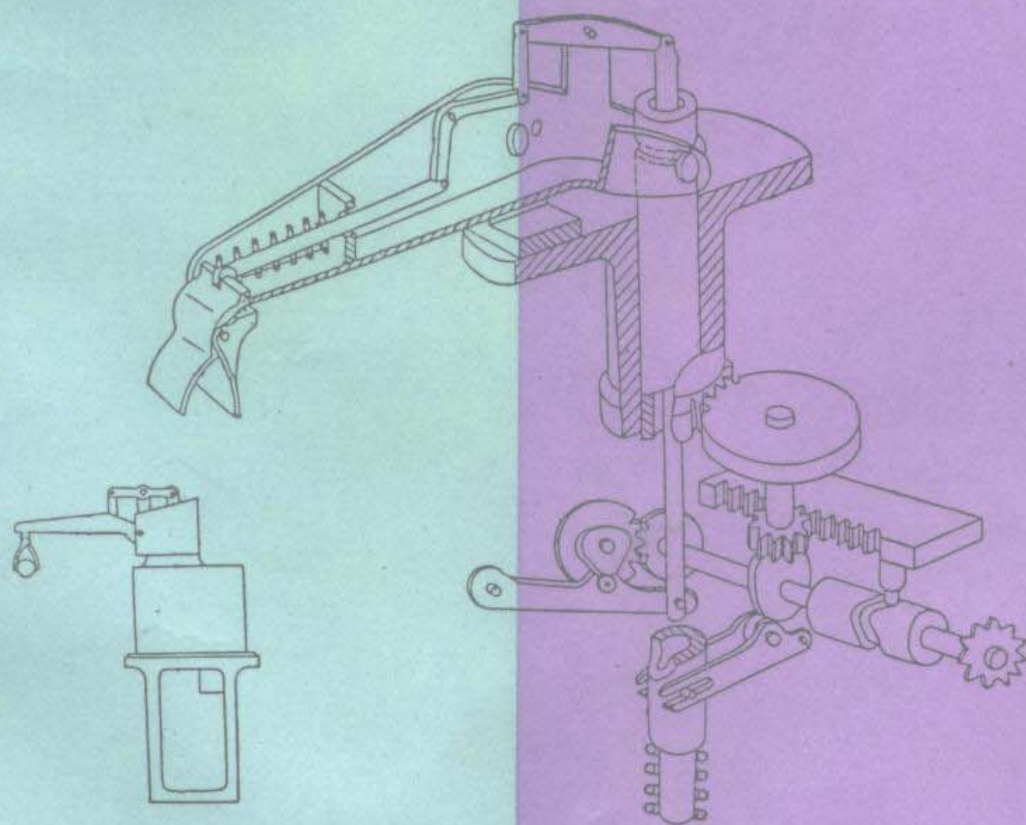


机械原理

党祖祺 鲁明山 吴继泽 编
党祖祺 主 编 唐锡宽 审定



北京航空航天大学出版社

111
16

24111
D16

机械原理

党祖祺 鲁明山 吴继泽 编
党祖祺 主 编 唐锡宽 审定

清华大学出版社

1981年11月第1版

本书是根据《机械原理》课程的教学大纲编写的。
本书可作为高等院校机械类各专业的一门专业基础课教材。
本书也可供从事机械工作的工程技术人员参考。

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是在北京航空航天大学自编教材《机械原理》基础上,经过多年教学实践和多次修改编写而成的。

本书体现了以机构设计为主线。主要内容有:常用机构、机构的组成分析、平面连杆机构的分析与设计、凸轮机构及其设计、齿轮机构及其设计、轮系、空间连杆机构与机器人机构的分析与设计、机构系统的运动简图设计、机械中的摩擦与机械效率、机械动力学基础和机械的平衡。每章后面均附有习题。

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。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理/党祖祺编. —北京:北京航空航天大学出版社,1996.12

ISBN 7-81012-665-2

I. 机… I. 党… III. 机构学-高等学校-教材 N. TH1

11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 17544 号

机 械 原 理

JIXIE YUANLI

主 编 党祖祺

责任编辑 曾昭奇

责任校对 李宝田

北京航空航天大学出版社出版

北京学院路 37 号(100083) 62015720(发行科电话)

