综合解说

IKO精密定位工作台的选择

选择IKO精密定位工作台时应根据要求的条件，重点考虑密切相关的事项。一般选择步骤如下所示。

1 确认使用条件
- 所用行程的长度
- 安装空间(高度、宽度、长度)
- 安装方向
- 负荷的大小和方向
- 运行模式
- 工作环境

2 确认所需的精度
- 定位精度
- 重复定位精度
- 工作台运动的平行度A、B
- 直线度
- 垂直度

3 暂时选择工作台的型号
- 滑台的进给机构
- 大小尺寸
- 行程长度
- 轴数

4 暂时选择电机
- 电机的种类和大小

5 探讨最高速度和分解能
- 滚珠丝杠导程
- 电机的最高转速
- 编码器规格

6 探讨运行模式
- 极限加速时间
- 实际扭矩
- 惯量
- 定位时间

重新探讨

确定

7 探讨系统
- 选择控制器
- 有无传感器
- 连接线
- 连接外部设备的接口

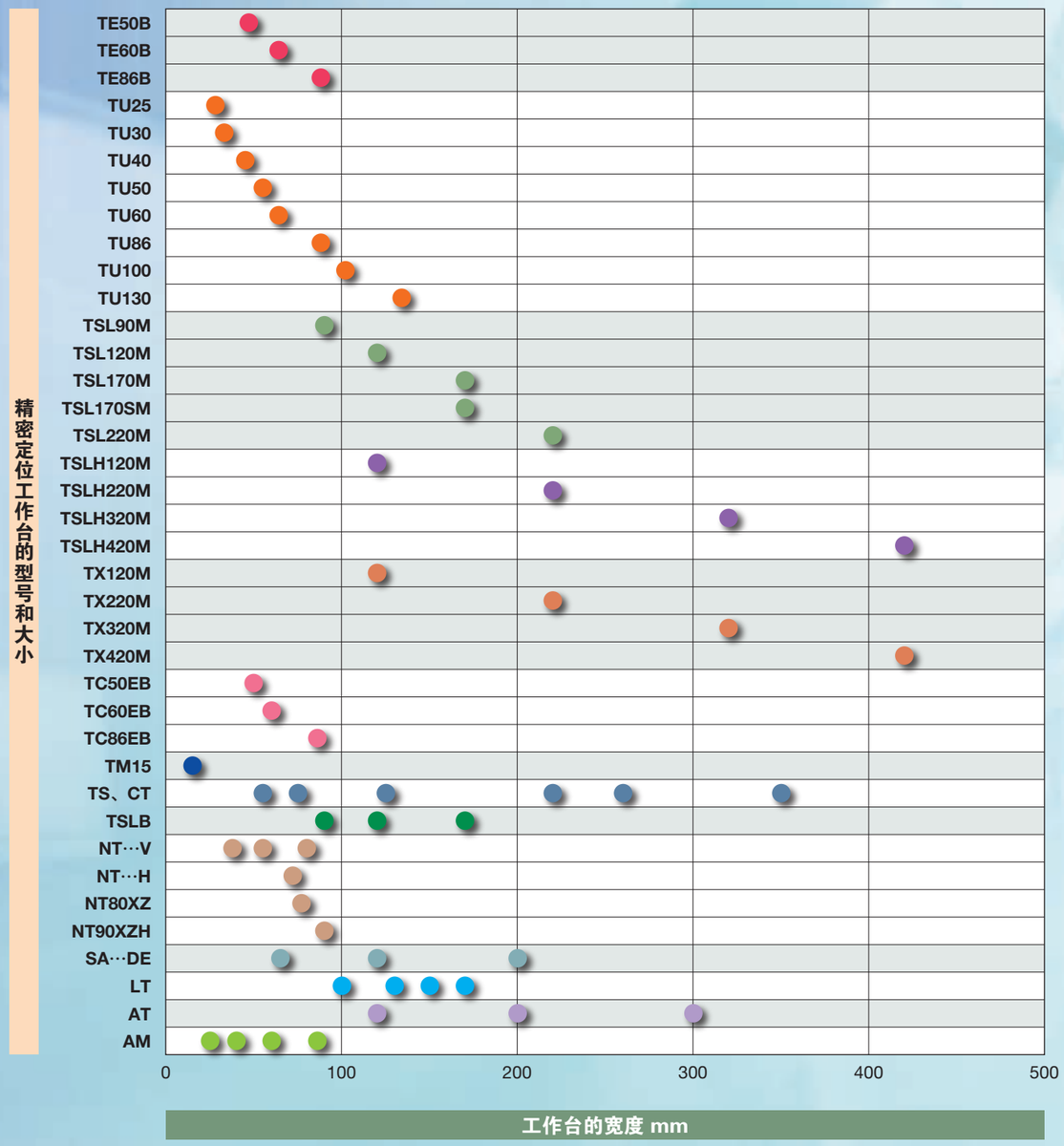
8 最终确认
- 重新确认使用条件
- 价格、交货期
- 追加加工
- 特殊工作台

IKO精密定位工作台的特性

系列	型 号	行程长度 mm	重复定位精度	定位精度	高速性	刚 性
精密定位工作台TE	TE…B	50 ~ 800	○	○	○	○
精密定位工作台TU	TU	30 ~ 1 400	○	○	○	○
精密定位工作台L	TSL…M	50 ~ 1 000	○	○	○	○
精密定位工作台LH	TSLH…M	100 ~ 800	○	○	○	◎
	CTLH…M	100 ~ 500	○	○	○	◎
高精密定位工作台TX	TX…M	100 ~ 800	◎	◎	○	◎
	CTX…M	100 ~ 400	◎	◎	○	◎
洁净精密定位工作台TC	TC…EB	50 ~ 800	○	○	○	△
微型精密定位工作台TM	TM	10 ~ 60	○	○	△	△
精密定位工作台TS、CT	TS	25 ~ 250	○	○	△	△
	CT	15 ~ 250	○	○	△	△
精密定位工作台LB	TSLB	300 ~ 1 200	△	△	◎	○
纳米直线电机NT	NT…V、XZ、XZH	10 ~ 120	◎	△	◎	△
	NT…H	25 ~ 65	◎	◎	○	○
校准工作台SA	SA…DE/X	10 ~ 20	◎	△	○	△
直线电机工作台LT	LT…CE	200 ~ 1 200	◎	△	◎	△
	LT…LD	240 ~ 2 760	◎	△	◎	○
	LT…H	410 ~ 2 670	◎	△	◎	○
校准模块AM	AM	30 ~ 120	○	○	○	○

进给机构	适用电机	装有传感器	直线导轨设备	用途
C-Lube自润滑滚珠丝杠	AC伺服・步进电机	选择	内置C-Lube自润滑部件的U字形滑轨型直线导轨	组装机、加工机、测量仪
滚珠丝杠			U字形滑轨型直线导轨	组装机、加工机、测量仪
C-Lube自润滑滚珠丝杠		标配	C-Lube自润滑直线导轨 2根并列	组装机、加工机、测量仪
				精密加工机、精密测量仪、机床、组装机
	AC伺服		C-Lube自润滑圆柱滚子直线导轨超级X 2根并列	精密加工机、精密测量仪、机床、组装机
	AC伺服・步进电机	选择	内置C-Lube自润滑部件的U字形滑轨型直线导轨	半导体相关设备、液晶相关设备
滚珠丝杠			直线导轨 2根并列	精密测量仪、组装设备
			内置齿轮、齿轮型交叉滚子直线导轨 交叉滚子直线导轨	精密测量仪、探针、图像处理装置、曝光装置
同步带	步进电机	标配	直线导轨 2根并列	高速搬运、托盘更换
AC直线伺服电机			C-Lube自润滑直线导轨 直线导轨 2根并列	半导体相关设备、医疗设备
			内置齿轮、齿轮型交叉滚子直线导轨	半导体相关设备、精密测量仪
			C-Lube自润滑直线导轨 2根并列	半导体相关设备、医疗设备
				半导体相关设备、高速搬运设备
滚珠丝杠	AC伺服、步进电机		U字形滑轨型直线导轨	半导体相关设备、液晶相关设备

