

## 第 1 章 习题

1-1 绘出图 1-7 所示的唧筒机构的机构运动简图。

1-2 绘出图 1-8 所示叶片式油泵的机构运动简图。

1-3 绘出图 1-9 所示回转柱塞泵的机构运动简图。

1-4 绘出图 1-10 所示冲床架机构的机构运动简图。

1-5 试判断图 1-11、图 1-12 所示运动链能否成为机构，并说明理由。若不能成为机构，请提出修改办法。

1-6 计算图 1-13 至图 1-20 所示各机构的自由度，并指出其中是否含有复合铰链、局部自由度或虚约束，说明计算自由度时应做何处理。

1-7 计算图 1-21 至图 1-26 所示各机构的自由度，用低副代替高副，并确定机构所含杆组的数目和级别以及机构的级别。

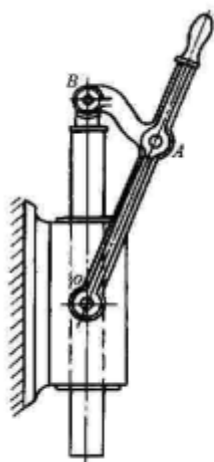


图 1-7

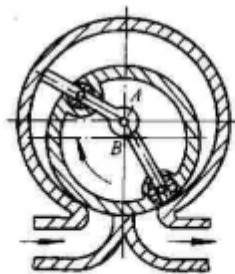


图 1-8

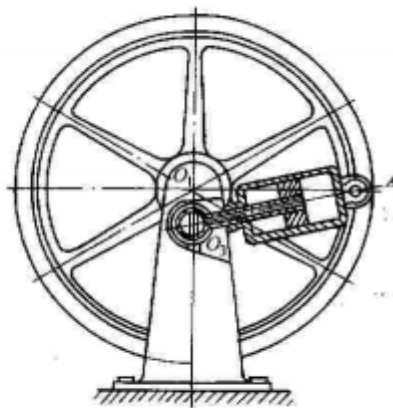


图 1-9

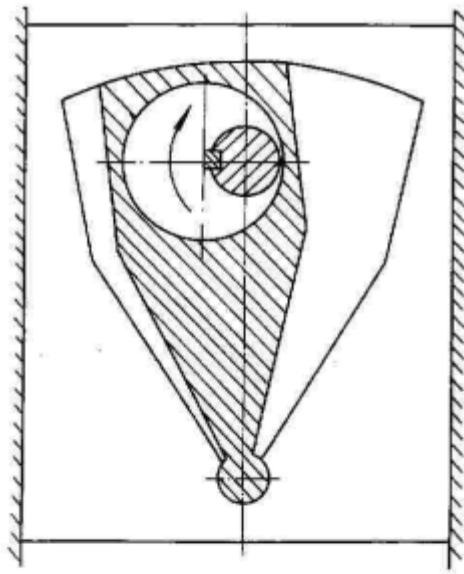


图 1-10

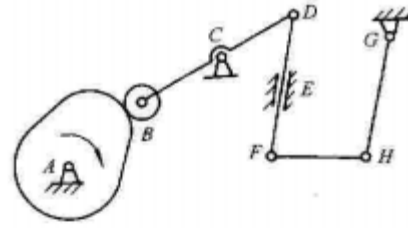


图 1-11

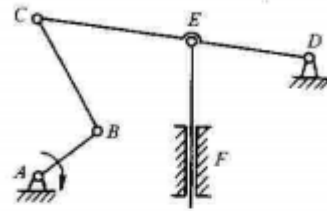


图 1-12

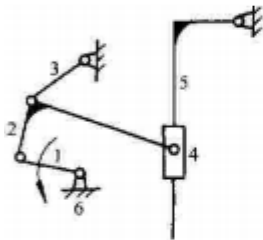


图 1-13

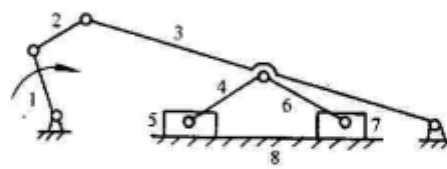


图 1-14

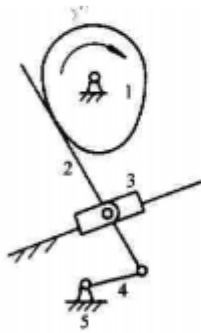


图 1-15

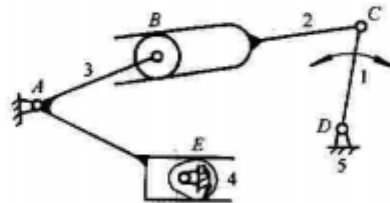


图 1-16

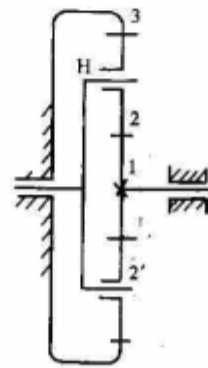
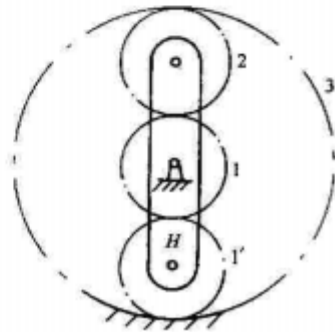


