

参 考 答 案



机 械 工 业 出 版 社

目 录

模拟试题 1 参考答案	1
模拟试题 2 参考答案	3
模拟试题 3 参考答案	6
北京科技大学硕士生入学试题 1 参考答案	11
北京科技大学硕士生入学试题 2 参考答案	14
北京理工大学硕士生入学试题参考答案	19
天津大学硕士生入学试题参考答案	23
北京航空航天大学硕士生入学试题 1 参考答案	26
北京航空航天大学硕士生入学试题 2 参考答案	30

模拟试题 1 参考答案

一、概念题 (选择、判断、填空题)

1. a
2. 槽轮机构; 不完全齿轮机构; 凸轮式间歇运动机构
3. 万向联轴节
4. B
5. 不正确
6. 不正确
7. 正确
8. 飞轮
9. ①传动比 ②同心 ③邻接 ④安装

二、设计计算题

1. 解 1) 计算机构的自由度

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 7 - 2 \times 10 - 0 = 1$$

- 2) 以构件 AB 为主动件时机构的基本杆组如图 1a) 所示, 此机构为 II 级机构
 3) 以构件 EG 为主动件时此机构的基本杆组如图 1b) 所示, 此机构为 III 级机构

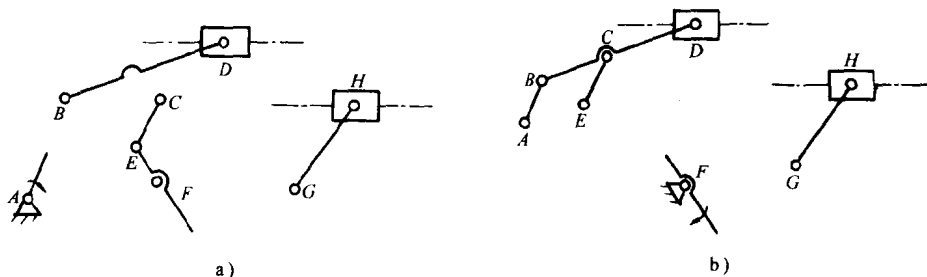


图 1

2. 解 如图 2 所示, 用三心定理求得 P_{13} 后, $v_D = (\overline{AP_{13}}) \mu \omega_1 = 16 \times 0.01 \times 10 \text{ m/s} = 1.6 \text{ m/s}$, 方向水平指向右。

3. 解 因 $k=1$, 故极位夹角 $\theta=0^\circ$ 。如图 3 所示, 首先画出该机构的两极限位置成一直线; 在三角形 C_1DC_2 中, 过 D 点作 $\overline{C_1C_2}$ 的垂线并与之交于 E 点。可得 $\angle AC_1D = 90^\circ - \phi/2$, $\overline{C_1C_2} = \overline{AC_1} - \overline{AC_2} = (1+b) - (b-1) = 2$, $\overline{EC_1} = 1$, $\sin(\phi/2) = (\overline{EC_1}/\overline{C_1D}) =$

1/c。在 $\triangle AC_1D$ 中:

$$\begin{aligned} d^2 &= (1+b^2) + c^2 - 2(1+b)c\cos(90^\circ - \psi/2) \\ &= 1 + 2b + b^2 + c^2 - 2c(1+b)1/c \\ &= b^2 + c^2 - 1 \end{aligned}$$

从而得

$$1 + d^2 = b^2 + c^2$$

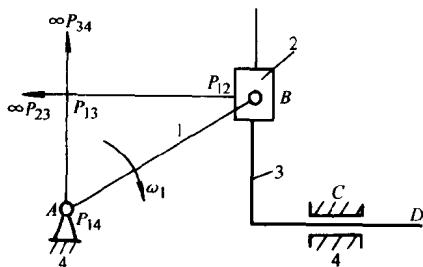


图 2

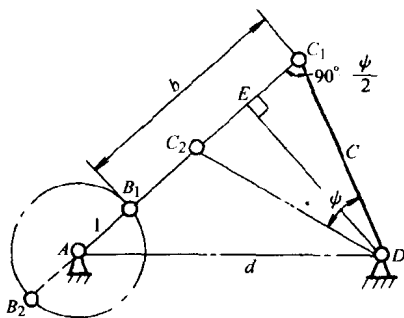


图 3

4. 答 a)和 c)为动平衡, b)为静平衡

5. 解 (1) $M_d = \left[\left(100 \times \frac{\pi}{2} \right) / 2\pi \right] \text{N} \cdot \text{m} = 25 \text{N} \cdot \text{m}$

(2) 最大角速度在 $\varphi = \pi$ 处, 最小角速度在 $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ 处。

$$\delta = \frac{[W]}{J\omega_m^2} = \frac{(100 - 25) \times \pi/2}{20.75^2 \times 1} = 0.274$$

(3) $[W] = 25 \times \frac{3\pi}{2} \text{J} = 37.5\pi \text{J} = 117.81 \text{J}$

(4) $J_F = \left(\frac{117.81}{20.75^2 \times 0.1} - 1 \right) \text{kg} \cdot \text{m}^2 = 1.736 \text{kg} \cdot \text{m}^2$

6. 解 (1) $z_3 = z_1 + 2z_2 = 34 + 2 \times 22 = 78$

$$z_5 = \frac{1}{2}(z_6 - z_4) = \frac{1}{2}(88 - 18) = 35$$

$$(2) i_{13}^{H_1} = \frac{n_1 - n_{H_1}}{0 - n_{H_1}} = 1 - \frac{n_1}{n_{H_1}} = -\frac{z_3}{z_1} = -\frac{78}{34} = -\frac{39}{17}$$

$$n_{H_1} = \frac{17}{56}n_1 = n_4$$

$$(3) i_{46}^{H_2} = 1 - \frac{n_4}{n_{H_2}} = -\frac{z_6}{z_4} = -\frac{88}{18} = -\frac{44}{9}$$

$$\frac{n_4}{n_{H_2}} = 1 + \frac{44}{9} = \frac{53}{9}$$

$$(4) i_{AB} = i_{1H_2} = i_{14} \cdot i_{4H_2} = \frac{56}{17} \times \frac{53}{9} = 19.399$$