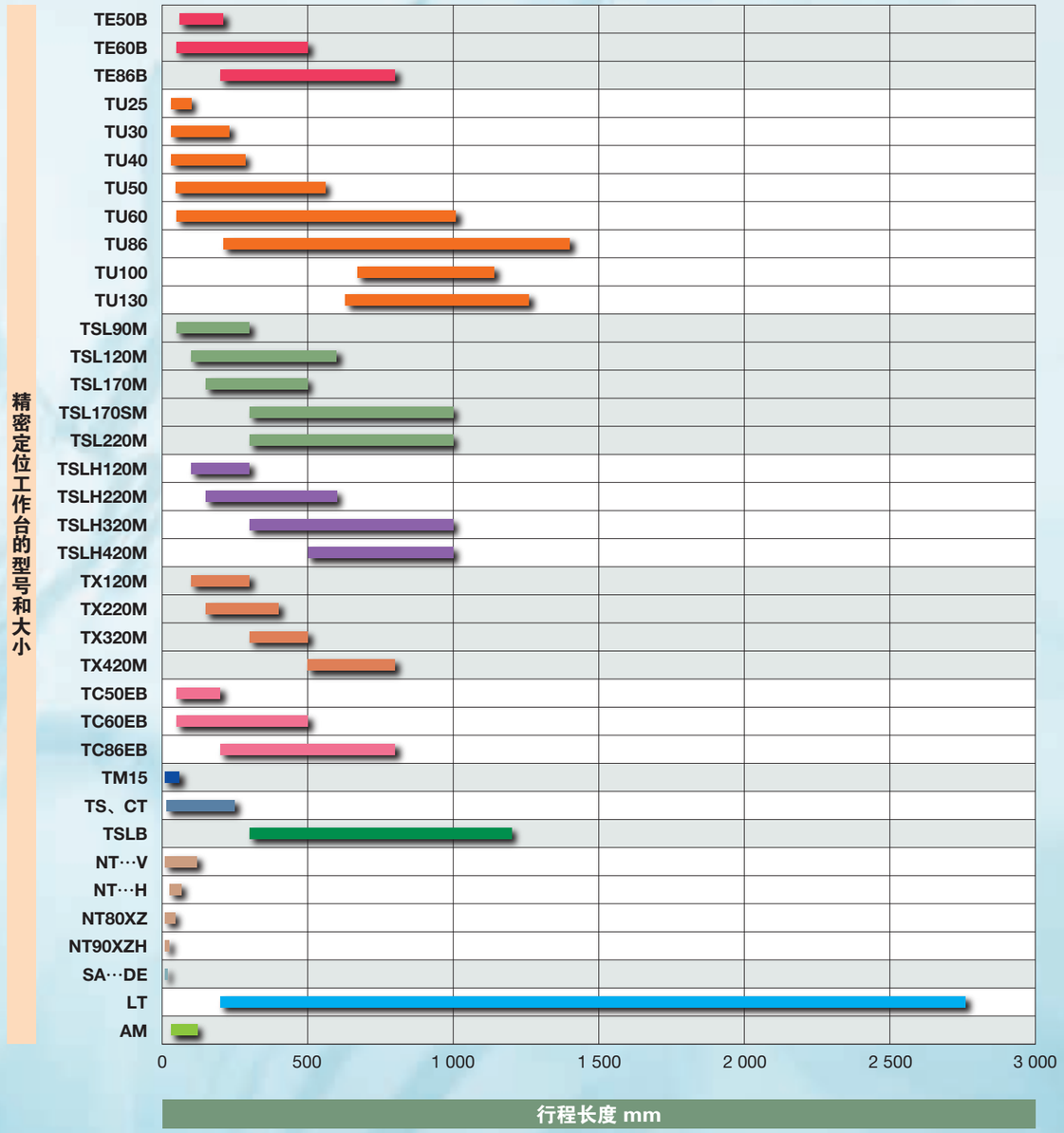
精密定位工作台的大小



图表说明

●图表中的值仅供参考，详情请参照各型号的说明。

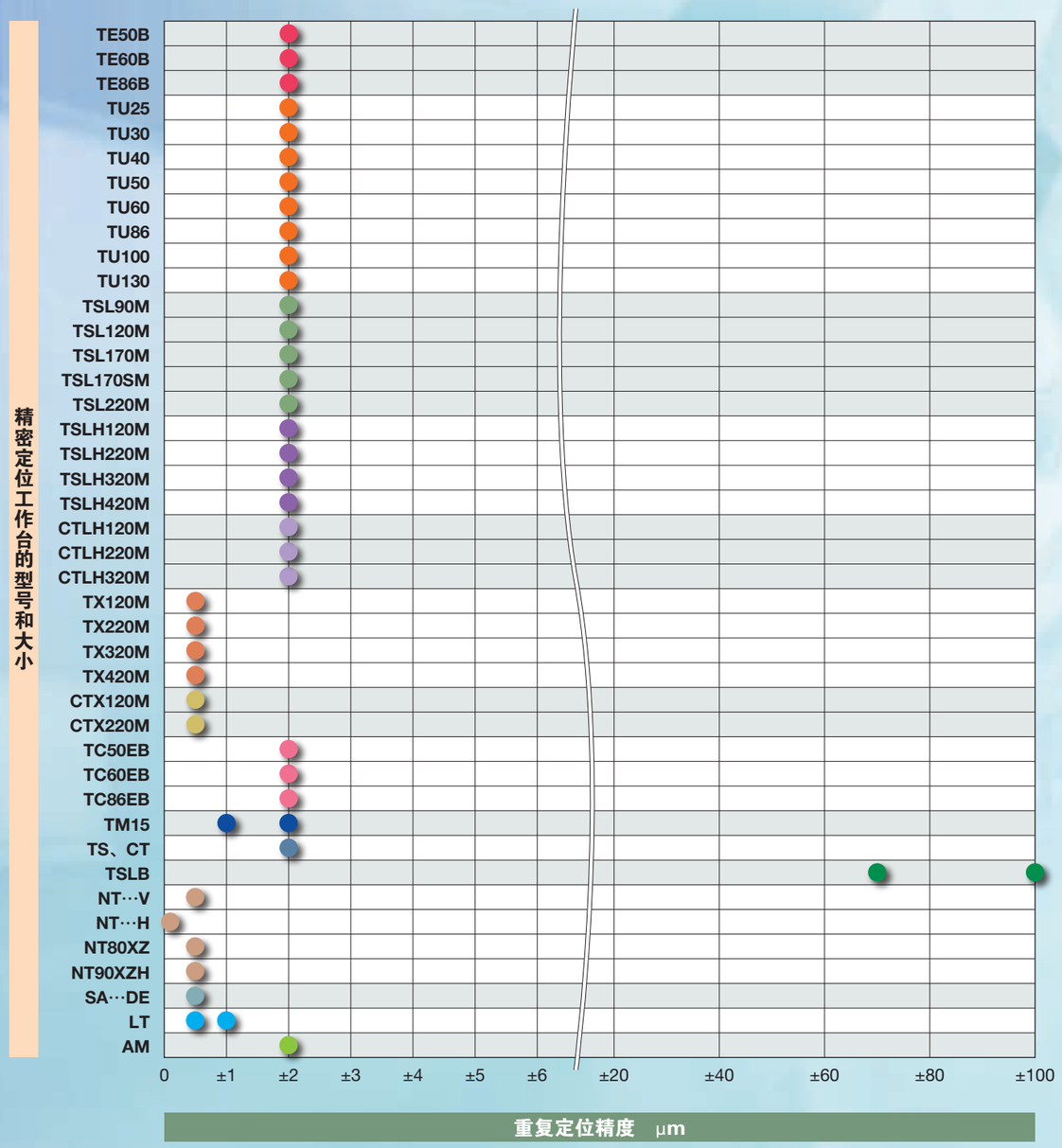
精密定位工作台的行程长度



图表说明

●图表中的值仅供参考，详情请参照各型号的说明。
●柱形的长度表示标准行程长度的范围。

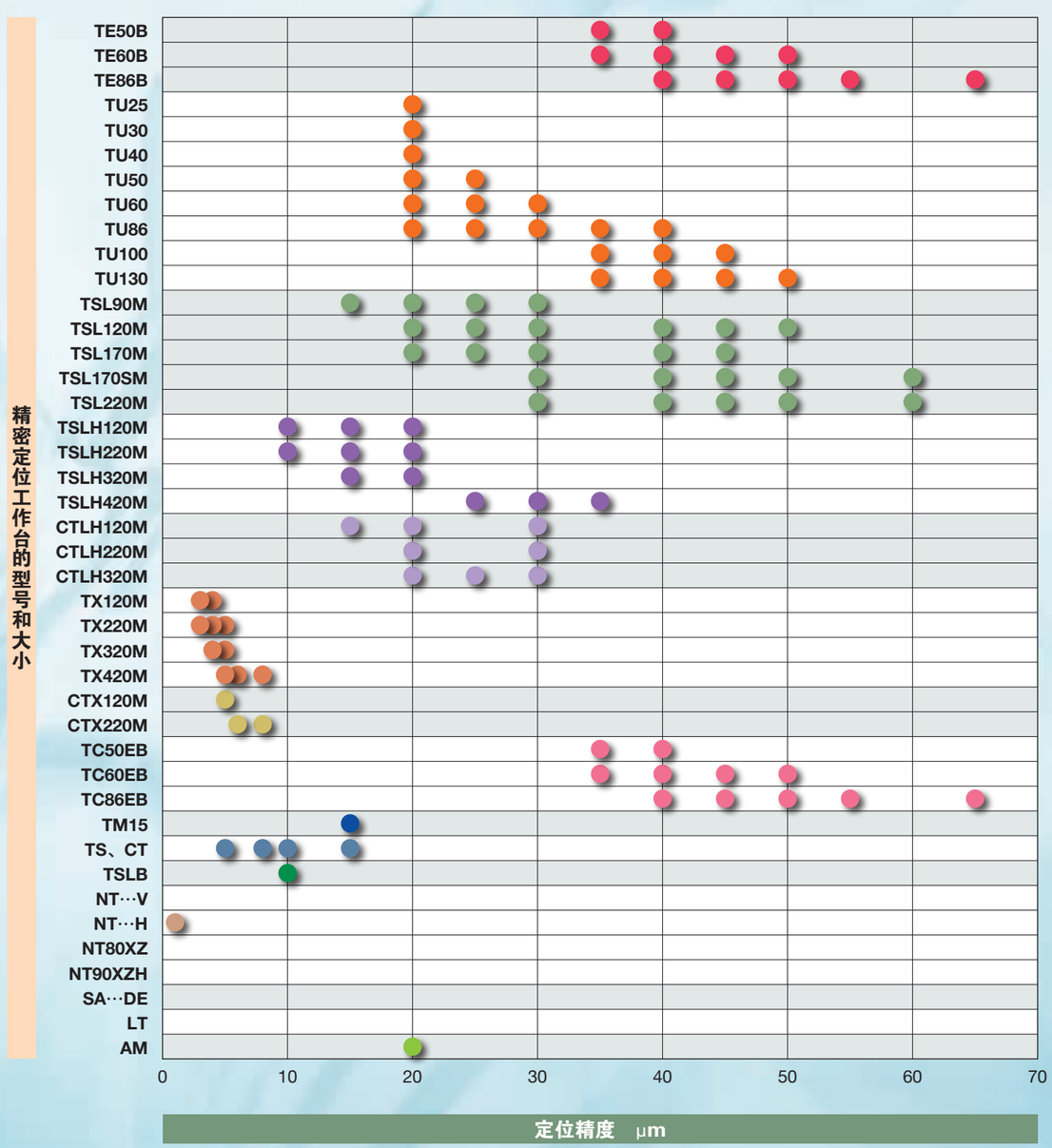
精密定位工作台的重复定位精度



图表说明

- ●图表中的值仅供参考，详情请参照各型号的说明。
- ●滚珠丝杠驱动的型号表示选择研磨滚珠丝杠时的值。
- ●型号有2个以上的值时，表示值会因行程长度等而异。
- ●TU表示标准工作台的值。
- ●CTLH…M、CTX…M、CT表示双轴规格的工作台。
- ●SA…DE表示X轴的值。

