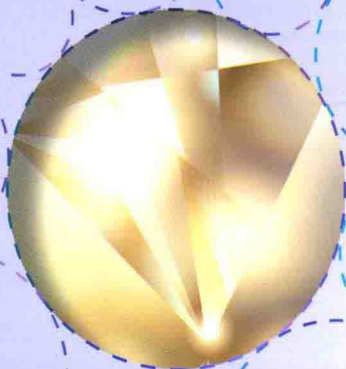


高等职业教育汽车专业适用教材

机械基础

JIXIE JICHU

蒋桂芝 主 编
申超英 刘侃侃 副主编



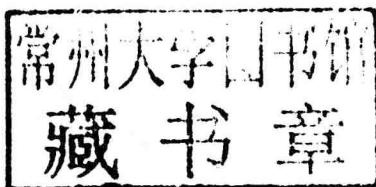
中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

高等职业教育汽车专业适用教材

机械基础

蒋桂芝 主 编
申超英 刘侃侃 副主编



 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础/蒋桂芝主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2014. 2

高等职业教育汽车专业适用教材

ISBN 978 - 7 - 5019 - 9593 - 6

I. ①机… II. ①蒋… III. ①机械学—高等职业教育—教材

IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 291852 号

内容简介

本书是根据高职高专院校汽车类专业的课程教学改革需求, 对传统的《机械设计基础》教材进行整编编写而成的, 主要内容有平面机构的运动简图及自由度、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮传动轮系、轴系、液压传动、液力传动、气压传动等。

本书可作为高职高专院校汽车类各专业《机械基础》课程的教材, 也可供相关技术人员的培训使用。

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 王 淳 张 岩

责任终审: 孟寿萱

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男

责任校对: 燕 杰

责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 710 × 1000 1/16 印张: 13.5

字 数: 272 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5019 - 9593 - 6 定价: 32.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

131172J2X101ZBW

前 言

随着生活水平的不断提高汽车的保有量大幅度增长,汽车领域先进技术不断涌现,这对汽车专业技能人才的数量和素质都提出了更高、更新的要求,特别是汽车维修行业更为突出。为适应汽车维修企业的需求,培养高素质的汽车专业技能人才,我们特此编写了这本适合汽车专业的教材。

在编写过程中,我们首先力求以企业需要为依据,科学确定培养目标,以学生就业为导向,合理安排理论知识和技能结构;其次反映汽车专业的技术发展,突出表现汽车专业领域的新知识、新技术、新工艺等,使学生更多的了解或掌握该专业的最新相关技能。本教材在内容设置方面,尽量突出学生岗位技能的培养,力求图文并茂,通俗易懂,使学生易于接受。

参加本书编写的有关人员都是长期担任专业基础课的教师,每位参编者都有较为扎实的基础理论知识和专业技能,丰富的教学和生产实践经验,增加了本书的实用性和通用性。本书由蒋桂芝担任主编,申超英、刘侃侃担任副主编。其中,蒋桂芝编写第一章、第二章、第三章、第六章、第八章;申超英编写第五章、第七章;刘侃侃编写第四章、第九章、第十章。申超英负责全书统稿工作。

本书在编写过程中参考了兄弟院校的教材、精品课程、网络课程等,在此诚挚感谢!由于我们的水平有限,疏漏错误之处在所难免,欢迎选用本书的广大师生和读者提出宝贵意见,以便修订时调整与改进。

