

500 kV 罐式断路器运行分析及改进措施

高 骏¹, 佟卫东², 霍凤鸣³, 胡 涛³, 李晓峰³

(1. 华中科技大学, 湖北 武汉 430074; 2. 河北省电力公司, 河北 石家庄 050021;
3. 河北省电力研究院, 河北 石家庄 050021)

摘要: 罐式断路器抗震性能好, 自带外置线包式 TA, 结构布置紧凑占地面积少, 一般来说可靠性高, 但近年来河北省电力公司频繁发生罐式断路器内部放电故障, 故障现象大多为送电过程中发生放电, 通过对故障断路器的故障现象分析和内部放电模拟试验研究认为, 罐式断路器内部放电故障主要是由于内部遗留或运行中产生异物造成的, 罐式断路器在安装时应严格控制安装环境和运行中异物脱落。目前采取的措施是彻底清扫罐体内部, 保证罐体内部清洁度。

关键词: 500 kV 罐式断路器; 运行分析; 内部故障

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1001-1609(2009)04-0150-03

Operation Analysis and Improvement Measure of 500 kV Tank Circuit Breaker

GAO Jun¹, TONG Wei-dong², HUO Feng-ming³, HU Tao³, LI Xiao-feng³

(1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China; 2. Hebei Electric Power Corporation, Shijiazhuang 050021, China; 3. Hebei Electric Power Research Institute, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: 500 kV tank circuit breaker has good anti-seismic performance, with an external line package type TA, compact configuration, small area and high reliability. However, in recent years, internal discharge faults of tank circuit breaker in Hebei Electric Power Corporation occurred frequently when 500 kV tank circuit breaker was being combined into grid. Through studying on fault phenomenon and experience from the laboratory, it is detected that internal discharge of tank circuit breaker is caused by impurities, so it is important to keep assembling condition clean and avoid the dropping of scraps during operation. At present, thoroughly cleaning up impurities at the bottom of tank circuit breaker is taken to keep inside cleaning.

Key words: 500 kV tank circuit breaker; operation analysis; inside fault

0 引言

2007 年, 河北省超高压分公司的藁河站 5042、沧西站 5023、廉州站 5043 接连发生罐式断路器内部放电闪络故障, 对 500 kV 系统的安全可靠运行造成了较大压力。笔者通过对故障断路器的故障现象分析和内部放电模拟试验研究认为, 罐式断路器内部放电故障主要是由于内部遗留或运行中产生异物造成的

1 500 kV 罐式断路器设备概况

截至 2008 年底, 河北省公司系统在运 500 kV 罐式断路器 80 台, 其中西开产 71 台, 沈开产 6 台, 瑞士 ABB 产 3 台。

2 500 kV 罐式断路器故障简况

放电故障原因均为断路器罐体内部存在异物造成, 且均为灭弧室屏蔽罩对罐体放电, 同时大部分故障发生在送电过程中。发生放电故障的断路器均为 2005 年 6 月以前出厂的产品; 自 2005 年 6 月该型断路器开始增设粒子捕捉器起, 包括自 2006 年 11 月开始增大断路器罐体直径后出厂的产品, 未再发生过内部放电故障。下面针对上述发生故障的 3 种现象进行分析。

