

专业课强化精讲课程

第11讲

第十二章 其他传动类型简介

第十三章 机构的组合与结构设计

一、 棘轮机构

1. 棘轮机构的组成及工作原理

组成:

工作原理:

摇杆的连续往复摆动



棘轮的单向间歇运动

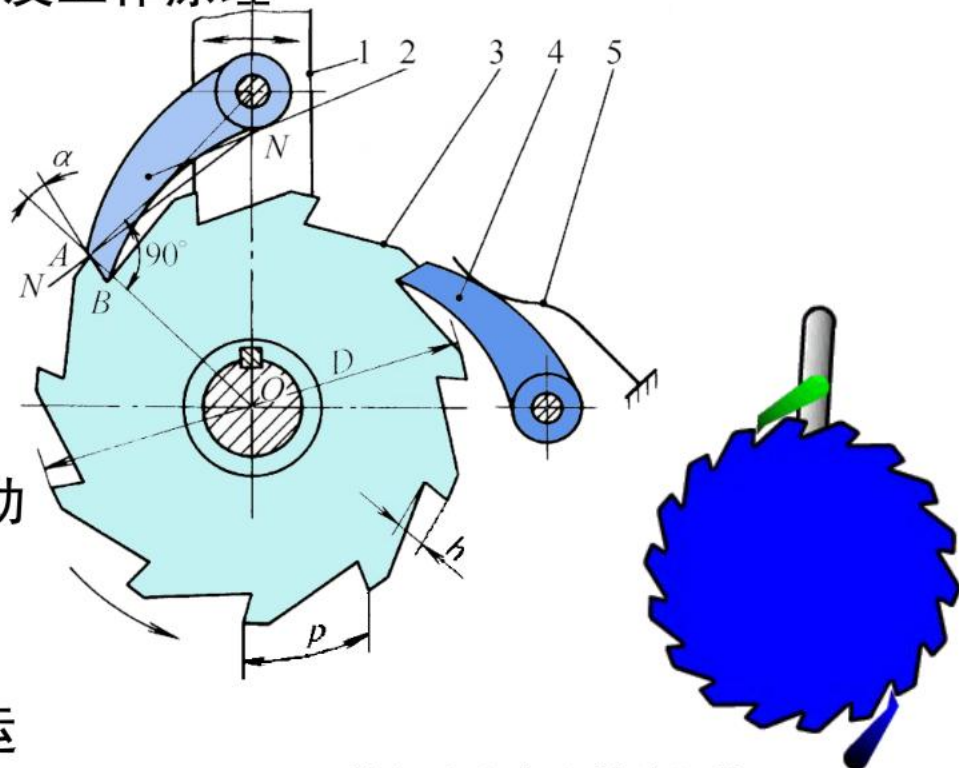


图 12—1 单向外齿合式棘轮机构

1 — 摇杆 2 — 棘爪 3 — 棘轮 4 — 止回爪 5 — 弹簧片

2. 棘轮机构的类型、特点及应用

(一) 齿式棘轮机构

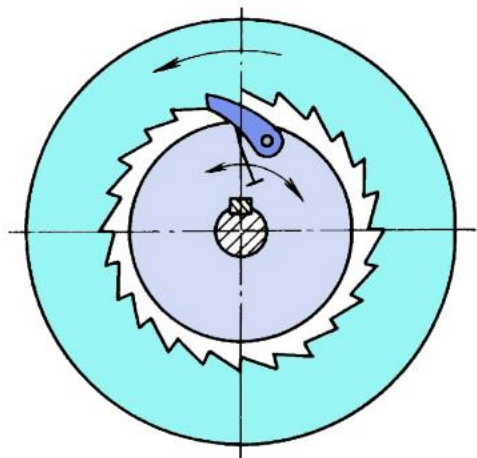


图12—2 单向内啮合式棘轮机构

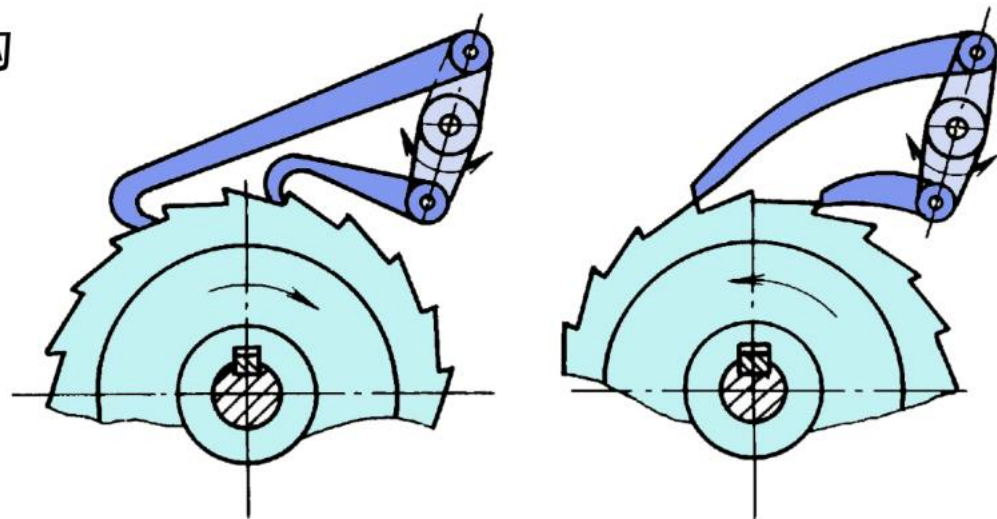


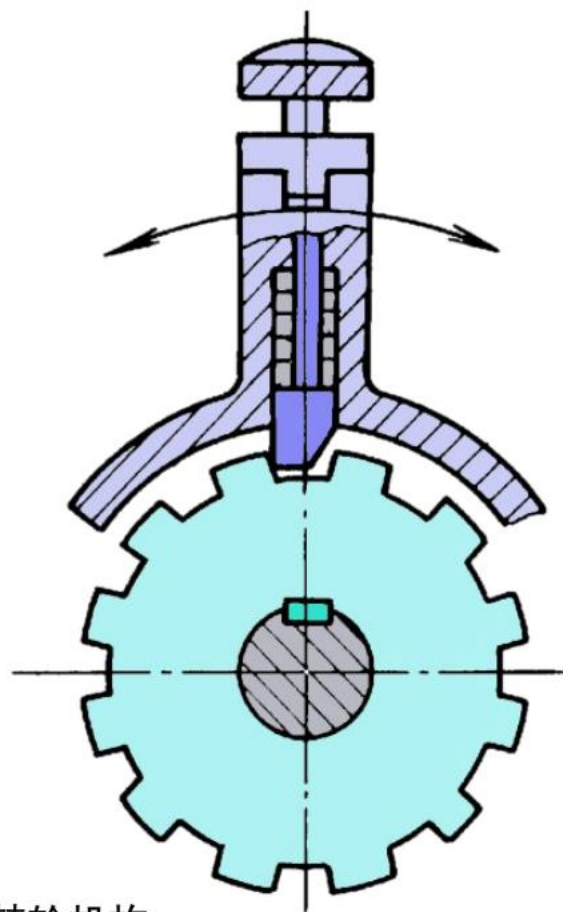
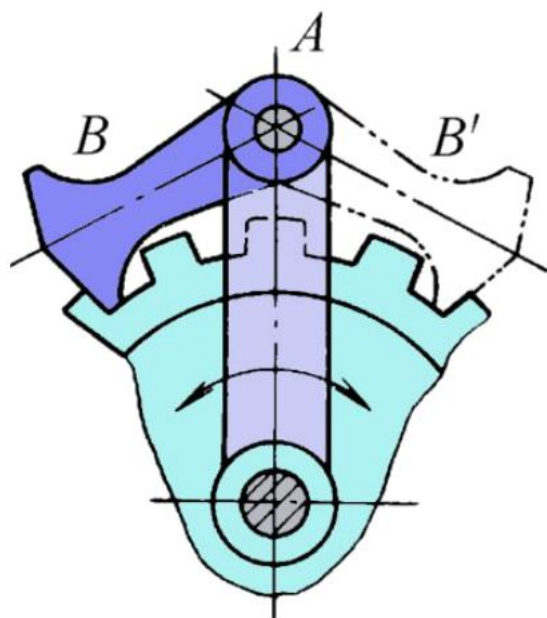
图12—3 单向双动式棘轮机构

