

金属机械性能试验 常用数据手册

姚启均 编

机械工业出版社

75.23073
419

金属机械性能试验常用数据手册

姚 启 均 编

3K503/B2



本手册是在1962年出版的“金属机械性能试验常用数据及公式”一书基础上，进行修改补充，增加了有关试验内容，并根据最新颁布的国家标准及有关的部颁标准编写而成。

手册中介绍了金属机械性能各种试验所用的公式、试样形状和尺寸、有关数据、换算表、对照表及校正曲线等。可供从事机械、冶金、建筑、化工等工业部门的设计、试验工作人员应用及中等、高等院校有关专业人员参考。

金属机械性能试验常用数据手册

姚 启 均 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $7^{4/16}$ · 字数 189 千字

1973年4月北京第一版·1973年4月北京第一次印刷

印数 00,001—100,500 · 定价 0.75 元

*

统一书号：15033·4169

目 次

I 拉力试验	1
一 拉力试验用公式	1
二 拉力试验用试样形状及尺寸	3
三 圆柱形试样直径·面积对照表	15
四 板形试样厚宽·面积对照表	19
五 圆柱形试样负荷·应力对照表	25
六 圆柱形试样伸长率(%)计算表	46
七 试样不同标距倍数伸长率对照表	49
八 圆柱形试样断面收缩率 ψ (%)计算表	50
九 断面收缩率与伸长率的换算表	57
十 钢测 $\sigma_{0.2}$ 时各应力与弹性伸长对照表	59
十一 抗拉强度近似计算公式	60
十二 拉力试验结果计算精确度	60
II 压力试验	61
一 压力试验用公式	61
二 压力试验用试样形状及尺寸	61
三 生铁楔子压入试验用公式、试样形状及尺寸	62
四 生铁楔子压入试验 P/F 与 σ_b 对照表	63
III 弯曲试验	65
一 弯曲试验用公式及其系数	65
二 弯曲试验用试样及尺寸	66
三 圆柱形铸铁试样弯曲应力(公斤/毫米 ²)计算表	67
IV 扭转试验	72
一 扭转试验用公式	72
二 扭转试验用试样形状及尺寸	73
V 剪切试验	75
VI 硬度试验	76
一 布氏硬度试验用公式及换算表	76
二 洛氏硬度试验用公式及校正数	83

V

三	维氏硬度试验用公式及换算表	90
四	近似硬度试验用公式及换算表	119
五	显微硬度试验用公式及换算表	122
六	莫氏硬度标准	131
七	布氏、洛氏、维氏、肖氏硬度换算表	132
八	软黄铜的布氏、洛氏、维氏硬度换算表	142
九	硬度与抗拉强度之间的关系公式	144
VII	冲击韧性试验	146
一	冲击韧性试验用公式及试样形状、尺寸	146
二	梅氏冲击韧性试样面积计算表	149
三	梅氏冲击韧性试样试验结果计算表	151
四	冲击韧性试验试样破坏功的换算表	154
VIII	弯曲疲劳试验	156
一	受纯弯曲疲劳试验用公式	156
二	一端固定受弯曲疲劳试验用公式	156
三	弯曲疲劳试验用试样及尺寸	157
四	弯曲疲劳极限 σ_{-1} 与 σ_b 、 σ_s 及 ψ 之间的关系	157
IX	蠕变试验	163
X	磨损试验	166
XI	应变时效敏感性试验	168
XII	焊接件的机械性能试验	170
一	焊缝金属及焊接接头的机械性能试验	170
二	焊条的机械性能试验	189
XIII	锻件的机械性能试验	196
XIV	工艺试验	199
一	金属冷、热弯曲试验	199
二	金属冷、热顶锻试验	200
三	不淬硬性弯曲试验	201
四	金属锻平试验	202
五	型材展平弯曲试验	203
六	金属反复弯曲试验	203
七	线材反复弯曲试验	204

八 线材缠绕、松解试验	206
九 薄板双层咬合弯曲试验	207
十 杯突试验	207
十一 金属管弯曲试验	208
十二 金属管扩口试验	209
十三 金属管缩口试验	210
十四 金属管卷边试验	210
十五 金属管压扁试验	211
十六 金属管液压试验	212
十七 线材打结拉力试验	212
十八 钢丝脆性试验	213
十九 细钢丝绳疲劳试验	213
XV 钢的机械及工艺试验取样部位	215
附录 英制与公制换算表	217
参考文献	223

