

英国标准

BS EN 10002-1: 2001

金属材料 —拉伸试验

第一部分：室温下的测试方法

欧洲标准 EN 10002-1: 2001 具有英国标准的地位

ICS.77.040.10

不得翻印，除非版权法允许或得到 BSI 允许

前言

此英国标准是 EN 10002:2001 的正式英文版本。此英国标准取代了 BS EN 10002-1: 1990, BS EN 10002-1: 1990 被撤消。

由金属的机械性能试验技术委员会 ISE/NFE/4 委托给金属的单轴试验分委员会 ISE/NFE/4/1, 英国参与了此标准的筹备工作。金属的单轴试验分委员会 ISE/NFE/4/1 负责进行以下工作:

- 帮助询问者理解该标准内容文字;
 - 将任何解释查询或变更建议提交给负责的国际或欧洲委员会, 并保证英国随时掌握各种动态
 - 监控相关的国际及欧洲发展, 并在英国进行颁布
- 可在此分委员会秘书处获得它所代表的组织的名单。

交叉引用

可以在 BSI 标准目录中名称为国际标准对应索引小节中, 或通过使用 BSI 标准电子目录中的“查找”功能找到那些执行本文引用的国际或欧洲出版物的英国标准。

一个英国标准并不意味着包含一份契约所有必需的条款。由英国标准的使用者负责正确使用这些标准。

符合英国标准并不能自动免除法定义务。

页码概略

此文件包括一个封面, 一个内部封面, EN 标题扉页, 第 2 页到第 56 页, 一个内部封底, 以及一个封底。

此文件中所示的 BSI 版权日期为此文件最后的出版日期。

出版以来的修正

修正序号	日期	涉及到的文字内容

此英国标准是在工程政策与战略委员会的指示下起草准备的, 在标准政策与策略委员会的授权下于 2001 年 9 月 6 日出版的。

©BSI 2001 年 9 月 6 日

ISBN 0 580 384594

英文版本

金属材料 —— 拉伸试验 —— 第一部分：室温下的测试方法

此欧洲标准是由 CEN 于 2001 年 5 月 12 日批准的。

CEN 成员必然要遵守 CEN/CENELEC 国际规则。CEN/CENELEC 国际规则保证了不需要任何改动而给与此欧洲标准一个国家标准地位的条件。关于那些国家标准的最新清单与著书目录参考书目可以通过向中央秘书处或任何一个成员申请获得。

此欧洲标准包括三个官方版本（英文，法文，德文）。一个任何其他语言的版本，由一个 CEN 成员负责译成其自己的语言而形成，并通知中央秘书处后，具有与官方版本同样的地位。

CEN 成员由下列国家的国家标准团体组成：奥地利，比利时，丹麦，芬兰，法国，德国，希腊，冰岛，爱尔兰，意大利，卢森堡，荷兰，挪威，葡萄牙，西班牙，瑞典，瑞士，以及英国。

CEN

欧洲标准化委员会

管理中心：B-1050 布鲁塞尔，RUE DE 大街 36 号

目 录

	页码
序言.....	4
1. 范围.....	5
2. 参考标准.....	5
3. 原则.....	5
4. 定义.....	5
5. 符号与名称.....	8
6. 试件.....	10
6. 1 形状与尺寸.....	10
6. 2 类型.....	11
6. 3 试件的准备.....	11
7. 原始横截面积的测定 (S_0).....	11
8. 标记原始标距长度 (L_0).....	12
9. 测试仪器的精密度.....	12
10. 试验条件.....	12
10. 1 装夹方法.....	12
10. 2 试验速度.....	12
11. 测量断裂后的伸长百分率 (A).....	13
12. 测量最大力时总的伸长百分率 (A_{gt}).....	14
13. 测量弹性极限强度, 非比例伸长(R_p).....	14
14. 测量弹性极限强度, 总伸长(R_t).....	15
15. 永久凝固强度的验证方法 (R_r).....	15
16. 测量面积减少的百分率(Z).....	15
17. 试验报告.....	15
附录 A(信息性)推荐使用由计算机控制的拉伸试验机.....	28
附录 B(信息性)用于薄产品 (厚度介于 0.1mm 与 3mm 之间的板、带以及平板)的试件类型.....	33
附录 C (标准) 用于直径或厚度小于 4mm 的线材、棒材与型材的试件类型.....	35
附录 D (标准) 用于厚度大于等于 3mm 的板材与平板, 以及直径或厚度大于等于 4mm 的线材、棒材与型材的试件类型.....	36
附录 E (标准) 用于管材的试件类型.....	39
附录 F(信息性) 当规定值小于 5%时测量断裂后的伸长百分率.....	41
附录 G(信息性)基于细分原始标距长度测量断裂后伸长百分率.....	42
附录 H(信息性) 在最大力时人工测量长产品 (例如棒、丝、杆) 总伸长百分率的方法.....	44
附录 J(信息性)拉伸试验的精度与测量的不精确性估计.....	45
参考书目.....	56

序 言

该欧洲标准由技术委员会 ECISS/TC 1 “钢材料 --- 机械实验”制订，其秘书处由 AFNOR 设立。

该欧洲标准应具有国家标准的地位，最迟在 2002 年 1 月前，以同样文字出版或签署，与之相冲突的国家标准应最迟于 2002 年 1 月撤消。

该欧洲标准取代 EN 10002-1: 1990。

该欧洲标准 EN 10002-1 “金属材料 - 拉伸实验 - 第一部分：实验方法（环境温度）”于 1999 年 12 月 27 日由 CEN 通过。

该标准发布 5 年之后，ECISS 决定修订该标准。

修订的 prEN 10002-1 在 4 个 CEN 成员国家（比利时，法国，德国，英国）参加的两次 ECISS/TC1/SC1 会议上进行讨论。

EN 10002 由五个部分组成：

第一部分：实验方法（环境温度）

第二部分：拉伸实验机测力系统的校正

第三部分：用于单轴实验机校正的力检验设备的校准

第四部分：用于单轴实验机的变形测定器的校准

第五部分：提升温度的下的实验方法

注意 第二部分已被 EN ISO7500-1 所替换。第三部分和第四部分也将被相应的标准替换。

附录 B, C, D 和 E 是标准的一部分, 附录 A, F, G, H 和 J 用于提供信息。

按照 CEN/CENELEC 的国际规则, 以下国家的国家标准组织必须执行该欧洲标准: 澳大利亚, 比利时, 捷克共和国, 丹麦, 芬兰, 法国, 德国, 希腊, 冰岛, 爱尔兰, 意大利, 卢森堡, 荷兰, 挪威, 葡萄牙, 西班牙, 瑞典瑞士和英国。

1 范围

该欧洲标准指定金属材料拉伸实验的方法并定义其常温下的机械性能。

注意 信息附录 A 指出对计算机控制实验机的补充推荐。根据制造商和用户的进一步开发，目前存在这种意向，即在对该标准的下一次修订中将其归为标准部分。

2 参考标准

该欧洲标准同其他出版物的定期或不定期的参考与规定相结合。出版物和文章中适当位置引用的这些参考标准如下列所示。对于定期的参考标准，只有当它们被修正和修订时，才能对该欧洲版本进行后续的修正和对这些出版物的的修订。对于不定期的参考标准，出版物的最新版本参照应用情况（包括修正）。

EN 10002-4, 金属材料 – 拉伸实验 – 第四部分：用于单轴实验机的变形测定器的校准

EN 20286-2, ISO 公差与配合系统 – 第二部分：标准公差等级与孔和轴的偏差上限用表（ISO 286-2: 1988）

EN ISO 377, 钢与钢制品 – 机械实验样本与试样的定位（ISO 377: 1997）

EN ISO 2566 – 1, 钢拉伸变化值 – 第一部分：碳钢与合金钢（ISO

2566-1: 1984)

EN ISO 2566-2, 钢拉伸变化值 – 第二部分: 奥氏体钢 (ISO 2566-2: 1984)

EN ISO 7500-1, 金属材料 – 单轴静态实验机的校准 – 第一部分: 拉伸/压缩实验机 – 测力校准与校正。

3 原则

实验将某试样在压力下拉紧, 通常直至破坏, 其目的是为了确定条款 4 中定义的一项或多项机械性能。

在没有另行指定的情况下, 实验进行的环境温度在 10°C 与 35°C 之间。受控条件下的实验应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 温度范围内进行。

4 术语和定义

为了达到该欧洲标准的目的, 采用以下术语和定义:

4.1 标距长度 (L)

试件上用来测量伸长量的圆柱形或棱形部分的长度。特别的, 对以下二者进行区别:

4.1.1 原始标距长度 (L_0)

加力以前的标距长度

4.1.2 最终标距长度 (L_u)

断裂后的试件标距长度 (见
11.1)

4.2 平行长度 (L_c)

试样收缩截面的平行部分

注意 这一平行长度概念被非实验试样夹紧部分之间的长度这一概念代替。

4.3 伸长

实验中任意时刻原始标距长度的增加

4.4 伸长百分率

将伸长以原始标距长度百分率的形式表示

4.4.1 永久伸长百分率

撤消指定压力后某一试样原始标距长度的增加 (见 4.9), 表示为原始标距长度 L_0 的百分率

4.4.2 断裂后伸长百分率 (A)

