

考试二

如图所示，一空间 RRR 机器人，各个结构尺寸分别为： $L_1 = 1$, $L_2 = 2$, $L_3 = 1$, $L_4 = 2$, $L_5 = 2$, $L_6 = 0.5$, $L_7 = 1$, $L_8 = 1.2$ ，红色杆件质量 $m_1 = 20$ ，蓝色杆件质量 $m_2 = 30$ ，绿色杆件质量 $m_3 = 10$ ，紫色杆件质量 $m_4 = 1$ ，各杆件质心处的转动惯量分别为：

$$I_{c1} = \begin{bmatrix} 40 & 0 & 0 \\ 0 & 40 & 0 \\ 0 & 0 & 60 \end{bmatrix} \quad I_{c2} = \begin{bmatrix} 10 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 20 \end{bmatrix} \quad I_{c3} = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 10 \end{bmatrix} \quad I_{c4} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1. 画出该机器人坐标系，并给出此机器人的 DH 参数表（15 分）
2. 求取此机器人基础雅可比矩阵（20 分）和工具雅可比矩阵（10 分）
3. 已知当此机器人构型为 $q = [0 \quad 0 \quad \pi/4]^T$ 时，机器人手抓中心 P 点处受外力 ${}^0F = [0 \quad 0 \quad 10]^T$ 时处于静力平衡，求取各个关节输出力/力矩。（15 分）
4. 求取此机器人标准形式的动力学方程（40 分）

$$M(q)\ddot{q} + V(q, \dot{q}) + G(q) = \Gamma$$

