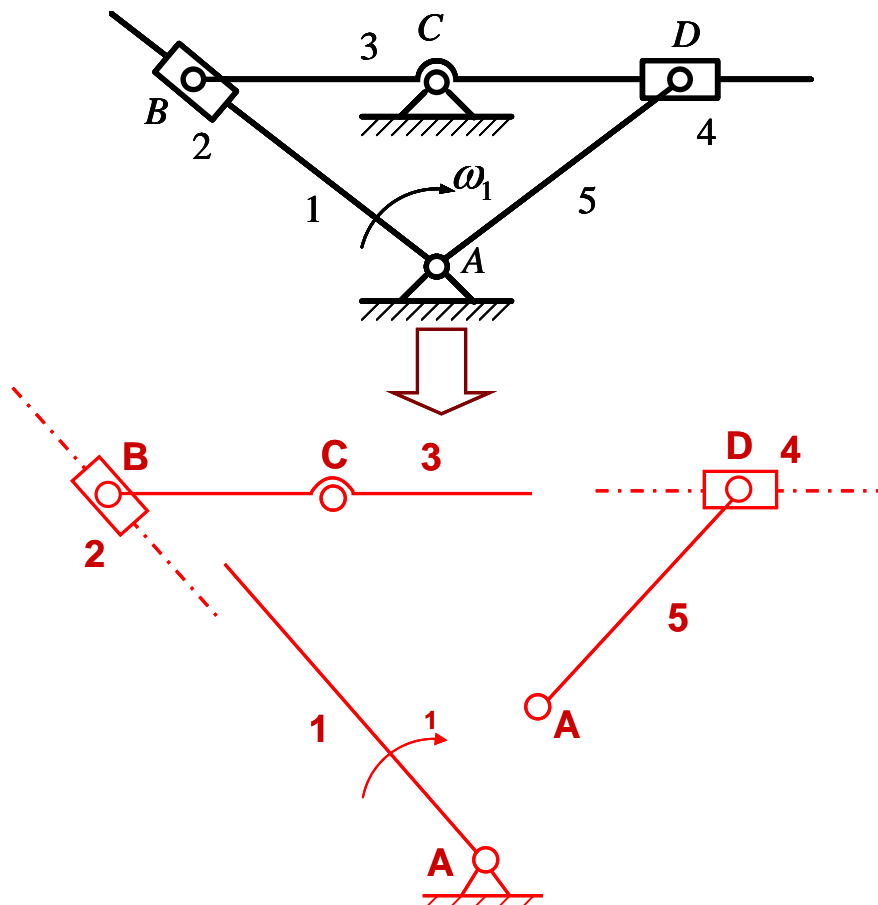


第二题解答：

1、根据题目给定的已知尺寸： $l_{BC} = 65\text{mm}$ ， $l_{AD} = 82.01\text{mm}$ ， $AC = 50\text{mm}$ 可知：

