



机械类

高级技工学校、技师学院教材
高级工培训教材

机构与零件

(第三版)



中国劳动社会保障出版社

机械类 高级技工学校、技师学院教材
高级工培训教材

机构与零件

(第三版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机构与零件/邓养廉主编. —3 版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007

机械类 高级技工学校、技师学院教材 高级工培训教材

ISBN 978-7-5045-6354-5

I. 机… II. 邓… III. ①机构学-技工学校-教材②机械元件-技工学校-教材
IV. TH112 TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 085654 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

中国印刷总公司北京新华印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 7.25 印张 172 千字

2007 年 7 月第 3 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

定价: 10.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前言

进入 21 世纪以来,我国现代制造业迅速发展,随着技术创新和市场需要,对产品的加工工艺要求越来越高,但劳动者素质偏低,技能人才,尤其是高级技能人才匮乏已成为制约我国制造业发展的突出问题。为了解决这一矛盾,2005 年国务院颁发了《国务院关于大力发展职业教育的决定》,确立了“力争用 5 年时间,在全国新培养 190 万名技师和高级技师,新培养 700 万名高级技工,并带动中级和初级技能劳动者队伍梯次发展”的目标。

正是在这样的形势下,为推进我国职业教育建设,加强各类高素质高技能专门人才的培养,我们组织修订了 1999 年以来出版的高级技工学校教学及高级工培训的机械类教材,并在此基础上开发了一些新教材。本套教材包括《专业数学(第二版)》《机械制图(第二版)》《计算机应用技术》《极限配合与技术测量(第三版)》《机构与零件(第三版)》《液压技术(第三版)》《金属切削原理与刀具(第三版)》《机械制造工艺与装备(第二版)》《机床夹具(第三版)》《机床电气控制》《数控技术》《高级车工工艺与技能训练》《高级钳工工艺与技能训练》《高级铣工工艺与技能训练》《高级焊工工艺与技能训练》《模具制造工艺与技能训练》《高级机修钳工工艺与技能训练》《高级磨工工艺与技能训练》《高级冷作工工艺与技能训练》,以后我们还将陆续开发其他教材。

在这套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下基本原则:

一是从生产实际出发,合理安排教材的知识和技能结构,突出技能性培养,摒弃“繁难偏旧”的理论知识。二是以国家相关职业标准为依据,确保在知识内容和技能水平上符合国家职业鉴定标准。三是引入新技术、新工艺的内容,反映行业的新标准、新趋势,淘汰陈旧过时的技术,拓宽专业技术人员的知识眼界。四是在结构安排和表达方式上,强调由浅入深,循序渐进,力求做到图文并茂。

本套教材的编写工作得到了湖南、江苏、广东、河北、黑龙江等省劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持,在此表示衷心的感谢。

《机构与零件》(第三版)在上一版的基础上,对知识点进行了梳理和整合,降低了理论难度,增加了部分图片和图示,使全书脉络更清晰,内容更实用,讲解更具直观性。全书主

要介绍了连杆机构，凸轮机构，螺纹连接与螺旋机构，齿轮机构，蜗杆蜗轮机构，轮系，轴，键、销及过盈配合连接以及弹簧等内容。书中标题前加星号的内容为选学内容。

本书由邓养廉主编，陈东林、周咸阳、鞠建荣、杜育兵、刘维勤参编，尤晓明审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2007 年 7 月

目 录

绪论	(1)
第一章 连杆机构	(6)
§ 1—1 平面四杆机构的形式及应用	(6)
§ 1—2 平面连杆机构的基本特性	(17)
* § 1—3 确定平面连杆机构的图解法	(20)
§ 1—4 空间连杆机构简介	(22)
第二章 凸轮机构	(25)
§ 2—1 凸轮机构的应用和类型	(25)
§ 2—2 从动件常用运动规律	(28)
§ 2—3 影响凸轮机构工作的参数	(32)
第三章 螺纹连接与螺旋机构	(34)
§ 3—1 螺纹连接	(34)
§ 3—2 螺旋机构概述	(38)
§ 3—3 滚动螺旋机构简介	(39)
第四章 齿轮机构	(41)
§ 4—1 概述	(41)
§ 4—2 渐开线标准直齿圆柱齿轮	(42)
§ 4—3 一对渐开线标准齿轮的啮合传动	(45)
§ 4—4 渐开线齿轮的加工	(49)
§ 4—5 齿轮材料及其热处理	(51)
§ 4—6 斜齿圆柱齿轮机构	(54)
§ 4—7 直齿圆锥齿轮机构	(59)

