



中华人民共和国国家标准

GB/T 29711—2013/ISO 23279:2010

焊缝无损检测 超声检测 焊缝中的显示特征

Non-destructive testing of welds—Ultrasonic testing—
Characterization of indications in welds

(ISO 23279:2010, IDT)

2013-09-18 发布

2014-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 原则	1
4 准则	2
4.1 概述	2
4.2 回波幅度准则(步骤 1 和步骤 2)	2
4.3 定向反射准则(步骤 3)	2
4.4 静态回波波形准则(步骤 4)	3
4.5 横向动态回波波形准则(步骤 5)	3
4.6 附加检测	3
附录 A (规范性附录) 焊缝中的内部显示分类 流程图	4
附录 B (资料性附录) 定向反射	6
附录 C (资料性附录) 反射体的基本动态波形	7
参考文献	12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 23279:2010《焊缝无损检测 超声检测 焊缝中的显示特征》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 11345—2013 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定 (ISO 17640:2010, MOD)。

本标准对 ISO 23279:2010 进行了下列编辑性修改：

——删除了国际标准的前言；

——将 ISO 23279:2010 中引用的 ISO 标准,用我国对应的标准代替；

——按照 ISO 11666:2010,在本标准“参考文献”中描述其英文标题。

本标准由全国焊接标准化技术委员会(SAC/TC 55)归口。

本标准起草单位:上海材料研究所、中国特种设备检测研究院、江苏方天电力技术有限公司、济宁瑞祥模具有限责任公司(山东济宁模具厂)。

本标准主要起草人:姜炜、金宇飞、丁杰、庄志强、郑晖、马君鹏、魏忠瑞、王森、张文杰、马君、奚力峰。

焊缝无损检测 超声检测 焊缝中的显示特征

1 范围

本标准规定了如何来表征内部显示,即把它们分类为平面型或非平面型。
本标准也适用于去除焊缝余高后裸露在焊缝表面的显示。

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。

ISO 17640 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定 (Non-destructive testing of welds—Ultrasonic testing—Techniques, testing levels, and assessment)

3 原则

根据以下参数,将显示分类为平面型或非平面型:

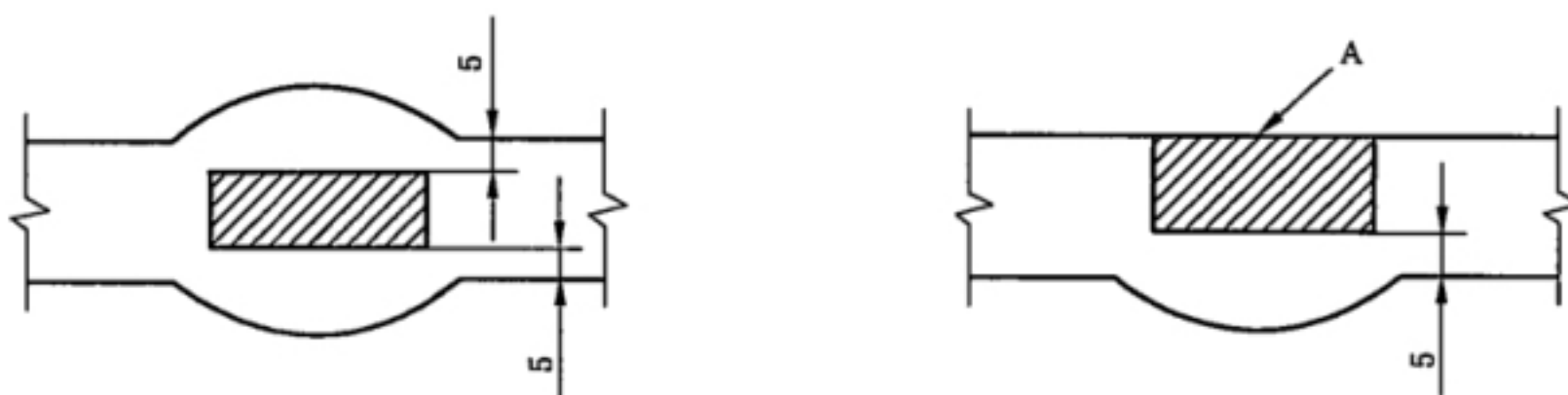
- 焊接技术;
- 显示的几何位置;
- 最大回波幅度;
- 定向反射;
- 静态回波波形(例如:A-扫描);
- 动态回波波形。

综合考虑上述每一个参数,即会得到准确的分类结果。

作为指导,图 A.1 给出了适于常规应用的焊缝内部显示的分类。图 A.1 宜结合上述所列的前 2 个参数进行应用,而不能独立分开考察。

本标准规定的分类流程,也适于去除焊缝余高后裸露在焊缝表面显示的分类(见图 1)。

单位为毫米



说明:

A——磨平的焊缝。

图 1 焊缝中显示的位置

4 准则

4.1 概述

显示是按以下几个准则依次进行分类:

- a) 回波幅度;
- b) 定向反射;
- c) 静态回波波形(A-扫描);
- d) 动态回波波形。

以上准则可通过流程图来实施(见附录 A)。

对显示进行判断和特征分类时,推荐选用相同的探头。流程图将显示分类系统化。通过与距离波幅曲线(DAC)的比较,或与来自不连续的不同方向的最大回波幅度相比较,定义几个阈值(以分贝表示)。

