

## 前 言

本标准是等效采用美国材料与试验协会标准 ASTM E428:1992《超声波检验用钢对比试块的制作和质量控制的标准实施方法》，对 GB/T 11259—1989《超声波检验用钢制对比试块的制作与校验方法》进行修订。

本标准与 ASTM E428:1992 比较有如下变动：省略了“参考文件”；单位及数字由“英寸”改为“mm”；图中表示方法由“表面微观不平度的均方根值”改为表面粗糙度表示；原文中 AISI 4340 钢改用以之化学成分相当的 40CrNi2MoA。在超声响应特性检验中对于“不落在视在常态曲线内超声响应显示”增加了“与拟合曲线相差超过 $\pm 1$  dB”的规定。

与原标准比较，充实了“范围”的内容；增加了“表 1 标准的试块尺寸和推荐的试块组”及相关的内容；关于试块物理尺寸和公差比原标准更加准确；增加频率对试块超声响应的影响的叙述、有关安全问题的提示、“关键词”；去掉了“对比试块的包装”等内容。

本标准自实施之日起代替 GB/T 11259—1989。

本标准由国家冶金工业局提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：福建省冶金工业研究所、冶金信息标准研究院、钢铁研究总院、济宁模具厂。

本标准主要起草人：赵凤兰、高振英、贾慧明、赵成仁。

本标准 1989 年 3 月首次发布。

# 中华人民共和国国家标准

## 超声波检验用钢对比试块的制作与校验方法

GB/T 11259—1999

代替 GB/T 11259—1989

### Standard practice for fabrication and control of steel reference blocks used in ultrasonic inspection

#### 1 范围

本标准实施方法包括用于超声波检验的金属,合金标准对比试块的制作和质量控制规程。该试块含有平底孔可用于检验超声波检验仪和探头的性能,用于金属、合金产品超声波检验的标准化和质量控制。所述的对比试块既适用于直接接触,也适用于水浸的脉冲反射超声波检验方法。此外,本标准实施方法叙述了检验对比试块响应特性的程序及其与被检验材料和产品的关系。

本标准适用于碳钢和合金钢试块的制作和质量控制,以用于检验这些材料,但也适用于制备其他类型材料的试块,如镍基合金、钛合金、铝合金等。但本标准绝不可与铝合金超声标准对比试块的制备和评定实施方法相混淆,绝不可取代之。本标准不排除应用时需要有补充要求的详细说明。

本标准无意论述与其使用有关的所有安全问题。如果有,本标准使用者有责任在使用前建立适当的安全防护和保健实施方法,并确定其局限性。

#### 2 实施方法提要

本标准详细叙述了试块制作与质量控制规程,并规定了满足对比试块与被检验材料相配合的最低要求。孔的物理特性是通过塑料复形来评定的。

#### 3 材料的选择

3.1 对比试块成功用于材料评定规程的关键因素之一是对比试块的超声响应与被检验材料的超声响应在本标准所规定的范围内的相适配,这可通过下述方法来达到。(1)用超声响应与被检材料相类似的材料来制作对比试块;或者,(2)测定对比试块和被检验材料之间值得注意的超声响应差异并通过调节仪器予以补偿。

3.2 最为广泛接受的方法是采用与被检验材料超声响应相似材料制作对比试块。推荐用以下规程检验制作对比试块的材料,鉴定其是否合格。

3.2.1 用于制作对比试块的材料其声衰减应与被检验材料相适配。晶粒度、热处理状态、物理性能、化学成分、表面粗糙度和制造方法(轧制、锻造等)均是适配超声响应所必须考虑的变量。

3.2.2 评定的一般规程是向材料射入一纵波脉冲束,用除气的清洁水作为耦合剂的水浸法或者采用适当耦合剂(油、甘油等)的接触法均可以满足要求。在评定用于制作对比试块的材料时所用检验仪器、频率和探头应与被检验材料进行检验时所用的相似。

