



中华人民共和国国家标准

GB/T 6519—2013
代替 GB/T 6519—2000

变形铝、镁合金产品超声波检验方法

Ultrasonic inspection of wrought aluminium and magnesium alloy products

2013-11-27 发布

2014-08-01 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

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 6519—2000《变形铝合金产品超声波检验方法》。

本标准与 GB/T 6519—2000《变形铝合金产品超声波检验方法》相比,主要变化如下:

- 增加镁合金超声波检验方法;
- 增加了横波检验方法;
- 对适用范围进行了修订;
- 增加了引用标准;
- 对被检样品的要求进行了修订;
- 增加了对比试块的规格、种类及制作要求;
- 增加了对超声波检验仪与探头组合使用性能测试方法和要求;
- 对探头的要求进行了修订;
- 对检验灵敏度调试、缺陷评定等检验方法进行了修订;
- 增加了产品的验收等级。

本标准使用重新起草法参考 ASTM B594:2009《航空及宇航用变形铝合金产品的超声波检测》编制,与 ASTM B594:2009 的一致性程度为非等效。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准主要起草单位:东北轻合金有限责任公司、中国有色金属工业标准计量质量研究所、北京有色金属研究总院、西南铝业(集团)有限责任公司、中国铝业西北铝加工分公司、辽宁忠旺集团有限公司、山东兖矿轻合金有限公司、广州有色金属研究院、龙口市丛林铝材有限公司。

本标准主要起草人:张晓霞、王国军、葛立新、程辉、张伦兆、邱新东、周霞、李鹏伟、郭瑞、高振中、卢载浩、陈丽君、霍庆利、石常亮、韩世涛、王琦、郑超。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 6519—1985;
- GB/T 6519—2000。

变形铝、镁合金产品超声波检验方法

1 范围

本标准规定了超声波 A 型脉冲反射技术,检验变形铝、镁合金产品的方法概述和检验人员、环境、设备与材料、样品准备、检验方法要求和记录、报告、结果说明等内容。

本标准规定的方法适用于铝、镁合金轧制、挤压、锻造产品的超声波检验,适用的产品规格如下:

- 厚度不小于 6 mm 的板材、锻件;
- 横截面积不小于 70 mm²、厚度不小于 6 mm 的型材;
- 内切圆直径不小于 10 mm 的圆形、方形、六角形棒材;
- 壁厚不小于 20 mm 的厚壁管材。

本标准不适用于铸件、焊接件及夹层结构。

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 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 18694 无损检测 超声检验 探头及其声场的表征

GB/T 18852 无损检测 超声检验 测量接触探头声束特性的参考试块和方法

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 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

JB/T 10063 超声探伤用 1 号标准试块技术条件

3 术语和定义

GB/T 12604.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 方法概述

超声波在被检样品中传播时,在遇到不同声阻抗介质的界面产生的反射波、折射波被探头接收,调整仪器参数,将探头接收的反射波信号与规定对比试块上的人工缺陷反射波信号进行比较,评定被检样品的质量。

5 检验人员

5.1 从事超声波检验人员应符合 GB/T 9445 要求。

5.2 超声波检验人员只能从事与其技术等级资格证书相应的技术工作。

6 检验环境

6.1 检验现场的温度及湿度以不影响超声波检验仪检验的稳定性和可靠性为原则。

6.2 检验现场不应在强磁、震动、高频、灰尘大、机械噪声大、有腐蚀性气体的环境中；场地应安全、光线适度，工作场地空间以不影响超声波检验人员正确操作、结果评定为原则。

7 检验设备与材料

7.1 试块

7.1.1 标准试块

7.1.1.1 标准试块是用于仪器、探头系统性能校准、检验校准的试块，标准试块应符合附录 A.1 的规定。

7.1.1.2 新购买的标准试块应通过计量检定机构鉴定，并有签发的鉴定合格证书。

7.1.1.3 标准试块每 5 年送检定机构进行鉴定，使用单位应定期检查标准试块外观有无影响使用的表面损伤，如有损伤应送鉴定机构进行鉴定，鉴定合格后方可使用。

7.1.2 对比试块

7.1.2.1 对比试块用于调整检验系统灵敏度、检验范围及评定缺陷当量大小和位置。保证检验结果的再现性。

7.1.2.2 对比试块应符合附录 A.2 的规定。特殊形状被检样品的对比试块及人工缺陷反射体要求，由供需双方协商确定。

7.1.2.3 对比试块应标识材料牌号、人工缺陷尺寸，对比试块编号。

7.2 探头

7.2.1 探头性能测试宜采用 GB/T 18694 和 GB/T 18852 进行。

7.2.2 应根据被检样品的几何形状、厚度、表面状况及要检出缺陷当量的最小尺寸和种类、表面分辨力等选择合适的探头；应依据被检样品检验部位的几何外形、厚度、检验范围等选择探头尺寸；探头频率应在 2 MHz~15 MHz 范围内选择，如需要选用其他频率，应由供需双方协商确定，检验频率选择应能有效检出、分辨和评定缺陷。应标识频率、尺寸、类别及其他参数。

7.2.3 纵波单晶直探头的压电晶片直径(或矩型长边)一般应在 6 mm~25 mm 之间，对缺陷进行评定时，应选压电晶片直径不大于 20 mm 的平探头。

7.2.4 纵波双晶组合探头，根据被检样品厚度选择晶片尺寸和楔块倾斜角度(或焦距)。检验灵敏度应满足表 5 中检验等级要求，并有最小 10 dB 的检验灵敏度余量。

7.2.5 聚焦探头的压电晶片尺寸及透镜曲率半径等参数应根据被检样品形状、检验范围、检验要求确定。

7.2.6 用于接触法检验的斜探头折射角与标称值偏差大于 2°时，探头角度应进行修正，否则不应使用。

7.2.7 测试纵波探头距离-波幅曲线时，应选择一组埋藏深度不同的、直径为 2.0 mm 的平底孔纵波对比试块(当按 9.2.7 检验等级调试检验灵敏度时，距离-波幅曲线应在检验要求等级上确定)，测其埋藏深度不同的平底孔反射波高或某一波高灵敏度值，记录测试参数，画出距离-波幅曲线。该探头检验前和检验结束后应进行一次距离-波幅曲线校验，校验点不少于三点，若反射波高与原距离波幅曲线相差 ±10% 以上，应重新对探头进行评定。

7.2.8 同声程、不同孔径的平底孔反射波高与直径为 2.0 mm 的平底孔反射波高之间的相对关系见表 1。

表 1 同声程、不同孔径的平底孔与直径为 2.0 mm 的平底孔之间的关系

超声波对比试块 平底孔尺寸/mm	不同直径的平底孔与直径为 2.0 mm 的 平底孔反射波高灵敏度差/dB	不同直径的平底孔与直径为 2.0 mm 的 平底孔反射波信号幅度百分比/%
0.4	-28	4
0.8	-16	16
1.2	-9	36
2.0	0	100
3.2	+8	256

7.2.9 应在 A.2.3 规定的对比试块上测试横波探头距离-波幅曲线,用横波对比试块测其埋藏深度不同的反射体反射波高或某一波高灵敏度值,记录测试参数,画出距离-波幅曲线。

7.2.10 对于特殊几何形状的被检样品,如需采用其他专用探头,应根据被检样品加工工艺的特点和质量验收要求,由供需双方协商确定探头形状、尺寸、技术性能及检验方法。

7.3 超声波检验仪

7.3.1 超声波检验仪最低使用性能应满足表 2 要求,表 2 中测试探头直径不大于 14 mm,仪器在规定的检验频率和所要求的灵敏度下具有对接收反射脉冲进行稳定的线性放大能力,超声波检验仪性能测试方法见附录 B。

表 2 超声波检验仪最低使用性能

序号	性能指标	频率/MHz			
		2.5	5.0	10	15 ^c
1	垂直极限/%	100	100	100	100
2	垂直线性上限/%	≥95	≥95	≥95	≥95
3	垂直线性下限/%	≤10	≤10	≤10	≤10
4	灵敏度 ^a /%	50	100	100	100
5	信噪比 ^a	10:1	10:1	10:1	10:1
6	入射面最大分辨力 ^b /mm	15	10	5	3
7	反射面最大分辨力 ^b /mm	8	5	3	2.5
8	水平极限/%	100	100	100	100
9	水平线性范围/%	≥85	≥85	≥85	≥85
10	衰减器	见附录 B.5			

^a 灵敏度测试、信噪比测试,应按附录 B.3 要求测试。
^b 入射面分辨力、反射面分辨力应按附录 B.4 要求测试。
^c 15 MHz 不是所有仪器都需要有的指标,只有当使用这个频率时仪器应满足这个指标。

7.3.2 经供需双方商定,也可依据 JB/T 10061,按 JB/T 9214 规定的方法测试超声波检验仪性能。供

需双方也可协商选用同一型号仪器,并协商确定技术指标和测试方法,用于满足某一产品的检验要求。

7.3.3 超声波检验仪每年至少应检定一次使用性能,每次检定的数据应保存备查,新仪器在使用前或仪器检修后应进行性能指标测试。

7.3.4 超声波检验仪在信号幅度调整到显示屏满刻度 50%的情况下,如果电压波动引起的幅度变化超过满刻度的±2.5%,应加稳压器或更换电池。

7.4 辅助装置

7.4.1 辅助装置主要指满足液浸检验使用的液槽、探头与被检样品耦合装置、扫查装置、探头专用夹具、自动检验机械传动装置及电气控制等辅助部分。辅助装置应使声能有效传入被检样品中、抗干扰能力强、操作方便、使用安全、运行稳定可靠。

