**材料科学基础实验报告**

**实验名称：** 实验 A6 材料机械性能测量: 拉伸和压缩

**学 号： 姓 名： 班 级：**

**合作者： 桌 号：**

**指导教师：**

**实验日期：**

**实验考核**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **实验预习** | **实验过程** | **分析与讨论** | **总评** |
| **评价** |  |  |  |  |

实验内容一 拉伸实验

1. 实验目的

1. 了解电子万能材料试验机的结构、工作原理及使用方法；

2. 观察拉伸时所表现的各种现象；

3. 对比低碳钢、铸铁的拉伸曲线，辨别其异同；

4. 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。

1. 实验原理

本实验通过在常温条件下，利用万能试验机对试样加载直至试样拉伸断裂，同时记录并绘制 力-位移 拉伸曲线以及拉断前后的试样尺寸。对数据进行分析处理，可清晰地反映出材料受力后所发生的弹性阶段、屈服阶段、强化阶段与断裂阶段的基本特征。

1. 相关公式

（1）拉伸强度极限 （或拉伸断裂应力、拉伸屈服应力、偏置屈服应力）按以下公式计算:

其中， P—最大负荷或断裂负荷、屈服负荷、偏置屈服负荷，单位 N。

b—试样原来宽，mm ； d—试样原来厚，mm 。

（2）断裂伸长率δ：

其中， L0—试样原始标距，mm； L—试样断裂时两标线间的距离，mm 。

（3）断面收缩率ψ：

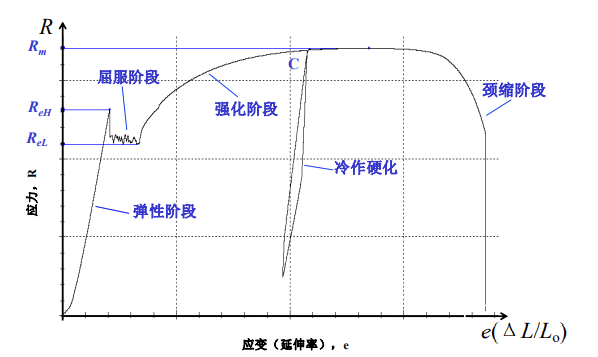
其中， S0—试样原始截面积，mm^2 ； Su—试样断裂处的最小截面积，mm^2 。

1. 相关信息

实验中，当没有使用变形测量的专用设备时，试验机绘出的力—伸长（F—ΔL）关系曲线图中，伸长量为试验机的横梁位移。它包括试样标距部分的延伸（伸长），试验机相关部件的弹性变形，以及试样夹持部位在钳口内的滑动位移。

因试样开始受力时，夹持部位有较大滑动，故最初绘出的是一段曲 线。在试验机上使用引伸计等仪器测量延伸时可消除这些影响。使用引伸计起始标距长度Le。

典型塑性形变应变曲线图（低碳钢）



上屈服强度 ReH；下屈服强度 ReL ； 最大应力（抗拉强度） Rm

1. 影响因素

①直接影响因素包括：试样制备、状态调节、试验环境和试验条件等；

②间接影响因素包括：试验机特性、试验者个人操作熟练程度、工作责任心等

1. 实验仪器：

电子万能试验机（包括控制微机），游标卡尺 ，YYU-25/50 电子引伸计

实验试样：

低碳钢试样 和 铸铁试样

1. 实验过程

1. 试样的准备及初始尺寸测量

量取试样的平行长度；取中间和两端的三个截面测量直径，垂直方向各测一次，取6次平均值作为试样变形前的直径 ；以平行长度的中点为中心，标记间距约为10\*d0的两个端点，用记号笔标记原始标距。

2. 打开设备

检查设备及组件连接完整；打开试验机开关，再向右旋转红色的急停按钮至弹起。在实验过程中若出现突发状况，立即按下红色的急停按钮终止实验!

打开计算机软件“TestPilot\_E10C”。

3. 装夹试样

（1）安装上、下夹具，旋紧螺母；

（2）搬动搬把张开钳口至大于试样厚度，将试样一端放入上夹具的钳口内中央处，然后松开搬把，夹紧试样上端；

（3）将力值清零

（4）搬动下夹具的搬把，并调整移动横梁高度，将试样插入下夹具的钳口，然后松开搬把，使钳口夹紧试样；

（5）观察此时操作手柄上显示的力值，力值绝对值若过大（>50N）则点击试样保护按钮“I”进行调节；

（6）将大变形（或引伸计）装夹在两条刻线上后，软件全清零。

4. 试验方案设置

导航栏—— “试验部分”——“编辑试验方案”——“实验方案名”

（1） 低碳钢 a. 基本参数：

|  |  |
| --- | --- |
| 试验方向 | 拉向 |
| 变形传感器 | 引伸计 |
| 切换点 | 8 mm |
| 试样形状 | 棒材 |
| 入口力 | 20 N |
| 预加载速度 | 2mm/min |
| 去除点数 | “5 Points |
| 试验结束条件 | 定力 ,10000 N |

b. 控制方式: 为了观察冷作硬化现象，将加载过程分为三步，选择程序控制。

①先以2 mm/min的速度拉伸试样，直至试样经过屈服阶段，“位移 控制，终止值：8 mm”；②之后以2 mm/min的速度卸载，直至试样所受载荷降到约2kN，“力控制，终止值：2000 N”；③最后以2 mm/min的速度拉伸试样直至断裂，“力控制，终止值：10000 N”。

