



全国高等职业教育示范专业规划教材

模具设计与制造专业

模具基础设计

张夕琴 主编



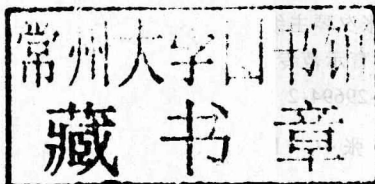
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件
教师免费下载

全国高等职业教育示范专业规划教材
模具设计与制造专业

模具基础设计



主 编 张夕琴
副主编 孙立芸
参 编 张吉玲
主 审 滕宏春



机械工业出版社

本书主要包括曲柄压力机装置及运动分析、斜导柱侧抽芯机构、冲裁模零件强度校核、弹性卸料机构受力分析、模具零件刚度与稳定性校核,以及齿轮齿条抽芯机构等内容,涵盖了工程力学和机械设计基础两部分内容的主要知识点。

本书以模具中的典型零件和典型机构为切入点,通过一系列的实例学习和训练,突出解决问题的能力,充分体现了学以致用原则。相关知识贯彻“实用为主,够用为度”的原则。各项目模块的设置以及图例选用了大量的模具零、部件,在兼顾机械类专业的同时,突出体现了模具专业特色。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校机械类各专业,特别是模具设计与制造专业的教学用书,也适用于五年制高职、中职等的相关专业,并可作为社会从业人员的参考及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

模具基础设计/张夕琴主编. —北京:机械工业出版社,2010.2
全国高等职业教育示范专业规划教材. 模具设计与制造专业
ISBN 978-7-111-29694-2

I. 模… II. 张… III. 模具-设计-高等学校:技术学校-教材
IV. TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第019338号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:郑丹 责任编辑:刘远星 责任校对:李婷
封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦
保定市中国画美凯印刷有限公司印刷
2010年3月第1版第1次印刷
184mm×260mm·13印张·320千字
0001—4000册
标准书号:ISBN 978-7-111-29694-2
定价:23.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

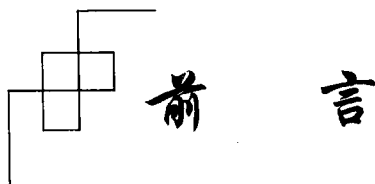
销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版



为培养适合社会需要的高素质技能型应用人才，我们以模具设计与制造专业塑料成型与模具技术方向为试点，以常州机电职业技术学院江苏省重点教改课题“重构高职模具设计与制造专业教学体系的研究与实践”为依托，开展高职课程模式改革。改革依据职业岗位（群）工作任务体系，结合模具行业现状及其发展趋势，紧密跟踪现代模具设计与制造技术的发展方向，打破传统的课程体系，从岗位工作任务分析着手，通过课程分析、知识和能力分析，构建了“以工作任务为中心，以项目课程为主体”的高职模具设计与制造专业课程体系，课程内容充分体现理论与实践的结合，充分体现知识、技能、态度、情感的综合，素质拓展贯穿全程。

本书就是基于高职模具设计与制造专业整体教学改革框架开发的，主要包括曲柄压力机装置及运动分析、斜导柱侧抽芯机构、冲裁模零件强度校核、弹性卸料机构受力分析、模具零件刚度与稳定性校核，以及齿轮齿条抽芯机构等内容，涵盖了工程力学和机械设计基础两部分内容的主要知识点，通过一系列的实例学习和训练，突出了解决问题的能力，充分体现了学以致用原则。

本书以模具中的典型零件和典型机构为切入点，着重培养学生分析问题、解决问题的能力，同时兼顾计算能力；相关知识贯彻“实用为主，够用为度”的原则。

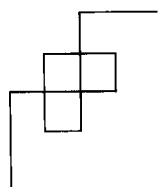
教学方法及建议：由于本书是以完成各项目和模块的教学目标为宗旨，打乱了工程力学和机械设计基础的传统教学体系，教师可根据学生的具体情况从解决任务入手，在完成任务的过程中穿插相关知识，也可先进行相关知识的学习，再完成学习任务。

本书由常州机电职业技术学院张夕琴主编。具体编写分工为：张夕琴编写项目一、项目四和项目五，孙立芸编写项目二和项目三，张吉玲编写项目六。南京工业职业技术学院滕宏春审读了全部书稿，并提出了宝贵意见。本书在编写过程中得到了编者所在院校模具教研室的大力支持，特别是崔柏伟和陈叶娣两位老师的帮助，在此一并表示诚挚的感谢！

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬希不吝批评指正。

编 者





目 录

前言

项目一 曲柄压力机装置及运动分析..... 1

模块一 曲柄滑块机构运动分析..... 1

模块二 带传动装置运动分析 13

项目二 斜导柱侧抽芯机构 21

模块一 导柱的受力分析 21

模块二 斜导柱抽芯力的计算 41

项目三 冲裁模零件强度校核 63

模块一 冲裁力计算 63

模块二 螺栓杆的抗拉强度校核 72

项目四 弹性卸料机构受力分析 87

模块一 弹簧受力分析 87

模块二 弹性元件选择 98

项目五 模具零件刚度与稳定性

校核..... 103

模块一 注塑模支承板刚度校核..... 103

模块二 细长凸模稳定性校核..... 128

项目六 齿轮齿条抽芯机构..... 140

模块一 齿轮齿条主要几何尺寸的
确定..... 140

模块二 轴的结构设计..... 172

参考文献..... 203



项目一 曲柄压力机装置及运动分析

一、教学目标

通过对曲柄压力机装置的运动分析，掌握压力机的工作过程；掌握带传动装置的组成，带的运动分析和带、带轮的结构；会分析曲柄滑块机构的工作原理；掌握机构具有确定运动的条件和机构自由度的计算方法。

