

## 3.7 间歇运动机构

由于生产工艺的要求，常需要某些构件实现周期性的转位、分度、进给等时动时停的间歇运动，能够将原动件的连续运动转换成输出构件周期性间歇运动的机构通称为间歇运动机构。

主动件连续运转，

从动件完成“运动—停歇—运动”

间歇机构设计的基本问题

- 对从动件动、停时间的要求；
- 对从动件动、停位置的要求；
- 对间歇运动机构动力特性的要求。



## 3.7.1 棘轮机构

### 1. 棘轮机构的组成和工作原理

1) 组成：棘轮，棘爪，摆杆，机架。

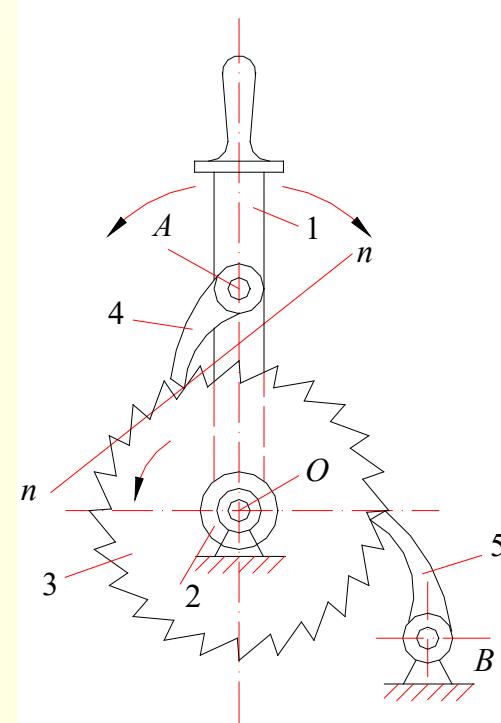
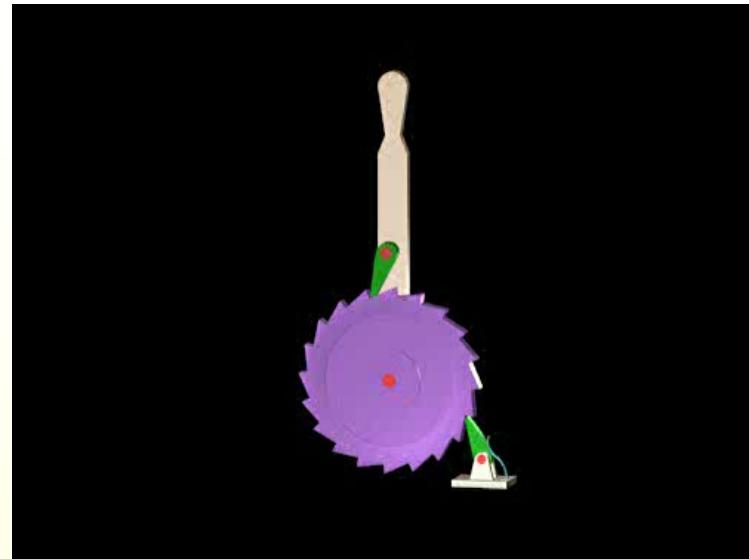
2) 工作原理

摇杆1左右摆动→棘轮单向间歇转动

当摇杆左摆时，棘爪4插入棘轮3的齿内推动棘轮转过某一角度。

当摇杆右摆时，棘爪4滑过棘轮3，而棘轮静止不动，往复循环。制动爪5——防止棘轮反转

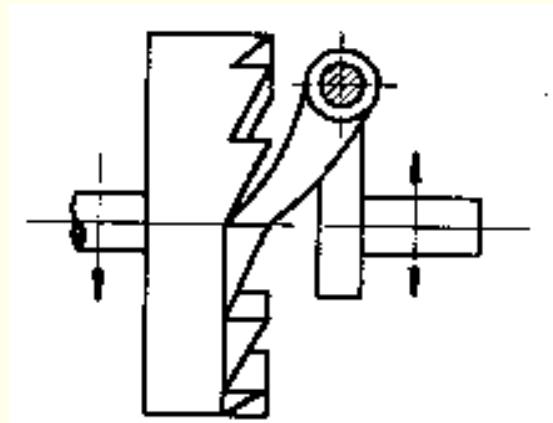
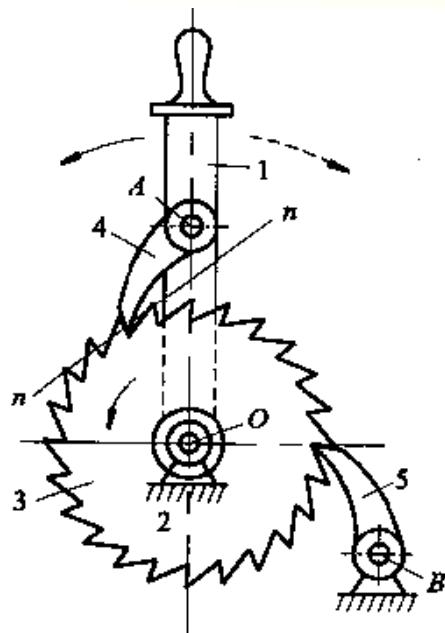
这种有齿的棘轮其进程的变化最少是1个齿距，且工作时有响声。



## 2. 棘轮机构的类型和特点

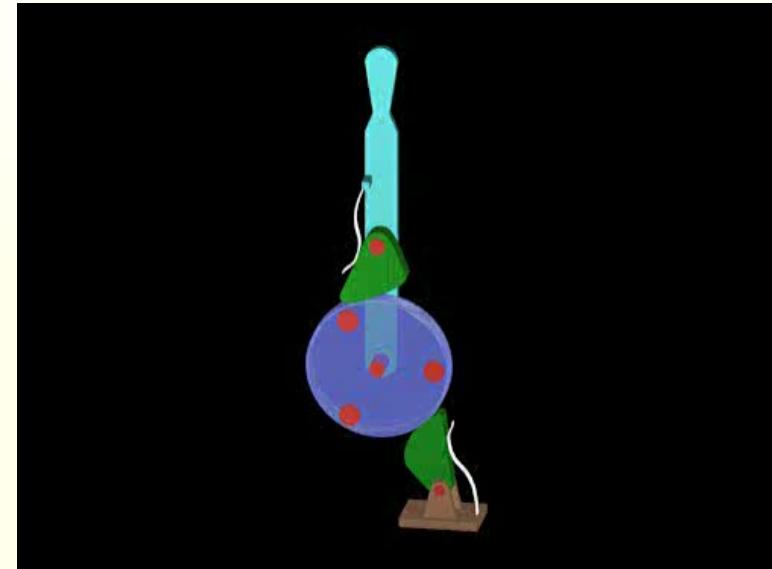
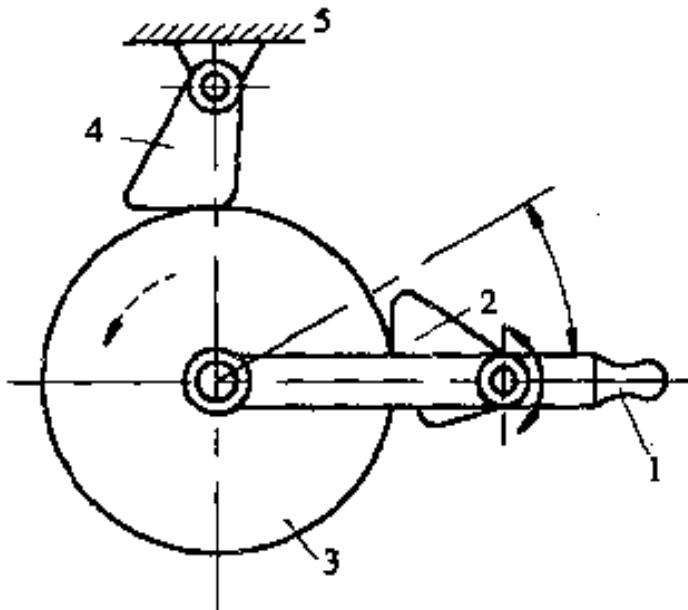
(1) 按结构分：

1) 轮齿式



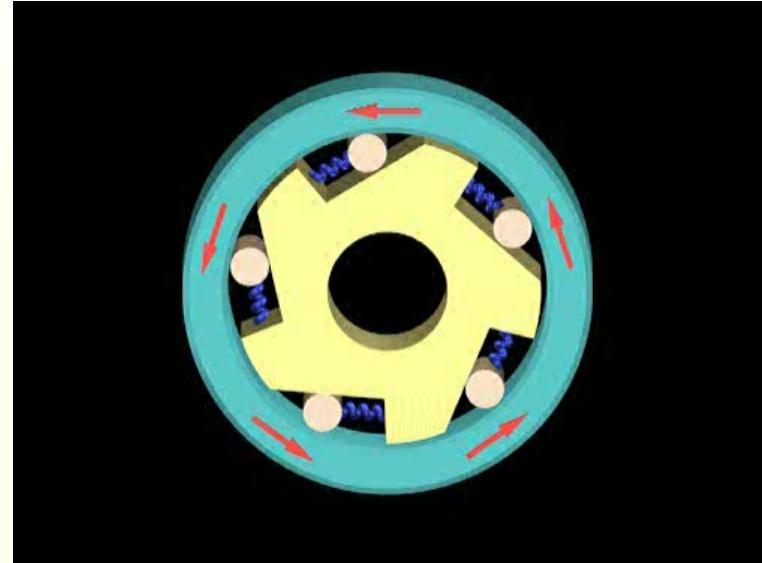
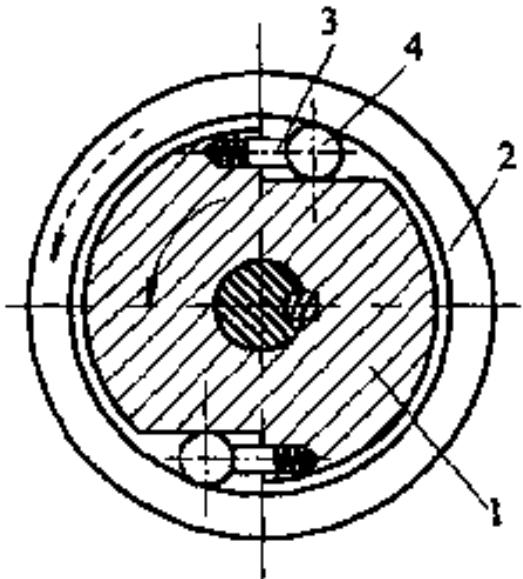
动程只能有级调节，棘爪在齿背滑行引起噪音、  
冲击与磨损，不适用于高速。

