

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXXX—XXXX

电力电气设备绝缘带电清洗安全操作准则

Safety operating procedures for live cleaning of insulation on electrical and power equipment

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国中小商业企业协会 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 清洗技术要求	1
5 限制清洗的条件	2
6 清洗工具的基本要求及试验	2
7 企业人员要求	3
8 绝缘（带电）清洗、清扫流程	3
9 安全措施	4

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。

本文件由华兴中科标准技术（北京）有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电力电气设备绝缘带电清洗安全操作准则

1 范围

本文件规定了采用绝缘体清洗剂进行绝缘（带电）清洗作业时的技术要求、限制清洗的条件、清洗工具的基本要求及试验、人员要求、绝缘带电清洗工艺、清洗效果与安全措施。

本文件适用于500 kV及以下电力、电器设备的绝缘（带电）清洗作业。

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 13398 带电作业用空心绝缘管、泡沫填充绝缘管和实心绝缘棒

GB/T 14286 带电作业工器具设备术语

GB/T 14545 带电作业用小水量冲洗工具

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第一部分：一般试验要求

GB/T 18037 带电作业工具基本技术要求与设计导则

GB/T 25097 绝缘体带电清洗剂

GB/T 25098 绝缘体带电清洗剂使用导则

DL 408 电业安全工作规程

DL/T 974 带电作业用工具库房

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绝缘清洗 *insulation cleaning*

可以在设备不停电的情况下，选用符合要求的绝缘清洗剂，配合专用的冲洗或清扫设备，对电力电器设备表面及深层次进行冲洗。

3.2

导液管 *liquid guide pipe*

在清洗泵出口和喷枪绝缘杆（或喷嘴）之间，输送具有一定压力清洗剂的绝缘软管。

4 清洗技术要求

4.1 气候环境条件

进行清洗作业时应遵循以下条件：

- 风力大于四级（8 m/s）、雨、雪、雾或雷电天气不可进行户外作业；
- 雷电天气仍不可进行户内作业；
- 相对湿度应不大于80%，不得进行绝缘（带电）清洗；
- 作业过程中如遇天气、环境因素突然变化，危及人身及设备安全时，应立即停止工作。

4.2 绝缘清洗剂绝缘性能要求

清洗剂应提供合格的绝缘性能检测报告，同一批次产品需至少一次抽检工频击穿电压值，并满足表1要求，否则不得使用。

表1 绝缘清洗剂工频击穿电压要求

类型	工频击穿电压kV/2.5 mm
A类	>30
B类	>25

在使用前4 h内现场测试清洗剂的体积电阻率，桶盖密封打开后应防止吸潮和异物进入。其体积电阻率应满足表2要求，否则不得使用。

表 2 绝缘清洗剂体积电阻率要求

类型	体积电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$
A类	$>1 \times 10^{10}$
B类	$>1 \times 10^9$

4.3 安全距离（安全红线）

人体与带电体的安全距离不得低于表3的要求。

表 3 人身与带电体的最小安全距离

电压等级	$\leq 380 \text{ V}$	10 kV	35 kV	110 kV	220 kV	330 kV	500 kV
距离 m	0.2	0.4	0.6	1.0	1.8	2.6	3.2

手持绝缘工器具的最小有效绝缘长度不得小于表4的规定要求。

表 4 手持绝缘工具最小有效绝缘长度

电压等级 kV	最小有效绝缘长度	
	喷枪、清洗刷	绝缘承力工具、绝缘绳索
10及以下	0.1	0.4
35	0.9	0.6
110	1.3	1.0
220	2.1	1.8
330	3.1	2.8
500	4.0	3.7

4.4 清洗方式要求

为确保清洗效果和清洗过程的动态绝缘值，保证清洗安全，现场不得采取气液混合状态的吹洗方式。应用一定流量的液体将设备里里外外的污染物完全冲洗带出来，安全、高效、彻底。

5 限制清洗的条件

- 5.1 电力电器设备异常运行时不应进行绝缘清洗作业。
- 5.2 有明显可见裂纹或易冲洗破损的电气设备不应进行绝缘清洗。
- 5.3 预先评估，认为现场的实际情况存在安全隐患时，不应清洗。
- 5.4 清洗条件不满足要求或临时发生变化时，不得清洗。
- 5.5 对特殊设备，如液晶显示器或内埋监测、控制温度变化的设备，没有采取有效防护或应急措施前，不得清洗。
- 5.6 现场遇停电、故障或其他因素导致清洗中断，重新复电运行后未经检测、评估、保护等措施前不得清洗。

