





VOLKSWAGEN AG    		金属材料 拉力试验 第 1 部分：在室温下的试验方法				DIN EN 10002-1									
标准中心		德文本 EN 10002-1：2001				50 34 1									
ICS77.040.10						共 50 页 第 1 页 替代 DIN EN 10002-1:1991-04									
<p>该欧洲标准 EN 10002-1:2001 具有德国标准的同等地位</p> <p>前言</p> <p>该欧洲标准 EN 10002-1 是由技术委员会 ECISS/TC1 “钢 – 机械试验” 在 ISO 6892:1998 的基础上编写而成的.在材料试验标准化委员会的 NNP142 “金属匀速试验法” 的工作小组领导下,德国方面的合作者参加了标准的编写工作,并对标准的德文本承担了全部责任.</p> <p>该标准的正文与 ISO 6892:1998 的正文几乎相同,不过后者没有附录 A.该附录只在欧洲标准中才有,它说明了如何使用有电子计算机辅助的拉力试验机.</p> <p>该附录 A 是 ECISS/TC 1/SC 1/WG 3 工作小组的研究成果,是 NMP 142 “计算机辅助拉力试验” 工作组的德文修改稿的基础.该附录及其进一步的修改应趁着 ISO 6892 在近期即将再次修订的机会补充到 ISO 中去.不久将来,在金属材料拉力试验方面,无论是国际的或欧洲的标准必将取得完全一致.</p> <p>此外,DIN 50 125:1991-04 为拉力试样所规定的形状、尺寸和标志,这些内容也将补充到 DIN EN 10002-1 中,这样,制作标准的试样就会容易得多了.</p> <p>NMP 142 工作小组在该标准德文本附录中准确指明了断裂延伸率按 DIN EN 10002-1 处理.</p> <p>修订</p> <p>同 DIN EN 10002-1:1991-04 比较,作了如下修改:</p> <p>a) 容许的应力增加速度和拉伸速度极限都有所更改;</p> <p>b) 新增了 12 和 16 条;</p> <p>c) 新增了附录 A,F,H,J.</p> <p>以前版本</p> <p>DIN DVM 125 = DIN 50125: 1940-08,1951-04,1986-03</p> <p>DIN DVM A 114:1935-12</p> <p>DIN 50112: 1935xx-12</p> <p>DIN 50114: 1944x-01,1960-07,1965-12,1980-12,1981-08</p> <p>DIN 50140: 1965-11,1980-09</p>															
3. 更改															
2. 更改															
1. 更改		2001. 12													
首次采用		日期		专业负责		批准		更改负责		采用					
翻译 曹哲		日期 200311.20		译校		日期		技校		日期		抄写 萧明		日期 2003.12.18	



DIN 1602: 1924-06,1927-04,1929-08,1936-03,1944x-02

DIN 1605-2: 1936-02

DIN 50143: 1944-10

DIN 50144: 1944-10

DIN 50145: 1952-06,1975-05

DIN 50146: 1951-05

DIN 51210: 1961-08

DIN 51210-1: 1976-04

DIN 51210-2: 1976-04

DIN EN 10002-1: 1991-04

德文本附录 NA (供参考)

对断裂伸长附加下标的说明

此处附加下标的目的,主要是把成比例的和不成比例的试样之间的测量长度和断裂伸长的差异区别开来.对于成比例的试样,其测量长度 L_0 通常与任意几何起始截面 S_0 (圆的、椭圆的、正方形的、矩形的、环形等等的横断面 S_0)的平方根是成比例的.

$$L_0 = k \times \sqrt{S_0}$$

关于以前的断裂伸长数据的可比性,要保证比例系数 $k = 5.65$,这是国际上规定的数值.

断裂伸长,如果超过被确定的测量长度,即用比例系数计算出来的长度,则保持无指数.

如果选择别的比例系数,则该系数要作为一个指数附加在断裂伸长的公式符号 A 上.例如比例系数 $k = 11.3$:断裂伸长 $A_{11.3}$.(系数 5.65 和 11.3 是在随意断面几何图形上由测量长度 L_0 换算得出的.

在不成比例试样的情况下,两个不同试样几何图形是有区别的:

若某一试样宽度 $b_0 = 12.5 \text{ mm}$,则

—测量长度 $L_0 = 50 \text{ mm}$;

若某一试样宽度 $b_0 = 20 \text{ mm}$,则

—测量长度 $L_0 = 80 \text{ mm}$;

测量长度,包括单位 mm 在内,均加于公式符号的下标位置,如 $A_{50 \text{ mm}}$ 、 $A_{80 \text{ mm}}$.这就保证了在使用断裂伸长指数单位 mm 时,不会把它看成比例系数 k 了.

表 NA.1—断裂伸长的下标与旧标准同类下标的对比

规定的断裂伸长 按 DIN EN 10002-1	测量长度 L_0	在圆柱形试样横 断面情况下用于 L_0 的简化公式	已经撤消的标准中断裂伸长的标法
A	$L_0 = 5,65 \times \sqrt{S_0}$	$L_0 = 5 \times d_0$	DIN 50145:1975-05: A_5
$A_{11,3}$	$L_0 = 11,3 \times \sqrt{S_0}$	$L_0 = 10 \times d_0$	DIN 50145:1975-05: A_{10}
$A_{50 \text{ mm}}$	$L_0 = 50 \text{ mm}$		DIN 50114:1981-08: $A_L = 50$
$A_{80 \text{ mm}}$	$L_0 = 80 \text{ mm}$		DIN 50114:1981-08: $A_L = 80$

欧洲标准

EN 10002-1

2001 年 7 月

ICS 77.040.10

替代 EN 10002-1:1990

德文本

金属材料

拉力试验

第 1 部分:在室温下的试验方法

该欧洲标准于 2001 年 5 月 12 日被欧洲标准化委员会(CEN)采纳.

凡是 CEN 的成员都有义务遵守 CEN/CENELEC(/欧洲电工标准化委员会)的议事规程.不过这种遵守是有条件的,即该欧洲标准的问世,并不改变一国的国家标准的合法地位.目前,这些国家标准的目录及目录说明书,可向中心秘书处或 CEN 成员处询问购得.

这些欧洲标准有三种正式文本(德文、英文和法文).一种文本翻译成另一种语言,这项工作由 CEN 成员自己负责完成.标准译成本国语言后,由中心秘书处发出通知,宣布它具有与正式文本同等合法地位.

CEN 成员包括下列各国的标准研究所.这些国家是:比利时,丹麦,德国,芬兰,法国,希腊,爱尔兰,冰岛,意大利,卢森堡,荷兰,挪威,奥地利,葡萄牙,瑞典,瑞士,西班牙,和联合王国.

CEN

欧洲标准化委员会

中心秘书处:rue de Stassart 36.B-1050 布鲁塞尔

目录

前言

- 1 适用范围
- 2 标准参考文献
- 3 基本原则
- 4 概念
- 5 公式符号及其称呼
- 6 试样
 - 6.1 形状和尺寸
 - 6.2 类型
 - 6.3 试样制作
- 7 起始横断面的测定
- 8 起始测量长度(L_0)的标记法
- 9 试验装置的误差范围
- 10 试验条件
 - 10.1 夹持法
 - 10.2 试验速度
- 11 断裂伸长的确定
- 12 在最大拉力(A_{gt})情况下的总伸长的测定
- 13 在不成比例伸长情况下屈服点之测定(R_p)
- 14 总伸长(R_t)情况下屈服点之测定
- 15 给定的永久伸长(R_f)所用应力极限值之验算法
- 16 断口收缩的测定(Z)
- 17 试验报告

附录 A (供参考)

建议使用计算机辅助拉力试验机

附录 B (供参考)

厚度在 0.1 mm 和 3 mm 之间的扁钢产品试样类型:板材、带材和扁平轧材

附录 C (供参考)

直径或厚度在 4 mm 以内的线材,条钢和型材的试样类型

附录 D (供参考)

厚度等于或大于 3 mm 扁钢产品,直径或厚度等于或大于 4 mm 的线材、细棒材或型材,它们的试样类型

附录 E (供参考)

管材的试样类型

附录 F (供参考)

较小(5%)断裂伸长值的测法



附录 G (供参考)

细分起始测量长度,用以测定断裂延伸率

附录 H (供参考)

条钢、线材、杆材等修长产品在强力拉伸之下的总伸长的人工测量法

附录 J (供参考)

拉力试验的精确性和测量误差的估算

参考文献

前言

该欧洲标准的起草者是技术委员会 ECISS/TC 1 “钢 - 机械试验”,其秘书处设在法国标准化委员会.

这些欧洲标准,必须取得某一国家标准的合法地位,方法是:或者在 2002 年 1 月以前发行一个相同的文本,或者在 2002 年 1 月以前得到承认,万一出现内容相矛盾的某一国家标准,则必须在 2002 年 1 月以前予以取消.

该欧洲标准替代了 EN 10002-1:1990 标准.

该欧洲标准 EN 10002-1 “金属材料拉力试验第 1 部分:试验方法(在室温情况下)”是在 1989 年 11 月 27 日被 CEN 采用的.

该标准被 ECISS 采用 5 年后进行了第 1 次修改.

pr EN 10002-1 标准在有四个成员国参加的两次会议上进行了讨论,这四个成员国是比利时,法国,德国和英国.

该标准由以下几个部分组成:

第 1 部分:试验方法

第 2 部分:拉力试验机上测力装置试验

第 3 部分:在单轴应力试验机上进行试验时测力计的校准

第 4 部分:用于单轴应力试验的长度变化测试装置

第 5 部分:温度升高情况下的试验方法

注释:EN 10002-2 已被 EN ISO 7500-1 取代,EN 10002-3 和 EN 10002-4 已被相应的 ISO 标准取代.

附录 B、C、D 和 E 可当作标准使用,而附录 A、F、G、H 和 J 仅供参考.

根据 CEN/CENELEC 的议事规程,下列国家的国家标准化研究所有义务采用这些欧洲标准.这些国家是:比利时,丹麦,德国,芬兰,法国,希腊,爱尔兰,冰岛,意大利,卢森堡,荷兰,挪威,奥地利,葡萄牙,瑞典,瑞士,西班牙和联合王国.

1 适用范围

该欧洲标准为金属材料规定了拉力试验.所阐明的机械性能值,可以在室温下通过试验来确定.

注释:标准的附录 A,增添了使用计算机辅助拉力试验机的内容.现在已经确定,按照进一步开发试验机和总结其使用的经验,将要在本标准的最近一次修改中把附录 A 变成标准的一部分.

2 标准参考文献

本欧洲标准吸取了其他出版物提供的资料,有的注明了日期,有的则未注明,文中引用了出版物列举在下面.凡是注明日期的引用资料,其出版物都是属于那些在更改和修订之后照常役用的欧洲标准,凡是未注明日期的引用资料(包括修改过的在内),其出版物购进来的都是最近的版本.

DIN EN 10002-4, 金属材料—拉力试验—第 4 部分:长度变化—测量装置试验,同轴应力试验.

EN 20286-2, ISO 的限制与配合方法—第 2 部分:标准公差表,轴孔与轴误差的范围(ISO 286-2:1988).

EN ISO 377, 钢与钢的标志—试样切割件的切割部位与制备,机械试验用的试样(ISO 377:1997)

EN ISO 2566-1, 钢—断裂伸长值的换算,第 1 部分:非合金钢与低合金钢(ISO 2566 –1:1984)

EN ISO 2566-2, 钢—断裂伸长值的换算,第 2 部分:奥氏体钢(ISO 2566 –2:1984)

EN ISO 7500-1, 金属材料—静态同轴应力试验机的试验,第 1 部分:拉力试验机和压力试验机—测力装置的试验与校准(ISO 7500-1:1999)^{N1)}

3 基本原则

此处所作的试验,就是使试样在拉应力作用下伸长,通常是伸长到断裂为止,更多的情况将在第 4 条中测定机械性能值的时候予以说明.

如果没有其他规定,试验将在 10 °C 至 15 °C 的室温下进行,如有更高的要求,试验可在 (23±5)°C 情况下执行.

4 概念

为了用好该欧洲标准,特给出如下的概念:

4.1 测量长度

(L)

圆柱形或角柱形工件试样,在试验中伸长的每一瞬间被测出的长度,各试样件的伸长都不相同.

4.1.1 起始测量长度

L_0

施力时的测量长度

4.1.2 断裂后的测量长度

L_u

试样断裂后的测量长度(见 11.1)

4.2 试验长度

L_c

^{N1)} 在德国出版的,象 DIN ISO 286-2 这样的标准,极限尺寸与配合的 ISO 制度—孔与轴方面基本公差值和极限尺寸表,都与孔和轴的极限尺寸以及基本公差等级均与 ISO 286-2:1998 相同.

