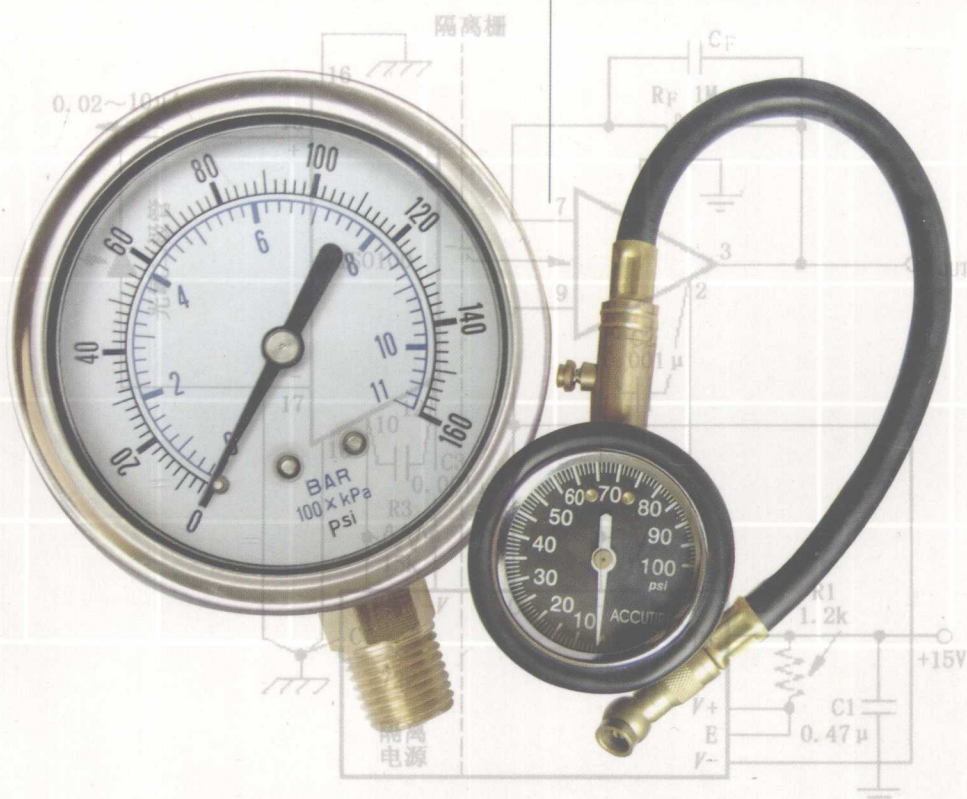


中等职业教育规划教材
根据教育部中等职业学校新教学大纲编写

机械基础

Ji Xie Ji Chu

主编 / 李桂福



天津教育出版社
TIANJIN EDUCATION PRESS

—— 中等职业教育规划教材 ——
根据教育部中等职业学校新教学大纲编写

机械基础

JIXIE JI CHU

主编 / 李桂福



天津教育出版社
TIANJIN EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/李桂福主编. —天津:天津教育出版社,
2008.7

ISBN 978 - 7 - 5309 - 5336 - 5

I. 机… II. 李… III. 机械学—高等学校:技术学校—
教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 112640 号

机械基础

出 版 人 肖占鹏

主 编 李桂福

责任编辑 吕 焱 刘 菲

封面设计 武业凌

出版发行 天津教育出版社

天津市和平区西康路 35 号
邮政编码 300051

经 销 新华书店

印 刷 北京通县华龙印刷厂

版 次 2008 年 7 月第 1 版

印 次 2008 年 7 月第 1 次印刷

规 格 16 开(787 × 1092 毫米)

字 数 340 千字

印 张 13.25

定 价 19.00 元

出版说明

本书是根据劳动和社会保障部培训就业司最新颁发的《机械基础学教学大纲》和当前机械技术发展状况编写的。其内容包括概述,常用机构类型介绍、轴系零、部件,轮传动和轮系,螺旋传动和蜗杆传动,带传动和链传动,液压传动,液压元件及辅助装置等。

我们在编写本书过程中,采用最新的国标,彰显教材内容的标准化。由于机械基础是机械类相关课程的基础,强调与各个专业课程的衔接,在此我们进行系列科学地处理;同时结合各地中等职业技术学校对教材内容在教学上不同的要求,增强了其适用性。在内容的选择上,更强调素质教育和技能培养的有机结合,使学生掌握更多专业知识和技能,为能更好地适应未来工作岗位打下坚实的理论基础;力求引进较多的新知识、新技术、新工艺、新方法,较全面地反映机械行业的新趋势,突出教材内容的先进性,使教材的内容更容易让学生接受。

本书中精心采集了大量的图片,图文并茂。打破传统的教材编写模式,树立以学生为主体的教学理念,通过相应的习题,便于学生更深入透彻地理解相关教材内容。

本教材的编写虽经过各位编者的不懈努力,但限于编者水平与能力,书中难免有错误与不足之处,恳请广大读者和使用本书的各位教师、同仁提出批评和宝贵的意见,以使本书得到不断完善。

编者

2008年7月

目 录

概 述	(1)
第一章 常用机构类型介绍	(6)
第一节 铰链四杆机构	(6)
第二节 凸轮机构	(17)
第三节 变速机构	(23)
第四节 步进运动机构	(27)
第二章 轴系零、部件	(33)
第一节 轴	(33)
第二节 键	(39)
第三节 销	(45)
第四节 轴承	(46)
第五节 联轴器	(62)
第六节 离合器	(66)
第七节 制动器	(71)
第三章 轮传动和轮系	(75)
第一节 摩擦轮传动	(75)
第二节 齿轮传动	(77)
第三节 轮系	(101)
第四章 螺旋传动和蜗杆传动	(112)
第一节 螺旋传动	(112)
第二节 蜗杆传动	(124)
第五章 带传动和链传动	(130)
第一节 带传动	(130)
第二节 链传动	(137)
第六章 液压传动	(142)
第一节 液压传动系统的构成和工作原理	(142)
第二节 液压传动系统的流量和压力	(145)
第三节 液压传动的功率	(150)
第四节 液压基本回路	(153)
第五节 液压传动系统实例分析	(164)
第七章 液压元件及辅助装置	(174)
第一节 液压泵	(174)
第二节 液压马达	(179)
第三节 液压缸	(181)
第四节 液压阀	(186)
第五节 液压辅件	(201)

