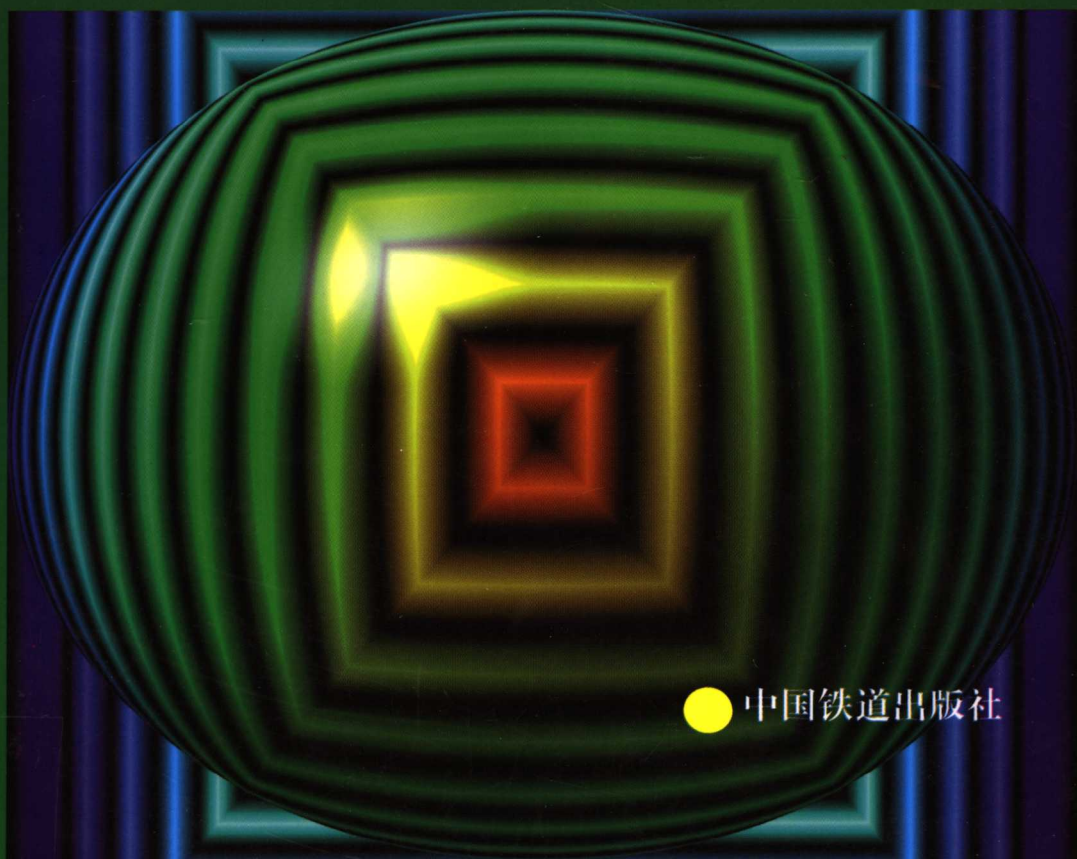


中等专业学校教材

机械原理 及机械零件

郑州铁路机械学校 赵 祥 主编



● 中国铁道出版社

中等专业学校教材

机械原理及机械零件

郑州铁路机械学校 赵 祥 主编
株洲铁路机械学校 田秀贞 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2003年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是在《机械原理及机械零件》试用教材的基础上,根据全国中等专业学校机械原理与机械零件课程组修订的第四轮机械类《机械设计基础》教学大纲修订的。

全书共分十六章。主要介绍:平面机构运动简图及自由度;平面连杆机构;凸轮机构;步进运动机构;键、销联接;螺纹联接与螺旋传动;带传动;链传动;齿轮传动;蜗杆传动;轴;轴承;轮系;联轴器和离合器;减速器等结构及工作原理。

本书可供工科四年制中等专业学校机械类各专业教学使用,也可作为高等职业教育和职工中专机械类各专业教学用书及工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理及机械零件/赵祥主编. -北京:中国铁道出版社,1997
ISBN 7-113-02752-0

I. 机… II. 赵… III. ①机构学-专业学校-教材②机械元件-专业学校-教材 IV. TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 16380 号

书 名:机械原理及机械零件

作 者:赵 祥

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑:吴桂萍

封面设计:赵敬宇

印 刷:北京铁建印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:406 千

版 本:1998 年 1 月第 1 版 2003 年 7 月第 3 次印刷

印 数:15 001~20 000 册

书 号:ISBN 7-113-02752-0/TH·65

定 价:23.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话:(021)73132 发行部电话:(021)73171

