

ICS 77.040.10  
H 22



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 34645—2017

## 金属管材收缩应变比试验方法

Contractile strain ratio testing of metal materials tubing

2017-09-29 发布

2018-04-01 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

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准起草单位:宝钛集团有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、西部金属材料股份有限公司、国核宝钛锆业股份公司、中国航空发动机集团公司北京航空材料研究院、陕西亿创钛锆检测有限公司。

本标准主要起草人:李剑、刘宏伟、徐军梅、马忠贤、杨小娟、李荣、武杰、陆玉华、麻凯、张旺峰、李超、张嘉伟。

# 金属管材收缩应变比试验方法

## 1 范围

本标准规定了测定金属管材收缩应变比 CSR 的方法。

本标准适用于钛、铝及不锈钢等金属高精度特殊用途管材收缩应变比 CSR 的测试。

## 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(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 12160 单轴试验用引伸计的标定

## 3 术语和定义

GB/T 228.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**轴向塑性真应变 true axial strain**

$E_a$

在单轴拉伸应力作用下,管材产生均匀塑性变形,变形后轴向标距与变形前轴向标距比值的自然对数。

### 3.2

**周向塑性真应变 true circumferential strain**

$E_c$

在单轴拉伸应力作用下,管材产生均匀塑性变形,变形后周长与变形前周长比值的自然对数。

### 3.3

**壁厚塑性真应变 true radial strain**

$E_r$

在单轴拉伸应力作用下,管材产生均匀塑性变形,变形后壁厚与变形前壁厚比值的自然对数。

### 3.4

**收缩应变比 contractile strain ratio**

CSR

在单轴拉伸应力作用下,管材产生均匀塑性变形,管材周向塑性真应变和壁厚塑性真应变的比值。

## 4 符号

本标准使用的符号及说明见表1。

表 1 符号和说明

符号	单位	说 明
$d_0$	mm	管材原始直径的平均值
$d$	mm	管材轴向拉伸变形后直径的平均值
$L_0$	mm	管材轴向原始标距的平均值
$L$	mm	管材轴向拉伸变形后标距的平均值
$E_s$	—	轴向塑性真应变
$E_c$	—	周向塑性真应变
$E_r$	—	壁厚塑性真应变
CSR	—	收缩应变比

5 原理

变形前后管材标距、周长和壁厚符合体积不变原理,满足关系式: $E_s + E_c + E_r = 0$ 。通过测量规定总延伸率水平下的轴向塑性真应变  $E_s$  和周向塑性真应变  $E_c$ ,间接计算管材收缩应变比 CSR 值。

除非另有规定,试验一般在 10 °C ~ 35 °C 范围内进行。对温度要求严格的试验,试验温度应在 23 °C ± 5 °C 范围内。

6 试验装置

6.1 拉伸试验机应符合 GB/T 228.1 对设备的要求。应使用不劣于 1 级准确度的引伸计,具体应符合 GB/T 12160 的要求。

6.2 划线装置应是带有分度卡盘和顶尖的试样固定装置,并具有激光标识、感光树脂,或其他具有划线功能的组合装置。

6.3 测量装置应是具有倍率放大测量功能的精密仪器,标距长度测量精度不低于 0.013 mm,直径测量精度不低于 0.005 mm。当采用不同装置分别测量长度和直径时,应尽可能确保测量基准的一致性。为更好保证测量基准的一致性,推荐使用长度和直径一体化测量装置。推荐的测量装置见图 1。

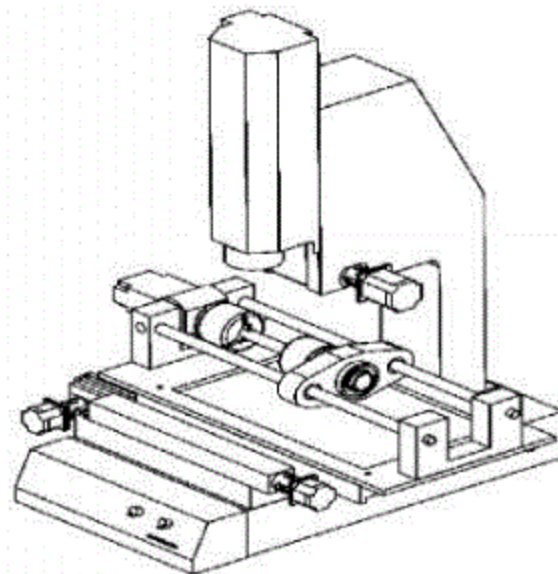


图 1 管材测量装置示意图

## 7 试样

### 7.1 取样

试样应在成品管材切取,数量和位置按照相关产品标准要求执行。

### 7.2 试样尺寸

若产品标准无特殊规定,试样尺寸应满足 GB/T 228.1 中 S8 的要求。试样总长度与端塞夹头之间长度的选取,应保证端塞处的局部变形尽量不影响标距内的均匀变形。

