

一起 800 kV 断路器绝缘故障的原因分析

孙 强

(西北电网有限公司, 陕西 西安 710049)

摘要: 笔者对官亭变电站扩建工程中一台 800 kV 断路器连续两次故障的情况进行了介绍, 详细分析了故障的原因, 提出了 800 kV 开关设备需要进一步加强的检查措施, 为后续 800 kV 开关设备提供了质量保障。

关键词: 800 kV 断路器; 绝缘故障; 原因分析; 试验考核

中图分类号: TM56

文献标志码: B

文章编号: 1001-1609(2009)02-0132-03

Analysis of Insulation Accident of 800kV Circuit-breaker in Guanting Transformer Substation

SUN Qiang

(Northwest China Grid Company Limited, Xi'an 710049, China)

Abstract: This paper introduces two insulation accidents of a 800 kV circuit-breaker in Guanting transformer substation during the extension project period, analyzes the causes of the accident, and suggests some measures for strict inspection of the 800 kV circuit-breakers so as to enhance their safety.

Key words: 800 kV circuit-breaker; insulation accident; cause analysis; testing

0 引言

750 kV 官亭变电站扩建工程是继 750 kV 示范工程后, 西北 750 kV 骨干网架建设的重要项目, 它同时与 750 kV 西宁变、兰州东变和 750 kV 拉西瓦水电站相连, 是一个重要的枢纽变电站。该扩建工程 800 kV GIS 由三家开关制造厂的产品组成, 见图 1, 其中 7511 和 7512 断路器由国外某公司制造并现场安装。该断路器采用双断口技术, 额定电压 800 kV、额定电流 8 000 A、额定短路开断电流 50 kA, 选用液压操作机构。

7512 断路器在 2008 年 10 月现场系统调试过程中先后两次对地绝缘击穿。笔者通过对这两次故障的原因分析, 提出了 800 kV 开关设备需要进一步加强的检查措施, 为后续 800 kV 开关设备的质量提供保障。

1 断路器故障情况

1.1 7512 断路器第 1 次故障情况

2008 年 10 月 9 日官亭变进入系统调试, 9:39 在进行合 7512 开关向 750 kV II 母充电操作后 45 s,

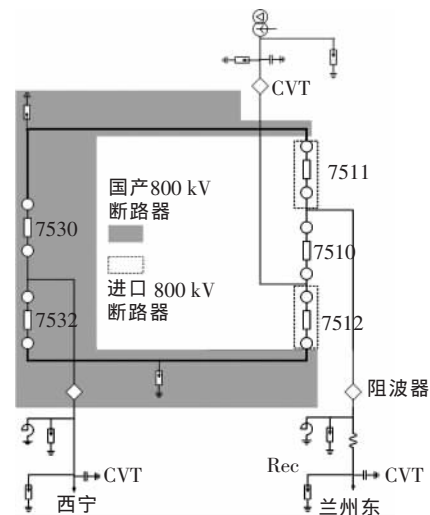


图 1 官亭二期工程电气接线图

1 号主变两套差动和 750 kV II 母两套差动保护均动作, 跳开各侧开关。经检查判断 7512 开关 A 相内部对地绝缘击穿, 故障电流 4 600 A。

经开盖检查, 故障位置在断路器中心屏蔽罩下部和与其最近的断路器罐体之间, 通过 SF₆ 气隙击穿。其中屏蔽罩上有明显放电痕迹, 断路器罐体对应的内表面有损伤和划痕, 见图 2、3、4。

