

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

团体标准

CERS

准

T/CERS ××××—2024

直流系统用高硅橡胶含量棒形悬式复合绝缘子技术条件及使用导则

Technical requirements and application guide for rod suspension composite insulators with high silicon rubber content for DC systems

2024-××-××发布

2024-××-××实施

中国能源研究会 发布

直流系统用高硅橡胶含量棒形悬式复合绝缘子技术条件及使用导则

1 范围

本文件规定了标称电压高于1500V直流系统用高硅橡胶含量棒形悬式复合绝缘子(以下简称绝缘子)技术条件及使用导则。

本文件适用于直流线路、换流站悬垂和耐张用绝缘子。

绝缘子安装地点的环境温度一般在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1001.1—2003 标称电压高于1000V的交流架空线路绝缘子 第1部分:交流系统用瓷或玻璃绝缘子元件 定义、试验方法和判定准则

GB/T 1001.2—2010 标称电压高于1000V的交流架空线路绝缘子 第2部分:交流系统用绝缘子串及绝缘子串组 定义、试验方法和接收准则

GB/T 34937—2017 架空线路绝缘子 标称电压高于1500V直流系统用悬垂和耐张复合绝缘子 定义、试验方法及接收准则

GB/T 19519—2014 架空线路绝缘子 标称电压高于1000V交流系统用悬垂和耐张复合绝缘子 定义、试验方法及接收准则

GB/T 1408.1—2016 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分:工频下试验

GB/T 1408.2—2006 绝缘材料 电气强度试验方法 第2部分:对应用直流电压试验的附加要求

GB/T 1408.3—2007 绝缘材料 电气强度试验方法 第3部分:1.2/50us冲击试验补充要求

GB/T 1410—2008 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 1692—2008 硫化橡胶 绝缘电阻率的测定方法

GB/T 1695—2005 硫化橡胶 工频击穿电压强度和耐电压的测定方法

GB/T 2900.8—2009 电工术语 绝缘子

GB/T 4585—2004 交流系统用高压绝缘子的人工污秽试验

GB/T 5169.16—2008 电工电子产品着火危险试验 第16部分:试验火焰50W水平与垂直火焰试验方法

GB/T 6553—2014 严酷环境条件下使用的电气绝缘材料 评定耐电痕化和蚀损的试验方法

GB/T 16422.1—2006 塑料 实验室光源暴露试验方法 第1部分:总则

GB/T 16422.2—2014 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯

GB/T 16927.1—2012 高电压试验技术 第1部分:一般定义及试验要求

GB/T 16927.2—2005 高电压试验技术 第2部分:测量系统

GB/T 18551.1—2012 无损检测 渗透检测 第1部分:总则

GB/T 18551.4—2005 无损检测 渗透检测 第4部分:设备

GB/T 21421.1—2008 标称电压高于1000V架空线路用复合绝缘子串元件 第1部分:标准强度等级和端部附件

GB/T 22079—2008 标称电压高于1000V使用的户内和户外聚合物绝缘子 一般定义、试验方法和接收准则

GB/T 22707—2008 直流系统用高压绝缘子的人工污秽试验

GB/T 24622—2009 绝缘子表面湿润性测量导则

GB/T 24623—2009 高压绝缘子无线电干扰试验

- GB/T2317.2—2008 电力金具试验方法 第2部分：电晕和无线电干扰试验
- DL/T 376—2019 聚合物绝缘子伞裙和护套用绝缘材料通用技术条件
- DLT 1000.4—2018 标称电压高于1000V架空线路绝缘子使用导则 第4部分：直流系统用棒形悬式复合绝缘子
- T/CEC 271—2019 复合绝缘子硅橡胶主要组分含量的测定 热重分析法
- Q/GDW1152.2—2014 电力系统污区分级与外绝缘选择标准 第2部分：直流系统
- Q/GDW13254.1—2019 ±400kV~±1100kV直流棒形悬式复合绝缘子采购标准 第1部分：通用技术规范
- Q/GDW13254.2—2019 ±400kV~±1100kV直流棒形悬式复合绝缘子采购标准 第2部分：专用技术规范

3 术语、定义和缩略语

GB/T 2900.8-2009、GB/T22079-2008、GB/T24622-2009、GB/T34937—2017及GB/T 19519-2014规定的复合绝缘子、复合绝缘子的芯棒、绝缘子主体、伞套、绝缘子的伞、界面、端部装配件、连接区、联接、可燃性、应力腐蚀、规定机械负荷、逐个试验负荷、破坏负荷、憎水性、憎水性迁移、憎水性的减弱与恢复、憎水性迁移时间、绝缘子芯棒在机械负荷下的损伤极限等术语和定义以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1 硅橡胶含量 silicone rubber content

