

实验八：主动隔振实验

1. 实验目的

- 1、学习隔振的基本知识；
- 2、学习隔振的基本原理；
- 3、了解主动隔振效果的测量；

2. 实验仪器及安装示意图

实验仪器：INV1601B 型振动教学实验仪、INV1601T 型振动教学实验台、加速度传感器、速度传感器、调速电机及调压器、主（被）动隔振器。

软件：INV1601 型 DASP 软件。

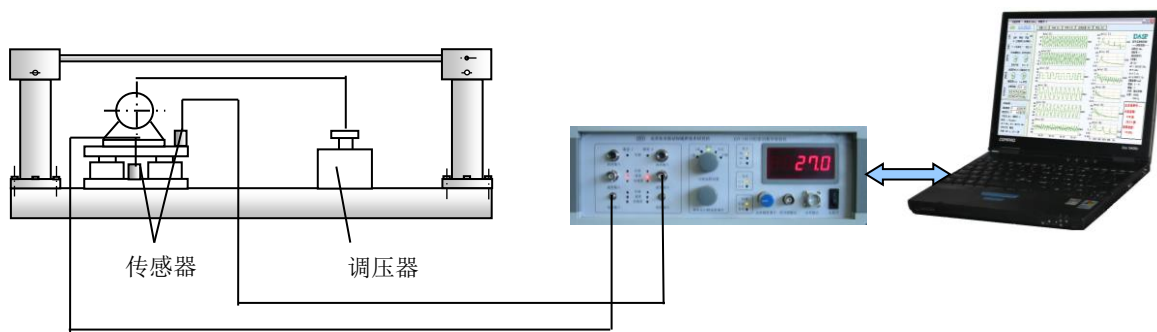


图 1 仪器连接示意图

3. 实验原理

振动的干扰对人、建筑物以及仪表设备都会带来直接的危害，因此振动的隔离涉及到很多方面。隔振的作用有两方面：一、减少振源振动传至周围环境；二、减少环境振动对物体或设备的影响。二者原理相似，性能也相似。原理就是在设备和底座之间安装适当的隔振器，组成隔振系统，以减小或隔离振动的传递。有两类隔振，一是隔离机械设备通过支座传至地基的振动，以减小动力的传递，称为主动隔振；另一种是防止地基的振动通过支座传至需保护的精密设备或仪器仪表，以减小运动的传递，称为被动隔振。

在一般隔振设计中，常常用振动传递比 T 和隔振效率 η 来评价隔振效果。主动隔振传递比等于物体传递到底座的振动与物体振动之比，被动隔振传递比等于底座传递到物体的振动与底座的振动之比，两个方向的传递比相等。一般，由物体传递到底座时常用力表示，由底座传递到物体时则用位移、振动速度或振动加速度表示，这样便于应用。