编者

2013年9月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 课程的性质、内容、任务和学习方法	1
第二节 机械概述	3
第二章 平面机构的运动简图及自由度	7
第一节 机构的组成 运动副及其分类	7
第二节 平面机构运动简图	9
第三节 平面机构的自由度计算	12
第三章 平面连杆机构	18
第一节 铰链四杆机构的基本形式及其应用	18
第二节 铰接四杆机构中曲柄存在的条件	24
第三节 铰接四杆机构的演化	27
第四节 曲柄摇杆机构的基本特性	30
第四章 凸轮机构	33
第一节 凸轮机构的应用与分类	33
第二节 从动件的常用运动规律	37
第五章 齿轮传动	40
第一节 齿轮传动特点、类型	40
第二节 渐开线标准直齿圆柱齿轮及其传动	42
第三节 其他类型齿轮传动	50
第四节 齿轮的使用及加工	61
第六章 轮系	71
第一节 轮系的分类与应用	71
第二节 定轴轮系的传动比计算	74
第三节 周转轮系的传动比计算	79
第七章 其他类型传动	85
第一节 带传动	85
第二节 摩擦轮传动	93
第三节 链传动	96
第四节 螺旋传动	102

第八章 轴系	108
第一节 轴	108
第二节 轴承	115
第三节 键、销及其联接	137
第四节 联轴器、离合器和制动器	145
第五节 螺纹及其联接	161
第九章 液压传动和液力传动	174
第一节 概述	174
第二节 液压传动系统的特点	176
第三节 液压传动的的基本参数	177
第四节 液压元件	178
第五节 液压传动在汽车上的应用实例	192
第六节 液力传动概述	197
第七节 液力传动在汽车上的应用	198
第十章 气压传动	201
第一节 概述	201
第二节 气压传动组件	202
第三节 气压传动在汽车上的应用	207
参考文献	210

第一章 绪 论

机械是人类进行生产劳动的主要工具，也是社会生产力发展水平的重要标志。在日常生活和生产中，我们无时无刻不在接触各种机器。机器的种类有很多，其构造、用途千差万别各不相同，但是组成机器的机构、零件的种类却很有限。本课程就是研究构成机构的各种零件、机构的运动规律等，为正确选择零件，把握机械的传动特点，更好的使用机器打基础。

第一节 课程的性质、内容、任务和学习方法

一、性 质

本课程是职业技术学院机械、机电类专业的一门专业基础课程，同时也是一门能直接用于生产的设计性课程。它将为学习专业技术课程和今后在工作中合理使用、维护机械设备，以及进行技术改造提供必要的理论基础知识，也是机械工程技术人员必须掌握的专业基础理论知识。

二、内 容

(1) 常用机械传动 常用机械传动包括带传动、螺旋传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动和轮系。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。

(2) 常用机构 常用机构包括平面连杆机构、凸轮机构及其他常用机构。主要讨论它们的结构、工作原理、设计方法和应用场合等。

(3) 轴系零件 轴系零件包括常用联接、轴、轴承、联轴器、离合器和制动器。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。

三、任 务

本课程的任务是：培养学生掌握常用机构和通用零件的基本知识、基本理论和基本技能；初步具有选用和设计常用机构和通用零件的能力以及使用和维护一

般机械的能力；为学习专业课程和新的科学技术打好基础，为解决生产实际问题和技术改造工作打好基础。

通过本课程的学习，学生应达到下述基本要求：

- (1) 熟悉常用机构的工作原理、特点、应用及设计的基本知识；
- (2) 熟悉通用零件的工作原理、特点、标准，掌握通用零件的选用和设计的基本方法；
- (3) 具有与本课程有关的解题、运算、绘图和使用技术资料的技能；
- (4) 初步具有选用和设计通用零件和简单机械传动装置的能力；
- (5) 初步具有分析和处理机械中常用机构、通用零件经常发生的一般故障的能力；
- (6) 初步具有正确使用和维护一般机械的能力。

四、学习方法

课程的学习方法与课程的特点有关。根据本课程的特点，在学习方法上应当注意以下几点：

(1) 结合学习本课程及时复习和巩固有关先修课程的知识。如前所述，不少先修课程是学习本课程的基础。显然，这些先修课程的学习情况如何？将影响本课程的学习。因此为了给学习本课程奠定坚实的基础，还应当结合学习本课程及时复习和巩固有关先修课程的知识。

