

姚启均 编

金属 力学性能试验 常用数据 手册

(第3版)



金属力学性能试验 常用数据手册

(第3版)

姚启均 编



机械工业出版社

(京)新登字054号

本手册介绍金属力学性能试验的典型曲线、试验公式、试样形状和尺寸、换算表、对照表、校正曲线、经验公式及有关试验数据、试验方法简介等。

手册根据139个现行国家标准、部标准和有关资料编写。新版本增加了断裂力学、疲劳、高温、微量力学性能试验、焊接件等最新试验内容。全书采用法定计量单位和国家公布的金属力学性能试验术语。

手册可供从事机械、冶金、建筑、化工、造船等工业部门的设计、试验工作人员应用，以及高等、中等院校有关专业人员阅读。

金属力学性能试验

常用数据手册

(第3版)

姚启均 编

责任编辑：张绪江 版式设计：王 颖
封面设计：姚 毅 责任校对：肖新民
责任印制：卢子祥

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码：100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市昌平印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092¹/₁₆·印张18¹/₂·插页2·字数449千字

1973年4月北京第1版

1985年8月北京第2版

1994年1月北京第3版·1994年1月北京第5次印刷

印数 152301—154350 定价：26.00元

ISBN 7-111-03472-4/TH·395

目 录

第一章 拉伸试验.....1	十二、钢的脱碳层深度硬度测定法.....94
一、金属拉伸试验.....1	十三、钢的淬火有效硬化层深度硬度测定法.....95
二、金属细丝拉伸试验.....16	十四、钢渗碳层深度硬度测定法.....95
三、线材打结拉伸力试验.....17	十五、钢的硬化层深度硬度测定法.....96
四、钢的厚度方向拉伸试验.....18	十六、硬度值的换算公式.....98
五、抗硫化物腐蚀拉伸试验.....18	十七、钢的硬度及强度换算表.....99
六、缺口试样拉伸试验.....19	十八、奥氏体不锈钢硬度换算表.....103
七、缺口试样偏斜拉伸试验.....20	十九、黄铜硬度值换算表.....105
八、高强度螺栓拉伸试验.....20	二十、镍和高镍合金硬度换算表.....113
九、钢丝绳拉伸试验.....21	二十一、硬度与抗拉强度的关系公式.....114
十、塑性应变比 γ 值试验.....22	二十二、硬度与剪切强度的关系公式.....115
十一、应变硬化指数 n 值试验.....23	二十三、硬度与钢中含碳量的关系公式.....115
第二章 压缩试验.....24	第七章 冲击韧度试验.....116
一、金属压缩试验.....24	一、夏比(U型缺口)冲击试验.....116
二、多向压缩试验.....27	二、夏比(V型缺口)冲击试验.....119
第三章 扭转试验.....29	三、艾氏冲击试验.....120
第四章 弯曲试验.....32	四、冲击拉伸试验.....122
一、金属弯曲试验.....32	五、冲击压缩试验.....123
二、缺口敏感性试验.....33	六、冲击扭转试验.....124
三、弹性性能试验.....34	七、多次冲击试验.....124
第五章 剪切试验.....36	八、钢的冷脆性试验.....125
一、铆钉线与铆钉剪切试验.....36	九、钢的无塑性转变温度试验.....125
二、冲孔剪切试验.....37	十、动态撕裂试验.....127
三、开缝剪切试验.....38	第八章 疲劳试验.....130
第六章 硬度试验.....39	一、旋转弯曲疲劳试验.....132
一、布氏硬度试验.....39	二、旋转弯曲腐蚀疲劳试验.....133
二、洛氏硬度试验.....50	三、轴向疲劳试验.....134
三、维氏硬度试验.....54	四、轴向等幅低循环疲劳试验.....136
四、小负荷维氏硬度试验.....64	五、滚动接触疲劳试验.....138
五、显微维氏硬度试验.....65	六、带缺口试样的疲劳试验.....142
六、努氏硬度试验.....68	七、疲劳极限与力学性能的关系.....143
七、肖氏硬度试验.....79	八、多次冲击接触疲劳试验.....145
八、锤击硬度试验.....83	九、钢轨实物弯曲疲劳试验.....146
九、划痕硬度试验.....86	第九章 断裂韧度试验.....147
十、用锉刀的表面硬度试验.....88	一、材料平面应变断裂韧度 K_{Ic} 试验.....147
十一、金属覆盖层硬度测定法.....89	

二、材料延性断裂初度试验	153	第十六章 锻件的力学性能试验	228
三、裂纹张开位移(COD)试验	158	第十七章 微型试样力学性能试验	230
四、疲劳裂纹扩展速率试验	161	一、微型拉伸试验	230
五、焊接接头疲劳裂纹扩展速率试验	162	二、微型剪切试验	230
第十章 高温力学性能试验	165	三、微型试样剪切强度与常规拉伸强度、 硬度间关系	231
一、高温拉伸试验	165	第十八章 复合钢板力学性能试验	234
二、超塑性材料高温拉伸试验	168	第十九章 烧结金属材料力学性能 试验	235
三、高温拉伸持久试验	169	一、烧结金属材料拉伸试验	235
四、拉伸蠕变试验	171	二、烧结金属材料弹性模量测定	236
五、应力松弛试验	173	三、烧结金属材料压缩试验	236
六、丝材和铆钉高温剪切试验	175	四、烧结金属材料横向断裂强度试验	237
七、高温扭转试验	176	五、烧结金属材料径向压溃强度试验	237
八、高温压缩试验	177	六、烧结金属材料硬度试验	238
九、高温硬度试验	177	七、烧结金属材料冲击试验	238
十、高温夏比冲击试验	178	八、烧结金属摩擦材料拉伸试验	239
十一、高温疲劳试验	179	九、烧结金属摩擦材料压缩试验	239
第十一章 低温力学性能试验	182	十、烧结金属摩擦材料表面硬度的测定	240
一、低温冲击初度试验	182	十一、烧结金属摩擦材料横向断裂 强度试验	241
二、低温拉伸试验	182	第二十章 硬质合金材料力学性能 试验	242
三、低温疲劳试验	183	一、硬质合金弹性模量的测定	242
四、低温硬度试验	184	二、硬质合金横向断裂强度测定	242
第十二章 磨损试验	185	三、硬质合金洛氏硬度试验	243
第十三章 应变时效敏感性试验	188	四、硬质合金维氏硬度试验	243
第十四章 焊接件的力学性能试验	189	五、硬质合金冲击初度试验	243
一、焊缝金属及焊接接头的力学性能试验	189	六、碳化钨钢结硬质合金横向断裂试验	244
二、钢筋焊接接头力学性能试验	201	七、碳化钨钢结硬质合金洛氏硬度试验	244
三、焊条的力学性能试验	206	八、碳化钨钢结硬质合金冲击试验	245
四、焊工技术考核试验	211	第二十一章 金属热喷涂层力学 性能试验	246
五、锅炉压力容器焊工考试	213	一、热喷涂层表面洛氏硬度试验	246
六、蒸汽锅炉焊接工艺试板力学性能试验	214	二、热喷涂层抗拉强度的测定	247
七、压力容器焊接工艺试板力学性能试验	217	三、热喷涂层结合强度的测定	248
八、球形储罐产品焊接试板力学性能试验	219	第二十二章 齿轮的力学性能试验	249
九、焊接钢轨落锤试验	220	一、齿面硬度试验	249
第十五章 铸铁的力学性能试验	221	二、单齿静弯曲试验	249
一、灰铸铁的拉伸试验	221	三、单齿脉动疲劳试验	249
二、灰铸铁的弯曲试验	222	四、单齿多冲试验	250
三、灰铸铁的压缩试验	223		
四、铸铁楔子压入试验	223		
五、灰铸铁冲击试验	225		
六、灰铸铁硬度试验	226		
七、可锻铸铁件力学性能试验	227		
八、球墨铸铁件力学性能试验	227		

