



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 26955—2011

---

## 金属材料焊缝破坏性试验 焊缝宏观和微观检验

Destructive tests on welds in metallic materials—  
Macroscopic and microscopic examination of welds

(ISO 17639:2003(E), MOD)

2011-09-29 发布

2012-03-01 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

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语与定义 .....	1
4 缩略语 .....	1
5 原理 .....	2
6 检验目的 .....	2
7 试样的截取 .....	2
8 检验程序 .....	3
9 检验 .....	4
10 检验代号 .....	4
11 检验报告 .....	6
附录 A (资料性附录) 检验报告的示例 .....	7
附录 B (规范性附录) 钢材分类指南 .....	8
附录 C (规范性附录) 铝及铝合金分类指南 .....	10
附录 D (规范性附录) 铜及铜合金分类指南 .....	11
附录 E (规范性附录) 镍及镍合金分类指南 .....	12
附录 F (规范性附录) 钛及钛合金分类指南 .....	13

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 17639:2003(E)《金属材料焊缝破坏性试验 焊缝宏观和微观检验》(英文版)。

本标准与 ISO 17639:2003(E)相比,主要做了下列修改:

- “本国际标准”一词改为“本标准”;
- 删除国际标准的前言;
- 在第 2 章“规范性引用文件”中直接引用了与 ISO 17639:2003(E)中引用的国际标准相对应的中国国家标准;
- 将原国际标准第 10 章中对于焊缝金属和母材金属的缩略语按照 ISO/TR 15608 作了相应修改;
- 删除了附录 A 检验报告示例中字母代号;
- 增加了附录 B,用于说明钢的类组划分;
- 增加了附录 C,用于说明铝及铝合金的类组划分;
- 增加了附录 D,用于说明铜及铜合金的类组划分;
- 增加了附录 E,用于说明镍及镍合金的类组划分;
- 增加了附录 F,用于说明钛及钛合金的类组划分。

本标准由全国焊接标准化技术委员会(SAC/TC 55)提出并归口。

本标准起草单位:上海材料研究所、耐博检测技术(上海)有限公司、哈尔滨焊接研究所。

本标准主要起草人:陆慧、杨力、王春亮、王滨、章利球、闫家树。

# 金属材料焊缝破坏性试验

## 焊缝宏观和微观检验

### 1 范围

本标准规定了金属材料焊缝宏观和微观检验的术语和定义、原理、检验目的、试样的截取、检验程序及检验报告。

本标准适用于金属材料焊缝的宏观和微观检验。

### 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 6417.1 金属熔化焊接头缺欠分类及说明(GB/T 6417.1—2005, Welding and processes—Classification of geometric imperfections in metallic—Part 1: Fusion welding ISO 6520-1:1998, IDT)

GB/T 26956 金属材料焊缝破坏性试验 宏观和微观检验用侵蚀剂(GB/T 26956—2011, ISO/TR 16060:2003(E), IDT)

### 3 术语与定义

下列术语及定义适用于本文件。

#### 3.1 宏观检验 **macroscopic examination**

用肉眼或低倍光学仪器(一般放大倍数小于 $50\times$ )对未侵蚀或侵蚀的试面进行检验。

#### 3.2 微观检验 **microscopic examination**

用显微镜(一般放大倍数 $50\times\sim 500\times$ )对未侵蚀或侵蚀的试面进行检验。

#### 3.3 检验员 **operator**

进行宏观和/或微观检验的人员。

### 4 缩略语

本标准采用的缩略语如下:

A 表示宏观检验;

I 表示微观检验;

E 表示侵蚀;

U 表示未侵蚀。

母材金属使用的缩略语,对于钢根据附录 B 中的类组划分,对于铝及铝合金根据附录 C 中的类组划分,对于铜及铜合金根据附录 D 中的类组划分,对于镍及镍合金根据附录 E 中的类组划分,对于钛及钛合金根据附录 F 中的类组划分。

