

## 目录

1. 范围
2. 相关引用文件
3. 术语和定义
4. 名称与符号
5. 原理
6. 试验描述

## 1 范围

本部分 ISO 17641 标准规定了进行自拘束热裂纹试验的试件、试验试件尺寸和程序要求。规定了以下试验：

- T 型接头角焊缝试验
- 焊接金属拉伸试验
- 纵向弯曲试验

试验能够获得焊缝金属的热裂纹敏感性信息。该试验不适用于评估母材。

ISO 17641-2 部分试验主要用于全奥氏体不锈钢、镍、镍基和镍铜焊缝金属。

ISO 17641-2 部分也能用于其他焊缝金属。

ISO 17641-2 部分仅描述了怎样进行试验和报告结果。未规定任何合格指标。

## 2 相关引用文件

以下引用文件对于本标准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 5173，金属材料焊缝破坏性试验-弯曲试验

ISO 5178，金属材料焊缝破坏性试验-熔化焊焊接接头焊缝金属纵向拉伸试验

ISO 6892-1，金属材料-拉伸试验-第一部分：室温试验方法

ISO 15614-1，金属材料焊接工艺规程及评定-焊接工艺评定试验-第 1 部分：钢的弧焊和气焊、镍及镍合金的弧焊

ISO 15792-1，焊接材料-试验方法——第 1 部分：钢、镍及镍合金全焊缝金属试验方法

ISO 17641-1: 2004，金属材料焊缝破坏性试验-焊件产品热裂纹试验-弧焊工艺-第 1 部分：概述

## 3 术语与定义

EN ISO 17642-1: 2004 的术语和定义适用于本文件。

## 4 名称和符号

名称和符号见表 1 适用于 ISO 17641-2

表 1 符号、定义和单位

符号	定义	单位
T 型接头焊缝裂纹试验		
a1	焊缝 1 厚度	mm
a2	焊缝 2 厚度	mm
t1	立板厚度	mm
t2	底板厚度	mm
焊缝金属拉伸试验		
d	试样直径	mm
Lc	检测长度	mm
L0	试验试样的测量长度	mm
Le	断裂后试验试样的测量长度	mm
Lt	总长度	mm
LMF	检测到的长度 > 0.1mm 的裂纹总长度 a	mm
l1	单个裂纹长度	mm
MSI(TT)	微裂纹敏感指标 (拉伸试验) b	mm/mm <sup>2</sup>
纵向弯曲试验 (LBT)		
R	试验试样边缘的半径 > 1	mm
B	试验试样宽度	mm
b1	熔合线外侧宽度	mm
l1	单个裂纹长度	mm
l0	弯曲前检测面的裂纹长度	mm
LMF	检测到的长度 > 0.1mm 的裂纹总长度	mm
Ls	机加工后焊缝的最大宽度	mm
MS(LBT)	微裂纹敏感指标 (纵向弯曲试验) c	mm/mm <sup>2</sup>
$X_1 + X_2 = L_e$ (见图 4)。 $b \text{ MSI} = LMF / (L_0 \times d \times \pi)$ $c \text{ MSI} = LMF / (b \times l_0)$		

## 5 原理

规定了 3 种试验方法来测定焊缝金属对条款 3 中描述的不同类型热裂纹的敏感性。试验方法见表 2。

裂纹在焊接试件的过程中产生。拉伸试验和纵向弯曲试验的附加应变不产生任何新的裂纹，但是能够加宽焊接时产生的裂纹，使其更加易于检查和测定。

南通纳思检测认证有限公司  
徐佳寅 15162891821  
专注于第三方检测仅供学习交流使用

表 2-自拘束热裂纹试验和应用

试验类型	裂纹类型	结果	T 型接头焊缝裂纹试验应用
T 型接头焊缝裂纹试验	凝固	定性	焊接材料质量证明 焊接材料试验证明
焊缝金属拉伸试验	凝固	定性或定量, 如果使用微裂纹敏感指标 MSI (TT	焊接工艺证明 产品焊缝切片试验 焊接材料质量证明 焊接材料试验证明
	液化		
	失塑		
纵向弯曲试验	凝固	定性或定量 如果使用	焊接工艺证明 产品焊缝切片试验 焊接材料质量证明 焊接材料试验证明
	液化		
	失塑		

