



中华人民共和国国家标准

GB/T 26869—2011

标称电压高于 1 000 V 低于 300 kV 系统 用户内有机材料支柱绝缘子的试验

Insulator-test on indoor post insulator of organic material for systems with
nominal voltages greater than 1 000 V up to but not including 300 kV

(IEC 60660:1999,MOD)

2011-07-29 发布

2011-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 总则	1
1.1 范围和目的	1
1.2 规范性引用文件	1
1.3 术语和定义	1
1.4 表征有机材料支柱绝缘子的值	3
1.5 文件	3
1.6 正常运行条件	4
2 试验的一般要求	4
2.1 试验的分类	4
2.2 质量管理	4
2.3 电气试验的一般要求	4
2.4 雷电冲击电压试验	5
2.5 工频电压试验	5
2.6 试验的标准参考大气条件	5
2.7 大气条件的校正因数	5
3 型式试验	5
3.1 总则	5
3.2 电气型式试验的一般要求	6
3.3 雷电冲击干耐受电压试验	7
3.4 工频干耐受电压试验	8
3.5 局部放电熄灭电压试验	8
3.6 雷电冲击击穿试验	8
3.7 机械破坏负荷试验	9
3.8 在正常环境温度条件下的负荷偏移试验	10
3.9 随温度变化的机械弯曲强度的试验	10
3.10 吸水性试验	11
3.11 老化和湿度试验	11
3.12 可燃性试验	11
3.13 温度循环试验	11
4 抽样试验	12
4.1 总则	12
4.2 尺寸检查	12
4.3 重复试验程序	13
5 逐个试验	13
5.1 总则	13

5.2 外观检查..... 13

5.3 逐个机械试验..... 14

5.4 逐个电气试验和局部放电测量..... 14

附录 A (资料性附录) 形位公差 15

参考文献 18

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 IEC 60660:1999《标称电压高于 1 000 V 低于 300 kV 系统用户内有机材料支柱绝缘子的试验》(英文版)。

本标准与 IEC 60660:1999 在结构上相比,除增加了“参考文献”,其他均相同。

本标准与 IEC 60660:1999 的技术差异及原因如下:

——关于规范性引用文件,本标准做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况反映在 1.2“规范性引用文件”中,具体调整如下:

- 用非等效(neq)采用国际标准的 GB 311.1 代替 IEC 60071-1(见 1.1);
- 用等同采用国际标准的 GB/T 2900.8 代替 IEC 60050-471(见 1.3);
- 用等同采用国际标准的 GB/T 5169.16 代替 IEC 60695-11-10(见 3.12);
- 用等同采用国际标准的 GB/T 7354 代替 IEC 60270(见 3.5、5.4);
- 用修改采用国际标准的 GB/T 8287.2 代替 IEC 60273(见 1.1);
- 用等效采用国际标准的 GB/T 16927.1 代替 IEC 60060-1(见 2.3~2.7、3.3、3.4);
- 增加引用了 GB 3906(IEC 60932:1988 的内容作为附录 C 列入 GB 3906—2006,见 3.11);
- 删除了 IEC 60660:1999 引用的 IEC 60932(见 IEC 60660:1999 的 1.2 和 3.11)。

——在 2.1a)中增加了“机械型式试验报告的有效期为 10 年,电气型式试验长期有效”,这是根据我国实际情况并参照了相关的瓷和玻璃绝缘子标准增加的。

——在 4.3 中增加了“如果能清楚识别出产品不合格的原因,制造方可以在此批绝缘子中剔除具有这种缺陷的所有绝缘子”,使重复试验程序中的进一步检查执行起来更加明确。

本标准做了下列编辑性修改:

- 用“本标准”代替“本国际标准”;
- 用小数点符号“.”代替符号“,”;
- 将第一级列项中使用数字编号的改为字母编号;
- 将 3.5、3.7 中的悬置段加入二级条标题,并将其后的二级条标题顺延;
- 将 3.6、3.12 中的悬置段改为注;
- 删除国际标准的前言;
- 增加了“参考文献”。

注:IEC 60660:1999 的 1.2“规范性引用文件”中的 IEC 60587 和 ISO 9000-1、ISO 9002(这两个 ISO 标准现已并入 ISO 9001)均是在条文的注中提及的文件,属资料性引用文件。按 GB/T 1.1—2009 规定,资料性引用文件不应列入“规范性引用文件”中,可列入“参考文献”。增加的“参考文献”中列出了与其有一致性对应关系的我国标准。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国绝缘子标准化技术委员会(SAC/TC 80)归口。

本标准起草单位:西安高压电器研究院有限责任公司、新东北(沈阳)高压开关有限公司。

本标准主要起草人:李大楠、王云鹏、吴鸿雁、张姝。

标称电压高于 1 000 V 低于 300 kV 系统 用户内有机材料支柱绝缘子的试验

1 总则

1.1 范围和目的

本标准适用于标称电压高于 1 000 V 低于 300 kV(GB 311.1 定义的范围 I)、频率不大于 100 Hz 的交流系统中用的电气装置或设备上使用在大气条件下的户内有机材料支柱绝缘子(以下可简称支柱绝缘子)。本标准不包括复合绝缘子。

本标准的目的是:

- 定义使用的术语;
- 规定有机材料支柱绝缘子的电气和机械特性,并规定检验这些特性规定值的条件;
- 规定试验方法;
- 规定接收准则。

本标准不给出支柱绝缘子特性的数值,也不涉及特定运行条件下的支柱绝缘子选择。GB/T 8287.2 规定了电气和机械特性的数值并给出了支柱绝缘子互换性所需的尺寸。

1.2 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 311.1 高压输变电设备的绝缘配合(GB 311.1—1997, neq IEC 60071-1:1993)

GB/T 2900.8—2009 电工术语 绝缘子(IEC 60050-471:2007, IDT)

GB 3906—2006 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备(IEC 62271-200:2003, MOD)

GB/T 5169.16—2008 电工电子产品着火危险试验 第 16 部分:50 W 水平与垂直火焰试验方法(IEC 60695-11-10:2003, IDT)