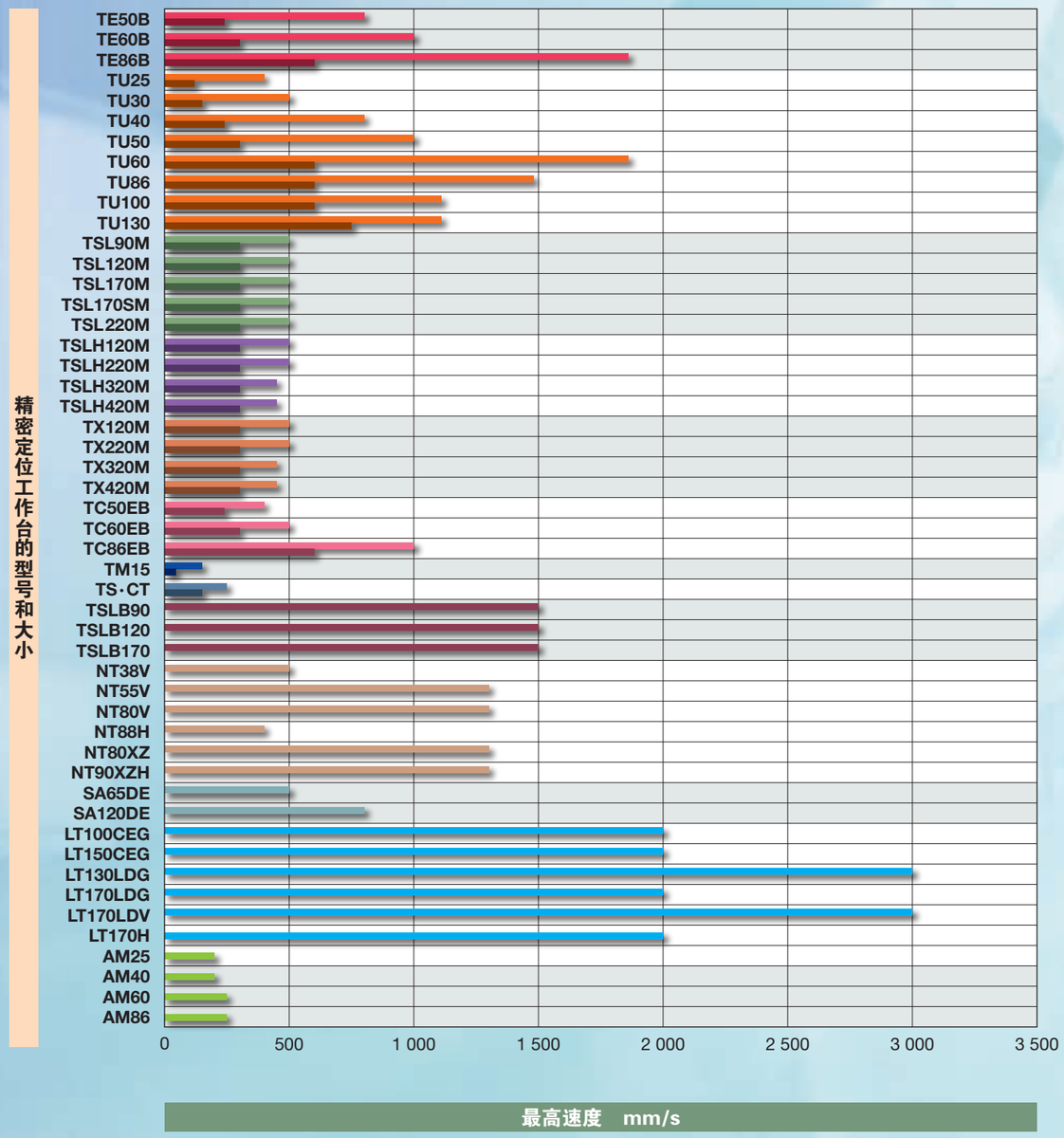
精密定位工作台的定位精度



图表说明

- ●图表中的值仅供参考，详情请参照各型号的说明。
- ●滚珠丝杠驱动的型号表示选择研磨滚珠丝杠时的值。
- ●型号有2个以上的值时，表示值会因行程长度等而异。
- ●TU表示标准工作台的值。
- ●CTLH…M、CTX…M、CT表示双轴规格的工作台。

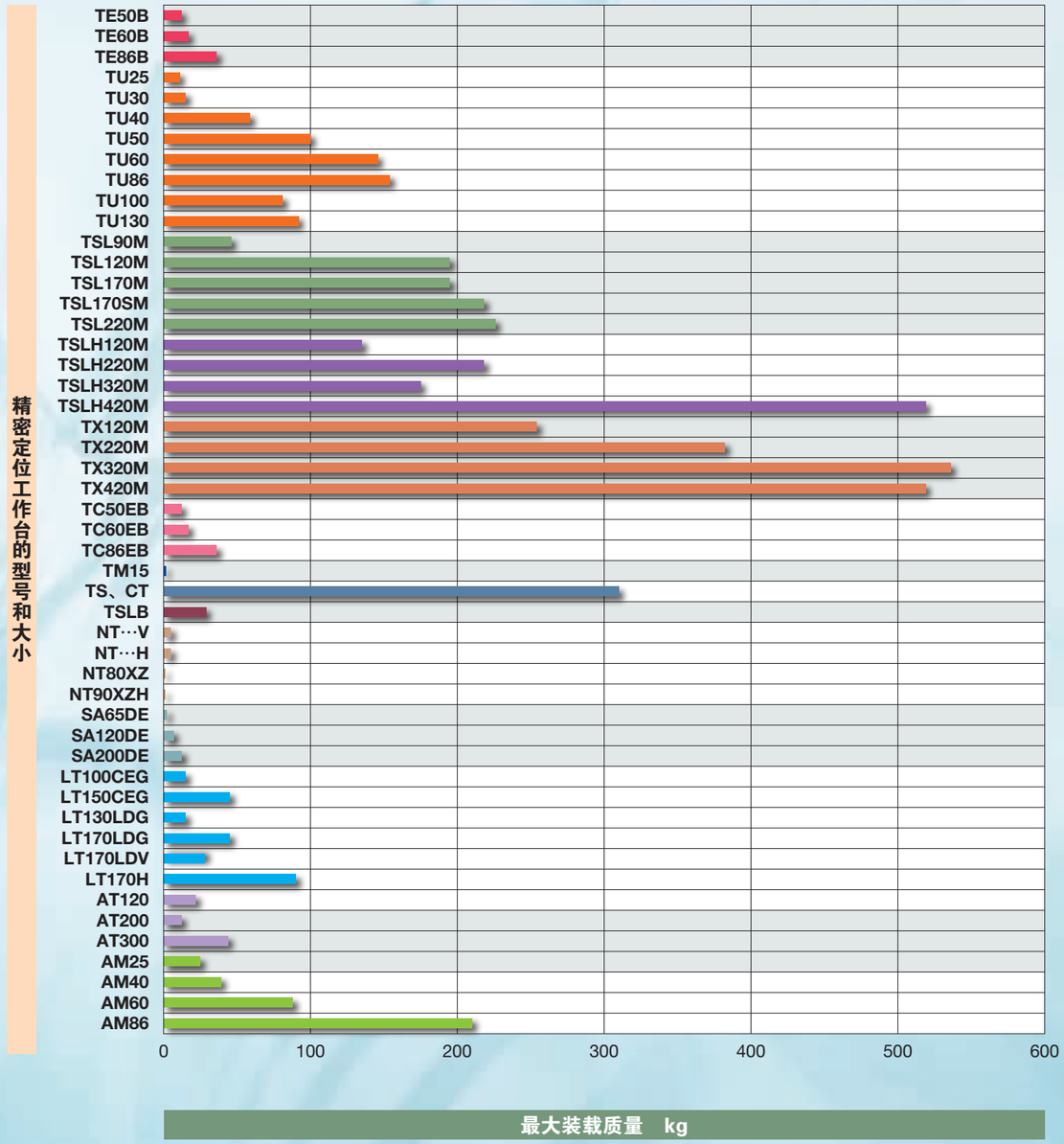
精密定位工作台的最高速度



图表说明

- ●图表中的值仅供参考，详情请参照各型号的说明。
- ●滚珠丝杠驱动的型号表示可选择的最长滚珠丝杠导程的值。
- ●上面一行表示AC伺服电机、下面一行表示步进电机规格的值。
- ●滚珠丝杠驱动的型号可能会根据行程长度而受滚珠丝杠容许转速的限制。

精密定位工作台的装载质量



图表说明

- ●图表中的值仅供参考，详情请参照各型号的说明。
- ●LT、NT…V、NT…H、NT…XZ、NT…XZH、SA…DE的值表示最大可搬质量。

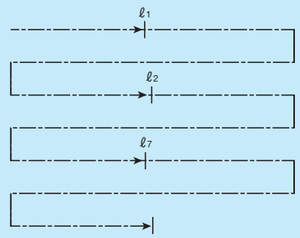
精度

精密定位工作台的精度规格因型号而异，其测量方法如下所示。还可根据需要进行动态特性试验等满足使用条件的机型试验，请向IKO咨询。
精密定位工作台带有与各型号的精度规格相关的检查成绩表或检查合格证。

重复定位精度

从相同的方向向任意一点重复定位7次，测量停止位置，求出读数最大差值的1/2。

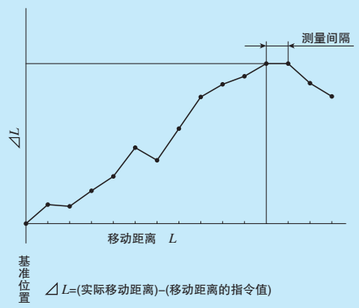
该测量原则上分别在行程长度的中央和两端附近进行，以求出值中的最大值为测量值。在最大差值的1/2前加上±予以表示。



测量值ℓ1、ℓ2、…ℓ7的最大差值的1/2

定位精度

从基准位置向一定方向依次定位，在各位置测量实际移动距离与所需移动距离之差，以绝对值表示各行程长度内的最大差值。



⊿L=(实际移动距离)−(移动距离的指令值)

工作台运动的平行度A

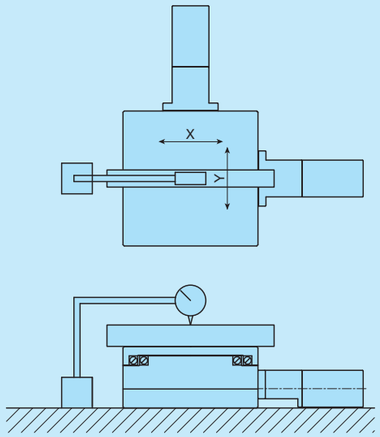
指滑台的运动和平面(精密定位工作台安装面)的平行度(指示器固定)。

●行程比滑台长度短时

将测量指示器固定于装有精密定位工作台的平台，将直规放在滑台上，再将测量指示器靠在中央。在X方向和Y方向的几乎整个行程长度范围内进行测量，以读数的最大差值为测量值。

