

机械设计基础

说课老师： 时间：2024.5.11



任务三：平面连杆机构

TASK THREE:





教学内容

TEACHING CONTENT

01 平面四杆机构中的
构件



铰链四杆机构的基
本类型

02

03 铰链四杆机构的演
化



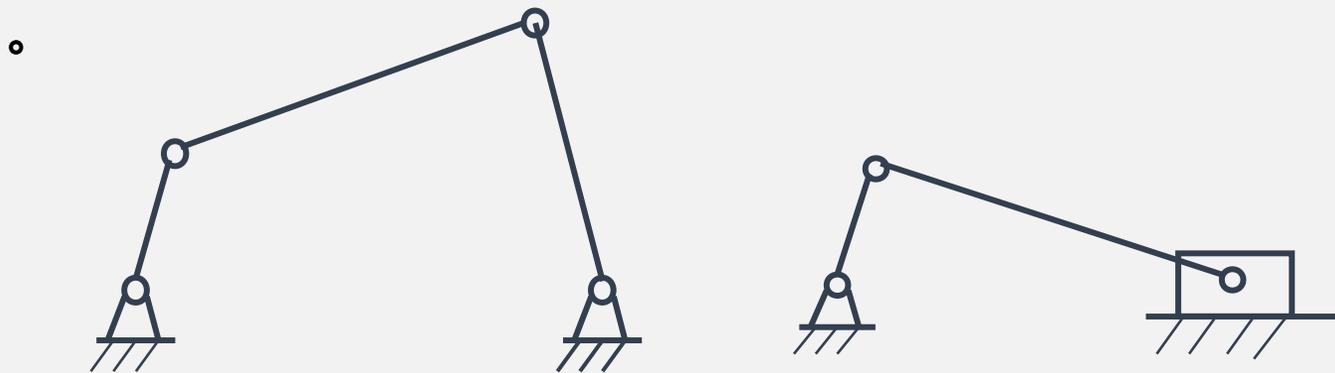
铰链四杆机构的类
型判定

04

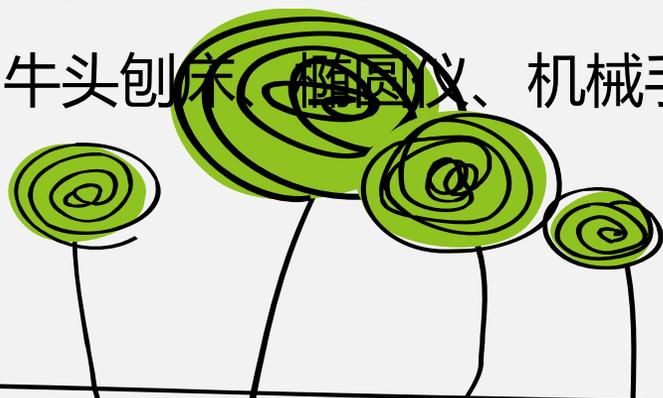
1. 平面四杆机构中的构件

平面四杆机构的类型

是将各构件用平面低副（转动、移动）连接而成的平面机构



平面连杆机构实例：内燃机、鹤式吊、火车轮、手动冲床、牛头刨床、椭圆仪、机械手抓等。



1. 平面四杆机构中的构件

铰链四杆机构：构件间联接都是转动副。

组成：
：

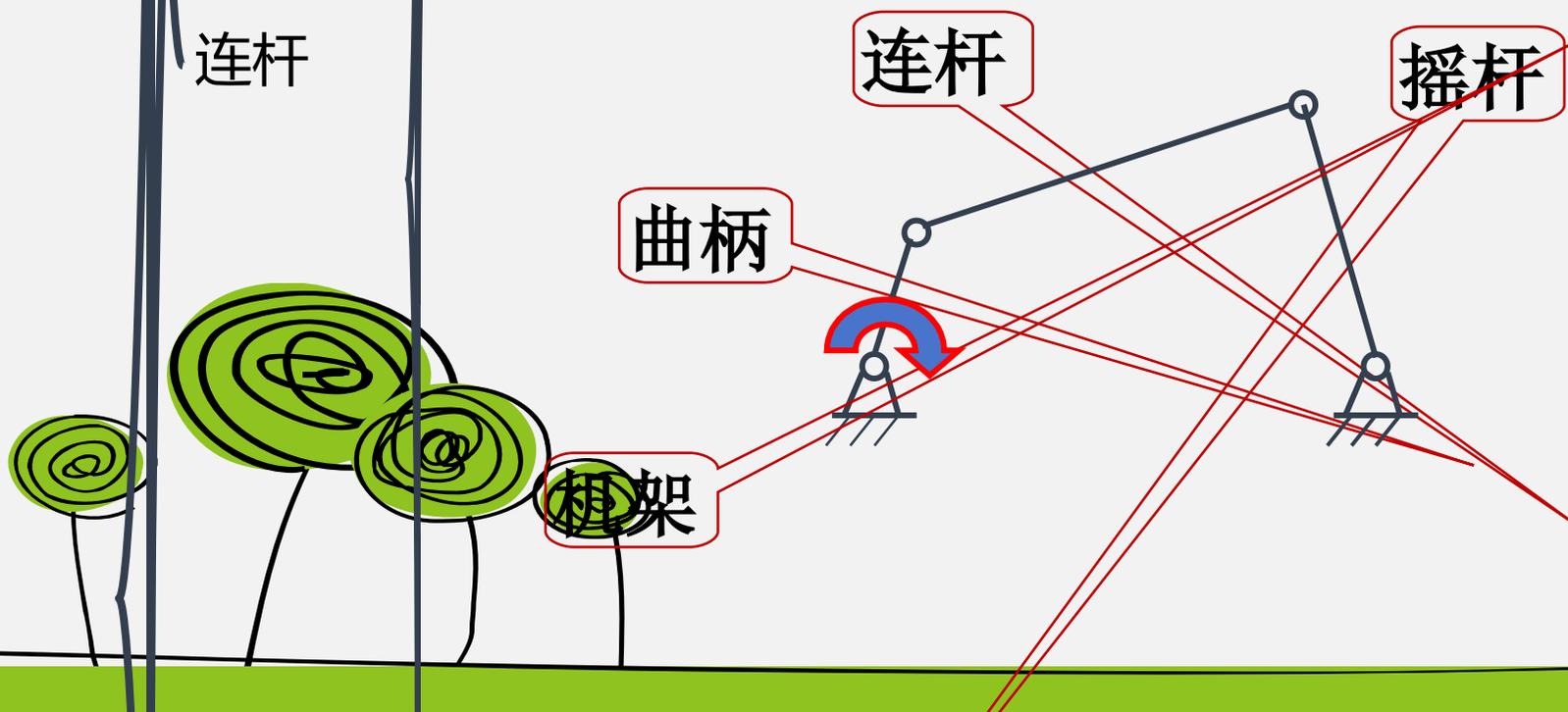
机架

连架杆

连杆

曲柄：做整周转动

摇杆：一定角度摆动



2. 铰链四杆机构的基本类型

平面连杆机构的特点：

① 比压小、不易磨损、便于润滑、承载能力强。