二、学习任务

1. 计算曲柄滑块机构的自由度。
2. 撰写带传动装置的运动分析报告。

模块一 曲柄滑块机构运动分析

一、教学目标

通过对压力机中曲柄滑块机构的运动分析，理解压力机的工作过程，掌握机构具有确定运动的条件和曲柄滑块机构自由度的计算。

二、学习任务

求图 1-1 所示的曲柄压力机中曲柄滑块机构（图 1-2）的自由度。

三、解决任务

曲柄压力机是冷冲模中一种典型的机器（图 1-1），它可将电动机的高速旋转运动通过带传动的一次减速，将运动传到传动轴，当离合器处于接合状态、制动器处于非制动状态时减速，通过大、小齿轮的啮合传动使曲轴产生旋转运动，接着再通过曲柄滑块机构将运动传递给凸模，从而实现凸、凹模的相对运动，完成曲柄压力机冲压工件的过程；随后滑块上行，离合器处于分离状态，此时大、小齿轮不再啮合，而制动器恰处于制动状态，使滑块停止在最高点，至此曲柄压力机完成了一次工作循环，随后等待执行下一次冲压工件的任务。

曲柄压力机中的曲柄滑块机构如图 1-2 所示，在该机构中有 3 个活动构件：分别是构件 1（曲柄）、2（连杆）、3（滑块），构件 1 与机架、构件 1 与构件 2、构件 2 与构件 3 间用转动副连接，构件 3 与构件 4（机架）间用移动副连接。所以机构中存在 4 个低副（ P_L ），无高副（ P_H ）。即曲柄滑块机构的自由度 $F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$ ，因为机构中曲柄为主动件，则机构的主动件数 = 机构的自由度数 = 1，所以机构具有确定的运动。

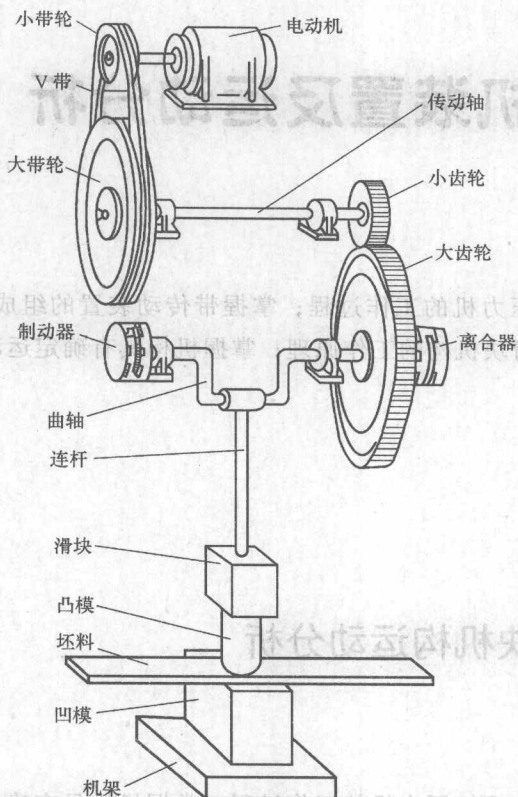


图 1-1 曲柄压力机

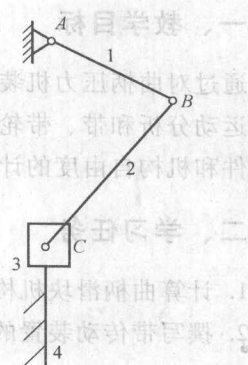


图 1-2 曲柄滑块机构

1—曲柄 2—连杆 3—滑块 4—机架

四、相关知识

(一) 机器与机构

1. 机构的定义

在模具中机器的种类繁多,有图 1-3 所示的卧式成型注塑机、图 1-4 所示的可移动立式

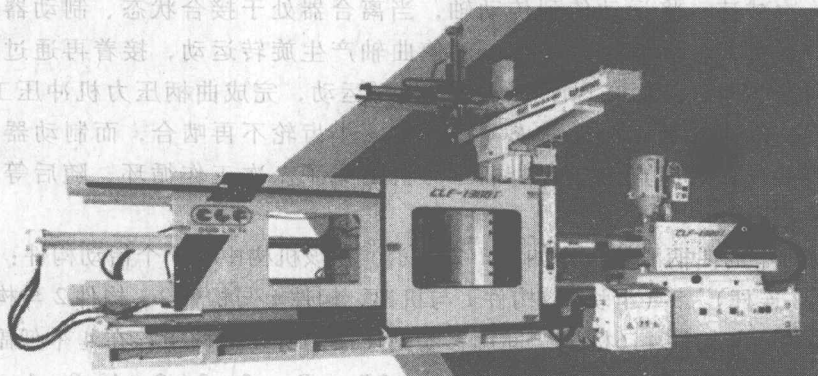


图 1-3 卧式成型注塑机

挤出机、图 1-5 所示的立式成型注塑机、图 1-6 所示的薄膜生产设备等。虽然各种机器的结构形式和用途不尽相同，但它们都具有共同的特点：①各运动单元间有确定相对运动，且为人为组合体；②能实现能量的转换或做功。一般把仅满足第一个条件的组合体称为机构。

