



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



第五章 平面连杆机构及其设计

徐鹏

哈尔滨工业大学（深圳）

规格严格

功夫到家



本章重点内容：

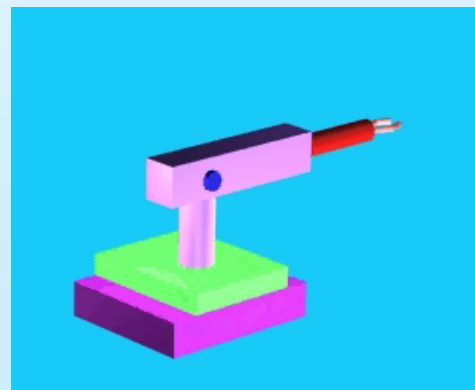
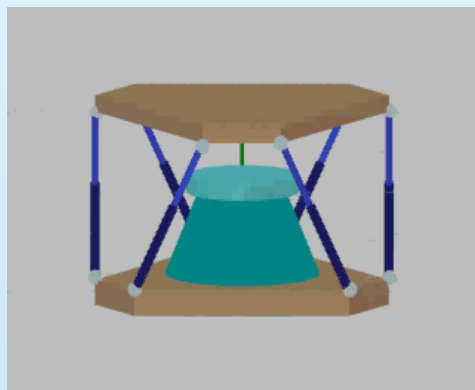
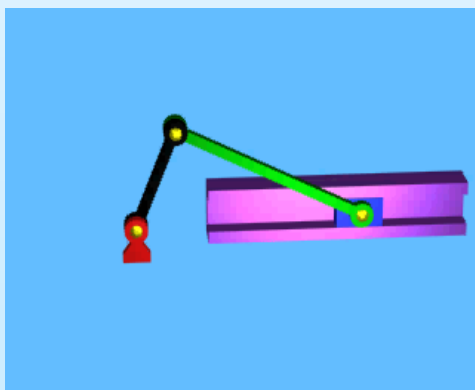
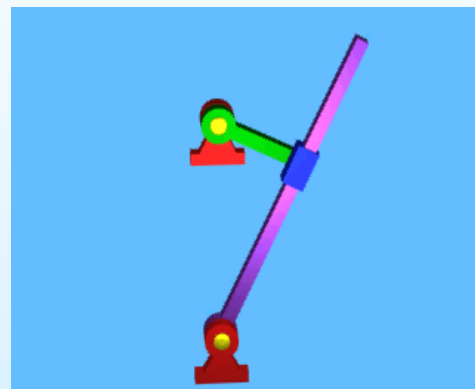
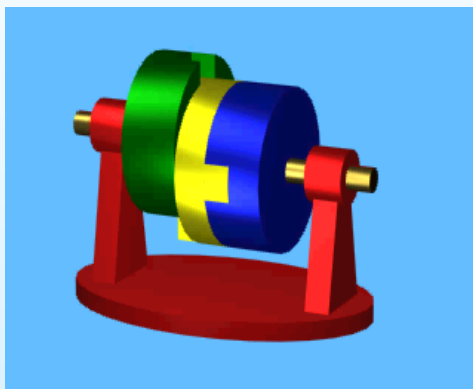
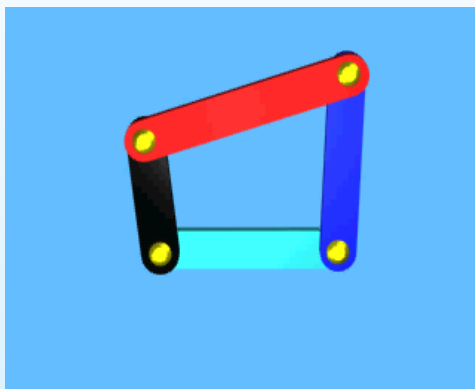
- 1) 平面四杆机构有曲柄的条件。 (重点)
- 2) 压力角、传动角，极位夹角，行程速度变化系数。 (重点)
- 3) 按从动件急回特性设计四杆机构。 (重点)



5-1 概述

一、连杆机构的定义与分类

(1) 由若干刚性构件用**低副**联接而成的机构称为连杆机构。
连杆机构又称为低副机构。

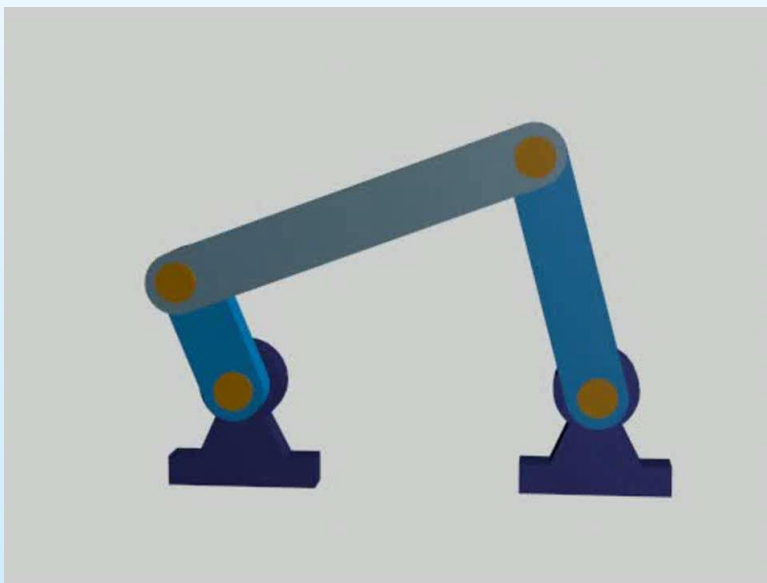




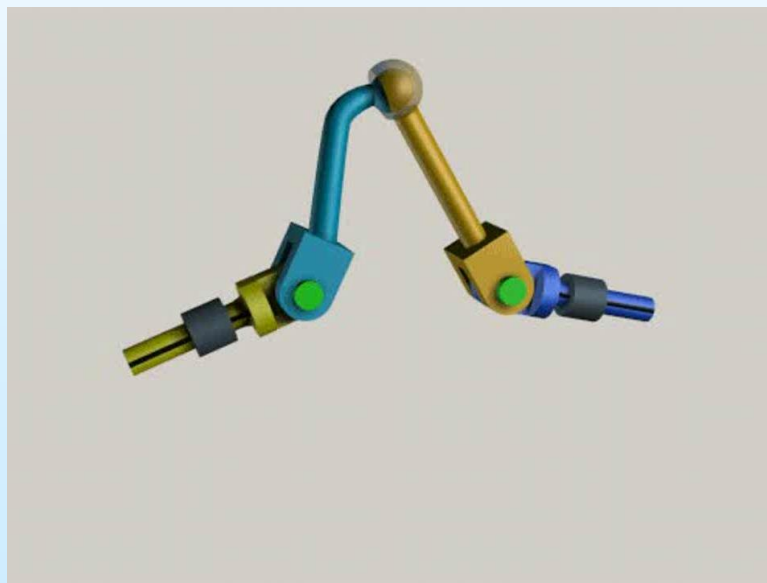
连杆机构的分类

- 按构件之间的相对运动关系分

平面连杆机构
(planar linkage)



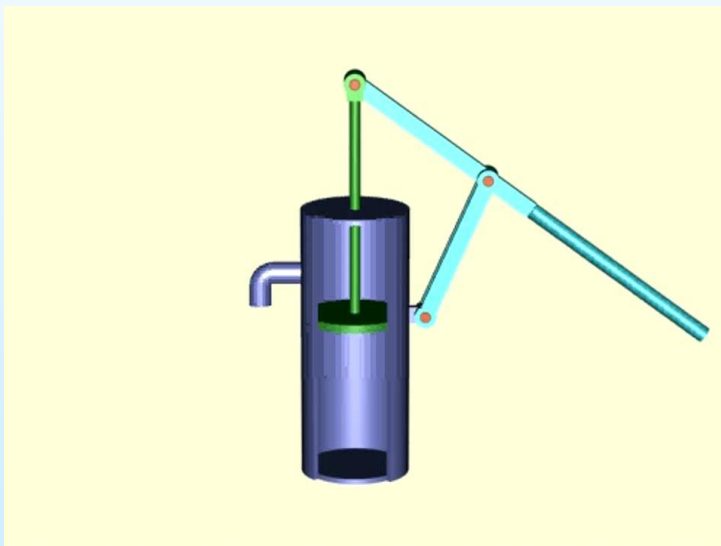
空间连杆机构
(spatial linkage)



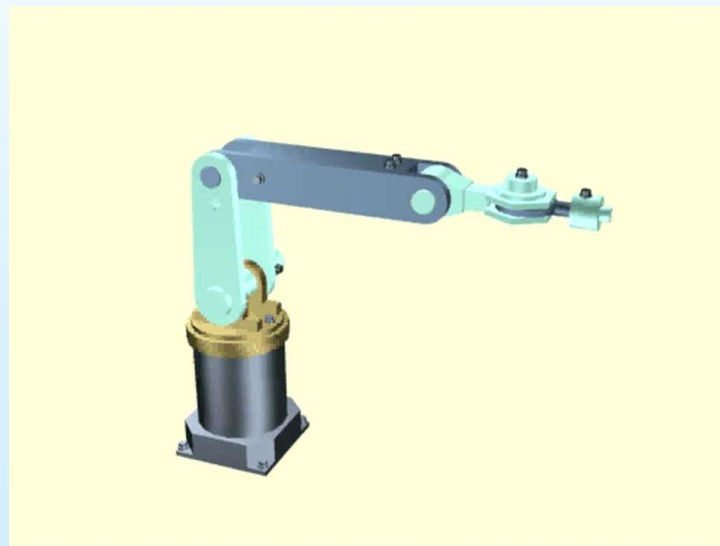


● 按机构中是否含有单副构件分类

闭链型连杆机构
(closed chain linkage)



开链型连杆机构
(open chain linkage)





二、连杆机构的优点

- 承受载荷大，便于润滑
- 制造方便，易获得较高的精度
- 两构件之间的接触靠几何封闭实现



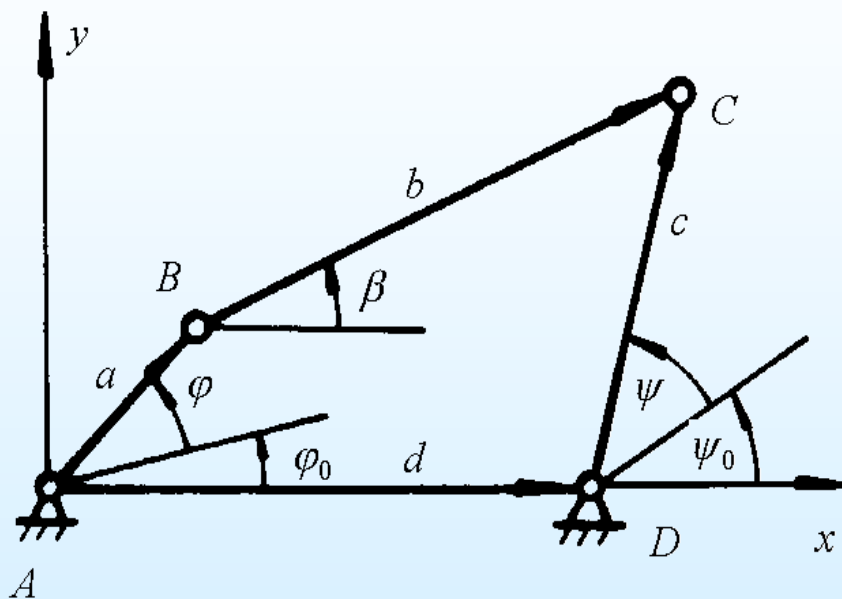
低副机构



高副机构



▪ 实现多种运动规律和轨迹要求



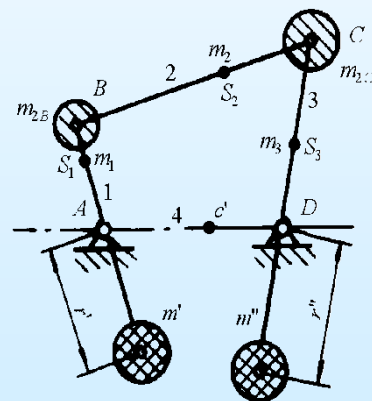
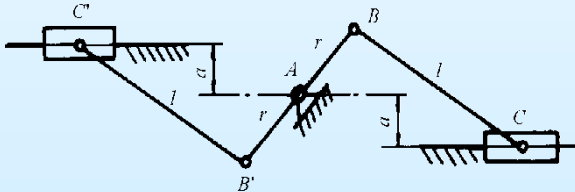
连杆机构的传动特点



三、连杆机构的缺点

- 惯性力不易平衡
- 不易精确实现各种运动规律和轨迹要求

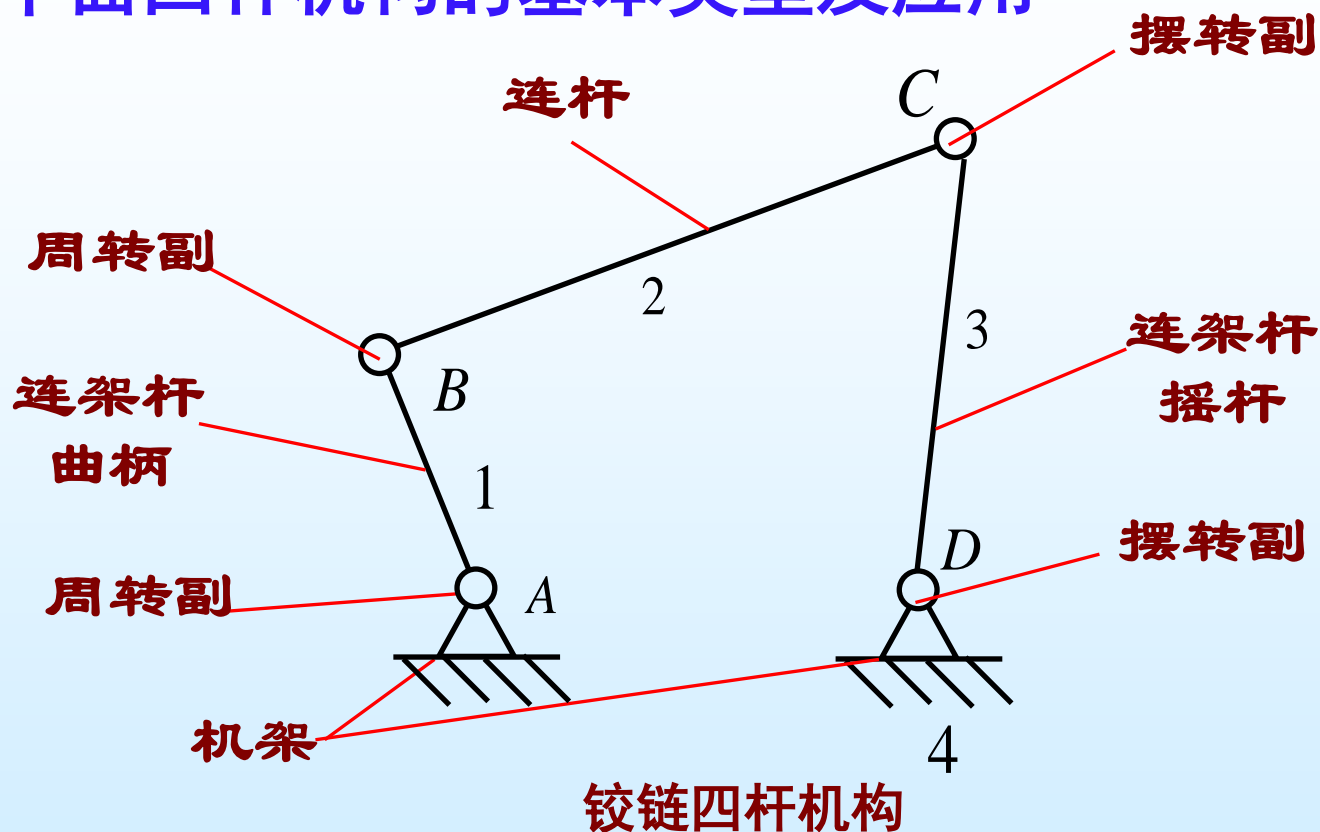
惯性力不易平衡





5-2 平面四杆机构的基本类型及其演化

一、平面四杆机构的基本类型及应用



平面四杆机构的基本类型是一个铰链四杆机构。
这个铰链四杆机构有三种基本形式。



平面连杆机构中的**连架杆**常作为**运动和动力的输入构件(主动件)**与**输出构件(从动件)**。机构主动件与从动件的运动学性质在很大程度上决定了机构的性质与用途。