圆柱形或角柱形工件试样横断面减少时的长度。

注释:对于未加工的试样,试验长度由施力拉紧时两力之间的距离来表示。

4.3 拉长

试验期间,起始测量长度(L_0)的扩大。

4.4 延伸率

相对于起始测量长度(L_0)的伸长,它们都以百分数的形式写出。

4.4.1 永久伸长

在规定的拉应力消除之后(见 4.9 条),试样相对于起始测量长度(L_0)的伸长,用百分数的形式写出。

4.4.2 断裂延伸率

A

试样断裂之后,测量长度相对于起始测量长度(L_0)的永久伸长($L_u - L_0$),用百分数的形式写出。

注释

— 在试样成比例情况下,起始测量长度不等于 $5,65 \times \sqrt{S_0}^{1)}$,在这里,起始横断面 S_0 被包括在试验长度之内,公式符号 A 通过一个指数来校正,并成为比例系数的基础,例如:

$A_{11.3}$ = 在起始测量长度(L_0) $11,3 \times \sqrt{S_0}$ 情况下的断裂伸长。

— 在试样不成比例情况下,公式符号 A 由一个指数校正,并成为起始测量长度(mm)的基础,例如:

$A_{80 \text{ mm}}$ = 在起始测量长度(L_0) 80 mm 情况下的断裂伸长。

4.4.3 在断裂情况下的总伸长

A_t

在断裂瞬间,相对于起始测量长度 L_0 的起始测量长度的总伸长(弹性的和塑性的伸长),用百分数的形式写出。

4.4.4 最大拉力情况下的伸长

在最大拉力情况下,试样相对于起始测量长度 L_0 的起始测量长度的扩大,用百分数的形式写出。

¹⁾ $5,65 \times \sqrt{S_0} = 5 \times \sqrt{\frac{4S_0}{\pi}}$

注释:这里要注意,在最大拉力(A_{gt})情况下的总伸长和在最大拉力(A_g)情况下不成比例的伸长,二者是有区别的(见图 1)

4.5 仪器测量长度

L_e

用以在长度变化测定仪上测定伸长的并行工件试样的长度.

注释:最好是这样,在测试时,弹性极限参数和屈服点参数共计为 $L_e \geq L_0/2$. 还有,如果“当时”的最大拉力或“以后”的最大拉力的特征值业已测定,则 L_e 应大约等于 L_0 .

4.6 拉长(仪器测量长度的)

拉长就是在给定的试验时间点上仪器测量长度(L_e)的扩大.

4.6.1 永久伸长(仪器测量长度的)

预先给定的拉应力消除之后,相对于仪器测量长度(L_e)的试样仪器测量长度之扩大,用百分数的形式写出.

4.6.2 弹性极限伸长(仪器测量长度的)

A_e

在开始局部流动和稳定地进入均匀变形之间的伸长(仪器测量长度的)

注释:它是相对于仪器测量长度(L_e)的伸长.用百分数的形式写出.

4.7 断口收缩率

Z

试样断裂之后,其横断面相对于起始横断面(S_0)的最大改变($S_0 - S_u$).用百分数的形式写出.

4.8 最大拉力

F_m

试样在试验过程中,在超过屈服点之后所承受最大的力,对于材料而言,这个没有显示出来的屈服点就是材料在测试时的最大值.

4.9 应力

应力就是在试验中每一瞬间的拉力,它是由试样起始横断面(S_0)来划分的.

4.9.1 抗拉强度

 R_m

相当于最大拉力(F_m)的应力

4.9.2 弹性极限

当金属材料显示出弹性极限时,在试验过程中的某一时间点上将会出现不增加拉力的某种塑性变形.现区别述于下:

4.9.2.1 弹性极限上限

 R_{eH}

刚刚出现拉力下降之前的瞬间之应力(见图 2)

4.9.2.2 弹性极限下限

 R_{eL}

人眼注意不到的瞬变现象—塑性变形区域的最小应力(见图 2)

4.9.3 在不成比例伸长情况下的屈服点(仪器测量长度的)

 R_p

在仪器测量长度(L_e)的,一定的不成比例伸长情况下的拉力(见图 3)

注释:公式符号附上一个指数.仪器测量长度的不成比例伸长的数值用百分数形式写出.例如: $R_{p0.2}$

4.9.4 总伸长情况下的屈服点(仪器测量长度的)

 R_t

仪器测量长度(L_e)的,一定的总伸长(弹性伸长和永久伸长)情况下的应力(见图 4)

注释:公式符号附上一个指数.仪器测量长度的总伸长数值用百分数的形式写出,例如: $R_{t0.5}$

4.9.5 适用于预先确定的永久伸长的应力极限值

 R_r

拉力消除之后,关于起始测量长度(L_0)或仪器测量长度(L_e)预先确定的永久伸长未被超过情况下的应力(见图 5)



注释:公式符号附上一个指数.起始测量长度(L_0)或仪器测量长度(L_e)的永久伸长值用百分数形式写出.例如: $R_{r0.2}$

4.10 断裂

试样已经一分为二,或者说试验力已退回到零的状态.

5 公式符号及其称呼

公式符号及其称呼见表 1.

表 1 公式符号及其含义

序号 a	公式符号	单位	含义
试样			
1	a^b	mm	扁平试样厚度或管件壁厚
2	b	mm	在试验长度上扁平试样的宽度,或者管带形试样的平均宽度,或者非圆截面线材的平均宽度.
3	d	mm	圆形试样试验长度上的试样直径,或者具有圆形截面的线材的直径,或者管材的内径.
4	D	mm	管件的外径
5	L_0	mm	起始测量长度
	L'_0	mm	用于测定 A_g (见附录H)的起始测量长度
6	L_c	mm	试验长度
	L_e	mm	仪器测量长度
7	L_t	mm	试样总长度
8	L_u	mm	断裂后的测量长度
	L'_u	mm	用于测定 A_g 的断裂后的测量长度(见附录H)
9	S_0	mm ²	在试验长度范围内的起始横断面
10	S_u	mm ²	断裂后的试样最小断面
	k		比例系数
11	Z	%	断口收缩率 $\left(\frac{S_0 - S_u}{S_0}\right) \times 100$
12			试样端部
拉长和延伸率			
13		mm	断裂后的伸长: $L_u - L_0$
14	A_c	%	断裂延伸率 $\left(\frac{L_0 - L_u}{L_0}\right) \times 100$
15	A_e	%	弹性极限伸长(仪器测量长度的)
	ΔL_m	mm	在最大拉力情况下的伸长
16	A_g	%	在最大拉力 F_m 情况下不成比例伸长
17	A_{gt}	%	在最大拉力 F_m 情况下的总伸长
18	A_t	%	在断裂情况下的总伸长
19		%	给定的仪器测量长度不成比例伸长
20		%	给定的仪器测量长度(见Rt)总伸长
21		%	给定的仪器测量长度或起始测量长度的永久伸长

a 见图 1~13.

b 公式符号T在钢管--产品标准中使用

c 见4.4.2条

d 1 MPa = 1 N/mm²

表 1 (续)

序号 ^a	公式符号	单位	含义
试样			
力			
22	F_m	N	最大拉力
弹性极限—屈服点—抗拉强度			
23	R_{eH}	MPa ^d	弹性极限的上限
24	R_{eL}	MPa	弹性极限的下限
25	R_m	MPa	抗拉强度
26	R_p	MPa	不成比例伸长情况下的屈服点
27	R_r	MPa	适用于预先规定的永久伸长的极限值
28	R_t	MPa	总伸长情况下的屈服点
	E	MPa	弹性模数

^a 见图 1~13.^b 公式符号 T 在钢管--产品标准中使用^c 见 4.4.2 条^d 1 MPa = 1 N/mm²

6 试样

6.1 形状和尺寸

6.1.1 概述

试样的形状和尺寸取决于金属材料产品的形状和尺寸,其机械性能必须确定下来。

试样通常由制品做成,或由压制件及铸件毛坯做成.具有稳定断面的产品(如型钢、杆材、线材等)以及浇铸的样品(如铸铁、非铁合金等)也都可以不经加工使用来做试样。

试样的断面可以是圆形的、正方形的、矩形的或环状的,或者,在特殊情况下,也可以是其他形状的。

一个试样,如果它的起始测量长度对起始断面的比例关系可以用 $L_0 = k \times \sqrt{S_0}$ 公式表达出来,就可以把它称作成比例的试样.在国外通常把 k 规定为 5.65.起始测量长度不得小于 20 mm,如果试样断面较小,为了在 k = 5.65 的情况下满足这个条件,可以对预先安排好的试样或不成比例的试样使用较大的系数(例如 k = 11.3)。

使用不成比例试样时,选择起始测量长度(L_0)与起始断面(S_0)无关.试样的尺寸和公差必须与相关附录中的数据一致(见 6.2 条)

6.1.2 试样的加工处理

加过工的试样,如果断面有差异,则在试验长度和试样端部之间必须有一个稳定的过渡.

其所属过渡半径之大小是很重要的.因此建议,假如半径值没有列入相应的附录中(见 6.2 条)则在交货条件中要确定下来.

试样端部可以是随意的,只要适应于拉力试验机上的夹头即可.

试验长度(L_c),或者说,在不算过渡区的拉力试样上,夹头之间的自由长度,必须始终要大于起始测量长度(L_0).

6.1.3 未加工的试样





试样若是由未加工的制品裁取件做成的,或者由未加工的试验件做成的,两夹头之间的自由长度值应能保证全部测量标记都暴露在计算好的两夹头之间的距离之上(见附录 B 至 E).

浇铸的试样,在试样端部和试验长度之间,必须有一个稳定的过渡,适度的过渡是很重要的.所以建议,其在产品标准中应有所规定.试样端部的形状可以是随意的,只要适应于拉力试验机的夹具即可.试验长度(L_c)必须始终要大于起始测量的长度(L_0).

6.2 类型

试样最常用的类型见附录 B 至 E.对于各种不同的产品形状见表 2 中的说明.其他试样类型在产品标准中均有规定.

表 2:产品形状

产品形状				对应的附录
扁形薄板材--厚板材	线材	棒材	型钢	
				
具有一定厚度,单位:mm	直径或边长,单位:mm			
0,1 ≤ Dicke < 3	—			
—	< 4			B
≥ 3	≥ 4			C
管件				D
				E

6.3 试样制作

试样是按国际标准(例如 EN ISO 377)选用不同材料制成的.

7 起始横断面(S_0)的测定

起始横断面从试样的尺寸中计算出来,测定的精度决定于试样的状态和类型.各种不同的试样见附录 B 至 E.

8 起始测量长度(L_0)标记法

起始测量长度应使用的细微的测量标记,或者用彩笔进行标记.测量标记不得使用划痕方法,因为这样会导致试件过早断裂.

对于成比例的试样,如果计算出来的和标出的起始测量长度之间的差异小于 L_0 的 10%,则计算出来的起始测量长度值可以用最靠近 5 mm 的倍数化成整数.起始测量长度的测不准性必须标出.测不准性最高为 $\pm 1\%$.

如果试验长度(L_c)非常明显地超过了起始测量长度(例如对未加工的试样),就可以把叠加的起始测量长度的数列作好标记.

较好的做法是,在试样的表面上划出纵向的平行线,然后在线上用彩笔作出测量的标记.

9 试验装置的误差范围

拉力试验机的测力装置必须按 EN ISO 7500-1 进行校准,最低限度也得满足 1 级条件.

如果在仪器测量长度不成比例拉长情况下,使用测量装置的长度变化来测定延伸率,则测量装置必须按 EN 10002-4 的要求至少满足 1 级的水平,仪器测量长度有较大的拉长时,也可以用测量装置的长度变化来测定其他的额定值,但这时的测量装置要有 EN 10002-4 规定的 2 级水平.

注释:弹性极限的上限和下限就不必用测量装置的长度变化来测定了.

10 试验条件

10.1 夹持法

试样必须用适当的夹具予以夹紧,例如使用楔形夹具,螺丝固定器,平行夹具,凸肩式固定器等等.

与此同时,要全神贯注的是,夹紧试样时,要尽可能使拉力沿着轴向起作用,以便把造成弯曲的因素减少到最少限度.这一点,无论是对易碎材料的拉力试验,或是测定仪器测量长度不成比例伸长和仪器测量长度总伸长情况下的屈服点,或在测定弹性极限时,都是非常重要的.

注释:为了使试样与夹紧装置对准,可以使用预作用力,其值为期望屈服点的值的 5%,不得超过.伸长的调整必须注意到预作用力的作用.

10.2 试验速度

10.2.1 概述

如果产品标准中没有别的规定,则根据材料的具体情况,试验速度必须满足下面的要求.

注释:表 3 中的应力增加速度和 10.2 条中给出的伸长速度都没有对试验机器调整方法提出什么特别要求.

10.2.2 弹性极限和屈服点

10.2.2.1 弹性极限的上限(R_{eH})

在弹性范围内,直至弹性极限的上限为止,机器的横向速度必须尽可能保持恒定,并处于极限之内,这样,它才能适应于表 3 中的应力增加速度.

表 3:应力增加速度

材料的弹性模数(E) MPa	应力增加速度 $\text{Mpa} \cdot \text{s}^{-1}$	
	min.	max.
$< 150\,000$	2	20
$\geq 150\,000$	6	60

10.2.2.2 弹性极限下限(R_{eL})

需要确定弹性极限的下限时,在试验长度范围内的伸长速度在塑性流动期间应处于 $0.00025/\text{s}^{-1}$ 和 $0.0025/\text{s}^{-1}$ 之间.在试验长度范围内的伸长速度要尽可能地保持恒速.如果伸长速度不可能直接调整(校准),则在塑性流动开始之前,把起配合作用的应力增加速度稍加调整.这样的调整,不必有大的变化,便可达到结束塑性流动的目的.

在弹性范围内的应力增加速度根本不会超过表 3 中给出的最高值.