1 拉力试验

金属在拉伸时的性能，可以通过金属的拉力试验来获得，它是属于静负荷作用下金属在简单拉伸时特性的表现。

拉力试验能显示出金属材料在弹性变形和塑性变形时应力与应变的情况，以及材料在最大应力下的强度。

拉力试验是目前应用最广的强度试验，它提供机械制造、冶金及其他各种工业部门可靠的材料强度的数据，便于合理的使用材料，保证机械及其零件的强度。

拉力试验用以测定金属材料的下列机械性能：

规定比例极限	σ_p
弹性极限	σ_e
屈服点	σ_s
屈服强度	$\sigma_{0.2}$
抗拉强度	σ_b
真正断裂强度	S_k
伸长率	δ
断面收缩率	ψ

— 拉力试验用公式

规定比例极限 σ_p $\sigma_p = \frac{P_p}{F_0}$, 公斤/毫米²

弹性极限 σ_e $\sigma_e = \frac{P_e}{F_0}$, 公斤/毫米²

屈服点 σ_s $\sigma_s = \frac{P_s}{F_0}$, 公斤/毫米²

屈服强度 $\sigma_{0.2}$ $\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0}$, 公斤/毫米²

抗拉强度 σ_b $\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}$, 公斤/毫米²

真正断裂强度 S_k $S_k = \frac{P_k}{F_k}$, 公斤/毫米²

$$\text{伸长率 } \delta \quad \delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{断面收缩率 } \psi \quad \psi &= \frac{F_0 - F_1}{F_0} 100\% \\ &= \frac{d_0^2 - d_1^2}{d_0^2} 100\% \end{aligned}$$

式中 P_p ——规定比例极限时的负荷，公斤；

P_e ——弹性极限时的负荷，公斤；

P_s ——屈服点时的负荷，公斤；

$P_{0.2}$ ——屈服强度时的负荷，公斤；

P_b ——试样拉断前的最大负荷，公斤；

P_k ——试样断裂时的负荷，公斤；

F_0 ——试样的原横截面积，毫米²；

$F_1 F_k$ ——试样断裂时细颈处的横截面积，毫米²；

l_0 ——试样的原标距长度，毫米；

l_1 ——试样拉断后标距部分的长度，毫米；

d_0 ——试样的原直径，毫米；

d_1 ——试样断裂后细颈处直径，毫米。

此外测定金属材料的弹性模量 E 和试样破断所需要的功（弹性变形的比功） a 可用公式：

$$\text{弹性模量 } E \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\Delta P l_0}{\Delta l_0 F_0}, \text{ 公斤/厘米}^2$$

$$\text{试样破断功 } a \quad a = \frac{A}{V} = \frac{A}{F_0 l_0}, \text{ 公斤} \cdot \text{米/厘米}^3$$

式中 ΔP ——负荷的增加量，公斤；

l_0 ——试样的原标距长度，毫米；

Δl_0 ——受 ΔP 负荷后试样的伸长量，毫米；

F_0 ——试样的原横截面积，毫米²；

A ——拉伸时拉伸图上的全部面积，公斤·米；

V ——长为 l_0 断面为 F_0 的试样的体积，厘米³。

二 拉力试验用试样形状及尺寸

1. 试样形状

拉力试验用的标准及比例试样见表 1。

表 1

试 样		标 距 l_0 (毫米)	横截面积 F_0 (毫米 ²)	圆柱形试样直径 d_0 (毫米)	试样倍数记号
标准的	长	200	314	20	δ_{10}
	短	100			δ_5
比例的	长	$11.3\sqrt{F_0}$	任意的	任意的	δ_{10}
	短	$5.65\sqrt{F_0}$			δ_5

