

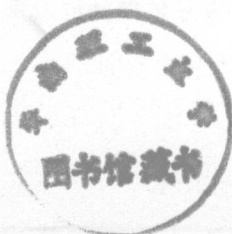


中华人民共和国国家标准

GB/T 16927.1—1997
eqv IEC 60-1:1989

高电压试验技术 第一部分：一般试验要求

High-voltage test techniques
Part 1: General test requirements



C9904029

1997-07-28 发布

1998-07-01 实施

国家技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
高电压试验技术

第一部分：一般试验要求

GB/T 16927.1—1997

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码：100045

电 话：68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2¼ 字数 65 千字

1998年4月第一版 1998年4月第一次印刷

印数 1—4 000

*

书号：155066·1-14854 定价 18.00 元

前 言

本标准是根据国际标准 IEC 60-1:1989《高电压试验技术 第一部分:一般试验要求》对 GB 311.2《高电压试验技术 第一部分:一般试验条件和要求》及 GB 311.3《高电压试验技术 第二部分:试验程序》进行修定的。在技术内容上与国际标准等效,编写规则上基本等同。

采用国际标准 IEC 60-1 可以使我国的高电压试验技术与国际上一致。有利于我国在国际贸易上应用、方便进行技术经济交流。

本标准取代了 1983 年出版的 GB 311.2《高电压试验技术 一般试验条件和要求》及 GB 311.3《高电压试验技术 试验程序》。它和取代的版本比较,技术上吸取现代高电压技术工作者对放电机理的研究成果,修改了大气校正因数。增加了人工污秽试验,增加了标准附录 B《人工污秽试验程序》和标准附录 C《用棒-棒间隙校核未认可的测量装置》。基本保留原版本中试验程序。本标准编写规则按 GB 1.1—1993 进行,因而增加了前言,并保留了 IEC 前言。

本标准在总标题“高电压试验技术”下包括以下两个部分:

第一部分:一般试验要求;

第二部分:测量系统。

本部分是高电压试验技术的第一部分,本标准的附录 A、附录 B、附录 C 是标准的附录。

本标准从实施之日起同时代替 GB 311.2 和 GB311.3。

本标准由全国高电压试验技术和绝缘配合标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:西安高压电器研究所和武汉高压研究所。

本标准主要起草人:戴佑复、朱同春、胡文岐、蔡爱娇、王建生。

本标准 1964 年首次发布,1983 年第一次修订为 GB 311.2、GB 311.3。1997 年第二次修订为 GB/T 16927.1。

IEC 前言

本标准由 IEC TC4(高电压试验技术)委员会批准的,IEC 在技术问题上正式决定或协定,各国家委员会都对此表示兴趣。

标准具有国际使用的推荐形式,并为各国所接受。

IEC 表示希望在所有国家委员会在国家允许的情况下,应尽可能采用 IEC 推荐文本。

本标准的原文是基于下面的文件

六月法则	投票报告
42(CO)40	42(CO)41

在上面表中指出的投票报告中,可以找到认可本标准投票的全部文件。

目 录

前言 Ⅲ

IEC 前言 Ⅳ

1 范围 1

2 引用标准 1

3 术语 1

4 对试验程序和试品的一般要求 1

5 直流电压试验 8

6 交流电压试验 10

7 雷电冲击电压试验 12

8 操作冲击电压试验 16

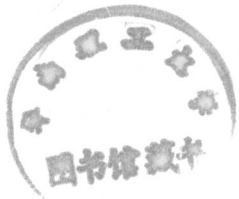
9 冲击电流试验 17

10 联合和合成电压试验 19

附录 A(标准的附录) 试验结果的统计评价 22

附录 B(标准的附录) 污秽试验程序 25

附录 C(标准的附录) 用棒-棒间隙校核未认可的测量装置 28



中华人民共和国国家标准

高电压试验技术

第一部分：一般试验要求

High-voltage test techniques

Part 1: General test requirements

GB/T 16927.1—1997
eqv IEC 60-1:1989

代替 GB 311.2—83
GB 311.3—83

1 范围

本标准规定了所用的术语,对试验程序和试品的一般要求,试验电压和电流的产生,试验方法,试验结果的处理方法和试验是否合格的判据。

本标准适用于最高电压 U_m 为 1 kV 以上设备的下列试验:

- a) 直流电压绝缘试验;
- b) 交流电压绝缘试验;
- c) 雷电冲击电压绝缘试验;
- d) 操作冲击电压绝缘试验;
- e) 联合和合成电压绝缘试验;
- f) 冲击电流试验。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合

GB 311.6—83 高电压试验技术 第五部分 测量球隙

GB/T 2900.19—94 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合

GB 4585.1—84 交流系统高压绝缘和人工污秽试验方法盐雾法

GB 4585.2—91 交流系统高压绝缘和人工污秽试验方法固体层法

GB 7954—87 局部放电测量

GB 11604—89 高压电器设备无线电干扰测量方法

GB/T 16927.2—1997 高电压试验技术 第二部分:测量系统

3 术语

本标准所用术语的定义见 GB/T 2900.19。

4 对试验程序和试品的一般要求

4.1 对试验程序的一般要求

特定试品的试验程序,例如使用的极性,用两种极性试验时极性的顺序、加压次数和加压时间间隔应在有关设备标准中规定;规定时需考虑以下因素:

试验结果的准确度；

被观测现象的随机性和被测特性与极性的关系；

重复施加电压引起逐渐劣化的可能性。

4.2 试品的总体布置

4.2.1 试品

试品应完整、装上对绝缘有影响的所有部件，并按有关设备标准规定的方法进行处理。

4.2.2 试品与周围接地体的距离

试品或部件(如套管、绝缘子等)试验时，其电场应尽可能和运行情况相似。

试品与接地体或邻近物体的距离，一般应不小于试品高压部分与接地部分间最小距离的 1.5 倍。

在交流和正极性操作冲击电压高于 750 kV(峰值)的情况下，当带电电极对邻近物体的距离不小于其对地距离时，则邻近物体的影响可以忽略。图 1 给出了最高试验电压同实际允许距离下限的关系。

