

机械原理自测题库——分析计算题（共 88 题）

1、试计算图示机构的自由度（若有复合铰链、局部自由度或虚约束，必须明确指出）。并判断该机构的运动是否确定（标有箭头的机构为原动件）。若其运动是确定的，要进行杆组分析，并显示出拆组过程，指出各级杆组的级别、数目以及机构的级别。

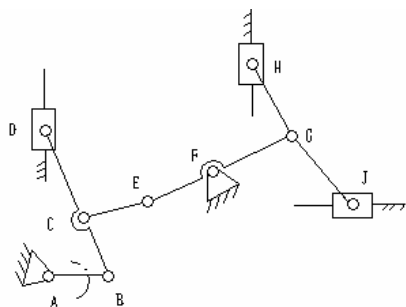


图 a)

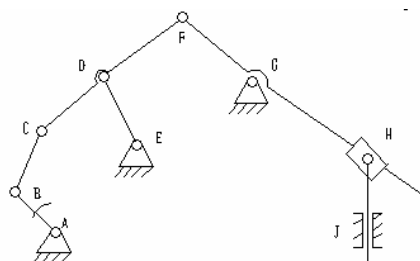


图 b)

题 1 图

2、计算图示机构自由度，并判定该机构是否具有确定的运动（标有箭头的构件为原动件）。

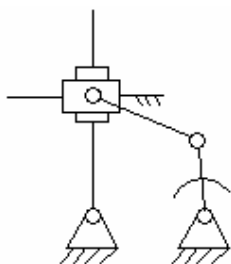


图 a)

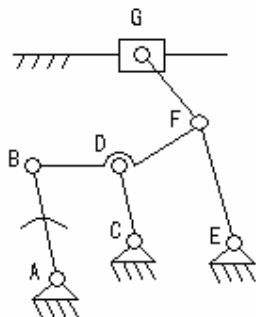
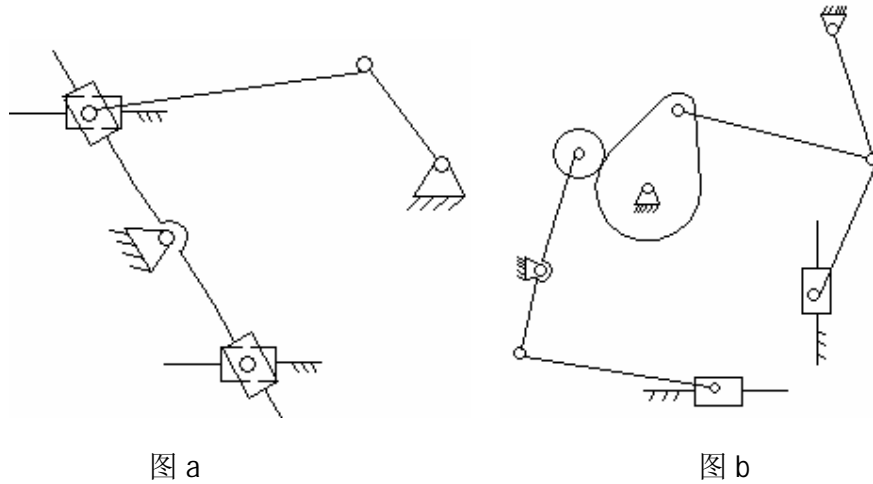


图 b)

题 2 图

3、计算图示机构自由度，并确定应给原动件的数目。



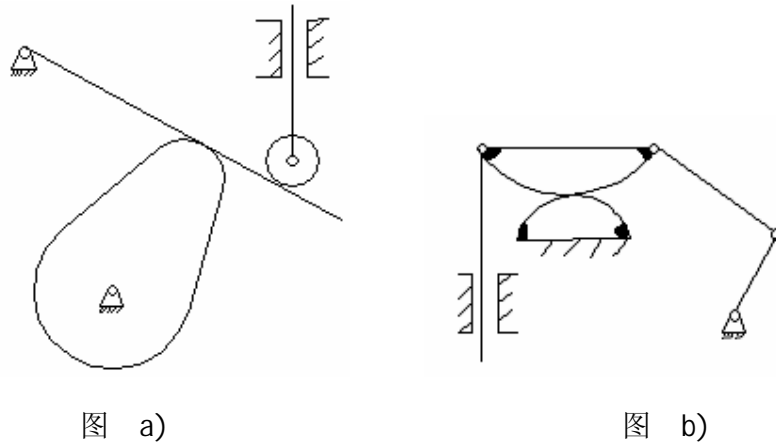
题 3 图

4、在图示机构中试分析计算该机构的自由度数，若有复合铰链、局部自由度或虚约束，则在图上明确指出。



题 4 图

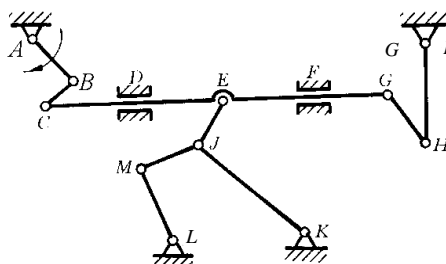
5、计算图示机构的自由度，并作出它们仅含低副的替代机构。



题 5 图

6、试计算图示机构的自由度。(若有复合铰链、局部自由度或虚约束，

必须明确指出。)并指出杆组的数目与级别以及机构级别。



题 6 图

7、计算下列机构的自由度（有复合铰链、虚约束和局部自由度请指出）

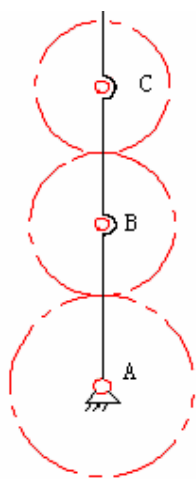


图 a)

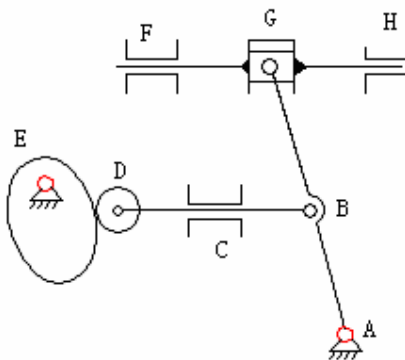
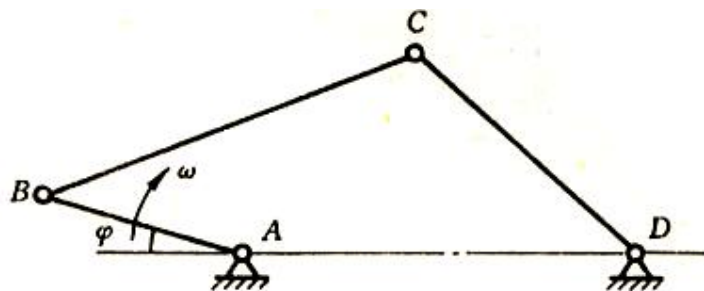


图 b)

题 7 图

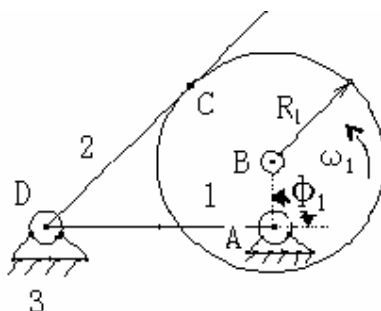
8、图示的铰链四杆机构中, 已知 $l_{AB} = 65\text{mm}$, $l_{CD} = 90\text{mm}$, $l_{AD} = 125\text{mm}$, $l_{BC} = 125\text{mm}$, $w_1 = 10\text{rad/s}$, 顺时针转动, 试用瞬心法求:

- 1) 当 $\phi = 15^\circ$ 时, 点 C 的速度 V_C ;
- 2) 当 $\phi = 15^\circ$ 时, 构件 BC 上(即 BC 线上或其延长线上)速度最小的一点 E 的位置及其速度值。



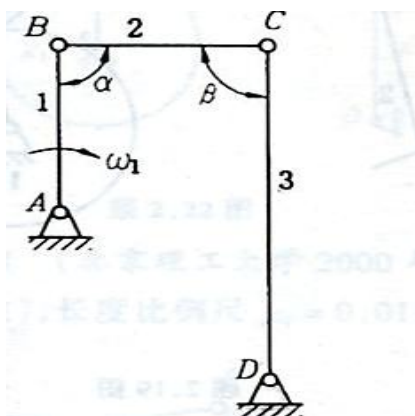
题 8 图

9、在图示的凸轮机构中，已知凸轮 1 以等角速度 $\omega_1=10\text{rad/s}$ 转动。凸轮为一偏心圆，其半径 $R_1=25\text{mm}$ ， $L_{AB}=15\text{mm}$ ， $L_{AD}=50\text{mm}$ ， $\phi_1=90^\circ$ ，试用瞬心法求机构 2 的角速度 ω_2 。



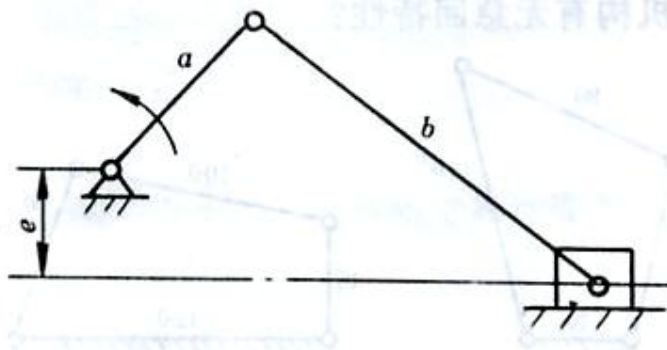
题 9 图

10、在图示机构中，已知长度 $L_{AB}=L_{BC}=20\text{ mm}$ ， $L_{CD}=40\text{mm}$ ， $\angle a=\angle \beta=90^\circ$ ， $\omega_1=100(1/\text{s})$ ，请用速度瞬心法求 C 点的速度的大小和方向



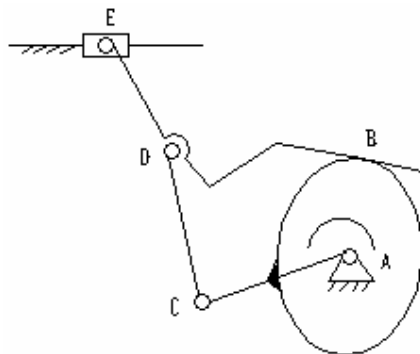
题 10 图

11、如图所示偏置曲柄滑块机构。若已知 $a=20^\circ\text{ mm}$ ， $b=40\text{ mm}$ ， $e=10\text{ mm}$ ，试用作图法求出此机构的极位夹角 θ 、行程速比系数 K 、行程 S ，并标出图示位置的传动角。



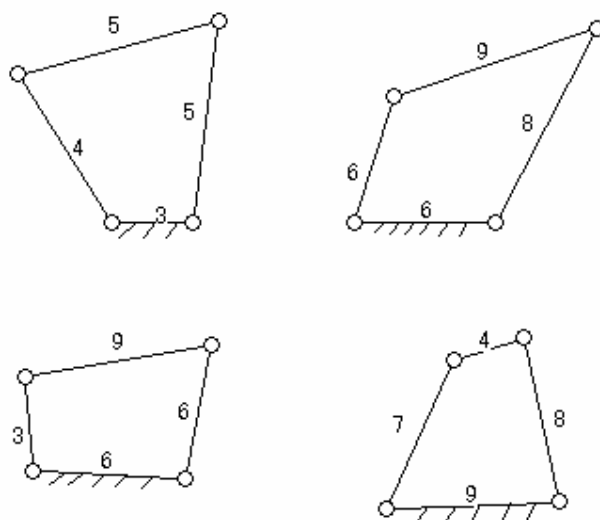
题 11 图

12、试将图示机构 ① 进行高副低代，绘出简图； ②分别计算其代替后的自由度



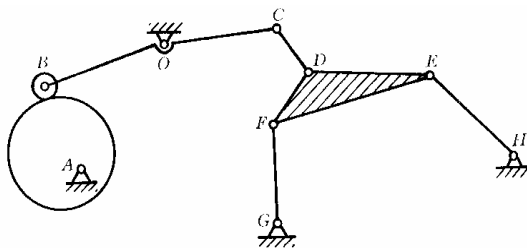
题 12 图

13、判断下列图示机构为何种铰链四杆机构？并简要说明理由（图中数字代表杆件长度）



题 13 图

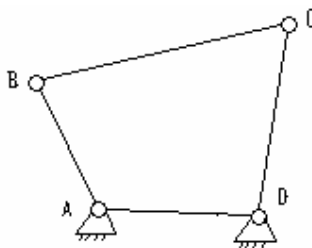
14、计算图示机构的自由度（如有复合铰链、局部自由度和虚约束，应指出）。



题 14 图

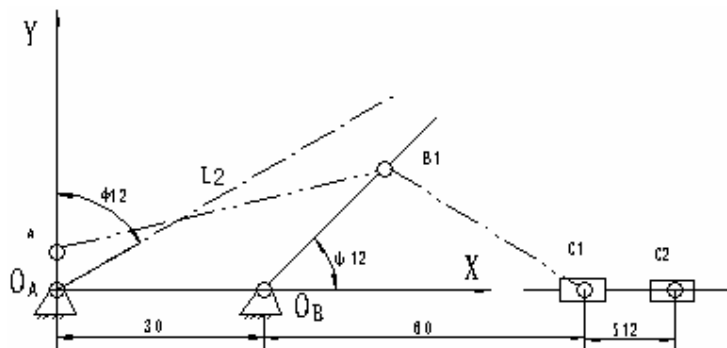
15、在图示铰链四杆机构中，已知： $l_{BC}=50\text{mm}$ ， $l_{CD}=35\text{mm}$ ， $l_{AD}=30\text{mm}$ ，AD 为机架。试问：