## 6 试验描述

### 6.1 T 型接头角焊缝裂纹试验

#### 6.1.1 通则

该试验规程应用于单道自拘束角焊缝。可用于手工电弧焊, 气体保护电弧焊和钨极氩弧焊。不能用于大电流的焊接方法, 如埋弧焊。

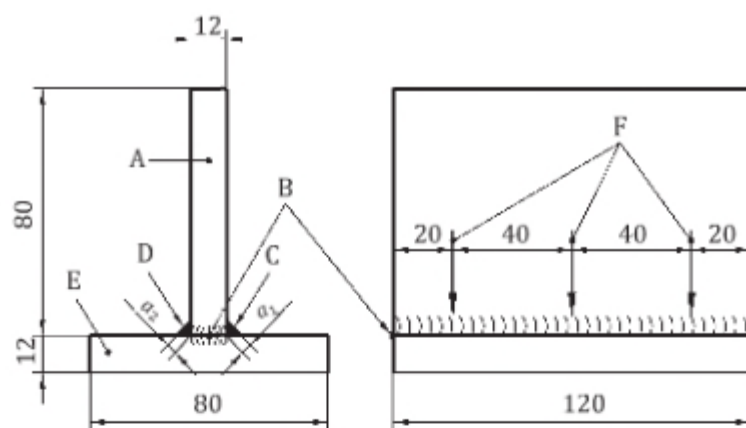
该试验仅能提供定性评估(开裂或未开裂) 并且相对低的敏感性。

#### 6.1.2 试验试件的尺寸

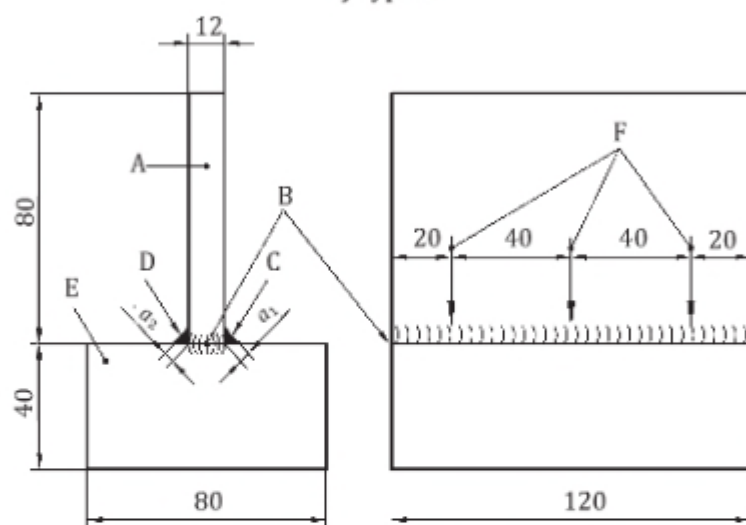
规定了 3 种类型 (A、B 和 C)。类型 A 是标准试验试件。类型 B 和 C 具有更高的据书读并且用于模拟更严格的条件