概 述

随着科学技术的进步,工业技术也在不断地发展。微米、亚微米技术已在航空航天领域、微电子产品加工领域得到广泛应用。现代电子技术、计算机技术、信息技术的应用也使传统的制造技术有了飞跃式发展和革命性的变化。现代工业技术正向着高精度、自动化和集成化的方向发展。在我国古时候,人民在机械方面有许许多多杰出的创造与发明。夏周朝时人们利用卷筒原理制作辘轳;汉武帝时就能制造水利方面用的筒车(即翻车);东汉科学家张衡发明了测定地震方位的地动仪和测定风向的候风仪;晋朝的记里鼓车已应用了齿轮传动和轮系。18世纪后半叶,以蒸汽机的发明为特征的产业革命,标志着从手工业作坊式生产到以机械加工和分工原则为中心的工厂生产的转变。19世纪电气技术的发展,开辟了崭新的电气化新时代,机械工业也得到了飞速发展,实现了批量生产、工业化规范生产的新局面。20世纪内燃机的发明,引发了制造业的革命。历史跨入21世纪,人类社会的物质文明也进入了一个更加灿烂辉煌的新时代。

一、机械基础课程的主要内容

众所周知,机械是作为人类进行生产劳动的一种主要工具,同时也是社会生产力发展水平的重要标志。机械基础不仅是研究机械普遍存在的共性规律的一门课程,更是机械类及近机械类专业进入专业课前必修的一门重要的基础课。课程所学内容是研究现有机械运动、工作性能和设计、发明新机械的理论基础。它对机械类学生参加实际工作有着直接的作用和长远的意义。其主要内容包括以下几个方面:

1. 常用机构及其功能

在介绍平面连杆机构、凸轮机构及其他常用机构的同时,主要讨论它们的结构、工作原理和应用场合等。

2. 轴系零件的种类及其功能

轴系零件一般包括常用连接、轴、轴承、离合器、联轴器和制动器等。在本书中主要讨论它们的结构、特点、常用材料和应用场合,并介绍有关标准和选用方法。

3. 常用机械传动的种类及功能

常用机械传动一般包括带传动、螺旋传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动等几种。在本书主要讨论机械传动的类型、组成、工作原理、传动特点、传动比计算和应用场合等几个方面。

4. 液压传动的构成

本书在讲述液压传动的基本概念的同时,对其常用液压元件、液压基本回路和液压系统也进行展开讲述。

二、机械基础课程的学习方法

学习本课程,要做到对基本概念的深入理解,掌握一些基本原理,同时也要注意这些原理在机械工程中的实际应用范围和条件,具体来说有以下几个方面:

1. 基本概念的理解

对基本概念的学习不能死记硬背,必须搞清其含义和指导意义。要知道课程中的基本概念不仅仅是简单名词定义,它是课程的学习、认识和理解的基础,对基本概念的理解对本课程的学习有着非常重要的作用。学习过程中经常需要直接运用基本概念来分析、解决问题以及进行机构的分析和设计。

2. 基本原理的掌握

原理是实际应用的理论指导。只有在充分理解、正确地掌握这些原理的深层含义的情况下,才能灵活应用这些理论,且在实际应用过程中运用理论及其公式来证明问题和解决问题,增强理论的说服能力和实际操作能力。

3. 通过社会实践加强对书本知识的理解

理论不与实践结合,是不会真正达到知识的融会贯通。要扎实机械基础知识,除了多看书多做题以外,还应多到工厂去实际观察一下。本书所强调的社会实践主要是指学习者应经常与一线工作者接触,多问问工人师傅,将图纸搞懂,将机械零件制图和实物对照来学习。

三、机械基础相关知识概述

根据大纲要求,机械基础知识主要包括以下几个方面内容:

1. 机器的种类和特点

一般来说机器的种类很多,根据用途不同,机器常可以分为:加工机器(如金属切削机床、纺织机、包装机、缝纫机等)、动力机器(如电动机、内燃机、发电机、蒸汽机等)、运输机器(如汽车、拖拉机、起重机、输送机等)、信息机器(如计算机、机械积分仪、记账机等)。所谓机器是具有确定运动的构件组合体,它用来转换能量、改变或传递物料和处理信息,以代替和减轻人的体力劳动和脑力劳动。它是人为实体(构件)的组合,各部分之间具有确定的相对运动,完成有用的机械功或实现能量的转换。虽然机器的种类繁多,并具有不同形式的构造和用途,但它们都具有共同的特征,主要表现为以下几点:

(1) 机器是由一系列构件(也称运动单元体)组成的统一体。如单缸内燃机,是由汽缸、活塞、连杆、曲轴、轴承等构件组合而成的,见图 0-1 所示。

(2) 组成机器的各构件之间都存在着确定的相对运动关系。在图 0-1 中的曲轴 4 相对两端轴承 5 的连续转动,活塞 2 相对汽缸 1 的往复移动。

(3) 机器一般都能实现能量转换的方式完成有用的机械功来代替或减轻人类劳动的体力消耗。如图 0-1 所示的单缸内燃机,就是将热能转换成机械能的一种机器。

2. 机构

机构是由具有确定运动单元体组成的,是

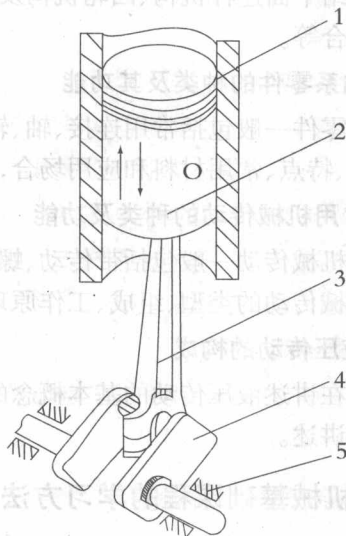


图 0-1 单缸内燃机

1. 汽缸 2. 活塞 3. 连杆 4. 曲轴 5. 轴承

可以实现传递机械运动和动力的构件组合体,这些运动单元体称为构件。如常见的齿轮机构、连杆机构、凸轮机构、螺旋机构、带和链传动机构等。机构是用来传递运动和力的构件系统。构件系统中有一个构件为机架,构件系统是用运动副连接起来的。虽然机构有多种类型,用途各有不同,但它们都有与机器相同的两个特征。

