



机械基础

(第七版)

中国劳动社会保障出版社



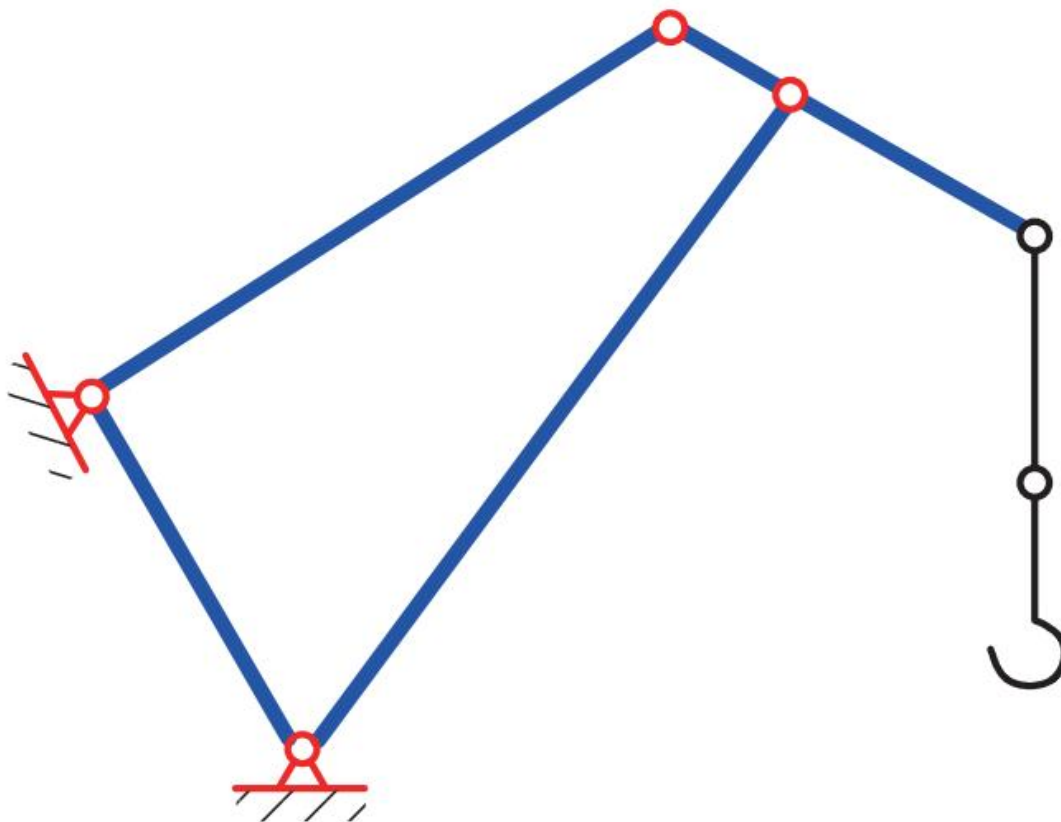
第七章 平面连杆机构

- §7-1 平面连杆机构概述
- §7-2 铰链四杆机构的组成及分类
- §7-3 铰链四杆机构的演化机构
- §7-4 平面四杆机构的基本性质



第七章 平面连杆机构

起重机构的机构运动简图





§ 7-1

平面连杆机构概述

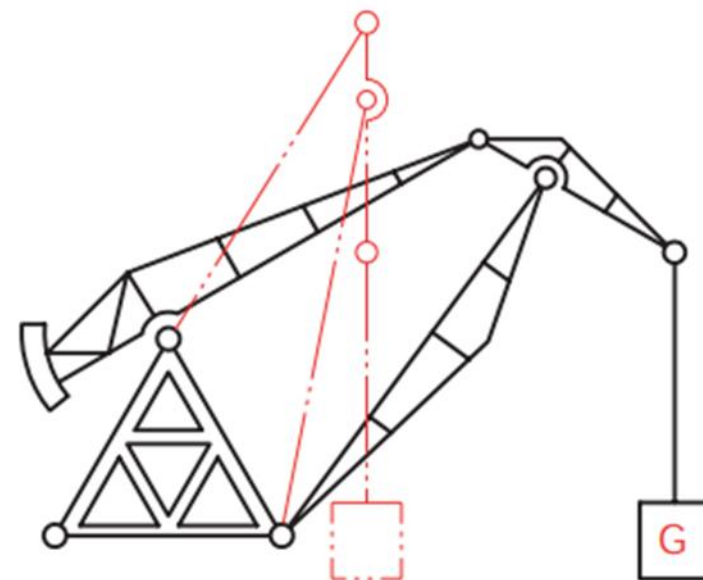
一、平面连杆机构的概念

平面连杆机构是指由一些刚性构件用转动副或移动副相互连接而成，在同一平面或相互平行的平面内运动的机构。



平面连杆机构能够实现某些较为复杂的平面运动，用于传递动力并改变运动形式。

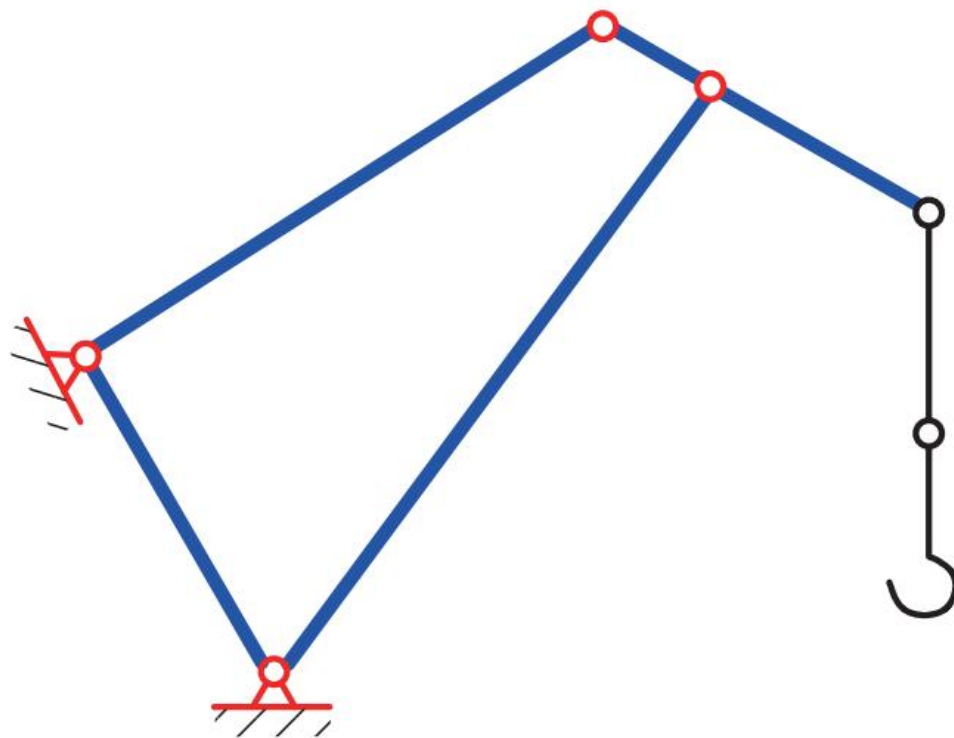
门座式起重机利用平面连杆机构实现货物的水平移动。





平面连杆机构构件的形状多种多样，
但均可用等效的杆状构件进行替代。

最常用的平面连杆机构是具有四个构件（包括机架）的机构，称为平面四杆机构。构件间以四个转动副相连的平面四杆机构称为平面铰链四杆机构，简称铰链四杆机构。





二、平面连杆机构的应用特点

1. 平面连杆机构的优点

(1) 平面连杆机构是低副连接，为面接触，承受压强小，便于润滑，磨损较轻，可承受较大载荷。

(2) 平面连杆机构结构简单，加工方便，构件之间的接触是由构件本身的几何约束保持，工作可靠。



(3) 可使从动件实现多种形式的运动，
满足多种运动规律的要求。

(4) 利用平面连杆机构中连杆的变化可
满足多种运动轨迹的要求。



2. 平面连杆机构的缺点

(1) 设计比较复杂；各构件的尺寸误差和运动副中的间隙使平面连杆机构在传递运动时产生较大的累积误差。

(2) 运动时产生的惯性力难以平衡，不适用于高速运动的场合。

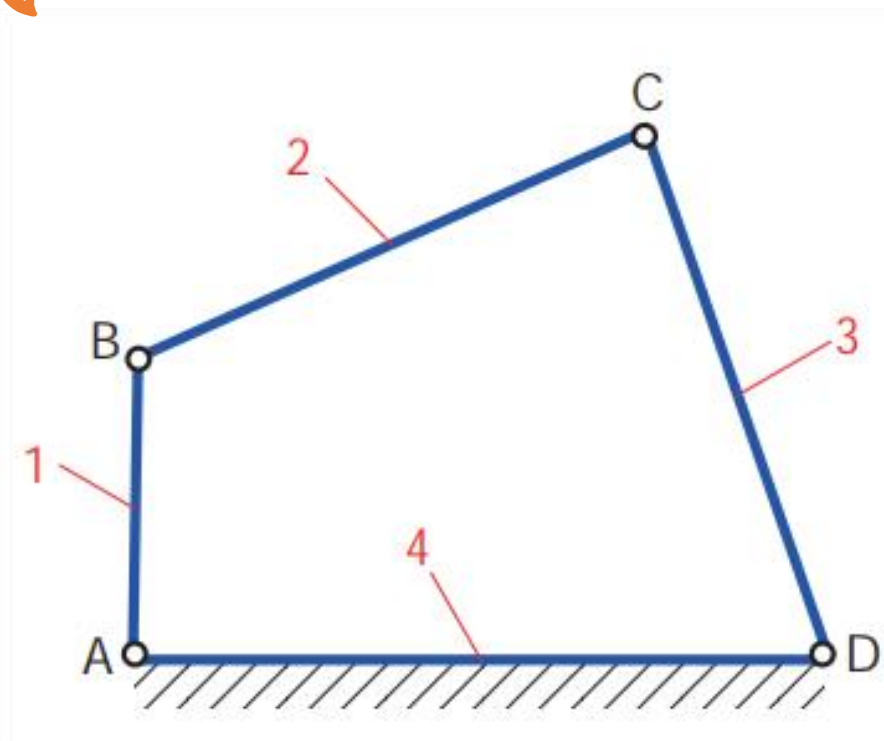


§ 7-2

铰链四杆机构 的组成及分类

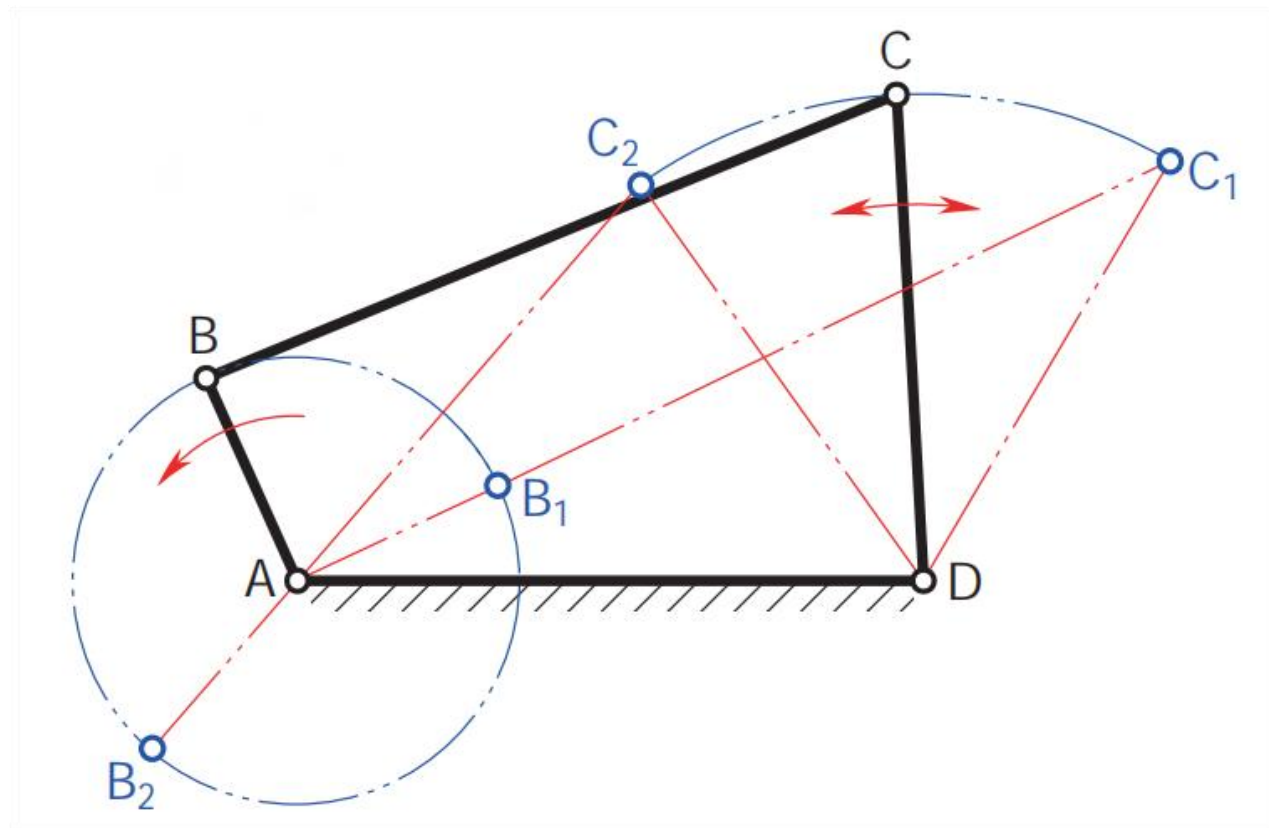
一、铰链四杆机构的组成

在铰链四杆机构中，固定不动的构件 **4** 称为机架，不与机架直接相连的构件 **2** 称为连杆，与机架相连的构件 **1**、构件 **3** 称为连架杆。