3.2.3 用于制作对比试块的材料应100%扫描,应尽可能调整检验系统使来自材料的噪声显示为荧光屏满刻度的20%。在材料的透声程度不能满足此要求时,应能显示出一可读的声学噪声电平。来自材料的噪声电平不能与系统灵敏度调到最高水平时常可观察到的仪器固有的电噪声相混淆。

国家质量技术监督局 1999-11-01 批准

2000-08-01 实施

3.2.4 用于制作对比试块的材料不应有幅度大于按 3.2.3 所显示的噪声电平两倍的超声波不连续性指示。

3.2.5 应通过比较来自试块材料和被检验材料背面的多次反射来检验衰减。在将第一次背面反射的幅度调到荧光屏满刻度 90% 的情况下,来自两种材料前三次背面反射的幅度之和,其差应在 ±25% 以内或按使用者的要求。当试样平底孔直径小于 1.2 mm 时,其差应在 ±10% 以内或按使用要求。

3.2.6 降低频率会使超声响应差减至最小。在 1 MHz 时,一大类材料可能会有比较类似的透声性并能满足 3.2.5 的要求,但当频率等于 5.0 MHz 或更高时,微观组织的改变使超声响应的差异变得容易辨别,因此限制了对比试块的可应用性。

#### 4 制作规程

4.1 除非另有规定,从表 1 所列选择所制作的试块;常规试块分类如下:

表 1 对比试块尺寸和推荐的试块组

mm

标称金属声程 尺寸“A”	距离幅度组每组 21 块			基本组每组 10 块			面积幅度组共 8 块									
	平底孔直径,尺寸“D”															
	1.2	2.0	3.2	1.2	2.0	3.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2		
1.5	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
3.0	1.2	2.0	3.2	—	2.0	—										
6.0	1.2	2.0	3.2	—	2.0	—										
9.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
12.0	1.2	2.0	3.2	—	2.0	—										
15.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
20.0	1.2	2.0	3.2	—	2.0	—										
25.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
30.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
35.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
40.0	—	—	—	—	2.0	—										
45.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
50.0	—	—	—	—	—	—										
55.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
60.0	—	—	—	—	—	—										
65.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
70.0	—	—	—	—	—	—										
75.0	1.2	2.0	3.2	1.2	2.0	3.2	0.4	0.8	3.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2		
80.0	—	—	—	—	—	—										
85.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
90.0	—	—	—	—	—	—										
95.0	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
100	—	—	—	—	—	—										
105	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
110	—	—	—	—	—	—										
115	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
120	—	—	—	—	—	—										
125	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
130	—	—	—	—	—	—										
135	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
140	—	—	—	—	—	—										
145	1.2	2.0	3.2	—	—	—										
150	—	—	—	—	2.0	3.2										

注

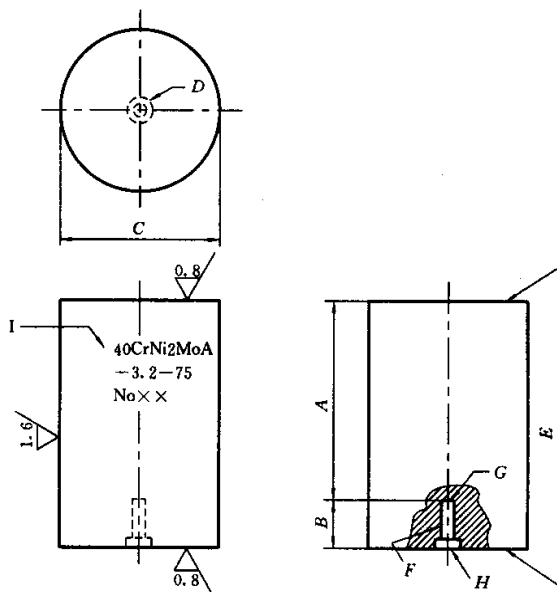
- 1 材料由使用者规定。
- 2 所有尺寸及公差按图 1。
- 3 按 1 英寸=25.4 mm 换算而来。
- 4 试块组按常规设立,特殊应用时所需试块可更多或更少些。

