

第3章 平面机构的运动简图 及其自由度

3.1 运动副及其分类

3.2 平面机构的组成及其运动简图

3.3 平面机构的自由度

习题



所有构件的运动平面都相互平行的机构称为平面机构，否则称为空间机构。由于平面机构应用得非常广泛，且对其进行分析和综合比空间机构要容易一些，故在本课程中主要研究平面机构。🔥

机构是具有确定相对运动的构件组合。显然，任意拼凑起来的构件组合不一定能产生运动，即使能动，也不一定具有确定的相对运动。因此，研究构件的组合在什么条件下才能成为机构，这对于分析现有机构或创造新机构都是非常重要的。🔥

在机械中，由于实际构件的结构往往比较复杂，为了便于分析和研究，需要用简单的线条和符号来绘制机构的运动简图，以表达机构各构件之间的运动关系。因此，机构运动简图的绘制方法也是应该掌握的。

3.1 运动副及其分类

机构由若干个相互联接起来的构件组成。机构中两构件之间直接接触并能作相对运动的可动联接，称为运动副。例如轴与轴承之间的联接，活塞与汽缸之间的联接，凸轮与推杆之间的联接，两齿轮的齿和齿之间的联接等。

在平面运动副中，两构件之间的直接接触有三种情况：点接触、线接触和面接触。按照接触特点，通常把运动副分为低副和高副两类。

1) 低副

两构件通过面接触构成的运动副称为低副。根据两构件间的相对运动形式，低副又分为移动副和转动副。两构件间的相对运动为直线运动的，称为移动副，如图3-1所示；两构件间的相对运动为转动的，称为转动副或铰链副，如图3-2所示。

