NOVO®
诺和精工 精密传动

东莞市诺和滚珠丝杆有限公司

DONGGUAN NOVO BALL SCREW CO.,LTD.

专业制造高性价比
精密级滚珠丝杆



全国统一销售热线：400-0769-138

东莞市诺和滚珠丝杆有限公司

诺和精工 精密传动

DONGGUAN NOVO BALL SCREW CO.,LTD.

东莞市诺和滚珠丝杆有限公司成立于2010年是一家集研发、生产、销售、服务于一体的高新技术企业,ISO9001质量管理体系认证企业,12年专注研发生产高品质滚珠丝杆、研磨丝杆、直线导轨、直线模组等,型号齐全、库存充足、支持定制,工厂实力雄厚占地使用面积3000多平的独立式厂房,工厂坐落在东莞工业基地厚街白濠工业区虎门高铁站旁,交通十分便利,工厂员工50-100人,设有研发部、市场部、业务部、生产部、品检部等部门,工厂引进世界先进大型数控西门子内螺磨纹,数控旋风铣等专用设备30多台,采用国内外精湛的生产工艺,数条自动化流水线满足客户的各种需求,工厂内部有一群十几年业内资深工程师为客户提供优质的加工解决方案,优秀的售前售后人员及时跟踪回访产品使用情况,真正的做到售前售后服务一致,服务30000+机械企业,同行业中佼佼者,产品理念：以技术为导向 品质为核心。

服务理念：一诺千金 言出必行

企业使命：让全世界认识诺和/NOVO















诺和精工 精密传动

东莞市诺和滚珠丝杆有限公司

DONGGUAN NOVO BALL SCREW CO.,LTD.

关于滚珠螺杆篇



A01

滚珠螺杆

www.novo.net.cn E-mail:Dg_novo@163.com 全国统一热线：400-0769-138

工厂地址：东莞市厚街镇白濠振威路1号厂房(诺和滚珠丝杆工业园)

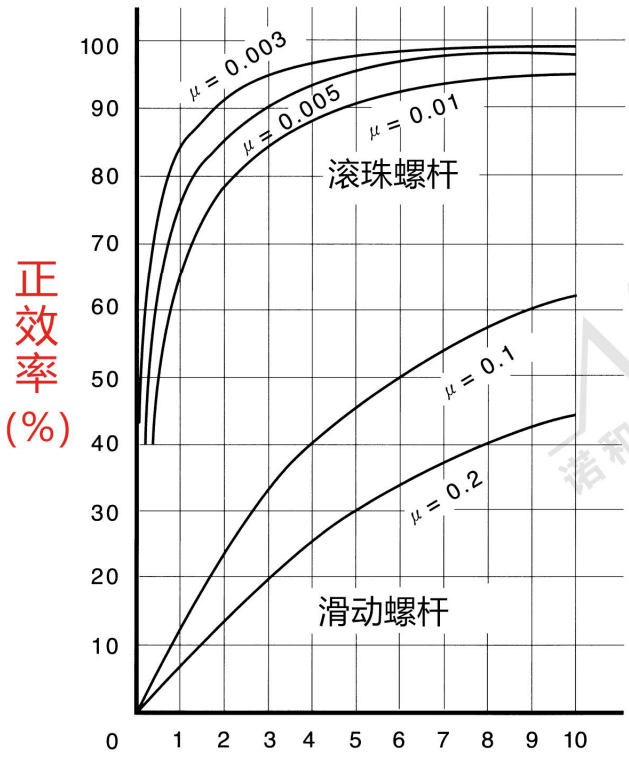
滚珠螺杆的特长

(1)高信赖性

诺和/NOVO滚珠螺杆是以多年累积的的制品技术为基础,从材料、热处理、制造、检查至出货,都是以严谨的品保制度来加以管理,因些具有高信赖性。

(2)圆滑的动作性

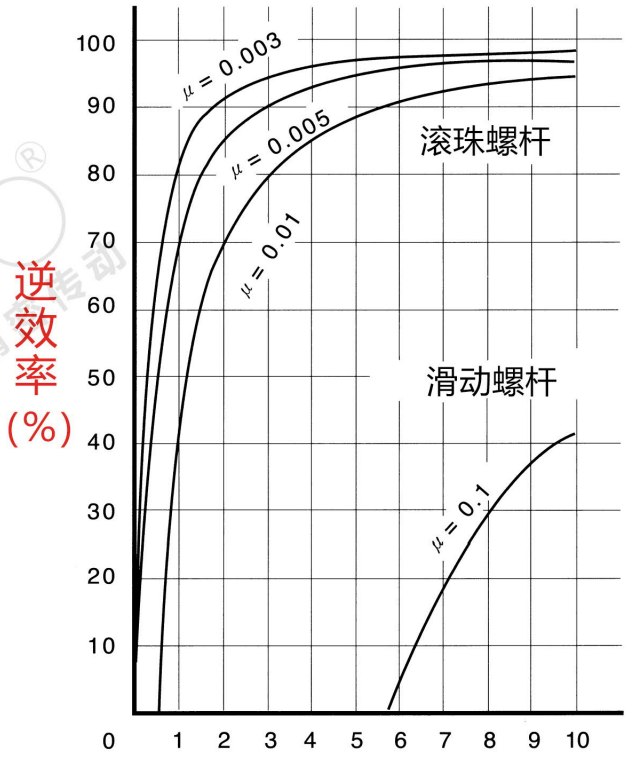
滚珠螺杆如图1.1所示,具有比滑动螺杆更高的效率所需扭矩只有30%以下。可轻易将直线运动变换为回转运动,滚珠螺杆即使给与预压,亦能维持圆滑的动作特性。



正效率（回转→直线）
入出力关系之公式

$$T = \frac{P \cdot \ell}{2\pi\eta_1}$$

T＝入力扭矩 kgf・cm
P＝出力推力 kgf
ℓ＝导　程 cm
η_1＝正效率



逆效率（直线→回转）
入出力关系之公式

$$T = \frac{P \cdot \ell}{2\pi\eta_2}$$

T＝入力扭矩 kgf・cm
P＝出力推力 kgf
ℓ＝导　程 cm
η_2＝逆效率

μ: 摩擦系数

图 1.1滚珠螺杆之机械效率

(3)无背隙与高刚性

诺和/NOVO滚珠螺杆如图1.2所示,采哥德式（Gothic arch）满槽形状、轴方向间隙调至极小亦能轻易转动。又于1个或2个螺帽间做预压调整,予消除轴方向间隙,使其具有可符合使用条件的适当刚性。

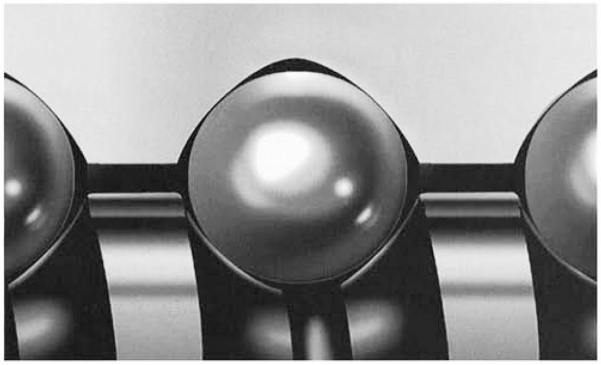


图 1.2哥德式沟槽

(4)循环方式

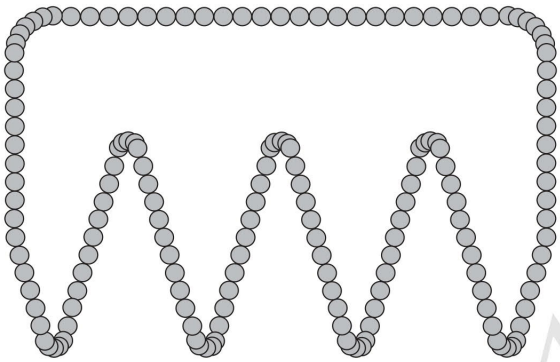


图 1.3外循环

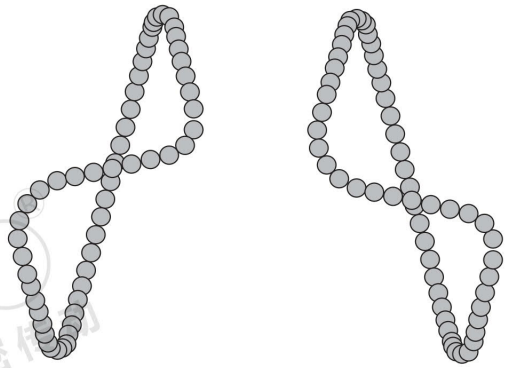


图 1.4外循环

(5)优异的耐久性

诺和/NOVO以累积多年的滚珠丝杆之生产技术为基础,采用严谨的材料藉高度热处理及加工技术,可供给耐久性的制品如表1.1及图1.5所示。

品名	材料	热处理	硬度
螺杆	SCM450 S55C	感应热处理	HRC58°~62°
螺帽	SCM415	渗碳热处理	HRC58°~62°
钢珠	SUJ2		HRC60° UP

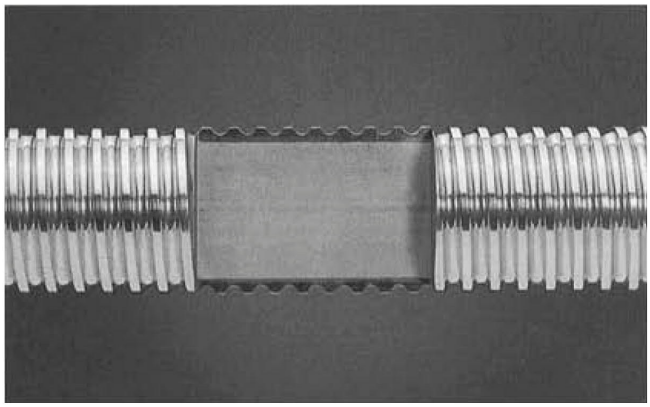
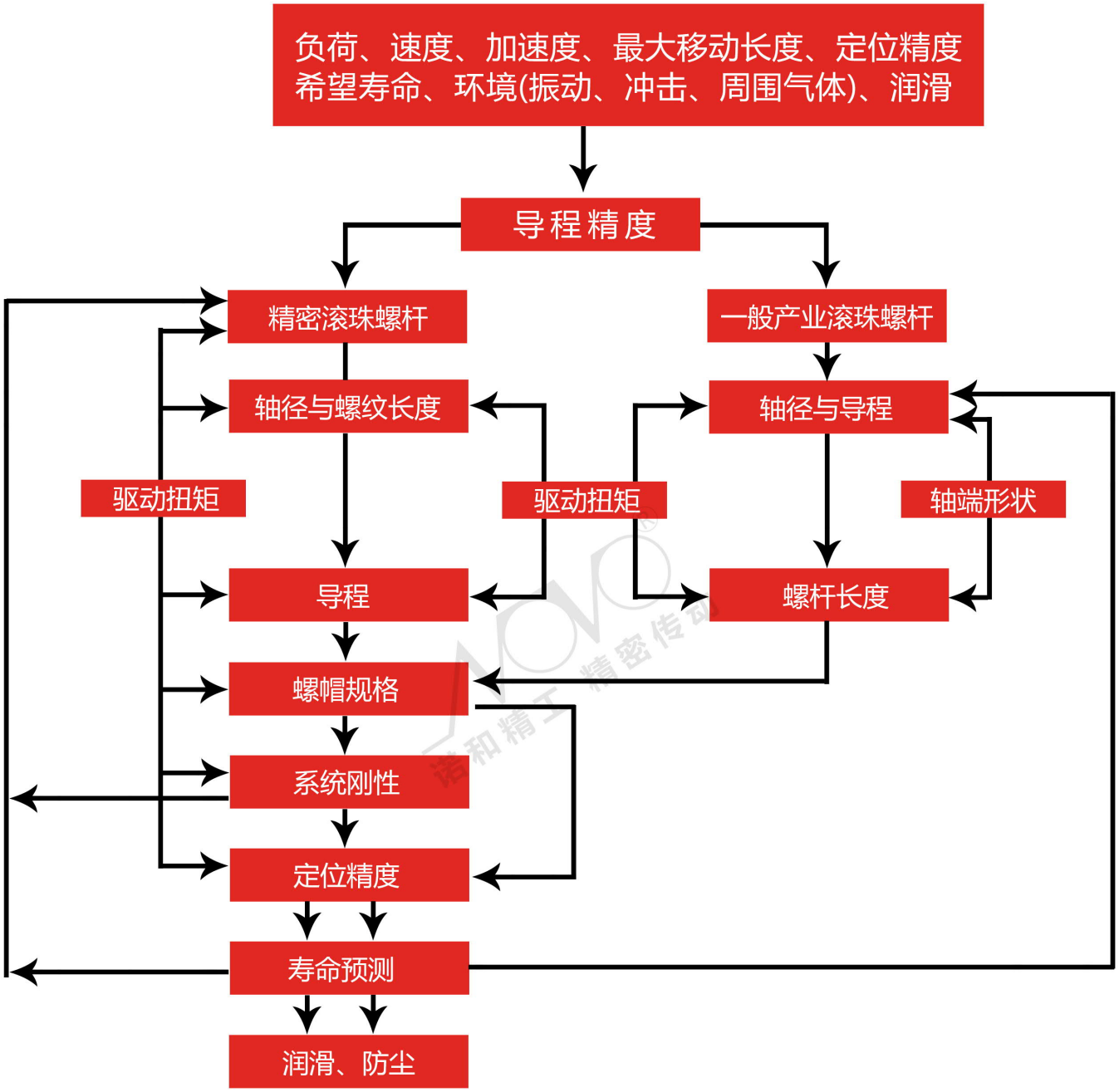