●行程比滑台长度长时

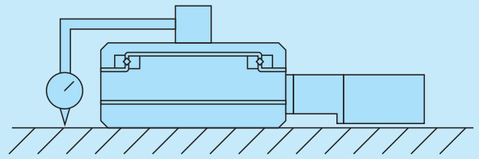
将指示器固定于装有精密定位工作台的平台，将直规放在滑台上，再将测量指示器靠在中央。在X方向和Y方向的行程中，以工作台长度为单位移动工作台，同时在几乎整个行程长度范围内进行测量，以读数的最大差值为测量值。



工作台运动的平行度B

指滑台的运动和平面(工作台安装面)的平行度(指示器移动)。

将指示器固定于滑台中央，再将测量指示器靠在装有精密定位工作台的平台上，在X方向和Y方向的几乎整个行程长度范围内进行测量，以读数的最大差值为测量值。



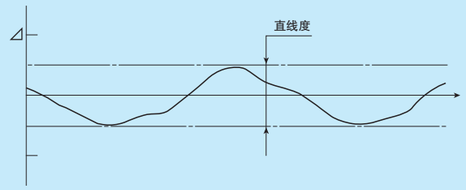
直线度

指应为直线的滑台的运动偏离理想直线的程度。

· 水平直线度：滑台在移动轴左右(水平)方向的运动。

· 垂直直线度：滑台在移动轴上下(垂直)方向的运动。

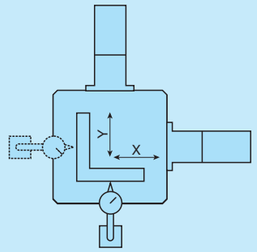
通过测量杆和指示器或激光垂直度测量系统进行测量。以相互平行的两条直线之间的最小间隔来表示测量值。



XY运动的垂直度

指X轴和Y轴的运动的垂直度。

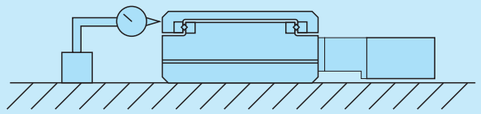
以任一移动轴方向为基准将直角尺固定于滑台，与基准移动轴呈直角贴上测量指示器，以该轴行程长度内的读数的最大差值为测量值。



无效行程

使滑台进给，以稍微移动时的测量指示器的读数为基准，在此状态下不依靠进给装置而以规定的负荷向相同的方向移动滑台，求出消除负荷后与基准值的差。

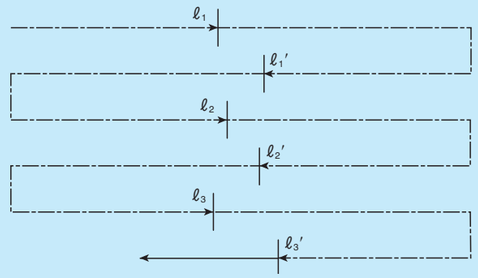
该测量在行程长度的中央和两端附近进行，以所求值中的最大值为测量值。



无效运动

首先，以正方向对一个位置定位，测量该位置(图中的ℓ_1)。然后，发出指令向相同方向移动，再发出相同指令从该位置向负方向移动，在负方向定位，测量该位置(图中的ℓ_1')。然后，再发出指令向负方向移动，再从该位置发出相同指令向正方向移动，在正方向定位，测量该位置(图中的ℓ_2)。下面将重复进行该动作和测量，向正、负方向各进行7次定位，求出停止位置的平均值之差。

该测量在移动距离的中央和两端附近进行，以所求值中的最大值为测量值。



无效运动的测量值

$$=\left|\frac{1}{7}(\ell_1+\ell_2+\cdots\ell_7)-\frac{1}{7}(\ell_1'+\ell_2'+\cdots+\ell_7')\right|\max$$

测量工作台升降时的平行度

在工作台最底层(H_{min})的位置，以工作台安装面为基准，在工作台顶面的测量点E点将指示器归零，以该值为基准测量剩余8点(A～I)的高度。

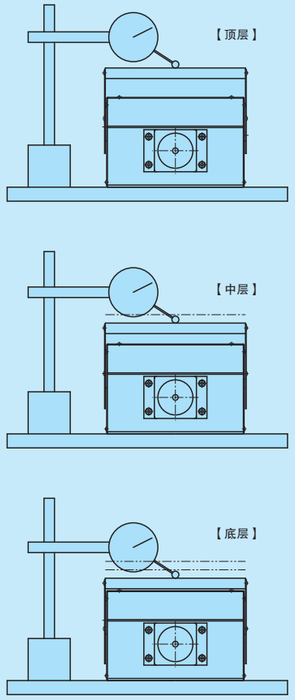
升起工作台，在中层(H_{mid})、顶层(H_{max})进行相同的测量，分别求出底层、中层、顶层相同点的测量值的最大差值。

所有9个点的最大差值中的最大值为工作台升降时的平行度。

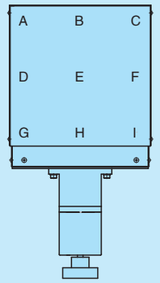
[工作台升降时的平行度计算示例]

测量点	测量值(μm) 底层	中层	顶层	最大差值
A	1	2	1	1
B	2	−1	3	4
C	3	4	5	2
D	4	2	1	3
E	0	0	0	0
F	−1	2	3	4
G	−2	3	3	5
H	−3	2	3	6
I	−4	−2	−4	2

测量值为表中所示值时，各点最大差值中的最大值为H点的6μm。
最终结果，该工作台升降时的平行度为6μm。



【测量方法】



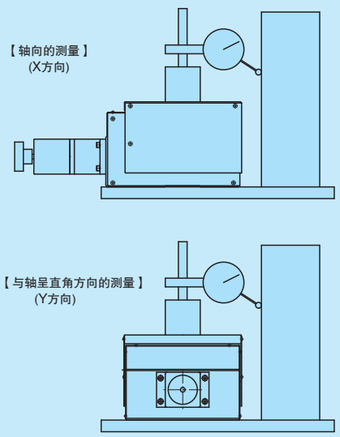
【测量点】

测量工作台升降时的垂直度

工作台升降时相对于直角尺的垂直度为工作台升降时的垂直度。

在工作台底层(H_{min})，相对于直角尺，将指示器归零。在该状态下从工作台底层(H_{min})到顶层(H_{max})做往复运动时，抽样检查的跳动最大差值为工作台升降时的垂直度。(含工作台往复运动时的直线度。)

将直角尺置于距离工作台顶面10mm的位置，在滚珠丝杠的轴向和与轴呈直角的2个方向测量，两个值中的最大值为工作台升降时的垂直度。



装载质量、可搬质量、耐负荷

■最大装载质量

最大装载质量是满足下述①②③的质量，被设定于TE…B、TU、TSL…M、TSLH…M、TX…M、TC…EB、TM、TS　CT、TSLB、AT、AM、TZ、TZ…X中。数值因装载质量的位置（长度尺寸L、高度尺寸H）而异，通过（L、H）=（0、0）计算得出。

①各型号、大小的工作台以最高速度、0.2s的加减速时间连续运行时，使用的直线导轨设备、滚珠丝杠或支持轴承的额定寿命达到18000小时时的质量

②原则上是可以获得0.3G的加速度的质量。

③以所用的直线导轨设备的基本额定静负荷为基准算出的质量。

算出的数值因大小、滚珠丝杠的规格、滑台的长度和行程长度等条件而异。各型号的特性中所示的数值是各种大小的代表值，表示在最苛刻的条件下的数值。需要详细数值时，请向IKO咨询。

■最大可搬质量

最大可搬质量是指可获得所需加速度的最大质量。直线运动时为可获得0.5G加速度的立方体钢块的最大质量；旋转运动时为可获得0.5G外周加速度的立方体钢块的最大质量。受所用电机的推力（扭矩）特性限制，装载质量越大，极限加速时间则越长。适用于以直线电机驱动的型号（LT、NT…V、NT…H、NT…XZ、NT…XZH）和直接驱动的型号（SA…DE），设定有表示基准移动形式下加速度与可搬质量的关系的动态可搬质量。

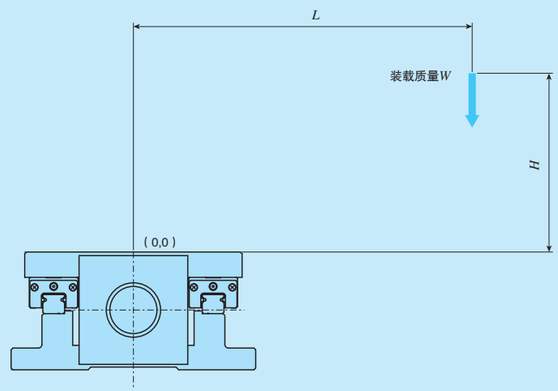


图1 装载质量的位置

最高速度和分解能

■最高速度

精密定位工作台的最高速度由下式定义。

滚珠丝杠驱动的型号受到因行程长度而异的滚珠丝杠容许转速的限制。同步带驱动时，电机的最高转速为900（min^{-1}）。详细内容请参照各型号的特性一节。

直线电机驱动的型号已确定最高速度，因此请参照各型号的特性一节。

滚珠丝杠驱动

$$\text{最高速度(mm/s)} = \text{滚珠丝杠导程(mm)} \times \frac{\text{滚珠丝杠的容许转速}}{60}$$

同步带驱动

$$\text{最高速度(mm/s)} = \text{滑轮的节圆直径} \times \pi\,\text{(mm)} \times \frac{\text{电机的最高转速}(min^{-1})}{60}$$

(滑轮的节圆直径 × π = 100mm)

如需求出实际定位时间，应根据加减速时间和行程长度等条件探讨运转模式。请参照运转模式的探讨一节。

■分解能

分解能是指精密定位工作台可达到的最小进给量，可通过下式求出。

直线电机驱动的型号决定了分解能，因此请参照各型号的特性一节。

滚珠丝杠驱动

$$\text{分解能(mm/pulse)} = \frac{\text{滚珠丝杠导程(mm)}}{\text{电机旋转1圈的分度数(pulse)}}$$

同步带驱动

$$\text{分解能(mm/pulse)} = \frac{\text{滑轮的节圆直径} \times \pi\,\text{(mm)}}{\text{电机旋转1圈的分度数(pulse)}}$$

(滑轮的节圆直径 × π = 100mm)

