

工程材料

- 一. 定义：材料是人类用于制造**机器**、**构件**和**产品**的物质，是人类赖以生存和发展的物质基础。
- 二、材料及其在人类社会发
展进程中的地位和作用
 - 1. 材料是人类社会进步的里程碑
 - 2. 材料是经济和社会发展的基础和先导
 - 新材料技术是工业革命和产业发展的先导
 - 新材料技术是高技术发展的基础
- 三、材料发展趋势

工程材料

1. 材料是人类社会进步的里程碑

材料的发展过程-标志人类的技术进步



图 1.1 人类社会发 展进程的简图

工程材料



树枝、泥巴盖起来的房子



石头建造的古罗马斗兽场



巴黎埃菲尔铁塔



用多种高科技材料制造的波音777飞机



工程材料

材料的分类

按使用领域：

电子材料、耐火材料、耐蚀材料、耐磨材料、医用材料、建筑材料等

按原子聚集状态：

气态、液态、固态（单晶、多晶、非晶、复合）

按化学组成：

金属材料、无机非金属材料、有机（高分子）材料、复合材料



工程材料

一、金属材料的性能

二、铁碳合金

三、钢的热处理

四、常用的金属材料

工程材料的性能

材料在使用过程中所表现的性能。

使用性能

力学（机械）性能：强度、硬度、刚度、塑性、韧性等

物理性能：密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性等

化学性能：耐腐蚀性、耐高温性等

工艺性能

铸造性能：流动性、收缩性等

锻造性能：塑性、变形抗力等

焊接性能

热处理性能

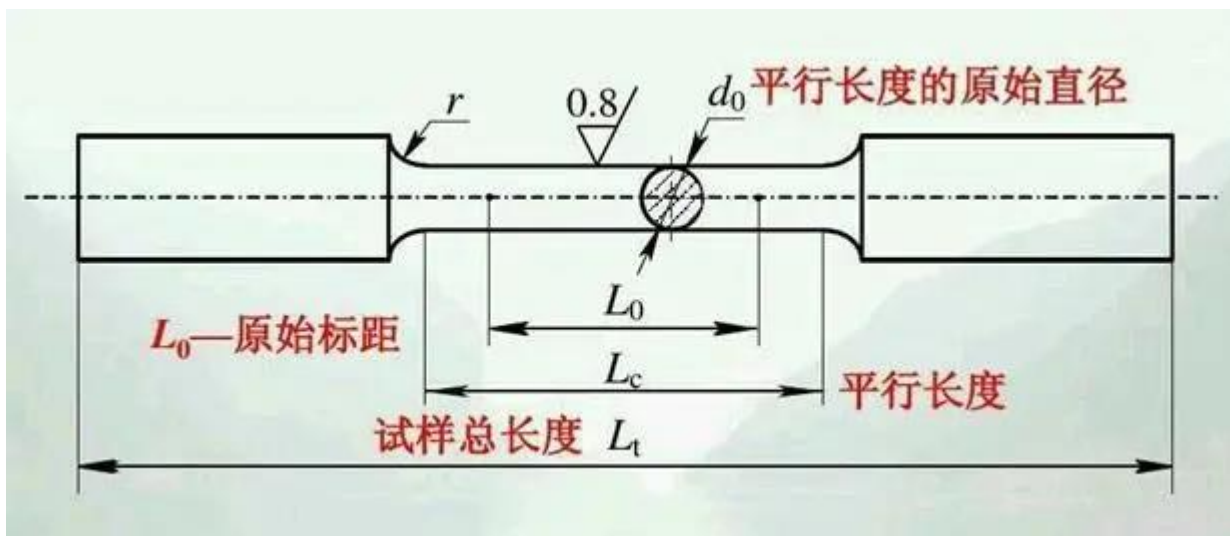
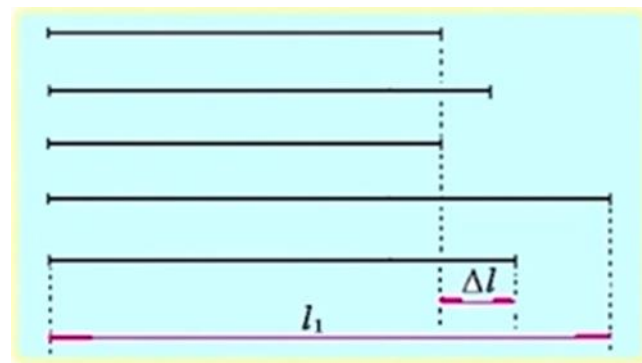
切削加工性

