T/CSEE

ICS 29.180

CCS K44

中 国 电 机 工 程 学 会 标 准

发 布

中 国 电 机 工 程 学 会

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

交流充气式开关柜运维检修规程

Regulation of operation and maintenance forgas-filled switchgear panel

（征求意见稿）

T/CSEE XXX—202X

目 次

[前 言 II](#_Toc17844)

[1 范围 1](#_Toc27400)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc19985)

[3 术语和定义 1](#_Toc17367)

[4 运维 1](#_Toc10400)

[4.1 安全技术要求 1](#_Toc4348)

[4.2 例行巡视 2](#_Toc5776)

[4.3 特殊巡视 2](#_Toc18384)

[4.4 维护 3](#_Toc13388)

[5 检修 3](#_Toc10406)

[5.1 安全技术要求 4](#_Toc23646)

[5.2 例行检修 4](#_Toc10717)

[5.3 临时性检修 4](#_Toc26136)

[5.4 解体检修 4](#_Toc26414)

[6 试验 4](#_Toc5832)

[6.1 安全技术要求 4](#_Toc13019)

[6.2 试验项目 5](#_Toc21420)

[6.3 例行试验 5](#_Toc28937)

[6.4 诊断性试验 6](#_Toc15541)

[6.5 解体检修前、后试验 6](#_Toc17625)

[6.6 试验要求 7](#_Toc10151)

[7 备品备件和专用工具 9](#_Toc16070)

[7.1 备品备件 9](#_Toc1108)

[7.2 专用工器具 9](#_Toc31883)

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准化管理办法》、《中国电机工程学会标准化管理办法实施细则》的要求，依据GB/T1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会变电专业标准委员会技术归口并解释。

本文件起草单位：国网宁夏电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、西安西电开关电气有限公司、融研（上海）电气技术有限公司、国网陕西省电力有限公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司泉州供电公司、沈阳华德海泰电器有限公司、宁夏力成电气集团有限公司。

本文件主要起草人：牛勃、马飞越、相中华、吴旭涛、谭东现、刘威峰、牛博、马奎、张鹏程、沈诗祎、吴志勇、倪辉、白涛、魏莹、马云龙、陈松、赵一昆、王东方、李志、贾延超。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1号，100761，网址：http://www.csee.org.cn，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

交流充气式开关柜运维检修规程

1. 范围

本文件规定了6kV—35kV交流充气式开关柜的运维、检修、试验要求及备品备件和专用工具。

本文件适用于6kV—35kV交流充气式开关柜。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 26860　电力安全工作规程发电厂和变电站电气部分

DL/T 345　带电设备紫外诊断技术应用导则

DL/T 393　输变电设备状态检修试验规程

DL/T 404　3.6kV～40.5kV交流金属封闭开关设备和控制设备

DL/T 593　高压开关设备和控制设备标准的共性技术要求

DL/T 603　气体绝缘金属封闭开关设备运行维护规程

DL/T 664　带电设备红外诊断应用规范

DL/T 791—2001　户内交流充气式开关柜选用导则

DL/T 2050　高压开关柜暂态地电压局部放电现场检测方法

DL/T 2228　变电站用充气式开关柜运维检修规程

JB/T 7052　高压电器设备用橡胶密封件六氟化硫电器设备用橡胶密封件技术条件

1. 术语和定义

充气式开关柜　gas-filled switchgear panel

由高压断路器、负荷开关、隔离开关、接地开关、互感器，以及控制、测量、保护装置及内部连接件、辅件、外壳、支持件组成的具有充气隔室的交流金属封闭开关设备和控制设备。

[来源：DL/T 791—2001，4.1]



解体检修　disassemble examine and repair

对充气式开关柜进行的解体检查、检修及试验。

1. 运维
   1. 安全技术要求

满足GB 26860前提下，应重点执行以下措施：

1. 正确佩戴安全帽，穿着工作服、绝缘鞋；
2. 室内通风排气和照明装置完好，排气出风口设置在室内底部，通风设施和照明装置定期检查结果完好；
3. 进入配电室前空气含氧量或SF6气体浓度检测结果合格；
4. 室内空气中含氧量大于19.5%，或SF6气体浓度不超过1000μL/L；
5. 禁止在防爆膜附近停留；
6. 操作前确认设备位置，操作过程中如有异常，立即中止操作，并查明原因；
7. 就地操作带接地开关的隔离开关时，人员尽量避免触及外壳，并保持一定距离，手动操作时戴绝缘手套；
8. 远方操作时，人员不得进入配电室；
9. 柜内存在明显的放电或烧焦气味时，立即撤离现场并紧急申请停运；
10. 联锁装置禁止随意解锁或停用。
    1. 例行巡视