图 1.5热处理

滚珠螺杆的选定步骤



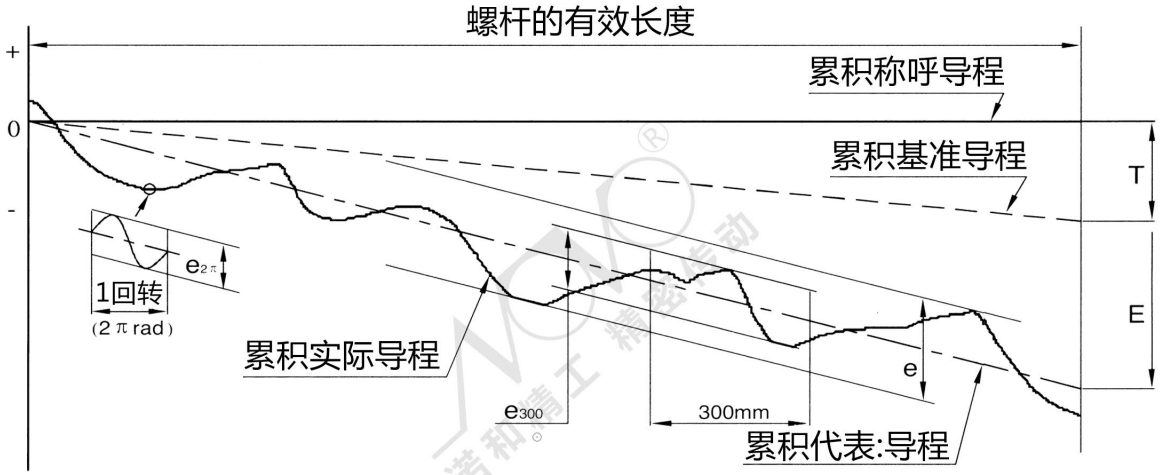
精度设计(P9)
螺杆轴设计(P15)
驱动扭矩(P19)
螺帽设计(P20)
刚性检讨(P22)
定位精度(P24)
寿命设计(P25)
注意事项(P31)

滚珠螺杆技术解说

3.1 精度设计

3.1.1 导程精度

- 诺和/NOVO精密滚珠螺杆(C0~C5级)的导程精度,以JIS规格为基准,并由4个特性项目(记号E,e,e_{300}, $e_{2\pi}$)加以规定,各特性之定义与容许值如图3.1及表3.1-3.3所示。
- 一般用滚珠螺杆C7/C10之累积导程误差,则仅以在螺杆部之有效长度内任取300mm的误差容许值如表3.3之e_{300}加以规定,各为0.05mm及0.21mm。



用语	记号	说 明	容许值
累积导程之目标值	T	在有效螺纹范围内,累积基准导程关累积公称导程的差谓之，亦即考虑运转时之热膨胀、弹性变形等因素,而事先将累积公称导程加以补正,并据此制作螺杆,其值依实验或经验而定。	
累积实际导程		实际测定之累积导程	
累积代表导程		代表累积实际导程倾向的直线,由累积实际导程曲线藉最小二乘法或类似方法,所求得的直线。	
累积代表导程之误差	E	累积代表导程减累积基装导程的值。	表3.2
变 动	e e_{300} $e_{2\pi}$	与累积代表导程平行划出的2直线所夹之累积实际导程之最大幅宽由下列3加以规定 01.在有效螺纹长度范围内的最大幅宽。 02.在有效螺纹长度范围内任取300mm的最大幅宽。 03.螺杆轴转动1圈的范围内,螺帽对应于任意的回转角的轴方向移动量的实测值与基准值的差的最大幅宽。	表3.2 表3.3 表3.3

表3.2 累积代表导程误差(±E)与之容许值(JIS B 1192)

单位：μm

精度等级			C0		C1		C2		C3		C5		C7	C10
有效螺纹长度(mm)	以上	以下	±E	e	±E	e	±E	e	±E	e	±E	e	e	e
		100	3	3	3.5	5	5	7	8	8	18	18		
	100	200	3.5	3	4.5	5	7	7	10	8	20	18		
	200	315	4	3.5	6	5	8	7	12	8	23	18		
	315	400	5	3.5	7	5	9	7	13	10	25	20		
	400	500	6	4	8	5	10	7	15	10	27	20		
	500	630	6	4	9	6	11	8	16	12	30	23		
	630	800	7	5	10	7	13	9	18	13	35	25		
	800	1000	8	6	11	8	15	10	21	15	40	27		
	1000	1250	9	6	13	9	18	11	24	16	46	30	±50/300mm	±210/300mm
	1250	1600	11	7	15	10	21	13	29	18	54	35		
	1600	2000			18	11	25	15	35	21	65	40		
	2000	2500			22	13	30	18	41	24	77	46		
	2500	3150			26	15	36	21	50	29	93	54		
	3150	4000			30	18	44	25	60	35	115	65		
	4000	5000					52	30	72	41	140	77		
	5000	6300					65	36	90	50	170	93		
	6300	8000							110	60	210	115		
	8000	10000									260	140		
	10000	12500									320	170		

表3.2 对累积部长度300mm之变动(e_{300})与摇摆($e_{2\pi}$)之容许值(JIS B 1192)

单位：μm

精度等级	C0	C1	C2	C3	C5	C7	C10
e_{300}	3.5	5	7	8	18	50	210
$e_{2\pi}$	2.5	4	5	6	8		

轴方向间隙

TBI精密滚珠螺杆之轴方几间隙预压等组,如表3.4所示。

表3.4 轴方向间隙预压等级

等　级	P0	P1	P2	P3	P4
间　隙	有	无	无	无	无
预　压	无	无	轻	中	重

＊选定精度、间隙、预压等级及螺帽之参考表

精　度	预 压 及 间 隙	螺 帽 形 式	螺 杆 形 式
C10	(P0)有间隙	单螺母	转造级螺杆
C7	(P1/P0) 诺和/NOVO标准为(P1)	依客户要求	转造或研磨级 (诺和/NOVO标准研磨级)
C5	依客户要求制造,若无要求 诺和/NOVO标准为(P2)	依客户要求	研磨级附道测表
C3	依客户要求制造,若无要求 诺和/NOVO标装为(P2)	依客户要求	研磨级附道测表

＊间隙(P0)

转造级及研磨级滚珠螺杆(P0)最大轴方向间隙

螺杆外径尺寸	转造级滚珠螺杆 最大轴向间隙	研磨级滚珠螺杆 最大轴向间隙
∅04~∅14微小型滚珠螺杆	0.05	0.015
∅15~∅40中尺寸滚珠螺杆	0.08	0.025
∅50~∅100中尺寸滚珠螺杆	0.12	0.05

＊ 无间隙，无预压(P1)

过大的预压力将摩擦扭大增及温什效率,而使得预期寿命减短,但太低的预压力会使得滚珠螺杆刚性不足及增加失步的可能性,诺和/NOVO建议您,于CNC工具机的使用上,以不超过8%动负荷为预压力的最大值;于自动化X-Y平台机构上则以不超过5%的动负荷为预压力之最大值。

*** 常用之预压(P2)参考值**

规 格	单螺帽弹簧力(Kg)	双螺帽弹簧力(Kg)
1605	0.1~0.3	0.3~0.6
2005	0.1~0.3	0.3~0.6
2505	0.2~0.5	0.3~0.6
3205	0.2~0.5	0.5~0.8
4005	0.2~0.5	0.5~0.8
2510	0.2~0.5	0.5~0.8
3210	0.3~0.6	0.5~0.8
4010	0.3~0.6	0.5~0.8
5010	0.3~0.6	0.8~1.2
6310	0.6~1.0	0.8~1.2
8010	0.6~1.0	0.8~1.2