工艺性能：制造机械零件的过程中，材料适应各种冷、热加工和热处理的性能。

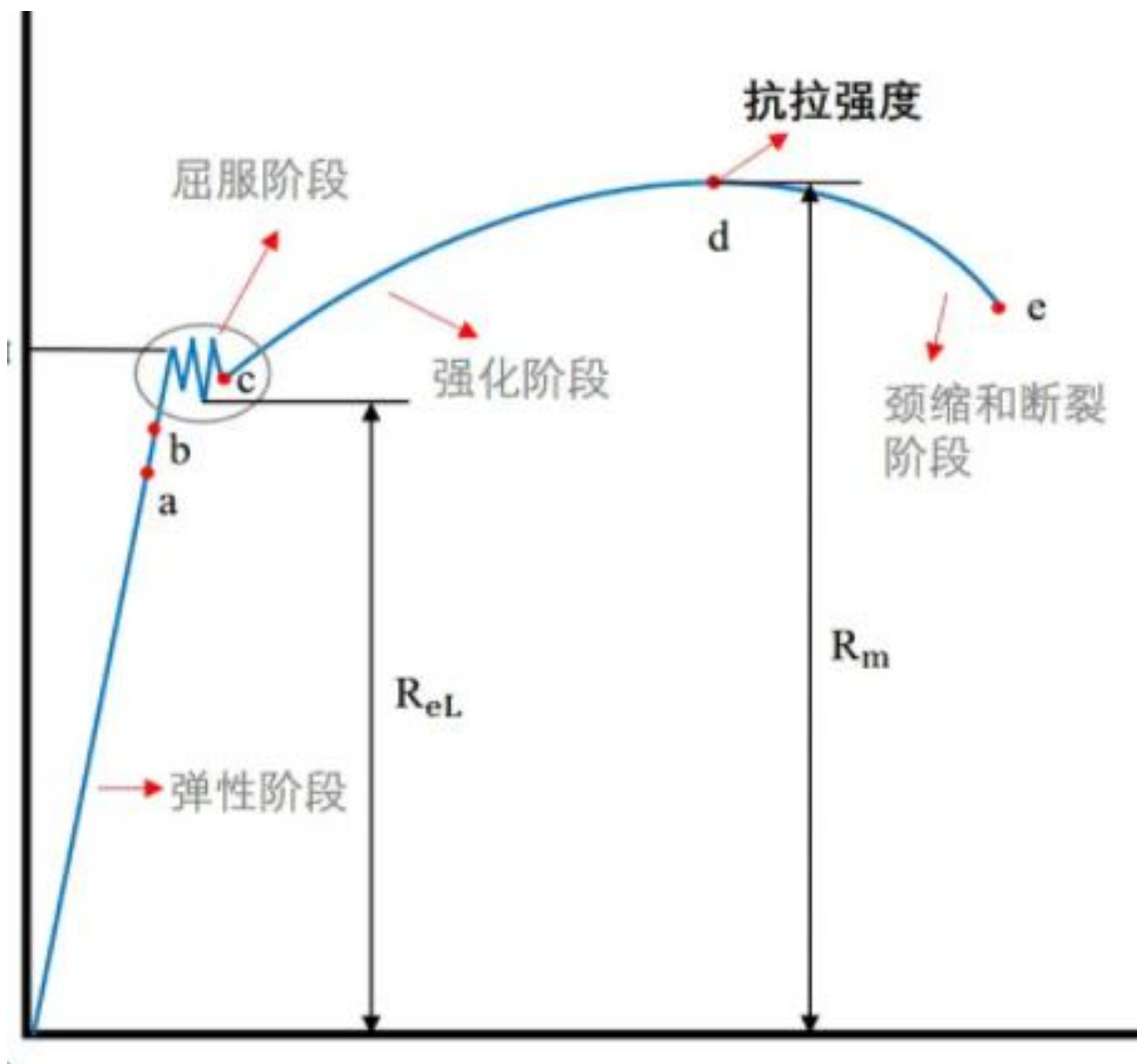
力学性能

■ 拉伸试验

- 试样：标准光滑圆柱试样
- 特点：温度、应力状态、加载速度不变
- 加上材料时全称：
- 低碳钢标准光滑圆柱试样的单向静拉伸试验



■ 拉伸曲线



材料的力学性能指标——静载荷作用

● **强度**：金属材料在载荷作用下抵抗塑性变形和断裂的能力

抗拉强度 σ_b $\sigma_b = \frac{F_b}{A_0}$ 表征材料抵抗断裂的能力。 $\sigma_b \uparrow$ ，不易断裂

屈服强度 σ_s $\sigma_s = \frac{F_s}{A_0}$ 表征材料抵抗塑性变形的能力， $\sigma_s \uparrow$ ，不易产生塑性变形

$\sigma_{0.2}$ 材料产生**0.2%**的塑性变形时所具有的应力值

——防止材料因过量塑性变形而导致机件失效的设计和选材依据。