图 1-17

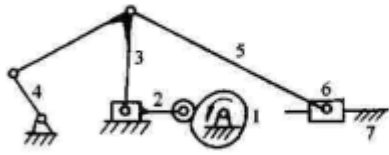


图 1-18

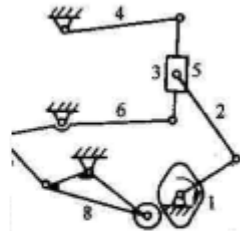


图 1-19

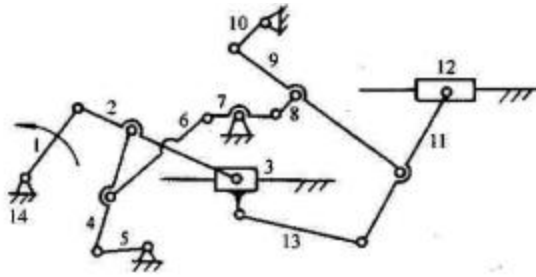


图 1-20

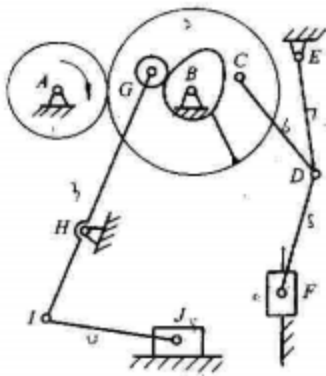


图 1-21

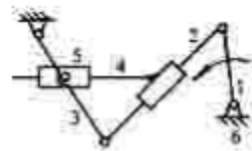


图 1-22

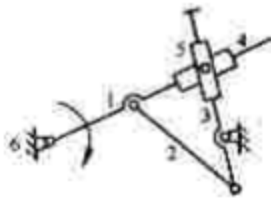


图 1-23

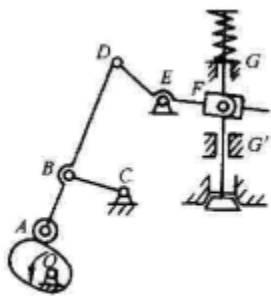


图 1-24

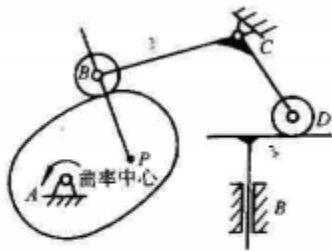


图 1-25

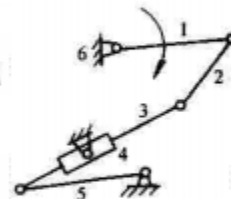


图 1-26

## 第 1 章 综合测试题

### 1-1 填空题及简答题

(1)平面机构中若引入一个高副将带入\_\_\_\_\_个约束，而引入一个低副将带

入\_\_\_\_\_人约束。

(2) 高副低代必须满足的条件是\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。

(3) 何谓运动链？运动链具备什么条件才具有运动的可能性？具备什么条件才具有运动的确定性？运动链具备什么条件才能成为机构？

(4) 何谓机构运动简图？绘制的步骤如何？

(5) 机构具有确定运动的条件是什么？

(6) 在计算平面机构自由度时应注意哪些事项？

(7) 杆给具有什么特点？如何确定杆组的级别？

(8) 如果确定机构的级别？选择不同原动件对机构的级别有无影响？

1-2 画出图 1-27 所示油泵的机构运动简图，并计算其自由度。

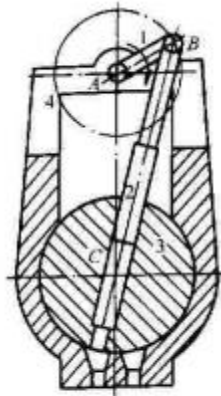


图 1-27

1-3 判别图 1-28、图 1-29 所示运动链能否成为机构，并说明理由。如果有复合铰链、局部自由度或虚约束，需一一指出。

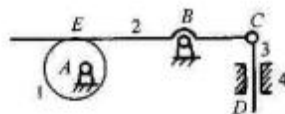


图 1-28

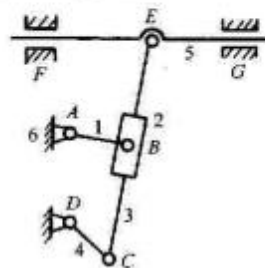


图 1-29

1-4 试用低副代替图 1-30 所示机构中的高副，并说明高副低代的一般方法。

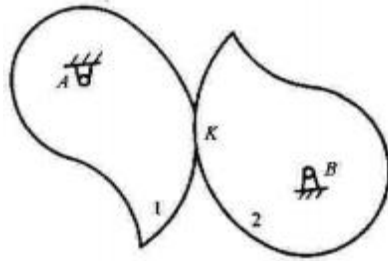


图 1-30

1-5 图 1-31 所示为一机构的初拟设计方案，试从机构自由度的概念分析其设计是否合理，并提出修改措施。又问，在此初似设计方案中，是否存在复合铰链、局部自由度和虚约束？

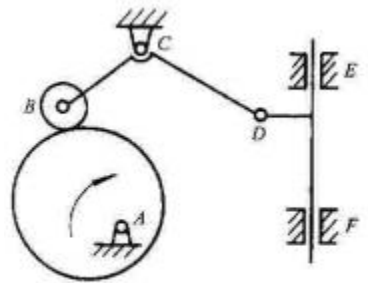


图 1-31

1-6 计算图 1-32 所示机构的自由度，并在高副低代后，确定机构所含杆组的数目和级别并判断机构的级别。

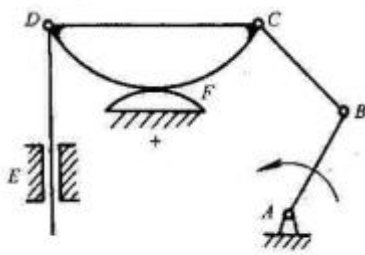


图 1-32

## 第 1 章 习题参考答案

1-5  $F=0$ ，机构不能运动

$F=0$ ，机构不能运动

1-6  $F=1$

$F=1$

$F=1$

$F=2$

$F=1$

$F=1$

$F=1$

$F=1$

1-7  $F=1$  , I 级机

构  $F=1$  , I 级

机构  $F=1$  , I

级机构

$F=1$  , I 级机构 , 一个 I 级杆组 , 一个 I 级

杆组  $F=1$  , I 级机构

$F=1$  , I 级机构

## 第 1 章 综合测试题参考答案

1-2  $F=1$

1-3  $F=0$  , 不能成为机构 ;  $F=1$  , 能成为机构 ,  $F(G)$  为虚约束

1-5  $E$  为虚约束 ,  $B$  为局部自由度

1-6  $F=1$  , 一个 I 级杆组 , 一个 I 级杆组 , I 级机构。

## 第 2 章 习题

2-1 求出图 2-12 所示机构中所有速度瞬心。

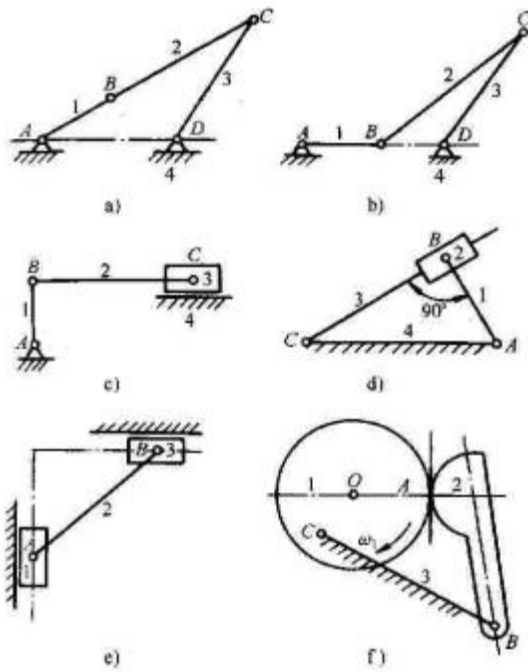


图 2-12

2-2 在图 2-13 所示的凸轮机构中，已知  $r=50\text{mm}$ ， $l_{OA}=22\text{mm}$ ， $l_{AC}=80\text{mm}$ ， $\Psi_1=90^\circ$ ，凸轮 1 的角速度  $\omega_1=10$ ，逆时针转动。试用瞬心法求从动件 2 的角速度  $\omega_2$ 。

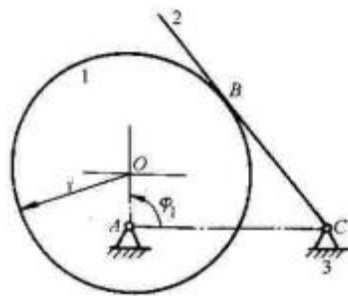


图 2-13

2-3 图 2-14 所示四铰链运动链中，已知各构件长度  $l_{AB}=55\text{mm}$ ， $l_{BC}=40\text{mm}$ ， $l_{CD}=50\text{mm}$ ， $l_{AD}=25\text{mm}$ 。试问：

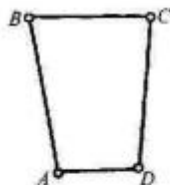


图 2-14

- (1) 该运动链中是否具有双整转副构件？
- (2) 如果具有双整转副构件，则固定哪个构件可获得曲柄摇杆机构？

(3) 固定哪个构件可获得双曲柄机构？

(4) 固定哪个构件可获得双摇杆机构？

2-4 在图 2-15 所示的铰链四杆机构中，各杆件长度分别为  $l_{AB}=28\text{mm}$ ， $l_{BC}=52\text{mm}$ ， $l_{CD}=50\text{mm}$ ， $l_{AD}=72\text{mm}$ 。

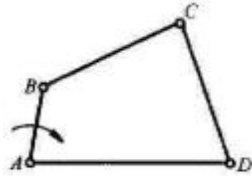


图 2-15

(1) 若取 AD 为机架，求该机构的极位夹角  $\theta$ ，杆 CD 的摆角  $\psi$  和最小传动角  $\gamma_{\min}$ 。

(2) 若取 AB 为机架，该机构将演化为何种类型的机构？为什么？请说明这时 C、D 两个转动副是整转还是摆动副？

2-5 在图 2-16 所示机构中，已知  $l_{AB}=100\text{mm}$ ， $l_{BC}=l_{CD}=400\text{mm}$ ， $l_{EF}=200\text{mm}$ ，

$\angle BCD=90^\circ$ ， $\angle CFE=30^\circ$ ， $\omega_1=100\text{rad/s}$ 。试求角速度  $\omega_5$ 、速度  $v_{E4}$ ，角加速度  $\varepsilon_5$  和加速度  $a_{E4}$ 。