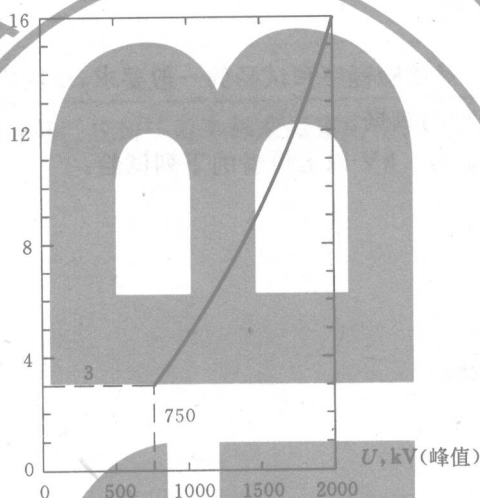


图 1 交流和正极性操作冲击试验时最高试验电压与试品高压电极对接地体或外部带电体间最小距离的关系

在湿试验和污秽试验或试品上电压分布显然不受外部影响时，在保证对邻近构件不发生闪络的条件下，可取较小距离。

注：如试品和邻近物体的距离受到限制，允许在试品高压出线端装设特制的屏蔽和防晕装置以防刷形放电，但是此类装置应不影响试品内绝缘的电场。

4.2.3 试品的模拟

在出厂试验时，允许在模型上或未完全装配好的设备上进行外绝缘试验，但是外绝缘的电场与完全装配好的设备的电场应没有明显差别。

4.3 干试验

试品应干燥、清洁，为保证试验结果的可靠性，户内试验的环境温度一般为 5~40℃。

试品温度达到环境温度后方可进行试验，保证此项要求的措施(试品在试验环境中放置时间等)在有关设备标准中规定。

4.4 大气条件

4.4.1 标准参考大气条件

标准参考大气条件

温度 $t_0 = 20^\circ\text{C}$

压力 $b_0 = 101.3 \text{ kPa}$

绝对湿度 $h_0 = 11 \text{ g/m}^3$

4.4.2 大气校正因数

外绝缘破坏性放电电压与试验时的大气条件有关。通常,给定空气放电路径的破坏性放电电压随着空气密度或湿度的增加而升高;但当相对湿度大于 80% 时,破坏性放电会变得不规则(特别是当破坏性放电发生在绝缘表面时)。

利用校正因数可将测得的闪络电压值换算到标准参考大气条件下的电压值,反之,也可将标准参考大气条件下规定的试验电压值换算到试验条件下的电压值。

破坏性放电电压值正比于大气校正因数 K_t 。 K_t 是下列两个因数的乘积:

——空气密度校正因数 K_1

——湿度校正因数 K_2

$$K_t = K_1 \cdot K_2$$

实际加于试品外绝缘的电压值 U 由规定的标准参考大气条件下的试验电压 U_0 乘以 K_t 求得:

$$U = U_0 \cdot K_t$$

反之,可将测量的破坏性放电电压值校正到标准参考大气条件下的电压值:

$$U_0 = U / K_t$$

试验报告应包含试验期间的实际大气条件和采用的校正因数。

4.4.2.1 空气密度校正因数 K_1

空气密度校正因数 K_1 取决于相对空气密度 δ , 其表达式如下:

$$K_1 = \delta^m$$

指数 m 在 4.4.2.3 中给出。

当温度为 t (以摄氏度表示) 和大气压力为 b (以 kPa 表示) 时, 相对空气密度是:

$$\delta = \frac{b}{b_0} \cdot \frac{273 + t_0}{273 + t}$$

4.4.2.2 湿度校正因数 K_2

湿度校正因数可表示如下:

$$K_2 = K^W$$

指数 W 在 4.4.2.3 中给出。 K 取决于试验电压类型并为绝对湿度 h 与相对空气密度 δ 的比率 h/δ 的函数。为实用起见,可采用图 2 的曲线来近似求取,但对 h/δ 值超过 15 g/m^3 的湿度校正仍在研究中。图 2 中的曲线可认为是上限。

4.4.2.3 指数 m 和 W

校正因数依赖于预放电型式,由此引入 g :

$$g = \frac{U_B}{500L\delta K}$$

式中 U_B 是指实际大气条件时的 50% 破坏性放电电压值(测量或估算), kV; L 为试品最小放电路径, m; 相对空气密度 δ 和参数 K 均为实际值。耐受试验时 U_B 可以假定为 1.1 倍试验电压值。