平面连杆机构常以**连架杆尤其是从动件的运动特征**来定义机构的名称。

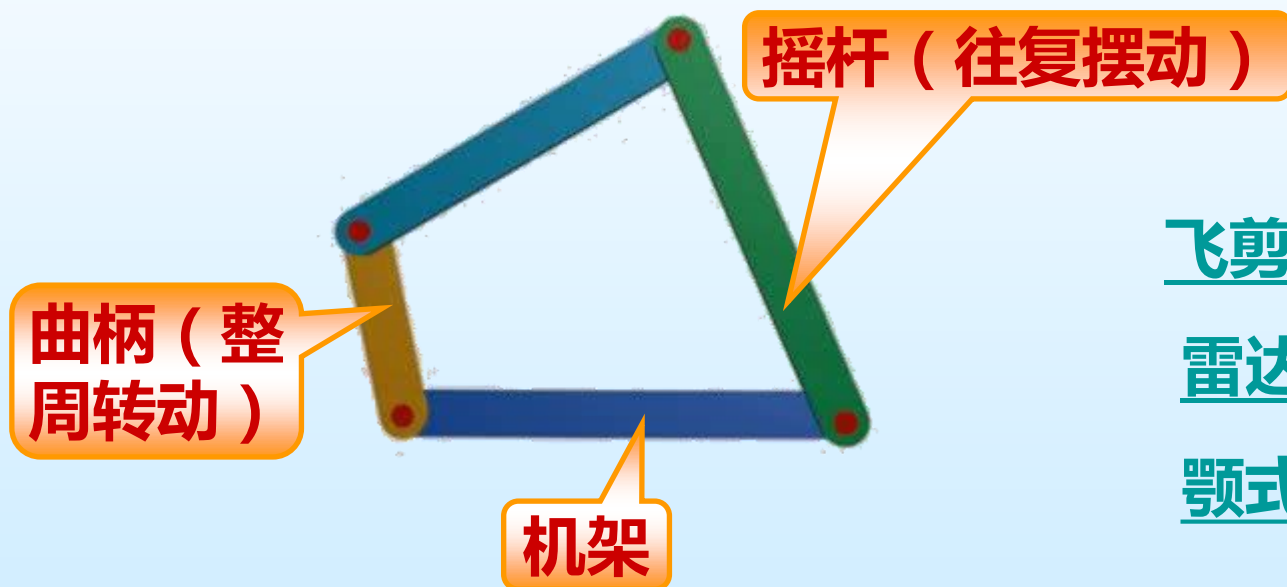
铰链四杆机构按两个连架杆的运动型式分3类：

- **曲柄摇杆机构**
- **双曲柄机构**
- **双摇杆机构**



曲柄摇杆机构

(crank-rocker mechanism)



飞剪（00）

雷达（00）

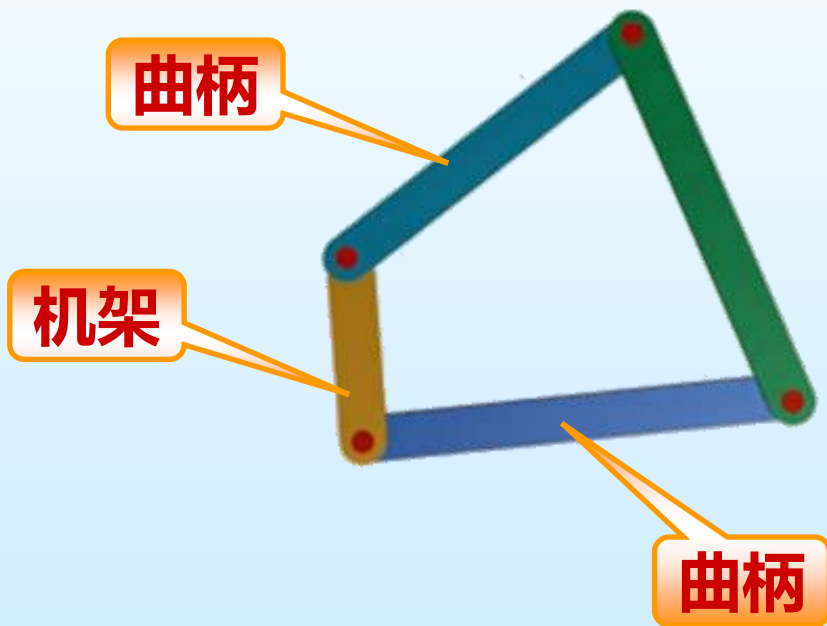
颚式破碎机（00）

搅拌机（00）



双曲柄机构

(double-crank mechanism)



震动筛 (00)

火车车轮 (00)

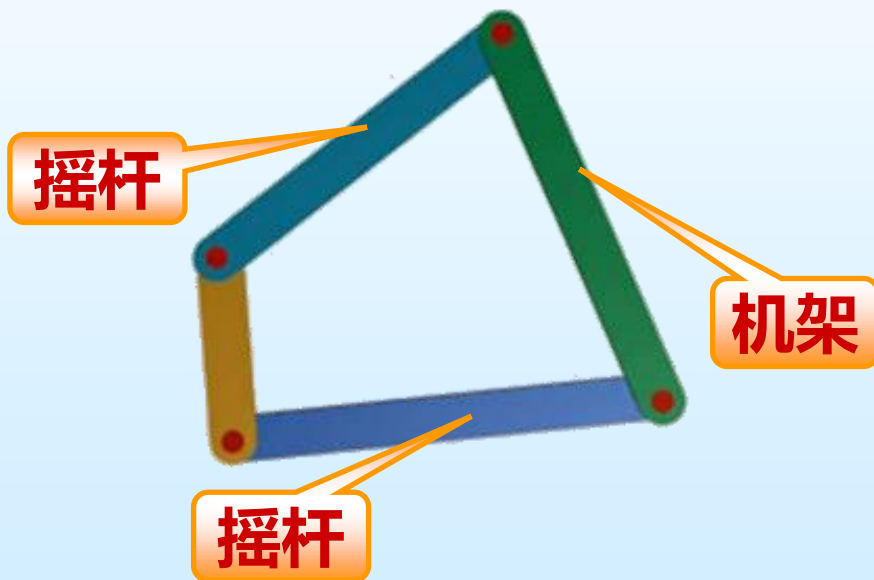
开门机构 (00)

四足机器人 (00)



双摇杆机构

(double-rocker mechanism)



鹤式起重机 (00)

摇头风扇 (00)

汽车转向机构 (00)



二、平面四杆机构的演化

人们认为所有的四杆机构都是由铰链四杆机构的基本形式演化来的。

平面四杆机构的演化方式

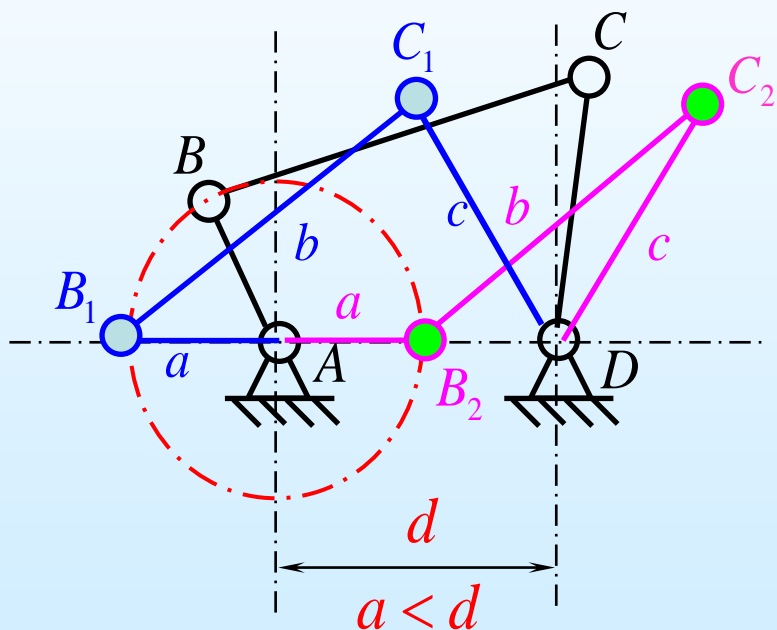
- (1) 改变杆 构件的形状和运动尺寸 (演化)
- (2) 改变机架 选用不同构件为机架 (演化)
- (3) 改变运动副 { 运动副尺寸 (演化)
运动副逆换 (演化)



5-3 平面四杆机构有曲柄的条件及几个基本概念

一、平面四杆机构有曲柄的条件

1、铰链四杆机构有曲柄的条件



蓝色三角形 $\triangle B_1C_1D$ 成

立 $a + d \leq b + c$

$b \leq a + d + c$

$c \leq a + d + b$

曲柄AB可通过
AB₁位置

红色三角形 $\triangle B_2C_2D$

成立 $a \leq b + c$

$b \leq d - a + c$

$c \leq d - a + b$

曲柄AB可通
过AB₂位置



比较

$$a + d \leq b + c$$

$$b \leq a + d + c$$

$$c \leq a + d + b$$

$$d - a \leq b + c$$

$$b \leq d - a + c$$

$$c \leq d - a + b$$

$$d - a < a + d \leq b + c$$

$$b \leq d - a + c < a + d + c$$

$$c \leq d - a + b < a + d + b$$

$$\Rightarrow a + d \leq b + c$$

$$\Rightarrow b \leq d - a + c$$

$$\Rightarrow c \leq d - a + b$$



$$a + d \leq b + c$$

+

$$b \leq d - a + c$$

+

$$c \leq d - a + b$$

$$a \leq c$$

$$a \leq b$$

$$a \leq d$$

a最短 ①

$$a + d \leq b + c$$

$$b \leq d - a + c$$

$$c \leq d - a + b$$

$$a + d \leq b + c$$

$$a + b \leq d + c$$

$$a + c \leq d + b$$

设**b**最长

若 $a + b \leq d + c$ 成立

$$a + d \leq b + c$$

$$a + c \leq d + b$$

必然成立

② 最短杆与最长杆之和小于或等于其它两杆长度之和。



周转副

摆转副

周转副

摆转副

②不成立，该机构**无周转副**，无论哪个构件做机架均为**双摇杆机构**

① ②成立有曲柄

最短杆是**连架杆** —— 曲柄摇杆机构

最短杆是**机架** —— 双曲柄机构

最短杆是**连杆** —— 双摇杆机构

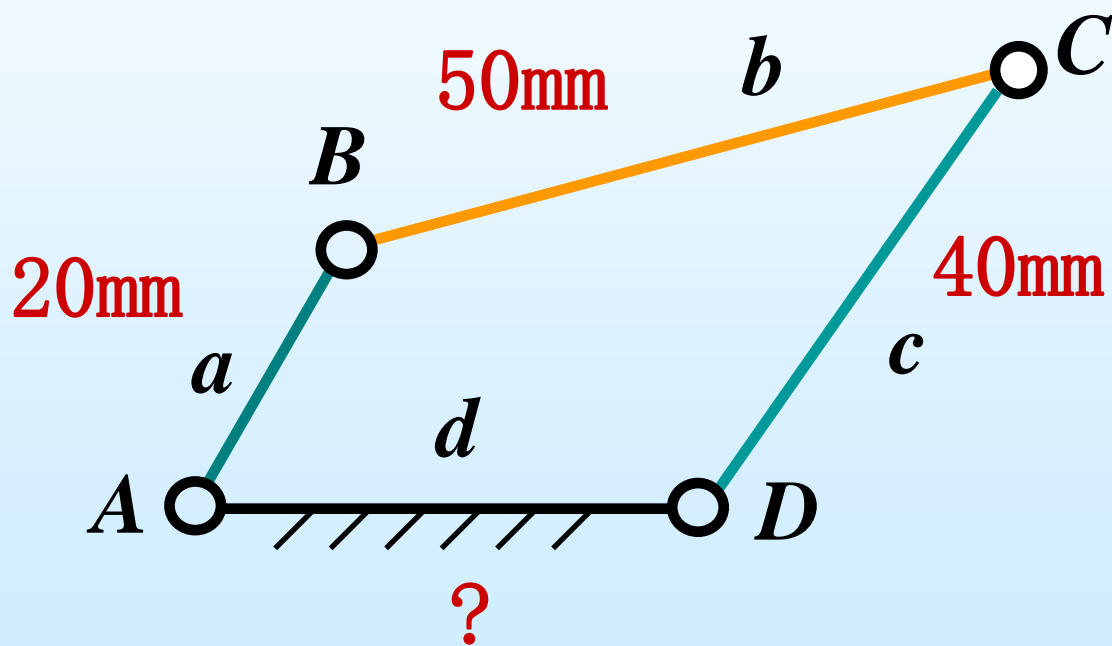
铰链四杆机构有曲柄的条件

(1) 最短杆与最长杆之和小于或等于其它两杆长度之和。

(2) 最短杆是连架杆或机架。



【例】已知铰链四杆机构 $ABCD$ ，其中 $l_{AB}=20\text{mm}$ ， $l_{BC}=50\text{mm}$ ， $l_{CD}=40\text{mm}$ ， AD 为机架。改变 l_{AD} 的值，分析机构的类型变化。



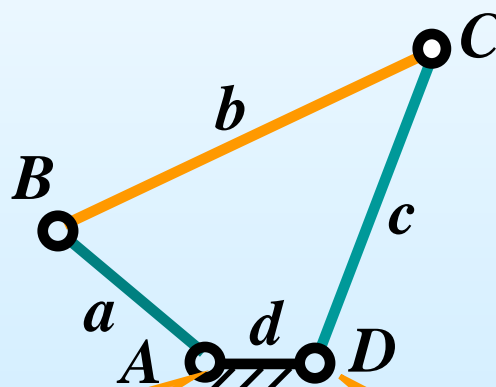
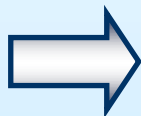
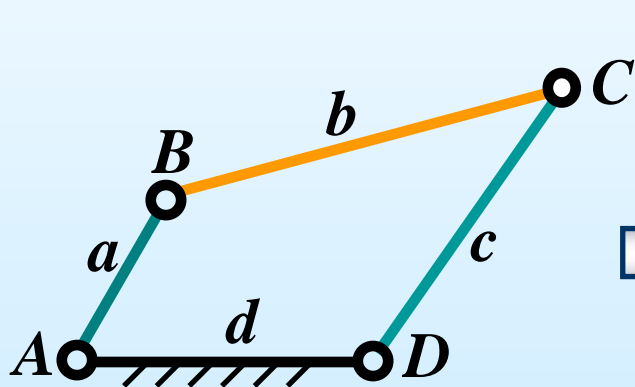


(1) **AD杆为最短杆** ($0\text{mm} < l_{AD} \leq 20\text{mm}$)

机构有曲柄的条件： $l_{AD} + 50 \leq 20 + 40 \Rightarrow l_{AD} \leq 10\text{mm}$

最短杆

最长杆



双曲柄机构

周转副

周转副

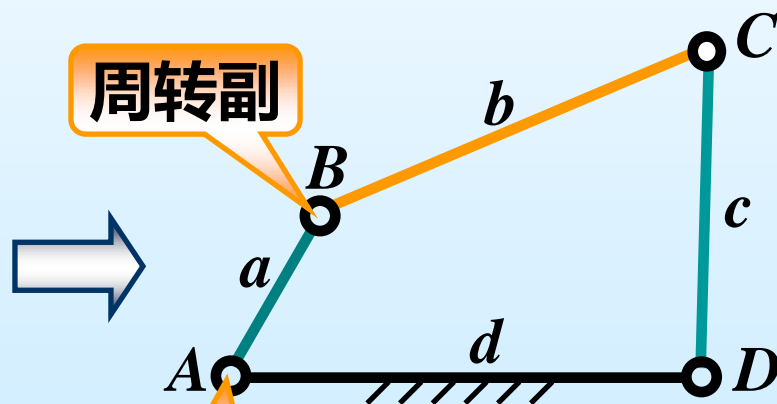
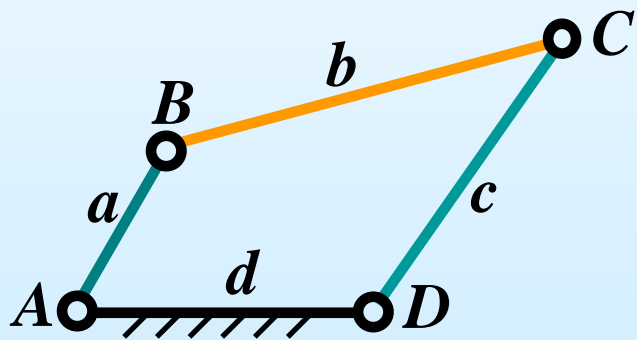


(2) AD杆为最长杆 ($50\text{mm} \leq l_{AD}$)

机构有曲柄的条件： $l_{AD} + 20 \leq 40 + 50 \Rightarrow l_{AD} \leq 70\text{mm}$

最长杆

最短杆



周转副

周转副

曲柄摇杆机构

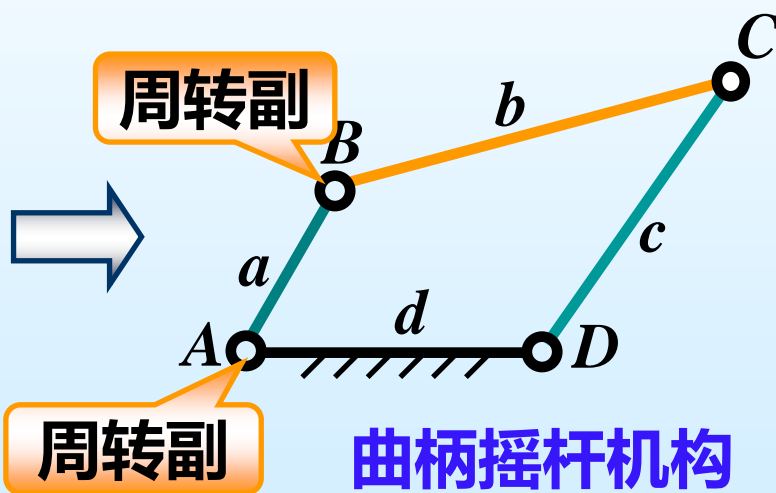
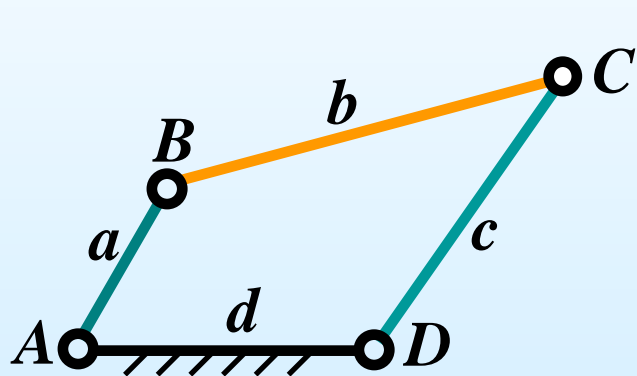


(3) AD 杆长介于最短杆与最长杆之间 ($20\text{mm} < l_{AD} < 50\text{mm}$)