7.4.2 液槽或给水装置应能浸没被检样品被检部位,使液层厚度满足检验要求。

7.4.3 水浸自动检验时,传动装置应使探头在所需检验范围内平稳运动,应能精确调试探头角度;桥架应有足够的强度,为操纵器提供刚性支持,并能准确定位探头。在检验过程中,探头扫描定位精度应满足检验要求。当专用探头支撑固定架可满足操纵器和桥架的规定要求,使检测结果等效时,可以使用这些专用固定架。

7.4.4 接触法检验时,在检验过程中通常将探头放置于被检样品检验面上,如果用专用固定装置能保证检验结果的一致性,则采用接触法时可使用这种专用固定装置。

7.4.5 手动液浸法检验时,应使用可控制水层距离和探头波束角度的夹持器,探头夹持器应保证探头与被检样品保持一定的水层距离,在检验过程中应使探头角度不变、水距稳定。

7.5 耦合剂

7.5.1 液浸法使用的耦合剂应采用无气泡、无杂质、清洁的室温水。如有必要,经相关技术部门同意,可在水中加入适量的防蚀剂和润湿剂,但须确认所有添加剂应对设备、被检样品及相关装置无腐蚀和损害。

7.5.2 接触法使用的耦合剂应透声性好、清洁,对被检样品、探头及人体无伤害。耦合剂黏度及表面润湿性应根据被检样品表面粗糙度选择,应保证声能很好地传入被检样品中。

7.5.3 灵敏度调试、被检样品的检验、缺陷评定使用的耦合剂应相同。

8 样品准备

8.1 检验前应检查被检样品表面状况是否满足检验要求,被检样品检验面应清洁、光滑、平直,无影响检验的划伤和斑痕,对不符合检验要求的表面应进行表面处理。被检样品的温度应控制在 22℃±15℃范围内。

8.2 被检样品的检验表面粗糙度(Ra)应满足表 3 要求,被检样品表面车削应采用圆头刀具。

表 3 被检样品表面粗糙度要求

检验等级	AAA	AA	A、B、C	液浸法
表面粗糙度 Ra/μm	≤1.6	≤3.2	≤6.3	≤12.5

8.3 被检样品进行超声波检验时,噪声显示信号幅度比检验要求检出最小缺陷显示信号幅度至少低 6 dB。

8.4 产品最终检验应在包装出厂前、最终热处理后进行,产品如再次进行热处理或可塑性变形需进行重新检验。被检样品如需要机械加工成工件时,应在精加工前完成超声波检验。

8.5 被检样品声束入射面的几何形状及表面粗糙度应与对比试块相同或相近,有影响时,应加以修正补偿。

8.6 采用水浸法自动检验的棒材、板材、厚壁管应平直,每米弯曲度应不大于 2 mm,全长弯曲度不应超过 5 mm。

8.7 被检样品检验盲区应由供需双方协商确认。

9 检验方法

9.1 检验方法的选择

9.1.1 应采用超声波纵波检测技术对被检样品进行检验,对直径小于 40 mm 的棒材宜采用液浸法进行检验。

9.1.2 经供需双方协商确定,也可采用超声波横波检测技术进行附加检验。

9.1.3 条件允许采用接触法和液浸法时,优先采用液浸法。

9.2 纵波检验

9.2.1 检验面、检验范围

9.2.1.1 被检面应根据被检样品的加工变形特点、缺陷的分布规律、使用要求,由供需双方协商确定。通常,声束入射方向的选择应使声束中心轴线与缺陷主平面垂直。锻件、挤压件、轧制件等声束应垂直于金属流线方向(即检验面平行于金属流线方向)。

9.2.1.2 横截面长边和短边长度比小于 3:1 的矩形截面体应沿两个相邻面分别进行检验。

9.2.1.3 正方形自由锻件至少在三个相邻的面进行检验。

9.2.1.4 被检样品检验厚度小于 3 倍的近场长度时,应采用试块比较法进行检验;被检样品厚度大于等于 3 倍的近场长度时,如没有相应的同声程对比试块,可供需双方商定采用当量计算法或其他方法进行检验。

9.2.1.5 对于所选检验面,若最大有效金属声程使得仅从一面检验无法检出所规定要求验收等级的最小缺陷时,应从对面进行再次检验。

9.2.1.6 当检验信噪比大于 6 dB 时,声入射面分辨力不能有效分辨接近入射面的缺陷时,应从对面进行附加检验,也可由供需双方协商确定选择盲区小的纵波双晶组合探头进行附加方法检验,或其他附加检验方法。

9.2.1.7 在未给定入射面加工余量的情况下,入射面分辨力应满足图 1 要求,

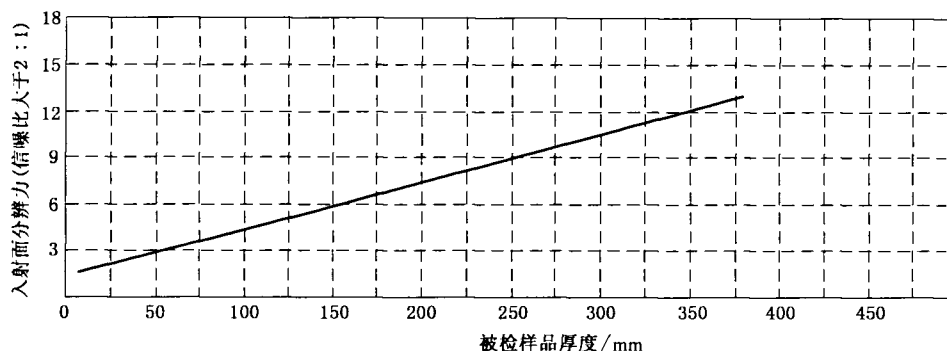


图 1 入射面分辨力要求

9.2.1.8 锻件、型材等被检样品应在检验工艺图上标识检验面、被检样品的加工余量。

9.2.1.9 对于特殊规格的被检样品,供需双方应协商确定检验面、检验范围,并制定检验验收规程。

9.2.1.10 对于不在本标准规定的适用产品范围的被检样品,供需双方可协商确定这些被检样品缺陷等级控制范围,并应在被检样品加工图上对待检验样品的区域进行标识。图样上应标出样品关键区、被加工的部分和加工余量。

9.2.2 检验基准灵敏度调试

9.2.2.1 根据验收标准要求及被检样品检验范围,按 9.2.7 选择一组与验收级别相一致的对比试块进行基准灵敏度调试,最少选择三块不同埋藏深度的平底孔对比试块,调试仪器检验基准灵敏度。

9.2.2.2 第一块对比试块平底孔埋藏深度应不大于被检样品入射面的加工余量;第二块对比试块平底孔埋藏深度应为被检样品厚度的一半;第三块对比试块平底孔埋藏深度应为被检样品要求最大检验深度。

9.2.2.3 探头分别对三块对比试块进行扫查,调试超声波检验仪相关参数,移动探头的位置,找平底孔最大反射波,调节衰减器衰减量或增益量,使来自任一对比试块中平底孔的反射波高至少为显示屏满刻度的 80%,在检验范围内以平底孔反射波高最低的对比试块调试检验系统基准灵敏度,灵敏度调试使平底孔反射波高为显示屏满刻度 80%,并以此灵敏度对被检样品进行检验。也可用距离-波幅曲线调试检验基准灵敏度,应在被检样品的最大检验范围内确定一个最低响应的对比试块,调试检验系统基准灵敏度使最低响应的对比试块平底孔反射波高为显示屏满刻度的 80%,此时的灵敏度为被检样品检验基准灵敏度。水浸自动检验基准灵敏度调试由距离-波幅曲线确定。

9.2.2.4 对于棒材、厚壁管材或被检面是曲面的被检样品,检验基准灵敏度调试应选用与被检样品曲率半径相一致或相近的同类对比试块。根据验收标准要求按 9.2.7 选择相应的平底孔进行灵敏度调试,找不同埋藏深度平底孔的最大反射波,调试仪器灵敏度,使其中一个最低反射波高的平底孔为显示屏满刻度 80%,此时的灵敏度为被检样品检验基准灵敏度。

9.2.2.5 液浸法检验时,液层厚度宜在 50 mm~90 mm 范围内调试,被检样品检验厚度大于 200 mm 时,可根据公式(1)计算选取液层厚度。最小液层厚度应使被检样品二次表面反射波出现在被检样品的一次底面反射波之后,液层厚度应稳定。

$$h > T \frac{v_1}{v_2} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- h ——液层厚度,单位为毫米(mm);
- T ——被检样品厚度,单位为毫米(mm);
- v_1 ——水中纵波声速,单位为毫米每秒(mm/s);
- v_2 ——被检样品纵波声速,单位为毫米每秒(mm/s)。

9.2.2.6 液浸法检验时,灵敏度调试、被检样品检验、缺陷当量尺寸评定的液层厚度应相同,液层厚度波动范围不应超过±6 mm。

9.2.2.7 液浸法检验时,应通过调试声束入射角,使声束垂直入射界面,获得最高反射波幅。固定探头夹具,检验时探头角度偏离不应大于±0.5°。当入射界面为曲面时,应有曲面跟踪装置,保持声束垂直入射界面。

9.2.3 传输修正

在对比试块与被检样品之间存在有声传输特性的差异时,应考虑进行声传输修正。修正方法通过选取与被检样品等厚度对比试块,测试对比试块底面反射波幅值与被检样品底面反射波幅值的分贝差。如传输修正值大于±6 dB,则该对比试块不应使用。

9.2.4 有效波束宽度的测量

9.2.4.1 对于圆形晶片探头,将探头放在对比试块上进行扫查,找平底孔最大反射波高,调试仪器灵敏

度,使最大反射波高为显示屏满刻度 80%,分别沿平底孔直径方向两边移动探头,使反射波高降至 40%,此时探头两点间的中心距离,即为该声程下波束有效宽度。

9.2.4.2 对于双晶探头和矩形晶片探头,将探头放在对比试块上进行扫查,获得平底孔的最大反射波高,调试仪器灵敏度,使反射波高为显示屏满刻度的 80%,沿双晶探头隔声层纵向取向或矩形晶片长轴方向相平行的方向横过平底孔直径分别向两边移动探头,使反射波高降至 40%,此时两点间距离,即为该声程下波束的有效宽度。