新华书店总店北京发行所发行 各地书店经销

朝阳科普印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张:16.25 字数:414 千字

1996 年 12 月第一版 1996 年 12 月第一次印刷 印数:4000 册

ISBN 7-81012-665-2/TH·024 定价:15.00 元

前 言

本书是在 1978 年宇航出版社出版的《机械原理》基础上,考虑到当今科技发展和教学改革的需要修订而成的,以适应培养 21 世纪科技人才的需要。

本书对原《机械原理》的系统和内容作了较大的修改和补充。体现了以机构为主线、分析为设计服务的原则,增添了空间连杆机构和机器人机构的分析与设计、机构系统的运动简图设计等内容,并适当增加了用解析法设计机构的内容。

机械原理是一门技术基础课。本书符合国家教委制定的教学基本要求。虽然增加了少量航空机械方面的实例,但取材仍以一般机械专业的要求为主。在教学时数和教材篇幅所限的情况下,力求贯彻少而精的原则,突出重点,着重阐述基本原理和方法,删减了某些次要内容。

参加本书编写的同志有:吴继泽(编写第五、六章)、鲁明山(编写第一、二、七、十一章)、党祖祺(编写绪论、第三、四、八、九、十章),并由党祖祺负责主编。

本书承清华大学唐锡宽教授认真细致的审阅,提出了很多有参考价值的具体的修改意见,编者在此表示衷心感谢。

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

编 者

1995 年 12 月

目 录

绪 论

第一章 常用机构

§ 1.1 构件和运动副·····	(4)
§ 1.2 机构运动简图·····	(5)
§ 1.3 常用机构·····	(7)

第二章 机构的组成分析

§ 2.1 平面机构中构件的自由度和运动副的约束·····	(27)
§ 2.2 运动链及其自由度·····	(28)
§ 2.3 平面运动链的自由度计算·····	(29)
§ 2.4 确定平面机构自由度时的注意事项·····	(30)
§ 2.5 平面机构的组成原理与组成分析·····	(32)
§ 2.6 平面机构中的高副低化·····	(35)
§ 2.7 空间机构的自由度·····	(36)

第三章 平面连杆机构的分析与设计

§ 3.1 分析与设计的任务及方法·····	(43)
§ 3.2 平面连杆机构的传动特性分析·····	(44)
§ 3.3 平面连杆机构的传力特性分析·····	(46)
§ 3.4 瞬心法作平面连杆机构的速度分析·····	(49)
§ 3.5 解析法作平面连杆机构的运动分析·····	(53)
§ 3.6 图解法设计平面连杆机构·····	(58)
§ 3.7 解析法设计平面连杆机构·····	(64)

第四章 凸轮机构及其设计

§ 4.1 凸轮机构的运动分析与力分析·····	(80)
§ 4.2 从动件常用的运动规律·····	(83)
§ 4.3 用作图法设计盘形凸轮轮廓·····	(88)
§ 4.4 用解析法设计盘形凸轮轮廓·····	(92)
§ 4.5 凸轮基圆半径的确定·····	(95)
§ 4.6 圆柱凸轮轮廓设计·····	(96)

第五章 齿轮机构及其设计

§ 5.1	平面齿轮机构的齿廓啮合基本定律及共轭齿廓	(101)
§ 5.2	渐开线及渐开线齿廓的啮合	(102)
§ 5.3	渐开线标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算	(105)
§ 5.4	渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	(109)
§ 5.5	渐开线齿轮的加工原理	(115)
§ 5.6	根切现象和最少齿数	(118)
§ 5.7	变位齿轮	(120)
§ 5.8	渐开线内啮合齿轮机构	(127)
§ 5.9	斜齿圆柱齿轮机构	(128)
§ 5.10	螺旋齿轮机构	(133)
§ 5.11	蜗杆蜗轮机构	(135)
§ 5.12	圆锥齿轮机构	(138)

第六章 轮 系

§ 6.1	定轴轮系的传动比计算	(145)
§ 6.2	周转轮系及其传动比的计算	(146)
§ 6.3	行星轮系设计的齿数选择	(154)
§ 6.4	几种特殊型式的传动机构简介	(157)

第七章 空间连杆机构

§ 7.1	空间连杆机构解析运算的矩阵法基础	(163)
§ 7.2	用矩阵法作空间四杆机构的运动分析	(167)
§ 7.3	空间四杆机构的设计	(173)
§ 7.4	机器人机构	(176)

