

ICS 29.080.10

K 48

备案号: 50769-2015

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

**DL / T 1000.2 — 2015**

代替 DL / T 1000.2 — 2006

---

## 标称电压高于 1000V 架空线路用绝缘子 使 用 导 则

### 第 2 部分: 直流系统用瓷或玻璃绝缘子

**Application guide of insulators for overhead lines with a nominal  
voltage over 1000V**

**Part 2: Ceramic or glass insulator for d.c. system**

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 一般技术要求 .....	1
5 选择原则 .....	2
6 检验 .....	3
7 验收 .....	5
8 现场储存和运输 .....	6
9 安装 .....	6
10 运行维护 .....	6
附录 A（规范性附录） 绝缘子串机械振动试验方法 .....	9
附录 B（规范性附录） 打击负荷试验 .....	11

## 前 言

本部分依据 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。

DL/T 1000《标称电压高于1000V架空线路用绝缘子使用导则》分为6个部分：

- 第1部分：交流系统用瓷或玻璃绝缘子；
- 第2部分：直流系统用瓷或玻璃绝缘子；
- 第3部分：交流系统用棒形悬式复合绝缘子；
- 第4部分：直流系统用棒形悬式复合绝缘子；
- 第5部分：交流系统用长棒形瓷绝缘子；
- 第6部分：直流系统用长棒形瓷绝缘子。

本部分为 DL/T 1000 的第2部分。

本部分代替 DL/T 1000.2—2006《标称电压高于1000V架空线路用绝缘子使用导则 第2部分：直流系统用瓷或玻璃绝缘子》，与 DL/T 1000.2—2006 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 增加了钢脚松动的量化判据；
- 增加了安装前绝缘子的抽样验收试验；
- 增加了铁帽锈蚀判据；
- 删除了原有附录 C“防污设计（污耐压法）”。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由电力行业绝缘子标准化技术委员会归口。

本部分主要起草单位：中国南方电网有限责任公司超高压输电公司贵阳局。

本部分参加起草单位：中国电力科学研究院、华东电力设计院、浙江金利华电气股份有限公司、武汉灿能电力科技有限公司。

本部分主要起草人：尚涛、吴光亚、袁鹏、徐望圣、陈飞、刘更生、张锐、周军、黄伟中、陈如龙、赵坚、卢燕龙。

本部分首次发布时间为2006年。

本部分代替 DL/T 1000.2—2006。

本部分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）。

# 标称电压高于 1000V 架空线路用绝缘子使用导则

## 第 2 部分：直流系统用瓷或玻璃绝缘子

### 1 范围

本部分规定了标称电压高于 1500V 的直流架空线路绝缘子的一般技术要求、选择原则、检验、验收、现场储存和运输、安装、运行维护。

本部分适用于标称电压高于 1500V 的直流架空线路、换流站用悬式瓷或玻璃绝缘子(简称绝缘子)。安装地点的海拔为 1000m 以下，环境温度为-40℃~+40℃。

### 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 绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则

GB/T 772 高压绝缘子瓷件 技术条件

GB/T 775.3 绝缘子试验方法 第 3 部分：机械试验方法

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 19443—2004 标称电压高于 1000V 的架空线路用绝缘子-直流系统用瓷或玻璃绝缘子元件-定义、试验方法和接收准则

GB/T 2900.5 电工术语 绝缘固体、液体和气体

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 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

GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分：定义、信息和一般原则

DL/T 626 劣化悬式绝缘子检测规程

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 2900.5、GB/T 2900.8 和 GB/T 19443—2004 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 一般技术要求

#### 4.1 元件一般特性

绝缘子元件的特性应符合 GB/T 19443—2004 的规定。

## 4.2 外观质量

瓷件的外观质量应符合 GB/T 772 和 GB/T 19443—2004 的相关规定。

玻璃件的外观质量应符合 JB/T 9678 和 GB/T 19443—2004 的相关规定。

绝缘子的铁帽不与绝缘件上表面直接接触，且铁帽、绝缘件、钢脚在同一轴线上。

## 4.3 铁帽、钢脚和锁紧销

- a) 铁帽应符合 JB/T 8178 的规定，钢脚应符合 JB/T 9677 的规定，锁紧销应符合 GB/T 25318 和 GB/T 19443—2004 的规定；
- b) 铁帽采用热处理的可锻铸铁或球墨铸铁制作，应无裂纹、皱缩、气孔、毛边或粗糙的边棱，并适合于停电或带电更换，钢脚应采用锻钢制造；
- c) 铁帽和钢脚的所有表面应光滑、无突出点；
- d) 除不锈钢外的所有金属附件应进行热镀锌，热镀锌层应符合 JB/T 8177 的规定；
- e) 160kN 及以上强度等级的绝缘子采用 R 销，其使用的铁帽和钢脚应逐个进行探伤检测。

