



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 7233.1—2009  
部分代替 GB/T 7233—1987

---

## 铸钢件 超声检测 第 1 部分：一般用途铸钢件

Steel castings—Ultrasonic examination—  
Part 1: Steel castings for general purposes

(ISO 4992-1:2006, MOD)

2009-10-30 发布

2010-04-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布



## 前 言

GB/T 7233《铸钢件 超声检测》分为两个部分：

- 第 1 部分：一般用途铸钢件；
- 第 2 部分：高承压铸钢件。

本部分为 GB/T 7233 的第 1 部分。

本部分修改采用 ISO 4992-1:2006，标准结构和技术内容与 ISO 4992-1:2006 基本相同。与 ISO 4992-1:2006 相比，规范性引用文件变化较多，仅保留 ISO 5577，其他 9 项根据我国情况作了相应调整。

为便于使用，本部分还作了如下编辑性修改：

- 按照汉语习惯对一些编排格式进行了修改；
- 将一些适用于国际标准的表述改为适用于我国标准的表述；
- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“，”。

本部分代替 GB/T 7233—1987《铸钢件超声探伤及质量评级方法》中相应部分。

本部分与 GB/T 7233—1987 相比，主要技术内容变化如下：

- 修改了标准的适用范围(见第 1 章)；
- 增加了订货信息(见 4.1)；
- 修改了质量等级要求(见 4.3)；
- 修改了检测方法；
- 增加了新的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D，删除了原标准的附录 A、附录 B 和附录 C。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本部分由国家标准化管理委员会提出。

本部分由全国铸造标准化委员会(SAC/TC 54)归口。

本部分起草单位：沈阳铸造研究所、沈阳鼓风机集团公司、沈阳北方重工集团公司。

本部分主要起草人：孙春贵、张钊骞、齐兴、李冷西、王立华、李兴捷。

本部分所部分代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 7233—1987。



# 铸钢件 超声检测

## 第 1 部分：一般用途铸钢件

### 1 范围

GB/T 7233 的本部分规定了一般用途铸钢件(非奥氏体)超声检测的术语和定义、一般要求和应用脉冲反射技术检测内部缺陷的方法。

本部分适用于一般用途铸钢件(非奥氏体)细化晶粒热处理后且厚度不超过 600 mm 铸钢件的超声检测。对于厚度大于 600 mm 的铸钢件,应有协议规定检测方法和记录限值。

本部分不适用于奥氏体钢。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 7233 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 5616 无损检测 应用导则

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证(GB/T 9445—2008,ISO 9712:2005, IDT)

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测(GB/T 12604.1—2005,ISO 5577:2000, Non-destructive testing—Ultrasonic inspection—Vocabulary, IDT)

GB/T 15056 铸造表面粗糙度 评定方法

GB/T 18694 无损检测 超声检验 探头及其声场的表征[GB/T 18694—2002, eqv ISO 10375:1997(E)]

GB/T 19799.1 无损检测 超声检测 1 号校准试块(GB/T 19799.1—2005,ISO 2400:1972, Welds in steel—Reference block for the calibration of equipment for ultrasonic examination, IDT)

GB/T 19799.2 无损检测 超声检测 2 号校准试块(GB/T 19799.2—2005,ISO 7963:1985, Welds in steel—Calibration block No. 2 for ultrasonic examination of welds, IDT)

JB/T 9214 A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性能 测试方法

JB/T 10061 A 型脉冲反射式超声波探伤仪 通用技术条件

### 3 术语和定义

GB/T 12604.1 确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 7233 的本部分。

#### 3.1

**参考缺陷回波尺寸 reference discontinuity echo size**

超声检测通常用平底孔直径来表示可接受的最小缺陷尺寸。

#### 3.2

**点状缺陷 point discontinuity**

缺陷的尺寸小于或者等于声束直径。

注：本部分中的尺寸指长、宽和壁厚方向上的尺寸。

3.3

**延伸性缺陷 complex discontinuity**

缺陷的尺寸大于声束直径。

注：本部分中的尺寸指长、宽和壁厚方向上的尺寸。

3.4

**平面型缺陷 planar discontinuity**

能测量二维缺陷尺寸。

3.5

**体积型缺陷 volumetric discontinuity**

能测量三维缺陷尺寸。

3.6

**特殊的外层 special rim zone**

有特殊要求的外层区域。

注：特殊要求——比如机械加工、高压和密封的表面。

3.7

**补焊 finishing welding**

通过焊接以获得与铸钢件同样的质量。

4 一般要求

4.1 订货信息

订货时需方应提供下列信息：

- 超声检测的铸钢件区域、数量或百分数；
- 铸钢件各部位的质量等级；
- 检测工艺要求；
- 是否有其他检测要求，见 5.5.1。

4.2 检测范围

应采用最适宜的检测方法，检测铸钢件的全部被检区域（铸钢件的形状适合检测时）。

对于厚度大于 600 mm 的铸钢件，其检测方法、记录限值、验收等级等由供需双方商定。

4.3 允许的最大缺陷尺寸

4.3.1 基本垂直于检测面的平面型缺陷允许限值

图 1 给出平面型缺陷的允许限值。

1 级不允许有能测量尺寸的缺陷（延伸性缺陷）。

壁厚方向上单个缺陷的最大尺寸不能超过壁厚的 10%，缺陷的尺寸不大于 10 mm 的除外，壁厚方向上缺陷累加尺寸不能超过壁厚的 25% 或 20 mm。

两个缺陷之间的最大距离不大于 10 mm，应作为一个垂直或侧向表面的单个缺陷或缺陷区域来评定。

对能测量长度而不能测量壁厚方向上尺寸的缺陷区域，不能测量的尺寸应认定为 3 mm，面积按下述公式计算：

$$A = 3 \times L$$

式中：

A——缺陷面积，单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>)；

3——定义宽度，单位为毫米(mm)；

L——测量长度，单位为毫米(mm)。

#### 4.3.2 体积型缺陷允许限值

表 1 给出了体积型缺陷允许的限值。

#### 4.3.3 作为超声检测补充的射线检测所允许的最大缺陷

除非订货时另有协议,当完成射线和超声联合检测后,确定缺陷位于内层时,缺陷允许降低一个级别,例如射线检测 3 级代替 2 级。

#### 4.4 人员资格

超声检测人员应依据 GB/T 9445 的规定取得相应资格证书。

#### 4.5 壁厚分区

壁厚分区见图 2,这些区域按铸钢件最终使用尺寸划分。

#### 4.6 质量等级

需方对铸钢件不同区域有不同的质量等级要求,应清楚地图纸上注明:

- 准确的区域及尺寸;
- 准备焊接区域和特殊外层厚度。

1 级仅适用于准备焊接区和特殊的外层。除非订货时另有约定,否则补焊区和母材按同一等级验收。

### 5 检测

#### 5.1 总则

GB/T 5616 给出超声检测的基本规则。

#### 5.2 材料

材料的超声可探性,可通过比较参考反射体回波高度(通常是第一次底波)和噪声信号来评价。评价应选择铸钢件具有代表性的区域,该区域必须是上下面平行的最终表面和最大厚度。

依据表 2 的参考回波高度,至少高出噪声信号 6 dB。

如果在检测的最大厚度探测到的最小平底孔或相当的横孔直径的回波高度不大于噪声信号 6 dB,超声可探性下降。在小于 6 dB 的信噪比下,探测到的平底孔或横孔直径应在检测报告中说明,并经供需双方同意。

注:为确定适当的平底孔尺寸,可以采用距离增益尺寸法(DGS)或者使用具有相同的金属材料、热处理状态和壁厚的平底孔试块,试块平底孔直径依据表 2 或相当的横孔直径。

下述公式用于平底孔和横孔的直径转换:

$$D_Q = \frac{4.935 \times D_{FBH}^2}{\lambda^2 \times s}$$

式中:

- $D_Q$ ——横孔直径,单位为毫米(mm);
- $D_{FBH}$ ——平底孔直径,单位为毫米(mm);
- $\lambda$ ——波长,单位为毫米(mm);
- $s$ ——声程,单位为毫米(mm)。

这个公式仅适用于  $D_Q \geq 2\lambda$ 、 $s \geq 5$  倍近场长度、单晶探头。

#### 5.3 设备和耦合剂

##### 5.3.1 超声仪器

超声仪器应符合 JB/T 10061 的要求,并具备下列特性:

- 范围调整,钢中纵波和横波,至少在 10 mm 和 2 000 mm 内可连续选择;
- 增益,调整范围在 80 dB 以上,步进级每档不大于 2 dB,精度 1 dB;
- 时基线性误差不大于 1%,垂直线性误差不大于 5%;

——至少能适应 1 MHz~5 MHz 频率脉冲反射技术所用的单晶和双晶探头。

### 5.3.2 探头和频率

探头和频率应符合 GB/T 18694 的要求,并满足下列规定:

——额定频率范围在 1 MHz~5 MHz 之间;

——斜探头角度范围在 35°~70°之间。

注:在铸钢件检测中,应依据铸钢件的形状和探测的缺陷类型来选择直探头和斜探头。

检测近表面区,应使用双晶探头。

### 5.3.3 校准超声检测设备

操作人员应按 JB/T 9214 的规定,定期校准超声检测设备。

### 5.3.4 耦合剂

耦合剂应湿润检测表面并确保声波传播,如机油、浆糊、甘油和水等,在校准和检测中应使用同一种耦合剂。

注:声波传播采用表面平行区域的一次或多次底波来校对。

## 5.4 铸钢件被检表面的准备

被检表面应能使探头达到良好的耦合效果,应无影响声波传播和探头移动的锈蚀、氧化皮、焊接飞溅或其他不规则物。

使用单晶探头,为达到良好的耦合效果,被检表面的粗糙度至少应达到  $Ra \leq 25 \mu\text{m}$ 。机加工表面粗糙度应达到  $Ra \leq 12.5 \mu\text{m}$ 。特殊的检测技术,对表面粗糙度的要求更高,例如  $Ra \leq 6.3 \mu\text{m}$ (见 GB/T 15056)。

