

伺服电机的选型 计算

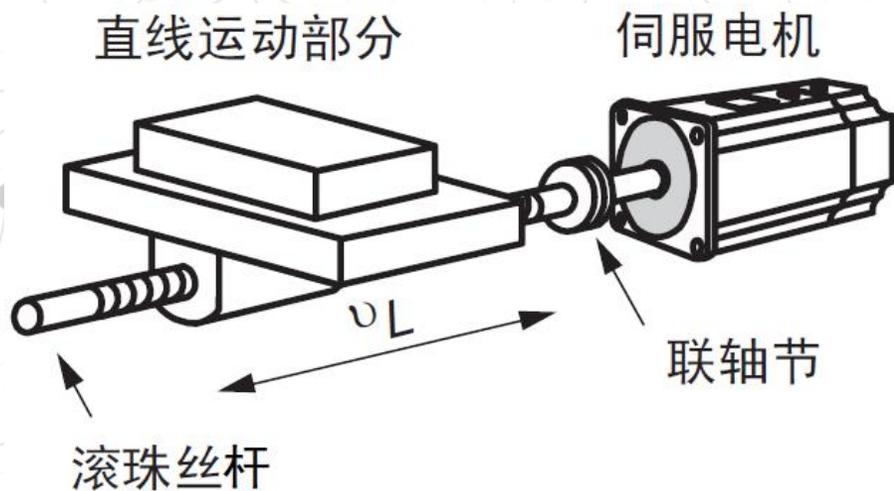




伺服电机的选型计算

■ 案例

如图所示。期望的负载的运动（周期时间、负载大小、机械参数）已确定，传动结构采用滚珠丝杆的结构。现要求根据已知条件为滚珠丝杆系统选择合适的伺服电机。





伺服电机的选型计算

■ 案例

如图所示。期望的负载的运动：周期时间、负载大小、机械参数等参数如下。

项目	符号	值
负载速度	v_L	15m/min
直线运动部重量	m	80kg
滚珠丝杠长度	l_B	0.8m
滚珠丝杠直径	d_B	0.016m
滚珠丝杠导程	P_B	0.005m
滚珠丝杠材质密度	ρ	$7.87 \times 10^3 \text{kg/m}^3$
直线运动部分承受的外力	F	0N
联轴节重量	m_C	0.3kg

项目	符号	值
联轴节的外径	d_C	0.03m
传送次数	n	40次/min
传送长度	l	0.25m
传送时间	tm	1.2s 以下
电气停止精度	δ	$\pm 0.01\text{mm}$
摩擦系数	μ	0.2
机械效率	η	0.9 (90%)

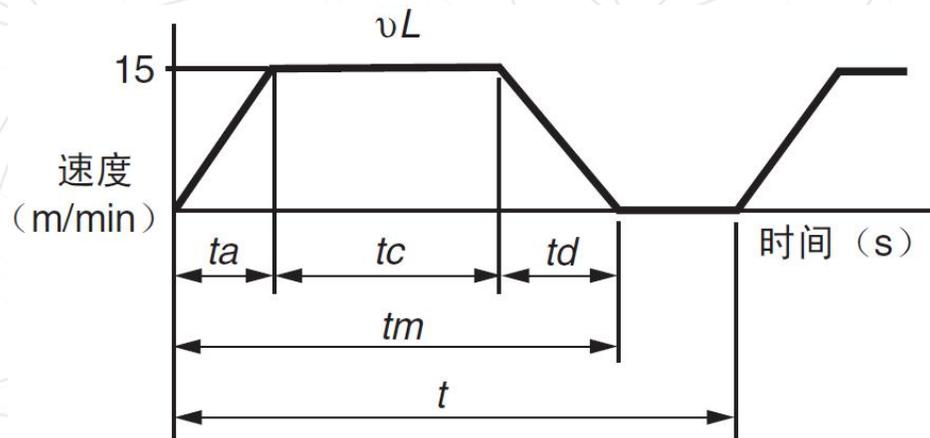




伺服电机的选型计算

1、运动时间计算

由已知参数可得滚珠丝杆机构的速度规划如图所示



已知机构的传送次数为40次/min, 可得一个运动周期的时间为:

$$t = \frac{60}{n} = \frac{60}{40} = 1.5(\text{s})$$

假定加减速一样, 则:

$$t_a = t_m - \frac{60l}{v_L} = 1.2 - \frac{60 \times 0.25}{15} = 1.2 - 1 = 0.2(\text{s})$$

于是,

$$t_c = 1.2 - 0.2 \times 2 = 0.8(\text{s})$$





伺服电机的选型计算

2、电机最大需求速度

负载轴转速：

$$n_L = \frac{v_L}{P_B} = \frac{15}{0.005} = 3000(\text{r/min})$$

电机轴的转速需要将减速比计算进去，已知联轴节采用直接连接，减速比 $1/i=1/1$ 。因此，电机轴转速：

$$n_M = n_L \cdot i = 3000 \times 1 = 3000(\text{r/min})$$





伺服电机的选型计算

3、负载转矩

由公式 $W = T\theta = FS$ 可得:

$$T_L = \frac{FS}{\theta} = \frac{(9.8\mu \cdot m + F) \cdot P_B}{2\pi i \cdot \eta} = \frac{(9.8 \times 0.2 \times 80 + 0) \cdot 0.005}{2\pi \times 1 \times 0.9} = 0.139(\text{N} \cdot \text{m})$$





