

材料力学实验

主编◎杜春玲

CAILIAO LIXUE SHIYAN



西南交通大学出版社
<http://press.swjtu.edu.cn>

材 料 力 学 实 验

杜春玲 主 编
朱耀淮 主 审

班级_____ 姓名_____

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

材料力学实验 / 杜春玲主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2008.9

ISBN 978-7-5643-0055-5

I. 材… II. 杜… III. 材料力学—实验 IV. TB301-33
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 134343 号

材料力学实验

杜春玲 主编

责任编辑	李 涛
特邀编辑	李 鹏
封面设计	本格设计
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	西南交通大学印刷厂
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	3
字 数	75 千字
印 数	1—3 000 册
版 次	2008 年 9 月第 1 版
印 次	2008 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5643-0055-5
定 价	9.50 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

目 录

第一部分 实验项目和内容	1
实验一 材料拉伸时力学性能的测定	1
实验二 压缩实验	5
实验三 材料弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定	7
实验四 扭转实验	13
实验五 扭转测 G 实验	16
实验六 直梁纯弯曲正应力的测定	19
实验七 弯曲变形实验	25
*实验八 扭转实验	28
*实验九 直梁纯弯曲正应力的测定	32
第二部分 实验设备简介	37
一、液压式万能试验机	37
二、JNSG-144 教学用扭转试验机	39
三、球铰式引伸仪	42
四、扭转试验机	43
五、扭角仪	44

注：带“*”为旧版实验，供参考。

第一部分 实验项目和内容

实验一 材料拉伸时力学性能的测定

一、内容和目的

(1) 测定低碳钢的屈服极限 σ_s 、强度极限 σ_b 、延伸率 δ 和截面收缩率 ψ ；测定铸铁的强度极限 σ_b 。

(2) 观察上述两种材料的拉伸和破坏现象，比较两种材料的机械性能的异同，绘制拉伸变形图。

二、设备和器材（原理参阅第二部分）

- (1) 油压式万能试验机。
- (2) 游标卡尺。
- (3) 低碳钢和铸铁圆形截面试件。

如图 1.1.1 所示，试件两端为夹紧部分， L_0 为试件的初始计算长度， A_0 为试件的初始截面积。

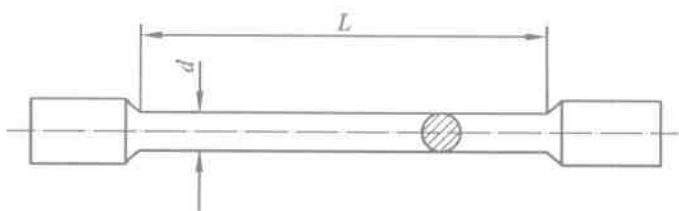


图 1.1.1

三、实验原理

塑性材料在拉伸过程中所显示的力学性能与脆性材料相比有明显的差异。图 1.1.2 (a) 为低碳钢静拉伸实验的 $P-\Delta L$ 曲线，图 1.1.2 (b) 为铸铁试件在变形很小的情况下即呈现脆性断裂。

材料的机械性能 σ_s 、 σ_b 、 δ 和 ψ 是由拉伸破坏实验来确定的。实验时，利用试验机的自动绘图仪可绘出图 1.1.2 所示的 $P-\Delta L$ 曲线。