- (1) 若此机构为曲柄摇杆机构，且 AB 为曲柄，求 l_{AB} 的最大值；
- (2) 若此机构为双曲柄机构，求 l_{AB} 的最小值；
- (3) 若此机构为双摇杆机构，求 l_{AB} 的取值范围。



题 15 图

16、试设计如图所示的六杆机构。当原动件 $0_A A$ 自 $0_A y$ 轴沿顺时针转过 $\phi_{12} = 60^\circ$ 到达 L_2 时，构件 $0_B B_1$ 顺时针转过 $\psi_{12} = 45^\circ$ ，恰与 $0_A x$ 轴重合。此时，滑块 6 在 $0_A x$ 轴上自 C_1 移动到 C_2 ，其位移 $S_{12} = 20\text{ mm}$ ，滑块 C_1 距 0_B 的距离为 $0_B C_1 = 60\text{ mm}$ ，试用几何法确定 A_1 和 B_1 点的位置。



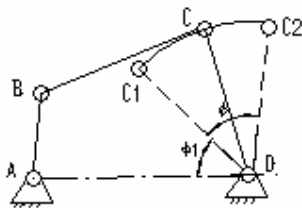
题 16 图

17、已知曲柄摇杆机构 ABCD 各杆杆长分别为 $AB=50\text{mm}$, $BC=220\text{mm}$, $CD=100\text{mm}$, 最小允许传动角 $[\gamma_{\min}]=60^\circ$, 试确定机架长度 AD 的尺寸范围。

18、在铰链四杆机构 ABCD 中, 已知 $L_{AB}=30\text{mm}$, $L_{BC}=75\text{mm}$, $L_{CD}=50\text{mm}$, 且 AB 为原动件, AD 为机架。试求该机构为曲柄摇杆机构时 L_{AD} 的长度范围。

19、设计一曲柄摇杆机构。已选定其中两杆长度 $a=9$, $b=11$, 另外两杆长度之和 $c+d=25$, 试求 c , d 长度各为多少 (取整数, 单位自定)? 并可选用哪些构件为机架?

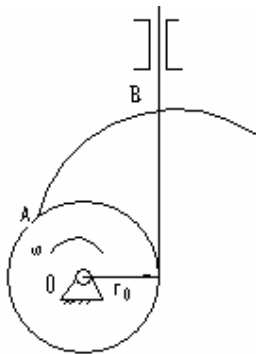
20、如图示一曲柄摇杆机构。已知 $AD=600\text{mm}$, $CD=500\text{mm}$, 摇杆摆角 $\phi = 60^\circ$, 摇杆左极限与 AD 夹角 $\phi_1=60^\circ$, 试确定曲柄和连杆长度。



题 20 图

21、如图为偏置直动尖顶推杆盘形凸轮机构, 凸轮廓线为渐开线, 渐开线的基圆半径 $r_0=40\text{mm}$, 凸轮以 $\omega=20\text{rad/s}$ 逆时针旋转。试求:

- (1) 在 B 点接触时推杆的速度 V_B ;
- (2) 推杆的运动规律 (推程);
- (3) 凸轮机构在 B 点接触时的压力角;
- (4) 试分析该凸轮机构在推程开始时有无冲击? 是哪种冲击?

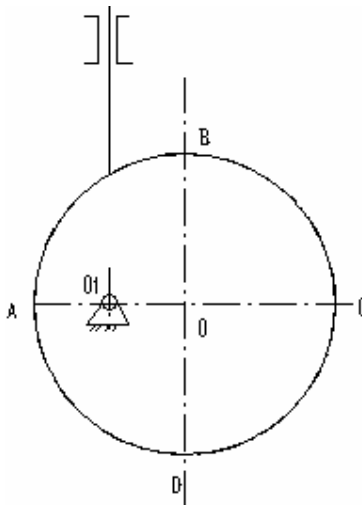


题 21 图

22、题 12 图所示对心直动尖顶推杆盘形凸轮机构中, 凸轮为一偏心圆, O 为凸轮的几何中心, O_1 为凸轮的回转中心。直线 AC 与 BD 垂直, 且 $\overline{O_1C} = \overline{OA}$

$/2=30\text{mm}$ ，试计算：

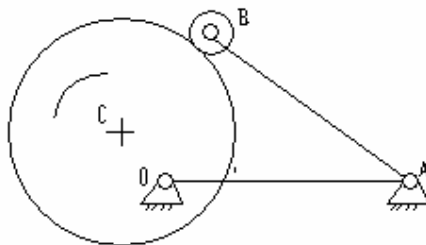
- (1) 该凸轮机构中 B、D 两点的压力角；
- (2) 该凸轮机构推杆的行程 h 。



题 22 图

23、如图 13 所示，已知一偏心圆盘 $R=40\text{ mm}$ ，滚子半径 $r_r=10\text{ mm}$ ， $LOA=90\text{ mm}$ ， $LAB=70\text{ mm}$ ，转轴 O 到圆盘中心 C 的距离 $LOC=20\text{ mm}$ ，圆盘逆时针方向回转。

- (1) 标出凸轮机构在图示位置时的压力角 α ，画出基圆，求基圆半径 r_0 ；
- (2) 作出推杆由最下位置摆到图示位置时，推杆摆过的角度 ϕ 及相应的凸轮转角 δ 。



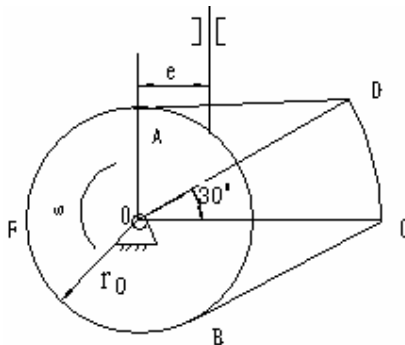
题 23 图

24、如图所示为偏置直动推杆盘形凸轮机构，AFB、CD 为圆弧，AD、BC 为直线，A、B 为直线与圆弧 AFB 的切点。已知 $e=8\text{mm}$ ， $r_0=15\text{mm}$ ， $\overline{OC}=\overline{OD}=30\text{mm}$ ， $\angle COD=30^\circ$ ，试求：

- (1) 推杆的升程 h ，凸轮推程运动角为 δ_0 ，回程运动角 δ'_0 和远休止

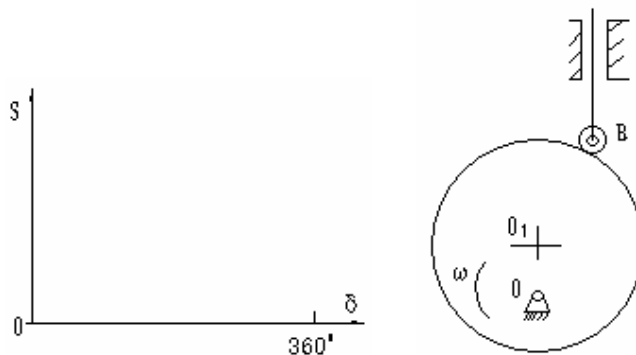
角 δ 02;

- (2) 推杆推程最大压力角 α_{\max} 的数值及出现的位置;
- (3) 推杆回程最大压力角 α'_{\max} 的数值及出现的位置。



题 24 图

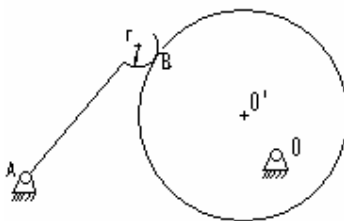
25、已知偏置式滚子推杆盘形凸轮机构(如图所示), 试用图解法求出推杆的运动规律 $s-\delta$ 曲线(要求清楚标明坐标($s-\delta$)与凸轮上详细对应点号位置, 可不必写步骤)。



题 25 图

26、在如图所示的凸轮机构中, 弧形表面的摆动推杆与凸轮在 B 点接触。当凸轮从图示位置逆时针转过 90° 后, 试用图解法求出或标出:

- (1) 推杆与凸轮的接触点;
- (2) 推杆摆动的角度大小;
- (3) 该位置处, 凸轮机构的压力角。



题 26 图

27、一对标准安装的渐开线标准直齿圆柱齿轮外啮合传动，已知：
 $a=100\text{mm}$ ， $Z_1=20$ ， $Z_2=30$ ， $\alpha=20^\circ$ ， $da_1=88\text{mm}$ 。

(1) 试计算下列几何尺寸：

- ① 齿轮的模数 m ；
- ② 两轮的分度圆直径 d_1 ， d_2 ；
- ③ 两轮的齿根圆直径 df_1 ， df_2 ；
- ④ 两轮的基圆直径 db_1 ， db_2 ；
- ⑤ 顶隙 C 。

(2) 若安装中心距增至 $a'=102\text{mm}$ ，试问：

- ① 上述各值有无变化，如有应为多少？
- ② 两轮的节圆半径 r'_1 ， r'_2 和啮合角 α' 为多少？

28、已知一对外啮合渐开线标准直齿圆柱齿轮的参数为： $Z_1=40$ ， $Z_2=60$ ， $m=5\text{mm}$ ， $\alpha=20^\circ$ ， $ha^*=1$ ， $c^*=0.25$ 。

- (1) 求这对齿轮标准安装时的重合度 ϵ_a ，并绘出单齿及双齿啮全区；
- (2) 若将这对齿轮安装得刚好能够连接传动，求这时的啮合角 α' ；节圆半径 r'_1 和 r'_2 ；两轮齿廓在节圆处的曲率半径 ρ'_1 和 ρ'_2

29、用齿轮刀具加工齿轮，刀具的参数如下： $m=2\text{mm}$ ， $\alpha=20^\circ$ ， $h_a^*=1$ ， $c^*=0.25$ ，刀具移动的速度 $V_f=7.6\text{mm/s}$ ，齿轮毛坯的角速度 $\omega=0.2\text{rad/s}$ ，毛坯中心到刀具中线的距离 $L=40\text{mm}$ 。试求：

- (1) 被加工齿轮的齿数 Z ；
- (2) 变位系数 X ；
- (3) 齿根圆半径 r_f ；
- (4) 基圆半径 r_b 。

30、某机器上有一对标准安装的外啮合渐开线标准直齿圆柱齿轮机构，

已知: $Z_1=20, Z_2=40, m=4\text{mm}, h_a^*=1$ 。为了提高传动的平稳性, 用一对标准斜齿圆柱齿轮来替代, 并保持原中心距、模数(法面)、传动比不变, 要求螺旋角 $\beta < 20^\circ$ 。试设计这对斜齿圆柱齿轮的齿数 Z_1, Z_2 和螺旋角 β , 并计算小齿轮的齿顶圆直径 d_{a1} 和当量齿数 Z_{v1} 。

31、已知产生渐开线的基圆半径 $r_b=50\text{mm}$, 试求:

- (1) 渐开线在向径 $r_k=65\text{mm}$ 处的曲率半径 ρ_k , 和压力角 α_k , 和展角 θ_k ;
- (2) 渐开线上展角 $\theta_k=20^\circ$ 处的压力角 α_k , 向径 r_k 和曲率半径 ρ_k 。

32、一对渐开线标准直齿圆柱齿轮, 已知: $Z_1=21, Z_2=61, m=2.5\text{mm}, \alpha=20^\circ$ 。试求:

- (1) 两轮的齿 p_1 和 p_2 ;
- (2) 两轮的基圆齿距 P_{b1} 和 P_{b2}
- (3) 两轮分度圆上渐开线齿廓的曲率半径 ρ_1 和 ρ_2 。