伺服电机的选型计算

4、负载转动惯量

(1) 直线运动部分

$$J_{L1} = m \left(\frac{P_B}{2\pi i} \right)^2 = 250 \times \left(\frac{0.01}{2\pi \times 1} \right)^2 = 1.58 \times 10^{-4} (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

(2) 滚珠丝杆

$$J_B = \frac{\pi}{32} \rho \cdot l_B d_B^4 \frac{1}{i^2} = \frac{\pi}{32} \times 7.84 \times 10^3 \times 1.0 \times (0.02)^4 \times \frac{1}{1^2} = 0.31 \times 10^{-4} (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

(3) 联轴节

$$J_G = 0.40 \times 10^{-4} (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

因此，折算到电机轴的负载转动惯量为：

$$J_L = J_{L1} + J_B + J_G = (1.58 + 0.31 + 0.40) \times 10^{-4} = 2.29 \times 10^{-4} (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$





伺服电机的选型计算

5、负载功率

$$P_O = T_L \omega = \frac{T_L \cdot 2\pi n_m}{60} = \frac{0.139 \times 2\pi \times 3000}{60} = 43.7(\text{W})$$

6、负载加速功率

$$P_a = \left(\frac{2\pi n_m}{60}\right)^2 \frac{J_L}{t_a} = \left(\frac{2\pi \times 3000}{60}\right)^2 \times \frac{1.25 \times 10^{-4}}{0.2} = 61.69(\text{W})$$





伺服电机的选型计算

7、伺服电机的预选

(2) 预选电机的各项参数见下表。

参数	值
额定输出	100 (W)
额定转速	3000 (rpm)
额定转矩	0.318 (N m)
瞬时最大转矩	1.1 (N m)
电机转子转动惯量	0.0659×10^{-4} (kg m ²)
电机容许负载转动惯量	$0.0659 \times 10^{-4} \times 35 = 2.31 \times 10^{-4}$ (kg m ²)
编码器分辨率	16777216 (P/rev) [24位]





伺服电机的选型计算

8、预选伺服电机的确认

由式 (2-5) 、 (2-8) 计算加速转矩、减速转矩得:

$$T_{\text{acc}} = \frac{2\pi n_m (J_L + J_M)}{60t_a} + T_L = \frac{2\pi \times 3000 \times (1.25 + 0.0659) \times 10^{-4}}{60 \times 0.2} + 0.139 \approx 0.346 (\text{N} \cdot \text{m})$$

$$T_{\text{dec}} = T_L - \frac{2\pi n_m (J_L + J_M)}{60t_a} = 0.139 - \frac{2\pi \times 3000 \times (1.25 + 0.0659) \times 10^{-4}}{60 \times 0.2} \approx -0.07 (\text{N} \cdot \text{m})$$

可得所需加减速转矩小于预选电机的瞬时最大转矩 1.1N·m , 可使用。

由式 (2-10) 计算连续运行 (有效值) 转矩得:

$$T_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{T_{\text{acc}}^2 t_a + T_{\text{run}}^2 t_c + T_{\text{dec}}^2 t_d}{t}} = \sqrt{\frac{0.346^2 \times 0.2 + 0.139^2 \times 0.8 + (-0.07)^2 \times 0.2}{1.5}} \approx 0.165 (\text{N} \cdot \text{m})$$

可得所需得连续运行 (有效值) 转矩小于预选电机的额定转矩0.318N·m , 可使用。





伺服电机的选型计算

9、位置检测分辨率

位置检测单位为 0.01mm/pulse，根据滚珠丝杆导程 $P_B = 0.005\text{m}$ ，电机旋转1圈的脉冲数如下式所示。

$$\text{电机旋转1圈的脉冲数 (pulse)} = \frac{P_B}{\Delta l} = \frac{0.005\text{m / rev}}{0.01\text{mm}} = 500(\text{P/rev}) \text{ 低于电机编码器分辨率}$$

[16777216 (P/rev)]，因此可使用暂选的伺服电机。





伺服电机的选型计算

10、指令脉冲频率

根据负载速度=15m/min = 1000×15/60mm/s和定位分辨率（每1 个脉冲的移动量） = 0.01mm/pulse，指令脉冲频率如下式所示：

$$v_S = \frac{1000 v_L}{60 \Delta l} = \frac{1000 \times 15}{60 \times 0.01} = 25000(\text{pps})$$

指令脉冲频率低于GTS 8轴运动控制卡的最大输入脉冲频率8MHz，因此可使用暂选的伺服电机。

通过以上预选的电机从位置控制上可判断为可用。



谢谢观看