3.1.3 滚珠螺杆的安装部位精度

滚珠螺杆的安装部位之精度,其必要项目如下：

(1) 相对于螺纹沟面的轴线A,测定螺杆支持部位的半径方向圆周偏摆值。

(2) 相对于螺杆部位的轴线F,测定零件安装部位的同轴度。

(3) 相对于螺杆轴支持部位的轴线E,测定支持部位的端面的直角度。

(4) 相对于螺杆轴线G,测定螺帽的基准面或法兰的安装面的直解度。

(5) 相对于螺杆轴线A,测定螺帽外缘周(圆筒型)的同轴度。

(6) 相对于螺杆轴线C,测定螺帽外缘(平头型安装面)的平行度。

(7) 螺杆轴的半径方向的总偏摆值。

在此所述之精度项目是以JIS B 1191、1192为基准

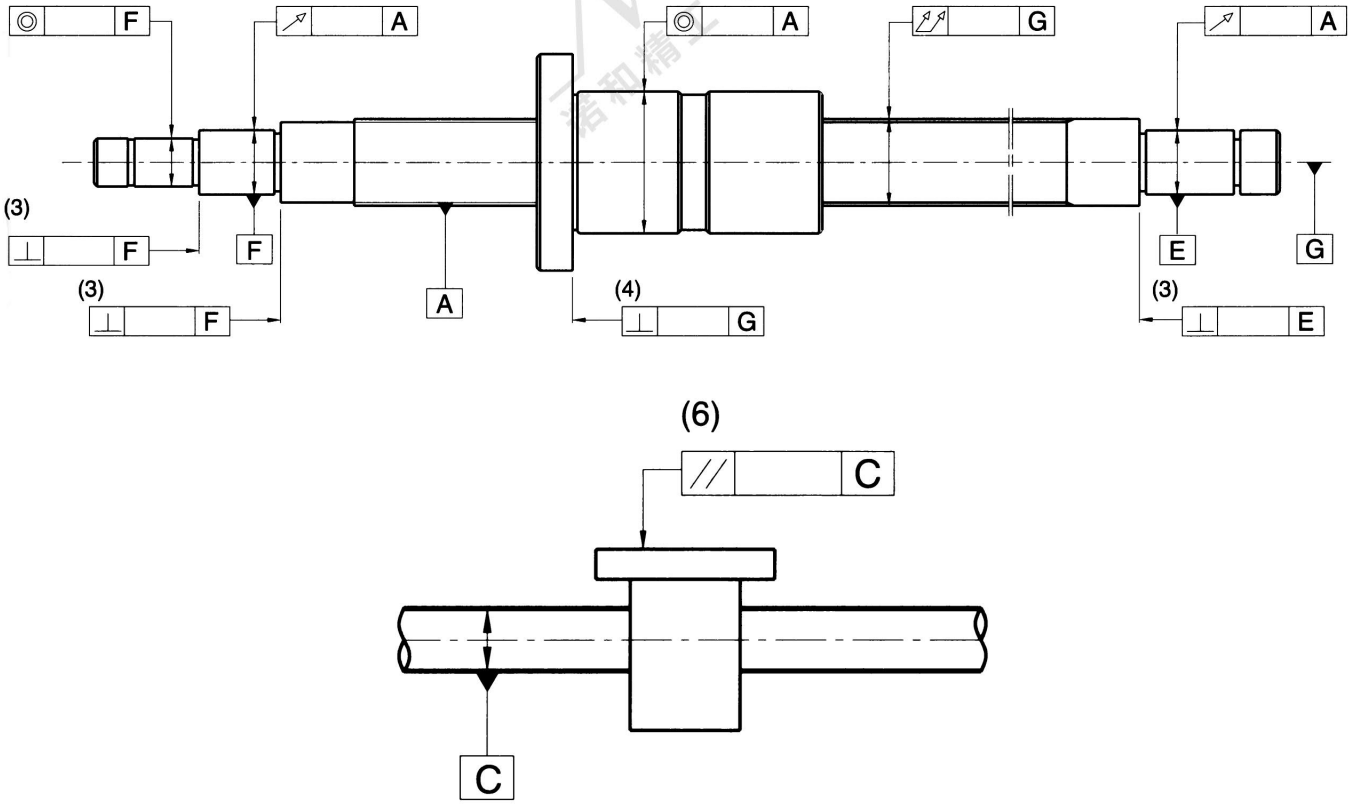
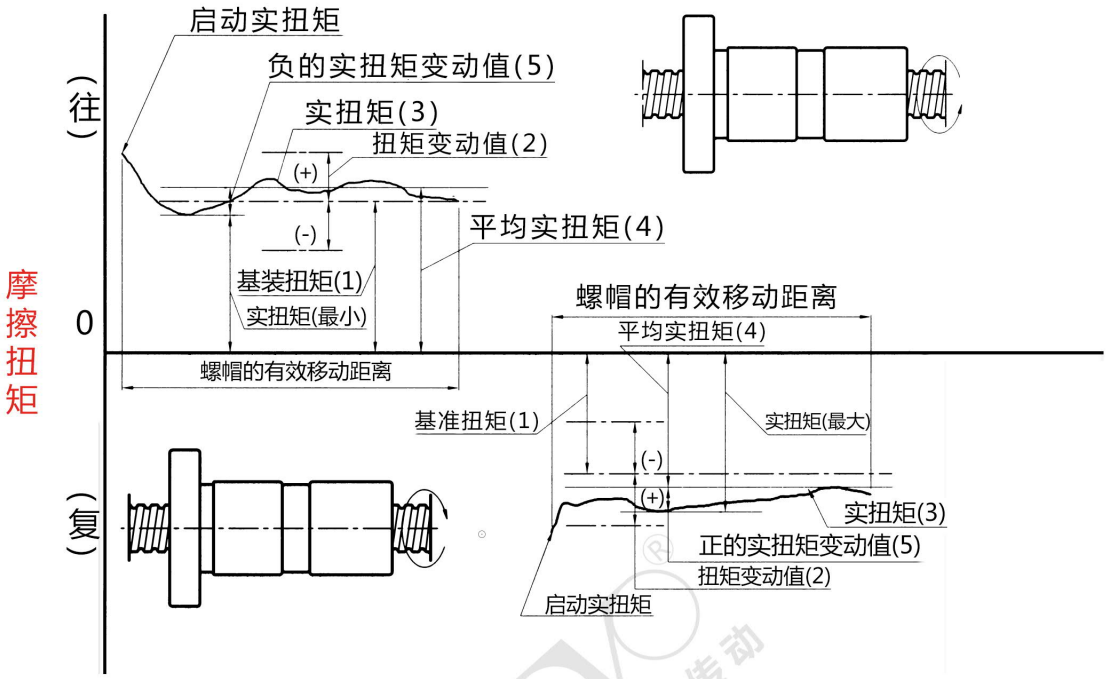


图 3.2滚珠螺杆安装部位的精度

3.1.4 预压扭矩

- 转动有施予预压之滚珠螺杆时,产生之预压扭矩的用语如图3.3所示。
- 而预压扭矩变动率的容许范围大致上是以JIS规格为基准,如图3.5所示。



用语之意义

(1) 预压
为求消除螺杆的间隙或增大螺杆之刚性而将1组大1号的钢球(约2)填入螺帽内,或者使用在螺轴方向互相施予移位的两个螺帽而产生的螺杆内部的作用力。

(2) 预压动扭矩
依所定之预压加诸于滚珠螺杆后,在外部无负载的状态下,连续转动螺杆或螺帽所需之动据矩谓之。

(3) 基准扭矩
做为目标所设定的预压动扭矩【图3.3之(1)】

(4) 扭矩变动值
做为目标所设定的预压扭矩的变动值,取相对于基准扭矩的正或负值。

(5) 扭矩变动率
相对于基准扭矩的变动值的比率。

(6) 实扭矩
滚珠螺杆的实测预压动扭矩。

(7) 平均实扭矩
螺纹部有效长度内:使螺帽做往复运动所测得之实扭矩的最大值与最小值的算术平均术。

(8) 实扭矩的变动值
螺纹部有效长度内:使螺帽做往复运动所测得之最大变动值,最小值取相对于实扭矩的正或负值。

(9) 实扭矩变动率
相对于平均实扭矩的实扭矩的变动值的比率。

表3.5 扭矩变动率的容许范围

基准扭矩 Kgf•cm		有效螺纹长度 mm										
		4000以下								4000以上10000以下		
		细长比1:40以下				细长比1:40~1:60				—		
		等级				等级				等级		
超过	以下	C0	C1	C2/C3	C5	C0	C1	C2/C3	C5	C1	C2/C3	C5
2	4	±35%	±40%	±45%	±55%	±45%	±45%	±55%	±65%	-	-	-
4	6	±25%	±30%	±35%	±45%	±38%	±38%	±45%	±50%	-	-	-
6	10	±20%	±25%	±30%	±35%	±30%	±30%	±35%	±40%	-	±40%	±45%
10	25	±15%	±20%	±25%	±30%	±25%	±25%	±30%	±35%	-	±35%	±40%
25	63	±10%	±15%	±20%	±25%	±20%	±20%	±25%	±30%	-	±30%	±35%
63	100	-	-	±15%	±20%	-	-	±20%	±25%	-	±25%	±30%

备注：1.细长比就是以螺杆轴的螺纹部长度(mm)除螺杆轴外径所得的值谓之。
2.基准扭矩2Kgf•cm以下,依TBI规格另行管理。

基准扭矩Tp的算出

预压滚珠螺杆的基准扭矩Tp(kgf•cm)的计算式如下所示。

$$Tp = 0.05\ (\tan\beta)^{-0.5} \bullet \frac{Fao \cdot \ell}{2\pi}$$

在此，Fao： 预压负荷 (kgf)
β： 导程角
ℓ： 导程(cm)

测定条件

预压动扭矩(Tp)是以下述的测定条件加图3.4所示之方法,转动螺杆轴后,测定为使螺帽不跟着一起转动所需之力(F)再将(F)的测定值乘力臂长(L),所得之积即为Tp。

$$Tp = F \bullet L$$

测定条件(1)测定时是以不附刮刷器的状态下施行。
(2)测定回转数为100rpm。
(3)使用的润滑油黏度依据JSK2001(工业用润滑油黏度分类)的规定,以ISO VG 68基准。

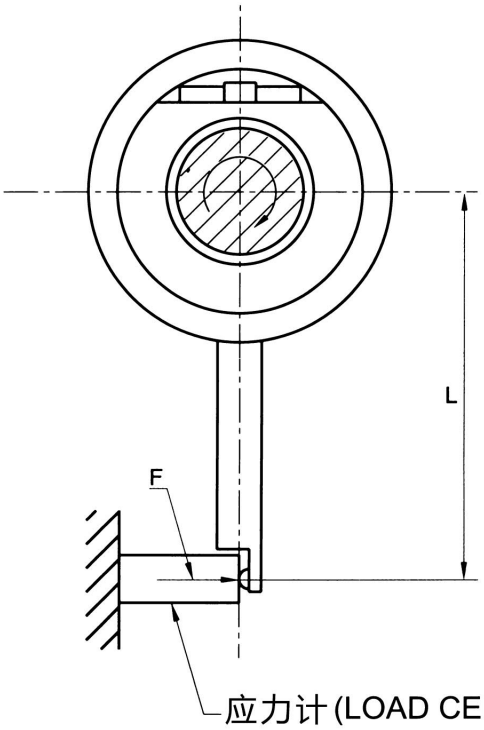


图3.4 预压动扭矩测定法

3.2 螺杆轴设计

3.2.1 导程精度

■ 安装方法于选择适当滚珠螺杆规格时为重要项目,图3.5-3.19为安装范例,当使用条件需以列严密的条件做判别或当使用特殊安装方法以致判断条件不明时,(请咨询诺和/NOVO)。

(螺杆轴、螺帽的安装方法)

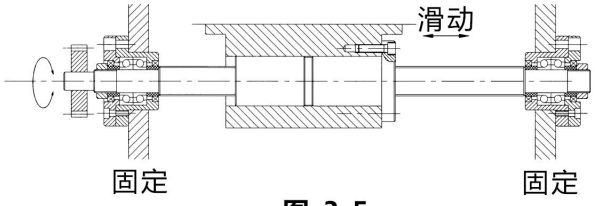


图 3.5

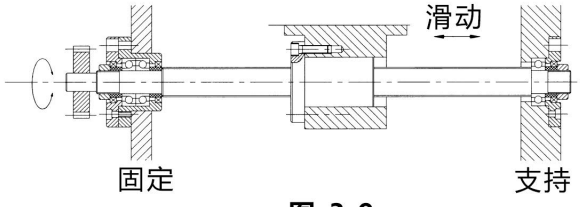


图 3.9

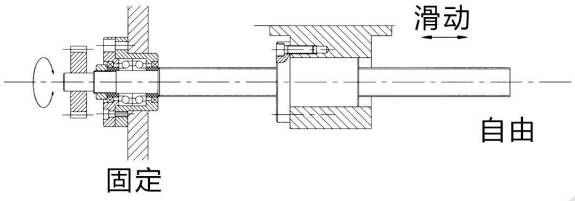


图 3.6

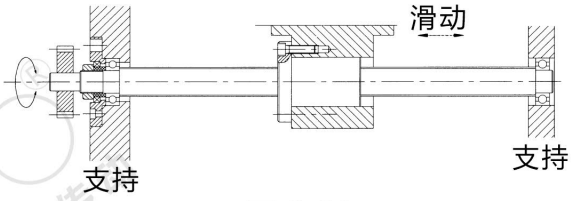


图 3.10

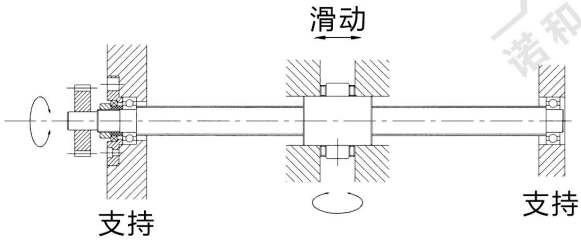


图 3.7

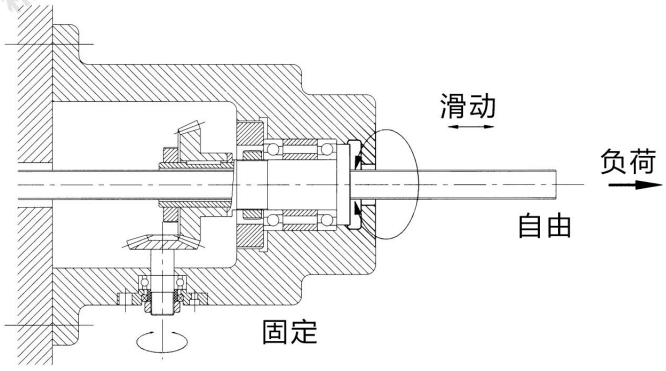


图 3.11

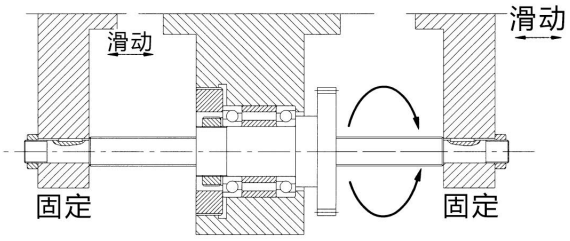


图 3.8

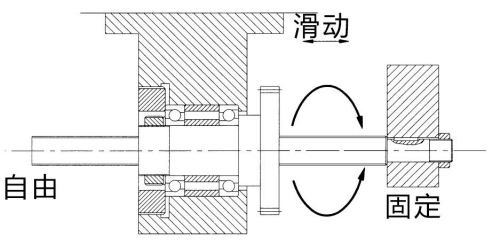


图 3.12

(各种工作机械用螺杆轴的安装方法)

