



机构的组成原理和结构分析

平面机构的自由度

——虚约束



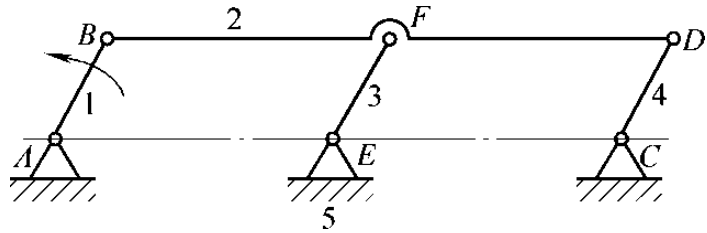
华北理工大学
NORTH CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

冯立艳教授

虚约束

- ① 问题的引出
- ② 虚约束的概念
- ③ 虚约束的种类
- ④ 虚约束的作用与影响
- ⑤ 本讲小结

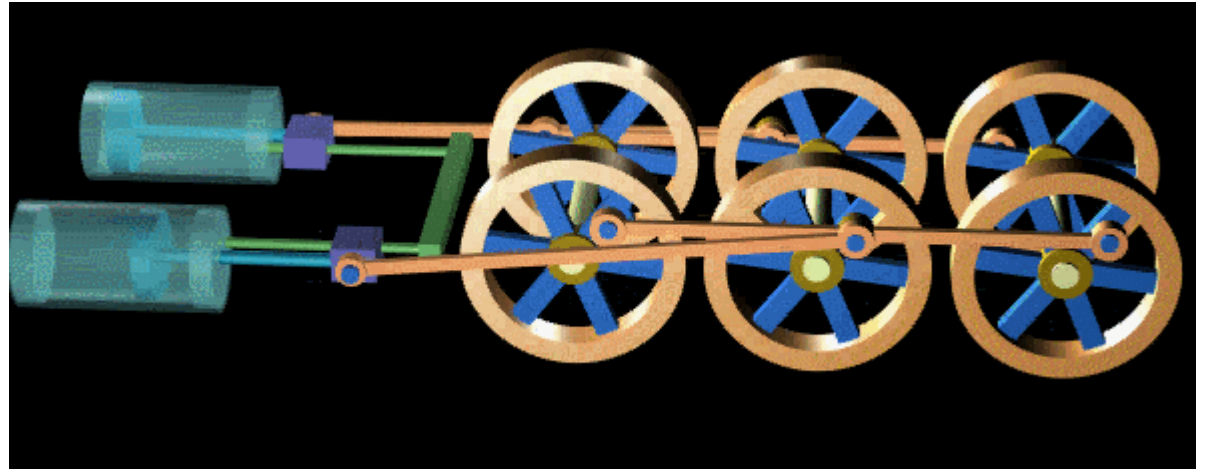
问题的引出



$$\begin{aligned} F &= 3n - 2P_L - P_H \\ &= 3 \times 4 - 2 \times 6 - 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$



