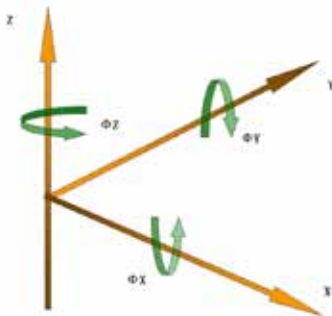


精密位移系统技术参数介绍

选购精密位移定位产品的时候要根据具体的应用考虑不同性能指标，应用环境，调整频繁度等诸多问题正确理解各项技术指标的物理意义，对最终组件的应用系统至关重要，因此本文就常用的一些技术指标和产品选型做一下简要介绍。

任何位移定位都基于笛卡尔直角坐标系内的任意刚体六个自由度的改变。

六个自由度：三个分别沿着 x、y、z 轴方向的平移自由度，三个围绕 x、y、z 轴的旋转自由度（如图）。



行业内部一般标准

左右为 X 轴

前后为 Y 轴

上下为 Z 轴

对于单轴位移机构，理想的状态就是她只沿着我们要求的运动方向单一运动，其他自由度上没有移动量，但是实际上是做不到的，所以我们除了要控制好运动方向这个自由度之外，还学要约束或者调整其他五个方面的自由度运动。对于多轴组合运动，如何减小联动现象，避免干涉位移是系统组合考虑的最大问题。

当选择一款专业的位移台时，需要考虑很多不同评定位移台性能的指标。了解各种各样参数的定义以及他们如何影响运动结果将简化产品的选择过程。下面是位移台的常见技术指标。

1. 分辨率（Resolution）

分辨率是指移动系统可以分辨的最小位置增量，它不同于系统的最小控制增量。往往是理论值，分辨率同样涉及到显示器和数据采集器的分辨率，通常取决于编码器的输出，但由于滞后、背隙等导致传动系统的降低，因而大多系统的最小移动增量都不等于分辨率，除非编码器直接测量传动。例如针对电控位移台而言，分辨率为步进电机每转动最小的一步，电控平移台的理论运动输出量。

电动平移台的分辨率用以下公式计算：分辨率 = $\frac{\text{螺杆导程}}{\frac{360}{\text{电机步距角}} \times \text{电机驱动器细分数}}$

例如：螺杆导程是 4mm，电机的步距角是 1.8° 驱动器设置为 20 细分，则分辨率是 0.001mm。

电动旋转台的角分辨率可以用以下公式计算：分辨率 = $\frac{4}{\frac{360}{1.8} \times 20} = 0.001\text{mm}$

产品介绍

电动旋转台的角分辨率可以用以下公式计算：
$$\text{角度分辨率} = \frac{\text{步距角}}{\text{电机驱动器细分数} \times \text{传动比}}$$

例如：电机的步距角是 1.8° ，传动比是 180:1，驱动器设置 20 细分，则角分辨率是 0.0005° 。

$$\text{角度分辨率} = \frac{1.8}{20 \times 180} = 0.0005^\circ$$

2. 误差 (Error, Deviation)

误差是指实测的品质参数和理想的 / 需要的结果之间的差值。误差主要有两方面：轴向误差，如重复定位精度，与沿着运动方向的参数有关；非轴向误差，与倾斜，与约束的自由度方向相关。

3. 灵敏度 (Sensitivity)

能产生一个输出运动的最小输入，通常用来表征手动位移台，也可以定义为输入驱动和输出运动的比值，这个术语经常和分辨率混淆。

4. 最小位移增量 (incremental)

手动或者电动可以真实输出的最小移动数值，手动与操作人员的技能有很大关系，电控位移台是整体综合性体现。

5. 精度 (Accuracy)

精度往往被误解为最小移动增量，但是实际精度的定义很笼统，有很多种定义对于一个给定的输入，实际位置和理想位置之间的最大差距。运动系统的精度跟实际位置的测量方式有很大的关系，所以对于开环设备中精度并不是一个很有意义的参数。

6. 绝对精度 Absolute Accuracy

绝对精度是指系统针对命令输入或理想输入的输出，更直观的说应该叫不确定度。当要求一个运动系统精确运动 10mm，而实际上只运动了 9.99mm，则不确定度是 0.01mm。

7. 重复定位精度 (Repeatability)

重复定位精度是指移动系统多次可到达一个既定点的能力。通常所说的重复定位精度指的是单向重复定位精度，这个参数避开了系统的空回和滞后，避免数据统计混乱，单向重复定位精度是指运动系统仅在一个方向上做重复增量运动，确定参考点后不小于 5 次移动到参考点，记录其误差最大值。

因此一个更重要的定义是双向重复定位精度，既无论运动方向多次尝试达到一个严格意义点的能力。

8. 空回 (Backlash)

