



中华人民共和国国家标准

GB/T 4161—2007
代替 GB/T 4161—1984

金属材料 平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验方法

Metallic materials—Determination of plane-strain fracture toughness

(ISO 12737:2005, MOD)

2007-09-11 发布

2008-02-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 张开型(I型)应力强度因子	1
3.2 平面应变断裂韧度	1
3.3 裂纹平面取向	1
3.4 缺口张开位移	2
4 符号和名称	2
5 试验原理	3
6 设备	4
6.1 试验机和力值测量	4
6.2 疲劳裂纹的预制	4
6.3 引伸计	4
6.4 试验夹具	4
7 试样的尺寸、形状和制备	5
7.1 试样尺寸	5
7.2 推荐试样的比例尺寸	5
7.3 试样的准备与疲劳预裂纹	5
8 试验程序	6
8.1 试样测量	6
8.2 试样的试验温度	6
8.3 弯曲试样的支座测量	6
8.4 断口形貌观察	6
9 试验步骤	6
10 试验结果的计算与解释	6
11 试验报告	7
附录 A(规范性附录) 断裂韧度 K_{IC} 试样疲劳裂纹的预制	9
附录 B(规范性附录) 弯曲试样试验	10
附录 C(规范性附录) 紧凑拉伸试样试验	11
附录 D(资料性附录) 试验夹具	13
附录 E(资料性附录) C形拉伸试样试验	15
附录 F(资料性附录) 圆形紧凑拉伸试样试验	18

前 言

本标准修改采用国际标准 ISO 12737:2005《金属材料 平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验方法》(英文版)。

本标准根据 ISO 12737:2005 重新起草。本标准结构和技术内容与 ISO 12737:2005 基本一致,根据我国情况做了如下修改:

- 删去国际标准的前言;
- “本国际标准”一词改为“本标准”;
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”;
- 在“规范性引用文件”中,引用了与国际标准相对应的我国国家标准;
- 在 7.1 中将试样尺寸的有效性条件由文字描述改为公式(1)、公式(2)和公式(3);
- 增加了 8.4 断口形貌观察;
- 在第 10 章增加了 K_{IC} 试验结果数值的修约要求;
- 增加了附录 E(资料性附录)C 形拉伸试样试验;
- 增加了附录 F(资料性附录)圆形紧凑拉伸试样试验。

本标准代替 GB/T 4161—1984《金属材料平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验方法》,与原标准相比主要变化如下:

- 增加了规范性引用文件;
- 增加“原理”一章;
- 增加了性能测定结果数值修约;
- 增加了高低温环境下的断裂韧度试验。

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C 为规范性附录。

本标准的附录 D、附录 E 和附录 F 为资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:钢铁研究总院、国营红岗机械厂、武汉钢铁公司、宝山钢铁股份有限公司。

本标准起草人:高怡斐、刘涛、青映德、李荣峰、丁富连、王春旭。

本标准于 1984 年首次发布。

金属材料

平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验方法

1 范围

本标准规定了缺口预制疲劳裂纹试样在承受缓慢增加裂纹位移力时测定均匀金属材料平面应变断裂韧度的方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 8170 数值修约规则

GB/T 12160 单轴试验用引伸计的标定(GB/T 12160—2002, idt ISO 9513:1999)

GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准(GB/T 16825.1—2002, idt ISO 7500-1:1999)

GB/T 20832 金属材料 试样轴线相对于产品结构的标识(GB/T 20832—2007, ISO 3785—2006, IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

张开型(I型)应力强度因子 plane - strain stress intensity factor

K_I

表征了在承受张开型(I型)加载的裂纹尖端线弹性应力场的大小。

注:它是施加的力、试样尺寸、几何形状和裂纹长度的函数。量纲为力 \times 长度 $^{-3/2}$ 。

3.2

平面应变断裂韧度 plane-strain fracture toughness

K_{Ic}

按照本方法的操作程序来测定,在裂纹尖端附近的应力状态处于平面应变状态,且裂纹尖端塑性变形受到约束时,材料对裂纹扩展的抗力。

注: K_{Ic} 是在塑性变形受到严重约束以增加力的情况下产生裂纹扩展时的 K_I 的临界值。

3.3

裂纹平面取向 crack-plane orientation

一种叙述裂纹扩展平面和方向与产品的特定方向相关的方法。

注:在描述垂直于裂纹平面的方向时要用连字符连接的符号表示,连字符前面的符号代表裂纹平面的法线方向,连字符后面的符号表示预期的裂纹扩展方向(见图1)。对于锻造金属,通常用字母X表示产品的主要变形(最大晶粒流动)方向,用字母Y表示最小变形方向,用字母Z表示X-Y平面的第三正交方向。如果试样的方向与产品的特征晶粒流动方向不一致时,用三个字母标记裂纹面的法向方向和预期的裂纹扩展方向(见图1(b))。如