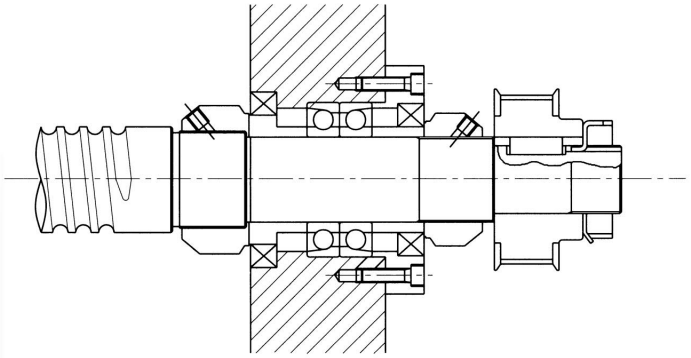


图 3.13

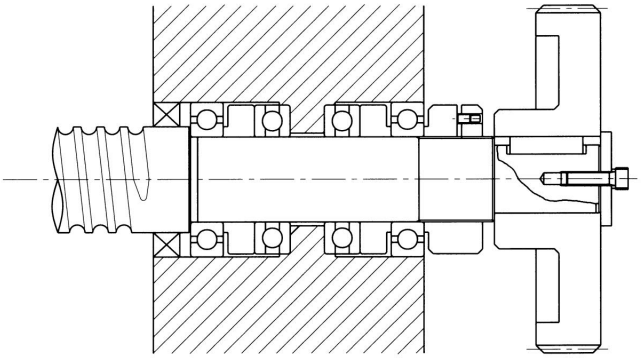


图 3.15

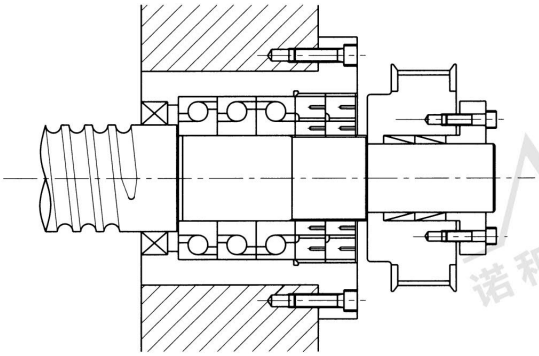


图 3.14

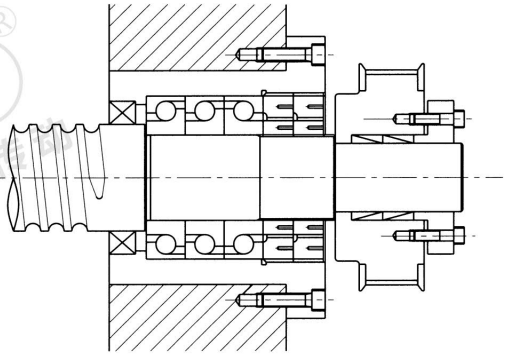


图 3.16

(施予预拉时之轴承安装方法)

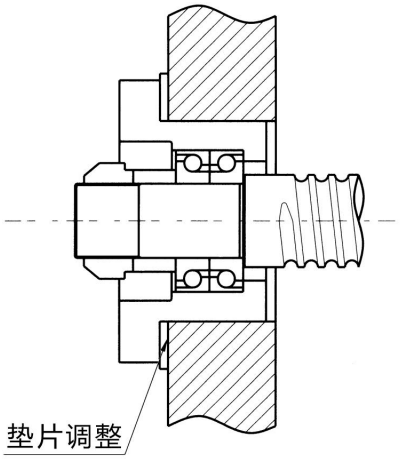


图 3.17

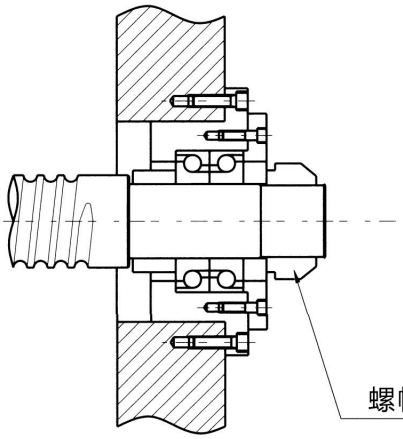


图 3.18

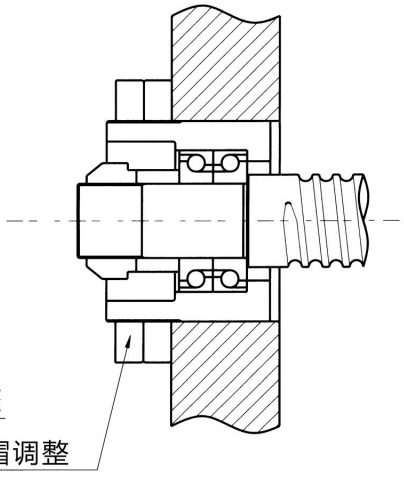


图 3.19

3.2.2 容许轴方式负荷

(1)挫屈负荷

因压缩负荷的作用,必须验算其对螺杆轴之挫屈的安全性,图3.20及是挫屈容许压缩负荷依螺杆外径别,而整理绘成之图表,(螺杆轴外径125mm以上时,请依右式计算)容许轴方向负荷之刻度,依滚珠螺杆的支持方法加以选定。

(2)容许拉伸压缩负荷

安装的距离比较短的时候,请针对与安装方法无关的下列两项进行验算。

- 相当于螺杆轴之降伏应力的容许拉伸压缩负荷(下式)
- 滚珠沟槽之容许负荷

$$P = \sigma A = 11.8 dr^2 \quad (kgf)$$

在此

σ ： 容许拉伸压缩应力（kgf／mm²）

A ： 螺杆轴牙底直径之断面积（mm²）

dr： 螺杆轴牙底直径（mm）

$$P = \alpha \times \frac{N\pi^2 E}{L^2} = m \frac{dr^4}{L^2} \times 10^3$$

在此

α ： 安全系数 （α =0.5）

E： 纵弹性系数 （E = 2.1×10⁴kgf/mm²）

I： 螺杆轴断面之最小二次力矩

$$I = \frac{\pi}{64} dr^4 \ (mm^4)$$

dr： 螺杆轴牙底直径 （mm）

L ： 安装间距离 （ mm）

m • N ：依滚珠螺杆之安装方法而定之系数

支持 — 支持　m＝5.1 （N=1）

固定 — 支持　m＝10.2（N=2）

固定 — 固定　m＝20.3（N=4）

固定 — 自由　m＝1.3 （N=1/4）

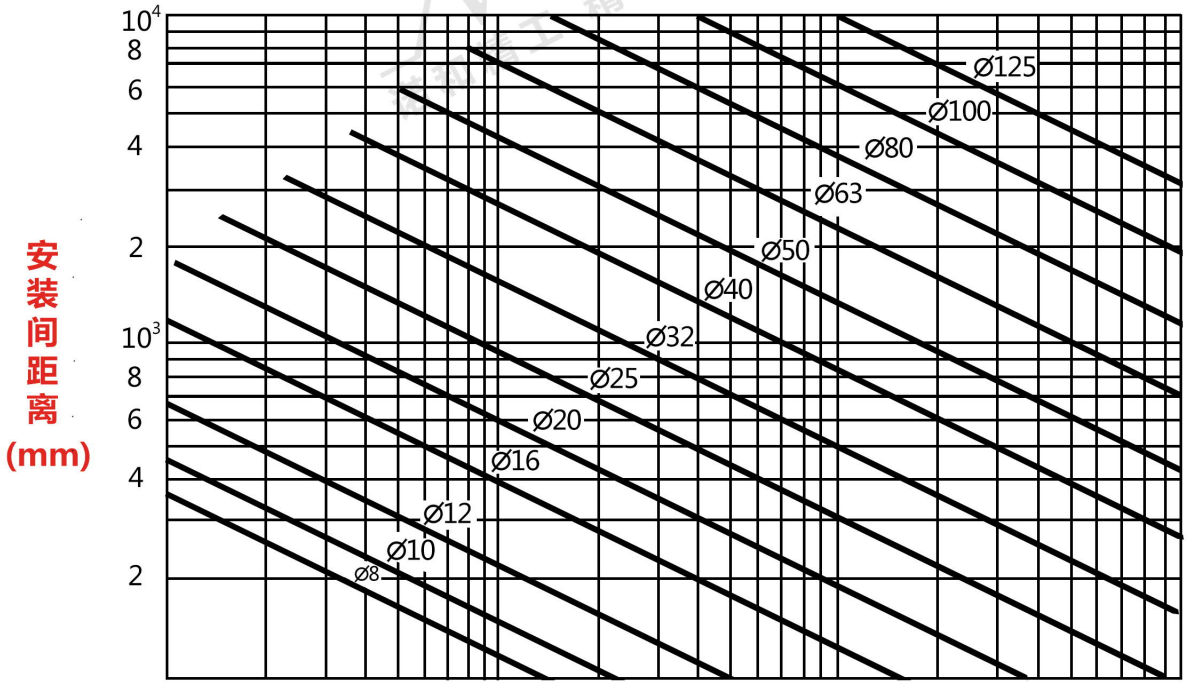
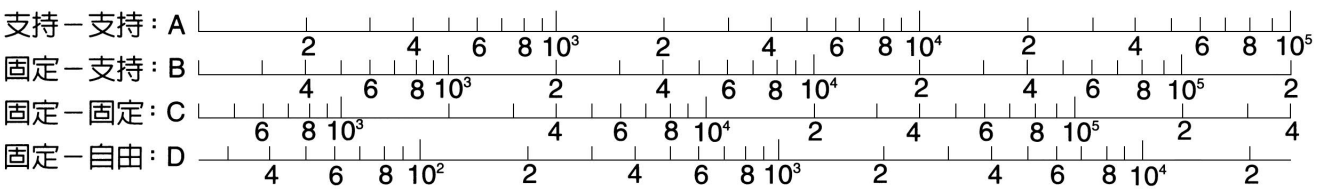


图 3.20 挫屈之容许压缩负荷　　轴方向负荷(Kgf)



3.2.3 容许回转数

(1) 危验速度

必须检讨滚珠螺杆之回转数使不致于与螺杆的固有振动数发生共振(发生共振时之速度,调之危险速度)
诺和/NOVO以危验速度的80%以下为容许回转数
图3.21是将相对于危险速度的容许回转钱按螺杆外径作成线图(螺杆轴外径125mm以上时,请依右式算出)。
容许回转数的刻度,请依滚珠螺杆的支持方法加以选定,使用回转数在危险速度上有问题时,请加装中间支撑以提高螺杆之固有振动数,此方法亦为效方法。

$$n=\alpha\times\frac{60\lambda^2}{2\pi L^2}\sqrt{\frac{EIg}{\gamma A}}=f\frac{dr}{L^2}\times10^7\ (rpm)$$

在此

α ： 安全系数 （ α =0.8 ）
E ： 纵弹性系数 （ $E=2.1\times10^4 kgf/mm^2$ ）
I ： 螺杆轴断面之最小二次力矩

$$I=\frac{\pi}{64}dr^4\ (mm^4)$$

dr ： 螺杆轴牙底直径（mm）
g ： 重力加速度（$g=9.8\times10^3 mm/s^2$）
γ ： 材料之密度（$\gamma=7.8\times10^{-6}\ kgf/mm^3$）
A ： 螺杆轴断面积（$A=\pi dr^2/4\ mm^2$）
L ： 安装间距离（mm）
f、λ ：依滚珠螺杆之安装方法而定的系数

