

# 第5章 凸轮机构及 简谐运动机构


5.1 凸轮机构

5.2 间歇运动机构

习题



## 5.1 凸轮机构

凸轮机构是机械中的常用机构之一，它是由具有特殊曲线轮廓或凹槽的构件，通过高副接触使从动件实现预期的任意运动规律的一种高副机构。在制动机构、印刷机、闹钟和各种电气开关，尤其是自动机械和自动控制装置中常使用凸轮机构。 

### 5.1.1 凸轮机构的组成及应用


凸轮机构是由凸轮、从动件、机架三个基本构件组成的高副机构。凸轮是一个具有曲线轮廓或凹槽的构件，它运动时，通过高副接触可以使从动件获得连续或不连续的任意预期运动。 

图5-1所示为内燃机的配气机构。图中具有曲线轮廓的构件1叫做凸轮，当它等速转动时，其曲线轮廓通过与气阀2的平底接触，使气阀有规律地开启和闭合。工作时对气阀的动作程序及速度和加速度都有严格的要求，这些要求都是通过凸轮1的轮廓曲线来实现的。🌸🌸

图5-2所示为自动机床的进刀机构。图中具有曲线凹槽的构件1叫做凸轮，当它等速转动时，其上曲线凹槽的侧面推动从动件2绕固定点O作往复摆动，通过固结在构件2上的扇形齿轮和固结在刀架上的齿条3，控制刀架作进刀和退刀运动。刀架的运动规律取决于凸轮1上曲线凹槽的形状。🌸

