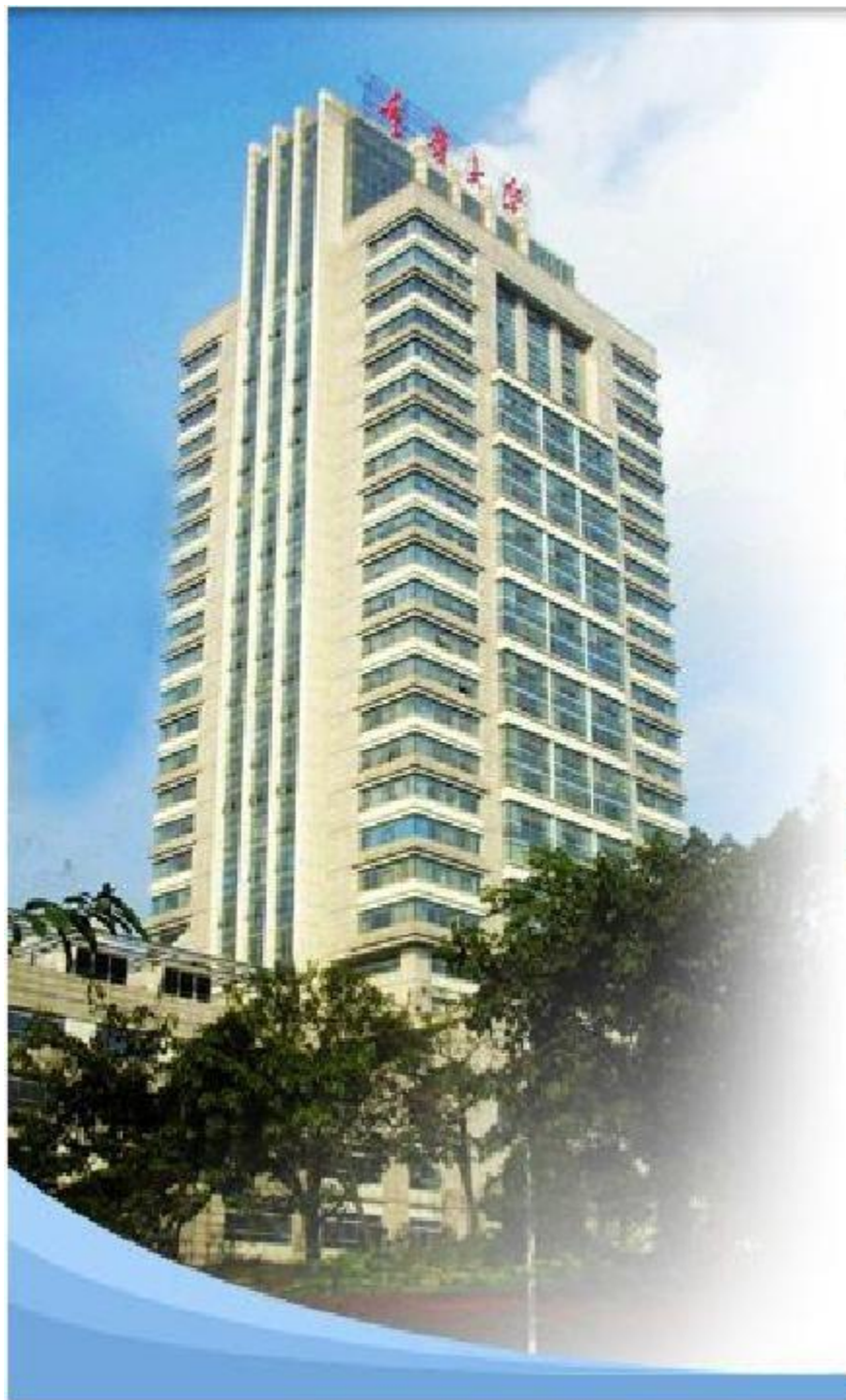




### 注意事项:

- 1.将班号、指导老师姓名写在试验报告右上角
- 2.课件下载: 重庆大学航空航天学院  
网站首页→页面下方快速访问→力学实验教学示范中心→教学资源
- 3.交实验报告时间:
- 4.交实验报告地点: 见实验报告封面背后



