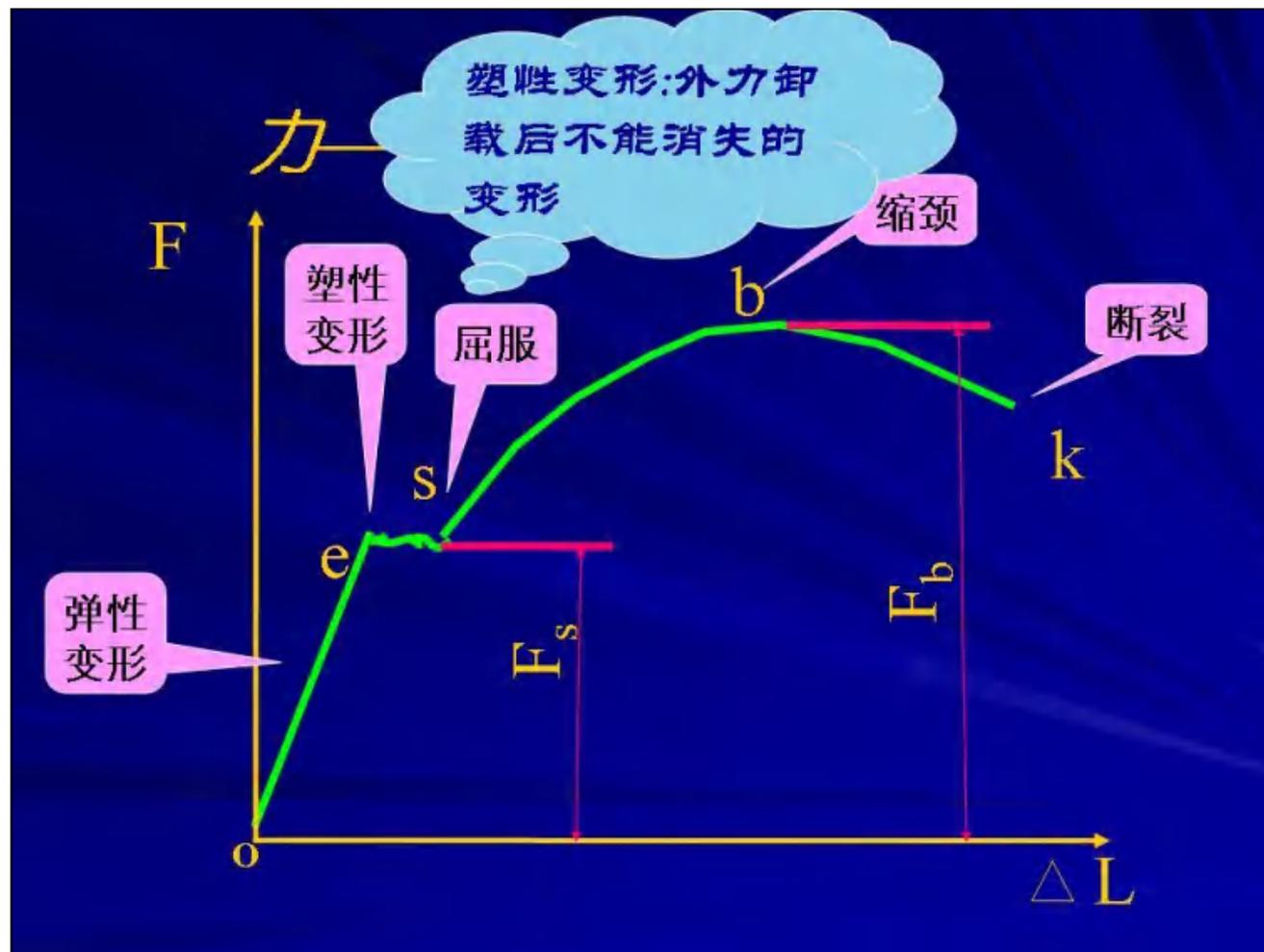


# GBT 228.1-2010 金属材料 拉伸试验

屈服强度



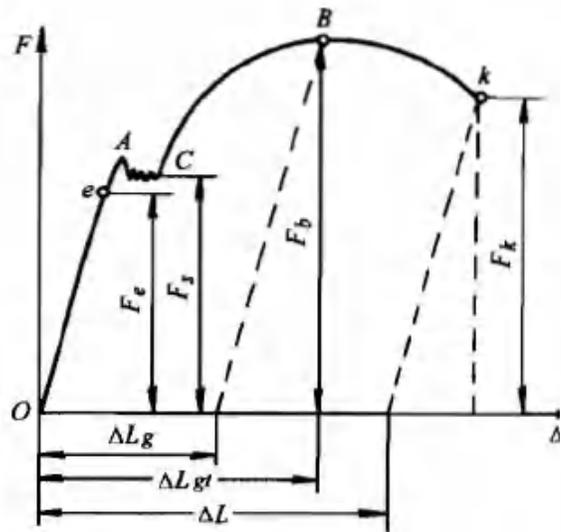


图 1-1 低碳钢的拉伸力-伸长曲线