指数 m 和 W 仍在研究中,其近似值在图 3 中给出。

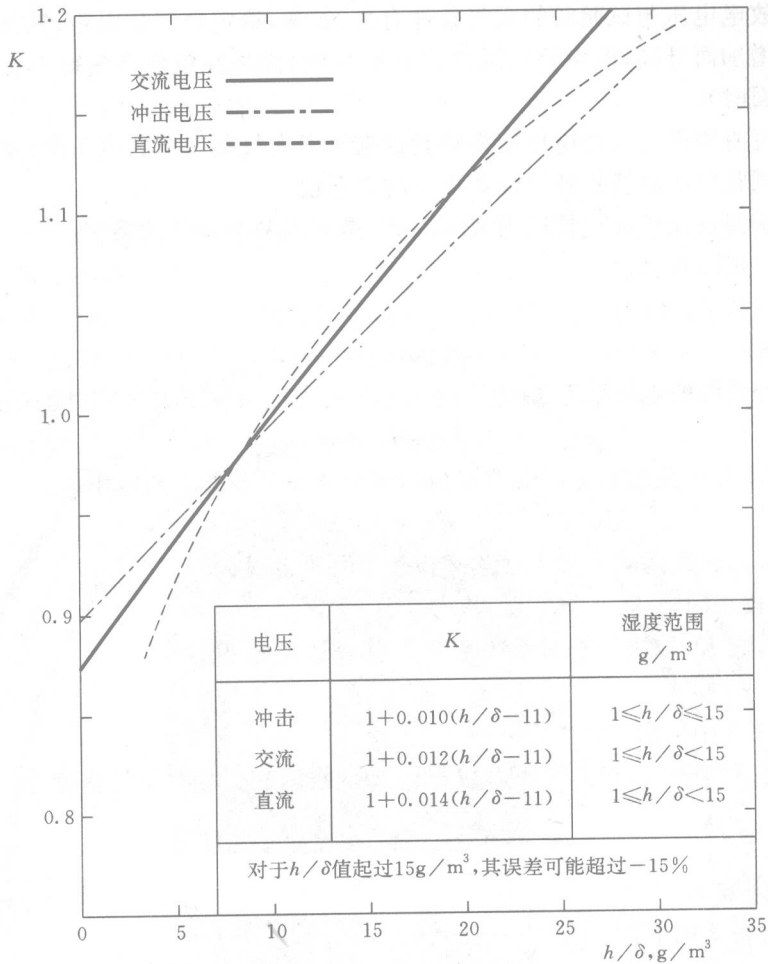


图 2 K 与 h/δ 的关系曲线(h 为绝对湿度, δ 为相对空气密度)

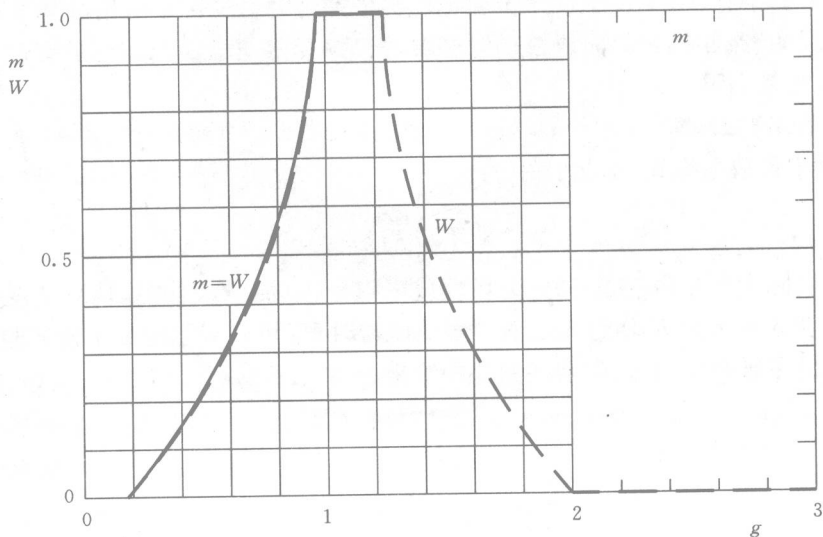


图 3 空气密度校正指数 m 值和湿度校正指数 W 与参数 g 的关系曲线

注: 在不同条件下得到实验值导出指数 m 和 W 值。但限于应用在海拔高度 2 000 m 以下。

4.4.3 湿试验, 人工污秽试验和联合电压试验时的大气校正

湿试验和人工污秽试验不进行湿度校正。这些试验的空气密度校正问题正在考虑中。联合电压试验的校正见 10.1.5 条。

4.4.4 试品内部和外部绝缘耐受电压不同时的试验程序

当试验室处于高海拔或者是在极端气候条件下进行试验时,对外绝缘耐受电压进行大气校正后,可能使试验电压低于内绝缘的额定耐受电压。为能对内绝缘施加正确的试验电压,应按有关设备标准的规定,采用将外绝缘浸入绝缘的液体或压缩气体中以提高外绝缘耐受水平等措施。对于外绝缘试验电压高于内绝缘耐受电压情况,只有当内绝缘具有较大设计裕度时才能正确地试验外绝缘,否则,除有关设备标准另有规定外,内绝缘应用额定值进行试验,外绝缘用模型进行试验,在前一种情况下,由设备标准规定所使用的试验程序。

4.4.5 湿度测量

湿度的测量通常用通风式精密干湿球温度计,绝对湿度是干、湿两个温度计读数的函数,可由图 4 查出,同时也可查到相对湿度。测量时应在达到稳定的数值后仔细读数,以免在确定湿度时造成过大误差。

图 4 是指标准大气压下空气湿度与干湿球温度读数的关系。非标准大气压条件时需将湿度图读数与修正值 ΔH 相加以得到实际湿度值。 ΔH 的计算公式为:

$$\Delta H = \frac{1.445}{273 + T_D} \Delta t \cdot \Delta p$$

式中: T_D ——空气干泡温度,℃;
 Δt ——干湿泡温度之差;
 Δp ——标准大气压与实际大气压之差,即 $\Delta p = 101.3 - p$,kPa;
 ΔH ——绝对湿度的修正值,g/m³。