允许采用 l_0 与 d_0 之比为其他比例关系之试样（如铸钢件采用 2.5 倍的试样）。

试样形状可分为如图 1 所示的圆柱形和板状两种。

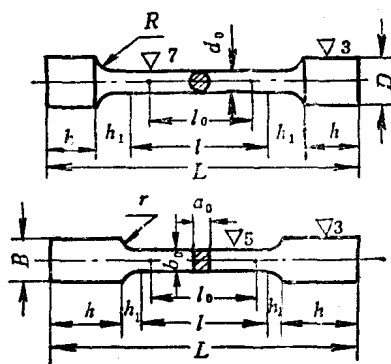


图 1

- 图中：
- d_0 ——圆柱形试样试验前直径，毫米；
 - D ——圆柱形试样夹持部分直径，毫米；
 - l_0 ——试样的标距，毫米；
 - l ——试样受试部分长度，毫米；
 - L ——试样总长度，毫米；
 - h_1 ——试样圆弧处长度，毫米；
 - h ——试样夹持部分长度，毫米。

2. 试样允许偏差

圆柱形试样的加工允许偏差见表 2。

表 2

(毫米)

试 样 直 径	试样 l_0 部分尺寸允许偏差		l_0 内直径最大 最小允许差
	d_0	l_0	
<10	± 0.1	± 0.1	0.02
≥ 10	± 0.2	± 0.1	0.05

注：铸造试样的允许偏差可加倍。

板状试样宽度（取决于其厚度）允许偏差为 ± 0.5 毫米，在标距部分宽度的最大值与最小值之差不超过 ± 0.1 毫米，其两夹头部分的轴线与标距部分轴线必须重合，偏差应不大于 2 毫米。

3. 比例圆柱形试样尺寸

型 I

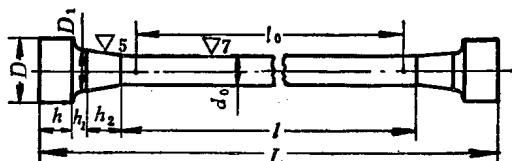


图 2

表 3

(毫米)

一 般 尺 寸						长试样 $l_0=10d_0$				短试样 $l_0=5d_0$			
d_0	D	D_1	h^*	h_1	h_2	试样号	l_0	l	L	试样号	l_0	l	L
25	45	28	25	12.5	25	1	250	275	$l+2h+2h_1+2h_2$	1K	125	150	$l+2h+2h_1+2h_2$
20	36	24	20	10	20	2	200	220		2K	100	120	
15	28	18	15	7.5	15	3	150	165		3K	75	90	
10	20	13	10	5	10	4	100	110		4K	50	60	

* 所示夹头部分长度是最小的。

型 I

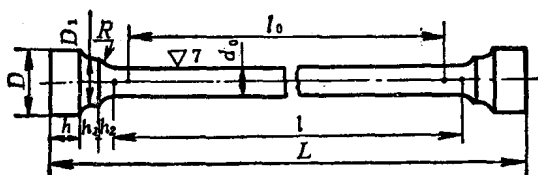


图 3

表 4

(毫米)

一般尺寸							长试样 $l_0 = 10d_0$				短试样 $l_0 = 5d_0$			
d_0	D	D_1	h^*	h_1	h_2	R 最小	试样号	l_0	l	L	试样号	l_0	l	L
25	45	28	25	12.5	5	5	5	250	275		5K	125	150	$l + 2h + 2h_1 + 2h_2$
20	36	24	20	10	5	5	6	200	220		6K	100	120	
15	28	18	15	7.5	4	4	7	150	165		7K	75	90	
10	20	13	10	5	4	4	8	100	110		8K	50	60	
8	16	11	8	4	3	3	9	80	88		9K	40	48	
6	13	8	6	4	3	3	10	60	66		10K	30	36	

* 所示夹头部分长度是最小的。

型 II

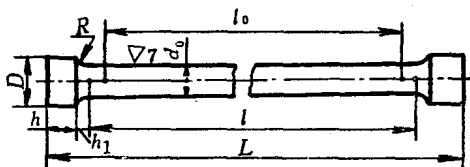


图 4

表 5

(毫米)

一般尺寸					长试样 $l_0 = 10d_0$				短试样 $l_0 = 5d_0$			
d_0	D	h^*	h_1	R 最小	试样号	l_0	l	L	试样号	l_0	l	L
25	45	30	5	5	11	250	275		11K	125	150	$l + 2h + 2h_1$
20	34	25	5	5	12	200	220		12K	100	120	
15	28	20	3	3	13	150	165		13K	75	90	
10	16	10	3	3	14	100	110		14K	50	60	
8	13	10	3	2	15	80	88		15K	40	48	
6	12	10	2.5	1.5	16	60	66		16K	30	36	
5	11	10	2.5	1.5	17	50	55		17K	25	30	