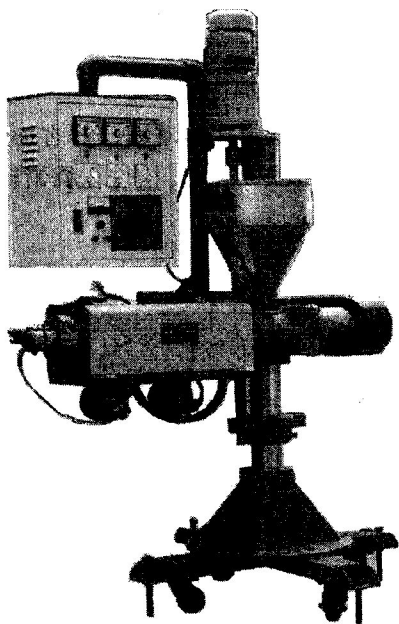


图 1-4 可移动立式挤出机

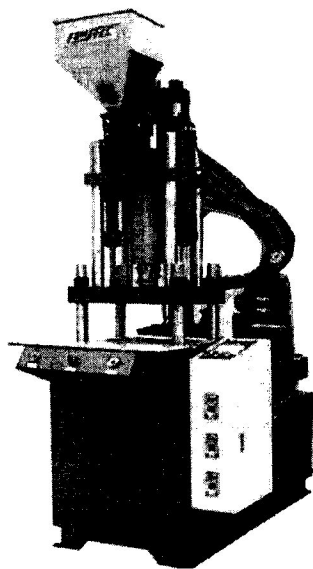


图 1-5 立式成型注塑机

2. 机构的组成

机构是有确定相对运动的构件人为组合而成的系统，其主要功能之一就是实现运动的传递和变换。而将构件任意组合起来并不能保证有确定的相对运动，也就不能实现运动的传递和变换，这样的构件组合就不是机构。对于每个机构来说，一般都是由主动件、从动件和机架三种构件所组成的。

(1) 构件 机构中的构件分为三类：固定的构件称为机架；按给定的已知运动规律独立运动的构件称为原动件（主动件）；其余活动构件则称为从动件。在机构中机架只有一个，而主动件和从动件的个数视机构而定。

(2) 运动副 机构中的各构件是以一定方式互相连接的。这种连接与焊接、铆接之类的固定连接有所不同，它既要使构件的运动加以限制，又允许互相连接的两构件之间具有一定的相对运动。这种直接接触的两个构件间的可



图 1-6 薄膜生产设备

动连接称为运动副。若两构件间的相对运动为平面运动，则构成平面运动副。两构件通过面与面接触组成的运动副则称为低副 (P_L)。

1) 转动副。如图 1-7 所示，构件 1 和构件 2 用铰链（转动副）连接，两构件只能绕铰链轴线在一个平面内作相对转动。例如，轴与轴承之间的可动连接，就是转动副；内燃机中，曲轴与连杆、曲轴与机架、连杆与活塞之间组成的都是转动副。

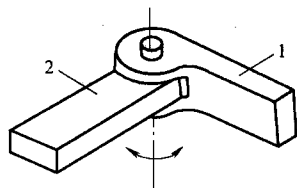


图 1-7 转动副

如图 1-8 所示为典型的转动副结构。图 1-8a、b 为滑动轴承式转动副，开有加油孔，构件 1 与销轴 3 同连（图 1-8a 靠轴端螺栓压紧，图 1-8b 靠过盈配合），构件 2 绕销轴 3 转动。图 1-8c 为滚动轴承式转动副。

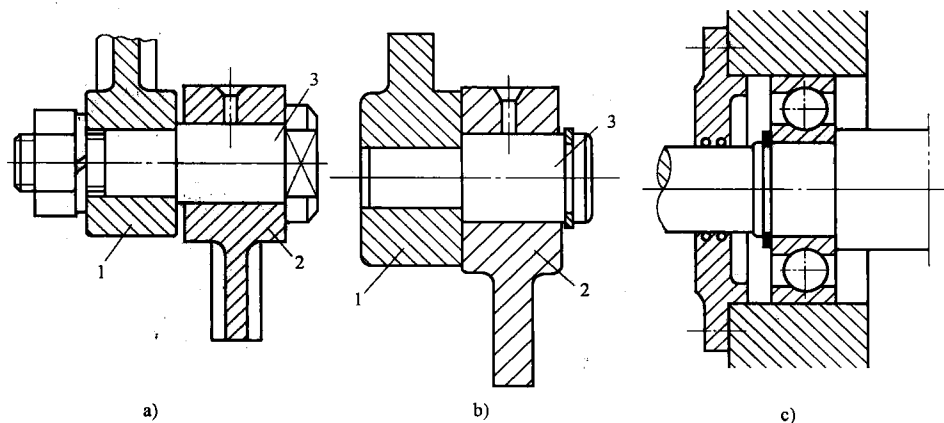


图 1-8 典型转动副机构

2) 移动副。移动副的表示如图 1-9 所示，构件 1 和构件 2 之间只能沿箭头指向的轴线作相对移动。

(二) 机构自由度

1. 机构运动简图

机构比较复杂，构件的外形和构造也各种各样。但是，机构的相对运动与运动副的数目、类型、相对位置及某些尺寸有关，而与构件的截面尺寸大小、组成构件的零件数目、运动副的具体结构等无关。因此在研究机器或机构运动时，可以不考虑与运动无关的因素，而用线条或小方块表示构件，用简单符号表示运动副的类型，按一定比例确定运动副的相对位置及与运动有关的尺寸，这种简明表示机构各构件间运动关系的图形称为机构运动简图。