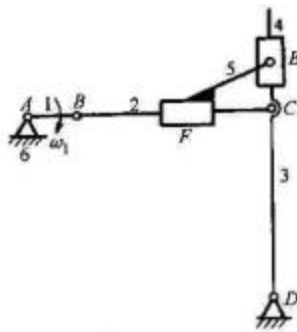


图 2-16

2-6 在图 2-17 所示的摆动导杆机构中， $\angle BAC=90^\circ$ ， $l_{AB}=60\text{mm}$ ， $l_{AC}=120\text{mm}$ ，曲柄 AB 的等角速度  $\omega_1=30\text{rad/s}$ 。求构件 3 的角速度  $\omega_3$  和角加速度  $\varepsilon_3$ 。

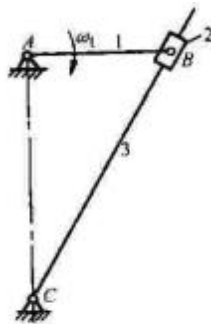


图 2-17

2-7 在图 2-18 所示的曲柄摇块机构中，已知  $l_{AB}=30\text{mm}$ ， $l_{AC}=100\text{mm}$ ， $l_{BD}=50\text{mm}$ ， $l_{DE}=40\text{mm}$ ， $\varphi_1=45^\circ$ ，等角速度 $\omega_1=10\text{rad/s}$ 。求点 E、D 的速度和加速度，构件 3 的角速度 $\omega_3$ 和角加速度 $\epsilon_3$ 。

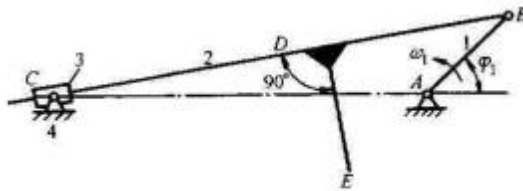


图 2-18

2-8 在图 2-19 所示的机构中，已知  $\varphi_1=45^\circ$ ， $\omega_1=100\text{rad/s}$ ，方向为逆时针方向， $l_{AB}=4\text{m}$ ， $\gamma=60^\circ$ 。求构件 2 的角速度 $\omega_2$ 和构件 3 的速度  $v_3$ 。

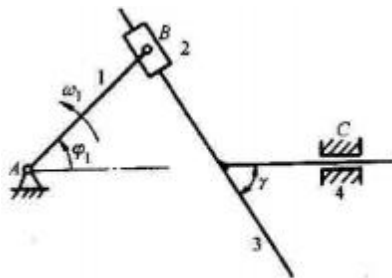


图 2-19

2-9 图 2-20 所示的亚麻收割机传动机构是由曲柄摇杆机构和四个齿轮所组成，齿轮 1 和曲柄  $l_{AB}$  刚性相连，齿轮 2、3、4 活套在 E、C、D 三根轴上，DC 是摇杆，齿轮 4 作摆动，它正向摆动的角度比反向摆动的角度大些，由此传递运动。已知  $l_{AB}=200\text{mm}$ ， $l_{BC}=658\text{mm}$ ， $l_{BE}=299\text{mm}$ ， $l_{CD}=380\text{mm}$ ， $l_{AD}=930\text{mm}$ ， $r_1=130\text{mm}$ ， $\varphi_1=80^\circ$ ，等角速度 $\omega_1=10\text{rad/s}$ ，求 $\omega_6$ （F、G、H 分别为各齿轮上两轮节圆的切点）。

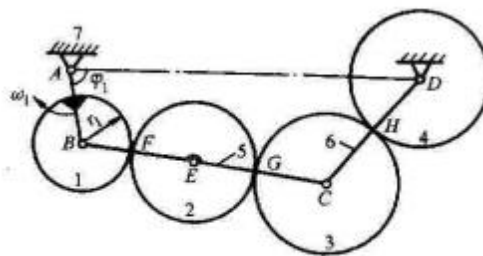


图 2-20

2-10 如图 2-21 所示机构中移动副的摩擦系数  $f=0.1$ ，转动副的当量摩擦系数  $f_v=0.15$ ，绳的两直线部分与斜面平行，且绳与滑轮之间无滑动，滑轮半径  $R=100\text{mm}$ ，轴颈半径

$r=30\text{mm}$  , 滑块重力  $Q=1000\text{N}$  , 斜面倾角  $\alpha=30^\circ$ , 楔形半角  $\theta=60^\circ$  。求使滑块 2 均速上滑所需的拉力  $P$  及机构的效率  $\eta$  。

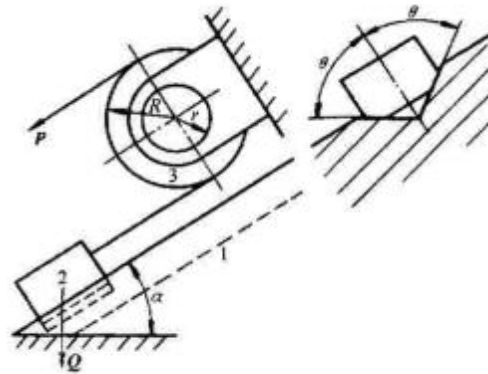


图 2-21

2-11 如图 2-22 所示的四构件斜面机构, 已知摩擦角为  $\varphi$ , 求力  $P$  为驱动力时的正行程不自锁而  $Q$  为驱动力时反行程自锁的条件, 并求反行程的效率关系式。

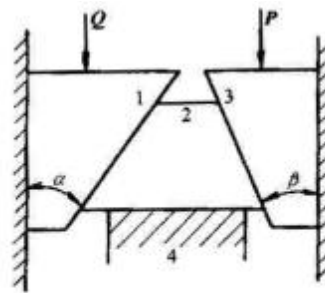


图 2-22

2-12 在图 2-23 所示楔块机构中, 已知  $\gamma=\beta=60^\circ$  ,  $Q=1000\text{N}$  , 各接触面摩擦系数  $f=0.15$  。如  $Q$  为有效阻力, 试求所需的驱动力  $F$  。

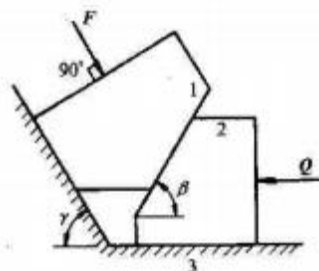


图 2-23

2-13 如图 2-24 所示的机构中, 如已知转动副 A、B 的轴颈半径为  $r$  及当量摩擦系数  $f_v$  , 且各构件的惯性力和重力均略去不计, 试作出各运动副中总反力的作用线。

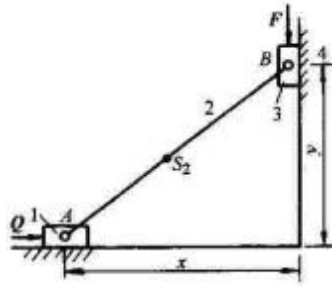


图 2-24

2-14 如图 2-25 所示为平底从动件偏心圆凸轮机构，已知  $Q$  为工作阻力，转动副的摩擦圆及滑动摩擦角  $\varphi$  已示于图中，试求；

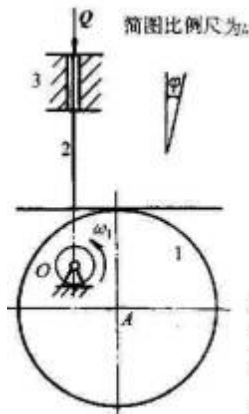


图 2-25

- (1) 在图中画出各运动副反力的作用线及方向；
- (2) 写出应加凸轮上驱动力矩  $M_d$  的表达式。

2-15 如图 2-26 所示的压榨机在驱动力  $P$  作用下产生压榨力  $Q$ ，各转动副处的摩擦圆及移动副的摩擦角  $\varphi$  如图所示。试求：