弹性极限 σ_e $\sigma_e = \frac{F_e}{A_0}$ 金属材料在载荷作用下产生弹性变形是所能承受的最大应力

材料的力学性能指标——静载荷作用

- **塑性**:产生塑性变形而不断裂的能力

断后伸长率 δ

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

断面收缩率 ψ

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

塑性的应用

锻造 $\delta \uparrow$

静载荷作用的零部件 $\delta \uparrow$ ，一般 $\delta=5\%$ ，满足要求

材料的力学性能指标——静载荷作用

◆ 硬度

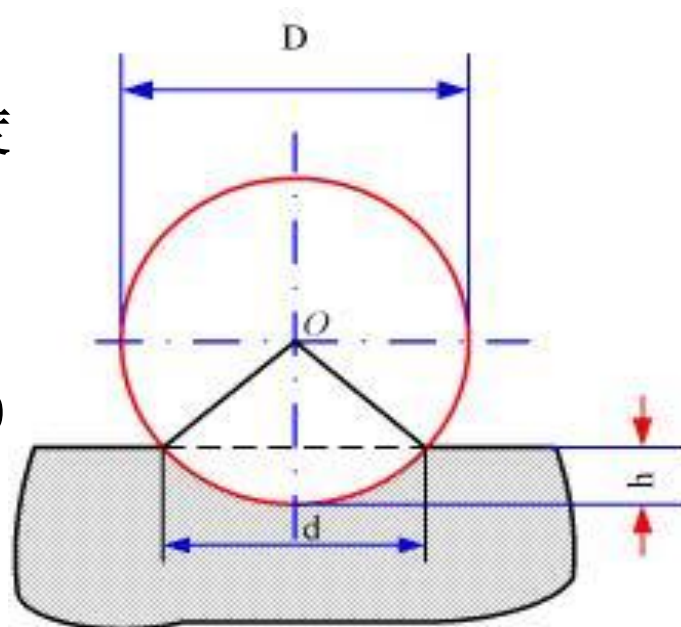
- 材料的硬度通常是指材料表面抵抗更硬物体压入或刻划的能力，即抵抗局部塑性变形的能力。
- 常见的硬度指标有布氏硬度（HB）、洛氏硬度（HR）、维氏硬度。