## 2) 摩擦式:



偏心楔块式

## 2) 摩擦式:

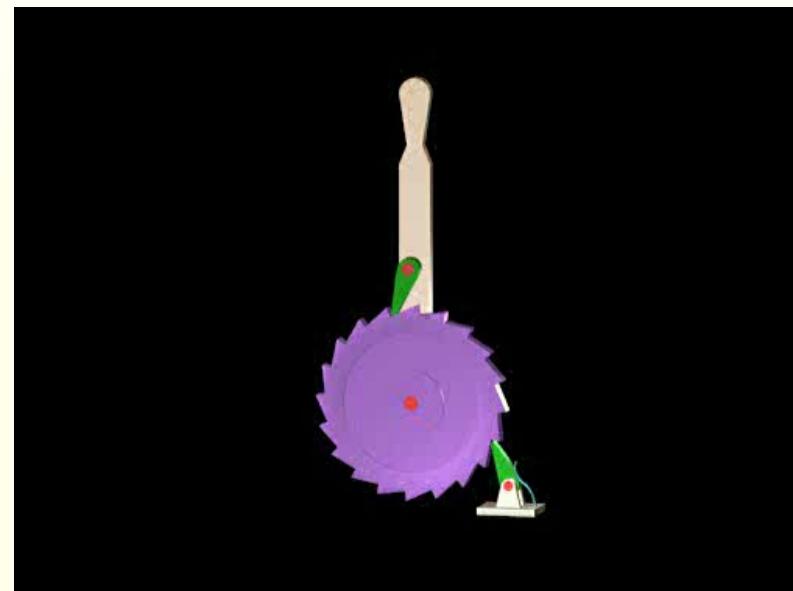
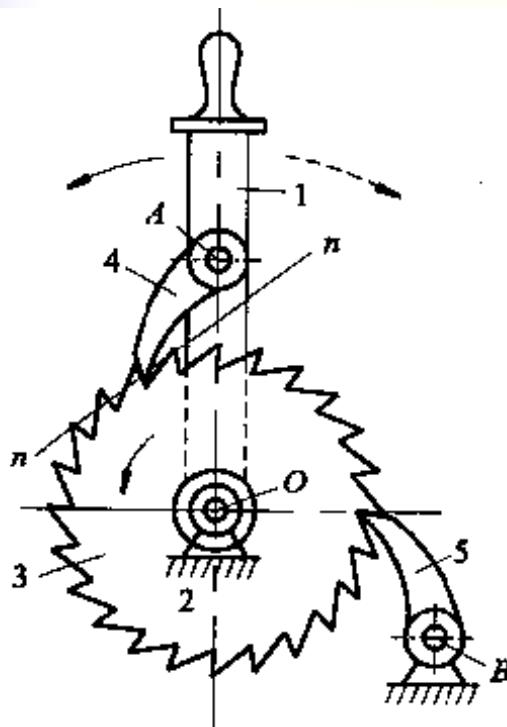


滚子楔紧式

摩擦式: 易打滑, 难以实现高精度传动, 适于低速轻载的场合。

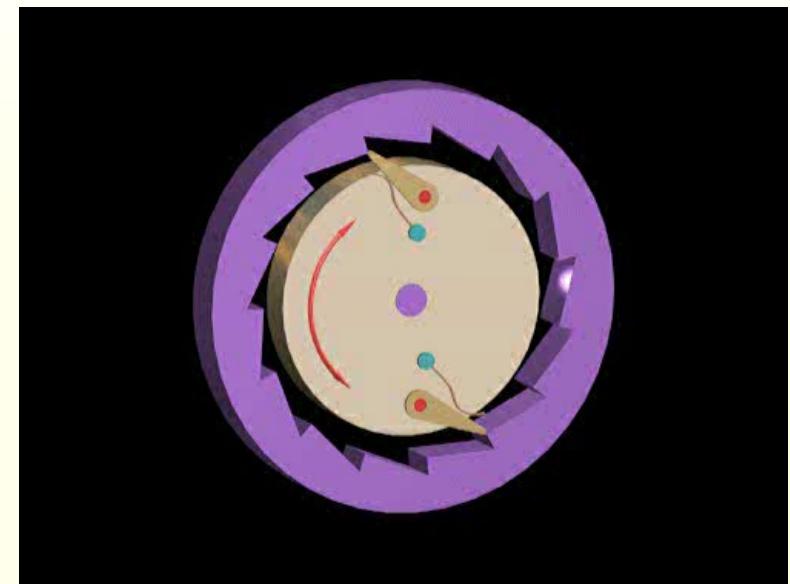
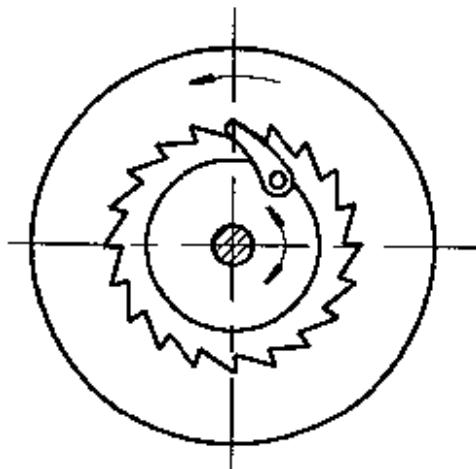
## (2) 按啮合方式分

