

5 纯弯曲梁的正应力测定实验

一、实验目的

- 1、测定纯弯曲钢梁横截面不同位置的正应力。
- 2、观察梁纯弯曲段横截面正应力分布规律，验证弯曲正应力公式的适用范围。

二、实验仪器及设备

- 1、材料力学多功能实验台
- 2、静态电阻应变仪
- 3、游标卡尺、钢直尺

三、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为：

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I_z} \quad (2-)$$

式中： M 为弯矩， $M = Fa/2$ ； 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。

简支梁受力分析简图如 2-29 所示。

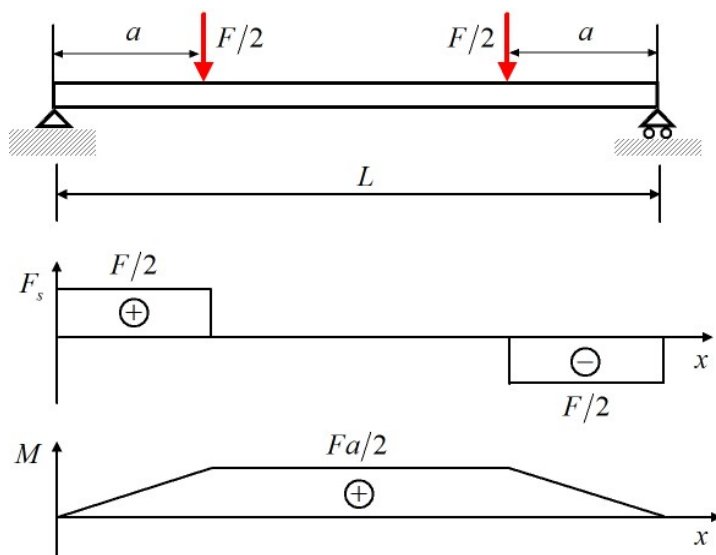


图 2-29 纯弯曲梁受力分析简化图

由梁的剪力和弯矩图可知，在 BC 段内，梁横截面上剪力为零，弯矩 $M = \frac{1}{2}Fa$ ，为一常值，这样的弯曲称为纯弯曲。而在 AB 和 CD 两段内，梁横截面上既有弯矩又

有剪力，这样的弯曲称为纯弯曲。

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 2-30）。实验可采用半桥单臂的桥路连接方式测量不同位置处的应变。加载采用增量法，即每增加相同的载荷 ΔF ，测出各点的应变增量 $\Delta \varepsilon_{i\text{实}}$ ，然后分别取各点应变增量的平均值 $\overline{\Delta \varepsilon_{i\text{实}}}$ ，依次求出各点的应力增量：

$$\sigma_{i\text{实}} = E \Delta \varepsilon_{i\text{实}} \quad (i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) \quad (2-)$$

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。

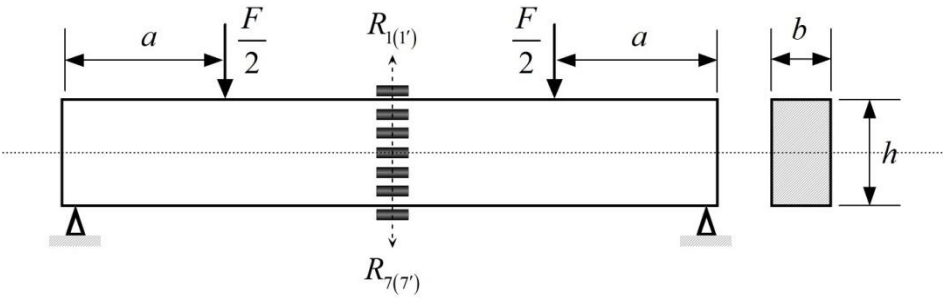


图 2-30 纯弯曲梁尺寸及应变片位置示意图

四、实验步骤

（一）实验步骤

- 1、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 。
- 2、拟订实验方案，按如图 2-31 桥路连接方案接好线，调整好仪器，检查整个测试系统是否处于正常工作状态。
- 3、实验加载，均匀缓慢加载至初载荷 F_0 （本实验中取为 500N），将电阻应变仪应变读数清零（或记录电阻应变仪各点的应变读数），然后加载，每增加 1000N，记录一次应变数值，直至加载至 4500N，记录各测点的读数。
- 4、实验完成后，卸掉载荷，关闭仪器电源，整理好所用仪器设备，清理实验现场，将所用仪器设备复原，实验数据交指导教师检查签字。