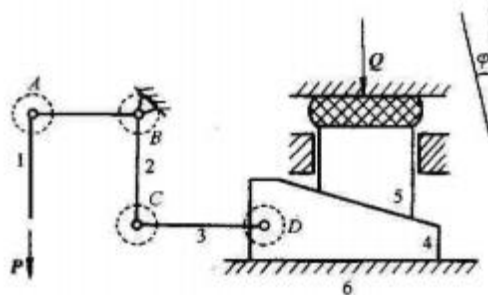


图 2-26

- (1) 作出各运动副的反力；
- (2) 写出构件 2、4、5 的力平衡方程式，并画出它们的力多边形。

2-16 如图 2-27 所示由齿轮机构组成的双路传动，已知两路输出功率相同，锥齿轮传动效率 $\eta_1=0.97$ ，圆柱齿轮传动效率 $\eta_2=0.98$ ，轴承摩擦不计，试计算该传动装置的总效率。

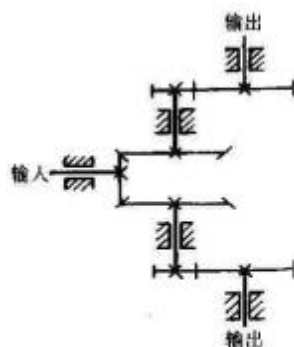


图 2-27

## 第 2 章 综合测试题

2-1 填空题。

(1) 铰链四杆机构的压力角是指在不计摩擦力的情况下连杆作用于\_\_\_\_\_上的力与该力作用点速度间所夹的锐角。

(2) 平面四杆机构中，是否存在止点，取决于\_\_\_\_\_是否与连杆共线。

(3) 在四杆机构中，能实现急回运动的机构有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

(4) 在设计铰链四杆机构时，应使最小传动角 $\gamma_{\min}$ \_\_\_\_\_。

(5) 曲柄滑块机构中，当\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_处于两次互相垂直位置之一时，出现最小传动角。

(6) 速度瞬心是两刚体上\_\_\_\_\_为零的重合点。

(7) 作相对运动的三个构件的三个瞬心必\_\_\_\_\_。

(8) 在机构运动分析图解法中，影像原理只适用于求\_\_\_\_\_。

(9) 在对机构进行动态静力分析时，应\_\_\_\_\_来求解各运动副反力和未知的平衡力(矩)。

(10) 移动副的自锁条件是\_\_\_\_\_，转动副的自锁条件是\_\_\_\_\_。

2-2 在曲柄摇杆机构中，已知一曲柄长为 50mm，连杆长为 70mm，摇杆长为 80mm，机架长为 90mm，曲柄转速  $n_1=60\text{r/min}$ 。试问：

(1) 摇杆工作行程需多少时间？

(2) 空回行程多少秒？

(3) 行程速比系数为若干？

2-3 图 2-28 所示导杆机构中，已知  $l_{AB}=40\text{mm}$ ，试问：

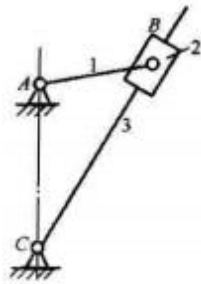


图 2-28

(1) 若机构成为摆动导杆时， $l_{AC}$  的最小值为多少？

(2) AB 为原动件时，机构的传动角为多大？

(3) 若  $l_{AC}=50\text{mm}$ ，且此机构成为转动导杆时， $l_{AB}$  的最小值为多少？

2-4 在图 2-29 所示的齿轮一连杆组合机构中，已知  $l_{AB}=45\text{mm}$ ， $l_{AC}=100\text{mm}$ ， $l_{CD}=70\text{mm}$ ， $l_{AD}=120\text{mm}$ 。试分析。

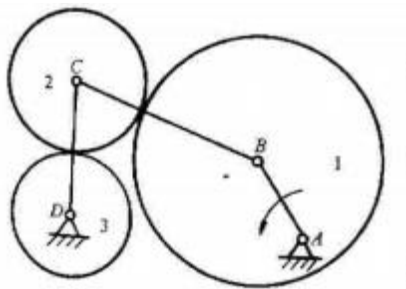


图 2-29

(1) 齿轮 1 能否绕 A 点作整周转动（说明理由）？

(2) 该机构的自由度为多少（给出具体的计算过程）？

(3) 在图示位置时，瞬心  $P_{13}$  在何处？并求  $i_{13}$ 。

2-5 在图 2-30 所示的曲柄摇块机构中，已知曲柄的长度  $l_{AB}=100\text{mm}$ ， $l_{AC}=200\text{mm}$ ，曲柄的等角速度  $\omega_1=40\text{rad/s}$ ， $\varphi_{12}=90^\circ$ 。试求构件 2 的角加速度  $\varepsilon_2$ 。

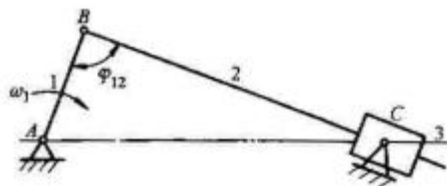


图 2-30

2-6 如图 2-31 所示的夹紧机构中，已知各构件的尺寸，虚线小圆为摩擦圆。构件 2 与

工件间的摩擦角 $\varphi$ 的大小如图所示。试画出在驱动力 $P$ 作用下构件1和2的受力图（各构件的重量略去不计）。

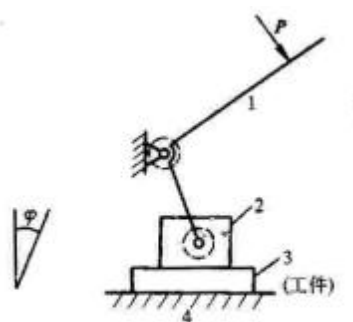


图 2-31

## 第 2 章 习题参考答案

2-2  $\omega_2=2.63\text{rad/s}$  , 逆时针方向

2-3 (1) 存在双整转副构件 ; (2) 固定 AB 或 CD ; (3) 固定 AD ; (4) 固定 BC

2-4 (1)  $\theta=18.58^\circ$  。  $\psi=70.5^\circ$  ,  $\gamma_{\min}=22.7^\circ$  ; (2) 双曲柄机构 , C、D 为摆动副

2-5  $\omega_5=25\text{rad/s}$  , 逆时针方向 ;  $v_{E4}=0$  ,  $\varepsilon_5=0$  ,  $a_{E4}=1436.4\text{m/s}^2$  , 向左上

2-6  $\omega_3=6.05\text{rad/s}$  , 顺时针方向 ;  $\varepsilon_3=212.7\text{rad/s}^2$  , 顺时针方向

2-7  $v_D=0.225\text{m/s}$  ,  $v_E=0.1725\text{m/s}$  ;  $a_D=2.6\text{m/s}^2$  ,  $a_E=2.8\text{m/s}^2$  ;  $\omega_3=2\text{rad/s}$  ,

2-8  $\omega_2=0$  ;  $v_3=-119.54\text{m/s}$  , 向左

2-9  $\omega_4=5.8\text{rad/s}$  , 顺时针方向 ;  $\omega_6=5.8\text{rad/s}$  , 顺时针方向

2-10  $P=642.88\text{N}$  ,  $\eta=77.77\%$

$$2-11 \quad \eta' = \frac{\tan \alpha \tan(\beta - 2\psi)}{\tan \beta \tan(\alpha + 2\psi)}$$

2-12  $F=1430\text{N}$

2-14 (2)  $M_d = R_{31} h_{\mu 1}$  , 方向同  $\omega_1$

2-15 (2) 力平衡方程 : 构件 2 :  $R_{12} + R_{32} + R_{62} = 0$  , 构件 4 :  $R_{34} + R_{54} + R_{64} = 0$  , 构件 5 :

$$R_{65} + R_{45} + Q = 0$$

2-16  $\eta=0.95$

## 第 2 章 综合测试题参考答案

2-1 (1) 从动件 ;

(2) 从动件 ;