机构有曲柄的条件： $20+50 \leq l_{AD}+40 \Rightarrow l_{AD} \geq 30\text{mm}$

最短杆

最长杆



曲柄摇杆机构

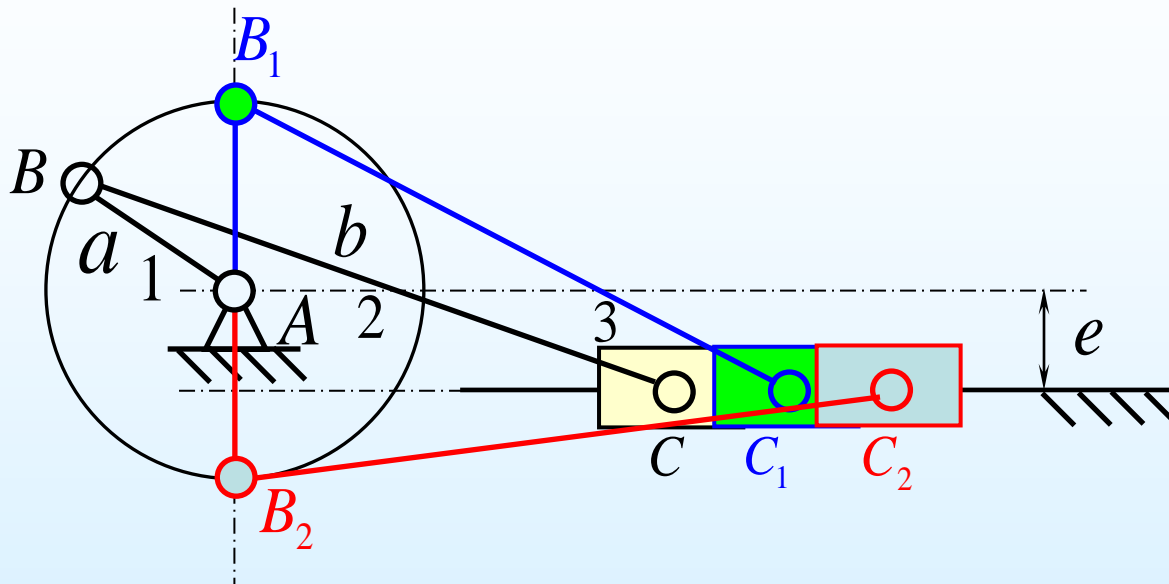
当 $10\text{mm} < l_{AD} < 30\text{mm}$ 和 $70\text{mm} < l_{AD}$ 时，由于不满足曲柄存在的条件，为双摇杆机构。（ $l_{AD} < a+b+c < 110\text{mm}$ ）



规格严格 功夫到家



2、曲柄滑块机构有曲柄的条件



构件1能通过 AB_1 位置的条件是：

$$a + e \leq b$$

构件1能通过 AB_2 位置的条件是：

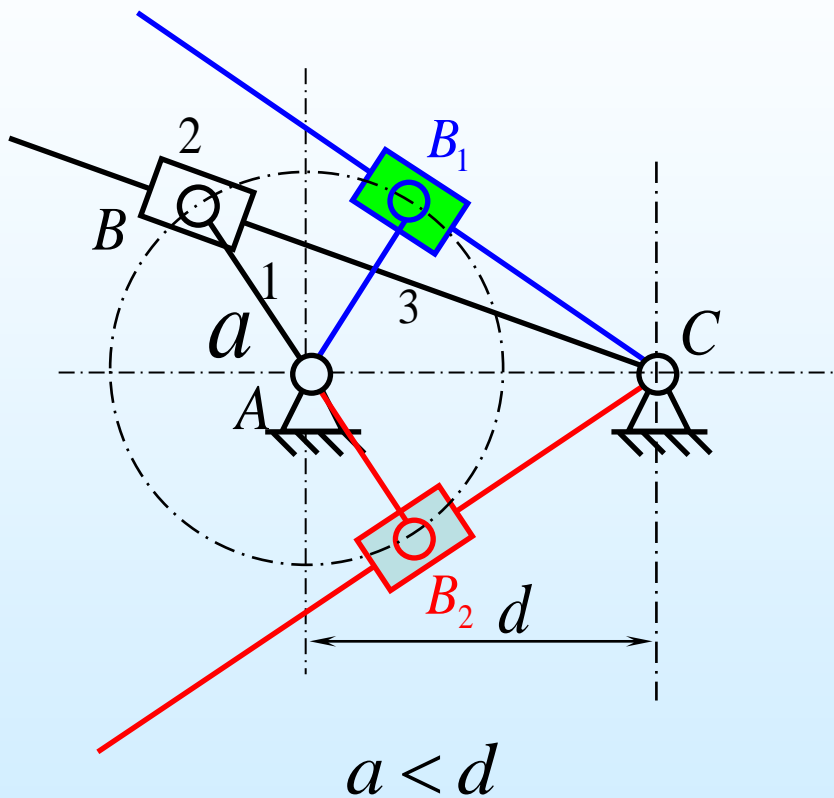
$$a - e \leq b$$

曲柄滑块机构有曲柄的条件是：

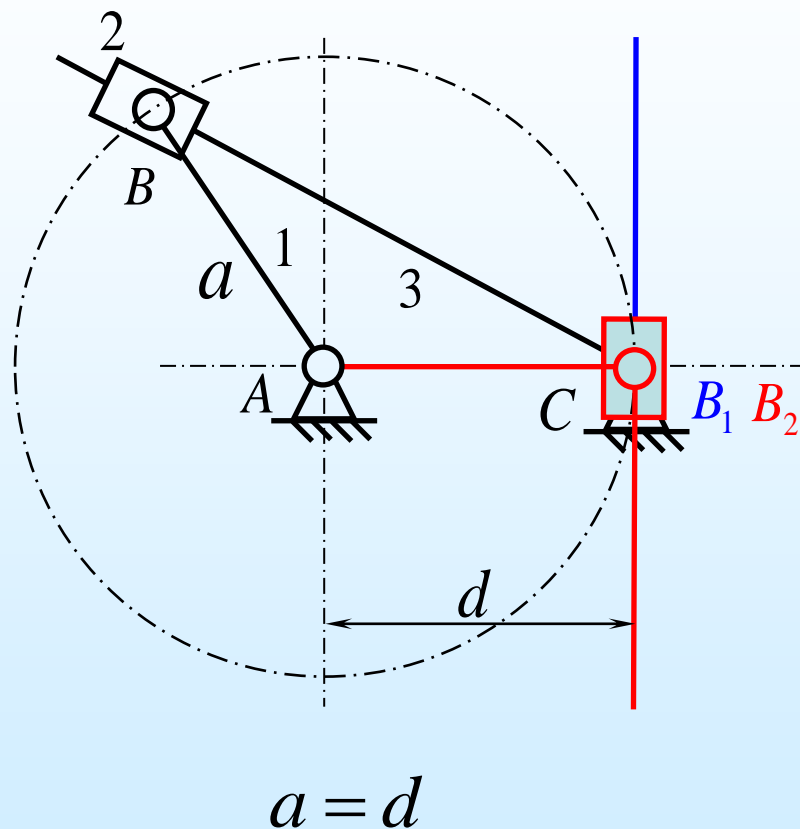
$$a + e \leq b$$



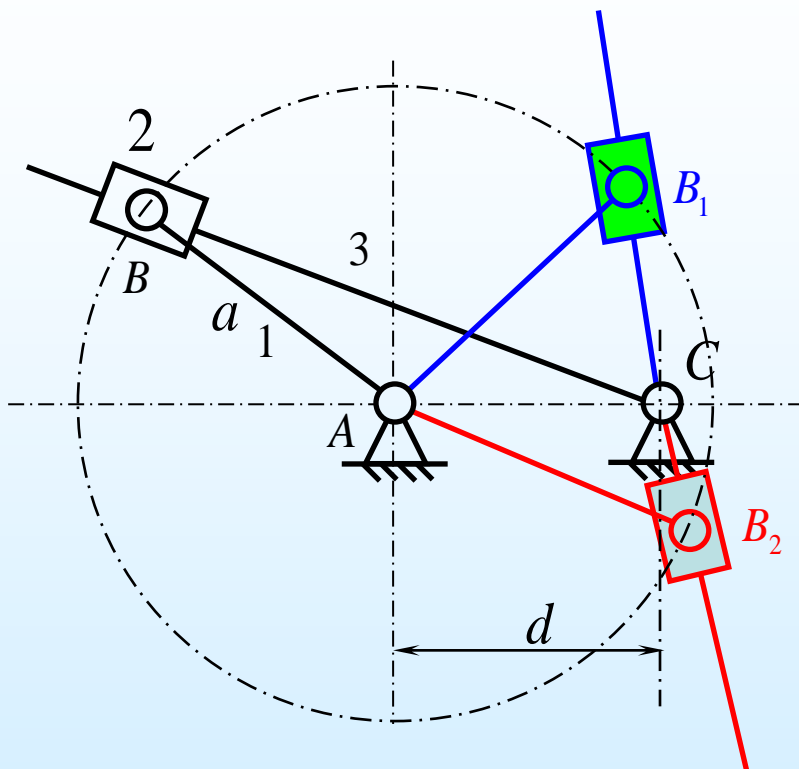
3、导杆机构有曲柄的条件



有曲柄，该机构是摆动导杆机构。



有曲柄，该机构是转动导杆机构。



$$a > d$$

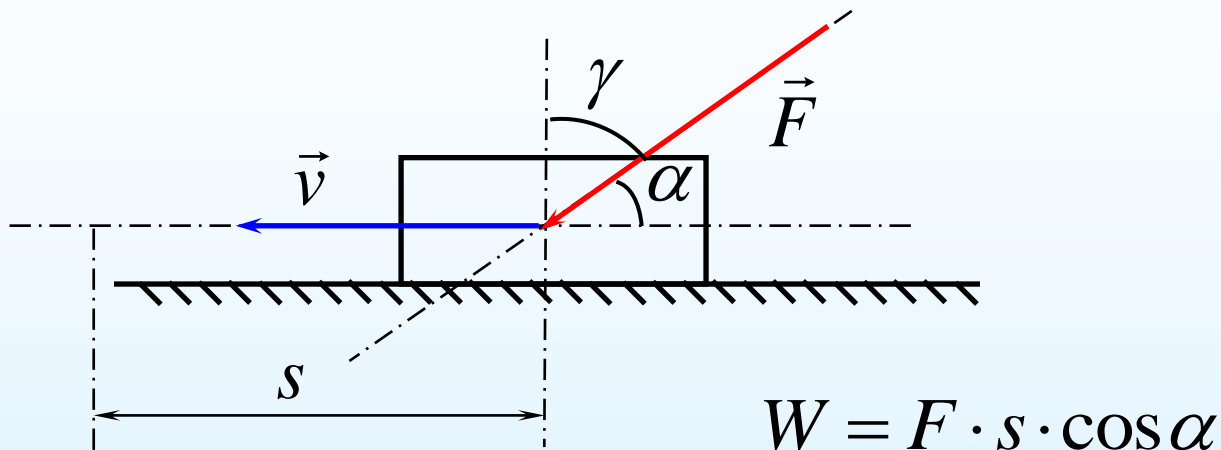
有曲柄，该机构是转动导杆机构。

结论

导杆机构总是有曲柄的



二、压力角和传动角（重要概念）



压力角：力 F 的作用线与力作用点绝对速度 v 所夹的锐角 α 称为压力角。

传动角：压力角的余角 γ 称为传动角



$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

在其它条件不变的情况下压力角 α 越小，作功W越大。

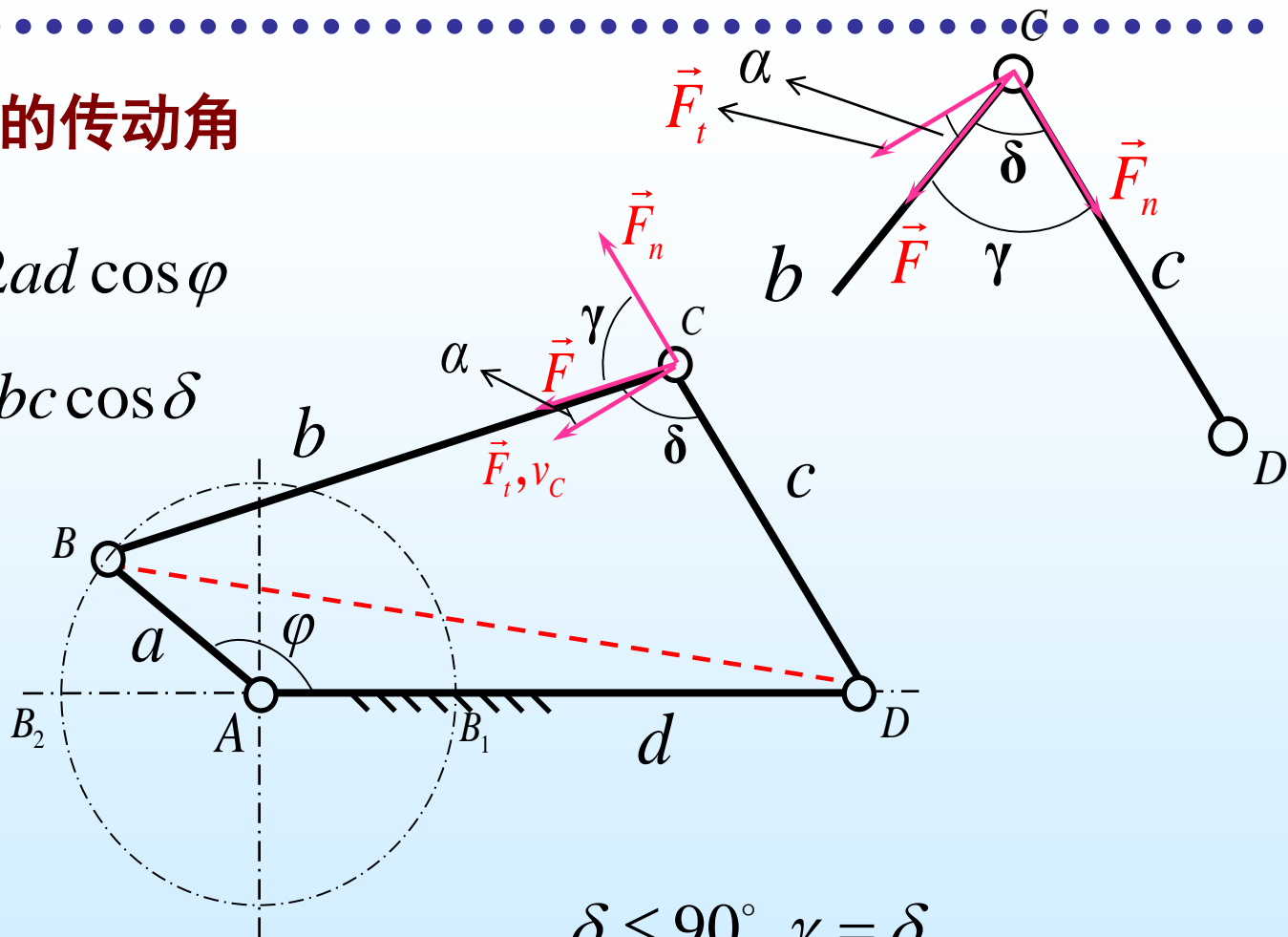
压力角是机构传力性能的一个重要指标，
它是力的利用率大小的衡量指标。



1) 曲柄摇杆机构的传动角

$$\overline{BD}^2 = a^2 + d^2 - 2ad \cos \varphi$$

$$\overline{BD}^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \delta$$



$$\delta \leq 90^\circ, \gamma = \delta$$

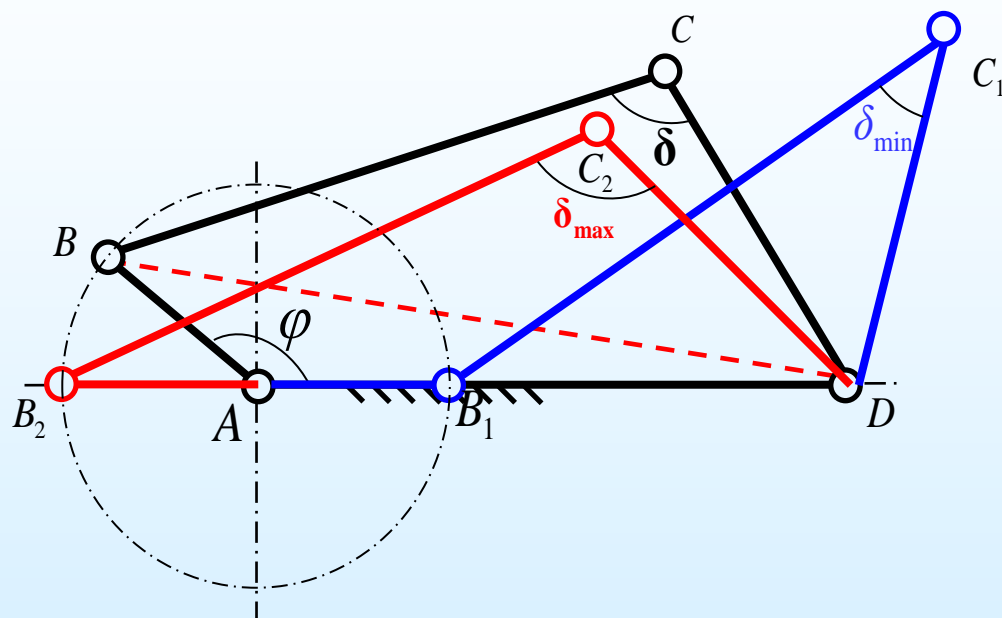
$$\delta > 90^\circ, \gamma = 180^\circ - \delta$$

$$\cos \delta = \frac{b^2 + c^2 - a^2 - d^2 + 2ad \cos \varphi}{2bc}$$



设计时通常要求 $\gamma_{\min} \geq 40^\circ$; 对于高速和大功率传动机械, $\gamma_{\min} \geq 50^\circ$ 。