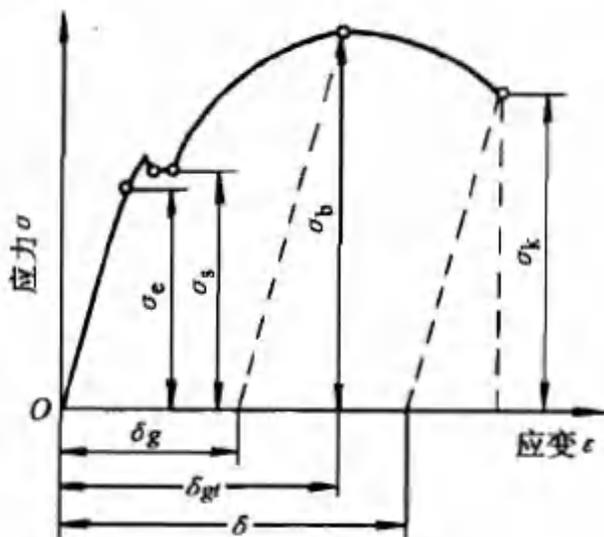


图 1-2 低碳钢的应力-应变曲线

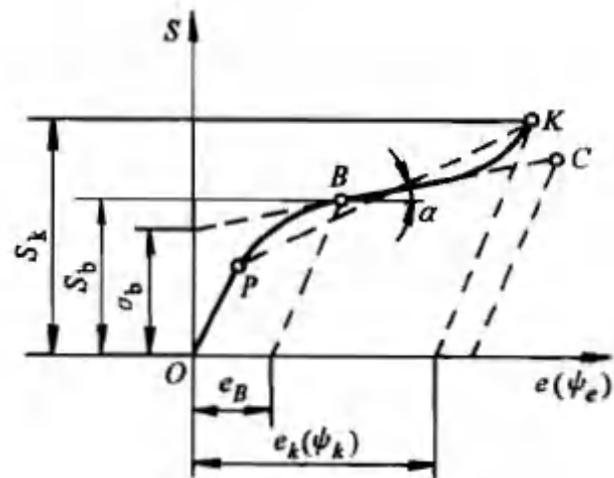


图 1-3 真实应力-应变曲线

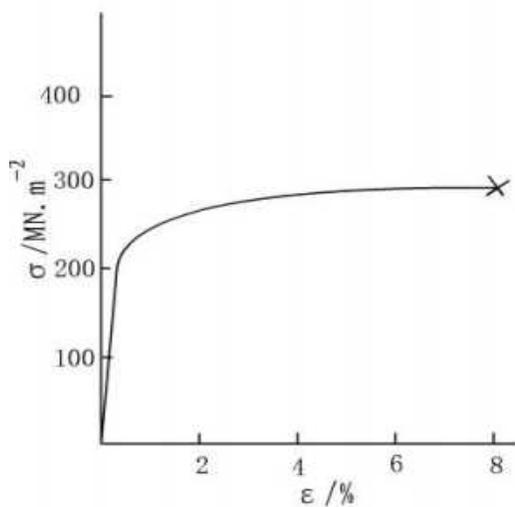


图1-4铝合金 (5454-H34)

