

机械工业技师考评培训教材

# 机械基础

机械工业技师考评培训教材编审委员会 编



- ★ 机械行业首套技师培训教材
- ★ 按照技师考评要求编写
- ★ 集教材与试题库于一体

 机械工业出版社  
China Machine Press



机械工业技师考评培训教材

# 机 械 基 础

机械工业技师考评培训教材编审委员会 编



机械工业出版社

本书是机械行业技师培训的基础课培训教材。主要内容有：常用机构及机械传动，包括平面连杆机构、凸轮机构、棘轮机构和槽轮机构；带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系。液压传动，包括液压传动基本原理、液压元件和液压基本回路、液压传动系统的安装与调试。机床电气控制知识，包括常用低压电器、异步电动机的电气控制、直流电动机的电气控制、典型机床的电气控制。机床夹具，包括机床夹具概述、组合夹具、自动线随行夹具、机床夹具的发展。现代制造技术，包括成组技术简介、计算机辅助制造系统（CAM）、柔性制造系统简介。生产技术管理，包括提高生产率的途径、工艺管理、质量管理等。

书后附有试题和答案，供复习考试选用。

## 图书在版编目（CIP）数据

机械基础/机械工业技师考评培训教材编审委员会编.  
—北京：机械工业出版社，2001.1

机械工业技师考评培训教材

ISBN 7-111 08638-4

I. 机… II. 机… III. 机械学—技术培训—教材  
IV. TH11

中国版本图书馆CIP数据核字（2000）第79359号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

责任编辑：朱华 版式设计：冉晓华 责任校对：李汝庚

封面设计：李雨桥 责任印制：闫焱

北京中加印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年2月第1版·第4次印刷

890mm×1240mm A5·9.875印张·289千字

定价：16.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换  
本社购书热线电话（010）68993821、88379646  
封面无防伪标均为盗版

# 机械工业技师考评培训教材 编审委员会名单

主任：郝广发 苏泽民

副主任：施 斌 李超群

委员：(按姓氏笔画排序) 马登云 边 萌 王兆山  
王听讲 朱 华 朱为国 刘亚琴 江学卫  
何月秋 张乐福 余茂祚 卓 炜 季连海  
荆宏智 姜明龙 徐从顺

技术顾问：杨溥泉

主 编：勾 明

参 编：刘宗科 周 蓉 卞 红

主 审：赵香梅

# 前 言

技师是技术工人队伍中具有高级技能的人才，是生产第一线的一支重要力量，他们对提高产品质量、提高产品的市场竞争力起着非常重要的作用。积极稳妥地开展技师评聘工作，对于鼓励广大技术工人钻研业务、提高技能水平、推动企业生产技术进步以及稳定技术工人队伍有积极的促进作用。

为适应经济发展和技术进步的客观需要，进一步完善技师评聘制度，以加快高级技能人才的培养，拓宽技能人才成长通道，促进更多的高级技能人才脱颖而出，1999年，劳动和社会保障部发出了《关于开展技师考评社会化管理试点工作的通知》，《通知》中提出了如下指导意见：扩大技师考评的对象及职业范围，完善技师考评的依据及内容，改进技师考评方式方法，实行技师资格认定与聘任分开等，并在全国部分省市开始技师考评社会化管理试点。

为配合技师评聘工作的开展，满足机械行业对工人技师培训和考评的需要，加快技师培训教材建设，我们经过到上海、江苏、四川等地进行广泛的调研，并结合《通知》精神，确立了教材编写的总体思路；组织了一批由工程技术人员、教师、技师、高级技师组成的编写队伍，编写了这套《机械工业技师考评培训教材》。全套教材共22种，包括四种基础课教材和车工、钳工、机修钳工、工具钳工、铣工、磨工、焊工、铸造工、锻造工、热处理工、电工、维修电工、冷作工、涂装工、汽车维修工、摩托车调试修理工、制冷设备维修工、电机修理工等18个专业工种教材。

基础课教材以原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》相关工种高级工“知识要求”中的“基本知识”和“相关知识”为主编写；专业工种教材则以本工种高级工“知识要求”中的“专业知识”为主编写，在此基础上，加强了工艺分析方面内容的比重，并增加了新知识、新工艺、新

