ICS 

点击此处添加中国标准文献分类号

|  |
| --- |
|  |

团体标准

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

中国能源研究会 发布

CERS

2024- ×× - ××实施

前  言

本标准的附录A为资料性附录。

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由\*\*\*提出。

本标准由\*\*\*归口。

本标准起草单位：\*\*\*等。

本标准主要起草人：\*\*\*等。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至\*\*\*。

引  言

硅橡胶复合绝缘子是国内电网用量最大的线路绝缘子种类，截止至2021年5月，110kV及以上电压等级的用量已达1005万支，占比近40%；然而复合绝缘子的实际运行寿命仅10～20年,远低于瓷/玻璃绝缘子的50～100年寿命。考虑到相对集中的老化风险和密集更换的巨额投入，现有技术的复合绝缘子在不远的将来可能成为电网的安全隐患，因此大幅度提升复合绝缘子运行寿命已成为亟待解决的问题。耐紫外辐照、耐候性、耐寒性、低温弹性、憎水迁移性等硅橡胶固有性能是该材料在自然环境下具有超长寿命（-50～90℃的寿命远超40年）且被选作复合绝缘子伞套基础材料的主因；但因早期缺乏硅橡胶伞套在重污染环境下的运行经验，致使当时制定的伞套电蚀性和阻燃性指标严重偏高，进一步导致伞套硅橡胶含量偏低，一定程度上使伞套丧失了硅橡胶的固有性能，偏离了选择硅橡胶的初衷。30年来，复合绝缘子的芯棒、界面、端部密封、压接质量等各个环节已取得长足进步，现有技术的硅橡胶伞套已成为复合绝缘子的“水桶短板”和限制复合绝缘子运行寿命的瓶颈。

为促进制造商研发和冀北电网推广应用高硅橡胶含量复合绝缘子，有效提升架空输电线路的安全、经济运行水平，特制定本文件。本文件规定了直流系统用高硅橡胶含量复合绝缘子的设计试验、型式试验、抽样试验、逐个试验、环境条件和运行维护等。本文件适用于国网冀北电力有限公司直属各供电局（公司）直流系统用高硅橡胶含量棒形悬式复合绝缘子的使用。

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℃～40℃之间。

1. 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/T34937—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/T19519—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/T25084—2010 标称电压高于1000V的架空线路用绝缘子串和绝缘子串组交流工频电弧试验

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

1. 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届定的复合绝缘子、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。

* 1. 术语和定义
     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。

* + 1. 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。

* 1. 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

1. 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。

1. 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：

GJ F XB W — □ / □ / □ — □

连接结构（球窝连接不表示）

伞套硅橡胶含量

规定拉伸机械负荷

电压等级

伞形结构（等径伞不表示）

棒形悬式

复合材料

高硅橡胶含量型

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。

1. 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：

±(0.04 d+1.5 mm)，当d≤300 mm；

±(0.025 d+6 mm)，当d＞300 mm，最大公差为±50 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±100kV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±1%。

1. 试验分类
   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)；

——端部装配件材料、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。

1. 设计试验

|  |
| --- |
| **界面和端部装配件连接试验** |
| 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） |
| 常温和低温拉断伸长率试验（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） |
| a 在GB/T22079—2008中称为陡波前冲击电压试验。  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。  c 仅适用于±100kV及以上电压等级绝缘子。 |

1. 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 | 8.3.4 | 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 | 8.4.1 | 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 | 常温和低温拉断伸长率试验 | 1000  h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 | 芯棒和端部装配件制造方法 | · | · |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | · |  | · | · | · | · | · | · |  | · |
| 6 | 芯棒和端部装配件装配方法 | · | · |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | · |  |  |  |  |  |  |  |  | · |
| 7 | 伞套制造方法 | · | ·c | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · | · |  |  |  |  |  |  |  | ·c |
| 8 | 伞套安装方法 | · | ·c |  |  |  |  |  |  |  | · |  |  |  |  |  | · | · |  |  |  |  |  |  |  | ·c |
| 9 | 端部装配件材料 | · | · |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | · |  |  |  |  |  |  |  |  | · |
| 10 | 端部装配件连接区设计 | · | · |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | · |  |  |  |  |  |  |  |  | · |
| 11 | 芯棒/伞套/端部装配件之间界面设计 | · | ·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。

