

压电式传感器测量振动实验

一、实验目的:

- 1、了解压电式传感器结构及其特点;
- 2、了解压电式传感器测量电路的组成方式和测量振动的方法。

二、基本原理:

压电式传感器是一和典型的发电型传感器,其传感元件是压电材料,它以压电材料的压电效应为转换机理实现力到电量的转换。压电式传感器可以对各种动态力、机械冲击和振动进行测量,在声学、医学、力学、导航方面都得到广泛的应用。

1、压电效应:

一些离子型晶体的电介质(如石英、酒石酸钾钠、钛酸钡等)不仅在电场力作用下,而且在机械力作用下,都会产生极化现象。即:在这些电介质的一定方向上施加机械力而产生变形时,就会引起它内部正负电荷中心相对转移而产生电的极化,从而导致其两个相对表面(极化面)上出现符号相反的束缚电荷,且其电位移 D (在 MKS 单位制中即电荷密度 σ) 与外应力张量 T 成正比。当外力消失,又恢复不带电原状;当外力变向,电荷极性随之而变。这种现象称为正压电效应,或简称压电效应。

具有压电效应的材料称为压电材料,常见的压电材料有两类压电单晶体,如石英、酒石酸钾钠等;人工多晶体压电陶瓷,如钛酸钡、锆钛酸铅等。

压电传感器中主要使用的压电材料包括有石英、酒石酸钾钠和磷酸二氢胺。其中石英(二氧化硅)是一种天然晶体,压电效应就是在这种晶体中发现的,在一定的温度范围之内,压电性质一直存在,但温度超过这个范围之后,压电性质完全消失(这个高温就是所谓的“居里点”)。由于随着应力的变化电场变化微小(也就说压电系数比较低),所以石英逐渐被其他的压电晶体所替代。而酒石酸钾钠具有很大的压电灵敏度和压电系数,但是它只能在室温和湿度比较低的环境下才能够应用。磷酸二氢胺属于人造晶体,能够承受高温和相当高的湿度,所以已经得到了广泛的应用。现在压电效应也应用在多晶体上,比如现在的压电陶瓷,包括钛酸钡压电陶瓷、PZT、铌酸盐系压电陶瓷、铌镁酸铅压电陶瓷等等。

2、压电式加速度传感器

图 4-1 是本实验仪上所有的压电式加速度传感器的结构图。图中, M 是惯性质量块, K 是压电晶片。压电式加速度传感器实质上是一个惯性力传感器。在压电晶片 K 上, 放有质量块 M 。当壳体随被测振动体一起振动时, 作用在压电晶体上的力 $F=Ma$ 。当质量 M 一定时, 压电晶体上产生的电荷与加速度 a 成正比。

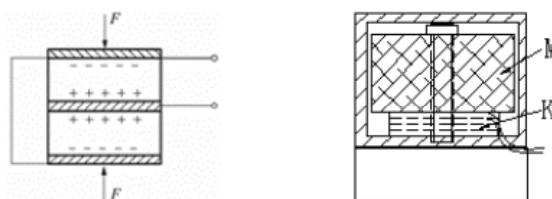


图 4-1 压电式加速度传感器结构示意图

3、压电式加速度传感器测量电路

压电传感器的输出信号很弱小,必须进行放大,压电传感器所配接的放大器有两种结构形式:一种是带电阻反馈的电压放大器,其输出电压与输入电压(即传感器的输出电压)成正比;另一种是带电容反馈的电荷放大器,其输出电压与输入电荷量成正比。

电压放大器测量系统的输出电压对电缆电容 C_c 敏感。当电缆长度变化时, C_c 就变化,使得放大器输入电压 e_i 变化,系统的电压灵敏度也将发生变化,这就增加了测量的困难。电荷放大器则克服了上述电压放大器的缺点。采用电荷放大器时,即使连接电缆长度达百米以

上,其灵敏度也无明显变化,这是电荷放大器的主要优点。电荷放大器的原理图参见图 4-2,压电加速度传感器实验原理如图 4-3 所示。

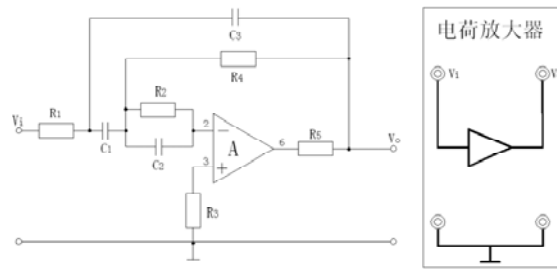


图 4-2 电荷放大器原理图框图

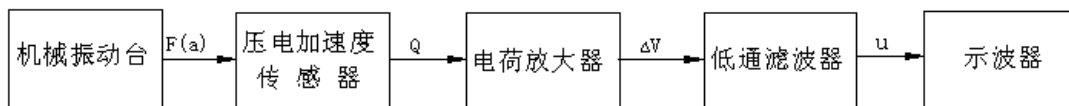


图 4-3 压电式加速度传感器实验原理框图

三、实验步骤:

- 1、按照图 4-4 连接压电式加速度传感器测量电路。
- 2、将显示面板中的低频振荡器幅度旋钮逆时针缓慢转到底（低频输出幅度最小），调节低频振荡器的频率在 8Hz~10Hz 左右。检查接线无误后合上主、副电源开关。再调节低频振荡器的幅度使振动台明显振动并固定此幅度值不变（如振动不明显可调频率）。
- 3、用示波器观察低通滤波器输出端波形，并读取峰峰值记录在表 4-1 中；在振动台正常振动时用手指敲击振动台同时观察输出波形变化。
- 4、改变低频振荡器的频率，用示波器观察输出波形变化并读取峰峰值记录在表 4-1 中。实验完毕，关闭所有电源开关。

表4-1 压电式传感器测振动实验数据

频率 (Hz)									
V _{p-p} (V)									

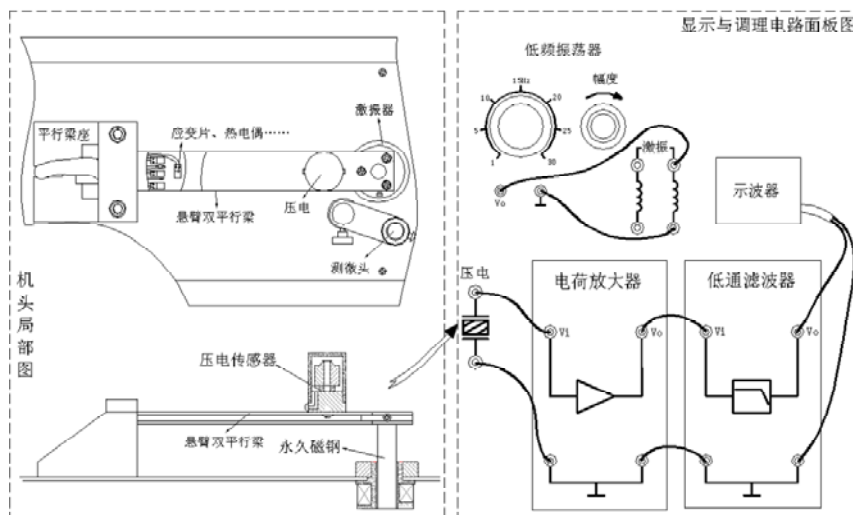


图 4-4 压电式加速度传感器实验接线示意图

四、思考题:

- 1、根据实验结果,可知本实验仪的自振频率是多少?
- 2、试着说明压电式传感器的特点。