GB/T 7354 局部放电测量(GB/T 7354—2003, IEC 60270:2000, IDT)

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 8287.2—2008, IEC 60273:1990, MOD)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分:一般试验要求(GB/T 16927.1—1997, eqv IEC 60060-1:1989)

1.3 术语和定义

GB/T 2900.8—2009 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

注:为方便起见,给出了试验电压的定义,详见 GB/T 16927.1。

1.3.1

有机材料支柱绝缘子 post insulator of organic material

支柱绝缘子是用来给带电部件刚性支持,并使之对地或其他带电部件绝缘的一种绝缘子。构成支柱绝缘子的材料的全部或部分是由有机材料,即由碳生成的化合物或由碳和硅生成的化合物所组成。这些有机材料可以单独使用,或与其他作为填料、增强剂的材料(矿物或有机物)结合使用。

1.3.2

户内支柱绝缘子 indoor post insulator

一种不准备暴露在户外大气条件下的支柱绝缘子。对于耐受严重凝露作用的户内装置,可采用户外支柱绝缘子或特殊类型的户内支柱绝缘子。

1.3.3

结构类型 design category

有机材料支柱绝缘子按它们的结构,分为两种不同的结构类型。本标准包括的结构类型是:

结构类型 A:经由固体绝缘材料的最短击穿距离等于或大于金属件之间的外部电弧距离三分之一的带有内部金属附件的圆柱形支柱绝缘子。

结构类型 B:经由固体绝缘材料的最短击穿距离小于金属件之间的外部电弧距离三分之一的带有内部金属附件的圆柱形支柱绝缘子。

注:术语“圆柱形绝缘子”也包括截锥形绝缘子。

1.3.4

批 lot

提交验收的一组绝缘子。这些绝缘子来自同一制造厂,具有相同的结构并在类似的生产条件下制造。一批或多批可以一起提交验收,提交的批可以是订货数量的全部或部分。

1.3.5

闪络 flashover

在绝缘子外部表面上的破坏性放电,使得在正常情况下加有运行电压的两附件间发生连接。本标准中使用的术语“闪络”既包括跨接绝缘子表面的闪络,也包括绝缘子附近的空气中的火花放电。

1.3.6

击穿 puncture

通过了绝缘子固体绝缘材料的破坏性放电,它将引起电介质强度永久丧失。由于表面放电发热引起的伞缘破碎掉片或对绝缘子的损坏不应考虑为击穿。

1.3.7

雷电冲击干耐受电压 dry lightning impulse withstand voltage

在规定的试验条件下,干燥状态支柱绝缘子能耐受的雷电冲击电压。

1.3.8

50%雷电冲击干闪络电压 50% dry lightning impulse flashover voltage

在规定的试验条件下,干燥状态支柱绝缘子闪络概率为 50%的雷电冲击电压值。

1.3.9

工频干耐受电压 dry power-frequency withstand voltage

在规定的试验条件下,干燥状态支柱绝缘子能耐受的工频电压。

1.3.10

工频干闪络电压 dry power-frequency flashover voltage

在规定的试验条件下,引起干燥状态支柱绝缘子闪络的电压算术平均值。

1.3.11

机械破坏负荷 mechanical failing load

在规定的试验条件下,有机材料支柱绝缘子试验时可达到的最大负荷。

1.3.12

爬电距离 creepage distance

正常施加运行电压的两部件间沿支柱绝缘子绝缘部件外表面轮廓的最短距离。然而,考虑到支柱绝缘子上安装有金属附件,在工作条件下由金属附件包括的部分不应计入爬电距离之中。

注 1: 如果高阻涂层覆盖在支柱绝缘子的部分绝缘件上, 这样的涂层应被考虑为有效爬电表面, 在此表面上的距离应包括在爬电距离内。

注 2: 这种高阻涂层的表面电阻率一般约为 $10^6 \Omega$, 但可低至 $10^4 \Omega$ 。

注 3: 如果支柱绝缘子的全部表面施加了高阻涂层(即所谓“稳定化”绝缘子), 表面电阻率和爬电距离问题应由制造方和购买方协议。

注 4: 爬电距离通常不作规定。

1.3.13

规定特性 specified characteristic

——可以是电压数值或机械负荷数值, 或有关标准规定的任何其他数值;

——也可以是由制造者和购买者双方同意的其他任何特性的数值。

规定的耐受和闪络电压是指标准大气条件下的值。

1.3.14

端面平行度 parallelism of the end face

通过两端金属附件表面间测得的支柱绝缘子高度的最大差异。

1.3.15

偏心度 eccentricity

上下端部金属附件安装孔分布圆中心间垂直于支柱绝缘子轴线的位移。

1.3.16

安装孔的角度偏差 angular deviation of fixing holes

支柱绝缘子上下端部金属附件对应安装孔以角度表示的旋转偏移。

1.4 表征有机材料支柱绝缘子的值

适用时, 有机材料支柱绝缘子由下列值来表征:

- a) 规定雷电冲击干耐受电压;
- b) 规定工频干耐受电压;
- c) 规定雷电冲击击穿电压(仅对结构类型 B 的支柱绝缘子);
- d) 规定机械破坏负荷;
- e) 规定重要尺寸;
- f) 在规定机械破坏负荷的 20% 和 50% 下偏移间的最大差值。

当有要求时, 应提交支柱绝缘子的设计图。

注 1: 支柱绝缘子特性没有考虑运行电压。

注 2: 在运行条件下支柱绝缘子的耐受电压可能与标准试验条件下的电压不同。

1.5 文件

1.5.1 标识

每一个支柱绝缘子上应有以下标识:

——制造商名或商标;

——对 72.5 kV 及以上的支柱绝缘子, 制造日期或编号。对于较低电压的仅要求制造年号;

——支柱绝缘子参考标识。

1.5.2 绝缘子记录

制造者应保存符合本标准的所有生产绝缘子的记录最少十年。这些记录应包括以下信息:

——型号;

- 对 72.5 kV 及以上的支柱绝缘子,制造日期或编号,对于较低电压,仅要求制造年号;
- 型式试验:日期和结果;
- 抽样试验:日期和结果;
- 逐个试验:日期和结果。

1.6 正常运行条件

正常的温度和相对湿度等运行条件如下:

- a) 周围空气温度不超过 40 °C 并在 24 h 内测量的温度平均值不超过 35 °C;
- b) 最低周围空气温度是 -5 °C、-15 °C 或 -25 °C;
- c) 海拔不超过 1 000 m;
- d) 周围空气未被灰尘、烟、腐蚀性或可燃性气体以及蒸汽或盐严重污染;
- e) 在 24 h 内测量的相对湿度平均值不超过 95 %;
- f) 在一个月测量的相对湿度的平均值不超过 90 %。

注:在最高的相对湿度和温度条件分别为 95 % 和 40 °C 时,支柱绝缘子的温度降低 1 °C 就会发生凝露。

2 试验的一般要求

2.1 试验的分类

试验分为以下三组:

a) 型式试验

型式试验用于检验有机材料支柱绝缘子的主要特性,主要取决于它的结构、使用的材料和制造工艺。型式试验试品通常为一只并且对一种新型结构或新制造工艺仅进行一次,以后只有其结构、材料或制造工艺有变化时,才重复进行。当变化仅影响某些特性时,只需重复与这些特性有关的试验。为此,按型式试验的适用性将其分为三个分组(见 3.1)。

型式试验应在一批中的绝缘子上进行,这批绝缘子应已满足型式试验中不包括的所有有关的抽样和逐个试验的要求。

机械型式试验报告的有效期为 10 年,电气型式试验长期有效。

b) 抽样试验

抽样试验用于检验绝缘子可能因制造工艺和材料品质而变化的特性。抽样试验作为验收试验,支柱绝缘子样品应随机从符合有关逐个试验要求的批中抽取。

c) 逐个试验

逐个试验用以剔除有缺陷的绝缘子并且在制造过程中进行。每个绝缘子都应进行逐个试验。

2.2 质量管理

经购买方和制造方协议,可考虑采用本标准要求的质量管理体系,以验证制造过程中的绝缘子质量。

注:本标准要求的质量管理体系的详细信息在 GB/T 19001—2008 中给出。

2.3 电气试验的一般要求

注:对 2.3 至 2.6 的有关补充信息在 GB/T 16927.1 中给出。

- a) 雷电冲击和工频电压试验方法应按 GB/T 16927.1。
- b) 雷电冲击电压应用其预期峰值表示,工频电压应用其峰值除以 $\sqrt{2}$ 表示。
- c) 当试验时的大气自然条件与标准值(见 2.6)不同时,需按 2.7 采用校正因数。

- d) 在电气试验开始前,支柱绝缘子应清洁而干燥。
- e) 应注意避免支柱绝缘子表面凝露,特别是当相对湿度高时。例如,支柱绝缘子应在试验地点环境温度下放置足够的时间以在试验开始前达到热平衡。除非制造方和购买方同意,当相对湿度超过 85% 时,不应进行试验。

2.4 雷电冲击电压试验

应采用 1.2/50 的标准雷电冲击波(见 GB/T 16927.1),其允许偏差如下:

- 峰值: $\pm 3\%$ 。
- 波前时间: $\pm 30\%$ 。
- 半峰值时间: $\pm 20\%$ 。

2.5 工频电压试验

除非购买方和制造方另行商定,试验电压应是频率范围为 15 Hz 到 100 Hz 的交流电压。

试验回路应按 GB/T 16927.1。

2.6 试验的标准参考大气条件

试验的标准参考大气条件应按 GB/T 16927.1:

- 温度: $t_0 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 压力: $b_0 = 101.3\text{ kPa}(1\ 013\text{ mbar})$;
- 绝对湿度: $h_0 = 11\text{ g/m}^3$ 。

注: 压力 101.3 kPa 相当于 0 $^{\circ}\text{C}$ 时水银气压计中的水银柱高度 760 mm,如果气压计的水银柱高度为 $H(\text{mm})$,以千帕表示的大气压力约为:

$$b = 0.133\ 3H\text{ kPa}$$

对于水银柱高度的温度校正可以忽略。

2.7 大气条件的校正因数

校正因数应按 GB/T 16927.1 确定。如果试验时的大气条件与标准参考大气条件不同,则应计算空气密度(k_1)和湿度(k_2)校正因数,并确定其乘积 $K = k_1 \cdot k_2$ 。然后应按如下校正试验电压:

- 耐受电压(雷电冲击和工频):
施加的试验电压等于 K 乘以规定的耐受电压;
- 闪络电压(雷电冲击和工频):
记录的闪络电压等于测得的闪络电压除以 K 。

3 型式试验

3.1 总则

通常每种试验仅对一个支柱绝缘子进行(3.9 中的试验除外)。试品应从符合所有相关的抽样和逐个试验要求的绝缘子批中抽取。进行过可能影响其机械或电气特性的型式试验的绝缘子不应用于运行。

由同一制造厂用相同制造方法、相同有机材料生产的支柱绝缘子的型式试验按照其适用性分为三个分组:

- 与材料选择和制造方法有关的试验;
- 主要与材料选择和制造方法有关的试验(但其可能受支柱绝缘子设计结构的影响);

——与支柱绝缘子特定设计结构有关的试验。

对于极端运行条件下使用的情况,推荐另一种供选择的试验程序。型式试验应按试验顺序在同一支柱绝缘子上进行。

应按抽样试验的要求(见 4.2)来检查支柱绝缘子的相关尺寸。

3.1.1 与材料选择和制造方法有关的试验

下列试验对用相同生产方法制造的每种相同材料的有代表性的支柱绝缘子上一般仅进行一次:

- a) 吸水性试验(见 3.10);
- b) 可燃性试验(见 3.12);
- c) 老化和湿度试验(见 3.11)。

注:当选择制造绝缘子的材料时,应考虑漏电起痕试验,可以采用 GB/T 6553。

3.1.2 主要与材料选择和制造方法有关的试验(但其可能受支柱绝缘子设计结构的影响)

下列的试验对用相同生产方法、相同材料制造的形状类似且尺寸大致相同(与试验绝缘子相比尺寸在 $\pm 10\%$ 以内)的绝缘子一般仅进行一次:

——随温度变化的机械弯曲强度试验(见 3.9)。

3.1.3 与支柱绝缘子特定设计结构有关的试验

下列试验对每种设计结构的支柱绝缘子仅进行一次:

- a) 雷电冲击干耐受电压试验(见 3.3);
- b) 工频干耐受电压试验(见 3.4);
- c) 雷电冲击击穿试验(见 3.6);
- d) 温度循环试验(见 3.13);
- e) 局部放电熄灭电压试验(见 3.5);
- f) 正常环境温度条件时负荷下的偏移试验(见 3.8);
- g) 机械破坏负荷试验(见 3.7)。

3.1.4 对于极端运行条件下使用的支柱绝缘子适用的型式试验序列

极端运行条件是当支柱绝缘子遭受到高的相对湿度、过度凝露或污染。此试验序列应经购买方和制造方协议。

试验应按以下序列在一个支柱绝缘子上进行,绝缘子应完全满足每个独立试验的接收准则:

- a) 雷电冲击干耐受电压试验(见 3.3);
- b) 工频干耐受电压试验(见 3.4);
- c) 温度循环试验(见 3.13);
- d) 吸水性试验(见 3.10);
- e) 局部放电熄灭电压试验(见 3.5);
- f) 雷电冲击击穿试验(见 3.6);
- g) 正常环境温度时负荷下的偏移试验(见 3.8);
- h) 机械破坏负荷试验(见 3.7)。

3.2 电气型式试验的一般要求

3.2.1 电气试验的标准安装布置

支柱绝缘子应垂直安装在一个水平接地的金属支架上,支架的截面应为 U 形槽且凸缘向下。此接

地金属支架的宽度应约等于试验支柱绝缘子安装面的直径,其长度至少等于支柱绝缘子高度的两倍。对于高度小于 1.8 m 的支柱绝缘子,至少与地要有 1 m 的间距。对于高度大于 1.8 m 的绝缘子,间距应不小于 2.5 m。

在支柱绝缘子的顶部安装一个圆柱形导体,导体保持在水平面并与接地支架垂直。导体的长度应至少等于支柱绝缘子高度的 1.5 倍,并在绝缘子轴线每侧至少伸出 1 m。导体的直径应约为支柱绝缘子高度的 1.5%,并且最少为 25 mm。

试验电压应施加在导体与接地支架之间,高电压连线应接到导体的一端。在试验期间,除本条叙述的物体之外的其他物体,不应在支柱绝缘子顶部的 1 m 以内或支柱绝缘子高度的 1.5 倍以内,取其中较大值。

支柱绝缘子应完整地带有部件,这些部件是考虑到支柱绝缘子必需的并与制造者规定的一致。

标准安装布置不适用于局部放电熄灭电压试验或老化和湿度试验。对每一类这种试验,安装布置应由购买方和制造方协议。

3.2.2 模拟运行条件时对所有电气试验的安装布置

对运行条件的模拟程度应由购买方和制造方协议。应考虑所有可能影响支柱绝缘子特性的因素,并应尽可能接近地模拟运行条件。

注:在这些非标准条件下,特性值可能与在标准安装方法下的测量值不同。当涉及高度大于 1.8 m 的或离地高度被降低的支柱绝缘子时,可能要考虑这个差异。

3.3 雷电冲击干耐受电压试验

支柱绝缘子应在 3.2 规定的条件下试验。应调整冲击发生器产生 1.2/50 的冲击(见 2.4)。

应使用正和负极性两种冲击,如果能证明,对某一极性的试验给出了最差的结果,则允许试验仅对这种极性进行。

在一次冲击试验后,某些绝缘材料会残留一些电荷,当极性转换时,对这种情况要当心。可以使用合适的方法让绝缘材料放电,例如在试验前施加三次最小为 50% 试验电压的相反极性的冲击是一种推荐的方法。

对于雷电冲击干耐受电压试验通常使用两种试验程序:

——50% 闪络电压程序;

——15 次冲击耐受电压程序。

注:50% 闪络电压程序给出了较多的信息。

3.3.1 50% 闪络电压程序的耐受电压试验

3.3.1.1 试验程序

50% 雷电冲击电压应按 2.7 校正。规定的雷电冲击耐受电压应由 GB/T 16927.1 所述的升-降法所确定的 50% 雷电冲击闪络电压来验证。

3.3.1.2 接收准则

如果 50% 雷电冲击闪络电压不低于 $\frac{1}{1-1.3\sigma} = 1.040$ 倍的规定雷电冲击耐受电压,这里 σ 为标准偏差(假定等于 3%),则支柱绝缘子通过本试验。

经过这些试验支柱绝缘子不应损坏,但允许在绝缘件表面有轻微痕迹或用于装配的材料的碎片。

3.3.2 耐受电压程序的耐受电压试验

3.3.2.1 试验程序

耐受电压试验应在按 2.7 校正过的规定电压下进行。

按 GB/T 16927.1 的试验程序 B 进行耐受试验是适用的。应施加 15 次冲击。

3.3.2.2 接收准则

如果闪络次数不超过两次并且最后一次冲击不闪络,则支柱绝缘子通过了此试验。当最后一次电压引起闪络时,则需要增加三次附加的相同极性的冲击试验。不允许再有闪络。

经过这些试验,支柱绝缘子不应损坏,但是在绝缘件表面有轻微痕迹或用于装配的材料的碎片应是允许的。

3.4 工频干耐受电压试验

3.4.1 试验程序

支柱绝缘子应在 3.2 规定的条件下试验。试验程序应按 GB/T 16927.1。

施加在支柱绝缘子上的试验电压应该是按 2.7 校正过的规定工频干耐受电压。试验电压应在此值下保持 1 min。

3.4.2 接收准则

在试验期间不应发生闪络或击穿。

3.4.3 工频干闪络电压

当有特别要求要提供信息时,可通过从工频干耐受电压的约 75%起以 2%该耐受电压每秒的速度逐渐升高电压来测定支柱绝缘子的干闪络电压。干闪络电压应是 5 次连续读数的算术平均值,并且将此值按标准参考大气条件(见 2.7)校正后记录下来。

