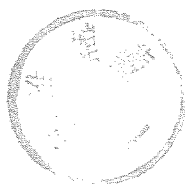


中华人民共和国国家标准

GB/T 15970.7—2000
idt ISO 7539-7:1989

金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第7部分：慢应变速率试验

Corrosion of metals and alloys—Stress corrosion testing
—Part 7: Slow strain rate testing



2000-07-24 发布

2000-12-01 实施

国家质量技术监督局 发布

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 7 部分：慢应变速率试验

GB/T 15970.7—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

2000 年 11 月第一版 2000 年 11 月第一次印刷

印数 1—1 200

*

书号：155066·1-17092 定价 8.00 元

*

标 目 424—27

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 7539-7:1989《金属和合金的腐蚀—应力腐蚀试验—第7部分：慢应变速率试验》。

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 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 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 (GB/T 15970.7—2000)慢应变速率试验

第8部分 焊接试样的制备和应用

第2、4、8部分标准将陆续制定。

本标准的附录A是标准的附录。

本标准的附录B是提示的附录。

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：冶金钢铁研究总院、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。国际标准的制定工作通过 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 7539-7 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。

用于支撑国家重大项目“国家材料自然环境腐蚀实验台网建设2005DK10403”

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7部分:慢应变速率试验

Corrosion of metals and alloys—Stress corrosion testing
—Part 7: Slow strain rate testing

GB/T 15970.7—2000
idt ISO 7539-7:1989

1 范围

1.1 GB/T 15970.7 的内容涉及慢应变速率试验程序,用于研究金属对应力腐蚀破裂和氢致开裂的敏感性。

本标准中所用的“金属”一词,也包括合金。

1.2 慢应变速率试验的适用范围,包括板、棒、丝、带和管及其组合件;也包括焊接件。试验既可用初始的光滑试样也可以采用缺口或预裂纹试样。

1.3 本试验的主要优点是能够快速评价特定金属与环境组合的应力腐蚀破裂敏感性。

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 15970.6—1998 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第6部分:预裂纹试样的制备和应用

ISO 7539-4:1989 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

本标准采用下列定义和 GB/T 15970.1 中给出的定义。

3.1 蠕变 施加初始载荷之后,试样产生随时间而变化的机械变形。

3.2 断后伸长率 试验中试样标距的增加值相对于原标距的百分比。

3.3 最大载荷 试验中试样拉伸至完全破断期间载荷达到的最大值,对于组合材料则是其中一个组合件断裂时相应的载荷。

3.4 名义应力-延伸曲线 由施加的瞬时载荷和试样的初始横截面积计算出的名义应力相对于在测量载荷时标距延伸量的关系曲线。

3.5 断面收缩率 试验中试样产生最大收缩的横截面积对初始横截面积的百分比。

3.6 应变速率 初始光滑拉伸试样标距增长的初始速率。

4 原理

4.1 试验是使暴露到特定环境中的试样承受逐渐增加的应变,以便按第7章所列举的一种或几种参数,确定应力腐蚀敏感性。

4.2 腐蚀性环境可以使承受应力的材料性能恶化,恶化程度要比在相同的环境和材料组合系统中没有遭受慢动态应变时更大,这是由裂纹萌生和扩展导致的加速恶化,可以根据评价应力腐蚀敏感性的目的用不同的方式表达。

4.3 可以在初始光滑及带缺口或预裂纹试样上进行拉伸或弯曲试验,试验最重要的特征是在裂纹萌生或扩展区域内,产生相当低的应变速率,因此这类试验被称做慢应变速率试验。

5 试样

5.1 试样形状和尺寸可以多种多样,最常用的几种已在 ISO 7539-4(见附录 A)和 GB/T 15970.6 中作了说明。

5.2 5.1 所述文件中,关于试样设计、制备和夹持的说明,对于慢应变速率试验同样适用。

6 试验程序

6.1 慢应变速率试验设备应可选择变形速率,而且其功率大到足以产生所需载荷。初始光滑试样通常使用的变形速率范围为 $10^{-3} \sim 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ 。