(2) 注意培养综合运用所学知识的能力。本课程是一门综合性课程，学习本课程的过程也是综合运用所学知识的过程，而综合运用所学知识解决设计问题的能力又是设计工作能力的重要标志。所以在学习本课程时应当注意培养综合运用所学知识的能力。

(3) 正确对待理论设计与经验设计。按照长期生产实践和科学实验总结出来的机器、机构或零件的现代设计理论、设计方法和实验数据进行设计，称为理论设计。这是本课程主要介绍的方法，也是机械设计时主要采用的方法。

根据实践经验，并且参考同类机器、机构或零件进行设计，称为经验设计。经验设计虽无详尽的理论分析和精确的计算，但它是由实践中总结出来的，有一定的实际价值，因而不应轻视经验设计。

(4) 正确处理计算和绘图的关系。设计时，有些零件的主要尺寸是由计算确定的，然后根据所得尺寸通过绘图来确定其结构。但是，有些零件在确定主要尺寸之前，需要先绘出计算简图，取得某些计算所需条件后，才能确定其主要尺寸和结构。有时候还需要根据计算结果再修改设计草图。所以设计中计算与绘图并非截然分开，而是互相依赖、互相补充和交叉进行的。

(5) 注意单个机构、零件的设计与机器总体设计之间的联系。为了讨论方便，本课程对常用机构和通用零件是分别讨论的。但是，机器又是由若干机构、

构件和零件组成的不可分割的整体,各机构、各零件与机器之间有着非常密切的联系。因此,设计机构和零件时,不仅要熟练掌握常用机构和通用零件的设计原理和方法,而且要从机器的总体设计出发,弄清它们之间的联系。

第二节 机械概述

一、机器和机构

1. 机器

机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量。

机器的种类繁多,由于机器的功用不同,其工作原理、构造和性能也各异。但是从机器的组成部分与运动的确定性和机器的功能关系来分析,所有机器都具有下列三个共同特征:

1) 任何机器都是由许多构件组合而成的。如图 1-1 所示的汽车发动机,是由气缸、活塞、连杆、曲轴、轴承等构件组合而成的。

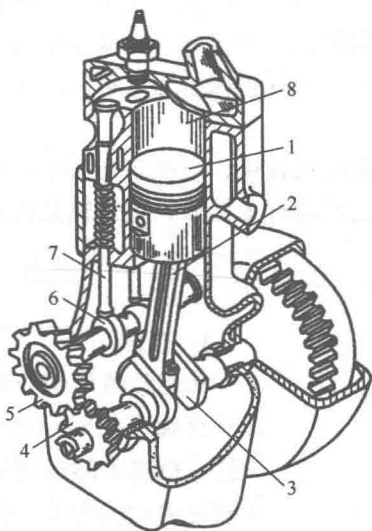


图 1-1 发动机

1—活塞 2—连杆 3—曲轴 4、5—齿轮 6—凸轮 7—顶杆 8—气缸体

2) 各运动实体之间具有确定的相对运动,如量、物料与信息。

各运动实体之间具有确定的相对运动。如图 1-1 所示的活塞 1 相对于气缸 8 的往复移动,曲轴 3 相对两端轴承的连续转动。

3) 能实现能量转换、代替或减轻人类的劳动,完成有用的机械功。例如:发动机可以将热能转换为机械能;发电机可以把机械能转换为电能;运输机器可

以改变物体在空间的位置；金属切削机床能够改变工件的尺寸、形状。

根据以上分析，可以对机器得到一个明确的概念：机器就是人为实体（构件）的组合，它的各部分之间具有确定的相对运动，并能代替或减轻人类的体力劳动，完成有用的机械功或实现能量的转换。

按其用途，机器可分为发动机（原动机）和工作机。

发动机是将非机械能转换成机械能的机器。例如电动机是将电能转换成机械能的机器，内燃机是将热能转换成机械能的机器。

工作机是利用机械能来做有用功的机器。例如车床、铣床、磨床等金属切削机床都是工作机。

2. 机构

机构是用来传递运动和动力的构件系统。

与机器相比较，机构也是人为实体（构件）的组合，各运动实体之间也具有一定的相对运动，但不能做机械功，也不能实现能量转换。

机器与机构的区别在于：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。例如汽车发动机、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1-1所示的汽车发动机，其中有一个曲柄连杆机构，用来将气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，机器和机构两者之间没有区别，而将它们总称为机械，即机械是机器与机构的总称。

