



中华人民共和国国家标准

GB/T 27551—2011/ISO 9017:2001

金属材料焊缝破坏性试验 断裂试验

Destructive tests on welds in metallic materials—Fracture test

(ISO 9017:2001, IDT)

2011-11-21 发布

2012-06-01 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。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 9017:2001《金属材料焊缝破坏性试验 断裂试验》。

为了便于使用,结合我国实际情况对本标准做了下列编辑性修改:

——删除了国际标准的前言;

——将 ISO 9017:2001 中引用的 ISO 标准,用等同的我国标准代替;

——对表 1 做了编辑性修改。

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:哈尔滨焊接研究所、天津市金桥焊材集团有限公司、建德市新安江电焊条厂。

本标准主要起草人:苏金花、李波、王大梁、邵海建、王克楠。

金属材料焊缝破坏性试验 断裂试验

1 范围

本标准规定了金属材料焊缝的断裂试验方法。

本标准适用于厚度 2 mm 以上金属材料熔化焊焊缝断裂试验。

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 19418 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南(ISO 5817:1992, IDT)

GB/T 22087 铝及铝合金的弧焊接头 缺欠质量分级指南(ISO 10042:2005, IDT)

EN 970 熔化焊焊缝的无损检验 外观检验(Non-destructive examination of fusion welds—Visual examination)

3 术语和定义

下列术语及定义适用于本文件。

3.1

检验长度 L , examination length

试样沿焊缝轴线任何两侧边缺口之间受检长度(见图 6)。

3.2

检验总长 $\sum L$, total examination length

试件中所有试样沿焊缝轴线任何两侧边缺口之间受检长度的总和(见图 6)。

3.3

检验厚度 a , examination thickness

每个试样断裂面的厚度(见图 7 和图 8)。

3.4

检验面积 A , examination area

每个试样的受检区域,通常为检验厚度和检验长度的乘积。

3.5

总检验面积 $\sum A$, total examination area

所有检验面积的总和。

4 一般原理

采用弯曲或拉伸的方法,通过对焊缝施加静载荷或动载荷使其断在焊缝处以便检验断裂面,为了引发断裂可以改变缺口尺寸和温度。

除非另有规定,试验的环境温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下进行。

5 符号及说明

表 1 规定了断裂试验所使用的符号和说明,图 5 至图 8 给出了相应的示例。

通常只需给出基本符号,但对一些特殊应用,可能还须给出有关缺口和试验方法的附加符号。

示例 1:

检验长度为 40 mm、检验厚度为 10 mm 的,取自角焊缝的试样。

对缺口及试验方法无要求:

基本符号为:FW/($L_t a_t$)

该示例符号为:FW/(40×10)

有附加要求时(方缺口及试验方法):

完整的符号为:FW/($L_t a_t$)/Fq 见图 8。

该示例符号为:FW/(40×10)/Fq 见图 8。

示例 2:

检验长度为 40 mm、检验厚度为 10 mm 的,取自对接焊缝的试样。

对缺口及试验方法无要求:

基本符号为:BW/($L_t a_t$)

该示例符号为:BW/(40×10)

有附加要求时(圆缺口及试验方法):

