

# 物理实验预习报告

实验名称： 动态法测量杨氏模量

指导教师： 张贯乔老师

班级： -

姓名： -

学号： -

实验日期： 2025 年 10 月 20 日 星期 一 上午

浙江大学物理实验教学中心

# 一、预习报告（10 分）

## 1. 实验综述（5 分）

（自述实验现象、实验原理和实验方法，包括必要的光路图、电路图、公式等。不超过 500 字。）

**动态法测量杨氏模量实验**旨在通过测定金属棒的弯曲共振频率来计算材料的弹性模量，从而理解固体在动态激励下的振动规律。该实验利用共振原理，通过测得金属棒的基频并结合其几何与物理参数，间接求得杨氏模量。相比静态拉伸法，动态法具有**非接触测量、精度高、实验周期短和抗干扰能力强**等优点。

**实验现象：**当信号发生器输出的驱动频率接近金属棒的固有频率时，棒体振动幅度明显增大，示波器上显示的电信号峰峰值达到最大，出现明显的共振峰。随着频率偏离共振点，振幅迅速减小。通过改变悬挂点或扫描不同频率，我们可以观察到共振峰的变化过程。

**实验原理：**

信号源输出等幅正弦波信号经激振器转为机械振动加在被测器件上，使其受迫做横振动，拾振器将其振动转为电信号，经放大后通过示波器显示出来。

金属棒的横向自由振动满足欧拉-伯努利梁方程：

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + \rho A \frac{d^2 y}{dt^2} = 0,$$

其中， $E$  为杨氏模量， $I = \frac{\pi d^4}{64}$  为截面惯性矩， $\rho$  为材料密度， $A = \frac{\pi d^2}{4}$  为横截面积。

对两端自由边界条件求解可得基频  $f_1$  与杨氏模量的关系式：

$$E = 1.6067 \times 10^{12} \frac{L^3 f_1^2 m}{d^4},$$

其中  $L$  为棒长， $d$  为直径， $f_1$  为基频共振基频， $m$  为被测件质量。

**实验装置：**实验系统由信号发生器、功率放大器、激振换能器、拾振换能器、示波器以及金属棒悬挂装置组成。铜棒悬挂在 0.224L 和 0.776L 处的两波节点间，通过激振与拾振换能器形成闭环，利用示波器观测信号强度随频率的变化。

**实验步骤：**

- (1) 测量金属棒的长度、直径与质量；
- (2) 调节悬挂点，使棒对称悬挂并连接换能器；
- (3) 扫描信号发生器频率，记录共振峰对应的频率；
- (4) 采用多项式拟合确定基频  $f_1$ ，计算杨氏模量并分析不确定度。

## 2. 实验重点（3 分）

（简述本实验的学习重点，不超过 100 字。）

理解杨氏模量的物理意义及其与材料弹性性质的关系；掌握利用动态法（弯曲共振法）测定杨氏模量的基本原理与实验方法；熟悉共振现象的识别以及基频的测定过程；学会通过多项式拟合确定共振基频，并利用测得的频率、长度和直径计算杨氏模量；能够依据误差传递公式分析实验结果的不确定度，提高自己的实验数据处理与结果分析能力。

### 3. 实验难点（2 分）

（简述本实验的实现难点，不超过 100 字。）

如何准确获取共振基频是本实验的主要难点。由于共振峰较窄且信号易受噪声干扰，需精确调节激振频率并判断峰值位置；同时，悬挂点位置及换能器接触方式对振动模式影响显著，若不对称或接触不良，会导致共振峰偏移或测量误差增大。

注意事项：

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”，文件名：学生姓名 + 学号 + 实验名称 + 周次。
2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”本课程内对应实验项目的“作业”模块内。
3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内查询。
4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内进行，学生必须进行教学评价，才能看到实验报告成绩，教学评价须在本次实验结束后 3 天内进行。

浙江大学物理实验教学中心制