

机械原理课程设计

题目：牛头刨床

作者：张晴

机械原理

设计数据 2

1、概 述

1.1 牛头刨床简介 4

1.2 运动方案分析与选择 5

2、导杆机构的运动分析

2.1 位置2的速度分析 6

2.4 位置2的加速度分析 7

2.3 位置4的速度分析 10

2.4 位置4的加速度分析 11

3、导杆机构的动态静力分析

3.1 位置2的惯性力计算	12
3.2 杆组 5, 6的动态静力分析	12
3.3 杆组3. 4的动态静力分析	13
3.4 平衡力矩的计算	14

概 述

一、机构机械原理课程设计的目的：

机械原理课程设计是高等工业学校机械类专业学生第一次较全面的机械运动学和动力学分析与设计的训练，是本课程的一个重要实践环节。其基本目的在于：

(1) 进一步加深学生所学的理论知识，培养学生独立解决有关本课程实际问题的能力。

(2) 使学生对于机械运动学和动力学的分析设计有一较完整的概念。

(3) 使学生得到拟定运动方案的训练，并具有初步设计选型与组合以及确定传动方案的能力。

(4) 通过课程设计，进一步提高学生运算、绘图、表达、运用计算机和查阅技术资料的能力。

二、机械原理课程设计的任务：

机械原理课程设计的任务是对机械的主体机构(连杆机构、凸轮机构、齿轮机构以及其他机构)进行设计和运动分析、动态静力分析，并根据给定机器的工作要求，在此基础上设计凸轮、齿轮；或对各机构进行运动分析。要求学生根据设计任务，绘制必要的图纸，编写说明书。