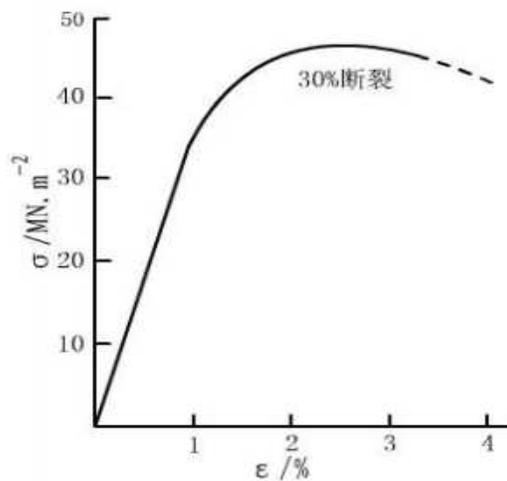


图1-5 聚氯乙烯

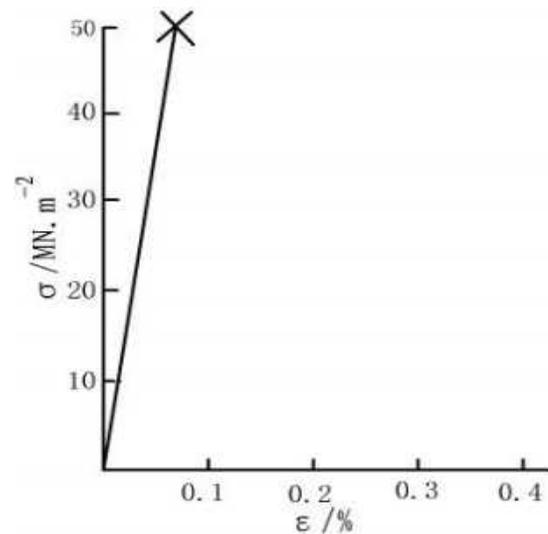
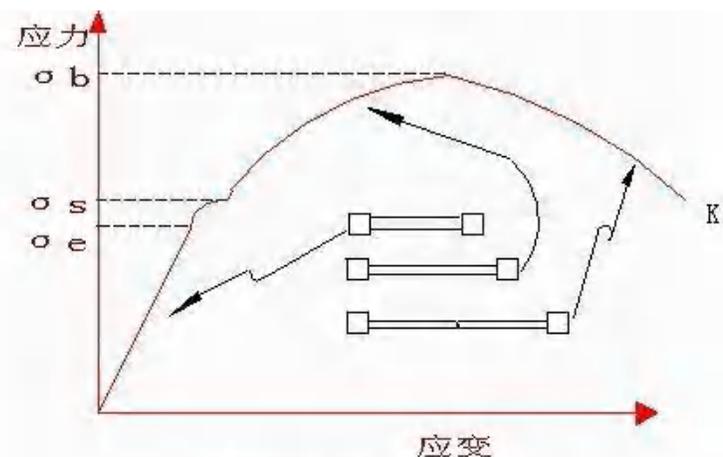


图1-6苏打石灰玻璃

- 当应力低于 $\sigma_e$ 时，应力与试样的应变成正比，应力去除，变形消失，即试样处于弹性变形阶段， $\sigma_e$ 为材料的**弹性极限**，它表示材料保持完全弹性变形的最大应力。
- 当应力超过 $\sigma_e$ 后，应力与应变之间的直线关系被破坏，并出现屈服平台或屈服齿。如果卸载，试样的变形只能部分恢复，而保留一部分残余变形，即塑性变形，这说明钢的变形进入弹塑性变形阶段。 $\sigma_s$ 称为材料的**屈服强度**或屈服点，对于无明显屈服的金属材料，规定以产生0.2%残余变形的应力值为其屈服极限。
- 当应力超过 $\sigma_s$ 后，试样发生明显而均匀的塑性变形，若使试样的应变增大，则必须增加应力值，这种随着塑性变形的增大，塑性变形抗力不断增加的现象称为加工硬化或形变强化。当应力达到 $\sigma_b$ 时，试样的均匀变形阶段即告终止，此最大应力 $\sigma_b$ 称为材料的强度极限或抗拉强度，它表示材料对最大均匀塑性变形的抗力。
- 在 $\sigma_b$ 值之后，试样开始发生不均匀塑性变形并形成**缩颈**，应力下降，最后应力达到 $\sigma_k$ 时试样断裂。 $\sigma_k$ 为材料的条件断裂强度，它表示材料对塑性的极限抗力。