经过对断路器罐内其他部件的检查, 断路器主、

收稿日期: 2008-08-05; 修回日期: 2008-11-17

作者简介: 孙 强 (1971-), 男, 高级工程师, 副主任, 主要从事 750 kV 变电设备和试验技术等方面的研究。

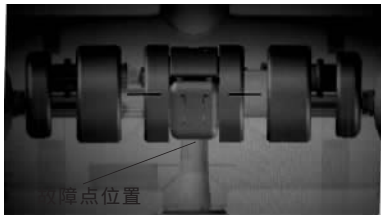


图2 7512断路器放电位置

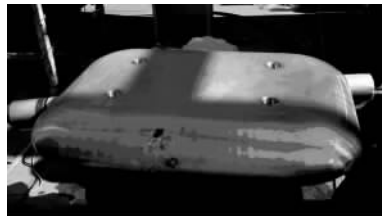


图3 屏蔽罩烧损情况

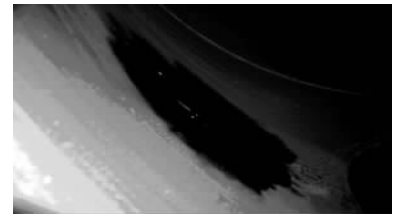


图4 罐体内部烧伤痕迹

辅助静触头、绝缘子、灭弧室、电阻和电容等均良好。

1.2 7512 断路器第 2 次故障情况

7512 断路器在现场修复后于 10 月 22 日重新进入系统调试, 08:46 当 7512 开关合闸向 750 kV

母充电时, 又发生保护动作, 经现场检查, A 相断路器内部再次对地绝缘击穿, 故障电流 5 kA。

经开盖检查, 7512 断路器 A 相 母侧盆式绝缘子上部发生沿面闪络, 表面炭化, 导电杆屏蔽罩和绝缘子外沿金属法兰均有电弧灼伤痕迹, 见图 5、6。

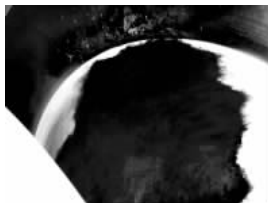


图5 母侧盆式绝缘子放电情况



图6 7512 断路器放电位置

进一步检查发现罐体内部有多根金属铝丝, 其中屏蔽罩内侧灭弧室圆形绝缘滑板部位发现 3 根。母侧灭弧室内部传动轴上有细长的划痕及夹在圆形绝缘滑板上的金属丝 9 根, 最长达到 40 mm, 见图 7。



图7 罐体内发现的金属铝丝

2 7512 开关故障原因分析

同一台 800 kV 开关设备连续两次出现类似故障在国内还是首次^[1], 不得不引起高度重视。

2.1 第 1 次故障原因分析

(1) 制造单位在故障发生后对罐体内部电场进

行了核算, 带电部位的绝缘距离满足标准要求并通过了型式试验考核^[2]。故障屏蔽罩的最大电场强度为 14.4 kV/mm, 在运行电压 462 kV 下有很大的裕度, 不会诱发电场集中并击穿, 可以排除设计原因; 屏蔽罩外观状态、组装尺寸符合设计要求, 可以排除安装原因。由此怀疑断路器气隙击穿是由于金属碎屑或异物造成局部电场畸变引起的。

(2) 根据断路器出厂和现场试验结果, 断路器在制造、运输和安装过程中都有完整的检查, 没有发现问题。由此分析引起故障的金属异物可能存在于屏蔽罩缝隙处或罐体内低场强区域, 试验和内检中未被发现。断路器在传动试验或系统调试操作过程中, 由于操作力冲击导致异物脱落, 在 45 s 的带电过程中, 受场强作用, 金属异物逐步向高场强区域移动, 局部电场畸变后发生先导放电, 最终导致屏蔽罩与罐体间气隙击穿。

2.2 第 2 次故障原因分析

(1) 盆式绝缘子闪络原因

第 1 次故障后, 对断路器两侧绝缘子及其他部件进行了仔细检查, 开关通过了现场的耐压试验 (760 kV) 和 $1.2 U_n$ (额定运行电压) 考核^[3], 因此可以排除绝缘子本身缺陷及表面受潮或污秽的可能, 表面放电的炭痕分析也说明了这一点。根据现场故障录波图, 事故过程的最高峰值电压为 1.17 p.u., 远低于标准值 1.3 p.u.^[4], 且母线避雷器没有动作, 因此可以排除过电压的原因。由此初步判定, 绝缘子闪络的直接原因是铝质金属丝在断路器合闸操作过程中, 被操作气流吹至 II 母侧盆式绝缘子附近, 导致电场畸变或沿面绝缘距离不足造成绝缘击穿。

