

ICS 77.040.20

H 26

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 303 — 2014

---

## 电网在役支柱瓷绝缘子及瓷套 超声波检测

Ultrasonic inspection for the trut porcelain insulator and  
borcelain bushing used in the grid system

2014-10-15 发布

2015-03-01 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 一般要求	1
4 检测方法	4
5 检测工艺流程	8
6 评定	9
7 记录	9
8 报告	9
附录 A (规范性附录) 支柱瓷绝缘子及瓷套超声波检测校准试块	10
附录 B (规范性附录) 支柱瓷绝缘子及瓷套超声波检测参考试块	11
附录 C (规范性附录) 缺陷指示长度的修正	12
附录 D (规范性附录) 反射回波分析	13
附录 E (资料性附录) 支柱瓷绝缘子超声波检测记录	16
附录 F (资料性附录) 瓷套超声波检测记录	17
附录 G (资料性附录) 支柱瓷绝缘子超声波检测报告	18
附录 H (资料性附录) 瓷套超声波检测报告	19

## 前 言

本标准的编写格式和规则符合 GB/T 1.1《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的要求。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站金属材料标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：华东电力试验研究院有限公司。

本标准参加起草单位：徐州电力试验中心、国网河南电力试验研究院、国网江苏省电力公司、济宁瑞祥模具有限责任公司、西安热工研究院有限公司、苏州热工研究院有限公司、华北电力科学研究院有限责任公司、天津电力建设公司、黑龙江省电力科学研究院、四川电力试验研究院、上海明华电力技术工程有限公司、安徽省电力科学研究院、爱德森（厦门）电子有限公司。

本标准主要起草人：蒋云、王维东、蔡红生、高山、汪毅、蔡晖、胡先龙、邓黎明、严正、池永滨、韩玉峰、刘勇、高凯、魏忠瑞、林俊明、严晓东、陈立。

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）。

## 引 言

本标准是根据国家发展和改革委员会办公厅下发的发办工业〔2008〕1424号文《关于印发2008年行业标准计划的通知》安排制定。

支柱瓷绝缘子及瓷套是电网和发电厂电气设备的重要部件。由于安装、维护检修及运行中受恶劣环境或其他因素的影响，容易造成失效断裂，危及电网的安全运行。因此，加强对电网在役支柱瓷绝缘子和瓷套的有效检测和质量评价，对确保电网的安全可靠经济运行至关重要。

本标准针对电网在役支柱瓷绝缘子和瓷套内部细微缺陷和损伤经长期运行扩展产生的裂纹，以及铸铁法兰内瓷体表面和近表面由于胶装工艺不当导致水泥膨胀应力过大产生的裂纹，提供了有效的检测方法。

本标准制定时，参考了欧洲 Areva 集团公司企业标准《瓷支柱绝缘子与瓷套超声波探伤规定》。对支柱瓷绝缘子和瓷套超声波探伤工艺方法进行了大量的试验研究和应用实践，吸收了国内电力行业有关单位的经验，在广泛征求有关专家意见的基础上，制定了本标准。

本标准规定了采用 A 型脉冲反射式数字超声探伤仪运用爬波探伤法、小角度纵波探伤法和双晶横波探伤法综合检测工艺，实现对电网在役支柱瓷绝缘子及瓷套的有效检测。

# 电网在役支柱瓷绝缘子及瓷套 超声波检测

## 1 范围

本标准规定了电网在役支柱瓷绝缘子及瓷套超声波检测方法和检测结果的评定。

本标准适用于发电厂、变电站（所）、换流站、串补站户内和户外外径不小于 $\phi 80\text{mm}$  高压支柱瓷绝缘子及外径不小于 $\phi 150\text{mm}$  的断路器、电流互感器、电压互感器（含电容式电压互感器）、避雷器等设备瓷质外套的超声波检测。

本标准也适用于发供电行业设备安装和检修时的检测。

## 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 2900.8 电工术语 绝缘子

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 19799.1 无损检测 超声检测 1号校准试块

DL/T 675 电力行业无损检测人员资格考核规则

JB/T 9214 无损检测 A型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法

JB/T 10061 A型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

JB/T 10062 超声探伤用探头性能测试方法

## 3 一般要求

### 3.1 无损检测人员

按本标准从事无损检测的人员，应按 DL/T 675 的规定进行培训考核，并取得相应资格证书，从事与该方法和该资格级别相应的无损检测工作，并承担相应的技术责任。

### 3.2 安全及工作环境

从事检测的人员应遵守 GB 26860—2011《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》有关规定，当检测条件符合安全作业条件和本标准的工艺要求时，方可进行检测。

### 3.3 检测设备

#### 3.3.1 超声波探伤仪

3.3.1.1 采用 A 型脉冲反射式数字超声波探伤仪。超声波探伤仪的工作频率范围至少为  $1\text{MHz}\sim 10\text{MHz}$ ，应具有  $80\text{dB}$  以上的连续可调衰减器。水平线性误差不大于  $1\%$ ，垂直线性误差不大于  $5\%$ ，实时采样频率不小于  $100\text{MHz}$ ，其余性能指标应符合 JB/T 10061 的规定。