§ 4—8 圆弧齿轮机构简介·····	(63)
第五章 蜗杆蜗轮机构 ·····	(65)
● § 5—1 蜗杆蜗轮机构的应用及特点·····	(65)
§ 5—2 蜗杆蜗轮机构的基本参数和几何尺寸计算·····	(68)
§ 5—3 蜗杆蜗轮的结构·····	(71)
§ 5—4 蜗杆传动的效率·····	(73)
第六章 轮系 ·····	(74)
§ 6—1 定轴轮系·····	(74)
§ 6—2 周转轮系·····	(78)
第七章 轴 ·····	(83)
§ 7—1 轴的分类及材料·····	(83)
§ 7—2 轴的结构·····	(88)
第八章 键、销及过盈配合连接 ·····	(94)
§ 8—1 键连接及其应用·····	(94)
§ 8—2 销连接·····	(97)
§ 8—3 过盈连接·····	(98)
第九章 弹簧 ·····	(102)
§ 9—1 弹簧的功用和类型·····	(102)
§ 9—2 圆柱形螺旋弹簧的结构及基本几何参数·····	(105)
§ 9—3 弹簧的材料与制造·····	(107)

绪 论

人类通过长期的生产实践逐渐创造了机器。在现代生产和日常生活中见到的汽车、拖拉机、缝纫机、洗衣机、复印机、各种机床等都是机器。

一、机器的特征

机器的种类繁多，用途不一，但都有一些共同的特征。

图0—1所示为一台单缸内燃机。它的连杆、活塞等部分都可以相对缸体（机架）运动。内燃机工作的结果是将热能转换成机械能，从而推动车辆。

图0—2所示是工厂常用的加工平面的牛头刨床。在电动机的带动下，刨床中的刨刀做往复移动切削金属。

从以上实例以及日常生活中所接触过的其他机器可以看出，尽管这些机器的构造、性能和用途各不相同，但都具有以下特征：

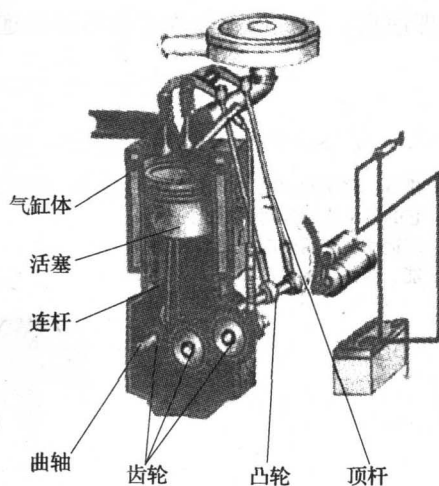


图0—1 单缸内燃机

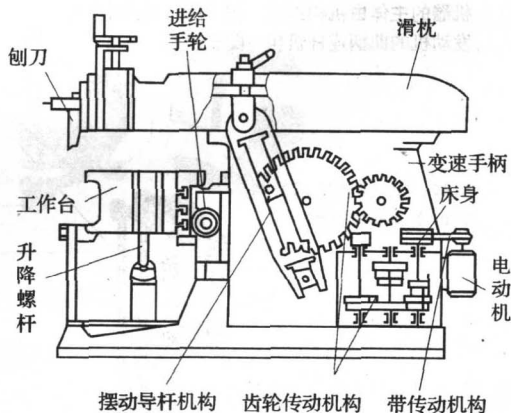
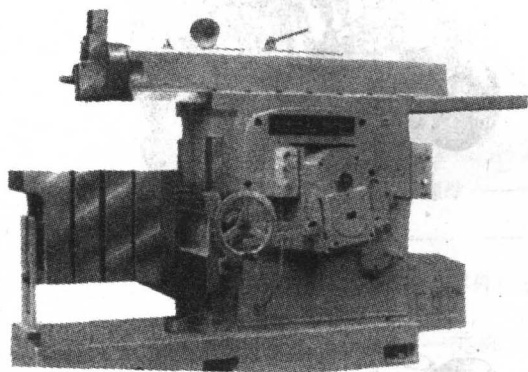