## 4.4 水泥胶合剂

绝缘子使用 42.5 (R) 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。水泥胶合剂的压蒸膨胀率不大于 0.10%。水泥胶合剂应不与金属附件发生化学反应。水泥胶合剂外露平面度不大于 2mm，且无裂纹或破损。水泥胶合剂固化后，绝缘子的铁帽和钢脚不得松动。使用硅酸盐水泥配制的水泥胶合剂应符合 JB/T 4307 的规定。制造商应提供水泥胶合剂符合相关标准规定的型式试验报告和抽样试验报告。

注：钢脚水平转动角度不大于 3° 时可视为不松动。

## 4.5 锌套和锌环

锌套和锌环应满足 GB/T 19443—2004 的规定。

## 4.6 绝缘子的劣化率（自爆率）

绝缘子在投运 2 年内年均劣化率（自爆率）不大于 0.04%，2 年后检测周期内年均劣化率（自爆率）不大于 0.02%，或年劣化率（自爆率）不大于 0.1%。

# 5 选择原则

## 5.1 一般原则

绝缘子的选择应遵循“技术成熟、工艺先进、质量可靠、有运行经验”及以下原则：

- a) 全面考虑电网安全、稳定、经济和高质量供电的目的；
- b) 绝缘子具备有资质的检测单位所提供的定型试验报告；
- c) 新产品有不少于 1 年试运行时间和不少于 2000 片试运行数量的成功供货记录；
- d) 绝缘子的机械强度应与输电线路的设计和运行要求相适应，并从下列等级中选取：160、210、300、400 (420)、530 (550) kN，优先选用括号外的等级；
- e) 根据电压等级、运行条件和使用环境对不同形式绝缘子的污秽特性进行比较，优先选用单位结构高度下污秽耐受电压值高、积污特性及自洁特性优良的绝缘子；
- f) 当绝缘子用于海拔超过 1000m 时，其外绝缘应根据 GB 311.1 的规定进行海拔校正；
- g) 优先选择劣化（自爆）率低的绝缘子。

5.2 伞裙形状和爬电距离有效系数

绝缘子伞裙形状符合 GB/T 26218.1 的要求。

爬电距离的有效系数  $K$  应通过自然污秽试验和人工污秽试验确定。 $K$  值确定的方法按 GB/T 26218.1 规定的方法进行。防污设计时选择  $K$  值大的绝缘子。

6 检验

6.1 基本要求

绝缘子符合 GB/T 19443—2004 的规定，必要时可进行补充试验。补充试验项目见表 1。

表 1 补 充 试 验 项 目

试验项目	试品数量	试验方法	接收准则
可见电晕电压试验	5 只	GB/T 16927.1	单个绝缘子在正、负极性电压下的直流电晕熄灭电压 $U \geq 50\text{kV}$
无线电干扰试验	5 只	GB/T 24623	单个绝缘子在 10kV 工频电压和 1MHz 测量频率下，无线电干扰水平不大于 50 $\mu\text{V}$
机械振动试验	1LS	本部分附录 A	本部分附录 A
打击负荷试验	3 只	本部分附录 B	本部分附录 B
注：打击负荷试验仅针对防污外形绝缘子进行。			

6.2 安装前绝缘子的抽样验收试验

6.2.1 一般要求

安装前的绝缘子应进行抽样验收试验。抽样方法、试验要求满足 GB/T 19443—2004 的规定。

6.2.2 抽样数量

抽样试验试品数量采用 3 种样本，E1、E2 和 E3。样本的大小按批量在表 2 中选取。当绝缘子多于 10 000 只时，应将其分成由 2000 到 10 000 能独立评价的批。

抽样试验后的绝缘子不宜再使用。

表 2 绝缘子抽样试验样本数量

批量 $N$	样本大小		
	E1	E2	E3
$N \leq 300$	2	1	2
$300 < N \leq 2000$	4	3	4
$2000 < N \leq 5000$	8	4	8
$5000 < N \leq 10\,000$	12	6	12