3.5 局部放电熄灭电压试验

3.5.1 总则

有机材料支柱绝缘子局部放电的测量,能够测定支柱绝缘子的固体绝缘内或绝缘材料与金属部件的交界面上局放停熄时工频电压的幅度大小。

注:经验说明,局放测量并不是总有能力探测到有机材料绝缘子内可能出现的空隙。为了某些用途,提交样品进行射线检查可能是需要的。

3.5.2 试验程序

测量使用的程序应为 GB/T 7354 中所规定的程序之一。

无论是什么试验回路,测量回路的灵敏度应能探测到 10 pC 大小的放电。试验回路应无放电并能防止外来的干扰。

3.5.3 接收准则

应满足下列条件:局部放电熄灭电压不应小于设备的最高电压除以 $\sqrt{3}$ 的 1.1 倍(见 GB 311.1)。

3.6 雷电冲击击穿试验

3.6.1 试验程序

将清洁并干燥后的支柱整个浸入装有合适绝缘介质的容器中,以防止其表面放电。如果容器是金属制的,其大小应使电极和容器壁之间没有放电发生。浸渍介质应是室温。

试验电压应施加在通常加有运行电压的那些部件之间,在浸入绝缘介质时,应小心避免在支柱绝缘子伞下有空气囊存在。

应调节冲击发生器以产生一个 1.2/50 的雷电冲击(见 2.4)。试验电压值应等于 GB/T 8287.2 中规定的雷电冲击耐受电压的 1.3 倍。

应对支柱绝缘子施加 5 次连续的正极性冲击和 5 次连续的负极性冲击。

注 1: 当有特殊要求需要提供信息时,可以逐步升高试验电压直到击穿发生并把击穿电压记录下来。

注 2: 当购买方和制造方同意时,也可以对结构类型 A 的支柱绝缘子上进行这样的试验。

3.6.2 接收准则

在规定的雷电冲击击穿电压下如果未发生击穿,则绝缘子通过了此试验。

注: 雷电冲击击穿试验仅适用于结构类型 B 的支柱绝缘子。

3.7 机械破坏负荷试验

3.7.1 总则

机械破坏负荷试验用以确定支柱绝缘子在受到弯曲、扭转、拉伸或压缩机械负荷时的强度,试验地点应为正常环境温度。

支柱绝缘子的机械强度试验应由以下四种试验的一种或多种组成:

- 弯曲试验;
- 拉伸试验;
- 扭转试验;
- 压缩试验。

除非供需另有协议,机械破坏负荷试验应是弯曲试验。

经受了规定机械破坏负荷的支柱绝缘子随后不应提交运行。

注: 在 GB/T 8287.2 中对于用于系统标称电压高于 1 000 V 的户内有机材料支柱绝缘子按规格仅规定了弯曲负荷值。

3.7.2 安装和施加负荷方法

支柱绝缘子应安装在刚性的固定底座或框架上,其能耐受试验时的负荷而无明显的变形。在型式试验和抽样试验时应使用相同强度的连接螺栓或固定双头螺栓。如果螺栓或双头螺栓是可拆卸的,当试验支柱绝缘子的破坏负荷时可以加大这些部件的强度。

负荷应从零迅速而平稳地升到大约为规定破坏负荷的 50%,然后以 35%至 100%规定机械破坏负荷每分钟的速率逐渐升高直至达到规定的破坏负荷。

当有特殊要求要提供附加信息时,负荷应增加直至实际机械破坏负荷。应记录下此负荷值。

3.7.3 试验程序

a) 弯曲试验

支柱绝缘子应经受弯曲负荷以检验 GB/T 8287.2 中所规定的机械破坏负荷 P_0 和 P_x , 或 P_0 和 P_{50} 。

应通过对支柱绝缘子自由端施加负荷来检验负荷 P_0 。应通过使用一个延伸件分别施加负荷在距绝缘子顶面以上 X mm 或 50 mm 处来检验负荷 P_x 和 P_{50} 。负荷的方向应通过支柱绝缘子的轴线并且应与其垂直。

b) 扭转试验

支柱绝缘子应经受扭转试验,同时避免任何弯矩。

c) 拉伸或压缩试验

支柱绝缘子应沿其轴线经受拉伸或压缩负荷。

3.7.4 接收准则

如果达到了规定机械破坏负荷,则支柱绝缘子通过了该试验。

3.8 在正常环境温度条件下的负荷偏移试验

3.8.1 试验程序

支柱绝缘子应经受施加于自由端或延伸件上的弯曲负荷(见 3.7.3)。当升高负荷时,应测量绝缘子顶部端面的偏移,并且在规定破坏负荷的 20%、50% 和 70% 时记录其值。

3.8.2 接收准则

当卸除弯曲负荷时,残余偏移应小于高度的 0.2%。在规定破坏负荷 20% 和 50% 的偏移之间的差不应超过 GB/T 8287.2 中所规定的值。

当有需要时,购买方和制造方应协商一个可接受的扭转负荷下角度偏移的限度。

3.9 随温度变化的机械弯曲强度的试验

3.9.1 试验程序

在一个宽的周围温度范围内要求有机材料支柱绝缘子能满意的运行。因此需要测定因不同温度引起机械强度的可能变化。为此目的,仅使用机械弯曲强度试验(见 3.7.3)。

规定了三个温度范围如下:

- a) $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +75\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

