

ICS

中国标准文献分类号

T/CSCP

# 中国腐蚀与防护学会标准

T/CSCP 0019—2017

全国团体标准信息平台

## 受力件大气环境腐蚀试验

Atmospheric corrosion tests of components under loading

2014年1月1日发布

2018年1月1日实施

中国腐蚀与防护学会 发布

全国团体标准信息平台

# 目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试验原理.....	1
5 试验装置.....	2
6 试样.....	5
7 试验程序.....	8
8 试验记录.....	13
9 数据处理与结果评定.....	13
10 试验报告.....	14
附录 A (资料性附录) 应力腐蚀试验记录表推荐格式.....	16
附录 B (资料性附录) WOL 试样应力场强度因子 KI 标定系数 Y (a/W) 值.....	21

全国团体标准信息平台

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则进行起草。

本标准是对中国腐蚀与防护学会 2014 年发布的 FB/T 0019—2014《受力件大气环境腐蚀试验》按团体标准的编写要求和格式进行修订。

本标准由中国腐蚀与防护学会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国航发北京航空材料研究院

本标准参加起草单位：北京科技大学、中国科学院金属研究所、武汉材料保护研究所、中国电器科学研究院有限公司、钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所、中国兵器工业第五九研究所、国营第二九八厂。

本标准主要起草人：李晓刚、张三平、王振尧、韩冰、肖勇、蒋荃、张晓芸、刘建、杜翠薇、高瑾、董超芳、杨朝晖、王俊、肖葵、程学群、吴俊升、汪崧、卢琳、孙志华、刘玉军、张波、丁国清、安江峰、郑鹏华、吴军。

全国团体标准信息平台

# 受力件大气环境腐蚀试验

## 1 范围

本标准规定了金属及其合金在大气环境下暴露的应力腐蚀试验原理、试验条件、试样制备、试验程序、数据处理与结果分析等。适用于各种金属及其合金在大气环境下暴露的应力腐蚀敏感性的评价。主要的试验方法分为四类，不同试验的适用范围见表1。

表1 试样的适用范围

试验方法	适用范围	
单轴加载拉伸应力腐蚀试验	主要适用于板材、棒材和管材等，以及用焊、铆或其它方式连接的部件。	
C型环试样应力腐蚀试验	主要适用于铝合金管材、棒材和厚板。	
预裂纹试样应力腐蚀试验	双悬臂（DCB）试样	主要适用于铝合金棒材、厚板及锻件。
	楔形张开加载（WOL）试样	主要适用于钢及钛合金棒材、厚板及锻件。
弯梁试样应力腐蚀试验	主要适用于能方便地提供具有矩形截面带材、板材等。	

## 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 14165-2008 金属和合金 大气腐蚀试验 现场试验的一般要求
- GB/T 15970.1-1995 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第1部分：试验方法总则
- GB/T 15970.2-2000 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第2部分：弯梁试样的制备和应用
- GB/T 15970.4-2000 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第4部分：单轴加载拉伸试样的制备和应用
- GB/T 15970.5-1998 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第5部分：C型环试样的制备和应用
- GB/T 15970.6-2007 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第6部分：恒载荷或恒位移下的预裂纹试样的制备和应用
- HB 5257-1983 腐蚀试验结果的重量损失测定和腐蚀产物的清除

## 3 术语和定义

GB/T 15970.1 界定的定义适用于本文件。

## 4 试验原理

根据金属或合金的规格与可能的使用环境，制备不同形式的受力试验样品，暴露在大气环境中，通过外观检查、裂纹监测、断口分析等方法，进行其应力腐蚀敏感性的评价。

#### 4.1 单轴加载拉伸应力腐蚀试验

使试验样品承受恒定的载荷，并将受力试验样品暴露于试验环境中，根据试验样品完全破断的时间或剩余强度评价材料在实际使用的应力水平下的抗应力腐蚀性能。

#### 4.2 C 型环试验样品应力腐蚀试验

将试验样品恒载荷或恒应变加载，并将受力试验样品暴露于试验环境中，根据裂纹出现的时间或临界应力（低于此应力不出现裂纹）评价材料在实际使用的应力水平下的抗应力腐蚀性能。

#### 4.3 预裂纹试验样品应力腐蚀试验

对带机械缺口或疲劳预裂纹的试验样品施加恒定载荷，并将受力试验样品暴露于试验环境中，借助于平面应变应力强度定量地确定存在于预裂纹试验样品中裂纹尖端的应力状况，根据应力腐蚀开裂界限应力强度因子  $K_{ISCC}$  和裂纹扩展速率  $da/dt$  评价材料的抗应力腐蚀性能。

#### 4.4 弯梁试验样品应力腐蚀试验

把弯曲应力加到具有矩形截面的弯梁试验样品上，并将受力试验样品暴露于试验环境中，根据裂纹出现的时间或临界应力评价在所加应力水平下材料在该环境中抗应力腐蚀性能。

### 5 试验装置

#### 5.1 单轴加载拉伸应力腐蚀试验

单轴加载拉伸应力腐蚀试验应在具有恒定载荷和持久拉伸能力的装置上进行，该装置应简单、紧凑、易于操作和移动，并且抗大气环境腐蚀。推荐的试验装置由受力支架、弹簧、垫块、试样上下夹头、定位套筒、压紧螺母及保护帽罩组成，加载后的示意图见图 1。

