

建筑结构试验

09 级实验指导书

说 明

一、试验报告必须用墨水笔工整书写，原始记录不得涂改，每个学生必须按时独立完成试验报告，(包括预习思考题及试验作业题)。

二、严格遵守实验室规则：

1. 做好试验课前的预习。
- 2 不得动用与本次实验无关的仪器设备。
- 3 试验完毕，清理整理所用仪器设备及环境卫生，填好实验使用登记本，并交给任课老师后方可离开实验室。
- 4 如有仪器设备损坏，按学校有关规定处理。

三、实验指导书所列试验方法均以现行国标和规范为依据。

编者：陈高

2012 年 5 月

目 录

实验一 等强度梁实验	1
一、实验目的:	1
二、实验原理	1
三、实验步骤	2
四、实验记录	3
实验二 纯弯梁实验	4
一、实验目的	4
二、实验原理	4
三、实验步骤	5
四、实验结果	6
五、实验记录表格	7
实验三 同心拉杆实验	8
一、实验目的	8
二、实验原理	8
三、实验步骤	9
四、实验记录表格	9
实验四: 偏心拉杆实验	10
一、实验目的	10
二、实验原理	10
三、实验步骤	12
四、实验结果处理	12
实验五 典型桁架结构静载实验	14
一、实验目的	14
二、实验原理	14
三、实验操作步骤简介	15
四、实验记录	16
实验六 混凝土无损检测实验	18
一、实验目的	18
二、实验仪器	18
三、试验方法及步骤	18
四、实验报告	18
五、思考题	18

实验一 等强度梁实验

一、实验目的：

- 1、学习应用应变片组桥，检测应力的方法
- 2、验证变截面等强度实验
- 3、掌握用等强度梁标定灵敏度的方法
- 4、学习静态电阻应变仪的使用方法

二、实验原理

1、电阻应变测量原理

电阻应变测试方法是用电阻应变片测定构件的表面应变，再根据应变—应力关系（即电阻—应变效应）确定构件表面应力状态的一种实验应力分析方法。这种方法是以粘贴在被测构件表面上的电阻应变片作为传感元件，当构件变形时，电阻应变片的电阻值将发生相应的变化，利用电阻应变仪将此电阻值的变化测定出来，并换算成应变值或输出与此应变值成正比的电压（或电流）信号，由记录仪记录下来，就可得到所测定的应变或应力。

2、测量电路原理

通过在试件上粘贴电阻应变片，可以将试件的应变转换为应变片的电阻变化，但是通常这种电阻变化是很小的。为了便于测量，需将应变片的电阻变化转换成电压（或电流）信号，再通过电子放大器将信号放大，然后由指示仪或记录仪指示出应变值。这一任务是由电阻应变仪来完成的。而电阻应变仪中电桥的作用是将应变片的电阻变化转换成电压（或电流）信号。

3、电桥电路的基本特性

- a) 在一定的应变范围内，电桥的输出电压 ΔU 与各桥臂电阻的变化率 $\frac{\Delta R}{R}$ 或相应的应变片所感受的（轴向）应变 ε 成线性关系；
- b) 各桥臂电阻的变化率 $\frac{\Delta R}{R}$ 或相应的应变片所感受的应变 ε 对电桥输出电压的变化 ΔU 的影响是线形叠加的，其叠加方式为：相邻桥臂异号，相对桥臂

同号。

充分利用电桥的这一特性不仅可以提高应变测量的灵敏度及精度，而且可以解决温度补偿等问题。

c) 温度补偿片

温度的变化对测量应变有着一定的影响，消除温度变化的影响可采用以下方法。实测时，把粘贴在受载荷构件上的应变片作为 R_1 ，以相同的应变片粘贴在材料和温度都与构件相同的补偿块上，作为 R_2 ，以 R_1 和 R_2 组成测量电桥的半桥，电桥的另外两臂 R_3 和 R_4 为测试仪内部的标准电阻，则可以消除温度影响。利用这种方法可以有效地消除了温度变化的影响，其中作为 R_2 的电阻应变片就是用来平衡温度变化的，称为温度补偿片。