图0—2 牛头刨床

1. 都是由各种实物（如齿轮、连杆、曲轴等）组合而成。
 2. 各实物间具有确定的相对运动（如刨刀、活塞的移动及凸轮的转动等）。
 3. 能够代替或减轻人的劳动，完成有用的机械功或将其他能量形式转换成机械能。
- 将同时具备上述三个特征的实物组合体称为机器。

应当指出的是，随着现代科学技术的发展，机器的概念和机器的特征也都有了相应的扩展。现代的机器更具智能化，不仅具有处理物质和能量的功能，而且具有处理信息流的功能。

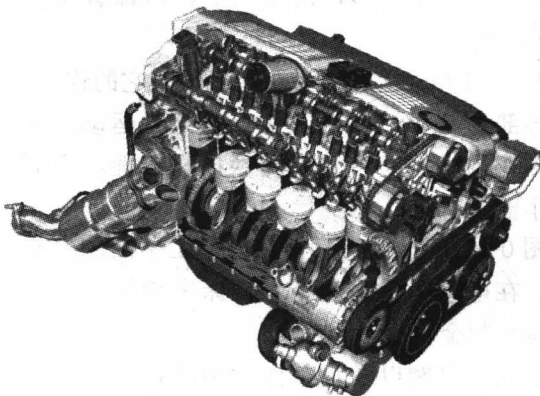
能，是机电一体化的系统。机器不仅成为人类体力的延伸，而且也可以部分地代替人的脑力劳动，成为人类智力的延伸。机器的智能化，将是未来机械工业发展的重要趋势。

二、机器、机构、构件和零件

如图 0—3 所示，汽车发动机的缸体、活塞、连杆、曲轴和飞轮等构成的组合能将活塞的往复运动转化为曲轴的回转运动；气门组和气门传动组构成的组合则可定时开启和关闭进气门和排气门，实现换气过程。像这些具有确定的相对运动，能用来传递运动和动力或改变运动形式的实物组合体，称为机构。机器的主体部分是由机构组成的。一台机器可以包含一个或多个机构。

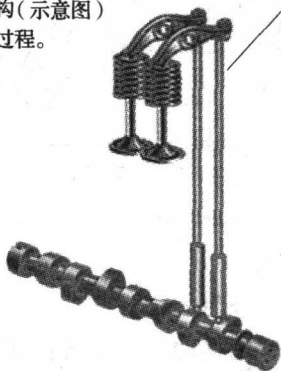
需要注意的是，机构只具有机器的前两个特征。机器可以完成能量转换、做有用机械功或处理信息，而机构则仅仅起着运动传递和运动形式的转换作用。

