

AGV 用同步带模组用电机及减速机选型计算校核

步骤一、常数确认

π : 圆周率	3.141593
g : 重力加速度	9.8 (m/s ²)
η : 机械传动总效率	可查阅各种机械传动效率对比表
K : 电机安全系数	建议值 ≥ 1.2

步骤二、确定负载

$$m_g = mg + F_{dw} = mg + mg\mu_s + mg\mu_g \cos\theta = mg(1 + \mu_s + \mu_g \cos\theta)$$

m_g : 垂直综合负载力

m : 载荷重量

F_{dw} : 摩擦力总和 (加速时为负值, 减速时为正值)

θ : 与水平面的夹角

μ_s : 同步带轮轴承摩擦系数

μ_g : 直线导轨摩擦系数

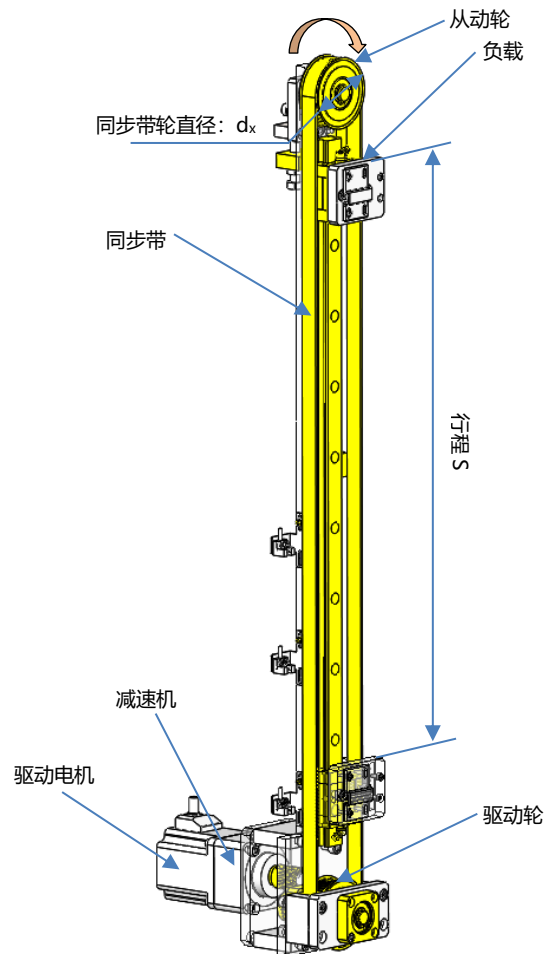


图 1、垂直使用的同步带组件

步骤三、运动系统转动惯量计算

$$\begin{aligned} \sum J_G &= \sum J_Z + \sum J_R + J_L + J_a + J_c \\ &= J_Z \times n_z + J_R \times n_R + m \times r_1^2 \\ &= m_2 \times r_2^2 \times \frac{1}{2} \times n_z + m_1 \times (r_1^2 + r_2^2) \times \frac{1}{2} \times n_R + m \times \left(\frac{d_x}{2}\right)^2 \\ &= \left(\Pi \times \left(\frac{d_z}{2}\right)^2 \times L_z \times \rho_z\right) \times \left(\frac{d_z}{2}\right)^2 \times \frac{1}{2} \times n_z + \left(\Pi \times B_t \times \left(\left(\frac{d_x}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_z}{2}\right)^2\right) \times \rho\right) \times \left(\left(\frac{d_x}{2}\right)^2 + \left(\frac{d_z}{2}\right)^2\right) \times \frac{1}{2} \times n_R + m \times \left(\frac{d_x}{2}\right)^2 \end{aligned}$$

$\sum J_G$: 运动系统转动惯量和

$\sum J_Z$: 所有转动轴转动惯量之和

$\sum J_R$: 所有同步轮转动惯量之和(以所有同步带轮直径相同为例)