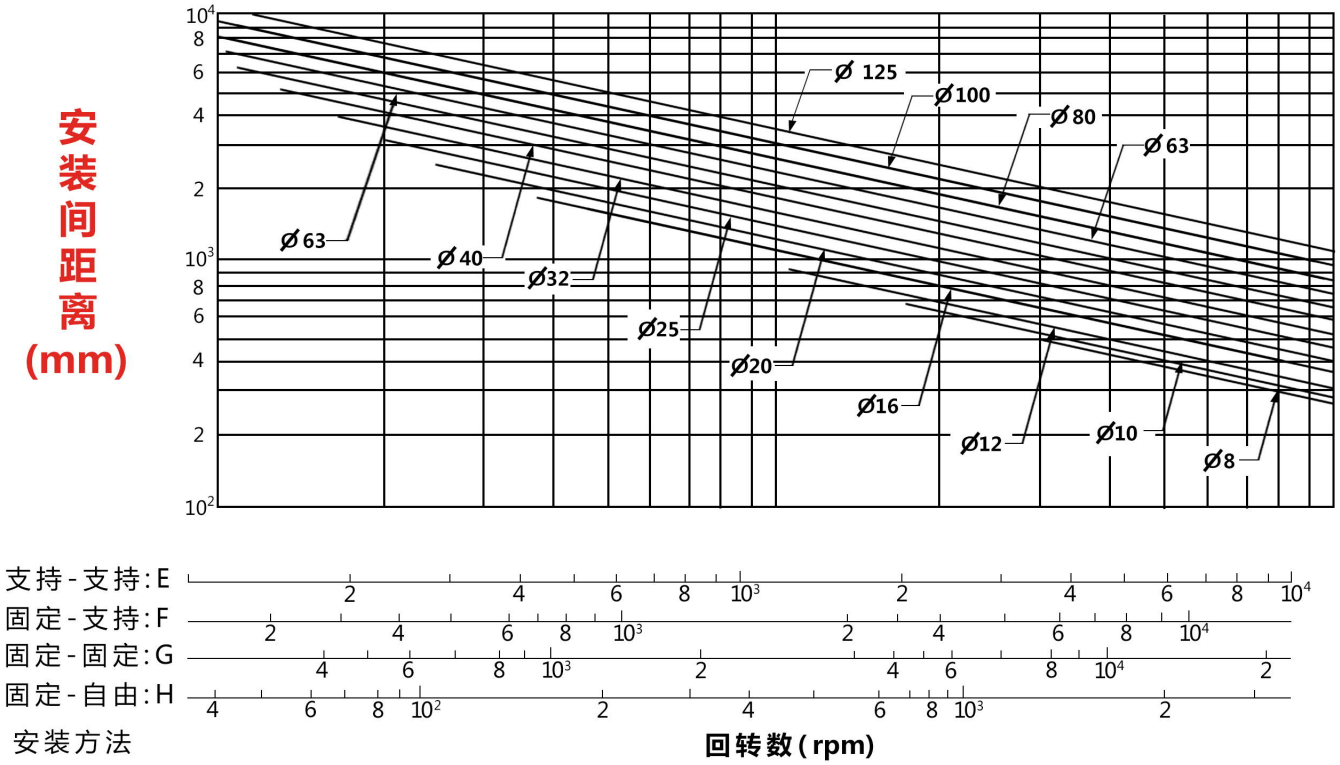
支持 — 支持	$f=9.7$	（$\lambda=\pi$）
固定 — 支持	$f=15.1$	（$\pi=3.927$）
固定 — 固定	$f=21.9$	（$\pi=4.730$）
固定 — 自由	$f=3.4$	（$\pi=1.875$）

(2) dm.n值

容许回转数亦受表示周速的dm.n值(dm:钢珠之中心圆径mm.n:回转数rpm)之限制。

精密用(精度等级C7以上)dm.n≦70,000
一般产业用(精度等级C10)dm.n≦50.000.....(5.4)
若需制造上述极限以上的滚珠螺杆,因需要特殊对策于先用前,(请咨询诺和/NOVO)

* 螺杆长度/轴径之比: ε>70时,制造上须特别安排
(请咨询诺和/NOVO)



(图3.21 轴对于危险速度之容许回转数)

3.3 驱动扭矩

传动轴的驱动扭矩 TS

$T_S = T_P + T_D + T_F$ (定速时)

$T_S = T_G + T_P + T_D + T_F$ (定速时)

T_G：加速扭矩 (1)

T_P：负荷扭矩 (2)

T_D：预压扭矩 (3)

T_F：摩擦扭矩 (4)

(1) 加速扭矩 T_G

$T_G = J\alpha$ (kgf • cm)

$$\alpha = \frac{2\pi n}{60\Delta t} \quad (rad/s^2)$$

J：马达轴换算的惯性扭矩 (kgf • cm • s^2)

α：角加速度 (rad/s^2)

n：回转数 (min^{-1})

Δt：启动时间 (sec)

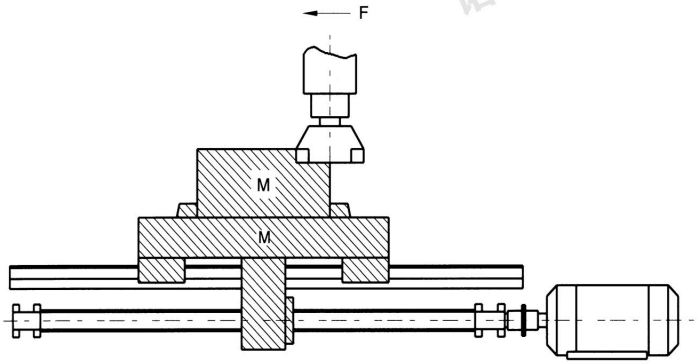


图3.22 负荷惯性扭矩

【参考】负荷惯性扭矩 (表3.6)

$J = J_{BS} + J_{CU} + J_W + J_M$

J_{BS}：滚珠螺杆轴 惯性扭矩

J_{CU}：联结器 惯性扭矩

J_W：直线运动部 惯性扭矩

J_M：马达轴滚轴部 惯性扭矩

(2)负荷扭矩 T_P

$$T_P = \frac{P \cdot \ell}{2\pi\eta_1} \quad (kgf \cdot cm)$$

$P = F + \mu Mg$

P：轴方向负荷 (kgf)

ℓ：导程 (cm)

η_1：正效率

回转运动变换为直线运动时的效率

F：切削力 (kgf)

μ：摩擦系数

M：移动物质量 (kg)

g：重力加速度 (9.8 m/s^2)

$$T_P = \frac{P \cdot \ell \cdot \eta_2}{2\pi}$$

η_2：逆效率

直线运动变换为回转运动时的效率

(3)预压扭矩 T_D

$$T_D = \frac{K \cdot P_{PL} \cdot \ell}{\sqrt{\tan\alpha} \cdot 2\pi} \quad (kgf \cdot cm)$$

K：内部系数 (通常使用为0.05)

P_{PL}：预压量 (kgf)

ℓ：导程 (cm)

α：导程角

(4)摩擦扭矩 T_F

$T_F = T_B + T_O + T_J$ (kgf • cm)

T_B：支持轴的摩擦扭矩

T_O：自由轴的摩擦扭矩

T_J：马达轴的摩擦扭矩

支撑轴摩擦力矩会受到润滑油量的影响,或是油封过紧时也可能发生意料之外的过度摩擦力矩,或是造成温度上升,这一点必须特别注意.

表3.6 负荷惯性扭矩换算公式

马达轴换算惯性扭矩 \ 公式	J
圆 筒 负 荷	$\frac{\pi\rho LD^4}{32}$
直 线 运 动 物 体	$\frac{M}{4}\left(\frac{Ve}{\pi \cdot N_M}\right)^2 = \frac{M}{4}\left(\frac{P}{\pi}\right)^2$
单位	$kg \cdot m^2$
减 速 时 的 惯 性 扭 矩	$J_M = \left(\frac{Je}{N_M}\right)^2 \cdot Je$

ρ ：密度 (kg/m^3) $\rho = 7.8\times10^3$
L ：圆筒长度 (m)
D ：圆筒直径 (m)
M ：直线运动部质量 (kg)
Ve：直线运动物体的速度 (m / min)
N_M：马达轴回转数 (min^{-1})
P：马达每转一圈的直线运动物体的移动量 (m)
Ne：直线运动方向回转数(min^{-1})
Je：负荷方向惯性扭矩
J_M：马达方向惯性扭矩

3.4螺帽设计

3.4.1 螺帽的选定

(1) 系列

选定系列时,请考虑要求精度,所需交货期、尺寸(螺杆轴外径,导程/螺杆轴外径比)预压量等

(2) 循环方式

选定循环方式：请由螺帽安装部份之空间经济性考虑.循环方式之特长如下所示。

(a) 外循环式
- 经济性
- 最适合于量产
- 可采用于导程/螺杆轴外径比较大者

(b) 内循环式
- 螺母外径精巧（不占空间）
- 适合于导程/螺杆轴外径比较小者

(c) 端盖循环式
- 适用于高速进给的用途
- 适用于高荷重的用途（诺和/NOVO专利螺帽）

(3) 回路数

选定回路数要考虑要求性能、寿命等

(4) 凸缘形状（FLANGE）

请配合螺帽安装部份之间加以选定。

(5) 给油孔

精密滚珠螺杆没有给油孔,使用于机器装配时及定期补给时。

3.4.2 螺帽型式

● **T型螺帽**

此种型式是由钢珠滚动于螺杆与螺帽之间的沟槽而前进,再被外循环管前端捞起,通过循环管路径回流至循环管另一端,而回到原点的循环方式。(如图3.23)

一般为多圈钢珠一次循环管,外型可采用「圆周型」及「管突出型」。

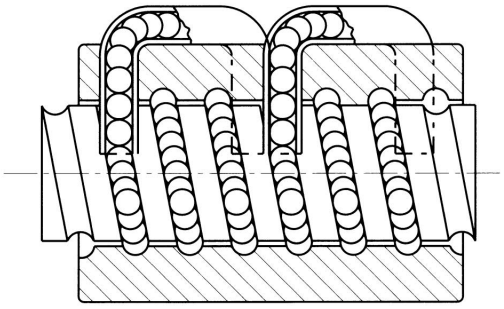


图 3.23 T型螺帽图

● **I 型螺帽**

此种型式是由钢珠沿着内循环器沟槽,斜斜的越过螺杆牙峰,回来到原点,一般为一圈钢珠一次循环。(如图 3.24)。

此种型式螺杆至少要有一端是完全通牙,适用于螺杆径较小。

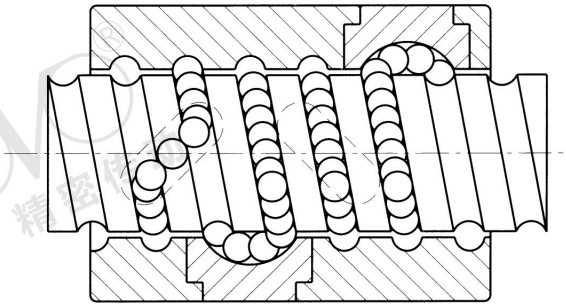


图 3.24 I型螺帽图

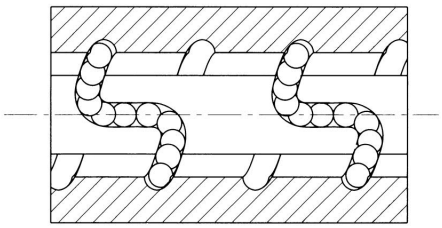


图 3.25 K型螺帽图

● **K型螺帽**

循环原理与 I 型相同,但不同循环时,循环位置皆位于相同角度之键槽上。(如图3.25)

