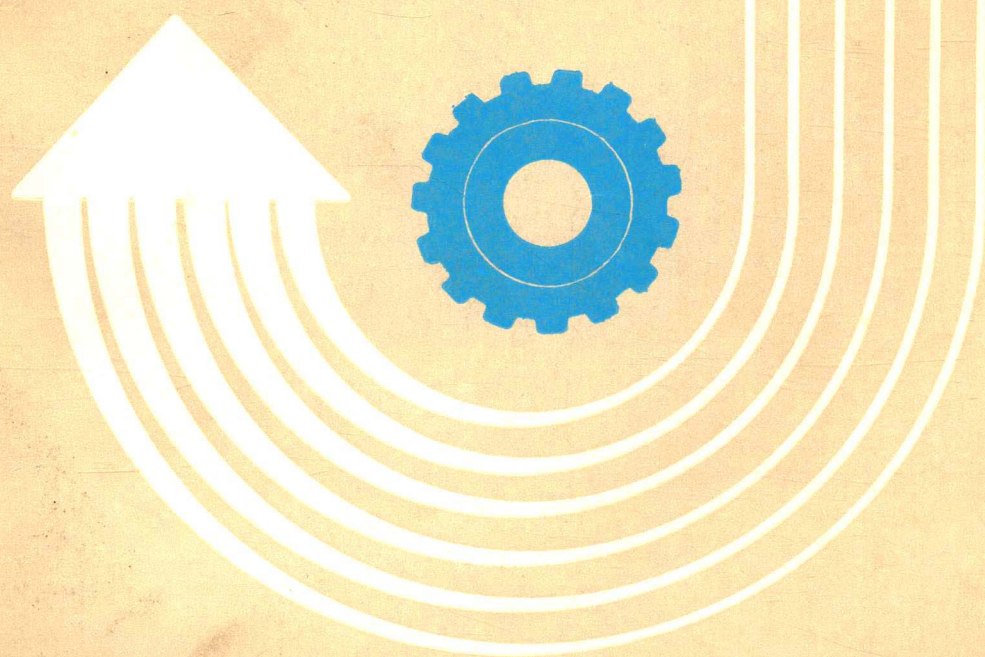


机械原理

金芝英 鲁明山 党祖祺 编著
金芝英 主编 白师贤 审定



宇航出版社

机 械 原 理

金芝英 鲁明山 党祖祺 编著

金芝英 主编

白师贤 审定

机械工业出版社

北京

1957年11月第1版

1957年11月第1次印刷

机械工业出版社

内 容 提 要

本书是在北京航空学院自编《机械原理》教材的基础上,经过多年教学实践和多次修改后编写而成的。

本书共分十章,有常用机构、平面机构的组成分析、平面机构的运动分析和力分析、机械动力学基础、机械的平衡、平面连杆机构及其设计、凸轮机构及其设计、齿轮机构及其设计、轮系、组合机构与机构的组合设计。每章后均附有习题,并在全书后附有某些例题的解析法计算程序。

本书可作为高等工业学校机械类各专业的教学用书,也可供非机械类各专业师生及有关工程技术人员参考。

机 械 原 理

金芝英 鲁明山 党祖祺 编著

金芝英 主编

白师贤 审定

*

宇航出版社出版

北京科技印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.25 字数: 370 千字

1987年8月第一版第一次印刷 印数: 1—9,000 册

统一书号: 15244·0119 定价: 2.90 元

前 言

本书是在我院自编教材《机械原理》的基础上,经过多年教学实践和多次修改后编写成的。

本书编写中,考虑到《机械原理》是一门技术基础课,我们参考了1980年5月审订的《机械原理教学大纲(草案)》,取材仍以一般机械专业的要求为主,虽然增加了少量航空机械方面的实例;力求贯彻少而精的原则,突出重点,着重叙述基本原理和基本方法,在确保基本内容的前提下,删减了某些次要内容,从而减少了篇幅。

为了适应目前科学技术发展的需要,在内容选择及其安排上我们作了某些更新,如为了配合在课程一开始的现场教学,将有关各种机构的类型和应用集中到第一章内;将平面机构的运动分析和力分析合并为一章,并以解析法为主,还附有计算框图和程序;适当加强了机构设计方面的内容等。

本书由金芝英同志负责主编。

参加本书编写的同志有:金芝英(第三、四章和附录),鲁明山(绪论、第一、五、八、九章),党祖祺(第二、六、七、十章)。

本书承北京工业大学白师贤教授审阅,提出了很多宝贵的意见,本书在编写过程中也得到北京航空学院张启先教授的指导,编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,遗误和欠妥之处在所难免,热忱欢迎机械原理课程教师 and 广大读者批评指正。

编 者

1985. 11.

