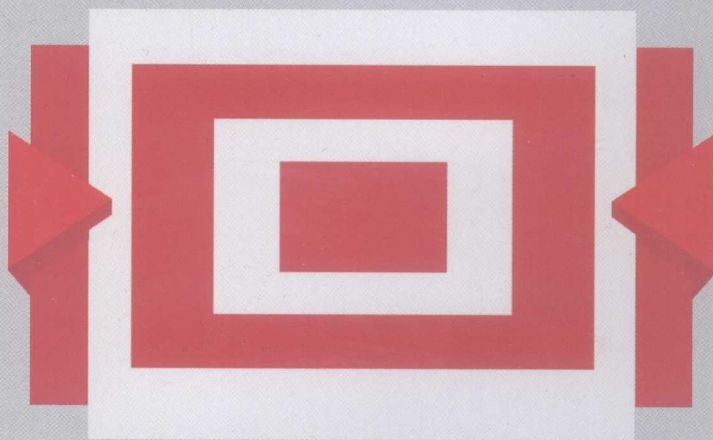


# 预应 力混凝土 及相关标准汇编

中国标准出版社第六编辑室 编



 中国标准出版社

# 预应力混凝土及相关标准汇编

中国标准出版社第六编辑室 编

中国标准出版社

北 京

**图书在版编目 (CIP) 数据**

预应力混凝土及相关标准汇编/中国标准出版社第六  
编辑室编. —北京: 中国标准出版社, 2009

ISBN 978-7-5066-5257-5

I. 预… II. 中… III. 预应力混凝土-标准-汇编-中  
国 IV. TU528.571-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 079169 号

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 37 字数 1 110 千字

2009 年 7 月第一版 2009 年 7 月第一次印刷

\*

定价 190.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68533533

# 前 言

近 20 年来预应力混凝土结构发展很快,从理论、材料、工艺到土建工程中的应用,都取得了巨大的发展。目前预应力混凝土已成为国内外土建工程尤其是桥梁工程中最主要的一种结构材料。我国预应力混凝土的起步较晚,但发展迅速,应用数量庞大。近年来我国预应力混凝土在土木工程投资方面,建设规模方面均居世界前列,在混凝土工程技术、预应力技术应用方面也取得了巨大进步,预应力混凝土应用于桥梁工程发展得尤其快,无论在桥型、跨度以及施工方法与技术方面都有突破性发展,不少预应力混凝土桥梁的修建技术已达到国际先进水平。

本汇编正是为了总结我国近年来在预应力混凝土标准方面的科研成果,收录了截止到 2009 年 3 月底国家有关部门批准发布的预应力混凝土及其相关标准共 41 项,内容包括预应力材料、预应力混凝土以及预应力器具标准等。希望能为预应力混凝土生产、设计、施工企业技术人员提供参考和帮助。

本汇编收集的国家标准的属性已在目录上标明(GB 或 GB/T),年号用四位数字表示。鉴于其中的部分国家标准是在清理整顿前出版的,现尚未修订,故标准的正文仍保留原样;读者在使用这些国家标准时,其属性以目录上标明的为准(标准正文的“引用标准”中标准的属性请读者注意查对)。行业标准的属性与年号类同。

编 者

2009 年 4 月

# 目 录

|                  |                        |     |
|------------------|------------------------|-----|
| GB/T 228—2002    | 金属材料 室温拉伸试验方法          | 1   |
| GB/T 232—1999    | 金属材料 弯曲试验方法            | 39  |
| GB/T 238—2002    | 金属材料 线材 反复弯曲试验方法       | 47  |
| GB/T 239—1999    | 金属线材扭转试验方法             | 53  |
| GB 1499.1—2008   | 钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋    | 59  |
| GB 1499.2—2007   | 钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋    | 71  |
| GB/T 1499.3—2002 | 钢筋混凝土用钢筋焊接网            | 87  |
| GB/T 2101—2008   | 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定  | 99  |
| GB/T 2103—2008   | 钢丝验收、包装、标志及质量证明书的一般规定  | 105 |
| GB/T 5223—2002   | 预应力混凝土用钢丝              | 113 |
| GB/T 5223—2002   | 《预应力混凝土用钢丝》第1号修改单      | 124 |
| GB/T 5223—2002   | 《预应力混凝土用钢丝》国家标准第2号修改单  | 125 |
| GB/T 5223.3—2005 | 预应力混凝土用钢棒              | 127 |
| GB/T 5224—2003   | 预应力混凝土用钢绞线             | 143 |
| GB/T 5224—2003   | 《预应力混凝土用钢绞线》国家标准第1号修改单 | 159 |
| GB 5696—2006     | 预应力混凝土管                | 160 |
| GB 8076—2008     | 混凝土外加剂                 | 186 |
| GB/T 10120—1996  | 金属应力松弛试验方法             | 206 |
| GB 13014—1991    | 钢筋混凝土用余热处理钢筋           | 215 |
| GB 13476—1999    | 先张法预应力混凝土管桩            | 222 |
| GB 13788—2008    | 冷轧带肋钢筋                 | 235 |
| GB/T 14040—2007  | 预应力混凝土空心板              | 247 |
| GB/T 14370—2007  | 预应力筋用锚具、夹具和连接器         | 257 |
| GB/T 14684—2001  | 建筑用砂                   | 270 |
| GB/T 14685—2001  | 建筑用卵石、碎石               | 293 |
| GB/T 14981—2004  | 热轧盘条尺寸、外形、重量及允许偏差      | 317 |
| GB/T 16727—2007  | 叠合板用预应力混凝土底板           | 323 |
| GB/T 16728—2007  | 预应力混凝土肋形屋面板            | 335 |
| GB/T 17505—1998  | 钢及钢产品交货一般技术要求          | 349 |
| GB/T 19685—2005  | 预应力钢筒混凝土管              | 360 |
| GB/T 20065—2006  | 预应力混凝土用螺纹钢筋            | 385 |
| GB/T 21073—2007  | 环氧涂层七丝预应力钢绞线           | 393 |
| GB/T 21839—2008  | 预应力混凝土用钢材试验方法          | 413 |
| JG 161—2004      | 无粘结预应力钢绞线              | 435 |
| JG 197—2006      | 预应力混凝土空心方桩             | 445 |
| JG 225—2007      | 预应力混凝土用金属波纹管           | 457 |
| JG/T 5096—1997   | 预应力钢筋张拉机               | 468 |