能绕固定轴做整周
旋转运动的连架杆称为
曲柄，只能绕固定轴在
一定角度（小于
 180° ）范围内往复
摆动的连架杆称为摇杆。



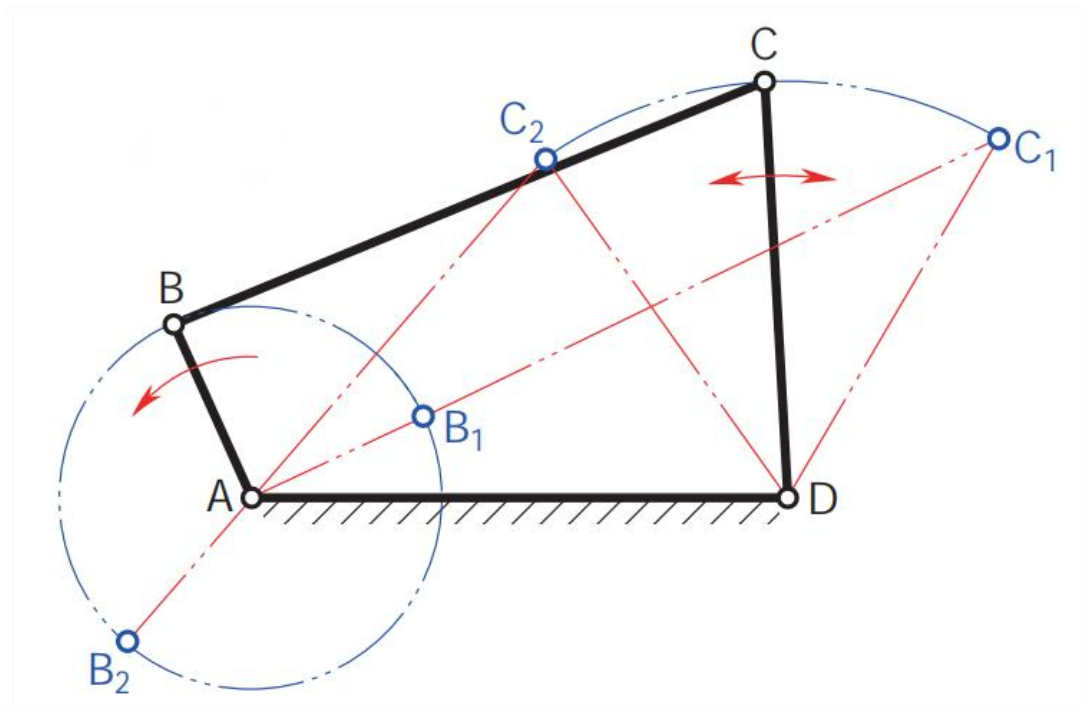


二、铰链四杆机构的类型

铰链四杆机构分为曲柄摇杆机构、
双曲柄机构和双摇杆机构。

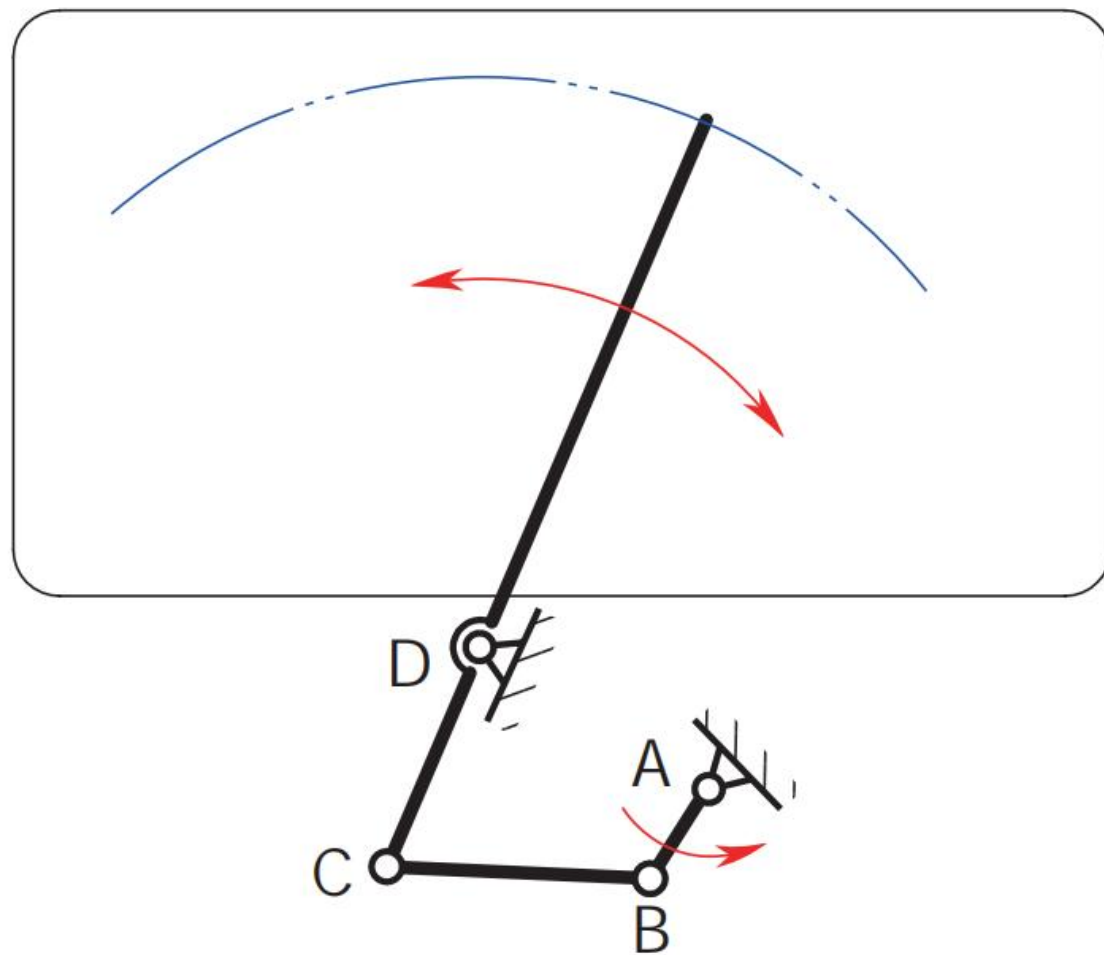
1. 曲柄摇杆机构

铰链四杆机构的两个连架杆中，其中一个为曲柄，另一个为摇杆的机构称为曲柄摇杆机构。





汽车雨刮即采用曲柄摇杆机构。当电动机带动主动曲柄 AB 旋转时，从动摇杆 CD 做往复摆动，利用摇杆的延长部分实现刮水动作。



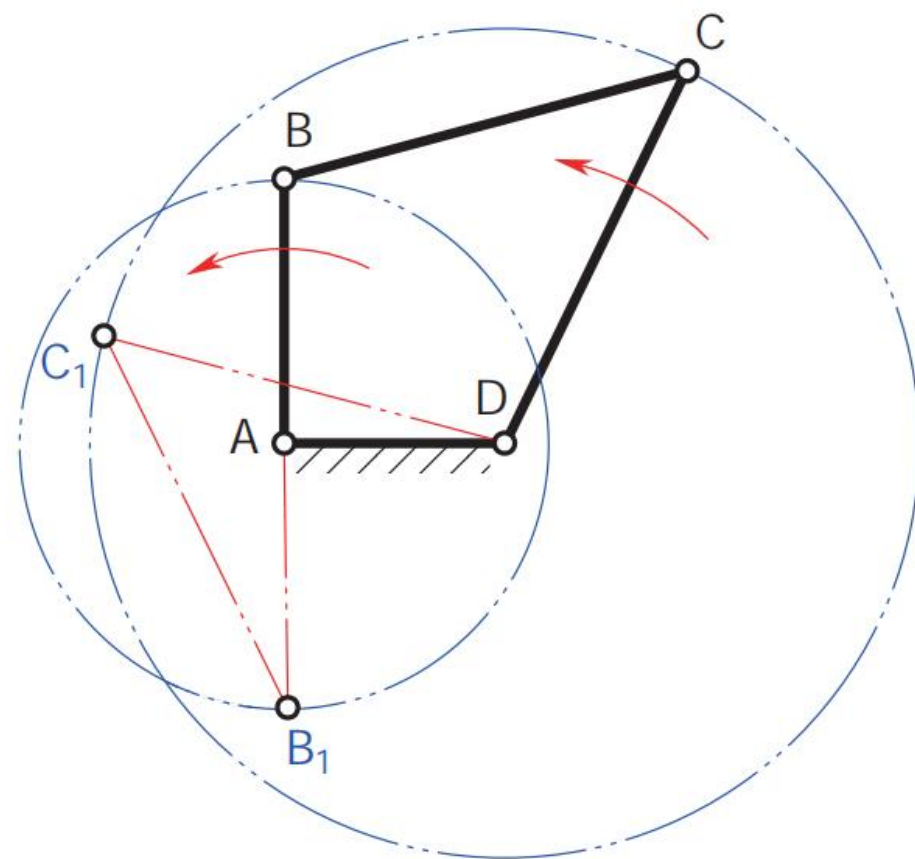


2. 双曲柄机构

两连架杆均为曲柄的铰链四杆机构称为双曲柄机构。

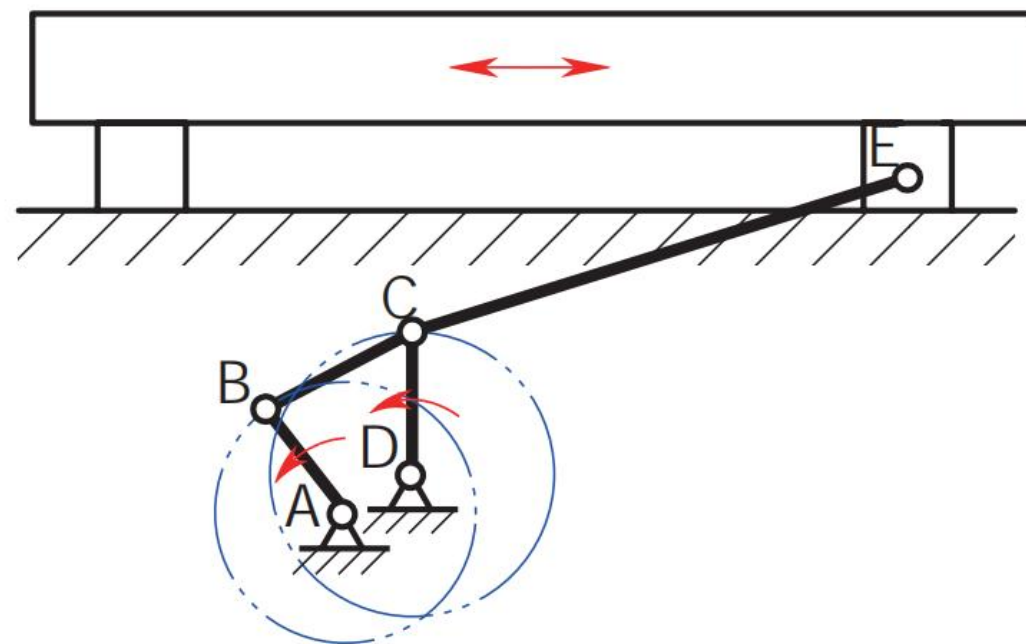
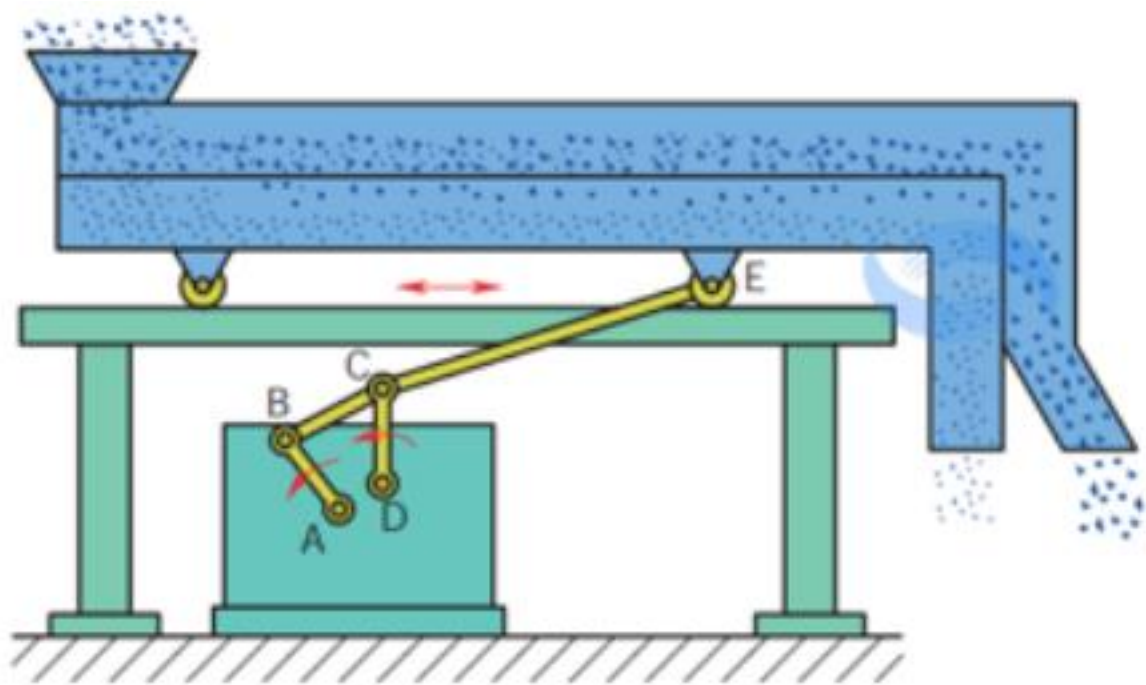
(1) 不等长双曲柄机构

