

21

世纪高等职业技术教育规划教材

土木工程类

GONGCHENG LIXUE SHIYAN

工程力学实验

主编 朱耀淮 陈星宁 邓宋芽



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)



21 世纪高等职业技术教育规划教材——土木工程类

工程力学实验

主编 朱耀淮 陈星宁 邓宋芽

主审 匡华云

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

工程力学实验 / 朱耀淮, 陈星宁, 邓宋芽主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2011.4
21 世纪高等职业技术教育规划教材. 土木工程类
ISBN 978-7-5643-0861-2

I. ①工… II. ②朱… ②陈… ③邓… III. ①工程力学—实验—高等职业教育—教材 IV. ①TB12-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 054492 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材——土木工程类

工 程 力 学 实 验

主编 朱耀淮 陈星宁 邓宋芽

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 3.875

字数: 95 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0861-2

定价: 12.00 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

前 言

随着高职教育技术教育改革的深化，高职院校土建类专业迫切需要一整套新的工程力学教材，其中包括与教材配套的实验教材。

本实验教材针对高职生特点，尽量做到表格清晰简明，实验步骤明确，计算过程和单位换算有提示，便于学生独立完成实验内容和实验报告。

值得特别一提的是：为了配合主教材《工程力学》的教学，在编写过程中编入了一些工程实例图形，在讲到工程力学中的拉压弯扭时，参看实验报告上的图形，使得学生更容易理解所学知识。

本实验教材由湖南交通工程职业技术学院朱耀淮、陈星宁、邓宋芽编写；聘请匡华云主审，并提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。

编 者

2011 年 4 月

目 录

第一部分 模型图	1
一、各种约束模型图	1
二、拉压试件	2
三、剪切与扭转	3
四、工程力学实例	5
第二部分 实验项目和内容	6
实验一 材料拉伸时力学性能的测定	6
拉伸实验报告	8
实验二 压缩实验	11
压缩实验报告	13
实验三 材料弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定	14
材料弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定报告 (a)	16
材料弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定报告 (b)	18
实验四 扭转实验	20
扭转实验报告	22
实验五 扭转测 G 实验	23
扭转测 G 实验报告	25
实验六 直梁纯弯曲正应力的测定	26
直梁纯弯曲正应力测定实验报告	29
实验七 弯曲变形实验	32
弯曲变形实验报告	34
实验八 扭转实验 (用动力扭转机)	36
扭转实验报告 (用动力扭转机)	38
实验九 直梁纯弯曲正应力的测定 (用万能试验机)	40
直梁纯弯曲正应力测定实验报告 (用万能试验机)	42

第三部分 实验设备简介	45
一、液压式万能试验机	45
二、JNSG-144 教学用扭转试验机	47
三、球铰式引伸仪	51
四、扭转试验机	52
五、扭角仪	53
参考文献	55