第二十三章 活塞环的力学性能试验.....251	十、线材扭转试验263
一、活塞环的硬度试验251	十一、线材缠绕试验263
二、活塞环弹性模量测定251	十二、薄板双层咬合弯曲试验264
三、活塞环的抗弯强度试验252	十三、杯突试验265
第二十四章 弹簧的力学性能试验.....253	十四、有色金属冲杯试验265
一、弹簧的拉伸、压缩、扭转试验力的测定253	十五、管材弯曲试验266
二、弹簧的刚度测定253	十六、管材扩口试验267
三、弹簧的疲劳试验254	十七、管材缩口试验267
四、弹簧的冲击试验254	十八、管材卷口试验267
五、弹簧的硬度试验255	十九、管材压扁试验268
六、弹簧的松弛、蠕变试验255	二十、管材压缩试验268
第二十五章 工艺试验.....256	二十一、管材液压试验269
一、弯曲试验256	二十二、钢丝脆性试验269
二、钢筋平面反向弯曲试验258	二十三、细钢丝绳弯曲疲劳试验270
三、顶锻试验258	第二十六章 钢和铸铁力学性能试验
四、不淬硬性弯曲试验259	取样部位.....271
五、锻平试验259	附录.....276
六、铆钉线铆接试验260	一、国际计量单位及换算表276
七、型材展平弯曲试验260	二、国际计量单位、公制、英制换算表280
八、反复弯曲试验261	三、数字修约规则285
九、线材反复弯曲试验262	四、表面光洁度与表面粗糙度数值换算286
	参考文献.....287

第一章 拉 伸 试 验

金属在拉伸时的力学性能，可以通过金属的拉伸试验来获得，试验显示金属材料于静试验力作用下力与伸长的关系，如图1-1。应力与应变之间的关系，如图1-2，以及材料的强度、塑性指标等特性。

拉伸试验现有国家标准 GB228—87金属拉伸试验方法、GB3076—82 金属薄板（带）拉伸试验方法、GB6397—86金属拉伸试验试样，以及其它有关的拉伸试验方法等。

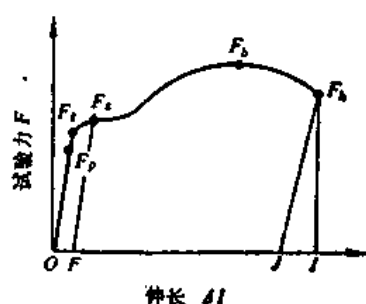


图1-1 拉伸力-伸长曲线

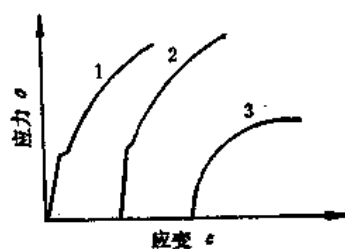


图1-2 拉伸应力-应变曲线
1—低碳钢 2—中碳钢 3—有色金属、铸铁

一、金属拉伸试验

拉伸试验测定金属材料下列力学性能：

规定非比例伸长应力	σ_p	屈服点伸长率	δ_s
规定总伸长应力	σ_t	最大力下的总伸长率	δ_{gt}
规定残余伸长应力	σ_r	最大力下的非比例伸长率	δ_g
屈服点（上屈服点、下屈服点）	$\sigma_s(\sigma_{us}, \sigma_{LS})$	断后伸长率	δ
抗拉强度	σ_b	断面收缩率	ψ

1. 拉伸试验用公式

σ_{p1}	$\sigma_p = F_p / S_0$	N/mm^2	δ_{gt}	$\delta_{gt} = \frac{\overline{OI}}{n \cdot L_0} \cdot 100$	%
σ_{t1}	$\sigma_t = F_t / S_0$	N/mm^2	δ_g	$\delta_g = \frac{\overline{OJ}}{n \cdot L_0} \cdot 100$	%
σ_{r1}	$\sigma_r = F_r / S_0$	N/mm^2	δ	$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100$	%
σ_{s1}	$\sigma_s = F_s / S_0$	N/mm^2	ψ	$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \cdot 100$	%
σ_{us1}	$\sigma_{us} = F_{us} / S_0$	N/mm^2			
σ_{LS1}	$\sigma_{LS} = F_{LS} / S_0$	N/mm^2			
σ_{b1}	$\sigma_b = F_b / S_0$	N/mm^2			
δ_{s1}	$\delta_s = \frac{\overline{OF}}{n \cdot L_0} \cdot 100$	%			

式中 F_p ——规定非比例伸长力, 如 $F_{p0.01}$;

$F_{p0.05}$ 、 $F_{p0.2}$ N;

F_t ——规定总伸长力, 如 $F_{t0.5}$ N;

F_r ——规定残余伸长力, 如 $F_{r0.2}$ N;

F_s ——屈服力 N;

F_{su} ——上屈服力 N;

F_{sL} ——下屈服力 N;

F_b ——最大力 N;

S_0 ——试样标距内原始横截面积

mm^2 ;

S_t ——试样拉断后缩颈处最小横截面积 mm^2 ;

