

机械原理试卷 (A) 2007 年 6 月

班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____

题号	一	二	三	总分
分数				

一、填空与问答 (10 分)

1. 常用间歇机构有 棘轮机构、槽轮机构、擒纵机构、凸轮式间歇运动机构、不完全齿轮机构、星轮机构 (至少两种)。

2. 齿轮根切现象常发生在 c 齿数较小
a. 模数较小 b. 模数较大 c. 齿数较小 d. 齿数较大

3. 机械发生自锁的条件是 a. $\eta < 0, \alpha \leq \varphi, \lambda \leq \rho$

a. $\eta < 0$ b. $\eta = 0$ c. $\eta > 0$

4. 由于三角螺纹的 当量摩擦系数 比矩形螺纹的 大, 三角螺纹的 传动效率 比矩形螺纹的传动效率 低。

5. 速度不均匀系数 $\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_m} = \frac{2(\omega_{\max} - \omega_{\min})}{\omega_{\max} + \omega_{\min}}$

6. 转子静平衡和动平衡的力学条件分别为 各偏心质量 (包括平衡质量) 产生的惯性力的矢量和为零 和 各偏心质量 (包括平衡质量) 产生的惯性力矢量和以及这些惯性力所构成的力矩矢量和同时为零。经过静平衡的转子是否一定动平衡? 否。

7. 增加凸轮机构偏距圆半径, 其压力角 c 不一定
a. 增大 b. 减小 c. 有可能增大, 也有可能减小

8. 正变位齿轮与标准齿轮相比, 其分度圆半径 c 不变 ①; 其齿顶圆半径 a 增大 ②
① a. 增大, b. 减小, c. 相等。 ② a. 增大, b. 减小, c. 相等。

9. 蜗轮和蜗杆轮齿的旋向 a 相同
a. 相同, b. 相反, c. 不一定。

$$Z_{min} = 2h_a^* / \sin^2 \alpha = 4.817$$

10. 用范成法加工 $Z=15$, $\alpha=20^\circ$, $h_a^*=1$, $\delta=45^\circ$ 的标准直齿圆锥齿轮时

- a. 产生根切, b. 不产生根切。

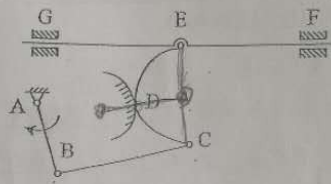
二、计算题

1. 对于图1所示机构:

(1) 计算自由度 (若有复合铰链、局部自由度、虚约束须明确指出)。

(2) 高副低代。

(3) 分拆机构的杆组并确定机构级别。



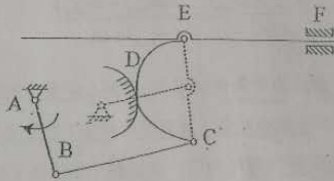
(1) F、G 移动轴线重合, 该处为虚约束, 只能算作一个移动副。

$$n=4, p_l=5, p_h=1$$

$$f=3n-(2p_l+p_h)=3 \times 4 - (2 \times 5 + 1) = 1$$

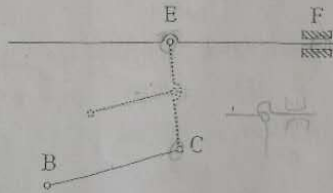
(2)

高副低代



(3) 该机构为 III 级机构

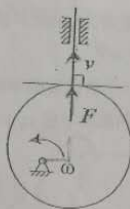
4 杆 6 副



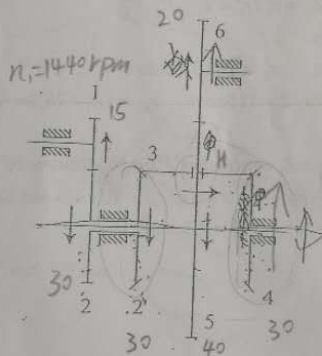
$$3n-2p_l=0$$

$$\frac{n}{p_l} = \frac{2}{3}$$

2. 试将图2所示平底从动件凸轮机构的压力角数值填入括号内并在图中标出。
 $\alpha = (0)$



3. 在图3所示轮系中, 已知各轮齿数为 $Z_1 = 15$, $Z_2 = 30$, $Z'_2 = Z_4 = 30$, $Z_3 = 40$, $Z_6 = 20$, $n_1 = 1440 \text{ rpm}$ (其转向如图中箭头所示), 试求轮6的转速 n_6 的大小与方向 (方向用箭头标在图上)。



$$i_{12} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{30}{15} = -2,$$

$$i_{2'4} = \frac{\omega_2 - \omega_5}{\omega_4 - \omega_5} = \frac{1 - \omega_5}{\omega_4 - \omega_5} = \frac{Z_3 \times Z_4}{Z_2' \times Z_3} = -\frac{30}{30} = -1, \quad i_{25} = 2,$$

$$i_{56} = \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{20}{40} = \frac{1}{2}, \quad i_{16} = |i_{12} \times i_{25} \times i_{56}| = 2 \times 2 \times \frac{1}{2} = 2$$