第一部分 模型图

一、各种约束模型图

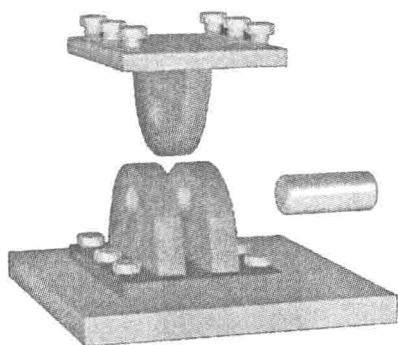


图 1.1 固定铰支座部件图

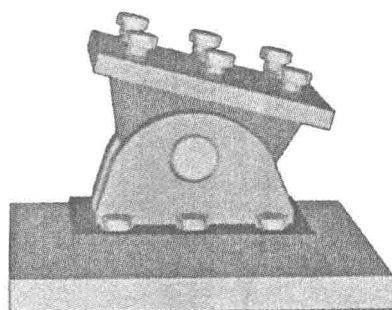


图 1.2 固定铰支座组装图

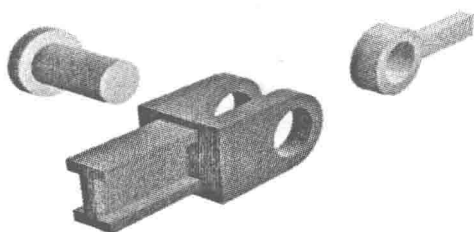


图 1.3 光滑圆柱形铰链部件图

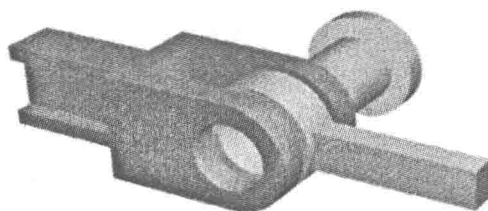


图 1.4 光滑圆柱形铰链组装图

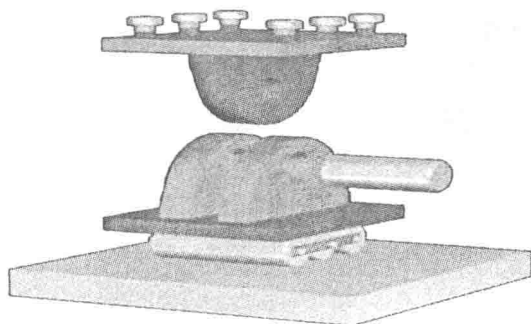


图 1.5 可动铰支座部件图

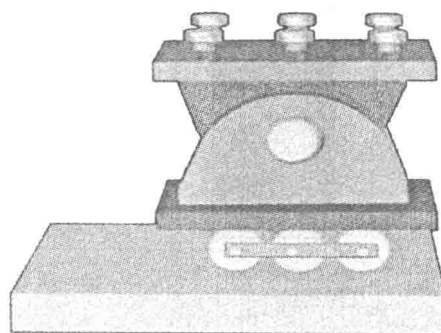


图 1.6 可动铰支座组装图

二、拉压试件

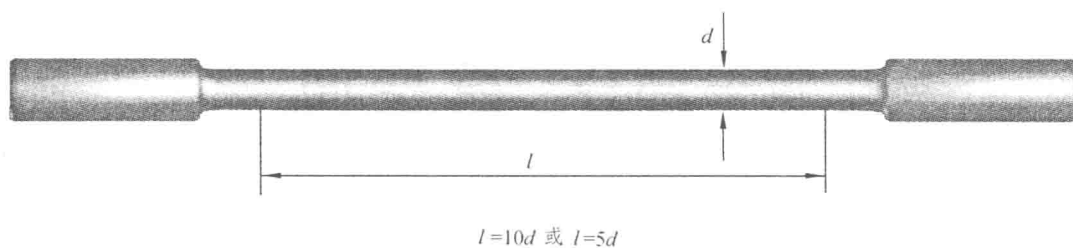


图 1.7 拉伸试件

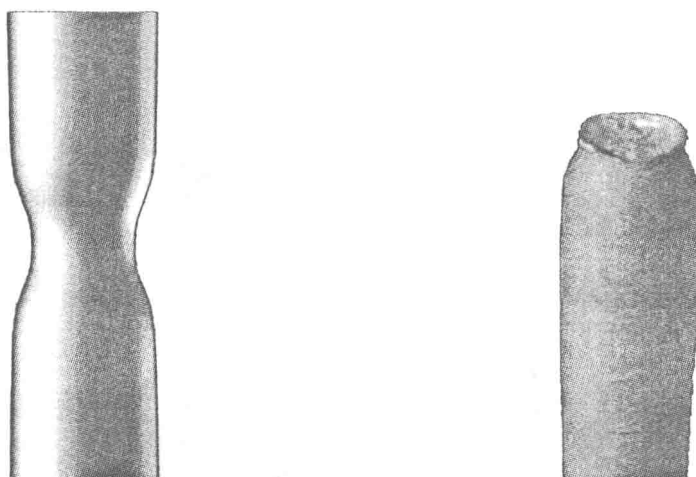
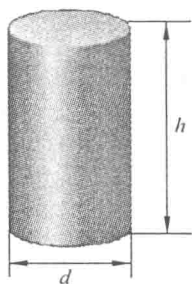


