

中华人民共和国国家标准

GB/T 15970.2—2000
idt ISO 7539-2:1989

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

Corrosion of metals and alloys—Stress corrosion testing—
Part 2: Preparation and use of bent-beam specimens



2000-10-25 发布

2001-09-01 实施

国家质量技术监督局 发布

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 7539-2:1989《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 在“金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验”总标题下,包括以下部分:

第1部分(GB/T 15970.1—1995):试验方法总则

第2部分(GB/T 15970.2—2000):弯梁试样的制备和应用

第3部分(GB/T 15970.3—1995):U型弯曲试样的制备和应用

第4部分(GB/T 15970.4—2000):单轴加载拉伸试样的制备和应用

第5部分(GB/T 15970.5—1998):C型环试样的制备和应用

第6部分(GB/T 15970.6—1998):预裂纹试样的制备和应用

第7部分:慢应变速率试验

第8部分:焊接试样的制备和应用

第8部分标准将随后制定。

本标准由国家冶金工业局提出。

本标准由冶金信息标准研究院归口。

本标准起草单位:钢铁研究总院、上海材料研究所。

本标准主要起草人:张 宣、吕战鹏。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是各国标准机构(ISO 成员团体)的世界性联合组织。国际标准的制订工作通过 ISO 技术委员会正规地进行。对某课题感兴趣的每个成员团体均有权参加为该课题建立的技术委员会。与 ISO 协作的国际组织、政府和非政府机构也可参加工作。ISO 在所有电工标准化方面与国际电工委员会(IEC)密切合作。

由技术委员会采用的国际标准草案经成员团体传阅赞成后,由 ISO 委员会采纳为国际标准。按照 ISO 的程序,草案至少需要 75% 的成员团体投赞成票方能通过。

国际标准 ISO 7539-2 由 ISO/TC 156“金属和合金的腐蚀”技术委员会制定。

ISO 7539 在“金属和合金的腐蚀—应力腐蚀试验”总标题下,包括以下部分:

第 1 部分:试验方法总则

第 2 部分:弯梁试样的制备和应用

第 3 部分:U 型弯曲试样的制备和应用

第 4 部分:单轴加载拉伸试样的制备和应用

第 5 部分:C 型环试样的制备和应用

第 6 部分:预裂纹试样的制备和应用

第 7 部分:慢应变速率试验

第 8 部分:焊接试样的制备和应用

引 言

本标准是 GB/T 15970 系列标准之一。该系列标准给出设计、制备和应用不同类型试样进行试验以评价金属抗应力腐蚀性能的试验程序。

使用该系列标准中的任一标准,都要求阅读 GB/T 15970.1 的有关条款。这有助于选择适用于特定环境的适当的试验程序,也有助于给出评价实验结果重要性的指导性意见。

中华人民共和国国家标准

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 15970.2—2000
idt ISO 7539-2:1989

Corrosion of metals and alloys—Stress corrosion testing— Part 2: Preparation and use of bent-beam specimens

注意:高强度材料制成的弯梁试样会快速破断,碎块以高速飞出,极其危险。安装和检测试样的人员应认识到这种可能性,并采取相应保护措施避免伤害。

1 范围

- 1.1 GB/T 15970 的本部分涉及弯梁试样的设计、制备和使用程序,用于研究金属应力腐蚀的敏感性。在 GB/T 15970 的本部分中所用术语“金属”一词包括合金。
- 1.2 弯梁试样可用于试验多种形式产品。主要适用于轧制的带材、板材或管材,由此能方便地提供具有矩形截面的片状试样,但也用于铸材、丝、棒或具有圆形截面的机加工试样。弯梁试样也能适用于焊接部件。
- 1.3 试样的制备和加载装置既简单又价廉,因此,弯梁试样特别适用于大量试验及大气应力腐蚀试验。
- 1.4 弯梁试样一般在名义恒应变条件下进行试验,但也可采用名义恒负荷条件。在两种情况下,开裂发生时试样弧度的局部变化将导致裂纹扩展期条件的改变。“试验应力”应取试验开始的最高表面张应力。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

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 15970.4—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

3 定义

GB/T 15970.1—1995 给出的定义,适用于本标准。

4 原理

- 4.1 试验包括把弯曲应力加到具有矩形或圆形截面的弯梁试样上,并将受力试样暴露在特定的试验环境中。
- 4.2 弯梁试样的外侧所产生的外加张应力的大小,如 5.4 所述,由试样尺寸、弹性模量和弯曲挠度来计算。
- 4.3 只有在应力水平低于弹性极限时才使用弯梁试样,这是因为计算弯梁应力的公式仅在弹性范围内适用。
- 4.4 受力试样暴露于试验环境后,裂纹出现所需的时间或裂纹不再出现的最高应力值(临界应力),均