两曲柄长度不相等的双曲柄机构称为不等长双曲柄机构。





惯性筛通过双曲柄机构使筛子
左右摆动，使粗、细物料分离。

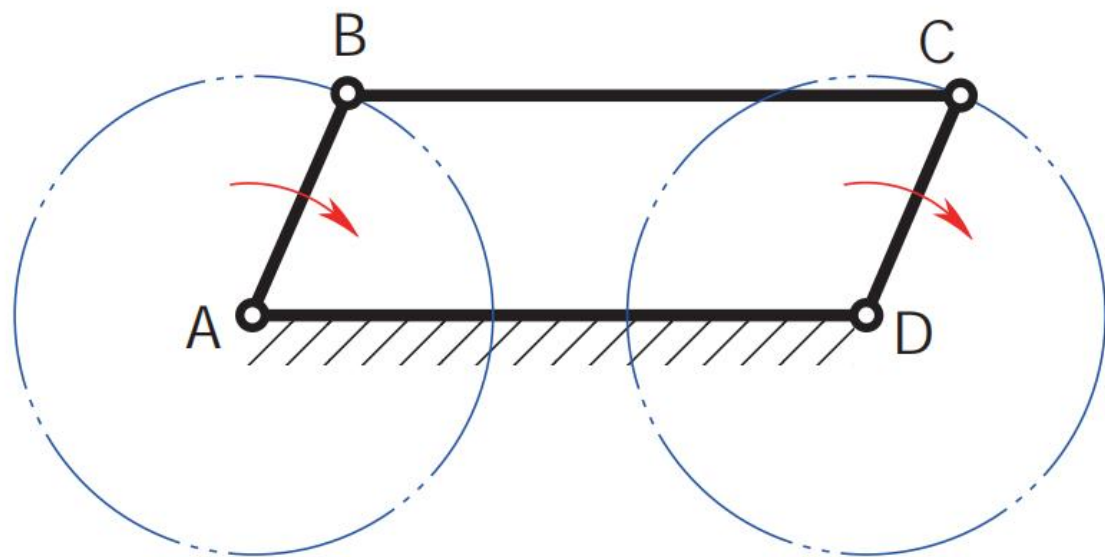




(2) 平行双曲柄机构

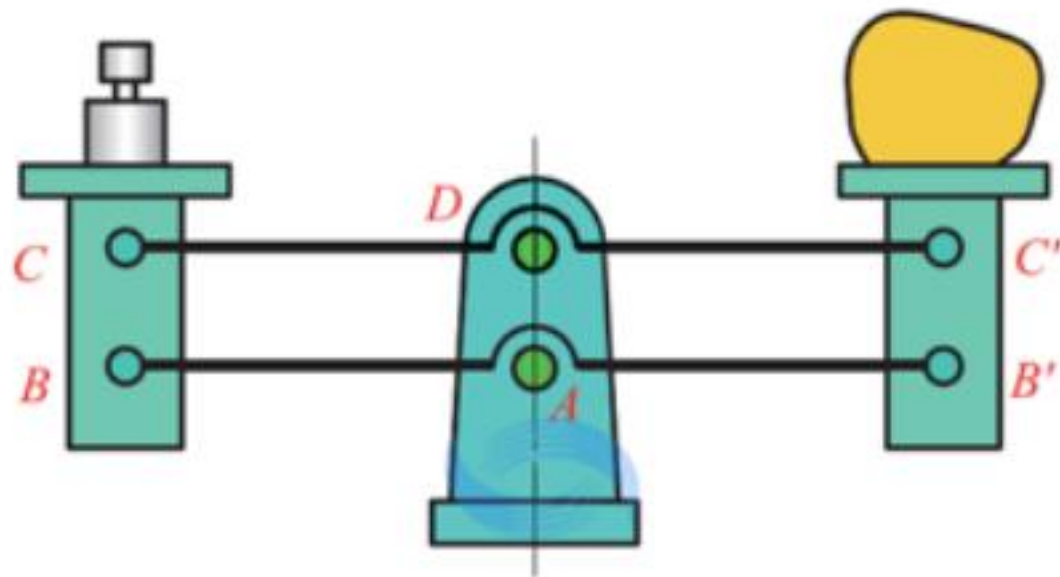
连杆与机架的长度相等且两曲柄长度相等、曲柄转向相同的双曲柄机构称为平行双曲柄机构。