1) 布氏硬度（HB）

- 压头：钢球或硬质合金球
- 布氏硬度值的表示方法为：硬度值+硬度符号+球体直径/+载荷/+载荷保持时间（10~15秒不标注）。

例如，**180HBS10/1000/30**，表示直径10mm的钢球在1000kgf作用下，保持30秒测得的布氏硬度值为180。

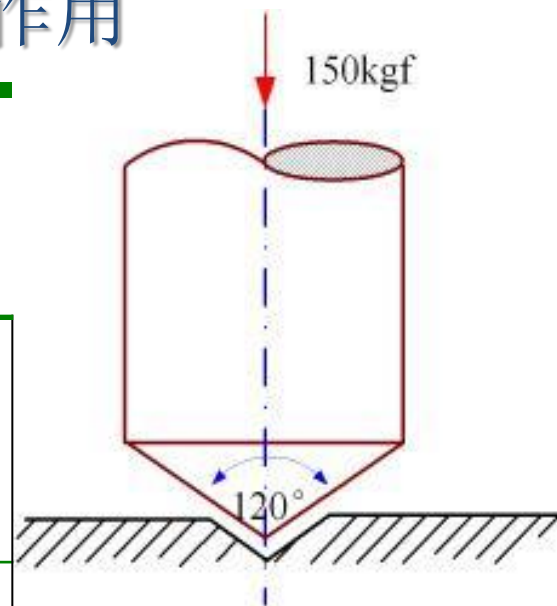
- 用途：铸铁、非铁金属以及经退火、正火和调质处理的钢材。



材料的力学性能指标——静载荷作用

2) 洛氏硬度(HR)

符号	压头类型	总载荷(kgf)	适用范围
HRC	120° 金刚石圆锥	150	一般淬火钢等 硬度较大材料
HRB	Φ1.588mm钢球	100	退火钢和有色金属 等 软材料
HRA	120° 金刚石圆锥	60	硬而薄的硬质合金 或表面淬火钢





材料的力学性能指标——静载荷作用

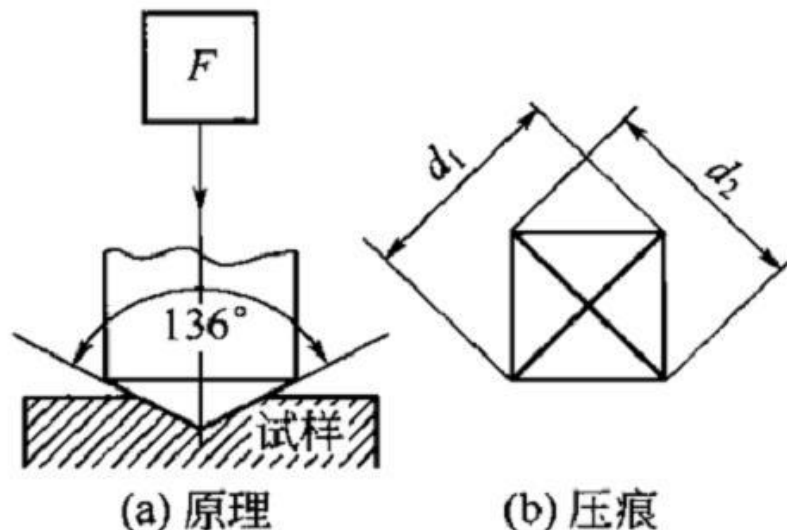
- 布氏硬度、洛氏硬度优缺点：
- 布氏硬度由于压痕面积较大，能反映较大范围内的平均硬度，所以测量结果具有较高的精度和稳定性。但操作费时，对试样表面有一定破坏。
- 洛氏硬度操作简单，可直接读出硬度值，且压痕小，基本不伤工件。但所测数值的离散性较大，实际中可多测几次取均值。

材料的力学性能指标——静载荷作用

3) 维氏硬度

- 压头：锥面夹角 α 为 136° 的正四棱椎体金刚石；
- 计算公式： $HV = F/A = 1.8544 \times 0.102 \times F/d^2$
- 布氏硬度值的表示方法为：*****HV**/****