3.3.1.2 超声波探伤仪扫查记录采用 A 扫描或 B 扫描的形式显示。

3.3.1.3 超声波探伤仪应有足够的存储能力并带有通信接口，可存储预先设定的仪器参数和曲线，可通过界面程序与计算机进行数据和波形交换。

3.3.1.4 超声波探伤仪应具有产品合格证或合格的证明文件。

### 3.3.2 超声波探头

3.3.2.1 超声波探头性能应按 JB/T 10062 进行测定。

3.3.2.2 探头声速轴线水平偏离角应不大于  $2^\circ$ ，探头主波束在垂直方向不应有明显的双峰或多峰。

3.3.2.3 探头的中心频率允许偏差应为  $\pm 0.5\text{MHz}$ 。

### 3.3.3 探伤仪和探头组合的系统性能

3.3.3.1 探伤仪和探头的组合系统性能应按 JB/T 9214 和 JB/T 10062 的规定进行测试。

3.3.3.2 在达到被探工件最大检测声程处，其有效探伤灵敏度余量应不小于 10dB。

3.3.3.3 探伤仪和探头的组合分辨率：小角度纵波斜探头的远场分辨率不小于 30dB；爬波探头的分辨率不小于 6dB。

3.3.3.4 探伤仪和探头的组合频率与公称频率误差应在  $\pm 10\%$  之间。

## 3.4 试块

### 3.4.1 校准试块

3.4.1.1 校准试块是指本标准规定的用于探伤仪系统性能校准和检测校准的试块，用与瓷声速相近的铝合金材料加工制成，试块的形状和尺寸见附录 A。

3.4.1.2 校准试块尺寸精度应符合本标准的要求，并有出厂计量合格证书。

3.4.1.3 校准试块的其他制造要求应符合 GB/T 19799.1 的规定。

### 3.4.2 参考试块

参考试块是指本标准规定的用于检测时比对试验的试块，用与被检支柱瓷绝缘子外形尺寸相近、材质相同及声速接近的材料制成，试块的形状和尺寸见附录 B。

## 3.5 检测一般方法

### 3.5.1 检测准备

3.5.1.1 检测前应了解设备的名称、支柱瓷绝缘子及瓷套的外形结构型式、尺寸、材质等；查阅制造厂出厂和安装时有关质量资料；查看被检支柱瓷绝缘子及瓷套上的产品标识，如无，则做好不易去除的唯一性编号标识等。

3.5.1.2 耦合剂应具有良好的透声性能和润湿能力，且对工件无害，对工艺无影响，易清除。可选择甘油、机油或水质浆糊等作为耦合剂。

3.5.1.3 确定检测区域。支柱瓷绝缘子及瓷套检测区域是上、下瓷件端头与法兰胶装整个区域，重点是法兰口内外 3mm 与瓷体相交区域，见图 1。

### 3.5.2 声速测定

检测前应对不同规格、不同批次的支柱瓷绝缘子及瓷套进行声速抽查测定，根据声速确定扫查灵敏度。方法如下：

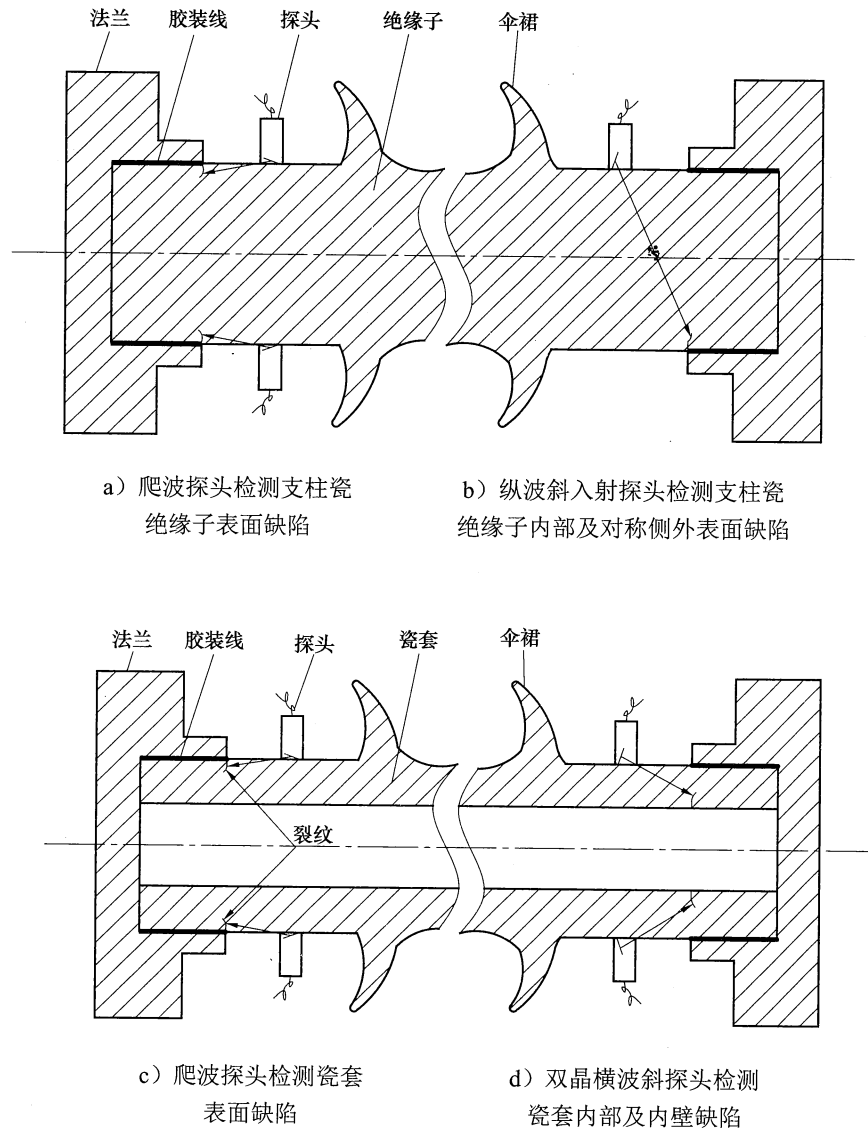


图 1 支柱瓷绝缘子及瓷套检测示意图

- a) 采用卡尺测量支柱瓷绝缘子直径；
- b) 采用千分尺测量支柱瓷绝缘子或瓷套伞裙厚度；
- c) 采用 5MHz  $\phi 8\text{mm}$  直探头，测定被测点实际厚度，将厚度值输入仪器，将无缺陷处第一次和第二次反射波调节到 80%屏高，并将回波限制在闸门内，仪器将自动进行测试并显示出声速值；
- d) 也可采用其他有效方法进行声速测定。

### 3.5.3 扫查方式

3.5.3.1 将探头置于支柱瓷绝缘子或瓷套的伞裙与法兰间，探头前沿对准法兰侧，并保证探头与检测面的良好耦合。扫查速度不应超过 150mm/s（当采用自动报警装置扫查时不受此限制），扫查覆盖率应大于探头直径的 10%。