机器与机构的共同特征:

- (1) 机构由若干个不同的构件所组成。
- (2) 组成机构的各构件之间都存在着相对运动的关系。

机器与机构之间的区别在于:

机器的主要功用是利用机械能做功或实现能量的转换;

机构的主要功用在于传递或转变运动的形式。但不能做机械功,也不能实现能量转换。例如航空发动机、机床、轧钢机、纺织机和拖拉机等都是机器,而钟表、仪表、千斤顶、机床中的变速装置或分度装置等都是机构。

通常的机器必包含一个或一个以上的机构。图 0-1 所示的单缸内燃机,其中就有一个曲柄连杆机构,用来将汽缸内活塞的往复运动转变为曲柄(曲轴)的连续转动。

如果不考虑做功或实现能量转换,只从结构和运动的观点来看,机器和机构二者之间没有区别,而将它们总称为机械,即机械是机器与机构的总称。

3. 机器的组成

机器一般是由工作部分、动力部分和传动装置三部分组成。

(1) 工作部分是直接完成机器工作任务的部分,处于整个传动装置的终端,其结构形式取决于机器的用途。例如金属切削机床的主轴、拖板、工作台等。

(2) 动力部分是机器动力的来源。常用的发动机(原动机)有电动机、内燃机和空气压缩机等。

(3) 传动装置是将动力部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节。例如金属切削机床中常用的带传动、螺旋传动、齿轮传动、连杆机构、凸轮机构等。机器中应用的传动方式主要有机械传动、液压传动、气动传动及电气传动等。

在自动化机器中,除上述三部分外,还有自动控制部分。

4. 构件与零件

一般而言,构件是机构中的运动单元体,是相互之间能做相对运动的物体。刚性构件是在机械中应用最多的构件,刚性构件作为刚体看待的构件。一个构件,可以是不能拆开的单一整体,如图 0-1 所示的曲轴 4;也可以是几个相互之间没有相对运动的物体组合而成的刚性体,如图 0-1 中构件连杆 3,便是由几个可以拆卸的物体组合而成的刚性体。图 0-2 由连杆体 1、连杆盖 3、螺栓 2 和螺母 4 等物体组合而成,它是连杆构件的组成图。

按其运动状况的不同,构件可分为固定构件和运动构件两大类。固定构件又称机架,是机构中固结于定参考系的构件。固定构件一般用来支持机构中可相对于机架运动的构件。运动构件又分成主动件(原动件)和从动件两种。主动件是机构中作用有驱动力或力矩的构件,有时也将运动规律已知的构件称为主动件。用比较形象的方法来描述的话,主动件就是带动其他可动构件运动的构件,从动件是机构中除了主动件以外的随着主动件的运动而运动的构件。

零件是构件的组成部分。构件与零件的区别在于:构件是运动的单元,零件是加工制造的单元。机构运动时,属于同一构件中的零件,相互之间没有相对运动。构件与零件既有联系又

有区别,构件可以是单一的零件,如单缸内燃机中的曲轴,既是构件,也是零件;构件也可以是由若干零件连接而成的刚性结构,如连杆构件是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等零件连接而成。

5. 运动副

机构中,不同构件之间以一定的方式相互连接。这种使两构件直接接触的可动连接称为运动副。如轴与轴承、轮齿与轮齿、滑块与导轨、凸轮与拉杆等的连接都构成了运动副。

根据运动副中两构件的接触形式不同,运动副可分为高副和低副。

(1) 高副

高副是指两构件以点或线接触的运动副,由于承受载荷时单位面积压力较高,故称高副。高副的特点是能传递较复杂的运动。图0-3所示为常见的几种高副接触形式:图a是车轮与钢轨的接触,图b是齿轮的啮合,都是属于线接触的高副;图c是凸轮与从动杆的接触,是属于点接触的高副。高副构件接触处由于容易磨损,使用寿命短,制造和维修也比较困难。

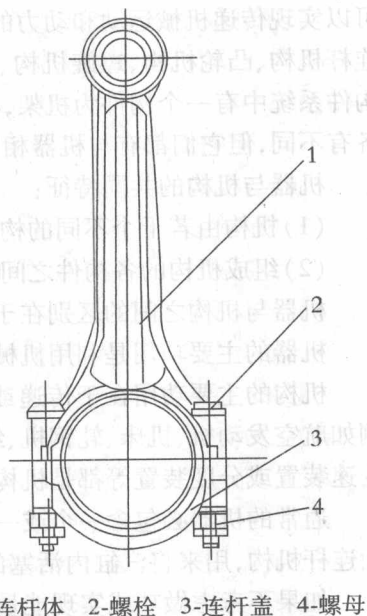
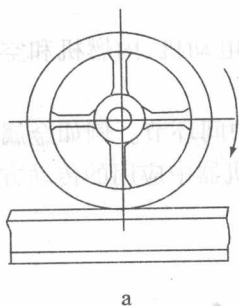


