

团 体 标 准

T/CES 236—2023

72.5kV 及以上二氧化碳绝缘金属封闭
开关设备运行维护规程

Regulation of operation and maintenance for rated voltages of 72.5kV and
above carbon dioxide insulated metal-enclosed switchgear

2023-10-19 发布

2023-10-20 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本规定.....	1
4.1 安全规定.....	1
4.2 二氧化碳气体.....	2
4.3 运行维护.....	3
4.4 检修.....	3
4.5 试验.....	3
5 巡视检查项目和内容.....	3
5.1 巡视检查项目.....	3
5.2 巡视检查内容.....	3
6 检修项目和内容.....	3
6.1 检修要求.....	3
6.2 检修项目.....	4
6.3 检修内容.....	4
7 试验项目和内容.....	5
7.1 概述.....	5
7.2 带电检测.....	5
7.3 例行试验.....	6
7.4 诊断性试验.....	7
7.5 解体检修后试验.....	9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—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专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会高电压试验技术及开关设备工作组归口。

本文件起草单位：国网河南省电力公司电力科学研究院、国网河南省电力公司、国网河南直流中心、中国电力科学研究院有限公司、国网安徽省电力有限公司、国网鹤壁供电公司、国网平顶山供电公司、国网郑州供电公司、国网洛阳供电公司、国网陕西省电力有限公司电力科学研究院、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、平高集团有限公司、西安交通大学、河南九域恩湃电力技术有限公司。

本文件主要起草人：王栋、张卓、汪涛、辛伟峰、邵进、赵恒阳、陈志刚、周帆、冯英、张振乾、张旭、付海金、杨明、靳耀珂、王晨晨、牛博、李天辉、马德英、詹振宇、李晓纲、苏迪、丁同奎、杨爱军、姚晓飞、何创伟。

本文件为首次发布。

72.5kV 及以上二氧化碳绝缘金属封闭开关设备运行维护规程

1 范围

本文件规定了 72.5kV 及以上二氧化碳绝缘金属封闭开关设备（GIS）巡视检查、检修、试验等运行维护项目、内容和技术要求。

本文件适用于 72.5kV 及以上二氧化碳气体绝缘 GIS 设备运维检修。72.5kV 以下同类设备参照使用。

2 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/T 5832.1 气体分析 微量水分的测定 第 1 部分：电解法
- GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第 2 部分：露点法
- GB/T 7674 额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备
- GB 8958 缺氧危险作业安全规程
- GB/T 11023 高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法
- GB/T 17094 室内空气中二氧化碳卫生标准
- GB/T 23938 高纯二氧化碳
- DL/T 403 高压交流真空断路器
- DL/T 593 高压开关设备和控制设备的共用技术要求
- DL/T 603—2017 气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程
- DL/T 617 气体绝缘金属封闭开关设备技术条件
- DL/T 664 带电设备红外诊断技术应用导则

3 术语和定义

DL/T 603—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

二氧化碳绝缘金属封闭开关设备 carbon dioxide insulated metal-enclosed switchgear

至少部分采用高于大气压的二氧化碳气体作为绝缘介质的金属封闭开关设备和控制设备。

[来源：GB/T 7674，定义 3.2，有修改]

注：本文件中 GIS 的断路器为真空断路器。

4 基本规定

4.1 安全规定

4.1.1 GIS 运行维护要求

GIS 运行维护应符合 DL/T 603—2017 中 4.1.1 的规定，并作如下补充：

- a) 室内空气中含氧量应大于 19.5%，或室内空气中二氧化碳卫生标准值不应大于 0.10% ($2\ 000\text{mg}/\text{m}^3$)；
- b) 进入室内前应使用合格的仪器检测空气含氧量或 CO_2 浓度；
- c) 室内通风排气和照明装置应满足设计要求，通风设施和照明装置应定期检查；
- d) 进入室内电缆沟或低凹处作业时应测量含氧量或 CO_2 浓度，确认安全后方可进入；作业人数不应少于 2 人。

4.1.2 防止接触电势的危害

应符合 DL/T 603—2017 中 4.1.2 的规定。

4.1.3 防止外壳局部温度升高的危害

应符合 DL/T 603—2017 中 4.13 的规定。

4.1.4 接地

应符合 DL/T 603—2017 中 4.1.4 的规定。

4.2 二氧化碳气体

4.2.1 二氧化碳储存及使用：

应符合 GB/T 23938 的规定。

4.2.2 二氧化碳气体的质量监督：

- a) 新气到货后 1 个月内，应以每批不少于 1 瓶抽样，新二氧化碳气体质量指标应符合表 1 的规定。
- b) 测试方法参考可参照 GB/T 23938 执行。