流程图中不同步骤采用的阈值,见表 A.1。

流程图分为 5 个步骤:

- a) 步骤 1:非常低的回波幅度显示,不分类;
- b) 步骤 2:高回波幅度显示,分类为平面型;
- c) 步骤 3:主要分类未熔合;
- d) 步骤 4:主要分类夹杂物;
- e) 步骤 5:主要分类裂纹。

注:根据流程图,夹杂物与未熔合同时存在的混合型显示,分类为平面型。图 A.2 给出了该类型伤的一个示例。

4.2 回波幅度准则(步骤 1 和步骤 2)

4.2.1 低回波幅度(步骤 1)

回波幅度低于 ISO 11666 规定评定等级的(图 A.1 中定义为 T_1)显示是无关紧要的,不应进行表征,可验收。

对于特殊应用,如果技术协议中有规定, T_1 值可再降低。

4.2.2 高回波幅度(步骤 2)

回波幅度不低于参考等级+6 dB(在图 A.1 中定义为 T_2)的显示,分类平面型显示。

4.3 定向反射准则(步骤 3)

4.3.1 基于显示长度的适用性判定

流程图中的步骤 3 应仅用于显示长度超过:

- a) $t, 8 \text{ mm} \leq \text{板厚 } t \leq 15 \text{ mm}$ 时;
- b) $t/2$ 或 15 mm ,取两者较大值,板厚 $t > 15 \text{ mm}$ 时。

没有超过以上规定长度的显示,按步骤 4 处理。

4.3.2 应用条件

执行如下应用条件:

- a) 所比较的回波应来自同一反射体;
- b) 回波的比较应在显示的回波达到最高位置 $H_{d,\max}$ 时进行;

- c) 当同时使用直探头和斜探头时,应选择合适的探头频率,使得横波和纵波的波长近似相等(如 4 MHz 的纵波和 2 MHz 的横波);
- d) 当使用 2 个或多个斜探头时,标称折射角之差应大于等于 10° ;
- e) 若是对通过焊缝的回波与仅通过母材的回波进行比较,焊缝中的衰减应予以考虑。

4.3.3 准则

对于同一显示,比较最高回波幅度 $H_{d,max}$ 与从其他方向得到的最低回波幅度 $H_{d,min}$ 。

为满足定向反射,应同时符合如下条件:

- a) $H_{d,max} \geq T_3$ (参考等级 -6 dB);
- b) 从 2 个不同方向得到的显示回波幅度之间的差值 $|H_{d,max} - H_{d,min}|$,至少为:
 - 1) 9 dB, 仅用横波斜探头, 或
 - 2) 15 dB, 用 1 个横波斜探头和 1 个纵波直探头。

定向反射取决于折射角和检测条件(半跨距, 全跨距)。

不同检测方向的示例, 参见图 B. 1。

应用本准则的一个示例, 参见图 B. 2。

4.4 静态回波波形准则(步骤 4)

在此步骤, 显示的静态回波波形(例如: A 扫描)与参考反射体(3 mm 直径的横孔)的静态回波波形进行比较。

如果静态回波波形单一且平滑, 将显示分类为非平面型。

如果静态回波波形既不单一也不平滑的, 按步骤 5 处理。

应至少从 2 个方向进行检测, 才符合本准则。

4.5 横向动态回波波形准则(步骤 5)

显示的横向动态回波波形, 是探头按 ISO 17640 要求沿垂直于显示长度方向移动时所获得的回波包络线。分析时不仅要考虑包络线, 也要考虑包络线内的回波变化情况。

显示的分类取决于获得的波形:

- a) 波形 1: 单一的非平面型显示;
- b) 波形 2: 不属于波形 1 的非平面型显示;
- c) 波形 3 和波形 4: 平面型显示, 如果观察到有 2 个方向的最高反射, 或如果只观察到 1 个反射方向, 采用附加检测(见 4.6);
- d) 波形 5: 密集的非平面型显示。