国家质量技术监督局 2000-10-25 批准

2001-09-01 实施

可用作在所加应力水平下材料在该环境中的应力腐蚀抗力的量度。

4.5 对于给定的金属和环境,即使采用名义上相同的试样,试验结果也可能会有很大变化,因此,重复试验通常是必要的。

4.6 特别是当试样在高温下试验时,应考虑试验期间可能出现应力松弛,如果能得到试验环境中同时起作用的蠕变数据,就能估计应力松弛。同时也应考虑热膨胀的差别。

5 试样

5.1 一般要求

5.1.1 试样两端应刻有永久性的标记或号码,因端部应力最低,标记号不会导致裂纹萌生。

5.1.2 应当从与制造应力腐蚀试样相同热处理的同一批料取样来测定力学性能。

5.2 试样的类型

5.2.1 弯梁应力腐蚀试样通常为厚度和矩形截面均匀的平直金属带,也可能是几段圆形截面均匀的金属丝或棒。

5.2.2 如 GB/T 15970.4 所述,弯梁应力腐蚀试验也可采用中间具有均匀矩形或圆形截面的标距,两端具有较大截面并带有螺纹的试样。

5.3 表面加工

5.3.1 丝状或棒状试样,以及取自带材、板材及轧制型材的平直试样,通常要求保留原始表面进行试验。因为原始表面的结构与金属表层下的结构有所不同。

5.3.2 在比较不同合金时,如果希望排除原始表面条件变化的影响,则试样应磨削或机加工抛光到深度至少为 0.25 mm。通常不需完全除去任何外部再结晶层,就足以消除原始表面的缺陷。应研究浸蚀金相截面中的材料结构,以决定表面磨削或机加工的最大深度。在不同阶段交替使用机加工及研磨相对表面的办法,可逐步去掉所要求的金属量。这种办法可减小由于机加工产生的残余应力不均而引起的翘曲。所有边棱也应以相似的磨削或机加工去掉原先剪切时留下的冷加工层材料。

5.3.3 一般化学或电化学处理不适用于平直的矩形截面试样,因为边棱易浸蚀且比表面难控制。

5.3.4 如果采用化学或电化学处理,必须谨慎,应确保所用条件不会导致金属的选择相浸蚀,或在表面上留下不希望有的残余沉积物。

5.3.5 对氢致破坏敏感的材料,一定不能采用在试样表面产生氢的化学或电化学处理。

5.3.6 试验前试样应脱脂以除掉表面的污染物,随后应立刻进行试验,或在无污染或不变质的条件下储存,直至试验。

5.4 加载的方法

5.4.1 恒应变法

5.4.1.1 载荷类型

图 1 表示在名义恒应变条件下试样加载的六种方法。两点加载、三点加载和四点加载试样为弯梁试样加载的三种基本类型。双梁试样、全支撑试样和杠杆加载试样可看作四点加载的特殊情况。

5.4.1.2 两点加载

5.4.1.2.1 两点加载试样的最大应力发生在凸形表面的中部,并在试样的两端降至零。

5.4.1.2.2 平板二点加载试样如图 1a) 所示,大约为宽 15 mm~25 mm,长 110 mm~255 mm。选择试样厚度 t , 准确的长度 L 和支承间的距离 H (支架跨距), 以便根据 5.4.1.2.4 中公式(1)计算所需应力, 将 $(L-H)/H$ 值处在 0.01 和 0.50 之间, 使计算应力的误差保持在容许限度内。对于高强钢和铝合金, 当所加应力在 200 MPa (对于铝) 到 1 500 MPa (对于钢) 范围内时, 采用试样厚度在 0.80 mm~1.80 mm 之间, 试样支架跨距在 175 mm~225 mm 之间是非常方便的。试样尺寸也可改变, 以满足特殊需要, 但应保持上述的近似尺寸比。

5.4.1.2.3 当试样装入支承架时, 应注意避免应力过载, 扭曲或不正。

5.4.1.2.4 凸形表面中点的近似弹性应力可通过式(1)计算:

$$L = (ktE/\sigma)\sin^{-1}(H\sigma/ktE) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: L ——试样长度, m;

σ ——最大应力, Pa;

E ——弹性模量, Pa;

