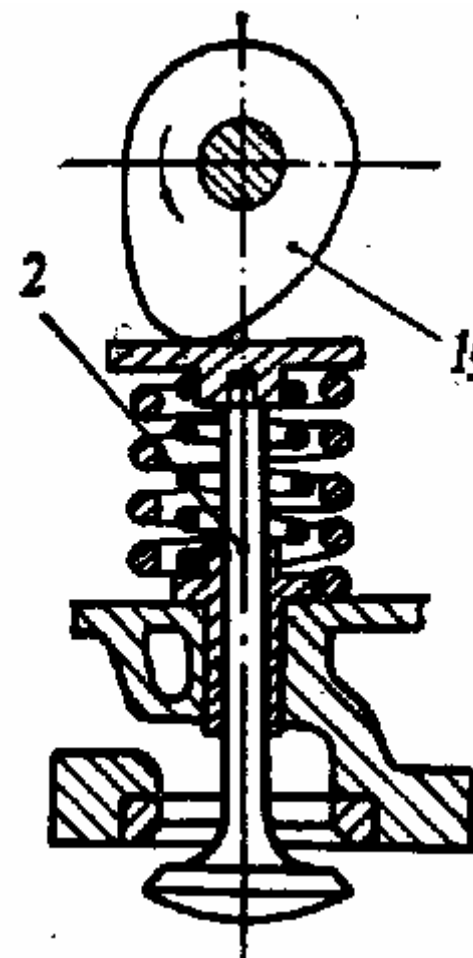


第三章 凸轮机构



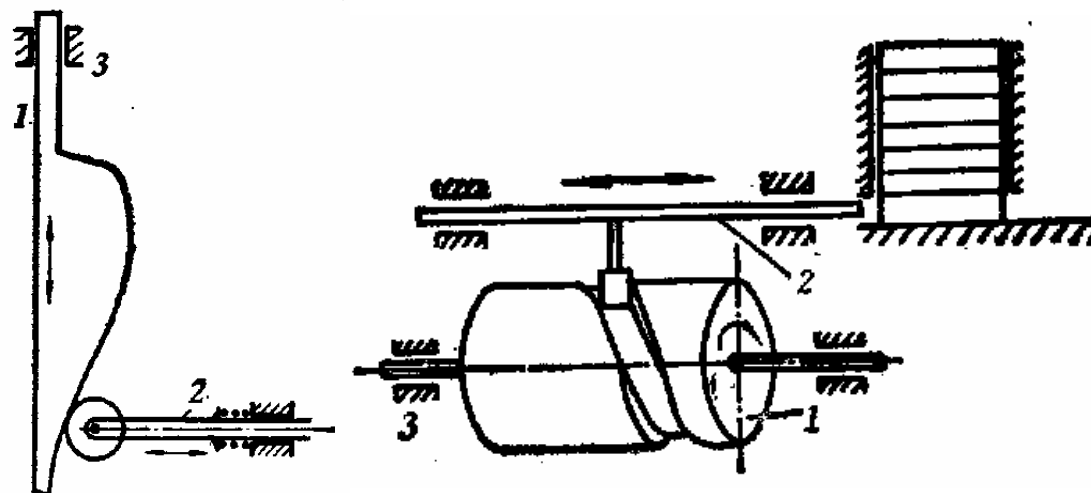
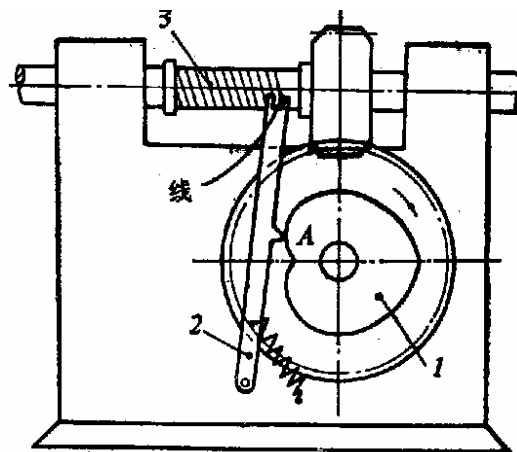
3-1 凸轮机构的应用与类型

- .. 能够实现各种复杂运动规律；
- .. 设计容易；
- .. 在自动化、半自动化机械中，应用非常广泛；
- .. 是常用机构。
- .. 例：内燃机的配气机构。