机器：汽车发动机
它的各组成部分间有确定的相对运动。它将热能转化为机械能，为汽车提供动力。



机器的主体由机构组成：图中所示为汽车发动机的曲柄连杆机构、配气机构。

机构：配气机构（示意图）
它可实现换气过程。



机构：曲柄连杆机构（示意图）
它能将活塞的往复运动转化为曲轴的回转运动。

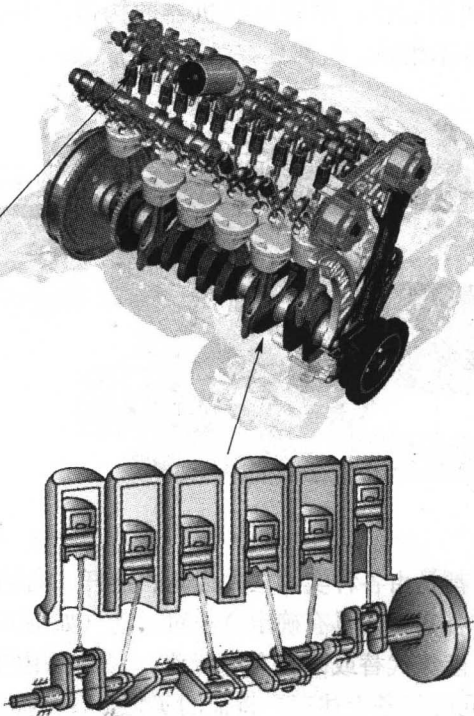


图 0—3 机器的主体（以汽车发动机为例）

组成机构的各个独立运动的实体称为构件。如图 0—4 所示的汽车发动机中的缸体、活塞、连杆、曲轴和飞轮等都是构件，它们共同组成了汽车发动机的曲柄连杆机构。

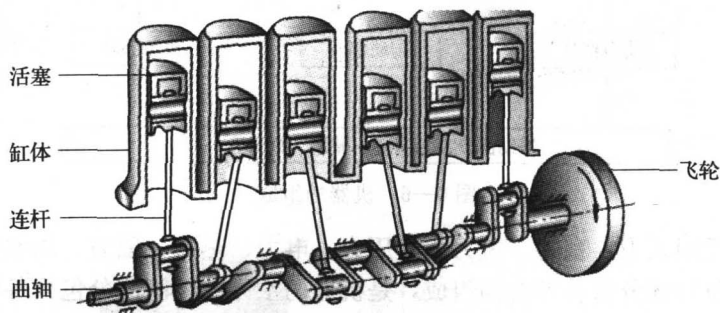


图 0—4 机构由构件组成（以汽车发动机的曲柄连杆机构为例）

构件可以是一个实物，也可以是固定在一起的几个实物。例如，汽车发动机中的连杆就是由连杆体、连杆盖、轴瓦、螺栓、螺母等几个实物组成的（见图 0—5）。构件上的每一个实物称为一个零件。

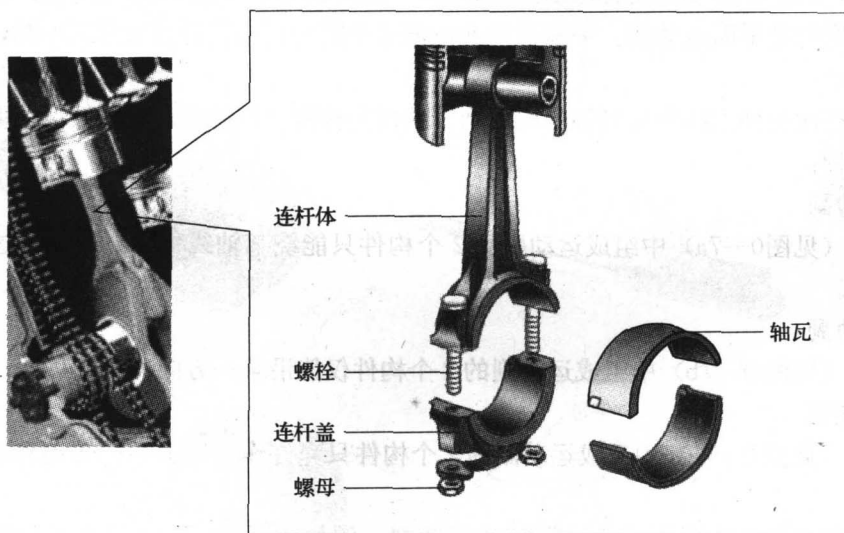


图 0—5 构件由零件组成（以汽车发动机的连杆为例）

机械中的零件可以分为两类。一类称为通用零件，它在各种机械中都能经常用到，如齿轮、螺栓、螺母等。另一类称为专用零件，它只出现在某些特定类型的机器中，如内燃机中的活塞、曲轴等。

三、机器的组成

在图 0—2 所示的牛头刨床中，电动机提供动力来源，是机器的动力部分；带传动、齿轮传动机构等实现运动或动力传递，是机器的传动部分；滑枕带动刨刀完成刨削工作，是机器的执行部分。进给手轮、变速手柄（图中未示出）等负责控制，为机器的控制部分。显然，一台完整的机器主要由五部分组成，如图 0—6 所示。

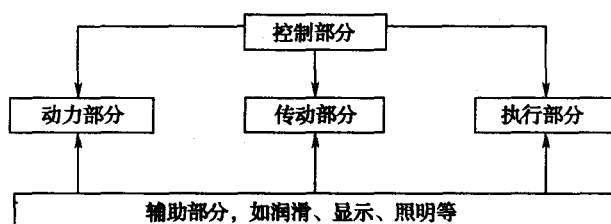


图 0—6 机器的组成

动力部分可采用人力、畜力、风力、液压力、电力、热力、磁力、压缩空气等作为动力源；传动部分和执行部分由各种机构组成，是机器的主体；控制部分包括各种机构（如内燃机中的凸轮机构）、电气装置、计算机和液压系统、气压系统等。

四、运动副及其分类

在机构中，每一个构件都是以一定的方式与其他构件相互连接的，这种连接既使 2 个构件直接接触，又保证 2 个构件能产生一定的相对运动。2 个构件间形成的这种可动连接称为运动副。

