

ICS 29.080.10

K 48

备案号: 50790-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1470 — 2015

交流系统用盘形悬式复合瓷或 玻璃绝缘子串元件

Cap and pin suspension ceramic or glass string insulators unit with
composite shed for a.c. systems

2015-07-01 发布

2015-12-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 型号及结构尺寸 2

5 技术要求 4

6 检验规则 5

7 试验方法 9

8 验收 18

9 包装、运输和储存 18

附录 A（资料性附录） A 类绝缘子新旧型号对照表 19

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业绝缘子标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院。

本标准参加起草单位：青州力王电力科技有限公司、国网冀北电力有限公司、山东电力研究院、河南省电力公司、华东电力试验研究院、广东电网公司电力科学研究院、天津市新玻电力复合绝缘子制造有限公司。

本标准主要起草人：唐苑雯、吴光亚、刘亚新、李庆峰、沈庆河、闫东、张锐、邓桃、肖嵘、彭向阳、赵辅。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

交流系统用盘形悬式复合瓷或玻璃绝缘子串元件

1 范围

本标准规定了标称电压高于 1000V、频率为 50Hz 的交流系统用盘形悬式复合瓷或玻璃绝缘子串元件的型号及结构尺寸、技术要求、检验规则、试验方法、验收、包装、运输和储存。

本标准适用于交流架空电力线路、发电厂及变电站用盘形悬式复合瓷或玻璃绝缘子（简称绝缘子）。

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 775.2 绝缘子试验方法 第 2 部分：电气试验方法

GB/T 1001.1 标称电压高于 1000V 的架空线路绝缘子 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 2900.8 电工术语 绝缘子

GB/T 4056 绝缘子串元件的球窝连接尺寸

GB/T 10707 橡胶燃烧性能的测定

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求

GB/T 19519 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 20642 高压线路绝缘子空气中冲击击穿试验

GB/T 22708 绝缘子串元件的热机和机械性能试验

GB/T 22709 架空线路玻璃或瓷绝缘子串元件绝缘体机械破损后的残余强度

GB/T 24623 高压绝缘子无线电干扰试验

GB/T 25318 绝缘子串元件球窝联接用锁紧销：尺寸和试验

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 1000.1 标称电压高于 1000V 架空线路绝缘子使用导则 第 1 部分：交流系统用瓷或玻璃绝缘子

JB/T 4307 绝缘子胶装用水泥胶合剂

JB/T 8177 绝缘子金属附件热镀锌层 通用技术条件

JB/T 8178 悬式绝缘子铁帽 技术条件

JB/T 9677 盘形悬式绝缘子钢脚

JB/T 9678 盘形悬式绝缘子用钢化玻璃绝缘件外观质量

3 术语和定义

GB/T 2900.8、GB/T 1001.1 和 GB/T 19519 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

盘形悬式复合瓷或玻璃绝缘子 cap and pin suspension ceramic or glass insulators with composite shed
以瓷或玻璃为内绝缘件，以高温硫化硅橡胶伞套材料作为外绝缘，并将瓷件或玻璃件全部包覆。

注 1：根据瓷件或玻璃件与复合材料的结合形式，通常包括以下两种类型：

- 1) A 类，由瓷或玻璃芯盘、高温硫化硅橡胶伞套和金属附件构成；
- 2) B 类，由盘形悬式瓷或玻璃绝缘子和高温硫化硅橡胶伞套材料构成。

注 2：采用工厂复合化方式喷涂 RTV 防污闪涂料（厚度不小于 0.3mm）的盘形悬式瓷或玻璃绝缘子，可参照本标准进行检验。

4 型号及结构尺寸

4.1 型号

绝缘子型号命名方式如图 1 所示。

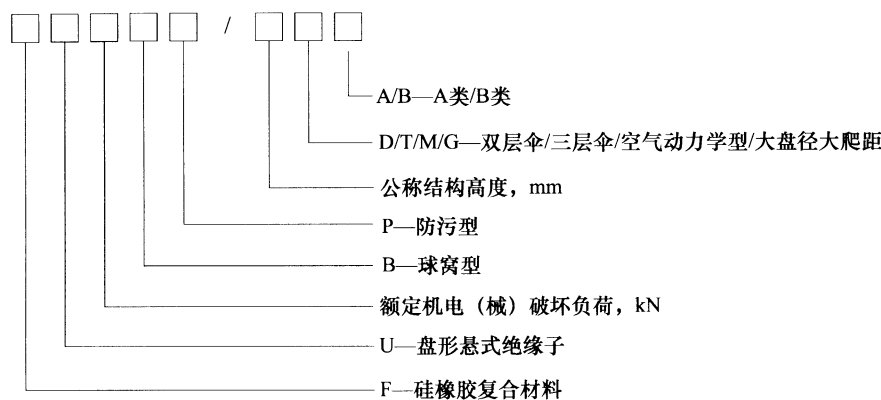


图 1 绝缘子型号命名方式

4.2 尺寸与特性

A 类绝缘子尺寸与特性见表 1，B 类绝缘子尺寸与特性见表 2。A 类绝缘子新旧型号对照见附录 A。

表 1 A 类绝缘子尺寸与特性

型 号	主要尺寸 mm			连接 标记	额定机电 (械) 破坏 负荷 kN	干雷电全波冲 击耐受电压 (峰值, 不小于) kV	湿工频耐受 电压 (不小于) kV	工频击穿耐受 电压 (不小于) kV
	公称结构 高度 <i>H</i>	公称 伞径 <i>D</i>	公称爬电 距离 ^a <i>L</i>					
FU70B/146DA	146	300	400	16	70	120	45	120
FU70B/146MA	146	400	365	16	70	105	40	120
FU100B/146DA	146	320	450	16	100	130	50	120
FU100B/146MA	146	400	365	16	100	105	40	120
FU120B/155DA	155	320	450	16	120	130	50	120
FU120B/155MA	155	400	365	16	120	105	40	120
FU160B/155DA	155	320	450	20	160	130	50	120
FU160B/155MA	155	420	385	20	160	110	45	120
FU160BP/155TA	155	360	635	20	160	130	50	120
FU210B/170DA	170	320	450	20	210	130	50	130
FU210BP/170TA	170	360	635	20	210	130	50	130