对于焊缝金属应使用相同的类组划分。

适用时侵蚀剂的缩略语应取自 GB/T 26956 中相应的缩略语。

注：如果 GB/T 26956 中的侵蚀剂不适用时，可使用相关侵蚀剂的商标名称作为缩略语。

## 5 原理

通过宏观和微观检验来显示焊接接头的宏观和微观特性，通常检验焊接接头的横截面。

在未侵蚀或侵蚀的制备试面上，采用目视和/或借助光学仪器进行检验。

## 6 检验目的

宏观和微观检验既可用于单独评定组织(包括晶粒结构、形态和取向、沉淀相和固体夹杂)，也可用于评定组织与裂纹和孔穴的关系。试面应能覆盖整个焊接接头截面。表 1 为宏观和微观特征的评定指南。

## 7 试样的截取

试面一般垂直于焊缝轴线(横截面)，并覆盖焊缝熔敷金属和焊缝两侧的热影响区。如有需要，也可以沿其他方向取样。

试验前应按照相关标准确定试件的取样位置、取样方向和数量。

表 1 宏观和微观特征的评定指南

序号	特征	缺欠代号 (根据 GB/T 6417.1)	宏观检验		微观检验	
			未侵蚀	侵蚀	未侵蚀	侵蚀
1	热裂纹	100	×	×	×	×
2	冷裂纹	100	×	×	×	×
3	层状撕裂	100	×	×	×	×
4	孔穴	200	×	×	×	×
5	固体夹杂	300	×	×	×	×
6	未熔合及未焊透	400	×	×	×	×
7	形状和尺寸不良	500	×	×	—	—
8	热影响区	—	—	×	—	×
9	焊道和焊层	—	—	×	—	(×)
10	晶界	—	—	—	(×)	×
11	晶粒组织	—	—	—	—	×
12	凝固组织	—	—	×	—	×
13	接头制备	—	(×)	×	×	×
14	轧制或拉拔方向	—	—	×	—	×
15	纤维组织(晶粒)方向	—	—	×	—	×
16	偏析	—	—	×	—	×

表 1 (续)

序号	特征	缺陷代号 (根据 GB/T 6417.1)	宏观检验		微观检验	
			未侵蚀	侵蚀	未侵蚀	侵蚀
17	沉淀相	—	—	—	—	×
18	补焊和不合格品	—	(×)	×	(×)	×
19	机械影响或热影响	—	—	×	—	×

注 1: ×表示可显示的特征;(×)表示可能显示(或不显示)的特征。  
注 2: 表中所列的一些特征可能超出光学显微镜的分辨能力,例如沉淀相和固体夹杂。

## 8 检验程序

### 8.1 一般原则

检验中应给出下列信息:

- 母材和焊接材料;
- 检验对象;
- 侵蚀剂的名称和组成;
- 表面粗糙度(见 8.3);
- 侵蚀方法(见 8.4);
- 侵蚀时间;
- 安全措施(见 8.6);
- 其他附加要求。

### 8.2 试样制备

检验用试样应经适当的切割、镶嵌、研磨和/或抛光和/或侵蚀等方式制备(见 GB/T 26956)。这些制备过程不应使试面产生有害的影响。

### 8.3 表面粗糙度

- 表面粗糙度的要求取决于下列因素:
- 检验类型(宏观检验或微观检验);
  - 材料类型;
  - 记录(例如照片)。

注:有关研磨和抛光的使用介质及方法详见 GB/T 26956。

### 8.4 侵蚀方法

侵蚀前应先确定侵蚀方法。最常用的方法有:

- 将试样浸入侵蚀剂中侵蚀;
- 用侵蚀剂擦拭试面侵蚀;
- 电解侵蚀。

也可根据相关标准使用其他方法进行侵蚀。

试样宜在侵蚀完成后进行清洗和干燥。

## 8.5 侵蚀剂

GB/T 26956 给出了适用于不同的母材、焊缝熔敷金属、检验类型和检验项目的典型侵蚀剂。根据检验要求,以及被检材料和检验类型选取侵蚀剂的种类和浓度、侵蚀温度和时间。相似的焊接接头可能使用不同的侵蚀剂。