② 形状简单、易加工、容易获得较高的制造精度。

③ 可实现预定的运动规律。

优

特点

缺

代表

平面四杆机构

① 构件和运动副多，累积误差大、运动精度低、效率低。

② 高速运动引起震动、动载荷，不适合高速。

③ 设计复杂，难以实现精确的轨迹。

2. 铰链四杆机构的基本类型

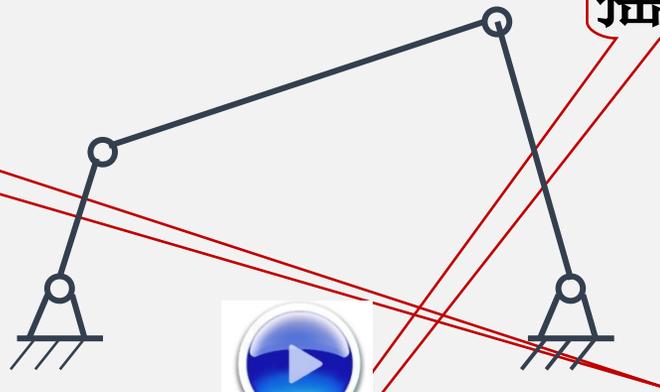
曲柄摇杆机构

作用：将曲柄的连续回转转变为摇杆的往复摆动。
或将反复摆动转变为连续回转运动。

应用：雷达天线俯仰角机构、缝纫机脚踏板机构、
搅拌机

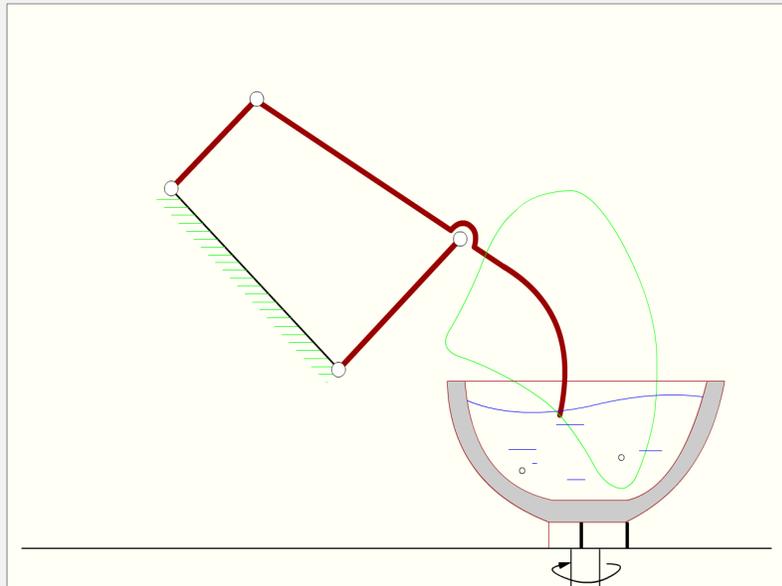
曲柄

摇杆

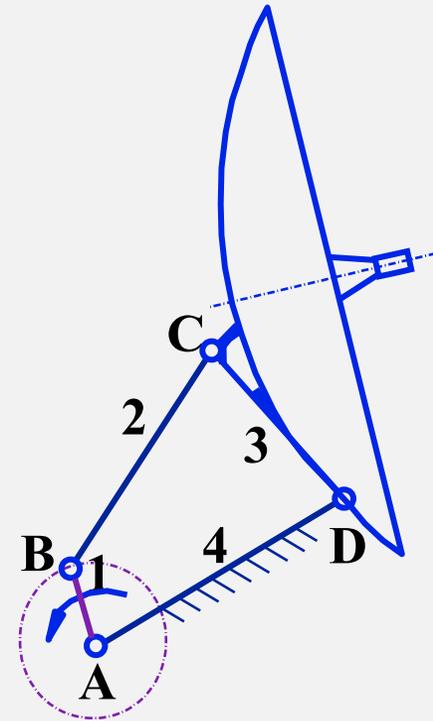


2. 铰链四杆机构的基本类型

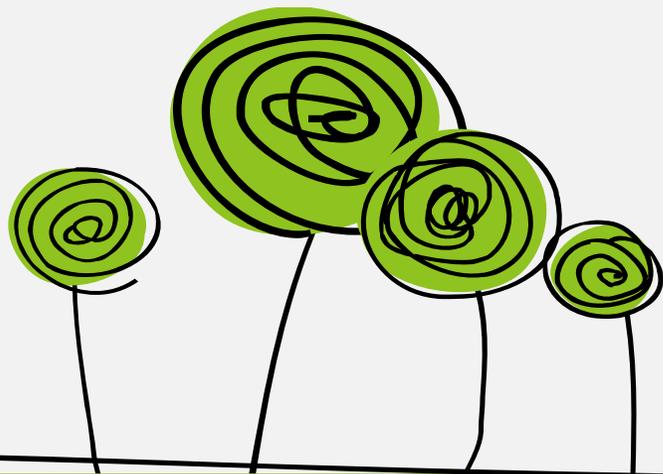
曲柄摇杆机构



搅拌机



雷达天线俯仰机构



2. 铰链四杆机构的基本类型

双曲柄
机构

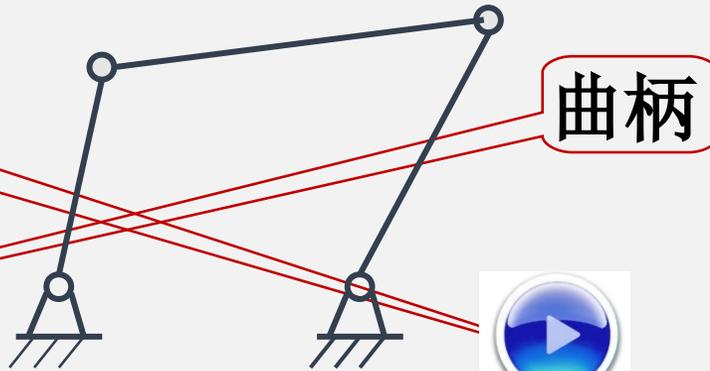
