

ICS 29.120.99

K 43

备案号: 57353-2017

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 42105 — 2016

高压交流气体绝缘金属封闭开关设备 用盆式绝缘子

Basin insulator for high-voltage alternating current gas-insulated
metal-enclosed switchgear

2016-12-05 发布

2017-05-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 概述	1
1.1 范围	1
1.2 规范性引用文件	1
2 正常和特殊使用条件	1
3 术语和定义	1
4 额定值	3
4.1 额定电压 (U_N)	3
4.2 额定绝缘水平	3
4.3 额定电流 (I_N)	4
4.4 额定充入水平	4
4.5 额定机械负荷	4
4.6 耐热等级	4
5 设计与结构	4
5.1 一般要求	4
5.2 设计要求	5
5.3 结构要求	5
5.4 外观质量要求	5
5.5 尺寸检查	5
5.6 材料及试样	6
5.7 绝缘子耐热性	6
5.8 外部绝缘介质	6
5.9 电气性能要求	7
5.10 装配	7
5.11 标识	7
6 型式试验	7
6.1 总则	7
6.2 外观和尺寸检查	8
6.3 导通试验 (适用时)	9
6.4 X 射线探伤检查	9
6.5 绝缘试验	9
6.6 局部放电试验	9
6.7 密封性试验	10
6.8 机械强度试验	10
6.9 热性能试验	10
6.10 压力试验 (破坏)	11
6.11 热稳定性试验	11

6.12 材料样块试验 11

7 出厂试验 11

7.1 概述 11

7.2 外观与尺寸检查 12

7.3 导通试验 12

7.4 压力试验（例行） 12

7.5 密封性试验 12

7.6 X射线探伤检查 12

7.7 绝缘试验 12

7.8 局部放电试验 12

8 批次检查 12

9 包装、运输和储存 12

9.1 包装 12

9.2 运输 13

9.3 储存 13

10 说明 13

11 安全 13

11.1 安全性 13

11.2 对环境影响 13

11.3 回收 13

附录 A（资料性附录） 气孔、杂质、收缩痕迹等缺陷的检查 14

附录 B（资料性附录） 机械强度试验的示例 17

参考文献 18

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。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会（SAC/TC 65）归口。

本标准起草单位：西安高压电器研究院有限责任公司、西安西电开关电气有限公司、麦克奥迪（厦门）电气股份有限公司、中国电力科学研究院、ABB（中国）有限公司厦门分公司、上海西门子高压开关有限公司、上海雷博司电气股份有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、厦门 ABB 高压开关有限公司、新东北电气集团高压开关有限公司、平高集团有限公司、厦门华电开关有限公司、浙江高盛输变电设备股份有限公司、中国电力科学研究院武汉分院、川开电气有限公司、天水长城开关厂有限公司、北京北益电工绝缘制品有限公司、北京北开电气股份有限公司、山东泰开电器绝缘有限公司、特变电工沈阳电气技术研究院有限公司、上海思源高压开关有限公司、华仪电气股份有限公司、益和电气集团股份有限公司、金华供电公司、西安广缘电气有限公司、浙江省开化七一电力器材有限责任公司、协励行（厦门）电气有限公司、浙江科成电气有限公司、旭百世（厦门）贸易有限公司、烟台奥利福化工有限公司。

本标准起草人：吴鸿雁、田恩文、张子骁、李西育、张晋波、元复兴、党镇平、闵超、陈志彬、郝宇亮、白小萍、黄志峰、王文文、张建宏、林庆权、黄火灶、崔博源、陈允、陈天送、王文勇、班文彬、费龙菲、蔡汉生、王颂、彭在兴、李宝宝、高二平、张勳、曹斌、王向克、侯亚峰、游一民、焦全平、李六零、张锐、马力、黄荣、冯四喜、郝炜、侯金让、孙荣春、李金玲、杨勇、刘芳、张姝、常越、付继伟、田晓越、潘世岩、李政军、卢德银、张文、余红英、施鹭宁、章银龙、黄谦、张令军。

本标准为首次发布。

引 言

高压交流气体绝缘金属封闭开关设备中大量使用各种类型的热固型或热塑型盆式绝缘子，但在高压开关行业中，一直没有一个统一的标准来规范该产品，也没有相关 IEC 标准可借鉴，这使得盆式绝缘子的设计、生产和使用缺少相关技术依据。为了保证整机的产品质量，确保电网安全运行，根据多年来盆式绝缘子的使用情况和制造经验，特制定本标准。

高压交流气体绝缘金属封闭开关设备用盆式绝缘子

1 概述

1.1 范围

本标准规定了盆式绝缘子的定义、使用条件、额定值、设计与结构、型式试验、出厂试验以及标识、包装、运输、储存等方面的通用要求。

本标准适用于额定电压 72.5kV 及以上、额定频率 60Hz 及以下的高压交流气体绝缘金属封闭开关设备（简称开关设备）中使用的盆式绝缘子，包括承压的和不承压的盆式绝缘子（简称绝缘子）。

额定电压 3.6kV~40.5kV、额定频率 60Hz 及以下的交流金属封闭开关设备的充气隔室中使用的绝缘子，包括承压的和不承压的也包含在本标准的范围内。

注 1：空气绝缘的交流金属封闭开关设备中使用的绝缘子可参照本标准。

注 2：高压交流开关设备中使用的支持绝缘子也可参照本标准。

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/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1040.1 塑料拉伸性能的测定 第 1 部分：总则

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 1409 测量电气绝缘材料在工频、音频、高频（包括米波波长在内）下电容率和介质损耗因数的推荐方法

GB/T 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 2567—2008 树脂浇铸体性能试验方法

GB/T 7354 局部放电测量

GB/T 8905 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则

GB/T 11022—2011 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 12022 工业六氟化硫

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 22567 电气绝缘材料测定玻璃化转变温度的试验方法

2 正常和特殊使用条件

GB/T 11022—2011 的第 2 章适用，并作如下补充：

- a) 绝缘子的长期工作环境介质不应损伤其使用性能；
- b) 应能耐受气体分解物的长期接触；
- c) 绝缘子的使用温度条件（见表 7 项 9）。

3 术语和定义

GB/T 2900.8、GB/T 11022—2011、GB/T 1408.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