## 8.6 安全措施

应遵守下列安全措施:

- 配戴合适的护目镜或保护面罩;
- 使用侵蚀剂时采用合适的手套或夹钳;
- 侵蚀剂应在通风橱里配制;
- 应将酸倒入水中,不允许将水倒入酸中;
- 应将溶质倒入溶剂中。

## 9 检验

采用适当的方法、或者根据相关标准和/或规程,检验未侵蚀和/或侵蚀的制备试面。

## 10 检验代号

应将检验用如下代号表示:

- 本国家标准号;
- 检验的类型(宏观和/或微观检验);
- 未侵蚀或侵蚀;
- 检验对象(焊缝金属和/或母材金属);
- 焊接接头(左侧母材金属,右侧母材金属和焊缝金属);
- 侵蚀剂(GB/T 26956 标准中的表号)。

代号可用完整或简化形式表示,见示例 1 和示例 2。

注:用“-”连接代号中的不同部分。

### 示例 1 完整形式

微观检验条件如下(图 1):

- 侵蚀;
- 检验对象:43;
- 母材金属:左侧:5.4;右侧:9.2;
- 焊接材料:43;
- 侵蚀剂:xy。

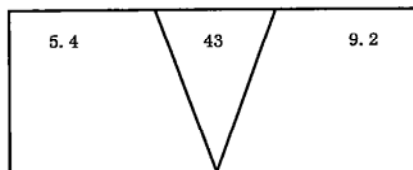


图 1

示例 1a) 仅检验焊缝金属时用下式表示:

检验-GB/T 26955-I-E-43-5.4/9.2/43/xy

式中:

GB/T 26955 本国家标准号;

I 微观检验;

E 侵蚀;

43 检验对象;

5.4  $7.0\% < Cr \leq 10.0\%$  且  $0.7\% < Mo \leq 1.2\%$  的钢;

9.2  $3.0\% < Ni \leq 8.0\%$  的镍合金钢;

43 焊缝金属:  $Ni \geq 40\%$  的 Ni-Cr-Fe-Mo 合金;

xy 侵蚀剂。

注: xy 代表 GB/T 26955 相关附录中表的数字代号。

示例 1b) 检验焊缝金属和左侧母材金属时用下式表示:

检验-GB/T 26955-I-E-43,5.4-5.4/9.2/43/xy

GB/T 26955 本国家标准号;

I 微观检验;

E 侵蚀;

43,5.4 检验对象;

5.4  $7.0\% < Cr \leq 10.0\%$  且  $0.7\% < Mo \leq 1.2\%$  的钢;

9.2  $3.0\% < Ni \leq 8.0\%$  的镍合金钢;

43 焊缝金属:  $Ni \geq 40\%$  的 Ni-Cr-Fe-Mo 合金;

xy 侵蚀剂。

示例 1c) 检验焊缝金属和左侧及右侧母材金属时用下式表示:

检验-GB/T 26955-I-E-43,5.4,9.2-5.4/9.2/43/xy

GB/T 26955 本国家标准号;

I 微观检验;

E 侵蚀;

43,5.4,9.2 检验对象;

5.4  $7.0\% < Cr \leq 10.0\%$  且  $0.7\% < Mo \leq 1.2\%$  的钢;

9.2  $3.0\% < Ni \leq 8.0\%$  的镍合金钢;

43 焊缝金属:  $Ni \geq 40\%$  的 Ni-Cr-Fe-Mo 合金;

xy 侵蚀剂。

示例 2 简化形式

宏观检验条件如下(图 2):

——侵蚀;

——检验对象:22.2;

——母材金属:左侧:22.2;右侧:22.2;

——焊接材料:22.2;