表 1 (续)

型 号	主要尺寸 mm			连接 标记	额定机电 (械) 破坏 负荷 kN	干雷电全波冲 击耐受电压 (峰值, 不小于) kV	湿工频耐受 电压 (不小于) kV	工频击穿耐受 电压 (不小于) kV
	公称结构 高度 <i>H</i>	公称 伞径 <i>D</i>	公称爬电 距离 ^a <i>L</i>					
FU300B/195DA	195	320	450	24	300	130	50	130
FU300BP/195TA	195	360	635	24	300	130	50	130
FU400BP/205TA	205	400	635	28	400	140	55	140
FU420BP/205TA	205	400	635	28	420	140	55	140
FU530BP/240TA	240	400	635	32	530	140	55	140
FU550BP/240TA	240	400	635	32	550	140	55	140
^a 指硅橡胶伞套所产生的爬电距离。								

表 2 B 类绝缘子尺寸与特性

型 号	主要尺寸 mm			连接 标记	额定机电 (械) 破坏 负荷 kN	干雷电全波冲 击耐受电压 (峰值, 不小于) kV	湿工频耐受 电压 (不小于) kV	工频击穿耐受 电压 (不小于) kV
	公称结构 高度 <i>H</i>	公称 伞径 <i>D</i>	公称爬电 距离 ^a <i>L</i>					
FU70BP/146DB	146	255	450	16	70	105	40	110
FU100BP/146DB	146	255	450		100			
FU120BP/146DB	146	280	460		120			
FU120BP/155DB	155	280	460		120			
FU120BP/146MB	146	350	300		120			
FU120BP/155GB	155	500	670		120			
FU160BP/155DB	155	320	480	20	160	110	45	120
FU160BP/155MB	155	420	380		160			
FU160BP/155GB	155	520	670		160			
FU210BP/170DB	170	320	480		210			
FU210BP/170MB	170	420	380		210			
FU210BP/170GB	170	560	700		210			
FU300BP/195DB	195	330	505	24	300	130	50	130
FU300BP/195GB	195	560	730		300			
FU400 (420) BP/205TB	205	350	550	28	400 (420)	140		130
FU400 (420) BP/205GB	205	560	750		400 (420)			
FU530 (550) BP/240TB	240	400	650	32	530 (550)	145		140
FU530 (550) BP/240GB	240	560	790		530 (550)			
^a 指硅橡胶伞套所产生的爬电距离。								

5 技术要求

5.1 基本要求

绝缘子按本标准和规定的图样制造。绝缘子产品除符合本标准技术要求外，还应符合 GB/T 1001.1 以及 GB/T 19519 有关内容的规定。

5.2 尺寸偏差

绝缘子的尺寸应符合相应图样的规定，特别注意任何有专门公差要求的尺寸（例如规定的结构高度）和影响互换性的特性（例如 GB/T 4056 所规定的连接尺寸）。

a) 除另有协议，对所有未标注专门偏差的尺寸，允许下列偏差（ d 为检查尺寸，单位：mm）：

——当 $d \leq 300\text{mm}$ 和所有长度的爬电距离时，允许偏差为 $\pm (0.04d + 1.5\text{mm})$ ；

——当 $d > 300\text{mm}$ 时，允许偏差为 $\pm (0.025d + 6\text{mm})$ 。

即使爬电距离规定为最小公称值，上述给出的偏差也适用。

b) 绝缘子串的结构高度偏差为 $\pm 0.024nH$ （ n 为绝缘子只数； H 为单只绝缘子结构高度，单位：mm）。

6 只绝缘子串的结构高度偏差应不超过 $\pm 19\text{mm}$ 。

5.3 铁帽和钢脚

绝缘子的铁帽应符合 JB/T 8178 的规定，钢脚应符合 JB/T 9677 的规定。

160kN 及以上的绝缘子铁帽应逐个进行无损探伤试验。铁帽和钢脚不应采用连接、焊接、冷缩压接或其他任何多于一块材料的工艺来制造。金属部件的所有表面应光滑，无突出点或不均匀性，以防引起电晕。

5.4 锁紧销

锁紧销应符合 GB/T 25318 和 GB/T 1001.1 的规定。绝缘子的额定机械拉伸负荷为 160kN 以下时可采用 W 型销和 R 型销，160kN 及以上时采用 R 型销。锁紧销应能维持在锁紧及松开的位置上，R 型销将两个销腿弯曲以防止它完全从碗头内脱出。锁紧销采用奥氏体不锈钢或其他耐锈蚀性材料制作，并与绝缘子成套供应。锁紧销的装配应使用专用工具，以免损坏金属附件的镀锌层。

5.5 水泥胶合剂

绝缘子使用 JB/T 4307 规定的 42.5 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，其压蒸膨胀率应小于 0.10%。胶合剂不应引起金属附件的化学反应。

5.6 绝缘件

5.6.1 瓷或玻璃绝缘件

瓷或玻璃绝缘件（芯盘）应符合 GB/T 1001.1、JB/T 9678 的规定。160kN 及以上机械强度等级的瓷绝缘件（芯盘）应逐个进行内水压试验。玻璃绝缘件（芯盘）可逐个进行冲压试验。

5.6.2 硅橡胶伞套

硅橡胶伞套材料应符合 DL/T 376 的规定。

5.6.3 涂层

RTV 防污闪涂料和涂层符合 DL/T 627 的规定。

5.7 外观

绝缘子外绝缘件（硅橡胶伞套或涂层）外观应符合 GB/T 19519、DL/T 627 的规定。绝缘件表面单个缺陷面积（如缺胶、杂质、凸起等）不超过 25mm^2 ，深度不大于 1mm ，凸起高度不超过 0.8mm ，总缺陷面积不超过绝缘子总表面积的 0.2% 。

复合玻璃绝缘子的外露部分，特别是钢脚附近处，应全部包覆有硅橡胶或涂层。包覆方式不能影响自爆的发现。若玻璃绝缘子或玻璃芯盘发生自爆，应能明显判断复合玻璃绝缘子的自爆现象。

