

ICS 29.130.10
CCS K 43

T/CSEE 0354—2023

团 体 标 准

T/CSEE 0354—2023

额定电压 72.5 kV~126 kV 真空断路器 运维检修规范

Operation and maintenance specification for vacuum circuit breaker with rated
voltage of 72.5 kV~126 kV



团 体 标 准
额定电压 72.5 kV~126 kV 真空断路器
运维检修规范
T/CSEE 0354—2023

中国电力出版社出版、印刷、发行
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

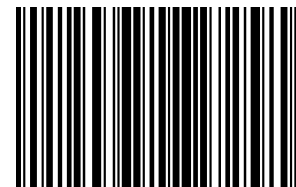
2024 年 3 月第一版 2024 年 3 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 0.75 印张 24 千字

统一书号 155198 • 5113 定价 20.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电机工程学会官方微信



155198.5113

2023-08-14 发布

2023-11-14 实施

中国电机工程学会 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 巡视与检查 1

 4.1 一般规定 1

 4.2 巡视项目及要求的 1

5 检修 3

 5.1 检修要求 3

 5.2 检修项目 3

 5.3 检修内容 4

6 试验 5

 6.1 概述 5

 6.2 带电检测 6

 6.3 例行试验 6

 6.4 诊断性试验 7

 6.5 解体检修后试验 8

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/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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会变电专业委员会技术归口并解释。

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、中国电力科学研究院有限公司、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、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、平高集团有限公司、中国西电集团有限公司、西安交通大学、新东北电气集团高压开关有限公司、国网河南省电力公司济源供电公司、国网河南省电力公司平顶山供电公司、国网河南省电力公司郑州供电公司、国网河南省电力公司洛阳供电公司、河南九域恩湃电力技术有限公司。

本文件主要起草人：辛伟峰、张卓、王栋、葛栋、高鑫淼、冯英、张振乾、靳耀珂、何天骥、李杰、杭忱、王晨晨、牛博、李天辉、李晓纲、詹振宇、杨爱军、姚晓飞、王向克、李永林、范广伟、李承、刘波、马德英、孙武魁。

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）。

额定电压 72.5 kV~126 kV 真空断路器运维检修规范

1 范围

本文件规定了额定电压 72.5 kV~126 kV 真空断路器的巡视与检查、检修及试验等。

本文件适用于额定电压 72.5 kV~126 kV 真空断路器的运维检修。

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 11023 高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法

GB/T 11605 湿度测量方法

DL/T 345 带电设备紫外诊断技术应用导则

DL/T 593 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

DL/T 664 带电设备红外诊断应用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

示踪法 **tracer method**

被试断路器先充入不小于 1%（体积比）的示踪气体，再充入干燥气体至额定充入压力，然后用灵敏度不低于 0.01 $\mu\text{L/L}$ 的气体检漏仪对各气室密封部位、管道接头等处进行检漏。

[来源：GB/T 11023—2018，5.1.3，有修改]

4 巡视与检查

4.1 一般规定

4.1.1 巡视对象

巡视对象为断路器本体、操动机构、机构箱、汇控柜、基础、支架等。

4.1.2 巡视分类

巡视可分为例行巡视、全面巡视、特殊巡视。

4.2 巡视项目及要求

4.2.1 例行巡视

4.2.1.1 本体

本体巡视内容如下：

- a) 外观清洁、无异物、无异常声响。
- b) 分合闸指示正确，与实际位置相符；绝缘气体压力表计指示应正常，压力表外观无破损或渗漏，防雨罩完好。
- c) 外绝缘无裂纹、破损及放电现象，增爬伞裙黏接牢固、无变形，瓷绝缘子防污涂料完好、无脱落、无起皮现象。
- d) 引线弧垂满足设计要求，无散股、断股，两端线夹无松动、裂纹、变色现象。
- e) 均压环安装牢固，无锈蚀、变形、破损。
- f) 套管防雨帽无异物堵塞，无鸟巢、蜂窝等。
- g) 金属法兰无裂痕，防水胶完好，连接螺栓无锈蚀、松动、脱落。
- h) 传动部分无明显变形、锈蚀，轴销齐全。

4.2.1.2 操动机构

操动机构巡视内容如下：

- a) 液压操动机构压力表指示应正常。
- b) 液压操动机构油位、油色应正常。
- c) 弹簧操动机构储能应正常。

4.2.1.3 其他

其他例行巡视应满足下列要求：

- a) 名称、编号、铭牌齐全、清晰，相序标志明显。
- b) 机构箱、汇控柜箱门平整，无变形、锈蚀，机构箱锁具完好。
- c) 基础构架无破损、开裂、下沉，支架无锈蚀、松动或变形，无鸟巢、蜂窝等异物。
- d) 接地引下线标志无脱落，接地引下线可见部分连接完整可靠，接地螺栓紧固，无放电痕迹，无锈蚀、变形现象。