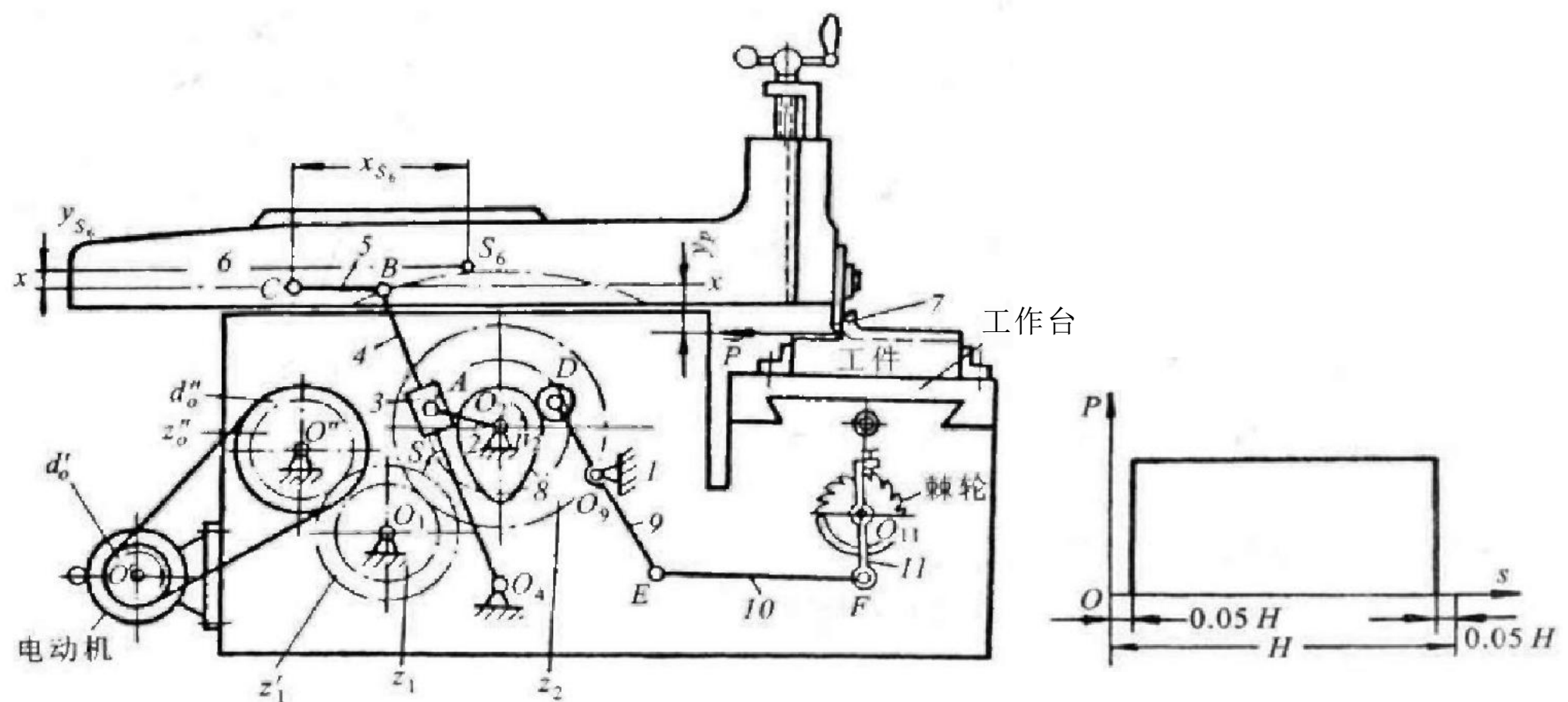
三、机械原理课程设计的方法：

机械原理课程设计的方法大致可分为图解法和解析法两种。图解法几何概念较清晰、直观；解析法精度较高。根据教学大纲的要求，本设计主要应用图解法进行设计。

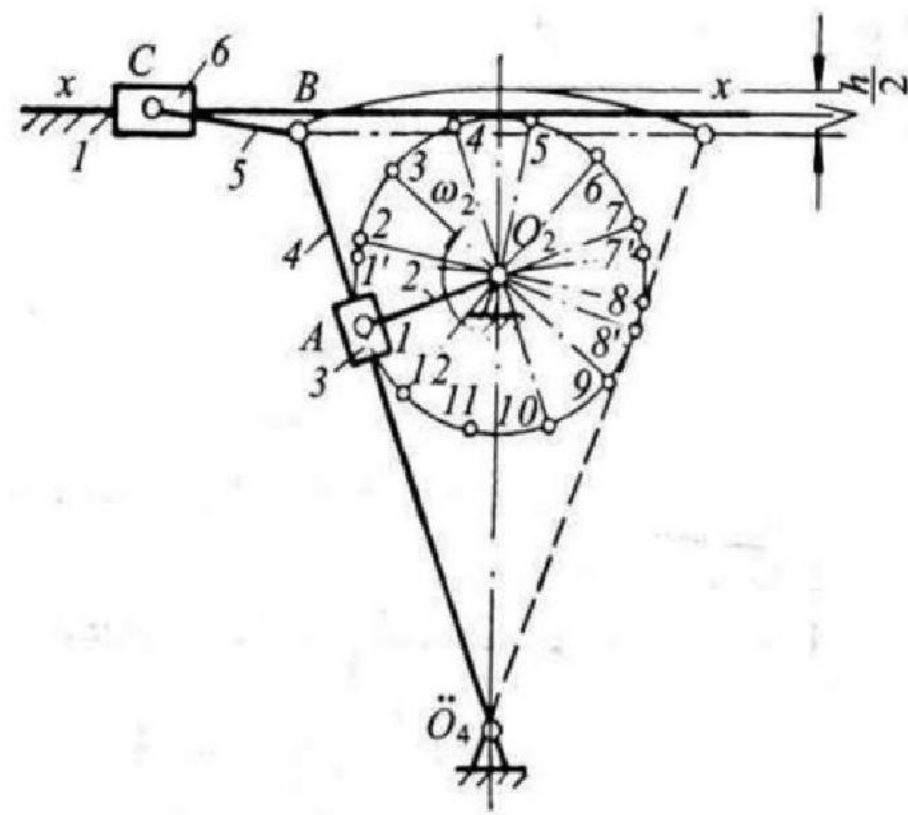
牛头刨床的简介

一. 机构简介:

机构简图如下所示:



牛头刨床是一种用于平面切削加工的机床，主要由齿轮机构，导杆机构和凸轮机构等组成，如图所示。电动机经过减速装置(图中只画出了齿轮 z_1, z_2) 使曲柄2转动，再通过导杆机构2-3-4-5-6带动刨头6和刨刀作往复切削运动。工作行程时，刨刀速度要平稳，空回行程时，刨刀要快速退回，即要有急回运动。切削阶段刨刀应近似匀速运动，以提高刨刀的使用寿命和工作的表面加工质量。刀具与工作台的进给运动，是由固结于轴 O_2 上的凸轮驱动摆动从动件 O_2D 和其他有关机构(图中未画出来)完成的。为减小机器的速度波动，在曲柄轴 O_2 上安装一调速飞轮，切削阻力如图所示。



原始数据

设计内容	导杆机构的运动分析								导杆机构的动态静力分析					
符号	n_2	$l_{O_2O_4}$	l_{O_2A}	l_{O_4B}	l_{gc}	$l_{O_4S_4}$	X_{S_6}	Y_{S_6}	G_4	G_6	Fr	YF	J_{S_4}	$[\delta]$
单位	r/min	mm							N			mm	$kg \cdot m^2$	
方案	60	380	110	540	0.25 l_{O_4B}	0.5 l_{O_4B}	240	50	200	700	7000	80	1.1	0.15

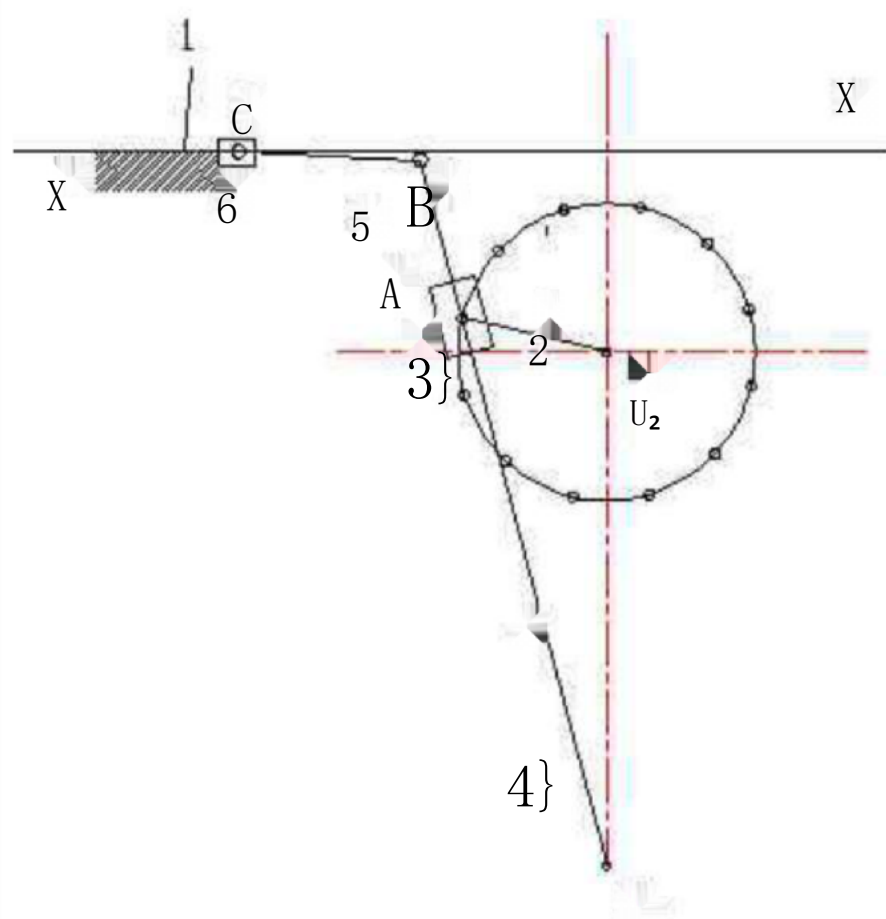
内容	凸轮机构设计								齿轮机构设计			
符号	γ_{max}	r_{oD}	[a]	δ_0	δ_{01}	δ_0	δ_{02}	运动规律	Z_1	Z_2	m	α
单位	(°)	mm	(°)								mm	(°)

