

前 言

本标准是根据国家经贸委电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕22 号文）的安排制定的。

目前国内外均无高电压直流复合绝缘子的标准或技术条件，本标准参照了 IEC 61109:1992《标称电压高于 1000V 的交流架空线路用复合绝缘子——定义、试验方法及验收准则》及 JB5892—1991《高压线路用有机复合绝缘子技术条件》等标准中的内容。

本标准附录 A、B、C、D 和 E 均为提示的附录。

本标准由国家电力公司电网建设分公司提出。

本标准的起草单位为清华大学、中国电力科学研究院、国家电力公司武汉高压研究所。

本标准的主要起草人为梁曦东、宿志一、刘湘生、刘燕生、王绍武、汤存燕、蔡炜。

本标准由电力行业绝缘子标准化委员会归口。

本标准由电力行业绝缘子标准化委员会负责解释。

中华人民共和国电力行业标准

± 500kV 直流棒形悬式复合绝缘子技术条件

Technical specification for ± 500kV D.C. long rod
composite Insulators

DL/T 810—2002

1 范围

本标准规定了直流复合绝缘子（以下简称绝缘子）的技术要求、试验方法、检验规则、标志和包装，以及伞套材料、芯棒附件的性能。本标准适用于 ± 500kV 直流架空线路、换流站悬挂及耐张用的复合绝缘子。绝缘子安装地点的环境温度一般在 -40℃ ~ 40℃ 之间。

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/T 528—1998	硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定
GB/T 529—1991	硫化橡胶撕裂强度的测定（裤形、直角形和新月形试样）
GB/T 775—1987	绝缘子试验方法（系列标准）
GB/T 1408.1—1999	固体绝缘材料电气强度试验方法 工频下的试验
GB/T 1692—1992	硫化橡胶绝缘电阻率的测定方法
GB 2900.5—1983	电工名词术语——电气绝缘材料
GB/T 2900.8—1995	电工术语 绝缘子
GB/T 2900.19—1994	电工术语 高电压试验技术和绝缘配合
GB/T 4056—1994	高压线路悬式绝缘子连接结构和尺寸
GB 6553—1986	评定在严酷环境条件下使用的电气绝缘材料耐漏电起痕和耐电蚀损性的试验方法
GB/T 16927.2—1997	高电压试验技术 第二部分：测量系统
GB/T 13488—1992	橡胶燃烧性能测定 垂直燃烧法
IEC 61109:1992	标称电压高于 1000V 的交流架空线路用复合绝缘子——定义、试验方法及验收准则
IEC 61109—1995	标准电压高于 1000V 的交流架空线路用复合绝缘子——定义、试验方法及验收准则修正案
ISO 3452—1984	无损试验—渗透试验——一般原则
JB/T 3384—1999	高压绝缘子抽样方案
JB/T 3576—1999	高压绝缘子无线电干扰试验方法
JB 5892—1991	高压线路用有机复合绝缘子技术条件
JB/T 6747—1993	直流系统用高压绝缘子人工污秽试验方法 固体污层法
JB/T 8177—1999	绝缘子金属附件热镀锌层通用技术条件
JB/T 8178—1999	悬式绝缘子铁帽技术条件
JB/T 8181—1999	绝缘子串元件球窝联接用锁紧销

JB/T 8460—1996	高压线路用棒形悬式复合绝缘子尺寸与特性
JB/T 9673—1999	绝缘子产品包装
JB/T 9677—1999	盘形悬式绝缘子钢脚
STRI Guide 92/1	Hydrophobicity Classification Guide

3 术语

本标准所用的术语，除符合本标准规定外，其余应符合 GB 2900.5、GB/T 2900.8、GB/T 2900.19 的规定。

3.1 复合绝缘子 Composite insulator

绝缘子至少由两种聚合物绝缘材料构成，一般由芯棒和伞套所构成，并带有端附件。

3.2 芯棒 Core

绝缘子的内绝缘件，它承担机械负荷，一般由玻璃纤维增强树脂棒制成。

3.3 伞套 Housing and sheds

是指伞裙和外护套，是绝缘子的外绝缘件。它提供必要的爬电距离，且保护芯棒不受大气的侵袭。

3.4 端部附件 End fitting

是构成绝缘子的端部金属部件，与绝缘件装配，作为安装连接用。端部附件又名金属附件。

3.5 连接区 Connection zone

是芯棒的一部分和端部附件的一部分，通过这些部分来传递芯棒与端部附件的机械负荷。

3.6 介面 Interfaces

不同材料或不同部件之间的接触面。

3.7 漏电痕迹 Track

绝缘件表面由于放电形成的导电通道。

3.8 漏电起痕 Tracking

绝缘件表面形成漏电痕迹的过程。

3.9 电蚀损 Erosion

由于放电等原因的作用，在绝缘表面和介面上产生的一种不可逆的且不导电的蚀损。

3.10 树枝状通道 Treeing

在绝缘材料内部形成的细微通道，产生不可逆的劣变现象。这种通道也可能不导电，也可能导电并且能够在整个材料上逐渐延伸直到产生电气和机械破坏。

3.11 粉化 Chalking (Fluoring)

绝缘子伞套材料中填料的一些颗粒露出，形成粗糙或粉状的表面。

3.12 裂纹 Crazeing

裂纹是指深约 (0.01~0.1) mm 的表面微小裂缝。

3.13 开裂 Crack

深度超过 0.1mm 的任何表面裂缝。

3.14 水解 Hydrolysis

绝缘子的元件由于受到水或水蒸气的渗透作用，在内部发生化学变化。这种变化可能导致电性能或机械性能的下降。

3.15 电解腐蚀 Electrolyte erosion

绝缘子的金具在直流电场下由于电解导致的腐蚀。

3.16 离子迁移 Ion migration

绝缘子中的碱金属或碱土金属离子在直流电场下的定向移动。

3.17 憎水性 Hydrophobicity

固体材料的一种表面性能，水在憎水性的固体表面形成的是一种相互分离的水滴或水珠状态，而不是连续的水膜或水片状态。

3.18 憎水性迁移 Transference of hydrophobicity

憎水性的伞裙护套在表面染污后，将自身的憎水性传递给污层并且自身仍具有憎水性的现象。

3.19 憎水性的减弱与恢复 Loss and recovery of hydrophobicity

清洁或污秽复合绝缘子伞裙护套的憎水性在某些外界因素作用下减弱，外界因素停止作用后其憎水性自然恢复。

3.20 憎水性迁移时间 Time of hydrophobicity transference

具有憎水性迁移特性的复合绝缘子从染污到试验或测量时所经过的时间，经过这段时间，复合绝缘子表面的污层具有了一定程度的憎水性。

3.21 额定机械负荷 Specified mechanical load

用来表征产品机械强度等级的负荷值，在该负荷下，产品应能耐受 1min 而不破坏。

3.22 阻燃性 Flame retardance

伞套材料所具有的阻止火焰蔓延的性能。

3.23 应力腐蚀 Stress corrosion

绝缘子芯棒在酸及机械应力共同作用下产生的破坏。

3.24 实验室标准环境条件 Standard laboratory environment

温度 20℃～25℃；相对湿度 40%～70%。

4 技术要求

4.1 绝缘子应按本技术条件以及按规定程序批准的技术文件和图样制造，其结构高度、伞裙直径及伞间距的尺寸偏差应满足：

当 $d \leq 300\text{mm}$ 时， $\pm (0.04d + 6) \text{ mm}$ ；

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

最小公称爬电距离 L 的允许偏差应不大于 $\pm (0.025L + 6) \text{ mm}$ ，最大偏差为 $\pm 150\text{mm}$ 。

注：推荐的 $\pm 500\text{kV}$ 棒形悬式复合绝缘子的结构高度、爬电比距及连接标记分别为 5440mm、35mm/kV 及 R20。

4.2 绝缘子伞套表面单个缺陷面积（如缺胶、杂质、凸起等）不应超过 25mm^2 ，深度不大于 1mm，凸起表面和合缝应清理平整，凸起高度不应超过 0.8mm，总缺陷面积应不超过绝缘子总表面积的 0.2%。