γ_{\min} 为 γ_1 和 γ_2 中的较小值者 (为了保证机构具有良好的传力性能)。

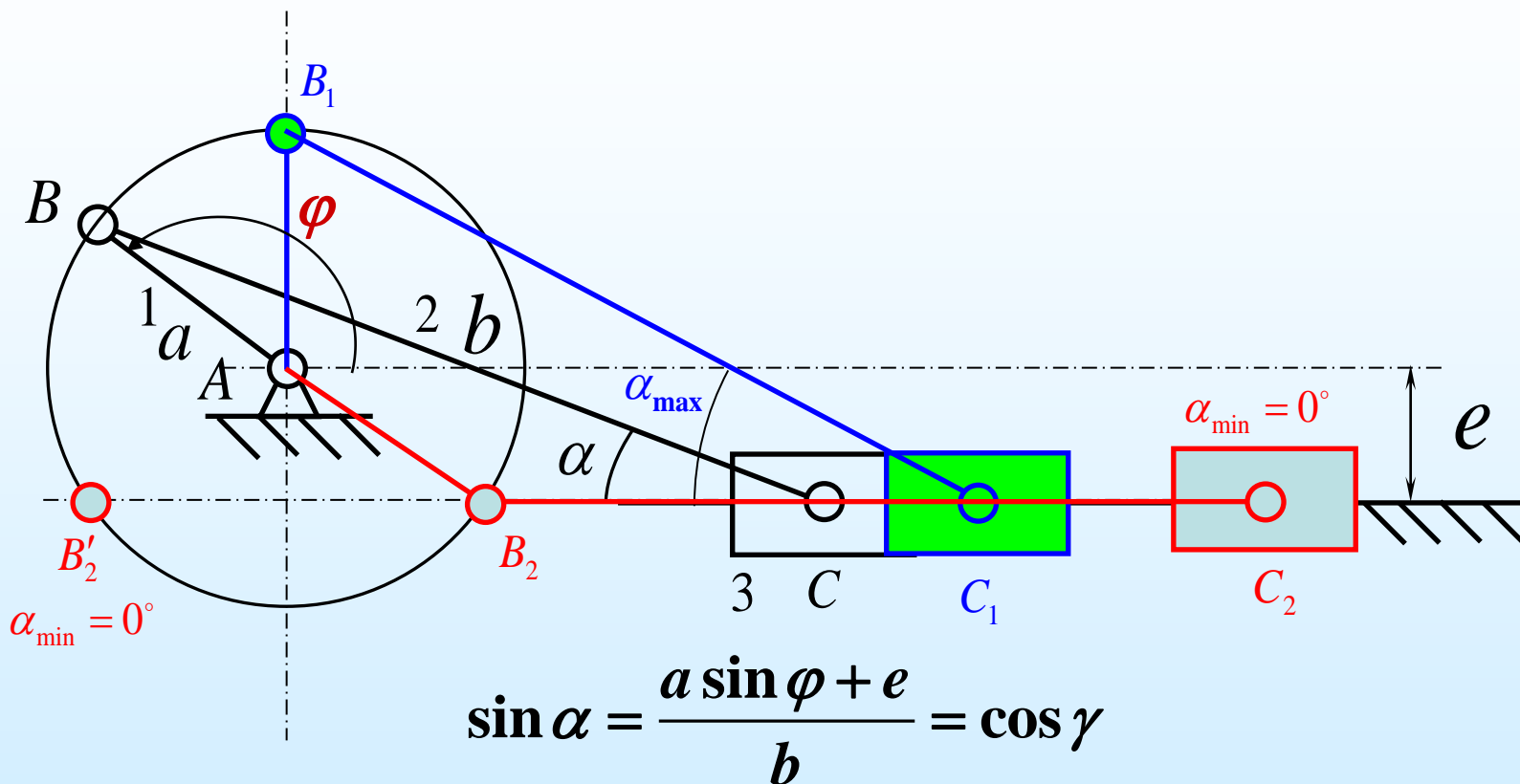


$$\gamma_1 = \delta_{\min} = \arccos \frac{b^2 + c^2 - (d - a)^2}{2bc}$$

$$\gamma_2 = 180^\circ - \delta_{\max} = 180^\circ - \arccos \frac{b^2 + c^2 - (d + a)^2}{2bc}$$



2) 曲柄滑块机构的压力角和传动角



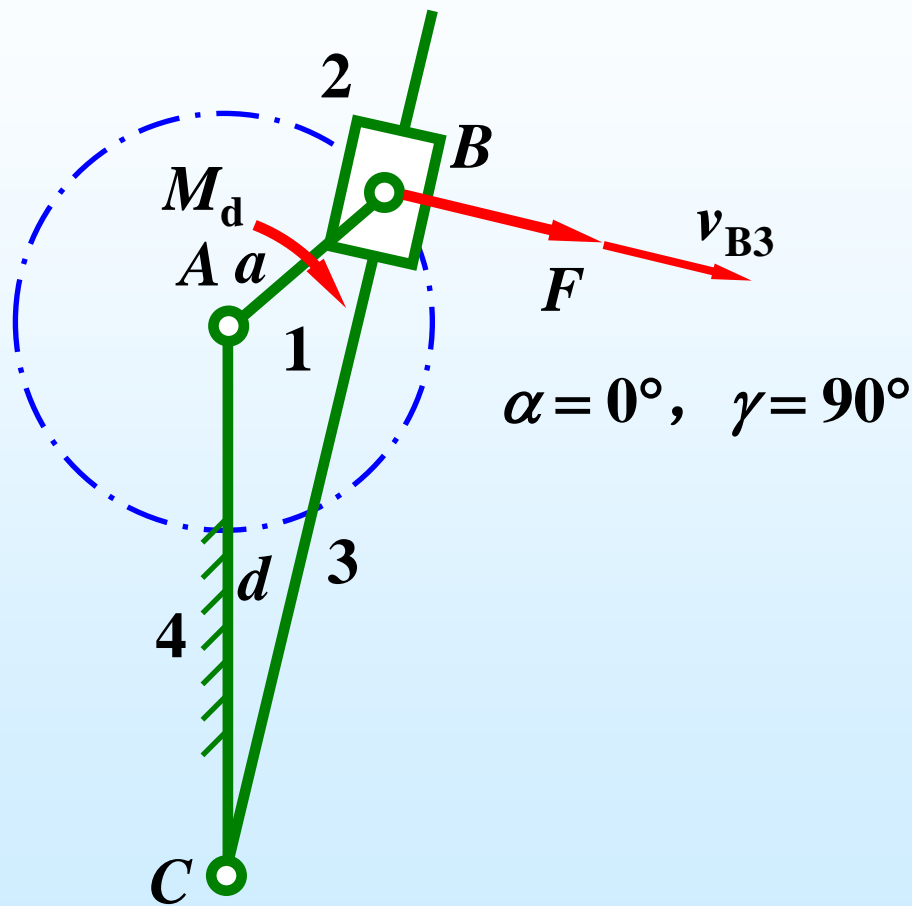
当 $\varphi = 90^\circ$ 时，有最小传动角 γ_{\min}

$$\gamma_{\min} = \arccos \frac{a + e}{b}$$



3) 摆动导杆机构的压力角和传动角

作用在导杆上与B重合的点上的力 F ，在不考虑摩擦时总是与导杆垂直，与此处的速度方向一致。





●三种机构 γ_{\min} 出现的位置(熟知)

曲柄摇杆机构:

γ_{\min} 出现在曲柄与机架共线的两个位置之一。

曲柄滑块机构:

γ_{\min} 出现在曲柄与机架垂直的两个位置之一。

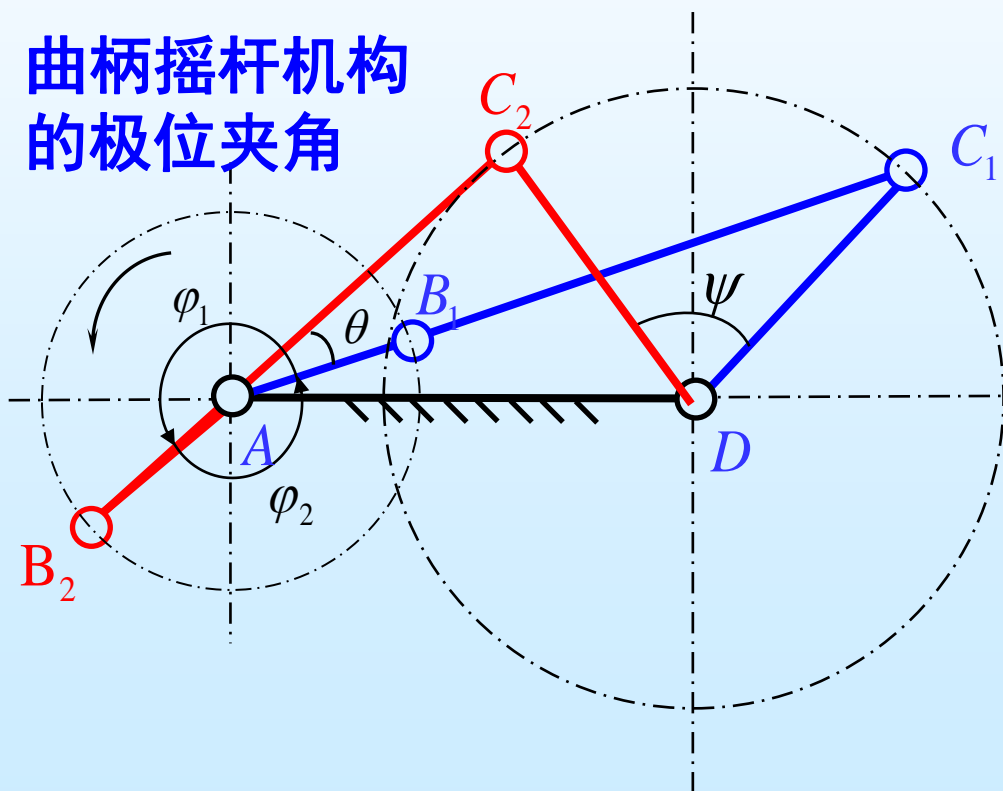


三、急回运动和行程速比系数

1. 极位夹角

当机构从动件处于两极限位置时，主动件曲柄在两个相应位置所夹的角称为曲柄摇杆机构的极位夹角。

曲柄摇杆机构的极位夹角

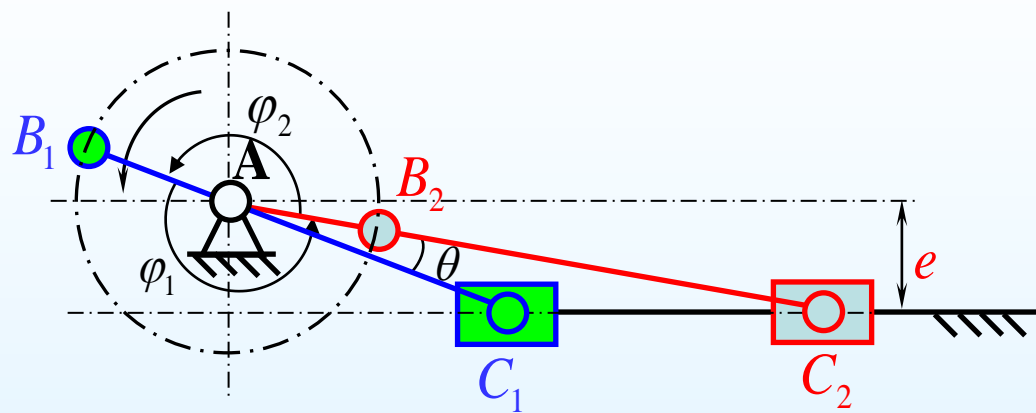


	CD	AB
运动	$C_1D \rightarrow C_2D$	$AB_1 \rightarrow AB_2$
位移	$+\psi$	φ_1
运动	$C_2D \rightarrow C_1D$	$AB_2 \rightarrow AB_1$
位移	$-\psi$	φ_2

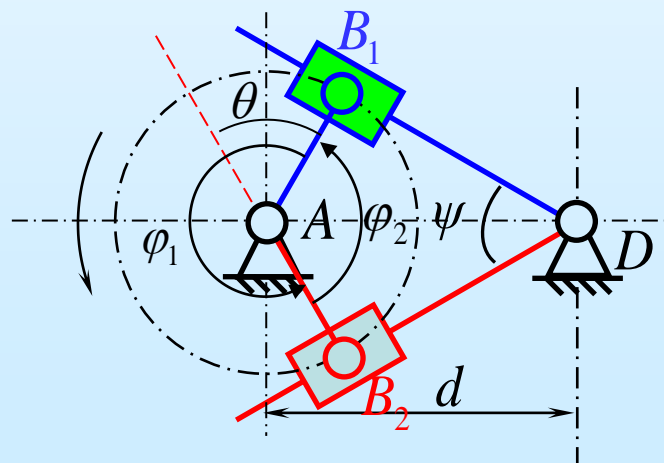
$$\varphi_1 = 180^\circ + \theta \quad \varphi_2 = 180^\circ - \theta$$



曲柄滑块机构的极位夹角



摆动导杆机构的极位夹角



	C	AB
运动	$C_1 \rightarrow C_2$	$AB_1 \rightarrow AB_2$
位移	$+H$	φ_1
运动	$C_2 \rightarrow C_1$	$AB_2 \rightarrow AB_1$
位移	$-H$	φ_2

$$\varphi_1 = 180^\circ + \theta$$

$$\varphi_2 = 180^\circ - \theta$$

	BD	AB
运动	$B_1D \rightarrow B_2D$	$AB_1 \rightarrow AB_2$
位移	$+\psi$	φ_1
运动	$B_2D \rightarrow B_1D$	$AB_2 \rightarrow AB_1$
位移	$-\psi$	φ_2

$$\varphi_1 = 180^\circ + \theta$$

$$\varphi_2 = 180^\circ - \theta$$



2. 急回运动

平面连杆机构中做往复运动的输出构件，一般都存在一个方向的**行程平均速度较低**，并且速度变化相对平缓，而相反方向的**行程平均速度较高**，且速度变化也较剧烈的现象。人们将机构的这一运动特征称为**急回特性** (quick-return characteristics)。

工程中常将速度较低的行程作为**工作行程**，以保证运动比较平稳，工作质量较好。而将速度较高的行程作为**空回行程**。

小型牛头刨床 (图5-20) (00)



从动件 DC 的平均角速度：

$$C_1D \rightarrow C_2D$$

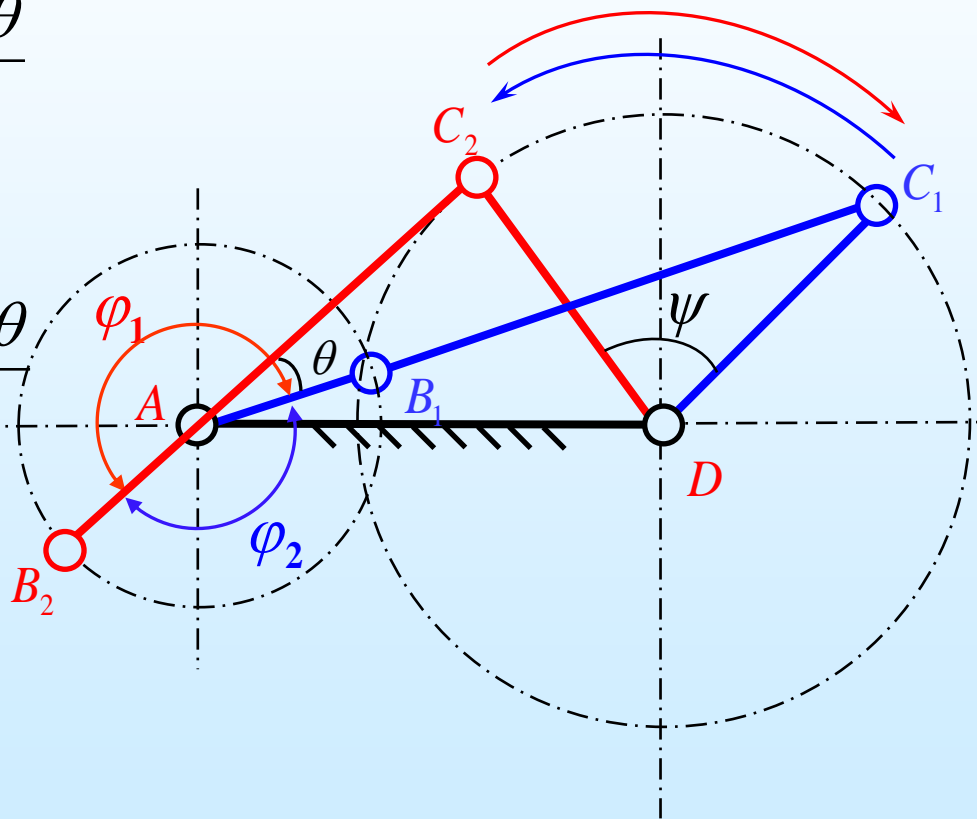
$$\overline{\omega_{C1 \rightarrow C2}} = \frac{\psi}{t_1} \quad t_1 = \frac{\varphi_1}{\omega_1} = \frac{180^\circ + \theta}{\omega_1}$$

$$DC_2 \rightarrow DC_1$$

$$\overline{\omega_{C2 \rightarrow C1}} = \frac{\psi}{t_2} \quad t_2 = \frac{\varphi_2}{\omega_1} = \frac{180^\circ - \theta}{\omega_1}$$

$$t_1 > t_2$$

$$\overline{\omega_{C1 \rightarrow C2}} < \overline{\omega_{C2 \rightarrow C1}}$$