3.5.3.2 采用爬波法检测时，探头应尽可能向法兰侧前移，保持稳定接触，进行周向 360°扫查。

3.5.3.3 采用纵波斜探头或双晶横波探头检测时，在可移动范围内，探头作前后移动，进行周向 360° 扫查。

### 3.6 探伤仪、探头及系统校准和复核

#### 3.6.1 一般要求

校准和复核应在校准试块上进行，使探头主声束对准反射体的反射面。任何影响仪器线性的控制器（如抑制器或滤波开关等）都应放在“关”的位置或最低的水平上。

#### 3.6.2 探伤仪校准和复核

在仪器开始启用时，应对仪器的水平线性、垂直线性进行测定。在使用过程中，每隔 3 个月至少进行一次复核。方法按 JB/T 10061 的有关规定进行。

#### 3.6.3 探头测定和复核

新购探头在使用前，应进行前沿距离、折射角、主声束偏离、灵敏度余量和分辨率等主要参数的测定，测定方法按 JB/T 10062 的有关规定进行。

使用过程中，每个工作日应作前沿距离、折射角、主声束偏离的复核。

#### 3.6.4 探伤仪和探头系统的校准和复核

3.6.4.1 每次检测前均应在校准试块或其他等效试块上对扫描时基线比例和灵敏度进行校准，校准使用的试块与被检试件的温差应不大于 15℃。

遇有下列情况之一时应及时进行复核：

- a) 校准后的探头、耦合剂和仪器参数发生变化时；
- b) 开路电压波动或探伤人员怀疑灵敏度有变化时；
- c) 连续工作 4h 以上时；
- d) 检测工作结束时。

3.6.4.2 每次检测结束前，应对扫描时基线比例进行复核，如发现任意一点在扫描时基线上的偏移超过时基线刻度读数的 10%，扫描比例应重新调整，前次校准后已经检测的试件应重新检测。

3.6.4.3 每次检测结束前，应对灵敏度进行复核。一般对距离一波幅曲线的校核不应少于 3 点。如曲线上任何一点幅度下降 2dB 或 20%，则应对上一次以来所有的检测结果进行复检；如曲线上任何一点幅度上升 2dB 或 20%，则应对所有的记录信号进行重新校对。

## 4 检测方法

### 4.1 检测方法的选择

支柱瓷绝缘子及瓷套的超声波检测采用下述三种方法，用一种方法探伤时如发现缺陷，可选用另一种方法验证，也可用参考试块作比对试验，以提高检测结果的准确性。检测方法选择如下：

- a) 支柱瓷绝缘子及瓷套法兰胶装区表面和近表面缺陷的检测采用爬波探伤法；
- b) 支柱瓷绝缘子内部和对称侧表面或近表面缺陷的检测采用小角度纵波探伤法；
- c) 瓷套内部和内壁缺陷的检测采用双晶横波探伤法。



## 4.2 爬波法

### 4.2.1 探头的选择

#### 4.2.1.1 探头的型式

使用并联式结构爬波探头。探头频率为 2.5MHz，晶片尺寸选用 10mm×12mm 双晶片，移动范围较小时采用 8mm×10mm 或 6mm×10mm 双晶片探头。在探头移动范围许可的情况下，宜选择较大晶片探头。

#### 4.2.1.2 探头的弧面

探头移动时要求保持与检测面的良好吻合，应选用与试件曲面相匹配的探头。一般可在支柱瓷绝缘子及瓷套直径变化 20mm 范围内选用一种规格弧度的探头，但仅允许曲率半径大的探头探测曲面半径小一档的试件（一档为 20mm）。探头的弧面直径分为 $\phi 100\text{mm}$ 、 $\phi 120\text{mm}$ 、 $\phi 140\text{mm}$ 、 $\phi 160\text{mm}$ 、 $\phi 180\text{mm}$ 、 $\phi 200\text{mm}$ 、 $\phi 220\text{mm}$  以及平面八种规格。

#### 4.2.1.3 探头信噪比控制

探头信噪比的控制水平见表 1。

表 1 探头信噪比的控制水平

探测距离 <sup>a</sup> mm	10	20	30	40	50
杂波高度 <sup>b</sup> %	0	0	≤2	≤5	≤6

<sup>a</sup> 指爬波探头前沿距校准试块上模拟裂纹的距离。  
<sup>b</sup> 指校准试块上深度 5mm 的模拟裂纹 80%波高时的杂波高度。

### 4.2.2 扫描时基线比例的调整

扫描时基线比例按声程定位法调整，将时间轴（最大量程）调整为 60mm 即可。

### 4.2.3 距离一波幅曲线（DAC 曲线）的绘制

将探头置于校准试块上，探头前沿距离深度 5mm 模拟裂纹 10mm，测出最强反射波，调至 80%屏高，然后依次测出距离分别为 20mm、30mm、40mm、50mm 处模拟裂纹波高，在示波屏上绘制出一条距离一波幅曲线，见图 2。

### 4.2.4 扫查灵敏度调整

采用校准试块调整扫查灵敏度。将探头置于试块上，找出距探头前沿 10mm、深度为 5mm 模拟裂纹的最强反射波，调整到 80%屏高，作为基准灵敏度。再根据实测的声速确定扫查灵敏度，具体如下：在基准灵敏度下，当声速为 6700m/s 时，增益为 0，此时，基准灵敏度就是扫查灵敏度，而每当声速下降 100m/s 时，应在基准灵敏度基础上提高增益 2dB 作为扫查灵敏度。