技术、新方法等方面的内容，以适合新形势的需要。

每本书的内容包括两大部分：第一部分为培训教材，第二部分为试题库，试题库后还附有考核试卷样例。教材部分内容精炼、实用，有针对性和通用性，主要介绍应重点培训和复习的内容，不强求内容的系统性；试题部分出题准确、题意明确，有典型性、代表性、通用性和实用性，试题题型有是非题、选择题、计算题和简答题等，并附有答案。书末还附有技师论文写作与答辩要点。

全套教材汲取了有关教材的优点，略去了低起点的内容，同时采用了最新国家标准和法定计量单位。全套教材既适合考前短期培训用，又可作为考前复习和自测使用，也可供技师考评及职业技能鉴定部门在命题时参考。由于我们是首次尝试编写技师培训教材，因此教材中难免存在不足和错误，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

机械工业技师考评培训教材编审委员会

# 目 录

## 前言

<b>第一章 常用机构及机械传动</b> .....	1
第一节 常用机构 .....	1
第二节 机械传动 .....	18
<b>第二章 液压传动</b> .....	63
第一节 液压传动基本原理 .....	63
第二节 液压元件和液压基本回路 .....	67
第三节 液压传动系统的安装与调试 .....	121
<b>第三章 机床电气控制知识</b> .....	130
第一节 常用低压电器 .....	130
第二节 异步电动机的电气控制 .....	143
第三节 直流电动机的电气控制 .....	157
第四节 典型机床的电气控制 .....	167
<b>第四章 机床夹具</b> .....	183
第一节 机床夹具概述 .....	183
第二节 组合夹具 .....	203
第三节 自动线随行夹具 .....	214
第四节 机床夹具的发展 .....	220
<b>第五章 现代制造技术</b> .....	227
第一节 成组技术简介 .....	227
第二节 计算机辅助制造系统 (CAM) 简介 .....	236
第三节 柔性制造系统简介 .....	238

<b>第六章 生产技术管理</b> .....	244
第一节 提高劳动生产率的途径 .....	244
第二节 工艺管理 .....	248
第三节 质量管理 .....	252
<b>试题库</b> .....	256
一、是非题 .....	试题 (256)      答案 (287)
二、选择题 .....	试题 (265)      答案 (287)
三、计算题 .....	试题 (277)      答案 (288)
四、简答题 .....	试题 (281)      答案 (292)
五、作图题 .....	试题 (285)      答案 (301)



# 第一章 常用机构及机械传动

**培训要点** 了解常用机构的工作原理、结构组成和应用特点，并能熟练地进行有关尺寸计算。掌握齿轮传动、普通 V 带传动、滚子链传动的失效形式及维护，熟练掌握定轴轮系的传动比计算。

## 第一节 常用机构

### 一、平面连杆机构

1. 平面连杆机构的概念 平面连杆机构是应用很广泛的一种低副机构。它是由若干个刚性构件用转动副或移动副联接而成的，故又称低副机构。连杆机构的各构件多呈杆状，常简称为“杆”。连杆机构广泛应用于各种动力机械、重型机械、轻工机械，以及仪表和国防工业中，如活塞式发动机、大吨位剪切机和空气压缩机中的曲柄滑块机构、牛头刨床和回转式油泵的导杆机构，精密机械应变仪中的铰链四杆机构，机床、汽车、飞机中作为操纵装置的连杆机构，以及各种轻工业机械中的执行机构等都是平面连杆机构。

平面连杆机构的特点是，它可将一种运动形式转变为另一种运动形式，实现一定的运动、动作和轨迹要求。连杆机构之所以被广泛地应用，一方面是因为它可以满足不同类型、不同规律的运动要求和动力要求，另一方面它采用低副联接，是面接触，故压强小、耐磨、寿命长。接触面为平面或圆柱面，容易制造，并能获得较高的制造精度。连杆机构的缺点是，在联接处存在一定间隙，因而会降低运动精度，构件数增多时，设计较困难。

在平面连杆机构中，最基本的形式是四个构件彼此均用转动副相连的平面四杆机构，简称铰链四杆机构，如图 1-1 所示。

2. 铰链四杆机构的基本类型 如图 1-1 所示，图中固定不动的构件 4 称为机架；与机架以转动副相联接，并绕该转动副中心作整周转动的构件 1 称为曲柄；与机架 4 相连，只作往复摆动的构件 3 称为