例行巡视可配合日常变电站设备巡视进行，对充气式开关柜本体及附属设备和运行环境进行检查，巡视周期可根据设备的健康度和重要性加以调整。例行巡视的内容主要包括：

1. 配电室环境检查：

* 进入小室前检查氧量仪和气体泄漏报警仪是否异常；
* 小室内空调、除湿机、排气扇、环境监测仪表、照明灯具工作正常；
* 封闭性能及防小动物设施完好；
* 小室内无异物、积水或漏水，电缆沟无积水。

1. 充气式开关柜外观检查：

* 出厂铭牌齐全、清晰可识别，相序标识清晰可识别；
* 设备外观清洁，运行编号标识正确、清晰，编号采用双重编号；
* 结构外壳完整无缺，柜体漆面无损坏，若发生变色、起泡或掉漆，开展带电补漆或停电全面刷漆；
* 柜体无变形、下沉，柜门封闭良好，各封闭板螺栓齐全，无松动、锈蚀；
* 压力释放装置无异常，释放出口无障碍物；
* 柜内无放电声、异味和不均匀的机械噪声。

1. 气体压力表计的指针位于正常压力区域，气体密度计数值应进行横向、纵向比较，判断是否存在气体泄露；
2. 控制柜面板模拟主接线标注的高压开关分、合指示（或信号灯）与充气式开关柜开关的实际状态相符，带电显示装置指示灯指示正常；
3. 充气式开关柜各开关分、合指示位置及其动作状况检查：

* 断路器“远方/就地”方式开关处于运行，热备用状态时置于“远方”位置，其余状态时置于“就地”位置，隔离开关“远方/就地”方式开关应置于“就地”位置；
* 断路器、隔离开关、接地开关等位置指示正确，清晰可见，机械指示与电气指示一致。

1. 避雷器泄露电流表指示正常；
2. 闭锁盒、五防锁具闭锁良好，锁具标号正确、清晰；
3. 气体压力表或密度继电器外观完好，二次电缆无脱落，无破损，气压正常；
4. 电缆进线端封堵良好，柜内无进水或凝露；
5. 红外热像检测电缆仓、出线侧的连接部位温度无异常。
   1. 特殊巡视

特殊巡视由运行人员和专业检修人员共同对充气式开关柜在恶劣气候、地址灾害、特殊运行方式下进行的巡视检查。保证人员安全的前提下，特殊巡视内容主要有：

1. 新设备或大修投运充气式开关柜，在投运后一个月内开展本项工作，重点检查以下项目：

* 充气式开关柜基础、外观是否良好，基础构架变位严重的进行修正；
* 充气式开关柜接地装置及接地连续性是否良好；
* 二次操作箱柜体防护、柜门密封、加热器与驱潮装置正常；
* 充气式开关柜操动机构箱二次端子是否紧固；
* 检查各气室SF6气压是否正常，有无漏气声、异常振动声；
* 充气式开关柜进线电缆仓及出线侧红外热像检查。

1. 故障跳闸后，应对充气式开关柜进行巡视检查，主要检查项目：

* 检查SF6报警仪、氧量仪是否报警，烟雾报警是否动作；
* 断路器、隔离开关、接地开关位置指示是否正确，后台信号是否正确；
* 外观是否正常，柜内有无异音、异味，开关柜外壳、内部各部件有无断裂、变形、烧损；
* 气室气压是否正常，检查各压力释放装置是否动作；
* 检查避雷器是否动作；
* 进线电缆仓、出线侧有无过热、烧损痕迹；
* 断路器机构箱是否存在异味；
* 记录断路器开断次数及开断电流值。

1. 断路器操作后，应对充气式开关柜进行巡视检查，重点检查以下项目：

* 检查后台信号是否正确，断路器相关指示灯是否正常；
* 检查断路器分、合闸机械指示器是否正确。

1. 恶劣天气时，重点检查下列项目：

* 浓雾天气时，检查加热器、除湿机是否投入，柜体内部是否发生凝露；
* 检查进线电缆仓、出线侧有无凝露、放电、爬电、电晕等异常现象；
* 雷雨大风天气和雷击后，检查可分离连接器有无闪络痕迹，记录避雷器放电计数器数值；
* 雷雨大风后，检查电缆封堵是否良好，机构箱内是否存在进水或凝露
* 带有温湿度控制器的驱潮装置，温湿度控制器电源灯亮，根据温湿度控制器设定启动温度和湿度，检查加热器是否正常运行。

1. 地质灾害发生后，重点检查以下项目：

* 检查充气式开关柜外观是否正常；
* 检查各气室SF6气压是否正常，有无漏气声、异常振动声；
* 检查压力释放装置有无异样，其释放口有无障碍物；
* 控制柜门是否变形导致关闭不严。