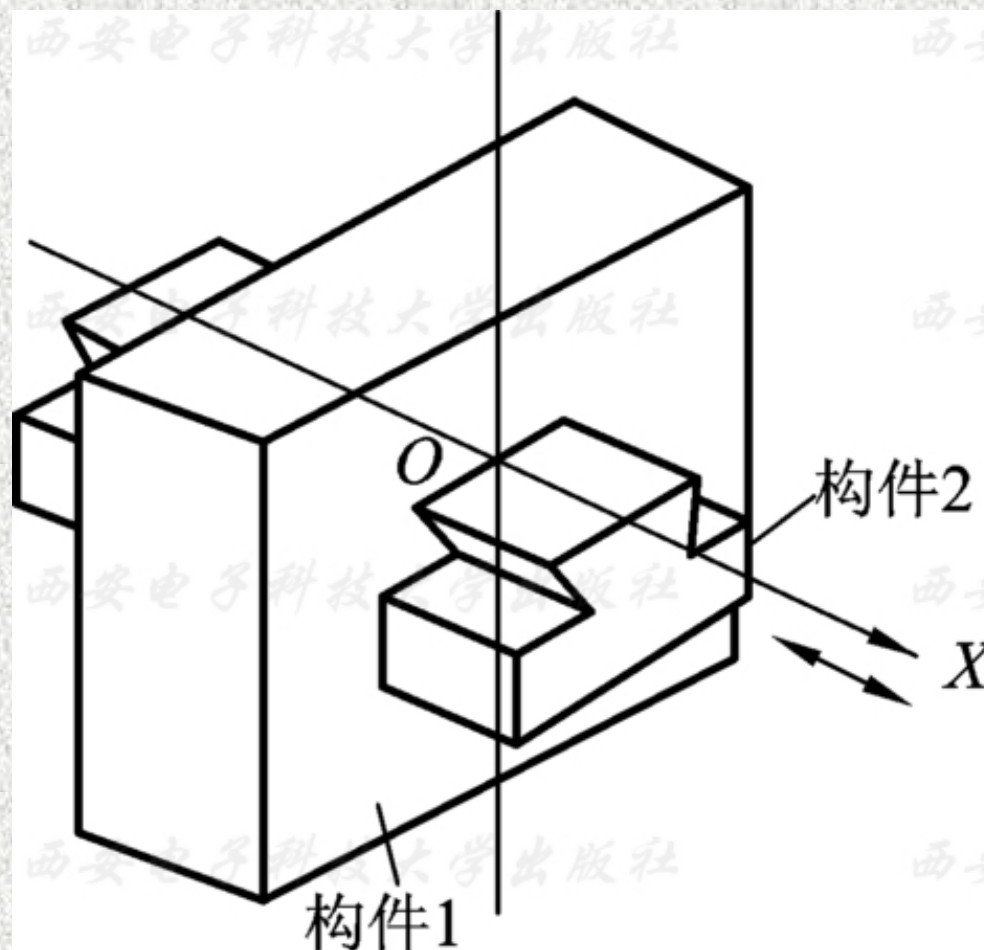


图3-1 移动副

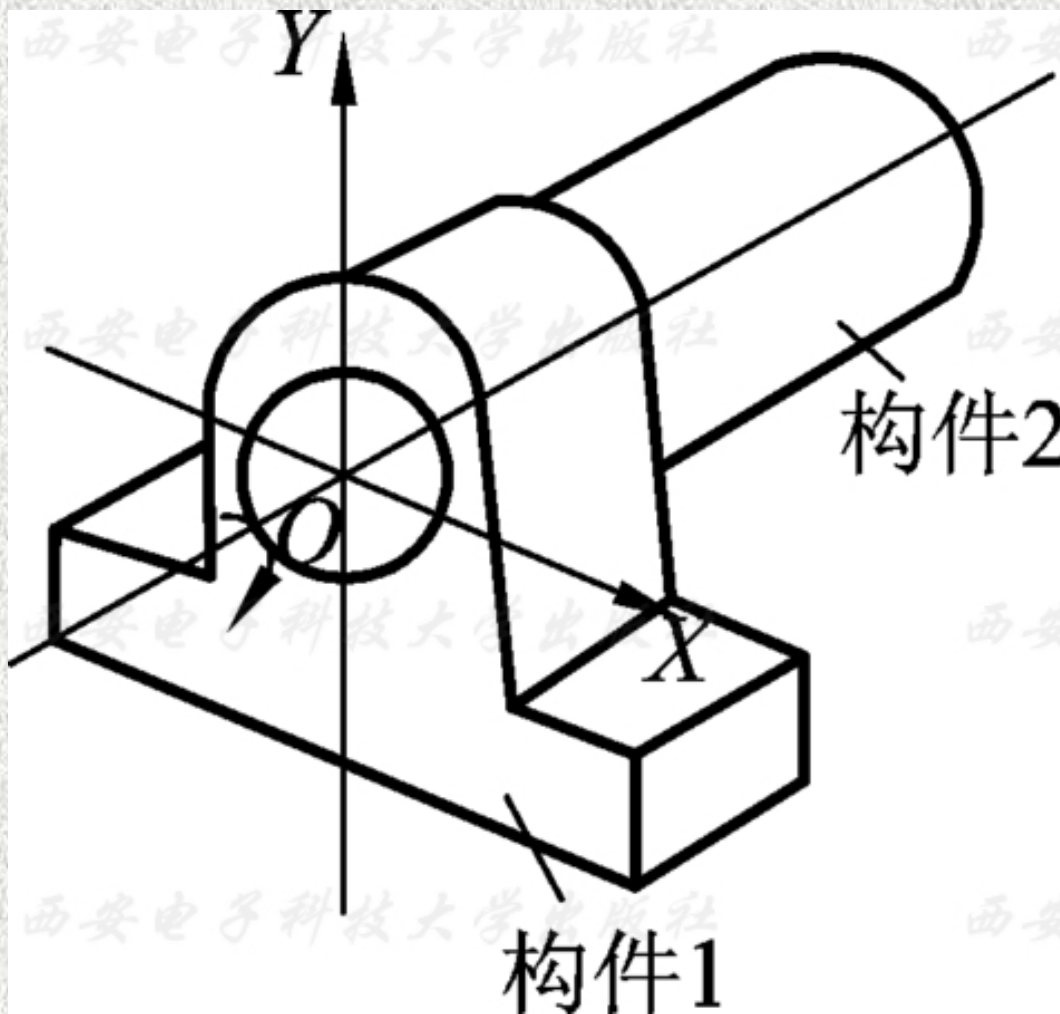




图3-2 转动副

2)高副

两构件通过点或线接触构成的运动副称为高副。如图3-3(a)所示，凸轮与尖顶推杆构成高副；如图3-3(b)所示，两齿轮轮齿啮合处也构成高副。 

低副因通过面接触而构成运动副，故其接触处的压强小，承载能力大，耐磨损，寿命长，且因其形状简单，所以容易制造。低副的两构件之间只能作相对滑动，而高副的两构件之间则可作相对滑动或滚动，或两者并存。 