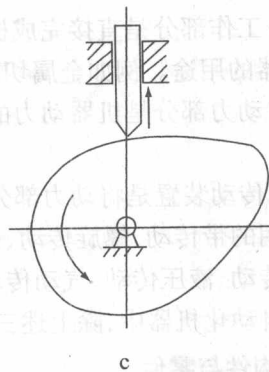
图0-2 内燃机的连杆构件



a



b



c

图0-3 高副

(2) 低副

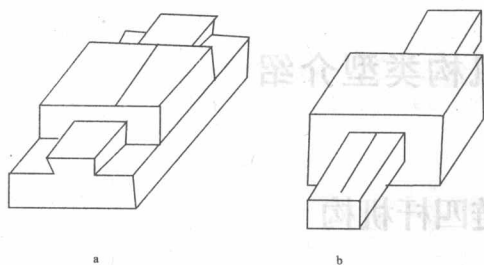
低副是指两构件之间以面接触的运动副,其承受载荷时单位面积压力较低,故称低副。低副比高副的承载能力大。低副属滑动摩擦,摩擦损失大,因而效率较低,但是其接触表面一般为平面或圆柱面,所以容易制造和维修;此外,低副不能传递较复杂的运动。按两构件的相对运动形式,低副可分为以下几种:

① 移动副

组成运动副的两构件之间只能做相对直线移动的运动副称为移动副,图0-4所示。

② 螺旋副

组成运动副的两构件只能沿轴线做相对螺旋运动的运动副称为螺旋副,图0-5所示。



a. 燕尾滑板 b. 滑块与导轨

图 0-4 移动副

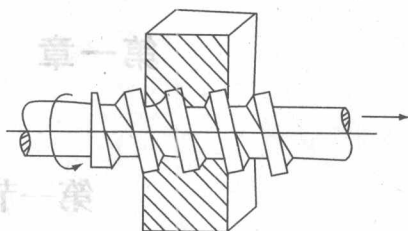


图 0-5 螺旋副

③转动副

转动副的两构件只能绕某一轴线做相对转动。图 0-6 所示的铰链连接就是转动副的一种形式,铰链连接由圆柱销和销孔及其两端面组成的转动副。铰链连接的两构件只能绕 Z 轴自由转动,沿 X 轴和 Y 轴的方向自由移动, Z 轴则被限制掉了。

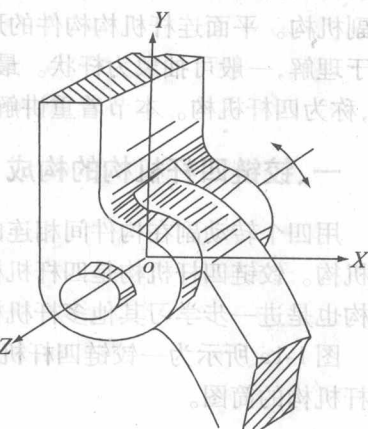


图 0-6 转动轴(铰链连接)

(3)低副机构和高副机构

低副机构:机构中所有运动副均为低副的机构称为低副机构。

高副机构:机构中至少有一个运动副是高副的机构称为高副机构。

6. 机械传动的常见类型

机械传动是应用最普遍也是最基本的一种传动方式。

现代工业中主要应用的传动方式有机械传动、液压传、气动传动和电气传动等四种。传动装置是机器的三大组成部分之一。用来传递运动和动力的机械装置叫做机械传动装置。机械传动可以按其传递运动和动力的方式分为两大类:摩擦传动和啮合传动;按运动副构件的接触方式也可以分为两大类:直接接触传动和有中间挠性件(带、链等)传动。

机械传动中直接接触类传动包括摩擦轮传动、齿轮传动(圆柱齿轮传动、齿轮齿条传动、锥齿轮传动)、蜗杆传动和螺旋传动;挠性类传动包括带传动(V带传动、平带传动、圆带传动、同步带传动)、链传动。本书主要依照运动副构件的接触方式——直接接触类传动和挠性类传动的分类来分章节,重点讲解机械传动和液压传动。

第一章 常用机构类型介绍

第一节 铰链四杆机构

由若干刚性构件用低副相互连接而组成的在同一平面或相互平行平面内运动的机构称为平面连杆机构。平面连杆机构能够实现某些较为复杂的平面运动的特点使它在生产中广泛用于动力的传递或运动形式的改变。平面连杆机构中的运动副都是低副,所以平面连杆机构是低副机构。平面连杆机构构件的形状多种多样,不一定为杆状,但为了在绘制机构运动简图时便于理解,一般可抽象为杆状。最常用的平面连杆机构是具有四个构件(包括机架)的低副机构,称为四杆机构。本节着重讲解铰链四杆机构的构成和分类。

一、铰链四杆机构的构成

用四个转动副在构件间相连的平面四杆机构,称为平面铰链四杆机构,或者简称为铰链四杆机构。铰链四杆机构是四杆机构的基本形式,是其他多杆机构的基础,因此掌握好铰链四杆机构也是进一步学习其他多杆机构的基础。

图 1-1a 所示为一铰链四杆机构,由四根杆状的构件分别用铰链连接而成。图 1-1b 为铰链四杆机构的简图。

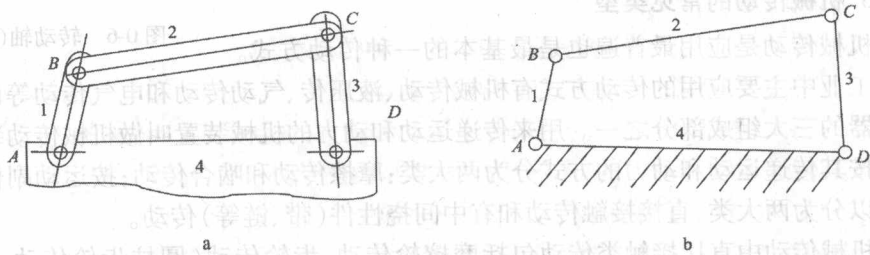


图 1-1 铰链四杆机构

在铰链四杆机构中,起固定作用的构件称为机架(又称为固定件、静件);机构中与机架用低副相连的构件称为连架杆;不与机架相连的构件称为连杆。图 1-1 中,构件 4 为机架,构件 2 为连杆,构件 1 和 3 为连架杆。连架杆按其运动特征可分成摇杆和曲柄两种。摇杆——同机架用转动副相连但只绕该转动副轴线摆动的构件。曲柄——同机架用转动副相连且绕该转动副轴线整圈旋转的构件。

