

轧制滚珠丝杠副传动系统计算

轧制滚珠丝杠副传动系统计算

导程 P_h

$$P_h = \frac{V_{max}}{i \cdot n_{max}} \text{ (mm)}$$

V_{max} 工作台最大移动速度(mm/min)

n_{max} 电机最大转速(r/min)

i 传动比, 从输出端(电机)至输入端(丝杠)的传动比
当电机与滚珠丝杠直联时 $i=1$

注: 计算出 P_h 要取最大圆整

临界转速 n_c

为避免在高速运转情况下产生共振

$$n_c = K_1 \cdot \frac{60 \lambda^2}{2 \pi L_{c2}^2} \sqrt{\frac{E}{\rho A}} = f \cdot \frac{d_2}{L_{c2}} \times 10^7$$

n_c 临界转速(r/min)

K_1 安全系数, 一般取0.8

f, λ 系数, 与轴承支承形式有关(见表一)

表一				
支承形式	固定+固定	固定+支承	支承+支承	固定+自由
f	21.9	15.1	9.7	3.4
λ	4.73	3.927	3.142	1.875
K_2	4	2	1	0.25

L_{c2} 预紧螺帽系统的临界长度(mm)

E 杨氏弹性模量 $2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

λ 丝杠最小惯性矩 $1 = \frac{\pi}{64} d_2^4 \text{ mm}^4$

ρ 材料密度 $\rho = \frac{7.8 \times 10^{-5} \text{ N/mm}^3}{9.8 \times 10^3 \text{ mm/s}^2}$

A 丝杠最小横截面积 $A = \frac{1}{4} \pi d_2^2 \text{ mm}^2$

d_2 丝杠螺纹底径, 查样本可得(mm)

临界压缩载荷 F_c

$$1. F_c = K_2 \cdot \frac{d_2^4}{L_{c1}^2} \times 10^3 \text{ (N)}$$

$$2. 允许压缩载荷 F_k = \frac{1}{2} F_c \text{ (N)}$$

K_2 系数, 与轴承支承形式有关(见表一)

d_2 丝杠底径, 查样本(mm)

L_{c1} 最大受压长度(mm)

预紧力 F_p

1、当最大轴向工作载荷 F_{max} 能确定时:

$$F_p = \frac{1}{3} F_{max} \text{ (KN)}$$

2、当最大轴向工作载荷 F_{max} 不能确定时:

$$F_p = \xi C_a \text{ (KN)}$$

F_{max} 最大轴向载荷(KN)

C_a 额定动载荷(KN), 查样本可得

ξ 系数, 见表二

表二			
预加载荷类型	轻载荷	中载荷	重载荷
ξ	5%	7.5%	10%

平均转速与平均载荷

滚珠丝杠副在 n_1, n_2, \dots, n_n 各种转速下, 各转速工作时间占总时间的百分比分别为 $t_1\%, t_2\%, \dots, t_n\%$, 所受载荷分别是 F_1, F_2, \dots, F_n

1. 在变转速时情况下的平均转速 n_m

$$n_m = \frac{t_1}{100} \cdot n_1 + \frac{t_2}{100} \cdot n_2 + \dots + \frac{t_n}{100} \cdot n_n$$

n_m 平均转速(r/min)

n 丝杠转速(r/min)

t 工作时间(%)

2. 在变载荷和定转速时情况下的平均载荷 F_m

$$F_m = \sqrt[3]{F_1^3 \cdot \frac{t_1}{100} + F_2^3 \cdot \frac{t_2}{100} + \dots + F_n^3 \cdot \frac{t_n}{100}}$$

F_m 平均载荷(N)

t 工作时间(%)

3. 在变载荷和变转速时情况下的平均载荷 F_m

$$F_m = \sqrt[3]{F_1 \cdot \frac{n_1}{n_m} \cdot \frac{t_1}{100} + F_2 \cdot \frac{n_2}{n_m} \cdot \frac{t_2}{100} + \dots + F_n \cdot \frac{n_n}{n_m} \cdot \frac{t_n}{100}}$$

F_m 平均载荷(N)

t 工作时间(%)

n_m 平均转速(r/min)

寿命

在一套滚珠丝杠中, 丝杠、螺母的滚道表面和钢球表面出现首次疲劳现象之前, 丝杠与螺母所能达到的总的相对转速或总的运动时间。

$$1. 回转寿命 L = \left(\frac{C_a}{F_m \cdot t_w} \right)^3 \times 10^6$$

L 回转寿命(以回转次数为单位)

F_m 平均载荷(N)

C_a 额定动载荷, 查样本可得(N)

t_w 载荷系数(见表三)

表三

载荷系数	无冲击运动 (很平稳)	普通运动 (轻载冲击)	有冲击和 振动运动
t_w	1.0~1.2	1.2~1.5	1.5~3.0

2. 时间寿命 $L_h = \frac{L}{n_m \times 60}$

L_h 时间寿命(以小时为单位)

L 回转寿命(以回转次数为单位)

n_m 平均转速(r/min)

注: 寿命计算时必须采用平均转速 n_m 与平均载荷 F_m

驱动转矩和驱动功率

1. 放转运动变成直线运动的驱动转矩 T_a

$$T_a = \frac{F \cdot P_h}{2000 \pi \eta} \text{ (N.m)}$$

2. 直线运动变成直线运动的驱动转矩 T_b

$$T_b = \frac{F \cdot P_h \cdot \eta'}{2000 \pi} \text{ (N.m)}$$

F 工作负载(N)

P_h 导程(mm)

η 效率(约0.9)

