

旋转扭矩的探讨

将滚珠丝杠的旋转运动转换成直线运动所需要的旋转扭矩,可由以下(44)式求出。

【等速时】

$$(T_1 + T_2 + T_4) \cdot A \dots\dots(44)$$

T_t : 等速时需要的旋转扭矩 (N·mm)

T_1 : 由外部负荷引起的摩擦扭矩 (N·mm)

T_2 : 滚珠丝杠的预压引起的扭矩 (N·mm)

T_4 : 其它扭矩 (N·mm)

(支撑轴承或油密封圈等的摩擦扭矩)

A : 减速比

【加速时】

$$T_k = T_t + T_3 \dots\dots(45)$$

T_k : 加速时需要的旋转扭矩 (N·mm)

T_3 : 加速时需要的扭矩 (N·mm)

【减速时】

$$T_g = T_t - T_3 \dots\dots(46)$$

T_g : 减速时需要的旋转扭矩 (N·mm)

由外部负荷引起的摩擦扭矩

滚珠丝杠所需的旋转力之中,对外部负荷(导向面的阻力或外力)所需的旋转扭矩,可根据以下(47)式求出。

$$T_1 = \frac{F_a \cdot Ph}{2\pi \cdot \eta} \dots\dots(47)$$

T_1 : 由外部负荷引起的摩擦扭矩 (N·mm)

F_a : 轴向载荷 (N)

Ph : 滚珠丝杠的导程 (mm)

η : 滚珠丝杠的效率 (0.9~0.95)

由滚珠丝杠预压引起的扭矩

关于滚珠丝杠的预压, 请参照 **A15-22** 上的预压扭矩。

加速时所需的扭矩

$$T_3 = J \times \omega' \times 10^3 \dots\dots(48)$$

T_3	: 加速时需要的扭矩	(N·mm)
J	: 惯性力矩	(kg·m ²)
ω'	: 角加速度	(rad/s ²)

$$J = m \left(\frac{Ph}{2\pi} \right)^2 \cdot A^2 \cdot 10^{-6} + J_s \cdot A^2 + J_A \cdot A^2 + J_B$$

m	: 运送质量	(kg)
Ph	: 滚珠丝杠的导程	(mm)
J_s	: 丝杠轴的惯性力矩 (记载在各型号的尺寸表中)	(kg·m ²)
A	: 减速比	
J_A	: 丝杠轴侧齿轮等的惯性力矩	(kg·m ²)
J_B	: 马达侧齿轮等的惯性力矩	(kg·m ²)

$$\omega' = \frac{2\pi \cdot Nm}{60t}$$

Nm	: 马达每分钟转数	(min ⁻¹)
t	: 加速时间	(s)

[参考] 圆形物的惯性力矩

$$J = \frac{m \cdot D^2}{8 \cdot 10^6}$$

J	: 惯性力矩	(kg·m ²)
m	: 圆形物的质量	(kg)
D	: 丝杠轴外径	(mm)

研究滚珠丝杠轴端强度

滚珠丝杠的丝杠轴在传递扭矩时，要接受扭曲负荷、挠曲负荷，因此必须考虑丝杠轴的强度。

【受到扭曲的丝杠轴】

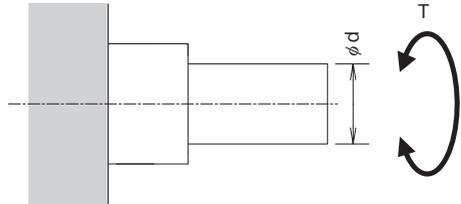
滚珠丝杠轴轴端有扭曲负荷作用时，按照(49)式来求出丝杠轴轴端轴径。

$$T = \tau_a \cdot Z_P \quad \text{和} \quad Z_P = \frac{T}{\tau_a} \quad \dots\dots (49)$$

T : 最大扭矩 (N·mm)
 τ_a : 丝杠轴的容许扭转应力 (49N/mm²)
 Z_P : 极截面系数 (mm³)

$$Z_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

T : 扭矩



【承受挠曲的丝杠轴】

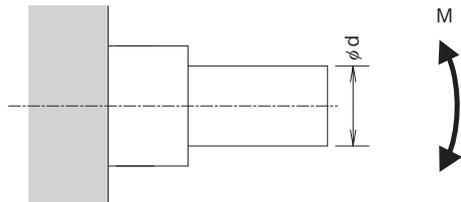
滚珠丝杠轴轴端有挠曲负荷作用时，按照(50)式来求出丝杠轴轴端轴径。

$$M = \sigma \cdot Z \quad \text{和} \quad Z = \frac{M}{\sigma} \quad \dots\dots (50)$$

M : 最大弯矩 (N·mm)
 σ : 丝杠轴的容许弯曲应力 (98N/mm²)
 Z : 截面系数 (mm³)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

M : 弯矩



【受到扭曲和挠曲时】

滚珠丝杠轴轴端有扭曲负荷和挠曲负荷同时作用时, 应考虑到相当挠曲力矩(M_e)和相当扭曲力矩(T_e), 分别计算丝杠轴的直径, 并计算丝杠轴的粗细, 取其较大的值。

当量弯矩

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\}$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

当量扭矩

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2}$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_P$$