



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



第九章 其他常用机构

徐鹏

哈尔滨工业大学（深圳）

规格严格 功夫到家

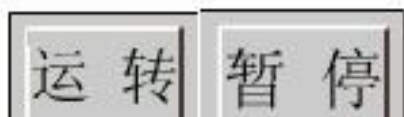
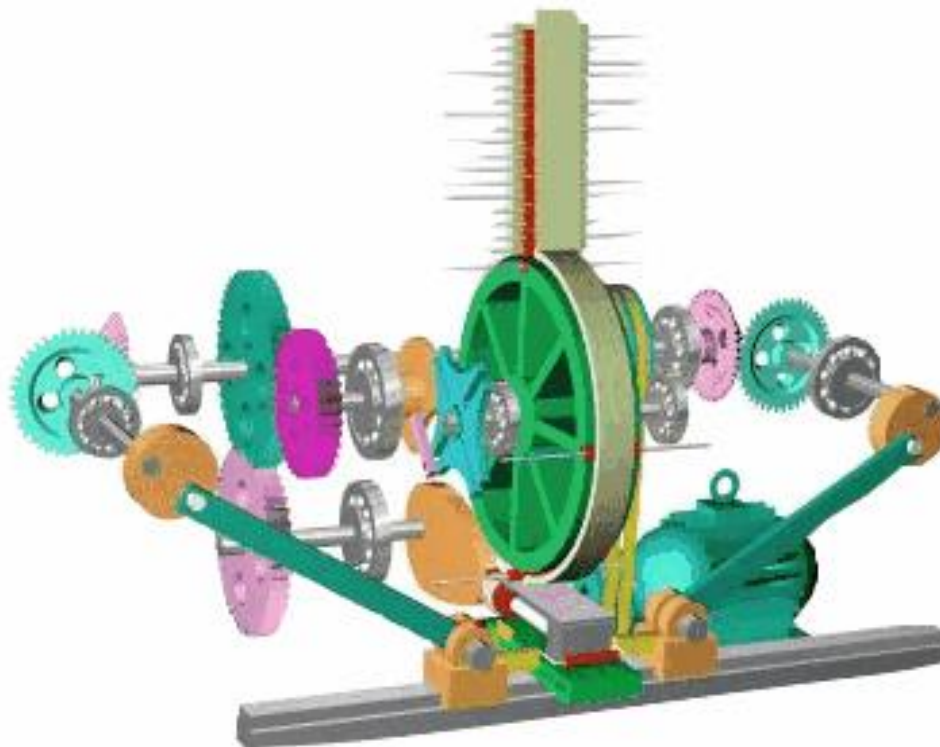


本章重点内容：

➤ 掌握槽轮运动系数，圆柱销数。



多种机构的组合实现期望的运动（00）



规格严格

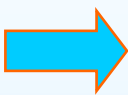
功夫到家



引言

运动形式：

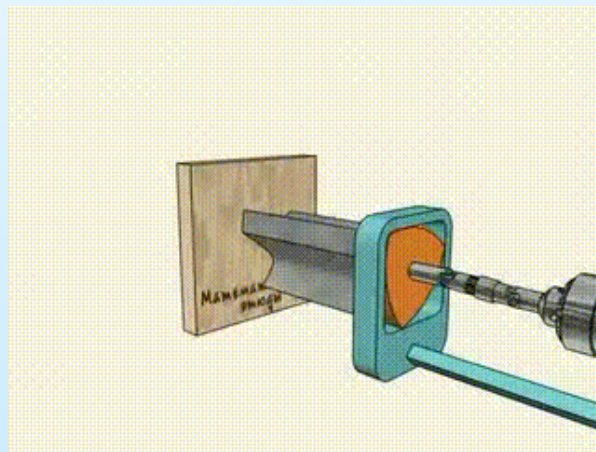
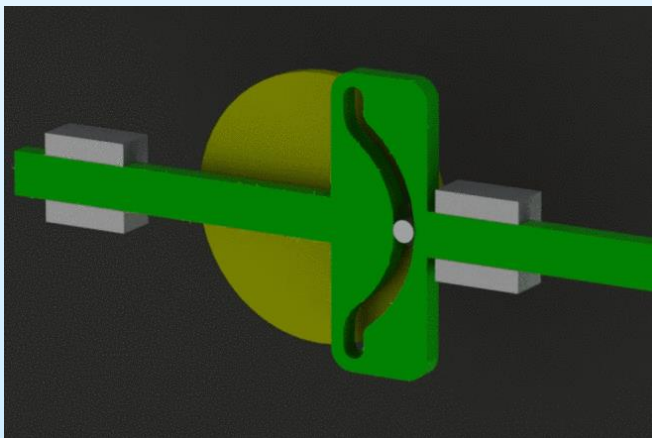
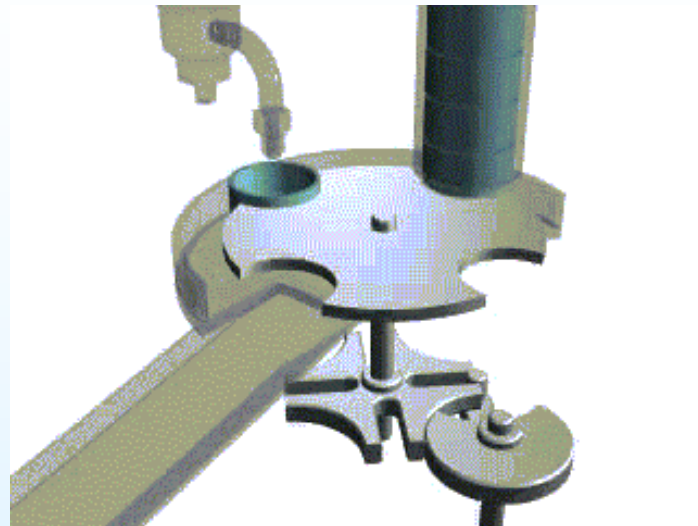
主动件作
连续旋转



从动件作间歇 转→停→转

从动件作间歇直线运动

从动件作连续旋转，但
其轴线不固定

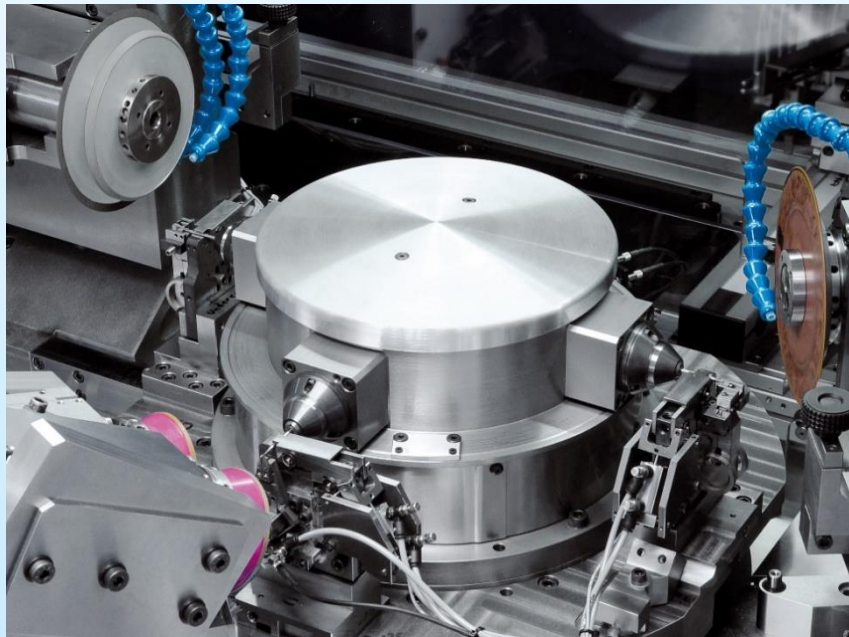
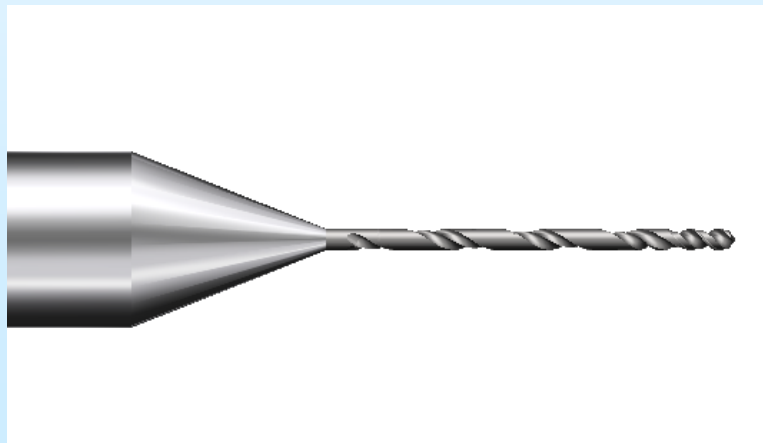