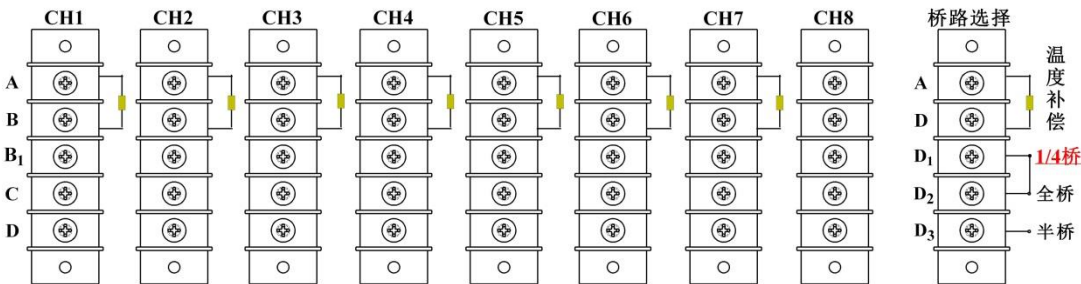


图 2-31 纯弯曲梁测正应力接线方案

(二) 注意事项

- 1、测试仪未开机前，一定不要进行加载，以免损坏仪器。
- 2、实验前一定要设计好实验方案。
- 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或损坏试件；该实验最大载荷 4500N。
- 4、实验结束后，一定要先将载荷卸掉，并将应变片导线从电阻应变仪上拆下。
- 5、确认载荷完全卸掉后，关闭仪器电源，整理实验台面。

五、实验数据记录

表 2-7 原始参数记录表

梁宽 $b(\text{mm})$	梁高 $h(\text{mm})$	惯性矩 $I(\text{mm}^4)$	E (GPa)	测点至中心轴的距离 (mm)						
				y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7

表 2-8 实验数据记录表

载荷(N)		应 变 量 ($\mu\varepsilon$)													
F	ΔF	1		2		3		4		5		6		7	
		ε_1	$\Delta\varepsilon_1$	ε_2	$\Delta\varepsilon_2$	ε_3	$\Delta\varepsilon_3$	ε_4	$\Delta\varepsilon_4$	ε_5	$\Delta\varepsilon_5$	ε_6	$\Delta\varepsilon_6$	ε_7	$\Delta\varepsilon_7$
增量平均值															
实验值															
理论值															
误差%															

六、实验数据分析

1、实验值计算

根据测得的各点应变值 $\varepsilon_{i\text{实}}$ 求出应变增量平均值 $\overline{\Delta\varepsilon_{i\text{实}}}$ ，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：

$$\sigma_{i\text{读}} = E \times \overline{\Delta \varepsilon_{i\text{实}}} \times 10^6 \quad (i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)$$

2、理论值计算

载荷增量 $\Delta F = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

弯矩增量 $\Delta M = \frac{\Delta F a}{2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}\cdot\text{m}$

各点应力理论值计算: $\sigma_{i\text{理}} = \frac{\Delta M y_i}{I_z} \quad (i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)$

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 $\sigma_{i\text{实}}$ 和 $\sigma_{i\text{理}}$ ，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。

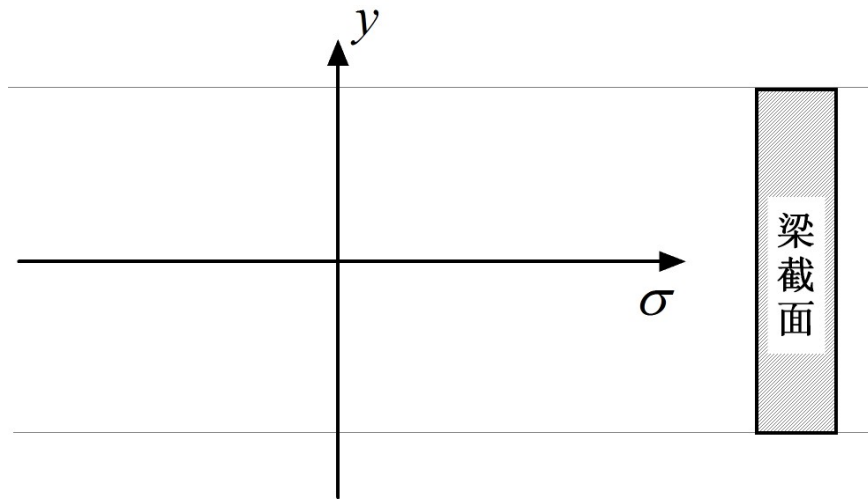


图 2-32 应力分布图

4、对实验值与理论值进行比较，计算相对误差。

七、思考题

1、应变片是粘贴在梁的表面上，为什么把测得的表面上的应变说成是梁横截面上的应变？其依据是什么？

2、自行设计验证梁横截面上应力分布的布片方案，并与本实验布片进行分析和比较。

3、尺寸、加载方式完全相同的钢梁和木梁，如果与中性层等距离处纤维的应变相等，问两梁相应位置的应力是否相等，载荷是否相等？