9.2.5 样品扫查

9.2.5.1 对需要检验的区域应全部扫查到。一般情况下,扫查间距不应大于 9.2.2 所选用的对比试块中最小有效波束宽度的二分之一。

9.2.5.2 对于双晶组合探头,其隔声层的纵向取向应与缺陷可能延伸的方向平行。对于矩形晶片,其晶片长轴方向应与缺陷可能延伸的方向平行。

9.2.5.3 探头扫查时的移动方向均应与缺陷可能延伸的方向垂直。

9.2.5.4 在扫查过程中,应保持超声波入射声束和入射面之间的角度为 $90^\circ \pm 2^\circ$ 。

9.2.5.5 检验速度应满足被检样品在规定验收等级中能有效检出最小缺陷。在一般情况下,手动检验时的扫查速度应不大于 254 mm/s。自动检验时,当重复频率满足扫查速度要求时,可提高扫查速度。

9.2.5.6 在评定缺陷当量时,当被检样品与对比试块由于表面因素存在较大差异时,应加以修正。如条件允许的情况下,可对该检验面进行表面处理,排除由表面粗糙度引起的检验误差。

9.2.5.7 在检验基准灵敏度下,出现以下三种情况之一应进行仔细检验或采用其他方法分析。

9.2.5.7.1 出现缺陷反射波幅值大于 40%时,应在缺陷附近细致扫查,已获得缺陷最大反射波。如水浸检验,可通过调试探头角度以获得缺陷最大反射波。

9.2.5.7.2 噪声信号比正常值大两倍时,应检查被检样品表面状态,或查看探头选择是否正确等影响因素。

9.2.5.7.3 当底波反射信号降低 50%时,应检查被检样品被检部位上下表面是否倾斜,或查看表面状态等影响因素。

9.2.5.8 在检验过程中,检验参数发生变化或检验仪参数旋钮发生变动时,应对检验基准灵敏度按 9.2.2 进行重新校验。

9.2.5.9 在连续工作 2 h 以上或检验工作完成后,应按 9.2.2 进行校验。

9.2.5.10 在检验过程中,如更换仪器、探头、探头导线、耦合剂等,应对检验灵敏度按 9.2.2 进行重新校验。

9.2.5.11 校验后,如果灵敏度增加,应对上一次调试仪器参数到检测校验期间检验的被检样品,所检出的缺陷进行重新评定,如果灵敏度降低,应对上一次调试的仪器参数检验的所有被检样品进行重新检验。

9.2.5.12 在检验基准灵敏度下进行检验时,发现噪声信号增大或第一次底波降低时,按 9.2.5.7 检验,仔细检查入射面和底面,确认噪声或底波损失不是由几何形状、尺寸、表面状态等因素引起的,应停止检验,按 9.2.5.13、9.2.5.14 和 9.2.5.15 进行底波衰减量测试。

9.2.5.13 在检验中,当发现噪声信号增大或第一次底波降低时,将探头放在与被检样品几何形状、尺寸、表面状态、合金牌号、热处理状态等相同的同部位正常样品上,移动探头,使第一次底反射波最高,调试仪器灵敏度,为显示屏满刻度的 80%。

9.2.5.14 将探头重新移到被检样品噪声增大或底波降低的位置,使第一次底反射波最高。

9.2.5.15 将 9.2.5.13 测试的底波高度与 9.2.5.14 测试的底波高度进行比较。

9.2.5.16 如果其他方法测试的结果等效于 9.2.5.15 测试的结果,则可用其他方法测试底波损失。

9.2.6 缺陷评定

9.2.6.1 缺陷平面位置的确定

当需要对缺陷精确定位时,应使缺陷处于远场区,将探头放在被检样品检验面移动扫查,当获得缺陷最大反射波高时,则探头所在中心位置即为缺陷的位置。

9.2.6.2 缺陷埋藏深度的确定

当发现缺陷时,根据缺陷波在显示屏上的显示位置,用同声程平底孔对比试块进行比较,测试缺陷埋藏深度。当无同声程平底孔对比试块时,缺陷埋藏深度的确定可通过测试平底孔埋藏深度与缺陷埋藏深度相邻的两块对比试块,用插入法确定,或利用被检样品的已知厚度与缺陷波、底波在显示屏上的显示位置采用比例法确定。被检样品缺陷的测试深度偏差应满足表 4 要求。

表 4 缺陷埋藏深度测试偏差

序 号	缺陷埋藏深度/mm	缺陷埋藏深度测试偏差
1	≤ 6.5	± 1.6 mm
2	$> 6.5 \sim 25$	± 3.2 mm
3	$> 25 \sim 76$	± 6.3 mm
4	$> 76 \sim 150$	± 12.7 mm
5	> 150	$\pm 10\%$

9.2.6.3 缺陷当量尺寸的评定

9.2.6.3.1 单点缺陷当量尺寸的评定

9.2.6.3.1.1 在检验条件相同的情况下,若单点缺陷的埋藏深度与平底孔人工缺陷的埋藏深度相同,且缺陷当量尺寸小于探头声束的有效截面,将缺陷当量反射波高与同声程对比试块平底孔反射波高相比较,如两波高幅值相等时,则该平底孔的尺寸为缺陷的当量尺寸。若两波高幅值不等,调试仪器灵敏度,使缺陷波高与平底孔波高相等,记录衰减器衰减量或增益量。当单个缺陷面积大于探头声束有效截面时,按 9.2.6.3.3 对缺陷当量尺寸进行评定。

9.2.6.3.1.2 当缺陷的埋藏深度与所用对比试块中平底孔的埋藏深度不同时,可用与之相近的两个平底孔埋藏深度的对比试块采用插入法进行比较,但不允许用外推法。

9.2.6.3.2 多个缺陷当量尺寸的评定

9.2.6.3.2.1 对多个单点缺陷,按 9.2.6.3.1 对每个缺陷当量的最大反射波信号的中心位置进行定位,确定相邻缺陷之间的距离,对于缺陷分布不在同一水平面时,可用间接的方法(几何图形)进行计算确定,比较任意两个缺陷之间的距离,以最小的距离根据表 5,按相应验收等级要求进行评定。

9.2.6.3.2.2 对于面积型或长条形缺陷应按 9.2.6.3.3 对每个缺陷边界位置进行评定,测出相邻缺陷边界之间的最短距离,根据表 5,按相应验收等级要求进行评定。

9.2.6.3.3 缺陷当量尺寸长度的评定

在扫查过程中发现有长条形缺陷时,按表 5 中长条形缺陷当量尺寸验收等级要求,选取平底孔埋藏深度与缺陷埋藏深度相同的对比试块,将探头放在对比试块上,移动探头找平底孔的最大反射波高,调

试仪器灵敏度,使波高为显示屏满刻度 80%,分别沿平底孔直径方向两边移动探头,记录波高降至显示屏满刻度 10%的探头中心点,测两点之间距离为 L_1 。在仪器调试不变的情况下,将探头重新移到被检样品长条形缺陷上,探头分别沿缺陷长度方向移动,记录长条形缺陷两端点波高降至显示屏满刻度 10%的探头中心点,测两点间的距离为 L_2 。将测试的距离 L_2 减去测试的距离 L_1 ,即为缺陷当量尺寸的指示长度。

9.2.7 质量检验等级

9.2.7.1 超声波检验分 AAA 级、AA 级、A 级、B 级、C 级五个等级。工程图纸中应注明所要求的检验等级。当被检样品须用多个等级验收时,在图纸上应划出区域注明每个区域所要求检验的验收等级。

9.2.7.2 在 AAA 级、AA 级、A 级、B 级、C 级中允许的缺陷当量值符合表 5 规定。

表 5 超声波检验验收等级

等级	单个缺陷当量	多个缺陷当量		长条状缺陷当量	
	当量平底孔直径/ mm	每个当量平底孔 直径/mm	间距/mm	当量平底孔 直径/mm	指示长度/ mm
AAA	≤ 0.8	> 0.4	> 25	≥ 0.4	≤ 3
AA	≤ 1.2	> 0.8		≥ 0.8	≤ 13
A	≤ 2.0	> 1.2		≥ 1.2	≤ 25
B	≤ 3.2	> 2.0		≥ 2.0	
C	≤ 3.2	不要求		不要求	

9.2.7.3 超过规定的超声波检验验收等级的缺陷,若在随后的机械加工中可被除去,供需双方可经协商后认定其合格。

9.2.7.4 对检出的缺陷应进行准确标记,详细记录缺陷位置、深度、当量值等检验参数。对底波严重降低或噪声增大的区域应做好标记和记录。

9.2.7.5 底波损失不应使第一次底波降低到正常被检样品的第一次底波的 50% 或更低。若衰减原因是由噪声信号引起的,则应进行冶金分析确定其原因,并决定验收与否。若对底反射波损失有其他要求,应根据供需双方协商确定。

9.2.7.6 对检验不合格的被检样品的缺陷位置应进行明显标记,以防混料。

9.3 横波检验方法

9.3.1 对垂直于检验面或与检验面成一定角度的缺陷,应采用超声波横波检测技术进行检验。横波检验最少进行两次扫查,第一次扫查声束传播方向与第二次扫查声束传播方向应相反。

9.3.2 当被检样品检验面为平面时,检验厚度不大于 25 mm,采用 60° 折射角进行检验,检验厚度大于 25 mm,采用 45° 折射角进行检验。基准灵敏度应在附录 A.2.3.1 所要求的对比试块上调试。如有特殊要求,应由供需双方协商确定探头折射角。