凸轮机构的组成和分类

- .. 凸轮——主动件
- ✓ 盘形凸轮
- ✓ 移动凸轮
- ✓ 圆柱凸轮
- .. 机架
- .. 从动件
- ✓ 移动从动件
- ✓ 摆动从动件



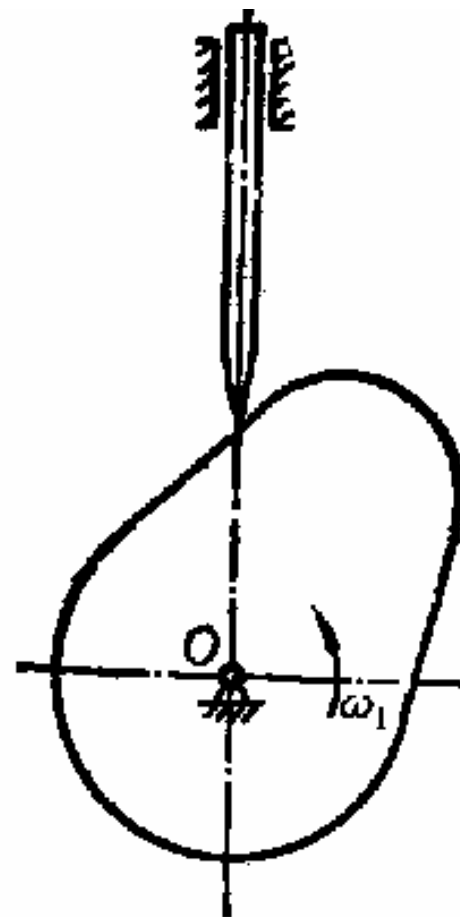
按从动件的形状分



- .. 尖顶从动件凸轮
- .. 滚子从动件凸轮
- .. 平底从动件凸轮

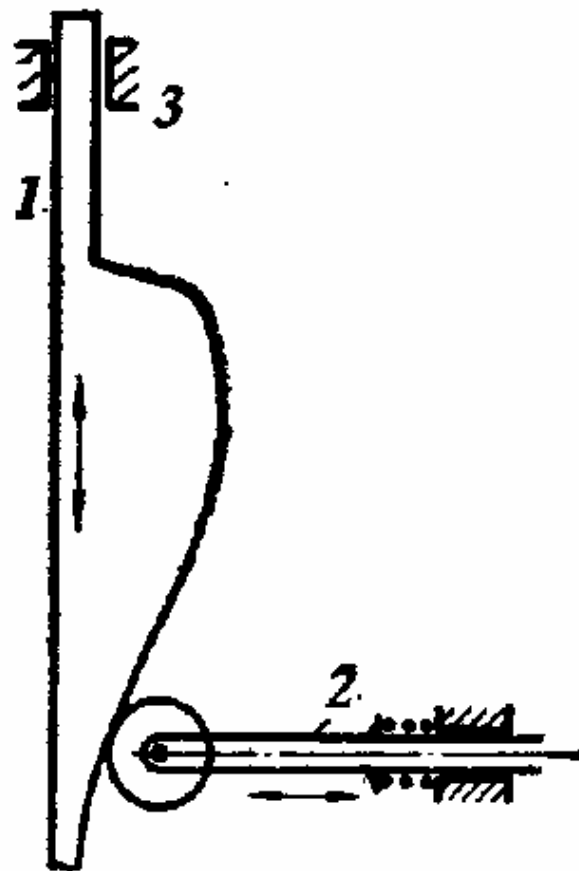
尖顶从动件凸轮

- q 能实现任意预期的运动规律；
- q 磨损快；
- q 适用于受力不大的低速凸轮机构。



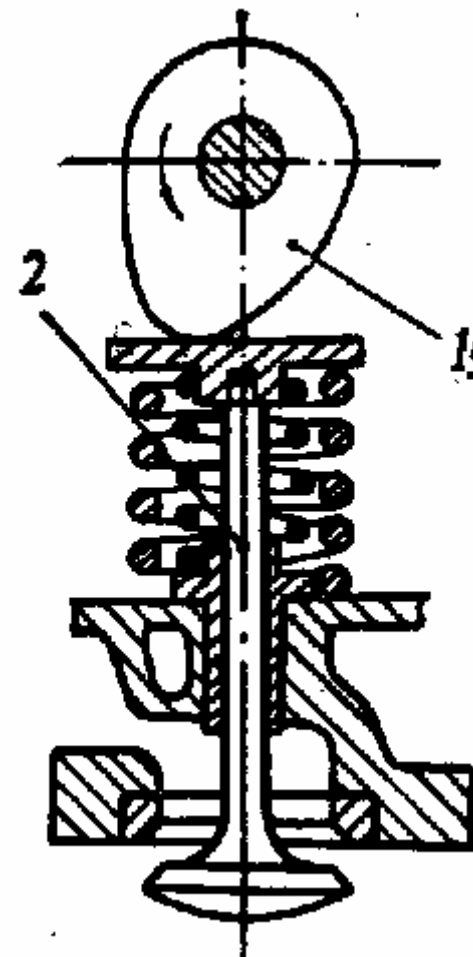
滚子从动件凸轮

- 耐磨损；
- 承载较大；
- 应用最多。



平底从动件凸轮

- q 不能与凹陷的凸轮轮廓相接触；
- q 压力角为0，传动效率较高；
- q 易形成油膜，利于润滑；
- q 常用于高速凸轮。

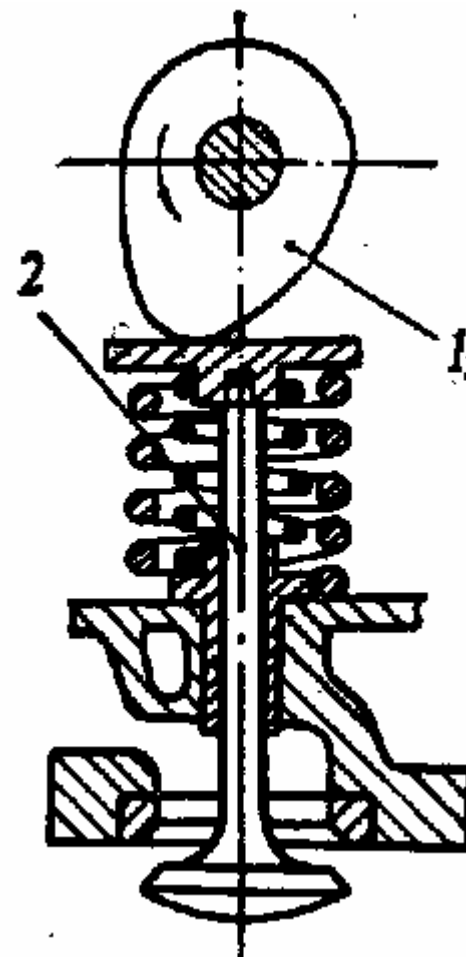
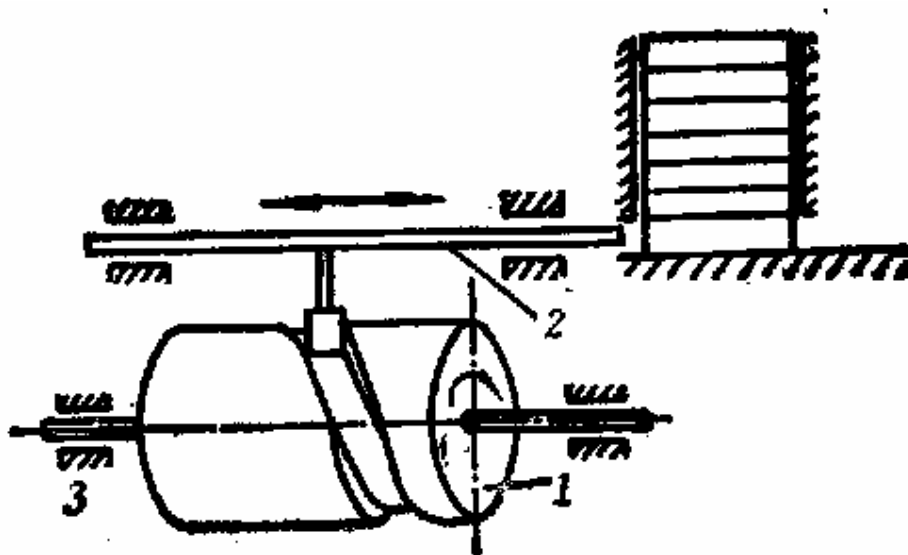


凸轮机构可以实现运动转换

- .. 凸轮转一周，从动件完成一个工作循环。
- .. 凸轮匀速回转时，可实现从动件：
 - ✓ 匀速运动，或不匀速运动；
 - ✓ 连续，或不连续；
 - ✓ 往复移动，或往复摆动。