$\overline{OF}$ ——图1-1中 OF 线段长度 mm;

$\overline{GI}$ ——图1-1中 GI 线段长度 mm;

$\overline{OJ}$ ——图1-1中 OJ 线段长度 mm;

n ——伸长放大倍数;

L ——引伸计算距 mm;

L_0 ——试样原始标距 mm;

L_t ——试样拉断后的标距 mm。

2. 拉伸试样

拉伸试样有比例和定标距两种, 试样可加工和不加工, 断面有圆形、矩形、异形和不加工的全截面形。

比例试样标距 l_0 以公式 $l_0 = K\sqrt{S_0}$ 计算。短试样 $K = 5.65$, 长试样 $K = 11.3$ 。特殊情况 $K = 4.52$ 或 9.04 。

圆形试样平行长度 $l \leq l_0 + d_0$, 矩形试样 $l \leq l_0 + (b_0/2)$ 。

加工的圆形和矩形试样见图1-3和图1-4。

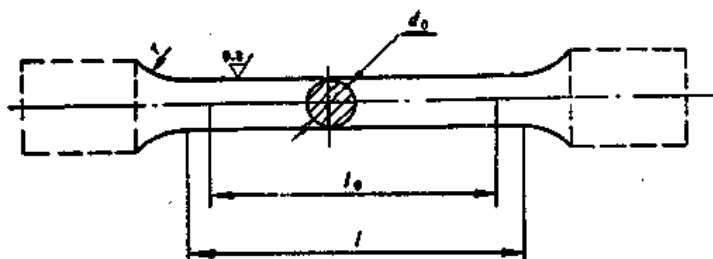


图1-3 加工的圆形试样

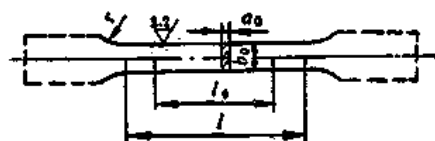


图1-4 加工的矩形试样

拉伸试样种类及选用试样号见表1-1。

1) 棒材试样 棒材(包括方形、六角形)用圆形试样, 可加工或不加工。圆形比例试样见图1-5和表1-2, 加工允许偏差见表1-3。

2) 板材试样 厚、薄板材一般用矩形短试样($K = 5.65$)。厚度 $< 0.5\text{mm}$ 薄板(带)亦可用定标距试样。通常试样 $b_0/a_0 > 4:1$ 或 $8:1$, 铝镁材可用较小宽度。

矩形试样有带头和不带头的, 试样见图1-4, 尺寸见表1-4和表1-5。

厚度为 $0.15 \sim < 0.5\text{mm}$ 薄板(带)的试样见图1-6(厚度 $< 0.15\text{mm}$ 亦可参考使用)。标距内最大与最小宽度之差 $> 0.06\text{mm}$ 。

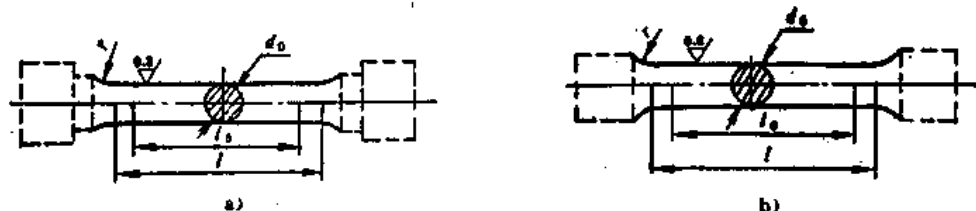


图1-5 圆形比例试样

表1-1 拉伸试样种类及选用试样号

金属材料		试样		备 注
种 类	直 径 d_0 外径或对边距 D_0 厚 度 a_0 mm	比 例 试 样 试 样 号	定 标 距 试 样 试 样 号	
棒	>25	R1~4(R01~04)		其它比例试样优先采用 l_0 为 $4d_0$ 或 $8d_0$
	25~3	R1~8(R01~08)		
	<3		R17, R18	
板 (扁带)	>25	R1~4(R01~04)		厚板 Z 向试样, 一般采用 $l_0 > 1.5d_0$ 或 R4、R6 试样
	25~4.5	P3(P03)、P5~7(P05~07)、R4~7(R04~07)		亦可用 l_0 为 $4.52\sqrt{S_0}$ 、 $9.04\sqrt{S_0}$ 试样
	<4.5~0.5	P1~3(P01~03)、P4(P04)、P6(P06)	P8~9	
	<0.5~1	P1(P01)	P8~9	
管	≥ 168	S3(S03)	P10~11、S5~6	
	<168~>50	S2~3(S02~03)	S4~5	亦可取横向圆形或矩形试样
	<50	S1(S01)、S7	S4、S8	亦可用全截面或纵、横向试样
	厚 壁	R4、5、7(R04、05、07)		圆形截面试样 d_0 按 a 值确定
线(丝)	15~3	R3~8(R03~08)	R17、R18	1. 异形截面线材 $l_0 = K\sqrt{S_0}$ 2. $d_0 \geq 3$ mm 亦可采用比例试样 3. R3~8 仅适用于试样平行部分 l
	<3		R17、R18	
铸 件	不测 δ		R9~13	
	侧 δ	R16	R14	
	压铸件测 δ	R16	R15	
锻、挤压件		R1~8(R01~08)		
异 型 材				选用相应的或 b_0 为 4、6、8、10 mm 各种试样

注: 1. 表中符号 R 为圆形截面试样, P 为矩形, S 为异型, 符号后数字为试样的顺序号。

2. 表中比例试样系指 l_0 为 $5.65\sqrt{S_0}$ 或 $11.3\sqrt{S_0}$ 的试样。

表1-2 圆形比例试样尺寸

mm

一 般 尺 寸			短 试 样			长 试 样		
d_0	r (最小)		试 样 号	l_0	l	试样号	l_0	l
	单、双肩	螺 纹						
25	5	12.5	R1			R01		
20	5	10	R2			R02		
15	4	7.5	R3			R03		
10	4	5	R4			R04		
8	3	4	R5	$5d_0$	$l_0 + d_0$	R05	$10d_0$	$l_0 + d_0$
6	3	3.5	R6			R06		
5	3	3.5	R7			R07		
3	2	2	R8			R08		