4.3 绝缘子端部附件锌层应符合 JB/T 8177 的规定。其连接结构如采用球窝或槽型时，连接结构尺寸应符合 GB/T 4056 的规定，锁紧销应符合 JB/T 8181 的规定，且与绝缘子成套供应。球窝或槽型连接件的机械拉伸破坏负荷应符合 JB/T 8178 的规定。钢脚或槽型连接件的机械拉伸破坏负荷应符合 JB/T 9673 的规定。

4.4 绝缘子用伞套材料应进行直流电压下的斜面法耐漏电起痕及电蚀损试验，并达 4.5 级，其最大电蚀深度不超过 2.5mm。

4.5 绝缘子用伞套材料的阻燃性，应达 GB/T 13488 标准规定的 FV—O 级要求。

4.6 绝缘子用伞套材料应满足憎水性、憎水性迁移特性、憎水性减弱与恢复特性的要求。

4.7 绝缘子用伞套材料的主要电气、机械性能应满足如下要求：

- 体积电阻率应不小于 $10^{11} \Omega \cdot \text{m}$ ；
- 直流介电强度不小于 30kV/mm ；
- 机械抗张强度不小于 3MPa ；
- 机械抗撕强度不小于 7kN/m （直角形式样）。

4.8 绝缘子的芯棒应能满足下列试验要求：

- a) 耐受时间为 15min 的染色渗透试验;
- b) 耐受时间为 100h 的水扩散试验;
- c) 持续 96h 的体积电阻率试验;
- d) 直流击穿电压不低于 50kV (1cm 长试品);
- e) 不低于 100kV 的雷电冲击耐受电压试验 (1cm 长试品)。

4.9 绝缘子应能耐受 10s 拉伸负荷试验而不损坏, 其试验负荷为额定机械负荷的 50%。

4.10 绝缘子应能满足额定机械负荷耐受试验及金属附件与绝缘护套间介面染色渗透性验证试验的要求。

4.11 绝缘子应能满足 70% 额定机械负荷试验和金属附件与绝缘护套间介面染色渗透性试验的要求。

4.12 绝缘子应进行直流或工频耐受电压试验而不发生击穿和闪络。

4.13 绝缘子应进行正、负极性各 5 次的陡波冲击耐受试验。

4.14 绝缘子应按下列顺序进行端部附件连接区及介面试验:

- a) 干工频闪络试验;
- b) 突然卸载试验: 绝缘子应在周围空气温度 ($-20 \sim -25$)℃ 条件下, 耐受 5 次突然卸载试验而不损坏, 其拉伸负荷为 30% 的额定机械负荷;

注: 在特殊条件下, 需要采用更低温度, 可由供需双方协议。

c) 热机试验: 绝缘子应能耐受 4 次 24h 温度机械循环试验而不损坏, 其温度变化范围为 $-35^{\circ}\text{C} \pm 5\text{K} \sim +50^{\circ}\text{C} \pm 5\text{K}$, 施加拉伸负荷为额定机械负荷的 50%;

d) 42h 水煮试验: 绝缘子应在本项试验完成后的 48h 之内, 按下列顺序进行 (e~g) 项试验;

e) 外观检查: 不允许有开裂和脱落现象;

f) 陡波冲击试验: 经受正、负极性各 25 次陡波冲击而不击穿;

g) 工频电压试验。

4.15 绝缘子应能满足直流电压下 1000h 盐雾法耐漏电起痕和电蚀损试验的要求。

4.16 绝缘子应能满足金具耐腐蚀性试验的要求。对于使用耐腐蚀环、套的绝缘子, 耐腐蚀环、套在热机试验及 70% 额定机械负荷下不应松动、开裂。

4.17 绝缘子应能满足机械强度——时间试验的要求。

4.18 绝缘子特性应符合如下项目要求:

- a) 雷电全波冲击耐受电压不低于 +2550kV;
- b) 湿操作冲击耐受电压不低于 +1550kV;
- c) 直流 1min 湿耐受电压不低于 +600kV。

注: 对于海拔高度 1000m 以上地区的绝缘子, 应考虑海拔高度对绝缘子放电电压的影响。

4.19 绝缘子应能满足可见电晕试验的要求。

4.20 绝缘子应能满足 5000h 加速老化试验的要求, 推荐试验方法见附录 A, 具体技术指标由供需双方协商。

4.21 绝缘子应能满足人工污秽试验的要求, 推荐试验方法见附录 B, 具体技术指标由供需双方协商。

4.22 绝缘子芯棒应能满足耐应力腐蚀试验的要求, 推荐试验方法见附录 C, 具体技术指标由供需双方协商。

4.23 绝缘子芯棒应能满足离子迁移对机械性能影响试验的要求, 推荐试验方法见附录 D, 具体技术指标由供需双方协商。

5 试验方法

5.1 端部附件连接区及介面试验

本项试验由干工频闪络试验、突然卸载试验、热机试验、水煮试验、外观检查、陡波冲击耐受试验

和工频电压试验组成，这些试验须依次进行。

5.1.1 试品的准备

取按正常工艺生产装配的 3 只绝缘子试样，试样的绝缘距离不得小于 800mm，两端部附件及端部附件到第一个伞裙间的绝缘结构应与正常生产的绝缘子一样，并采用同样的装配方法。

5.1.2 干工频闪络试验

将 3 只试样按 GB 775 进行干工频闪络试验，每只算术平均值（校正到标准状态）作为 5.1.8 试验的基准值。

5.1.3 突然卸载试验

试验时，在周围空气温度（ $-20 \sim -25$ ）℃ 情况下，将试样按近似正常使用情况安装在突然卸载装置上。沿试样的轴线方向施加 30% 的额定机械负荷，然后将负荷突然释放到零（突然卸载装置结构推荐见 JB 5892）。每只试样应耐受 5 次突然卸载试验。

5.1.4 热机试验

试验时，试样应经受 4 次 24h 的温度循环，每次循环包括一个冷却到 $-35^{\circ}\text{C} \pm 5\text{K}$ 和加热到 $+50^{\circ}\text{C} \pm 5\text{K}$ 的过程（温度是指试品周围的介质温度）。应在温度循环开始前，在室温下对试品施加 50% 的额定机械负荷。温度循环的顺序是先冷却后加热。最高和最低温度至少各连续保持 8h，最后一次循环完成后，应在室温下卸除负荷。

热机试验前和试验后，应在周围空气温度下，对试样施加 50% 的额定机械负荷，耐受时间 1min，在此期间测量试样的长度，精确到 0.5mm，试验前后拉伸长度作为参考数据。温度循环试验的温度、负荷与时间变化曲线见 JB 5892。

对于使用耐腐蚀环、套的绝缘子，热机试验后，耐腐蚀环、套不应松动、开裂。

5.1.5 水煮试验

将试样放入 0.1% 重量百分浓度的 NaCl 溶液中沸腾 42h。沸腾结束后，试样仍应保留在容器中，直到水冷却到大约 50°C 。试样须在从水中取出后的 48h 之内，依次完成 5.1.6、5.1.7、5.1.8 条试验。

5.1.6 外观检查

从水中取出试样并仔细检查，不允许有开裂和脱落现象，否则本项试验不合格。

5.1.7 陡波冲击耐受试验

按 JB 5892 进行陡波冲击耐受试验。

将电极（由厚度不大于 1mm、宽度约 20mm 的铜片组成）固定在试样伞裙间的杆径上，试验须分段进行，每段绝缘距离不得大于 50mm。试验时，将陡度至少为 $1000\text{kV}/\mu\text{s}$ 的冲击电压依次施加到试样的每段上，每段均应承受 25 次正极性和 25 次负极性冲击。每次冲击应在电极间的试样外部产生闪络，不应产生击穿，否则本项试验不合格。