7. 解 如图4所示。 $a = m(z_1 + z_2)/2$

$$m = 2a / (z_1 + z_2) = \frac{2 \times 126}{17 + 25} \text{mm} = 6 \text{mm}$$

$$r_1 = mz_1/2 = 51 \text{mm}$$

$$r_2 = mz_2/2 = 75 \text{mm}$$

$$r_{b1} = r_1 \cos \alpha = 47.92 \text{mm}$$

$$r_{b2} = r_2 \cos \alpha = 70.48 \text{mm}$$

$$r_{a1} = r_1 + h_a^* m = 57 \text{mm}$$

$$r_{a2} = r_2 + h_a^* m = 81 \text{mm}$$

$$\epsilon = \overline{B_1 B_2} / p_b = \overline{B_1 B_2} / (\pi m \cos \alpha) = 1.44$$

8. 解 (1) 理论廓线、基圆、偏距圆如图5所示。

(2) 压力角 α 、位移 s 如图示。

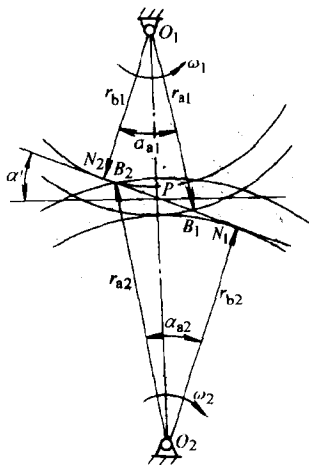


图4

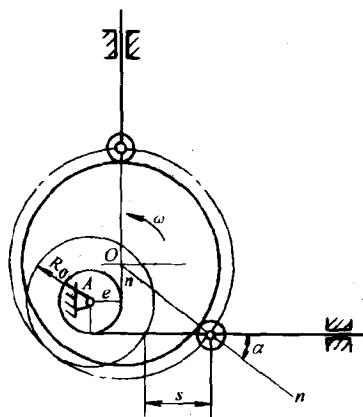


图5

模拟试题2 参考答案

一、概念题 (选择、判断、填空题)

1. B

2. D

3. B
4. B
5. A
6. 正确
7. 不正确
8. $\omega_{\max} = 102.5 \text{ rad/s}$, $\omega_{\min} = 97.5 \text{ rad/s}$
9. 1) 太阳轮 2) 行星轮 3) 行星架 (系杆、转臂)

二、设计计算题

1. 解 $F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 4 - 2 \times 5 - 1 = 1$

复合铰链: 无 局部自由度: B 点 虚约束: EG 杆或 HF 杆

2. 解 (1) 因由 $l_3 + 80 \geq 30 + 100$ 得 $l_3 \geq 50 \text{ mm}$, 故 $l_{3\min} = 50 \text{ mm}$ 。

(2) 该机构的最小传动角 $\gamma_{\min}$ 和极位夹角 θ 如图 6 所示; 行程速比系数 $k = (180^\circ + \theta) / (180^\circ - \theta) = 1.1$ 。

3. 解 如图 7 所示, 用三心定理求得 P_{12} 后, 再由几何关系求图中的 b 和 $a - b$; 最后, 再根据瞬心的概念求 ω_2 , 具体过程如下。

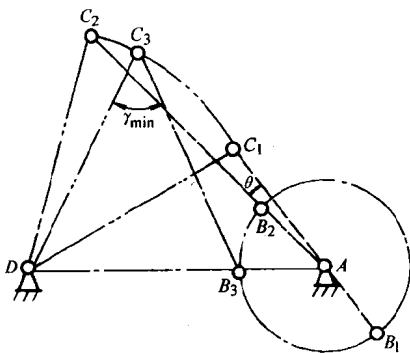


图 6

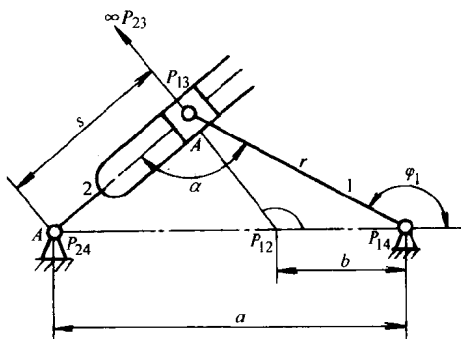


图 7

$$s = \sqrt{r^2 + a^2 - 2ar \cos(180^\circ - 150^\circ)} \text{ mm} = 104.932 \text{ mm}$$

$$\alpha = \arccos[(s^2 + r^2 - a^2) / (2sr)] = 107.63^\circ$$

$$b = r \sin(\alpha - 90^\circ) / \sin[180^\circ - (\alpha - 90^\circ) - (180^\circ - \varphi_1)] = 57.974 \text{ mm}$$

$$a - b = 142.026 \text{ mm}。 \text{在 } P_{12} \text{ 点, } v_1 = \omega_1 b = b n_1 \pi / 30 = 607.1 \text{ mm/s} = v_2$$

$$\omega_2 = v_2 / (a - b) = 4.27 \text{ rad/s}$$

4. 答 (1) 因所有不平衡质量产生的惯性力的矢量和为零, 故满足静平衡。

(2) 转子不满足动平衡, 因所有不平衡质量产生的力偶矩的矢量和不等于零。或者说将各不平衡质量分解到两个选定的平衡基面内后, 两平衡基面的质径积的矢量和不等于零。