a) 单头拉杆式

b) 推杆式

优点：机构结构简单，制造方便，工作可靠，棘轮每次转过的角度大小可在较大的范围内调节。

缺点：在开始和终止运动时，产生刚性冲击；会产生噪声，棘爪和棘轮齿面易磨损；棘轮每次转过的角度只能以相邻两齿所夹圆心角为单位进行调整。



11—4 可换向棘轮机构

a) 棘爪翻转式

b) 棘爪旋转式

(二) 摩擦式棘轮机构

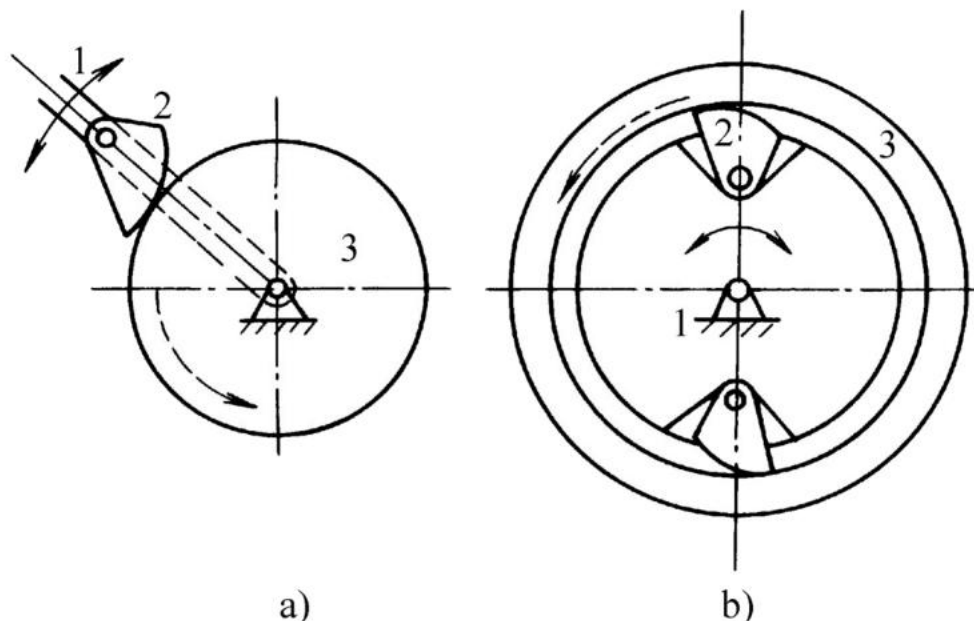


图 12-5 摩擦式棘轮机构
a) 外接式 b) 内接式
1—摇杆 2—棘爪 3—从动轮

优点：机构工作较为平稳，无噪声，从动轮每次转过的角度可无级调整。

缺点：从动轮转角精度差。

棘轮机构应用及要求

应用：

低速轻载且对运动精度要求不很严格的场合。

常用以满足以下工作要求：

- (1) 转位、分度和送进
- (2) 止动
- (3) 超越离合

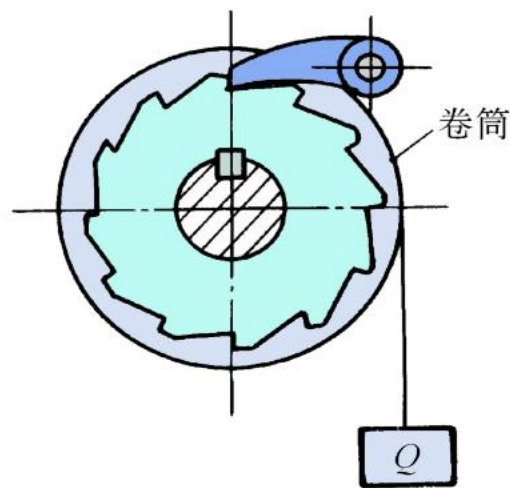


图12—6 棘轮止动器

棘轮机构应用及要求(续)