空回是指不至引起反向可测量输出的最大输出量。轴向预紧不够或传动链元件的啮合不好会导致空回，例如啮合齿轮上的齿不好。空回是相对稳定的并且可以用好的控制器补偿。

9. 偏心和摆动 Eccentricity and Wobble

偏心有时也称同心度，旋台的偏心的是指当旋台旋转时它的旋转中心与平均位置的偏差。如果一个旋台是绝对同心的，那么在旋转时就没有偏心。对于选台，摆动是旋转轴的角度偏差。

10. 跳动 Runout

跳动是指非轴向线性误差。这是位移台的理想直线运动和实测直线运动之间的偏差。跳动有两个正交分量：表征水平方向偏差的直线度和表征垂直方向偏差的平面度。

11. 倾斜和晃动 Tilt and Wobble

倾斜和晃动是指非轴向角度误差。它是指理想的运动直线和实测的运动台之间的偏移量。倾斜和晃动有三个相互垂直的分量，一般指的是转动、俯仰和偏摆。这三个分量决定了由几何形状引起的所有运动系统误差。

12. 负载能力 Load Capacity

对于位移台来说，负载能力是指所允许的作用于位移台台面中心且与运动方向和工作台面垂直的合力大小。对于旋转台来说，合力的方向是沿着旋转轴的。若负载不在工作台的中心，则负载需适当减少。

产品举例说明：

电控位移台简称电移台，因其精度高、速度快、承载大、行程长、自动化高而被广泛应用于科研、激光应用、全自动计量检验，工业自动化等领域，并且可以实现在真空、污染、无菌、辐射等环境下的自动位移控制。

电控位移系统由三部分组成：位移台、驱动电机和控制器。位移台是系统的核心，它决定了位移精度、行程、承载、稳定性、适用环境及外形尺寸等主要技术指标。驱动电机及控制器主要决定驱动扭矩、分辨率、加减速度、信号处理、使用功能（如扫面、圆弧插补）等性能参数。

一、电控平移台

1、对电控平移台运动平稳性和承载大小影响最大的是导轨的选择。目前常用的导轨形式主要有燕尾导轨、交叉滚珠导轨、线性轴承导轨、线性滑轨。

各种导轨的主要特征和性能见下表：

产品介绍

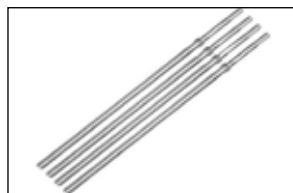


	燕尾导轨	线性轴承	交叉滚柱导轨	线性滑轨
摩擦系数	大 (0.25-0.35)	小 (0.002)	小 (0.003)	小 (0.003-0.005)
刚性	高	中	高	高
承载	高	中	高	高
行程	长	中	小	长
定位性能	低	中	高	高
价格	低	低	高	较高
用途	手动位移台 粗定位	小行程 轻负载	小行程 高负载 精密定位	各类精密定位 体积比较大

2、传动螺杆品质对定位精度、轴向间隙、速度和分辨率的影响最大，目前常用的丝杆形式主要有滚珠丝杆、研磨丝杆、梯形丝杆。

滚珠丝杆与螺母之间通过钢珠形成滚动摩擦，运动平稳，容易实现高速运行，并且可以通过改变钢珠直径或采用双螺母有效解决轴向间隙，但小导程制作困难，不利于提高分辨率；研磨丝杆与螺母为滑动摩擦，效率低，速度慢，但小导程可带来高分辨率。梯形螺杆常常应用于减速升降台，特色是有自锁功能。

各种丝杆的主要特征和性能见下表：



	滚珠丝杆	研磨丝杆	梯形丝杆
精密度	高	高	中
导程	中	小	大
耐磨性	高	低	中
价格	高	低	中
用途	各类精密定位	科学实验	升降台

3、机体材质和加工质量对平移台的整体精度和抗环境影响能力决定作用。

不锈钢和铝合金两种材料的比较：

(1) 温度影响

材料受温度影响会引起尺寸的变化，用公式表示为： $\Delta L = \alpha L \Delta T$ ，其中 α 为温度膨胀系数。不锈钢的

热膨胀系数是铝的一半，因此在温度微量变化的场合，不锈钢机体能保证高稳定性。但是我们使用电位移台时的环境温度一般都不是恒定的，变化较大，特别是电移台旁边放置有热源如半导体激光器等，这时的稳定性考量则是另一种情况：材料变形量 ΔL 与材料的温度膨胀系数 α 除以温度传导系数 c 的商（ α/c ）的正比。铝材的温度传导系数 c 是不锈钢的将近十倍，因此铝材机体的变形量比不锈钢小的多。