6.2.3 抽样验收试验项目

抽样验收试验项目见表 3。

表 3 绝缘子抽样试验项目

序号	试 验 项 目	试品数量	试验方法
1	绝缘子的尺寸特性检查	E1+E2	GB/T 19443—2004 第 23 章
2	体积电阻试验	E2	GB/T 19443—2004 第 19 章
3	轴向、径向偏移检查	E1+E2	GB/T 19443—2004 第 28 章
4	锁紧装置的检验	E2	GB/T 19443—2004 第 29 章
5	温度循环试验	E1+E2+E3	GB/T 19443—2004 第 30 章
6	机电破坏负荷试验（瓷绝缘子）	E1	GB/T 19443—2004 第 24 章
7	机械破坏负荷试验（玻璃绝缘子）	E1	GB/T 19443—2004 第 25 章
8	冲击过电压击穿试验	E2	GB/T 19443—2004 第 17 章
9	残余机械强度试验	E3	GB/T 19443—2004 第 27 章
10	热震试验（玻璃绝缘子）	E2	GB/T 19443—2004 第 31 章
11	孔隙性试验（瓷绝缘子）	E1	GB/T 19443—2004 第 32 章
12	锌套试验	E1/2	GB/T 19443—2004 第 36 章
13	锌环试验	E1/2	GB/T 19443—2004 第 37 章
14	锌层试验	E2	GB/T 19443—2004 第 33 章

#### 6.2.4 抽样程序

抽样试验的抽样规则和程序按 GB/T 19443—2004 中 10.2 的规定进行，且重复试验程序和判据满足表 4 规定。

表 4 二次计件抽样和计量抽样重复试验程序和判据

2 次抽样试验类型	试验名称	重复试验程序和接收判据
2 次计量抽样	机电（械）破坏负荷试验	第一次试验时：当试品数 $n \geq 8$ 时： $2 \leq Q[(\bar{X} - R)/s] < 3$ 允许加倍重复试验一次；接受常数 $Q < 2$ 拒收。当 $n \leq 6$ 时： $1.5 \leq Q < 2$ 允许加倍重复试验一次，接受常数 $Q < 1.5$ 拒收；第二次试验时，满足本部分要求
2 次计件抽样	其他	若只有一个绝缘子或一个金属部件未通过试验，则按照 GB/T 19443—2004 进行重复试验
注：Q——接受常数； $\bar{X}$ ——机电（机械）破坏负荷的平均值；R——额定机电（机械）破坏负荷；s——标准偏差。		

### 6.3 运行中绝缘子的抽样试验

#### 6.3.1 抽检周期

运行时间达 10 年的绝缘子应按批进行一次抽检试验，并结合积污特性和运行状态做好记录分析。第一次抽检 6 年后，应进行第二次抽检。

对于重污区、重冰区等特殊环境地区，应结合运行经验，缩短抽检周期。

具备条件开展状态检修的单位，可根据绝缘子运行状况确定检测周期。

若运行绝缘子多次出现以下情况之一，按本部分的规定对该批绝缘子进行抽样试验：

- a) 釉面出现部分脱落或显著的色调不均匀现象；
- b) 绝缘件出现裂纹、变碎、部分脱落；
- c) 劣化（自爆）率超出本部分 4.6 规定；
- d) 铁帽和钢脚开裂，钢脚出现弯曲；
- e) 胶装水泥有裂纹、脱落；
- f) 绝缘子掉串。

### 6.3.2 抽样数量

抽样试验使用三种样本，E1、E2、E3，样本的大小见表 2。若被检验绝缘子多于 10 000 只，则将它们分成几批，每批的数量不超过 10 000 只。试验结果分别对每批作出评定。

绝缘子的批次可由各地结合运行实际按制造企业、运行年限、电压等级、运行环境等确定。抽样数量按表 2 的规定进行。

### 6.3.3 抽样试验项目

运行绝缘子抽样试验项目见表 5。

表 5 抽 样 试 验 项 目

序号	试验项目名称	试 品 数 量	试 验 方 法
1	温度循环试验	E1+E2+E3	GB/T 19443—2004 第 30 章
2	机电破坏负荷试验（瓷绝缘子）	E1	GB/T 19443—2004 第 24 章
3	机械破坏负荷试验（玻璃绝缘子）	E1	GB/T 19443—2004 第 25 章
4	残余机械强度试验	E3	GB/T 19443—2004 第 27 章
5	冲击过电压击穿试验	E2	GB/T 19443—2004 第 17 章
6	热震试验（玻璃绝缘子）	E2	GB/T 19443—2004 第 31 章
7	孔隙性试验（瓷绝缘子）	E1	GB/T 19443—2004 第 32 章