凸轮与从动件始终保持接触的方法

- .. 凸轮凹槽
- .. 弹簧
- .. 重力



凸轮机构的优点



- .. 设计方便
- .. 机构简单，紧凑
- .. 容易实现从动件的运动规律

凸轮机构的缺点

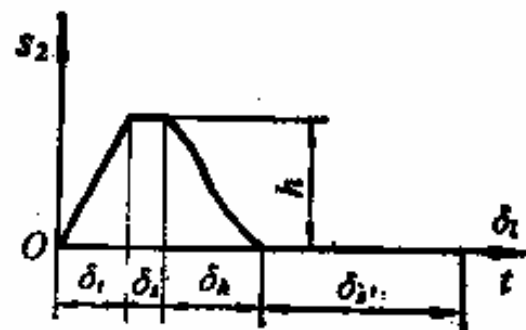
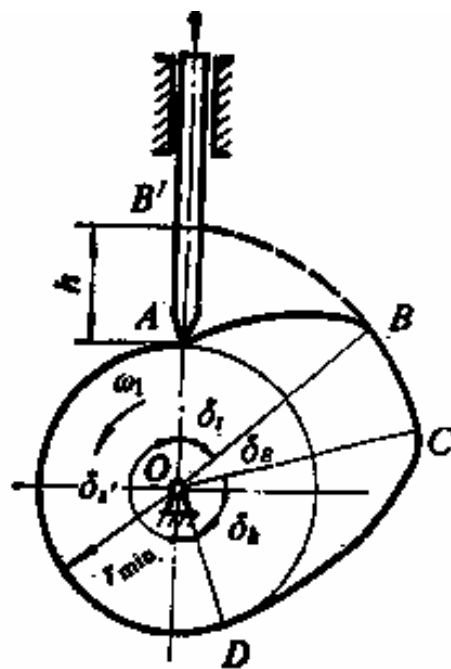
- .. 高副，点、线接触，应力大
- .. 易磨损
- .. 适于传力不大的控制机构
- .. 制造复杂（特别是要求精度高时）

3—2 从动件的常用运动规律

- ∴ 凸轮机构的设计
 - ✧ 根据工作要求，选择合适的从动件运动规律；
 - ✧ 由运动规律设计轮廓曲线。
- ∴ 运动规律和凸轮的轮廓曲线的关系——二者之间存在着对应关系。

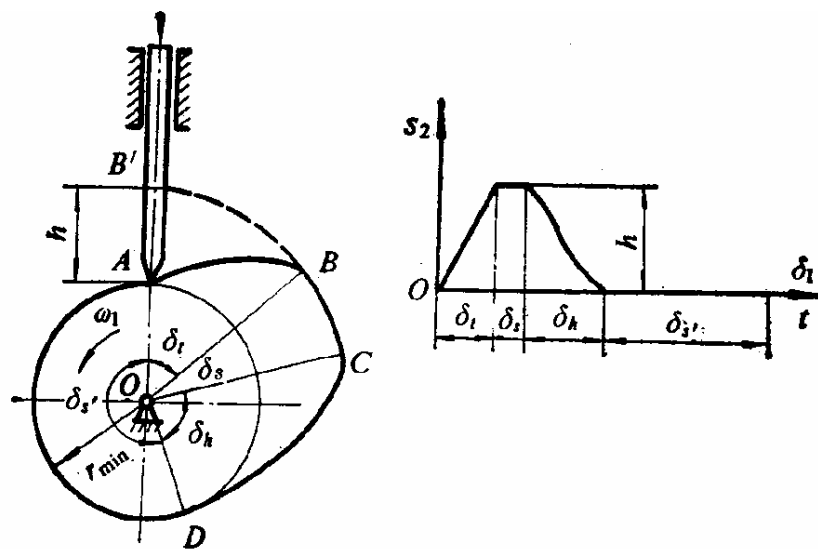
凸轮的轮廓

- .. 以直动尖顶从动件凸轮机构为例说明：
- .. 基圆——以凸轮最小向径为半径的圆 r_{\min} ；
- .. 推程运动角 δ_t
- .. 升程 h
- .. 远休止角 δ_s
- .. 回程运动角 δ_h
- .. 近休止角 $\delta_{s'}$



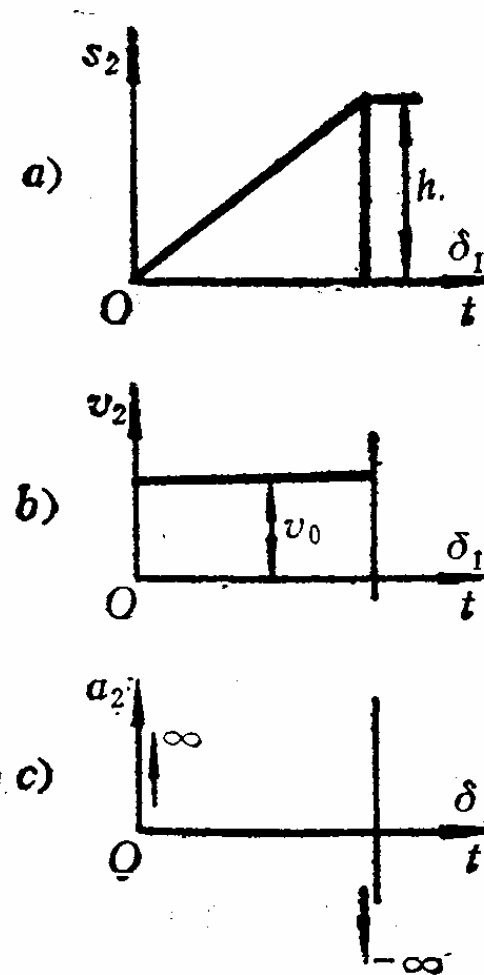
从动件位移线图

- .. 横坐标——时间，或凸轮转角；
- .. 纵坐标——从动件的位移，或摆角；
- .. 表明从动件的运动规律；
- .. 是设计凸轮的依据；
- .. 对应于凸轮的形状。



1、等速运动规律

- 推程运动角 d_t 升程 h ，运动时间 T
- 运动速度 $v_2 = v_0 = h/T = \text{常数}$
- 位移 $s_2 = v_0 t = ht/T$
- 加速度 $a_2 = dv_2/dt = 0$
- 凸轮作匀速转动，将 w_1 代入即得