注: 1. 试样头部形状与尺寸根据试验机夹具、试样材质, 自行设计。单台试样头部直径一般为 $(1.5 \sim 2.0)d_0$ 。

2. 如棒材直径 > 25 mm, 可用全截面或制取尽可能大的圆形试样。

3. 如试样装卡时能正确对正中心, 棒材试样头部可不须加工。

4. 对不加工的试样, 亦可用 l_0 为 $4d_0$ 、 $8d_0$ 或其他定标距。

5. 管材纵、横向圆形比例试样, 亦可根据管材壁厚或有关标准, 从 R1~8 中选用。

表1-3 圆形试样加工允许偏差

mm

试样直径 d_0	l_0 部分直径 d_0 允许偏差	l_0 长度内直径最大最小允许差值
<5	± 0.05	0.01
$5 \sim <10$	± 0.1	0.02
≥ 10	± 0.2	0.05

表1-4 矩形试样尺寸

mm

一般尺寸			短试样			长试样		
d_0	b_0	r	试样号	l_0	l	试样号	l_0	l
$0.1 \sim <1.0$	10	25~40	P1	$5.65\sqrt{S_0}$ 取最接近5 的整数倍	$l_0 + \frac{b_0}{2}$	P01	$11.3\sqrt{S_0}$ 取最接近10 的整数倍	$l_0 + \frac{b_0}{2}$
$1.0 \sim 4.0$	15		P2			P02		
$>4.0 \sim 12$	20		P3			P03		
$0.5 \sim 4.5$	20		P4			P04		
$4.5 \sim 25$	30		P5			P05		
$0.1 \sim 6$	12.5		P6			P06		
$4.5 \sim 25$	25		P7			P07		
$0.1 \sim 0.5$	12.5		P8	50	75			
	20		P9	80	120			

注：1. 试样如分组机加工，最大与最小平行长度之差 $>25\text{mm}$ 。

2. 试样头部根据材质与试验机夹具自行设计。

3. 仲裁试验如有关标准无规定，黑色金属选用P4（P04）或P5（P05）试样。

4. 对厚度 $>25\text{mm}$ 板材，如有要求，可取制厚度方向（Z向）而 d_0 为6或10mm， $l_0>1.5d_0$ ，或短比例试样。

5. 小型材（如角、槽、工字材等）切取试样时，如试样宽度不能满足表中要求 b_0 时，可制成与相邻较薄试样对应宽度或采用无头试样进行试验。

6. 按表中规定计算的比例标距 $<25\text{mm}$ 时，采用定标距或其他比例标距。

表1-5 矩形试样加工允许偏差

mm

试样宽 b_0	l_0 内宽 b_0 允许偏差	l_0 内宽最大最小允许差	注
10、12.5、15	± 0.2	0.1	两头部轴线与平行部分 轴线同偏差 >0.5
20、25、30	± 0.5	0.2	

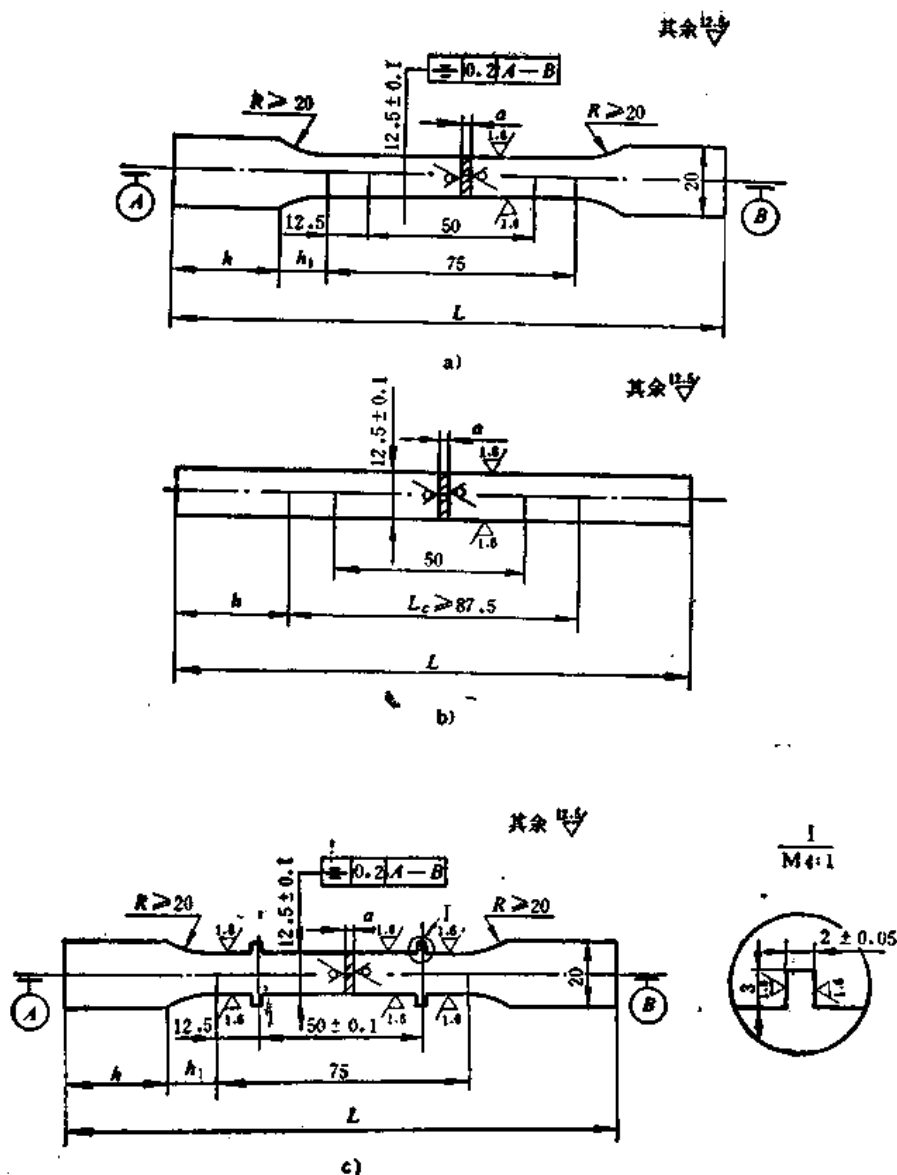


图1-6 薄板(带)试样

a) 带头非比例试样 b) 不带头非比例试样 $L_c \geq 87.5\text{mm}$ c) 带凸耳非比例试样

3) 管材试样 采用全截面管段或纵向、横向条状试样。

全截面管段试样：用于外径 $D_0 \leq 50\text{mm}$ 管材， $l_0 = 5.65\sqrt{S_0}$ 或定标距，夹持部分加塞，如图1-7或压扁如图中c，或内塞扁块。全截面试样见图1-8或表1-6。 $D_0 \leq 50\text{mm}$ 管材亦可取纵向弧形试样。