10.2.2.3 弹性的上限和下限(R_{eH} 和 R_{eL})

若在同一个试验中可确定弹性极限的上限和下限,自然就有条件确定弹性极限的下限(见 10.2.2.2 条)

10.2.2.4 不成比例伸长(仪器测量长度的)屈服点和总伸长(仪器测量长度的)屈服点(R_p 和 R_t)

应力增加速度必须保持在表 3 中给出的限度内.在塑性范围内和直到屈服点(仪器测量长度的不成比例的伸长或总伸长)为止,伸长速度不得大于 $0.0025/\text{s}^{-1}$.

10.2.2.5 如果试验机器既不能执行测量,又不能进行调整,则相应的应力增加速度可按表 3 提供的情况使用到弹性极限终点为止.

10.2.3 抗拉强度(R_m)

所要求的弹性极限值和屈服点值测定之后,试验速度连同伸长速度,(或相应的横向速度)可以从 $0.008s^{-1}$ 提高.

如果只是测定抗拉强度,则试验速度在整个试验期间为 $0.008s^{-1}$,不得超过.

11 断裂延伸率(A)的测定

11.1 断裂延伸率的测定,与 4.4.2 条给出的定义是一致的

为此目的,先将试样断裂后的两段细心地对接在一起,使其轴线与仪器轴线一致.

这里要特别注意的是,试样断裂后的两个部分的表面,在确定测量长度时必须有良好的相互配合.这特别是在试样的断面较小和试样的断裂延伸率也不大的时候尤为重要.

断裂当时的瞬间伸长($L_u - L_0$),必须使用有足够分辨率的测量装置,用 0.25 mm 进行测量,断裂延伸率应用 0.5% 来圆数.所要求的断裂延伸率的最小值应在 5% 以下.故建议,在测量断裂伸长时,应采取特别的预防措施.

此处所介绍的测定断裂伸长的方法,只有在这样的情况下才是有效的,就是从距离测量长度最近的一端算起,离断裂部位的距离至少要有起始测量长度的 $1/3$.然而尽管断裂部位是有效的,断裂伸长最小也要达到所要求的值.

11.2 在使用拉力试验机的情况下,该机器是用长度变化测量装置来测量断裂伸长部分的,所以不需用测量标记,所测得的伸长部分必然是伸长的全部.若从中减去弹性的伸长,便获得了断裂伸长.

测量只有在这种情况下才算基本上有效,这时断裂出现在仪器测量长度(L_e)范围之内.如果断裂延伸率达到了最小要求的数值,尽管断裂位置超过了一些也是有效的.

注释:如果在某个产品标准中断裂伸长规定要在仪器测量长度之下测量,那么这个仪器测量长度就应等于该仪器的起始测量长度.

11.3 拉长也可以在一个固定的测量长度上进行测量,或借助公式与表格在成比例的测量长度上重新评价,前提是产品标准容许这样做,或在开始试验之前供求双方已有商定(例如按 EN ISO 2566-1 和 EN ISO 2566-2).

注释:正确的做法是对比,即对比一下断裂伸长,或横断面的形状以及面积是否相等或相同,或者对比一下比例系数(k)是否一样.

11.4 一个试样,如果其断裂出现在 11.1 条给出的极限之外,先别放弃试验,可以应用附录 G 中介绍的方法,把 L_0 再细分为 N 个相等的间距.

12 在最大拉力(A_{gt})情况下总伸长的测定

在最大拉力(ΔL_m)之下的伸长测量中,拉力—伸长—曲线图解是测试方法的重要组成部分,并采用传感器来进行测定.

在最大拉力下的总伸长要用下面的公式来计算:

$$A_{gt} = \frac{\Delta L_m}{L_e} \times 100$$

注释: 1.对于某些材料来说,其特征曲线将在最大拉力区域内显示出一个平直的平顶段,其总伸长可从平顶段的中点上测出.

2.在附录 H 中,还将介绍一种手工测试法.

13 在不成比例伸长情况下屈服点(R_p)之测定

13.1 在不成比例伸长情况下屈服点,是从拉力—伸长—曲线图中测定的.方法是将一条平行于曲线的笔直部分的平行线在一定距离上作出标记,该距离要满足不成比例伸长的要求,例如 0.2%.平行线和曲线交叉点上的纵坐标给出相应于在不成比例伸长情况下所要求的屈服点的应力.屈服点是由通过试样起始横断面(S_0)的应力借助除法计算出来的(见图 3)

注释: 1. 这里有重要意义的是如何解法.借助这种解法建立一个拉力—伸长—曲线图.

拉力—伸长—曲线图中曲线的笔直截取部分(表示)在试样被拉伸时没有足够的清晰度,因此平行线也就可能不会有足够的精确度.故推荐下面的方法(见图 6)

所预料的屈服点超出了范围,应力值也比以前几乎降低了 10%.以后应力又进一步提高,直到超过了最初的值.为了测定这个不正常的屈服点,中线借助磁滞回线再伸长.随后再从曲线起算点(在横坐标上测定的)开始的那段距离上划出一条平行于曲线的该段笔直线的平行线,该平行线必将适应于预先给定的不成比例伸长的值.平行线和拉力—伸长—曲线图的曲线交叉点上的纵坐标给出相应于应力的屈服点.屈服点是由通过试样起始横断面(S_0)的应力借助除法计算出来的(见图 6).

注释: 2. 为了测定拉力—伸长—曲线图曲线的零点,有各种方法可以采用.方法之一就是绘制一个直线图,该直线平行于借助磁滞回线确定的一条直线,即拉力—伸长—曲线图的横坐标(见图 6).

13.2 这些参数在计算机辅助工作的情况下,不用绘制拉力—伸长—曲线图同样可以测量出来(见附录 A).

14 总伸长(R_t)情况下屈服点的测定

14.1 总伸长情况下的屈服点,是从拉力—伸长—曲线图中测定的.方法是将一条平行于纵坐标轴(力—轴)的平行线在一定距离上伸长,该距离要满足预先给定伸长的要求,直线和曲线交叉点上的纵坐标给出相应于在总伸长情况下所要求的屈服点的应力.屈服点是通过试样起始横断面(S_0)的应力借助除法计算出来的(见图 4).

14.2 这些参数在计算机辅助工作的情况下,不用绘制拉力—伸长—曲线图,同样可以测量出来(见附录 A).

15 给定的永久伸长(R_r)所用应力极限值之验算法

试样被中断拉力(相当于给定的应力)10 s~12 s 时,我们可以看到,拉力被中断之后,永久伸长并不比给定的值大些.

16 断口收缩率(Z)的测定

断口收缩必须按 4.7 条的说明测定

试样工件断裂的两个部分要细心对接,以便它们的轴线处于一条直线上.断裂之后的横断面(S_u)较小.测量的不可靠性不大于 $\pm 2\%$ 即可(见附录 B 至 E).在横断面(S_u)和起始断面(S_0)之间百分数的差数部分,相对于起始断面而言,便是断口的收缩率.

17 试验报告

试验报告至少要包括下列的数据:

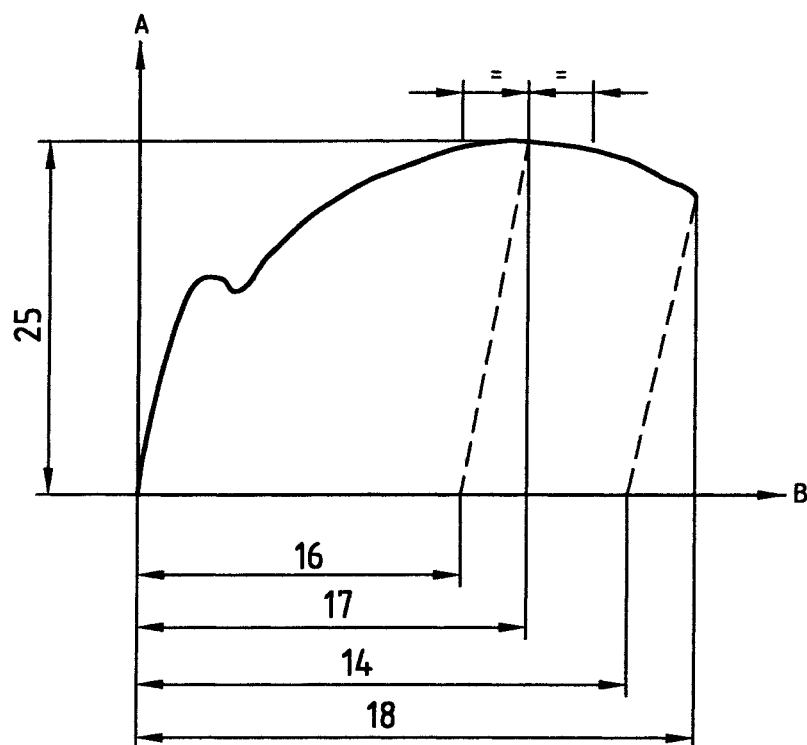
- 本标准,即 EN 10002-1 的说明和提示;
- 试样标记;
- 已知的材料数据;
- 试样类型;
- 试样的部位和方向(如果知道的话);
- 试验结果.

当前各种金属材料的数据繁多,要全部照顾到是不可能的.但对于拉力试验的不同额定值方面的测量误差数据一定要写进试验报告.

注释: 1. 关于测量误差的重视问题,可参见附录 J,其中说到了确定测量误差时所涉及到的计量学参数与合作试验功效诸方面,并列出了各种钢与钴合金等合作试验的程序.

注释: 2. 试验报告中至少还应列入下面的内容:

- 取整数的强度值,单位:Mpa;
- 0.5%的伸长值;
- 1%的断口收缩率.



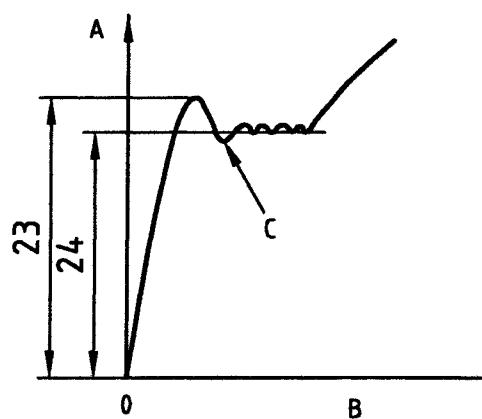
图例

A 应力

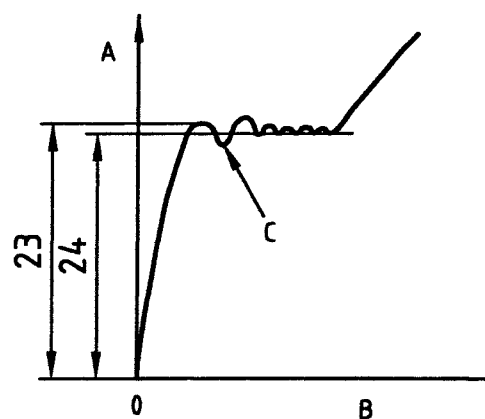
B 伸长

注释：关于数字的释义见表 1

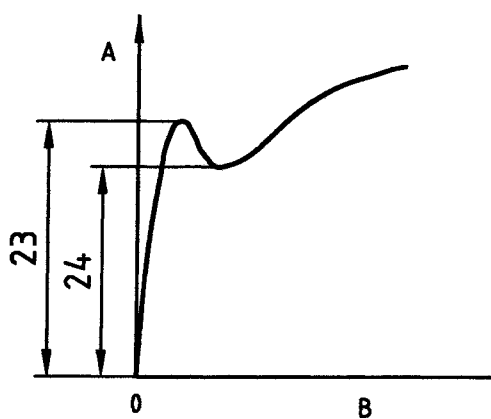
图 1：伸长的概念



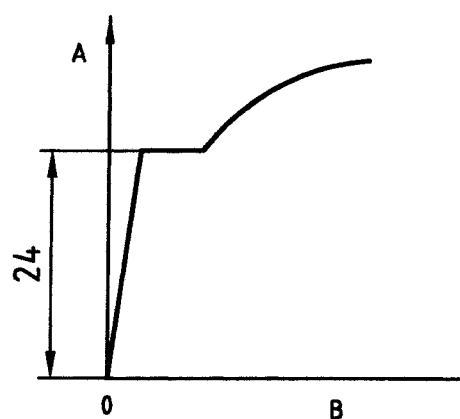
a)



b)



c)



d)

