

[断路器]

企业电网SF₆断路器运行维护与异常处理

文/中油电能供电公司生产部 张建军

为提高变电站运行的可靠性和安全性，部分电力企业大范围使用SF₆断路器，其具有可靠性高、绝缘效果好、使用寿命长和易于维护等优越性。介绍了SF₆断路器的基本工作原理，并分析了SF₆断路器的性能优点和不足，最后根据笔者多年经验提出了SF₆断路器的日常运行维护建议及注意事项。

六氟化硫(SF₆)断路器由于具有稳定的绝缘性能和良好的灭弧能力，被广泛应用在电力系统中。断路器内部的SF₆气体具有无毒、无味、无色和不可燃的特点，其介电强度要大大超过一般的绝缘气体，应用在断路器内，可以缩小设备的尺寸，增强绝缘能力，进而提升企业电网的安全性和可靠性。

SF₆断路器原理及优缺点分析

1. 基本原理

SF₆断路器也被称为SF₆电源开关。通过密度继电器监测SF₆气体压力的变化，当SF₆断路器中的气体压力降低时断路器将发出警报并断开电路。如果气压保持不变则需要将继电器重新进行激活，在此基础上对断路器进行断开与闭合操作，从而实现分闸操作的控制与锁定。

2. SF₆断路器的优缺点分析

SF₆断路器在企业电网中应用广泛，与其他断路器相比具有明显性能优势，表现在SF₆断路器不仅性能良好，而且结构简单、易于维护、运行稳定和可靠性高。此外，SF₆断路器灭弧能力强、冷却快、恢复快且操作能力强，无须在短时间内修

复设备。SF₆气体虽然绝缘强度非常高，但由于SF₆断路器绝缘结构体积小，如果SF₆气体含水量较高，绝缘水平就会下降，导致接触电阻迅速提高，容易发生损坏或爆炸事故。同时SF₆气体的环境污染问题也值得关注，应加强SF₆气体的回收和跟踪处理工作。

SF₆断路器常见故障

1. 气体压力故障

SF₆断路器的绝缘和灭弧性能与气体密度有关，所以一定要控制好断路器中SF₆气体的压力，以防发生故障。例如，当气压下降时，断路器中的SF₆气体会发出警报，从而阻止断路器运行。此外，当设备中的气压下降到一定压力时，可能会发生电网事故，因此电力企业必须正确安装断路器并加强监督，确保断路器运行可靠性。

2. 断路器的液压操作机构故障

液压操作机构的常见故障主要包括：油泵自动打压和控制回路故障、高压油路渗漏、压力过高或过低及氮气预压力异常等。紧急时可按如下方法进行处理。

- 1) 立即断开SF₆断路器的储能电源。
- 2) 将断路器状态手切换至“就地”位置。
- 3) 报告运行调度。
- 4) 退出断路器的电源和各类保护的投入。

5) 零表压故障时，一定要用专用的防慢分卡具卡住操作传动杆合闸指示圆盘下方，用螺丝栓紧，同时补充液压油，打压、排气直至断路器修复。

- 6) 进行倒闸操作，隔离故障点。

7) 当发生脱管故障时，应立即更换脱落的液压管，同时补充液压油，打压、排气直至断路器修复。

故障发生时，应立即断开储能电源，将操作把手迅速切换到“就地”位置，切不可人为强行打压，否则容易造成断路器慢合或者慢分，导致断路器爆炸。

3. 故障定期处理

SF₆断路器在正常运行过程中需要进行定期检查，以便提前发现事故隐患，并及时处理，这是确保设备安全运行的重要手段。检修人员在故障定期处理过程中主要应检查以下几点内容：每个开关的磁极和磁套部位是否存在裂纹；是否存在放电现象；SF₆气体的密度压力是否在允许范围内；进线和出线的连接处是否有过热现象；是否存在放电、油位和油色异常等现象。此外，工作人员在定期维护处理时还应当确保断路器油泵的启动次数不超过允许的次数范围，且继电器工作温度正常，各节点无火花、无烟气，且无异味。

4. 避免维护造成人身伤害

虽然纯净的SF₆气体常温下是无毒的，人体与其接触是无害的，但水分较多时，200℃以上就有可能产生分解，分解的生成物中有氢氟酸，是一种很强的腐蚀性和剧毒的酸类，并危害人体健康。因此，所有室内SF₆断路器都必须配备气体警报器。如果在工作期间发出气体警报，则必须立即撤离现场。如果工作人员需要在无法确保安全的地方工作，则必须佩戴防毒面具并戴上专用保护帽，以防止与SF₆气体接触。此外，断路器机构内部的加热装置较为复杂，因此当加热装置内部的温度低于5℃时，将安装自动加热板，使热量通过断路器的金属外壳进行传递，将SF₆气体转移到断路器内部以防止热量损失。当室内温度达到20℃时加热装置就会自动停止加热，这一措施可有效防止SF₆气体因环境温度升高而分解，从而有

效地避免安全事故发生。

日常维护建议及注意事项

1. 建立定期检查的运行机制

SF₆断路器本身的结构较为稳定，但是稳定可靠的运行离不开设备的定期检查保养，定期巡视能够便于工作人员及时发现事故并进行处理，从而对设备进行有效控制。此外，工作人员在定期检查过程中，需要对SF₆断路器中的每个螺线管座和磁粉盒都进行检查，确保相应断路器设备零件运行正常。另外，工作人员需要检查继电器是否保持正常温度，节点中是否有火花振动，是否存在冒烟和气味，箱体内部各部位是否存在漏油和异常噪声。

2. 防止断路器运行温度过低

断路器中的SF₆气体具有高密度和高内压的特征，并且压力的大小直接决定断路器中气体的绝缘强度。在断路器的操作过程中，较低的环境温度会导致SF₆从气态变为液态。当SF₆气体为液态时，其灭弧能力处于较低水平，容易发生事故。尤其是我国北方冬季温度较低的地区，通常会在断路器外壳中安装自动温度调节的设备，以确保断路器在运行过程中保持相对稳定的温度。当外部温度较低时，加热器会自动提升温度，并通过断路器的金属外壳将其传输到断路器中的气体，以确保气体的温度和状态不变。

3. 加强断路器运行环境的湿度调节

通常来说断路器中的SF₆气体常温下非常稳定，但湿度上升到一定程度时，绝缘元件或断路器表面会有水分凝结，从而降低了设备的绝缘强度。建议运行维护人员通过提升温度的方式来降低断路器内部的湿度，并避免损坏断路器性能，合理延长断路器的使用寿命。

结束语

目前，在企业电力系统中SF₆断路器的应用十分普遍，而随着国内电力行业设计、制造水平的不断提高，SF₆断路器的使用和气体回收处理也一定会更加可靠、安全。因此，电力企业和工作人员应当做好SF₆断路器的运行维护和故障处理工作，从而有效地保证企业电网供电的连续性、安全性和可靠性。EA

(收稿日期：2020.01.05)

(编辑：朱金凤)