复合绝缘子伞套中的硅橡胶重量与伞套总重量的百分比。

3.1.2 高硅橡胶含量复合绝缘子 high silicone rubber content composite insulator

硅橡胶含量不低于50%的复合绝缘子。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

E1、E2：抽样试验样本

MAV：装有端部装配件芯棒的1min平均破坏负荷

RTL：逐个试验负荷

SML：规定机械负荷

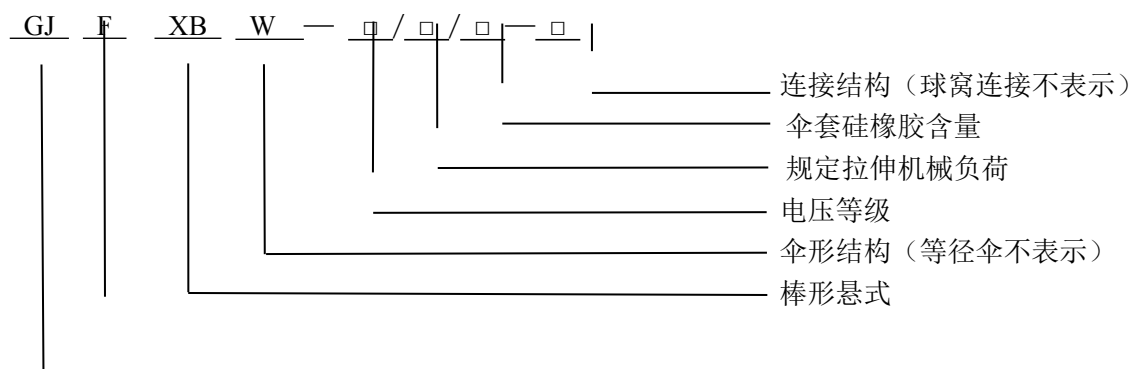
4 标志

绝缘子上应标出SML值，其余应符合GB/T22079—2008第4章的规定。

绝缘子上应有证明其已通过逐个机械试验的标识。

5 型号和命名

高硅橡胶含量棒形悬式复合绝缘子的型号和命名方法如下：



示例：电压等级500kV、规定拉伸机械负荷300kN、伞套硅橡胶含量不低于50%、大小伞型、球窝连接结构的高硅橡胶含量棒形悬式复合绝缘子表示为：GJFXBW-500/300/50。

6 公差

对于绝缘子图样中未标注公差的所有尺寸，如下公差适用：

$\pm(0.04 d+1.5 \text{ mm})$ ，当 $d \leq 300 \text{ mm}$ ；

$\pm(0.025 d+6 \text{ mm})$ ，当 $d > 300 \text{ mm}$ ，最大公差为 $\pm 50 \text{ mm}$ 。

其中：d为被测量尺寸，单位mm。

爬电距离以绝缘子图样设计尺寸及其规定的公差为准，如果图样规定为最小爬电距离，则不允许有负偏差。爬电距离应在整只绝缘子上测量，不应使用短段测量结果外推计算。

注：对于系统电压 $\pm 100 \text{ kV}$ 及以上电压等级的单元件绝缘子的爬电距离，本文件规定的最大公差较难实现。此时，经供需双方协议，爬电距离公差可以是不大于其公称尺寸的 $\pm 1\%$ 。

7 试验分类

7.1 设计试验

设计试验旨在验证设计、材料和制造方法(工艺)是否适宜。绝缘子的设计由以下因素确定：

- 芯棒和伞套材料及其制造方法(工艺)；
- 端部装配材料、安装(包括联接)结构及方法；
- 覆盖芯棒的伞套层厚度(如有护套，则包括其厚度)；
- 芯棒直径。

设计试验项目列于表1。

当设计改变时，应按表2规定重新验证。

表1 设计试验

界面和端部装配连接试验
突然卸载预应力 (8.2.2.2)
热机预应力 (8.2.2.3)
水浸渍预应力 (8.2.2.4)
验证试验 (8.2.3)
外观检查 (8.2.3 · GB/T22079—2008 中 9.2.6.1)
空气中冲击击穿试验 ^a (8.2.3 · GB/T22079—2008 中 9.2.6.2)
干工频电压试验 (8.2.3 · GB/T22079—2008 中 9.2.6.3)
伞和伞套材料试验
硅橡胶含量试验 (8.3.1)
硬度和硬度变化试验 (8.3.2)
撕裂强度试验 (8.3.3)
拉伸强度试验 (8.3.4)
常温和低温拉伸伸长率试验 (8.3.4)
1000h 紫外光试验 (8.3.5)
腐蚀性试验 (8.3.6)
起痕和蚀损试验 (8.3.7)
可燃性试验 (8.3.8)
伞套材料耐电痕化和蚀损试验 (8.3.9)