完整的符号为:BW/($L_t a_t$)/Sr 见图 6。

该示例符号为:BW/(40×10)/Sr 见图 6。

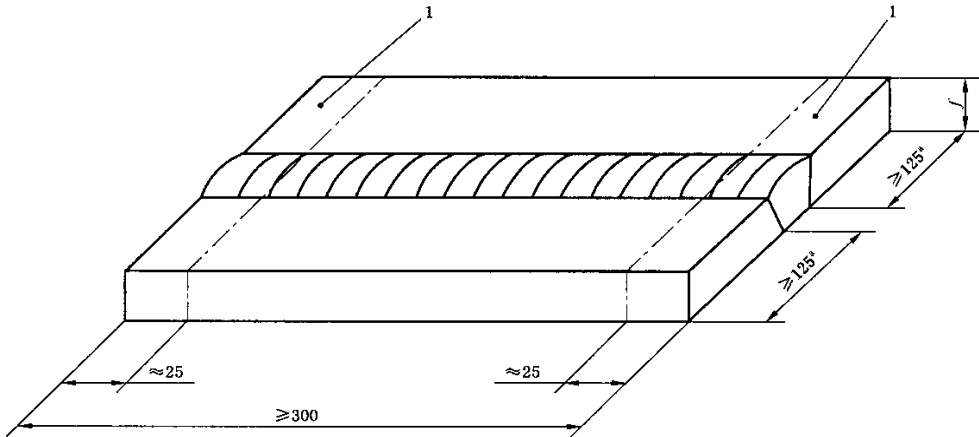
表 1 符号及说明

符号	说明	单位
BW	对接焊缝	
FW	角焊缝	
t, t_1, t_2	试件厚度	mm
l_1, l_2	试件长度	mm
D	管外径	mm
	试样及试件	
L_t	检验长度	mm
a_t	检验厚度	mm
A_t	检验面积	mm ²
A_i	缺欠面积	mm ²
S	侧面缺口	—
Sq	方形缺口	—
Sr	圆形缺口	—
Ss	尖锐缺口	—
	纵向缺口	
F	正面缺口	—
Fq	方形缺口	—
Fr	圆形缺口	—
Fs	尖锐缺口	—
R	背面缺口	—
Rq	方形缺口	—
Rr	圆形缺口	—
Rs	尖锐缺口	—

6 试件的尺寸

除非相关标准或签约双方另有规定,试件尺寸应符合图 1 至图 4 的规定。试件应能提供足够数量的试样,满足检验需求。

单位为毫米



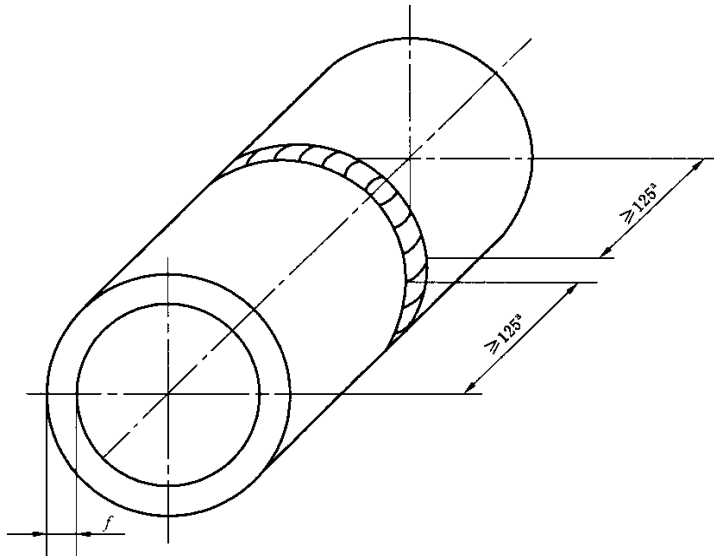
注:

1 舍弃

• 热传导性高的材料(如铝、铜)为 ≥ 150 mm。

图 1 板对接焊缝试件

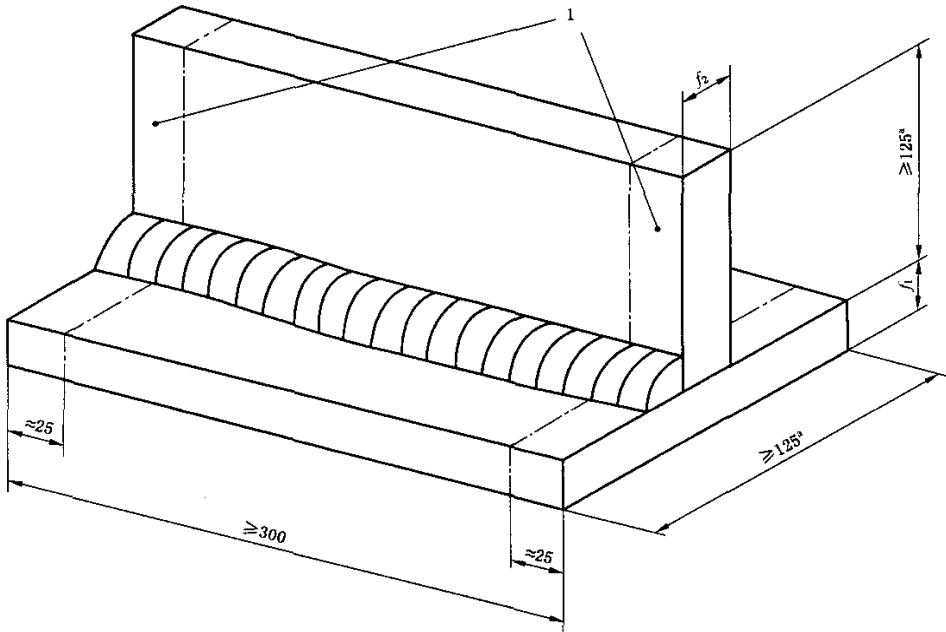
单位为毫米



• 热传导性高的材料(如铝、铜)为 ≥ 150 mm。

图 2 管对接焊缝试件

单位为毫米



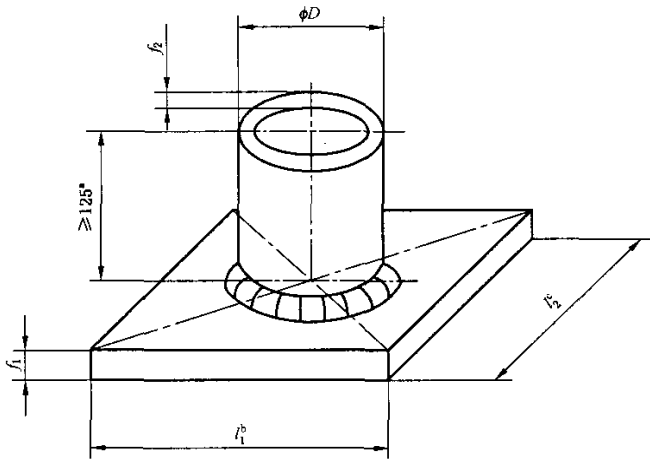
注:

1 舍弃

* 热传导性高的材料(如铝、铜)为 ≥ 150 mm。

图 3 板角焊缝试件

单位为毫米



* 热传导性高的材料(如铝、铜)为 ≥ 150 mm。

ᵇ $l_1 \approx l_2$; $l_1 \geq (D+100)$ 。

ᶜ $l_2 \geq (D+100)$ 。

图 4 管角焊缝试件

7 试样的制备

7.1 总则

相关标准或签约双方应规定检验长度(L_i)、检验面积(A_i)和试样数量。

对于板焊缝试样应横向切取,所有试样的焊缝长度应基本一致。对接焊缝的焊缝轴线应位于试样的中心。

对于管焊缝,应从试件上切取两个以上的试样,除非相关标准或签约双方另有规定。

进行弯曲试验时,面弯和背弯的试样数量应相同。如果管径太小,无法切取足够数量的试样时,应增加附加试件。

7.2 标记

应对试件和试样做合适的标记,明确其原始位置或部位。

7.3 取样

7.3.1 一般要求

取样所采用的机械加工方法或热加工方法不得对试样性能产生影响。

在一般情况下,应弃掉试验焊缝两端 25 mm,要求评估引弧或熄弧缺欠时除外。

7.3.2 钢

允许采用热切割方法或机械加工方法切取试样。

7.3.3 其他金属材料

只能采用机械加工方法切取试样。

7.4 制备

为使断裂发生在焊缝处,可以采用下述方法:

- 去除焊缝余高;
- 在焊缝的两侧开缺口(侧面缺口);
- 在焊缝余高上开缺口(纵向缺口)。

根据焊缝金属的延性不同,可以采用方形缺口、圆形缺口或尖锐缺口(参见图 5、图 6、图 7 和图 8)。高延性材料(如铝、铜)建议采用尖锐缺口。

缺口的深度应足以导致焊缝断裂。

除非相关标准或签约双方另有规定,缺口深度宜为:

- 侧面缺口: $L_i \geq 70\% w$ (见图 6);或 $\sum L_i \geq 60\% L$ 。
- 纵向缺口: $a_i \geq 80\% t$ (见图 7)。

