

压电陶瓷谐振频率的常见问题

压电陶瓷的谐振频率是如何定义的？

压电陶瓷属于振荡机械系统，谐振频率是在压电陶瓷一端固定另一端自由移动状态下采用非常低的电压信号激励下测得的。

压电陶瓷的谐振频率是由压电陶瓷的刚度以及其有效质量所决定的，也可以通过公式计算得出：

当外部负载后压电陶瓷的谐振频率会改变吗？

答案是肯定的，当有外部机械负载作用在压电陶瓷上时，压电机械系统的谐振频率会有所降低，具体数值我们可以通过以下公式计算得出：

举例：芯明天封装型压电陶瓷 PSt150/10/80 VS10 的谐振频率为 12kHz，有效质量大概为 10g，带载 150g 负载之后，谐振频率变约为 3kHz。

以上理论计算得出的数据可以用于实验的理论分析，实际数据需以测试为准。

当外部负载重量远远超过压电陶瓷有效质量的时候，我们就可以忽略压电陶瓷的质量，系统谐振频率的计算公式变为：

放大机构压电机械系统的谐振频率

由于放大机构的压电机械系统会将压电陶瓷产生的形变放大 n 倍，压电陶瓷的刚度将低到 $1/n^2$ ，系统的刚度则变为 $C_{ges}=C_p+C_t/n^2$ ，相比压电陶瓷原始的谐振频率值，系统谐振频率大大降低。比如芯明天压电扫描台 P18.X300，台体采用机构放大设计原理，行程可达 $370\ \mu\text{m}$ ，内部采用的压电陶瓷的谐振频率为 16kHz，压电扫描台的空载谐振频率为 600Hz。

参数表中的数值解读

通常，我们会在压电陶瓷的参数表中给出长度方向的谐振频率值，压电陶瓷在加工生产的过程中由于生产的工艺不同，对其机电性能会产生一定的影响。因此参数表中给出的谐振频率会有少许的偏差。

压电陶瓷可以在谐振频率点上使用吗？

对于单层压电陶瓷来说当然可以，因为单层压电陶瓷通常是在谐振点上使用，此时可以获得最大的振幅。

但对于我们今天探讨的叠堆型压电陶瓷来说则不可以，且叠堆压电陶瓷要远低于它的谐振点使用，这是因为受到压电陶瓷响应时间即阶跃时间、功率、动态力等多种因素的限制。

阶跃时间：压电陶瓷在电压激励信号下在最短的时间内膨胀伸长到最大位移，这个时间我们称之为阶跃时间，它是由压电陶瓷的谐振频率决定的（但需保证所采用的压电控制器需要具有足够大的电流）：

芯明天封装压电陶瓷 PSt150/7/20 VS12 配套 E52 系统大功率压电控制器。可以实现 $33\ \mu\text{s}$ 的阶跃时间。

叠堆压电陶瓷只有一个谐振频率吗？

压电陶瓷参数表所给出的谐振频率通常为轴向即长度方向的谐振频率，我们可以看出，相同横截面积的压电陶瓷长度越短，谐振频率越大。

但压电陶瓷不只有轴向谐振频率，还存在其他谐振频率。当长宽比大的时候，弯曲模式的谐振频率比轴向谐振频率低。压电陶瓷还存在径向谐振频率，当直径远远大于陶瓷长度的时候，径向谐振频率低于轴向谐振频率。

在谐振频率以下使用，压电陶瓷的形变会跟随驱动信号而变化，在谐振点上压电陶瓷发生共振，驱动信号与压电陶瓷作动会存在较大的相差。