



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

振动测试

振动测试传感器

主讲：马怀祥

# 振动测试传感器



在线开放课程

测振传感器： 将被测对象的机械振动量（位移、速度或加速度）转换为与之有确定关系的电量（如电流、电压或电荷）的装置。

拾振器 它是在振动测量中对传感器的习惯称呼。

## 拾振器的分类:



在线开放课程

(1) 按被转换运动量的不同

加速度拾振器

速度拾振器

位移拾振器

(2) 按是否与被测件接触

接触式拾振器

非接触式拾振器

(3) 按被测振动的性质

绝对式拾振器

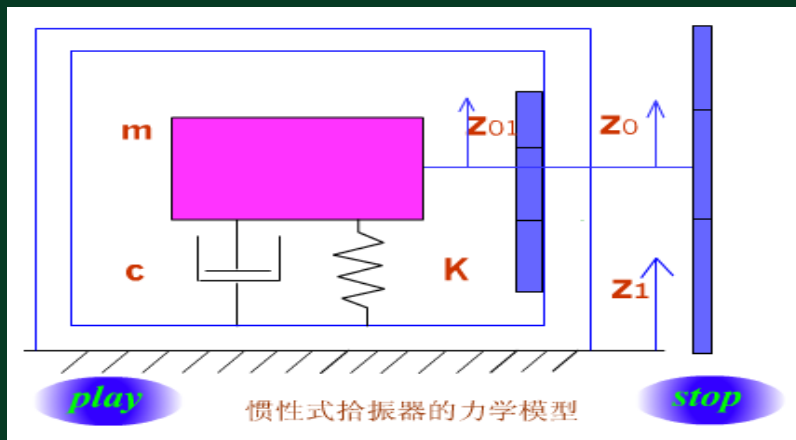
相对式拾振器

# 振动测试传感器

## 1、惯性式拾振器的工作原理

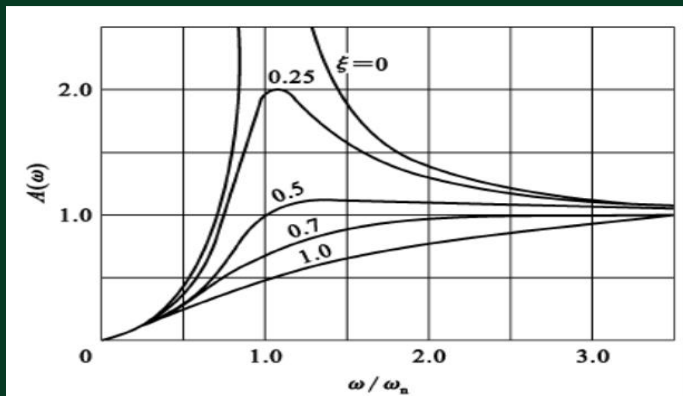
其壳体固定在被测件上，其内部利用弹簧—质量系统来感受振动。

**拾振器的输入:**其壳体和被测件固接，壳体的振动视同于被测物体的振动，**模型的输出:**拾振器内部的质量块对壳体的相对运动量，转换为电量。



单自由度系统的基础激励

# 振动测试传感器



惯性式位移传感器的输出位移反映被测振动的位移量

- 位移传感器的上限测量频率在理论上是无限的，但实际上受具体仪器结构和元器件特性、后继放大电路频响等条件的限制，不能太高。
- 下限测量频率则受弹性元件的强度和质量块尺寸、重量等因素的限制，使 $\omega_n$ 不能太小。
- 因此位移传感器的频率范围是有限的。

# 振动测试传感器

若输入输出均为速度，基础运动为绝对速度，输出为相对于壳体的相对速度，则拾振器为惯性式速度拾振器，则幅频特性表达式：

$$A(\omega) = \frac{(\omega / \omega_n)^2}{\sqrt{[1 - (\frac{\omega}{\omega_n})^2]^2 + (2\xi \frac{\omega}{\omega_n})^2}}$$

# 振动测试传感器

如果惯性式加速度传感器的质量块相对位移与被测振动的加速度成正比，可用质量块的位移来反映被测振动的加速度大小。加速度传感器的幅频特性的表达式：

$$A(\omega) = \frac{(\omega / \omega_n)^2}{\omega^2 \sqrt{[1 - (\omega / \omega_n)^2]^2 + [2\xi \omega / \omega_n]^2}}$$