例如，**640HV30/20**，表示在**30*9.8N**作用下保持**20s**后测得的维氏硬度值为**640**。



材料的力学性能指标——动载荷作用

● 冲击韧性

- 韧性是材料塑性变形和断裂过程中吸收能量的能力，是强度和塑性的综合表现。
- 冲击韧性（韧度） α_k 是抵抗冲击载荷的能力。是综合的力学性能指标，与强度和塑性有关，揭示材料的变脆倾向，评定材料在复杂受载条件下的寿命和可能性。

$$\alpha_k = \frac{A_K}{A} \text{ (J/m}^2\text{)}$$

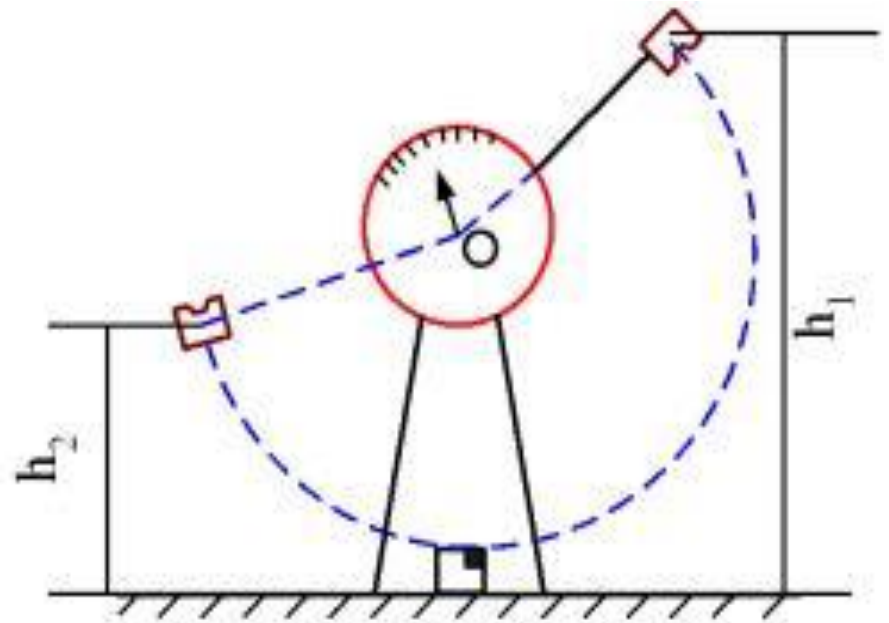
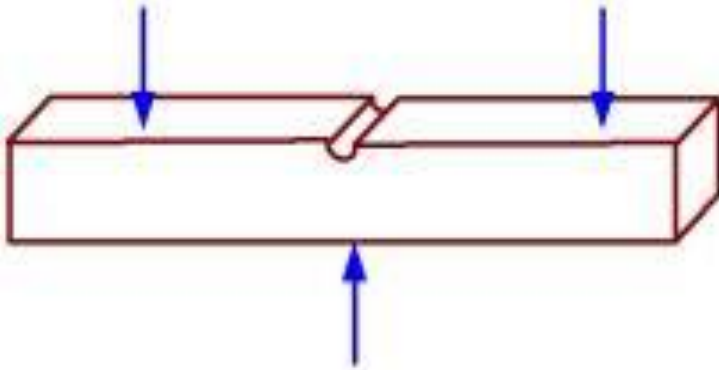
A_K ——摆锤冲段试样所消耗的冲击功

A ——试样缺口处的横截面积

材料的力学性能指标——动载荷作用

■ 一次摆锤冲击弯曲实验

冲击韧性常用冲击实验测定





材料的力学性能指标——交变载荷作用

- **疲劳强度** 材料抵抗**交变载荷**的能力

交变载荷：大小与方向随时间变化的载荷

材料经受无数次（ **10^8** ）交变载荷而不破坏所承受的最大应力

特点：抵抗能力：交变载荷

破坏形式：突然断裂