表 1 新二氧化碳气体质量指标

序号	项目	单位	标准值
1	二氧化碳纯度	摩尔分数/ 10^{-2}	≥ 99.99
2	氢气含量	摩尔分数/ 10^{-6}	< 5
3	氧气含量		< 10
4	氮气含量		< 60
5	一氧化碳含量		< 5
6	总烃含量	以甲烷计，摩尔分数/ 10^{-6}	< 5
7	水分	摩尔分数/ 10^{-6}	< 15

- c) 投运前、交接时二氧化碳气体质量指标应符合表 2 的规定。

表 2 投运前、交接时二氧化碳气体质量指标

序号	项目	要求	说明
1	二氧化碳纯度 (摩尔分数/ 10^{-2})	≥ 99.99	测量方法可参照 GB/T 23938 执行
2	湿度 ($\mu\text{L}/\text{L}$) 20°C	< 250	测量方法可参照 GB/T 5832 执行
3	气体泄漏 (%/年)	≤ 1	测量方法可参照 GB/T 11023 执行

4.2.3 二氧化碳气体回收与处理应符合下列规定：

分解检修前的 CO_2 完成性能检测，合格后可直接向大气中排放。

4.3 运行维护

运行维护应符合下列规定：

- a) 巡视检查应对运行中的 GIS 外观检查，宜检查设备有无异常情况并做好记录，检查中发现的一般性缺陷可通过维修及时消除，其余问题应按规定处理。
- b) 巡视检查可按工作性质分为例行、全面和特殊检查。
- c) 巡视检查周期可根据具体情况确定。例行巡视检查应为经常性的；全面巡视检查可定期实施，遇设备异常可缩短周期；特殊巡视检查宜为临时安排的，应有明确的检查目的。
- d) 一般性缺陷可包括编号牌脱落、相色标识不全、金属部位锈蚀、机构箱密封不严等。

4.4 检修

检修应符合下列规定：

- a) 检修宜为 GIS 不带电情况下的维修，可分为达到制造商规定使用年限的检修和设备存在异常或出现故障的检修；
- b) GIS 达到制造商规定使用年限后应对设备状态评价，根据评价结果确定检修项目、内容，使用年限可根据设备运行状况适当延长；
- c) 检修后的验收应执行相关标准，检修后设备性能应满足设备出厂指标要求。

4.5 试验

试验应符合下列规定：

- a) 试验可分为例行试验、带电检测、诊断性试验和检修后的试验；
- b) 例行试验应在规定周期内按标准对设备检验；
- c) 带电检测应监测设备运行状况，发现设备存在隐患后利用检测技术监视缺陷变化趋势或查找缺陷起始点；
- d) 诊断性试验可定期或有针对性检测怀疑有缺陷的元件，宜在设备不带电条件下开展；
- e) 检修后的试验应检查检修质量、验证设备达到性能要求；
- f) 密度继电器、GIS 局部放电在线监测装置、GIS 室内空气含氧量或 CO₂ 浓度自动检测报警装置以及防火报警装置的校验周期和项目应按设备试验规定执行。

5 巡视检查项目和内容

5.1 巡视检查项目

巡视检查项目应符合 DL/T 603—2017 中 6.1 的规定，并作如下补充：

- a) CO₂ 压力表的指示检查项目：应检查压力表的指针，应位于正常压力区域范围；
- b) 应对气体密度计数值横向、纵向比较，判断是否存在 CO₂ 泄漏。

5.2 巡视检查内容

巡视检查内容应符合 DL/T 603—2017 中 6.2 的规定。

6 检修项目和内容

6.1 检修要求

检修应符合下列规定：

- a) 应执行制造导则和工艺要求，拟订专项检修方案和作业指导书；
- b) 作业指导书中应明确检修环境、四措（组织措施、技术措施、安全措施、可靠性控制措施）、工序、工艺质量标准等要求；
- c) 检修应执行作业指导书。

6.2 检修项目

检修项目应符合 DL/T 603—2017 中 7.2 的规定，并作如下补充：
CO₂ 系统检查和检修。

6.3 检修内容

6.3.1 断路器

6.3.1.1 断路器本体检修应包括下列内容：

- a) 检查触头开距及超行程；
- b) 真空灭弧室波纹管外观；
- c) 真空灭弧室壳体；
- d) 检查固定真空灭弧室螺栓；
- e) 检查并清洁灭弧室及其绝缘件；
- f) 更换吸附剂及密封圈。