绪 论

一、机械原理研究的对象

机械原理是“机构与机器原理”的简称,它是以机构和机器为研究对象的一门学科。

机器的种类很多,其结构、性能和用途都各不相同。例如图 0-1 所示的活塞式内燃机,其主体部分是由曲轴 1,连杆 2,活塞 3 和缸体 4 等组成。当燃气在缸体内腔燃烧膨胀而推动活塞移动时,通过连杆带动曲轴绕其轴心 A 转动。为使曲轴能够得到连续的转动,必须定时地送进燃气和排出废气,这是由缸体两边所装置的凸轮 5、推杆 6、摆杆 7 和阀门杆 8 等件作相互协调的动作而完成的。齿轮 9 将曲轴 1 的转动传递给凸轮 5,再通过 6、7 杆件,使阀门杆 8 的启闭动作与活塞 3 的移动位置建立起一定的配合关系。以上各个机件协同工作的结果,将燃气燃烧的热能转变为曲轴转动的机械能,从而使这台机器由轴 A 输出旋转运动,作出有用的机械功。

又如图 0-2 所示,它是一台专用的工业机械手,其功用是代替人力来完成送料工作。

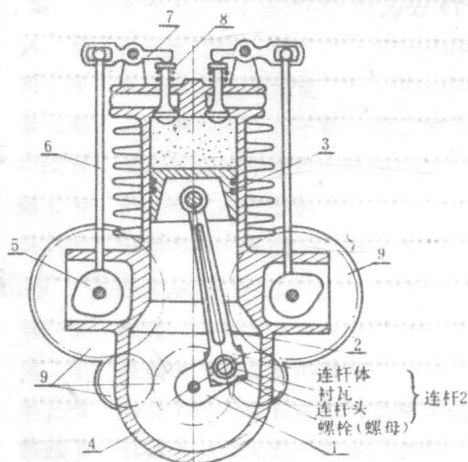


图 0-1

这台机械手是由电动机驱动,通过蜗杆 1、蜗轮及链轮 2,蜗杆蜗轮 3、3' 及齿轮 4、4' 作减速传动。再由连杆 5 和一对齿轮 6 的运动传递,使立轴 7 绕其固定轴线 aa 作往复摆动(转角为 α),从而使用铰链 A 连接的手臂架 11 也作往复摆动。在手臂架 11 摆动的同时,通过推杆 10 在固定的凸轮块 9 上滑动,使手臂架 11 产生绕铰链 A 的俯仰摆动(β)。由齿轮 6 和齿轮 8 传动,又通过连杆 13 带动绳轮 b 转动,绕在绳轮 b 上的绳索经过导轮 c 、 d 、 e ,拉动手臂 12 作伸缩移动(s)。在手臂伸缩的同时,手腕 B 处由斜面、杠杆和弹簧的作用,使手爪相应地作开或闭的夹持动作(φ)。

机械手靠各机件之间的运动协调,保证有准确的运动配合,实现连续循环地夹料、送料、卸料及空回等动作程序,作出有用的机械功。

从上面所举的两例可见,虽然各种机器的构造、性能及用途均不相同,可是从它们的组成、运动和功能来看却存在有共同的如下三大特征:

1. 机器是一种人造的机件的组合;
2. 机器中各个机件之间具有确定的相对运动;
3. 机器能够实现能量的转换和做有用的机械功。

我们进一步分析机器的实例可知,一部机器又可分成一个或多个由各种机件组成的特定组合体,用来专门实现某种运动的传递或运动形式的变换。这些各具特点,能够传递

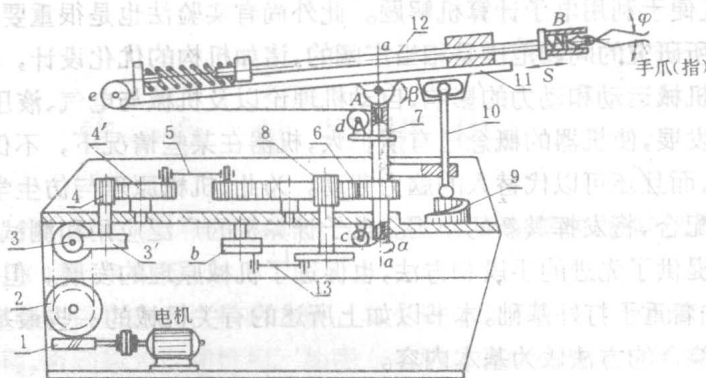


图 0-2

或变换运动的特定机件组合体被统称为机构。如内燃机这部机器中,由活塞、连杆、曲轴和缸体组成了曲柄滑块机构,实现由活塞的移动到曲轴转动的运动变换;由凸轮、推杆和缸体组成了凸轮机构,实现由凸轮的转动到推杆按一定规律移动的运动变换;由几个齿轮和缸体组成了齿轮机构,实现回转运动的传递。由此可见,机构是机器的组成部分,它在机器中的主要作用是完成运动的传递或变换,所以机构具有机器三大特征中的前两个特征,即:机构是人造的机件的组合;各机件之间有确定的相对运动。