断裂后标距长度的永久伸长 ($L_u - L_o$), 表示为原始标距长度 L_o 的百分率

注意 对于比例试样的情况, 仅当原始标距长度不等于 $5.56\sqrt{S_o}$ ¹⁾ 时, S_o 为原始平行长度的横截面面积, 符号 A 应由表示比例系数的角标加以补充, 例如:

$A_{11.3}$ = 标距长度 (L_o) 为 $11.3\sqrt{S_o}$ 时的伸长百分率。

对于非比例试样的情况, 符号 A 应由的所采用的, 以毫米为单位表示的原始标距长度作角标加以补充, 例如:

A_{80mm} = 标距长度 (L_o) 为 80mm 时的伸长百分率。

4.4.3 断裂总伸长百分率

断裂时标距长度总伸长 (弹性伸长和塑性伸长), 表示为原始标距长度 L_o 的百分率

4.4.4 最大拉力伸长百分率

施加最大压力时试样标距长度的增加, 表示为原始标距长度 L_o 的百分率

注意 应区别最大拉力总伸长百分率 (A_{gt}) 与最大拉力非比例伸

长百分率 (A_g) (见图 1)

4.5 标距长度上的变形 (L_e)

采用 变形测力器测量的试样平行部分的变形长度

注意 测量屈服强度和抗拉强度时推荐参数 $L_e \geq L_0/2$ 。当测量最大拉力时或最大拉力后的参数时，进一步推荐参数 L_e 应大致等于 L_0 。

4.6 变形

实验中某给定时刻标距长度上的变形 (L_e) 的增加

$$1) 5.56\sqrt{S_o} = 5\sqrt{\frac{4S_o}{\pi}}$$

4.6.1 永久变形百分率

当撤消对试样的指定应力后，标距长度上的变形的增加，表示为标距长度上的变形 (L_e) 的百分率

4.6.2 屈服点变形百分率 (A_e)

对于非连续屈服的材料，在屈服起点与均衡机件硬化起点之间的变形

注意 该参数表示为标距长度上的变形 (L_e) 的百分率。

4.7 面积收缩百分率 (Z)

实验期间发生的横截面积的最大改变 ($S_o - S_u$), 表示为原始横截面积 (S_o) 的百分率

4.8 最大拉力 (F_m)

实验过程中, 经过屈服点后试样所承受的最大拉力
对于没有屈服点的材料, 为实验中的最大拉力值。

4.9 应力

实验过程中任意时刻的拉力除以试样的横截面积 (S_o)

4.9.1 拉伸应力 (R_m)

对应最大拉力 (F_m) 的应力

4.9.2 屈服强度

实验中金属材料出现屈服现象后, 对应与某一点的应力, 在不增加拉力的情况下当到达该点时金属出现塑性变形。应区别:

4.9.2.1 屈服强度上限

当首次观察到拉力下降时对应的应力值 (见图 2)

4.9.2.2 屈服强度下限

塑变形期间的最低应力，忽略任何初始瞬时效应（见图 2）

4.9.3 抗拉强度，非比例变形（ R_p ）

当非比例变形等于标距长度上的变形（ L_e ）的指定的百分率时的应力（见图 3）

注意 该符号后面跟随一个表明指定的百分率的下标，例如：

$R_{p0.2}$

4.9.4 抗拉强度，总变形（ R_t ）

当总变形（弹性变形加上塑性变形）等于标距长度上的变形 L_e 的指定的百分率时的应力（见图 4）

注意 该符号后面跟随一个表明指定的百分率的下标，例如： $R_{t0.5}$

4.9.5 永久固定强度（ R_r ）

当撤消拉力后，所能达到的最大的，特定的永久伸长和变形所对应的应力，它们分别表示为原始标距长度（ L_o ）和标距长度上的变形（ L_e ）的百分率（见图 5）

注意 该符号后面跟随一个代表对于原始标距长度（ L_o ）或标距长度上的变形（ L_e ）的指定的百分率的下标，例如： $R_{r0.2}$

4.10 断裂

当试样完全分离时或拉力缩小为零时被认为发生的现象

5 符号与所代表的意义

表 1 中给出了符号及相应的名称。

表 1 — 符号与名称

参考 序号 ^a	符号	单位	代表的意义
			试样
1	a^b	mm	扁平试样的厚度或管状试样的壁厚
2	b	mm	扁平试样平行长度的宽度或管状试样纵条平均宽度或平线的宽度
3	d	mm	圆形试样平行长度的直径，圆线的直径或管状试样的内径
4	D	mm	管状试样的外径
5	L_o	mm	原始标距长度
-	L'_o	mm	确定 A_g 的初始标距长度
6	L_c	mm	平行长度
	L_e	mm	标距长度上的变形

7	L_t	mm	试样总长度
8	L_u	mm	断裂后的最终标距长度
-	L'_u	mm	确定 A_g 的断裂后的最终标距长度
9	S_o	mm ²	平行长度的原始横截面积
10	S_u	mm ²	断裂后的最小横截面积
-	k	-	比例系数
11	Z	%	面积缩减百分率： $\frac{S_o - S_u}{S_o} \times 100$
12	-	-	夹紧端
			伸长
13	-	mm	断裂后的伸长： $L_u - L_o$
14	A^c	%	断裂后的伸长的百分率： $\frac{L_u - L_o}{L_o} \times 100$
15	A_e	%	屈服点变形百分率
-	ΔL_m	mm	最大拉力下的变形
16	A_g	%	最大拉力 (F_m) 下非比例伸长的百分率
17	A_{gt}	%	最大拉力 (F_m) 下非总伸长的百分率
18	A_t	%	断裂时总伸长的百分率
19	-	%	非比例变形的指定百分率
20	-	%	总变形的指定百分率 (见 R_t)
21	-	%	永久固定变形或伸长的百分率
22	F_m	N	最大拉力
			屈服强度-抗拉强度- 拉伸应力

23	R_{eH}	MPa^d	屈服强度上限
24	R_{eL}	MPa	屈服强度下限
25	R_m	MPa	拉伸应力
26	R_p	MPa	抗拉强度，非比例变形
27	R_r	MPa	永久固定强度
28	R_t	MPa	抗拉强度，总变形
-	E	MPa	弹性系数
<p>^a 见图 1 至 13</p> <p>^b 符号 T 也用于钢管产品标准</p> <p>^c 见 4.4.2</p> <p>^d $1MPa = 1N/mm^2$</p>			

6 试样

6.1 形状与尺寸

6.1.1 概述

试样的形状和尺寸决定于取得试样的金属产品的形状和尺寸。

试样通常通过对产品或冲压件或铸件进行机加获得。而对于具有固定横截面的产品（段，棒，线等）和铸造试样（例如铸铁和非铁合金）可以不经机加而进行实验。

试样的横截面可以是圆形，正方形，长方形，环形或者在特殊情况下，为某些其他形状。

试样的原始标距长度与其原始横截面积满足方程 $L_o = k\sqrt{S_o}$ ，称为比例试样。国际上采用 k 值为 5.65。原始标距长度应不超过 20mm。如果试样的横截面积因为为了达到系数 k 值为 5.65 的要求而过小，可以使用非比例试样，采用较高的 k 值（11.3 较为可取）。

当使用非比例试样时，原始标距长度（ L_o ）的选取与原始横截面积（ S_o ）无关。

试样的尺寸公差应符合相应附录的要求（见 6.2）。

6.1.2 机加试样

机加试样如果夹紧端和平行长度具有不同的尺寸，应有相应的曲线过渡段。该过渡段的半径的尺寸非常重要，如果相应的附录中没有给出的话，推荐采用材料规范中定义的数值（见 6.2）。

夹紧端可为适合实验机夹紧的任何形状。平行长度（ L_c ）一般应大于原始标距长度（ L_o ）。当试样没有过渡曲线段时，其夹紧段之间的自由长度也应大于原始标距长度。

6.1.3 非机加试样

如果试样由产品的非机加长度或非机加实验棒料构成，夹紧端之间的自由长度应有足够的空间使测量记号距离夹紧端合理的距离（见附录 B 至 E）。

铸造试样应于夹紧端与平行长度之间由过渡段。该过渡段的半径尺寸非常重要，推荐采用产品标准中的定义值。夹紧端可为适合实验机夹紧的任何形状。平行长度（ L_c ）一般应大于原始标距长度（ L_o ）。

6.2 类型

试样的主要类型在附录 B 至 E 中对应不同产品的形状和类型有相应的定义，如表 2 所示。其他类型的试样可有产品标准规定。

表 2 --- 对应产品类型的主要试样类型

产品类型		对应附录
薄片状 – 盘状 – 扁平状 具有单位为毫米的厚度为	线状 – 棒状 – 段状 具有单位为毫米的半径或边长为	
$0.1 \leq \text{厚度} < 3$	-	B
-	< 4	C
≥ 3	≥ 4	D
管状		E

6.3 制取试样

对于不同材料，试样应按照相应的欧洲标准的要求制取（如 EN ISO 377 等）。

7 原始横截面积的确定（ S_0 ）

原始横截面积由测量相应尺寸计算而得。这种计算的准确性取决于试样的性质和类型。关于不同类型的试样的说明见附录 B 至 E。

8 标记原始标距长度（ L_0 ）

原始标距长度的每一端均应用细线标记或用划线器标记，但不应有凹痕以免导致过早的断裂。

对于比例试样，原始标距长度的计算值应圆整至最接近的 5mm 的倍数，保证计算值与标记的标距长度之间的差值小于 $10\%L_0$ 。原始标距长度标记的精确度应达到 $\pm 1\%$ 。

