



中华人民共和国国家标准

GB/T 24839—2018
代替 GB/Z 24839—2009

1 000 kV 交流系统用支柱绝缘子技术规范

Technical specification of post insulators for 1 000 kV a.c.system

2018-07-13 发布

2019-02-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 一般使用条件	2
5 通用技术要求	3
6 瓷支柱绝缘子	6
7 工厂复合化支柱绝缘子.....	10
8 复合支柱绝缘子.....	14
9 包装、标志、运输和安装.....	19
附录 A (资料性附录) 特高压工程用 1 000 kV 瓷支柱绝缘子的尺寸特性	20

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/Z 24839—2009《1 000 kV 交流系统用支柱绝缘子技术规范》。

本标准与 GB/Z 24839—2009 相比,主要技术变化如下:

——增加了串补平台用支柱瓷绝缘子的技术要求(见 5.2.3);

——增加了工厂复合化支柱绝缘子的术语、定义及技术要求(见 3.2、第 7 章)。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国特高压交流输电标准化技术委员会(SAC/TC 569)归口。

本标准主要起草单位:国家电网公司、中国电力科学研究院有限公司。

本标准参加起草单位:西安高压电器研究院有限责任公司、抚顺电瓷制造有限公司、河北硅谷化工有限公司、山东彼岸电力科技有限公司。

本标准主要起草人:吴光亚、孙岗、张锐、王宁华、邱宁、李庆峰、王晰、陈国强、季方、邓桃、党镇平、汤晓中、宋福如、罗融。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/Z 24839—2009。

1 000 kV 交流系统用支柱绝缘子技术规范

1 范围

本标准规定了 1 000 kV 支柱绝缘子的一般使用条件、技术要求、检验规则、包装、标志和运输。

本标准适用于 1 000 kV 母线、隔离开关、电抗器、串补平台等电力设备上使用的瓷支柱绝缘子、工厂复合化支柱绝缘子及实芯复合支柱绝缘子(以下简称“绝缘子”)。直流系统用支柱绝缘子也可参考使用。

本标准不包括为特定运行条件下选取支柱绝缘子所涉及的一些要求。

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 197 普通螺纹公差
- GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 529 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定(裤形、直角形和新月形试样)
- GB/T 772 高压绝缘子瓷件技术条件
- GB/T 1408.1 绝缘材料电气强度试验方法 第 1 部分:工频下试验
- GB/T 1462 纤维增强塑料吸水性试验方法
- GB/T 1692 硫化橡胶绝缘电阻率的测定
- GB/T 1800.1 产品几何技术规范(GPS)极限与配合 第 1 部分:公差、偏差和配合的基础
- GB/T 1800.2 产品几何技术规范(GPS)极限与配合 第 2 部分:标准公差等级和孔、轴极限偏差表
- GB/T 2900.5 电工术语 绝缘固体、液体和气体
- GB/T 2900.8 电工术语 绝缘子
- GB/T 4585 交流系统用高压绝缘子的人工污秽试验
- GB/T 6553 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 8287.1 标称电压高于 1 000 V 系统用户内和户外支柱绝缘子 第 1 部分:瓷或玻璃绝缘子的试验
- GB/T 8287.2 标称电压高于 1 000 V 系统用户内和户外支柱绝缘子 第 2 部分:尺寸与特性
- GB/T 10707 橡胶燃烧性能的测定
- GB/T 14691 技术制图 字体
- GB/T 16585 硫化橡胶人工气候老化(荧光紫外灯)试验方法
- GB/T 25096 交流电压高于 1 000 V 变电站用电站支柱复合绝缘子 定义、试验方法及接收准则
- GB/T 26218.2 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 2 部分:交流系统用瓷和玻璃绝缘子
- DL/T 376 复合绝缘子用硅橡胶绝缘材料通用技术条件
- DL/T 627 绝缘子用常温固化硅橡胶防污闪涂料
- DL/T 859 高压交流系统用复合绝缘子人工污秽试验

DL/T 1048 标称电压高于 1 000 V 的交流用棒形支柱复合绝缘子——定义、试验方法及验收规则

DL/T 1474 标称电压高于 1 000 V 交、直流系统用复合绝缘子憎水性测量方法

JB/T 3567 高压绝缘子 无线电干扰试验方法

JB/T 4307 绝缘子胶装用水泥胶合剂

JB/T 5891 绝缘子用黑色金属铸件 技术条件

JB/T 8177 绝缘子金属附件热镀锌层 通用技术条件

JB/T 9673 绝缘子产品包装

JB/T 9674 超声波探测瓷件内部缺陷

3 术语和定义

GB/T 2900.5、GB/T 2900.8、GB/T 8287.1、GB/T 25096 和 DL/T 1048 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实芯复合支柱绝缘子 solid composite post insulator

由承受负荷的圆柱体实心绝缘芯体、硅橡胶伞套和固定在绝缘芯体上的端部装配件构成的支柱绝缘子。

注：瓷芯也是芯体的一种。

3.2

工厂复合化支柱绝缘子 factory compounding porcelain post insulator

在工厂内采用机械化涂覆方式，对支柱瓷绝缘子实施防污闪涂料的涂装，构成的以瓷绝缘子为本体、防污闪涂层为绝缘表面的支柱绝缘子。

4 一般使用条件

一般使用条件见表 1。

表 1 一般使用条件

序号	名称		单位	典型参数			
1	周围空气温度	最高气温	℃	40			
		最低气温	℃	－40			
		最大日温差	K	25			
		最热月平均气温度	℃	30			
2	海拔高度		m	≤1 000			
3	太阳辐射强度		W/cm ²	0.1			
4	污秽等级		级	b	c	d	e
5	覆冰厚度		mm	10			
6	风速 ^a		m/s	35			
7	湿度	日相对湿度平均值	%	95			
		月相对湿度平均值		90			