1. 特殊运行方式下应加强充气式开关柜巡视，重点检查以下项目：

* 检查断路器和隔离开关分、合位置指示是否正确，并与实际运行工况相符；
* 对有异响、过热的气室进行局部放电检测；
* 检查接地端子有无发热，接地线是否存在过热或接地不良情况；
* 高温大负荷巡视，用红外热像仪检查进线柜电缆仓或出线端子是否存在过热现象；
* 配电室的温度较高时应开启所有的通风、降温设备，若此时温度还不断升高应减低负荷；
* 状态检测异常巡视，超声波局部放电、特高频局部放电、暂态地电压局部放电检测数据同例行巡视数据无明显差异。
  1. 维护
     1. 日常维护

日常维护包括如下内容：

1. 结合设备停电进行清扫，必要时增加清扫次数，但应采取防止设备误动的可靠措施；
2. 加热装置在入冬前进行一次全面检查并投入运行,发现缺陷及时处理；
3. 驱潮防潮装置在雨季来临之前进行一次全面检查,发现缺陷及时处理。
   * 1. 带电显示装置维护

带电显示装置维护包括如下内容：

1. 高压带电显示装置异常，应进行检查维护；
2. 测量显示单元输入电压，输入电压正常为显示单元故障，输入电压不正常则为感应器故障，联系检修人员处理；
3. 带电显示装置更换显示单元或显示灯前，应断开装置电源，并检测确无工作电压；
4. 接触带电显示装置显示单元前，应检查感应器及二次回路正常，无接近、触碰高压设备情况；
5. 如需拆、接二次线，应逐个记录拆卸二次线编号、位置，并做好拆解二次线的绝缘；
6. 高压带电显示装置维护后，应检查装置运行正常，显示正确。
7. 检修
   1. 安全技术要求

满足GB 26860前提下，重点执行以下几项措施：

1. 进入检修现场前应正确佩戴安全帽，穿着工作服、绝缘鞋；
2. 接取检修电源应有专人监护，防止低压触电；
3. 停电检修设备在检修前应确认设备完全处于停电状态，并进行可靠接地；
4. 断开与充气式开关柜相关的各类一、二次电源并确认无电压，操作机构能量处于完全释放状态；
5. 拆卸密度继电器或压力表时，应注意观察阀门的密封性能；
6. 气箱解体检修前，应先回收气体，严格控制气箱内外压力差在制造厂允许范围内；
7. 检查防爆膜时，应避开爆破方向，严禁触碰防爆膜；
8. 如需起吊柜体，起吊前确认连接件已拆除，吊装应按照制造厂规定程序进行，选用合适的吊装设备和吊点，并设专人指挥；
9. 检修现场出现明显异常情况时（如大量SF6泄漏、气箱压力明显下降等），应立即停止检修工作并撤离现场。
   1. 例行检修

检修内容在满足DL/T 2228基础上，重点检修如下内容：

1. 检查断路器和带接地开关的隔离开关机构辅助开关接点接触状况，二次插座内的触针状态，紧固二次接线螺栓；
2. 检查电压互感器、避雷器及可分离连接器等元件的外壳表面、接地线、二次接线连接状况，紧固元件安装螺栓；
3. 检查柜体各功能单元外壳接地装置和内部连接的紧固连接状况，保证电气上连通；
4. 对断路器和带接地开关的隔离开关机构传动部件涂抹适宜的润滑脂；
5. 操作断路器、带接地开关的隔离开关无异常，机械位置正确，储能系统及动作计数器工作正常；
6. 校验联锁功能正常。
   1. 临时性检修

根据充气式开关柜运行状态或操作累计动作次数，依据制造厂的维护检查项目和要求进行临时性检修，检修内容应根据实际发生的异常情况或制造厂要求进行。检修应包括如下内容：

1. 若气体出现明显泄漏或湿度明显增加时，应及时检查泄漏原因，并在制造厂技术文件规定的时间期限内处理；
2. 当充气式开关柜发生异常情况时，对有怀疑的元件进行检查和处理。
   1. 解体检修

充气式开关柜在运行中发现异常或缺陷应进行有关电气、机械性能等试验，根据试验结果进行解体检修。检修内容和范围应根据运行中所发生的问题而定，这类检修宜由制造厂负责或在制造厂指导下协同进行。解体检修方法参照DL/T2228、DL/T603，解体检修项目包括如下内容：

1. 断路器操作机构；
2. 带接地开关的隔离开关操作机构；
3. 气箱及气体系统；
4. 可分离连接器；
5. 柜体、基础及接地连接；
6. 电流互感器、电压互感器、避雷器、消谐器和带电显示装置等其他部件。
7. 辅助开关、继电器、接触器、空气开关、限位开关、端子排和信号指示灯等二次元器件。
8. 试验
   1. 安全技术要求