|                |                            |     |
|----------------|----------------------------|-----|
| JGJ 85—2002    | 预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程 ..... | 477 |
| JGJ 92—2004    | 无粘结预应力混凝土结构技术规程 .....      | 496 |
| YB/T 038—1993  | 预应力混凝土用低合金钢丝 .....         | 553 |
| YB/T 146—1998  | 预应力钢丝及钢绞线用热轧盘条 .....       | 558 |
| YB/T 152—1999  | 高强度低松弛预应力热镀锌钢绞线 .....      | 563 |
| YB/T 156—1999  | 中强度预应力混凝土用钢丝 .....         | 573 |
| YB/T 4160—2007 | 预应力混凝土钢棒用热轧盘条 .....        | 581 |

## 前 言

本标准等效采用国际标准 ISO 6892:1998《金属材料 室温拉伸试验》。在主要技术内容上与 ISO 6892:1998 相同,但部分技术内容较为详细和具体,编写结构不完全对应。补充性能测定结果数值的修约要求和试验结果处理。增加试样类型。删去附录 F(提示的附录)计算矩形横截面试样原始标距用计算图尺;删去附录 L(提示的附录)参考文献目录。增加附录 H(提示的附录)逐步逼近方法测定规定非比例延伸强度( $R_p$ );增加附录 L(提示的附录)新旧标准性能名称和符号对照。

本标准合并修订原国家标准 GB/T 228—1987《金属拉伸试验方法》、GB/T 3076—1982《金属薄板(带)拉伸试验方法》和 GB/T 6397—1986《金属拉伸试验试样》。对原标准在以下方面的技术内容进行了较大修改和补充:

- 引用标准;
- 定义和符号;
- 试样;
- 试验要求;
- 性能测定方法;
- 性能测定结果数值修约;
- 性能测定结果准确度阐述。

自本标准实施之日起,代替 GB/T 228—1987《金属拉伸试验方法》、GB/T 3076—1982《金属薄板(带)拉伸试验方法》和 GB/T 6397—1986《金属拉伸试验试样》。

本标准的附录 A~D 都是标准的附录。

本标准的附录 E~L 都是提示的附录。

本标准由原国家冶金工业局提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:钢铁研究总院、济南试金集团有限公司、宝山钢铁公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准起草人:梁新邦、李久林、陶立英、李和平、高振英。

本标准于 1963 年 12 月首次发布,1976 年 9 月第 1 次修订,1987 年 2 月第 2 次修订。

## ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是由各国标准化团体(ISO 成员团体)组成的世界性的联合会。制定国际标准的工作通常由 ISO 的技术委员会完成,各成员团体若对某技术委员会已确立的项目感兴趣,均有权参加该技术委员会。与 ISO 保持联系的各国际组织(官方的或非官方的)也参加工作。在电工技术标准方面 ISO 与国际电工委员会(IEC)保持密切合作关系。