如将 m_1 和 m_2 所在的回转面作为两平衡基面, 将 m_3 分解到这两平衡基面后, 显然, 其质径积的矢量和不为零。

5. 解 (1) 求出各点的能量, 作能量指示图如图 8 所示。

$$0: \Delta E = 0 \text{ J}$$

$$a: \Delta E = W_1 = 1500 \text{ J}$$

$$b: \Delta E = W_1 - W_2 = (1500 - 1000) \text{ J} = 500 \text{ J}$$

$$c: \Delta E = 500 + W_3 = (500 + 400) \text{ J} = 900 \text{ J}$$

$$d: \Delta E = 900 - W_4 = (900 - 1000) \text{ J} = -100 \text{ J}$$

$$0: \Delta E = -100 + W_5 = (-100 + 100) \text{ J} = 0 \text{ J}$$

(2) $\omega_{\max}$ 在点 φ_a 处,

$\omega_{\min}$ 在点 φ_d 处。

$$(3) [W] = [1500 - (-100)] \text{ J} = 1600 \text{ J}$$

$$6. \text{ 解 } 1) i_{14} = \frac{n_1}{n_4} = \frac{z_2 z_3 z_4}{z_1 z_2 z_3} = \frac{40 \times 20}{1 \times 20} = 40$$

$$n_4 = \frac{1000}{40} \text{ r/min} = 25 \text{ r/min}$$

$$n_{4'} = n_4 = 25 \text{ r/min}$$

$$2) i_{4'6}^H = \frac{n_{4'} - n_H}{n_6 - n_H} = -\frac{z_6}{z_{4'}}$$

$$1 - \frac{n_{4'}}{n_H} = -\frac{z_6}{z_{4'}} = -\frac{55}{30}$$

$$\frac{n_{4'}}{n_H} = 1 + \frac{55}{30} = \frac{85}{30}$$

$$3) n_B = n_H = 30 \times \frac{n_{4'}}{85} = \frac{150}{17} \text{ r/min} = 8.8 \text{ r/min} \quad \text{方向与 } n_4 \text{ 相同, 为向下 } \downarrow。$$

$$7. \text{ 解 } z_2 = i_{12} z_1 = 6 \times 15 = 90$$

$$a = m(z_1 + z_2)/2 = \frac{6 \times (90 + 15)}{2} \text{ mm} = 315 \text{ mm}$$

因 $a' = a$, 同时 $z_1 = 15 < 17$

应采用零传动, 即高度变位齿轮传动, 则

$$x_1 + x_2 = 0$$

不根切则 x_1 采用正变位:

$$x_1 = h_a^* (z_{\min} - z_1) / z_{\min} = (17 - 15) / 17 = 0.1176$$

$$x_2 = -x_1 = -0.1176$$

8. 解 (1) 图示位置压力角 α 及摆角 ψ 如图 9 所示。

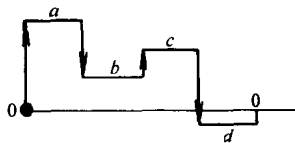


图 8

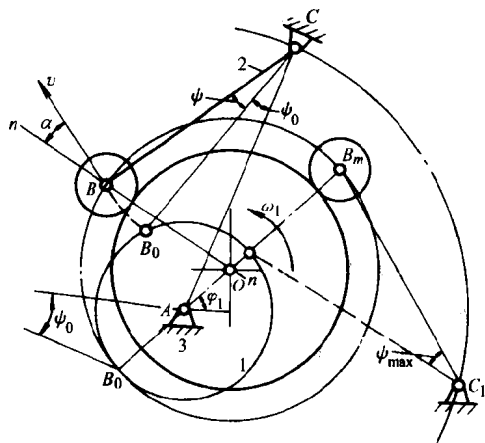


图 9

(2) $\psi_{\max}$ 如图 9 所示。

(3) 当 $\alpha > [\alpha]$ 时, 推动摆杆运动的有效分力下降, 机械效率降低, 甚至发生自锁。可通过增大基圆半径的方法减小压力角。

模拟试题 3 参考答案

1. 解 本题需求连杆和另一连架杆 CD 的长, 关键是求连杆与 CD 的交接点 C 。以第一位置为参考位置, 如图 10 所示, 连线段 DB_2 并将其绕 D 点转 $-\varphi_{12}$ 得到 B_2' 点, 作 B_1B_2' 的垂直平分线 b_{12} 与 AB_1 的延长线的交点 C_1 即为连杆与摇杆在第一位置的铰接点 C_1 。设长度比例尺为 μ_l , 则连杆和曲柄的长分别为 $l_{BC} = (B_1C_1)\mu_l$ 和 $l_{CD} = (C_1D)\mu_l$ 。

2. 解 $v_{B2} = v_{B1} = \omega_1 l_{AB} = 0.014 \text{ m/s}$, 其方向垂直于 AB 向下。
 $v_{B3} = v_{B2} + v_{B3B2}$, 其中, v_{B3} 和 v_{B3B2} 的方向分别垂直于 BD 和平行于 BC 。对于构件 3: $v_C = v_B + v_{CB}$, 其中, v_C 和 v_{CB} 的方向分别垂直于 CD 和 BC 。取 $\mu_v = 0.0005 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} / \text{mm}$