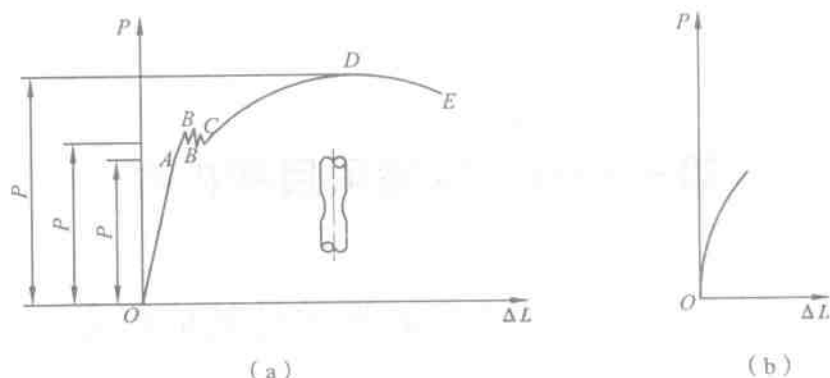


图 1.1.2

四、实验步骤

1. 试件的准备

用游标卡尺测量试件的三个不同截面的直径，填写于相应表格中，并以其最小值计算试件的横截面面积 A_0 ；测量试件的标距 L_0 。

2. 试验机准备

接通试验机电源→选择量程→调节平衡锤→调整测力针对准零点→夹紧试件→安装好绘图装置→试车检查是否正常。

3. 进行实验

开动试验机并缓慢均速加载，注意观察试件变形时，拉伸图各阶段的变化和测力指针的走动情况。低碳钢记录 P_s 、 P_b ；铸铁只记录 P_b 。

4. 实验后工作

关闭试验机，测量断裂试件的标距 l_1 ，最小直径 d_1 ，将数据填在实验表格中。实验完毕后，整机复原，填写实验报告，交任课教师评阅。

拉伸实验报告

班级_____姓名_____实验日期_____评分_____

一、实验设备记录

1. 试验机

名称:

使用量程:

2. 量具

名称:

精度:

二、实验数据记录及整理计算

1. 实验记录

试件名称	实 验 前			实 验 后	
低 碳 钢	初始标距 L_0 /mm			破坏后长度 L_2 /mm	
	直径 d_0 /mm	上		最小直径 d_1 /mm	
		中		最小面积 A_1 /mm ²	
		下		屈服荷载 P_s /kN	
	初始截面面积/mm ² $A_0 = \frac{\pi}{4} d_{min}^2$			破坏荷载 P_b /kN	
铸 铁	直径 d_0 /mm	上		断裂荷载 P /kN	
		中			
		下			
	初始截面面积/mm ² $A_0 = \frac{\pi}{4} d_{min}^2$				