只要具有足够的准确度,亦可采用其他确定湿度的方法。

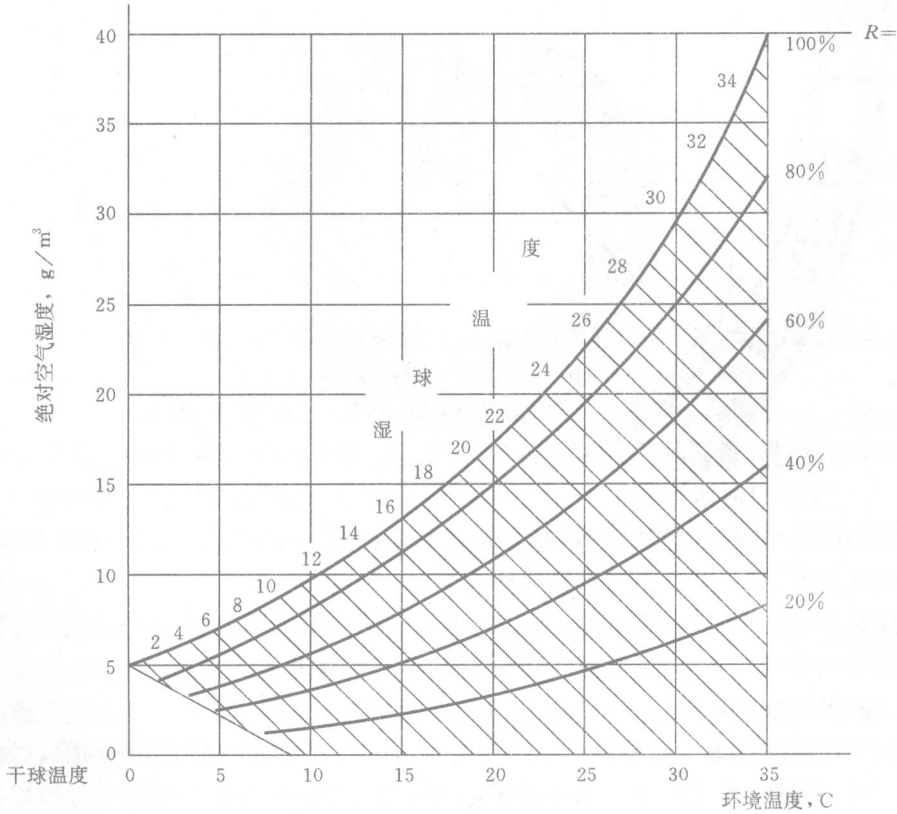


图 4 空气湿度与干、湿球温度计读数的关系

4.5 湿试验

本标准的规定旨在模拟自然雨对外绝缘的影响,并适用于所有类型电压的试验和各类设备的试验。

淋雨条件的规定列于表 1。

表 1 标准湿试验程序的淋雨状态

分 类		单 位	数 值
所有测量点的平均淋雨率	垂直分量	mm/min	1.0~2.0
	水平分量	mm/min	1.0~2.0
单独每次测量和每个分量的极限值		mm/min	平均值±0.5
收集到的雨水温度		℃	周围环境温度±15
收集的水校正到 20℃ 的电阻率		Ω·m	100±15

雨水电阻率按下式校正到 20℃ 时的值：

$$\rho_{20} = \rho_t \alpha$$

式中： ρ_{20} 和 ρ_t ——20℃ 和 t ℃ 的电阻率；
 α ——温度校正因数。

雨水电阻率的温度校正因数与温度的关系见图 5。

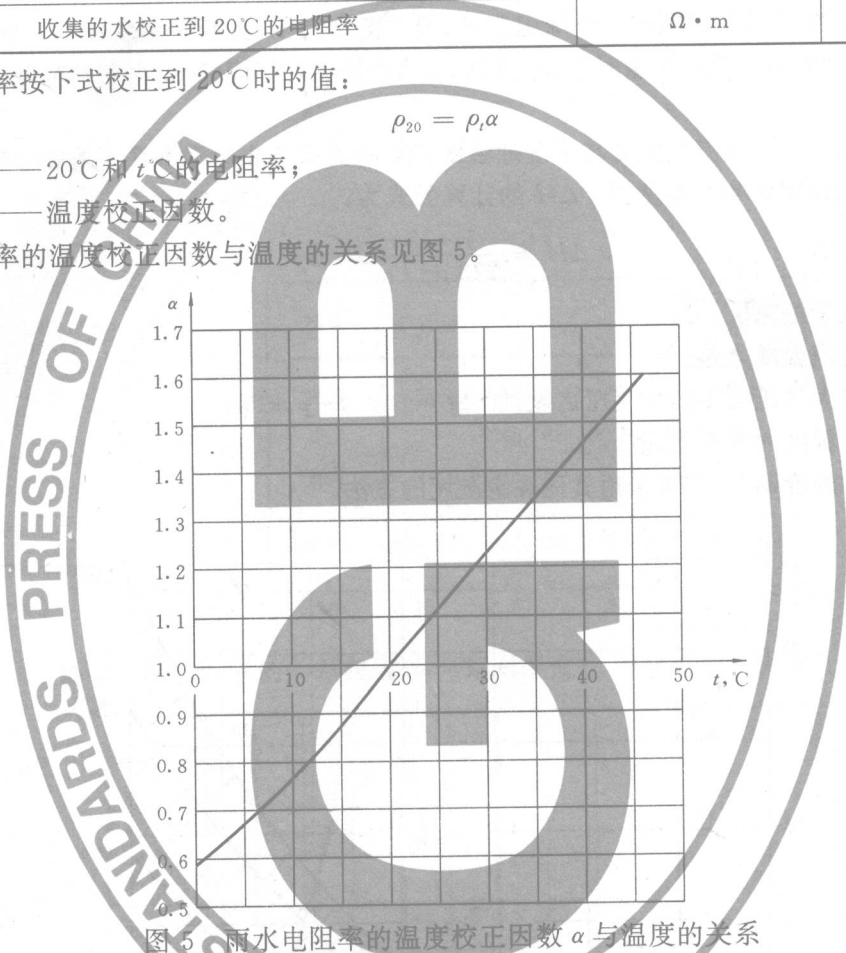


图 5 雨水电阻率的温度校正因数 α 与温度的关系

淋雨率用量雨器测量，量雨器应具有两个隔开的开口均为 100~750 cm² 的容器，其深度均不小于直径的二分之一；一个开口测水平分量，一个开口测垂直分量，垂直的开口面对淋雨器。

