

# Q/GDW

## 国 家 电 网 公 司 企 业 标 准

Q/GDW 172—2008

---

### SF<sub>6</sub> 高压断路器状态检修导则

Guide for Condition Based Maintenance Strategy of

SF<sub>6</sub> High-Voltage Circuit Breaker

2008-01-21 发布

2008-01-21 实施

---

国 家 电 网 公 司 发 布

# 目 录

|                   |   |
|-------------------|---|
| 前 言.....          | I |
| 1 范围.....         | 1 |
| 2 规范性引用文件 .....   | 1 |
| 3 总则 .....        | 1 |
| 4 检修分类 .....      | 1 |
| 5 设备的状态检修策略 ..... | 3 |

## 前 言

按照国家电网公司设备状态检修管理规定，为规范和有效开展设备状态检修工作，参照相关规程制订本导则。对于开展状态检修的单位和设备，执行本标准。对于没有开展状态检修的单位和设备，仍然执行原有的检修管理标准和相关规程、规定开展输变电设备的检修工作。

本导则由国家电网公司生产技术部提出并负责解释。

本导则由国家电网公司科技部归口。

本导则主要起草单位：江苏省电力公司。

本导则参加起草单位：山东电力公司、河北电力公司、华东电网有限公司、浙江电力公司、福建电力公司、中国电力科学研究院。

本导则主要起草人：卞超、高山、董勤伟、潘志新、汤峻、肖匀、杭嵘、杜健、张磊、石启新、许扬、李杰、鲁庭瑞、郭建伟、张克全、文乐斌、朱斌、夏勇、朱松林、张亮、何健、宋杲。

本导则自发布之日起实施。

# SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修导则

## 1 范围

本标准适用于国家电网公司系统110（66）～750kV电压等级SF<sub>6</sub>高压交流瓷柱式和罐式断路器。35kV及以下电压等级的断路器由各网省公司参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件的条款，通过本标准的引用而成为本标准的条款，其最新版本适用于本标准。

|        |                                            |
|--------|--------------------------------------------|
| 国家电网公司 | 生技[2005]173号 《交流高压断路器检修规范》                 |
| 国家电网公司 | 《高压开关设备运行规范》                               |
| 国家电网公司 | 《110（66）kV～500kV交流高压断路器评价标准（试行）》           |
| 国家电网公司 | Q/GDW171-2008《SF <sub>6</sub> 高压断路器状态评价导则》 |
| 国家电网公司 | 《输变电设备状态检修管理规定》                            |
| 国家电网公司 | Q/GDW168-2008《输变电设备状态检修试验规程》               |

## 3 总则

### 3.1 状态检修实施原则

状态检修应遵循“应修必修，修必修好”的原则，依据设备状态评价的结果，考虑设备风险因素，动态制定设备的检修计划，合理安排状态检修的计划和内容。

SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修工作内容包括停电、不停电测试和试验以及停电、不停电检修维护工作。

### 3.2 状态评价工作的要求

状态评价应实行动态化管理。每次检修或试验后应进行一次状态评价。

### 3.3 新投运设备状态检修

新投运设备投运初期按国家电网公司《输变电设备状态检修试验规程》规定（110kV 的新设备投运后 1～2 年，220kV 及以上的新设备投运后 1 年），应安排例行试验，同时还应对设备及其附件（包括电气回路及机械部分）进行全面检查，收集各种状态量，并进行一次状态评价。

### 3.4 老旧设备的状态检修实施原则

对于运行20年以上的设备，宜根据设备运行及评价结果，对检修计划及内容进行调整。

## 4 检修分类

按工作性质内容及工作涉及范围，将SF<sub>6</sub>高压断路器检修工作分为四类：A类检修、B类检修、C类检修、D类检修。其中A、B、C类是停电检修，D类是不停电检修。