6.3.1.2 操动机构检修：

应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.1.2 的规定。

6.3.2 断路器隔离开关、接地开关和快速接地开关

检修应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.2 的规定。

6.3.3 CO₂ 系统检修

CO₂ 系统检修应包括下列内容：

- a) 校验 CO₂ 密度继电器、压力表或密度表，条件允许可不停电校验；
- b) 检测 GIS 气室及管道泄漏；
- c) 测量 CO₂ 湿度；
- d) 对打开的气室更换吸附剂或根据厂家要求更换。

6.3.4 母线检查和检修

应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.4 的规定。

6.3.5 GIS 设备与电缆连接检查和检修

应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.5 的规定。

6.3.6 GIS 设备与变压器连接检查和检修

应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.6 的规定。

6.3.7 汇控柜（箱）和二次元器件检查和检修

应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.7 的规定。

6.3.8 外壳、构支架、基础及接地连接检查和检修

应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.8 的规定。

6.3.9 辅助系统检查和检修

应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.9 的规定。

6.3.10 其他部件检查和检修

应符合 DL/T 603—2017 中 7.3.10 的规定。

7 试验项目和内容

7.1 概述

试验应包括带电检测、例行试验、诊断性试验和分解后试验，试验项目应符合表 3 的规定。

表 3 各类试验项目汇总表

序号	试验项目	带电检测	例行试验	诊断性试验	解体检修后试验
1	红外热成像检测	√	√	—	—
2	特高频局部放电检测	√	—	√	√（结合耐压试验进行）
3	超声波局部放电检测	√	—	√	√（结合耐压试验进行）
4	CO ₂ 湿度（20℃）检测	—	√	√	√
5	CO ₂ 纯度检测	—	√	√	√
6	气体密封性检测	—	—	√	√
7	紫外成像检测	—	—	√	√
8	绝缘电阻检测	—	√	√	√
9	主回路电阻测量	—	√	√	√
10	交流耐压试验	—	—	√	√
11	气体密度表（继电器）校验	—	√	—	—
12	联锁试验	—	—	—	√（必要时）
13	开关设备机械特性	—	√	√	√
14	低电压动作特性	—	√	√	√

7.2 带电检测

带电检测项目及要求的应符合表 4 的规定。

表 4 带电检测项目及要求的

序号	项目	周期	要求	说明
1	红外热成像检测	1)新投运后 1 周内(但应超过 24h); 2) 6 个月。	无异常发热	参照 DL/T 664 执行

表4 带电检测项目及要 求（续）

序号	项目	周期	要求	说明
2	特高频局部放电检测	1) 1年; 2) 新安装及 A、B 类检修重新投运后 1 个月内。	1) 正常: 无典型放电图谱; 2) 异常: 在同等条件下同类设备检测的图谱有明显区别; 3) 缺陷: 在充分排除环境干扰信号情况下具有典型局部放电的检测图谱。	1) 适用于非金属法兰绝缘盆子, 带有金属屏蔽的绝缘盆子可利用浇注开口进行检测, 具备内置探头的和其他结构参照执行; 2) 检测前应尽量排除环境的干扰信号。检测中对干扰信号的判别可综合利用特高频法典型干扰图谱、频谱仪和高速示波器等仪器和手段进行; 3) 进行局部放电定位时, 可采用示波器(采样率至少 1G Sa/s 以上) 等进行精确定位, 必要时也可通过改变电气设备一次运行方式进行。
3	超声波局部放电检测	1) 1年; 2) 新安装及 A、B 类检修重新投运后 1 个月内。	无异常放电	1) 一般检测频率在 20kHz~100kHz 之间的信号。若有数值显示, 可根据显示的 dB 值进行分析。对于以 mV 为单位显示的仪器, 可根据仪器生产厂建议值及实际测试经验进行判断; 2) 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、手段进行综合判断。异常情况应缩短检测周期。

7.3 例行试验

例行试验项目及要 求应符合表 5 的规定。

表5 例行试验项目及要 求

序号	项目	周期	要求	说明
1	红外热成像检测	1) 新投运后 1 周内(但应超过 24h); 2) 6 个月。	无异常发热	参照 DL/T 664 执行
2	CO ₂ 湿度(20℃) 检测	3 年	≤500μL/L	测量方法可参考 GB/T 5832
3	CO ₂ 纯度检测	3 年	≥99.99%	测量方法可参考 GB/T 23938
4	绝缘电阻检测	3 年	≥5 000MΩ, 且没有显著下降	1) 用 5 000V 兆欧表; 2) 分别在分、合闸状态下进行; 3) 测量时, 注意外绝缘表面泄漏的影响。
5	主回路电阻测量	3 年	1) 初值差≤20%或符合制造厂要求; 2) 同比及互比无明显增大。	在合闸状态下, 测量进、出线之间的 主回路电阻; 测量电流不小于 100A; 测量方法和要 求参考 DL/T 593。