若平行长度远大于原始标距长度，例如当采用非机加试样时，可能标记一系列重叠的测量标记。

在某些情况下，在标记标距长度的同时，在试样表面画一条平行于试样纵轴的线以便于测量。

9 实验仪器的精度

实验机的测力系统应按照 EN ISO 7500-1 进行校准并且至少达到一级。

当采用变形测定器时，应至少达到一级（按照 EN 10002-4）以确定抗拉强度（非比例变形）；对于其他特性的测量（具有较大的变形），可以采用二级的变形测定器（按照 EN 10002-4）。

注意 对于屈服强度上限和下限的确定，不必采用变形测定器。

10 实验条件

10.1 夹紧方法

试样应用合适的方法如楔形夹紧，螺纹夹紧，平行夹盘夹紧，固定臂等进行固定。

应尽量保证采用这些方法夹紧时施加的拉力尽可能的沿轴向，以尽量减少弯曲。这一点非常重要，尤其是实验易碎材料，或确定抗拉强度（非比例变形）或抗拉强度（总变形）或屈服强度时。

注意 为了获得直的试样并确保试样与夹紧的对中，施加一预紧力，同时应保证其大小不超过给定或预期屈服强度的的 5%。仅当考虑预紧力影响时才对变形进行校正。

10.2 实验速率

10.2.1 概述

除非在产品标准中另行特别指定，实验速率应在材料特性的基础上符合如下要求。

注意 表 3 中的应力变化率和 10.2 中提到的应变变化率不表示需要由实验机控制进行特别的模式。

10.2.2 屈服强度和抗拉强度

10.2.2.1 屈服上限 (R_{eH})

在弹性范围内直到屈服强度上限，实验机十字头的分离率应尽量保持恒定并且处于表 3 中相应的限值之内。

表 3 --- 应力变化率

材料弹性系数 (E) MPa	应力变化率 $MPa \cdot s^{-1}$	
	最小	最大
< 150 000	2	20
\geq 150 000	6	60

10.2.2.2 屈服强度下限 (R_{eL})

如果仅确定屈服强度下限，试样的平行长度屈服期间的应变变化率应在 $0.00025 s^{-1}$ 与 $0.0025 s^{-1}$ 之间。平行长度的应变变化率应尽量保持恒定。如果该变化率不能直接调节，应在屈服之前通过调节应力变化率使其固定，并且直到屈服过程结束，实验机的控制不应做进一步调整。

弹性范围内的应力变化率绝对不应超过表 3 中的最大变化率。

10.2.2.3 屈服强度上限与屈服强度下限

如果在同一实验中确定两个屈服强度，应当符合确定屈服强度下限的条件（见 10.2.2.2）。

10.2.2.4 抗拉强度（非比例变形）与抗拉强度（总变形）(R_p 与 R_t)

应力变化率应在表三的限值之内。

在塑性范围内直到抗拉强度范围（非比例变形与总变形），应变变化率不应超过 $0.0025 s^{-1}$ 。

10.2.2.5 如果实验机不能测量或控制应变变化率，所使用的十字头的分离速度应等于表 3 中给定的应力变化率，直到屈服过程结束。

10.2.3 拉伸应力 (R_m)

确定所需的屈服/抗拉强度特性后，实验速率可能增加至某一不超

过 $0.008 s^{-1}$ 的应变变化率（相同的十字头分离速度）。

如果只需要测量材料的拉伸应力，整个实验过程中实验速率不应超过 $0.008 s^{-1}$ 。

11. 断裂后伸长百分率（ A ）的确定

11.1 断裂后伸长百分率应按照 4.4.2 中给定的定义确定。

为达到该目的，两段断裂的试样应仔细重新拼合完整使其轴线位于同一条直线上。

测量最终标距长度时，应特别注意保证两段断裂试样的正确接合。当试样横截面积比较小或试样伸长值比较小时，这一点尤为重要。

采用具有足够分辨率的设备确定的断裂后伸长（ $L_u - L_o$ ）应圆整至最接近的 0.25mm，并且断裂后伸长百分率的值应圆整至最接近的 5%。如果规定的最小伸长百分率小于 5%，在确定伸长时应特别加以注意（见附录 F）。

原则上，仅当断裂处与最接近的测量标记之间的距离不超过原始标距长度（ L_o ）的三分之一时，测量是有效的。如果断裂后伸长百分率等于或超过规定值，测量与断裂截面位置无关，并且是有效的。

11.2 对于能够使用变形测定器来测量断裂时变形的实验机，不需要标记标距长度。伸长被测定为断裂时的总伸长，并且需要扣除弹性变形以获得断裂后伸长百分率。

原则上，仅当断裂发生在变形标距长度（ L_e ）内才是有效的。如

果断裂后伸长百分率等于或超过规定值，测量与断裂位置无关，并且是有效的。

注意 如果产品标准规定了用于确定断裂后伸长百分率的标距长度，则变形标距长度应等于该长度。

11.3 如果在给定的固定长度上测量伸长，使用换算公式或实验开始前采用表格，可以将该长度换算成比例标距长度（如 EN ISO 2566-1 和 EN ISO 2566-2）。

注意 只有当比例系数 k 相同，并且标距长度或变形标距长度，形状和横截面积相同时，伸长百分率的比较才是可能的。

11.4 为了避免断裂发生位置处于 11.1 规定的范围之外的试样被废弃，可能将 L_0 细分为 N 段相同的部分（见附录 G）。

12 最大拉力下总伸长百分率（ A_{gt} ）的确定

该方法包括通过基于变形测定器获得的拉力-变形图表确定最大拉力下的变形（ ΔL_m ）。

最大拉力下的总伸长百分率应通过以下的方程计算：

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

注意 1 对于在最大拉力下表现出平台效果的材料，最大拉力下总伸长百分率应取为该平台的中点。

注意 2 附录 H 中给出了一种手工方法。

13 抗拉强度，非比例变形 (R_p) 的确定

13.1 抗拉强度（非比例变形）这样确定：在拉力-变形图表中画出一条直线平行于曲线的直线部分，并且与其之间的距离等于规定的非比例百分率（如 0.2%）。该线与曲线的交点给出对应于要求的抗拉强度（非比例变形）的拉力。该抗拉强度由该力除以试样的原始横截面积 (S_0) 而得（见图 3）。

注意 1 该方法关键在于在拉力-变形图表中绘图的足够精度。

如果拉力-变形图表中的直线部分没有明确的定义而妨碍绘制足够精确的平行线，推荐采用以下步骤（见图 6）。

当超过预期的抗拉强度时，应将拉力减少至所获得拉力的 10%。然后再次增加拉力直到超过原来获得的拉力值。为确定预期的抗拉强度，应画一条通过滞后回线的直线。然后画一条平行于该直线的直线，其距离从校正的曲线原点开始，沿着横坐标方向，等于规定的非比例百分率。该平行直线与拉力-变形曲线的交点给出了对应于抗拉强度的拉力。该抗拉强度由将该力除以试样的原始横截面积 (S_0) 而得（见图 6）。

注意 2 有若干种方法可以用来定义校正的拉力-变形曲线原点。其中一种方法是建立一条直线，使其平行于由滞后回线确定的直线而与拉力-变形曲线相切。该直线与横坐标的交点为校正的拉力-变形曲线原点（见图 6）。

13.2 该特性也可以不通过拉力-变形曲线作图，而是通过自动设备（如微处理器等）获得，见附录 A。

14 确定抗拉强度，总变形 (R_t)

14.1 抗拉强度（总变形）这样确定：在拉力-变形图表上绘制一条直线平行于纵坐标轴（拉力轴），与其之间的距离等于规定的总变形百分率。该直线与曲线的交点给出了对应于预期抗拉强度的拉力值。该抗拉强度通过将该拉力除以试样的原始横截面积 S_0 而得（见图 4）。

14.2 该特性也可以不通过拉力-变形曲线作图，而是通过自动设备（如微处理器等）获得，见附录 A。

15 校验永久固定强度 (R_p) 的方法

将试样施加规定的拉力 10 至 20 秒，使其应力达到相应的规定值，然后撤除该拉力，确定永久固定变形或伸长相对于原始标距长度没有

超过规定的百分率。

16 确定面积缩减百分率 (Z)

面积缩减百分率应按照 4.7 中给定的定义确定。

试样的两段断裂部分应仔细重新拼合完整使其轴线位于同一条直线上。断裂后的最小横截面积 (S_u) 的测量精度应为 $\pm 2\%$ (见附录 B 至 E)。该面积 (S_u) 与原始横截面积 (S_o) 的差值表示为原始横截面积的百分率, 即为面积缩减百分率。

17 实验报告

实验报告应至少包含以下信息:

- 对该标准的参考: EN 10002-1;
- 对试样的鉴定;
- 规定的材料, 如果已知的话;
- 试样类型;
- 取得试样的位置和方向, 如果已知的话;
- 实验结果。