该机构有急回运动



3. 行程速比系数K

$$K = \frac{\text{从动件快速行程平均速度}}{\text{从动件慢速行程平均速度}} = \frac{\overline{\omega_{C2 \rightarrow C1}}}{\overline{\omega_{C1 \rightarrow C2}}}$$

$$K = \frac{\overline{\omega_{C2 \rightarrow C1}}}{\overline{\omega_{C1 \rightarrow C2}}} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}$$

$$\theta = 180^\circ \frac{K - 1}{K + 1}$$

通常把从动件往复运动平均速度的比值(大于1)称为行程速比系数, 用K表示。



一般曲柄摇杆机构的 $K > 1$ ，也可以等于1。 K 值越大，机构的工作行程速度变化越平缓，在极值附近的的速度变化越小，具有更长时间的近似等速运动。但空回行程速度的变化越剧烈，速度和加速度也越大，可能会引起明显的冲击、振动，使动力性能恶化。故在设计时要综合考虑恰当选取。

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}$$

$K = 1,$	$\theta = 0^\circ$
$K = 2,$	$\theta = 60^\circ$
$K = 3,$	$\theta = 90^\circ$
$K = 4,$	$\theta = 108^\circ$
\vdots	
$K = ?,$	$\theta = ?$



四、机构的死点位置

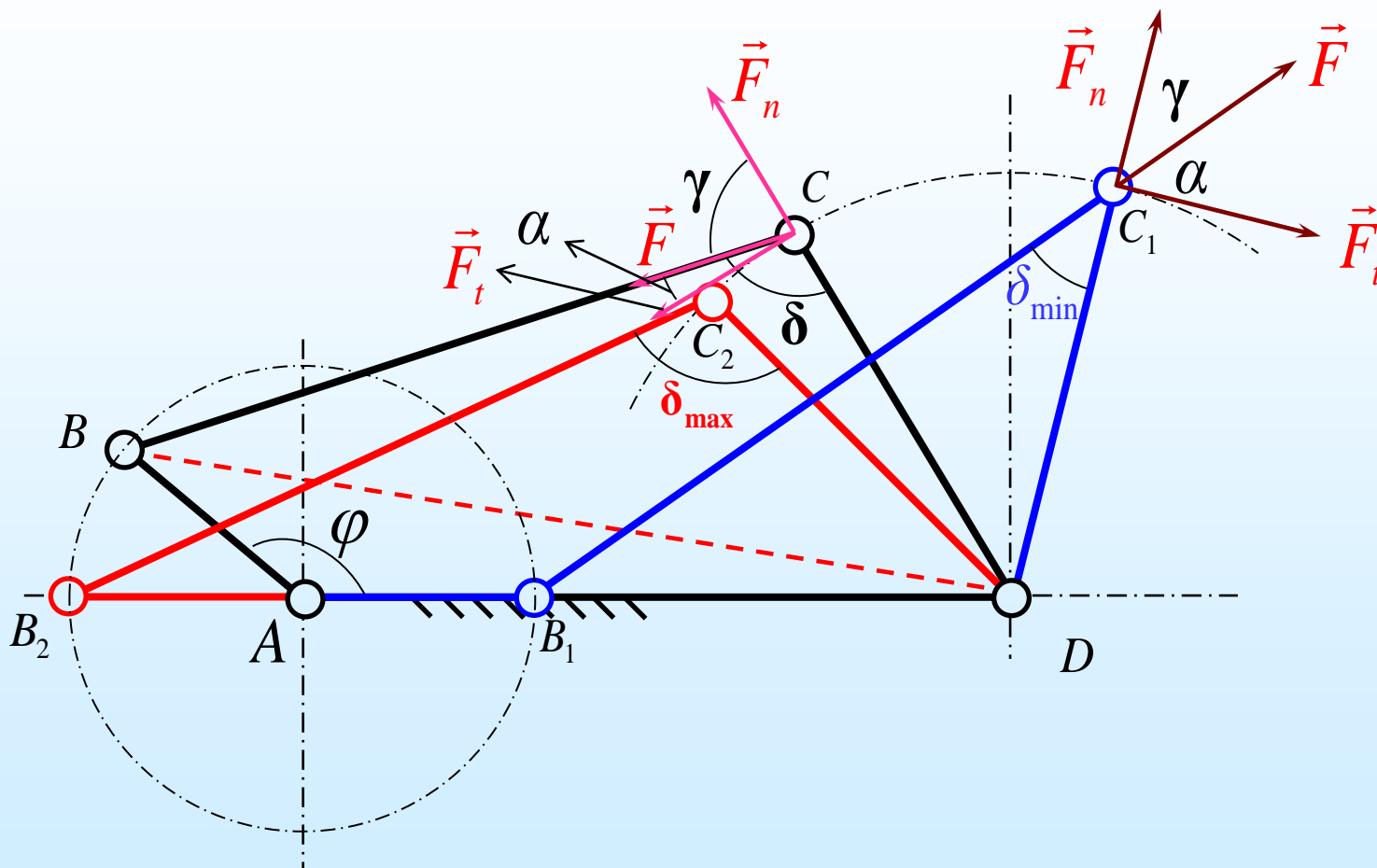
1. 死点位置

所谓死点位置就是指从动件的**传动角等于零或者压力角等于 90°** 时机构所处的位置。

如何确定机构的死点位置？



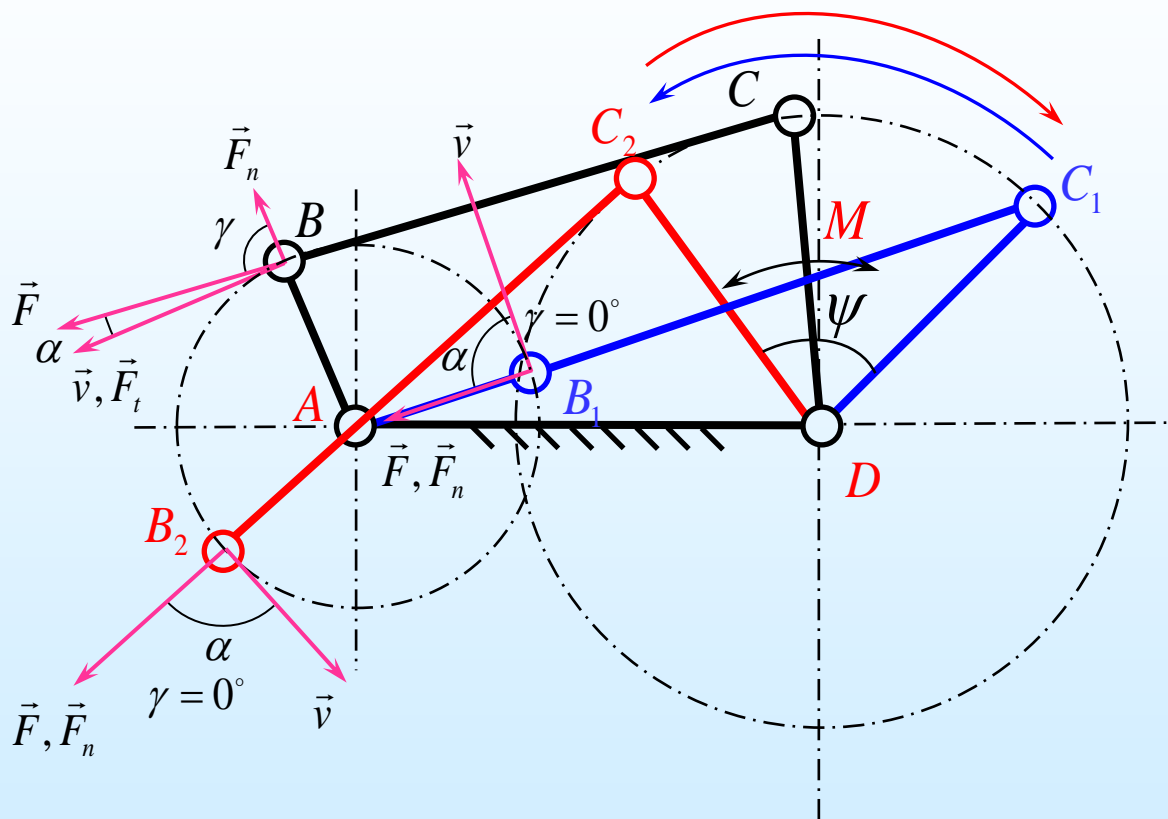
曲柄摇杆机构（曲柄为主动件）的死点



无死点存在



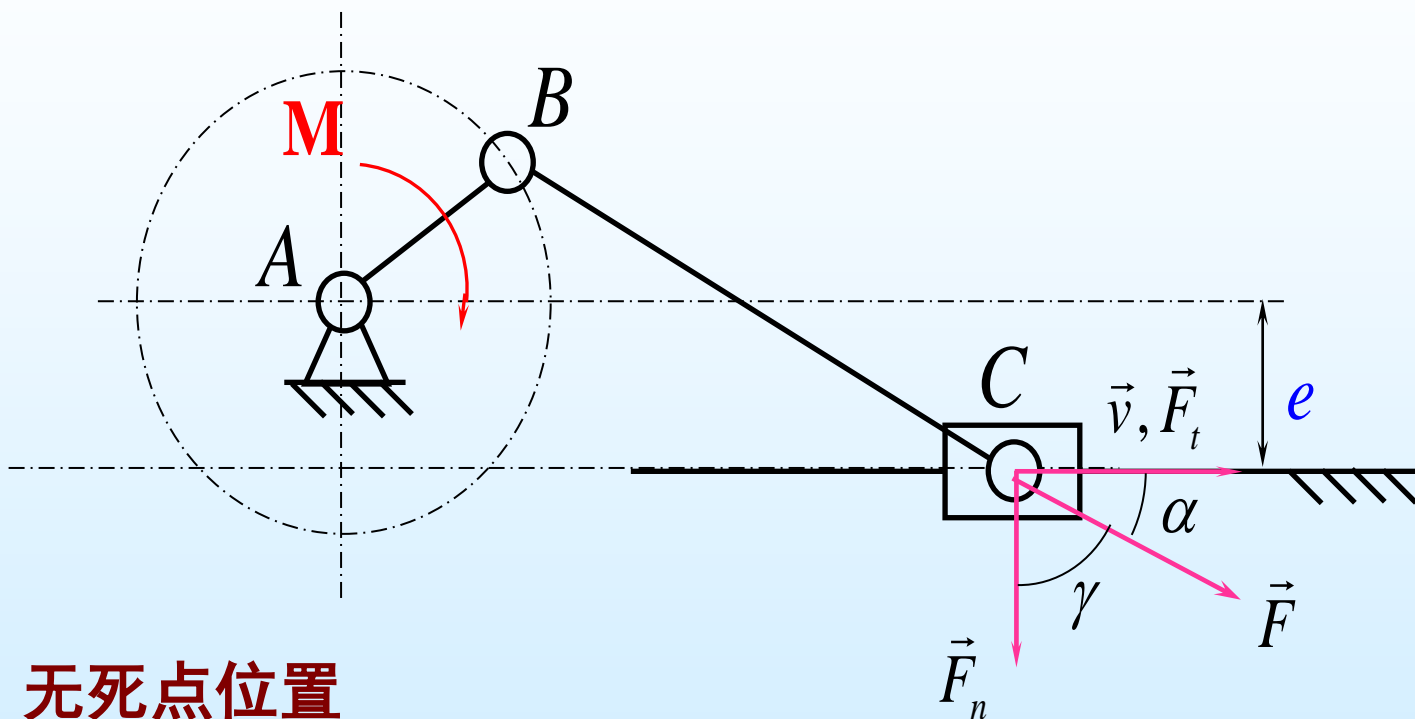
曲柄摇杆机构（摇杆为主动件）的死点



AB 与 BC 共线时为 $\alpha = 90^\circ$
机构的死点位置。 $\gamma = 0^\circ$

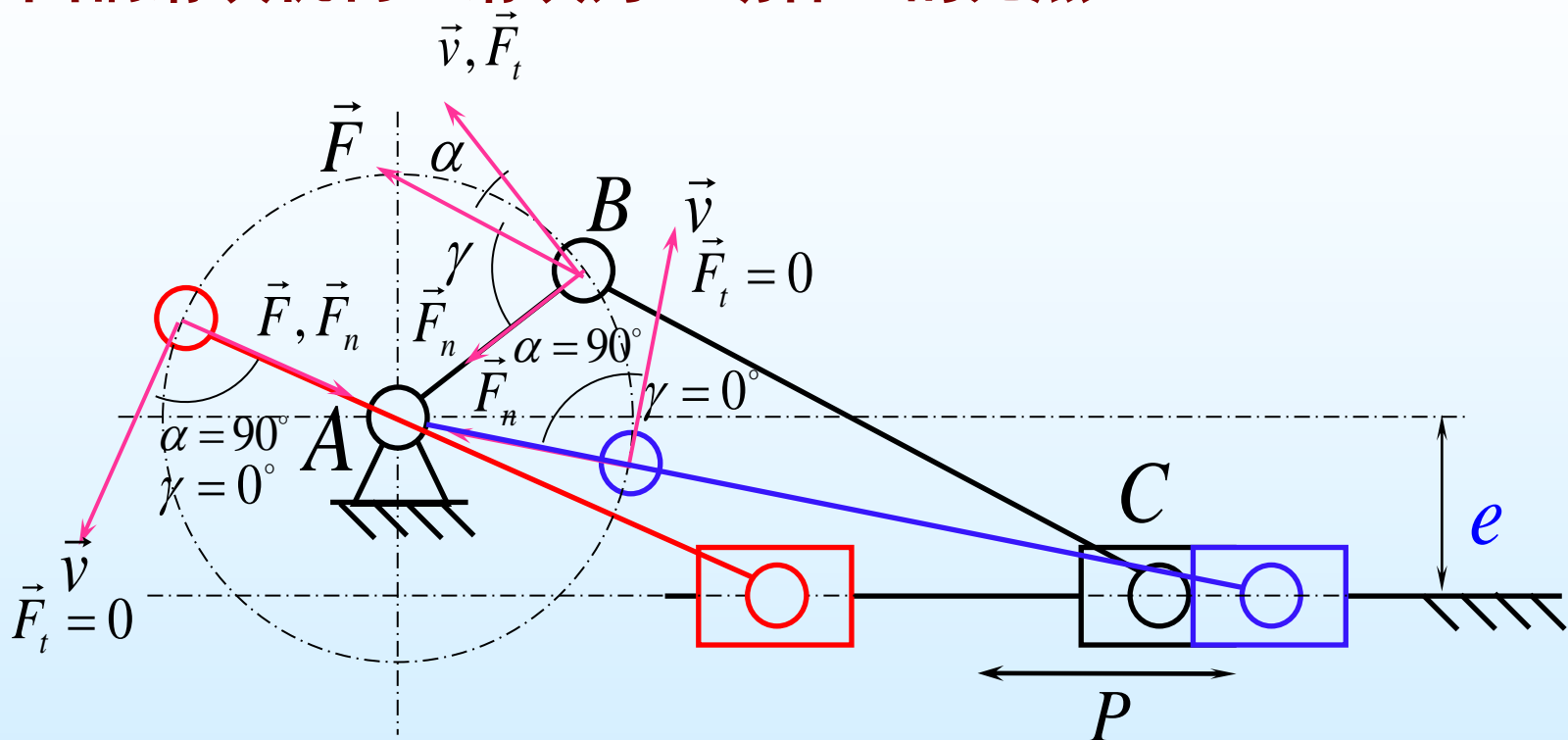


曲柄滑块机构（曲柄为主动件）的死点





曲柄滑块机构（滑块为主动件）的死点



AB与BC共线时为机构的死点位置。

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\gamma = 0^\circ$$

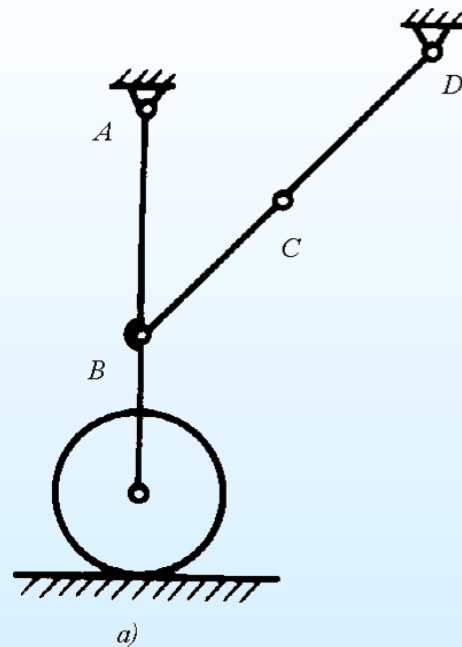
内燃机 (00)



2. 死点位置的应用



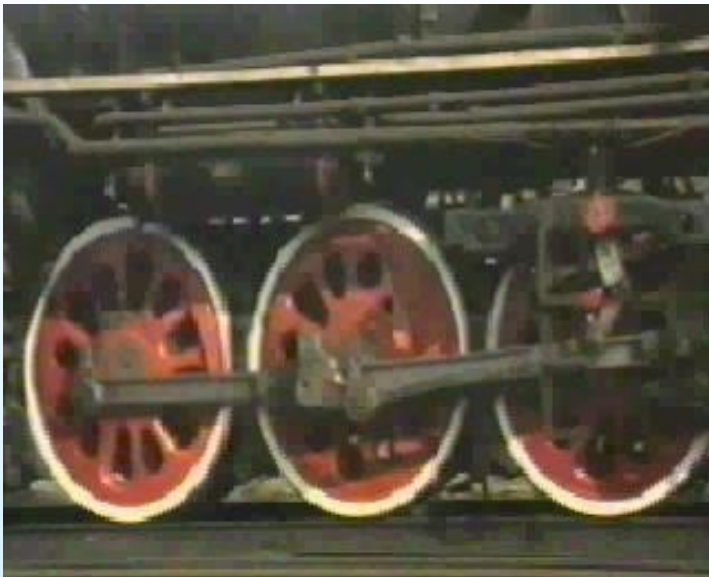
飞机起落架



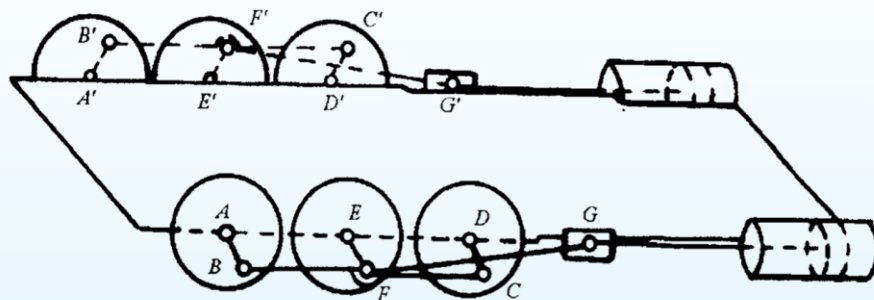
飞机起落架视频 (00)

