



# 焊缝无损检验

## 焊缝超声波检验缺陷定性

DIN EN 1713: 1998

### 引言

按以下几个参数，焊接缺陷被分为平面型和非平面型：

- 焊接工艺；
- 缺陷的几何位置；
- 最大回波高度；
- 反射方向；
- 回波静态波形（即A-扫描显示）；
- 回波动态波形。

为了得出准确的结论，缺陷分类涉及到的每一个参数都要对照其它所有参数进行分析。

作为指南，在附录A中给出了焊缝内部缺陷的一般分类方法流程图。该流程图必须与上述前两项参数一起使用，而不能单独使用。

若签约各方同意，缺陷分类只应按EN 1712执行。

### 1 范围

本标准规定了缺陷定性的一个流程图程序（见附录A），该程序仅适用于将焊缝内部缺陷分为平面型和非平面型。

本标准仅适用于距离焊缝未磨平表面5mm以下的缺陷，见图1。

### 2 参考文献

本欧洲标准是通过参考、吸收其它出版物旧的或现行的内容综合而成。这些参考文献在文中适当地被引用，并在下文列出了相应出版物。对于旧文献只应用了含有修改条文的修订版，而对于现行文献则应用最新版。

EN 1712 焊缝无损检验——焊缝超声波检验——验收等级

### 3 探伤

#### 3.1 概述

缺陷分类是相继使用以下几个判据来进行的，即：

- 最大回波高度；
- 反射方向；
- 回波静态波形（即A-扫描）；
- 回波动态波形。

一旦完成上述某一判据，流程便终止。

缺陷定性用的探头一般应与规定的探伤用探头相同。

流程图程序已将缺陷定性分类方法标准化。该程序通过用不同折射角探头检测

时，比较其距离波幅曲线（DAC），或者比较不同探头的最大反射回波高度差异，按相差的分贝值（dB）进行分级。

在表1中列出了流程程序各个步骤的dB级别。

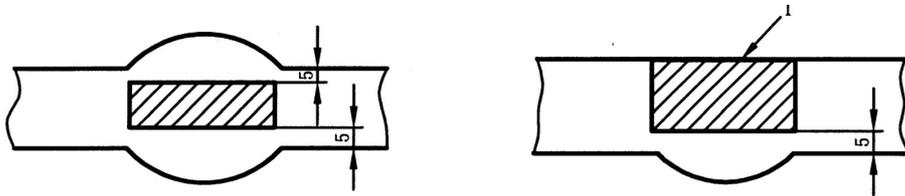


图1 缺陷位置

表1 流程图各步骤

S1	S2	S3	S4
DAC-10dB	DAC+6dB	DAC-6dB	9dB/15dB

流程程序共分五个步骤，每一个步骤都有其明确的目的：

第一步：对缺陷信号回波幅度很低的不进行定性；

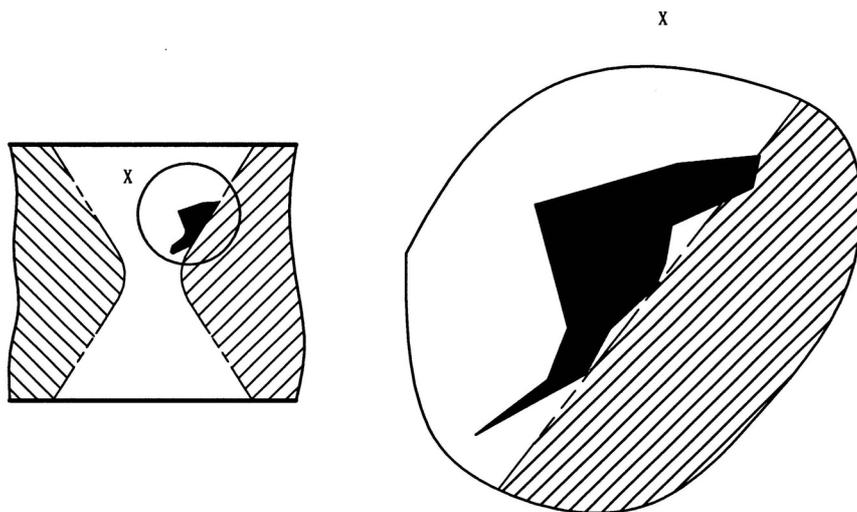
第二步：将缺陷信号回波幅度很高的缺陷信号全部定为平面型缺陷；

第三步：主要对未熔合定性；

第四步：主要对夹渣定性；

第五步：主要对裂纹定性。