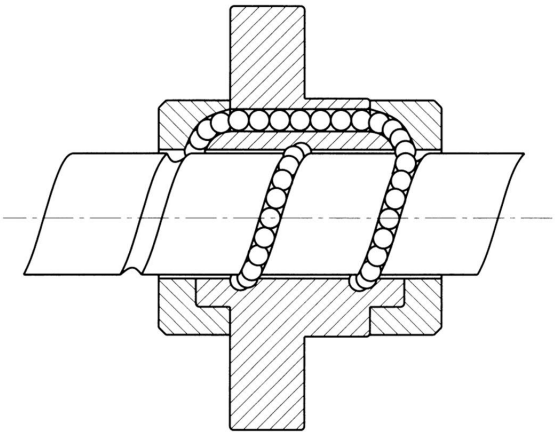


图 3.26 E型螺帽图

● **E 型螺帽**

此种型式是兼具外循环式及内循环式特点,在钢球滚动于螺杆与螺帽之间的沟槽而前进,在螺帽的尾端由端盖循环器导引至螺帽本体的回流孔中,一般与外循环相同为多圈钢珠一次循环,只是少了外循环管。(如图 3.26)

3.5 刚性检讨

螺杆的周边结构刚性太弱及造成失位(LOST MOT-ION)的主要原因之一,因此在NC工作机械等精密机械方面要获得良好的定位数度,于设计时必须考虑传动螺杆各位之零件的轴方向刚性的平衡及其扭曲刚性。

静刚性K

传动螺杆系统的轴方向弹性变形及刚性可由下式求出。

$$K = \frac{P}{e} \ (kgf/mm)$$

P：传动螺杆系统所承载之轴方向负荷 (kgf)
e：传动螺杆系统轴方向弹性变位量(mm)

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_S} + \frac{1}{K_N} + \frac{1}{K_B} + \frac{1}{K_H} \ (mm/kgf)$$

K_S：螺杆轴之方向刚性（1）
K_N：螺帽之轴方向刚性(2)
K_B：支撑轴方向刚性 (3)
K_H：螺帽及轴承安装部之轴方向刚性(4)

(1) 螺杆轴之方向刚性K_S及变位量δ_S

$$K_S = \frac{P}{\delta_S} \ (kgf/mm)$$

P：轴方向负荷 (kgf)

固定 – 固定安装的场合

$$\delta_{SF} = \frac{PL}{4AE} \ (mm)$$

固定 – 固定安装以外的场合

$$\delta_{SS} = 4\delta_{SF}$$

δ_{SF}：固定 – 固定安装的场合的方向变位量

δ_{SS}：固定 – 固定安装以外的场合的方向变位量

A：螺杆轴牙底直径断面积 (mm^2)
E：纵弹性系数 ($2.1\times10^4 kgf/mm^2$)
L：安装间距离 (mm)
L_o：负荷作用点间距离 (mm)

(2) 螺杆轴之方向刚性K_N及变位量δ_N

$$K_N = \frac{P}{\delta_S} \ (kgf/mm)$$

(a) 单螺帽时

$$\delta_{NS} = \frac{K}{\sin\beta}\left(\frac{Q^2}{d}\right)^{1/3} \times \frac{1}{\xi} \ (mm)$$

$$Q = \frac{P}{n\cdot\sin\beta} \ (kgf)$$

$$n = \frac{D_o\pi m}{d} \ (个)$$

Q：一个钢球之负荷 (kgf)
n：钢珠数
k：依材料/形状/尺寸/所决定的常数
$k \fallingdotseq 5.7\times10^{-4}$
β：接触角 (45°)
P：轴方向负荷 (kgf)
d：钢球径 (mm)
ξ：精度,内部构造系数
m：有效个数
D_o：钢球中心直径 (mm)
ℓ：导程 (mm)
α：导程角

$$D_o = \frac{\ell}{\tan\alpha\cdot\pi}$$

(b) 双螺帽时

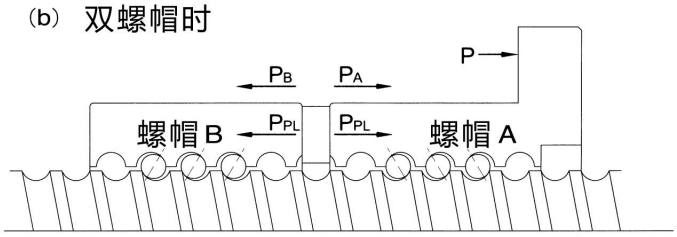


图 3.27 双螺帽预压负荷

预压负荷重量P_{PL}约三倍之轴方向负荷重量 P 作用时,为了消除螺帽B的预压P_{PL},预压负荷重量P_{PL}请设定在最大轴方向负荷重量的1/3以内,最大预压负荷重量以0.25Ca为标准,变位量在预压量三倍之轴方向负荷重量时为单一螺帽时的1/2变位量。

$$K_N = \frac{P}{\delta_{NW}} = \frac{3P_{PL}}{\delta_{NS}/2} = \frac{6P_{PL}}{\delta_{NS}} \ (kgf/mm)$$

δ_{NS}：单一螺帽的变位量 (mm)

δ_{NW}：双螺帽的变位量 (mm)

(双螺帽的刚性解说)

如图 3.27及3.28,在两个螺帽A、B上加上P_{PL}的预压,螺帽A、B都会产生到达X点的弹性变形。

如果在这里加上外力P的作用,螺帽A从X点移动到X1点、螺帽B会从X点移到X2点,接着,依据单螺帽变位量δ_{NS}的计算公式可得。

$$\delta_o = aP_{PL}^{2/3}$$

螺帽A,B的变位量是

$$\delta_A = aP_{PL}^{2/3}$$

从外力P来的螺帽A,B的变位量相等,所以

$$\delta_A - \delta_0 = \delta_0 - \delta_B$$

或是加在螺帽A,B上的外力只有P,所以P_A增加的话

$$P_A - P_B = P$$

$$\delta_B = 0$$

为防止加在螺帽B上的外力可以被螺帽A吸收变小。

依此，$\delta_B = 0$ 时

$$aP_A^{2/3} - aP_{PL}^{2/3} = aP_{PL}^{2/3}$$

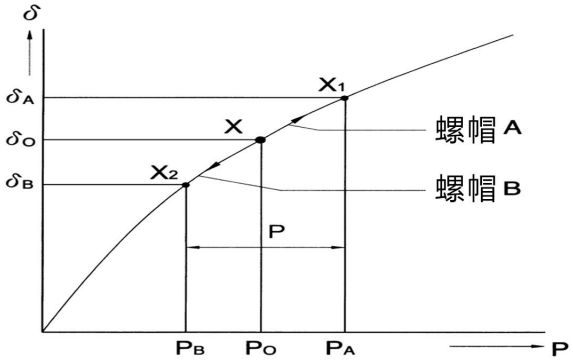
$$P_A^{2/3} = 2P_{PL}^{2/3}$$

$$P_A = \sqrt{8}\,P_{PL} \fallingdotseq 3P_{PL}$$

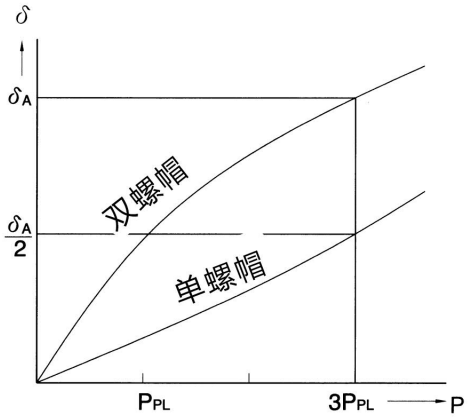
或是依据 $\delta_A - \delta_0 = \delta_0$

$$\delta_0 = \frac{\delta_A}{2}$$

因些,从图3.29也可以判断,预压量三倍之轴方向负荷重量时单一螺帽为1/2的变位量,刚性为2倍



(图3.28)



(图3.29)

(3) 支撑轴之轴方向刚性K_B及变位量 δ_B

$$K_B = \frac{P}{\delta_B} \ (kgf/mm)$$

以做为滚珠螺杆的支撑轴承并且广泛使用于精密机器方面的组合止推斜角滚珠轴承的刚性以下式求出。

$$\delta_B = \frac{2}{\sin\beta}\left(\frac{Q^2}{d}\right)^{1/3}$$

$$Q = \frac{P}{n\cdot\sin\beta} \ (kgf)$$

Q：一个钢球之负荷 (kgf)

β：接触角 (45°)

d：钢球径 (mm)

ℓ_a：滚动的有效长度

P：轴方向负荷 (kgf)

n：钢球数

(4) 螺帽及轴承安装部之轴方向刚性KH与变位量 于机器开发之初,请特别注意安装部要有高刚性

$$K_H = \frac{P}{\delta_H} \ (kgf/mm)$$

3.6 定位精度

进给精度误差的因素中,导程精度、进给系统的刚性是重要的检讨重点,其它像因温升所产生的热变形以及导引面的组装精度等因素也需加以考虑。

3.6.1 导程精度的选定

表3.7 为滚珠螺杆精度等级依照不同用前途时所建议的使用范围。

表3.7 滚珠螺杆依用途别的精度等级范例

用途			精度等级						
			C0	C1	C2	C3	C5	C7	C10
NC工作机械	车床	X	○	○	○	○	○	○	
		Z				○	○	○	
	铣床 搪床	XY		○	○	○	○	○	
		Z			○	○	○	○	
	加工中心	XY		○	○	○	○		
		Z			○	○	○		
	治具搪床	XY	○	○					
		Z	○	○					
	钻床	XY				○	○	○	
		Z					○	○	
	磨床	X	○	○	○	○	○	○	
		Z		○	○	○	○	○	
	放电加工机	XY		○	○	○	○	○	
		(Z)			○	○	○	○	
	线切割机 放电加工机	XY		○	○	○			
		UV		○	○	○	○		
	高速冲床	XY				○	○	○	
	雷射加工机	XY				○	○		
		Z				○	○		
	木工机					○	○	○	○
泛用机、专用机					○	○	○	○	○
半导体相关装置	曝光装置		○	○					
	化学处理装置					○	○	○	○
	焊线机			○	○	○			
	探针检测机		○	○	○	○			
	电子零件插入机				○	○	○	○	
	印刷电路板钻孔机			○	○	○	○	○	
产业机器人	直交座标型	组立		○	○	○	○	○	
		其它					○	○	○
	垂直多关节型	组立			○	○	○		
		其它				○	○	○	
	圆筒座标型				○	○	○	○	
钢铁设备机械							○	○	○
射出成形机							○	○	○
三次元测定机			○	○	○				
事务机器							○	○	○
影像处理装置			○	○					
核能发电	控制棒					○	○	○	
	吸震装置							○	○
航空器						○	○		

3.6.2 热变位对策

螺杆轴因热而伸长变位,会导致定位精度恶化。热变化的多少,可由下式计算求得。

$\Delta = \alpha \cdot t \cdot L$ (mm)

Δ :螺杆轴的轴方向变位量(mm)

t :螺杆轴的温度上升(deg)

L :螺杆部有效长度(mm)

α :线膨胀系数(11.7×10^{-6} deg^{-1})

亦即每温升1℃则在1m长螺杆轴上会有12μm的伸长量发生.因此即使滚珠螺杆的导程经过高精度的加工,也会因温升所产生的变位而无法满足高精度的定位要求.而另外当滚珠螺杆的使用条件要求高速时,则相对地发热量也增大,温升的影响也会变大。

滚珠螺杆的温升对策如下所示:

(1)控制发热量

- 滚珠发热量、支撑轴承的预压量要正确适量。
- 润滑剂的正确选择及适当的供给。
- 加大滚珠螺杆的导程、降低回转数。

(2)施予强制冷却。

- 螺杆轴挖成中空,通以冷却液。
- 螺杆轴外缘以润滑油或空气来冷却。

(3)避免温升的影响。

以高速先将机台温车(WARMING UP)到温度

- 安定的状态再使用。
- 螺杆轴于安装时施予拉力。
- 累积导程的目标值预先取负值。
- 使用闭回路方式定位。

3.7 寿命设计

3.7.1 滚珠螺杆的寿命

滚珠螺杆即使在正确状态下使用,在经过一段时间后也会因无法再使用,而劣化到无法使用为止的时间即为滚珠螺杆的寿命一般区分为发生剥离现象时之疲劳寿命以及因磨损所导致的精度劣化寿命等。