### 6.3.4 判定准则

- a) 温度循环试验中，若有绝缘子发生损坏，需补齐同等数量的绝缘子进行重复试验；
- b) 温度循环试验后进行的机电（机械）破坏负荷试验中，单个绝缘子的机电（机械）破坏负荷值不低于额定机电（机械）负荷；
- c) 表 5 中除温度循环试验外，其他试验应满足 GB/T 19443—2004 及本部分的规定。

## 7 验收

### 7.1 验收内容

绝缘子安装前的验收内容包括：

- a) 出厂合格证及本批产品的抽样报告和出厂试验报告，必要时还应提供在有效期内的定型试验报告；
- b) 绝缘子的型号、数量、釉色与合同或装箱单是否一致；
- c) 合同或有关单位要求的资料文件是否齐全、正确。



## 7.2 异议

当用户对制造商的定型试验报告、技术文件及对产品质量有异议时，可要求制造单位重新进行抽样试验，或根据双方协商增加试验项目。试验依据 GB/T 19443—2004 和本部分。

## 8 现场储存和运输

### 8.1 现场储存

现场储存应满足：

- a) 存放场地应平整、坚固，并有必要的排水措施；
- b) 不同绝缘子分别堆放，同种绝缘子堆放高度应适当；
- c) 应定期检查包装状态，对于包装破损的对包装进行修补或单独堆放；
- d) 其他工程材料或施工工具等不得压放在绝缘子上。

### 8.2 现场运输

现场运输应满足：

- a) 根据现场条件选择合理的运输方式；
- b) 运输过程中应尽可能避免打开包装，并采取必要措施缓解运输过程中的压力及冲击；
- c) 搬运时应轻拿轻放，不得投掷或拖拽。

## 9 安装

### 9.1 外观检查

安装前应按 GB/T 19443—2004 和本部分对绝缘子逐一进行外观检查，对不符合相关规定的绝缘子禁止使用。

### 9.2 绝缘电阻测量

瓷绝缘子安装前逐个用不低于 5000V 绝缘电阻表测量绝缘电阻，在干燥情况下其绝缘电阻值不小于 500M $\Omega$ 。检验不合格的绝缘子不得安装使用。同一批量中不合格数大于 0.02%时，应分析原因，并逐只进行干工频耐受电压试验。

### 9.3 注意事项

安装注意事项包括：

- a) 注意轻拿轻放，不得投掷或拖拽，并避免与坚硬物碰撞或摩擦；
- b) 采取合适的方法避免绝缘子间或绝缘子与铁塔间发生碰撞；
- c) 采用合适的工具及正确的方法将锁紧销拔出到连接位置或放回到锁紧位置，且完成连接后要确认锁紧销状态；
- d) 不应将绝缘子作为吊点使用。

## 10 运行维护

### 10.1 建档

运行单位应按 DL/T 626 的规定建立绝缘子档案。

## 10.2 巡检

对绝缘子进行巡视和检查时, 若发现锁紧销缺少、绝缘件破损时, 应及时补装或更换。

若出现以下情况之一, 则可判定该绝缘子失效。

- a) 铁帽、绝缘件、钢脚不在同一轴线上;
- b) 铁帽、绝缘件、钢脚被电弧严重烧损或灼伤;
- c) 铁帽、绝缘件、钢脚出现裂纹、开裂或破损;
- d) 钢脚或铁帽发生腐蚀 (见表 6);
- e) 钢脚发生弯曲;
- f) 钢脚处水泥胶合剂出现明显裂纹或脱落。

