

# 案例7：牵引辊负载计算和伺服选型

## ● 条件

### 1. 牵引辊：

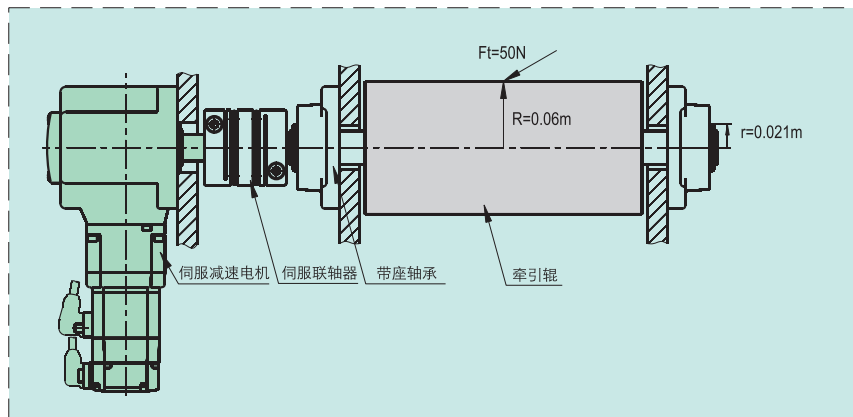
- 1) 质量 $m=23.2\text{kg}$
- 2) 牵引辊半径 $R=0.06\text{m}$
- 3) 受到的牵引力： $F=50\text{N}$

### 2. 运行情况：

- 1) 每分钟运行次数 $N=10$
- 2) 最高转速 $n_1=300\text{r/min}$
- 3) 匀速时间 $t_c=5\text{s}$
- 4) 加速时间 $t_a \leq 0.1\text{s}$

### 3. 轴承：

- 1) 滚道半径 $r=0.021\text{m}$
- 2) 摩擦系数 $\mu=0.01$



## ● 计算

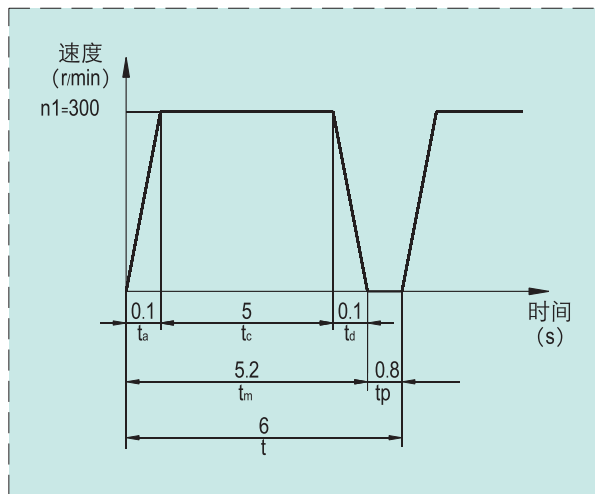
### 1. 运行曲线

假设  $t_a = t_d = 0.1\text{s}$

$$t_m = t_a + t_c + t_d = 0.1 + 5 + 0.1 = 5.2\text{s}$$

$$t = 60/N = 60/10 = 6\text{s}$$

$$t_p = t - t_m = 6 - 5.2 = 0.8\text{s}$$



### 2. 计算连续最大负载转矩

- 1) 牵引辊负载转矩： $M_1 = F \times R = 50 \times 0.06 = 3\text{N} \cdot \text{m}$
- 2) 摩擦负载转矩： $M_2 = \mu \times m \times g \times r = 0.01 \times 23.2 \times 9.8 \times 0.021 = 0.048\text{N} \cdot \text{m}$
- 3) 连续最大负载转矩： $M_3 = M_1 + M_2 = 3 + 0.048 = 3.048\text{N} \cdot \text{m}$

### 3. 计算瞬间最大负载转矩

#### 1) 计算负载惯量

##### ① 牵引辊惯量：

$$J_1 = \frac{m_{11} D_{11}^2 + m_{12} D_{12}^2 + m_{13} D_{13}^2 + m_{14} D_{14}^2}{8}$$

$$= \frac{0.096 \times 0.024^2 + 0.38 \times 0.03^2 + 22.34 \times 0.12^2 + 0.38 \times 0.03^2}{8}$$

$$= 0.04\text{kg} \cdot \text{m}^2$$

##### ② 伺服联轴器惯量： $J_2 = 0.00038\text{kg} \cdot \text{m}^2$

(查阅综合目录P14-1页，初选伺服联轴器68MR□□，其转动惯量为 $0.00038\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 。因伺服联轴器的转动惯量远小于负载惯量，可忽略不计，因此即便最终选型的型号与初选型的不同，也可不必重新计算)