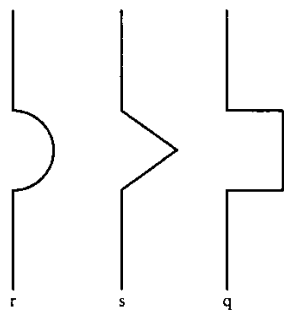
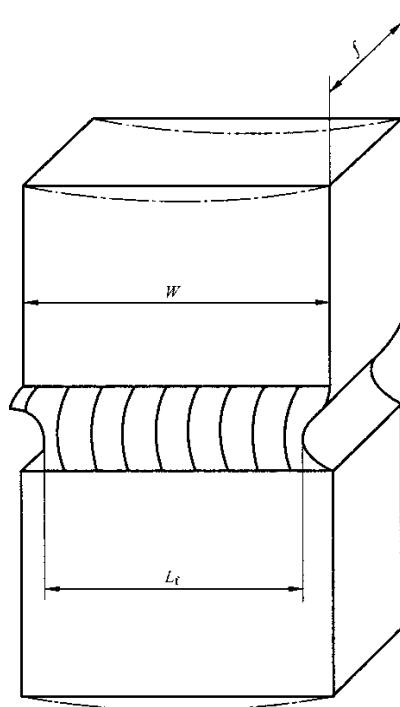
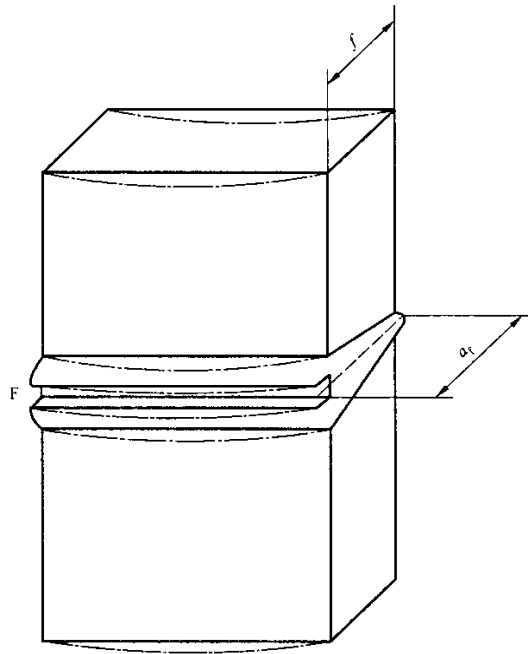