5.1.8 工频电压试验

按 GB 775，对每只试样进行干工频闪络电压试验，每只试样的干工频闪络电压值应不低于 5.1.2 条基准值的 90%。再对每只试样分别施加 80% 的基准值耐受 30min，试样不应击穿，试验后，应立即测量试样绝缘体的温度，其温升不应超过 20K，否则本项试验不合格。

5.2 机械强度—时间试验

5.2.1 试品的准备

取按正常工艺生产装配的 6 只绝缘子试样，试样的绝缘距离不得小于 800mm。试样的连接区应与正常生产所采用的相同，连接区以外部分可作适当修改，以避免端部附近连接结构破坏。

5.2.2 试验程序

对 3 只试样施加拉伸负荷。此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升到大约为芯棒预期机械破坏负荷的 75%，然后在（30~90）s 的时间内逐渐升高到芯棒破坏或完全抽出，端部附件的连接结构破坏不应计入，最后计算 3 只试样的平均破坏负荷值。对另 3 只试样施加拉伸负荷，此拉伸负荷应迅速而平稳地从

零升到平均破坏负荷值的 60%，维持这个负荷 96h，在此期间不能出现断裂和抽芯，否则本项试验不合格。

5.3 70% 额定机械负荷试验和金属附件与绝缘护套间介面染色渗透性试验

本试验是在施加 70% 额定机械负荷的拉伸负荷持续 96h 后，在环境温度下验证额定机械负荷。

5.3.1 试品的准备

取按正常工艺生产装配的 4 只绝缘子试样，试样的绝缘距离不得小于 800mm，两端部附件及端部附件到第一个伞裙间的绝缘结构应与正常生产的绝缘子一样，并采用同样的装配方法。应对这些试样进行外观检查，且按照图纸核对尺寸是否合适，然后逐个进行机械试验。

5.3.2 试验程序

a) 对此 4 只试样施加拉伸负荷，此负荷应迅速而平稳地从零升到额定机械负荷的 70%，然后在此负荷下维持 96h。

b) 96h 试验结束时，4 个试样中的任一个，其两端应根据 ISO 3452 用染色渗透检查裂痕情况，这两端包括护套与金属附件介面的全部区域及金属部分两端有效的延伸区。

检查应按如下方式进行：

- 1) 表面应采用与渗透检验和被试材料相容的清洁剂和去油剂进行预清洗及去油污；
- 2) 在清洁后表面，染色渗透剂应作用 20min；
- 3) 除去多余染色渗透剂，使其干燥；
- 4) 如需要可用显色剂；
- 5) 检查表面。

有些护套材料可能被染色渗透剂渗透，在此情况下应提供证据证明结论的有效性。

渗透试验后，应检查试样是否有裂纹。如果出现裂纹，应将伞套（必要时连同金属附件和芯棒）在显示表面裂纹最宽的中部，垂直于裂纹将外套、金属附件及芯棒一切为二，检测表面裂纹深度。

对于使用耐腐蚀环、套的绝缘子，96h 试验结束时，耐腐蚀环、套不应出现松动、开裂。

c) 在室温环境下，对剩余 3 只试样逐个在两连接金具间施加拉伸负荷，此负荷应迅速而平稳地从零升到大约为额定机械负荷的 75%，然后在 (30~90) s 时间内将负荷升到 100% 额定机械负荷。

如果在少于 90s 的时间内达到额定机械负荷，则应在额定机械负荷下维持至 90s（此试验可以认为等效于额定机械负荷 1min 耐受试验）。

d) 耐受试验结束时，检查试样是否完好。如未破坏，为获得更多资料，除非有特殊情况（如拉力机的最大拉伸负荷），应将负荷一直增加至绝缘子破坏为止，并记录此值。

5.3.3 试验判定

如果符合下列规定，则试验通过：

- a) 在 70% 的额定机械负荷 96h 耐受试验和在 100% 额定机械负荷 1min 耐受试验中没有出现芯棒破坏或抽芯、或端部附件破坏；
- b) 用 5.3.2b) 所述染色渗透法没有发现裂纹；
- c) 检测 5.3.2b) 中所述切成两半的情况能清楚表明裂纹不能达到芯棒。

5.4 额定机械负荷耐受及金属附件与绝缘护套间介面渗透性验证试验

5.4.1 试品及染色渗透程序

随机地从经镀锌层试验及锁紧销试验后的抽样样品中取一只绝缘子，根据 ISO3452 用染色渗透法进行裂纹检查，区域包括护套与金属附件介面的全部长度，也包括金属部分的有效延伸区。

检查应按如下方式进行：

- a) 表面应采用与渗透检测和被试材料相容的清洁剂和去油剂进行预清洗及去油污；
- b) 在清洁后的表面，染色渗透剂应作用 20min；
- c) 渗透结束后 5min 内，在环境温度下，绝缘子与金属附件之间施加拉伸负荷，其值为 70% 额定

机械负荷，此负荷应迅速而平稳地上升，并保持此负荷 1min；

- d) 除去多余染色渗透剂，使其清洁干燥；
- e) 如需要可用显色剂；
- f) 检查表面。

有些护套材料可能被渗透剂渗透，在此情况下应提供证据证明结论的有效性。

70%额定机械负荷 1min 试验后，如果出现裂纹，应将伞套（必要时连同金属附件和芯棒）在表面裂纹最宽的中部，垂直于裂纹将外套、金属附件及芯棒一切为二，从而判断裂纹的深度。

5.4.2 机械负荷耐受程序

随机地从未经 5.4.1 条试验的抽样样品中抽取表 2 规定数量的绝缘子，在环境温度下，对所抽查绝缘子施加拉伸负荷，负荷加在两端附件上，此负荷应迅速而平稳地从零升到额定机械负荷的 75%，然后在 (30~90) s 的时间内，逐渐上升到 100% 的额定机械负荷，若在少于 90s 的时间内达到额定机械负荷，应在此负荷下维持至 90s（此试验可以认为等效于额定机械负荷 1min 耐受试验）。上述耐受试验结束时，检查试样是否完好。如未破坏，为获得更多资料，除非有特殊情况（如拉力机的最大拉伸负荷），应将此负荷一直增加至绝缘子破坏为止，并记录此值。

5.4.3 试验判定

如果同时满足下列条件，则绝缘子通过本项试验：

- a) 在 70%额定机械负荷的 1min 耐受试验中，或在额定机械负荷的 1min 耐受试验中，绝缘子未破坏（无芯棒断裂、抽芯、拉脱或金属件破裂）。
- b) 所述染色渗透方法确认无裂纹。
- c) 所切开的两个断面表明裂纹未达到芯棒。