前 言

本书是在1987年出版的《机械原理及机械零件》试用教材的基础上,根据全国中等专业学校机械原理与机械零件课程组修订的第四轮机械类《机械设计基础》教学大纲,总结教改与教学经验,并考虑到高等职业教育的迅速发展需要修订的。参考教学时数为95学时。可供工科四年制中等专业学校机械类各专业教学使用,也可作为高等职业教育和职工中专机械类各专业教学用书和工程技术人员参考。

本书的章节编排顺序与试用教材基本相同,但在内容和叙述上作了更新并局部进行了调整,其中:齿轮传动和滚动轴承等按新国标进行讲述,齿轮传动强度计算采用简化设计计算公式,删去了公式的推导,加强了公式的应用;普通V带传动和链传动两章采用了新的计算方法;有关章节适当地增加了使用和维护方面的内容。此外,全书的主要名词、术语和符号按照国家最新标准作了修订,更规范化。每章后新编各种类型的练习题,便于每讲课后练习。

在修订时,我们力求做到:精选教学内容、分量恰当、深度适中、叙述简明,便于自学和教学。

参加本书修订的有沈阳铁路机械学校曹家贵(第一、二、三、四章),兰州铁路机械学校季金水(第六、七、八章),太原铁路机械学校张守礼(第十一、十二、十六章),株洲铁路机械学校田秀贞(第十三、十四、十五章),郑州铁路机械学校李跃玲(第五、九章)、赵祥(第十章)。本书由赵祥主编,田秀贞主审。全书插图由李跃玲绘制。

本书于1996年6月在兰州铁路机械学校召开了修订审稿会,参加会议的有乌鲁木齐铁路运输学校李振中,沈阳铁路机械学校谢文琳,兰州铁路机械学校习文建,南昌铁路机械学校朱爱华。与会同志对修订书稿提出很多宝贵意见,在修订过程中还承许多学校教师的帮助,在此表示衷心感谢。

编者

1997年3月

主要符号

F ——机构自由度、力
 n ——转速、数目
 l, L ——长度
 h, H ——高度
 v ——速度
 t ——时间、温度
 k, K ——系数、数目
 ω ——角速度
 ψ ——角度、系数
 θ ——角度
 a ——线加速度、中心距
 s, S ——安全系数、位移
 ρ ——曲率半径、摩擦角
 σ_c ——挤压应力
 σ_c ——离心拉应力
 σ_H ——接触应力
 σ_m ——平均应力
 τ ——剪应力、扭转剪应力
 τ_{-1} ——对称循环剪切疲劳极限
 i ——传动比
 c, C ——系数、长度
 W ——公法线长度、抗弯截面系数
 d, D ——直径
 b, B ——宽度、厚度

z ——数目、齿数
 p ——压强
 m ——质量、模数
 T ——转矩
 M ——弯矩
 r, R ——半径
 A ——面积、功
 P ——功率、力
 Q ——热量、力
 σ ——正应力、拉应力
 σ_s ——屈服极限
 σ_b ——强度极限
 σ_{-1} ——对称循环弯曲疲劳极限
 σ_F ——弯曲应力
 η ——效率
 γ ——角度
 α ——角度、系数
 λ ——角度
 β ——角度
 φ ——角度、系数
 δ, Δ ——角度、间隙
 ϵ ——滑动系数、重合度
 N ——循环次数、力

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 机械原理及机械零件研究的对象.....	1
第二节 机械原理及机械零件的内容和任务.....	2
复 习 题	2
第二章 平面机构运动简图及自由度	3
第一节 自由度和运动副.....	3
第二节 平面机构运动简图.....	4
第三节 平面机构具有确定运动的条件.....	7
复 习 题	10
练 习 题	11
第三章 平面连杆机构	13
第一节 平面四杆机构的基本型式及曲柄存在条件	13
第二节 平面四杆机构的其他型式	16
第三节 平面四杆机构传动特性	18
第四节 平面连杆机构设计	21
复 习 题	24
练 习 题	25
第四章 凸轮机构	27
第一节 凸轮机构的应用和分类	27
第二节 从动件常用运动规律	29
第三节 凸轮轮廓设计	32
第四节 凸轮机构基本尺寸的确定	36
第五节 凸轮机构的结构设计	38
复 习 题	40
练 习 题	40
第五章 步进运动机构	42
第一节 棘轮机构	42
第二节 槽轮机构	46
复 习 题	48