对于复合瓷绝缘子，仅允许钢脚和铁帽与瓷件的外露部分径向长度不超过 20mm ，其余瓷件应全包覆有硅橡胶或涂层。

5.8 连接结构型式

绝缘子连接结构型式为球窝连接，连接结构尺寸的参数应符合 GB/T 4056 的规定。

5.9 机械特性

绝缘子的额定机械拉伸负荷宜从下列等级中选取：70、100（120）、160、210、300、400（420）、530（550）kN。

5.10 可见电晕电压试验

单片绝缘子的铁帽和钢脚的电晕熄灭电压值应分别大于 22kV 和 18kV 。 220kV 及以上电压等级的绝缘子串电晕熄灭电压值应高于最高运行相电压。

5.11 无线电干扰试验

单个绝缘子在交流 10kV 试验电压和 1MHz 测量频率下，无线电干扰电压应不大于 $50\mu\text{V}$ 。在规定 1.1 倍最高运行相电压下， 330kV 及以上电压等级的绝缘子串无线电干扰水平应不大于 $500\mu\text{V}$ 。

5.12 界面试验

绝缘子界面试验应满足本标准 7.17 要求。

6 检验规则

6.1 基本要求

供方应保证出厂的绝缘子符合本标准的要求。用户有权按本标准规定对绝缘子进行抽样试验。

B 类绝缘子所使用的盘形悬式瓷或玻璃绝缘子应通过 GB/T 1001.1 和 DL/T 1000.1 规定的型式试验、抽样试验、逐个试验和补充试验后方可使用。

6.2 试验分类

绝缘子的试验分为逐个试验、抽样试验、型式试验。对于一种新结构的绝缘子，逐个试验、型式试验、抽样试验作为一个完整的试验称为定型试验（型式试验、抽样试验中相同的试验项目仅做一次）。

6.3 逐个试验

逐个试验的目的在于剔除有缺陷的绝缘子元件，在制造过程中对每一个绝缘子进行。逐个试验项目包括 GB/T 1001.1 中逐个试验的全部试验项目，见表 3。

表 3 逐 个 试 验 项 目

项号	试验项目	试品数量	试验方法
1	外观检查	全部	GB/T 1001.1, GB/T 19519, 本标准 5.7、7.18
2	机械试验	全部	GB/T 1001.1, 本标准 7.19
3	电气试验（仅对瓷芯盘绝缘子）	全部	GB/T 1001.1, 本标准 7.20
注：对于复合玻璃绝缘子用玻璃芯盘、160kN 及以上强度等级的复合瓷绝缘子用瓷芯盘，其逐个试验应符合本标准 5.6 的规定。			

6.4 抽样试验

6.4.1 抽样规则和程序

抽样试验的抽样规则和程序应符合 GB/T 1001.1 的规定。

6.4.2 抽样试验项目

抽样试验项目见表 4。

表 4 抽 样 试 验 项 目

项号	试验项目	试品数量 只	试验方法及判据
1	尺寸检查	E1+E2	GB/T 1001.1, 本标准 5.2
2	锁紧销操作试验	E2	GB/T 1001.1, 本标准 7.12
3	温度循环试验	E1+E2+E3	GB/T 1001.1, 本标准 7.13
4	机电破坏负荷试验（对于复合瓷绝缘子）	经温度循环试验后的 E1	GB/T 1001.1, 本标准 7.9
5	机械破坏负荷试验（对于复合玻璃绝缘子）	经温度循环试验后的 E1	GB/T 1001.1, 本标准 7.10
6	击穿耐受试验	E2	GB/T 1001.1, 本标准 7.7
7	残余机械强度试验	经温度循环试验后的 E3	GB/T 22709, 本标准 7.8
8	热震试验（对于复合玻璃绝缘子）	E2	GB/T 1001.1, 本标准 7.14
9	孔隙性试验（对于复合瓷绝缘子）	E1	GB/T 1001.1, 本标准 7.15
10	锌层试验	E2	GB/T 1001.1, 本标准 7.16
注：E1、E2、E3 的具体数量见表 5。			

6.4.3 抽样数量

用于抽样试验的绝缘子数量见表 5。

表5 抽 样 数 量

母体数量 只	样本数量 只		
	E1	E2	E3
<300	按协议		
300~1200	4	3	4
1201~3200	6	4	6
3201~5000	8	4	8
5001~10 000	12	6	12

6.4.4 重复试验程序和判据

6.4.4.1 绝缘子抽样试验采用的重复试验程序和判定常数应符合 GB/T 1001.1 和本标准表 6 的规定。

表6 计量二次抽样试验判定常数和样本数量

	判定常数	样本数量 (E1)			
		4	6	8	12
计量二次抽样	C_1	2		3	
	C_2	1.5		2	
	C_3	2		3	

6.4.4.2 在计量二次抽样试验中：

- 如果仅有一个绝缘子抽样试验不合格，则抽取等于第一次抽样试品数量的两倍的新试品进行重复试验。重复试验包括试验不合格项目及该项目之前的且对试验结果有影响的试验项目。
- 如果有两个或更多的绝缘子在任何一项抽样试验不合格，或是重复试验时有任何一个绝缘子不合格，则整批产品不符合本标准要求。

6.4.4.3 计量二次抽样试验的判定准则见本标准 7.10.2。对于 160kN 以下机械强度等级的绝缘子，其判定常数应符合 GB/T 1001.1 的规定。对于 160kN 及以上机械强度等级的绝缘子，判定常数见表 6。

6.5 型式试验

型式试验从满足抽样试验和逐个试验要求的绝缘子批中随机抽取。型式试验的目的是检验由绝缘子结构所决定的主要特性。对一种新结构或新制造的绝缘子只进行一次。以后，只有在结构或制造工艺改变时才重做试验。当这种改变仅影响某些特性时，则仅重复进行与这些特性有关的试验。型式试验项目见表 7。当表 7 中任何一项试验未通过时，则型式试验不合格。