								正弦加速度				
方案	15	125	40	75	100	75	200		10	40	6	20

1. 1位置2的速度分析 (左极限位置的曲柄对应位置顺时针转30°)

数据: $n_2=60\text{r/min}$, $l_{o_2o_4}=380\text{mm}$, $l_{o_2A}=110\text{mm}$, $l_{o_4g}=540\text{mm}$, $l_{gc}=0.25l_{o_4B}=135\text{mm}$, $l_{o_4s_4}=0.5l_{o_4B}=270\text{mm}$

对位置2: 选取尺寸比例尺 $\mu_1=1$, 作机构运动简图。



D4

由CAD测量得: $l_{o_4A}=0.41899\text{m}$

速度分析: 取构件3和4的重合点(A2, A3, A4)进行速度分析。

对构件2: $V_{A_2}=O_2l_{o_2A}=(60 \times 2\pi)160 \times 0.11=0.69\text{ m/s}$

对构件3: 构件3和构件2在A处构成转动副, $V_{A_3}=V_{A_2}=0.69\text{ m/s}$

对构件4: $V_{A_4}=V_{A_3}+V_{A_4A_3}$

大小: ? 0.69 ?

方向: $\perp A_0A_4 \perp A_0A_2 // A_0A_4$

取速度极点P, 速度比例尺 $\mu_v=0.001\text{ (m/s)/mm}$ 。作速度多边形如下图所示。

$l_{o_{44}}=0.41899\text{m}$

$V_{A_2}=0.69\text{ m/s}$

1.2 位置 2 的加速度分析

对构件 2: $a_{Az} = \omega_2^2 * l_{O_2A} = 6.28^2 * 0.11 = 4.338224 \text{ m/s}^2$

对构件 3: 构件 3 和构件 2 在 A 处构成转动副, $a_{A3} = a_{A2} = 4.338 \text{ m/s}^2$?

对构件 4: $a_{A4} = a_{A3} + a_{A4A3} + a_{A4A3}^{\tau}$

大小: ? $0.4^2 l_{O_4A}$? \checkmark \checkmark ?

方向: ? $B \rightarrow A$ $\perp O_4B$ $A \rightarrow O_2$ $\perp O_4B$ $// O_4B$

取加速度极点 p', 加速度比例尺 $\mu_a = 0.01 \text{ (m/s}^2\text{) / mm}$ 。

$$a_{A4A3} = 0.94164$$

m/s^2

$$a_{A4} = 0.2502 \text{ m/s}$$

$$a_{A4}^{\tau} = 2.8894$$

m/s^2

$$a_{A4} = 2.90 \text{ m/s}^2$$

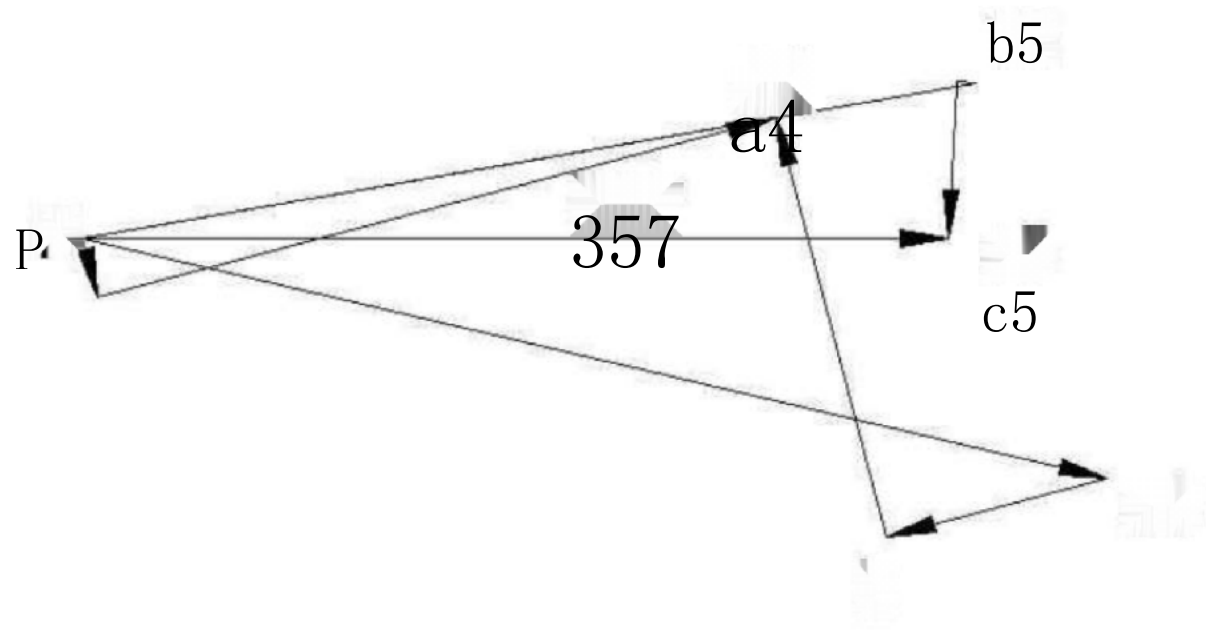
$$\beta_{BO_4} = \frac{a_{A4}^{\tau}}{l_{O_4A}} = 6.89$$

$$67 \text{ rad/s}^2$$

$$a_{B4}^{\tau} = 3.7238 \text{ m/s}^2$$

$$a_{B4} = 0.3324 \text{ m/s}^2$$

$$a_{cs} = 3.57 \text{ m/s}^2$$



$$a_{A_4} = 2\omega_3 v_{A_4 A_3} = 2 * 0.7727 * 0.60932 = 0.94164 \quad \text{m/s}^2$$

$$a_{A_4} = \omega_4^2 * l_{O_4 A} = 0.7727 * 0.7727 * 0.41899 = 0.2502 \quad \text{m/s}^2$$