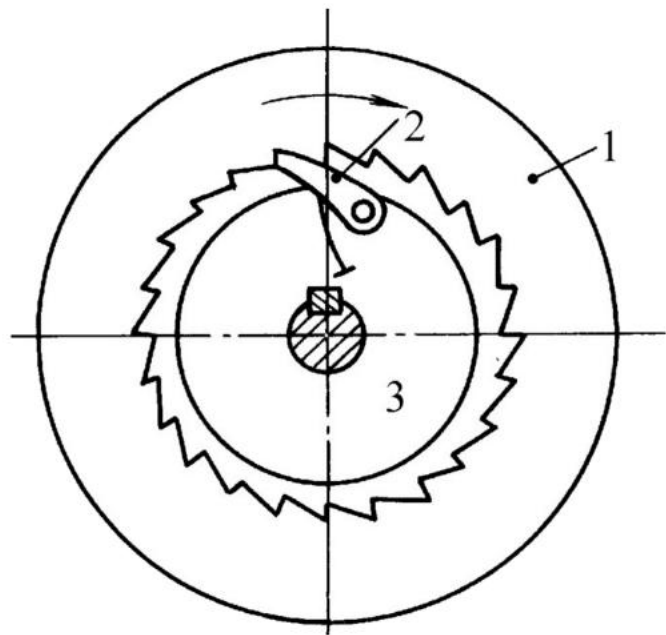


图12-7 爪式超越离合器图
1—棘轮 2—棘爪 3—从动轮

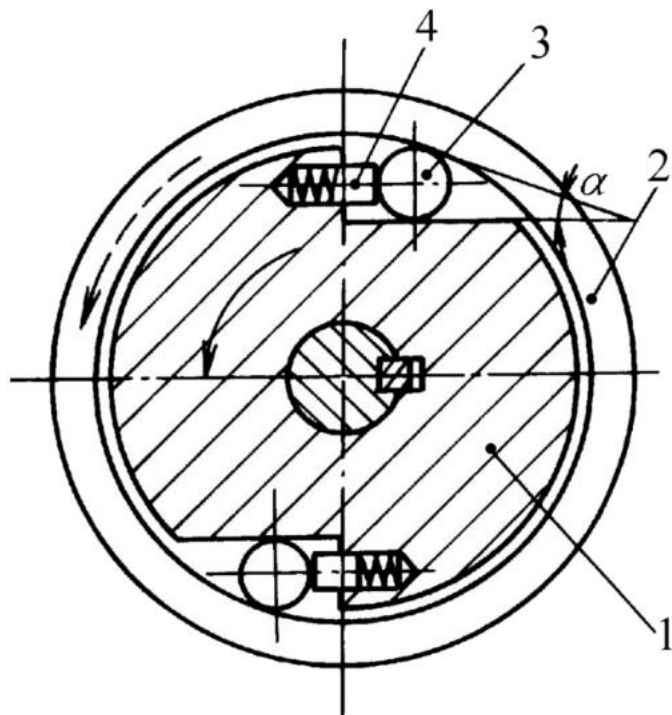


图 12-8 摩擦式超越离合器

1—星轮 2—套筒
3—滚柱 4—弹簧顶杆

二、 槽轮机构

1. 槽轮机构的组成及工作原理

组成：1—拨盘 2—槽轮

工作原理：

拨盘的连续回转运动



槽轮的**间歇**回转运动

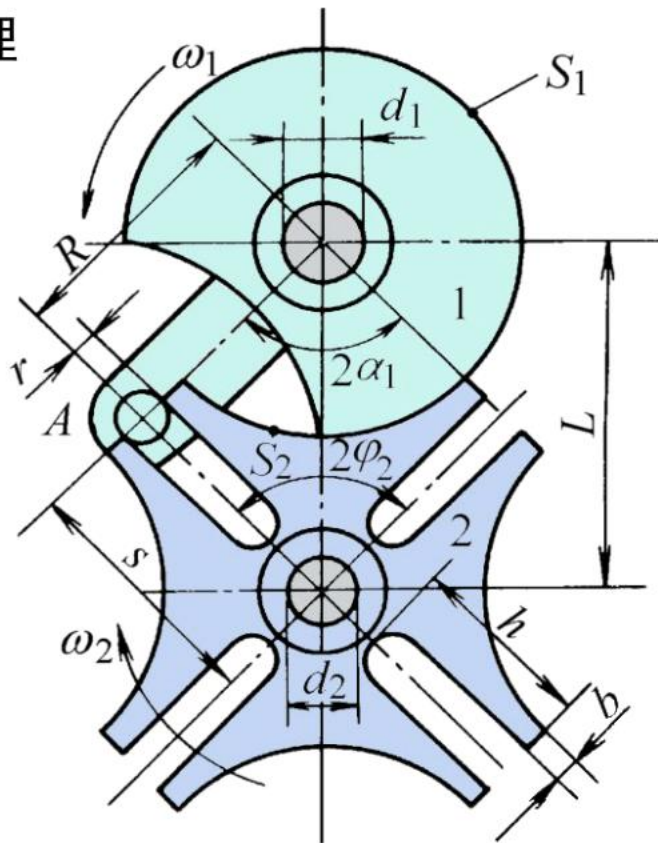
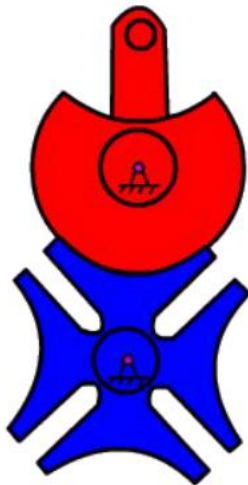