第八章 机构系统的运动简图设计

§ 8.1	概 述	(185)
§ 8.2	基本机构的组合方式	(186)
§ 8.3	典型组合机构的分析与设计	(190)
§ 8.4	机构选型及机构系统运动方案拟定	(194)
§ 8.5	机构系统运动循环图	(199)

第九章 机械中的摩擦与机械效率

§ 9.1	运动副中摩擦和自锁	(205)
§ 9.2	机械效率与自锁	(210)
§ 9.3	斜面传动和螺旋传动的机械效率	(212)
§ 9.4	行星轮系传动的效率	(215)

第十章 机械动力学基础

§ 10.1 概 述·····	(220)
§ 10.2 研究机械动力学问题的转化方法·····	(222)
§ 10.3 机械真实运动的求解·····	(227)
§ 10.4 机械运转周期性不均匀的调节·····	(232)

第十一章 机械的平衡

§ 11.1 回转构件不平衡的原因和分类·····	(240)
§ 11.2 静平衡及其平衡方法·····	(242)
§ 11.3 动平衡及其平衡方法·····	(243)
§ 11.4 许用不平衡量与平衡精度·····	(247)
§ 11.5 平面机构的平衡简介·····	(248)

参考文献·····	(251)
-----------	-------

绪 论

一、机构原理研究的对象

机械原理是“机构与机器原理”的简称,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,其主体部分是由缸体 1、活塞 2、连杆 3 和曲轴 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 A-A 轴线转动。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,这是由左侧的凸轮 5'、推杆 6 和阀 7 来实现的。齿轮 4' 和齿轮 5 将曲轴的转动传递给凸轮 5',并使推杆 6 的运动与活塞 2 的移动位置保持一定的配合关系。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-A 输出旋转运动作有用的机械功。

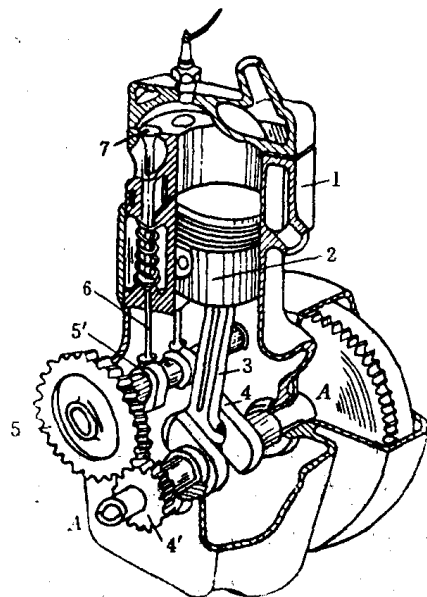


图 0-1

又如,图 0-2 所示为机械加工用的送料机。它是模拟人工操作的动作而设计的一种专用机械手。它的动作顺序是:手指 14 夹料;手臂 15 上摆;手臂回转一角度;手臂下摆;手指张开放料;手臂再上摆;反转、下摆、复原。其外形图如图 0-2(a)所示。图 0-2(b)为机械传动图。电动机通过减速装置减速后(此部分图中未画出),带动分配轴 2 上的链轮 1 转动。分配轴 2 上的齿轮 17 和齿轮 16 相啮合,将转动传给盘形凸轮 19,使杆 18 绕固定轴 O_2 摆动。杆 18 带动连杆 20,并通过连杆 9 使摆杆 10 绕轴 O_1 摆动,再通过连杆使杆 12 绕轴 O_4 摆动,最后通过连杆 13 使夹紧工件的手指 14 绕轴 O_5 转动而张开。连杆 20 和杆 9 之间可以相对转动而无相对轴向移动。手指 14 的复位夹紧由弹簧实现。同时分配轴 2 上的盘形凸轮 5 的转动,通过绕轴 O_1 摆动的杆 21 和在座 8 中上下滑动的圆筒 7,使大臂 15 绕轴 O_3 上下摆动(轴 O_3 支承在座 8 上)。此外,通过转动的圆柱凸轮 3 带动齿条 4 和齿轮 6 使座 8 作往复回转。