盆式绝缘子 basin insulator

由热固型材料或热塑型材料构成的绝缘部件、嵌件等组成。该绝缘子可在气体绝缘金属封闭开关设备中用作气室分隔和（或）带电部件的刚性支持并使其对地或对另一带电部件绝缘。其在实际安装、运行及维修中承受压力的方式有单面承压、双面承压或不承压。

注 1：不包括复合绝缘子和开关断口间的绝缘子。

注 2：电压等级较高的绝缘子通常为盆式绝缘子。

3.2

玻璃化转变温度 glass-transition temperature

产生玻璃化转变的温度范围的近似中值。

注：玻璃化转变温度随材料的某些性能、试验方法及条件而明显变化。

[GB/T 2035—2008，定义 2.449]

3.3

收缩痕迹 shrinkage mark

绝缘子在冷却、固化成型过程中因材料本身收缩而形成皱折、麻纹状的表面缺陷。

3.4

气孔 pore

绝缘子在固化成型过程中产生的，形成如气泡形状、圆柱状或近似圆柱状的缺陷。

注：改写 GB/T 2035—2008，定义 2.71。

3.5

开裂（裂纹） crack

贯穿或未贯穿材料外表面或其整个厚度的裂缝，处于裂纹两侧壁之间的聚合材料是完全分离的。

[GB/T 2035—2008，定义 2.223]

3.6

杂质 impurity

除制造盆式绝缘子所需原材料外，其他所有可能影响其性能的物质。

3.7

规定机械负荷 specified mechanical load; SML

规定机械负荷是由设备制造厂规定的用于机械试验的负荷，通常是在室温下施加的弯曲负荷、拉伸负荷、扭转负荷。

注 1：规定机械负荷也被称为额定机械负荷。

注 2：改写 GB/T 21429—2008，定义 3.9。

3.8

最大运行压力 maximum service pressure; MSP

当设备（绝缘子是该设备的一个部件）在最高环境温度下通过额定电流时的最大绝对压力与正常外部压力间的差。绝缘子的最大运行压力由设备制造者规定。

注：改写 GB/T 21429—2008，定义 3.14。

3.9

设计压力 design pressure; DP

绝缘子两边的相对压力。

注 1：它至少等于维修活动中绝缘子两侧的最大相对压力。

注 2：确定设计压力时不考虑开关设备（如断路器）开断操作过程中或随后出现的瞬态压力。

注 3：设计压力至少等于最大运行压力。

3.10

出厂试验压力 **routine test pressure**
绝缘子制造好后应能承受的相对压力。

3.11

型式试验压力 **type test pressure**
绝缘子在型式试验中应承受的相对压力。

4 额定值

4.1 额定电压（ U_N ）

GB/T 11022—2011 的 4.2 适用。

4.2 额定绝缘水平

GB/T 11022—2011 的 4.3、表 1 和表 2 适用。表 1、表 2 和表 3 分别为额定电压范围 I、II、III 的优先选用额定绝缘水平。

表 1 额定电压范围 I 的优先选用额定绝缘水平

绝缘件额定电压 (U_N , 有效值) kV	额定短时工频耐受电压 (U_d , 有效值) kV	额定雷电冲击耐受电压 (U_p , 峰值) kV
3.6	≥25	≥40
7.2	≥32	≥60
12	≥42	≥75
24	≥68	≥125
31.5	≥85	≥185
40.5	≥100	≥185
63	≥140	≥325

表 2 额定电压范围 II 的优先选用额定绝缘水平

设备的额定电压 (U_N , 有效值) kV	额定短时工频耐受电压 (U_d , 有效值) kV	额定雷电冲击耐受电压 (U_p , 峰值) kV
	极间、极对地	极间、极对地
72.5	140	325
	160	350
		380
126	230 (275*)	550 (650*)
252	460	1050
* 适合额定电压 145kV 的 GIS 产品的电压值。		

表 3 额定电压范围 III 的优先选用额定绝缘水平

设备的额定电压 (U_N , 有效值) kV	额定短时工频耐受电压 (U_d , 有效值) kV	额定操作冲击耐受电压 (U_s , 峰值) kV	额定雷电冲击耐受电压 (U_p , 峰值) kV
	极间、极对地	极间、极对地	极间、极对地
363	520	950	1175

表 3（续）

设备的额定电压 (U_N , 有效值) kV	额定短时工频耐受电压 (U_d , 有效值) kV	额定操作冲击耐受电压 (U_s , 峰值) kV	额定雷电冲击耐受电压 (U_p , 峰值) kV
	极间、极对地	极间、极对地	极间、极对地
550	740	1300	1675
800	960	1550	2100
1100	1100	1800	2400

4.3 额定电流 (I_N)

GB/T 11022—2011 的 4.5.1 适用。

4.4 额定充入水平

GB/T 11022—2011 的 4.12 适用。

4.5 额定机械负荷

4.5.1 外部负荷

绝缘子受到的外部负荷包括：

- 弯曲负荷；
- 拉伸负荷；
- 扭转负荷。

4.5.2 压力

承压绝缘子的压力见表 4。

表 4 承压绝缘子的压力

压 力	关 系	绝缘子的状态
设计压力 (DP)	$=DP$	可逆的弹性状态
出厂试验压力	$=2DP$	可逆的弹性状态
型式试验压力	$>3DP$	不可逆的塑性状态

4.6 耐热等级

GB/T 11022—2011 的表 3 中第 7 项适用。

5 设计与结构

5.1 一般要求

由于运行中大多数绝缘子两侧具有相同的压力或很小的压力差，显著的压差取决于维护程序和运行工况。这种情况有：

- a) 绝缘子一侧承受工作压力或更高压力，而另一侧正在进行维护处于大气压力或更低压力；
- b) 绝缘子一侧承受工作压力，另一侧长期处于大气压力。

两种情况下，绝缘子承压侧需要考虑的压力是在阳光辐射效应下的最高周围空气温度（如果适

用)和额定电流(如果适用)时的压力。两种情况导出的压力就是绝缘子的设计压力。如果需要,制造厂也可以规定,绝缘子承压侧的压力低于维护期间规定的压力和控制的压力。在此情况下,该压力就是设计压力。