H ——支承间的距离即支架跨距, m;

t ——试样厚度, m;

k ——1.280, 经验常数。

本公式仅适用于 $H\sigma/ktE=1.0$ 时, 可用计算机按逐次尝试法或按正弦函数级数展开法来解此方程。

5.4.1.3 三点加载

5.4.1.3.1 三点加载试样的最大应力出现在凸形表面的中部, 并线性下降至外支点处为零。三点加载试样的缺点是在靠近最大张应力区的中部支点处有可能发生缝隙腐蚀。中部支点处的压力也会在计算纵向张应力的最大值区域引入未知的双轴应力。

5.4.1.3.2 三点加载试样一般为宽 15 mm~50 mm 和长 110 mm~250 mm 的平直条带。试样厚度通常由材料的力学性能和所供产品的形状决定。为适合特殊需要可改变试样尺寸。但应大致保持前述的尺寸比。

5.4.1.3.3 如图 1b) 所示, 支住试样两端, 拧紧装有球状顶尖的螺丝, 在中点把试样顶弯。

5.4.1.3.4 凸形表面中点的弹性应力由式(2)计算:

$$\sigma = 6Ety/H^2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: σ ——最大张应力, Pa;

E ——弹性模量, Pa;

t ——试样厚度, m;

y ——最大挠度, m;

H ——外支点间的距离, m。

5.4.1.4 四点加载

5.4.1.4.1 四点加载可在内支点间的试样凸形表面部分产生均匀的纵向张应力, 从内支点起到外支点止, 应力线性地降为零。四点加载试样使材料均匀受力有较大的区域, 一般优于二点或三点加载试样, 它特别适用于焊接材料试验和研究喷涂金属或有机涂层的保护性能。

5.4.1.4.2 四点加载试样一般为宽 15 mm~50 mm 和长 110 mm~250 mm 的平直条带, 试样厚度通常由材料的力学性能和所用产品形状决定, 为适合特殊需要可改变试样尺寸, 但应保持近似的尺寸比。

5.4.1.4.3 如图 1c) 所示方式, 支住试样两端, 在两内支点上加力把试样顶弯。两个内支点必须对称地分布于外支架中点的两侧。

5.4.1.4.4 两支点间试样凸形表面部分的弹性应力由式(3)计算:

$$\sigma = 12Ety/(3H^2 - 4A^2) \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: σ ——最大张应力, Pa;

E ——弹性模量, Pa;

t ——试样厚度, m;

y ——外支点间的最大挠度, m;

H ——外支点间的距离, m;

A ——内外支点间的距离, m。

通常选择尺寸使 $A=H/4$

5.4.1.4.5 计算内支点间弹性应力的另一方法可采用式(4):

$$\sigma = 4Ety'/h^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: h ——内支点间的距离, m;

y' ——内支点间的挠度, m。

注: 此方程是第 5.4.1.4.4 中的方程, 当 $A=0$ 时的特殊情形。

5.4.1.4.6 上述关系是基于小挠度 (y/H 或 $y'/h < 0.1$), 在小标距试样中, 挠度可能比上述的大, 所以此关系式仅是近似的。为了得到更精确的应力值, 可用装有应变计的标样来标定, 这个标样应具有与应力腐蚀试样相同的材料和尺寸, 并且应以相同方式施加应力。

5.4.1.5 双梁试样

5.4.1.5.1 在双梁试样中, 衬垫接触线之间的凸形表面上存在着均匀的纵向张应力。从接触线到试样端部, 应力线性地降至零。双梁试样所用的材料通常比四点加载支架所用材料要厚。

5.4.1.5.2 双梁式试样通常由两片宽 25 mm~50 mm 和长 125 mm~250 mm 的平直条带组成。试样厚度由材料的力学性能和所用产品形状决定。

5.4.1.5.3 在这两片条带间的中部垫上衬垫, 然后把它们相向地弯曲至端部接触, 如图 1d) 所示焊接或用螺栓将其端部固定以保持这种形状。

5.4.1.5.4 在与衬垫接触线之间的试样凸形表面部分的弹性应力由式(5)计算:

$$\sigma = \frac{3Ets}{H^2[1 - (h/H)][1 + (2h/H)]} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: σ ——最大张应力, Pa;

E ——弹性模量, Pa;

t ——试样厚度, m;

s ——衬垫厚度, m;

h ——衬垫长度, m;

H ——试样长度, m。

5.4.1.5.5 选择衬垫长度 h 使满足 $H=2h$, 则第 5.4.1.5.4 中的式(5)可简化为式(6):

$$\sigma = 3Ets/H^2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

5.4.1.5.6 上述关系式是基于小挠度 ($S/H < 0.2$) 条件导出的, 对小标距试样, 挠度较大, 此时该关系式仅是近似的; 为了得到更准确的应力值, 用一个装有应变计的标样来标定, 这个标样应具有与应力腐蚀试样相同的材料和尺寸, 并应以相同的方式施加应力。