## 理论力学实验（四）

1. 单自由度系统自由衰减振动实验
2. 单自由度系统强迫振动实验



## 一、概念

1. **振动**是一个状态改变的过程。即物体的某一种运动的物理量作时而增大时而减小的往复运动。
2. 如果这种振动是一些机械量或力学量，如物体的位移、速度、加速度、应力及应变等等，那么这种振动便称为**机械振动**。
3. 振动的强弱用振动量来衡量，振动量可以是振动体的位移、速度或加速度。振动量如果超过允许范围，机械设备将产生较大的动载荷和噪声，从而影响其工作性能和使用寿命，严重时会导致零、部件的早期失效。





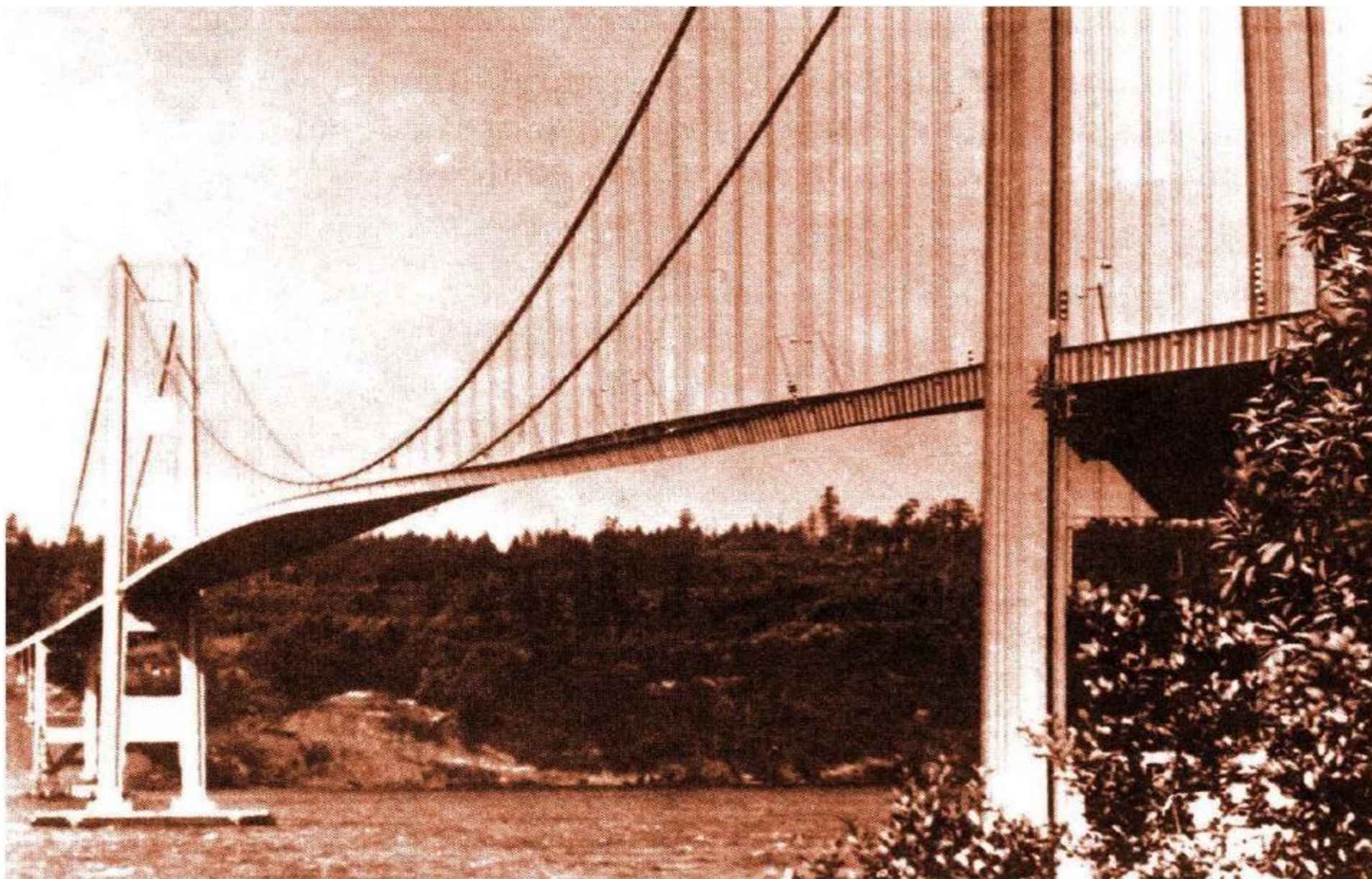
## 一、概念

地震，桥梁瞬间崩塌



不断在海水冲击的激励作用下振动，造成疲劳破坏





风载使吊桥产生振动而垮塌



危害



雪灾使高压输电铁塔垮塌