### 1) 外啮合



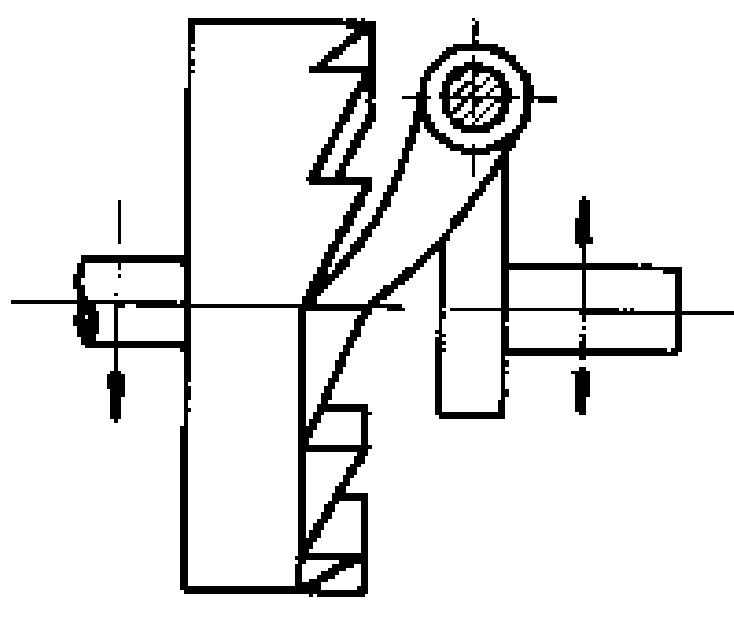
棘爪置于棘轮外侧，安装方便，应用较广。

## 2) 内啮合：



棘爪置于棘轮内侧，结构紧凑，外形尺寸较小。

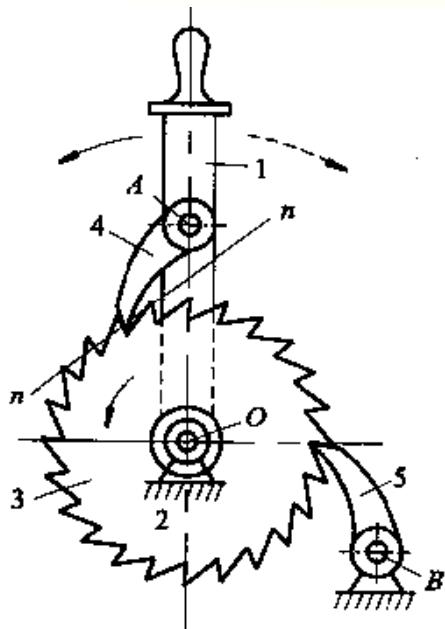
### 3) 端面式：



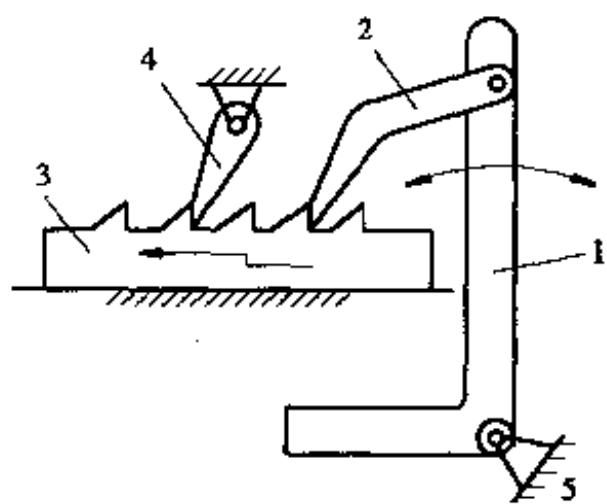
棘轮轮齿做在棘轮的端面上，主动转轴  
与棘轮同轴线转动。

### (3) 按运动形式分:

#### 1) 单动式

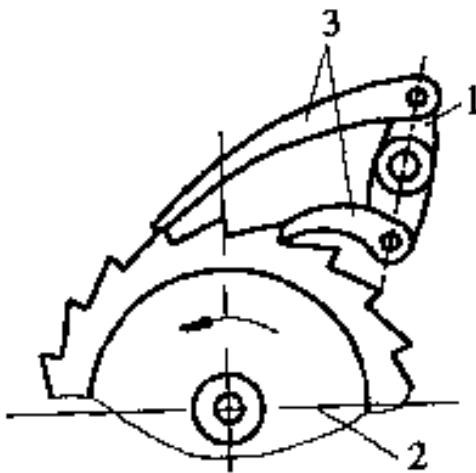


单向间歇转动

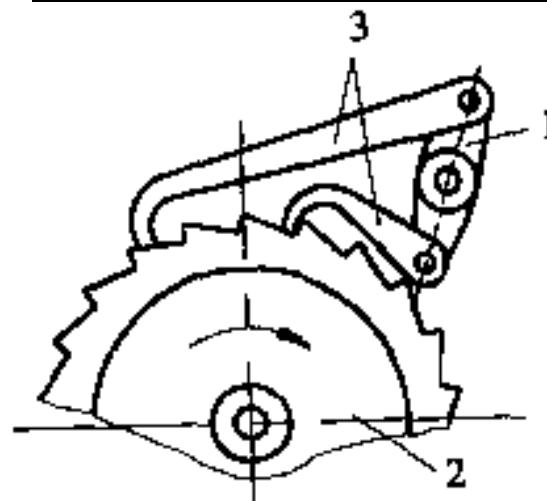


单向间歇移动

## 2) 双动式

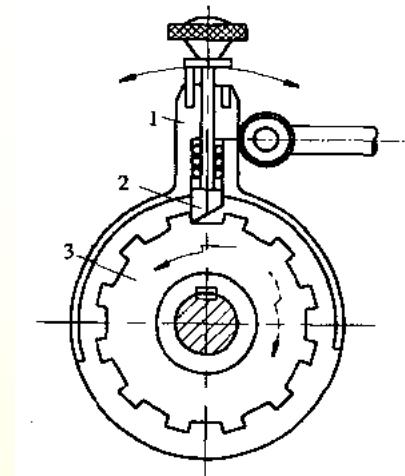
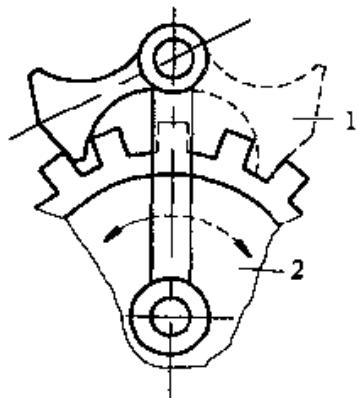


推动式

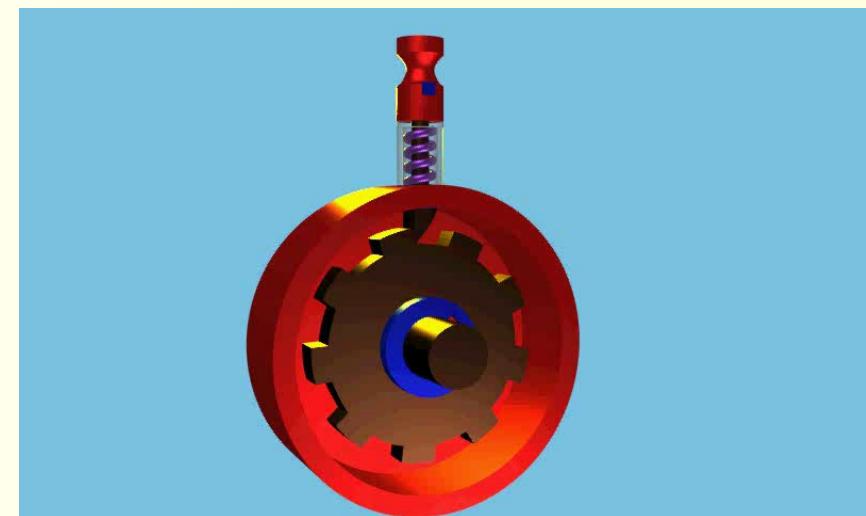
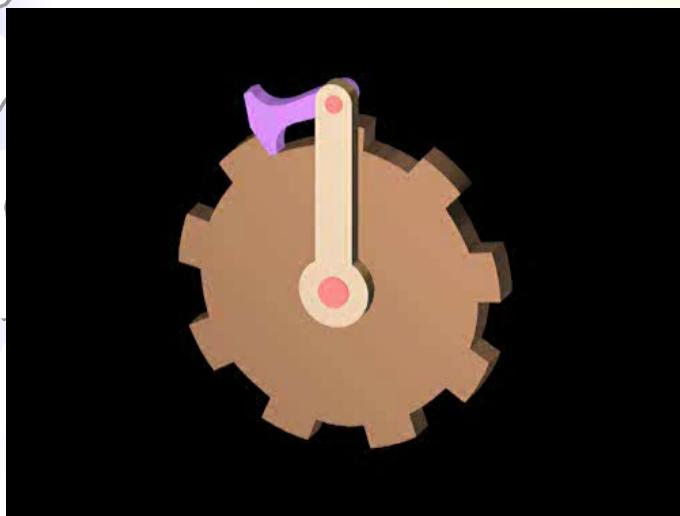


拉动式

### 3) 双向式



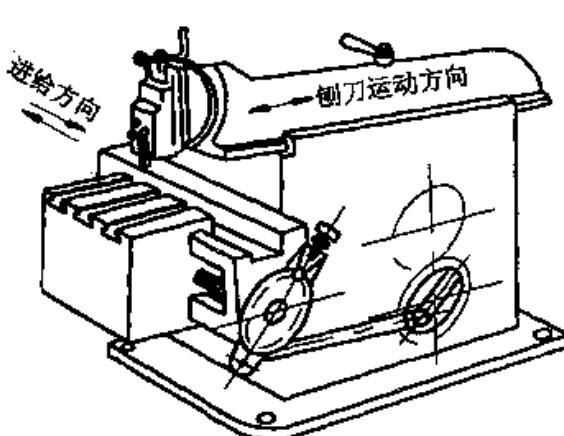
棘轮轮齿为对称的矩形或梯形齿，通过棘爪的调整，可实现棘轮双向的间歇运动。



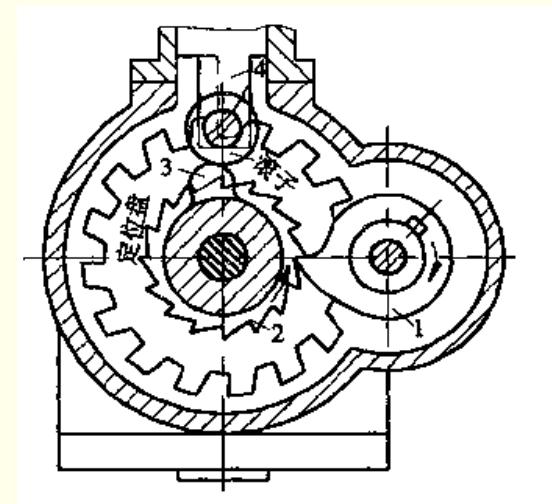
### 3.7.3 棘轮机构的主要功能

#### 1. 间歇送进机构

在牛头刨床中通过棘轮机构实现工作台横向间歇送进功能



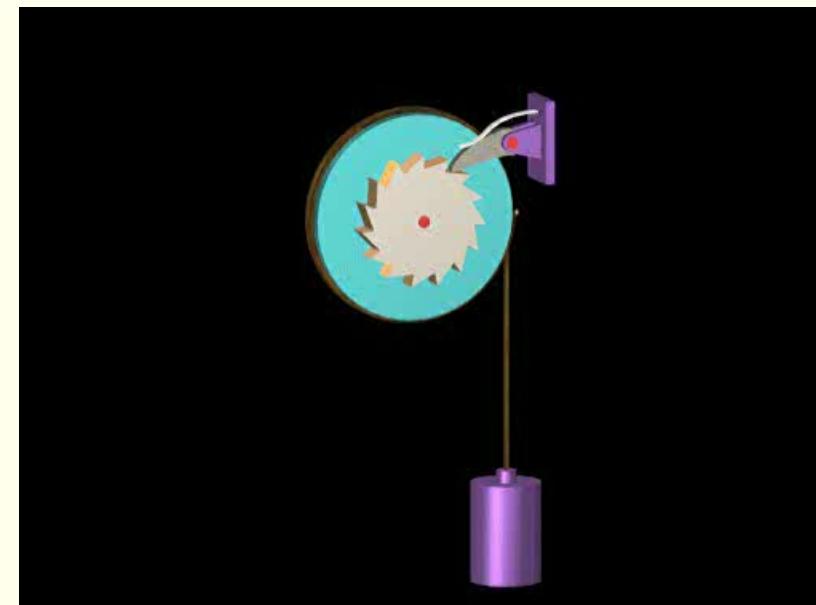
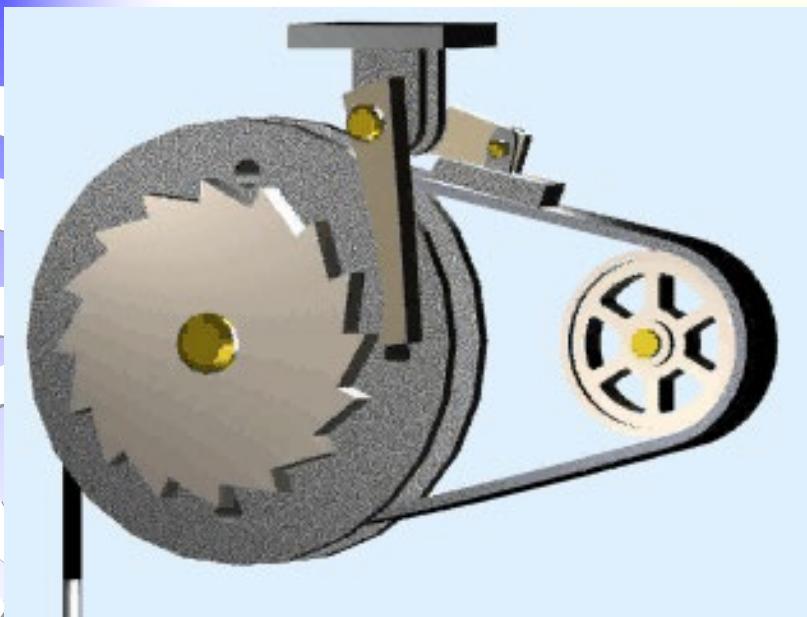
牛头刨床