运转模式的探讨

■计算定位时间

精密定位工作台实际移动时的定位时间可通过下式求出。

用于需要高精度定位的用途时，除恒速移动时间和加减速时间以外，还需考虑从指令脉冲输入完成到工作台在定位点完全停止为止的整定时间和机械装置的振动衰减时间等。

长距离定位

此处所说的长距离是指即使考虑加减速时间，仍有充分的恒速移动时间的距离。

$$t = \frac{L_1}{V_1} + \frac{t_a + t_b}{2} + t_d$$

式中 t：定位时间 s

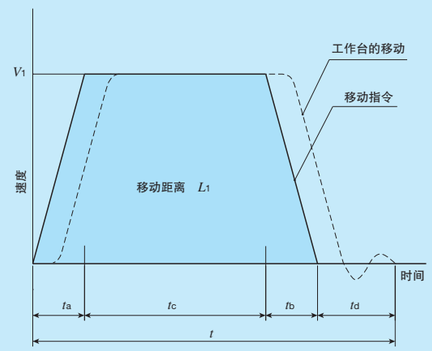
t_a、t_b：加减速时间 s

t_c：恒速移动时间 s

t_d：整定时间 s

L_1：移动距离 mm

V_1：移动速度(设定速度) mm/s



短距离定位

此处所说的短距离是指达到恒速移动前减速且无恒速移动时间的距离。

$$t = \frac{L_2}{V_2} + \frac{t_a + t_b}{2} + t_d$$

式中 t：定位时间 s

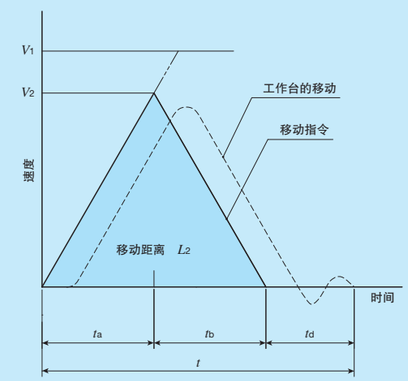
t_a、t_b：加减速时间 s

t_d：整定时间 s

L_2：移动距离 mm

V_1：设定速度 mm/s

V_2：移动速度 mm/s



■计算极限加速时间

精密定位工作台驱动时所需的扭矩(推力)在加速时最大。该加速所需的扭矩(推力)受电机的输出扭矩(直线电机的推力)限制。因此，水平使用工作台时的极限加速时间可通过下式求出。

滚珠丝杠驱动、同步带驱动时

●负载扭矩 T_L

$T_L = T_0 + \mu W g \cdot \frac{\ell}{2\pi\eta}$ [N · m] ……滚珠丝杠驱动

$T_L = T_0 + (W g \times 楔形减速比) \cdot \frac{\ell}{2\pi\eta}$ [N · m] …适用于TZ

$T_L = T_0 + \mu W g \cdot \frac{r}{\eta}$ [N · m] ……同步带驱动

●加速扭矩 T_a

$T_a = (J_T + J_M + J_C + J_L) \cdot \frac{2\pi N}{60 t_a}$ [N · m]

$J_L = W \cdot \left(\frac{\ell}{2\pi}\right)^2$ [kg · m²] ……滚珠丝杠驱动

$J_L = W \cdot \left(\frac{\ell}{2\pi}\right)^2 \times 楔形减速比^2$ [kg · m²] ……适用于TZ

$J_L = W \cdot r^2$ [kg · m²] ……同步带驱动

●加速所需的扭矩 T_P

$T_P = T_L + T_a$ [N · m]　　$(T_P \times k < T_M)$

●极限加速时间 t_a

$t_a = (J_T + J_M + J_C + J_L) \cdot \frac{2\pi N}{60} \cdot \frac{k}{T_M - T_L}$ [s]

[AT时]

●负载扭矩 T_L

$T_L = T_0 + \mu W g \cdot \frac{\ell}{2\pi\eta}$

●装载质量的惯量 J_L

$J_L = W \cdot \left(\frac{\ell \cdot R_0}{2\pi L}\right)^2$

●至旋转机构的距离 L

型号	ℓ [m]	L [m]
AT120A	0.001	0.100
AT200A	0.001	0.130
AT300A	0.002	0.186

T_0 ：起动扭矩　N · m
μ ：滚动导向部的摩擦系数(0.01)
W ：装载质量　kg
ℓ ：滚珠丝杠导程　m
r ：滑轮的节圆半径(0.0159m)
η ：效率　0.9
J_T ：工作台惯量　kg · m²
J_M ：电机惯量　kg · m²
J_C ：联轴器惯量
J_L ：装载质量的惯量　kg · m²
N ：电机转速　min⁻¹
t_a ：加速时间　s
g ：重力加速度(9.8m/s²)
T_M ：电机的输出扭矩　N · m
　· 步进电机时，表示旋转数为N时的输出扭矩。
　· AC伺服电机时，表示旋转数为N时的（瞬时）最大扭矩。
k ：安全系数
　(AC伺服电机：1.3)
　(步进电机　：1.5 ~ 2)
楔形减速比：1：2时　0.5
　　：1：4时　0.25
R_0 ：工作台中心到装载物重心的距离　m
L ：工作台中心到旋转机构的距离　m

直线电机驱动时

●加速产生的力 F_a

$F_a = (W_L + W_T) \cdot \frac{V}{t_a}$ [N]

●加速所需的推力 F_P

$F_P = F_a + F_L$ [N]

●极限加速时间 t_a

$t_a = \frac{(W_L + W_T) \cdot V \cdot k}{F_M - F_L}$ [s]

μ ：滚动导向部的摩擦系数(0.01)
W_T ：可动部质量　kg
W_L ：装载质量　kg
F_R ：行走阻力　N
　(LT130H：20N)
　(LT170H：40N)
F_c ：电线布线阻力(1)　N
　(LT系列：约1.0N)
　(NT系列：无)
F_M ：直线电机的推力　N
　(移动速度V时的最大推力)
t_a ：加速时间　s
V ：移动速度　m/s
g ：重力加速度　9.8m/s²
k ：安全系数(1.3)

注(1)　电线布线阻力因电线的质量和布线方法而异。请使用假设的阻力值计算。

[LT…CE、LT…LD时]

●滚动导向部的摩擦阻力 F_f

$F_f = \mu(W_L + W_T)g$ [N]

F_f的最小值应为以下值。

LT100CE时　2.5N
LT150CE时　5.0N
LT130LD时　6.0N
LT170LD时　6.0N

●行走阻力产生的力 F_L

$F_L = F_f + F_c$ [N]

[LT…H时]

●行走阻力 F_R

LT130H：20N　LT170H：40N

●速度系数 f_V

移动速度 V [m/s]	LT130H	LT170H
fV≤0.5	1	
0.5 < fV≤1.0	1.5	
1.0 < fV≤1.5	2.25	

●行走阻力产生的力 F_L

$F_L = f_V \cdot F_R + F_c$ [N]

[NT38V时]

●行走阻力产生的力 F_L

$F_L = 0.25$N

[NT55V、NT80V时]

●行走阻力产生的力 F_L

$F_L = 1.5$N

[NT80XZ时]

●行走阻力产生的力 F_L

水平轴：$F_L = 1.5$N
垂直轴：$F_L = 0.5$N(2)

[NT90XZH时]

●行走阻力产生的力 F_L

水平轴：$F_L = 2.0$N
垂直轴：$F_L = 2.0$N(2)

[NT88H时]

●行走阻力产生的力 F_L

$F_L = 0.5$N

注(2)　垂直轴时，以使用了弹簧的平衡机构为例，表示在行程范围中央附近，从平衡的点移动±5mm时的阻抗值。
在实际计算中，阻抗值会根据弹簧的安装位置或行程量而异，因此请通过实际机器确认。

直接驱动(SA…DE)时

[SA…DE/X(Y)时]

●滚动导向部的摩擦阻力　F_f

F_f的值如下所示。

SA65DE/X时　0.5N

SA120DE/X时　3.0N

●行走阻力产生的力　F_L

$F_L = F_f + F_c$ [N]

●加速产生的力　F_a

$$F_a = (W_L + W_T) \cdot \frac{V}{t_a} \text{ [N]}$$

●加速所需的推力　F_P

$F_P = F_a + F_L$ [N]

●极限加速时间　t_a

$$t_a = \frac{(W_L + W_T) \cdot V \cdot k}{F_M - F_L} \text{ [s]}$$

W_T：可动部质量　kg

W_L：装载质量　kg

F_c：电线布线阻力(1)　N

F_M：直线电机的推力　N

(移动速度V时的最大推力)

t_a　：加速时间　s

V　：移动速度　m/s

k　：安全系数(1.3)

注(1)　电线布线阻力因电线的质量和布线方法而异。请使用假设的阻力值计算。

[SA…DE/S时]

●滚动导向部的摩擦阻力　M_f

M_f的值如下所示。

SA65DE/S时　0.03N · m

SA120DE/S时　0.1N · m

SA200DE/S时　0.2N · m

●旋转阻力产生的扭矩　M_L

$M_L = M_f + M_c$ [N · m]

●加速产生的扭矩　M_a

$$M_a = (J_L + J_T) \cdot \frac{R}{t_a} \text{ [N · m]}$$

●加速所需的扭矩　M_P

$M_P = M_a + M_L$ [N · m]

●极限加速时间　t_a

$$t_a = \frac{(J_L + J_T) \cdot R \cdot k}{M_M - M_L} \text{ [s]}$$

J_L：装载物转动惯量　kg · m²

J_T：可动部转动惯量　kg · m²

M_c：电线布线阻力(2)　N · m

M_M：校准工作台的扭矩　N · m

t_a　：加速时间　s

R　：移动速度　rad/s

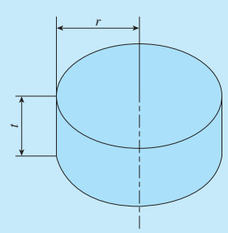
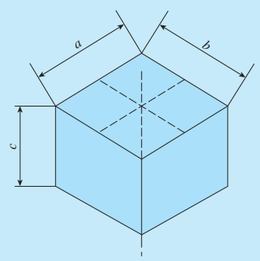
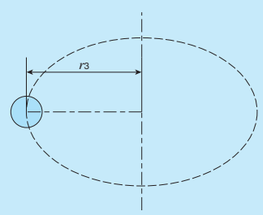
k　：安全系数(1.3)

注(2)　θ轴可动部无电线，因此不对装载物进行布线时，请将电线布线阻力设为0。

装载物转动惯量请参考以下计算公式求出。

转动惯量的计算

p：密度　m：质量

圆　柱	方柱	偏移旋转
		
$J_L = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot p \cdot t \cdot r^4$ $= \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$	$J_L = \frac{1}{12} \cdot p \cdot a \cdot b \cdot c \cdot (a^2 + b^2)$ $= \frac{1}{12} \cdot m \cdot (a^2 + b^2)$	$J_L' = J_L + m \cdot r_3^2$ J_L'：自旋转中心的转动惯量 J_L：以重心为中心旋转时的转动惯量