$$n_6 = \frac{n_1}{i_{16}} = 720 \text{ rpm}$$

$$i_{mH} = 1 - i_{mn} = \frac{n - n_H}{n_H - n}$$

$$i_{mH} = 1 - i_{mn}$$

$$= 1 - \frac{83 \times 84}{82 \times 83}$$

$$= 1 - \frac{84}{82}$$

$$= 1 + \frac{3}{82}$$

$$i_{mH} = 2$$

$$i_{Hm} = \frac{1}{2}$$

$$n_5 = i_{Hm} \times n_2 = \frac{1}{2} \times 720 = 360 \text{ rpm}$$

$$n_6 = n_5 \times i_{56} = 360 \times 2 = 720 \text{ rpm}$$

$$(3) i_{12} = z_2'/z_1' = 2$$

$$a = 300 + 40 = 340 \text{ mm}$$

$$\therefore r_2' = 203.33 \text{ mm}$$

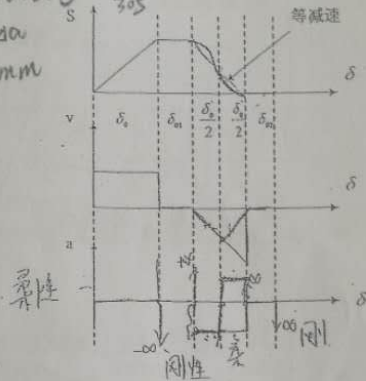
$$r_1' = 101.67 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha' = a \cos \alpha / a' = 300 \cos 20^\circ / 305$$

$$\alpha' = \arccos \frac{300 \cos 20^\circ}{305}$$

$$c' = c^* m + a \cos \alpha'$$

$$= 7.5 \text{ mm}$$



三、计算题 (50 分)

1. 一对外啮合标准直齿圆柱齿轮啮合, $i_{12}=2$, $Z_1=20$, $m=10(\text{mm})$, $\alpha=20^\circ$, $h_a^*=1$, $c^*=0.25$, 试求: (30 分)

(1) 齿轮 2 的齿数 Z_2 , 分度圆半径 r_2 , 顶圆半径 r_{a2} , 根圆半径 r_{f2} , 基圆半径 r_{b2} , 齿距 p , 分度圆齿厚 s ;

(2) 标准安装的中心距 a , 节圆半径 r_1' 和 r_2' , 啮合角 α' 及顶隙 c ;

(3) 若中心距增大了 $\Delta a=5(\text{mm})$, 节圆半径 r_1' 和 r_2' , 啮合角 α' 及顶隙 c ;

(4) 如果此时采用一对齿数、模数相同的斜齿轮进行传动, 其螺旋角 β 的大小。

?

$$i_{12} = \frac{Z_2}{Z_1} = 2 \quad \therefore Z_2 = 40$$

$$\cos \alpha' = a \cos \alpha / a' = 300 \cos 20^\circ / 300$$

$$\alpha' = \alpha = 20^\circ$$

$$c = c^* m = 0.25 \times 10 = 2.5$$

$$r_2 = m Z_2 / 2 = 10 \times 40 / 2 = 200 \text{ mm}$$

$$r_{a2} = (r_2 + 2h_a^*) m / 2 = (200 + 2 \times 10) / 2 = 210 \text{ mm}$$

$$r_{f2} = (r_2 - 2h_a^* - 2c^*) m / 2 = (200 - 2 \times 10 - 2 \times 0.25 \times 10) / 2 = 187.5 \text{ mm}$$

$$r_{b2} = d_2 \cos \alpha / 2 = m Z_2 \cos \alpha = 10 \times 40 \cos 20^\circ = 400 \cos 20^\circ$$

$$p = \pi m = 10\pi \text{ mm}$$

$$s = \pi m / 2 = 5\pi \text{ mm}$$

$$(2) a = m(Z_1 + Z_2) / 2 = 10 \times (20 + 40) / 2 = 300 \text{ mm}$$

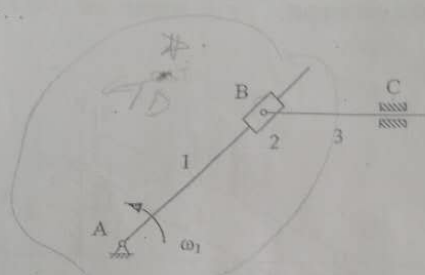
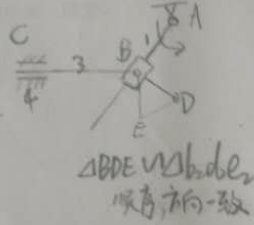
$$i_{12} = Z_2 / Z_1 = r_2' / r_1' = 2$$

$$\therefore r_2' = 200 \text{ mm}, r_1' = 100 \text{ mm}$$

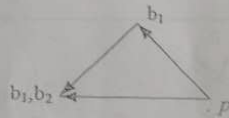
$$\begin{aligned} 160 - 251.5 \\ 57.5 \\ \hline 187.5 \end{aligned}$$