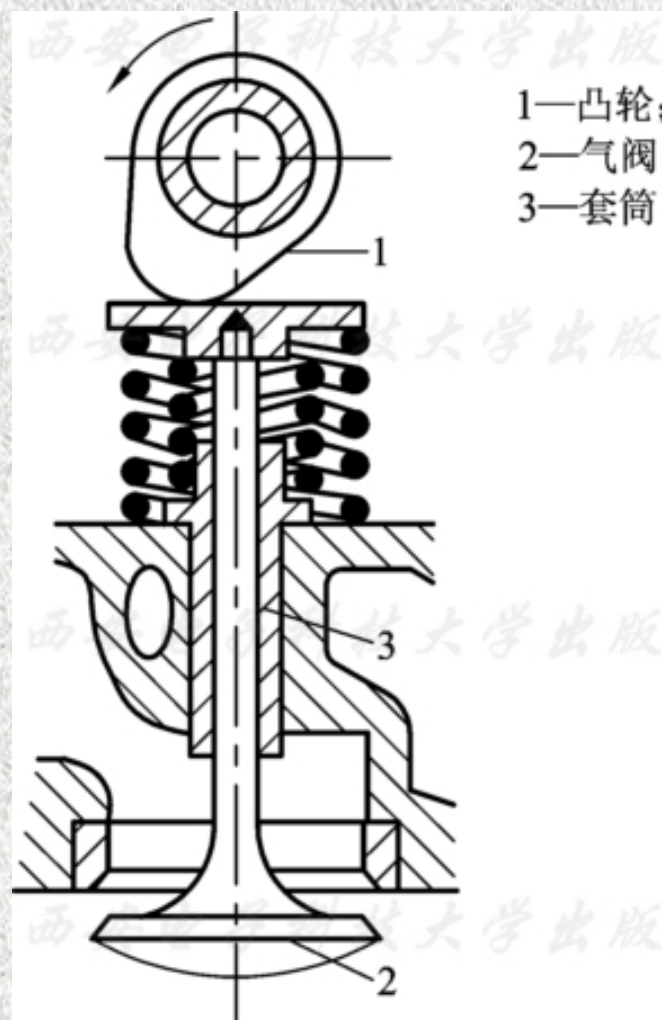


图5-1 内燃机配气机构

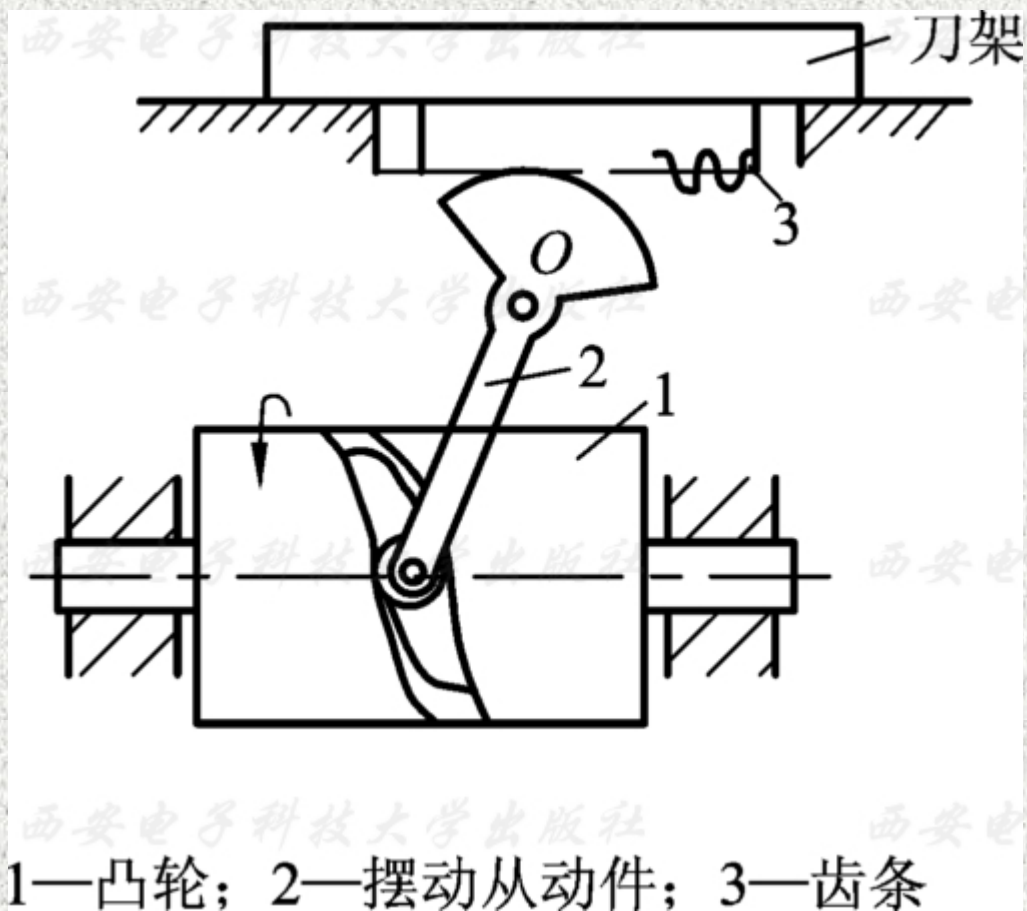


图5-2 自动机床进刀机构

## 5.1.2 凸轮机构的类型

凸轮机构的种类很多，通常按以下几个不同的方法进行分类。

### 1. 按照凸轮的形状分类

(1) 盘形凸轮。它是一个绕固定轴线转动并且向径变化的盘状零件，如图5-1中的凸轮所示。盘形凸轮是凸轮的基本形状，其他形状的凸轮都是由盘形凸轮演化而来的。

(2) 移动凸轮。当盘形凸轮的回转半径趋向无穷大、凸轮回转中心趋于无穷远时，凸轮轮廓相对机架作直线移动，这种凸轮称为移动凸轮。图5-3中的构件1即为移动凸轮，作为车削母线为曲线的回转零件的靠模。

以上两种凸轮机构中，凸轮与从动件之间的相对运动均为平面运动，故又称平面凸轮机构。

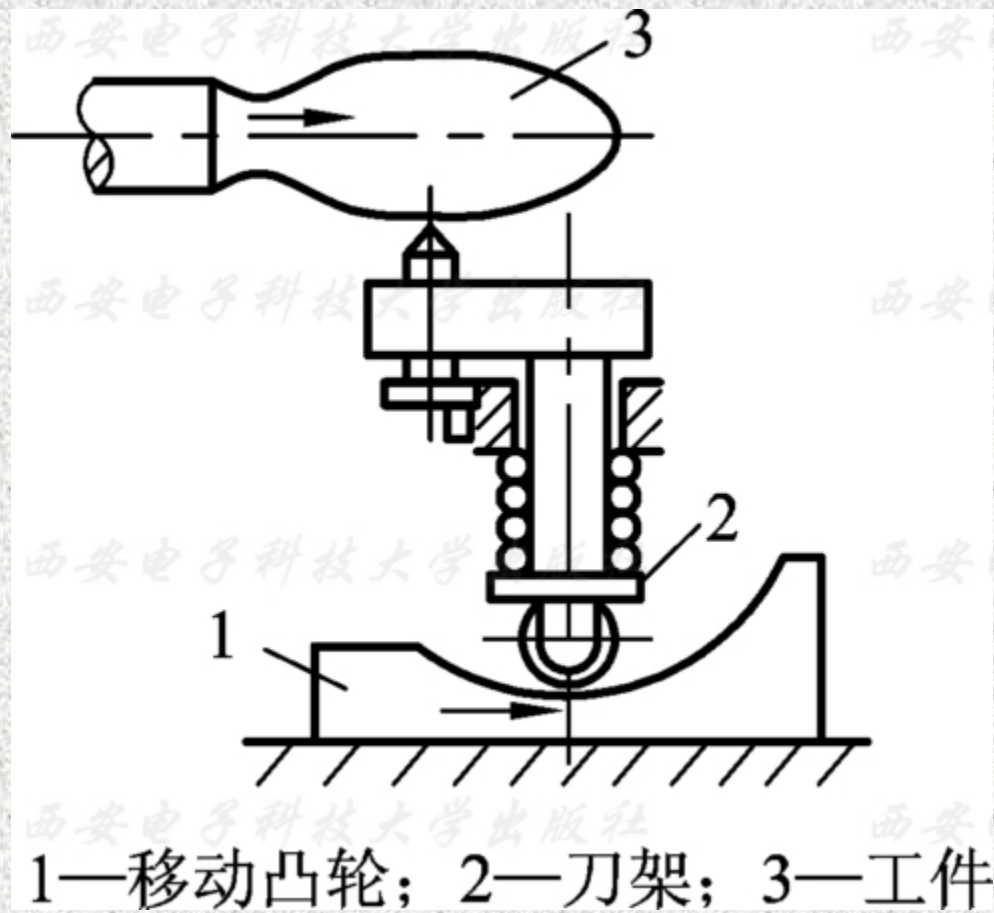


图5-3 移动凸轮机构

(3)圆柱凸轮，其可以看做是把移动凸轮卷成圆柱状演化而成，如图5-2中的凸轮所示。在这种凸轮机构中，凸轮与从动件之间的相对运动是空间运动，所以它属于空间机构。❖

## 2.按从动件的结构形式分类❖

(1)尖底从动件,如图5-4(a)所示。从动件的尖底能与任意复杂的凸轮轮廓保持接触，从而使从动件能实现任意预期的运动规律。这种从动件结构最简单，但尖底处易磨损，故只适用于速度较低和传力不大的场合。❖

(2)曲面从动件。为了克服尖底从动件的缺点，可把从动件的底部做成曲面形状，如图5-4(b)所示，这种结构形式的从动件称为曲面从动件。❖



(3)滚子从动件。在从动件的底部装一滚子，即成为滚子从动件，如图5-4(c)所示。滚子与凸轮之间的摩擦为滚动摩擦，摩擦阻力小，不易磨损，且可承受较大载荷。🔥

(4)平底从动件，从动件的底部为平面，如图5-4(d)所示。从动件与凸轮轮廓之间为线接触，接触处易形成油膜，便于润滑。此外，在不计摩擦时，凸轮对从动件的作用力始终垂直于从动件的平底，故受力平稳，传动效率高，适用于高速场合。缺点是要求与其相配的凸轮轮廓必须全部为外凸形状。