摇杆；以上两构件又可通称为连架杆；不与机架相连，且作平面一般运动的构件 2 称为连杆。

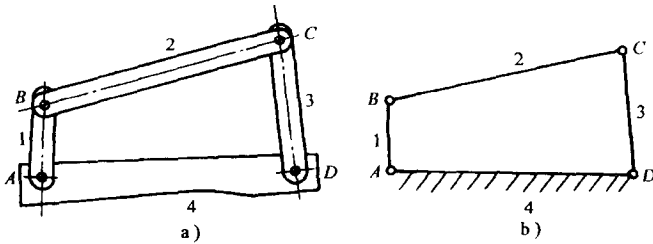


图 1-1 铰链四杆机构

1—曲柄 2—连杆 3—摇杆 4—机架

对于铰链四杆机构，又可根据连架杆是曲柄还是摇杆分成曲柄摇杆机构、双曲柄机构和双摇杆机构三种基本类型。

(1) 曲柄摇杆机构 在铰链四杆机构中，若两连架杆分别为曲柄和摇杆时，则称为曲柄摇杆机构，如图 1-2 所示。

在曲柄摇杆机构中，若以曲柄为主动件时，可以将曲柄的整周连续转动变为摇杆的往复摆动。如图 1-3a 所示的颚式破碎机机构和图 1-3b 所示的搅拌机机构。

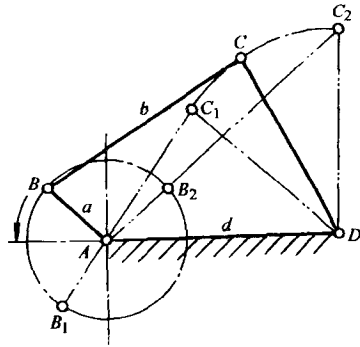


图 1-2 曲柄摇杆机构

若以摇杆作为主动件，则可将摇杆的往复摆动变为曲柄整周转动，图 1-3c 所示为缝纫机驱动机构的运动简图，当脚踏板  $CD$  作往复摆动时，通过连杆  $BC$  使曲柄  $AB$  作整周转动。

(2) 双曲柄机构 在铰链四杆机构中，若两连架杆均为曲柄时，则称为双曲柄机构，如图 1-4 所示。图 1-5 所示的惯性筛中的往复运动，就是用双曲柄机构添加一连杆和滑块实现的。当主动曲柄  $AB$  等速转动时，从动曲柄  $CD$  作变速转动。