满足GB 26860前提下，重点执行以下几项措施：

1. 进入试验现场前正确佩戴安全帽，穿着工作服、绝缘鞋；
2. 试验回路接线牢靠，接取试验电源有专人监护，防止低压触电；
3. 断路器操动机构储能状态时，严禁触碰机构内部元件，防止机械伤人；
4. 绝缘试验中，试验人员站在绝缘垫上，绝缘试验后应对加压部位充分放电；
5. 试验现场出现明显异常情况时，应立即停止试验工作并撤离现场。
6. 互感器试验中接线绕组组别和极性应符合设计要求，并与铭牌和标志相符；
7. 绝缘试验前电流互感器二次短接并接地，与开关柜相连的避雷器、电缆等设备断开并接地，保证足够的安全距离。
8. 中性点非有效接地系统绝缘试验应带互感器进行，若为带消谐装置或四PT接线需断开中性点消谐装置，并将中性点单独接地。
   1. 试验项目

充气式开关柜试验包括例行试验、诊断性试验和解体检修前/后试验，各类试验项目见表1。

* 1. 各类试验项目的试验项目汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 试验项目  检测项目 | 例行试验 | 诊断性试验 | 解体检修前、后试验 | |
| 检修前 | 检修后 |
| 1 | 红外热像检测 | √ | √ | — | — |
| 2 | 紫外成像检测 | — | √ | — | √ |
| 3 | 特高频局部放电检测 | √ | √ | — | √ |
| 4 | 超声波局部放电检测 | √ | √ | — | — |
| 5 | 暂态地电压局部放电检测 | √ | √ | — | — |
| 6 | 气体湿度检测 | √ | √ | — | √ |
| 7 | 气体密度表校验 | — | — | — | √ |
| 8 | 气体分解产物检测 | — | √ | — | — |
| 9 | 主回路电阻测量 | √ | √ | √ | √ |
| 10 | 主回路交流耐压试验 | √ | √ | — | √ |
| 11 | 脉冲电流法局部放电检测 | — | √ | — | √ |
| 12 | 辅助回路和控制回路绝缘电阻 | √ | √ | √ | √ |
| 13 | 辅助回路和控制回路交流耐压试验 | √ | √ | √ | √ |
| 14 | 机械特性试验 | √ | √ | √ | √ |
| 15 | 带电显示装置检查 | √ | — | — | √ |
| 16 | “五防”联锁检查 | √ | — | √ | √ |
| 17 | 电压互感器性能检验 | — | √ | — | — |
| 18 | 避雷器性能检验 | — | √ | — | — |

* 1. 例行试验

充气式开关柜例行试验项目和要求见表2。

* 1. 充气式开关柜例行试验项目和要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 周期 | 判据 | 方法及说明 |
| 1 | 红外热像带电检测 | a）330kV及以上：2周；  b）220kV：1个月；  c）110kV/66kV：3个月；  d）必要时。 | a）可分离连接器温升0.5k~1k；  b）出线套管温升为2k~3k。 | 6.6.1 |
| 2 | 特高频局部放电检测 | a）330kV及以上：半年；  b）220kV：1年；  c）110kV/66kV：2年；  d）必要时。 | 电缆进线仓内部、出线套管表面不应检测到放电缺陷。 | 6.6.3 |
| 3 | 超声波局部放电检测 | a）330kV及以上：半年；  b）220kV：1年；  c）110kV/66kV：2年；  d）必要时。 | 不应检测到放电缺陷。 | 6.6.4 |

* + 1. 充气式开关柜例行试验项目和要求(续)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 周期 | 判据 | 方法及说明 |
| 4 | 暂态地电压局部放电检测 | a）330kV及以上：半年；  b）220kV：1年；  c）110kV/66kV：2年；  d）必要时。 | 相对值不大于20dBmV。 | 6.6.5 |
| 5 | 辅助回路和控制回路绝缘电阻 | a）A级检修后；  b）≤6年；  c）必要时。 | ≥2MΩ | 6.6.12 |
| 6 | 辅助回路和控制回路交流耐压试验 | a）A级检修后；  b）≤6年；  c）必要时。 | 耐压值1kV，无击穿。 | 6.6.13 |
| 7 | 主回路电阻测量 | a）A级检修后；  b）≤6年；  c）必要时。 | 不大于1.1倍出厂试验值，同比及互比无明显下降或符合产品技术文件要求。 | 6.6.9 |
| 8 | 主回路交流耐压试验 | a）A级检修后；  b）≤6年；  c）必要时。 | 按出厂耐压值的100%试验。 | 6.6.10 |
| 9 | 带电显示装置检查 | a）A级检修后；  b）必要时。 | 符合产品技术条件要求。 | 6.6.15 |
| 10 | 气体湿度检测 | a）3年；  b）必要时。 | ≤500μL/L。 | 6.6.6 |
| 11 | 机械特性试验 | a）A级检修后；  b）≤6年；  c）必要时。 | 分合闸时间、分合闸速度、三相不同期性、行程曲线等机械特性应符合产品技术文件要求。 | 6.6.14 |
| 12 | “五防”联锁检查 | a）A级检修后；  b）≤6年；  c）必要时。 | 不同元件之间设置的各种连锁均应不少于3次试验，结果符合产品技术文件要求。 | 6.6.16 |