应在需方选择的温度范围进行机械弯曲破坏负荷试验。

如果需方未选择范围,应使用第二个范围。

在选择的温度范围内,应试验随温度变化的破坏负荷。在范围内应选择三个温度值,如下所示:

- a) $-40\text{ }^{\circ}\text{C}, +20\text{ }^{\circ}\text{C}, +55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) $-20\text{ }^{\circ}\text{C}, +20\text{ }^{\circ}\text{C}, +75\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) $-5\text{ }^{\circ}\text{C}, +20\text{ }^{\circ}\text{C}, +90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

对于选择的每一个温度,应至少在 10 个绝缘子上进行弯曲机械破坏负荷试验。从测得的实际机械破坏负荷上,应计算均值($\bar{R}$)和标准偏差(s):

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n}$$

这里:

R ——每个试验支柱绝缘子的破坏负荷;

n ——在这个选择的温度下试验绝缘子的数量。

$$s = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

通过绘制 $\bar{R}$ 对应于温度的点并进一步作出 $(\bar{R} - as)$ 的连线,可以评估特定结构的有机材料支柱绝缘子在选择的温度下达到规定破坏负荷的概率。

“ a ”通常为 2,但通过制造方和购买方协议可按需要的概率水平选择较高或较低的值。

试验方法应是这样,当达到破坏负荷时温度变化不能超过选择值 $\pm 5\text{ K}$ 。

特别是对于冲击电压 170 kV 以下较小尺寸的支柱绝缘子,支柱绝缘子和与其接触的试验机活动部件应同时加热或冷却。试验机的固定装置应能使热或冷的支柱绝缘子在不超过 1 min 内安装完。

对于大的支柱绝缘子,应提供一个装置,以使支柱绝缘子安装在试验机上进行试验时能被加热和冷却。

在一种材料的支柱绝缘子可能要满足两个或三个温度范围时,试验应在两个或三个范围的极端温度和 20 °C 下进行。

3.9.2 接收准则

如果算得的均值 $\bar{R}$ 和 20 °C 的实测值不小于规定机械破坏负荷,则认为绝缘子通过了此试验。

3.10 吸水性试验

3.10.1 试验程序

将清洁后的支柱绝缘子浸入蒸馏水槽中至少 0.1 m 深,在 20 °C 的通常温度下放置 24 h。然后将其从蒸馏水中取出并放置在试验室的自由空气中干燥 3 h。自身装有电极的支柱绝缘子应经受等于浸入前干闪络电压 80% 的工频电压 1 h。

3.10.2 接收准则

当试验结束测量时,绝缘子不应有闪络或击穿、或表面温升超过 5 K 的现象发生。

3.11 老化和湿度试验

3.11.1 试验程序

应按照 GB 3906—2006 附录 C 进行老化和湿度试验。试验电压应按支柱绝缘子表征值和绝缘子实际使用时的工频电压值(见 1.4)。

在 GB 3906—2006 附录 C 所述的试验方法中选择一种特定试验方法,应由购买方和制造方同意。

3.11.2 接收准则

接收准则应符合 GB 3906—2006 附录 C。

3.12 可燃性试验

3.12.1 试验程序

试验应按照 GB/T 5169.16—2008 垂直燃烧试验的试验方法 B 进行。

3.12.2 接收准则

如果试样属于 GB/T 5169.16—2008 表 1 中指出的 V0 类,则试验通过。

注:可燃性试验是为了检查外套材料的燃烧和自熄灭特性。试样材料应在各方面与绝缘子材料相同。

3.13 温度循环试验

3.13.1 试验程序

支柱绝缘子应放置在温度为 -25 °C 的容器内至少 10 h。然后从上述的容器中取出迅速放置到一个温度加热到 $+50\text{ °C}$ 的容器中至少 10 h。应进行三次这样的循环。

然后,应用目力检查支柱绝缘子表面缺陷。

为了探查组成支柱绝缘子的材料内可能出现的裂缝,支柱绝缘子通常应经受机械破坏负荷试验(见 3.7)。在 3.1.4 的试验系列中,机械破坏负荷试验包括在第 h)项试验里。

经制造方和购买方双方同意,可以进行附加的局部放电试验(见 3.5)。

注:对于特殊的运行条件,经购买方和制造方同意可以有不同的温度范围(例如 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+20\text{ }^{\circ}\text{C}$)和较多的循环次数,在进行订货时应协议这些细则。

3.13.2 接收准则

如果未观察到裂缝和机械破坏,绝缘子通过了本试验。而且绝缘子还应满足机械破坏负荷试验的要求(见 3.7),如果进行了局放熄灭电压试验也还应满足其要求(见 3.5)。

4 抽样试验

4.1 总则

试验选取的试品数量应符合表 1。购买方可以选择试验用的试品。

表 1 抽样试验的绝缘子数

该批绝缘子数量 n	样本容量
$n \leq 100$ $100 < n \leq 500$ $500 < n$	按协议 1% $4 + 1.5n/1\ 000$
注:如果计算结果不是整数,则应选择比其大的下一个整数。	

试验样品应首先经受逐个试验。

然后它们应按下列次序经受试验:

- a) 尺寸检查(见 4.2);
- b) 吸水性试验,仅对非浇注环氧及 PUR 树脂材料(见 3.10);
- c) 局部放电熄灭电压试验(见 3.5);
- d) 正常温度条件下负荷偏移试验(见 3.8);
- e) 正常温度条件下机械强度试验(见 3.7)。