$l_{BC} > l_{AC}$ ， $l_{AD} > l_{AC}$ ，由上述两个不等式可以判断构件 1、构件 3 及构件 5 皆为曲柄。

2、拆出的基本杆组如下图所示，机构为 级机构。

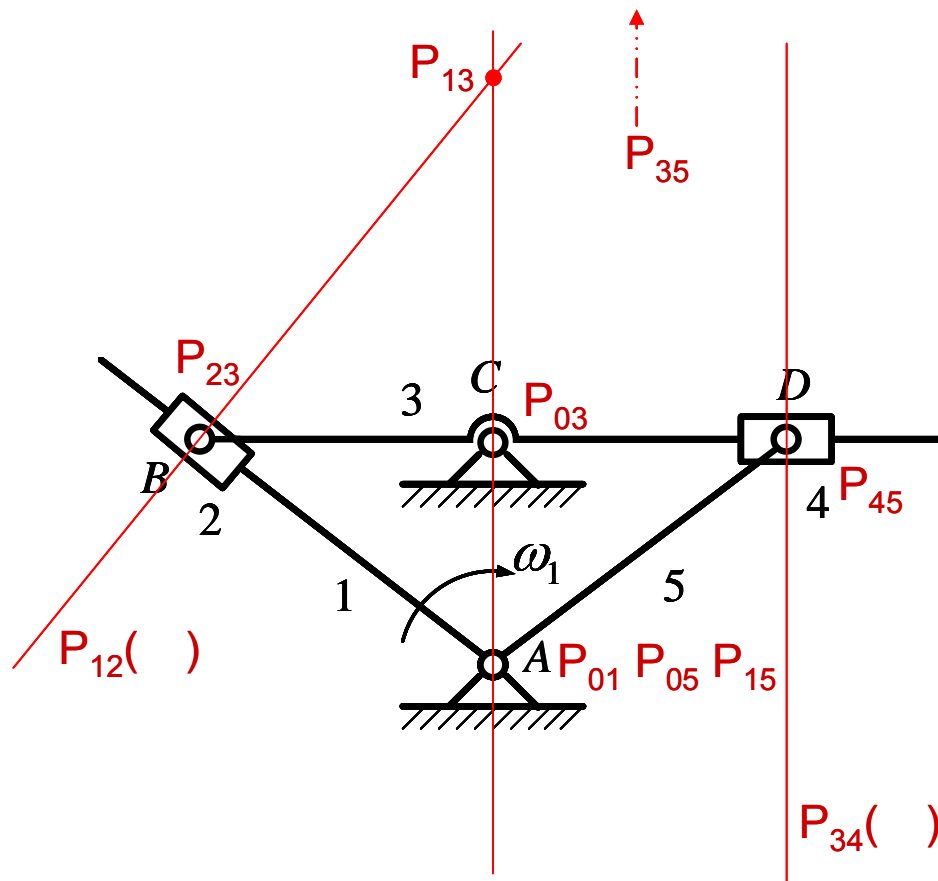


3、根据机构已知的速度瞬心，利用三心定理，求解出构件 1 和构件 3 的速度瞬心 P_{13} 以及构件 3 和构件 5 的速度瞬心 P_{35} ，如图所示。根据已知条件得：

$\omega_1 \overline{P_{01}P_{13}} = \omega_3 \overline{P_{03}P_{13}}$ ，所以 $\omega_3 = \omega_1 \frac{\overline{P_{01}P_{13}}}{\overline{P_{03}P_{13}}}$ ， $\overline{P_{01}P_{13}}$ 及 $\overline{P_{03}P_{13}}$ 的长度可由图中测量出。

由作图及已知的几何条件可知：构件 3 及构件 5 的瞬心 P_{35} 在无穷远处，可知两

构件在该瞬时的角速度相等，即 $\omega_5 = \omega_3 = \omega_1 \frac{\overline{P_{01}P_{13}}}{\overline{P_{03}P_{13}}}$ 。



第三题解答：

1、因为已知渐开线直齿圆柱齿轮是正常齿制， $m = 5\text{mm}$ ， $\alpha = 20^\circ$ ， $i_{12} = 1.4$ ，

故有： $h_a^* = 1$ ， $c^* = 0.25$ ， $z_2 = z_1 i_{12} = 15 \times 1.4 = 21$ ，代入公式： $z_{\min} = \frac{2h_a^*}{\sin^2 \alpha}$ 得：

$z_{\min} = 17$ ，所以：

$$x_{1\min} = \frac{h_a^*(z_{\min} - z_1)}{z_{\min}} = \frac{1 \times (17 - 15)}{17} = 0.118$$

$$x_{2\min} = \frac{h_a^*(z_{\min} - z_2)}{z_{\min}} = \frac{1 \times (17 - 21)}{17} = -0.235$$

2、通过公式 $\text{inv} \alpha' = \frac{2(x_1 + x_2) \tan \alpha}{Z_1 + Z_2} + \text{inv} \alpha$ ， $a' \cos \alpha' = a \cos \alpha$ 可知：当 $x_1 + x_2$ 的和

为最小时，安装中心距 a' 的值达到最小。由问 1 知当 $x_1 = 0.118$ ， $x_2 = -0.235$ 时 a'

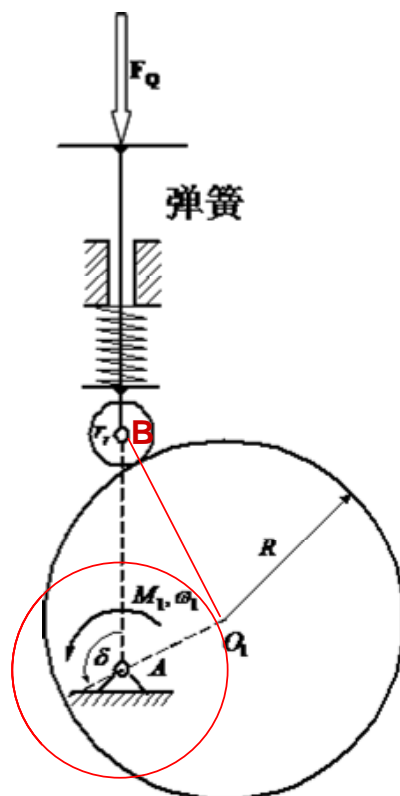
达到最小值。 $x_1 + x_2 = -0.117$ ，该齿轮传动为负传动，采用负传动时重合度有所增加，运动较为平稳，但是轮齿的磨损较大。

