



中华人民共和国国家标准

GB/T 25151.1—2010

尿素高压设备制造检验方法 第 1 部分: 不锈钢带极自动堆 焊层超声波检测

Fabrication and inspection method for high pressure urea equipment—
Part 1: Ultrasonic examination on the automatic strip overlay welds of
stainless steel

2010-09-26 发布

2011-03-01 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 25151《尿素高压设备制造检验方法》分为六个部分：

- 第1部分：不锈钢带极自动堆焊层超声波检测；
- 第2部分：尿素级超低碳铬镍钼奥氏体不锈钢选择性腐蚀检查和金相检查；
- 第3部分：尿素级超低碳铬镍钼奥氏体不锈钢晶间腐蚀倾向试验；
- 第4部分：尿素级超低碳铬镍钼奥氏体不锈钢晶间腐蚀倾向试验的试样制取；
- 第5部分：尿素高压设备氨渗漏试验方法；
- 第6部分：尿素高压设备氢渗漏试验方法。

本部分为GB/T 25151的第1部分。

本部分由中国石油和化学工业协会提出。

本部分由全国化工机械与设备标准化技术委员会(SAC/TC 429)归口。

本部分起草单位：中国石化集团南京化学工业有限公司化工机械厂。

本部分主要起草人：罗瑞涛。

尿素高压设备制造检验方法

第1部分：不锈钢带极自动堆焊层超声波检测

1 范围

GB/T 25151 的本部分规定了采用脉冲反射法，对尿素高压设备不锈钢带极自动堆焊层进行接触法超声波检测和厚度测量。

本部分适用于堆焊层厚度不小于 3 mm 的不锈钢带极自动堆焊层超声波检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 25151 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。

JB/T 10061 A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件

JB/T 10062 超声探伤用探头性能测试方法

《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》国家质量监督检验检疫总局第 248 号令(2003)

3 操作者

3.1 资格

堆焊层检测应由按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》培训、考试合格后，获得Ⅱ级或Ⅱ级以上超声波检测资格证书的检测人员担任。

3.2 技能

操作者应掌握被检测工件的材质、堆焊工艺、缺陷可能产生的部位等内容，并能根据反射波进行综合判断。

4 探伤仪和探头

4.1 灵敏度余量

在达到被检工件最大声程处的探伤仪灵敏度余量应至少为 20 dB。

4.2 衰减器误差

探伤仪应具有衰减量不小于 80 dB 可调的衰减器，其精度为任意相邻 12 dB 的误差在 ±1 dB 以内。最大累计误差不超过 1 dB。

4.3 探头型式

4.3.1 窄脉冲探头

推荐使用频率为 5 MHz，晶片直径不大于 14 mm 的窄脉冲（从基材一侧检测或测厚时可使用此探头）。

4.3.2 双晶直探头

两声束的夹角，应满足有效声场覆盖全部检测区域，并能使探头对该区域具有最大的灵敏度。换能器的总面积不应超过 325 mm²。采用的标称频率为 2.5 MHz。为了达到所需要的分辨力，也可以采用

其他的频率。

4.3.3 单晶纵波直探头

换能器最大面积为 625 mm^2 。采用的标称频率为 2.5 MHz 。为了达到所需要的分辨力,也可采用其他的频率。

4.3.4 双晶纵波斜探头、单晶纵波斜探头

频率为 2.5 MHz , 双晶纵波斜探头折射角为 70° ; 单晶纵波斜探头折射角为 45° 。

4.3.5 探头性能指标

探头性能应符合 JB/T 10061 和 JB/T 10062 的要求。

5 试块

5.1 要求

试块的材质应用与被检工件材质相同或声学特性相近,且采用相同的焊接工艺制成。其基材、堆焊层熔合面、堆焊层中不得有大于或等于 $\phi 2 \text{ mm}$ 平底孔当量直径的缺陷存在。探测面粗糙度应与被检工件的表面相同或相近。