* 所示夹头部分长度是最小的。

型 V

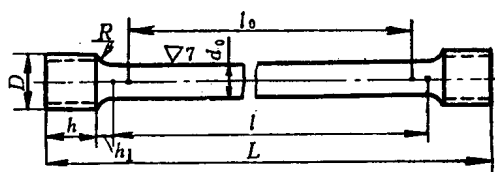


图 5

表 6

(毫米)

一 般 尺 寸					长试样 $l_0=10d_0$				短试样 $l_0=5d_0$			
d_0	D	h^*	h_1	R 最小	试样号	l_0	l	L	试样号	l_0	l	L
25	M36	40	12.5	12.5	18	250	275	$l+2h+2h_1$	18K	125	150	$l+2h+2h_1$
20	M30	30	10	10	19	200	220		19K	100	120	
15	M24	25	7.5	7.5	20	150	165		20K	75	90	
10	M16	15	5	5	21	100	110		21K	50	60	
8	M14	15	4	4	22	80	88		22K	40	48	
6	M12	12	2.5	3	23	60	66		23K	30	36	
5	M9	10	2.5	3	24	50	55		24K	25	30	

* 所示夹头部分长度是最小的。

型 V

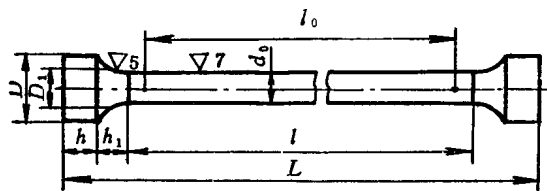


图 6

表 7

(毫米)

一 般 尺 寸					长试样 $l_0=10d_0$				短试样 $l_0=5d_0$			
d_0	D	D_1	h^*	h_1	试样号	l_0	l	L	试样号	l_0	l	L
25	45	30	25	25	25	250	275	$l+2h+2h_1$	25K	125	150	$l+2h+2h_1$
20	36	24	20	20	26	200	220		26K	100	120	
15	28	18	15	15	27	150	165		27K	75	90	
10	20	12	10	10	28	100	110		28K	50	60	
8	16	10	8	8	29	80	88		29K	40	48	
6	13	8	6	6	30	60	66		30K	30	36	
5	11	7	5	5	31	50	55		31K	25	30	

* 所示夹头部分长度是最小的。

型Ⅵ

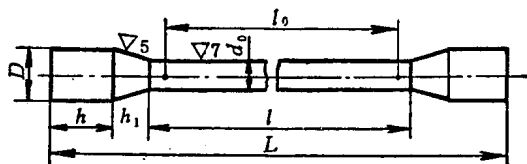


图 7

表 8

(毫米)

一般尺寸				长试样 $l_0 = 10d_0$				短试样 $l_0 = 5d_0$			
d_0	D	h	h_1	试样号	l_0	l	L	试样号	l_0	l	L
25	35	不作规定	25	32	250	275	$l + 2h + 2h_1$	32K	125	150	$l + 2h + 2h_1$
20	30		20	33	200	220		33K	100	120	
15	22		15	34	150	165		34K	75	90	
10	15		10	35	100	110		35K	50	60	
8	12		8	36	80	88		36K	40	48	
6	9		6	37	60	66		37K	30	36	
5	8		5	38	50	55		38K	25	30	

4. 板状试样尺寸

型Ⅶ

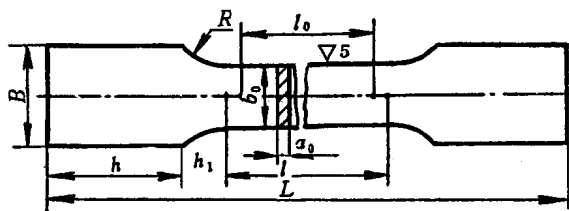


图 8

表 9

(毫米)