* 1. 诊断性试验

充气式开关柜诊断性试验项目和要求见表3。

* 1. 充气式开关柜诊断性试验项目和要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 判据 | 方法及说明 |
| 1 | 紫外成像带电检测 | 电缆进线仓内部、出线套管表面不应检测到放电缺陷。 | 6.6.2 |
| 2 | 脉冲电流法局部放电检测 | ≤20pC | 6.6.11 |
| 3 | SF6气体分解物检测 | a）SF6气体：SO2≤1μL/L（注意值）  H2S≤1μL/L（注意值）  CF4增量≤10%（注意值）  b）其他气体：符合设备技术要求 | 6.6.8 |
| 4 | 主回路电阻测量 | 不大于出厂试验值的1.1倍，同比及互比无明显下降或符合产品技术文件要求。 | 6.6.9 |
| 5 | 主回路交流耐压试验 | 按出厂耐压值的100%试验。 | 6.6.10 |
| 6 | 辅助回路和控制回路绝缘电阻 | ≥2MΩ。 | 6.6.12 |
| 7 | 辅助回路和控制回路交流耐压试验 | 耐压值1kV，无击穿。 | 6.6.13 |
| 8 | 机械特性试验 | 分合闸时间、分合闸速度、三相不同期性、行程曲线等机械特性应符合产品技术文件要求。 | 6.6.14 |

* 1. 解体检修前、后试验

充气式开关柜解体检修前、后试验项目和要求见表4、表5。

* 1. 充气式开关解体检修前试验项目和要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 判据 | 方法及说明 |
| 1 | 主回路电阻测量 | 无明显下降或符合产品技术文件要求。 | 6.6.9 |
| 2 | 主回路交流耐压试验 | 按出厂耐压值的100%试验，且应符合产品技术文件要求，相间不应有明显差异。 | 6.6.10 |
| 3 | 辅助回路和控制回路绝缘电阻 | ≥2MΩ | 6.6.12 |
| 4 | 辅助回路和控制回路交流耐压试验 | 耐压值1kV，无击穿。 | 6.6.13 |
| 5 | 机械特性试验 | 分合闸时间、分合闸速度、三相不同期性、行程曲线等机械特性应符合产品技术文件要求。 | 6.6.14 |
| 6 | 电压互感器性能检验 | 符合产品技术文件要求。 | 6.6.17 |
| 7 | 避雷器性能检验 | 绝缘电阻不低于1000 MΩ；直流参考电压实测值与初值或产品技术文件要求值比较变化不大于±5%；0.75倍U1mA下的泄漏电流初值差≤30%或≤50μA（注意值）；计数器测试3次～5次，均应正常动作。 | 6.6.18 |
| 8 | “五防”联锁检查 | 不同元件之间设置的各种连锁均应不少于3次试验，结果符合产品技术文件要求。 | 6.6.16 |

* 1. 充气式开关解体检修后试验项目和要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 判据 | 方法及说明 |
| 1 | 紫外成像带电检测 | 电缆进线仓内部、出线套管表面不应检测到放电缺陷。 | 6.6.2 |
| 2 | 特高频局部放电检测 | 电缆进线仓内部、出线套管表面不应检测到放电缺陷。 | 6.6.3 |
| 3 | 主回路电阻测量 | 无明显下降或符合产品技术文件要求。 | 6.6.9 |
| 4 | 主回路绝缘耐压试验 | 按出厂耐压值的100%试验，且应符合产品技术文件要求，相间不应有明显差异。 | 6.6.10 |
| 5 | 主回路局部放电试验 | ≤20pC | 6.6.11 |
| 6 | 辅助回路和控制回路绝缘电阻 | ≥2MΩ | 6.6.12 |
| 7 | 辅助回路和控制回路交流耐压试验 | 耐压值1kV，无击穿。 | 6.6.13 |
| 8 | 机械特性试验 | 分合闸时间、分合闸速度、三相不同期性、行程曲线等机械特性应符合产品技术文件要求。 | 6.6.14 |
| 9 | 电压互感器性能检验 | 符合产品技术文件要求。 | 6.6.17 |
| 10 | 压力表及密度继电器检查 | 符合产品技术文件要求。 | 6.6.7 |
| 11 | 避雷器性能检验 | 绝缘电阻不低于1000 MΩ；直流参考电压实测值与初值或产品技术文件要求值比较变化不大于±5%；0.75倍U1mA下的泄漏电流初值差≤30%或≤50μA（注意值）；计数器测试3次～5次，均应正常动作。 | 6.6.18 |
| 12 | “五防”联锁检查 | 不同元件之间设置的各种连锁均应不少于3次试验，结果符合产品技术文件要求。 | 6.6.16 |