5.2 T1 型试块

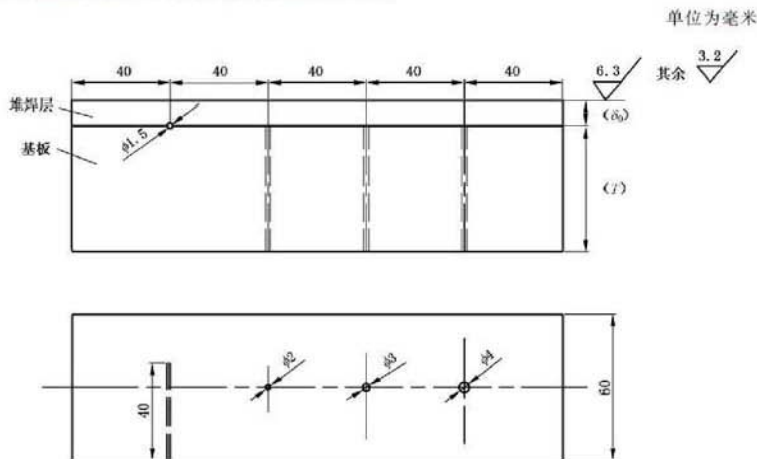
图 1 为用于堆焊层缺陷检验的 T1 型试块。试块上有一个横孔和三个平底孔。横孔 $\phi 1.5 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ 位于试块的堆焊层界面上。平底孔穿过基材的金属一直到堆焊层界面,其孔径分别为 2 mm 、 3 mm 、 4 mm 。从堆焊层侧进行检测时,试块基材的厚度可以减小,但至少应为堆焊层厚度的两倍。

5.3 T2 型试块

从工件基材侧进行检测时,选用 T2 型试块,试块基材厚度与被检工件基材厚度差不得超过 10% 。如图 2 所示。

5.4 T3 型试块

图 3 为用于堆焊层结合情况检测的 T3 型试块,参考反射体为一个 $\phi 10 \text{ mm}$ 平底孔。当从基材表面进行检测时,被检工件的基材厚度与试块的基材厚度差不应超过 25 mm 。当从堆焊层表面进行检测时,试块上的基材厚度至少应为堆焊层厚度的两倍。