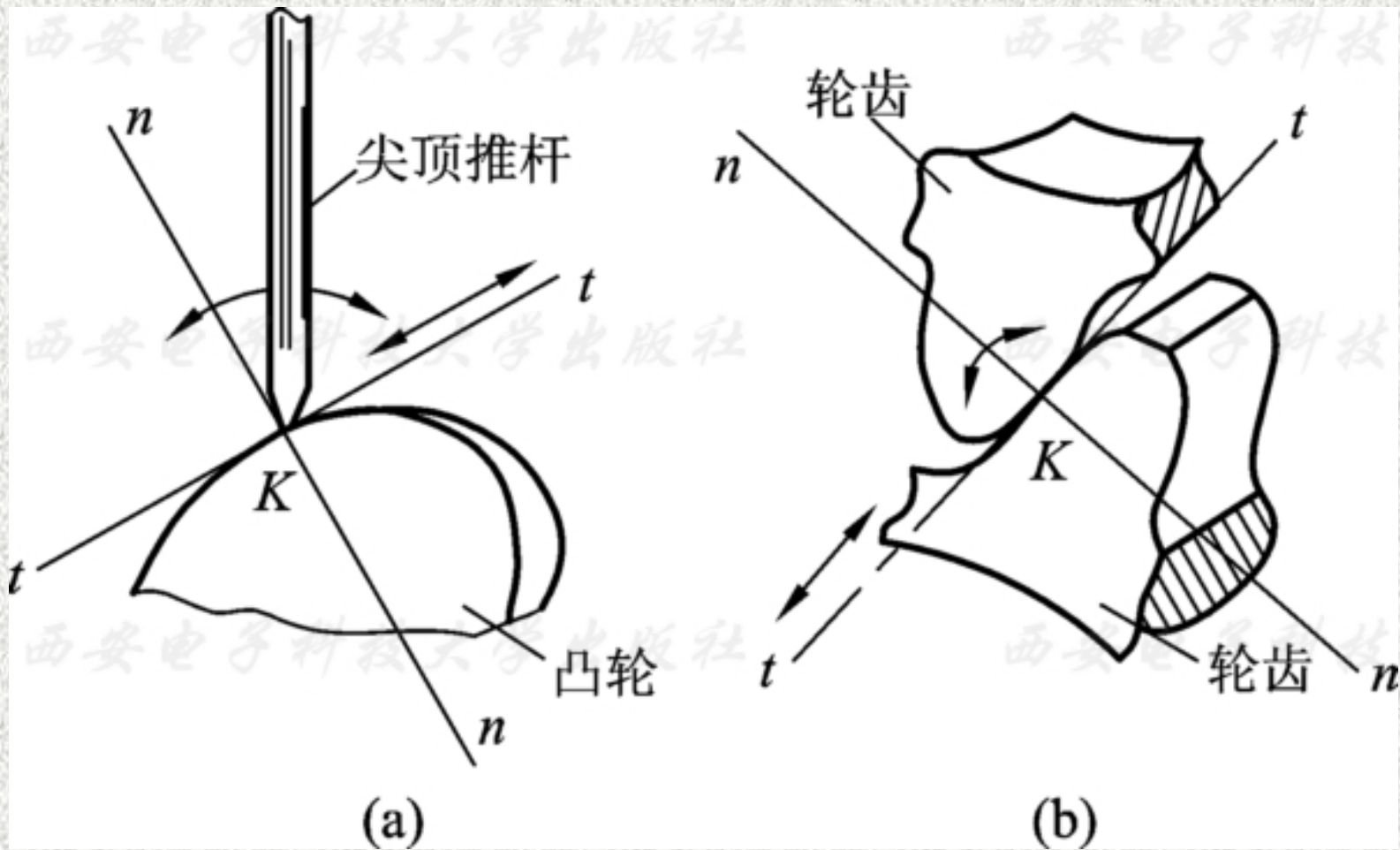


图3-3 高副



3.2平面机构的组成及其运动简图

3.2.1机构中构件的分类

机构中的构件可分为以下3类：

(1)固定件或机架——用来支撑活动构件的构件。研究机构中活动构件的运动时，常以固定件作为参考坐标系。

(2)原动件——运动规律已知的活动构件。它的运动是由外界输入的，故又称为输入构件。

(3)从动件——机构中随着原动件的运动而运动的其余活动构件。其中，输出预期运动的从动件称为输出构件，其他从动件则起传递运动的作用。

3.2.2 机构运动简图

为了便于研究机构的运动，可将与运动无关的因素抛开，用规定的符号和简单的线条表示运动副和构件，并按一定比例表示各运动副间的相对位置，绘制机构的简单图形，这种能准确表达机构运动特性的简单图形称为机构运动简图。机构运动简图能反映机构中各构件间真实的相对运动关系，因而可用于图解法求机构的速度和加速度。只为表明机构的结构状况时，也可以不按比例绘制简图。通常把这种简图称为机构示意图。

1. 运动副和构件的代表符号

为了便于绘制机构运动简图，运动副常常用简单的符号来表示，表示方法如表3-1所示。其中高副应画出两构件在接触处的实际曲线轮廓。

表3-1 常用运动副的符号

运动副名称		运动副符号	
		两构件构成的运动副	两构件之一为机架时的运动副
平面运动副	转动副		
	移动副		
	平面高副		

空间 运动副	螺旋副		
	球面副及球销副		


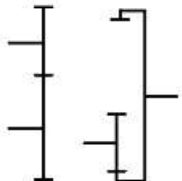