3.7.2 基本静额定负荷 Coa

所谓基本静额定负荷是指当承受最大应力的螺杆轴及螺帽内的滚珠沟槽接触部与钢珠的永久变形量的和,达到钢珠直径的0.01%时的轴方负荷谓之。

3.7.3 基本动额定负荷 Ca

所谓动额定负荷是指一批相同的滚珠螺杆以相同的条件回转10^6次,其中以90%的螺杆不因滚动疲劳而产生剥皮现象此时所承受的轴方向负荷即为动额定负荷(Ca)。

负荷与寿命的关系

$$L \propto \left(\frac{1}{P}\right)^3$$

L：寿命
P：荷重

3.7.4 疲劳寿命

表3.8 各种用途寿命时间

用　　途	寿命时间 (h)
工作机械	20000
一般产业机械	10000
自动控制机械	15000
量测装置	15000

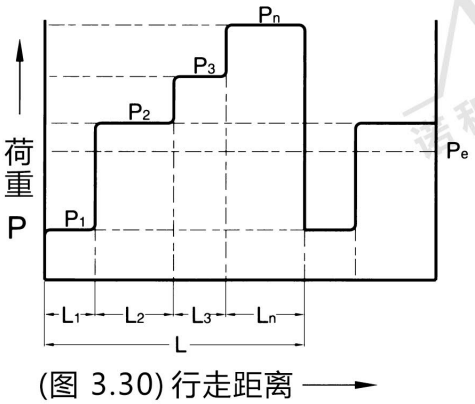
平均负荷 Pe

(1) 当轴方向负荷不时在变动时,请计算求出各变动负荷条件下的等价疲劳寿命时的平均负荷。(如图 3.30)

$$Pe=\left(\frac{P_1^3n_1t_1+P_2^3n_2t_2+\cdots+P_n^3n_nt_n}{n_1t_1+n_2t_2+\cdots+n_nt_n}\right)^{1/3}\quad(kgf)$$

轴方向荷重(kgf)	回转数 (min^{-1})	时间 (%)
P_1	n_1	t_1
P_2	n_2	t_2
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
P_n	n_n	t_n

但是 $t_1+t_2+t_3+\ldots+t_n=100$



(图 3.30)

$$Pe=\frac{2P_{max}+P_{min}}{3}\quad(kgf)$$

P_{max}：最大轴方向荷重 (kgf)

P_{min}：最小轴方向荷重 (kgf)

(2)负荷依正弦曲线变化时 (如图 3.31)

$Pe\fallingdotseq 0.65\,P_{max}$ (图 A)

$Pe\fallingdotseq 0.75\,P_{min}$ (图 B)

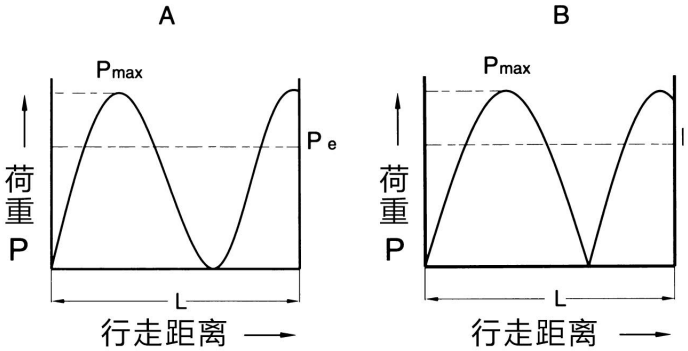


图 3.31

寿命计算

疲劳寿命,一般难以总回数来表示,但也有以总回数时间,总行走距离表示,可以下式求得。

$$L=\left(\frac{Ca}{Pa\cdot fw}\right)^3\cdot 10^6$$

$$Lt=\frac{L}{60n}$$

$$Ls=\frac{L\cdot \ell}{10^6}$$

在此:

L：额定疲劳寿命 (rev)　　Lt：寿命时间 (h)

Ls：行走距离寿命 (Km)　　Ca：基本动额定负荷 (kgf)

Pa：轴方向负荷 (kgf)　　n：回转数 (rpm)

fw：负荷系数(运转条件系数)　　ℓ：导程 (mm)

冲击、圆滑的运转时.....1.0～1.2
普通运转时.....1.2～1.5
伴有冲击、震动时.....1.5～3.0

所要动额定负荷 Ca

$$Ca=Pe\cdot fs$$

所要静额定负荷 Coa

$$Coa=P_{max}\cdot fs$$

表3.9 安全系数 (fs)

使用机械	荷重条件	fs的下限
一般产业机械	普通运转时	1.0～1.3
	有冲击/振动时	2.0～3.0
工作机械	普通运转时	1.0～1.5
	有冲击/振动时	2.5～7.0

滚珠螺杆的选定要领与选下计算

滚珠螺杆的选定要领

选择滚珠螺杆时,首先要尽量地调查清楚运转条件再决定设计,这是最基本的原则.而且,选择的要素有负荷重量、行程、力矩、定位数度、重复定位精度、刚性、导程、螺帽孔径等,各个要素之间都有关连,其中一项要素改变会引起其他要素的改变,必须注意各要素之间的均衡。

1.运转条件的设定

(a) 机械寿命时间H(hr)的推定

H=[ ] × [ ] × [ ] × [ ]

转动时间/日　转动日/年　寿命年数　转动率

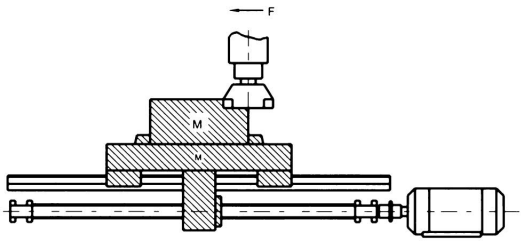
(b) 机械条件

计算诸元 / 运转区别	速度/回转数	切削阻力	滑动阻力	使用时间
快送	m / min / min^{-1}	kgf	kgf	%
轻切削	/			
中切削	/			
重切削	/			

(c) 定位精度

进给精度误差的因素中,导程精度、进给系统的刚性是重要的检讨重点,其它像因温升所产生的热变形以及导引面的组装精度等因素也需加以考虑。

滚珠螺杆的选定计算



设计条件

1. 工作台重量　300　Kg
2. 工作物重量　400　Kg
3. 最大冲程　700　mm
4. 快送速度　10　m/min
5. 最小分解能　10　μm/ 行程
6. 驱动马达　DC 马达　（MAX 1000 min^{-1}）
7. 导引面摩擦系数　（μ= 0.05～0.1）
8. 转动率　60　%
9. 精度检讨事项
10. 加减速时之惯性力因所佔时间比例少,可以不考虑。

1.运转条件的设定

(a) 机械寿命时间H(hr)的推定

H = 12hr×250日×10年×0.6转动率=18000hr

(b) 机械条件

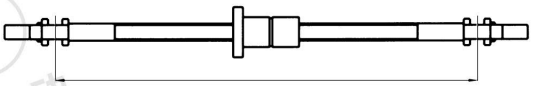
计算诸元 / 运转区别	速度/回转数	切削阻力	滑动阻力	使用时间
快送	10m/min/1000min^{-1}	0 kgf	70 kgf	10 %
轻切削	6 / 600	100	70	50
中切削	2 / 200	200	70	30
重切削	1 / 100	300	70	10

滑动阻力 = (300+400) × 0.1=70 kgf

滚珠螺杆的选定要领与选下计算

选 定 要 领	选 定 计 算
2.滚珠螺杆导程 ℓ (mm) $\ell = \frac{\text{快送速度 (m/min)} \times 1000}{\text{马达最高回转速 (min}^{-1}\text{)}}$ (mm)	2.滚珠螺杆导程 ℓ (mm) $\ell = \frac{10000}{1000} = 10$ (mm) 最小分解能 $= \frac{10\text{mm}}{1000\text{行程}} = 0.01$ mm/行程
3.平均荷重 Pe（kgf）的计算 $Pe = \left(\frac{P_1^3 n_1 t_1 + P_2^3 n_2 t_2 + \cdots + P_n^3 n_n t_n}{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \cdots + n_n t_n} \right)^{1/3}$ $Pe = \frac{2Pmax + Pmin}{3}$ $pe \fallingdotseq 0.65\,Pmax$ $pe \fallingdotseq 0.75\,Pmin$	3.平均荷重 Pe（kgf）的计算 $Pe = \left(\frac{70^3 \times 1000 \times 10 + 170^3 \times 600 \times 50 + 270^3 \times 200 \times 30 + 370^3 \times 100 \times 10}{1000 \times 10 + 600 \times 50 + 200 \times 30 + 100 \times 10} \right)^{1/3}$ $= \left(\frac{31.7 \times 10^{13}}{4.7 \times 10^4} \right)^{1/3}$ $\fallingdotseq 189$ kgf
4.平均回转数 n_m $n_m = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \cdots + n_n t_n}{100}$	4.平均回转数 n_m $n_m = \frac{1000 \times 10 + 600 \times 50 + 200 \times 30 + 100 \times 10}{100}$ $= \frac{4.7 \times 10^4}{100}$ $= 470\,\text{min}^{-1}$
5.所要动额定负荷Ca(kgf) 的计算 Ca = Pe • fs	5. 所要动额定负荷Ca(kgf) 的计算 Ca =189×5=945 (kgf)
6.所要动额定负荷Coa(kgf) 的计算 Coa=Pmax • fs	6. 所要动额定负荷Coa(kgf) 的计算 Coa = 369×5 =1845 (kgf)
7.螺帽型式的选定 Ca＞945　Coa＞1845 選擇基本動額定負荷及基本靜額定負荷超過上式計算之值的螺帽型式。	7. 螺帽型式的选定 依据型录表中选择SFI 4010 Ca = 3178 kgf Coa = 9480 kgf

滚珠螺杆的选定要领与选定计算

选 定 要 领	选 定 计 算
8.寿命时间 Lt (h) 的计算 $L_t=\left(\frac{Ca}{Pe \cdot fw}\right)^3 \cdot \frac{1}{60n_m} \cdot 10^6$	8.寿命时间 Lt (h) 的计算 $L_t=\left(\frac{3178}{189 \cdot 2}\right)^3 \cdot \frac{1}{60 \cdot 470} \cdot 10^6$ $= 20479\ (h)$
9.螺杆长度的决定 螺杆长度=最大行程+螺帽的长度+两轴端预留量	9.螺杆长度的决定 螺杆长度 = 700+93+2×81=874mm
10.支撑轴承间距离的决定	10.支撑轴承间距离的决定 (F-F支持)  (固定)(FK20) 1200 (固定)(FK20)
11.容许轴方向荷重的检讨	11.容许轴方向荷重的检讨 因是固定-固定、支撑方式,故省略。
12. 容许回转数 n 及 dm 值的检讨 $n=\alpha \times \frac{60\lambda^2}{2\pi L^2}\sqrt{\frac{EIg}{\gamma A}}=f\frac{dr}{L^2}\times 10^7\ (rpm)$ dm= 轴外径 X 最高回转数	12.容许回转数n 及 dm值的检讨 $n=\frac{21.9\times 35.2\times 10^7}{1200^2}$ $= 5353min^{-1} > nmax$ dm = 40×1000 = 40000＜50000
13.热变位对策、刚性的检讨	13.热变位对策、刚性的检讨 (a) 热变位对策 一般机械上预估滚珠螺杆约有2～5℃的湿度上升,以上升2℃求取滚珠螺杆的伸展量。 $\Delta \ell = \alpha \cdot t \cdot L$ $=11.7 \times 10^{-6} \times 2 \times 700\ mm \fallingdotseq 0.016\ mm$ $F_P=\frac{EA\Delta \ell}{L}$