练习题	48
第六章 键、销联接	50
第一节 键联接的类型和特点	50
第二节 平键联接的尺寸选择与强度验算	52
第三节 花键联接	55
第四节 销联接	56
复习题	56
练习题	56
第七章 螺纹联接与螺旋传动	57
第一节 螺纹的主要参数及分类	57
第二节 螺旋副的受力分析、自锁和效率	59
第三节 螺纹联接的基本型式及螺纹联接件	61
第四节 螺栓联接的预紧与防松	65
第五节 螺栓联接的设计	66
第六节 螺旋传动	73
复习题	75
练习题	76
第八章 带传动	77
第一节 带传动的类型及特点	77
第二节 普通 V 带及 V 带轮	78
第三节 普通 V 带传动工作能力的分析	82
第四节 普通 V 带传动的失效形式和设计准则	85
第五节 普通 V 带传动的设计计算	88
第六节 V 带传动的张紧、安装和维护	94
第七节 同步带传动简介	96
复习题	97
练习题	97
第九章 链传动	98
第一节 链传动的特点和类型	98
第二节 链和链轮	98
第三节 链传动的传动比及运动不均匀性	101
第四节 链传动的设计计算	102
第五节 链传动的布置、张紧和润滑	106
复习题	108
练习题	109

第十章 齿轮传动	110
第一节 齿轮传动的特点和类型.....	110
第二节 齿廓啮合基本定律.....	110
第三节 渐开线及其特性.....	112
第四节 渐开线齿轮的基本参数及标准直齿圆柱齿轮的尺寸计算.....	115
第五节 渐开线齿轮的啮合.....	118
第六节 渐开线齿轮的加工原理和切齿干涉.....	121
第七节 标准直齿圆柱齿轮公法线长度和分度圆弦齿厚.....	125
第八节 渐开线圆柱齿轮精度.....	127
第九节 渐开线变位齿轮传动的基本知识.....	130
第十节 齿轮轮齿的失效形式.....	135
第十一节 齿轮的常用材料.....	137
第十二节 标准直齿圆柱齿轮承载能力计算方法.....	139
第十三节 标准斜齿圆柱齿轮传动.....	147
第十四节 直齿圆锥齿轮传动.....	159
复 习 题	166
练 习 题	168
第十一章 蜗杆传动	171
第一节 蜗杆传动的类型和特点.....	171
第二节 蜗杆传动的基本参数和几何尺寸计算.....	173
第三节 蜗杆传动的滑动速度和传动效率.....	175
第四节 蜗杆传动的失效形式和常用材料.....	176
第五节 蜗杆传动承载能力计算.....	176
第六节 蜗杆传动的结构与精度.....	180
复 习 题	183
练 习 题	183
第十二章 轮 系	186
第一节 轮系及其分类.....	186
第二节 定轴轮系传动比的计算.....	186
第三节 简单行星轮系传动比的计算.....	188
第四节 混合轮系传动比的计算.....	190
第五节 轮系的功用.....	191
复 习 题	193
练 习 题	194
第十三章 轴	196
第一节 轴的分类和材料.....	196

第二节	轴的结构设计	198
第三节	轴的强度计算	203
第四节	轴的刚度	206
复 习 题		209
练 习 题		209
第十四章	轴 承	212
第一节	滑动轴承的分类和结构	212
第二节	非液体摩擦径向滑动轴承的计算	219
第三节	滚动轴承的结构、分类及代号	220
第四节	滚动轴承类型的选择	228
第五节	滚动轴承尺寸的选择	229
第六节	滚动轴承的组合设计	236
复 习 题		242
练 习 题		242
第十五章	联轴器和离合器	244
第一节	联 轴 器	244
第二节	离 合 器	247
第三节	其它联轴器和离合器简介	249
复 习 题		250
练 习 题		250
第十六章	减 速 器	251
第一节	减速器的类型和特点	251
第二节	减速器的结构	252
第三节	减速器的润滑	254
第四节	标准减速器的选择	255
复 习 题		260
练 习 题		260
主要参考文献		260

第一章 绪 论

第一节 机械原理及机械零件研究的对象

为了减轻人们的体力劳动,提高劳动生产率,广泛地应用着各种机器。如拖拉机、起重机、机车、汽车、机床、内燃机、洗衣机及信息机等。

机器的种类繁多,其结构和用途也各不相同,但它们都有共同的特征。

如图 2-10 所示的单缸内燃机,活塞 1、连杆 2、曲轴 3 和缸体(连同机架)4 组成主体部分,缸内燃烧的气体膨胀,推动活塞下行,通过连杆使得曲轴转动;凸轮 7、进排气阀推杆 8 和机架组成进排气的控制部分,凸轮转动,推动气阀按时启闭,分别控制进气和排气;曲轴上的齿轮 5、凸轮轴上的齿轮 6 和机架组成传动部分,曲轴转动,通过齿轮将运动传给凸轮轴。上述三个部分共同保证内燃机协调地工作。