机器和机构仅从组成和运动这两方面来看,两者并无区别,所以通常又以机械做为机器和机构的总称。

二、机械原理的主要内容

机械原理所研究的内容,主要包括以下几个方面:

1. 机构的组成分析: 研究由各元素组合成机构的组成原理,判断机构运动的可能性和确定性,为合理组成各种机构或创造新机构找出基本规律。
2. 机构的运动分析: 求解机构各件或某点的位移、速度及加速度;掌握机构在运转过程中运动的变化规律,这对设计新机构或更好地使用现有机件及改进机构都是必要的。
3. 机械的动力分析: 研究机械在运动状态的受力计算及考虑摩擦的受力分析,计算机械效率,探讨机械在已知力作用下的真实运动,解决机械速度周期性波动的调节和机械的平衡问题。
4. 常用基本机构的分析和设计: 介绍各种常用机构的类型、功用和特点,分析各种机构的传动特性,讨论机构在满足给定运动及动力要求时的尺寸或几何形状的设计方法。

机械原理所研究的内容又可归纳为分析与综合两大类问题。所谓分析,就是对已有机械或机构在组成、运动和动力等方面作分析,以了解和掌握机械或机构的性能。所谓综合,就是按给定的条件和要求,作新机械或新机构的类型选择,并设计出与运动和动力相关的几何形状和尺寸。在选型及尺寸形状设计中,应力求满足要求条件的最优化。分析与综合虽然其出发点和达到的目的不同,但是在解决机械问题时,二者往往是紧密相关的。

解决机械原理问题(即分析与综合)的方法,主要有图解法和解析法。图解法几何概念清晰,直观易懂,但精度低,并有一定局限性;解析法虽然有时计算过程较繁复,但是解

算精度高,而且便于利用电子计算机解题。此外尚有实验法也是很重要的方法。

机械原理所研究的问题范围是相当广阔的,诸如机构的优化设计,机构的精度理论,变形和间隙对机械运动和动力的影响,自动机理论以及机械与电气、液压、气动的配合等。近代机器人的发展,使机器的概念已有所扩大,机器在某些情况下,不仅可以减轻和代替人的体力劳动,而且还可以代替人的脑力劳动。为此,机械原理与仿生学,控制论,人工智能等学科密切配合,将发挥其新的作用。电子计算机的广泛应用和测试技术的提高,为机械原理的研究提供了先进的手段和方法,也促进了机械原理的发展。但是,在学习机械原理时,应该首先着重于打好基础,本书以如上所述的有关机械的一些最基本原理及最常用的机构分析与综合的方法做为基本内容。

机械原理是高等工科院校机械类专业必修的技术基础课,它的内容也是机械工程技术工作者应该掌握的基本理论和基本方法。

实现四个现代化是全国人民的心愿,实现四个现代化的重要措施之一,是以现代的生产手段、先进的技术和设备装备国民经济的各个部门;将大量的繁重体力劳动用机器代替,使生产效率、产品质量或工作质量得到不断提高。要实现生产机械化和自动化,就必须创造出各式各样新的优质机器,以满足各部门的发展需要。随着产品的更新,也须相应地设计和制造出多种新颖的机械,以适应生产发展的要求。为使大量的现有机械设备充分发挥其潜力,扩大其功用范围,就必须对这些机械不断地进行改造。在完成这些新机设计和已有机械的改进任务中,机械原理的理论、方法及机构知识起着重要的作用。例如:机构的组成原理和选型是新机构在方案设计中不可少的重要内容和依据;机构运动设计和机械动力设计是创制新机器的重要设计环节;通过对机构的运动分析和对机械的动力分析,可深入地掌握各种机器的运动和动力性能,以其分析结果为指导,对已有机器进行改进,提高其工作质量及效率。固然对任何机械的改进或创造都是结构、强度、工艺、材料等各种相关技术和知识的综合运用,但机械原理的知识是最为基本的,在新技术革命中机械原理必将发挥其学科的重要作用。