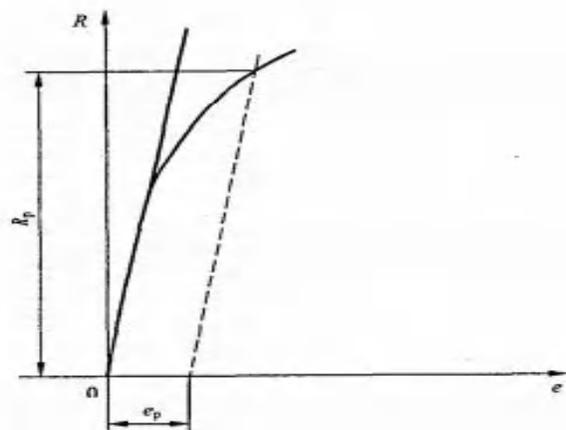
低碳钢应力-应变曲线

规定塑性延伸强度 proof strength, plastic extension

$R_p$

塑性延伸率等于规定的引伸计标距  $L_0$  百分率时对应的应力<sup>[1]</sup>。见图 3。

注：使用的符号应附下脚标说明所规定的塑性延伸率，例如， $R_{p0.2}$  表示规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力。



说明：

$e$  —— 延伸率；

$e_p$  —— 规定的塑性延伸率；

$R$  —— 应力；

$R_p$  —— 规定塑性延伸强度。

# 抗拉强度

- **定义：**
- **拉伸试验时试样拉断过程中最大试验力所对应的应力。**

**计算公式：抗拉强度=最大力/横截面积**

当试样为圆材时，横截面积= $\pi$ \*半径\*半径      当试样为板材时，横截面积=宽度\*厚度

**由此也可以得到：最大力=抗拉强度\*横截面积**

其中：最大力单位N,抗拉强度单位MPa，横截面积单位 $\text{mm}^2$

- **实际意义：**
- **(1) 标志塑性金属材料的实际承载能力；**
- **(2) 一定场合下抗拉强度可作为设计依据；**
- **(3) 抗拉强度的高低由屈服强度和应变硬化指数来决定。**

# 断后伸长率

为了测定断后伸长率,应将试样断裂的部分仔细地配接在一起使其轴线处于同一直线上,并采取特别措施确保试样断裂部分适当接触后测量试样断后标距。这对小横截面试样和低伸长率试样尤为重要。

按式(5)计算断后伸长率 A:

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$L_0$  ——原始标距;

$L_u$  ——断后标距。

应使用分辨力足够的量具或测量装置测定断后伸长量( $L_u - L_0$ ),并准确到 $\pm 0.25$  mm。

如规定的最小断后伸长率小于 5%,建议采取特殊方法进行测定(参见附录 G)。原则上只有断裂处与最接近的标距标记的距离不小于原始标距的三分之一情况方为有效。但断后伸长率大于或等于规定值,不管断裂位置处于何处测量均为有效。如断裂处与最接近的标距标记的距离小于原始标距的三分之一时,可采用附录 H 规定的移位法测定断后伸长率。

# 断面收缩率

将试样断裂部分仔细地配接在一起,使其轴线处于同一直线上。断裂后最小横截面积的测定应准确到±2%(见图 13)。原始横截面积与断后最小横截面积之差除以原始横截面积的百分率得到断面收缩率,按照式(6)计算。

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$S_0$  ——平行长度部分的原始横截面积;

$S_u$  ——断后最小横截面积。

注:对于小直径的圆试样或其他横截面形状的试样,断后横截面积的测量准确度达到±2%很困难。

# 厚度0.1-3mm薄板和薄带使用的试样类型

表 B.1 矩形横截面比例试样

$b_0/\text{mm}$	$r/\text{mm}$	$k=5.65$			$k=11.3$		
		$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$	试样编号	$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$	试样编号
10	$\geq 20$	$5.65\sqrt{S_0}$ $\geq 15$	$\geq L_0 + b_0/2$ 仲裁试验: $L_0 + 2b_0$	P1	$11.3\sqrt{S_0}$ $\geq 15$	$\geq L_0 + b_0/2$ 仲裁试验: $L_0 + 2b_0$	P01
12.5				P2			P02
15				P3			P03
20				P4			P04

注 1: 优先采用比例系数  $k=5.65$  的比例试样。如比例标距小于 15 mm, 建议采用表 B.2 的非比例试样。  
注 2: 如需要, 厚度小于 0.5 mm 的试样在其平行长度上可带小凸耳以便装夹引伸计。上下两凸耳宽度中心线间的距离为原始标距。