9.3.3 棒材如需要横波进行检验时,应采用附录 A.2.3.2 对比试块中相应的人工缺陷进行灵敏度调试。如采用水浸法进行检验时,水层厚度应按式(2)调试。

$$h > 2 \frac{v_1}{v_3} \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(X \frac{v_3}{v_1}\right)^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- h —— 水层厚度,单位为毫米(mm);
- D —— 被检棒材直径,单位为毫米(mm);
- v_1 —— 水中纵波声速,单位为毫米每秒(mm/s);
- v_3 —— 被检棒材横波声速,单位为毫米每秒(mm/s);
- X —— 偏心距,单位为毫米(mm)。

9.3.4 对比试块的直径应与被检棒材相同,调试探头横波的人射角度,以埋藏深度不同的人工缺陷反射波高均达到显示屏满刻度的80%以上,作为检验灵敏度。液浸法圆棒周向横波检验方法如示意图2所示,接触法圆棒周向横波检验方法如示意图3所示。探头应沿棒材周向正反两个方向分别进行扫查。

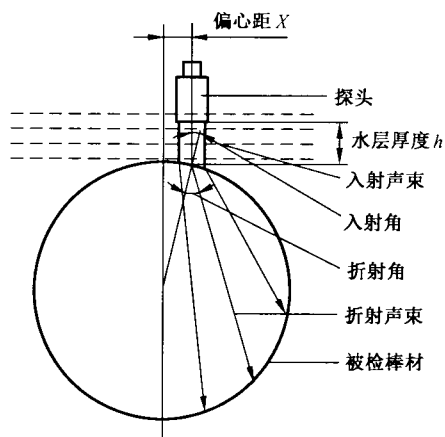


图2 液浸法圆棒周向横波检验示意图

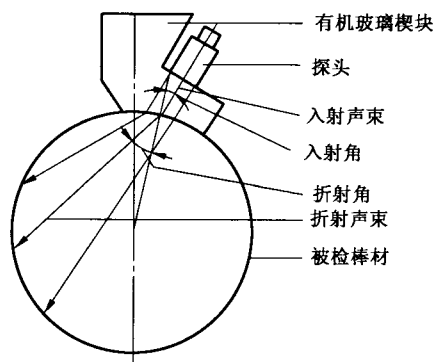


图3 接触法圆棒周向横波检验示意图

9.3.5 当对被检样品需要采用横波检测技术进行检验时,应制定检验规程,验收标准应由供需双方协议确定。

10 检验记录

检验记录应包括以下内容：

- a) 产品名称、产品规格、合金牌号、状态、批号、熔次号、样品编号；
- b) 超声波检验仪型号、探头规格、检验频率；
- c) 检验方法、耦合剂；

- d) 对比试块编号；
- e) 验收标准；
- f) 检验结果详细记录；
- g) 检验人、审核人；
- h) 检验日期等。

11 检验报告

检验报告应至少一式两份,由检验单位和送检单位各持一份,检验报告应作为质量档案保存。检验报告应包括以下内容:

- a) 报告编号；
- b) 送检单位；
- c) 产品名称、产品规格、合金牌号、状态、批号、熔次号、样品编号；
- d) 超声波检验仪型号、探头规格、检验频率；
- e) 检验方法,耦合剂；
- f) 对比试块编号；
- g) 验收标准；
- h) 检验结果评定；
- i) 检验人、审核人、检验日期。

12 检验结果说明

12.1 由于许多因素,如被检样品入射面、表面状态和样品的形状,超声波声束与入射面倾斜角度以及检测系统性能变化等,将可能导致影响缺陷波和底波的反射。这些因素会严重降低本标准超声波检验方法测试数值的可靠性。

12.2 本标准叙述的超声波缺陷检验方法是对比法,缺陷的评定是在与认可的对比试块上测试的数据进行比较评估。缺陷当量大小的准确评定受检验系统性能、被检样品表面不规则和缺陷性质等因素的严重影响。

12.3 由于检验系统中存在许多互相影响的变量因素对超声检验的结果产生不利影响,因此很难确定检出的缺陷对被检产品机械性能的实际定量影响。虽然本方法对生产过程中的产品质量提供了一种可靠控制手段,但这种超声检验方法不能作为被检样品最终质量和性能的唯一评判手段。

附录 A
(规范性附录)
标准试块与对比试块

A.1 标准试块

A.1.1 用于纵波检验的铝合金标准试块,材质、尺寸及加工要求应符合 A.1.1.1~A.1.1.12 要求。

A.1.1.1 铝合金纵波标准试块是由 7075-T6 材料经轧制或挤压棒材制作。为获得超声波良好的透声特性,试块坯料在制作标准试块前,需进行再次热处理,推荐方法是先将试块坯料在温度 $465\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($870\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{F}$) 下均热 $60\text{ min} \pm 5\text{ min}$,然后迅速垂直浸入室温水中进行淬火,并在室温空气中时效 $96\text{ h} \pm 1\text{ h}$,最后采用温度为 $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($250\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{F}$) 的空气时效 $24\text{ h} \pm 1\text{ h}$ 。应尽量垂直淬火以最大程度减小变形,试块坯料再次热处理时,推荐长度为 508 mm。

A.1.1.2 标准试块材料质量评定采用纵波水浸法,选用 10 MHz 频率,直径为 9.65 mm(0.38 in)水浸探头,选用直径为 4.76 mm(0.187 5 in)的滚珠轴承钢珠作为参考反射体,调试检验基准灵敏度,探头与钢珠在水中的垂直距离,应等于探头在水中的近场长度,调试仪器相关参数,获得钢珠最大反射波,调试仪器灵敏度,使反射波高为显示屏满刻度的 50%,此时的灵敏度为标准试块材料检验基准灵敏度。探头近场长度减去材料半径为检验材料水程距离,水平扫描至少有 5 次底反射波显示,对材料进行检验时,噪声电平不应超过显示屏满刻度的 20%。合格的材料不应有超过噪声电平的任何缺陷信号。

A.1.1.3 标准试块声入射面表面粗糙度(R_a)应不大于 $0.76\text{ }\mu\text{m}$,底表面粗糙度(R_a)应不大于 $1.6\text{ }\mu\text{m}$ 。端面应垂直于试块纵轴,平整度不大于 0.005 mm ,两个端面应互相平行,平行度不大于 0.025 mm 。试块编号顺序为材料牌号(7075)—平底孔直径(ϕ)—孔埋藏深度(B),上下面外边应倒圆($R < 0.8\text{ mm}$)。

A.1.1.4 标准试块应进行阳极氧化处理或进行其他保护措施以防止试块腐蚀。

A.1.1.5 平表面纵波标准试块人工缺陷平底孔尺寸及平底孔埋藏深度应按表 A.1 加工制作,加工要求见示意图 A.1。

单位为毫米

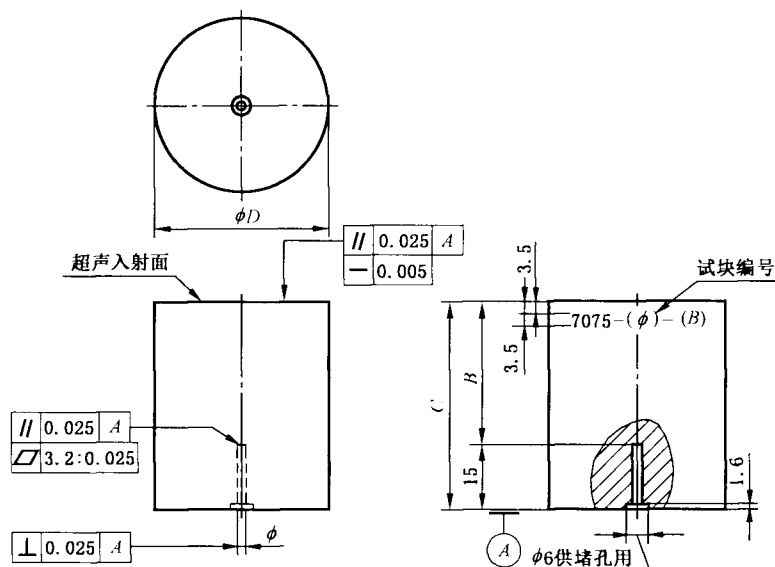


图 A.1 平表面纵波标准试块加工示意图

表 A.1 平表面纵波检验标准试块尺寸

平底孔系列	平底孔直径/mm 尺寸偏差:±0.01 mm	平底孔埋藏深度 B/mm 尺寸偏差:±0.1 mm			试块柱高 C/mm 尺寸偏差:±0.4 mm		
		(1)1.5	(9)30	(17)90	(1)16.5	(9)45.0	(17)105.0
系列 1	0.4	(2)2.5	(10)35	(18)100	(2)17.5	(10)50.0	(18)115.0
系列 2	0.8	(3)5.0	(11)40	(19)110	(3)20.0	(11)55.0	(19)125.0
系列 3	1.2	(4)7.5	(12)45	(20)120	(4)22.5	(12)60.0	(20)135.0
系列 4	2.0	(5)10	(13)50	(21)130	(5)25.0	(13)65.0	(21)145.0
系列 5	3.2	(6)15	(14)60	(22)140	(6)30.0	(14)75.0	(22)155.0
		(7)20	(15)70	(23)150	(7)35.0	(15)85.0	(23)165.0
		(8)25	(16)80	(8)40.0	(16)95.0		

A.1.1.6 标准试块外径应为 $50\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 。

A.1.1.7 平底孔中心线应与圆柱体试块轴线同轴,同轴度偏差不大于 0.25 mm 。平底孔的孔底表面粗糙度(R_a)不大于 $3.2\text{ }\mu\text{m}$ 。孔底用平头钻或刀具加工使孔底平整,所使用的钻或刀具端面应平整。平底孔深度为 15 mm 。

