

金属力学性能试验方法

常用国家标准资料

国家钢铁材料测试中心

钢铁研究院力学室标准组

金属力学性能试验方法 常用国家标准资料

(内部交流)

国家钢铁材料测试中心
钢铁研究总院力学室标准组

一九九二年

目 录

一、金属力学性能试验方法常用国家标准

1. GB2975-82	钢材力学及工艺性能试验取样规定	(1)
2. GB228-87	金属拉伸试验方法	(6)
3. GB3076-82	金属薄板(带)拉伸试验方法	(29)
4. GB4338-84	金属高温拉伸试验方法	(43)
5. GB6397-86	金属拉伸试验试样	(60)
6. GB230/T-91	金属洛氏硬度试验方法	(73)
7. GB231-84	金属布氏硬度试验方法	(81)
8. GB4340-84	金属维氏硬度试验方法	(87)
9. GB/T4342-91	金属显微维氏硬度试验方法	(94)
10. GB2106-80	金属夏比(V型缺口)冲击试验方法	(98)
11. GB229-84	金属夏比(U型缺口)冲击试验方法	(101)
12. GB4159-84	金属低温夏比冲击试验方法	(105)
13. GB5775-86	金属高温夏比冲击试验方法	(107)
14. GB2039-80	金属拉伸蠕变试验方法	(112)
15. GB6395-86	金属高温拉伸持久试验方法	(118)
16. GB10120-88	金属应力松弛试验方法	(126)
17. GB4337-84	金属旋转弯曲疲劳试验方法	(131)
18. GB3075-82	金属轴向疲劳试验方法	(141)
19. GB232-88	金属弯曲试验方法	(154)
20. GB235-88	金属反复弯曲试验方法(厚度等于或小于 3 mm 薄板及带材)	(159)
21. GB4156-84	金属杯突试验方法(厚度0.2~ 2 mm)	(163)

二、金属力学性能试验方法常用国家标准解释及说明

1. 《钢材力学及工艺性能试验取样规定》国家标准说明	(166)
2. 《金属拉伸试验方法》国家标准说明	(173)
3. 《金属薄板(带)拉伸试验方法》国家标准说明	(198)
4. 《金属高温拉伸试验方法》国家标准说明	(205)
5. 《金属拉伸试验试样》国家标准说明	(216)
6. 《金属洛氏硬度试验方法》国家标准说明	(227)
7. 《金属布氏硬度试验方法》国家标准说明	(237)
8. 《金属维氏硬度试验方法》国家标准说明	(250)
9. 《金属显微维氏硬度试验方法》国家标准说明	(264)
10. 《金属夏比(V型缺口)冲击试验方法》国家标准说明	(270)
11. 《金属夏比(U型缺口)冲击试验方法》国家标准说明	(278)
12. 《金属低温夏比冲击试验方法》国家标准说明	(289)
13. 《金属高温夏比冲击试验方法》国家标准说明	(297)
14. 《金属拉伸蠕变试验方法》国家标准说明	(307)
15. 《金属高温拉伸持久试验方法》国家标准说明	(318)
16. 《金属应力松弛试验方法》国家标准说明	(326)
17. 《金属旋转弯曲疲劳试验方法》国家标准说明	(336)
18. 《金属轴向疲劳试验方法》国家标准说明	(347)

三、国内常用力学性能试验设备及仪器主要参数简介

1. 拉伸试验机及测试仪器	(356)
2. 冲击试验机及仪器	(368)
3. 硬度计	(370)
4. 持久、蠕变及应力松弛试验机	(373)
5. 疲劳试验机	(377)

6. 金属工艺性能试验装置.....	(379)
--------------------	---------

四、国内外金属力学性能试验方法最新标准目录(92年版)

1. 中国标准.....	(380)
2. 美国材料与试验协会标准.....	(382)
3. 国际标准化组织标准.....	(384)
4. 德国标准.....	(385)
5. 日本工业标准.....	(386)
6. 法国标准.....	(387)
7. 英国标准.....	(388)
8. 苏联标准.....	(389)

钢材力学及工艺性能试验取样规定

GB2975—82

Rules for sampling in mechanical and technological testing
of steel products

本标准适用于轧制、锻制、冷拉和挤压钢材的拉力、冲击、弯曲、硬度和顶锻等试验的取样。也可供其它力学及工艺性能试验取样时参考。

如产品标准或双方协议对取样另有规定时，则按规定执行。

1 样坯的切取

1.1 样坯应在外观及尺寸合格的钢材上切取。

1.2 切取样坯时，应防止因受热、加工硬化及变形而影响其力学及工艺性能。

1.2.1 用烧割法切取样坯时，从样坯切割线至试样边缘必须留有足够的加工余量，一般应不小于钢材的厚度或直径，但最小不得少于20mm。对厚度或直径大于60mm的钢材，其加工余量可根据双方协议适当减小。