三、实验步骤

- 1、把等强度梁安装于实验台上，注意加载点要位于等强度梁的轴对称中心。
- 2、将传感器连接到 BZ 2208-A 测力部分的信号输入端，将梁上应变片的导线分别接至应变仪任 1-3 通道的 A、B 端子上，公共补偿片接在公共补偿端子上。检查并纪录各测点的顺序。
- 3、打开仪器，设置仪器的参数，测力仪的量程和灵敏度。
- 4、本实验取初始载荷 $P_0=20\text{N}$ ， $P_{\max}=100\text{N}$ ， $\Delta P=20\text{N}$ ，以后每增加载荷 20N ，记录应变读数 ϵ_i ，共加载五级，然后卸载。再重复测量，共测三次。取数值较好的一组，记录到数据列表中。
- 5、未知灵敏度的应变片的简单标定：沿等强度梁的中心轴线方向粘贴未知灵敏度的应变片，焊接引出导线并将引出导线接 4 通道的 A、B 端子，重复以上 3.4 步。
- 6、实验完毕，卸载。实验台和仪器恢复原状。

四、实验记录

灵敏度测定表格

载荷 P (N)	应变仪读数 ϵ [单位: μ (10^{-6})]							
	ϵ_1	$\Delta\epsilon_1$	ϵ_2	$\Delta\epsilon_2$	ϵ_3	$\Delta\epsilon_3$	ϵ_4	$\Delta\epsilon_4$
-20		_____		_____		_____		_____
-40								
-60								
-80								
-100								
	_____		_____		_____		_____	
平均值	$\Delta\epsilon$ 已知				$\Delta\epsilon$ 未知			
灵敏度= $2.00\times\Delta\epsilon$ $/\Delta\epsilon$ 未知 已知								

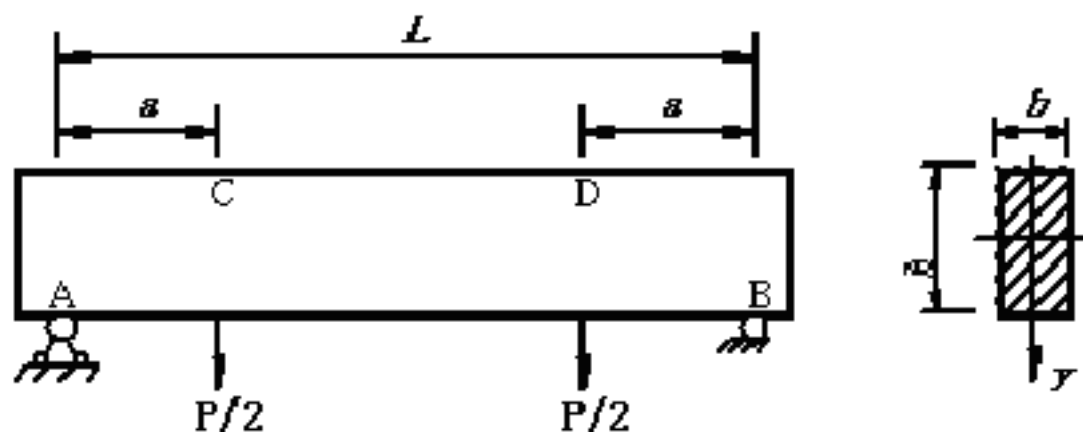
实验二 纯弯梁实验

一、实验目的

- 1、测定梁在纯弯曲时某一截面上的应力及其分布情况。
- 2、观察梁在纯弯曲情况下所表现的虎克定律，从而判断平面假设的正确性。
- 3、进一步熟悉电测静应力实验的原理并掌握其操作方法。
- 4、实验结果与理论值比较, 验证弯曲正应力公式 $\sigma = My/I_z$ 的正确性。
- 5、测定泊松比 μ 。

二、实验原理

为了测量应变随试样截面高度的分布规律，应变片的粘贴位置如图所示。这样可以测量试件上下边缘、中性层及其他中间点的应变，便于了解应变沿截面高度变化的规律。



纯弯梁受力图

原始参数表

材料	弹模 (GPa)	几何参数			应变片参数		应变仪灵敏 系数 $K_{\text{仪}}$
		b (cm)	h (cm)	a (cm)	灵敏系数 $K_{\text{片}}$	电阻值 (Ω)	
碳钢	210	2.0	4.0	10.0	2.00	120	2.0