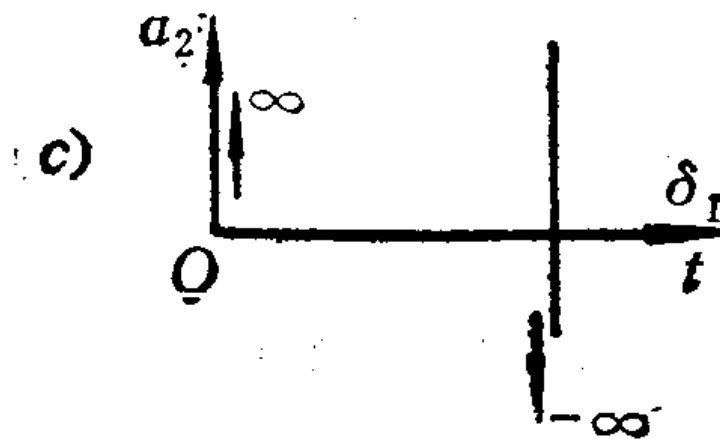
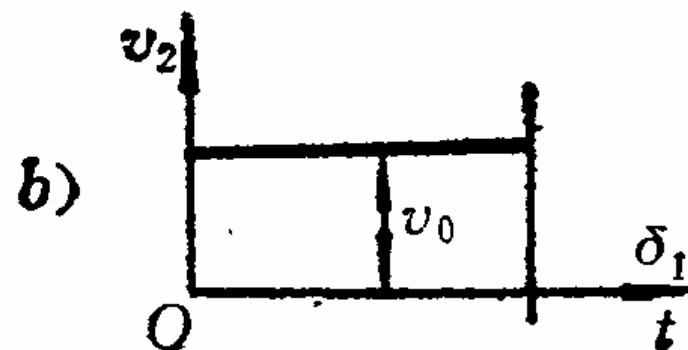
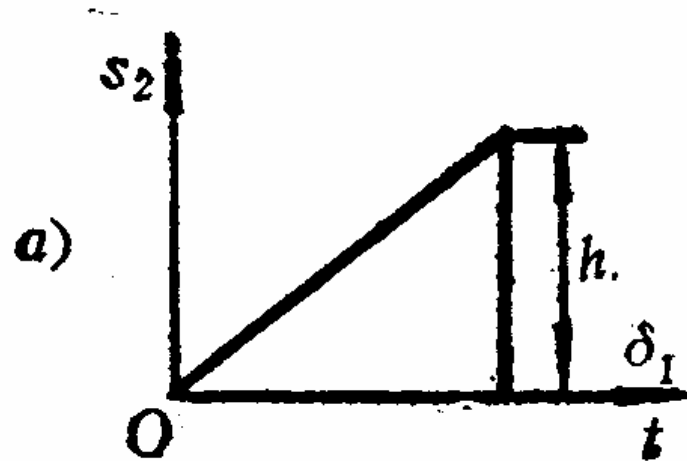


$$d_1 = w_1 t, d_t = w_1 T$$

$$s_2 = \frac{h}{d_t} d_1, v_2 = \frac{h}{d_t} w_1, a_2 = 0$$

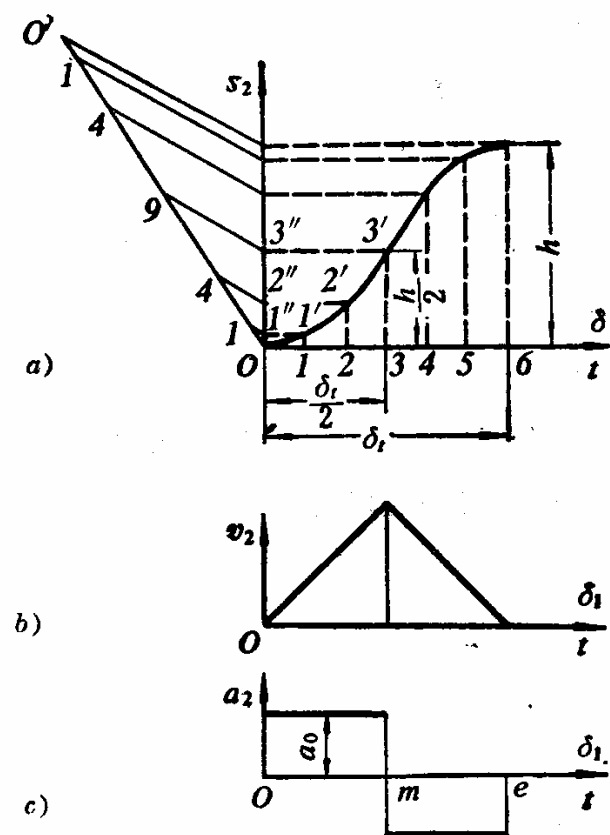
刚性冲击

- 加速度为无穷大；
 - 惯性力的变化无穷大；
 - 造成冲击。
-
- 同理得回程运动方程 (3-2) 。



2、等加速等减速运动规律

- ∴ 推程、回程：
- ✓ 前半段作等加速运动；
- ✓ 后半段作等减速运动。
- ∴ 其位移、速度和加速度的表达式即式 (3-3) , (3-4) (3-5) , (3-6) 。
- ∴ 加速度发生有限突变——柔性冲击。



3、简谐运动规律

- .. 推程、回程的运动按简谐运动规律：

$$s_2 = \frac{h}{2} (1 - \cos q)$$

- .. 将已知条件代入即得到其运动规律并作出位移、速度和加速度曲线。
- .. 从加速度曲线可知，这种运动规律也存在柔性冲击。

其它运动规律

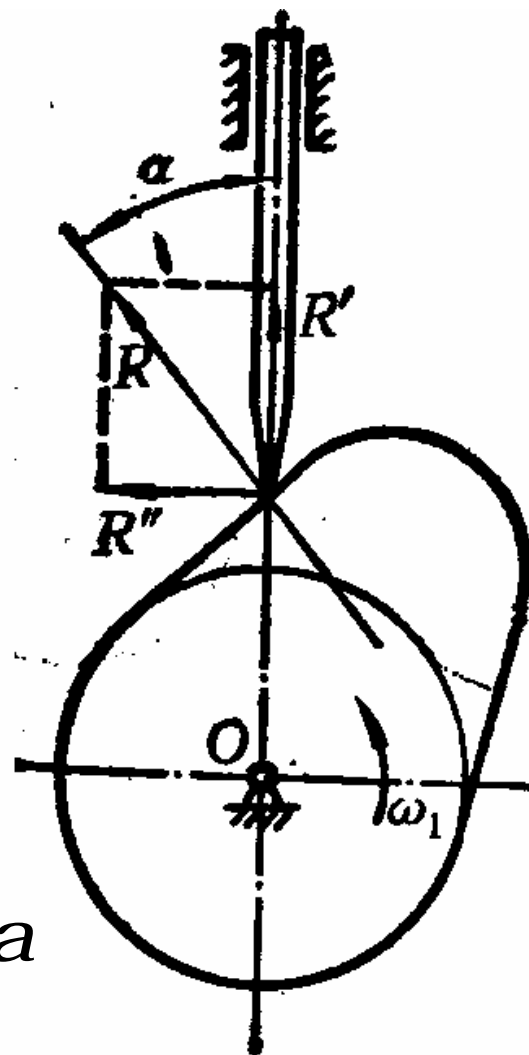
- .. 正弦加速度;
- .. 高次多项式;
-
- .. 几种曲线的组合;
- .. 可对曲线进行修正——为避免冲击, 保持加速度连续。