## 5.5 检测程序

### 5.5.1 总则

主要依据铸钢件的形状、铸造或补焊后可能产生的缺陷,来选择最佳入射方向和适合的探头。

铸钢件供方应明确所用的检测工艺规范,在特定条件下要编制书面协议。

尽可能从相对的两个方向检测,当只能从一个方向检测时,为了发现近表面缺陷应附加使用近场分辨探头,在壁厚不到 50 mm 时应使用双晶探头。

此外,当供需双方没有其他约定时,应使用双晶直探头和斜探头检测铸钢件下列 50 mm 内的区域:

——重要区域,例如内圆角、变截面、加外冷铁处;

——补焊区;

——准备焊接区;

——涉及铸钢件重要性能的特殊外层。

深度超过 50 mm 的补焊区,应使用其他合适的斜探头补充检测。

斜探头的角度大于 60°,声程不应超过 150 mm。

探头的扫查应有重叠,重叠率应大于探头直径或边长 15%,应有规律的扫查所有被检区域,扫查速度应不超过 150 mm/s。

### 5.5.2 范围调整

在检测仪器的荧屏上进行范围调整,使用直或斜探头,选择下列试块:

——GB/T 19799.1 校准试块 1 或者 GB/T 19799.2 校准试块 2;

——与被检材料有相同声学特性的校准试块;

——用直探头在具有平行表面且厚度可测的铸钢件本体调整。

### 5.5.3 灵敏度调整

#### 5.5.3.1 总则

范围调整(见 5.5.2)后进行灵敏度调整,采用下述两种方法之一:

a) 距离幅度校正曲线法(DAC)



距离幅度校正曲线法是用一系列相同反射体(平底孔 FBH 或横孔 SDH)的回波高度得出的,每个反射体有不同的声程。

注:通常采用 2 MHz~2.5 MHz 的频率和 6 mm 直径的平底孔。

#### b) 距离增益尺寸法(DGS)

距离增益尺寸法是用一系列理论上计算出的声程、仪器增益、垂直于声束轴线的平底孔直径的关系得出的曲线。

### 5.5.3.2 传输修正

传输修正应按照附录 C 确定。

当使用校准试块时,需要进行传输修正。传输修正不仅要考虑耦合面的粗糙度,也要考虑对应面的粗糙度,因为对应面粗糙度影响底波高度,如果对应面是机加表面或表面粗糙度  $Ra \leq 25 \mu\text{m}$ ,满足传输修正的测定。

### 5.5.3.3 缺陷的探测

为了探测缺陷,应将增益一直提高到荧屏上可见噪声水平线(扫查灵敏度)。

表 2 给出的平底孔或相当横孔的直径,在检测的最大厚度范围内,回波高度不低于荧屏的 40%。

在检测过程中,如果怀疑因缺陷引起底波衰减超出规定的记录值(见表 3),应降低检测灵敏度,准确测定底波衰减的 dB 值。

斜探头灵敏度调整应使反射体在荧屏上清晰地显示典型的动态回波图形(见图 3)。

推荐斜探头灵敏度调整使用自然的(非人工)平面型缺陷(裂纹尺寸在壁厚方向)或垂直于表面且远大于声束的侧壁来校核。探头底面要尽量与铸钢件表面形状吻合。

### 5.5.4 不同类型缺陷的评定

在铸钢件检测中发现一种或多种以下缺陷类型,应进行评定:

- 不是由铸钢件外形或耦合引起的底波衰减;
- 缺陷的回波。

底波衰减量用底波高度下降的 dB 值表示,缺陷回波高度用平底孔或横孔直径表示。

### 5.5.5 记录

除非另有规定,应记录达到或超出表 3 给出数值的所有底波衰减和缺陷回波高度。

当使用斜探头时,不考虑缺陷回波的幅度,应记录所有具有游动特征或在壁厚方向上能测量尺寸的信号,并按 5.5.7.3 测定。

记录的缺陷位置,应标注在检测报告里,并附简图或照片。

### 5.5.6 记录缺陷的验证

记录(见 5.5.5)的缺陷,应进一步验证它们的类型、形状、尺寸和位置。这个验证可采用改变超声波检测技术(例如改变入射角)或者另外采用射线照相检测技术。

### 5.5.7 缺陷的性质和尺寸

#### 5.5.7.1 总则

对于工程应用,只有在一定条件下(如已知缺陷的类型、缺陷简单的几何形状、缺陷对声束处于最佳反射状态),才能用超声波技术比较准确测量缺陷的尺寸。

通过其他声束方向和入射角度可以验证缺陷类型的性质,简单地将缺陷按下列分类:

- 不能测量尺寸的缺陷(点状缺陷);
- 能测量尺寸的缺陷(延伸性缺陷)。

注 1:附录 A 给出了声束直径的资料,区别缺陷能否测量尺寸。

注 2:附录 B 给出了缺陷类型和测定尺寸的资料,也给出了范围调整(见 5.5.2)和灵敏度调整(见 5.5.3)的资料。

为准确测量缺陷的尺寸,推荐使用声束直径尽可能小的探头。

#### 5.5.7.2 基本平行于检测面的缺陷尺寸的测定

缺陷的边界通过比端点最高信号波幅下降 6 dB 来测定。对于底波衰减,通过比正常底波高度下降

6 dB(2 MHz~2.5 MHz 探头)来测定。

按照图 4 来测定壁厚方向上的缺陷尺寸。

#### 5.5.7.3 基本垂直于检测面(壁厚方向上)的缺陷尺寸的测定

不同质量等级的平面型缺陷尺寸的测定,应按 5.5.7.1 移动探头,回波降低 20 dB(见图 3)。

#### 5.6 检测报告

检测报告应至少包含下述内容:

- 采用的标准;
- 铸钢件的特性数据;
- 检测范围;
- 检测设备型号,采用的探头;
- 检测方法;
- 灵敏度调整的数据;
- 缺陷的所有特征(例如底波衰减、壁厚方向的位置和尺寸、长度、面积、平底孔直径)和它们位置的描述(简图或照片);
- 检测责任人和检测日期。

表 1 体积型缺陷允许的限值

项目	单位	质量等级												
		1		2		3		4		5				
被检部位的铸钢件厚度	mm	—	≤50	>50~100	>100~600	≤50	>50~100	>100~600	≤50	>50~100	>100~600	≤50	>50~100	>100~600
最大的平底孔当量直径	mm	外层 内层	不能测量尺寸的反射(点状缺陷)											
在100 mm×100 mm评定框内被记录的缺陷数量	—	外层 内层	不能测量尺寸的反射(延伸性缺陷)											
最大的平底孔当量直径	mm	外层 内层	不能测量尺寸的反射(延伸性缺陷)											
在壁厚方向上缺陷的最大尺寸	—	外层 内层	层厚度的15% 壁厚的15%											
不能测量宽度的缺陷的最大长度	mm	外层 内层	不允许											
单个最大的面积 <sup>c,d</sup>	mm <sup>2</sup>	外层 内层	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
缺陷的总面积 <sup>c</sup>	mm <sup>2</sup>	外层 内层	600	1 000	1 000	1 000	600	75	75	75	75	75	75	75
评定区域	mm <sup>2</sup>	—	10 000	10 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
			150 000≈ (390 mm×390 mm)											
			100 000≈(320 mm×320 mm)											

a 壁厚≤50 mm,平底孔直径≤8 mm,壁厚>50 mm,在外层平底孔直径>8 mm时,供需双方协商解决。  
 b 内外层累积。  
 c 间距<25 mm的显示作为一个缺陷。  
 d 如果内层单个缺陷,壁厚方向上尺寸不超过壁厚的10%(如中心疏松)。质量等级2级~4级,允许超过规定数值的50%。质量等级5级,没有限制。

表 2 超声可探性要求

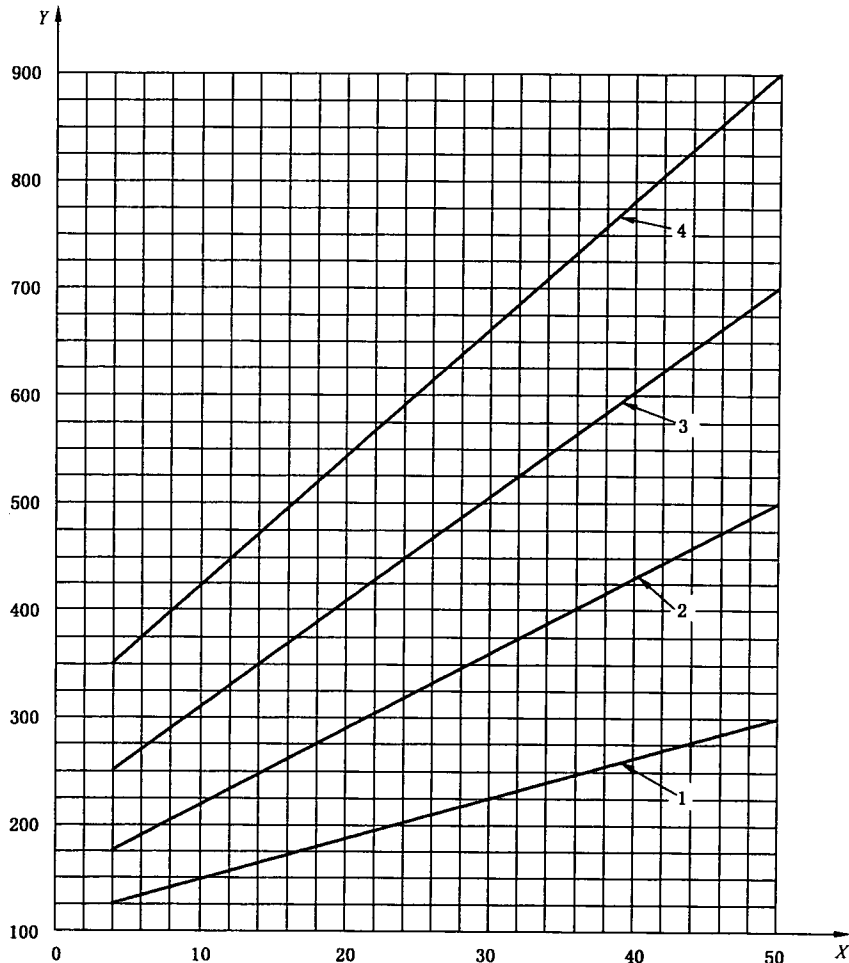
单位为毫米

壁厚	依据 5.2 能探测的最小平底孔直径
≤300	3
>300~400	4
>400~600	6

表 3 记录值

壁厚/mm	检测区域	不能测量尺寸的反射 (点状缺陷)	能测量尺寸的反射 (延伸性缺陷)	底波衰减 最小/dB
		最小平底孔当量直径 <sup>a</sup> /mm	最小平底孔当量直径 <sup>a</sup> /mm	
≤300	—	4	3	12
>300~400	—	6	4	
>400~600	—	6	6	
—	1 级区域	3	3	6
—	特殊外层	3	3	—