目 录

绪论	iv
第一章 常用机构	1
第一节 构件和运动副	1
第二节 机构运动简图	3
第三节 常用机构	4
第二章 平面机构的组成分析	22
第一节 构件的自由度和运动副的约束	22
第二节 运动链及其自由度	23
第三节 平面机构的自由度计算及其运动确定的条件	23
第四节 确定平面机构自由度时的注意事项	25
第五节 平面机构的组成原理与组成分析	27
第六节 平面机构中的高副低化	29
第三章 平面机构的运动分析和力分析	33
第一节 目的和方法	33
第二节 机构位置图的确定	34
第三节 速度瞬心及其在平面机构速度分析中的应用	35
第四节 用解析法作平面机构的运动分析	41
第五节 平面机构的动态静力分析	54
第六节 运动副中的摩擦及机械效率	65
第四章 机械动力学基础	78
第一节 概述	78
第二节 机械中力与质量的转化	79
第三节 等功力矩为位置函数时机械运动的求解	87
第四节 机械运动周期性不均匀的调节	96
第五章 机械的平衡	103
第一节 回转构件不平衡的原因和分类	103
第二节 静平衡及其平衡方法	105
第三节 动平衡及其平衡方法	106
第四节 许用不平衡量与平衡精度	110
第五节 平面机构的平衡简介	111
第六章 平面连杆机构及其设计	114
第一节 连杆机构的几个工作特性分析	114
第二节 用图解法设计平面连杆机构	118
第三节 用解析法设计平面连杆机构	125
第七章 凸轮机构及其设计	135
第一节 从动件的运动规律	135

第二节	用图解法设计盘形凸轮轮廓	140
第三节	用解析法设计盘形凸轮轮廓	144
第四节	压力角与基圆半径的确定	148
第五节	圆柱凸轮轮廓设计	151
第八章	齿轮机构及其设计	156
第一节	齿廓啮合基本定律及其轭齿廓	156
第二节	渐开线及渐开线齿廓的啮合	158
第三节	标准渐开线直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算	160
第四节	标准渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	164
第五节	渐开线齿轮的切削加工原理	170
第六节	渐开线齿廓的根切与不根切的最少齿数	173
第七节	变位齿轮	175
第八节	斜齿圆柱齿轮机构	181
第九节	螺旋齿轮机构	186
第十节	圆锥齿轮机构	188
第十一节	蜗杆蜗轮机构	191
第九章	轮系	196
第一节	定轴轮系的传动比计算	196
第二节	周转轮系及其传动比计算	197
第三节	行星轮系设计的齿数选择	206
第四节	行星轮系的效率	209
第五节	少齿差行星齿轮传动简介	213
第十章	组合机构与机构的组合设计	218
第一节	组合机构	218
第二节	机构的组合设计	223
附录		228
程序 3-1		228
程序 3-2		228
程序 3-3		229
程序 4-1		231
程序 6-1		232
主要参考文献		233

第一章 常用机构

机器中的机构类型很多,常用的机构有: 连杆机构, 凸轮机构, 齿轮机构, 间歇运动机构, 螺旋机构, 万向联轴节机构等。

机构可分为平面机构和空间机构两大类。各个运动件都在相互平行的平面内运动的机构, 称为平面机构, 否则称为空间机构。如图 0-1 所示的曲柄滑块机构和凸轮机构均系平面机构, 图 0-2 中的蜗杆蜗轮传动机构及带动手臂旋转和仰俯的凸轮-连杆机构, 都属空间机构。平面机构应用最广, 且为空间机构分析与综合的基础, 故本书取平面机构为主要内容。

本章将对几种常用机构的类型、组成、结构和传动的特点、功能及典型的应用实例, 概要地进行介绍, 为以后各章深入地研究机构打下一定基础, 也为选用机构建立概略的认识。下面将首先定义机构的组成元素——构件和运动副, 然后介绍机构的运动简图及其画法, 最后分类介绍各种常用机构。

第一节 构件和运动副

图 0-1、图 0-2 中的各个机构, 都是由具有确定的相对运动的运动件和固定的支承件所组成, 我们称这些运动的或固定的机件为构件。机构是由若干个构件所组成, 构件是机构的组成单元。例如图 0-1 所示的内燃机, 其曲柄滑块机构是由活塞 3、连杆 2、曲轴 1 及缸体 4 这样四个构件所组成, 其中构件 3、2、1 为运动构件; 构件 4 为固定构件。构件可以是一个不能再拆开的单一整体, 也可以是由若干个零件组装成一个刚性的总体结构。如上述的连杆 2 是由连杆头、衬瓦、螺栓和螺母、连杆体等几个零件固连在一起装配而成的构件, 这些零件形成一个刚性总体参与机构的运动。如果此连杆取简单的结构, 也可以只作成一个整体零件, 那么这个零件也就是一个构件了。可见, 构件与零件可以是等同的, 也可以是有区别的, 二者的主要特征在于: 构件是机构运动的最小单元; 零件则是制造的最小单元。

机构中必有一个相对固定的构件, 用来支承其它运动的构件, 该固定构件又称为机架。机架一般是安装于地面上固定不动, 也有的机构, 机架是安装在运动体上(如汽车、飞机、轮船的机体上), 此时机架则相对于该运动体是固定不动的, 而相对地面则是运动的。机架一般多取作研究机构运动的参考坐标系。图 0-1 所示的缸体 4 就是机架。

