

【技术计算】 滚珠丝杠的选型方法2

参考计算公式

①轴向平均负载(Pm) ②平均转速(Nm)

$$(t_1+t_2+t_3=100\%)$$

轴向负载	转速	使用时间比率
P ₁ daN (最大)	N ₁ r/min	t ₁ %
P ₂ daN (常用)	N ₂ r/min	t ₂ %
P ₃ daN (最小)	N ₃ r/min	t ₃ %

$$P_m = \left(\frac{P_1^3 N_1 t_1 + P_2^3 N_2 t_2 + P_3^3 N_3 t_3}{N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ (daN)} \dots\dots\dots ①$$

$$N_m = \frac{N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3} \text{ (r/min)} \dots\dots\dots ②$$

如果最大轴向负载(P₁)与最小轴向负载(P₃)之差很小,并且负载几乎以直线方式变化时,可根据下式求出轴向平均负载的近似值。

$$P_m \approx \frac{2P_1 + P_3}{3} \text{ (daN)}$$

③寿命时间

$$L_h = \frac{10^6}{60 N_m} \left(\frac{C}{P_m f_w} \right)^3 \text{ (小时)} \dots\dots\dots ③$$

式中

L_h: 寿命时间(小时)

C: 基本动态额定负载(daN)

P_m: 轴向平均负载(daN)

N_m: 平均转速(r/min)

f_w: 运行系数

无冲击的静态运行 f_w=1.0~1.2

正常运行 f_w=1.2~1.5

伴随有冲击的运行 f_w=1.5~2.0

求出满足已设定寿命时间的基本动态额定负载时,可用下式表示。

$$C = \left(\frac{60 L_h N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} P_m f_w \text{ (daN)}$$

如果要将寿命时间延长到所需时间以上时,则不仅需要增大滚珠丝杠的尺寸,而且价格也会随之提高。

一般以下面所示的寿命时间为标准时间。

加工机械: 20000小时 自动控制设备: 15000小时

工业机械: 10000小时 计量装置: 15000小时

④容许转速(DN)

$$D_m N \leq 70000 \text{ (精密滚珠丝杠)} \dots\dots\dots ④$$

	滚珠直径	A值
式中	1.5875	0.3
D _m : 丝杠轴外径(mm)+A值	2.3812	0.6
N: 最高转速(r/min)	3.175	0.8
	4.7625	1.0
	6.35	1.8

⑤危险速度(Nc)

$$N_c = f_a \frac{60 \lambda^2}{2 \pi \ell^2} \sqrt{\frac{EI}{\gamma A}} \times 10^2 \text{ (r/min)} \dots\dots\dots ⑤$$

式中

ℓ: 支撑间距(mm)

f_a: 安全系数(0.8)

E: 杨氏模量(2.06×10⁴ daN/mm²)

I: 丝杠轴螺纹牙根直径截面的最小惯性矩(mm⁴)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4$$

d: 丝杠轴螺纹牙根直径(mm)

γ: 比重(7.8×10⁻⁶ kg/mm³)

A: 丝杠轴螺纹牙根直径截面积(mm²)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

λ: 由滚珠丝杠的支撑方法决定的系数

铰支-铰支 λ=π

固定-铰支 λ=3.927

固定-固定 λ=4.730

固定-自由 λ=1.875

⑥利用欧拉方程式计算的屈曲载荷(Pk)

$$P_k = \frac{n \pi^2 EI}{\ell^2} \text{ (daN)} \dots\dots\dots ⑥$$

式中

P_k: 开始引起压曲的负载(daN)

ℓ: 负载作用点间距(mm)

E: 杨氏模量(2.06×10⁴ daN/mm²)

I: 丝杠轴螺纹牙根直径截面的最小惯性矩(mm⁴)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4$$

d: 丝杠轴螺纹牙根直径(mm)

n: 由滚珠丝杠的支撑方法决定的系数

铰支-铰支 n=1

固定-铰支 n=2

固定-固定 n=4

固定-自由 n=0.25

⑦相对于压曲的容许轴向负载(P)

