

目 录

欧阳歌谷 (2021.02.01)

一、设计题目与原始数据 1

二、牛头刨床示意图 2

三、导杆机构设计 2

四、机构的运动阐发 4

五、机构静态静力阐发 9

六、飞轮设计 13

七、设计凸轮轮廓曲线 15

八、齿轮设计及绘制啮合图 15

九、解析法 16

1. 导杆机构设计 16

2. 机构运动阐发 17

3. 凸轮轮廓曲线设计 19

4. 齿轮机构设计 22

十、本设计的思想体会 22

参考文献 22

附录 23

一、设计题目与原始数据

1. 题目:

牛头刨床的综合设计与阐发

2. 原始数据:

刨头的行程	$H=550\text{mm}$
行程速比系数	$K=1.6$
机架长	$L_{0203}=400\text{mm}$
质心与导杆的比值	$L_{03S4}/L_{03B}=0.5$
连杆与导杆的比值	$L_{BF}/L_{03B}=0.3$
刨头重心至 F 点距离	$X_{S6}=160\text{mm}$
导杆的质量	$m_4=15$
刨头的质量	$m_6=58$
导杆的转动惯量	$J_{S4}=0.7$
切割阻力	$F_C=1300\text{N}$
切割阻力至 O2 的距离	$Y_P=175\text{mm}$
构件 2 的转速	$n_2=80$
许用速度不均匀系数	$[\delta]=1/40$
齿轮 Z1、Z2 的模数	$m_{12}=15$
小齿轮齿数	$Z_1=18$
年夜齿轮齿数	$Z_2=46$
凸轮机构的最年夜摆角 $\varphi_{\max}$	$\varphi_{\max}=16^\circ$
凸轮的摆杆长 L_{04C}	$L_{04C}=140\text{mm}$
凸轮的推程运动角 δ_0	$\delta_0=60^\circ$
凸轮的远休止角 δ_{01}	$\delta_{01}=10^\circ$
凸轮的回程运动角 δ_0'	$\delta_0'=60^\circ$
凸轮机构的机架长	$L_{0204}=150\text{mm}$
凸轮的基圆半径	$r_o=55\text{mm}$

