

Specific Analysis on Gas Insulated Switchgear Leakage Defects

Yongning Wang¹, Hongbo Li¹, Haofan Lin²

¹State Grid Tianjin Electric Power Company, Tianjin

²North China Electric Power University, Baoding Hebei

Email: 732381408@qq.com

Received: May 7th, 2016; accepted: May 21st, 2016; published: May 25th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This article mainly introduced characteristics and applications of gas insulated switchgear. According to the actual cases, this paper investigated the typical leakage defects of 220 kV GIS equipment, and the specific situation of GIS leakage defects was described. Moreover, the cause of the failure was analyzed, and a reasonable approach to the defects was proposed.

Keywords

Gas Insulated Switchgear, Leakage, Insulators

气体绝缘组合电器漏气缺陷专题分析

王永宁¹, 李宏博¹, 林浩凡²

¹国网天津市电力公司, 天津

²华北电力大学, 河北 保定

Email: 732381408@qq.com

收稿日期: 2016年5月7日; 录用日期: 2016年5月21日; 发布日期: 2016年5月25日

摘要

简单介绍了气体绝缘组合电器设备的特点及应用情况。结合现场案例, 深入研究了220 kV GIS设备存在

的典型漏气缺陷,描述了GIS漏气缺陷的具体情况,分析了故障的产生原因,并提出合理的缺陷处理方法。

关键词

气体绝缘组合电器, 漏气, 绝缘子

1. 引言

气体绝缘组合电器(gas insulated switchgear, GIS)是指全部或者部分采用气体作为绝缘介质的金属封闭开关设备,它由断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、连接件和出线终端等组成,在其内部充有绝缘性能和灭弧性能优异的 SF_6 (六氟化硫)气体作为绝缘和灭弧介质,故也称 SF_6 全封闭组合电器。因其具有安装周期短、占地面积小、维护工作量少、绝缘性能优良、可靠性高等优点而被广泛应用于高电压输电领域[1]。然而,由于设计、制造、安装以及运行维护不当等原因,在运行过程中易发生 SF_6 气体水分含量超标造成设备绝缘耐受电压降低;内部杂质引起设备内部放电或闪络;内部元件机械结构失灵或卡涩引起断路器或隔离、接地开关分合不到位; SF_6 气体泄露造成设备无法正常运行等缺陷或故障。其中, SF_6 气体一旦发生泄漏,设备将无法正常运转[2]-[6]。一方面, SF_6 气体的泄漏会降低设备的绝缘性能,造成设备运行可靠性大大降低[7],而且断路器也会在 SF_6 气体压力降低到一定数值时闭锁,不能进行分合操作,一旦有故障发生,将会引发更大范围的安全事故。另一方面, SF_6 的温室效应作用相当于 CO_2 的23,900倍,对全球变暖的影响具有累积效应[8]-[10]。

本文以某变电站220 kV户外组合电器为例,深入分析了自投运以来漏气缺陷问题,并提出相应的处理措施与方法。

2. 组合电器漏气典型缺陷案例

2.1. 接地开关端子绝缘树脂开裂造成漏气

2008年11月11日,某变电站220 kV组合电器“5乙母线225乙-9隔离开关 SF_6 气体低压报警”光字牌发出,225乙-9隔离开关A相气室压力降低至0.55 MPa,检修人员对其进行补气,随后对A相气室进行检查,现场检查发现225乙-97A相接地绝缘端子有裂痕,该裂痕从端子肩部一直延伸并穿过气体密封槽,如图1所示。

2.2. 油封破损造成漏气

2013年6月5日,运行人员在巡视过程中发现某变电站2215间隔-2气室压力表指示为0.59 MPa,经检测发现泄漏部位为2215-2气室-17接地开关C相轴眼处,如图2所示。经现场检查,结合设备构造及安装施工工艺分析,初步判断为油封破损造成密封不严,导致 SF_6 气体泄漏。



Figure 1. Leakage of ground terminal
图1. 漏气接地端子



Figure 2. Leakage of grounding switch
图 2. 漏气接地开关

2.3. 带电显示装置电极断裂造成漏气

2014年3月27日,某变电站2202-2出线气室“SF₆气体压力降低报警”信号动作,该气室压力已降至0.2 MPa,需立即停电处理。经现场检漏判断为B相带电显示装置内置探头断裂脱出导致漏气,需对该处法兰及内置探头进行更换。带电显示装置内置探头断裂情况如图3所示。

2.4. 密封胶施工工艺不良造成漏气

2013年6月8日,某变电站2212间隔-4气室压力表指示为0.59 MPa,经检测发现泄漏部位为2212-4气室B相与220 kV-4甲母线伸缩节连接处,如图4所示。经现场检查,判断为设备密封胶施工工艺不良,导致SF₆气体泄漏。