(3) 曲柄摇杆机构 , 摆动导杆机构 , 偏置式曲柄滑块机构 ;

(4) 尽可能大一些 ;

(5) 曲柄 , 滑块移动导路 ;

(6) 相对速度 ;

(7) 在同一条直线上；

(8) 同一构件上不同点之间的速度或加速度；

(9) 计入各构件的惯性力；

(10) 传动角 $\neq$ 摩擦角，驱动力臂 $\leq$ 摩擦圆半径

2-2 (1) 0.535s ; (2) 0.465s ; (3) K=1.15

2-3 (1)  $(l_{AC})_{\min} > 40\text{mm}$  ; (2)  $\gamma=90^\circ$  ; (3)  $(l_{AB})_{\min}=l_{AC}=50\text{mm}$

2-4 (1) 齿轮 1 能绕 A 作整周转动

$$(2) F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 5 - 2 \times 6 - 1 \times 2 = 1$$

$$(3) i_{13} = \omega_1/\omega_3 = \overline{P_{13}D}/\overline{P_{13}A}$$

2-5  $\varepsilon_2=927.53\text{m/s}^2$  , 逆时针方向

### 第 3 章 习题

3-1 欲设计一个如图 3-9 所示的铰链四杆机构。设已知其摇杆 CD 的长度  $l_{CD}=75\text{mm}$  , 行程速比系数  $K=1.5$  , 机架 AD 的长度  $l_{AD}=100\text{mm}$  , 又知摇杆的一个极限位置与机架间的夹角  $\psi'_3=45^\circ$  。试求其曲柄的长度  $l_{AB}$  和连杆的长度  $l_{BC}$  。

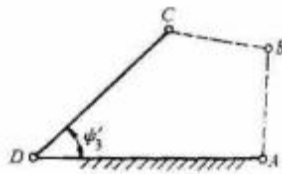


图 3-9

3-2 图 3-10 所示用铰链四杆机构作为加热炉炉门的启闭机构。炉门上两铰链的中心距为 50mm , 炉门打开后成水平位置时, 要求炉门的外边朝上, 固定铰链装在 yy 轴线上, 其相互位置尺寸如图所示。试设计此机构。

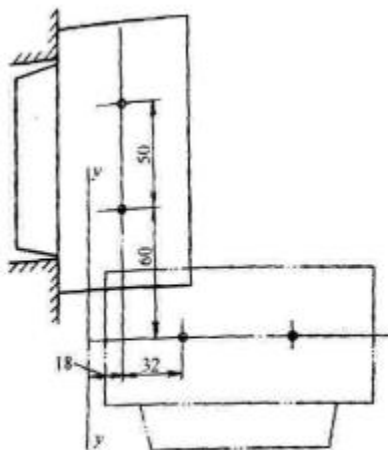


图 3-10

3-3 试设计如图 3-11 所示的六杆机构。当原动件 1 自 y 轴顺时针转过  $\varphi_{12}=60^\circ$  时, 构

件 3 顺时针转过  $\psi_{12}=45^\circ$  ,恰与 x 轴重合。此时滑块 6 自  $E_1$  移动到  $E_2$  , 位移  $s_{12}=20\text{mm}$  。试确定铰链  $B_1$  和  $C_1$  的位置 , 并在所设计的机构中标明传动角  $\gamma$  , 同时说明四杆机构  $AB_1C_1D$  的类型。

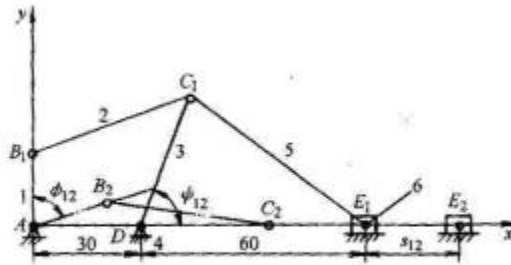


图 3-11

3-4 设计如图 3-12 所示的偏置曲柄滑块机构。已知滑块的行程速度变化系数  $K=1.5$  , 滑块的冲程  $l_{C_1C_2}=50\text{mm}$  , 导程的偏距  $e=20\text{mm}$  。求曲柄长度  $l_{AB}$  和连杆长度  $l_{BC}$  。

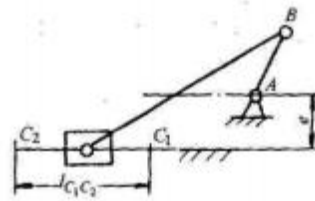


图 3-12

3-5 设计如图 3-13 所示的曲柄摇杆机构。已知其摇杆  $CD$  的长度  $l_{CD}=290\text{mm}$  , 摇杆两极限位置间的夹角  $\Psi=32^\circ$  , 行程速度变化系数  $K=1.25$  。若曲柄的长度  $l_{AB}=75\text{mm}$  , 求连杆的长度  $l_{BC}$  和机架的长度  $l_{AD}$  , 并校验  $\gamma_{\min}$  是否在允许范围内。

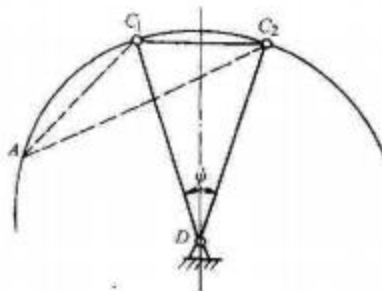


图 3-13

3-6 如图 3-14 所示 , 设计一四杆机构 , 使其两连架杆的对应转角关系近似实现已知函数  $y=\sin x$  ( $0 \leq x \leq 90^\circ$ )。设计时取  $\varphi_0=90^\circ$  ,  $\Psi_0=105^\circ$  ,  $\varphi_m=120^\circ$  ,  $\Psi_m=60^\circ$  。

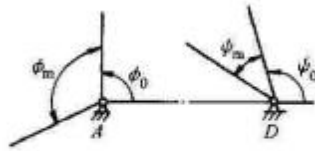


图 3-14

3-7 如图 3-15 所示一曲柄摇杆机构，已知  $AD=600\text{mm}$ ， $CD=500\text{mm}$ ，摇杆摆角  $\varphi=60^\circ$ ，摇杆左极限与  $AD$  夹角  $\varphi=60^\circ$ 。试确定曲柄和连杆的长度。

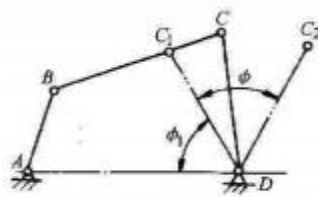


图 3-15

3-8 已知铰链四杆机构中，机架长为  $l_{AD}=100\text{mm}$ ，曲柄的起始位置  $\varphi_0=150^\circ$ ，摇杆的起始位置  $\varphi_0=120^\circ$ 。试用解析法设计此机构。使得曲柄自起始位置顺时针转至  $105^\circ$  和  $60^\circ$  位置时，摇杆顺时针转至  $90^\circ$  和  $60^\circ$  的位置。

3-9 如图 3-16 所示，已知滑块和摇杆的对应位置为  $s_1=40\text{mm}$ ， $\varphi_1=60^\circ$ ； $s_2=30\text{mm}$ ， $\varphi_2=90^\circ$ ； $s_3=20\text{mm}$ ， $\varphi_3=120^\circ$ 。试用解析法确定各构件的长度及偏心距  $e$ 。

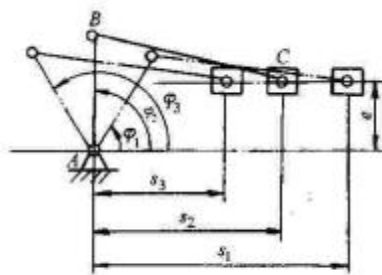


图 3-16

3-10 如图 3-17 所示为 Y52 插齿机的插齿机构。已知  $l_{0_1,0_2}=200\text{mm}$ ，要求插齿刀行程  $H=80\text{mm}$ ，行程速度变化系数  $K=1.5$ 。试决定各杆尺寸（即  $l_{0_1,A}$  和扇形齿轮分度圆半径  $r_2$ ）。