由技术委员会通过的国际标准草案提交各成员团体表决,国际标准需要取得至少 75% 参加投票表决的成员团体的同意才能正式发布。

国际标准 ISO 6892 由 ISO/TC164 金属力学性能试验技术委员会 SC1 单轴试验分委员会制定。

本第二版取代第一版(ISO 6892:1984)。

附录 A~D 都是标准的附录。

附录 E~L 都是提示的附录。

# 中华人民共和国国家标准

## 金属材料 室温拉伸试验方法

Metallic materials—Tensile testing at ambient temperature

GB/T 228—2002  
eqv ISO 6892:1998

代替 GB/T 228—1987  
GB/T 3076—1982  
GB/T 6397—1986

### 1 范围

本标准规定了金属材料拉伸试验方法的原理、定义、符号和说明、试样及其尺寸测量、试验设备、试验要求、性能测定、测定结果数值修约和试验报告。

本标准适用于金属材料室温拉伸性能的测定。但对于小横截面尺寸的金属产品,例如金属箔,超细丝和毛细管等的拉伸试验需要协议。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2975—1998 钢及钢产品 力学性能试验取样位置和试样制备(eqv ISO 377:1997)

GB/T 8170—1987 数值修约规则

GB/T 12160—2002 单轴试验用引伸计的标定(idt ISO 9513:1999)

GB/T 16825—1997 拉力试验机的检验(idt ISO 7500-1:1986)

GB/T 17600.1—1998 钢的伸长率换算 第1部分:碳素钢和低合金钢(eqv ISO 2566-1:1984)

GB/T 17600.2—1998 钢的伸长率换算 第2部分:奥氏体钢(eqv ISO 2566-2:1984)

### 3 原理

试验系用拉力拉伸试样,一般拉至断裂,测定第4章定义的一项或几项力学性能。

除非另有规定,试验一般在室温  $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$  范围内进行。对温度要求严格的试验,试验温度应为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

### 4 定义

本标准采用下列定义。

#### 4.1 标距 gauge length

测量伸长用的试样圆柱或棱柱部分的长度。

##### 4.1.1 原始标距( $L_0$ ) original gauge length

施力前的试样标距。

##### 4.1.2 断后标距( $L_u$ ) final gauge length

试样断裂后的标距。

#### 4.2 平行长度( $L_c$ ) parallel length

试样两头部或两夹持部分(不带头试样)之间平行部分的长度。

#### 4.3 伸长 elongation

试验期间任一时刻原始标距( $L_0$ )的增量。

## 4.4 伸长率 percentage elongation

原始标距的伸长与原始标距( $L_0$ )之比的百分率。

4.4.1 断后伸长率( $A$ ) percentage elongation after fracture

断后标距的残余伸长( $L_u - L_0$ )与原始标距( $L_0$ )之比的百分率(见图1)。对于比例试样,若原始标距不为  $5.65 \sqrt{S_0}$  ( $S_0$  为平行长度的原始横截面积),符号  $A$  应附以下脚注说明所使用的比例系数,例如,  $A_{11.3}$  表示原始标距( $L_0$ )为  $11.3 \sqrt{S_0}$  的断后伸长率。对于非比例试样,符号  $A$  应附以下脚注说明所使用的原始标距,以毫米(mm)表示,例如,  $A_{80\text{ mm}}$  表示原始标距( $L_0$ )为 80 mm 的断后伸长率。

4.4.2 断裂总伸长率( $A_t$ ) percentage total elongation at fracture

断裂时刻原始标距的总伸长(弹性伸长加塑性伸长)与原始标距( $L_0$ )之比的百分率(见图1)。

## 4.4.3 最大力伸长率 percentage elongation at maximum force

最大力时原始标距的伸长与原始标距( $L_0$ )之比的百分率。应区分最大力总伸长率( $A_{gt}$ )和最大力非比例伸长率( $A_g$ )(见图1)。

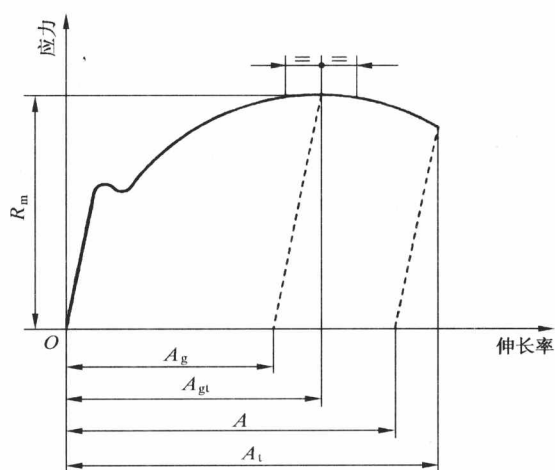


图1 伸长的定义

4.5 引伸计标距( $L_e$ ) extensometer gauge length

用引伸计测量试样延伸时所使用试样平行长度部分的长度。测定屈服强度和规定强度性能时推荐  $L_e \geq L_0/2$ 。测定屈服点延伸率和最大力时或在最大力之后的性能,推荐  $L_e$  等于  $L_0$  或近似等于  $L_0$ 。