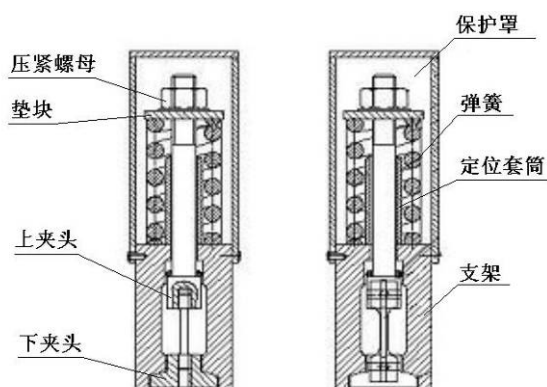


图 1 单轴加载拉伸的弹簧加载装置及加载后的示意图

#### 5.2 C 型环试样应力腐蚀试验

C 型环试样采用螺栓与螺母施加应力。加载用的螺母和螺栓，宜采用与试样相同的材料制作。螺栓的长度  $L$  根据具体零件尺寸而定，以保证与环的大小相配合。

推荐的螺栓与螺母的规格见图 2，加载后的试样示意图见图 3。

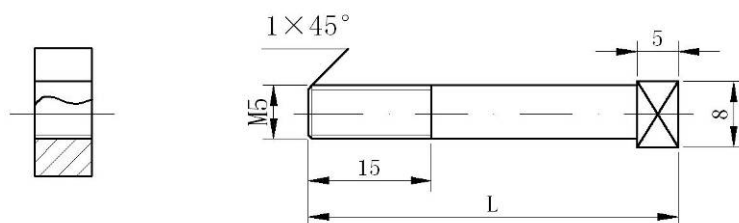


图 2 C 型环试样采用螺栓与螺母

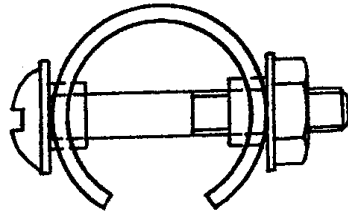
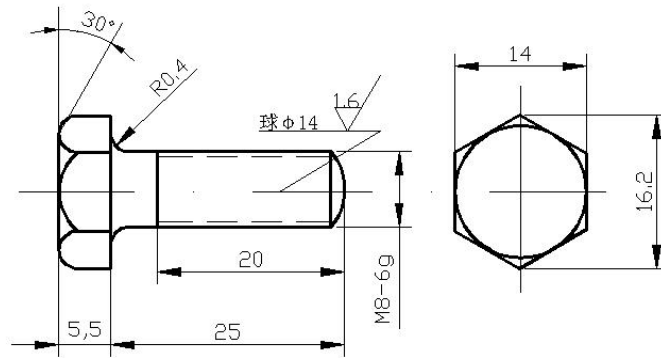


图 3 C 型环试样加载后的示意图

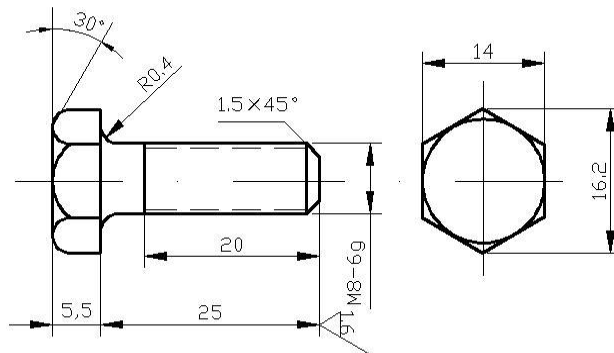
### 5.3 预裂纹试样应力腐蚀试验

预裂纹的双悬臂梁（DCB）试样和楔形张开加载（WOL）试样的应力腐蚀试验采用螺钉和垫块加载。

推荐的 DCB 试样的加载螺钉采用硬度大于或等于 HRC45 的钢材制作，螺钉的螺纹端，一个是球面，一个是平面，或两个均为球面（见图 4），加载后的示意图见图 5。



a) 球面端头的加载螺钉



b) 平面端头的加载螺钉

图 4 DCB 试样的加载螺钉

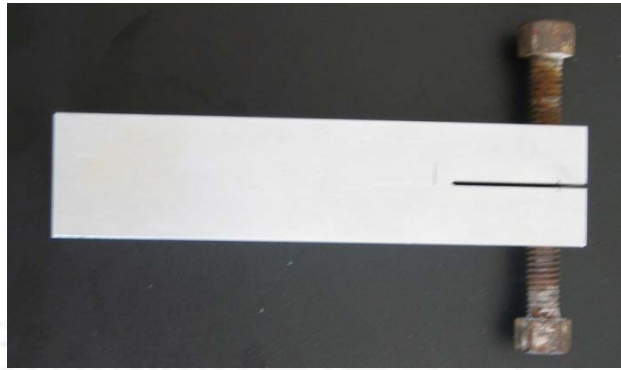
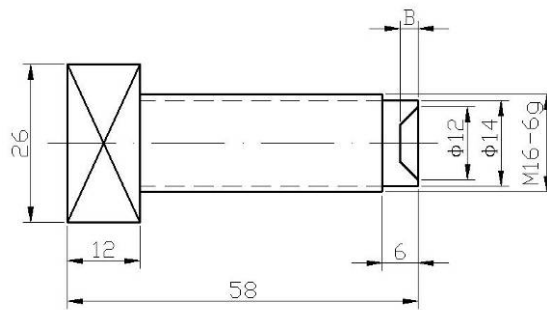
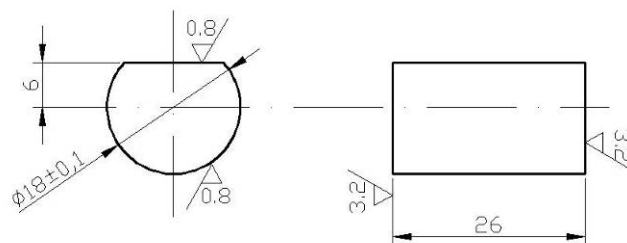


图 5 DCB 试样加载后的示意图

推荐的 WOL 试样的加载螺钉和垫块采用硬度 HRC 大于 61 的轴承钢材或其它材料制作（见图 6），加载后的示意图见图 6。



a) 加载螺钉



b) 加载垫块

图 6 WOL 试样的加载螺钉与垫块

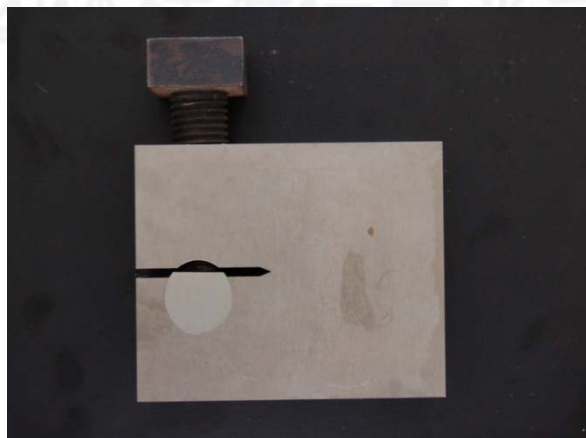


图 7 WOL 试样加载后的示意图

#### 5.4 弯梁试样应力腐蚀试验

用于加载试样的夹具，应采用在试验环境中耐蚀的材料制成，并避免产生电偶腐蚀。若采用塑料夹具，在试验过程中，应不发生明显变形。推荐用于弯梁试样的夹具形状和尺寸见图 8，加载后的示意图见图 9。

