



中华人民共和国国家标准

GB/T 21143—2025

代替 GB/T 21143—2014

金属材料 准静态断裂韧度的 统一试验方法

Metallic materials—Unified method of test for determination of
quasistatic fracture toughness

(ISO 12135:2021, MOD)

2025-10-31 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和说明 2

5 一般要求 5

6 稳定和非稳定裂纹扩展下的断裂韧性测定 28

7 δ - Δa 和 J - Δa 阻力曲线和稳定裂纹扩展下的启裂韧性 $\delta_{0.2BL}$ 、 $J_{0.2BL}$ 、 δ_i 和 J_i 的测定 36

8 试验报告 43

9 测定结果的数值修约 46

附录 A (资料性) 本文件章条编号与 ISO 12135:2021 章条编号对照 47

附录 B (资料性) 本文件与 ISO 12135:2021 技术差异及其原因 48

附录 C (资料性) δ_i 和 J_i 的测定及钝化线标定 49

附录 D (资料性) 卸载柔度法和电位法指南 53

附录 E (资料性) 载荷分离法指南 68

附录 F (资料性) 剖面法测定 CTOD 值 75

附录 G (规范性) 裂纹面的取向 78

附录 H (资料性) 应力强度因子和柔度关系 79

附录 I (资料性) 在三点弯曲试验中的加载线位移 q 的测量 83

附录 J (资料性) pop-in 方程的推导 87

附录 K (资料性) 确定 V_p 及 U_p 的分析方法 88

附录 L (资料性) 试验报告示例 89

附录 M (规范性) 裂纹扩展数据的拟合(见参考文献[44]) 96

参考文献 97

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 21143—2014《金属材料 准静态断裂韧度的统一试验方法》，与 GB/T 21143—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了焊接材料采用 GB/T 28896 说明(见第1章)；
- 增加了符号 CMOD、CTOD、 F_d 、 F_L 、 F_m 、 F_Q 、 F_u 、 $K_{J0.2BL}$ 、 M 、 η_p 及其说明(见第4章，2014年版的第4章)；
- 更改了 δ_0 、 J_0 的计算公式(见 6.3.4 和 6.4.4，2014年版的 6.3.4 和 6.4.4)；
- 更改了 Δa_{\max} 的要求范围及上边界 J_{\max} 和 δ_{\max} 的计算公式(见 7.4.2.2、7.5.1.1 和 7.5.2.1，2014年版的 7.4.2.2、7.5.1.1 和 7.5.2.1)；
- 增加了由 $J_{0.2BL}$ 换算 $K_{J0.2BL}$ 的换算公式(见 7.6.1.6)。

本文件修改采用 ISO 12135:2021《金属材料 准静态断裂韧度的统一试验方法》。

本文件与 ISO 12135:2021 相比，在结构上有较多调整。两个文件之间的结构编号变化对照一览表见附录 A。

本文件与 ISO 12135:2021 相比，存在较多技术差异，在所涉及的条款外侧页边空白位置的垂直单线()进行了标示。这些技术差异及其原因一览表见附录 B。

本文件做了下列编辑性改动：

- 在注中增加了装置硬度大于试样硬度(见图 10～图 12)；
- 更正了公式(35)的编辑性错误(见 7.3.1)；
- 增加了钝化线标定的内容(见 C.1、C.5)；
- 增加了直通型缺口紧凑拉伸试样柔度法计算裂纹长度的柔度公式(见 D.5.3)；
- 增加了旋转半径 R 的计算公式及适用不同加载位置和试样类型的计算公式(见 D.5.5.1、D.5.5.2)；
- 更改了旋转修正的公式(见 D.5.5)；
- 更改了初始裂纹长度的计算公式(见 D.6.2)；
- 增加了资料性附录“载荷分离法指南”(见附录 E)；
- 增加了资料性附录“剖面法测定 CTOD 值”(见附录 F)；
- 更改了直通型缺口和台阶型缺口紧凑拉伸试样的柔度计算公式(见附录 H)；
- 增加了三点弯曲试样采用裂纹嘴张开位移计算 U_p 的公式(见 K.5)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：钢研纳克检测技术股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、西南交通大学、中航试验装备股份有限公司、深圳三思纵横科技股份有限公司、二重(德阳)重型装备有限公司、力试(上海)科学仪器有限公司、深圳万测试验设备有限公司、国标(北京)检验认证有限公司、苏州热工研究院有限公司、首钢集团有限公司、宝山钢铁股份有限公司、中国船舶集团有限公司第七二五研究所。

本文件主要起草人：刘涛、高怡斐、蔡力勋、侯慧宁、孙鹏、刘杰、江辉、王斌、黄星、刘月娇、陈志林、邱宇、方健、高宇昊、董莉、包陈、孙朝远、马利飞、夏咸喜、惠亚军、陈沛、董海涛、熊俊珍、郭碧城。

GB/T 21143—2025

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB/T 2038—1980,GB/T 2038—1991；
- GB/T 2358—1980,GB/T 2358—1994；
- GB/T 21143—2007,GB/T 21143—2014。

金属材料 准静态断裂韧度的 统一试验方法

1 范围

本文件描述了均匀金属材料在承受准静态加载时关于 K 、 δ 和 J 的断裂韧度和阻力曲线的试验方法。试样包含缺口,采用疲劳的方法预制裂纹,在缓慢增加位移量的条件下开展试验。断裂韧度由独立试样在延性裂纹扩展、延性裂纹扩展失稳或发生非稳定裂纹扩展时或之后的状态确定。当裂纹扩展表现为延性撕裂条件下的稳定扩展时,能测定断裂韧度与裂纹扩展量关系的阻力曲线。对某些铁素体材料进行试验时,可能发生解理导致的非稳定裂纹扩展或延性裂纹的萌生和扩展被解理扩展打断。裂纹拘束条件不在本文件讨论范围内。GB/T 28896 补充了对焊接材料的特殊试验要求和数据处理程序。

注:试验结果的统计差异与断裂类型有关。如,由铁素体钢解理断裂得到的断裂韧度值会波动。对于需要高可靠性的情况,在参考文献[4]中给出了延性-脆性转变区域定量表征断裂韧度值波动的处理方法。本文件不对此情况下的试验数量和试验结果的应用和理解做进一步说明。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 12160 金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定(GB/T 12160—2019,ISO 9513:2012, IDT)

GB/T 16825.1 金属材料 静力单轴试验机的检验与校准 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—2022,ISO 7500-1:2018, IDT)

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)

GB/T 28896 金属材料 焊接接头准静态断裂韧度测定的试验方法(GB/T 28896—2023,ISO 15653:2018,MOD)

JJG 762 引伸计检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

应力强度因子 stress intensity factor

K

对于均匀线弹性体的弹性应力场的大小。

注:应力强度因子是施加力、试样尺寸、几何形状和裂纹长度的函数。