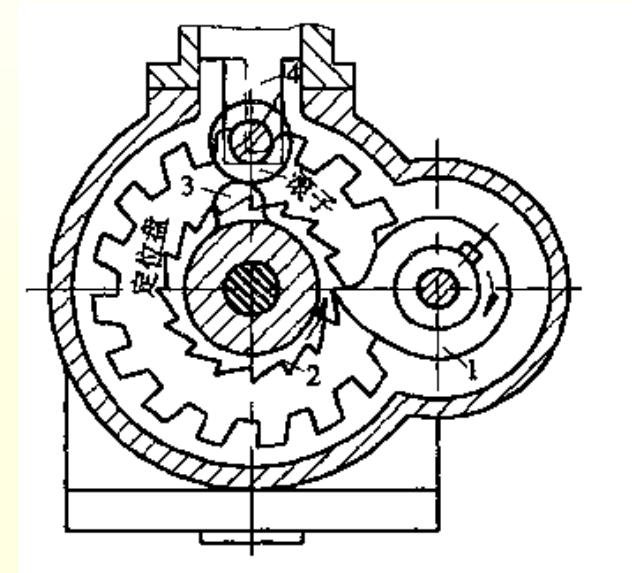
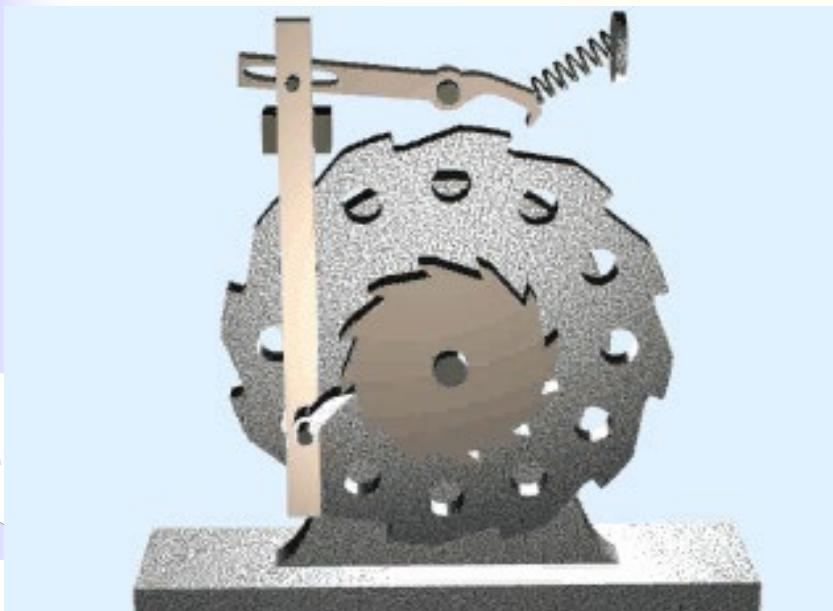
电影机抓片轮分度头

## 2. 制动机构

在卷扬机中通过棘轮机构实现制动功能，防止链条断裂时卷筒逆转。



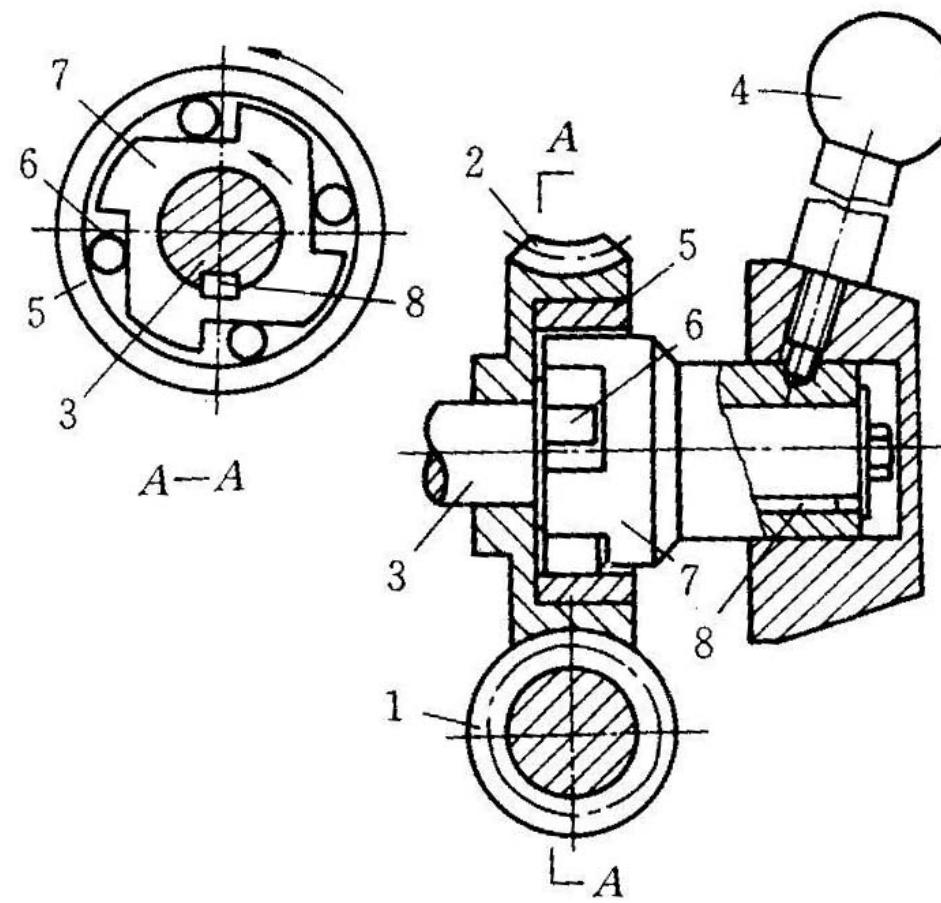
### 3. 转位分度机构



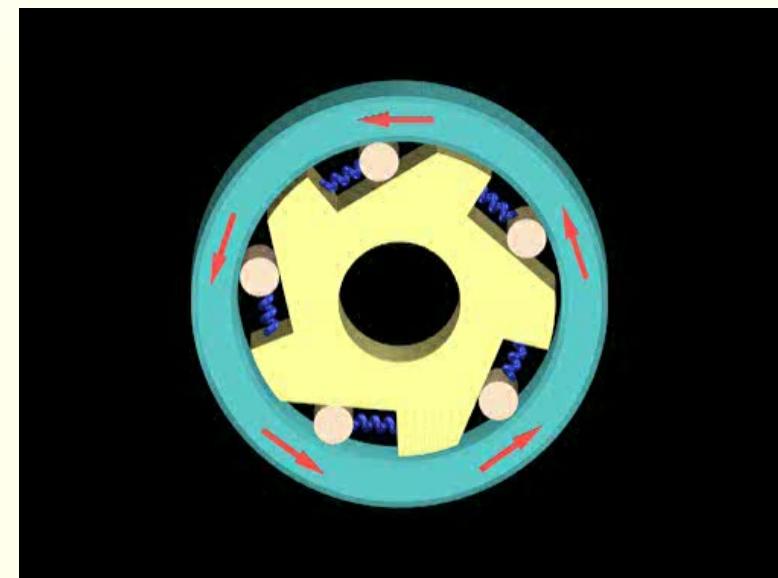
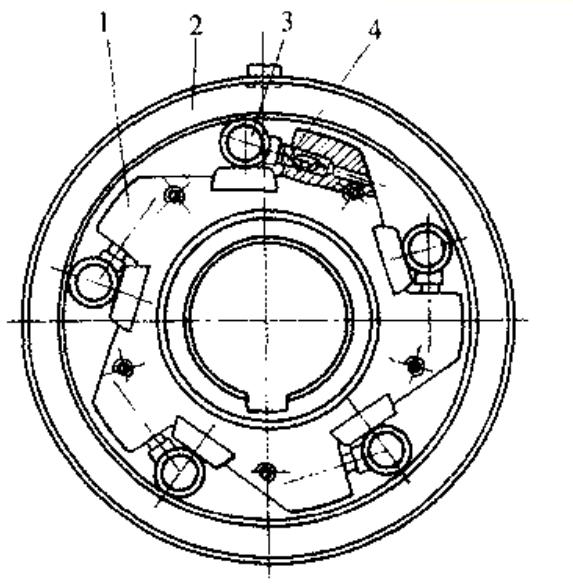
电影机抓片轮分度头

