

手动位移台综合介绍

手动位移台产品主要用于对物体进行平移、升降、旋转、俯仰偏摆（包括角位移）等六个空间自由度的调整，适用于自动化程度要求不高的情况。

卓立汉光的手动位移台产品，包括：平移台、升降台、旋转台、角位移台、倾斜台等；根据主体材料、导轨形式、结构特点、驱动方式等的不同，又分为多个系列，各个系列产品的总体情况如下：

NFP系列产品为超高精密型手动位移台，此系列主体材料采用不锈钢，为进口高精度交叉滚柱导轨、分厘卡驱动、弹簧复位；该系列又分为三个子系列，分别是NFP-x561、NFP-x461、NFP-x462系列产品；其中561系列为整体式产品；461和462为分体式产品，并可以组合使用。

APFP系列产品为高精密型手动位移台，此系列主体材料采用不锈钢，为交叉滚柱导轨、分厘卡驱动、弹簧复位；APFP属于整体式产品。

KSM系列产品为高精密型手动位移台，包括几个子系列：KSM系列为平移台；此系列主体材料采用铝合金，为交叉滚柱导轨，分厘卡或螺纹副驱动、台面包括40×40（13mm行程）和65×65（25mm行程），属于分体式产品。该系列产品相互之间可以组合使用，组合后型号为AKSM；KSMV为升降台；KSMR为旋转台；KSMG为角位移台。

PSM系列产品为精密型手动位移台，包括几个子系列：PSM为平移台，主体材料采用铝合金，为钢丝球导轨，分厘卡或螺纹副驱动、台面包括34×34（13mm行程）、45×45（25mm行程）和65×65（25mm行程），属于分体式产品，该系列产品相互之间可以组合使用，组合后型号为APSM；PSMV为升降台；PSMR为旋转台；PSMG为角位移台。

TSM系列产品定义为标准型手动位移台，此系列主体材料采用铝合金，分为若干子系列：

TSM系列平移台采用钢丝球导轨；TSMxxD系列平移台为燕尾副导轨；TSMV为升降台；RSM为旋转台；TSMG为角位移台；TSMW为整体式多轴位移台；TSMT为俯仰/倾斜台；ASM为组合式的多轴位移台。

手动位移台与电控位移台，所使用的材料基本相同，主要为铝、铜和钢，各种材料的特性请参照电移台产品综合说明中的介绍，需要说明的是，在部分要求精度较高、稳定性更好的场合或应用情况下，建议使用NFP或者APFP系列不锈钢产品。