* 1. 试验要求
     1. 红外热像检测

检测各单元柜及进线电缆仓、出线电气连接处，红外热像图显示应无异常温升、温差和/或相对温差。分析时，应考虑同等运行条件下相同开关柜、测量前3h负荷电流的变化情况，测量和分析方法参考DL/T664。

* + 1. 紫外成像检测

本项目适用于充气式开关柜进线电缆仓、出线电气连接处，测量方法参考DL/T 345。

* + 1. 超声波局部放电检测

本项目适用于具备超声波带电检测条件开关柜，一般检测频率在20kHz～100kHz之间的超声波信号。若有数值显示，可根据显示dB值进行分析。对于以mV为单位显示的仪器，可根据仪器厂家建议值及测试经验进行判断。若检测到异常信号可利用特高频检测法、频谱仪和高速示波器等仪器和手段进行综合判断。异常情况应缩短检测周期。

* + 1. 特高频局部放电检测

本项目适用于充气式开关柜进线电缆仓、出线电气连接处，检测前应尽量排除环境干扰信号，干扰信号的判断可综合利用典型干扰图谱、频谱仪和高速示波器等仪器和手段进行。局部放电信号定位时，可采用示波器进行定位，必要时可通过改变电气设备一次运行方式进行。异常情况应缩短检测周期。

* + 1. 暂态地电压局部放电检测

依据DL/T 2050开展充气式开关柜暂态地电压局部放电检测，幅值异常应进行幅值横向分析、纵向分析，并通过指定间隔内的脉冲数进行辅助判断。

* + 1. 气体湿度检测

检测方法参见DL/T 393。测量完成后按照力矩要求恢复取样口，如测量结果不符合要求，2天~3天后再检测一次，根据严重程度给出跟踪分析或停电检修的建议。

* + 1. 气体密度表校验

运行中密度示值异常的气体密度表及达到抽检周期的表进行校验，校验方法参考DL/T 393。

* + 1. SF6气体分解物检测

运行中的充气式开关柜若检出SO2或H2S等杂质组分含量异常，应结合HF、CO含量及其他检测结果、设备电气特征、运行工况等进行综合分析。测量方法参考DL/T916。

* + 1. 主回路电阻测量

充气式开关柜中断路器、隔离开关处于合闸状态下进行本项目，测量电流可取100A到额定电流之间的任一值。测量方法参考DL/T593。

* + 1. 主回路交流耐压试验

检验主回路绝缘时进行本项试验，故障定位检测可与本项目同时开展。试验时电源依次连接到充气式开关柜，非被试相、非被试设备及金属外壳接地，试验电压为出厂试验值的100%，时间为60s，然后连续降低电压至1.5Ur，时间3min。测量方法参考DL/T 393。

* + 1. 脉冲电流法局部放电检测

本项目可在工频耐压试验后降低电压进行，试验中背景噪声水平应低于试品允许放电量的50%。在1.1Ur电压下进行局部放电量测量。试验过程中如检测到异常局部放电，应记录局部放电的起始电压和熄灭电压。

* + 1. 辅助回路和控制回路绝缘电阻测量

采用1000V绝缘电阻表测量。

* + 1. 辅助回路和控制回路交流耐压试验

采用2500V绝缘电阻表测量，应对全部连接回路用交流1000V进行1min的耐压试验。

* + 1. 机械特性试验

应进行断路器柜对合闸时间、分闸时间、合分时间、合闸同期性、分闸同期性、合闸速度、分闸速度及操动机构辅助开关的转换时间与断路器触头动作时间之间的配合试验检查，试验结果应符合产品技术要求。

* + 1. 带电显示装置检查

充气式开关柜检修前、后应进行带电显示装置绝缘试验及显示清晰度试验，若带电显示具有联锁功能，应同时进行联锁功能检查。

* + 1. “五防”联锁检查

充气式开关柜检修结束，不同元件之间设置的各种联锁均应进行不少于3次的试验，以检验其正确功能。在投运之前应验证电气、机械和其他联锁的动作性能。具体的联锁检查如下：

1. 防止误分、误合断路器；
2. 防止带负荷拉、合隔离开关；
3. 防止带电（挂）合接地（线）开关；
4. 防止带接地线（开关）合断路器；
5. 防止误入带电间隔。
   * 1. 电压互感器性能检验