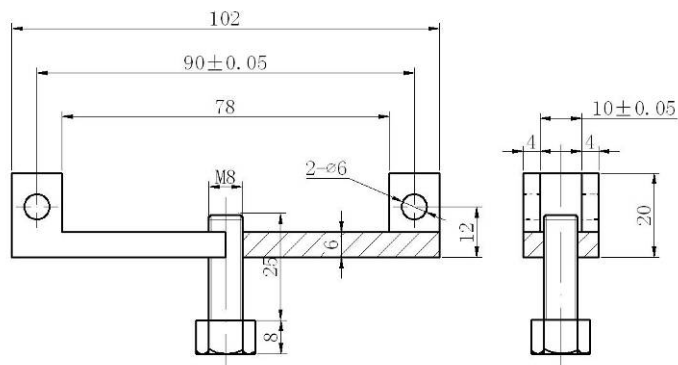


图 8 弯梁试样的夹具形状和尺寸

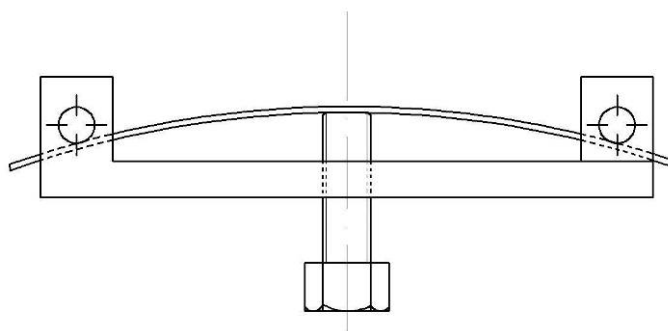


图 9 弯梁试样加载后的示意图

## 6 试样

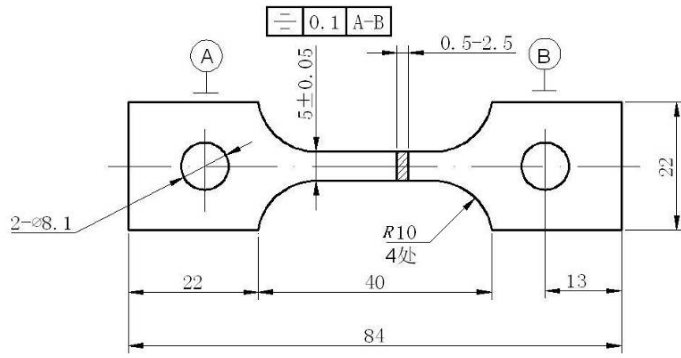
### 6.1 试样的数量与要求

根据材料的规格与形状以及试验的评价要求选择试样的形式和施加的载荷强度。每组试验平行试样的数量为 3 ~ 5 个。试样表面粗糙度应保持一致，棱角处光滑无毛刺，圆弧与工作段连接处应圆滑，试样表面无划伤。

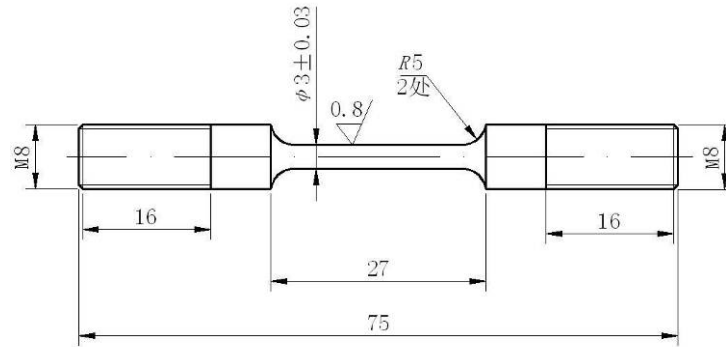
### 6.2 试样的尺寸与制备

#### 6.2.1 单轴加载拉伸应力腐蚀试样

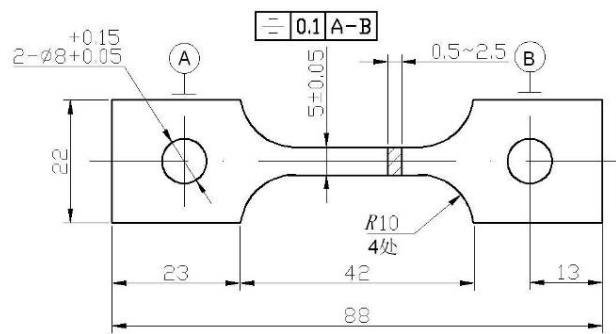
单轴加载拉伸应力腐蚀试样的制备参见 GB/T 15970.4-2000。试样取向根据试验目的、材料尺寸和形状而定。板材一般取横向，小截面的型材和棒材取纵向，对大截面的材料和零件以高向取样为主。用于推荐的便携式拉伸应力腐蚀试验器（图 1）的试样尺寸参见图 10。



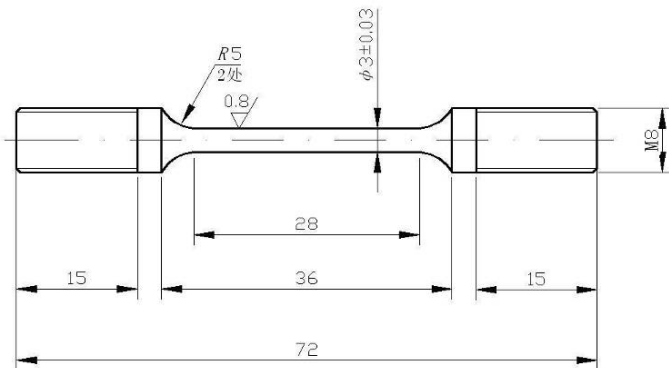
a) 铝合金板材试样



b) 铝合金棒材试样



c) 钢板材试样



d) 钢棒材试样

图 10 推荐的便携式弹簧加载夹具的试样的形状和尺寸

### 6.2.2 C 型环应力腐蚀试样

推荐的试样尺寸和试样图分别见表 1 和图 11。从板材取样应使试样的最大受应力处与板材高向的中心线重合；从挤压件和锻件上取样时，应使试样的最大受应力处与分模面重合。也可按 GB/T15970.5-1998 的要求制备。