图 1.8 拉伸试件颈缩和拉断后的断口



压缩试样: $\frac{h}{d} \approx 1.5 \sim 3$

图 1.9 压缩试件

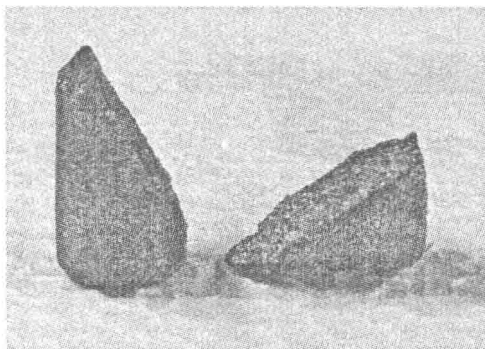


图 1.10 压缩试件压坏后形状

三、剪切与扭转

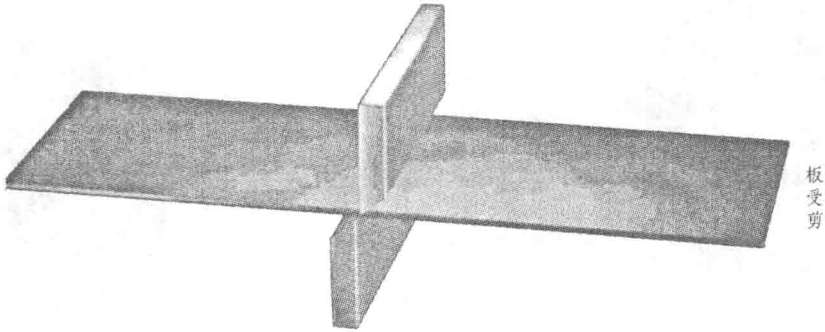


图 1.11 板受剪

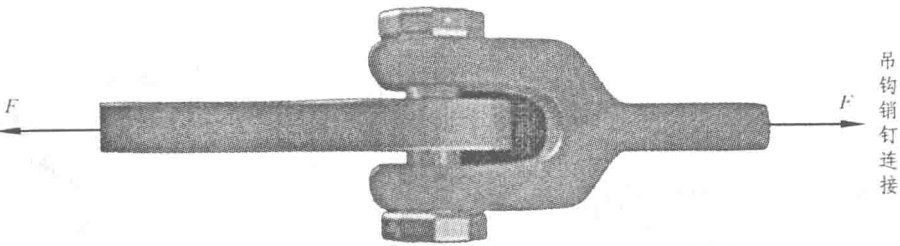


图 1.12 吊钩销钉连接

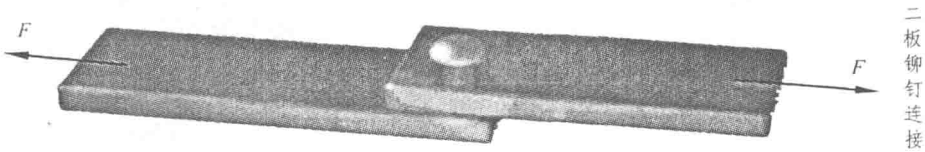


图 1.13 二板铆钉连接

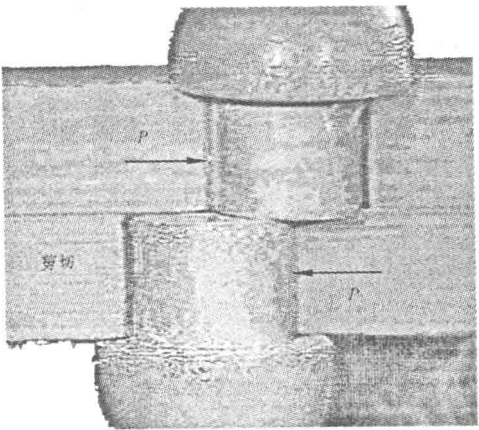


图 1.14 铆钉受剪破坏

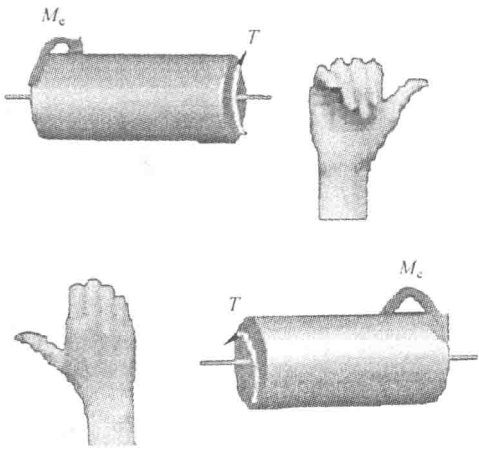


图 1.15 内扭矩的正向判定

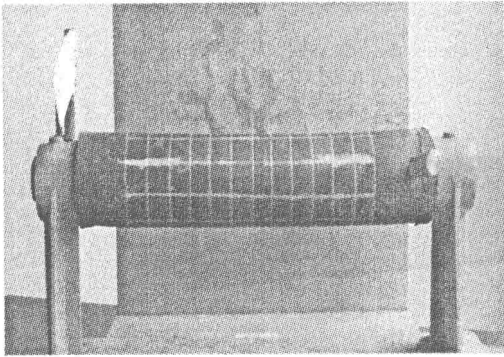