6.2 当希望将裂纹限制在某一特定位置时,例如,当试验焊缝热影响区时,或者由于某一根试样的不同部位显示出不同的力学性能,因而可能会产生不同的应变速率时,可以采用带缺口或预裂纹试样。缺口或预裂纹试样还可用于限制载荷需求,在此情况下与拉伸载荷相比,弯曲加载的优点更多。

6.3 对于初始光滑试样,特别是哑铃形试样,试验开始时的应变速率很容易确定。但是在该试样上,一旦产生了裂纹,并且扩展到某种程度时,应变可能集中在试样的裂纹尖端附近,并与初始应变速率不同。对于裂纹尖端或缺口的应变速率,至今还没有精确的计算方法,但是此处的有效应变速率可能大于外加到光滑试样上相同的变形速率。

6.4 试验可使一个试样完全破断,并且检查其破断类型,从而确定应力腐蚀破裂敏感性;也可在某一中间阶段停止试验,然后测定裂纹萌生或扩展的程度。

6.5 经验指出,对于初始光滑拉伸试样,最初试验时,应变速率可选择 10^{-6} s^{-1} ,在此试验中如未产生应力腐蚀破裂,并不一定说明该体系能免于应力腐蚀破裂,因为已知敏感性是应变速率的函数(见附录 B)。如果最初的试验没有产生应力腐蚀破裂的迹象,则还应在其他应变速率如 10^{-5} s^{-1} 和 10^{-7} s^{-1} 下进行试验。如果为了缩短在很慢应变速率下试验的总试验时间,需对试样进行预加载荷,则 7.4.3 中的说明是很重要的。

6.6 对给定的金属和环境组合,如果试验开始时不存在应力腐蚀破裂的条件,破裂条件的产生可能与时间有关。在此情况下,只有在应变速率足够低,在破裂所需的环境条件建立之前不产生过载破坏时,才能观察到应力腐蚀破裂。有时也能够在施加动态应变之前,将试样预先暴露到试验环境中加以避免。

6.7 试验环境条件的选择,取决于试验目的,但是理想的试验条件应与金属常用环境相同,或者是类似于预期的实际工作条件。实际上为了评定材料,使用了许多标准环境条件,但是应用所得到的结果来预测材料在实际工作环境中的行为,则要取决于对系统的了解或与经验间的相关性。

6.8 尽量避免试样的夹持部分同腐蚀环境相接触,否则会产生以下问题。

a) 如果制作夹具的材料与试验材料不同,产生的电偶效应会影响试验结果,因此需要电绝缘;

b) 在夹具和试样之间的有限空隙,会产生缝隙腐蚀,加之应力的不连续性能够在此区域过早产生应力腐蚀破裂;

c) 试样暴露出试验槽的部位,也能产生缝隙腐蚀,通过合理设计试验槽,或在此部位采用防护涂层,或者是增加试样工作段以外部位的横截面积,可以避免这些问题。

6.9 对于只是简单地确定是否发生应力腐蚀破裂的试验,建议在试样与环境相接触之后,再对试样施加应变。

6.10 在慢应变速率试验使试样完全破断的场合,建议分别在惰性环境和同一温度的腐蚀性环境中,用

相同的应变速率进行试验,这样可以通过与惰性环境提供的基准数据比较,来评价腐蚀环境的作用。对于某些材料,包括高强铝合金和高强度钢,不能用空气代替惰性环境进行试验。

6.11 金属同腐蚀性环境相接触(由于点蚀、晶间腐蚀等原因),即使在没有施加应变的情况下,其力学性能也会下降,建议将没有施加应变的试样暴露到与施加应变试样相同的环境中,通过与未受应变试样的行为比较来评价应变的作用。