又如如图 2-11 所示的牛头刨床,齿轮 2、齿轮 3 和机架(床身)1 组成传动部分,小齿轮旋转带动大齿轮旋转;大齿轮 3、滑块 4、导杆 5、滑块 6 和机架 1 组成改换运动形式部分,大齿轮上的销轴带动滑块和导杆,将大齿轮的旋转运动变换成导杆绕滑块 6 轴的摆动,导杆顶端用销轴与滑枕 7 相联,导杆的摆动变换成滑枕作往复移动,使得刨刀刨平工作表面。

由以上两个实例可以说明,机器具有三个共同的特征:

- (1) 机器是由若干构件组成;
- (2) 各构件间具有确定的相对运动;
- (3) 机器能代替或减轻人类劳动完成有用的机械功,变换或传递能量、物料和信息。

由上面的实例还可以看出,机器中若干构件的组合,可实现预定的动作,在内燃机中,活塞、连杆、曲轴和缸体(连同机架)组合起来,可将活塞的往复移动转变成曲轴的连续转动;凸轮、进排气阀推杆和机架的组合,可将凸轮的连续转动转变为进排气阀推杆的往复移动等。这些由若干构件组成,有一个构件为机架,用来传递力、运动或转换运动形式的系统,称为机构。大多数机器都是由若干个基本机构组成,如内燃机的主体部分是连杆机构,进排气控制部分是凸轮机构,传动部分是齿轮机构。

机器与机构统称为机械。

构件是机械的运动单元。构件可以是单一的整体,例如曲轴,也可以是若干零件的刚性组合体,例如内燃机的连杆(图 1-1)是一个构件,它是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 和螺母 3 组成。凡是一个一个制造的单元,称为零件。零件是机械的制造单元。机械零件又分为通用零件和专用零件。通用零件是指各种机械中经常用到的零件,如螺栓、螺母、轴和齿轮等。专用零件是指在某些机械中才用到的零件,如内燃机

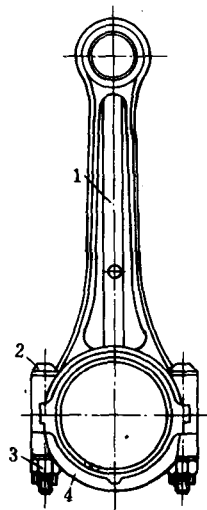


图 1-1 内燃机连杆
1—连杆体; 2—螺栓;
3—螺母; 4—连杆盖。

的曲轴、起重机的吊钩等。另外,还常把一组协同工作的零件组成的独立制造或独立装配的组合体,称为**部件**,如联轴器、减速器等。

本课程主要研究常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、使用维护及设计原理和计算方法。

第二节 机械原理及机械零件的内容和任务

一、本课程的具体内容及任务

1. 常用机构——平面连杆机构、凸轮机构及步进运动机构。
2. 机件联接——键、销联接、螺纹联接。
3. 机械传动——螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系及减速器。
4. 轴系零、部件——轴、轴承、联轴器及离合器。

本课程的任务是:培养学生掌握常用机构和通用机械零件的基本知识、基本理论和基本技能,初步具有分析、设计、维护机械零件和简单机械传动装置的能力,为今后解决生产实际问题及学习专业课程和新的科学技术打下基础。

二、学习方法

1. 在学习常用机构时,主要是研究机构的运动学。由于机构的组成和结构很复杂,在分析机构运动时,常采用抽象化的方法,不考虑构件的复杂外形和结构,将其抽象化为简单机构图形来研究,使问题得到简化。这种方法应用普遍,要逐步掌握。

2. 在学习通用零件时,应注意计算准则和理论公式的应用条件,各参数和系数对设计的影响和分析问题的方法。此外,影响零件的设计因素很多,有时不能单纯由理论计算解决,常采用经验数据和经验公式,不仅计算简便,而且符合生产实际。

3. 要重视结构设计。初作设计,容易出现结构设计不合理,影响设计质量,如果结构设计错误,将会造成严重损失。因此,学习时应多看零件图纸和实物,积极主动的联系实际,丰富实践知识,以便逐步提高结构设计能力。

4. 该课程是一门综合性课程。不仅要求数学、物理、工程力学、制图、金工和公差与配合等先修课程打好基础,更重要的是如何将许多学科的知识综合运用,提高设计工作能力、机械的使用和维护能力,解决生产实际问题。

复 习 题

1-1 何谓机器、机构、构件、零件、部件?

1-2 下列实物:(1)车床;(2)游标尺;(3)机械式钟表;(4)虎钳;(5)内燃机车;(6)旅客车辆。其中哪些是机器?哪些是机构?

1-3 下列实物:(1)齿轮;(2)火车轮;(3)自行车轮;(4)键;(5)螺母;(6)内燃机的连杆。其中哪些是构件?哪些是零件?

1-4 下列实物:(1)螺钉;(2)起重吊钩;(3)螺母;(4)电风扇的叶片;(5)柴油机的曲轴;(6)齿轮。其中哪些属于通用零件?哪些属于专用零件?