机构中给定运动规律的构件, 称为原动件, 其余的运动构件称为从动件。从动件是在原动件带动下而运动的。机构中必有一个或几个从动件, 它们是执行预期运动要求的, 此从动件又称为执行从动件, 或简称为执行件。例如图 0-1 所示的内燃机曲柄滑块机构, 其中活塞 3 是由燃气推动而给定其运动规律的原动件, 连杆 2 和曲轴 1 为从动件。而曲轴执行输出需要的旋转运动, 所以曲轴 1 又为执行件。

为组成一个能运动的机构, 必需把两个相邻构件(包括机架、原动件、从动件)以一定方式联接起来, 这种联接必须是可动联接, 而不能是无相对运动的固接(如焊接或铆接

等)。凡使两个构件接触而又保持某些相对运动的可动联接,称为运动副。两个自由构件被运动副联接起来后,两个构件间的相对运动就受到一定的限制,这种限制又称为约束。随联接的方式不同,也就是运动副的型式不同,对构件运动的约束也不同。运动副的约束作用,体现在机构中,是除去构件所不需要的运动,保留下所期望的运动。

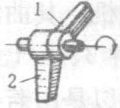
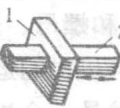
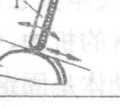
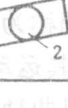
运动副按其接触的形状来看,不外是点、线或面相接触,故按接触形状的不同可将运动副分为两大类:凡以面接触的运动副,称为低副;凡以点或线接触的运动副,称为高副。

对于平面机构,所用的低副只有两种型式,即移动副和转动副。如图 0-1 所示,活塞 3 和缸体 4 之间保持有相对移动,构成了移动副。连杆 2 和活塞 3 之间只保持有相对转动,故构成了转动副。对点或线接触的高副,应用的型式很多,如图 0-1 所示的凸轮 5 和推杆 6 即以点接触,形成了高副,两构件之间既保持有相对转动,又保持有相对移动。此外,如推杆 6 和摆杆 7 之间,摆杆 7 和阀门杆 8 之间,以及每一对齿轮 9 的两齿牙之间,都是用高副联接,它们之间都保持有相对转动和相对移动,这样两种相对运动。

采用不同类型的运动副,将组成各种具有不同运动形式的机构,可见运动副是机构组成的最活泼元素。

在表明机构的组成情况,运动状态及主要尺寸的机构运动简图上,运动副是用规定的简图符号来表示的,平面机构的运动副及其简图符号列于表 1-1 中。

表 1-1 运动副及其简图符号

运动副及其简图符号			
运动副类型		简图符号	相对运动
低副	转动副		转动
	移动副		移动
高副			转移动
			转移动
			转移动
			转移动

第二节 机构运动简图

对机构进行组成、运动、受力分析,或作运动设计时,由于不涉及构件的结构和强度,往往撇开复杂的构造图,而采用表明组成关系、运动位置及与运动有关的尺寸形状的机构运动简图。在机构运动简图中运动副以简图符号(见表 1-1)表示,构件以最简单的线条表示。常用的构件简图表示法如表 1-2 所示。机构运动简图应能表示原机构的运动特性,所以机构运动简图不仅其运动副的类型、数目及构件的数目要与原机构相一致,而且还要严格按作图比例定出各运动副的位置及影响运动的几何形状和尺寸。机构运动简图一般只表示出机构的一个瞬时位置图。

下面以图 1-1 所示的颚式碎矿机为例,说明按实际机构绘制机构运动简图的方法和步骤。

表 1-2 常用构件的简图表示法

常用构件的简图表示法				
	构件图	简图		简图
机架			齿轮	
杆状构件			曲柄盘	
转轴			凸轮	

1) 分析机构运动。首先认清机架和原动件,然后从原动件开始,依传动顺序观察和分辨各从动件,并由各相邻构件之间的相对运动形式确定出各运动副的类型。查清各类运动副和构件的数目。如图 1-1(a) 所示,曲柄 1 为原动件,它绕轴心 O 连续回转,通过连杆 2、3、4 带动颚板 5 绕轴心 F 往复摆动,从而轧碎矿石。构件 2、3、4、5 均为从动件,其中构件 5 又为执行件。6 件为固定机架。此六个构件之间全是具有相对转动的转动副,计有 O 、 A 、 B 、 C 、 D 、 E 和 F 共七个。