6 清洗工具的基本要求及试验

- 6.1 绝缘带电绝缘清洗的工具包括冲洗工具和清扫工具
- 6.2 冲洗工具由清洗机、喷枪及导液管三部分组成各部分的要求如下：
- 清洗机的出口压力 0 MPa~20 MPa（可调），清洗机的功率不宜过大，一般电器设备清洗机功率 ≤ 3 KW；高压电力设备清洗机功率 ≤ 5 KW；
 - 喷枪手持绝缘杆长度应满足表 4 规定，直径应在 20 mm~30 mm 便于握持，采用多段连接形式的中间不得有金属部件；
 - 喷头喷口直径在 0.6 mm~1.6 mm，确保建立液柱压力并尽量减少流量要求，喷嘴应能承受 1.2 倍配套清洗机的出口压力；
 - 导液管不得采用内置钢丝或金属网状管，且能承受清洗泵 1.5 倍的出口压力，导液管的有效绝缘性能应不小于同等电压电级的绝缘操作杆。
- 6.3 清扫工具包括刷头、绝缘操作杆（含传动杆）、电动机三部分组成。操作杆应能承受工作状态下的机械负荷，所使用的材料及结构应符合 GB 13398、GB/T 18037 的要求。刷洗工具不对所洗设备的外绝缘表面造成损伤。
- 6.4 绝缘（带电）绝缘清洗工具应定期进行预防性试验，试验周期为半年，试验项目包括外观检查及电气试验。
- 6.5 绝缘（带电）清洗工器具（喷枪、清洗刷、导液管）应能通过表 2 中规定的工频耐压试验，试验设备及测量系统应符合 GB/T 1692.1 的有关规定，测量仪器、仪表每年进行一次计量校核。试验中，试品应无闪络、无击穿、无发热。

表 5 绝缘清洗工器具工频耐压试验

序号	电压等级 kV	电极距离 m	工频耐压试验电压 kV
1	10及以下	0.4	45
2	35	0.6	95
3	110	1.0	220
4	220	1.8	440
5	330	—	—
6	500	—	—

7 企业及人员要求

7.1 企业要求

从事电力电器绝缘（带电）清洗的企业应至少符合以下基本要求：

- 营业执照有相关经营范围内容；
- 企业具备绝缘（带电）清洗相关施工资质、安全资质；
- 具备足够的人员管理和施工经验等；
- 配备满足被清洗设备电压等级要求、符合相应产品标准的专用绝缘清洗剂及必要的清洗工具、安全工器具与防护装备。

7.2 作业人员

绝缘（带电）清洗作业的人员应熟悉 DL 408 及本文件，并必须经专门培训合格，取得绝缘（带电）清洗作业证（或电工证），方可从事绝缘（带电）清洗工作。

8 绝缘（带电）清洗、清扫流程

8.1 清洗作业前的准备

- 8.1.1 在工作负责人带领下，人员及装备进入现场，并与带电设备保持足够的安全距离。
- 8.1.2 工作负责人与工作许可人确认有关安全技术措施、安全措施、作业流程等落实情况，经双方确认后，方可进行清洗。

- 8.1.3 现场连接清洗、清扫设备，预先测试确保正常。
- 8.1.4 每桶清洗剂使用前现场测试电阻率，对绝缘操作工具及人员安全防护用具进行现场检测，测量风速、风向、环境的相对湿度，并做好记录。
- 8.1.5 清洗机需可靠接地，且接地线不得小于 25 mm^2 ，根据不同设备清洗需要时时调节清洗机压力，满足清洗需求。
- 8.1.6 工作负责人得到工作许可后，向工作人员布置工作，交待安全措施及注意事项。
- 8.1.7 需要清扫的设备，清扫前应确认清扫机械工况(电机及控制部分、传动部分等)完好，绝缘部件无变形、脏污和损伤，毛刷转向正确。