二、构件、零件和部件

1. 构件

从运动角度来分析，机器及机构都是由许多具有确定相对运动的构件组合而成，因此，构件是机构中的运动单元，也就是相互之间能作相对运动的物体。机械中应用最多的是刚性构件，即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1-1所示的曲轴。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1-2所示的连杆，便是由几个可拆卸的构件组合而成的刚性体。它由连杆体、轴瓦、螺栓和螺母等物体组合而成。因此，构件可能是一个零件，也可能是若干个零件的刚性组合体。

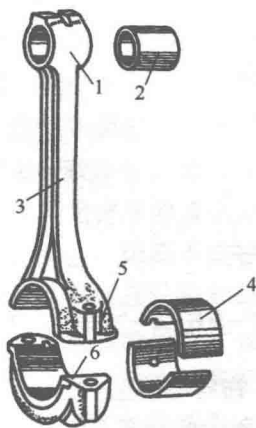


图1-2 连杆

1—连杆小头 2—轴套 3—连杆体
4—大头轴瓦 5—连杆大头 6—大头盖

构件按其运动状况,可分为固定构件和运动构件两种。固定构件又称为机架,一般用来支持运动构件,通常就是机器的基体或机座,例如各类机床的床身。运动构件又称为可动构件,是机构中可相对机架运动的构件。

2. 零件

从制造角度来分析机器,可以把机器看成由若干机械零件(简称零件)组成的。零件是指机器的制造单元。机械零件按其功能和结构特点又可分为通用机械零件(图1-3)和专用机械零件(图1-4)两大类。通用机械零件是指各种机器经常用到的零件,如螺栓、螺母、弹簧和齿轮等;专用机械零件是指仅在某种机器上才用到的零件,如内燃机曲轴、汽轮机叶片和机床主轴等。

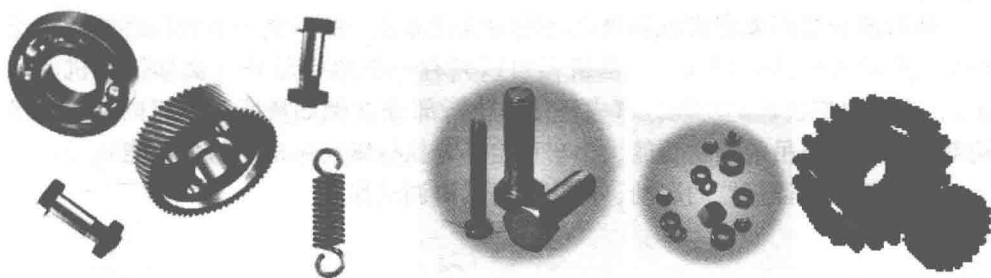


图 1-3 通用机械零件

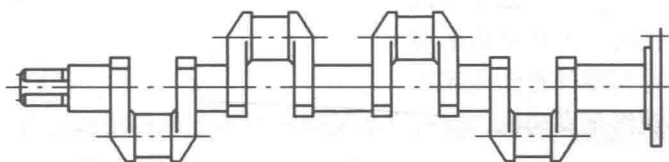


图 1-4 专用机械零件

3. 部件

从装配角度来分析机器,可以认为较复杂的机器是由若干部件组成的。部件是指机器的装配单元。例如车床就是由主轴箱、进给箱、溜板箱及尾架等部件组成的。部件有大有小,大的如主轴箱,小的如滚动轴承。部件亦可分为通用部件与专用部件。如减速器、滚动轴承和联轴器等属于通用部件;而汽车转向器等则属于专用部件。把机器划分为若干部件,对设计、制造、运输、安装及维修等都会带来许多方便。