注：对带有夹渣的未熔合产生的“混合型”缺陷信号，流程图程序将其归为平面型缺陷。图A.3给出了一个这种缺陷的例子。



图A.3 带夹渣未熔合图例

## 3.2 常用约定

参考回波应从 $\phi 3\text{mm}$ 横孔获得。

按惯例:

- 负值表示信号波幅低于参考波幅;
- 正值表示信号波幅高于参考波幅。

## 3.3 回波高度判据

### 3.3.1 低波幅 (步骤1)

一般情况下, 回波幅度低于S1 (DAC-10dB) 的缺陷信号不必定性。  
对特殊用途, 经签约双方同意, 也可将S1值降低。

### 3.3.2 高波幅 (步骤2)

一般认为, 平面型缺陷信号的回波高度至少应达到S2 (DAC+6dB) 。

## 3.4 反射方向判据 (步骤3)

这一步骤适用于所有的缺陷信号, 也可只用于签约双方协商的、超过某一规定指示长度的缺陷信号。对 $8\text{mm} \leq t < 15\text{mm}$ 时( $t$ 为厚度), 规定指示长度为 $t$ ;  $t > 15\text{mm}$ 时, 规定指示长度为 $t/2$ 或 $20\text{mm}$ , 取其中较大的值。对未超过规定指示长度的缺陷信号, 则进行步骤4的判断。

对以下判据, 把相对于DAC曲线, 以某一入射角检测时所获得的最大波幅( $H_{\text{dmax}}$ ) 作为基准, 然后将其它角度所获得的最小波幅 ( $H_{\text{dmin}}$ ) 与 $H_{\text{dmax}}$ 相比较。

确定反射方向, 应同时满足以下两个条件:

- 1) 至少应有一个入射角的缺陷信号反射量 $\geq S3$  (DAC-6dB) 。
- 2) 具有高的反射方向, 即:

a) 用横波检验时, 两种不同入射角探头间的波幅差至少有9dB, 即

$$| H_{\text{dmax}} - H_{\text{dmin}} | \geq 9\text{dB}$$

b) 当其中一个为横波, 而另一个为纵波时, 则两者之差至少应有15dB, 即

$$| H_{\text{dmax}} - H_{\text{dmin}} | \geq 15\text{dB}$$

检验的入射角是由折射角和检验条件 (半跨距、全跨距) 决定的, 具体事例见附录A。

这些判据的应用实例见图A.2。

探伤时, 焊缝的衰减应予考虑。

应用条件:

a) 通常选用不同入角度的探头检验时, 其波长应基本相同 (如: 4MHz的纵波和2MHz的横波) 。

b) 在所有条件中, 相比较的探头的入射角差值应 $\geq 10^\circ$  (按标称折射角考虑) 。

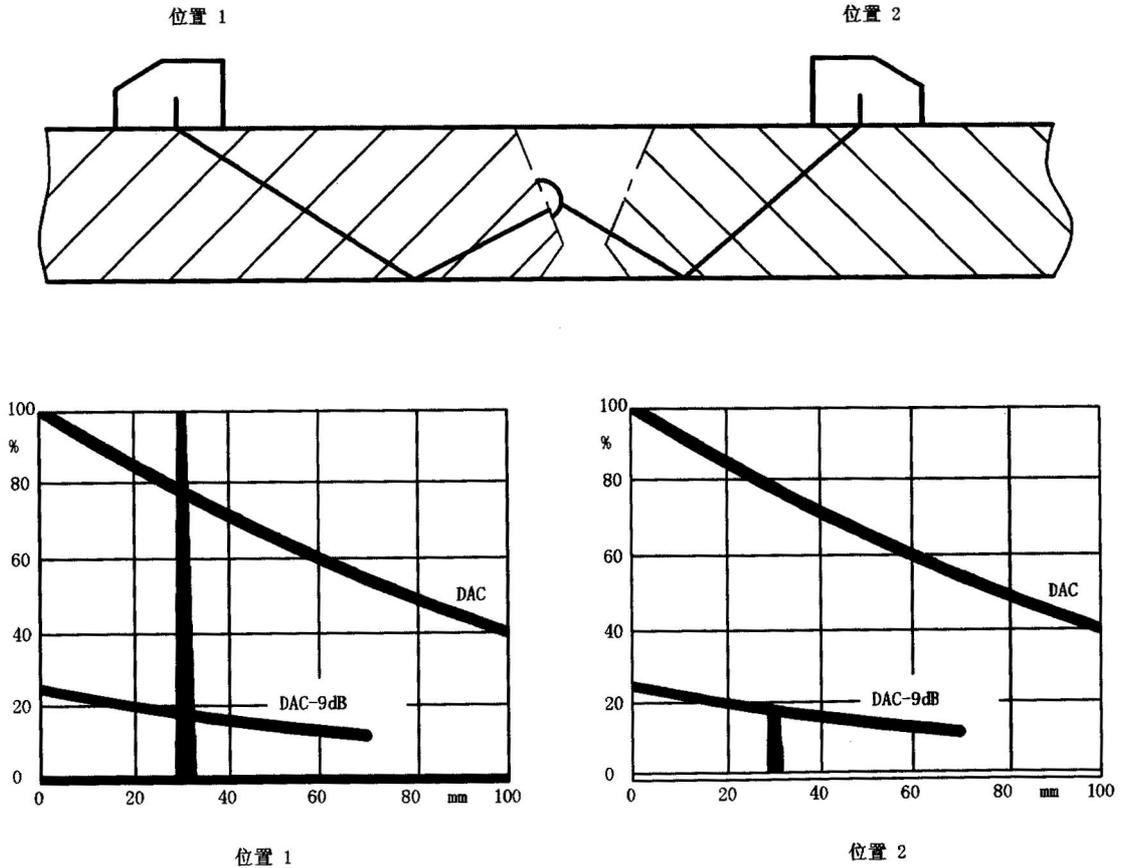
c) 反射量比较应在缺陷反射波幅最高的位置进行。

d) 只有能肯定作比较的回波信号是来自同一反射体时, 这种比较才是有意义。

e) 使用这些判据之前, 首先确定:

- 母材中无偏析;
- 无腐蚀, 使用全跨距时, 两面应平行;
- 材料各向同性。

## 3.5 回波静态波形判据 (步骤4)



图A.2 反射方向判据应用事例

这一步，是对回波静态波形（即A型显示）进行分析。

对波高满足要求（既不很高，也不很低）、反射方向较低的信号，只要静态波形是单一、光滑的，就可定为非平面型缺陷。

若静态波形不是单一、光滑的，则接着进行下一步骤的分析。

静态波形与所使用的探头和设备条件有关，因此必须将其与基准反射体（ $\phi 3\text{mm}$ 横孔）上获得的波形进行比较。

### 3.6 回波动态波形判据（步骤5）

若静态波形不是单一、光滑的，就将其分为单一锯齿形和多个回波形。这就是流程图第五步要分析的。

横向动态波形就是超声束横向扫查时反射体回波所形成的包络。这种分析不仅要考虑包络线的形状，还要考虑包络线中各回波的特性。

这里将波形划分为四种，见附录C。

如果至少两个入射角的横向动态波形都显示图形3的波形特征（各种等级），则该信号定为平面型缺陷信号。

通常，所选的两个入射角应找出其最大反射量。

如果只有一种检验入射角给出了图3的动态波形，那么可能还需用第三种入射角，或要求作某些补充检验（见3.7）。

其它回波动态波形都可定为非平面型缺陷：

- 图形1：单个非平面型；
- 图形2：密集非平面型。

在流程图程序的这一步，不会出现图形2，因为这种信号（高反射量）早在前几步就已定为平面型缺陷了。