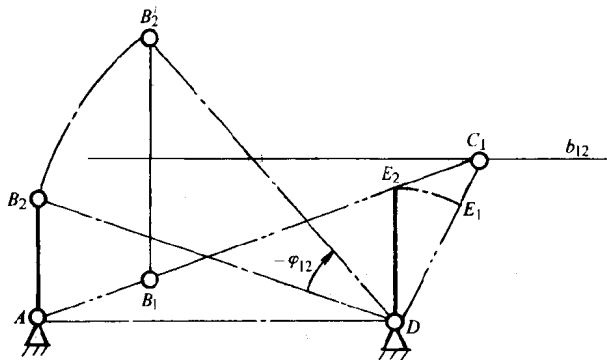


图 10

作速度多边形如图 11 所示,由图可得 $v_C = (\overline{PC})\mu_v = 0.008\text{m/s}$ 。

$\omega_3 = v_C/l_{CD} = 0.57\text{rad/s}$, $l_{CB} = (\overline{CB})\mu_l = 0.022\text{m}$, $a_{B3} = a_{B3}^t + a_{B3}^n = a_{B2} + a_{B3B2}^k + a_{B3B2}^n$, 其中, $a_{B2} = a_{B1} = \omega_1^2 l_{AB} = 0.014\text{m/s}^2$, 其方向平行于 AB 且由 B 指向 A; 因 $v_{B3B2} = 0$, 故 $a_{B3B2}^k = 0$; $a_{B3}^n = \omega_3^2 l_{BD} = \omega_3^2 (\overline{BD})\mu_l = 0.00845\text{m/s}^2$, 其方向平行于 BD 且由 B 指向 D, a_{B3}^t 和 a_{B3B2}^n 的方向分别垂直于 BD 和平行于 BC。取 $\mu_a = 0.0005\text{m} \cdot \text{s}^{-2}/\text{mm}$ 作加速度矢量多边形如图 11 所示。由图 11 可知, $\alpha_3 = a_{B3}^t/l_{BD} = (\overline{n_3 b_3'})\mu_a/l_{BD} = 0.558\text{rad/s}^2$ 。对于构件 3: $a_C = a_B + a_{CB}^n + a_{CB}^t$, 其中, $a_{CB}^n = \omega_3^2 l_{CB} = 0.00715\text{m/s}^2$, 其方向平行于 CB 由 C 指向 B; $a_{CB}^t = \alpha_3 l_{CB} = 0.01228\text{m/s}^2$, 其方向垂直于 CB 与 α_3 一致。在加速度矢量多边形中继续作图求得 c' 点, 则 $a_C = (\overline{p'c'})\mu_a = 0.009\text{m/s}^2$ 。

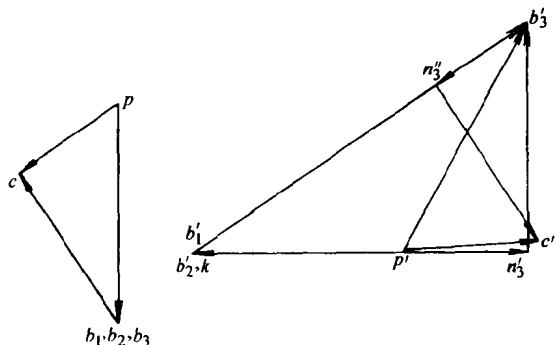


图 11

3. 解 各构件的矢量方向和位置角如图 12 所示。与之对应的矢量方程是 $s_1 = \overline{AC} + \overline{CB}$, 由该方程可得

$$l_{AC}\cos 0^\circ + l_{BC}\cos \varphi_3 = s_1\cos \varphi_1 \quad (A_1)$$

$$l_{AC}\sin 0^\circ + l_{BC}\sin \varphi_3 = s_1\sin \varphi_1 \quad (A_2)$$

因 $\varphi_1 = 90^\circ$, 由式 (A_1) 可得 $\cos \varphi_3 = -l_{AC}/l_{BC} = R$, 即 $\varphi_3 = \arctan(\sqrt{1-R^2}/R)$ 。用该式求 φ_3 时, 应注意角度处理, 即若 $\varphi_3 < 0$, 应令 $\varphi_3 = \varphi_3 + 180^\circ$ 。由式 (A_2) 可得 $s_1 = l_{BC}\sin \varphi_3$ 。

将式 (A_1) 和式 (A_2) 对时间求导可得

$$-l_{BC}\omega_3\sin \varphi_3 = v_r\cos \varphi_1 - s_1\omega_1\sin \varphi_1 \quad (B_1)$$

$$l_{BC}\omega_3\cos \varphi_3 = v_r\sin \varphi_1 + s_1\omega_1\cos \varphi_1 \quad (B_2)$$

因 $\varphi_1 = 90^\circ$, 故由式 (B_1) 可得 $\omega_3 = s_1\omega_1/(l_{BC}\sin \varphi_3)$, 由式 (B_2) 可得 $v_r = l_{BC}\omega_3\cos \varphi_3$ 。将 (B_1) 和 (B_2) 式对时间求导可得

$$-l_{BC}\omega_3^2\cos \varphi_3 - l_{BC}\alpha_3\sin \varphi_3 = a_r\cos \varphi_1 - 2v_r\omega_1\sin \varphi_1 - s_1\omega_1^2\cos \varphi_1 \quad (C_1)$$

$$-l_{BC}\omega_3^2\sin \varphi_3 + l_{BC}\alpha_3\cos \varphi_3 = a_r\sin \varphi_1 + 2v_r\omega_1\cos \varphi_1 - s_1\omega_1^2\sin \varphi_1 \quad (C_2)$$

将 $\varphi_1 = 90^\circ$ 代入上面两式, 由 (C_1) 和 (C_2) 两式分别可得

$$\alpha_3 = (-2v_r\omega_1\sin \varphi_1 + l_{BC}\omega_3^2\cos \varphi_3)/(-l_{BC}\sin \varphi_3)$$

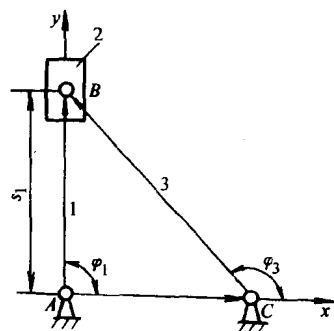


图 12

$$a_r = s_1 \omega_1^2 - l_{BC} \omega_3^2 \sin \varphi_3 + l_{BC} \alpha_3 \cos \varphi_3$$

将各已知数据依次代入各式可得 $\varphi_3 = 133.073^\circ$, $s_1 = 0.0599\text{m}$, $v_r = -0.56\text{m/s}$, $\omega_3 = 10\text{rad/s}$, $a_r = 5.2354\text{m/s}^2$, $\alpha_3 = -93.4893\text{rad/s}^2$ 。