33、已知一对齿数相等, $\alpha=20^\circ$, $m=5\text{mm}$ 的标准安装外啮合渐开线直齿圆柱齿轮传动。为了提高其重合度, 而又希望不增加齿数, 故增加主从动轮的顶圆, 使其刚好彼此通过对方的啮合极限点。若要求重合度 $e_a=1.621$, 试求:

- (1) 两轮的齿数 Z_1, Z_2
- (2) 两轮的顶圆直径 d_{a1} 和 d_{a2} 。

34、有两个齿数分别为 Z_1, Z_2 的标准直齿圆柱齿轮, 且 $Z_1 < Z_2$, $m_1=m_2=m$, $\alpha_1=\alpha_2=\alpha=20^\circ$, $h_a^*=1$, $c^*=0.25$ 。

- (1) 试根据渐开线的性质比较两个齿轮的分度圆上的齿厚, 齿顶圆上齿厚, 齿根圆上齿厚, 孰大孰小;
- (2) 若 $m=5\text{mm}, Z_1=19, Z_2=41$, 试计算这对外啮合齿轮正确安装时的中心距及各轮齿顶圆直径, 齿根圆直径, 基圆直径, 并作图求得实际啮合线长度 B_1B_2 , 并据此求出重合度 $\varepsilon_a=?$ 。

35、采用标准齿条刀加工渐开线直齿圆柱齿轮。已知刀具齿形角 $\alpha=20^\circ$, 齿距为 $4\pi\text{mm}$, 加工时刀具移动速度 $V=60\text{mm/s}$, 轮坯转动角速度 $\omega=1\text{rad/s}$ 。

- (1) 试求被加工齿轮的参数: m, α, Z, d, d_b ; $d_b=112.76\text{mm}$

(2) 如果刀具中线与齿轮毛坯轴心的距离 $L=58\text{mm}$ ，问这样加工出来的齿轮是正变位还是负变位齿轮，变位系数是多少？

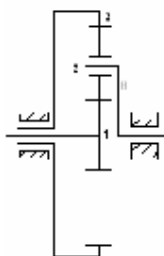
36、用范成法滚刀切制参数为 $Z=16$ 、 $\alpha_n=20^\circ$ 、 $h_{an}^*=1$ 的斜齿轮，当其 $\beta=15^\circ$ 时，是否会产生根切？仍用此滚刀切制齿数 $Z=15$ 的斜齿轮，螺旋角至少应为多少时才能避免根切？

37、已知以对外啮合斜齿圆柱齿轮的参数为： $m_n=6\text{mm}$ ， $Z_1=30$ ， $Z_2=100$ ，试问螺旋角为多少时才能满足标准中心距为 400mm ？

38、已知齿轮 1 的转速 $n_1=120\text{r/min}$ ，而 $Z_1=40$ ， $Z_2=20$ ，求：

(1) Z_3 ；

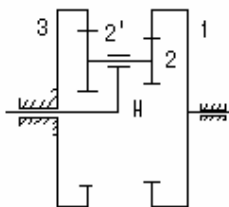
(2) 行星架的转速 $n_H=0$ 时齿轮 3 的转速 n_3 （大小及方向）。



题 38 图

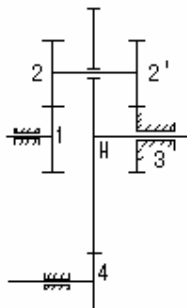
39、已知轮系中 $Z_1=60$ ， $Z_2=15$ ， $Z'_2=20$ ，各系模数均相同，求 Z_3 及 i_1

H



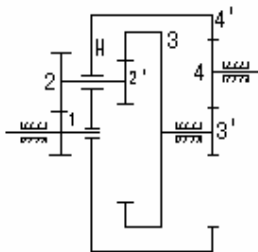
题 39 图

40、求如图所示轮系的传动比 i_{14} ，已知 $Z_1=Z'_2=25$ ， $Z_2=Z_3=20$ ， $Z_H=100$ ， $Z_4=20$ 。



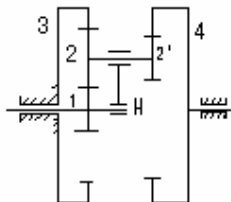
题 40 图

41、求图示卷扬机减速器的传动比 i_{1H} 。若各轮的齿数为 $Z_1=24$, $Z'_2=30$, $Z_2=48$, $Z_3=60$, $Z'_3=20$, $Z_4=20$, $Z'_4=100$ 。



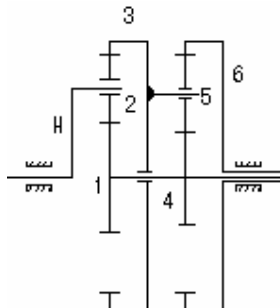
题 41 图

42、在如图所示的电动三爪卡盘传动轮系中, 已知各轮齿数为 $Z_1=6$, $Z_2=Z'_2=25$, $Z_3=57$, $Z_4=56$, 试求传动比 i_{14} 。



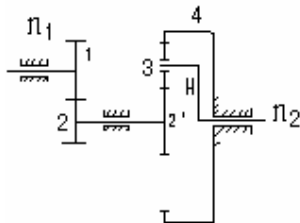
题 42 图

43、在图示轮系中, 已知各齿轮的齿数分别为 $Z_1=28$, $Z_3=78$, $Z_4=24$, $Z_6=80$, 若已知 $n_1=2000\text{r/min}$ 。当分别将轮 3 或轮 6 刹住时, 试求行星架的转速 n_H 。



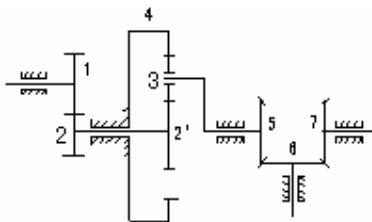
题 43 图

44、在图示的轮系中，已知各轮齿数为 $Z_1=20$ ， $Z_2=25$ ， $Z'_2=30$ ， $Z_3=20$ ， $Z_4=70$ ， $n_1=750\text{r/min}$ ，顺时针方向，试求 n_H 大小及方向。



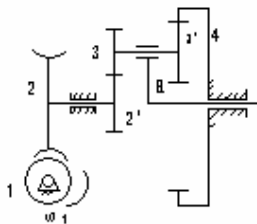
题 44 图

45、在图示的轮系中，已知各齿轮齿数为 $Z_1=Z'_2=20$ ， $Z_5=Z_6=Z_7=30$ ， $Z_2=Z_3=40$ ， $Z_4=100$ ，试求传动比 i_{17} 。



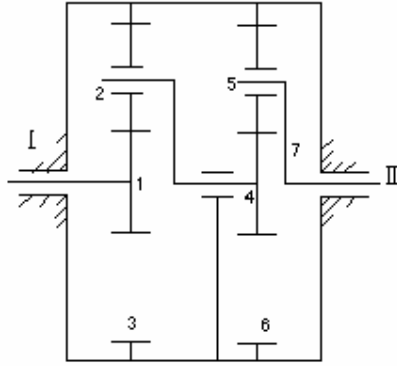
题 45 图

46、在图示的轮系中，已知各齿轮齿数为 $Z_1=1$ ， $Z_2=40$ ， $Z'_2=24$ ， $Z_3=72$ ， $Z'_3=18$ ， $Z_4=114$ ，蜗杆左旋，转向如图所示，试求轮系的传动比 i_{1H} ，并确定输出杆 H 的转向。



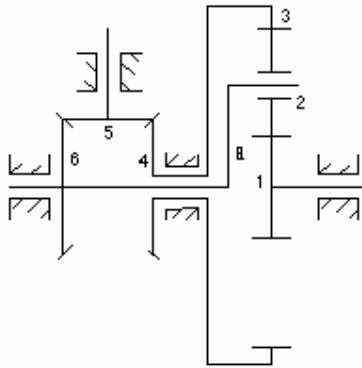
题 46 图

47、在图示的轮系中，齿轮均是标准齿轮正确安装，轮 1 顺时针转动，以知各轮齿数为 $Z_1=20$ ， $Z_2=25$ ， $Z_4=25$ ， $Z_5=20$ ，试求转动比 i_{1H} 和 II 轴的转向。



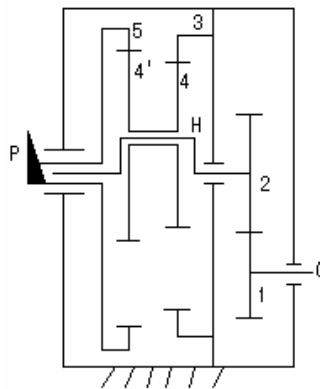
题 47 图

48、在图示的轮系中，已知各轮齿数为 $Z_1=22$ ， $Z_3=88$ ， $Z_4=Z_6$ ，试求传动比 i_{16}



题 48 图

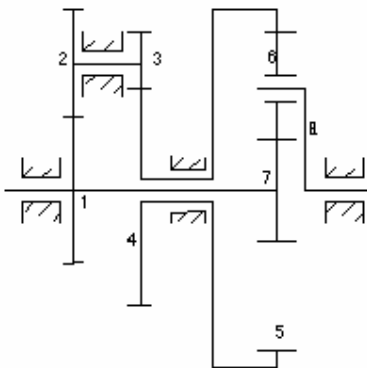
49、在图示自行车里程表的机构中，C 为车轮轴。已知 $Z_1=17$ ， $Z_3=23$ ， $Z_4=19$ ， $Z_4'=20$ ， $Z_5=24$ 。设轮胎受压变形后使 28 英寸的车轮有效直径约为 0.7m，当车行一公里时，表上的指针 P 要刚好回转一周，求齿轮 2 的齿数。



题 49 图

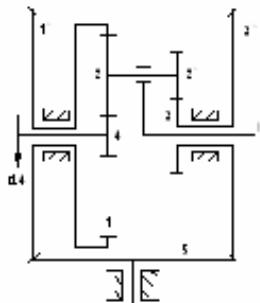
50、在图示的轮系中，已知各轮齿数为 $Z_1=20$ ， $Z_2=34$ ， $Z_3=18$ ，

$Z_4=36, Z_5=78, Z_6=Z_7=26$, 试求转动比 i_{1H}



题 50 图

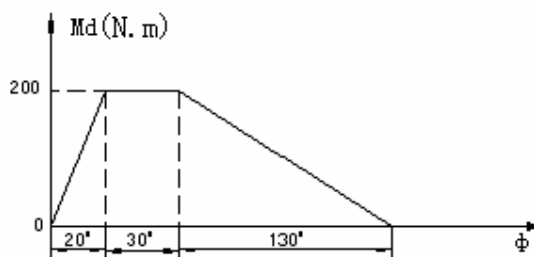
51、在图示的轮系中，已知各轮齿数为 $Z_3=Z_4=25, Z'_2=20$, 各轮的模数相同， $n_4=1000\text{r/min}$ 。试求行星架的转速 n_H 的大小和方向。



题 51 图

52、某原动机出力矩 M_d 相对主轴转角 ϕ 的线图如图所示。其运动循环周期为半转（图上为 $0^\circ \sim 180^\circ$ ）。主轴平均转速为 620r/min 。当用该机驱动一等效阻力矩为常数的机器时，如要求不均匀系数为 $\delta=0.01$ 。试求：

- (1) 主轴的最大转速 n_{\max} 和相应的曲柄转角 ϕ_{\max} ；
- (2) 在主轴上应装的飞轮转动惯量 J_F （不计其余构件的等效转动惯量）。



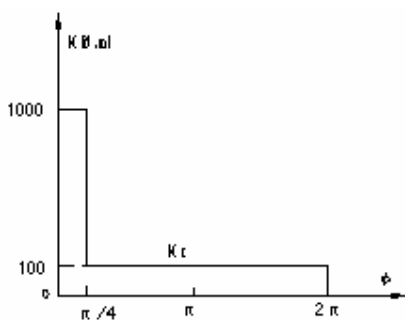
题 52 图

53、已知某机械一个稳定运动循环内的等效阻力矩 M_r ，如图所示，等效驱动力矩 M_d 为常数，等效构件的最大及最小角速度分别为： $\omega_{\max}=200\text{rad/s}$ 及 $\omega_{\min}=180\text{rad/s}$ 。试求：

(1) 等效驱动力矩 M_d 的大小；

(2) 运转的速度不均匀系数 δ ；

(3) 当要求 δ 在 0.05 范围内，并不计其余构件的转动惯量时，应装在等效构件上的飞轮的转动惯量 J_F 。



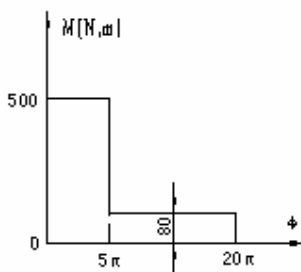
题 53 图

54、如图所示为某剪床以电动机转子为等效构件时的等效阻力矩曲线 $M_r(\phi)$ ，它的循环周期为 20π ，即电动机转 10 转完成一次剪切。设驱动力矩为常数及机组各构件的等效转动惯量可以忽略不计，试问：