5.5 伞裙护套材料试验

5.5.1 伞裙护套材料耐漏电起痕及电蚀损试验

a) 试品的准备。试品以 5 个为一组，同时进行试验。每个试品的尺寸为 120mm×50mm×6mm。试品的配方及硫化成形工艺应与伞裙护套的配方及硫化成形工艺相同。若绝缘子伞裙与护套的配方及硫化成形工艺不同，则应对伞裙材料及护套材料分别进行本项试验。

b) 试验装置。本项试验参照 GB 6553，采用斜面法进行试验。试验装置应能提供 +4.5kV 的直流电压，且在进行试验时，当高压侧流过持续 0.5s 的 60mA 电流时，试验装置的输出电压降应不大于 5%。流过试品表面的污液流量为 (0.2±0.05) ml/min。

c) 试验程序。按照 GB 6553 规定的方法安装试品及向试品提供污液。对试品施加 +4.5kV 的直流电压，并同时开始记时。全部试验持续 6h。试验前后应测量流过每只试品的污液流量，且应记录每只试品的试验时间，记录所用污液的总量。流过试品的污液不得循环使用。

d) 试验的判定。经 6h 试验后，仅当五个试品均未出现漏电痕迹且电蚀损深度均不大于 2.5mm 时，方认为该组试品达 4.5 级，且本项试验通过。

5.5.2 伞裙护套材料直流介电强度试验

a) 试品的准备。试品厚度为 (2±0.1) mm，其余尺寸应符合 GB/T 1408 的要求。

b) 试验装置与程序。本项试验参照 GB/T 1408 进行。试验电压采用直流电压，电源的纹波系数应不大于 5%。对 5 个试品分别进行直流介电强度试验。

c) 试验的判定。试品的直流介电强度应不小于 30kV/mm。

5.6 绝缘子憎水性的测试与评价方法

本方法对复合绝缘子的憎水性进行全面的评价，包括伞裙护套材料的憎水性、染污后憎水性的迁移特性、憎水性在一定条件下的减弱以及恢复特性。

憎水性状态用静态接触角 (θ) 和憎水性分级 (HC) 来表示。

5.6.1 试品的准备

试品的配方及硫化成形工艺应与按正常工艺生产的绝缘子的伞裙护套相同。若绝缘子伞裙与护套的配方及硫化成形工艺不同,则应对伞裙材料及护套材料分别进行本项试验。

a) 静态接触角法(CA法)采用平板试品,面积为(30~50) cm²,试品厚度(3~6) mm,试品数量为3个。

b) 喷水分级法(HC法)采用平板或伞裙试品,面积(50~100) cm²,试品数量为5个。

c) 清洁表面试品预处理:用无水乙醇清洗表面,然后用去离子水(或蒸馏水)冲洗,干燥后置于防尘容器内,在实验室标准环境条件下至少保存24h。

d) 试品涂污及憎水性迁移:清洁表面试品预处理后,按照附录B2.2、B2.3条的方法涂污,盐密和灰密分别为0.1mg/cm²,0.5mg/cm²。涂污后的试品置于实验室标准环境条件下的防尘容器内进行憎水性迁移,迁移时间为4天。

5.6.2 憎水性测量方法

a) 静态接触角法(CA法)。静态接触角法即通过直接测量固体表面平衡水珠的静态接触角来反映材料表面憎水性状态的方法。可通过静态接触角测量仪器、测量显微镜或照相等方法来测量静态接触角 θ 的大小。水珠的体积为(4~7) μ l左右[即水珠重量(4~7) mg],每个试品需测5个水珠的静态接触角(3个试品15个测量点的平均值为 θ_{av} 、最小值为 θ_{min})。

b) 喷水分级法(HC法)。喷水分级法是用憎水性分级来表示固体材料表面憎水性状态的方法。该方法将材料表面的憎水性状态分为7级,分别表示为HC1~HC7。HC1级对应憎水性很强的表面,HC7级对应完全亲水性的表面。憎水性分级的描述及典型状况见附录E。

1) 憎水性分级测量的要求。喷水设备喷嘴距试品25cm,每秒喷水1次,共25次,喷水后表面应有水分流下。喷射方向尽可能垂直于试品表面,憎水性分级的HC值的读取应在喷水结束后30s以内完成。试品与水平面呈20°~30°左右倾角。

2) 对喷水装置的要求。喷水设备可用喷壶,应满足:每次喷水量为(0.7~1) ml;喷射水流散开角为50°~70°。喷射水流散开角的校核可采用如下方法:在距喷嘴25cm远处立一张报纸,喷射方向垂直于报纸,喷水(10~15)次,形成的湿斑直径在(25~35) cm。

5.6.3 试验步骤与判定:

对被测试品,静态接触角 θ 及憎水性分级HC值两个参数均应进行测量,并同时满足相应的要求。

a) 憎水性。按照5.6.2条规定的测量方法,测量清洁试品表面的静态接触角 θ 及憎水性分级HC值。试品要求见5.6.1条。复合绝缘子的伞裙护套材料应满足条件:

1) 静态接触角 $\theta_{av} \geq 100^\circ$ 、 $\theta_{min} \geq 90^\circ$;

2) 一般应为HC1~HC2级,且HC3级的试品不多于1个。

b) 憎水性的减弱特性。在实验室标准环境条件下,将5片清洁试品置于盛有蒸馏水的玻璃容器中浸泡96h。蒸馏水应保证试品被完全浸没,其电导率小于10 μ S/cm。试品要求见5.6.1条。

将试品取出后,甩掉表面的水珠,用滤纸吸干残余水分。然后任选3个试品,顺序测量其静态接触角 θ 及HC值,其余两个试品仅测HC值。每个试品的测量过程应在10min内完成。试品应满足条件:

1) 静态接触角 $\theta_{av} \geq 90^\circ$ 、 $\theta_{min} \geq 85^\circ$;

2) 一般应为HC3~HC4级,且HC5级的试品不多于1个。

c) 憎水性的恢复特性。完成5.6.3b)条测量后,将上述试品在实验室标准环境条件下静置48h。然后任选3个试品,顺序测量其静态接触角 θ 及HC值,其余两个试品仅测HC值。试品应满足条件:

1) 静态接触角 $\theta_{av} \geq 95^\circ$ 、 $\theta_{min} \geq 90^\circ$;

2) 一般应为HC2~HC3级,且HC4级的试品不多于1个。

d) 憎水性的迁移特性:

从5个按5.6.1d)条方法染污并憎水性迁移4天后的试品中,任选3个,顺序测量其静态接触角 θ 及HC值,其余两个试品仅测HC值。试品应满足条件:

- 1) 静态接触角 $\theta_{av} \geq 110^\circ$ 、 $\theta_{min} \geq 100^\circ$;
- 2) 一般应为 HC2~HC3 级, 且 HC4~HC5 级的试品不多于 1 个。

5.7 绝缘子耐漏电起痕及电蚀损试验

5.7.1 试品的准备

取按正常工艺生产装配的 2 只绝缘子试样, 试样的爬电距离应在 (490~700) mm 之间, 两端部附件及端部附件到第一个伞裙间的绝缘结构应与正常生产的绝缘子一样, 并采用同样的装配方法。

5.7.2 试验装置

试验用雾室应是防锈和密封的, 雾室的容积不应超过 10m^3 , 排气孔不得大于 80cm^2 。用 NaCl 配制盐水, 然后用具有恒定喷射能力的喷雾装置将盐水喷成雾状, 并使其充满整个雾室, 喷嘴不能将雾直接喷向试品。

- 水流速率 $(0.4 \pm 0.1) \text{ kg/m}^3 \cdot \text{h}$;
- 盐雾颗粒大小 $(5 \sim 10) \mu\text{m}$;
- 盐水中含 NaCl 量 $(10 \pm 0.5) \text{ kg/m}^3$;
- 雾室温度 $20^\circ\text{C} \pm 5\text{K}$ 。

试验采用直流电源。在电流为 250mA 的电阻性负荷下, 电源电压降应不大于 5%。回路保护水平为 1A。

5.7.3 试验程序

试验前, 应将试样用去离子水清洗, 放置试样时, 一只为水平, 另一只为垂直。试样离雾室顶端的距离应至少为 200mm, 离墙距离至少为 100mm。绝缘子在 (14~20) kV 范围内的某一恒定的负极性直流电压和盐雾条件下, 经受 1000h 的连续试验, 试验电压按 35mm 的爬电距离施加 1kV 进行计算。为了进行试样检查和维修设备, 试验期间允许 6 次中断电源, 但总的中断时间应在 4h 以内, 并在中断后继续进行试验, 中断的时间不计入试验总时间内。