## 一、概念



- **次声武器**利用频率低于20Hz的次声波与人体发生共振，使共振的器官或部位发生位移和变形而造成人体损伤以至死亡的一种武器

◦ ◦





高频液压振动打桩机





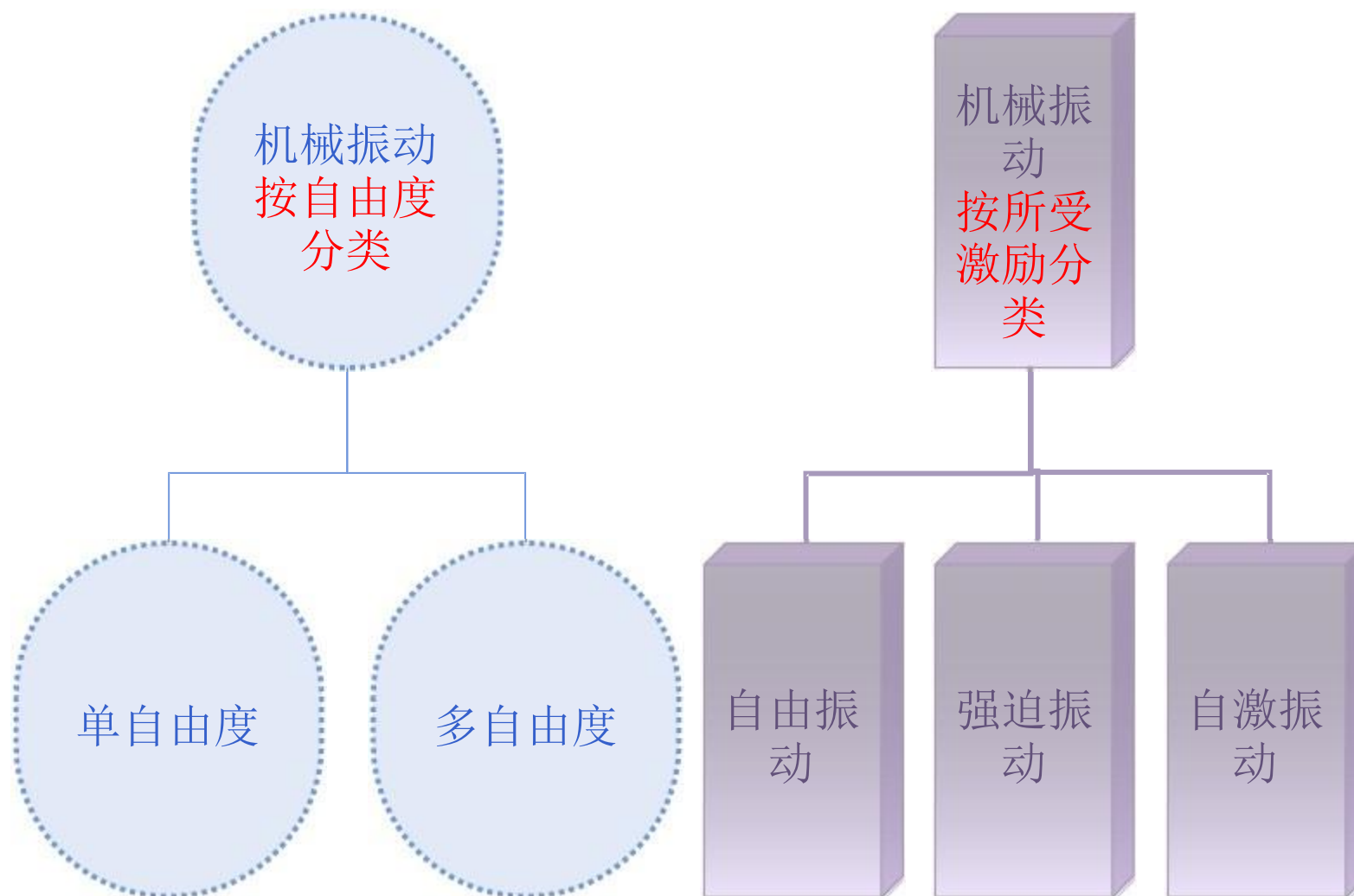
## 一、概念

- **共振音响**是让音频振动机械介质面使整个物体产生共振。
- 共振音响有特有的**穿透性**！可以让音效达到介质另一面，达到介质的另一面也可以收听到乐曲。