附录 C 给出了波形分类规则。

应至少从 2 个方向进行检测, 才符合本准则。

4.6 附加检测

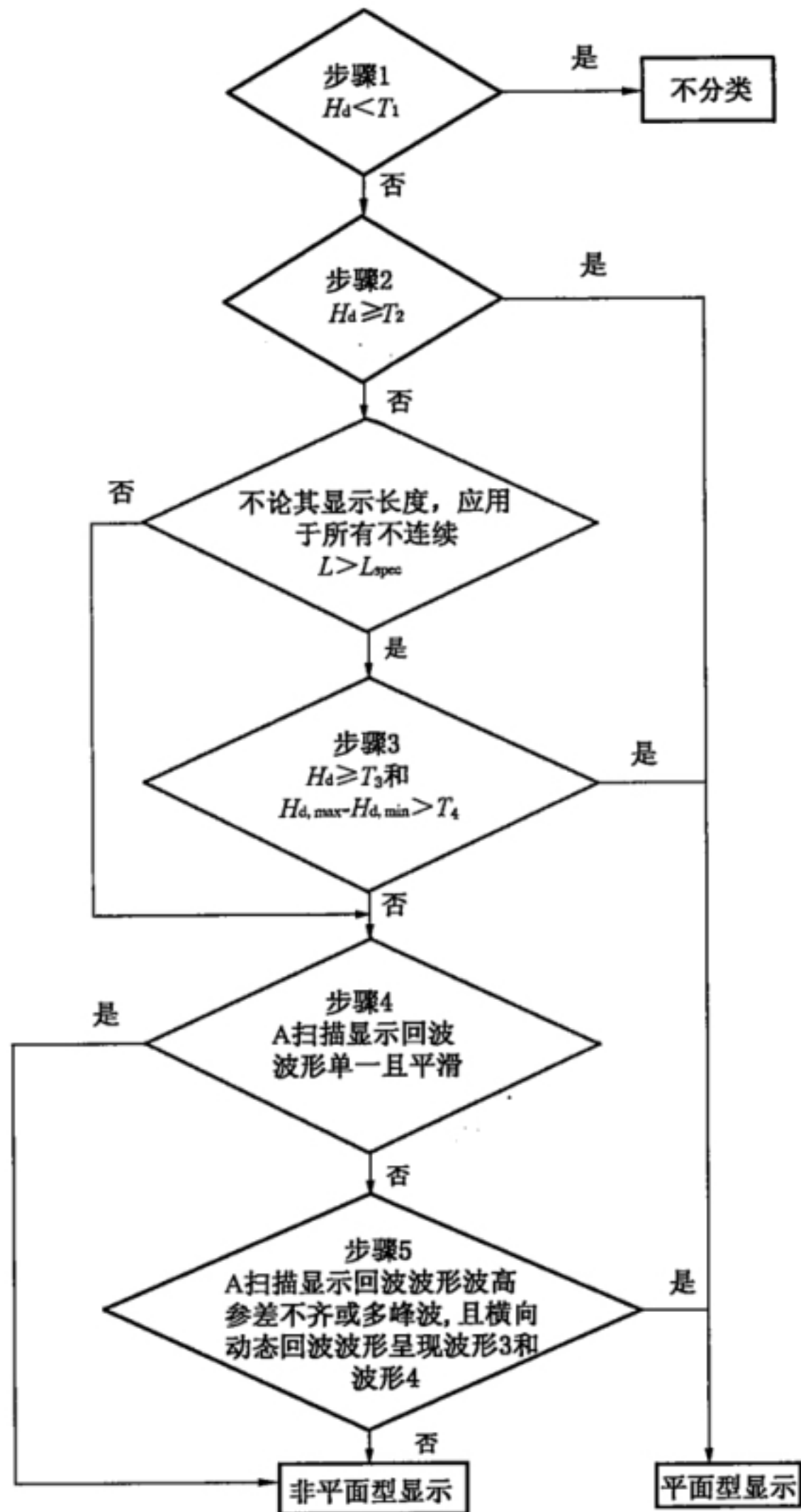
在有怀疑的情况下, 执行附加检测, 例如:

- a) 增加反射方向或探头;
- b) 分析探头平行于显示长度方向移动时获得的回波包络线。[参见图 C. 1 c)、图 C. 2 c)、图 C. 3 c)、图 C. 4 c) 和图 C. 5 c)];
- c) 使用其他无损检测方法获得的结果(例如射线检测)。

以上所列项不受限制。

附录 A
(规范性附录)
焊缝中的内部显示分类 流程图

流程图见图 A.1。



说明:

H_d ——显示回波幅度;
 $H_{d,max}$ ——最高回波幅度;

$H_{d,min}$ ——最低回波幅度;
 L ——长度;

L_{spec} ——规定长度;
 T_1, T_2, T_3, T_4 ——见表 A.1.

图 A.1 流程图

表 A.1 流程图中使用的阈值

阈	T_1	T_2	T_3	T_4
阈值	评定等级	参考等级+6 dB	参考等级-6 dB	9 dB ^a 或 15 dB ^b
^a 横波。 ^b 横波和纵波反射之间。				

步骤 1(T_1 , 例如评定等级): 所有显示回波幅度 $\leq T_1$ 时, 不分类。

步骤 2(T_2 , 例如参考等级+6 dB): 当显示达到至少 2 倍参考回波时, 分类为平面型。

步骤 3(T_3 , 例如参考等级-6 dB): 当显示回波幅度至少达到参考回波一半, 且反射回波幅度差值大于或等于 T_4 , 分类为平面型显示。

——当 2 个探头都做横波检测时, $T_4=9$ dB;

——当 1 个探头做横波检测, 另 1 个探头做纵波检测时, $T_4=15$ dB;