作加速度多边形如上图所示。得：

$$a_{A_4} = 2.8894 \text{m/s}^2, \quad a_{A_4} = 2.90 \text{m/s}^2$$

$$\beta_{B_0_4} = \frac{a_{A_4}^{\tau}}{l_{O_4 A}} = 2.8894 / 0.41899 = 6.8967 \text{ rad/s}^2$$

$$a_{B_4} = l_{O_4 B} * \beta_{B_0_4} = 6.896 * 0.54 = 3.72384 \quad \text{m/s}^2$$

$$a_{B_4} = l_{B_0_4} * \omega_4^2 = 0.7727 * 0.7727 * 0.54 = 0.3324$$

4.5在B处构成转动副，所以 $a_{B_4} = a_B$ ：

$$\text{对构件5}:: a_{C_5} = a_{B_5} + a_{C_5 B_5} + a_{C_5} \quad \text{m/s}^2$$

大小： ? ✓ ✓ ✓ ?

方向： //XB → O₄ ⊥B₀₄C → B ⊥CB

取加速度极点 p' ，加速度比例尺 $\mu_a = 0.01 \text{ (m/s}^2\text{) / mm}$ 。

作加速度多边形如上图所示。得：

$a_{cs} = 3.57 \text{ m/s}^2$ (方向水平向右)

$a_{c6} = a_{cs} = 3.57 \text{ m/s}^2$

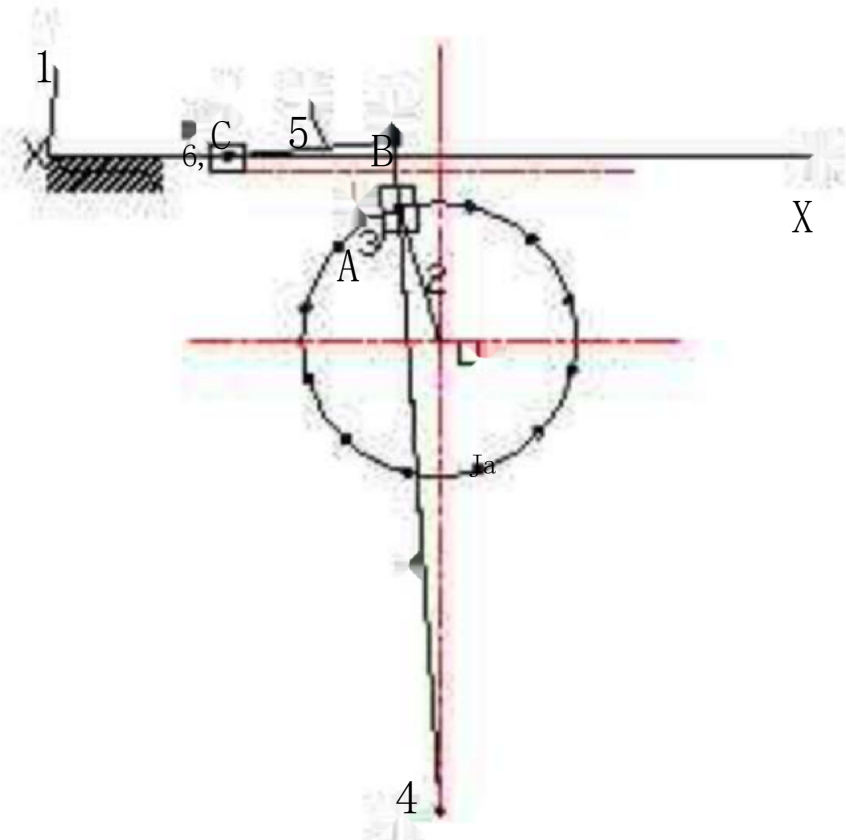
1.3 位置 4 的速度分析

数据:

$$n_2=60\text{r/min}, l_{O_2O_4}=380\text{mm}, l_{O_2A}=110\text{mm}, l_{O_4B}=540\text{mm}, l_{gc}$$

$$=0.25l_{O_4B}, l_{O_4S_4}=0.5l_{O_4B}$$

对位置 4: 选取尺寸比例尺 $\mu_l=0.001\text{m/mm}$, 作机构运动简图。



$$l_{O_4A}=0.48633\text{m}$$

速度分析: 取构件 3 和 4 的重合点 (A₂, A₃, A₄) 进行速度分析。

$$\text{对构件 2: } V_{A_2}=W_2 * l_{O_2A}=(60 * 2\pi) / 60 * 0.11=0.69 \text{ m/s}$$

