

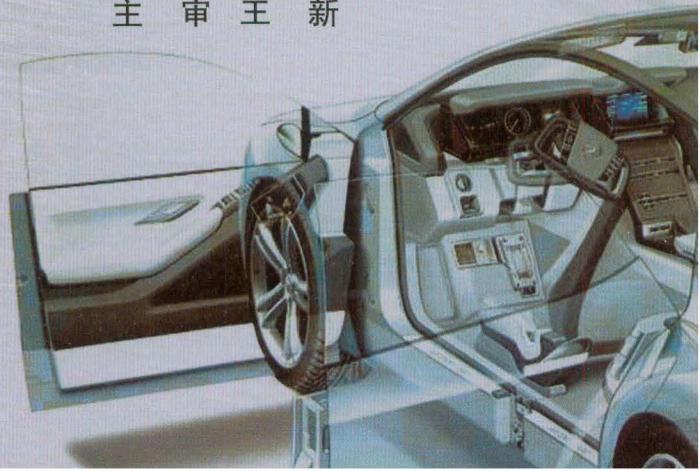
高职高专 **汽车检测与维修技术** 专业系列规划教材

汽车机械基础

主 编 刘昌林
副主编 王丽凤 唐德军
李 益 陈卫东
主 审 王 新



重庆大学出版社



内容提要

本书共5个单元,基于汽车各部位机械构架,从汽车常用构件、汽车典型零件,再到汽车液压装置、汽车装配工艺技术,最后还从汽车维修角度对汽车主要部位机械构成进行了阐述,既有机械的载体,更紧扣汽车关键典型零部件,又有典型简单机械零部件作引导,还有汽车关键部位深入的剖析,使读者在认识机械知识的基础上,还掌握到更多的汽车相关知识。本教材每单元都配有适量思考练习题,紧扣教材基本内容和汽车相关零部件,便于读者复习巩固所学知识。

本教材可作为高职、高专院校汽车类专业“汽车机械基础”课程的内容,也可供其他相关专业师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础/刘昌林主编.--重庆:重庆大学出版社,2018.2

高职高专汽车检测与维修技术专业系列教材

ISBN 978-7-5689-1014-9

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车—机械学—高等职业教育—教材 IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 027560 号

汽车机械基础

主 编 刘昌林

副主编 王丽凤 唐德军

李 益 陈卫东

主 审 王 新

策划编辑:曾显跃

责任编辑:李定群 版式设计:曾显跃

责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆学林建达印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:17.25 字数:431 千

2018 年 2 月第 1 版 2018 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5689-1014-9 定价:39.50 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

近年来,高等职业教育迅速发展,为我国的职业技术教育事业带来了蓬勃生机。汽车工程便是其中发展很有前景的一个门类,而具有汽车特色的机械基础知识教材是助推汽车工程发展的力量,本书就是在高职教育汽车类专业急需具有汽车特色教材的实际情况下应运而生的。

本教材的特色是:

1.基础知识适应面广。本书涵盖了机械基础的基本知识,每个单元都有基本知识的介绍,力图使读者对机械基础有全面的认识 and 了解。

2.知识点内容简明、实用。在本书部分内容的处理上摒弃了偏重理论推导的做法,直接切入主题,减少理论篇幅,增加实用性强的汽车零部件内容,突出职业教育和汽车专业教育的特点。

3.汽车技术特色鲜明。本书各单元都以汽车为线索,采用汽车主要零部件作为案例来分析机械基础知识,同时,机械基础知识又反过来直接为汽车专业知识服务,并配有汽车各主要部位立体图,直观性很好,易于理解与记忆。

4.学习目标明确。为配合教材知识内容,每个单元都配有典型的汽车与机械结构认识与实施内容,请读者思考,由浅入深,带领读者对汽车结构有较全面、较深入的了解,便于读者复习巩固和提高。

全书共分为5单元。参加本书编写的主要有:桂林航空工业学院王丽凤(单元1)、重庆机电职业技术学院唐德军(单元

2)、重庆机电职业技术学院刘昌林(单元3)、重庆机电职业技术学院李益(单元4)、重庆电子工程职业学院陈卫东(单元5)。全书由刘昌林统稿,由刘昌林任主编,重庆机电职业技术学院王新任主审。参加编写工作的还有赵桂林、冯玲、黄军、杨淦、袁珠、胡松涛、冯海军和宴明阳等。