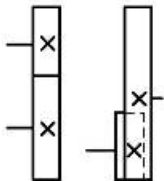

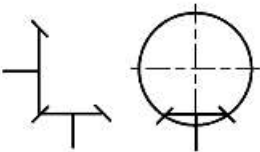
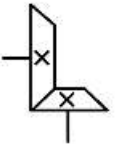

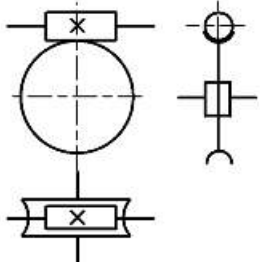
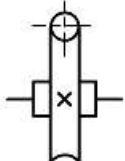

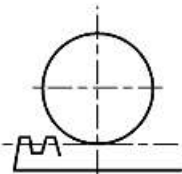
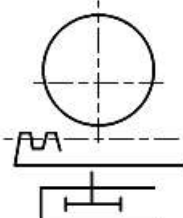
平面机构中的构件不论其形状如何复杂，都用简单的线条表示，表示方法如表3-2所示。


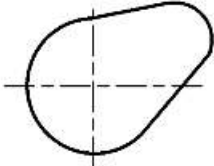
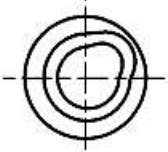

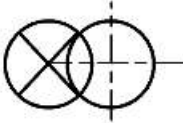
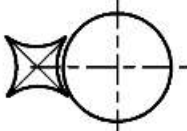
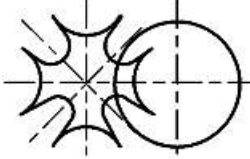
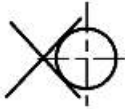
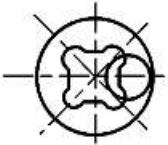
国家标准GB/T4460-84对机构运动简图有更详细明确的规定，表3-3给出了常用机构运动简图的代表符号。🔥 🔥