? **EF为虚约束**



虚约束的概念

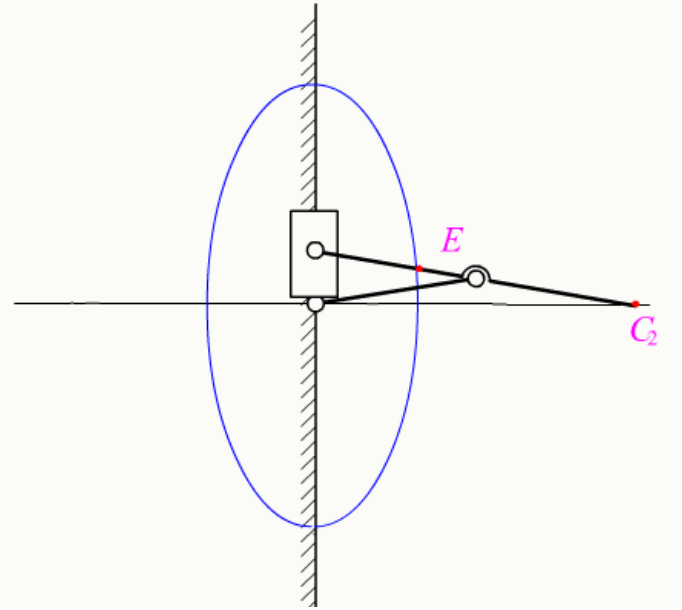
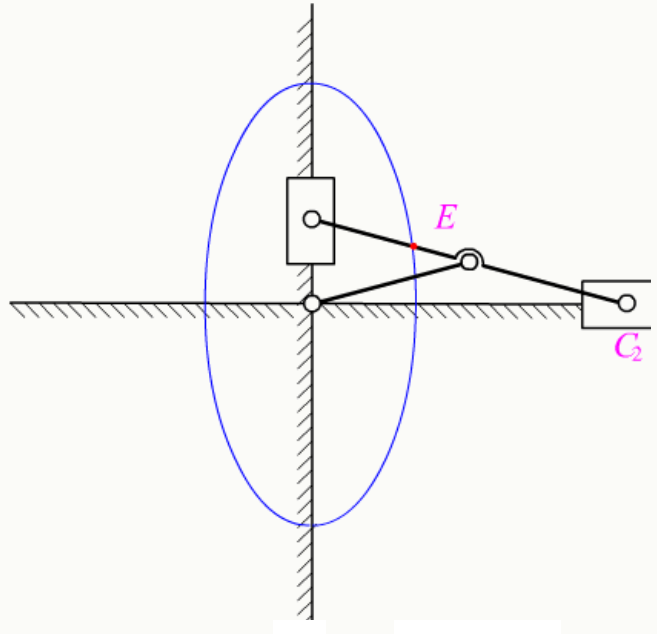
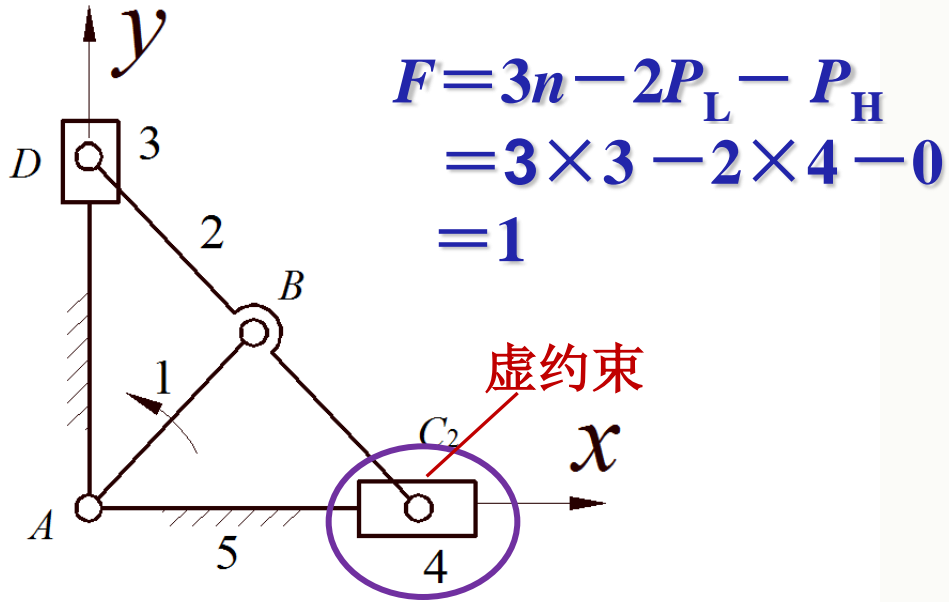
虚约束：机构中某些运动副或运动副与构件的组合带入的对机构运动起重复约束作用的约束。