表1-6 管材试样尺寸

试样号	l_0	l
S7	$5.65\sqrt{S_0}$	$l_0 + \frac{D_0}{2}$
S8	50	>100

纵向弧形试样：自管上切取，直缝焊管离焊缝 90° 处切取。试样见图1-9与表1-7，亦可用不带头试样。

试样加工偏差见表1-5，试样两头部轴线与平行部分轴线间偏差 $\nabla 0.5\text{mm}$ 。

横向试样：管外径、壁厚适宜可取横向带头与不带头矩形或圆形比例试样。如系直缝焊管，焊缝应在试样标距中间。试样从图1-10切取，压扁时应不显著影响金属的力学性能。

厚度 $a_0 \geq 8\text{mm}$ 管材可加工成尽可能大的纵向圆形试样，或按表1-8制作。

螺旋管($D_0 \geq 168\text{mm}$)母材及焊缝接头试样：用矩形纵向试样，焊缝位于试样标距中间。试样采用定标距，如图1-9和表1-9。

4) 铸件试样 试样加工断面为圆形，对不需测 δ 的试样 $l \geq d_0$ ，测 δ 的， $l = l_0 + d_0$ 或为定标距试样， l_0 为 $5d_0$ 或 $10d_0$ 。 $D = (1.5 \sim 2)d_0$ ， $r = (0.6 \sim 1.6)d_0$ 。平行部分加工粗糙度 $R_a = 12.6\mu\text{m}$ 。单铸不机加工试样表面应能代表铸件的质量。试样见图1-5 b和表1-10。加工允许偏差见表1-5。

5) 锻件试样 用 d_0 为5、10mm、 $l_0 = 5d_0$ 的圆形比例试样。特殊要求 $l_0 = 10d_0$ 、 $4d_0$ 或定标距试样。

6) 线(丝)材试样 用不加工全截面试样， $l_0 = 100$ 或 200mm 定标距，后者适用 δ 较小或小规格线(丝)材。标准有规定时，直径 d_0 或边长 $\geq 3\text{mm}$ 可用 $l_0 = 5d_0$ 、 $5.65\sqrt{S_0}$ 或 $10d_0$ 、 $11.3\sqrt{S_0}$ 的试样。线材试样见图1-11和表1-11。

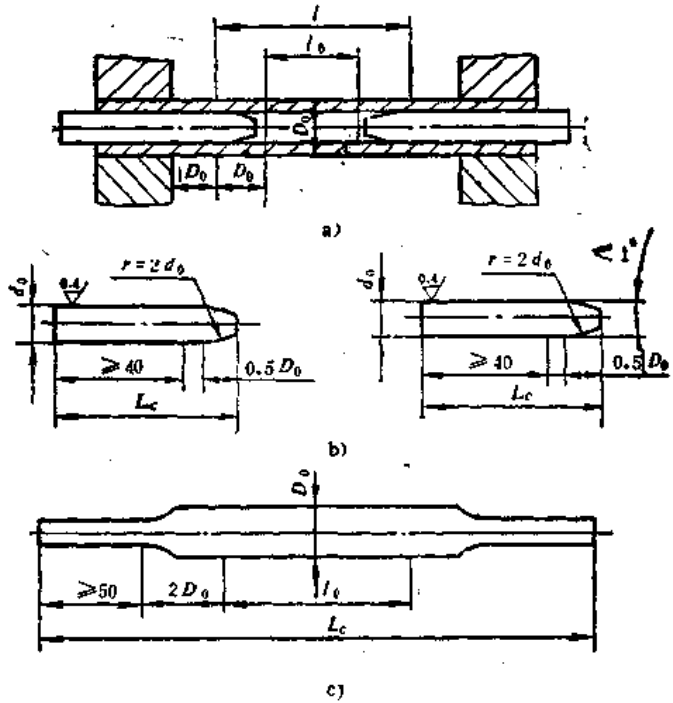


图1-7 管材全截面试样及加塞和压扁

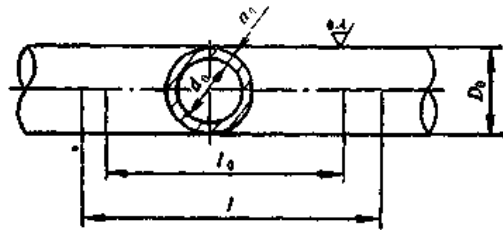


图1-8 管材全截面试样

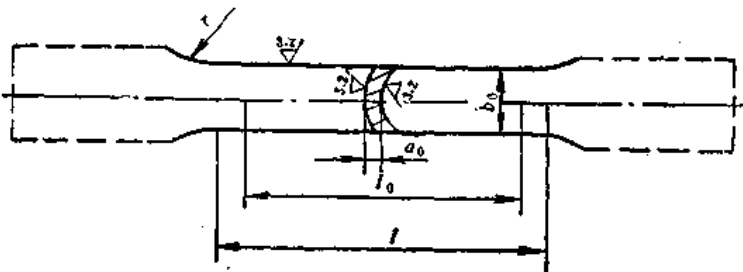


图1-9 纵向弧形试样

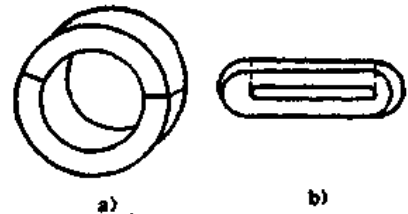


图1-10 管材横向取样

表1-7 纵向弧形试样尺寸

mm

管外径 D_0	b_0	a_0	r	短 试 样			长 试 样		
				试样号	l_0	l	试样号	l_0	l
30~50	10	原厚度	25~40	S1	$5.65\sqrt{S_0}$	$l_0 + 2\sqrt{S_0}$	S01	$11.3\sqrt{S_0}$	$l_0 + 2\sqrt{S_0}$
>50~70	15	原厚度		S2	取最接近5		S02	取最接近10的	
>70	20	原厚度		S3	的整数倍		S03	整数倍	
≤100	19		≥15	S4					
>100~200	25			S5	50	60			
>200	38			S6					

