

[开关设备]

# SF<sub>6</sub>断路器常见故障分析及预防

文/广东电网有限责任公司电力科学研究院 蔡 笋  
武汉大学动力与机械学院 李剑斌 孟凡刚 胡基才 巫世晶

根据断路器的主要类型，分别对不同类型常见的故障进行了阐述，并对出现的问题原因进行了较为详细的分析，提出相对应的预防措施，为电力系统相关维护和检修人提供参考。

电网系统的安全稳定运行是我国经济发展和人民生活的基石，而对于电网系统的安全稳定运行，其主要的两个方面就是操作人员和电网设备。

断路器是电网系统开关设备中重要的设备之一，其主要负责故障电流的开断、电动机回路的关合以及变压器回路的控制。在正常的情况下，操作员通过正常控制断路器的开断来实现对系统中线路或设备的运行以及回路的开断。在非正常状态下，电网系统线路出现故障时，断路器中的保护装置自动将故障的线路断开切离系统。因此，断路器开关性能的可靠性关系到整个电力系统的安全运行。

## 断路器常见故障分析

对断路器常见故障而言，大部分都是由于其操动机构出现问题，而由于断路器本体发生故障的情况比较少，下面将对断路器的各种典型故障进行分析并提出对应的处理措施。

如表所示，下面为某供电局管辖范围内断路器2009年至2012年故障情况统计。

表 断路器故障情况

| 额定电压 /kV | 测试台数/台 |     |     | 故障台数/台 |    |    | 故障概率 (%) |      |     |
|----------|--------|-----|-----|--------|----|----|----------|------|-----|
|          | 气压     | 液压  | 弹簧  | 气压     | 液压 | 弹簧 | 气压       | 液压   | 弹簧  |
| 220      | 130    | 217 | 100 | 32     | 15 | 0  | 22.6     | 6.9  | 0   |
| 400      | 86     | 97  | 47  | 25     | 30 | 2  | 29.1     | 30.9 | 4.3 |

由表1可知，根据断路器实际故障统计情况来说，220 kV和400 kV电压等级断路器发生故障的都是操动机构，并且主要故障都出现在气压和液

压操动机构上。由于断路器操动机构故障的故障率超过总故障的50%以上，并且可以看出明显断路器弹簧操动机构的可靠性要高于气压和液压操动机构。

### 1. 断路器灭弧室故障

#### (1) 灭弧室SF<sub>6</sub>气体密度过低

灭弧室SF<sub>6</sub>气体密度过低这类故障，主要是由于灭弧室密封存在问题，发生气体泄漏。在对这类故障进行检查时，可以先用SF<sub>6</sub>气体的检查仪器对其进行检测。

#### (2) 灭弧室气体水含量超标

对于该问题，主要是检查灭弧室内的干燥剂是否正常起作用，如果气体水含量超标，则需要将原灭弧室内气体排出，重新充入干燥的SF<sub>6</sub>气体。

#### (3) 触头接触电阻过大

由于接触触头，多次动作产生磨损或者触头部分发生氧化等诸多原因使得灭弧室内的触头部分的电阻值变大，针对该故障，需要对触头部分进行清洁处理或对触头表面进行涂抹润滑油脂。

### 2. 断路器操动机构故障

1) 对于液压操动机构断路器而言，其数量是在所有类型断路器中占比较小的，但是却是存在问题较多的断路器类型。其出现故障以及问题都集中在电动机、液压泵、油路管道以及相关接口处，主要由于管道存在密封问题，以及电动机失电问题，如图1所示。现阶段对于油路管道的密封漏油问题一直没有比较好的解决办法，因此对于液压操动机构断路器来说，其使用的数量越来越

少，很多都是比较早期的设备，油断路器基本已经被淘汰。



图1 二级管阀密封垫变形

常见故障原因分析如下。

油压故障发生报警，该类故障时由于液压操动机构在长期运行过程中，部分设备老化或者工艺发生问题，容易使得一些杂质渗入设备当中，出现密封不严的问题。对于该类故障的处理，首先要检查液压管道内的油压是否在正常范围内，并且检查设备是否存在漏油的现象。对设备进行检查时，先检查油箱底部是否存在积油，管道是否存在渗油。当发现渗油问题时，需要及时对渗油部分进行处理，如更换对应部分的密封垫圈等。对于运行较长时间的液压操动机构断路器，需要及时对液压管道内的液压油进行过滤处理。