入射至显示上的超声声束的角度之间应至少差 10° 。

应在显示的不同区域进行比较。

步骤 4 和步骤 5: 符合本准则应至少从 2 个方向进行检测。

步骤 5: 若动态回波波形与图形 3 不吻合, 分类为非平面型。

回波波形的定义, 参见附录 C。

夹杂物和未熔合同时存在的混合型显示, 在流程图中将其分类为平面型, 见图 A.2 所示。

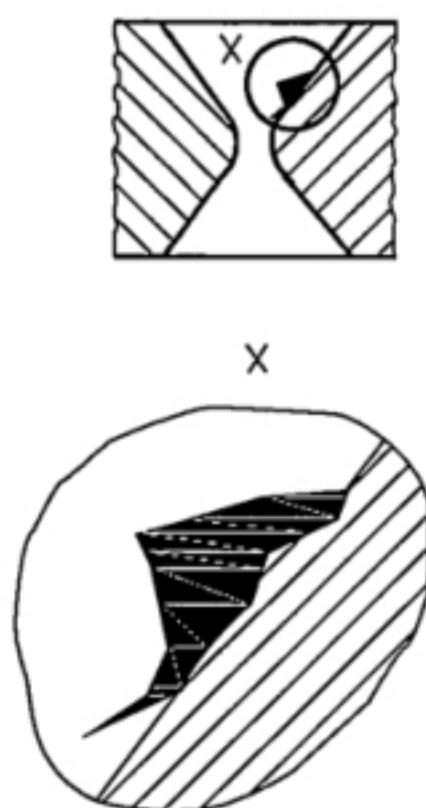
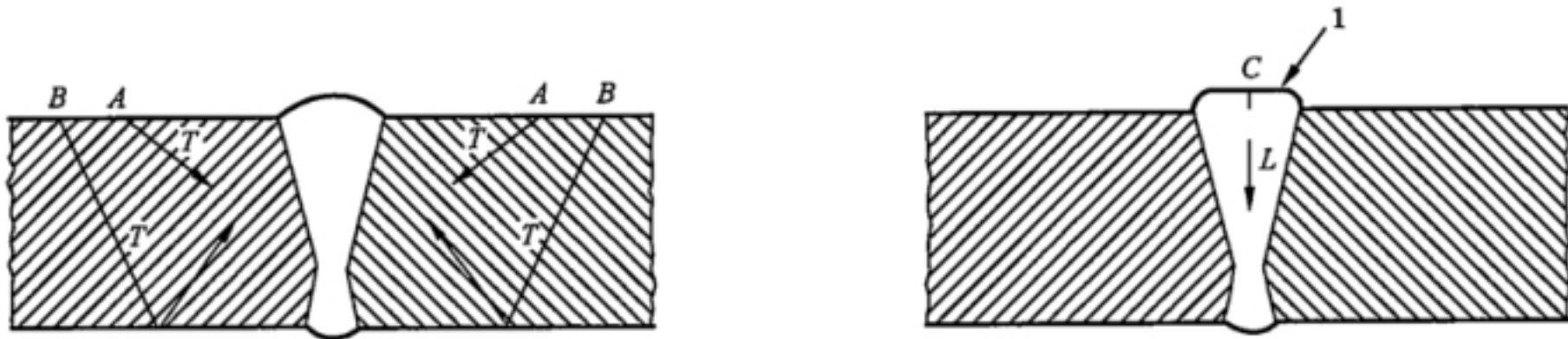