从以上所举的两例可见,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、运动和功能来看都有一些共同的特征:机器是一种人造的机件的组合;机器中各个机件之间具有确定的相对运动;机器能实现能量的转换(如内燃机可将化学能转换成机械能)或作有用的机械功。

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若干机件(如图 0-1 中凸轮 5'、推杆 6……等)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,能够传递或变换运动的特定机件组合系统称为机构。如内燃机这部机器中,由活塞

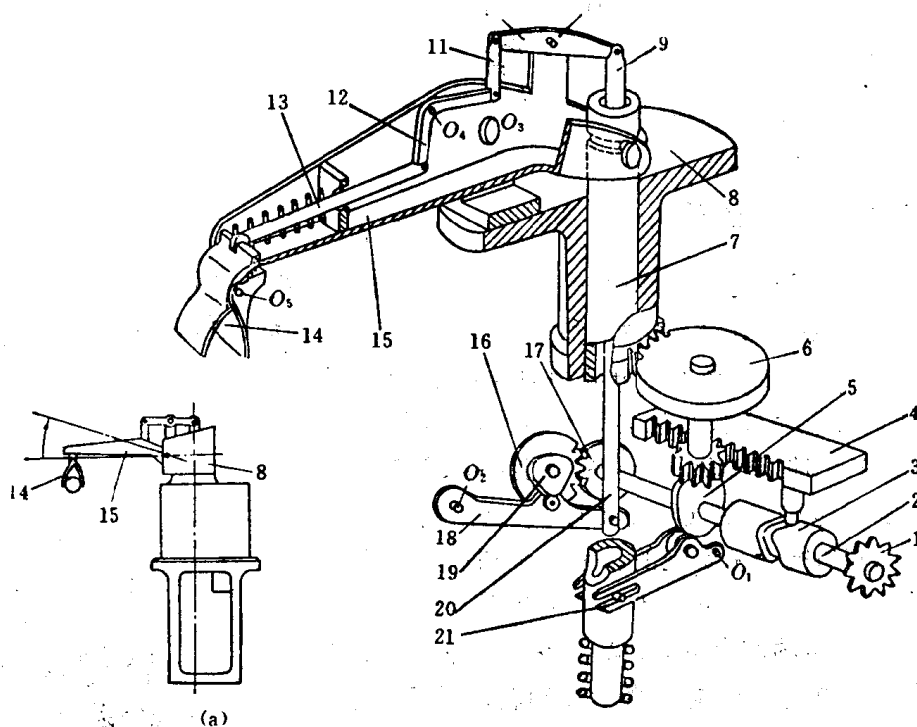


图 0-2

2、连杆 3、曲轴 4 和缸体 1 组成了曲柄滑块机构,实现由活塞的相对移动到曲轴转动的运动变换;由凸轮 5、推杆 6 和缸体 1 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的齿轮机构,实现回转运动的传递。由此可见,机构是机器的重要组成部分,主要功能是实现运动和力的传递与变换。因此,可认为机构是研究机器运动学和动力学的可动的几何模型。

由于“具有确定的相对运动”是机器和机构的共同的重要特征,通常在没有必要严格区分机器和机构的情况下,习惯上以机械作为机器和机构的总称。

二、机械原理研究的主要内容

机械原理研究的内容可归纳为“分析”和“综合”两大类问题。所谓分析,就是对已有机器或机构在组成、运动和动力等方面作分析,以了解和掌握机器或机构的运动和动力特性。所谓综合,就是按照给定的运动和传力等方面的要求和条件,选择机构类型(包括创造新机构),并设计出有关机件的几何形状(如凸轮轮廓)和尺寸(如连杆长度)。由于它不涉及各机件的强度计算、材料选择和具体的结构形状等问题,故机构的综合实质上是机构运动简图设计,简称机构设计。分析与设计虽然出发点和达到的目的不同,但是在解决机器或机构问题时,二者往往是紧密相关的,并由此构成机械原理的两个基本问题。作为机械原理课程的基本内容有以下几方面:

(1) 机构的组成分析 研究机构的组成要素和组成原理,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) 常用基本机构的分析与设计 以设计为主线,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和传力要求时的尺寸或几何形状的设计方法。

(3) 机构组合系统的分析与设计 介绍由若干基本机构组成机构系统的联接方式,典型组合机构的分析与设计以及机构系统运动方案设计准则。

(4) 机械的若干动力学问题 着重研究机械中的摩擦与机械效率对机构运动的影响,探讨机械在已知质量和外力作用下的真实运动规律,解决机械速度周期性波动的调节和机械在运转中惯性力的平衡等问题。