1.2.2 冷剪样坯所留的加工余量可按下表选取：

mm	
厚度或直径	加工余量
≤4	4
>4~10	厚度或直径
>10~20	10
>20~35	15
>35	20

2 样坯切取位置及方向

2.1 对截面尺寸（图1的 D 和 a ）小于或等于60mm的圆钢、方钢和六角钢，应在中心切取拉力及冲击样坯；截面尺寸大于60mm时，则在直径或对角线距外端四分之一处切取，如图1所示。

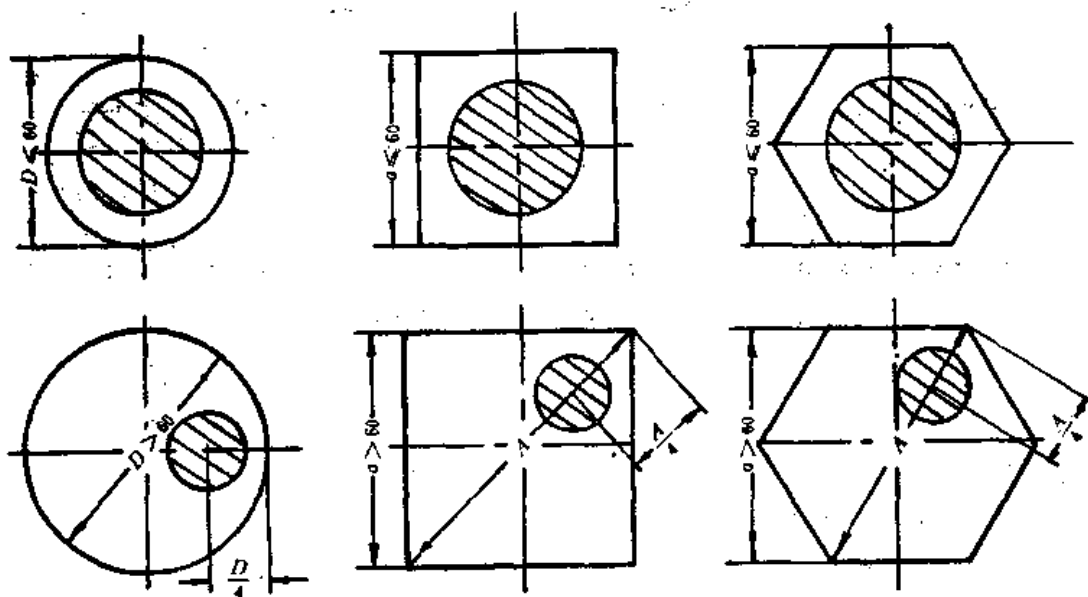


图 1

2.2 样坯不需热处理时,截面尺寸小于或等于40mm的圆钢、方钢和六角钢,应使用全截面进行拉力试验。当试验机条件不能满足要求时,应加工成GB228—76《金属拉力试验法》中相应的圆形比例试样。

2.3 样坯需要热处理时,应按有关产品标准规定的尺寸,从圆钢、方钢和六角钢上切取。

2.4 应从圆钢和方钢端部沿轧制方向切取弯曲样坯,截面尺寸小于或等于35mm时,应以钢材全截面进行试验。截面尺寸大于35mm时,圆钢应加工成直径25mm的圆形试样,并应保留宽度不大于5mm的表面层;方钢应加工成厚度为20mm并保留一个表面层的矩形试样,如图2所示。