$$\text{对构件 3: 构件 3 和构件 2 在 A 处构成转动副, } V_{A_3}=V_{A_2}=0.69 \text{ m/s}$$

$$\text{对构件 4: } V_{A_4}=V_{A_3} + V_{A_4A_3}$$

$$\text{大小: } \quad ? \quad \checkmark \quad ?$$

$$\text{方向: } \perp A O_4 \perp A O_2 \quad // A O$$

取速度极点 P, 速度比例尺 $\mu_v=0.001(\text{m/s})/\text{mm}$ 。作速度多边形如下图所示。

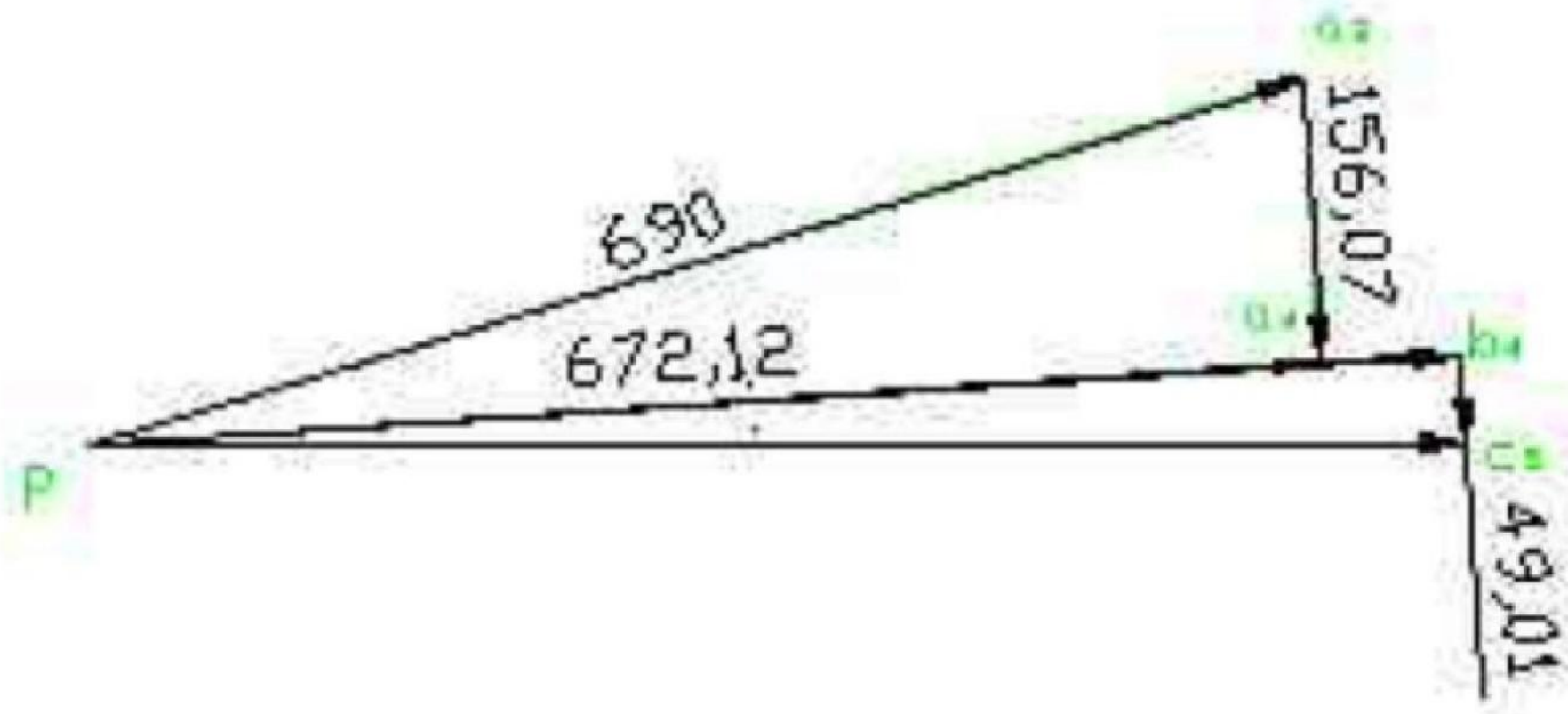
$$l_{O_4A}=0.48633\text{m}$$

$$V_{A_2}=0.69 \text{ m/s}$$

$$V_{A_4}=0.67212\text{m/s}$$

$$\omega_4=1.382\text{rad/s}$$

$$V_{A_4A_3}=0.15607\text{m/s}$$



得: $V_{A_4}=0.67212\text{m/s}$,

$V_{B_4}=0.74628 \quad \text{m/s}$

$V_{C_4}=0.74845 \quad \text{m/s}$

$$\omega_4 = v_{A_4} / l_{O_4A} = 0.67212 / 0.48633 = 1.382 \text{ rad/s (顺时针)}$$

$$v_{A_4A_3} = 0.15607 \text{ m/s (A 指向 } O_2)$$

$$v_{B_4} = \omega_4 * l_{O_4B} = 1.382 * 0.54 = 0.74628 \text{ m/s}$$

$$v_{Bs} = v_{B_4} = 0.74628 \text{ m/s}$$

$$\text{对构件4: } v_{cs} = v_{ps} + v_{c_5B_5}$$

$$\text{大小: } ? \quad \checkmark \quad ?$$

$$\text{方向: } //XX \quad \perp O_4B \quad \perp CB$$

取速度极点P，速度比例尺 $\mu_v = 0.001 \text{ (m/s)/mm}$ 。作速度多边形如上图所示。

$$\text{得: } v_{cs} = 0.74845 \text{ m/s}$$

1.4 位置4的加速度分析

$$\text{对构件2: } a_{Az} = \omega_2^2 * l_{O_2A} = 6.28^2 * 0.11 = 4.338224 \text{ m/s}^2$$