试验试件的尺寸见图 1。

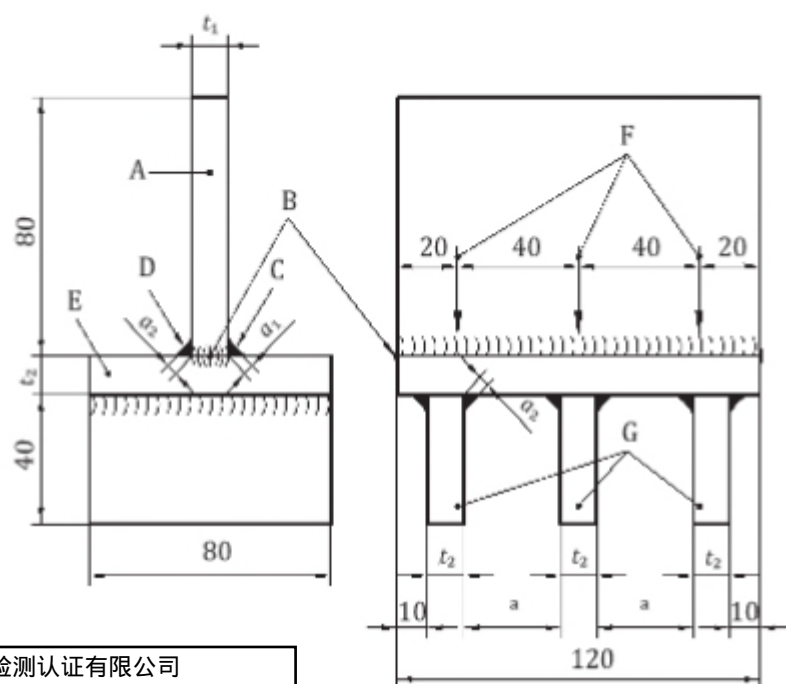
南通纳思检测认证有限公司  
徐佳寅 15162891821  
专注于第三方检测仅供学习交流使用



a) Type A



b) Type B



其中：

A 立板

B 固定焊缝

C 焊道 1

D 焊道 2

E 平板

F 测量点

a 焊脚厚度

<sup>a</sup>变量，取决于  $t_2$ 。

对于  $t_1$  和  $t_2$ ：推荐厚度应该为适用厚度或要求厚度。

试验试件用母材应符合焊接材料的设计（焊材许可试验）或者用于产品结构（工艺质量试验）。

类型 B 要求使用厚度为 40mm 的水平板。如果这样不行，可使用具有 10mm 厚加强肋焊接在平板上的 C 型试件。水平板和立板和/或加强肋的厚度可以改变。

### 6.1.3 试验试件的准备

立板和水平板之间的间隙会增加试验焊缝开裂的危险性。因此，在两者之间获得连续一致的焊缝很重要。在焊接之前进行磨削和机加工能够获得。

试验试板的被焊面应该清理干净，没有油污、切削液、油漆或铁锈等能够影响检测结果的污染物。

### 6.1.4 试验试件的焊接

在两个端面焊接定位焊缝来固定立板和水平板，使两板相互垂直成  $90^\circ$  要求。试验焊缝的焊接应符合焊接工艺（WPS）的规定。该规定见 ISO 15614-1 或者其他要求。焊接条件与参数应该与母材及使用的焊材匹配，另外焊道的尺寸还需要达到最小的规定尺寸。应该使用引弧和引出板来保证获得沿试件长度方向均匀一致的焊缝。

第一道焊缝 a1 需在平角焊 PB 位置进行连续熔敷且焊脚厚度不小于 5mm。第二道焊缝应在第一道焊缝完成后 20s 内进行焊接。

完成焊接后清除角焊缝的渣。如果使用锤子或磨削来清渣要确保焊缝表面不被损坏从而造成裂纹模糊。

### 6.1.5 试验试件的检查

首先按照图 1 规定的测量点检查焊缝的裂纹，焊缝 a1 和 a2 的焊脚厚度。两条焊缝应该符合条款 6.1.4 规定的最小尺寸，另外焊道 a1 的焊脚尺寸不能超过焊道 a2 的 120%。不能达到焊缝尺寸要求则试验无效。

对有效的试验试件进行裂纹检查。该试验应该在放大倍数不超过 5 倍下进行。可使用液态染料渗透试验来辅助进行裂纹检测。第一道焊缝 a1 不应该有裂纹。记录焊道 a2 发现的全部裂纹。每条裂纹的位置、方向和长度应该记录在报告里面。