### 3.按从动件的运动形式分类🔥

(1)直动从动件,如图5-4(a)、(d)所示，机构中的从动件作往复直线移动。🔥

(2)摆动从动件,如图5-4(b)、(c)所示，机构中的从动件作往复摆动。🔥 🔥

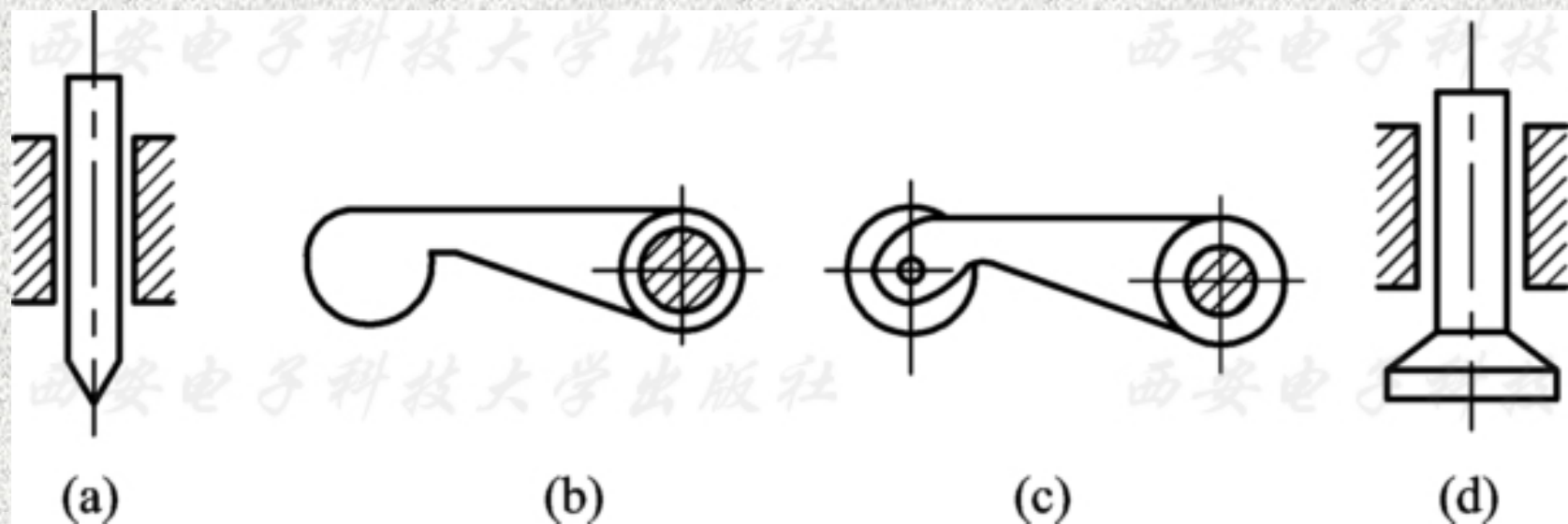


图5-4 从动件的类型

## 4.按从动件与凸轮保持高副接触的方式分类

(1)力封闭的凸轮机构。所谓力封闭，是指利用重力、弹簧力或其他外力使从动件与凸轮轮廓始终保持接触。图5-1所示的凸轮机构，就是利用了弹簧力保持从动件与凸轮的高副接触。

(2)几何封闭的凸轮机构。所谓几何封闭，是指利用高副元素本身的几何形状使从动件与凸轮轮廓始终保持接触。常用的几何封闭方法有以下几种：

①槽形凸轮机构。如图5-2、图5-5(a)所示,凸轮轮廓做成凹槽，从动件的滚子置于凹槽中，依靠凹槽两侧的轮廓曲线使从动件与凸轮在运动过程中始终保持接触。这种封闭方式简单，但是加大了凸轮的尺寸和重量。