研究机械原理问题的方法主要有图解法和解析法。图解法的几何概念清晰,直观易懂,便于判断结果正确与否;在其解决问题的过程中是侧重于形象思维及其推演。解析法在建立数学模型及计算过程方面都较为繁复,但应用电子计算机计算会使计算变得快捷而且精确度高;在其解决问题的过程中是侧重于逻辑思维及其推演。两种方法各有所“长”也各有所“短”。在选用时应考虑在满足分析与设计要求的前提下,充分利用各方法的“长”处,或者两种方法兼而用之,以达到取“长”补“短”的目的。

随着科学技术的迅猛发展,在机械学的学科领域里,机械原理研究的范围也在不断扩大。诸如机构满足多约束条件的优化设计问题;变形和间隙对机械运动的影响及高速机械的动力学问题;根据机电一体化技术发展的需要,机械与电气、液压、气动及控制的配合问题;集机械、电子、控制于一体的机器人与仿生机械等高科技产品的研究等。随着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。作为机械原理课程的教材,其内容应着重反映机构分析与设计的最基本的原理和方法,随着科学技术的发展,其内容也应不断更新与发展,以适应培养人才的需要。

三、机械原理课程的作用、地位和学习方法

机械原理是在前修课程画法几何、物理和理论力学等基础上,应用前修课程的运动几何学、刚体力学等基本理论研究机械共性问题的一门主干技术基础课。它的任务是使学生掌握机构学和机械动力学的基本理论、基本知识和基本技能,初步具有拟定机构系统运动方案、分析和设计机构的能力。它在培养高级工程技术人才的全局中,具有增强学生对机械技术工作的适应能力和开发创造能力的作用。

从上述机械原理研究的主要内容可看出,本课程有较强的实践性,研究的对象都是一个个能运动的具体机构,故在学习方法上也要与之相适应。在学习本课程时尤其应注意以下几点:

(1) 理论与实践相结合 应随时想想某种方法及原理是如何去解决一个具体的机构问题的。

(2) 逻辑思维与形象思维相结合 注意在机构研究中某些概念,或某些结论,或某些参数关系式并非完全由逻辑推理而得,常常直接由几何图形或物理概念获得。

(3) 机构的静态图形与动态图形相结合 通常在研究机构运动时,只用由简单的线条组成的几何图形(称机构运动简图)来表示机构的位置。在纸面上只能表现出某一位置的静止状态,而要真正了解机构的运动特性,就必须将机构位置图形运动起来,即将其看作是一个可变的几何图形。

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、万向联轴节机构及组合机构等。

按照机构的运动范围,可将机构分为平面机构和空间机构两大类。机构的各运动件都在相互平行平面内运动的,称为平面机构,否则称为空间机构。例如,绪论中所举的活塞式内燃机(图 0-1)中,由活塞、连杆和曲轴构成的曲柄滑块机构;由凸轮和推杆构成的凸轮机构;传递平行轴间转动的齿轮机构,均属平面机构。而另一例所举的机械手(图 0-2)中,带动手臂旋转的凸轮机构(凸轮 3 和齿条 4 组成)属于空间机构。平面机构应用最广,且为空间机构分析和设计的基础,故本书内容将以平面机构为主。

本章将对一些常用机构的类型、组成、传动特点及功能等,配合典型的应用实例做概要地介绍,为以后各章深入地学习和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见机构。

§ 1.1 构件和运动副

前例内燃机和机械手中的各个机构,都是由运动件(如活塞、连杆、曲轴、凸轮、推杆、齿轮等)和固定支承件(如缸体)所组成。我们通称这些运动件和固定件为机构的构件。机构是由若干个构件所组成,构件是机构的组成单元。

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的一个刚性结构体。例如,简单的连杆,就是一个整体零件;而具有复杂结构的连杆,是由连杆头、衬瓦、螺栓、螺母、连杆体等几个零件固连在一起装配成的构件,形成一个刚性的结构体参与机构的运动。可见,构件与零件可以是等同的,也可以是不同的。二者的主要特征是:构件是机构的运动单元;零件则是制造的最小单元。