图 12—9 外槽轮机构

1 — 拨盘 2 — 槽轮

2. 槽轮机构的类型、特点及应用

槽轮机构有两种形式： 1) 外槽轮机构 2) 内槽轮机构

优点：

结构简单，工作可靠，机械效率高，
工作较为平稳。

缺点：

存在柔性冲击，产生较大的动载荷；
转角与轮槽槽数有关，不能调节。

应用场合：

适用于低速、轻载不要求经常调整转角的场合。

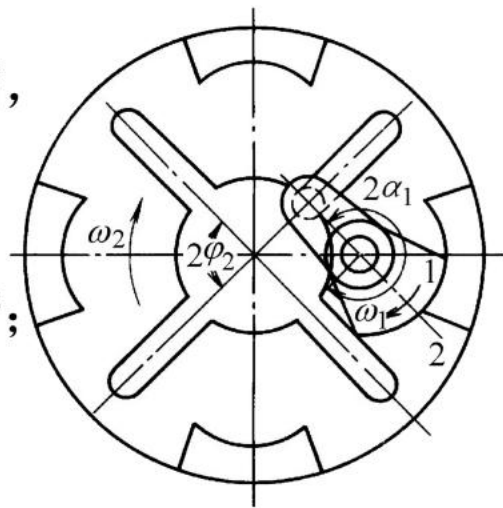


图 12 — 10 内槽轮机构

槽轮机构的典型应用举例：

电影放映机中的槽轮机构

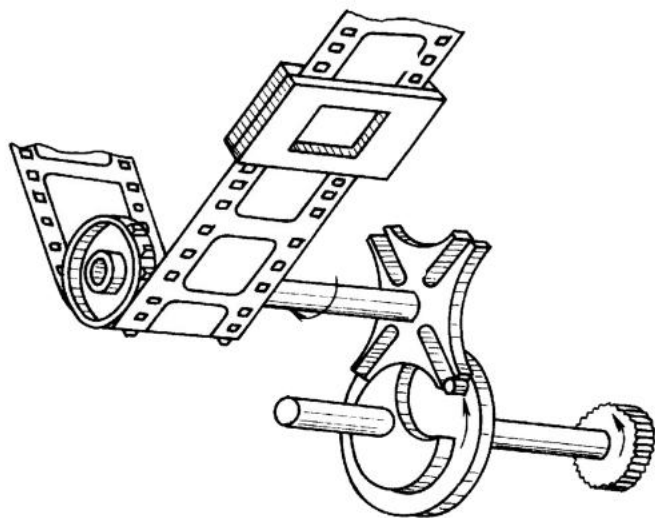


图 12 - 11

转塔车床刀架转位机构中的槽轮机构

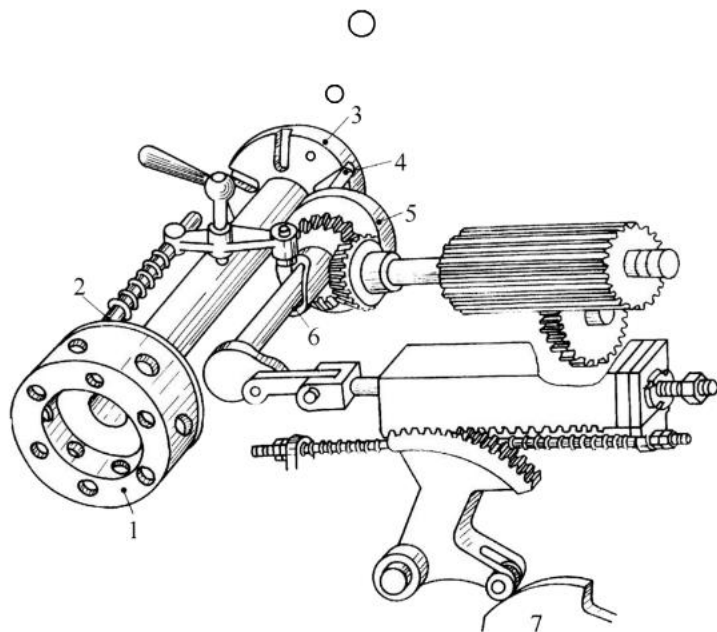


图 12 - 12

3. 槽轮机构的运动分析

(一) 普通槽轮机构的运动系数

单拨销外槽轮机构的运动系数:

$$k = \frac{t_d}{t} = \frac{2\alpha_1}{2\pi} = \frac{\pi - 2\varphi_2}{2\pi} = \frac{\pi - (2\pi/z)}{2\pi} = \frac{1}{2} - \frac{1}{z}$$

$$k < 0.5$$

n 个拨销外槽轮机构的运动系数:

$$k = n(1/2 - 1/z)$$

t_d : 槽轮的运动时间;

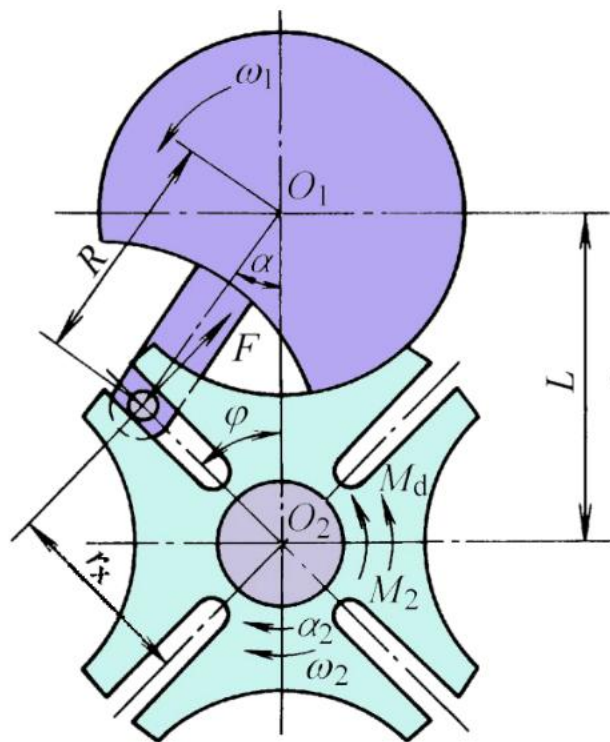
t : 主动拨盘回转一周所用的时间

单拨销内槽轮机构的运动系数:

$$k = \frac{t_d}{t} = \frac{2\alpha_1}{2\pi} = \frac{\pi + 2\varphi_2}{2\pi} = \frac{\pi + 2\pi/z}{2\pi} = \frac{1}{2} + \frac{1}{z}$$

$$k > 0.5$$

(二) 普通槽轮机构的运动特性



由几何关系推得

$$\lambda = R/L = \sin(\pi/z)$$

$$\omega_2 / \omega_1 = \lambda(\cos \alpha - \lambda) / (1 - 2\lambda \cos \alpha + \lambda^2)$$

$$\varepsilon_2 / \omega_1^2 = \lambda(\lambda^2 - 1) \sin \alpha / (1 - 2\lambda \cos \alpha + \lambda^2)^2$$

当拨盘角速度 ω_1 一定时，槽轮角速度 ω_2

和角加速度 ε_2 的变化取决于槽轮槽数 z

图 12-13 槽轮机构运动特性分析

4. 槽轮机构的设计

槽轮槽数 z 与拨盘拨销数 n 的确定原则:

1) 由于 $k > 0$, 所以应 $z \geq 3$;

2) $z \uparrow, k \uparrow$;

3) 对于单拨销外槽轮机构, 无论槽数 z 取多少, 运动系数
 $k < 0.5$; 若要求 $k > 0.5$, 应增加拨销数 n 。

4) 拨盘拨销数与槽轮槽数的关系为:

$$n < 2z / (z - 2)$$

5) 内槽轮机构, $k > 0.5$ 。为了保证槽轮有停歇时间, 要求
 $k < 1$, 故槽轮槽数 $z \geq 3$ 。

6) 槽轮槽数越多, 角加速度变化越小, 运动越平稳。因此,
槽轮槽数不应太少, 常取 z 为4、6、8。

三、 不完全齿轮机构

1. 不完全齿轮机构的工作原理

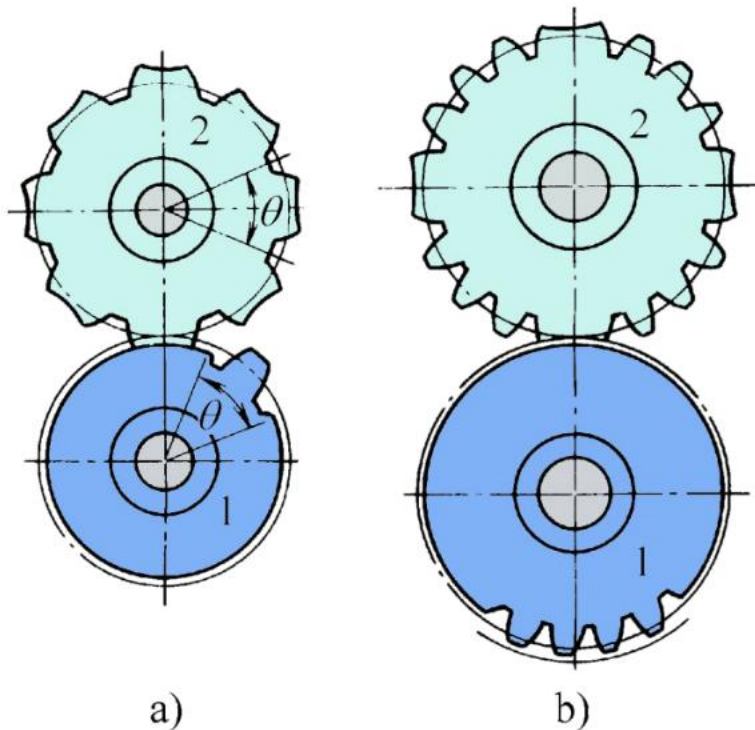
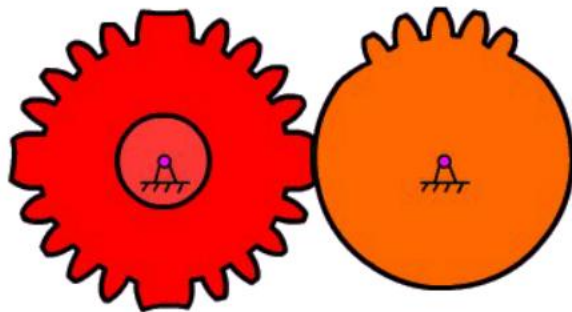