上述扫查灵敏度即为支柱瓷绝缘子或瓷套外壁 1mm 深度模拟裂纹的等效灵敏度。

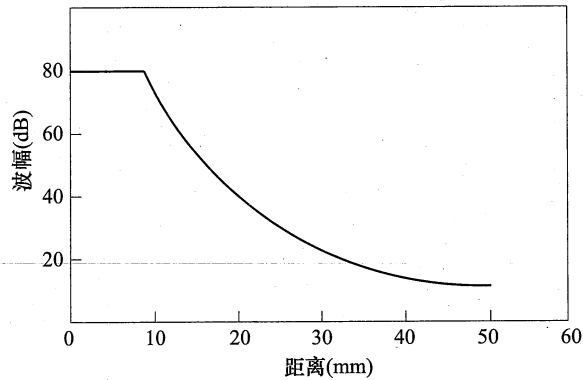


图2 距离—波幅曲线

#### 4.2.5 缺陷的检测

4.2.5.1 按 3.5.3 进行扫查，对缺陷进行定量（最大反射波幅值及指示长度）和位置的测定。

##### 4.2.5.2 缺陷的定量测定

凡超过距离—波幅曲线高度的反射波均判定为缺陷波。缺陷最大反射波幅与距离—波幅曲线高度的差值，记为“DAC±( ) dB”。低于距离—波幅曲线高度的反射波采用半波高度法（6dB 法）测定其指示长度。

方法如下：移动探头，找到缺陷最强反射波，将波高调到 80%屏高，向左（或向右）移动探头，当波高降到 40%屏高时，在探头中心线所对应的瓷体上做好标记，然后向右（或向左）移动探头，同样使波高降到 40%屏高并做好标记，两标记间的距离即为缺陷的指示长度。

##### 4.2.5.3 缺陷的位置测定

根据探头在探测面上的位置和最高反射波在示波屏上的水平位置来确定缺陷的周向和轴向位置，并做好记录。

#### 4.3 小角度纵波探伤法

##### 4.3.1 探头的选择

###### 4.3.1.1 探头的型式

小角度纵波单晶斜探头的选择方法为：在移动范围许可的情况下，宜选择较大角度折射角探头，探头的选择见表 2。

表2 推荐使用的探头

支柱瓷绝缘子规格 mm	$\phi 80 \sim \phi 120$	$\phi 120 \sim \phi 160$	$\phi 160 \sim \phi 200$	$> \phi 200$
探头晶片尺寸 mm×mm	8×10	8×10	8×10	8×10
探头频率 MHz	5	5	5	2.5
探头纵波折射角 $\beta_L$	$18^\circ \sim 15^\circ$	$18^\circ \sim 12^\circ$	$15^\circ \sim 10^\circ$	$12^\circ \sim 8^\circ$

#### 4.3.1.2 探头的弧面

选择与被检支柱瓷绝缘子曲面相近的探头，参见 4.2.1.2。

#### 4.3.2 扫描时基线比例的调整

扫描时基线比例按深度定位法调整。扫描比例依据直径和选用的探头角度来确定，最大检测范围应至少达到时基线满刻度的 60%。

#### 4.3.3 扫查灵敏度调整

采用校准试块调整扫查灵敏度。将探头置于试块上，找出试块上深 40mm、 $\phi 1\text{mm}$  横通孔最强反射波，调到 80%波高，此灵敏度相当于外径 40mm 支柱瓷绝缘子的扫查灵敏度。支柱瓷绝缘子的外径每增大 10mm，扫查灵敏度提高增益 2dB，当支柱瓷绝缘子声速小于 6100m/s 时，应在外径差补偿的基础上再提高增益 2dB~4dB。

#### 4.3.4 缺陷的检测

按 3.5.3 进行扫查。对缺陷进行定量（最大反射波幅值及指示长度）和位置的测定。

##### 4.3.4.1 缺陷的定量测定方法：

- a) 找到缺陷反射波的最大波高，根据 4.2.3 调整扫查灵敏度的方法，与相近声程  $\phi 1\text{mm}$  横通孔进行当量比较，判定为不小于  $\phi 1\text{mm}$  横通孔当量或不大于  $\phi 1\text{mm}$  横通孔当量，记为“ $\phi 1\text{mm} \pm (\ ) \text{dB}$ ”；
- b) 移动探头，如缺陷波连续存在，采用半波高度法测定缺陷的指示长度，测定方法参见 4.1.5.1；
- c) 缺陷指示长度的修正见附录 C。

4.3.4.2 根据探头在探测面上的位置和最高反射波在示波屏上的水平位置确定缺陷的周向位置和深度，并做好记录。

#### 4.4 双晶横波斜探头法

##### 4.4.1 探头的选择

##### 4.4.1.1 探头的型式

瓷套内部和内壁检测采用双晶横波斜探头。探头频率为 5MHz，晶片尺寸选用 8mm×10mm 双晶片，横波折射角 ( $\beta_s$ ) 为 35°~37°。

##### 4.4.1.2 探头的弧面

探头移动时要求保持与检测面的良好吻合。根据瓷套直径、探头弧面直径分为  $\phi 160\text{mm}$ 、 $\phi 180\text{mm}$ 、 $\phi 200\text{mm}$ 、 $\phi 220\text{mm}$  和平面五种探头。

##### 4.4.2 扫描时基线比例的调整

扫描时基线比例按深度定位法将时间轴（最大量程）调整为 60mm。

##### 4.4.3 扫查灵敏度调整

采用校准试块调整扫查灵敏度，规定如下：

- a) 瓷套壁厚不大于 30mm，将校准试块上深度为 20mm 的 $\phi$ 1mm 横通孔反射波高调到 80% 屏高，增益 2dB；
- b) 瓷套壁厚大于 30mm，将校准试块上深度为 40mm 的 $\phi$ 1mm 横通孔反射波高调到 80% 屏高，增益 4dB。

#### 4.4.4 缺陷的检测

缺陷的检测参照 4.3.4。

#### 4.5 反射回波的分析

反射回波的分析见附录 D。

### 5 检测工艺流程

5.1 检测工艺流程应由超声波检测 II 级或 III 级人员根据相关法规、产品标准、有关的技术文件和本标准的要求编制，无损检测责任工程师审核，本单位技术负责人批准。无损检测通用工艺流程修订、更改时应履行本条程序。

5.2 检测工艺流程至少包括以下内容：

- a) 适用范围；
- b) 引用标准、法规；
- c) 检测中有关安全、环境和健康的要求（按照电力行业相关规定执行）；
- d) 检测人员资格；
- e) 检测设备、器材和材料；
- f) 被检表面制备；
- g) 检测时机；
- h) 检测工艺和检测技术；
- i) 检测结果的评定；
- j) 检测记录、报告和资料存档；
- k) 编制人（级别）、审核人（级别）和批准人；
- l) 编制日期。