二、铰链四杆机构的几种基本类型

1. 曲柄摇杆机构

曲柄摇杆机构是有一个曲柄和一个摇杆的铰链四杆机构。曲柄摇杆机构一般以曲柄为主动件做等速转动,摇杆为从动件做往复摆动。在图 1-2 所示曲柄摇杆机构中,假定曲柄 AB

为主动件,并做逆时针等速转动。当曲柄 AB 的 B 端从 B 点回转到 B_1 点时,从动件摇杆 CD 上的 C 端从 C 点摆动到 C_1 点,而当 B 端从 B_1 点回转到 B_2 点时, C 端从 C_1 点顺时针摆动到 C_2 点。当 B 端继续从 B_2 点回转到 B_1 点时, C 端将从 C_2 点逆时针摆回到 C_1 点。这样,在曲柄 AB 连续做等速回转时,摇杆 CD 将在 C_1C_2 范围内做变速往复摆动。即曲柄摇杆机构能将主动件(曲柄)整周的回转运动转换为从动件(摇杆)的往复摆动。

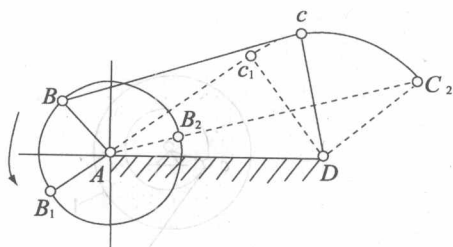
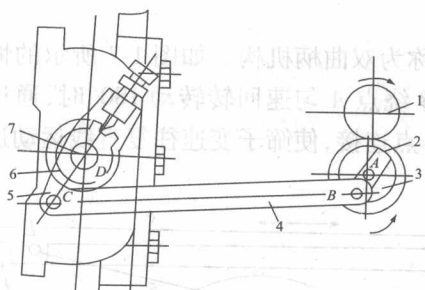
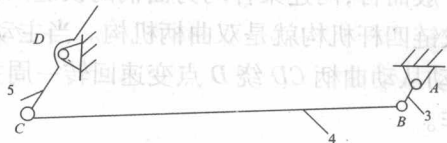


图 1-2 曲柄摇杆机构运动简图

牛头刨床横向进给机构(图 1-3),其传动方式采用了曲柄摇杆机构。曲柄摇杆机构工作时,齿轮 1 带动齿轮 2 并与齿轮 2 同轴的销盘 3(相当于曲柄)一起转动,连杆 4 使带有棘爪的摇杆 5 绕 D 点摆动,与此同时棘爪推动棘轮 6 上的轮齿,使与棘轮同轴的丝杠 7 转动,从而完成工作台的横向运动。



a. 进给机构

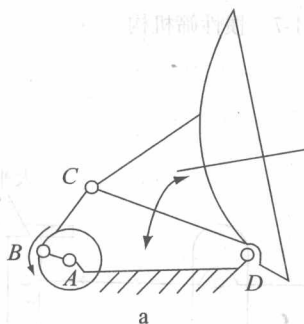


b. 运动简图

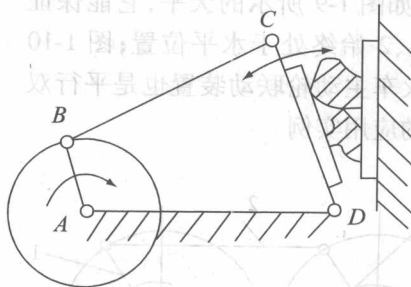
1、2-齿轮 3-销盘(曲柄) 4-连杆 5-摇杆 6-棘轮 7-丝杠

图 1-3 牛头刨床横向进给机构

曲柄摇杆机构在生产中的应用范围很广,图 1-4 是一些实际应用:图 a 为雷达俯仰角度的摆动装置,图 b 为颚式破碎机。它们在曲柄 AB 连续回转的同时,摇杆 CD 可以往复摆动,完成雷达天线的摆动俯仰、破碎矿石等动作。



a



b

图 1-4 曲柄摇杆机构的应用实例

在图 1-5 所示脚踏砂轮机机构和图 1-6 所示的缝纫机踏板机构中,连杆 BC 随着踏板(摇杆 CD)做往复摆动,驱动曲轴 AB 和带轮进行连续的回转。在曲柄摇杆机构中,当取摇杆为主动件时,可以使摇杆的往复摆动转换成从动件曲柄的整周回转运动。

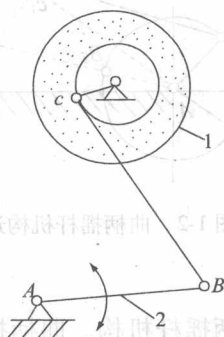


图 1-5 脚踏砂轮机

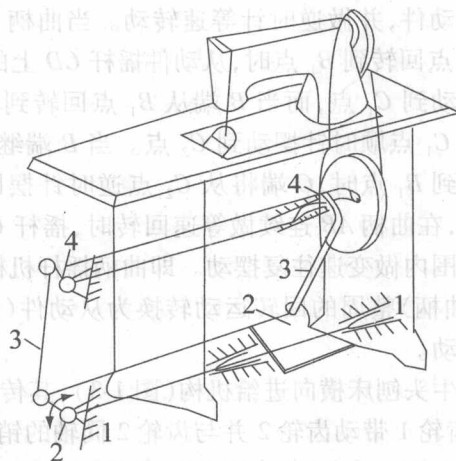


图 1-6 缝纫机踏板

2. 双曲柄机构

一般而言,两连架杆均为曲柄的铰链四杆机构,称为双曲柄机构。如图 1-7 所示的惯性筛中的铰链四杆机构就是双曲柄机构。当主动曲柄 AB 绕点 A 匀速回转转动 180° 时,通过连杆 BC 带动从动曲柄 CD 绕 D 点变速回转一周并通过 E 点连接,使筛子变速往复直线运动进行筛选工作。

如果在双曲柄机构中,两曲柄的长度相等,连杆与机架的长度也相等,那么可以称为平行双曲柄机构(图 1-8)。如果平行双曲柄机构两曲柄转向相同,角速度时时相等,连杆也始终与机架平行,四根杆件形成一个平行四边形,故又称为平行四边形机构。