* 1. 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。

* 1. 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”。

1. 设计试验
   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。

* 1. 界面和端部装配件连接试验
     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。

* + 1. 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。

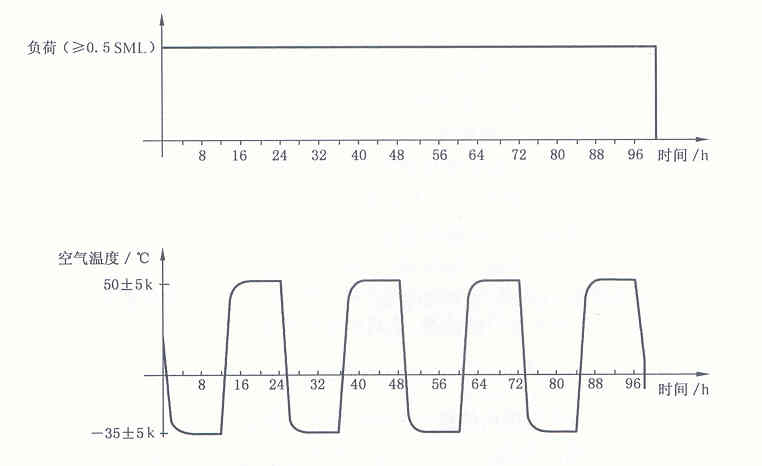
注1：在GB/T34937—2017附录D中提出了两种可行的突然卸载装置的示例。

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。



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。

* + 1. 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。

* + 1. 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。

* 1. 伞和伞套材料试验
     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。

* + 1. 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。

* + 1. 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。

* + 1. 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℃±5K和-35℃±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℃的拉断伸长率相比，-35℃的拉断伸长率的变化应不超过-5%。

* + 1. 1000h紫外光试验

8.3.5.1 试样

从绝缘子的伞套上截取不少于3片试样。如果适用，试样上应有绝缘子的标记或诸如用于芯棒定位等的工艺印记。

8.3.5.2试验程序及接收准则

绝缘子伞套应按GB/T 16422.2—2014中的氙弧灯法经受1000 h紫外光试验。如果试样上有绝缘子的标记或工艺印记，应将其直接暴露在紫外光下。

试验方法应符合GB/T16422.1—2006和GB/T16422.2—2014的规定。试验采用GB/T16422.2—2014中4.1的方法A，无暗周期，标准喷射，黑标或黑板温度65 ℃±3 K，周围辐照度550 W/m2。

接收准则见GB/T22079—2008中9.3.2.2。

* + 1. 腐蚀性试验

试样分别在25℃的浓度为3%的酸、碱、盐试剂中浸泡24h，应无开裂、起皱、起泡现象。

* + 1. 起痕和蚀损试验

8.3.7.1 试品

按GB/T22079—2008的规定，试品为2只与正常生产同一设计的试验用绝缘子，其爬电距离应在500 mm到800 mm之间。如果制造商的设备仅能生产爬电距离短于500mm的绝缘子，设计试验可以使用该爬电距离的绝缘子，但试验结果仅对爬电距离与被试绝缘子相同或以下的绝缘子有效。

8.3.7.2 试验程序及接收准则

仅GB/T22079—2008中9.3.3.1所述的1000h盐雾试验法适用于本文件。

试验应施加负极性直流电压，其波纹因素在阻性负载电流100mA时应不大于3%。试验电压千伏数应按爬电距离毫米数除以34.6来确定。

注：对于伞伸出大和伞间距小的绝缘子，试验电压千伏数的确定可能需要特殊考虑。

其余应符合GB/T22079—2008中9.3.3.1的规定。

若本试验后绝缘子端部装配件未腐蚀到镀锌层基体，则认为其耐腐蚀性能符合要求。

* + 1. 可燃性试验

8.3.8.1试样

按照GB/T 5169.16—2008，从绝缘子伞套上切割20片条形试样。试样尺寸：长度125mm±5mm，宽度13mm±0.5mm，厚度3mm±0.2mm。

8.3.8.2 试验程序及接收准则

本试验用于检查伞套材料试样的着火和自熄灭性能。

试验程序采用GB/T 5169.16—2008的方法B——垂直燃烧试验。

如果试样属于GB/T 5169.16—2008规定的V-1类，则试验通过。

* + 1. 伞套材料耐电痕化和蚀损试验

8.3.9.1试样

试样应从绝缘子上截取，数量不少于5片，每片试样的长度不小于60mm，宽度40mm～50mm，厚度3mm～6mm，并适宜在试验装置上安装。试样被试表面应没有或仅有较小的划伤、凸起、凹坑、气泡、标记、修补等缺陷，也不应有任何裁削等修整痕迹。