图 1.16 圆杆未受扭矩前形状

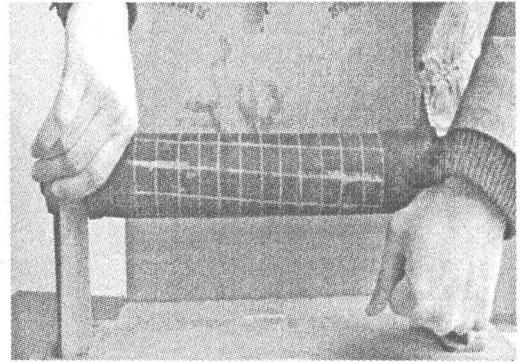


图 1.17 圆杆受扭矩后变形

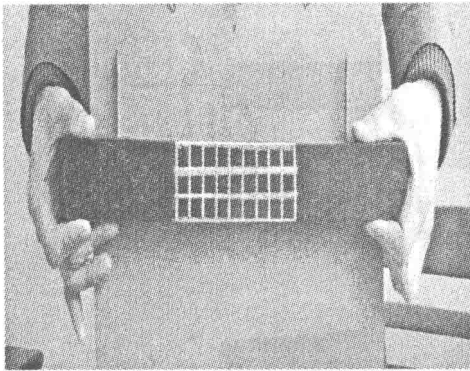


图 1.18 梁受弯矩前形状

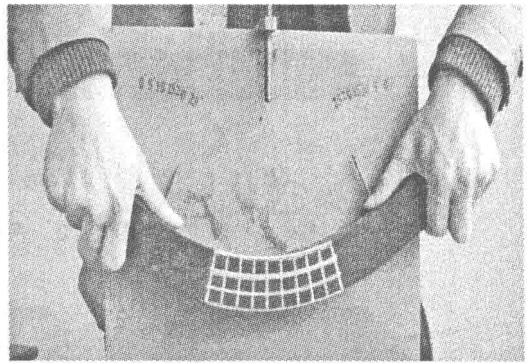


图 1.19 梁受弯矩后变形

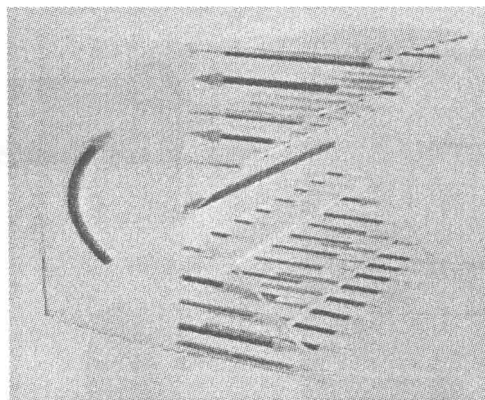


图 1.20 梁受弯矩横截面上应力分布图

四、工程力学实例

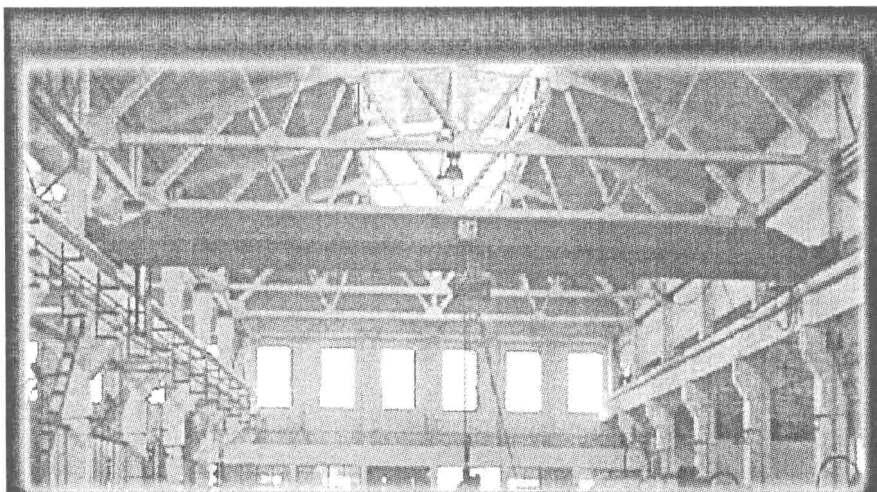


图 1.21 桁车与牛腿

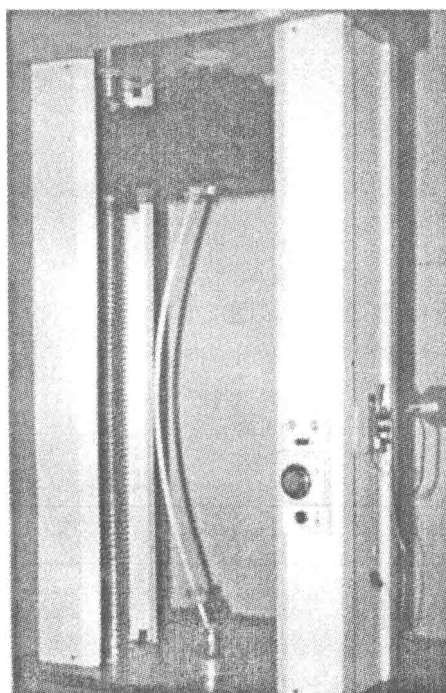


图 1.22 压杆失稳

第二部分 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 。
- (2) 测定低碳钢的延伸率 δ 和截面收缩率 ψ 。