注：1. 有色金属，外径 $D_0 < 30\text{mm}$ 的管材的纵向弧形试样其宽度 b_0 可取 10mm 。

2. 试样头部根据材质与试验机夹具自行设计。

3. 对铜合金管材（壁厚 $\geq 8 \sim 10\text{mm}$ ），可以采用纵向弧形比例试样。

表1-8 管材圆形试样尺寸

mm

管 壁 厚, a_0	试样直径, d_0
8~13	5
>13~16	8
>16	10

表1-9 大螺旋管试样尺寸

mm

试 样 号	a_0	b_0	l_0	l	r	D_0
P10	原壁厚	38	50	57	20~30	≥219
P11	原壁厚	25				≥168

注：1. 试样头部形状与尺寸根据材质与试验机夹具自行设计。

2. 标准或协议有要求时，亦可采用 $l_0 = 5.65\sqrt{S_0}$ 的比例试样。

表1-10 铸造试样尺寸

mm

试 样 号	样坯的铸造直径	d_0	l_0	l	r (最小)
R9	~13	8	—	$\approx d_0$	$2d_0$
R10	~15	10			
R11	~20	12.5			
R12	~30	20			
R13	~45	32			
R14		16	50	>60	8
R15		6	$5d_0$ 或 $10d_0$	$l_0 + d_0$	7.5
R16		10			

(附：国家标准 GB/T13822—92 压铸有色金属试样即将出版)



图1-11 线材试样

表1-11 线材试样尺寸

mm

试 样 号	l_0	l
R17	100	>150
R18	200	>250

注：1. 圆截面线材直径 $< 3\text{mm}$ ，也可用比例或其他定标距试样。

2. 直径 $\geq 3\text{mm}$ 的线材，可用 l_0 为 $5d_0$ 或 $10d_0$ 的比例试样，如有要求亦可用 l_0 为 $4d_0$ 或 $8d_0$ 。

7) 异型材试样 包括带肋棒材、窄扁材及带材、小型材、异型材等不宜或不加工的试样用短、长比例或定标距($l_0 = 50, 100$ 或 200mm), 小型或异型材切取宽度 b_0 为4、6、8、10mm的试样。

8) 双向拉伸试样

材料在双向拉伸下的性能与普通的单向拉伸时不同。此时, 塑性材料的强度比在单向拉伸时有较大的提高, 脆性材料显著降低。在非均匀的双向拉伸时, 屈服强度比在单向拉伸时有所提高, 而在均匀的双向拉伸时屈服强度下降。单向和双向拉伸应力-应变曲线如图1-12。

双向拉伸试验用简单轴向双向拉伸试样, 见图1-13。试验在普通拉伸试验机上进行^[1]。

3. 拉伸试验速度

测 σ_p 、 σ_s 、 σ_r : 弹性范围内应力速率为:

弹性模量: $<150000\text{N/mm}^2$ 应力速率: $1\sim 10\text{N/mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$

$\geq 150000\text{N/mm}^2$ 应力速率: $3\sim 30\text{N/mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$

测 $\sigma_{0.2}$ 、 $\sigma_{0.01}$ 、 $\sigma_{0.001}$: 屈服前的应力速率同上。

测 $\sigma_{0.2}$: 平行长度 L_0 内应变速率在 $0.00025\sim 0.0025/\text{s}$ 之间, 弹性范围内的速率同上。

测 $\sigma_{0.2}$ 、 $\delta_{0.2}$ 、 δ : 试验机两夹头在力作用下分离速率 $\leq 0.5L_0/\text{min}$ 。

试验在 $10\sim 35^\circ\text{C}$ 室温下进行。

4. 拉伸试验应力图解测定

σ_r 图解法: 用自动记录法绘制力-伸长曲线, 力轴每mm应力 $\leq 10\text{N/mm}^2$, 曲线高度应使 F_r 在力轴量程 $1/2$ 以上, 图中伸长 $\overline{OC}$ 段 $\leq 5\text{mm}$ 。取 $\overline{OC} = n \cdot L_0 \cdot \epsilon_r$, 作平行线, 由A点得 σ_r 的力 F_r , 如图1-14。

如曲线无明显弹性直线段, 可用滞后环法:

对试样施加预期 σ_r 相应的力, 卸力约90%, 继续施力直至包络线范围, 绘得滞后环, 连滞后环两端点直线。从曲线真实原点O取 $\overline{OC} = n \cdot L_0 \cdot \epsilon_r$, 作CA平行线, 由A点得力 F_r , 见图1-15 a。如CA线位于滞后环的右侧, 则如图1-15、b、c求 F_r 。

生产检验用绘制力-夹头位移曲线测定非比例伸长率 $\geq 0.2\%$ 的 σ_r , 如图1-16中 F_r 点, 位移放大倍数应使图中 $\overline{OC}$ 段 $\leq 5\text{mm}$ 。

σ_r 图解法: 用自动记录法绘制力-伸长曲线, 力轴每mm代表应力 $\leq 10\text{N/mm}^2$, 曲线高度使 F_r 在力轴量程 $1/2$ 以上, 伸长放大倍数 ≥ 50 倍。在图1-17中自曲线真实原点O起,

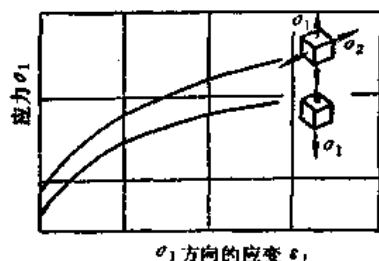


图1-12 单向和双向拉伸应力-应变曲线

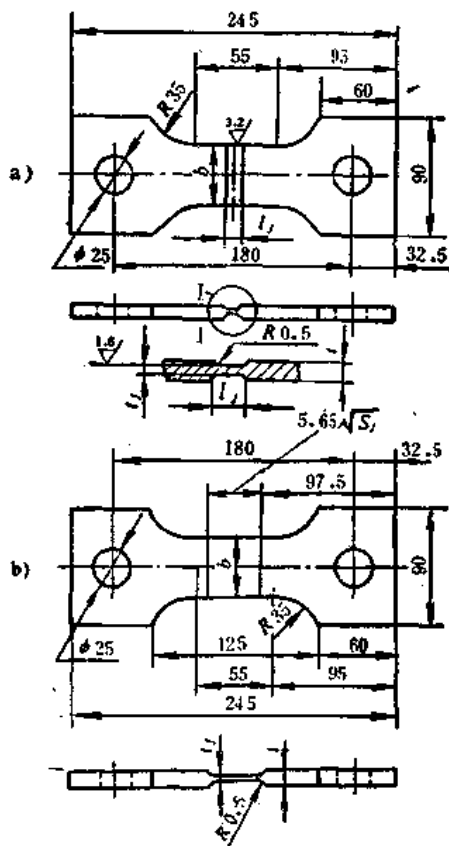


图1-13 带槽的双向拉力试样

a) 带短槽的试样, $L_0 = 0.16$ b) 带宽槽的试样 $L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$ 试样 $t = 1.5 \sim 2$, $b = 30t$, $t_f = 0.6t$, $L_f = 3t_f$