4. 解 如图 13a 所示。

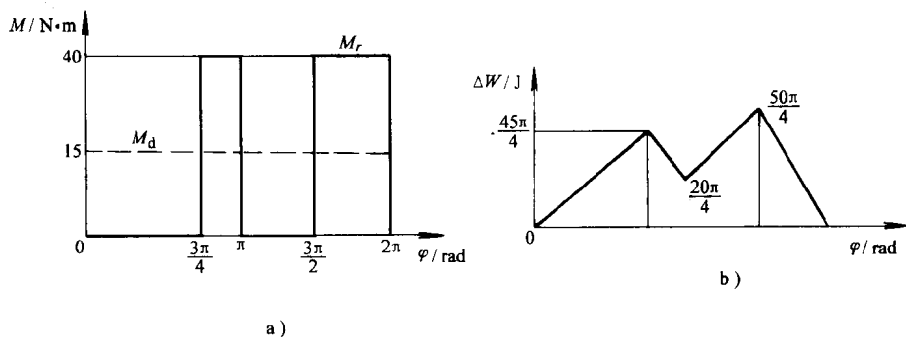


图 13

$$(1) M_d = \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2} \right) \times \frac{40}{2\pi} \text{N} \cdot \text{m} = 15 \text{N} \cdot \text{m}$$

$$(2) \Delta W_1 = 15 \times \frac{3}{4} \pi \text{J} = \frac{45}{4} \pi \text{J}$$

$$\Delta W_2 = 25 \times \frac{1}{4} \pi \text{J} = \frac{25}{4} \pi \text{J}$$

$$\Delta W_3 = 15 \times \frac{1}{2} \pi \text{J} = \frac{30}{4} \pi \text{J}$$

$$\Delta W_4 = 25 \times \frac{1}{2} \pi \text{J} = \frac{50}{4} \pi \text{J}$$

作出 $\Delta W - \varphi$ 曲线(图 13b), 得 $[W] = \frac{50}{4} \pi \text{J} = 39.27 \text{J}$

(3) $\omega_{\max}$ 在 $\varphi = \frac{3}{2} \pi$ 处;

$\omega_{\min}$ 在 $\varphi = 2\pi$ 处(0° 处)。

(4)

$$\delta = \frac{[W]}{J \cdot \omega_m^2} = \frac{39.27}{0.5 \times 40^2} = 0.049$$

5. 解 (1) 等效转动惯量

$$J = J_1 + (J_2 + J_2') i_{21}^2 + (m_2 + m_2') l_H^2 i_{H1}^2 + J_H i_{H1}^2$$

$$= \left[0.01 + (0.04 + 0.01) \times (-1)^2 + (2 + 4) \times 0.3^2 \left(-\frac{1}{3} \right)^2 + 0.18 \times \left(-\frac{1}{3} \right)^2 \right] \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$= 0.14 \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

(2) 等效力矩 M 设 ω_1 方向为正。

$$M\omega_1 = -|M_1\omega_1| + |M_H\omega_H| = -10\omega_1 + 60 \times \frac{1}{3}\omega_1$$

所以

$$M = (-10 + 20)\text{N} \cdot \text{m} = 10\text{N} \cdot \text{m}$$

计算结果为正值,表明 M 方向与 ω_1 同方向。

6. 解 此轮系是复合轮系,它是由 6、4、5、 H 组成的周轮轮系和 1、2、3 组成的定轴轮系组成。

分别计算各轮系的传动比

$$i_{46}^H = \frac{n_4 - n_H}{n_6 - n_H} = -\frac{z_6}{z_4} = -\frac{73}{49}$$

$$i_{12} = n_1/n_2 = -\frac{z_2}{z_1} = -\frac{13}{3}$$

$$i_{13} = n_1/n_3 = z_3/z_1 = 19/3$$

$$n_3 = n_6 = 3/19n_1$$

$$n_2 = n_4 = -3/13n_1$$

联立求解得

$$i_{1H} = n_1/n_H = 558.037$$

$$7. \text{ 解 } (1) a_{12} = m(z_1 + z_2)/2 = \frac{2 \times (15 + 32)}{2} \text{mm} = 47\text{mm}$$

$$a_{34} = m(z_3 + z_4)/2 = \frac{2 \times (20 + 30)}{2} \text{mm} = 50\text{mm}$$

根据其中心距,可选 3、4 齿轮为标准齿轮传动,而 1、2 齿轮可选正传动,中心距定为 50mm,因为正传动齿轮的强度有所提高。

$$(2) a_{12} = m_n(z_1 + z_2)/2\cos\beta = \frac{2 \times (15 + 32)}{2\cos\beta} \text{mm} = 50\text{mm}$$

$$\beta = \arccos(47/50) = 19.95^\circ$$

$$(3) z_{v1} = z_1/\cos^3\beta = 18.06$$

8. 解 r_0 、 α 、 s_2 、 v_2 如图 14 所示。

9. 解 (1) 各构件的受力分析。

连杆 2 的受力分析。连杆 2 为受压二力杆, $F_{12} = -F_{32}$, 因此得到总反力 F_{12} 和 F_{32} 的作用线位置如图 15 所示。

滑块 3 和滑块 4 的受力分析。滑块 3 所受总反力有 F_{23} 、 F_{53} 、 F_{43} ($= -F_{34}$) 根据力的平衡, 得到滑块 4 所受总反力 F_{54} 、 F_{34} 的方向和作用线位置如图所示。