注：如果无法从绝缘子的伞套上截取可用的试样，可以采用正常生产使用的胶料及硫化条件制成符合试验要求尺寸的试样。

8.3.9.2试验程序及接收准则

试验采用GB/T6553—2014规定的方法1：恒定电痕化电压法。试样安装时应注意调整上下电极间至少有65% 的面积为试验面积。试验电压、污液流量及试验程序应符合GB/T6553—2014的规定。

如果试验结果表明伞套材料符合GB/T6553—2014规定1A2.5级，且蚀损深度不大于2.5mm，则本项试验通过。

* + 1. 憎水性试验

8.3.10.1 总则

绝缘子伞和伞套材料憎水性试验应采用GB/T24622—2009推荐的方法A——接触角法和方法C——喷雾法。接触角法分别对清洁试样、憎水性减弱后的试样、僧水性恢复后的试样、憎水性迁移后的试样测量并确定其静态接触角(θs) ；喷雾法用于确定试样的憎水性等级(HC)。若绝缘子的伞与护套的配方及成形工艺不同，则对伞材料及护套材料分别实施本项试验。

θs测量时，每片试样应至少测量5个点，记录测量结果并分别计算单片试样和规定测量试样测量结果的算术平均值θsa。

8.3.10.2 试样

试验采用平板试样，用与正常生产绝缘子伞套相同的材料和制造工艺模压制作，试样面积应大于50 cm2,厚度3 mm～6 mm，数量20片。

8.3.10.3 测量程序及结果判定

a) 用无水乙醇清洗所有试样表面，然后用去离子水(或蒸馏水)冲洗，晾干后置于防尘容器内，在试验室环境下保存至少24 h备用。

b) 取3片试样用接触角法测量θs，计算各片试样的θsa，应≥100°，最小值应≥90°；取5片试样用喷雾法测得各片试样的憎水性等级应为HC1或HC2。

c) 在试验室环境下，取剩余的10片试样置于盛有蒸馏水的玻璃容器中完全浸泡96 h，蒸馏水的电导率应小于10 μS/cm。浸泡结束后将试样取出，甩掉试样表面的水珠，用滤纸吸干表面残留的水。然后任选3片试样用接触角法测量θs，计算各片试样的θsa，应≥90°，最小值应≥85°；任选5片试样用喷雾法测得各片试样的憎水性等级应为HC3或HC4。每片试样的测量过程应不超过10 min。

d) 将按c)测量后的试样在试验室环境下静置48 h，然后任选3片试样用接触角法测量θs，计算各片试样的θsa，应≥95°，最小值应≥90°；任选5片试样用喷雾法测得各片试样的憎水性等级应为HC2或HC3。

e) 取经b)测量后的试样10片(包括2片备用试样)，用干燥的海棉团或软毛刷在其表面施涂干燥的硅藻土，并用洗耳球等气吹装置吹扫，使试样表面附着的硅藻土薄而均匀。用浸污法在施涂硅藻土后1h内完成对试样的染污。浸污槽的尺寸及污液量应保证试样被全部浸没于污液中，染污过程中应不断搅拌污液以保证其均匀性。染污后试样的盐密和灰密(硅藻土)应分别为0.1 mg/cm2和0.5 mg/cm2。染污后的试样在试验室环境下置于防尘容器内96h，然后任选3片试样用接触角法测量θs，计算各片试样的θsa，应≥110°，最小值应≥100°；任选5片试样用喷雾法测得各片试样的憎水性等级应为HC2或HC3。

若符合上述要求，则本项试验合格。如果任何一组测量中有一片试样的θsa或HC等级不符合要求，均可以取1片备用试样补充测量。若补充测量符合要求，则本项试验合格。

注：有关新生产的伞套试品中的硅油对憎水特性测试结果的影响正在研究中。

* + 1. 直流击穿电压强度试验

8.3.11.1 试样和试验程序

试验采用圆盘形试样，试样数量5片，直径100mm±1 mm，厚度1mm±0.1 mm，用与绝缘子伞套相同的材料和制造工艺模压制成。

试验设备应符合GB/T 1408.2—2006第8章的规定。

试验应按GB/T 1695—2005的规定实施，使用适当的试验介质以避免沿面闪络，采用连续升压法，电极与试样应可靠接触。

8.3.11.2 接收准则

试样的直流击穿电压强度应不小于30 kV / mm。

* + 1. 体积电阻率试验

试验采用圆盘形试样，试样数量3片，直径100mm±1 mm，厚度1mm±0.1 mm，用与绝缘子伞套相同的材料和制造工艺模压制成。其余应符合GB/T 1692—2008的规定。体积电阻率应不小于1.0×1011Ω⋅m。