##### ③ 负载惯量 $J_3 = J_1 + J_2 = 0.04 + 0.00038 = 0.04038\text{kg} \cdot \text{m}^2$

#### 2) 计算负载角加速度

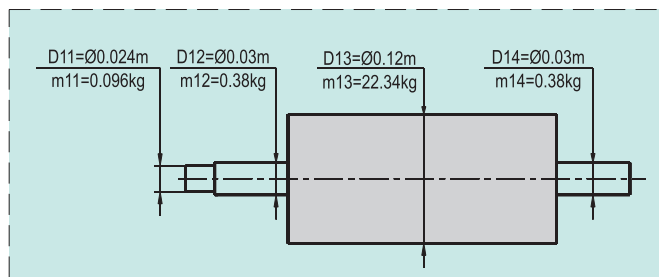
负载角加速度：

$$\alpha = \frac{2\pi \times n_1}{60 t_a} = \frac{2\pi \times 300}{60 \times 0.1} = 314.16\text{rad/s}^2$$

#### 3) 计算加速负载转矩

加速负载转矩：

$$M_4 = J_3 \times \alpha = 0.04038 \times 314.16 = 12.69\text{N} \cdot \text{m}$$



5. 计算加速瞬间转矩

4) 计算瞬间最大负载转矩

瞬间最大负载转矩:

$$M_5 = M_3 + M_4 = 3.048 + 12.69 = 15.74 \text{ N} \cdot \text{m}$$

瞬间最大负载转矩每分钟累计时间:

$$t_a \times N = 0.1 \text{ s} \times 10 = 1 \text{ s} < 10 \text{ s}$$

瞬间最大负载转矩每分钟累计时间一般要求在10s以内, 满足条件。

4. 伺服减速电机、伺服联轴器选型

1) 伺服减速电机选型

条件1:  $M_3 \times S_1 = 3.048 \times 1.5 = 4.57 \text{ N} \cdot \text{m} \leq \text{伺服减速电机额定转矩 } M_{m1}$

( $S_1$ 为安全系数, 取1.5)

条件2:  $M_5 \times S_2 = 15.74 \times 2 = 31.48 \text{ N} \cdot \text{m} \leq \text{伺服减速电机瞬间转矩 } M_{m2}$

( $S_2$ 为安全系数, 取2)

条件3: 负载最高转速  $n_1 = 300 \text{ r/min} \leq \text{伺服减速电机额定转速 } n_m$

以条件1、2、3选伺服减速电机 **MG110A040Y22RT10**

额定转矩:  $M_{m1} = 10.2 \text{ N} \cdot \text{m} > M_3 \times S_1 = 4.57 \text{ N} \cdot \text{m}$

瞬间转矩:  $M_{m2} = 35.8 \text{ N} \cdot \text{m} > M_5 \times S_2 = 31.48 \text{ N} \cdot \text{m}$

额定转速:  $n_m = 300 \text{ r/min} = n_1$

减速比:  $i = 10$

转子惯量:  $J_m = 42 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

2) 伺服联轴器选型

①根据伺服减速电机型号及输出轴径 $\Phi 24 \text{ mm}$ , 查P14-1页选型表, 选择68MR24□系列;

②根据P14-1页阵列表中68MR联轴器的孔径系列, 来确定联轴器另一端的孔径, 此处选24。综上选取伺服联轴器**68MR2424**

伺服联轴器转动惯量:  $J_2 = 380 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

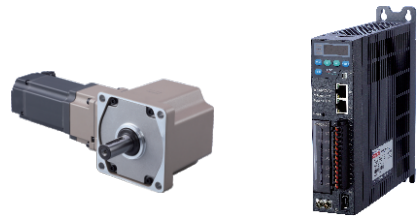
5. 验算惯量比

1) 换算到电机输出轴的负载惯量:

$$J_4 = \frac{J_1 + J_2}{i^2} = \frac{(40000 + 380) \times 10^{-6}}{10^2} = 403.8 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

2) 惯量比:  $JR = J_3 \div J_2 = 403.8 \div 42 = 9.6 < 20$

通过上述步骤, 验证了本次选型的伺服减速电机符合使用条件



伺服减速电机: MG110A040Y22RT10 伺服驱动器: MKA040Y22



编码器线: MXA60E □



动力线: MXA60M □