规格严格

功夫到家



NanoGrind 4000XD
(a revolving table with 4 workheads)



规格严格 功夫到家

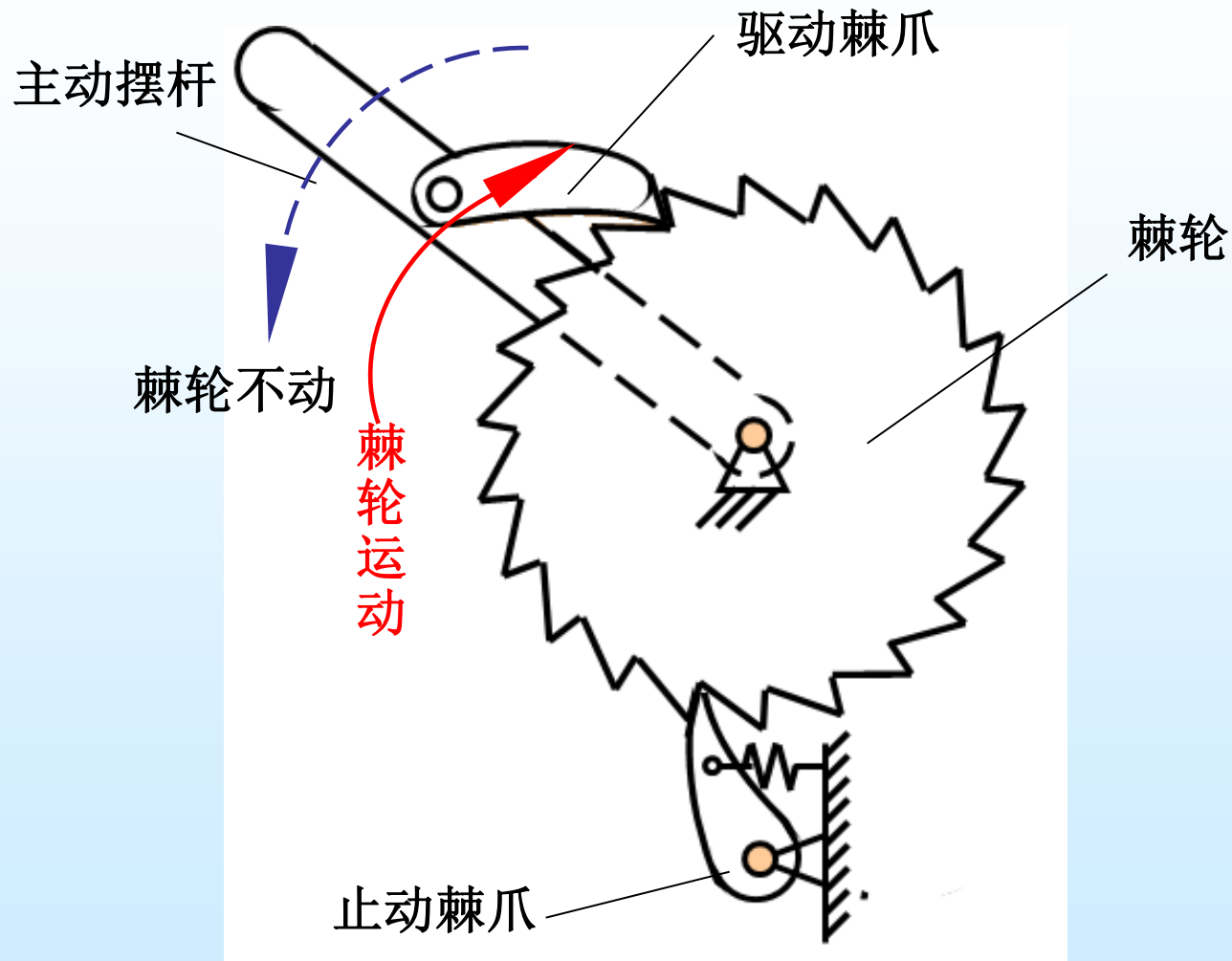


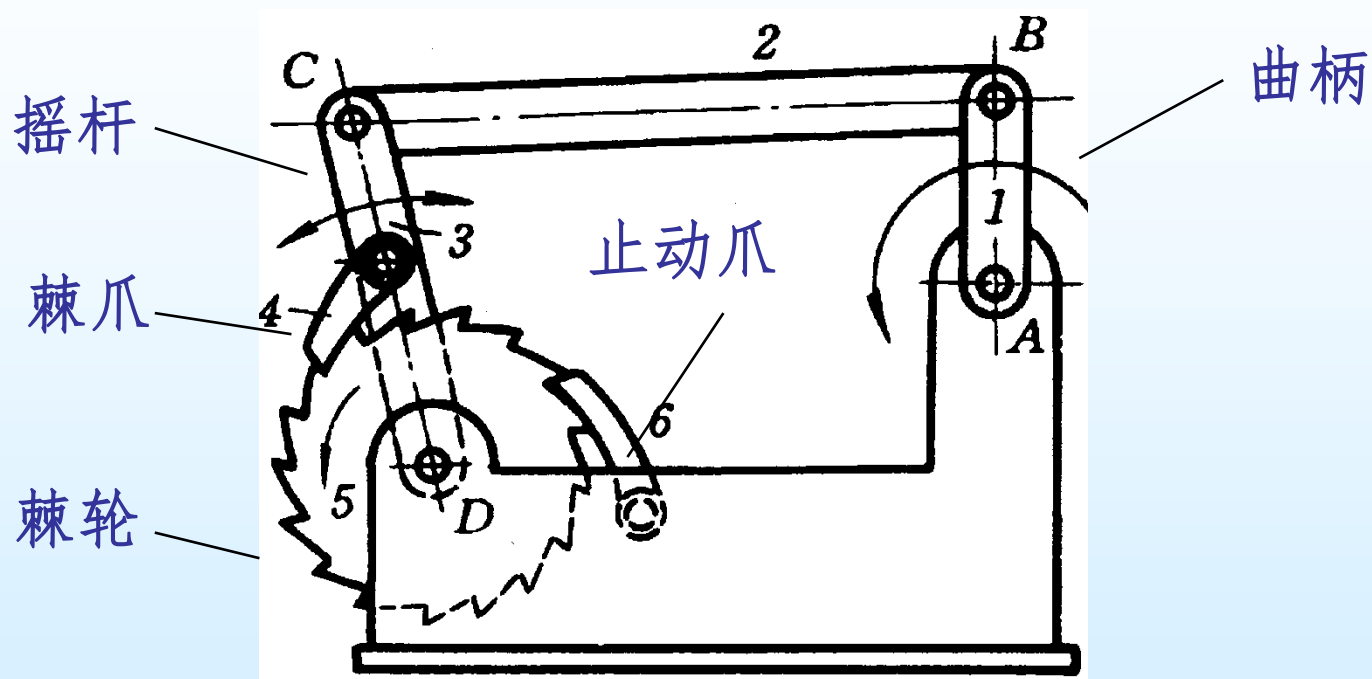
- § 9-1 棘轮机构
- § 9-2 槽轮机构
- § 9-3 不完全齿轮机构
- § 9-4 万向联轴器