## 4.超越离合装置

例：钻床

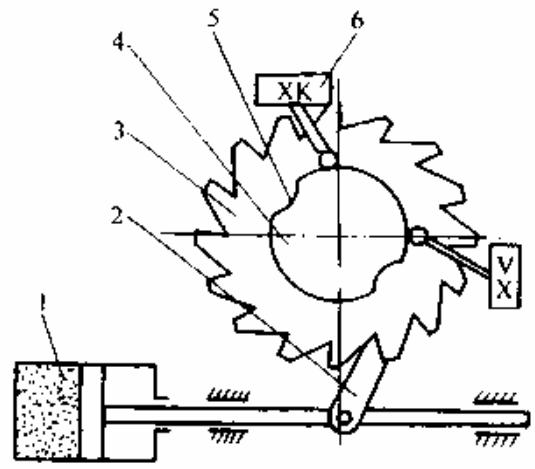


在车床中以棘轮机构作为传动中的超越离合器，实现自动进给和快慢速进给功能。



滚子楔紧式超越离合器

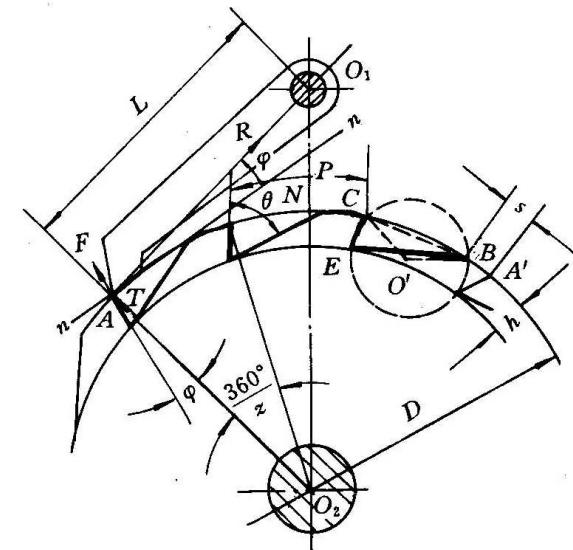
## 5 计数机构



香皂自动装箱机计数装置

## 3.7.4 棘轮机构的设计

### 1. 棘轮机构的几何尺寸计算



棘轮齿形

棘轮齿形尺寸

mm

尺寸名称	符 号	算 式
模 数	$m$	常用 $1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ 等
周 节	$p$	$\pi D/z (= \pi m)$
齿顶圆直径	$D$	$zm$
齿 高	$h$	$0.75m$
齿 顶 厚	$s$	$m$
齿 槽 夹 角	$\theta$	$60^\circ$ 或 $55^\circ$
齿根圆角半径	$r$	$\geq 1.5$
棘 爪 长 度	$L$	$2\pi m$

## 2. 对从动件动、停时间的要求

间歇运动机构的运动特性通常用动停时间比k来描述

$$k = t_d / t_t$$

$t_d$ 表示从动件在1个运动周期中的运动时间

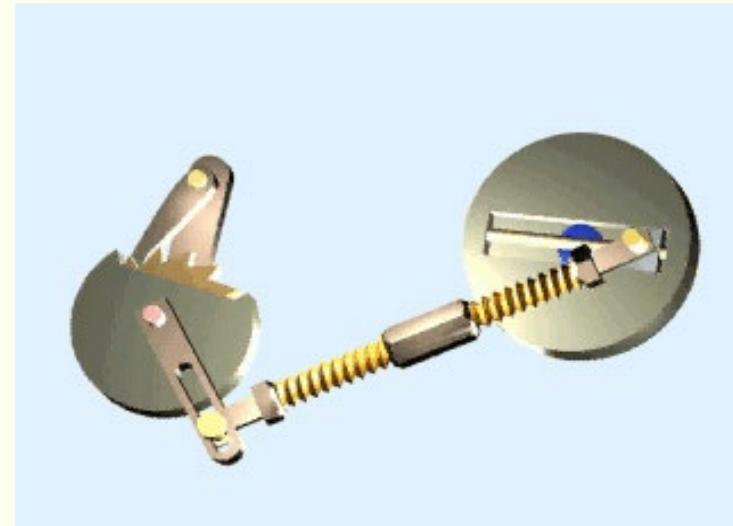
$t_t$ 表示从动件停歇时间

从提高生产率的角度看，k值应尽量取小些；从动力性能看，k值过小会使启动和停止时的加速度过大，又是设计中应避免的

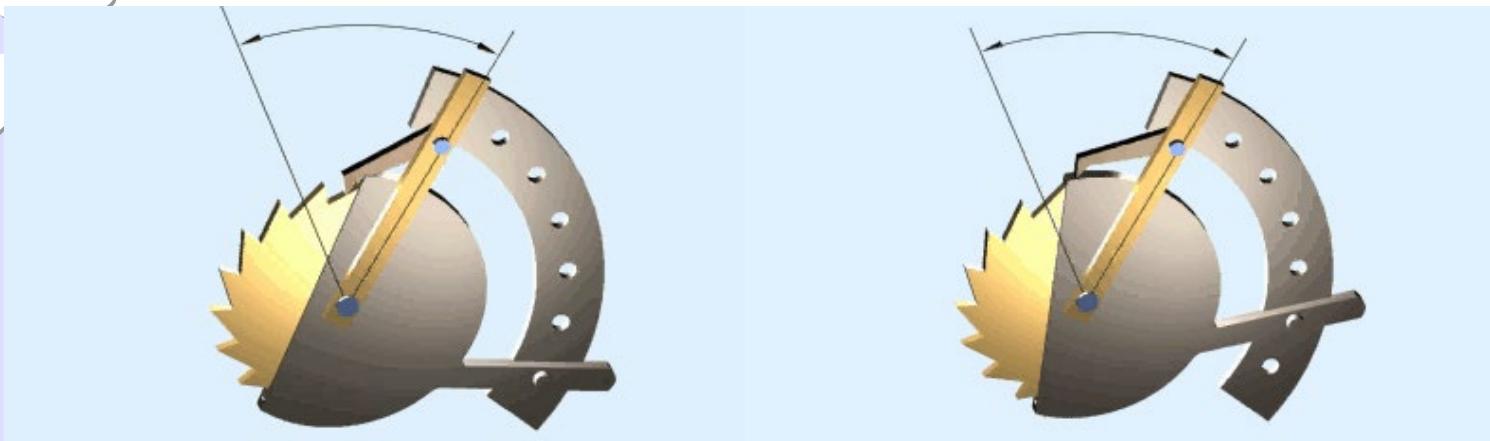
### 3. 对从动件动、停位置的要求

应根据工作要求选取从动件行程（动程）的大小，并注意从动件停歇位置的准确性。有时还要求设计的间歇运动机构能调节动程或动停比的大小。

- 改变棘爪的运动



- 改变棘轮遮板位置



#### 4. 对间歇运动机构动力性能的要求

设计中应尽量保证间歇运动机构动作平稳、减小从动件的起动和停止运动时产生的冲击，尤其要减小告诉运动构件的惯性负荷，改善机构的动力特性。

思考：还有哪些方法调节运动比？

## 3.7.5 槽轮机构

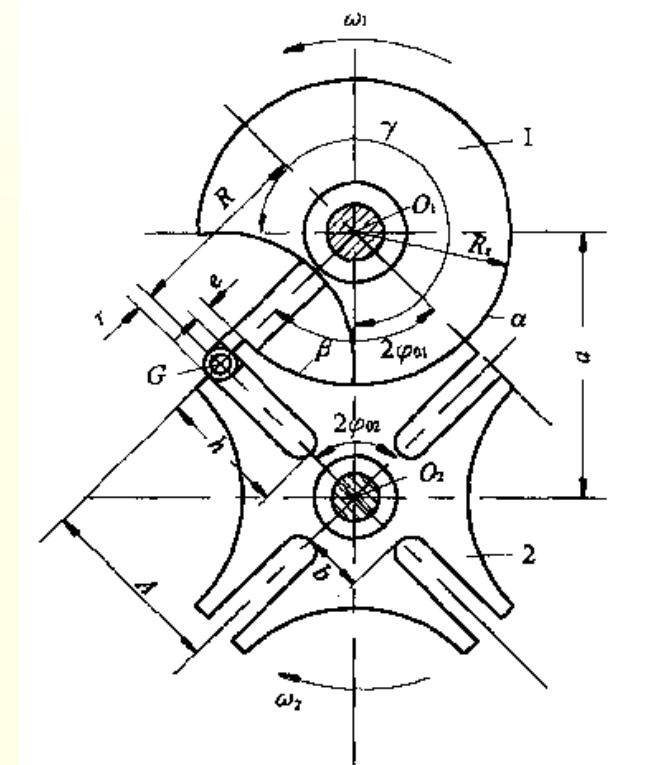
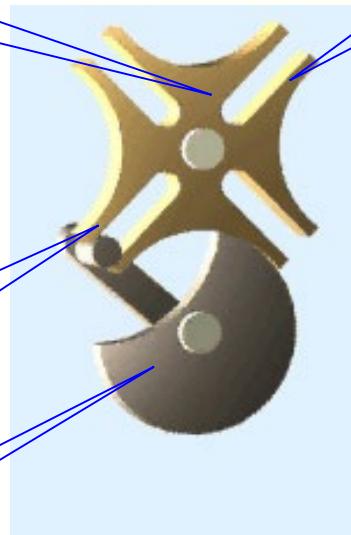
### 1. 槽轮机构的组成和工作原理