第二章 平面机构运动简图及自由度

机构是由构件组成。如图 2-1 所示为铰接四杆机构,当构件 1 为原动件按一定规律运动时,其余构件具有确定的相对运动;图 2-2 所示为铰接五杆机构,当构件 1 为原动件按一定规律运动时,其余构件可处在实线位置,也可处在虚线位置,即相对运动不确定。相对运动确定和相对运动不确定,是机构的两种类型。对于相对运动确定的机构,要研究机构具有确定相对运动的条件。

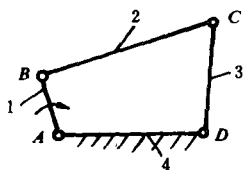


图 2-1 铰接四杆机构

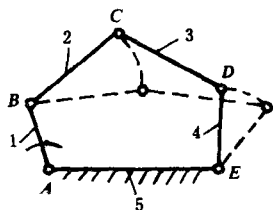


图 2-2 铰接五杆机构

机构中的实际构件形状往往很复杂,为了便于分析机构运动,可撇开构件的复杂外形和结构,仅根据构件的联接特征和与运动有关的尺寸绘制成机构运动简图。

若机构中所有构件都在同一平面或相互平行平面内运动,称为平面机构;否则称为空间机构。工程中平面机构应用最广泛,所以本章主要研究平面机构具有确定相对运动的条件及平面机构运动简图的绘制方法。

第一节 自由度和运动副

一、构件的自由度

一个构件在平面内自由运动时,有三个独立运动。如图 2-3 所示构件 AB 可随该构件上任一点 A 沿 X 轴移动,沿 y 轴移动和绕 A 点转动。这三个独立运动,可用三个独立的运动参数 x 、 y 、 φ 来表示。构件的独立运动数目,称为构件的自由度。一个在平面内自由运动的构件有三个自由度。

二、运动副和约束

平面机构中的每个构件都不是自由构件,而以一定的方式与其他构件相互联接。这种联接不是固定的,是能产生一定相对运动的联接。这种使两构件直接接触并能产生一定相对运动的联接,称为运动副。例如内燃机中活塞与连杆、活塞与汽缸体的联接都构成了运动副。机构就是由若干构件用运动副组合在一起的。

两构件组成运动副后,就限制了两构件间的独立运动,自由度便随

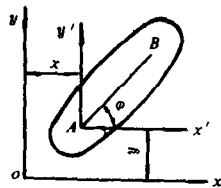


图 2-3 构件自由度

之减少。运动副限制构件独立运动的作用,称为约束。

三、运动副的分类

两构件组成的运动副,不外乎是通过点、线或面接触来实现。按照接触特性,把平面运动副分为低副和高副。

(一)低副

两构件通过面接触组成的运动副称为低副。根据它们的相对运动是转动或移动,又可分为转动副和移动副。

1. 转动副

若组成运动副的两构件只能作相对转动,这种运动副称为转动副,又称为铰链。如图 2-4(a)所示的轴 1 与轴承 2 组成的转动副,其中一个构件是固定的,称为固定铰链。图 2-4(b)所示构件 1 与构件 2 也组成转动副,两构件都是运动的,称为活动铰链。例如内燃机的曲轴与机架组成的转动副是固定铰链;活塞与连杆、连杆与曲轴所组成的转动副是活动铰链。

2. 移动副

若组成运动副的两个构件只能作相对直线移动,这种运动副称为移动副。图 2-5 中构件 1 与构件 2 组成的是移动副。组成移动副的两个构件可能都是运动的;也可能有一个是固定的。例如内燃机活塞与缸体所组成的移动副,缸体是固定的;摆动导杆机构滑块与导杆组成的移动副,两个构件都是运动的。

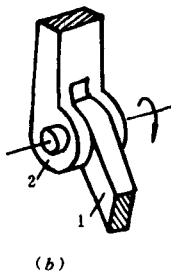
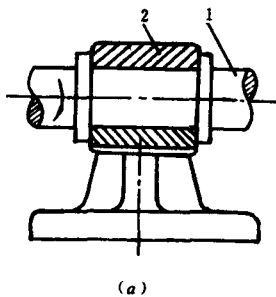


图 2-4 转动副

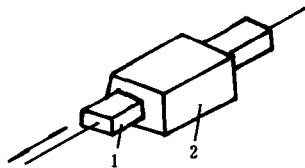


图 2-5 移动副

(二)高副

两构件通过点或线接触组成的运动副称为高副。它们的相对运动是转动和沿切线 $t-t$ 方向的移动。图 2-6(a)中的车轮 1 与钢轨 2,图 2-6(b)中的凸轮 1 与从动杆 2,图 2-6(c)中的齿轮 1 与齿轮 2 等的联接都是高副。