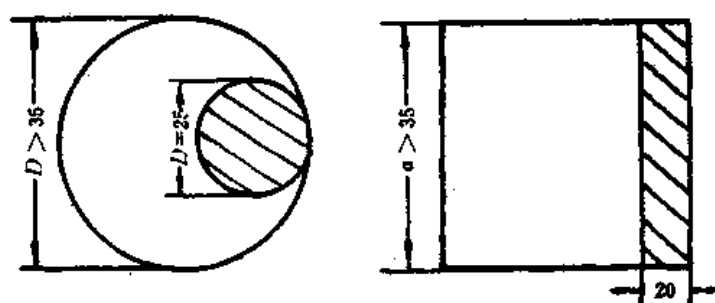


图 2

2.5 应从工字钢和槽钢腰高四分之一处沿轧制方向切取矩形拉力、弯曲和冲击样坯。拉力、弯曲试样的厚度应是钢材厚度,如图3所示。

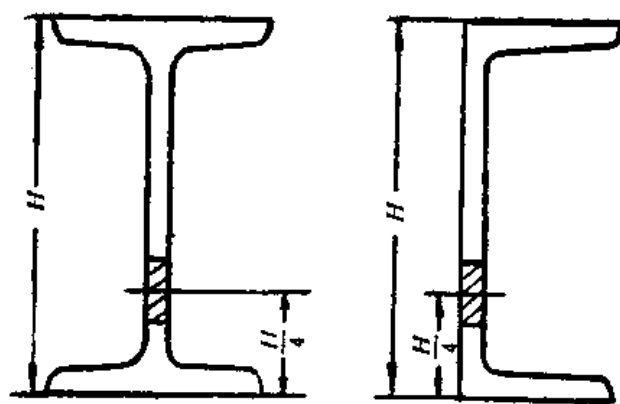


图 3

2.6 应从角钢和乙字钢腿长以及T形钢和球扁钢腰高三分之一处切取矩形拉力、弯曲和冲击样坯，如图 4 所示。

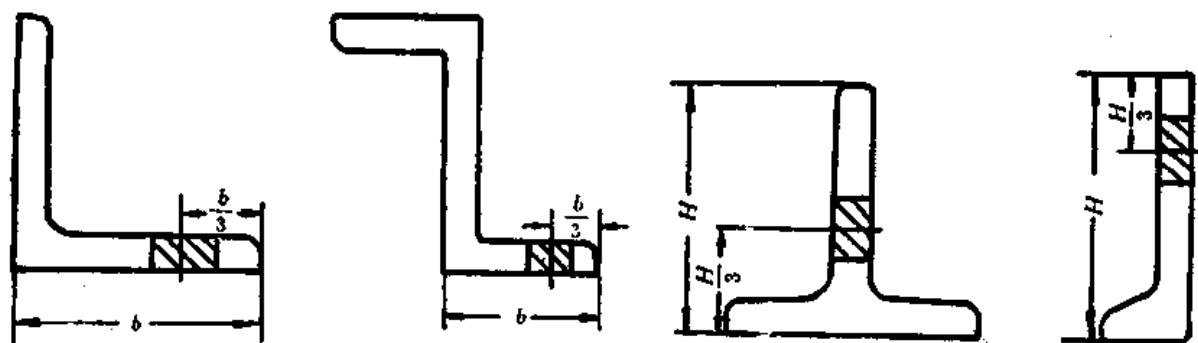


图 4

2.7 应从扁钢端部沿轧制方向在距边缘为宽度三分之一处切取拉力、弯曲和冲击样坯，如图 5 所示。

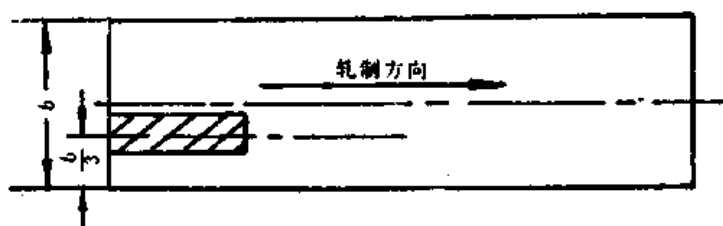


图 5

2.8 型钢尺寸如不能满足上述要求时，可使样坯中心线向中部移动或以其全截面进行试验。

2.9 应在钢板端部垂直于轧制方向切取拉力、冲击及弯曲样坯。对纵轧钢板，应在距边缘为板宽四分之一处切取样坯，如图 6 所示。对横轧钢板，则可在宽度的任意位置切取样坯。

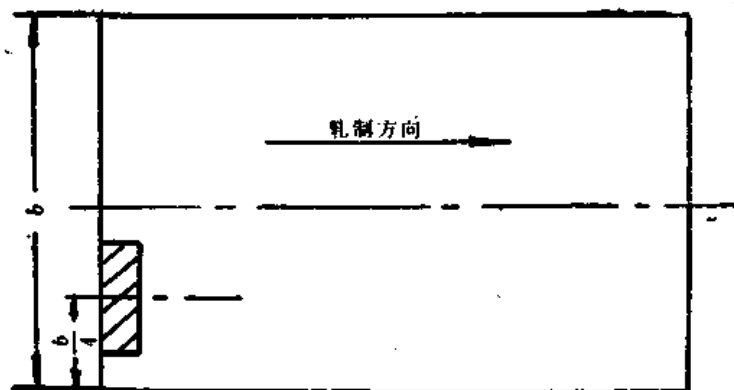


图 6

2.10 从厚度小于或等于25mm的钢板及扁钢上取下的样坯应加工成保留原表面层的矩形拉力试样。当试验机条件不能满足要求时，应加工成保留一个表面层的矩形试样。厚度大于25mm时，应根据钢材厚度，加工成GB228中相应的圆形比例试样，试样中心线应尽可能接近钢材表面，即在头部保留不大显著的氧化皮。