在机械中平行双曲柄机构的应用也很广泛,如图 1-9 所示的天平,它能保证天平盘 1、2 始终处于水平位置;图 1-10 所示的火车主动轮联动装置也是平行双曲柄机的应用实例。

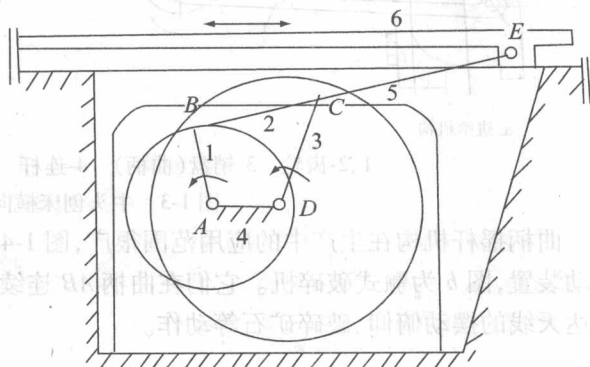


图 1-7 惯性筛机构

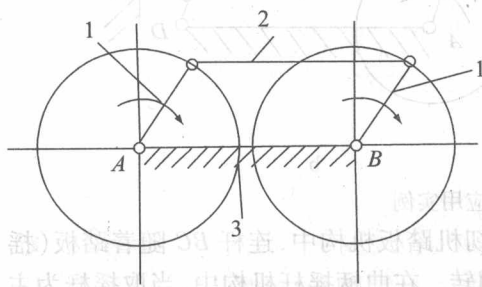


图 1-8 平行双曲柄机构

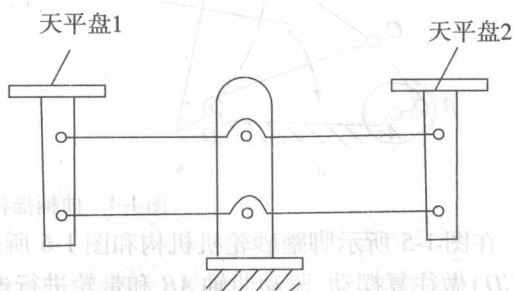
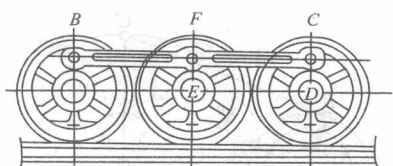
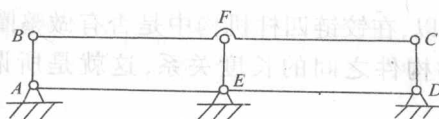


图 1-9 天平



a. 车轮联动装置



b. 联动装置机构简图

图 1-10 机车车轮联动装置

如果曲柄转向不同,称为反向平行双曲柄机构,可以简称反向双曲柄机构,如图 1-11 所示。图 1-12 为车门启闭机构,它采用的就是反向双曲柄机构。当主动曲柄 AB 转动时,通过连杆 BC 使从动曲柄 CD 反向转动,这就可以保证两扇车门在开启和关闭的过程中同时到达各自预定的位置。

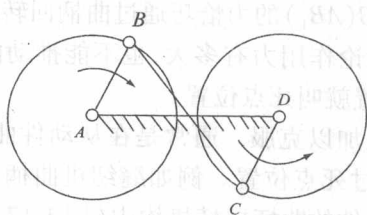


图 1-11 反向双曲柄机构

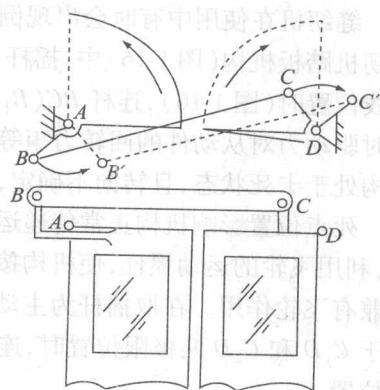


图 1-12 车门启闭机构

3. 双摇杆机构

双摇杆机构是具有两个摇杆的铰链四杆机构。双摇杆机构的应用实例也很多:如图 1-13 所示的鹤式港口起重机中, AD 为机架, AB 和 CD 为摇杆,当摇杆 AB 摆动时,通过连杆 CE 将重物 Q 近似水平直线移动到虚线位置。图 1-14 所示的自卸载重汽车翻斗机构中, AD 为机架,当液压缸输入液压油时,活塞杆向右伸出,使 AB 和 CD 向右摆动,从而使车斗倾斜卸下货物。

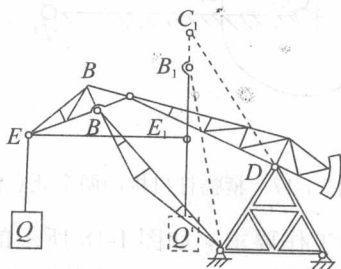


图 1-13 鹤式港口起重机

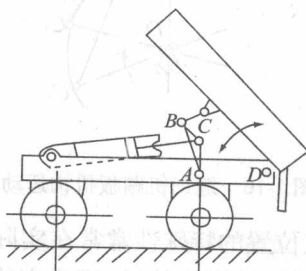


图 1-14 自卸翻斗装置

三、铰链四杆机构的性质

1. 曲柄存在的条件

曲柄是机构中的关键性构件,在铰链四杆机构中曲柄是能做整圈旋转的构件,这种能做整圈旋转的构件能用电动机等连续转动的装置来带动,因此,该种构件在机构中具有非常重要的

地位。所以,在铰链四杆机构中是否有做整圈旋转的构件,取决于各构件之间的长度关系,这就是所谓的曲柄存在条件。

对曲柄存在条件的分析:在图 1-15 所示的曲柄摇杆机构中,假设曲柄 AB 、连杆 BC 、摇杆 CD 和机架 AD 四柄柄长之中取最短杆为机架时,则构成双曲柄机构。