- (3) 测定铸铁的强度极限 σ_b 。
- (4) 观察上述两种材料的拉伸和破坏现象，比较两种不同材料的机械性能的异同，绘制拉伸变形图。

二、设备和器材

- (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 2.1 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 为试件的初始截面面积。

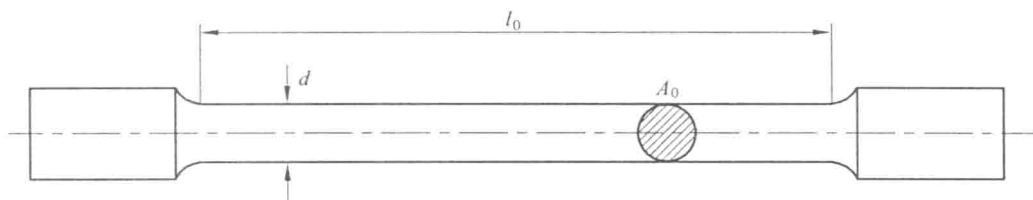


图 2.1

三、试验原理

塑性材料在拉伸过程中所显示的力学性能和脆性材料相比有明显的差异。图 2.2 (a) 表示低碳钢静拉伸试验的 $P-\Delta l$ 曲线，图 2.2 (b) 表示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 是由拉伸破坏试验来确定的。试验时，利用试验机的自动绘图仪可绘出图 2.2 (a)、(b) 所示的 $P-\Delta l$ 曲线。