4.2.2 全面巡视

全面巡视应在例行巡视的基础上增加下列巡视项目，并抄录断路器液压机构油位、绝缘气体压力、液压操动机构压力、断路器动作次数、操动机构电动机动作次数等运行数据。

- a) 断路器动作计数器指示应正常。
- b) 液压操动机构油位应正常、无渗漏，油泵及各储压元件无锈蚀。
- c) 弹簧操动机构弹簧无锈蚀、裂纹或断裂。
- d) 绝缘气体管道阀门及液压操动机构管道阀门位置正确。
- e) 指示灯应正常，连接片投退、远方/就地切换把手位置正确。
- f) 自动空气开关位置正确，二次元件外观完好，标志、电缆标牌齐全、清晰。
- g) 端子排无锈蚀、裂纹、放电痕迹；二次接线无松动、脱落，绝缘无破损、老化现象；备用芯绝缘护套完备；电缆孔洞封堵完好。
- h) 照明、加热驱潮装置工作应正常，加热驱潮装置线缆的隔热护套完好，附近线缆无过热灼烧现象，加热驱潮装置投退正确。
- i) 机构箱透气口滤网无破损，箱内清洁、无异物，无凝露、积水现象。
- j) 箱门开启灵活，关闭严密，密封条无脱落、老化现象。
- k) 五防锁具无锈蚀、变形现象，锁具芯片无脱落、损坏现象。
- l) 熄灯后重点检查引线、接头、线夹有无发热，外绝缘有无放电现象。

4.2.3 特殊巡视

4.2.3.1 新安装、整体（或部分）更换、现场检修后投运及长期停用的断路器投入运行 72 h 内，应增加不少于 3 次的巡视次数，巡视项目应按全面巡视执行。

4.2.3.2 异常天气时巡视应满足下列要求：

- a) 大风天气时，检查引线摆动情况，应无断股、散股，均压环及绝缘子无倾斜、断裂，部件上无搭挂杂物。
- b) 雷雨天气后，检查外绝缘无放电现象或痕迹。
- c) 大雨后、连阴雨天气时，检查机构箱、端子箱、汇控柜等应无进水，加热驱潮装置工作应正常。
- d) 冰雪天气时，检查导电部件应无冰雪融化，大雪时还应检查设备积雪，及时处理过多的积雪和悬挂的冰柱。
- e) 覆冰天气时，观察外绝缘的覆冰厚度及冰凌桥接程度，覆冰厚度不超过 10 mm，冰凌桥接长度不宜超过干弧距离的 1/3，爬电不超过第二伞裙，不出现中部伞裙爬电现象。
- f) 冰雹天气后，检查引线应无断股、散股，绝缘子表面无破损现象。
- g) 大雾、重度雾霾天气时，检查外绝缘无异常电晕现象，检查污秽情况。
- h) 温度骤变时，检查断路器液压操动机构油位、压力变化情况，无渗漏现象；加热驱潮装置工作应正常。
- i) 高温天气时，检查引线、线夹应无过热现象。

4.2.3.3 高峰负荷期间，增加巡视次数，检查引线、线夹应无过热现象。

4.2.3.4 故障跳闸后巡视应满足下列要求：

- a) 断路器的外观应完好。
- b) 断路器的位置应正确。
- c) 外绝缘、接地装置应无放电现象、放电痕迹。
- d) 断路器内部应无异音。
- e) 绝缘气体密度继电器或压力表指示应正常，操动机构压力应正常，弹簧操动机构储能应正常。
- f) 附件应无变形，引线、线夹应无过热、松动现象。
- g) 保护动作情况及故障电流情况。

5 检修

5.1 检修要求

真空断路器检修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，作业指导书中应明确检修环境，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，检修实施应执行作业指导书。

5.2 检修项目

检修项目应包括下列内容：

- a) 断路器本体检查和检修。
- b) 操动机构检查和检修。
- c) 绝缘气体系统检查和检修。
- d) 机构箱和二单元器件检查和检修。
- e) 支架、基础及接地连接检查和检修。

5.3 检修内容

5.3.1 断路器本体

本体检修内容如下：

- a) 检查触头开距及超行程符合产品技术规定。
- b) 检查波纹管外观无变形、破损。
- c) 检查真空灭弧室壳体清洁，无裂纹、破损，密封胶无异常。
- d) 检查固定真空灭弧室螺栓无松动。
- e) 检查并清洁真空灭弧室及其绝缘件。
- f) 更换吸附剂及密封圈。
- g) 检查合闸电阻。
- h) 检查并联电容。