3. 技术分析

针对以上缺陷,安排停电检修,并对缺陷原因进行了深入分析。

3.1. 接地开关端子绝缘树脂开裂造成漏气

接地开关操作端子绝缘树脂部件开裂原因主要有两点:一是绝缘树脂部件反复受残留应力和温度变化(热胀冷缩)影响,强度下降;二是绝缘树脂部件因吸湿导致强度下降。

3.2. 油封破损引起漏气

隔离开关操作端头泄漏主要集中在轴转动部位。转动部位部靠油封密封,此部位出现气体泄漏主要是因为油封在组装时,对中不良,导致油封挤压受损。

3.3. 带电显示装置电极断裂造成漏气

带电显示装置内置探头按部件设计标准要求材质采用HPb59-1号铅黄铜,经检测,损坏部件铜与铅含量均不符合部件材质要求,运行中发生断裂导致漏气。

3.4. 密封胶浇注不良造成漏气

该组合电器密封面仅采用一道密封圈作为气体密封和在密封圈外层注胶槽内浇注密封胶。由于密封胶浇注工艺不良,雨水进入密封面后腐蚀壳体密封面或部分密封胶穿过注胶槽附着在密封圈表面,造成密封圈无法紧密配合,导致漏气。

4. 预防措施

1) 重点监视各气室压力变化情况,一经发现SF₆气压不足或者压力突降时,运维人员及时汇报、补气,以防设备闭锁从而引发安全事故,同时对异常部位结合停电计划进行整改。



Figure 3. Diagram of the fracture of the built-in probe of the charged display device
图 3. 带电显示装置内置探头断裂示意图



Figure 4. Leakage location
图 4. 泄漏部位

2) 对运行设备进行密封胶注入情况进行调查，查出注入不良或者没有注入的部位，进行二次注入密封胶，无法注入的，在外部进行涂抹密封胶，以尽量减少因密封胶施工工艺不良造成的 SF₆ 气体泄漏缺陷发生。

3) 在进行密封圈和密封胶更换时，需重点检查气密圈和密封胶的质量，检查密封金属壳内部是否有划痕或者其他杂质，并严格控制施工工艺，避免因气密圈和密封胶质量不良或施工工艺不良引起 SF₆ 气体泄漏缺陷发生。

4) 带电显示装置内置探头断裂情况将引起 SF₆ 气体快速泄漏，造成气室压力骤降，可能引发设备内部放电故障，针对此情况，对同批次部件结合停电全部进行更换。

5. 结论

通过以上组合电器运行缺陷特征分析，查找漏气缺陷原因，提出合理措施并付诸实践。结果表明行之有效，气体泄漏缺陷发生数量明显下降，且未发生因气体泄漏缺陷而引发设备或安全事故。

基金项目

国家自然科学基金项目(51307060)；中央高校基本科研业务费专项资金资助(2016ZZD07)；河北省自然科学基金面上项目(E2015502081)。

参考文献 (References)

[1] CIGRE Working Group 33/32-12 (1998) Insulation Co-Ordination of GIS: Return of Experience, on Site Tests and Diagnostic Techniques. *Electra*, **176**, 67-95.
[2] 郭鸿. GIS 设备漏气故障的分析及处理[J]. 大众用电, 2008(10): 35-36.

-
- [3] 程俊, 张志超. GIS 设备气室漏气故障处理过程及工艺[J]. 农村电气化, 2010(3): 54-56.
- [4] 张学东, 杨波. GIS 设备典型故障分析[J]. 中国科技信息, 2009(1): 131-132.
- [5] 刘东亮, 贺志炜. GIS (全封闭组合电器)常见漏气原因及预防措施[J]. 湖南水利水电, 2011(6): 75-76.
- [6] Christophorou, L.G., Olthoff, J.K. and Van Brunt, R.J. (1997) Sulfur Hexafluoride and the Electric Power Industry. *IEEE Electrical Insulation Magazine*, **13**, 20-24. <http://dx.doi.org/10.1109/57.620514>
- [7] 吴彬, 舒立春, 司马文霞. SF₆ 气体绝缘与全球温室效应问题[J]. 高压电器, 2000, 36(6): 24-26.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 28534—2012 高压开关设备和控制设备 SF₆ 气体的释放对环境健康的影响[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [9] 王伟, 冯新岩, 牛林. 利用红外成像法检测 GIS 设备 SF₆ 气体泄漏[J]. 高压电器, 2012, 48(4): 84-87.
- [10] 李惠芬. SF₆ 气体替代面临诸多挑战[J]. 高电压技术, 2000, 26(3): 50-51.