



中华人民共和国国家标准

GB/T 32967—2026/ISO 23838:2022

代替 GB/T 32967.1—2016

金属材料 高应变速率室温扭转试验方法

Metallic materials—High strain rate torsion test at room temperature

(ISO 23838:2022, IDT)

2026-04-30 发布

2026-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
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 原理	4
6 试验设备	5
6.1 设备组成	5
6.2 加载装置	5
6.3 杆系统	6
6.4 数据采集与存储系统	6
7 试样	6
7.1 试样形状、尺寸	6
7.2 试样尺寸测量	8
8 试验程序	9
8.1 设备的标定	9
8.2 试验条件	9
8.3 弹性杆状态检测	9
8.4 试样安装	9
8.5 载荷施加	9
8.6 测量与记录	9
9 试验数据处理	10
9.1 弹性杆中的应变	10
9.2 波形处理	10
9.3 工程剪切应变速率	10
9.4 工程剪切应变	10
9.5 工程剪切应力	11
9.6 工程剪切应力-剪切应变曲线	11
9.7 平均工程塑性应变速率	11
9.8 试验示例	11
10 试验结果有效性评估	11
11 试验报告	11

附录 A (资料性) 分离式霍普金森扭杆	12
A.1 分离式霍普金森扭杆的原理	12
A.2 扭矩加载装置	14
A.3 储能段	15
A.4 夹具	15
A.5 弹性杆	15
A.6 安装支座	16
A.7 处理数据的两波法	16
A.8 处理数据的三波法	17
A.9 推荐的计算公式	17
附录 B (资料性) 数据采集与存储系统	18
B.1 总则	18
B.2 数据采集与存储系统的组建	18
B.3 应变计	19
B.4 动态应变仪	19
B.5 数据存储装置	19
附录 C (资料性) 入射波、反射波和透射波起点的确定方法	20
C.1 总则	20
C.2 波形起点的确定	20
附录 D (资料性) 分离式霍普金森扭杆方法示例	21
D.1 总则	21
D.2 分离式霍普金森扭杆	21
D.3 应变计	21
D.4 动态应变仪	21
D.5 数据采集存储装置	21
D.6 铝合金的试验结果	22
参考文献	24

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 32967.1—2016《金属材料 高应变速率扭转试验 第 1 部分：室温试验方法》，与 GB/T 32967.1—2016 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了设备标定的方法和内容(见 8.1)；
- 更改了弹性杆中应变的计算公式(见 9.1,2016 年版的 9.1)；
- 更改了试验满足动平衡的条件(见 9.2.3,2016 年版的 9.2.3)；
- 更改了输出杆长度的技术要求(见 A.5.2,2016 年版的 A.5.2)；
- 更改了应变计粘贴位置的要求(见 B.3,2016 年版的 B.3)。

本文件等同采用 ISO 23838:2022《金属材料 高应变速率室温扭转试验方法》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 更正了图 3 的 d_2 标注位置的错误(见第 7 章)。

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：中国工程物理研究院总体工程研究所、苏州热工研究院有限公司、冶金工业信息标准研究院、钢研纳克检测技术股份有限公司、国合通用(青岛)测试评价有限公司、建湖县鸿达阀门管件有限公司。

本文件主要起草人：徐伟芳、胡文军、夏咸喜、侯慧宁、高怡斐、吴启春、李铸铁、陈志、陈志林、董莉、吴尧、单连涛、董海涛、郭碧城、栾剑乔。

本文件于 2016 年首次发布，本次为第一次修订。

引 言

冲压成型、高速切削和汽车碰撞等结构冲击过程中,结构中的金属材料不仅应力状态复杂,而且变形速率较高,最高应变速率高达 10^4 s^{-1} 。在此极端载荷条件下,材料的强度远比准静态时的高。金属材料的剪切力学性能,如屈服强度、流动应力和失效应变是结构剪切失效分析的基本参数,也是构建本构关系的基本数据。许多金属材料的剪切力学性能与其单轴加载下的力学性能一样与应变速率相关。因此通过高应变速率扭转试验获得金属材料高应变速率下的剪切力学性能对于金属结构的工程设计、结构优化、加工和评估等方面具有非常重要的作用。其他的信息可见 ISO 26203-1 和 ISO 26203-2。

霍普金森试验技术是研究材料在中高应变速率($\geq 10^2 \text{ s}^{-1}$)下力学性能的主要试验方法之一。该方法基于以下两个假设:a)一维弹性应力波在弹性杆中的传播;b)短试样中应力/应变沿长度方向均匀分布。

该试验方法的基本原理是:将短试样夹持于两根较长的弹性杆中,并通过弹性杆传播弹性应力波以实现加载和测试。一方面,波在弹性杆中的传播实现对试样的动态加载;另一方面,试样受到的载荷和两端的位移可以通过粘贴在弹性杆上的应变计测得的弹性应变计算得到。弹性分离式霍普金森扭杆,是分离式霍普金森杆中的一种,可以求解动态扭转试验问题,并广泛应用于准确获取材料在应变速率 10^3 s^{-1} 附近的应力应变曲线。

本文件提供了分离式霍普金森扭杆的试验方法。

金属材料 高应变速率室温扭转试验方法

1 范围

本文件规定了采用分离式霍普金森扭杆开展金属材料高应变速率扭转试验的符号、试验原理、试验设备、试样、试验程序、试验数据处理、试验结果有效性评估和试验报告等内容。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

应力波 stress wave

应变波 strain wave

应力/应变扰动在介质中的传播形式。

注：当局部的力学扰动突然施加到变形体上时，扰动激起粒子运动，并改变邻近粒子的应力和应变状态。应力和应变状态的变化或者扰动以波的形式传递到变形体的其他部分。该波的产生源于应力或者应变效应，因此分别称之为应力波或者应变波。

3.2

弹性应力波 elastic stress wave

弹性应变波 elastic strain wave

在弹性介质中传播的应力波/应变波。

注：当加载产生的应力低于固体介质的屈服强度时，介质变形处于弹性状态，由此产生的应力波或应变波为弹性波。

3.3

弹性剪切波 elastic shear wave

在弹性介质中传播且能诱发剪切变形的转动扰动。

注：质点的运动方向和波传播方向相互垂直。

3.4

波阵面 wave interface

应力扰动区域与未扰动区域之间的界面。

3.5

弹性剪切波速 wave velocity

C_b

弹性剪切波波阵面的传播速度。

3.6

分离式霍普金森杆 split Hopkinson bar

利用弹性杆中传播的应力波或者应变波测试材料应力-应变曲线的分离式杆系统试验装置。