二、牛头刨床示意图

如图 1 所示

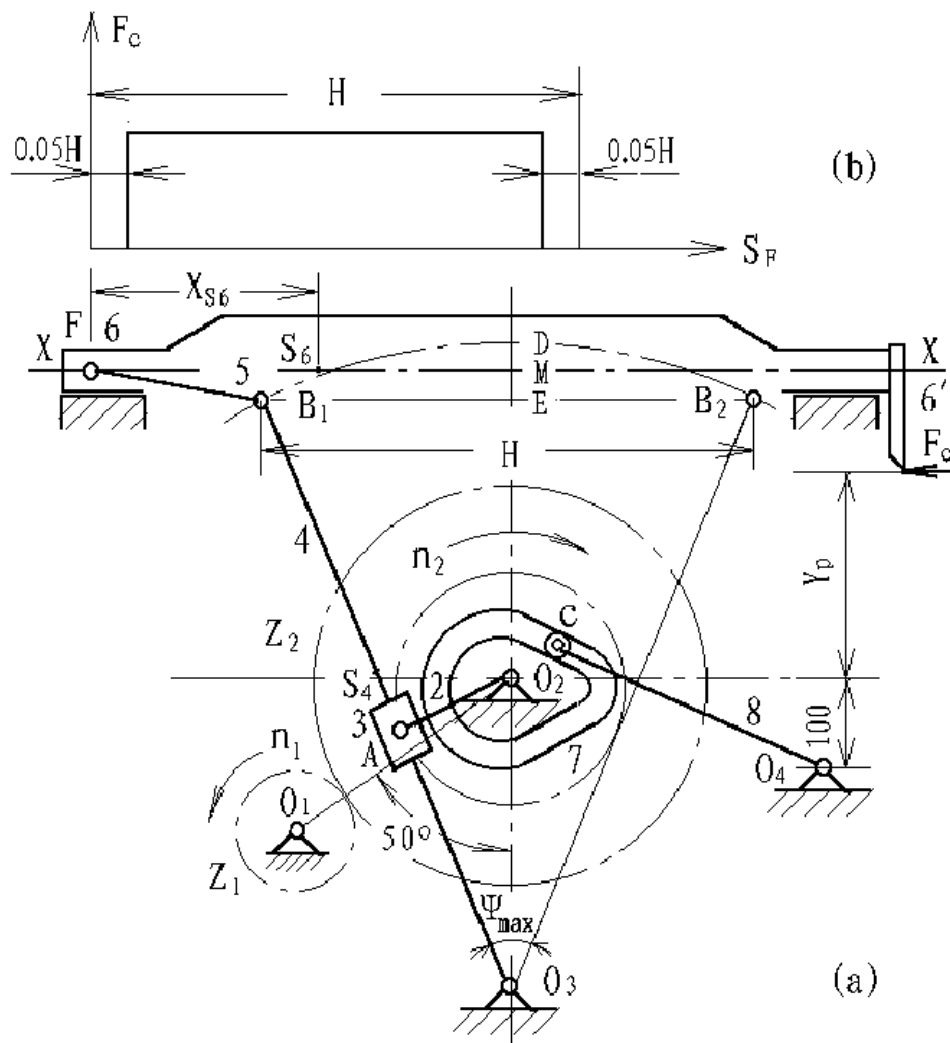


图 1

三、导杆机构设计

1、已知：行程速比系数 $K=1.6$

刨头的行程 $H=550\text{mm}$

机架长度 L0203=400mm

连杆与导杆的比 $LBF/L03B=0.3$

2、各杆尺寸设计如下

A、求导杆的摆角：

$$\psi_{\max} = 180^{\circ} \times (K1) / (K+1) = 180^{\circ} \times (1.61) / (1.6+1) = 42^{\circ}$$

