

实验一 纯弯曲梁的正应力实验

实验目的

1. 测定梁在纯弯曲时横截面上正应力大小和分布规律
2. 验证纯弯曲梁的正应力计算公式

实验仪器设备和工具

1. 组合实验台中纯弯曲梁实验装置
2. XL2118A 系列静态电阻应变仪
3. 游标卡尺、钢板尺

实验原理及方法

在纯弯曲条件下，根据平面假设和纵向纤维间无挤压的假设，可得到梁横截面上任一点的正应力，计算公式为 $\sigma = \frac{M \cdot y}{I_z}$

式中： M ——为弯矩； $M = Pa/2$ ； I_z ——为横截面对中性轴的惯性矩；

y ——为所求应力点至中性轴的距离。铰支梁受力变形原理分析简图如图1所示。

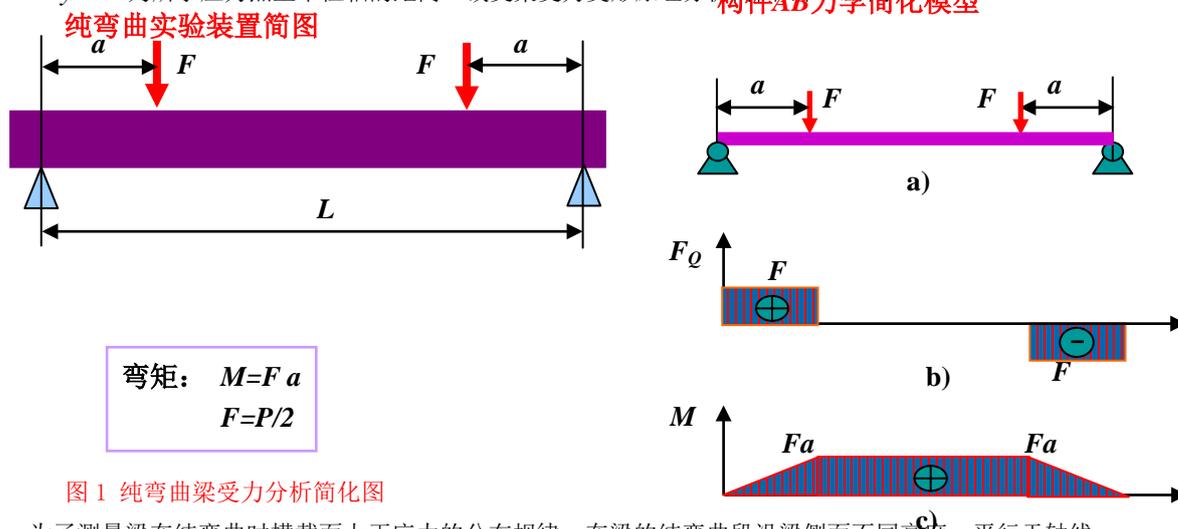


图1 纯弯曲梁受力分析简化图

为了测量梁在纯弯曲时横截面上正应力的分布规律，在梁的纯弯曲段沿梁侧面不同高度，平行于轴线贴有应变片（如图2）。

实验可采用半桥单臂、公共补偿、多点测量方法。加载采用增量法，即每增加等量的载荷 ΔP ，测出各点的应变增量 $\Delta \epsilon_{i读}$ ，然后分别取各点应变增量的平均值 $\overline{\Delta \epsilon_{i读}}$ ，依次求出各点的应力增量

$$\sigma_{i读} = E \cdot \overline{\Delta \epsilon_{i读}} \quad (i=1, 2, 3, 4, 5)$$

将实测应力值与理论应力值进行比较，以验证弯曲正应力公式。

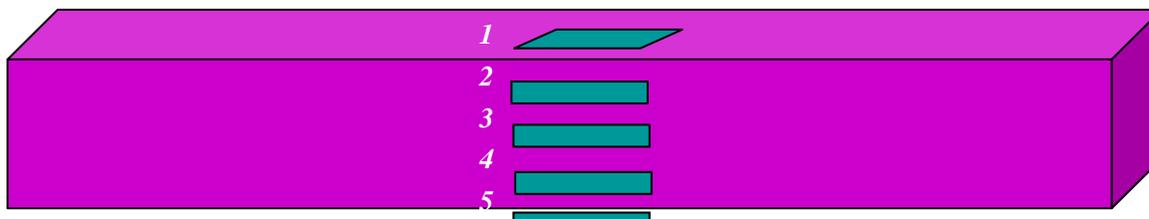
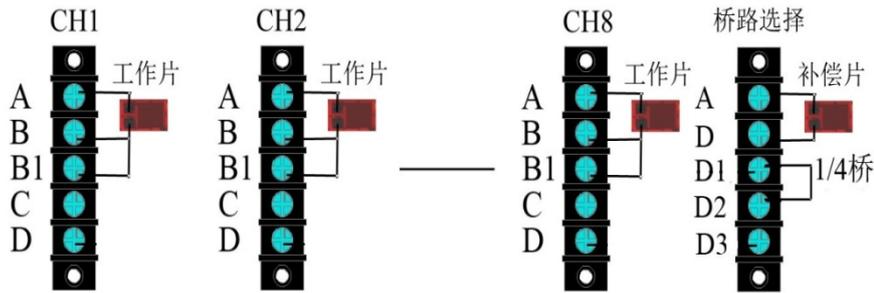


图2 应变片在梁中的位置

实验接线方法

实验接线采用1/4桥（半桥单臂）方式，应变片与应变仪组桥接线方法如图3所示。使用弯曲梁上的1#、2#、3#、4#及5#应变片（即工作应变片）分别连接到应变仪测点的A/B上，测点上的B和B1用短路