§ 9-1 棘轮机构

一、棘轮机构的基本结构和工作原理



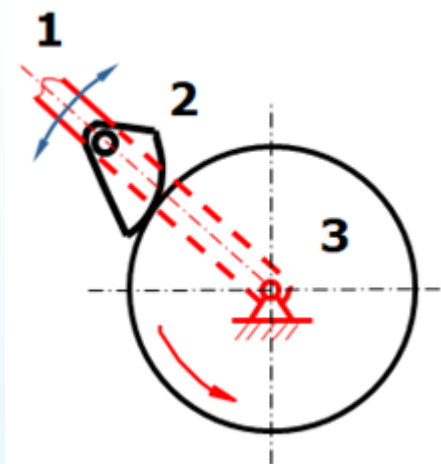


曲柄的连续运动，摇杆的摆动实现了棘轮的间歇运动



二、棘轮机构的类型和特点 (types and characteristic of ratchet mechanism)

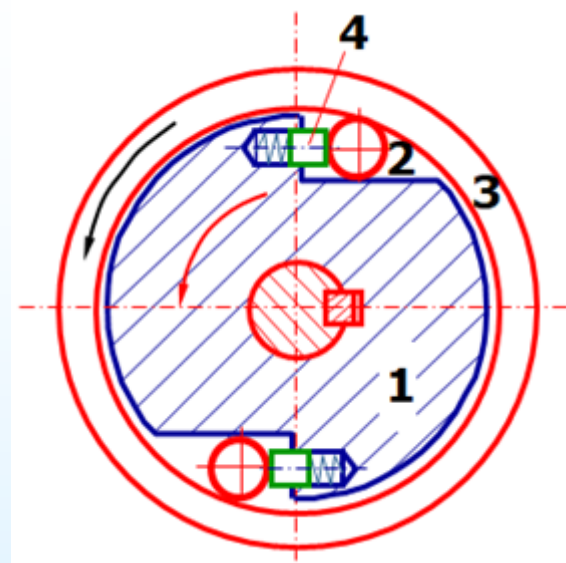




摩擦棘轮

- 1摆杆
- 2扇形偏心楔块
- 3摩擦轮

偏心楔块式棘轮机构



超越离合器

- 1星轮
- 2滚子
- 3外套筒
- 4弹簧顶杆

滚子楔紧式棘轮机构



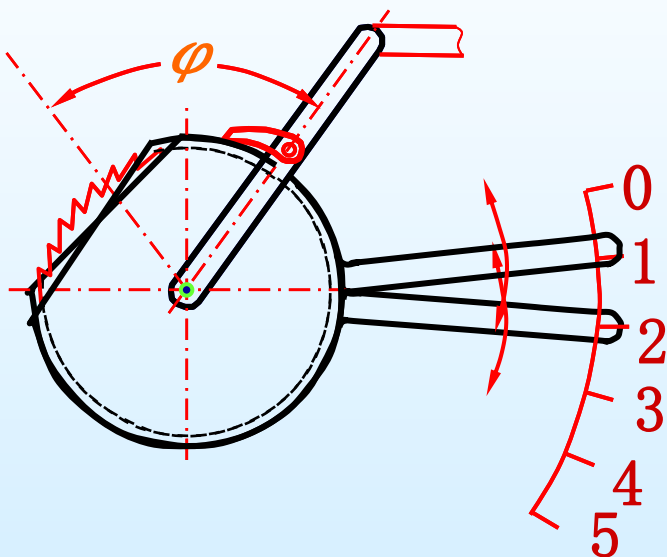
三、棘轮机构设计中的主要问题

- 1、棘轮齿型的选择
- 三角形（承受载荷不大）
 - 梯形或者矩形

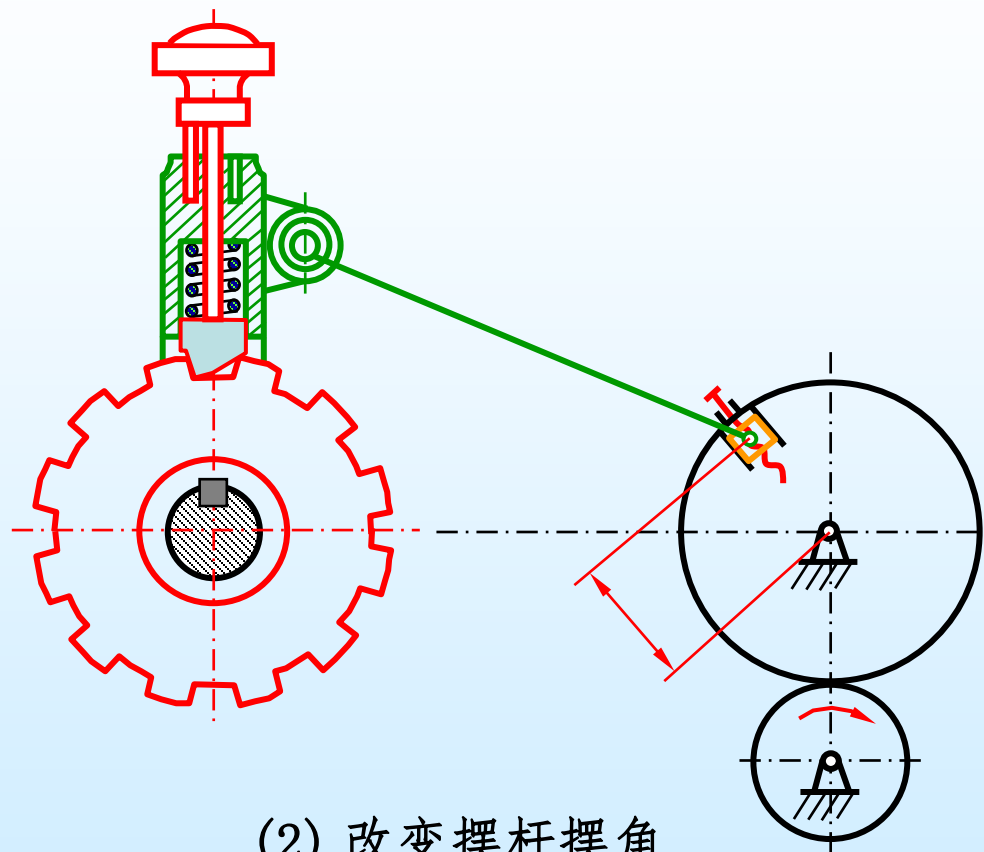
2、棘轮转角大小的调整



可调转角的棘轮



(1) 采用棘轮罩



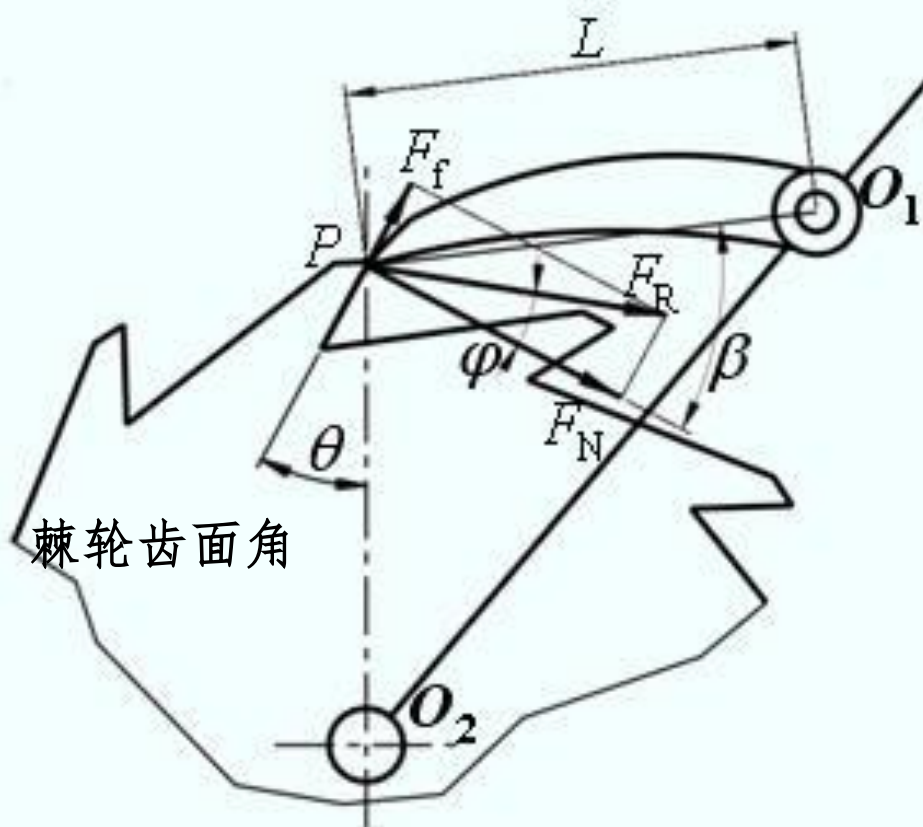
(2) 改变摆杆摆角

牛头刨床进给调整机构 (00)