图 12-14 外啮合不完全齿轮机构
a) 主动轮齿数为1 b) 主动轮齿数为4
1—主动轮 2—从动

工作原理：
主动轮连续回转



从动轮单向间歇回转



2. 不完全齿轮机构的类型、特点及应用

类型：外啮合和内啮合

优点：

结构简单，制造容易；选择范围大，设计灵活。

缺点：

工作过程中，从动轮在开始转动和终止转动的瞬时，角速度有突变，会产生刚性冲击。

应用：

一般只应用于低速轻载的工作条件。

常用于多工位自动机和半自动机工作台的间歇转位装置、计数机构。

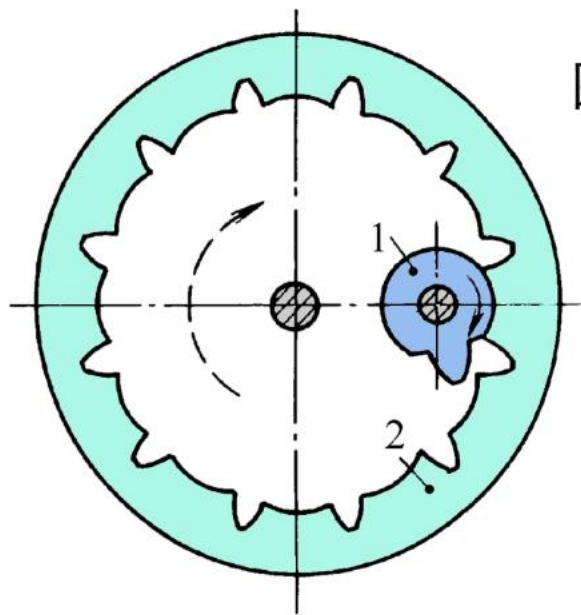


图 12—15 内啮合不完全齿轮机构

1 — 主动轮 2 — 从动轮

四、 液压传动机构

1. 液压传动系统的组成及工作原理

一个完整的液压系统主要组成：

(一) 动力元件 — 液压泵

(二) 执行元件 — 液压缸 (7)

(三) 控制元件 — 各种液压阀 (8)

(四) 辅助元件 — 管道、管接头、过滤器、油箱、过滤器和
液压参数监测仪表

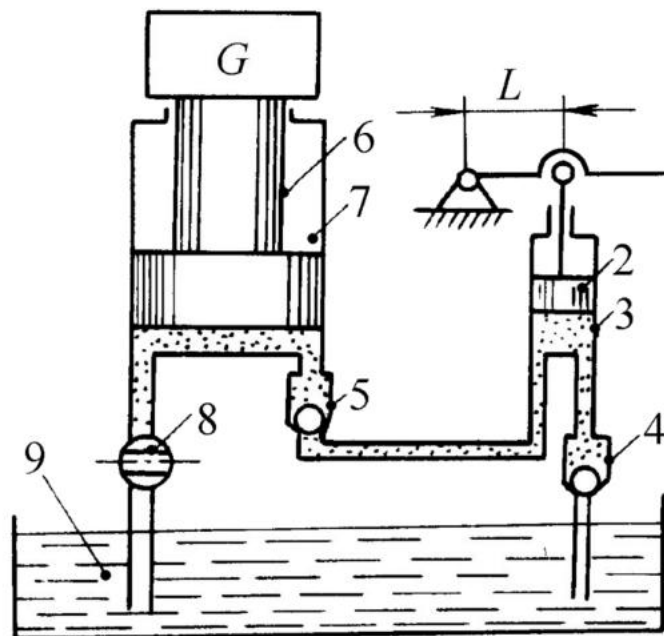
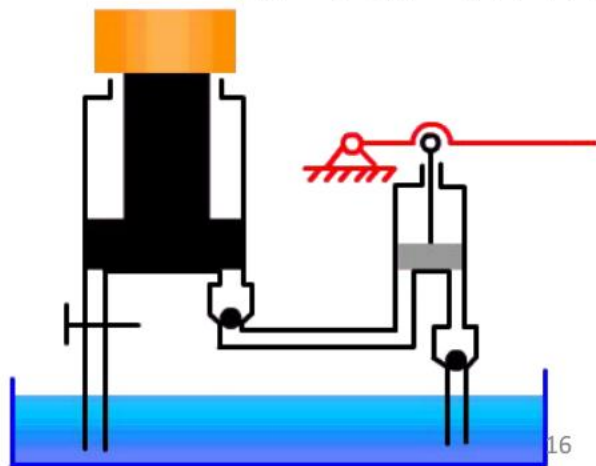


图 12— 17 液压千斤顶工作原理

1 — 手柄 2 — 小活塞 3 — 泵缸 4、5 — 单向阀
6 — 大活塞 7 — 液压缸 8 — 截止阀 9 — 油箱



2.液压传动的特点及应用

优点:

- 1) 单位功率重量轻、结构尺寸小、惯性小、反应快，易于快速启动、制动和频繁换向。
- 2) 可大范围实现无级调速，调速比可达**2000: 1**。
- 3) 传递较大力和力矩，低速液压马达输出力矩可达几千牛·米到几万牛·米。
- 4) 液压油的可压缩性，能吸收振动、缓和冲击，因此工作平稳，噪声小。
- 5) 易于实现过载保护，工作安全可靠。
- 6) 液压元件可自润滑，因此磨损小，使用寿命长。

- 7) 容易实现直线运动。
- 8) 液压元件可根据需要方便、灵活地布置。
- 9) 易于实现自动化，电液联合控制后，工作过程自动化程度更高，且可实现遥控。

主要不足：

- 1) 液压油存在可压缩性及泄漏，不易获得严格的定比传动。泄露还可能会对工作场地造成污染。
- 2) 液压油对温度比较敏感，传动系统受环境温度变化影响，不宜在温度很高或很低的环境下工作。
- 3) 流体流动有阻力损失，传动效率低，不宜远距离传动。
- 4) 液压元件的制造精度要求较高，价格较贵。
- 5) 液压传动系统出现故障不易找出原因，及时排除。因此使用和维修技术要求较高。