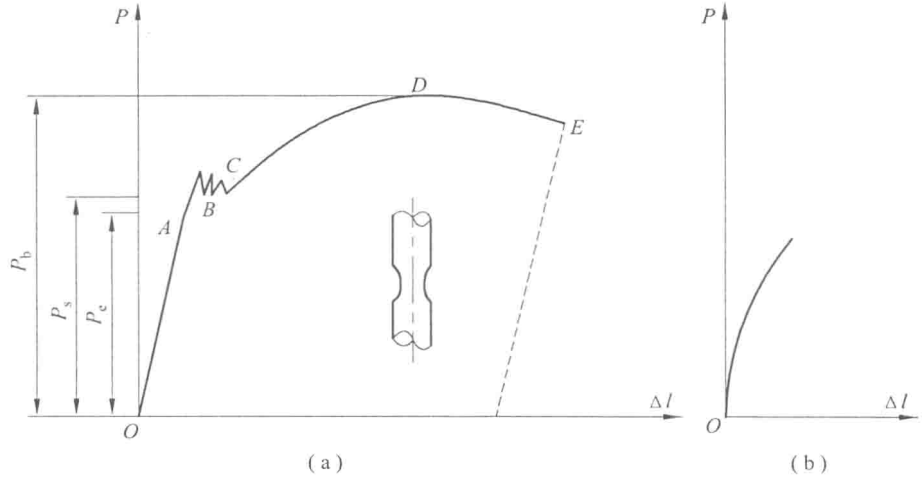


图 2.2

四、实验步骤

1	试件的准备	(1) 用游标卡尺测量试件三个不同截面的直径，填于表格中
		(2) 以其最小值计算试件的横截面积 A_0
		(3) 测量试件的标距 l_0
2	试验机准备	(1) 接通试验机电源，选择量程，调节平衡锤
		(2) 调整测力针对准零点，安装好绘图装置
		(3) 安装并夹紧试件
		(4) 试车检查是否正常
3	进行试验	(1) 开动试验机并缓慢匀速加载
		(2) 观察拉伸图各阶段变化和测力指针的走动情况
		(3) 低碳钢记录 P_s 、 P_b 。铸铁只记录 P_b
4	试验后工作	(1) 关闭试验机
		(2) 测量断裂试件的标距 l_1 ，最小直径 d_1 ，写在实验表格中
		(3) 试验完毕，整机复原，填写实验报告
		(4) 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_1 (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 A_0 (mm ²) = $\frac{\pi}{4}d_{\min}^2$			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 A_0 (mm ²) = $\frac{\pi}{4}d_{\min}^2$				

2. 整理计算

低碳钢:

屈服极限:

$$\sigma_s = \frac{P_s}{A_0} =$$

强度极限:

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

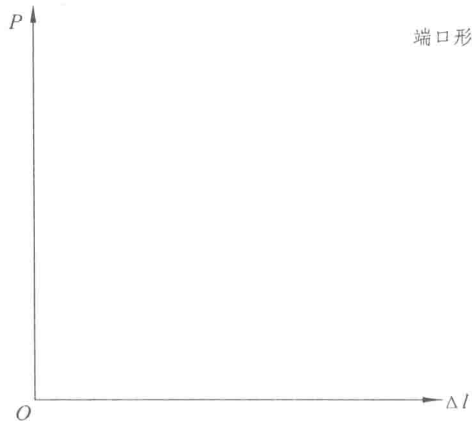
延伸率:

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

截面收缩率:

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

受力变形图:

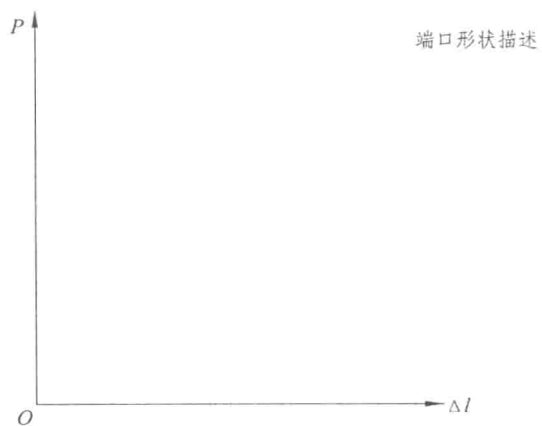


铸铁:

强度极限:

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

受力变形图



三、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 。
- (2) 测定铸铁压缩时的强度极限 σ_b 。
- (3) 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 2.3 所示，一般规定 $1.5 \leq \frac{h}{d_0} \leq 3$ 。

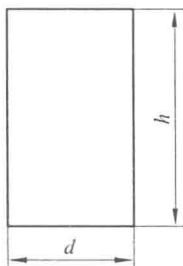


图 2.3

低碳钢试件压缩时只有较短的屈服阶段，如图 2.4 (a) 所示，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，所以无法测出压缩强度极限。加载过屈服点后，试件被压缩成鼓形时即应停止试验。

铸铁试件压缩时达到最大荷载 P_b 就突然断裂，如图 2.4 (b) 所示，其强度极限 $\sigma_b = \frac{P_b}{A_0}$ 。铸铁试件的断裂面成近 45° 斜面，破坏主要由剪应力引起。