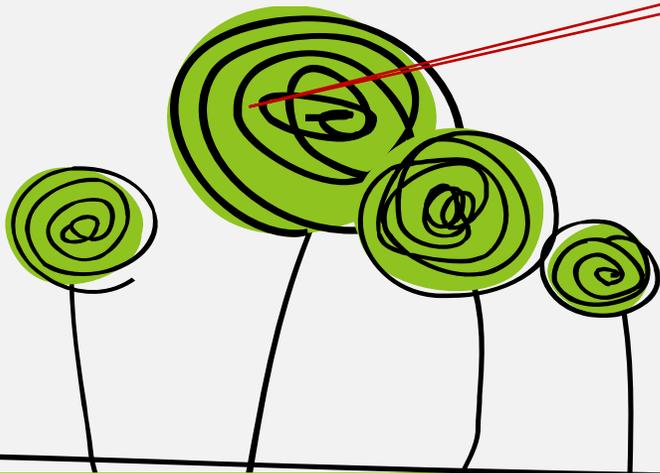
特征：两个曲柄

作用：将等速转动转变为变速或等速转动

应用：惯性筛机构

曲柄

曲柄



2. 铰链四杆机构的基本类型

双曲柄机构特例：平行四边形机构、反平行四边形机构

双曲柄
机构

平行四边形机构：

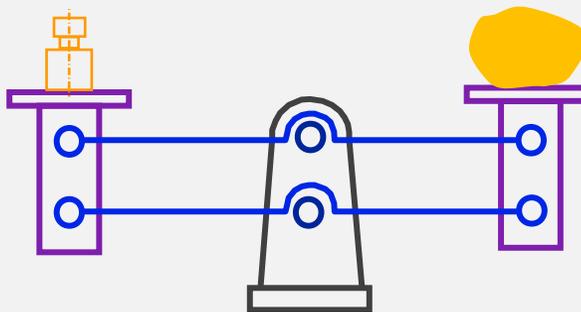
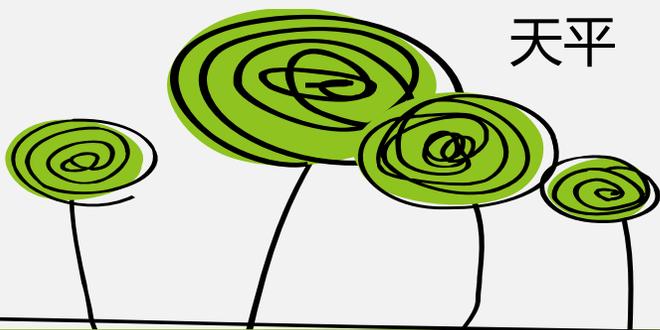
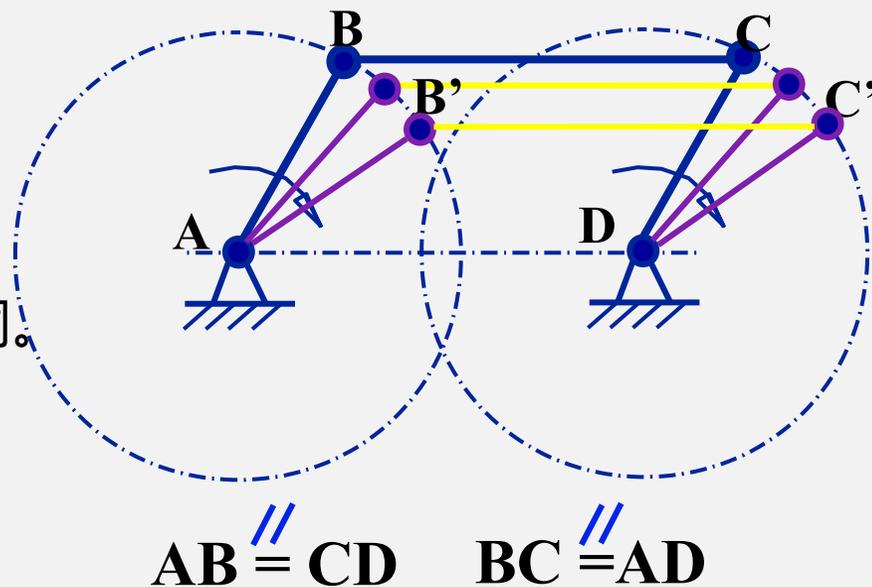
- 1、两杆平行且相等；
- 2、曲柄转向相同

特征：1、曲柄运动规律完全相同。
2、连杆始终作平动。

实例：火车轮

摄影平台

天平



2. 铰链四杆机构的基本类型

双曲柄机构特例：平行四边形机构、反平行四边形机构

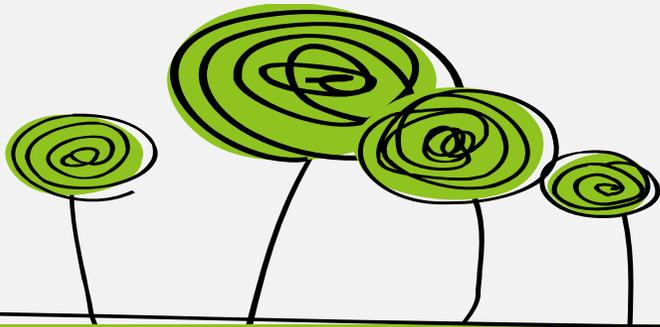
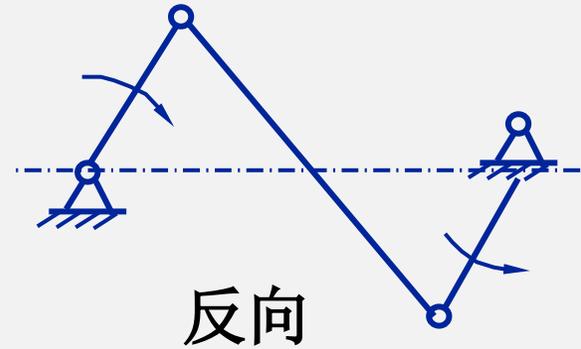
双曲柄
机构