5.3 检测工艺卡的相关要求如下。

5.3.1 实施支柱瓷绝缘子及瓷套超声波检测的人员应按检测工艺卡进行操作。

5.3.2 检测工艺卡应由超声波检测 II 级或 III 级人员根据通用工艺流程、产品标准、有关技术文件和本标准的要求编制，无损检测责任工程师审核。检测工艺卡修订、更改时应履行本条程序。

5.3.3 检测工艺卡一般应包括以下内容：

- a) 工艺卡编号；
- b) 支柱瓷绝缘子或瓷套的名称、型号、产品编号或代号、电压等级（kV）、安装地点、出厂日期、投运日期、规格尺寸、材质（强度和声速）等；
- c) 检测设备和器材：超声波探伤仪型号、探头型号规格及编号等；
- d) 检测工艺参数：检测方法、检测比例、检测部位、校准试块、参考试块等；
- e) 检测技术标准；
- f) 检测程序；
- g) 检测部位示意图；
- h) 编制人（级别）和审批人（级别）；
- i) 编制日期。

## 6 评定

6.1 凡是判定为裂纹的缺陷为不合格。

6.2 爬波法检测结果符合下列条件之一的评定为不合格：

- a) 反射波幅超过距离一波幅曲线高度的缺陷；
- b) 反射波幅等于或低于距离一波幅曲线高度，且指示长度不小于 10mm 的缺陷。

6.3 小角度纵波和双晶横波检测结果符合下列条件之一的评定为不合格：

- a) 单个缺陷波大于或等于  $\phi 1\text{mm}$  横通孔当量的缺陷；
- b) 单个缺陷波小于  $\phi 1\text{mm}$  横通孔当量，且指示长度不小于 10mm 的缺陷；
- c) 单个缺陷波小于  $\phi 1\text{mm}$  横通孔当量，呈现多个（不小于 3 个）反射波或林状反射波的缺陷。

## 7 记录

每次检测应做好原始记录，并逐只记录检测结果。记录内容至少应包括下列信息：

- a) 委托单位、检测时间和地点；
- b) 安装地点、制造厂、出厂日期、投运日期、电压等级 (kV)；
- c) 工件名称、位置、编号、规格型号、结构型式、声速等；
- d) 采用的工艺参数（探伤仪、探头、试块和扫查灵敏度等）；
- e) 缺陷的参数，包括缺陷的类型、大小，位置及分布等；
- f) 超声波检测区域应在草图上予以标明，如有因几何形状限制而检测不到的部位，也应加以说明；
- g) 其他需要的说明；
- h) 检测人员的签名；
- i) 支柱瓷绝缘子的超声波检测记录见附录 E，瓷套超声波检测原始记录见附录 F。缺陷记录时，应详细记录缺陷在周向和轴向的位置以及缺陷的波高。

## 8 报告

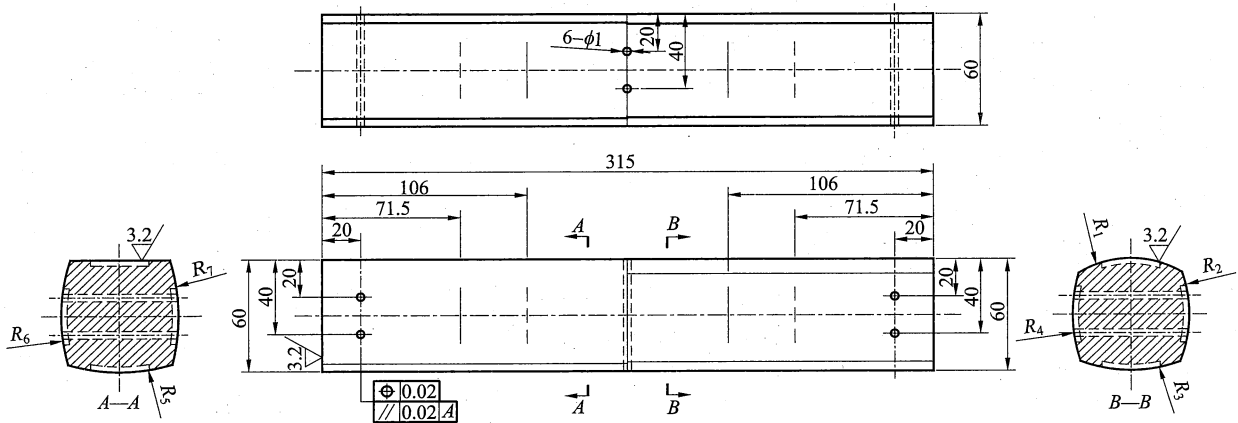
检测报告至少应包括下列内容：

- a) 委托单位、报告编号；
- b) 工件名称、位置、编号、规格型号、结构型式等；
- c) 技术标准；
- d) 工艺参数：包括探伤仪、探头、试块和扫查灵敏度等；
- e) 缺陷的参数：包括缺陷的类型、大小，位置及分布等；
- f) 检测结果、缺陷的评定等；
- g) 检测人员和责任人员签字及技术级别；
- h) 检测日期；
- i) 支柱瓷绝缘子超声波检测报告参见附录 G，瓷套超声波检测报告参见附录 H。

附录 A  
(规范性附录)

支柱瓷绝缘子及瓷套超声波检测校准试块

A.1 用于支柱瓷绝缘子超声波检测的校准试块，简称 JYZ-BX I 试块，用于瓷套超声波检测的校准试块，简称 JYZ-BX II 试块，其形状和尺寸如图 A.1 所示。



R 值 mm	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$
JYZ-BX I	50	60	70	80	90	100	110	平面
JYZ-BX II	120	130	140	150	200	250	300	平面