(1) 求驱动力矩 M_d ，并以图线表示在图上；

(2) 求最大盈亏功 ΔW_{\max} ；

(3) 设电动机的转速为 750r/min ，许用的速度不均匀系数 $\delta=0.05$ ，求安装在电动机轴上的飞轮转动惯量 J_F 。

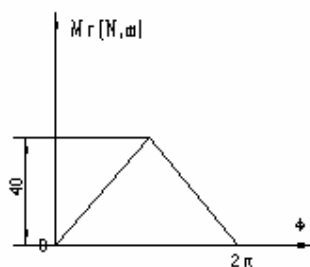


题 54 图

55、某机械在等效构件上作用的等效阻力矩 M_r 在一个工作循环中的变化规律如图所示，等效驱动力矩为 M_d 常数。试求：

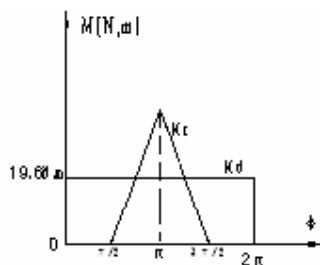
(1) 等效驱动力矩 M_d ；

(2) 最大盈亏功 ΔW_{\max} 。



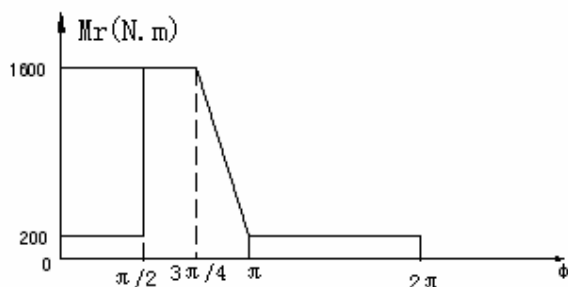
题 55 图

56、已知机组在稳定运动时期的等效阻力矩变化曲线 $M_r - \phi$ 如图所示。等效驱动力矩为常数 $M_d = 19.6 \text{ N.m}$ ，主轴的平均角速度 $\omega_m = 10 \text{ rad/s}$ 。为了减小主轴的速度波动，现装一个飞轮，飞轮的转动惯量 $J_F = 9.8 \text{ kg.m}^2$ 。（主轴本身的等效转动惯量不计）试求：运动不均匀系数 δ 。



题 56 图

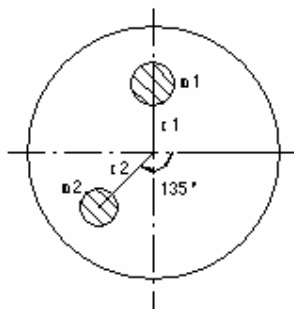
57、在一台用电动机作原动机的剪床机械系统中，电动机的转速为 $n_m = 1500 \text{ r/min}$ 。已知折算到电机轴上的等效阻力矩 M_r 的曲线如图所示，电动机的驱动力矩为常数；机械系统本身各构件的转动惯量均忽略不计。当要求该系统的速度不均匀系数 $\delta \leq 0.05$ 时，求安装在电机轴上的飞轮所需的转动惯量 J_F 。



题 57 图

58、图示盘状转子上有两个不平衡质量

$m_1=1.5\text{kg}$, $m_2=0.8\text{kg}$, $r_1=140\text{mm}$, $r_2=180\text{mm}$, 相位如图。现用去重法来平衡, 试求所需挖去的质量的大小和相位 (设挖去质量处的半径 $r=140\text{mm}$)。

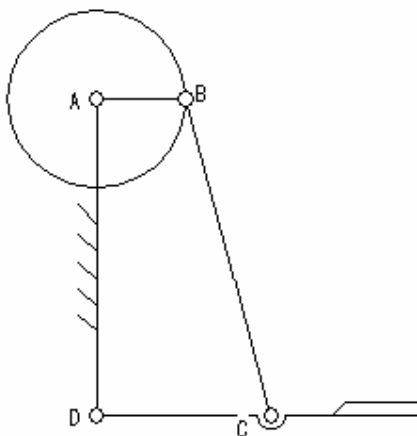


题 58 图

59、一对斜齿圆柱齿轮传动中, 已知: $Z_1=20$, $Z_2=40$, 法面模数 $m_n=8\text{mm}$, $\alpha_n=20^\circ$, 螺旋角 $\beta=30^\circ$, 试求:

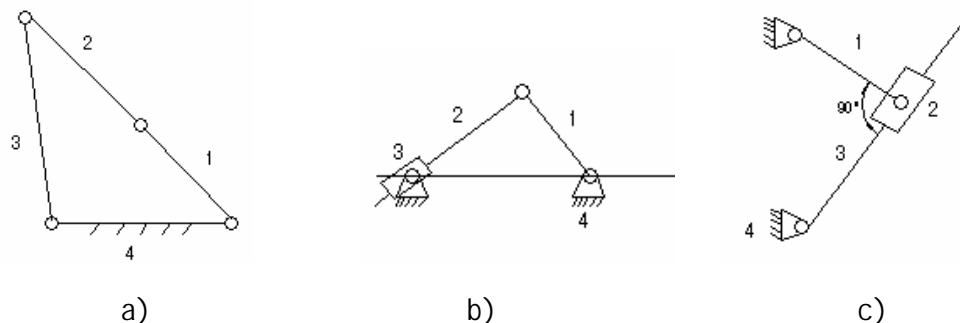
- (1) 中心距;
- (2) 两轮当量齿数;
- (3) 两轮齿顶圆直径。

60、设计一脚踏轧棉机曲柄摇杆机构, 要求踏板 CD 极限位置在水平线上下各 15° , 并且 $CD=500\text{mm}$, $AD=1000\text{mm}$ (AD 垂直地面), 求 AB 和 BC 长度。



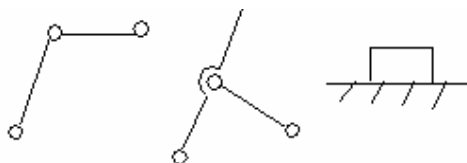
题 60 图

61、试标出下列图示机构的全部速度瞬心。



题 61 图

62、试将图示之原动件、机架、II级组，综合为一个把移动变换为转动的六杆机构。



题 62 图

63、在一对标准直齿轮传动中，已知： $Z_1=20$ ， $Z_2=60$ ， $m=5\text{mm}$ ， $\alpha=20^\circ$ ，试求两个齿轮的：① 分度圆齿距；② 基圆齿距；③ 基圆半径；④ 分度圆上齿廓曲率半径。（齿距=周节）

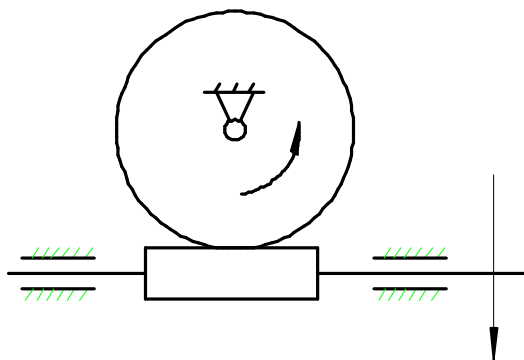
64、一偏置曲柄滑块机构，偏距 $e=10\text{mm}$ ，曲柄长度 $AB=20\text{mm}$ ，连杆长度 $BC=70\text{mm}$ 。试用图解法：① 求出滑块的行程 H ；② 画出曲柄为原动件时的最大压力角 α_{\max} ；③ 画出滑块为原动件时机构的死点位置。

65、设计一偏置曲柄滑块机构。要求滑块行程为 40mm ，行程速比系数 $K=1.5$ ，滑块在行程端点的最大压力角为 45° 。求曲柄、连杆的长度和偏距。

66、一对斜齿圆柱齿轮传动中，已知： $Z_1=20$ ， $Z_2=40$ ，法面模数 $m_n=8\text{mm}$ ， $\alpha_n=20^\circ$ ，螺旋角 $\beta=30^\circ$ ，试求：① 中心距；② 两轮当量齿数；③ 两轮齿顶圆直径。

67、已知一对外啮合正常齿制标准直齿圆柱齿轮传动，齿轮 1 丢失，测出其中心距 $a=150\text{mm}$ ，齿轮 2 的齿数 $Z_2=42$ 和齿顶圆直径 $d_{a2}=132\text{mm}$ ，先需配制齿轮 1，试确定齿轮 1 的主要尺寸。

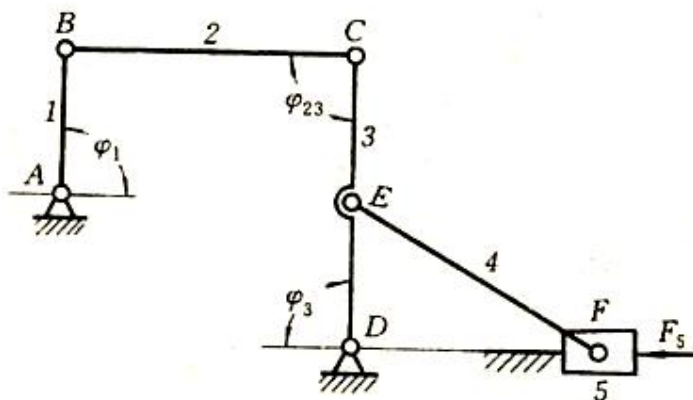
68、蜗杆的相对转向关系如图所示。试指出蜗杆及蜗轮的螺旋线方向。若蜗杆的分度圆直径为 36mm ，而蜗轮的端面模数为 3mm ，试求蜗杆的直径系数 q 。



题 68 图

69、某机械系统主轴平均转速为 80rpm。若允许其运转不均匀系数 $\delta = 0.15$ ，试求主轴的最大转速和最小转速。

70、图示的搬运机械中已知滑块质量 $m=20\text{kg}$ ， $L_{AB}=L_{ED}=100\text{ mm}$ 。 $L_{BC}=L_{CD}=L_{EF}=200\text{ mm}$ ， $j_1=j_{23}=j_3=90^\circ$ 。求由作用在滑块 5 上的阻力 $F_5=1\text{KN}$ 而换算到构件 1 的轴上的等效阻力矩 M_r 及换算到轴上的等效转动惯量 J 。



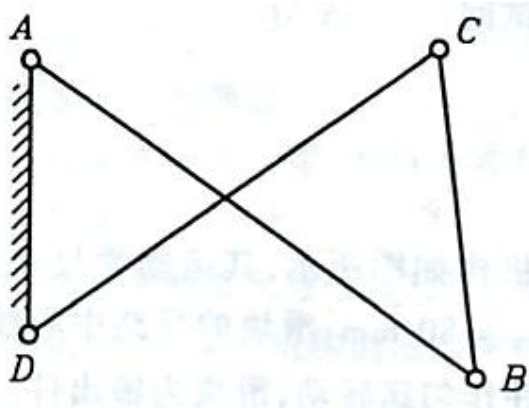
题 70 图

71、一对标准斜齿轮传动, 已知 $Z_1=28$, $Z_2=58$, 法面模数 $m_n=4\text{mm}$, 螺旋角 $\beta=10^\circ$ 。试求:

- (1) 两齿轮的齿顶圆直径及中心距;
- (2) 当中心距为 180 时, 如何改变参数来满足这一要求。

72、四杆机构。已知 $L_{AB}=62\text{ mm}$, $L_{BC}=40\text{ mm}$, $L_{CD}=40\text{ mm}$, $L_{AD}=19\text{ mm}$ 。试问:

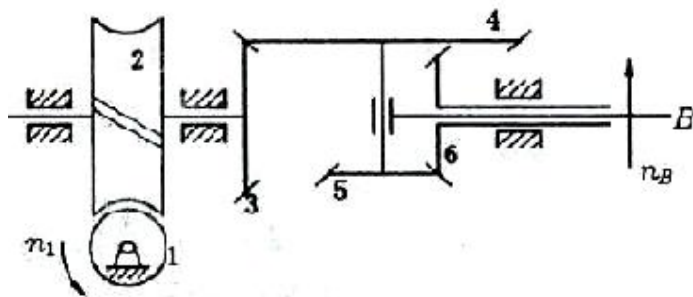
- (1) 该机构为何种机构, 有无曲柄存在? 如有, 指出哪个构件为曲柄。
- (2) 当以 LAB 为主动件时, 标出从动件的压力角。



题 72 图

73、两个压力角均为 20° 的正常齿制渐开线标准直齿圆柱齿轮，它们的齿数分别为 $Z_1=22, Z_2=77$ ，齿顶圆直径分别为 $d_{a1}=54\text{ mm}$ ， $d_{a2}=158\text{ mm}$ 。问该对齿轮能否正确啮合，为什么？