2) 对于弹簧操动机构断路器的检修，首先必须要提前断开电源，再对弹簧操动机构进行释放能量操作，避免在进行检修过程中出现伤人事故。由于弹簧操动机构发生故障而导致的断路器拒分拒合故障中，拒分故障比较严重，拒分故障容易使得故障情况加重，出现越级跳闸故障。

常见故障原因分析如下。

弹簧断路器操动机构拒分故障的主要原因是弹簧机构的部件发生变形损坏或者是机构发生了卡涩、轴销发生磨损、电动机失电以及分合闸线圈回路烧毁等，固定销和固定销孔磨损对比如图2所示。对于该故障类型的检查，不能盲目对弹簧操动机构进行拆卸检查，弹簧断路器操动机构的拆卸比较麻烦，因此对于该类故障，需要对故障现象进行仔细分析，观察机构的具体情况，发现机构异常再进行进一步处理。



图2 固定销和固定销孔磨损对比图

操动机构分合闸不到位故障，对于该类故障主要是由于操动机构的操作行程不够导致的。当

发现断路器分闸或者合闸没有完成，应观察刀口处接触刀闸的实际情况。找到实际控制分合闸行程开关的编号，再根据调节相应的继电器操作的时间来进行控制分合闸的位置。

操动机构无法分合闸故障，该类故障可能是由于中间继电器发生故障烧毁。储能操作控制回路，控制中间继电器来控制储能回路的开断，如果中间继电器发生损坏，那么会使得储能电动机不能及时停止，导致弹簧过度储能，能量过大使得操动机构部件发生变形，从而无法实现分合闸动作。在断路器的日常检修维护过程中，需要及时做好对于控制柜中的中间继电器的检查工作。

3) 对于电磁操动机构断路器的检修，该断路器是通过辅助开关内部的扇形叶片的接触来实现断路器的开合闸功能，这类似于地刀的动静触头的分合过程。该类操动机构通过调节杆的长度来实现辅助开关的开合实现对分合闸的控制。并且通过调节螺钉的位置来改变分闸的死点位置，解决分闸的过死点，例如电磁操动机构螺杆松动，实线和虚线的位置表示的是机构连杆离死点的位置，其位置的高低直接决定着分合闸的可靠性，过高过低都会产生分合闸不到位现象，发生故障。

## 2. 其他类型故障

室外断路器，由于断路器设备常年敞开在室外，受到室外环境天气的影响，设备的老化、腐蚀程度较为严重，出现断路器无法实现分合闸的故障。对于该类故障，首先应该观察各相操动机构的轴承是否发生锈蚀，而无法实现转动，影响整体机构的动作；其次观察机构问题，检查机构是否发生变形以及断裂的情况，某些部位不能直接观察到的可以通过手触摸以及相机和镜子等方法进行检查。

## 断路器故障预防措施

断路器一旦发生故障，损失将非常严重，因此对于断路器的可靠性要求非常高，要降低断路器的故障率主要还是从预防方面着手，下面列出4个方面来对断路器故障进行预防。

1) 针对断路器灭弧室故障问题，要保证灭弧室的气密性，首先就要选择质量优良的品牌商家生产的断路器，其灭弧室的密封质量具有较高保证；其次运行检修人员在定期对断路器的运行状态进行检查时，需要相关专业检查仪器检查断

路器灭弧室的气密性,检查其是否发生泄漏,灭弧室性能直接关系到断路器的性能;对灭弧室密封性能好最简的检测方法是进行工频耐压测试,能够很好测试灭弧室的密封性能。

2) 针对断路器操动机构故障的预防,主要是这对断路器主要部件的维护,在检修维护中,定期对断路器的操动机构进行涂抹润滑油脂,保证其关键部件的灵活转动,防止出现卡涩现象;其次检修过程中注意观察断路器相关零部件的情况,是否出现磨损和腐蚀,是否出现油液泄漏等情况,对于可能出现的故障及时预防;在对断路器的检修完成后,投入运行前进行几次分合闸操作,保证其能够正常工作。

