



理论力学试验（五）

- 1、被动隔振实验
- 2、连续弹性梁特性测定实验



一、主动隔振和被动隔振的概念

隔振：是减小系统振动能量的传递；降低或改变被激系统的振动响应特性。

1、**主动隔振**又称动力隔振。主动隔振指的是**机器本身是振源**，它通过机脚、支座、基础、地基传递出去从而影响到周围的环境和设备。主动隔振的目的就是为了**减小振源自身对周围环境和设备的影响**，减小振源对环境所传递的力，所以主动隔振就是隔力。

2、**被动隔振**又称保护隔振。被动隔振是为了使外界的振幅尽可能少的传递到系统中来即**减小外界的干扰**，需要把仪器、设备与机座之间隔离开来这就是被动隔振，所以被动隔振就是隔幅。





一、主动隔振和被动隔振的概念

3、主被动隔振对比

	振源	研究对象	测试参数	实测公式
主动隔振	物体（旋转机械等）	地基	力	$\eta_a = \frac{F_T}{F_0}$ 力的幅值
被动隔振	地基	物体（旋转机械等）	位移	$\eta_p = \frac{B}{H}$ 位移的幅值



一、主动隔振和被动隔振的概念



图1、电机隔振台



一、主动隔振和被动隔振的概念



图2、橡胶隔振器



一、主动隔振和被动隔振的概念



图3、阻尼弹簧隔振器



一、主动隔振和被动隔振的概念



图4、施工中的隔振沟



一、主动隔振和被动隔振的概念



图5、JZ20-2NW新型隔振平台



二、实验目的

- 1、建立主动隔振、被动隔振的基本概念；
- 2、学会测量和计算隔振系数 η 、隔振效率 E 的基本方法并能绘出隔振效率图；
- 3、用共振法测量悬臂梁一、二、三阶固有频率并绘出一至三阶主振型图。



三、实验仪器及设备

- 1、质量块（视为精密仪器）、简支梁（视为地基）；
- 2、ZG-1型传感器2只、隔振器；
- 3、SJF-3型激振信号源、 JZ-1型激振器；
- 4、SCZ2-3型测振仪、虚拟测试仪；
- 5、非接触式激振器、连续弹性梁；



四、实验步骤

一、被动隔振实验

1、将传感器1和2分别置于简支梁和质量块上，用来测量简支梁的振幅H和质量块的振B，并将传感器1和传感器2的输出端分别接入测振仪的第1和第2通道；

2、激振信号源输出激振信号驱动激振器，进行激振。将激振频率 ρ 由低向高调节，得出简支梁的振幅H和质量块的振幅B，记录下数据，当刚出现 $B < H$ 时，说明频率比刚满足 $\rho / f > \sqrt{2}$ ，这时激振频率 ρ ，就是隔振器能起到隔振作用的最低频率。

二、连续弹性梁特性测定实验

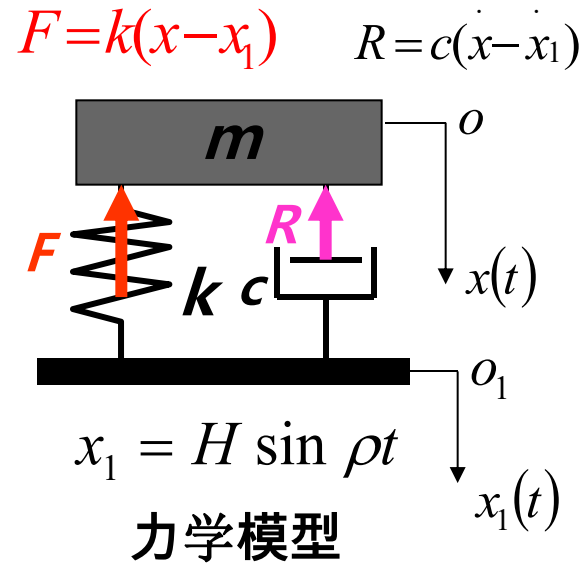
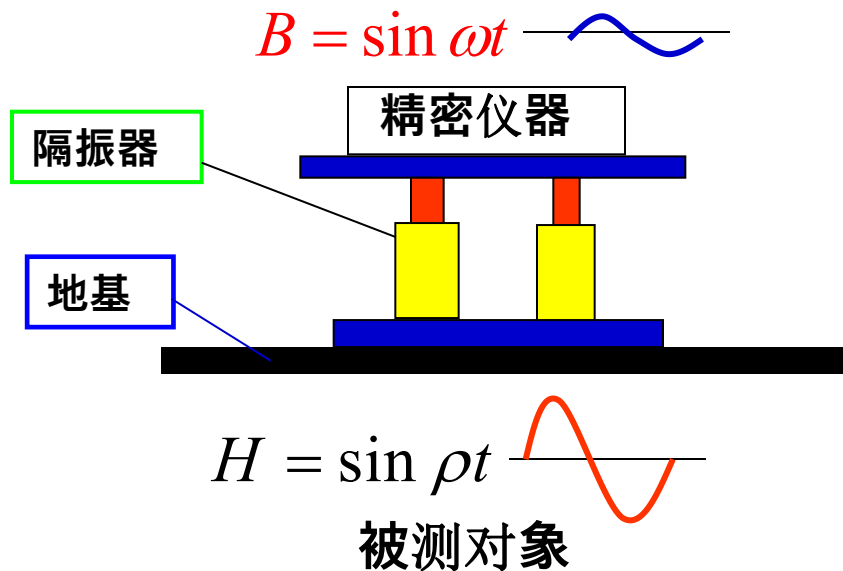
给梁体施加一个大小适当的扰动作用力，其频率正好等于梁体的某阶固有频率，则梁体便会产生共振。