5.4.1.6 全支撑试样

5.4.1.6.1 在全支撑试样中, 夹紧点之间凸形表面上存在着均匀的纵向张应力, 当材料的尺寸太小 (例如从轧板上横向截取的短试样) 不适合正常的四点加载时, 才使用全支撑试样。

5.4.1.6.2 全支撑试样的尺寸很大程度上由所制备的产品形状决定, 采用 32 mm×10 mm×1 mm (厚) 的高强铝合金可获得满意的结果, 并表明可采用近似的尺寸比。

5.4.1.6.3 选择支撑块的外径以使试样凸形表面产生曲率半径, 从而施加所需应力, 如图 1e) 所示。试样夹紧于支撑块的一端, 对着支撑块的表面压下, 然后再夹紧另一端。

5.4.1.6.4 两固定点间试样凸形表面的弹性应力由第 5.4.1.4.5 条给出的关系式计算, 此处, h 为固定夹具与试样内接触边缘间的距离。

5.4.1.7 杠杆加载

5.4.1.7.1 在图 1f) 中 ii) 所示的杠杆加载试样中, 凸形表面的最大张应力处于中部。当材料的尺寸太小 (例如从轧板上横向截取的短试样) 不适合正常的四点加载时, 才使用杠杆加载试样。

5.4.1.7.2 杠杆加载试样和试验夹具的推荐尺寸如图 1f) 中 i) 和 iii) 所示。

5.4.1.7.3 将试样装入上、下杠杆的开槽内, 在 P 点施加已知载荷使试样加载, 可利用拉伸试验机或恒载荷来进行。加载后, 拧紧支架夹紧螺母以便在去掉载荷时, 能保持试样和杠杆处在与原来相同的相

对位置上。

5.4.1.7.4 试样中部的弹性应力根据弹性模量、试样尺寸和 P 点载荷的大小来计算。

5.4.2 恒载荷法

在 5.4.1.3、5.4.1.4、5.4.1.7 中所述的三点加载、四点加载和杠杆加载夹具可采用弹簧或固定砝码来代替螺栓使试样产生挠度,可改进为恒载夹具。这些方法比 5.4.1 中所述的恒应变法较少使用,在 GB/T 15970 本部分中,就不作详细考虑。