片短接；温度补偿应变片连接到桥路选择端的 A/D 上，桥路选择短接线将 D1/D2 短接，并将所有螺钉旋紧。



1/4桥方式组桥应变片连接图

一、 实验步骤

1. 设计好本实验所需的各类数据表格。
2. 测量矩形截面梁的宽度 b 和高度 h 、载荷作用点到梁支点距离 a 及各应变片到中性层的距离 y_i 。见附表 1
3. 拟订加载方案。可先选取适当的初载荷 P_0 （一般取 $P_0 = 10\% P_{\max}$ 左右），估算 P_{\max} （该实验载荷范围 $P_{\max} \leq 4000N$ ），分 4~6 级加载。
4. 根据加载方案，调整好实验加载装置。
5. 按实验要求接好线，调整好仪器，检查整个测试系统是否处于正常工作状态。
6. 加载。均匀缓慢加载至初载荷 P_0 ，记下各点应变的初始读数；然后分级等增量加载，每增加一级载荷，依次记录各点电阻应变片的应变值 $\epsilon_{i\text{读}}$ ，直到最终载荷。实验至少重复两次。见附表 2。
7. 作完实验后，卸掉载荷，关闭电源，整理好所用仪器设备，清理实验现场，将所用器设备复原，实验资料交指导教师检查签字。

二、 注意事项

1. 测试仪未开机前，一定不要进行加载，以免在实验中损坏试件。
2. 实验前一定要设计好实验方案，准确测量实验计算用数据。
3. 加载过程中一定要缓慢加载，不可快速进行加载，以免超过预定加载载荷值，造成测试数据不准确，同时注意不要超过实验方案中预定的最大载荷，以免损坏试件；该实验最大载荷 4000N。
4. 实验结束，一定要先将载荷卸掉，必要时可将加载附件一起卸掉，以免误操作损坏试件。
5. 确认载荷完全卸掉后，关闭仪器电源，整理实验台面。

附表 1（试件相关参考数据）

| 应变片至中性层距离 (mm) | | 梁的尺寸和有关参数 |
|----------------|-----|--------------------------|
| y_1 | -20 | 宽 度 $b = 20\text{mm}$ |
| y_2 | -10 | 高 度 $h = 40\text{mm}$ |
| y_3 | 0 | 跨 度 $L = 600\text{mm}$ |
| y_4 | 10 | 载荷距离 $a = 125\text{mm}$ |
| y_5 | 20 | 弹性模量 $E = 206\text{GPa}$ |
| | | 泊 松 比 $\mu = 0.26$ |
| | | 惯性矩 $I_z = bh^3/12$ |

附表 2（实验数据）

| | |
|---|-----|
| 载 | P |
|---|-----|

| | | | | | |
|------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 荷 N | ΔP | | | | |
| 实 验 数 据 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ε_p | ε_p | ε_p | ε_p | ε_p |
| | $\Delta\varepsilon_p$ | $\Delta\varepsilon_p$ | $\Delta\varepsilon_p$ | $\Delta\varepsilon_p$ | $\Delta\varepsilon_p$ |
| | $\overline{\Delta\varepsilon_p}$ | $\overline{\Delta\varepsilon_p}$ | $\overline{\Delta\varepsilon_p}$ | $\overline{\Delta\varepsilon_p}$ | $\overline{\Delta\varepsilon_p}$ |

三、实验结果处理

1. 实验值计算

根据测得的各点应变值 $\varepsilon_{i读}$ 求出应变增量平均值 $\overline{\Delta\varepsilon_{i读}}$ ，代入胡克定律计算各点的实验应力值，因 $1\mu\varepsilon = 10^{-6}\varepsilon$ ，所以

各点实验应力计算：

$$\sigma_{i读} = E \times \overline{\Delta\varepsilon_{i读}} \times 10^{-6} \quad (i=1, 2, 3, 4, 5)$$

2. 理论值计算

载荷增量 $\Delta P =$ N

弯距增量 $\Delta M = \frac{\Delta P \cdot a}{2} =$ N·m

各点理论值计算：

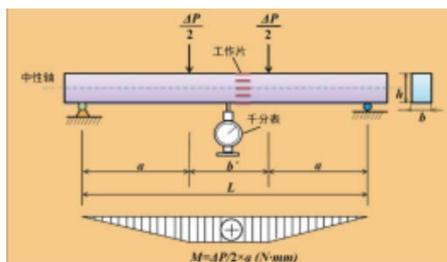
$$\sigma_{i理} = \frac{\Delta M \cdot y_i}{I_z} \quad (i=1, 2, 3, 4, 5)$$

3. 绘出实验应力值和理论应力值的分布图

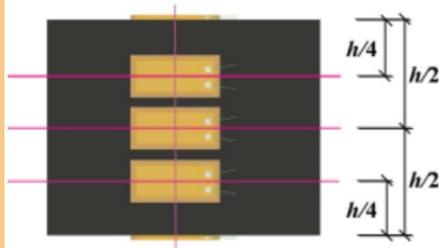
分别以横坐标轴表示各测点的应力 $\varepsilon_{i读}$ 和 $\varepsilon_{i理}$ ，以纵坐标轴表示各测点距梁中性层位置 y_i ，选用合适的比例绘出应力分布图。

4. 实验值与理论值的比较

| 测 点 | 理论值 $\sigma_{i理}$ (MPa) | 实际值 $\sigma_{i读}$ (MPa) | 相对误差 (%) |
|-----|-------------------------|-------------------------|----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |



纯弯曲梁实验装置及弯矩图



工作片贴片位置