- 绝缘子设计时(如果适用),应考虑下述因素:
- 正常运行期间绝缘子两侧的全部压力差;
 - 作为充气过程的一部分,绝缘子一侧的充气隔室处于真空状态而另一侧处于正常运行压力;
 - 设备和相关回路在电气试验期间,绝缘子一侧受控的压力增加而另一侧处于正常运行压力;
 - 对于非对称的绝缘子,就绝缘子的压力而言,是指最坏的压力方向;
 - 叠加的负荷和振动;
 - 靠近承压绝缘子进行维护的可能性。

5.2 设计要求

- 5.2.1 绝缘子的设计应使得整机在正常运行、操作、检查、维护过程中能够安全、可靠地工作。
- 5.2.2 绝缘子应能承受机械的、电的、热的效应和环境以及运输振动的影响,同时应耐受正常运行条件下的老化问题。

5.3 结构要求

绝缘子的外形尺寸、安装尺寸及内部形位关系应符合按规定程序审批图样的要求。

5.4 外观质量要求

- 5.4.1 绝缘子的颜色应符合产品图样的要求,单件产品表面的颜色应均匀。绝缘子表面应平整光滑。沿合模线的毛边应处理平滑。浇注口处切除浇口后,应将过渡部分处理平滑,若无特殊要求,不应超出整体边缘。
- 5.4.2 绝缘子中具有导电功能的零部件除要满足导电的要求外,导电表面不应有电镀缺陷、锈蚀、油污、环氧树脂等残留物,且应采取防护措施。
- 5.4.3 绝缘子表面不得有裂纹。如出现气孔、杂质、收缩痕迹、划痕、磕碰等缺陷,应符合企业产品标准的要求,参见附录 A。
- 5.4.4 绝缘子的表面粗糙度应符合表 5 的规定,特殊要求的表面应符合产品图样或企业产品标准的规定。

表 5 绝缘子的表面粗糙度 单位: μm

表面粗糙度 <i>Ra</i>	$Ra\leq 25$ (12.5)	$Ra\leq 6.3$	$Ra\leq 3.2$
适应范围	浇注口及外沿等区域	一般要求制品表面	气体密封面、高压区

5.5 尺寸检查

尺寸检查应按图样的规定进行检查,图样上未注尺寸公差的极限偏差按表 6 检查。
形状和位置公差,按产品图样进行检查。

表 6 极 限 偏 差 检 查 单位: mm

基本尺寸 <i>a</i>	极限偏差	基本尺寸 <i>a</i>	极限偏差
$a\leq 18$	± 0.35	$50 < a \leq 80$	± 0.60
$18 < a \leq 30$	± 0.42	$80 < a \leq 120$	± 0.70
$30 < a \leq 50$	± 0.50	$120 < a \leq 180$	± 0.85

表 6（续）

基本尺寸 a	极限偏差	基本尺寸 a	极限偏差
$180 < a \leq 250$	± 1.00	$500 < a \leq 630$	± 2.90
$250 < a \leq 315$	± 1.40	$630 < a \leq 800$	± 3.60
$315 < a \leq 400$	± 1.80	$800 < a \leq 1000$	± 4.50
$400 < a \leq 500$	± 2.30	$1000 < a \leq 1250$	± 5.50

5.6 材料及试样

绝缘子所用的原材料（如树脂、填料、固化剂、增韧剂、促进剂等）应符合相应的标准及有关规定。

金属嵌件上用的黏合偶联剂（若有）应符合相应的标准及有关规定。

绝缘子材料的技术要求（标准试样的机械、电气和热性能指标）见表 7。

表 7 机械、电气和热性能指标

序号	项 目	单位	技术指标	试样状态	试验方法
1	冲击强度 ^a	kJ/m^2	≥ 10 （12）	常温	GB/T 2567（不带缺口）
2	弯曲强度	MPa	≥ 100	常温	GB/T 2567
			≥ 110		
3	拉伸强度 ^a	MPa	≥ 70	常温	GB/T 2567
4	介电强度	kV/mm	≥ 20	常态	GB/T 1408.1（试样厚度 1mm）
			≥ 25		
5	介电常数		4~6	常态	GB/T 1409
6	介质损耗因数（ $\tan\delta$ ）		≤ 0.015	常态	GB/T 1409
7	表面电阻率	Ω	$\geq 1 \times 10^{14}$	常态	GB/T 1410
8	体积电阻率	$\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 1 \times 10^{15}$	常态	GB/T 1410
9	玻璃化转变温度	$^{\circ}\text{C}$	≥ 105	—	推荐采用 GB/T 22567 的 DSC 法进行试验
			≥ 115	—	
10	弹性模量 ^b	MPa	≥ 6200	—	GB/T 1040.1
注：浇注用其他材料应符合其相关标准的规定。					
^a 对热塑性材料的性能指标有待进一步验证。					
^b 弹性模量目前测量并不普遍，可作为建议测量项目，数值由制造厂确定。					