<sup>a</sup> 平底孔直径转换成横孔直径的公式见 5.2 注。



- 1—2 级；
- 2—3 级；
- 3—4 级；
- 4—5 级。

X—距检测面的距离(最短距离),单位为毫米(mm);  
Y—允许的最大单个缺陷的面积,单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>)。

1 级不允许有能测量尺寸的缺陷。

图 1 用斜探头检测基本在壁厚方向上单个平面型缺陷的允许限值

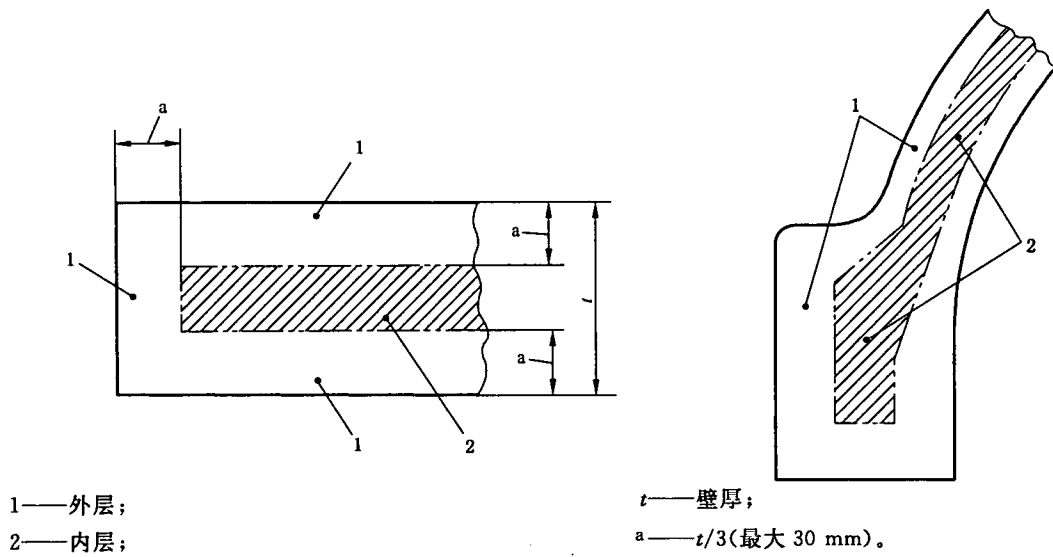


图 2 壁厚分区

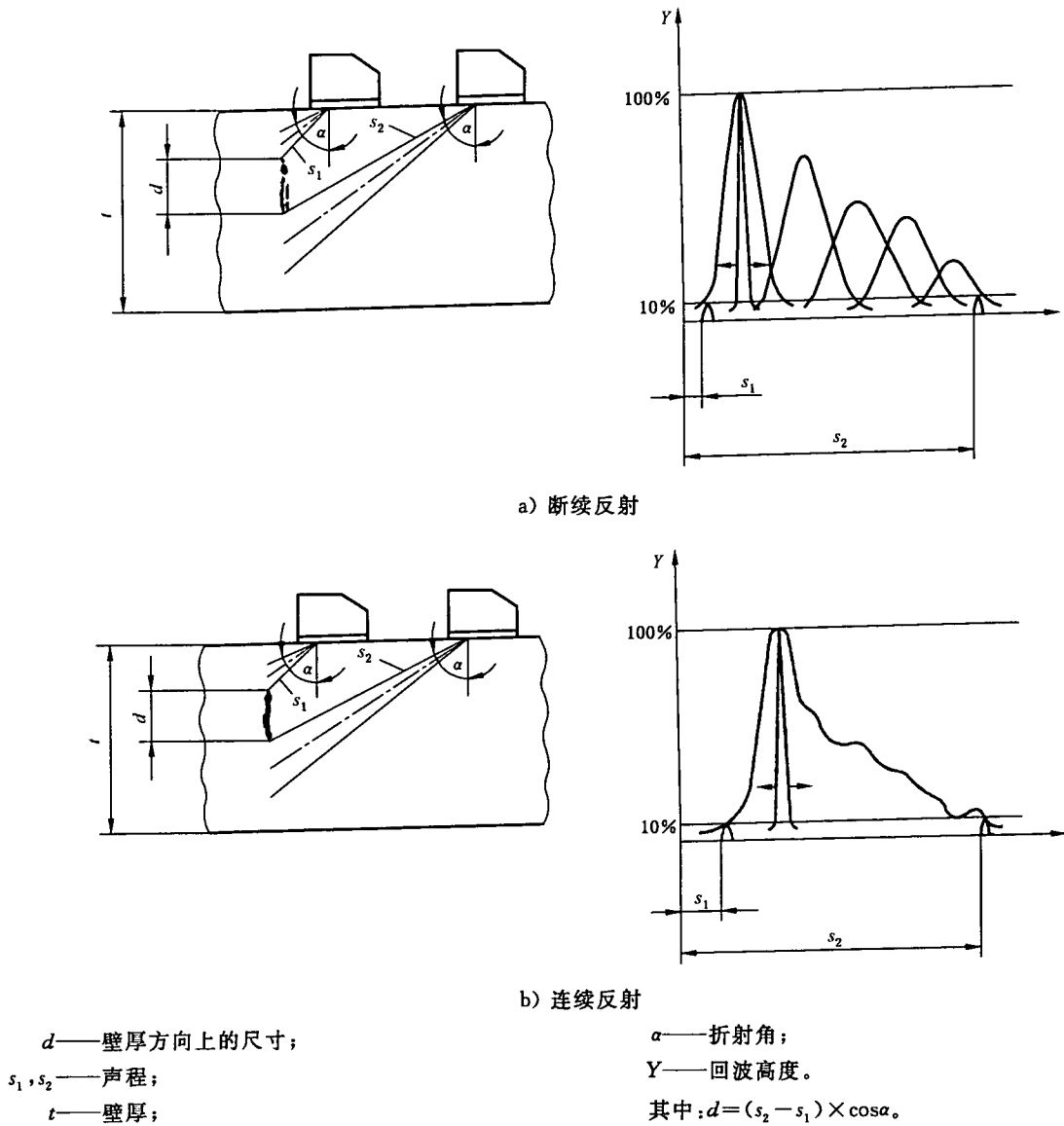
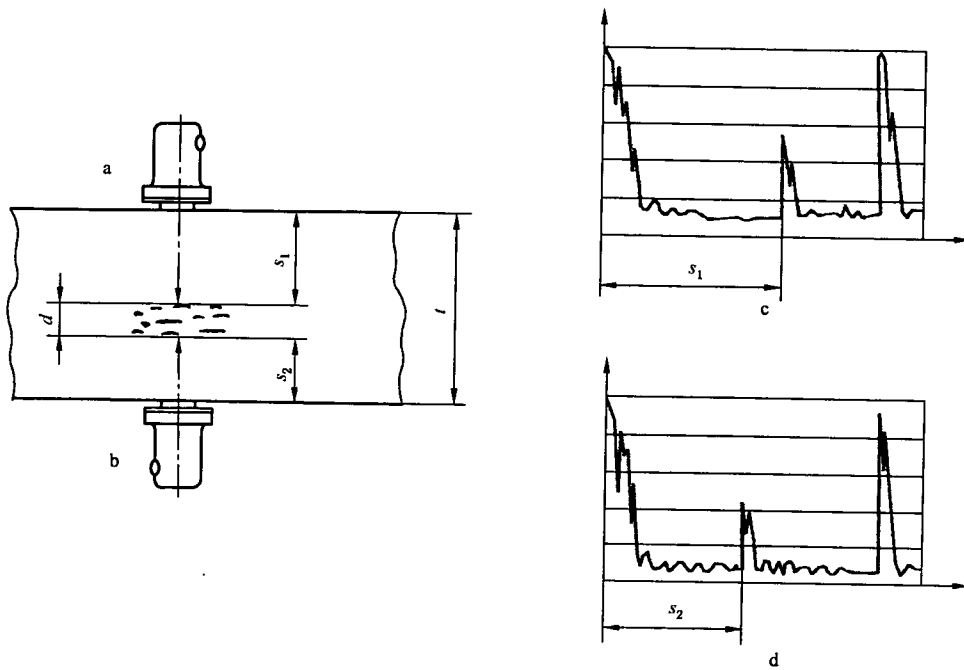