■实际扭矩、实际推力的计算

精密定位工作台驱动时，由于加减速时需要大扭矩(推力)，因此使用AC伺服电机与使用直线电机驱动时，根据运行模式的运行率，实际扭矩(实际推力)有时会大于电机的额定扭矩(额定推力)。如果在该状态下继续运行，则可能导致电机过热、烧结，因此请确认实际扭矩(实际推力)是否小于电机的额定扭矩(额定推力)。工作台的运行模式产生的实际扭矩(实际推力)通过下式求出。

如果电机的额定扭矩(额定推力)大于实际扭矩(实际推力)，则可在该运行模式下持续运行。

使用AC伺服电机时

●实际扭矩　T_{rms}

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{T_P^2 \times t_a + (T_P - 2 \times T_L)^2 \times t_a + T_L^2 \times t_c}{t}} \text{ [N · m]}$$

直线电机驱动时

●实际推力　F_{rms}

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{F_P^2 \times t_a + (F_P - 2 \times F_L)^2 \times t_a + F_L^2 \times t_c}{t}} \text{ [N]}$$

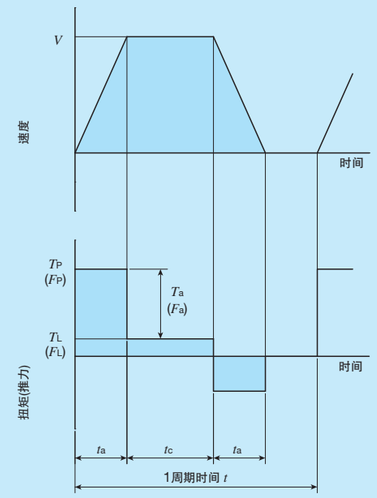
直接驱动(SA…DE)时

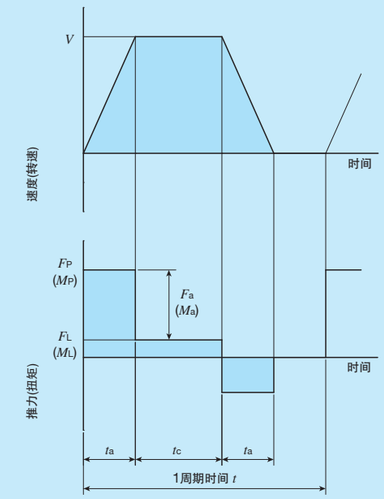
●实际推力(适用于SA…DE/X(Y))　F_{rms}

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{F_P^2 \times t_a + (F_P - 2 \times F_L)^2 \times t_a + F_L^2 \times t_c}{t}} \text{ [N]}$$

●实际扭矩(SA…适用于DE/S)　M_{rms}

$$M_{rms} = \sqrt{\frac{M_P^2 \times t_a + (M_P - 2 \times M_L)^2 \times t_a + M_L^2 \times t_c}{t}} \text{ [N · m]}$$



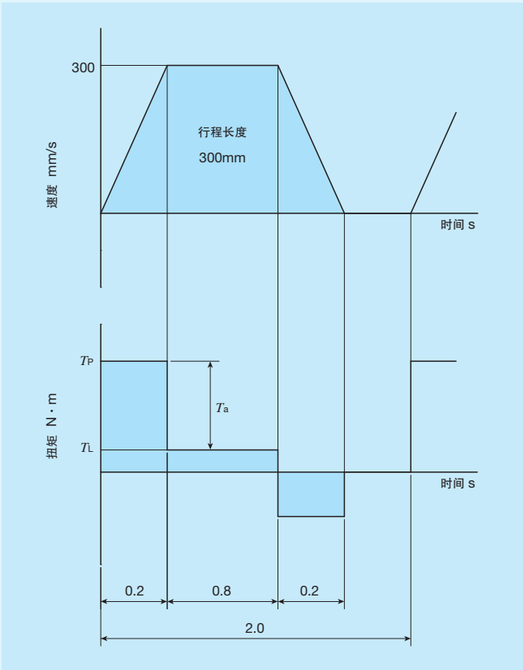


■运转模式的探讨示例

使用AC伺服电机时

●使用条件

安装方向		水平使用
装载质量	W	30kg
行程长度	L	300mm
移动速度(设定速度)	V	300mm/s
加减速时间	t_a	0.2s
恒速移动时间	t_c	0.8s
1个周期时间	t	2.0s



●预选定位工作台

预选TU60S49/AT103G10S03。

基本规格

滚珠丝杠导程	ℓ	10mm
行程长度		300mm
最高速度		500mm/s
起动扭矩	T_0	0.08N·m
工作台惯量	J_T	0.93×10^{-5}kg·m²
联轴器惯量	J_C	0.290×10^{-5}kg·m²

●电机的规格

使用的AC伺服电机		SGMAV-01A
额定扭矩		0.318N·m
电机惯量	J_M	0.380×10^{-5}kg·m²

●计算加速所需的扭矩

· 负载扭矩　T_L

$$T_L=T_0+\mu Wg\cdot\frac{\ell}{2\pi\eta}$$
$$=0.08+0.01\times30\times9.8\times\frac{0.01}{2\times\pi\times0.9}$$
$$\approx0.09\text{N·m}$$

· 加速.扭矩　T_a

$$J_L=W\cdot\left(\frac{\ell}{2\pi}\right)^2$$
$$=30\times\left(\frac{0.01}{2\times\pi}\right)^2\approx7.60\times10^{-5}\text{kg·m}^2$$
$$N=V\times\frac{60}{\ell}=0.3\times\frac{60}{0.01}=1800\text{min}^{-1}$$
$$T_a=(J_T+J_M+J_C+J_L)\cdot\frac{2\pi N}{60t_a}$$
$$=(0.93+0.380+0.290+7.60)\times10^{-5}\times\frac{2\times\pi\times1800}{60\times0.2}$$
$$\approx0.09\text{N·m}$$

· 加速所需的扭矩　T_P

$$T_P=T_L+T_a=0.09+0.09=0.18\text{N·m}$$

在此应确认$T_P\times k$(安全系数)是否小于电机的输出扭矩T_M。
超过该值时，请重新探讨最高速度和加减速时间。
如下所示，正在探讨的运行模式加速所需的扭矩小于输出扭矩T_M。

$T_M=0.318\times3\approx0.95$N·m
$T_P\times k=0.18\times1.3=0.23$N·m$<T_M$

●探讨实际扭矩

· 实际扭矩　T_{rms}

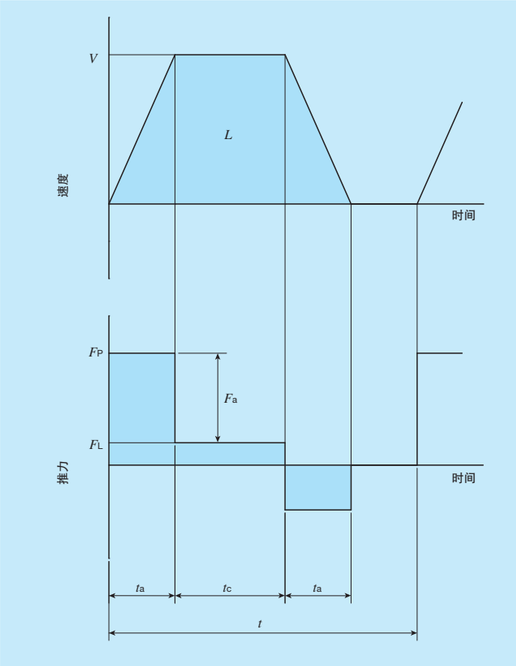
$$T_{rms}=\sqrt{\frac{T_P^2\times t_a+(T_P-2\times T_L)^2\times t_a+T_L^2\times t_c}{t}}$$
$$=\sqrt{\frac{0.23^2\times0.2+(0.23-2\times0.09)^2\times0.2+0.09^2\times0.8}{2.0}}$$
$$\approx0.09\text{N·m}$$

由于电机的额定扭矩大于实际扭矩T_{rms}，因此可判断能在探讨的运行模式下连续使用。

直线电机驱动时

根据直线电机工作台的运行率，实际推力可能会大于额定推力、因电机过热或烧结而导致故障或受伤。运行前请务必确认实际推力在额定推力以下。

以下为使用LT170HS时的运行模式的探讨示例。通过Ⅱ-288页的动态可搬质量的图形，考虑装载质量和加速度后，暂定为以下运行模式。



设定项目

工作台规格	型号		LT170HS(自冷)
	可动部质量	W_T	4.0kg 参照Ⅱ-302页
	移动速度V时的最大推力	F_M	约550N 参照Ⅱ-288页
	行走阻力	F_R	极限加速时间的计算项目 参照［LT…H时］
	速度系数	f_V	
装载质量		W_L	30kg
移动距离		L	1.2m
移动速度(设定速度)		V	1.5m/s
时间		t_a	0.3s
		t_c	0.5s
		t	2.5s
电线布线阻力		F_c	1.0N 为假设值
安全系数		k	1.3
环境温度			30℃

STEP1　计算加速所需的推力

①行走阻力产生的力　F_L

$$F_L=f_V\times F_R+F_c=2.25\times40+1=91\text{N}$$

②加速产生的力　F_a

$$F_a=(\text{WL}+\text{WT})\cdot\frac{V}{t_a}$$
$$=(30+4.0)\times\frac{1.5}{0.3}=170\text{N}$$

③加速所需的推力　F_P

$$F_P=F_a+F_L$$
$$=170+91=261\text{N}$$

在此请确认$F_P\times k$(安全系数)是否在Ⅱ-288页中的推力特性曲线以下。超过该值时，请重新探讨运转模式的最高速度和加减速时间等。
如下所示，在示例中的模式下，安全系数在推力特性曲线以下。
1.5m/s时的最大推力F_M=约550N
$F_P\times k=261\times1.3=339.3\text{N}<F_M$

STEP2　探讨实际推力

· 实际推力　F_{rms}可通过下式求出。

$$F_{rms}=\sqrt{\frac{F_P^2\times t_a+(F_P-2\times F_L)^2\times t_a+F_L^2\times t_c}{t}}$$
$$=\sqrt{\frac{261^2\times0.3+(261-2\times91)^2\times0.3+91^2\times0.5}{2.5}}$$
$$\approx103\text{N}$$