5.7 绝缘子耐热性

应充分考虑到额定电流较大时绝缘子的热效应，如果绝缘子周围部件的部分温升等于或高于 65K，应采取措施保证不会引起绝缘材料的劣化。

5.8 外部绝缘介质

当绝缘子安装使用在一定压力的 SF₆ 气体、空气或混合气体中，应在企业产品标准中规定对外部

介质的相关要求。

5.9 电气性能要求

电气性能应满足 6.5、6.6 的规定。

5.10 装配

绝缘子的装配应按产品图样的技术要求进行装配，紧固螺栓应使用力矩扳手，按规定的紧固力矩对角紧固。施力应均匀，防止冲击、碰伤，以免损坏或影响绝缘子使用性能。

5.11 标识

出厂的绝缘子上应有永久性（可追溯）标识，标识应清晰，不应降低绝缘强度。标识上至少应能识别：

- a) 制造企业名称和（或）商标（内配及另有协议规定除外）；
- b) 出厂编号和制造日期。

6 型式试验

6.1 总则

6.1.1 概述

型式试验的目的是验证绝缘子的额定值和特性，这些特性主要取决于它的结构、形状和尺寸、使用材料、制造工艺。型式试验的试品应与正式生产产品的图样和企业产品标准相符合。

下列情况应进行型式试验：

- a) 新试制的产品，应进行全部的型式试验；
- b) 转厂或异地生产的产品，应进行全部的型式试验；
- c) 当绝缘子的设计、材料、工艺或生产条件及使用条件发生重大改变而影响到绝缘子性能时，应进行全部的型式试验；
- d) 不经常生产的绝缘子（停产 3 年以上），再次生产时应进行性能验证试验；
- e) 同系列的和派生的绝缘子，应进行相关的型式试验，其他试验项目可引用相应的有效试验报告。

6.1.2 型式试验的项目及分组

绝缘子的型式试验应选用 4 组试品按表 8 的试验项目和顺序通过全部试验。

表 8 型式试验项目、试验顺序及分组

序号	试验项目	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	依据	备注
1	外观与尺寸检查	√	√	√	√	6.2	
2	导通试验	√	√	√	√	6.3	适用时
3	压力试验（例行）	√	√	√	√	7.4	适用时
4	X 射线探伤检查	√	√	√	√	6.4	
5	密封试验	√	√	√	√	6.7	适用时
6	工频电压试验	√	√	√	√	6.5	

表 8（续）

序号	试验项目		1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	依据	备注
7	局部放电试验		√	√	√	√	6.6	可与工频电压试验同时进行
8	雷电冲击电压试验		√				6.5	
9	操作冲击电压试验		√				6.5	适用时
10	弯曲试验		√				6.8.2	
11	拉伸试验			√			6.8.2	必要时
12	扭转试验				√		6.8.2	必要时
13	热性能试验（冷热循环 10 个循环）					√	6.9	
14	热性能 试验后的 验证试验	外观和尺寸检查				√	6.2	
15		导通试验				√	6.3	适用时
16		密封试验				√	6.7	适用时
17		工频电压试验				√	6.5	
18		局部放电试验				√	6.6	可与工频电压试验合并
19		着色检查				√	6.2	
20		压力试验 （破坏 2 个试品）				√	7.4 （6.10）	适用时
21	热稳定性试验*						6.11	必要时
* 可采用附加的试品。								
注 1：1 [#] ~3 [#] 组至少分别选用 1 个试品，4 [#] 至少选用 5 个试品。 注 2：1 [#] ~3 [#] 组的试验可依据产品性能合并进行，试验顺序需符合本表要求。								

- 6.1.3 确认试品用的资料和有关型式试验包括的资料见 GB/T 11022—2011 的 6.1.3 和 6.1.4。
- 6.1.4 绝缘子不能单独进行相关试验时，应装于试验工装上或整机上进行。
- 6.1.5 经过型式试验的绝缘子应及时隔离，不能再使用。
- 6.1.6 型式试验中可以采用符合 GB/T 12022 的新的 SF₆ 气体或者符合 GB/T 8905 的使用过的 SF₆ 气体。

6.2 外观和尺寸检查

6.2.1 一般检查

绝缘子的外观和外形尺寸、安装尺寸应符合 5.3、5.4、5.5 的要求。通常外观可采用目视检查，外形尺寸和安装尺寸应采用测量工具检查。

6.2.2 着色检查

着色检查旨在检查绝缘本体的状态，方法为在擦拭干净的待检处喷涂着色剂，停留时间不小于着色剂技术要求规定的时间，用清洗剂把被检测绝缘子表面擦拭干净，去除工件表面的灰尘等污物，检查绝缘本体表面着色状态。着色后表面应无红色物质残留，则认为合格。

6.3 导通试验（适用时）

用万用表检测屏蔽环与外法兰和（或）嵌件是否导通。

6.4 X 射线探伤检查

X 射线探伤检查旨在检查绝缘体内部是否有气孔、杂质等缺陷以及内部屏蔽环的位置和形状的偏差，采用 X 探伤仪或其他仪器设备进行检查。

6.5 绝缘试验

GB/T 11022—2011 的 6.2 适用，并补充如下：

单个绝缘子在气体介质中（最低功能压力时）应能承受表 1、表 2、表 3 所规定的绝缘试验电压。试验中的绝缘子两端电极尽量与实际装配一致。

特殊订货产品的试验值按供需双方的技术协议执行。

6.6 局部放电试验

6.6.1 概述

绝缘子应进行局部放电试验，测量方法应按照 GB/T 7354 的规定。

试验可以在用于进行全部绝缘型式试验的设备的总装或分装上进行。

工频电压试验和局部放电试验可以同时进行。

并做如下要求：

- a) 单个绝缘子局部放电量不应超过 3pC；
- b) 带传感器的绝缘子局部放电量不应超过 3pC。

6.6.2 试验程序

外施工频电压升高到预加值，该预加值等于表 1、表 2 或表 3 中的工频耐受电压并保持该值 1min。在这个期间出现的局部放电可不予考虑。然后，电压降到表 9 中的规定值，这些规定值取决于进行局部放电测量的设备结构和系统的中性点接地方式。