图 3 测量壁厚方向上缺陷的尺寸



- a——扫查位置“A”；
- b——扫查位置“B”；
- c——扫查位置“A”的 A 扫；
- d——扫查位置“B”的 A 扫。

其中：深度延伸  $d = t - (s_1 + s_2)$ 。

式中：

$t$ ——壁厚；

$s_1, s_2$ ——声程。

图 4 用直探头测量壁厚方向上缺陷的尺寸

附录 A  
(资料性附录)  
声束直径

本附录给出了声束直径的资料,区别缺陷能否测量尺寸。

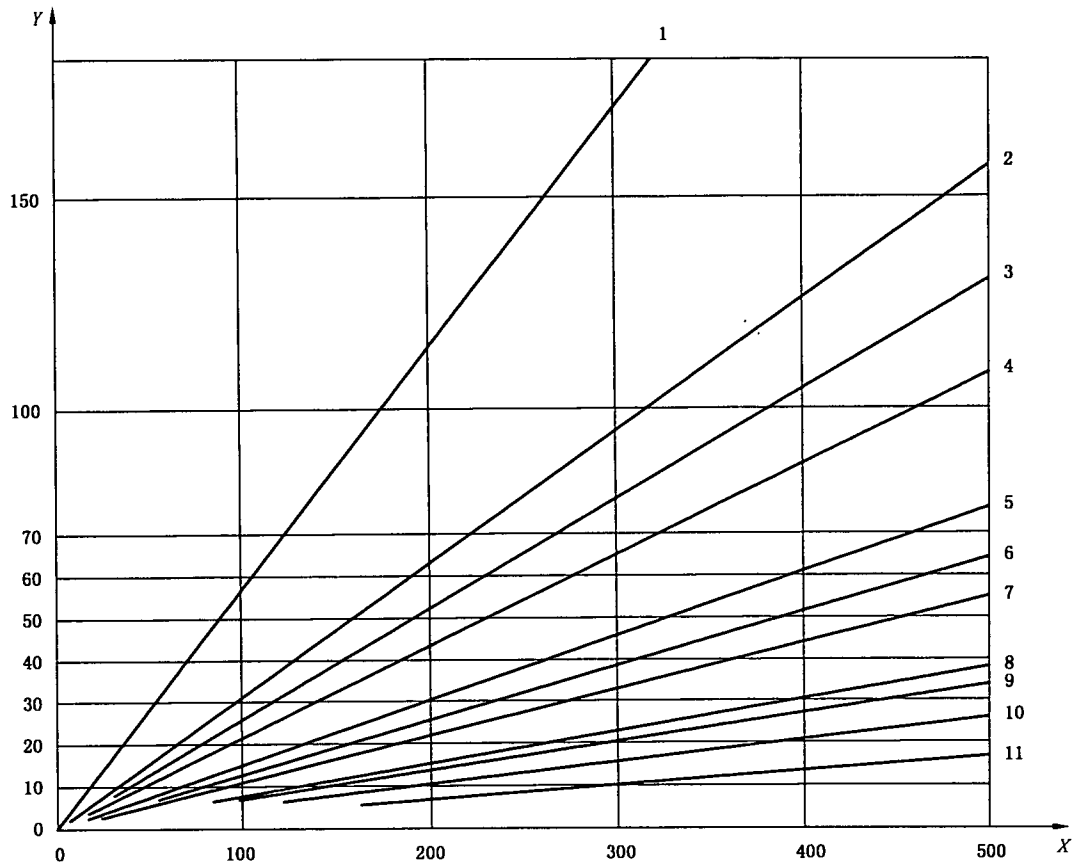


表 A.1 近场长度

探头晶片尺寸/ mm	近场长度/mm(近似值)					
	纵波(L)				横波(T)	
	1 MHz~1.25 MHz	2 MHz~2.5 MHz	4 MHz	5 MHz	2 MHz~2.5 MHz	4 MHz
φ10	4.2	8.0	15.6	—	—	—
φ24	22.7	45	88	115	—	—
8×9	—	—	—	—	14	28
20×22	—	—	—	—	75	150

- 1—1 MHz~1.25 MHz,L,φ10;      6—2 MHz~2.5 MHz,L,φ24;      11—4 MHz,T,20×22。  
 2—2 MHz~2.5 MHz,L,φ10;      7—4 MHz,T,8×9;      X—声程,单位为毫米(mm);  
 3—1 MHz~1.25 MHz,L,φ24;      8—2 MHz~2.5 MHz,T,8×9;      Y—声束直径(-6 dB)单位为毫  
 4—2 MHz~2.5 MHz,T,8×9;      9—4 MHz,L,φ24;      米(mm)。  
 5—4 MHz,L,φ10;      10—5 MHz,L,φ24;

图 A.1 各种声程和近场长度的探头对应的声束直径

近场长度和声束直径可以通过下述公式计算：

$$N = \frac{D_c^2}{2 \times \lambda}$$
$$D_F = \frac{\lambda \times s}{D_c}$$

式中：

$N$ ——近场长度,单位为毫米(mm)；

$D_c$ ——晶片直径,单位为毫米(mm)；

$\lambda$ ——波长,单位为毫米(mm)；

$s$ ——声程,单位为毫米(mm)；

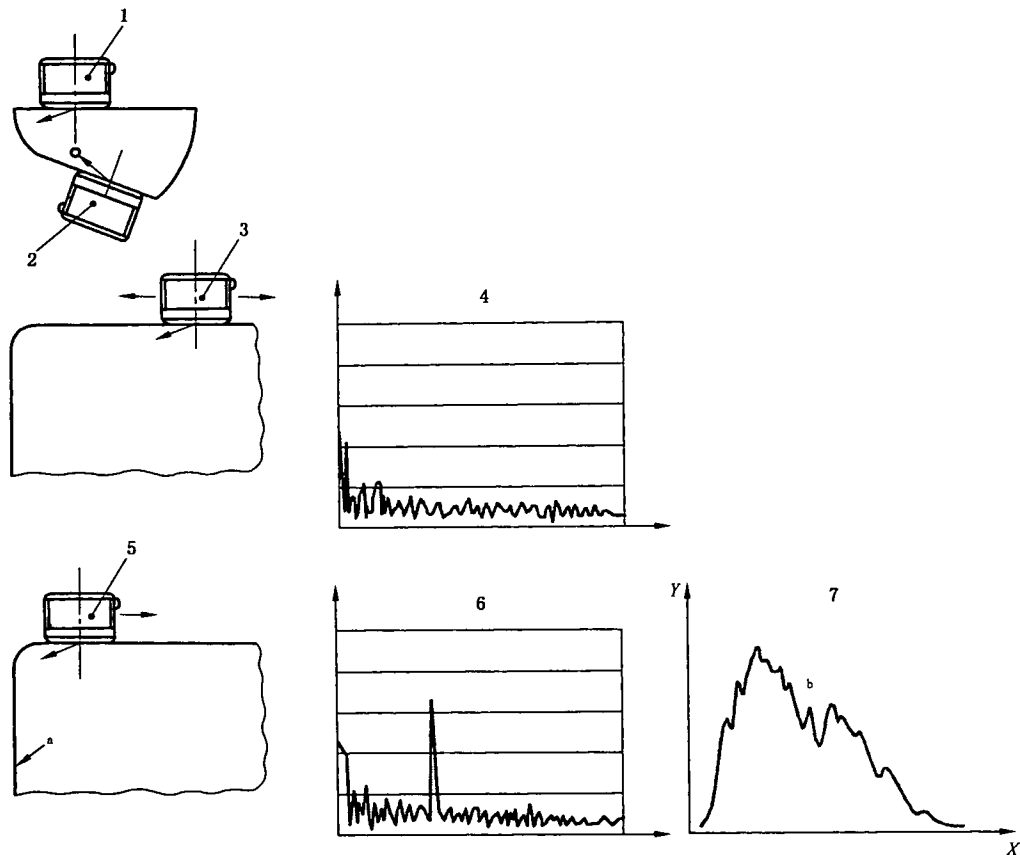
$D_F$ ——声束直径,单位为毫米(mm)(沿着声程,垂直于中心声束的声压减小 6 dB)。



**附录 B**  
(资料性附录)  
**缺陷的类型**

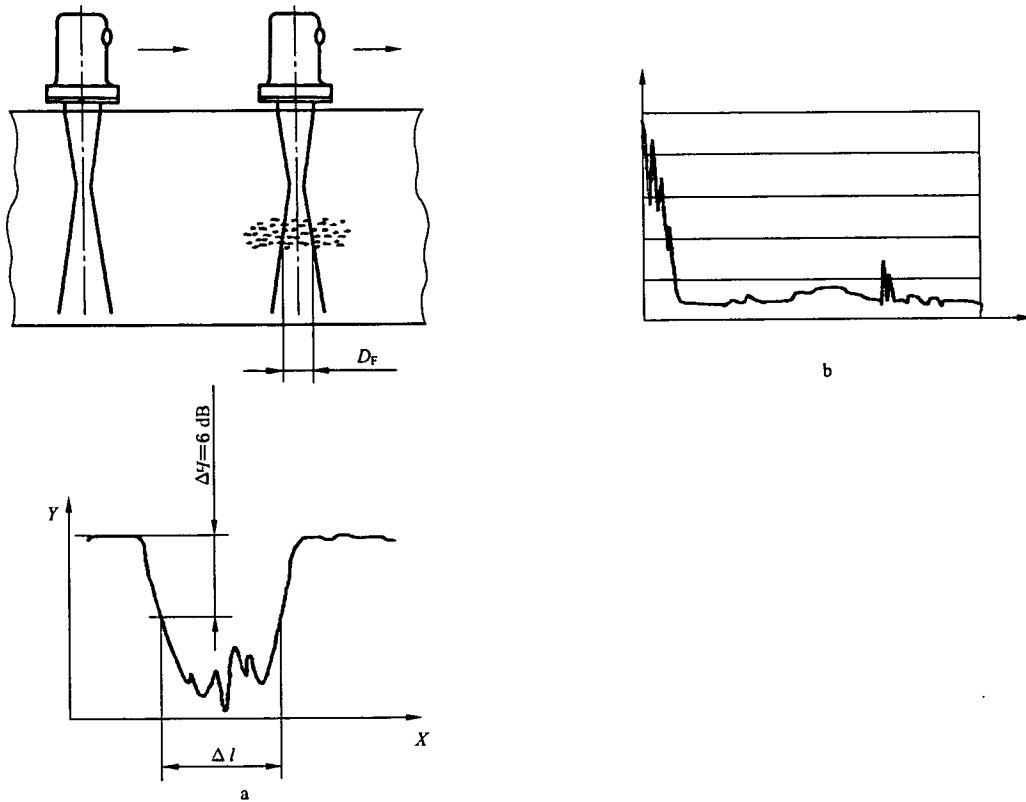
图 B.1~图 B.11 展示了通过回波动态可能区别的不同缺陷类型。  
为了区别缺陷类型,可依据下述条件改变检测灵敏度:

- 表面到缺陷的距离;
- 几何形状;
- 被检表面的最终状态。



- 1——范围调整,例如使用符合 GB/T 19799.1 或 GB/T 19799.2 的校准试块;
  - 2——用横孔试块校准检测设备,横孔的回波高度是 100% 的屏高;
  - 3——铸钢件被检区域的灵敏度调整,与参考反射体的缺陷无关;
  - 4——噪声平均高度大致在荧屏高度的 5%~10%;
  - 5——通过观察铸态表面在壁厚方向上的动态回波来校验检测灵敏度和所用设备;
  - 6——A 扫;
  - 7——典型的回波动态。
- X——探头移动;  
Y——回波高度。  
a——铸态表面;  
b——回波动态。

