 引言

微机型绝缘监测装置近年来在河北南网得到了普及应用, 但由于缺乏相应规范标准, 各个厂家的产品在工作原理、性能指标、监测功能等方面不能统一, 有的装置在直流对地电压偏移较大时不能报警, 有的装置在检测绝缘的过程中引起电压大幅波动, 给二次设备的安全运行造成一定隐患。如2008年220 kV兆通变电站在用万用表测量保护出口压板电压时造成A相跳闸回路一点接地, 引起兆常II线264开关A相跳闸。分析其原因就是绝缘监测装置在进行不平衡检测时, 引起直流母线对地电压的大幅波动, 此时再发生直流一点接地, 造成直流对

地分布电容对防跳继电器(TBJ)放电, 引起其动作。为避免类似事故的再次发生, 需要分析河北南网绝缘监测装置的工作原理和性能, 并研究方便、可靠、全面的绝缘监测装置校验方法。

1 绝缘监测装置性能

1.1 河北南网绝缘监测装置工作原理

河北南网微机型绝缘监测装置的工作原理分为交流注入式和电桥式, 电桥式又分为平衡桥和不平衡桥两种。电桥式是利用各种平衡桥及不平衡桥电路, 求解出绝缘电阻值。交流注入法是在母线上施加一低频交流信号, 主要用于对支线电阻进行检测。几种绝缘监测方法的优缺点如表1所示。

表 1 绝缘监测方法的比较

Tab.1 Comparison of insulation detections

检测方法	优点	缺点	适用情况
平衡桥法	a.属于静态测量, 母线对地电容的大小不影响测量精度 b.不受接地电容的影响, 检测速度快	a.双端接地时, 测量误差较大 b.不能检测平衡接地	绝缘监测装置正常巡检
不平衡桥法	任何接地方式均能准确检测	a.切换桥电阻的投切导致母线对地电压的波动 b.每次投入电阻后需要稳定延时, 等待母线对地电压稳定, 影响了检测速度	绝缘监测装置的定时巡检和双极接地检测
交流注入法	a.漏电流测量元件采用无源 CT, 无零漂, 稳定性好。 b.可以检测双极接地。	a.输出连接有较大的隔离电容 b.系统对地电容对选线精度有一定影响 c.注入的低频信号增加了直流电压的纹波 d.若低频信号源发生短路会造成直流母线短路。	用于支路绝缘电阻的检测

1.2 性能指标

河北南网部分 110 kV 变电站、220 kV 及 500 kV 变电站均装置有微型绝缘监测装置, 共有 331 台, 分属于 22 个厂家, 主要集中在石家庄国耀、珠海泰坦、新乡科海、深圳奥特迅、邯郸 518、保定科帆、北京思达星和珠海金电等生产厂家, 各种装置的检测精度和报警范围差异较大, 大部分厂家不满足电力标准规定的绝缘电阻检测精度和报警范围。

1.3 检测功能

几种典型绝缘监测装置检测原理及电桥电阻值如表 2 所示。

其中 WDCX-620 型装置采用交流注入法原理, 支路检测时增加了直流电压的纹波, 监测结果易受系统电容的影响。GYM-V 和 TEP 型采用平衡桥与切换桥相结合的方法, 在不平衡检测时会对直流对地电压产生波动。JB2201B 型只有平衡桥电阻, 不能检测双极接地。

表 2 检测原理及电桥电阻值

Tab.2 The principle and resistance of bridge

型号	原理	检测方法	平衡桥电阻/kΩ		切换桥电阻/kΩ	
			R+	R-	R' +	R' -
GYM-V	平衡桥	平衡桥+切换桥	60	60	60	60
TEP	平衡桥	平衡桥+切换桥	51	51	0	100
WDCX-620	交流注入	平衡桥	100	100	0	0
JB2201B	平衡桥	平衡桥	50	50	0	0

2 绝缘监测装置对直流电压波动和偏移的影响

2.1 不平衡桥运行时, 直流正、负极对地电压波动范围

在不平衡桥检测过程中由于配置了切换电阻, 直流系统正、负极对地电压产生波动, 波动范围如表 3 所示。由波动引起的正、负极对地电压差最小为 0, 最大为 33.4%, 即正、负极对地电压差为 0~73 V。JB2201B 型和 WDCX-620 型绝缘监测装置没有配置切换电阻, 正常运行时不对直流电压产生波动。

表 3 直流电压波动范围

Tab.3 The bound of DC voltage

型号	正极对地电压波动范围	负极对地电压波动范围	正、负极对地电压差
GYM-V	33.3%~66.7%	66.7%~33.3%	33.4%
TEP	50%~59.68%	50%~40.32%	9.68%
WDCX-620	0	0	0
JB2201B	0	0	0