A.1.1.8 标准试块制作完成后,应采用液浸法测试距离-波幅曲线,以钢珠为参考反射体调试检验基准灵敏度。对于一组 $\phi 1.2\text{ mm}$ 平底孔的标准试块,应以直径为 3.2 mm ($1/8\text{ in}$) 的钢珠为参考反射体调试检验基准灵敏度,调试水层距离为 $88.9\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ (3.5 in),调试仪器参数,移动探头找钢珠最大反射波高,调试衰减器或增益器,使反射波高为显示屏满刻度的 80% ,为该组试块检测基准灵敏度,对每块试块进行检测,获得平底孔最大反射波高,绘制距离-波幅曲线,测试值应在图 A.2 要求的允许偏差范围内,当平底孔埋藏深度大于 60 mm 时,反射波高变小不利于曲线观看,应增加仪器灵敏度,可提高埋藏深度较大平底孔的测量精度,图 A.2 中 B 曲线是在平底孔埋藏深度 45 mm 试块上获得最大反射波后,提高 9 dB 灵敏度,以此灵敏度对平底孔埋藏深度大于 45 mm 试块进行测试,获得的曲线。

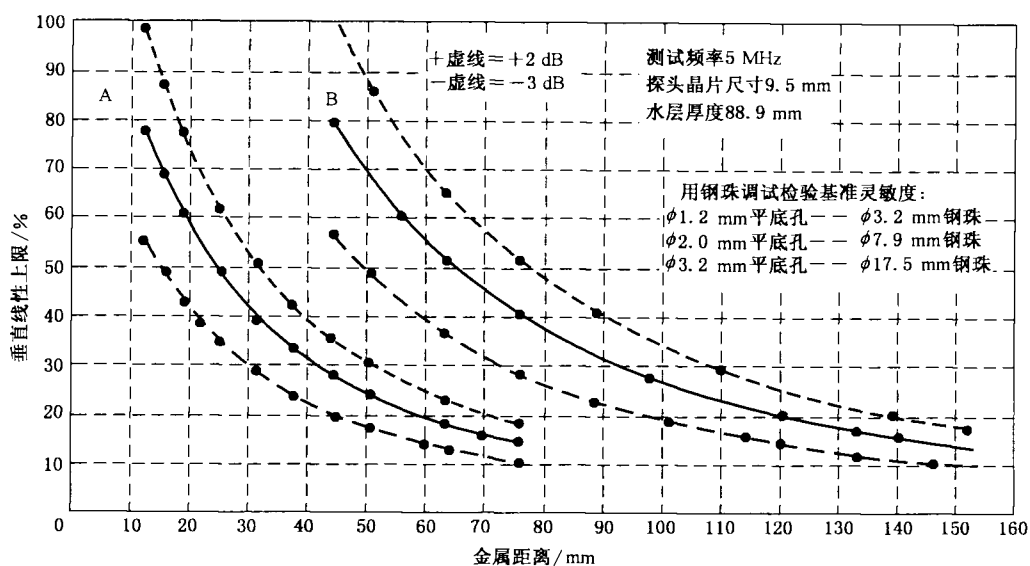


图 A.2 同孔径、不同埋藏深度的标准试块距离-波幅曲线

A.1.1.9 对于一组 $\phi 2.0\text{ mm}$ 平底孔标准试块,应以直径 7.9 mm ($5/16\text{ in}$) 钢珠为参考反射体调试检验基准灵敏度,按 A.1.1.8 要求的测试步骤对一组 $\phi 2.0\text{ mm}$ 平底孔标准试块进行测试。测试值应在图 A.2 要求的允许偏差范围内。

A.1.1.10 对于一组 $\phi 3.2$ mm 平底孔标准试块,应以直径 17.5 mm(11/16 in)钢珠为参考反射体调试检验基准灵敏度。按 A.1.1.8 要求的测试步骤对一组 $\phi 3.2$ mm 平底孔标准试块进行测试。测试点应满足图 A.2 要求的允许偏差范围内。

A.1.1.11 图 A.2 曲线测试频率为 5 MHz,探头晶片直径 9.5 mm(0.375 in),测试起点是平底孔埋藏深度 12.7 mm(0.5 in)。由于所选用探头和仪器的限制,金属声程小于 12.7 mm(0.5 in)的标准试块不适合采用本标准进行检验。

A.1.1.12 合格的标准试块测试值偏差应在基准曲线+2 dB~-3 dB 范围内,加上 $\pm 2\%$ 线性上限读数偏差。

A.1.2 钢制 1 号标准试块,应符合 JB/T 10063 要求。

A.1.3 利用 A.1.1 和 A.1.2 所述的两套试块,可进行超声波检验仪垂直线性、水平线性的测试、检验范围、检验灵敏度的调整,探头性能测试、声束特性的测试、距离-波幅曲线测试和横波斜探头入射点测试等。

A.2 对比试块

A.2.1 对比试块材料要求

A.2.1.1 对比试块材料与被检样品的材质、透声性、声速、声阻抗应相似。若尺寸、材质等要求与标准试块相同,则标准试块可用作对比试块。对比试块外形尺寸应能代表被检样品的特征,对比试块人工缺陷埋藏深度应满足被检样品检验范围要求。

A.2.1.2 对比试块材料的内部组织纯净度应利用水浸法,垂直入射超声纵波技术,根据检验需求,在检验要求规定的工作频率下进行对比试块材料检验,不应有任何高于噪声信号幅度的回波显示,且任何部位由材料引起的底波反射幅度变化均不应大于 3 dB。当对比试块用料是在被检产品中选取,试块用料超声波检验时,应达到检验要求等级更严一级的质量要求。

A.2.1.3 一般情况下铝合金对比试块应由 7075-T6、2024(7A09 或 2A12 淬火)人工时效材料制作,镁合金对比试块应由 ZK60A(MB15)镁合金材料制作,这几种材料制作的对比试块可适用于大多数变形铝合金和镁合金产品的检验。如果没有上述合金的材料,应从被检产品中或与被检产品合金状态、规格、形状相同的材料中截取试块制做对比试块。

A.2.1.4 铝合金对比试块与镁合金对比试块不能互换使用。

A.2.1.5 对比试块超声波入射面表面粗糙度应与被检样品检验面表面状态相同或优于被检样品表面。

A.2.1.6 对比试块在投入使用前,应按试块加工图要求进行检验。检验合格后应对试块打孔处进行封堵。使用单位应定期检查试块外观有无影响使用的表面损伤。

A.2.2 纵波检验对比试块

A.2.2.1 试块分类

纵波检验对比试块有平表面对比试块、棒材对比试块、厚壁管对比试块。其人工缺陷反射体为不同孔径、不同埋藏深度的平底孔,孔底平行于检验面。

A.2.2.2 人工缺陷平底孔要求

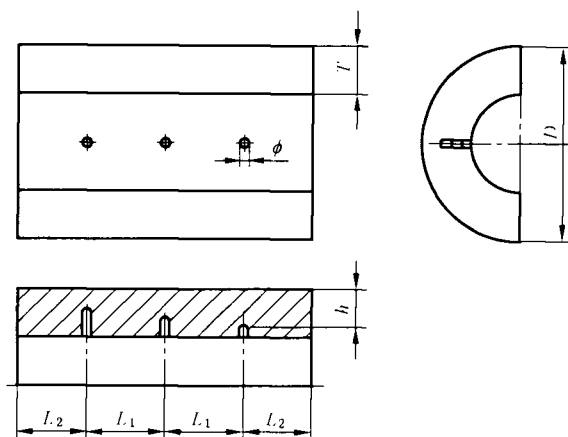
平底孔孔底表面粗糙度(R_a)应不大于 $3.2\ \mu\text{m}$,平底孔直径公差为 $\pm 0.02\ \text{mm}$;孔底平面度应不大于 $0.025\ \text{mm}$;根据检验要求,平底孔直径可选为 $0.4\ \text{mm}$ 、 $0.8\ \text{mm}$ 、 $1.2\ \text{mm}$ 、 $2.0\ \text{mm}$ 、 $3.2\ \text{mm}$ 。

A.2.2.3 平表面纵波检验对比试块要求

平表面纵波检验对比试块的形状、尺寸及人工缺陷制作方法应按表 A.1、图 A.1 要求制作。

A.2.2.4 厚壁管纵波检验对比试块要求

厚壁管检验使用的纵波对比试块应选用与被检样品规格相同的材料制作。根据厚壁管检验厚度至少钻制3个不同埋藏深度平底孔,各孔的中心线应与厚壁管直径重合;同轴度偏差不大于0.1 mm;平底孔埋藏深度应由供需双方协商确定;各孔之间的中心距离(L_1)不小于25 mm;平底孔中心线距试块端头的距离(L_2)不应小于25 mm;根据厚壁管壁厚及实际检验要求可适当增加不同埋藏深度的平底孔,对比试块加工示意图见图A.3。



说明:

- D ——对比试样管外径,单位为毫米(mm);
- ϕ ——平底孔直径,单位为毫米(mm);
- T ——对比试样管壁厚,单位为毫米(mm);
- h ——平底孔埋藏深度,单位为毫米(mm);
- L_1 ——各孔之间的中心距离,单位为毫米(mm);
- L_2 ——孔中心线距管端头距离,单位为毫米(mm)。

图 A.3 厚壁管用纵波对比试块加工示意图

A.2.2.5 棒材纵波检验对比试块要求

A.2.2.5.1 检验棒材用纵波对比试块应选用与被检样品直径相同或接近的棒料制作。不同直径对比试块尺寸、人工缺陷平底孔埋藏深度等要求见表A.2,对比试块加工示意图见图A.4。图A.4中的对比试块也可做成分体的三块,分别为A、B、C尺寸(A、B、C尺寸偏差为 ± 0.2 mm),对于A、B尺寸的对比试块,端部距平底孔中心之间的距离为25 mm,对于C尺寸的对比试块,E尺寸改为F尺寸,其他尺寸要求不变。 H 处宽度内顶面粗糙度(R_a)值为 $3.2 \mu\text{m}$,孔中心线应与棒材直径重合,并与A面垂直。