3. 棘轮机构的可靠工作条件

(1) 棘爪可靠啮合条件



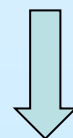
$$F_N L \sin \beta > F_f L \cos \beta$$

$$F_f = f F_N = \tan \varphi F_N$$

有： $\beta > \varphi$

为什么？

$$\beta = \theta$$



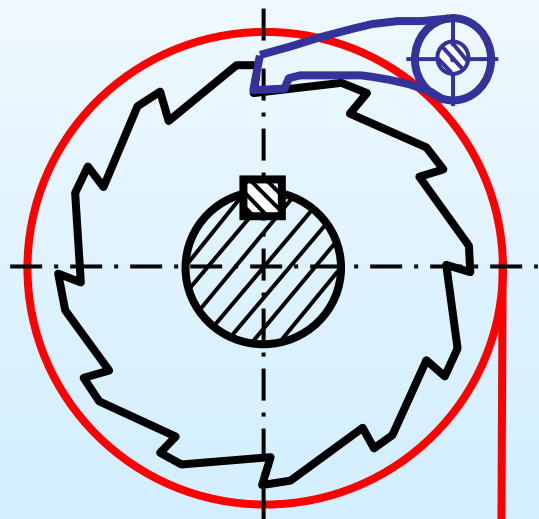
$$\theta > \varphi$$



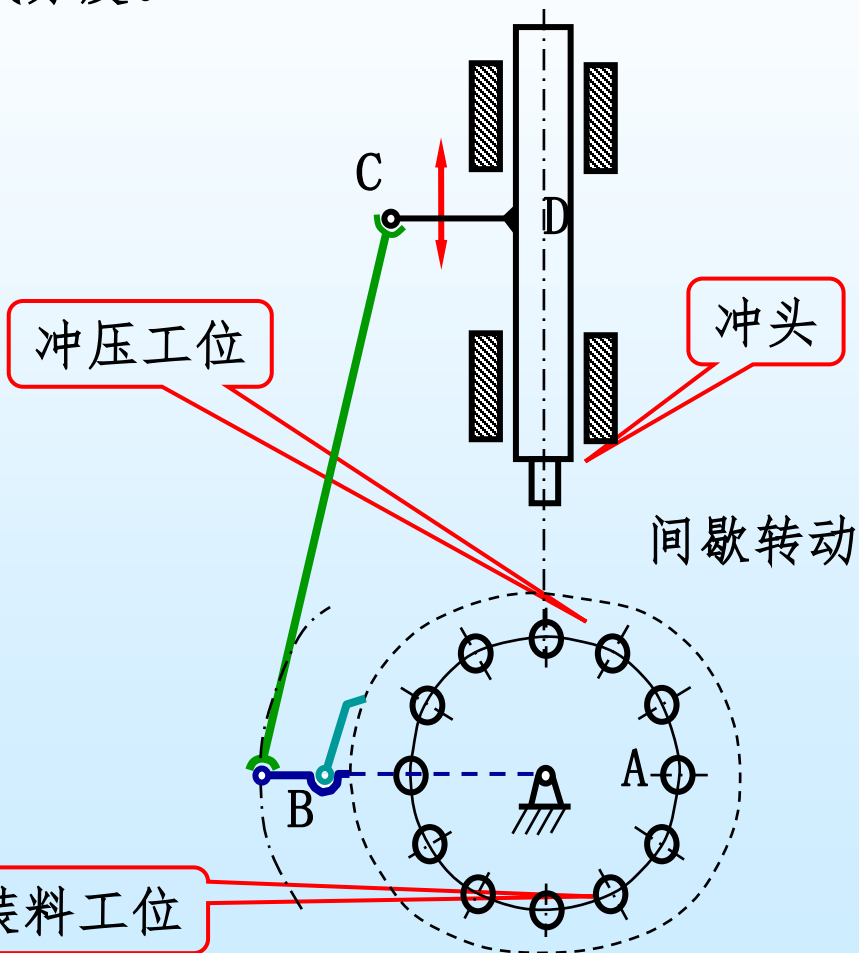
四、棘轮机构的应用

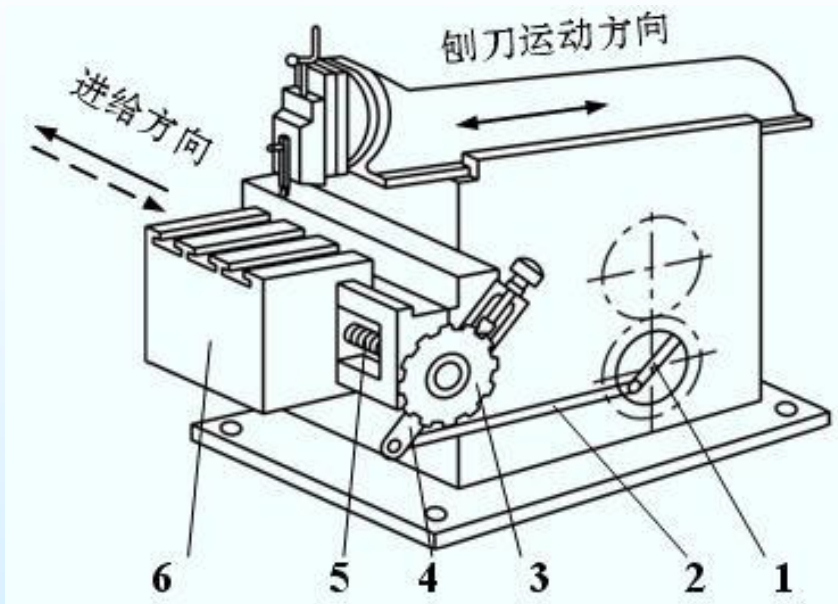
应用：在各类机床中实现进给、转位、或分度。

实例：止动器、牛头刨床、冲床转位、
超越离合器（单车飞轮）。

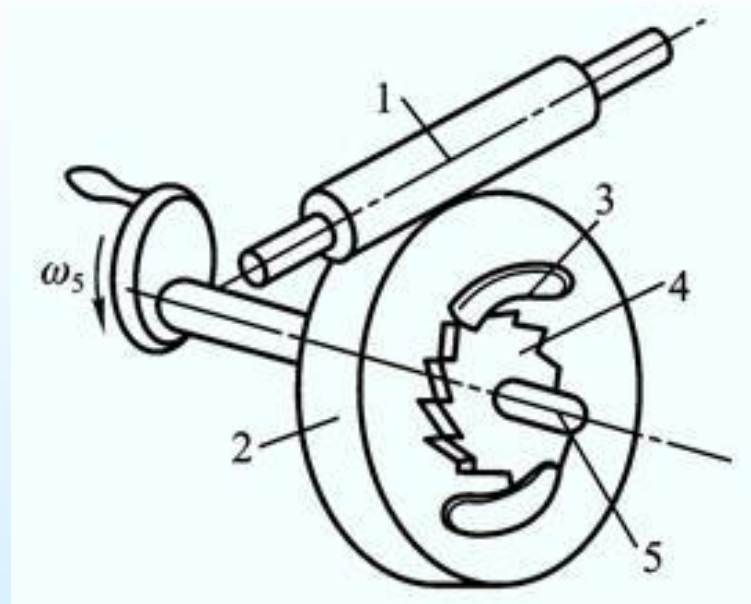


卷扬机





牛头刨床横向进给机构