在双曲柄机构中，如果组成四边形的对边构件的长度相等，即

$AB = CD$ 、 $BC = AD$ ，则根据曲柄相对位置的不同，可得到如图 1-6a

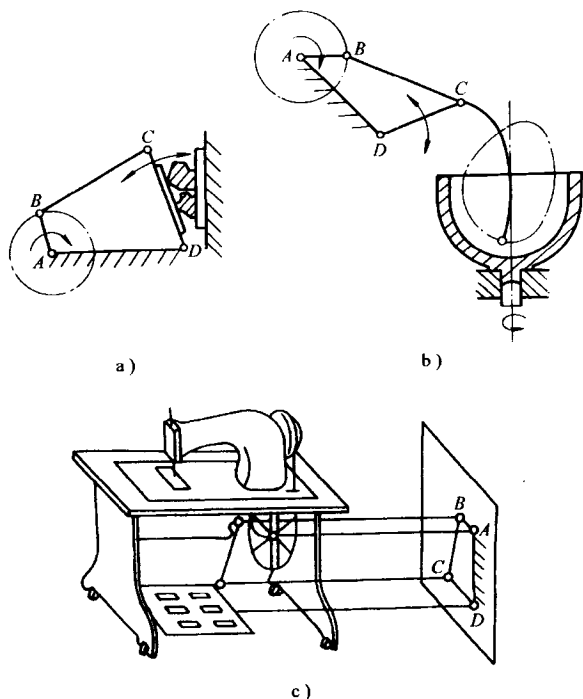


图 1-3 曲柄摇杆机构应用实例

a) 颚式破碎机机构 b) 搅拌机机构 c) 缝纫机驱动机构

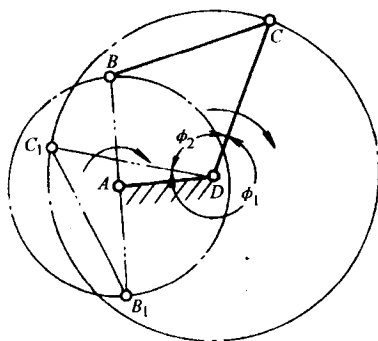


图 1-4 双曲柄机构

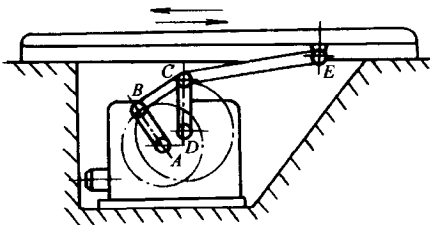


图 1-5 惯性筛

所示的平行双曲柄机构和图 1-6b 所示的反向双曲柄机构。其前者两曲柄的回转方向相同，且角速度相等，而后者两曲柄的回转方向相反，且角速度不相等。

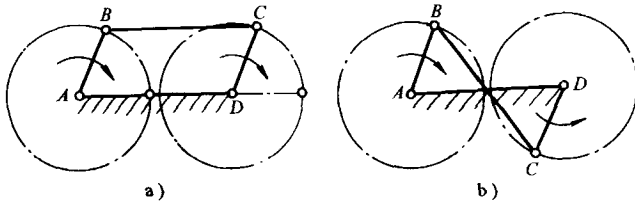


图 1-6 平行双曲柄机构和反向双曲柄机构

a) 平行双曲柄机构 b) 反向双曲柄机构

如图 1-7a 所示的机车车轮的联动机构，它能使被联动的各车轮具有与主动轮完全相同的运动。图 1-7b 所示为应用于铲土机的平行双曲柄机构，它能保持铲斗不倾斜。图 1-7c 所示为应用于车门启闭机构中的反向双曲柄机构，它使门 1 和 3 的回转方向始终相反。

(3) 双摇杆机构 在铰链四杆机构中，若两连架杆均为曲柄时，则称为双摇杆机构，如图 1-8 所示。

图 1-9a 所示为双摇杆机构在港口起重机中的应用，当摇杆 AB 摆动时，另一摇杆 CD 随之摆动，使悬挂在 E 点上的重物能沿近似水平直线移动。图 1-9b 所示为飞机起落架中所用的双摇杆机构，图中以实线表示起落架放下时的位置，双点划线表示起落架收起时的位置。

在双摇杆机构中，若两摇杆长度相等，则称为等腰梯形机构，在汽车及拖拉机中常用这种机构操纵前轮的转向，如图 1-9c 所示。

3. 铰链四杆机构类型的判别 铰链四杆机构中能作整周回转的连架杆称为曲柄。而曲柄是否存在则取决于机构中各杆的长度关系，要使连架杆能作整周转动而成为曲柄，各杆长度必须满足一定的条件。可按下述方法判别铰链四杆机构曲柄存在条件及基本类型：