憎水性试验 (8.3.10)
直流击穿电压强度试验 (8.3.11)
体积电阻率试验 (8.3.12)
工频电弧试验 (8.3.13)
运行验证试验 ^b (8.3.14)
芯棒材料试验
染料渗透试验 (8.4.1)
水扩散试验 (8.4.1)
直流击穿电压试验 (8.4.2)
雷电冲击耐受电压试验 (8.4.3)
体积电阻率试验 (8.4.4)
应力腐蚀试验 ^c (8.4.5)
装配好的芯棒负荷-时间试验
装配好的绝缘子的芯棒平均破坏负荷的确定 (8.5.2.1)
96h 耐受负荷的检查 (8.5.2.2)
<p>a 在 GB/T22079—2008 中称为陡波前冲击电压试验。</p> <p>b 运行验证试验用于验证在重粉尘、高降水、沿海等典型运行环境下伞套的电蚀性和阻燃性，是用户与制造商的协议试验项目。</p> <p>c 仅适用于±100kV 及以上电压等级绝缘子。</p>

表2 设计改变后需要重新实施的试验

设计变化因素		重新实施的试验项目																							
		设计试验																					型式试验		
		8.2	8.5	8.3.1	8.3.2	8.3.3	8.3.4	8.3.5	8.3.6	8.3.7	8.3.8	8.3.9	8.3.10	8.3.11	8.3.12	8.3.13	8.3.14	8.4.1	8.4.2	8.4.3	8.4.4	8.4.5	9.2	9.3和9.4	
界面和端部装配配件连接试验	装配好的芯棒负荷-时间试验	硅橡胶含量试验	硬度和硬度变化试验	撕裂强度试验	拉伸强度试验	常温和低温拉伸率试验	1000h紫外光试验	腐蚀性试验	起痕和蚀损试验	可燃性试验	伞套材料耐电痕化和蚀损试验	憎水性试验	直流击穿电压强度试验	体积电阻率试验	工频电弧试验	运行验证试验	染料渗透试验	水扩散试验	直流击穿电压试验	雷电冲击耐受电压试验	体积电阻率试验	应力腐蚀试验	电气试验	机械试验	
1	伞套材料	•	• ^c	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•								
2	伞套外形 ^a	•								•						•	•							•	
3	芯棒材料	•	•													•	•	•	•	•	•	•	•	•	
4	芯棒直径 ^b	•	•													•	•	•	•	•	•	•	•	•	
5	芯棒和端部装配配件制造方法	•	•													•	•	•	•	•	•	•	•	•	
6	芯棒和端部装配配件装配方法	•	•													•								•	
7	伞套制造方法	•	• ^c	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•							• ^c	
8	伞套安装方法	•	• ^c							•						•	•							• ^c	
9	端部装配配件材料	•	•													•								•	
10	端部装配配件连接区设计	•	•													•								•	
11	芯棒/伞套/端部装配配件之间界面设计	•	• ^c							•						•	•							• ^c	
12	联接型式															•								•	

^a 在下列范围内伞套外形的变化不视为设计改变：
 ——伞伸出：±10%；
 ——直径：0%~+15%；
 ——伞根厚度和伞边缘厚度：±15%；

——伞间距：±15%；

——伞倾角：±3°；

——伞交替形式：相同。

^b 芯棒直径在±15%内变化不视为设计改变。

^c 如果能证明设计改变不影响装配好的芯棒强度，则无必要重新实施该试验。

若对某一绝缘子实施了设计试验，它即成为此设计的母绝缘子，其试验结果应认为对该类绝缘子均有效。经过试验的母绝缘子确定了具有下述特征绝缘子的特有设计：

- a) 芯棒、伞套材料相同，且制造方法(工艺)相同；
- b) 端部装配件材料相同，连接区设计相同，伞套与端部装配件之间界面形状相同；
- c) 覆盖芯棒的伞套最小厚度(如有护套，则包括其厚度)相同或较大；
- d) 机械负荷下的应力相同或较小；
- e) 芯棒直径相同或较大；
- f) 伞套外形参数相当，见表2脚注a。

型式试验旨在验证绝缘子的主要特性,这些特性主要取决于其形状和尺寸,也用于验证装配好的芯棒的机械特性(见 GB/T34937—2017 中附录 A.4)。型式试验应在母绝缘子通过设计试验后实施,详见第 9 章。