图例

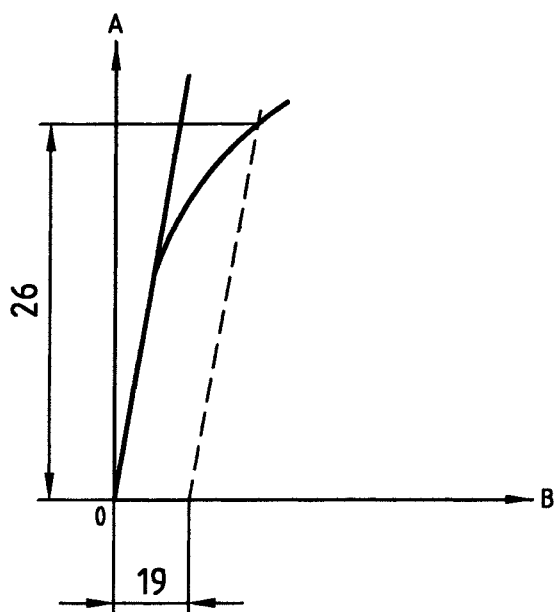
A 应力

B 伸长

C 起振现象

注释：关于数字的释义见表 1

图 2. 拉力—伸长—曲线图不同形式各方的弹性极限上限和下限的概念

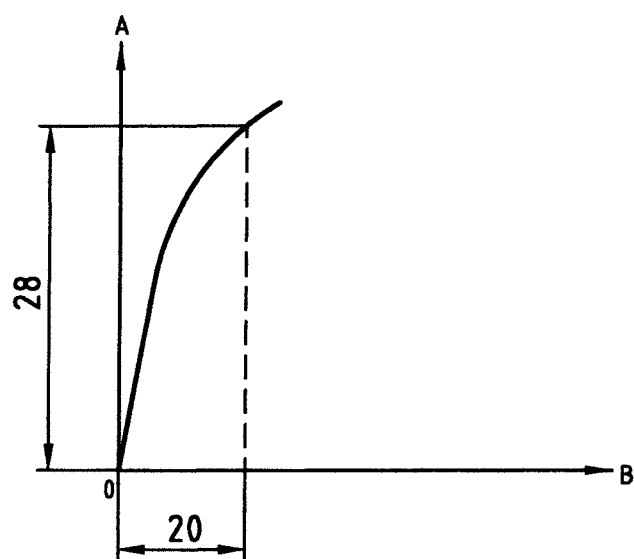


图例

A 应力

B 伸长

图 3.在不成比例伸长(仪器测量长度的)情况下的屈服点(R_p)



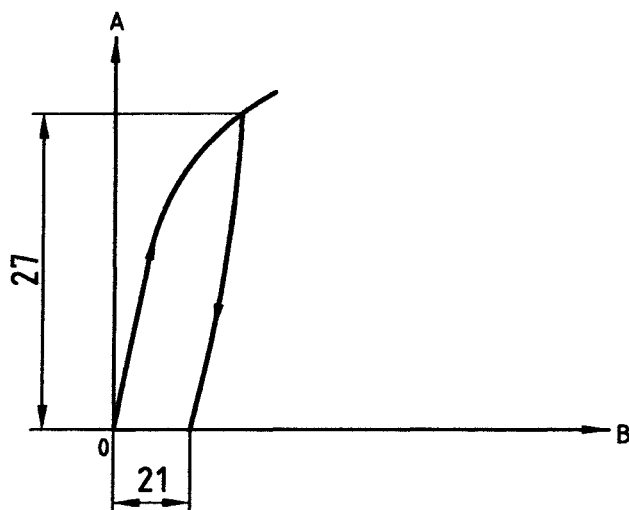
图例

A 应力

B 伸长

注释：关于数字的释义见表 1

图 4.总伸长(仪器测量长度的)情况下的屈服点(R_t)

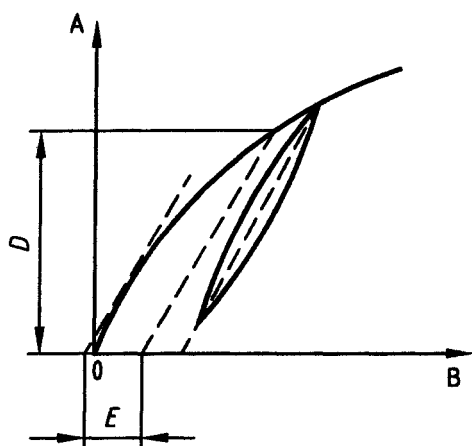


图例

A 应力

B 伸长

图 5.适用于预先规定的永久伸长的极限值(R_r)



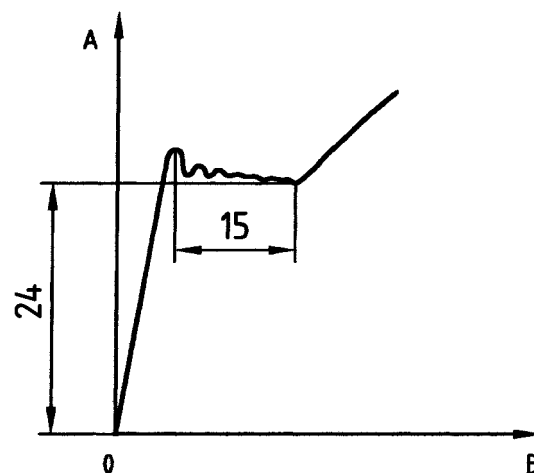
图例

A 拉力

B 拉长

D 相应于 R_p 的拉力

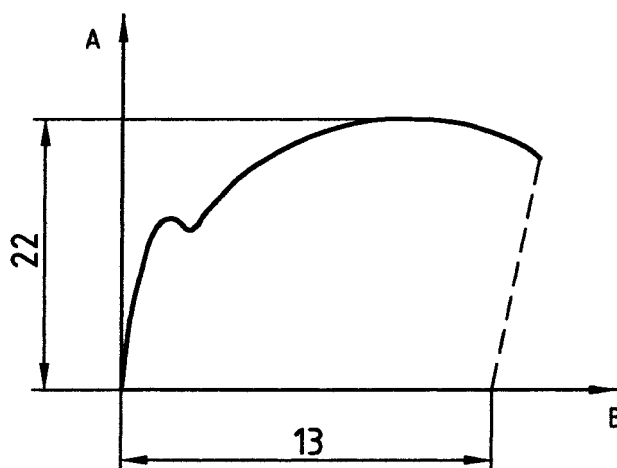
E 给定的不成比例的伸长

图 6.在不成比例伸长(仪器测量长度的)情况下的延伸率(R_p)
(见 13.1)

图例

A 应力

B 伸长

图 7.弹性极限伸长(A_e)

图例

A 拉力

B 拉长

注释：关于数字的释义见表 1

图 8.最大拉力(F_m)

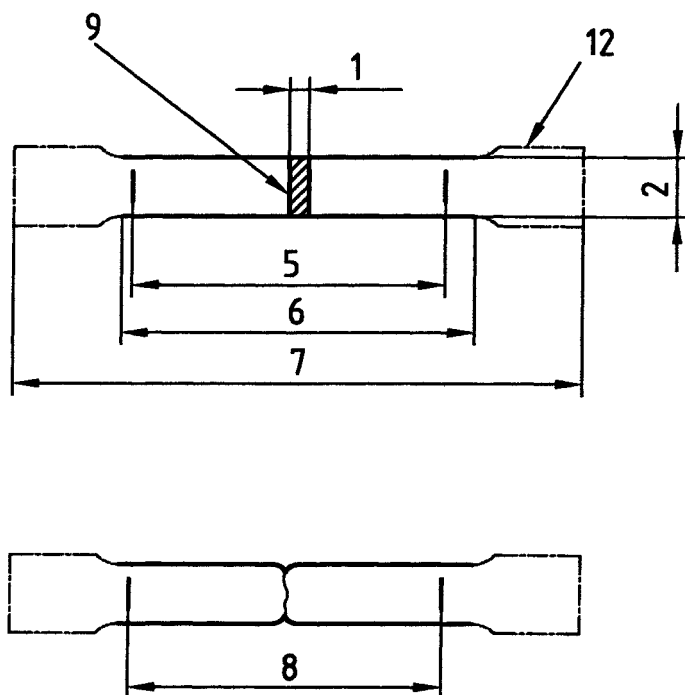
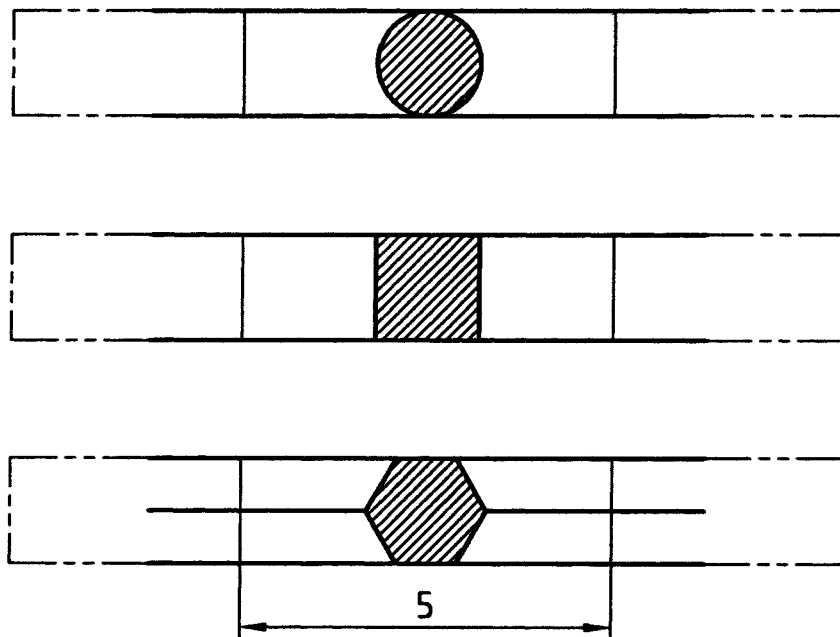


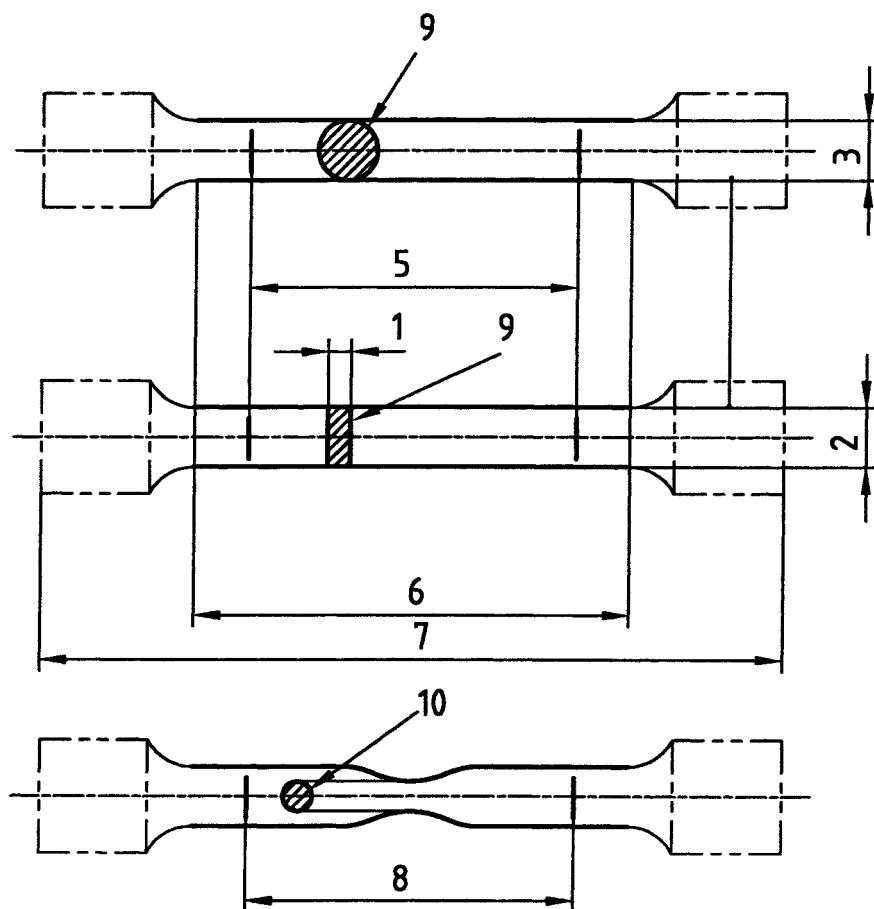
图 9.加过工的试样及其长方形断面(见附录 B)



注释 1:试样端部标记形状示例.

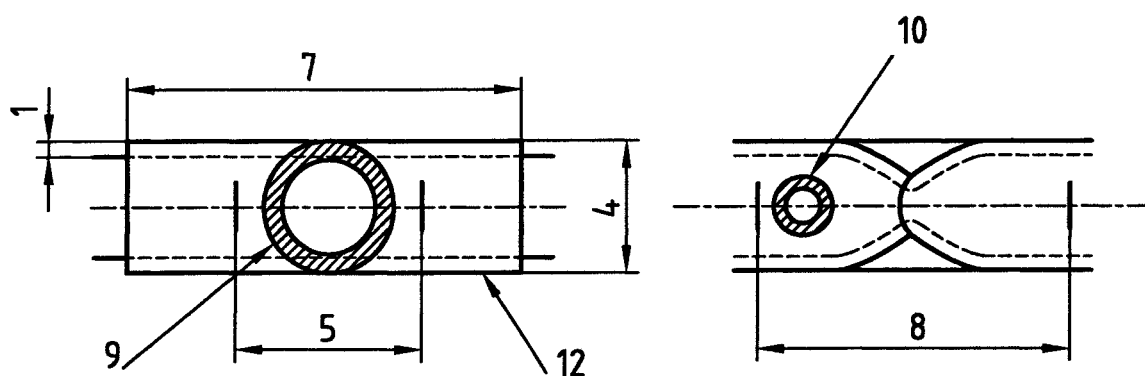
注释 2:关于数字释义见表 1

图 10.待验产品未加工断面示图(见附录 C)



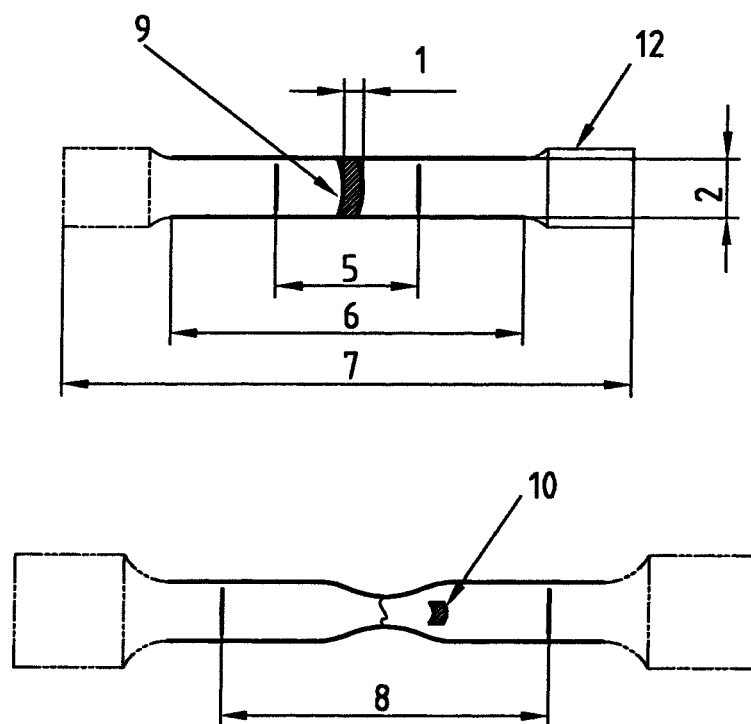
注释: 试样端部标记形状示例

图 11. 成比例的试样(见附录 D)



注释: 关于数字的释义见表 1

图 12. 待试管件横断面示意图(见附录 E)



注释 1:试样端部标记形状示例.