- 1) 连架杆与机架中必有一个是最短杆。
- 2) 最短杆与最长杆长度之和必小于或等于其余两杆长度之和。

由以上可知，铰链四杆机构选取不同构件为机架时，可得到不同形式的机构。根据曲柄存在条件叙述如下：

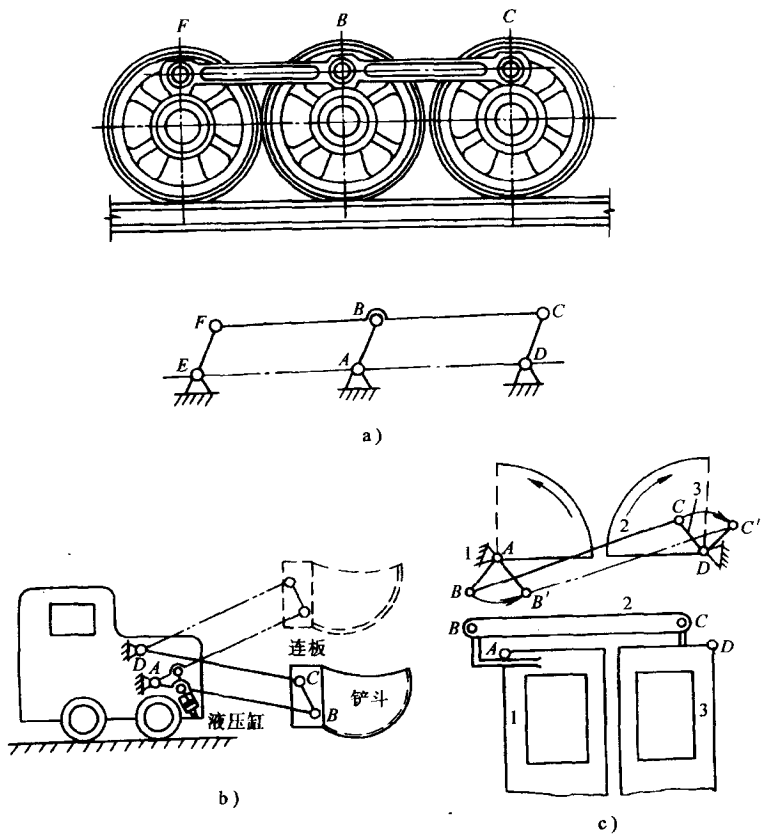


图 1-7 双曲柄机构实例

a) 机车车轮联动机构 b) 铲土机构 c) 车门启闭机构

1) 当最短杆与最长杆长度之和小于或等于其余两构件长度之和时, 有以下三种情况。

① 以最短杆的相邻杆作机架时, 为曲柄摇杆机构。

② 以最短杆为机架时, 为双曲柄机构。

③ 以最短杆的相对杆为机架时, 为双摇杆机构。

2) 若铰链四杆机构中, 最短杆与最长杆

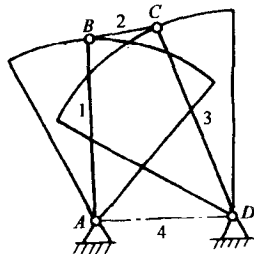


图 1-8 双摇杆机构

长度之和大于其余两杆长度之和，则不论以哪一根杆为机架均为双摇杆机构。

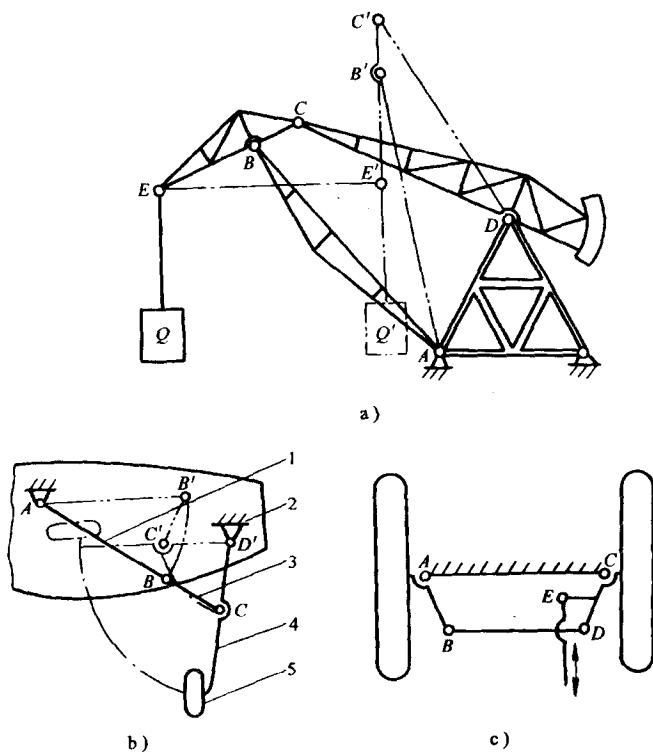


图 1-9 双摇杆机构实例

a) 港口起重吊车 b) 飞机起落架机构 c) 汽车前轮转向机构

4. 铰链四杆机构的死点位置 在图 1-2 中所示的曲柄摇杆机构中，若取摇杆  $CD$  为主动件，当摇杆  $CD$  处于两极限位置  $C_1D$  和  $C_2D$  时，连杆  $BC$  与曲柄  $AB$  将出现两次共线。连杆  $BC$  传给曲柄  $AB$  的力恰巧通过曲柄转动中心  $A$ ，因此该力对  $A$  点的力矩为零，故曲柄  $AB$  不能转动，使机构出现卡死现象。我们把机构的这种位置称为死点位置。