第四题解答：

1、凸轮的基圆半径为： $r_0 = R - e + r_r$ 。

2、在下图中，取直角三角形 ΔAO_1B 讨论： $O_1B = R + r_r$ ， $OB = R - e + r_r$ ，于是

$$\text{有：} \sin(180^\circ - \delta) = \frac{R + r_r}{R - e + r_r + S(\delta)}, \text{ 即 } S(\delta) = \frac{R + r_r}{\sin(180^\circ - \delta)} - R + e - r_r$$



3、该机构无急回运动。原因：凸轮的实际廓线为圆并且机构是对心的，于是可知从动件在推程和回程的平均速度相等，即 $\overline{V_{\text{推}}} = \overline{V_{\text{回}}}$ ，故知机构无急回运动。

4、机构以凸轮为等效构件，对机构进行求解可得：

$$\text{等效转动惯量：} J_e = \sum_{i=1}^n \left[m_i \left(\frac{v_{Si}}{\omega} \right)^2 + J_{Si} \left(\frac{\omega_i}{\omega} \right)^2 \right] = m \left(\frac{v}{\omega} \right)^2 + J$$

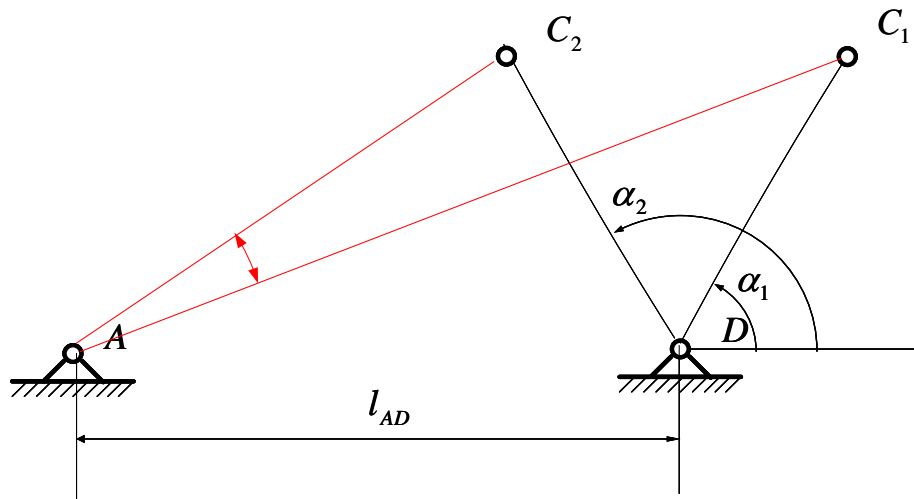
$$\text{推程：等效驱动力矩：} M_{ed} = M_1, \text{ 等效阻力矩：} M_{er} = -F_Q \left(\frac{v}{\omega_1} \right) - kS(\delta) \left(\frac{v}{\omega_1} \right)$$

$$\text{回程：等效驱动力矩：} M_{ed} = M_1 + kS(\delta) \left(\frac{v}{\omega_1} \right), \text{ 等效阻力矩：} M_{er} = 0$$

$$\text{其中：} v = \omega_1 (R + r_r) \cos \delta$$

第五题解答：

1、连接 AC_1 和 AC_2 ，则可知角 $\angle C_1AC_2$ 就是所求的极位夹角 θ ，由图中可以测出 $\theta = 10.34^\circ$ ，当摇杆处于左极限位置的时候，传动角 $\gamma = \angle AC_2D = 86.85^\circ$ ；当摇杆处于右极限位置的时候，传动角 $\gamma = \angle AC_1D = 39.35^\circ$ 。