表 1 C 型环试样的外径和壁厚

外径 DO, mm	壁厚 $\delta$ , mm
32	2.50
20	1.50
16	1.50

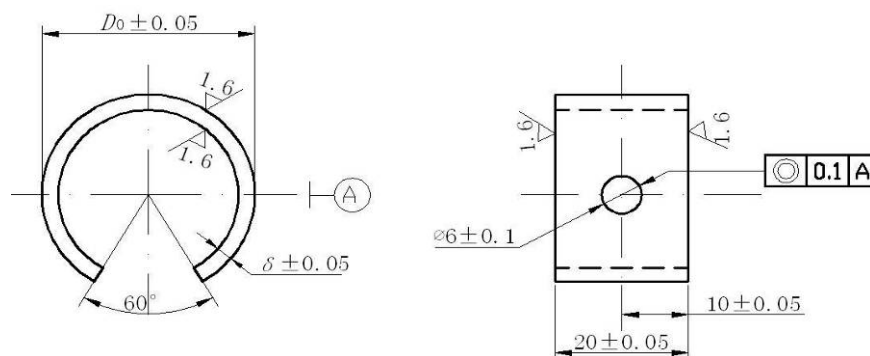


图 11 C 型环试样的形状和尺寸

### 6.2.3 预裂纹应力腐蚀试样

预裂纹应力腐蚀试样的制备参见 GB/T 15970.6-2007，推荐的铝合金 DCB 试样和钢及钛合金 WOL 试样尺寸分别参见图 12 和图 13。试样取向见 GB/T 15970.6-2007 的 3.25，推荐铝合金厚板的 DCB 试样取短横向 Z-X (S-L)，一般钢及钛合金的 WOL 试样取 Y-X (T-L) 方向，其中 X (L) 为纵向（晶粒流动方向），Y (T) 为长横向，Z (S) 为短横向，第一个字母表示施加应力的方向，第二个字母表示裂纹扩展的方向。

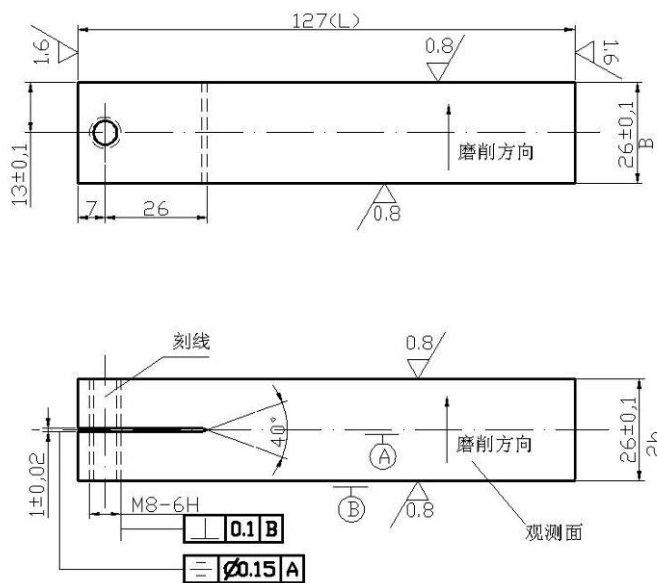


图 12 推荐的铝合金 DCB 试样的形状和尺寸

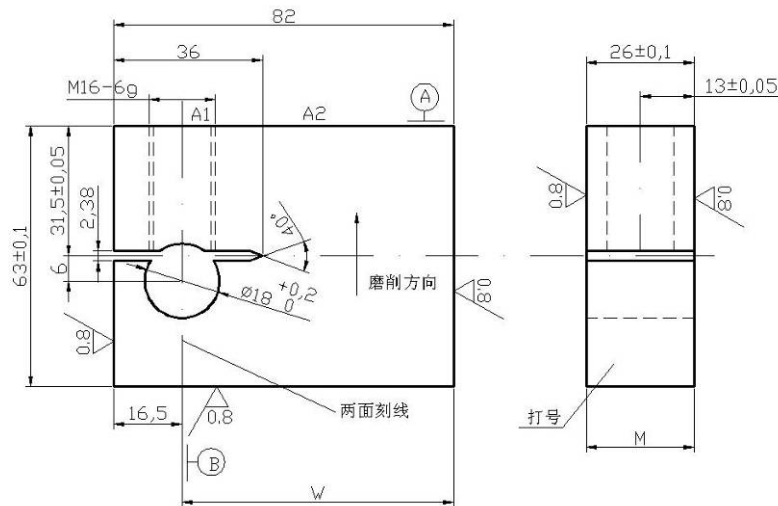


图 13 推荐的钢或钛合金 WOL 试样的形状和尺寸

注：图 13 中，表面 A1 对 A2 的不垂直度允许公差 0.1 mm，其它各面部垂直度 0.06 mm；M16 中心线与厚度的中心线相重，与  $\phi 18$  孔中心线垂直；试样热处理前粗加工，热处理后精加工。在打号区进行打号以用于区分试样，两面刻线以标识中心位置。

#### 6.2.4 弯梁应力腐蚀试样

弯梁应力腐蚀试样的制备参见 GB/T 15970.2-2000。试样的厚度通常由材料的力学性能和所供产品的形状决定。推荐的试样的形状和尺寸见图 14。建议用非切剖面作为试验表面。

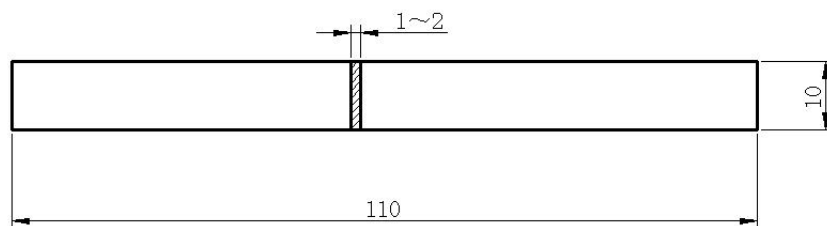


图 14 弯梁试样的形状和尺寸

## 7 试验程序

### 7.1 试验前准备

#### 7.1.1 试样的清洗与标识

试验前对试样进行外观检查，清洗除油，缺口试样应特别注意清洗缺口。试样应打上永久的识别标记，标记的位置应不影响试验结果。

#### 7.1.2 初始尺寸测量

##### (1) 单轴加载拉伸应力腐蚀试样

根据不同的试样规格进行尺寸测量，其中板材试样测量其工作段的厚度和宽度，棒材试样测量其工作段的直径。并计算其截面积，记录表格见附录 2-A.1。

##### (2) C 型环应力腐蚀试样

在加力孔两侧测量 C 型环试样的外径 ( $D_0$ )，取两次测量的平均值。并沿 C 型环试样中心线至少在两个位置上测量 C 型环试样的厚度 ( $\delta$ )，取其平均值，测量精度为  $\pm 0.01$  mm，并按公式 (1) 计算平均直径 ( $D$ )。并进行记录，记录表格见附录 2-A.2。

$$D = D_0 - \delta \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$D$  — 平均直径 ( $D_0 - \delta$ )，单位为毫米 (mm)；