表 5 例行试验项目及要 求（续）

序号	项目	周期	要求	说明
6	气体密度表 (继电器) 校验	1) 数据显示异常时; 2) 达到制造商推荐的校验周期时。	符合设备技术文件要求	校验按设备技术文件要求进行
7	开关设备机械特性	3 年	1) 合、分指示正确; 2) 辅助开关动作正确; 3) 合、分闸时间, 合、分闸不同期, 合-分时间满足技术文件要求且没有明显变化, 必要时, 测量行程特性曲线做进一步分析。 除有特别要求的之外, 断路器的分、合闸同期性应满足下列要求: ——相间合闸不同期: $\leq 5\text{ms}$; ——相间分闸不同期: $\leq 3\text{ms}$; ——同相各断口合闸不同期: $\leq 3\text{ms}$; ——同相各断口分闸不同期: $\leq 2\text{ms}$ 。	在额定操作电压下测试
8	低电压动作特性	3 年	并联合闸脱扣器在合闸装置额定电源电压的 85%~110%范围内, 应可靠动作; 并联分闸脱扣器在分闸装置额定电源电压的 65%~110% (直流) 或 85%~110% (交流) 范围内, 应可靠动作; 当电源电压低于额定电压的 30%时, 脱扣器不应脱扣。	—

7.4 诊断性试验

诊断性试验项目及要 求应符合表 6 的规定。

表 6 诊断性试验项目及要 求

序号	项目	要求	说明
1	特高频局部放电检测	1) 正常: 无典型放电图谱; 2) 异常: 在同等条件下同类设备检测的图谱有明显区别; 3) 缺陷: 在充分排除环境干扰信号情况下具有典型局部放电的检测图谱。	1) 适用于非金属法兰绝缘盆子, 带有金属屏蔽的绝缘盆子可利用浇注开口进行检测, 具备内置探头的和其他结构参照执行; 2) 检测前应尽量排除环境的干扰信号。检测中对干扰信号的判别可综合利用特高频法典型干扰图谱、频谱仪和高速示波器等仪器和手段进行; 3) 进行局部放电定位时, 可采用示波器 (采样率至少 1G Sa/s 以上) 等进行精确定位, 必要时也可通过改变电气设备一次运行方式进行。

表 6 诊断性试验项目及要求（续）

序号	项目	要求	说明
2	超声波局部放电检测	无异常放电	1) 一般检测频率在 20kHz~100kHz 之间的信号。若有数值显示, 可根据显示的 dB 值进行分析。对于以 mV 为单位显示的仪器, 可根据仪器生产厂建议值及实际测试经验进行判断; 2) 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、手段进行综合判断。异常情况应缩短检测周期。
3	CO ₂ 湿度(20℃)检测	≤500μL/L	测量方法可参考 GB/T 5832
4	CO ₂ 纯度检测	≥99.99%	测量方法可参考 GB/T 23938
5	CO ₂ 密封性检测	符合设备技术文件要求	测量方法可参考 GB/T 11023
6	紫外成像检测	无异常电晕	对于硅橡胶套管, 应缩短检测周期
7	绝缘电阻检测	≥5 000MΩ 且没有显著下降	用 5 000V 兆欧表; 分别在分、合闸状态下进行; 测量时, 注意外绝缘表面泄漏的影响。
8	主回路电阻测量	1) 初值差≤20%或符合制造厂要求; 2) 同比及互比无明显增大。	在合闸状态下, 测量进、出线之间的主回路电阻; 测量电流不小于 100A; 测量方法和要求参考 DL/T 593。
9	工频耐压试验	试验电压为出厂试验值的 100%, 耐压时间为 60s	包括相对地(合闸状态)、断口间(分闸状态)和相邻相间(三相一体式)三种方式; 试验方法参考 DL/T 593。
10	开关设备机械特性	1) 合、分指示正确; 2) 辅助开关动作正确; 3) 合、分闸时间, 合、分闸不同期, 合-分时间满足技术文件要求且没有明显变化, 必要时, 测量行程特性曲线做进一步分析。 除有特别要求的之外, 断路器的分、合闸同期性应满足下列要求: ——相间合闸不同期: ≤5ms; ——相间分闸不同期: ≤3ms; ——同相各断口合闸不同期: ≤3ms; ——同相各断口分闸不同期: ≤2ms。	在额定操作电压下测试
11	低电压动作特性	并联合闸脱扣器在合闸装置额定电源电压的 85%~110%范围内, 应可靠动作; 并联分闸脱扣器在分闸装置额定电源电压的 65%~110% (直流) 或 85%~110% (交流) 范围内, 应可靠动作; 当电源电压低于额定电压的 30% 时, 脱扣器不应脱扣。	—