### 4.1 A类检修

A类检修是指SF<sub>6</sub>高压断路器的整体解体性检查、维修、更换和试验。

### 4.2 B类检修

B类检修是指SF<sub>6</sub>高压断路器局部性的检修，部件的解体检查、维修、更换和试验。

### 4.3 C类检修

C类检修是对SF<sub>6</sub>高压断路器常规性检查、维护和试验。

### 4.4 D类检修

D类检修是对SF<sub>6</sub>高压断路器在不停电状态下进行的带电测试、外观检查和维修。

### 4.5 检修项目

SF<sub>6</sub>高压断路器的检修分类及检修项目见表1。

表1 SF<sub>6</sub>断路器检修分类及检修项目

| 检修分类  | 检修项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A 级检修 | A.1 现场全面解体检修<br>A.2 返厂检修                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| B 级检修 | B.1 本体部件更换<br>B.1.1 极柱<br>B.1.2 灭弧室<br>B.1.3 导电部件<br>B.1.4 均压电容器<br>B.1.5 合闸电阻<br>B.1.6 传动部件<br>B.1.7 支持瓷套<br>B.1.8 密封件<br>B.1.9 SF <sub>6</sub> 气体<br>B.1.10 吸附剂<br>B.1.11 其它<br>B.2 本体主要部件处理<br>B.2.1 灭弧室<br>B.2.2 传动部件<br>B.2.3 导电回路<br>B.2.4 SF <sub>6</sub> 气体<br>B.2.5 其它<br>B.3 操作机构部件更换<br>B.3.1 整体更换<br>B.3.2 传动部件<br>B.3.3 控制部件<br>B.3.4 储能部件<br>B.3.5 液压油处理<br>B.3.6 其它 |
| C 级检修 | C.1 预防性试验, 按 Q/GDW 输变电设备状态检修试验规程<br>C.2 清扫、维护、检查、修理<br>C.3 检查项目<br>C.3.1 检查高压引线及端子板<br>C.3.2 检查基础及支架<br>C.3.3 检查瓷套外表<br>C.3.4 检查均压环<br>C.3.5 检查相间连杆<br>C.3.6 检查液压系统<br>C.3.7 检查机构箱<br>C.3.9 检查辅助及控制回路<br>C.3.10 检查分合闸弹簧<br>C.3.11 检查油缓冲器                                                                                                                                           |

|       |                                                                                                                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | C. 3. 12 检查并联电容<br>C. 3. 13 检查合闸电阻                                                                                                                               |
| D 级检修 | D. 1 瓷瓶外观目测检查。<br>D. 2 对有自封阀门的充气口进行带电补气工作；<br>D. 3 对有自封阀门的密度继电器/压力表进行更换或校验工作；<br>D. 4 防锈补漆工作（带电距离够的情况下）；<br>D. 5 更换部分二次元器件，如直流空开<br>D. 6 检修人员专业巡视<br>D. 7 带电检测项目 |

## 5 设备的状态检修策略

状态检修策略既包括年度检修计划的制定，也包括试验、不停电的维护等。检修策略应根据设备状态评价的结果动态调整。

年度检修计划每年至少修订一次。根据最近一次设备状态评价结果，考虑设备风险评估因素，并参考厂家的要求，确定下一次停电检修时间和检修类别。在安排检修计划时，应协调相关设备检修周期，尽量统一安排，避免重复停电。

对于设备缺陷，应根据缺陷的性质，按照有关缺陷管理规定处理。同一设备存在多种缺陷，也应尽量安排在一次检修中处理，必要时，可调整检修类别。

C类检修正常周期宜与试验周期一致。

不停电的维护和试验根据实际情况安排。

根据设备评价结果，制定相应的检修策略，SF<sub>6</sub>高压断路器检修策略见表2。

表2 SF<sub>6</sub>高压断路器检修策略表

| 设备状态 | 推荐策略      |         |      |      |
|------|-----------|---------|------|------|
|      | 正常状态      | 注意状态    | 异常状态 | 严重状态 |
| 检修策略 | 见5.1      | 见5.2    | 见5.3 | 见5.4 |
| 推荐周期 | 正常周期或延长一年 | 不大于正常周期 | 适时安排 | 尽快安排 |

### 5.1 “正常状态”的检修策略

被评价为“正常状态”的SF<sub>6</sub>高压断路器，执行C类检修。C类检修可按照正常周期或延长一年并结合例行试验安排。在C类检修之前，可以根据实际需要适当安排D类检修。