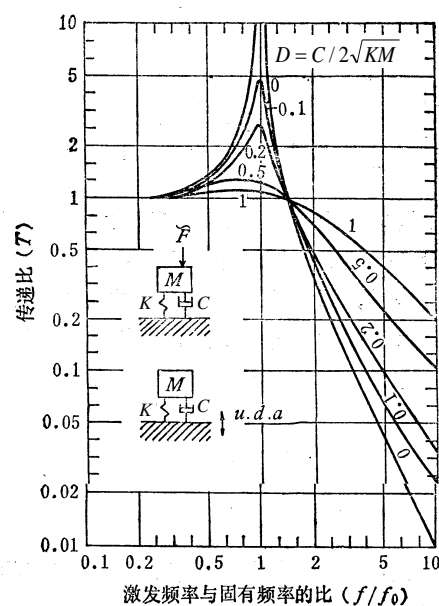


图 2 振动传递比

隔振效率： $\eta = (1 - T) \times 100\%$

$$\text{传递比 } T: T = \sqrt{\frac{1 + D^2 u^2}{(1 - u^2)^2 + D^2 u^2}}$$

式中 D 为阻尼比， $u = \frac{f}{f_0}$ 为激振频率和共振频率的比。

只有传递比小于 1 才有隔振效果。因此 $T < 1$ 的区域称为隔振区。由图中的曲线可知：

1、当 $f_0 < f < \sqrt{2}f_0$ 时， $T > 1$ 。系统有放大作用；

2、当 $f = f_0$ 时，系统发生共振，传递比达极大值；

3、 $\sqrt{2}f_0 < f < 3f_0$ 时，作用有限；

4、 $3f_0 < f < 6f_0$ 时，隔振能力低（20—30dB）；

5、 $6f_0 < f < 10f_0$ 时，隔振能力中等（30—40dB）；

6、 $f > 10f_0$ 时，隔振能力强（>40dB）；

7、阻尼比 D 对 T 的影响。

1) 虽然在 $f/f_0 < \sqrt{2}$ 的范围内阻尼比的增大能有效地降低共振时的位移振幅，

但对 $f/f_0 > \sqrt{2}$ 的隔振区，却反而使传递比增高，对隔振不利。

2) 在 $f/f_0 > \sqrt{2}$ 时， $D = 0$ 与 $D = 0.1$ 的两条曲线极为接近，这就是说，阻尼比

D 在此范围内变化时， T 值的差异不大。因此，在实际工程中，一般采用 D 值接近 0.1 的隔振器，在计算 T 值时往往可把阻尼项的作用忽略，传递比可简化为：

$$T = \left| \frac{1}{1 - (f/f_0)^2} \right|$$

4. 实验步骤

- 1、把 5kg 空气阻尼器组成的隔振器放在底座上，偏心激振电机安装在隔振器上，隔振器用螺钉固定在简支梁上，偏心电机的电压由调压器输出端提供。220V 电源线接到调压器的输入端（黄绿线为地线），一定要小心**防止接错**，要注意调压器的输入和输出端，**防止接反**。
- 2、在隔振器下托板上安装一加速度传感器，在上托板上安装一速度传感器，分别接入 INV1601B 型实验仪的第一和第二通道，两个通道统一将档位拨到“v (mm/s)”或者“d (μm)”。

- 3、开机进入 INV1601 型 DASP 软件的主界面，选择单通道按钮。进入单通道示波状态进行波形和频谱同时示波。
- 4、在采样参数菜单中推荐设置：采样频率为 500Hz，程控 1 倍、采样点数 2K、工程单位 μm ，输入传感器标定值（标定值计算参考实验指导第五页模拟输出电压转换成振动工程单位的方法）。
- 5、调节调压器改变电机转速，使系统产生共振，从频率计中读取频率值 f_0 、振幅以及第一通道的峰值 A_1 和第二通道的峰值 A_2 。
- 6、调节调压器，改变电机转速激振频率，分别测量 $f_0 < f < \sqrt{2}f_0$ 、 $\sqrt{2}f_0 < f < 3f_0$ 、 $3f_0 < f < 6f_0$ 、 $6f_0 < f < 10f_0$ 、 $f > 10f_0$ 时，上下传感器的振动幅度。
- 7、根据所测幅值计算传动比和隔振效率。

隔振传动比： $T = \frac{A_1}{A_2}$

隔振效率： $\eta = (1 - T) \times 100\%$

5. 实验结果和分析

5kg 空气阻尼器隔振器主动隔测试结果

| 频率范围 | 频率 f (Hz) | 第一通道振幅 A_1 (m/s) | 第二通道振幅 A_2 (m/s) | 传动比 T | 隔振效率 |
|--------------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------|--------|
| $f = f_0$ | 25.3906 | 0.0010883 | 0.0152385 | 0.07142 | 92.86% |
| $f_0 < f < \sqrt{2}f_0$ | 28.8086 | 0.00237666 | 0.003694 | 0.64338 | 35.66% |
| $\sqrt{2}f_0 < f < 3f_0$ | 41.9922 | 0.00193863 | 0.0337049 | 0.05752 | 94.25% |

理论上讲，随激发频率与固有频率的比增大，比值由 1 开始，传动比应逐渐减小。但实际实验所测的传动比是先增大后减小，原因可能是实验过程中受周围环境影响较大，该影响也会导致固有频率的测量存在一定问题。传动比以实际实验测量为准，如下图所示。