74、轮系中 $Z_1=2, Z_2=60, Z_3=25, Z_4=50, Z_5=20, Z_6=30$ ，又已知蜗杆的转速 $n_1=900\text{ r/min}$ ， $n_8=6\text{ r/min}$ ，方向如图。求： n_6 的大小和方向。



题 74 图

75. 一对标准渐开线圆柱直齿轮外啮合传动（正常齿），正确安装（齿侧间隙为零）后，中心距为 144mm ，其齿数为 $z_1=24, z_2=120$ ，分度圆上压力角 $\alpha=20^\circ$

(1) 求齿轮 2 的模数 m_2 及其在分度圆上的齿厚 S_2 ；

(2) 求轮 1 的齿顶圆处的压力角 α_{a1} ；

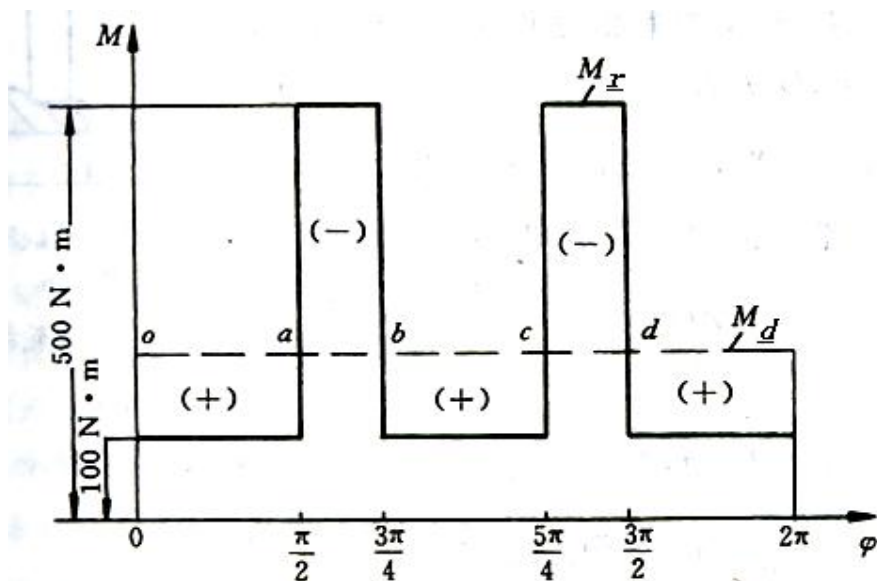
(3) 如已求得它们的实际啮合线长度 $B_1B_2=10.3\text{mm}$ ，试计算该对齿轮传动的重合度；

说明该对齿轮能否实现连续传动。

76、某机组作用在主轴上的阻力矩变化曲线 M_r-j 如图所示。已知主轴上的驱动力矩 M_d 为常数，主轴平均角速度 $\omega_m=25\text{rad/s}$ ，机械运转速度

不均匀系数 $\delta = 0.02$ 。

- (1) 求驱动力矩 M_d 。
- (2) 求最大盈亏功 $[W]$ 。
- (3) 求安装在主轴上的飞轮转动惯量 J_F 。
- (4) 若将飞轮安装在转速为主轴三倍的辅助轴上, 求飞轮的转动惯量 J_F' 。



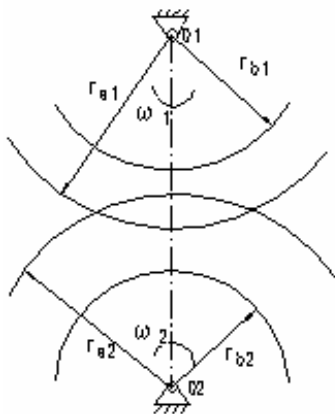
题 76 图

77、已知一对外啮合标准直齿圆柱齿轮, $Z_1=28$, $h_a^*=1$, $C^*=0.25$, $\alpha=20^\circ$, $d_{a1}=120\text{mm}$, $a=164\text{mm}$, 求: 该对齿轮的重合度 e_a 及实际啮合线长度。

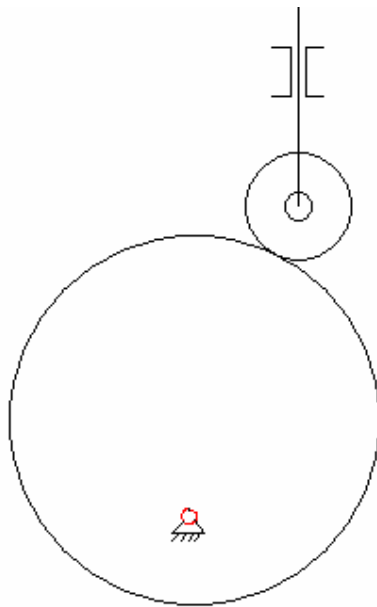
78、在一偏置曲柄滑块机构中, 滑块导路方向线在曲柄转动中心之上。已知曲柄 $a=70\text{mm}$, 连杆 $b=200\text{mm}$, 偏距 $e=30\text{mm}$, 曲柄转速 $n_1=500\text{r/min}$ 。

- (1) 求滑块行程长度;
- (2) 分别求滑块正、反行程的平均速度;
- (3) 画出当滑块为主动时的机构死点位置。

79、如图所示为两对渐开线齿轮的基圆和顶圆, 轮 1 为主动轮。试分别在图上标明: 理论啮合线 N_1N_2 , 实际啮合线 B_1B_2 , 啮合角 α' , 节圆半径 r'_1 、 r'_2 。



题 79 图



题 80 图

80、图示为偏置滚子从动件盘形凸轮机构。试确定：

- (1) 基圆半径 r_b ；
- (2) 图示位置升程 h_1 ， α_1 ；

(3) 凸轮转过 90° 时的升程 h_2 ， α_2 ， 该机构存在什么问题？ 应怎么办

81、请按以下要求并按 1:1 的比例，画出推杆的位移线图和凸轮轮廓曲线。已知基圆半径 20mm，尖顶式从动杆在工作中受力方向通过凸轮的旋转中心，当凸轮逆时针转 180° 时，从动杆按余弦运动规律上升 25mm，紧接着突然下降到原高度，而后就静止不动。

82、一曲柄摇杆机构, 已知机架 $AD=100\text{mm}$, 摇杆 $CD=75\text{mm}$, 摇杆的一个极

限位置与机架的夹角为 45° ，行程速比系数 $K=1.5$ ，试确定曲柄长 AB 和连杆长 BC 。

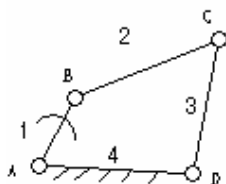
83、设计一曲柄滑块机构。已知滑块的行程 $s=50\text{mm}$ ，偏距 $e=16\text{mm}$ ，行程速度变化系数 $K=1.4$ ，求曲柄和连杆的长度。

84、已知一对外啮合标准直齿圆柱齿轮传动，其模数 $m=5\text{mm}$ ， $\alpha=20^\circ$ ， $h^*_a=1$ ， $Z_1=19$ ， $Z_2=42$ 。轮 1 主动，顺时针方向转动，当这对齿轮正确安装时，

(1) 画出其啮合图，并在图上表明：理论啮合线，开始啮合点，终止啮合点，实际啮合线，啮合角，节点和节圆；

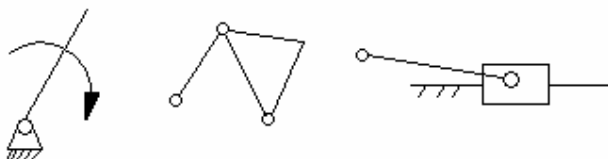
(2) 两齿轮的分度圆周节和基圆周节（周节=齿距）

85、在图所示的铰链四杆机构中，各杆的长度为 $l_1=28\text{mm}$ ， $l_2=52\text{mm}$ ， $l_3=50\text{mm}$ ， $l_4=72\text{mm}$ ，当取杆 4 为机架时，求机构的极位夹角 θ ，杆 3 的最大摆角 f_{\max} ，机构的最小传动角 g_{\min} （结果可以作图量取）



题 85 图

86、试将图示之原动件、机架、II 级组，综合为一个把转动变换为移动的六杆机构。



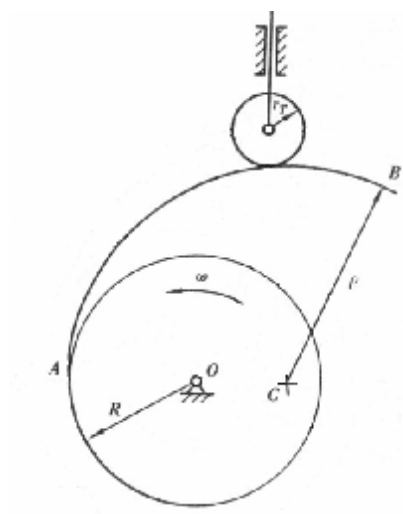
题 86 图

87、图示凸轮机构中，其凸轮廓线的 AB 段是以 C 为圆心的一段圆弧。试求：

(1) 写出基圆半径 r_0 的表达式；

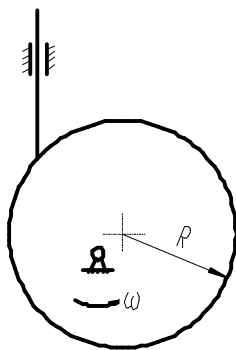
(2) 在图中标出图示位置时的凸轮转角 d 、推杆位移 S 、机构的

压力角 α 。



题 87 图

88、 图示凸轮机构运动简图中，凸轮为主动件，转向如图所示，试在图上标出当前位置的压力角，并用作图法求出从动件的行程 h 。



题 88 图

机械原理自测题库参考答案——分析计算题（共 88 题）

1、

1、解：

(a) 图： $n=9$, $p_4=13$, $p_5=0$; $F=3 \times 9 - 2 \times 13 = 1$;

\therefore 原动件数目=机构自由度数, \therefore 机构具有确定的运动。G 处为复合铰链；机构级别为 II 级。

拆组图如下(略)

(b) 图： $n=7$, $p_4=10$, $p_5=0$; $F=3 \times 7 - 2 \times 10 = 1$;

原动件数目=机构自由度数，机构具有确定的运动。机构级别为 III 级。

2、

解： (a) $F=3n \times 2p_l - p_h = 3 \times 5 - 2 \times 7 = 1$ ；机构具有确定的运动。(b) $F = 3n - 2p_l - p_h = 3 \times 6 - 2 \times 9 = 0$

F 处为复合铰链。机构没有确定的运动。

3、

解： a) $F=3n \times 2p_l - p_h = 3 \times 7 - 2 \times 10 = 1$ ；原动件数=1b) $n=8$, $p_l=11$, $p_h=1$; $F=3n \times 2p_l - p_h = 1$ ；原动件数=1。

4、

解： a) $F = 3n - 2p_l - p_h = 3 \times 4 - 2 \times 5 - 1 = 1$

E 处为局部自由度。

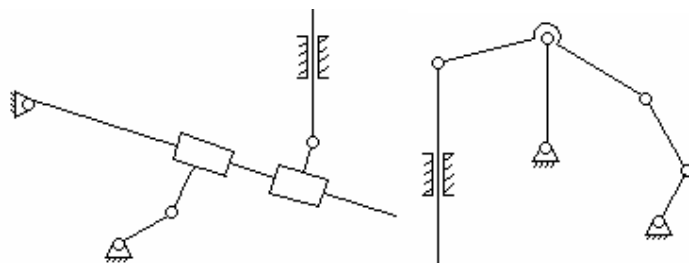
b) $n=7, p_l=10; F=3n-2p_l-p_h=3\times 7-2\times 10=1$ F、D 处为复合铰链。

5、

解：(a) 图： $F=3\times 3-2\times 3-2=1$;

(b) 图： $F=3\times 4-2\times 5-1=1$;

替代机构为：



6、

解： $n=9, p_l=13; F=1$ J 处为复合铰链，D 或 F 有一处为虚约束。

杆组由 4 个二级杆组组成，机构级别为二级。

7、

解：(a) $n=4, p_l=4, p_h=2; F=3n-2p_l-p_h=3\times 4-2\times 4-2=2$

A 处为复合铰链。

(b) $n=5, p_l=7, p_h=1; F=3n-2p_l-p_h=3\times 5-2\times 7-1=0$

F 处为虚约束，D 处为局部自由度。

8、

解: $v_c = 0.42m/s$

$$v_E = 0.38m/s$$

E 点的位置 作图示出 (略)

9、

解: 1) 作出瞬心 (略); $p_{12}p_{13} = 20mm$

$$2) \quad w_2 = \frac{p_{12}p_{13}}{p_{12}p_{23}} \times w_1 = \frac{20}{70} \times 10 = 2.85rad/s$$