4.1.1 距离-幅度响应组(D/A)。

4.1.2 面积-幅度响应组(A/A)。

4.1.3 基本组(从D/A和A/A组中选择)。

4.2 所有试块按图1制作。尺寸“A”(金属声程)和尺寸“D”(平底孔直径)在表1中给出;尺寸“E”(试块长度)是给出的。推荐加工顺序如下:



A—金属声程,偏差为±0.38 mm;B—标称孔深,( $20 \pm 1.6$ )mm;C—试块直径,偏差±0.76 mm。当检测距离至150 mm时,C为50.8 mm;当检测距离大于150 mm至300 mm时,C为63.5 mm;当检测距离大于300 mm时,C值应更大或加工成齿面;D—平底孔直径。当D值不大于1.6 mm时,偏差为±0.013 mm;当D值大于1.6 mm时,偏差为±0.03 mm;E—表面平直度不大于0.01 mm,平行度不大于0.02 mm。由于在电镀过程中,试块边缘的镀层会增厚,此规定不适用于从试块的边缘到距边缘3.2 mm的范围;F—平底孔必须是直的,并垂直于检测面,不超出 $0^{\circ}20'$ ;G—孔底必须是平的,不超出1 mm/125 mm,并处于纵轴线,偏离不超出0.38 mm;H—平底扩孔,至少比平底孔直径大3.2 mm,最小深度3.2 mm;I—试块标记:40CrNi2MoA—合金牌号;3.2—平底孔直径,mm;75—试块的金属声程,mm;No—制造序号

图1 对比试块的尺寸示意图

4.2.1 加工试块使表面粗糙度“Ra”值为0.8 μm,尺寸公差符合要求;

4.2.2 用标准钻头钻孔至标称深度20 mm;

4.2.3 精心准备一平底钻或铣刀。具有直角切削刃、平直度0.013 mm以内,垂直于纵轴(平直度、垂直度等应在光学比较仪上放大60倍进行检验)。

4.2.4 根据需要进行钻,以去掉孔底的所有锥型部分。

4.2.5 取下钻头检查切削刃,如有必要应重新磨制。

4.2.6 再将孔底钻去0.13 mm。

4.2.7 在光学比较仪上再次检查钻头的切削刃,如有必要重磨并重复4.2.5和4.2.6,对切削刀具角度的垂直度必须注意,因微小的倒圆均会减小孔底的反射面积。

## 5 物理特性的检验

5.1 对比试块的全部尺寸(包括平底孔直径和垂直度等),可用常规计量方法进行检测,对于直径不小于 1.2 mm 的平底孔,孔底形状、垂直度、平直度和表面粗糙度,可用下面推荐的制作和评定塑料复制品的方法进行检测。

5.1.1 用无油、无腐蚀性溶剂清洗平底孔并用经干燥和过滤的空气吹干。

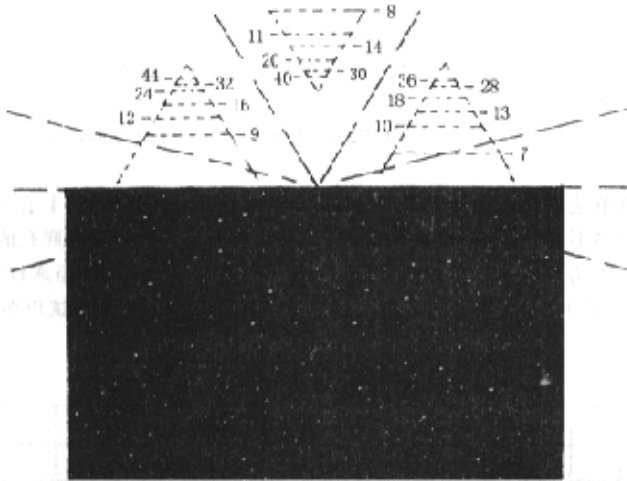
5.1.2 按说明书调制复形材料。

5.1.3 用适当尺寸的医用注射器和针头将复形材料挤入孔内。

5.1.4 从孔底开始堵塞逐渐外移,直至填满。要确保没有孔穴和空气泡留在孔中。

5.1.5 插入一细金属丝、大头针、缝衣针或其他合适的物体作为刚性芯子,以便使复制品易于取出。

5.1.6 固化后取出复制品检验。复制品应表明:孔底平直度应优于 0.03 mm/3.2 mm 直径,表面粗糙度  $R_a$  值应不大于  $0.4 \mu\text{m}$ ,为了记录,可将此复制品投影在比较器屏上并照相,如图 2 所示。