2.11 在钢板、扁钢及工字钢、槽钢、角钢、乙字钢、T字钢和球扁钢上切取冲击样坯时，应在一侧保留表面层，冲击试样缺口轴线应垂直于该表面层，如图7所示。

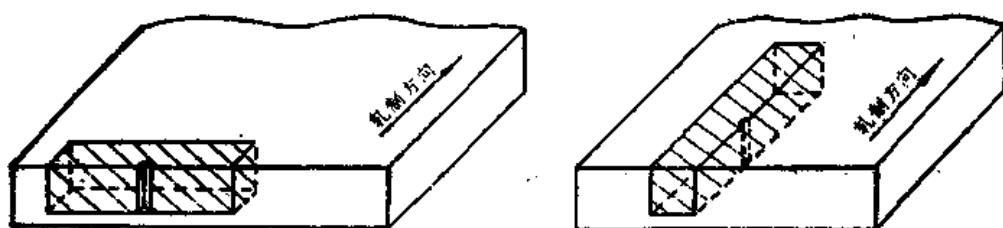


图 7

2.12 测定应变时效冲击韧性时，切取样坯的位置应与一般冲击样坯位置相同。

2.13 钢板及扁钢厚度小于或等于30mm时，弯曲样坯厚度应为钢材厚度；大于30mm时，样坯应加工成厚度为20mm的试样，并保留一个表面层。

2.14 外径小于或等于30mm的钢管，应取整个管段作为拉力试样。外径大于30mm时，应剖管取纵向或横向拉力样坯。如试验条件允许，外径大于30mm的钢管也可取整个管段作为拉力试样。

2.15 外径大于30mm的钢管，当壁厚小于8mm时，应制成条状拉力试样；壁厚等于或大于8mm时，应根据壁厚，加工成GB228中相应的圆形比例试样，试样中心线应接近钢管内壁，样坯部位如图8所示。

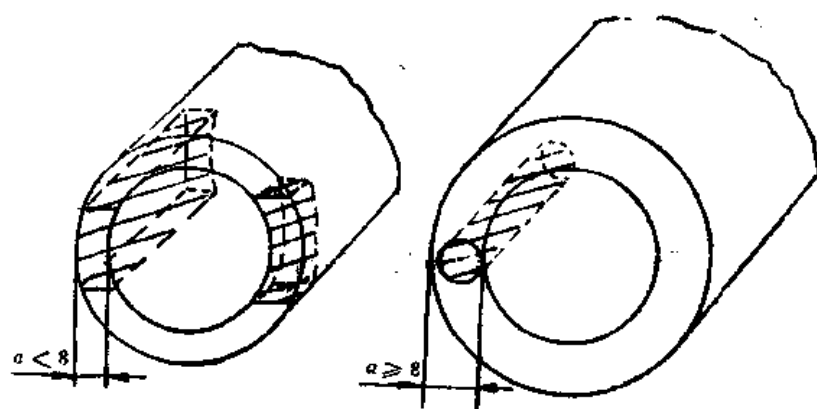


图 8

2.16 钢管冲击样坯应靠近内壁切取，试样缺口轴线应垂直于内壁，取样的方向应符合有关产品标准的规定。

2.17 钢管的弯曲、扩口、缩口、压扁和卷边试样可在任意部位切取。

2.18 钢带样坯应从每卷的外端或内端切取。

2.19 盘条、钢丝样坯应从每盘的两端切取。

2.20 硬度样坯应在与拉力样坯相同的位置切取。交货状态钢材的硬度一般在表面上测定。

2.21 对于各种尺寸条钢的冷、热顶锻试验，应采用未经加工的试样。对直径或边长大于30mm的冷顶锻样坯，应按产品标准切取。

附加说明:

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由钢铁研究总院负责起草。

本标准主要起草人李久林。

自本标准实施之日起，原冶金工业部标准YB15—64《钢的机械及工艺试验 取样（样坯）法》作废。

中华人民共和国国家标准

金属拉伸试验方法

GB228—87

Metallic materials—Tensile testing

代替GB228—76

本标准规定金属常温拉伸试验方法,用以测定本标准所规定的一项或几项力学性能。
本标准参照国际标准ISO6892—84《金属材料——拉伸试验》修订。

1 原理

试验系用拉伸力将试样拉伸,一般拉至断裂以便测定力学性能。

2 定义

2.1 平行长度(L_c): 试样两头部或两夹持部分(不带头试样)之间的平行长度。

2.2 试样标距: 拉伸试验过程中用以测量试样伸长的两标记间的长度。

2.2.1 原始标距(L_0): 试验前的标距。

2.2.2 断后标距(L_1): 试样拉断后,断裂部分在断裂处对接在一起,使其轴线位于同一直线上时的标距。

2.3 引伸计标距(L_i): 用引伸计测量试样伸长所使用试样部分的长度(此长度可以不等于 L_0 ,但应大于 b_0 、 d_0 或 D_0 ,小于平行长度 L_c)。

2.4 应力: 试验过程中的力除以试样原始横截面积的商。

2.5 规定非比例伸长应力(σ_p): 试样标距部分的非比例伸长达到规定的原始标距百分比时的应力。表示此应力的符号应附以角注说明,例如 $\sigma_{p,0.01}$ 、 $\sigma_{p,0.05}$ 、 $\sigma_{p,0.2}$ 等分别表示规定非比例伸长率为0.01%、0.05%和0.2%时的应力。

2.6 规定总伸长应力(σ_t): 试样标距部分的总伸长(弹性伸长加塑性伸长)达到规定的原始标距百分比时的应力。表示此应力的符号应附以角注说明,例如 $\sigma_{t,0.5}$ 表示规定总伸长率为0.5%时的应力。

2.7 规定残余伸长应力(σ_r): 试样卸除拉伸力后,其标距部分的残余伸长达到规定的原始标距百分比时的应力。表示此应力的符号应附以角注说明,例如 $\sigma_{r,0.2}$ 表示规定残余伸长率为0.2%时的应力。

2.8 屈服点(σ_s): 呈现屈服现象的金属材料,试样在试验过程中力不增加(保持恒定)仍能继续伸长时的应力。如力发生下降,应区分上、下屈服点。

2.8.1 上屈服点(σ_{s1}): 试样发生屈服而力首次下降前的最大应力。

2.8.2 下屈服点(σ_{s2}): 当不计初始瞬时效应时屈服阶段中的最小应力。

2.9 抗拉强度(σ_b): 试样拉断过程中最大力所对应的应力。

2.10 屈服点伸长率(δ_s): 试样从屈服开始至屈服阶段结束(加工硬化开始)之间标

距的伸长与原始标距的百分比。

2.11 最大力下的伸长率：试样拉到最大力时标距的伸长与原始标距的百分比。应区分最大力下的总伸长率 (δ_{gt}) 和非比例伸长率 (δ_g)。

2.12 断后伸长率 (δ)：试样拉断后，标距的伸长与原始标距的百分比。

2.13 断面收缩率 (ψ)：试样拉断后，缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比。

3 符号、名称和单位

符号、名称和单位列于表 1。

表 1

符 号	名 称	单 位
a_0 a_1 b_0 b_1 d_0 d_1 D_0 L_0 L_g L_1 L_e L	矩形、弧形试样或管壁的原始厚度 矩形试样拉断后缩颈处的最小厚度 矩形或弧形试样平行长度部分的原始宽度 矩形试样拉断后缩颈处的最大宽度 圆形试样平行长度部分的原始直径 圆形试样拉断后缩颈处的最小直径 圆管试样原始外直径 试样平行长度 试样原始标距 试样拉断后的标距 引伸计标距 试样总长度	mm
S_0 S_1	试样平行长度部分的原始横截面积 试样拉断后缩颈处的最小横截面积	mm ²
F_p F_t F_r F_s F_{su} F_{sL} F_b F_j	规定非比例伸张力 (试验记录或报告中应附以所测应力的角注, 例如: $F_{p0.01}$ 、 $F_{p0.05}$ 、 $F_{p0.2}$ 等) 规定总伸张力 (试验记录或报告中应附以所测应力的角注, 例如 $F_{t0.5}$) 规定残余伸张力 (试验记录或报告中应附以所测应力的角注, 例如 $F_{r0.2}$) 屈服力 上屈服力 下屈服力 最大力 线材打结拉伸力	N
σ_p σ_t σ_r σ_s σ_{su} σ_{sL} σ_b	规定非比例伸长应力 规定总伸长应力 规定残余伸长应力 屈服点 上屈服点 下屈服点 抗拉强度	N/mm ²