机架

槽轮

圆柱销

拨盘



1) 组成：具有径向槽的槽轮，具有圆销的构件，机架

### 2) 工作原理：

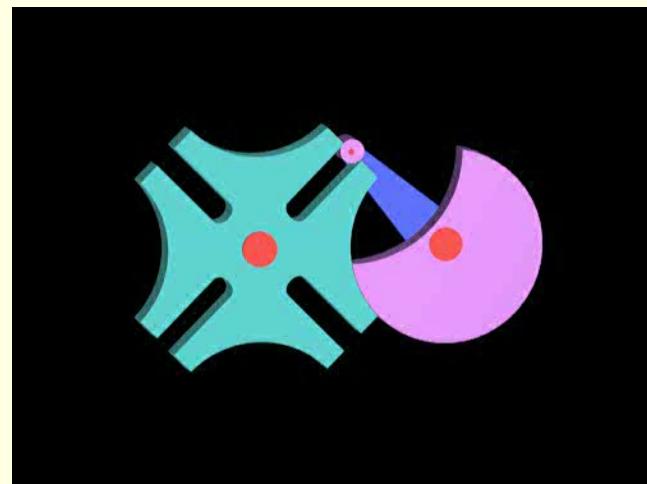
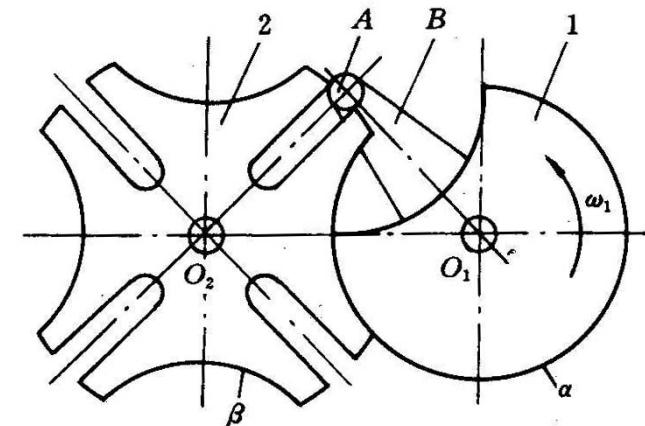
构件1→连续转动；构件2（槽轮）→时而转动，时而静止

当构件1的圆销A尚未进入槽轮的径向槽时，槽轮的内凹锁住弧被构件1的外凸圆弧卡住，槽轮静止不动。

当构件1的圆销A开始进入槽轮径向槽的位置，锁住弧被松开，圆销驱使槽轮传动。

当圆销开始脱出径向槽时，槽轮的另一内凹锁住弧又被构件1的外凸圆弧卡住，槽轮静止不动。

往复循环。



## 2. 槽轮机构的类型

### (1) 平面槽轮机构

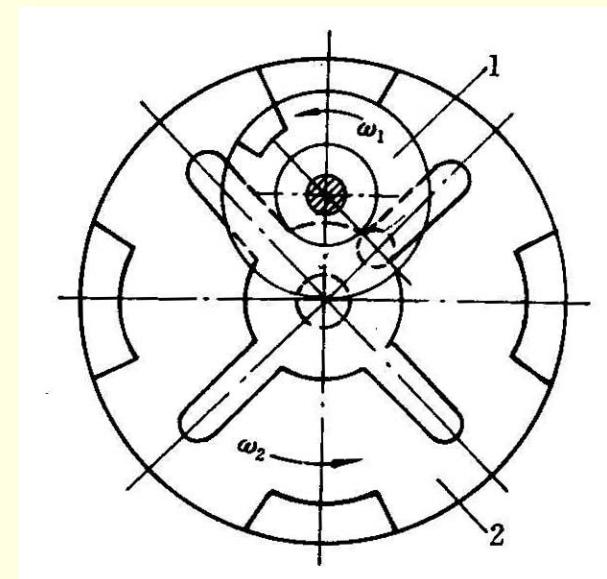
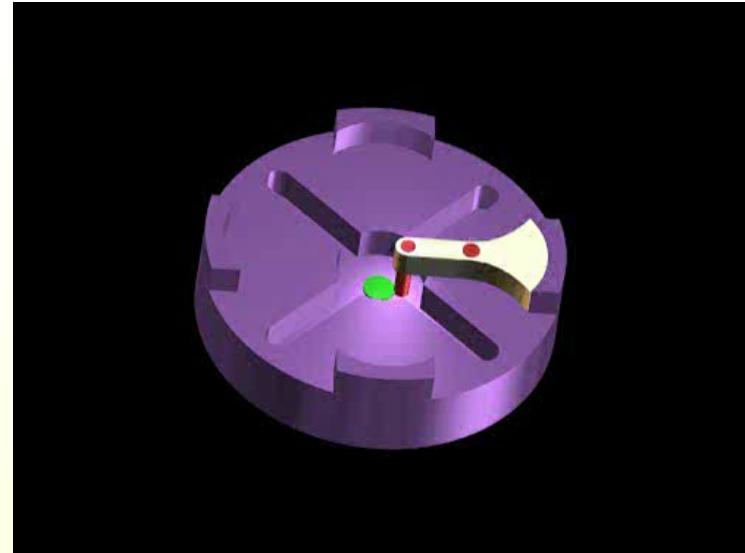
- 外槽轮机构

特点：主从动轮转向相反

- 内槽轮机构

特点：

- 主从动轮转向相同；
- 传动较平稳，停歇时间短，所占空间小。



## (2) 空间槽轮机构

特点：用于传递相交两轴间的运动。主动拨盘、圆销的回转轴线均汇交于半球形槽轮的球心。



### 3. 槽轮机构的特点和应用

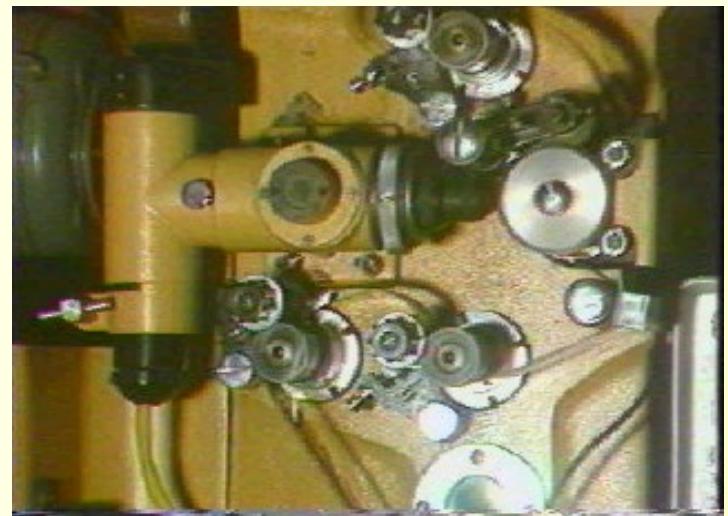
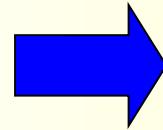
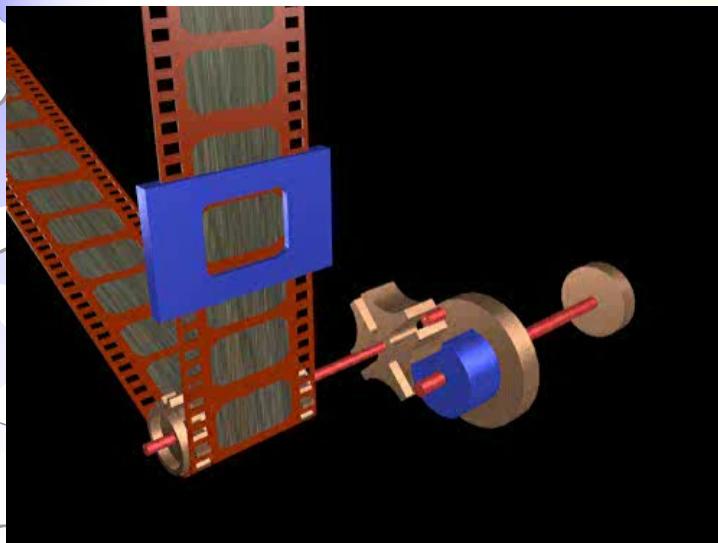
特点：

槽轮机构结构简单，制造容易，工作可靠，分度准确，机械效率高，可以正反向运动。但在启动和停止时加速度变化大，存在冲击，且动程不可调节，槽数不宜过多，故常用于转角较大，转速不高的自动机械、轻工机械及仪器仪表中。