7.2 抽样试验

抽样试验是为了验证绝缘子由制造质量和所用材料决定的特性。抽样试验对从提交验收的绝缘子批中随机抽取的绝缘子实施。

7.3 逐个试验

逐个试验用来剔除有制造缺陷的绝缘子,对提交验收的所有绝缘子实施。

注:对一种新结构的绝缘子,其设计试验、型式试验、抽样试验和逐个试验的集合称为“定型试验”。

8 设计试验

8.1 总则

母绝缘子的设计试验仅实施一次,并将结果记录在试验报告中。当适用时,每一部分可以独立地用适当的新试品试验。仅当所有绝缘子和试品通过表1所列设计试验时,才认为该特定设计的绝缘子设计试验合格。

8.2 界面和端部装配件连接试验

8.2.1 试品

应取按正常生产装配好的3只绝缘子作为试品,一般不采用参考试品。试品的绝缘长度(两端部装配件之间的距离)应不小于800 mm,端部装配件应与正常生产的绝缘子相同,端部装配件和最近的一个伞之间的绝缘部分与正常生产的绝缘子相同。

注:如果制造商的设备仅能生产绝缘长度短于800mm的绝缘子,设计试验可以使用现有绝缘长度的绝缘子,但其结果仅对长度为被试绝缘子绝缘长度或其以下的绝缘子有效。

8.2.2 预应力

8.2.2.1 总则

按下列顺序对3只试品施加预应力。

8.2.2.2 突然卸载预应力

在-20℃~-25℃时,对每只试品进行5次从等于30%SML的拉伸负荷突然卸载的试验。

注1:在GB/T34937—2017附录D中提出了两种可行的突然卸载装置的示例。

注2:在特定条件下,可协议选定更低的温度。

8.2.2.3 热机预应力

试验开始前,在环境温度下对试品施加至少5%的额定机械负荷,持续1 min,同时测量试品的长度作为参照长度,精确到0.5 mm。测量长度包括连接区及其以外充分延伸的附加区域。

如图1所示,试品在持续机械负荷下经受4个温度循环,每一循环24h。每个循环内在两个温度水平(+50℃±5K和-35℃±5K)下各应至少持续8h,低温期温度应至少比高温期实际温度低85K。预应力可以在空气或在其它任何合适的介质中施加。

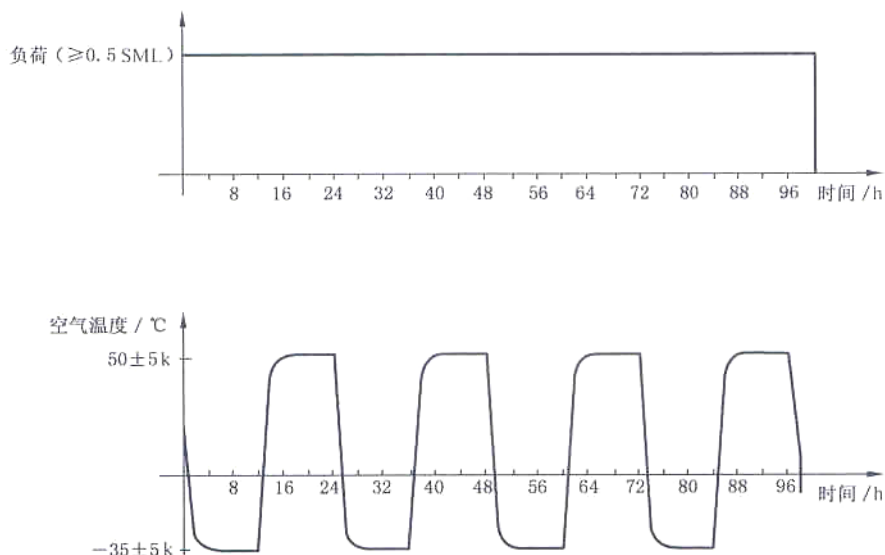


图1 热机试验

施加的机械负荷应等于试品的逐个试验负荷（最小为规定机械负荷的50%），并于第一个温度循环开始前在环境温度下施加到试品上。

注：施加预应力中的温度和负荷并不代表运行条件，其目的是在绝缘子的各界面处产生特定的可再现的应力。

试验可以因设备维护中断，但中断的总时间应在2 h以内。任一次中断后，试验都应从该中断循环的起点重新开始。

试验后在和试验前相同的负荷和起始试品温度下，用同样的方法再次测量试品长度（以提供端部装配件相对位移的某些附加信息）。

8.2.2.4 水浸渍预应力

水浸渍预应力按照GB/T22079—2008中9.2.5施加。

8.2.3 验证试验

验证试验包括外观检查、空气中冲击击穿试验和干工频电压试验。

验证试验前应检查试品的外观，试品应完好，无可见损坏。

空气中冲击击穿试验中，在试品上布置具有尖锐边缘的电极（电极可以是宽约20mm、厚度小于1mm的铜带制成的夹子）。将这些电极紧紧地固定在伞与伞之间的外套上，形成沿轴向长度为100mm~500mm的适当长度的区段。冲击电压应分别施加于两个相邻的电极之间，或端部装配件和其相邻的电极之间。放电电压的幅值需确保其沿绝缘子轴向的电压梯度不小于30kV/cm。每个区段应经受正负极性冲击各25次。