表 1 (续)

序号	名称	单位	典型参数
8	安装环境	—	户外
9	安装方式	—	直立
a 离地面高 10 m 处,持续 10 min 的 100 年平均最大风速。			

5 通用技术要求

5.1 一般技术要求

5.1.1 总则

绝缘子应满足本标准以及规定程序批准的技术条件和图样。

5.1.2 外形参数

绝缘子的外形参数应符合 GB/T 26218.2 的规定。

5.1.3 统一爬电比距 USCD

适用于 b、c、d、e 污秽等级的绝缘子,推荐绝缘子的统一爬电比距 USCD 分别取相应污秽等级爬电比距的中值。根据使用环境需要,也可以在相应污秽等级爬电比距的上限和下限之间选取适当的统一爬电比距。

5.1.4 绝缘子外观质量和主要尺寸

除符合图样要求外,其余应符合 GB/T 8287.1、GB/T 8287.2、GB/T 25096 和 DL/T 1048 的规定。

5.1.5 其他技术要求

绝缘子其他技术要求应符合 GB/T 8287.1、GB/T 8287.2、GB/T 25096 和 DL/T 1048 的规定。

5.2 尺寸特性

5.2.1 一般要求

除非供需双方另有协议,本标准规定的尺寸特性应满足 GB/T 8287.1 和 GB/T 8287.2 的要求。绝缘子的尺寸特性规定如下:

- a) 结构高度;
- b) 绝缘件的最大公称直径;
- c) 公称爬电距离;
- d) 安装结构;
- e) 公差。

绝缘子的尺寸按图样的规定检查。应特别注意影响互换性的尺寸。

附录 A 给出了 1 000 kV 支柱绝缘子的典型尺寸特性。

5.2.2 允许偏差

除非供需双方另有协议,规定未标注偏差尺寸的允许偏差如下:

当 $d \leq 300$ 时, $\pm(0.04d + 1.5)$ mm

当 $d > 300$ 时, $\pm(0.025d + 6)$ mm

式中 d 为被检尺寸,单位: mm。

5.2.3 爬电距离允许偏差

本标准规定绝缘子的爬电距离的最小值不小于公称爬电距离,没有负偏差,正偏差不作规定。

5.2.4 其他公差

上下附件端面平行度、上下附件安装孔中心圆轴线间最大偏差和安装孔角度偏差允许偏离的最大值见表 2。

表 2 其他公差

类别		结构高度 mm	上下附件端 面平行度 mm	上下附件安装孔中心 圆轴线间最大偏差 mm	轴线直线度 mm	安装孔角 度偏差
母线、隔离开关用棒形 支柱瓷绝缘子	元件	$1.5 + 0.001h$	$0.001h$	$2(1 + 0.001h)$	$1.5 + 0.006h$	1°
	整柱	—	—	—	—	—
串补平台用棒形支柱 瓷绝缘子	元件	$0.001h$	$0.000\ 5h$	$2(1 + 0.001h)$	$1.5 + 0.005h$	1°
	整柱	柱间差 ≤ 5	$0.000\ 5h$	5	$1.5 + 0.002h$	1°
注 1: h 是以 mm 表示的支柱绝缘子元件或整柱的高度。 注 2: 安装孔角度是指顺时针或逆时针方向。 注 3: 柱间差是指任意 2 柱支柱绝缘子的整柱结构高度的差值。						

5.2.5 伞倾角

若设计图样显示绝缘子伞上表面的伞根和伞缘的连线为直线时,应测量其平均伞倾角,平均伞倾角的允许偏差为 $\pm 3^\circ$ 。

应选择大致位于绝缘子顶部、中部和底部的三个伞,在所选伞的四个垂直方向上测量。计算 12 次测量的平均值并与图样上的规定值比较。

测量方法见 GB/T 8287.1。

5.3 安装结构

安装结构要求如下:

- a) 安装螺孔中心距偏差不得超过 ± 0.5 mm;
- b) 安装光孔中心距偏差不得超过 ± 1 mm;
- c) 安装螺孔偏差按 GB/T 197 中等精度;
- d) 安装光孔偏差按 GB/T 1800.1 和 GB/T 1800.2 中的‘H16 级’;
- e) 螺孔的螺纹有效长度不小于公称螺纹直径。

5.4 电气特性

支柱绝缘子的绝缘水平见表 3。

表 3 支柱绝缘子电气特性

标称电压 kV	最高运行电压 kV	干雷电冲击耐受电压 kV(峰值) 不小于	湿操作冲击耐受电压 kV(峰值) 不小于	1 min 湿工频耐受电压 kV(有效值) 不小于	无线电干扰电压 μV 不大于
1 000	1 100	2 400	1 800	1 100	500
注：无线电干扰试验仅适用于母线支柱绝缘子。在 700 kV 电压、1 MHz 频率下测量其无线电干扰电压。					