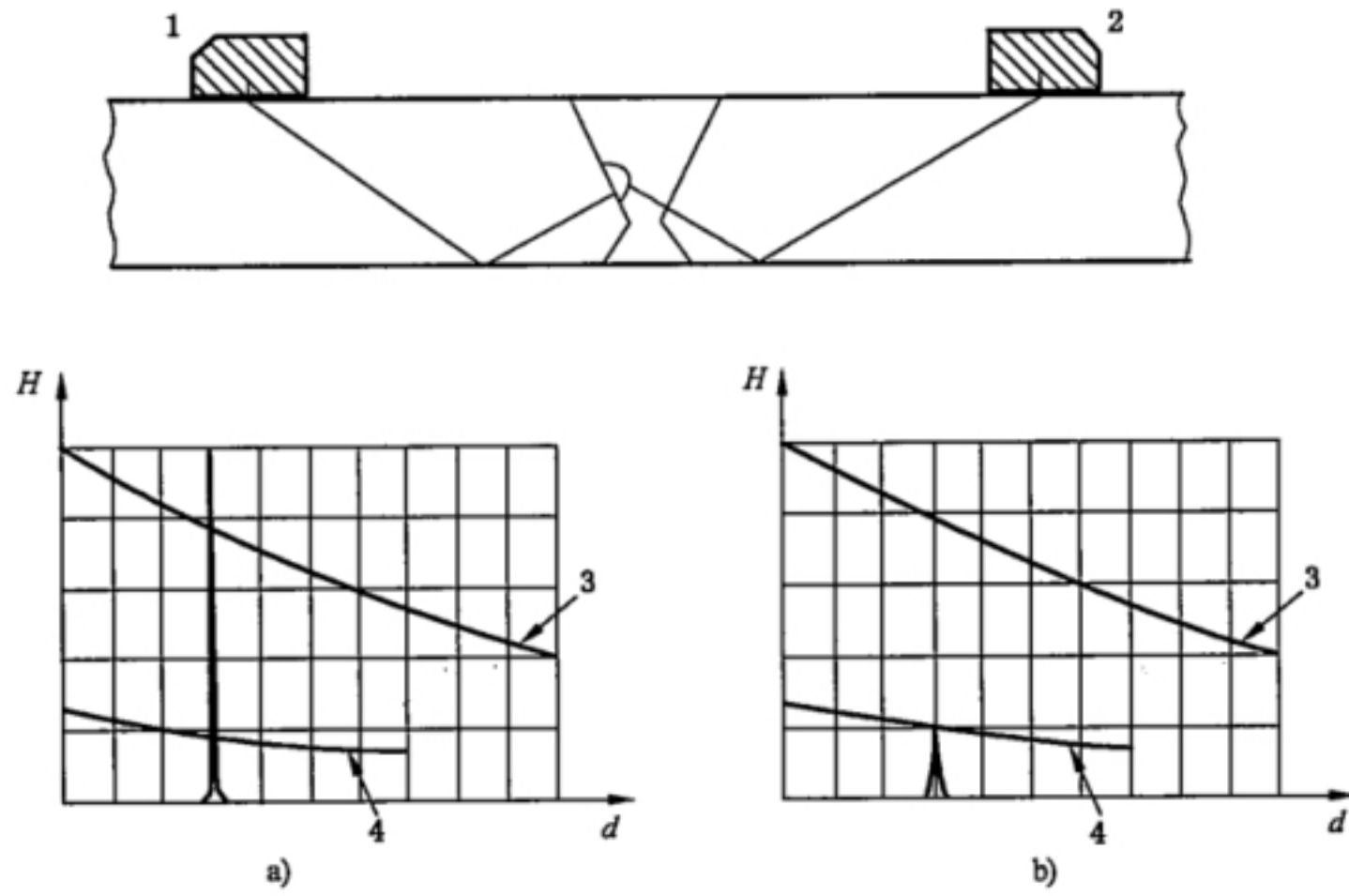
图 A.2 夹杂物和未熔合同时存在的混合型显示示例

附录 B
(资料性附录)
定向反射



说明：
A、B、C——探头位置；
L——纵波；
T——横波；
1——焊缝打磨部位。

图 B.1 检测方向示例



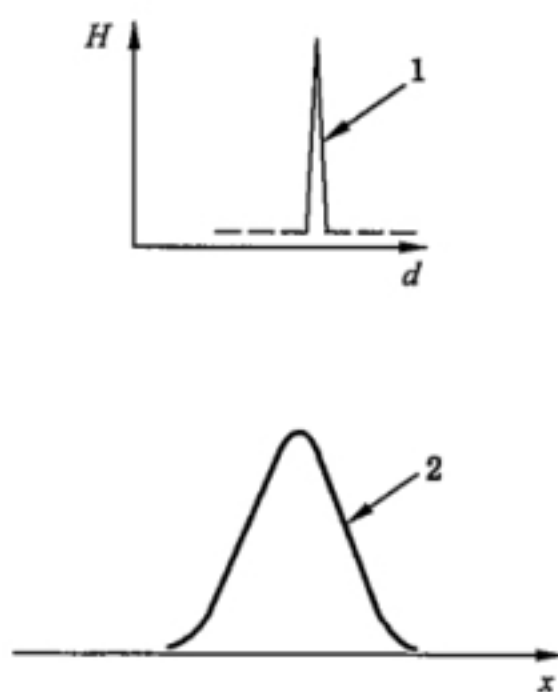
说明：
1——位置 1；
2——位置 2；
3——参考等级；
4——参考等级 -9 dB；
 d ——声程；
 H ——回波幅度。

图 B.2 定向反射准则的应用示例

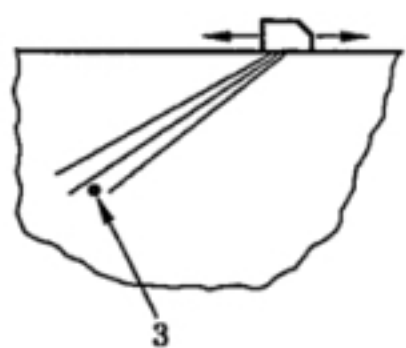
附录 C
(资料性附录)
反射体的基本动态波形

C.1 波形 1

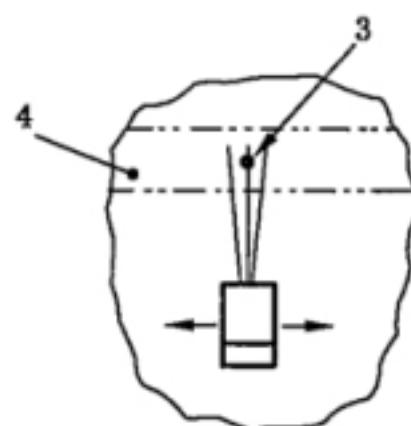
类似点状反射体的波形,参见图 C.1 所示。探头在任意位置时,A 型显示为单一尖锐回波。探头移动时,A 扫回波平滑地上升至最高波后,再平滑地降至噪声电平。