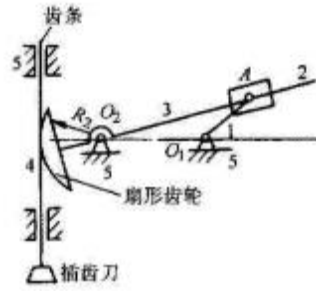


图 3-17

### 第 3 章 综合测试题

3-1 现需设计一铰链四杆机构。已知图 3-18 所示摇杆 CD 的长度  $l_{CD}=150\text{mm}$ ，摇杆的两极限位置与机架 AD 所成的角度  $\varphi_1=30^\circ$ ， $\varphi_2=90^\circ$ ，机构的行程速比系数  $K=1$ 。试确定曲柄 AB 和连杆 BC 的长度。

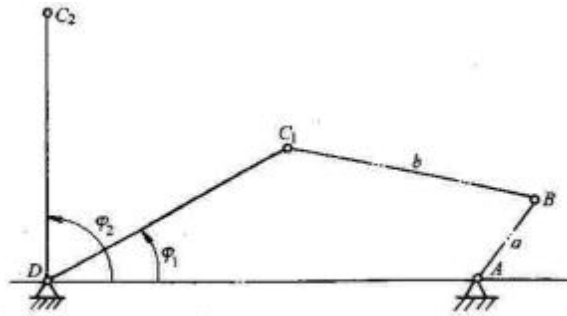


图 3-18

3-2 如图 3-19 所示，现已给定摇杆滑块机构 ABC 中固定铰链 A 及滑块导路的位置，要求当滑块由  $C_1$  到  $C_2$  时连杆由  $C_1P_1$  到  $C_2P_2$ 。试设计此机构，确定摇杆和连杆的长  $l_{AB}$ 、 $l_{BC}$  (保留作图线)。

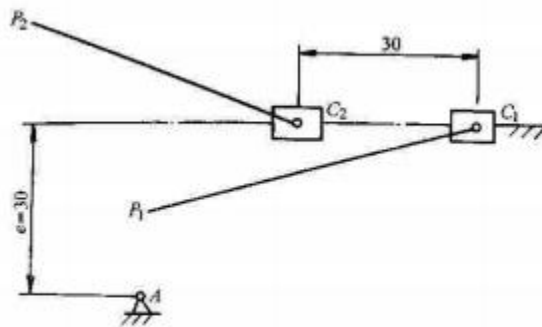


图 3-19

3-3 图 3-20 所示为一六杆机构，杆 BC 为原动件，其长度  $l_{BC}=40\text{mm}$ ，滑块 E 的行程为  $h=50\text{mm}$ ，行程速比系数  $K=2$ ，要求最小传动角  $\gamma_{\min}=60^\circ$ 。试确定各构件的长度。

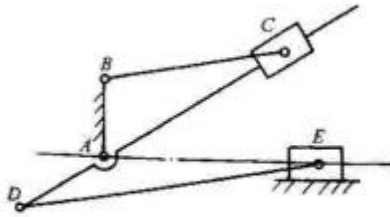


图 3-20

3-4 设计如图 3-21 所示铰链四杆机构。已知摇杆的行程比系数  $K=1$ ，机架长  $l_{AD}=120\text{mm}$ ，曲柄长  $l_{AB}=200\text{mm}$ ，且当曲柄  $AB$  运动到与连杆位直共线时，曲柄位置  $AB_2$  与机架的夹角  $\varphi_1=45^\circ$ 。试确定摇杆及连杆的长度  $l_{CD}$  和  $l_{BC}$ 。

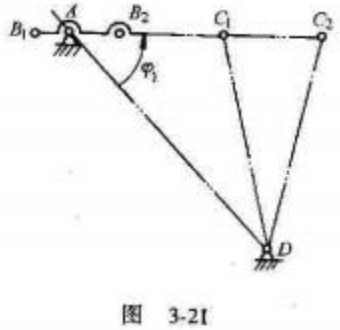


图 3-21

### 第 3 章 习题参考答案

3-1  $l_{AB}=48\text{mm}$ ， $l_{BC}=120\text{mm}$

3-2  $l_{AB}=69\text{mm}$ ， $l_{CD}=117.5\text{mm}$ ， $l_{AD}=98.5\text{mm}$

3-3 双摇杆机构

3-4  $l_{AB}=21.5\text{mm}$ ， $l_{BC}=46.5\text{mm}$

3-5  $l_{BC}=176\text{mm}$ ， $l_{AD}=278.7\text{mm}$ ， $\gamma_{\min}$  在允许值范围内

3-6  $a=1$ ， $b=2.3$ ， $c=1.4846$ ， $d=2.667$

3-7  $l_{AB}=198.5\text{mm}$ ， $l_{BC}=755.5\text{mm}$

3-8  $l_{AB}=1.38\text{mm}$ ， $l_{BC}=1.67\text{mm}$ ， $l_{CD}=2.30\text{mm}$

3-9  $l_{AB}=20\text{mm}$ ， $e=18.66\text{mm}$ ， $l_{BC}=30.03\text{mm}$

3-10  $r_2=127.32\text{mm}$ ， $l_{O_1A}=61.8\text{mm}$

### 第 3 章 综合测试题参考答案

3-1  $l_{AB}=75\text{mm}$  ,  $l_{BC}=225\text{mm}$

3-2  $l_{AB}=38\text{mm}$  ,  $l_{BC}=24\text{mm}$

3-3 若 ABC 为回转导杆机构, 则  $l_{AB}=20\text{mm}$  ,  $l_{AD}=25\text{mm}$  ,  $l_{DE}=50\text{mm}$  ;

若 ABC 为摆导杆机构, 则  $l_{AB}=80\text{mm}$  ,  $l_{AD}=50\text{mm}$  ,  $l_{DE}=100\text{mm}$

3-4  $l_{CD}=88\text{mm}$  ,  $l_{BC}=84\text{mm}$

### 第 4 章 习题

4-1 移动从动件盘形凸轮机构中, 凸轮以转速为  $400\text{r/min}$  等速回转, 工作要求从动件的运动规律如图 4-6 所示; 当凸轮转过  $90^\circ$  时, 从动件在起始位置停歇不动; 凸轮再转过  $90^\circ$  时, 从动件上升  $38.1\text{mm}$ ; 当凸轮又转过  $90^\circ$  时, 从动件停歇不动; 当凸轮转过一周中剩余的  $90^\circ$  时, 从动件返回原处。试设计从动件的运动规律, 并写出以坐标原点  $O$  为起点的从动件的位置方程式。

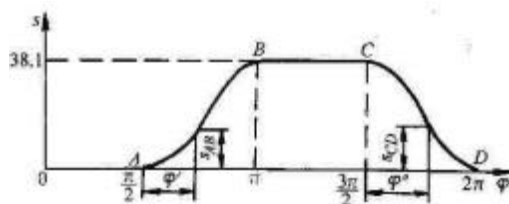


图 4-6

4-2 图 4-7 所示为凸轮机构从动件的速度曲线, 它由四段直线组成。要求: 在题图上画出推杆的位移曲线、加速度曲线; 判断在哪几个益有冲击存在, 是刚性冲击还是柔性冲击; 在图示的 F 位置, 凸轮与推杆之间有无惯性力作用, 有无冲击存在。