### 7.3 试样制备

7.3.1 试样表面应无划痕,允许有较小的椭圆度,不应有明显的弯曲。试样两端车削平齐,且倒角去除加工毛刺,并配合相应的端塞。

7.3.2 使用专用收缩应变比 CSR 试样划线装置于管材表面精确划线。当采用有损管材表面的划线方式时,划线的深度不能超过 0.013 mm。该试样标线由以下几个方面组成:

- a) 4 条  $90^\circ$  均分,且与轴向平行的标线,标示为 A、B、C、D。见图 2;
- b) 3 条间距为 25 mm 的圆周线(圆周线所在的截面应垂直于管材的轴线),标示为 1、2 和 3。见图 2。

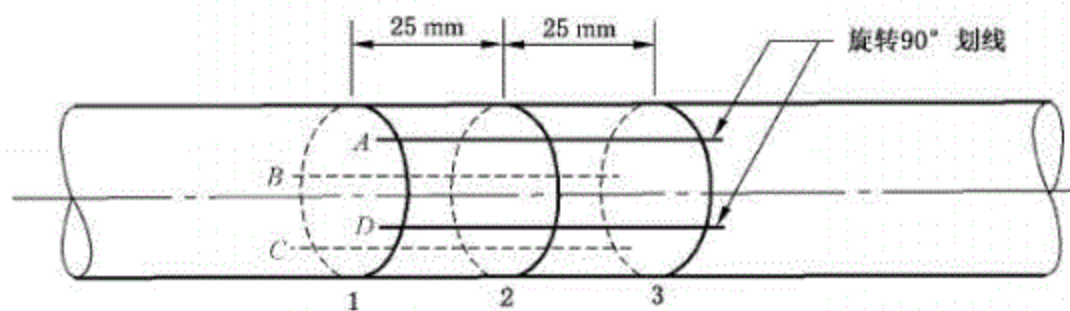


图 2 管材划线示意图

## 8 试验程序

### 8.1 拉伸前试样测量

#### 8.1.1 标距长度的测量

试样装夹在测量装置上,经视屏放大后的纵向标距线和三条圆周线的交叉示意图见图 3。测量标距长度时,需以交叉点的同一方向的圆周线外缘为基点,见图 3 中  $A_1$  和  $A_3$  点。其他如  $B_1$ 、 $B_3$ ;  $C_1$ 、 $C_3$ ;  $D_1$ 、 $D_3$  等基点与此要求一致。

测量 1 号和 3 号圆周线之间的纵向标距长度:  $A_1A_3$ 、 $B_1B_3$ 、 $C_1C_3$ 、 $D_1D_3$ ,并求出平均值  $L_0$ ,计算结果应至少修约到 0.001 mm。

#### 8.1.2 外径的测量

以交叉点的同一方向的圆周线外缘为基点,测量 1 号、2 号、3 号圆周线与 A、B、C、D 四条标距纵线的交叉点对应的试样直径:  $A_1C_1$ 、 $B_1D_1$ 、 $A_2C_2$ 、 $B_2D_2$ 、 $A_3C_3$ 、 $B_3D_3$ ,并求出平均值  $d_0$ ,计算结果应至少修约到 0.001 mm。