2) 选择视图,并确定一个瞬时的机构位置。通常选取平行于机构的运动平面为视图平面,必要时还可以再补充辅助视图。一个机构运

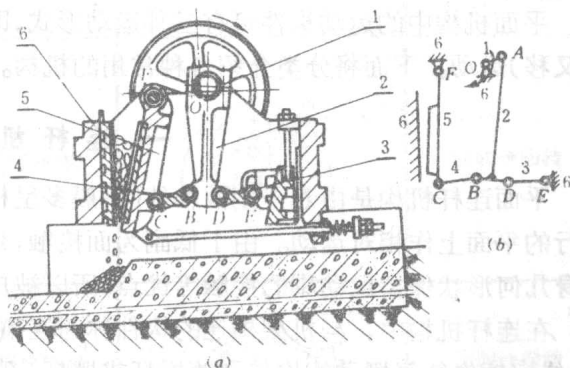


图 1-1

动简图一般只表示出一个瞬时的机构位置,如无特殊指明的位置要求,应选各构件不相互重叠的机构位置,以使图面明了清晰。如图 1-1(b) 所示,即为选取页面上的图形面为视图平面。

3) 选定绘图比例尺,按各运动副中心之间的尺寸定出各运动副的位置。用运动副的简图符号和构件的简图表示法绘制出简图。简图的比例尺用 μ_l 表示:

$$\mu_l = \frac{\text{实际尺寸 (m)}}{\text{图示尺寸 (mm)}}$$

如图 1-1(b) 所示,首先画出曲轴 1 和机架 6 组成的转动副 O ,再按 OA 半径线的位置和尺寸画出构件 1。由 A 、 B 、 D 三个转动副之间的三个尺寸,可画出三角形形状的构件 2。再根据三个在机架上的转动副 A 、 F 、 E 之间的尺寸定出 F 、 E 二转动副的位置,最后以 DE 、 CB 和 CF 三个线段尺寸画出构件 3、4、5 及转动副 C 。在作简图时,应使各个运动构件的位置(如 1 件的 OA , 2 件的 AB 、 BD 、 AD , 3 件的 DE , 4 件的 BC 及 5 件的 CF)与原机构所选定的位置一一对应。机架均应画出剖面线,允许断开。至于转动副的符号,画时可大亦可小,适当即可。

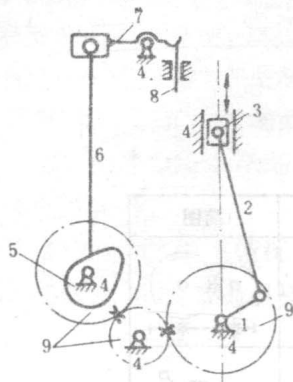


图 1-2

4) 原动件用箭头标示出运动。

用上述方法和步骤可绘制如图 0-1 所示的内燃机的机构运动简图,见图 1-2 所示。

第三节 常用机构

平面机构按组成机构的运动副不同有如下四种机构形式:

- 1) 全由转动副组成的机构;
- 2) 全由移动副组成的机构;
- 3) 由转动副和移动副混合组成的机构;
- 4) 由低副和高副混合组成的机构。

前三种机构全系低副组成,故又称为低副机构,第 4 种机构中有高副存在,称为高副机构。

平面机构中的运动构件可有三种运动形式,即:绕定轴转动;直线移动;平面复杂(又转又移)运动。下面将分类介绍各种常用的机构。

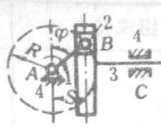
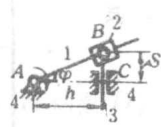
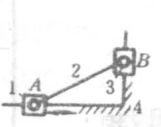
一、连杆机构

平面连杆机构是由若干刚性构件(一般多呈杆状)用低副联接所组成,各构件在相互平行的平面上作相对运动。由于低副为面接触,具有压强小、磨损轻、易于加工、以及能由本身几何形状保持运动副的接触等优点,所以被广泛地用于各种机械和仪器设备中。

在连杆机构中,与机架相连的构件称为连架杆,能绕定轴作整周回转的构件称为曲柄,绕定轴作往复摆动的构件称为摇杆或摆杆,不与机架相连的构件称为连杆,只作往复移动的构件称为滑块。平面连杆机构可由很多个构件组成,但其中由四个构件组成的四

表 1-3 四杆机构的常用类型

类 型	组成特点	机构名称	机构简图	运动传递与变换
铰链四杆机构	具有四个转动副	曲柄摇杆机构		回转→摆动
		双摇杆机构		摆动→摆动
		双曲柄机构		回转→回转
		平行四杆机构		回转→回转
曲柄滑块机构	具有一个固定导路的移动副	对心曲柄滑块机构		回转→移动
		偏置曲柄滑块机构		回转→移动
导杆机构	具有一个运动导路的移动副	摆动导杆机构		回转→摆动
		回转导杆机构		回转→回转
		曲柄摇块机构		回转→摆动