一 般 尺 寸				长试样 $l_0=11.3\sqrt{F_0}$			短试样 $l_0=5.65\sqrt{F_0}$				
a_0	b_0	B	h^*	试样号	l_0	l	L	试样号	l_0	l	L
25	30	40	100	39	310	325	$l+2h+2h_1$	39K	155	170	$l+2h+2h_1$
24	30	40	100	40	310	325		40K	155	170	
23	30	40	90	41	300	315		41K	150	165	
22	30	40	90	42	290	305		42K	145	160	
21	30	40	80	43	280	295		43K	140	155	
20	30	40	80	44	280	295		44K	140	155	
19	30	40	80	45	270	285		45K	135	150	
18	30	40	80	46	260	275		46K	130	145	
17	30	40	80	47	250	265		47K	125	140	
16	30	40	80	48	250	265		48K	125	140	
15	30	40	70	49	240	255		49K	120	135	
14	30	40	70	50	230	245		50K	115	130	
13	30	40	70	51	220	235		51K	110	125	
12	30	40	60	52	210	225		52K	105	120	
11	30	40	60	53	210	225		53K	105	120	
10	30	40	60	54	200	215		54K	100	115	
9	30	40	50	55	180	195		55K	90	105	
8	30	40	50	56	170	185		56K	85	100	
7	30	40	50	57	160	175		57K	80	95	
6	30	40	50	58	150	165		58K	75	90	
5	30	40	50	59	140	155		59K	70	85	
4	30	40	50	60	120	135		60K	60	75	
3	20	30	40	61	90	100		61K	45	55	
2	20	30	40	62	70	80		62K	35	45	
1	20	30	40	63	50	60		63K	25	35	
0.5	20	30	40	64	40	50		64K	20	30	

注: 1. * 所示夹头部分长度是最小的;

2. 试样厚度介于两个厚度之间时, 如其厚度与较薄者之差小于 0.5 毫米, 选用较薄试样的 l_0 , 如差值等于或大于 0.5 毫米, 则用较厚试样 l_0 ;

3. 由头部过渡到工作部分的圆弧半径 R , 如采用铣刀直径为 25~40 毫米, 此时 h_1 相应为 20~25 毫米;

4. 允许将不同厚度试样分组按同一长度进行加工, 但每组最大与最小规定长度差不超过 25 毫米, 此时以最厚试样工作长度为共同的工作长度。

型四

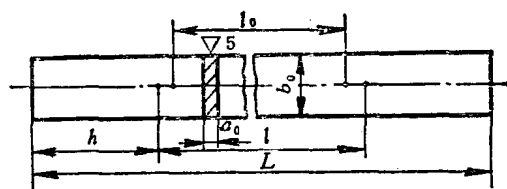


图 9

表 10

(毫米)

一般尺寸			长试样 $l_0 = 11.3\sqrt{F_0}$				短试样 $l_0 = 5.65\sqrt{F_0}$			
a_0	b_0	h^*	试样号	l_0	l	L	试样号	l_0	l	L
25	30	100	65	310	325	$l + 2h$	65K	155	170	$l + 2h$
24	30	100	66	310	325		66K	155	170	
23	30	90	67	300	315		67K	150	165	
22	30	90	68	290	305		68K	145	160	
21	30	80	69	280	295		69K	140	155	
20	30	80	70	280	295		70K	140	155	
19	30	80	71	270	285		71K	135	150	
18	30	80	72	260	275		72K	130	145	
17	30	80	73	250	265		73K	125	140	
16	30	80	74	250	265		74K	125	140	
15	30	70	75	240	255		75K	120	135	
14	30	70	76	230	245		76K	115	130	
13	30	70	77	220	235		77K	110	125	
12	30	60	78	210	225		78K	105	120	
11	30	60	79	210	225		79K	105	120	
10	30	60	80	200	215		80K	100	115	
9	30	50	81	180	195		81K	90	105	
8	30	50	82	170	185		82K	85	100	
7	30	50	83	160	175		83K	80	95	
6	30	50	84	150	165		84K	75	90	
5	30	50	85	140	155		85K	70	85	
4	30	40	86	120	135		86K	60	75	
3	20	40	87	90	100		87K	45	55	
2	20	40	88	70	80		88K	35	45	
1	20	40	89	50	60		89K	25	35	
0.5	20	40	90	40	50		90K	20	30	