## 4.6 延伸 extension

试验期间任一给定时刻引伸计标距( $L_e$ )的增量。

## 4.6.1 残余延伸率 percentage permanent extension

试样施加并卸除应力后引伸计标距的延伸与引伸计标距( $L_e$ )之比的百分率。

## 4.6.2 非比例延伸率 percentage non-proportional extension

试验中任一给定时刻引伸计标距的非比例延伸与引伸计标距( $L_e$ )之比的百分率。

## 4.6.3 总延伸率 percentage total extension

试验中任一时刻引伸计标距的总延伸(弹性延伸加塑性延伸)与引伸计标距( $L_e$ )之比的百分率。

4.6.4 屈服点延伸率( $A_e$ ) percentage yield point extension

呈现明显屈服(不连续屈服)现象的金属材料,屈服开始至均匀加工硬化开始之间引伸计标距的延伸与引伸计标距( $L_e$ )之比的百分率。

4.7 断面收缩率( $Z$ ) percentage reduction of area

$$1) 5.65 \sqrt{S_0} = 5 \sqrt{\frac{4S_0}{\pi}}$$

断裂后试样横截面积的最大缩减量( $S_0 - S_u$ )与原始横截面积( $S_0$ )之比的百分率。

#### 4.8 最大力( $F_m$ ) maximum force

试样在屈服阶段之后所能抵抗的最大力。对于无明显屈服(连续屈服)的金属材料,为试验期间的最大力。

#### 4.9 应力 stress

试验期间任一时刻的力除以试样原始横截面积( $S_0$ )之商。

##### 4.9.1 抗拉强度( $R_m$ ) tensile strength

相应最大力( $F_m$ )的应力。

##### 4.9.2 屈服强度 yield strength

当金属材料呈现屈服现象时,在试验期间达到塑性变形发生而力不增加的应力点,应区分上屈服强度和下屈服强度。

###### 4.9.2.1 上屈服强度( $R_{eH}$ ) upper yield strength

试样发生屈服而力首次下降前的最高应力(见图 2)。

###### 4.9.2.2 下屈服强度( $R_{eL}$ ) lower yield strength

在屈服期间,不计初始瞬时效应时的最低应力(见图 2)。

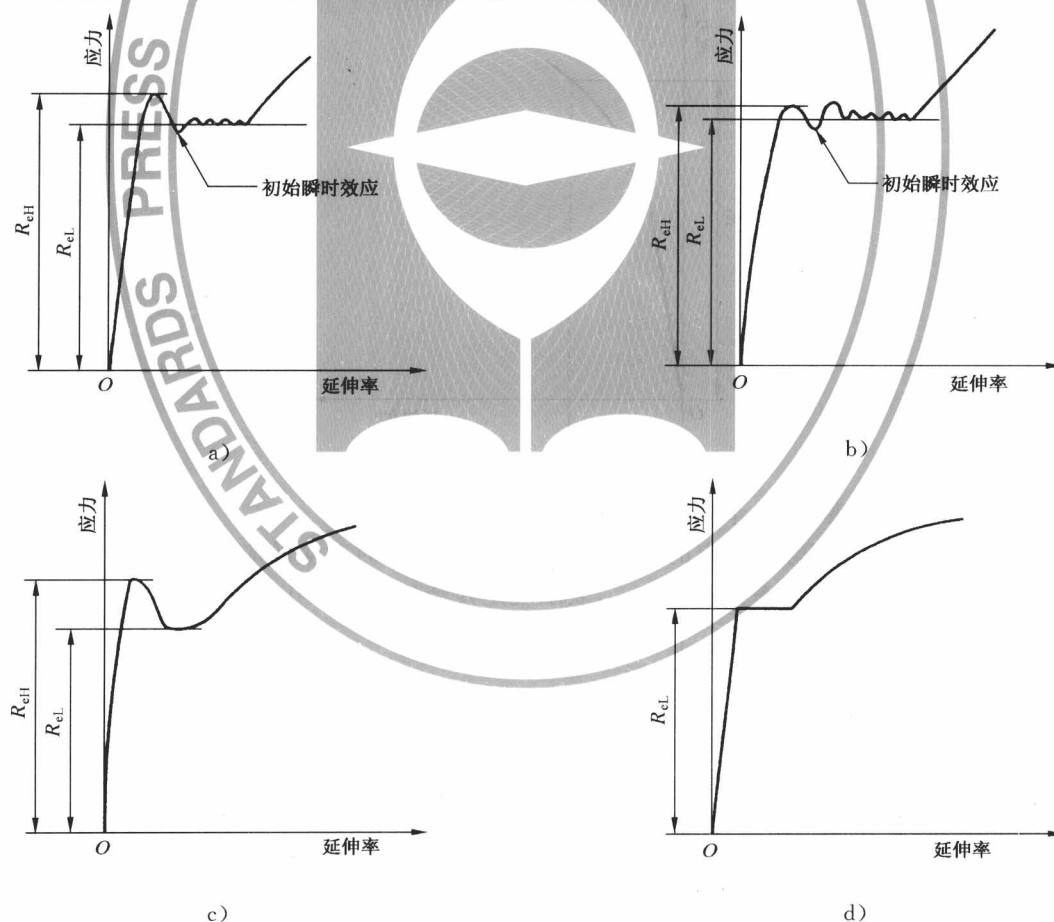
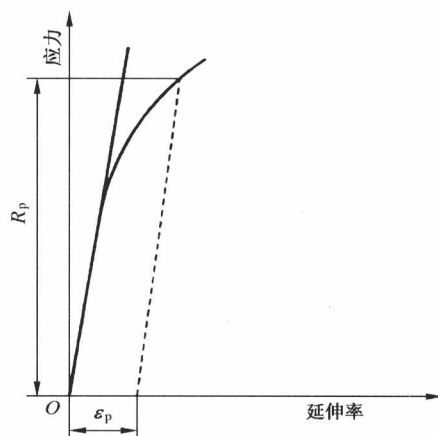