3—3 凸轮机构的压力角

- .. 压力角
- .. 基圆半径

一、压力角

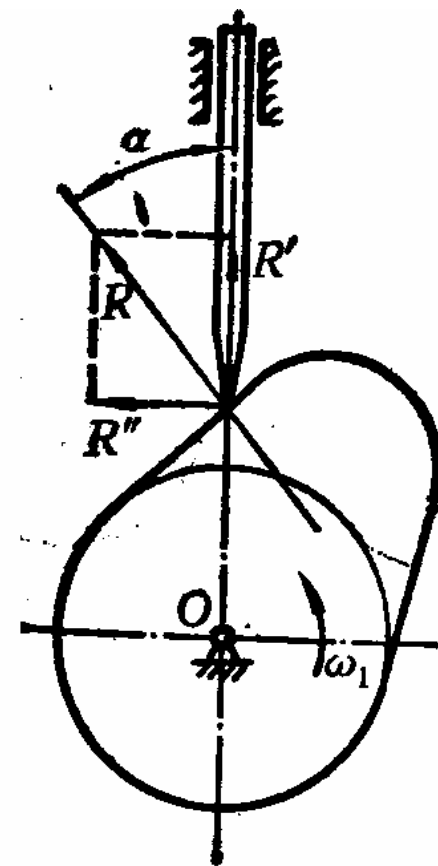
- 从动件所受驱动力方向与该点绝对速度方向之间的夹锐角 α 。
- 压力角越大——有害分力 R'' 越大——摩擦力越大——机构效率越低。



$$R'' = R' \tan \alpha$$

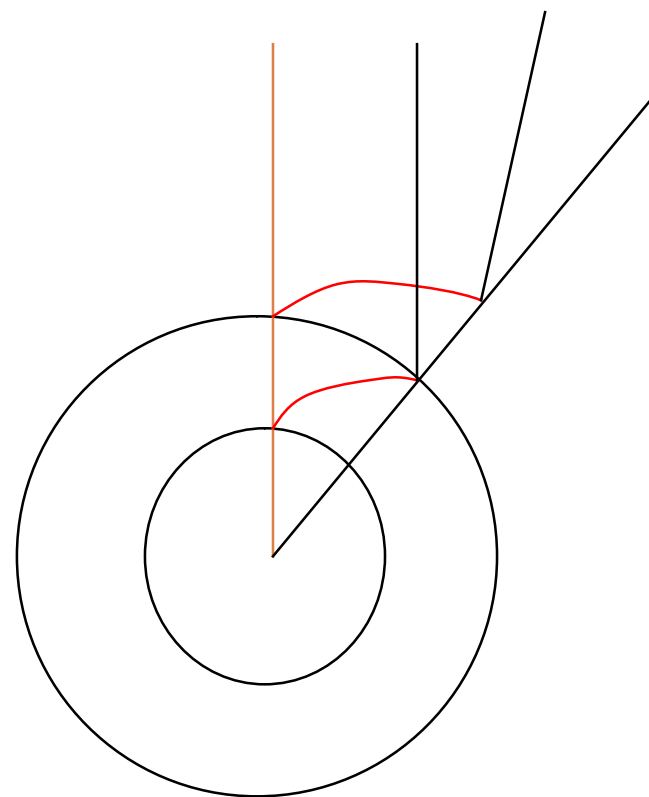
自锁

- .. 压力角增大——
- .. $fR'' = fR'tga \geq R'$ 时——
无论凸轮加给从动件多大的力都不能使之运动——自锁。
- .. 为了防止自锁，设计凸轮时必须对压力角进行校核。
- .. 推程压力角要求较严格，回程可大些。



二、压力角与凸轮机构尺寸的关系

- 在转角、升程、其它条件相同时：基圆半径越大，压力角越小。



3—4 图解法设计凸轮轮廓

凸轮轮廓的设计过程：

- .. 提出工作要求；
- .. 选择从动件运动规律；
- .. 初定基圆半径；
- .. 绘制凸轮轮廓。
- .. 图解法；
- .. 解析法。

- [illegible]