5.3.2 操动机构

5.3.2.1 弹簧操动机构检修内容如下：

- a) 检查分、合闸线圈和脱扣打开尺寸及磨损情况。
- b) 检查辅助开关切换情况。
- c) 检查弹簧疲劳程度。
- d) 检查轴、销、锁扣等易损部位，复核机构相关尺寸。
- e) 检查缓冲器，更换缓冲器油（垫）及密封件。
- f) 检查电动机工作情况及储能时间。

5.3.2.2 液压操动机构检修内容如下：

- a) 检查分、合闸线圈。
- b) 检查辅助开关切换情况。
- c) 清洗并检查操作阀，更换密封圈。
- d) 校核各级压力触点设定值并检查压力开关。
- e) 检查打压时间，零表压起至额定压力。
- f) 检查油泵、安全阀是否正常工作。
- g) 检查预充氮气压力，对活塞杆结构储压器应检查微动开关，漏氮及微动开关损坏应处理或更换。
- h) 液压弹簧操动机构应检查弹簧储能前后尺寸。
- i) 清洗油箱、更换液压油后排气。
- j) 检查防慢分装置功能正常。

5.3.3 绝缘气体系统

绝缘气体系统检修内容如下：

- a) 校验气体密度继电器、压力表或密度表，条件允许可不停电校验。
- b) 测量绝缘气体湿度。
- c) 对打开的气室更换吸附剂、密封圈或根据制造商要求定期更换。

5.3.4 机构箱和二次元器件

机构箱和二次元器件检修内容如下：

- a) 检查机构箱密封情况，更换老化的箱门密封圈。

- b) 检查二次电缆封堵情况，更换老化开裂或脱落的防火封堵泥。
- c) 检查箱内二次元件接地情况。
- d) 检查切换开关、继电器、接触器、温湿度控制器、加热器、端子排、信号指示灯等二次元器件，更换或按制造商要求定期更换。

5.3.5 支架、基础及接地连接

支架、基础及接地连接检修内容如下：

- a) 检查支架、构架及接地连接有无锈蚀、变形或损坏。
- b) 检查设备基础有无沉降。

6 试验

6.1 概述

6.1.1 一般要求

试验应包括带电检测、例行试验、诊断性试验和解体检修后试验，试验项目应符合表 1 的规定。

表 1 试验项目

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	紫外成像检测	√	√	—	—
3	绝缘气体湿度（20℃）检测	—	√	√	√
4	绝缘气体密封性检测	—	—	√	√
5	绝缘电阻测量	—	√	√	√
6	主回路电阻测量	—	√	√	√
7	二次回路测量	—	√	√	√
8	气体密度表（继电器）校验	—	√	—	—
9	开关设备机械特性	—	√	√	√
10	交流耐压试验	—	—	√（必要时）	√
注：“√”表示必须做的试验；“—”表示不需要做的试验。					

6.1.2 红外热成像检测

红外测温采用红外成像仪，测试宜尽量在负荷高峰、夜晚进行，在大负荷（超过额定负荷的 80%）时增加检测。

6.1.3 绝缘电阻测量

绝缘电阻测量采用 2500 V 绝缘电阻表，分别在分、合闸状态下测量，测量时应分析外绝缘表面泄漏的影响。

6.1.4 主回路电阻测量

在合闸状态下，测量进出线之间的回路电阻，测量电流不小于 100 A，测量方法和要求可参照 DL/T

593 执行。

6.1.5 二次回路测量

二次回路测量应满足以下要求：

- a) 采用 500 V 绝缘电阻表测量分、合闸线圈对地绝缘电阻，应大于 10 MΩ。
- b) 采用万用表或其他适用方法测量分、合闸线圈电阻，初值差不应超过±2%。
- c) 检查储能电机应能在 85%~110%的额定电压下正常工作。如有条件，宜测量储能电机工作电流及储能时间，同比应无明显差异或符合设备技术要求。
- d) 辅助回路和控制回路线缆完好，电缆绝缘电阻不小于 2 MΩ。
- e) 在 85%~110%额定电源电压范围，合闸脱扣器应可靠动作；在 65%~110%额定电源电压范围（直流）或 85%~110%额定电源电压范围（交流），分闸脱扣器应可靠动作；低于 30%额定电源电压时，脱扣器不应脱扣。