注释 2:关于数字的释义见表 1

图 13: 取自管件的纵向带状试样(见附录 E)

附录 A(供参考)

建议使用计算机辅助拉力试验机

A.1 概述

本附录的内容包括,就如何使用计算机辅助拉力试验机,如何确定机器性能,特别是就软件和试验条件等问题所提出的建议,其范围涉及到机器设备,软件及其试验,以及拉力试验条件等各方面.

A.2 概念

为了使用好该附录,特就以下概念予以说明:

A.2.1 计算机辅助拉力试验机

计算机辅助拉力试验机,就是借助计算机控制试验、控制测定值、并对测定值进行加工处理的机器.

A.3 拉力试验机

A.3.1 装备

这种试验机是用模拟式测量值输出器装备起来的,而不是单靠软件起作用.

它是一部无须预先安排便能够输出数字式原始数据的输出设备.试验机的制造者能随时提供关于数字式原始数据及其借助软件加工处理过的信息.这些针对应力、伸长、时间和试样数值的原始数据一律使用国际单位制(SI).试验机变更时,上述原始数据必须进行检验.

A.3.2 测量值探测频率

全部测量通道上机械构件和电子构件的频率—频带宽度、以及测量值探测频率都应有足够的强度.与此同时,对于被确定的材料额定值能够记录下来,举例来说,为查清 R_{eH} 值,下面的公式可以用来确定测量值探测频率.

$$f_{\min} = \frac{\sigma}{R_{eH} \times q} \times 100$$

式中:

f_{\min} 最小测量探测频率,单位: s^{-1}

σ 应力增加速度,单位: $MPa \times s^{-1}$

R_{eH} 弹性极限上限,单位: MPa

q 机器读数相对误差(按EN ISO 7500-1)

注释 1: 为方程式选取 R_{eH} ,是因为数据输入频率对试验的测量值有强烈的影响.在材料试验时,若弹性极限并不显著,就应该使用屈服点的 $R_{p0.2}$ 这个数值.

注释 2: 如果试验机器是在屈服点可调节情况下工作,则计算应力增加速度时应考虑到材料的弹性模数.

A.4 机械性能的测定

A.4.1 概述

下面的技术要求可从试验机的软件得到满足.

A.4.2 弹性极限上限(R_{eH})

正如在 4.9.2.1 条中所说明的, R_{eH} 应该看作应力,它相当于应力降低 0.5%之后的最大力值. 这里要注意,在随后最小 0.05%的伸长范围内,先前的最大应力不应该被超出.

A.4.3 弹性极限下限(R_{eL})

R_{eL} 在 4.9.2.2 条已有说明,不过为了缩短试验时间,可以给 R_{eL} 一个额定值,这个值应相当于继 R_{eH} 之后 0.25%伸长范围内的最小应力.在这里,起振现象可不予考虑.所采用的这种方法必须列入试验报告. R_{eL} 确定之后,通过该方法,可以按 10.2.3 条提高试验速度.

注释: 本条提供的方法,只对那些具有独特弹性极限并不要求确定 A_e 的材料才可使用.

A.4.4 在不成比例伸长情况下的屈服点(R_p)和在总伸长情况下的屈服点(R_t)

这些数值,请参见 4.9.3 条和 4.9.4 条,可以通过平滑曲线上两个测定偶之间的插值来确定.

A.4.5 抗拉强度(R_m)

抗拉强度(R_m)就是与最大拉力(F_m)相对应的应力,见 4.9.1 条.

A.4.6 在断裂情况下的总伸长(A_t)

A.4.6.1 A_t 必须按图 A.1 所表明的试样断裂定义精神来确定.

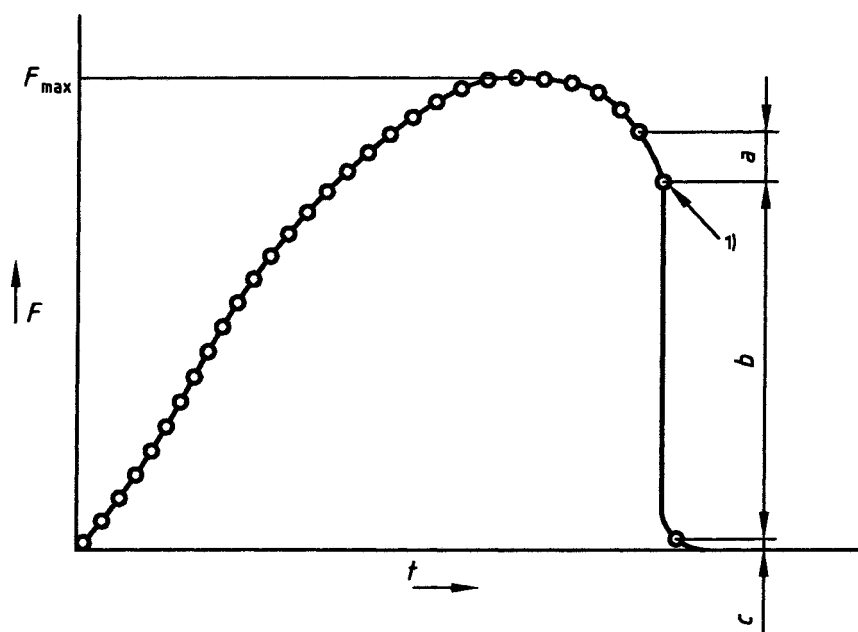
如果用点来表示试样断裂处,则按点追逆应力在相继的两个测量点之间的降落情况,此处力的降落至少要五倍大于先前的测量点之间的降落,若从某个降落点开始,则随后的点应比最大拉力少 3%.

A.4.6.2 长度变化传感器保持不变直至试样(见 11.2 条)破裂为止.在图 A.1 的点 1 上,这个数值就是试样的断裂值.

A.4.6.3 试样断裂传感器的拆除,只有在这种情况下才是许可的,这时十字头已经移动到用于在传感器拆除与试样断裂之间测定额外长度变化的地方.
所使用的这套方法,必须是可复查的.

A.4.7 弹性极限伸长(A_e)

为了确定 A_e 的值,方法之一就是在拉力—伸长—曲线图上确定两个点,也就是把弹性极限伸长的始点和终点标出来(见图 7 的基准号码 15).始点是根据这样的点给出的,该点是拉力面对零数的上升线和水平直线正切的交点.终点可以通过绘图方法由两条直线来确定.这第 1 条直线是水平线.它通过离斜坡最近的一个点.第 2 条直线是在拉力—伸长—曲线图固化区并尽可能靠近拐点的正切.两线的交点就是弹性极限伸长的终点.



图例

o-----o 相继的测量点($f = \text{常数}$)

$b > 5a$

$c < 0,03 F_{\max}$

1) 按 4.10 条说明的断裂

图 A.1 — 试样断裂图示法

A.4.8 最大拉力情况下的总伸长(A_{gt})

该总伸长 A_{gt} 值,正如 4.4.2 条(见图 1 的基准号码 17)所指出的那样,应该看作伸长值,其在弹性极限伸长范围内相当于合理而平滑的拉力—伸长—曲线图的最大值.

注释 1:这里我们建议采用以三次方程式为基础的回归法.

注释 2:有些金属材料(例如二元还原锡板之类坚固的冷成型材料,或者组织上受到射线损伤的钢材),从来就不是在断口开始收缩的时候出现最大的拉力.在此情况下,可以在收缩开始时利用伸长值来计算 A_{gt} 的值.

A.4.9 弹性范围内曲线上升段的测量

为了保证不明性能材料的试验具有普遍的有效性,所采用的方法应该以规定的应力极限为依据,除非它们在产品目录中有规定,或在试验中的合作者有商定.

这类方法在曲线部分有偏移的情况下使用是特别合适的,其参数如下:

— 曲线弓形部分的长度(所利用的点数);

— 用以测定曲线斜率的方程式.

注释: 拉力—伸长—曲线图的直线部分不具备明显的特点,见 13.1 条.在弹性区域内的曲线斜率,相当于在某一区域内的平均斜率.该区域内的平均斜率应满足下面的条件:

- 曲线弓形部分斜率的恒量;
- 弹性范围必须是典型的.

我们建议,在任何情况下,用户尽可以确定上升极限,但要避免无意义的上升值.本附录[1]至[4]条中凡是涉及各种适用方法的数据,在参考文献中均可找到.

A.5 机器软件的试验

试验系统测定各种材料性能所采用的方法,其效率之高低,可以通过对比计算结果来检验;传统上的做法是在公式符号(曲线图解)基础上,即在类似符号数据或数字数据基础上,通过求值—计算而获得计算结果,凡是来自(C/A-)转换器或机器放大器的数据,都应收集起来并进行加工处理,使之在频率宽度、控制频率和测量误差等方面都适应于所使用的仪器.为了用好这些数据,一律由计算机来提供计算的结果.

如果在同一试样上计算机所确定的数值与别的方法确定的同类数值之间差别不大,那就说明,试验机软件算是高效的.

为了获得这样的差数,须用五个同样的试样进行试验,然后找出每个相应额定值差数的平均值应与表 A.1 中列出的极限值基本吻合.

注释 1: 这些方法只不过是证明,计算机为各种形式试样就当时接受试验的材料以及在当时试验条件下进行试验时能正确地查明材料额定值,但不可以从此得出结论说,通过试验的材料性能即使不完全正确,也一定是适合于预先规定的使用目的的.

注释 2: 如果采用别的方法,例如使用出自某些资料的,曾经试验过的数据组,且这类数据组又公认具有高级别的质量保证,那么它们也必须满足前述各条的技术要求和 A.1 表的数据内容.

表 A.1—用于验证测量值是否符合技术条件的数据表

参数	D^a		s^a	
	相对的 ^b	绝对的 ^b	相对的 ^b	绝对的 ^b
$R_{p0,2}$	$\leq 0,5\%$	2 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
R_{p1}	$\leq 0,5\%$	2 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
R_{eH}	$\leq 1\%$	4 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
R_{eL}	$\leq 0,5\%$	2 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
R_m	$\leq 0,5\%$	2 MPa	$\leq 0,35\%$	2 MPa
A		$\leq 2\%$		$\leq 2\%$

$$^a D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i;$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - D)^2}$$

式中

 D_i 关于某一试样($D_i = H_i - R_i$)手工求值(H_i)和计算机求值(R_i)之间的差值. n 由某试件做成的相同试样的数目(≥ 5). H 手工求值的结果 R 计算机求值的结果 b 各最大值(相对的或绝对的)都是有效的.

附录 B(供参考)

厚度在 0.1 mm 和 3 mm 之间的扁钢产品试样类型:板材,带材和扁平扎材.

注释:在产品厚度低于 0.5 mm 的情况下,便可以采取必要的特殊保护措施.

B.1 试样形状

一般来说,试样端部应比试样在试验长度范围内的宽度要宽一些,从试验长度(L_c)到试样端部的过渡部位必须有一个至少 20 mm 的半径.端部的宽度应在 20 mm 和 40 mm 之间.试样也可以用两侧平行的带钢来制作,若是宽度 ≤ 20 mm 的制品,则试样的宽度也可以等于制品的宽度.

B.2 试样尺寸

试验长度必须少于 $L_0 + \frac{b}{2}$.仲裁时,对于现存的合格材料,试验长度通常定为 $L_0 + 2b$.带材试样宽度低于 20 mm 时,如果在产品标准中没有其他规定,其起始长度(L_0)必须为 50 mm.凡是这种类型的试样,其在两夹头之间的自由长度必须为 $L_0 + 3b$.

此处提供了两种形状的不成比例的试样,其尺寸列举在表 B.1 中

在此情况下,若每个试样的尺寸要进行单独测量,其形状公差均列举在表 B.2 中.

在此情况下,若试样的宽度与制品的宽度是一样的,则可以从测得的试样尺寸中把起始横断面(S_0)计算出来.

