

实验 4 金属材料压缩实验

姓名：邹佳驹

学号：12012127

同组人：刘鸿磊

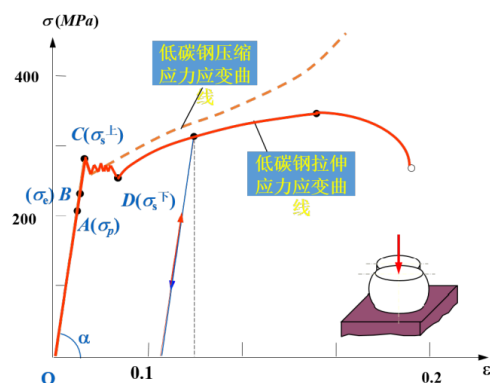
1. 实验目的（5 分）

- 1)测定低碳钢的压缩屈服极限 σ_s 、和铸铁的强极限 σ_b ；
- 2)观察铸铁试样的破坏断口形貌，分析破坏原因；
- 3)了解低碳钢和铸铁的压缩特性，分析比较两种材料压缩性质的异同。

2. 实验标准/原理(如使用了应变片，请说明测点位置和测量桥路，10 分)

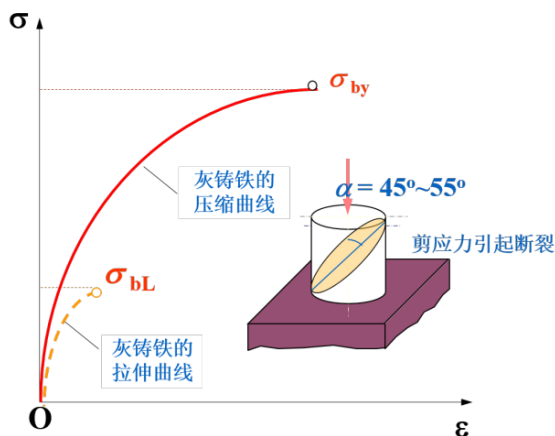
低碳钢压缩

在压缩开始阶段，试件应力应变服从胡克定律，进入屈服阶段后变形增长很快，材料屈服。随后，曲线不断上升，随着塑性变形的增长，试件横截面不断增加，试件越压越扁，甚至可以被压缩为薄饼形状而不破裂，因此低碳钢测不出抗压强度。低碳钢压缩时的弹性模量和屈服点都与拉伸时大致相同(如下图)，都具有有弹性阶段、屈服阶段和强化阶段。



灰铸铁压缩

灰铸铁压缩时的应力应变曲线没有明显的直线部分(如下图)，应力较小时，可以近似认为符合虎克定律。曲线没有屈服阶段，曲线最高点的应力值为抗压强度 σ_b ，发生断裂时略成“鼓形”，多次实验表明断裂面与轴线夹角范围为 $45^\circ \sim 55^\circ$ 。由下图可以看出，灰铸铁抗压性能远好于抗拉性能。



3. 实验仪器设备与工具(5 分)

- 1) 万能试验机
- 2) 游标卡尺

4. 实验步骤（10 分）

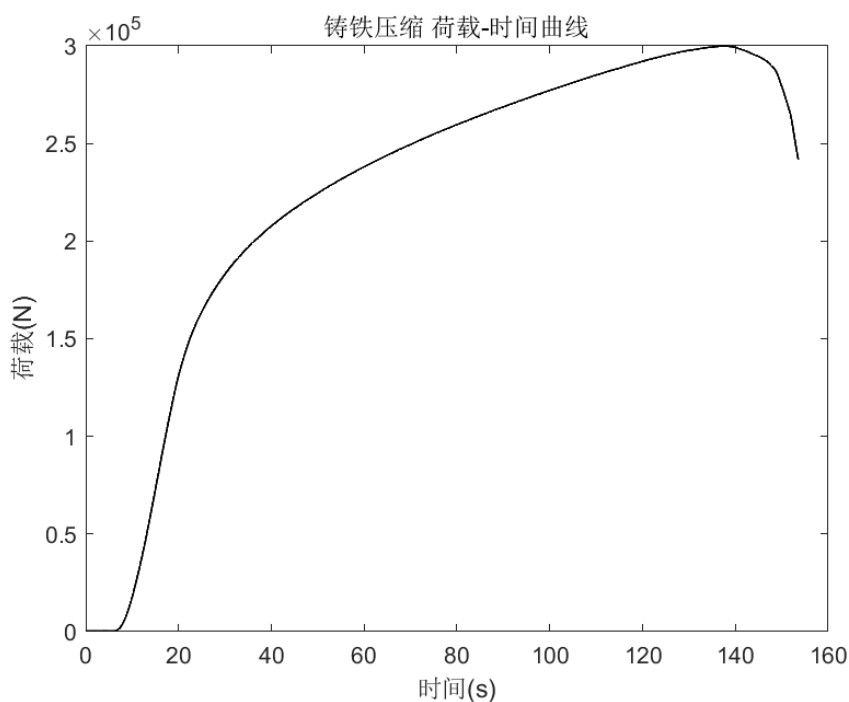
- 1) 测量试件尺寸：使用游标卡尺测量灰铸铁和低碳钢试件的直径，测量 3 次取平均值；
- 2) 调整试验机：编辑实验方案，加载速度设为 2mm/min;
- 3) 放置试件：将试件置于试验机压头下的支撑座上；保证试件正对压头中心，以保障实验力线与试件轴线重合；
- 4) 调整压头位置：先使用“快调”，当压头快接近试件时，改成“微调”，当约有 1mm 间隙时，停止移动；
- 5) 参数清零：试验机载荷、位移等参数清零；
- 6) 开始实验：加载，观察力值（变形）曲线变化和实验现象，并记录相关重要情况；比较低碳钢和铸铁试件受压有何不同；
- 7) 结束实验：灰铸铁试件断裂(力值曲线下降)后/低碳钢力值达到 300kN 后，移开横梁，取出并观察试件，测量相关参数，规整实验仪器。