反平行四边形机构：

- 1、两杆平行且相等；
- 2、曲柄转向相反。

特征：曲柄转向相反，且角速度不等。

实例：车门开闭机构



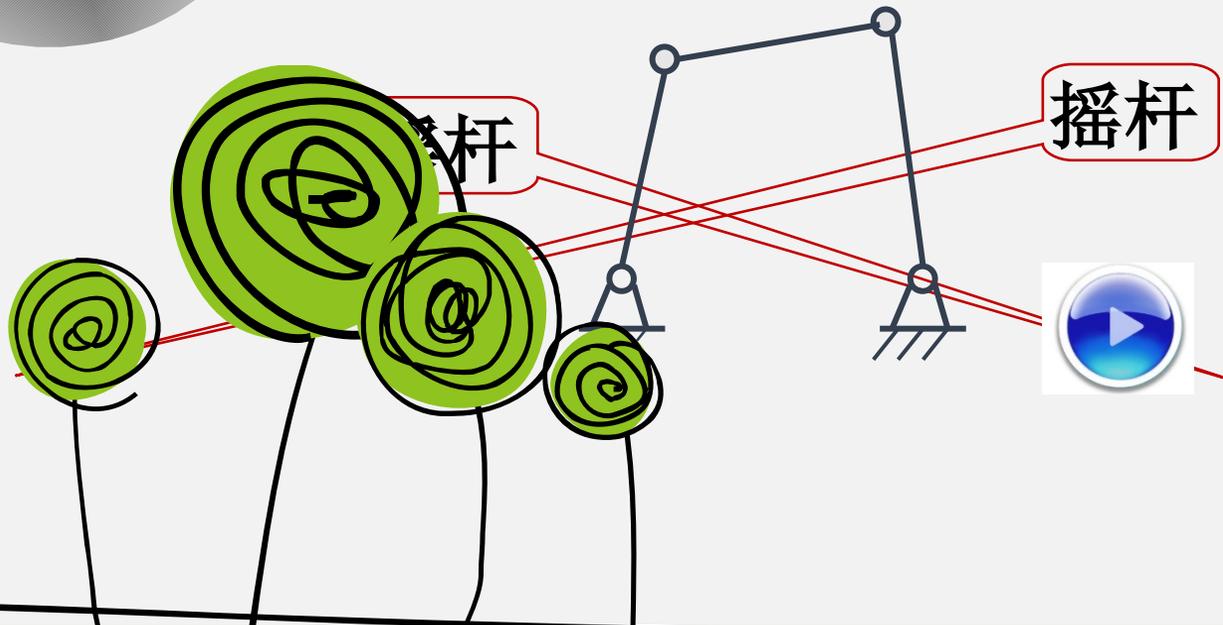
2. 铰链四杆机构的基本类型

双摇杆机构

特征：两个摇杆

作用：从动件均为往复摆动。

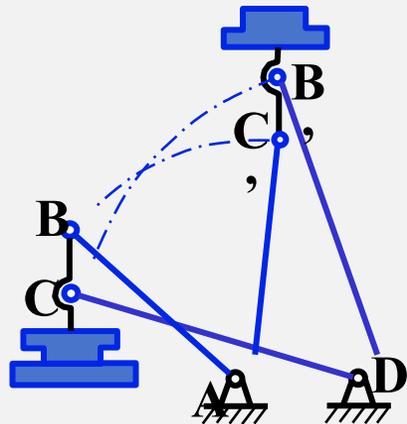
应用：铸造翻箱机构、飞机起落架、
汽车转向机构、起重机



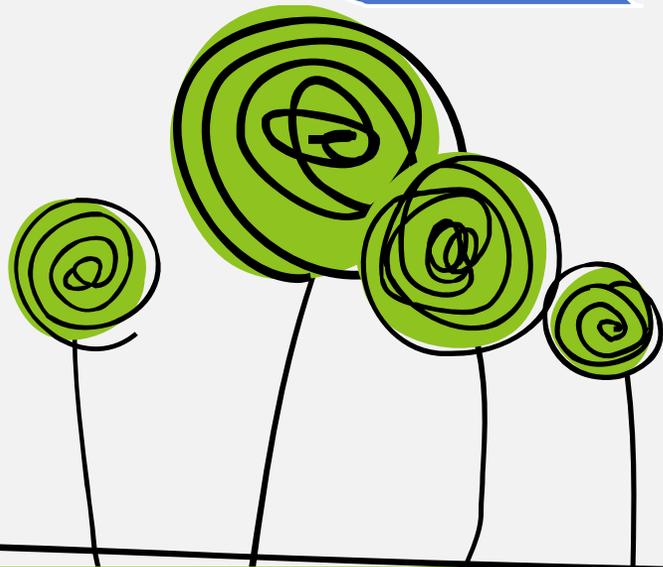
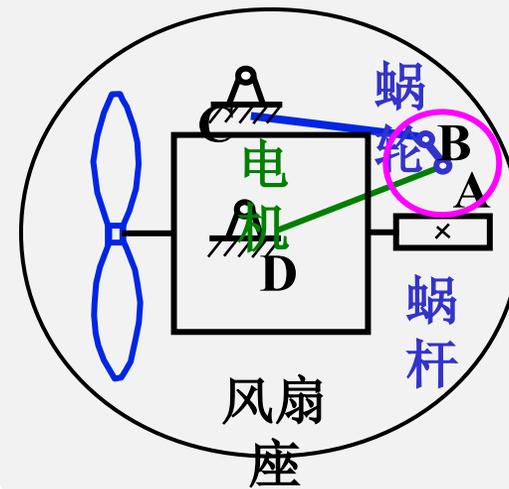
2. 铰链四杆机构的基本类型