工程上，人们把运动副按其运动范围分为空间运动副和平面运动副两大类。在一般机器中，经常遇到的是平面运动副。平面运动副根据运动副的两构件的接触形式不同，可划分为低副和高副。

低副是指两构件之间作面接触的运动副。根据两构件之间的相对运动情况，低副还可以分为以下几种：

1. 转动副

转动副（见图 0—7a）中组成运动副的 2 个构件只能绕某轴线作相对转动，这种运动副也称为铰链。

2. 移动副

移动副（见图 0—7b）中组成运动副的 2 个构件仅能沿某一方向作相对移动。

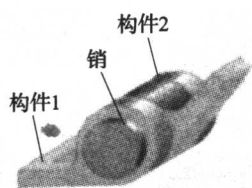
3. 螺旋副

螺旋副（见图 0—7c）中组成运动副的 2 个构件只允许作一定关系的转动和移动的复合运动。

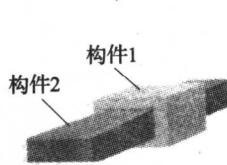
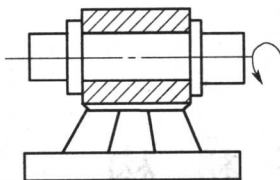
高副是指两构件之间作点或线接触的运动副。例如，图 0—8a 中的滚子与滚动轴承内圈、外圈在接触处分别组成高副；图 0—8b 中的凸轮与从动件在接触处组成高副；图 0—8c 中的齿轮 1 和齿轮 2 分别在接触处组成高副。

在承受相同的载荷时，由于低副中两构件为面接触，故压强较低，不易磨损；而高副中两构件为点或线接触，因而压强较高，容易磨损。

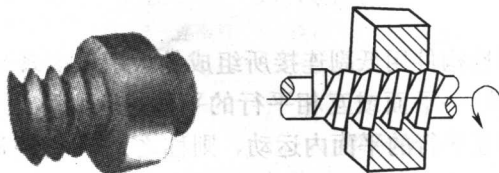
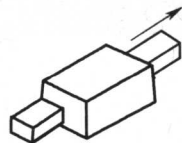
低副是滑动摩擦，摩擦因数大而传动效率低；高副尽管易磨损，但能传递较复杂的运动。



a)



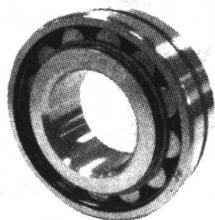
b)



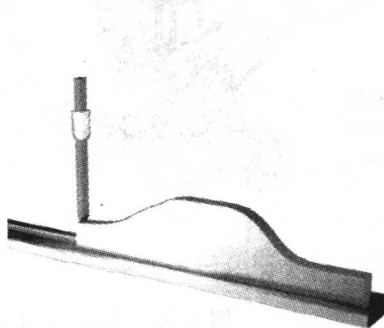
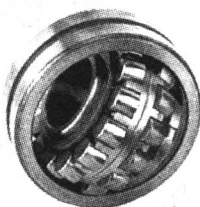
c)

图 0—7 低副

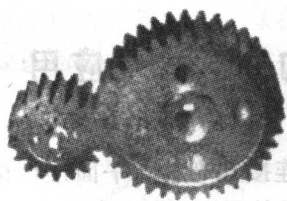
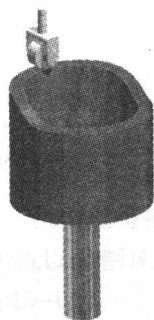
a) 转动副 b) 移动副 c) 螺旋副



a)



b)



c)

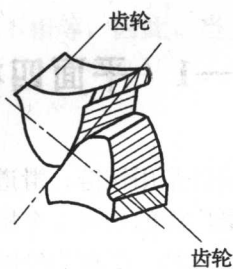


图 0—8 高副

a) 滚动轮接触 b) 凸轮接触 c) 齿轮接触

第一章

连杆机构

连杆机构是由若干个刚性构件用低副连接所组成的，用以实现运动的转换和传递动力。若各构件间的相对运动均在同一平面或互相平行的平面内，则称之为平面连杆机构（见图 1—1a）；若各构件不都在相互平行的平面内运动，则称之为空间连杆机构（见图 1—1b）。