应记录熄灭电压。

表 9 绝缘子测量局部放电量的试验电压

项目	中性点直接接地的系统		中性点非直接接地的系统	
	预加电压 $U_{\text{pre-stress}}$ (1min)	PD 测量的试验电压 $U_{\text{pd-test}}$ (>1min)	预加电压 $U_{\text{pre-stress}}$ (1min)	PD 测量的试验电压 $U_{\text{pd-test}}$ (>1min)
单极外壳设计 (极对地电压)	$U_{\text{pre-stress}} = U_d$	$U_{\text{pd-test}} = 1.2U_r / \sqrt{3}$	$U_{\text{pre-stress}} = U_d$	$U_{\text{pd-test}} = 1.2U_r$
三极外壳设计	$U_{\text{pre-stress}} = U_d$	$U_{\text{pd-test,ph-ea}} = 1.2U_r / \sqrt{3}$ $U_{\text{pd-test,ph-ph}} = 1.2U_r$	$U_{\text{pre-stress}} = U_d$	$U_{\text{pd-test,ph-ea}} = 1.2U_r$
注： U_N 为设备的额定电压； U_d 为表 1～表 3 中规定的工频耐受试验电压； $U_{\text{pre-stress}}$ 为预加电压； $U_{\text{pd-test}}$ 为 PD 测量的试验电压； $U_{\text{pd-test,ph-ea}}$ 为 PD 测量的试验电压，极对地； $U_{\text{pd-test,ph-ph}}$ 为 PD 测量的试验电压，极间。				

6.7 密封性试验

GB/T 11022—2011 的 6.8 适用。

试验结束后，绝缘子不应损坏，泄漏率应满足在设备运行期间从开关设备任一单个隔室泄漏到大气和相邻隔室间不超过：

- 40.5kV 及以下设备为每年 1%；
- 72.5kV 及以上设备为每年 0.5%。

注：可采用氦气进行密封性试验。

6.8 机械强度试验

6.8.1 机械强度试验项目

绝缘子的机械强度试验包括：

- 弯曲试验（破坏性）；
- 拉伸试验（破坏性）；
- 扭转试验（破坏性）；
- 运输振动试验等。

6.8.2 机械强度试验

根据绝缘子的工作情况，按照相关规定，由设计者在产品图样上明确机械强度试验的具体项目和要求。附录 B 给出了弯曲试验、拉伸试验、扭转试验的示例。

6.8.3 运输振动试验

通过重物模拟盆式绝缘子随 GIS 运输状态的最大可能的受力情况（由制造商提供），图 1 为推荐的试验形态。在振动试验台上按 GB/T 2423.10 的规定进行振动试验，对 x 、 y 、 z 方向分别施加振动，要求频率为 55Hz，加速度为 50m/s^2 ，持续时间为 10min。

试验后应按照 6.2 的要求进行外观和尺寸检查。

试验结束后，绝缘子应保持其设计性能，不应发生裂纹、剥离等，且能耐受出厂试验。

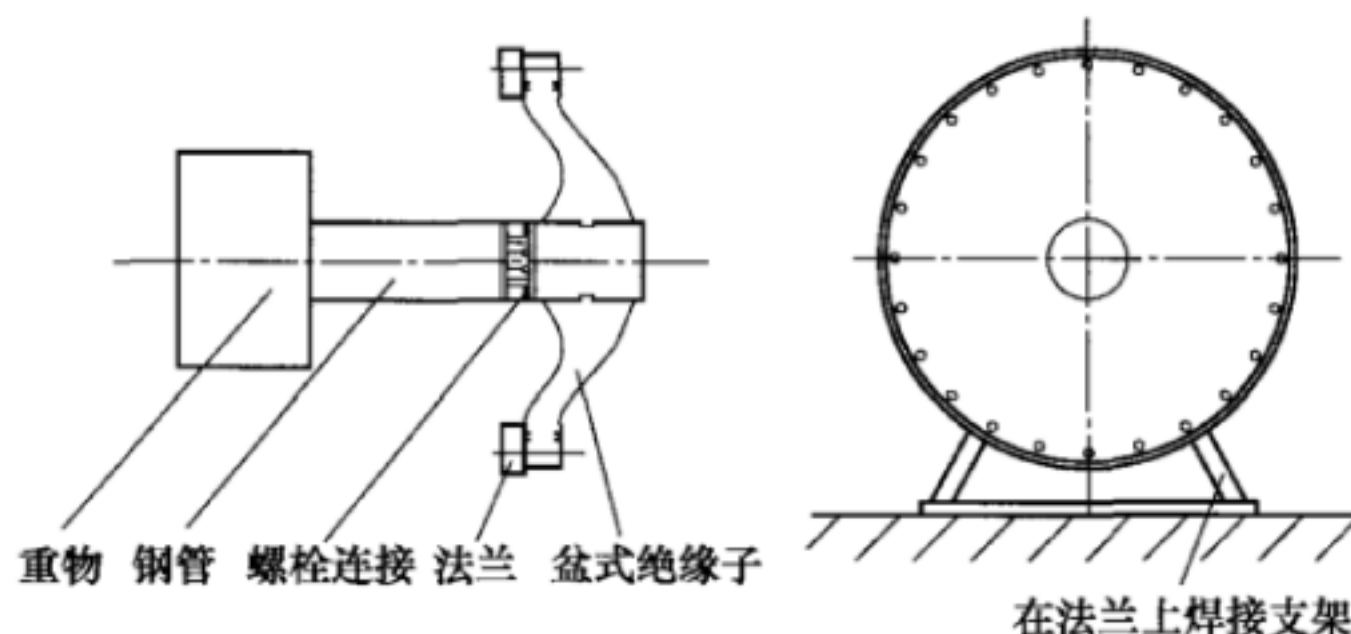


图 1 运输振动试验形态

6.9 热性能试验

热性能试验的目的是检查绝缘子在温度交变环境中的耐受能力，每种类型的绝缘子应通过 5 个试品进行 10 个热循环来验证，热循环如图 2 所示。

按照产品技术规范的要求，最低温度分为： $-25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 或 $-40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，最高温为 105°C ，且升降温速率均为 10°C/h ，最高、最低温均保持 4h， 20°C 保持 2h，共 10 个周期。