注:在 62.5 倍的光学仪器下观察,放大 20 倍拍片,缩小 1/2 印刷的投影图。

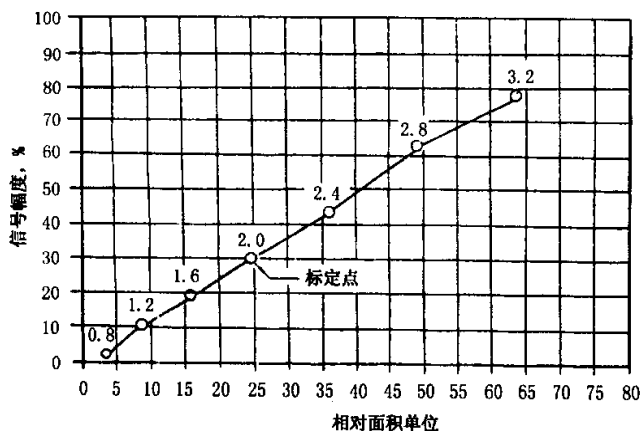
图 2 平底孔直径为 6.4 mm 的复制品投影图

## 6 超声响应特性的检验

6.1 对比试块的外部物理特性和孔复制品外形合格后,应做超声响应特性的检验。当用水浸法检验时,平底孔应清洗,并用压配合的聚四氟乙烯芯棒临时塞住或用其他的技术来密封,以确保不漏进水。推荐将按组制作的试块相互比较,以确保他们的相对超声响应特性。对于包含平底孔直径小于 1.2 mm 的试块组,不易复形,采用此方法更理想。

6.2 面积/幅度响应曲线 一套面积幅度组可包含若干块外型尺寸相同、从超声波入射面到所选不同直径平底孔的距离相同的试块。调整试验灵敏度,使平底孔直径最接近中间值的试块的信号幅度为荧光屏满刻度的 30%~40%,保持检验参数不变。将平底孔直径较大或较小的其余试块的超声响应画成曲线,即可获得面积/幅度曲线。对于一组 40CrNi2MoA 钢试块,典型的面积/幅度曲线如图 3 所示。

任何试块,只要超声响应特性显示反常或不落在视在常态面积/幅度曲线内(与拟合曲线相差超过  $\pm 1 \text{ dB}$ ),则此试块不符合要求,不能使用。修正平底孔,以满足所要求的超声响应是不允许的。