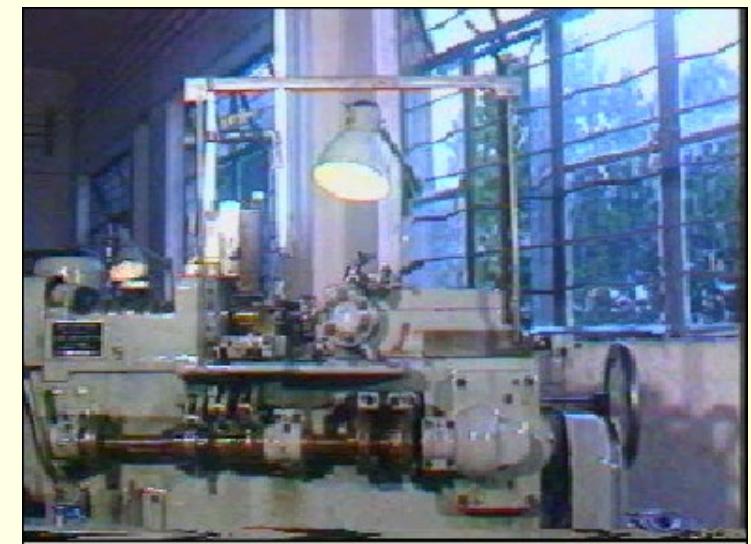
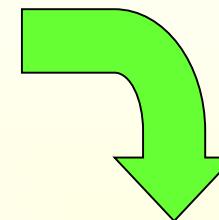
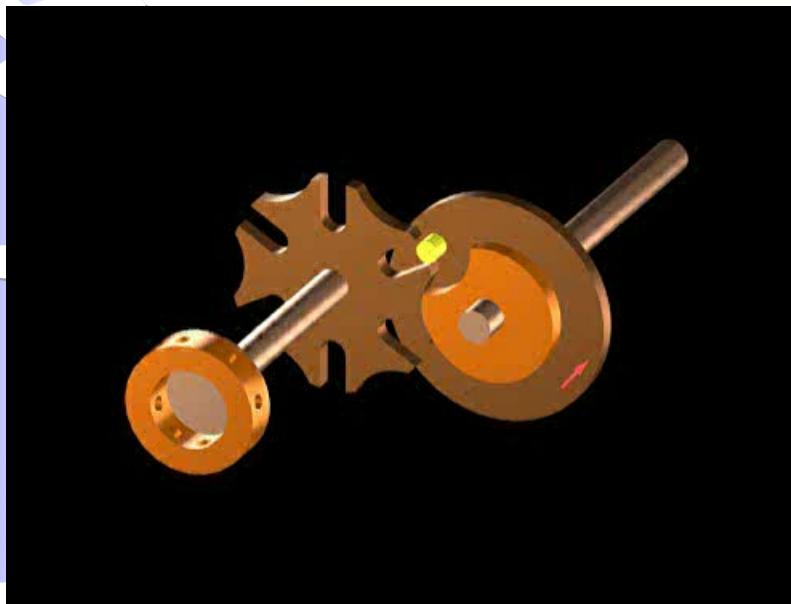
## 应用:

在自动机械，轻工机械和仪表中，实现间歇送进和转位功能

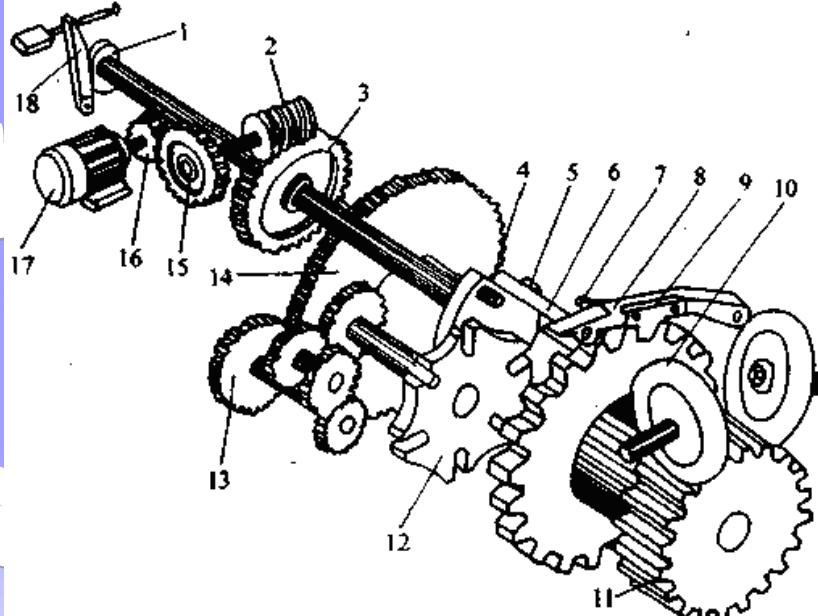
- 电影放映机的卷片机构



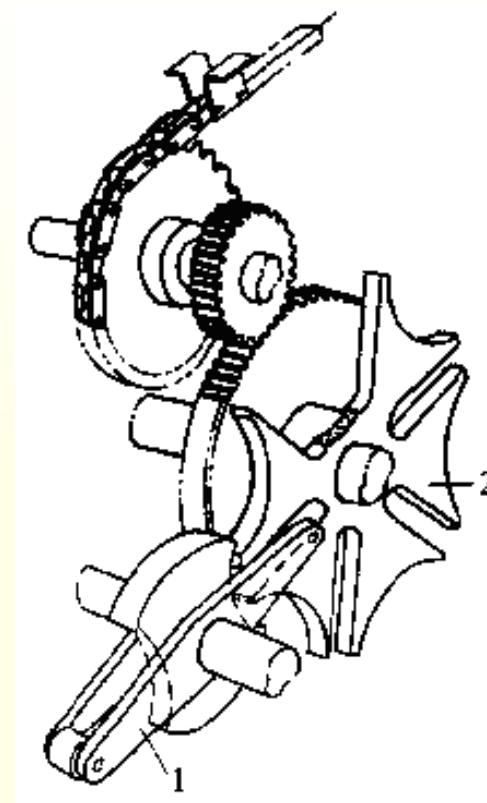
- 刀架转位机构



CLJG0002.avi



磨床分度装置



自动传送链装置

## 4. 槽轮机构的设计

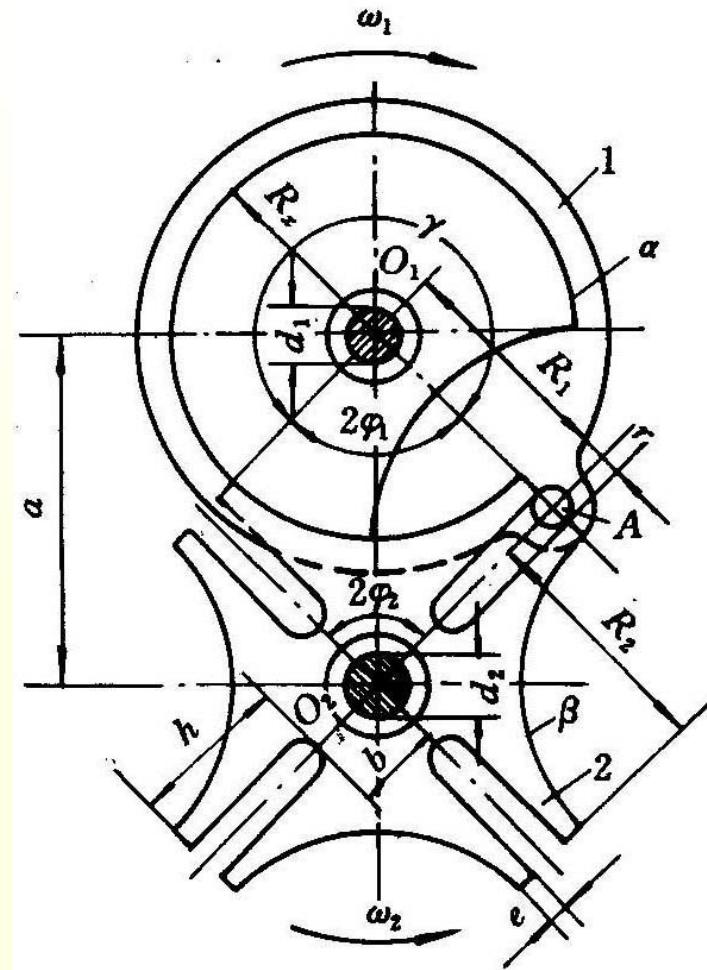
### (1) 几何要求

- 圆销线速度方向与轮槽方向一致

### (2) 设计要点

- 圆柱销与锁住弧配合

### (3) 基本参数选择



1) 槽数 $z$

- 几何关系：

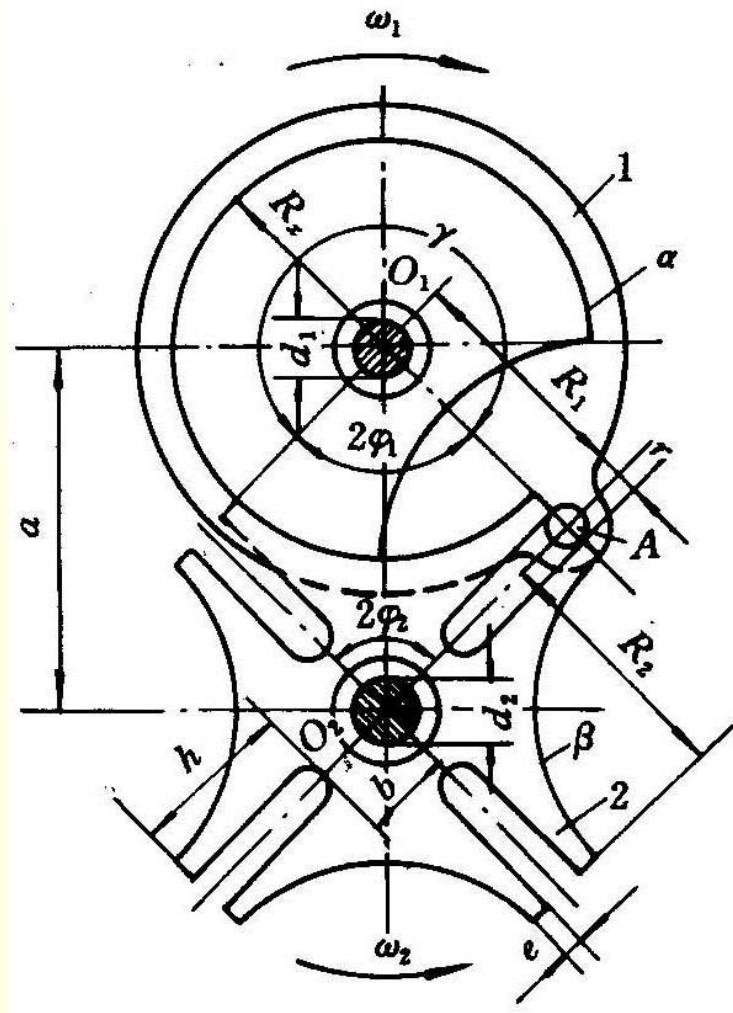
$$2\phi_2 = \frac{2\pi}{z} \quad 2\phi_1 + 2\phi_2 = \pi$$

