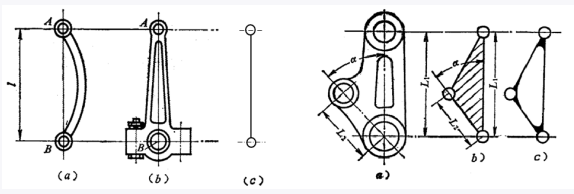
平面机构自由度

运动副

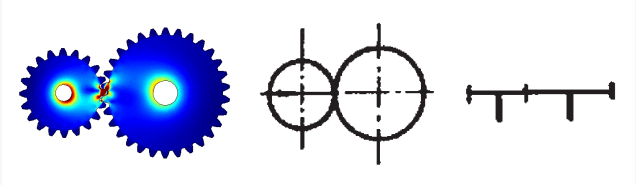
- 定义：两个构件直接接触且具有一定相对运动的活动连接
- 运动副元素
  - 点
  - 线
  - 面
  - 形成的运动副为高副
  - 形成的运动副为低副
- 分类
  - 运动副的接触形式
    - 低副
      - 转动副
      - 移动副
    - 高副
      - 齿轮副
      - 凸轮副
      - …
  - 两构件相对运动形式
    - 平面运动副
    - 空间运动副
  - 接触部分几何形状
    - 圆柱副
    - 球面副
    - 螺旋副
    - …
- 运动链
  - 定义：若干构件通过运动副联接而成的可动系统
  - 与机构的区别：运动链中出现称之为机架的固定构件时
- 构件的类型
  - 原动件　机构中按给定运动规律运动的构件，也称为输入构件
  - 从动件　其余的可动构件。具有预期的运动规律、对外完成某种工艺动作的从动件也称为输出构件或执行构件
  - 机架　固定不动的构件

机构运动简图

- 简单的线条 (表示构件)
  - 能用直线的用直线



  - 齿轮



  - 凸轮：凸轮的真实形状
  - 其他：可通过查询《机械设计手册》
- 规定的符号 (表示运动副)
  - 记住常用
  - 特殊的查《机械设计手册》
- 运动副位置
  - 转动副中心距
  - 移动副
    - 导路中心线距离(平行)
    - 导路中心线夹角(相交)
  - 转动副中心到移动副导路中心线的距离
  - 点线副的相关形体尺寸
    - 凸轮形状
    - 齿轮节圆
    - …
- 一定比例

$$\mu = \frac{\text{实际尺寸} + \text{单位}}{\text{图上尺寸} + \text{单位}}$$

自由度计算

- 自由度与约束
  - 自由度：构件所具有的独立运动数
  - 约束：运动副对构件间的相对运动自由度所施加的限制
- 计算公式 (平面机构)

$$F = 3 \times n - 2 \times p_l - 1 \times p_h$$

  - n为可动构件数；pl为低副数；ph为高副数
  - 机构具有确定运动的条件
    - 自由度数 $F > 0$
    - 原动件数 = 自由度数
- 注意事项
  - 复合铰链　此处存在(m-1)个低副
    - m个构件(m≥3)在同一处构成共轴线的转动副
  - 局部自由度　此处自由度需排除
    - 仅与某些构件自身的局部运动有关的自由度
  - 不产生实际约束效果的重复约束
    - 虚约束
      - 两构件之间构成多个运动副
        - 转动副同轴
        - 移动副平行
        - 高副公法线重合
      - 联接前后，两构件上某两点间的距离在运动过程中始终保持不变
        - 联接前后两点距离不变
      - 联接前后，联接构件与被联接构件上联接点的轨迹重合
        - 联接前后两点轨迹相同；也可认为与上一条相同
      - 机构中对传递运动不起独立作用的对称部分(机构对称)