平行双曲柄机构的四个构件在任何位置均形成平行四边形，两曲柄的旋转方向与角速度恒相等。





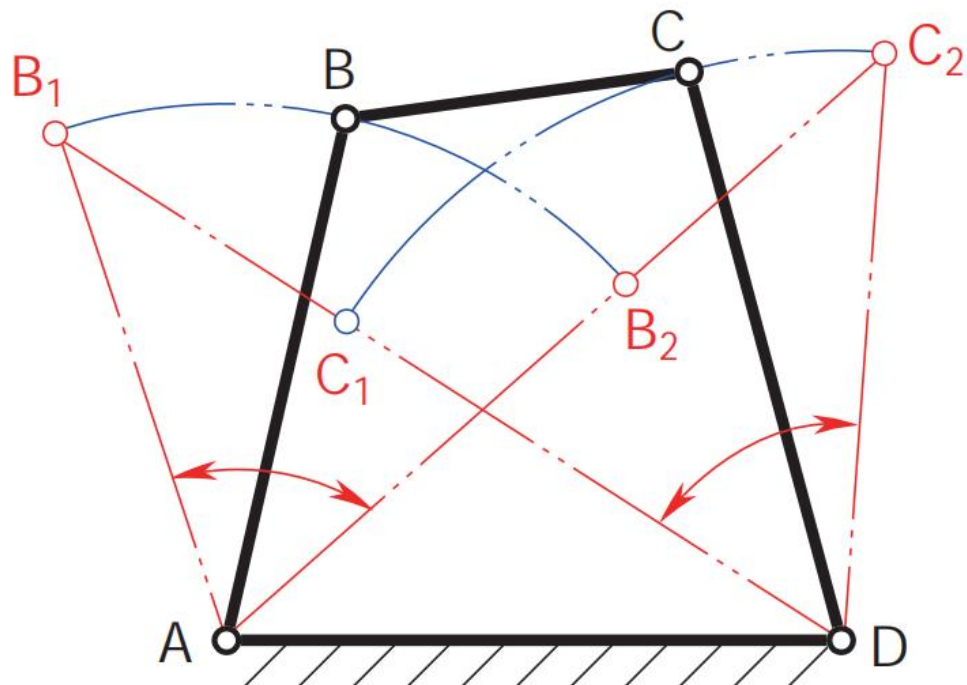
图示托盘天平利用平行双曲柄机构中
两曲柄的转向和旋转角度均相同的特性。



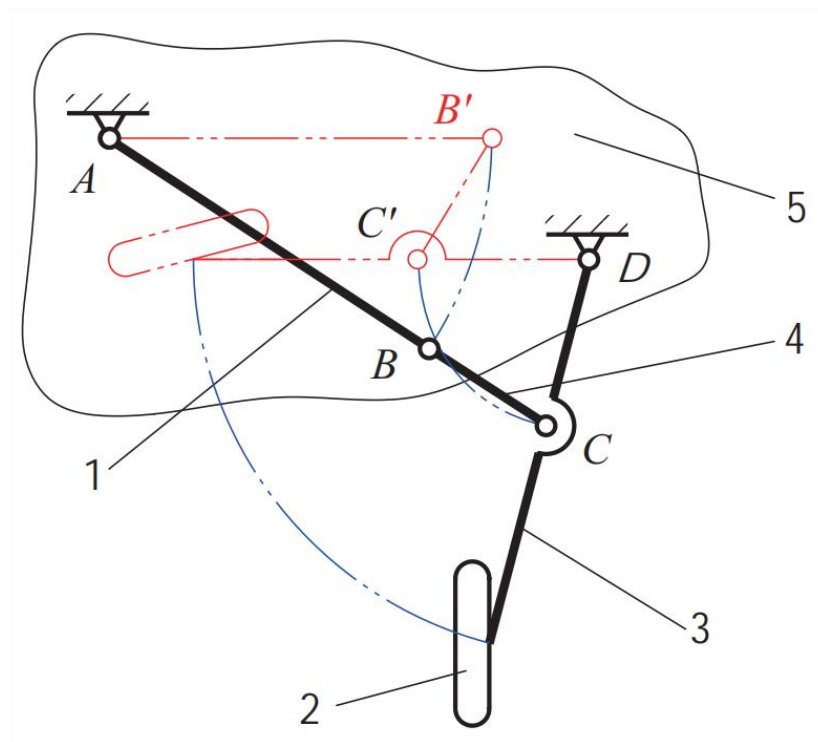


3. 双摇杆机构

两连架杆均为摇杆的铰链四杆机构称为双摇杆机构。



飞机起落架机构



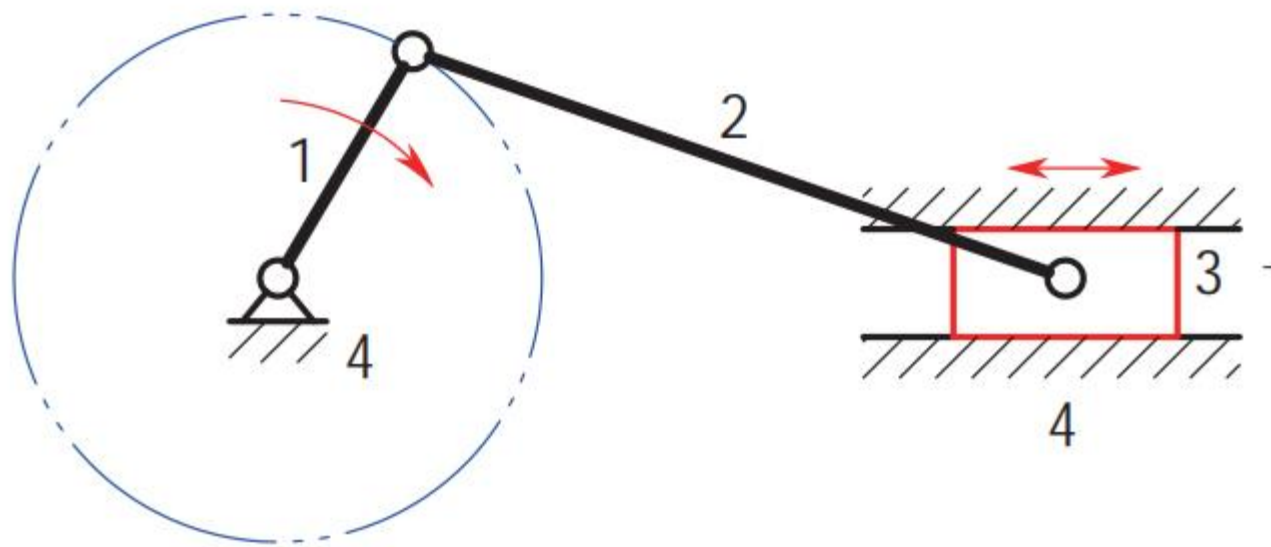
§ 7-3

铰链四杆机构 的演化机构



一、曲柄滑块机构

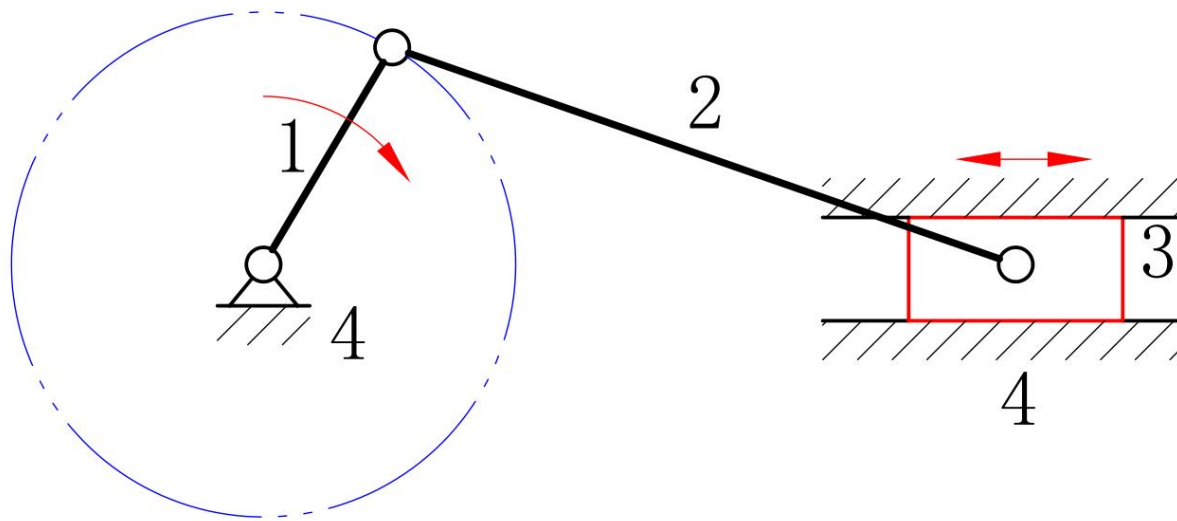
具有一个曲柄和一个滑块的平面四杆机构称为曲柄滑块机构。





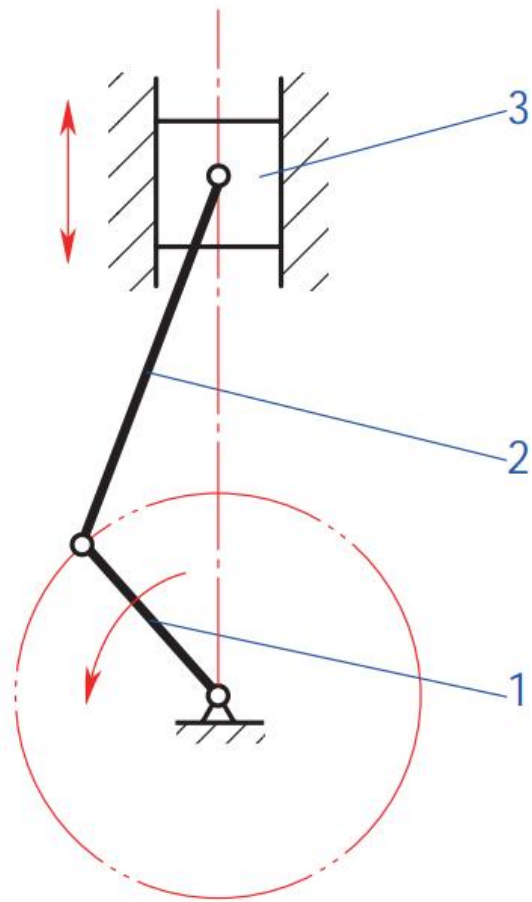
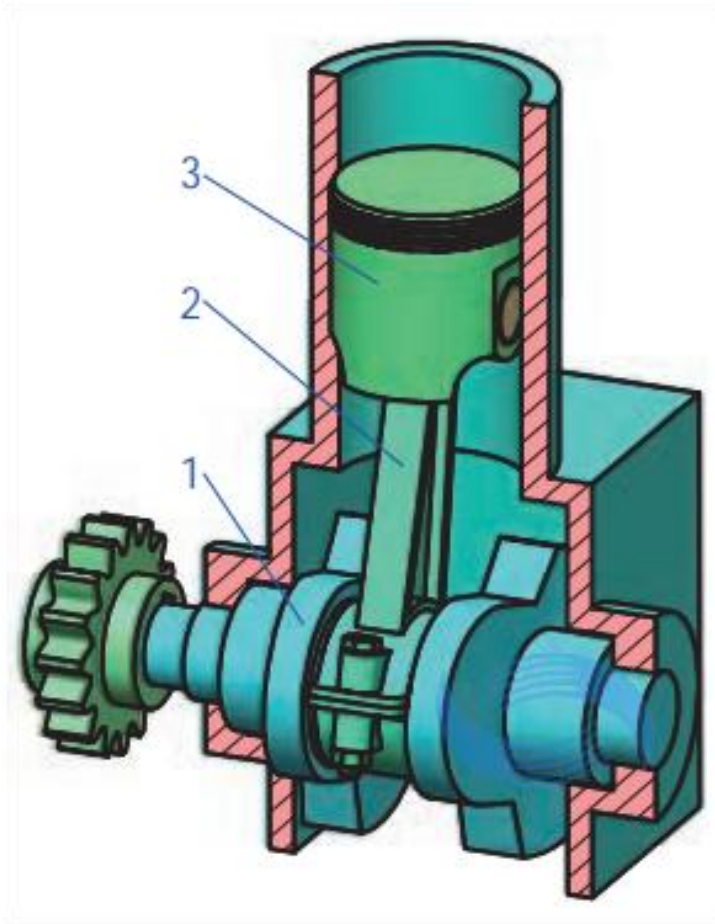
曲柄滑块机构由曲柄、滑块、连杆和机架组成。曲柄做旋转运动，滑块做往复直线运动。

曲柄和滑块都可分别作为主动件或从动件。



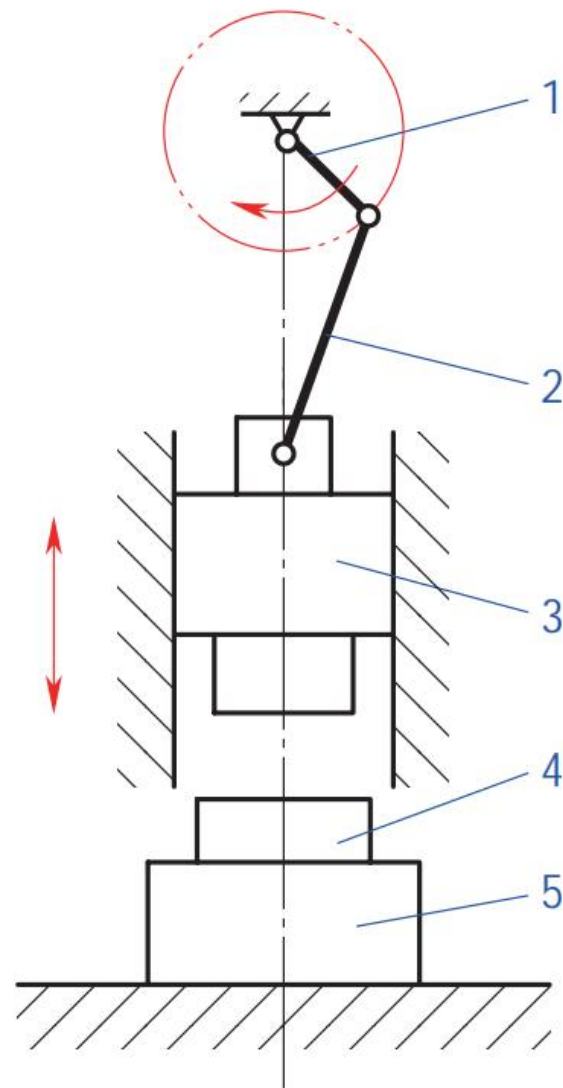
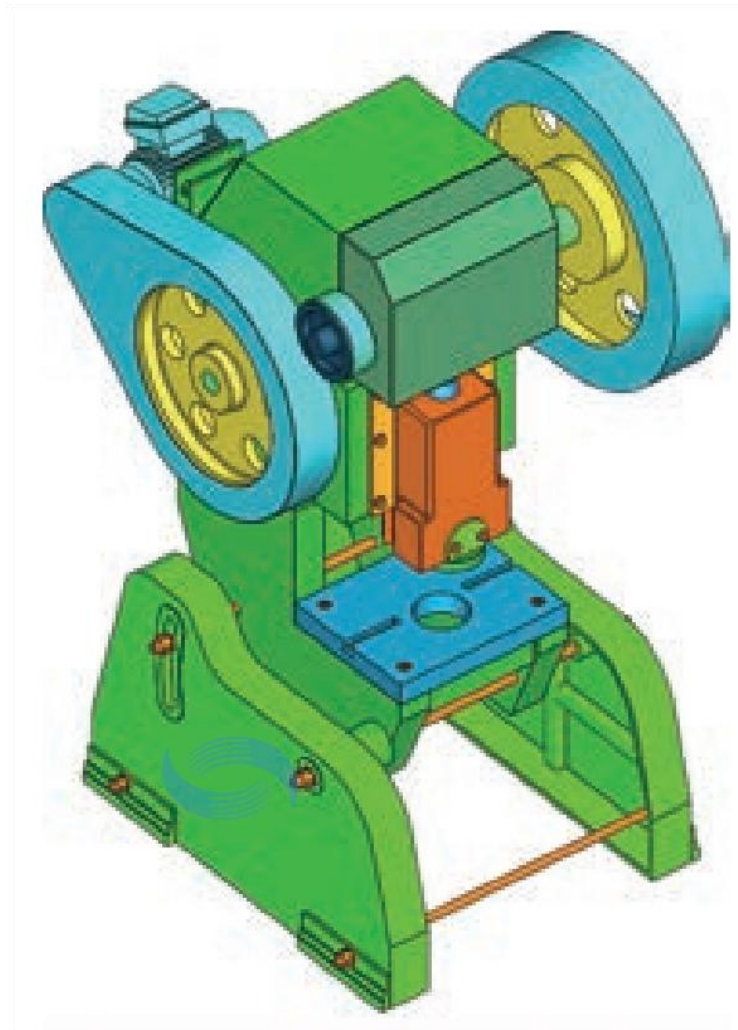


在做功行程中，
活塞**3**承受燃气压力
在气缸内做直线运
动，通过连杆带动
曲轴旋转，并由曲
轴对外输出动力。





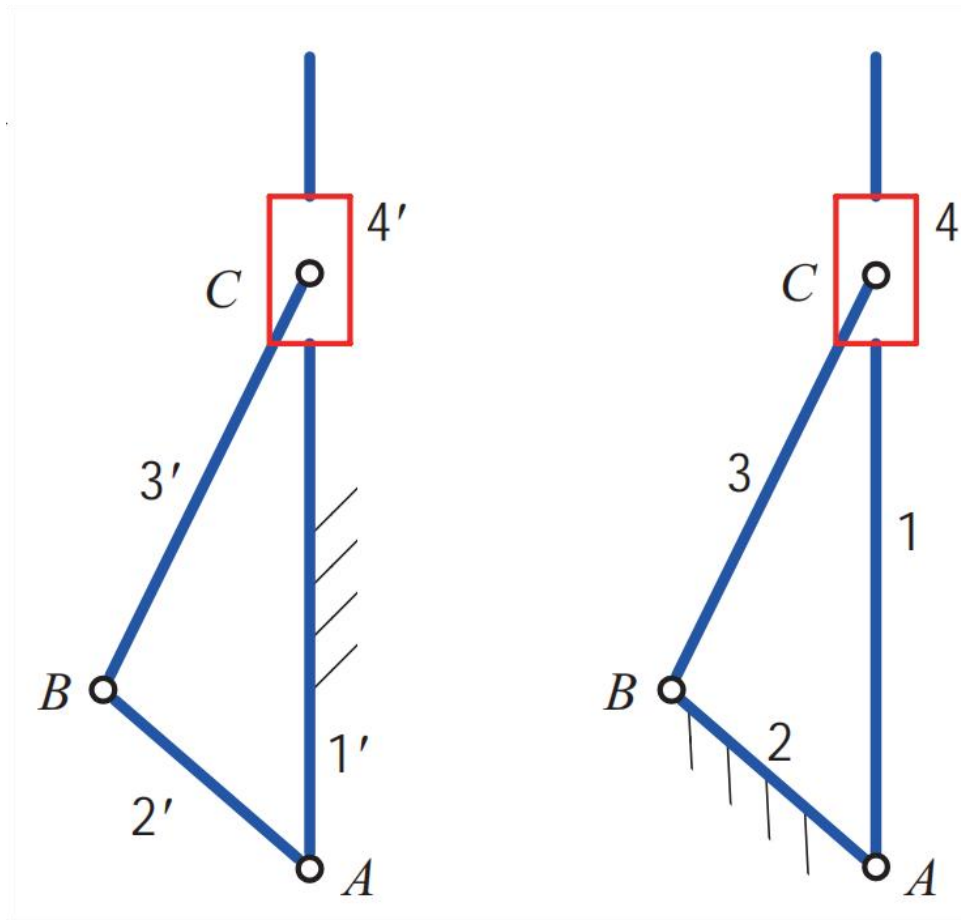
冲压机的曲轴（曲柄）**1**做旋转运动，再通过曲柄滑块机构转换成冲压头（滑块）**3**的上下往复直线运动。