$\delta$  — 试样壁厚，单位为毫米 (mm)；

$D_0$  — 加应力前试样的外径，单位为毫米 (mm)。

(3) 预裂纹应力腐蚀试样

DCB 试样预制裂纹前进行尺寸测量，包括试样的厚度 ( $B$ )、试样的半高 ( $h$ )、试样的长度 ( $L$ )，以及加载前试样加载中心线处的缺口宽度 ( $V_0$ ) (见图 12)。并进行记录，记录表格见附录 2-A.3。

WOL 预制裂纹前进行尺寸测量，包括试样的宽度 ( $W$ ) 和试样的厚度 ( $B$ )，并进行记录，记录表格见附录 2-A.4。

(4) 弯梁应力腐蚀试样

测量试样厚度及夹具外支点间的距离并记录，记录表格见附录 2-A.5。

7.2 试样的加载

7.2.1 单轴加载拉伸应力腐蚀试验

采用图 1 所示的装置对试样加载时，将试样通过上、下夹头安装在主承力框架内，利用弹簧对试样施加轴向载荷，使试样承受恒定的拉伸应力。按公式 (2) 计算需要施加的载荷：

$$P = k \times \sigma_{p0.2} \times S \quad (2)$$

式中：

$P$  — 试验载荷，单位为牛顿 (N)；

$k$  — 材料屈服强度的百分数；

$\sigma_{p0.2}$  — 材料的屈服强度，单位为兆帕 (MPa)；

$S$  — 试样工作段截面积，单位为平方毫米 (mm<sup>2</sup>)。

7.2.2 C 型环试样应力腐蚀试验

采用螺栓与螺母施加应力，旋紧螺母，使试样受力，直至直径的减小达到所需值 ( $D_{0F}$ )。直径的减小用游标卡尺测量，所需直径的减小值 ( $\Delta$ ) 按公式 (3) 和 (4) 求出：

$$D_{0F} = D_0 - \Delta \quad (3)$$

$$\Delta = F \pi D^2 / 4E \delta Z \quad (4)$$

式中：

$D_{0F}$  — 加应力后试样的外径，单位为毫米 (mm)；

$D_0$  — 加应力前试样的外径，单位为毫米 (mm)；

$\Delta$  — 变形量，施加所需应力时， $D_0$  需要改变的数值，单位为毫米 (mm)；

$F$  — 所需应力值，但应低于材料的屈服强度，单位为兆帕 (MPa)；

$D$  — 平均直径 ( $D_0 - \delta$ )，单位为毫米 (mm)；

$E$  — 弹性模量，单位为兆帕 (MPa)；

$\delta$  — 试样壁厚，单位为毫米（mm）；

$Z$  — 校正系数，见图 15。

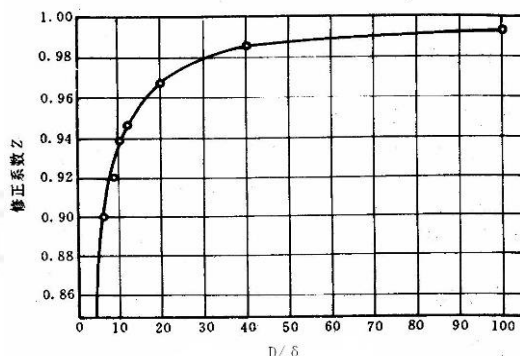


图 15 校正系数对应表

### 7.2.3 预裂纹试样的应力腐蚀试验

#### (1) 双悬臂梁（DCB）试样

双悬臂梁（DCB）试样借助装载试样两臂上的两个螺栓相对进行自加载，即对称地旋进试样两臂上的两个螺栓，直到两观测面出现突进裂纹并达到 2.5 mm ~ 4.0 mm 为止。用读数显微镜测量并记录两表面的初始裂纹长度 ( $a_0$ )，加载后试样中心线处的缺口宽度 ( $V_1$ )，并按公式 (5) 计算试样的张开位移 ( $V$ ) (见图 16)。

$$V = V_1 - V_0 \quad (5)$$

式中：

$V$  — 试样的张开位移，单位毫米（mm）；

$V_0$  — 加载前试样加载中心线处的缺口宽度，单位毫米（mm）；

$V_1$  — 加载后试样中心线处的缺口宽度，单位毫米（mm）。

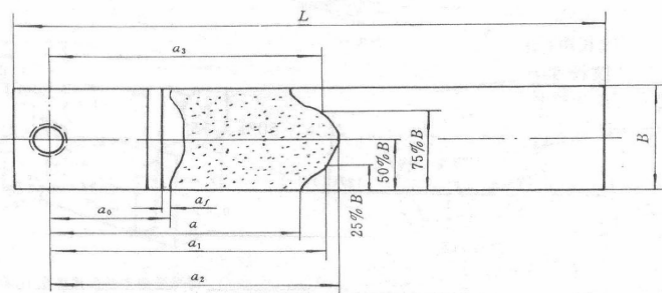


图 16 双悬臂（DCB）试样断口图

#### (2) 楔形张开加载（WOL）试样

##### a) 预制疲劳裂纹

应参照 GB/T 15970.6-2007 预制疲劳裂纹。在加载前预制疲劳裂纹，预制疲劳裂纹前必须用汽油等溶剂将试样的表面及线切割槽清洗干净、吹干。用于预制疲劳裂纹的试验机，对试样加载时，应使切口附近的应力分布对称，并且施加力的准确度达 $\pm 2.5\%$ 以内。疲劳裂纹长度为 2.0 mm ~ 2.5 mm。为保证疲劳裂纹分析的有效性，应检查两侧面上的疲劳裂纹，

使与裂纹中心面偏离均不大于 10°。预制疲劳裂纹时，最大疲劳强度因子  $K_f$  不超过  $0.6K_{IC}$ 。疲劳应力比  $R$  应满足  $0 < R < 0.1$ 。预制疲劳裂纹的平均速率为 0.25 mm/min。预制完疲劳裂纹的试样应放置于干燥器中备用。

b) 加载

预制完疲劳裂纹的试样测量表面裂纹长度  $a_0$ ，见图 17。确定欲加初始应力强度  $K_{II}$  后，根据公式 (6) 和 (7) 计算试样的张开位移 ( $V$ )。用丙酮将千分表架及试样缺口端面擦干净，然后用将千分表固定在试样的缺口端面上，并保证表架安装准确 (见图 17)。加载时旋转螺栓，匀速加载到千分表的指针达到欲加的位移  $V$ 。取下试样及千分表。测量表面裂纹长度及实际的张开位移  $V$ 。并进行记录，记录表格见附录 A.4。

$$K_{II} = (EV/a_0^{1/2})Y(a_0/W) \quad (6)$$

$$Y(a_0/W) = \exp[10.5038 - 115.5966(a_0/W) + 408.3886(a_0/W)^2 - 708.3414(a_0/W)^3 + 602.0491(a_0/W)^4 - 200.8235(a_0/W)^5] \quad (7)$$