图 A.1 JYZ-BX I、II 试块形状和尺寸

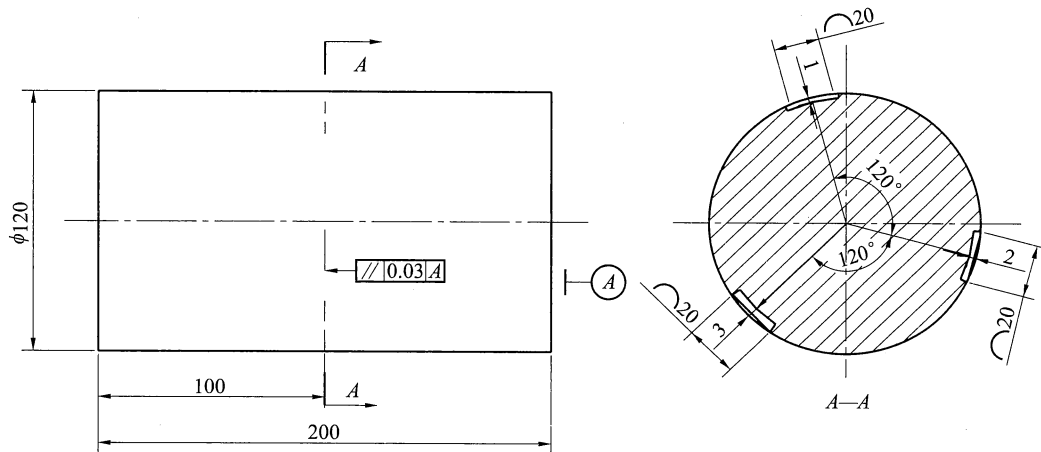
A.2 校准试块的技术要求如下：

- 校准试块材料为铝合金 LY12，内部无缺陷，声速范围为  $(6350 \pm 50)$  m/s。
- 校准试块裂纹为环形等深槽，槽长 30mm（弧长），宽度为  $(0.4 \pm 0.02)$  mm，深度为  $(5 \pm 0.02)$  mm，孔径公差为  $\pm 0.02$  mm。
- 校准试块尺寸及缺陷位置尺寸公差为  $\pm 0.1$  mm。
- 校准试块经计量部门检定合格。

**附录 B**  
(规范性附录)

**支柱瓷绝缘子及瓷套超声波检测参考试块**

**B.1** 用于支柱瓷绝缘子检测的参考试块是瓷模拟裂纹试块，简称 JYZ-G 试块，其形状和尺寸如图 B.1 所示。



**图 B.1 JYZ-G 试块**

**B.2** 参考试块的技术要求如下：

- a) 参考试块的材料为内部无缺陷的瓷柱，声速范围应不小于 6300m/s。
- b) 参考试块的裂纹为环形等深槽，槽宽  $1.5\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ ，槽长、槽深公差为  $\pm 0.05\text{mm}$ 。

附录 C  
(规范性附录)  
缺陷指示长度的修正

C.1 采用小角度纵波探伤法检测时，应对用半波高度法（6dB 法）测出的缺陷指示长度进行修正。缺陷指示长度值按式（C.1）计算：

$$L = (1 - 2H/D)L_0 \quad (\text{C.1})$$

式中： $L_0$ ——用半波高度法（6dB 法）测量时探头位置之间的距离，mm；

$H$ ——缺陷的深度，mm；

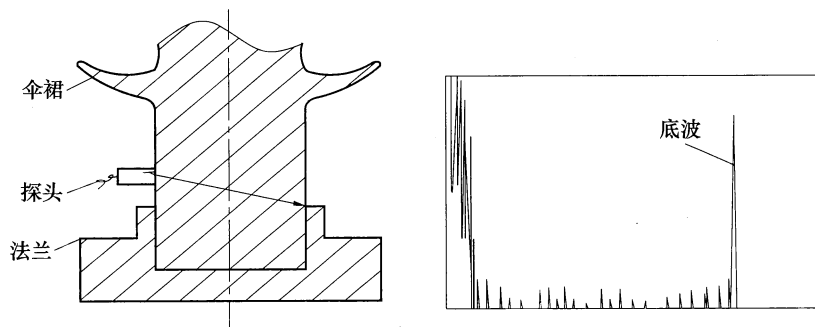
$D$ ——绝缘子直径，mm。



**附录 D**  
(规范性附录)  
**反射回波分析**

**D.1 小角度纵波法检测支柱瓷绝缘子反射回波分析**

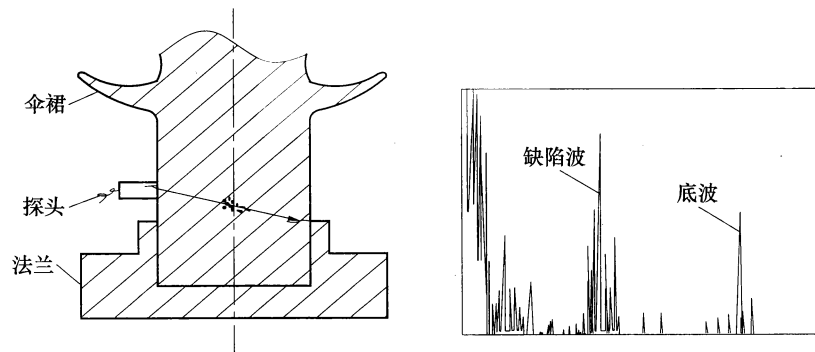
**D.1.1** 当示波屏显示仅有孤立底波，无杂波，波形清晰，应判定无缺陷，如图 D.1 所示。