二、导杆机构

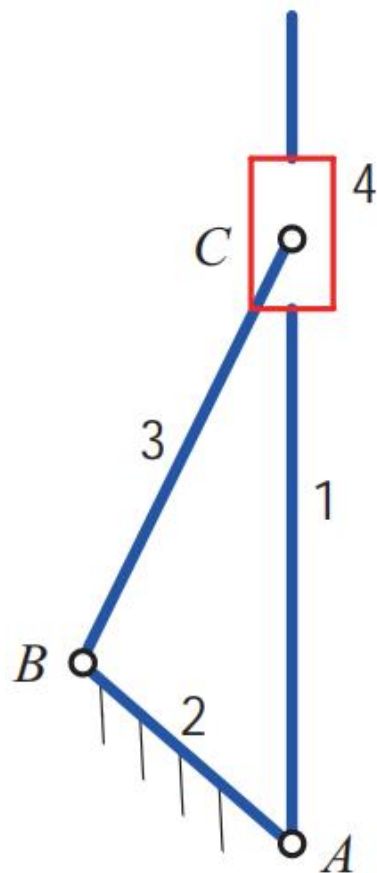
连架杆中至少有一个构件为导杆的平面四杆机构称为导杆机构。导杆机构可以看作是在曲柄滑块机构中选取曲柄作为机架演化而成。



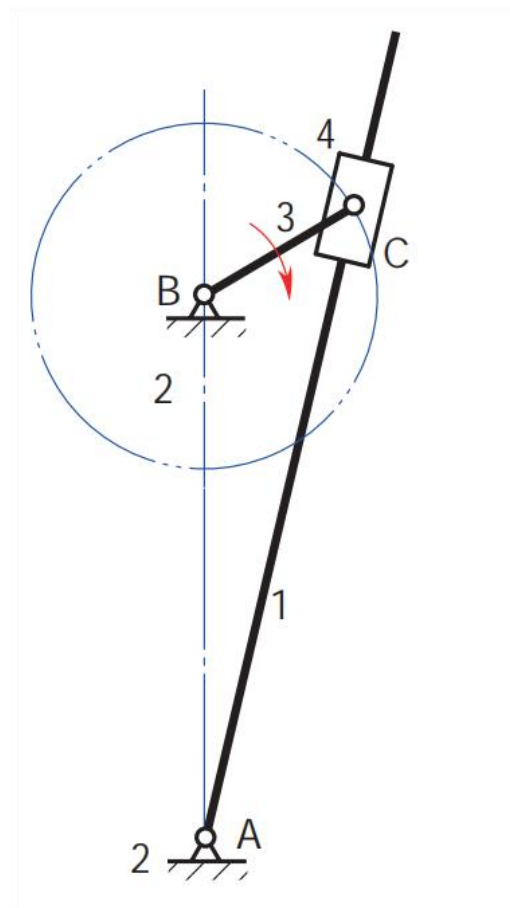


在导杆机构中，若 $BC > BA$ ，
则曲柄 **3** 和导杆 **1** 均能做整周旋转运动，这种机构称为转动导杆机构。

若 $BC < BA$ ，当曲柄**3**做整周转动时，导杆**1**只能做往复摆动，这种机构称为摆动导杆机构。



转动导杆机构

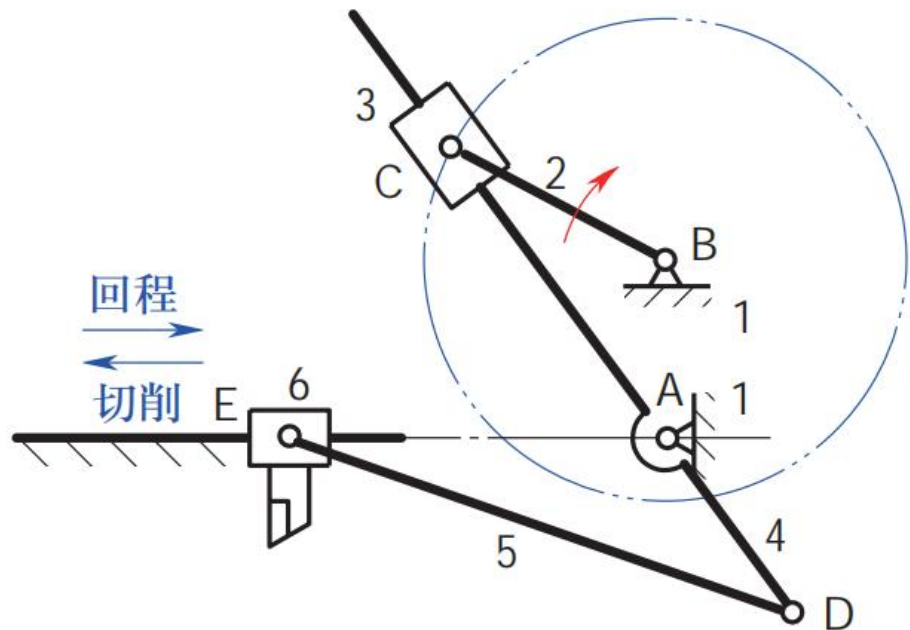


摆动导杆机构



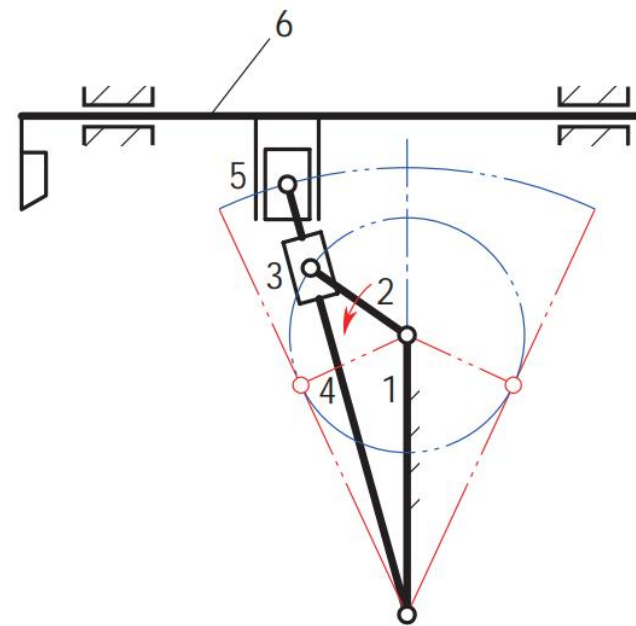
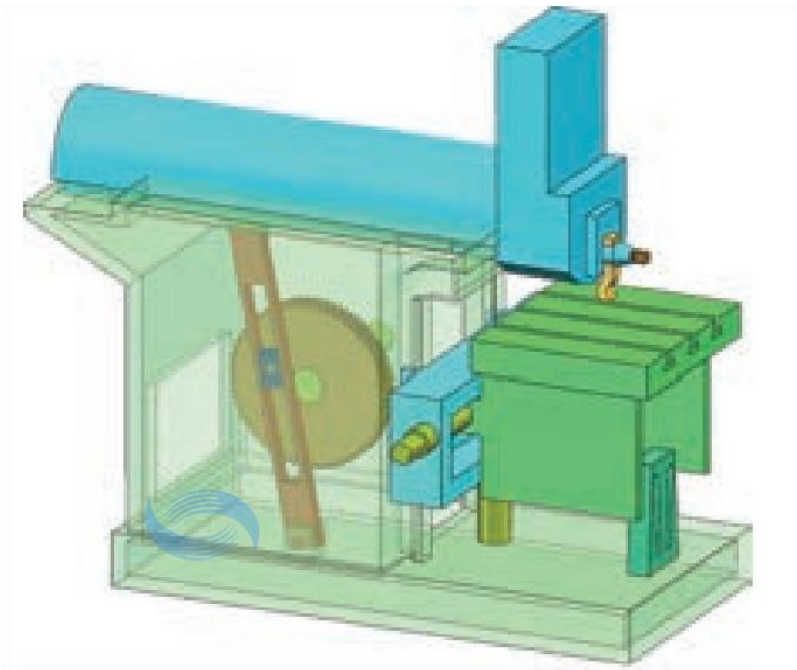
摆动导杆机构在简易刨床上的应用

当主动杆**2**做整周旋转运动时，通过滑块**3**带动导杆**4**旋转。导杆**4**的延长臂 AD 作为下部曲柄滑块机构的曲柄，通过连杆**5**带动刨刀滑块**6**移动。





牛头刨床主运动机构

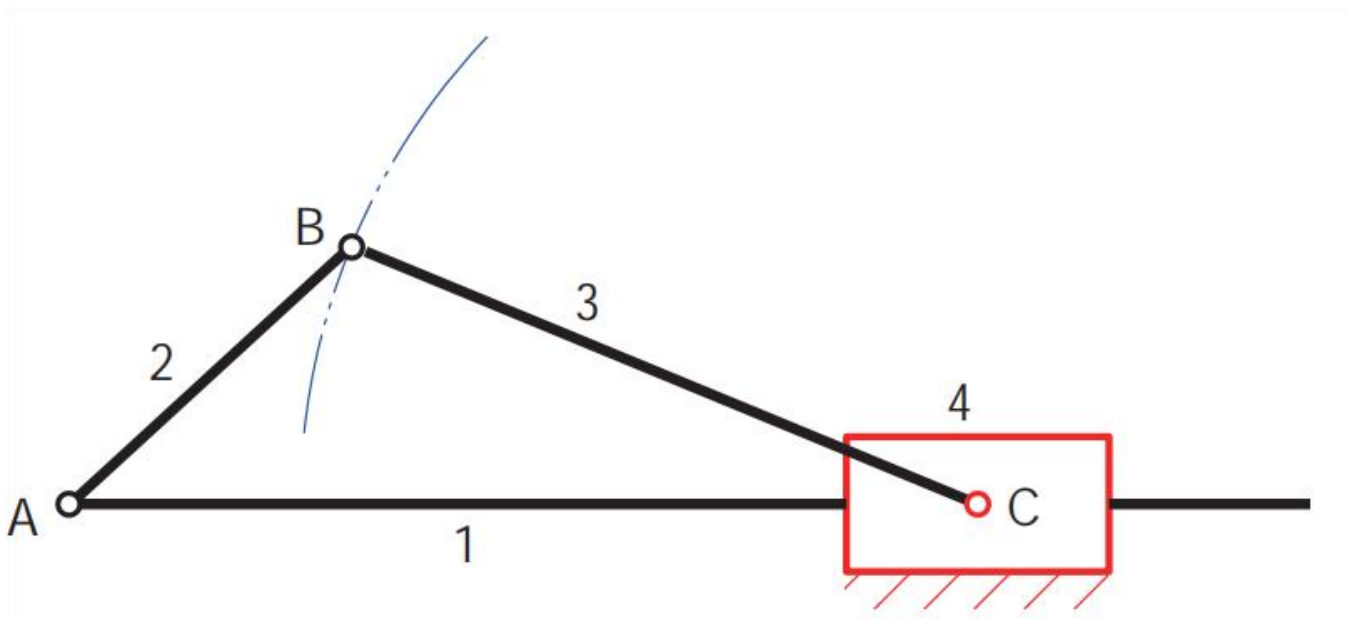


刨刀的左右切削运动由摆动导杆机构实现，主动件**2**（曲柄）做等速旋转，从动件**4**（导杆）做往复摆动，通过滑块**5**带动滑枕**6**做往复直线运动。