此外,常用的运动副还有图 2-7(a)所示的球面副,图 2-7(b)所示的螺旋副,它们都是空间运动副,本章不作讨论。

第二节 平面机构运动简图

在研究机构运动时,为了使问题简化,不考虑构件的复杂形状和结构,仅用特定的符号表示构件和运动副,并按一定比例定出各运动副的相对位置。这种说明机构各构件间相对运动关系的简单图形称为机构运动简图。

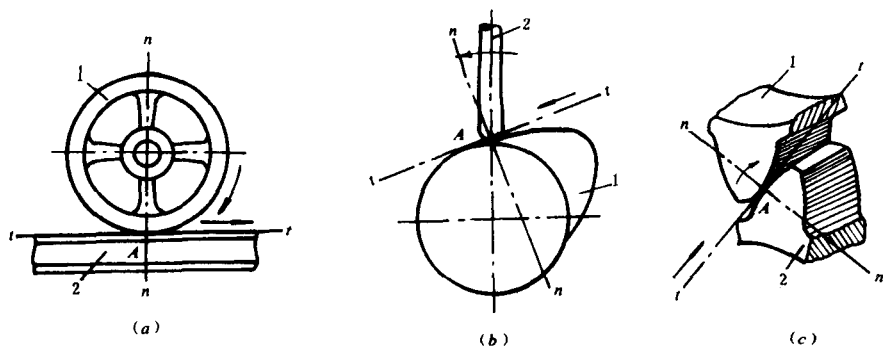


图 2-6 高副

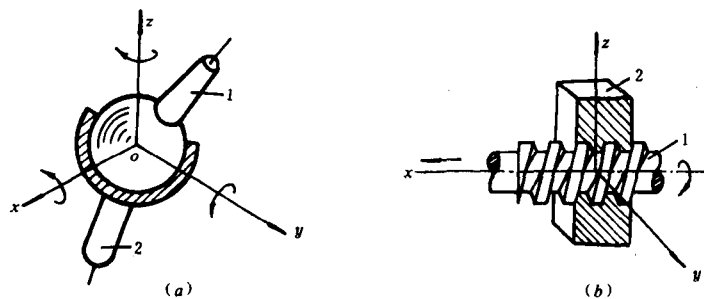


图 2-7 空间运动副

平面机构运动简图中,运动副的表示方法如下:

图 2-8(a)表示由两个活动构件组成的转动副。图 2-8(b)、(c)表示一个构件是固定的转动副。

两构件组成移动副时其表示方法如图 2-8(d)、(e)、(f)所示。图中画有斜线的构件代表机架。

两构件组成高副时,简图中应画出两构件接触处的曲线轮廓,如图 2-8(g)所示。

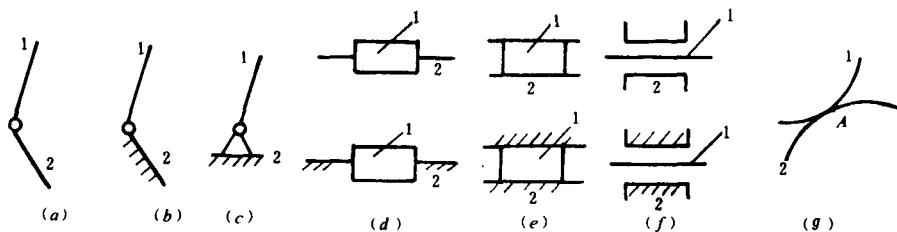


图 2-8 运动副表示法

机构运动简图中构件的表示方法如图 2-9 所示。图 2-9(a)、(b)表示能组成两个运动副的构件,图(a)表示两个转动副,图(b)表示一个转动副和一个移动副。图(c)、(d)表示能组成三个转动副的构件,图(c)表示三个转动副不在一条直线上,图(d)表示三个转动副在一条直线上。