双摇杆机构

01
Step



02
Step

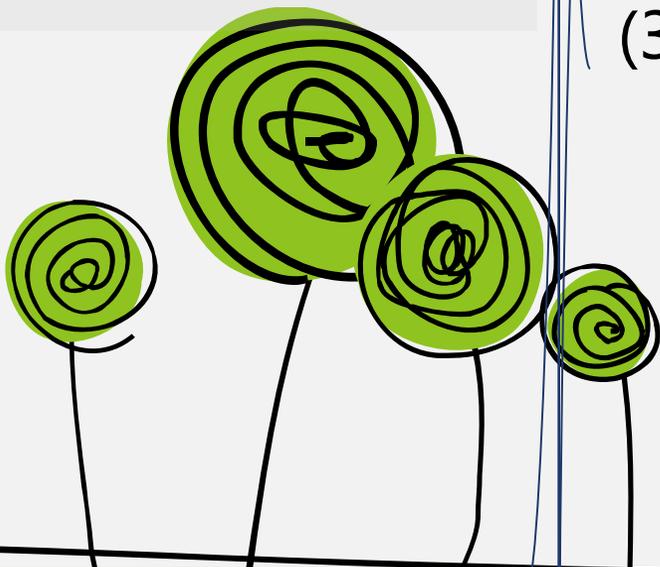


3. 铰链四杆机构的演化

实际中其他形式的四杆机构，都可以看做是铰链四杆机构的演化。

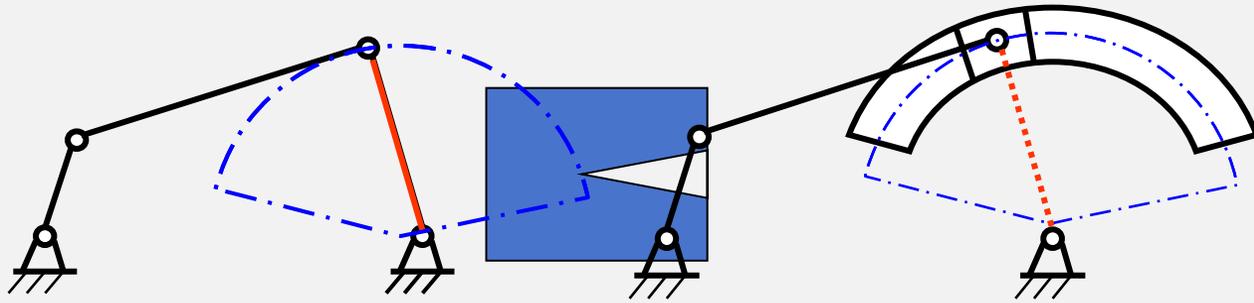
演化方式

- (1) 改变运动副的形状和形式
- (2) 改变构件的尺寸
- (3) 选不同的构件为机架



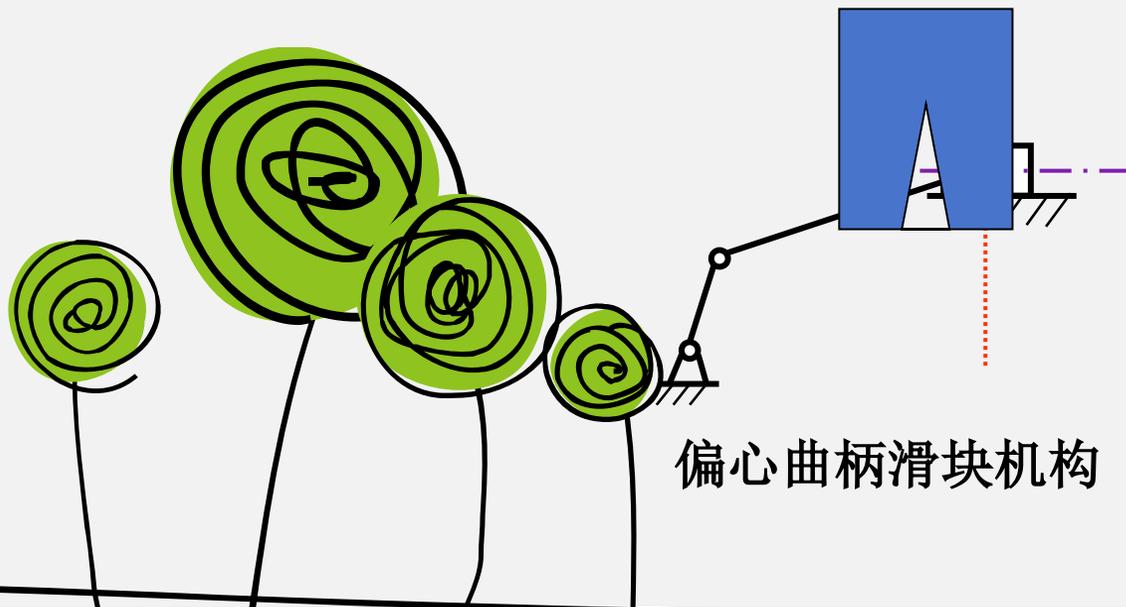
3. 铰链四杆机构的演化

