

1. 经过2个中间路径后停在一个目标位置,说明共有3个过程需要进行规划,故需要3个独立的三次多项式.

一个三次多项式有4个系数,共3个独立三次多项式  
一共有6个转动关节,所以需要  $3 \times 4 \times 6 = 72$  个系数

2. (1) 三次多项式插值:  $\theta(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$ .

根据题意有  $\theta_0 = -5^\circ$ ,  $\theta_f = 80^\circ$ ,  $t_f = 4s$

得到方程组:

$$\begin{cases} a_0 = -5 \\ a_0 + 4a_1 + 16a_2 + 64a_3 = 80 \\ a_1 = 0 \\ a_1 + 8a_2 + 48a_3 = 0 \end{cases} \quad \text{解得} = \begin{cases} a_0 = -5 \\ a_1 = 0 \\ a_2 = 15.9375 \approx 15.94 \\ a_3 = 2.65625 \approx 2.66 \end{cases}$$

故有运动轨迹为

$$\begin{cases} \theta(t) = -5 + 15.94t^2 - 2.66t^3 \\ \dot{\theta}(t) = 31.88t - 7.98t^2 \\ \ddot{\theta}(t) = 31.88 - 15.96t \end{cases}$$

(2) 首先取出加速度的取值范围:

$$\ddot{\theta} \geq \frac{4(\theta_f - \theta_0)}{t_f^2} = 21.25^\circ/s^2$$

选取  $\ddot{\theta} = 40^\circ/s^2$  (这里加速度大于21.25即可)

$$t_a = \left( \frac{4}{2} - \frac{\sqrt{40^2 \times 4^2 - 4 \times 40 \times (80 + 5)}}{2 \times 40} \right) \approx 0.63s$$

$$\theta_a = \theta_0 + \frac{1}{2} \ddot{\theta} t_a^2 = -5 + \frac{1}{2} \times 40 \times 0.63^2 \approx 2.94^\circ$$

$$\dot{\theta}_a = \ddot{\theta} t_a = 40 \times 0.63 \approx 25.2^\circ/s$$