在当前缺乏关于所有类型的金属材料的足够数据的情况下, 想要

确定拉伸实验测得的不同特性的误差的值是不可能的。

注意 1 对误差的考虑，见附录 J，它提供了某些指导，其内容是确定关于度量参数和多个实验室对一组钢和铝合金的实验结果的误差。

注意 2 应至少给出以下结果；

- 圆整为最接近整数的强度值，单位为 *MPa*；
- 伸长百分率，圆整至 5%；
- 面积缩减百分率，圆整至 1%。

图解

A 应力

B 伸长百分率

注意 参考号码的解释见表 1。

图 1 – 伸长量的定义

图解

A 应力

B 伸长百分率

C 初始瞬时现象

注意 参考号码的解释见表 1。

图 2 – 不同类型曲线的屈服强度上限与下限的定义

图解

A 应力

B 伸长百分率或变形百分率

图 3 – 抗拉强度，非比例变形 (R_p)

图解

A 应力

B 变形百分率

注意 参考号码的解释见表 1。

图 4 – 抗拉强度，总变形 (R_t)

图解

- A 应力
- B 伸长百分率或变形百分率

图 5- 永久固定强度 (R_r)

图解

- A 应力
- B 变形百分率
- D 对应于 R_p 的拉力
- E 规定的非比例变形

图 6- 抗拉强度，非比例变形 (R_p) (见 13.1)

图解

- A 应力
- B 变形百分率

图 7- 屈服点变形百分率 (A_e)

图解

- A 拉力
- B 伸长

注意 参考号码的解释见表 1。

图 8 – 最大拉力 (F_m)

图 9 – 长方形截面的机加试样 (见附录 B)

注意 1 试样端部的形状仅供参考。

注意 2 参考号码的解释见表 1。

图 10 – 由产品非机加部分组成的试样 (见附录 C)

注意 试样端部的形状仅供参考。

图 11 – 比例试样 (见附录 D)

注意 参考号码的解释见表 1。

图 12 – 由一定长度的管组成的试样 (见附录 E)

注意 1 试样端部的形状仅供参考。

注意 2 参考号码的解释见表 1。

图 13 – 由管料上切割的试样（见附录 E）

附录 A

(信息性)

推荐使用由计算机控制的拉伸试验机

A.1 概述

此附录包含了对通过使用计算机控制的拉伸试验机来测量机械性能的建议。特别提供了对需要考虑的软件以及试验条件的建议。

这些建议与试验机的设计、试验机的软件、试验机软件的验证以及拉伸试验的操作条件有关。

A.2 术语与定义

鉴于此附录的目的，使用了下列术语与定义：

A.2.1 由计算机控制的拉伸试验机

试验的控制与显示，测量以及数据处理通过计算机来完成的拉伸试验机。

A.3 拉伸试验机

A.3.1 设计

设计的试验机应能达到输出未经软件处理的模拟信号的目的。如果不能提供这样的输出，试验机制造商应该给出原始数字数据以及这些数字数据是怎样获得的、怎样通过软件处理的相关信息。这些数据信息应该以与力、伸长量、时间以及试件尺寸有关的基本 SI 单位给出。如果试验机进行了修改，这些数据也应进行相应的修正。

A.3.2 数据采集频率

每一个测量通道的机械与电子元件的频率带宽与数据采集频率应该足够高，以便能够记录需要测量的材料特性。

例如要得到 R_{eH} ，可以使用下面的公式来确定最小采样频率：

$$f_{\min} = \frac{\dot{\sigma}}{R_{eH} \times q} \times 100 \quad (\text{A.1})$$

其中：

f_{\min} 为最小采样频率，单位： s^{-1} ；

$\dot{\sigma}$ 为应力速度，单位： $Mpa \cdot s^{-1}$ ；

R_{eH} 为上屈服强度，单位： Mpa ；

q 为试验机（根据 EN ISO 7500-1）的相对精度误差。

注 1：根据试验过程中的一个瞬态特性事实来选择公式 (A.1) 中的 R_{eH} 。如果所

测试的材料没有屈服现象，应该使用弹性极限强度 $R_{p0.2}$ 。

注 2: 在试验机的运行靠应变速率来控制的情况下, 应力速率应该通过考虑材料的弹性模量计算出来。

A.4 机械性能的测定

A.4.1 概述

试验机的软件应该考虑下列要求:

A.4.2 上屈服强度(R_{eH})

如 4.9.2.1 中所定义的, 应该认为 R_{eH} 为对应于力的最大值的应力, 此力的最大值出现在力减少至少 0.5% 之前, 之后紧随着一个力不会超过前面的最大值、应变变化不小于 0.05% 的区域。

A.4.3 下屈服强度(R_{eL})

如 4.9.2.2 中所定义的。然而, 为了测试的生产率, 可以将 R_{eL} 的名义值作为上屈服强度(R_{eH})之后最初的 0.25% 应变之内的最小应力, 不考虑任何初始瞬态效应。当使用此方法, 应在试验报告中记录。通过这种方法确定 R_{eL} , 可以按照 10.1.3 提高试验速度。

注: 此条款只适用于具有屈服现象的材料且不需要确定 A_e 的情况。

A.4.4 非比例伸长弹性极限强度(R_p)与总伸长弹性极限强度(R_t)

见 4.9.3 与 4.9.4, 这些值可以通过在光滑曲线的两点之间进行插值来确定。

A.4.5 拉伸强度(R_m)

为对应于最大力 (F_m) 的应力, 见 4.9.1。

A.4.6 断裂时的伸长百分率

A.4.6.1 A_t 应该参考图 A.1 中断裂的定义来确定。

当两个测量点之间力减少超过前两个测量点的 5 倍、紧接着力的减少量低于最大拉伸力的 3% 时, 断裂被认为是有效的。

关键（说明）：

。。 连续测量点（ $f = \text{常数}$ ）

b $> 5a$

c $< 0.03F_{\max}$

1) 断裂（根据 4.10 中的定义）

图 A.1-试件断裂定义的示意图

A.4.6.2 如果开着变形测定仪直到断裂，则记录下图 A.1 中的点 1。

A.4.6.3 如果在断裂前移去了变形测定仪，则允许使用十字头位移来确定移去变形测定仪后到断裂时的附加伸长量。所使用的方法应该是可以验证的。

A.4.7 屈服点伸长百分率（ A_e ）

有一种方法是通过评定力-伸长量曲线中的两个特殊点来确定 A_e ，这两个特殊点定义了屈服点伸长量的起点与终点（见图 7 中的参考号 15）。起点位于斜率变成 0 而由一条水平线表示处。终点可以通过构造两条线来确定，第一条线为水平线，始于零斜率的最后一点，第二条线为曲线应变硬化部分的切线，应尽可能地接近拐点。这两条线的交点代表了屈服点伸长量的终点。

A.4.8 最大力时总伸长百分率（ A_{gt} ）

如在 4.4.2 中所定义的（见图 1 中的参考号数 17） A_{gt} 的值应该被认为是对应于屈服点现象之后合理平滑过的应力-应变曲线最大值的伸长量。

注 1：推荐使用三次多项式方法进行回归。

注 2：对一些金属材料（高度冷成型的材料，比如二次冷轧镀锌钢板或辐照过的结构钢）来说，常常最大力不是出现在缩颈的开始阶段。在这种情况下，可以用“缩颈应变”来计算 A_{gt} 。

A.4.9 在弹性范围内曲线斜率的测量

为了对未知特性的试件有效，所使用的方法不应依赖于任何预定的应力极限，除非是产品标准的规定或试验有关各方的协议。

基于计算一个滑动块特性的方法最为方便。参数为：

——滑动块的长度（所使用的点的数量）；

——选择作为参考来定义曲线斜率的方程。

注：如果力-伸长量图的直线部分没有明确定义，参看 13.1。

在弹性范围内的曲线斜率对应于当下列条件满足时一定范围内的平均斜率：

——滑动块的斜率不变，为常数；

——此范围具有代表性。

在任何情况下，推荐适当的范围界限可以由用户选择，来排除弹性范围内对曲线的斜率无意义的值。

参考书目中（[1]-[4]）给出了与这些以及其他合格方法的参考书。

A.5 试验机软件的验证

测试系统用来确定各种材料特性的方法的效率可以通过与以传统方法检查/计算从模拟或数字数据中确定的结果对比来检验。应该使用频率带宽、采样频率与不精确性至少等于那些用来提供试验机计算机计算出的结果的仪器来采集与处理那些直接从试验机的转换器或放大器导出的数据。

如果同一个试件由计算机确定的值与通过模拟手段确定的值之间的差异很小的话，我们就可以对试验机计算机处理的效率有信心。为了评价这些差异的可接受性，应该对 5 个类似的试件进行测试，且每一个相关特性的平均差异应在表 A.1 所列的极限内。

注 1：此方法只证明了试验机对于特定试件型别、所测材料、所用条件下材料特性。不保证所测的材料特性正确或适合使用。

注 2：如果使用了其它的方法，例如，输入已知材料的、具有经过验证的一定质量保证水平、预先确定的一组数据，应能满足上述的要求以及表 A.1 中的要求。

表 A.1 置信度的检验情况

参数	D ^a		s ^a	
	相对的 ^b	绝对的 ^b	相对的 ^b	绝对的 ^b
Rp0.2	≤0.5%	2Mpa	≤0.35%	2Mpa
Rp1	≤0.5%	2Mpa	≤0.35%	2Mpa
ReH	≤1%	4Mpa	≤0.35%	2Mpa
ReL	≤0.5%	2Mpa	≤0.35%	2Mpa
Rm	≤0.5%	2Mpa	≤0.35%	2Mpa
A		≤2%		≤2%