表 B.2 矩形横截面非比例试样

$b_0/\text{mm}$	$r/\text{mm}$	$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$		试样编号
			带头	不带头	
12.5	$\geq 20$	50	75	87.5	P5
20		80	120	140	P6
25		50*	100*	120*	P7

\* 宽度 25 mm 的试样其  $L_0/b_0$  和  $L_c/b_0$  与宽度 12.5 mm 和 20 mm 的试样相比非常低。这类试样得到的性能, 尤其是断后伸长率(绝对值和分散范围), 与其他两种类型试样不同。

# 直径或厚度小于4mm线材、棒材和型材使用的试样类型

表 C.1 非比例试样

$d_0$ 或 $a_0$ /mm	$L_0$ /mm	$L_c$ /mm	试样编号
$\leq 4$	100	$\geq 120$	R9
	200	$\geq 220$	R10

# 厚度等于或大于3mm板材和扁材以及直径或厚度等于或大于4mm线材、棒材和型材使用的试样类型

表 D.1 圆形横截面比例试样

$d_0/\text{mm}$	$r/\text{mm}$	$k=5.65$			$k=11.3$		
		$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$	试样编号	$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$	试样类型编号
25	$\geq 0.75d_0$	$5d_0$	$\geq L_0 + d_0/2$ 仲裁试验: $L_0 + 2d_0$	R1	$10d_0$	$\geq L_0 + d_0/2$ 仲裁试验: $L_0 + 2d_0$	R01
20				R2			R02
15				R3			R03
10				R4			R04
8				R5			R05
6				R6			R06
5				R7			R07
3				R8			R08

注 1: 如相关产品标准无具体规定, 优先采用 R2、R4 或 R7 试样。  
注 2: 试样总长度取决于夹持方法, 原则上  $L_1 > L_c + 4d_0$ 。

表 D.2 矩形横截面比例试样

$b_0/\text{mm}$	$r/\text{mm}$	$k=5.65$			$k=11.3$		
		$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$	试样编号	$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$	试样类型编号
12.5	$\geq 12$	$5.65\sqrt{S_0}$	$\geq L_0 + 1.5\sqrt{S_0}$ 仲裁试验: $L_0 + 2\sqrt{S_0}$	P7	$11.3\sqrt{S_0}$	$\geq L_0 + 1.5\sqrt{S_0}$ 仲裁试验: $L_0 + 2\sqrt{S_0}$	P07
15				P8			P08
20				P9			P09
25				P10			P010
30				P11			P011

注：如相关产品标准无具体规定，优先采用比例系数  $k=5.65$  的比例试样。

表 D.3 矩形横截面非比例试样

$b_0/\text{mm}$	$r/\text{mm}$	$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$	试样类型编号
12.5	$\geq 20$	50	$\geq L_0 + 1.5\sqrt{S_0}$ 仲裁试验: $L_0 + 2\sqrt{S_0}$	P12
20		50		P13
25		50		P14
38		50		P15
40		200		P16

# 管材使用的试验类型

表 E.1 纵向弧形试样

$D_o/mm$	$b_o/mm$	$a_o/mm$	$r/mm$	$k=5.65$			$k=11.3$		
				$L_o/mm$	$L_c/mm$	试样编号	$L_o/mm$	$L_c/mm$	试样类型编号
30~50	10	原壁厚	$\geq 12$	$5.65\sqrt{S_o}$	$\geq L_o + 1.5\sqrt{S_o}$ 仲裁试验: $L_o + 2\sqrt{S_o}$	S1	$11.3\sqrt{S_o}$	$\geq L_o + 1.5\sqrt{S_o}$ 仲裁试验: $L_o + 2\sqrt{S_o}$	S01
>50~70	15					S2			S02
>70~100	20/19					S3/S4			S03
>100~200	25					S5			
>200	38					S6			
注：如相关产品标准无具体规定，优先采用比例系数 $k=5.65$ 的比例试样。									

表 E.2 管段试样

$L_0/\text{mm}$	$L_c/\text{mm}$	试样类型编号
$5.65\sqrt{S_0}$	$\geq L_0 + D_0/2$ 仲裁试验: $L_0 + 2D_0$	S7
50	$\geq 100$	S8

表 E.3 管壁厚度机加工的纵向圆形横截面试样

$a_0/\text{mm}$	采用试样
8~13	R7
>13~16	R5
>16	R4