式中：

- $E$ —材料的弹性模量，单位兆帕 (MPa)；
- $V$ —试样的张开位移，单位米 (m)；
- $a_0$ —试样加载前表面裂纹长度  $a_0$ ，单位米 (m)；
- $W$ —试样的宽度，单位米 (m)；
- $B$ —试样的厚度，单位米 (m)。

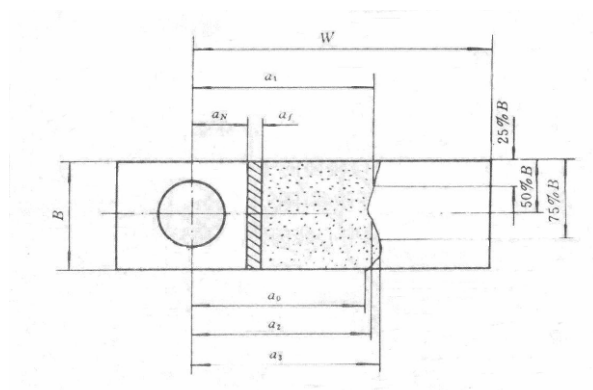


图 17 楔形张开加载 (WOL) 试样断面图

#### 7.2.4 弯梁试样应力腐蚀试验

弯梁试样采用恒应变三点加载法加载。三点加载试样的最大应力出现在凸型表面的中部，并线性下降至外支点处为零。凸型表面中点的弹性应力按公式 (8) 计算。将试片装在夹具上 (见图 9)，试样两端固定，拧紧装有球状顶尖的螺栓，在中点将试样顶弯，使试片造成应力。加力时应缓慢使试样弯曲，不允许超过应加挠度。

$$\sigma = 6E\delta Y/H^2 \quad (8)$$

式中：

$\sigma$  — 最大张应力, 单位为兆帕 (MPa);

$E$  — 弹性模量, 单位为兆帕 (MPa);

$\delta$  — 试样厚度, 单位为毫米 (mm);

$Y$  — 最大挠度, 单位为毫米 (mm);

$H$  — 外支点间的距离, 单位为毫米 (mm)。

### 7.3 夹具与试样连接部位的防护

对夹具与试样连接的部位采取密封胶密封或涂绝缘漆的方式进行防护处理, 防止接触腐蚀的产生。

### 7.4 试样的放置和安装

单轴加载拉伸应力腐蚀试样水平放置于暴露场内距地面 1 m 左右的平台上; C 型环试样和弯梁试样受力面向上放置于 45° 的暴露架上; 预裂纹试样缺口向上放置于 45° 的暴露架上。

### 7.5 中间检测

试验周期和检查周期应根据被试验材料种类、性能决定, 或经有关方面协商确定。

试验开始后要定期检查并记录试样表面情况, 如试样外观变化、腐蚀和裂纹出现的时间、腐蚀的类型等; 预制裂纹的试样定期测量并记录裂纹扩展的长度。初始时期可以每周检查 2 ~ 3 次, 根据试验情况或裂纹扩展速率可以适当延长或缩短观察和测量的时间间隔。

#### 7.5.1 单轴加载拉伸应力腐蚀试样

目视检查单轴加载拉伸应力腐蚀试样的腐蚀和破裂情况。

#### 7.5.2 C 型环应力腐蚀试样

目视或采用 5~20 倍放大镜检查 C 型环试样应力腐蚀试样裂纹萌生和扩展、开裂情况。

#### 7.5.3 预裂纹应力腐蚀试样

采用读数显微镜定期测量预裂纹试样的裂纹扩展速率。当试样表面的腐蚀产物影响裂纹的测量时, 可用 400 目的砂纸将表面腐蚀产物打磨去除后, 用无水乙醇或丙酮清洗干净后测量。

#### 7.5.4 弯梁试样应力腐蚀试验

目视检查弯梁试样的腐蚀和破裂情况。

### 7.6 试验终止

当试验发生下列任何一种情况时, 可以终止试验:

- a. 试验双方商定的试验期满(周、月、年);
- b. 试样主要性能指标下降率达到规定值;
- c. 试样结构损坏, 已无法进行性能测试;
- d. 不能满足安全要求, 或出现危机安全的情况。

#### 7.6.1 单轴加载拉伸应力腐蚀试验

单轴加载拉伸应力腐蚀试样断裂后应及时取下, 保护断口, 存放于干燥器中, 并及时进行相关性能检测。对于超过试验总周期而未破裂的试样, 根据具体试验要求确定继续进行试验或终止试验后测量其力学性能。

#### 7.6.2 C 型环试样应力腐蚀试验

C 型环应力腐蚀试样出现明显可见的裂纹时, 应及时取下试样, 存放于干燥器中。对于超过试验总周期而未出现裂纹的试样, 根据具体试验要求确定继续进行试验或终止试验后进行微观检查分析。

#### 7.6.3 预裂纹试样应力腐蚀试验

预制裂纹的应力腐蚀试样, 当裂纹扩展速率小于或等于  $10^{-10}$  m/s 时, 将试样取下, 存

放于干燥器中。

#### 7.6.4 弯梁试样应力腐蚀试验

弯梁试样出现明显可见的裂纹时,应及时取下试样,存放于干燥器中。对于超过试验总周期而未破裂的试样,根据具体试验要求确定继续进行试验或终止试验后进行微观检查分析。

#### 7.7 最终检测

所有试样应在放大倍数 8~16 倍下进行外观检查,确定裂纹的特征和位置以及存在的腐蚀产物。根据需要对有裂纹的试样或破断试样进行金相分析。断口腐蚀产物的清洗参见 HB 5257-83 的表 1。

对于无裂纹的单轴加载拉伸试样进行拉伸试验,并与基体材料的抗拉强度和伸长率等进行比较。

对预制裂纹的试样,试验结束后将试样打开,在 25%B、50%B、75%B 三个位置上同时测定裂纹长度  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , 并按公式 (9) 计算平均值  $\bar{a}$ , 作为计算  $K_{ISCC}$  的有效裂纹长度。双悬臂 (DCB) 试样断面图和楔形张开加载 (WOL) 试样断面图分别见图 16 和 17。

$$\bar{a} = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 \quad (9)$$

式中:

$\bar{a}$  — 试验截止时试样断口上的有效裂纹长度, 单位米 (m);

$a_1$  — 试验截止时试样断口上厚度 25%处的裂纹长度, 单位米 (m);

$a_2$  — 试验截止时试样断口上厚度 50%处的裂纹长度, 单位米 (m);

$a_3$  — 试验截止时试样断口上厚度 75%处的裂纹长度, 单位米 (m);

## 8 试验记录

### 8.1 环境因素记录

环境因素记录按参照 GB XXX 中的规定进行记录, 并可根据实际需求进行剪裁, 特殊因素记录表格也可根据实际情况自行设计。

### 8.2 试样检测记录

应记录试验材料及热处理状态、试样形式和取样方向、施加载荷强度、试验环境、试验开始与终止时间、腐蚀出现的时间和腐蚀形态、裂纹产生或试样破断的时间、裂纹扩展长度、断口形貌等。具体的记录表格见附录 1-A。

## 9 数据处理与结果评定

一般情况下全部报出所得试样的试验数据; 若测定应力-寿命曲线, 则绘出应力-寿命数据的分散带图形。

### 9.1 预裂纹试样应力腐蚀试验

预裂纹试样应力腐蚀试验根据对预裂纹应力腐蚀试样裂纹扩展的监测结果、测定的裂纹扩展速率  $da/dt$ 、试验达到截止条件后计算取得的应力腐蚀开裂界限强度因子  $K_{ISCC}$  及开裂后试样的断口形貌进行评定。

#### 9.1.1 计算裂纹扩展速率

根据记录的裂纹长度 (a) 和时间 (t) 数据, 计算裂纹扩展速率  $\Delta a/\Delta t$  和相对应的  $K_I$ ; 绘制  $\log (\Delta a/\Delta t) - K_I$  曲线, 并求出 II 区裂纹扩展速率。

### 9.1.2 计算应力腐蚀开裂界限应力强度因子 $K_{ISCC}$

#### (1) 预制裂纹的 DCB 试样

应力腐蚀开裂界限应力强度因子  $K_{ISCC}$  按公式 (10) 进行计算。

$$K_{ISCC} = EVh[3h(\bar{a} + 0.6h)^2 + h^3]^{1/2} / 4[(\bar{a} + 0.6h)^3 + \bar{a}h^2] \quad (10)$$

式中:

$K_{ISCC}$ —应力腐蚀开裂界限应力强度因子, 单位兆帕·米<sup>1/2</sup> (MPa√m)

$E$ —材料的弹性模量, MPa;

$V$ —试样的张开位移, 单位米 (m);

$h$ —试样的半高, 单位米 (m);

$\bar{a}$ —试验截止时试样断口上的有效裂纹长度, 单位米 (m)。

#### (2) 预制裂纹的 WOL 试样

应力腐蚀开裂界限应力强度因子  $K_{ISCC}$  按公式 (11) 进行计算, 公式 (12) 的  $Y(\bar{a}/W)$  可查附录 B 的表。

$$K_{ISCC} = (EV/\bar{a}^{1/2})Y(\bar{a}/W) \quad (11)$$

$$Y(\bar{a}/W) = \exp[10.5038 - 115.5966(\bar{a}/W) + 408.3886(\bar{a}/W)^2 - 708.3414(\bar{a}/W)^3 + 602.0491(\bar{a}/W)^4 - 200.8235(\bar{a}/W)^5] \quad (12)$$

式中:

$K_{ISCC}$  — 应力腐蚀开裂界限应力强度因子, 单位兆帕·米<sup>1/2</sup> (MPa√m)

$E$  — 材料的弹性模量, 单位兆帕 (MPa);

$V$  — 试样的张开位移, 单位米 (m);

$\bar{a}$  — 试样断口的平均长度, 单位米 (m);

$W$  — 试样的宽度, 单位米 (m);

$B$  — 试样的厚度, 单位米 (m)。

## 9.2 非预裂纹试样应力腐蚀试验

单轴加载拉伸试样、C 型环试样和弯梁试样根据在一定环境和应力水平条件下材料或试样的破坏时间和临界应力值 ( $\sigma_{KP}$ ), 进行材料的应力腐蚀开裂倾向的评定。根据需要有裂纹的试样进行金相分析; 无裂纹的试样进行拉伸试验, 并与基体材料的抗拉强度和伸长率等进行比较。破坏时间为裂纹的首次出现或试样整体分离或某个商定的中间条件的时间。

采用临界应力值 ( $\sigma_{KP}$ ) 进行评定, 即在一系列初始应力或应力强度水平下进行试样的暴露试验, 测定应力-破断时间曲线, 获得临界应力值。可采用二元搜索法确定临界应力, 第一次试验应在特定的初始应力下 (即有关材料抗拉强度的一半) 进行, 以后的试验参照 GB/T15970.1-1995 中 10.4 的图 1 所示的程序, 按上一次试验是否发生试样破断, 考虑在抗拉强度的另一百分数下进行。

## 10 试验报告

试验报告一般应包括以下内容:

a) 材料的牌号、规格、热处理状态及来源;

- b) 材料的化学成分、力学性能数据;
- c) 试样形式、取样方向;
- d) 大气环境暴露地点和环境特征;
- e) 试验开始时间和终止时间;
- f) 试验数据和结果;
- g) 必要时说明断口情况。

全国团体标准信息平台

全国团体标准信息平台







表 A. 4 WOL 试样应力腐蚀试验记录表

试样编号											
挂牌号											
试样尺寸 mm	$W$										
	$B$										
加载前初始 裂纹 $a_0$ mm	正面										
	反面										
	平均										
$a_0/W$											
$Y(a_0/W)$											
预定的 $K_{II}$ , MPa m											
预加张开位移 $V$ mm											
加载后初 始裂纹 mm	正面										
	反面										
	平均										
实际张开位移 $V$ mm											
$K_{II}$ , MPa m											
开始时间											
结束时间											
截止条件 $da/dt$											
断口裂 纹长度 mm	$a_1$										
	$a_2$										
	$a_3$										
	$a$										
$a/W$											
$Y(a/W)$											
$K_{ISCC}$ , MPa m											
$(da/dt)_{II}$											
备注											