应用：

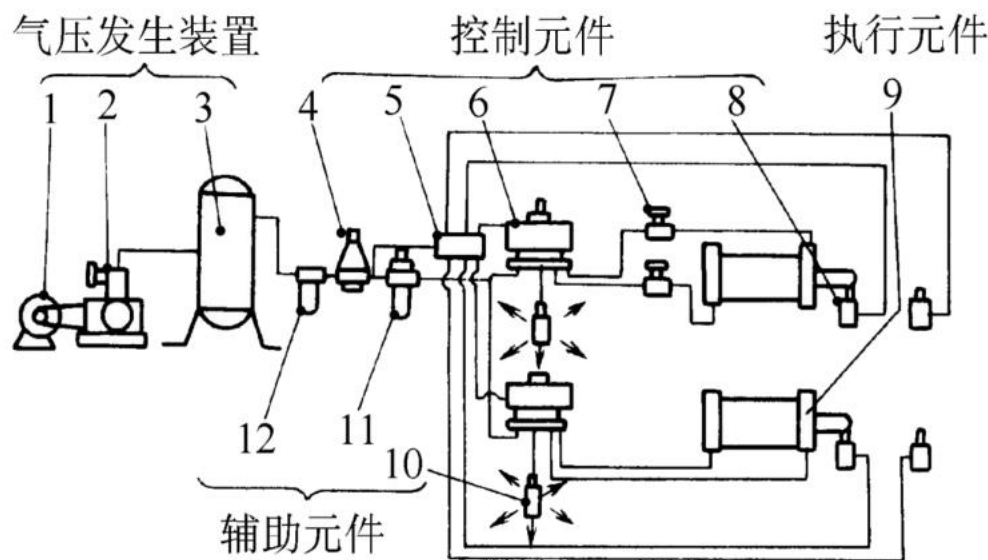
冶金机械、矿山机械、钻探机械、起重运输机械、建筑机械、塑料机械、农业机械、液压机、铸锻机及飞机和军舰的许多控制机构。

五、气压传动简介

1. 气压传动系统的组成及工作原理

典型的气压传动系

统由以下四部分组成：



- 1 气压发生器
- 2 执行元件
- 3 控制元件
- 4 辅助元件

图 12 - 18 气压传动系统的组成

1—电动机 2—空气压缩机 3—储气罐 4—压力控制阀
5—逻辑元件 6—方向控制阀 7—流量控制阀 8—行程阀
9—汽缸 10—消声器 11—油雾器 12—分水排水器

2. 气压传动的特点及应用

优点: **1)** 以空气为介质, 易获取, 不存在变质、补充和更换问题; 不对环境产生污染。

2) 空气粘度小, 在管内流动阻力小, 压力损失小, 便于集中供气和远距离输送。

3) 与液压传动系统相比, 反应速度快, 动作迅速, 维护简单, 管路不易堵塞。

4) 对工作环境适应性好, 在特殊环境中安全可靠优于电子、电气和液压传动。

5) 空气具有可压缩性, 气压传动系统能够实现过载自动保护; 便于储存能量。

6) 排气因气体膨胀自动降温, 不易发生过热现象, 利于长期运行。

7) 气动元件结构简单, 制造容易, 适于标准化、系列化、通用化。

缺点:

1) 因空气具有可压缩性, 载荷变化时, 系统的动作稳定性差。

2) 工作压力低 (**0.3 ~ 1.0 MPa**), 结构尺寸不易过大, 输出功率较小。

3) 排气噪声大, 需加消声装置。

应用:

在机械工业、冶金工业、轻纺食品工业、化工、交通运输、航天航空、国防建设等。

第十三章 机构的组合与结构设计

典型基本机构组合方式:

串联 并联 反馈 运载 时序等

一、机构的串联组合

根据串联构件的不同可分为两种:

(1) 构件固接式串联组合 (一般串联组合)

若干个一自由度的基本机构, 将前一级机构与机架相连的构件 (连架杆) 和后一级机构的输入构件相固接。

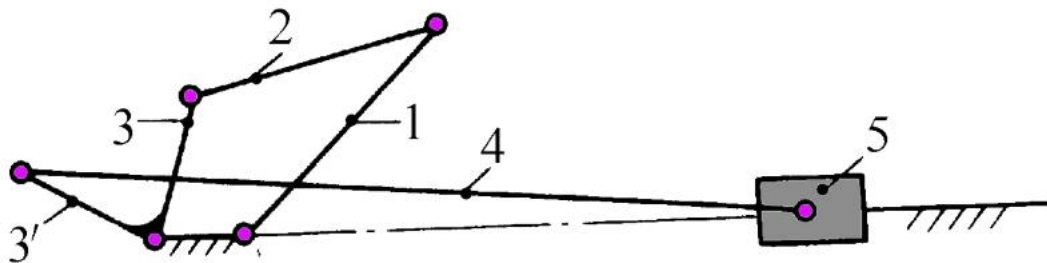


图 13 - 1 构件固定式串联组合机构的组成

1 — 摇杆 2、4 — 连杆 3、3' — 曲柄 5 — 滑块

特性：输出、输入构件的速比关系是被串联的各基本机构速比的乘积

(2) 轨迹点串联组合
(特殊串联组合)