电压互感器应开展绝缘电阻、伏安特性及交流耐压试验，电压互感器二次侧绝缘水平应高于中性点一次消谐装置接入引入的电压抬升。测量方法参考DL/T 593。

* + 1. 避雷器诊断性试验

避雷器应开展绝缘电阻、U1mA、泄露电流、计数器测试，测量方法参考DL/T 593。

1. 备品备件和专用工具
   1. 备品备件

备品备件应由原制造厂提供与原设备相同的材料和质量。备件应按照要求进行处理和包装，并分别装箱，箱上有明显的标记，备品备件应注明有效期和必要的结构图。电气线圈和其他紧密的电气原件、仪器、仪表等，必须先安装在带有干燥剂的塑料袋中，或采用其他有效方法保护后装箱。专用工具和仪器应附有技术参数、使用说明书等资料。

备品备件种类和数量参加表6，也可根据需要调整数量和品种。

* 1. 备品备件种类和数量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 规格 | 数量 | 备注 |
| 1 | 继电器、控制开关、辅助开关 | 每种2套 |  |
| 2 | 断路器分合闸线圈 | 每种为供应量的1/5 |  |
| 3 | 隔离开关联锁线圈 | 2套 |  |
| 4 | 可分离连接器 | 每种为供应量的1/5 |  |
| 5 | SF6气体阀门 | 各式2个 |  |
| 6 | 压力表 | 各式1个 |  |
| 7 | 电动机 | 各式1个 |  |

* 1. 专用工器具

专用工器具及其数量参加表7，也可根据需要调整数量和品种。

* 1. 专用工器具及其数量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 规格 | 数量 | 备注 |
| 1 | SF6气体分解物检测仪 | 1台 |  |
| 2 | 试验接口 | 1套 |  |
| 3 | 电流适配器 | 1套 |  |

* + 1. 专用工器具及其数量(续)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 规格 | 数量 | 备注 |
| 4 | SF6气体补气小车 | 1台 | 带气瓶、真空泵、减压阀、软管、压力表等 |
| 5 | SF6气体回收装置 | 1台 | 带压缩机、真空泵、气瓶真空压力表、压力表、阀门、软管、过滤器、干燥器专用工具等。 |
| 6 | SF6专用充气接口 | 1套 | 包括管道 |
| 7 | 电压适配器 | 1套 |  |
| 8 | 慢分慢合操作手柄 | 1套 |  |
| 9 | 含氧量报警器 | 1台 |  |
| 10 | 解体充气柜各部件专用工具 | 1套 |  |
| 11 | 测速传感器 | 1套 | 带支架 |
| 12 | 特高频局部放电检测、故障定位装置 | 1套 |  |
| 13 | 超声波局部放电检测装置 | 1套 |  |
| 14 | 暂态地电压局部放电检测仪 | 1台 |  |
| 15 | 红外热像检测仪 | 1台 |  |
| 16 | 紫外成像检测仪 | 1台 |  |
| 17 | 脉冲电流法局部放电检测仪 | 1套 |  |
| 18 | 机械特性测试仪 | 1套 |  |



交流充气式开关柜运维检修规程

编　制　说　明

目　　次

1　编制背景 13

2　编制主要原则 13

3　与其他标准文件的关系 13

4　主要工作过程 13

5　标准结构和内容 13

6　条文说明 13

1　编制背景

本文件是根据电机咨[2022]300号文，“中国电机工程学会关于印发‘中国电机工程学会2022年标准计划（第一批）’的通知”制定任务，项目序号4（编号202111090001）制定“交流充气式开关柜运维检修规程”。由国网宁夏电力有限公司电力科学研究院负责起草。

为规范6kV～35kV充气式开关柜运维、检修、试验过程中的安全措施、检修内容、试验方法，保证充气式开关柜内断路器、隔离开关、互感器等设备的运行可靠运行，制定本文件。

2　编制主要原则

本文件是在GB 26860《电力安全工作规程发电厂和变电站电气部分》、DL/T 393《输变电设备状态检修试验规程》、DL/T 404 3.6kV～40.5kV《交流金属封闭开关设备和控制设备》、DL/T 603《气体绝缘金属封闭开关设备运行维护规程》、DL/T 2050《高压开关柜暂态地电压局部放电现场检测方法》等现行标准的基础上，结合国网宁夏电力公司“充气式开关柜运行规程”、“充气式开关柜试验规程”，总结现场检测经验而编制。

3 主要工作过程

自2018年起，国网宁夏电科院牵头编制了国网宁夏电力公司“充气式开关柜运行规程”、“充气式开关柜试验规程”，相关文件作为宁夏公司技术规范在所属运维单位进行执行应用。执行过程中积累了丰富的现场运维检修经验，能够及时发现充气式开关柜潜伏性缺陷，为设备的安全、可靠运行提供了有力的技术保障。