* + 1. 工频电弧试验

为获得不同配方和工艺制作的伞套的对比效果，试样采用短串绝缘子且永久安装的端部装配件之外，试样上不再安装其它工频电弧保护装置。其余应符合GB/T25084—2010的规定。

* + 1. 运行验证试验

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，试验持续时间应不短于18个月。绝缘子试品的电压等级不低于±500kV且数量不少于10只；替代方案为电压等级不低于交流110kV且数量不少于100只。

试验到期后应检查伞套状态，在未发生绝缘子表面闪络的前提下，伞套表面无目测可见的电蚀痕迹为试验通过。

注：本试验是用户与制造商的协议试验项目。试验持续时间的前6个月用于消除新绝缘子伞套中硅油等成分的短期憎水性效果，后12个月用于提供该运行环境下的一个完整气象周期。

* 1. 芯棒材料试验
     1. 染料渗透试验和水扩散试验

试品应带有伞套，其制备和数量应符合GB/T 22079-2008的规定。

水扩散试验中不应发生击穿或表面闪络，整个试验期间电流应不超过100 μA(r.m.s)。其余应符合GB/T 22079-2008中9.4的规定。

* + 1. 直流击穿电压试验

8.4.2.1 试品

从一只绝缘子上用金刚石锯片沿与芯棒轴线垂直的方向切取5个试样，长度10mm±0.5mm。除去试样上的伞套，断面用P180目或更细的砂纸页打磨光滑，两端面应平行且清洁。试验前，试样应按GB/T 1408.1—2016处理。

8.4.2.2 试验程序和接收准则

试验采用平板电极，短时升压方式，升压速度500V/s，在变压器油中测定5个试样的击穿电压。试验设备应符合GB/T 1408.2—2006第8章的规定，试验程序应符合GB/T 1408.1—2016和GB/T 1408.2—2006的规定。

5个试样的击穿电压均应大于50kV。

* + 1. 雷电冲击耐受电压试验

8.4.3.1 试样

从一只绝缘子上用金刚石锯片沿与芯棒轴线垂直的方向切取5个试样，长度10mm±0.5mm。除去试样上的伞套，断面用P180目或更细的砂纸页打磨光滑，两端面应平行且清洁。试验前，试样应按GB/T 1408.1—2016处理。

8.4.3.2 试验程序和接受准则

试验采用平板电极，在变压器油中分别对5个试样施加100kV雷电冲击电压。试验设备应符合GB/T 1408.3—2007第8章的规定，试验程序应符合GB/T 1408.1—2016和GB/T 1408.3—2007的规定。

试验中5个试样均不应出现击穿或闪络。

* + 1. 体积电阻率试验

8.4.4.1 试样

从一只绝缘子上用金刚石锯片沿与芯棒轴线垂直的方向切取5个试样，长度10mm±0.5mm。除去试样上的伞套，断面用P180目或更细的砂纸页打磨光滑，两端面应平行且清洁。

试样上下端面粘贴铝箔作为电极，侧面离下电极2mm处开一浅槽以安装保护电极。

8.4.4.2 试验程序和接受准则

试样置于可以施加直流电压的恒温干燥箱内，以不大于20℃/h的速度从室温升温到140℃，施加6kV直流电压，并在此温度和电压下保持96h，同时连续监测流过试样的电流。试验期间电源不应中断，试验电压纹波系数应小于5%。

试验采用直接法，试验程序应符合GB/T 1410—2008的规定。

试验中5个试样均不应出现击穿或闪络；经96h后试样在140℃下的体积电阻率应不小于1.0×1010Ω⋅m。

* + 1. 应力腐蚀试验

8.4.5.1 试品

应取按正常生产工艺装配好的3只绝缘子作为试品，其绝缘长度(两端部装配件之间的距离)应不小于800 mm，端部装配件及连接区可适当修改，以避免试验中连接区、联接结构破坏，必要时使用加强型端部装配件。剥削绝缘子中间部位至少150 mm长度的伞套以使该部位的芯棒裸露，并用P180目或更细的砂纸页打磨芯棒裸露部分，使其光滑并完全去除伞套的残留物。

8.4.5.2 试验程序

围绕试品的裸露芯棒部分安装一个用聚乙烯或其它耐酸介质制成的盛酸容器。容器的结构应可以使酸液方便地注入，并不与端部装配件接触。容器尺寸应保证与裸露芯棒接触的酸液的厚度不小于10 mm，高度不小于40 mm。容器应加端盖，以使试验期间酸液蒸发量不超过其体积的5%。