单位为毫米

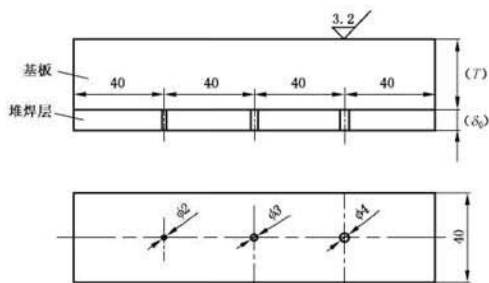


图2 T2型试块

单位为毫米

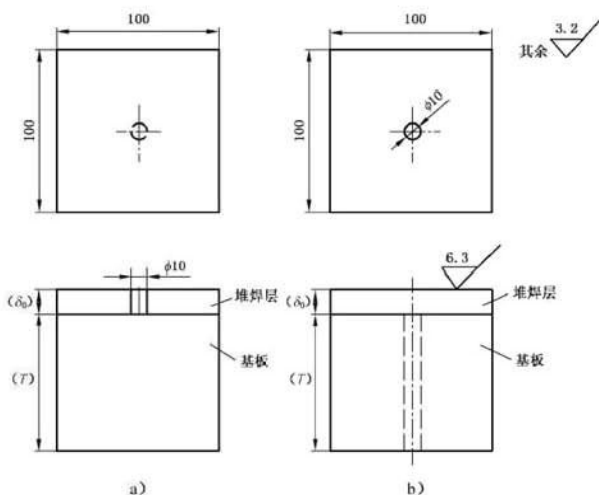


图3 T3型试块

6 检测前准备与方法

6.1 检测时机

堆焊层的检测时机应按制造技术条件规定进行。

6.2 准备

在工件基材上或堆焊层上检测前,应清除检测面上的氧化皮、毛刺、油垢及其他污物。堆焊层表面粗糙度应不影响超声波耦合,以保证良好的声学接触。

6.3 耦合剂

耦合剂选用工业浆糊、甘油、机油等。用于奥氏体和钛及钛合金材料时,应控制氯、氟含量,使其不会对堆焊层的耐腐蚀性能产生影响。

6.4 探测频率

探测频率选用范围为 2.5 MHz~5 MHz。

6.5 扫查速度

扫查速度应不大于 150 mm/s。

6.6 扫查方式

采用双晶纵波探头检测时,应垂直于堆焊方向进行扫查,其隔声层应与堆焊方向平行。

6.7 覆盖率

探头的每次扫查覆盖率应为探头直径的 15% 以上。

6.8 基准灵敏度的校准

6.8.1 T1 型试块

双晶纵波斜探头:移动探头,使其从 $\phi 1.5$ mm 横孔获得最大反射波幅,调节仪器使此信号波幅为满幅度的 80%,再提高 10 dB,作为基准灵敏度。

双晶纵波探头:移动探头,使其从 $\phi 2$ mm 平底孔获得最大波幅,调节衰减器使回波为满幅度的 80%,以此作为基准灵敏度。

6.8.2 T2 型试块

单晶纵波直探头:在基材侧,用直探头使 $\phi 2$ mm 平底孔的反射波高为满幅度的 80%,以此作为基准灵敏度。

单晶纵波斜探头:将探头置于试块的基材侧,移动探头使从 $\phi 1.5$ mm 横孔获得最大反射波幅,并调整其为满刻度的 80%,以此作为基准灵敏度。

6.8.3 T3 型试块

使用 T3 型试块时(用于检测堆焊层与基材的未贴合),将探头放在检测面上,使 $\phi 10$ mm 平底孔回波为满刻度的 80%,以此作为基准灵敏度。(当从堆焊一侧检测时使用双晶纵波直探头,当从基材一侧检测时,使用单晶纵波直探头。)

6.9 扫查灵敏度

扫查灵敏度应在基准灵敏度基础上提高 6 dB。

6.10 方法选择

堆焊层缺陷的检测:

从堆焊层一侧检测:用双晶纵波直探头或双晶纵波斜探头。从基材一侧检测:用单晶纵波斜探头或单晶纵波直探头。

未贴合的检测:从堆焊层侧或基材侧均可。

对于从一侧无法保证 100% 检测时,应从另一侧进行辅助检查。或当从一侧检查发现有可疑反射而无法确认时,应从另一侧对其进行验证以综合判断。

测量缺陷的长度或面积时,按半波高度法(6 dB 法)测定。双晶纵波直探头测定缺陷边界时,其分隔层应与探头移动方向相垂直。

7 评定、验收

7.1 堆焊层缺陷的评定

堆焊层不允许存在:

- 裂纹;
- 大于或等于 $\phi 4$ mm 平底孔当量的缺陷;
- 反射波幅超过 $\phi 1.5$ mm 横孔反射当量的缺陷。

7.2 质量等级

7.2.1 I 级

满足以下条件时为 I 级:

- a) 斜探头检测时,不允许存在缺陷反射波幅大于 $\phi 1.5$ mm—10 dB 且长度大于或等于 20 mm 的

线形缺陷。

- b) 直探头(含双晶直探头)检测时,当缺陷小于 $\phi 3$ mm 平底孔当量而又为线形缺陷时,其长度不应超过表 1 的规定。
- c) 基材与堆焊层的未贴合面积不大于相当于直径为 16 mm 的圆。

7.2.2 II 级

满足以下条件时为 II 级:

- a) 斜探头检测时,不允许存在缺陷反射波幅度大于 $\phi 1.5$ mm—10 dB 且长度大于或等于 30 mm 的线形缺陷。
- b) 直探头(含双晶直探头)检测时,当缺陷小于 $\phi 4$ mm 平底孔当量而又为线形缺陷时,其长度不应超过表 1 的规定。
- c) 基材与堆焊层的未贴合面积不大于相当于直径为 25 mm 的圆。