→ (B=H)



六、被测对象的力学模型



隔振对象运动微分方程：

$$m \ddot{x} + k(x - x_1) + c(\dot{x} - \dot{x}_1) = 0$$



七、特性参数的计算和分析讨论

1. 频率比： $\lambda = \frac{\rho}{f} = \frac{\text{激振力的频率}}{\text{隔振系统的固有频率}}$

2. 阻尼比： $\zeta = \frac{c}{c_c} = \frac{\text{粘性阻尼系数}}{\text{临界阻尼系数}}$

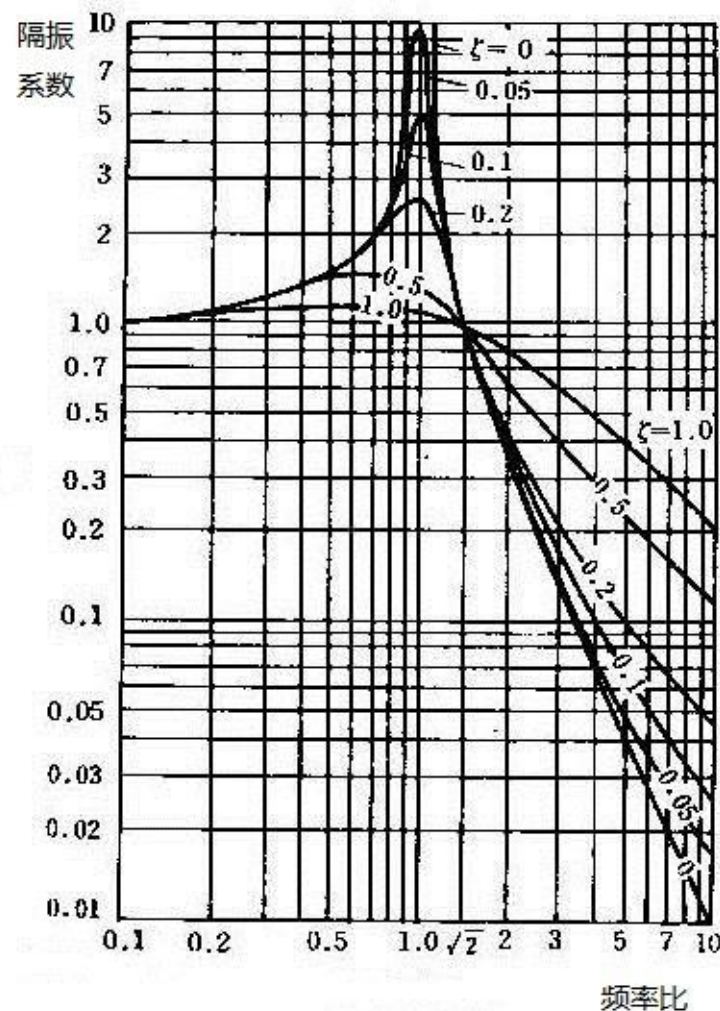
3. 被动隔振系数： $\eta_\rho = \frac{B}{H} = \frac{\text{仪器隔振后的振幅}}{\text{振源振幅}} = \frac{\sqrt{1+(2\zeta\lambda)^2}}{\sqrt{(1-\lambda^2)^2 + (2\zeta\lambda)^2}}$

4. 被动隔振效率： $E = (1 - \eta_\rho) \times 100 \quad \%$



七、特性参数的计算和分析讨论

- 1、当频率比 $0 < \lambda < \sqrt{2}$ 时，即隔振系数 $\eta_p > 1$ ，仪器振幅 $B >$ 地基振幅 H ；隔振器不起隔振作用；
- 2、当频率比 $\lambda = 1$ 时，即 $\rho = f$ ，系统出现共振，共振时被隔离系统不能正常工作；
- 3、当 $\lambda = \sqrt{2}$ 时， $\eta_p = 1$ ，仪器振幅 $B =$ 地基振幅 H ；隔振器起隔振作用的临界值
- 4、当 $\lambda > \sqrt{2}$ 时， $\eta_p < 1$ ，仪器振幅 $B <$ 地基振幅 H ；隔振系数随着频率比不断增加而减小，隔振效果就越来越好
- 5、如果频率比 λ 过大，隔振装置就必须设计得很柔软，隔振系统的静扰度就很大，相应地增大了系统的体积，安装的稳定性极差，容易摇晃。
- 6、当频率比 $\lambda > 5$ 后，隔振系数的变化很小，同时隔振效果的改善也并不显著，所以在实际工程上通常采用 $\lambda = 3 \sim 5$ ，相应的被动隔振效率 E 可以达到80%~90%(钢结构的阻尼比一般在0.01 - 0.02之间)