三、固定滑块机构

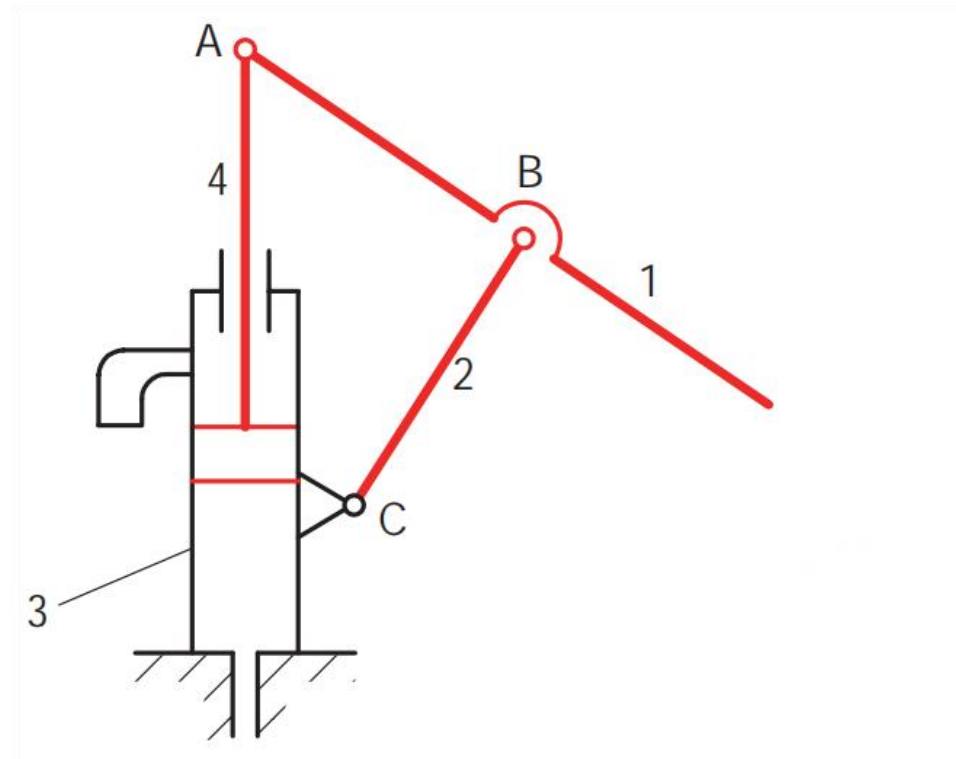
若使曲柄滑块机构中的滑块固定不动，
就得到固定滑块机构。





手压抽水机

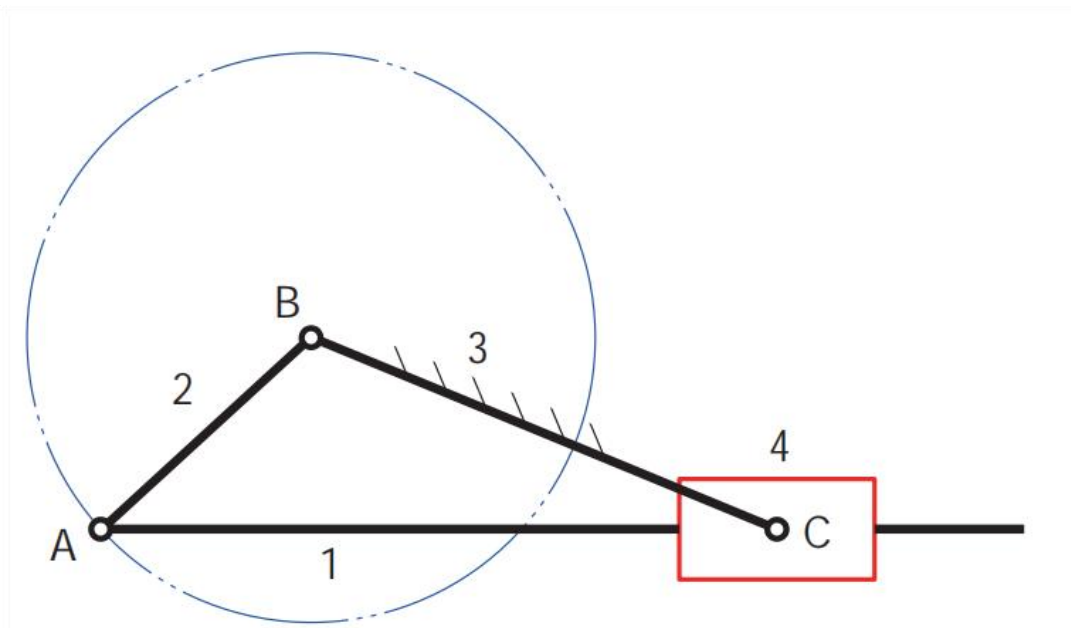
扳动手柄**1**，可以使活塞杆**4**（导杆）在唧筒**3**（滑块）内上下移动，从而完成抽水动作。





四、曲柄摇块机构

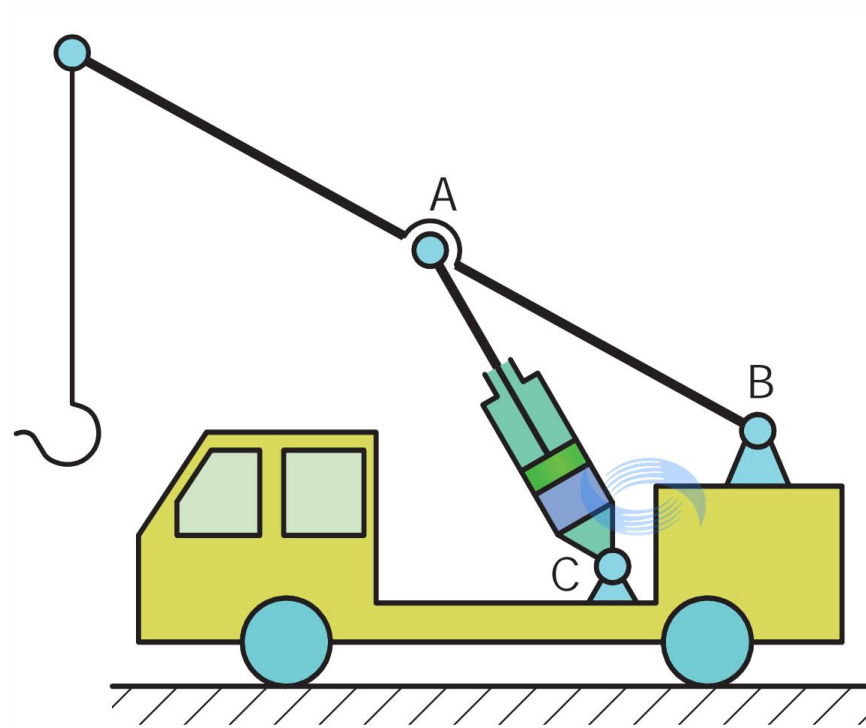
若将曲柄滑块机构的连杆作为机架，滑块只能摆动，就得到了曲柄摇块机构。





液压缸的缸体相当于摇块，活塞杆相当于导杆，当液压油推动活塞向上移动时，使起重臂 AB 绕 B 点顺时针摆动，吊钩上升，吊起重物。

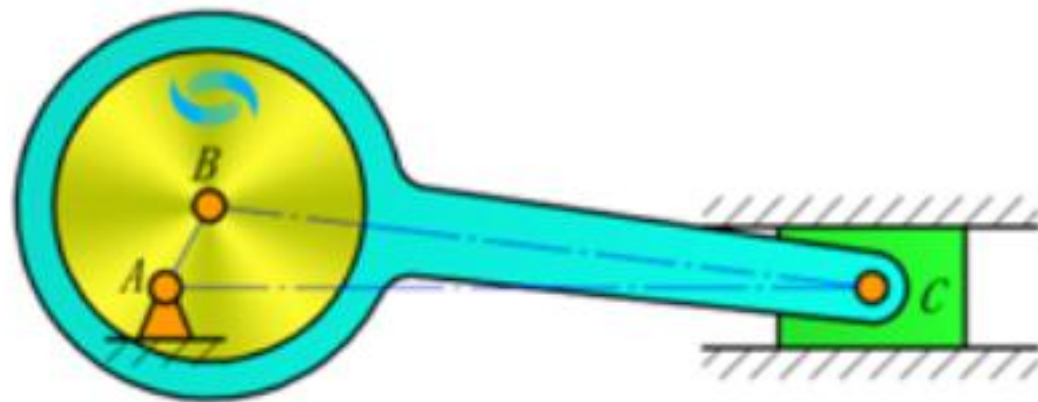
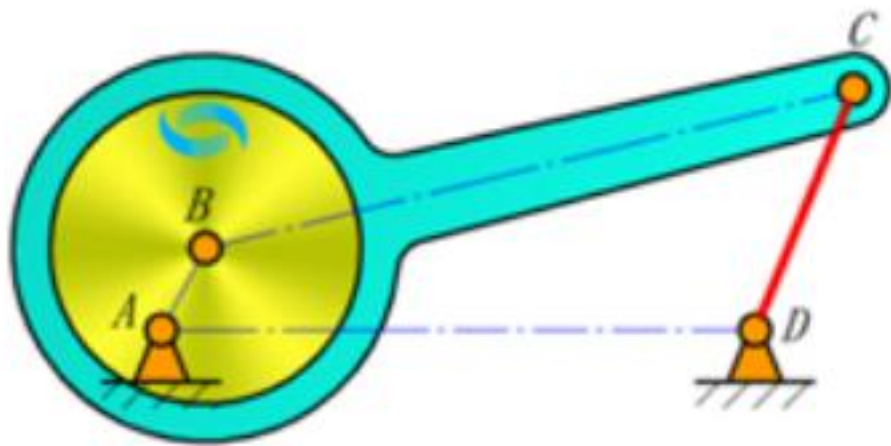
吊车升降机构





偏心轮机构

在曲柄摇杆机构和曲柄滑块机构中，当曲柄较短时，可用一个旋转中心与几何中心不重合的偏心轮代替曲柄。





§ 7-4

平面四杆机构 的基本性质

一、铰链四杆机构曲柄存在的条件

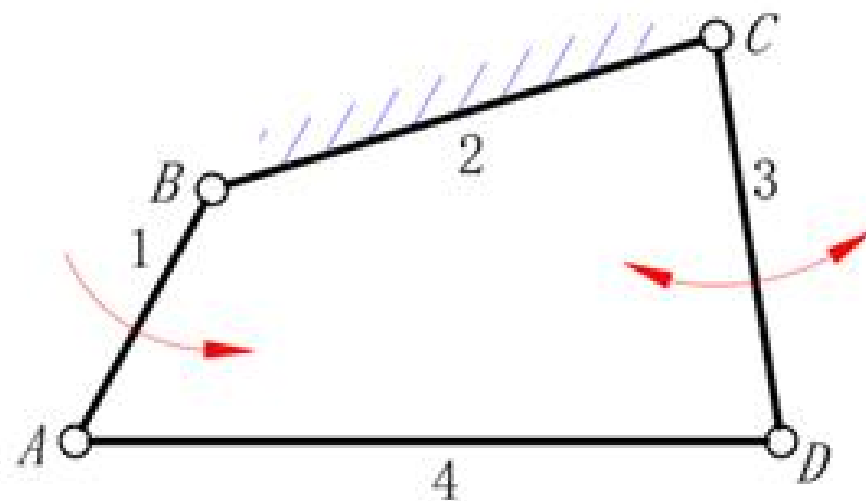
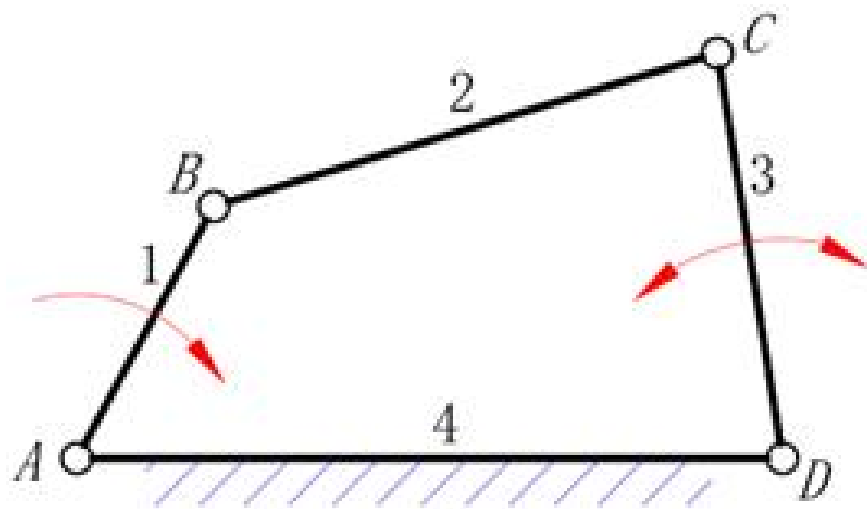
铰链四杆机构存在曲柄的条件：