在实际应用中，死点位置常使机构从动件无法运动或出现运动不

确定现象，如图 1-3c 所示缝纫机踏板机构。在使用中有时会出现倒车或踏不动现象，就是因为机构处在死点位置造成的。为使机构能顺利通过死点继续正常运转，常采用安装飞轮加大惯性办法，缝纫机就是利用惯性通过死点。也可采用机构错位排列的办法通过死点位置。如图 1-7a 所示的机车车轮联动机构就是由两组平行双曲柄机构组成。

虽然死点位置对机构的运动传递不利，但是在死点位置却可以产生较大的力。因此，在有些机构的设计中就利用了死点这个特点。例如如图 1-10 所示的钻床工件夹紧机构，它的基本要求是把工件夹紧，当工件夹紧后，BCD 成一直线，即机构在工件反力  $F_T$  的作用下处于死点位置，所以即使反力很大也可保证在钻削加工时，工件不会松脱。

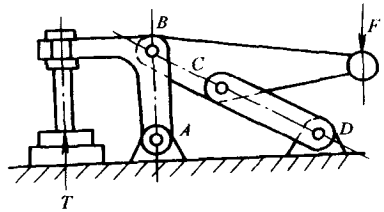


图 1-10 钻床工件夹紧机构

5. 行程速比系数 如图 1-2 所示曲柄摇杆机构中，设曲柄  $AB$  为主动件，摇杆  $CD$  为从动件，当曲柄转到  $AB_1$  位置时，摇杆  $CD$  处于左边极限位置  $C_1D$ 。当曲柄继续转到  $AB_2$  位置时，摇杆  $CD$  处于右边极限位置  $C_2D$ 。当从动件摇杆处于两极限位置时，主动件曲柄与连杆两共线位置之间所夹的锐角  $\theta$  称为极位夹角。

由图可知，当曲柄顺时针以等角速度  $\omega$  转过  $\varphi_1$  角时，摇杆  $CD$  自  $C_1D$  摆至  $C_2D$  (工作行程)，设其所需时间为  $t_1$ ， $C$  点的平均速度为  $v_1$ 。当曲柄再继续转过角  $\varphi_2$  时，摇杆自  $C_2D$  摆回至  $C_1D$  (称为空回行程或叫空载行程)。设其所需时间为  $t_2$ ， $C$  点平均速度为  $v_2$ ，由于  $\varphi_1 = 180^\circ + \theta$  大于  $\varphi_2 = 180^\circ - \theta$ ，且一般情况下，设曲柄的角速度  $\omega$  为常数，故可知  $t_1 > t_2$ 、 $v_2 > v_1$ 。由此可知当曲柄作等速回转时，摇杆来回摆动的角速度不同，在摆回时具有较大的平均速度，或者说摇杆具有急回运动特征。在某些机械中 (如牛头刨床、插床或惯性筛等)，常利用机构的急回特性来缩短空回行程的时间以提高生产率。为了表达这个特征的相对程度，用从动件空回行程平均速度与从动件工作行程平均速度的比值  $K$  表示， $K$  称为行程速比系数。

$$K = \frac{\text{从动件空回行程平均速度 } v_2}{\text{从动件工作行程平均速度 } v_1}$$

$$K = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\widehat{C_2C_1}/t_2}{\widehat{C_1C_2}/t_1} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}$$

或 
$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}$$

$K$  的大小表示机构的急回程度，它与极位夹角  $\theta$  有关，由上式可知，当  $\theta=0$  时， $K=1$ ，说明该机构无急回特征。当  $\theta>0$ ， $K>1$ ，则机构具有急回特征。

6. 铰链四杆机构的演化 前面已经介绍了一些四杆机构的基本形式，但是在实际机器中，由于要求不同，因此所应用的连杆机构是形形色色各不相同的。这些机构的外表和构造可能截然不同，但它与基本形式的四杆机构之间往往具有相同的相对运动特性，因此可以认为这些形形色色的四杆机构是由四杆机构的基本形式演化而成。通常的演化有下列几种。