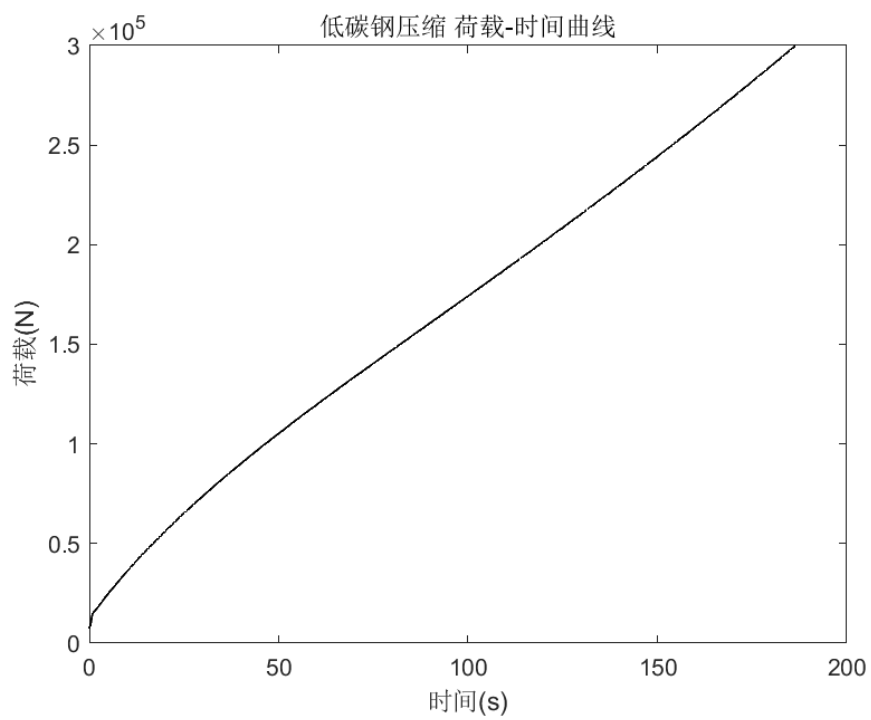
5. 实验数据记录（包含实验前/后试件尺寸测量、原始实验数据整理，对于数据量较大的数据，比如载荷-位移/时间，可以提取部分数据并加以说明；实验现象记录等，20 分）

实验前尺寸测量(3 次测量取平均值)

