

## 导轨 (Guides) :

导轨作为电移台的导向机构,对于电移台的整体性能,也有非常大的影响。我们知道,基于笛卡尔直角坐标系内的任意刚体有六个自由度:三个平动自由度(x, y, z)和三个转动自由度( $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ )。电移台走得“准”和“直”,除了要控制好轴向(或称x方向、沿运动方向)的误差外,还需要严格控制非轴向的误差,导轨在控制轴向及非轴向误差方面也起着非常重要的作用。

导轨的设计和选用包括:进行导轨的力学计算,确定结构尺寸;根据导轨工作条件、承载特性,选择导轨的结构类型、截面形状及其组合形式;选择导轨材料、摩擦面硬度匹配和表面精加工和热处理方法;确定导轨副的间隙、公差和加工精度;选择导轨面磨损后的补偿方式和调整装置;选择导轨的润滑方式,设计润滑系统和防护装置;选择导轨的预紧载荷,设计预紧载荷的加载方法与装置等等。

电移台整体精度,还需要考虑到导轨的精度保持性、抗振性与稳定性、导向精度、运动灵敏度和定位精度、刚度等各方面情况。

导轨的结构也分为很多种,在电移台产品中,较常见的有:线性滑块导轨(也称直线导轨或滚珠直线导轨副,俗称方导轨)、直线轴承导轨(俗称圆导轨)、交叉滚柱(也称交叉滚子)导轨和燕尾副导轨。各种导轨的分类和对照表,请参照表2。

	线性滑块	直线轴承	交叉滚柱	燕尾副
摩擦系数	小(0.003~0.005)	小(0.002)	小(0.003)	大(0.25~0.35)
刚性	高	中	高	高
负载能力	高	中	高	高
行程	大	中	中	大
价格	较高	中	高	低
用途	各类精密定位	小行程、轻负载 普通精度定位	小行程、高负载 精密定位	粗定位

表2. 导轨分类对照表

卓立汉光的电移台使用多种形式的导轨,但精密型电移台(如:PSA和KSA及uKSA系列)主要采用线性滑块或交叉滚柱导轨;直线轴承导轨主要应用在小行程(200mm行程以内)、轻负载(行程越大,负载能力越低)的电移台中(如部分TSA系列产品);而燕尾副导轨的电移台,因其精度太低,我公司已经不再生产,敬请注意。

### 线性滑块导轨 (Linear Guides) :

由作为导向的固定元件(导轨)、移动元件(滑块)以及保证滑块运动的滚珠等部分组成(如图4)。

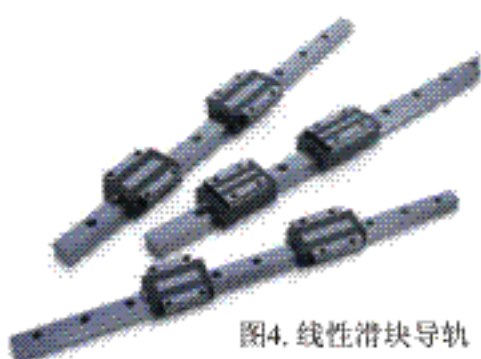


图4. 线性滑块导轨

线性滑块导轨的精度,目前各个厂家标称略有差别,但参照国内机械行业标准(JB/T7175.1/2-2006)、国标(GB-T 4020-1997)及国际标准(ISO1708:1989)通常分为2、3、4、5四个等级,一般是通过测量:滑座顶面中心对导轨基准底面的平行度及与导轨基准侧面同侧的滑座侧面对导轨基准侧面的平行度来确定导轨精度,精度等级对照表请参看表3;由于卓立汉光主要采用进口线性滑块导轨,所以在表4中列出部分进口的线性滑块导轨精度等级划分,供参考:

#### 平行度允许误差 ( $\mu\text{m}$ )

导轨长度 (mm)	精度等级			
	2	3	4	5
$\leq 500$	4	8	14	20
>500-1000	6	10	17	25
>1000-1500	8	13	20	30
>1500-2000	9	15	22	32
>2000-2500	11	17	24	34
>2500-3000	12	20	28	38
>3000-3500	13	20	28	38
>3500-4000	15	22	30	40

表3. 线性滑块导轨精度等级 (国内)

★ 电移台线性滑块导轨除了选择不同的精度等级外,还需要考虑导轨的预压力、润滑方式、防尘问题、安装面的平面误差、导轨和滑块的结构设计等。结构设计方面,卓立汉光的电移台产品,通常采用双导轨、四滑块的结构,这样的结构虽然成本较高,但对于电移台的负载能力和精度,有很大帮助;而安装面的平面误差方面,卓立的精密型电移台产品,均采用精密磨削工艺,确保导轨安装面的平面度,可发挥出高等级线性滑块的优秀性能!