机构中必有一个固定构件,用来支承其它运动构件,该固定构件又称为机架。机架一般多安装于地面上固定不动。但也有一些机构,其机架是安装在运动体上(如安装在飞机、汽车、轮船的机体上),此时机架相对于该运动体是固定不动的,而相对地面则是运动的。研究机构运动的参考坐标系多取在机架上。

机构中受主动力或主动力矩作用,且有某种确定运动规律的构件,称为原动件。原动件以外的其余构件称为从动件。从动件是在原动件带动下运动的。机构中必有一个或几个从动件,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 2 是由燃气压力推动而给定其运动规律,故活塞为原动件。在活塞带动下,连杆 3 和曲轴 4 产生运动,所以连杆与曲轴是从动件。由于此机构是由曲轴来执行输出需要的旋转运动,所以曲轴 4 又为执行件。

为组成机构,必需把两个相邻构件以一定方式联接起来,且联接必须是可动联接。如果两构件是无相对运动的固接(如焊接或铆接等),则这两个构件便成为一个构件了。凡使两个构件

接触而又保持有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,它们的任意自由运动就受到了一定限制,这种限制称为约束。随联接的方式不同,也就是随运动副的型式不同,对构件运动的约束也不同。

按两构件的接触形式来看,运动副的接触不外是点、线或面接触。按接触形式不同可将运动副分为两大类:凡是以面接触的运动副,称为低副;凡是以点或线接触的运动副,称为高副。如图 0-1 所示的活塞 2 和缸体 1 之间是筒形的圆柱面相接触,所以是低副;又因为此低副使活塞 2 和缸体 1 间保持有相对移动,所以这种低副又称移动副。再如连杆 3 和活塞 2 之间以轴销式的圆柱面相接触,所以也是低副;又因为连杆 3 与活塞 2 之间保持有相对转动,故这种低副又称转动副。

对点或线接触的高副,应用形式很多。如图 0-1 所示的凸轮 5' 和推杆 6 在平行凸轮运动平面上是点接触,构成了高副。又如,一对齿轮 4' 和齿轮 5 的两曲线形齿牙之间,在齿轮运动平面上也是点(考虑齿轮厚度是线接触)接触,所以也是高副。

采用不同类型的运动副,将会组成各种不同运动形式的机构,所以运动副是机构组成的最活泼因素。但是,从运动副又能限制机构中不需要的运动这个角度看,运动副又是机构组成的最严格的约束。这两者之间是相互协调、相辅相成的。

§ 1.2 机构运动简图

对机构进行组成、运动分析、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,而采用表明构件和运动副的组成关系、机构运动位置及与运动有关的尺寸和形状的机构运动简图。在机构运动简图中,构件以最简单的线条表示,运动副以规定的简图符号表示,这就使运动简图非常清晰明了,给分析和设计机构带来很大方便。

机构运动简图应能表示出原机构的运动状态,所以运动简图不仅其运动副的数目、类型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构件和运动副的位置及影响运动的几何形状和尺寸。机构运动简图根据分析和设计工作的需要,可以画出一个瞬时位置图,也可以画出多个瞬时位置图。如果要了解机构运动的全过程,当然就须画多个瞬时位置图,也可叠加在一起。利用计算机绘制运动简图非常方便,并可观察机构较连续的动态过程。

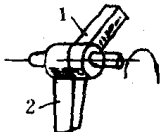
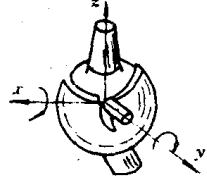
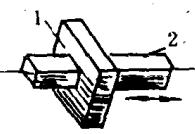
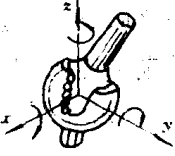
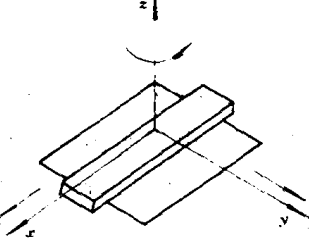
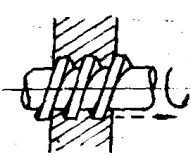
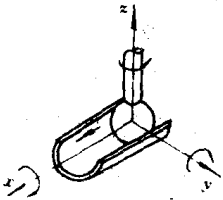
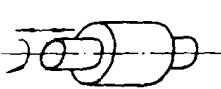
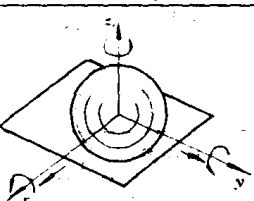
机构运动简图中常用构件的表示法见表 1-1。