曲柄 1 的受力分析。曲柄 1 所受总反力 F_{21} 和 F_{51} 的方向和作用线位置如图 15 所示。

(2) 力平衡方程及力多边形

$$\text{构件 4 的力平衡矢量方程式为 } F + F_{54} + F_{34} = 0$$

作出相对应的上述两个力平衡矢量方程式的力多边形,如图 15 所示。

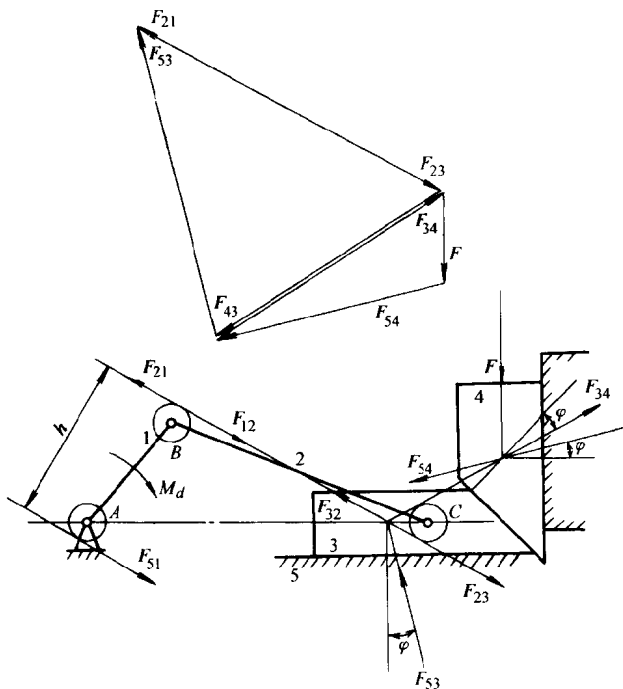


图 15

- $$F = F_Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$$

- $$\eta = \frac{F_0}{F} = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \varphi)}$$

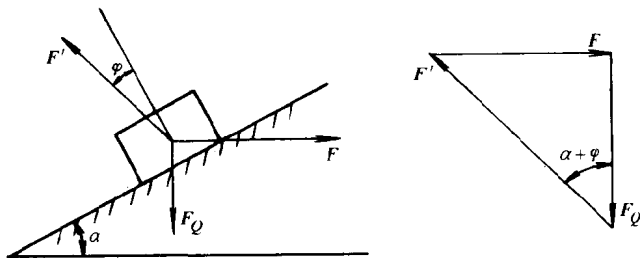


图 16

北京科技大学硕士生入学试题 1 参考答案

一、(25 分)

1.(5 分) $>0^\circ$; $<90^\circ$; 死点位置; $=0^\circ$; $=90^\circ$

2.(3 分) C

3.(2 分) 减小齿顶高

4.(5 分) 图 1a $\alpha = 30^\circ$

(3 分)

图 2b $\alpha = 0^\circ$

(2 分)

5.(3 分) A

6.(2 分) 调节周期性速度波动,降低原动机功率。

7.(5 分) D

二、(15 分)

(1) 在机构从动件系统中不可再分的若干自由度为零的运动链为杆组。

自由度为零,不可分性和静定是它的三个基本特征。

(4 分)

(2) 计算自由度(5 分) $F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 5 - 2 \times 7 - 0 = 1$

(6 分)

(3) 结构分析如图 17 所示。图 91a 为 II 级机构;图 91b 为 III 级机构。

三、(10 分)

解 (1) 如图 18 所示

$$\tan \alpha = \frac{OP - e}{s + \sqrt{r_0^2 - e^2}}$$

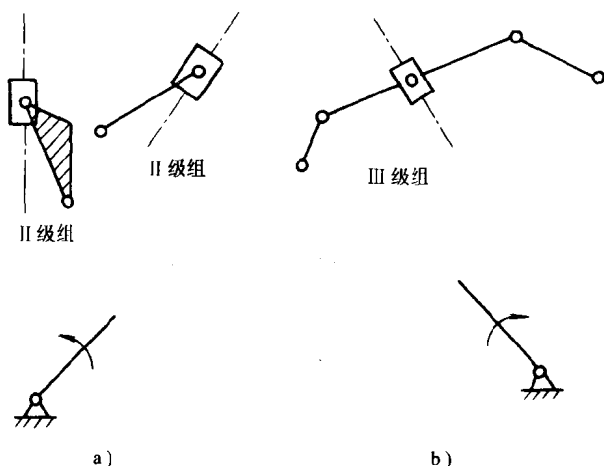


图 17

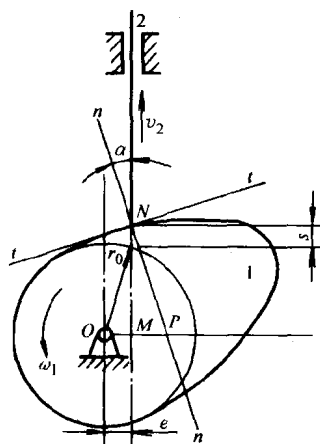


图 18

$$P \text{ 为凸轮与从动件的瞬心, } OP = \frac{ds}{d\varphi}, \alpha = \arctan \left[\frac{\frac{ds}{d\varphi} - e}{s + \sqrt{r_0^2 - e^2}} \right] \quad (4 \text{ 分})$$

(2) 从动件的配置合理。 (2 分)

(3) 求 $\tan \alpha$ 的公式中, 分子为 $\frac{ds}{d\varphi} - e$, 有利于减小压力角。 (4 分)

四、(10 分)

$$\text{解 (1) } r = mz/2, r_1 = \frac{5 \times 20}{2} \text{ mm} = 50 \text{ mm} \quad r_2 = \frac{5 \times 40}{2} \text{ mm} = 100 \text{ mm}$$

$$p = \pi m, p_{b1} = p_{b2} = \pi m \cos \alpha = \pi \times 5 \times \cos 20^\circ \text{ mm} = 14.761 \text{ mm} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(2) r_{a1} = r_1 + h_a^* m = (50 + 1 \times 5) \text{ mm} = 55 \text{ mm}$$

$$r_{f2} = r_2 - h_a^* m - c^* m = (100 - 1 \times 5 - 0.25 \times 5) \text{ mm} = 93.75 \text{ mm} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 正确安装: } a = m(z_1 + z_2)/2 = \frac{5 \times (20 + 40)}{2} \text{ mm} = 150 \text{ mm} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(4) a' = a + 5 = (150 + 5) \text{ mm} = 155 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha' = a \cos \alpha / a' = 150 \times \cos 20^\circ / 155 = 0.909379954$$

$$\alpha' = 24.58^\circ, r'_1 = a' / (1 + i_{12}) = \frac{155}{1 + 2} \text{ mm} = 51.67 \text{ mm}$$

$$r'_2 = i_{12} a' / (1 + i_{12}) = \frac{2 \times 155}{1 + 2} \text{ mm} = 103.33 \text{ mm} \quad (3 \text{ 分})$$