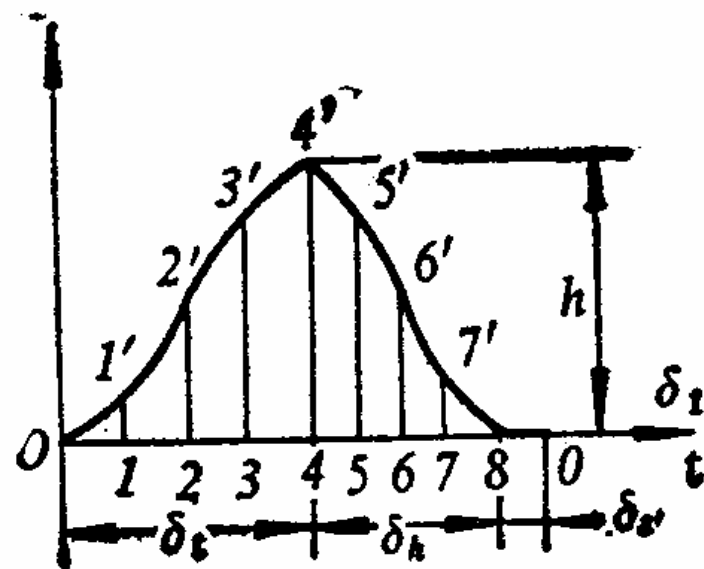


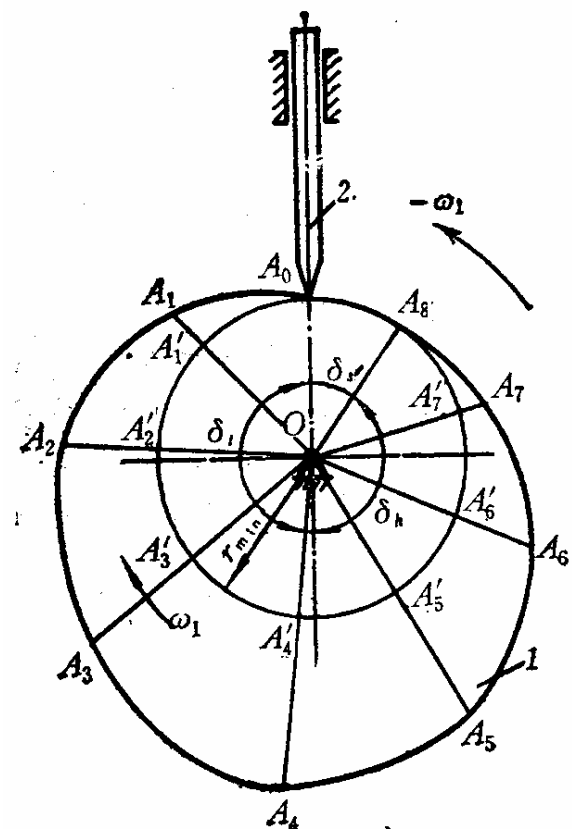
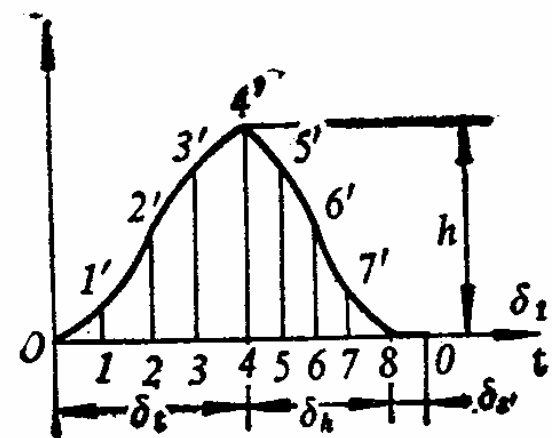
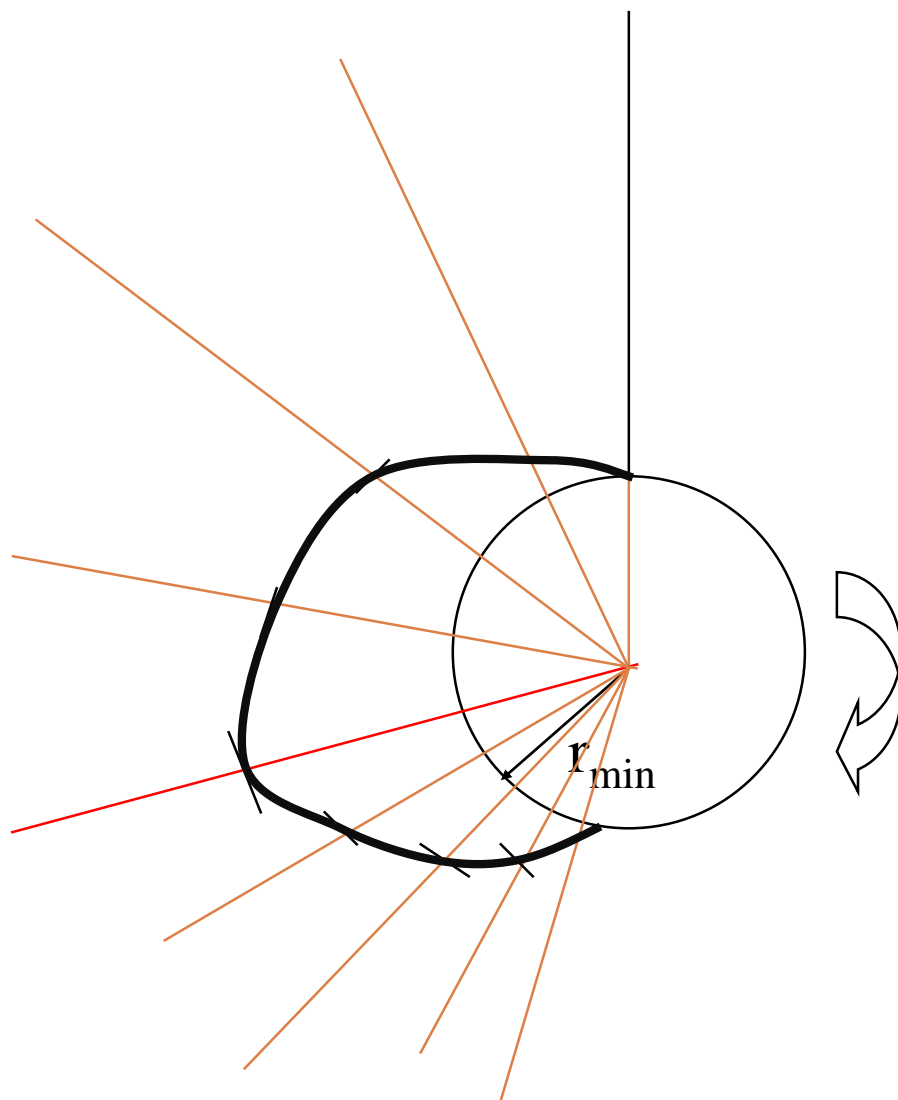
按从动件不同形式，分别说明盘形凸轮轮廓绘制的方法