**图 B.1 调整超声仪器范围和灵敏度,使用双晶斜探头(4 MHz~5 MHz, 60°)  
检测基本在壁厚方向外层能测量尺寸的缺陷**



$\Delta H$ ——底波衰减值。

$X$ ——探头移动；

$Y$ ——回波高度。

$a$ ——回波动态；

$b$ ——A扫。

典型显示：

底波衰减超过 12 dB, 通常看不见缺陷回波。

原因：海绵状缩松、气孔、夹杂或大倾斜的缺陷。

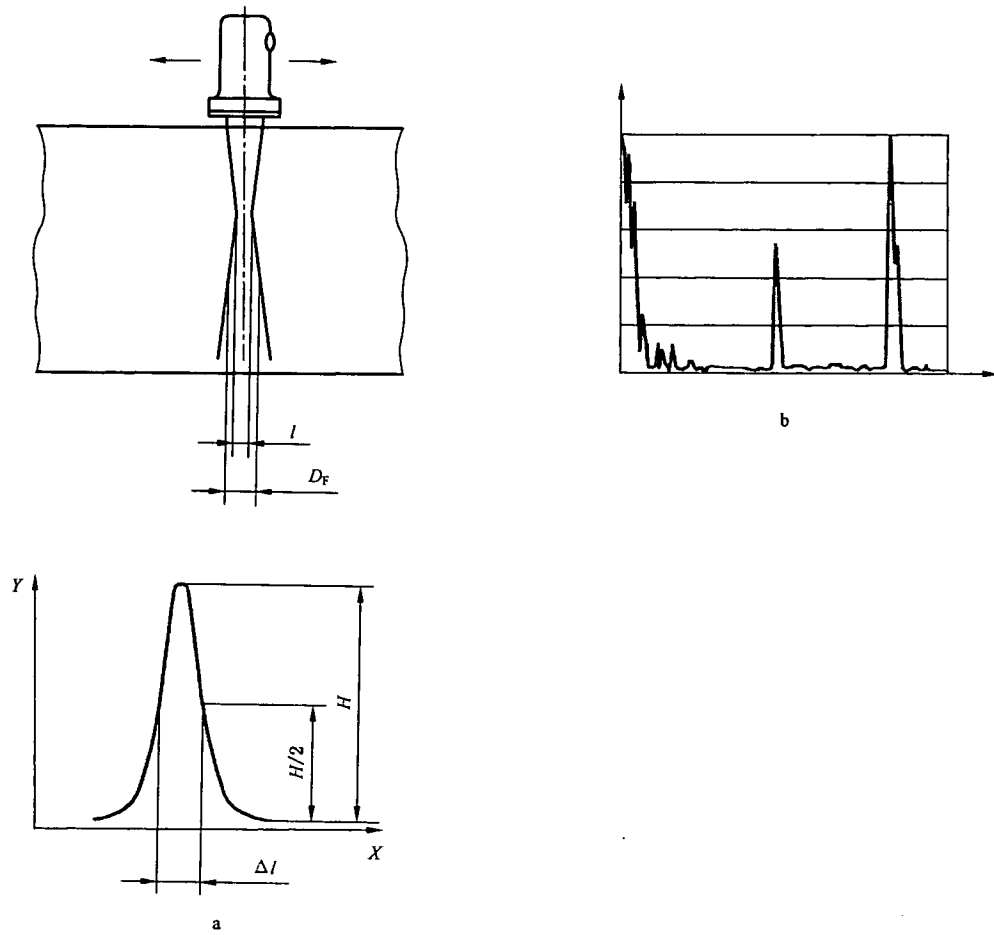
$$\Delta l > D_F$$

式中：

$D_F$ ——声束直径；

$\Delta l$ ——缺陷尺寸。

图 B.2 测量底波衰减超过 12 dB 范围尺寸的缺陷



$l$ ——缺陷的横向扩展；  
 $H$ ——单个缺陷的最大回波高度。

$X$ ——探头移动；

$Y$ ——回波高度。

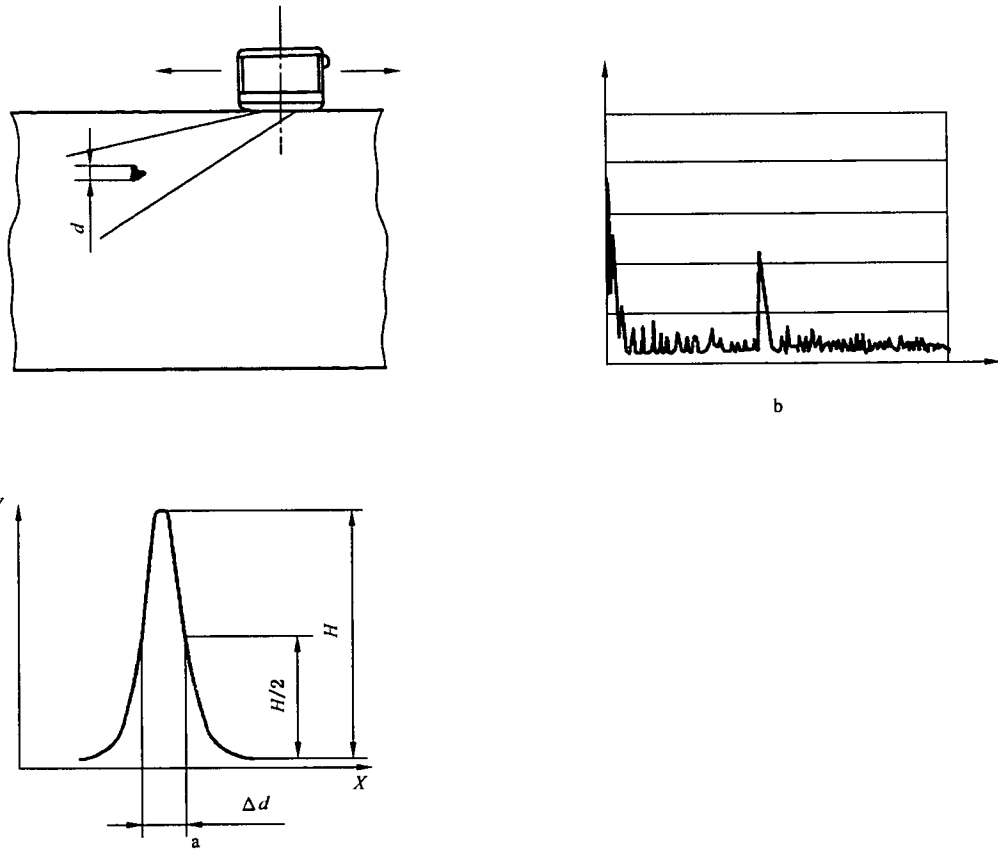
a——回波动态；

b——A 扫。

典型显示：

单个缺陷的半波尺寸小于或等于声束直径  $D_F$ 。

图 B.3 不能测量尺寸的单个缺陷

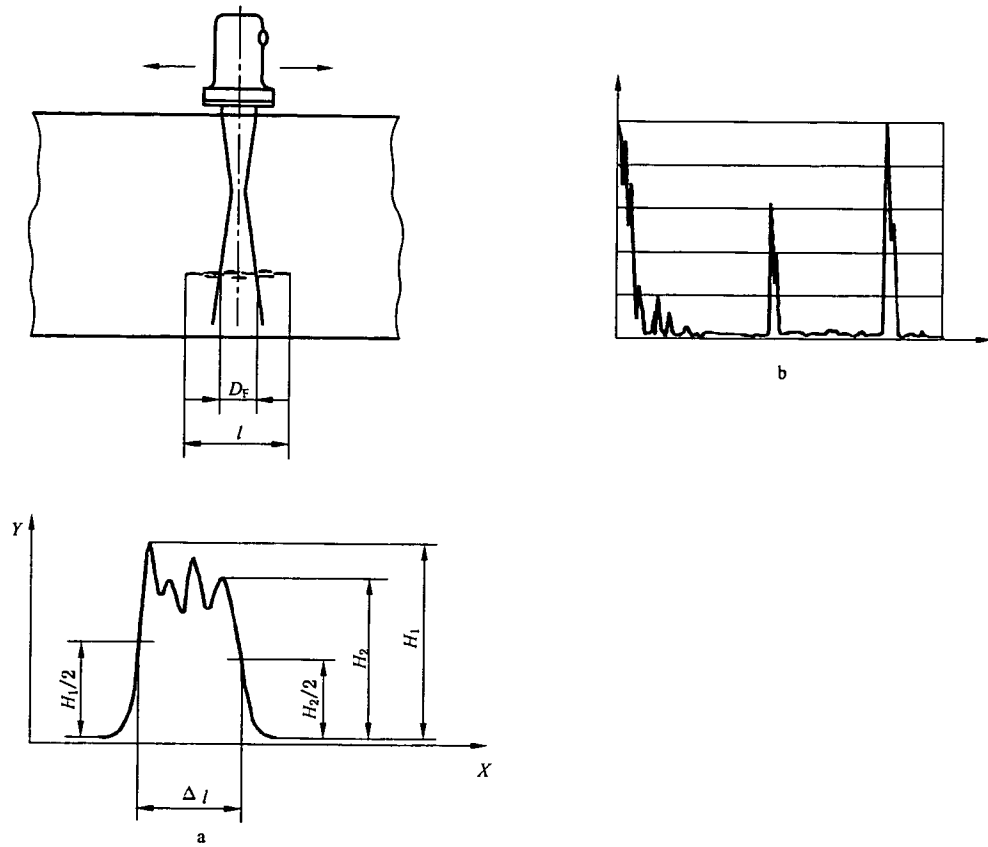


- $d$ ——壁厚方向上缺陷的尺寸；
- $H$ ——单个缺陷的最大回波高度。
- $X$ ——探头移动；
- $Y$ ——回波高度。
- $a$ ——回波动态；
- $b$ ——A 扫。