表 6 钢脚和铁帽锈蚀判据

金具名称	典型示例	说 明	判 据
钢脚		仅水泥界面锌层腐蚀	继续运行
		锌层损失, 钢脚颈部开始腐蚀	有适当的机会更换
		钢脚腐蚀严重, 颈部出现腐蚀物沉积	立即更换
铁帽		帽口边缘局部出现轻微腐蚀, 绝缘件沉淀锈蚀痕迹	继续运行
		帽口边缘局部发生腐蚀并有损失, 绝缘件局部沉淀有锈蚀痕迹, 并形成锈迹连通带	有适当的机会更换
		帽口边缘局部腐蚀严重, 且有明显损失 (深度达 5mm 以上), 绝缘件局部沉淀锈蚀痕迹严重, 并形成较大面积的锈迹连通带	立即更换

## 10.3 劣化检测

## 10.3.1 一般检测要求

按 DL/T 626 相关规定进行劣化检测。

## 10.3.2 整串更换要求

运行中盘形悬式绝缘子在同串（联）中的劣化片数累计达到表 7 规定值时应整串更换。

表 7 累 计 劣 化 片 数

电压等级 kV	绝缘子串片数	累计劣化绝缘子片数
±400	36	9
	44	11
±500	34~38	7
	>38	9
±660	40	10
	44	11
±800	59	14
	64	15