#### 平行度允许误差 ( $\mu\text{m}$ )

导轨全长 (mm)	超高精密级 P3 (UP级)	超精密级 P4 (SP级)	精密级 P5 (P级)	准精密级 P6 (H级)	普通级 PN (C级)
50 以下	2	2	2	4.5	6
50~80	2	2	3	5	6
80~125	2	2	3.5	5.5	6.5
125~200	2	2	4	6	7
200~250	2	2.5	5	7	8
250~315	2	2.5	5	8	9
315~400	2	3	6	9	11
400~500	2	3	6	10	12
500~630	2	3.5	7	12	14
630~800	2	4.5	8	14	16
800~1000	2.5	5	9	16	18
1000~1250	3	6	10	17	20
1250~1600	4	7	11	19	23
1600~2000	4.5	8	13	21	26
2000~2500	5	10	15	22	29
2500~3150	6	11	17	25	32
3150~4000	9	16	23	30	34

表4. 线性滑块导轨精度等级 (进口)

### 交叉滚柱导轨 (Crossed-Roller Bearing Guides) :

因其精度高,直线度好,负载能力强等特点也成为广泛应用的一种导轨形式,交叉滚柱导轨是由两根具有V型滚道的导轨、滚柱保持架、圆柱体滚柱等组成,故也有人称其为V型导轨(如图5),相互交叉排列的圆柱体滚柱在经过精密磨削的V型滚道面上作往复运动,可承受各个方向的载荷,实现高精度、平稳的直线运动。交叉滚柱导轨国内产品按精度一般分2、3、4、5级,依次递减;国外产品大多分为高级(H级)和精密级(P级),P级优于H级。

另外,由于交叉滚柱导轨需要采用滚柱保持架,保持架需占用相当一部分行程,所以交叉滚柱导轨的长度同行程相比较长,通常要求导轨长度L不小于行程(Ls)的1.5倍,即: $L \geq 1.5L_s$ ,而保持架的长度Lb通常不大于导轨长度L减去一半有效行程Ls,即: $L_b \leq L - L_s/2$ 。

交叉滚柱导轨的设计和选择,除了精度等级外,也需要考虑预压量、配对安装面精度、导轨的润滑等方面的因素。卓立汉光采用交叉滚柱导轨的电移台包括uKSA系列、TSAxx-C系列和TSAW系列产品。



图5. 交叉滚柱导轨

### 直线轴承导轨 (Linear Ball Bearing Guides) :

直线轴承导轨(如图6)是一种低成本的直线运动导轨,由轴承与圆柱轴配合使用组成。由于承载球与轴承点接触,故承载能力较小,而且直线轴承导轨的轴,需遵循一定的细长比,故直线轴承导轨不适合做大行程的电移台。

直线轴承导轨的精度也分为很多等级,优点是价格低廉,但因其负载能力较小、行程不宜很大的原因,卓立采用直线轴承导轨的电移台为行程不大于200mm的标准型TSA系列产品。

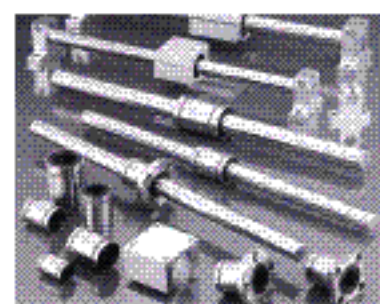


图6. 直线轴承导轨

### 燕尾副导轨 (Dovetail Slide Guides) :

燕尾副导轨为滑动摩擦(如图7),摩擦较大,不适合做高速运动,容易卡死,为了保证运行平顺,需要留出一定间隙,这就导致燕尾副导轨的精度较低,卓立汉光已经不再生产采用燕尾副导轨的电移台。但我公司有部分低端手动位移台采用燕尾副导轨,详情请参阅手动平移台TSMxxD系列和角位移台TSMG系列。

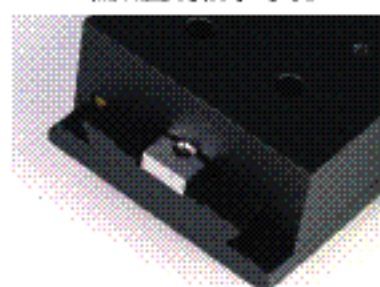


图7. 燕尾副导轨