典型显示：

在反射点单个缺陷的半波尺寸  $\Delta d$  等于或小于声束直径  $D_F$ 。

图 B.4 不能测量尺寸的单个缺陷：能测量平行于检测面的尺寸而不能测量壁厚方向上尺寸



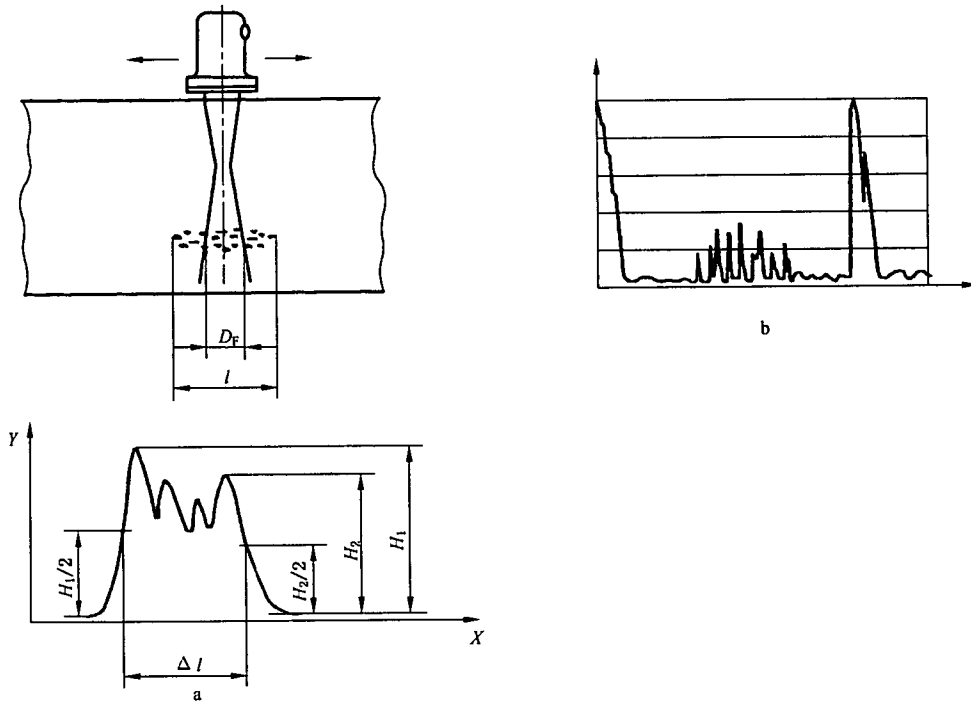
- $l$ ——缺陷的横向扩展；
- $\Delta l$ ——缺陷的半波尺寸；
- $H_1, H_2$ ——缺陷相对两侧的最大回波高度。
- $X$ ——探头移动；
- $Y$ ——回波高度。
- a——回波动态；
- b——A 扫。

典型显示：

壁厚方向大部分在同一位置的单个缺陷。

缺陷范围的尺寸大于声束尺寸  $D_F$ 。

图 B.5 能测量尺寸的单个缺陷：能测量长度不能测量宽度；能测量长度又能测量宽度



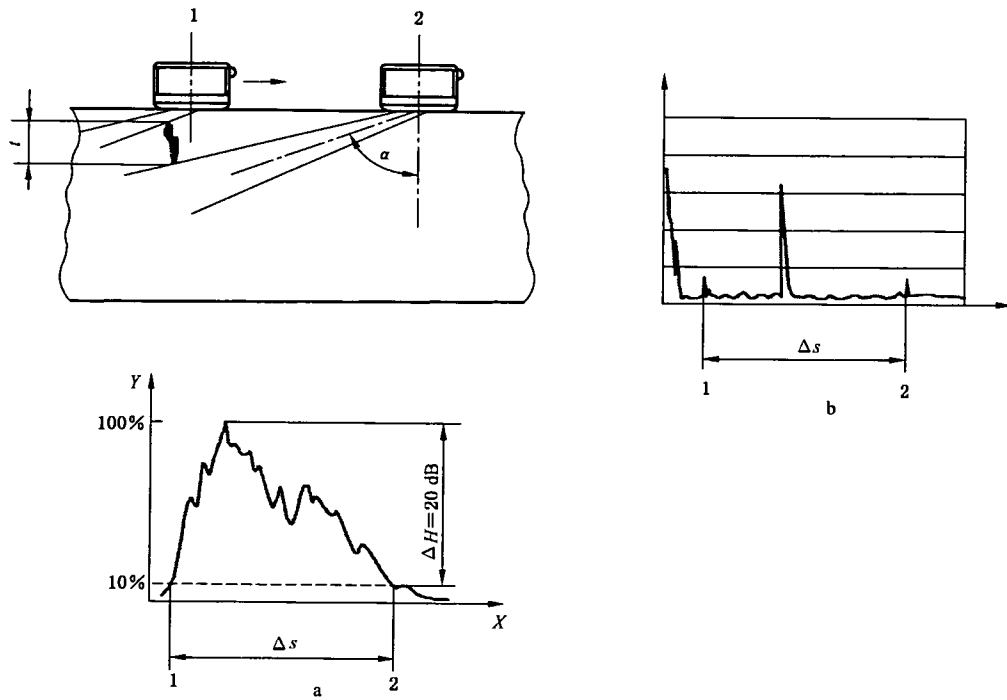
- $l$ ——缺陷的横向扩展；
- $\Delta l$ ——缺陷的半波尺寸；
- $H_1, H_2$ ——缺陷相对两边的最大回波高度。
- $X$ ——探头移动；
- $Y$ ——回波高度。
- $a$ ——回波动态；
- $b$ ——A 扫。

典型显示：

密集缺陷，大部分可分辨但不能测量尺寸。

缺陷的范围尺寸等于或大于声束直径  $D_F$ 。

图 B.6 能测量范围尺寸的可分辨的密集缺陷



- 1——探头位置 1；
- 2——探头位置 2。
- $\Delta H$ ——缺陷回波高度最大降低值。
- $X$ ——探头移动；
- $Y$ ——回波高度。
- a——回波动态；
- b——A 扫。

典型显示：

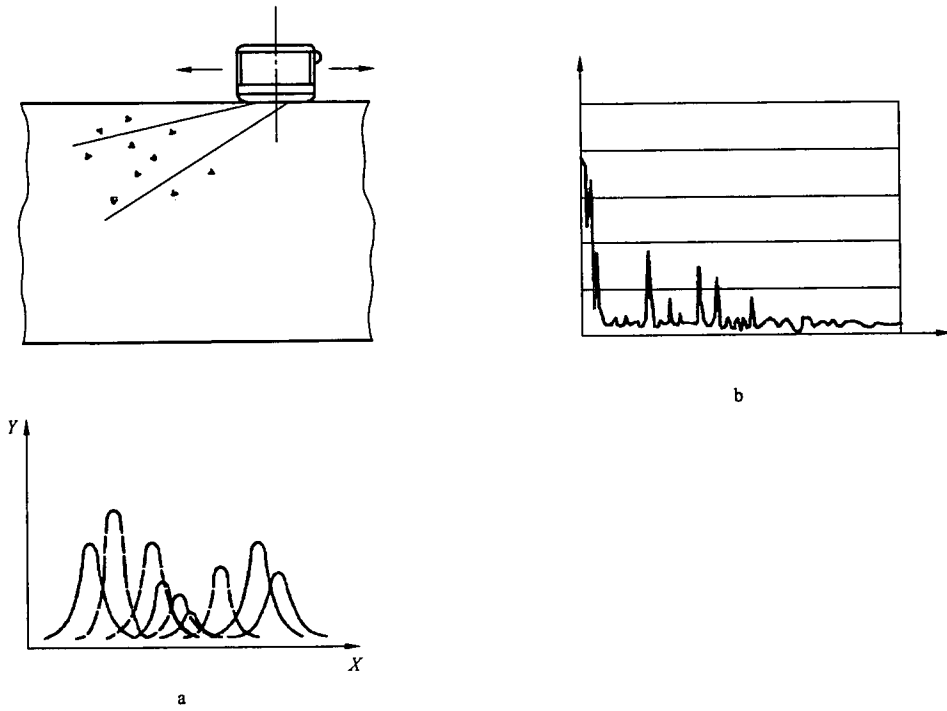
仅在壁厚方向上(移动显示)或者在壁厚和平行检测面两个方向上都有明显的回波动态的单个缺陷。

$$t = \Delta s \times \cos\alpha$$

式中：

- $t$ ——壁厚方向上的尺寸；
- $\Delta s$ ——从位置 2 到位置 1 的声程差；
- $\alpha$ ——折射角。

图 B.7 能测量壁厚方向上尺寸的单个缺陷



X——探头移动；  
Y——回波高度。  
a——回波动态；  
b——A扫。

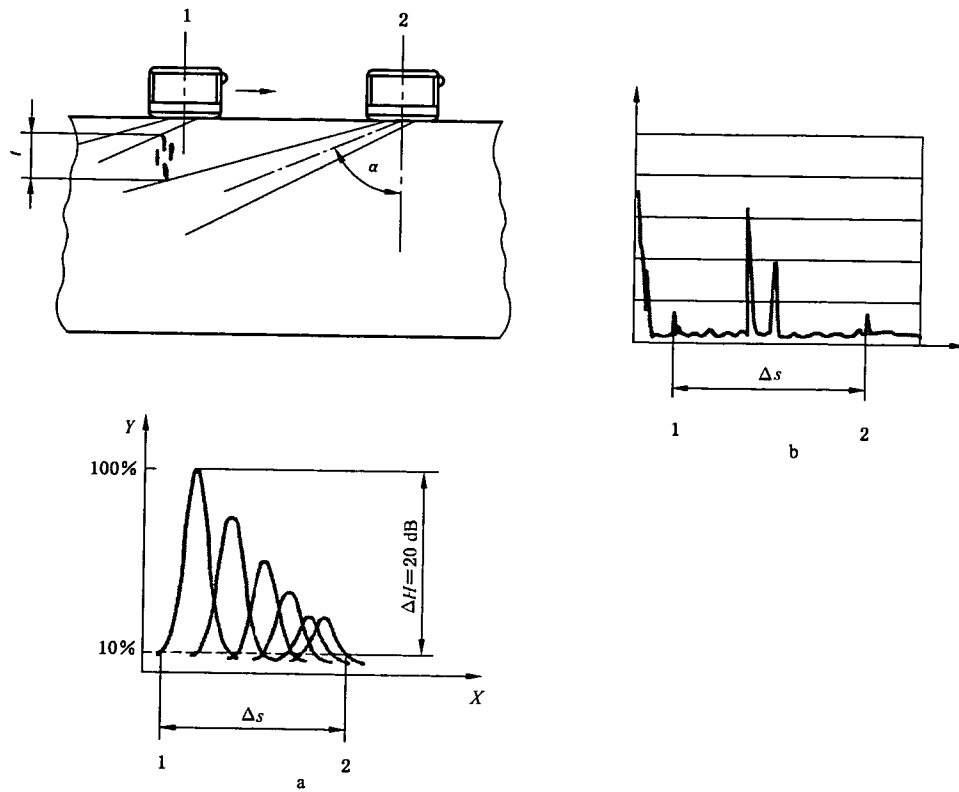
典型显示：

多个单个缺陷。

当探头移动声程改变，所有的缺陷仍不能测量尺寸。

图 B.8 不能测量多个单个缺陷的尺寸，但能测量范围尺寸的多个单个缺陷





- 1——探头位置 1；
- 2——探头位置 2。
- $\Delta H$ ——缺陷回波高度最大降低值。
- $X$ ——探头移动；
- $Y$ ——回波高度。
- a——回波动态；
- b——A 扫。