从图1中可以看出，手动位移台产品从构造上分为主体（移动、固定板）、驱动机构（分厘卡、螺纹副）、导向机构（导轨）、复位机构（复位弹簧）等几部分。

手动位移台的驱动（传动）机构，主要分为：分厘卡、螺纹副、齿轮组、齿轮齿条、蜗轮蜗杆传动几种。

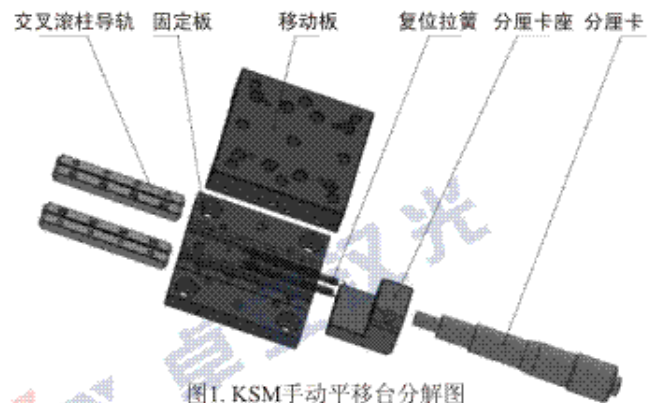


图1. KSM手动平移台分解图

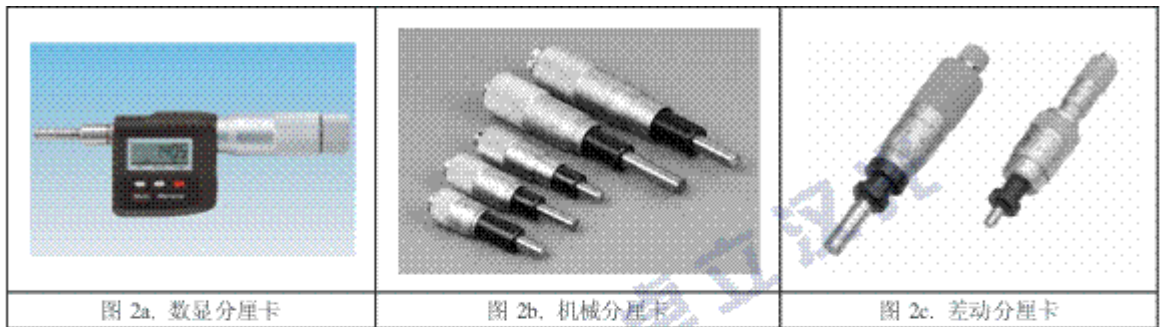
分厘卡（Micrometer）

分厘卡又称微分头、千分尺，通常分为机械分厘卡和电子分厘卡两类。

电子分厘卡，或称数显分厘卡（见图2a）读数较为方便，但由于安装数显装置后，尺寸较大，而且成本较高，在卓立手动位移产品中较少使用。

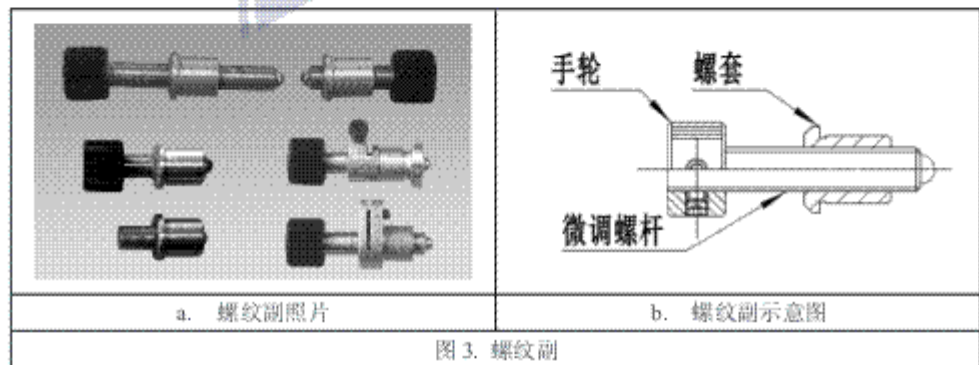
机械式分厘卡（见图2b）是依据螺旋放大的原理制成，即螺杆在螺母中旋转一周，螺杆便沿着旋转轴线方向前进或后退一个螺距的距离。因此，沿轴线方向移动的微小距离，就能用圆周上的读数表示出来。通常来说分厘卡的螺距是0.5mm，旋转部分有50个等分刻度，因此旋转每个小分度，相当于螺杆前进或者后退 $0.5/50=0.01\text{mm}$ ，所以我们一般称分厘卡的最小刻度为0.01mm，也就是说分厘卡可以精确到0.01mm。由于还能再估读一位，所以实际读数达到毫米的千分位，故也称千分尺。按照国内的惯例，分厘卡的灵敏度（类似于电移台的分辨率），一般标称为0.003mm，即 $3\mu\text{m}$ （可参见螺纹副灵敏度部分说明）。

还有一种机械式分厘卡是在普通分厘卡上增加了差动微调系统，最小刻度可以达到1微米，我们把这种分厘卡称为差动分厘卡（见图2c）。差动分厘卡通常是由两个螺距不等，旋向相同的螺纹副组成，利用差动螺旋的原理，达到粗调和精调的目的。



螺纹副（Adjustment Screw）

螺纹副与机械式分厘卡类似，是依据螺旋放大的原理制成，通常由手轮、螺套、螺杆等三部分组成，与分厘卡不同的是螺纹副没有刻度（见图3）。



螺纹副的螺距通常可以做到很小，比如说卓立常用的螺纹副螺距为0.25mm，这样，螺纹副的灵敏度就会提高，但由于螺纹副没有刻度，而且手动产品的灵敏度同“调整者”也有很大关系，所以我们说明一下螺纹副的灵敏度是如何得出的：