三、机器的组成

机器的发展经历了一个由简单到复杂的过程。人类为了满足生产及生活的需要,设计和制造了类型繁多、功能各异的机器。一部机器由原动机、传动机、工

作机和控制器组成。

原动机是驱动整部机器以完成预定功能的动力源。常用的发动机（原动机）有电动机、内燃机和空气压缩机等。通常一部机器只用一个原动机，复杂的机器也可能有好几个动力源。一般地说，它们都是把其他形式的能量转换为可以利用的机械能。原动机的动力输出绝大多数呈旋转状态，输出一定的转矩。在少数情况下也有用直线运动马达以直线运动的形式输出一定的推力或拉力。

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、连杆机构和凸轮机构等。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。机械传动是绝大多数机器不可缺少的重要组成部分。

执行部分是用来完成机器预定功能的组成部分，处于整个装置的终端，其结构形式取决于机器的用途。一部机器可以只有一个执行部分（例如压路机的压轮）；也可以把机器的功能分解成好几个执行部分（例如桥式起重机的卷筒、吊钩部分执行上下吊放重物功能，小车行走部分执行纵向运送重物的功能）。

控制部分保证机器的启动、停止和正常协调动作。

习 题

1-1 什么是机器，它起什么作用？

1-2 机器的共同特征是什么？

1-3 机构与机器有什么区别？

1-4 构件与零件有什么区别？

1-5 参观汽车发动机，分析汽车发动机由哪些机构组成，并了解这些机构的作用是什么。

第二章 平面机构的运动简图及自由度

机构是由若干构件组合而成的,但是若干构件不一定能组成机构。如图 2-1 (a) 所示三铰接杆及图 2-1 (b) 所示的两根齿轮轴,都是不能运动的构件组合体,因而不能称为机构。又如图 2-2 所示五铰接杆,虽然各构件可动,但当构件 1 按一定规律运动时,其余构件不能获得完全确定的运动。由此可见,构件的组合体必须具备一定条件时才能成为机构。研究机构的组成及其具有确定运动的条件,对于分析与设计机构都是十分重要的。本章主要讨论这方面的问题。

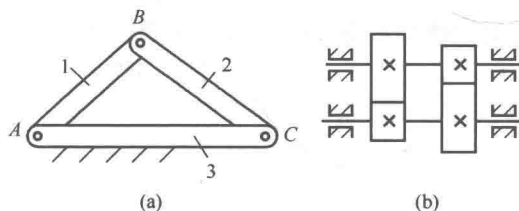


图 2-1 三铰接杆和齿轮轴

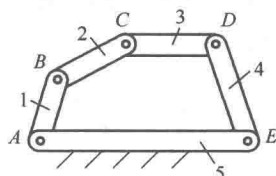


图 2-2 五铰接杆

分析机构或设计机构时,工程上常用规定的简单符号和线条,绘制出机构运动简图,来表示机构的运动关系。如何绘制机构运动简图,也是本章要讨论的内容。

所有构件的运动都在同一个平面内或运动平面相互平行的机构称为平面机构,否则称为空间机构。本章仅讨论平面机构的情况,因为在生活和生产中,平面机构应用最广。

第一节 机构的组成 运动副及其分类

一、运 动 副

机构中任一个构件,总是以一定方式与其他构件相互接触并组成活动连接。两构件连接后,构件间的相对运动就受到限制,运动自由度随之减少。机构正是靠着构件间的连接,约束构件间的相对运动并使其具有确定的相对运动。

机构中两构件之间直接接触并能作相对运动的可动连接,称为运动副。例如轴与轴承之间的连接,活塞与气缸之间的连接,凸轮与推杆之间的连接,两齿轮的齿和齿之间的啮合等。显然,不仅构件是机构的组成要素,运动副也是机构的组成要素。机构就是用运动副连接起来的构件系统。

二、运动副的分类

根据运动副对构件相对运动约束及两构件接触方式的不同,运动副可分类如下:

1. 平面运动副

若运动副只允许两构件在同一平面内或相互平行平面内作相对运动,则称该运动副为平面运动副。

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。按照接触特性,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 2-3 (a) 所示,其代表符号如图 2-3 (b) 所示;两构件间的相对运动为转动的,称为转动副或称为铰链,如图 2-4 (a) 所示,其代表符号如图 2-4 (b) 所示。

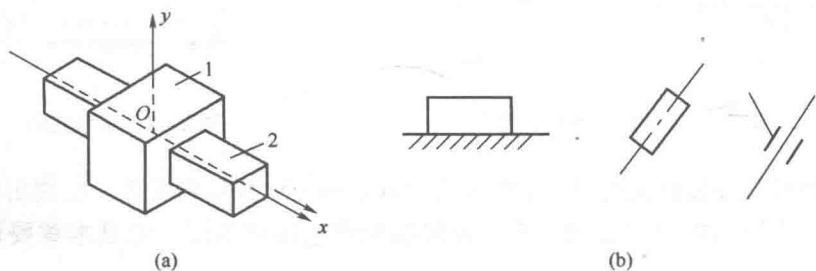


图 2-3 移动副

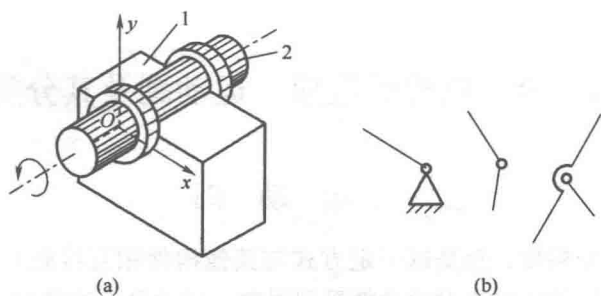


图 2-4 转动副

(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 2-5 所示, 凸轮 1 与尖顶推杆 2 构成高副, 如图 2-6 所示, 两齿轮轮齿啮合处也构成高副。

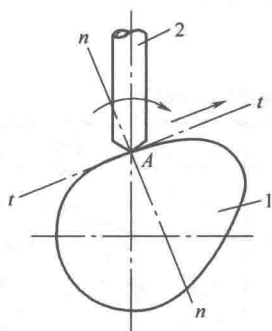


图 2-5 凸轮高副

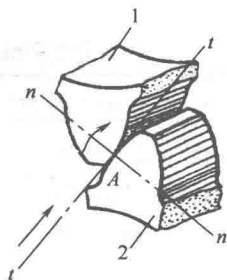


图 2-6 齿轮高副

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。

2. 空间运动副

若运动副能允许两构件作空间相对运动, 则称该运动副为空间运动副。常用空间运动副有螺旋副 [图 2-7 (a)] 和球面副 [图 2-8 (a)]。图中箭头表示构件的相对运动的方向, 图 2-8 (b) 为代表符号。

常用运动副的规定符号可参看有关资料。

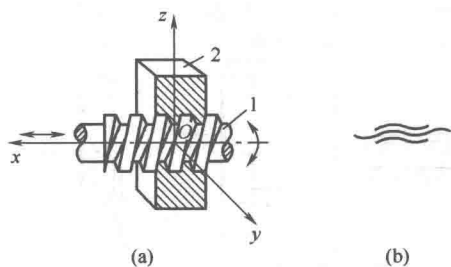


图 2-7

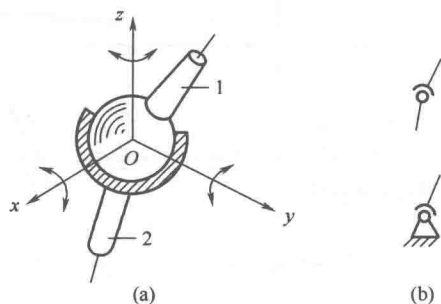


图 2-8

第二节 平面机构运动简图

实际构件的外形和结构往往很复杂, 在研究机构运动时, 为了突出与运动有关的因素, 将那些无关的因素删减掉, 保留与运动有关的外形, 用规定的符号

来代表构件和运动副，并按一定的比例表示各种运动副的相对位置。这种表示机构各构件之间相对运动的简化图形，称为机构运动简图。部分常用机构运动简图符号见表 2-1，其他常用零部件的表示方法可参看 GB/T 4460—1984 机械制图 机构运动简图符号。