八、实验数据和表格

激振频率	10	12	14	16	17	18	19	20	23	26	28	30	34	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	50	55	60	65	70	75
频率比																													
设备振幅																													
振源振幅																													
隔振系数																													
隔振效率																													

隔振系统固有频率 $f=()$ Hz



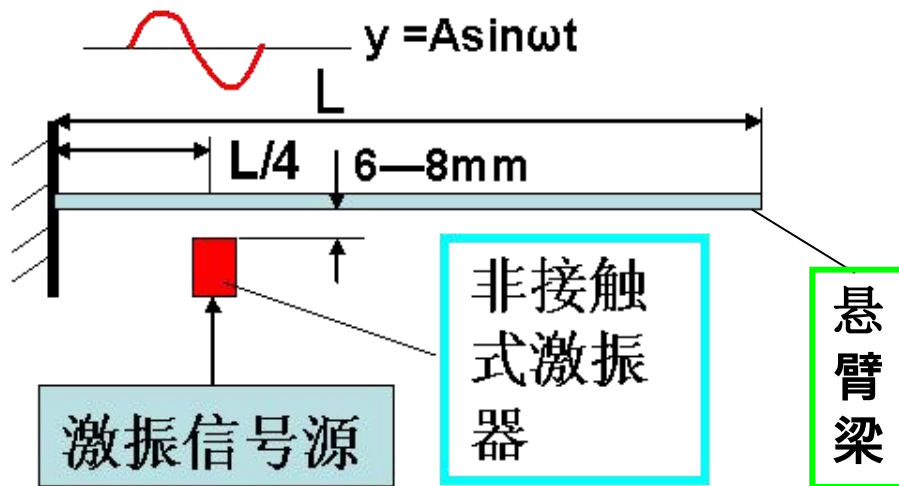
九、连续弹性悬臂梁横向振动

1、基本原理：悬臂梁的振动属于连续弹性体的振动，它具有无限多自由度及其相应的固有频率和主振型，其振动可表示为无穷多个主振型的叠加。对于梁体振动时，仅考虑弯曲引起的变形，而不计剪切引起的变形及其转动惯量的影响，这种力学分析模型称为欧拉-伯努利梁。

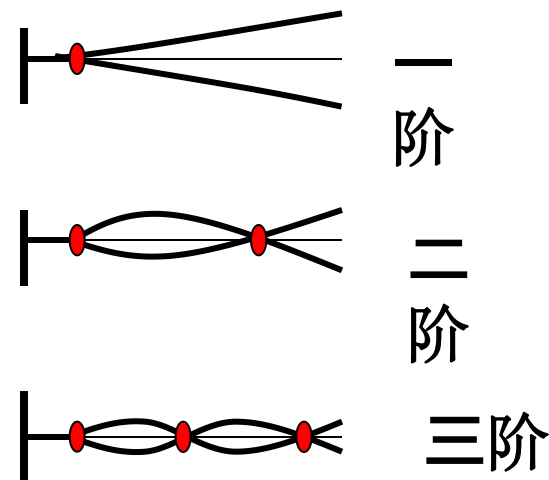
2、在实验测试时，给梁体施加一个大小适当的扰动作用力，其频率正好等于梁体的某阶固有频率，则梁体便会产生共振，这时梁体变形即为该阶固有频率所对应的主振型，其它各阶振型的影响很小可忽略不计。用共振法确定悬臂梁的各阶固有频率及振型，我们只要连续调节扰动力，当悬臂梁出现某阶主振型且振动幅值最大即悬臂梁产生共振时，这时扰动力的频率就可以认为是悬臂梁的这一阶振动的固有频率。在工程实践中，最重要是确定振动系统最低的几阶固有频率及其主振型。本实验主要运用共振法测定悬臂梁一、二、三、阶固有频率及其相应的主振型。



十、实验装置简图



悬臂梁的主振型



实验装置及测试框图

当激振频率与梁的某阶固有频率相同时，梁便产生共振，并呈现出特定的振型

固有频率	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)
实测值	10—20	80—100	200—300



十一、实验报告书写要求

- 1、书写端正、整洁；
- 2、图表规范、可自行设计；
- 3、标注正确、全面；
- 4、实验原理既要有文字叙述，又要有图示；
- 5、仪器设备既要有文字叙述，又要有系统框图；
- 6、既要有结论，又要有误差分析；
- 7、是否有好的建议和要求。