### 3.7 补充检验

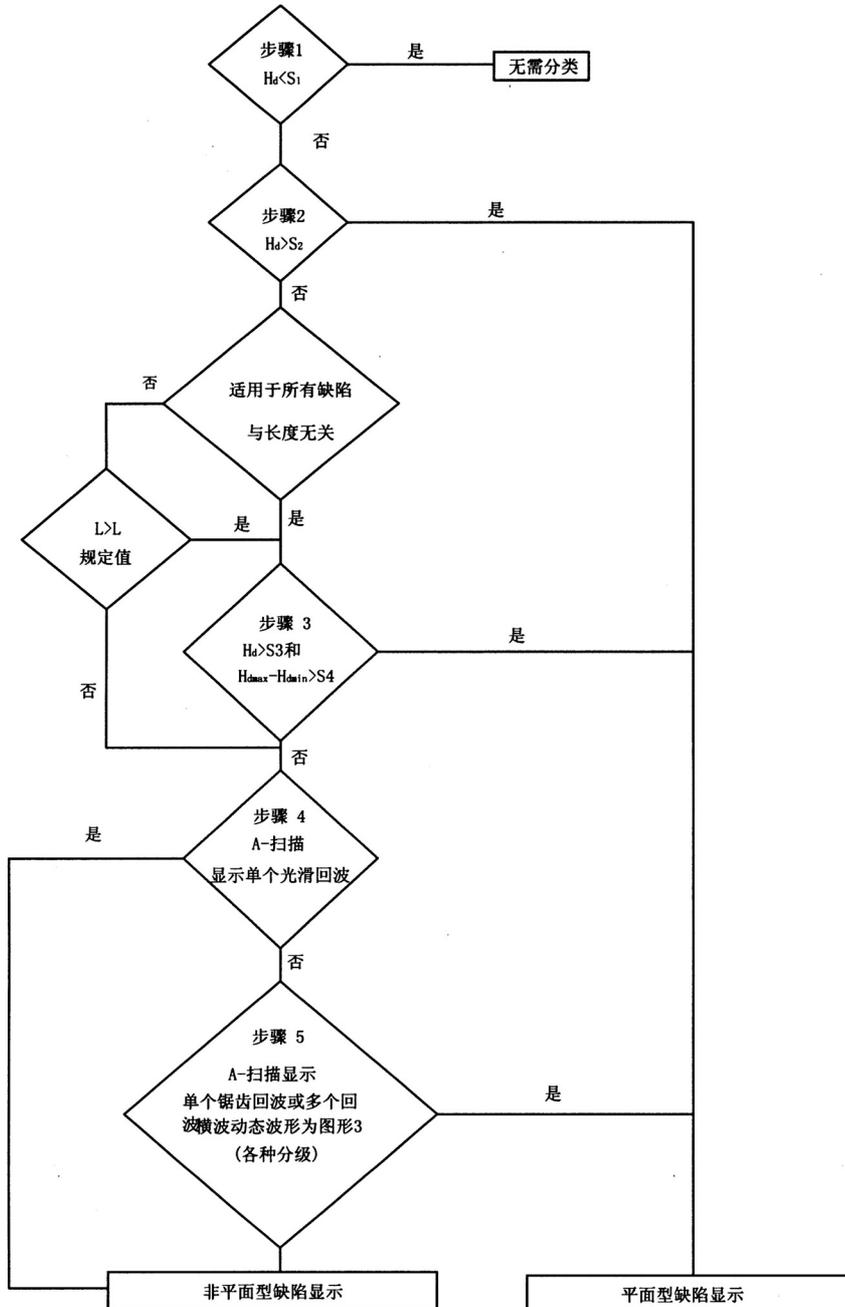
若按以上判断有疑问，则应作以下补充检验：

- 分析横向移动时的动态波形；
- 使用附加探头；
- 参照其它NDT方法检验结果（如RT）。

以上是非限制性的。

附录 A (规范性的)  
 焊缝内部缺陷定性分类-流程图

流程图确定方法见图A.1。



图A.1 流程图

表A.1 流程图程序

S1	S2	S3	S4
DAC-10dB	DAC+6dB	DAC-6dB	9dB/15dB

Hd—信号回波幅度。

1) (S1=DAC-10dB)：凡低于该线的信号均不予定性。

2) (S2=DAC+6dB)：反射量达到参考线2倍以上的缺陷信号，均定为平面型缺陷。

3) (S3=DAC-6dB)：如果回波信号幅度达到了参考线的一半，且反射量的差值 $\geq S4$ ，则将其定为平面型缺陷。

—S4=9dB（适用于横波之间）；

—S4=15dB（适用于横波与纵波之间）。

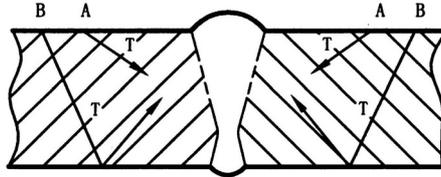
超声波束的入射角之差至少 $10^\circ$ ，且比较的应是缺陷的同一反射区域的反射信号。

4) 和5) 至少应有两个检测角度满足这些判据。

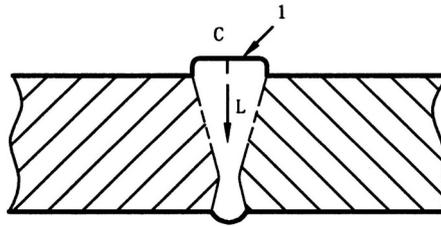
5) 若回波动态波形不是图3所示，则该缺陷信号定为非平面型。其回波波形划分见附录C。