### 5.2 “注意状态”的检修策略

被评价为“注意状态”的SF<sub>6</sub>高压断路器，执行C类检修。如果单项状态量扣分导致评价结果为“注意状态”时，应根据实际情况提前安排C类检修。如果仅由多项状态量合计扣分导致评价结果为“注意状态”时，可按正常周期执行，并根据设备的实际状况，增加必要的检修或试验内容。在C类检修之前，可以根据实际需要适当加强D类检修。

### 5.3 “异常状态”的检修策略

被评价为“异常状态”的SF<sub>6</sub>高压断路器，根据评价结果确定检修类型，并适时安排检修。实施停电检修前应加强D类检修。

### 5.4 “严重状态”的检修策略

被评价为“严重状态”的SF<sub>6</sub>高压断路器，根据评价结果确定检修类型，并尽快安排检修。实施停电检修前应加强D类检修。

# SF<sub>6</sub> 高压断路器状态检修导则

## 编制说明

## 目 录

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 前 言.....              | 1 |
| 1 目的和意义.....          | 2 |
| 2 编制过程回顾 .....        | 2 |
| 3 实施状态检修应注意的几个问题..... | 3 |

## 前 言

本编制说明是对状态检修导则内容的进一步解释，重点说明状态检修导则的编制思路、状态检修实施办法和注意事项。

## 1 目的和意义

随着电力工业的发展,电力系统的检修模式也在逐渐发生变化,目前主要的检修模式有以下几种。

定期检修(TBM, time based maintenance),定期检修是每隔一个固定的时间间隔或累计了一定的操作次数后安排一次定期的检修计划。当设备数量较少且设备质量水平较一致时,这种检修模式能起到较好的效果。随着电网规模的扩大,设备越来越多,如果继续定期的安排检修计划,人力和物力的不足就逐渐体现出来。而设备制造质量的不同和运行条件的差异,也可能造成设备本身的故障发生概率不尽相同。如果仍然按照固定周期对设备进行固定规模的维护或检修,对某些设备不可避免的会产生“过剩维修”,造成人力和物力的浪费;而对某些设备则有可能造成失修,因为有些早期的故障隐患往往可以通过提早的安排检修消除,避免故障的发生。

状态检修(CBM, condition based maintenance),状态检修是通过评价设备的状态,合理的制定检修计划。状态检修的实施需要定期的检查设备的状态,通过巡视、检查、试验等手段,或者在有条件的时候通过在线监测、带电检测等获取一定数量的状态量的实际状况,根据这些状态量决定如何安排检修计划,以达到最高的效率和最大的可靠性。

基于可靠性的检修(RCM, reliability centered maintenance),较状态检修更为复杂的一种检修模式,除考虑设备的状态外,还应考虑设备的风险、检修成本等。状态检修主要是考虑单个设备的情况,而基于可靠性的检修则考虑整个电网的情况,如设备在电网中的重要性、设备故障后的损失和检修费用的比较、设备可能故障对人员安全或环境的影响等因素。

其它检修模式。事后检修(BM, break maintenance),也称故障检修(CM, corrective maintenance);使用至损坏(PTF, run to fault)等。

根据 CIGRE 2000 年在全球范围内对断路器的检修模式的统计(CIGRE Brochure 165: Life management of Circuit-Breakers, 2000),约有 41%采取的是 TBM, 38%采取的是 CBM, 15%采取的是 RCM, 其余 6%采取其它的检修模式。由此可见, TBM 和 CBM 是目前主流的检修模式,而 RCM 作为一种最为复杂也是最为合理的检修模式,是未来的发展趋势,但是还有待继续研究。根据目前国家电网的发展情况,我们正处于从 TBM 逐渐向 CBM 转变的过程中。对于有条件的地区和设备,应逐步转变到 CBM 的检修模式上来;对于部分运行情况较差的设备或老旧设备,仍应以计划检修 TBM 为主。在现阶段的状态检修实施过程中,国网公司也考虑一定的前瞻性,编制了《输变电设备风险评价导则》,有条件时可参考风险评价的结果对检修策略进行适当的调整。