处理方法：计算自由度时，去掉虚约束

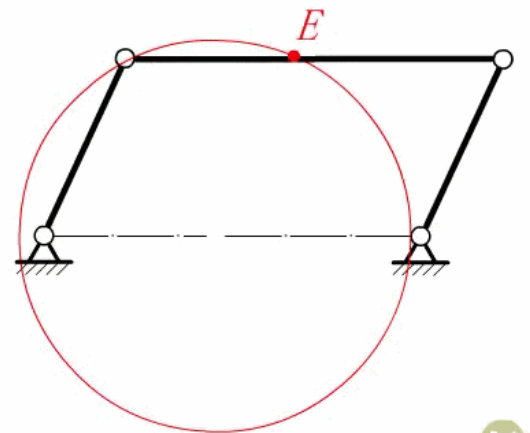
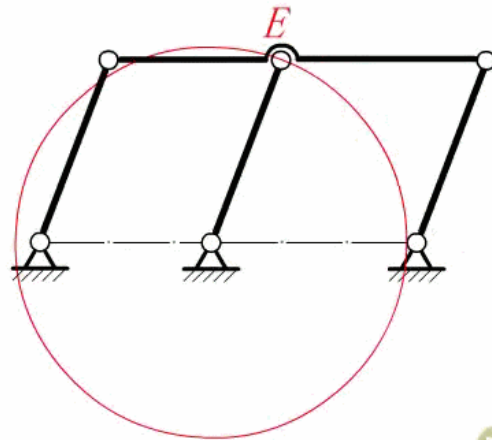
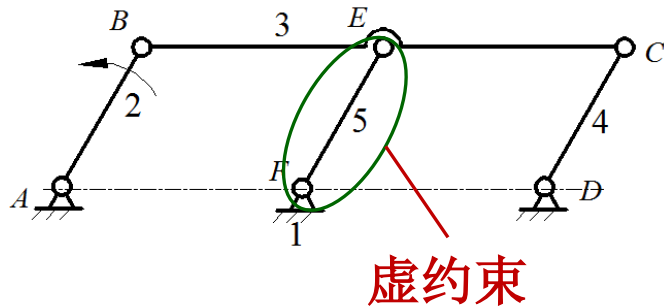
虚约束的种类

1. 轨迹重合

1) 椭圆画仪



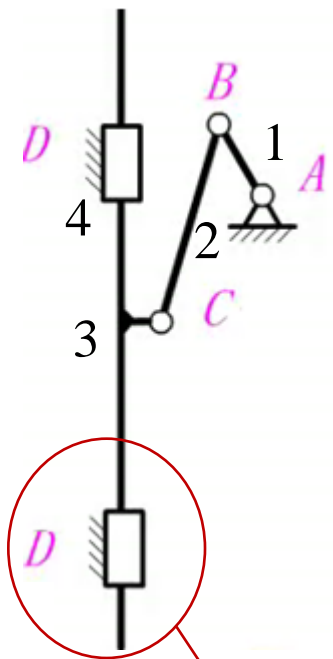
2) 平行四边形机构



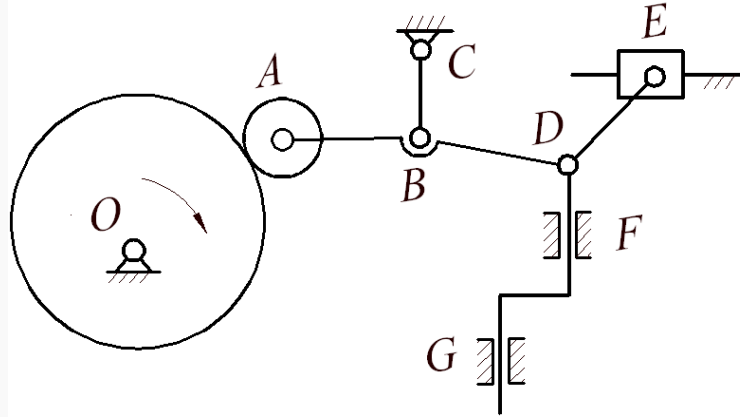
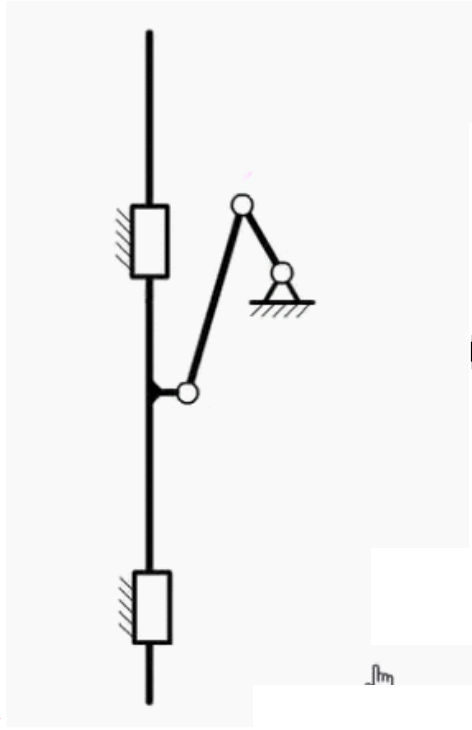
虚约束的种类