$$\text{对构件3: 构件3和构件2在A处构成转动副, } a_{A3} = a_{A2} = 4.338 \text{ m/s}^2$$

$$\text{对构件4: } a_{A_4} = a_{94} + a_{44} = a_{A_3} + a_{4A_3} + a_{44A_3}$$

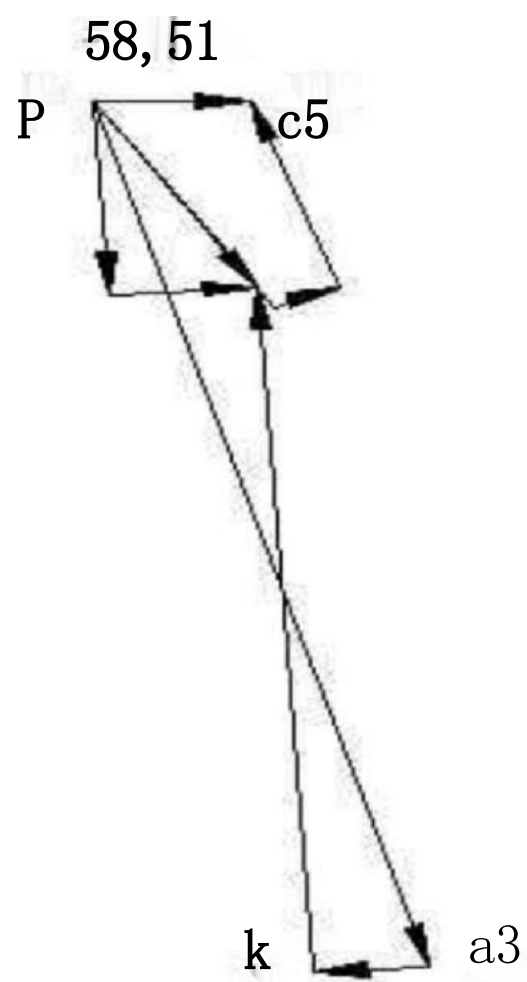
$$\text{大小: } ? \quad \omega_4^2 l_{O_4A} \quad ? \quad \checkmark \quad \checkmark \quad ?$$

$$\text{方向: } ? \quad B \rightarrow A \quad \perp O_4B \quad A \rightarrow O_2 \quad \perp O_4B \quad //O_4B$$

取加速度极点p'，加速度比例尺 $\mu_a = 0.01 \text{ (m/s}^2\text{)/mm}$ 。

$$a_{4z} = 4.338 \text{ m/s}^2$$

$$a_{43} = 4.338 \text{ m/s}^2$$



$$a_{A_4A_3}^k = 0.4314 \text{ m/s}^2$$

$$a_{A_4}^n = 0.92889 \text{ m/s}^2$$

$$a_{A_4}^\tau = 0.5498 \text{ m/s}^2$$

$$a_{A_4} = 1.1079 \text{ m/s}^2$$

$$\beta_{B_0_4} = 1.1305 \text{ rad/s}^2$$

$$a_{B_4}^\tau = 0.61407 \text{ m/s}^2$$

$$a_{B_4}^n = 1.03136 \text{ m/s}^2$$

$$a_{f_4A_3} = 2 \omega_3 l_{O_3A_4} = 2 * 1.382 * 0.15607 = 0.4314 \text{ m/s}^2$$

$$a_{A_4} = \omega_4^2 * l_{O_4A} = 1.382 * 1.382 * 0.48633 = 0.92889 \text{ m/s}^2$$

作加速度多边形如上图所示。得：

$$a_{A_4} = 0.5498 \text{ m/s}^2, a_{A_4} = 1.1079 \text{ m/s}^2$$

$$\beta_{B_0_4} = \frac{a_{A_4}^\tau}{l_{O_4A}} = 0.5498 / 0.48633 = 1.1305 \text{ rad/s}^2$$

$$a_{B_4}^\tau = \beta_{B_0_4} * l_{B_0_4B_4} = 1.1305 * 0.54 = 0.61407 \text{ m/s}^2$$

$$a_{B_4}^n = \omega_4^2 * l_{O_4B_4} = 1.382 * 1.382 * 0.54 = 1.03136 \text{ m/s}^2$$

$$a_{c_5} = 0.5851 \text{ m/s}^2$$

对构件 5 : $a_{c_5} = a_{B_5} + a_{g_5} + a_{c_5s_5}'' + a_{c_5s_5}$

大小: ? ✓ ✓ ✓ ?
 方向: //xx B → O₄ ⊥ B₀₄C → B ⊥ CB

取加速度极点 p', 加速度比例尺 $\mu_a = 0.01 \text{ (m/s}^2) / \text{mm}$

作加速度多边形如上图所示。得

$$a_{c_5} = 0.5851 \text{ m/s}^2$$

$$a_{c_6} = a_{c_5} = 0.5851 \text{ m/s}^2$$

2 导杆机构的动态静力分析（位置 2 号）

数据： $G_4=200\text{N}$ $G_6=700\text{N}$ $P=7000\text{N}$, $J_{s_4}=1.1\text{kg}\cdot\text{m}^2$,
 $n_2=60\text{r}/\text{min}$, $L_{O_2O_4}=380\text{mm}$, $L_{O_2A}=110\text{mm}$, $L_{O_4B}=540\text{mm}$, $L_{BC}=0.25L_{O_4B}$, $L_{O_4S_4}=0.5L_{O_4B}$

位置 2:

对各构件进行受力分析，按静定条件将机构分解为两个基本杆组及作用有未知平衡力的构件 2，并对杆组进行分析。

位置 2 的惯性力计算

根据影像原理 $a=1.86192\text{m}/\text{s}^2$

对构件 4: 惯性力 $F_{I4}=M_4 \cdot a_{s_4}=(G_4/g) \cdot a_{s_4}=200/9.8 \cdot 1.86192=37.998367\text{N}$

对构件 6: 惯性力 $F_{I6}=M_6 \cdot a_{c_6}=(G_6/g) \cdot a_{c_6}=700/9.8 \cdot 3.57=255\text{N}$

