

传感器的选择

压电加速度传感器有许多种型号，每一种型号都有自己特别适用的某些用途。为了获得高保真度的测试数据，我们必须根据测试的使用要求，选择最合适的压电加速度传感器。通常，选择压电加速度传感器最主要的权衡因素是重量、频率响应和灵敏度。

1. 重量

传感器作为被测物体的附加质量，必然会影响其运动状态。如果加速度传感器的质量接近于被测物体的动态质量，则被测物体的振动就会受到影响而明显减弱。对于有些被测构件虽然作为一个整体质量很大，但是在传感器安装的局部，例如一些薄壁结构，传感器的质量已经可以与结构局部质量相比拟，也将会使结构的局部运动状态受到影响。因此要求传感器的质量 m_a 远小于被测物体传感器安装点的动态质量 m 。

由于传感器质量的影响，会使被测构件的振动加速度 a 降低，其降低的加速度 Δa 可用下式估算：
$$\Delta a = a \left[1 - m / (m_a + m) \right]$$
。

2. 频率响应特性

低频响应特性：传感器用户手册给出的下限频率为-10%频响。LC01 系列内装 IC 压电加速度传感器的低频响应特性主要由内装 IC 电路芯片的下限频率和传感器的基座应变、热释电效应等环境特性决定；LC04 系列压电加速度传感器的低频响应特性主要由电荷放大器的下限频率和传感器的基座应变、热释电效应等环境特性决定。内装 IC 电路芯片和电荷放大器的下限频率取决于 RC 电路，

也就是取决于放电时间常数 DTC ($DTC = R \cdot C$, 下降 3dB 低频 $f = 0.16/DTC$, 下降 10%低频 $f = 0.34/DTC$, 下降 5%低频 $f = 0.5/DTC$) 。放电时间常数越大, 信号衰减越慢, 低频响应越好。放电时间常数不仅决定低频响应, 而且决定放电时间。在实验室只测一两个点, 放电时间为几秒或更长都可以, 但是在工业现场进行多点测量则不一样。因此决定时间常数时必须兼顾低频响应和放电时间。基座应变、环境温度变化等环境干扰引起的输出通常在 5Hz 以下, 因此, 当测试信号频率在 5Hz 以上时, 应将内装 IC 电路芯片和电荷放大器的下限截止频率置于 5Hz 以上, 借以滤除压电传感器的热电等环境干扰引起的噪声输出。实验证明: 当测试环境温度突然变化 30°C 时, LC0401(中心压缩结构)压电加速度的瞬变温度输出约为 1.5g; 而 LC0406(隔离剪切结构)的瞬变温度输出仅为 0.15g。因此, 当测试信号频率在 5Hz 以下时, 应选择诸如隔离剪切结构等隔离基座应变、热释电效应等环境干扰性能好的加速度传感器。应变加速度传感器具有响应静态信号的特性。

高频响应特性: 高频响应取决于公式 $f_o = \frac{1}{2\pi} \sqrt{k/m}$ 。式中: f_o — 谐振频率; k — 敏感结构的组合刚度; m — 质量块的大小。在敏感结构的组合刚度一定的前提下, 质量块越大, 谐振频率越低。一个大的质量块, 产生高的机械增益, 因此传感器的灵敏度高, 噪声低。相反, 一个小的质量块, 产生低的机械增益, 因此传感器的灵敏度低, 输出小, 但是频率范围宽, 可测量较高的频率信号。传感器用户手册给出的上限频率为+10%频响, 大约为安装谐振频率的 $1/3$; 如果要求上限频率误差为+5%, 大约为安装谐振频率的 $1/5$ 。如果采用适当的校正系数, 在更高的频率范围也能得到可靠的测试数据。

3. 灵敏度

灵敏度越高，在电路不放大的基础上，质量块越大（机械增益越大），传感器的输出越大，系统的信噪比越高，而抗干扰能力和分辨率也越强。陶瓷敏感元件有着非常高的信噪比，在没有电噪声的妨碍下，能测非常小的振动信号。但是就特定结构的传感器来讲，灵敏度越高，传感器的重量越大，量程和谐振频率也越低。

就量程来讲，对于电荷型输出的 LC04 系列压电加速度传感器，可以通过调节电荷放大器增益来调节量程范围；但对于 LC01 系列内装 IC 压电加速度传感器，满量程输出特性在传感器内已经固定，量程范围是不可调节的。目前比较流行的内装 IC 压电加速度传感器，它的激励电压为 18-30VDC，而且要求恒流供电 2-20mA，它的输出为叠加在直流偏压上的交流信号。直流偏压通常能被后接的信号调理器中的隔直电容隔掉，所以我们能直接读出它的交流信号，这个交流信号的最大输出一般为 5VAC。因此，一个直流偏压为 9.5VDC、灵敏度为 100 mV/g 的 LC01 系列内装 IC 压电加速度传感器，其量程（最大测量信号）是 50g。如果要增大量程范围，可通过降低灵敏度来实现，如一个灵敏度为 10mV/g 的 LC01 系列内装 IC 压电加速度传感器，其量程（最大测量信号）为 500g。

综上所述，灵敏度的选择受到重量、频率响应和量程的制约。一般来讲，在满足频响、重量和量程要求下，应尽量选择高灵敏度的传感器，这样可降低信号调理器的增益（采用×1 即可），提高系统的信噪比。

附 1:

内装 IC 压电加速度传感器（LC01 系列）
与压电加速度传感器（LC04 系列）性能对比

传感器类型	优 点	缺 点
<p style="text-align: center;">LC01 系列 内 装 IC 压电加速度传感器</p>	<p>(1) 低阻抗输出, 抗干扰能力强, 可以进行长电缆传输, 而不致引起噪声增加;</p> <p>(2) 可直接与内置恒流源的数据采集器连接;</p> <p>(3) 可以使用通用同轴电缆或丝线;</p> <p>(4) 性能价格比高, 多点测量, 总的系统价格较低;</p> <p>(5) 安装方便, 使用简单。</p>	<p>(1) 量程在传感器内已固定, 不可调节;</p> <p>(2) 温度范围不如电荷型 (LC04) 宽;</p> <p>(3) 放电时间常数 (DTC) 在传感器内部已固定;</p> <p>(4) 内装 IC 电路与传感器承受同样的测试环境。</p>
<p style="text-align: center;">LC04 系列 压电加速度传感器</p>	<p>(1) 可通过调节电荷放大器, 调节满量程输出;</p> <p>(2) 结构简单, 温度范围宽, 高温可达 250℃;</p> <p>(3) 电荷放大器远离测试环境, 外部环境对其影响小;</p> <p>(4) 互换性强, 可方便的与国内外电荷放大器和阻抗变换器配接。</p>	<p>(1) 在安装和使用时, 要特别注意对高阻输出的保护;</p> <p>(2) 外部必须配接电荷放大器;</p> <p>(3) 必须使用特殊的低噪声电缆;</p> <p>(4) 带长电缆 (大于 20 米时) 会引起高电容负载增加, 从而引起电荷放大器噪声增大。</p>

附 2:

传感器型号命名规则