雨水的温度和电阻率应在收集到的即将达到试品的水的样品中测量。若经验证在水从水箱达到试品的时候水温没有多大变化，可以由储水箱取样测量。

试品应按规定条件至少预淋 15 min。开始时也可以用自来水预淋 15 min，接着在试验开始前需用规定条件的水连续预淋至少 2 min。雨水条件应在试验开始前进行测量。

湿试验结果的重复性差，为减少分散性，宜采用下述办法：

量雨器要在靠近试品的地方缓慢地在足够大的区域内移动并求其雨量的平均值。为避免个别喷嘴喷射不均匀的影响，测量的宽度应等于试品宽度，试品最大高度为 1 m。

对于高度在 1~3 m 之间的试品，应在试品顶部、中部和底部进行测量。对于高度超过 3 m 的试品，测量段的数目应增加至覆盖试品的整个高度；对于水平尺寸大的试品采用类似作法。

试品表面用活性洗涤剂洗净有可能减少试验的分散性，洗涤剂在开始淋湿之前必须擦净。

试验的结果可能受局部反常淋雨率的影响。如果需要的话,宜采用局部测量进行检验以改进喷射的均匀性。

淋雨装置必须调整以便在试品上产生表 1 中规定的淋雨条件。当喷嘴朝上与水平约成 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 角时,可以得到比较大的喷射距离。应注意水压增加到某一限度时,水流可能过早地散开而影响喷淋。

湿试验时,试品的安装位置应与工作条件一致。在试品上降下均匀的滴状雨。

注:如试品有几种工作位置,则湿试验允许只在一个位置和一种淋雨方向下进行,此时试品在淋雨状态下的电气强度应是最低的。

除非有关设备标准另有规定,湿试验的试验程序和本标准规定的干试验程序(见 5.3, 6.4, 7.2)相同。通常交直流电压湿试验的持续时间为 60 s。进行交流和直流电压湿耐受试验时,允许闪络一次,但在重复试验时不得再发生闪络。

只要能满足本标准表 1 规定的淋雨条件,任何形式的喷嘴均可采用。

图 6 是实际应用中认为比较满意的一种喷嘴。

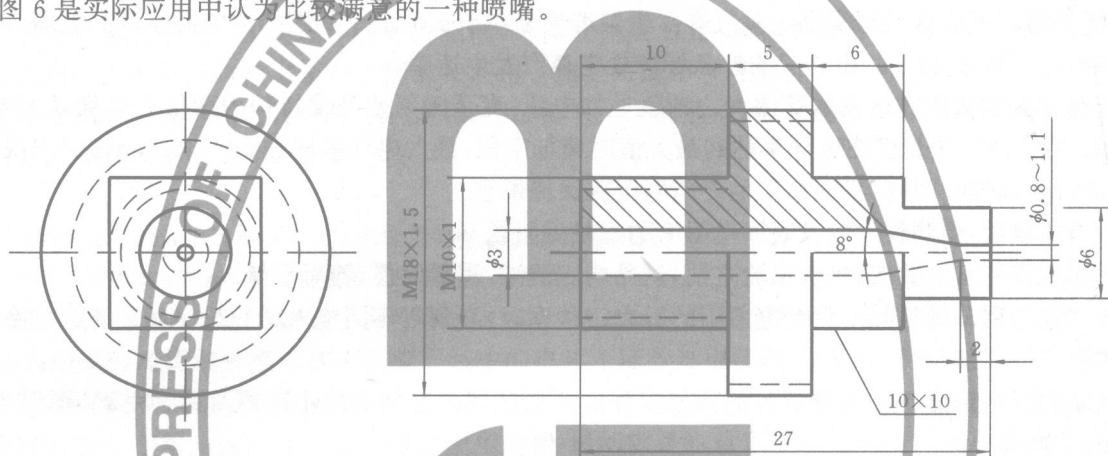


图 6 喷嘴

4.6 人工污秽试验

人工污秽试验是为了得到外绝缘在典型污秽条件下的性能,而不必模拟特定的运行条件。

本试验给出人工污秽试验的一些通用导则,更详细的方法见 GB 4585.1 和 GB 4596.2 及其他有关设备标准。

4.6.1 试品的准备

试品的金属部分和水泥胶装部分在第一次试验以前可以涂上耐盐水性涂料,以保证试验期间腐蚀物不污染绝缘表面。

试品用加入磷酸三钠溶液或其他洗涤剂的自来水仔细清洗,并用干净的自来水漂洗,此后不要用手触摸试品的绝缘表面。如果在清洗期间观察到大面积连续的湿表面,通常就可以认为绝缘子表面已足够洁净,而没有油脂或其他污秽物。

试验时试品采用的安装方式,(垂直、水平或倾斜)在有关设备标准中规定。

4.6.2 试验程序

人工污秽试验包括污秽的涂覆和同时或在其后的电压施加,通常仅推荐试验电压至少恒定数分钟的试验方法。除非有特殊目的,不推荐试验电压逐渐增加至闪络的试验方法。

污秽试验程序既可以是确定试品在一定电压下的最大污秽度;也可以是确定特定污秽度下的耐受电压。为比较几个试验的结果或几种试品的性能,前一种程序更好。考虑到现象的统计特性,测量的次数应足够多以得到一致的平均值。试验次数在有关产品标准中规定。

污秽试验分两类,盐雾法和固体污层法。

4.6.2.1 盐雾法

试品按要求安装在盐雾室内,盐雾产生的方法见附录 B。试验室的温度在试验开始时应在 $5\sim 30^{\circ}\text{C}$

范围内,而且试品和盐水的温度应和环境温度保持热平衡。

试品用自来水彻底清洗,盐雾系统在试品还保持湿润时开通,同时对试品施加电压,此时电压应迅速增加至规定值并在规定时间(通常为 1 h)内保持恒定或至闪络发生。这一过程重复数次,在每次试验以前试品必须以自来水充分清洗以清除盐迹。