三、作图题

1. 已知图4机构，原动件1作等角速度转动，试列出求 V_3 和 a_3 的矢量方程式及其矢量多边形，可不按比例尺，但矢量方向必需正确。



$$V_3 = V_{B3} = V_{B2} = V_{B1} + V_{B2B1}$$



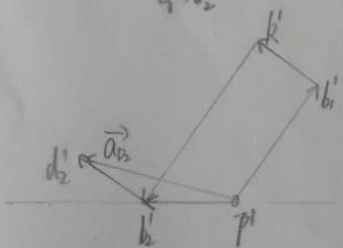
$$a_3 = a_{B3} = a_{B2} = a_{B1} + a_{B2B1}^k + a_{B2B1}^t$$

$$\vec{a}_B = \vec{a}_{B1} + \vec{a}_{B2B1}^k + \vec{a}_{B2B1}^t$$

$\parallel CB \quad \omega_1 l_{CB} \quad 2\omega_1 l_{B2B1} \quad \parallel AB$

? $B \rightarrow A$ $(\vec{a}_{B2B1}^t \perp \vec{a}_{B2B1}^k)$?

$b_1 \rightarrow b_2$



$$\vec{a}_B = \vec{a}_{B1} + \vec{a}_{B2B1}^k + \vec{a}_{B2B1}^t$$

? $\checkmark$ $D \rightarrow B$ 0

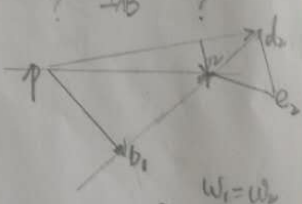
? $\checkmark$ ωl_{BD}

$$V_{B1} = \omega_1 l_{AB} (\perp AB \downarrow)$$

$$\vec{V}_{B2} = \vec{V}_{B1} + \vec{V}_{B2B1}$$

$\parallel CB \quad \omega_1 l_{CB} \quad \parallel AB$

? $\perp AB$?



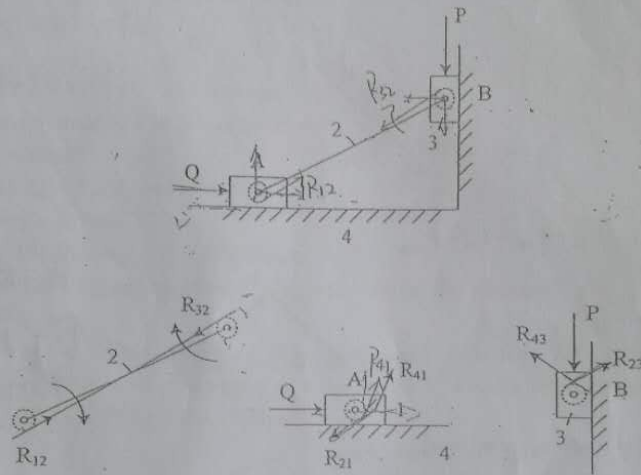
$$\vec{V}_B = \vec{V}_{B1} + \vec{V}_{B2B1}$$

? $\checkmark$ $\omega_1 l_{AB}$

? $\checkmark$ $\omega_1 l_{CB}$

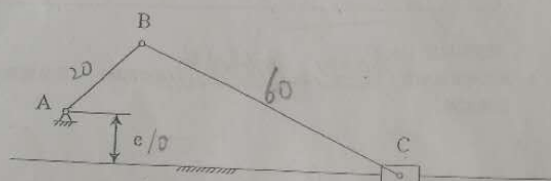
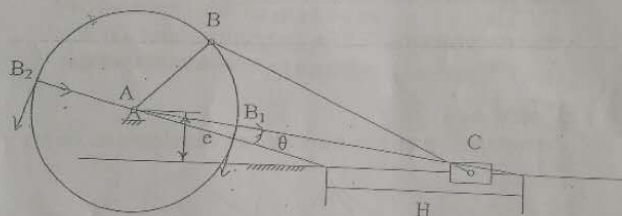
$V_B = (\vec{p} \vec{d}_2) \omega_1$

2. 图 5 所示机构, P 为驱动力, Q 为生产阻力, 转动副的轴径半径为 r , 各接触面间摩擦系数均为 f , 各构件惯性力、重力忽略不计, 试作出各运动副中的总反力的作用线。
(说明, 图中虚线小圆为摩擦圆)



3. 图 6 所示为一曲柄滑块机构，偏距 $e=10\text{mm}$ ，曲柄 $L_{AB}=20\text{mm}$ ，连杆 $L_{BC}=60\text{mm}$ ，求：
- (1) 用图解法求出滑块的行程 H ；
 - (2) 用图解法求出行程速度变化系数 K 值；
 - (3) 滑块主动时，画出机构的死点位置。

$$K = \frac{\theta + 180}{180 - \theta}$$



- (1) $H = 41\text{mm}$
 - (2) $\theta = 7^\circ$
- $$K = (180^\circ + \theta) / (180^\circ - \theta) = 1.08$$
- (3) 滑块主动时，有两死点位置，见图示 B_1 、 B_2 位置。