η' 效率(约0.8)

3. 驱动功率 $P = \frac{T_a \cdot n}{9550}$ (KW)

T_a 驱动转矩(N.m)

n 转速(r/min)

 $d_0 \cdot n_{max}$ 值

1. 轧制丝杠 $d_0 \cdot n_{max} \leq 50000$

2. 磨制丝杠 $d_0 \cdot n_{max} \leq 70000$

d_0 丝杠中径(mm)
 n_{max} 丝杠副的最高转速(r/min)

允许工作转速 n_k

$$n_k = 0.8 \cdot n_c$$

允许工作压缩载荷 F_k

$$F_k = \frac{1}{2} F_c \text{ (N)}$$

滚珠丝杠设计注意事项

1. 滚珠丝杠的螺纹长度计算

螺纹长度 L =有效行程+螺距长度+2倍余程

余程一般是4个导程, 若是大导程一般取30mm

2. 当使用内循环滚珠丝杠时, 由于螺帽装配需求, 在设计轴端时至少必有一端牙纹是通的, 且加工端的最大直径必须比牙底小0.2以上。否则螺帽装不上丝杠。

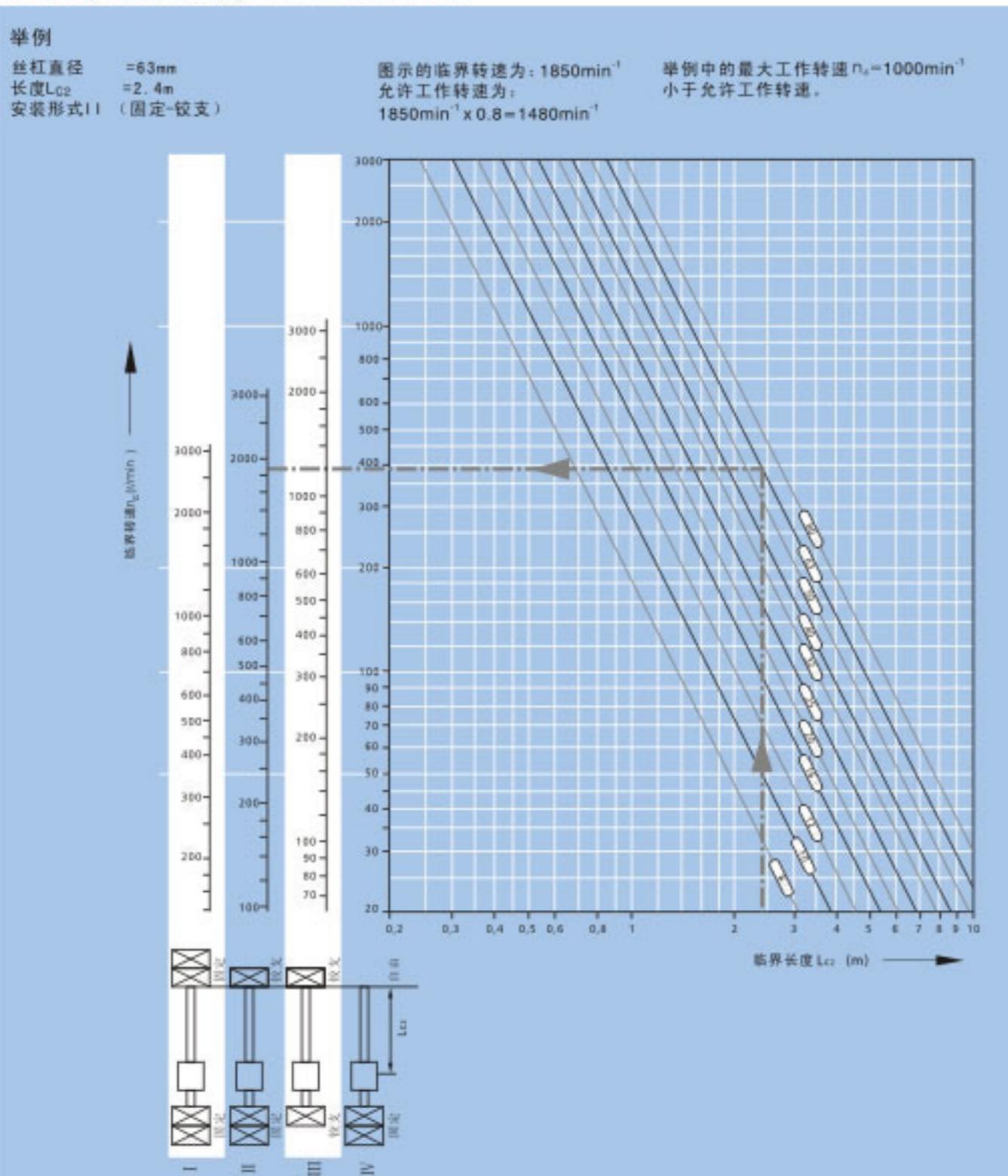
3. 丝杠螺纹两端各15mm长不在有效热处理范围内, 硬度、精度均不作考核, 故设计时要加以考虑。

4. 滚珠丝杠不能承受径向载荷, 故设计时要加以考虑。

5. 滚珠丝杠是比较精密的传动元件, 设计时一定要考虑防护措施, 保证它的精度与使用寿命。

轧制滚珠丝杠副传动系统计算

轧制滚珠丝杠副传动系统计算

临界转速 n_c 、临界长度 L_{c2} 、支承形式之间的关系临界压缩载荷 F_c 、最大受压长度 L_{c1} 、支承形式之间的关系