2. 整理计算

低碳钢: $\sigma_s = \frac{P_s}{A_0} =$

$\sigma_b = \frac{P_b}{A_0} =$

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

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

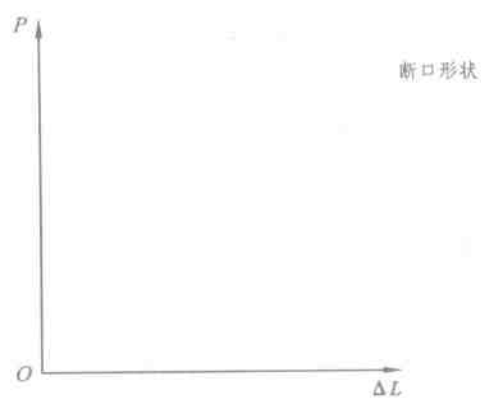


图 1.1.3

铸铁: $\sigma_b = \frac{P_b}{A_0} =$

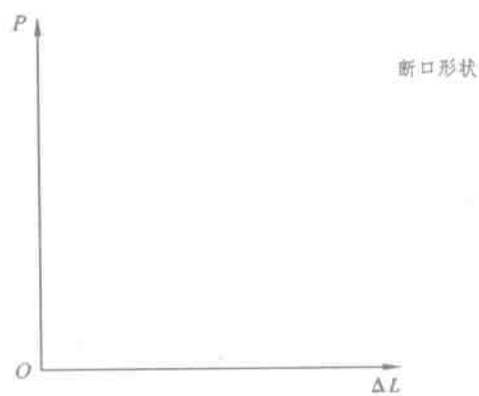


图 1.1.4

3. 实验心得体会

指导教师_____批阅日期_____

实验二 压缩实验

一、内容和目的

- (1) 测定压缩时低碳钢的屈服极限 σ_s 、铸铁的强度极限 σ_b 。
- (2) 观察上述两种材料的压缩变形和破坏形式，分析破坏原因。

二、设备和器材

- (1) 液压式万能试验机。
- (2) 千分尺和卡尺。

三、实验原理

本实验的试件制成圆柱形，如图 1.2.1 所示，一般规定 $1 \leq \frac{h}{d_0} \leq 3$ 。

低碳钢试件压缩时只有较短的屈服阶段[图 1.2.2 (a)]，可在测力度盘指针停顿或稍后退时记下屈服荷载 P_s ，其屈服极限为 $\sigma_s = \frac{P_s}{A_0}$ 。

由于低碳钢试件可压得很扁而不断裂，所以无法求出压缩强度极限。加载过屈服点后，试件被压缩成鼓形时即应停止实验。

铸铁试件压缩时达到最大荷载 P_b [图 1.2.2 (b)] 就突然破裂，其强度极限 $\sigma_b = \frac{P_b}{A_0}$ 。铸铁试件的断裂面将接近 45° 斜面，破坏主要由剪应力引起。

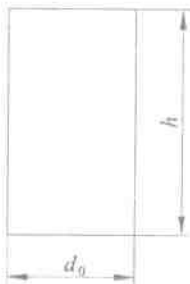


图 1.2.1

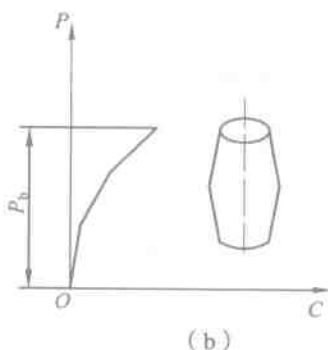
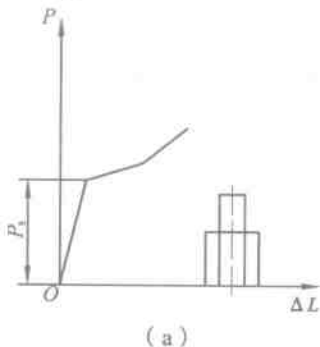


图 1.2.2

四、实验步骤

- (1) 测量试件直径，安装试件。

(2) 实验时缓慢加载，并注意观察。低碳钢试件测出屈服点荷载后即停止实验；铸铁试件测出最大荷载即停止实验。填写实验报告，交指导教师批阅。

压缩实验报告

班级_____姓名_____实验日期_____评分_____

一、实验设备记录

1. 试验机

名称:

使用量程:

2. 量具

名称:

精度:

二、实验数据记录及整理计算

试件	低碳钢试件	铸铁试件
高度 h/mm		
截面直径 d_0/mm		
截面面积 A_0/mm^2 $A_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2$		
屈服荷载 P_s/kN		铸铁出现屈服了吗?
最大荷载 P_b/kN	低碳钢能压断吗?	
屈服极限 σ_s/MPa		
强度极限 σ_b/MPa		
断口形状		