如果极限尺寸和形状极限尺寸不超过表 B.2 中列出的数值,则试样可用额定宽度来进行计算.按此方法行事,在试验之前可不进行试样宽度的测量.

表 B.1—试样尺寸

尺寸单位: mm

试样形状	宽度 b	起始测量长度 L_0	试验长度 L_c	带钢试样在两夹头之间的 自由长度(最小值)
1	12.5 ± 1	50	75	87.5
2	20 ± 1	80	120	140

表 B.2—试样宽度的极限误差和形状公差

尺寸单位: mm

试样额定宽度	极限尺寸 ^a	形状公差 ^b
12.5	± 0.09	0.043
20	± 0.105	0.052

a 在 EN 20286-2 中规定极限尺寸为 js_{12} .

如果计算时可将起始横断面(S_0)充作额定值使用,则此极限尺寸是有效的,不必再测量断面.

b 形状公差 IT9 是由 EN 20286-2 规定的.最大的误差来自试样试验长度(L_c)

B.3 试样制作

试样必须这样制作,即制成之后对材料的性能没有影响.在制作时,试样冷作硬化的范围要全部进行处理.

如果是非常薄的带材,要注意把它切成同样的宽度,打包捆扎时,带材之间要垫上纸,材料表面不得有刀具润滑油污染,还要注意,每一捆薄带材都要用较厚实的包装用薄钢带从两侧上捆扎好.在测试之前,其最终的尺寸要一一加以审查核实.

按表 B.2 的数值,也就是某种材料宽度为 12.5 mm 时的 ± 0.09 mm,那就意味着不会有这样的试样,即其起始横断面的额定值尚未测定,其宽度就可能具有下面给出的数值之外的数值

$$12.5 \text{ mm} + 0.09 \text{ mm} = 12.59 \text{ mm}$$

$$12.5 \text{ mm} - 0.09 \text{ mm} = 12.41 \text{ mm}$$

B.4 起始横断面(S_0)的测定

起始横断面必须从测得的试样尺寸中计算出来.

测量起始横断面时,测不准性可能为 $\pm 2\%$,不超过这个数值.因为这种测不准性的最大部分是由试样厚度的测量产生的.当测量试样宽度时,这种测不准性通常不会超过 $\pm 2\%$.

附录 C (供参考)

直径或厚度在 4 mm 以内的线材、条钢和型材的试样类型

C.1 试样形状

一般来说,此类试样是由未经处理的产品切割件做成的(见图 10)

C.2 试样尺寸

起始测量长度(L_0)或者为 (200 ± 2) mm,或在为 (100 ± 1) mm.试验机器夹头之间的距离至少必须有 $L_0 + 50$ mm,例如 250 mm 或 150 mm.

此外,在线材口径很小的情况下,这个距离也应该等于 L_0 .

注释:如果不测量断裂伸长,两夹头之间的距离至少应有 50 mm.

C.3 试样制作

材料若是以盘线形式供货,则必须细心地予以弄直.

C.4 起始横断面(S_0)的测量

测量起始横断面(S_0)时,测不准性必须限制在 $\pm 1\%$ 之内,产品的横断面如果是圆形的,起始横断面可用算术方法计算,就是将两直线互相垂直于圆形断面上,然后把其口径计算出来,起始横断面也可以由已知长度的产品截取段的质量及其比重计算出来.

附录 D （供参考）

厚度等于或大于 3 mm 扁钢产品、直径或厚度等于或大于 4 mm 的线材、细棒材和型材，它们的试样类型

D.1 试样形状

一般地说，试样要经过加工处理，在试验长度和试样端部之间必须有一个过渡区，试样的端部必须满足试验机夹紧装置的要求(见图 11)

过渡区具有的半径如下：

- 对于圆柱体试样，至少应有 $0.75d$ (d 相当于试验长度范围内试样的直径)；
- 对于矩形断面的试样必须有 12 mm .

型钢、条钢等材料，如果需要的话，也可以在加工状态下进行试验。

试样的断面可以是圆形的，正方形的或矩形的，在个别情况下也可以是其他形状的。

如果是矩形断面的试样，其宽度与厚度之比不得大于 8：1。一般说来，对于加工过的圆柱形试样，其在试验长度范围内的直径不得小于 4 mm.

D.2 试样尺寸

D.2.1 加工过的试样的试验长度

其试验长度(L_c)至少必须有：

a) 对于圆形断面的试样为, $L_0 + \frac{d}{2}$, 以及

b) 对于棱形断面的试样为 $L_0 + 1,5\sqrt{S_0}$

就试样形状而言，在仲裁情况下，如果现有存货都是合格的材料，试验长度 $L_0 + 2d$ 或 $L_0 + 2\sqrt{S_0}$ 都可以使用。

D.2.2 未经加工试样的长度

试样在试验机夹头之间的自由长度必须是这样的，即在夹头之间的足够距离上要有测量标记。

D.2.3 起始测量长度(L_0)

D.2.3.1 成比例的试样

一般来说，如果试样的起始测量长度(L_0)和起始横断面(S_0)之间可用比例来表示，即

$$L_0 = k \cdot \sqrt{S_0}$$

(此处 k 等于 11.3 或 5.65)，则通常都是采用成比例的试样。

圆形断面的试样应该优先地使用表 D.1 中指定的尺寸。

表 D.1—圆形断面的试样

k	直径 d mm	起始横断面 S_0 mm^2	起始测量长度 $L_0 = k\sqrt{S_0}$ mm	试验长度 L_c mm min.	试样总长度 L_t mm
5.65	20 ± 0.150	314.0	100 ± 10	110	总长度取决于试验 机器上试样夹头的 类型.基本上是这样: $L_t > L_c + 2d$ 或 $4d$
	10 ± 0.075	78.5	50 ± 0.5	55	
	5 ± 0.040	19.6	25 ± 0.25	28	

D.2.3.2 不成比例的试样

如果在制品标准中有规定,也可以使用不成比例的试样.平行长度 L_c 不得小于 $L_0 + b/2$.在仲裁中必须使用的平行长度为 $L_c = L_0 + b/2$,除非材料测量时表 D.2 没有为典型试样尺寸提供更详细的数据.

表 D.2—典型试样尺寸

额定宽度 b mm	起始测量长度 L_0 mm	最小试验长度 L_c mm	试样总长度 L_t mm
40	200	225	450
25	200	225	450
20	80	90	300

D.3 试样制作

加工过的试样横断面公差列举在表 D.3 中.下面列举关于这些公差的应用范围:

a) 极限尺寸

表 D.3 中给出的数值,例如某额定直径为 10 mm 情况下, ± 0.075 mm 就意味着,没有什么试样的直径能够超出下面的极限值,即如果把起始横断面(S_0)当作额定值列入计算中,则测得的尺寸中就没有 S_0 的了.因为:

- $10 \text{ mm} + 0.075 \text{ mm} = 10.075 \text{ mm}$
- $10 \text{ mm} - 0.075 \text{ mm} = 9.925 \text{ mm}$

b) 形状公差

表 D.3 中给出的数值,意思是说,当试样具有的额定直径为 10 mm 时,这个数值符合前面所说的加工处理的条件,即 0.04 mm 的误差,在测得的直径在最小和最大之间,是不可能超出的.

因此,在该试样的最小直径为 9.99 mm 情况下,该数值 $9.99 \text{ mm} + 0.04 \text{ mm} = 10.03 \text{ mm}$,是不可能超出的.

表 D.3 —用于试样横断面的极限尺寸和形状公差

名称	额定横断面尺寸	极限尺寸 ^a	形状公差
	mm	mm	mm
经过加工的圆形 断面试样的直径	3	$\pm 0,05$	$0,025^b$
	≥ 3 ≤ 6	$\pm 0,060$	$0,003^b$
	> 6 ≤ 10	$\pm 0,075$	$0,04^b$
	> 10 ≤ 18		
	> 18 ≤ 30	$\pm 0,090$	$0,04^b$
		$\pm 0,105$	$0,05^b$
矩形断面试样的横断面尺寸,试样的四个侧面都是加工过的.	—	如同圆形横断面试样直径的情况一样,极限误差是相同的.	
矩形断面试样的横断面尺寸,试样只是相对的两个侧面是加过工的.	3		$0,14^c$
	≥ 3 ≤ 6	—	$0,18^c$
	> 6 ≤ 10	—	$0,22^c$
	> 10 ≤ 18	—	$0,27^c$
	> 18 ≤ 30	—	$0,33^c$
	> 30 ≤ 50	—	$0,39^c$

^a 这些极限尺寸适用于EN 20286-2规定的 js 12.如果起始横断面(S_0)在计算中充作额定值,则将不包括由测得的尺寸中算出数值.

^b 极限尺寸IT9--测量某些横断面时的最大误差,彼此都高于试样总试验长度(L_c)

^c 极限尺寸IT13--测量某些横断面时的最大误差,彼此都高于试样总试验长度(L_c)

D.4 起始横断面(S_0)的测定

只要遵守表 D.3 中列举的极限尺寸,额定直径可以用来计算圆形横断面试样的起始横断面.对于全部其他试样形状,由试样尺寸计算出来的起始横断面,每次测量都会出现最大为 $\pm 0.5\%$ 的误差.

附录 E (供参考)

管材的试样类型

E.1 试样形状

管材试样,各种各样:或用管材截取件做成,或用管壁较厚的管子的纵向切条和横向切条做成(见图 12 和 13),或者用管壁经过加工的圆形横断面管子做成.

经过加工处理的管材横向切条式试样、纵向切条式试样和圆形横断面管材试样,在附录 B 中谈到壁厚小于 3 mm 的管材时已有说明,在附录 D 中谈到壁厚等于或大于 3 mm 的管材时也有说明.纵向切条式试样一般来说只有当管材的壁厚超过 0.5 mm 时才能使用.

E.2 试样尺寸

E.2.1 管材截取件的长度

管材截取件可以在其两端装上堵塞.两堵塞之间的自由长度和测量标记的最短距离必须超出 $D/4$.尚若现存的管材是大量的,则在仲裁中必须使用 D 值.堵塞只要大体上不超过夹头的 D 值,便可以塞入管材试样.其形状必须是这样的,即不会在试验长度范围内造成试样体变形.

E.2.2 纵向的和横向的管材切条式试样

纵向的管材切条式试样在试验长度(L_c)上不得有压印,不过插入试验机器夹头的试样端部上可以有压印.另外正如附录 B 和附录 D 给出的尺寸那样,纵向的和横向的管材切条式试样的尺寸在产品标准中都会有规定.

在矫正横向管材切条式试样时,必须特别细心地按实际情况操作.

E.2.3 切削加工过的圆形管壁横断面的试样

试样的选择在产品标准中会有规定.

E.3 起始横断面(S_0)的测定

试样的起始横断面必须以 $\pm 1\%$ 的误差测定下来.

管材截取件或者是纵向切条式试样,或者是横向切条式试样,其起始横断面都可以由试样的质量、测得的长度及厚度来确定.

管材纵向切条式试样的起始横断面(S_0)可以用下面的式子来计算.

$$S_0 = \left(\frac{b}{4}\right) (D^2 - b^2)^{1/2} + \frac{D^2}{4} \arcsin \frac{b}{D} - \left(\frac{b}{4}\right) [(D - 2a)^2 - b^2]^{1/2} - \left(\frac{D - 2a}{2}\right)^2 \arcsin \left(\frac{b}{D - 2a}\right)$$

式中:

a 管壁厚度

b 切条的平均宽度

D 管材外直径

下面的简化式子可用于纵向切条式试样

当 $\frac{b}{D} < 0,25$ 时

$$S_0 = a \times b \left[1 + \frac{b^2}{6D(D-2a)} \right]$$

当 $\frac{b}{D} < 0,17$ 时

$$S_0 = a \times b$$

对于某一管材截取件而言,起始横断面(S_0)的算法如下:

$$S_0 = \pi a (D - a)$$

附录 F (供参考)

较小断裂伸长值(5%)的测法

较小断裂伸长值(5%)的测量方法要特别认真执行

建议采用下面所述的方法

在试验之前,在对比长度任一端的附近作出多个细小的标记.借助一个带针尖的、划有测量长度间距的分度夹具,以第 1 个标记做中心点作出一道弧线.断裂之后,断裂的试样仍留在夹头中.由于螺丝的压力,试样在测量的时候被牢牢地压紧着.再以同样的半径、并以原先用过的那个中心点作出第 2 道弧线.在这两标记之间的间距,用测量显微镜或其他适合的工具进行测量.为了作出更明显的精细标记,试验之前可以在试样上涂抹适当的颜色.

附录 G (供参考)

细分起始测量长度,用以测定断裂延伸率

为了应付试验出现意外的结果,即在 11.1 条提出的限度之外出现的断裂,这时可以按协商采用下述方法来测定断裂延伸率.

- a) 在试验之前,我们可以将起始测量长度 L_0 划分成 N 个等份.
- b) 试验完了之后,我们在断裂试样较短部分上用 X 作出测量标记,而在较长部分上用 Y 把一条划分线标出来.用 Y 标出的划分线至断口的距离与断口至测量标记 X 的距离应尽可能准确到同样大小的程度.

n 这个数是 X 和 Y 之间的均分间距数,于是断裂伸长可作如下的确定:

- 1) 如果 $N-n$ 得出的是偶数(见图 G.1a),则 X 和 Y 之间的间距以及从 Y 到划分线 Z 的间距可以测出,即:

$$\frac{N-n}{2} \quad \text{间距}$$

该数对于从 Y 开始到 Y 的另一边也是适宜的.