注：参考回波应是从 $\phi 3\text{mm}$ 横孔获得的。

附录B (资料性的)  
检验声束入射



图B1.a 横波, T



图B1.b 纵波, L

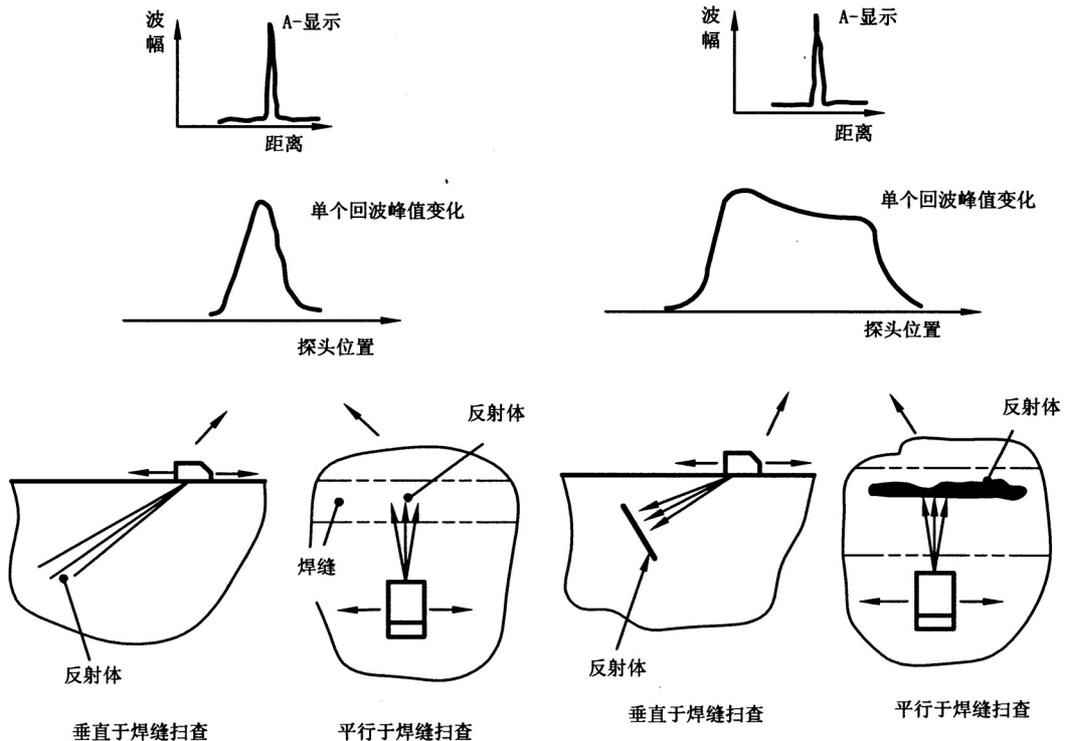
附录C (资料性的)  
反射体的几种基本动态波形

C.1 波形1

点状反射体波形, 见图C.1。探头在任何位置扫查, A型显示都是单个的尖锐回波。移动探头时, 缺陷回波平滑地升到最高点又平滑地降到噪声水平。

C.2 波形2

延伸性的光滑反射体波形, 见图C.2。探头在任何位置扫查, A型显示都是单个的尖锐回波。当探头移动, 声束扫查到反射体时, 缺陷回波峰值平滑地升到一个平台, 并保持一定范围, 其间可能伴随有4dB以内的小量的波幅变化, 直到声束移出反射体, 缺陷回波又平滑地降到噪声水平。



图C.1 超声回波图形1

图C.2 超声回波图形2

C.3 波形3

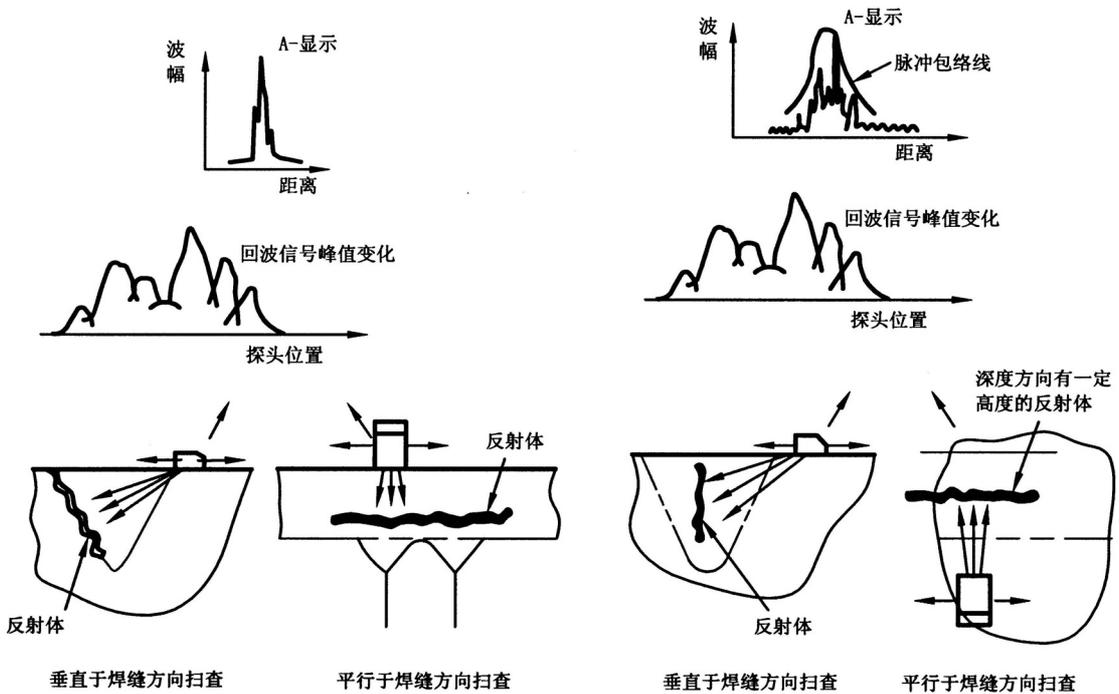
延伸性的粗糙反射体波形。这种波形有两种，取决于探头声束对反射体的入射角。

### C.4 波形3a

接近垂直入射时的波形，见图C.3.a。探头置于任何位置，A扫描都显示单个锯齿回波。探头移动时，回波幅度起伏较大 ( $> \pm 6\text{dB}$ )。这种波幅起伏是由于这些反射信号来自反射体的不同小反射面，成群的小反射面散射的波相互干涉的结果。