# 振动测试传感器

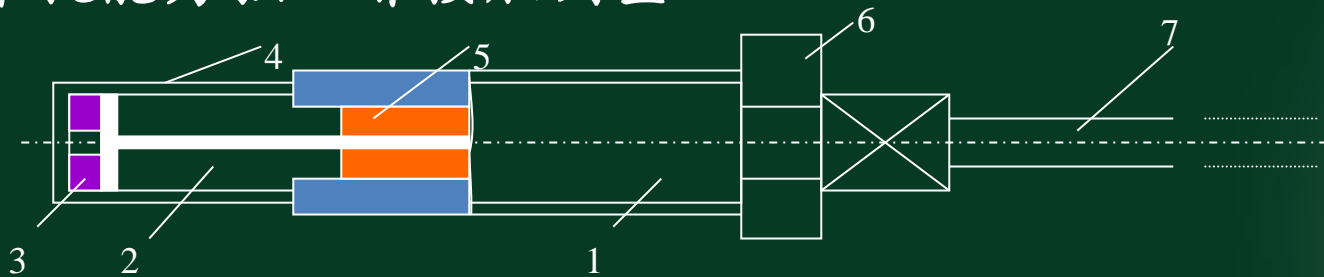
- 1) 惯性式加速度传感器的最大优点是它具有**零频率特性**，即理论上它的下限测量频率为零，实际上是下限测量频率极低。
- 2) 此外，为使 $\omega_n$ 远大于被测振动频率，加速度传感器的尺寸、质量可作得很小(小于1g)，从而对被测对象的附加影响也小。



# 振动测试传感器

## 2、电涡流式位移传感器

线性范围大、灵敏度高、频率范围宽、抗  
干扰能力强、非接触测量



1-壳体 2-框架 3-线圈 4-保护套 5-填料 6-螺母 7-电缆

# 振动测试传感器

## 3、磁电式速度传感器

(1) 导磁铁心由弹簧片支撑，弹簧片的径向刚度很大，使导磁铁心永远处于中间位置。

(2) 弹簧片的轴向刚度很小，与导磁铁心一起构成固有频率很低的振动系统。

由于弹簧片支持在壳体上，当固定在试件的速度计壳体和试件一起振动时，导磁铁心、弹簧阻尼系统将产生受迫振动。

当基础的振动频率远远超过传感器的固有频率

(  $\omega \gg \omega_n$  )，且传感器的阻尼不大时，传感器(质量块)的振动趋于零。可以近似的认为传感器在绝对空间中是静止的。这样，运动壳体对于不动的导磁铁心组件的相对运动速度就是壳体的绝对振动速度

磁电式速度计示意图

# 振动测试传感器

据电磁感应定律 当线圈切割磁力线时,必输出感应电动势 $e=kv$

在线开放课程

如果在导磁铁心上端安装一顶杆,分别使壳体和顶杆与两个不同的试件相连,则线圈在磁场中的运动速度就是两试件的相对速度,其输出电压与两试件的速度成比例。

这就是磁电式相对速度计。

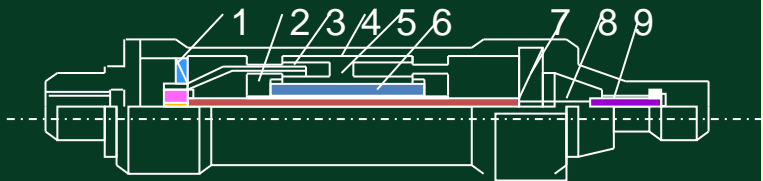
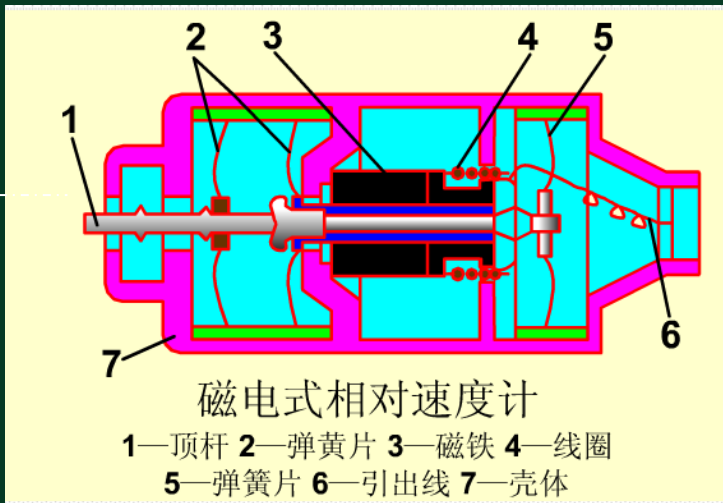