双 滑 块 机 构	具 有 两 个 移 动 副	正弦机构		转动→移动 ($S = R \cdot \sin \varphi$)
		正切机构		摆动→移动 ($S = h \cdot \operatorname{tg} \varphi$)
		椭圆规机构		移动→移动 (2件上的一点可 画出椭圆)

杆机构是最基本的机构。下面将主要介绍平面四杆机构的类型、特点及功用。

1. 平面四杆机构的常用类型及运动特性

表 1-3 例举了四杆机构的常用类型及其运动特性。

表 1-3 中各类四杆机构,其原动件和执行件有时也可根据工作要求而任意选定,有些机构在选定不同的原动件和执行件后,其运动转换的特性也随之得到改变。如曲柄摇杆机构,当选 1 件为原动件,2 件为执行件时,得到由回转到平面复杂运动的变换。又如曲柄滑块机构,当选取 3 件为原动件,1 件为执行件时,则得到由移动到回转运动的变换。

2. 四杆机构的型式演化

四杆机构的类型较多,但对某些类型的四杆机构,可以看做是由另外一些四杆机构通过改变构件形状、尺寸或运动副的尺寸;或者是选取不同的构件为机架而演化出来的派生型式。这种演化的方法,对于机构的选型、分析和设计都会带来方便。演化后的新型机构,往往可以改善受力状况或能够满足某种结构设计的需要。下面举例介绍几种四杆机构的型式演化。

(1) 更换固定件的演化

如图 1-3(a) 所示的曲柄滑块机构,若改取 1 件为固定件(机架),即得到图 1-3(b) 所示的导杆机构;如改取 2 件为固定件,则得到如图 1-3(c) 所示的摇块机构;如改取 3 件为固定件,则可得到如图 1-3(d) 所示的定块机构。

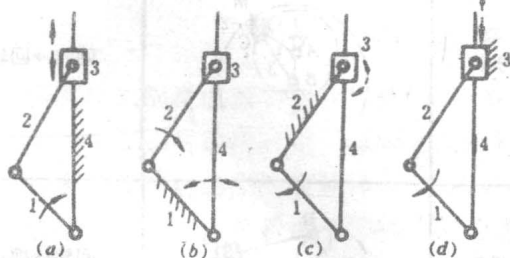


图 1-3

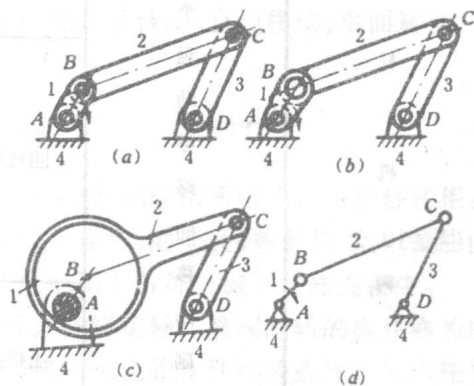


图 1-4

(2) 改变运动副尺寸的演化

图 1-4(a) 所示为铰链四杆机构，如将其曲柄 1 端上的转动副 B 的半径加大，则得到图 1-4(b) 的型式，此型式和图 1-4(a) 无更大差别。当将转动副 B 的半径加大至超过曲柄 1 的长度 AB 时，便得到图 1-4(c) 所示的偏心轮机构。此时曲柄 1 变成一个几何中心为 B ，回转中心为 A 的偏心轮，其偏心距 AB 即为原曲柄长。偏心轮机构与原型铰链四杆机构的运动特性完全相同，机构的运动简图也和原型铰链四杆机构一样[如图 1-4(d) 所示]。偏心轮机构多应用于曲柄长度极短的场所，由于运动副 B 尺寸增大，使连杆和曲柄间接触面积也随之增大，因而可承受较大的冲击载荷。