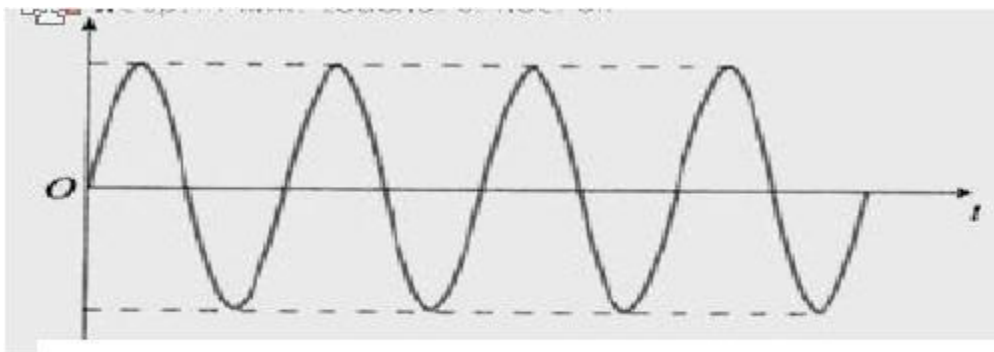
# 一、概念



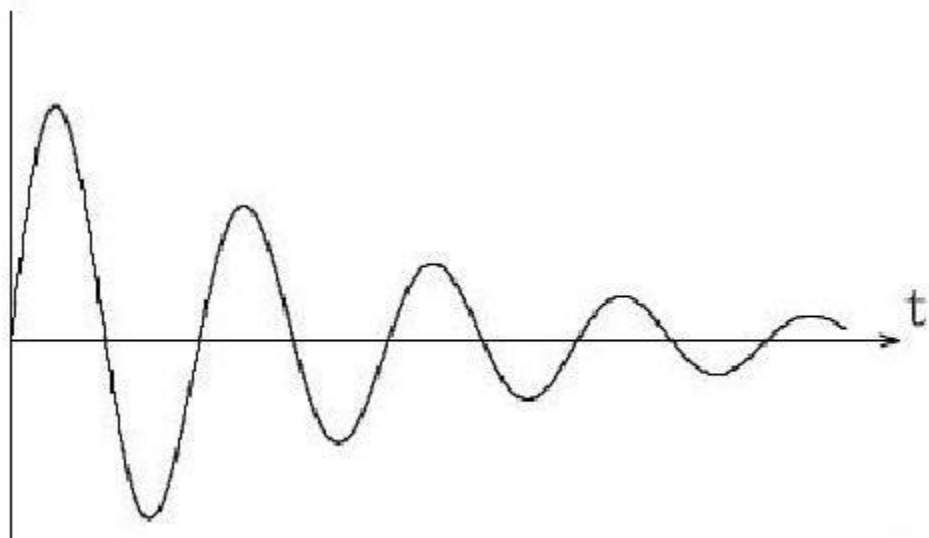




## 一、概念



单自由度无阻尼的自由振动

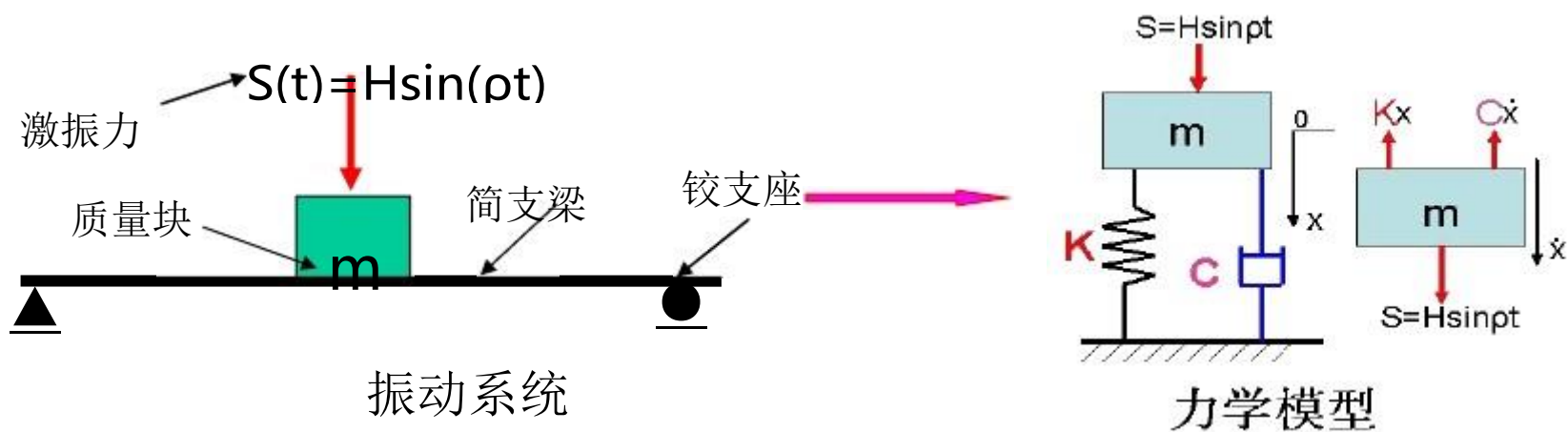


单自由度有阻尼的自由振动（小阻尼）



## 二、机械振动的力学模型

单自由度振动系统的简化:



系统振动微分方程:  $m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = H\sin(pt)$

当  $s(t) = H\sin t$  且为无阻尼时, 系统为自由振动

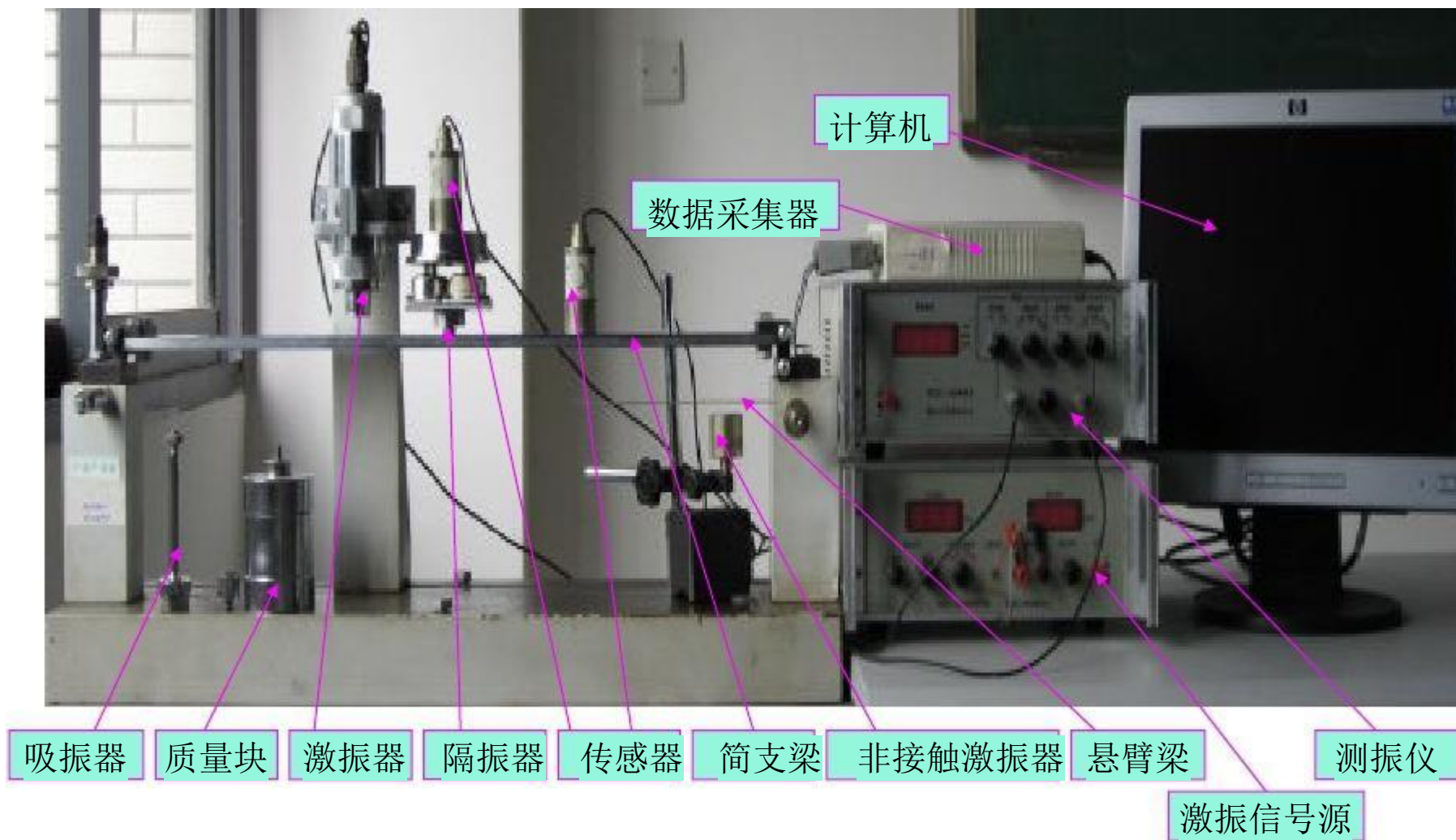




### 三、本实验的仪器图例

当  $s(t) = H \sin t$  且为小阻尼时，系统为自由衰减振动当

$s(t) = H \sin t$  且为大阻尼时，系统为强迫振动



- 1、 了解振动系统和测振系统的组成及原理；
- 2、 了解单自由度系统振动模型的有关概念；





## 四、实验目的

- 3、学习用衰减振动波形及共振法测试振动系统固有频率的原理和方法；
- 5、测定简支梁振动系统的固有频率、周期、阻尼比及幅频特性曲线；



## 五、实验仪器

- 1、简支梁振动系统；
- 2、 ZG-1 型传感器
- 3、 SJF-3 型激振信号源



## 六、单自由度系统自由衰减振动实验步骤

4、 SCZ2-3 型测振仪

5、 JZ-1 型激振器 6、 虚拟测试系统

- (1)将传感器置于集中质量块上，输出端接测振仪。
- (2)在计算机屏幕上点击左下角“退出系统”处按 [单]，进入 FFT 频谱分析仪。
- (3)点击左下角“数据源”处按钮 [再线]，采样参数选择：频道 1 024Hz、通道 1 或 2、采样长度取 5。
- (4)参数设定好后，点击 [确定] 按钮、同时用手轻敲击简支梁（每 1-2 秒敲击 3 次）。
