

# Analysis and Treatment of SF<sub>6</sub> Gas Leakage of GIS Equipment

WANG Kai, WANG Sheng-xi

(Pingdingshan Power supply Company, Pingdingshan 467001, China)

[pdsxcq@sohu.com](mailto:pdsxcq@sohu.com)

**Abstract:** Gas-insulated metal-enclosed switchgear (GIS), the leakage of SF<sub>6</sub> gas insulation, insulation will reduce the equipment, affecting the normal power supply equipment. This paper introduces the process of Zhuang Substation 220kV GIS equipment with micro-leakage of SF<sub>6</sub> gas processing, and pointed out that GIS equipment operation and maintenance considerations.

**Key words:** GIS; SF<sub>6</sub>; micro-leakage; analysis

## GIS 设备的 SF<sub>6</sub> 气体渗漏分析及处理

王 轲,王胜昔

(河南省电力公司平顶山供电公司, 河南 平顶山 467001)

[pdsxcq@sohu.com](mailto:pdsxcq@sohu.com)

**【摘要】** 气体绝缘金属封闭开关设备 (GIS) 的绝缘气体 SF<sub>6</sub> 的渗漏, 会降低设备的绝缘性能, 影响设备的正常供电。文中介绍了 220kV 程庄变电站一起 GIS 设备的 SF<sub>6</sub> 气体微渗漏分析处理过程, 并指出 GIS 设备运行维护的注意事项。

**【关键词】** GIS; SF<sub>6</sub>; 微渗漏; 分析处理

### 0 引言

目前, 随着全球电力系统的快速发展以及对系统运行可靠性要求的日益提高, GIS 设备凭借自身的各项优势正持续高速发展, 并将成为 21 世纪高压电器的发展主流。所谓 GIS (Gas Insulated Switchgear) 就是气体绝缘组合开关设备, 是将变电站内除变压器外的所有设备全部组合, 并充进 SF<sub>6</sub> 气体绝缘组成的封闭组合电器。应用 GIS 会增加变电站的基建投资, 但其具有节省占地、安全可靠、检修周期长、运行费用低等优点。但是随着越来越多的 GIS 变电站的竣工投产, 设备本身的一些问题也就暴露出来, 最主要的就是漏气问题。以下介绍故障原因的分析及故障的处理过程。

### 1 漏气部位

GIS 组合电器是由断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、过渡筒体等单元组成, 封闭在接地的金属筒体内。其内部充有一定压力的 SF<sub>6</sub> 气体作为绝缘和灭弧介质。从多年来的运行情况看, 不

管是国产还是进口设备, 都存在 SF<sub>6</sub> 气体泄漏的问题。GIS 设备的漏气部位主要包括法兰连接处、充气阀、气路连通管接头、密度继电器接口、互感器二次线端子、二次压力表接头、拐臂盒轴封、筒体焊缝裂纹、绝缘子裂纹、进出线套管与法兰浇铸处、手孔盖、传动轴座轴封、附件砂眼和气室伸缩节接口等处。专业检修人员到现场后应仔细检查法兰面、密封槽、绝缘子是否平整、有无砂眼、毛刺、裂纹等, 筒体焊缝有无裂纹、气孔, 铸造零部件有无砂眼, 密封圈有无划伤、凸起、气泡、变形、老化等缺陷。专业检修人员应针对上述易产生漏气点部位使用检漏仪检漏。

### 2 漏气原因

a. 组合电器采用的筒体和管路在出厂前全部要进行水压试验和气体检漏, 所以焊缝的质量较好, 正常情况下不会通过此类焊缝发生泄漏, 但储运过程中的震动、吊装过程中的受力不均都可能引起焊缝裂纹。焊缝引起的泄漏一般经过补焊即可消除。

b. 由密封圈进行密封的密封面可分为动态密封和静态密封。动态密封有直动和转动两种工况, 考虑到

运动的灵活性，压缩量一般较小，反复操作后因磨损而造成密封性能下降。静态密封面在现场安装检漏时问题较多，主要是密封圈、密封面和密封的紧固不当，安装时控制不严，将带缺陷的胶圈装到了设备上，或者密封圈未能完全落入密封槽底部，紧固法兰时挤压损伤胶圈，造成“切圈”现象。密封圈老化，回弹性减弱。安装时漏装密封圈，都能引起密封性降低。

c. 如果装配时密封面保护不当，出现磕碰划伤，紧固密封面法兰时不按工艺要求对称施力。端面受力不均，同样会造成泄漏。

d. GIS 设备中盆式绝缘子是泄漏的重要部位。绝缘子在 GIS 中起支撑和气隔作用，承受较大的力，如果装配不当(如安装对接导电杆时用“拧紧螺栓螺母”的办法硬压进去)易顶裂绝缘子，造成气体沿裂缝逸出。

### 3 检查方法

对结构复杂、气室较大的部位，抽真空检漏可以早发现泄漏。对一个气室抽真空达 133 Pa，再继续抽 0.5h 后停泵，0.5h 后读取真空度 A，再过 5h 后读真空度 B。若  $B-A \leq 133\text{Pa}$ ，则认为气室密封良好。按有关规定，进行密封性试验时，检漏必须在充气 24h 后进行。密封性试验分定性检漏和定量检漏。定性检漏是初步查找 GIS 漏点的简单办法，也是定量检漏前必经阶段。

