

压电陶瓷的阶跃时间

响应速度快是压电陶瓷一个非常典型的特性,快速的电压改变促使压电陶瓷快速产生膨胀形变,压电陶瓷在加载预紧力状态下可以输出良好的动态性能(但需要控制在它的谐振频率点以下使用,上一期微信中我们详细介绍过压电陶瓷的谐振频率)。压电陶瓷的这个特性在很多动态应用中起着非常重要的作用,比如显微扫描、稳像、阀门、开关、冲击波发生器、主动震动等。

压电陶瓷的跃时间

压电陶瓷的阶跃时间也可以理解为压电陶瓷最快的响应时间,当给压电陶瓷加载一个很快的电压脉冲信号时,压电陶瓷会在阶跃时间 T_{min} 内快速膨胀形变,同时压电陶瓷谐振频率会被激起,产生阻尼震荡后达到稳定的位置。

压电陶瓷迅速膨胀形变到最大位移时的最短上升时间 T_{min} 是由其谐振频率决定的。当控制电压信号迅速增到最大,压电陶瓷会在谐振频率 $1/3$ 周期内达到位移的最大值。

比如一个一端固定的压电陶瓷谐振频率 $f_0=10\text{kHz}$,在驱动电流足够的条件下它可以在 $33\mu\text{s}$ 内达到最大位移。

下图为芯明天 XP-611.X 压电纳米定位台在脉冲信号激励后的响应时间图,60ms 内大概是 40 次震荡,阶跃时间大概为 0.56ms。越快的脉冲信号会激起越大的振幅。芯明天直驱机构及闭环版本压电纳米定位台在脉冲信号驱动下则不会产生震荡。

响应时间的快慢跟压电系统的谐振频率有关,但是要确保驱动压电陶瓷的控制器能够产生足够大的电流。芯明天 E52 系列压电控制器的峰值电流可达 17A。

最快的响应时间需要满足动态的最大电流:

闭环 VS 开环压电产品阶跃时间

闭环压电纳米定位台类产品由于内部配置了闭环传感器，压电控制器通过 PID 算法对接收到的传感信号所检测到的位置进行电压调整从而修正位移，因此阶跃时间比开环状态明显变慢。

封装陶瓷 VS 纳米定位台阶跃时间

由于封装压电陶瓷的谐振频率非常高，阶跃时间相对较快，而压电纳米定位台产品由于机械铰链结构的限制使得谐振频率相对压电陶瓷有所降低，因此阶跃时间也会随之降低。

芯明天压电产品阶跃时间

封装型压电陶瓷产品

芯明天封装型压电陶瓷的谐振频率在 3-40kHz，阶跃时间非常快，例如 PSt 150/7/20VS12 配套 E52 系列大功率压电控制器的阶跃时间可以达到 33 μ s。

压电纳米定位台

芯明天压电纳米定位台的谐振频率通常在几百至几千赫兹之间，例如 XP-611.X 开环的阶跃时间为 0.56ms，闭环型号的阶跃时间为 15ms，XP-611.XYZ 三维压电纳米定位台由于其高精度，响应速度快及稳定性好等特点已经成功批量应用于工业精密加工领域。

压电偏转镜

在主动光学、激光通信、光路调整等动态扫描应用中，对压电偏转镜的动态性提出了很高的要求，芯明天压电偏转镜系列产品的出色表现已经成功应用于卫星通信技术实验中，并受到广大用户的一致好评，芯明天 P33.T2S 配套 E00/E01 系列压电控制器，可以实现 1.1ms 的阶跃时间。