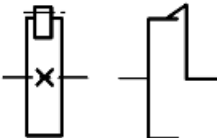

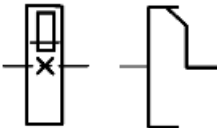
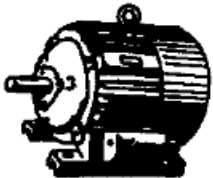
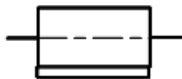
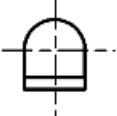
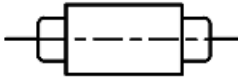

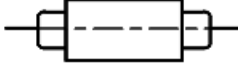

表3-2 一般构件的常用表示法

同一构件	
两副构件	
三副构件	

表3-3 常用机构的运动简图符号

机构名称	立体图形	基本符号	可用符号	
齿 轮 传 动	圆柱齿轮机构			
	圆锥齿轮机构			
	蜗杆蜗轮机构			
	齿轮齿条机构			

平面凸轮机构	盘形凸轮	<p>槽凸轮</p> 		<p>槽凸轮</p> 
	移动凸轮			
槽轮机构	一般符号			
	外啮合			
	内啮合			

棘轮机构	外啮合			
	内啮合			
原动机			     	

2. 机构运动简图的画法

一般按照以下步骤绘制机构运动简图:

(1)确定构件的作用和类型。为了使机构运动简图能正确无误地表达机构的结构和运动情况，首先要把整台机器的结构和动作原理搞清楚，然后分清要画的机构构件的类型和数目，即确定出机构中哪个是机架,哪些是原动件,哪些是从动构件。

(2)沿运动和动力传递路线逐一分析相联接构件间的相对运动关系，确定各运动副类型及各构件的运动尺寸。对于移动副应明确其移动副导路方向；对于转动副应明确其回转中心位置；对于高副，则需画出两高副元素的形状。

(3)选择适当的视图。视图的选择以能够完整表达机构的组成关系及运动情况为原则，通常选择机构中多数构件的运动平面为视图平面，必要时可辅以其他视图平面，并将其展开到同一视图平面内。🔥

(4)选择合适的比例尺 μ_L ，按国家标准规定的符号绘图。

定义长度比例尺为



$$\mu_L = \frac{\text{实际尺寸(m)}}{\text{图上长度(mm)}}$$

并在图上标注清楚长度比例尺。然后选择原动构件的一个位置，按运动和动力传递的路径，按照国家标准规定的符号依次画出各构件和运动副，并标明原动件的运动，必要时还要对各运动参数进行说明。🔥

例3-1 绘制图3-4(a)所示冲床的机构运动简图。❖

解：该机构的动作原理是当偏心轮2在电机带动下作顺时针旋转时，通过构件3、4、5带动构件6(滑块，即冲头)作上下往复移动完成冲压工艺动作，机构由机架1、原动件2、从动件3、4、5、6组成，共6个构件，属于平面六杆机构。❖

机构中构件1、2，构件2、3，构件3、4，构件4、1，构件3、5，构件5、6之间的相对运动为转动，即两构件间形成转动副，转动副中心分别位于点 O_1 、 A 、 B 、 O_2 、 C 、 D ；构件6、1之间的相对运动为移动，即两构件间形成移动副，移动副导路方向与 O_2D 重合。