在20℃±5 K温度下对3只试品施加拉伸负荷，拉伸负荷值为“67%SML”和“300 MPa乘以芯棒横截面积”中较大的一个。此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高至预定值，并立即在盛酸容器中注入浓度为1 mol/L的硝酸(该浓度与937 g水中注入63 g纯硝酸的浓度相同)，在此负荷下保持96h。

8.4.5.3 接收准则

96 h后，芯棒接触酸液部位的表面目测不应有可见损伤。

注: 96h应力腐蚀试验通过后，为积累经验，可以对试品施加拉伸负荷，直至芯棒或连接结构破坏。

* 1. 装配好的芯棒的负荷—时间试验
     1. 试品

试验用6只绝缘子应在生产线上制成，绝缘长度(端部装配件之间的距离)应不小于800 mm，所使用的端部装配件应与正常生产的绝缘子的相同，但端部装配件连接区以外的部分可作适当修改，以避免破坏联接。

应对此6只绝缘子进行外观检查，并核对其尺寸是否符合图样。

注:如果制造商的设备仅能生产绝缘长度短于800 mm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。

* + 1. 机械负荷试验

8.5.2.1 装配好的绝缘子的芯棒平均破坏负荷MAV的确定

在环境温度下对3只试品施加拉伸负荷。此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高到大约为芯棒预期机械破坏负荷的75%，然后在30 s～90s的时间内逐渐升高到芯棒破坏或完全抽出。计算这3只试品破坏负荷的平均值MAV。

8.5.2.2 96 h耐受负荷的检查

在环境温度下对剩余3只试品施加拉伸负荷，此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高到8.5.2.1中计算出的MAV值的60%，并持续96 h无破坏(断裂或完全抽出)。无论因任何原因导致施加的负荷中断，均应取新试品重新试验。

1. 型式试验
   1. 总则

某种绝缘子型式在电气上由电弧距离、爬电距离、伞倾角、伞径和伞间距确定。这些条件相同的绝缘子，其电气型式试验只需进行一次。如果引弧或均压装置是该型式绝缘子的必备部件，则电气型式试验应带上这些装置进行。

此外，当表2所列的绝缘子设计特性改变时，也需重新进行电气型式试验。

对给定芯棒直径和材料、伞套制造方法、端部装配件安装方法和联接结构，某种绝缘子型式在机械上主要由最大的规定机械负荷(SML)确定。这些条件相同的绝缘子，其机械型式试验仅需进行一次。

此外，当表2所列的绝缘子设计特性改变时，也需重新进行机械型式试验。

* 1. 电气试验

电气型式试验项目列于表3，其中可见电晕试验和人工污秽试验应经供需双方协议。

干雷电冲击耐受电压试验和湿操作冲击耐受电压试验按照GB/T 1001.2—2010实施。湿直流耐受电压试验施加正、负两种极性直流电压，但当有证据说明某种极性下的耐受电压较低时，可以仅使用该种极性试验，耐受时间1min，试验程序应符合GB/T 1001.2—2010规定；无线电干扰试验施加交流工频电压,并按GB/T 24623—2009规定实施；可见电晕试验施加直流电压，试验方法参见GB/T2317.2—2008；人工污秽试验施加直流电压，试验方法参见GB/T34937—2017附录E或经供需双方协议。

绝缘子电气特性的规定值由相关特性标准(Q/GDW13254.2—2019)或产品技术条件规定。

若绝缘子的长度介于两个已经过电气试验的绝缘子之间，其电气试验结果可以用已有的电气试验结果采用内插法获得，但内插范围两端点的绝缘子电弧距离之比应小于或等于1.5，不允许使用外推法获得电气试验结果。

注:内插法可能不适用于湿操作冲击耐受电压试验。

1. 电气试验及安装布置

|  |  |
| --- | --- |
| 试验项目 | 安装布置 |
| 干雷电冲击耐受电压试验 | 见GB/T 1001.2—2010中12.1（当不要求进行操作冲击试验时） |
| 湿直流耐受电压试验 | 见GB/T 1001.2—2010中12.1（当不要求进行操作冲击试验时） |
| 湿操作冲击耐受电压试验 | 见GB/T 1001.2—2010中12.2（当要求进行操作冲击试验时） |
| 无线电干扰试验 | 见GB/T 24623—2009第11章 |
| 可见电晕试验 | 见GB/T2317.2—2008 |
| 人工污秽试验 | 见GB/T 22707—2008中4.2 |