表7 型 式 试 验 项 目

项号	试验项目	试品数量 只	试验方法及判据
1	尺寸检查	10	GB/T 1001.1, 本标准 5.2
2	锁紧销操作试验	4	GB/T 1001.1, 本标准 7.12

表 7 (续)

项号	试验项目		试品数量 只	试验方法及判据
3	干雷电冲击耐受电压试验		1SS ^a	GB/T 1001.1, 本标准 7.5
4	湿工频耐受电压试验		1SS	GB/T 1001.1, 本标准 7.6
5	温度循环试验		45	GB/T 1001.1, 本标准 7.13
6	机电破坏负荷试验 (对于复合瓷绝缘子)		经温度循环试验后 10	GB/T 1001.1, 本标准 7.9
7	机械破坏负荷试验 (对于复合玻璃绝缘子)		经温度循环试验后 10	GB/T 1001.1, 本标准 7.10
8	残余机械强度试验		经温度循环试验后 25	GB/T 1001.1, 本标准 7.8
9	热机械性能试验		10	GB/T 22708, 本标准 7.11
10	击穿耐受试验	工频击穿耐受试验	10	本标准 7.7, GB/T 1001.1, GB/T 19519
		空气中冲击击穿耐受试验	10	
11	孔隙性试验 (对于复合瓷绝缘子)		10	GB/T 1001.1, 本标准第 7.15
12	热震试验 (对于复合玻璃绝缘子)		4	GB/T 1001.1, 本标准第 7.14
13	锌层试验		4	GB/T 1001.1, 本标准第 7.16
14	可见电晕电压试验		5	GB/T 775.2
15	无线电干扰试验		5	GB/T 24623
16	界面试验	① 干工频闪络电压试验	5	本标准 7.17.1
		② 水煮试验	经①后 5	本标准 7.17.2
		③ 外观检查	经②后 5	本标准 7.17.3
		④ 空气中冲击击穿耐压试验	经③后 5	本标准 7.17.4
		⑤ 干工频电压试验	经④后 5	本标准 7.17.5
		⑥ 黏接面机械强度试验	经②后 5	本标准 7.17.6
17	硅橡胶伞套材料试验	① 可燃性试验	5	GB/T 10707
		② 体积电阻率试验	5	DL/T 376
		③ 介电强度试验	5	DL/T 376
		④ 耐漏电起痕及电蚀损试验	5	GB/T 19519, DL/T 376
		⑤ 抗撕裂强度试验	5	DL/T 376
		⑥ 机械扯断强度试验	5	DL/T 376
		⑦ 拉断伸长率试验	5	DL/T 376
		⑧ 邵氏硬度	5	DL/T 376
		⑨ 憎水性试验	5	DL/T 376
18	1000h 耐漏电起痕及电蚀损试验		2	GB/T 19519
19	人工污秽耐受电压试验		1SS	DL/T 859

表 7 (续)

项号	试验项目	试品数量 只	试验方法及判据
20	水泥胶合剂压蒸膨胀率试验	6	JB/T 4307
<p>^a 1SS—在一标准短串上进行的试验, 5 片串。</p> <p>注 1: 机电破坏负荷试验、残余机械强度试验、击穿耐受试验应在温度循环试验后进行。</p> <p>注 2: 160kN 以下机械强度等级的绝缘子, 可进行工频击穿耐受试验。160kN 及以上机械强度等级的绝缘子, 需进行空气中冲击击穿耐受试验。对于 A 类绝缘子, 其空气中冲击击穿耐受试验的试品数量应为 20 只 (半成品及成品各 10 只)。</p> <p>注 3: 对于 1000h 耐漏电起痕及电蚀损试验的试品, 一只水平安装, 另一只垂直安装。试品上施加的电压 (以 kV 计) 用试品的实际爬电距离 (以 mm 计) 除以 34.6 (相当于爬电比距 20mm/kV) 确定。</p> <p>注 4: 人工污秽耐受电压试验、水泥胶合剂压蒸膨胀率试验为供需双方协商项目。</p>			

7 试验方法

7.1 高电压试验的一般要求

- 雷电冲击电压和工频电压的试验程序按 GB/T 16927.1 的规定。
- 雷电冲击电压以峰值表示, 工频电压以峰值除以 $\sqrt{2}$ 表示。
- 当试验时的大气条件与 GB/T 1001.1 的要求不同时, 须按照 GB/T 1001.1 的要求进行校正。
- 高压试验开始前, 绝缘子应是清洁和干燥的。
- 应采用特殊预防措施, 避免绝缘子表面凝露, 在相对湿度高的时候更应如此。例如, 绝缘子应预先在试验场所的环境温度下保持足够的时间, 以便在试验开始前达到热平衡。
- 除非供需双方另有协议, 干试验不得在相对湿度超过 85% 的条件下进行。
- 进行闪络或耐受试验时, 连续两次施加电压的时间间隔应足够长, 以使前次施加电压影响减至最小。

7.2 电气试验的标准大气条件和校正因数

7.2.1 标准参考大气条件

电气试验的标准参考大气条件应符合 GB/T 16927.1 的规定。

7.2.2 大气条件的校正因数

校正因数应根据 GB/T 16927.1 确定。如果试验时大气条件与标准参考大气条件不同, 则应计算空气密度校正因数 (K_1) 和湿度校正因数 (K_2), 并确定校正因数 $K=K_1K_2$ 。试验电压应按下式校正:

- 耐受电压 (雷电冲击和工频):

施加试验电压 = $K \times$ 规定的耐受电压

- 闪络电压 (雷电冲击和工频):