B、求导杆长：

$$L03B1=H/[2\sin(\psi_{\max}/2)]=550/[2\sin(42^{\circ}/2)]=776\text{mm}$$

C、求曲柄长：

$$L02A=L0203\times\sin(\psi_{\max}/2)=400\times\sin21^{\circ}=142\text{mm}$$

D、求连杆长：

$$LBF=L03B\times LBF/L03B=776\times 0.3=233\text{mm}$$

E、求导路中心到 O3 的距离：

$$L03M=L03BLDE/2=L03B\{1[1\cos(\psi_{\max}/2)]/2\}=750\text{mm}$$

F、取比例尺：

$$\mu L=0.005\text{m/mm}$$

在 1#图纸中央画机构位置图，机构位置图见 1#图纸。年夜致图形如下：

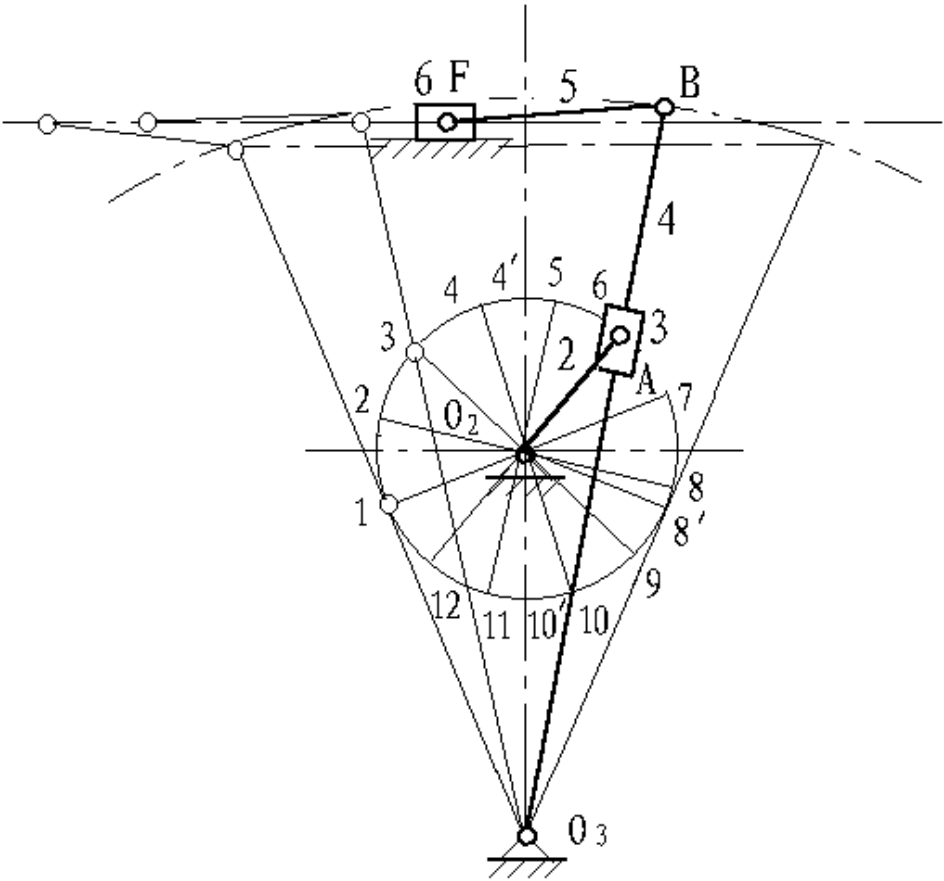


图 2

四、机构的运动阐发

月 1

已知：曲柄转速：n₂=80rpm各构件的重心： 构件 6 的重心：XS₆=150mm

第 3 点：A、速度阐发

①求 V_{A3}

$$V_{A3} = V_{A2} = L_{O2A} \times \omega_2 = L_{O2A} \times \pi n / 30 = 0.142 \times 80 \times 3.14 / 30 = 1.19 \text{ m/s}$$

②求 V_{A4}

$$\overrightarrow{V_{A4}} = \overrightarrow{V_{A3}} + \overrightarrow{V_{A4A3}}$$

年夜小： ? 1.19 ?

标的目的：⊥O₃A⊥O₂A∥O₃A

取 $\mu V = V_{A3} / P_{a3} = 0.02 \frac{\text{m/s}}{\text{mm}}$ ，在 1#图纸的左下方画速度多边形

③求 V_B用速度影像求 V_B=64×0.02=1.28m/s④求 V_F

$$\overrightarrow{V_F} = \overrightarrow{V_B} + \overrightarrow{V_{FB}}$$

年夜小： ? 0.98 ?

标的目的：水平 ∥导路 ⊥BF

接着画速度多边形，由速度多边形求得：

$$V_F = \mu V = 64 \times 0.02 = 1.28 \text{ m/s} \quad \text{标的目的：水平向右}$$

⑤求 ω₄

$$\omega_4 = \omega_3 = V_{A4} / L_{O3A} = 41 \times 0.02 / (98 \times 0.005) = 1.67 \text{ rad/s} \quad \text{标的目的：} \left| \begin{array}{l} \text{顺时针} \end{array} \right.$$

⑥求 V_{A4A3}

$$V_{A4A3} = \overline{a_3 a_4} \times \mu V = 37 \times 0.02 = 0.74 \text{ m/s} \quad \text{标的目的：如速度图所示}$$

B、加速度阐发

①求 a_{K_{A4}A₃}

$$a_{K_{A4}A_3} = 2\omega_4 V_{A4A3} = 2 \times 1.67 \times 0.74 = 2.47 \text{ m/s}^2 \quad \text{标的目的：如速度图所示}$$

②求 a_{A3}

$$a_{A3} = a_{A2} = \omega_2^2 \times L_{O2A} = 8.372 \times 142 / 1000 = 9.996 \text{ m/s}^2 \quad \text{标的目的：A} \rightarrow \text{O}_2$$

③求 a_{nA4}

月 1

$a_{A4} = \omega_{23} \times L_{O3A} = 1.672 \times 98 \times 0.005 = 1.366 \text{ m/s}^2$ 标的目的: $A \rightarrow O_3$

④求 a_{A4}

$$\vec{a}_{A4}^n + \vec{a}_{A4}^t = \vec{a}_{A3} + \vec{a}_{A4A3}^k + \vec{a}_{A4A3}^r$$

年夜小: 1.366 ? 9.9962.472?

标的目的: $A \rightarrow O_3$ $\perp O_3A \sqrt{\perp O_3A \parallel O_3A}$

取 $\mu_a = a_{A3} / \rho_{A3} = 9.996 / 100 = 0.10 \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$

在 1#图的左下方画加速度多边形, 由加速度多边形求得:

$a_{A4} = \overline{\rho_{A4}} \times \mu_a = 42 \times 0.10 = 4.2 \text{ m/s}^2$ 标的目的: 如图所示

⑤求 a_B : 用加速度影像求 $a_B = 66 \times 0.10 = 6.6 \text{ m/s}^2$ 标的目的: 如图所示

⑥求 a_F

$$\vec{a}_F = \vec{a}_B + \vec{a}_{FB}^n + \vec{a}_{FB}^t$$

年夜小: ? 6.60.336 ?