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

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

其中：

D_i 为一个试件人工评价结果 (H_i) 与计算机评价结果 (R_i) 的差，(D_i=H_i-R_i)；

n 为来自一个样本的同样试件的数量；

H 为人工评价的结果;

R 为计算机评价的结果;

^b 为应该考虑的相对值与绝对值的最高值

附录 B

(信息性)

用于薄产品（厚度介于 0.1mm 与 3mm 之间的板、带以及平板）的试件类型

注：对于厚度小于 0.5mm 的产品，可能需要采取特别预防措施。

B.1 试件的形状

通常来说，试件具有两个比平行长度宽的装夹端。平行长度 (L_c) 应该通过半径至少为 20mm 的过渡曲线与端部连接在一起。端部宽度应该至少为 20mm，且不超过 40mm。

通过协定，试件也可以包括平行边。对于宽度小于等于 20mm 的产品，试件的宽度可以与产品相同。

B.2 试件的尺寸

平行长度不应短于 $L_0+b/2$ 。

发生争执的话，除非材料不足，常常采用长度 L_0+2b 。

当包含平行边的试件宽度小于 20mm，除非在产品标准中另有规定，原始标距长度 (L_0) 应该等于 50mm。对于这一类型的试件，装夹部位之间的自由长度应该等于 L_0+3b 。

有两种类型的非比例试件，其尺寸列在表 B.1 中。

测量每一个试件的尺寸时，应该使用表 B.2 中给出的形状公差。

在试件宽度与产品宽度相同的情况下，原始横截面积 (S_0) 应该在所测得的试件尺寸的基础上进行计算。

如果满足了表 B.2 中给出的加工公差与形状公差，在试验时，可以使用试件的名义宽度来避免测量试件的宽度。

表 B.1 试件的尺寸

				尺寸单位: mm
试件类型	宽度	原始标距长度	平行长度	具有平行边的试件装夹部位之间的自由长度
1	12.5 ± 1	50	75	87.5
2	20 ± 1	80	120	140

表 B.2 试件宽度的公差

			尺寸与公差的单位: mm
试件的名义宽度	加工公差 ^a	形状公差 ^b	
12.5	± 0.09	0.043	

20	± 0.105	0.052
<p>a 为符合 EN 20286-2 的公差 js 12。如果原始横截面积 (S_0) 包含在计算中不需要测量的话, 可以使用符合 EN 20286-2 的公差 js 12。</p> <p>Bb 为(符合 EN 20286-2 的)公差 IT 9。试件整个平行长度 (L_c) 上宽度测量值的最大偏差。</p>		

B.3 试件的制备

制备试件时, 不应影响金属的特性。任何由于剪切或加压而硬化的区域应该通过切削加工去除。

对于非常薄的材料, 推荐将具有相同宽度的带进行切割并绑成中间层为一张纸厚的一捆, 来抵抗切削油。推荐在加工成试件最终尺寸前, 在每一小捆带的两侧安装一个厚一点的带。

B.2 中给出的值, 例如对于名义宽度 12.5mm 给出 $\pm 0.09\text{mm}$, 这意味着如果原始横截面积 (S_0) 的名义值包含在计算中且不需要测量, 试件的宽度不应超出下面所给出的两个值:

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

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

B.4 测定原始横截面积 (S_0)

原始横截面积应该通过测量试件的尺寸计算出来。

原始横截面积的测量误差不应超过 $\pm 2\%$ 。通常此误差的最大一部分来自试件厚度的测量, 宽度的测量误差不应超过 $\pm 0.2\%$ 。

附 录 C

(标准)

用于直径或厚度小于 4mm 的线材、棒材与型材的试件类型

C.1 试件的形状

试件通常由产品未经加工的部分组成（见图 10）。

C.2 试件的尺寸

原始标距长度应该采用 $200\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 或 $100\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 。除了在小直径金属丝的情况下机器装夹部位之间的距离等于 L_0 外，机器装夹部位之间的距离应该至少等于 $L_0 + 50\text{mm}$ 例如分别为 250mm 与 150mm。

C.3 试件的制备

如果产品是卷绕着交货的，在矫直时应该小心。

C.4 测量原始横截面积 (S_0)

测量原始横截面积的精确度应该为 $\pm 1\%$ 。

对于具有圆形横截面的产品，原始横截面积可以通过在互相垂直的两个方向上的两次测量结果的算术平均值计算得来。

原始横截面积也可以通过已知长度的质量与密度确定。

附录 D

(标准)

用于厚度大于等于 3mm 的板材与平板，以及 直径或厚度大于等于 4mm 的线材、棒材与型材的试件类型

D.1 试件的形状

通常来说，试件要进行机械加工，平行长度应通过过度曲线与装夹端连接起来，装夹端可以是任何适合试验机夹具的形状（见图 11）。在装夹端与平行长度之间的最小过渡半径应该为：

-对柱状试件：0.75d（d 为平行长度的直径）；

-对三棱形试件：12mm

如果需要的话，零件、棒等等，可以不经加工地进行测试。

试件的横截面可以是圆形，正方形，矩形，特殊情况下，也可以是其他形状。

对于具有矩形横截面的试件，推荐宽厚比不应超过 8:1。

通常来说，已加工柱状试件平行长度的直径不应小于 4mm。

D.2 试件的尺寸

D.2.1 已加工试件的平行长度

平行长度（ L_c ）至少应该等于：

a) 在试件具有圆形横截面的情况下， $L_0+d/2$ ；

b) 在试件为三棱形的情况下， $L_0+1.5\sqrt{S_0}$ 。

在发生争执的情况下，除非没有足够的材料，否则根据试件的类型，长度应该使用 L_0+2d 或 $L_0+2\sqrt{S_0}$ 。

D.2.2 未进行机械加工的试件长度

试验机夹具之间的自由距离应该足够，以便标距记号与这些夹具之间的距离合理。

D.2.3 原始标距长度（ L_0 ）

D.2.3.1 比例试件

作为一个一般规律，当原始标距长度（ L_0 ）与原始横截面积（ S_0 ）之间的关系可以用下面的公式表达时，使用比例试件：

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

其中：k 等于 11.3 或 5.65。

具有圆形横截面的试件应该最好优先选取表 D.1 中给出的尺寸。

表 D.1——圆形横截面的试件

K	直径	原始横截面	原始标距长	最小平行长	总长
---	----	-------	-------	-------	----

	d mm	积 S_0 mm ²	度 $L_0 = k\sqrt{S_0}$ mm	度 L_c mm	L_t
5.65	20 ± 0.150 10 ± 0.075 5 ± 0.040	314 78.5 19.6	100 ± 1.0 50 ± 0.5 25 ± 0.25	110 55 28	依赖于将试件安装在试验机夹具中的方法 原则上： $L_t > L_c + 2d$ 或 4d

D.2.3.2 非比例试件

如果产品标准中有所规定的话，可以使用非比例试件。

平行长度 (L_c) 不应小于 $L_0 + b/2$ 。当发生争执的时候，除非材料不足，否则应该使用平行长度 $L_c = L_0 + b/2$ 。

表 D.2 给出了一些典型试件尺寸的详细情况。

表 D.2——典型试件的尺寸

名义宽度 b mm	原始标距长度 L_0 mm	平行长度 (L_c) 的 最小值 mm	总长的近似值 L_t mm
40	200	225	450
25	200	225	450
20	80	90	300

D.3 试件的制备

表 D.3 给出了已加工过试件横向尺寸的公差。

下面给出的是一个应用这些公差的例子：

a) 加工公差

表 D.3 给出的值，例如对于名义直径 10mm 给出 ± 0.075mm，这意味着如果原始横截面积 (S_0) 的名义值包含在计算中且不需要测量，试件的直径不应超出下面所给出的两个值：

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

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

b) 形状公差

表 D.3 给出的值意味着，对于一个满足上面给出的加工条件且名义直径为 10mm 的试件，所测得的最大直径与最小直径之间的差不应超过 0.04mm。

因此，如果此试件的最小直径为 9.99mm，最大直径不应超过 $9.99\text{mm} + 0.04\text{mm} = 10.03\text{mm}$ 。

表 D.3——有关试件横向尺寸的公差

尺寸与公差的单位：mm

名称	名义横向尺寸	名义尺寸的加工公差 ^a	形状公差
具有圆形横截面的已加工试件的直径	3	± 0.05	0.025 ^b
	≥3 ≤6	± 0.06	0.03 ^b
	>6 ≤10	± 0.075	0.04 ^b
	>10 ≤18	± 0.09	0.04 ^b
	>18 ≤30	± 0.105	0.05 ^b
具有矩形横截面四个侧面已加工的试件的横向尺寸		与圆形横截面试件直径的公差相同	
具有矩形横截面只有两个相对的侧面已加工的试件的横向尺寸	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
<p>a 为符合 EN 20286-2 的公差 js 12。如果原始横截面积 (S_0) 包含在计算中不需要测量的话, 可以使用符合 EN 20286-2 的公差 js 12。</p> <p>b 为公差 IT 9。试件整个平行长度 (L_c) 上一个指定的横向尺寸测量值的最大偏差。</p> <p>Cc 为公差 IT 13。试件整个平行长度 (L_c) 上一个指定的横向尺寸测量值的最大偏差。</p>			