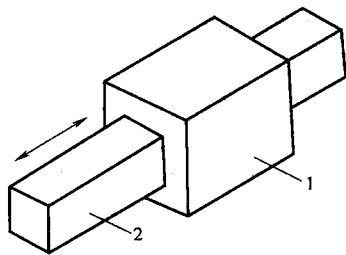


图 1-9 移动副

对于只为了表示机构的结构及运动情况，而不严格按照比例绘制的简图，通常称为机构示意图。曲柄滑块机构的示意图如图 1-2 所示。

2. 机构自由度计算

每个作平面运动的自由构件都具有 3 个独立的运动，构件所具有的独立运动的数目称为

自由度。两构件组成运动副后,因为直接接触而使相对独立运动受到某些限制,其自由度随之减少,这种对独立运动所加的限制称为约束。而约束数目等于被其限制的自由度,因为每构成1个低副,就引入2个约束,限制2个自由度,只剩1个自由度(转动或移动);每构成1个高副,就引入1个约束,限制1个自由度(沿接触点法线的移动),还剩2个自由度。所以在由 n 个活动构件和机架组成的平面机构中,构件之间尚未构成运动副时,机构共有 $3n$ 个自由度。每构成 P_L 个低副,便提供 $2P_L$ 个约束;每构成 P_H 个高副,便提供 P_H 个约束。平面机构所具有的独立运动数,即平面机构的自由度应为:机构中所有活动构件在自由状态时自由度的总数与全部运动副所引入的约束条件总数之差。设 F 表示平面机构的自由度数,有

$$F = 3n - 2P_L - P_H \quad (1-1)$$

3. 机构具有确定运动的条件

原动件的数目与机构自由度的数目相等时,机构就具有确定的运动。若机构中原动件的数目多于机构的自由度数,将导致机构中最薄弱构件的损坏;若机构中原动件的数目少于机构的自由度数,则机构的运动不确定,首先沿阻力最小的方向运动。

(三) 平面连杆机构

我们在实际生活中已经见过许多的平面连杆机构,被广泛地使用在各种机器、仪表及操纵装置中。例如内燃机、牛头刨床、钢窗启闭机构、碎石机等,这些机构都有一个共同的特点:机构都是通过低副连接而成,故这些机构又称低副机构。

1. 平面连杆机构的特点

若干构件通过低副(转动副或移动副)连接所组成的机构称为连杆机构。按连杆机构中各构件的相对运动是平面运动还是空间运动分,连杆机构又可以分为平面连杆机构和空间连杆机构。平面连杆机构是由若干构件用平面低副(转动副和移动副)连接而成的平面机构,用以实现运动的传递、变换和动力的传送。平面连杆机构的使用更加广泛,所以本模块主要讨论平面连杆机构。

平面连杆机构的类型很多,单从组成机构的杆件数来看有四杆、五杆和多杆机构。一般的多杆机构可以看成是由几个四杆机构所组成的,所以平面四杆机构不但结构最简单,而且应用最广泛。

构件之间都是用转动副连接的平面四杆机构称为铰链四杆机构,如图1-10所示。铰链四杆机构是平面连杆机构中最基本的可以实现运动和力转换的形式。

2. 平面连杆机构的组成

如图1-10所示的机构中, AD 构件固定不动,称为机架; AB 、 CD 两构件与机架组成转动副,即与机架相连的构件称为连架杆; BC 构件即连接两连架杆的构件称为连杆。在连架杆中,能作整周回转的构件称为曲柄,而只能在一定角度范围内摆动的构件称为摇杆。

(1) 曲柄摇杆机构 如图1-11所示的曲柄摇杆机构中,当摇杆 CD 长度趋于无穷大时,点 C 圆弧轨迹变成直线,机构就演化成含有滑块的四杆机构。

(2) 曲柄滑块机构 图1-2中,构件3与机架4用移动副相连,又与连杆2用转动副相连,此构件3称为滑块。由曲柄、连杆、滑块和机架组成的机构称为曲柄滑块机构。滑块的

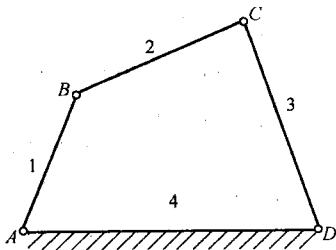


图 1-10 铰链四杆机构

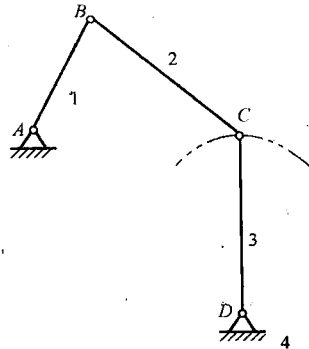


图 1-11 曲柄摇杆机构

转动副中心与曲柄回转中心成一条直线的称为对心曲柄滑块机构 (图 1-2); 与曲柄回转中心有偏心距 e 的称为偏置曲柄滑块机构 (图 1-12)。 h 为滑块行程。