取 $\overline{OE} = n \cdot L_e \cdot \epsilon_i$, 由 A 点得力 F_i 。

σ_e 、 $\sigma_{0.2}$ 、 $\sigma_{0.01}$ 图解法: 用自动记录绘制力-伸长曲线或力-夹头位移曲线, 力轴比例同上法规定, 伸长或夹头位移放大倍数按材质适当选择, 如图 1-18 求得 σ_e 、 $\sigma_{0.2}$ 、 $\sigma_{0.01}$ 之力 F_e 、 $F_{0.2}$ 、 $F_{0.01}$ 。

δ_e 图解法: 用自动记录装置绘制力-伸长曲线, 选适当力轴比例和伸长放大倍率。如图 1-19 作 GF 线平行弹性直线线段求得 $\overline{OF}$, 根据公式计算 δ_e 。

δ_{e1} 、 δ_{e2} 图解法: 同 δ_e 图解法相同绘制曲线及力轴比例和伸长放大倍数, 从图 1-20 上最大力点 K 作 KI 、 KJ 直线, 测量 $\overline{OI}$ 和 $\overline{OJ}$ 的长度, 按公式计算 δ_{e1} 和 δ_{e2} 。

σ_i 图解法: 从图 1-20 上的 K 点作水平线 KF_i 平行伸长轴线, 得 F_i , 由公式计算 σ_i 。

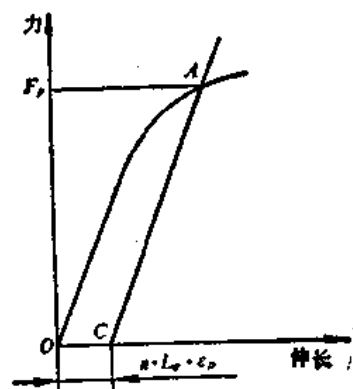


图 1-14 F_p 图解法

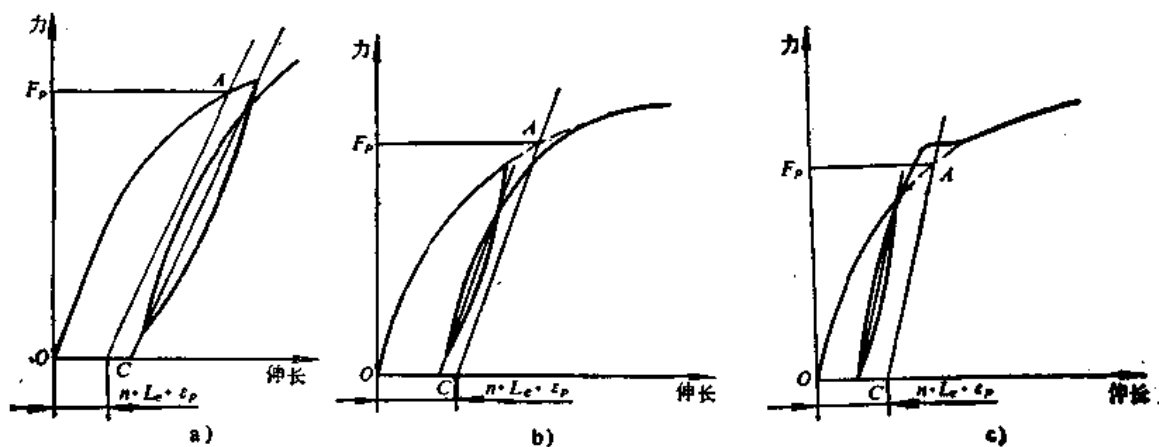


图 1-15 滞后环法测 F_p

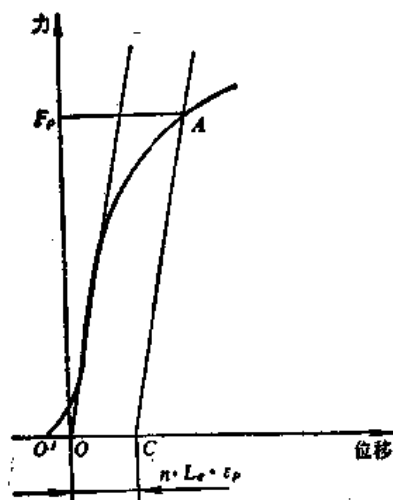


图 1-16 F_p 图解法

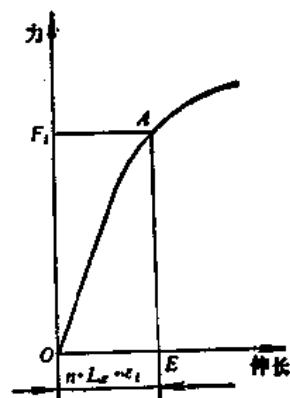
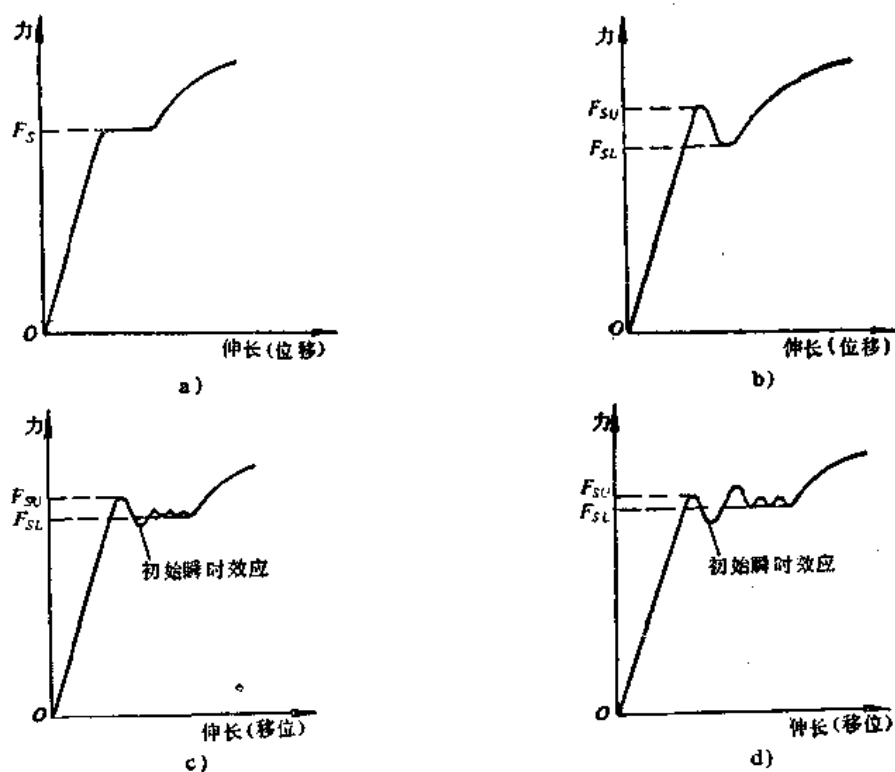
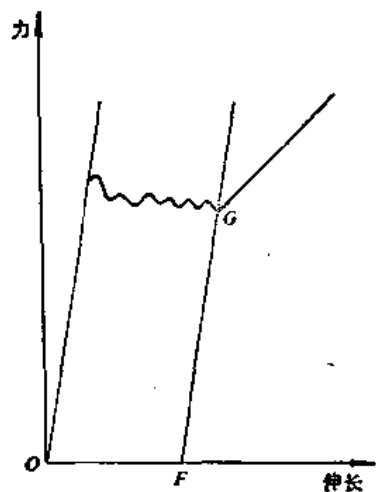
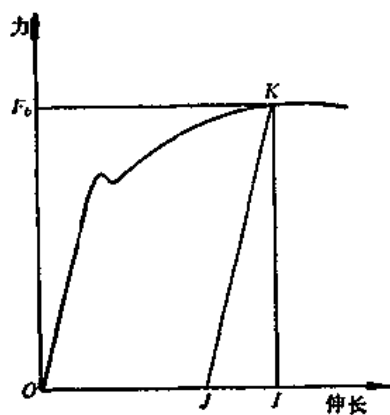


图 1-17 F_i 图解法

图1-18 F_S 、 F_{SU} 、 F_{SL} 图解法图1-19 δ_s 的 $\overline{OF}$ 图解法图1-20 δ_g 的线段和 F_b 图解法

5. 断后伸长率和断面收缩率

1) 试样断后标距 L_1 的测量

直测法: 当断口到邻近标距端点的距离 $> 1/3 L_0$ 时, 可直接测量标距两端点间的距离。

位移法: 如断口到邻近标距端点的距离 $\leq \frac{1}{3} L_0$ 时, 在长段上从断口 O 点取基本等于短段格数, 得 B 点, 取等于长段所余格数 (偶数, 见图1-21 a) 之半, 得 C 点, 移位后的 $L_1 = AB$

+2BC, 或取所余格数(奇数, 见图1-21b)减1与加1之半, 得C与C₁点, $L_1 = AB + BC + BC_1$ 。