记录闪络电压 = 测得的闪络电压 / K

注: 湿工频电压试验不进行湿度校正, $K_2=1$, 则 $K=K_1$ 。

7.3 湿试验的人工雨参数

采用 GB/T 16927.1 所述的标准试验程序, 人工雨应符合 GB/T 16927.1 的要求。

注: 当对于水平或倾斜位置的绝缘子进行试验时, 淋雨方向经供需双方协议。

7.4 电气试验的安装布置

被试绝缘子详细安装布置在有关章节中规定。

7.5 干雷电冲击耐受电压试验

7.5.1 一般要求

标准短串的雷电冲击耐受电压通常按 GB/T 16927.1 所规定的方法测定，根据升降法测定的 50% 闪络电压水平来计算。

注：经供需双方协议，耐受电压可以按 GB/T 16927.1 中所述的施加 15 次冲击的方法来检验。

7.5.2 试验程序

- a) 应采用标准的 1.2/50 μ s 雷电冲击波（见 GB/T 16927.1）。
- b) 绝缘子应按照 GB/T 1001.1 规定的条件进行试验。
- c) 应采用正负极性两种冲击波。然而，当某种极性下耐受电压明显较低时，即用该种极性进行试验。
- d) 试品的数量应符合 GB/T 1001.1 的规定。

7.5.3 判定准则

用上述方法确定的 50% 雷电冲击闪络电压应按 GB/T 1001.1 进行校正。

对标准短串进行试验时，如果 50% 雷电冲击闪络电压平均值不低于 $[1/(1-1.3\sigma)] = 1.04$ 倍规定的雷电冲击耐受电压，则认为绝缘子通过本试验。式中， σ 是标准偏差，假设等于 3%。

试验中绝缘子不应损坏，但是允许在绝缘件表面有轻微痕迹，或者有胶合剂或其他材料的小碎片。

7.6 湿工频耐受电压试验

7.6.1 试验的一般规定

试验的条件应符合 GB/T 775.2 的规定。湿工频耐受电压大气条件的校正见本标准 7.2。

7.6.2 试品与试品安装

符合 GB/T 775.2 的规定。

7.6.3 试验程序

试验时，先将准备好的 1 个短串试品置于盛有水的容器中浸泡 96h，然后立即放置到按 GB/T 775.2 的规定调整好的人工雨特性的淋雨装置中，待试品预淋雨 15min 后，施加约 75% 的试验电压，再以每秒约 2% 试验电压的速率上升至规定的耐受电压，保持 1min。

7.6.4 判定准则

不发生闪络或绝缘体击穿。

7.7 击穿耐受试验

7.7.1 一般要求

试验包括工频击穿耐受试验和空气中冲击击穿耐受试验两类。

160kN 以下机械强度等级的绝缘子，可仅进行工频击穿耐受试验；160kN 及以上机械强度等级的绝缘子，需进行空气中冲击击穿耐受试验。

7.7.2 工频击穿耐受试验

将清洁干燥的绝缘子完全浸入盛有合适绝缘介质的容器内，以防止绝缘子表面放电。如容器是金属制成的，则其尺寸应足够大，使得绝缘子的任何部分与容器壁间最短距离不小于绝缘子最大伞径的 1.5 倍，绝缘介质温度应接近室温。

虽然不可能精确地规定绝缘介质的性能，但是希望其具有轻微的导电性（电阻率为 $10^6 \Omega \cdot \text{m} \sim 10^8 \Omega \cdot \text{m}$ ）。

试验电压应施加在正常承受运行电压的两部件之间。在浸入绝缘介质时，应采取预防措施，避免在绝缘子伞裙下形成气穴。

试验电压应尽快升高到规定的击穿电压，并且和测量仪表的指示值相同步。在低于规定的击穿电压时不应发生击穿。

7.7.3 空气中冲击击穿耐受试验

7.7.3.1 对于 A 类绝缘子，试验分两步进行。

- 1) 对胶装完成后尚未加装伞套的半成品，应先按 GB/T 1001.1 的规定进行温度循环试验，然后按照 GB/T 20642 采用陡度法进行空气中冲击击穿耐受试验，陡度不低于 $4000 \text{ kV}/\mu\text{s}$ 。试验时，每只绝缘子先施加正极性冲击 5 次，再施加负极性冲击 5 次；然后再施加正极性冲击 5 次，负极性冲击 5 次。每次冲击间隔 1min。试验中应无试品发生击穿或损坏。
- 2) 对加装伞裙的成品，应先按 GB/T 19519 的规定进行水浸渍预应力试验，然后按照 GB/T 19519 进行陡波前冲击电压试验，陡度为 $1000 \text{ kV}/\mu\text{s} \sim 1500 \text{ kV}/\mu\text{s}$ 。试验时，每只绝缘子先施加正极性冲击 25 次，再施加负极性冲击 25 次，每次冲击间隔 1min。每次冲击应在电极间的外部闪络，不应发生绝缘体、界面和伞套击穿或损坏。

7.7.3.2 对于 B 类绝缘子及采用工厂复合化方式喷涂 RTV 防污闪涂料的复合瓷或玻璃绝缘子，其空气中冲击击穿耐受试验按照 GB/T 20642 采用幅值法进行。B 类绝缘子的冲击电压幅值取其相同机械强度的标准型绝缘子的冲击电压幅值。

注：采用陡度法进行空气中冲击击穿耐受试验时，冲击电压波形波前的非线性度 $\epsilon \leq 0.05 t_1$ （ t_1 为波前时间）。

7.8 残余机械强度试验

7.8.1 一般要求

绝缘子串元件的残余机械强度试验按 GB/T 22709 的规定进行。

7.8.2 型式试验的判定准则

- 1) 如果分离破坏的数目不少于 10：
当 $\bar{X}_s \geq 0.8 X_{\text{SFL}} + 1.645 \delta$ ，并且每个 $X_b \geq X_{\text{SFL}}$ ，则试验通过。
- 2) 如果分离破坏的数目少于 10：
当每个 $X_s \geq 0.8 X_{\text{SFL}}$ ，并且每个 $X_b \geq X_{\text{SFL}}$ ，则试验通过。