于是我们依下面的公式算出断裂伸长率:

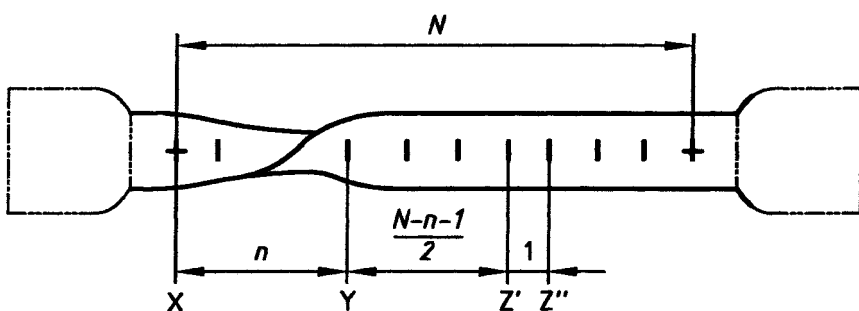
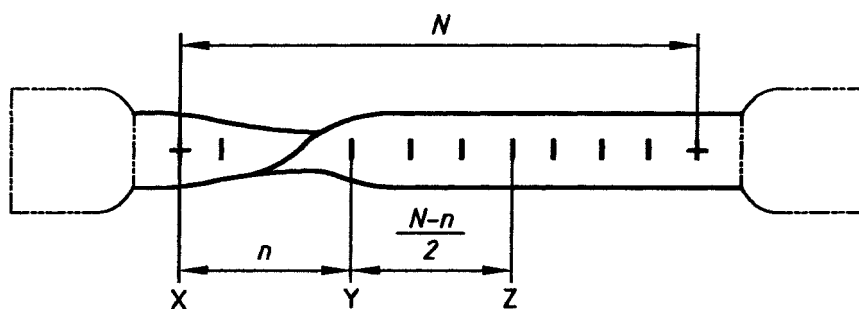
$$A = \frac{XY + 2 YZ - L_0}{L_0} \times 100$$

- 2) 如果 $N-n$ 不是偶数(见图 G.1b),则 X 和 Y 之间的间距,以及从 Y 到划分线 Z' 和 Z'' 的距离将分别为:

$$\frac{N-n-1}{2} \text{ 和 } \frac{N-n+1}{2} \text{ 间距}$$

该数对于从 Y 开始到 Y 的另一边也是适宜的.
于是我们依下面的公式算出断裂伸长率:

$$A = \frac{XY + YZ' + YZ'' - L_0}{L_0} \times 100$$



- a 如果 $N-n$ 是偶数
b 如果 $N-n$ 不是偶数

注释:此处绘制的试样端部是示意图

图 G.1—断裂延伸率测定示例

附录 H (供参考)

条钢、线材、杆材等修长产品在强力拉伸之下的总伸长的人工测定法

这是用最大力进行拉力试验以检验断裂试样的修长工件时所使用的测量不成比例伸长的一种方法,使用此法可计算出在最大力情况下的延伸率。

试验之前,要在测量长度上作出等距线的标记.在相继的两标记之间的距离要相应于原来测量长度(L_0 ")的工件.结果是原来测量长度(L_0')的标记应具有容许的测量误差 ± 0.5 mm.该长度取决于试样的总伸长值,所以在材料标准中已有规定。

断裂之后的测量长度(L_u')之测定,是在断裂试样的修长工件上完成的,其容许的测量误差为 0.5 mm。

关于测量的精度,必须满足下面的两个条件:

— 测量区域的边界,至少要离开断裂区 5 d,离开夹头至少有 2.5 d..

— 测量长度必须与材料标准给出的数值相符合。

在最大拉力情况下,不成比例的伸长,要按下面的公式来计算:

$$A_g = \frac{L_u' - L_0'}{L_0'} \times 100$$

在最大拉力情况下的总伸长要按下面的公式来计算:

$$A_{gt} = A_g + \frac{R_m}{E} \times 100$$

附录 J (供参考)

拉力试验的精确性和测量误差的估算

J.1 引言

在附录的目的,是在将本标准用于某种材料时,就其已知的拉力试验特性,说明其测量误差的估算方法.这里要强调的是,在试验上,关于测量误差的意见想要十分全面是不可能的.因为这里不仅有与材料相关的因素,而且也有与材料不相关的因素影响测量误差.因此举出例证是必不可少的,这样,材料性质上的速度相关性(应力增加速度或伸长速度)方可在测量误差之前确定下来。

为了解决测量误差的估算问题,某种方式的首次试验通常总是根据某个“误差”方案进行的.这时候又通常使用在试验标准和校验标准中所说明的公差(这些公差已准备好即将公布于世[5]).这些成果之扩大,自然将为 ISO 6892(1998)和附录 J[6]奠定一个良好的基础.现在的附录 J 已进行了一次修改,所以关于测量误差的估算继 ISO TAG-4 手册之后已占据了领先的地位。

拉力试验结果的精确性决定于多种影响量,它与材料、试样的几何图形及试样制作,与试验机器、试验运行过程以及弄清特定的材料性质都有关系.原则上必须全面考虑下面列举的诸要素。

- 试样几何图形的测量,在测量长度上涂抹颜色,延伸传感器的测量长度;
- 拉力和伸长的测量;
- 在试验各阶段上的试验温度和试验速度;
- 夹紧方法和开始施力的轴向性;
- 试验机器的特性(刚性、驱动、控制方法和检验);
- 与拉力试验参数相结合时的操作缺点和软件缺陷;
- 材料的不同性质,其中也包括一些由熔融金属制成的材料.

实际上,前述诸因素,对于现役标准的技术要求和公差来说,都是不应该成为问题的,因为所有这些影响量都被量化了.各家实验室之间的对比试验都对此作出过贡献,所有符合工业实际的测不准性都已被确定下来,可是,这样的试验终究没能把材料的不均匀性影响同其试验方法的影响区分开来.

必须清楚地认识到,要把所有材料测不准性的任何一个单独值都测定出来是不可能的.因为不同的材料有不同的试验方法,并涉及到特定的调整参数,例如涉及到延长速度或拉力增加速度[5].在这里,所提供的预先排定测不准性可以看作一些实验室的测量误差的上限,这些实验室完成的试验与 EN 10002-1 是一致的,所以这样的可能性是存在的,即某一实验室的一些试验参数能更好地控制如同本标准中所要求的一样.例如拉力可以用 $\pm 0.5\%$ 进行测量(级别 0.5),而试验标准 EN 10002-1 只要求拉力测量这一项优于 $\pm 1\%$.这里要强调的是在测定实验室结果的总数值分配时,必须注意到,根据材料的不均匀性,测量误差也应该加入分配.人们企图根据对比试验的统计分析把数值分配划分为两方面原因,虽未获得成功,但却仍然在拉力试验参数方面大体上提供了一些有价值的启示,这一点从已被各家试验室在使用各种材料时所查明.各种对比试验的典型结果将在 J.5 中阐明.

J.2 在 GUM 基础上的测量误差估算一览表

“测量误差判定指南”是由数个权威标准化委员会(BIPM,IEC,JFCC,ISO,IUPAC,IUPAP 和 OIML)编辑出版的,此处把它称作 GUM(测量误差指南).这是一部内容丰富的文献,90 多页,建立于严格统计方法基础之上,汇集了各种起算点的测量误差.其综合性较强—汇集了众多学术机构的智慧归总于一版发行[8],[9],[10].所有这些文献,都是为了“在测不准性预算”基础上阐明测量误差的估算方法.关于细节问题,请参见[11],[12].

J.3 拉力试验:测量误差的估算

J.3.1 材料不相关的影响因素

在拉力试验中,各种测量值的公差列举在表 J.1 中.由于有了拉力—伸长—曲线图,一些拉力试验参数基本上就可以较高精确地测定出来.例如,弹性极限上限 R_{eH} 取决于在拉力测量和横断面测量时的公差,而屈服点 R_p ,则取决于拉力,测量长度的延伸和横断面.在断口收缩 Z 上,必须注意断裂前后横断面测量的公差.

在 GUM 中,给出了两种类型的测不准性:类型 A 和类型 B,在类型 A 这里,可以把一切良好统计方法用来计算测不准性.若按类型 B 来求值,则需有另外的前提条件,如果使用一种标准中所规定的公差能把测不准性降到类型 B 以下,则上述公差对于拉力试验将满足最大极限值—例如全部数值一定会在规定的公差 $a=\pm 1\%$ 之内—因此,按 GUM—技术条件就应

采纳矩形的概率分布,所以标准测不准性是由 $a/\sqrt{3}$ 给出的.为了彻底测定测不准性,必须把有助于测量的,关于测不准性的全部原由尽可能地考虑进去.此外,还有测试设备的测不准性也是拉力校准和伸长校准的测不准性的因素.实际上,这类误差原因并无重要意义.因此,在目前的使用场合,通常都是采用按 GUM—方案简化的近似值.这样,便出现了组合的材料不相关影响的测不准性,在使用最小误差平方法情况下,对于 R_{eH}, R_{eL}, R_m 和 A , 则是 $\sqrt{0,33 + 0,33} = \pm 0,81\%$, 对于 R_p , 则是 $\sqrt{0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33} = \pm 1,15\%$, 见表 J.1 注脚 b.

表 J.1—在使用 EN 10002-1 规定的公差情况下,在材料不相关影响值基础之上,进行拉力试验时的测量误差

测量值	拉力试验中性能测定时的误差,以%表示					
	R_{eH}	R_{eL}	R_m	R_p	A	Z
拉力	1	1	1	1	—	—
延伸 ^a	—	—	—	1 ^b	1	—
L_0^a	—	—	—	1 ^b	1	—
S_0	1	1	1	1	—	1
S_u	—	—	—	—	—	2

a 在使用一级传感器情况下,按 EN 10002-4 进行校准。

b 测定屈服点时,误差的估算常常是从 $\pm 1\%$ 到更大的值.该误差取决于拉力—伸长—曲线的斜率,而通常使用的方法,计算结果往往是前面的比后面的还要小些.某些量值的测定只有在知晓拉力—伸长—曲线时才是可能的.这就意味着,这种误差是材料相关性的误差.

J.3.2 材料相关性影响值

对于在室温下进行拉力试验, R_{eH}, R_{eL} 和 R_p 都是独特的参数,这些重要的参数取决于伸长速度(或应力增加速度).抗拉强度 R_m 也可能取决于伸长速度,但实际上,它显然是在比 R_p 较高的伸长速度下进行测定的,并且在很高的伸长速度下,它在瞬时变化面前相对而言是不太敏感的.

原则上必须做到,某种材料伸长速度相关性在计算所有的测不准性之前一定要明确起来,只有少量的数据和随后的实例可以用来估算少数几种材料的测不准性.

在图 J.1 和图 J.2 中举出的典型实例,说明了 EN 10002-1 容许范围内的伸长速度相关性.表 J.2 指明屈服点值及其对各种材料伸长速度相关性.以前对应力增加速度有影响的数据早在[13]中公布了.

在这里,等值公差 a 是建立在测量数据基础之上的,在使用最小误差平方法时,必须确立一种分配模式,它与 GUM 应是一致的,对测不准性也是适合的,通常人们都采用带有上限 a_+ 和下限 a_- 的常态分配,这样,群量 $\frac{(a_- + a_+)}{2}$ 便是最好的估算方法,并且从 2 至 3(67%概率)提供一种可能性,即该群量的数值应在 a_- 至 a_+ 的间距之中,于是得出测不准性 $U=a$.

注释:如果采纳 50%的概率,则 $U=1.48a$ [10].

J.3.3 组合的标准测量误差

表 J.2 提供的材料相关屈服点的伸长速度相关性,可以与表 J.1 提供的材料相关影响值的标准测不准性组合起来,从中得出了组合标准测不准性 U_c .它可以用于表 J.3 中所述的各种材料.

表 J.2—在适合于 EN 10002-1 容许伸长速度范围室温下屈服点的变化

材料	成分	$R_{p0,2}$ 平均值 MPa	组合的标准 测不准性 %	等值公差 $\pm\%$
铁氧体钢				
管钢	Cr-Mo-V-Fe(bal)	680	0,1	0,05
扁钢(S 275)	C-Mn-Fe(bal)	315	1,8	0,9
奥氏体钢				
不锈钢	17Cr, 11Ni-Fe(bal)	235	6,8	3,4
镍基合金				
NiCr20Ti	18Cr, 5Fe, 2Co-Ni(bal)	325	2,8	1,4
NiCrCoTiAl25-20	24Cr, 20Co, 3Ti, 1,5Mo, 1,5Al-Ni(bal)	790	1,9	0,95

对于这里提供的使用场合,在标准相适应的伸长速度范围内屈服点变化总值被对半平分,并称为等值公差.例如,可以在容许伸长速度范围内的不锈钢屈服点变为 6.8%,那样对于一个 $\pm 3.4\%$ 的公差就是等值的.这个数若除以 $\sqrt{3}$,便得出 1.963.