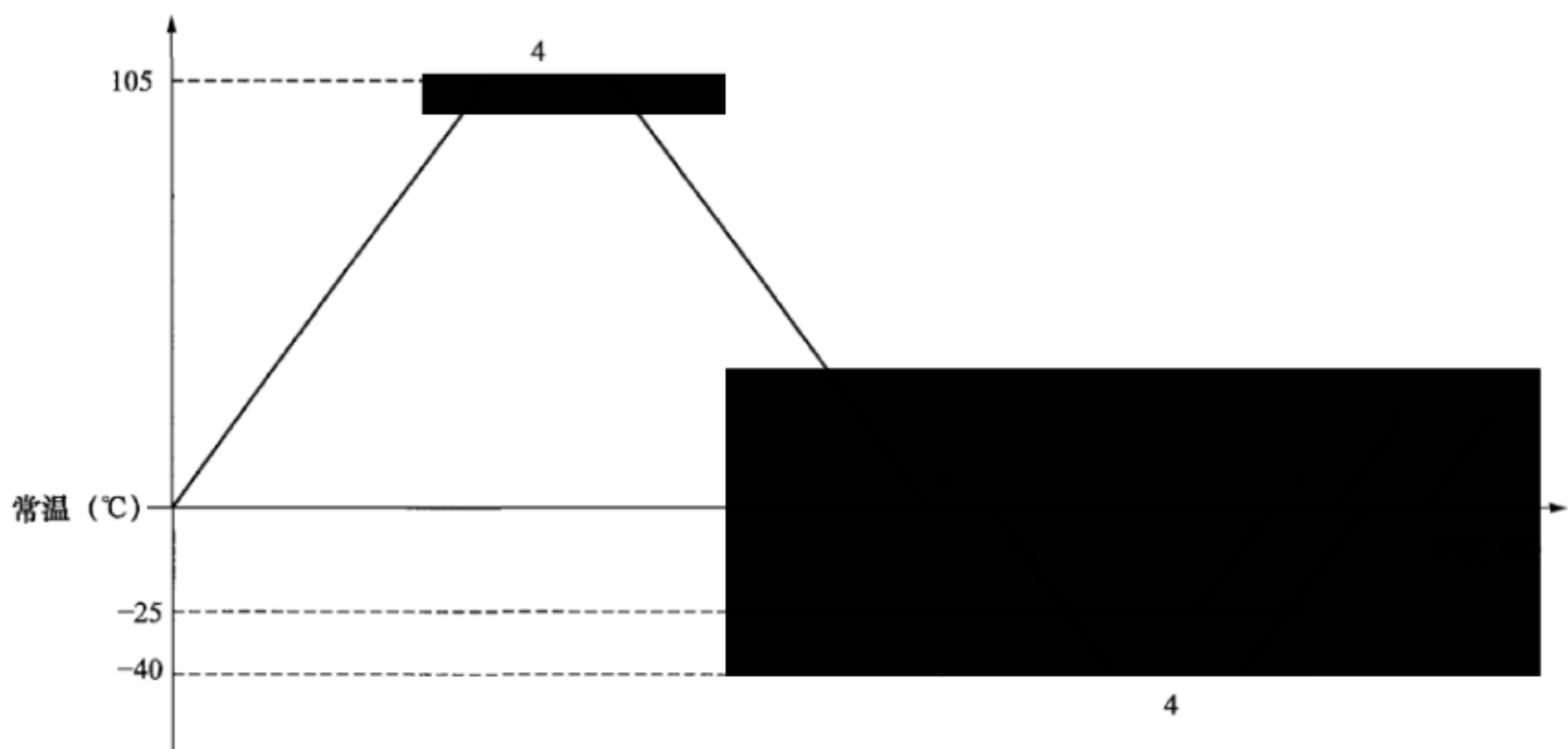


图 2 热循环试验程序（1 个循环）

给出的热循环时间是最短时间，如果没有达到最终的稳定温度时应予以延长。

试验程序结束后，所有的绝缘子均应恢复其设计性能，且不发生裂纹、剥离等。经过热性能试验后的绝缘子，按表 8 的试验序号 14~20 进行，以确认绝缘子内部和嵌件结合面有无裂缝。

6.10 压力试验（破坏）

本试验的目的是为了验证在运行条件下承受压力的绝缘子的安全裕度。

绝缘子应和维护条件一样安装。对 72.5kV 及以上产品，压力应以 400kPa/min±100kPa/min 的速度上升直到出现破裂。记录破裂时刻的压力值和影像资料，附在试验报告中。

型式试验压力应大于 3 倍的设计压力。

注：对 40.5kV 及以下产品，压力上升速度待进一步的试验验证。

6.11 热稳定性试验

制造厂应提供使用的绝缘材料的稳定性不会受电压和热效应影响的证据。

这个证据可以在可比较结构进行的试验的基础上给出，在绝缘材料的性能（介质损耗作为温度的函数）的基础上给出，或通过对绝缘子进行热稳定性试验来给出。

热稳定性试验是在 GB/T 11022—2011 的表 3 规定的最高温度限值下，在 180%的额定电压下，持续进行 100h。

如果没有破坏性放电发生，就认为绝缘子通过了试验。

注：此项试验仅适用于 40.5kV 及以下设备中使用的绝缘子，对 40.5kV 以上设备中使用的绝缘子，热稳定性试验仍在考虑中。

6.12 材料样块试验

材料样块试验按照 GB/T 2567—2008 的第 5 章进行。技术参数应满足本标准的表 7 的要求。

7 出厂试验

7.1 概述

绝缘子的出厂试验按表 10 的试验项目和顺序进行。

表 10 绝缘子的出厂试验

试验分类	试验项目	依据	备注
出厂试验	外观与尺寸检查	7.2	
	导通试验	7.3	(适用时)
	压力试验 (例行)	7.4	
	密封性试验	7.5	(适用时)
	X 射线探伤检查	7.6	
	工频电压试验	7.7	
	局部放电试验	7.8	可与工频电压试验同时进行

7.2 外观与尺寸检查

外观与尺寸检查按 6.2 的规定进行。

7.3 导通试验

导通试验按 6.3 的规定进行。

7.4 压力试验 (例行)

每个绝缘子应承受 2 倍设计压力的例行压力试验 1min。
对于例行压力试验，绝缘子应以与使用中完全相同的方式固定。
例行压力试验后应进行 X 射线探伤检查，绝缘子不应有任何裂纹或泄漏等异常现象。