5.7.4 试验的判定

如果每只试样不超过 3 次过流中断, 不产生漏电痕迹, 电蚀损没有腐蚀到芯棒, 没有伞裙击穿, 则本项试验通过。

5.8 绝缘子芯棒材料试验

5.8.1 染色渗透试验

a) 试样。用金刚石锯片, 从一只绝缘子上将芯棒沿与轴线成 90° 的方向切下 10 只试样, 每只试样长度为 $(10 \pm 0.5) \text{ mm}$ 。芯棒上的伞套可除去, 也可以不除去, 断面用 180 目细砂布打光, 两断面应清洁且平行。

b) 试验程序。试验时, 将试样沿芯棒纤维束的轴向放入玻璃容器内。容器底部放有一层相同直径的钢球或玻璃球 [球直径 (1~2) mm] 和染料为 1% 重量的品红乙醇溶液 (1g 的品红溶入 100g 的乙醇中), 其液面应比球的顶部高出 (2~3) mm, 因毛细管作用, 染料从芯棒底面吸到上端面上, 测量染料贯通试样的时间。

c) 试验的判定。染料渗透整个试样所用的时间应大于 15min, 否则本项试验不合格。

5.8.2 水扩散试验

a) 试样。从一只绝缘子上用金刚石锯片将芯棒沿与轴线成 90° 的方向切下 6 只试样, 每只试样长度为 $(30 \pm 0.5) \text{ mm}$ 。芯棒上的伞套可除去, 也可不除去, 断面用 180 目细砂布打光, 两断面应清洁且平行。

b) 试验程序。试验前, 试样的表面用异丙醇 (或乙醇) 和滤纸擦洗干净, 然后将试样置于装有去离子水的玻璃容器内, 去离子水中含有 0.1% 重量的 NaCl, 加热使溶液沸腾并持续 $(100 \pm 0.5) \text{ h}$ 。玻璃容器装置示意图 JB 5892 的图 2 所示。时间到后, 从玻璃容器中取出试样, 并置于盛有自来水的玻璃容器中, 在室温下放置 15min, 试样自玻璃容器内取出后 3h 之内进行耐压试验。

c) 耐压试验。将从玻璃容器内取出的试样用滤纸将其表面擦干, 然后按 JB 5892 图 3b 所示, 将试样置于二电极间, 试验电压按大约 1kV/s 速率升到 12kV , 在此电压下维持 1min 。

d) 试验的判定。试验期间不应出现击穿或闪络, 整个试验期间试样的泄漏电流不应超过 1mA (有效值), 否则本项试验不合格。

注: 如果试样直径增大, 则电极的直径也相应增大, 电极的直径应至少比试样的直径大 20mm 。

5.8.3 芯棒体积电阻率的测试

a) 试样。从一只绝缘子上用金刚石锯片将芯棒沿与轴线成 90° 的方向切下 5 只试样, 每只试样长度为 $(10 \pm 0.5)\text{mm}$ 。除去芯棒上的伞套, 端面用 180 目细砂布打光, 两端面应清洁且平行。在芯棒上下端面用胶粘上铝箔电极, 侧面离下电极 2mm 处开一浅槽以安装测量用的屏蔽电极。

b) 试验装置与试验程序。将试样放入恒温干燥箱内, 试验电压为 $+6\text{kV}$, 纹波系数应小于 5% , 试验温度从室温升到 140°C , 升温速度不大于 20°C/h , 温度达到 140°C 后对试样进行连续 96h 的试验, 并监测试样体电流的直流分量。试验期间电源不得中断。

c) 试验的判定。经 96h 试验后芯棒试样在 140°C 下的体积电阻率不小于 $10^{10}\Omega\cdot\text{m}$ 。试验期间不应出现击穿或闪络。

5.8.4 芯棒材料的直流击穿、雷电冲击耐受试验

a) 试样。从一只绝缘子上用金刚石锯片将芯棒沿与轴线成 90° 的方向切下 10 只试样, 每只试样长度为 $(10 \pm 0.5)\text{mm}$ 。除去芯棒上的伞套, 断面用 180 目细砂布打光, 两断面应清洁且平行。

b) 试验程序。将试样放入平行平板电极间, 为防止试样沿面闪络, 试验应在变压器油中进行, 或采取其他防止沿面闪络的方法, 如加大沿面距离等。

参照 GB/T 1408, 对试样进行下列试验。

1) 对 5 个芯棒试样分别进行直流击穿电压试验;

2) 对另 5 个芯棒试样分别施加 $+100\text{kV}$ 雷电冲击电压各 5 次。

c) 试验的判定。

1) 5 个试样的直流击穿电压均大于 50kV ;

2) 在雷电冲击耐受试验中, 试样不应出现击穿或闪络。

5.9 金具耐腐蚀性试验

直流复合绝缘子的金具应采取防腐蚀措施, 其耐腐蚀性试验包含在 1000h 盐雾法试验中。若经 1000h 试验绝缘子金具未出现腐蚀, 则本项试验通过。

对于使用耐腐蚀环、套的绝缘子, 其耐腐蚀环、套的厚度不小于 3mm 。对采用熔合工艺的绝缘子, 其熔合面的比例不小于 80% 。在 5.3 条及 5.1.4 条试验后, 耐腐蚀环、套不应松动、开裂。

5.10 雷电、操作、直流及工频耐受电压试验

按 GB 311.1 和 GB/T 775, 对试品进行下列试验。

5.10.1 雷电冲击耐受电压试验

对 3 只绝缘子各进行 15 次 $+2550\text{kV}$ 的雷电冲击耐受电压试验。试验期间不应发生击穿, 且闪络次数不得超过 2 次, 否则不合格。

5.10.2 湿操作冲击耐受电压试验

对 3 只绝缘子各进行 15 次 $+1550\text{kV}$ 的湿操作冲击耐受电压试验。试验期间不应发生击穿, 且闪络次数不得超过 2 次, 否则不合格。

5.10.3 直流 1min 湿耐受电压试验

对 3 只绝缘子各进行不低于 $+600\text{kV}$ 的直流湿耐受电压试验 1min 。试验期间不应发生击穿和闪络, 否则不合格。

5.10.4 直流或工频耐受电压试验

对每只出厂绝缘子施加 1000kV 直流电压或 740kV 工频电压, 耐受 1min , 在此期间不应发生击穿、

闪络和局部发热，否则不合格。如果制造厂受试验设备的限制，无法进行整支绝缘子的耐受试验时，允许分段进行。分段试验电压值按照 JB5892 相应条款计算。

6 检验规则

6.1 绝缘子应由制造厂检验部门检验，制造厂应保证出厂的绝缘子符合本标准的要求。

6.2 绝缘子应按批进行检验，以同批原料同一工艺方法连续生产制成的同一型号的绝缘子算作一批，每批数量 N 最多不应超过 1200 只。

6.3 绝缘子的检验分为逐个试验、抽样试验和型式试验，其试验方法除应符合本技术条件规定外，还应符合 GB/T 775、GB/T 4056、JB/T 3384、JB 5892 和 JB/T 8177 规定。

6.3.1 逐个试验：绝缘子应按表 1 的项目逐个进行检查，如果发现有不符合本技术条件规定的任何一项要求时，则此只绝缘子不合格。

表 1 绝缘子逐个试验项目

项 号	试 验 名 称	试 验 依 据	试 验 方 法
1	外观检查	4.2	按 GB/T 775
2	拉伸负荷试验	4.9	按 GB/T 775
3	直流或工频耐受电压试验	4.12	按 5.10.4 条

