



## SF<sub>6</sub>断路器和GIS安全的有关问题

SF<sub>6</sub> 全封闭组合电器（简称GIS）是由断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、连接管和过渡元件等电器元件组成，它是以金属筒为外壳，导电杆和绝缘件封闭在内部并充入一定压力的SF<sub>6</sub> 气体，SF<sub>6</sub> 气体作为绝缘和灭弧介质。

GIS与传统的变电所相比，它的占地面积显著减少，如500kv的GIS变电所仅为传统变电所的1/50；GIS不受外界环境的影响；GIS的布置重心低，抗地震能力大；GIS的大修周期通常为10-20年，正由于具有这些优点，它已被广泛的应用，大有取代常规电器的趋势。SF<sub>6</sub>气体密度的降低或水份的增加，会带来如下的危害：

- GIS耐压强度降低
- 断路器开断容量下降

所以GIS的良好密封至关重要，运行中加强检漏工作是预防事故的重要措施之一。泄漏测试分定性与定量两种，定性法可正确寻找泄漏的地点，定量法可测定泄漏的程度，定量法通常有挂瓶检漏法、整机扣罩法和局部包扎法，这类方法比较费时费力且准确度较差，目前市场上已有快速正确的泄漏定量测量仪，准确度可满足10<sup>-8</sup> ml/s的要求。例如德国产的GasCheck SF<sub>6</sub> / LeakCheck SF<sub>6</sub> 气体定量测量仪的灵敏度可达0.1ppm、1×10<sup>-8</sup> 毫升/秒、0.001克/年。目前，国内外规定的的泄漏率一般都要求小于1%。

### GIS常见漏气点：

- 焊缝
- 法兰结合面
- 气体充气嘴
- 压力表，密度继电器钢管上的砂眼

### SF<sub>6</sub>断路器的常见漏点：

- 对220vSF<sub>6</sub>断路器，各检测口、焊缝、SF<sub>6</sub>气体充气嘴、法兰连接面、压力表连接管和滑动封座。
- 对35kv和10kvSF<sub>6</sub>断路器，SF<sub>6</sub>气体充气嘴、操作机构、导电杆环氧树脂密封处及压力表连接管路。

### GIS除了泄漏外，还有SF<sub>6</sub>中的水分问题。

水份进入SF<sub>6</sub>气体时，它将直接降低气体的击穿强度，当气温降低时，SF<sub>6</sub> 气体中的过量水份会在绝缘件表面结露，将降低绝缘件表面闪络电压，因此控制电气设备中SF<sub>6</sub> 的水份(高压断路器更为关键)对安全可靠运行关系重大，国外有因高湿度引起内部故障而导致高压断路器爆炸的事故报导，例如美国佛罗里达电气公司至少有二次是因为SF<sub>6</sub>中高湿度引起内部故障而导致高压断路器爆炸事故（“ Electrical World3 ”/1997 P26）。

研究表明，水份真正有害的作用是促进自由电子、离子崩和放电的产生，这往往就是造成断路器的不稳定和发生爆炸事故的重要因素。高压断路器触头在含有水份的SF<sub>6</sub>中发生电弧放电时，水分将跟SF<sub>6</sub>分解产物反应而形成各种化合物，这些化合物中的多数及原来的分解物都是非常有毒和有腐蚀性的。处理污染和电弧放电的SF<sub>6</sub>要求有一定的防范，因为有毒的化学气体和粉尘可能引起过敏的危险。再者，水还影响SF<sub>6</sub>的再复合过程，使工作人员在维护断路器时可能危及健康。

挪威工业技术大学的研究表明：一年中气体水份含量随气温升高而升高，见图1所示。所以建议在夏天进行含水量测量，以获得含水量的最大值。实践表明，不同仪器的测量结果差别较大，这可能与仪器本身所用的气体管路和操作等因素有关，所以，也建议对同一台设备坚持用同一微水仪测量，以提高实测数据的可比性。

运行经验表明，GIS的常见故障为：SF<sub>6</sub> 气体泄漏、水份、杂质、电接触不良、绝缘子使用场强过高、插接式触头未完全插入、安装及维修工作中造成的错误、误操作、过电压和灾难性事故，可见GIS在正常的运行中除了电气，机械和人为因素外。SF<sub>6</sub> 气体的检漏和微水测量成为二项最重要的预防性试验项目。

SF<sub>6</sub> 断路器或GIS需要检修时，从经济和生态的角度考虑，将不合格的SF<sub>6</sub>进行再生和再利用，努力做到SF<sub>6</sub>向大气的最小排放量，现代的SF<sub>6</sub>气体的回收装置已完全可以满足安全、经济和可靠的要求。

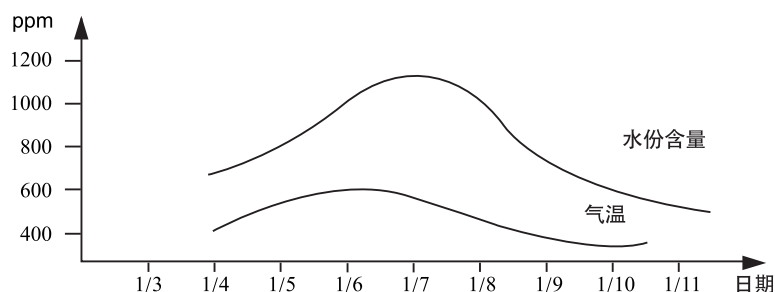


图1 GIS气室中SF<sub>6</sub>含水量与季节的变化关系