图 1—1 平面连杆机构和空间连杆机构

a) 平面连杆机构 b) 空间连杆机构

§ 1—1 平面四杆机构的形式及应用

平面连杆机构各个构件是用铰链、滑道等方式连接起来的。平面连杆机构的类型很多，其中结构最简单且应用最广泛的是由 4 个构件所组成的平面四杆机构。若平面四杆机构的各构件通过铰链（转动副）连接，则称为铰链四杆机构。铰链四杆机构是平面四杆机构的基本形式。

一、平面四杆机构的基本形式

如图 1—2 所示的铰链四杆机构中，固定不动的杆 4 称为机架；与机架用转动副相连接的杆 1 和杆 3 称为连架杆；不与机架直接连接的杆 2（通常作平面运动）称为连杆。如果杆 1 或杆 3 能绕回转中心 A 或 D 作整周转动，则称为曲柄，否则称为摇杆。根据两连架杆是曲柄还是摇杆，铰链四杆机构可分为曲柄摇杆机构、双曲柄机构和双摇杆机构 3 种基本类型。各种连杆机构间的层次关系如图 1—3 所示。

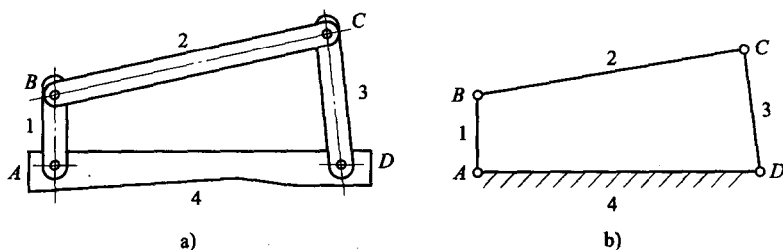


图 1—2 铰链四杆机构

1, 3—连架杆 2—连杆 4—机架

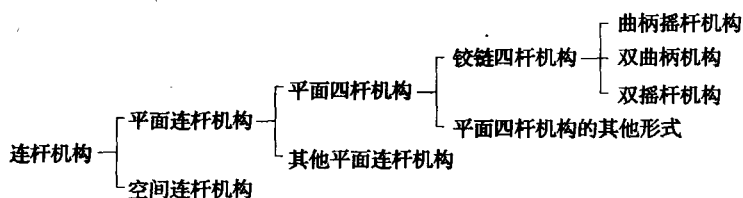


图 1—3 各种连杆机构之间的层次关系

1. 曲柄摇杆机构

在铰链四杆机构的 2 个连架杆中，一个为曲柄，另一个为摇杆，则该铰链四杆机构称为曲柄摇杆机构，如图 1—4 所示。

曲柄摇杆机构可以以曲柄为主动件，也可以以摇杆为主动件。当以曲柄为主动件时，机构能将曲柄的整周回转运动转换成摇杆的往复摆动运动；当以摇杆为主动件时，机构能将摇杆的往复摆动运动转换成曲柄的整周回转运动。曲柄摇杆机构在剪板机、破碎机以及刨床、插床等各种机床的进给机构中，得到广泛的应用。其应用实例及运动分析见表 1—1。

2. 双曲柄机构

2 个连架杆均为曲柄的铰链四杆机构称为双曲柄机构，如图 1—5 所示。一般双曲柄机构 2 个曲柄的长度不相等，连杆与机架的长度也不相等，因此，当主动曲柄等速回转一周时，从动曲柄则变速回转一周。