a) A 型扫描的探头位置和回波幅度变化



b) 厚度方向上的典型示例



c) 长度方向上的典型示例

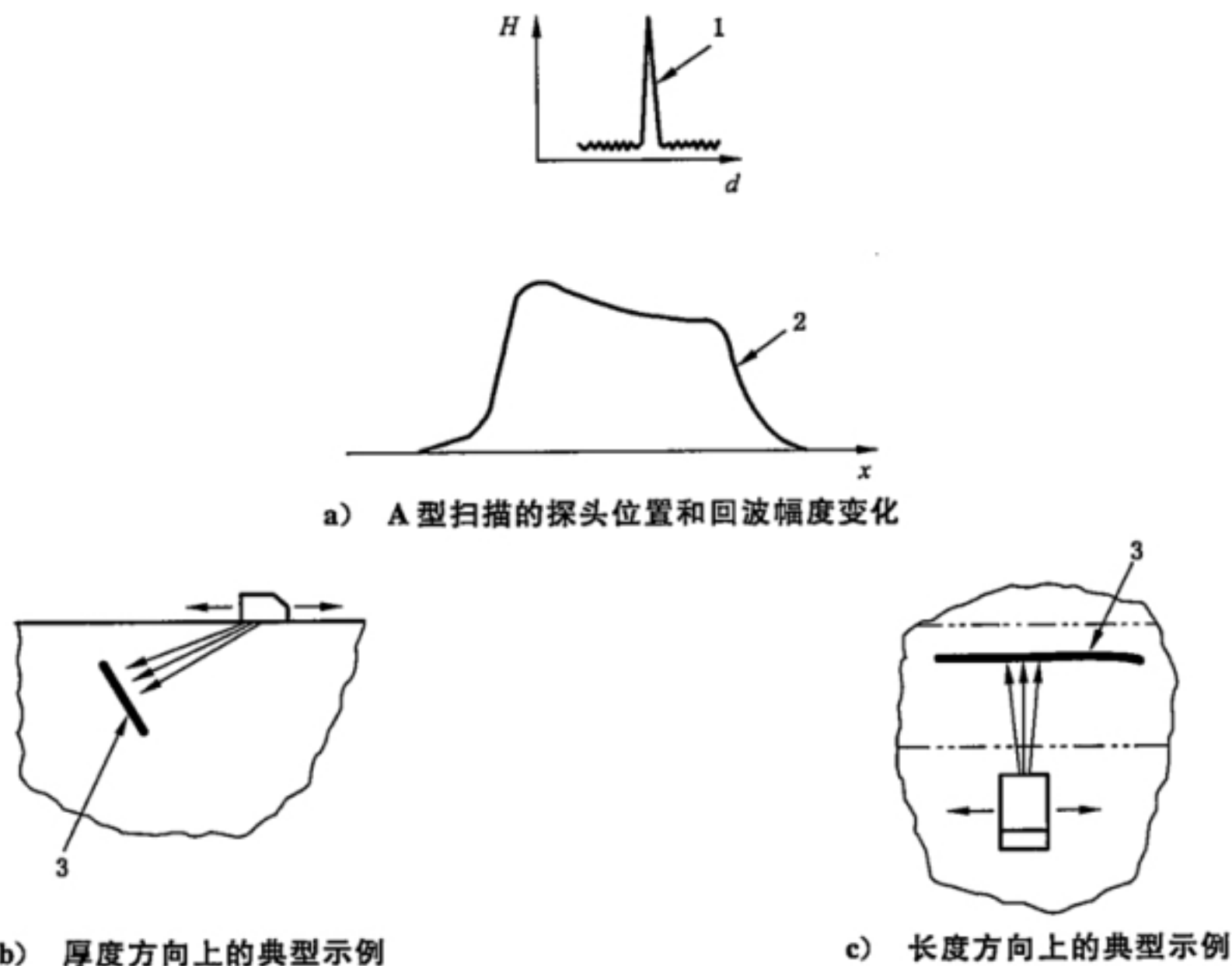
说明:

- 1 ——A 型扫描;
- 2 ——波峰的变化;
- 3 ——反射体;
- 4 ——焊缝;
- d ——水平时基线范围;
- H ——回波幅度;
- x ——探头位置。

图 C.1 超声响应的波形 1

C.2 波形 2

有一定延伸长度的光滑反射体波形,参见图 C.2。探头在任意位置时,A 型显示为单一尖锐回波。当超声波束沿着反射体移动时,A 扫回波平滑地上升至某一高度并保持峰值在 4 dB 之内变化。声束离开反射体时,再平滑地降至噪声电平。



说明:

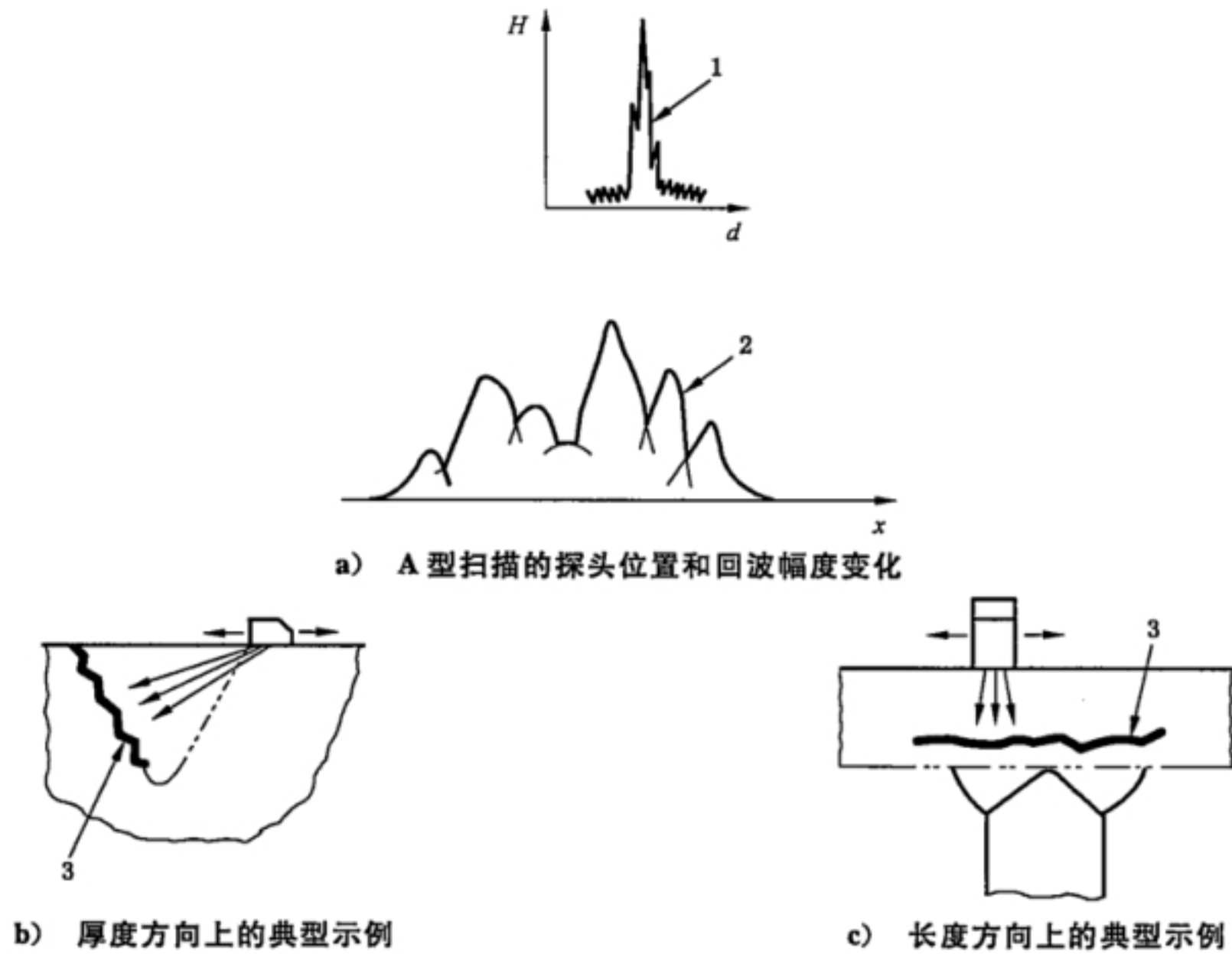
- 1 —— A 型扫描;
- 2 —— 波峰的变化;
- 3 —— 反射体;
- d —— 水平时基线范围;
- H —— 回波幅度;
- x —— 探头位置。