快速超越运动



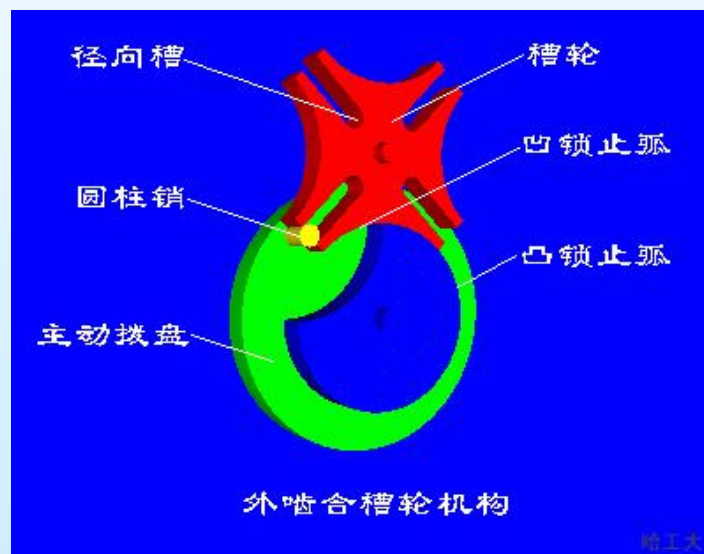
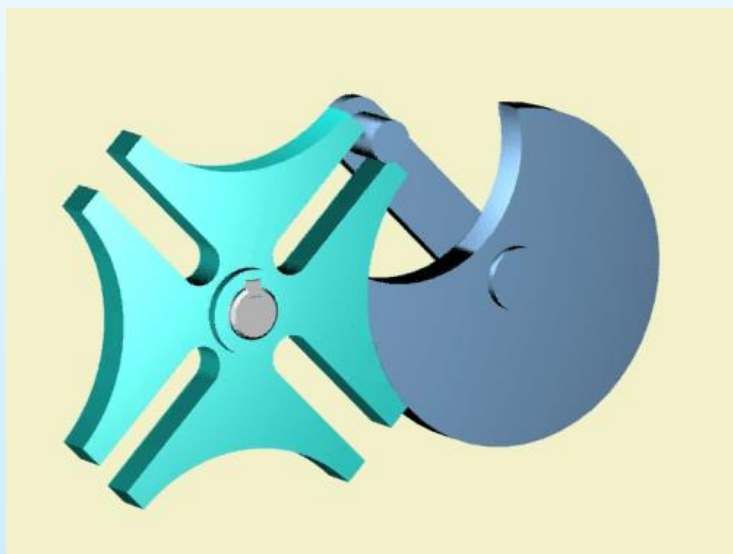
- § 9-1 棘轮机构
- § 9-2 槽轮机构
- § 9-3 不完全齿轮机构
- § 9-4 万向联轴器



一. 槽轮机构的组成及工作特点

(1) **槽轮机构** 机构组成：是由主动拨盘、从动槽轮和机架等组成。

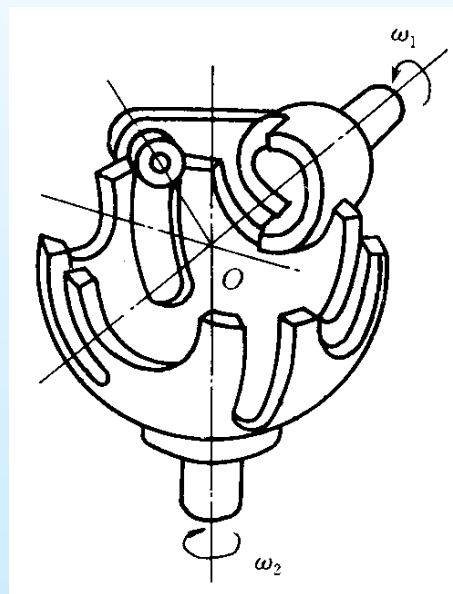
(2) 工作特点：槽轮机构可将主动拨盘的等速回转运动转变为槽轮时动时停的间歇运动，并具有结构简单、外形尺寸小、机械效率高，以及能较平稳、间歇地进行转位等优点，但存在柔性冲击的缺点，故常用于速度不太高的场合。





二、槽轮机构的基本类型

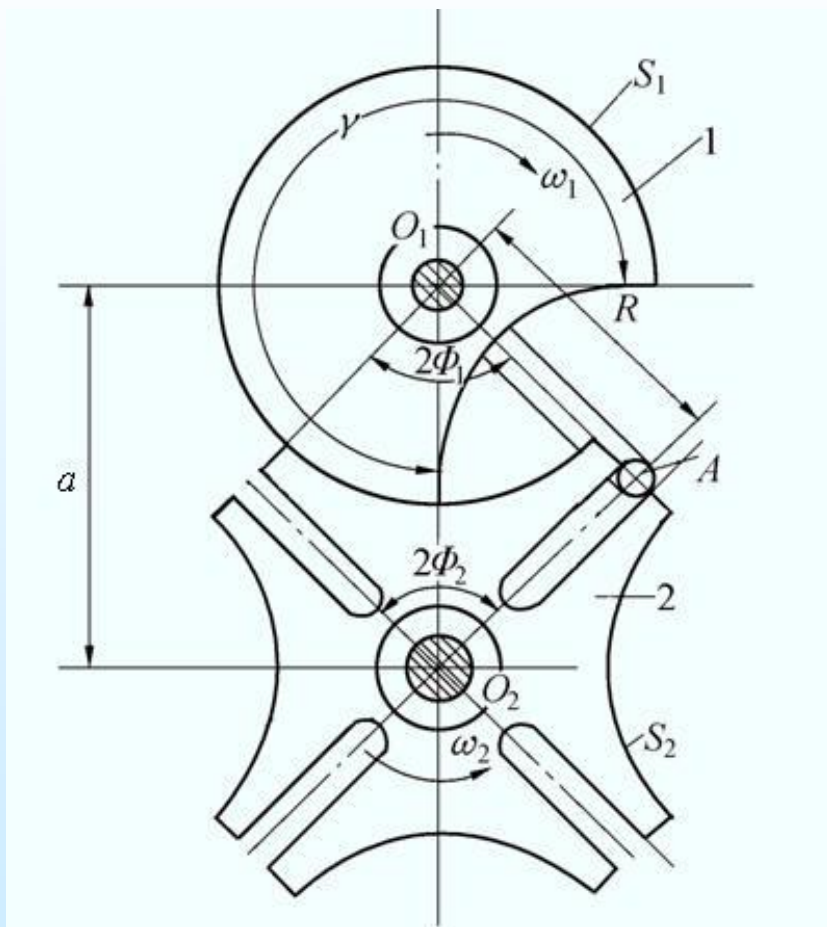
槽轮机构类型 { 外啮合槽轮机构 } 轴线平行
 { 内啮合槽轮机构 }
 球面槽轮机构 → 轴线相交



槽轮机构的类型 (00)