7.5 解体检修后试验

解体检修后试验项目及要求的应符合表 7 的规定。

表 7 解体检修后试验项目及要求的

序号	项目	要求	说明
1	CO ₂ 湿度 (20℃) 检测	≤250μL/L	测量方法可参考 GB/T 5832
2	CO ₂ 纯度检测	≥99.99%	测量方法可参考 GB/T 23938
3	CO ₂ 密封性检测	符合设备技术文件要求	测量方法可参考 GB/T 11023
4	绝缘电阻检测	≥5 000MΩ 且没有显著下降	用 5 000V 兆欧表； 分别在分、合闸状态下进行； 测量时，注意外绝缘表面泄漏的影响。
5	主回路电阻测量	1) 初值差≤20%或符合制造厂要求； 2) 同比及互比无明显增大。	在合闸状态下，测量进、出线之间的 主回路电阻； 测量电流不小于 100A； 测量方法和要求参考 DL/T 593。
6	紫外成像检测	无异常电晕	—
7	工频耐压试验	试验电压为出厂试验值的 100%， 耐压时间为 60s	包括相对地（合闸状态）、断口间（分闸 状态）和相邻相间（三相一体式）三 种方式； 试验方法参考 DL/T 593。
8	联锁试验	不同元件之间设置的各种连锁均 应不少于 3 次试验	有关联锁的定义见 GB/T 7674、 DL/T 617
9	开关设备机械特性	1) 合、分指示正确； 2) 辅助开关动作正确； 3) 合、分闸时间，合、分闸不同 期，合-分时间满足技术文件要求 且没有明显变化，必要时，测量 行程特性曲线做进一步分析。 除有特别要求的之外，断路器的 分、合闸同期性应满足下列要求： ——相间合闸不同期：≤5ms； ——相间分闸不同期：≤3ms； ——同相各断口合闸不同期：≤ 3ms； ——同相各断口分闸不同期：≤ 2ms。	在额定操作电压下测试
10	低电压动作特性	并联合闸脱扣器在合闸装置额定 电源电压的 85%~110%范围内， 应可靠动作；并联分闸脱扣器在 分闸装置额定电源电压的 65%~ 110%（直流）或 85%~110%（ 交流）范围内，应可靠动作；当 电源电压低于额定电压的 30% 时，脱扣器不应脱扣。	—

表 7 解体检修后试验项目及要 求（续）

序号	项目	要求	说明
11	特高频局部放电检测	1) 正常：无典型放电图谱； 2) 异常：在同等条件下同类设备检测的图谱有明显区别； 3) 缺陷：在充分排除环境干扰信号情况下具有典型局部放电的检测图谱。	1) 适用于非金属法兰绝缘盆子，带有金属屏蔽的绝缘盆子可利用浇注开口进行检测，具备内置探头的和其他结构参照执行； 2) 检测前应尽量排除环境的干扰信号。检测中对干扰信号的判别可综合利用特高频法典型干扰图谱、频谱仪和高速示波器等仪器和手段进行； 3) 进行局部放电定位时，可采用示波器（采样率至少 1G Sa/s 以上）等进行精确定位，必要时也可通过改变电气设备一次运行方式进行。
12	超声波局部放电检测	无异常放电	1) 一般检测频率在 20kHz~100kHz 之间的信号。若有数值显示，可根据显示的 dB 值进行分析。对于以 mV 为单位显示的仪器，可根据仪器生产厂建议值及实际测试经验进行判断； 2) 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、手段进行综合判断。异常情况应缩短检测周期。

团 体 标 准

72.5kV 及以上二氧化碳绝缘金属封闭开关设备运行维护规程

T/CES 236—2023

2023 年 12 月第一版

*

北京西城区莲花池东路 102 号天莲大厦 10 层

邮政编码：100055

网址：<http://ces.org.cn/html/category/17060132-1.htm>

电话：010-63256990 63256997

版权专有 侵权必究