



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 30069.1—2013

---

## 金属材料 高应变速率拉伸试验 第 1 部分：弹性杆型系统

Metallic materials—Tensile testing at high strain rates—  
Part 1: Elastic-bar-type systems

(ISO 26203-1: 2010, MOD)

2013-12-17 发布

2014-09-01 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 试验原理 .....	1
4 术语和定义 .....	1
5 符号及说明 .....	2
6 试验设备 .....	3
7 试样 .....	5
8 装置的标定 .....	8
9 试验程序 .....	8
10 试验结果有效性评估 .....	10
11 试验报告 .....	11
附录 A (资料性附录) 准静态拉伸试验方法 .....	12
附录 B (资料性附录) 单杆法示例 .....	14
附录 C (资料性附录) 分离式霍布金森撞杆法(SHB)示例 .....	20
附录 D (资料性附录) 仪器化冲击拉伸法(IIT)示例 .....	26
参考文献 .....	31

## 前 言

GB/T 30069《金属材料 高应变速率拉伸试验》分为2个部分：

- 第1部分：弹性杆型系统；
- 第2部分：液压伺服与其他试验系统。

本部分为GB/T 30069的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用ISO 26203-1:2010《金属材料 高应变速率拉伸试验 第1部分：弹性杆型系统》。

本部分与ISO 26203-1:2010的技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用国际标准的GB/T 228.1代替了ISO 6892-1(见第1章和7.1)；
- 增加引用了GB/T 10623《金属材料 力学性能试验术语》(见第4章)；
- 增加了资料性附录D“仪器化冲击拉伸法(IIT)示例”；

本部分做了下列编辑性修改：

- 用“本标准”代替“本国际标准”；
- 删除了国际标准的前言；
- 删除了参考文献[17]。

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：宝山钢铁股份有限公司、上海电气电站设备有限公司、深圳万测试验设备有限公司、武汉钢铁(集团)公司研究院、钢铁研究总院。

本部分主要起草人：方健、周冶东、李荣锋、朱月梅、安建平、高怡斐、乐金涛。

## 引 言

金属板材高应变速率拉伸试验对于车辆碰撞可靠性分析而言非常重要。在碰撞发生时,最大的应变速率经常可达到  $10^3 \text{ s}^{-1}$ ,在此情形下材料的强度将显著高于准静态加载时的性能指标。因此表征材料应变速率敏感性的输入参数是否准确将直接影响到碰撞模拟的可靠程度。

尽管已有多种高应变速率试验方法,但对于以下三个问题依然需要有效的解决方法。

### 1) 有关力测量信号的噪声

——试验力通常由测力装置上的测量点探测,而测量装置与试样往往间隔一定的距离。

——此外,已通过测量点的弹性波到达测力装置端部时会反射折回。如果试验时间与应力波通过测量装置的传播时间相当的话,应力-应变曲线将因直达波与间接波的叠加而发生严重的振荡。与此不同的是,在准静态试验中试验时间足够长已至数倍于弹性波往返的时间,因而在测力装置任何部位的力信号已达到饱和与平衡态。

针对上述问题有以下两个截然不同的解决方法:

a) 使用较短的测力装置以利于较快的达到平衡态。液压伺服型系统经常采用这一方法。

b) 使用较长的测力装置,当力反射波到达测量点时试验已经完成。弹性杆型系统即基于这种方法。

### 2) 针对位移或试样伸长快速准确的测量方法

——常规引伸计因存在较大的惯性效应而不适用。非接触式测量方法如光学及激光装置可应用于高应变速率拉伸。利用根据弹性波传播理论合理设计的装置测量位移也是可行的方法,如在本标准中讨论的一些例子。

——杆端位移可利用相同的测力数据经简单计算获得,比如在杆的特定位置记录应变随时间的变化过程。因此,在弹性杆型系统中不需要评估设备的刚度。

### 3) 沿试样力分布的不均匀性

在准静态试验中,推荐使用具有较长平行部位与较大过渡弧的试样以利于标距部位达到均匀的单轴应力状态。在动态试验中因满足有效试验所需的力平衡条件,试样设计有别于典型的准静态试样。与准静态试验相比,动态试样通常在其平行于加载轴线方向上的尺寸设计得较小。

弹性杆型系统为解决上述试验问题提供了有效的解决方法,广泛应用于高达  $10^3 \text{ s}^{-1}$  应变速率区间并能获得准确的应力-应变曲线。国际钢铁协会(International Iron and Steel Institute, IISI)基于各类实验室间的比对试验发布了“钢板动态拉伸试验推荐方法”。比对试验结果表明应用弹性杆型系统可获得高质量的数据结果。

# 金属材料 高应变速率拉伸试验

## 第 1 部分:弹性杆型系统

### 1 范围

GB/T 30069 的本部分规定了高应变速率条件下采用弹性杆型系统测定金属板材应力-应变特征的试验方法。

基于实验及数值计算,如碰撞有限元模拟(FEA)表明,处于  $10^{-3} \text{ s}^{-1} \sim 10^3 \text{ s}^{-1}$  范围内的应变速率与车辆碰撞事故密切相关。

为准确评价车辆耐碰撞性能,在高于  $10^{-3} \text{ s}^{-1}$  应变速率条件下得到金属材料可靠的应力-应变特征尤为关键。

本部分适用于高于  $10^2 \text{ s}^{-1}$  应变速率范围的拉伸试验方法。

注 1: 当应变速率低于  $10^{-1} \text{ s}^{-1}$  时,可使用 GB/T 16825.1 规定的准静态拉伸试验机<sup>[1]</sup>。应变速率低于  $0.0067 \text{ s}^{-1}$  时,直接采用 GB/T 228.1 方法试验;应变速率在  $0.0067 \text{ s}^{-1} \sim 0.1 \text{ s}^{-1}$  范围内,可参考 GB/T 228.1 方法试验。

注 2: 除本部分规定的矩形横截面试样外,本部分同样可应用于其他几何尺寸的拉伸试样。

### 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,仅注明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(包括所有修订单)适用于本文件。

GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法(GB/T 228.1—2010, ISO 6892-1: 2009, MOD)

GB/T 10623 金属材料 力学性能试验术语(GB/T 10623—2008, ISO 23718:2007, MOD)

### 3 试验原理

本部分用来评价金属材料在高应变速率条件下的应力-应变特征。

低应变速率(低于  $10^{-1} \text{ s}^{-1}$ )试验可利用准静态拉伸试验机开展。然而,当利用此类试验机实施较常规应变速率高的试验时须特别加以关注。本部分须使用高应变速率试验方法规定的试样,附录 A 提供了此类试验的详细程序。

当应变速率高于  $10 \text{ s}^{-1}$  时,准静态试验使用的力传感器由于波的多次反射将对力值信号造成严重干扰。因此需采用特殊的力值测量技术,可通过以下两类不同的方法加以实现:

一种是在加载方向上加长力测量装置,以实现当弹性波从另一端折返时力值测量已经结束,如附录 B 与附录 C;

另一种方法是缩短力测量装置,即减少力测量装置达到动态平衡所需要的时间以及实现较高的固有频率,如附录 D。

### 4 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。