* 所示夹头部分长度是最小的。

5. 薄板拉力试样形状及尺寸

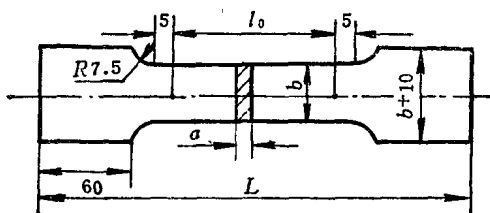


图 10

表 11

(毫米)

薄板厚 a^*	薄板厚 a^{**}	b	l_0	L
≤ 1		20	40	$\approx l_0 + 150$
$> 1 \sim 1.5$	$\leq 1.0 \sim 1.5$	20	50	
$> 1.5 \sim 2.0$	$> 1.5 \sim 2.0$	20	60	
$> 2.0 \sim 3.5$	$> 2.0 \sim 3.5$	20	80	
$> 3.5 \sim 4$	$> 3.5 \sim 4$	20	90	

* 用于优质炭素结构钢薄钢板;

** 用于合金结构钢薄钢板。

6. 钢带拉力试样形状及尺寸

试样形状见图10, 试样尺寸见表12。

表 12

(毫米)

钢带厚 a^*	钢带厚 a^{**}	b	l_0	L	备 注
0.05~0.13	0.10~0.13	10	20	$\approx l_0 + 150$	试样宽允许 偏差 ± 0.25
0.20~0.50	0.20~0.50	20	40		
0.55~1.50	0.55~1.50	20	50		
1.60~2.00	1.55~2.00	20	60		
> 2.00	> 2.00	20	80		

* 用于低碳钢、普通炭素钢冷轧钢带;

** 用于炭素结构钢、弹簧钢、工具钢冷轧钢带。

7. 管材拉力试样形状及尺寸

试样可加工成如图 11 所示的带圆弧的板状比例试样, 或整个管段的纵向短试样 (根据试验机条件决定)。钢管壁厚 > 25 毫米

者, 可加工为圆柱形标准试样, 试样尺寸与上述板状试样及圆柱形试样相同 (见本章型 I ~ 型 VIII)。有色金属及其合金管材, 外径 ≤ 30 毫米的管材, 取整个管段作为拉力试样, 外径 > 30 毫米者, 从管上取一纵向如图 11 的板状比例试样。其尺寸见表 13。

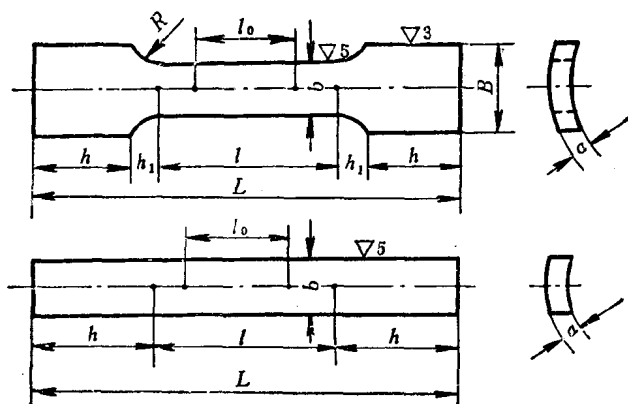


图 11

表 13

(毫米)

a	B	b	h_1	R	h	l_0	l	L
< 1.0	14	10	10	15	随试	$l_0 \approx 5.65\sqrt{F_0}$ 或	$l_0 + 20$	$l + 2h_1 + 2h$
$\geq 1.0 \sim 4.0$	16	12	12	15	验机夹	$l_0 \approx 11.3\sqrt{F_0}$,	$l_0 + 20$	或
$> 4.0 \sim 10.0$	19	15	15	15	头定	偏差 ± 0.1	$l_0 + 20$	$l + 2h$

1. 壁厚 > 10 毫米管材, 可加工为圆柱形试样;
2. l_0 内最大、最小宽度差为 0.10 毫米;
3. 两夹头部分轴线与标距内轴线偏差不大于 1.0 毫米。

剖开管横截面面积, 可按下式计算:

$$F_0 = (D - a) \cdot 0.0175 \sin^{-1} \frac{b}{D - a}$$

式中 F_0 ——试样原横截面积, 毫米²;

D ——管材的外径, 毫米;

a ——管材壁厚, 毫米;

b ——管材条状平行部宽度, 毫米。