D.4 横截面积 (S_0) 的测定

可以使用名义直径来计算横截面为圆形、满足表 D.3 所给出的公差的试件的原始横截面积。对于其他形状的试件, 原始横截面积应该通过测量合适的尺寸计算得来, 每一个尺寸的误差不可超过 ± 0.5%。

附录 E

(标准)

用于管材的试件类型

E.1 试件的形状

试件包括一段管长以及一个从管上切下来时形成的、纵向或横向的、厚度与管壁的整体厚度相同的带,或者包括一个具有圆形横截面、管壁经过加工的试件。对于壁厚小于 3mm 的管,经过加工的横向试件、纵向试件以及圆形横截面的试件在附录 B 中有所描述。对于壁厚大于等于 3mm 的管的相应内容在附录 D 中有所描述。纵向带通常用于壁厚大于 0.5mm 的管。

E.2 试件的尺寸

E.2.1 管的长度

管的长度可以在两端堵上塞子。每一个塞子与最近的标距记号之间的自由长度应该超过 $D/4$ 。在发生争执的情况下,只要有足够的材料,该自由长度应该使用 D 的值。

塞子在标距记号方向上伸向试验机夹具的长度不应超过 D ,形状不应妨碍标距长度的变形。

E.2.2 纵向带或横向带

纵向带的平行长度 (L_c) 不应被展平,但是装夹端为了装夹在试验机的夹具中,可以被展平。

在产品标准中可以指定横向试件或纵向试件除了附录 B 与 D 中所给出的以外的尺寸。

在矫直横向试件时,需要采取特别预防措施。

E.2.3 管壁经过加工、圆形横截面的试件

在产品标准中对试件的采样有所规定。

E.3 原始横截面积的测定 (S_0)

试件的原始横截面积测定允许误差为 $\pm 1\%$ 。

管长的、纵向带或横向带的原始横截面积可以通过试件的质量、已经测得的长度以及密度确定。

包括一个纵向或横向带的试件的原始横截面积应该根据下面的公式进行计算:

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

其中:

- a 为管壁的厚度;
- b 为带的平均宽度;
- D 为管的外径。

下面简化了的公式可以用来计算纵向试件的原始横截面积：

当 $b/D < 0.25$ 时， $S_0 = ab[1 + b^2/(6D(D-2a))]$ ；

当 $b/D < 0.17$ 时， $S_0 = ab$ 。

对于管长的原始横截面积，可以通过下面的公式来计算：

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

附 录 F

(信息性)

当规定值小于 5%时测量断裂后的伸长百分率

测量断裂后的伸长百分率时，如果规定值小于 5%的话，应该采取预防措施。下面是所推荐方法中的一种：

在试验前，应该在平行长度一端附近做一个非常小的记号。用两脚规在标距长度上，以刚才所做的小记号为圆心划一道圆弧。在断裂后，应将断开的试件放在夹具中并施加轴向压力，最好使用螺旋，以便在测量过程中充分地将断开的试件紧固在一起。然后以原来的圆心为圆心，以同样的半径划第二道圆弧，并且使用测量显微镜来测量两道划痕之间的距离。为了更容易地反映精细的划痕，可以在试验前对试件使用染色薄膜。

附录 G

(信息性)

基于细分原始标距长度测量断裂后伸长百分率

当断裂的位置不符合 11.1 中的条件，为了避免报废试件，可以通过协商使用下面的方法：

- a) 在试验前，将原始标距长度 (L_0) 再分成 N 等份；
- b) 在试验后，用符号 X 来表示在试件较短的那部分上的标距记号，用符号 Y 来表示在试件较长的那部分上的一个等分点，该等分点到断裂处的距离等于 X 到断裂处的距离。

如果 n 为 X 与 Y 之间的区间数目，可以按照下面的方法步骤来确定断裂后的伸长量：

- 1) 如果 $N-n$ 为偶数 (图 G.1 a))，测量 X 与 Y 之间的距离以及 Y 与分度标记 Z 之间的距离， Z 位于晚于 Y 的区间 $(N-n)/2$ ，使用下面的公式来计算断裂后的伸长百分比：

$$A = ((XY + 2YZ - L_0) / L_0) \times 100$$

- 2) 如果 $N-n$ 为奇数 (图 G.1 b))，测量 X 与 Y 之间的距离、 Y 与分度标记 Z' 之间的距离以及 Y 与分度标记 Z'' 之间的距离， Z' 与 Z'' 分别位于晚于 Y 的区间 $(N-n-1)/2$ 以及 $(N-n+1)/2$ ，使用下面的公式来计算断裂后的伸长百分比：

$$A = ((XY + YZ' + YZ'' - L_0) / L_0) \times 100$$

a) $N-n$ 为偶数

b) $N-n$ 为奇数

注：所给出的试件头的形状仅作为导向装置。

图 G.1-测量断裂后伸长百分率的图例

附录 H

(信息性)

在最大力时人工测量长产品（例如棒、丝、杆）总伸长百分率的方法

可以用下面的人工方法来取代条款 12 所定义的变形测定仪的方法。在发生争执的情况下，应该使用变形测定仪的方法。

方法包括测量经受拉伸试验断开后的试件较长部分上、最大力时的非比例伸长百分率，通过非比例伸长百分率来计算最大力时的总伸长百分率。

试验前，在测量标距长度上做等间距记号，两个连续记号之间的距离的等于原始标距长度（ L'_0 ）的因数。原始标距长度（ L'_0 ）的标记精度应达到 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内。此长度为总伸长百分率值的函数，应在产品标准中有所规定。

断裂后最终标距（ L'_u ）的测量在断开后试件最长的部分上进行，且应该精确到 0.5mm 以内。

为了使测量正确有效，应该考虑下面两个条件：

- 测量区域的界限应该保证到断裂处的距离至少为 $5d$ ，到装夹部位的距离至少为 $2.5d$ ；
- 测量的标距长度至少应该等于产品标准中规定的值。

通过下面的公式来计算最大力时的非比例伸长百分率：

$$A_g = ((L'_u - L'_0) / L'_0) \times 100$$

通过下面的公式来计算最大力时的总伸长百分率：

$$A_{gt} = A_g + (R_m / E) \times 100$$

附录 J

(信息性)

拉伸试验的精度与测量的不精确性估计

J.1 介绍

对于已知拉伸特性的材料，这个附录给出了按照标准所使用仪器的不精确性的估计。需要指出的是对于这种试验方法要给出不精确性的精确陈述是不可能的，因为材料的相关性和独立性都对不确定性的陈述有所贡献。因此需要先知道关于材料对于应变率或应力率的拉伸响应的知识才能计算仪器的不精确性。

使用“误差预算”概念来估计仪器的不精确性的方法在任何地方都有所提供[5]，“误差预算”概念是建立在试验与校准标准中指定的公差的基础上的。这种方法后来扩展为 ISO (1998) [6]中附录 J 的基础形式。这个附录现在已被修正以便更接近于 ISO TAG4[7]所建立的估计仪器不精确性的方法。

拉伸试验的试验精度依赖于被试材料的相关因素，试件的几何和机械加工，试验仪器，试验程序和计算制定材料属性的方法。理想地，以下所有因素都应被考虑：

- 试件尺寸的测量，标距长度标志，伸长计的标距长度；
- 力和伸展的测量；
- 试验温度和连续试验中的加载率；
- 试件的固定方法和力的同轴度；
- 试验仪器特性（硬度，动力，操作方法和控制）；
- 与拉伸特性有关的人的与软件的差错；
- 在同一批材料的熔化物处理得到的材料都存在的材料的不均匀性。

实际上，现有标准的要求和公差并不允许所有这些影响因素都被量化。然而实验室的试验可以在与工厂实验室相似的条件下来诊断结果的全部不精确性，但是这样的试验并不把由于材料的不均匀性所造成的影响与那些可归于试验方法的影响区分开。

应该确认要想对所有材料的测量方法的不精确性计算出单一的一个值是不可能的，这是因为不同的材料在一些特定的控制参数下，比如说张力率或应力率，会展现出不同的反应特性[5]。这里提供的不精确性的预算可被看作是实验室按照 EN 10002-1 从事试验的测量不精确性的更高范围，因为实验室可以做到准确控制试验参数达到比标准要求更高的精度水平。比如力可以测量到 $\pm 0.5\%$ （例如，一个等级为 0.5 的机器），而试验标准 EN 10002-1 只要求力的测量在 $\pm 1\%$ 。需要注意的是在计算试验结果总的分布的时候，测量的不精确性应该被考虑加入到由于材料的不均匀性而造成的内在分布中。分析内部比较试验（Round Robin 试验）的统计方法并不区分对分布的这两种贡献因素，然而虽然如此，该方法还是给出了由不同实验室采用相同材料测量的拉伸结果的大概范围这一有用指示。许多的内部比较试验的典型结果在 J.5 中给出。

J.2 在 GUM 基础上的不精确性估计的回顾

“测量不精确性表达的指导”由多家权威的标准机构共同出版，即 BIPM，

IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP 和 OIML。此后简称为 GUM (Guide to Uncertainty in Measurement, 测量不精确性指导)。它是一本超过 90 页的内容全面翔实的文件,建立在用来合计各种因素所造成的不精确性的精确的统计方法的基础上。该文件的复杂性驱使了许多组织来制造其简化版本[8][9][10]。这些各种各样的文件都在“不精确性预算”概念的基础上给出了如何估计测量不精确性的指导。详细地描述请参阅参考文献[11]和[12]。