$$P = \alpha P_k \text{ (daN)} \dots\dots\dots ⑦$$

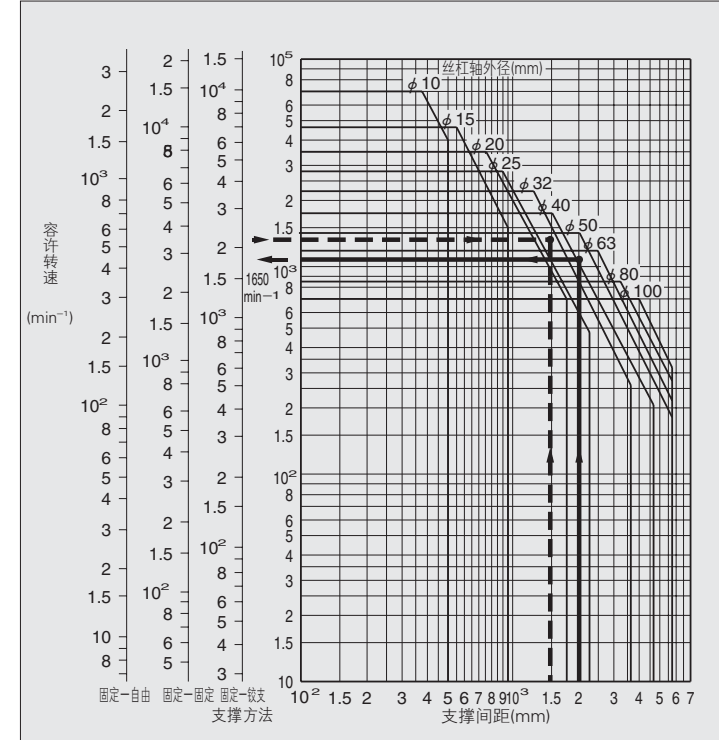
式中

P_k: 屈曲载荷(daN)

α: 安全系数(α=0.5)

必须根据所要求的安全状况进一步提高安全系数。

容许转速线图



例1.容许转速的求法

以2000mm支撑间距对丝杠轴外径为40mm的滚珠丝杠进行固定-铰支时的容许转速的求法

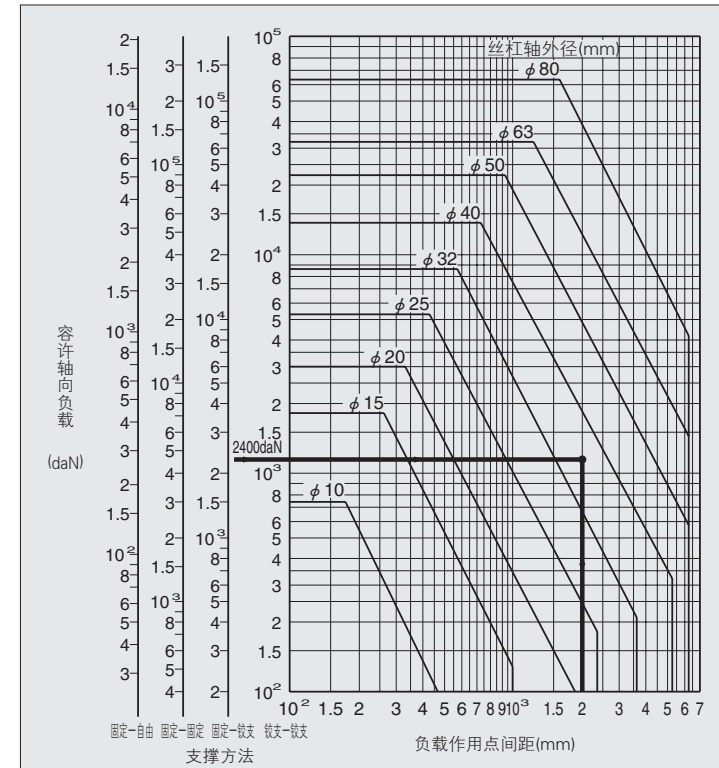
- 找出从2000mm支撑间距开始的垂直线与40mm丝杠轴外径直线的交点。
- 其交点的固定-铰支方式下的容许转速刻度读数1650min⁻¹为容许最高转速。

例2.轴径的求法

以1500mm支撑间距进行固定-铰支时,满足最高转速2000min⁻¹的轴径的求法

- 找出从1500mm支撑间距开始的垂直线与从固定-铰支方式之容许转速2000min⁻¹开始的相对于支撑间距的水平线的交点。
- 位于其交点外侧的线的轴径32mm为满足最高转速2000min⁻¹的轴径。

容许轴向负载线图



例3.轴径的求法

向以2000mm负载作用点间距进行固定-铰支的滚珠丝杠施加最大轴向负载2400daN(压缩负载)时的轴径的求法

- 找出从2000mm负载作用点间距开始的垂直线与从固定-铰支方式之最大轴向负载2400daN开始的相对于负载作用点间距的水平线的交点。
- 选择位于其交点外侧的线的轴径40mm以上。

④ min⁻¹=r/min=rpm
1 daN=10N≈1.02kgf