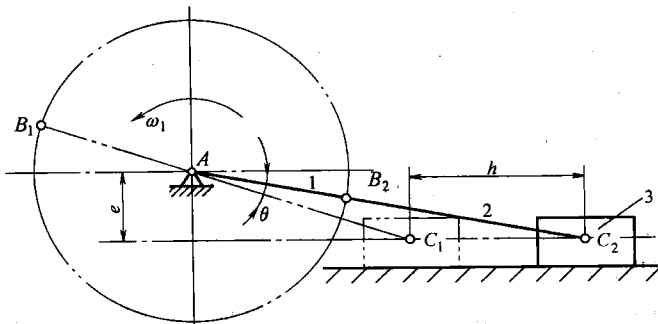


图 1-12 偏置曲柄滑块机构

曲柄滑块机构可将主动滑块的往复直线运动转换成从动曲柄的连续运动, 应用于内燃机等机器中, 也可将主动曲柄的连续运动转换成从动滑块的往复直线运动, 如冲压机、注塑机等机械中。

3. 止点

如图 1-12 所示的曲柄滑块机构, 当滑块 C 为主动件时, 在曲柄与连杆共线的位置, 不论连杆 BC 对曲柄 AB 的作用力有多大, 都不能使曲柄 AB 转动, 机构的这种位置称为止点。在曲柄滑块机构中有两个止点, 分别称为上止点和下止点。止点现象对于机构来说既有有利的一面也有有害的一面, 对于运动的机构来说, 止点的存在是有害的, 应尽量避免。而对于有些机构来说, 其工作位置就是止点的位置, 即在止点位置无论外力有多大, 都不能使机构运动。

五、拓展知识

(一) 机构运动简图的绘制

1. 构件和常见运动副的表示符号

在机构运动简图中, 构件和常见运动副的表示符号见表 1-1。

表 1-1 构件和常见运动副的表示符号

名称		简图符号	名称		简图符号
构件	轴、杆		平面低副	转动副	
	三副元素构件			移动副	
	构件的永久连接			齿轮副外啮合	
	基本符号		平面高副	齿轮副内啮合	
机架	机架是转动副的一部分			凸轮副	
	机架是移动副的一部分				

注：其他运动简图符号可查阅 GB/T 4460—1984。

2. 机构运动简图的绘制方法与步骤

- 1) 认真研究机构的结构与工作原理，分清固定件，确定主动件。
- 2) 沿着运动传递路线，弄清各构件间相对运动的情况，确定运动副的类型。
- 3) 量出运动副间的相对位置。
- 4) 选择适当的视图平面和比例尺，用规定的线条和符号绘制机构的运动简图。

比例尺 $\mu_L = \text{构件实际尺寸} / \text{构件图示尺寸}$

(二) 计算平面机构的自由度应注意三种特殊情况

1. 复合铰链

如图 1-13 所示为直线机构，当构件 EF 运动时，C 点的轨迹为垂直于 AF 的直线。该机构在 A、B、D、E 四处都由 3 个构件组成轴线重合的 2 个转动副，将三个或三个以上构件共用同一转动轴线所构成的转动副称为复合铰链。凡由 m 个构件组成的复合铰链，其转动副的个数为 $m - 1$ 。故图 1-13 所示直线机构中， $n = 7$ ， $P_L = 10$ ， $P_H = 0$ 。即该机构的自由度

$$F = 3n - P_L - P_H = 3 \times 7 - 2 \times 10 - 0 = 1。$$

2. 局部自由度

如图 1-14 所示为凸轮机构，为了减少高副处的摩擦，常在从动件 3 上装一滚子 2。当主动件凸轮 1 绕固定轴 A 转动时，从动件 3 则在导路中上下往复运动。小滚子 2 绕自身轴的转动与否（图 1-14b）都不影响构件 3 的运动。这种与机构原动件和从动件的运动传递无关的构件的独立自由度称为局部自由度。在计算自由度时，这种构件应除去不计。因此，该机构的自由度 $F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 2 - 2 \times 2 - 1 = 1。$