图 5 缺口形状

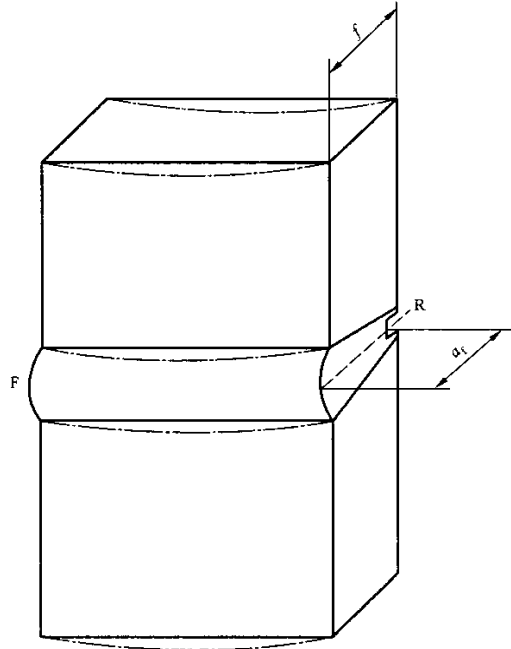


注：实线为板材；虚线为管材。

图 6 侧面缺口



a) 正面缺口



b) 背面缺口

注：实线为板材；虚线为管材。

图 7 对接焊缝的纵向缺口

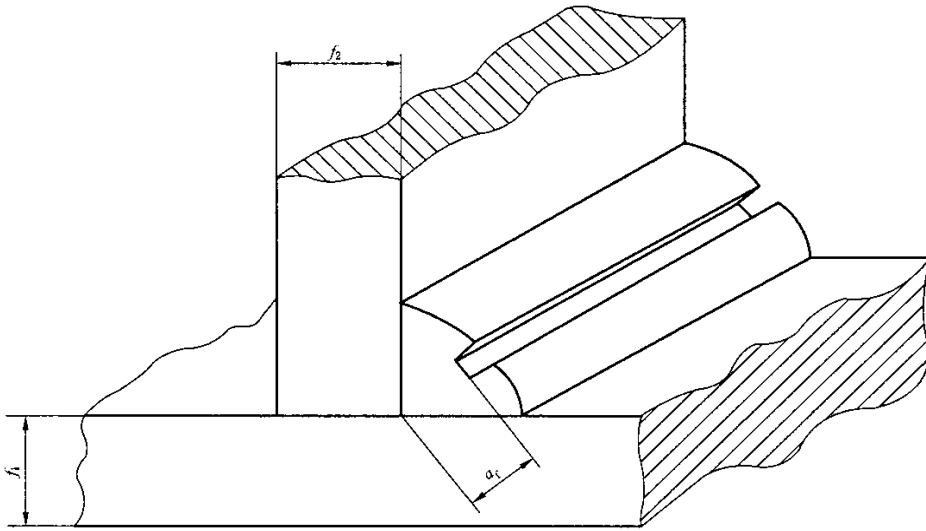


图 8 角焊缝的纵向缺口

8 试验程序

8.1 对接焊缝

8.1.1 总则

断裂方法包括：

- 动载撞击(如锤击),见图 9a)、b)、c)；
- 弯曲试验,见图 9d)、e)、f)；
- 拉伸试验,见图 9g)。

对于高延性材料而言,有必要规定缺口至固定装置卡口之间的最小距离 b (见图 9c)。

为了便于引发断裂,某些材料需要在低温下进行试验。

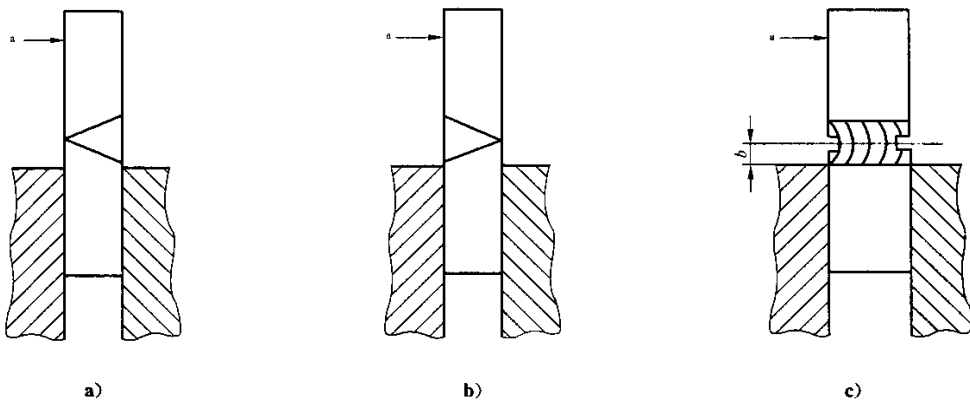


图 9 对接焊缝试验方法示例

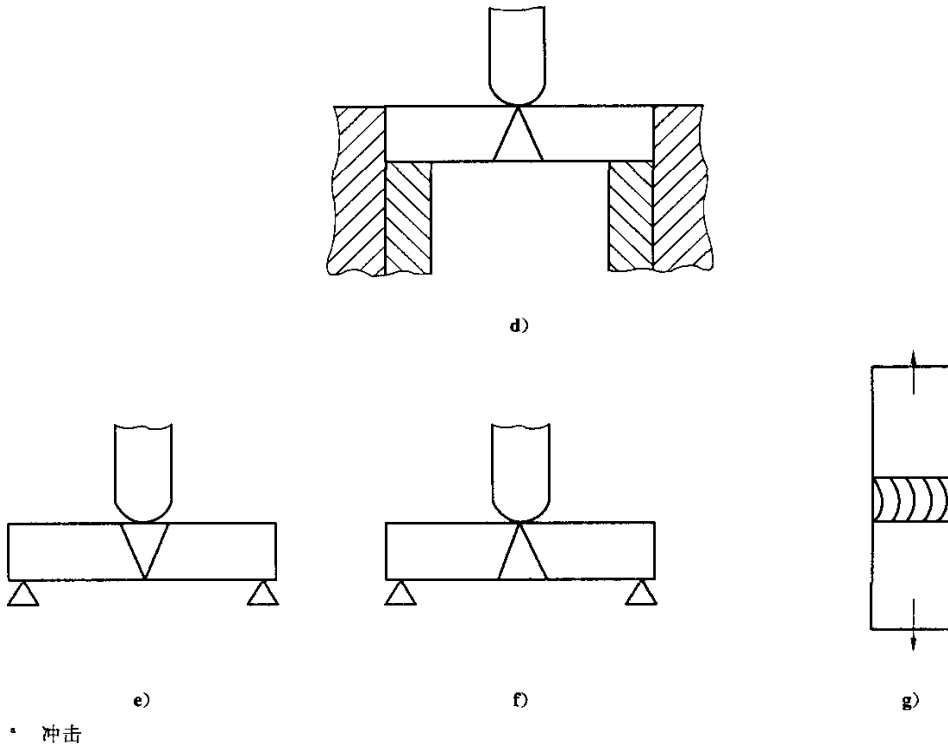


图 9 (续)