* 1. 损伤极限验证试验及端部装配件与绝缘子伞套间界面的密封试验
     1. 试品

取4只正常生产的绝缘子作为试品。对于较长的绝缘子，试品可以按相同生产工艺专门制作，其绝缘长度(端部装配件之间的距离)应不小于800 mm，两端安装的端部装配件及其到最近的一个伞之间的绝缘部分与正常生产的绝缘子相同。首先应按图样要求对这些绝缘子进行外观及尺寸检查，然后按11.1经受机械逐个试验。

注:如果制量商的设备仅能生产绝缘长度短于800 mm的绝缘子，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。

* + 1. 试验步骤

a)在环境温度下对4只试品通过联接施加拉伸负荷，此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高到规定机械负荷(SML)的70%，然后在此负荷下保持96h。

b) 96h试验结束点之前，选择4只试品中的一只，对其两端根据GB/T18851.1—2012和CB/118851.4—2005用着色渗透试验进行裂痕检查，检查范围包括伞套包裹端部装配件的全部界面，也包括向端部装配件以外充分延伸的附加区域。

检查应按以下步骤进行：

·用清洁剂将表面清理干净；

·渗透剂在清洁的表面作用20min；

·清除多余的渗透剂,并使表面干燥；

·如需要，应使用显影剂；

·检查表面。

有些伞套材料可被渗透剂渗透，这种情况下应就分析结果提供证据。

渗透试验后应检查试品。如果有可见裂痕，应将伞套(必要时连同端部装配件和芯棒)在裂痕最宽部位的中间沿垂直于裂痕方向切成两半，观察两切割表面并测量裂痕深度。

c)在环境温度下对剩下的3只试品通过联接施加拉伸负荷，此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高到大约为SML的75%，然后在30 s～90 s的时间内逐渐升高到SML。如果在少于90 s的时间内达到SML的100%，则应在此负荷(100% SML)下保持90 s的剩余时间(此试验可认为等效于SML的1 min耐受试验)。

为从试验中获得更多的信息，除非有特殊原因(如:试验机的最大拉伸负荷限制)，负荷可以一直升高到试品破坏，并记录破坏负荷值和破坏状况。

* + 1. 试验判定

如果满足下列条件,则认为试验合格：

——在70% SML下96 h试验[9.3.2 a)]和100% SML下1 min耐受试验[9.3.2 c)]中均无破坏(芯棒断裂或拉脱,或端部装配件破坏)；

——按9.3.2 b)所述染色渗透法检查显示无裂痕；

——对9.3.2 b)所述切割后的两部分检查清楚地表明裂痕没有到达芯棒。

* 1. 120%规定机械负荷24h耐受试验

对±800kV及以上电压等级的复合绝缘子做120%规定机械负荷（SML）24h耐受试验。取3只正常生产的绝缘子作为试品。在环境温度下对试品通过联接施加拉伸负荷, 此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高到120% SML ，然后在此负荷下保持24h，试品应无破坏(芯棒断裂或拉脱,或端部装配件破坏)。

在环境温度下对上述3只试品通过联接施加拉伸负荷,此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高到大约为SML的75%,然后在30 s～90 s的时间内逐渐升高到试品破坏,记录破坏负荷值和破坏状况，破坏负荷值不应低于120% SML。

1. 抽样试验
   1. 总则

抽样试验使用E1和E2两种样本，样本的大小见表4，若被检验的绝缘子多于10000只，则应将其优化分成多批，每批的数量为2000只～10000只，并应分别对每批的试验结果做出判定。

试验绝缘子应从批中随机选取,买方有选择权。对选取的样本实施抽样试验。

抽样试验项目包括：

a）尺寸检查(E1+E2)；

b) 端部装配件检查(E2)；

c) 端部装配件与绝缘子伞套间界面的密封检查(E2)；

d) 规定机械负荷(SML)试验(E1)；

e) 伞套硅橡胶含量及耐电痕化和蚀损检查(E1)；

f) 镀锌层检查(E2)；

g) 空气中冲击击穿试验(E2中的1只)。

h）应力腐蚀试验(E2中的1只)。

如果样本的某一项试验不合格，则应按照10.8重复试验程序重复试验。

经抽样试验后的样品一般不应再运行使用，仅镀锌层试验采用磁力法试验后的试品可以使用。

1. 样本大小

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 批量N | 样 本 大 小 | |
| E1 | E2 |
| N≤300 | 按协议 | |
| 300＜N≤2000 | 4 | 3 |
| 2000＜N≤5000 | 8 | 4 |
| 5000＜N≤10000 | 12 | 6 |