典型显示：

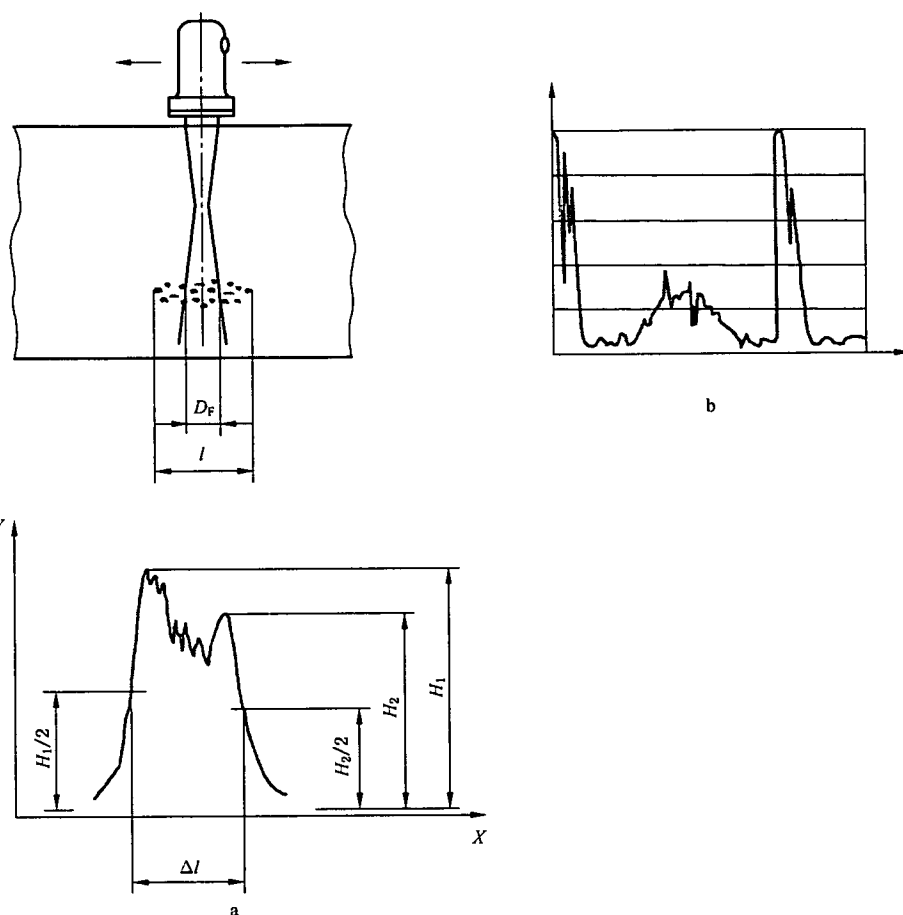
测量主要在壁厚方向上的单个缺陷的尺寸。

$$t = \Delta s \times \cos \alpha$$

式中：

- $t$ ——壁厚方向上缺陷范围的尺寸；
- $\Delta s$ ——从位置 1 到位置 2 的声程差；
- $\alpha$ ——折射角。

图 B.9 能测量壁厚方向上尺寸的多个平面型缺陷



- $l$ ——缺陷的横向扩展；
- $\Delta l$ ——缺陷的半波尺寸；
- $D_F$ ——声束直径；
- $H_1, H_2$ ——缺陷相对两边的最大回波高度。
- $X$ ——探头移动；
- $Y$ ——回波高度。
- a——回波动态；
- b——A扫。

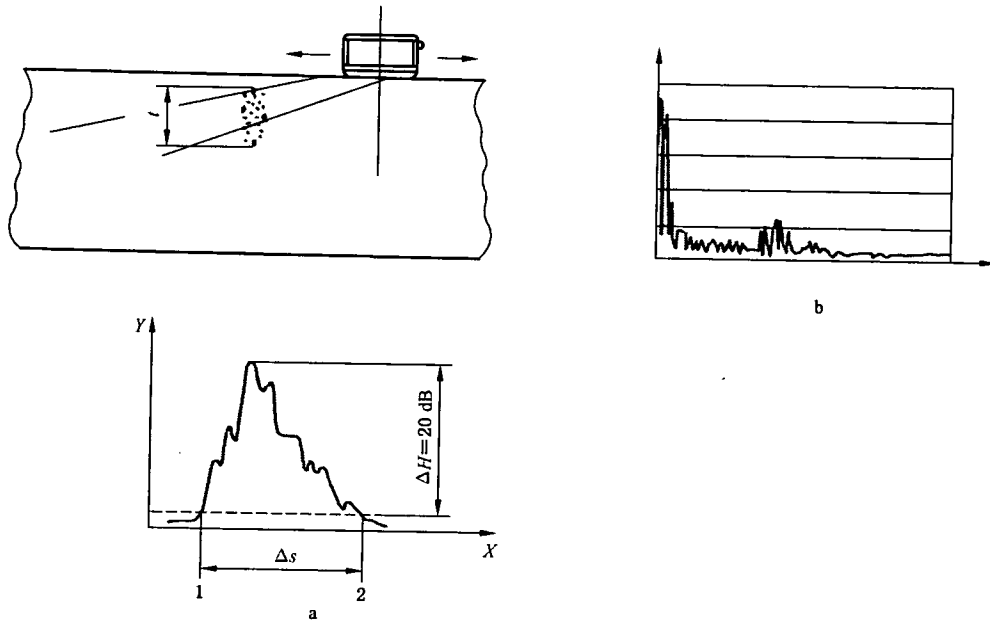
典型显示：

大部分是无法分辨个体的密集缺陷，缺陷范围的尺寸等于或大于声束直径  $D_F$ 。

如果因几何形状不能得到底面回波，这种类型的缺陷应被评定。

同时应按图 B.2 评定底波衰减。

图 B.10 能测量范围尺寸的无法分辨的密集缺陷(直探头)



1——探头位置 1；  
 2——探头位置 2。  
 $\Delta H$ ——缺陷回波高度最大降低值。  
 $X$ ——探头移动；  
 $Y$ ——回波高度；  
 a——回波动态；  
 b——A 扫。  
 典型显示：  
 大部分是无法分辨的密集缺陷。

$$t = \Delta s \times \cos \alpha$$

式中：  
 $t$ ——壁厚方向上缺陷范围的尺寸；  
 $\Delta s$ ——从位置 1 到位置 2 的声程差；  
 $\alpha$ ——折射角。

图 B.11 能测量范围尺寸的无法分辨的密集缺陷(斜探头)

附 录 C  
(资料性附录)  
传 输 修 正

### C.1 总则

除非调节检测灵敏度的试块和被检铸钢件的声学阻抗特性是一致的,否则在调节检测灵敏度或者测量任何缺陷的回波高度时,如果需要,都应测定传输修正并应用。

传输修正  $\Delta V_t$  由两个方面构成:

- 1) 接触表面上的耦合衰减,与声程无关;
- 2) 材料的衰减,与声程有关。

通常有两种方法:一种简单的设定固定路径长度的方法。另一种相对方法,有助于充分补偿上述两个方面。

### C.2 固定路径长度的方法

仅适用于耦合衰减占声能衰减的大部分,材料衰减相比较而言小于耦合衰减,或可测量回波高度的反射位于底面附近。

当使用直探头时,校准试块和被检铸钢件的一次底波在荧屏上的高度一致。记录下它们的增益 dB 值(分别记作  $V_{t,t}$  和  $V_{t,r}$ )。当使用斜探头时,两个相同的斜探头,一个作为发射者,一个作为接收者,以获得相应一倍跨距的底面回波。

对于不同的声程,大平底反射两个回波增益在理论上是不同的,它们的差值( $\Delta V_s$ )可以在 DGS 曲线上读出,传输修正值( $\Delta V_t$ )按下式计算:

$$\Delta V_t = V_{t,t} - V_{t,r} - \Delta V_s$$

### C.3 相对方法

#### C.3.1 直探头

将探头放在校准试块上,调节增益使一次底波和二次底波达到同样的荧屏高度,分别测得  $V_{A1}$  和  $V_{A2}$ (见图 C.1),数值标定与声程相对应,通过这两点画一条直线 2。将探头放在被检铸钢件上,按上述步骤,增益测得  $V_{B1}$  和  $V_{B2}$ ,画出直线 1(见图 C.1)。适合的声程( $S_0$ )对应的传输修正值( $\Delta V_t$ ),通过这两条直线在增益上的差值算出,见图 C.1。

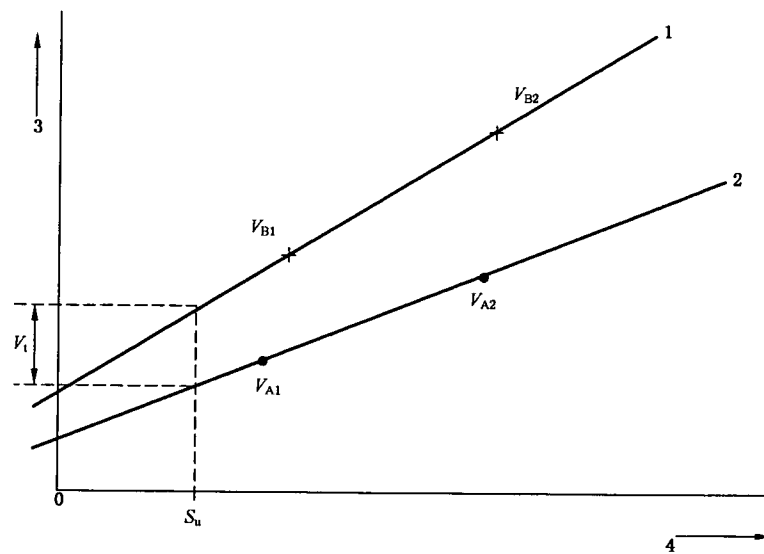
注:通过  $V_{B1}$  和  $V_{B2}$  画出的线的斜率并不代表被检铸钢件的真实衰减,所以没有理由算出在被检表面的多重反射由声束扩散和声能透射进探头引起的衰减。附录 D 给出一种方法测定在任一倍数反射的耦合衰减。