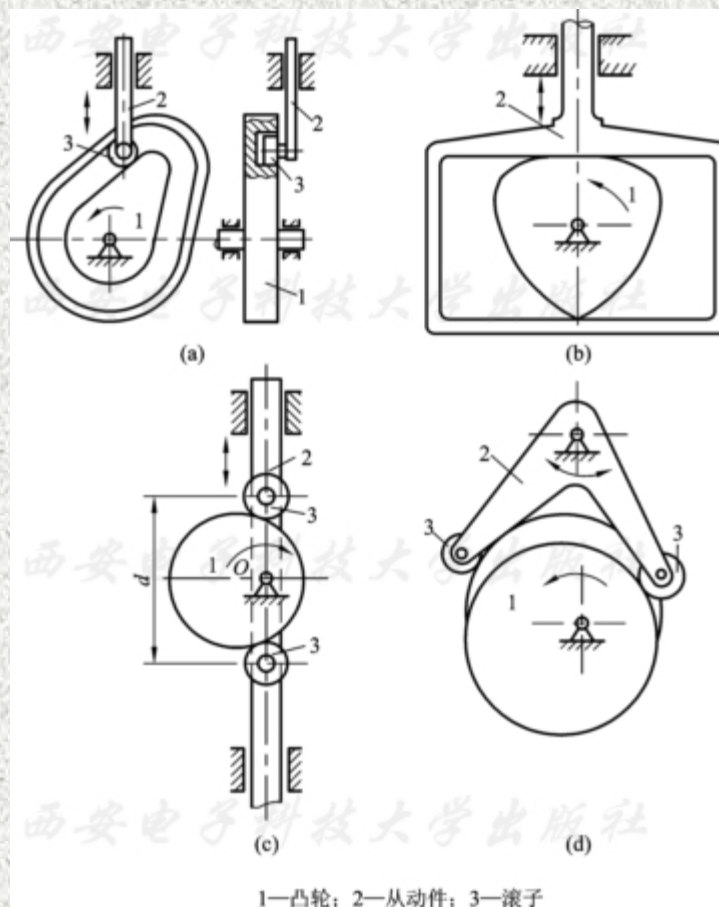




图5-5 凸轮机构的几何封闭方式  
 (a)槽形凸轮机构； (b)等宽凸轮机构；  
 (c)等径凸轮机构； (d)共轭凸轮机构


②等宽凸轮机构。在图5-5(b)所示的凸轮机构中，从动件做成了矩形框架形式，而凸轮廓线上任意两条平行切线间的距离都等于框架内侧的宽度，因此凸轮轮廓与从动件可始终保持接触。缺点是从动件运动规律的选择受到一定的限制，即当 $180^\circ$ 范围内的凸轮廓线根据从动件的运动规律确定以后，其余 $180^\circ$ 范围内的凸轮廓线必须根据等宽的条件来确定。


 ③等径凸轮机构。如图5-5(c)所示的凸轮机构，从动件上安装了两个滚子，而通过凸轮回转中心的任一径向线都相等，恒等于两滚子之间的距离，因而可使凸轮轮廓与两滚子始终保持接触。这种凸轮机构的缺点与等宽凸轮机构相同，即当 $180^\circ$ 范围内的凸轮廓线根据从动件的运动规律确定后，另外 $180^\circ$ 范围内的凸轮廓线必须根据等径的原则确定，因此从动件运动规律的选择受到一定的限制。 

④共轭凸轮机构。在图5-5(d)所示的凸轮机构中，从动件上安装的两个滚子分别与固结在一起的两个凸轮接触，其中的一个凸轮(称为主凸轮)推动从动件完成正行程的运动，另一个凸轮(称为副凸轮)则推动凸轮完成反行程的运动，这种凸轮机构称为共轭凸轮机构。它克服了等宽、等径凸轮机构的缺点，使从动件的运动规律可以在 $360^\circ$ 的范围内任意选择。缺点是结构较复杂，制造精度要求较高。❖

将各种不同形式的从动件和各种不同形式的凸轮组合起来，就可以得到各种不同类型的凸轮机构，例如图5-1所示的凸轮机构可以命名为对心移动平底从动件盘形凸轮机构，图5-2所示的凸轮机构可以命名为摆动滚子从动件圆柱凸轮机构。

### 5.1.3 凸轮机构的特点

凸轮机构的主要优点是：机构中的构件很少，而且占据的空间较小，是一种结构十分简单、紧凑的机构；凸轮机构的应用非常灵活，只要适当地设计凸轮的轮廓曲线，就可以实现从动件任意预期的运动规律。 


凸轮机构的缺点在于：凸轮轮廓与从动件之间是点或线接触的高副，易于磨损，故多用于传力不大的场合。 



## 5.2 间歇运动机构

### 5.2.1 棘轮机构

#### 1. 棘轮机构的工作原理和类型

如图5-6(a)所示，棘轮机构是由棘轮、棘爪及机架等所组成。主动杆1空套在与棘轮3固连的从动轴上。驱动棘爪4与杆1用转动副 $(\odot)A(\odot)$ 相联。当杆1逆时针方向摆动时，主动棘爪4便插入棘轮3的齿槽，使棘轮跟着转过一个角度。这时止回棘爪5在棘轮的齿背上滑过。当杆1顺时针方向摆动时，棘爪5阻止棘轮发生顺时针方向转动，同时棘爪4在棘轮的齿背上滑过，所以此时棘轮静止不动。这样，当杆1作连续的往复摆动时，棘轮3和从动轴便作单向的间歇转动。杆1的摆动可由凸轮机构、连杆机构或电磁装置等得到。 