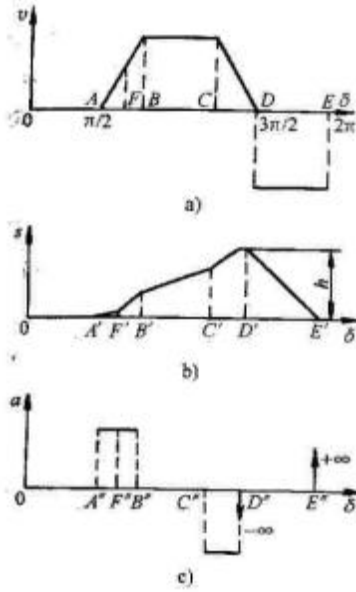


图 4-7

4-3 在直动从动件盘形凸轮机构中，已知推程时凸轮的转角 $\varphi_0 = \pi/2$ ，行程  $h=50\text{mm}$ 。求当凸轮转速 $\omega_1=10\text{rad/s}$  时，等速、等加速等减速、余弦加速度和正弦加速度四种常用的基本运动规律的最大速度 $v_{\max}$ 、最大加速度 $a_{\max}$  以及所对应的凸轮转角 $\varphi_0$ 。

4-4 在图 4-8 所示的从动件位置移线图中，AB 段为摆线运动，BC 段为简谐运动。若要在两段曲线交界处的 B 点从动件的速度和加速度分别相等，试根据图中所给数据确定 $\varphi_2$ 角的大小。

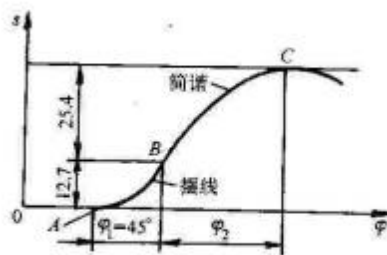


图 4-8

4-5 图 4-9 中给出了某直动从动件盘形凸轮机构的从动件的速度线图。要求：

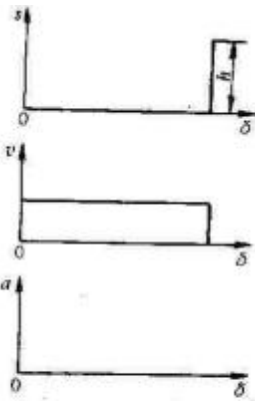


图 4-9

- (1) 画出其加速度和位移线图；
- (2) 说明此种运动规律的名称及特点( $v$ 、 $a$ 的大小及冲击的性质)。

4-6 试求一个对心平底推杆盘状凸轮的廓线方程。已知推杆的平底与其导路垂直，基圆半径  $r_b=45\text{mm}$ ，凸轮顺时针方向匀速转动。要求当凸轮转动  $120^\circ$ 时，推杆以等加速等减速运动上升  $15\text{mm}$ ；再转过  $60^\circ$ 时，推杆以正弦加速度运动回到原位置；凸轮转过一周中的其余角度时，推杆静止不动。

4-7 试以图解法设计一摆动滚子从动件盘形凸轮轮廓曲线。已知  $l_{OA}=55\text{mm}$ ， $r_o=25\text{mm}$ ， $l_{AB}=50\text{mm}$ ， $r_1=8\text{mm}$ ，凸轮逆时针方向匀速转动。要求当凸轮转过  $180^\circ$ 时，推杆以余弦加速度运动向上摆动  $\varphi=25^\circ$ ；转过一周中的其余角度时，推杆以正弦加速度运动摆回到原位置。

4-8 用图解法设计摆动从动件圆柱凸轮。圆柱凸轮以等角速回转一圈时，从动件往复摆动一次，其运动规律为：凸轮按图 4-10 所示方向回转  $\varphi_0=180^\circ$ ，从动件以等加速等减速规律按逆时针方向摆动  $\beta_m=30^\circ$ ；凸轮继续回转  $\varphi_0=180^\circ$ ，从动件以等加速等减速按顺时针方向摆动  $\beta_m=30^\circ$ 。又已知  $a=60\text{mm}$ ， $d_0=50\text{mm}$ ， $r_1=4\text{mm}$ ，试确定摆动从动件长度  $l$ ，并绘制圆柱凸轮在其平均圆柱展开面上的理论廓线与实际廓线。

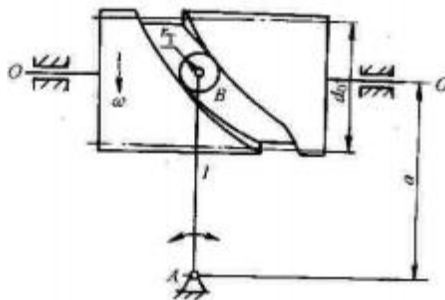


图 4-10

4-9 设计一尖底直动从动件盘形凸轮机构。已知凸轮顺时针匀速转动，从动件运动规

律如下： $\varphi=120^\circ$ ， $\varphi_s=30^\circ$ ， $\varphi_r=90^\circ$ ， $\varphi_{s'}=120^\circ$ ，从动作推程及回程均作简谐运动，升程  $h=30\text{mm}$ ，今给定推程许用压力角 $[\alpha]=30^\circ$ ，回程许用压力角 $[\alpha']=70^\circ$ 。试求满足许用压力角的凸轮最小基圆半径  $r_{b\min}$ 及最佳偏距  $e_0$ 。又若采用对心式直动从动件，则凸轮的最小基圆半径应为若干？

4-10 图 4-11 所示为偏置直动从动件盘形凸轮机构，AFB、CD 为圆弧，AD、BC 为直线，A、B 为直线与圆弧 AFB 的切点。已知  $e=8\text{mm}$ ， $r_0=15\text{mm}$ ， $OC=OD=25\text{mm}$ ， $\angle COD=30^\circ$ 。

试求：

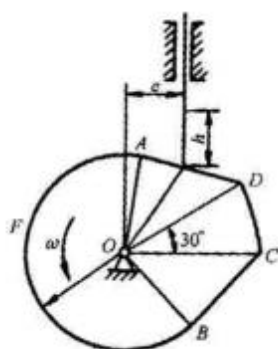


图 4-11

(1) 从动件的升程  $h$ ，凸轮推程运动角  $\varphi$ 、回程运动角  $\varphi_r$  及近休角  $\varphi_s$ ；

(2) 从动件推程最大压力角  $\alpha_{m,\max}$  的数值及出现位置；

(3) 从动件回程最大压力角  $\alpha_{m,\max}$  的数值及出现位置。

4-11 试用作图法求出图 4-12 所示凸轮机构中，当凸轮从图示位置转过  $45^\circ$ 后机构的压力角，并在图上标注出来。

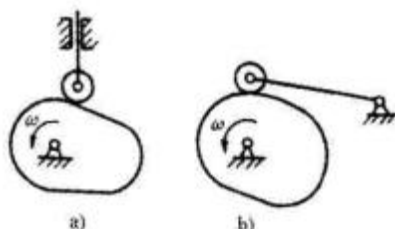


图 4-12

4-12 图 4-13 所示为一偏置滚子从动件盘形凸轮机构。已知凸轮轮廓由三段圆弧和一段直线组成，它们的圆心分别为  $O$ 、 $O'$ 、 $O''$ ，半径分别为  $r=18\text{mm}$ ， $r'=36\text{mm}$  及  $r''=5\text{mm}$ ，偏距  $e=8\text{mm}$ ，滚子半径  $r_1=5\text{mm}$ 。现要求：

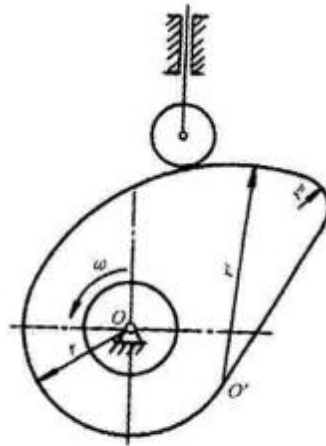


图 4-13

- (1) 画出凸轮的理论轮廓曲线及基圆；
- (2) 求出从动件的行程  $h$ 、推程运动角  $\varphi_0$  及回程运动角  $\varphi_r$  ；