2021年11月，向中国电机工程学会变电专业委员会提交了本文件的编制申请，成立工作组。

2022年8月，中国电机工程学会下达了本文件编制计划任务书。

2022年9月，工作组依据标准编制计划任务书，进行标准初稿起草，并形成标准初稿。

2022年10月，工作组对标准初稿进行内部审查，并按照审查意见修改，形成工作组讨论稿。

2023年1月，工作组邀请专家对标准讨论稿进行审查，并按照审查意见修改，形成征求意见论稿。

4 标准结构和内容说明

本文件主要对充气式开关柜运维过程中的安全措施、巡视过程中的检查内容与缺陷识别方法进行规定，对充气式开关柜检修过程中的检修条件、检修内容、检修流程及检修后设备的合格标准进行进行规定，对充气式开关柜内断路器、电流互感器、电压互感器、避雷器等设备的绝缘验证试验、缺陷检测方法、试验合格标准进行规定。文件的主要结构和内容如下：

1）范围

2）规范性引用文件

3）术语和定义

4）运维

5）检修

6）试验

7）备品备件和专用工具。

5相关标准对比说明

本文件充气式开关柜运维检修规程编制主要依据GB 26860《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》、DL/T 393《输变电设备状态检修试验规程》、DL/T 404 3 6kV～40.5kV《交流金属封闭开关设备和控制设备》、DL/T 603《气体绝缘金属封闭开关设备运行维护规程》、DL/T 2050《高压开关柜暂态地电压局部放电现场检测方法》等标准进行编制的。本文件为国内外首次制订。

6标准实施措施说明

条款4.1、条款5.1、条款6.1，安全技术要求。满足GB 26860前提下，对充气式开关柜小室内部环境状态、人员状态、设备操作状态等内容进行规定。

条款4.2，运维要求例行巡视。对巡视前小室内部气体环境状态进行规定，避免小室内部SF6泄露导致人员窒息，对运行设备标识、设备带电显示标识、设备状态标识等内容进行规定，避免运维人员误入带电间隔，误分、误合运行设备，对运行设备压力释放装置、内部运行状态、五防状态等内容进行规定，避免运行设备突发故障对运行人员的人身安全带来威胁。

条款4.3，运维要求特殊巡视。对充气式开关柜投运、大修投入后检测内容进行规定，内容包括设备内部有无声音、压力变化状态、红外热像检测及局部放电状态等；对雨、雪天气等外部环境骤变下检测内容进行规定，主要包括配电室有无漏雨、开关柜内有无进水情况,检查设备外绝缘有无凝露、放电、爬电、电晕等异常现象；对设备运行状态发生骤变检测内容进行规定，比如高温大负荷巡视，用红外热像仪检查开关柜有无发热情况，配电室的温度较高时应开启所有的通风、降温设备，若此时温度还不断升高应减低负荷；对充气柜故障跳闸后的巡视内容进行规定，检查开关柜内断路器控制、保护装置动作和信号情况，检查事故范围内的设备情况，柜内设备各气室气压状态，开关柜有无异音、异味，开关柜外壳、内部各部件有无断裂、变形、烧损。

条款4.4，运维要求维护。对充气式开关柜日常维护内容、带电显示装置维护内容进行规定。

条款5.2，检修要求检修类别。对充气式开关柜例行检修、临时性检修、解体检修周期、技术符合性要求进行规定。

条款5.3，检修要求解体检修。对充气式开关柜气体系统、开关联闭锁功能、二次元器件及其他部件等内容进行规定。

条款6.2，试验项目，对充气式开关柜不同组部件的例行试验、诊断试验、解体试验的试验周期、试验内容及试验技术符合性要求等内容进行规定。

条款6.6.1/6.6.2，现有充气式开关均在进线电缆仓装设红外检测窗口，用以对可分离连接器状态进行检测，由于电缆仓封堵不严易导致仓内发生凝露，使充气式开关柜进行测表面发生沿面放电，其中紫外成像对电晕放电、沿面放电检测效果良好，从而补充了紫外成像检测方法。

条款6.6.10，主绝缘交流耐压试验，考虑到中性点非有效接地系统允许单相接地运行2小时特殊工况，单相弧光接地过电压水平一般为2.5倍相电压（1.5Ur），因此试验电压包括1.5Ur。

条款6.6.11，脉冲电流法为检测电气一次设备绝缘状态的有效手段，然而目前现场交接、状检过程中主要通过交流耐压试验进行考核，未对其绝缘局部状态进行评估，从而对脉冲电流检测方法及放电量合格标准进行了说明。

条款6.6.17，充气式开关柜一般运行于6kV—35kV配电网络，运行过程中易发生铁磁谐振，目前主要通过电磁式电压互感器一次侧加装消谐装置的方式进行谐振抑制，然而受充气式开关柜内部结构影响主要采用非有效接地型电磁式电压互感器，发生谐振时易发生二次绝缘击穿，从而对二次端绝缘水平及电磁式电压互感器应开展的试验进行说明。