J.3 拉伸试验: 不精确性估计

J.3.1 材料的独立参数

表 J.1 给出了拉伸特性的各种试验参数的公差。由于应力—应变曲线的形状,拉伸性质中的一些参数原则上可以比其它参数以更高的精确度确定。比如高屈服强度 R_{eH} 只依赖于力和截面面积的测量公差。与此同时,弹性极限强度, R_p , 依赖于力, 应变 (位移), 标距长度和截面面积。在面积收缩情况下, Z , 对于断裂前后截面面积的测量公差就需要被考虑。

表 J.1—使用 EN10002-1 中所规定的公差, 在材料的独立参数基础上的拉伸试验测量不精确性

参数	拉伸性质, %误差					
	R_{eH}	R_{eL}	R_m	R_p	A	Z
力	1	1	1	1		
应变 ^a (位移)	-	-	-	1 ^b	1	
标距长度, L_0 ^a	-	-	-	1 ^b	1	
S_0	1	1	1	1	-	1
S_u	-	-	-	-	-	2

a: 采用 a 类符合 EN 10002-4 的一个标准变形测定仪。

b: 在测量弹性极限强度 R_p 时, $\pm 1\%$ 的误差为过估计。此误差取决于力-伸长量图的斜率, 肯定小于下面所计算出来的。只有当力-伸长量曲线已知的情况下, 才可能确定一个数量值, 这意味着此数量值取决于材料。

在 GUM 中, 不精确度分为两类: A 类与 B 类。A 类, 不精确度的评价可以依靠任何有效的统计方法来处理数据。B 类是依靠其他的方法。因此, 在 B 类中要应用标准中所规定的公差。以上所示拉伸试验的公差代表了最大的上下限的值, 也就是, 所有的值应该在规定的公差 $a = \pm 1\%$ 范围内, 并且 GUM 中规定了分布模式为均匀可能性分布。因此单个参数的标准不精确度值给定为 $a/\sqrt{3}$ 。为了完全评定不精确度, 有必要考虑所有可能对测量的不精确度的有贡献的因素, 包括那些在校准链中所使用的装置的不精确度, 也就是, 力试验装置与变形测定仪的校准器。在实际操作中, 这些误差来源效果为二次的, 鉴于此文件的用途, 运用 GUM 中提出的概念, 采用了一种简化的方法。材料独立参数 R_{eH} , R_{eL} , R_m 与 A 的综合不精确度为 $\sqrt{0.33+0.33} = \pm 0.81\%$, R_p 的综合不精确度为

$\sqrt{0.33+0.33+0.33} = \pm 1.15\%$; 所用的方法为均方根和的方法。见表 J.1 的脚注 b。

$\sqrt{0.33+0.33+0.33+0.33} = \pm 1.15\%$; 所用的方法为均方根和的方法。见表 J.1 的脚注 b。

J.3.2 材料的相关参数

对于室温下的拉伸试验，拉伸属性中显著的依赖于材料对应变率（或应力率）的响应的控制参数是 R_{eH} ， R_{eL} 和 R_p 。拉伸强度， R_m ，同样可依赖于应变率，然而，实际上，它通常在比 R_p 高得多的应变率下被确定，并且通常相对来说对于快速的应变变化不敏感。

原则上，对于任何材料都需要先确定它的应变率响应，然后在计算总的精确性预算。一些有限的数据和下面的例子可以用来估计一些种类材料的不精确性。在 EN10002-1 中列出的用来决定在应变率范围内材料响应的数据参见图 J.1 和图 J.2。在试验应力下，许多材料在应变率控制下所测得的响应列在表 J.2。早期在应变率下测得的大量的钢的数据在会议论文 [13] 中被给出。

由于等量公差， a ，来自测试数据，使用一种简单的最小均方值来处理数据，根据 GUM 来决定哪一种不精确性的贡献模型就非常必要。如果说模型有着上限和下限 a_+ ， a_- ，那么质量的最好估计是 $(a_+ + a_-) / 2$ ，并且有 2/3 的机会（等于 67% 的可能性）质量的值会落在 a 到 a_+ 的范围内，这是不精确性 $U=a$ 。

注意：如果假设可能性为 50%，则 $U=1.48a$ （参见参考文献[10]）

表 J.2—室温下，弹性极限强度在 EN 10002-1 中所允许的应变率范围内的变化

材料	名义成分	$R_{p0.2}$ 均值 Mpa	弹性极 限强度 应变率 响应 %	等价公 差 ±%
铁素体钢				
管钢	Cr-Mo-V-Fe(bal)	680	0.1	0.05
板钢 (S275)	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
镍基底合金				
NiCr20Ti	18Cr,5Fe,2Co-Ni(bal)	325	2.8	1.4
NiCrCoTiAl 25- 20	24Cr,20Co,3Ti,1.5Mo, 1.5Al-Ni(bal)	790	1.9	0.95

J.3.3 联合标准测量不精确性

在表 J.2 给出的标准中详述了允许的应变率范围，依靠超过此应变率的弹性极限强度的材料可以与表 J.1 中指定的材料的独立参数的标准不精确性相结合，从而得出联合标准不精确性 U_c 。不同材料的 U_c ，如表 J.3 所示。

这个分析的目的在于，超出标准允许的应变率范围的弹性极限强度的差的总值被平分，表示为等效公差。例如，对于不锈钢，弹性极限强度可以在允许的应变率范围内变化 6.8%，所以它可以等分成 ±3.4% 的等效公差，然后再除以 $\sqrt{3}$ ，即 1.963，然后再加上材料独立参数的联合标准不精确性，这里要用到均方根值

方法。因此，对于不锈钢，Rp0.2 的联合不精确性可以被给出：

$$U_c = \pm\sqrt{1.15^2 + 1.96^2} = \pm\sqrt{5.17} = \pm 2.3\%$$

表 J.3—根据 EN 10002-1 室温下弹性极限强度的联合标准测量不精确性

材料	材料的独立参数的联合标准不精确性 ±%	材料的非独立的标准不精确性 ±%	联合标准不精确性 U_c ±%	在 95%置信度下的扩展不精确性 ±%
<u>铁素体钢</u>				
管钢	1.15	0.03	$\sqrt{1.33} = 1.15$ [7]	2.3
板钢	1.15	0.52	$\sqrt{1.59} = 1.26$ [8]	2.5
<u>奥氏体钢</u> 不锈钢	1.15	1.96	$\sqrt{5.17} = 2.3$ [9]	4.6
<u>镍基底合金</u>				
尼莫尼克 75	1.15	0.81	$\sqrt{1.98} = 1.41$ [10]	2.8
尼莫尼克 101	1.15	0.55	$\sqrt{1.63} = 1.28$ [11]	2.7

J.3.4 扩展不精确性

根据 ISO TAG4 指导[7]，总的扩展不精确性由联合标准不精确性乘以覆盖函数 k，得到。对于 95%的置信度等级，k=2。相应的扩展不精确性也被列在表 J.3。

J.4 结束语

使用“不精确性预算”概念对室温下的拉伸试验测量不精确性进行计算的方法已经给出，并且也给出了几种试验参数响应已知的材料的例子。需要强调的是应用以 GUM 为基础的简单方法，扩展的不精确性也被计算出来。另外，有许多其他因素能影响拉伸性能的测量，比如试件的弯曲，固定试件的方法，或者试验机器的控制模式，例如伸长计控制或加载/十字头控制能够影响测量的拉伸性能[14]。然而由于没有充足的定量数据可以利用，目前还无法将它们的影响包含进不精确性预算中。我们同样需要意识到这种不精确性预算方法只给出了不精确性的估计是受限于测量技术。并且这种方法不允许将试验结果的固有的扩散性归因于材料的不均匀性。

最后，我们还需要了解一旦有适合的相关材料可以利用，我们就可以提供有用的手段来度量任何一台试验机器的总的精确性。并且把固定方法，试件的弯曲等等这些影响因素都考虑进来，而现在这些都还不能被量化。

作为一个替代方法，我们推荐以质量控制为目的的试件的“室内”试验，参阅参

考文献[15]。

J.5 试验室内的分散性

表J.4到表J.7列出了一系列材料在实验室内部比较试验中所得到的拉伸试验结果的典型的分散性，其中包含了材料的分散性和测量的不精确性。可重现率的计算是用标准偏差乘以2，再除以均值，结果用百分比的形式表示。因此给出的值有着95%的置信水平。根据GUM给出的建议，并且该值可以直接与前面给出的扩展不精确性进行比较。

2) 例如尼莫尼克 75，一个室温下拉伸试验的证明参考材料，CRM661 在参考材料和测量研究所（IRMM）中可以得到，Joint 研究中心，Retieseweg, B-2440, Geel, 比利时，参见参考文献[11]

表 J.4—屈服强度（0.2%的校验强度或更高的屈服强度）—试验室内部比较试验的允许误差

材料	代码	屈服强度 Mpa	允许误差 +/- U _E %	参考文献
铝	EC-H 19	158.4	8.1	[16]
	2024-T 351	362.9	3.0	[16]
钢				
低碳, 板钢	HR3	228.6	8.2	[17]
奥氏体的 不锈钢	X2CrNi18-10	303.8	6.5	[17]
AISI 105	P245GH	402.4	8.9	[16]
棒	S355	367.4	5.0	[17]
铁酸盐不锈钢	X2Cr13	967.5	3.2	[16]
高强度	30NiCrMo16	1039.9	2.0	[17]
奥氏体的 不锈钢	X2CrNiMo18-10	353.3	7.8	[17]
AISI 316	X5CrNiMo17-12-2	480.1	8.1	[16]
镍合金				
因康镍合金 600	NiCr15Fe8	268.3	4.4	[16]
尼莫尼克 75 (CRM661)	NiCr20Ti	298.1	4.0	[18]