图 C.2 超声响应的波形 2

C.3 波形 3

有一定延伸长度的粗糙反射体波形,波形的变化有 2 种,主要取决于探头声束入射至反射体的角度。

第 1 种:探头声束近似垂直入射至反射体,参见图 C.3 所示。探头在任意位置时,A 型显示为单一锯齿状回波。当探头移动时,A 扫回波明显($> \pm 6$ dB)的随机的回波幅度变化。产生该现象的主要原因为反射回波来自于反射体的不同面,或多个面的反射回波随机干涉产生的。



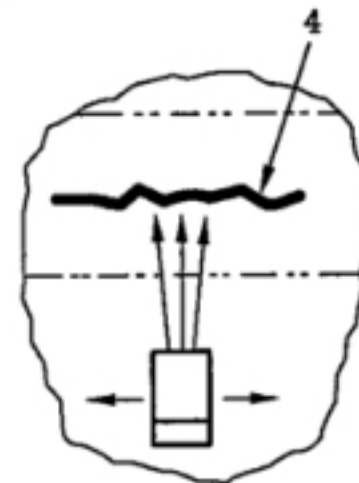
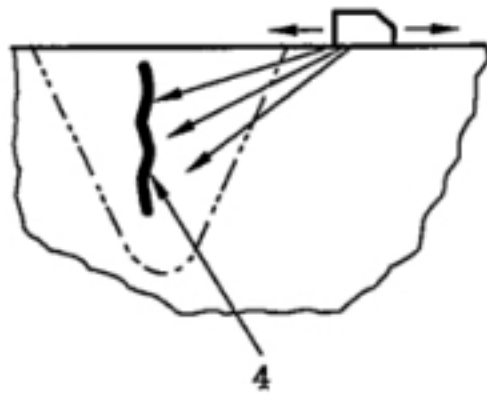
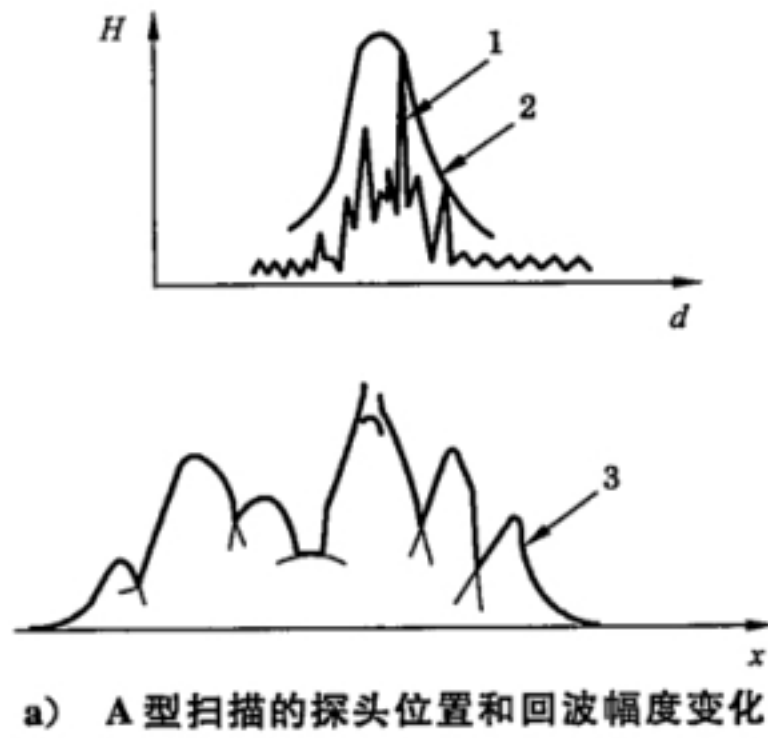
说明:

- 1 —— A型扫描;
- 2 —— 波峰的变化;
- 3 —— 反射体;
- d —— 水平时基线范围;
- H —— 回波幅度;
- x —— 探头位置。

图 C.3 超声响应的波形 3

C.4 波形 4

第 2 种: 探头声束斜入射至反射体, 波形为“游动的回波波形”, 参见图 C.4 所示。探头在任意位置时, 波峰呈多个高点的起伏变化。峰值包络线呈钟形显示。当探头移动时, 每个峰值的变化都在包络线内, 并依次上升到包络中心线最大值, 然后再下降至噪声电平。所有回波峰值将造成明显 ($> \pm 6$ dB) 的随机的波幅变化。



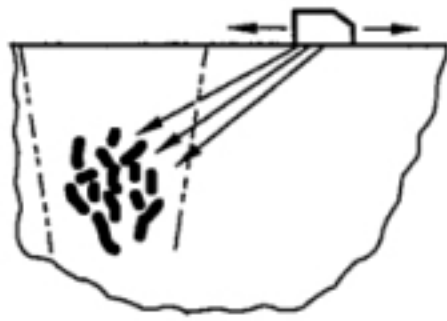
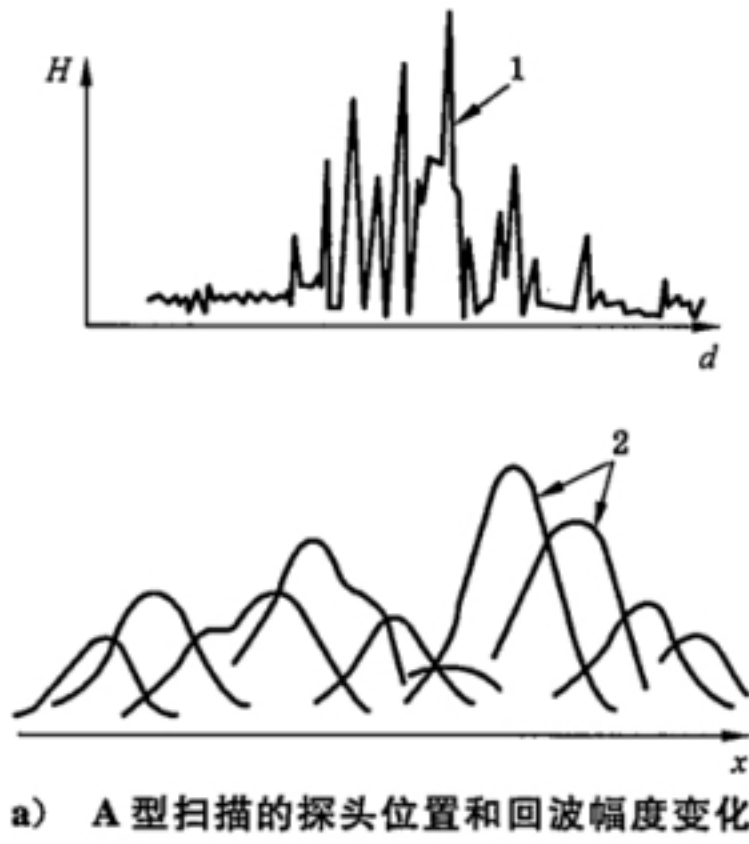
说明:

- 1 —— A型扫描;
- 2 —— 回波包络线;
- 3 —— 波峰的变化;
- 4 —— 反射体;
- d —— 水平时基线范围;
- H —— 回波幅度;
- x —— 探头位置。

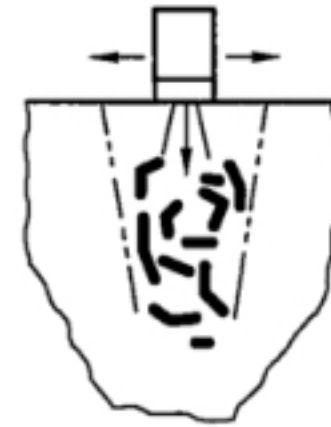
图 C.4 超声响应的波形 4

C.5 波形 5

密集性反射体的波形见图 C.5。探头在任意位置时, A型显示为束状密集型回波。在一定范围内, 密集型回波有时可分辨相邻回波, 有时不可辨相邻回波。当探头移动时, 回波幅度随机地升高和降低, 若相邻回波可辨, 则可发现每个单独的反射体信号, 显现波形 1 的波形。



b) 厚度方向上超声响应的波形 5



c) 长度方向上超声响应的波形 5

说明:

- 1 ——A 型扫描;
- 2 ——波峰的变化:
实线:长范围信号;
虚线:短范围信号;
- d ——水平时基线范围;
- H ——回波幅度;
- x ——探头位置。

图 C.5 超声响应的波形 5

参 考 文 献

- [1] GB/T 11345—2013 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定(ISO 17640:2010, MOD)
 - [2] GB/T 29712—2013 焊缝无损检测 超声检测 验收等级(ISO 11666:2010, MOD)
 - [3] ISO 11666 Non-destructive testing of welds—Ultrasonic testing—Acceptance levels
-