五、(10 分)

解 (1) 齿轮 z_1, z_2 为定轴轮系。

$$i_{12} = -\frac{z_2}{z_1} = -\frac{68}{17} = -4 \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 齿轮 z_3, z_4, z_4', z_5, H 组成行星轮系。

$$i_{5H} = 1 - i_{53}^H = 1 - \frac{z_4' z_3}{z_5 z_4} = 1 - \frac{20 \times 23}{24 \times 19} = -\frac{1}{114} \quad (6 \text{ 分})$$

$$(3) i_{15} = i_{12} \cdot i_{H5} = (-4) \times (-114) = 456 \quad (2 \text{ 分})$$

六、(15 分)

$$(1) \text{ 由 } M_d \cdot 2\pi = \int_0^{2\pi} M_r d\varphi = 300 \times \left(\frac{2\pi}{3} + \pi \right) + 3000 \times \frac{\pi}{3} = 1500\pi$$

故 $M_d = 750 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (4 \text{ 分})$

$$(2) \omega_{\max} \text{ 位于 } \varphi = \frac{2\pi}{3} \text{ 处, } \omega_{\min} \text{ 位于 } \varphi = \pi \text{ 处。} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(3) \Delta W_{\max} = (3000 - 750) \times \left(\pi - \frac{2\pi}{3} \right) \text{ J} = 750\pi \text{ J} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(4) J_F = \frac{900 \Delta W_{\max}}{n^2 \pi^2 [\delta]} = \frac{750\pi \times 900}{\pi^2 \times 300^2 \times 0.1} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 = 23.87 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad (4 \text{ 分})$$

* 六、(15 分)

解 (1) 如题图 33 所示, 由 $\omega_2 = 0, \omega_3 = \frac{1}{2} \omega_1, v_{S2} = l_{AB} \omega_1, v_{S3} = \frac{1}{2} \overline{CD} \omega_3 = l_{AB} \frac{1}{2} \omega_1$ 所以 (4 分)

$$\frac{1}{2} J \omega_1^2 = \frac{1}{2} J_1 \omega_1^2 + \frac{1}{2} J_3 \left(\frac{1}{2} \omega_1 \right)^2 + \frac{1}{2} m_2 (l_{AB} \omega_1)^2 + \frac{1}{2} m_3 \left(l_{AB} \cdot \frac{1}{2} \omega_1 \right)^2$$

$$\frac{1}{2} J \omega_1^2 = \frac{1}{2} J_1 \omega_1^2 + \frac{1}{2} J_3 \left(\frac{1}{2} \omega_1 \right)^2 + \frac{1}{2} m_2 (l_{AB} \omega_1)^2 + \frac{1}{2} m_3 \left(l_{AB} \cdot \frac{1}{2} \omega_1 \right)^2$$

得 $J = J_1 + \frac{1}{4} J_3 + m_2 l_{AB}^2 + \frac{1}{4} m_3 l_{AB}^2$ (7 分)

(2) $M_r = -M_3 \frac{\omega_3}{\omega_1} = -\frac{1}{2} M_3$, 为顺时针方向。 (4 分)

七、(15 分)

解 (1) 曲柄滑块机构 CDE 中, 当 C、D、E 共线时, 滑块处在极限位置, 即 AB 转至 AB_1 时, 则 CD 转至 CD_1 , 此时滑块处于右边极限位置 E_1 。当 AB 继续转至 AB_2 时, 则 CD 逆时针转至 CD_2 , 此时滑块处于左边极限 E_2 。

曲柄 AB 对应转角 φ_1, φ_2 如图 19 所示。 (5 分)

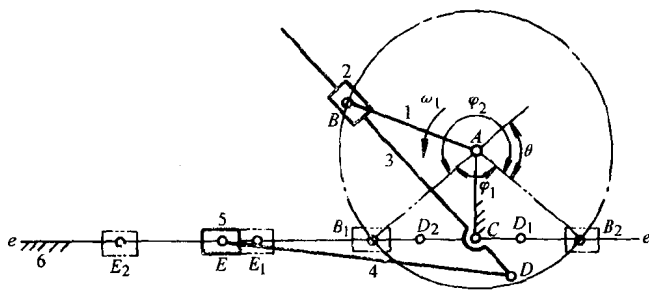


图 19

(2) 对心曲柄滑块 CDE 中:

$$2l_{CD} = s, l_{CD} = \frac{s}{2} = 77\text{mm}$$

极位夹角 $\theta = \frac{k-1}{k+1} \times 180^\circ = 36^\circ$, 所以 $\varphi_1 = 180^\circ - \theta = 144^\circ$

$$l_{AC} = \frac{CB_1}{\tan 72^\circ} = 50.04\text{mm}, l_{AB} = \frac{l_{AC}}{\cos 72^\circ} = 162\text{mm} \quad (5 \text{ 分})$$

(3) 在对心曲柄滑块机构 CDE 中, 当曲柄与导路 ee 垂直时, 出现 $\alpha_{\max}$,

$$\sin \alpha_{\max} = \frac{l_{CD}}{l_{DE}} \text{ 则 } l_{DE} = \frac{l_{CD}}{\sin \alpha_{\max}} = \frac{77}{\sin 10^\circ} \text{mm} = 443.4\text{mm} \quad (5 \text{ 分})$$