2.2 平衡桥运行时, 直流系统绝缘下降造成的正、负极对地电压偏移

直流系统正极或负极绝缘下降时, 直流系统正、负极对地电压会偏离 50%U, 绝缘越低, 电压偏移越大, 正、负极对地电压差也越大。根据电阻分压原理, 可以计算出不同绝缘电阻下的直流系统正、负极对地电压差如表 4 所示。可以看出绝缘电阻一定时, 平衡桥电阻值越大造成的正、负极对地电压

差也越大。

正极绝缘电阻降低到 100 k Ω , 远大于 DL/T 856-2004《电力用直流电源监控装置》标准规定的接地告警门槛值 25 k Ω , 不应该发接地告警信号, 但正、负极对地电压差已大于规程中要求的不大于 40 V。

表 4 电压偏移范围统计

Tab.4 The range for voltage excursion

型号	不同正极接地电阻时, 正负极对地电压差 / V		
	R+=20 k Ω	R+=50 k Ω	R+=100 k Ω
GYM-V	132	82.5	50.8
TEP	120	71.4	9.3
WDCX-620	157.1	110	73.3
JB2201B	122.2	73.3	44

3 离线式绝缘监测装置校验法

3.1 传统绝缘监测装置校验法的缺点

对绝缘监测装置验收及检修的传统方法是采用人为接地法, 即人为将直流系统某支路接地或经一电阻接地观察绝缘监测装置的检测情况, 此种方法的缺点:

- 校验功能简单, 不能模拟各种复杂接地故障。
- 不能检测到所有支路 CT 检测情况, 校验精度差。
- 易发生直流系统短路及保护装置动作事故, 易引发人身触电危险

3.2 离线式绝缘监测装置校验的方法

离线式直流接地校验法将绝缘监测装置脱离直流系统, 将直流系统接地校验仪的直流输出和大地接入绝缘监测仪的直流输入端, 模拟直流系统电压, 利用直流接地校验仪的各种试验工况模拟直流系统各种接地故障, 校验绝缘监测仪的检测结果。

校验原理如图 1 所示。

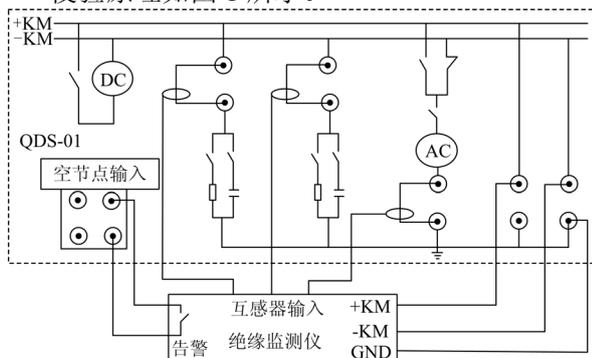


图 1 离线式绝缘监测装置校验原理

Fig.1 Principle of off-lining verify

3.3 校验方法

直流接地故障种类繁多, 除了简单的一点接地外, 存在多点接地、双极接地、交流串电接地等其他接地故障。在校验时应能全面、准确地校验绝缘监测装置的功能及对直流系统的影响, 利用直直接地校验仪的工作环境, 研究制定以下校验方法。

a) 多点接地校验。一支路经 25 k Ω 电阻接地, 等待 10 s 后, 另一支路再经 25 k Ω 电阻接地, 校验绝缘监测装置的监测情况, 应能反应所有接地支路状况。

b) 双极平衡接地校验。一支路正、负极同时经 25 k Ω 电阻接地, 校验正、负极同时接地时, 绝缘监测装置的工作情况。

c) 交流串电校验。直流电压正极分别接入 50 V、220 V 交流接地, 校验绝缘监测装置的工作情况, 应能反应正极绝缘电阻为 0, 正确测量正、负极对地电压。

d) 电压偏移试验。在直流绝缘完好条件下, 单极接入 200 k Ω 电阻, 测量电压偏移应不大于 10% 额定电压, 用于校验绝缘监测装置平衡桥对电压偏移的影响。

离线式直流接地校验法的优点:

a) 校验过程中, 绝缘监测装置与运行中的直流系统没有电联系, 不会对运行的保护等设备带来安全隐患。

b) 丰富、全面的接地故障试验形式, 可全面准确校验绝缘监测装置的各项功能。利用其灵活的正负极电阻、电容输出可接入直流系统, 模拟直流正负极偏移, 进行电压偏移试验。

4 结论

对河北南网绝缘监测装置的性能研究及校验方法的改进, 为规范绝缘监测装置的功能和性能指标奠定了基础。当直流对地电压存在偏移时, 再发生一点接地, 由于系统电容对继电器放电可发生保护装置误动作甚至跳闸, 因此分析绝缘监测装置对电压波动和电压偏移的影响, 对降低保护装置误动率有积极意义。

参考文献

- 杨建华. 直流系统绝缘监察装置的改进和接地点检测[J]. 华北电力技术, 1993 (12): 20-22, 31.
YANG Jian-hua. DC system insulation monitoring device and earth point locating[J]. North China Electric Power, 1993 (12): 20-22, 31.