**图 D.1 支柱瓷绝缘子内部无缺陷时示波屏显示**

**D.1.2** 当支柱瓷绝缘子内部晶粒粗大时，探头扫查时会出现草状反射波（在扫查灵敏度下一般波高小于 30% 屏高），探头稍作移动，反射波会立即下降或消失，此时应判定为晶粒反射波。

**D.1.3** 当支柱瓷绝缘子内部存在杂质、气孔及裂纹等缺陷，底波前会出现点状或丛状反射波，底波可能会降低或消失，此时应判定为缺陷波，如图 D.2 所示。



**图 D.2 支柱瓷绝缘子内部点状缺陷反射波**

**D.1.4** 当在支柱瓷绝缘子探测面的对应侧表面存在裂纹时，底波前会出现裂纹波，随着裂纹深度的增大，裂纹波与底波的间距增大，且底波会降低，如图 D.3 所示。

**D.2 爬波法检测支柱瓷绝缘子及瓷套反射回波分析**

**D.2.1** 当支柱瓷绝缘子或瓷套的表面或近表面无缺陷时，示波屏显示基本无波，如图 D.4 所示。

**D.2.2** 当支柱瓷绝缘子或瓷套被检部位的表面或近表面存在折痕、压痕、气孔、杂质、波纹或裂纹时，会出现点状或丛状反射波，此时，应与绘制的距离一波幅曲线进行比较，波高超出曲线的应判定为不合格缺陷；反射波幅等于或低于距离一波幅曲线高度，且指示长度不小于 10mm，判定为不合格缺陷。如图 D.5、图 D.6 所示。