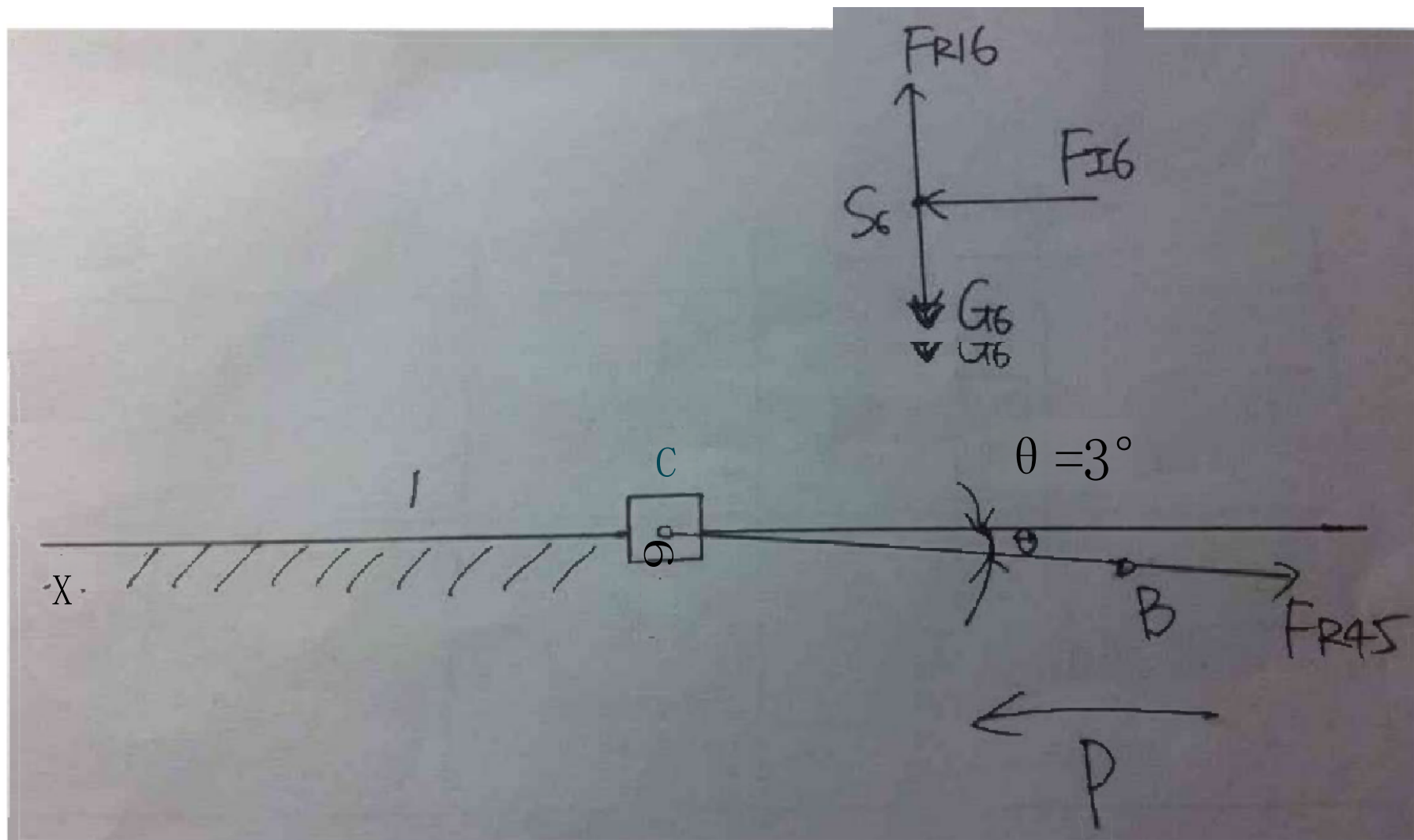
2.1 杆组 . 5, 6 的动态静力分析

示力体 (注: F_{R45} 是杆 5 给 6 的力)