(下转第 237 页 continued on page 237)

参考文献

- [1] US-Canada Power System Outage Task Force. Final report on the August 14, 2003 blackout in the United States and Canada: causes and recommendations[R/OL]. <https://reports.energy.gov/>, 2004.
- [2] 胡学浩. 美加联合电网大停电事故的反思和启示[J]. 电网技术, 2003, 27(9): 2-6.
HU Xue-hao. Rethinking and enlightenment of large scope blackout in interconnected north America power grid[J]. Power System Technology, 2003, 27(9): 2-6.
- [3] 周孝信, 郑健超, 沈国荣, 等. 从美加东北电网大面积停电事故中汲取教训[J]. 电网技术, 2003, 27(9): T1.
ZHOU Xiao-xin, ZHENG Jian-chao, SHEN Guo-rong, et al. The lesson from the large scope blackout in north American-Canada power grid[J]. Power System Technology, 2003, 27(9): T1.
- [4] 何大愚. 一年以后对美加“8.14”大停电事故的反思[J]. 电网技术, 2004, 28(21): 1-5.
HE Da-yu. Rethinking over “8.14” US-Canada blackout after one year[J]. Power System Technology, 2004, 28(21): 1-5.
- [5] U. S-Canada Power System Outage Task Force. Causes of the August 14th blackout in the United States and Canada[R]. 2003.
- [6] 唐葆生. 伦敦南部地区大停电及教训[J]. 电网技术, 2003, 27(11): 1-5.
TANG Bao-sheng. Blackout in south of London and its lesson[J]. Power System Technology, 2003, 27(11): 1-5.
- [7] 薛禹胜. 时空协调的大停电防御框架: (一)从孤立防线到综合防御[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(1): 8-16.
XUE Yu-sheng. Space-time cooperative framework for depending blackouts: part I: from isolated defense lines to coordinated defending[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(1): 8-16.
- [8] 薛禹胜. 时空协调的大停电防御框架: (二)广域信息、在线量化分析和自适应优化控制[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(2): 1-10.
XUE Yu-sheng. Space-time cooperative framework for depending blackouts: part II reliable information, quantitative analysis and adaptive controls[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(2): 1-10.
- [9] 薛禹胜. 时空协调的大停电防御框架: (三)各道防线内部的优化和不同防线之间的协调[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(3): 1-10.
XUE Yu-sheng. Space-time cooperative framework for depending blackouts: part III self-optimization of all defense lines and coordination of different defense lines[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(3): 1-10.
- [10] 王红印, 张明亮, 孙素琴, 等. 大电网安全可靠运行4级梯度预警预控方法[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(19): 20-24.
WANG Hong-yin, ZHANG Ming-liang, SUN Su-qin, et al. A four-grade forewarning and preventive control method for secure and reliable operation of large scale power grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(19): 20-24.
- [11] 曹路. 华东电网WAMAP系统的应用实践[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(21): 97-101.
CAO Lu. Application of wide area monitoring analysis protection and control system in East China Power Grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(21): 97-101.
- [12] DL 75-2001 电力系统安全稳定导则[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
DL 75-2001 guide on security and stability for power system[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

收稿日期: 2009-11-12; 修回日期: 2010-01-25

作者简介:

谢大为(1978-), 男, 工程师, 硕士, 主要从事电力系统分析与控制方面的工作; E-mail: dwxie@163.com

刘玉娟(1979-), 女, 讲师, 硕士, 主要研究方向为电力系统分析与控制;

李碧君(1966-), 男, 高级工程师, 博士, 主要研究方向为电力系统安全稳定分析与控制。

(上接第 233 页 continued from page 233)

- [2] 何玉锐, 许自纲, 赵军, 等. 基于不平衡与平衡电桥结合的直流绝缘监察技术[J]. 电力科学与工程, 2007, 23(3): 30-32.
HE Yu-rui, XU Zi-gang, ZHAO Jun, et al. DC system insulation monitoring technology based on unbalance and balance bridge[J]. Electric Power Science and Engineering, 2007, 23(3): 30-32.
- [3] 魏伟明, 魏秉国. 直流系统负极一点接地致开关跳闸原因分析[J]. 继电器, 2008, 36(9): 76-79.
WEI Wei-ming, WEI Bing-guo. Causes analysis about

one point earthing leading to breaker tripping in DC system[J]. Relay, 2008, 36(9): 76-79.

- [4] Chaari O, Meunier M, Brouaye F. Wavelet: a new tool for the resonant grounded power distribution systems [J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1996, 11(3): 1301-1308.

收稿日期: 2009-12-04; 修回日期: 2009-12-28

作者简介:

李秉宇(1981-), 男, 助理工程师, 硕士, 主要从事电力系统励磁及直流专业工作. E-mail: bingyu5752@163.com