* 1. 尺寸检查（E1+E2）

应符合图样规定尺寸及其公差。对图样未给出公差的尺寸，第6章规定的公差适用。

取按10.4 b)试验后的一只试品，在其相邻工艺定位痕迹的中间部位(适用时)或中间部位沿垂直于其轴线方向将绝缘子切成两段，在两切割断面上检查护套厚度，其值应符合图样规定，偏差不超过±1.0mm。

注:对不同电压等级或用途的产品，用户可能对最小护套厚度有不同的要求；如果用户无特殊要求，则最小护套厚度应符合DL/T1000.4—2015中4.4的规定。

* 1. 端部装配件检查(E2)

端部装配件的尺寸及公差应符合图样规定，其标准规格在GB/T 21421.1—2008中给出。当适用时，对端部装配件的检查应包括GB/T 1001.1——2003规定的锁紧系统试验。

* 1. 端部装配件与伞套间界面的密封检查(E2)和规定机械负荷(SML)验证(E1)

a) 随机从E2样本中选取一只绝缘子，根据GB/T 18851.1—2012和GB/T 18851.4—2005用着色渗透试验进行裂痕检查。检查范围包括伞套包裹端部装配件的全部界面，也包括向端部装配件以外充分延伸的附加区域。

检查应按以下步骤进行：

·用清洁剂将表面清理干净；

·渗透剂在清洁的表面作用20 min；

·开始施加渗透剂后的5 min内，在环境温度下对绝缘子端部装配件之间施加拉伸负荷，此拉伸负荷应迅速而平稳地升高到SML的70%，在此负荷下保持1 min；

·清除多余的渗透剂，并使表面干燥；

·如需要，应使用显影剂；

·检查表面。

有些伞套材料可被渗透剂渗透，这种情况应就分析结果提供证据。

70% SML 1min试验后，如果有可见裂痕，应将伞套（必要时连同端部装配件和芯棒）在裂痕最宽部位的中间沿垂直于裂痕方向切成两半，观察两切割表面并测量裂痕深度。

b)在环境温度下对E1试品通过联接施加拉伸负荷，此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高到大约为75% SML,然后在30 s～90s的时间内逐渐升高到SML。如果在少于90s的时间内达到100%SML，则应在此负荷(100% SML)下保持90 s的剩余时间(此试验可认为等效于SML的1 min耐受试验)。

为从试验中获得更多的信息,除非有特殊原因(如：试验机的最大拉伸负荷限制)，负荷可以一直升高到试品破坏，并记录破坏负荷值和破坏状况。

如果满足下列条件，则绝缘子通过本试验：

——在1 min 70% SML耐受试验a)和1min 100% SML耐受试验b)中均无破坏(芯棒断裂或完全拉脱、端部装配件破坏)发生；

——a)所述染色渗透法试验显示无裂痕；

——对a)所述切割后的两部分检查清楚地表明裂痕没有到达芯棒。

* 1. 伞套硅橡胶含量及耐电痕化和蚀损检查（E1）
     1. 硅橡胶含量检查

随机从10.4b）试验后的E1样本中选取1只绝缘子截取试样。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。其余应符合8.3.1的规定。

* + 1. 耐电痕化和蚀损检查

试样应从10.5.1选取的绝缘子上截取，其余应符合8.3.9的规定。

同一制造商同批制作的绝缘子，无论分几个检验批，10.5.2规定的耐电痕化和蚀损检查仅对其中一批实施。

* 1. 镀锌层试验(E2)

试验应按GB/T1001.1—2003对所有镀锌部件进行。

* 1. 空气中冲击击穿试验

随机从E2样本中选取一只绝缘子,按照GB/T 22079—2008中9.2.5施加水浸渍预应力后，按照8.2.3进行空气中冲击击穿试验。

试验可以在绝缘子沿轴向上选择100mm～500 mm的适当长度的3个短段进行。其中，至少一段位于绝缘子高压端；至少一段位于预期的绝缘子轴向场强最强处。当试验段位于绝缘子高压端时，端部装配件作为分段试验的电极之一。