由材料力学可知，矩形截面梁受纯弯时的正应力公式为

$$\sigma_{\text{理}} = \frac{M \cdot y}{I_z}$$

式中：M 为弯矩；

y 为中性轴至欲求应力点的距离；

$I_z (= \frac{bh^3}{12})$ 为横截面对 z 轴的惯性矩。

本实验采用逐级等量加载的方法加载，每次增加等量的载荷 ΔP ，测定各点相应的应变增量一次，即：初载荷为零，最大载荷为 4kN，等量增加的载荷 ΔP 为 500N。分别取应变增量的平均值(修正后的值) $\overline{\Delta \varepsilon}_{\text{实}}$ ，求出各点应力增量的平均值 $\overline{\Delta \sigma}_{\text{实}}$ 。

$$\overline{\Delta \sigma}_{\text{实}} = E \cdot \overline{\Delta \varepsilon}_{\text{实}}$$

$$\overline{\Delta \sigma}_{\text{理}} = \frac{\Delta M \cdot y}{I_z}$$

把测量得到的应力增量 $\overline{\Delta \sigma}_{\text{实}}$ 与理论公式计算出的应力增量 $\overline{\Delta \sigma}_{\text{理}}$ 加以比较，从而可验证公式的正确性，上述理论公式中的 ΔM 按下式求出：

$$\Delta M = \frac{1}{2} \Delta P \cdot a$$

$$E = \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_{\text{纵}} A} \quad \mu = \left| \frac{\Delta \varepsilon_{\text{横}}}{\Delta \varepsilon_{\text{纵}}} \right|$$

材料力学中还假设梁的纯弯曲段是单向应力状态，为此在梁上（或下）表面横向粘贴 6# 应变片，可测出 $\varepsilon_{\text{横}}$ ，根据

式中 μ ：梁材料的泊松比可由 $(\varepsilon_{\text{横}}/\varepsilon_{\text{纵}})$ 计算得到 μ ，从而验证梁弯曲时近似于单向应力状态。材料的弹性模量 E 值和泊松比 μ 值。

三、实验步骤

1、确认纯弯梁截面宽度 $b=20\text{mm}$ ，高度 $h=40\text{mm}$ ，载荷作用点到梁两侧支点距离 $c=100\text{mm}$ 。

2、将传感器连接到 BZ 2208-A 测力部分的信号输入端，将梁上应变片的公共线接至应变仪任意通道的 A 端子上，其它接至相应序号通道的 B 端子上，公共补偿片接在公共补偿端子上。检查并纪录各测点的顺序。

3、打开仪器，设置仪器的参数，测力仪的量程和灵敏度设为传感器量程、灵敏度。

4、本实验取初始载荷 $P_0=0.5\text{KN}$ （500N）， $P_{\max}=2.5\text{KN}$ （2500N）， $\Delta P=0.5\text{KN}$ （500N），以后每增加载荷 500N，记录应变读数 ϵ_i ，共加载五级，然后卸载。再重复测量，共测三次。取数值较好的一组，记录到数据列表中。

5、实验完毕，卸载。实验台和仪器恢复原状。

四、实验结果

1、求出各测量点在等量载荷作用下，应变增量的平均值 $\overline{\Delta\epsilon}_{\text{测}}$ 。

2、以各测点位置为纵坐标，以修正后的应变增量平均值 $\overline{\Delta\epsilon}_{\text{实}}$ 为横坐标，画出应变随试件截面高度变化曲线。

3、根据各测点应变增量的平均值 $\overline{\Delta\epsilon}_{\text{实}}$ ，计算测量的应力值 $\overline{\Delta\sigma}_{\text{实}} = E \overline{\Delta\epsilon}_{\text{实}}$ 。

4、根据实验装置的受力和截面尺寸，先计算横截面对 z 轴的惯性矩 I_z ，再应用弯曲应力的理论公式，计算在等增量载荷作用下，各测点的理论应力增量

$$\text{值 } \Delta\sigma_{\text{理}} = \frac{\Delta M \cdot y}{I_z}。$$

5、比较各测点应力的理论值和实验值，并按下式计算相对误差

$$e = \frac{\overline{\Delta\sigma}_{\text{理}} - \overline{\Delta\sigma}_{\text{实}}}{\overline{\Delta\sigma}_{\text{理}}} \times 100\%$$

在梁的中性层内，因 $\sigma_{\text{理}} = 0$ ， $\overline{\Delta\sigma}_{\text{理}} = 0$ ，故只需计算绝对误差。

6、比较梁中性层的应力。由于电阻应变片是测量一个区域内的平均应变，粘贴时又不可能正好贴在中性层上，所以只要实测的应变值是一很小的数值，就可认为测试是可靠的。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/547062043110006056>