J_z : 单转动轴转动惯量

J_R : 单同步轮转动惯量

J_L : 负载惯量

J_a : 减速机转动惯量

J_c : 电机转动惯量

n_z : 转动轴数量

n_R : 同步轮数量

d_x : 同步带直径 (P.D)

d_z : 同步带孔径=转动轴直径

r_1 : 同步带半径

r_2 : 同步带孔半径=转动轴半径

L_z : 转动轴长

B_t : 同步带轮宽

ρ : 驱动轮密度 (按材质密度, 如铁 7.85Kg/m³)

ρ_z : 转动轴密度 (按材质密度, 如铁 7.85Kg/m³)

步骤四、负载扭矩确认

$$\begin{aligned} \sum M &= \frac{\{(F_s + m \times g) + (m \times g \times (\mu_s + \mu_g \cos\theta))\} \times d_x}{2 \times i \times \eta} \\ &= \frac{\{(m \times g) + (m \times g \times (\mu_s + \mu_g \cos\theta))\} \times d_x}{2 \times i \times \eta} \end{aligned}$$

$\sum M$: 负载扭矩

F_s : 阻挡器产生的阻力 (本次由于没有阻挡器, 所以可忽略)

所以非垂直使用时:

$$\sum M = \frac{\{m \times g \times (\mu_s + \mu_g \cos\theta)\} \times d_x}{2 \times i \times \eta}$$

垂直使用时($\theta=90^\circ$):

$$\sum M = \frac{\{m \times g + (m \times g \times \mu_s)\} \times d_x}{2 \times i \times \eta}$$

步骤五、减速比确认

$$N = \frac{N_E}{N_m} = \frac{N_E}{60 \times V_m / \pi d_x}$$

NE: 电机额定转速

Nm: 同步带轮输出转速

Vm: 直线速度

步骤六、电机功率确定

$$P = \sum F \times V_m$$

或

$$P = \sum M \times W = \sum M \times N_E / 9550$$

P: 电机功率

W: 角速度

步骤七、基于预选减速机和电机的理论最大值相关计算

7.1 折算到减速机输入端的惯量

$$J_{re} = \frac{\sum J_G}{i^2}$$

Jre: 折算到减速机输入端的惯量

i: 预选减速机减速比

7.2 电机实际转速

$$N_n = \frac{N_m}{i}$$

Nn: 电机实际转速

7.3 电机扭矩容许值

$$M_{EG} = \frac{M_{NG}}{i}$$

MEG:最小电机扭矩容许值

MNG:预选减速机额定输出扭矩

7.4 电机过载扭矩容许值

$$M_{emax} = \frac{M_{Nmax}}{i}$$

Memax: 电机过载扭矩

MNmax: 预选减速机峰值输出扭矩

7.5 最大直线运行速度

$$V_{max} = \frac{\left(\frac{N_E}{i}\right) \times C_x}{60}$$

Vmax: 最大直线运行速度

Cx: 同步带轮周长

7.6 最大加速度

$$a_{max} = \frac{V_{max}}{t_d - 2t_b}$$

amax: 最大加速度

td: 定位移动时间

tb: 加减速时间

7.7 启动转矩

$$M_0 = J_{red} \times \beta + \sum M = J_{red} \times \frac{\Delta\omega}{t_b} + \sum M = J_{red} \times \frac{2\pi \times N_m}{t_b} + \sum M$$

M0: 启动转矩

Jred: 折算到减速机输入端的惯量

β : 角加速度

$\Delta\omega$: 角速度的变化量

步骤八、校核

8.1 减速机校核

减速机扭矩:

减速机额定输出转矩/减速机最大输出转矩 \geq 安全系数

$$\frac{M_{NG}}{M_{gmax}} \geq k_a$$

MNG: 减速机额定输出扭矩

Mgmax: 减速机最大输出扭矩

ka: 安全系数

8.2 电机校核

电机额定扭矩:

电机额定扭矩/负载扭矩 >= 安全系数

$$\frac{M_E}{\sum M} \geq k_a$$

ME: 电机额定扭矩

$\sum M$: 负载扭矩

电机额定转速

电机额定转速大于/减速比 >= 同步带轮输出转速

$$\frac{N_E}{i} \geq N_m$$

电机额定功率

电机额定功率 >= 所需电机功率

$$P \geq P_E$$