7.5 密封性试验

密封性试验按 6.7 的规定进行。

7.6 X 射线探伤检查

X 射线探伤检查按 6.4 的规定进行。

7.7 绝缘试验

绝缘试验按 6.5 的规定进行，只实施短时工频耐受电压试验。

7.8 局部放电试验

局部放电试验按 6.6 的规定进行。

8 批次检查

对每批次的随炉样块进行密度检查和玻璃化温度检查。其他试验项目由供需双方协商。
对完整绝缘子的抽样压力破坏性试验，抽样数量由供需双方协商。

9 包装、运输和储存

GB/T11022—2011 的 10.1、10.2 适用，并作如下补充。

9.1 包装

绝缘子制造商应制定符合 GB/T 13384 规定的产品包装规范。产品的包装应符合其包装规范的要

求。包装储运图示符号按照 GB/T 191 的规定。包装应满足如下要求：

- a) 产品应采用加干燥剂防潮、防振的包装，且在包装箱外应有“向上”“易碎”“防潮”“小心轻放”“允许层码数”等，按 GB/T191 规定的标志，以及生产厂家和产品名称、规格型号等标志；
- b) 包装箱内应装有下列文件：
 - 1) 装箱单（需方单位、产品名称和规格、数量等）；
 - 2) 产品合格证书；
 - 3) 出厂检验报告；
 - 4) 安装使用说明书（根据用户需要）。

9.2 运输

产品在装卸、运输过程中应采取防雨、防潮措施，轻拿轻放，禁止投掷，避免与其他坚硬物碰撞、摩擦。

9.3 储存

9.3.1 产品应隔离地面存放，存于通风、干燥、洁净以及没有腐蚀性气体的室内。对有特殊要求的绝缘子，储存按相关要求进行。

9.3.2 当绝缘子储存从出厂日期超过一年，在使用前应重新进行外观检查。如有怀疑，需进行相关试验验证，试验合格后方可使用。

10 说明

超出本标准规定的技术要求，制造厂、检查、设计、使用方法等，应根据图样要求由供需双方协议协商解决。

11 安全

11.1 安全性

GB/T 11022—2011 的第 11 章适用。

11.2 对环境的影响

制造厂应按要求提供关于绝缘子对环境的影响的相关信息。

11.3 回收

制造厂应根据要求提供关于拆卸和绝缘子的寿命终止的程序以及指明回收的可能性方面的导则。

附 录 A
(资料性附录)
气孔、杂质、收缩痕迹等缺陷的检查

A.1 外观质量要求

A.1.1 概述

深度在 0.2mm 及以下的缺陷称为收缩痕迹，深度在 0.2mm 以上的缺陷称为气孔，按表 A.1 的规定检查。检查区如图 A.1 和图 A.2 所示。

表 A.1 绝缘件表面缺陷的检查

检查区	检查要求	适用部位
A	允许有 $\phi 0.5\text{mm}$ 及以下的气孔，气孔间距大于 40mm，数量不超过 2 个	电极附近，高场强区域
B	密封槽内外面单侧允许有 $\phi 0.5\text{mm}$ 及以下气孔，间距大于 40mm 以上，数量不多于 5 个，底面不允许有气孔	气体密封槽
C	允许有 $\phi 1\text{mm}$ 及以下气孔数量在 40mm \times 40mm 范围内不多于 2 个，单面总量不超过 6 个	承受高电压部位
D	允许有 $\phi 2\text{mm}$ 及以下气孔，深 1mm 以内，数量在 40mm \times 40mm 范围内不多于 2 个，要用同材质浇注料补平	屏蔽罩内部，合理屏蔽区内
E	允许有 $\phi 2\text{mm}$ 以下、深 1mm 以下不连通的气孔，要用同材质浇注材料补平。总量不多于 3 个	“O”形圈沟槽内外侧上部，过渡台阶内
F	允许有 $\phi 3\text{mm}$ 及以下气孔，深 2mm 以内，要用同材质浇注材料补平	绝缘子外缘，法兰面、绝缘法兰外缘，与安装法兰对应部位等不承受高电压的绝缘件外表面
注 1：检查区划分依据适用部位注解，也适用于新设计的同类零部件。 注 2：绝缘子表面缺陷超过本标准规定，缺陷的修补按供需双方的技术协议进行。		

A.1.2 收缩痕迹、附着在绝缘件表面的脱模剂、浇注模痕检查

绝缘子中不应有导电性杂质存在，对混入的非导电性杂质等的检查依据见表 A.2。检查区如图 A.1、图 A.2 所示。

表 A.2 混入杂质的检查

检查区	检查要求	适用部位
A	允许存在不大于 $\phi 0.5\text{mm}$ 的非导电性杂质，数量在 40mm \times 40mm 范围内不超过 3 个	电极附近，高场强区域
B	允许存在 $\phi 1\text{mm}$ 以下的非导电性杂质，但一个密封面不多于 3 个	气体密封面（底面和外侧面）
C	允许存在不大于 $\phi 0.5\text{mm}$ 的非导电性杂质，数量在 40mm \times 40mm 范围内不超过 3 个，单面总量不超过 6 个	承受高电压部位

表 A.2（续）

检查区	检查要求	适用部位
D	允许存在不大于 $\phi 1\text{mm}$ 的非导电性杂质，但在 $40\text{mm}\times 40\text{mm}$ 范围内不超过3个， 不大于 $\phi 1\text{mm}$	屏蔽罩内部，合理屏蔽区内。
E	允许有	“O”形圈沟槽内侧上部，过渡台阶内
F	允许有	绝缘子外缘，绝缘法兰外缘，与安装法兰对应部位等不承受高电压的绝缘件外表面
注1：检查区划分依据GB/T 191-2008。 注2：绝缘子表面缺陷应在安装前处理。		