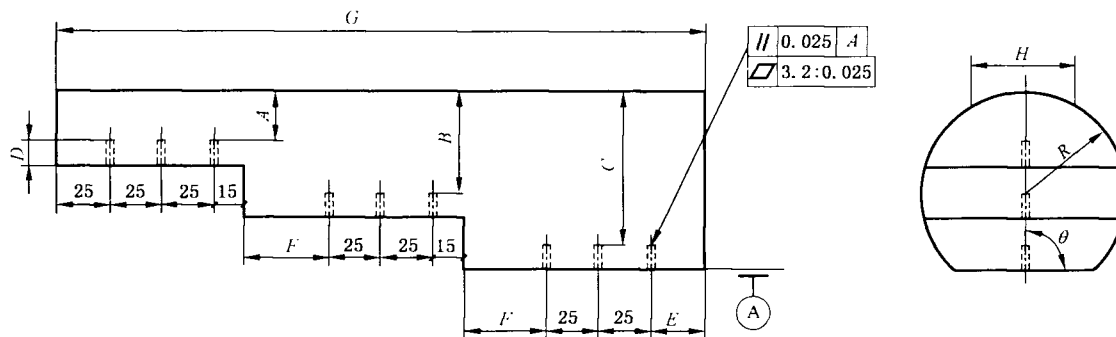


图 A.4 纵波检验柱面对比试块示意图

表 A.2 纵波检验棒材对比试块尺寸

单位为毫米

$R \pm 0.5$	$A \pm 0.2$	$B \pm 0.2$	C	D	E	F	G	H
120	60	120	180	12	40	40	325	50
110	55	110	165	12	40	40	325	50
100	50	100	150	12	40	40	325	50
90	45	90	135	12	40	40	325	50
80	40	80	120	12	25	40	310	50
70	35	70	105	12	25	40	310	50
60	30	60	90	12	25	40	310	50
50	25	50	75	12	25	40	310	50
40	20	40	60	12	25	40	310	50
30	15	30	45	12	25	40	310	40
25	12.5	25	37.5	10	25	40	310	40
20	10	20	30	8	25	25	280	40
15	7.5	15	22.5	6	25	25	280	30
10	5	10	15	5	25	25	280	20

A.2.2.5.2 棒材纵波检验对比试块与被检棒材直径允许偏差应满足表 A.3 要求。

表 A.3 棒材纵波检验被检棒材直径与对比试块直径允许误差范围

序号	对比试块直径 d/mm	与被检棒材直径偏差/ mm
1	10~20	+2 0
2	>20~30	+5 0
3	>30~60	± 5
4	>60~80	+10 -5
5	>80	± 10

A.2.2.5.3 采用纵波检验曲率半径大于 125 mm 以上的曲面样品时,可使用平表面纵波对比试块。

A.2.3 横波检验对比试块

A.2.3.1 平表面检验横波对比试块

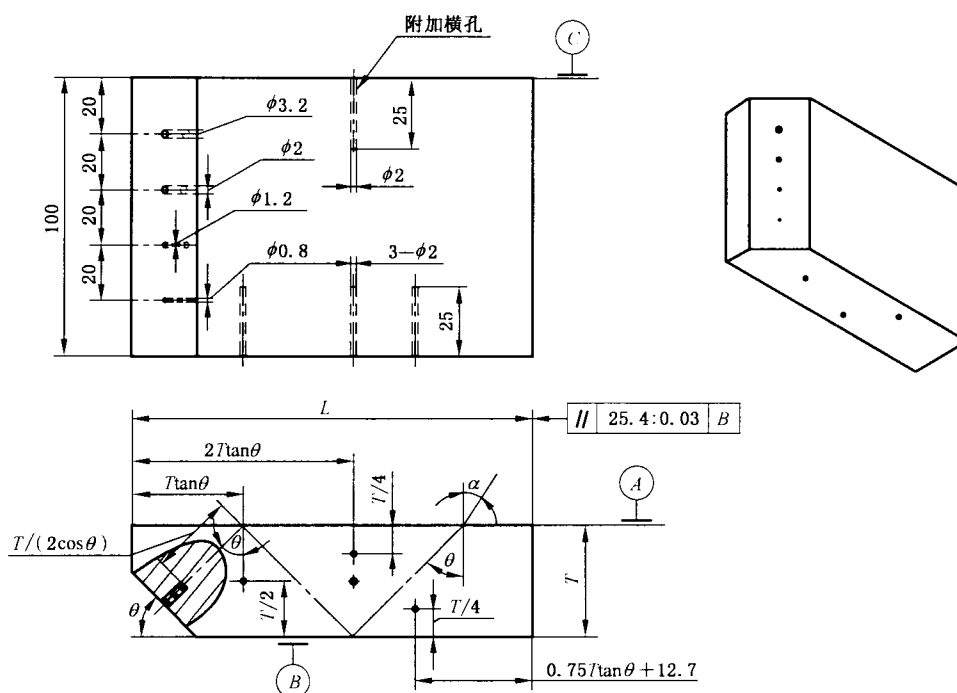
A.2.3.1.1 对比试块 A

A.2.3.1.1.1 对比试块 A 的形状和尺寸见图 A.5。对比试块 A 厚度、长度与被检样品厚度的对应关系见表 A.4。

表 A.4 横波检验平表面对比试块 A 厚度、长度与被检样品厚度的对应关系 单位为毫米

被检样品厚度 h	对比试块厚度 T	对比试块最小长度 L
≤ 25	20 或 h	$3T \times \text{tg}\theta + 25$
$> 25 \sim 50$	40 或 h	
$> 50 \sim 100$	80 或 h	
$> 100 \sim 150$	130 或 h	
> 150	$h + 25$	

单位为毫米



说明:

 α —— 入射角; θ —— 折射角。

图 A.5 横波检验用平表面试块 A 形状和尺寸

A.2.3.1.1.2 对比试块上可包括所有等级的平底孔,若对比试块只用于较少等级时,可使用有较少孔的窄试块。平底孔孔底的平面度应为 0.02 mm,孔底表面粗糙度(Ra)值应不大于 3.2 μm 。横孔表面粗糙度(Ra)值应不大于 1.6 μm 。

A.2.3.1.1.3 当检验声程只使用 0.5~1 个跨距或检验较薄的样品时,可使用比图示较短的对比试块,短试块上的横孔应沿 L 方向重新定位,使各孔之间的距离至少相距 20 mm。

A.2.3.1.1.4 图 A.5 中 θ 为试块中的折射角, α 为入射角。一般情况下,当 T 在 12.5 mm~25.4 mm 范围内时, θ 为 60° ;当 T 大于 25.4 mm 时, θ 为 45° 。

A.2.3.1.1.5 图 A.5 中,A、B、C 三面的表面粗糙度应与被检样品相同,A 面与 B 面应互相平行,平行度 0.025 mm。

A.2.3.1.1.6 根据验收等级,选用相应等级平底孔, T 小于 20 mm 时,无需制作横孔。除孔直径偏差为规定值的 $\pm 3\%$ 外,所有其他尺寸的偏差为 ± 0.8 mm。

A.2.3.1.1.7 T 大于 25 mm 的试块,也可在 C 面制作不同埋藏深度、 $\phi 2.0$ mm 的附加横孔,各横孔轴线距 A 面分别为 7 mm、13 mm、25 mm、38 mm 和 50 mm 等位置。直至距 B 面 $T/4$ 为止。各孔之间的距离至少相距 20 mm。

A.2.3.1.2 对比试块 B

对比试块 B 表面粗糙度应与被检样品相同。对比试块 B 形状及人工缺陷横孔分布位置见示意图 A.6。图 A.6 中孔全部为横孔,根据使用要求,增减孔的数量,孔径(ϕ)应不大于 1 mm,孔长度为 12 mm。孔间距(K)不小于 20 mm, H 最大时横孔的位置与侧边的距离应大于 L , L 按式(A.1)计算:

$$L = H \times \text{tg}\theta + l \quad \dots\dots\dots(\text{A.1})$$

式中:

- θ —— 折射角,单位为度($^{\circ}$);
- l —— 探头尺寸,单位为毫米(mm);
- H —— 横孔距检验面最大时距离,单位为毫米(mm);
- L —— H 最大时横孔距侧边距离,单位为毫米(mm)。

单位为毫米

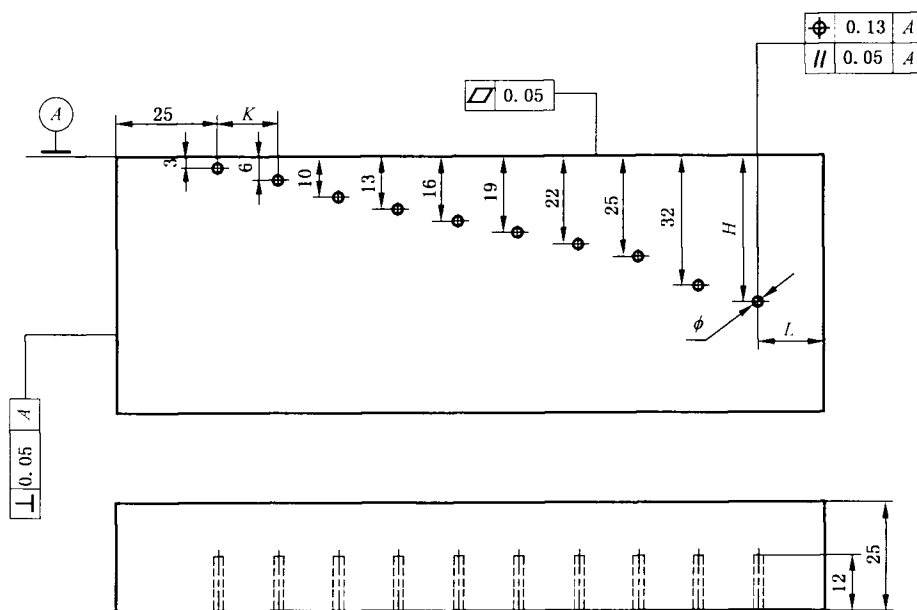


图 A.6 超声波横波检验平表面对比试块 B 示意图

A.2.3.2 棒材横波检验对比试块

A.2.3.2.1 直径大于 50 mm 圆棒材周向检验横波对比试块

直径大于 50 mm 的圆棒材周向检验横波对比试块,形状及人工缺陷横孔分布位置如示意图 A.7 所示。横孔 A、B、C 直径为 $0.5 \text{ mm} \pm 0.03 \text{ mm}$,深度 d_1 为 $13 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$;横孔 E、F、G 直径为 $1.2 \text{ mm} \pm 0.03 \text{ mm}$,深度 d_2 为 $25 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ 。6 个孔中心线应与对比试块两端面垂直;对比试块两端面应互相平行,与试块轴线垂直。