标的目的: 水平 $\sqrt{F \rightarrow B \perp BF}$

$a_{FB} = V_{2BF} / L_{BF} = (14 \times 0.02)^2 / (233 / 1000) = 0.336 \text{ m/s}^2$

接着画加速度多边形, 由加速度多边形求得:

$a_F = \mu_a = 67 \times 0.10 = 6.7 \text{ m/s}^2$ 标的目的: 水平向右第 10' 点: A、速度阐发

①求 V_{A3}

$V_{A3} = V_{A2} = L_{O2A} \times \omega_2 = L_{O2A} \times \pi n / 30 = 0.142 \times 80 \times 3.14 / 30 = 1.19 \text{ m/s}$

②求 V_{A4}

$$\vec{V}_{A4} = \vec{V}_{A3} + \vec{V}_{A4A3}$$

年夜小: ? 1.19 ?

标的目的: $\perp O_3A \perp O_2A \parallel O_3A$

取 $\mu_v = V_{A3} / \rho_{A3} = 0.04 \frac{\text{m/s}}{\text{mm}}$, 在 1#图纸的左下方画速度多边形

③求 V_B

用速度影像求 $V_B = 94 \times 0.04 = 3.76 \text{ m/s}$

④求 V_F

月 1

$$\vec{V}_F = \vec{V}_B + \vec{V}_{FB}$$

年夜小： ? 3.76 ?

标的目的：水平 $\parallel$ 导路 $\perp$ BF

接着画速度多边形，由速度多边形求得：

$V_F = V_B = 3.76 \text{ m/s}$ 标的目的水平向左

⑤求 ω_4

$$\omega_4 = \omega_3 = V_{A4} / L_{O3A} = 1.19 / (0.050 \times 5) = 4.67$$

⑥求 V_{A4A3}

$V_{A4A3} = 0$ 标的目的：如速度图所示

B、加速度阐发

①求 a_{KA4A3}

$a_{KA4A3} = 2\omega_4 V_{A4A3} = 0$ 标的目的：如速度图所示

②求 a_{A3}

$$a_{A3} = a_{A2} = \omega_{22} \times L_{O2A} = 8.372 \times 142 / 1000 = 9.996 \text{ m/s}^2 \text{ 标的目的：} A \rightarrow O2$$

③求 a_{nA4}

$$a_{nA4} = \omega_{23} \times L_{O3A} = 4.672 \times 0.050 \times 5 = 0.56$$

④求 a_{A4}

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$$

$$a_{A4} + a_{tA4} = a_{A3} + a_{kA4A3} + a_{rA4A3}$$

年夜小： 0.56 ? 9.996 ?

标的目的： $A \rightarrow O3$ $\perp O3A$ $\sqrt{\quad}$ 如图 $\parallel O3A$

$$\text{取 } \mu_a = a_{A3} / \rho_{a3} = 0.1 \frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}}$$

在 1#图纸的左下方画加速度多边形

$$a_{A4} = \rho_{a4} \times \mu_a = 56 \times 0.1 = 5.6 \text{ m/s}^2$$

⑤求 a_B

用加速度影像求 $a_B = 83 \times 0.1 = 8.3 \text{ m/s}^2$ 标的目的：如图所示

⑥求 a_F

$$\vec{a}_F = \vec{a}_B + \vec{a}_{n_{FB}} + \vec{a}_{t_{FB}}$$

年夜小： ? 8.30?

标的目的：水平 $\sqrt{\quad}$ $F \rightarrow B$ $\perp$ BF

月 1

$$a_n F_B = V_2 B F / L B F = 0$$

接着画加速度多边形, 由加速度多边形得:

$$a_F = \mu a = 10 \times 0.1 = 1.0 \text{ m/s}^2 \quad \text{标的目的: 水平向左}$$

第 6 点: A、速度阐发

①求 V_{A3}

$$V_{A3} = V_{A2} = L_{O2A} \times \omega_2 = L_{O2A} \times \pi n / 30 = 0.142 \times 80 \times 3.14 / 30 = 1.19 \text{ m/s}$$

②求 V_{A4}

$$\vec{V}_{A4} = \vec{V}_{A3} + \vec{V}_{A4A3}$$

年夜小 ? 1.19 ?