表 A. 5 弯梁应力腐蚀试验记录表



附录 B (资料性附录) WOL 试样应力场强度因子 KI 标定系数 Y (a/W) 值

a/W	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.300	0.1157	0.1151	0.1146	0.1140	0.1135	0.1130	0.1125	0.1120	0.1115	0.1110
0.310	0.1106	0.1101	0.1097	0.1092	0.1088	0.1084	0.1080	0.1076	0.1072	0.1068
0.320	0.1065	0.1061	0.1057	0.1054	0.1051	0.1047	0.1044	0.1041	0.1038	0.1035
0.330	0.1032	0.1029	0.1026	0.1023	0.1021	0.1013	0.1015	0.1013	0.1010	0.1008
0.340	0.1006	0.1003	0.1001	0.0999	0.0997	0.0995	0.0993	0.0991	0.0989	0.0987
0.350	0.0985	0.0983	0.0981	0.0981	0.0978	0.0976	0.0975	0.0973	0.0972	0.0970
0.360	0.0969	0.0967	0.0966	0.0965	0.0963	0.0962	0.0961	0.0960	0.0958	0.0958
0.370	0.0956	0.0955	0.0954	0.0953	0.0952	0.0951	0.0950	0.0949	0.0948	0.0948
0.380	0.0947	0.0946	0.0945	0.0944	0.0944	0.0943	0.0942	0.0941	0.0941	0.0940
0.390	0.0940	0.0939	0.0938	0.0938	0.0937	0.0937	0.0936	0.0936	0.0935	0.0935
0.400	0.0934	0.0934	0.0934	0.0933	0.0933	0.0932	0.0932	0.0932	0.0931	0.0931
0.410	0.0931	0.0930	0.0930	0.0930	0.0929	0.0929	0.0929	0.0929	0.0928	0.0928
0.420	0.0928	0.0928	0.0928	0.0927	0.0927	0.0927	0.0927	0.0927	0.0927	0.0926
0.430	0.0926	0.0926	0.0926	0.0926	0.0926	0.0926	0.0925	0.0925	0.0925	0.0925
0.440	0.0925	0.0925	0.0925	0.0925	0.0925	0.0924	0.0924	0.0924	0.0924	0.0924
0.450	0.0924	0.0924	0.0924	0.0924	0.0924	0.0924	0.0924	0.0923	0.0923	0.0923
0.460	0.0923	0.0923	0.0923	0.0923	0.0923	0.0923	0.0923	0.0923	0.0923	0.0922
0.470	0.0922	0.0922	0.0922	0.0922	0.0922	0.0922	0.0922	0.0922	0.0922	0.0921
0.480	0.0921	0.0921	0.0921	0.0921	0.0921	0.0921	0.0921	0.0920	0.0920	0.0920
0.490	0.0920	0.0920	0.0920	0.0920	0.0919	0.0919	0.0919	0.0919	0.0919	0.0919
0.500	0.0918	0.0918	0.0918	0.0918	0.0918	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917	0.0917
0.510	0.0916	0.0916	0.0916	0.0916	0.0916	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0914
0.520	0.0914	0.0914	0.0913	0.0913	0.0913	0.0913	0.0912	0.0912	0.0912	0.0912
0.530	0.0911	0.0911	0.0911	0.0910	0.0910	0.0910	0.0909	0.0909	0.0909	0.0908
0.540	0.0908	0.0908	0.0907	0.0907	0.0907	0.0906	0.0906	0.0906	0.0905	0.0905
0.550	0.0905	0.0904	0.0904	0.0903	0.0903	0.0903	0.0902	0.0902	0.0901	0.0901
0.560	0.0901	0.0900	0.0900	0.0899	0.0899	0.0899	0.0898	0.0898	0.0897	0.0897
0.570	0.0897	0.0896	0.0896	0.0895	0.0895	0.0894	0.0894	0.0894	0.0893	0.0893
0.580	0.0892	0.0892	0.0891	0.0891	0.0891	0.0890	0.0890	0.0889	0.0889	0.0888
0.590	0.0888	0.0887	0.0887	0.0887	0.0886	0.0886	0.0885	0.0885	0.0884	0.0884
0.600	0.0883	0.0883	0.0883	0.0882	0.0882	0.0881	0.0881	0.0880	0.0880	0.0880
0.610	0.0879	0.0879	0.0878	0.0878	0.0877	0.0877	0.0876	0.0876	0.0876	0.0875
0.620	0.0875	0.0874	0.0874	0.0873	0.0873	0.0873	0.0872	0.0872	0.0871	0.0871
0.630	0.0871	0.0870	0.0870	0.0869	0.0869	0.0869	0.0868	0.0868	0.0867	0.0867
0.640	0.0867	0.0866	0.0866	0.0866	0.0865	0.0865	0.0864	0.0864	0.0864	0.0863
0.650	0.0863	0.0863	0.0862	0.0862	0.0862	0.0861	0.0861	0.0861	0.0860	0.0860
0.660	0.0860	0.0859	0.0859	0.0859	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0857	0.0857

表 B.1 标定系数 Y (a/W) 值

续表

a/W	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.670	0.0857	0.0856	0.0856	0.0856	0.0856	0.0855	0.0855	0.0855	0.0855	0.0854
0.680	0.0854	0.0854	0.0854	0.0853	0.0853	0.0853	0.0853	0.0853	0.0852	0.0852
0.690	0.0852	0.0852	0.0852	0.0851	0.0851	0.0851	0.0851	0.0851	0.0850	0.0850
0.700	0.0850	0.0850	0.0850	0.0850	0.0850	0.0849	0.0849	0.0849	0.0849	0.0849
0.710	0.0849	0.0849	0.0848	0.0848	0.0848	0.0848	0.0848	0.0848	0.0848	0.0848
0.720	0.0848	0.0847	0.0847	0.0847	0.0847	0.0847	0.0847	0.0847	0.0847	0.0847
0.730	0.0847	0.0847	0.0846	0.0846	0.0846	0.0846	0.0846	0.0846	0.0846	0.0846
0.740	0.0846	0.0846	0.0846	0.0846	0.0846	0.0846	0.0845	0.0845	0.0845	0.0845
0.750	0.0845	0.0845	0.0845	0.0845	0.0845	0.0845	0.0845	0.0845	0.0844	0.0844
0.760	0.0844	0.0844	0.0844	0.0844	0.0844	0.0844	0.0844	0.0844	0.0843	0.0843
0.770	0.0843	0.0843	0.0843	0.0843	0.0843	0.0842	0.0842	0.0842	0.0842	0.0842
0.780	0.0841	0.0841	0.0841	0.0841	0.0841	0.0840	0.0840	0.0840	0.0840	0.0839
0.790	0.0839	0.0839	0.0838	0.0838	0.0838	0.0838	0.0837	0.0837	0.0836	0.0836

全国团体标准信息平台