式中：

\bar{X}_s —— 分离负荷的平均值；

δ —— 标准偏差；

X_{SFL} —— 额定机电（械）破坏负荷；

X_s ——分离负荷；

X_b ——金属附件破坏负荷。

7.8.3 抽样试验的接收准则

当每个 $X_s \geq 0.8X_{SFL}$ ，并且每个 $X_b \geq X_{SFL}$ ，则试验通过。

7.9 机电破坏负荷试验

7.9.1 试验程序

本试验适用于可用内部放电表征绝缘件机械破坏的绝缘子串元件。

绝缘子串元件应逐个施加工频电压，并同时在金属附件之间施加拉伸负荷。在整个试验中应保持该电压。

试验时施加的电压应等于标准短串规定的工频湿耐受电压值除以标准短串元件数。

试验机连接部件的主要尺寸应符合 GB/T 4056 的规定。

拉伸负荷应平稳、迅速地从零增加到约为规定机电破坏负荷 75%，然后以每分钟 100%~35%规定机电破坏负荷的速度（相当于在 15s~45s 时间内达到规定的机电破坏负荷）逐步增加到规定破坏负荷为止，并记录该数值。

7.9.2 判定准则

判定准则见 7.10.2。

7.10 机械破坏负荷试验

7.10.1 试验程序

绝缘子串元件应独立经受施加在金属附件之间的拉伸负荷。

试验机连接部件的主要尺寸应符合 GB/T 4056 的规定。型式和抽样试验应采用同样强度的（标准的或加强的）连接件。

拉伸负荷应平稳、迅速地从零增加到约为规定机械破坏负荷的 75%，然后以每分钟 100%~35%规定机械破坏负荷的速度（相当于在 15s~45s 时间内达到规定的机械破坏负荷）逐步增加到规定的破坏负荷为止，并记录该数值。

7.10.2 判定准则

用机电或机械破坏负荷试验时得到的破坏负荷 X ，计算其平均值 \bar{X} 和标准偏差 σ_{n-1} 。

计算时使用下列符号：

X_{SFL} ：规定的机电（械）破坏负荷；

\bar{X}_r ：型式试验结果的平均值；

\bar{X}_1 ：抽样试验结果的平均值；

\bar{X}_2 ：重复试验结果的平均值；

σ_T ：型式试验结果的标准偏差；

σ_1 ：抽样试验结果的标准偏差；

σ_2 ：重复试验结果的标准偏差；

C_0 、 C_1 、 C_2 、 C_3 ：判定常数。

如果 $\bar{X}_r \geq X_{SFL} + C_0\sigma_T$ ，则型式试验通过；

如果 $\bar{X}_1 \geq X_{SFL} + C_1 \sigma_1$, 则抽样试验通过;

如果 $X_{SFL} + C_2 \sigma_1 \leq \bar{X}_1 < X_{SFL} + C_1 \sigma_1$, 则允许进行双倍抽样数量的重复试验;

如果 $\bar{X}_2 \geq X_{SFL} + C_3 \sigma_2$, 则重复试验通过, 平均值 \bar{X}_2 和标准偏差 σ_2 仅从重复试验结果计算中得到。

如果重复试验没有通过, 则认为该批不符合本标准。为了找出不合格的原因, 应进行调查分析 (当一批已分成若干小批时, 如果小批中有一批不合格, 则调研可以扩大到其他批)。

对于 160kN 以下机械强度等级的绝缘子, 其型式试验的判定常数 C_0 (样本数=5, $C_0=1.2$; 样本数=10, $C_0=0.72$)、抽样试验及其重复试验程序和判定常数 C_1 、 C_2 和 C_3 符合 GB/T 1001.1 的规定。

对于 160kN 及以上机械强度等级的绝缘子, 其型式试验的判定常数 C_0 为 3.0, 抽样试验及其重复试验程序和判定常数 C_1 、 C_2 和 C_3 满足表 6 的规定。

注: 计算标准偏差时, 应注意它是分母为 $n-1$ 的标准偏差。

7.11 热机械性能试验

7.11.1 试验程序

绝缘子元件应承受四个 24h 冷却和加热循环, 并同时施加拉伸负荷, 该负荷的大小保持在所规定机电或机械破坏负荷的 60%~65%之间。每个 24h 循环中, 首先应将其冷却到 $-40^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, 然后将其加热到 $+40^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 。应控制冷却和加热循环的温度偏差, 以保证记录的冷却和加热温度之间的最小温差为 80K。在温度循环中, 最高温度和最低温度均应至少连续保持 4h。温度变化的速度实际上并不重要, 它取决于试验装置。所有温度应在其中一个绝缘子的金属附件上或附近测量。

开始第一次冷热循环之前, 应在室温下在绝缘子上施加拉伸负荷。在每次加热期终结时, 完全卸除该拉伸负荷, 并再重新施加, 但最后一次热循环除外。在第四次 24h 循环之后, 将其冷却到室温, 除去拉伸负荷。

机电破坏负荷试验或机械破坏负荷试验应在从绝缘子元件上卸除拉伸负荷的同一天进行。

注: 绝缘子元件经受冷热循环和机械负荷时, 它们可以串联形式或并联形式连接在一起。并联连接时, 应对绝缘子元件施加等量负荷。

7.11.2 判定准则

机电和机械破坏负荷试验应采用的判定准则见 7.10.2, 如果在加热和冷却循环期间, 有任何一个绝缘子损坏, 则这些绝缘子都不符合本标准的要求。

7.12 锁紧销检查

7.12.1 一般要求

本试验应包括 4 部分:

- 锁紧销的符合性;
- 锁紧状态的检查;
- 锁紧销的位置 (仅对 R 型锁紧销);
- 操作试验。

7.12.2 锁紧销的符合性

绝缘子或金属附件制造厂应检验锁紧销是否符合 GB/T 25318 的要求。绝缘子制造厂应持有有效的检验合格证书, 确认进行了检验。

注: 如果不能证明提交验收的绝缘子上所装的锁紧装置是属于已取得合格证书的同一批, 则可以按 GB/T 25318 对

若干锁紧装置进行试验，被试验锁紧装置抽样数量不超过本标准 6.4.3 中给出的 E2 抽样数量。

7.12.3 锁紧状态的检查

把绝缘子连接成两个元件的串，锁紧装置置于锁紧位置，然后模拟运行所能出现的运动方式，检查绝缘子串或球头连接件，不应有连接脱开。

7.12.4 锁紧销的位置

对于 R 型锁紧销，检查在锁紧位置时锁腿不应伸出窝的入口，并且用具有孔眼直径一半的一个尖形工具插入 R 型销孔眼，检查是否能把 R 型销从锁紧位置移动到连接位置。