5.5 机械强度等级

绝缘子的机械强度等级是按规定的弯曲破坏负荷值确定的。机械强度标准值是按支柱绝缘子直立安装、负荷水平施加于其顶部进行弯曲试验时的最小破坏负荷规定的。

a) 单柱机械强度标准值规定如下：

弯曲破坏负荷：8 kN, 10 kN, 12.5 kN, 16 kN, 20 kN。

扭转破坏负荷：8 kN·m, 10 kN·m, 20 kN·m。

b) 串补平台用棒形支柱瓷绝缘子，其抗压强度不小于 1 200 kN，其他绝缘子的拉伸或压缩机械强度不作规定。

5.6 安装地点海拔

绝缘子在高于海拔 1 000 m 条件下使用时，其外绝缘特性应进行相应修正。

5.7 人工污秽特性

绝缘子应在给定的试验污秽度下其耐受电压不低于 $1.1 \times 1\,100 / \sqrt{3}$ kV。

5.8 可见电晕

在 $1.1 \times 1\,100 / \sqrt{3}$ kV 电压下，户外晴天夜晚无可见电晕。

5.9 金属附件

绝缘子金属附件符合 JB/T 5891 的规定。

绝缘子法兰一般采用铸钢件或球墨铸铁件。电抗器支撑用支柱绝缘子应考虑采用非磁性金属附件。

绝缘子各元件之间采用不锈钢或热镀锌螺栓连接，其强度等级应不小于 8.8 级。

注：评价电抗器用绝缘子金属附件发热的试验方法正在研究之中。

5.10 镀锌层

绝缘子金属附件的热镀锌层符合 JB/T 8177 的规定。

5.11 均压环

均压环应满足可见电晕和无线电干扰的要求。

绝缘子均压环的材料使用铝合金，并具有足够的机械强度。均压环表面外观平整、光滑、无毛刺。绝缘子均压环安装位置与需方协商共同确定。

5.12 连接要求

支柱绝缘子的顶部连接用端面满足用户提供的导体及其固定金具的要求。制造商提供顶部连接用端面的材质和尺寸。

5.13 抗震设防水平

绝缘子至少应满足抗震设防水平为 8 度($0.2g \sim 0.3g$)的要求。

根据实际工程和产品特性,由供需双方协商产品地震试验的试验参数和试验方法。

5.14 标志

在绝缘件或金属附件上标明制造商名称或商标以及制造年份。此外,绝缘子还要求标明其弯曲破坏负荷或扭转破坏负荷。这些标志清晰牢固。

6 瓷支柱绝缘子

6.1 技术要求

6.1.1 瓷件

瓷件技术要求如下:

- a) 绝缘子的瓷件符合 GB/T 772 的规定;
- b) 瓷件采用高等级、材质紧密均匀的原材料,等静压干法成型制造,并完全均匀地烧结瓷化;
- c) 绝缘子的未胶装法兰的瓷件满足打击试验要求,方法是用木榔头(加适当的力)自上而下依次每翻转 120° 重复打击一次伞裙;
- d) 绝缘子的瓷件按 JB/T 9674 的规定逐个进行超声波探伤检测;
- e) 绝缘子的瓷件在胶装前应按表 7 进行温度循环试验。

6.1.2 釉面

釉面的外观质量符合 GB/T 772 的要求。在正常的使用条件下不产生裂纹或碎裂,也不因温度的突变、环境中的臭氧、酸、碱和灰尘等受影响。

6.1.3 水泥和胶合剂

绝缘子使用 JB/T 4307 规定的 42.5R 强度等级及以上的硅酸盐水泥,或特制的高强度低膨胀水泥配制成的胶合剂进行胶装。水泥胶合剂满足 JB/T 4307 的要求,其压蒸膨胀率小于 0.10% 。水泥不引起金属部件的化学反应。外露水泥表面平整、无裂纹。瓷件和金属附件与胶合剂接触表面应均匀涂一层缓冲层,胶装不准许埋砂,同时露砂高度应不大于 20 mm,砂线在圆周上应平直。

法兰与瓷件胶装用胶合剂外露部分应涂硅橡胶类防水材料进行密封,硅橡胶线在圆周上应平直。

6.1.4 配柱要求

对于串补平台用棒形支柱瓷绝缘子,其配柱方式和要求包括:

- a) 将配组为一柱的每节元件的元件代号、生产年月、跟踪号、产品形位公差统一记录。并根据形位公差大小将绝缘子元件进行配柱编号,提高整柱绝缘子的形位公差控制水平。
- b) 配柱好的每节元件都应有配柱编号,配柱编号与可追溯性标识粘在同一伞上,且粘在产品代号左侧 20 mm 处。

- c) 配柱编号采用椭圆形不干胶粘贴,椭圆长半轴 18 mm,短半轴 8.5 mm,配柱编号为白底蓝字蓝边,边宽 1 mm,标识采用 7 号直体字,字间距 1 mm,字体应符合 GB/T 14691 的规定。
- d) 配柱编号分为两部分,前一部分表示配柱序号,从 001~00N,后一部分表示每组中的安装节号,从 1~5。两部分中间用“-”分隔,配柱编号样式:上数第一节元件“001-1”,上数第二节元件“001-2”,中间节元件“001-3”,下数第二元件“001-4”,下数第一元件“001-5”。

6.2 检验规则

6.2.1 基本要求

用户在订购绝缘子时,宜要求制造商保证出厂的绝缘子符合本标准的要求。

6.2.2 试验分类

绝缘子的检验一般分型式试验、抽样试验和逐个试验。

6.2.3 型式试验

型式试验对一种新设计的绝缘子仅进行一次,以后若其结构、材料或工艺改变时才重复进行。当改变仅影响某些特性时,则仅重复与这些特性有关的试验。若某种绝缘子已通过了型式试验,并且具有有效的试验报告证书(这种绝缘子称为已试绝缘子),而另一种新设计的绝缘子与之相比在机械设计上等同或在电气设计上等同的话,则不必再进行机械型式试验或电气型式试验,但对供需双方另有协议的除外。机械设计、电气设计上等同的规定见 GB/T 8287.1。