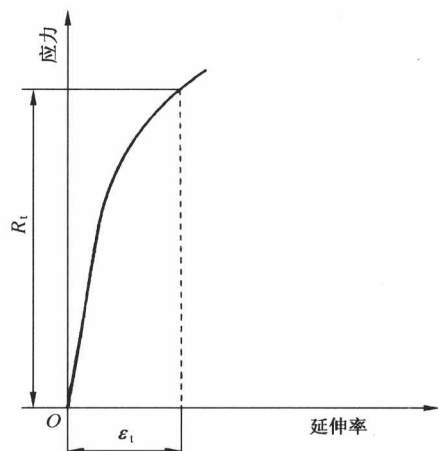
图 2 不同类型曲线的上屈服强度和下屈服强度( $R_{eH}$ 和 $R_{eL}$ )

##### 4.9.3 规定非比例延伸强度( $R_p$ ) proof strength, non-proportional extension

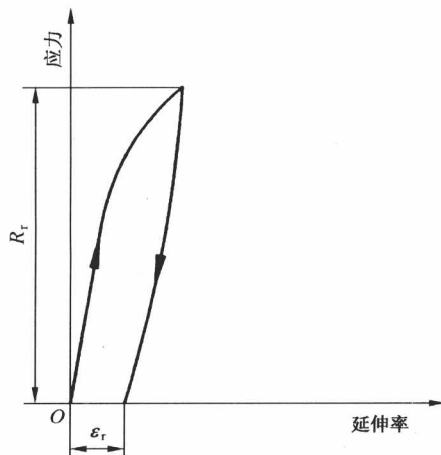
非比例延伸率等于规定的引伸计标距百分率时的应力(见图 3)。使用的符号应附以下脚注说明所规定的百分率,例如  $R_{p0.2}$ , 表示规定非比例延伸率为 0.2% 时的应力。

图 3 规定非比例延伸强度( $R_p$ )4.9.4 规定总延伸强度( $R_t$ ) proof strength, total extension

总延伸率等于规定的引伸计标距百分率时的应力(见图 4)。使用的符号应附以下脚注说明所规定的百分率,例如  $R_{t0.5}$ ,表示规定总延伸率为 0.5%时的应力。

图 4 规定总延伸强度( $R_t$ )4.9.5 规定残余延伸强度( $R_r$ ) permanent set strength

卸除应力后残余延伸率等于规定的引伸计标距( $L_e$ )百分率时对应的应力(见图 5)。使用的符号应附以下脚注说明所规定的百分率。例如  $R_{r0.2}$ ,表示规定残余延伸率为 0.2%时的应力。

图 5 规定残余延伸强度( $R_r$ )

## 5 符号和说明

本标准使用的符号和相应的说明见表 1。

表 1 符号和说明

| 符 号          | 单 位                    | 说 明                                       |
|--------------|------------------------|-------------------------------------------|
| 试 样          |                        |                                           |
| $a$          | mm                     | 矩形横截面试样厚度或管壁厚度                            |
| $a_u$        | mm                     | 矩形横截面试样断裂后缩颈处最小厚度                         |
| $b$          | mm                     | 矩形横截面试样平行长度的宽度或管的纵向剖条宽度或扁丝宽度              |
| $b_u$        | mm                     | 矩形横截面试样断裂后缩颈处最大宽度                         |
| $d$          | mm                     | 圆形横截面试样平行长度的直径或圆丝直径                       |
| $d_u$        | mm                     | 圆形横截面试样断裂后缩颈处最小直径                         |
| $D$          | mm                     | 管外径                                       |
| $L_o$        | mm                     | 原始标距                                      |
| $L'_o$       | mm                     | 测定 $A_g$ 的原始标距(见附录 G)                     |
| $L_c$        | mm                     | 平行长度                                      |
| $L_e$        | mm                     | 引伸计标距                                     |
| $L_t$        | mm                     | 试样总长度                                     |
| $r$          | mm                     | 过渡弧半径                                     |
| $L_u$        | mm                     | 断后标距                                      |
| $L'_u$       | mm                     | 测定 $A_g$ 的断后标距(见附录 G)                     |
| $m$          | g                      | 质量                                        |
| $\rho$       | $\text{g}/\text{cm}^3$ | 密度                                        |
| $S_o$        | $\text{mm}^2$          | 原始横截面积                                    |
| $S_u$        | $\text{mm}^2$          | 断后最小横截面积                                  |
| $\pi$        | —                      | 圆周率(至少取 4 位有效数字)                          |
| $k$          | —                      | 比例系数                                      |
| $Z$          | %                      | 断面收缩率: $\frac{S_o - S_u}{S_o} \times 100$ |
| 伸 长          |                        |                                           |
| $\Delta L_m$ | mm                     | 最大力( $F_m$ )总延伸                           |
| —            | mm                     | 断后伸长( $L_u - L_o$ )                       |
| $A$          | %                      | 断后伸长率: $\frac{L_u - L_o}{L_o} \times 100$ |
| $A_t$        | %                      | 断裂总伸长率                                    |
| $A_e$        | %                      | 屈服点延伸率                                    |
| $A_g$        | %                      | 最大力( $F_m$ )非比例伸长率                        |
| $A_{gt}$     | %                      | 最大力( $F_m$ )总伸长率                          |

