

## 材料科学基础实验报告

实验名称： 金属材料机械性能测量：拉伸和压缩

学 号： 22301056      姓 名： 王俊杰      班 级： 22 材物

合作者： 无      桌 号：           

指导教师： 李继玲

实验日期：

## 第一部分 拉伸实验

### 1 实验目的

- 了解电子万能试验机的基本结构、工作原理及使用方法；
- 观察拉伸时所表现的各种现象；
- 观察低碳钢和铸铁的断口特征，辨别两种材料的力学特征；
- 通过低碳钢和铸铁的应力-应变曲线，评价二者的力学性能，掌握金属材料屈服强度，抗拉强度，断裂伸长率和断面收缩率的测定方法。

### 2 实验原理

#### 2.1 低碳钢拉伸的应力-应变曲线及特征参数

##### 2.1.1 低碳钢拉伸的应力-应变曲线

低碳钢是塑性材料的典型代表性材料，对于低碳钢试样，在受拉伸过程中，如图 1 所示应力-应变曲线，可以观察到试样经历四个典型的变形阶段：弹性变形阶段，屈服阶段，均匀塑性变形阶段（强化阶段），局部塑性变形阶段（颈缩阶段），伴随着应力-应变曲线上存在不同的特征点。

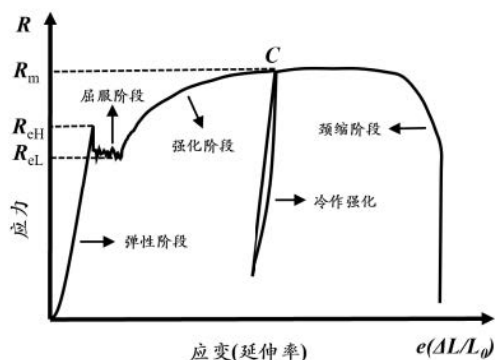


图 1: 低碳钢的拉伸曲线（R-e 曲线）

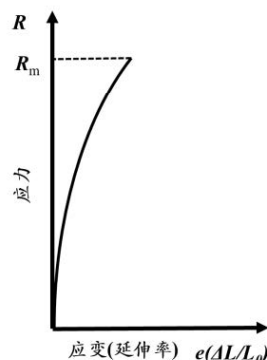


图 2: 铸铁的拉伸曲线

##### 2.1.2 铸铁的应力-应变曲线

铸铁是典型的脆性材料，铸铁的拉伸变形无屈服现象和缩颈现象，进行非常小的塑性变形后在较小的应力作用下就可被拉断，且突然断裂。拉断后铸铁的延伸率通常很小，约为 0.5%。图 2 为铸铁典型的应力-应变曲线，由图可见，铸铁的应力-应变曲线没有明显的直线部分。铸铁拉断前承受的最大应力值为其被拉伸的强度极限，定义为铸铁的抗拉强度。

#### 2.2 相关概念基本定义及计算公式

弹性模量：在应力-应变曲线上，应力低于弹性极限的范围内，应力与应变的比值，表达式为：

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \quad \sigma \text{ 为应力, } \varepsilon \text{ 为应变。}$$

上屈服强度  $R_{eH}$ ：试样发生屈服时应力下降时达到的最大值。

下屈服强度  $R_{eL}$ : 试样屈服期间屈服平台上不计初始屈服瞬时效应的最低应力点。

抗拉强度  $R_m$ : 试样缩颈前所达到的最大应力值。

原始标距  $L_0$ : 试样初始状态, 夹头内用于测试的等截面积的试样部分的长度。

断后标距  $L_u$ : 实验被拉断后, 将试样断口处紧密对接, 初始标线内的总长度。

断后延伸率  $\delta$ : 试样拉断后, 试样原始标线之间的伸长量和原始标距之比,  $\delta = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\%$ 。

断面收缩率  $\psi$ : 试样拉断后, 断口处横截面积的最大缩小量与原始标距内截面积之比,  $\psi = \frac{L_0 - L_u}{L_0} \times 100\%$ 。