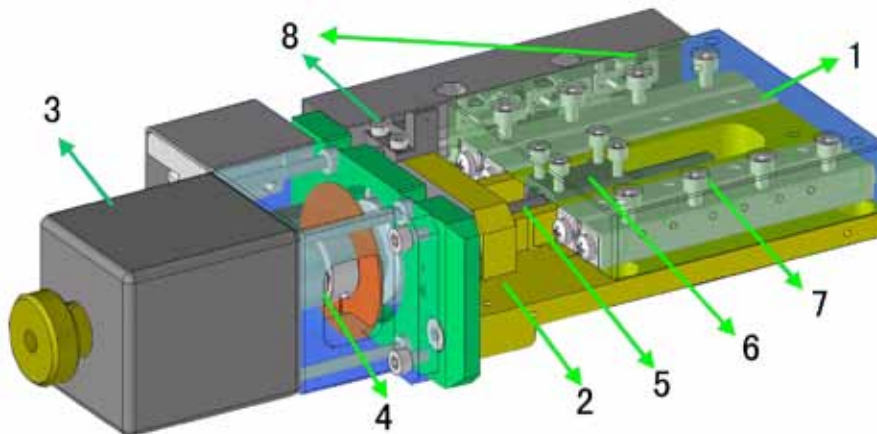
（2）抗振性

材料受到外力时会发生变形，用公式表示为： $F=kx$ ，其中 F 是外力， x 是变形， k 是弹性模量。不锈钢的弹性模量 k 是铝材的三倍，因此稳定性比铝优越。可是在考量抗震性同时，还要考虑材料的密度 ρ ，当 k/ρ 值越大，抗震性能就学好。不锈钢的密度是铝材的三倍，因此抗震性略低于铝材。

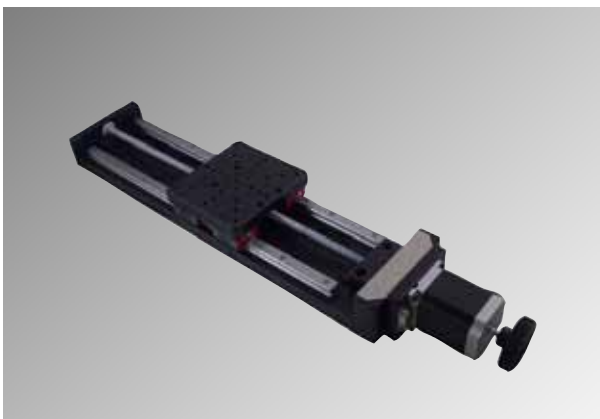
所以位移台的台面底板多采用航空硬铝，导轨丝杆大多为轴承钢，连接部件大多采用不锈钢材质。

4、电控平移台的装调检测是产品品质保障的核心；导轨的固定方法、丝杠的间隙消除、电机与联轴器和丝杆的连接同轴性，轴承座与台面的平行固定方法等等都是电控平移台的装调核心工艺技术。良好的测量工具设备，完善的检测制度是产品质量的关键问题。

我公司生产的电控平移台均精选优质零部件，设计新颖独特，具有多种结构形式，各种精度，不同行程，多种承载和各种外形尺寸供广大客户选用。产品适配步进电机或伺服电机（标准品配有步进电机）；可配装光栅尺进行闭环控制，提高精度；可加装防尘罩，适合多种环境；可根据客户需要定制各种产品。本着用户第一的原则，我们不断的研发出更多更好的产品，为用户提供更多的选择。



- | | | | |
|---------|-----------|-----------|----------|
| 1. 上层台面 | 2. 下层板块 | 3. 步进马达 | 4. 联轴器 |
| 5. 滚珠丝杆 | 6. 滚珠丝杆轴承 | 7. 直线滚珠导轨 | 8. 限位感应器 |



X 轴电移台



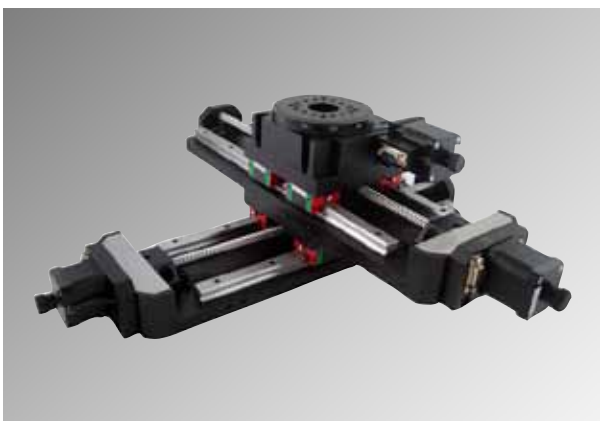
X,Y 组合电移台



X,Y,Z 组合电移台



X,Y,Z, Φ X 组合电移台



X,Y, Φ Z 组合电移台



X,Y,Z, Φ Z 组合