(1) 改变运动副的形状和形式



曲柄摇杆机构

曲柄滑块机构

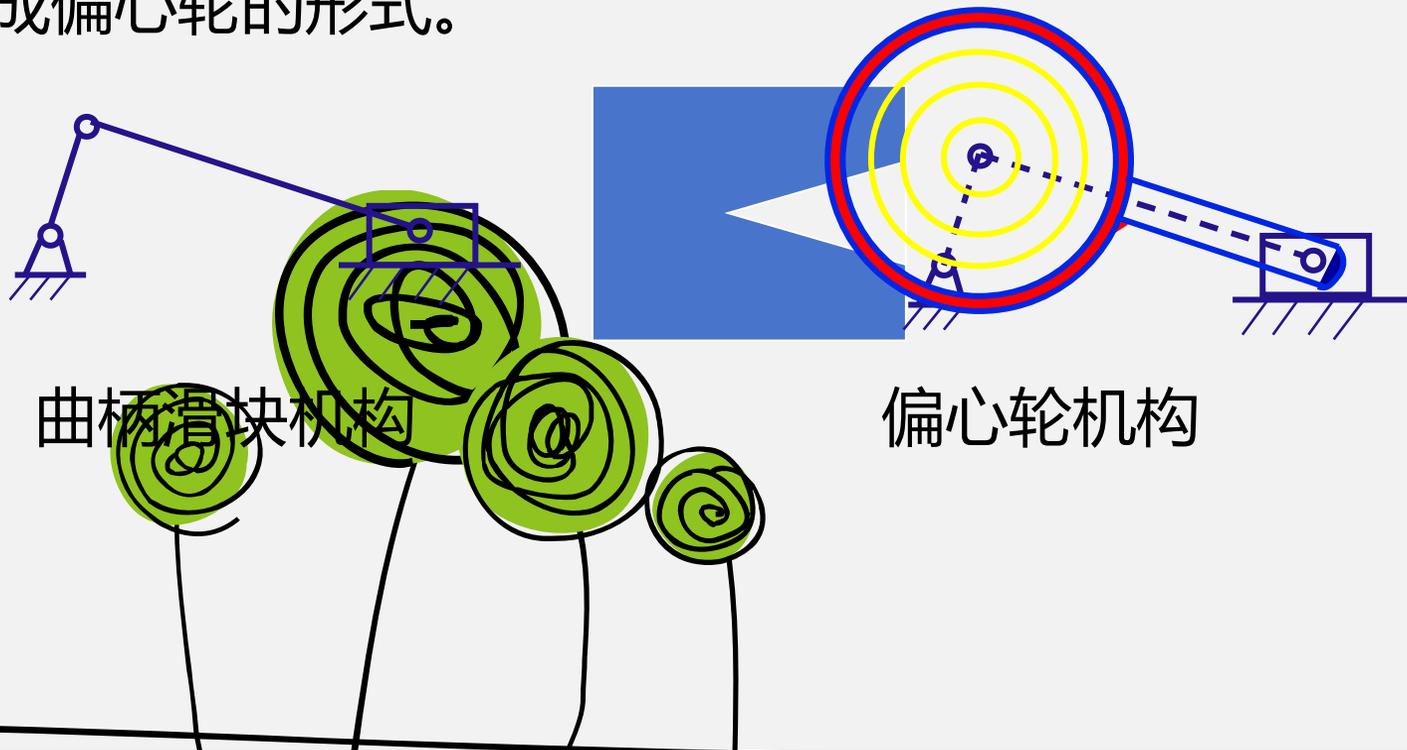


偏心曲柄滑块机构

3. 铰链四杆机构的演化

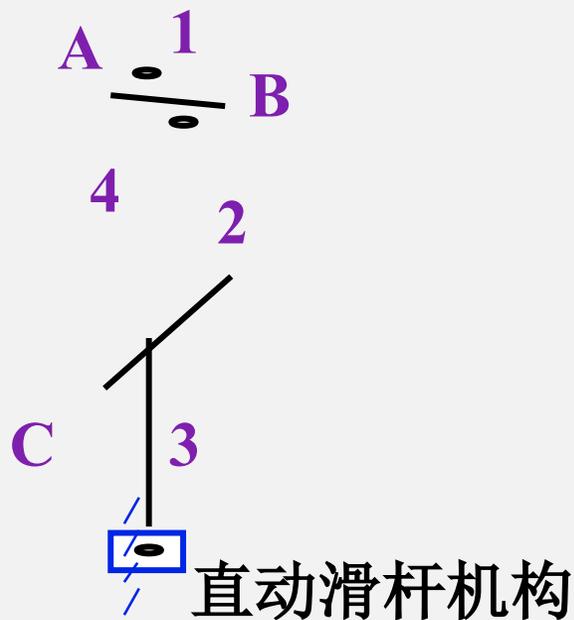
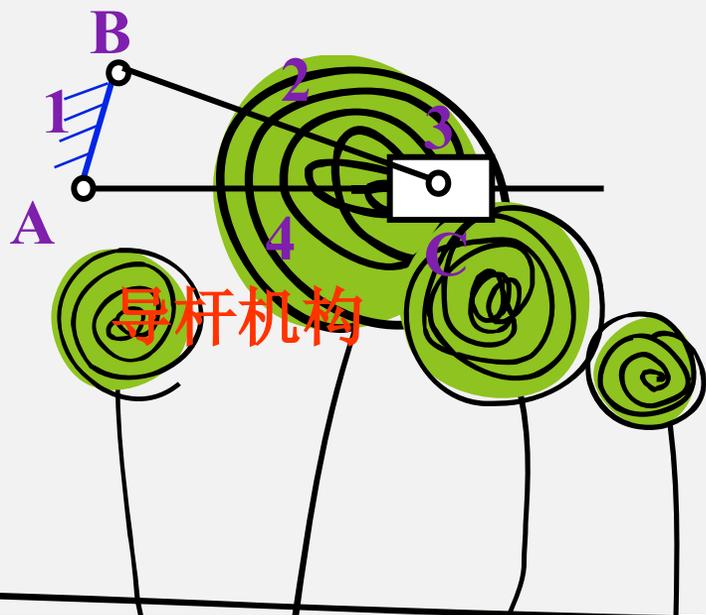
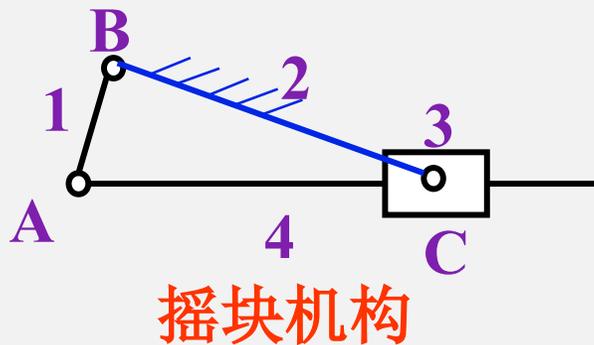
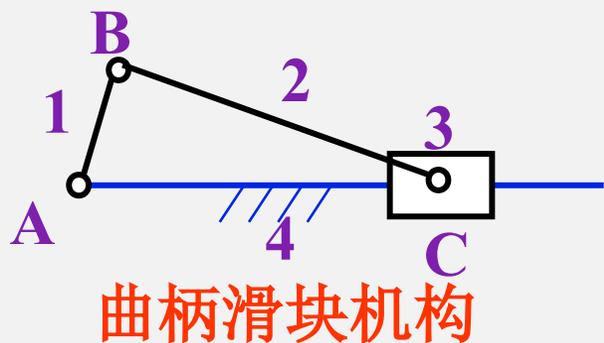
(2) 改变构件的尺寸