2. 两构件多处接触形成多个运动副

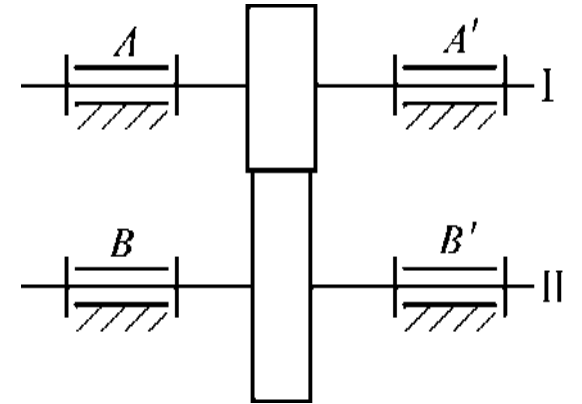
(1) 移动方向彼此平行或重合的**移动副**



虚约束，去掉

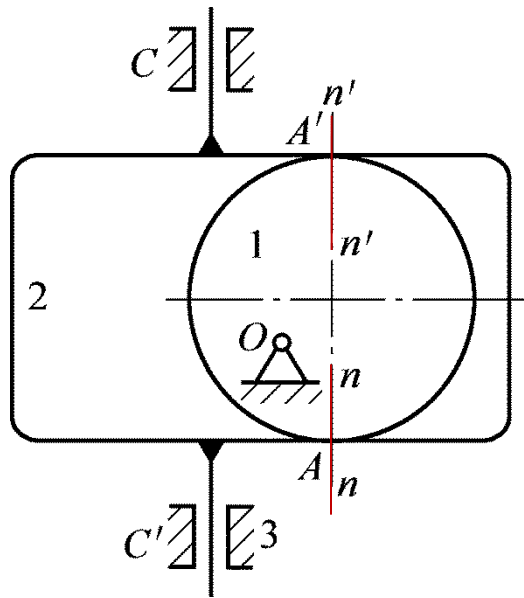


(2) 转动轴线重合的**转动副**

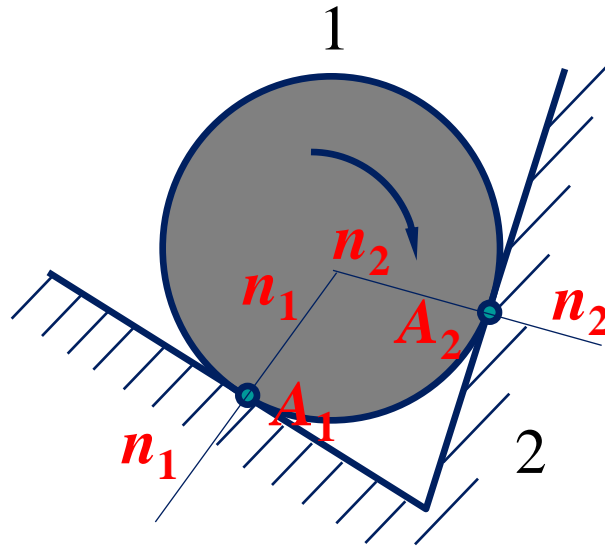


虚约束的种类

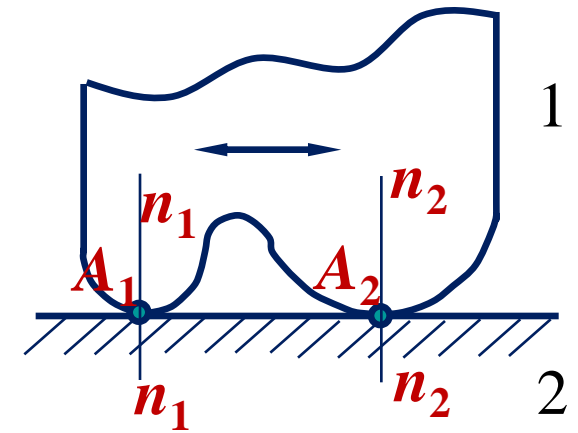