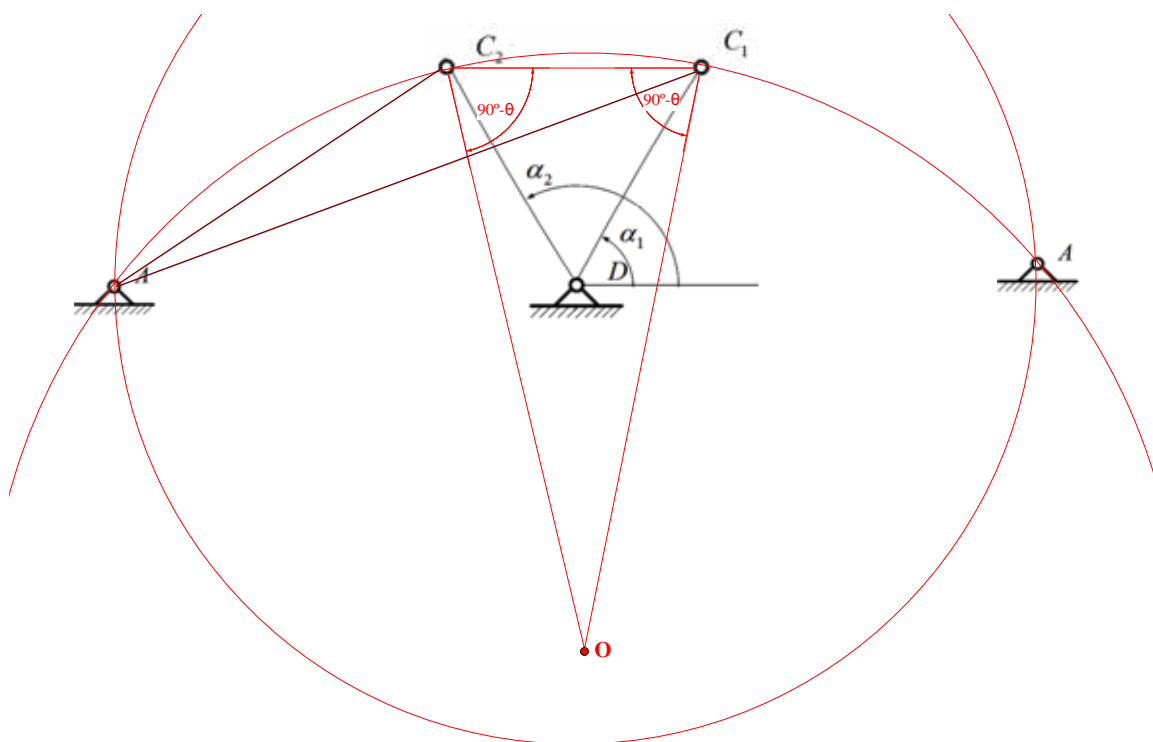
2、当 $K = 1.118$ 时， $\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1} = 180^\circ \times \frac{1.118-1}{1.118+1} = 10^\circ$ 。固定铰链点确定步骤

如下：连接 C_1 和 C_2 ，过 C_1 和 C_2 作两条射线，射线与 C_1C_2 的夹角都是 $90^\circ - \theta$ ，两射线交于 O 点，以 O 点为圆心， OC_1 为半径作一个圆；以 D 为圆心， l_{AD} 作为半径作另外一个圆，两圆的两个交点即是固定铰链点 A 可能的两个位置。

以左边标示的 A 点为例，通过作图量出 AC_1 和 AC_2 的长度，再由公式：

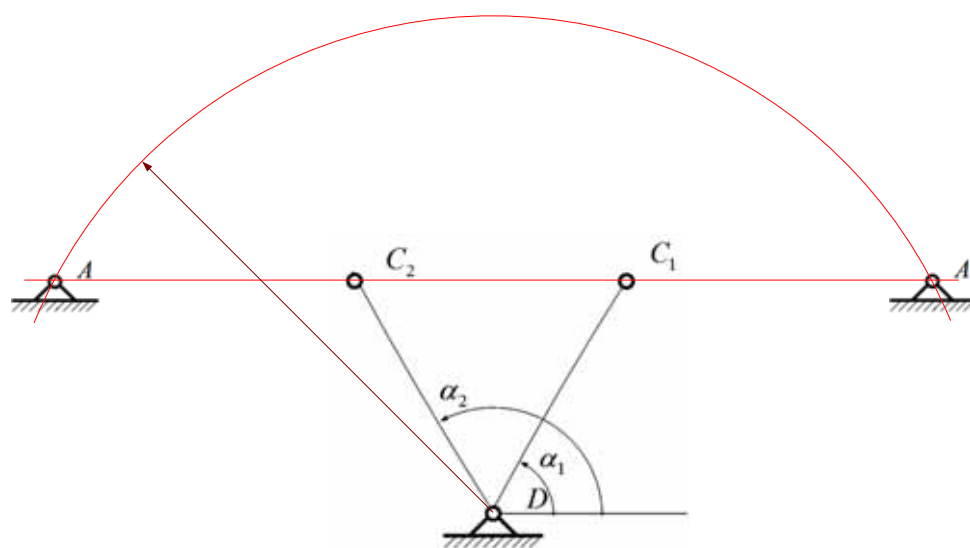
$$l_{AB} = \frac{l_{AC_1} - l_{AC_2}}{2}, \quad l_{BC} = \frac{l_{AC_2} + l_{AC_1}}{2} \text{ 求解得： } l_{BC} = 111.23\text{mm}, \quad l_{AB} = 25.40\text{mm}。$$