续表 1

符 号	名 称	单 位
δ_s	屈服点伸长率	%
δ_{gt}	最大力下的总伸长率	
δ_g	最大力下的非比例伸长率	
δ	断后伸长率	
e_r	规定非比例伸长率	
e_l	规定总伸长率	
e_r	规定残余伸长率	
ψ	断面收缩率	
m	试样质量	g
ρ	试样密度	g/cm ³
π	圆周率(至少取三位有效数字)	
n	伸长或位移放大倍数	1

注: 1N/mm² = 1MPa。

4 试样

按GB6397—86《金属拉伸试验试样》执行。

5 试样尺寸的测量

5.1 试样原始横截面积的测定

5.1.1 圆形试样横截面直径应在标距的两端及中间处两个相互垂直的方向上各测一次, 取其算术平均值, 选用三处测得横截面积中最小值, 横截面积按公式(1)计算:

$$S_0 = \frac{1}{4} \pi d_0^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

5.1.2 矩形试样横截面尺寸(宽度和厚度)应在标距的两端及中间处测量, 选用三处测得横截面积中最小值。矩形试样横截面积按公式(2)计算:

$$S_0 = a_0 \cdot b_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

5.1.3 圆管纵向弧形试样的横截面尺寸(壁厚和宽度)应在标距两端及中间处测量, 选用三处测得横截面积中最小值。有关标准或协议无规定时, 圆管纵向弧形试样横截面积按公式(3)计算:

$$S_0 = a_0 \cdot b_0 \left[1 + \frac{b_0^2}{6 D_0 (D_0 - 2 a_0)} \right] \quad \dots\dots\dots (3)$$

注: 生产检验中, 可将式中的 $\left[1 + \frac{b_0^2}{6 D_0 (D_0 - 2 a_0)} \right]$ 用一个固定系数代替, 但此时其计算值与用公式(3)计算之值的偏差不应大于 $\pm 1\%$ 。

5.1.4 圆管试样横截面尺寸(外径和壁厚)应在管的一端两个相互垂直的方向各测一次外直径, 取其算术平均值。在同一管端圆周上相互垂直方向测量四处管壁厚度, 取其算

术平均值。用平均外径和平均壁厚计算的横截面积作为标距内的原始横截面积。按公式(4)计算:

$$S_0 = \pi a_0 (D_0 - a_0) \dots\dots\dots (4)$$

注:如有关标准或协议允许,可以用标称尺寸计算全截面圆管试样的原始横截面积。

5.1.5 测量试样原始横截面尺寸的量具应满足表2要求。

表 2

mm

横 截 面 尺 寸	量 具 最 小 刻 度 值
0.1~0.5	0.001
>0.5~2.0	0.005
>2.0~10.0	0.01
>10.0	0.05

5.1.6 等横截面不经机加工的试样,可采用重量法测定其平均原始横截面积,按公式(5)计算:

$$S_0 = \frac{m}{\rho L} \times 1000 \dots\dots\dots (5)$$

试样质量的测量精确度应达 $\pm 0.5\%$,密度应由有关标准提供,至少取3位有效数字。试样总长度的测量精确度应达 $\pm 0.5\%$ 。

如有关标准或协议允许,也可采用重量法测定周期截面不经机加工试样的平均原始横截面积,或者采用理论计算原始横截面积。

5.1.7 如有关标准或协议允许,也可采用标称尺寸计算圆线材的原始横截面积。

5.1.8 试样原始横截面积的计算值修约到三位有效数字,修约的方法按GB1.1—81《标准化工作导则 编写标准的一般规定》附录C“数字修约规则”执行。

5.2 试样原始标距的标记和测量

5.2.1 可以用两个或一系列等分小冲点或细划线标出原始标距,标记不应影响试样断裂,对于脆性试样和小尺寸试样,建议用快干墨水或带色涂料标出原始标距。如平行长度比原始标距长许多(例如不经机加工试样),可以标出相互重叠的几组原始标距。

5.2.2 比例试样原始标距的计算值,对于短比例试样应修约到最接近5mm的倍数;对于长比例试样应修约到最接近10mm的倍数。如为中间数值向较大一方修约。

5.2.3 原始标距应精确到标称标距的 $\pm 0.5\%$ 。

5.2.4 测量试样尺寸的量具应由计量部门定期检定。

6 试验设备

6.1 试验机

6.1.1 各种类型试验机均可使用,试验机误差应符合JJG139—83《拉力、压力和万能材料试验机检定规程》或JJG157—83《小负荷材料试验机检定规程》的1级试验机要求。