标的目的: $\perp O3A \perp O2A \parallel O3A$

$$\text{取 } \mu V = V_{A3} / \rho_{A3} = 0.02 \frac{\text{m/s}}{\text{mm}}$$

在 1#图纸的左下方画速度多边形

③求 V_B

$$\text{用速度影像求 } V_B = 83.5 \times 0.02 = 1.67 \text{ m/s}$$

④求 V_F

$$\vec{V}_F = \vec{V}_B + \vec{V}_{FB}$$

年夜小: ? 1.67 ?

标的目的: 水平 $\parallel$ 导路 $\perp B F$

$$V_F = \mu V = 81 \times 0.02 = 1.62 \text{ m/s} \quad \text{标的目的: 水平向右}$$

⑤求 ω_4

$$\omega_4 = \omega_3 = V_{A4} / L_{O3A} = 53 \times 0.02 / (104 \times 0.005) = 2.04 \text{ rad/s} \quad \text{标的目的: 顺时针}$$

⑥求 V_{A4A3}

$$V_{A4A3} = \overline{a_3 a_4} \times \mu V = 27 \times 0.02 = 0.54 \text{ m/s} \quad \text{标的目的: 如速度图所示}$$

B、加速度阐发

①求 a_{KA4A3}

$$a_{KA4A3} = 2\omega_4 V_{A4A3} = 2 \times 2.04 \times 0.54 = 2.203 \text{ m/s}^2 \quad \text{标的目的: 如速度图所示}$$

②求 a_{A3}

$$a_{A3} = a_{A2} = \omega_2^2 \times L_{O2A} = 8.372 \times 142 / 1000 = 9.996 \text{ m/s}^2 \quad \text{标的目的: } A \rightarrow O2$$

③求 a_{A4}

$a_{A4}=\omega_{23}^2 \times L_{O3A}=2.042 \times 104 \times 0.005=2.164\text{m/s}^2$ 标的目的：A→O3

④求 a_{A4}

$$\overrightarrow{a_{A4}^n} + \overrightarrow{a_{A4}^t} = \overrightarrow{a_{A3}} + \overrightarrow{a_{A4A3}^k} + \overrightarrow{a_{A4A3}^r}$$

年夜小： 2.164 ? 9.9962.203 ?

标的目的： A→O3 ⊥O3A√如图 ∥O3A

取 $\mu_a=a_{A3}/p_{a3} =0.10 \frac{m/s^2}{mm}$

在 1#图纸的左下方画加速度多边形

由加速度多边形求得：

$a_{A4}=\overline{p_{a4}} \times \mu_a=33 \times 0.10=3.3\text{m/s}^2$

⑤求 a_B

用加速度影像求 $a_B=52 \times 0.1=5.2\text{m/s}^2$ 标的目的： 如图所示

⑥求 a_F

$$\overrightarrow{a_F} = \overrightarrow{a_B} + \overrightarrow{a_{FB}^n} + \overrightarrow{a_{FB}^t}$$

年夜小： ? 5.2 0.36 ?

标的目的： 水平 √ F→B ⊥BF

$a_{FB}=\sqrt{v_{2B}^2/L_{BF}}=(13 \times 0.02)^2/(233/1000)=0.29\text{ m/s}^2$

接着画加速度多边形

由加速度多边形得：

$a_F=\overline{p'f} \times \mu_a=41 \times 0.10=4.1\text{m/s}^2$ 标的目的： 水平向左

收集同组同学的位移、速度、加速度的数据并汇编在如下表一：

并且在 1#图纸左上角绘制刨头的运动线图。刨头的运动线图见 1#图纸。

表一

曲柄位置	1	2	3	4	4'	5	6
名称 结果							
SF	0	0.04	0.1	0.19	0.26	0.3	0.4

VF	0	0.91	1.28	1.66	1.7	1.69	1.62
aF	18.6	11.13	6.7	1.2	2.2	2.55	4.5
曲柄位置 名称 结果	7	8	8'	9	10	10'	11
SF	0.475	0.544	0.55	0.52	0.4	0.275	0.21
VF	1.185	0.48	0	1	2.88	3.76	3.45
aF	7.18	16.7	20.1	27.4	4.8	1.0	12.8

五、机构静态静力阐发

已知:导杆的质量 $m_4=15\text{Kg}$

刨头的质量 $m_6=58\text{Kg}$

(其余质量忽略不计)