表 2-1 部分常用机构运动简图符号 (GB/T 4460—1984)

名称	符号	名称	符号
轴、杆、连杆等构件		棘轮机构	
轴、杆的固定支座 (机架)		链传动	
一个构件上有两个转动副		外啮合圆柱齿轮传动	
一个构件上有三个转动副		内啮合圆柱齿轮传动	
两个运动构件用转动副相联		齿轮齿条传动	
一个运动构件一个固定构件用转动副相联		齿轮齿条传动	
两个运动构件用移动副相联		在支架上的电机	
一个运动构件一个固定构件用移动副相联			

机构中的构件可分为三类：

(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。其中输出机构为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。

在一般的运动简图的绘制中，必有一个构件被相对地看作固定件，在活动构件中，必须有一个或几个原动件，其余的是从动件。两构件组成高副时，在简图中应该画出两构件接触处的曲线轮廓。例如互相啮合的齿轮在简图中应画出一对节圆来表示，凸轮则用完整的轮廓曲线来表示。

例 2-1 试绘制图 2-9 (a) 所示颚式破碎机的机构运动简图。

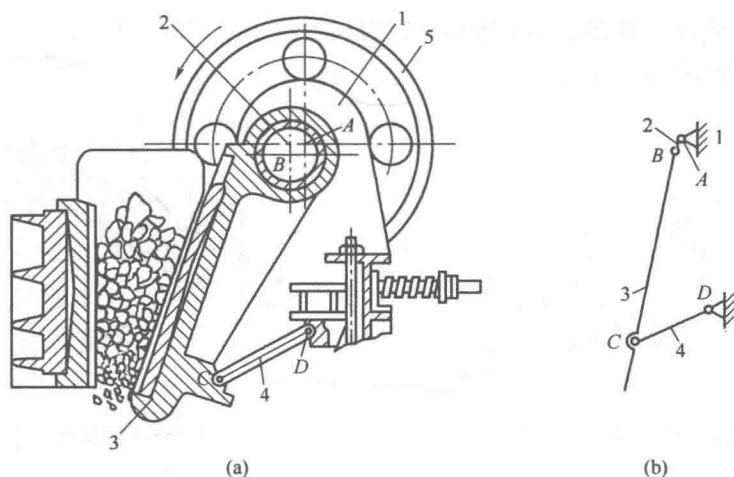


图 2-9 颚式破碎机

解：颚式破碎机的主体机构由机架 1、偏心轴 2、动颚 3、肘板 4 共四个构件组成。偏心轴是原动件，动颚和肘板都是从动件。偏心轴在与它固联的带轮 5 的拖动下绕轴线 A 转动，驱使输出构件动颚 3 作平面运动，从而将矿石轧碎。

偏心轴 2 与机架 1 绕轴线 A 作相对转动，故构件 1、2 组成以 A 为中心的回转副；动颚 3 与偏心轴 2 绕轴线 B 作相对转动，故构件 2、3 组成以 B 为中心的回转副；肘板 4 与动颚 3 绕轴线 C 相对转动，故构件 3、4 组成以 C 为中心的回转副；肘板与机架绕轴线 D 作相对转动，故构件 4、1 组成以 D 为中心的回转副。

选定适当比例尺，根据图 2-9 (a) 尺寸定出 A、B、C、D 的相对位置，用构件和运动副的规定符号绘出机构运动简图，如图 2-9 (b) 所示。最后，将图中的机架画上斜线，在原动件上标出指示运动方向的箭头。