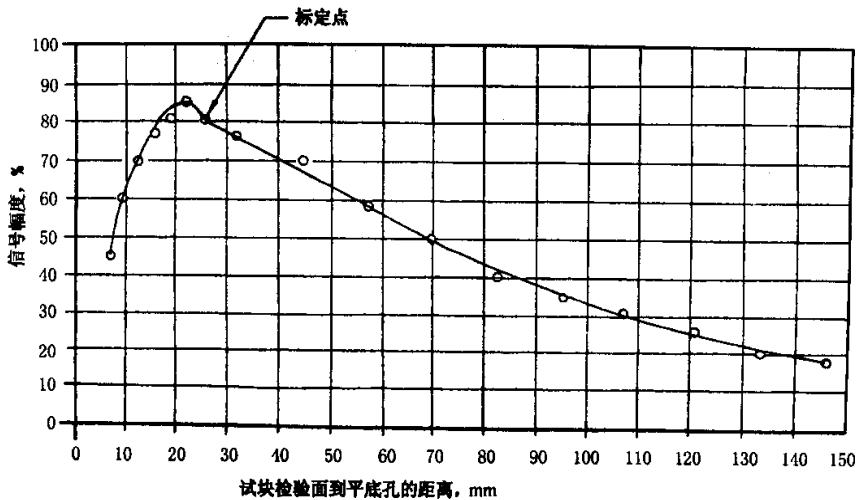


检验频率:10 MHz;水程:76.20 mm;探头:Φ10 mm 平探头;平底孔直径:0.8~3.2 mm。

注:该曲线是在上述试验条件下绘制成的,当试验条件(如频率、探头直径、水程等)改变时,或采用接触法时,该曲线可能发生变化。

图 3 40 CrNi2MoA 钢对比试块面积/幅度曲线

6.3 距离/幅度响应曲线 一套距离/幅度组可包含若干块外形尺寸、平底孔直径相同,但从超声波入射面到平底孔距离不同的试块。调整试验灵敏度,使超声波入射面到平底孔的距离略小于距离范围 1/4 的试块的信号幅度为荧光屏满刻度的 70%~80%,保持参数不变,将距离较短和较长的试块的超声响应画成曲线,即可获得距离/幅度响应曲线,对于一组 40 CrNi2MoA 钢试块典型距离/幅度响应曲线,如图 4 所示。



检验频率:10 MHz;平底孔直径:2 mm;水程:76.20 mm;探头:Φ10 mm 平探头。

注:该曲线是在上述试验条件下绘制的。当试验条件(如频率、探头直径、水程等)改变时,或采用接触法时,该曲线可能发生变化。

图 4 40CrNi2MoA 钢对比试块距离/幅度超声响应曲线

任何试块只要超声响应特性显示反常或不落在视在的常态距离/幅度响应曲线内(与拟合曲线相差超过±1 dB),则此试块不符合要求,不能使用,修正平底孔,以满足所要求的超声响应是不允许的。

6.4 面积/幅度和距离/幅度曲线受探头波束形状变化、受近场/远场特性和受实验仪器水平和垂直线

性的影响很大。因此,在评定对比试块响应曲线时,应对探头和仪器的工作特性(通常可以从仪器制造厂家索取)予以考虑。

## 7 试块标记和表面保护层

7.1 物理特性和超声响应特性合格的试块,可进行标记和施加保护层程序。

### 7.1.1 标记

每一试块均需作上永久性标记(按要求用钢印或蚀刻),表明材料牌号、平底孔直径、入射面到平底孔的距离、制造序号。当几套试块就其各自的响应曲线进行比较时和对其他试块组进行比较时,制作序号十分重要。如40CrNi2MoA-2.0-75 No××表明试块材料为40CrNi2MoA,平底孔直径为2.0 mm,入射面到平底孔的距离为75 mm,制作序号××。

### 7.1.2 保护层

在封塞平底孔之后,对于易腐蚀型材料制作的对比试块的外表面可施加保护层,但此保护层必须不明显影响试块的物理尺寸和超声响应特性。对用于腐蚀环境的碳钢或合金钢试块,镀镍层允许最大厚度是0.020 mm。

## 8 封塞程序

8.1 物理特性和超声响应特性已经符合要求,并已经作出适当标记的对比试块,推荐用如下程序封塞。

8.1.1 用非腐蚀性溶剂清洗平底孔并用经过滤干燥的空气吹干。

8.1.2 在如图1所示的平底孔开口处塞入与对比试块相同材料制作的压配合塞子。

8.1.3 用锤子敲击塞子边缘,使扩孔周边金属外移,而封住开口。

8.1.4 修磨试块后表面和塞子,使其达到图1所要求的公差。

8.2 用耐腐蚀合金制作的对比试块,可采用如下非强制的封塞方法。

8.2.1 如8.1.1清洗平底孔。

8.2.2 将长3.2 mm的酚醛塑料或聚四氟乙烯制成的且与平底孔能压配合的塞子,塞到孔深1/2处。

8.2.3 用硅橡胶化合物或适当的环氧树脂密封剂填充孔的剩余部分。

8.2.4 按需要将塞子调合到与试块底面平齐。采用此种封塞技术,在孔底处必须保留有足够的空隙,可省去加工平底扩孔。

## 9 关键词

9.1 面积幅度对比试块;距离幅度对比试块;金属合金对比试块;无损检测;超声检验用钢对比试块。