表 J.5—拉伸强度, R_m —试验室内部比较试验的允许误差

材料	代码	拉伸强度 Mpa	允许误差 +/- U_E %	参考文献
铝	EC-H 19	176.9	没有报道	[16]
	2024-T 351	491.3	2.6	[16]
钢				
低碳, 板钢	HR3	335.2	5.0	[17]
奥氏体的 不锈钢	X2CrNi18-10	594.0	3.0	[17]
AISI 105	P245GH	596.9	2.8	[16]
棒	S355	552.4	2.0	[17]
铁酸盐不锈钢	X2Cr13	1253	1.2	[16]
高强度	30NiCrMo16	1167.8	1.5	[17]
奥氏体的 不锈钢	X2CrNiMo18-10	622.5	3.0	[17]
AISI 316	X5CrNiMo17-12-2	694.6	2.4	[16]
镍合金				
因康镍合金 600	NiCr15Fe8	695.9	1.4	[16]
尼莫尼克 75 (CRM661)	NiCr20Ti	749.6	1.9	[18]

表 J.6—试验室内部比较试验的允许误差

材料	代码	面积收缩, Z %	允许误差 +/- U _E %	参考文献
铝	EC-H 19	79.1	5.1	[16]
	2024-T 351	30.3	23.7	[16]
钢				
AISI 105	P245GH	65.6	3.6	[16]
棒	S355	71.4	2.7	[17]
铁酸盐不锈钢	X2Cr13	50.5	15.6	[16]
高强度	30NiCrMo16	65.6	3.2	[17]
奥氏体的 不锈钢	X2CrNiMo18-10	77.9	5.6	[17]
AISI 316	X5CrNiMo17-12-2	71.5	4.5	[16]
镍合金				
因康镍合金 600	NiCr15Fe8	59.3	2.4	[16]
尼莫尼克 75 (CRM661)	NiCr20Ti	59.0	8.8	[18]

表 J.7—断裂后拉伸率—试验室内部比较试验的允许误差

材料	代码	断裂后的 拉伸率, A %	允许误差 +/- U _E %	参考文献
铝	EC-H 19	14.6	9.1	[16]
	2024-T 351	18.0	18.9	[16]
钢				
AISI 105	P245GH	25.6	10.1	[16]
棒	S355	31.4	14	[17]
铁酸盐不锈钢	X2Cr13	12.4	15.5	[16]
高强度	30NiCrMo16	16.7	13.2	[17]
奥氏体的 不锈钢	X2CrNiMo18- 10	51.9	13.6	[17]
AISI 316	X5CrNiMo17- 12-2	35.9	14.9	[16]
镍合金				
因康镍合金 600	NiCr15Fe8	41.6	7.7	[16]
尼莫尼克 75 (CRM661)	NiCr20Ti	41.0	3.3	[18]

图解

- 1 下屈服强度
- 2 $\lg 10$ 每分钟塑性变形率
- 3 应力最大期望差错

图 J.1—室温下作为变形率函数的下屈服强度 (R_{e1}) 变化, 板钢[16]

图解

1 0.2%屈服应力, Mpa

2 应变/分钟

图 J.2—22℃下 NiCr20Ti 的拉伸试验数据

参 考 书 目

- [1] H.M. SONNE, B.HESSE, “通过计算机化了的拉伸试验测量钢板的杨氏模量——对比不同的评价概念”, Tagung “Werkstoffprüfung 1993”, DVM-Tagungsband
- [2] G.D. DEAN, M.S. LOVEDAY, P.M. COOPER, B.E. READ, B. ROEBUCK 与 R. MORREL, “模量测试的方方面面”, 第 8 章, 第 150 页到 209 页, 摘自“材料标准性能的测量与标准”, 编者: B.G. DYSON, M.S. LOVEDAY 与 M.G. GEE, 出版商: Pub Chapman and Hall.1995
- [3] B. ROEBUCK, J.D. LORD, P.M. COPPER 与 L.N. Mc CARTNEY, “MMC 拉伸特性的数据采集与分析”, ASTM 测试与评价期刊 (JTEVA) 22(1) 63-69
- [4] ISO/TTA 2(1996)室温下不连续增强的金属模版复合材料的拉伸试验
- [5] M. S. LOVEDAY (1992) “有关一种拉伸参考材料”, 第七章, 第 111 页到第 153 页, 摘自“高温材料测试实践的协调”, 编者: M. S. LOVEDAY 与 T. B. GIBBONS. 出版商: Pub Chapman and Hall (由 Elsevier Applied Science 正式出版)
- [6] ISO 6892: 1998 “金属材料——室温下的拉伸试验”
- [7] ISO (TAG4)(1993) “表示测试中不精确性的指南”, BIMP/IEC/IFCC/ISO/IIUPAC/IUPAP/OIML
- [8] NIS 80. “表示试验中不精确性的指南”, Pub. NAMAS. 1994.
- [9] NIS 3003. “表示测试中不精确性与置信度”, Pub. NAMAS.1995
- [10] B.N. TAYLOR 与 C.E. KUYATT (1993), “评价与表达 NIST 测试结果中的不精确性指南”, NIST 技术摘要 1297.
- [11] M.S.LOVEDAY, “室温下拉伸试验: 一种估计测试中不确定性的方法”, NPL 测试说明 CMMT (MN) 048, ISSN 1366-4506
- [12] EN 10291 “金属材料——单轴拉伸蠕变试验——试验方法”
- [13] R.F. JOHNSON 与 J.D. MURRAY (1996) “应变速率对钢的 2%弹性极限应力与下屈服应力的影响”, 有关钢的高温性能的论文集, Eastbourne 1996, Pub 钢铁研究所, 1967
- [14] T.G.F GRAY, J. SHARP (1988) “在拉伸试验中试验机类型与应变速率相互作用的影响”ASTM 有关机械性能试验的精度度的论文集, STP 1025
- [15] H.M. SONNE, G. KNAUF, J. SCHMIDT-ZINGES, “Überlegungen zur Überprüfung von Zugprüfmashinen mittels referenmaterial Deutscher Verband für Materialforschung und Prüfung” (DVM) ISSN 0941-5300, Tagungsband Bad Nauheim 1996.
- [16] ASTM 研究报告 RR E -28 1004 (1994.3)-多试验室进行的拉伸试验的一系列结果
- [17] L.ROESCH, N.COUE, J.VITALI, M. DI FANT-有关室温拉伸特性的多试验室测试方案结果-测得的值的标准差-IRSID 报告 N.DT.93310(1993.7)
- [18] M.S.LOVEDAY. (1999) “一种室温拉伸参考材料的验证” EU 报告 (待发表)

BSI——英国标准局

BSI 是独立的国家团体，负责准备英国标准。它代表了英国对欧洲标准以及世界水平标准的观点。它是皇家特设机构之一。

修 正

英国标准通过修正或校订进行更新。英国标准的使用者应确定拥有最新的修正或版本。

BSI 的一贯宗旨是要改善我们的产品与服务。如果任何人在使用此英国标准时，发现不准确或模糊的地方，请通知负责的技术委员会的秘书处，我们将非常感激。您可以在内部封面上找到秘书处的身份。

电话：020 8996 9000

传真：020 8996 7400

BSI 提供给成员一个名叫 PLUS 的专用更新服务，此服务保证订阅者自动收到标准的最新版本。

购买标准

所有有关 BSI、国际标准以及外国标准出版物的订货单，请寄到客户服务部。传真：020 8996 7001

在回复国际标准的订单时，BSI 的政策是提供 BSI 对那些已经作为英国标准出版的国际标准的具体实施，除非另有要求。

标准的资料

BSI 通过它的图书馆、标准在线数据库、BSI 信息科技服务、以及它对出口商的技术帮助服务，提供大量的有关国家标准、欧洲标准以及国际标准的资料。提供各种各样的 BSI 电子信息服务，此项服务提供 BSI 产品以及服务的详细信息。请与资料部联系：电话：020 8996 7111；传真：020 8996 7048

BSI 的订阅者将及时得到标准的发展，并将在购买标准时获得实质性的折扣。详情请联系位于会员协会：电话：020 8996 7002；传真：020 8996 7001。有关 BSI 的更进一步的信息可以在 BSE 的网站 <http://www.bsi-global.com> 上获得。

版 权

版权存在于所有 BSI 的出版物。BSI 同时拥有国际标准化团体的出版物在英国的版权。除非是版权、设计与专利法案 1998 允许的，没有事先得到 BSI 书面允许的话，不得以任何形式或任何手段（电子，影印、录音或其他方法）复制、储存在恢复系统中或传播。

不排除免费使用在标准实施的过程中必要的细节，例如符号，尺寸，级别名称。若这些细节要用于实施之外的用途，必须事先得到 BSI 的书面允许。

要得到允许，条款可能包括特许使用金或一个专利使用权转让协定。详情请咨询 BSI 版权管理处。电话：020 8996 7070