三、槽轮机构的运动性质



1、槽轮机构的运动系数 τ ：槽轮运动时间 t_2 与主动拨盘运动一周时间 t_1 的比值。

拨盘运动一周的时间：

$$t_1 = 2\pi / \omega_1$$

槽轮运动的时间：

$$t_2 = 2\Phi_1 / \omega_1$$

还知道：

$$2\Phi_1 = \pi - 2\Phi_2 = \pi - \frac{2\pi}{z}$$

运动系数 τ

$$\tau = \frac{t_2}{t_1} = \frac{2\Phi_1}{2\pi} = \frac{z-2}{2z} = \frac{1}{2} - \frac{1}{z}$$



由于 $\tau > 0$ ，故槽数 $z \geq 3$ 。

又因 $\tau < 0.5$ ，故此种单销槽轮机构的槽轮运动时间总是小于其静止时间。

具有 k 个均布圆销的槽轮机构的运动系数 τ 为

$$\tau = k(1/2 - 1/z)$$

$$\tau = \frac{t_2}{t_1} = \frac{2\Phi_1}{2\pi} = \frac{z-2}{2z} = \frac{1}{2} - \frac{1}{z}$$

因 $\tau \leq 1$ ，则有

$$k \leq 2z/(z-2)$$

由此可知，槽数与圆销数间的关系为

$$z=3, \quad k=1 \sim 6;$$

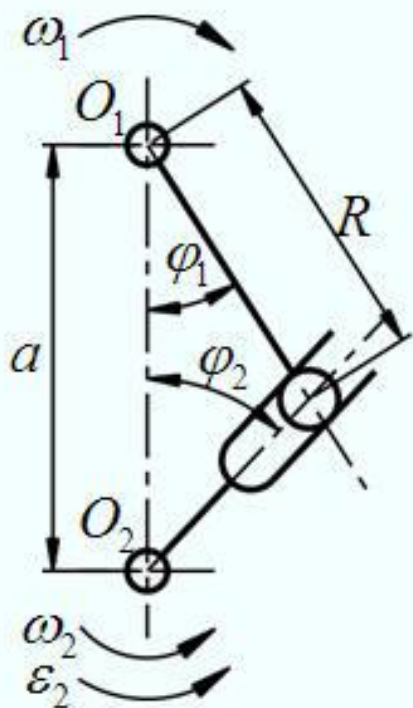
$$z=4, \quad k=1 \sim 4;$$

$$z=5、6, \quad k=1 \sim 3;$$

$$z \geq 7, \quad k=1 \sim 2。$$



2 槽轮机构的角速度和角加速度



转角之间的关系：

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{R \sin \varphi_1}{a - R \cos \varphi_1}$$

令：

$$\lambda = R/a \left(R = a \sin \Phi_2 = a \sin \frac{\pi}{z} \right)$$

有：

$$\varphi_2 = \arctan \left(\frac{\lambda \sin \varphi_1}{1 - \lambda \cos \varphi_1} \right)$$



分别对时间求一阶导数、和二阶导数，得：

$$\omega_2 = \frac{\lambda(\cos \varphi_1 - \lambda)}{1 - 2\lambda \cos \varphi_1 + \lambda^2} \cdot \omega_1$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\lambda(\lambda^2 - 1) \cdot \sin \varphi_1}{(1 - 2\lambda \cos \varphi_1 + \lambda^2)^2} \cdot \omega_1^2$$

令：

$$i_{21} = \omega_2 / \omega_1, k_\alpha = \varepsilon_2 / \omega_1^2$$

将上述 i_{21} 、 k_α 随 φ_1 的变化绘制成曲线，称为槽轮机构的运动特性曲线。（见教材P251，图9-21a）

分析：槽轮运动的 ω_{\max} 、 ε_{\max} 随 z 的增多而减小。圆销进入或退出径向槽时，角加速度有突变，故存在柔性冲击。 z 愈少，冲击愈大。



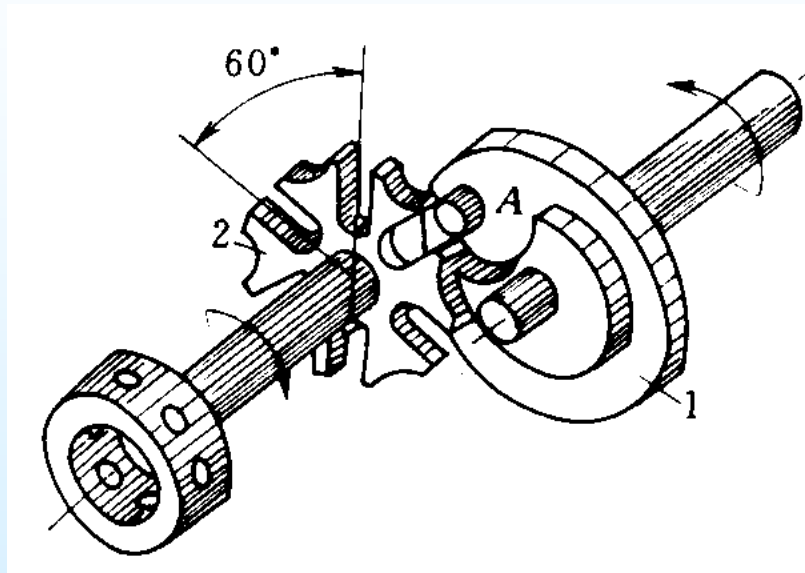
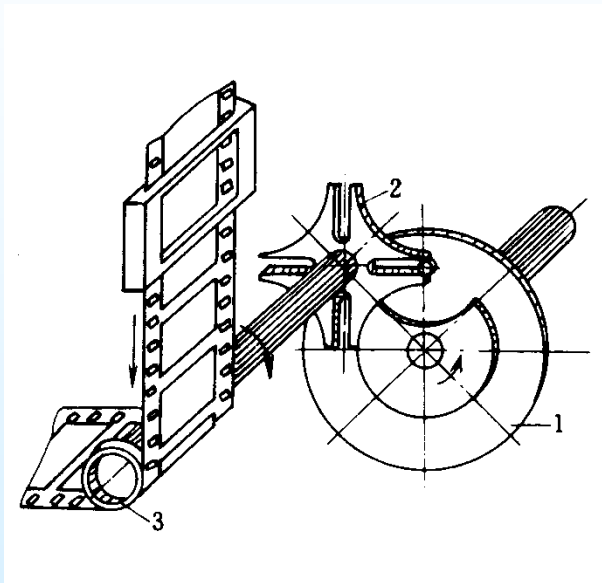
内、外槽轮机构的角速度和角加速度

z	$\omega_{2\max} / \omega_1$		$\varepsilon_{2\max} / \omega_1^2$	
	外槽轮机构	内槽轮机构	外槽轮机构	内槽轮机构
3	6.46	0.46	31.44	1.73
4	2.41	0.41	5.41	1.00
5	1.43	0.37	2.30	0.73
6	1.00	0.33	1.35	0.58
8	0.62	0.28	0.70	0.41

规格严格 功夫到家



五、槽轮机构的应用



电影放映机构 (00)

蜂窝煤压制机构 (00)

灌装机构 (00)