6.12 在试验期间,特别在很低的应变速率及在高温试验期间,温度变化本身能够改变应变速率,如果这种改变,对试验结果产生显著影响,则应避免。

7 结果的评价

7.1 在试样达到完全破坏时,是否发生应力腐蚀破裂,通常可以通过低倍显微镜检查二次裂纹,或者通过破断表面的显微观察检查断裂模式的变化加以确定。

7.2 应力腐蚀破断平均速率,可以从已经完全破断的试样断面上或未破断试样截面上,测得的最长裂纹长度除以破断时间来确定。虽然这个参数假定裂纹是在试验开始时萌生的,而实际上并不总是如此,但是这样测得的值常常与用更精确方法测得的值相吻合,对于预裂纹试样,可用其他方法监测裂纹的扩展(见 GB/T 15970.6)求得裂纹扩展速度。

7.3 可用将暴露到试验环境中与暴露到惰性环境中的相同试样进行比较的方法来评定应力腐蚀破裂的敏感性。比值偏离越远,则开裂敏感性越高。

$$\text{比值} = \frac{\text{试样在试验环境中得到的结果}}{\text{试样在惰性介质环境中得到的结果}}$$

结果可用同一个初始应变速率下的一个或多个参数来表示。

- a) 断裂时间;
- b) 延性,用断面收缩率或断后伸长率评定;
- c) 达到的最大载荷;
- d) 标准应力-延伸曲线所包围的面积;
- e) 断面中,应力腐蚀破裂所占的百分数。

7.4 慢应变速率试验也能够用来测定临界应力值,超过此值,在给定的应变速率下,会产生可检测到的裂纹。在某些体系中,临界值可能是应变速率的函数。因此,对于所研究的体系,试验要在一个适当的应变速率范围内进行,以确保得到一个保守的值。采用的步骤包括对于每一应变速率都要按 7.4.1~7.4.4 所列的程序对若干试样施加到不同的应力范围。

7.4.1 第一个试样试验到完全破断并且按 7.2 所述的方法测应力腐蚀破裂的平均速率。

7.4.2 然后用最小裂纹长度除以平均应力腐蚀破裂速率,计算在应力超过临界值时,产生可测裂纹的最短时间。最小长度的裂纹可以容易与其他表面缺陷相区别,在 500 倍的金相显微镜下容易进行准确测定,此最短时间被用作为其余试验的持续时间,以使得每个试验中应力的变化最小,这个应力范围被定义为在使用慢应变时产生的应力范围。

7.4.3 第二个试样,是在不产生应力腐蚀破裂的条件下,以较快的速率加载,直至达到一个适当的初始应力值,例如由第一个试样得到的抗拉强度的 50%,然后位移保持恒定,直到随时间而变的变形速度已经减低到其后所用的应变速率以下为止(这个时间可能相当长,对于某些系统要以天计算),然后建立破裂的环境条件,并且开始慢应变,如 7.4.2 中给定的。在适当的试验时间以后,结束试验,检查试样裂纹,为了测定平均开裂速率,最好采用轴向截面显微观察。

7.4.4 用同样方式在其他初始应力下进行进一步的试验。初始应力可按 GB/T 15970.1 给出的对半查找方法,顺序进行,直到确定出一个临界值。外加应力低于该值时,则不产生开裂;高于该值时,则平均破断速率较大。用每个试验的应力范围对平均破断速率作图,以便确定临界值。

8 试验报告

试验报告包括以下内容:

- a) 详细描述试验材料,包括材料的化学成分以及组织状态,产品形式和截面厚度;
- b) 试样的取向、类型和尺寸,以及它的表面处理情况;
- c) 应变程序包括光滑试样的初始速率和预裂纹或缺口试样的挠度或 COD 的速度;
- d) 试验环境包括电极电位和电流密度、温度、压力等;
- e) 确定试验结果所采用的方法(完全破断的时间,裂纹的数目和位置,平均破断速率,剩余强度和延性,应力腐蚀破裂区占破断表面的百分数)。

附录 A

(标准的附录)