6.1.2 试验机应备有调速指示装置,试验时能在本标准规定的速度范围内灵活调节。

6.1.3 试验机应具有记录或显示装置,能满足本标准测定力学性能的要求。

6.1.4 试验机应由计量部门定期进行检定。试验时所使用力的范围应在检定范围内。

6.2 引伸计

6.2.1 引伸计（包括记录器或指示器）应进行标定，标定时引伸计的工作状态应尽可能与试验时的工作状态相同。引伸计的标定与分级方法见附录A。

6.2.2 经过标定的引伸计，在日常试验前应注意检查，当引伸计经过检修或发现异常，应按附录A进行标定。

6.2.3 根据表3选用相应等级的引伸计。

表 3

测 试 项 目	规定的伸长率，%	允许使用的最低等级
σ_p, σ_r	≤ 0.05	B
	$> 0.05 \sim < 0.2$	C
	≥ 0.2	D
$\sigma_L, \sigma_s, \sigma_{su}$ $\sigma_{sL}, \delta_s, \delta_{s1}, \delta_g$		D

6.2.4 引伸计标距的偏差符合表4中的规定时，可直接使用标称标距。

表 4

引 伸 计 等 级	最大允许偏差，%
A	± 0.5
B	
C	± 1.0
D	

7 试验条件

7.1 试验速度：应根据材料性质和试验目的确定。除有关标准或协议另作规定外，拉伸速度应符合下述要求：

7.1.1 测定规定非比例伸长应力、规定残余伸长应力和规定总伸长应力时，弹性范围内的应力速率应符合表5规定，并保持试验机控制器固定于这一速率位置上，直至该性能测出为止。

表 5

金属材料的弹性模量 N/mm^2	应力速率， $N/mm^2 \cdot s^{-1}$	
	最 小	最 大
< 150000	1	10
≥ 150000	3	30

7.1.2 测定屈服点和上屈服点时,屈服前的应力速率按表5规定,并保持试验机控制器固定于这一速率位置上,直至该性能测出为止。

7.1.3 测定下屈服点时,平行长度内的应变速率应在 $0.00025 \sim 0.0025/s$ 之间,并应尽可能保持恒定。如不能直接控制这一速率,则应通过调节在屈服开始前的应力速率将其固定,直至屈服阶段过后。但弹性范围内的应力速率不得超过表5所允许的最大速率。

7.1.4 当同一试验要求测定上、下屈服点时,则应符合7.1.3的规定。

7.1.5 屈服过后或只需测定抗拉强度时,试验机两夹头在力作用下的分离速率应不超过 $0.5L_0/min$ 。

7.1.6 测定屈服点伸长率时,试验速率应符合7.1.1的规定。

7.1.7 测定最大力下的伸长率或断后伸长率时,试验速率应符合7.1.5的规定。

7.2 试验应在室温($10 \sim 35^\circ C$)下进行。

7.3 夹持方法。

7.3.1 可以采用楔型、带螺纹、套环、销钉夹头等。试验机或夹持装置应能允许试样在拉伸方向自由定位和轴向施力。对于楔型夹头,试样头部被夹持的长度,一般至少为夹头夹持长度的四分之三。夹头的夹持面与试样接触应尽可能对称均匀。圆管试样应在其两端加以塞头或将其被夹持部分压扁(见GB6397—86的规定)以便夹持。

8 性能测定

8.1 规定非比例伸长应力的测定。

8.1.1 图解法:用自动记录方法绘制力-伸长曲线图时,力轴每毫米所代表的应力,一般应不大于 $10N/mm^2$,曲线的高度应使 F_p 处于力轴量程的二分之一以上。伸长放大倍数的选择应使图1中的 $\overline{OC}$ 段的长度不小于5mm。