- § 9-1 棘轮机构
- § 9-2 槽轮机构
- § 9-3 不完全齿轮机构
- § 9-4 万向联轴器



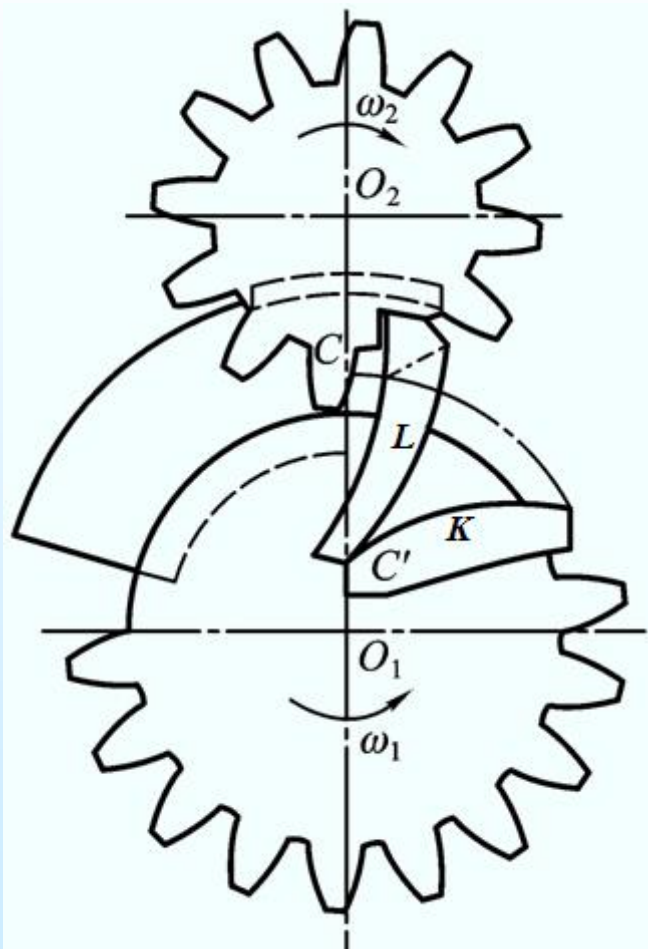
一、机构的工作原理及特点

由一个或一部分齿的主动轮与按动停时间要求而作出的从动轮相啮合，使从动轮作间歇回转运动。

不完全齿轮机构类型（00）

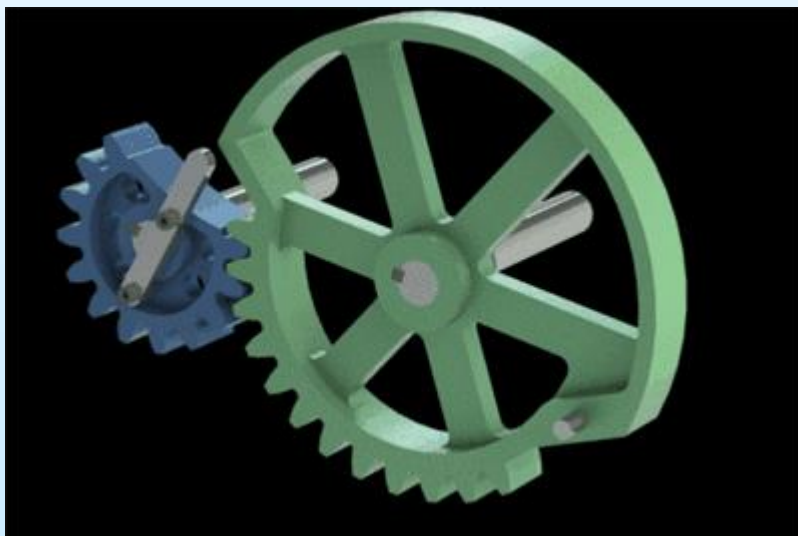


二、瞬心线附加杆



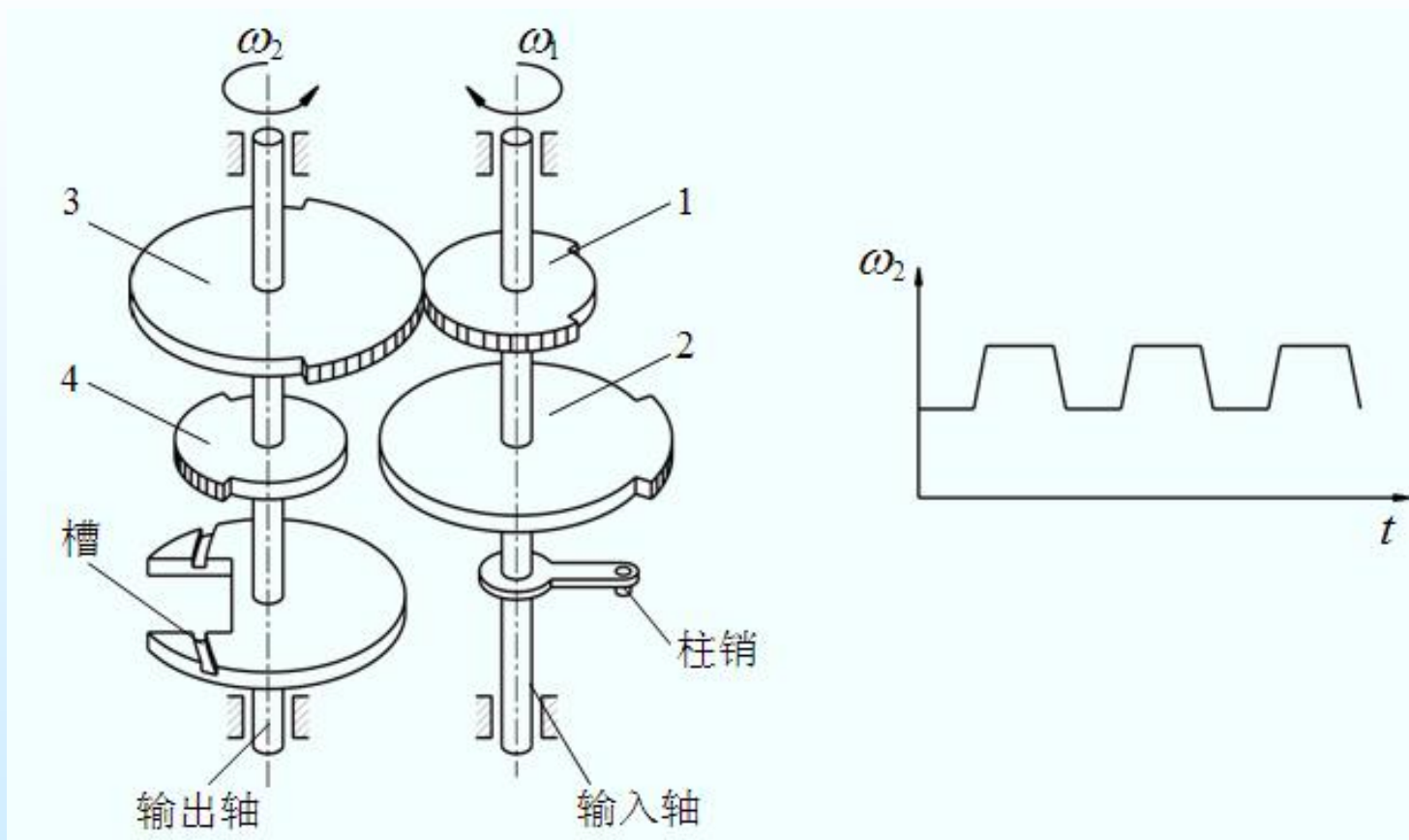
$$\omega_2 = \frac{O_1 C'}{O_2 C'} \omega_1$$