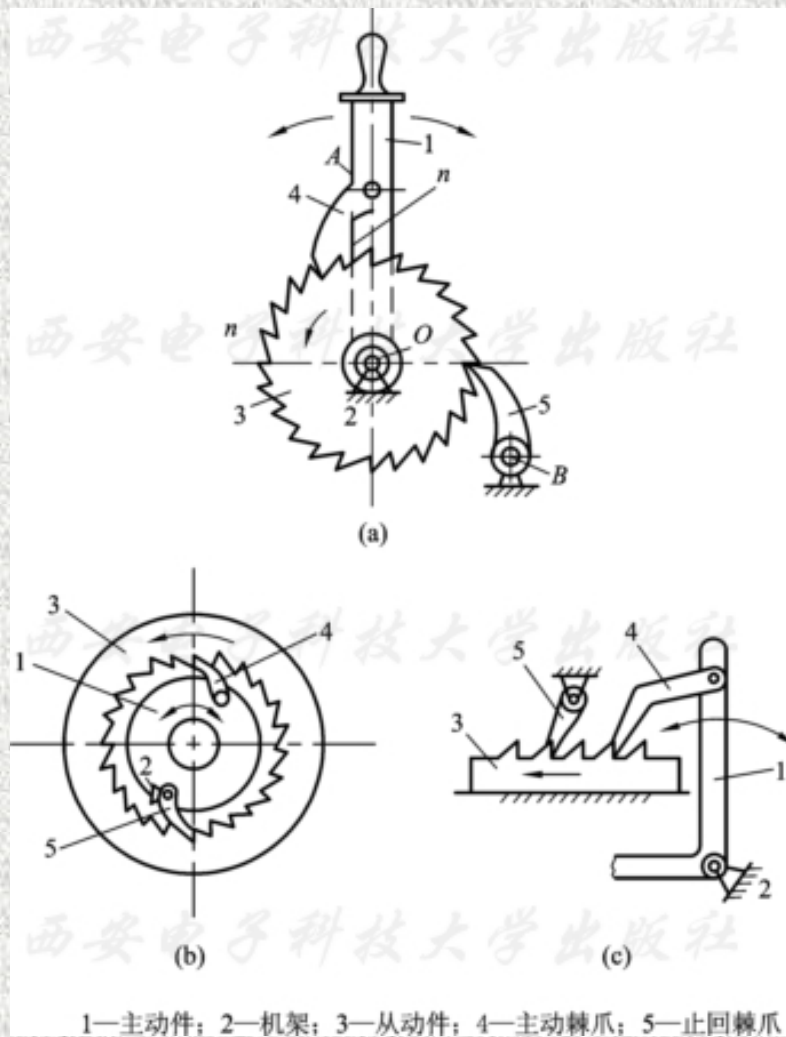


图5-6 轮齿式棘轮机构

按照结构特点，常用的棘轮机构有下列两大类。❖

### 1) 轮齿式棘轮机构 ❖

轮齿式棘轮机构有外啮合(如图5-6(a)所示)、内啮合(如图5-6(b)所示)两种形式。当棘轮的直径为无穷大时，变为棘条(如图5-6(c)所示)，此时棘轮的单向转动变为棘条的单向移动。

❖ ❖ 根据棘轮的运动又可分为：❖

(1) 单向式棘轮机构(如图5-6所示)。它的特点是主动杆向一个方向摆动时，棘轮沿同方向转过某一角度；而主动杆反向摆动时，棘轮静止不动。图5-7所示为双动式棘轮机构，当摇杆往复摆动时，都能使棘轮沿单一方向转动。