在曲柄滑块机构中，如果曲柄很短，可将曲柄制成偏心轮的形式。



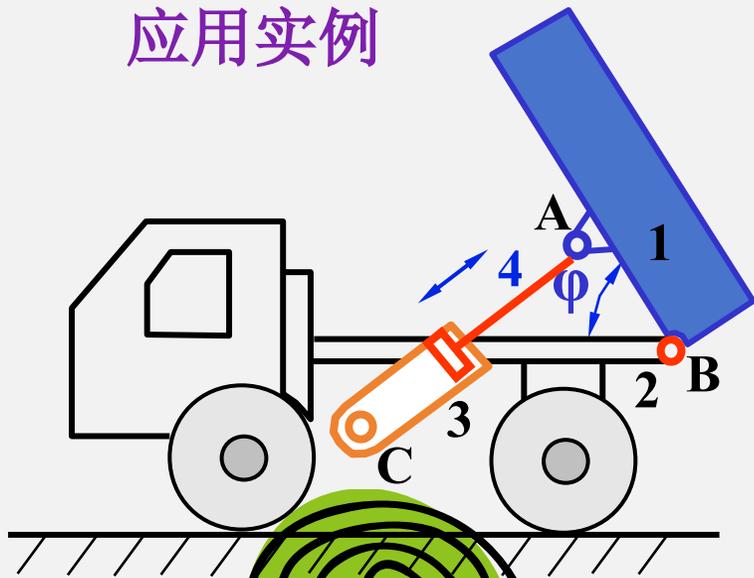
3. 铰链四杆机构的演化

(3) 选不同的构件为机架

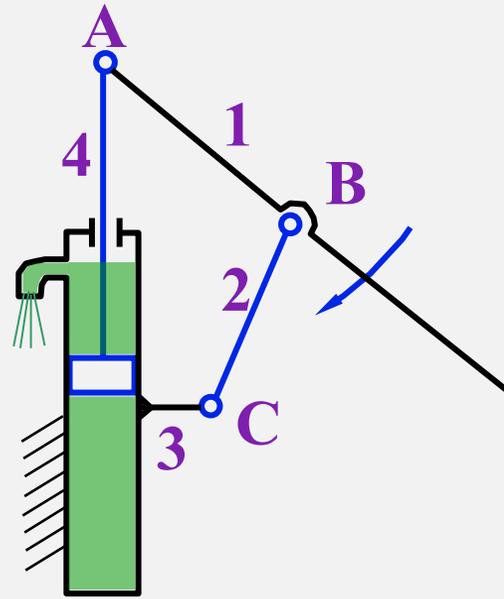


3. 铰链四杆机构的演化

应用实例



自卸卡车举升机构

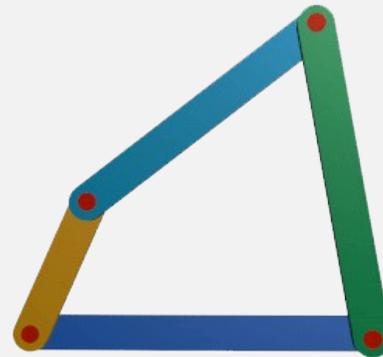
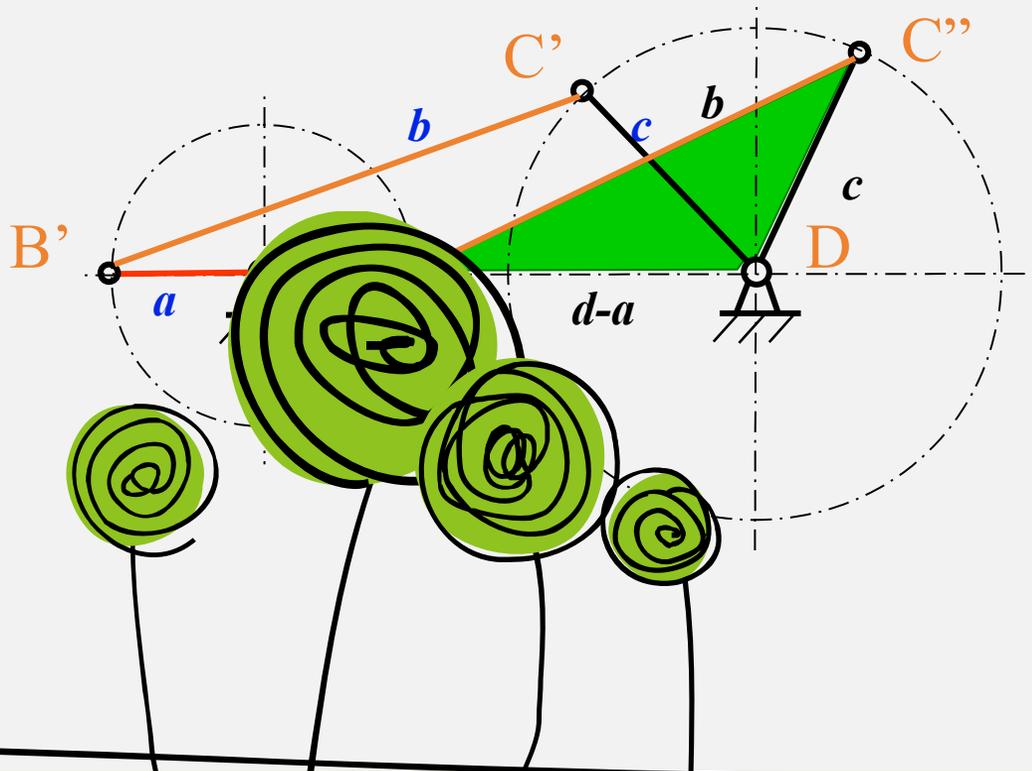