(2)若铰链四杆机构中最短杆与最长杆长度之和大于其余两杆长度之和,则无曲柄存在,只能构成双摇杆机构。

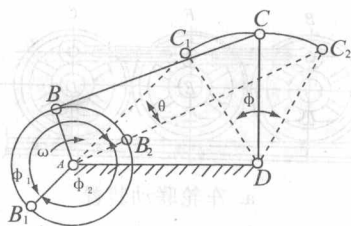


图 1-15 曲柄摇杆机构

2. 死点位置的作用

缝纫机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。在缝纫机踏板机构(图 1-16)中,摇杆 CD (踏板)为主动件,曲柄 AB 为从动件,当曲柄与连杆处于共线位置时(图 1-16),连杆 $BC(B_1C_1)$ 传给曲柄 $AB(AB_1)$ 的力恰巧通过曲柄回转转动中心 A ,这时驱动力对从动件的回转力矩等于零。因此,无论作用力有多大,也不能推动曲柄转动,使机构处于卡死状态,且转向不确定,机构的这种位置就叫死点位置。

死点位置影响机构正常传递运动,因此应设法加以克服。通常是在从动件曲柄上安装飞轮,利用飞轮的运动惯性,使机构按原来的转向通过死点位置。例如缝纫机曲柄上的大带轮,就兼有飞轮作用。在取摇杆为主动件、曲柄为从动件的曲柄摇杆机构中(图 1-17),当摇杆 CD 处于 C_1D 和 C_2D 两极限位置时,连杆 BC 与从动件曲柄 AB 出现两次共线,这两个位置就是死点位置。

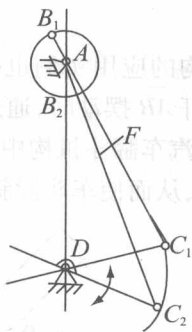


图 1-16 缝纫机踏板机构运动简图

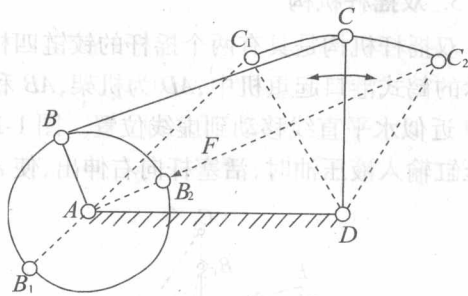


图 1-17 柄摇杆机构的两个死点位置

死点位置的特殊性常常在实际应用中实现一定的工作要求。如图 1-18 所示的飞机起落架收放机构,放下机轮后(图中实线位置),从动杆 CD 与连杆 BC 共线。当飞机着陆时,机轮上虽然受到很大的作用力 F ,但因机构处于死点位置,所以起落架不会收起,从而提高了起落架工作的可靠性。图 1-19 所示为一种钻床连杆式快速夹具。当通过手柄(即连杆 BC)施加外力 F ,使连杆 BC 与连架杆 CD 成一直线,这时构件连架杆 AB 的左端夹紧工件 G ,撤去手柄上的外力后,工件对连架杆 AB 的弹力 F_N 因机构处于死点位置而不能使其转动,从而保证了工件的可靠夹紧。当需要松开工件使机构脱出死点位置时,则必须向上扳动手柄。

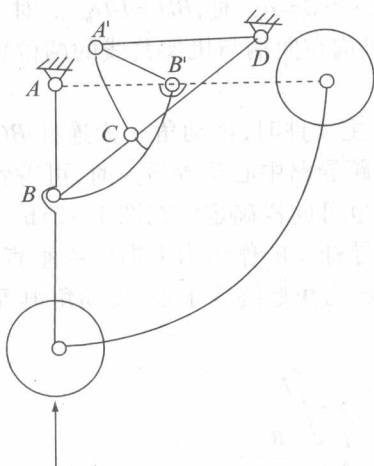


图 1-18 飞机起落架收放机构

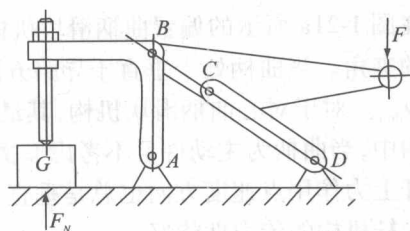


图 1-19 夹紧机构

3. 压力角和传动角

(1) 压力角

压力角是衡量一个机构力传递性能好坏的主要标志。如图 1-20 所示的曲柄摇杆机构中, 曲柄 AB 为主动件。 AB 杆经过连杆 BC 作用于 CD 杆上 C 点的力为 F , F 可分解为沿点 C 速度方向的分力 F_t 及沿 CD 方向的分力 F_n ; 分力 F_n 经 CD 杆作用在铰链 D 上, 它不仅无助于从动件的转动, 反而增加了从动杆的摩擦阻力矩, F_n 为无效分力。而 F_t 才是推动从动杆 CD 运动的有效分力。由图可知 $F_t = F \cos \alpha$, α 是作用在从动件上力的方向和从动件受力点的速度方向之间所夹锐角, 称为机构的压力角。从上式可见, 压力角 α 越小, 有效分力 F_t 越大, 而 F_n 越小, 对机构越有利。

(2) 传动角

为了度量的方便, 令 $\gamma = 90^\circ - \alpha$ 。 γ 是压力角的余角, 称为传动角。显然, 压力角 α 越小, 或者传动角 γ 越大, 使从动杆运动的有效分力就越大, 对机构传动越有利。 α 和 γ 是反映机构传动性能的重要指标, 由于 γ 角便于观察和测量, 工程上常以 γ 角来衡量连杆机构的传动性能。机构运转时其传动角是变化的, 为了保证机构传动性能良好, 设计时一般应使 $\gamma_{\min} \geq 40^\circ$, 对高速大功率机械应使 $\gamma_{\min} \geq 50^\circ$ 。为此, 必须确定 $\gamma = \gamma_{\min}$ 时机构的位置并检验 $\gamma_{\min}$ 的值是否大于等于上述的许用值。