若螺纹副的螺距为0.25mm，也就是说，螺杆在螺母中旋转一周，螺杆便沿着旋转轴线方向前进或后退0.25mm。手动位移产品中灵敏度的概念，类似于电移台中的分辨率即最小控制增量，是指手动位移产品在“可控”情况时的最小变化量，所谓“可控”就是需要有可重复性。换句话说，螺纹副的灵敏度，就是我们所能（重复）实现的调整螺杆引起螺杆前进或者后退的最小变化量。

螺纹副的灵敏度，同手轮的直径和人手的灵敏度有关，手轮直径一定时：

$$\text{螺纹副的灵敏度} = \frac{\text{螺距}}{360^\circ / \text{人手的灵敏度}}$$

根据我们公司的经验，手轮直径在12~18mm时，人手的转动灵敏度通常在2°~5°之间（就是每圈需要平均拧大概72~180次），我们取3.6°作为平均水平，若螺距为0.25mm，螺纹副的灵敏度=0.25mm/(360°/3.6°)=0.0025mm，即2.5μm。

目前有厂家标称手动产品的灵敏度时，是按照人手灵敏度为1°时计算的（注：小于很多电机的步距角），如果不大幅增加手轮的直径（或使用工具实现），对于人手来说，实现平均1°的调整量是非常困难，甚至是不可能的。

齿轮组（Gearset）、齿轮齿条传动（Rack and Pinion gearing）

手动位移产品中的齿轮组和齿轮齿条传动，分别用于手动旋转台和手动平移台中。同电控产品中介绍过的齿轮传动一样，齿轮传动具有速度快、效率高等特点，但通常用于粗定位情况，所以在齿轮传动的位移台中，多配合精度较低的导轨使用（如燕尾副导轨等），详情请参照RSM50-1K及TSM75D-1C等产品。

蜗轮蜗杆（Worm and Gear）

同电控旋转台一样，蜗轮蜗杆传动比较大，而且带自锁，所以适合于精度较高、负载较大，但速度较慢的情况。因此，若需要做频繁的大角度调整，蜗轮蜗杆机构并不是很合适。

导轨

手动位移台的导轨比较常见的有：交叉滚柱导轨（V型导轨）、线性滚珠导轨（俗称钢丝球导轨）、燕尾副导轨等；其中交叉滚柱导轨（NFP系列和KSM系列）和燕尾副导轨（TSMxxD系列）在电动位移台中已经介绍过，我们不再赘述。

线性滚珠导轨（Ball Bearing Guides）

线性滚珠导轨是手动位移台中比较常见的导轨形式，通常是由两对银亮钢丝和一组滚珠构成，滚珠要通过保持架限制住相对位置，故又称钢丝球导轨，见图4。

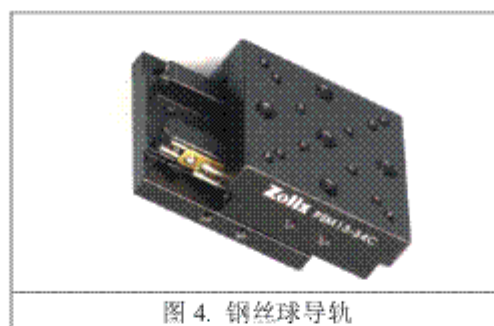


图 4. 钢丝球导轨

钢丝球导轨的滚珠同钢丝导轨之间为滚动摩擦，具有摩擦力小、滑动平顺、精度较好等特点，再加上造价便宜，被广泛应用于手动位移台产品。但滚珠和钢丝是点接触，承载能力稍弱，行程不宜做很大。

钢丝球导轨结构简单，但若不注意钢丝、滚珠、保持架等零部件的质量和选材，很容易引起手感生涩、运行呆滞、跳变等问题，严重影响产品精度和性能。