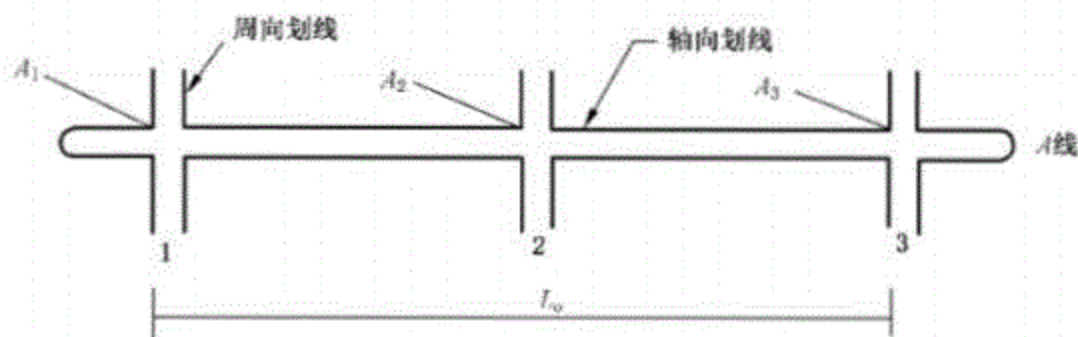


图3 放大后试样纵向标距线和圆周线交叉示意

8.2 试样拉伸

8.2.1 拉伸试验程序执行 GB/T 228.1 的规定。

8.2.2 试样拉伸时两端夹持部位需插入紧密配合的端塞,端塞的长度应超出楔形夹块 2/3。

8.2.3 以  $(0.005 \pm 0.002) \text{min}^{-1}$  的应变速率拉伸试样,直到引伸计示值达到规定的总延伸率时终止,具体拉伸终止时的总延伸率值应按材料标准规定执行。

注:核用钢管推荐拉伸至总延伸率  $(4.5 \pm 1.5)\%$  时终止,TA18 钛合金液压管推荐拉伸至总延伸率  $(3.75 \pm 0.25)\%$  时终止。其他材料标准无规定时,应在材料拉伸均匀变形段内选择拉伸终止点。

8.3 拉伸后试样测量

重复 8.1.1 和 8.1.2 的过程,进行拉伸后轴向标距及直径测量,并分别计算标距和直径的平均值  $L$  和  $d$ 。试样拉伸前后标距和直径测量的位置点要保证一致,一般在测量时做好必要的标记。

注:部分材料会存在明显的弹性回滞现象,试样在拉伸完毕,卸载后,需静置一段时间再进行尺寸测量,具体情况依据材料属性或产品要求执行。

9 计算

9.1 轴向塑性真应变  $E_s$  的计算按式(1)进行,计算结果至少保留 4 位有效数字。

$$E_s = \ln\left(\frac{L}{L_0}\right) \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$E_s$  ——轴向塑性真应变;

$L$  ——管材轴向拉伸变形后标距的平均值,单位为毫米(mm);

$L_0$  ——管材轴向原始标距的平均值,单位为毫米(mm)。

9.2 周向塑性真应变  $E_c$  的计算按式(2)进行,计算结果至少保留 4 位有效数字。

$$E_c = \ln\left(\frac{d}{d_0}\right) \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$E_c$  ——周向塑性真应变;

$d$  ——管材轴向拉伸变形后直径的平均值,单位为毫米(mm);

$d_0$  ——管材原始直径的平均值,单位为毫米(mm)。

9.3 壁厚塑性真应变  $E_t$  的计算按式(3)进行,计算结果至少保留 4 位有效数字。

$$E_t = -(E_s + E_c) \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$E_r$  ——壁厚塑性真应变;

$E_a$  ——轴向塑性真应变;

$E_c$  ——周向塑性真应变。

9.4 收缩应变比 CSR 的计算按式(4)进行,计算结果至少保留 4 位有效数字。

$$CSR = \frac{E_c}{E_r} = \frac{E_c}{(-E_a - E_c)} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

CSR ——收缩应变比;

$E_c$  ——周向塑性真应变;

$E_r$  ——壁厚塑性真应变;

$E_a$  ——轴向塑性真应变。

## 10 有效性判断及修约

10.1 收缩应变比 CSR 表达式只适合均匀塑性应变阶段的情况,当标距范围内出现明显颈缩时则试验无效,应补做同样数量的试验。

10.2 收缩应变比 CSR 结果数值应按照相关产品标准的要求进行修约。如未规定具体要求,则收缩应变比 CSR 结果数值修约至 0.01,修约执行 GB/T 8170 的要求。

## 11 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 本标准的编号;
- b) 试样信息及标识;
- c) 规定总延伸率;
- d) 轴向塑性真应变、周向塑性真应变、壁厚塑性真应变;
- e) 收缩应变比 CSR 试验结果;
- f) 试验人员及试验日期。