型式试验的机械试验报告证书 10 年内有效;型式试验的电气试验报告证书永久有效。

6.2.4 抽样试验

抽样试验用来检验绝缘子因制造过程和材料性能而变化的特性。

抽样试验用作验收试验,应在已符合逐个试验要求的绝缘子批中随机抽取的绝缘子上进行。

6.2.5 逐个试验

逐个试验用来剔除有缺陷的产品,试验是在制造过程中进行的。该试验对每个绝缘子都进行。

6.2.6 型式试验的要求

6.2.6.1 试品的选取

型式试验时对每一种破坏性试验项目选取的试品数为 1 柱,试品先经受逐个试验并符合要求。

在型式试验前先检验型式试验用支柱绝缘子的有关尺寸。可以使用尺寸超出图纸或本标准规定公差的绝缘子进行型式试验,但要考虑其不影响试验结果。釉面上的缺陷面积超过允许值的绝缘子也可用于型式试验。

6.2.6.2 电气型式试验

电气型式试验项目符合表 5 的规定。已试绝缘子电气型式试验得到的结果可以代表与其在“电气设计上等同”的所有支柱绝缘子。“电气设计上等同”的支柱绝缘子是指其所用材料和工艺过程与已试绝缘子相同,“电气设计上等同”还考虑金属附件的形状和尺寸对“电气设计上等同”的影响,并且与已试绝缘子相比同时具有下列特性的支柱绝缘子。

- a) 干弧距离相同或较大;
- b) 公称杆径相同或较小;

- c) 金属附件的数量和位置相同；
- d) 公称伞间距相同，相差为±5%；
- e) 公称伞伸出相同，相差为±10%；
- f) 伞形相同。

6.2.6.3 机械破坏负荷型式试验

通常对所有类型的支柱绝缘子进行弯曲破坏负荷试验。当有要求时，拉伸、扭转、压缩试验也可作为型式试验。户外棒形支柱绝缘子除进行弯曲破坏负荷试验外，还要进行扭转试验。

已试绝缘子机械破坏负荷型式试验得到的结果可以代表与其在“机械设计上等同”的所有支柱绝缘子。“机械设计上等同”的支柱绝缘子是采用与已试绝缘子相同材料和相同工艺制造过程在同一制造厂生产的。由于影响支柱绝缘子强度的材料、制造过程及尺寸等所有这些因素对“机械设计上等同”是同样的，因而“机械设计上等同”的绝缘子弯矩强度值($P_0 \times h$)、拉伸强度值及扭转强度值与其应是相同的。当应用“机械设计上等同”时，考虑高度不同对支柱绝缘子压缩强度的影响。在确定“机械设计上等同”时，考虑伞伸出、伞间距和伞形明显变化造成的影响。且与已试绝缘子相比同时具有下列特性的支柱绝缘子：

- a) 公称杆径相同；
- b) 瓷件与金属附件的连接结构相同；
- c) 金属附件与瓷件连接部位的形状和尺寸相同；
- d) 公称高度相差不超过±20%。

6.2.7 抽样试验的规则和程序

绝缘子按批进行抽样试验。

从逐个试验合格的绝缘子批中抽样，需方有权抽样。在抽样试验中性能受到影响的绝缘子不提交使用。

样本容量按表 4 的规定。根据绝缘子试验要求分组抽样。每一组样本容量为 n_1 ，适用于有弯曲要求的试验；第二组样本容量为 n_2 ，适用于有扭转要求的试验。

表 4 第一次抽样样本容量数值表

批量	样本容量	
	第一组 n_1	第二组 n_2
$N \leq 15$	1	1
$16 < N \leq 25$	2	1
$26 < N \leq 50$	2	2

抽样试验按计件二次试验程序进行。

抽样试验中如仅有一柱试品不符合该抽样组的任何一项要求，则在同一批中抽取第一次样本容量两倍数量的绝缘子进行重复试验。重复试验包括不合格的那项试验及在该项试验以前的并对该项试验有影响的项目。重复试验如仍有任何一项不合格，则认为该批不合格。

第一次抽样试验中如有 2 柱或以上的试品不符合任何一项要求，或某抽样组计件检查中，第一次抽样时即被判断为拒收，则认为该批不合格。

如果仅仅是尺寸检查不合格，则允许逐个精选。

6.2.8 试验项目

6.2.8.1 型式试验项目

型式试验项目按表 5 的规定。

表 5 型式试验项目

序号	试验名称	试品数量	试验方法
1	尺寸检查	1 柱+1 节(上元件)	GB/T 8287.1 GB/T 8287.2
2	雷电冲击干耐受电压试验	1 柱	GB/T 8287.1
3	湿操作冲击湿耐受电压试验	1 柱	GB/T 8287.1
4	湿工频湿耐受电压试验	1 柱	GB/T 8287.1
5	无线电干扰及可见电晕试验	1 柱	JB/T 3567
6	人工污秽耐受试验	1 柱	GB/T 4585
7	温度循环试验	1 柱+1 节(上元件)	GB/T 8287.1
8	机械破坏负荷试验	经项 7 试验后 全部 1 柱+1 节(上元件)	GB/T 8287.1
9	孔隙性试验	经项 8 试验后瓷块 (同窑每柱试品取 1 块)	GB/T 8287.1
10	镀锌层试验	经项 1 试验后的法兰	JB/T 8177
注 1: 项 2、3、4、5、6 试验的试品需经过项 1 试验,可以共用 1 柱产品。 注 2: 当与需方互有协议时,也可进行正常环境温度时机械负荷下的偏移试验。 注 3: 温度循环试验时,热水与冷水的温差为 50 K,循环 3 次。			

电气型式试验仅对一柱试品进行,人工污秽耐受试验可根据试验条件对一柱或若干柱试品进行。

1 柱试品用来进行一种机械破坏负荷试验(如弯曲),若要进行弯曲、扭转或压缩机械破坏负荷试验,则需再选取同样数量的试品进行试验,再选取的绝缘子仅进行该机械破坏负荷试验即可。试验时,即使只有一柱绝缘子不符合本表任何一项要求,型式试验也不合格。