图 7-12 磁电式速度计示意图

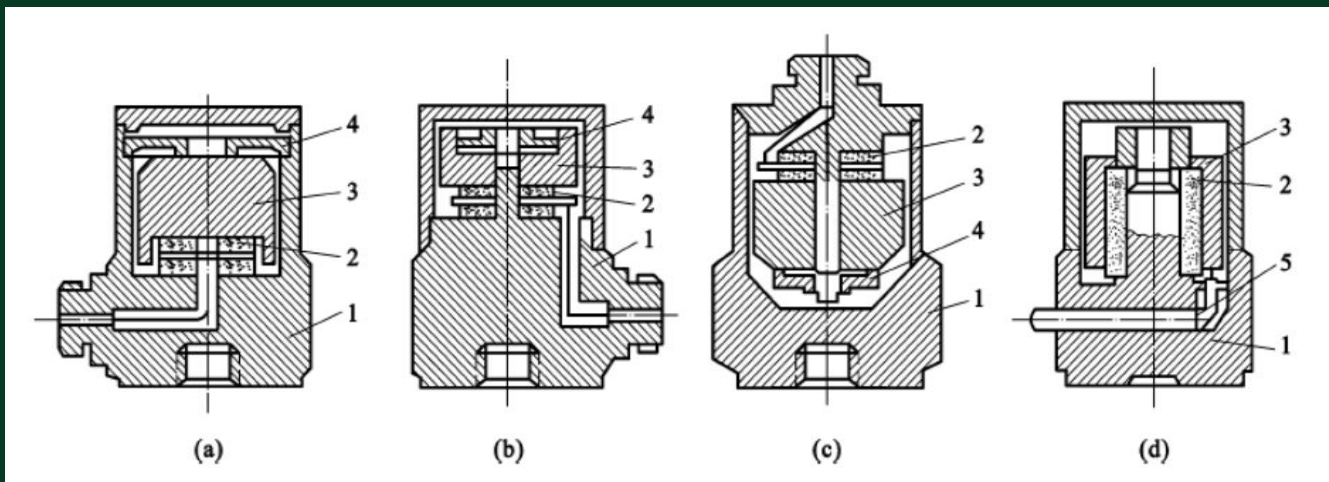
- 1—弹簧片 2—磁靴 3—阻尼杯
- 4—外壳 5—铝架 6—磁钢 7—弹簧片
- 8—导线 9—接线座



# 振动测试传感器

## 4、压电式加速度传感器

以压电材料为转换元件的装置，其电荷或电压的输出与加速度成正比。



a) 外围配合压缩式 b) 中心配合压缩式 c) 倒装中心配合压缩式 d) 剪切式

# 振动测试传感器

## 5 灵敏度

压电式加速度计属于发电型传感器，可以把它看成电压源或电荷源，故灵敏度有电压灵敏度和电荷灵敏度两种表示方法。

前者是加速度计输出电压（mV）与所承受加速度之比；

后者是加速度计输出电荷（pC）与所承受加速度之比。

压电式加速度计的横向灵敏度表示它对横向振动的灵敏程度，常以主灵敏度（即加速度计的电压或电荷灵敏度）的百分比表示。

一般在壳体上用小红点标出最小横向灵敏度方向，一个优良的加速度计的横向灵敏度应小于主灵敏度的 3%。

# 振动测试传感器

## 6、测振传感器的合理选择

### 1) 采用位移传感器的情况

- 考虑振动位移幅值
- 测量振动位移幅值的部位正好是需要分析应力的部位
- 测低频振动时，不采用速度传感器或加速度传感器

# 振动测试传感器

## 2) 用速度传感器的情况

- 振动位移的幅值太小
- 与声响有关的振动测量
- 中频振动测量

## 3) 采用加速度传感器的情况

- 高频振动测量
- 对机器部件的受力、载荷或应力需作分析の場合
- 不允许传感器体积大时，采用小型压电式加速度传感器

# 小结

掌握振动传感器的转换原理及其应用