- (5)波形窗口出现后，用 [页面控制] 按钮选择一段规则波形来确定分析波峰次数  $a$ ，用鼠标点击选定起始波峰处，从波形图上方读出时间值并



## 七、单自由度系统强迫振动实验步骤

记录下来；同理，记录终止波峰处的时间值，计算  $a$  个波峰间的时间差。

(6)根据公式计算出简支梁振动系统的周期  $T$  和固有频率  $f$ 。周

$$\text{期: } T = (t_a - t_1)/a \quad \text{固有频率: } f = 1/T$$

(1)将传感器置于集中质量块上，输出端接测振仪。

(2)将激振器接入激振信号源的输出端，开启激振信号源的电源开关，将电流调到  $80$  至  $100\text{mA}$  之间，使系统产生正弦振动。

(3)按一定的规律，调节激振信号源输出信号的频率，从测振仪上读出给定的各频率所对应的振动幅值并记录下来。

(4)以频率为横坐标，振动幅值为纵坐标，绘出系统的幅频特性曲线来。



(5)在幅频特性曲线上，以幅值等于  $0.707B_{mxa}$  为纵坐标，作一条水平线相交与幅频特性曲线上的  $a$ 、 $b$  两点，以  $a$ 、 $b$  两点向横坐标作垂线，相交于两个频率  $\rho_a$  和  $\rho_b$ ，再用公式计算出阻尼比  $\xi$  和固有频率  $f$ 。

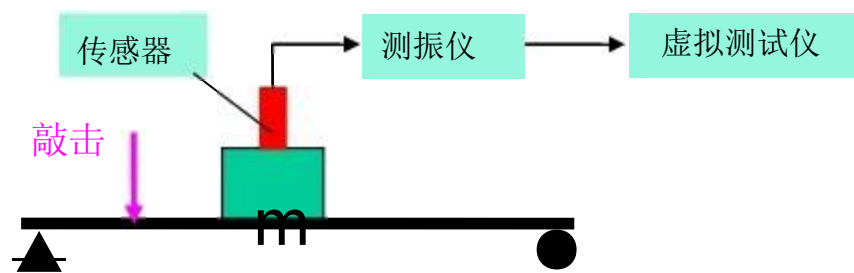
阻尼比：  $\xi = (\rho_b - \rho_a) / 2 \rho_0$ ；固有率：  $f = \rho_0$