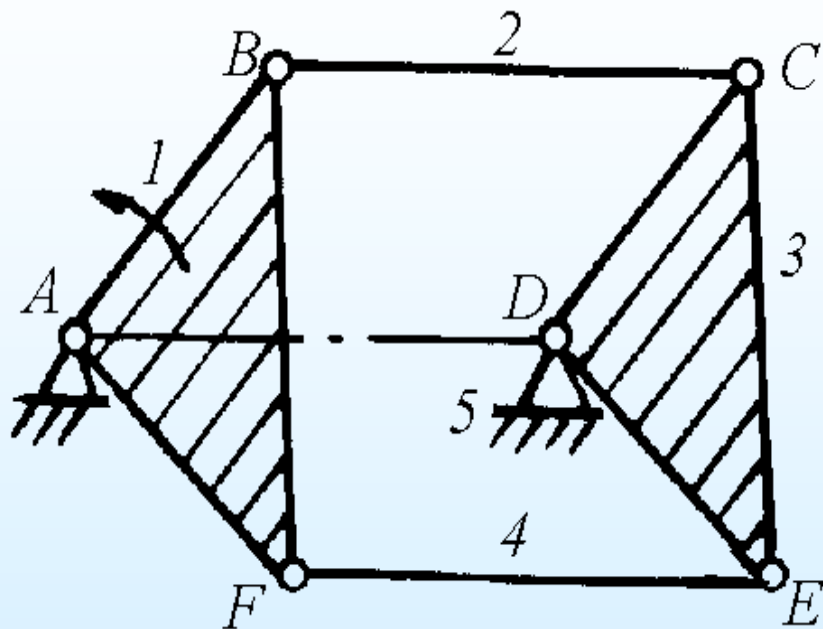
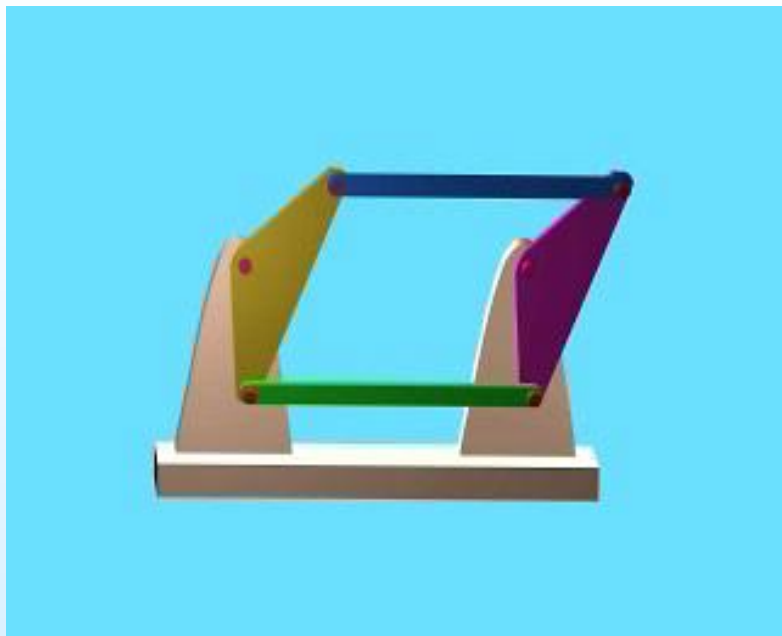


3. 避免死点位置的危害



火车轮



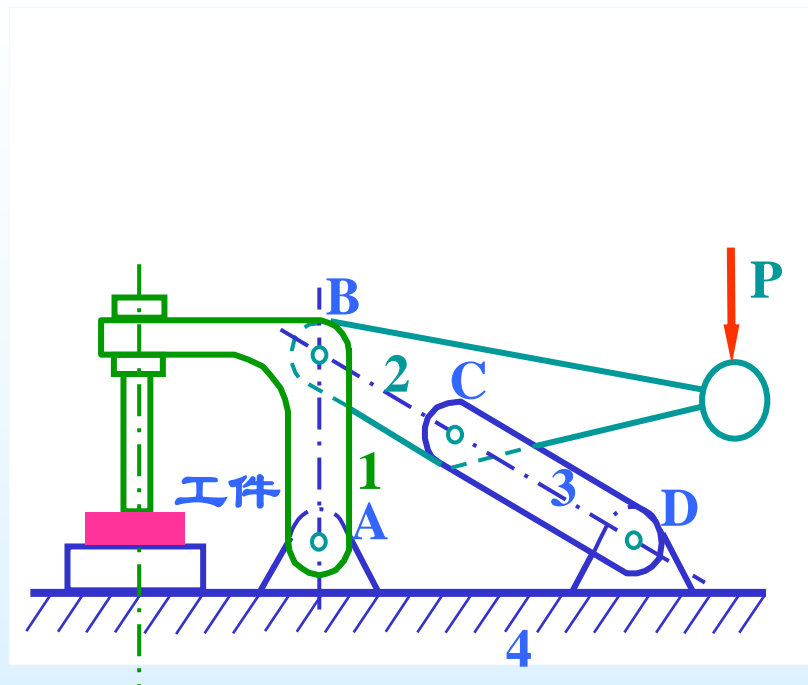
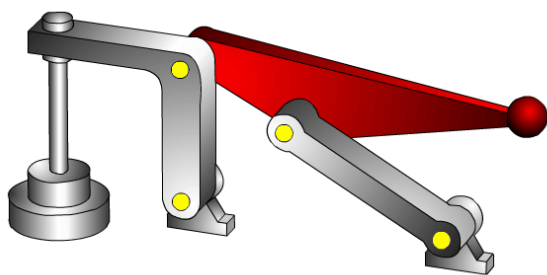


加虚约束的平行四边形机构



【问题】

夹具



机构的死点位置与机构的自锁有何关系？





5-4 平面四杆机构设计

满足平面连杆机构对运动性能要求的设计，称为平面连杆机构的运动学尺度综合，简称平面连杆机构综合



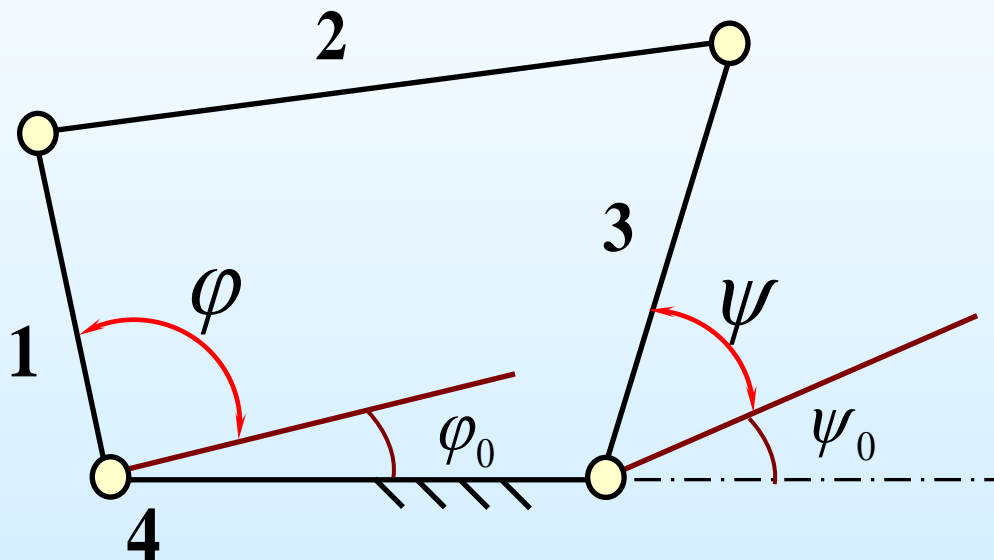
四杆机构设计的基本问题

- 1) 函数机构设计 (function generation)
- 2) 轨迹机构设计 (path generation)
- 3) 导引机构设计 (rigid body guidance)

连杆机构综合的基本问题



1) 函数机构设计 (function generation)



机构可实现的运动规律
(运动数学模型的建立)

$$\psi = f(\varphi)$$

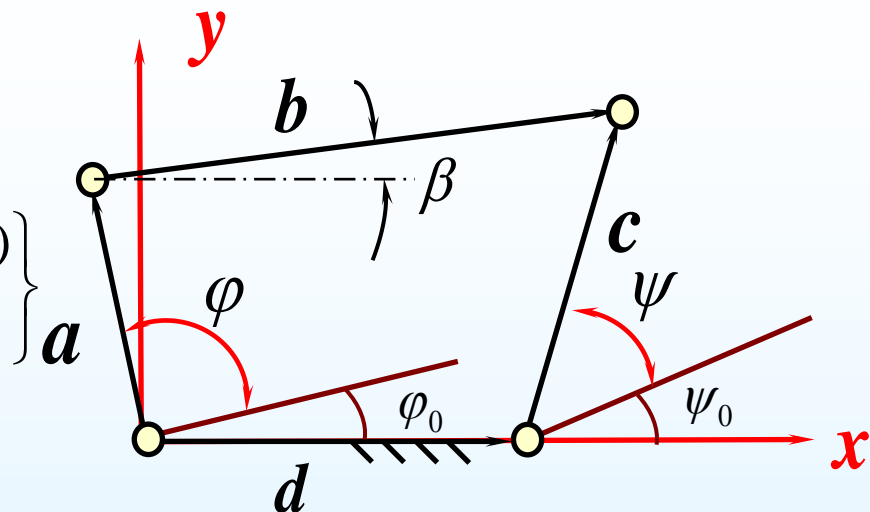
预定实现运动规律

$$\psi = g(\varphi)$$



函数机构的设计（解析法）

$$\left. \begin{aligned} a \cos(\varphi_0 + \varphi) + b \cos \beta &= d + c \cos(\psi_0 + \psi) \\ a \sin(\varphi_0 + \varphi) + b \sin \beta &= c \sin(\psi_0 + \psi) \end{aligned} \right\}$$



$$b^2 = a^2 + c^2 + d^2 + 2cd \cos(\psi_0 + \psi) - 2ad \cos(\varphi_0 + \varphi) - 2ac \cos[(\varphi - \psi) + (\varphi_0 - \psi_0)]$$

令

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= (a^2 + c^2 + d^2 - b^2) / 2ac \\ R_2 &= d / c \\ R_3 &= d / a \end{aligned} \right\}$$

ψ —— 函数

φ —— 自变量

该铰链四杆机构可以实现的函数关系：

$$R_1 - R_2 \cos(\varphi_0 + \varphi) + R_3 \cos(\psi_0 + \psi) = \cos[(\varphi - \psi) + (\varphi_0 - \psi_0)]$$

$$f(R_1, R_2, R_3, \varphi_0, \psi_0, \varphi, \psi) = 0$$



机构可实现的函数： $f(R_1, R_2, R_3, \varphi_0, \psi_0, \varphi, \psi) = 0$

式中， ψ 为函数， φ 为自变量。

ψ, φ 的函数关系由 $R_1, R_2, R_3, \varphi_0, \psi_0$ 5个常量所决定。

欲由机构实现的函数

如何用四连杆机构实现函数

$$\psi = g(\varphi) \quad ?$$



令 $\psi = g(\varphi)$

$$f(R_1, R_2, R_3, \varphi_0, \psi_0, \varphi, g(\varphi)) = 0$$

于是，有

$$f(R_1, R_2, R_3, \varphi_0, \psi_0, \varphi_1, g(\varphi_1)) = 0$$

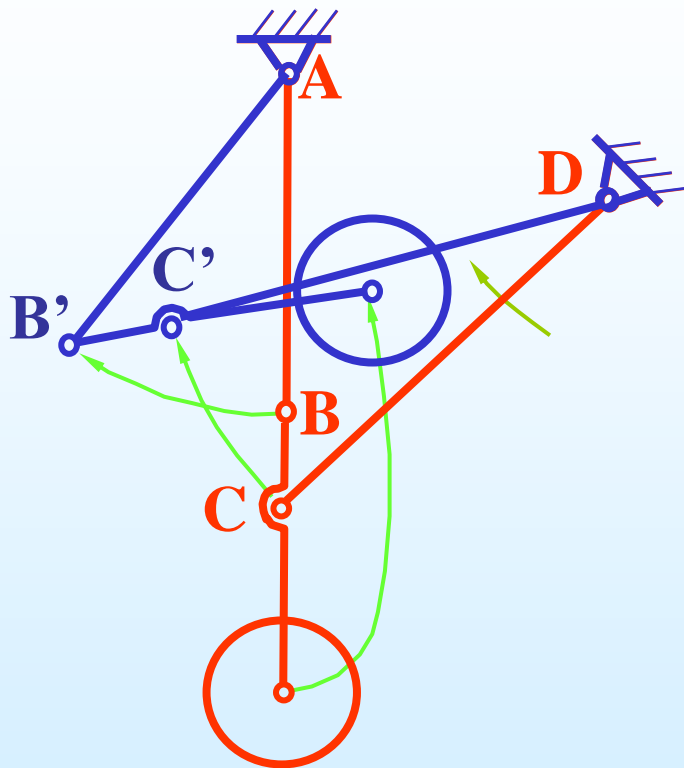
$$f(R_1, R_2, R_3, \varphi_0, \psi_0, \varphi_2, g(\varphi_2)) = 0$$