### 3 实验仪器

电子万能试验机, 控制微机, 游标卡尺, YYU-25/50 电子引伸计, 低碳钢标准试样, 铸铁标准试样。

### 4 实验过程

1. 首先, 在装夹试样前, 标记待测试样的原始标距  $L_0$ 。选取待测试样夹头内部变形部分偏中间位置, 在此处不同位置处选择3 5个截面, 用游标卡尺在每个截面相互垂直的两个方向上分别测量一次该截面的直径, 对所测量的所有截面直径求平均值即可视为待测试样拉伸之前的直径, 记为  $d_0$ , 之后在待测试样夹头中间变形部分, 以其变形部分的中点为中心, 左右各选取  $5d_0$  共  $10d_0$  的长度, 在端点处做标记, 标记内即为待测试样的原始标距  $L_0$ 。
2. 检查并确认电子万能试验机和计算机已连接。之后打开万能电子试验机, 旋转红色急停旋钮使其弹起。
3. 安装拉伸模具。
4. 装夹试样。
5. 装夹引伸计 (低碳钢拉伸)。
6. 编辑实验方案进行并进行测量。
7. 进行测试
8. 测量断后试样尺寸
9. 保存数据, 作图并分析待测试样各力学性能参数指标。
10. 测量铸铁的拉伸曲线。
11. 根据测量的低碳钢和铸铁的拉伸曲线, 分析和判断两类金属材料的力学性能和各性能指标参数。

## 第二部分 压缩实验

### 1 实验目的

- 测定低碳钢在压缩时的名义屈服强度  $R_{p0.2}$ ；
- 测定铸铁在压缩时的强度极限  $R_m$ ；
- 观察上述材料在压缩时的变形及破坏形式，并分析其破坏原因；
- 比较塑性材料与脆性材料的力学性能及特点。

### 2 实验原理

#### 2.1 低碳钢

低碳钢为塑性材料，其压缩曲线（ $F$ - $\Delta L$  曲线）如图 3a 所示，开始加载时，力-变形曲线呈直线上升，此时材料服从胡克定律。当载荷达到一定值以后，随载荷增加变形加快，不再为线性关系，但试样无明显屈服现象。随载荷进一步增大，曲线逐渐向上弯曲。这是因为随着塑性变形的迅速增长，试样横截面积逐渐增大，增加了承载能力，同时纵向变形速度下降，从而导致力-变形关系曲线上翘。

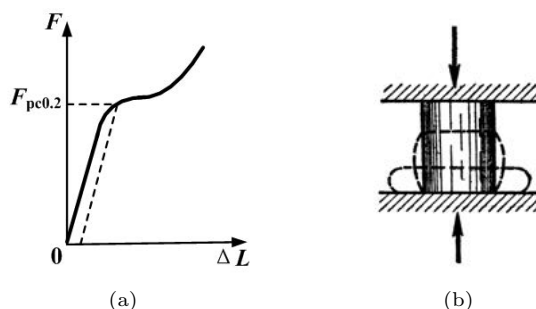


图 3: 低碳钢压缩图

#### 2.2 铸铁

铸铁为脆性材料，其压缩曲线在开始时接近直线。随载荷增加曲率逐渐增大，最后至破坏，破坏后试件的断面法线方向与轴线夹角  $\alpha$  大约为  $45^\circ$ ~ $55^\circ$ 。

如图 4 所示，铸铁没有屈服极限，只有在最大载荷  $F_m$  下测出的强度极限  $R_m$ 。铸铁的抗压强度极限比它的抗拉强度极限高 3 ~ 4 倍。其它脆性材料，如混凝土、石料等的抗压强度也远高于相应材料的抗拉强度。

### 3 实验仪器

1. 实验所采用的设备及工具与拉伸实验相同。
2. 压缩模具。

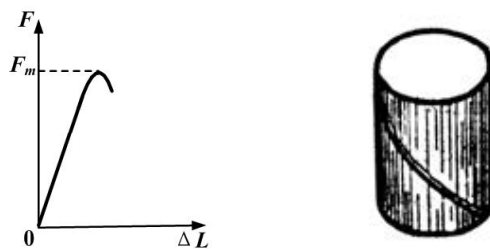


图 4: 铸铁压缩图

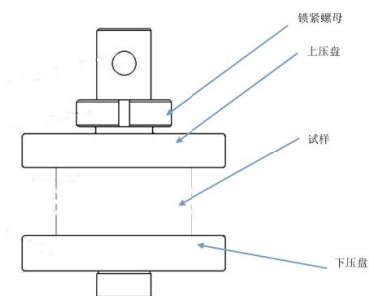


图 5: 压缩模具

## 4 实验过程

1. 用游标卡尺在互相垂直方向，两次测量金属材料试件的直径，取其平均值为  $d_0$ （用于计算试件原始截面面积  $S_0$ ），同时测量试件高度  $h$ （测一次即可）。
2. 打开设备
3. 设置试验方案
4. 装夹试样
5. 开始测试
6. 实验结束，将横梁上升，取出被测试样；点击“预览”生成测试结果报告并保存；