即使有一只支柱绝缘子不能满足任何一项抽样试验,应按 4.3 所述实施重复试验。

经受了可能影响其机械和(或)电气特性的抽样试验的绝缘子不应用于运行。

4.2 尺寸检查

4.2.1 要求

应按相应图样检查支柱绝缘子的尺寸。应特别注意影响互换性的尺寸,对它们使用专门的公差(例如 GB/T 8287.2 中规定的高度,以及光孔和螺孔的尺寸)。

除非购买方和制造方另有协议,对于未注明公差的尺寸应符合下列偏差:

$$\pm(0.01d+0.2\text{ mm})$$

这里 d 为被检查的尺寸,mm。

对于所有的支柱绝缘子,除非另有协议并如果适用,高度偏差、(光或螺)孔尺寸、端面平行度、偏心度和安装孔的角度偏差应符合 GB/T 8287.2 的要求。

支柱绝缘子的直线度不应大于:

$$(1.5 \text{ mm} + 0.008h)$$

h 为支柱绝缘子的高度,mm。

注:在附录 A 中给出了检测端面平行度、偏心度、支柱绝缘子元件固定孔定位和直线度适当方法的例子,其他适当的检验方法也可以使用。

4.2.2 接收准则

如果测量尺寸满足了包括允许偏差的规定要求,则支柱绝缘子通过了试验。

当在抽样试验中测量爬电距离时,如果实测值超过了规定值,即大于允许正偏差,只要购买方和制造方协议,这批仍然是可以接收的。

4.3 重复试验程序

如果仅有一只支柱绝缘子不符合 4.1 中规定的抽样试验的任一项,应附加一个等于原来提交试验两倍数量的试品提交试验。重复试验应包括不合格的那项试验和 4.1 中那些在此项前可能对最初试验结果有影响的试验。

如果两个或更多的支柱绝缘子不符合 4.1 中所规定抽样试验中的任一项,或支柱绝缘子在进行以上规定的重复试验时有任何不合格发生,则应将整批退回由制造方作进一步检查。

如果能清楚识别出产品不合格的原因,制造方可以在此批绝缘子中剔除具有这种缺陷的所有绝缘子。然后精选后的批或部分可再次提交试验。此时,应挑选第一次选取量的三倍进行试验。此重复试验应包括不合格的那项试验和 4.1 中那些在此项前可能对最初试验结果有影响的试验。

如果再次提交试验的支柱绝缘子有任何不合格发生,则应认为整批不符合本标准。

5 逐个试验

5.1 总则

支柱绝缘子应按下列次序经受适用的试验:

- a) 外观检查(见 5.2)。
- b) 对于结构类型 A 绝缘子的逐个机械试验(见 5.3);仅对用于额定电压为 72.5 kV 及以上的绝缘子进行此试验。
- c) 对于结构类型 B 绝缘子的逐个电气试验和局部放电测量(见 5.4);局放测量仅适用于额定电压为 7.2 kV 及以上时。

注:经供需双方协议,也可以对结构类型 B 绝缘子进行逐个机械试验,对结构类型 A 绝缘子进行逐个电气试验。对于两种类型逐个机械试验均应在逐个电气试验之前进行。

5.2 外观检查

5.2.1 试验程序

检查应对每一个支柱绝缘子进行。绝缘件上金属部件的安装应符合图样。

支柱绝缘子的颜色应与图样规定的颜色相近。伞上的某些颜色变化是允许的而且不应作为拒收此绝缘子的理由。

5.2.2 接收准则

绝缘件不应有如皱纹、气孔等有损于良好运行性能的表面缺陷。

5.3 逐个机械试验

5.3.1 试验程序

逐个机械试验应是在完整支柱绝缘子上进行的弯曲试验。

绝缘子应安装在一个刚性的底座上。应通过在支柱绝缘子自由端顶面施加一个负荷来检验负荷 P_0 。应使用一个延伸件将负荷分别施加在距绝缘子顶面以上 X mm 或 50 mm 处检验负荷 P_x 和 P_{50} 。负荷的方向应通过支柱绝缘子的轴线并且与之垂直。

额定试验负荷应等于规定的机械破坏负荷的 50%。它应施加在四个相互垂直的方向上,每个方向的时间至少 3 s。

经购买方和制造方同意,也可选择在一个方向上施加高达规定的机械破坏负荷 70% 而时间至少 3 s 的弯曲试验。

当因运行需要使用,购买方和制造方可以协议不同形式的逐个试验,例如扭转试验、拉伸试验或压缩试验。其细节应经协议。

5.3.2 接收准则

在逐个机械试验后,应仔细检查每一个支柱绝缘子。任何有损坏的绝缘子,包括那些金属附件损坏或已开始有分离现象的应被剔除。

5.4 逐个电气试验和局部放电测量

5.4.1 试验程序

支柱绝缘子应经受工频电压,施加的电压应在通常经受运行电气强度的部件之间。

试验电压应为 GB/T 8287.2 中规定的工频耐受电压。试验电压的施加时间至少应为 1 min。

对此试验,绝缘子可以用合适的方法安装而不一定按 3.2。试验可以在一个限定的检验分批量上进行,以便于检验有缺陷的绝缘子元件。

局部放电测量可结合于工频电压试验并按 GB/T 7354 中规定的程序之一进行。在局部放电试验电压下,测量回路的灵敏度应能探测 10 pC 大小的放电。

5.4.2 接收准则

在工频耐受电压试验时,应没有击穿或闪络发生。在试验期间损坏的支柱绝缘子应被剔除。

直到施加的电压高于 10% 的工频电压时,局部放电值应小于 10 pC。此工频电压是施加在绝缘子运行中通常承受电气应力的两部件之间。

附录 A
(资料性附录)
形位公差

A.1 端面平行度(见图 A.1)

当 $h \leq 1 \text{ m}$, $P \leq 0.5 \text{ mm}$;

当 $h > 1 \text{ m}$, $P \leq 0.5 \times h \text{ mm}$ (h 的单位为 m)。

平行度公差相对的是直径 250 mm 的圆。

平行度的测量(见图 A.1):

绝缘子被直立并同心地安装在一个刚性转台上,当需要时可使用锥体螺栓和一个厚度均匀的中间平板。将一个厚度均匀的板与紧固孔同心地固定在绝缘子的顶面上,例如通过使用锥体螺栓。当绝缘子在转台上转动时读测量仪 A,并记录下最大值和最小值。关联到直径 250 mm 圆上这两个值的差即为绝缘子端面平行度的误差。