## 第 4 章 综合测试题

### 4-1 选择填空和填空题

(1) \_\_\_\_\_ 盘形凸轮机构的压力角恒等于常数。

- A、摆动尖顶从动件      B、直动滚子从动件  
C、摆动平底从动件      D、摆动滚子从动件

(2) 对于直动从动件盘形凸轮机构来讲，在其他条件相同的情况下，偏置直动从动件与对心直动从动件相比，两者在推程段最大压力角的关系为\_\_\_\_\_。

- A、偏置直从动件比对心直动从件大  
B、对心直动从动件比偏置直动从动件大  
C、一样大  
D、不一定

(3) 下述几种规律中，\_\_\_\_\_ 不会产生柔性冲击，可用于高速场合。

- A、等速运动规律      B、摆线运动规律（正弦加速运动规律）  
C、等加速等减速运动规律      D、简谐运动规律（余弦加速运动规律）

(4) 对心直动尖顶盘凸轮机构的推程压力角超过许用值时，可采用\_\_\_\_\_ 措施来解决。

- A、增大基圆半径      B、改为滚子推杆

C、改变凸轮转向                      D、改为偏置直动尖顶推杆

(5) 凸轮机构几种常见的从动件运动规律中，\_\_\_\_\_只宜用于低速；  
和

\_\_\_\_\_不宜用于高速；而\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_都可在高速下应用。

(6) 滚子从动件盘形凸轮的基圆半径是从\_\_\_\_\_到\_\_\_\_\_的最短距离。

(7) 平底垂直于导路的直动件盘形凸轮机构中，其压力角等于\_\_\_\_\_。

(8) 凸轮机构从动件运动规律的选择原则为 1)\_\_\_\_\_；2)\_\_\_\_\_；  
3)\_\_\_\_\_。

(9) 在设计直动滚子从动件盘形凸轮机构的工作廓线时发现压力角超过了许用值，且廓线出现变尖现象，此时应采用的措施是\_\_\_\_\_。

#### 4-2. 问答题。

(1) 何谓齿轮机构的压力角？它在哪一个轮廓上量度？压力角变化对凸轮机构的工作有何影响？与凸轮尺寸有何关系？

(2) 滚子从动件盘形凸轮的理论廓线与实际廓线是否相同？

(3) 若凸轮是以顺时针转动，采取偏置直动从动件时，从动件的导路线应偏于凸轮回转中心的哪一侧较合理？为什么？

(4) 为什么平底从动件盘形凸轮廓线一定要外凸？滚子从动件盘形凸轮机构的凸轮廓线却允许内凹，而且内凹段一定不会出现运动失真？

4-3 已知一偏置移动滚子从动件盘形凸轮机构的初始位置，如图 4-14 所示。试求：

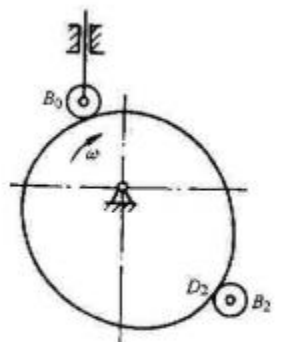


图 4-14

(1) 当凸轮从图示位置转过  $150^\circ$  时，滚子与凸轮廓线的接触点  $D_1$  及从动件相应的位置。

(2) 当滚子中心位于  $B_2$  点时，凸轮机构的压力角  $\alpha_2$ 。

4-4 设计一偏置直动滚子从动件盘形凸轮机构。凸轮回转方向及从动件初始位置如图 4-15 所示。已知偏距  $e=10\text{mm}$ ，基圆半径  $r_0=40\text{mm}$ ，滚子半径  $r_T=10\text{mm}$ 。从动件运动规律如下： $\varphi=150^\circ$ ， $\varphi_s=30^\circ$ ， $\varphi'=120^\circ$ ， $\varphi_s=60^\circ$ ，从动件在推程以简谐运动规律上升，行程  $h=20\text{mm}$ ；回程以等加速等减速运动规律返回原处。试绘出从动件位移线图及凸轮轮廓曲线。

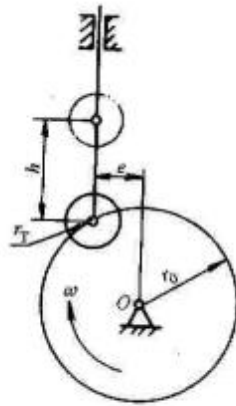


图 4-15

4-5 已知如图 4-16 所示的直动平底推杆盘形凸轮机构，凸轮为  $r=30\text{mm}$  的偏心圆盘， $AO=20\text{mm}$ 。试求：

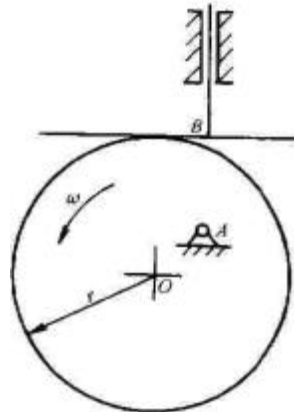


图 4-16

- (1) 基圆半径和升程；
- (2) 推程运动角、回程运动角，远休止角和近休止角；
- (3) 凸轮机构的最大压力角和最小压力角；
- (4) 推杆的位移  $s$ ，速度  $v$  和加速度  $a$  的方程式；
- (5) 若凸轮以  $\omega_1=10\text{rad/s}$  匀速回转，当  $AO$  成水平位置时推杆的速度。

4-6 在图 4-17 所示的两个凸轮机构中，凸轮均为偏心轮，转向如图。已知参数为

$R=30\text{mm}$  ,  $l_{OA}=10\text{mm}$  ,  $e=10\text{mm}$  ,  $r_1=10\text{mm}$  ,  $l_{OB}=60\text{mm}$  ,  $l_{BC}=50\text{mm}$  。 E、F 为凸轮与滚子的两个接触点。试在图上标出：

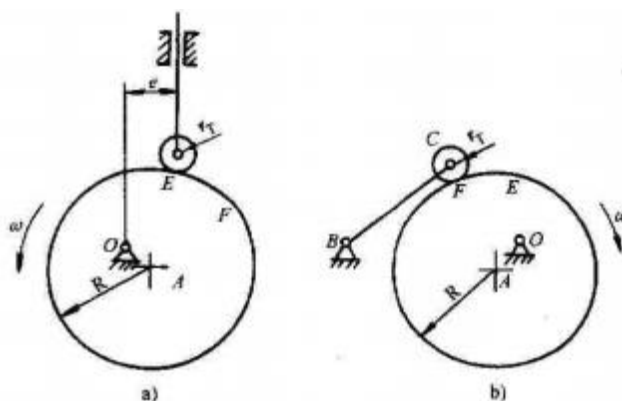


图 4-17

- (1) 从 E 点接触的到 F 点接触凸轮所转过的角度  $\varphi$  ；
- (2) F 点接触时的从动件压力角  $\alpha_F$  ；
- (3) 由 E 点接触到 F 点接触从动件的位移  $s$  (图 4-17 a) 和  $\varphi$  (图 4-17b) ；
- (4) 画出凸轮理论轮廓曲线，并求基圆半径  $r_b$  ；
- (5) 找出出现最大压力角  $\alpha_{\max}$  的机构位置，并标出  $\alpha_{\max}$  。

## 第 4 章 习题参考答案

### 4-1 AB 段和 CD 段均选用摆线运动规律

$$s_{AB} = \frac{3}{\pi} \left( \psi - \frac{\pi}{2} \right) - \frac{3}{4\pi} \sin(4\psi - 2\pi)$$

$$s_{CD} = 6 - \frac{3}{\pi} \psi + \frac{3}{4\pi} \sin(4\psi - 6\pi)$$

4-2 齿轮机构在 D 处和 E 处有刚性冲击，在 A''、B''、C''、D'' 处有柔性冲击，在 F 处无冲击。

4-3 等速运动规律： $\psi_0=0\sim\pi/2$  时， $v=318.310\text{mm/s}$  ；

当  $\psi=0$  和  $\pi/2$  时，加速度分别为正、负无穷大

等加速等减速运动规律：当  $\psi_0=\pi/4$  时， $v_{\max}=636.62\text{mm/s}$  ；

当  $\psi_0=0\sim\pi/2$  时， $a_{\max}=8105.695\text{mm/s}^2$

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/898042036132007007>