### 6.1.6 试验报告

试验报告可以为任何协商的格式并且要参考 ISO 17641 本部分。附录 A 给出了适用 T 型接头焊缝裂纹试验的例子。

## 6.2 焊缝金属拉伸试验

### 6.2.1 总则

本试验适用于多道焊缝的焊缝金属。本试验适用于全部的电弧焊加工工艺。

如果使用微裂纹敏感指标 MSI (TT) 则可进行定性和定量评估。

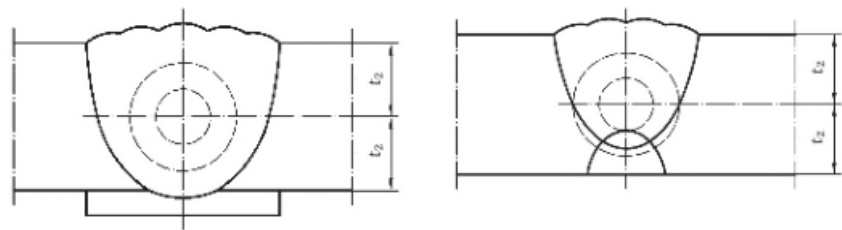
对在焊接过程中已经产生裂纹的圆棒状全焊缝金属试样施加载荷至断裂。

6.2.2.1 试验焊缝

试验试样应该取自适合的对接焊缝，该焊缝应该足够大以便取样。对接焊缝也能用于其他试验，例如标准的性能试验。应该符合焊接工艺的规定（WPS）。除非有特殊规定，否则应符合 ISO 15614-1。

6.2.2.2 试验试样

拉伸试样直径为 10mm，且应依据 ISO 6892-1 和 ISO 5178 加工试验焊缝（图 2 和图 3）。试样的平行长度部分应该全部为焊缝金属。可对试验试板的横截面进行宏观腐蚀来确保仅焊缝金属被检测。应将试样明确标记并且位置不能影响试验结果。



a) 符合 ISO 15792-1 的全焊缝金属试样      b) 对接焊缝试样

图 2-取自试件的焊缝金属拉伸试验试样

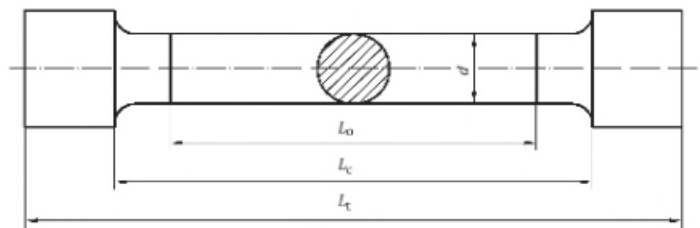


图 3-焊缝金属拉伸试样

6.2.2.3 试验

除非有其他规定，否则拉伸试验应依据 ISO 5178 进行。

6.2.3 试验试样的检查

试样的检查应该在断后标距  $l_e$  的区域内检查，如图 4 所示（该区域应该是原始  $l_0$  的试验区域）。应该使用合适的放大装置足够辨别最小长度为 0.1mm 的裂纹。试验报告应该记录裂纹的位置、长度和方向（见附录 B）。