将前一级机构不与机架相连的构件
和后一级机构相固接的组合方式

特点：

输出构件的转动中心在轨迹之内，
输出构件作整圈回转；

若在轨迹之内，输出构件作摆动；

若出现特殊轨迹，输出构件会暂停
运动。

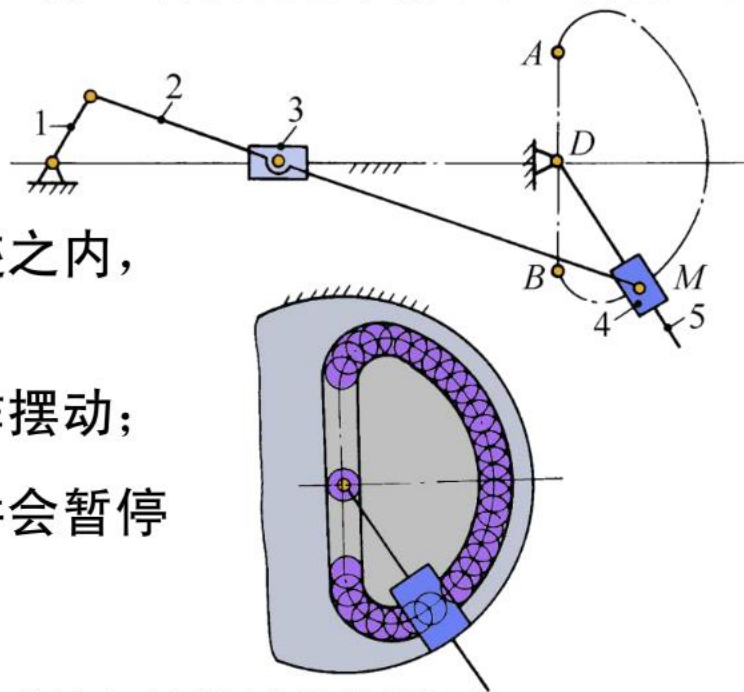


图 13 — 2 轨迹点串联组合机构的组成

1 — 曲柄 2 — 连杆 3、4 — 滑块 5 — 转动导杆

二、机构的并联组合

由一个多自由度机构作基础机构，一个或多个单自由度机构的输出构件接入基础机构，且附加机构的输入构件的运动并非来自基础机构的组合方式称为并联组合。

图示为铁板传送机构，要求送料辊4作有短暂停歇的送进运动。

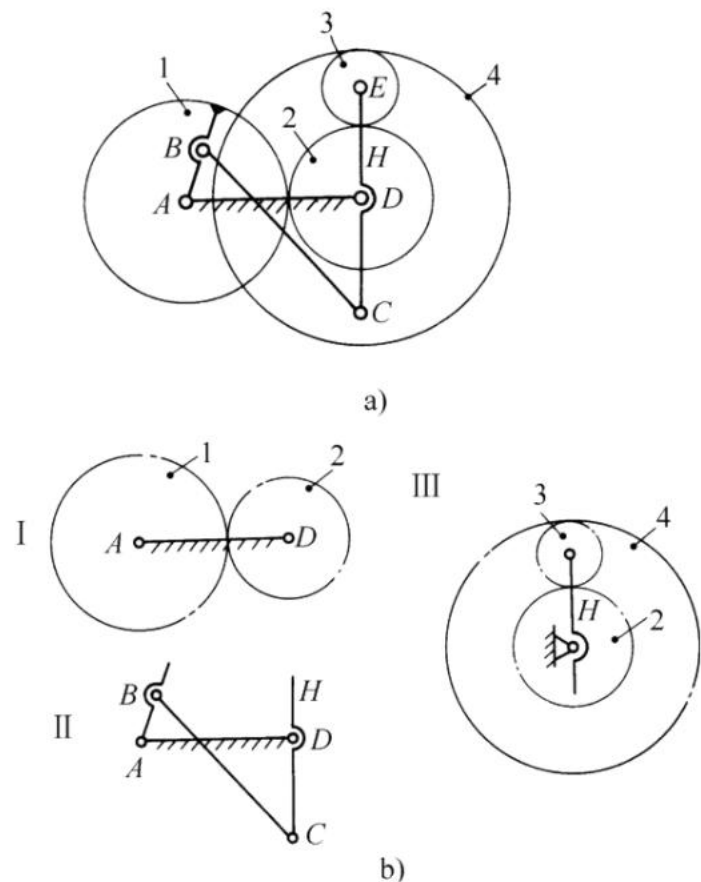


图 13 — 3 差动轮系与齿轮、连杆的并联组合

1、2、4 — 齿轮 3 — 行星轮

三、机构的反馈组合

将一个多自由度机构作为基础机构，基础机构的输出构件回授，该组其中一个输入运动是通过一个单自由度附加机构从机构系统或合关系的机构组合称为反馈组合。

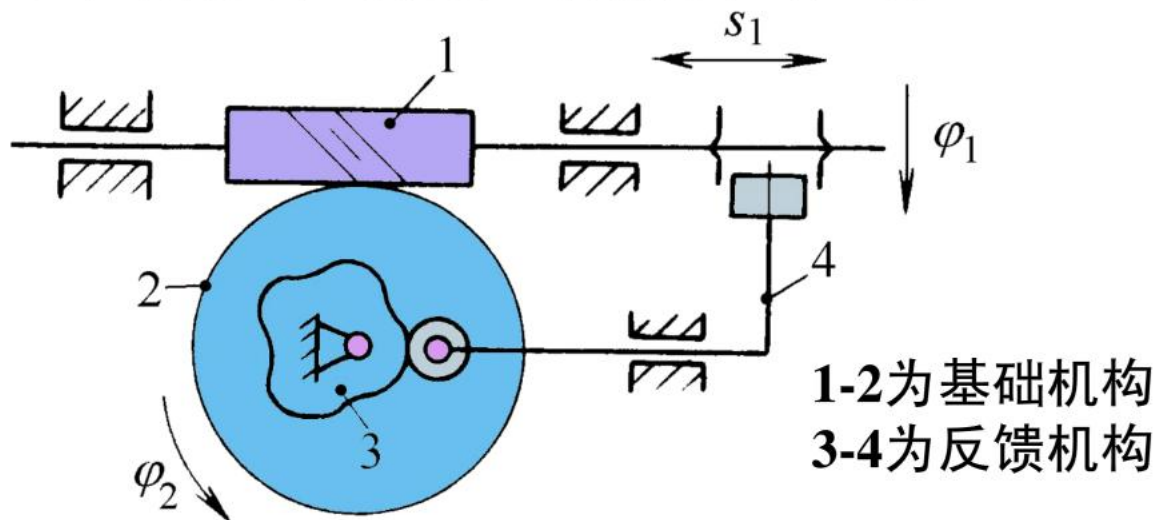


图13-4 机构的反馈组合实例

1 — 蜗杆 2 — 蜗轮 3 — 凸轮 4 — 从动件

四、机构的运载式组合

将一机构装在另一机构的构件上，两机构各自完成自己的运动，其叠加运动就是所要求的输出运动，这种组合方式称为运载式组合。

右图是电动玩具马主体运动机构。它由曲柄摇块机构中导杆2的摇摆和升降使其上M点的模型马获得俯仰和升降的奔驰势态，以两杆机构——绕OO转动的构件4和机架5作为运载机构，使马做前进运动。

