

# GIS SF<sub>6</sub> 密度在线监测系统在特高压站的应用

汪杨凯<sup>1</sup> 刘志军<sup>2</sup> 许克剑<sup>1</sup>

1 国网湖北省电力公司检修公司 2 国网湖北安全监管中心

DOI:10.32629/hwr.v3i6.2232

**[摘要]** 介绍GIS设备SF<sub>6</sub>气体密度在线监测系统在特高压站使用情况。该系统能够准确、实时地反映GIS设备内SF<sub>6</sub>气体的密度及密度变化趋势,运行人员通过分析,利用该系统提前发现了3起SF<sub>6</sub>泄露情况。同时针对使用中存在的问题,提出相应的改进措施。

**[关键词]** GIS设备; SF<sub>6</sub>气体; 密度在线监测; 气体泄露

## 引言

GIS是气体绝缘封闭开关设备,内充六氟化硫(SF<sub>6</sub>)气体作为绝缘和灭弧介质,并将所有的高压电器元件密封在接地金属桶中的设备,有着占地面积小、安全可靠性的优点,而其设备紧凑,利用密封在金属桶内的SF<sub>6</sub>气体做绝缘,对筒体的密封性也提出了较高的要求<sup>[1-2]</sup>。GIS设备SF<sub>6</sub>气体泄露通常发生在组合电器的密封面、焊接面和管路接头处<sup>[3]</sup>。主要原因是由于密封垫老化、焊缝出现砂眼或者产品质量问题。GIS检漏方法通常有主动式和被动式两种,包括红外成像法、包扎法和扣罩法<sup>[4]</sup>。这些方法均是要确定泄漏位置采取的方法,实时监视SF<sub>6</sub>气室压力值,及早发现气室泄漏是日常运维的重点。

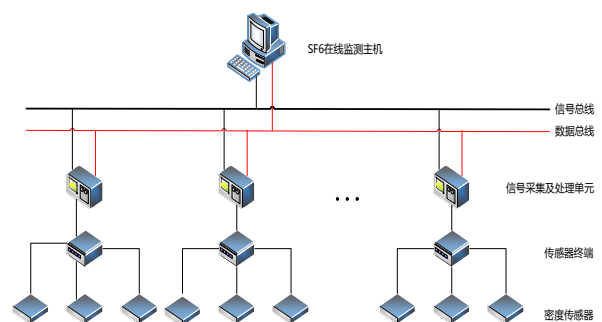
为了实时监测1000kV GIS设备的气密状况,特高压站安装了一套SF<sub>6</sub>气体密度在线监测系统,该系统可以实时监测GIS设备的SF<sub>6</sub>气体密度,将采集的气体密度值与设定的告警值比较,通过信号总线和数据总线,将告警信号和密度数据信号传送到在线监测主机,并接入变电站监控系统,实现远方实时监测GIS设备的SF<sub>6</sub>气体密度。通过这套密度监测系统,特高压站及时发现了几起SF<sub>6</sub>气体泄漏的异常,避免了事故的发生,确保了设备的安全稳定运行。

## 2 系统结构及组成

### 2.1 系统结构

1000kV特高压站安装了一套SF<sub>6</sub>气体密度在线监测系统,该系统由ABB公司生产,可以实时监测各气室SF<sub>6</sub>气体密度。

该系统由密度传感器,信号采集及处理单元,以及监测主机组成,如图1所示。该系统通过安装在各气室的密度传感器实时测量各气室内的气体谐振频率,将采集的气体频率经A/D转换后传送至信号采集及处理单元,在测得频率的基础上,信号采集及处理单元会计算每个传感器相关气体的密度值,一方面会不断地比较测得的值与设定的告警值,当气体密度越限时,信号采集及处理单元会通过硬接线向监测主机发送相关报警信息;另一方面将测得的密度数据通过光纤传输给安装在继电器室的在线监测主机。

图1 SF<sub>6</sub>在线监测系统结构图

### 2.2 系统组成

#### 2.2.1 密度传感器(测量频率)

密度传感器持续不断地测量气室内的绝缘气体实际密度。其原理是,振荡石英的自然频率会随着其周围气体密度增加而减少,为了降低温度对测量频率干扰,传感器只测量频率相对于真空中的参考石英的频率变化。传感器可以输出10到20伏的电压,幅值仅取决于测得的气体密度。

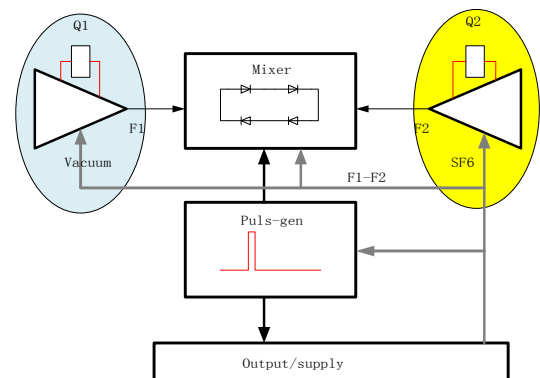


图2 密度传感器测量原理图

所有的传感器都通过封闭电缆连接到一个终端盒上,并且通过电缆将信号传递给信号采集及处理单元。

#### 2.2.2 信号采集及处理单元

信号采集及处理单元是一种能够处理24个密度传感器数据并为传感器提供必要的电压的电子设备。它安装在GIS

间隔的就地控制柜中。在测得频率的基础上,信号采集及处理单元会计算每个传感器相关气体的密度值。

信号采集及处理单元的会不断地比较测得的值与设置的报警值,如果任一气室密度值低于该气室设定的报警值,则信号采集及处理单元会向监测主机发出告警信号。另外,信号采集及处理单元会将采集的各气室密度值传送给监控主机。