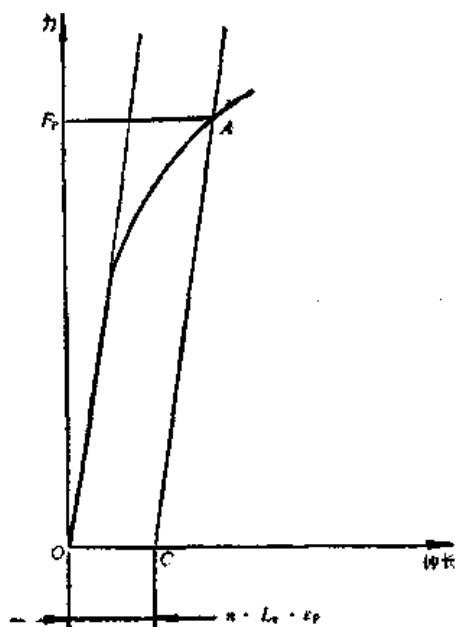


图 1

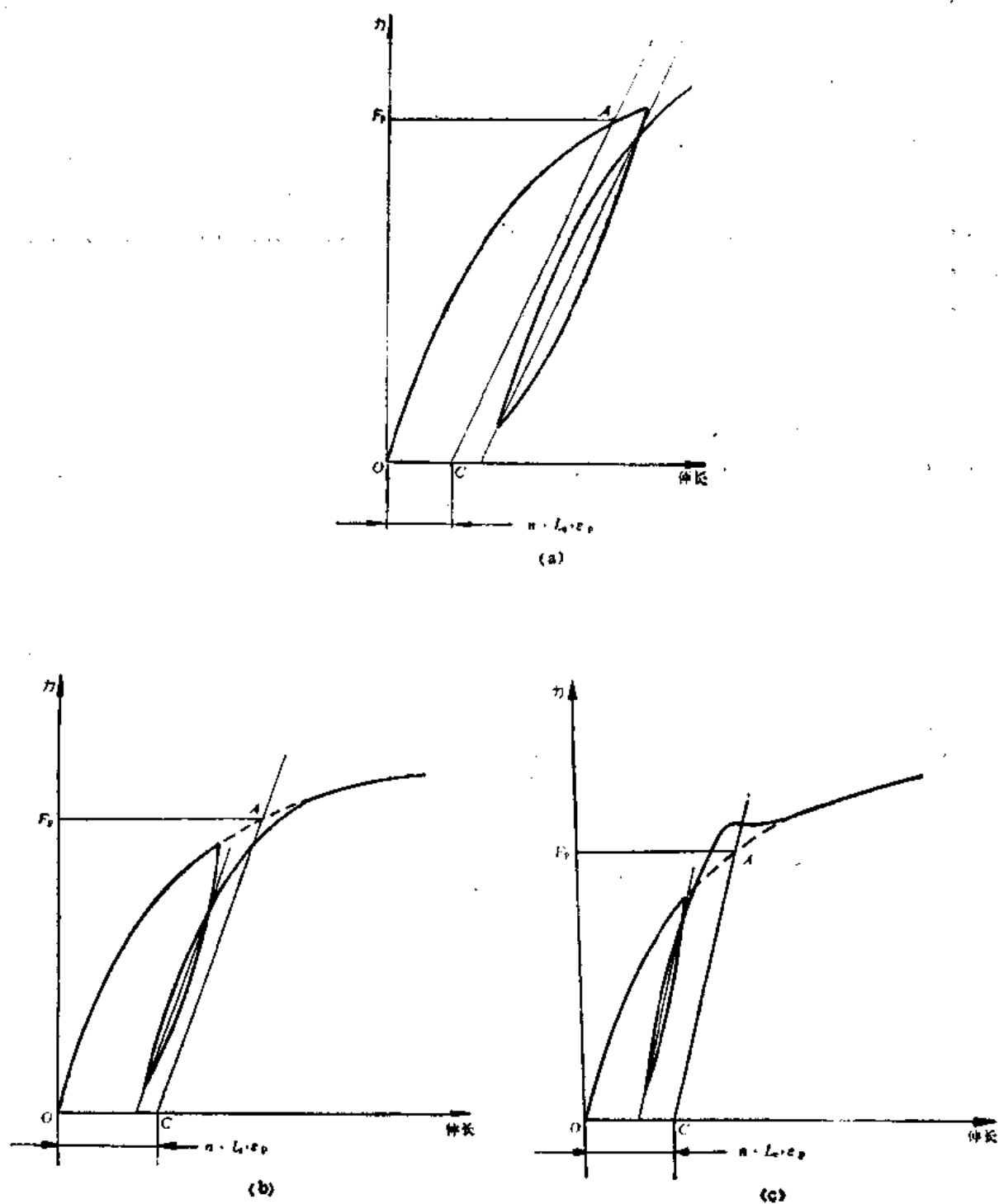


图 2

在曲线图上，自弹性直线段与伸长轴交点 O 起，截取一相应于规定非比例伸长的 $\overline{OC}$ 段（ $\overline{OC} = n \cdot L_0 \cdot \epsilon_p$ ），过 C 点作弹性直线段的平行线 CA 交曲线于 A 点， A 点对应的力 F_p ，为所测规定非比例伸长力（见图1），规定非比例伸长应力按公式（6）计算：