微裂纹敏感指标（拉伸试验）MSI (TT) 能够提供裂纹敏感性的定量分析。MSI (TT) 按下式计算：

南通纳思检测认证有限公司  
徐佳寅 15162891821  
专注于第三方检测仅供学习交流使用

$$MSI_{TT} = \frac{L_{MF}}{L_0 \times 10\pi}$$

其中：

$$MSI_{(TT)} = \frac{L_{MF}}{L_0 \times 10\pi}$$

where



$L_{MF}$  为长度 0.1mm 或更长的裂纹的总长度；

$L_0$  试验试样的测量长度

注： $L_c = X_1 + X_2$

图 4-拉伸试验后试样的检查区域 L

#### 6.2.4 试验报告

试验报告可以为任何协商的格式并且要参考 ISO 17641 本部分。适用于焊缝金属拉伸试验的报告模板见附录 B。

#### 6.3 纵向弯曲试验

##### 6.3.1 通则

该试验适用于多道焊缝金属。该试验适用于所有的电弧焊接工艺。如果使用微裂纹敏感指数  $MSI(LBT)$  可进行定量和定性评估。

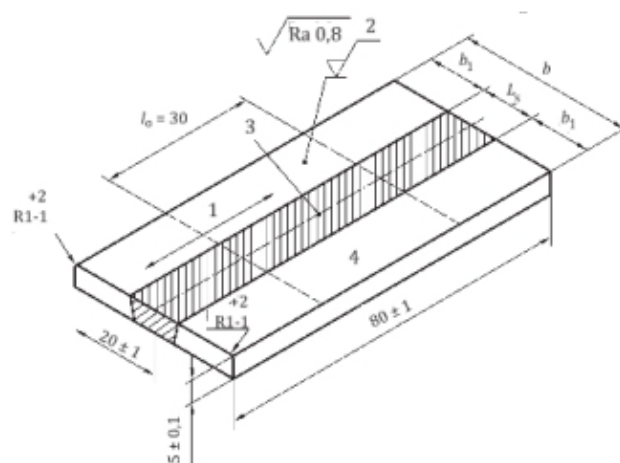
弯曲试验试件应沿纵向取自在焊接过程中有初始裂纹的对接焊缝。弯曲试验将试样的一个表面进行拉伸。

##### 6.3.2 试验焊缝

试验试样应该取自适合的对接焊缝，该焊缝应该足够大来进行取样。对接焊缝也可用于其他试验，比如标准的机械性能试验。对接焊缝的制备应该符合焊接工艺规程 (WPS)。除非有特殊的规定，否则应符合 ISO 15614-1。

##### 6.3.3 试验试样

试验试样的尺寸见图 5 所示，依据 ISO 5173 试样由试验焊缝（见图 6）机加工获得，除非有其它规定。应该使用一种方法能够对试样进行清晰的辨别，但是位置不能影响试验结果。



其中：

1 磨削方向

2 粗糙度

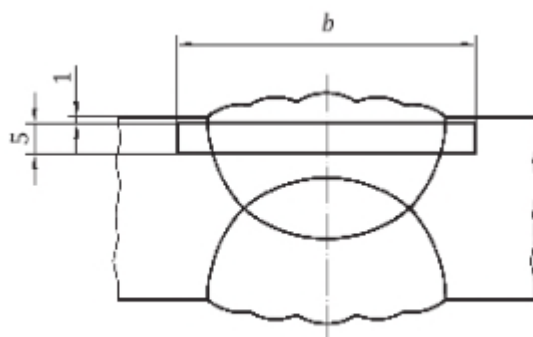
3 热裂纹检查区

4 表面

注 1 弯曲试样：弯轴 $\varnothing=20\text{mm}$ ，弯曲角度 $\geq 120^\circ$ 。

注 2 试样检查：在 10 倍-25 倍立体显微镜下进行。

图 5-纵向弯曲试验



其中

B 对接焊缝的试验试件

#### 6.3.4 表面的准备

试样的表面应该使用机加工或者磨削沿纵向加工，光洁度为  $6.3\mu\text{m}$  或者更高。

表面的划痕应该垂直于焊接方向，且应该避免初始假裂纹。应根据图 5 进行倒圆角。

#### 6.3.5 试验

弯曲试验应该依据 ISO 5173 进行，但是弯轴直径为  $20\text{mm}$ （试样厚度的 4 倍）。弯曲角度最小为  $120^\circ$ 。

#### 6.3.6 试样的检查

应该在规定的试验区域（该区域为原始标距  $l_0$ ）内检查裂纹，如图 5 所示。



应该使用合适的放大装置进行检查，放大倍数×10 到×25 倍。选择的放大倍数应该足够观测长度至少 0.1mm 的裂纹。放大倍数应写入报告。裂纹的位置、长度和方向应该记录在检验报告里面（见附录 C）。

微裂纹敏感系数（纵向弯曲试验） MSI (LBT) 能够提供裂纹敏感性的定量分析。

MSI( LBT )计算公式如下：

$$MSI_{(LBT)} = \frac{L_{MF}}{b \times l_0}$$

其中： L MF 为全部 0.1mm 或更长裂纹的长度总和。

b 试样的原始宽度（无变形） =40mm 和 l 0 为原始标距（无变形） =30mm。

### 6.3.7 试验报告

试验结果可以使用任何协商的形式进行报告，并且应该参考 ISO 17641 -2。附录 C 给出了纵向弯曲试验的试验报告模板。