引用 ISO 7539-4:1989 有关部分的译文

5 试样

5.1 概要

5.1.1 恒定截面的试样可以是圆、方、长方形、环状的,特殊情况下可其他形式。

5.1.2 细到某种标准长度的试样可用于获得初始应力范围。

5.1.3 包含机加工槽的拉伸试样或者已经开始机械预开裂的试样也可以使用。在开槽试样的情况下,槽附近存在三向应力状态。此外,在槽根部的轴向应力将大于用最小截面积导出的槽根部的标称应力。对于这种情况,槽上的最大应力可以从标称应力和应力集中因子 KT 的乘积来估算。在 GB/T 15970.6 中将单独论述预开裂试样。

5.1.4 经过有关人员协商同意,成品可以在生产条件下试验。

5.1.5 用于拉伸试验的机加工试样的匀称性一般地说在应力腐蚀试验中是不太重要的,但是为比较起见,要求使用 GB/T 228 中为拉伸试验所规定的试样。

5.1.6 为了减少可能促使裂纹始发的应力集中,如果试样被夹端和中间部位具有不同的尺寸,机加工试样应当在二者之间有一个过渡范围的意义至少不亚于在拉伸试验中它的重要性,而且除非另外指定,过渡范围应当遵循国际标准要求。具有诸如方形或长方形断面的试样,如果尖锐的拐角不能适当地圆滑,尖角处是裂纹易于始发的部位。

5.1.7 为了与试验机支架相配合,被夹末端可能是任何形状的。这样有可能发生问题,除非把试样的被夹部分与腐蚀环境隔离开来(见 6.3)。

5.1.8 试样的尺寸范围可能很宽,主要取决于被试验产品的尺寸。因为腐蚀试验所得结果明显地受试样断面面积的影响,这个因素应当结合研究目的仔细地考虑。

5.1.9 通过试样试验链可以减少恒载荷试验机的数目,这些试样可以通过加载连杆联系在一起。加载连杆是为避免试样破断时卸载而设计的。

5.1.10 可以使用小断面试样,因为它们

- a) 直接相应于产品的形式;
- b) 在试验中使用更方便;
- c) 通常能较快地给出试验结果;
- d) 对存在微小的应力腐蚀裂纹通常具有更高的灵敏度。

另一方面,小断面试样加工更困难,并且它们的性能更可能受外加应力集中的影响,这些应力集中来源于非轴向负荷,以及一般腐蚀所引起的腐蚀坑或其他形式的腐蚀。在机加工试样的情况下,建议试样尺寸的标准长度大于 10 mm,截面最大长度尺寸大于 3.0 mm。

6.3 推荐不论被夹部分在何处,都应当排除在与腐蚀相关的环境之外,如果不能这样,可能发生的问题包括如下:

- a) 如果夹头与试验件的材料不同,电偶效应会影响结果,因此需要电绝缘;
- b) 缝隙腐蚀可能出现在限制夹头和试验件之间的边界上,并且应力的突变可能导致该区域内过早的应力腐蚀破裂;
- c) 缝隙问题也会出现在试验件露出试验槽的地方,通过电解槽的适当设计以及在这部分使用保护涂层或者扩大试验件平行部位以外部分的断面面积,这个问题应当得到避免。

附录 B

(提示的附录)

应变速率(见 6.5)

在给定介质中促进应力腐蚀的最快应变速率取决于应力腐蚀破断速率。一般说来,应力腐蚀破断速度越低,促进开裂所需的初始应变速率就越低,表 B1 列出了在某些系统中促进开裂的初始应变速率。

表 B1

系 统	初始速率 s^{-1}
铝合金在氯化物溶液中	10^{-6}
铜合金在氨的溶液中	10^{-6}
铁素体在碳酸盐,氢氧化物或硝酸溶液中	10^{-6}
镁合金在铬酸盐和氯化物溶液中	10^{-5}
镍基合金在高温水中	10^{-7}
不锈钢在氯化物溶液中	10^{-6}
不锈钢在纯水中	10^{-6}
钛合金在氯化物溶液中	10^{-5}

版权专有 不得翻印

*

书号:155066·1-17092

定价: 8.00 元

*

标 目 424—27