c.保存，检查，力通道清零，开始试验

（2） 铸铁 a.基本参数

|  |  |
| --- | --- |
| 试验方向 | 拉向 |
| 变形传感器 | 引伸计 |
| 切换点 | 8 mm |
| 试样形状 | 棒材 |
| 入口力 | 30 N |
| 预加载速度 | 2mm/min |
| 去除点数 | “5 Points |
| 试验结束条件 | 定力 ,10000 N |

b. 控制方式：以2 mm/min的速度拉伸试样直至断裂，“力控，终止值：10000 N”

c.保存，检查，力通道清零，开始试验

5. 进行测试

试样装夹和实验方案设置完毕，点击“运行”，试验开始。

观察拉伸过程中，当拉伸曲线出现屈服平台时可能出现的45°滑移线、屈服阶段过后的冷作硬化现象、负荷最大曲线开始下落时试样的颈缩现象。

6. 实验结束，测量断后试样尺寸

（1）取下两段试样，拼接贴紧，用游标卡尺测取断后标距；

（2）颈缩段最小截面处互相垂直的两个方向各测量一次直径，取其平均值作为试样断口处的最小直径

1. 测量参数及数据处理

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 左端截面直径 | 中间截面直径 | 右端截面直径 |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 平行长度 |  |
| 变形前直径 |  |
| 原始标距 |  |

低碳钢试样初始尺寸测量：

低碳钢试样断后尺寸测量：

|  |
| --- |
| 颈缩段最小截面直径 |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| 断后标距 |  |
| 断口处的最小直径 |  |

铸铁试样初始尺寸测量：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 左端截面直径 | 中间截面直径 | 右端截面直径 |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 平行长度 |  |
| 变形前直径 |  |
| 原始标距 |  |

铸铁试样断后尺寸测量：

|  |
| --- |
| 颈缩段最小截面直径 |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| 断后标距 |  |
| 断口处的最小直径 |  |

【思考题】

1. 比较低碳钢和铸铁的拉伸曲线，讨论其差异。

2. 低碳钢在拉伸过中可分为几个阶段，各阶段有何特征？

3. 何谓“冷作硬化”现象？此现象在工程中如何运用？

实验内容二 压缩实验

一. 实验目的

1．测定低碳钢在压缩时的名义屈服强度；

2．测定铸铁在压缩时的强度极限 ；

3．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；

4．比较塑性材料与脆性材料的力学性能及特点。

二. 实验装置： 电子万能试验机，游标卡尺 ，压缩模具

实验试样： 铸铁试样 和 低碳钢试样，润滑剂

三. 实验原理

1.低碳钢 <塑性材料>

开始加载时，力-变形曲线呈直线上升。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，导致力-变形关系曲线上翘。

(名义)屈服强度: = ，表示规定非比例压缩应变为0.2%时的压缩应力

2. 铸铁 <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 α 大约为 45°-55° 。

四. 实验步骤及注意事项

1. 测量试件尺寸

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 d0(用于计算试件原始截面面积S0),同时测量试件高度h（测一次即可）。

1. 打开设备

检查设备及组件连接完整；打开试验机开关，再向右旋转红色的急停按钮至弹起。在实验过程中若出现突发状况，立即按下红色的急停按钮终止实验!

打开计算机软件“TestPilot\_E10C”。

1. 试验方案设置： 导航栏—— “试验部分”——“编辑试验方案”——“实验方案名”

（1） 低碳钢 a. 基本参数：

|  |  |
| --- | --- |
| 试验方向 | 压向 |
| 变形传感器 | 位移 |
| 试样形状 | 棒材 |
| 入口力 | 10 N |
| 自动返车(勾选) 速度 | 20mm/min |
| 预加载速度 | 2mm/min |
| 去除点数 | “5 Points |
| 试验结束条件 | 定力 ,10000 N; 定位移 , 5 mm |

b. 控制方式:以1 mm/min的速度压缩试样，直至载荷为10 kN,“力控，终止值：10000 N

c.保存，检查，力通道清零。开始试验

（2） 铸铁 a.基本参数

|  |  |
| --- | --- |
| 试验方向 | 压向 |
| 变形传感器 | 位移 |
| 自动返车(勾选) 速度 | 20mm/min |
| 试样形状 | 棒材 |
| 入口力 | 30 N |
| 预加载速度 | 2mm/min |
| 去除点数 | “5 Points |
| 试验结束条件 | 定力 ,10000 N |

b. 控制方式：以1 mm/min的速度压缩试样直至破坏,“力控，终止值：8000 N”。

c.保存，检查，力通道清零，开始试验

1. 装夹试样

上升横梁，将试样放在压缩测试空间的下压盘轴中心处；

下移横梁，使试样上表面与上压盘间距离约为1-2mm。

1. 开始测试，观察实验曲线，做好记录
2. 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；关闭仪器， 整理好实验台面方可离开实验室。

五. 测量参数及数据处理

钢试样初始尺寸测量：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 第1次 | 第2次 | 平均直径d0 | 原始截面面积S0 | 高度h |
| 低碳钢试样 |  |  |  |  |  |
| 铸铁试样 |  |  |  |  |  |

六.实验结果与讨论

【思考题】

1. 试分析低碳钢和铸铁试件在压缩过程中及破坏后有哪些区别。

2. 与拉伸实验相比较，分析低碳钢和铸铁在压缩时的破坏原因。

3. 为什么低碳钢压缩时测不出强度极限?

4. 简述低碳钢和铸铁的力学性能的主要区别