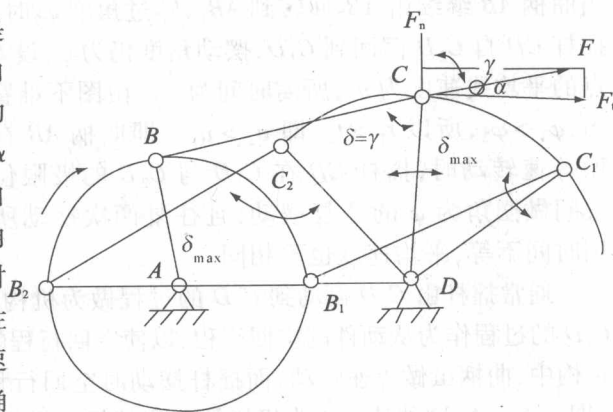


图 1-20 压力角和传动角

铰链四杆机构运转时, 其最小传动角出现的位置可由下述方法求得。如图 1-20 所示, 当连杆与从动件的夹角 δ 为锐角时, 则 $\gamma = \delta$; 若 δ 为钝角时, 则 $\gamma = 180^\circ - \delta$ 。因此, 这两种情况下分别出现 $\delta_{\min}$ 及 $\delta_{\max}$ 的位置, 即为可能出现 $\gamma_{\min}$ 的位置。又由图 1-20 可知, 在 $\triangle BCD$ 中, BC

和 CD 为定长, BD 随 δ 而变化, 当 $\delta = \delta_{\max}$ 时, $BD = BD_{\max}$; 当 $\delta = \delta_{\min}$ 时, $BD = BD_{\min}$ 。对于图 1-20 所示的机构, $BD_{\max} = AD + AB_2$, $BD_{\min} = AD - AB_1$, 即此机构在曲柄与机架共线的两位置之一处出现最小传动角。

在图 1-21a 所示的偏置曲柄滑块机构中, 当曲柄为主动件时, 传动角 γ 为连杆 BC 与导路垂线的夹角。当曲柄处于垂直于导路方向位置且 B 点距导路中心位置最大时, 可得到最小传动角 $\gamma_{\min}$ 。对于对心曲柄滑块机构, 其最小传动角 $\gamma_{\min}$ 也可同样确定。在图 1-21b 所示的导杆机构中, 当曲柄为主动件且不考虑摩擦时, 滑块 2 对导杆 3 的作用力方向始终垂直于导杆, 而导杆上力作用点速度方向也总是垂直于导杆, 因此, 压力角始终等于零, 传动角恒等于 90° , 所以导杆机构的传力性能好。

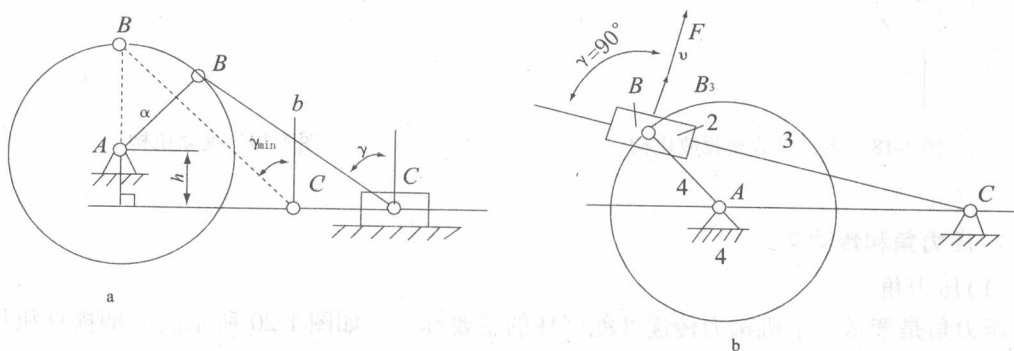


图 1-21 曲柄滑块机构、导杆机构的最小传动角 $\gamma_{\min}$ 的位置

4. 急回特性

在曲柄摇杆机构中(如图 1-22), 曲柄 AB 以等角速度 ω 顺时针回转, 自 AB_1 回转到 AB_2 即转过角度 φ_1 时, 摇杆 CD 自 C_1D (左端极限位置) 摆动到 C_2D (右端极限位置), 摆动角度为 φ , 设 C_1 摇柄 CD 的平均线速度为 v_1 , 所需时间为 t_1 ; 当曲柄 AB 继续由 AB_2 回转到 AB_1 , 转过角度 φ_2 时, 摇杆 CD 自 C_2D 摆回到 C_1D , 摆动角度仍为 φ , 设 C 点的平均线速度为 v_2 , 所需时间为 t_2 。由图不难看出, $\varphi_1 > \varphi_2$, 所以 $t_1 > t_2$, 即 $v_2 > v_1$ 。即曲柄 AB 在做等速转动时, 摇杆 CD 在 C_1D 与 C_2D 的极限位置间做摆角为 φ 的往复摆动, 且往复两次摆动所用时间不等, 平均速度也不相同。

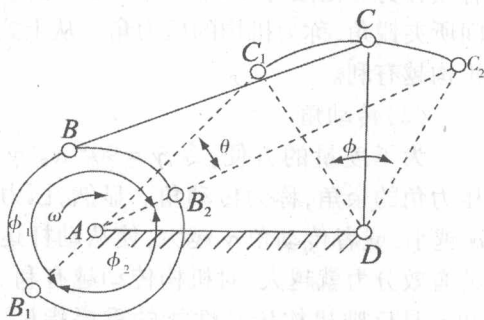


图 1-22 曲柄摇杆机构

通常摇杆由 C_1D 摆动到 C_2D 的过程做为机构中从动件的工作行程, 摇杆由 C_2D 摆动到 C_1D 的过程作为从动件的空回行程, 以使空回行程的时间缩短, 有利于提高生产率。曲柄摇杆机构中, 曲柄虽做等速转动, 而摇杆摆动时空回行程的平均速度却大于工作行程的平均速度 (即 $v_2 > v_1$), 这种性质称为机构的急回特性。机构的急回特性用急回特性系数 K (又称行程速度变化系数)