下面举例说明机构运动简图的绘制方法。

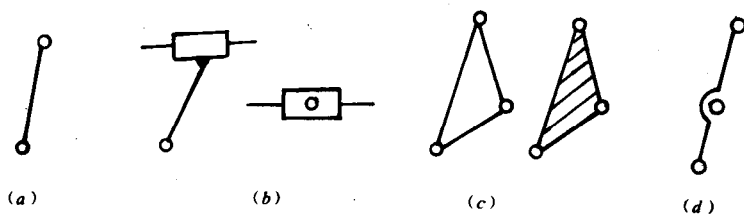


图 2-9 构件表示法

【例 2-1】 绘制图 2-10(a)所示单缸内燃机的机构运动简图。

【解】 绘制机构运动简图的步骤如下。

1. 分析机构的构造,分清固定件(机架)、原动件与从动件。

内燃机是由连杆机构、齿轮机构和凸轮机构组成。气缸体 4 作为机架是固定件,活塞是原动件,其余构件都是从动件。

2. 由原动件开始,按照运动传递顺序,分析各构件间的相对运动性质,确定各运动副的类型和数目。

各构件间的联接方式如下:活塞 1 与连杆 2、连杆 2 与曲轴 3、曲轴 3 与机架 4、凸轮 7 与机架 4 之间均为相对转动,构成转动副。活塞 1 与机架 4、进排气阀推杆 8 与机架 4 之间为相对移动,构成移动副。齿轮 5 与齿轮 6、凸轮 7 与进排气阀推杆 8 顶端之间为线和点接触,构成高副。

3. 选择视图平面。

一般应选择多数构件所在平面或其平行平面作为视图平面,以便清楚地表达各构件间的运动关系。

图 2-10(a)已能清楚表达各构件间的运动关系,所以就选择此平面作为视图平面。

4. 选择长度比例尺 μ_l :

$$\mu_l = \frac{\text{实际构件长度(m)}}{\text{图示构件长度(mm)}}$$

定出各运动副的相对位置,用构件和运动副的规定符号绘制机构运动简图。

先从原动件开始画出滑动副的导路中心线及曲轴与机架构成转动副的位置作为基准,然后根据构件的尺寸和各运动副的位置,按选定的比例尺,用构件和运动副的规定符号,绘出机构运动简图,如图 2-10(b)所示。