滚珠螺杆的选定要领与选定计算

选 定 要 领	选 定 计 算
(参考) 考虑惯性力时,滚珠螺杆上的作用力 ◎ 水平使用时 1. 加速时 $P_{ACC} = M g \times \mu + \frac{M \times V}{60 \times \Delta t}$ 2. 减速时 $P_{DEC} = M g \times \mu - \frac{M \times V}{60 \times \Delta t}$ ◎ 垂直使用时 1.下降时的加速时、上升时的减速时 $P_U = M g - \frac{M \times V}{60 \times \Delta t}$ 2.上升时的加速时、下降时的减速时 $P_D = M g + \frac{M \times V}{60 \times \Delta t}$ M：移动物质量 (kg) g：重力加速度 ($9.8 m/s^2$) V：速度 (m/min) Δt：加减速时间 (s) μ：摩擦系数	预估伸展量0.016mm之温度上升时,加上458kgf的预拉力,即可修正偏差度。 (1) 方向刚性 $\delta_{SF} = \frac{PL}{4AE} = \frac{27 \times 1200}{4 \times \frac{\pi \times 35.2^2}{4} \times 2.06 \times 10^4}$ $= 0.00036$ mm $Ks = \frac{370}{0.00036} = 10.3 \times 10^5$ kgf / mm (2) 钢珠与螺帽沟刚性 $n = \frac{41.8 \times \pi \times 2.5}{6.35} = 52$ $Q = \frac{370}{52 \sin 45^\circ} = 10$ $\delta_{NS} = \frac{0.00057}{\sin 45^\circ} \left(\frac{10^2}{6.35} \right)^{1/3} \times \frac{1}{0.7}$ $= 2.9 \times 10^{-3}$mm $K_N = \frac{370}{2.9 \times 10^{-3}} = 1.28 \times 10^5$kgf/mm (3) 支持轴承的刚性 以螺帽刚性50 kgf/μm 来计算 $\delta_B = \frac{370}{50 \times 2} = 3.7 \mu m$ $K_B = \frac{370}{0.0037} = 1 \times 10^5$ kgf/mm ◎$\delta_{TOTAL} = 0.36 + 2.9 + 3.7 = 6.96 \mu m$
14.滚珠螺杆寿命的确认	14.滚珠螺杆寿命的确认 L = 20479(h) > 18000 (h)

滚珠螺杆使用上的注意事项

滚珠螺杆为精密零组件,请特别注意不可使尖锐物或刀具撞击牙型表面,以及组装滚珠螺杆时也需避免敲打或碰撞擦伤,同时需注意不可将螺帽与螺杆分离或过行程,螺帽行程若是脱离了螺杆就会造成钢珠脱落,惹不小心造成脱落请勿强行装回,此举容易造成滚珠螺杆卡死的情况,请与我司专员联系。(如图5.0所示)

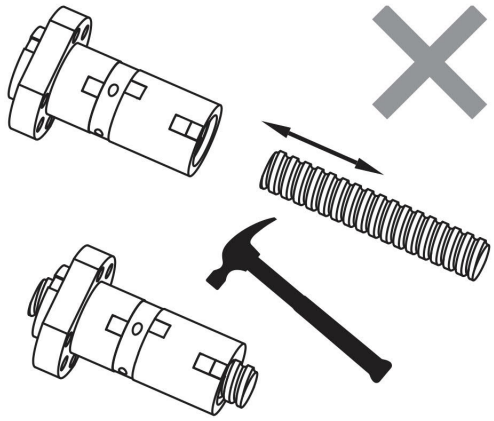


图5.0错误使用方式

若您有需要将螺帽卸下再装回时,必须使用一个外径小于螺杆底径的管子,请针螺帽转到转换管中,以确保持钢珠不会掉落。

5.1 润滑

使用滚珠螺杆时,必须要注意具备足够的润滑,如果润滑不够会发生与金属接触,导致摩擦与磨耗的增加造成故障产生或是寿命缩短等情况。

滚珠螺杆所使用的润滑剂可分为润滑油与润滑脂两种,一般于保养上,润滑脂可以随着回转速度的增加使动摩擦力矩的增加,超过3-5m/分时,则以油润滑方式较佳,但是也不要忘记利用润滑脂亦出现过达到10m/分的实列;就设备而言,也有适用于成本较低廉的润滑脂者,一般来说,为了充份发挥滚珠螺杆的机能,5m/分左右的润滑油是最适当的选择。

表5.1表示润滑剂的检查与补给间隔之一般指标,补给时要擦掉附着于螺杆轴的旧润滑膏后再加以补给。

表5.1润滑剂之检视与补给间隔。

润滑方法	检查时间间隔	检查项目	补给或更换间隔
自动间隔给油	每一星期	油量脏污等	每次检查时补给,但需视油槽容量做适当补充。
润滑脂	工作初期2-3个月	脏污削粉混入等	通常为期每一年进行补给,但需依检查结果适当补充。
油浴	每日开工前	油面管理	视消耗状况适当的规定化

滚珠螺杆使用上的注意事项

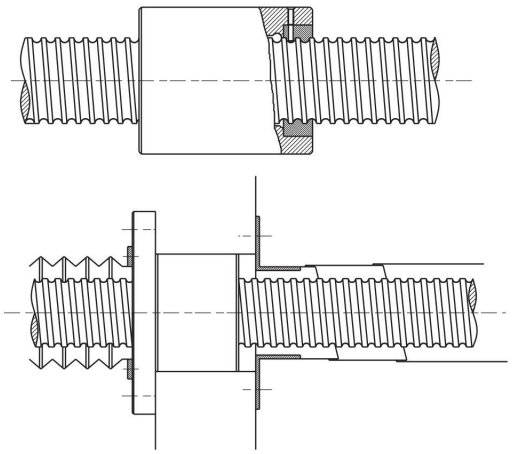
5.1 防尘/润滑

滚珠螺杆与滚动轴承一样，当有异特混入或水分等情况时磨损会增加，有时会导致损坏,例如工作机械由于作业环境的关系,可能会混入切屑或切削油，因此当有异物从外部混入的可能时应(如图5.1)所示，以折布(蛇腹型)或套筒伸缩管等，完全罩住螺杆轴。

使用滚珠螺杆时，必须要具有足够的润滑，如果润滑不够会发生与金属接触，导致摩擦与摩耗的增加，造成故障或是寿命缩短等。

滚珠螺杆所用的润滑剂可分为润滑膏两种，一般在保养上，润滑膏可以随着回转速度的增加使动摩擦力矩直线地增加，超过3-5m/分时则以油润滑方式较佳，但是也不要忘记利用润滑膏也出现过达到10m/分的实例，就设备而言也用适用于成本较低廉的润滑膏者，一般来说为了充份发挥滚珠螺杆的机能，5ml/分左右的润滑油是最适当的。

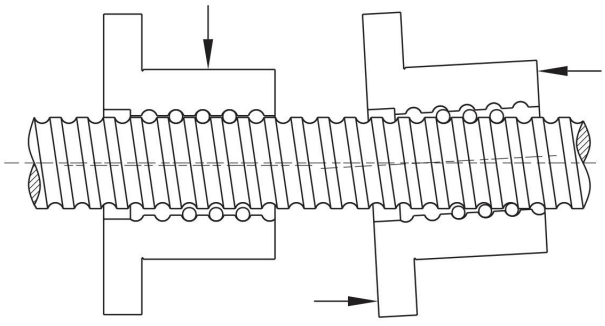
润滑方法	检查间隔	检查项目	补给或更换间隔
自动间隔给油	每一星期	油量污脏等	每次检查时补给,但视油槽容量做适当补充
润滑膏	工作初期2~3个月	污脏屑粉混入等	通常每一年补给,但衣检查结果适当补充
油浴	每日开工前	油面管理	视消耗状况适当的规定化



(图5.1防尘机构)

5.2 偏荷重

当编荷重现象发生时，将直接影响螺杆的寿命及噪音，且多伴随着运转中面的手感，若螺杆空载时与组装后的顺畅度不同，除了注意螺杆本身的精度外，大多是组合精度不良所产生偏荷重现象。(如图5.2所示)



(图5.2防尘机构)

滚珠螺杆使用上的注意事项

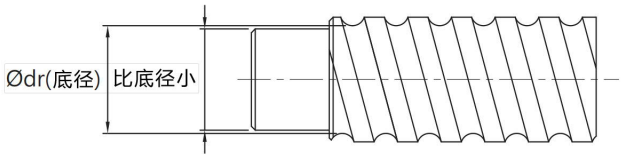
单出螺母装配说明

(惹您订购之产品为转造级单出螺帽,请依下列步骤进行装配)

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>(1) 将螺帽上的固定线剪开</td><td>(2) 将转换管对上正确尺寸的螺杆之前端</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>(3) 将螺帽顺着螺杆的螺纹转入</td><td>(4) 将螺帽全行程都转入螺杆上
注意！确认螺帽全部行程都转入
螺杆后才能将转换管移开</td></tr>
</table>

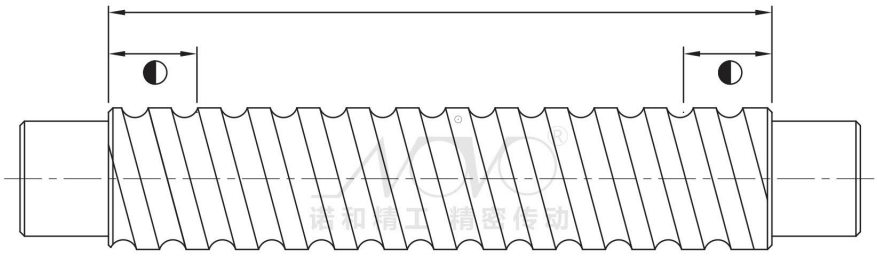
5.3 加工规范

(1)惹您选用内循环或端盖式循环的滚珠螺杆，则其螺杆的一端螺纹必须出牙且肩部最大尺寸必须小于底径，若要求肩部尺寸大于底径亦可，但需有螺纹线留于肩部上便于螺帽装入。(如下图5.3所示)



(图5.3 出牙-内循环轴端必要条件)

(2)螺杆热处理时于靠近肩部加工的螺纹牙部份有10~20mm长度必须保持软烤料，以便于肩部加工，此区域会标示记号于诺和/NOVO图面上，如图5.3所示，如您有特殊之要求，请于订购时与诺和/NOVO专业人员询问。



(图5.3 螺杆有效热处理范围)

5.4 滚珠螺杆的公称代号

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		⑨		⑩		⑪
SFU	R	025	05	B	2	D	G	-	C5	-	1000	-	P0

①

公称型号	
S	S : 单螺帽
	D : 双螺帽
	O : 一体式螺帽
F	F : 有法兰
	C : 无法兰
U	NI : NI 型螺帽
	NU : NU 型螺帽
	H : H 型螺帽
	A : A 型螺帽
	NH:NH 型螺帽（滑台专用）
	Y : Y 型螺帽
	V : V 型螺帽
	U : U 型螺帽
	M : M 型螺帽
	K : K 型螺帽

②

螺纹方向
R: 右
L : 左

③

螺杆轴外径
单位 :mm

④

导 程
单位 :mm

⑤

珠卷数(卷数 - 列数)
卷数 : T:1
A:1.5 (or 1.7/1.8)
B:2.5/2.8
C:3.5
D:4.8
E:5.8
例 :(2.5×2 = B2)

⑥

法兰型式
N: 无切边
S: 单切边
D: 双切边

⑦

制程代号
G: 研磨
F: 转造

⑧

导程精度等级
C0, C1, C2, C3, C5, C7, C10

⑨

螺杆轴长度
单位 :mm

⑩

轴方向间隙预压等级
P0, P1, P2, P3, P4

⑪

螺帽
(若为1个时省略)例：一轴两个螺帽：B2

⑫

螺帽表面处理
S: 标准
B1: 染黑
N1:镀铬
P: 磷酸盐
N3:镀化镍
N4:冷电镀
N5 镀黑铬

⑬

螺杆轴表面处理
S: 标准
B1: 染黑
N1: 镀铬
P: 磷酸盐
N3: 镀化镍
N4: 冷电镀
N5: 镀黑铬

东莞市诺和滚珠丝杆有限公司

诺和精工 精密传动

DONGGUAN NOVO BALL SCREW CO.,LTD.











ISO9001质量管理体系认证企业



电话：0769-85593351/81222185　　传真:0769-85834150

E-mali：dg_novo@163.com

企业官网：www.novo.net.cn/www.gdnkj.com

阿里巴巴：https://nuohekeji.1688.com

淘宝店铺：http://novoballscrew.taobao.com

迈迪网店铺：http://80088043.maidiyun.com(里面提供3D图供参考)

工厂地址：东莞市厚街镇白濠振威路1号厂房(诺和滚珠丝杆工业园)

扫码联系销售经理