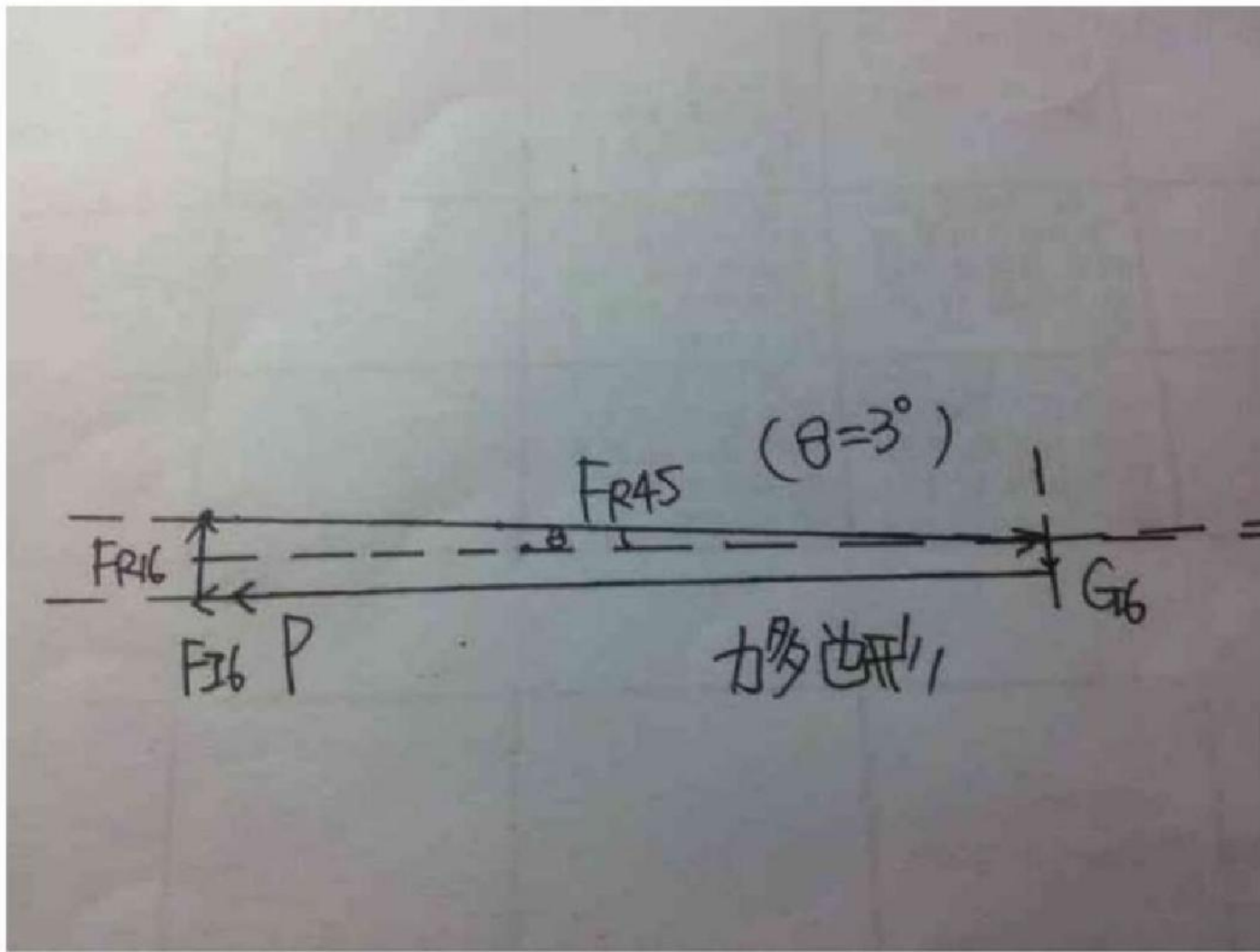
$F_{I4}=37.998367\text{N}$

$F_{I6}=255\text{N}$

$a_{s_4}=1.86192 \text{ m}/\text{s}^2$



力多边形



$$FR_{4s}=7256.955N$$

又 $ZF=P+G_s+Fi_6+FR_{4s}+FR_{16}=0$, 作为多边形如图所示, $\mu v=100N/mm$ 。

由力多边形可得:

$$FR_{4s}=FR_{4s} \cdot \mu N=100*72.56955=7256.955N$$

$$F_{g16}=F_{g6} \cdot \mu y=100*10.80842=1080.842N$$

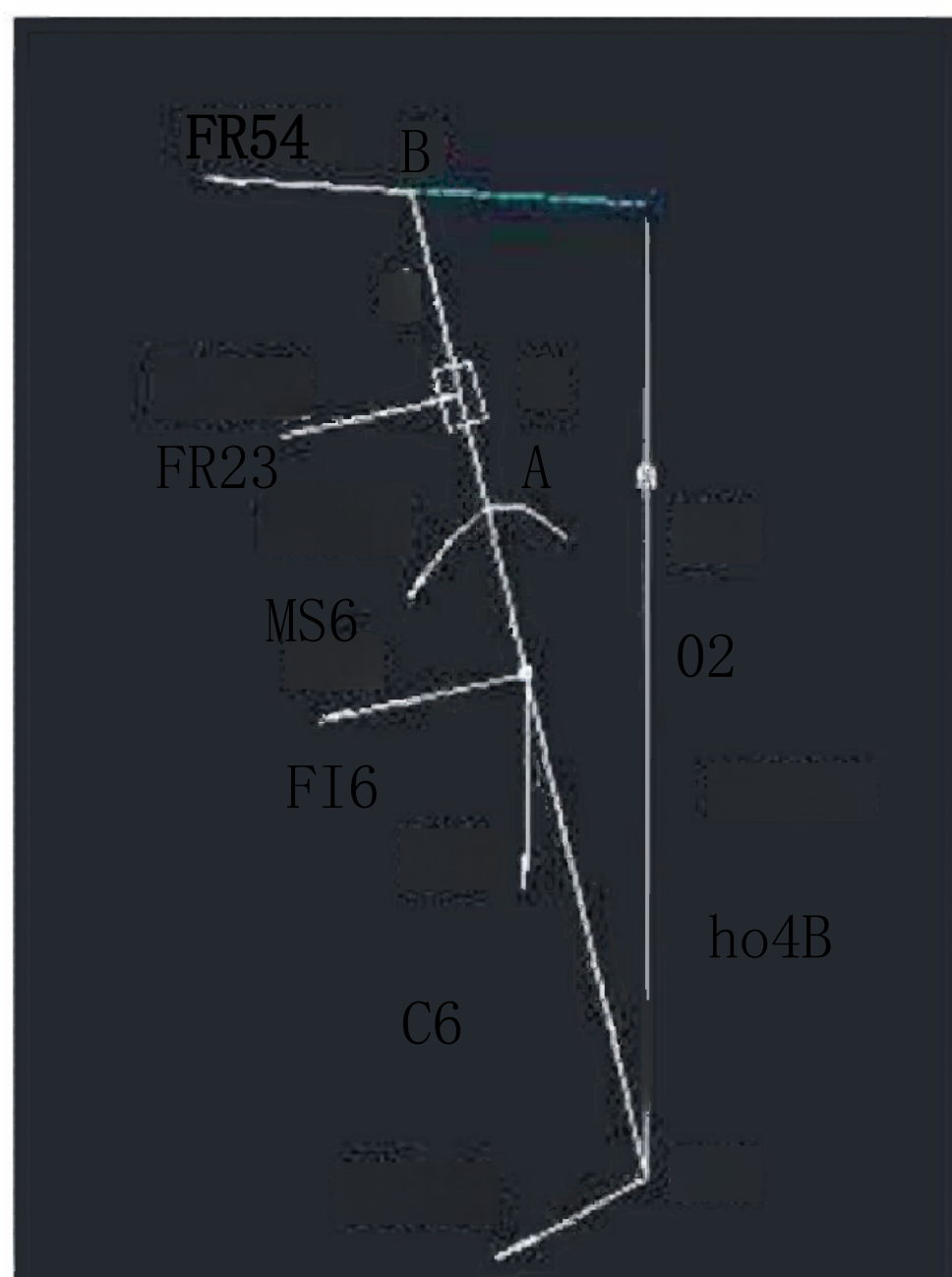
$$FR_{16}=1080.842N$$

2.2 杆组3,4的动态静力分析

$$FR_{54}=7256.955N$$

FR23=9067.6577N

示力体如下图



FR14

04

$$M_{s4} = J_{s4} \cdot Q_{s4} = 7.5856 \text{ N} \cdot \text{m} \text{ (逆时针)}$$

对O4点取矩得:

$$Z_{M_{o4}} = FR_{54} \cdot h_{o4B} + M_{s4} + G_{41} s_{4o4} \sin 14.777^\circ - FR_{23} l_{o4A} = 0$$

$$FR_{23} = 9067.657703 \text{ N}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/515130140031011141>