3) 针对断路器长期暴露室外而产生的锈蚀、机构变形等故障,定期维护和检修,主要是检测主要零部件的锈蚀情况,并及时注入润滑油,保

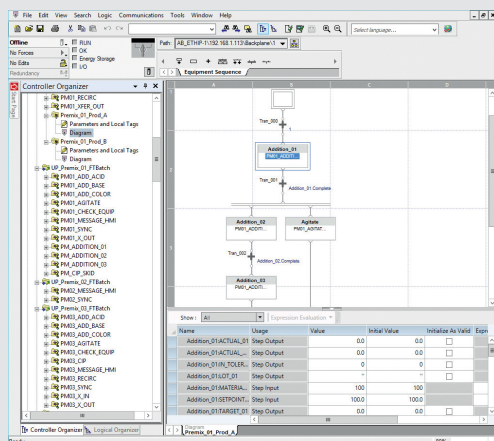
证其构建的灵活转动性能;其次是检查断路器的密封性能,一方面是灭弧室的密封状况,另外还有操动机构的密封情况,保护主要构件免受潮湿环境影响。

4) 建立比较完成的预防检修制度。对于电力企业来说,首先需要有可靠的预防检修制度,在制度检修层面提供可靠保证;其次组织建立专业的检修队伍,不断提高专业队伍的业务水平;注重历史经验的积累,对于以往发生的断路器故障,需要做相关的记录,分析其具体产生的原因,及时从中吸取经验,以对其他断路器设备作为参照依据,避免类似的故障再次产生。EA  
(基金项目:南方电网科技项目GDKJ00000031断路器弹簧操动机构机械故障诊断技术研究)

(收稿日期:2016.03.17)

(编辑:刘群点)

## 罗克韦尔自动化 SequenceManager 解决方案可增强过程应用的功能和可扩展性



在当今的制造环境下,人们对可扩展的灵活解决方案、真正的分布式控制以及响应性功能的需求日益增长,而现代的批次系统必须能够应对这些需求。为此,罗克韦尔自动化推出了全新的 SequenceManager 解决方案,此解决方案为控制器的批次处理提供强大且灵活的定序功能,从而能够增强成套设备、离线系统和单一设备控制的功能。

SequenceManager 解决方案利用罗克韦尔自动化的 Logix 控制器平台,可帮助操作员配置、查看和获取控制器中存储的有关批次顺序的关键信息,增强生产过程各个阶段的可视性和可访问性水平。

“借助 SequenceManager 解决方案,用户可快速、可靠地执行序列,同时降低独立单元和完备成套设备系统功能对应的基础架构成本,”罗克韦尔自动化产品经理 Dan UpDyke 表示。“对于小型和中型运营规模,这一可扩展的解决方案都能实现全厂级的现代批次控制功能。”

此解决方案的关键功能包括:直观运营。现代化界面、工作流和可访问性功能,有助于操作员关注生产需求而非系统导航管理和手动干预,支持操作员查看标准化批次报告,实现与罗克韦尔自动化其它产品的无缝集成。高度可扩展架构。原始设备开发商可开发、测试和交付功能全面且独立的成套设备,而且这些设备无需重新部署代码即可无缝集成到现有批次策略中。最终用户通过集成提高效率,并削减传统批次解决方案通常可能需要的架构成本。灵活且安全。利用 ISA-88 标准方法和状态转换,同时获得罗克韦尔自动化 Rockwell Software Studio 5000 Logix Designer 和 FactoryTalk View SE 软件的所有优势以及安全特性。更高的响应水平。对于时间至关重要的高速过程,将配方存入控制器并进行定序后,SequenceManager 解决方案能够快速响应和安全连接进行控制。

SequenceManager 解决方案非常适合批次过程控制需要调节和/或非常关键的行业领域,例如食品、饮料、制药和化工行业等。具体应用包括单个或多个独立设备运行的应用,例如原始设备开发商成套设备、在线清洗系统、烘干机、蒸发器、烤箱和反应器等。