注 1：见 GB/T 25318 关于连接和锁紧位置的说明。

注 2：对于 R 型销，应注意在销子置于锁紧位置时，过重打击销子头部会引起变形，以致影响锁紧能力。还必须注意，R 型销的功能不受末端敞开时引起变形的影响。

7.12.5 操作试验的程序

7.12.5.1 使锁紧销处在锁紧位置。

7.12.5.2 对 R 型锁紧销，应用合适的装置沿其轴线方向将拉伸负荷 F 施加在 R 型销的孔眼上。

7.12.5.3 对 W 型锁紧销，应用一根截面尺寸为 $F_3 \times T$ （其尺寸见 GB/T 25318）矩形钢棒，沿轴线方向将负荷 F 施加在 W 型销的两个弧形端头上。

7.12.5.4 负荷逐渐增大，直至锁紧销移动到连接位置。从锁紧位置移动到连接位置的操作应连续进行三次。记录每次使锁紧销从锁紧位置移动到连接位置的负荷 F 。在施加表 8 给出的负荷 F_{\max} 时，锁紧销不应从窝里完全拉脱。

7.12.6 操作试验的判定准则

三次操作的负荷值 F 都应在表 8 给出的 F_{\min} 和 F_{\max} 值之间。

表 8 三次操作的负荷值 F

单位：N

连接标记	R 型销		W 型销	
	F_{\min}	F_{\max}	F_{\min}	F_{\max}
16	50	500	25	250
20, 24	50	500	—	—
28, 32	100	650	—	—

7.13 温度循环试验

7.13.1 试验程序

绝缘子应不经过中间容器，迅速而完全地浸入到温度比后面试验用的冷水温度高 70K 的热水中，并在此温度下保持一段时间 T ， $T=15\text{min}$ 。

然后取出试品，并且不经过中间容器而完全地浸入到冷水中，并在此温度下与在热水中保持相同的时间。这样的热冷循环应连续进行三次。从热到冷或从冷到热，转换时间应尽可能短，不超过 30s。

完成第三次循环后，绝缘子应无损坏，然后进行 1min 工频试验。

7.13.2 附加规定

- a) 对上述试验, 试验水箱中的水量应足够多, 以便绝缘子浸入时引起水温的变化不超过 $\pm 5\text{K}$ 。
- b) 限制不能使用中间容器但可使用具有低热系数并且能使水自由流通的金属丝网篮。

7.13.3 判定准则

绝缘子应能耐受本试验, 不应出现损坏或击穿。

7.14 热震试验

7.14.1 试验程序

将已用热空气或其他合适的方法加热到至少高于水温 100K , 且温度均匀的绝缘子迅速而完全浸入温度不超过 50°C 的水中。

绝缘子在水中应至少保持 2min 。

7.14.2 判定准则

绝缘子应承受本试验而不发生绝缘件的损坏。

7.15 孔隙性试验

7.15.1 试验程序

将从绝缘子上敲下来的瓷碎片浸入压力不小于 $15 \times 10^6 \text{N/m}^2$ 的 1%品红酒精溶液 (100g 变性酒精中含 1g 品红) 中, 试验时间以 h 计, 压力以 N/m^2 计, 二者的乘积不小于 180×10^6 。

然后将碎片从溶液中取出, 洗涤、干燥, 接着再敲碎。

7.15.2 判定准则

用肉眼检查新敲碎的表面, 应无任何染色渗透, 渗入最初敲取小碎片时形成的小裂纹除外。

7.16 锌层试验

7.16.1 一般要求

除非下面另有规定, JB/T 8177 适用于本试验。

注: 虽然提出一个总的推荐是困难的, 对于加工粗糙造成小面积镀锌层损坏进行满意的修补是可能的, 但需使用特制的低熔点锌合金修补焊条进行修补, 修补层的厚度至少等于镀锌层的厚度。允许修补的最大面积在某种程度上取决于黑色金属件的种类和它的尺寸。但作为一般性导则, 建议面积为 40mm^2 是合适的。而对于大型绝缘子金属附件, 建议最大面积为 100mm^2 。然而, 仅在特殊情况下, 在较小的缺陷上, 经供需双方协商同意后才允许修补损坏的镀层。应当注意, 用修补焊条进行修补的方法只能在未装配的黑色金属附件上进行, 因为在进行修补时, 黑色金属附件温度太高, 故不允许在完整的绝缘子上采用此法修补。

7.16.2 试验程序

7.16.2.1 试验方法

黑色金属部件应经受外观检查, 接着用磁力试验法测定镀层质量。当对用磁力法测试的结果有分歧

意见时，应进行如下仲裁试验的一种：

——对铸件和锻件以及经过协议的垫圈用称量法，应按 JB/T 8177 的规定进行试验。

——对螺栓、螺母或垫圈，用显微镜法，应按 JB/T 8177 的规定进行试验。

注：在订货时由供需双方商定的其他试验方法也可采用。例如，用硫酸铜溶液法或气体重量分析法。协议中应确定选择何种方法及其适用范围和通用试验条件。有许多资料叙述了用硫酸铜溶液法，它可以测量锌层的连续性。

7.16.2.2 外观检查

金属附件应经受外观检查。

7.16.2.3 用磁力试验法确定镀层质量

试验按 JB/T 8177 规定的条件进行。

对每个被试品，按其尺寸大小进行 3 次～10 次测量。这些测量应均匀而随机地分布在整个金属附件表面，避开边缘和尖端处。

注：用磁力法确定镀层质量是非破坏性的，简单、迅速且有足够的精度，在绝大多数情况下适用。因此，规定该方法为基本试验方法。

7.16.3 判定准则

7.16.3.1 外观试验的判定准则

镀层应连续，尽可能均匀光滑（以免搬运时损坏），避免任何不利于镀品正常使用的缺陷。

允许有小的缺锌斑点，单个缺锌斑点的最大面积为 4mm^2 ，但总的缺锌面积不应超过大约金属附件总面积的 0.5%，最大不得超过 20mm^2 。

镀层应附着良好，在正常使用时，能经受装卸而不起皮剥落。

6.4.4 的重复试验程序适用于本试验。

注：带有螺纹的零件，应加工好螺纹后镀锌。除非供需双方另有规定，螺母（含内螺纹）应在镀锌后攻丝并防护。

7.16.3.2 镀层质量值的判定准则

由测量的算术平均值得出的镀层质量不应小于下面规定的值。下列最小标准值是适用的，除非当这些部件使用在特别严酷的条件下，预先由供需双方协议可采用较高的值（例如任何单独的螺栓、螺母和垫片的平均值为 500g/m^2 ）。