$$2\phi_1 = \pi \left( \frac{z-2}{z} \right)$$

- 运动关系(运动特性系数 $\tau$ )：

$$\tau = \frac{2\phi_1}{2\pi} = \frac{z-2}{2z}$$

- 讨论： $\tau > 0, z \geq 3$ , 一般取 $z=4-8$

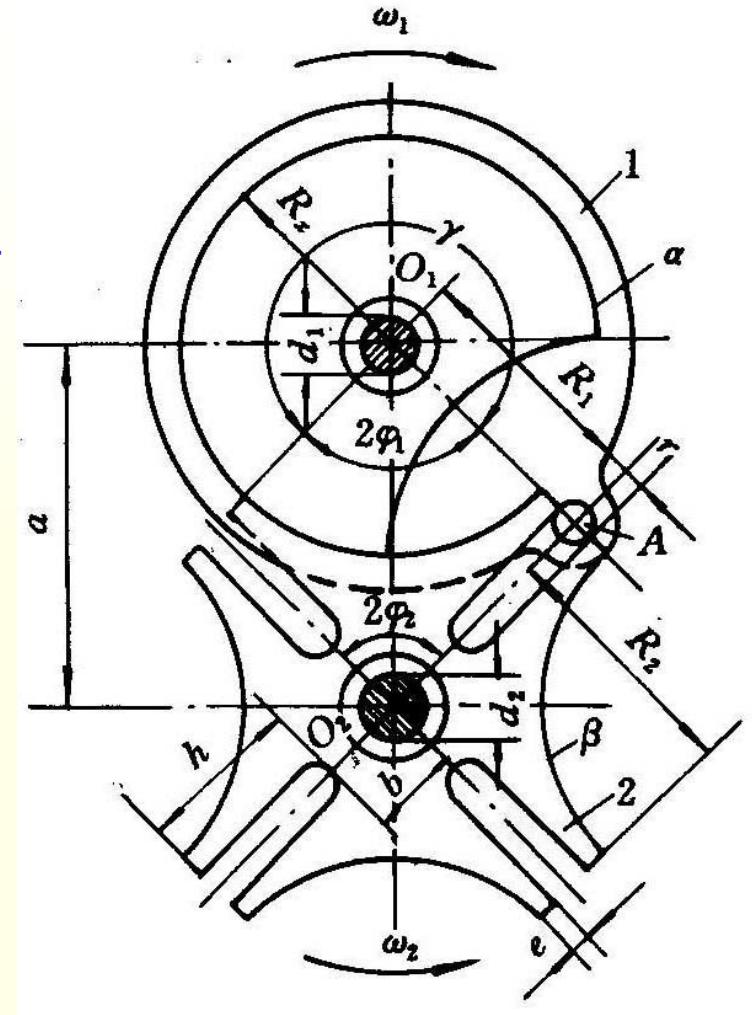


## 2) 销数K

$$\tau = \frac{K(z - 2)}{2z}$$

$$K < \frac{2z}{z - 2}$$

- 常用  $K=1$



### 3) 几何尺寸计算

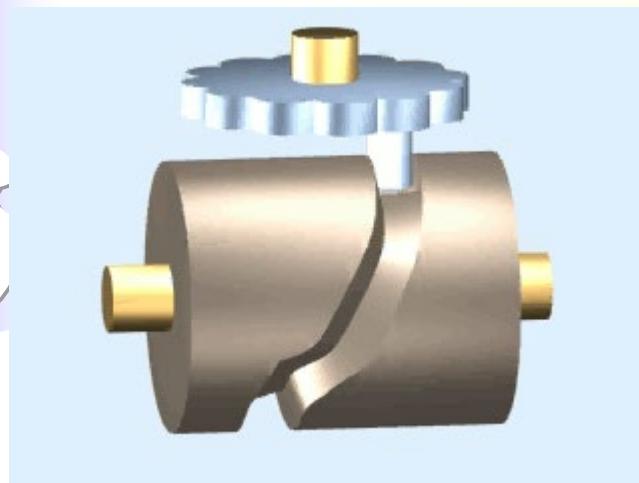
外啮合槽轮机构的几何尺寸计算公式

名称	符号	计算公式	备注												
圆销回转半径	$R_1$	$R_1 = a \sin \frac{\pi}{z}$	$a$ ——中心距												
槽轮槽口回转半径	$R_2$	$R_2 = a \cos \frac{\pi}{z}$													
圆销半径(轮槽宽)	$r$	$r \approx \frac{1}{6} R_1$													
槽底高	$b$	$b \leq a - (R_1 + r)$	或: $b = a - (R_1 + r) - (3 \sim 5) \text{mm}$												
槽深	$h$	$h \geq R_2 - b$													
拨盘的轴径	$d_1$	$d_1 < 2(a - R_2)$													
槽轮的轴径	$d_2$	$d_2 < 2(a - R_1 - r)$													
锁止弧张开角	$\gamma$	$\begin{aligned} \gamma &= \frac{2\pi}{K} - 2\varphi_1 \\ &= 2\pi \left( \frac{1}{K} + \frac{1}{z} - \frac{1}{2} \right) \end{aligned}$	其中 $K$ ——销数; $z$ ——轮槽数												
锁止弧半径	$R_x$	$\begin{aligned} R_x &= K_x (2R_2) \text{ 或} \\ R_x &= R_1 - r - e \end{aligned}$	其中 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td><math>z</math></td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>8</td></tr> <tr> <td><math>K_x</math></td><td>0.7</td><td>0.35</td><td>0.24</td><td>0.17</td><td>0.10</td></tr> </table> <p><math>e</math>——槽顶一侧壁厚, 取 <math>e &gt; 3 \sim 5 \text{mm}</math></p>	$z$	3	4	5	6	8	$K_x$	0.7	0.35	0.24	0.17	0.10
$z$	3	4	5	6	8										
$K_x$	0.7	0.35	0.24	0.17	0.10										

## 3.7.6 其它间歇机构

### 1. 凸轮式间歇机构

圆柱凸轮间歇运动机构



蜗杆凸轮间歇运动机构



## 凸轮式间歇机构的特点和应用

- 结构简单，运转可靠，无需专门定位装置；
- 通过选择合适的运动规律，减小动载荷，适于高速运转；
- 精度要求高，加工复杂，安装调整困难。

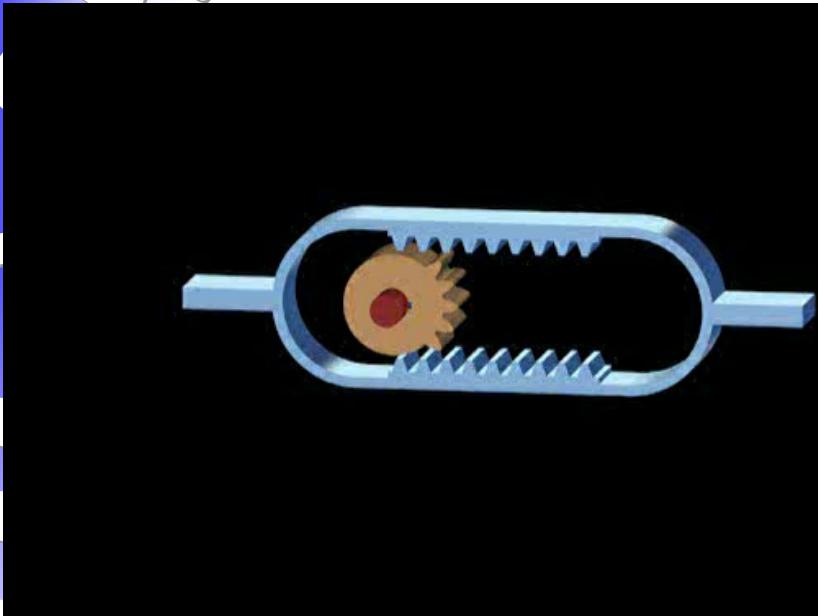
## 3.7.6 不完全齿轮机构

外啮合

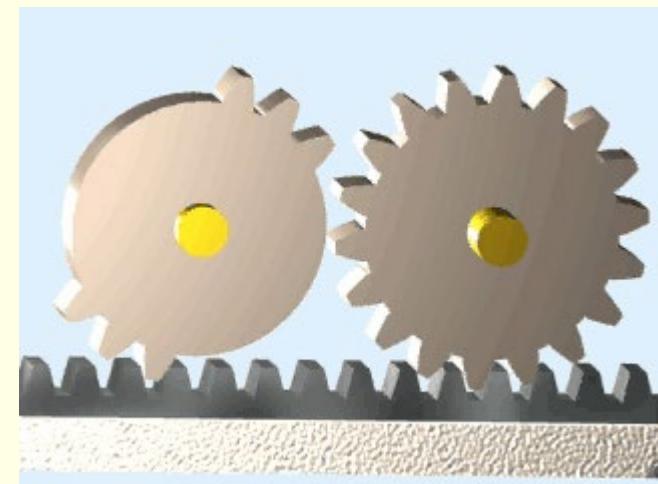


内啮合





不完全齿轮齿条



齿轮齿条啮合

## 不完全齿轮机构的特点和应用

- 设计灵活，从动轮的运动角范围大；
- 一个周期内实现多次动、停时间不等的间歇运动；
- 加工复杂；
- 刚性冲击，不适于高速。