单向式棘轮采用的是不对称齿形，常用的有锯齿形齿(如图5-8(a)所示)、直线形三角齿(如图5-8(b)所示)及圆弧形三角齿(如图5-8(c)所示)。❖

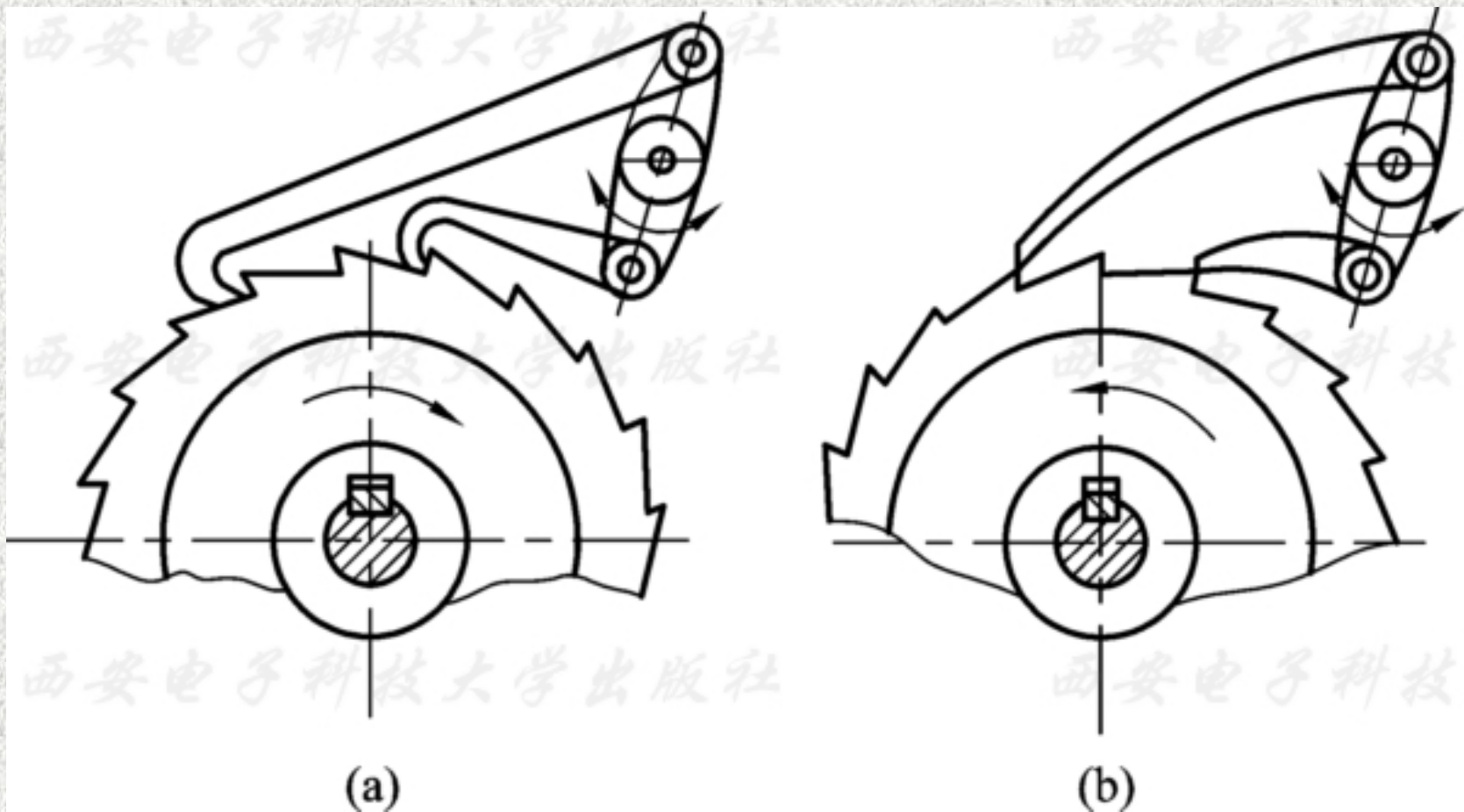


图5-7 双动式棘轮机构

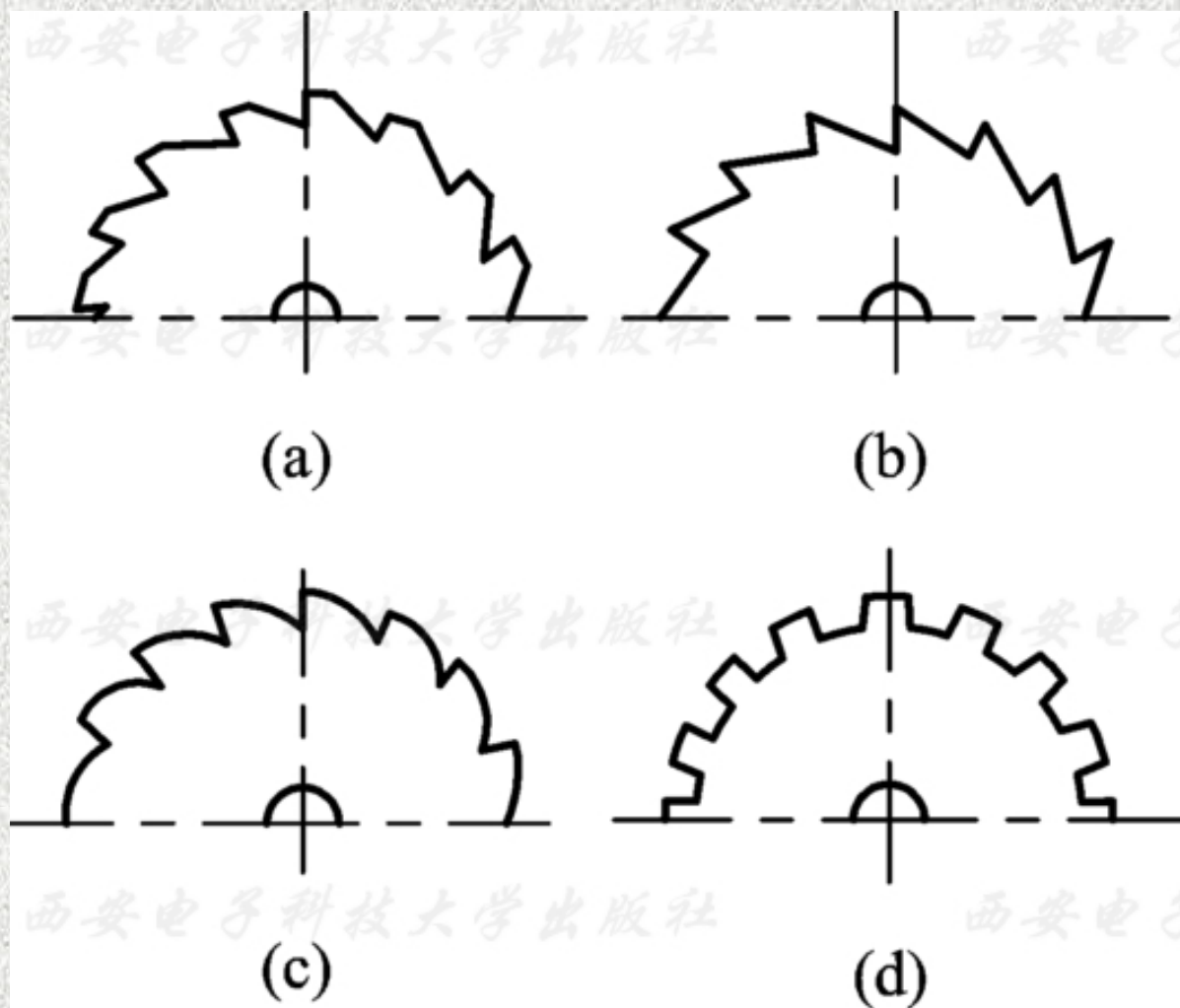


图5-8 棘轮齿形

(2)双向式棘轮机构(如图5-9所示)。它的特点是当棘爪处在图示位置*B*时,棘轮可获得逆时针单向间歇运动;而当把棘爪绕其轴销*A*翻转到双点划线所示位置*B'*时,棘轮即可获得顺时针单向间歇运动。🔥

双向式棘轮机构的棘轮一般采用矩形齿(如图5-8(d)所示)。

## 2)摩擦式棘轮机构

图5-10所示为摩擦式棘轮机构,它的工作原理与轮齿式棘轮机构相同,只不过用偏心扇形块代替棘爪,用摩擦轮代替棘轮。当杆1逆时针方向摆动时,扇形块2楔紧摩擦轮3成为一体,使轮3也一同逆时针方向转动,这时止回扇形块4打滑;当杆1顺时针方向转动时,扇形块2在轮3上打滑,这时,扇形块4楔紧,以防止轮3倒转。这样当杆1作连续反复摆动时,轮3便得到单向的间歇运动。