3 故障分析

3.1 断路器罐体内部存在异物

因罐式断路器安装工艺与瓷柱式断路器的安装

收稿日期: 2008-10-19; 修回日期: 2008-12-27

作者简介: 高 骏(1965), 男, 博士研究生, 主要从事高电压技术的研究。

工艺不同,需在现场将断路器罐体四面全部打开,安装人员进入罐体内部安装拉杆及套管,所以内部异物存在率较高。

3.2 异物来源

(1)断路器在安装过程中工艺控制不严,将外界异物带入断路器本体内,见图1。在8次故障中有4次是由于安装过程中异物进入断路器内部造成的。

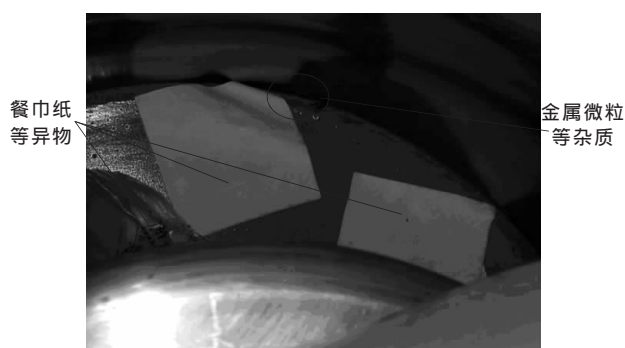


图1 本体内部存在异物

(2)由于断路器在安装时将本应取出的物体遗漏于开关内部,8次故障中有2次是由于吸附剂遗漏在开关内部造成的。

(3)由于断路器制造工艺控制不严,应清理的螺丝孔未清理干净,断路器分合闸操作震动下金属微粒脱落,见图2,8次故障中有2次是该问题引发的。



图2 螺丝孔中脱落的金属异物

4 罐式断路器内部放电特点

4.1 放电点多发生于屏蔽罩

罐式断路器内部带电部位中,屏蔽罩对罐体距离最小,所以罐式断路器放电故障部位均为屏蔽罩对罐体放电,是放电故障集中发生的部位。其中6次放电故障发生在静侧屏蔽罩与罐体之间,2次发生在动侧屏蔽罩与罐体之间。这主要是由于静侧屏蔽罩直径最大,边缘距离罐体最近。

4.2 故障多发生在送电过程

6次因金属微粒造成的放电故障全部发生在送电过程中,其中3次是由于合上与开关相连的刀闸使开关静触头带电造成的,3次是由于断路器合闸造成的。

断路器操作时会引发震动,以及断路器操作时产生的气流吹动金属微粒,使金属微粒发生位移。当金属微粒位移至导电部分附近时,其端部在电场作用下可能浮起,从而进一步造成开关内部绝缘降低,诱发绝缘性故障^[1]。至于3次合刀闸也能引发故障,则主要是由于断路器在送电前检修试验或保护传动操作时的振动以及操作的气流已使金属微粒移位至屏蔽罩与罐体之间,同时合刀闸时会产生操作过电压,引发放电故障。

5 断路器内部存在金属导电微粒对绝缘的影响

对于SF₆断路器内部存在导电微粒对绝缘能力的影响,各种资料及教科书中多有提及,但是对于罐式断路器到底会有多大影响,需进行试验验证,2007年西开股份公司用两相LW13-550断路器进行了以下试验。

5.1 罐体内部洁净时的耐压试验

彻底清理灭弧室内部后,充入0.5 MPa的SF₆气体,进行短时工频耐受电压试验,A、B两相断路器都成功地耐受了795 kV(710×1.12=795 kV)、持续1 min的工频电压。

5.2 人工植入金属屑试验

在A相断路器灭弧室内部,人为放入5个小于3 mm长的金属屑,在B相断路器灭弧室内部,人为放入5个3~5 mm长的金属屑,同样充入0.5 MPa的SF₆气体,结果两相断路器都耐受了1 min相电压318 kV和1.2倍相电压382 kV;然后继续升压,分别在595 kV(A相)和630 kV(B相)时内部放电,见图3。

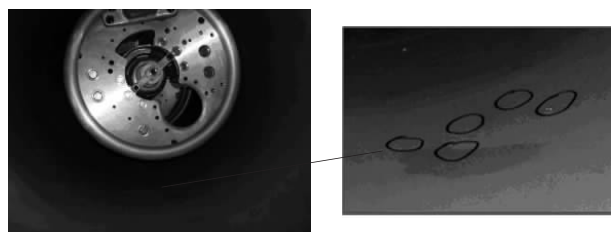


图3 罐体内的金属微粒

试验表明,内部的导电微粒至少可使 LW13-550 断路器的内部工频耐压水平下降 20%[(795-630)÷795=21%]以上。

5.3 计算机的场强模拟计算

这一结果,可以解释为什么断路器会在合闸数秒后放电:断路器内部某些不至于导致放电的部位存在导电微粒,合闸操作的气流将这些微粒吹动,数秒钟后停在了电场较强的部位(比如静侧屏蔽附近的罐体内),进一步劣化电场分布,使该处的电场强度达到了击穿场强,从而导致放电。