表 1(完)

| 符 号                           | 单 位               | 说 明       |
|-------------------------------|-------------------|-----------|
| $\epsilon_p$                  | %                 | 规定非比例延伸率  |
| $\epsilon_t$                  | %                 | 规定总延伸率    |
| $\epsilon_r$                  | %                 | 规定残余延伸率   |
| 力                             |                   |           |
| $F_m$                         | N                 | 最大力       |
| 屈服强度-规定强度-抗拉强度                |                   |           |
| $R_{eH}$                      | N/mm <sup>2</sup> | 上屈服强度     |
| $R_{eL}$                      | N/mm <sup>2</sup> | 下屈服强度     |
| $R_p$                         | N/mm <sup>2</sup> | 规定非比例延伸强度 |
| $R_t$                         | N/mm <sup>2</sup> | 规定总延伸强度   |
| $R_r$                         | N/mm <sup>2</sup> | 规定残余延伸强度  |
| $R_m$                         | N/mm <sup>2</sup> | 抗拉强度      |
| $E$                           | N/mm <sup>2</sup> | 弹性模量      |
| 注：1 N/mm <sup>2</sup> =1 MPa。 |                   |           |

6 试样

6.1 形状与尺寸

6.1.1 一般要求

试样的形状与尺寸取决于要被试验的金属产品的形状与尺寸。通常从产品、压制坯或铸锭切取样坯经机加工制成试样。但具有恒定横截面的产品(型材、棒材、线材等)和铸造试样(铸铁和铸造非铁合金)可以不经机加工而进行试验。

试样横截面可以为圆形、矩形、多边形、环形,特殊情况下可以为某些其他形状。

试样原始标距与原始横截面积有  $L_0=k\sqrt{S_0}$  关系者称为比例试样。国际上使用的比例系数  $k$  的值为 5.65。原始标距应不小于 15 mm<sup>1)</sup>。当试样横截面积太小,以致采用比例系数  $k$  为 5.65 的值不能符合这一最小标距要求时,可以采用较高的值(优先采用 11.3 的值)或采用非比例试样。非比例试样其原始标距( $L_0$ )与其原始横截面积( $S_0$ )无关。

试样的尺寸公差应符合相应的附录(见 6.2)。

6.1.2 机加工的试样

如试样的夹持端与平行长度的尺寸不相同,它们之间应以过渡弧连接(见图 10、图 11 和图 13)。此弧的过渡半径的尺寸可能很重要,如相应的附录(见 6.2)中对过渡半径未作规定时,建议,应在相关产品标准中规定。

试样夹持端的形状应适合试验机的夹头。试样轴线应与力的作用线重合。

试样平行长度( $L_c$ )或试样不具有过渡弧时夹头间的自由长度应大于原始标距( $L_0$ )。

6.1.3 不经机加工的试样

如试样为未经机加工的产品或试棒的一段长度(见图 12 和图 14),两夹头间的长度应足够,以使原

采用说明

1) 国际标准规定为“不小于 20 mm”。改成为“不小于 15 mm”以便扩宽到使用机加工的 3 mm 直径比例试样。

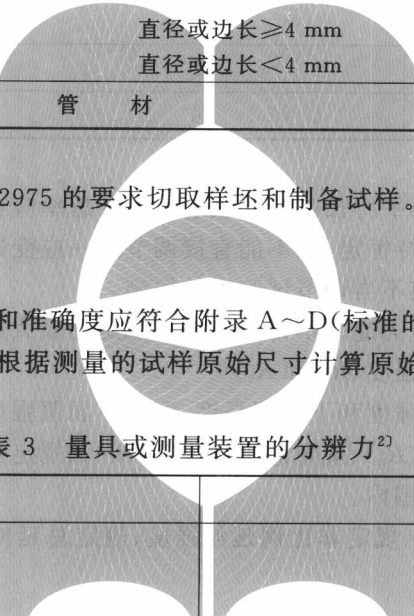
始标距的标记与夹头有合理的距离[见附录 A~D(标准的附录)]。

铸造试样应在其夹持端和平行长度之间以过渡弧连接。此弧的过渡半径的尺寸可能很重要,建议在相关产品标准中规定。试样夹持端的形状应适合于试验机的夹头。平行长度( $L_c$ )应大于原始标距( $L_0$ )。