10、

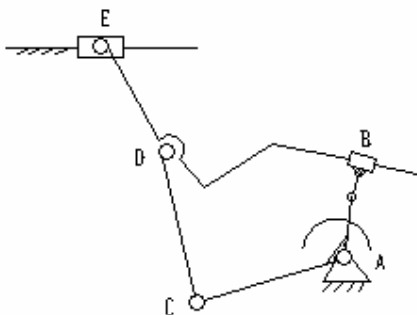
解: 略

11、

解: 略

12、

解: 1) 替代机构



2) 自由度计算: $F = 3n - 2p_L - P_h = 3 \times 4 - 2 \times 5 - 1 = 1$

$$F = 3n - 2p_L - P_h = 3 \times 5 - 2 \times 7 = 1$$

13、

解: 利用杆长条件去判别

14、

解: $n=6$, $p_L=8$, $P_h=1$; $F = 3n - 2p_L - p_h = 3 \times 6 - 2 \times 8 - 1 = 1$

B 处为局部自由度。

15、

解:

(1) 因 AD 为机架, AB 为曲柄, 故 AB 为最短杆, 有 $l_{AB} + l_{BC} \leq l_{CD} + l_{AD}$

则: $l_{AB} \leq l_{CD} + l_{AD} - l_{BC} = (35 + 30 - 50) \text{ mm} = 15 \text{ mm}$; 所以 l_{AB} 的最大值为 15mm。

(2) 因 AD 为机架, AB 及 CD 均为曲柄, 故 AD 为最短杆, 有下列两种情况:

若 BC 为最长杆，则： $l_{AB} < l_{BC} = 50\text{mm}$ ，且 $l_{AD} + l_{BC} \leq l_{CD} + l_{AB}$ ，故

$$l_{AB} \geq l_{AD} + l_{BC} - l_{CD} = (30 + 50 - 35) \text{ mm} = 45\text{mm}，\text{所以： } 45\text{mm} \leq l_{AB} < 50\text{mm}。$$

若 AB 为最长杆，则： $l_{AB} > l_{BC} = 50\text{mm}$ ，且 $l_{AD} + l_{AB} \leq l_{BC} + l_{CD}$ ，故

$$l_{AB} \leq l_{BC} + l_{CD} - l_{AD} = (50 + 35 - 30) \text{ mm} = 55\text{mm}，\text{所以： } 50\text{mm} < l_{AB} \leq 55\text{mm}。$$

综上所述： l_{AB} 的最小值为 45mm。

(3) 如果机构尺寸不满足杆长条件，则机构必为双摇杆机构。

若 AB 为最短杆，则： $l_{BC} + l_{AB} > l_{CD} + l_{AD}$ ，故

$$l_{AB} > l_{CD} + l_{AD} - l_{BC} = (35 + 30 - 50) \text{ mm} = 15\text{mm}，$$

若 AB 为最长杆，则： $l_{AD} + l_{AB} > l_{BC} + l_{CD}$ ，故

$$l_{AB} > l_{CD} + l_{BC} - l_{AD} = (50 + 35 - 30) \text{ mm} = 55\text{mm}，$$

若 AB 既不为最长杆也不为最短杆，则： $l_{AD} + l_{BC} > l_{CD} + l_{AB}$ ，故

$$l_{AB} < l_{AD} + l_{BC} - l_{CD} = (30 + 50 - 35) \text{ mm} = 45\text{mm}，$$

综上所述：若要保证机构成立，则应有：

$$l_{AB} < l_{CD} + l_{BC} + l_{AD} = (30 + 50 + 35) \text{ mm} = 115\text{mm}，\text{故当该机构为双摇杆机}$$

构时， l_{AB} 的取值范围为： $15\text{mm} < l_{AB} < 45\text{mm}$ ，和 $55\text{mm} < l_{AB} < 115\text{mm}$ ，

16、

解：略

17、

解： $240.79\text{mm} \leq L_{AD} \leq 270\text{mm}$

18、

解： $55\text{mm} \leq L_{AD} \leq 75\text{mm}$

19、

解： $c=12, d=13$ 或 $c=13, d=12$ 。 可选 d 为机架，或 b 为机架。

20、

解： $L_{AB}=198.5\text{mm}, L_{BC}=755.5\text{mm},$

21、

解： 1) $v_B = w \cdot r_0$ 方向朝上

2) 假设推杆与凸轮在 A 点接触时凸轮的转角为零，则推杆的运动规律为：

$$s = vt = w \cdot r_0 \cdot \frac{d}{w} = r_0 \cdot d$$

3) 因导路方向与接触点的公法线重合，所以压力角 $\alpha = 0^\circ$

4) 有冲击，是刚性冲击。

22、

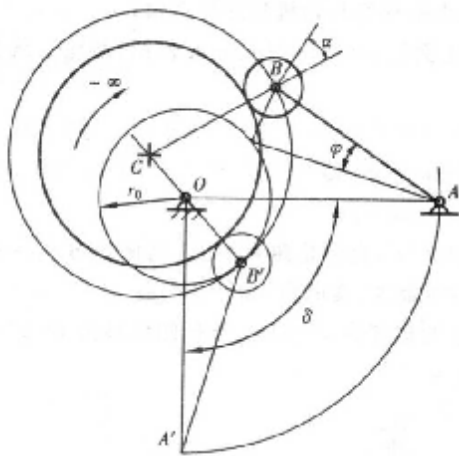
解：(1) 由图可知，B、D 两点的压力角为：

$$a_B = a_D = \arctg[o_1o / OB] = \arctg 0.5 = 26.565^\circ$$

23、

$$u_l = 0.002m/mm$$

解：取尺寸比例尺 作图，得



1) 1) 图示位置凸轮机构的压力角为 $\alpha = 27.5^\circ$ ，基圆半径

$r_0 = 30\text{mm}$ ；

2) 2) 推杆由最下位置摆到图示位置时所转过的角度为 $\phi = 17$

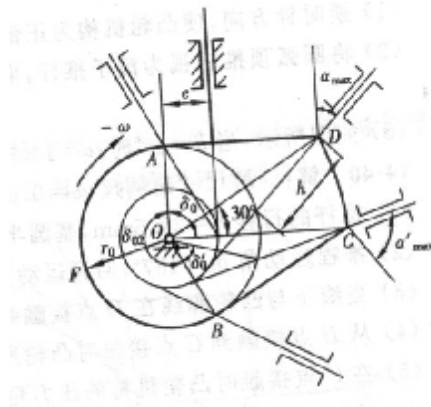
$^\circ$ ，

相应的凸轮转角 $\delta = 90^\circ$ 。

24、

$$u_l = 0.001m/mm$$

解：取尺寸比例尺 作图，得：



3) 3) 推杆的升程 $h=27\text{mm}$ ，凸轮推程运动角 $\delta_0=79^\circ$ ，回程运动角 $\delta'_0=44^\circ$ ，

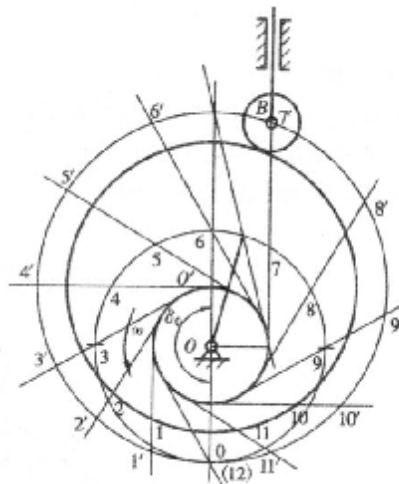
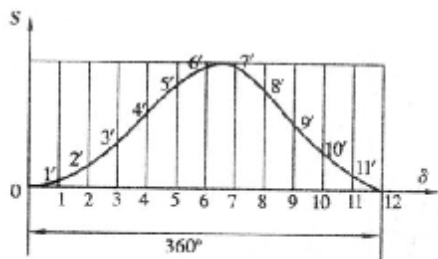
远休止角 $\delta_{02}=208^\circ$

4) 4) 推程段最大压力角出现在 D 点，其值为 $\alpha_{\max}=44^\circ$

5) 5) 回程段最大压力角出现在 C 点，其值为 $\alpha'_{\max}=71^\circ$

25、

解：作图过程略



26、

解：用反转法求出

该位置处, 凸轮机构的压力角 $\alpha \approx 0$

27、

解：(1)几何尺寸计算

①模数 m :

$$m = 2a / (Z_1 + Z_2) = 2 \times 100 / (20 + 30) \text{ mm} = 4 \text{ mm}$$

②齿根圆直径 d_1 , d_2 :

$$d_1 = mZ_1 = 4 \times 20 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$$

$$d_2 = mZ_2 = 4 \times 30 \text{ mm} = 120 \text{ mm}$$

齿根圆直径 d_{f1} , d_{f2} :

$$d_{f1} = d_1 - 2hf = [80 - 2 \times 4 \times (1 + 0.25)] \text{ mm} = 70 \text{ mm}$$

$$d_f2 = d_2 - 2hf = [120 - 2 \times 4 \times (1 + 0.25)] \text{mm} = 110 \text{mm}$$

(其中: $h^*a = (da_1 - d_1) / (2m) = 1$, $c^* = 0.25$)

基圆直径 db_1 , db_2 :

$$db_1 = d_1 \cos \alpha = 80 \times \cos 20^\circ = 75.175 \text{mm}$$

$$db_2 = d_2 \cos \alpha = 120 \times \cos 20^\circ = 112.763 \text{mm}$$

顶隙 c :

$$c = c^*m = 0.25 \times 4 \text{mm} = 1 \text{mm}$$

(2) 安装中心距增至 $a' = 102 \text{mm}$ 时, 则有:

上述各值中, 只顶隙一项有变化: $c = (1 + 2) \text{mm} = 3 \text{mm}$

节圆半径 r'_1 , r'_2 和啮合角 α' :

$$\alpha' = \arccos(a \cos \alpha / a') = \arccos(100 \times \cos 20^\circ / 102) = 22.8880^\circ$$

$$r'_1 = r_b1 / \cos \alpha' = 40.8 \text{mm}$$

$$r'_2 = r_b2 / \cos \alpha' = 61.2 \text{mm}$$

28、

解: (1) 重合度和啮和度区

$$\alpha_{a1} = \arccos(d_{b1} / d_{a1}) = \arccos(z_1 \cos \alpha / (z_1 + 2h_a^*)) = \arccos(40 \cos 20^\circ / (40 + 2 \times 1)) = 26.49^\circ$$

$$\alpha_{a2} = \arccos(d_{b2} / d_{a2}) = \arccos(z_2 \cos \alpha / (z_2 + 2h_a^*)) = \arccos(60 \cos 20^\circ / (60 + 2 \times 1))$$

$$))=24.58^{\circ}$$

$$\varepsilon_a = 1/2 \pi [z_1(\operatorname{tga}_{a1} - \operatorname{tga}) + z_2(\operatorname{tga}_{a2} - \operatorname{tga})]$$

$$= 1/2 \pi [40(\operatorname{tg}26.49^{\circ} - \operatorname{tg}20^{\circ}) + 60(\operatorname{tg}24.58^{\circ} - \operatorname{tg}20^{\circ})]$$

$$= 1.75$$

该对齿轮传动的单齿及双齿啮合区如例 15-3 图所示

(2) 能够连续传动时

a、 啮合角 a' :

刚好能够连续传动时, $\varepsilon_a = 1$, 则

$$\varepsilon_a = 1/2 \pi [z_1(\operatorname{tga}_{a1} - \operatorname{tga}) + z_2(\operatorname{tga}_{a2} - \operatorname{tga})] = 1$$

$$\operatorname{tga}' = (z_1 \operatorname{tga}_{a1} + z_2 \operatorname{tga} - 2\pi) / (z_1 + z_2) = (40 \operatorname{tg}26.49^{\circ} + 60 - \operatorname{tg}20^{\circ} - 2\pi) / (40 + 60) = 0.411$$

$$a' = 22.35^{\circ}$$

b、 节圆半径 r'_1 、 r'_2 :

$$r'_1 = r_{b1} / \cos a' = r_1 \cos a / \cos a' = m z_1 \cos a / 2 / \cos a' = 101.6 \text{ mm}$$

$$r'_2 = r_{b2} / \cos a' = r_2 \cos a / \cos a' = m z_2 \cos a / 2 / \cos a' = 152.4 \text{ mm}$$

c、 节圆半径处的曲率半径 ρ'_1 、 ρ'_2 :

$$\rho'_1 = r'_1 \sin a' = 101.6 \sin 22.35^{\circ} \text{ mm} = 38.63 \text{ mm}$$

$$\rho'_2 = r'_2 \sin a' = 152.4 \sin 22.35^{\circ} \text{ mm} = 57.95 \text{ mm}$$