由于 SF₆ 断路器内部绝缘采用稍不均匀电场结构,当有金属微粒存在时,会改变原来产品内部的电场结构。对 LW13-550 型断路器内部存在金属微粒情况下的场强进行模拟计算(模拟颗粒 5×1 mm)表明,1 675 kV 试验电压下,电场强度将下降 16%~30%,大大降低内部绝缘强度,易发生放电故障。

6 治理方案探讨

6.1 清扫罐体内部

根据制造厂的试验,罐体内部洁净时,可耐受 795 kV 工频耐压,如再将 SF₆ 气体压力由 0.5 MPa 提高到 0.6 MPa,根据制造厂验证绝缘性能在原基础上可再提高 10%左右,但前提是必须进行罐体清扫,因为提高 SF₆ 气体压力后未经清扫的罐式断路器在

运行中再次发生放电。灭弧室的清洁是最重要的防止运行中放电的措施^[2]。

6.2 制造厂的改进措施

为了加大绝缘裕度,西开股份的新型罐体直径由原来的 900 mm 增加至 1 000 mm,同时对灭弧室进行了改进,将静侧屏蔽罩由两片对接改为一体式,静触头改为整体式,并增加了粒子捕捉器,万一有金属异物落入粒子捕捉器中,可彻底消除了内部放电隐患。

7 结论

(1)罐式断路器内部放电,主要是由于金属异物引起。如采用 6.1 方案时,不更换灭弧室和罐体,必须进行罐体内部清扫,清扫工作应在无风、防尘的环境下进行。

(2)西开股份在 2006 年以后生产的产品,由于罐体直径增大又增加了粒子捕捉器,可以彻底消除内部放电隐患。

参考文献:

- [1] 黎斌.SF₆ 高压电器设计书名[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 张恩伟,孟庆大.500 kV 罐式断路器内部闪络原因及改进[J].华北电力技术,2008(6):27-29.

简讯

中国电器工业协会高压开关分会第六届一次会员代表大会暨高压开关分会成立二十周年庆祝大会会议纪要

中国电器工业协会高压开关分会第六届一次会员代表大会暨高压开关分会成立二十周年庆祝大会于 2009 年 6 月 19 日至 21 日在西安召开,西安高压电器研究院有限责任公司总经理郑军主持了会议。

原机械工业部副部长陆燕荪、国务院三峡办装备司副司长李秦、工业和信息化部科技司处长张力超、国家能源局节约和科技装备司处长王书强、中国机械工业联合会副会长蔡惟慈、国家电网公司基建部局级调研员孙竹森、中国南方电网有限责任公司中心副主任饶宏、国家电网运行公司副总工程师吴巾克、中国南方电网有限责任公司超高压局副总工尚涛、中国电器工业协会副会长兼秘书长杨启明、国家电网公司基建部技术处处长张强、中国机械工业联合会科技工作部高工何孔德到会祝贺并指导。

西安西电高压开关有限责任公司董事长兼总经理王佐林代表高压开关分会进行主题发言。中国电器工业协会兼秘书长杨启明代表中国电器工业协会宣读了贺词。

陆燕荪、蔡惟慈、张力超、王书强、吴巾克、饶宏等 6 位领导就产品质量、行业结构调整和技术创新等发表了重要讲话,指出了行业所面临的问题,明确了行业今后发展的方向,并就这次金融危机作了深入的剖析。号召企业与企业之间,企业与协会之间进一步加强合作,携手努力,同舟共济,为推动我国输配电行业的蓬勃发展,并使之成为我国经济复苏的重要引擎。他们的讲话增强了企业战胜这次金融危机的信心和决心。

参加会议的 103 名理事以无记名投票方式选出了高压开关分会第六届领导机构:选出由 42 个单位组成的第六届常务理事;选举西安高压电器研究院有限责任公司裴振江董事长为理事长;西安高压电器研究院有限责任公司郑军总经理为第六届高压开关分会秘书长。

本次大会是一次承上启下、继往开来的盛会,标志着分会工作乃至行业发展从此揭开新的篇章。经过与会全体代表的共同努力,大会完成了预定任务,达到了预期的效果,取得了圆满的成功。