A.2.3.2.2 直径不大于 50 mm 圆棒材周向检验横波对比试块

直径不大于 50 mm 圆棒材,周向检验横波对比试块形状及人工缺陷横孔分布位置,如图 A.8 所示。试块表面粗糙度应与被检棒材表面相同,所有孔表面粗糙度(R_a)值应不大于 $1.6 \mu\text{m}$,横孔位置偏差为

±0.25 mm。孔中心线应与对比试块两端面垂直;对比试块两端面应互相平行,与试块轴线垂直。所有孔应进行封堵。图 A.8 中横孔 A 也可以是刻有人工缺陷的纵向槽伤,槽伤尺寸应经供需双方协商确认。选用哪种类型的人工缺陷,应由供需双方协商确定,以满足某一检验要求。

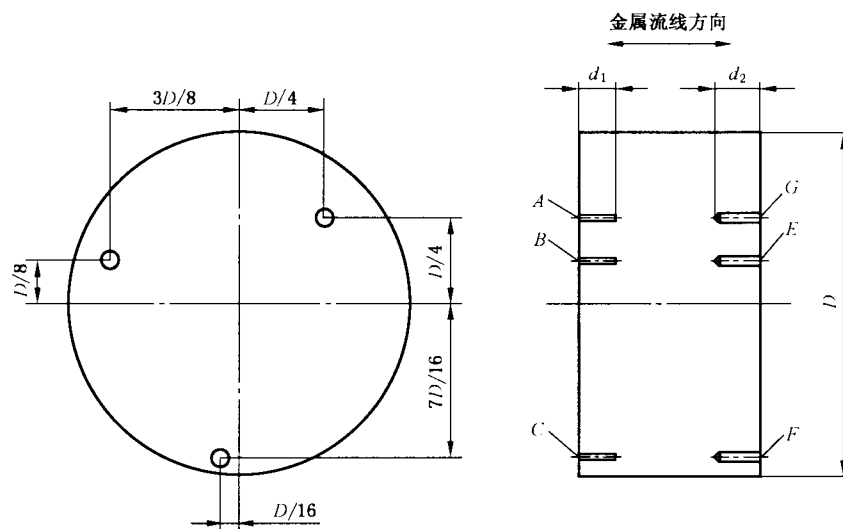


图 A.7 直径大于 50 mm 圆棒材周向检验横波对比试块示意图

单位为毫米

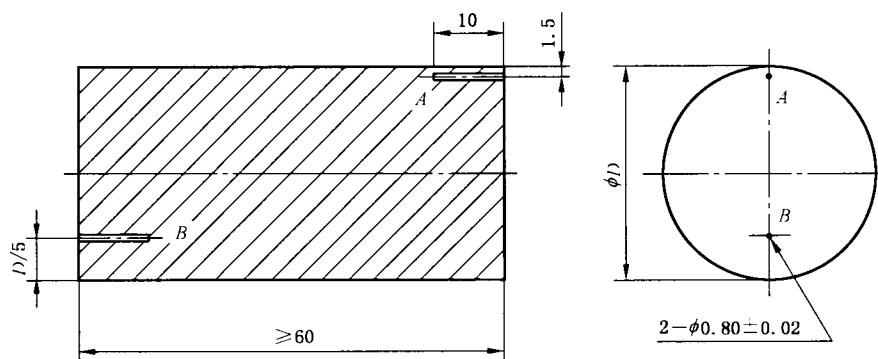


图 A.8 直径不大于 50 mm 圆棒材周向检验横波对比试块

A.3 人工缺陷反射体测量方法

A.3.1 应根据检验要求,在对比试块中制作不同类型、不同规格的人工缺陷,人工缺陷的尺寸如需要进行测试时,可采用常规物理测量方法进行检测,或按 A.3.2~A.3.6 人工缺陷反射体的硅橡胶覆型检测方法进行检测。

A.3.2 用医用注射器抽取丙酮,对人工缺陷反射体的内腔冲洗干净,并用热风干燥。

A.3.3 用脱模剂润湿棉球,仔细轻擦内腔。

A.3.4 按照一定比例,将硫化剂加入所需数量的硅橡胶中,并搅拌均匀。

A.3.5 将配好的胶液缓缓注入人工缺陷反射体的内腔。为便于取出覆型物,在灌胶后应插入一定长度刚性细金属丝。

A.3.6 将灌好胶的人工缺陷反射体试块立即移入真空箱中抽真空,抽真空开始后,视胶液排气情况反复破真空、抽真空 2~3 次,胶液中气泡排净后,可将试块取出,放置于室温空气中固化。待胶液完全固化后,小心取出覆型物,在显微镜下观测。

附录 B

(规范性附录)

超声检测仪与探头组合使用性能测试方法

B.1 垂直极限和垂直线性的测试

B.1.1 在垂直线性极限范围里,将纵波直探头耦合在图 B.1 所示对比试块的检测面上,移动探头,调试仪器灵敏度,使人工缺陷孔 A 的反波高 H_A 在显示屏上显示满刻度的 60%,人工缺陷孔 B 的反射波高 H_B 在显示屏上显示满刻度的 30%,即两个孔反射波高比($H_A : H_B$)为 2 : 1,调试仪器灵敏度,使 H_A 从显示屏垂直刻度的 10%逐步提高到显示屏垂直刻度的 100%。记录 H_A 及相应 H_B 的波高,每次测得的 H_A 与 H_B 之比均应在 2.2~1.8,用图 B.2 所示图形表示。

单位为毫米

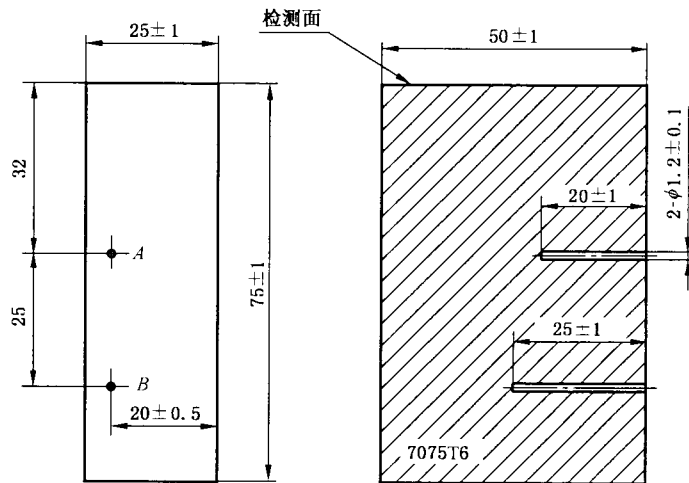


图 B.1 用于测量垂直线性的对比试块示意图

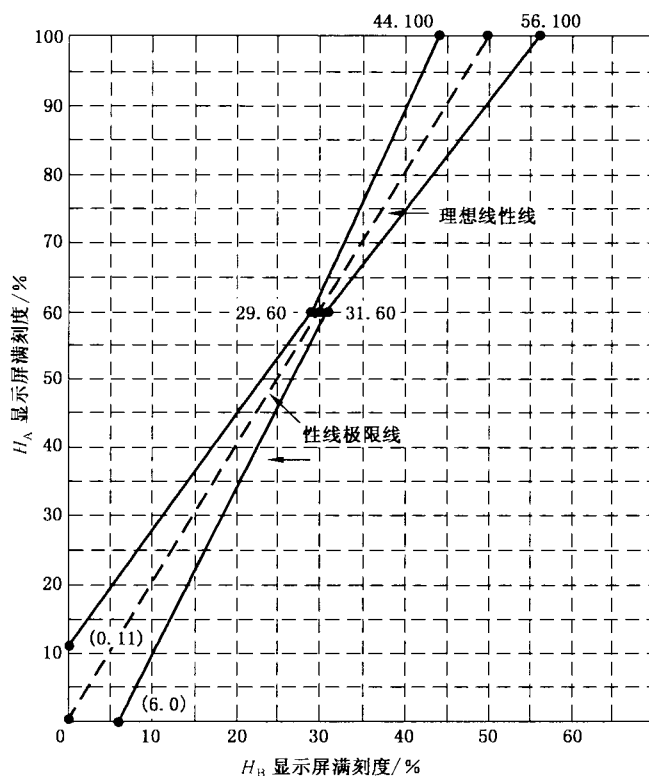


图 B.2 垂直线性范围图

B.1.2 垂直极限是当增益增大时,反射波高 H_A 在显示屏上所能获得的最大高度。

B.1.3 垂直线性范围由超过或低于设定点而最先与极限线相交的点来确定。线性上限由相应的 H_A 给出,线性下限由相应的 H_B 给出。设定点优选条件是将 H_A 调试为显示屏满刻度的 60%, H_B 调试为显示屏满刻度的 30%。