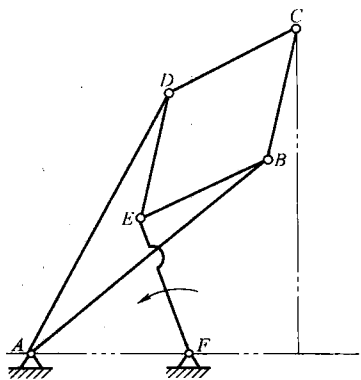


图 1-13 直线机构

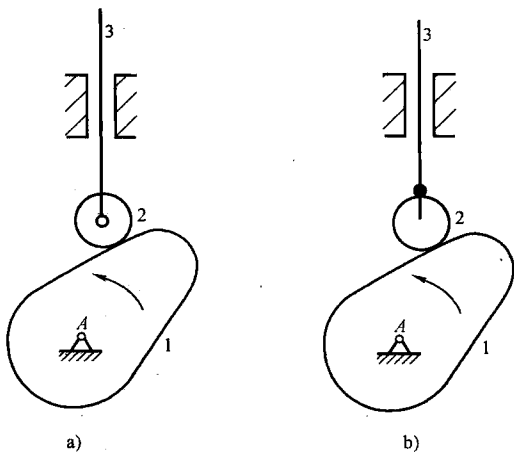


图 1-14 凸轮机构

1—凸轮 2—滚子 3—从动件

3. 虚约束

(1) 常见的虚约束

1) 如图 1-15 所示为自卸式卡车的翻斗机构，其中活塞 4 为原动件，液压缸 3 可以绕定轴 C 转动。当液压缸中充入压力油时，推动活塞上移，使与活塞固连为一体的活塞杆向外伸出，从而推动车斗 1 绕 B 点转动，实现自动卸料。在计算此机构的自由度时，往往误认为活塞与液压缸壁、活塞杆与液压缸盖分别组成两个移动副。实际上活塞与活塞杆是同一个构件（构件是机械中的运动单元体），液压缸壁与液压缸盖也是同一个构件。每两个构件之间只能组成一个有效的运动副，因此该机构存在多余运动副。由多余运动副引入的约束对机构运动起重复限制作用，称为虚约束。计算机构自由度时对虚约束应除去不计。自卸式卡车翻斗机构的自由度 $F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1。$

又如如图 1-16 所示，构件 1 和 2 组成多个移动方向一致的移动副时，只有其中一处为约束，其余均为虚约束。

2) 如图 1-17 所示的机车车轮联动机构中，无论构件 5 和转动副 E、F 是否存在，对机构的运动都不发生影响，即构件 5 和转动副 E、F 引入的是虚约束，起重复限制运动的作用，在计算机车车轮联动机构的自由度时应除去不计，即 $F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1。$

3) 机构中对运动不起作用的对称部分引入的约束为虚约束。如图 1-18 所示差动轮系中，只要有齿轮 2 机构便可传动。为了提高机构的承载能力并使机构受力均匀，差动轮系中

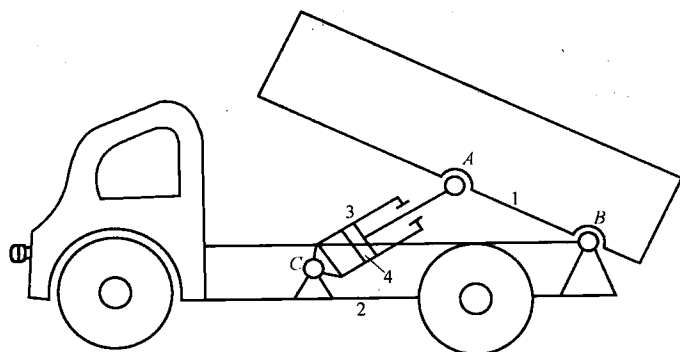


图 1-15 自卸式卡车的翻斗机构

1—车斗 2—车身 3—液压缸 4—活塞

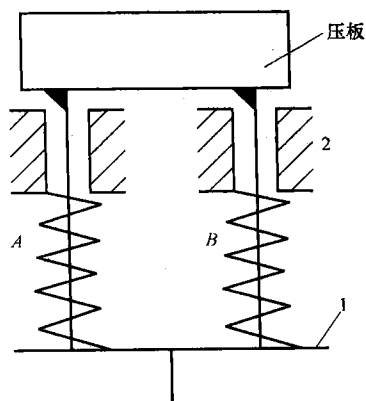


图 1-16 移动方向一致的虚约束

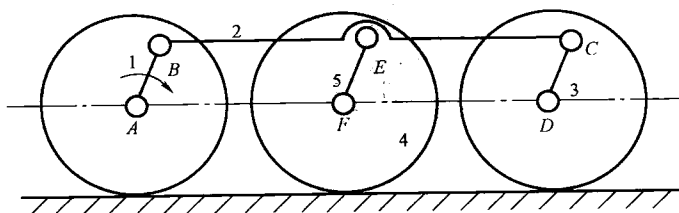


图 1-17 机车车轮联动机构

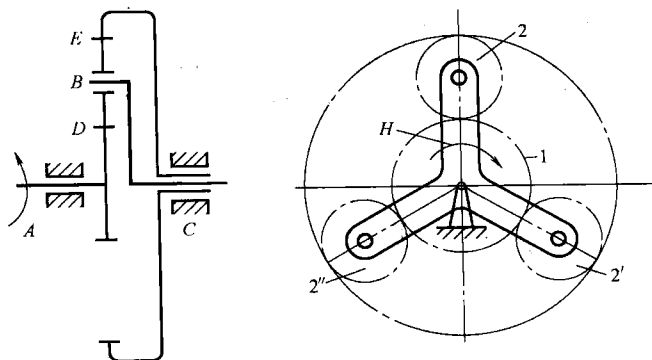


图 1-18 差动轮系

采用了 3 个行星齿轮 (2、2'、2''), 于是每增加一个行星齿轮便引进了一个虚约束。

(2) 虚约束的作用 虚约束虽然对机构的运动不产生影响, 但虚约束的引入可以增加构件的刚性, 改善构件的受力状况。但是如果不满足特定的几何条件, 如加工误差过大、装配精度不高, 虚约束就会成为实际约束, 使机构失去运动的可能性。

(三) 铰链四杆机构

1. 铰链四杆机构的类型

平面四杆机构中最基本、最简单的机构为铰链四杆机构, 机构中构件与构件间都是用铰链连接起来的。根据机构中有无曲柄, 铰链四杆机构又可分为以下三种基本形式:

(1) 曲柄摇杆机构 两连架杆中一个为曲柄而另一个为摇杆的铰链四杆机构称为曲柄

摇杆机构。根据主动件的运动形式不同,又可将曲柄摇杆机构分为两种:以曲柄为主动件的曲柄摇杆机构和以摇杆为主动件的曲柄摇杆机构。当曲柄为主动件时,可将曲柄的连续转动转变为摇杆的往复摆动,如图 1-19a 所示的搅拌机机构;反之,当摇杆为主动件时,可将摇杆的往复摆动转变为曲柄的整周运动,如图 1-19b 所示的缝纫机踏板机构。

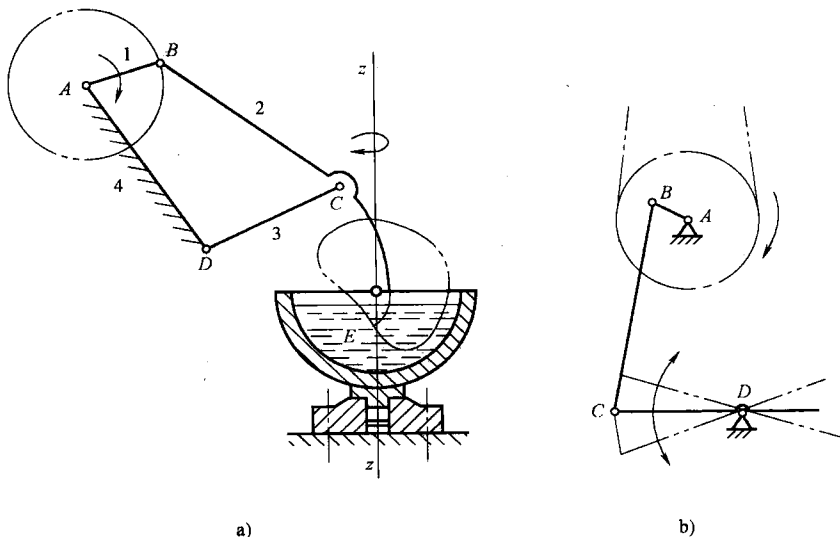


图 1-19 曲柄摇杆机构

(2) 双曲柄机构 两连架杆均为曲柄的铰链四杆机构称为双曲柄机构。该机构可将主动曲柄的等速转动转换成从动曲柄的等速或变速转动,如图 1-20a 所示的插床六杆机构、图 1-20b 所示的摄影平台升降机构、图 1-20c 所示的车门启闭机构等。

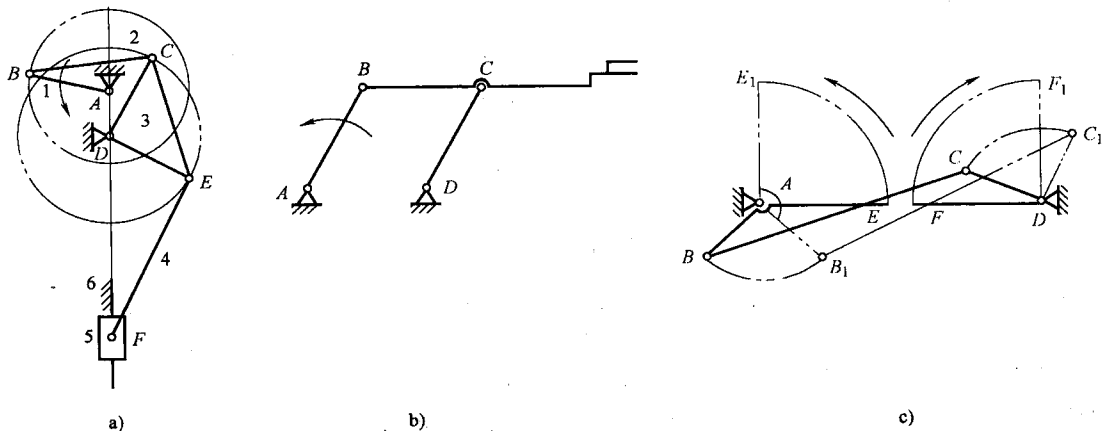


图 1-20 双曲柄机构

(3) 双摇杆机构 两连架杆都是摇杆的铰链四杆机构称为双摇杆机构。如图 1-21 所示的鹤式起重机机构, AD 杆为机架,当摇杆 CD 杆作往复摆动时,连杆 BC 杆上悬挂的重物作近似水平的运动,从而保证货物水平移动。

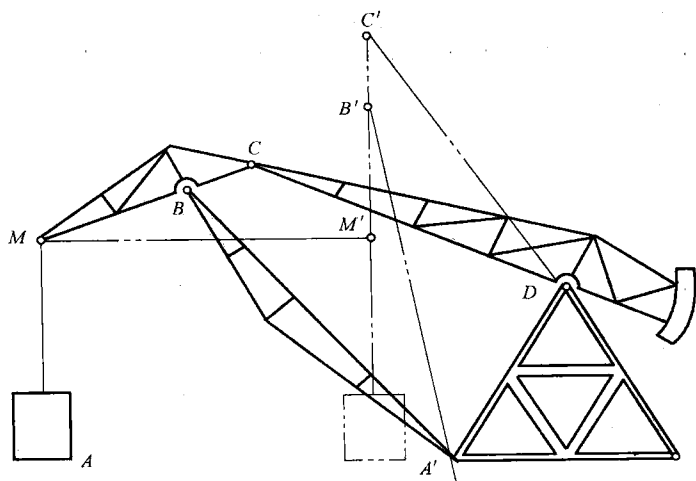


图 1-21 双摇杆机构

2. 铰链四杆机构有曲柄存在的条件

1) 长度和条件——最长构件与最短构件的长度之和小于或等于其他两构件的长度之和。

2) 最短构件条件——机架为最短构件或最短构件的相邻构件。

根据铰链四杆机构曲柄存在的条件可以判断出机构的类型，即长度和条件不满足，只能是双摇杆机构；长度和条件满足，若机架是最短杆，机构的类型即为双曲柄机构；若机架是最短杆的相邻构件，机构的类型即为曲柄摇杆机构；若机架是最短杆的对边杆，机构的类型即为双摇杆机构。