灰铸铁直径： $d_t = 14.98\text{mm}$

低碳钢直径： $d_g = 15.00\text{mm}$





铸铁断裂面照片



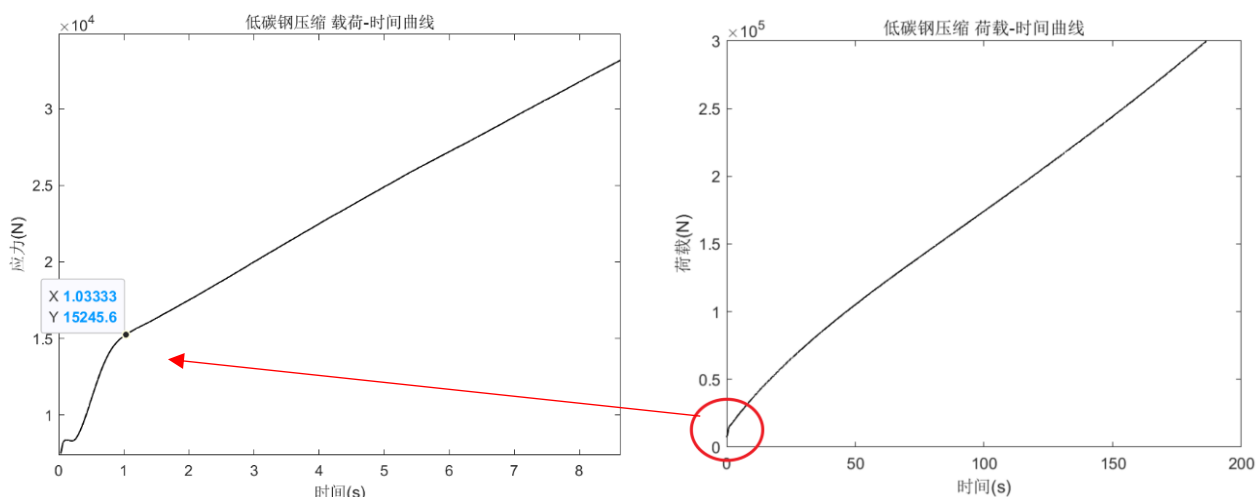
发生断裂时略成“鼓形”，此实验中断裂面与轴线夹角为 55°

低碳钢压缩照片



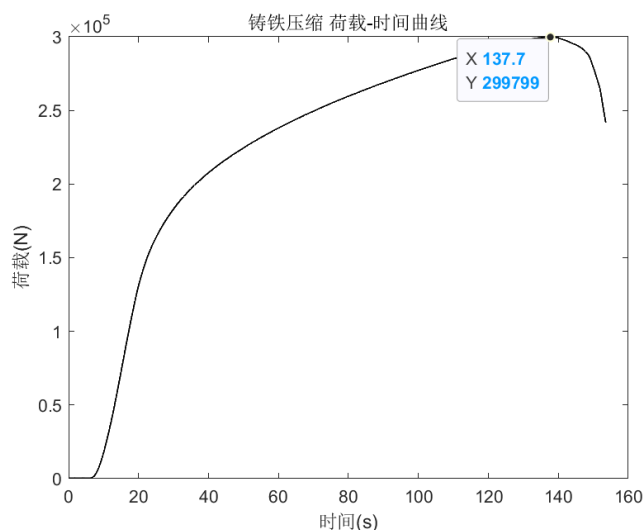
低碳钢试件不发生断裂，横截面积增加，越压越扁

6. 实验数据处理（数据处理图表整理、实验数据选取、材料性能参数计算等，30 分）



$$\text{低碳钢压缩屈服极限 } \sigma_s = \frac{F_s}{A_g} = \frac{15245.6}{\pi \times \left(\frac{15.00}{2} \times 10^{-3}\right)^2} = 86.27 \text{ MPa}$$

值得注意的是，理论上讲，低碳钢压缩时的屈服点与拉伸时($\sigma_s = 288.054 \text{ MPa}$)大致相同，但此实验中所得屈服极限与拉伸时屈服点存在很大偏差，实验值偏小。经分析，是实验进行前压头快接近试件时未把握好间隙的距离，压头已经压到试件后，才进行参数清零的操作，所以导致所得实验值偏小。



$$\text{铸铁压缩强极限 } \sigma_b = \frac{F_b}{A_t} = \frac{299799}{\pi \times \left(\frac{14.98}{2} \times 10^{-3}\right)^2} = 1701.05 \text{ MPa}$$

7. 实验结论（参照实验目的，给出实验结论，比如压缩断面分析、极限强度等，10 分）

此次实验使用万能实验机对铸铁和低碳钢试件进行压缩，通过计算得到铸铁强极限 σ_b 为 1701.05 MPa ，低碳钢屈服极限 σ_s 为 86.27 MPa 。铸铁发生断裂时略成“鼓形”，在此实验中断裂面与轴线夹角为 55° ；低碳钢试件不发生破裂，压缩时横截面积增加，越压越扁。

8. 思考题（15 分）

1. 低碳钢试件经压缩后为什么成鼓形？铸铁试件压缩时发生什么样的破坏？其原因是什么？

1) 低碳钢为典型的塑形材料，具有较好的可塑性，在压缩时，试件受到轴向方向的挤压，该挤压作用向中间部位传递并在中部汇合后向两边传递，由于上下两端面与仪器接触部分存在摩擦力的作用，其横向变形与中部相比较小，所以导致低碳钢试件在压缩后出现中部鼓起的鼓形。

2) 铸铁试件压缩时发生破裂破坏，破坏处斜截面与轴线的夹角一般为为 $45\sim 55^\circ$ (此实验中破坏处斜截面与轴线夹角为 55°)，出现断裂后，铸铁试件略成鼓形。

原因在于铸铁是典型的脆性材料，在上下两端面施加正向压缩后，由于试件高度降低且上下两端面受到摩擦力作用，中部横截面积增幅较大，出现略微鼓形；当压缩达到一定程度后，由上下两端面摩擦力产生的切应力进一步增大，由于脆性材料延展性受限，在铸铁端面侧方会产生一个斜向裂缝，随压缩继续，该裂缝逐步扩大，最终形成破裂破坏。

2. 压缩试验时，为什么要在试件两端涂抹机油？压缩试件为什么规定 $1 < h_0/d_0 < 3$ ？

1) 在试件两端涂抹机油的原因是减小试件表面与压缩仪器之间的摩擦力影响。同时，在一定程度上也能使压缩后的试件与压缩仪器较好的分离。（本次实验未涂抹机油）

2) $1 < h_0/d_0$ ：避免试件过短导致压缩后变化不明显。

3) $h_0/d_0 < 3$ ：避免在压缩过程中试件发生失稳屈曲。

3. 通过低碳钢和铸铁两种材料的拉伸和压缩实验，对塑性材料与脆性材料的力学性能做一全面比较，并说明它们的使用范围。