6.2 试样的类型

附录 A~D(标准的附录)中按产品的形状规定了试样的主要类型,见表 2。相关产品标准也可规定其他试样类型。

表 2 试样的主要类型

| 产 品 类 型                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 相应的附录       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 薄板-板材<br> | 线材 - 棒材 - 型材<br>   |             |
| 0.1 mm ≤ 厚度 < 3 mm<br>厚度 ≥ 3 mm<br>—                                                       | —<br>直径或边长 ≥ 4 mm<br>直径或边长 < 4 mm                                                                                                                                                                                                                                     | A<br>B<br>C |
| 管 材<br>  |                                                                                                                                                                                                                                                                       | D           |

6.3 试样的制备

应按照相关产品标准或 GB/T 2975 的要求切取样坯和制备试样。

7 原始横截面积( $S_0$ )的测定

试样原始横截面积测定的方法和准确度应符合附录 A~D(标准的附录)规定的要求。测量时建议按照表 3 选用量具或测量装置。应根据测量的试样原始尺寸计算原始横截面积,并至少保留 4 位有效数字。

表 3 量具或测量装置的分辨力<sup>2)</sup>

mm

| 试样横截面尺寸   | 分辨力 不大于 |
|-----------|---------|
| 0.1~0.5   | 0.001   |
| >0.5~2.0  | 0.005   |
| >2.0~10.0 | 0.01    |
| >10.0     | 0.05    |

8 原始标距( $L_0$ )的标记

应用小标记、细划线或细墨线标记原始标距,但不得用引起过早断裂的缺口作标记。

对于比例试样,应将原始标距的计算值修约至最接近 5 mm 的倍数,中间数值向较大一方修约。原始标距的标记应准确到±1%。

如平行长度( $L_c$ )比原始标距长许多,例如不经机加工的试样,可以标记一系列套叠的原始标距。有时,可以在试样表面划一条平行于试样纵轴的线,并在此线上标记原始标距。

9 试验设备的准确度

试验机应按照 GB/T 16825 进行检验,并应为 1 级或优于 1 级准确度。

引伸计的准确度级别应符合 GB/T 12160 的要求。测定上屈服强度、下屈服强度、屈服点延伸率、规定非比例延伸强度、规定总延伸强度、规定残余延伸强度,以及规定残余延伸强度的验证试验,应使用不

采用说明

2) 国际标准未规定此表的要求。增加此要求以保证试样原始横截面积的测定准确度符合规定的要求

劣于 1 级准确度的引伸计；测定其他具有较大延伸率的性能，例如抗拉强度、最大力总延伸率和最大力非比例延伸率、断裂总伸长率，以及断后伸长率，应使用不劣于 2 级准确度的引伸计。

10 试验要求

10.1 试验速率

除非产品标准另有规定，试验速率取决于材料特性并应符合下列要求。

10.1.1 测定屈服强度和规定强度的试验速率

10.1.1.1 上屈服强度( $R_{eH}$ )

在弹性范围和直至上屈服强度，试验机夹头的分离速率应尽可能保持恒定并在表 4 规定的应力速率的范围内。

表 4 应力速率

| 材料弹性模量 $E/(N/mm^2)$ | 应力速率/ $(N/mm^2) \cdot s^{-1}$ |     |
|---------------------|-------------------------------|-----|
|                     | 最 小                           | 最 大 |
| $<150\ 000$         | 2                             | 20  |
| $\geq 150\ 000$     | 6                             | 60  |

10.1.1.2 下屈服强度( $R_{eL}$ )

若仅测定下屈服强度，在试样平行长度的屈服期间应变速率应在  $0.000\ 25/s \sim 0.002\ 5/s$  之间。平行长度内的应变速率应尽可能保持恒定。如不能直接调节这一应变速率，应通过调节屈服即将开始前的应力速率来调整，在屈服完成之前不再调节试验机的控制。

任何情况下，弹性范围内的应力速率不得超过表 4 规定的最大速率。

10.1.1.3 上屈服强度和下屈服强度( $R_{eH}$ 和  $R_{eL}$ )

如在同一试验中测定上屈服强度和下屈服强度，测定下屈服强度的条件应符合 10.1.1.2 的要求。

10.1.1.4 规定非比例延伸强度( $R_p$ )、规定总延伸强度( $R_t$ )和规定残余延伸强度( $R_r$ )