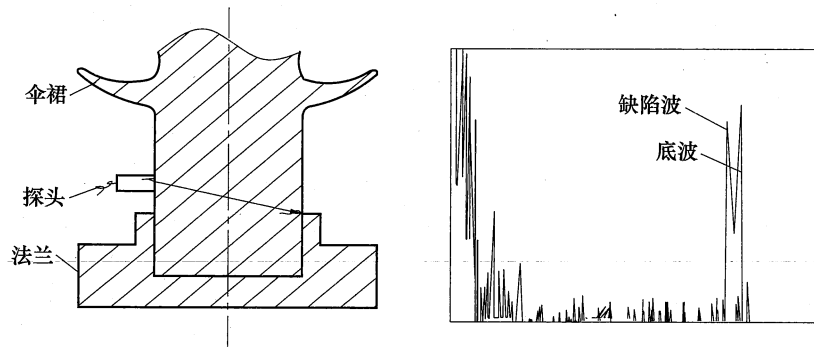


图 D.3 支柱瓷绝缘子对称面缺陷反射波

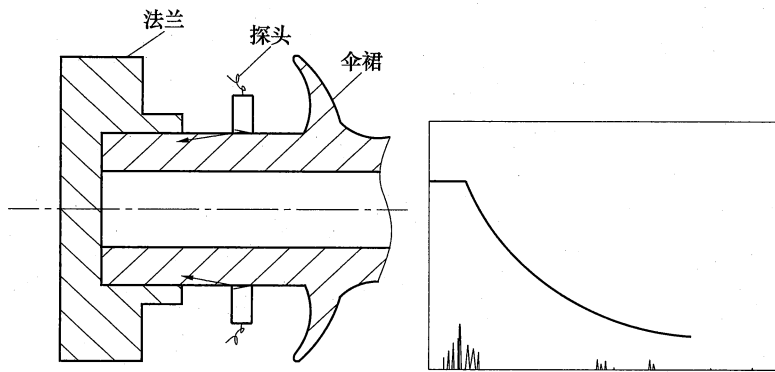


图 D.4 瓷套表面无缺陷时示波屏显示

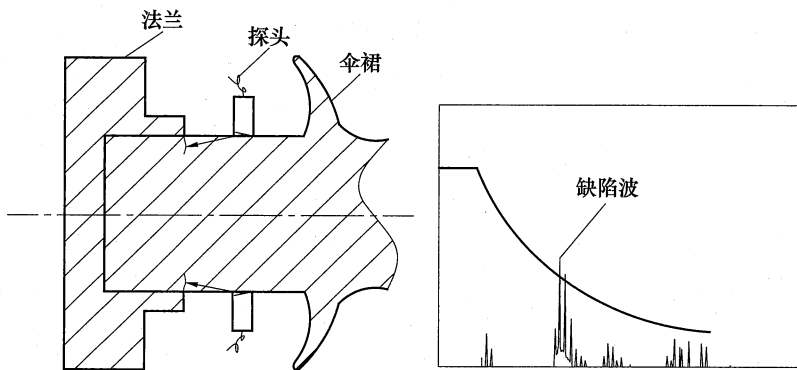


图 D.5 支柱瓷绝缘子表面裂纹反射波

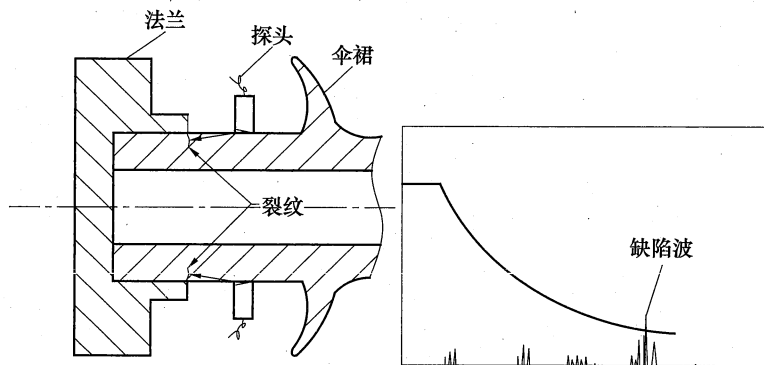


图 D.6 瓷套表面裂纹反射波

**D.2.3** 当支柱瓷绝缘子或瓷套外壁存在裂纹时，裂纹波前基本无杂波，移动探头，距离裂纹越近，反射波高越强。

### D.3 双晶横波法检测瓷套反射回波分析

**D.3.1** 当直射波范围内未出现反射波，应判定内部和内壁无缺陷，如图 D.7 所示。

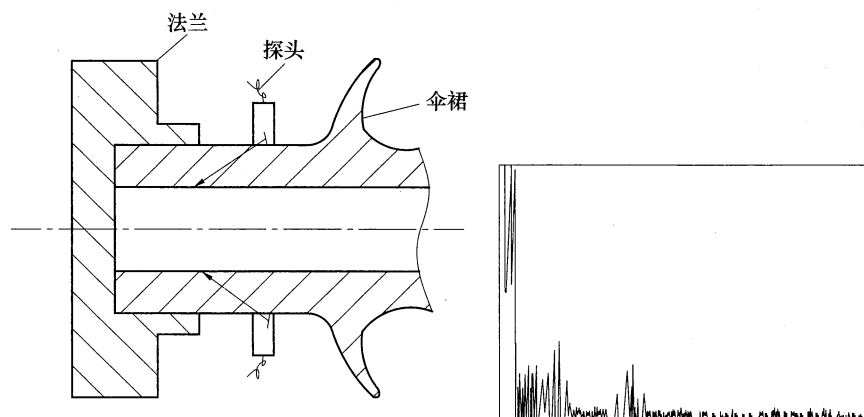


图 D.7 瓷套内部或内壁无缺陷时示波屏显示

**D.3.2** 当瓷套内部存在杂质、气孔及裂纹等缺陷，底波位置前会出现点状或丛状反射波，应判定内部有缺陷，如图 D.8 所示。

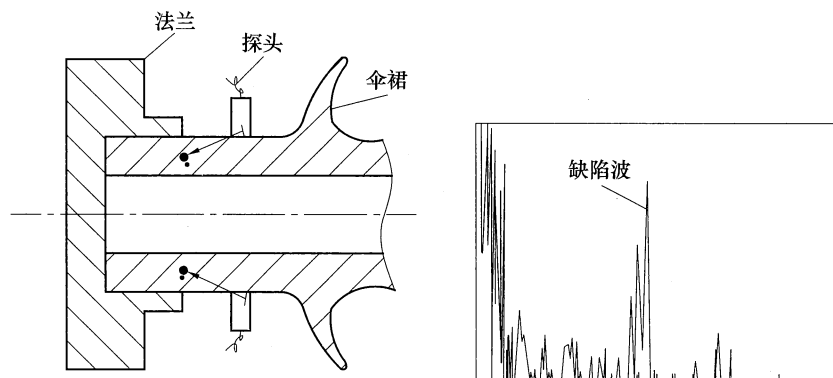


图 D.8 瓷套内部缺陷反射波

**D.3.3** 当瓷套内壁存在杂质、气孔及裂纹等缺陷，底波位置前会出现点状或丛状反射波，如图 D.9 所示。

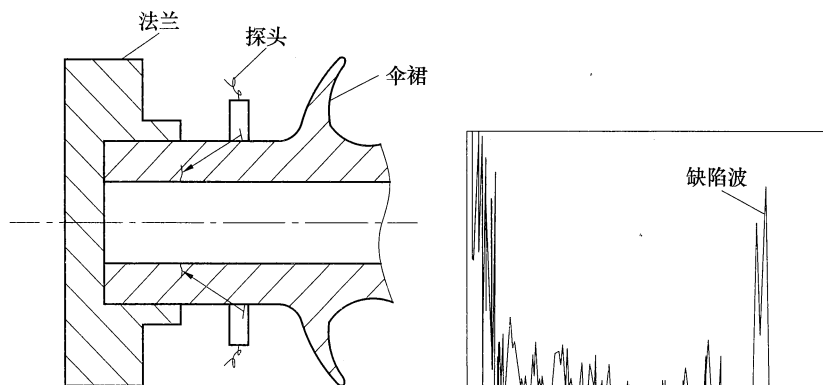


图 D.9 瓷套内壁缺陷反射波

附录 E  
(资料性附录)

支柱瓷绝缘子超声波检测记录

支柱瓷绝缘子超声波检测记录见表 E.1。

表 E.1 支柱瓷绝缘子超声波检测记录

编号:

共 页 第 页

委托单位		型号/代号		安装地点	
电压等级, kV		生产厂家		出厂日期	
仪器型号		仪器编号		探头型式	
试块型号		扫查灵敏度		声速, m/s	
检验结果					
序号	出厂编号	调度编号及装用位置	上法兰	下法兰	评定
<p>备注:</p> <p>1. 缺陷周向定位时, 以绝缘子上出厂编号首字母的左边缘为 0 点;</p> <p>2. 缺陷轴向定位时, 以法兰面为 0 点;</p> <p>3. 无明显永久标记时, 应在法兰外轮廓边缘做上不易去除的标记。</p>					
检测人员				审核	
日期				日期	

附 录 F  
(资料性附录)  
瓷套超声波检测记录

瓷套超声波检测记录见表 F.1。

表 F.1 瓷套超声波检测记录

编号:

共 页 第 页

单 位		型号/代号		生产厂家	
出厂日期		生产厂家		出厂日期	
仪器型号		仪器编号		探头型式	
试块型号		扫查灵敏度		声速, m/s	
检验结果					
序号	出厂编号	调度编号及装用位置	上法兰	下法兰	评定
备注： 1. 缺陷周向定位时，以绝缘子上出厂编号首个字母的左边缘为 0 点； 2. 缺陷轴向定位时，以法兰面为 0 点； 3. 无明显永久标记时，应在法兰外轮廓边缘做上不易去除的标记。					
检测人员				审核	
日期				日期	

附录 G  
(资料性附录)

支柱瓷绝缘子超声波检测报告

支柱瓷绝缘子超声波检测报告见表 G.1。

表 G.1 支柱瓷绝缘子超声波检测报告

编号:

共 页 第 页

委托单位		型号/代号		投运日期	
出厂日期		生产厂家		电压等级, kV	
仪器型号		仪器编号		探头型式	
试块型号		扫查灵敏度		声速, m/s	
检验结果					
序号	调度编号及装用位置	小角度纵波检测	爬波检测	评定	
备注:					
检测人员		审核		批准	
日期		日期		日期	

**附 录 H**  
(资料性附录)  
**瓷套超声波检测报告**

瓷套超声波检测报告见表 H.1。

**表 H.1 瓷套超声波检测报告**

编号：

共 页 第 页

委托单位		型号/代号		生产厂家	
投运日期		生产厂家		电压等级, kV	
仪器型号		仪器编号		探头型式	
试块型号		扫查灵敏度		声速, m/s	
检验结果					
序号	调度编号及装用位置	双晶横波检测	爬波检测	评定	
备注：					
检测人员		审核		批准	
日期		日期		日期	