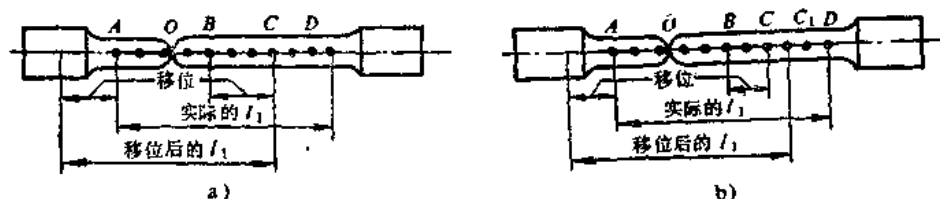


图1-21 位移法测 L_1

2) 断后伸长率的标记

δ_5 、 δ_{10} 分别表示5倍和10倍标距试样的断后伸长率, δ_{100} 或 δ_{200} 则表示定标距长 $L_0 = 100\text{mm}$ 或 200mm 的试样断后伸长率。

3) 断面收缩率 S_1 的测定

圆形试样以缩颈最小处两个相互垂直方向直径的算术平均值计算 S_1 。矩形试样以缩颈处 $a_1 \times b_1$ 计算, 见图1-22。

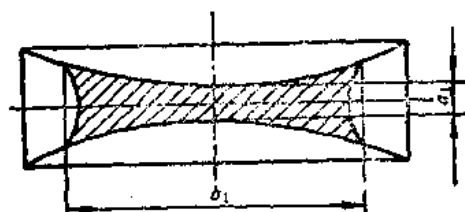


图1-22 矩形试样的 a_1 、 b_1

4) 不同标距倍数断后伸长率对照表

见表1-12^[2], 例: 试样用10倍标距, 试验得伸长率 $\delta_{10} = 19\%$, 从表中10倍标距纵行中查得 δ_{10} 为19时, 该横行中数字23%为5倍标距的 δ_5 , 28.5为2.5倍标距的 $\delta_{2.5}$ 。

表1-12 不同标距倍数断后伸长率对照表

%

试样标距与直径之比 l_0/d_0							
10	8	7.25	5	4	3.77	3.58	2.5
8	8	8.5	10	10.5	10.5	11	12.5
9	9	9.5	11	11.5	12	12.5	13.5
10	10.5	10.5	12	13.0	13.5	13.5	14.5
11	11.5	11.5	13	14.5	14.5	15.0	15.5
12	12.5	12.5	14	15.5	16	16.5	16.5
13	13.5	13.5	16	17	17.5	18	20
14	14.5	15	17	18	18.5	19	21
15	15.5	16	18	19.5	20	20.5	22
16	16.5	17	19	21	21.5	22	23
17	17.5	18	20	22	22.5	23.5	24
18	18.5	19	22	23.5	24	25	27.5
19	19.5	20	23	25	25.5	26	28.5
20	20.5	21.5	24	26	26.5	27.5	29.5
21	22	22.5	25	27.5	28	29	30.5
22	23	23.5	26	29	29.5	30.5	31
23	24	24.5	27	30	31	31.5	32.5
24	25	25.5	28	31.5	32	33	33.5
25	26	26.5	30	33	33.5	34.5	36.5
26	27	27.5	31	34	35	36	37.5
27	28	29.0	32	35.5	36	37	38.5
28	29	30.0	33	36.5	37.5	38.5	39.5

注: 矩形试样的断后伸长率与相同的 $l_0/\sqrt{F_0}$ 的圆形试样相当。