——侵蚀剂:xy。

注:检验对象(22.2)表示焊缝金属及左侧和右侧母材。



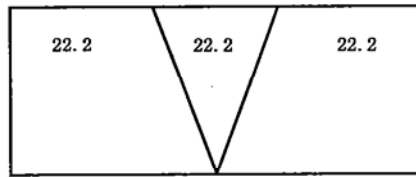


图 2

检验焊缝金属及左侧和右侧母材用下式表示：

检验-GB/T 26955-A-E-22.2-22.2/xy

式中

GB/T 26955 本国家标准号；

A 宏观检验；

E 侵蚀；

22.2 试验对象；

22.2 母材和焊缝金属： $Mg \leq 1.5\%$  的 Al-Mg 合金；

xy 侵蚀剂。

## 11 检验报告

检验报告至少宜包括下列内容：

- a) 本国家标准号,例如 GB/T 26955;
- b) 检验代号;
- c) 试样的取样位置、取样方向以及试面;
- d) 焊接工艺评定报告(WPAR),不做工艺评定时,至少应提供母材型号、焊接材料型号及所采用的焊后热处理方法及/或腐蚀方法;
- e) 侵蚀剂类型和侵蚀方法;
- f) 检验面的描述(必要时);
- g) 照片和/或示意图及放大倍数(有要求时)。

典型的检验报告示例在附录 A 给出。

**附录 A**  
**(资料性附录)**  
**检验报告的示例**

根据 GB/T 26955 进行检验的检验报告

WPAR 编号：

制造商：

检验目的：

试件：

试样：

母材金属：

焊接材料：

焊后热处理或时效处理：

检验代号	
宏观侵蚀剂	微观侵蚀剂
图片编号 位置 放大倍数 试面的描述	照片编号 位置 放大倍数 试面的描述
检验员 (姓名、日期、签名)	审核员/机构 (姓名、日期、签名)

**附录 B**  
**(规范性附录)**  
**钢材分类指南**

根据 ISO/TR 15608 的钢材分类见表 B.1。

**表 B.1 钢材类组**

成分单位：%

类别	组别	钢 种
1		屈服极限 $R_{eH}^a \leq 460 \text{ N/mm}^2$ 且成分如下： $C \leq 0.25$ ; $Si \leq 0.60$ ; $Mn \leq 1.8$ ; $Mo \leq 0.70^b$ ; $S \leq 0.045$ ; $P \leq 0.045$ ; $Cu \leq 0.40^b$ ; $Ni \leq 0.5^b$ ; $Cr \leq 0.3$ (0.4 铸钢) <sup>b</sup> ; $Nb \leq 0.06$ ; $V \leq 0.1^b$ ; $Ti \leq 0.05$
	1.1	屈服极限 $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$ 的钢
	1.2	屈服极限 $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ 的钢
	1.3	屈服极限 $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$ 的细晶粒正火钢
	1.4	改进型耐大气腐蚀钢(某一种元素允许超标)
2		屈服极限 $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$ 的热控轧处理的细晶粒钢和铸钢
	2.1	屈服极限 $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ 的热控轧处理的细晶粒钢和铸钢
	2.2	屈服极限 $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$ 的热控轧处理的细晶粒钢和铸钢
3		屈服极限 $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$ 的调质和沉淀硬化细晶粒钢(不锈钢除外)
	3.1	屈服极限 $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$ 的调质细晶粒钢
	3.2	屈服极限 $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$ 的调质细晶粒钢
	3.3	沉淀硬化细晶粒钢(不锈钢除外)
4		$Mo \leq 0.7$ 且 $V \leq 0.1$ 的低钒 Cr-Mo-(Ni) 钢
	4.1	$Cr \leq 0.3$ 且 $Ni \leq 0.7$ 的钢
	4.2	$Cr \leq 0.7$ 且 $Ni \leq 1.5$ 的钢
5		$Cr \leq 0.35$ 的无钒 Cr-Mo 钢 <sup>b</sup>
	5.1	$0.75 \leq Cr \leq 1.5$ 且 $Mo \leq 0.7$ 的钢
	5.2	$1.5 < Cr \leq 3.5$ 且 $0.7 < Mo \leq 1.2$ 的钢
	5.3	$3.5 < Cr \leq 7.0$ 且 $0.4 < Mo \leq 0.7$ 的钢
	5.4	$7.0 < Cr \leq 10.0$ 且 $0.7 < Mo \leq 1.2$ 的钢
6		高钒 Cr-Mo-(Ni) 合金钢
	6.1	$0.3 \leq Cr \leq 0.75$ , $Mo \leq 0.7$ , $V \leq 0.35$ 的钢
	6.2	$0.75 < Cr \leq 3.5$ , $0.7 < Mo \leq 1.2$ , $V \leq 0.35$ 的钢
	6.3	$3.5 < Cr \leq 7.0$ , $Mo \leq 0.7$ , $0.45 \leq V \leq 0.55$ 的钢
	6.4	$7.0 < Cr \leq 12.5$ , $0.7 < Mo \leq 1.2$ , $V \leq 0.35$ 的钢