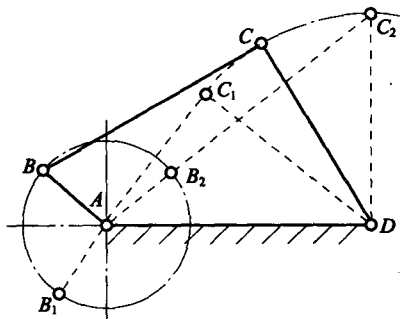


图 1—4 曲柄摇杆机构

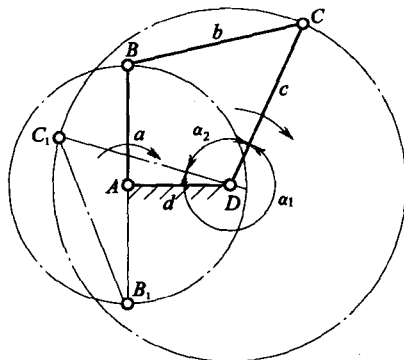
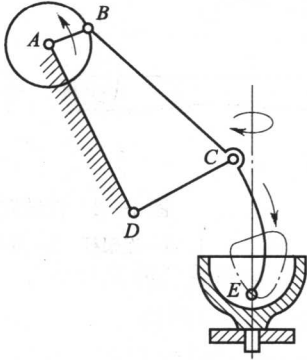
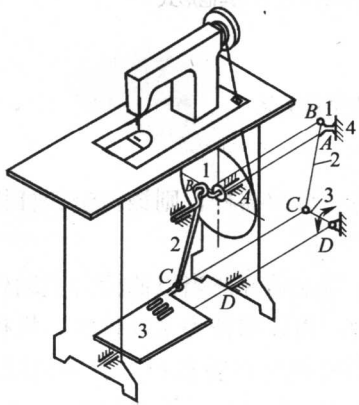
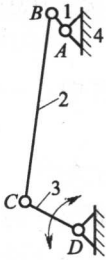


图 1—5 双曲柄机构

表 1—1

曲柄摇杆机构的应用实例及运动分析

类型	应用实例	运动简图	运动分析
曲柄摇杆机构	 搅拌机的搅拌机构		曲柄 AB 连续回转时, 带动摇杆 CD 往复摆动, 从而完成搅拌动作。 当曲柄 AB 为主动件时, 可将曲柄的整周回转运动转换为从动件摇杆 CD 的往复摆动运动
	 缝纫机的踏板机构 1—曲柄 2—连杆 3—踏板 4—机架		踏板 3 (摇杆) 往复摆动时, 杆 2 (连杆) 使杆 1 (曲柄) 作整周回转运动 当摇杆 CD 为主动件时, 可将摇杆的往复摆动运动转换为从动件曲柄 AB 的整周回转运动

在双曲柄机构中, 如果两曲柄的长度相等, 连杆与机架的长度也相等而且互相平行, 则该机构称为平行双曲柄机构, 或称平行四边形机构, 如图 1—6a 所示。平行双曲柄机构主动曲柄与从动曲柄的旋转方向相同, 角速度也相等。在双曲柄机构中, 如果两曲柄的长度相等, 连杆与机架的长度也相等但互不平行, 则该机构称为反向双曲柄机构或称反向平行四边

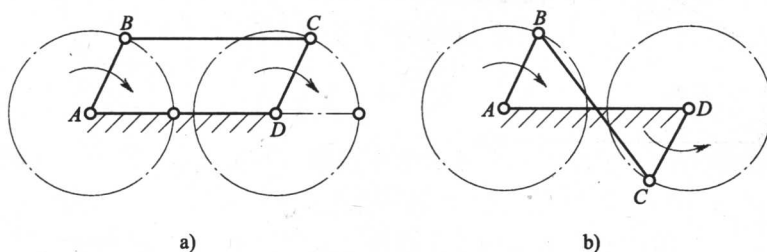


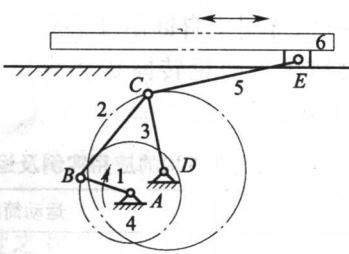
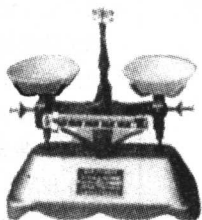
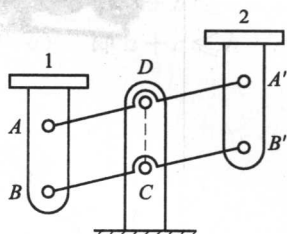
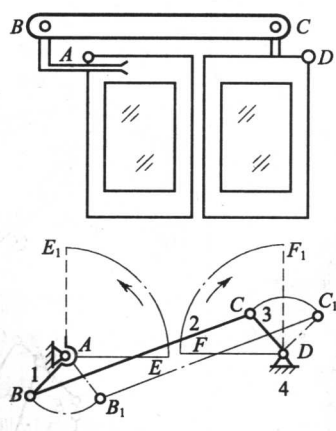
图 1—6 双曲柄机构类型

a) 平行双曲柄机构 b) 反向双曲柄机构

形机构,如图1—6b所示。反向双曲柄机构主动曲柄与从动曲柄的旋转方向相反。双曲柄机构常用于旋转式水泵、惯性筛、机车车轮、车门开启装置等机械中。其应用实例及运动分析见表1—2。