7.2.3 III 级

超过 II 级和 7.1 中不允许的缺陷为 III 级。

表 1 最大允许的线形缺陷指示长度

单位为毫米

反射当量 ϕ	线形缺陷指示长度	
	I	II
$2 \leq \phi < 3$	≤ 20	≤ 30
$3 \leq \phi < 4$	≤ 13	≤ 20

7.3 缺陷返修后的复探

不允许存在的缺陷均应返修,返修后的部位表面应打磨平滑,仍按原检测工艺进行复探。复探结果应符合 7.1、7.2 的规定。

8 检测记录和报告

检测记录及报告主要包括下列内容:报告编号、工件名称、工作令号、探伤时机、所使用的仪器、探头(频率、尺寸、K 值)、试块、检测灵敏度、耦合剂、探伤部位及简图、缺陷大小及数量、验收标准、返修情况、探伤操作者、审核人、资格、最终结果及探伤日期等。

9 堆焊层厚度的测量

9.1 从堆焊层一侧测厚

9.1.1 使用脉冲式超声波探伤仪测厚。准备一块厚度与堆焊层厚度相近,声速一致的试块,预先用长度计量器具测量其准确厚度。将该试块的多次反射在荧光屏上调整到适当比例。测厚时,在工件上找出界面波即可读取厚度。

9.1.2 采用该方法时,应考虑探头与仪器组合后的盲区,宜采用 5 MHz 窄脉冲探头,必要时采用含延迟块的探头。

9.2 从基材一侧测厚

9.2.1 试块

应事先了解基材和堆焊层材料的声速。使用与被检测产品基材声速相同的平板试块(无堆焊层,具有平行面),试块厚度一般不大于被测厚工件的基材厚度。用长度计量器具测量其正确厚度。

9.2.2 调试

为避免读取厚度值时的视觉误差,宜采用数字式超声波探伤仪。在试块上找到底面反射波,调节探伤仪上的“深度细调”与“脉冲位移”使第一、二次底波在屏幕上形成等间隔,见图 4。调整仪器的声速,使第一、二次底波显示的试块厚度值与实际厚度值一致或形成适当比例。

9.2.3 测厚

探头放在基材一侧表面,找到底面反射波(含堆焊层),提高灵敏度设置,直至出现堆焊层与基材间的界面波,见图5。堆焊层厚度计算如下:

$$t = (T - B) \times \frac{C_1}{C_B} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

t ——堆焊层厚度读数,单位为毫米(mm);

T ——总厚度读数(基材加堆焊层厚度),单位为毫米(mm);

B ——基材的厚度读数,单位为毫米(mm);

C_1 ——堆焊层的声速,单位为米每秒(m/s);

C_B ——基材的声速,单位为米每秒(m/s)。

此方法可以用于一层(过渡层)测厚,也可以用于多层焊接一次性测厚(过渡层+耐蚀层)。

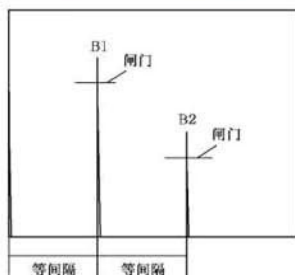


图4 调试时显示的波形示意



图5 测厚时显示的波形示意

9.3 测厚要点

采用脉冲反射式超声波探伤仪进行堆焊层厚度测量,测量要点如下:

- 建议使用频率为 5 MHz,晶片直径不大于 14 mm 的窄脉冲纵波直探头;
- 读取厚度值时应读取波尖的位置;
- 自动堆焊层的每一个焊道均应进行测厚,按环行每隔 45°测一点。所测点数还应考虑到工件的大小及技术文件和图纸的要求;
- 如果使用数字式超声仪,可用双闸门法读取实测值。

10 堆焊层测厚报告内容

10.1 工件情况:工件名称、工作令号、图件号、工件规格、件数、订货号、炉批号、堆焊层材料及基材材料等。

- 10.2 测厚条件:仪器型号、探头频率、晶片尺寸、耦合剂等。
 - 10.3 测厚要求:应有所要求的数值允许范围。
 - 10.4 测厚结果:应有一张标明所有测量点位置及相应测量点数值的示意图。要有最终结论及其他说明。
 - 10.5 检测人员:操作者及审核者的姓名、资格等级、检测时间、签发报告时间等。
-