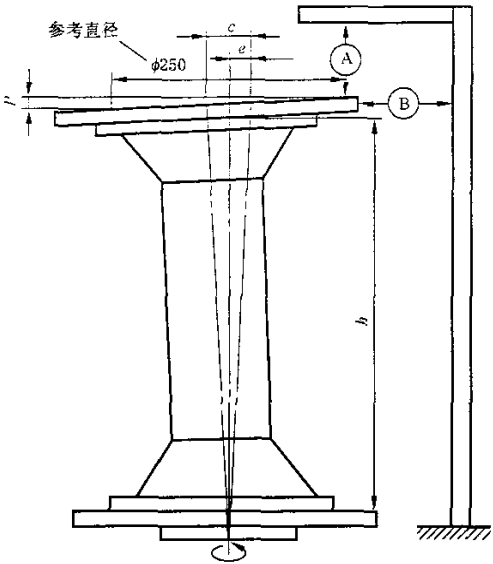


图 A.1 形位公差的测量

A.2 同轴度和偏心度(见图 A.1)

同轴度: $c = 2 \times e$

偏心度: $e \leq 2(1+h) \text{ mm}$ (h 的单位为 m)

同轴度和偏心度的测量(见图 A.1):

用相同的安装方法把一个圆形板与紧固孔同心地固定在顶面上,例如通过使用锥柄螺钉。当绝缘子在转台上旋转时读测量仪 B,并记录下最大值和最小值。偏心度为这两个值的差的一半。

A.3 安装孔的角度偏差(见图 A.2)

偏差的允许值： $\alpha \leq \pm 1^\circ$ 。

在每一端例如可使用 V 形块，将绝缘子水平安置。应将具有精确机加工光柄的螺钉旋入端部附件的螺孔中。在端部附件是光孔的情况，应使用锥柄螺栓。

在一端使用一个精确的水平仪，在另一端使用一个直接读数水平仪，安装孔的相对角度位置的测定如图所示。

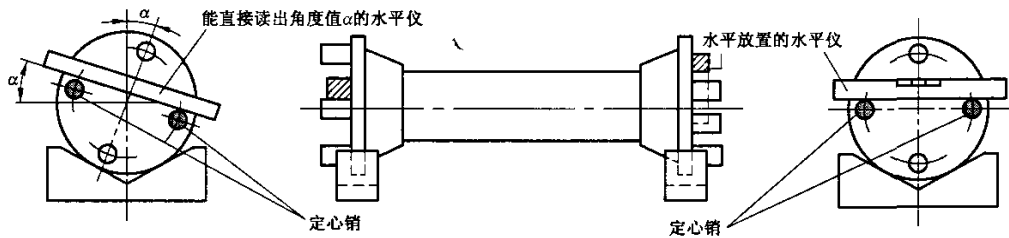


图 A.2 安装孔角度偏移的测量

A.4 直线度(见图 A.3)

安装支柱绝缘子元件，使其能围绕通过端面中心的轴线旋转或尽可能靠近这个中心的轴线旋转。

将绝缘子旋转一整周并且测量从外表面至与旋转轴平行的参考面的距离。测定由于旋转 180° 导致的 $X_{\max} - X_{\min}$ 差值。直线度则为 $0.5 \times (X_{\max} - X_{\min})$ 的最大值。

另一种方法可以通过塞规来检查直线度。

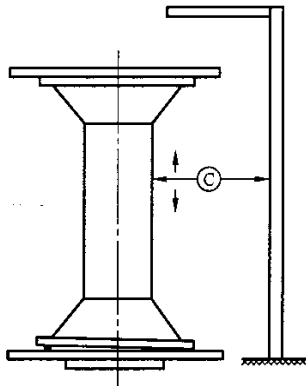


图 A.3 直线度测量方法

A.5 伞的角度(见图 A.4)

垂直安装绝缘子并使其能够旋转。这可以用和 A.1 中相同的安装方法来做到。

在绝缘子旁边的一个直立的构架上安装有测量器件 D，器件 D 包括有水平的参照标志和一个带有

角刻度的可动部件。当可动部件的边缘调整到伞的上表面上时,可以从角刻度上测定斜度或伞的角度。

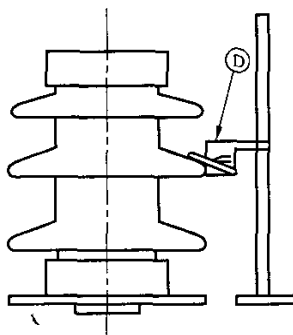


图 A.4 伞角度的测量

A.6 试验期间的注意事项

对于试验 A.1、A.2、A.4 和 A.5,需要检验旋转台表面与旋转轴是垂直的。

对于试验 A.1 和 A.2,注意将绝缘子紧固孔分布圆与旋转台的旋转轴校正同心。为此目的,可使用 4 个固定孔,用锥柄螺钉或螺栓安装(给出的例子在图 A.5 中)。

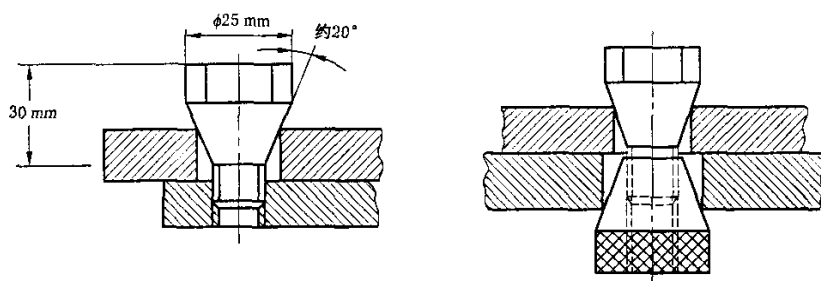


图 A.5 用锥柄螺钉定心

参 考 文 献

[1] GB/T 6553 评定在严酷环境条件下使用的电气绝缘材料耐电痕化和蚀损的试验方法
(GB/T 6553—2003,IEC 60587:1984,IDT)

[2] GB/T 19001—2008 质量管理体系 要求(ISO 9001:2008,IDT)

、