\vdots

$$f(R_1, R_2, R_3, \varphi_0, \psi_0, \varphi_n, g(\varphi_n)) = 0$$

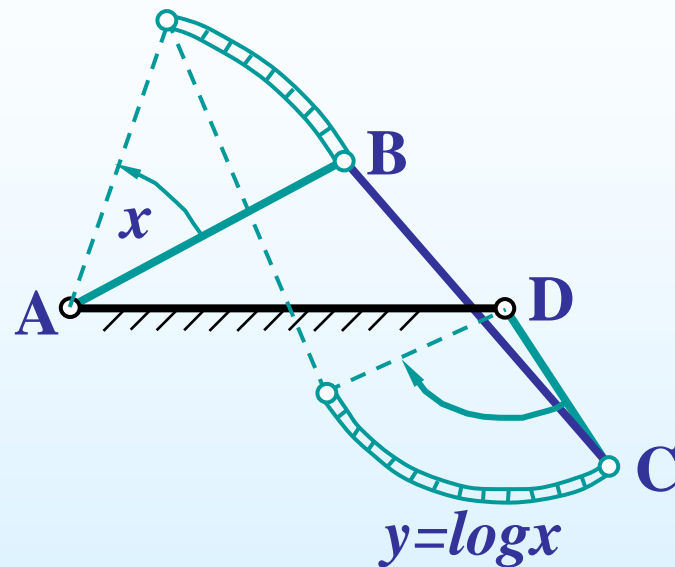
$n = ?$

课后请看“例 5-1”。



飞机起落架

要求两连架杆转角对应



函数机构

要求两连架杆的转角

满足函数 $y = \log x$



急回机构设计（函数机构的特例）

按从动件的急回运动特性图解法设计**曲柄摇杆机构**

已知条件：

行程速度变化系数 K $K = 1.33$

摇杆长度 c $c = 300\text{mm}$

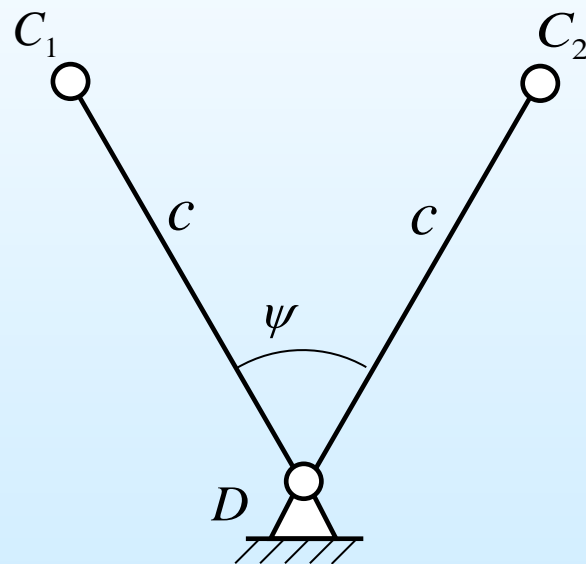
摇杆摆角 ψ $\psi = 60^\circ$

求：

曲柄长度 a

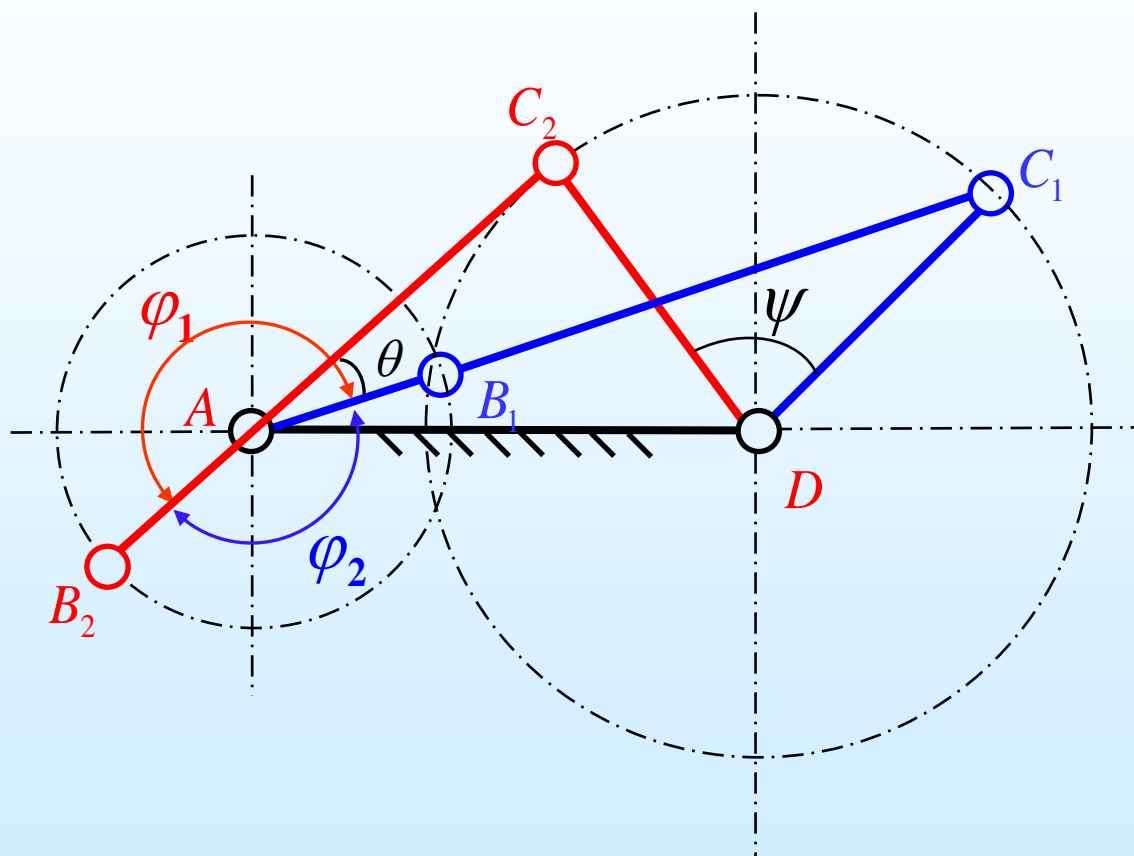
连杆长度 b

机架长度 d





用图解法按给定行程速度变化数设计四杆机构





(1) 计算极位夹角

$$\theta = \frac{K-1}{K+1} \times 180^\circ$$

$$\theta = \frac{1.33-1}{1.33+1} \times 180^\circ = 25.49^\circ$$

(2) 作图

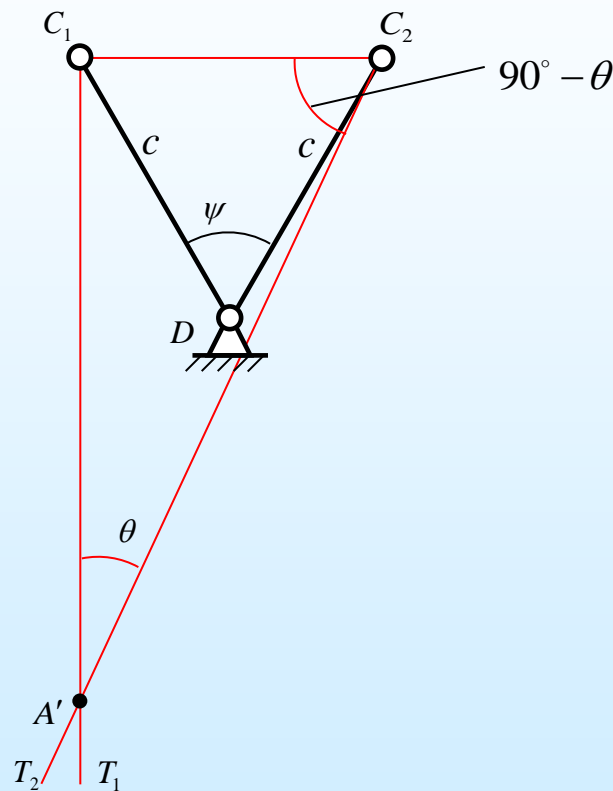
①作线段连接 C_1 、 C_2

②过点 C_1 作射线 $C_1T_1 \perp C_1C_2$

③过点 C_2 作射线 C_2T_2 与 C_1C_2

夹角为 $90^\circ - \theta = 64.51^\circ$

④射线 C_1T_1 、 C_2T_2 相交于点 A'





⑤作 $\Delta C_1 C_2 A'$ 的外接圆，其圆心在

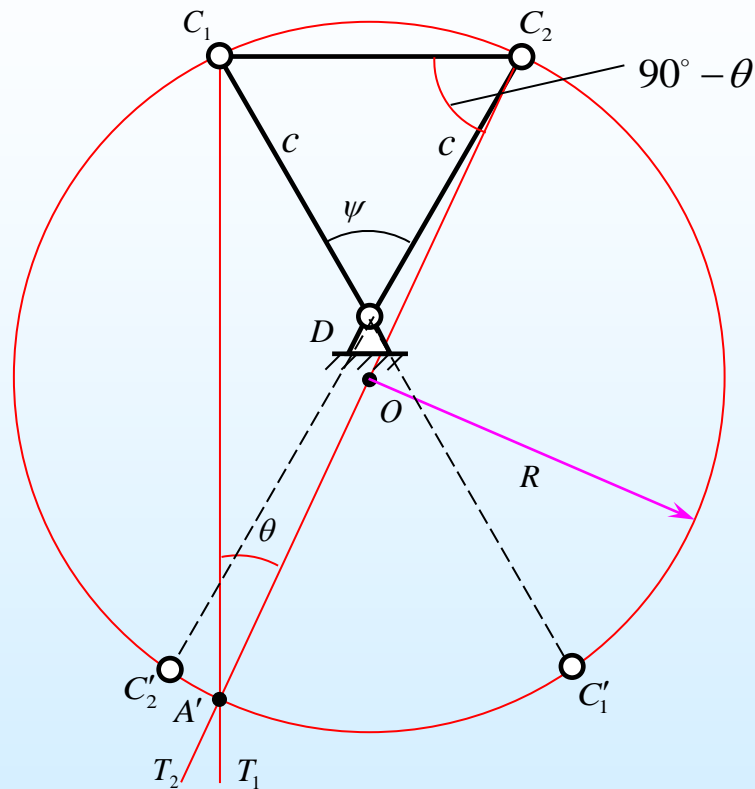
线段 $C_2 A'$ 的中点 O

⑥作 $C_1 D$ 的延长线，交外接圆于点 C'_1

⑦作 $C_2 D$ 的延长线，交外接圆于点 C'_2

外接圆周被分为4段圆弧

$C_1 C_2$, $C_2 C'_1$, $C'_1 C'_2$, $C'_2 C_1$





⑧在圆弧 $C_2'C_1$ 或圆弧 C_2C_1' 上

任意确定一点 A

⑨作线段分别连接 A 、 C_1 和 A 、 C_2 ,

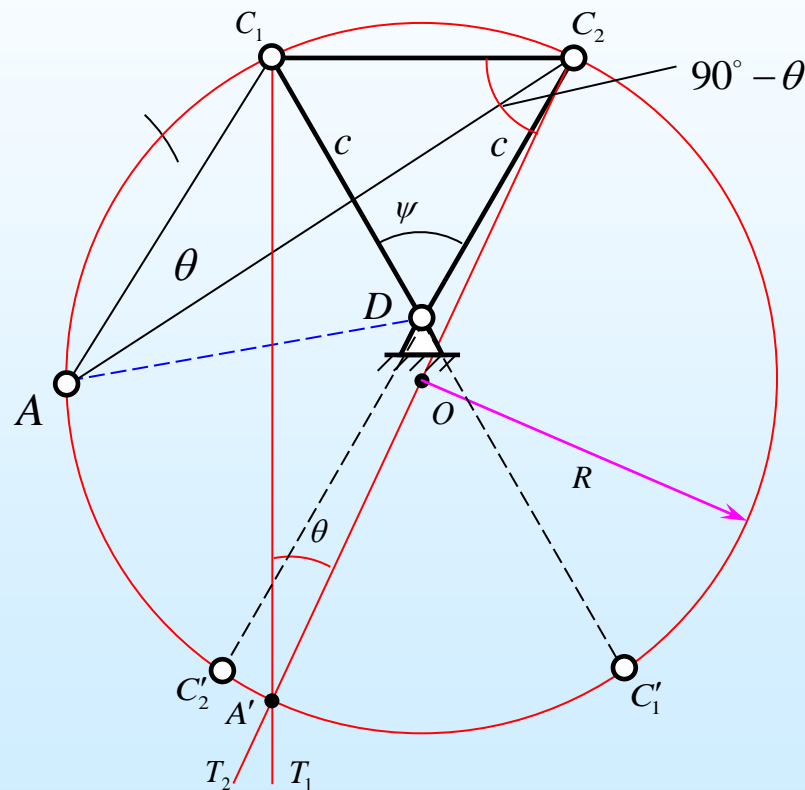
则, $\angle C_1AC_2 = \theta$

**点A是曲柄a的回转中心, 且
各构件长度**

$$\overline{AC_1} = b - a, \overline{AC_2} = b + a$$

$$a = \frac{\overline{AC_2} - \overline{AC_1}}{2}, b = \frac{\overline{AC_2} + \overline{AC_1}}{2}$$

$$d = AD$$

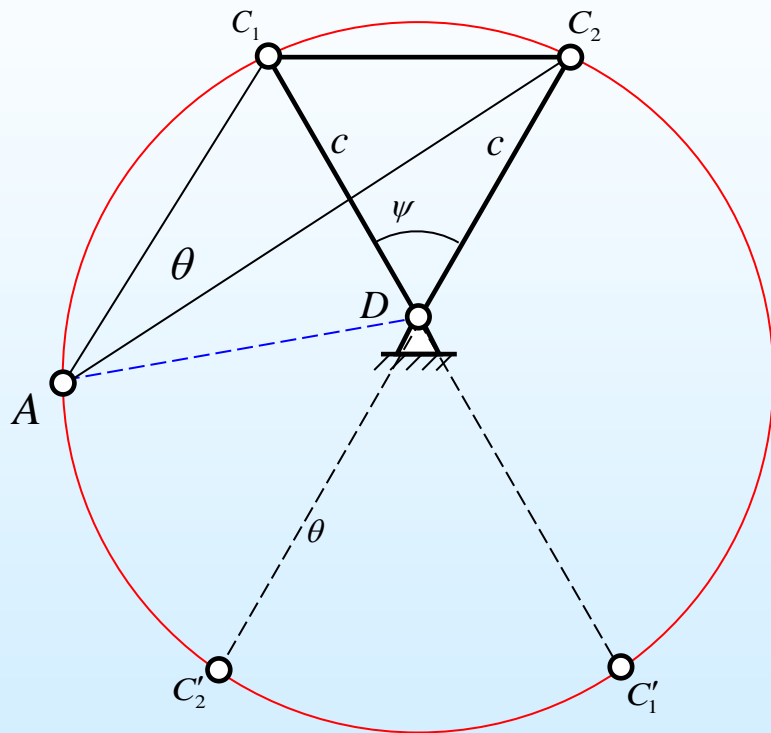




急回机构设计的讨论

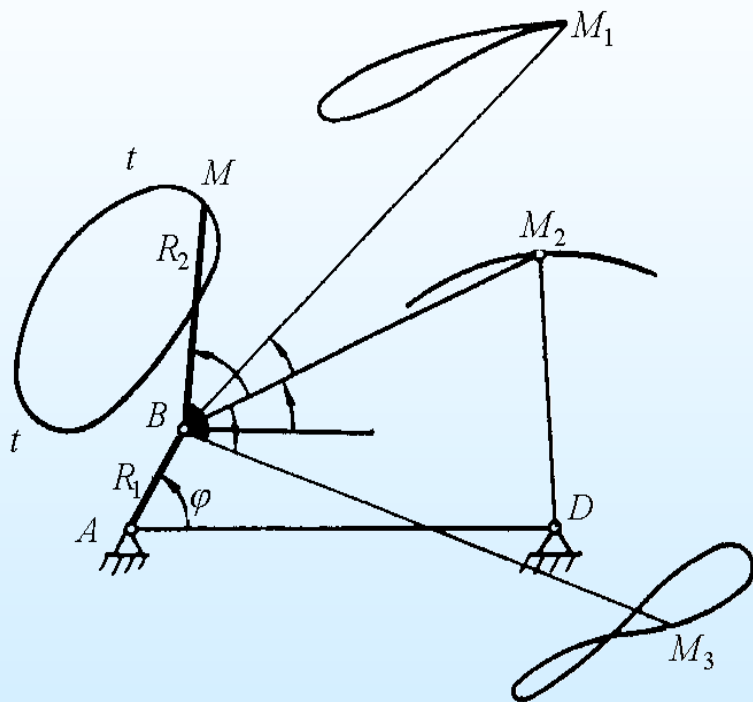
(1) 曲柄回转中心在何处？

- ① 曲柄回转中心A在圆弧 $C_2C'_1$
- ② 曲柄回转中心A在圆弧 C'_2C_1
- ③ 曲柄回转中心A在圆弧 C_1C_2
- ④ 曲柄回转中心A在圆弧 $C'_1C'_2$
- ⑤ 曲柄回转中心A在点 C_1
- ⑥ 曲柄回转中心A在点 C_2
- ⑦ 曲柄回转中心A在点 C'_1
- ⑧ 曲柄回转中心A在点 C'_2





2) 轨迹机构设计(path generation)



机构可实现的轨迹

$$f(x_M, y_M) = 0$$

预定实现运动轨迹

$$g(x, y) = 0$$



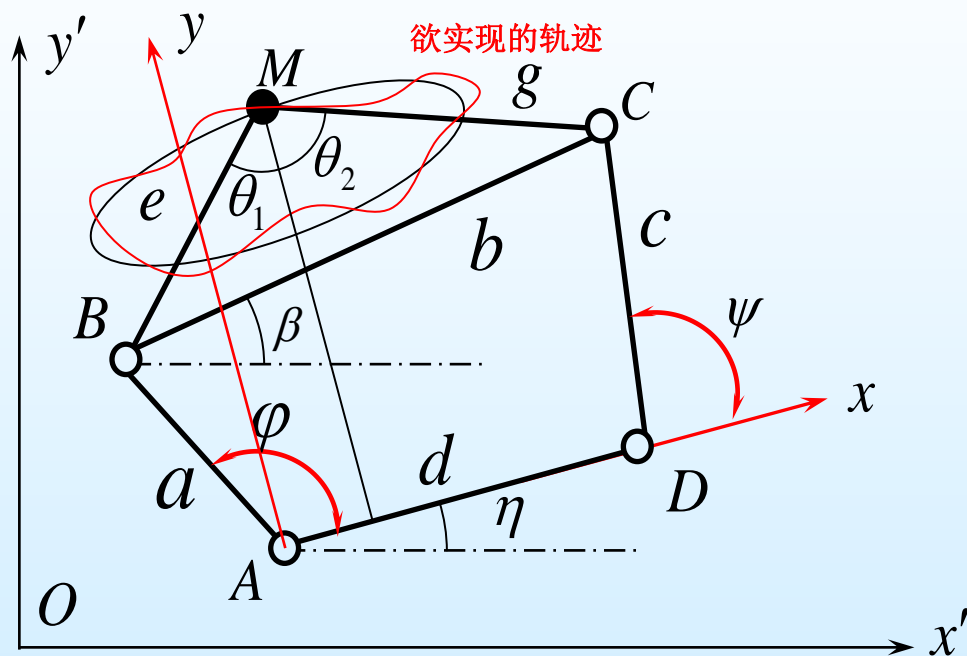
轨迹机构的设计（解析法）

在坐标系 $A-x, y$ 中

M点的坐标值为

$$\left. \begin{aligned} x_M &= a \cos \varphi + e \sin \theta_1 \\ y_M &= a \sin \varphi + e \cos \theta_1 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} x_M &= d + c \cos \psi - g \sin \theta_2 \\ y_M &= c \sin \psi + g \cos \theta_2 \end{aligned} \right\}$$



分别消去 ψ, φ

$$\left. \begin{aligned} x_M^2 + y_M^2 + e^2 - a^2 &= 2e(x_M \sin \theta_1 + y_M \cos \theta_1) \\ (d - x_M)^2 + y_M^2 + g^2 - c^2 &= 2g[(d - x_M) \sin \theta_2 + y_M \cos \theta_2] \end{aligned} \right\}$$