6.3.2 抽样试验：抽样试验应在逐个合格后，按表 2 规定的试品数量，随机地抽取试品，并按表 2 规定的顺序进行试验。所有的抽样试验项目均采用计件二次抽样方案，其判定程序应符合如下的规定：第一次试验时，如某项试验仅有一只绝缘子不符合表 2 的要求，则在同一批中，抽取加倍数量的绝缘子对不合格的项次进行重复试验（锌层试验除外），如果在第一次试验中，一项或一项以上有二只或二只以上的试验不合格时，或重复试验再出现一只或一只以上不合格时，则该批绝缘子不合格。若仅尺寸及爬电距离检查项目不合格，则允许逐只精选。

锌层试验检验规则和判断准则应符合 JB/T 8177 的规定。

表 2 绝缘子抽样试验项目

项号	试验名称	试验依据	产品数量（只）		试验方法
			N≤300	300≤N≤1200	
			试 品 总 数		
			4	5	
1	尺寸及爬电距离检查	4.1、4.3	4	5	按 GB/T 775
2	锌层试验	4.3	经项 1 后 3	经项 1 后 3	按 JB/T 8177
3	锁紧销操作试验	4.3	经项 2 后 3	经项 2 后 3	按 JB/T 8181
4	金属附件与绝缘护套间介面渗透性验证试验	4.10	经项 3 后 1	经项 3 后 1	按 5.4 条
5	陡波冲击试验	4.13	未经项 4 后 3	未经项 4 后 4	按 JB5892
6	额定机械负荷耐受试验	4.10	经项 5 后 3	经项 5 后 4	按 5.4 条

6.3.3 型式试验：新产品试制、定型或正常生产的产品结构原料配方及工艺方法改变时，必须按型式试验的全部项目进行试验，或根据改变的性质，按型式试验中的部分项目进行试验。全部试验项目均采用计件一次抽样方案，其判定程序及判定准则应分别符合 JB/T 3384、JB/T 8177 要求。试验时，即使

只有一只绝缘子不符合表中的任何一项要求，则型式试验不合格。

型式试验应在逐个试验合格后，按表 3 进行。

注：当一种绝缘子通过型式试验时，凡同时满足下述特性的同类绝缘子，型式试验中 1~7 项可以免试。

表 3 绝缘子型式试验项目

项号	试验名称		试验依据	试品数量 (只)	试验方法
1	连接区 及介面 试 验	①干工频闪络试验	4.14.a)	3	按 5.1.2 条
		②突然卸载试验	4.14.b)	经项①后 3	按 5.1.3 条
		③热机试验	4.14.c)	经项②后 3	按 5.1.4 条
		④水煮试验	4.14.d)	经项③后 3	按 5.1.5 条
		⑤外观检查	4.14.e)	经项④后 3	按 5.1.6 条
		⑥陡波冲击试验	4.14.f)	经项⑤后 3	按 5.1.7 条
		⑦干工频电压耐受试验	4.14.g)	经项⑥后 3	按 5.1.8 条
2	伞套材 料试验	①阻燃性试验	4.5	5	按 GB/T 13488
		②体积电阻率试验	4.7.a)	5	按 GB/T 1692
		③直流介电强度试验	4.7.b)	5	按 5.5.2 条
		④机械抗张强度试验	4.7.c)	5	按 GB/T 528
		⑤机械抗撕强度试验	4.7.d)	5	按 GB/T 529
		⑥斜面法耐漏电起痕及电蚀损试验	4.4	5	按 5.5.1 条
		⑦憎水性试验	4.6	5	按 5.6 条
3	芯棒材 料试验	①染色渗透试验	4.8.a)	10	按 5.8.1 条
		②水扩散试验	4.8.b)	6	按 5.8.2 条
		③体积电阻率试验	4.8.c)	5	按 5.8.3 条
		④直流击穿电压试验	4.8.d)	5	按 5.8.4 条
		⑤雷电冲击耐压试验	4.8.e)	5	按 5.8.4 条
4	机械强度—时间试验		4.17	6	按 5.2 条
5	70% 额定机械负荷试验和金属附件与绝缘护套间 介面渗透性试验		4.11	4	按 5.3 条
6	1000h 耐漏电起痕及电蚀损试验		4.15	2	按 5.7 条
7	金具耐腐蚀性试验		4.16	经项 6 后 2 及 5.1.4 后 3	按 5.9 条
8	尺寸及爬电距离检查		4.1、4.3	9	按 GB/T 775
9	锌层试验		4.3	经项 8 后 3	按 JB/T 8177
10	锁紧销操作试验		4.3	经项 9 后 3	按 JB/T 8181
11	金属附件与绝缘护套间介面渗透性验证试验		4.10	经项 10 后 1	按 5.4 条
12	额定机械负荷耐受试验		4.10	未经项 11 后 3	按 5.4 条
13	干雷电冲击耐受电压试验		4.18 a)	3	按 GB/T 775.2
14	湿操作冲击耐受电压试验		4.18 b)	经项 13 后 3	按 GB/T 775.2
15	直流 1min 湿耐受电压试验		4.18 c)	经项 14 后 3	按 GB/T 775.2
16	可见电晕试验		4.19	经项 15 后 3	按 GB/T 775、 JB/T 3576

- a) 具有相同的制造工艺;
- b) 伞套、芯棒、端部附件分别具有相同的材料、相同的结构以及相同的安装方式;
- c) 在芯棒上的伞套材料厚度相同*或较厚;
- d) 最高运行电压与绝缘子绝缘长度之比相同*或较小;
- e) 机械破坏负荷与芯棒最细部分直径之比相同*或较小;
- f) 芯棒的直径相同*或较大。

注: *所谓相同是指比值不超过 15%。

6.4 自交货之日(即制造厂发出提货通知之日)起 2 年内,在遵守本技术条件和按规定程序批准的运输、保管、安装规定的条件下,如果用户发现绝缘子不符合本技术条件时,制造厂必须无偿地给予更换。

7 包装与标志

7.1 在绝缘子的伞套或端部附件上,应按图样规定的部位清楚可辨、而且牢固地标出制造厂商标、绝缘子额定机械负荷值(kN)、额定电压值(kV)、制造年份和产品序号。

7.2 绝缘子包装体上应标明

- a) 制造厂名;
- b) 绝缘子型号;
- c) 绝缘子数量;
- d) 包装体总重量;
- e) “小心轻放”等字样或指示标记。

取按正常工艺生产装配的 2 只绝缘子试样, 试样两端附件及端部附件到第一个伞裙间的绝缘结构应与正常生产的绝缘子一样, 并采用同样的装配方法。

本试验除了对试样按真实绝缘子与试样的爬电距离的比例施加直流电压外,还同时循环施加如下各种应力:①太阳辐射模拟;②人工雨;③干热;④湿热(接近饱和状态);⑤箱温下的高湿状态(必须达到饱和状态);⑥轻度盐雾($7\text{kg}/\text{m}^3$)。

此外,温度的变化也可能产生某种机械应力,特别是在绝缘子的介面层上。而且在一个循环的过程中,会重复出现数次凝露现象。

- a) 每一个循环为 24h, 每 2h 按程序改变一个试验条件。
- b) 当停止加热和加湿时, 试样处于 $(15\sim 25)^{\circ}\text{C}$ 的温度和 30%~60% 的相对湿度条件下。
- c) 温度从周围温度升高到 50°C 的时间应少于 15min。
- d) 湿度应在 15min 内达到 95% 的相对湿度, 并在下一个 10min 内达到至少 98% 的相对湿度。
- e) 当经过 50°C 的加热和 98% 的相对湿度程序后, 由于试验箱的自然冷却达到的饱和状态, 使试样出现水滴。此时试验箱要停止排风。箱温降到周围温度的时间应持续约 2h。
- f) 按照 IEC 的要求进行降雨和喷盐雾。
- g) 将试样放置距 5000W 氙弧灯约 48cm 以内就可模拟太阳辐射。通过一个滤光系统就可以近似地再现 6 月份中午温和气候地区所能接收到的太阳光谱和强度 (约 $90\text{mW}/\text{cm}^2$)。
- h) 整个试验持续 5000h。
- i) 为了进行试样检查及设备维修, 试验期间允许中断电源, 但总中断时间不应超过 20h, 并在中断后继续进行试验, 中断的时间不计入试验总时间内。