6.2.8.2 抽样试验项目

抽样试验项目按表 6 的规定。

表 6 抽样试验项目

序号	试验名称	试验依据	试验方法
1	尺寸检查	GB/T 8287.1 及图样	GB/T 8287.1
2	镀锌层试验	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1
3	温度循环试验	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1
4	机械弯曲破坏负荷试验	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1

表 6（续）

序号	试验名称	试验依据	试验方法
5	机械扭转破坏负荷试验	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1
6	孔隙性试验	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1
注：镀锌层试验仅对有镀锌层的绝缘子进行。需要时，也允许在所使用的同一批附件中单独抽取附件进行试验。			

一组试品（如第一组）只能用来进行一种破坏负荷试验（如弯曲），若要进行两种破坏负荷试验（弯曲和扭转），则再选取一组（第二组）试品（ n_2 ）进行序号 1、3、5 的试验。

6.2.8.3 逐个试验项目

逐个试验的项目按表 7 的规定。

表 7 逐个试验项目

序号	试验名称	试验依据	试验方法
1	外观检查	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1
2	结构高度检查	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1
3	温度循环试验	6.1.1	GB/T 8287.1
4	超声波探伤试验	JB/T 9674	JB/T 9674
5	逐个弯曲试验	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1
6	形位公差检查	GB/T 8287.1	GB/T 8287.1
注 1：项 3、项 4 试验是在胶装前的瓷件上进行的。 注 2：温度循环试验的温差为 50 K，冷、热水中各停留 30 min，循环 1 次。 注 3：项 6 仅适用于串补平台用支柱绝缘子元件。			

逐个试验中，如绝缘子不符合表 7 中规定的任何一项要求，则此绝缘子不合格。

7 工厂复合化支柱绝缘子

7.1 一般规定

对于满足污区规定的统一爬电比距的瓷支柱绝缘子，表面喷涂防污闪涂料后，可提高一级使用。

7.2 瓷支柱绝缘子

工厂复合化前，瓷支柱绝缘子应满足本标准及 GB/T 8287.1 的要求。

7.3 防污闪涂料

7.3.1 总则

防污闪涂料及涂层需满足 DL/T 627 的规定。

7.3.2 外观

色泽均匀的流动性黏稠液体，无机械杂质、无絮状物沉淀、色泽均匀。

涂层外观满足以下要求：

- a) 涂层均匀、光滑、平整、无流挂、无流淌、无漏涂、无气泡、无拉丝、无缺损。
- b) 涂层表面凸出颗粒物的高度不大于 1 mm、直径不大于 2 mm,单个伞裙上的凸出颗粒数不多于 10 个,绝缘子元件的涂层表面的凸出颗粒总数不大于 50 个。

7.3.3 硫化时间

- a) 表干时间不大于 45 min(25 °C ± 2 °C,相对湿度 40%~70%);
- b) 固化时间不大于 72 h(25 °C ± 2 °C,相对湿度 40%~70%,涂层厚度为 0.4 mm ± 0.1 mm)。

7.3.4 绝缘性能

绝缘性能满足：

- a) 体积电阻率：不小于 $1.0 \times 10^{12} \Omega \cdot m$;
- b) 介电强度 E ：不小于 18 kV/mm (试样厚度 1 mm ± 0.1 mm);
- c) 耐漏电起痕及电蚀损：不小于 TMA2.5 级。

7.3.5 机械性能

机械性能满足：

- a) 涂层附着力(划圈法)：不低于 2 级;
- b) 粘接后拉伸剪切强度：不小于 3.0 MPa;
- c) 抗撕裂强度(直角形试样)：不小于 7.0 kN/m;
- d) 机械扯断强度：不小于 3.0 MPa;
- e) 拉断伸长率：不小于 200%;
- f) 耐磨性：不大于 0.2 g。

7.3.6 可燃性

达到 FV-1 级。

7.3.7 憎水性特性

憎水性特性包括以下 4 个特性：

- a) 憎水性的分级特性：一般为 HC1~HC2,且 HC3 级的试品不多于 1 个;
- b) 憎水性的减弱特性：一般为 HC3~HC4,且 HC5 级的试品不多于 1 个;
- c) 憎水性的恢复特性：一般为 HC2~HC3,且 HC4 级的试品不多于 1 个;
- d) 憎水性的迁移特性：一般为 HC2~HC3,且 HC4 级的试品不多于 1 个。

7.3.8 自洁性

采用玻璃微珠法进行评价时,其自洁性应不小于 2 级;采用薄膜法进行评价时,其薄膜应不吸附于涂层表面。

室内评价采用玻璃微珠法,现场评价采用薄膜法。试验方法见 DL/T 627。

7.3.9 耐腐蚀性

在酸、碱、盐、变压器油介质下,涂层无起皱、脱落、起泡等,附着力不低于 2 级。

7.3.10 污耐压性能

对于参考盘形悬式绝缘子(如 U160B),按 DL/T 859 所规定的试验方法,在试验盐密(SDD)为

0.1 mg/cm² 和灰密(NSDD)为 0.5 mg/cm² 下,污层表面憎水性充分迁移后,相同试验条件下有涂层的绝缘子污闪电压 U_1 相对无涂层的绝缘子的污闪电压 U_2 之比不小于 2.0(固体层法)。

7.3.11 涂层厚度

涂层厚度不小于 0.3 mm,或由供需双方协商确定。

7.4 复合化涂覆

7.4.1 基本要求

7.4.1.1 工厂有配套的厂房、设备、人员、检验手段和相关技术、质量管理文件。

7.4.1.2 绝缘子和防污闪涂料满足本标准的规定。绝缘子需经逐个试验和抽样试验合格,防污闪涂料经抽样试验合格,方可用于工厂复合化。

7.4.2 环境及大气条件

环境及大气条件要求包括:

- a) 涂装作业区域内无扬尘,并设有排风换气装置;
- b) 作业环境温度一般在 10 ℃~30 ℃,环境湿度小于 80 %;
- c) 严禁在可能导致绝缘子表面受潮的大气条件下进行涂覆作业。

7.4.3 涂覆作业前准备工作

涂覆作业前准备工作包括:

- a) 绝缘子的绝缘体表面清洁,且处于干燥状态;
- b) 对于油渍等影响防污闪涂料附着力的污染物应采用适宜的清洗剂和清洗程序处理,并将清洗剂残留物清除干净;
- c) 严禁使用可能对瓷釉表面造成损伤的清洗工具及清洗剂;
- d) 对绝缘子的法兰等不准许涂装的部位进行隔离保护。

7.4.4 工厂复合化装置及工艺控制

工厂复合化涂覆宜采用机械化浸涂、喷涂或淋涂等方法。

7.5 检验

7.5.1 试验分类

绝缘子工厂复合化涂层的检验一般分抽样试验和逐个试验。

7.5.2 抽样试验的规则和程序

工厂复合化后的绝缘子元件按批进行抽样试验。以同批涂料、同一工艺方法连续实施的工厂复合化后的绝缘子元件作为一批。最大批量不超过 100 节。

抽样试验的试品从逐个试验合格后的元件中抽取,需方有权抽样。抽样试验合格后的绝缘子元件方可交货。抽样试验合格的试品经修复后可以使用。

绝缘子元件样本容量按表 8 的规定。

表 8 抽样样本容量数值表

批量 节	样本容量 节
$N \leq 50$	2
$50 < N \leq 100$	5

抽样试验按计件二次试验程序进行。

抽样试验中如仅有 1 节试品不符合任何一项(不包括外观)要求,则在同一批产品中抽取第一次样本容量两倍数量的绝缘子元件进行重复试验。重复试验如仍有任何一项不合格,则认为该批不合格。

第一次抽样试验中如有 2 节或以上的试品不符合任何一项要求,则认为该批不合格。

如果仅仅是外观检查、涂层厚度抽样不合格时,允许对该批进行处理和补涂直至合格。然后对未抽取的绝缘子重新加倍抽样。

7.5.3 试验项目

7.5.3.1 抽样试验

若被检验的绝缘子元件的每批数量多于 100 节,则按本标准 7.5.2 的规定分成若干批,试验结果分别对每批作出评定。

涂层抽样试验项目见表 9。

表 9 涂层抽样试验项目

序号	试验名称	试验依据	试样数量	试验方法
1	外观检查	7.3.2	全部	7.5.4.1
2	附着性检验	7.3.5	全部	7.5.4.2
3	涂层厚度测量	7.3.11	全部	7.5.4.2
4	憎水性测量	7.3.7	全部	7.5.4.3
5	自洁性能试验	7.3.8	全部	7.5.4.4

7.5.3.2 逐个试验

逐个试验项目仅进行外观检查。当外观不合格时,允许逐个元件处理至合格。

7.5.4 试验方法

7.5.4.1 外观检查

通过目测对涂层的外观逐个检查。

7.5.4.2 附着性及涂层厚度测量

在单个复合化绝缘子元件取 5 个试样(面积不小于 1 cm^2),其中上表面 2 个、杆体 1 个、下表面 2 个。对绝缘子元件的涂层用手术刀切开后,采用手工剥离的方式加载外力,施力方向与涂层表面形成大于 30° 夹角,推动涂层检查附着性。

取复合化绝缘子元件(如元件较大时可以相似的较小元件替代)在其表面切去三道 15 mm 宽的涂

层,置于室温下的清洁自来水容器中浸泡,持续 96 h,应无起皱、起泡和脱落,附着牢固。

采用上述试样,按照 DL/T 627 所规定的方法进行厚度测量,或其他等效的测厚方法。

取得涂层厚度的每个试样测量 3 个不同点,取其平均值为该试样厚度值。

7.5.4.3 憎水性测量

试验方法见 DL/T 1474。

7.5.4.4 自洁性能试验

在单个复合化绝缘子元件取 3 个位置的表面试样。将聚乙烯薄膜(厚度为 $3\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$)覆盖于清洁的涂层表面,沿薄膜表面压实一遍;然后沿与涂层表面呈 90° 方向揭起薄膜,在揭起过程中观察薄膜在涂层表面的吸附状态。当薄膜剥离涂层表面时,涂层与薄膜之间无明显吸附力,则该涂层自洁性合格。

8 复合支柱绝缘子

8.1 技术要求

8.1.1 伞裙、护套材料

8.1.1.1 憎水性

伞裙、护套的憎水性满足 DL/T 376、DL/T 1474 的要求。

8.1.1.2 电气性能

硅橡胶绝缘材料的电气性能满足:

- a) 体积电阻率不小于 $1.0\times 10^{12}\ \Omega\cdot\text{m}$;
- b) 表面电阻率不小于 $1.0\times 10^{12}\ \Omega$;
- c) 击穿场强不小于 $20\ \text{kV/mm}$ (厚度:1 mm);
- d) 耐漏电起痕及电蚀损不小于 TMA4.5 级;
- e) 可燃性:FV-0 级。

8.1.1.3 机械性能

硅橡胶绝缘材料的机械性能满足:

- a) 抗撕裂强度(直角形试样)不小于 $10\ \text{kN/m}$;
- b) 机械扯断强度不小于 $4.0\ \text{MPa}$;
- c) 拉断伸长率不小于 200%。