令 $\theta = \theta_1 + \theta_2$ 消去 θ_1, θ_2

在坐标系 $A-x, y$ 中

M点位置方程即连杆曲线方程为：

$$U^2 + V^2 = W^2$$

$$f(a, b, c, d, e, g, x_M, y_M) = 0$$

机构上M点可以
实现的曲线方程

式中,

$$U = g[(x_M - d)\cos\theta + y_M \sin\theta](x_M^2 + y_M^2 + e^2 - a^2) - ex_M[(x_M - d)^2 + y_M^2 + g^2 - c^2]$$

$$V = g[(x_M - d)\sin\theta - y_M \cos\theta](x_M^2 + y_M^2 + e^2 - a^2) + ey_M[(x_M - d)^2 + y_M^2 + g^2 - c^2]$$

$$W = 2ge \sin\theta[x_M(x_M - d) + y_M^2 - dy_M \cot\theta]$$

$$\theta = \arccos[(e^2 + g^2 - b^2)/2ge]$$



在坐标系 $O-x', y'$ 中

M点位置方程即连杆曲线方程为

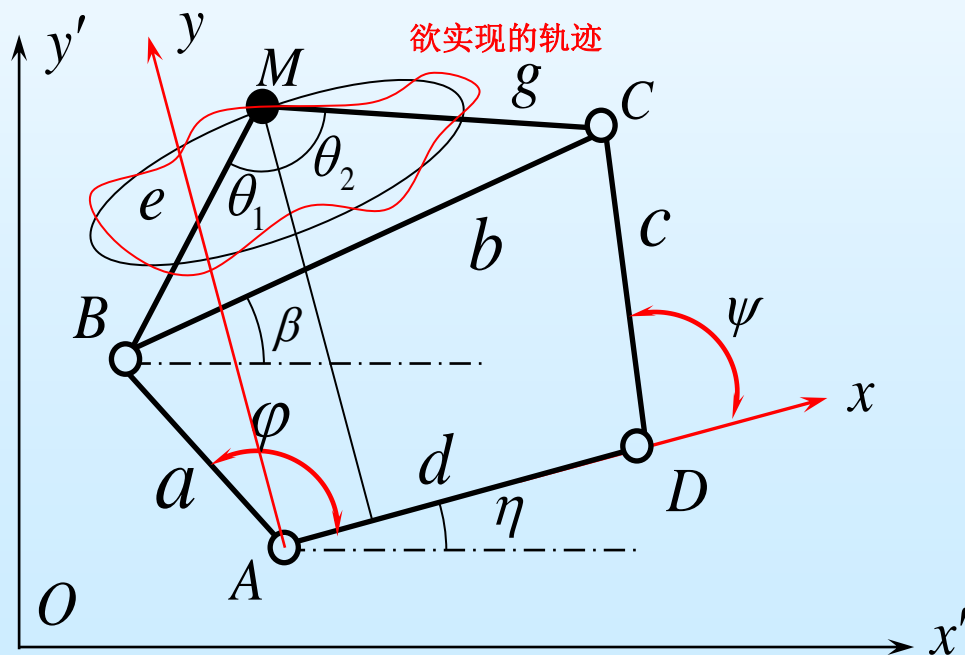
$$f(x'_A, y'_A, \eta, a, b, c, d, e, g, x_M, y_M) = 0$$

欲实现的轨迹方程:

$$g(x, y) = 0$$

应有

$$\begin{cases} x = x_M \\ y = y_M \end{cases}$$





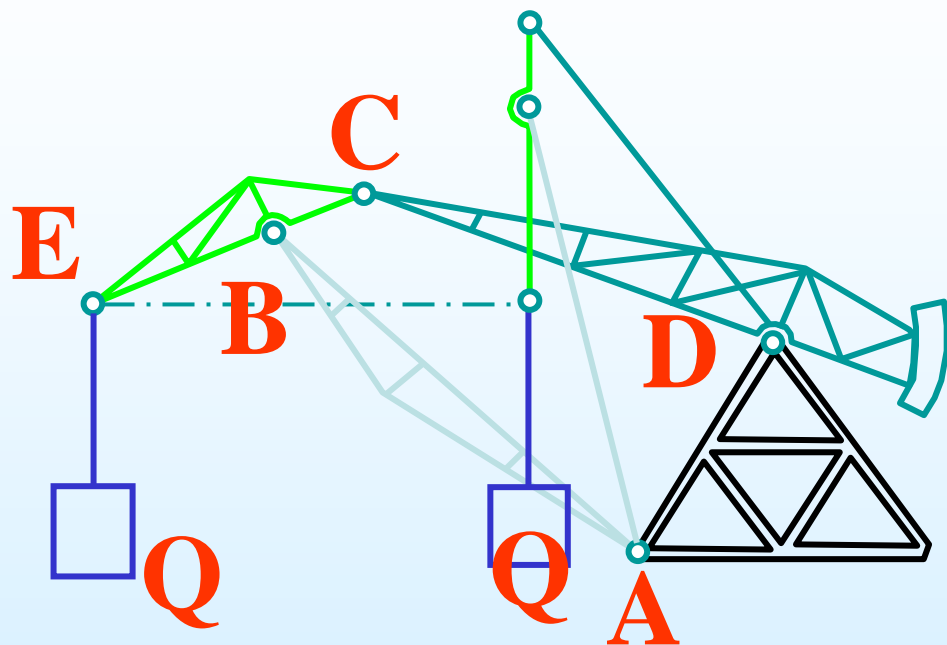
即

$$\begin{cases} f(x_A, y_A, \eta, a, b, c, d, e, \alpha, x, y) = 0 \\ g(x, y) = 0 \end{cases}$$

于是，有

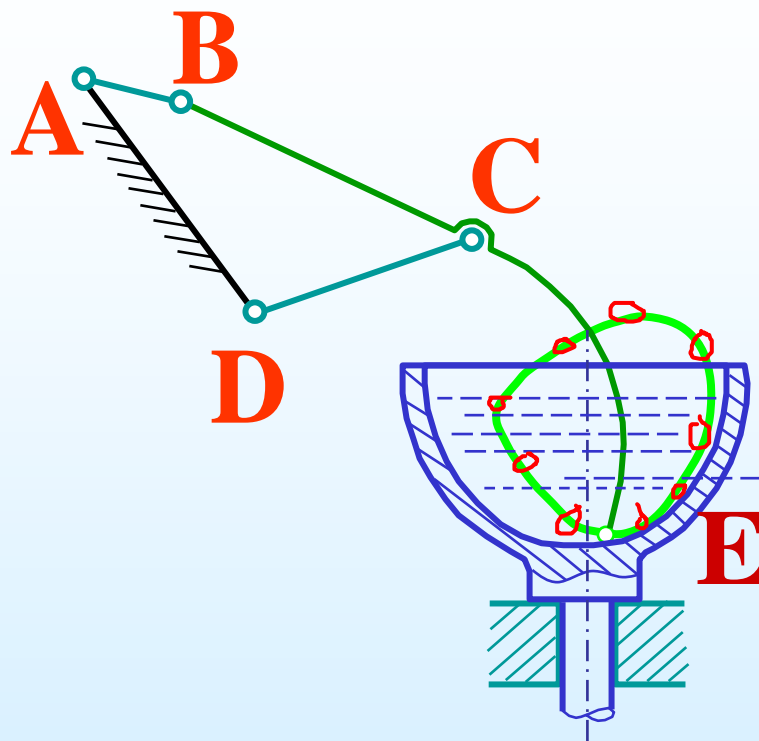
$$\begin{aligned} f(x'_A, y'_A, \eta, a, b, c, d, e, \alpha, x_1, y_1) &= 0 & g(x_1, y_1) &= 0 \\ f(x'_A, y'_A, \eta, a, b, c, d, e, \alpha, x_2, y_2) &= 0 & g(x_2, y_2) &= 0 \\ &\vdots & &\vdots \\ f(x'_A, y'_A, \eta, a, b, c, d, e, \alpha, x_n, y_n) &= 0 & g(x_n, y_n) &= 0 \end{aligned}$$

$$n = ?$$



鹤式起重机

要求连杆上E点的轨迹为一条水平直线



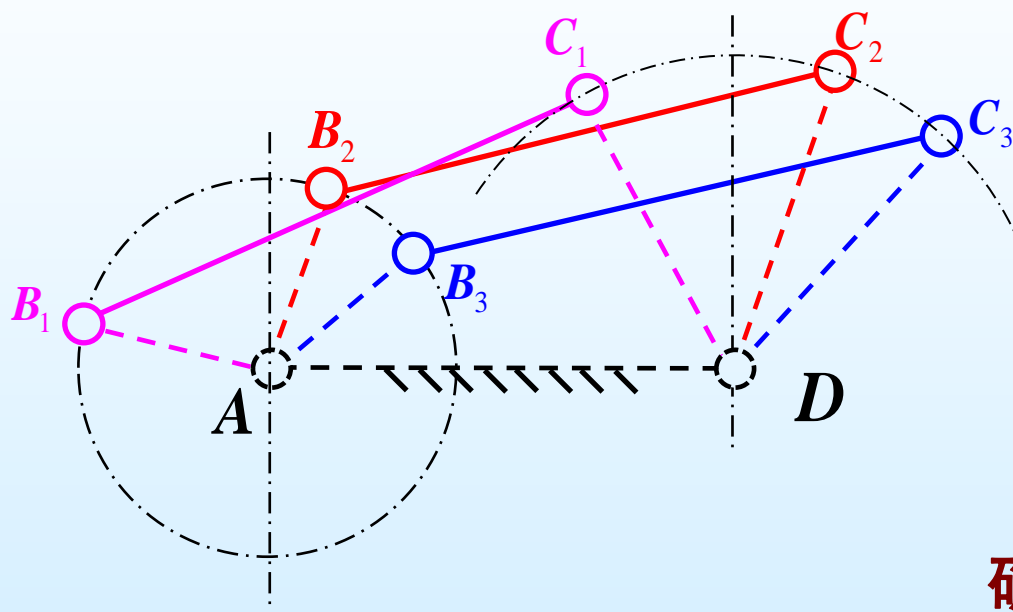
搅拌机构

要求连杆上E点的轨迹为一条卵形曲线



3) 导引机构设计 (rigid body guidance)

根据连杆的预定位置


$$B_1C_1$$
$$B_2C_2$$
$$\vdots$$
$$B_nC_n$$

炉门机构 (00)

确定四杆机构的构件长度

$$AB, CD, AD$$
$$n = ?$$

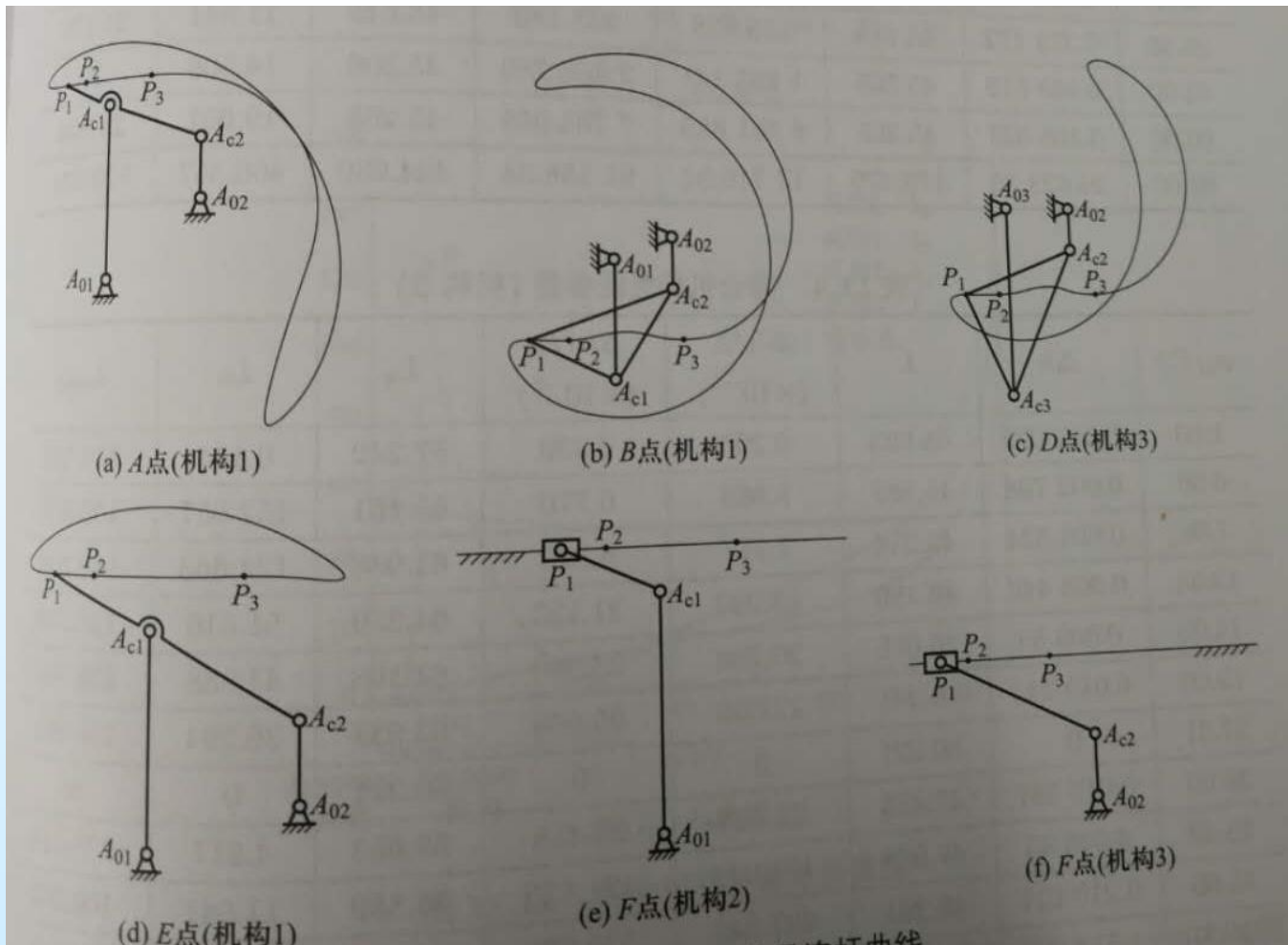


运动的连续性问题(教材, P96)

(尺度综合后要考虑的问题)

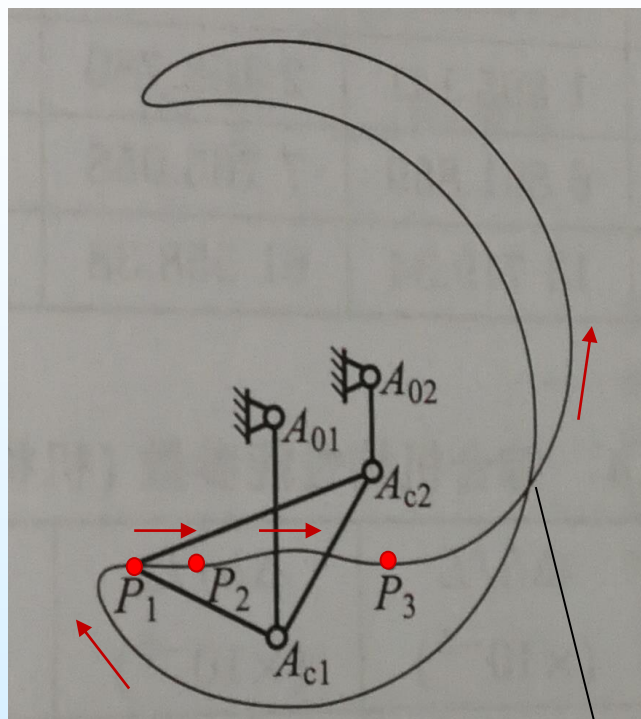
在平面连杆机构中, 当主动件连续运动时, 其它构件能连续地占据预定的各个位置, 称机构具有运动的连续性。

平面连杆机构运动的连续性



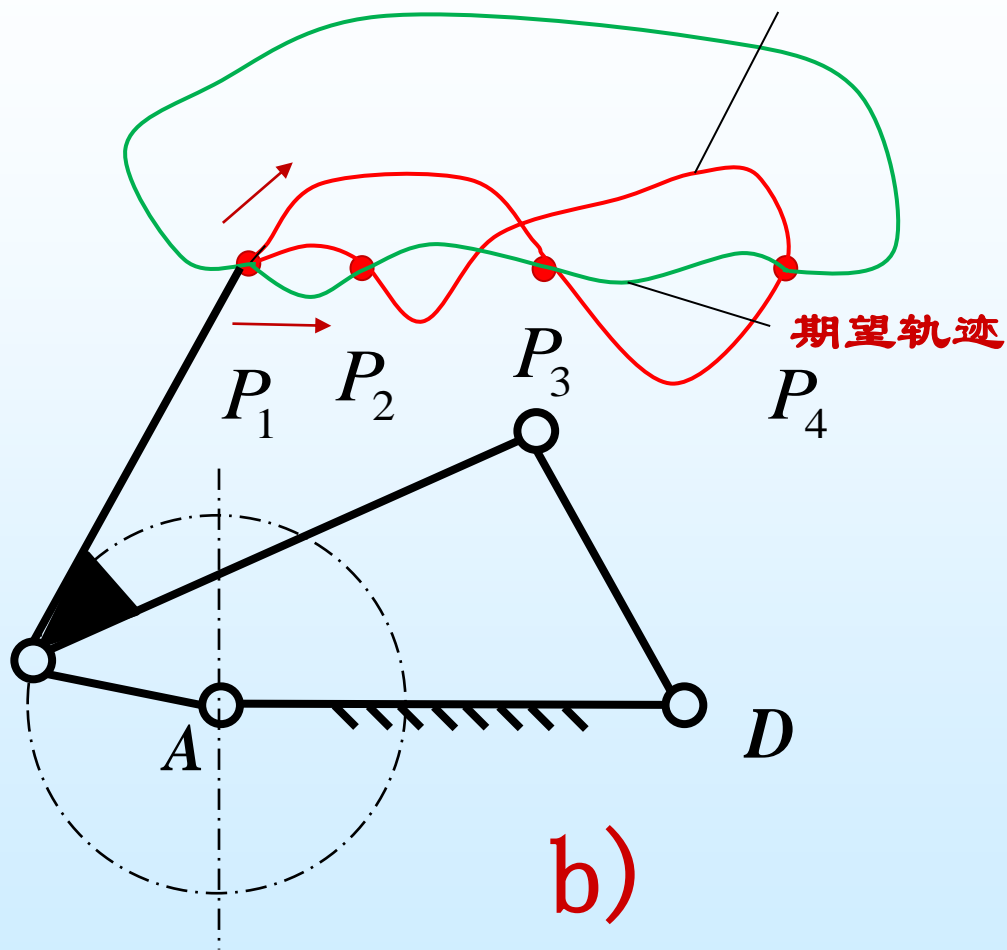
尺度综合后机构示意图

规格严格 功夫到家



a)

二重点



b)

轨迹机构设计(错序不连续示意图)

规格严格

功夫到家



自 学

- (1) 如何按从动件的急回运动特性设计曲柄滑块机构？
- (2) 如何按从动件的急回运动特性设计曲柄导杆机构？



谢谢!



规格严格 功夫到家