### 2.2.3 监控主机

监控主机安装在继电器室内,单独组屏,接收信号采集及处理单元传送的密度数据和告警信号,可以实时处理和分折各气室气体密度,显示各气室密度测量的历史波形。同时监控主机与变电站监控系统有单相数据传输,可以将密度数据和告警信号通过网络连接的方式传送给监控系统。

## 3 在特高压站使用情况

### 3.1 第一次盆式绝缘子故障

2010年12月28日,运行人员在对SF6气体密度在线监测系统巡检时,查阅各气室近一个月的变化趋势时,发现1000kVHGIST021开关A相靠#1母侧套管B5气室密度下降,同时相邻管母B4气室密度升高的异常现象,经检查初步分析判断为B5气室和B4气室间可能存在内渗现象。

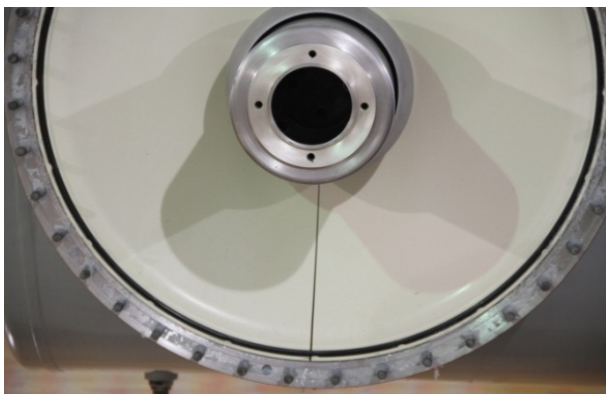


图3 盆式绝缘子的裂纹

在年度检修期间,将B4及B5气室打开,对盆式绝缘子进行检查,发现该盆式绝缘子上有一条明显的裂缝,裂纹从外层金属法兰至内侧金属法兰下方,绝缘子表面未发现有任何放电闪络痕迹,表面也没有任何的分解产物附着,裂纹周围表面平滑,未发现有任何的撞击痕迹。检查完毕后,对盆式绝缘子进行了更换,更换后运行正常,运行至今未发现异常情况。

### 3.2 第二次盆式绝缘子故障

2012年2月1日,运行人员发现在线监测装置后台T021A

相开关B0(43.7kp/m<sup>3</sup>)、B1(44.7kp/M<sup>3</sup>)有明显下降趋势,现场检查发现1000kVT021开关A相断路器气室(B0)与其并联合闸电阻气室(B1)间靠1000kV#2M侧盆式绝缘子有明显漏气现象,可以确定为此处盆式绝缘子破裂。

停电后现场对故障盆式绝缘子进行拆除,拆开罐体发现该盆式绝缘子六点钟方向有一条自中心导体到法兰环径向贯穿的裂缝,宽度约为2mm,盆式绝缘子表面无放电痕迹。

### 3.3 第二次盆式绝缘子故障

2013年2月1日,特高压站运维人员巡视发现T021开关A相B0和B1气室SF6气体密度存在下降趋势,现场检查发现法兰存在漏气点,设备停运后拆开罐体发现B0与B1气室间的盆式绝缘子六点钟方向有一条自中心导体到法兰环径向贯穿的裂缝,宽度约为2mm,盆式绝缘子表面无放电痕迹。

## 4 故障原因分析及总结

上述三次故障,具有以下共同点,一是故障均发生在冬季,环境温度较低,二是天气均为晴天,三是故障时现场运行方式均为正常方式。盆式绝缘子故障可以排除特殊工况及恶劣天气等原因,主要原因可能与气温有关,温度较低造成盆式绝缘子由于应力破裂。由于盆式绝缘子故障是由于盆式绝缘子破裂造成的,盆式绝缘子破裂具有很大的偶然性,很难提前检测及预防,因此在运行期间存在一定风险,现场利用SF6密度在线监测系统及时准确的发现了气体泄漏的情况,避免了SF6压力过低导致的事故跳闸。

SF6气体密度在线监测系统能够实时记录GIS设备气体的密度,形成趋势图,通过趋势观察能够及时发现气体泄漏情况,避免异常的扩大。

### [参考文献]

- [1]郭日彩,李宝金,李明.500(330)kV变电站典型设计研究与应用[J].电网技术,2005,29(20):29-37.
- [2]罗学琛.江门变电站GIS的安装和调试[J].电力建设,1989,(2):47-50.
- [3]张焕青,王浩,丁友.湖北电网GIS常见故障分析及诊断实例[J].湖北电力,2014,38(2):55-57.
- [4]吕欣.GIS中SF<sub>6</sub>气体泄漏点的监测分析与改进[D].华南理工大学,2016,(05):62.

### 作者简介:

汪杨凯(1981--),男,湖南耒阳人,汉族,硕士研究生,副高级工程师,国网湖北省电力公司检修公司,研究方向:电力系统运行、电力系统继电保护。