若试验期间没有出现超过 5 次的过流中断, 试样的伞裙护套没有出现击穿、开裂、粉化, 表面电蚀没有达到芯棒, 护套与金具的连接处没有出现开裂, 则本项试验通过。

直流复合绝缘子人工污秽试验方法 固体层法

B1 试验的一般规定

B1.1 试验电源

试验过程中,绝缘子应在—规定极性下施加直流电压。

试验电源在 500mA,持续 0.5s 电流下的电压降不应大于 5%。电源容量应满足试品发生闪络时的实际稳定短路电流不小于 10A。

B1.2 高压测量

高压测量应符合 GB/T 16927.2 的规定,测量装置必须与试品直接并联。

B1.3 雾

a) 污层使用人工雾湿润,人工雾包括热雾(蒸汽雾)、冷雾、冷热混合雾等。

b) 雾的浓度和流动速度应满足在 (15~30) min 使得人工染污标准悬式瓷绝缘子的污层电导率达到最大值。试品周围的雾均匀分布。一般情况下雾能见度应小于 2m。

c) 雾与试品的温差一般不应超过 5K,雾室温度一般不应超过 40℃。

B1.4 污秽物质

试品染污时的污秽物质为 NaCl(化学纯)、300 目硅藻土(化学纯)及去离子水(或蒸馏水)按一定的比例配置而成的混合物。用浸污法、喷污法、浇污法时使用悬浮液,用定量涂刷法时使用糊状物。硅藻土、盐、水的比例及用量,视所需的灰密、盐密及染污方法而定。

B1.5 试品准备间的环境条件应符合实验室标准环境条件。

B2 试品的准备

B2.1 清洁试品预处理

将试品用自来水及酒精清洗干净,干燥后用塑料布包裹,封存待用。

B2.2 染污试品预处理

涂污前对试品进行预处理,方法如下:用干燥的海棉团或软毛刷在复合绝缘子表面轻轻的均匀涂敷一层干燥的硅藻土,再用洗耳球等气吹装置吹掉表面多余的硅藻土,使得绝缘子表面附着了很薄的一层亲水性物质。由于这层硅藻土极薄,因此并不影响复合绝缘子的灰密。涂污应在试品预处理后 1h 内完成。

B2.3 涂污

a) 涂污可采用浸污法、定量涂刷法、喷污法、浇污法等方法。浸污法方便实用、污层均匀性较好,可以满足大批量复合绝缘子试验的要求。

b) 推荐使用的浸污法具体程序如下:浸污槽的尺寸及污液量应保证试品被全部浸没于污液中。参照图 B1、图 B2 曲线,根据试验要求的盐密灰密及污液体积,得到所需的 NaCl、硅藻土及去离子水(或蒸馏水)的量。配置污液并搅拌均匀。

c) 将预处理过的试品小心浸入,转动一两周后拿出,在实验室标准环境条件下干燥。对伞裙边缘积聚的污液,应予以清除。在试品浸入染污的过程中应不断搅拌污液保证其均匀性。

d) 为了涂污的准确性,一般浸污后应该校核该试品部分伞裙或同样条件下另一只染污陪试品的盐密及灰密,确定所涂污秽是否与预定污秽度相符合,测量方法见 B2.5 条。

注 1:对大型复合绝缘子件,使用定量涂刷法、浇污法、喷污法较为方便,试品预处理的方法同 B2.1 及 B2.2 条。

注 2:盐度是指绝缘子人工污秽试验中配置污液时单位体积水中加入的 NaCl 的量,单位为克灰每升水 (g/l);灰度

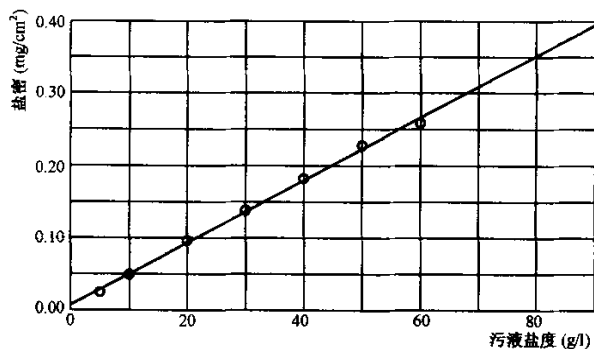


图 B1 污液盐度与盐密关系曲线 (灰密 $1.0\text{mg}/\text{cm}^2$)

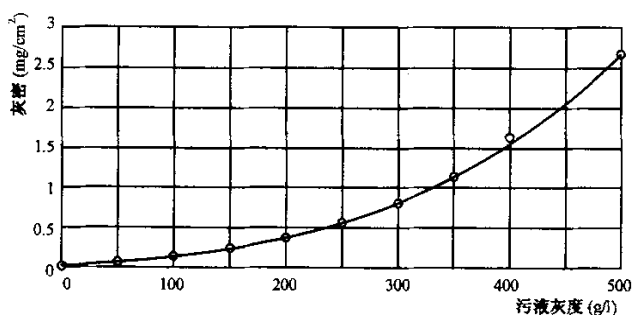


图 B2 污液灰度与灰密关系曲线

是指绝缘子人工污秽试验中配置污液时单位体积水中加入不导电成分（如硅藻土）的量，单位为克灰每升水（g/l）。

B2.4 试品的盐密及灰密

试品盐密及灰密的推荐值在表 B1 中选取（推荐采用盐密表示污秽度）。

B2.5 人工染污后盐密灰密的测量

盐密灰密的测量参照 JB/T 6747。由于硅橡胶材料具有憎水性迁移特性，可能使得部分亲水性的污秽物质具有憎水性，因此校核应在涂污后 1h 内完成，并将清洗下来的污秽物质充分搅拌均匀，方可进行测量。

表 B1 推荐采用的盐密及灰密

盐密 (mg/cm^2)	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4
允许极限偏差	$\pm 15\%$				
灰密 (mg/cm^2)	0.5~1.0			1.0~2.0	

B3 染污试品憎水性的迁移

为模拟具有憎水性迁移特性的复合绝缘子在憎水性迁移充分后的耐污性能，必须使涂污试品迁移一段时间后再进行试验。在实验室标准环境条件下人工污秽绝缘子应迁移四天再进行试验，迁移时间继续延长并不显著提高绝缘子的耐污性能。试验方法见 B4 条。

为模拟现场极端条件下完全丧失憎水性的复合绝缘子的耐污性能，可在人工污秽绝缘子污层干燥后立即进行试验。在实验室标准环境条件下，从涂污到试验的时间不应超过 1h。试验方法见 B4 条。

B4 试验程序

B4.1 试品的安装

B4.1.1 绝缘子一般应垂直安装在雾室内，只有当绝缘子在实际运行中根本不存在垂直安装状态时，才考虑模拟运行条件下的安装方式。

B4.1.2 大型绝缘子件可安装上运行时所具有的均压环等附件。

B4.1.3 绝缘子与任何接地物（支持物除外）之间的距离应为每 100kV 试验电压不小于 0.5m，但至少为 1m。

B4.2 闪络电压试验

将涂有预定污秽并迁移 4 天的试品安装于雾室中，监测表面电导率达到最大时或受潮 2h 后开始施加电压，升压直至闪络。闪络后间隔 1min 再进行下一次升压闪络，每支试品闪络 3 次。该试验应在 3 只同样的试品上进行。

