

模态分析实验报告

1. 试验概述

1.1. 试验模型简介

模态分析试验所采用的模型为钢质简支梁，截面尺寸为 $55\text{mm} \times 8\text{mm}$ ，跨径 640mm ，简支梁的几何尺寸如图 1-1 所示。

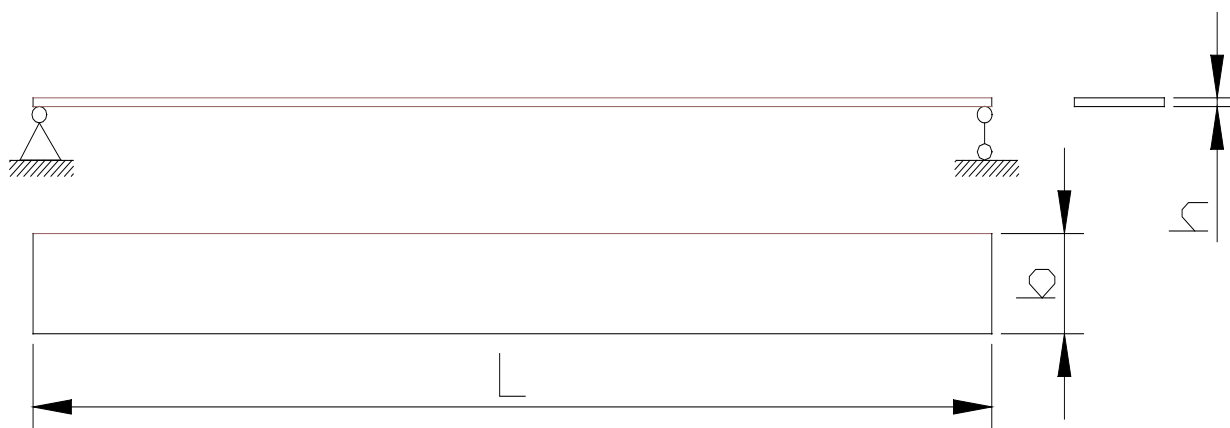


图 1-1 钢质简支梁模型几何尺寸图

钢质梁的材料参数为：质量密度 $\rho = 7850\text{kg/m}^3$ ，弹性模量为 $E = 2.0 \times 10^5\text{MPa}$ 。

$b=55\text{mm}$ $h=8\text{mm}$

2. 理论计算

等截面简支梁的频率计算公式为：

$$\omega_n = n^2 \pi^2 \sqrt{\frac{EI}{mL^4}} \quad n=1,2,3,\dots$$

式中： ω_n 为各阶圆频率， EI 为抗弯刚度， m 为单位长度质量， L 为梁长。

由已知数据得：

弹性模量： $E = 2.0 \times 10^{11}\text{Pa}$

截面抗弯惯矩： $I = \frac{bh^3}{12} = \frac{1}{12} \times (55 \times 8^3 \times 10^{-12})\text{m}^4 = 2.347 \times 10^{-9}\text{m}^4$

单位质量： $m = \rho bh = 7850 \times 55 \times 8 \times 10^{-6}\text{kg/m} = 3.454\text{kg/m}$

梁长： $L = 0.64\text{m}$

代入上述公式得圆频率：

$$\omega_n = n^2 \pi^2 \sqrt{\frac{EI}{mL^4}} = 280.899, 112.596, 2528.091, 4494.384 \text{ rad/s}$$

频率:

$$f = \frac{\omega_n}{2\pi} = \frac{n^2 \pi}{2} \sqrt{\frac{EI}{mL^4}} = 44.706, 178.826, 402.358, 715.303 \text{ Hz}$$

- 各阶固有频率之比:
- $f_0:f_1:f_2:f_3 \dots = 1:2^2:3^2:4^2:$

计算各阶模态频率, 如表 2-1 所示:

表 2-1 各阶模态频率

| 阶数 | 频率 (Hz) |
|----|---------|
| 1 | 44.706 |
| 2 | 178.826 |
| 3 | 402.358 |
| 4 | 715.303 |