* 七、(15 分)

(1) 按 $\mu_l = 0.002\text{m/mm}$ 作图, 如图 20 所示;

根据 $\theta = 180^\circ(k-1)/(k+1)$, 可求出 $\theta = 30^\circ$, 以 AC 为一边, 作 $\angle C'AC = 30^\circ$, 与以 D 为圆心, 以 DC 长为半径所作的圆弧交于 C' 点;

(6 分)

(2) 以 A 为圆心, 以 AC 为半径画弧, 交 AC' 于 E 点, 则

$$l_{AB} = l_{EC'} / 2 = \frac{0.002 \times 23}{2} \text{m} = 0.023\text{m} \quad (5 \text{ 分})$$

(3) 以 A 为圆心, 以 $l_{AB} / \mu_l = \frac{0.023}{0.002} \text{mm} = 11.5\text{mm}$

长为半径作圆, 与 AC 的延长线交于 B 点, 则

$$l_{BC} = \mu_l \times BC = \mu_l \times B'C' = (0.002 \times 29.5) \text{mm} = 0.059\text{m}$$

$$l_{AB} = 0.023\text{m}, l_{BC} = 0.059\text{m}$$

(4 分)

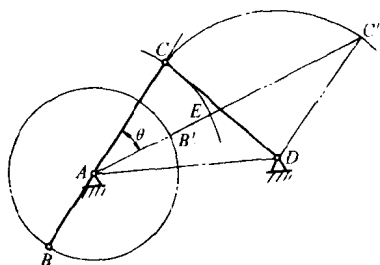


图 20

北京科技大学硕士生入学试题 2 参考答案

一、(25 分)

1. (5 分) 3; 一条直线; 15; 5; 10

2. (2 分) $\omega_3 = \omega_2 = \omega_1 = 10\text{rad/s}$; $\alpha_3 = \alpha_2 = \alpha_1 = 0$

3. (5 分) $=$; $<$; $=$; $<$; $>$; $<$

4. (5 分) (1) C

(1 分)

(2) C

(2 分)

(3) A

(1 分)

(4) B

(1 分)

5. (2 分) 2;1

6. (2 分) 动能相等(等效质量的动能等于机器所有构件的动能之和); (1 分)

各构件质心处速度、构件角速度与等效点的速度之比的平方有关, 是机构位置的函数。 (1 分)

7. (2 分) 回转轴线上; 质心在最低处

8. (2 分) a, b ; a, b 和 c

9. (5 分) III (2 分); II (1 分); IV (2 分)

二、(10 分)

解

$$n = 9, P_L = 13, P_H = 0$$

$$F = 3 \times n - 2P_L - P_H = 3 \times 9 - 2 \times 13 - 0 = 1$$

$F = \text{主动件数} = 1$

复合铰链、虚约束如图 21 所示。

三、(10 分)

解 (1) 画出 6 个瞬心, 如图 22 所示。

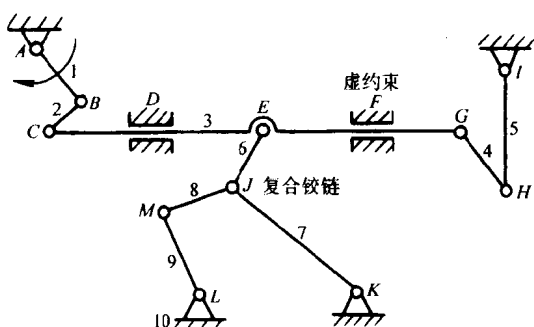


图 21

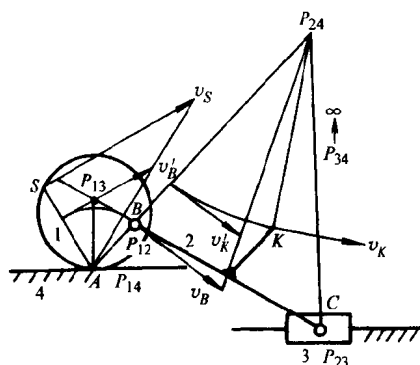


图 22

(2) 因为 v_S 已知, 利用绝对瞬心 P_{14} , v_S 与 v_B 线性分布, 求得 $v_{B'}$, 将 $v_{B'}$ 移至 B 点, $v_B \perp \overline{BP_{14}}$; 因为 v_B 已求得, 利用 P_{24} , 求 v_K , v_B 与 v_K 线性分布, 得 v_K , 然后将 v_K 移至 K 点, 且垂直于 $\overline{KP_{24}}$, 即为所求 v_K , $v_K = \text{图示长度} \times \mu_v = 12 \times 0.6 \text{ m/s} = 7.2 \text{ m/s}$

四、(10 分)

解 (1) $(150 + 400) \text{ mm} > (200 + 200) \text{ mm}$, 不满足有曲柄条件, 该机构为双摇杆机构。

(4 分)

(2) 如图 23 所示, α 是压力角, γ 为传动角。

(3 分)

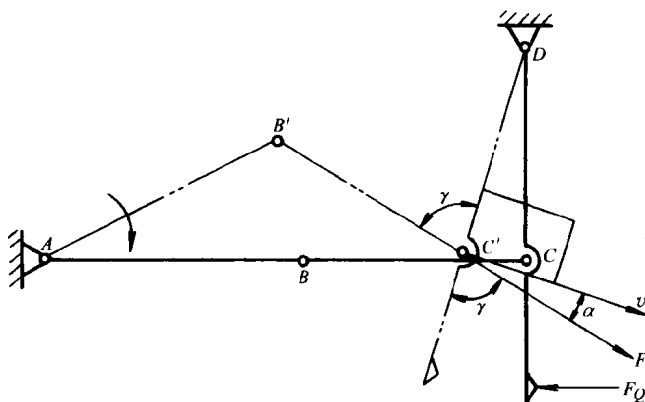


图 23