6.1.6 交流耐压试验

交流耐压试验包括相对地和断口交流耐压试验，试验方法可参照 DL/T 593 执行。

6.2 带电检测

带电检测项目应符合表 2 的规定。

表 2 带电检测项目

序号	检测项目	检测周期	检测要求	说明
1	红外热成像检测	1) 新投运后 1 周内，但应超过 24 h； 2) 6 个月	红外热像图显示无异常温升、温差和相对温差，符合 DL/T 664 的要求	6.1.2
2	紫外成像检测	1) 新投运后 1 周内，但应超过 24 h； 2) 6 个月	无异常电晕	按 DL/T 345 执行

6.3 例行试验

例行试验项目应符合表 3 的规定。

表 3 例行试验项目

序号	试验项目	试验周期	试验要求	说明
1	红外热成像检测	1) 新投运后 1 周内，但应超过 24 h； 2) 6 个月	红外热像图显示无异常温升、温差和相对温差，符合 DL/T 664 的要求	6.1.2
2	紫外成像检测	1) 新投运后 1 周内，但应超过 24 h； 2) 6 个月	无异常电晕	按 DL/T 345 执行
3	绝缘气体湿度（20℃）检测	3 年	≤300 μL/L	按 GB/T 11605 执行
4	绝缘电阻测量	3 年	≥3000 MΩ 且没有显著下降	6.1.3
5	主回路电阻测量	3 年	1) 初值差不大于 20%或符合制造商要求； 2) 同比及互比无明显增大	6.1.4

表 3（续）

序号	试验项目	试验周期	试验要求	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执行
7	开关设备机械特性	3 年	1) 合、分闸指示正确; 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, 应测量行程特性曲线做进一步分析。 除有特别要求外, 断路器分、合闸同期性应符合下列规定: ——相间合闸不同期: 不应大于 5 ms; ——相间分闸不同期: 不应大于 3 ms; ——同相断口合闸不同期: 不应大于 3 ms; ——同相断口分闸不同期: 不应大于 2 ms	在额定操作电压下测试
8	二次回路测量	3 年	满足 6.1.5 的要求	6.1.5

6.4 诊断性试验

诊断性试验项目应符合表 4 的规定。

表 4 诊断性试验项目

序号	试验项目	试验要求	说明
1	绝缘气体湿度 (20 ℃) 检测	$\leq 300 \mu\text{L/L}$	按 GB/T 11605 执行
2	绝缘气体密封性检测	符合设备技术文件要求	测量方法可参照 GB/T 11023 执行, 采用六氟化硫或氦气示踪法进行检测
3	绝缘电阻测量	$\geq 3000 \text{ M}\Omega$ 且没有显著下降	6.1.3
4	主回路电阻测量	1) 初值差不应大于 20%或符合制造商要求; 2) 同比及互比无明显增大	6.1.4
5	二次回路测量	满足 6.1.5 的要求	6.1.5
6	交流耐压试验	试验电压为出厂试验值的 100%, 耐压时间为 60 s	6.1.6
7	开关设备机械特性	1) 合、分闸指示正确; 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, 若机构出现异常, 应测量行程特性曲线做进一步分析。 除有特别要求外, 断路器分、合闸同期性应符合下列规定:	在额定操作电压下测试

表 4（续）

序号	试验项目	试验要求	说明
7	开关设备机械特性	——相间合闸不同期：不应大于 5 ms； ——相间分闸不同期：不应大于 3 ms； ——同相断口合闸不同期：不应大于 3 ms； ——同相断口分闸不同期：不应大于 2 ms	在额定操作电压下测试

6.5 解体检修后试验

解体检修后试验项目应符合表 5 的规定。

表 5 解体检修后试验项目

序号	试验项目	试验要求	说明
1	绝缘气体湿度（20℃）检测	$\leq 300 \mu\text{L/L}$	按 GB/T 11605 执行
2	绝缘气体密封性检测	符合设备技术文件要求	测量方法可参照 GB/T 11023 执行，采用六氟化硫或氦气示踪法进行检测
3	绝缘电阻测量	$\geq 3000 \text{ M}\Omega$ 且没有显著下降	6.1.3
4	主回路电阻测量	1) 初值差不应大于 20%或符合制造商要求； 2) 同比及互比无明显增大	6.1.4
5	二次回路测量	满足 6.1.5 的要求	6.1.5
6	交流耐压试验	试验电压为出厂试验值的 100%，耐压时间为 60 s	6.1.6
7	开关设备机械特性	1) 合、分闸指示正确； 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，若机构进行解体检修，应测量行程特性曲线。 除有特别要求外，断路器分、合闸同期性应符合下列规定： ——相间合闸不同期：不应大于 5 ms； ——相间分闸不同期：不应大于 3 ms； ——同相断口合闸不同期：不应大于 3 ms； ——同相断口分闸不同期：不应大于 2 ms	在额定操作电压下测试