(6)在幅频特性曲线上，找出最大的幅值  $B_{mxa}$  所对应的频率值，即为简支梁振动系统的固有频率  $f$ 。

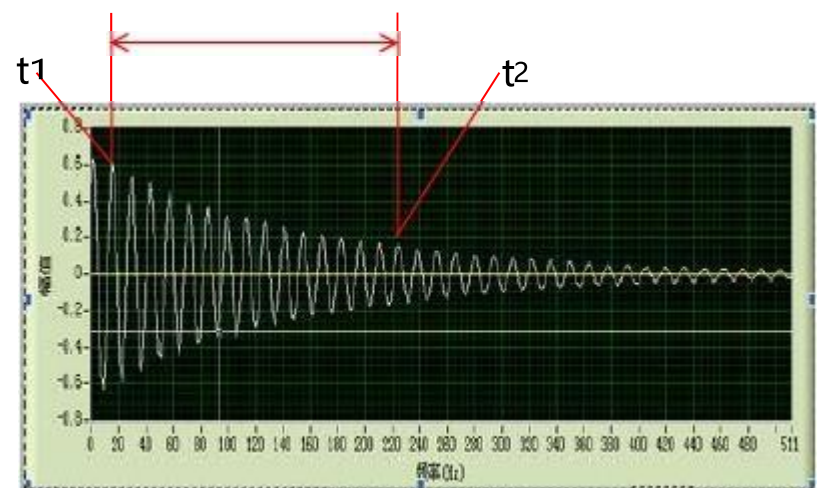


## 八、单自由度系统自由衰减振动实验

振幅经过  $a$  次衰减



自由衰减振动测试装置图



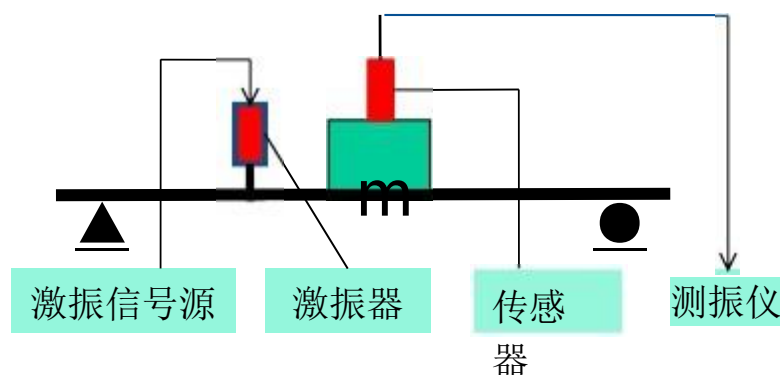
自由衰减振动波形图

计算公式：周期  $T = (t_2 - t_1) / a$  固有频率  $f = 1/T$  衰减振动数据记录表：

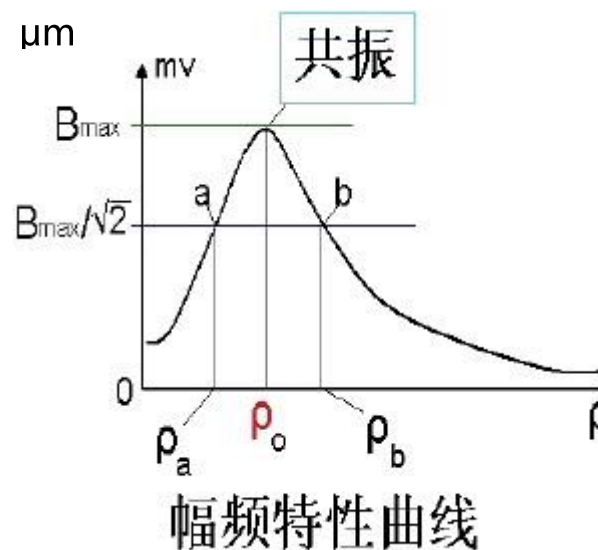
时间 $t_2$ (s)	时间 $t_1$ (s)	衰减次数 $a$	周期 $T$ (s)	固有频率 $f$ (1/s)



## 九、单自由度系统强迫振动实验



强迫振动测试装置图



计算公式 : 阻尼比  $\zeta = (\rho_b - \rho_a) / (2\rho_0)$ ; 固有频率:  $f_0$  幅

频特性曲线数据记录表:



频率 (Hz)	10	15	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
振幅 ( $\mu\text{m}$ )															
频率 (Hz)	33	34	35	36	37	38	39	40	45	50	55	60	65	70	75
振幅 ( $\mu\text{m}$ )															



## 十、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。