状态检修不是简单的延长设备的检修周期,而是依据状态评价,对设备的检修执行时间进行动态调整。其结果可能是延长也可能是缩短。

## 2 编制过程回顾

在导则编制过程中,国家电网公司生产部先后组织多次会议,对导则的编制给予协调、指导,并组织专家对导则多次提出修改意见。

2006 年 8 月 9 日,国家电网公司生产部在山东烟台组织召开了设备状态检修讨论会。会议明确江苏电力公司承担国家电网公司《SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修导则》的编制工作。

2006 年 11 月~2007 年 3 月,编制《SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修导则》的初稿。

2007 年 3 月 21 日~22 日,国网公司输变电设备状态检修管理文件编写第二次协调会在南京召开,会议就状态检修体系进行了梳理,明确了各文件的具体内容。

2007 年 4 月 26 日~30 日,江苏省电力公司组织在南京召开讨论会,会上分专业对《SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修导则》的具体内容进行了讨论,提出了修改意见。

2007 年 5 月 20 日~22 日,国网公司组织在南京召开协调讨论会,主要讨论江苏编写的《SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修导则》和《SF<sub>6</sub>高压断路器状态评价导则》的初稿以及和中国电科院编写的

《输变电设备状态检修试验规程》、浙江电力公司编写的《输变电设备状态检修辅助决策系统技术导则》、《输变电设备 风险评估导则》之间的界定和联系等问题。根据会议上各单位专家提出的修改意见，对《SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修导则》的初稿进行了修改，并发送给工作组成员征求意见。

2007 年 6 月 10 日，《SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修导则》的征求意见稿发给国网，在全网范围内征求意见。

2007 年 9 月，征求的意见返回，根据意见进行修改完善工作。

2007 年 9 月 18 日～20 日，在南京召开统稿会，对征求的意见进行讨论及回复。

2007 年 9 月 27 日～28 日，国网组织审查。

2007 年 10 月～11 月，对提出的意见进行修改。

2007 年 11 月 26～28，国网组织评审，通过《SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修导则》审查。

### 3 实施状态检修应注意的几个问题

#### 3.1 新设备的状态检修

新设备由于运输、安装中的一些问题，在投运初期比较容易发生缺陷。因此有必要在投运后一年安排一次 C 类检修，并安排全面的试验，检查设备的状态。

#### 3.2 老旧设备的状态检修

老旧设备是指接近其运行寿命的设备。根据国内外的研究，电力设备的运行一般遵循浴盆曲线，即在设备投运的初期和寿命终了期是缺陷发生概率较高的时期，这也比较符合我们的运行经验。因此，对于接近其运行寿命的设备（导则规定为 20 年，也可根据情况酌情调整），制定检修策略时应偏保守，一般推荐的做法是，即使该类设备评价为正常状态，其检修周期在正常周期的基础上也不宜延长，而评价为注意状态的设备，其检修周期应缩短。

### 4. SF<sub>6</sub>高压断路器状态检修

本检修导则规定的 C 类检修，即常规意义上的小修，其正常周期已经调整为与例行试验的周期一致。根据《国网公司状态检修试验规程》，设备的例行试验周期可根据各地区的实际情况进行调整，最长不超过基准周期（3 年）的 1.5 倍，即 4.5 年。而如果该设备评价为正常状态，其 C 类检修的实施时间还可以在正常周期的基础上再延长一年，即 C 类检修距上次检修的时间间隔最多可以为 5.5 年。

本导则规定的 A 类和 B 类检修，即常规意义上的大修，其正常周期应根据厂家的要求自行规定。A 类检修为整体大修，即机构和本体同时解体大修或返厂的大修；B 类检修为部件大修，可以为机构或本体或其它任一部件的解体大修。这样规定后，各地区可根据其设备的实际情况，规定不同设备不同部件各自的 B 类检修正常周期，如合资进口和国产的断路器、机构和本体都可以规定不同的 B 类检修正常周期，再根据部件评价的结果，对具体设备的各部件的 B 类检修执行时间在正常周期的基础上进行调整。