

# 叠加梁纯弯曲实验

## 一、实验目的

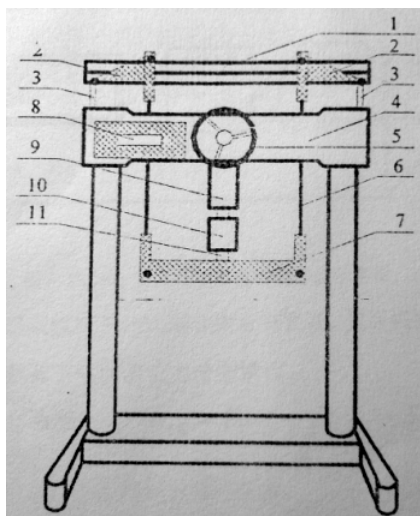
测定两种不同性质材料被胶结而成叠合梁的正应力分布规律,对比理论计算结果并进行分析。

## 二、实验设备

1. 纯弯曲梁实验装置三套。
2. 不同材料组成的叠合梁三套。
3. TS3861 恒流式静态电阻应变仪三套。

## 三、实验原理和装置

1. 三套由不同材料组成的叠合梁分别为:铜—钢叠合梁、铝—钢叠合梁和铜—铝叠合梁。纯弯曲梁实验装置如下图所示。



1. 叠合梁 2. 定位板 3. 支座 4. 试验机架
5. 加载手轮 6. 拉杆 7. 加载横梁 8. 测力仪
9. 加载系统 10. 载荷传感器 11. 加载压头

图 1 实验装置示意图

2. 实验时,转动手轮加载至  $P$  时,叠合梁的 B、C 处分别受到垂直向下的力,大小均为  $\frac{P}{2}$ ,

由剪力图可以得到 BC 段剪力为零,故叠合梁的 BC 段为纯弯曲段,弯矩为  $M = \frac{Pa}{2}$ 。

沿叠合梁不同高度各粘贴一组电阻应变片,应变片的测量方向均平行于梁轴,然后把叠合梁放置在纯弯曲实验装置上,叠合梁加载及应变片分布示意图如下图所示。

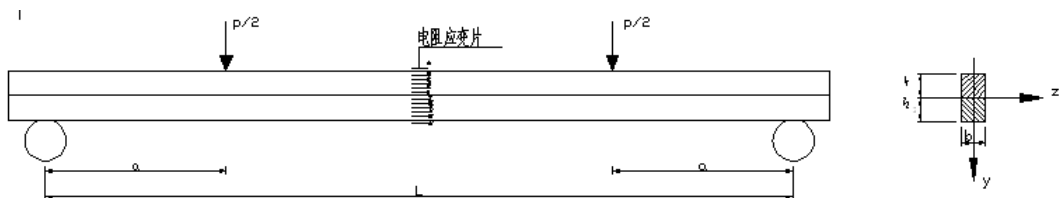


图 2 叠合梁加载及应变片分布示意图

把叠合梁上各电阻应变片的引出线依次接入相应的 TS3861 恒流式静态电阻应变仪,则可测得各种叠合梁在不同级别荷载下的实测应变分部情况,然后根据单向应力状态的虎克定

律求得叠合梁在不同级别荷载下的实测应力分布情况。

叠合梁上、下层截面实测应力  $\sigma_{1实} = E_1 \varepsilon_{1实}$ ;  $\sigma_{2实} = E_2 \varepsilon_{2实}$ ;

式中  $E_1$ 、 $E_2$  分别为叠合梁上、下层材料的弹性模量。

$\varepsilon_{1实}$ 、 $\varepsilon_{2实}$  分别为叠合梁上、下层的实测应变值。

### 3. 叠合梁应力计算公式

弹性模量比值系数  $n = \frac{E_2}{E_1}$ ,

叠合梁的形心计算公式  $\bar{y} = \frac{A_1 y_{c1} + A_2 y_{c2} n}{A_1 + A_2 n}$ ,

叠合梁的惯性矩  $\bar{I}_z = \frac{1}{12} A_1 h_1^2 + A_1 a_1^2 + \frac{1}{12} n A_2 a_2^2 + n A_2 a_2^2$

上下层截面的弯曲正应力分别为:

$$\sigma_1 = \frac{M y_1}{\bar{I}_z}, \quad \sigma_2 = \frac{M y_2}{\bar{I}_z}$$

式中  $A_1$ 、 $A_2$  分别为叠合梁上、下层的横截面面积;

$y_{c1}$ 、 $y_{c2}$  分别为叠合梁上、下层截面的形心位置;

$h_1$ 、 $h_2$  分别为叠合梁上、下层截面高度

$a_1$ 、 $a_2$  分别为叠合梁上、下层截面行心到叠合梁形心的距离;

$y_1$ 、 $y_2$  分别为叠合梁上、下层计算应力处截面离叠合梁形心的距离。

## 四、实验步骤

### 1. 任选一套叠合梁

本实验所使用的铜为弹性模量  $E=100\text{GPa}$  黄铜; 所用钢材为 45 # 钢, 弹性模量  $E=210\text{GPa}$ ; 铝为弹性模量  $E=70\text{GPa}$  的铝合金。

### 2. 宽度 $b=20\text{mm}$ , 高度 $h=40\text{mm}$ , 跨度 $L=620\text{mm}$ , 加载点到支座距离 $a=150\text{mm}$

### 3. 应变仪准备

- (1) 接通应变仪电源, 按下“开”按钮, 仪器面板上显示屏点亮。
- (2) 调整应变仪面板上的电阻值合灵敏度系数, 使之与所贴电阻应变片的电阻值及灵敏度系数相一致。
- (3) 把应变仪后面版的桥路形式设定为半桥(公共补偿)。
- (4) 查看应变仪上表面各通道。将各应变片的导线依次接入通道, 并接好补偿片。
- (5) 各测点接线完毕, 按“初值”钮, 仪器显示各测点初始值。再按“测量”钮, 使各点载荷为零时“测量”的值为 0。

### 4. 加载测量

本实验采用转动手轮加载的方法，载荷大小由与载荷传感器相连接的测力仪显示。每增加载荷增量  $\Delta P$ ，通过两根加载拉杆，使得叠加梁距两端支座各为  $a$  处分别增加作用力  $\frac{\Delta P}{2}$ 。缓慢转动手轮均匀加载，每增加一级荷载，记录一次叠加两横截面上各测点的应变读书一次，观察各次的应变增量是否基本相同。然后，再重复加载从零至最终荷载两次，最后取三次最终荷载所测得的各点的应变平均值计算叠加梁上、下各点的实测应力。注意：加载必须逐级慎重加载，不允许产生材料的塑性变形。

#### 五、实验报告要求

1. 实验报告内容应包括：实验目的、实验装置。实验方案和表格化的实验数据。
2. 作出实测应变、应力的分布图，与梁弯曲正应力实验的数据比较，并讨论其特征。
3. 根据应变、应力分布规律，构想叠合梁的力学模型，导出该正应力的计算公式。

#### 五、思考题

1. 如两根叠合梁之间仅光滑的叠合在一起，如何做梁的纯弯曲实验？
2. 当两根叠合梁之间是用螺栓连接，梁跨中截面的正应力将如何分布？