导杆绕重心的转动惯量 $J_{S4}=0.7\text{Kgm}$

切削阻力为常数年夜小为 $F_C=1300\text{N}$

1. 确定惯性力、惯性力矩

第 3 点:

$$P_{16}=m_6 \times a_F=58 \times 8.8=388.6\text{N}$$

$$P_{14}=m_4 \times a_S=15 \times 3.4=51\text{N}$$

$$M_{14}=J_{S4} \times \alpha_4=0.7 \times 8.16=5.1714\text{N} \cdot \text{m}$$

$$L_{h4} = M_{14}/P_{14}=0.112\text{m}$$

第 6 点:

$$P_{16}=m_6 \times a_F=58 \times 4.5=232$$

$$P_{14}=m_4 \times a_S=15 \times 2.6=39\text{N}$$

$$M_{14}=J_{S4} \times \alpha_4 =3.096\text{Nm}$$

$$h = M_{14}/F_{14}=0.08\text{m}$$

将计算结果汇总在如下表中:

表二

曲柄	导杆 4	刨头
----	------	----

位置				
	PI4	M14	Lh4	P16
2 点	51	5. 174	0. 112	388. 6
9 点	39	3. 096	0. 08	261

2. 确定齿轮 2 的重量

查指导书得齿轮 2 的重量 G2=500N

3. 确定各运动副反力

第 3 点：

A、取构件 5、6 为示力体

在机构位置图上方绘制示力体图

比例尺为：μL=0. 005m/mm

年夜致图形如图：

$$\overrightarrow{F_C} + \overrightarrow{G_6} + \overrightarrow{F_{I6}} + \overrightarrow{F_{R45}} + \overrightarrow{F_{R76}} = 0$$

上式中只有 FR45、FR76 的年夜小未知

取力比例尺：μP=Fc/=30N/mm 在机构位置图下面画力多边形年夜致图形如图

求得：

$$FR45=\times\mu P=57\times30=1710N$$

标的目的与力多边形中 $\overline{de}$ 的标的目的一致

$$FR76=\times\mu P=17\times30=510N$$
 标的目的：垂直导路向上

$$\sum MF=0:$$

$$FC\ (L02MYP) +G6\times XS6=FR76h76$$

$$h76=[Fc\times (L02MYP) +G6\times XS6]/R76 =0. 624m$$

B、取构件 3、4 为示力体

在机构位置图右侧绘制示力体图

比例尺为：μL=0. 005m/mm 年夜致图形如图

其平衡方程为： $\overrightarrow{F_{R54}} + \overrightarrow{G_4} + \overrightarrow{F_{R23}} + \overrightarrow{P'_{14}} + \overrightarrow{F_{R74}} = 0$

$$\sum M_{O3}=0$$
 （确定 FR23 的年夜小）：

$$FR23h23+F14hp+G4h4=FR54h54$$

欧阳歌谷创编

2021 年 2

月 1

量得: $h_P=0.472\text{m}$; $h_4=0.085\text{m}$; $h_{54}=0.76\text{m}$

欧阳歌谷创编

2021 年 2

月 1

$$FR_{23} = (FR_{54}h_{54} + F'_{14}h_P + G_4h_4) / h_{23} = 2680N$$

矢量式中 FR_{74} 的年夜小和标的目的未知仍取力比例尺 $\mu_P = 30N/mm$

接着画力多边形图求得：

$$FR_{74} = \overline{hg} \times \mu_P = 32 \times 30 = 960N$$

标的目的与力多边形中 $\overline{hg}$ 的标的目的一致

B、取构件 2 为示力体

在机构位置图右下方绘示力体图

比例尺为： $\mu_L = 0.005m/mm$

其平衡方程为：

$$\overrightarrow{F_{R32}} + \overrightarrow{P_b} + \overrightarrow{G_2} + \overrightarrow{F_{R72}} = 0$$

$\sum M_{O2} = 0$ （确定 P_b 的年夜小）：

$$FR_{32}h_{32} = P_b r_b$$

$$P_b = FR_{32}h_{32} / r_b = 907N$$

式中的 R_{72} 年夜小和标的目的未知

仍然取力比例尺 $\mu_P = 30N/mm$ ，接着画力多边形图，求得：

$$FR_{72} = \overline{je} \times \mu_P = 97 \times 30 = 2910N$$

标的目的与为多边形中 $\overline{je}$ 的标的目的一致

第 6 点：

A、取构件 5、6 为示力体

在机构位置图上方绘制示力体图

比例尺为： $\mu_L = 0.005m/mm$

$$\overrightarrow{G_6} + \overrightarrow{F_{I6}} + \overrightarrow{F_{R45}} + \overrightarrow{F_{R76}} + \overrightarrow{F_C} = 0$$