θ



3、当 $K=1.0$,则机构的极位夹角为 0° 。固定铰链点 A 的确定步骤 :通过 C_1 和 C_2 作直线 C_1C_2 ,以 D 点为圆心 , $R=100\text{mm}$ 为半径作圆 ,圆与直线 C_1C_2 相交于两点 ,任取其中的一点为固定铰链点 A。以左边标示的 A 点为例 ,通过作图量出 AC_1 和 AC_2 的长度 ,再由公式 : $l_{AB} = \frac{l_{AC_2} - l_{AC_1}}{2}$, $l_{BC} = \frac{l_{AC_2} + l_{AC_1}}{2}$ 求解得 :

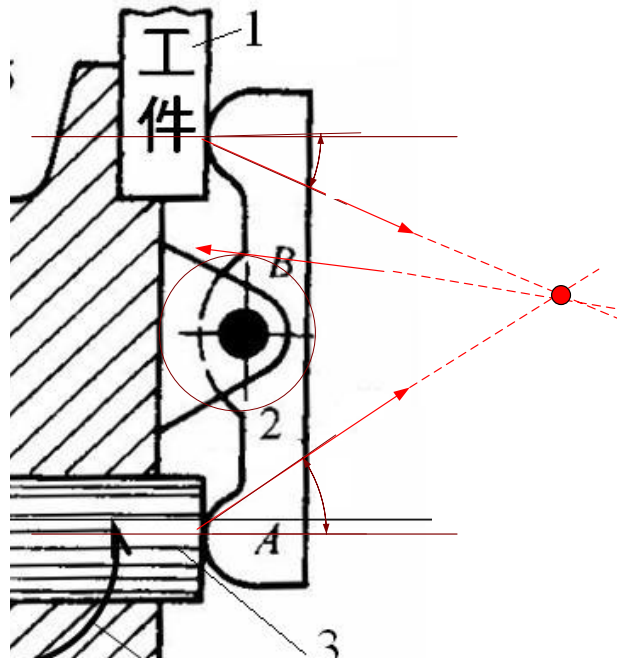
$$l_{BC} = 88.46\text{mm} , l_{AB} = 27.21\text{mm}。$$



第六题解答：

1、该夹具放松及夹紧工件的工作过程描述如下：拧紧螺母（构件 5），螺栓（构件 4）向上运动，在螺栓上 V 形槽的推动下，构件 3 向右运动，推动构件 2 围绕铰链点 B 作逆时针方向转动，从而完成对工件 1 的夹紧动作。放松螺母（构件 5），螺栓（构件 4）向下运动，构件 3 沿 V 形槽向左运动，促使构件 2 围绕铰链点 B 作顺时针方向转动，从而完成对工件 1 的放松动作。

2、当工件夹紧时，构件 2 所受到的运动副反力如下图所示



3、要使工件夹紧后自锁，即要求螺旋副自锁，螺旋副升角应满足： $\lambda \leq \arctan f$ ；

要求构件 3 不能自锁，画出构件 3 所受到的运动副反力后，可得知楔面角应满足：

$\alpha \leq 2\varphi$ ， $\varphi = \arctan f$ 。

第七题解答：

1、 $i_{14}^H = \frac{\omega_1 - \omega_3}{\omega_4 - \omega_3} = \frac{z_2 z_4}{z_1 z_2}$ ，因为已知 $Z_1 = 2Z_4$ ， $\omega_1 = 0$ ，所以可得： $\frac{-\omega_3}{\omega_4 - \omega_3} = \frac{1}{2}$ ，

整理后得： $\omega_3 = -\omega_4$ ，得证。

2、根据题目已知条件可知：构件 2 及其引入的两个齿轮高副和 B 点的转动副为虚约束。

3、如果机构的原动件为构件 5，构件 2 不存在时，当机构运动到 A、C、D 三点共线位置时，机构的运动将出现死点位置，加入虚约束则可以克服机构运动的死点，使机构能够连续的运动下去。