最小平均镀层质量：

——对铁和钢的铸件和锻件，全部试样为 600g/m^2 ，任何单个试样为 500g/m^2 ；

——对螺栓、螺母和垫圈，全部试样为 375g/m^2 ，任何单个试样为 300g/m^2 。

注：作为指导，与上述数值对应的等值厚度约为：

600g/m^2 ， $85\mu\text{m}$ ；

500g/m^2 ， $70\mu\text{m}$ ；

375g/m^2 ， $54\mu\text{m}$ ；

300g/m^2 ， $43\mu\text{m}$ 。

如果全部试品的平均值合格，而仅单个试品的平均值不合格，则用同样方法按本标准 6.4.4 的规定进行重复试验。如果每个单个试品的结果合格，而全部试品的平均值不合格，则采用重量法或显微镜法进行仲裁试验。

7.17 界面试验（型式试验）

7.17.1 干工频闪络电压试验

测量干工频闪络电压试验平均值 U_{av} 的试验方法按 GB/T 775.2 及 GB/T 19519 的规定进行。

7.17.2 水煮试验

绝缘子在 0.1% 质量的 NaCl 水中煮沸（100℃）保持 42h，试验按 GB/T 19519 的规定进行。

7.17.3 外观检查

在水煮试验后 48h 内，检查绝缘子伞裙或涂层外观。伞裙或涂层不应有开裂或与绝缘件分离、界面硅橡胶鼓起等缺陷。

7.17.4 空气中冲击击穿耐受试验

水煮试验后 48h 内，绝缘子界面应能耐受该试验。试验方法和判定准则应符合 GB/T 19519 的规定。

7.17.5 干工频电压试验

按 GB/T 19519 再次测量 7.17.4 项试验后的绝缘子干工频闪络电压。每一只试品的闪络电压平均值不得低于 7.17.1 测定值的 90%。

7.17.6 黏接面机械强度试验

7.17.6.1 试验程序

为验证伞套与瓷或玻璃绝缘子（芯盘）的黏接面强度，须进行本项试验。试验时用手术刀片切开伞裙与瓷或玻璃绝缘子（芯盘）黏接界面的任意一处地方，采用手工剥离的方式加载外力，施加力的方向与伞裙表面形成大于 30° 的夹角，直至伞裙撕裂为止。

7.17.6.2 判定准则

破坏形式应为硅橡胶伞裙撕坏，硅橡胶伞裙与瓷或玻璃绝缘子（芯盘）界面黏接处应无瓷或玻璃件的光面露出。

7.18 逐个外观检查

应对每个绝缘子进行检查，绝缘件上应按图样安装金属附件。绝缘子的颜色应与图样规定的接近。在绝缘子表面允许有以下缺陷：缺陷面积不大于 25mm²，但总缺陷面积不超过绝缘子总表面积的 0.2%，并且表面缺陷深度小于 1mm。

7.19 逐个机械试验

每个绝缘子串元件至少应承受等于规定机械破坏负荷 50% 的拉伸负荷，且持续至少 10s。

试验时发生断裂或其金属附件破坏或拉脱的绝缘子应报废。

7.20 逐个电压试验

复合瓷绝缘子串元件应承受连续施加的工频试验电压。施加试验电压的时间应持续 3min~5min，并且试验电压应足够高，以在绝缘子表面产生零星的工频火花闪络放电（几秒钟一次）。

工频试验电压应不低于同强度等级的普通型盘形悬式瓷绝缘子的工频火花放电试验电压。

试验时击穿绝缘子应报废。

除非另有规定，该试验应在逐个机械试验之后进行，以剔除在机械试验时产生局部损伤的绝缘子。

8 验收

验收内容一般包括：

- a) 出厂合格证及本批产品的抽样试验和逐个试验报告。
- b) 有效期内的定型试验报告。
- c) 装箱单与附件的一致性。
- d) 安装说明书。
- e) 合同规定的内容。

9 包装、运输和储存

9.1 绝缘子标志

每片绝缘子应按 GB/T 1001.1 规定，在绝缘件上或金属附件上标明制造厂名称或商标以及制造年份。此外，每片绝缘子还应标明其机电破坏负荷或机械破坏负荷额定值。这些标志应清晰牢固耐腐蚀。

9.2 包装要求

绝缘子包装体上应注明：

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

9.3 运输

绝缘子在运输过程中应固定牢固，严禁重压，并有防雨、防潮、防震、防冲击等措施。

9.4 储存

绝缘子应储存在周围无酸性、碱性及其他有害物质的库房中。

附 录 A
(资料性附录)
A 类绝缘子新旧型号对照表

A 类绝缘子新旧型号对照见表 A.1。

表 A.1 A 类绝缘子新旧型号对照表

序号	本标准规定的新型号	旧型号
1	FU70B/146D	FXWP-70
2	FU70B/146M	FXMP-70
3	FU100B/146D	FXWP-100
4	FU100B/146M	FXMP-100
5	FU120B/155D	FXWP-120
6	FU120B/155M	FXMP-120
7	FU160B/155D	FXWP-160
8	FU160B/155M	FXMP-160
9	FU160BP/155T	FXWP-160
10	FU210B/170D	FXWP-210
11	FU210BP/170T	FXWP-210
12	FU300B/195D	FXWP-300
13	FU300BP/195T	FXWP-300
14	FU400BP/205T	FXWP-420
15	FU420BP/205T	FXWP-420
16	FU530BP/240T	FXWP-530
17	FU550BP/240T	FXWP-550