表 1—2

双曲柄机构的应用实例及运动分析

类型	应用实例	运动简图	运动分析
双 曲 柄 机 构	 惯性筛机构	 双曲柄机构 1—主动曲柄 2—连杆 3—从动曲柄 4—机架 5—构件 6—筛子	当主动曲柄 1 等速转动时, 连杆 2 带动从动曲柄 3 作变速转动, 再通过构件 5 带动筛子 6 作变速往复直线运动, 具有了所需的加速度, 利用加速度所产生的惯性力, 使颗粒材料在筛子上往复运动而达到筛分的目的
	 天平机构	 平行双曲柄机构 1, 2—天平盘	利用平行双曲柄机构两对边杆相平行、两曲柄转动方向相同、角速度相等的特性, 保证天平盘 1 和 2 始终保持水平位置
	 汽车车门启闭机构	 反向双曲柄机构 1—主动曲柄 2—连杆 3—从动曲柄 4—机架	AB、CD 两曲柄长度相等, 连杆 BC 与机架 AD 长度相等但不平行, 两曲柄转动方向相反, 角速度不相等。当主动曲柄 AB 转动时, 通过连杆 BC 使从动曲柄 CD 朝反向转动, 从而保证两扇车门能同时开启和关闭到各自预定的工作位置

3. 双摇杆机构

2个连架杆均为摇杆的铰链四杆机构称为双摇杆机构，如图1—7所示。

双摇杆机构能将主动摇杆的往复摆动运动转换成从动摇杆的往复摆动运动。一般的双摇杆机构两摇杆的长度不相等，连杆与机架的长度也不相等，因此，两摇杆的摆角也不相等。双摇杆机构常用于自卸翻斗装置、港口起重吊车、飞机起落架和汽车前轮转向机构等机械中。其应用实例及运动分析见表1—3。

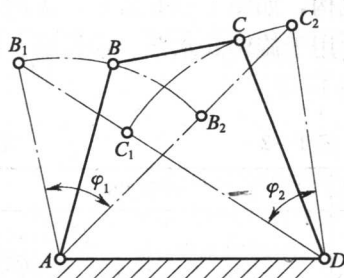
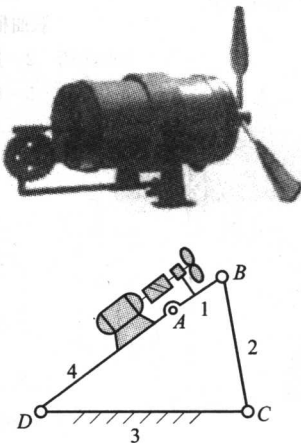
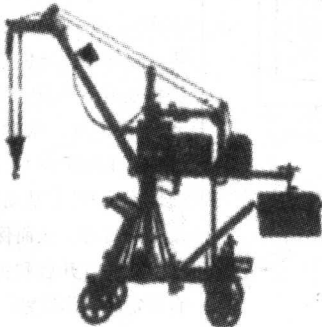
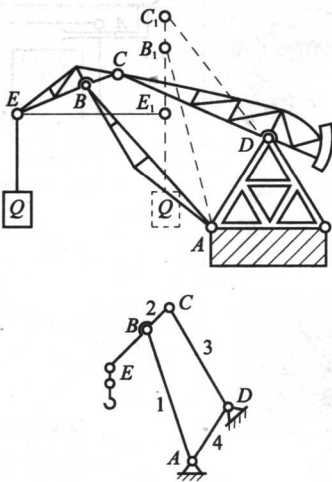


图 1—7 双摇杆机构

表 1—3

双摇杆机构的应用实例及运动分析

类型	应用实例	运动简图	运动分析
双摇杆机构	 摇头电风扇机构	 1—连杆 2, 4—摇杆 3—机架	电动机坐落在摇杆4上，铰链A处装有一个与连杆1固结为一体的蜗轮，蜗轮与电动机轴上的蜗杆相啮合。电动机转动时，通过蜗杆和蜗轮迫使连杆1绕点A作整周旋转。当主动件连杆AB转动时，带动两从动摇杆AD和BC作往复摆动，从而实现了风扇的摇头动作
	 起重机构	 1, 3—摇杆 2—连杆 4—机架	当摇杆1摆动时，摇杆3随之摆动，可使吊在连杆2上E点的重物Q作近似水平移动，这样可避免重物在平移时产生不必要的升降，减少能量的消耗