又如图 1-5(b) 所示的摆动泵机构，同理可看成是由图 1-5(a) 所示的摇块机构将其转动副 C 的尺寸加大而演化来的派生型式。

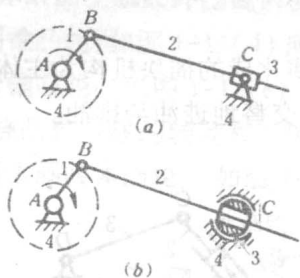


图 1-5

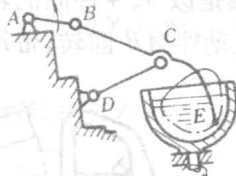


图 1-6

3. 平面连杆机构的应用

在生产实际中，除广泛应用四杆机构外，还根据工作要求采用多杆机构。下面通过一些机械中的实例，介绍平面连杆机构的应用。

图 1-6 所示为曲柄摇杆机构应用于搅拌机。连杆 BC 作平面复杂运动，其上 E 点的运动轨迹符合搅拌动作的要求。

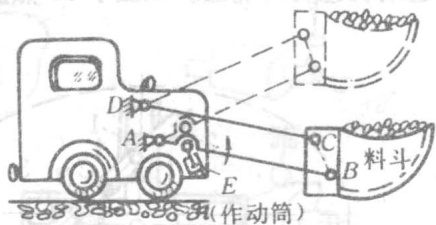


图 1-7

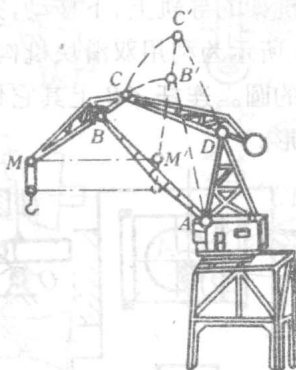


图 1-8

图 1-7 所示为平行四杆机构应用于装运车的装斗机构之实例。作动筒 E 推动原动件 AB 转动，由于此四杆机构尺寸设计成 $AB = CD$ ； $AD = BC$ ，所以连杆 BC 作上、下平移，同连杆固连的料斗则有不倾斜的升降。

鹤式起重机应用了双摇杆机构(如图 1-8 所示)，当四杆尺寸设计适当，可使 AB 与 CD 摆动时，连杆 BC 上的悬重点 M 的运动轨迹近似直线，使重物作水平的平移。

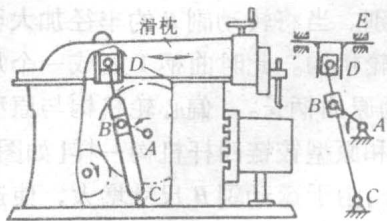


图 1-9

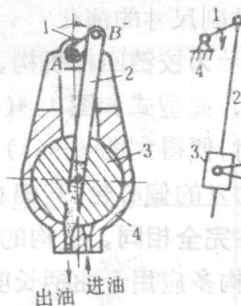


图 1-10

图 1-9 所示为以摆动导杆机构为基础的六杆机构作为牛头刨床的主体机构。其中 AB 为原动件曲柄,通过导杆 CD 和滑块 D 带动与滑块固连的滑枕作往复直线移动,滑枕上的刨刀则作切削金属工件的动作。

摆动式油泵是以 3、4 件间的转动副尺寸加大而演化成的摇块机构为主体作成 (如图 1-10 所示)。原动件 AB 回转,带动摇块 3 摆动,完成交替地进油与排油。

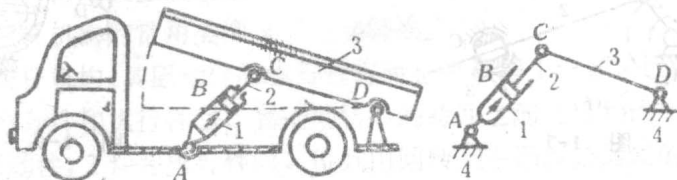


图 1-11

图 1-11 所示为载重汽车的自动翻斗装置,采用了摆缸机构。油缸 1 内进油,推动活塞 2 (为原动件)移动,从而使车斗 3 倾斜。

图 1-12 所示为小冲程压床,它是以正弦机构为其主体机构。偏心轮 1 为原动件,带动冲头 3 沿机架的导轨上、下移动,完成冲头 P 的冲压工件工作。

图 1-13 所示为利用双滑块机构作成的椭圆仪。连杆 AB 的中点 C ,运动轨迹是以 O 点为圆心的圆。连杆 AB 上其它任意点的运动轨迹均为椭圆。如图于 M 点放笔尖,即可绘出椭圆形。

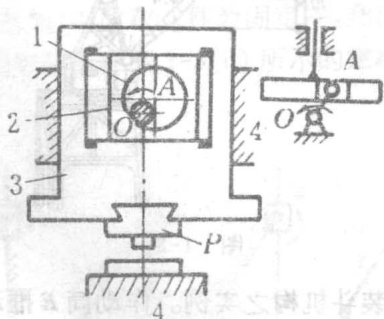


图 1-12

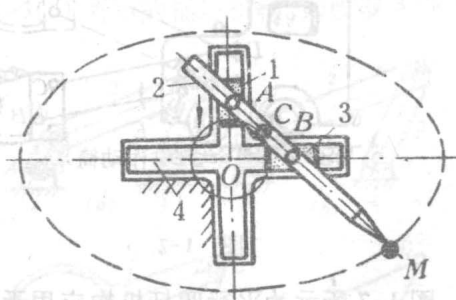


图 1-13

二、凸轮机构

凸轮机构是由具有一定曲线轮廓的凸轮(一般多取为原动件),通过高副带动执行从