应力速率应在表 4 规定的范围内。

在塑性范围和直至规定强度(规定非比例延伸强度、规定总延伸强度和规定残余延伸强度)应变速率不应超过  $0.002\ 5/s$ 。

10.1.1.5 夹头分离速率

如试验机无能力测量或控制应变速率，直至屈服完成，应采用等效于表 4 规定的应力速率的试验机夹头分离速率。

10.1.2 测定抗拉强度( $R_m$ )的试验速率

10.1.2.1 塑性范围

平行长度的应变速率不应超过  $0.008/s$ 。

10.1.2.2 弹性范围

如试验不包括屈服强度或规定强度的测定，试验机的速率可以达到塑性范围内允许的最大速率。

10.2 夹持方法

应使用例如楔形夹头、螺纹夹头、套环夹头等合适的夹具夹持试样。

应尽最大努力确保夹持的试样受轴向拉力的作用。当试验脆性材料或测定规定非比例延伸强度、规定总延伸强度、规定残余延伸强度或屈服强度时尤为重要。

11 断后伸长率( $A$ )和断裂总伸长率( $A_t$ )的测定

11.1 应按照 4.4.1 的定义测定断后伸长率。

为了测定断后伸长率，应将试样断裂的部分仔细地配接在一起使其轴线处于同一直线上，并采取特

应采取措施确保试样断裂部分适当接触后测量试样断后标距。这对小横截面试样和低伸长率试样尤为重要。

应使用分辨力优于 0.1 mm 的量具或测量装置测定断后标距( $L_u$ ),准确到 $\pm 0.25$  mm。如规定的最小断后伸长率小于 5%,建议采用特殊方法进行测定[见附录 E(提示的附录)]。

原则上只有断裂处与最接近的标距标记的距离不小于原始标距的三分之一情况方为有效。但断后伸长率大于或等于规定值,不管断裂位置处于何处测量均为有效。

11.2 能用引伸计测定断裂延伸的试验机,引伸计标距( $L_e$ )应等于试样原始标距( $L_0$ ),无需标出试样原始标距的标记。以断裂时的总延伸作为伸长测量时,为了得到断后伸长率,应从总延伸中扣除弹性延伸部分。

原则上,断裂发生在引伸计标距以内方为有效,但断后伸长率等于或大于规定值,不管断裂位置处于何处测量均为有效。

注:如产品标准规定用一固定标距测定断后伸长率,引伸计标距应等于这一标距。

11.3 试验前通过协议,可以在一固定标距上测定断后伸长率,然后使用换算公式或换算表将其换算成比例标距的断后伸长率(例如可以使用 GB/T 17600.1 和 GB/T 17600.2 的换算方法)。

注:仅当标距或引伸计标距、横截面的形状和面积均为相同时,或当比例系数( $k$ )相同时,断后伸长率才具有可比性。

11.4 为了避免因发生在 11.1 规定的范围以外的断裂而造成试样报废,可以采用附录 F(提示的附录)的移位方法测定断后伸长率。

11.5 按照 11.2 测定的断裂总延伸除以试样原始标距得到断裂总伸长率(见图 1)。

## 12 最大力总伸长率( $A_{gt}$ )和最大力非比例伸长率( $A_g$ )的测定

在用引伸计得到的力-延伸曲线图上测定最大力时的总延伸( $\Delta L_m$ )。最大力总伸长率按照式(1)计算:

$$A_{gt} = \frac{\Delta L_m}{L_e} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

从最大力时的总延伸  $\Delta L_m$  中扣除弹性延伸部分即得到最大力时的非比例延伸,将其除以引伸计标距得到最大力非比例伸长率( $A_g$ )(见图 1)。

有些材料在最大力时呈现一平台。当出现这种情况,取平台中点的最大力对应的总伸长率(见图 1)。

试验报告中应报告引伸计标距。

如试验是在计算机控制的具有数据采集系统的试验机上进行,直接在最大力点测定总伸长率和相应的非比例伸长率,可以不绘制力-延伸曲线图。

附录 G(提示的附录)提供了人工测定的方法。

## 13 屈服点延伸率( $A_e$ )的测定<sup>3)</sup>

按照定义 4.6.4 和根据力-延伸曲线图测定屈服点延伸率。试验时记录力-延伸曲线,直至达到均匀加工硬化阶段。在曲线图上,经过屈服阶段结束点划一条平行于曲线的弹性直线段的平行线,此平行线在曲线图的延伸轴上的截距即为屈服点延伸,屈服点延伸除以引伸计标距得到屈服点延伸率(见图 6)。

可以使用自动装置(例如微处理机等)或自动测试系统测定屈服点延伸率,可以不绘制力-延伸曲线图。

试验报告中应报告引伸计标距。

采用说明

3) 国际标准未规定此条内容。为了按照定义 4.6.4 进行测定,补充此条规定。