瞬心线附加杆





三、应用案例



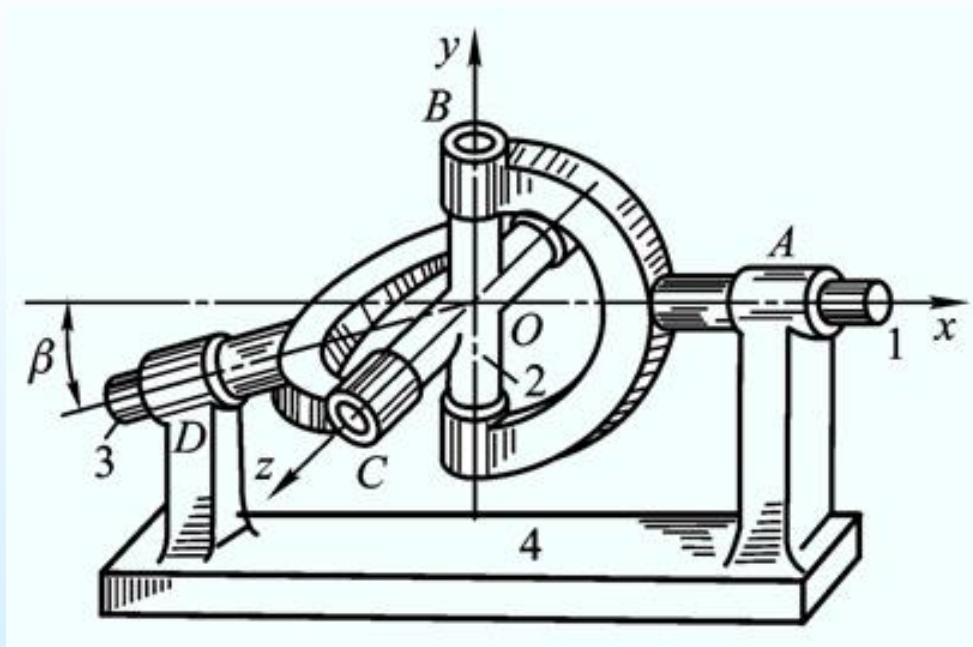
用于雷达的变速扫描机构



- § 9-1 棘轮机构
- § 9-2 槽轮机构
- § 9-3 不完全齿轮机构
- § 9-4 万向联轴器



一、单万向节结构及运动学关系



运动学关系

$$\cos \beta = \frac{\tan \varphi_1}{\tan \varphi_3}$$

微分后，整理

$$\frac{\omega_3}{\omega_1} = \frac{\cos \beta}{1 - \sin^2 \beta \cos^2 \varphi_1}$$

单万向节铰链 (00)

讨论：输出轴速度的变化 (P259)



单万向联轴器的特点

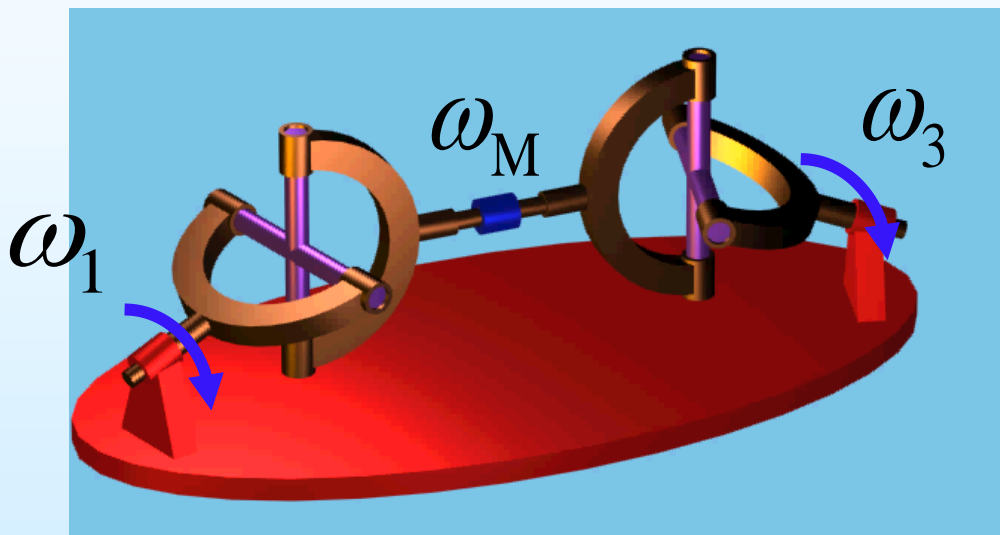
$$\frac{\omega_3}{\omega_1} = \frac{\cos \beta}{1 - \sin^2 \beta \cos^2 \varphi_1}$$

- 1、可以传递空间交叉轴之间的运动和动力；
- 2、主、从动轴之间的整周传动比为1；
- 3、运动过程中，当两轴夹角在一定值范围内变化不影响正常工作；
- 4、当两轴夹角不为0时，主、从动轴之间的瞬时传动比不为1。



二. 双万向铰链机构

为了消除从动轴变速转动的缺点，常将两个单万向铰链机构串联实用，构成双万向铰链机构。



双万向节铰链1 (00)

钻方孔 (00)

$$\frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{\omega_1}{\omega_M} \cdot \frac{\omega_M}{\omega_3} = \frac{\cos \beta_1}{1 - \sin^2 \beta_1 \cos^2 \varphi_{M_1}} \cdot \frac{1 - \sin^2 \beta_3 \cos^2 \varphi_{M_3}}{\cos \beta_3}$$



$$\frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{\cos \beta_1}{1 - \sin^2 \beta_1 \cos^2 \varphi_{M_1}} \cdot \frac{1 - \sin^2 \beta_3 \cos^2 \varphi_{M_3}}{\cos \beta_3}$$

$\frac{\omega_1}{\omega_3} \equiv 1$ 必须满足下列两条件:

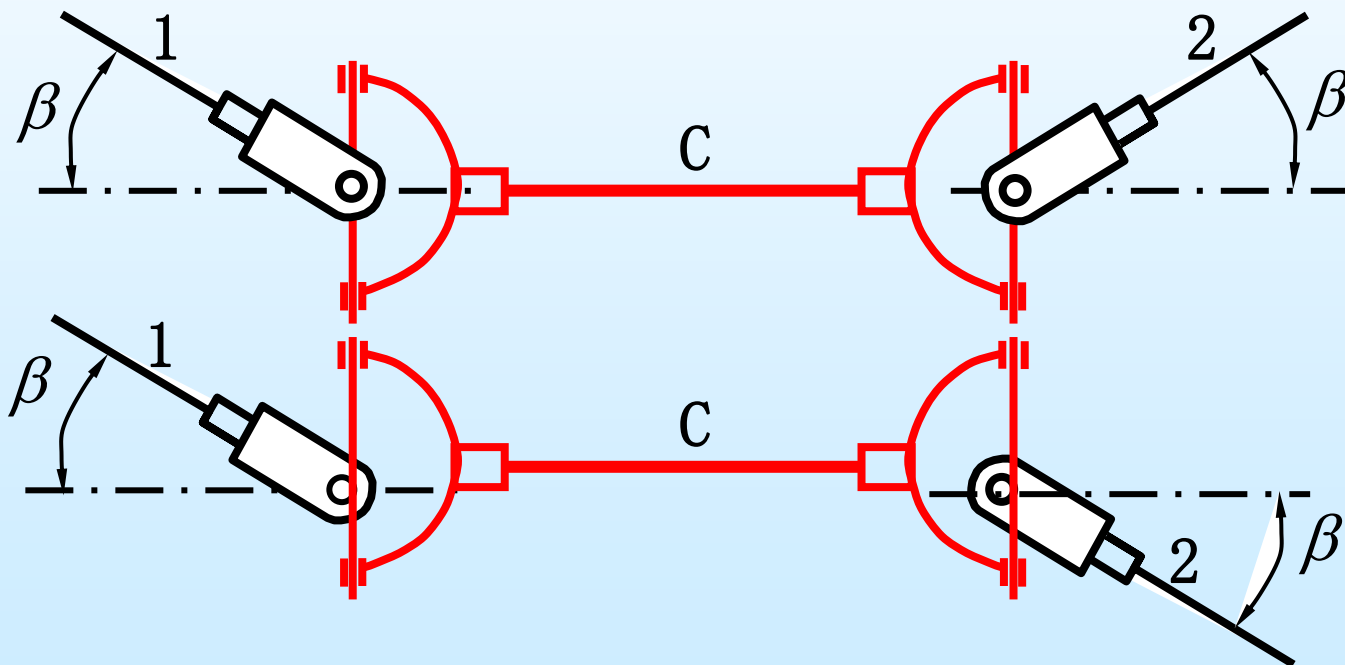
(1) $\beta_1 = \beta_3$ 即主动轴与中间轴的夹角等于从动轴与中间轴的夹角

(2) $\varphi_{M_1} = \varphi_{M_3}$ 且中间轴两端的叉面必须位于同一平面内。



安装要求：

- ①主动、从动、中间三轴共面；
- ②主动轴、从动轴的轴线与中间轴的轴线之间的夹角应相等；
- ③中间轴两端的叉面应在同一平面内。





谢谢!



规格严格 功夫到家