- ∴ 对心尖顶直动从动件凸轮；
- ∴ 偏置尖顶直动从动件凸轮；
- ∴ 滚子直动从动件凸轮；
- ∴ 平底直动从动件凸轮；
- ∴ 摆动从动件凸轮。

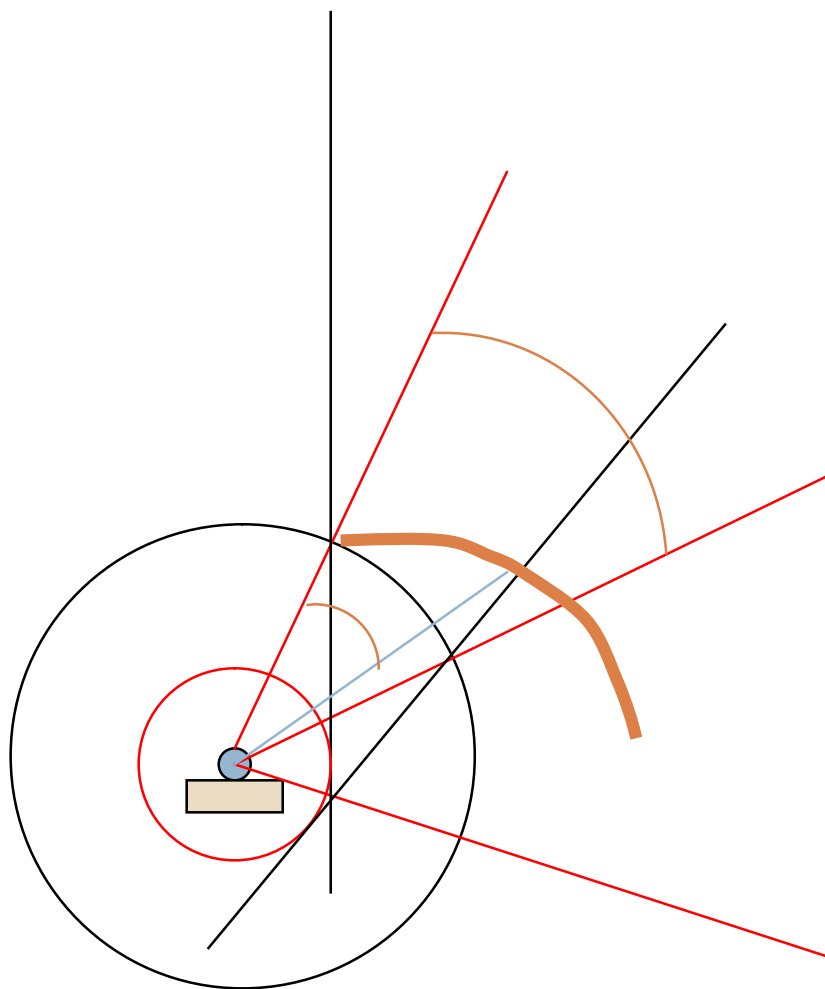
一、对心尖顶直动从动件盘形凸轮轮廓的绘制

- 已知：
- ✓ 从动件的位移线图；
- ✓ 基圆半径；
- ✓ 凸轮转速、转向。
- 设计凸轮轮廓。



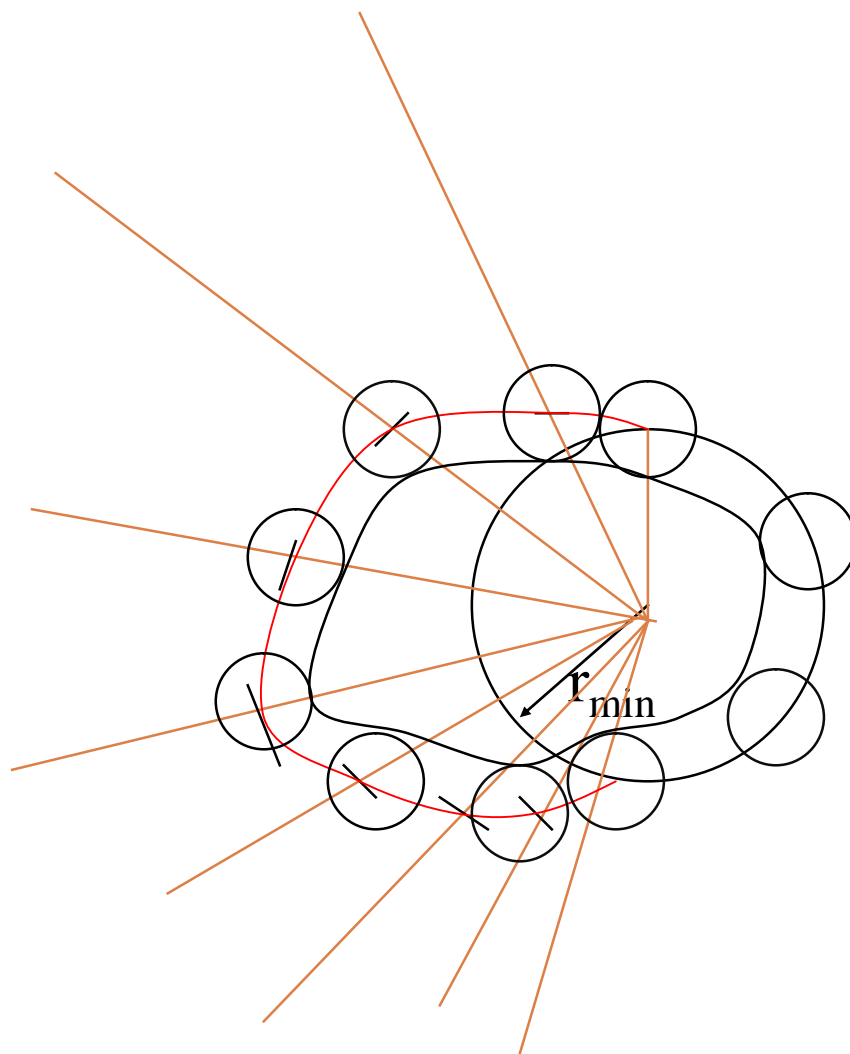


二、偏置尖顶直动从动件盘形凸轮轮廓的绘制



- .. 以偏心距 e 为半径画圆——**偏心圆**；
- .. 从动件位移的方向——沿偏心圆切线方向。
- .. 凸轮转角。

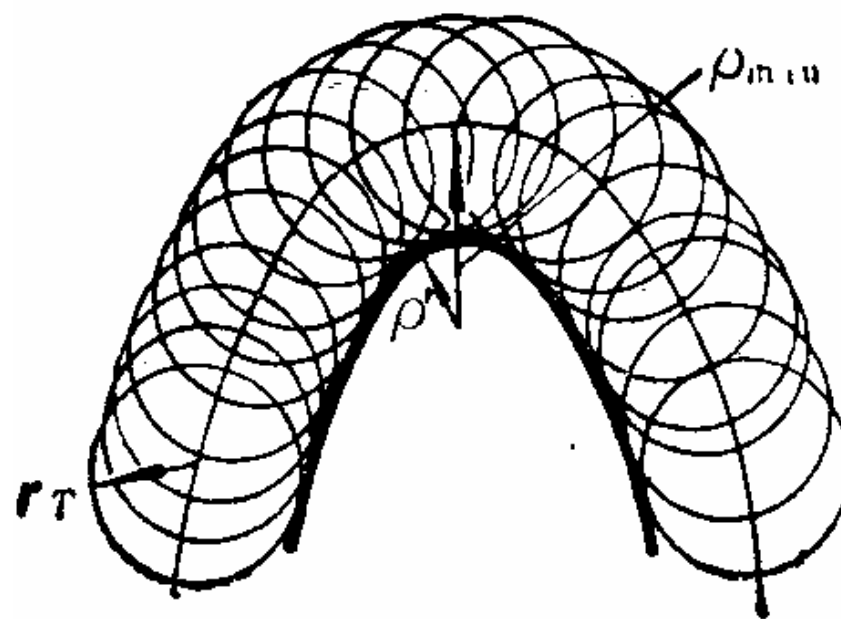
三、滚子直动从动件



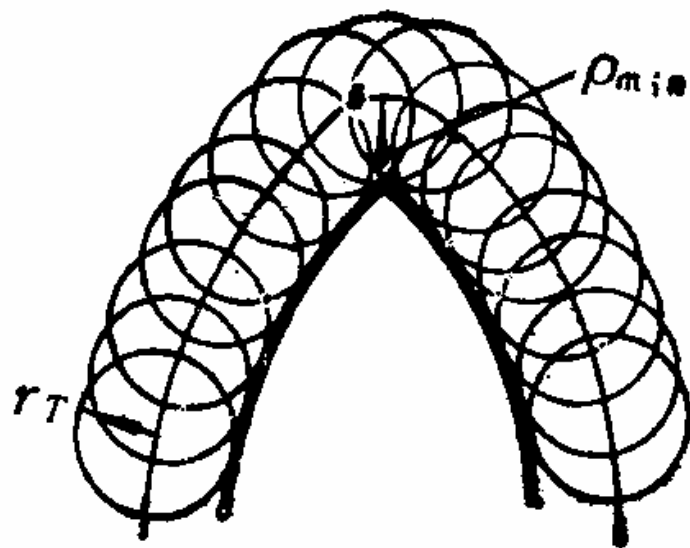