表 1-1 常用构件的简图表示法

	构件图	简图		构件图	简图
机架			齿轮		
杆状构件			曲柄盘		
转轴			凸轮		

由于构成运动副的两构件之间的相对运动与两构件接触联接处的几何形状和接触形式有关,所以在绘制机构运动简图时,使用能表达清楚相对运动和接触形式的运动副符号,而不用真实的运动副结构图。参照 GB 4460—84 的规定,将常用的运动副代表符号列于表 1-2 中。

表 1-2 运动副简图符号

运动副类型	简图符号	相对运动	运动副类型	简图符号	相对运动
转动副(低副)		转动	球销副(低副)		两个转动
移动副(低副)		移动	球副(低副)		三个转动
平面齿形副(高副)		转动 移动	双平面副(低副)		一个转动 两个移动
螺旋副(低副)		转动 (或移动)	球槽副(低副)		三个转动 一个移动
圆柱副(低副)		转动 移动	面球副(高副)		三个转动 两个移动

现以图 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。

(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,依传动的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。再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,并通过连杆 2,3,4 带动颚板 5 绕轴心 F 做往复摆动,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。件 6 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 共七个转动副。

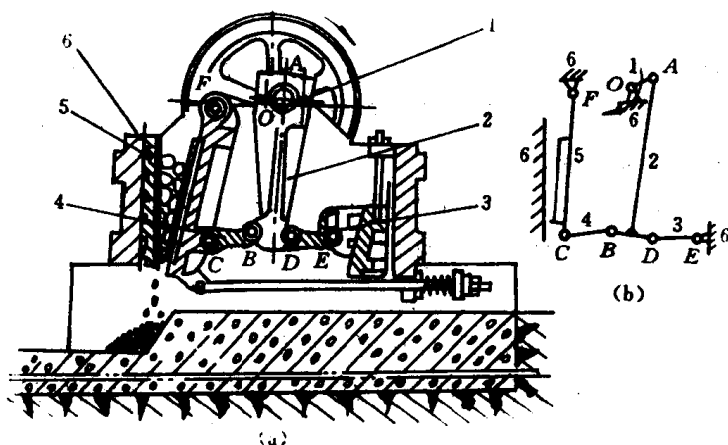


图 1-1

(2) 选择视图,并确定一个瞬时位置。通常选取平行于机构运动的平面为视图平面,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时,应选各构件不互相重叠的机构位置,以使图面能充分表示出各个构件和运动副。如图 1-1(b)所示,选运动平面为视图平面,机构的瞬时位置也选在各个构件均不受挡的位置。

(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。然后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 半径线的方位和尺寸画出构件 1。根据在机架上三个转动副 O, F, E 之间的尺寸,确定出 F 和 E 的位置。为确定 D 点位置,以 A 为中心、 AD 长为半径作弧,再以 E 为中心、 ED 长为半径作弧,两弧的交点即为 D 。在构件 2 上 A, D 两点位置已定,按已知的尺寸关系即可确定 B 点位置,从而画出构件 2 和构件 3。同样用已知的 BC 及 FC 长可确定转动副 C 的位置,画出构件 4 和构件 5。机架均应画出表示固定件的短斜线,允许机架断开,只画必要的局部即可。转动副的符号图,可大可小,应与整个简图有恰当的比例。各构件均应按表 1-1 的简图表示法绘制。

(4) 用箭头标示出原动件的运动方向和运动性质(转动或移动)。

用上述方法和步骤绘制的如图 0-1 所示的内燃机机构运动简图,如图 1-2 所示。

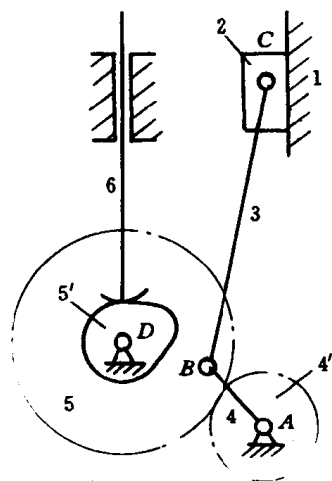


图 1-2

§ 1.3 常用机构

机构的种类相当多,虽然常用的机构是有一定限度的,但类型也不少。下面仅取一些典型的常用机构作概要地介绍。

一、连杆机构

连杆机构是由若干刚性构件(一般多呈杆状)多用低副联接所组成。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来保持运动副能很好接触等优点,所以被广泛地应用于各种机械和仪器设备中。