8.2 冲洗作业程序

- 8.2.1 对于上下层布置的设备应先清洗下层，后清洗上层。
- 8.2.2 垂直安装的设备应自下而上清洗，水平安装的设备应自导线侧向接地侧清洗。
- 8.2.3 清洗支柱绝缘子时，应先自下而上，而后再自上而下逐层、逐片进行，清洗时喷枪移动应缓慢并旋转摆动、不留死区死角。
- 8.2.4 清洗悬垂绝缘子串、瓷横担、耐张绝缘子串时，应从导线侧向接地侧依次清洗。
- 8.2.5 清洗悬式绝缘子时，喷枪应避开空中的导线。
- 8.2.6 清洗变压器时，应先清洗低压套管，而后清洗中压、高压套管，最后清洗中性点套管。
- 8.2.7 清洗三相距离较近的绝缘子时应先清洗中间相。
- 8.2.8 对于污染严重的设备或导电性较强的污物清洗，宜采用分散污物冲洗方法。
- 8.2.9 一般电器设备的清洗，可以采用中间多层隔离污物的方式，避免交叉重复污染，污物堆积等。
- 8.2.10 冲洗出来的污物废液，宜同时收集。

8.3 刷洗作业程序

- 8.3.1 垂直安装的设备应自上而下刷洗，水平安装的设备应自导线向接地侧刷洗。
- 8.3.2 刷洗支柱绝缘子时，应先自上而下，逐层、逐片进行。
- 8.3.3 刷洗变压器时，应先刷洗低压套管，而后刷洗中压，高压套管，最后刷洗中性点套管。

8.4 清洗后的检查

全部设备清洗完毕后，现场至少监视15 min，没有出现异常现象方可收拾工具，由工作负责人清点工具现场，无误后宣布作业完毕，向工作许可人报告完工撤离现场，并履行有关的工作终结手续。

8.5 清洗效果

作业完毕后，被清洗设备应表面洁净、无明显浮尘、油污及其他污秽（顽固污渍或污垢除外）。

8.6 清洗周期

8.6.1 企业应定期（建议每6个月至少一次，最长不应超过12个月）测量设备绝缘表面的灰盐密度，并监测其运行温升。在沿海、化工业区等污染严重或恶化区域，应根据实测数据缩短清洗周期。当满足以下任一条件时，应进行清洗：

- 灰盐密度值达到或超过 0.08 mg/cm^2 ；
- 设备关键部位的运行温升超过其标准工况下历史正常平均值的20%或绝对温升超过15 K。

8.6.2 一般单位或工矿企业电力配电、控制柜、电子产品等设备，可根据实际运行环境、污染情况以及重要性等因素决定清洗维护周期，宜每1-3年清洗一次。如遇绝缘性能降低、污染明显、环境恶劣甚至有放电、故障率增多、局部温升异常等情形，应立即进行清洗维护或缩短周期，增加频次。

9 安全措施

- 9.1 现场工作人员应穿戴对应电压等级要求的绝缘手套、安全帽、绝缘靴等安全防护用品。安全防护用品中应注意感应电，必要时穿戴好防护服。
- 9.2 根据现场的具体情况，应设置警告牌、标志牌、安全围栏等安全标志，禁止非工作人员进入工作现场。

- 9.3 绝缘（带电）清洗工作原则上应安排在白天工作，如在夜间或室内作业应具有足够照明设施。
 - 9.4 清洗机需可靠接地，接地线的截面应不小于 25 mm^2 。清洗机应与作业人员和设备保持一定距离。
 - 9.5 人身与带电体的安全距离不得低于表 3 的规定，手持绝缘工具的最小有效绝缘长度不得低于表 4 的规定。
 - 9.6 清洗时设备突然停电应立即停止工作，待重新获得许可人许可后方可继续工作。
 - 9.7 绝缘（带电）清洗属于带电作业的一种方式，除执行本文件外，还应遵照 DL 408 等其他相关标准规定。
 - 9.8 清洗方案中应作好应急预案，工作负责人和作业监护人应全过程现场状况，如果发生意外情况时，应立即指挥操作人员采取应变措施。
 - 9.9 带电清扫作业人员应站在上风侧位置作业，应戴口罩、护目镜。
 - 9.10 作业时，作业人的双手应始终握持绝缘杆保护环以下部位，并保持带电清扫有关绝缘部件的清洁和干燥。
-