绝缘子应有 9 次闪络电压值，其闪络电压以该 9 次闪络数据的平均值来表示，每次闪络电压与该平均值的偏差不应大于该平均值的 15%。

模拟完全丧失憎水性的复合绝缘子在进行闪络试验时，涂污后 1h 内，将涂有预定污秽的试品安装于雾室中，受潮 30min 或监测表面电导率达到最大时，施加电压直至闪络。

B4.3 耐受盐密试验

将涂有预定污秽并迁移 4 天的试品安装于雾室中。起雾的同时施加预定的电压，试验保持至试品闪络或维持泄漏电流逐渐减小。

该试验应在 3 只同样的绝缘子上共进行 3 次，如果 3 次未发生闪络，则耐受盐密试验通过；如果仅出现 1 次闪络，应进行第 4 次试验，如不发生闪络则耐受通过。每只试品同一污层只允许进行一次试验。

B4.4 最大耐受盐密试验

绝缘子在一定电压下的最大耐受盐密用逐级耐受法求得。首先选取适当的盐密作为绝缘子预期的最大耐受盐密，然后以此为起点逐渐升高盐密进行耐受试验。每个盐密下的试验程序及试品数量与 B4.3 条同。如果在某盐密下通过了规定的耐受电压试验，则不进行更低盐密下的试验。绝缘子能通过耐受盐密试验的最大盐密，为其在该电压下的最大耐受盐密。

B4.5 最大耐受电压试验

绝缘子在一定盐密下的最大耐受电压用逐级耐受法求得，以预期的最大耐受电压为起始电压，每级升降电压为起始电压的 5% 左右。每级电压下的试验程序及试品数量与 B4.3 条同，如果在某电压下通过了耐受盐密试验，则不进行更低电压下的试验。绝缘子能通过耐受盐密试验的最高电压，为该盐密下的最大耐受电压。

绝缘子芯棒的耐应力腐蚀试验

本试验用来检验玻璃纤维增强树脂芯棒的耐应力腐蚀性能。如果运行经验证明，在绝缘子寿命期间制造厂家运用的密封系统能够保证对芯棒的保护，则本试验可以免做（须征得制造厂家与用户双方同意）。

C1 试品的准备

取按正常工艺生产装配的 3 只绝缘子试样，试样的绝缘距离不得小于 800mm。试样的连接区应与正常生产所采用的相同，连接区以外部分可作适当修改，以避免端部附近连接结构破坏。绝缘子中部的伞套应被剥去至少 150mm 的长度以露出芯棒，芯棒露出部分的表面用细纱纸（180 目）打磨光滑，伞套的残余部分应被全部去除。

在试样芯棒露出部分的周围，安装一个聚乙烯或其他耐酸介质的盛酸容器，使酸液可方便地注入容器，而不与端部金属附件相接触。盛酸容器采用的尺寸应使得包围芯棒的酸液厚度不小于 1cm，高度不小于 4cm。容器应有端盖，以使得试验期间酸液体积的蒸发量不超过 5%。

C2 试验程序

在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5\text{K}$ 温度下对 3 只试样施加 67% 的额定机械拉伸负荷。此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升至预定负荷。加载后立即在盛酸容器中注入 1N 浓度的硝酸（该浓度与 937g 水中注入 63g 纯硝酸的浓度相同）。酸液不应与端部金属附件相接触。维持这个负荷 96h。

C3 试验判定

如果芯棒在 96h 内未出现断裂，则本项试验合格。

离子迁移对机械性能影响试验

D1 试品的准备

取两端部附件按正常工艺生产装配的 4 只绝缘子试样。该试样两端部附件之间的距离应在 100mm~170mm 之间，芯棒直径不小于 10mm，并在芯棒适当部位加装伞套，为测试体积电阻安装屏蔽电极所用。

D2 试验程序

a) 离子迁移试验。将 4 只试样放入恒温干燥室内，对 2 只试样加 +50kV 的直流电压，电压可直接施加于两端部附件间的整体芯棒或部分芯棒上。并在 (120~140)℃ 的温度下经过不小于 5000h 的离子迁移试验，试验期间芯棒通过的累积电荷量至少不应小于 30 年（累积电荷量应根据芯棒的体积电阻率计算）。恒温干燥箱内另两只不加电压的试样作为对照试样。

b) 机械强度对比试验。将 2 只经过离子迁移试验的试样与 2 只未经离子迁移试验的试样进行机械拉伸破坏负荷试验。当两者无显著差别时，试验通过。

憎水性分级（HC 值）的典型状态

表 E1 试品表面水滴状态与憎水性分级标准

HC 值	试品表面水滴状态描述
HC1	只有分离的水珠，大部分水珠的后退角 $\theta_r \geq 80^\circ$
HC2	只有分离的水珠，大部分水珠的后退角 $50^\circ < \theta_r < 80^\circ$
HC3	只有分离的水珠，水珠一般不再是圆的，大部分水珠的后退角 $20^\circ < \theta_r < 50^\circ$
HC4	同时存在分离的水珠与水带。完全湿润的水带面积小于 2cm^2 ，总面积小于被测区
HC5	一些完全湿润的水带面积大于 2cm^2 ，总面积小于被测区域面积的 90%
HC6	完全湿润总面积大于 90%，仍存在少量干燥区域（点或带）
HC7	整个被试区域形成连续的水膜

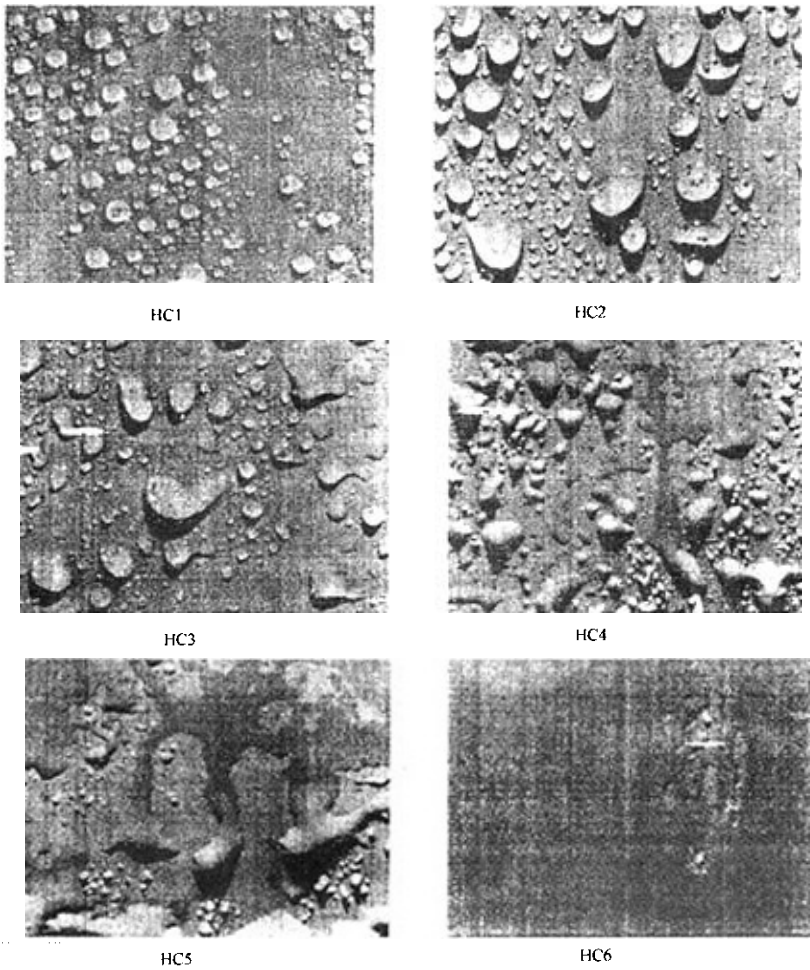


图 E1 憎水性分级的典型状态