29、

解：1) 齿数 Z $v_{\text{刀}} = r \cdot \omega = m_z \omega / 2$

$$Z = 2v_{\text{刀}} / (m\omega) = 2 \times 7.6 / (2 \times 0.2) = 38$$

2) 变位系数 c

$$r = m_z / 2 = 2 \times 38 / 2 = 38 \text{ mm}$$

$$c = (L - r) / m = (40 - 38) / 2 = 1$$

3) 齿根圆半径 r_f $r_f = r - (h_a^* + c^* - c)m = 37.5 \text{ mm}$

4) 基圆半径 r_b $r_b = r \cos \alpha = 38 \times \cos 20^\circ = 35.708 \text{ mm}$

30、

解：1) 确定 Z_1 、 Z_2 、 β

$$a = \frac{m_n}{2 \cos b} (z_1 + z_2) = \frac{6z_1}{\cos b} = 120 \text{ mm}$$

得： $\cos b = \frac{z_1}{20}$ ， $z_1 \leq 20$ （且必须为整数）

当 $z_1 = 19$ ， $z_2 = 38$ 时， $b = 18.195^\circ$

$z_1 = 18$ ， $z_2 = 36$ 时， $b = 25.84^\circ$

$z_1 = 17$ ， $z_2 = 34$ 时， $b = 31.788^\circ$

由于 $\beta < 20^\circ$ ，则这对斜齿圆柱齿轮的 $Z_1 = 19$ ， $Z_2 = 38$ ， $\beta = 18.195^\circ$

2) 计算 d_{a1} 和当量齿数 Z_{v1}

$$d_{a1} = d_1 + 2h_a = \frac{m_n z_1}{\cos b} + 2h^* a_n \cdot m_n = 88\text{mm}$$

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 b} = 22.16$$

31、

解：(1) $\rho_k = 41.533\text{mm}$, $\alpha_k = 39.715^\circ$, $\theta_k = 0.1375(\text{弧度})$;

(2) $\alpha_k \approx 51^\circ$, $r_k = 79.738\text{mm}$ $\rho_k = 62.113\text{mm}$

32、

解：(1) $p_1 = p_2 = 7.85\text{mm}$; (2) $p_{b1} = p_{b2} = 7.38\text{mm}$; (3) $\rho_1 = 8.98\text{mm}$ ρ

$_2 = 26.08\text{mm}$

33、

解：1) $Z_1 = Z_2 = 14$

2) $d_{a1} = d_{a2} = 81.36\text{mm}$

34、

解：1)分度圆上齿厚相等,齿顶圆齿厚 Z_2 大,齿根圆齿厚 Z_2 大; 2) $a = 150\text{mm}$,

$d_{a1} = 105\text{mm}$

$d_{a2} = 215\text{mm}$, $d_{f1} = 82.5\text{mm}$ $d_{f2} = 192.5\text{mm}$, $d_{b1} = 89.27\text{mm}$ $d_{b2} = 192.64\text{mm}$,

$B_1 B_2 = 24\text{mm}$ $\epsilon_a = 1.63$

35、

解：1) $m=4\text{mm}$, $\alpha=20^\circ$, $Z=30$, $d=120\text{mm}$,

2) 负变位齿轮, $X=-0.5$

36、

解：1) 不会根切 2) $\beta=16.44^\circ$

37、已知以对外啮合斜齿圆柱齿轮的参数为： $m_n=6\text{mm}$, $Z_1=30$, $Z_2=100$,

试问螺旋角为多少时才能满足标准中心距为 400mm ?

解： $\beta=12.84^\circ$

38、

解：1) 求 Z_3

$$r_3 - r_2 = r_1 + r_2$$

$$z_3 = z_1 + 2z_2 = 80$$

2) 当 $n_H = 0$ 时, $i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = -\frac{z_3}{z_1} = -2$

$n_3 = -60\text{rpm}$ 齿轮 3 的转向与齿轮 1 的转向相反。

39、

解：1) 由同心条件得： $z_3 = z_1 + z_{2'} - z_2 = 65$

$$2) \quad i_{1H} = 1 - i_{13}^H = 1 - \frac{z_2 \times z_3}{z_1 \times z_{2'}} = \frac{3}{16}$$

齿轮 1 的转向与行星架 H 的转向相同。

40、

$$\text{解：1) } i_{1H} = 1 - (-1)^2 \frac{Z_2 \times Z_3}{Z_1 \times Z_{2'}} = \frac{9}{25}$$

$$2) \quad i_{H4} = \frac{n_H}{n_4} = -\frac{z_4}{z_H} = -\frac{1}{5}$$

$$3) \quad i_{14} = i_{1H} \cdot i_{H4} = -\frac{9}{125} \quad \text{齿轮 1 和齿轮 4 的转向相反。}$$

41、

解：1) 定轴轮系的传动比为：

$$i_{3'4'} = \frac{n_{3'}}{n_{4'}} = \frac{n_3}{n_H} = -\frac{z_{4'}}{z_{3'}} = -5$$

2) 差动轮系的转化机构的传动比为：

$$i_{13}^H = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H} = -\frac{Z_2 \times Z_3}{Z_1 \times Z_{2'}} = -4$$

3) 由上述两式得： $i_{1H} = 25$ 齿轮 1 与卷扬机筒的转向相同。

42、

解:
$$i_{1H} = 1 - i_{13}^H = 1 - (-1)^1 \frac{Z_3}{Z_1} = 1 + \frac{57}{6} = \frac{21}{2}$$

$$i_{4H} = 1 - i_{43}^H = 1 - \frac{Z_2' \cdot Z_3}{Z_4 \cdot Z_2} = 1 - \frac{25 \times 57}{56 \times 25} = -\frac{1}{56}$$

$$i_{14} = \frac{n_1}{n_4} = i_{1H} \cdot i_{H4} = -588$$

43、

解: 1) 当轮 3 被刹住时

$$i_{13}^H = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H} = -\frac{Z_3}{Z_1} \quad (a)$$

$$\text{因 } n_3 = 0$$

$$\text{得: } i_{1H} = \frac{n_1}{n_H} = 1 + \frac{Z_3}{Z_1} = 1 + \frac{78}{28}$$

$$\therefore n_H = 528.3 \text{ rpm}$$

2) 当轮 6 被刹住时

$$i_{46}^3 = i_{16}^3 = \frac{n_1 - n_3}{n_6 - n_3} = -\frac{z_6}{z_4} \quad \text{因 } n_6 = 0$$

$$\text{得: } \frac{n_1}{n_3} = (1 + \frac{z_6}{z_4}) \quad (b)$$

将(b)式代入(a)式得: $n_H = 867.9 \text{ rpm}$

44、

解：

$$Q i_{12} = -\frac{z_2}{z_1} = -\frac{25}{20} = -\frac{5}{4}$$

$$i_{2'H} = 1 - i_{2'4}^H = 1 - (-1)^{\frac{z_4}{z_2}} = 1 + \frac{70}{30} = \frac{10}{3}$$

$$i_{1H} = \frac{n_1}{n_H} = -\frac{5}{4} \times \frac{10}{3} = -\frac{25}{6}$$

所以
$$n_H = (-750 \times \frac{6}{25}) = -180 r / \min$$

n_H 的方向与 n_1 方向相反，为逆时针方向。

45、

解：

$$i_{13} = -\frac{z_3}{z_1} = -\frac{80}{20} = -2$$

$$i_{2'5}^4 = 1 - i_{2'4}^5 = 1 - (-1)^{\frac{z_4}{z_2}} = 1 + 5 = 6$$

$$i_{57} = -\frac{z_7}{z_5} = -1$$

$$i_{17} = i_{12} \cdot i_{2'5} \cdot i_{57} = (-2) \times 6 \times (-1) = 12$$

46、

解：定轴轮系：
$$i_{12} = \frac{w_1}{w_2} = \frac{z_2}{z_1} = 40$$

周转轮系:
$$i_{2'H} = 1 - i_{2'4}^H = 1 + \frac{z_3 \cdot z_4}{z_{2'} \cdot z_{3'}} = 20$$

复合轮系:
$$i_{1H} = i_{12} \cdot i_{2'H} = 800$$

n_H 的方向如图所示。

47、

解: 先确定齿轮 3 和 6 的齿数 z_3 和 z_6 :

$$z_3 = z_1 + 2z_2 = 70$$

$$z_6 = 25 + 2 \times 20 = 65$$

该轮系由 1---2---3---4 及 4---5---6---7 两个行星轮系组成:

$$i_{14} = 1 - i_{13}^4 = 1 + \frac{70}{20} = \frac{9}{2}$$

$$i_{4\Pi} = 1 - i_{46}^{\Pi} = 1 + \frac{65}{25} = \frac{18}{5}$$

$$i_{\text{III}} = i_{17} = i_{4\Pi} = \frac{9}{2} \times \frac{18}{5} = 16.2$$

因 i_{17} 为正, 故 7 与 1 转向相同, II 轴的转向为顺时针方向。

48、

解:
$$i_{13}^H = \frac{w_1 - w_h}{w_3 - w_H} = -\frac{z_3}{z_1} = -4 \quad (\text{a})$$

$$i_{46} = \frac{w_4}{w_6} = \frac{w_3}{w_H} = -\frac{z_6}{z_4} = -1 \quad (\text{b})$$

由式 (a) 得：
$$w_3 = w_H \quad (c)$$

(c)式代入式 (a) , 得：
$$i_{16} = i_{1H} = 9$$

49、

解：1) $5-4'-4-3-H$ 为行星轮系

2) 1-2 为定轴轮系

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{17}{17} \quad (1)$$

$$i_{53}^H = \frac{n_5 - n_H}{n_3 - n_H} = \frac{Z_4' \cdot Z_3}{Z_5 \cdot Z_4} = \frac{115}{114} \quad (2)$$

$$i_{1P} = i_{15} = \frac{n_1}{n_5} = \frac{1000}{0.7p} = 454.73 \quad (3)$$

$$n_P = n_5 \quad n_H = n_2 \quad (4)$$

联立求解得： $Z_2 \approx 68$

50、

解：
$$i_{75}^H = \frac{n_7 - n_H}{n_5 - n_H} = \frac{1 - i_{H1}}{i_{51} - i_{H1}} = -\frac{z_5}{z_7} = -3 \quad (a)$$

因为
$$i_{51} = i_{41} = (-1)^2 \frac{z_3 \cdot z_1}{z_4 \cdot z_2} = \frac{18 \times 20}{36 \times 34} = \frac{5}{17} \quad (b)$$

式(b)代入式(a)得：
$$i_{H1} = \frac{8}{17}$$

$$i_{1H} = \frac{17}{8} = 2.13$$

51、

解：(1) 求其余各轮齿数：

$$r_1 = 2r_2 + r_4$$

所以 $Z_1 = 2Z_2 + Z_4 = 75, Z_2 + Z_4 = Z_{2'} + Z_3$

$$Z_3 = 30 \quad Z_{1'} = Z_{3'}$$

(2) 求 i_{4H}

$$i_{1'3'} = \frac{n_1}{n_3} = -\frac{Z_{3'}}{Z_{1'}} = -1$$

$$i_{43}^H = \frac{n_4 - n_H}{n_3 - n_H} = \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_4 \cdot Z_{2'}} = \frac{3}{2}$$

$$i_{42}^H = \frac{n_4 - n_H}{n_1 - n_H} = -\frac{Z_1}{Z_4} = -3$$

(3) (3) 求各转速：

由上面三式得： $n_1 = -n_3$

$$n_4 - n_H = \frac{3}{2}(n_3 - n_H) = -3(n_1 - n_H)$$

所以： $n_3 = -3n_H$ 代入上二式得： $i_{4H} = -5$

(4) 求 n_H ：

$$n_H = \frac{n_4}{i_{4H}} = -200r / \min$$

n_H 的方向与 n_4 相反。

52、

解： 1) $n_{\max} = n_m \left(1 + \frac{d}{2}\right) = 623.1 \text{rpm}$

2) $M_r \cdot 180 = 0.5 \cdot (30 + 180) \cdot 200 \Rightarrow M_r = 116.67 \text{N.m}$

f_{\max} 在 C 处, $f_{\max} = 50 + 54.16 = 104.16^\circ$

$[\Delta W] = 89.0 \text{J}$

3) $J_F = \frac{900 \cdot [\Delta W]}{p^2 \cdot n^2 \cdot [d]} = \frac{900 \cdot 89}{3.14^2 \cdot 620^2 \cdot 0.01} = 2.11 \text{kg.m}^2$