❖ 选择与各构件运动平面平行的平面作为绘制机构运动简图的视图平面。❖

选择比例尺 μ_L ，分别量出各构件的运动尺寸，绘出机构的运动简图，并标明原动件及其转动方向，如图3-4(b)所示。

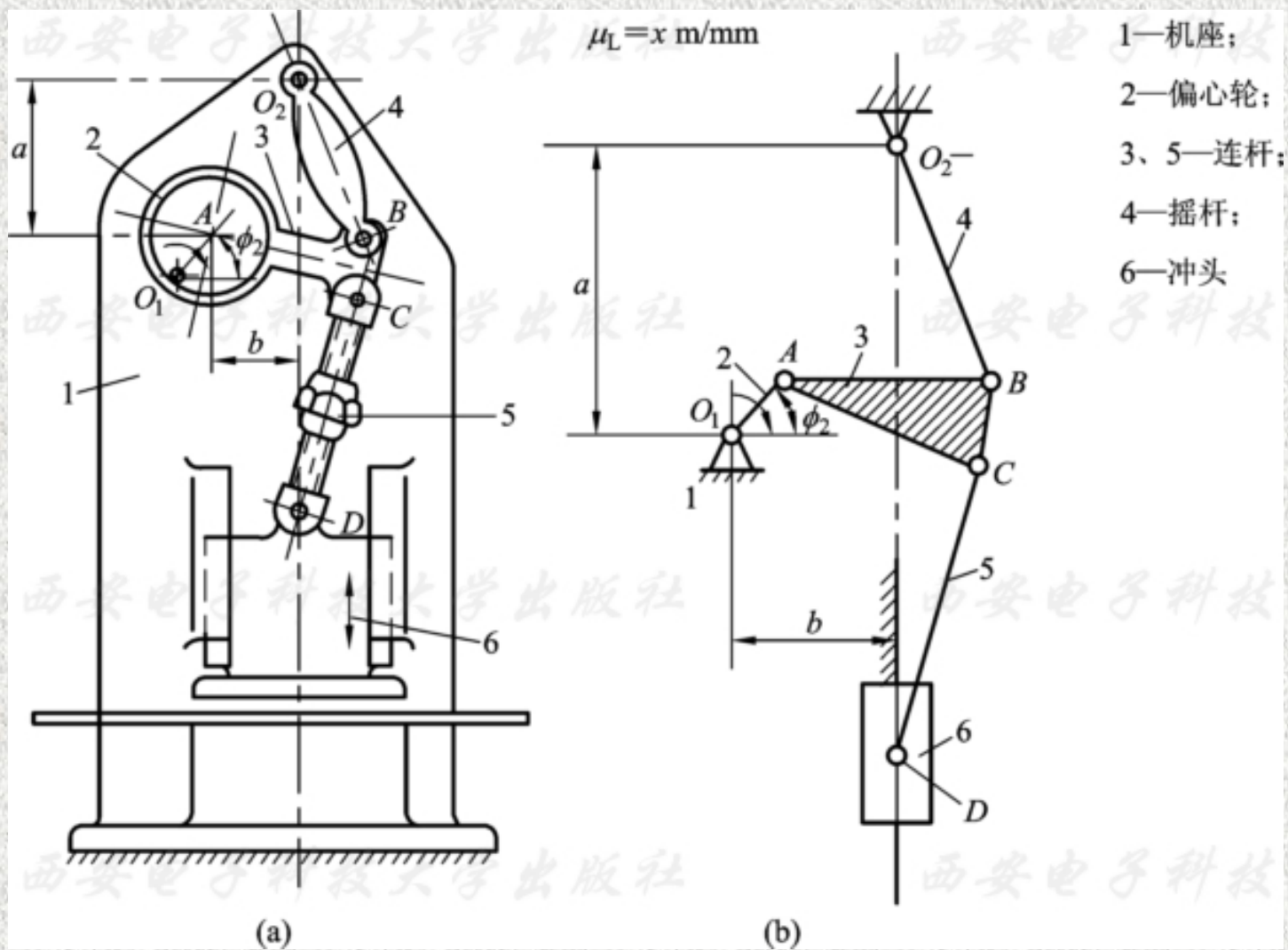


图3-4 冲床机构

3.3平面机构的自由度

为了按照一定的要求进行运动的传递及变换，当机构的原动件按给定的运动规律运动时，该机构中的其余构件的运动也都应是完全确定的。要说明机构在什么条件下才能实现确定的运动，需要分析机构的自由度。

3.3.1平面机构的自由度

构件是机构的运动单元，一个作平面运动的自由构件有3个独立运动的可能性。如图3-5所示，在 XOY 直角坐标系中，构件1可随其上任一点 A 做沿 X ， Y 轴方向的两个移动和绕点 A 的一个转动。这种可能出现的独立运动称为构件的自由度。所以，一个作平面运动的自由构件有3个自由度(同理，一个作空间运动的自由构件有6个自由度)。