试品的任何部分和除喷嘴及试品的支持架以外的任何接地体之间的最小距离应不小于每 100 kV 试验电压为 0.5 m,但是任何情况下不小于 2 m。

如果试验是用来确定某一规定耐受电压下的最大盐度,则用不同的盐度重复整个过程。

在试验开始以前,盐雾产生期间,应使试品产生一定次数的闪络以进行预处理,预处理后的试品应清洗。

4.6.2.2 固体污层法

试品应相当均匀地涂覆导电悬浮液,并应干燥。试验室的环境温度在试验开始时应在 5~30℃ 范围内,且试品与环境应保持热平衡。蒸气雾发生器产生分布于试品上下周围的均匀雾使试品湿润,试品附近雾的温度不超过 40℃。由相应的产品标准规定蒸汽发生速率。

一种试验方法是在试品被雾湿润之前就施加电压,直至闪络或是维持约为两倍于达到最大电导率的时间。另一种方法是仅在电导率达到最大值时施加电压,最大电导率应在 20~40 min 之间出现,在规定的 15 min 试验时间内,或闪络发生之前电压应保持恒定。

恰当的涂覆,湿润程序以及表面电阻率的测量见附录 B。

上述过程应重复数次,每次试验之前,试品均应清洗,重新涂覆,随后干燥。

当试验是用来确定某一耐受电压下的最大污秽度时,必须用不同电阻率的悬浮液重复进行涂污、湿润和试验。

试品的任何部分与除支持试品的构架以外的任何接地体之间的最小距离对每 100 kV 试验电压应不小于 0.5 m。

4.6.3 污秽度

试品的污秽度由盐雾的盐度(g/L)、表面电导率(μS)或每平方厘米绝缘表面的盐(NaCl)量(mg/cm^2)来表征。后者通常称为附盐密度(S. D. D.)。详见附录 B。

5 直流电压试验

5.1 试验电压

5.1.1 试验电压值

试验电压值是指它的算术平均值。

5.1.2 对试验电压的要求

除在有关设备标准中另有规定外,试品上的试验电压应是纹波系数不大于 3% 的直流电压。要注意接入试品和试验条件可能影响纹波系数,尤其是在湿试验和污秽试验时。

5.1.3 容许偏差

如果试验持续时间不超过 60 s,在整个试验过程中试验电压测量值应保持在规定电压值的 $\pm 1\%$ 以内。当试验持续时间超过 60 s,在整个试验过程中试验电压测量值则可保持在规定电压值的 $\pm 3\%$ 以内。

注:容许偏差为试验电压规定值与试验电压测量值之间允许的差值。它与测量误差不同,测量误差是指测量值与真值之差。

5.1.4 试验电压的产生

试验电压一般用整流装置产生,也可用静电发生器产生。对试验电源的要求取决于试品的型式和试验条件,这些要求主要由电源所提供的试验电流的数值和特点确定。试验电流的主要组成部分见 5.2。

电源的额定输出电流应使试品电容在相当短的时间内充电。但当试品电容很大时,也允许长达几分钟的充电时间。电源(包括储能电容)还应能供给泄漏电流和吸收电流,以及任何内部和外部的非破坏性

放电电流,其电压降不应超过 10%;在做内绝缘试验时,这些电流通常很小,但作绝缘子湿试时,泄漏电流可达数十毫安,有时可遇到放电量为 10^{-2}C 的预放电脉冲。

直流污秽试验电源的参数正在研究之中。

5.1.5 试验电压的测量

5.1.5.1 用按 GB/T 16927.2 规定的认可测量装置测量。

算术平均值、最大值、纹波因数和试验电压的瞬时压降通常用按 GB/T 16927.2 规定程序认可的测量装置测量。在测量纹波,瞬态电压或电压稳定性时,测量装置的响应特性应符合要求。

5.1.5.2 用认可的测量装置校准未认可的测量装置

这种方法通常是与试验电压有关的某种仪器的显示值和对同一个电压进行的测量之间建立一种关系。其电压的测量可以是按 5.1.5 进行的测量或是用符合 GB 311.6 的球隙或符合 5.1.5.1 的棒-棒间隙进行的测量。这种关系可能与试品、球隙或棒-棒间隙的接入、湿试验中的雨量等因素有关。因此,在校准和实际试验过程中,这些条件应保持相同,为防止火花放电,球隙和棒-棒间隙的距离应拉开足够大。应注意将供电电压与输出电压之间的关系用于测量可能不够可靠。

用球隙测量直流电压时,由于纤维会引起在较低电压下的放电,因此必须采取预防措施。应施加多次电压并以最高电压值作为实际测量值。

注

1 纤维的影响可由速度不小于 3 m/s 的气流吹过球隙予以消除。

2 当存在纹波时,球隙不能测量直流电压的算术平均值。

校准时,最好用 100% 或接近 100% 的试验电压,但对非自恢复绝缘的试品进行试验时,通常可用不低于 50% 的试验电压值外推。如果试验回路中的电流不随外加电压线性变化,外推法可能误差较大。

5.1.5.3 棒-棒间隙作为认可的测量装置

按照附录 C 中给出的尺寸和有关规定使用的棒-棒间隙是测量直流电压的一种认可的测量装置。

5.2 试验电流的测量

在测量流过试品的电流时,可以区分出几个独立的分量。对同一个试品和同一试验电压,各分量的大小可能差几个数量级。这些分量是:

a) 电容电流:由于开始加上试验电压或由于试验电压上纹波或其他波动所引起。

b) 介质吸收电流:由于绝缘中发生缓慢的电荷位移而引起。这个电流可持续几秒至几小时。该过程局部可逆。当试品放电或短路时,可观察到反极性电流。

c) 持续泄漏电流:当 a)、b) 分量衰减到零后,在恒定电压下该电流将是稳态直流。

d) 局部放电电流。

测量 a)、b)、c) 三个分量时需用量程较宽的仪器。应注意保证仪器对某一个电流分量的测量不受其他分量的影响。对于非破坏性试验,往往可以从观测电流随时间的变化规律中了解绝缘特性。