#### C.3.2 斜探头

除了使用两个相同的斜探头,一个作为发射者,一个作为接收者,原则上与直探头相似。

将探头放在 DAC 校准试块上,调节增益分别使一倍跨距的底面回波和二倍跨距的底面回波达到同样的荧屏高度,测得相应的增益值分别为  $V_{A1}$  和  $V_{A2}$ ,数值标定与声程相对应,通过这两点画一条直线 2(见图 C.1)。将探头放在被检铸钢件上,按上述步骤,增益测得  $V_{B1}$  和  $V_{B2}$ ,画出直线 1(见图 C.1)。

适合的声程( $S_0$ )对应的传输修正值( $\Delta V_t$ ),通过这两条直线在增益上的差值算出。



- 1——被检铸钢件曲线；  
 2——校准试块曲线；  
 3——80%荧屏高度时的增益；  
 4——声程长度。

图 C.1 相对方法确定传输修正

#### C.4 局部波动的传输修正的补偿

如果有理由怀疑传输修正的波动值在被检铸钢件所测值之上,传输修正在一些特定位置将要被重新测量。

如果传输修正的最大值和最小值之间不超过 6 dB,传输修正值采用所有测量点的平均值。如果波动值超过 6 dB,采用方法 a)或方法 b)。

- a) 提高传输修正的平均值,计算所有高于  $\Delta V_i$  以上差值的平均值  $\Delta V$ ,这个修正的传输修正值  $(\Delta V_i + \Delta V)$ ,适用于整个重检区域。
- b) 把被检区域分成不同的区,使任一区转移修正的波动值不超过 6 dB。每个  $\Delta V_i$  值适用于各自的区域。

**附录 D**  
(资料性附录)  
**耦合传输修正的测定**

**D.1 总则**

通常增益  $V$  用下面的公式表示:

$$V = -20 \lg \frac{A}{A_0} \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

$A$  和  $A_0$  是指信号幅度。

声波传播的过程中有三种不同的衰减:

- a) 与探头及其材质有关的扩散衰减  $V_D$ 。  
随着距离增加,声压降低。可用曲线图表示,例如 DGS 图。
- b) 与被检铸钢件的材质有关的介质衰减  $V_A$  (吸收和散射)。  
通常声压的降低和距离关系是指数函数。
- c) 与探头和被检铸钢件之间的耦合剂有关的耦合衰减  $V_{ct}$ 。  
每次反射回波通过耦合剂,部分声能进入探头,其余部分被反射获得多次底波(见图 D.1)。

**D.2 测量**

耦合衰减和距离的关系不是常数,要测量它必须忽略扩散衰减  $V_D$  和介质衰减  $V_A$ 。

测量的过程中要保证扩散衰减  $V_D$  和介质衰减  $V_A$  是不变的,必须使用同一个探头,在不变的耦合条件(液态,负载,静止时间,温度)下测量一组至少三个同一材质制成的表面平行试块,三个试块的厚度  $t_1, t_2, t_3$  之间的关系是  $t_3 = 2t_2 = 4t_1$ 。

测量厚度  $t_1$  的 1 号试块,记录生成的四次底波的幅度  $V1(t_1), V1(2t_1), V1(3t_1), V1(4t_1)$ 。

同样,记录厚度  $t_2$  的 2 号试块二次底波幅度  $V2(t_2), V2(2t_2)$ 。最后,记录厚度  $t_3$  的 3 号试块一次底波幅度  $V3(t_3)$ 。

**D.3 计算**

厚度  $t_2$  的 2 号试块的第二次底波和厚度  $t_3$  的 3 号试块的第一次底波的声程是一样的,因此它们的扩散衰减  $V_D$  和介质衰减  $V_A$  是相等的。在  $t_2$  距离上耦合衰减的不同为:

$$V2(2t_2) - V3(t_3) = V_{ct}(t_2) \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

厚度  $t_1$  的 1 号试块的第二次底波和厚度  $t_2$  的 2 号试块的第一次底波的扩散衰减  $V_D$  和介质衰减  $V_A$  是相等的。在  $t_1$  距离上耦合衰减的不同为:

$$V1(2t_1) - V2(t_2) = V_{ct}(t_1) \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

厚度  $t_1$  的 1 号试块的第四次底波和厚度  $t_3$  的 3 号试块的第一次底波的扩散衰减  $V_D$  和介质衰减  $V_A$  是相等的,但是测量的  $V1(4t_1)$  值包括三个不同距离  $t_1, 2t_1, 3t_1$  的耦合衰减。 $t_1$  和  $2t_1 = t_2$  的衰减已由公式(D.2)和(D.3)算出。因此未知衰减  $V_{ct}(3t_1)$  能被算出:

$$V1(4t_1) - V3(t_3) - V_{ct}(t_1) - V_{ct}(t_2) = V_{ct}(3t_1) \quad \dots\dots\dots (D.4)$$

用三个不同距离的耦合衰减绘制出曲线图,如图 D.2。

0.5 $t_1$  ~ 3.5 $t_1$  之间任一距离处的耦合衰减不用做更多测量就可从曲线图算出。

它们仅适用于符合相关标准规定合格的探头、耦合剂、材质。

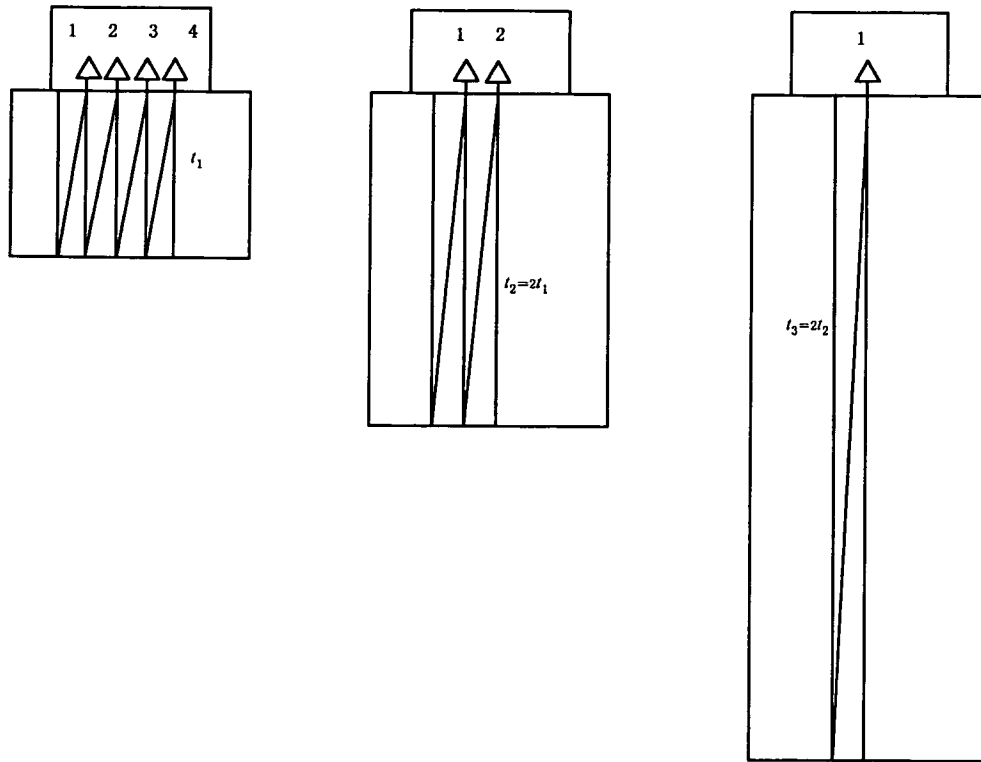
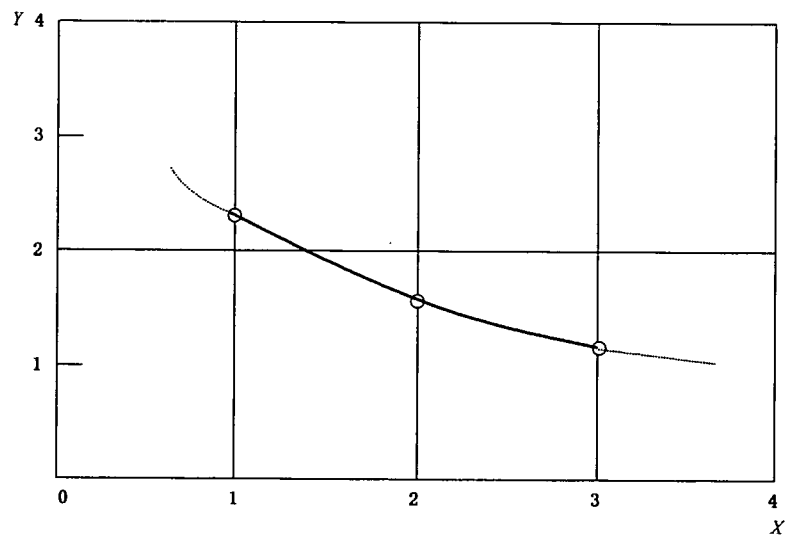


图 D.1 测量耦合衰减的步骤



X——声程,用  $t_1$  的倍数表示;  
 Y——耦合衰减  $V_c$ ,用 dB 表示。

图 D.2 确定耦合衰减

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
铸 钢 件 超 声 检 测  
第 1 部 分：一 般 用 途 铸 钢 件  
GB/T 7233.1—2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码：100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

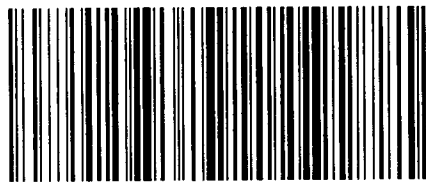
开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 54 千字  
2010年3月第一版 2010年3月第一次印刷

\*

书号：155066·1-39763 定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究

举报电话：(010)68533533



GB/T 7233.1—2009