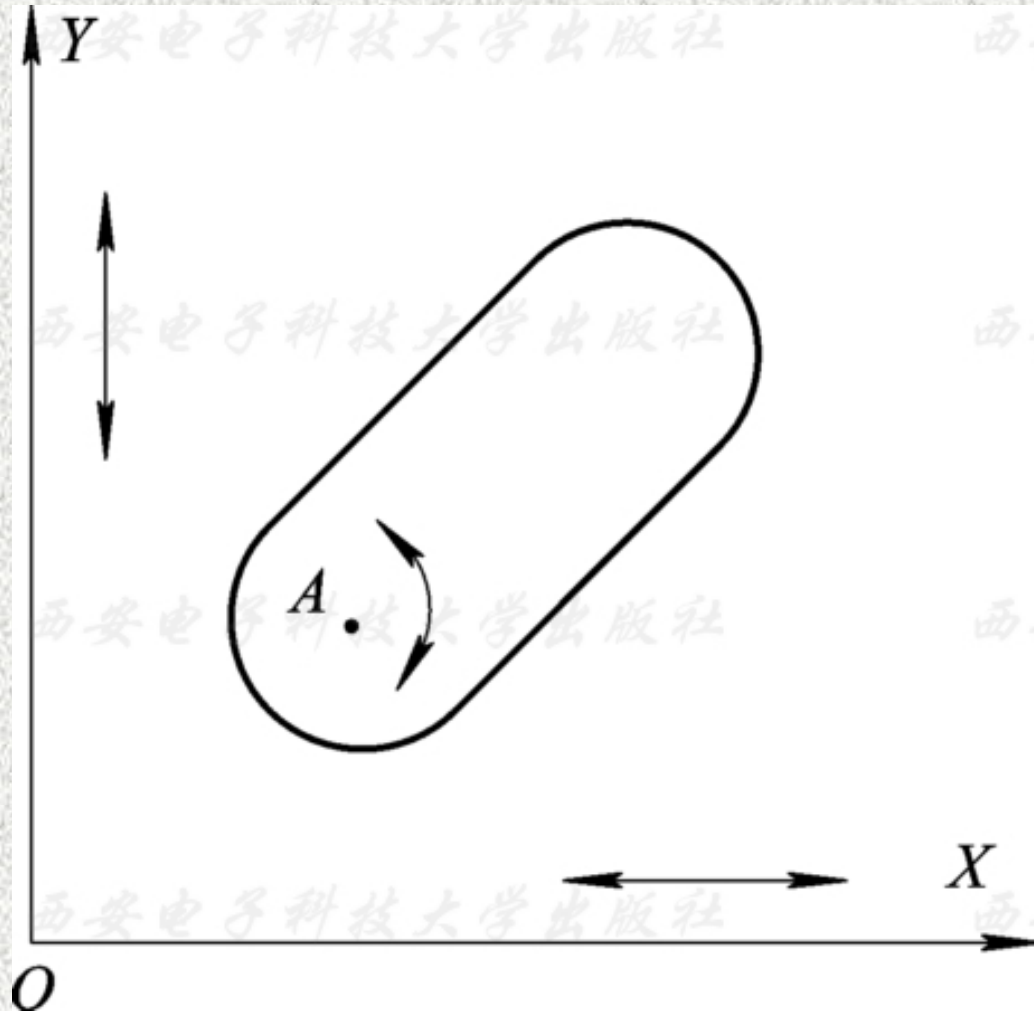


图3-5 构件的自由度

当两个构件组成运动副后，其独立运动便受到限制，自由度随之减少。对构件独立运动的限制称为约束，运动副的类型不同，引入的约束也不同，保留的自由度也不同。移动副(如图3-2所示)约束了沿一轴(Y 轴)线方向移动和在 XOY 平面内转动的两个自由度，只保留沿另一轴(X 轴)线方向移动的自由度；如转动副(如图3-1所示)约束了沿 X 和 Y 轴线方向移动的两个自由度，只保留一个在 XOY 平面内转动的自由度；高副(如图3-3所示)则只约束一个沿接触处公法线 $n-n$ 方向移动的自由度，保留了绕接触处转动的自由度和沿接触处公切线 $t-t$ 方向移动的自由度。所以，在平面机构中，每个低副引入两个约束，使构件失去两个自由度；每个高副引入一个约束，使构件失去一个自由度。🔥

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/565122142142012011>