上式中只有 R_{45} 、 R_{76} 的年夜小未知

取力比例尺： $\mu_P = F_C / = 20N/mm$ 在机构位置图下面画力多边形图

求得： $FR_{45} = \times \mu_P = 51 \times 20 = 1120N$

标的目的与力多边形中 $\overline{cd}$ 的标的目的一致

$FR_{76} = \times \mu_P = 26 \times 20 = 520N$ 标的目的：垂直导路向上

$\sum M_F=0$:

$$G_6 \times X_{S6} + F_C (L_{02m} - Y_p) = FR_{76} h_{76}$$

$$h_{76} = [G_6 \times X_{S6} + F_C (L_{02m} - Y_p)] / FR_{76} = 0.616m$$

B、取构件 3、4 为示力体

在机构位置图右侧绘制示力体图

比例尺为: $\mu_L = 0.005m/mm$ 年夜致图形如图

其平衡方程为:

$$\overrightarrow{F_{R54}} + \overrightarrow{G_4} + \overrightarrow{F_{R23}} + \overrightarrow{P'_{14}} + \overrightarrow{F_{R74}} = 0$$

$\sum M_{O3}=0$ (确定 R_{23} 的年夜小):

$$FR_{54} h_{54} + FI_{4h} I_4 + G_4 h_4 = FR_{23} L_{23}$$

$$\text{量得: } h_P = 0.165m; h_4 = 0.080m; h_{54} = 0.745m$$

$$FR_{23} = (FR_{54} h_{54} + P'_{14} h_P + G_4 h_4) / L_{O3A} = 1569N$$

矢量式中 FR_{74} 的年夜小和标的目的未知仍取力比例尺 $\mu_P = 20N/mm$

接着画力多边形图,求得:

$$FR_{74} = \overline{cg} \times \mu_P = 31 \times 20 = 620N \quad \text{标的目的与力多边形中 } \overline{cg} \text{ 的标的目的一致}$$

B、取构件 2 为示力体

在机构位置图右下方绘示力体图比例尺为: $\mu_L = 0.005m/mm$

其平衡方程为:

$$\overrightarrow{F_{R32}} + \overrightarrow{P_b} + \overrightarrow{G_2} + \overrightarrow{F_{R72}} = 0$$

$\sum M_{O2}=0$ (确定 P_b 的年夜小):

$$FR_{32} h_{32} = P_b r_b$$

$$\text{量得: } h_{32} = 0.135m, r_b = 0.445m$$

$$P_b = FR_{32} h_{32} / r_b = 476N$$

仍然取力比例尺 $\mu_P = 20N/mm$, 接着画力多边形图

求得: $FR_{72} = \overline{hi} \times \mu_P = 76 \times 20 = 1520N$ 标的目的与力多边形中 $\overline{hi}$ 的标的目的一致

4、将各运动副反力汇总如下表三

表三:

月 1

位置 反力	指定的两个位置	
	第 3 点	第 6 点
FR72	2910	1520
FR74	960	620
FR76	510	500
FR45	1710	1020
FR34	2680	1420
FR23	2680	1420

5、计算平衡力偶矩并汇总如下表四

表四：

曲柄位置	1	2	3	4	5	6
Mb	0	232.6	319.2	324	284.8	223.8
曲柄位置	7	8	9	10	11	12
Mb	135.7	47.2	175.8	595.7	381.7	378.2

6、绘制平衡力偶矩曲线 Mb δ 2

该曲线在 1#图纸的右上角

纵坐标比例尺： $\mu_{Mb}=10\text{Nm/mm}$

横坐标比例尺： $\mu_{\delta}=3\text{度/毫米}$

平衡力偶矩曲线 Mb δ 2 见 1#图纸。

六、飞轮设计

已知：许用速度不均匀系数 $[\delta]=1/30$

平衡力矩曲线 Mb δ 2

驱动力矩为常数

曲柄的转数 $n_2=80\text{rpm}$

飞轮装在齿轮 Z1 的 O1 轴上

1、作等效阻力矩曲线 Mr1 δ 1

由于飞轮准备装在 Z1 的 O1 轴上，

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/725132022033011310>