- .. 实际轮廓线
- .. 理论轮廓线
- .. 基圆在理论轮廓线上度量

滚子半径的选择

- 滚子直径大，接触应力小
- 滚子直径小，结构尺寸小
- 选择滚子半径 r_T 应考虑凸轮实际的轮廓曲率半径

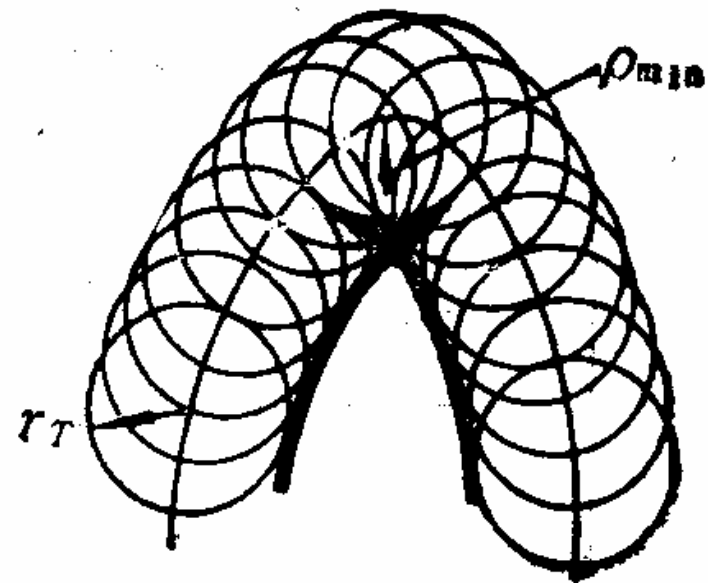


$$r' = r_{min} - r_T > 0$$



$$\rho_{\min} = r_T$$

$$r' = r_{\min} - r_T = 0$$



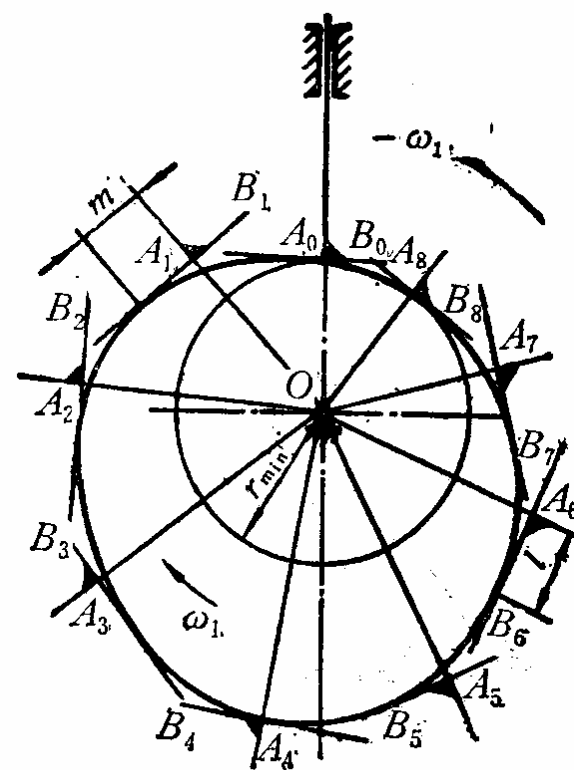
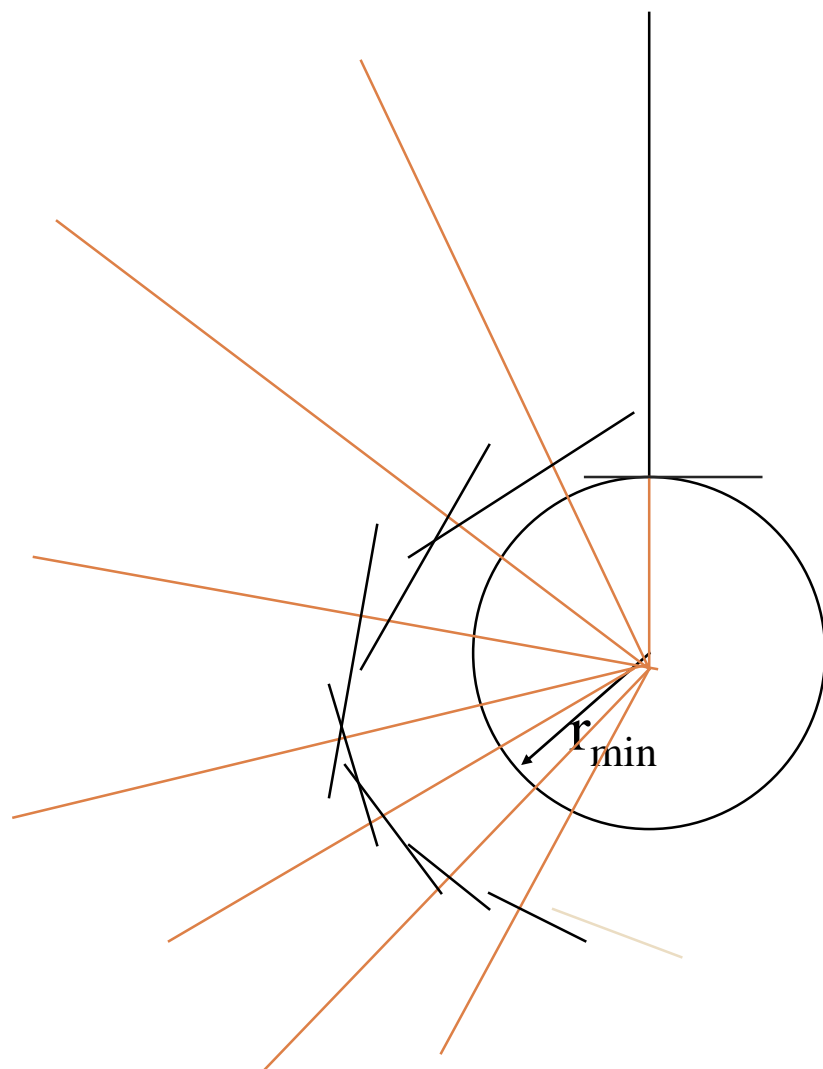
$$\rho_{\min} < r_T$$

$$r' = r_{\min} - r_T < 0$$

三、平底直动从动件盘形凸轮轮廓的绘制

注意的问题：

- 接触点
- 平底的宽度



四、摆动从动件凸轮轮廓的绘制