(3) 各接触点处的公法线彼此重合的高副



重合



不重合



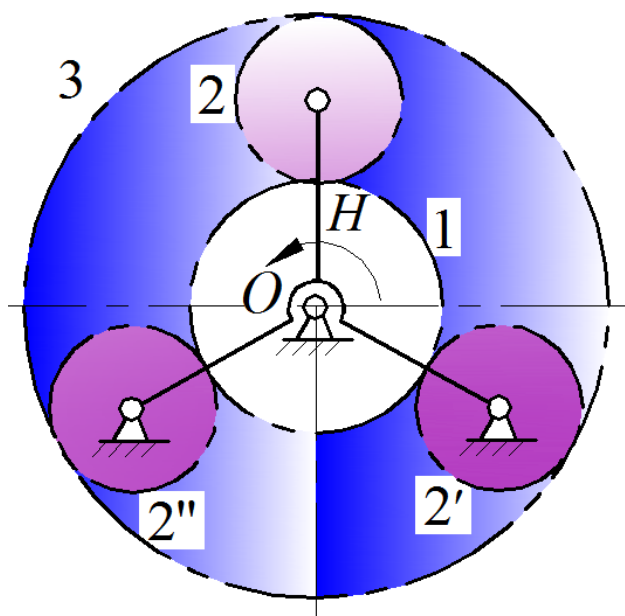
不重合

注意：若各高副接触点处的公法线方向不重合，则不能算一个高副。

虚约束的种类

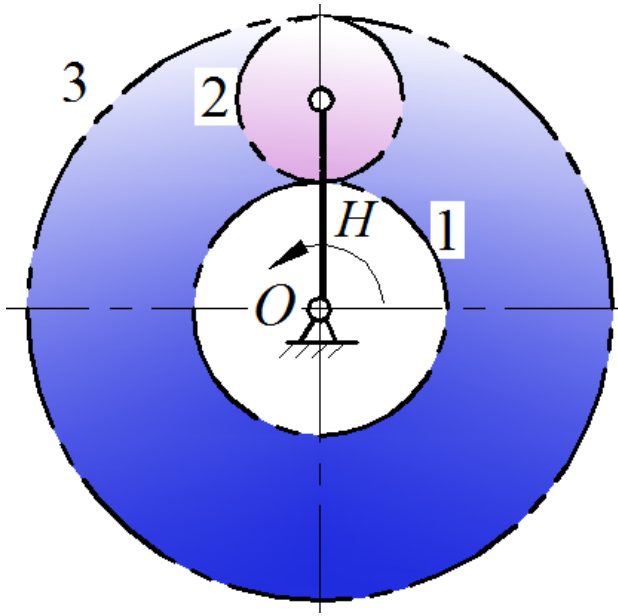
3. 重复对称结构

在机构中，当多组完全相同的结构传递运动时，只有一组起作用，其余为虚约束。



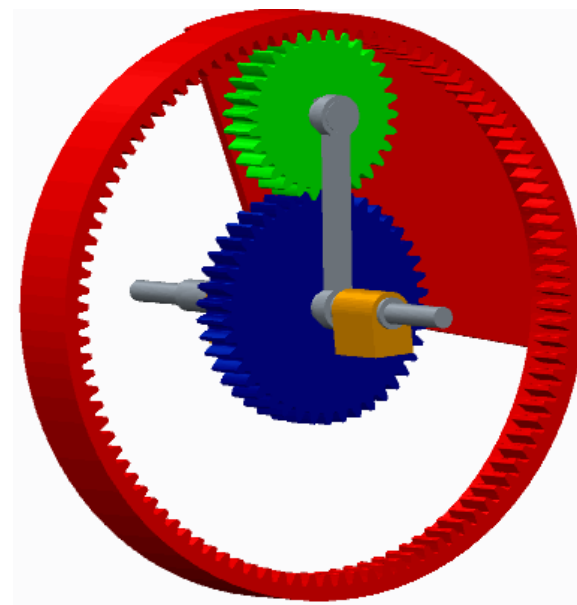
2'' 带入的约束:

$$(2 \times 1 + 1 \times 2) - 3 = 1$$



机构的自由度

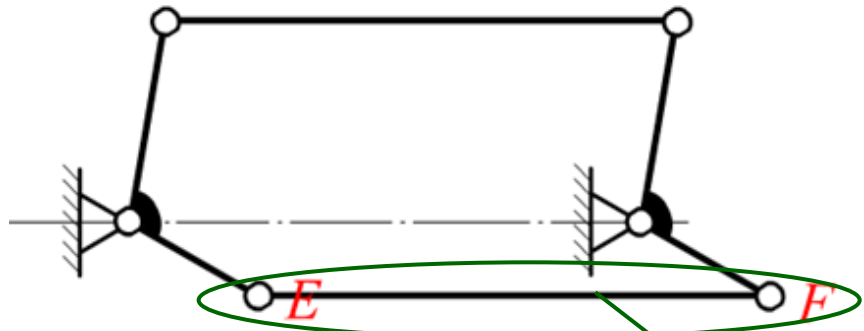
$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 4 - 2 \times 4 - 2 = 2$$



虚约束的种类

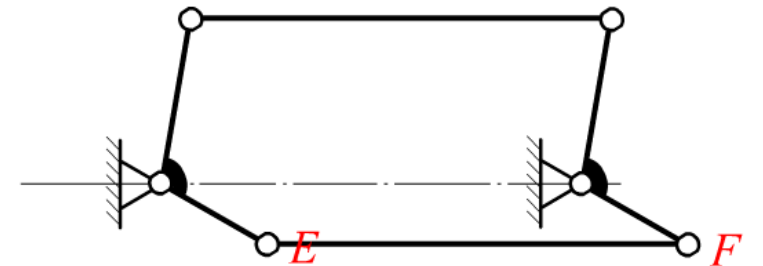
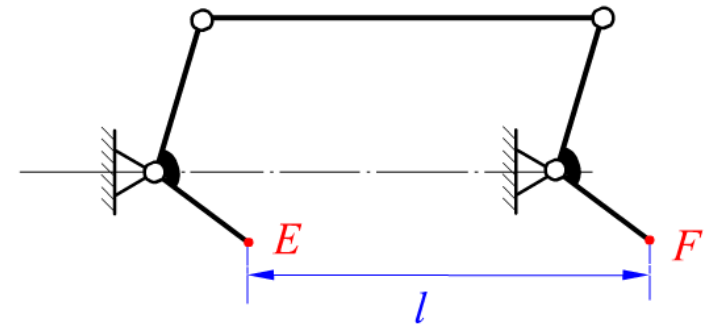
4. 连接构件上距离恒定不变的两点的双副杆

在机构运动过程中，如果构件上两点之间的距离始终保持不变，若用一双副杆将此两点相连，也将带入一个虚约束。



$$\begin{aligned} F &= 3n - 2P_L - P_H \\ &= 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 \\ &= 1 \end{aligned}$$