在连杆机构中所有运动杆件均在相互平行的平面上运动,称做平面连杆机构;如果运动杆件不在相互平行平面上运动(或只要有一个杆件不在相互平行平面上运动),则称做空间连杆机构。

与机架相连的构件称为连架杆,能绕定轴作整周回转的杆件称为曲柄,绕定轴作往复摆动的杆件称为摇杆或摆杆,不与机架相连的杆件称为连杆,只作往复移动的构件称为滑块。

平面连杆机构较空间连杆机构应用更普遍。平面连杆机构可由很多个杆件组成多杆机构,但其中由四个杆件组成的连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 列举了四杆机构的常用类型及其运动特性。

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

续表

类 型	组成特点	机构名称	机构简图	运动传递与变换
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 ($s=R \sin \varphi$)
		正切机构		摆动→移动 ($s=h \tan \varphi$)
		椭圆规机构		移动→移动 (件 2 上的一点可画出椭圆)

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,当选取件 1 为原动件、件 2 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,当选取件 3 为原动件、件 1 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、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,若改取件 1 为固定件(机架),即得到图 1-3(b)所示的导杆机构;如改取件 2 为固定件,则得到如图 1-3(c)所示的摇块机构;如改取件 3 为固定件,则可得到如图 1-3(d)所示的定块机构。

(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

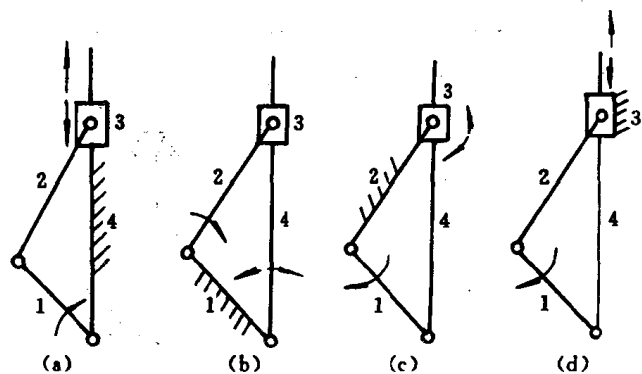


图 1-3

1-4(b)的型式,此型式和图 1-4(a)并无差别。当将转动副 B 的半径加大至超过曲柄 1 的长度 $\overline{AB}$ 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 $\overline{AB}$ 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很短的场合,由于运动副 B 尺寸增长,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。

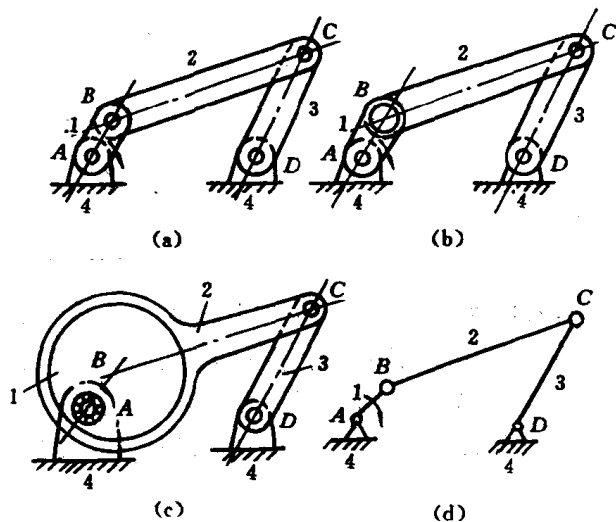


图 1-4

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。

(3) 改变构件尺寸的演化

如在表 1-3 中所示的导杆机构,若将机架长 l_{AC} 减小至小于曲柄长 l_{AB} ,则摆动导杆机构演化成回转导杆机构。

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。下面通过一些机构中的实例,介绍平面连杆机构的应用。