在此请确认F_{rms}是否在额定推力以下。超过额定推力时，请重新探讨运行模式的最高速度和加减速时间等。(LT…H的推力特性因环境温度而变化，请参照额定推力特性图。)

在示例模式下，环境温度为30℃时的额定推力约为117N，103N<117N(额定推力)，因此可判断为能连续运行。

校准工作台SA时

根据校准工作台SA的运行率，实际推力可能会大于额定推力(或实际扭矩大于额定扭矩)，因电机过热或烧结而导致故障或受伤。运行前请务必确认实际推力是否在额定推力以下(或实际扭矩在额定扭矩以下)。

以下为使用校准工作台SA120DE／XYS时的运行模式的探讨示例。

考虑到极限加速时间，暂定为以下运行模式。

设定项目

工作台的型号			SA120DE/XYS
装载质量		W_L	5.0kg
装载物转动惯量		J_L	1.0×10^{-2}kg·m²
X轴运行模式	可动部质量	W_T	5.9kg
	设定行程	L	0.01m
	最高速度	V	0.1m/s
	加减速时间	t_a	0.05s
	等速移动时间	t_c	0.05s
	周期时间	t	0.4s
	电线布线阻力	F_c	1.0N
Y轴运行模式	可动部质量	W_T	3.4kg
	设定行程	L	0.01m
	最高速度	V	0.1m/s
	加减速时间	t_a	0.05s
	等速移动时间	t_c	0.05s
	周期时间	t	0.4s
	电线布线阻力	F_c	1.0N
θ轴运行模式	可动部转动惯量	J_T	2.0×10^{-3}kg·m²
	设定的动作角度	L	0.1πrad
			18°
	最高速度	R	πrad/s
			180°/s
	加减速时间	t_a	0.05s
	等速移动时间	t_c	0.05s
	周期时间	t	0.4s
	电线布线阻力	M_c	0.0N·m
安全系数		k	1.3

STEP1　计算X轴加速所需的推力

①行走阻力产生的力　F_L

$$F_L = F_f + F_c = 3.0 + 1.0 = 4.0\text{N}$$

②加速产生的力　F_a

$$F_a = (W_L + W_T)\cdot\frac{V}{t_a}$$
$$= (5.0 + 5.9)\times\frac{0.1}{0.05} = 21.8\text{N}$$

③加速所需的推力　F_P

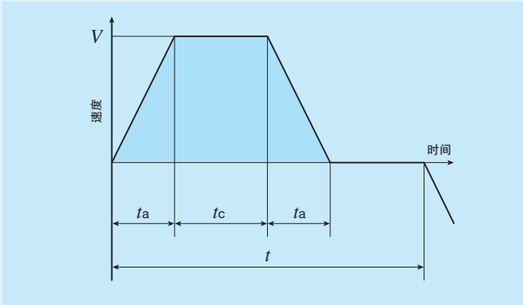
$$F_P = F_a + F_L$$
$$= 21.8 + 4.0 = 25.8\text{N}$$

在此请确认$F_P\times k$(安全系数)是否在Ⅱ-264页中的最大推力以下。超过该值时，请重新探讨运转模式的最高速度和加减速时间等。

如下所示，在示例中的模式下，安全系数在最大推力以下。

SA120DE/X的最大推力$F_M = 70\text{N}$

$F_P\times k = 25.8\times1.3 = 33.54\text{N} < F_M$



STEP2　探讨实际推力

・实际推力　F_{rms}可通过下式求出。

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{F_P^2\times t_a + (F_P - 2\times F_L)^2\times t_a + F_L^2\times t_c}{t}}$$
$$= \sqrt{\frac{25.8^2\times0.05 + (25.8 - 2\times4.0)^2\times0.05 + 4.0^2\times0.05}{0.4}}$$
$$\approx 11.17\text{N}$$

在此请确认F_{rms}是否在额定推力以下。超过额定推力时，请重新探讨运行模式的最高速度和加减速时间等。可判断出在示例模式下可连续运行。

STEP3　探讨Y轴加速所需的推力、实际推力

进行与X轴相同的计算。

运行模式相同时，由于可动部质量较小，Y轴的条件较宽松，故本例中省略。

STEP4　探讨θ轴加速所需的扭矩

①旋转阻力产生的扭矩　M_L

$$M_L = M_f + M_c$$
$$= 0.1 + 0.0 = 0.1\text{N}\cdot\text{m}$$

②加速产生的扭矩　M_a

$$M_a = (J_L + J_T)\cdot\frac{R}{t_a}$$
$$= (0.01 + 0.002)\times\frac{\pi}{0.05} \approx 0.754\text{N}\cdot\text{m}$$

③加速所需的扭矩　M_P

$$M_P = M_a + M_L$$
$$= 0.754 + 0.1 = 0.854\text{N}\cdot\text{m}$$

在此请确认$M_P\times k$(安全系数)是否在Ⅱ-264页中的最大扭矩以下。超过该值时，请重新探讨运转模式的最高速度和加减速时间等。如下所示，在示例中的模式下，安全系数在最大扭矩以下。

SA120DE/S的最大扭矩$M_M = 2.0\text{N}\cdot\text{m}$

$M_P\times k = 0.854\times1.3 \approx 1.11\text{N}\cdot\text{m} < M_M$

STEP5　探讨实际扭矩

・实际扭矩　M_{rms}可通过下式求出。

$$M_{rms} = \sqrt{\frac{M_P^2\times t_a + (M_P - 2\times M_L)^2\times t_a + M_L^2\times t_c}{t}}$$
$$= \sqrt{\frac{0.854^2\times0.05 + (0.854 - 2\times0.1)^2\times0.05 + 0.1^2\times0.05}{0.4}}$$
$$\approx 0.38\text{N}\cdot\text{m}$$

在此请确认M_{rms}是否在额定扭矩以下。超过额定扭矩时，请重新探讨运行模式的最高速度和加减速时间等。可判断出在示例模式下可连续运行。

※注意　装载物偏离旋转中心时，XY轴的加减速会成为θ轴的扭矩负荷，敬请注意。

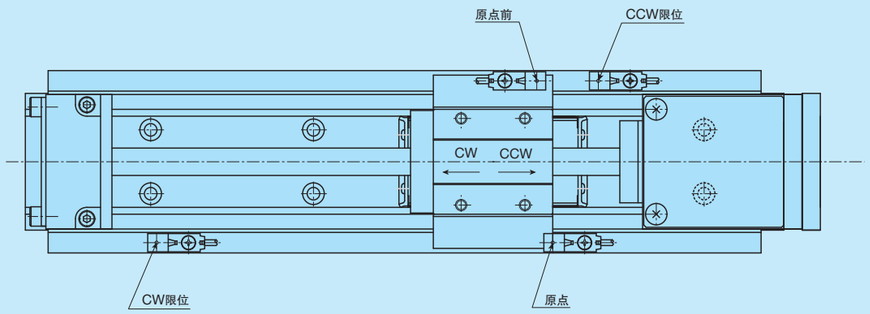
传感器规格

精密定位工作台带有用于防止超越的CW、CCW限位传感器和用于检测机械原点的原点前、原点传感器。某些型号的工作台标配以上传感器，某些则需视公称型号指定安装。

精密定位工作台使用的传感器种类见表1，各传感器的规格见表2～表4。NT…V、SA200DE/S、LT、TM的连接器规格请参照表5.1～5.2。其他各工作台均为散拉线规格，因此请用户自备传感器输出的连接器及其配合的连接器。

传感器的时序图请参照各型号的传感器规格。如果无特别说明，传感器位置均可进行微调，请用户自行调整。

表1 传感器的种类

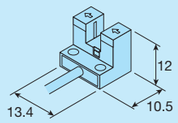
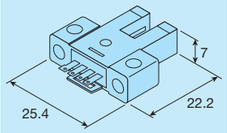
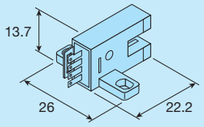
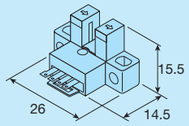
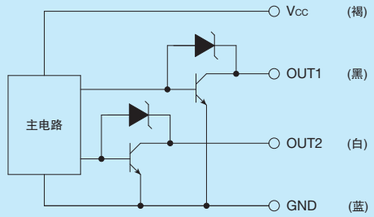


散拉线规格的护套中插入印有信号名称(ORG、PORG、CW、CCW)的标记管。

工作台的型号 \ 传感器		CW限位	CCW限位	原点前(PORG)	原点(ORG)
TE…B(1)		接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器
TU(1)		接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器
TSL…M		接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器	光电传感器④(2)
TSLH…M · CTLH…M		光电传感器③	光电传感器③	光电传感器③	光电传感器④(2)
TX…M · CTX…M		光电传感器③	光电传感器③	光电传感器③	光电传感器④(2)
TC…EB(1)		接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器
TM(1)(4)		磁传感器(5)	磁传感器(5)	磁传感器(5)	磁传感器(5)
TS · CT(1)	TS55/55 · CT55/55	微动开关(6)	微动开关(6)	接近式传感器	光电传感器③
	TS75/75	光电传感器①	光电传感器①	光电传感器①	光电传感器①
	CT75/75	光电传感器③	光电传感器③	光电传感器③(5)	光电传感器③(5)
	上述以外	光电传感器③	光电传感器③	光电传感器③	光电传感器②(2)
TSLB		接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器
LT…CE(1)		接近式传感器(3)	接近式传感器(3)	接近式传感器(3)	编码器(3)(5)
LT…LD		接近式传感器(3)(5)	接近式传感器(3)(5)	接近式传感器(3)(5)	编码器(3)(5)
LT…H		接近式传感器(3)(5)	接近式传感器(3)(5)	接近式传感器(3)(5)	编码器(3)(5)
NT…V(1)		接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器	编码器(3)(5)
AT		接近式传感器(5)	接近式传感器(5)	–	–
AM		接近式传感器	接近式传感器	接近式传感器	–(2)
SA…DE	SA200DE/S	接近式传感器(5)	接近式传感器(5)	接近式传感器(5)	编码器(3)(5)
	上述以外	磁传感器(5)(6)	磁传感器(5)(6)	磁传感器(5)(6)	编码器(3)(5)(6)
TZ		接近式传感器(5)	接近式传感器(5)	接近式传感器(5)	接近式传感器(2)(5)