B.2 水平极限和水平线性的测试

B.2.1 将纵波直探头耦合到图 B.1 所示对比试块厚度为 25 mm 的检验面上或厚度适当、上下表面平行的试块上。调试仪器检验灵敏度、扫描延迟和扫描范围,使显示屏水平扫描时基线上显示出 11 次无干扰的底面反射波,然后调试扫描控制器,使第 3 次和第 9 次底面反射波的前沿分别准确地调制在显示屏水平刻度尺的满刻度的 20% 和 80% 处。记录使每次底面反射波调试为显示屏满刻度的 50% 时,前沿位置在水平刻度尺满刻度的百分数。若第 11 次底面反射波有干扰,可以利用 6 次底面反射波进行测试,此时,可将第 2 次和第 5 次底面反射波的前沿调制在水平刻度尺满刻度的 20% 和 80% 处。

B.2.2 水平线性允许偏差应不大于满刻度的 3%。

B.2.3 水平极限是在显示屏水平刻度尺范围内,可以显示的最大扫描轨迹长度。

B.2.4 水平线性范围可用完全落在所规定允许偏差范围内的一组相邻接点的位置来给定。见图 B.3。

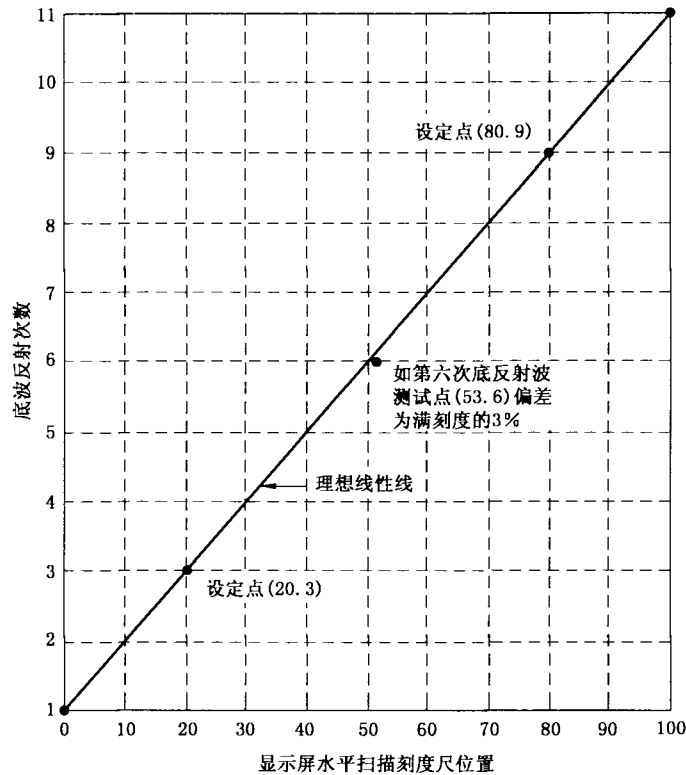


图 B.3 水平线性范围图

B.3 灵敏度、信噪比、灵敏度余量的测试

B.3.1 将纵波直探头耦合到直径为 0.4 mm,埋藏深度不小于 75 mm 平底孔铝合金对比试块上,移动探头,找平底孔最大反射波高,调试仪器灵敏度,使平底孔反射波高达到显示屏满刻度的 100%,以此评价灵敏度水平。

B.3.2 在灵敏度测试基础上,测量此时的噪声水平,平底孔反射信号与噪声反射信号比值,评价信噪比。

B.3.3 若平底孔反射波高达到显示屏满刻度的 100%时,噪声水平低于 20%,则可提高增益,记录使噪声电平不大于显示屏满刻度 20%的灵敏度余量(dB 值)。

B.4 入射面分辨力和底面分辨力的测试

B.4.1 在仪器校验时,用直径不大于 14 mm 的纵波直探头,在不同埋藏深度、直径为 1.2 mm 的平底孔铝合金对比试块上测试,将探头耦合到试块上,移动探头,找平底孔最大反射波高,调试仪器灵敏度,使平底孔反射波高达到显示屏满刻度的 80%时,此时始波或界面波后沿与平底孔反射波的前沿相交处应不大于满刻度 20%,此平底孔的埋藏深度为入射面分辨力。也可用图 B.4 对比试块测试。底反射面分辨力,应在图 B.4 所示试块上测试,试块的材质应与被检样品相同或相似,平底孔的直径及孔底到相邻界面的距离应根据被检样品的要求确定。测试时应使用实际检验所选用的探头,移动探头,找平底孔最大反射波高,调试仪器灵敏度,使平底孔反射波高达到显示屏满刻度的 80%时,找出平底孔反射波与相邻界面反射波的相交处不大于满刻度 20%时,可分辨的平底孔埋藏深度或平底孔深度。此时,入射面

与底面分辨力可用从孔底到相邻界面的最短金属距离、孔径及灵敏度大小来给出。

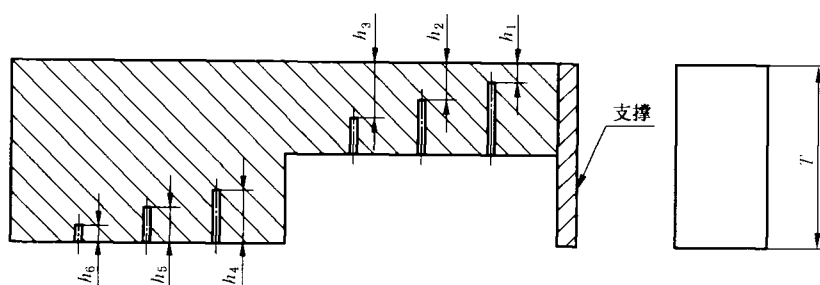


图 B.4 用于确定入射面及底面分辨力试块示意图

B.4.2 图 B.4 试块厚度(T)由检验要求确定;表面粗糙度应与被检样品相同或相近,孔之间、孔与侧壁之间的距离不应小至引起干涉;对孔应进行封堵。

B.5 衰减器校验

B.5.1 根据超声波检验仪衰减器调试范围,应在铝合金纵波对比试块中选取不同埋藏深度、不同孔径的相应试块进行衰减器衰减量测试。如有特殊要求,经供需双方协商确定,应使用专用对比试块进行测试。

B.5.2 通常情况下,衰减器测试范围不大于 60 dB,该方法不推荐用于检测更大衰减范围。

B.5.3 用纵波直探头在不同埋藏深度、不同孔径的铝合金纵波对比试块上测试,使衰减器衰减最小或增益最大,噪声显示信号幅度小于 10%,找平底孔最大反射波高,调试仪器衰减器衰减量或增益量,使平底孔反射波高为显示屏满刻度 100%,记录此时衰减器分贝值(dB)为 G_1 ,用固定压块稳定探头位置,衰减器以每次 1 dB 或 2 dB 值(由衰减器的最小步进量决定)的衰减量进行衰减,从 1 dB~21 dB 依次衰减,并在表 B.1 “分贝衰减器校验数据记录表”的相应位置上,记下每一衰减量所测得的平底孔反射波高作为“A”值。

B.5.4 在 B.5.3 调试的衰减量 G_1 基础上,衰减器衰减 20 dB,测试不同埋藏深度、不同平底孔直径的铝合金纵波对比试块,使孔底至入射面的金属声程大于探头近场长度,找平底孔最大反射波高(必要时可适当减少衰减器衰减量),使平底孔反射波高为显示屏满刻度的 100%,记录此时衰减器分贝值为 G_2 ,用固定压块稳定探头位置,衰减器以每次 1 dB 或 2 dB 的衰减量进行衰减,并在表 B.1 “分贝衰减器校验数据记录表”的相应位置上,记下每一衰减量所测得的平底孔反射波高作为“B”值。

B.5.5 在 B.5.4 调试的衰减量 G_2 基础上,衰减器衰减 20 dB,此时衰减器至少有 30 dB 的衰减余量,测试相应直径平底孔的铝合金纵波对比试块,孔底至入射面的金属声程应大于探头近场长度,找平底孔最大反射波高(必要时可适当减少衰减器衰减量),使平底孔反射波高为显示屏满刻度的 100%,记录此时衰减器分贝值为 G_3 ,用固定压块稳定探头位置,衰减器以每次 1 dB 或 2 dB 的衰减量进行衰减,并在表 B.1 “分贝衰减器校验数据记录表”的相应位置上,记下每一衰减量所测得的平底孔反射波高作为“C”值。

B.5.6 每一步测得的数据均落在表 B.1 中所注明的最大值与最小值范围内,为符合要求。

表 B.1 分贝衰减器校验数据记录表

序号	衰减器衰减量 dB 值 A 值(B 值)(C 值)			显示屏满刻度百分数/%					
				理论 计算值	最小极 限值	最大极 限值	测试记录 A 值	测试记录 B 值	测试记录 C 值
1	0	(10)	(20)	100	—	—			
2	1	(11)	(21)	89.1	85	94			
3	2	(12)	(22)	79.4	75	84			
4	3	(13)	(23)	70.8	66	75			
5	4	(14)	(24)	63.1	59	68			
6	5	(15)	(25)	56.2	52	61			
7	6	(16)	(26)	50.1	46	55			
8	7	(17)	(27)	44.7	40	49			
9	8	(18)	(28)	39.8	35	44			
10	9	(19)	(29)	35.5	31	40			
11	10	(20)	(30)	31.6	27	36			
12	11	(21)	(31)	28.2	24	33			
13	12	(22)	(32)	25.1	21	30			
14	13	(23)	(33)	22.4	18	27			
15	14	(24)	(34)	20.0	15	25			
16	15	(25)	(35)	17.8	13	22			
17	16	(26)	(36)	15.8	11	20			
18	17	(27)	(37)	14.1	10	19			
19	18	(28)	(38)	12.6	8	17			
20	19	(29)	(39)	11.2	7	16			
21	20	(30)	(40)	10.0	5	15			
22	21	(31)	(41)	8.9	4	13			



GB/T 6519-2013

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-48571

定价: 27.00 元