三、实验心得体会

指导教师_____批阅日期_____

实验三 材料弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定

一、内容和目的

- (1) 了解电测静应力实验的基本原理和方法。
- (2) 在比例极限内测定钢材的弹性模量 E 和泊松比 μ 。
- (3) 验证胡克定律。

二、设备和器材

- (1) 油压式万能试验机。
- (2) 电阻应变仪 (原理参阅第二部分)。
- (3) 游标卡尺。
- (4) 试件。

对于钢材弹性模量 E 的测定可采用圆截面试件 (图与拉压实验同) 或板状试件, 泊松比 μ 的测定采用板状拉伸试件。试件形状如图 1.3.1 所示。

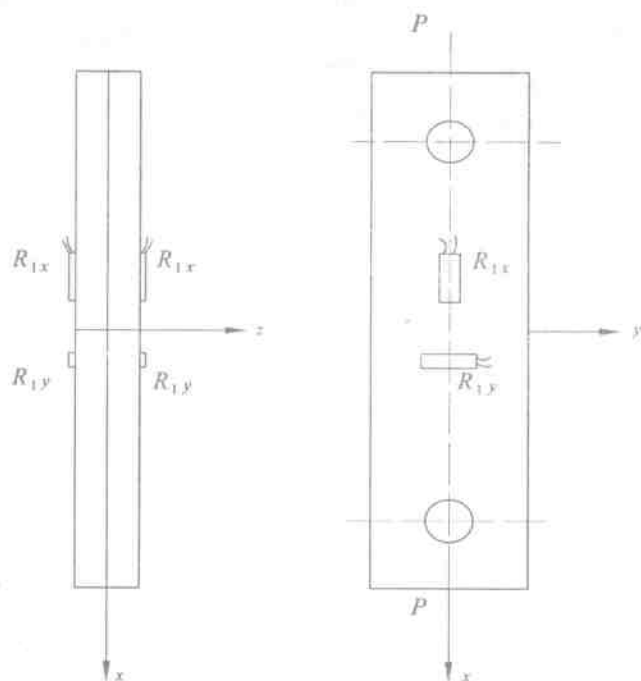


图 1.3.1

三、实验原理

在比例极限内, 材料拉伸胡克定律表达式为 $\sigma = E\varepsilon$ 。采用分极加载的方法, 故用公式 $\Delta\sigma = E \cdot \Delta\varepsilon$ 计算, 即:

圆状试件:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{\Delta P \cdot K / A_0}{\Delta N / l_0} = \frac{\Delta P \cdot K \cdot A_0}{\Delta N \cdot l_0}$$

*板状试件:

$$E = \frac{\Delta P \cdot K / B \cdot t}{\Delta\varepsilon_x} = \frac{\Delta P \cdot K}{B \cdot t \cdot \Delta\varepsilon_x}$$

式中: ΔP 为荷载增量; K 为放大系数 (2 000); B 为试件宽度; t 为试件厚度; $\Delta\varepsilon_x$ 为对应的试件纵向应变增量。

由式 $\mu = \frac{|\Delta\varepsilon_y|}{|\Delta\varepsilon_x|}$ 即可求出横向变异性系数 (泊松比)。 $\Delta\varepsilon_y$ 为对应同一 ΔP 的试件横向应变增量, $\Delta\varepsilon_x$ 、 $\Delta\varepsilon_y$ 由电测法测量 (原理参阅第二部分)。

四、实验步骤

(1) 测量试件尺寸, 将待测定的电阻片和补偿电阻片的引出线接到电阻应变仪上。

(2) 进行实验, 用慢速逐渐加载至初荷载 $P_0 = 2 \text{ kN}$, 从电阻应变仪中读出初始读数, 然后再缓慢地加载。每增加 $\Delta P = 2 \text{ kN}$ 时, 读一次数, 直至 $P_n = 12 \text{ kN}$ 为止, 并算出先后两次读数的差值。可如此重复进行几遍。

(3) 关闭仪器, 填写实验报告, 交任课教师评阅。

材料弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定报告 (a)

班级_____姓名_____实验日期_____评分_____

一、实验设备记录

1. 试验机

名称:

使用量程:

2. 球铰式引伸仪

标距 $L_0 =$

放大倍数 $K =$

3. 卡尺

名称:

精度:

二、实验数据记录及整理计算

1. 试件尺寸

截 面	圆截面试件直径 d/mm	最小横截面面积 A_0/mm^2
横 截 面 1		
横 截 面 2		
横 截 面 3		

2. 测 ΔN 记录

荷载 / kN	引伸仪读数 $N/\text{格}$	读数差 $\Delta N_i = N_i - N_{i-1}$
		$\Delta N_1 = N_2 - N_1 =$
		$\Delta N_2 = N_3 - N_2 =$
		$\Delta N_3 = N_4 - N_3 =$
		$\Delta N_4 = N_5 - N_4 =$
		$\Delta N_5 = N_7 - N_6 =$