(1) 最短杆与最长杆的长度之和小于或等于其他两杆长度之和。

(2) 连架杆和机架中必有一杆是最短杆。



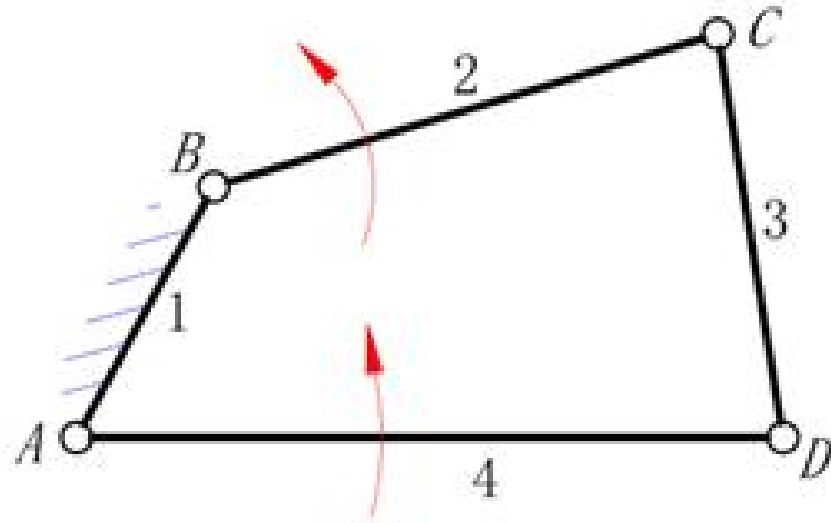
1. 曲柄摇杆机构



连架杆之一为最短杆



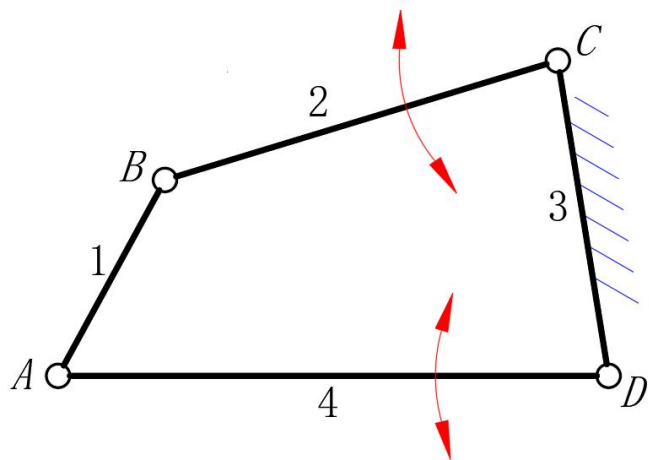
2. 双曲柄机构



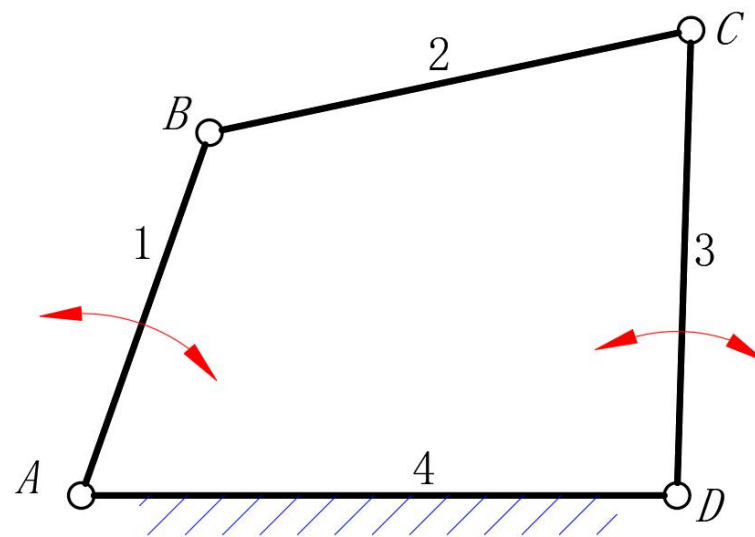
机架为最短杆



3. 双摇杆机构



连杆为最短杆

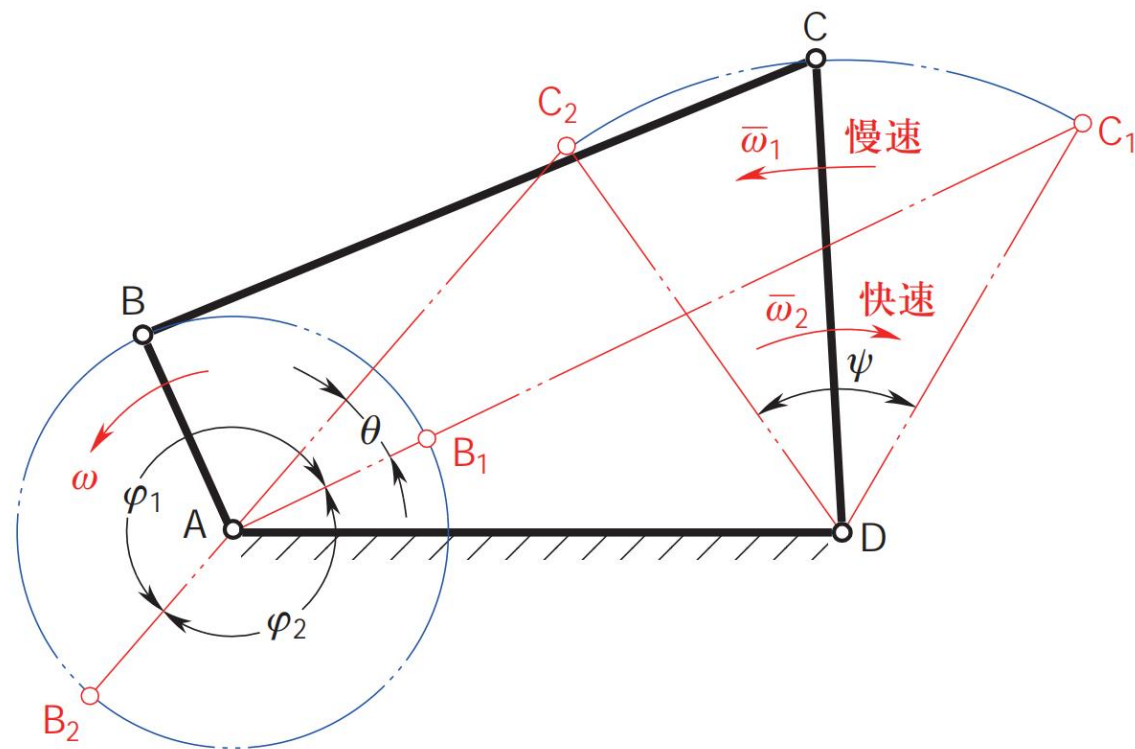


最短杆与最长杆的长度之和
大于其他两杆长度之和时，不论
哪个杆为机架，都无曲柄存在。



二、急回特性

当摇杆处于 C_1D 和 C_2D 两极限位置时，曲柄与连杆共线，曲柄的两个对应位置所夹的锐角称为极位夹角。

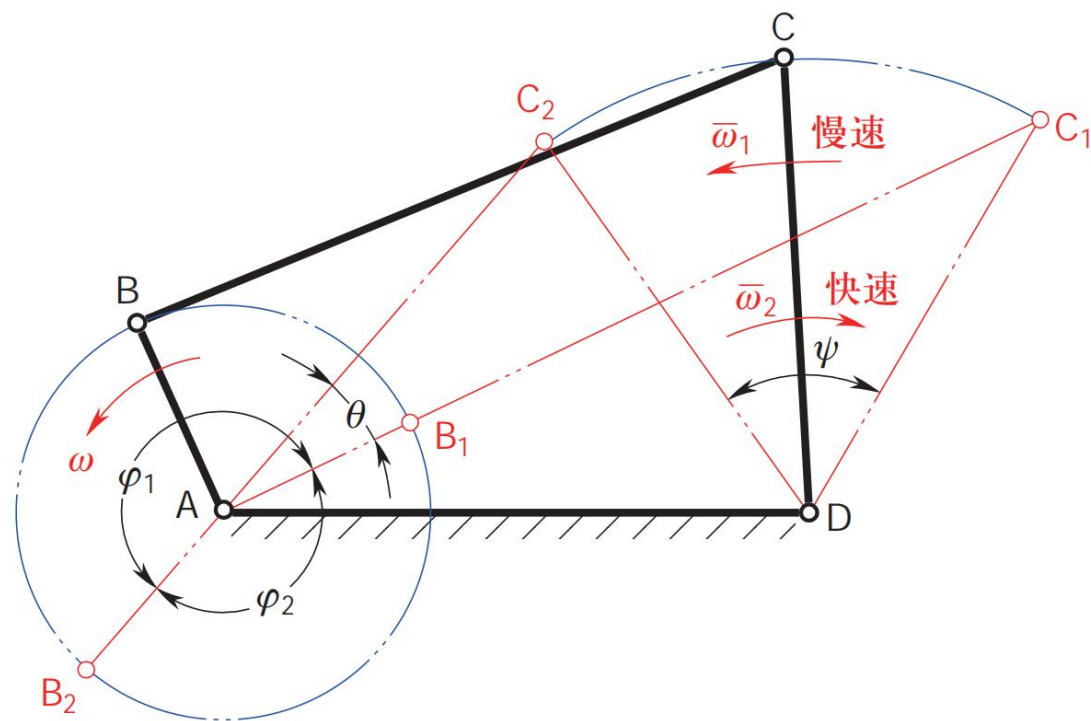


曲柄做等速转动，而摇杆摆动时空回行程的平均速度却大于工作行程的平均速度的性质称为急回特性。



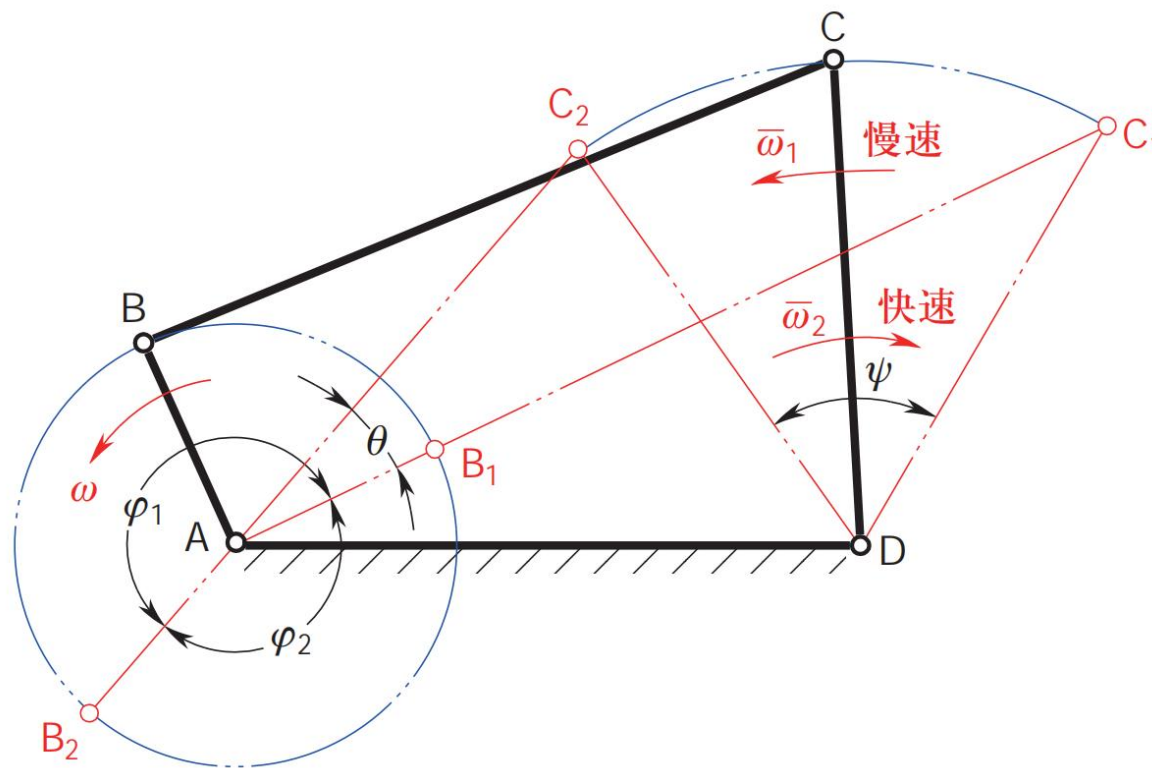
从动件 CD 往复摆动时空回行程的平均角速度 ($\bar{\omega}_2$) 与工作行程的平均角速度 ($\bar{\omega}_1$) 的比值称为行程速比系数 (K)。

$$K = \frac{\bar{\omega}_2}{\bar{\omega}_1} = \frac{\psi/t_2}{\psi/t_1} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}$$





当机构的极位夹角 $\theta > 0^\circ$ 时, $K > 1$, 机构具有急回特性。当极位夹角 $\theta = 0^\circ$ 时, $K = 1$, 机构无急回特性。