### C.5 波形3b

倾斜入射（游动回波信号）波形，见图C.3.b。探头置于任何位置，A扫描在钟型脉冲包络线内都显示一连串的延伸性缺陷信号（子峰值信号）。随着探头的移动，每个子回波信号都穿过脉冲包络线，朝包络线中心升到最大值，而后再降下来。总信号波幅可以显示出较大 ( $> \pm 6\text{dB}$ ) 的随机起伏。

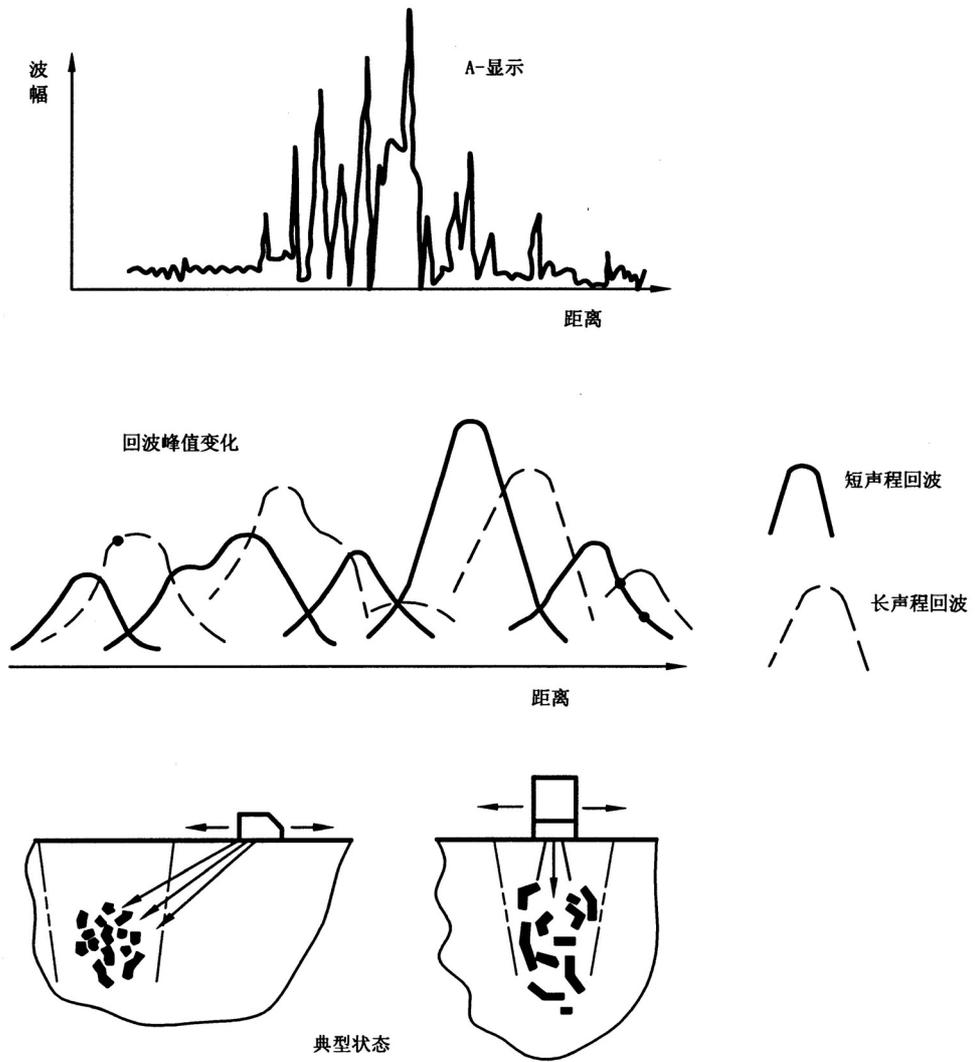


图C.3.a 超声波图形3a

图C.3.b 超声波图形3a

### C.6 波形4

多个反射体的回波波形，见图C.4。探头置于任何位置，A扫描都显示出密集回波信号，这些信号在仪器的水平方向上彼此可以分开或不能分开。探头移动时，这些信号此起彼伏。但是这些信号中的每一个都来自各自独立的反射体单元，如果将这些信号分开，每个信号都显示波形1的特征。



图C4 超声回波图形4