53、

解： 1) $M_d = 212.5 \text{N} \cdot \text{m}$

2) $w_m = \frac{1}{2}(w_{\max} + w_{\min}) = 190 \text{rad/s}$

$d = \frac{w_{\max} - w_{\min}}{w_m} = 0.105$

$$3) \Delta W_{\max} = 618.5J$$

54、

$$\text{解：(1): 因为 } M_d(20p) = 5p \times 500 + (20p - 5p) \times 80 = 3700p$$

$$\text{所以 } M_d = 185N \cdot m$$

$$(2) \Delta W_{\max} = 1575pN \cdot m$$

$$(3) J_F = 16.043kg \cdot m^2$$

55、

$$\text{解： } M_d = 20N \cdot m$$

$$\Delta W_{\max} = 31.4J$$

56、

$$\text{解： } M_r = 78.4N \cdot m$$

$$\Delta W_{\max} = 69.237J$$

$$d = 0.071$$

57、

$$\text{解： 1) } M_d = 462.5N \cdot m$$

$$2) [\Delta W] = 1256.3 \text{ J}$$

$$3) J_F = 1.018 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

58、

解：（1）计算出各不平衡质量的质径积：

$$m_1 r_1 = 210 \text{ kg} \cdot \text{mm} \quad m_2 r_2 = 144 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

$$(2) \text{ 列出静平衡矢量方程: } m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_b r_b = 0$$

$$(3) \text{ 按比例作图求解: 得 } m_b r_b = 140 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

应加平衡质量 $m_b = 140/140 = 1 \text{ kg}$ 挖去的质量应在 $m_b r_b$ 矢量的反方向

140mm 处挖去 1kg 质量。

59、

$$\text{解: } 1) a = \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2 \cdot \cos b} = \frac{8 \times 60}{2 \times \cos 30^\circ} = 277.128 \text{ mm}$$

$$2) Z_{v1} = \frac{Z_1}{\cos^3 b} = 30.79 \quad Z_{v2} = \frac{Z_2}{\cos^3 b} = 61.58$$

$$3) m_t = \frac{m_n}{\cos b} = 9.237 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2h_a = m_t \cdot z_1 + 2 \cdot 8 = 200.75 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2h_a = m_t \cdot z_2 + 2 \cdot 8 = 385.48 \text{ mm}$$

60、

解：设 $AB=a$, $BC=b$

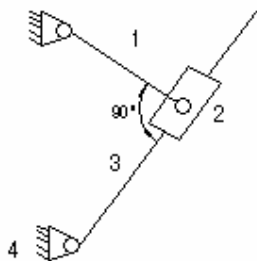
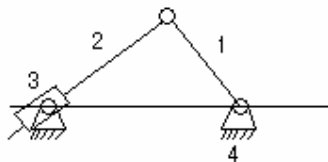
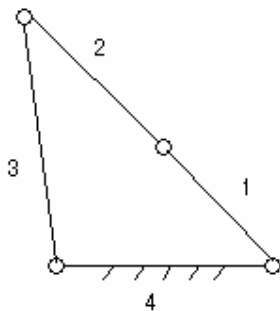
$$AC_1^2 = AD^2 + CD^2 - 2 \cdot AD \cdot CD \cdot \cos 75^\circ$$

$$AC_2^2 = AD^2 + CD^2 - 2 \cdot AD \cdot CD \cdot \cos 105^\circ$$

$$a = \frac{AC_2 - AC_1}{2} = \frac{1228.34 - 995.58}{2} = 116.38 \text{ mm}$$

$$b = \frac{AC_2 + AC_1}{2} = \frac{1228.34 + 995.58}{2} = 1111.96 \text{ mm}$$

61、试标出下列图示机构的全部速度瞬心。



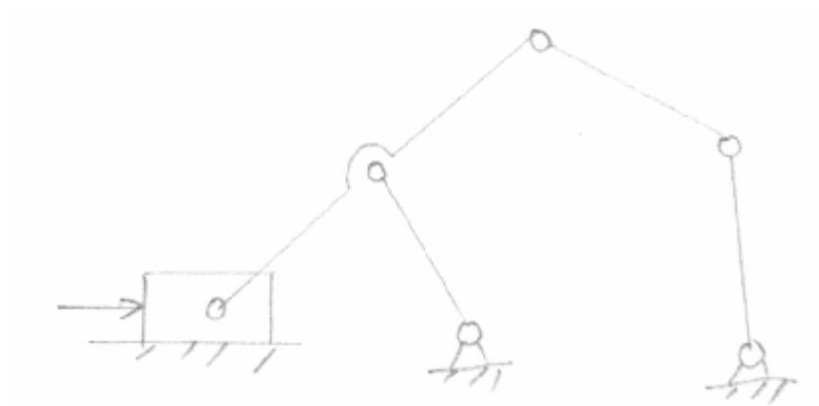
a)

b)

c)

62、

解：



63、

解：略

64、

解：略

65、

解：略

66、

解：略

67、

解：略

68、

解：略

69、

解：略

70、

解：略

71、

解：略

72、

解：略

73、

解：略

74、

$$\text{解： 1) } i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{60}{2} = 30 \quad \Rightarrow \quad n_2 = \frac{n_1}{30} = 30 \text{rpm}$$

$$2) \quad i_{36}^B = \frac{n_3 - n_B}{n_6 - n_B} = \frac{Z_4 \cdot Z_6}{Z_3 \cdot Z_5} = \frac{50 \cdot 30}{25 \cdot 20} = 3$$

$$n_6 = \frac{42}{3} = 14 \text{rpm}$$

方向与 n_B 方向相同。

75.

解：略

76、

解：略

77、

$$\text{解： (1) } d_{a1} = d_1 + 2h_a = 30 \text{mm}, \quad m = 4 \text{mm}$$

$$(2) \quad a = \frac{m}{2}(z_1 + z_2), \quad z_2 = 54$$

$$\alpha_{a1} = \arccos(d_{b1}/d_{a1}) = \arccos(z_1 \cos \alpha / (z_1 + 2h_a^*)) = \arccos(28 \cos 20^\circ / (28 + 2 \times 1))$$

$$))=28.71^{\circ}$$

$$a_{a2}=\arccos(d_{b2}/d_{a2})=\arccos(z_2\cos\alpha/(z_2+2h_a^*))=\arccos(54\cos 20^{\circ}/(54+2\times 1$$

$$))=25.02^{\circ}$$

$$(3) \quad \epsilon_a = 1/2 \pi [z_1(\operatorname{tg} a_{a1} - \operatorname{tg} \alpha) + z_2(\operatorname{tg} a_{a2} - \operatorname{tg} \alpha)]$$

$$= 1/2 \pi [28(\operatorname{tg} 28.71^{\circ} - \operatorname{tg} 20^{\circ}) + 54(\operatorname{tg} 25.02^{\circ} - \operatorname{tg} 20^{\circ})] = 1.70$$

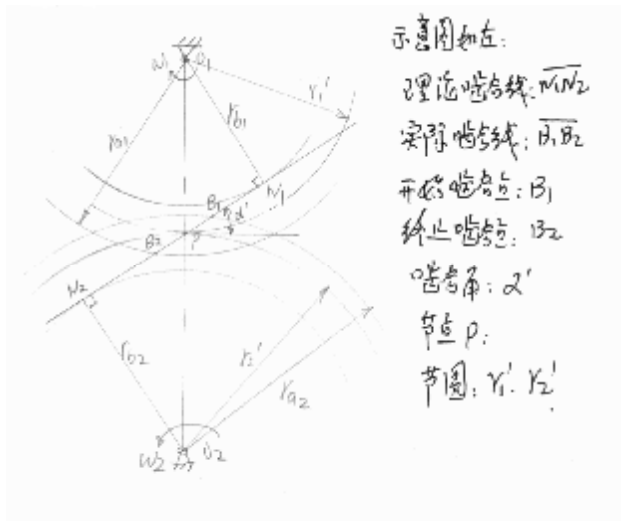
$$(4) \quad p_b = p \cdot \cos \alpha = 11.81 \text{ mm}, \quad B_1 B_2 = e_a \cdot p_b = 20.10 \text{ mm}$$

78、

解：略

79、

解：



80、

解：

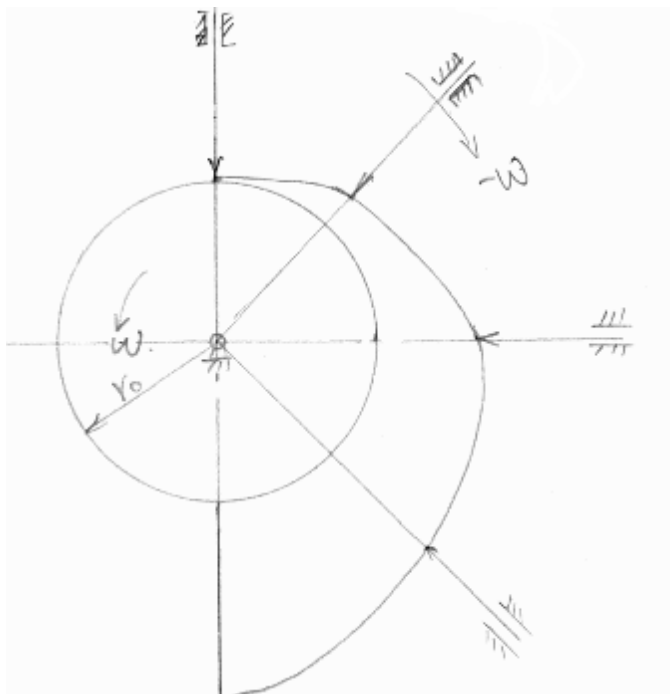
(1) 基圆半径 r_0 (4 分) ; (2) 图示位置升程 h_1 , α_1 ;

(3) 凸轮转过 90° 时的升程 h_2 , α_2 ,

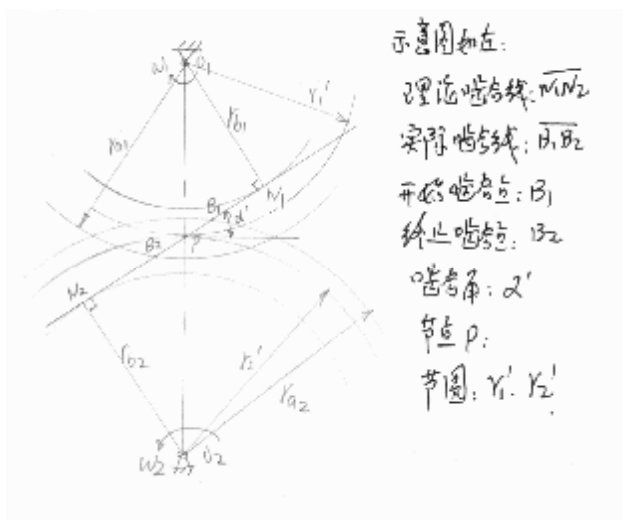
压力角过大, 采取措施: 增大基圆半径或减小滚子半径

81、

解：



82、



$$2) \quad p_1 = p_2 = p \cdot m = 5p = 15.7 \text{ mm}$$

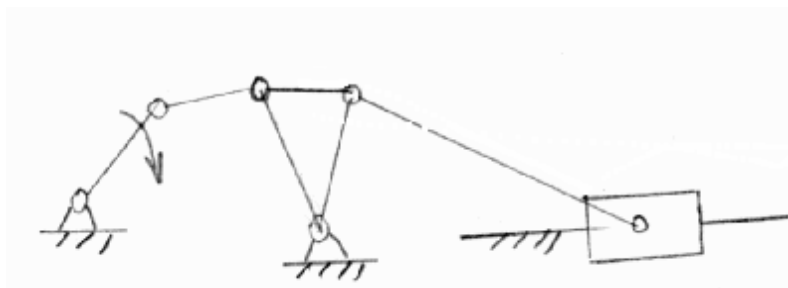
$$p_{b1} = p_{b2} = p \cdot \cos \alpha = 15.7 \times \cos 20^\circ = 14.75 \text{ mm}$$

85、

解: 略

86、

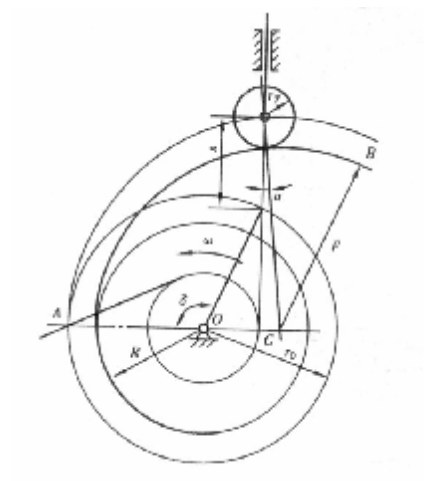
解: 组成机构不唯一, 满足要求即可。



87、

解：1) 基圆半径的表达式 $r_0 = R + r_T$

2) 图示位置时的凸轮转角 d 、推杆位移 S 、机构的压力角 a 如图所示。



88、

解：略