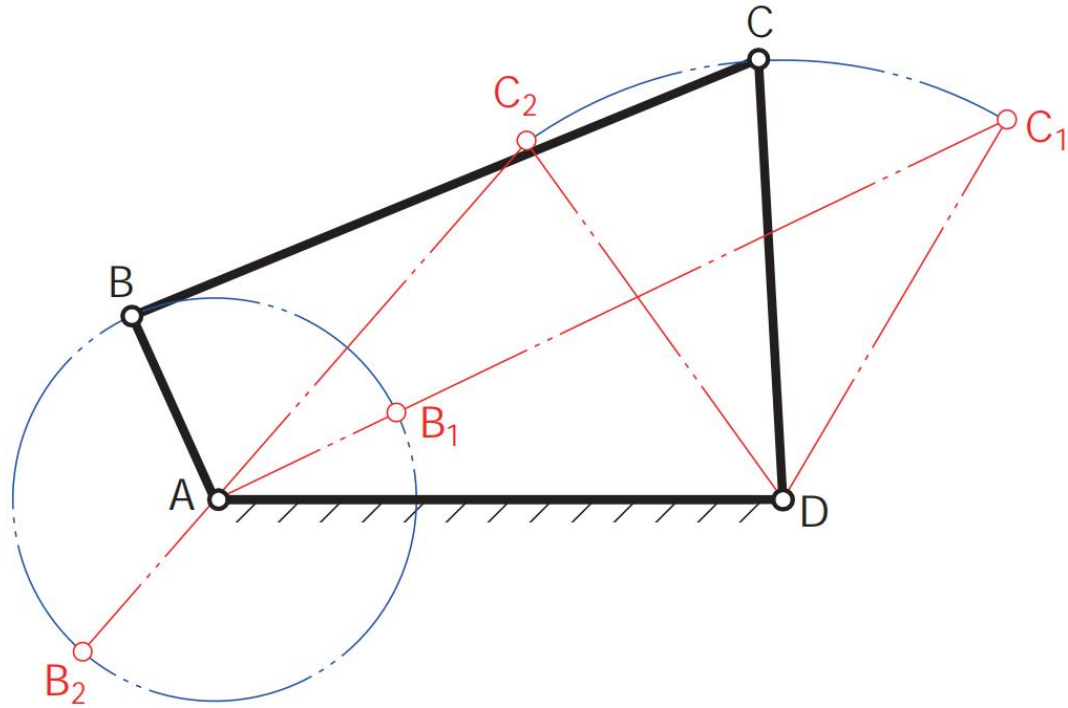


三、死点位置

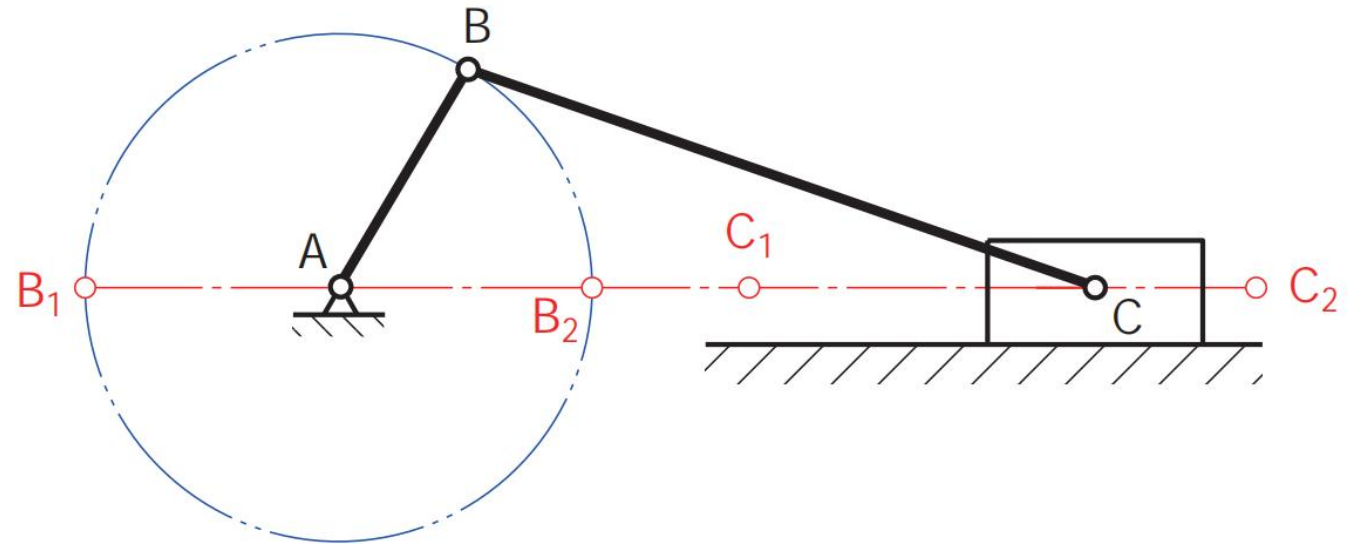
在平面四杆机构中，当连杆与从动件处于共线位置时，则主动件通过连杆传给从动件的驱动力必通过从动件的铰链中心。也就是说驱动力对从动件的旋转力矩等于零。此时，无论施加多大的驱动力，均不能使从动件转动，平面四杆机构中的这种位置称为死点位置。



曲柄摇杆机构的死点位置



曲柄滑块机构的死点位置

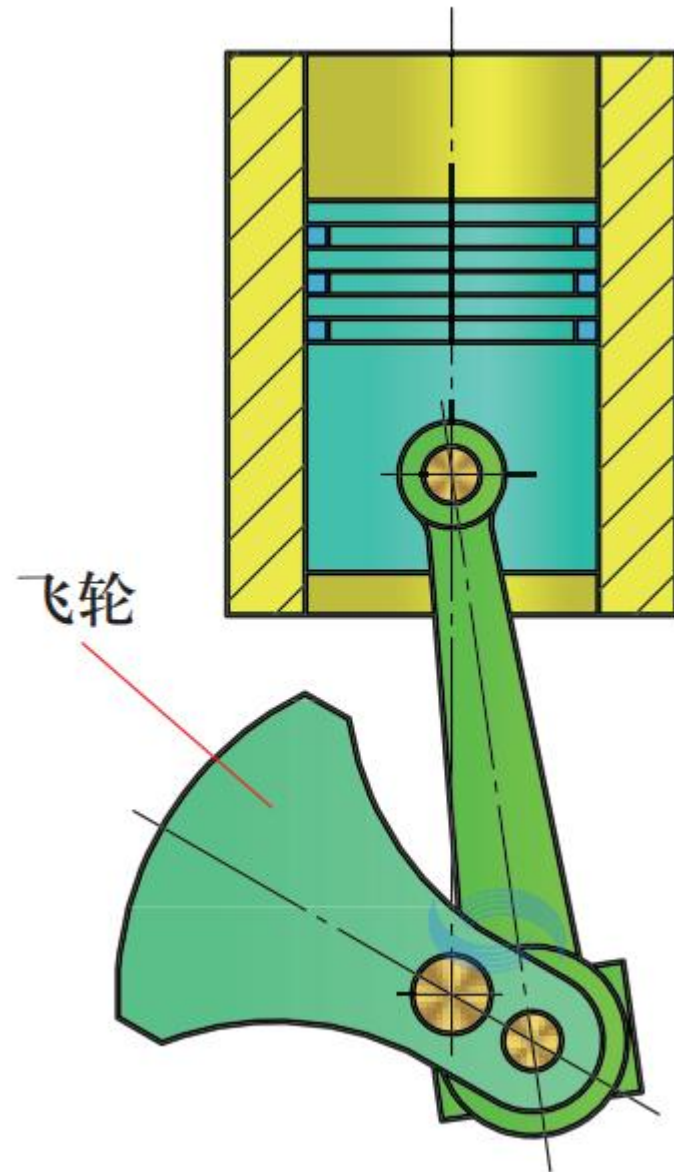




死点位置将使机构的从动件出现卡死或运动不确定现象。

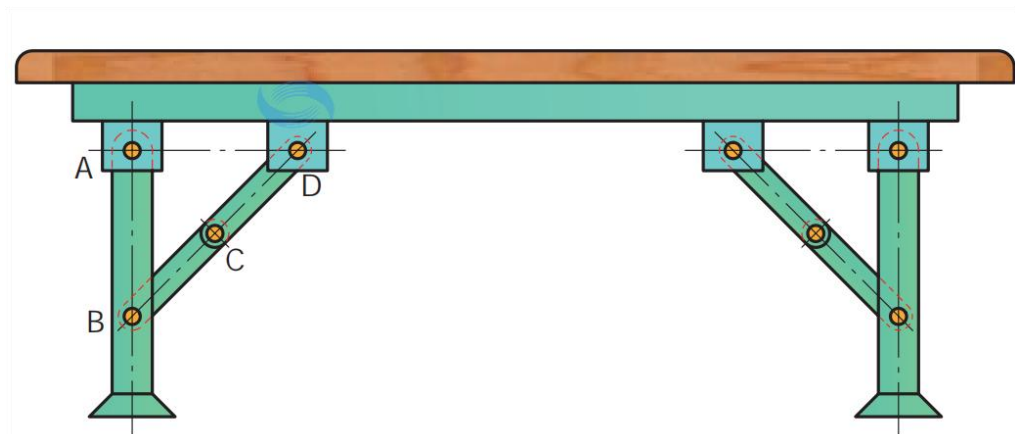
可以利用惯性来保证机构顺利通过死点，以避免死机。

在内燃机活塞连杆机构的曲柄上安装了一个飞轮克服死点。

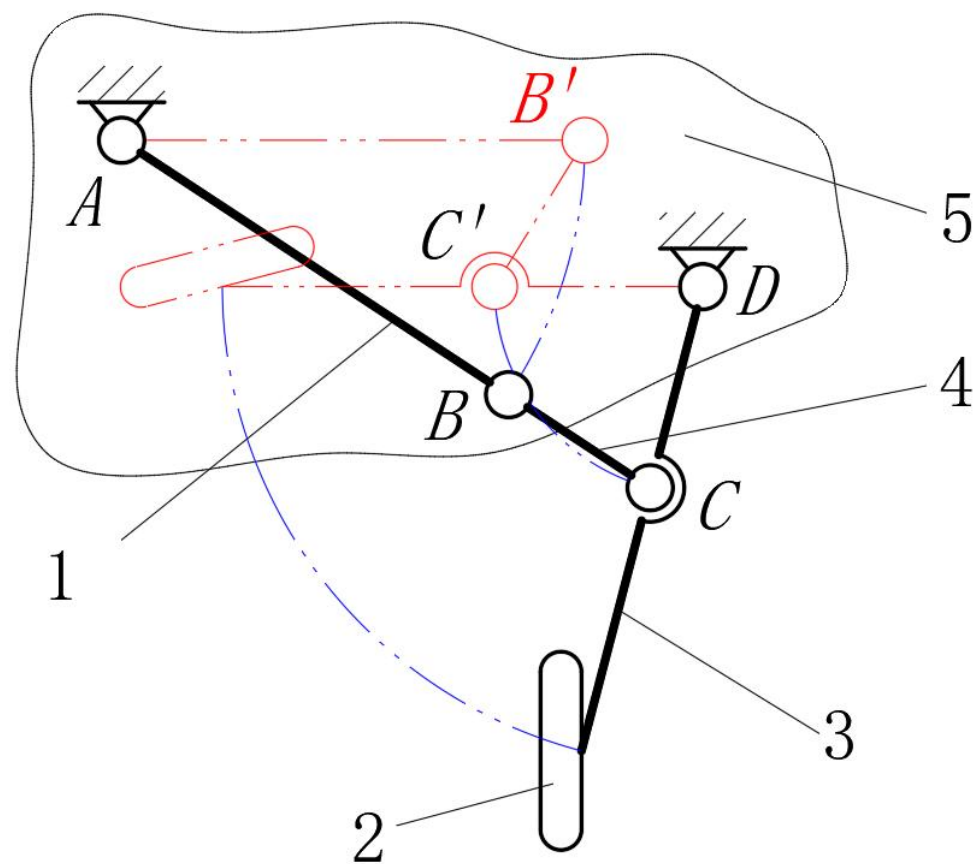




桌当桌腿放开时，曲柄 CD 和连杆 BC 共线，机构处于死点位置。



机轮**2**从机翼**5**中推放出来时，机构处于死点位置。





全国中等职业学校机械类专业通用教材
全国技工院校机械类专业通用教材（中级技能层级）

基础

（第七版）

机械



劳动保障出版社

中国劳动

著作权声明

本教学课件的著作权受国家著作权法保护，任何人不得复制盗用本教学课件所包含的全部或部分电子文件或图片。否则，著作权人有权向复制盗用者追究法律责任并依法索取赔偿。

中国劳动社会保障出版社



全国中等职业学校机械类专业通用教材
全国技工院校机械类专业通用教材（中级技能层级）

机械制图（第八版）

机械基础（第七版）

极限配合与技术测量基础（第六版）

金属材料与热处理（第八版）

机械制造工艺基础（第八版）

电工学（第七版）

工程力学（第七版）

数控加工基础（第五版）

计算机制图——AutoCAD 2023

计算机制图——CAXA电子图板 2023

计算机制图——中望CAD 2023



感谢 您的 使用