8.1.1.4 最小护套厚度

绝缘子最小护套厚度一般不小于 6.0 mm。

8.1.1.5 外观质量

绝缘子伞套表面单个缺陷(如缺胶、杂质、凸起等)面积不超过 $25\ \text{mm}^2$,深度不大于 1 mm,凸起表面和合缝平整,凸起高度不超过 0.8 mm,总缺陷面积不超过绝缘子总表面积的 0.2%。

8.1.2 芯体材料要求

芯体材料要求如下：

- a) 吸水率小于 0.05 %；
- b) 雷电冲击耐受电压不小于 100 kV(10 mm 长)；
- c) 染色渗透试验时间不小于 15 min；
- d) 水扩散试验中的泄漏电流不大于 1 mA(r.m.s)。

8.1.3 机械特性

8.1.3.1 弯曲负荷

弯曲负荷要求如下：

- a) 绝缘子能耐受四向 10 s 弯曲负荷试验而不损坏,其试验负荷为额定弯曲负荷的 50 %；
- b) 绝缘子能耐受 90 s 额定弯曲负荷试验而不损坏；
- c) 绝缘子能耐受 96 h 的 1.1MDCL 额定机械弯曲负荷试验而不损坏。

8.1.3.2 扭转负荷

扭转负荷要求如下：

- a) 绝缘子能耐受 10 s 扭转负荷试验而不损坏,其试验负荷为额定扭转负荷的 50 %；
- b) 绝缘子能耐受 90 s 额定扭转负荷试验而不损坏。

8.1.4 电气特性

8.1.4.1 冲击电压击穿耐受特性

绝缘子进行正、负极性各 5 次的冲击电压击穿耐受试验。

8.1.4.2 其他特性

绝缘子除符合本标准技术要求外,其他特性还符合相应产品标准规定,包括如下特性项目：

- a) 湿工频耐受电压；
- b) 湿操作冲击耐受电压；
- c) 干雷电全波冲击耐受电压。

8.1.5 界面渗透性

绝缘子满足机械负荷——时间试验和金属附件与绝缘护套间界面的渗透性试验的要求,并满足验证金属附件和伞套间界面的渗透性和验证额定机械负荷的要求。

8.1.6 正常环境温度时机械负荷下的偏移

当绝缘子用于隔离开关或用户对其使用有要求的产品,需进行正常环境温度时弯曲负荷下的偏移试验,其技术指标由供需双方协商。

8.2 检验规则

8.2.1 总则

绝缘子的检验一般分设计试验、型式试验、抽样试验、逐个试验和补充试验。

8.2.2 设计试验

设计试验仅进行一次,并将结果记录在试验报告中。每一部分试验可以独立地用合适的新试品进行。仅当所有绝缘子或试品通过了全部设计试验项目时,该特定设计的支柱复合绝缘子才被认为通过了设计试验。设计试验项目和试验程序应符合 DL/T 1048 的要求,按表 10 进行。

表 10 设计试验项目

序号	试验名称	试验依据	试品数量 节(个)	试验方法
1	界面和金属附件连接区试验	DL/T 1048	4	DL/T 1048
1.1	热机试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
1.2	水煮试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
1.3	验证试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
1.4	外观检查	DL/T 1048	3	DL/T 1048
1.5	冲击电压击穿耐受试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
1.6	干工频电压试验	DL/T 1048	4	DL/T 1048
2	装配好的芯体负荷——时间试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
2.1	最大设计弯曲负荷(MDCL)验证试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
2.2	弯曲负荷试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
3	伞套材料试验	8.1.1	—	—
3.1	耐漏电起痕及电蚀损性试验	8.1.1.2	5	GB/T 6553
3.2	加速气候试验	DL/T 1048	3	GB/T 16585
3.3	可燃性试验	8.1.1.2	5	GB/T 10707
4	芯体材料试验	DL/T 1048	—	DL/T 1048
4.1	染料渗透试验	DL/T 1048	10	DL/T 1048
4.2	水扩散试验	DL/T 1048	6	DL/T 1048
5	伞套试验:起痕和蚀损试验	DL/T 1048	2	DL/T 1048

8.2.3 型式试验

型式试验的目的是验证复合支柱绝缘子的主要特性,这些主要特性取决于其形状和尺寸。型式试验对已通过设计试验的绝缘子进行。仅当复合支柱绝缘子的型式或材料改变时,才重新进行型式试验。型式试验项目和试验程序应符合 DL/T 1048 的要求,按表 11 进行。

表 11 型式试验项目

序号	试验名称	试验依据	试品数量 柱	试验方法
1	尺寸试验	DL/T 1048 及图样	6	DL/T 1048
2	电气试验	DL/T 1048	3	—
2.1	干工频电压试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
2.2	湿工频电压试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
2.3	干雷电冲击耐受电压试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
2.4	湿操作冲击电压耐受试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
2.5	人工污秽工频耐受电压试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
2.6	无线电干扰试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
3	机械试验	DL/T 1048	6	—
3.1	弯曲破坏试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
3.2	扭转负荷试验 ^a	DL/T 1048	3	DL/T 1048
3.3	正常环境温度时机械负荷下的偏移试验	DL/T 1048	3	DL/T 1048
^a 仅适合于操作绝缘子。 对于电抗器使用的绝缘子,其发热状态对绝缘子机械特性的影响正在研究之中。				

8.2.4 抽样试验

本标准所规定的抽样试验作为用户在订购绝缘子时的验收试验。

抽样试验是为了验证复合支柱绝缘子其他特性,包括取决于制造质量和所用材料的特性。样品从提交验收的批次中随机抽取。抽样试验项目和试验程序应符合 DL/T 1048 的要求,按表 12 进行。