手摇唧筒

4. 铰链四杆机构的类型判定

平面四杆机构有曲柄的条件

设 $a < d$, 连架杆若能整周回转, 必有两次与机架共线
如图所示



4. 铰链四杆机构的类型判定

平面四杆机构有曲柄的条件

则由 $\triangle B'C'D$ 可得： 三角形任意两边之和大于第三边

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

则由 $\triangle B''C''D$ 可得：

$$b \leq (d-a) + c \quad \text{即：} a+b \leq d+c$$

$$c \leq (d-a) + b \quad \text{即：} a+c \leq d+b$$

将以上三式两两相加得：

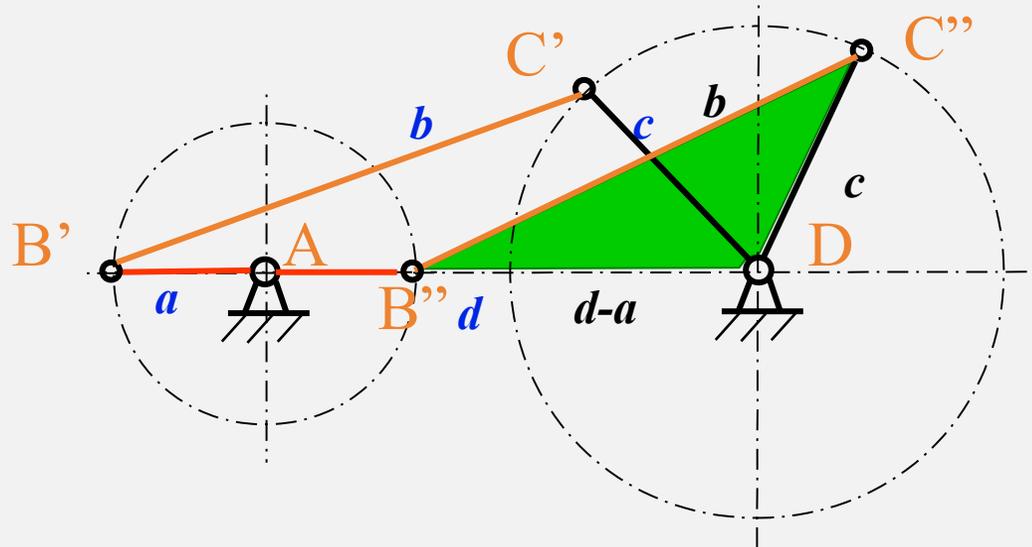
$$a \leq b, a \leq c, a \leq d$$

AB 为最短杆

若设 $a > d$ ，同理有：

$$d \leq a, d \leq b, d \leq c$$

AD 为最短杆 _a



4. 铰链四杆机构的类型判定

曲柄存在的条件：

1. 构件和：最长杆 + 最短杆 \leq 其他两杆长度。如果条件 1 满足
2. 最短杆：连架杆、机架中必有一杆为最短杆。
选择不同杆件为机架，进行验证。

当构件和条件 1 满足时，有如下结论：

1. 当最短杆为机架时，机构为双曲柄机构
2. 当最短杆的邻边为机架时，机构为曲柄摇杆机构
3. 当最短杆对边为机架时，机构为双摇杆机构

4. 铰链四杆机构的类型判定

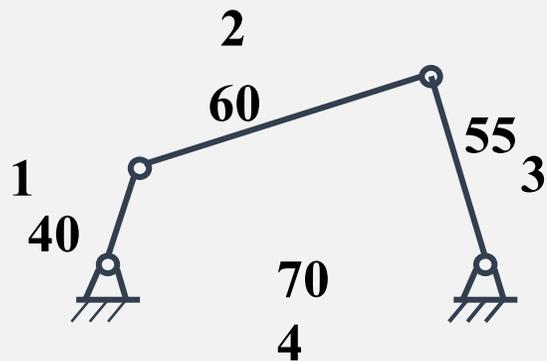
例：下图为四杆机构，判断分别以 4 个杆为机架时四杆机构的类型。

解：最长杆 70，最短杆 40

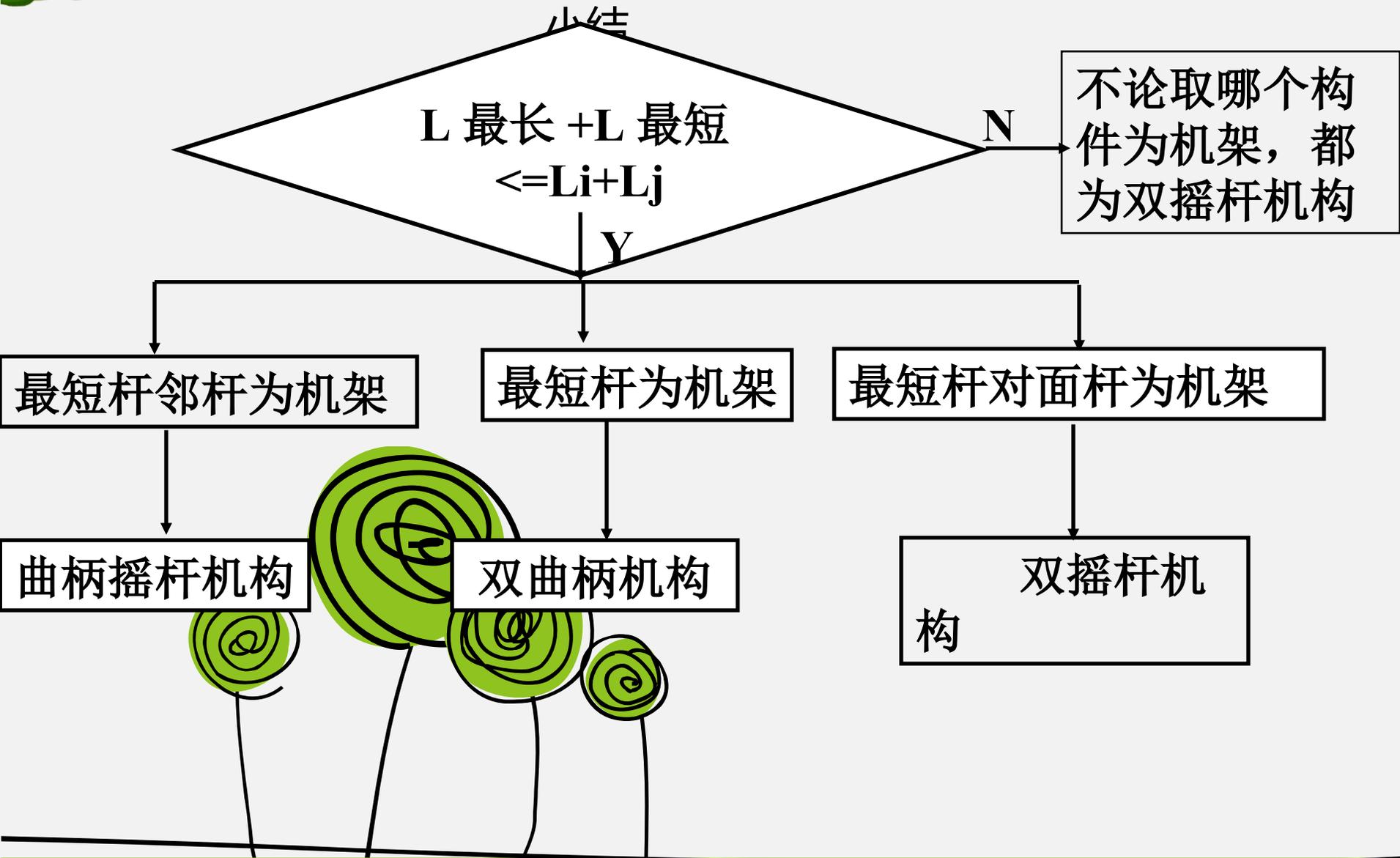
因为 $70+40 \leq 60+55$

所以我们有以下结论

- (1) 以杆件 1 为机架，此机构为双曲柄机构
- (2) 以杆件 2 为机架，此机构为曲柄摇杆机构
- (3) 以杆件 3 为机架，此机构为双摇杆机构
- (4) 以杆件 4 为机架，此机构为曲柄摇杆机构



4. 铰链四杆机构的类型判定



谢谢欣赏

说课老师： 时间：2024.5.11