紧接着,按最小误差平方法,加上材料相关影响值的组合的标准测不准性,从中为不锈钢的 $R_{p0,2}$ 得出组合的标准测不准性,数值为:

$$U_c = \pm \sqrt{1,15^2 + 1,96^2} = \pm \sqrt{5,17} = \pm 2,3 \%$$

表 J.3—室温下按 EN 10002-1 测定屈服点时组合的标准测量误差之算法

材料	材料不相关影响 值的标准测不准 性	材料相关的标准 测不准性	组合的标准测不 准性 U_c	用于 95% 可靠性 置信区间的放宽 的测不准性
	± %	± %	± %	± %
铁氧体钢				
管钢	1,15	0,03	$\sqrt{1,33} = 1,15$ [7]	2,3
扁钢	1,15	0,52	$\sqrt{1,59} = 1,26$ [8]	2,5
奥氏体钢				
不锈钢	1,15	1,96	$\sqrt{5,17} = 2,39$ [9]	4,6
镍基合金				
尼莫尼克镍基合金75	1,15	0,81	$\sqrt{1,98} = 1,41$ [10]	2,8
尼莫尼克镍基合金101	1,15	0,55	$\sqrt{1,63} = 1,28$ [11]	2,7

J.3.4 放宽的测不准性

为了与 ISO TAG 4[7]取得一致,总的放宽测不准性通过乘法进行计算,即用因子 k 乘标准测不准性.在表 J.3 中,包括了用于一个 95%及 k=2 的置信区间的相应放宽的测不准性.

J.4 综合评语

在使用“测不准性方案”时,为了在室温下搞好拉力试验,最为主要之点是计算误差的方法,同时,一些材料的实例也指明,在某种情况下,试验参数对试验结果的影响是众所周知的.应该强调的是,计算放宽的测不准性,要按 GUM 简化的计算方法进行.若提供出其他因素,要看它对拉力试验参数的测量是否产品影响.这就是说,例如试样弯曲度,试样夹紧方法,或者试验机调整方法(延伸调整法,拉力调整法,或者线担法等).在拉力试验中,这些因素都会影响到试验的结果[14].在这方面,只要是数据,哪怕是量化程度不够充分,也是可供使用的;即使它不能使用,其影响也应列入测不准方案之中,测不准方案所提供的仅仅是一种涉及测量技术的测不准性的估算,并且面对实验的数值分配和材料的不均匀性,容许没有结论.

如果有适当的材料可以使用²⁾,则对于每台试验机来说,只要注意一下夹紧和弯曲等方面的影响,就可以利用有益的研究成果实现测定总的测量误差.到目前为止,对这些影响的理解,还没有达到定量的程度.

关于正常的质量控制,如何择优地使用“实验室标准试样”,我们建议参见[15].

2) 例如尼莫尼克镍基合金 75 作为出具证明的标准材料可用于室温下的拉力试验,CRM 661 是可以“从标准材料与测量研究所(IRMM)”焊接研究中心,Retieseweg,,2440 Geel,比利时得到的,见[11].

J.5 各家实验室测量结果的可比性

表 J.4 至 J.7 提供的是关于出自各家试验室之间对比试验的不同材料拉力试验结果的典型分配的说明.在这方面,不仅有材料的分配,而且也包括测量误差,对比的结果用%来表示.它的计算方法就是标准偏差乘以 2 和其结果除以平均值.这个数值适应于 95%的置信区,数位与 GUM 推荐的位置是一致的,因此与前述的放宽测不准性是可以直接进行比较的.

表 J.4—弹性极限(0.2%屈服点或弹性极限上限):
各家实验室对比试验结果之可比性

材料	缩写名称	弹性极限	可比性	文献指引号
		MPa	$\pm U_E$ %	
铝合金	EC – H 19	158.4	8.1	[16]
	2 024 – T 351	362.9	3.0	[16]
钢				
C- 阿姆扁钢	HR3	228.6	8.2	[17]
奥氏体不锈钢	X2CrNi18-10	303.8	6.5	[17]
硅铝合金(AISI)	P245GH	402.4	8.9	[16]
结构钢	S355	367.4	5.0	[17]
铁氧体不锈钢	X2Cr13	967.5	3.2	[16]
优质钢	30NiCrMo16	1 039.9	2.0	[17]
奥氏体不锈钢	X2CrNiMo18-10	353.3	7.8	[17]
硅铝合金 316	X5CrNiMo17-12-2	480.1	8.1	[16]
镍合金				
INCONEL 600	NiCr15Fe8	268.3	4.4	[16]
尼莫尼克镍基合金 75 (CRM 661)	NiCr20Ti	298.1	4.0	[18]

表 J.5—抗拉强度 R_m ：
各家实验室对比试验结果的可比性

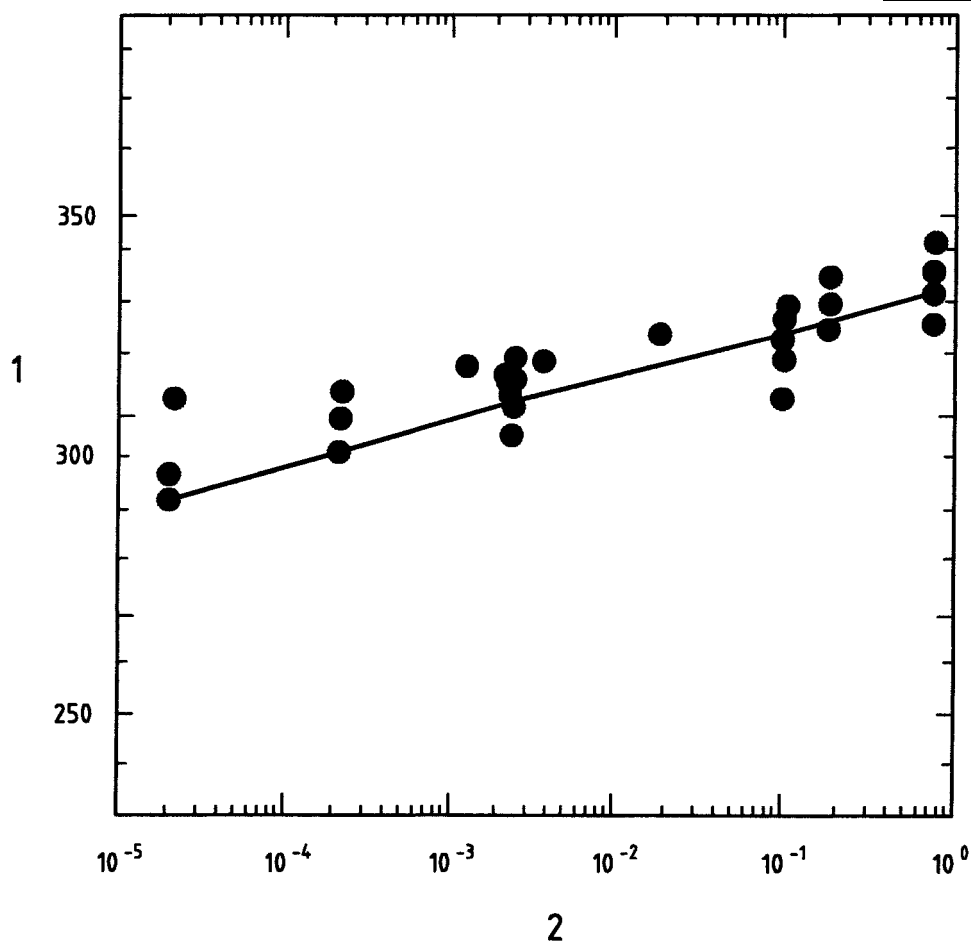
材料	缩写名称	弹性极限	可比性	文献指引号
		MPa	$\pm U_E$ %	
铝合金	EC – H 19	176.9		[16]
	2 024 – T 351	491.3	2.6	[16]
钢				
C- 阿姆扁钢	HR3	335.2	5.0	[17]
奥氏体不锈钢	X2CrNi18-10	594.0	3.0	[17]
硅铝合金(AISI)	P245GH	596.9	2.8	[16]
结构钢	S355	552.4	2.0	[17]
铁氧体不锈钢	X2Cr13	1 253	1.2	[16]
优质钢	30NiCrMo16	1 167.8	1.5	[17]
奥氏体不锈钢	X2CrNiMo18-10	622.5	3.0	[17]
硅铝合金 316	X5CrNiMo17-12-2	694.6	2.4	[16]
镍基合金				
INCONEL 600	NiCr15Fe8	695.9	1.4	[16]
尼莫尼克镍基合金 75 (CRM 661)	NiCr20Ti	749.6	1.9	[18]

表 J.6—断口收缩率：
各家实验室对比试验结果之可比性 U_E

材料	缩写名称	断口收缩率	可比性	文献指引号
		%	$\pm U_E$ %	
铝合金	EC – H 19	79.1	5.1	[16]
	2 024 – T 351	30.3	23.7	[16]
钢				
硅铝合金(AISI)	P245GH	65.6	3.6	[16]
结构钢	S355	71.4	2.7	[17]
铁氧体不锈钢	X2Cr13	50.5	15.6	[16]
优质钢	30NiCrMo16	65.6	3.2	[17]
奥氏体不锈钢	X2CrNiMo18-10	77.9	5.6	[17]
硅铝合金 316	X5CrNiMo17-12-2	71.5	4.5	[16]
镍基合金				
INCONEL 600	NiCr15Fe8	59.3	2.4	[16]
尼莫尼克镍基合金 75 (CRM 661)	NiCr20Ti	59.0	8.8	[18]

表 J.7—断裂伸长：
各家实验室对比试验结果之可比性 U_E

材料	缩写名称	断裂伸长	可比性	文献指引号
		%	$\pm U_E$ %	
铝合金	EC – H 19	14.6	9.1	[16]
	2 024 – T 351	18.0	18.9	[16]
钢				
硅铝合金(AISI)	P245GH	25.6	10.1	[16]
结构钢	S355	31.4	14	[17]
铁氧体不锈钢	X2Cr13	12.4	15.5	[16]
优质钢	30NiCrMo16	16.7	13.2	[17]
奥氏体不锈钢	X2CrNiMo18-10	51.9	13.6	[17]
硅铝合金 316	X5CrNiMo17-12-2	35.9	14.9	[16]
镍基合金				
INCONEL 600	NiCr15Fe8	41.6	7.7	[16]
尼莫尼克镍基合金 75 (CRM 661)	NiCr20Ti	41.0	3.3	[18]



图例

- 1 0.2% 屈服点,单位:Mpa
2 伸长速度,单位: min⁻¹

图 J.2—NiCr20Ti 合金在 22℃ 情况下拉力试验结果

参考文献

- [1] H.M.Sonne,B.Hesse “关于计算机辅助拉力试验中工艺方法的对比”,“1993 年材料试验”大会,德国材料试验协会一大会录音带.
- [2] G.D.Dean,M.S.Loveday ,P.M.Cooper,B.E.Read,B.Roeduck 和 R.Morrel “材料计量制度和一流工作状态的标准” 编者:B.F.Dyson,M.S.Loveday 和 M.G.Gee;出版者:“行商与书市”出版社;1995 第 8 章,150-209 页,“模数测量面面观”.
- [3] B.Roebuck,J.D.Lord,P.M. Copper 和 L.N.Mc Cartney “关于 MMC 数据的获得与拉力特性的分析”,“美国材料试验学会试验与求值杂志”,22[1],63-69 页.

- [4] ISO/TTA 2(1996),金属基体非连续加固的复合材料在室外温度下的拉力试验.
- [5] M.S.Loveday(1992): “拉力参考资料必读”,第 7 部分,111-153 页,高温材料试验实际操作的调节,编辑者:理科硕士 Loveday 和试验通报编辑 Cibbons,“行商与书市”出版社(以前由 Elsevier 应用科学出版社出版)
- [6] ISO 6892 “金属材料—在室温下的拉力试验”
- [7] ISO/TTA 4 (1993)测量中测不准性表达式指南”,BIMP/IEC/IFCC/ISO/IIUPAC/IUPAP/OIML
- [8] NIS 80 “试验中测不准性表达式指南” NAMAS 出版社,1994.
- [9] NIS 3003,“测量中测不准性和置信度的表达式”,NAMAS 出版社,1995.
- [10] B.N.Taylor 和 C.E.Kuyatt(1993),NIST 测量结果的估算和测不准性守则,NIST 工艺记录 1297
- [11] “室温下拉力试验:测量中测不准性的估算方法”,NPL 测量记录 CMMT(MN)048,ISSN 1366-4506
- [12] EN 10291,金属材料-拉力中单轴蠕变试验—试验方法
- [13] R.F.Johnson 和 J.D.Murray(1996) “钢在 0.2%规定应力上和承受低应力时锈蚀程度探讨”,“钢的高温性能论文集”,Eastbourne 1966,钢铁研究所出版社,1967.
- [14] T.G.F Gray 和 J.Sharp (1988),“拉力试验中机器类型的影响和延伸率的相互作用”,ASTM 机械试验精度论文集,STP 1025
- [15] H.M.Sonne,G.Knauf,J.Schmidt-Zinges,“关于用标准材料对拉力试验机进行检验之思考”,“96 年材料试验讨论会”大会录音带,DVM ISSN 0941-5300
- [16] ASTM 研究报告 RR E-281004(1984 年 3 月)—各国实验室拉力试验的丰硕 Robin 试验成果.
- [17] L.Roesch,N.Coue,J.Vitali,M.Di Fant—各国实验室就室温下拉力特性试验规划方面的成果—测量数值的标准误差—IRSID 报告,N.DT.93310(1993 年 7 月)
- [18] M.S.Loveday (1999),“室温下拉力试验用标准材料的鉴定” EU 报告(已发行)