* 1. 应力腐蚀试验

随机从E2样本中选取一只绝缘子，按8.4.2的程序执行。

* 1. 重复试验程序

如果仅有一只绝缘子或端部装配件抽样试验不合格,则应抽取原先提交试验数量两倍的新样品进行重复试验。

重复试验应包括未通过的该项试验。

如果有两只或更多绝缘子或端部装配件抽样试验中的任何一项不合格，或在重复试验中有任何一项试验不合格,则认为该批绝缘子不符合本标准要求,并由制造商收回。

若能清楚地识别不合格的原因,制造商可以从该批中剔除所有存在该缺陷的绝缘子。挑选后的批可再次提交重复试验,试品数量为第一次试验数量的3倍。如果在此重复试验中有任一绝缘子不合格,则认为该批绝缘子不符合本标准要求,并由制造商收回。

1. 逐个试验
   1. 机械逐个试验

每只绝缘子均应在环境温度下耐受的逐个拉伸负荷(RTL)，且持续至少10s。

* 1. 外观检查

应检查每只绝缘子的外观，其中伞套优先选择挤包护套和穿伞的制造工艺。端部装配件在绝缘件上的安装应符合图样，在满足运行条件下，端部装配件优先选择环式连接结构。绝缘子的颜色应和图样规定大致相同。绝缘子的标志应符合本文件规定(见第4章)。

绝缘子应在端部装配件和伞套接触部位安装锌环或锌套，其外露部分宽度和厚度应不小于3mm。锌与金属基体熔合面积的比例应不小于80%。

绝缘子表面存在的工艺痕迹和标志不属于制造缺陷,但其面积应计入表面缺陷总面积。绝缘子表面缺陷总面积不应超过绝缘子总表面积的0.2 %。

不应有以下缺陷：

a)单个面积大于25 mm2或深度大于1mm的表面缺陷；

b)伞根部有裂痕，特别是靠近端部装配件的伞；

c)伞套与端部装配件结合处分离或粘接不足(若适用)；

d)伞与护套之间的界面分离或有粘接缺陷；

e)伞套表面有凸起超过1mm的合模缝。

1. 环境条件和选用

高硅橡胶含量复合绝缘子的应用暂不宜超出现有技术复合绝缘子的成熟应用范围，使用的环境条件和相应的外绝缘选择应符合Q/GDW1152.2—2014中表3的规定。

如有特殊环境（包括特别严重的污秽度、特殊污秽成分等）的应用需求，应先通过该环境下伞套电蚀性和阻燃性的运行验证试验，验证试验的其余事项应符合8.3.14的规定。

在满足运行条件下，±400kV及以上电压等级的 V串、跳串等易承受弯曲荷载的绝缘子宜采用环式连接的端部装配件。

±400kV及以上电压等级绝缘子宜优先选用挤包护套、穿伞制造工艺，以确保芯棒-护套界面质量。

高硅橡胶含量复合绝缘子应进行第三方抽样试验，±500kV及以下电压等级绝缘子的第三方抽样试验应符合本文件第10章的规定，±800kV及以上电压等级绝缘子的第三方抽样试验应符合Q/GDW13254.1—2019中表15及本文件10.5的规定。

1. 运输、存储和安装

绝缘子制造商应提供产品运输、储存和安装过程中满足一般条件的适当的说明和信息。这些说明也可包括维护和清洗建议。安装或运行在非标准配置中时，绝缘子可能承受设计中未考虑的较大的扭转、压缩或弯曲负荷。GB/T34937—2017附录B提供了有关这些负荷的相关导则。运输和储存的其余事项应符合DL/T1000.4—2018第7章的规定。

1. 运行维护

运行高硅橡胶含量复合绝缘子的抽检试验项目见表5。

伞套硅橡胶含量试验应从绝缘子高压侧的端部装配件与第一片伞之间的护套上取一个试样，从第一片伞与第二片伞之间的护套上取一个试样。取样前应擦去护套表面的污层，取样深度范围为护套表面至约1mm深。硅橡胶含量小于30%为不合格。

运行维护的其余事项应符合DL/T1000.4—2018中6.2、6.3、第9章和第10章的规定。

1. 运行绝缘子抽检试验项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 试验项目名称 | 试品数量 | 试验方法 |
| 1 | 憎水性试验 | E1+E2 | GB/T24622—2009 |
| 2 | 带护套芯棒水扩散试验 | E2 | 8.4.1 |
| 3 | 水煮后的空气中冲击击穿试验 | E2 | 10.7 |
| 4 | 密封性能试验 | E1中取1支 | 10.4 |
| 5 | 机械破坏负荷试验 | E1 | 10.4 |
| 6 | 伞套硅橡胶含量试验 | E1中取2支 | 第14章和8.3.1 |
| 注1：密封性能试验施加的机械拉伸负荷为90%SML。  注2：为积累运行经验，建议测量抽检绝缘子的污秽度。 | | | |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_