要求被测周围环境无风，同时不得有残留  $\text{SF}_6$  气体。要求用灵敏度不低于  $1 \times 10^{-8}$  的气体检测仪。

首先应将准备检漏的部位表面清理干净，用检漏仪探枪离被测点 1~2mm 缓慢移动。听报警声或观看指针，如无报警或指针基本不动，说明密封良好。对经过定性检漏发现漏气超标的部位或怀疑漏气的气室，可以用肥皂水对泄漏点进行涂抹，如果泄漏点发现大量泡沫，可以确认该处为泄漏点，肥皂水对发现铸件砂眼，焊缝裂纹引起的泄漏点非常有效。

确定漏点后可以定量检漏。定量检漏分收集气体、取样测量、计算泄漏量 3 个步骤。收集气体在安装现场一般采用局部包扎法，对检测部位可用塑料薄膜和不干胶包好，形成可以测量计算容积的几何形状，如圆柱体或长方体。经过一定的时间，检测塑料薄膜围起的空间内，累积漏出的  $\text{SF}_6$  气体浓度并通过计算确定年漏气率，GB7674-1997 规定 GIS 气室  $\text{SF}_6$  年漏气率不大于 1%。

## 4 程庄变 GIS 设备 $\text{SF}_6$ 气体微渗漏分析及处理

220kV 程庄变变电站于 2009 年 5 月 9 日升压扩建投产。该站 220kV 设备为平高集团有限公司生产的 GIS 设备，其型号为 ZF11-252 (L)，双母线结构，包含 2 个出线间隔，一个母联间隔，2 个测量保护间隔。绝缘气体为六氟化硫 ( $\text{SF}_6$ )，断路器气室的额定压力为 0.6MPa，其余气室的额定压力为 0.5MPa。

2009 年 10 月 17 日监控机报出“220kV 北母 PT2~4 气室补气信号”，程 220kV 北母 PT 气室分布图如图 1 所示。

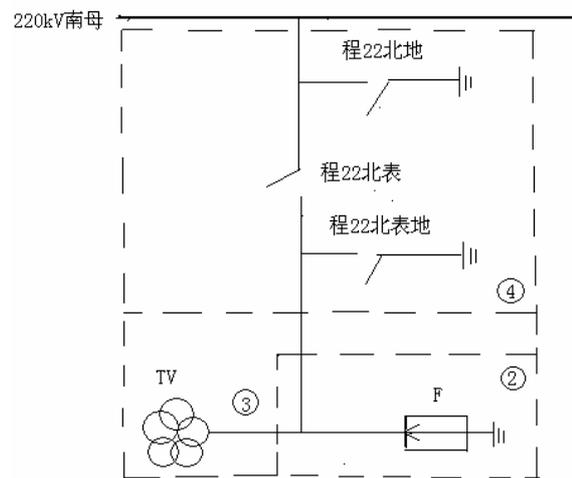


图 1 程 220kV 北母 PT 气室分布图

Figure 1-way air chamber 220kV North home PT distribution

现场检查发现#3 气室密度继电器表计显示压力为 0.44MPa，达到压力报警值，发出补气预报信号。运行人员对现场表计指示数值 (0.44 MPa) 与月维护气室检查表记录数值 (正常为 0.48~0.5 MPa) 对比后发现，压力降低较为明显，应当存在微渗漏点，且触摸表计有轻微震动感；但没有明显的漏气声，也无任何气味气体、鼓泡等现象。检修人员到现场后对该气室补充  $\text{SF}_6$  气体，冲至额定压力后，用检漏仪在表计接口周围进行检漏，偶有报警音，但指针无明显变化，后将表计接口螺丝调整紧固处理，多次探测不再有报警音出现。

针对本次异常处理，运行分析认为，室外 GIS 设备受秋季昼夜温差较大的影响，可能出现以下两种情况：一、气室压力受环境温度变化而变化，气温降低时，压力将有轻微降低；二、气温骤降时，将引起接口处密封圈冷缩，此时若丝扣未拧紧则可能造成微渗

漏。鉴于此，运行人员除了在月维护时检查、记录各气室压力值外，也应在每日的正常巡视中认真观察各气室表计指示数值，尤其对指针稍低于额定值的表计重点观察，并结合气室环境温度、SF<sub>6</sub>气体压力与环境温度关系曲线图进行综合判断，必要时，即使未报信号，也应尽早汇报有关部门，及时检漏，严防由微渗漏发展为严重渗漏，导致设备故障的发生。

## 5 结束语

随着社会经济的快速发展，用电负荷的不断增长，对供电可靠性的要求越来越高，SF<sub>6</sub>气体是迄今最理想的绝缘及灭弧介质，以其为介质而生产的组合电器设备在生产及运行中有着相当的优势，但由于气体自身的缺陷，对生产、安装、运行的要求比较高，密封性不好将会出现泄漏。出现漏气故障时首先要找到漏气

点，再分析原因并制定处理方案。目前对 GIS 设备的运行维护尚处于摸索阶段，许多经验尚待总结。对 GIS 今后主要致力于研制开发尺寸更小，SF<sub>6</sub>用量更少的新型产品，并逐步淘汰旧的产品。

## References (参考文献)

- [1] DL / T 603-2006. Gas-insulated metal-enclosed switchgear operation and maintenance procedures [S].  
DL/T 603-2006. 气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程[S].
- [2] DL / T 617-1997. Gas-insulated metal-enclosed switchgear technical conditions [S].  
DL/T 617-1997. 气体绝缘金属封闭开关设备技术条件[S].
- [3] Guo Cheng. GIS in the operation of SF<sub>6</sub> gas management and disclosure of treatment [J]. For electricity, 2007,24 (4) :40-42.  
郭成. GIS 运行中的 SF<sub>6</sub> 气体管理与泄露处理[J]. 供用电, 2007, 24 (4): 40-42.