## 10.3.3 绝缘子钢脚和铁帽腐蚀检查

按表 6 方法判断钢脚和铁帽腐蚀的绝缘子是否能继续运行。

附录 A  
(规范性附录)  
绝缘子串机械振动试验方法

A.1 目的

本试验是用来检验绝缘子串在典型振动条件下的抗疲劳性能。

A.2 试验布置

尽可能在模拟运行状态的条件下进行机械振动试验。绝缘子串对地和模拟杆塔的间隙距离可与运行状态不同，但试验用导体应与实际状态相同。

导线跨距应大于 30m，其中后档距不少于 10m。悬垂串振动和耐张串振动试验布置图如图 A.1、图 A.2 所示。

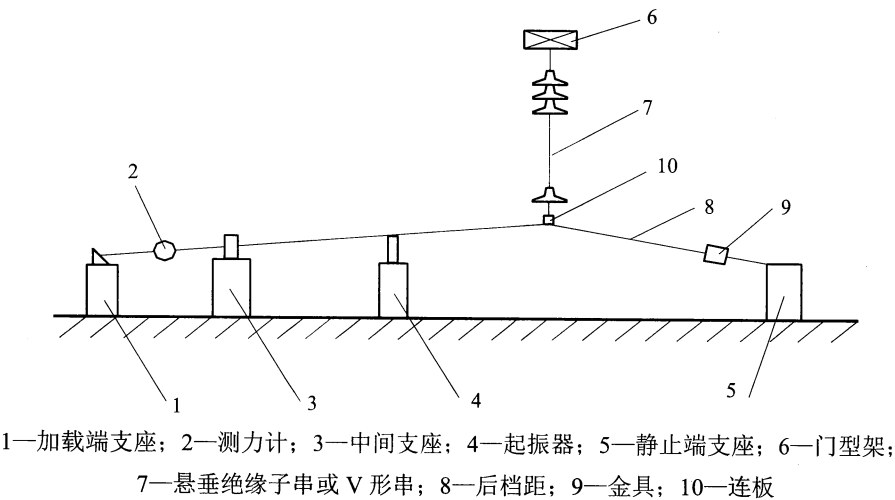


图 A.1 悬垂串振动试验布置图

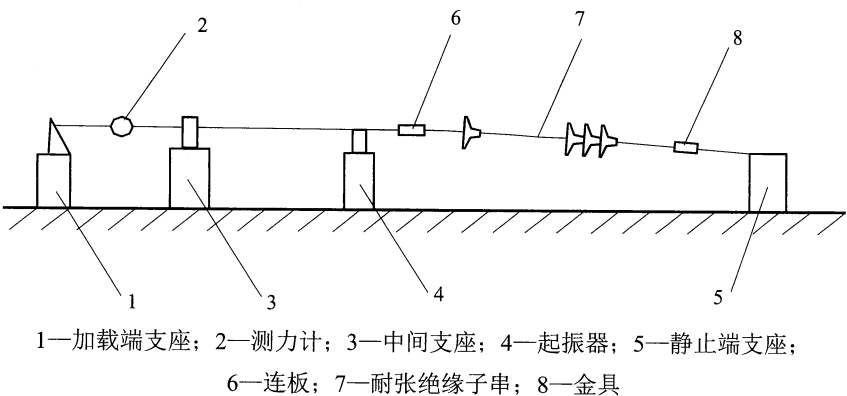


图 A.2 耐张串振动试验布置图

A.3 试验程序

在整个试验过程中，试验系统应保证每根导线处于持续的张紧状态，且沿其轴线方向施加年平均运

行张力。

起振面与导线牢固在一起且与导线垂直。绝缘子串连板与起振器之间至少产生 6 个波节。每根导线应以绝缘子串的共振频率通过起振器在垂直方向振动，振动频率  $f$  为 20Hz~40Hz，在靠近绝缘子串波腹点的振幅应不小于  $1000/f^{1.8}$  (mm)，振动次数不小于 3000 万次。

振动试验后 60%的绝缘子应进行温度循环试验后的机电（机械）破坏负荷试验，另 40%的绝缘子进行冲击击穿耐受电压试验。

#### A.4 判定准则

在整个试验期间，铁帽和钢脚不应断裂、弯曲、松动；绝缘件不应出现裂纹、破损；铁帽和绝缘件及钢脚三者应在同一轴线上；钢脚处胶装水泥不出现裂纹或歪斜、水泥松动等异常现象。

振动试验后，绝缘子冲击击穿试验和机电（机械）破坏负荷的判定准则由供需双方协商。

## 附录 B

### (规范性附录)

### 打击负荷试验

#### B.1 试品布置

试品按正常使用情况安装于打击试验机上, 如图 B.1 所示。

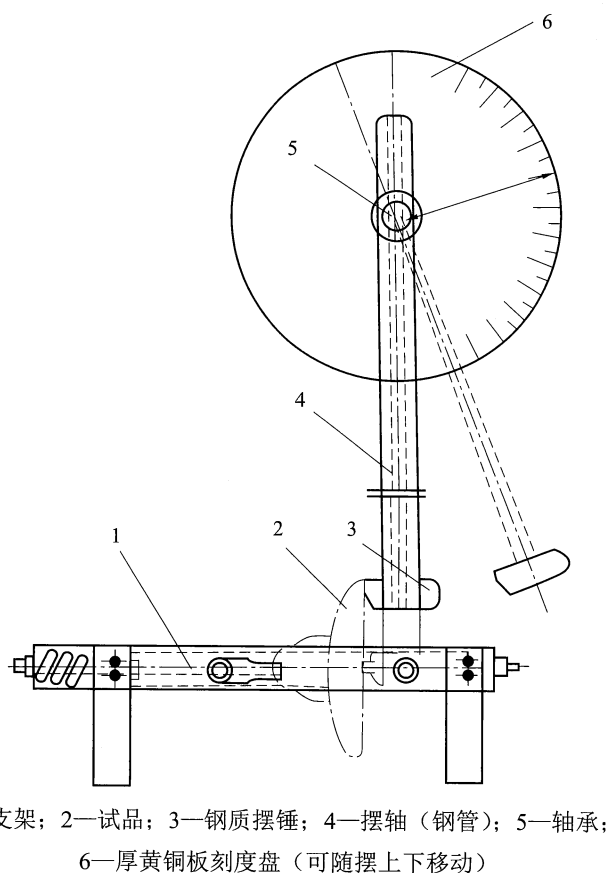


图 B.1 打击试验机示意图

#### B.2 试验程序

试验时, 沿试品轴向预先施加约 8.9kN 的拉伸负荷, 然后将摆轴升高至规定的打击负荷值, 并调节好摆轴和摆锤位置, 即释放摆轴使之自由落下, 并打到绝缘件伞裙滴水缘上。当摆锤触及试品时, 摆锤垂直于试品轴线。

#### B.3 判定准则

试品经打击试验后不损坏。打击试验后的瓷绝缘子应经受 1min 工频火花电压试验不击穿。

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
标称电压高于 1000V 架空线路用绝缘子  
使 用 导 则  
第 2 部分：直流系统用瓷或玻璃绝缘子

DL/T 1000.2—2015

代替 DL/T 1000.2—2006

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2016 年 7 月第一版 2016 年 7 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 1 印张 24 千字

印数 0001—1500 册

\*

统一书号 155123·2828 定价 9.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

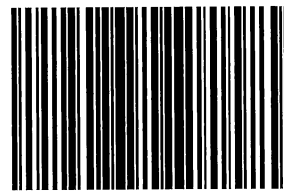
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2828