虚约束, 去掉



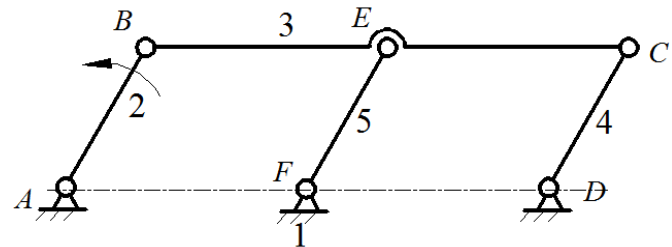
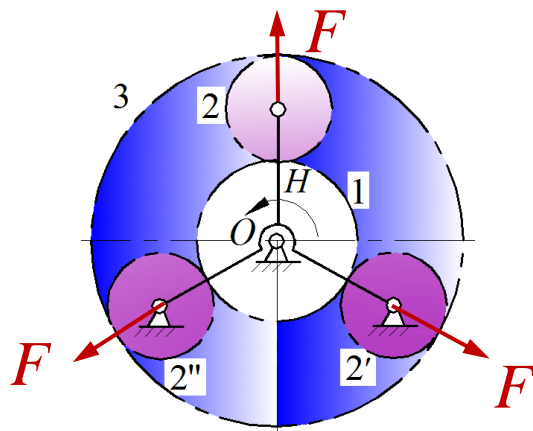
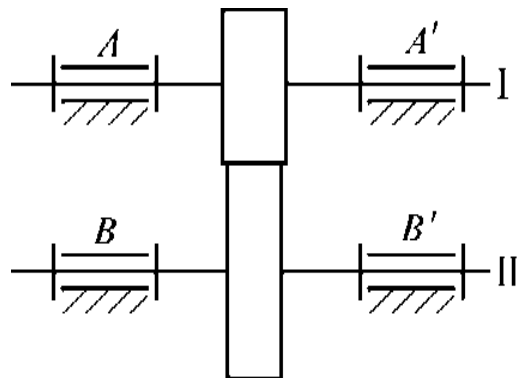
虚约束的作用与影响

(1) 虚约束的作用

增加机构的刚度，如：轴与轴承

改善机构的受力情况，如：多个行星轮

保证机械通过特殊位置，避免运动不确定，如：平行四边形



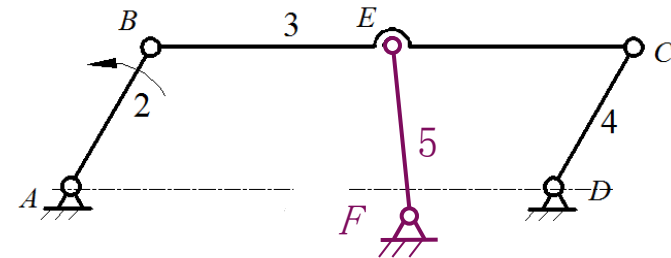
(2) 虚约束对机构运动的影响

虚约束存在于某些特定几何条件下，当这些条件不满足时，它就将成为实际

有效的约束，从而影响到机构的性能。

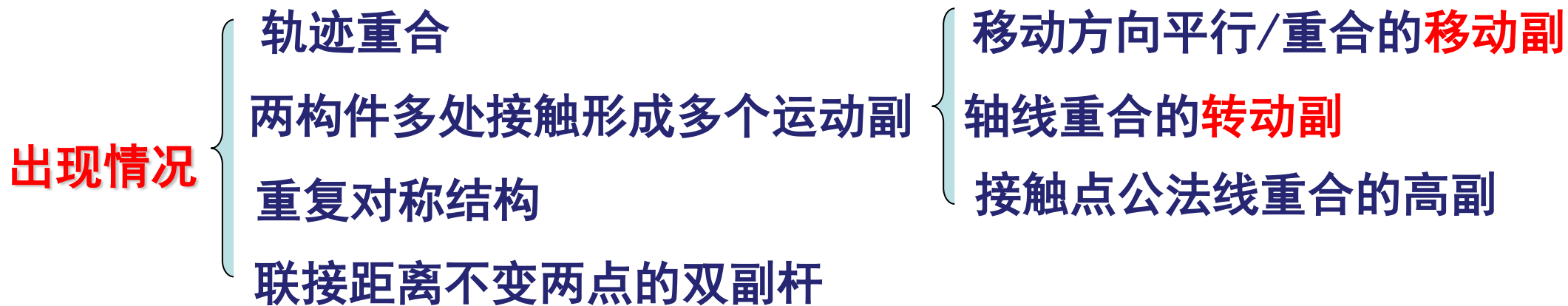
(3) 虚约束对加工制造的要求

虚约束越多，则制造精度要求越高。



本讲小结

虚约束：重复约束，假约束，去掉



虚约束的作用：改善受力、避免运动不确定、提高支撑刚度等。