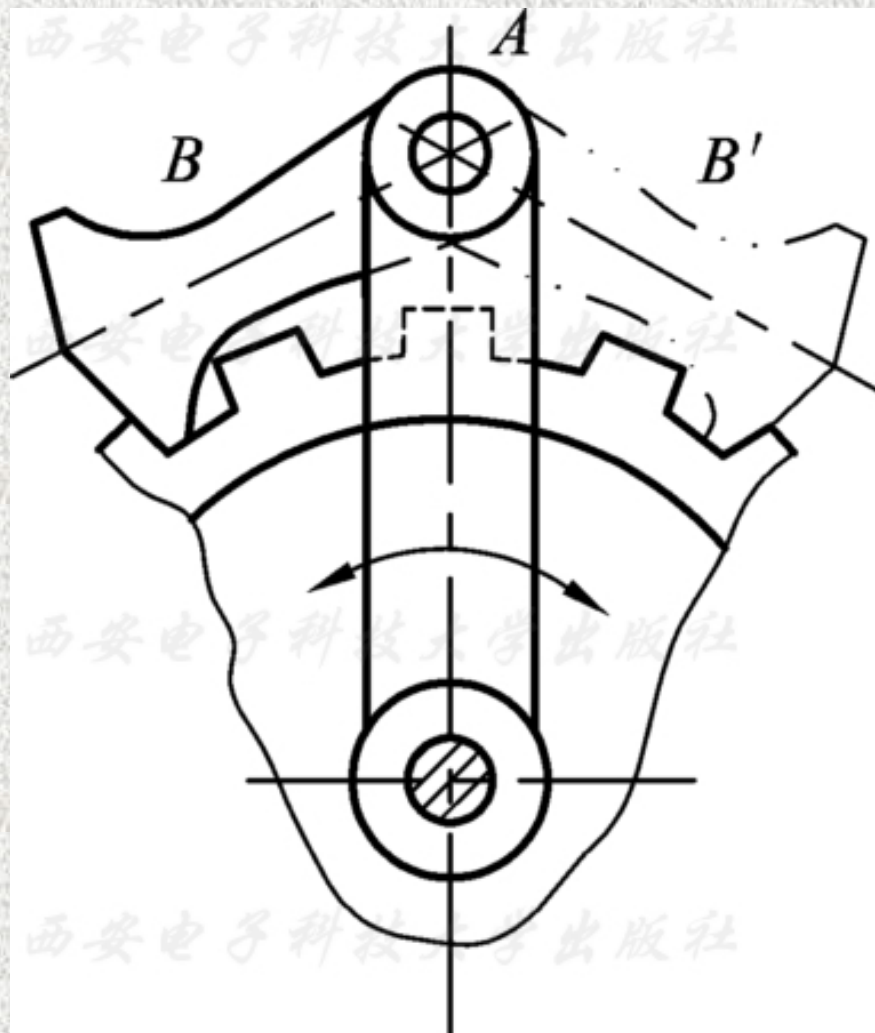


图5-9 双向式棘轮机构

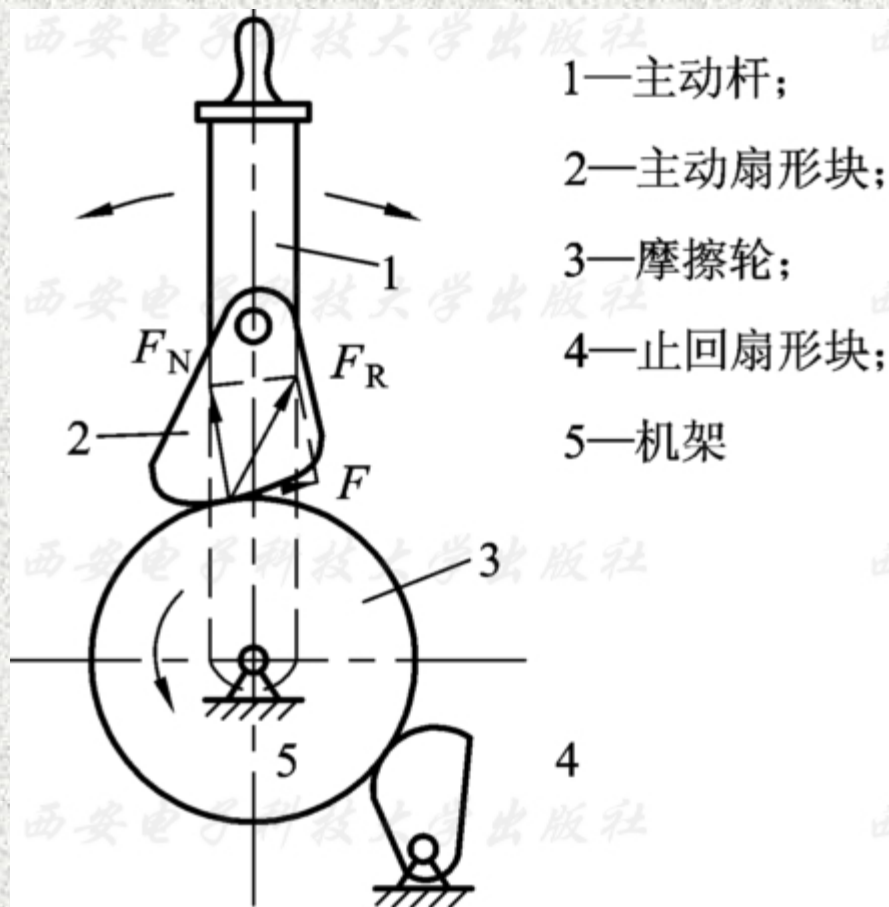
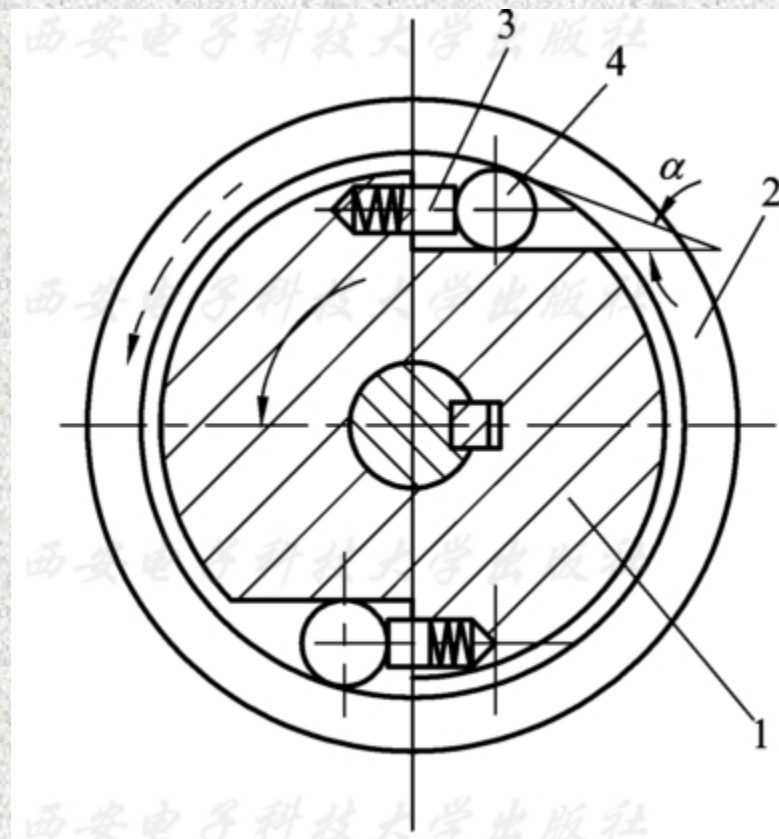