表 B.1 (续)

成分单位: %

类别	组别	钢 种
7		$C \leq 0.35, 10.5 \leq Cr \leq 30$ 的铁素体、马氏体或沉淀硬化不锈钢
	7.1	铁素体不锈钢
	7.2	马氏体不锈钢
	7.3	沉淀硬化不锈钢
8		$Ni \leq 31$ 的奥氏体不锈钢
	8.1	$Cr \leq 19$ 的奥氏体不锈钢
	8.2	$Cr > 19$ 的奥氏体不锈钢
	8.3	$4.0 < Mn \leq 12$ 的含锰奥氏体不锈钢
9		$Ni \leq 10.0$ 的镍合金钢
	9.1	$Ni \leq 3.0$ 的镍合金钢
	9.2	$3.0 < Ni \leq 8.0$ 的镍合金钢
	9.3	$8.0 < Ni \leq 10.0$ 的镍合金钢
10		奥氏体-铁素体双相不锈钢
	10.1	$Cr \leq 24$ 的奥氏体-铁素体双相不锈钢
	10.2	$Cr > 24$ 的奥氏体-铁素体双相不锈钢
11		$0.25 < C \leq 0.85$ , 其余成分与 1 类钢 <sup>a</sup> 相同的钢
	11.1	$0.25 < C \leq 0.35$ 的 11 类钢
	11.2	$0.35 < C \leq 0.5$ 的 11 类钢
	11.3	$0.5 < C \leq 0.85$ 的 11 类钢
注: 基于实际产品分析结果, 类别 2 中的钢可能被划入类别 1 中。		
<sup>a</sup> 按照钢的产品标准, $R_{eH}$ 可用 $R_{p0.2}$ 或 $R_{p0.5}$ 代替。 <sup>b</sup> 当 $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 0.75$ 时, 更高的值也可接受。 <sup>c</sup> 当 $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 1$ 时, 更高的值也可接受。		

附 录 C  
(规范性附录)  
铝及铝合金分类指南

根据 ISO/TR 15608 的铝及铝合金分类见表 C.1。

表 C.1 铝及铝合金的类组

类别	组别	铝及铝合金种类
21		杂质或合金元素 $\leq 1\%$ 的纯铝
22		未热处理合金
	22.1	Al-Mg 合金
	22.2	$Mg \leq 1.5\%$ 的 Al-Mg 合金
	22.3	$1.5\% < Mg \leq 3.5\%$ 的 Al-Mg 合金
	22.4	$Mg > 3.5\%$ 的 Al-Mg 合金
23		热处理合金
	23.1	Al-Mg-Si 合金
	23.2	Al-Zn-Mg 合金
24		$Cu \leq 1\%$ 的 Al-Si 合金
	24.1	$Cu \leq 1\%$ 且 $5\% < Si \leq 15\%$ 的 Al-Si 合金
	24.2	$Cu \leq 1\%$ 、 $5\% < Si \leq 15\%$ 且 $0.1\% < Mg \leq 0.8\%$ 的 Al-Si-Mg 合金
25		$5\% < Si \leq 14\%$ 、 $1\% < Cu \leq 5\%$ 且 $Mg \leq 0.8\%$ 的 Al-Si-Cu 合金
26		$2\% < Cu \leq 6\%$ 的 Al-Cu 合金
注：21~23 类通常为锻造材料，24~26 类通常为铸造材料。		