【例 2-2】 绘制图 2-11(a)所示牛头刨床的主体机构运动简图。

【解】 1. 牛头刨主体机构由齿轮机构和平面六杆机构组成。床身 1 为机架是固定件,齿轮 2 为原动件,其余构件都是从动件。

2. 构件 2—3 之间组成高副。构件 1—2、1—3、1—6、3—4、5—7 之间组成转动副。构件 4—5、5—6、7—1 之间组成移动副。

3. 图 2-11(a)已能清楚表达各构件间的运动关系,所以就选择此平面作为视图平面。

4. 选定比例尺定出各运动副的相对位置,用构件和运动副的规定符号绘出机构运动简图,如图 2-11(b)所示。

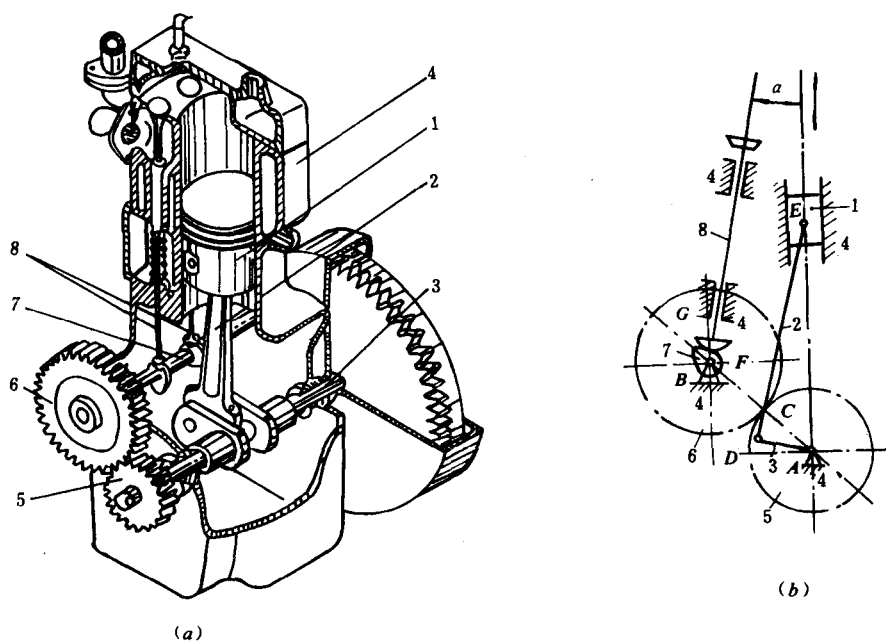


图 2-10 单缸内燃机

1—活塞；2—连杆；3—曲轴；4—缸体；5—齿轮；6—齿轮；7—凸轮；8—气阀推杆。

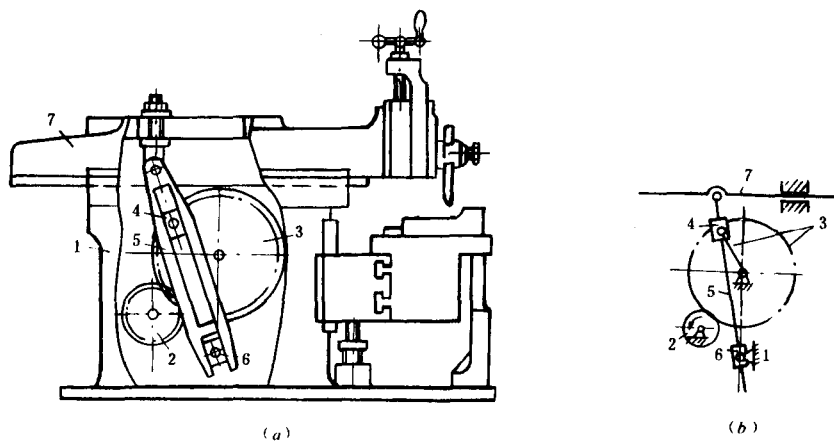


图 2-11 牛头刨床

1—床身；2—齿轮；3—齿轮；4—滑块；5—导杆；6—滑块；7—滑枕。

第三节 平面机构具有确定运动的条件

一、平面机构的自由度

平面机构中，每个活动构件在未组成运动副之前，都有三个自由度。当两个构件组成运动副之后，它们的相对运动就受到约束，相应的自由度数目随之减少。转动副约束了两个移动的

自由度,保留一个转动的自由度;而移动副只保留了一个方向的移动自由度,失去了两个自由度;高副则只约束了沿公法线方向移动的自由度,保留了两个自由度。即在平面机构中,每个低副引入两个约束,使构件失去两个自由度;每个高副引入一个约束,使构件失去一个自由度。

若一个平面机构共有 N 个构件,除去固定件,则机构中的活动构件数为 $n=N-1$ 。未组成运动副之前,这些活动构件的自由度总数为 $3n$ 。当构件联接起来组成机构之后,由于运动副引入的约束使构件的自由度减少。若机构中有 P_L 个低副, P_H 个高副,则机构所有运动副引入的约束数为 $2P_L+P_H$ 。活动构件的自由度总数减去约束总数,即为机构的自由度,又称机构的活动度。以下式表示

$$F=3n-2P_L-P_H \quad (2-1)$$

应用式(2-1)可以计算平面机构的自由度。

二、机构具有确定运动的条件

机构要能够运动,它的自由度必须大于零。通常机构中的每个原动件具有一个独立运动(如电机转子具有一个独立转动,内燃机的活塞有一个独立移动)。当机构自由度等于1时,需要有一个原动件;当机构自由度等于2时,需要有两个原动件。机构的原动件数等于机构自由度,是机构具有确定运动的条件。

由于机构原动件数是给定的已知条件,所以只要算出机构自由度,就可以判断它的运动是否确定

【例 2-3】 计算图 2-10 内燃机的自由度。

【解】 机构中曲轴 3 与齿轮 5 是同一构件,齿轮 6 和凸轮 7 也是同一构件。活动构件 $n=5$,低副数 $P_L=6$ (4 个转动副和 2 个移动副),高副数 $P_H=2$ 。由式(2-1)得

$$F=3n-2P_L-P_H=3 \times 5-2 \times 6-2=1$$

此机构只有一个原动件(活塞)。因原动件数等于机构自由度,所以,机构的运动是确定的。

【例 2-4】 计算图 2-11 牛头刨床主体机构的自由度。

【解】 此机构活动构件数 $n=6$,低副数 $P_L=8$ (5 个转动副和 3 个移动副),高副数 $P_H=1$,机构自由度

$$F=3n-2P_L-P_H=3 \times 6-2 \times 8-1=1$$

此机构有一个原动件(齿轮 2),因原动件数等于机构自由度,所以该机构具有确定的相对运动。

【例 2-5】 计算图 2-12 所示装载机的机构自由度。

【解】 此机构活动构件数 $n=8$,低副数 $P_L=11$ (9 个转动副和 2 个移动副)由式(2-1)得

$$F=3n-2P_L-P_H=3 \times 8-2 \times 11=2$$

此机构有两个原动件(活塞杆 5 和 7)。原动件数等于机构自由度,机构的运动确定。

综上所述,机构自由度,机构原动件数与机构运动有着密切关系:

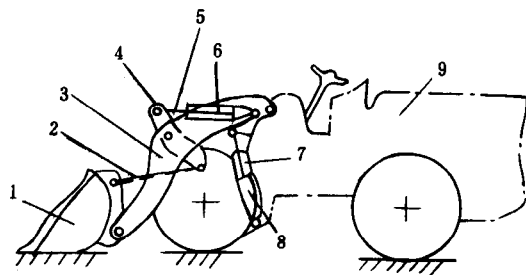


图 2-12 装载机

1—铲斗;2—连杆;3—动臂;4—摇臂;5—活塞杆;
6—转斗油缸;7—活塞杆;8—动臂油缸;9—车体。