



# 中华人民共和国国家标准

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

Metallic materials—Torsional test method at high strain rates—  
Part 1: Method of test at room temperature

2016-08-29 发布

2017-07-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 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 符号及说明 .....	2
5 试验原理 .....	4
6 试验设备 .....	5
7 试样 .....	6
8 试验程序 .....	7
9 试验数据处理 .....	8
10 试验结果有效性评估 .....	9
11 试验报告 .....	10
附录 A (规范性附录) 分离式霍普金森扭杆 .....	11
附录 B (规范性附录) 数据测试系统 .....	13
附录 C (资料性附录) 入射波、反射波和透射波起点的确定方法 .....	15
附录 D (资料性附录) 分离式霍普金森扭转试验方法数据处理公式 .....	16
附录 E (资料性附录) 金属材料 高应变速率室温扭转试验示例 .....	17

## 前 言

《金属材料 高应变速率扭转试验》和 GB/T 30069.1《金属材料 高应变速率拉伸试验 第 1 部分:弹性杆型系统》与 GB/T 30069.2《金属材料 高应变速率拉伸试验 第 2 部分:液压伺服与其他试验系统》共同构成了评价材料不同应力状态下和应变速率条件下材料性能的试验方法。

GB/T 32967《金属材料 高应变速率扭转试验》拟分为若干部分,本部分为第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本部分起草单位:中国工程物理研究院总体工程研究所、钢研纳克检测技术有限公司、太原理工大学、中国科技大学、西北工业大学。

本部分主要起草人:徐伟芳、高怡斐、胡文军、陈刚、赵隆茂、胡时胜、郭伟国。

## 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。在复杂的应力状态下,金属材料易发生剪切变形和失效,其剪切应力-剪切应变曲线等剪切力学性能是金属结构设计和制造等中的关键材料参数,也是采用有限元等数值方法对金属结构进行分析和评估不可缺少的基本数据。许多金属材料的剪切力学性能如屈服强度、流动应力、失效应变等力学特性表现出应变速率或应变率的相关性。此时的应变速率高达  $10^3 \text{ s}^{-1}$ ,远高于 GB/T 10128 试验方法中的应变速率( $10^{-4} \text{ s}^{-1} \sim 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ )。因此通过高应变速率扭转试验方法获得金属材料高应变速率下的剪切力学特性对于金属结构的设计、优化、加工和评估等方面具有非常重要的意义。

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,其核心思想是波导杆中传播的弹性应力波同时承担加载和测试功能,根据波导杆中应力波传播的信息求解波导杆与试样端面的应力-位移-时间关系,从而得到试样的应力-应变关系;通过设计加载脉宽,使试样在变形过程中处于一种局部动平衡状态,从而使试样的变形分析无需考虑波动效应,将应力波效应与应变速率效应成功解耦。金属材料在应变速率范围为  $10^{-3} \text{ s}^{-1} \sim 10^2 \text{ s}^{-1}$  时的力学性能可采用液压式或机械式试验机进行测试。

# 金属材料 高应变速率扭转试验

## 第 1 部分: 室温试验方法

### 1 范围

GB/T 32967 的本部分规定了采用分离式霍普金森扭杆对金属材料开展高应变速率扭转试验的术语和定义、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。

本部分适用于室温下对金属材料在应变速率范围为  $10^2 \text{ s}^{-1} \sim 10^3 \text{ s}^{-1}$  时剪切应力-剪切应变曲线等力学性能的测定。

注: 其他类型可施加高应变速率剪切加载的试验参照执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有修改单)适用于本文件。

- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 10128 金属材料 室温扭转试验方法
- GB/T 10623 金属材料 力学性能试验术语
- GB/T 13992 金属粘贴式电阻应变计
- GB/T 30069.1 金属材料 高应变速率拉伸试验 第 1 部分: 弹性杆型系统
- JJG 623 电阻应变仪

### 3 术语和定义

GB/T 10623 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**应力波 stress wave**

应力扰动在介质中的传播形式。

#### 3.2

**弹性应力波 elastic stress wave**

在弹性介质中传播的应力波。

#### 3.3

**弹性剪切波 elastic shear wave**

在介质中传播剪切应力的弹性应力波, 其质点运动方向与波传播方向垂直。

#### 3.4

**波阵面 wave interface**

应力扰动区域与未扰动区域之间的界面。