附 录 D  
(规范性附录)  
铜及铜合金分类指南

根据 ISO/TR 15608 的铜及铜合金分类见表 D.1。

表 D.1 铜及铜合金的类组

类别	组别	铜及铜合金种类
31		Ag $\leq$ 6%且 Fe $\leq$ 3%的 Cu 合金
32		Cu-Zn 合金
	32.1	二元 Cu-Zn 合金
	32.2	多元 Cu-Zn 合金
33		Cu-Sn 合金
34		Cu-Ni 合金
35		Cu-Al 合金
36		Cu-Ni-Zn 合金
37		31~36 类以外的 Cu 合金,低合金含量(其他元素 $<$ 5%)
38		31~36 类以外的 Cu 合金(其他元素 $\geq$ 5%)

附 录 E  
(规范性附录)  
镍及镍合金分类指南

根据 ISO/TR 15608 的镍及镍合金分类见表 E.1。

表 E.1 镍及镍合金的类组

类别	组别	镍及镍合金种类
41		纯镍
42		Ni $\geq$ 45%,Cu $\geq$ 10%的 Ni-Cu 合金
43		Ni $\geq$ 40%的 Ni-Cr-Fe-Mo 合金
44		Ni $\geq$ 45%,Mo $\leq$ 32%的 Ni-Mo 合金
45		Ni $\geq$ 31%的 Ni-Fe-Cr 合金
46		Ni $\geq$ 45%,Co $\geq$ 10%的 Ni-Cr-Co 合金
47		Ni $\geq$ 45%的 Ni-Fe-Cr-Cu 合金
48		31% $\leq$ Ni $\leq$ 45%且 Fe $\geq$ 20%的 Ni-Fe-Co-Cr-Mo-Cu 合金

附 录 F  
(规范性附录)  
钛及钛合金分类指南

根据 ISO/TR 15608 的钛及钛合金分类见表 F.1。

表 F.1 钛及钛合金的类组

类别	组别	钛及钛合金种类
51		纯钛
	51.1	$O_2 < 0.20\%$ 的钛
	51.2	$0.20\% < O_2 \leq 0.25\%$ 的钛
	51.3	$0.25\% < O_2 \leq 0.35\%$ 的钛
	51.4	$0.35\% < O_2 \leq 0.40\%$ 的钛
52		$\alpha$ 合金 <sup>a</sup>
53		$\alpha$ - $\beta$ 合金 <sup>b</sup>
54		近 $\beta$ 和 $\beta$ 合金 <sup>c</sup>
<sup>a</sup> 52 类钛合金包括: Ti-0.2Pd; Ti-2.5Cu; Ti-5Al-2.5Sn; Ti-8Al-1Mo-1V; Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo; Ti-6Al-2Nb-1Ta-0.8Mo。 <sup>b</sup> 53 类钛合金包括: Ti-3Al-2.5V; Ti-6Al-4V; Ti-6Al-6V-2Sn; Ti-7Al-4Mo。 <sup>c</sup> 54 类钛合金包括: Ti-10V-2Fe-3Al; Ti-13V-11Cr-3Al; Ti-11.5Mo-6Zr-4.5Sn; Ti-3Al-8V-6Cr-4Zr-4Mo。		



中华人民共和国  
国家标准  
金属材料焊缝破坏性试验  
焊缝宏观和微观检验  
GB/T 26955—2011

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

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

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235  
读者服务部:(010)68523946

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 1.25 字数 29 千字  
2011年12月第一版 2011年12月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-43878 定价 21.00 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)68510107



GB/T 26955—2011