注(1) 传感器的安装通过公称型号来指定。其他型号标配传感器。
(2) 选择了AC伺服电机用附件或附带线性编码器时，不带原点传感器。请使用用户自行安装的AC伺服电机或线性编码器的C相或Z相信号。AM时，仅可选择AC伺服电机。
(3) 从适用的专用控制单元或专用驱动器输出各信号。
(4) 工作台内部内置传感器，从专用传感器放大器输出各信号。使用AC伺服电机时，原点信号请使用编码器的C相。
(5) 传感器（编码器）位置无法微调。
(6) 内置于电路板中。

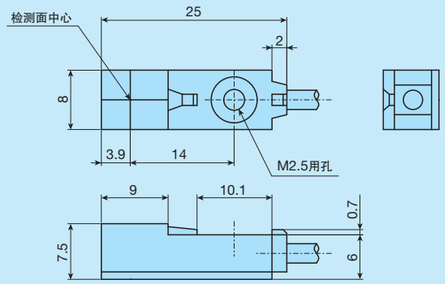
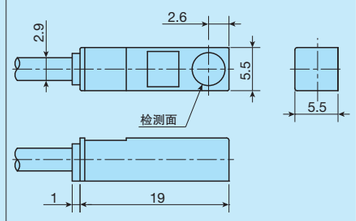
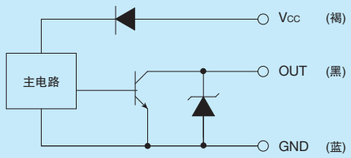
表2 光电传感器的规格

项目 \ 传感器	限位、原点前、原点			
	① PM-L24	② PM-K54	③ PM-T54	④ PM-L54
生产厂家	松下电工神视电子公司			
形状(mm)				
输出连接器的型号(1)	–	CN-14H-C1(导线长1m)或 CN-14H-C3(导线长3m)		
电源电压	DC5～24V ±10%			
消耗电流	15mA以下			
输出	NPN晶体管 开路集电极 · 最大流入电流：50mA · 外加电压 ：30VDC以下 · 残留电压 ：流入电流50mA时为0.7V以下 16mA时为0.4V以下			
输出动作	入光时ON/OFF 选择式(2)			
动作显示	红色LED(入光时点亮)			
电路图				

注(1) 根据适用的型号进行选择。
(2) 对于CT75/75，CW限位和CCW限位请使用OUT1(黑)，原点前和原点请使用OUT2(白)。其他型号均使用OUT1(黑)。

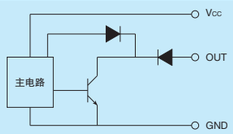
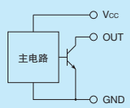
备注1. 请用户自行连接传感器电线。
2. 导线伸出工作台端部至少200mm。实际长度因行程长度而异。

表3 接近式传感器的规格

项目 \ 对象型号		SA200DE / S	TZ120、TZ200H、TZ200X	其他型号	TZ120X
生产厂家		AZBIL(株)			欧姆龙(株)
型号	原点前	APM-D3A1F-015	APM-D3B1F-019	APM-D3B1-017 APM-D3B1F-019 APM-D3B1F-020	E2S-W14 1M
	CW限位	APM-D3A1-013	APM-D3B1-017	APM-D3B1-017	E2S-W14 1M
	CCW限位		APM-D3B1F-019	APM-D3B1-018	E2S-W14 1M
	原点	编码器	APM-D3A1-013	APM-D3A1-013	E2S-W13B 1M
形状 mm					
电源电压		DC12～24V ±10%			
消耗电流		10mA以下			13mA以下
输出		NPN开路集电极 · 最大流入电流：30mA以下(阻性负载) · 外加电压 ：DC26.4V以下 · 残留电压 ：流入电流30mA时为1V以下			NPN开路集电极 · 最大流入电流：50mA · 外加电压 ：DC30V以下 · 残留电压 ：流入电流50mA时为1V以下
输出动作	原点前	接近时ON	接近时OFF		
	限位	接近时ON	接近时OFF		
	原点	编码器	接近时ON		
动作显示	原点前	橙色LED(检测时点亮)	橙色LED(检测时熄灭)		
	限位	橙色LED(检测时点亮)	橙色LED(检测时熄灭)		
	原点	–	橙色LED(检测时点亮)		
电路图					

备注 1. 请用户自行连接传感器电线(NT…V/SC除外)。
2. 导线伸出工作台端部至少200mm。实际长度因行程长度而异。

表4 磁传感器的规格

项目 \ 传感器		TM	SA65DE、SA120DE
电源电压		DC12～24V ±10%	DC5～24V ±10%
消耗电流		65mA以下(1)	10mA以下
输出(2)		NPN开路集电极 · 最大流入电流：12mA · 外加电压 ：DC36V以下 · 残留电压 ：流入电流12mA时为1.7V以下 ：流入电流4mA时为1.1V以下	NPN开路集电极 · 最大流入电流：10mA · 外加电压 ：DC26.4V以下 · 残留电压 ：流入电流10mA时为1V以下
输出动作	原点前	接近时OFF	接近时ON
	限位	接近时OFF	接近时ON
	原点	接近时ON	编码器
动作显示	原点前	红色LED（检测时点亮）	–
	CW(+)限位	黄色LED（检测时点亮）	–
	CCW(-)限位	红色LED（检测时点亮）	–
	原点	红色LED（检测时点亮）	–
电路图			

注(1) 包括传感器放大器在内的整个系统的消耗电流。
(2) 每个电路的输出。

表5.1 连接器规格(NT55V/SC、NT80V/SC、SA200DE/S、LT)

针 No.	信号名称	使用的连接器 (日本MOLEX(株)制造) 传感器侧	配合侧
1	原点前(1)	外壳 1625-12R1 端子 1855TL	外壳 1625-12P1 端子 1854TL
2	原点前		
3	+方向限位		
4	-方向限位		
5	电源输入(原点前用)(1)		
6	GND(原点前用)(1)		
7	电源输入(原点前用)		
8	GND(原点前用)		
9	电源输入(+方向限位用)		
10	GND(+方向限位用)		
11	电源输入(–方向限位用)		
12	GND(–方向限位用)		

注(1) LT/T2的B工作台用。

表5.2 连接器规格(TM用)

针 No.	信号名称	使用的连接器 (日本MOLEX(株)制造) 传感器侧	配合侧
1	原点	外壳 43020-0600 端子 43031-0010	外壳 43025-0600 端子 43030-0007
2	原点前		
3	CW限位		
4	CCW限位		
5	电源输入		
6	GND		

备注 使用AC伺服电机时，原点信号请使用编码器的C相或分解器Z相。

安装

■安装面的加工精度

精密定位工作台的精度和性能受配合侧安装面精度的影响。因此，应根据所需的运动性能和定位精度等使用条件考虑安装面的加工精度。
表6为一般使用条件下配合侧安装面的平面度大致标准。
此外，安装工作台的支架会受到很大的反作用力，因此请充分考虑支架的刚性。

表6 安装面的精度　　单位 μm

型号	安装面的平面度
NT…H	5
TX TM	8
TS · CT NT…V NT…XZ NT…XZH SA…DE	10
TSLH…M	15
TE…B TU TSL…M TC…EB LT AM	30
TSLB	50

■固定螺丝的拧紧扭矩

表7为固定精密定位工作台的一般拧紧扭矩。频繁进行突然加速、突然减速或承受力矩负荷时，推荐以表中数值1.3倍左右的扭矩拧紧。此外，需要无振动、无冲击或高精度时，也可以小于表中数值的扭矩拧紧。为防止螺丝松动，推荐同时使用粘合剂。

表7 螺丝的拧紧扭矩　　单位 N·m

螺丝的公称	内螺纹材质		
	钢	铝合金	
			带螺纹衬套
M2 ×0.4	0.31	钢的数值的约60%	钢的数值的约80%
M3 ×0.5	1.7(1)		
M4 ×0.7	4.0		
M5 ×0.8	7.9		
M6 ×1	13.3		
M8 ×1.25	32.0		
M10×1.25	62.7		

注(1)　NT…V的推荐拧紧扭矩为1.1N·m。（台架材质为钢时）

使用注意事项

■安全注意事项

· 接地端子请务必接地(第3类接地)。否则会导致触电、火灾。
· 请勿使用非设备上标示的电源电压。否则会导致火灾、故障。
· 请勿用湿手触碰电气元件。否则会导致触电。
· 请勿强行弯曲、扭曲、拉拽、加热电线或在电线上放置重物。否则会导致触电、火灾。
· 工作台运转时，请勿将手指等伸入开口部。否则会导致受伤。
· 工作台运转时，请勿触碰可动部。否则会导致受伤。
· 拆卸电气元件的护罩时，请务必切断电源，拔下插头。否则会导致触电。
· 电源切断后5分钟内请勿触碰端子。否则会因残留电压而导致触电。
· 拆装连接端子时，请务必切断电源，拔下电源插头。否则会导致触电、火灾。

■使用注意事项

· 精密定位工作台是精密机械，如果施加过大负荷或冲击，可能会导致精度下降或零件损坏等，因此使用时请充分注意。
· 请确认工作台安装面无异物或会影响使用的突起等。
· 请在无水、油、粉尘等洁净的环境下使用。
· 精密定位工作台中安装的直线导轨设备和滚珠丝杠上涂有润滑脂，因此请采取防尘措施，防止异物等进入内部。如果异物进入内部，请将脏污的润滑脂去除干净，然后重新涂抹干净的润滑脂。
· 精密定位工作台的润滑因使用条件而异，一般情况下应每6个月一次将旧的润滑脂擦拭干净并涂抹干净的润滑脂；始终长距离往复运动等条件下，需每3个月一次进行上述作业。内置“C-Lube自润滑部件”的精密定位工作台为长期免维护产品，减少了直线导轨设备及滚珠丝杠中不可缺少的润滑剂供油机构和供油工时，可大幅度降低维护成本。
· 精密定位工作台已经过高精度加工和组装调整，请勿分解或改造等。
· 直线电机驱动的产品内部带有强力磁铁。请注意，如果靠近磁性体，可能会被吸引。如果需要在易受磁力影响的装置附近使用，请向IKO咨询。
· 直线电机驱动的产品需要设定控制单元或驱动器的参数后才可使用。请切实设定符合驱动电机的参数。
· 直线电机工作台LT系列的移动工作台连接有电机电线等，因此除设置主体的空间以外，还需确保布线空间。电线布线时应确保一定余量的曲率，以免增加行走阻力或受到外力影响。

◎为了持续改进，产品的外观、规格等若有变更，恕不另行通知。