例 1-1 已知一铰链四杆机构各构件的长度为 $l_{AB} = 800\text{mm}$, $l_{BC} = 1300\text{mm}$, $l_{CD} = 1000\text{mm}$, $l_{AD} = 1200\text{mm}$ ，若分别以各构件 AB 、 BC 、 CD 、 DA 为机架，相应得到何种类型的机构？

解 因为 $l_{AB} + l_{BC} = (800 + 1300)\text{mm} = 2100\text{mm} < l_{CD} + l_{AD} = (1000 + 1200)\text{mm} = 2200\text{mm}$ 。
所以长度和条件满足。

若以 AB 杆为机架，因 AB 杆为最短杆，所以得到双曲柄机构。

若以 BC 杆或 AD 杆为机架，因 BC 杆或 AD 杆为最短杆 AB 杆的相邻杆件，所以得到曲柄摇杆机构。

若以 CD 杆为机架，因 CD 杆为最短杆的对边杆，所以得到双摇杆机构。

六、练习

1-1 机构具有确定运动的条件是什么？

1-2 在计算机构的自由度时，要注意哪些事项？

1-3 机构运动简图有什么作用？如何绘制机构运动简图？

1-4 绘制图 1-22 所示各机构的示意图，并计算其自由度。

1-5 计算图 1-23 所示各机构的自由度，并说明机构要有确定的运动需几个主动件。

1-6 说明虚约束存在的优缺点。

1-7 什么是机构运动简图？什么是机构示意图？

1-8 说出图 1-1 所示的曲柄压力机中传动轴、曲轴与轴承、大齿轮与小齿轮、连杆与曲轴构件间形成的运动副类型。

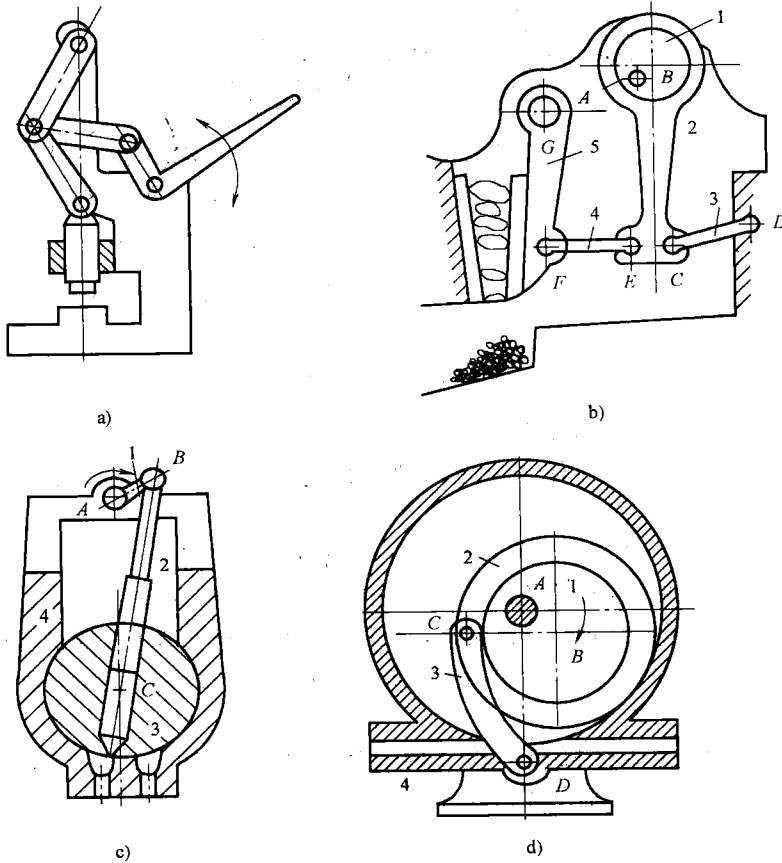


图 1-22 题 1-4 图

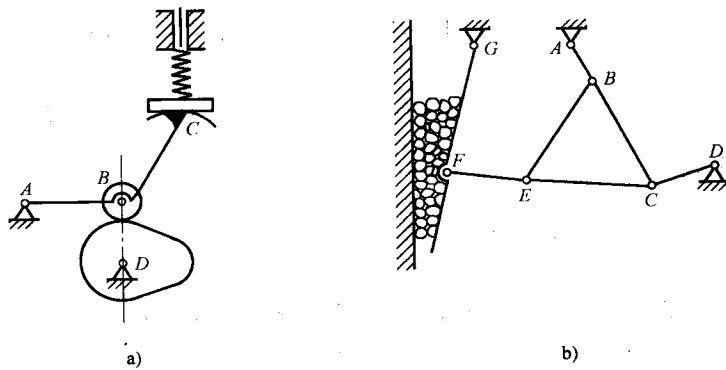


图 1-23 题 1-5 图