图5-10 摩擦式棘轮机构

如图5-11所示的单向离合器，可看做是内接摩擦式棘轮机构。此机构由星轮1、套筒2、弹簧顶杆3及滚柱4等组成。若星轮1为主动件，则当其逆时针回转时，滚柱借摩擦力而滚向楔形空隙的小端，并将套筒楔紧，使其随星轮一同回转；而当星轮顺时针回转时，滚柱被滚到空隙的大端，而将套筒松开，这时套筒静止不动。这种机构可同时用作单向离合器和超越离合器。所谓单向离合器，是指当主动星轮1逆时针转动时，套筒2与星轮1结合在一起转动，而在星轮1顺时针转动时，两者分离。而所谓超越离合器，是指当主动星轮1逆时针转动时，如果套筒2逆时针转动的速度超过了主动轮1的转速，两者便将自动分离，套筒2以较高的速度自由转动。自行车中的所谓“飞轮”也是一种超越离合器(如图5-12所示)。





1—星轮；2—套筒；3—弹簧顶杆；4—滚柱

图5-11 超越离合器

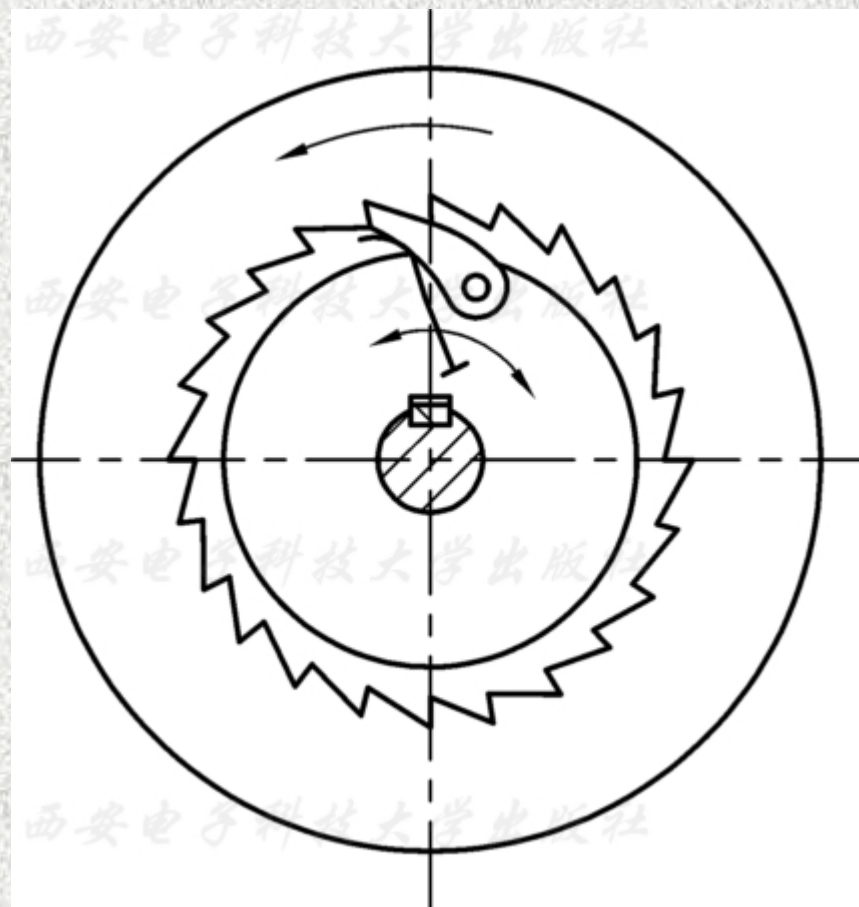


图5-12 自行车中的超越离合器

## 2. 棘轮机构的优缺点和应用

(1) 轮齿式棘轮机构运动可靠，从动棘轮的转角容易实现有级的调节，但在工作过程中有噪声和冲击，棘齿易磨损，在高速运动时尤其严重，所以常用在低速、轻载下实现间歇运动。如图5-13所示的牛头刨床工作台的横向进给机构中，通过齿轮1、2，曲柄摇杆机构2、3、4，棘轮机构4、5、7来使与棘轮固联的丝杠6作间歇转动，从而使牛头刨床工作台实现横向间歇进给。若要改变工作台横向进给的大小，可改变曲柄长度 $\overline{O_2A}$ 的大小来实现。当棘爪7处于图示状态时，棘轮5沿逆时针方向作单向间歇进给。若将棘爪7拔出绕本身轴线转 $180^\circ$ 再放下，由于棘爪工作面的改变，因而棘轮将改为沿顺时针方向单向进给。



为改变棘轮每次转过角度的大小，还可采用图5-14所示的方法，即在棘轮外加装一个棘轮罩4，用以遮盖摇杆摆角范围内的一部分棘齿。这样，当摇杆逆时针摆动时，棘爪先在罩上滑动，然后才嵌入棘轮的齿间来推动棘轮转动。被罩遮住的齿越多，则棘轮每次转过的角度就越小。🔥

(2)棘轮机构可用于转位、分度、计数等场合。图5-15所示为棘轮机构用作冲床工作台自动转位机构的例子。在此机构中，转盘式工作台与棘轮固联，ABCD为一空间四杆机构。当滑块D(即冲头)上升时摇杆AB顺时针摆动，并通过棘爪带动棘轮和工作台顺时针转位。当冲头下降进行冲压时，摇杆逆时针摆动，则棘爪在棘轮上滑动，工作台不动。🔥

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/368062024057007006>