每个电流分量的相对幅值和重要性取决于试品的型式和状态,试验的目的以及试验的持续时间。当特别需要区分某一特定分量时,相应的测量程序应在有关的设备标准中规定。

局部放电脉冲电流的测量,采用在有关标准中规定的专用仪器。

注:应注意破坏性放电时可能流过的电流值,如果没有适当的保护,可能会损坏电流表。

5.3 试验程序

5.3.1 耐受电压试验

对试品施加电压时应从足够低的数值开始,以防止瞬变过程引起的过电压的影响;然后应缓慢地升高电压,以便能在仪表上准确读数,但也不应太慢,以免试品在接近试验电压 U 时耐压的时间过长。如果当电压高于 75% U 时以 2% U/s 的速率上升,通常能满足上述要求。将试验电压值保持规定的时间后,通过适当的电阻使回路电容、包括试品电容放电来消除电压。

规定耐受电压的持续时间应考虑由试品的电阻和电容决定的达到稳态电压分布的时间。若在有关

设备标准中没有规定,则耐受电压试验持续时间为 60 s。

电压的极性 or 每种极性电压的施加次序,以及任何不同于上述规定的要求应在有关设备标准中规定。

如果试品上没有破坏性放电发生,则满足试验要求。

5.3.2 破坏性放电电压试验

按 5.3.1 的规定在试品上施加电压并连续升压直至试品上发生破坏性放电。应记录破坏性放电发生瞬间的电压值。

在有关设备标准中规定施加电压次数和评估试验结果的方法(见附录 A)。

5.3.3 确保破坏性放电电压试验

按 4.3.1 的规定在试品上施加电压并连续升压直至试品上发生破坏性放电。应记录破坏性放电发生瞬间的电压值。

如果在规定的加压次数中每一次记录的放电电压值均不高于确保破坏性放电电压,则一般认为满足试验要求。

有关设备标准应规定施加电压的次数。

6 交流电压试验

6.1 交流电压试验的有关定义

6.1.1 峰值

交流电压的峰值是指最大值,但不计由非破坏性放电引起的微小高频振荡。

6.1.2 方均根(有效)值

交流电压的方均根值是指一完整的周波中电压值平方的平均值的平方根。

6.1.3 试验电压值

试验电压值是指其峰值除以 $\sqrt{2}$ 。

注:在有关设备标准中,可能要求测量试验电压的方均根值,而不是峰值。例如考虑热效应时,测量方均根值可能更有意义。

6.2 试验电压

6.2.1 对试验电压的要求

6.2.1.1 电压波形

试验电压一般应是频率为 45~65 Hz 的交流电压,通常称为工频试验电压。按有关设备标准的规定,有些特殊试验可能要求频率远低于或高于这一范围。

试验电压的波形为两个半波相同的近似正弦波,且峰值和方均根(有效)值之比应用 $\sqrt{2} \pm 0.07$ 以内,如满足这些要求,则认为高压试验结果不受波形畸变的影响。

对某些试验回路,须允许较大的畸变。应注意到试品,特别是有非线性阻抗特性的试品可能使波形产生明显畸变。

注:如果诸谐波的方均根(有效)值不大于基波方均根值的 5%,则认为满足上述对电压波形的要求。

6.2.1.2 容许偏差

如果有关设备标准无其他规定,在整个试验过程中试验电压的测量值应保持在规定电压值的 $\pm 1\%$ 以内;当试验持续时间超过 60 s 时,在整个试验过程中试验电压测量值可保持在规定电压值的 $\pm 3\%$ 以内。

注:容许偏差为规定值和实测值的差。它与测量误差不同,测量误差是指测量值与真值之差。

6.2.2 试验电压的产生

6.2.2.1 一般要求

试验电压一般用试验变压器产生,也有用串联谐振回路的。

试验回路的电压应足够稳定,不致受泄漏电流变化的影响。试品上非破坏性放电不应使试验电压降低过多及维持时间过长以致明显影响试品上破坏性放电电压的测量值。

在非破坏性放电的情况下,除在有关设备标准中另有规定外,只要表明试验电压值在相应放电发生后的几个周期时间内变化不超过 5%,并且非破坏性放电期间瞬时电压降不超过电压峰值的 20%,则认为耐压试验通过。

试验回路的特性必须满足上述要求,它与试验类型(干试验,湿试验),试验电压水平和试品性能有关。

注:非破坏性放电可能使试品接线端之间的电压产生较大波动。这种现象可能造成试品和试验变压器损坏,补救的办法通常是改变电源固有频率或在试验回路内串联一些阻尼元件。

6.2.2.2 对试验变压器回路的要求

为了使试验电压实际上不受泄漏电流的影响,当在试验电压下试品短路时,变压器输送的短路电流和电源频率下的泄漏电流相比要足够大,并且应满足下列数值的要求。

——对固体、液体或两者组合绝缘的小样品上的干试验,短路电流约为 0.1 A (r.m.s.) 。

——对自恢复外绝缘(绝缘子、隔离开关等)的干试验,短路电流不小于 0.1 A (r.m.s.) ;对于湿试验不小于 0.5 A (r.m.s.) ;但是对于可能产生大泄漏电流的大尺寸试品的湿试验,短路电流可能须达到 1 A 。