(2) 产生铝质金属丝的原因

经检查灭弧室中心铝质传动轴, 发现明显的细长的划痕, 同时传动轴支撑用的黄铜质金属圈上发现微小的划痕 (位置与传动轴划伤位置相对应), 见图 8、9。

这些划痕宽度约 0.7~0.8 mm, 与金属铝丝的宽度 0.5~0.6 mm 相近, 且表面横向纹路基本吻合。因此判断金属丝来自于导杆的划伤处。

由此可以初步推断: 由于灭弧室铝质传动轴与



图8 带有划痕的铝质传动轴



图9 带有划痕的黄铜质支撑圈

铜质支撑圈之间存在公差配合不当或坚硬的微小异物存在,铝杆在滑动过程中象车刀一样被切割出金属铝丝。虽然该断路器出厂时经过了200次机械操作后的进罐检查,在现场安装和调试过程中,也进行了数十次操作,但笔者认为仍不能排除装配和某次操作不当引起以上故障隐患的产生。

由此推断:7512第1次故障的异物就是微小金属铝丝造成的,只是没有产生第2次那样多的金属异物,两次故障的根本原因是一致的。

3 结语

虽然750kV输变电示范工程建设和运行都比较顺利,但该次故障说明目前800kV设备,尤其是开关设备还存在许多故障隐患。结合目前国产800kV设备在工程中大规模应用,需要制造、建设和运行单位高度重视。建议在以下方面采取加强措施:

(1)800kV设备需要不断积累设计、制造经验,提高工艺和试验手段。目前国内开关设备的运行经

验还比较有限,设备在场强控制、结构布置、绝缘材料性能、工艺措施、工装配合和试验手段等各个环节上都缺少现成的经验和实际的运行考验,存在一定技术风险,因此需要不断加大产品监造力度,严控每一道制造环节和每一个产品部件。

(2)提高制造单位对800kV产品的重视程度。示范工程得以顺利投运的一个重要原因是各制造单位高度重视,产品精益求精。目前800kV设备已经处于大规模制造阶段,任务多工期紧,对产品质量造成一定的影响。需要有关单位高度重视,不断强化质量意识和责任心,才能确保产品质量。

(3)加强800kV设备的考核手段。800kV开关设备一方面需要加强对零部件的进厂考核手段,逐个逐项地把好入厂检验关;另一方面在整体产品出厂试验时,有必要在工频耐压和局部放电的基础上,增加雷电冲击试验,全面考核产品的部件和装配质量^[4]。

(4)完善设备的现场考核环节。针对7512开关及其他故障,有必要进一步完善现场的质量控制环节。目前确定800kV断路器在安装完成后必须先进行50次以上的机械操作,再进罐检查清理,随后才能进行相关电气试验考核,这样可以有效避免类似故障的发生。同时强化分系统调试和系统调试的检查措施,确保800kV开关设备经过严格的带电考核后投入运行。

参考文献:

- [1] 800kV在建工程电气主设备制造问题分析[J]. 电网与水利发电进展, 2008(4): 15-17.
- [2] GB311.1-1997. 高压输变电设备的绝缘配合(修订版)[S]. 1997.
- [3] Q/GDW 157-2007. 800kV电力设备交接试验标准[S]. 2007.
- [4] GDW 101-2003. 800kV变电所设计暂行技术规定[S]. 2003.

(上接第131页)

差、不损坏。在中性点非直接接地系统中,避雷器的选型和设计必须保证2h单相接地时,氧化锌避雷器在出现的系统最高过电压可靠动作,并有足够耐受能力,否则在暂态过电压作用下,避雷器反复动作,导致避雷器热崩溃,进而爆炸损坏。此外避雷器选型时要充分考虑到当地的污秽等级。

(2)增设氧化锌避雷器在线监测仪装置,并加强对在线监测仪的巡检力度,密切注意电导电流、外部泄漏电流的变化值。特别是在雷雨季节前和易发生故障的部位,更要加强监视。氧化锌避雷器寿命后期应增加巡检次数,定期给氧化锌避雷器进行各项电

气性能测试及在线监测仪的校验。

(3)采用必须的避雷器瓷套的防护措施,如定期清扫,选型上采用防污外套型等。应优先选用复合外套避雷器和耐污型瓷外套避雷器。

(4)严格控制氧化锌避雷器制造工艺,避免出现密封不严、充注胶不实或粘接不到位,出现空腔等问题。

参考文献:

- [1] 郑健,张国庆,田悦新,等. 氧化锌避雷器泄漏电流在线监测技术综述[J]. 继电器, 2000, 28(9): 1-2.
- [2] 周志敏. 氧化锌避雷器运行中的监测与防爆[J]. 高压电器, 2001, 37(2): 46-48.