由于冲击放电的分散性，若出现冲击电压沿绝缘子轴向的电压梯度低于30kV/cm，但未低于该值的95%，且这样的冲击放电总次数不超过5次，则试验有效。否则应补足冲击电压的试验次数。

每次冲击都应在两电极间发生外部闪络，绝缘子的任何部位都不应出现击穿。

注1：若用于防止鸟粪闪络、覆冰雪闪络等特殊用途的超大尺寸伞裙出现击穿，但击穿部位不是芯棒与伞套间的界面或从伞裙根部延伸到护套，则不属于本试验的考核范围。

注2：运行中绝缘子界面性能下降的问题及相应的考核方法正在研究中。

注3：考虑到陡波前冲击电压陡度的分散性较大等原因，将GB/T22079—2008规定的陡度法陡波前冲击电压试验改为幅值法空气中冲击击穿试验。同时，在电压梯度不低于30kV/cm的情况下，冲击电压的陡度也完全可以满足GB/T22079—2008规定的不低于1000kV/μs的要求。

干工频电压试验的试验程序应符合GB/T22079—2008中9.2.6的规定。

8.2.4 接收准则

干工频电压试验后, 1000kV试品伞间护套的温升应不超过5K; 其它试品伞间护套的温升应不超过10K。其余应符合GB/T22079—2008中9.2.6的规定。

8.3 伞和伞套材料试验

8.3.1 硅橡胶含量试验

8.3.1.1 试样

a)应从已完成工频电弧试验的复合绝缘子(见8.3.13)上未经电弧灼烧的部位截取试样。对于整体注射成型的复合绝缘子, 应从伞套上取2个试样; 对于挤包护套、穿伞成型的复合绝缘子, 应从伞裙和护套上各取1个试样。

b)应从伞套材料耐电痕化和蚀损试样(见8.3.9)的余料上截取1个试样。

取样方法见T/CEC 271—2019中5.1.3。

8.3.1.2 试验程序

以热重分析法获得的试样中有机硅含量作为伞套的硅橡胶含量。试验按照T/CEC 271—2019进行, 但应采用氮气替代T/CEC 271—2019中7.2.1b)的空气。

8.3.1.3 接收准则

每个试样的测试结果应不低于50%或不低于用户特殊要求的且高于50%的值。

8.3.2 硬度和硬度变化试验

8.3.2.1 试样

分别从2只绝缘子的伞套上各截取2片试样。试样表面应平整, 厚度至少为4mm。试样尺寸应足够大, 以保证能够在离任一边缘至少9mm处进行测量。

如果伞套形状或厚度不适宜, 试样可以专门制作, 其制造工艺和参数应与绝缘子伞套制造时相同。

8.3.2.2 试验程序及验收准则

试验程序应符合GB/T22079—2008中9.3.1的规定。

每片试样的硬度值应在40Shore A~55 Shore A范围内, 且与煮沸前相比硬度值的变化不应超过±10%。

注: 绝缘子上额外安装的用于防止鸟粪闪络、覆冰雪闪络等特殊用途的超大尺寸硅橡胶伞裙不受上述硬度值范围的限制。

8.3.3 撕裂强度试验

应符合DL/T376—2019中4.1和4.3.1a)的规定。

采用直角形试样的撕裂强度不小于10 kN/m。

8.3.4 拉伸强度试验和拉断伸长率试验

8.3.4.1 拉伸强度试验

应符合DL/T376—2019中4.1和4.3.1b)的规定。

采用哑铃形1型试样的拉伸强度不小于4MPa。

8.3.4.2 常温和低温拉断伸长率试验

分别测试20°C±5K和-35°C±5K时试样的拉断伸长率。试验前, 试样应置于相应环境温度下3h以上, 且试样安装及试验过程中试样均应处于该环境温度下。

采用哑铃形试样的拉断伸长率应不小于300%; 且与20°C的拉断伸长率相比, -35°C的拉断伸长率的变化应不超过-5%。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/567056201044010011>