注:当试验回路由旋转电机供电时,要考虑瞬态短路电流。

为使测量的放电电压不受试品的非破坏性局部放电和预放电的影响,试品及附加电容器的电容量总和应足够大,一般为 $0.5\sim 1\text{ nF}$ 。

注:如果试验变压器的外部保护电阻不超过 $10\text{ k}\Omega$,则可将试验变压器端的有效电容看成与试品并联。

对于人工污秽试验,一般需 15 A 或以上的较大的短路电流值。试验设备还应满足下列两个条件:

——电阻与电抗之比(R/X)等于或大于 0.1 。

——电容电流与短路电流之比在 $0.001\sim 0.1$ 的范围内。

电压稳定性应可用合适的高压测量装置直接记录加到试品上的电压来验证。

6.2.2.3 串联谐振回路

串联谐振回路主要由容性试品或容性负载和与之串联的可调电感以及中压电源组成。它还可由电容器与感性试品串联而成。改变回路参数或电源频率,回路即可调谐至谐振,同时将有一个幅值远大于电源电压,且波形接近于正弦波的电压加在试品上。

谐振条件和试验电压的稳定性取决于电源频率和试验回路特性的稳定性。

当试品放电时,电源输出的电流较小,从而限制了对试品绝缘的损坏。

当试品(如电容器、电缆或气体绝缘的试品)的外绝缘上泄漏电流同流过试品的电容电流相比很小或者形成破坏性放电的能量很小时,串联谐振回路就特别有用,串联谐振回路对试验电抗器也实用。

对淋雨和污秽条件下的外绝缘试验,串联谐振回路可能不适用,除非能满足 6.2.2.1 的要求。

6.3 试验电压的测量

6.3.1 用 GB/T 16927.2 规定的测量装置进行测量。

电压的峰值,方均根(有效)值和正弦波畸变以及瞬态电压降的测量应采用经 GB/T 16927.2 规定程序认可的测量装置。

应注意测量瞬态电压降对所用测量装置的响应特性的要求。

6.3.2 用认可的测量装置校准未认可的测量装置。

这种方法通常是与试验电压有关的某种仪器的显示和对同一个电压进行的测量之间建立的一种关系;其电压的测量可以是按 6.3.1 进行的或用符合 GB 311.6 的球隙进行的测量。

这种关系可能与试品和球隙的接入以及湿试验时的雨量等因素有关,因此,在校准和实际试验时其他条件应保持相同。但在试验期间,球隙距离应增至足够大以防止放电。

校准时最好用 100% 或接近 100% 的试验电压。但对非自恢复绝缘的试品进行试验时,通常可用不低于 50% 的试验电压值外推。如果试验回路中电流不随外加电压线性变化,或者在校准电压和试验电压之间的电压波形或频率发生变化,则外推法可能误差较大。

6.4 试验程序

6.4.1 耐受电压试验

对试品施加电压时,应当从足够低的数值开始,以防止操作瞬变过程而引起的过电压的影响;然后应缓慢地升高电压,以便能在仪表上准确读数,但也不能升得太慢,以免造成在接近试验电压 U 时耐压时间过长。若试验电压值从达到 75% U 起,以 2% U/s 的速率升压,一般可满足上述要求。试验电压应保持规定时间,然后迅速降压,但不得突然切断,以免可能出现瞬变过程而导致故障或造成不正确的试验结果。

试验电压施加时间由有关设备标准规定,并且在频率为 45~65 Hz 范围内与频率无关,如果有关设备标准未规定试验电压的施加时间,则电压耐受时间为 60 s。

如果试品上无破坏性放电发生,则认为通过了试验。

6.4.2 破坏性放电电压试验

在试品上施加电压并连续上升直到试品上发生破坏性放电,并记录破坏性放电发生瞬间的试验电压值。

在有关设备标准中应规定升压速度,施加电压次数和评价试验结果的方法(见附录 A)。

6.4.3 确保放电电压试验

在试品上施加电压并连续上升直到试品上发生破坏性放电,并记录破坏性放电发生瞬间的试验电压值。

如果在规定的加压次数中每一次记录的放电电压值均不高于规定的确保放电电压,则一般认为满足试验要求。

加压次数和上升速度在有关设备标准中规定。

7 雷电冲击电压试验

7.1 试验电压

7.1.1 试验电压值

对于平滑的雷电冲击波,试验电压值为峰值。

对某些试验回路,在冲击的峰值处可能会有振荡或过冲,如图 7a~7d 所示,如果这种振荡频率不小于 0.5 MHz 或过冲的持续时间不大于 1 μs ,应作平均曲线,如图 7a 和 7b 所示。测量时可取这条平均曲线的最大幅值作为试验电压值。对图 7c 和 7d,可取记录波形的峰值作为试验电压值。对于 7e~7h 等其他冲击波形,应按试验类型和试品情况在有关设备标准中规定如何确定试验电压值。

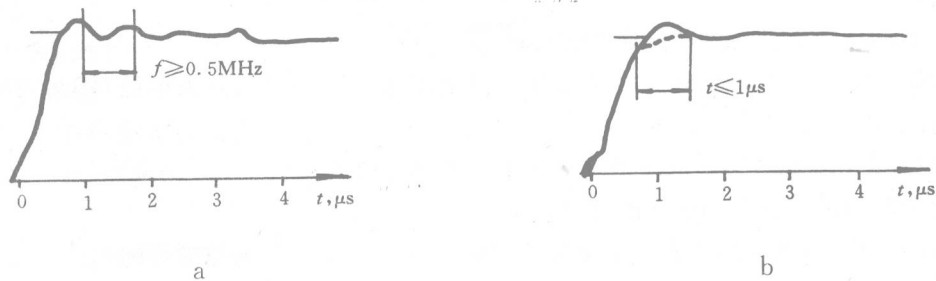


图 7 含有振荡或过冲的雷电冲击示例