8.1.2 薄材

薄材焊缝的断裂可以采用反复弯曲的方法。

也可采用拉伸方法产生断裂(见图 9g)。薄材的断裂,不适用锤击方法。

8.1.3 厚材

厚材可采用锤击方法使其断裂。

采用弯曲试验机时,压头直径的选择应确保可以产生断裂而无需反复弯曲。

弯曲时,加载方向可以垂直于焊缝,也可以平行于焊缝,如图 9c)、d)、e)、f)。

对于铝试样最小厚度为 8 mm。

8.2 角焊缝

除了无法进行拉伸试验之外,角焊缝的试验方法与对接焊缝(见 8.1)相似。图 10 给出了具体示例。

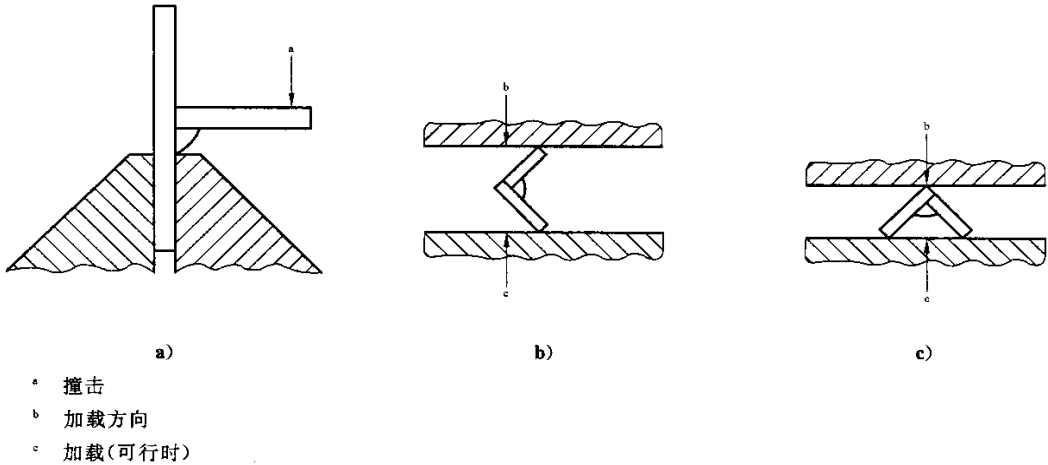


图 10 角焊缝试验方法示例(缺口按照图 5—图 8 要求)

8.3 高延性焊缝金属的特殊规定

对于高延性焊缝金属(如奥氏体不锈钢、铝、铜、镍及其合金),如果要想在焊缝金属处产生断裂,需要限制试样的厚度和焊缝有效厚度,增加缺口的宽度,减少缺口半径,增加试验的速率(动载荷、锤击)。

对于高延性的铁素体钢,可采用降低试样温度的方法。

9 试验结果

断裂面的检验应参照焊缝外观检验条件进行。为了便于观察和辨别,可以采用放大倍数 5 倍以内的放大镜。

断面形貌、缺欠类型及尺寸应完整地记录。应按照 GB/T 19418 和 GB/T 22087,对质量等级做评定。质量等级由相关标准或合同双方协议规定。

10 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- 本标准编号 GB/T 27551—2011;
- 试样标识;
- 试样符号(参见表 1);
- 根据有关质量等级要求,缺陷的种类、位置和尺寸。

附录 A 给出了试验报告示例。

附录 A
(资料性附录)
试验报告示例

编号: _____
 根据 pWPS _____
 根据试验结果“断裂试验”
 试验结果 _____
 制造商: _____
 试验目的: _____
 产品形式: _____
 母材: _____
 焊接材料: _____
 试件符号: _____

表 A.1 断裂试验结果记录

试样	符号	结果	
		缺欠类型和尺寸	质量等级

检验员或检验机构:

发证:

(名称、日期和签名)

(名称、日期和签名)