(1) 转动副演化 转动副可以演化成移动副（曲柄滑块机构）

如图 1-11a 所示的曲柄摇杆机构，如摇杆  $CD$  的长度增至无穷大，则转动副  $D$  移至无穷远处，回转副  $C$  的轨迹变为直线，该机构可变成如图 1-11b 所示的曲柄滑块机构。曲柄滑块机构广泛应用在活塞式内燃机、自动送料装置、空气压缩机、冲床等机械中。

(2) 扩大转动副（偏心轮机构）

在如图 1-11b 中所示曲柄滑块机构中，若将转动副  $B$  的半径扩大至超过曲柄 1 的长度，则曲柄演化为一个几何中心与转动中心不重合的偏心盘。这种机构称为偏心轮机构，如图 1-12 所示。

偏心轮机构广泛应用于传力较大的

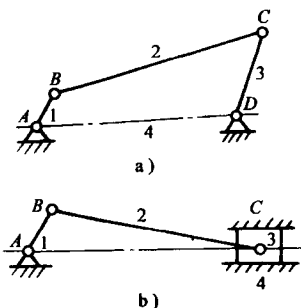


图 1-11 曲柄摇杆机构

与曲柄滑块机构

a) 曲柄摇杆机构

1—曲柄 2—连杆

3—摇杆 4—机架

b) 曲柄滑块机构

1—曲柄 2—连杆

3—滑块 4—机架



冲床、剪床及颚式破碎机等机械。

(3) 取不同构件为机架时的演化有不同的相对运动, 因而当取不同的构件作机架时, 机构呈现出不同的运动特点, 如图 1-13a、b、c、d、e 所示。

在图 1-13a 所示曲柄滑块机构中, 当以杆 1 为机架时, 则机构演化成图 1-13b 和 1-13c 的导杆机构, 其中杆 4 为导杆。当  $l_1 < l_2$  时 (图 1-13c), 杆 2 和杆 4 均可整周转动, 故称为转动导杆机构。当  $l_1 > l_2$  时 (图 1-13b), 杆 4 只能往复摆动, 故称为摆动导杆机构。导杆机构具有很好的传动性能, 故常用于牛头刨床、插床和回转式液压泵中, 如图 1-14a 所示牛头刨床上的主运动机构。在图 1-13a 所示曲柄滑块机构中, 若取滑块作为机架, 则演化为图 1-13d 的定块机构, 这种机构常用于液压泵, 如图 1-14b 所示抽水唧筒。在图 1-13a 所示曲柄滑块机构中, 若取杆 2 为机架, 则演化为图 1-13e 所示的曲柄摇块机构, 这种机构广泛应用于摆缸式内燃机和液压驱动装置中, 如图 1-14c 所示卡车车厢自动翻转卸料机构。

由于曲柄滑块机构各构件间具

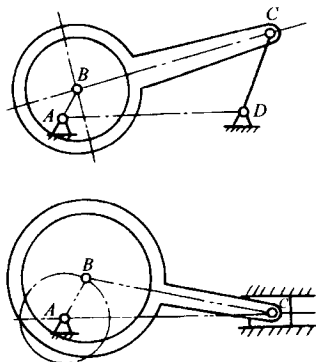


图 1-12 偏心轮机构

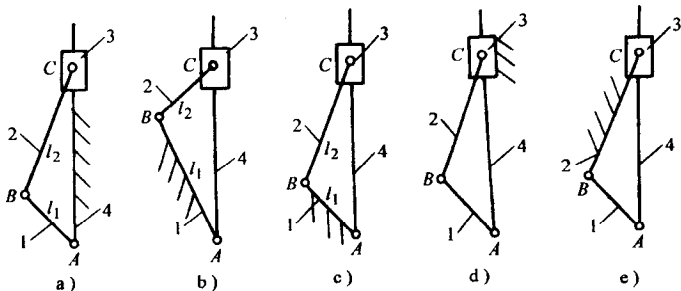


图 1-13 不同构件为机架时的演化

- a) 曲柄滑块机构 b) 摆动导杆机构 c) 转动导杆机构  
d) 定块机构 e) 曲柄摇块机构