表 12 抽样试验项目

序号	试验名称	试验依据	试品数量 柱	试验方法
1	尺寸检查	DL/T 1048 及图样	E1 + E2	DL/T 1048
2	镀锌层试验	DL/T 1048	E1 + E2	DL/T 1048
3	额定弯曲负荷验证试验	DL/T 1048	E1	DL/T 1048
4	额定扭转负荷验证试验	DL/T 1048	E1	DL/T 1048
5	冲击电压击穿耐受试验	DL/T 1048	E1	DL/T 1048

8.2.5 逐个试验

对出厂的每个复合支柱绝缘子进行逐个试验,试验程序应符合 DL/T 1048 的要求,试验项目按表 13 进行。

表 13 逐个试验项目

序号	试验名称	试验依据	试品数量 柱	试验方法
1	外观检查	DL/T 1048	全部	DL/T 1048
2	逐个弯曲试验	DL/T 1048	全部	DL/T 1048
3	逐个扭转试验 ^a	DL/T 1048	全部	DL/T 1048
4	高度检查	DL/T 1048	全部	DL/T 1048
^a 仅适合于操作绝缘子。				

8.2.6 补充试验

8.2.6.1 一般要求

本标准规定补充试验是设计试验中内容。

8.2.6.2 伞套材料补充试验

芯体材料补充试验项目见表 14。

表 14 伞套材料补充试验项目

序号	试验名称	试验依据	试品数量 只	试验方法
1	伞套材料试验	8.1.1	—	—
1.1	憎水性试验	8.1.1.1	5	DL/T 1474
1.2	体积电阻率试验	8.1.1.2	5	GB/T 1692
1.3	表面电阻率试验	8.1.1.2	5	GB/T 1692
1.4	击穿强度试验	8.1.1.2	10	GB/T 1408.1
1.8	抗撕裂强度试验	8.1.1.3	5	GB/T 529
1.9	扯断强度试验	8.1.1.3	5	GB/T 529
1.10	拉断伸长率试验	8.1.1.3	5	GB/T 528

新产品试制、定型或正常生产的产品，可仅对一种型式的绝缘子进行表 14 中所规定伞套材料的补充试验。仅当伞套材料配方及工艺改变时，表 14 中所规定的补充试验中的各项需重新进行。

8.2.6.3 芯体材料补充试验

芯体材料补充试验项目见表 15。

表 15 芯体材料补充试验项目

序号	试验名称	试验依据	试品数量 只	试验方法
1	芯体材料试验	DL/T 1048	—	—
1.1	吸水率试验	DL/T 1048	5	GB/T 1462
1.2	雷电冲击耐受电压试验	DL/T 1048	5	GB/T 8287.1

9 包装、标志、运输和安装

9.1 包装

绝缘子的包装除满足 JB/T 9673 的规定,并符合以下要求:

- a) 包装具有良好的防震保护措施;
- b) 使用大小适合坚固木箱、木质板条箱或其他适合于该产品的包装箱进行包装;对于工厂复合化支柱绝缘子及支柱复合绝缘子,本标准规定还用塑料薄膜包裹密封,涂层部位需采用防护措施;
- c) 产品各部件的包装设计便于装卸、运输;
- d) 绝缘子包装体上标明:制造企业名;绝缘子型号;绝缘子数量;包装体总重量;小心轻放等字样或标记。

9.2 标志

在绝缘子的绝缘件或端部附件上,应按图样规定的部位清楚可辨,而且牢固地标出制造企业商标、型号、制造企业、编号或批号和制造年份。

若绝缘子表面喷涂防污闪涂料,应在绝缘子上元件法兰固定的铭牌中,标有元件代号、生产年月、跟踪号等相关标识。

9.3 运输

绝缘子的运输充分考虑运输途中可能受到的最大压力、冲撞等因素,应轻搬、轻放,搬运和堆码着力点应在绝缘子的法兰上和外包装的箱梁上,严格按照堆码层数的规定码放。绝缘子的运输和搬运应在包装完好的情况下进行。严禁冲击、挤压绝缘子的涂层。存放和运输过程中应防止油渍和污秽物污染绝缘子的涂层。另外,支柱复合绝缘子不应脚踩、手撕及尖物碰撞,以免损伤。

9.4 安装

按照相关安装规程安装绝缘子。在拆除绝缘子的包装时,应防止损伤复合硅橡胶伞套或涂层;吊装中避免直接受力在复合硅橡胶伞套或涂层上;安装完成后方可拆除复合硅橡胶伞套或涂层外保护层和塑料袋,防止造成复合硅橡胶伞套或涂层表面的划伤或压痕。

安装完成后,检查涂层外观,如发现涂层损坏,应现场修复、验收合格后方可投运。

附 录 A
(资料性附录)

特高压工程用 1 000 kV 瓷支柱绝缘子的尺寸特性

特高压工程用 1 000 kV 瓷支柱绝缘子的尺寸特性典型示例见表 A.1。

表 A.1 1 000 kV 晋东南～南阳～荆门特高压扩建工程用 1 000 kV 瓷支柱绝缘子的尺寸特性

型号规格	额定机械破坏负荷		高度 h m	最小公称爬电距离 L mm	绝缘件最大公称直径 D mm	上附件安装孔中心圆直径 a_1 mm	下附件安装孔中心圆直径 a_2 mm	安装孔	
	弯曲 kN	扭转 kN·m						上附件	下附件
ZSW-1100/16K-3 (母线用)	16	10	10	30 250	460	300	425	8- ϕ 18	12- ϕ 22
ZSW-1100/16K-3 (串补平台用)	16	10	10	30 250	443	400	400	12- ϕ 22	12- ϕ 22

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
1 000 kV 交流系统用支柱绝缘子技术规范
GB/T 24839—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2018 年 7 月第一版

*

书号: 155066 • 1-60886

版权专有 侵权必究



GB/T 24839-2018