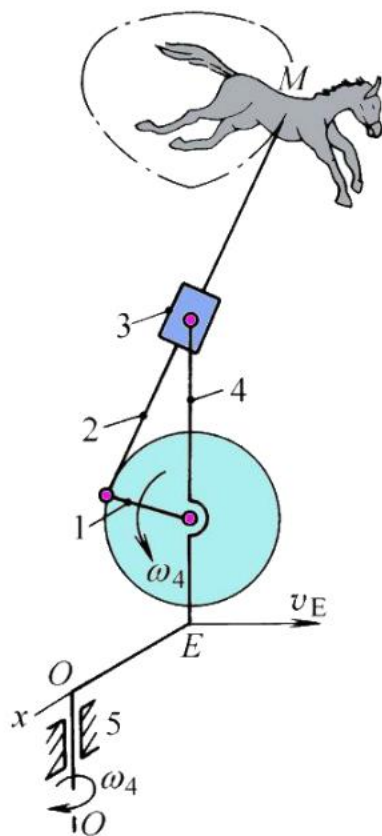


图 13 — 5 机构的运载式组合实例

1 — 曲柄 2 — 导杆 3 — 滑块 4 — 支架 5 — 机架

五、机构的时序式组合

完成各自动作（运动）的机构按动作（运动）协调的时间顺序分支、并列的组合方式称为时序组合。

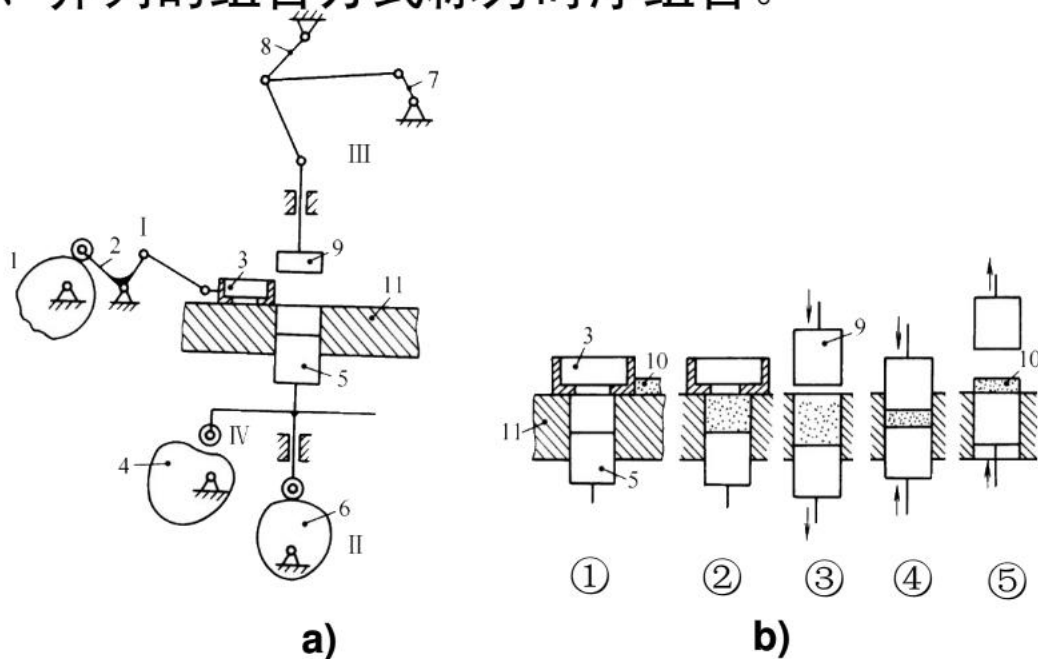


图 13 — 6 机构的时序组合实例

1、4、6 — 凸轮 2 — 摆杆 3 — 料斗 5 — 下冲头 7、8 — 曲柄
9 — 上冲头 10 — 工件 11 — 模具

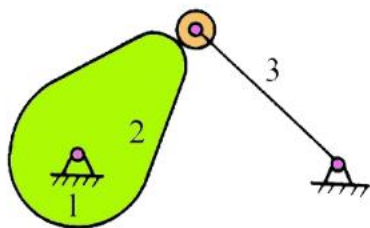
上页中的图是粉料压片机的机构系统

压片工艺动作顺序如图（b）所示：

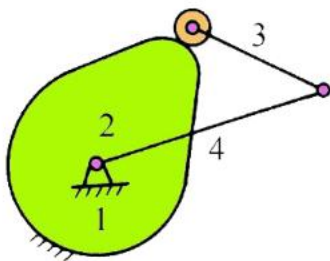
1. 移动料斗**3**，将粉料送至模具**11**的型腔上方待装料，并将上一循环已完成的工件**10**推出（卸料）。
2. 料斗振动，将粉料筛入型腔。
3. 下冲头**5**下沉一定深度，以防止上冲头**9**向下压制时将粉料扑出。
4. 上冲头向下，下冲头向上加压，并保压一定时间。
5. 上冲头快速退出，同时下冲头将成形工件推出型腔。

六、机构的变异

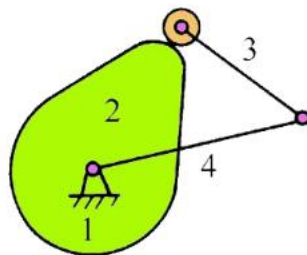
1. 变更机构的机架——倒置



a)



b)



c)

2. 改变运动副的形状

3. 改变运动副的位置

4. 增加辅助构件

七、机构（构件）的结构

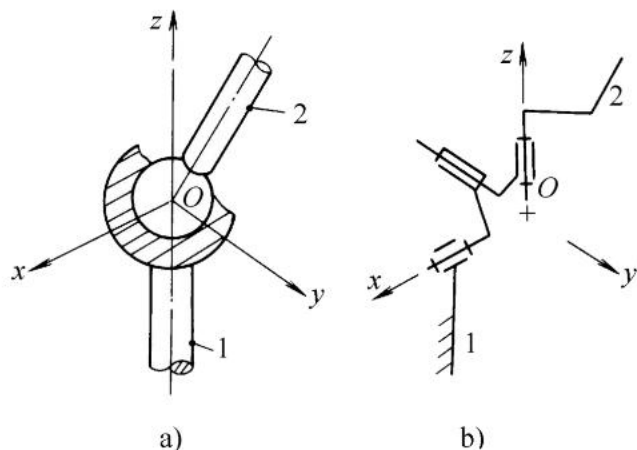


图 13 — 14 球面副
1、2 — 构件

(a) 中构件1和构件2组成球面副，可以绕 x 、 y 、 z 轴做相对转动，但不能离开球心O做相对移动。

改成(b)图这种形式，
转角范围有了很大的增加。

运动副的类型位置未变，机构零件的形状变了。

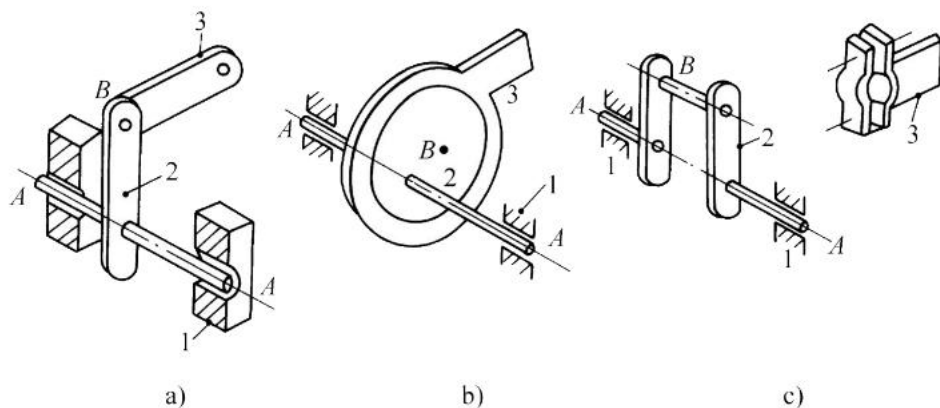


图 13— 15 转动副及曲柄的构形

1 — 机架 2 — 曲柄 3 — 连杆

(a) 中构件2做整圈转动时构件3的运动要受到轴AA的阻挡；

(b) 图这种形式，若两转动副间距离很小，将转动副B的销轴半径放大到把转动副A的轴包在其中。

(c) 若两转动副间距较大，此时将构件2做成曲轴形状，构件3做成沿孔径作径向剖分的形状。