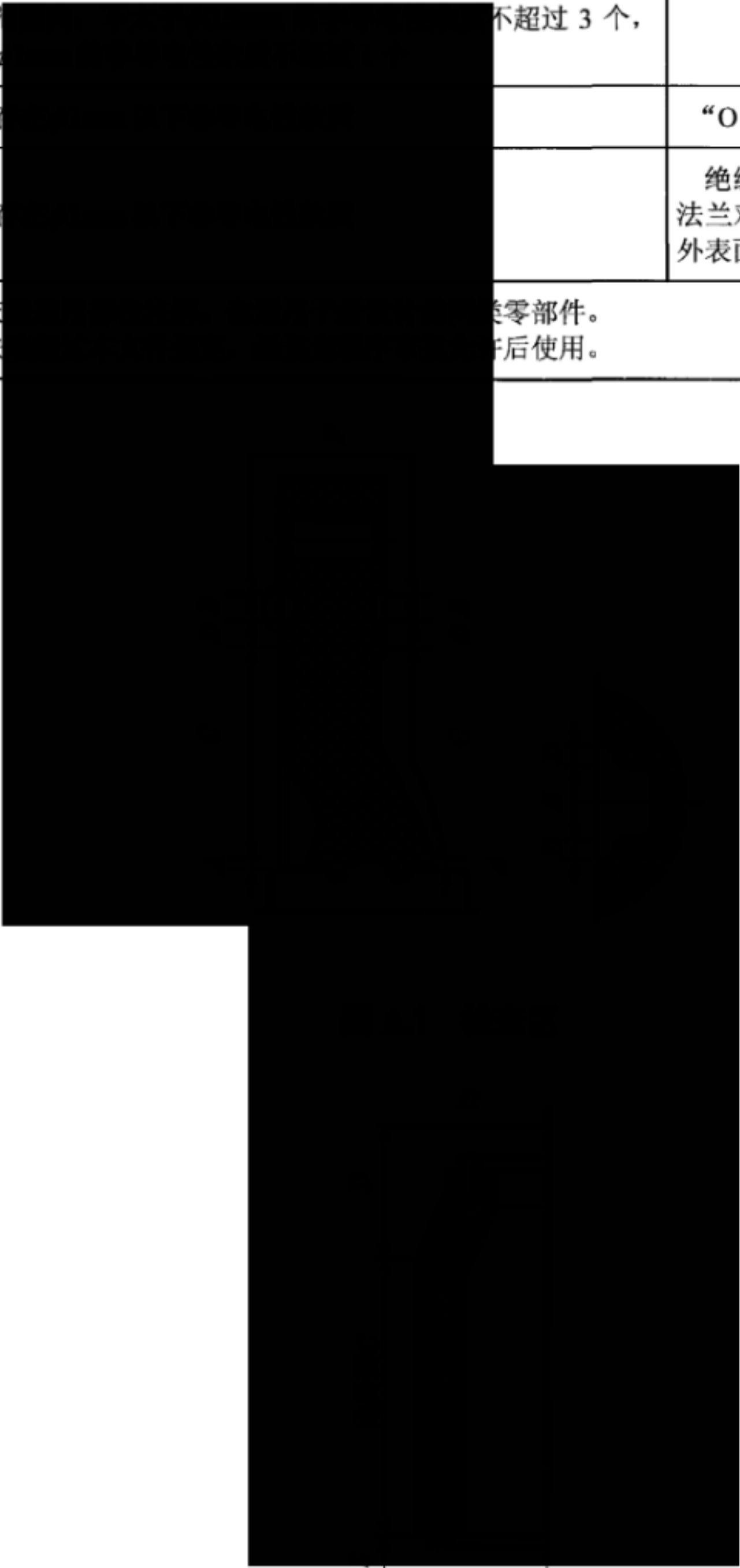


图 A.2 检查区

A.1.3 对磕碰划伤的检查

本标准所指的磕碰划伤，是针对表面处理、运输、检查、安装过程中，产品之间或产品与工具工装等硬物发生的撞击和划伤。

- a) 磕碰痕迹：单个不允许超过 0.3mm 深，5mm 长；累计不超过 10mm 长。

- b) 划伤：有效密封面不应有划伤。其他部位划伤应按如下规定：
- 1) 相对等电位方向要求划伤痕迹不允许超过 0.2mm 深，累计不允许超过 30mm 长；
 - 2) 相对高低电位方向，要求划伤痕迹不允许超过 0.2mm 深，累计不允许超过 20mm 长；
 - 3) 划伤超出以上要求 2 倍以内，可以依据缩孔或收缩痕迹处理要求进行修整，达到肉眼不可见的划伤，划伤超出以上要求 2 倍的不应使用。

附录 B
(资料性附录)
机械强度试验的示例

B.1 弯曲试验

弯曲试验试品安装方法如图 B.1 所示。在中心导体上施加由制造厂规定的弯矩 M_w ($M_w = F \cdot L$), 直至破坏, 并记录该破坏值。



B.2 拉伸试验 (适用时)

拉伸试验试品安装方法如图 B.2 所示。在中心导体上施加由制造厂规定的拉力 F , 直至破坏, 并记录该破坏值。

图 B.2 拉伸试验形态

B.3 扭转试验

扭转试验试品安装方法如图 B.3 所示。施加扭矩 M_t ($M_t = F \cdot L$), 进行扭矩试验直至破坏, 并记录该破坏值。



图 B.3 扭转试验形态

参 考 文 献

- [1] GB/T 311.1—2012 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则
 - [2] GB/T 772—2005 高压绝缘子瓷件 技术条件
 - [3] GB/T 775.3—2006 绝缘子试验方法 第3部分：机械试验方法
 - [4] GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
 - [5] GB/T 2035—2008 塑料术语及其定义
 - [6] GB/T 2900.8—2009 电工术语 绝缘子
 - [7] GB/T 4109—2008 交流电压高于 1000V 的绝缘套管
 - [8] GB/T 5048—1999 防潮包装
 - [9] GB/T 19519—2014 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
 - [10] GB/T 21429—2008 户外和户内电气设备用空心复合绝缘子 定义、试验方法、接收准则和设计推荐
 - [11] GB/T 22079—2008 标称电压高于 1000V 使用的户内和户外聚合物绝缘子一般定义、试验方法及接收准则
-