3. 计算 (单位: $\Delta P/\text{kN}$, l_0/mm , $K/2\ 000$, A_0/mm^2 , $\Delta N/\text{格}$)

$\Delta N_i/\text{格}$		$E_i = \frac{\Delta P \cdot l_0 \cdot K}{A_0 \cdot \Delta N} (\text{GPa})$	$E = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + \cdots + E_n}{n}$
ΔN_1			
ΔN_2			
ΔN_3			
ΔN_4			
ΔN_5			

三、心得体会

指导教师_____批阅日期_____

材料弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定报告 (b)

班级 _____ 姓名 _____ 实验日期 _____ 评分 _____

一、实验设备记录

1. 试验机

名称: _____ 使用量程: _____

2. 静态电阻应变仪及预调平衡箱

型号: _____

3. 卡尺

名称: _____ 精度: _____

二、实验数据记录及整理计算

1. 试件尺寸

试件宽 $B =$ _____ mm; 试件厚 $t =$ _____ mm

2. 应变值记录

荷载 /kN	纵向片 ε_x						横向片 ε_y					
	1		2		3		1		2		3	
	读数	差	读数	差	读数	差	读数	差	读数	差	读数	差
2												
4												
6												
8												
10												
12												
	$\Delta\varepsilon_x =$		$\Delta\varepsilon_x =$		$\Delta\varepsilon_x =$		$\Delta\varepsilon_x =$		$\Delta\varepsilon_x =$		$\Delta\varepsilon_x =$	

3. 整理计算

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta P}{B \cdot t} = \quad \text{Pa}$$

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_x} = \quad \text{Pa}$$

$$U = \frac{|\Delta\varepsilon_y|}{|\Delta\varepsilon_x|} =$$

三、实验心得体会

指导教师_____批阅日期_____

实验四 扭转实验

一、内容和目的

- (1) 测定低碳钢和铸铁在扭转时的机械性能。
- (2) 观察两种材料的扭转变形和破坏形式，并与拉伸实验作对比，分析其破坏原因。

二、设备和器材

- (1) JNSG-144 型教学用扭转试验机 (参阅第二部分)。
- (2) 试件。

三、实验原理

低碳钢试件的变形 (扭转角 φ) 和荷载 (扭矩 M_n) 的关系如图 1.4.1 所示。

通过扭转试验机可以测出低碳钢的 M_s 和 M_b 。低碳钢的剪切屈服极限的近似计算公式为

$$\tau_s = \frac{3M_s}{4W_T}, \text{ 强度极限为 } \tau_b = \frac{3M_b}{4W_T}。$$

铸铁试件没有屈服现象，总扭转角 φ 也比较小 (见图 1.4.2)，铸铁的强度极限为 $\tau_b = \frac{M_b}{W_T}$ ，

其中抗扭截面系数 $W_T = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$ 。

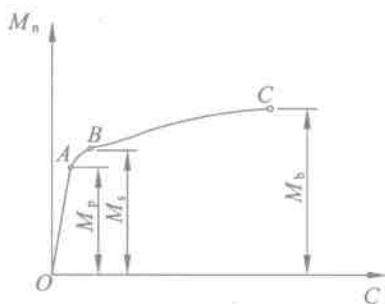


图 1.4.1

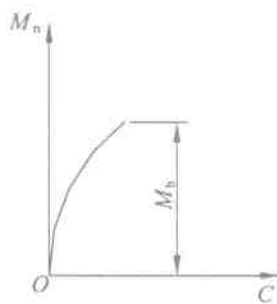


图 1.4.2

四、实验步骤

- (1) 松开夹线螺钉和笔架螺钉。
- (2) 调整力臂。
- (3) 调整线轮 I 上的绕线，使线端大致到初始位置，拧紧夹线螺钉。
- (4) 装夹试样。