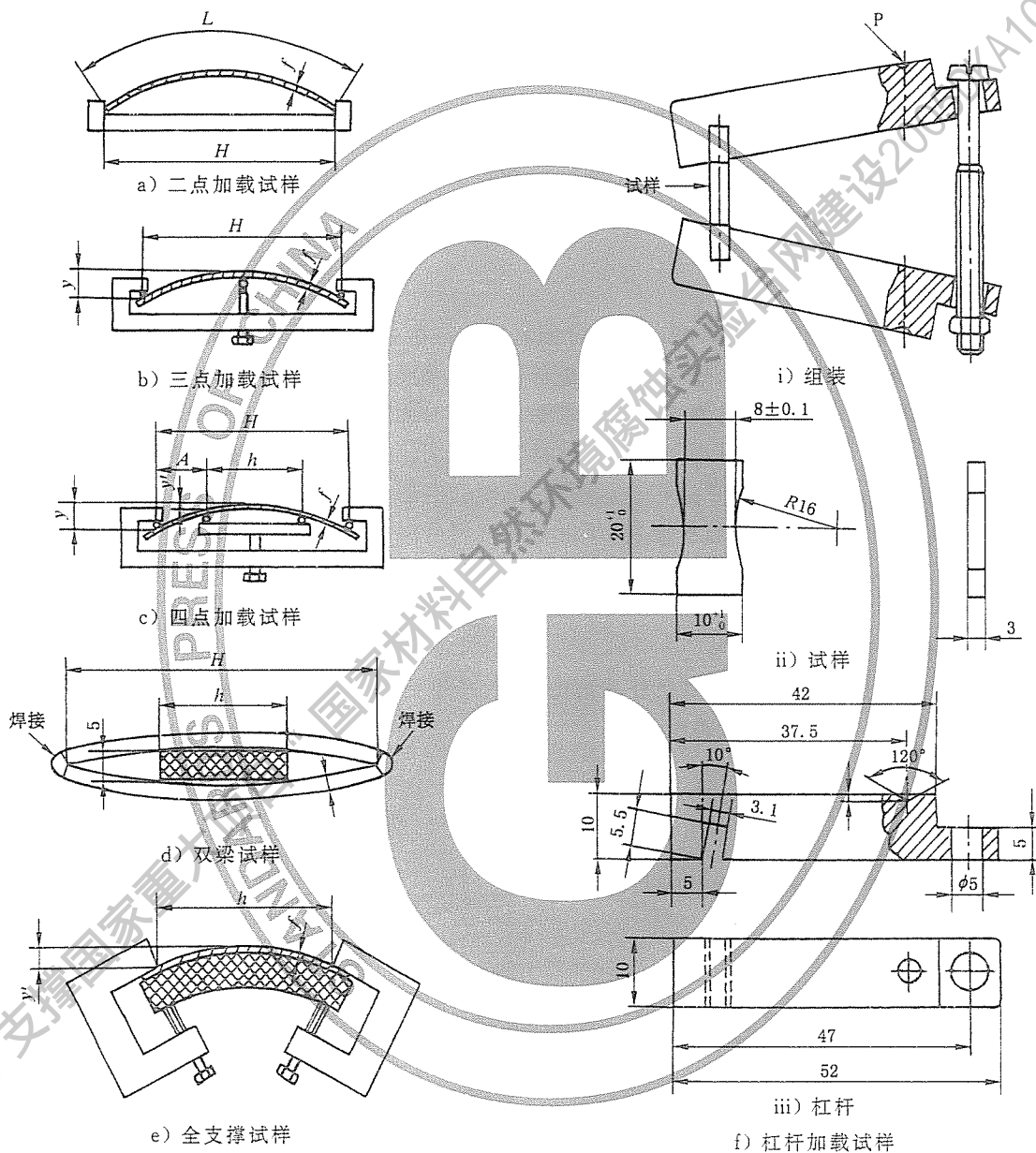


图 1 恒应变加载试验试样

6 步骤

6.1 测试环境条件的选择应取决于试验目的,在理想的情况下,应和合金预计使用的环境相同,或与其服役条件相近。实际上,许多标准环境常用于筛选试验,在解释所得结果与其服役条件相关方面应十分小心谨慎,这是很重要的。

6.2 如可能,推荐试样在和试验环境接触后,再施加应力,或者试样在加载后应尽快暴露于试验环境

中。

6.3 只要有可能,用于加载弯梁试样的夹具或杠杆的材料应和试样本身相同,以避免产生电偶腐蚀。

6.4 假如在应力腐蚀试验过程中,塑料不因蠕变或吸水而发生明显变形,则也可使用塑料夹具或杠杆。

6.5 加载螺栓应采用试验环境中耐蚀的材料制成。

6.6 推荐将没有外加应力的试样与受力试样一起暴露在同一条件下,经历相同的时间,以比较所得结果,证实外加应力的影响。用薄带材和由如焊接制备的连接件进行试验时,残余应力可能提高,以致于在无外加应力时,或在比没有残余应力时更低的应力值,就导致应力腐蚀破裂。甚至在没有外力存在时,金属与腐蚀环境接触,导致点蚀、晶间腐蚀等也会使金属力学性能变差。只有在与不受力试样行为的比较中才能评定。

6.7 如需减少所用试样的数量,则可用二元搜索法来确定临界应力,例如第一次试验应在初始应力等于所研究材料抗拉强度的一半下进行。根据 GB/T 15970.1 图中所列程序和前次试验是否发生破断,下一次试验应在外加应力等于材料抗拉强度的另一百分数下进行。

7 结果评定

7.1 因为一般不可能连续观察试样,所以在预定的时间间隔检查裂纹的出现,该时间间隔视试验条件和可能应力腐蚀寿命的经验来选择,通常随试验进行而逐渐增长。

7.2 利用 5~10 倍的放大镜通过目测来确定裂纹的出现。如果试样只包含一个或几个裂纹,则弯曲形状可因扭曲而发生改变,这种情况有助于把裂纹试样鉴别出来。如果生成大量腐蚀产物,则可能掩盖裂纹,因此必须取出试样,在较大倍数下进行金相检测,以便确定是否发生裂纹。

7.3 恒载荷条件下进行试验时,裂纹扩展快,所以开裂时间可作为试样的断裂时间。

8 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 试验材料的完整描述,包括材料成分和结构条件、产品类型、试样切取的截面厚度;
- b) 试样的取向、类型、尺寸及其表面加工;
- c) 加载步骤;
- d) 试验环境和暴露时间;
- e) 检测裂纹所用的方法;
- f) 检测和观察的时间,裂纹萌生的时间;
- g) 试样上裂纹的位置。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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 15970.2—2000

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 15 千字

2001年3月第一版 2001年3月第一次印刷

印数 1—1 500

*

书号: 155066·1-17467 定价 8.00 元

*

科 目 563—440