感谢重庆机电职业技术学院、桂林航天工业学院、重庆电子工程职业学院、四川威马汽车公司等单位的大力支持和帮助。为配合本书的编写,还有很多同仁为本书做了大量工作,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,本书编写时间仓促,缺点在所难免,恳请使用本书的教师和读者批评指正。

编 者

2017年11月

目 录

单元 1 汽车常用机构	1
1.1 绘制内燃机机构运动简图	1
1.2 汽车常见四杆机构	11
1.3 内燃机配气机构	22
1.4 驻车制动锁止机构	28
1.5 汽车轮系	33
习题 1	54
单元 2 汽车典型零件	62
2.1 钢材类零件	62
2.2 铸铁类零件	110
2.3 有色金属类零件	114
2.4 非金属材料类零件	125
习题 2	131
单元 3 汽车液压液力传动	136
3.1 液压传动基础知识	136
3.2 液压传动动力机构和执行机构	142
3.3 液压传动控制机构	152
3.4 液力传动	160
习题 3	165
单元 4 汽车装配基础	169
4.1 汽车互换性和技术测量	169
4.2 汽车零件图	192
4.3 汽车装配图	196
4.4 汽车拆装技术	201

4.5 汽车装配工艺基础	210
习题 4	225
单元 5 汽车维修技术基础	231
5.1 常用的汽车拆装工具	231
5.2 常用的汽车维修量具	237
习题 5	244
附录	246
附录 1 常用液压与气压元件图形符号	246
附录 2 标准公差数值	253
附录 3 轴的基本偏差数值	255
附录 4 孔的基本偏差数值	259
附录 5 优先配合中轴的极限偏差	263
附录 6 优先配合中孔的极限偏差	266
参考文献	269

单元 1

汽车常用机构

汽车是一台由成千上万个机械零件组成、由多种机构组成的能做有效机械功和进行能量转换的机器。汽车发动机的正常运转、车轮的转向、气门的启闭、驻车制动的锁止等功能都是由一些典型的机构来实现的。这些常用机构主要包括铰链四杆机构、凸轮机构、齿轮机构及棘轮机构等。本单元通过学习 5 个典型的任务来了解和掌握汽车常用机构的工作原理。

1.1 绘制内燃机机构运动简图

【任务描述】

汽车发动机通常采用的是内燃机。它的运动规律可用运动简图的形式来进行描述。掌握内燃机运动简图的绘制方法,有助于理解内燃机的工作原理。内燃机机构运动简图是怎样绘制的呢?

【学习目标】

- 1.了解平面机构的组成。
- 2.掌握零件和构件的特点。
- 3.掌握运动副的形式和符号。
- 4.具备计算简单机构自由度的能力。
- 5.掌握常见的机械零件或构件符号及机构运动简图的绘制。

【专业知识】

1.1.1 机构简介

任何机器都是由机构和零件组成的。机构是机器的基本组成部分。它包含若干个零件。零件是机器中最小的制造单元。根据机器的功能和结构要求,某些零件需要联接成一个整体,成为机器中运动的基本单元——构件。

一般机器主要由以下 4 个基本部分组成:

(1) 动力部分

动力部分也称原动机,是驱动整个机器完成预定功能的动力源。其作用是将其他形式能

量转化为机械能,如汽车的发动机、电动机等。各种机器广泛使用的动力源有热力、电力、风力、液力、压缩气体及太阳能等。

(2) 执行部分

执行部分又称工作部分,是机器中直接完成工作任务的组成部分。例如,汽车的行驶系、内燃机的活塞、机床的刀架等。

(3) 传动部分

传动部分是将动力部分所产生的机械能传递给执行部分的中间环节。它是用来完成运动形式、运动和动力参数转换的组成部分。利用它可减速、增速、调速、改变转矩以及改变运动形式等,从而满足执行部分的各种要求。例如,汽车中的传动系、内燃机的连杆等都属于传动部分。

(4) 控制部分

控制部分也称操纵部分,是使以上 3 个部分彼此协调运作,并准确、安全、可靠地完成整机功能的组成部分。例如,汽车的转向系、制动系、刹车系统、电控系统及内燃机的配气机构等。

因此,在汽车的组成部分中,发动机为动力部分,车轮为执行部分,离合器、变速器、减速器、差速器、万向传动装置和各传动轴等为传动部分,转向盘和转向系统、变速杆、制动踏板、离合器踏板及加速踏板等为控制部分。

在生活中,人们所见到的汽车、火车、发动机、起重机、洗衣机及机器人等都是机器。机器种类繁多,其结构、功能各异,但从机器的组成来分析,它们有以下共同特征:

- ①都是人为的实体组合。
- ②各实体之间具有确定的相对运动。
- ③能实现能量的转换或完成有用的机械功。

同时具备这 3 个特征的称为机器,而机构仅具备前两个特征。所谓机构,就是多个实体的组合,能实现预期的机械运动。机器中的运动和动力的传递是由机构实现的。如图 1.1 所示的内燃机是一个机器,它的功能是将燃料的热能转化为曲轴转动的机械能。它主要是由活塞、连杆、曲轴、齿轮、凸轮、气门挺杆及汽缸体等组成。它们构成了曲柄连杆机构、齿轮机构、凸轮机构,如图 1.2 所示。其中,曲柄连杆机构将燃料燃烧时体积迅速膨胀而使活塞产生的直线移动转化为曲轴的转动;凸轮机构用来控制适时启闭进、排气阀;齿轮机构保证进、排气阀与活塞之间形成协调的动作。由此可知,机器是由机构组成的,从运动观点来看,两者并无差别,工程上统称为机械。

组成机械各相对运动的实体,称为构件。构件可以是一个零件,如内燃机的曲轴,如图 1.3 所示;也可能是若干个零件的刚性组合体,如内燃机的连杆,如图 1.4 所示。构件是机器组成中最小的运动单元。

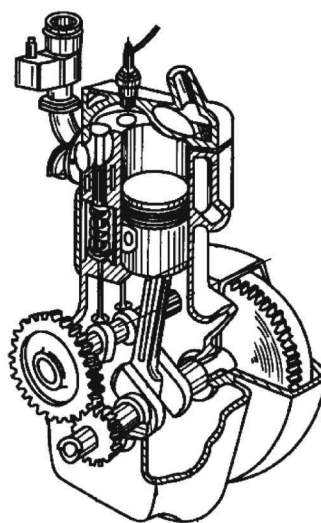


图 1.1 单缸内燃机

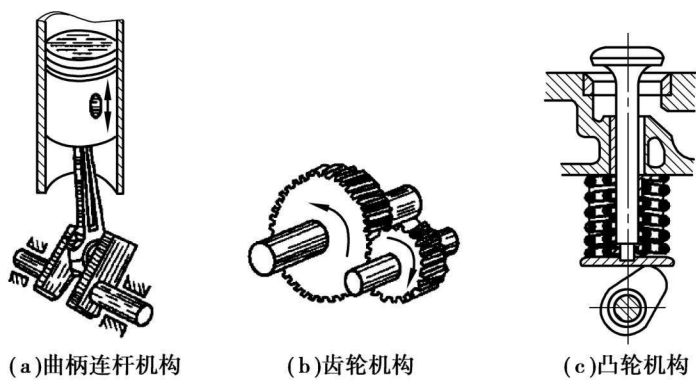


图 1.2 组成内燃机的机构

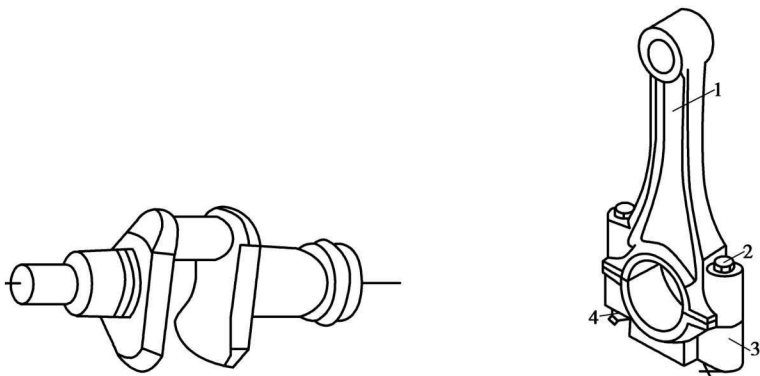


图 1.3 内燃机的曲轴

图 1.4 内燃机的连杆

1—连杆体;2—螺栓;3—连杆盖;4—螺母

零件是机器组成中不可再拆的最小的制造单元。按使用特点,零件可分为两类:一类是在各种机器中都可能用到的零件,称为通用零件,如螺母、螺栓、凸轮、齿轮及键等;另一类是在特定的机器中才能用到的零件,称为专用零件,如内燃机的曲轴、活塞等。

机械、机器、机构、构件和零件之间的关系如图 1.5 所示。

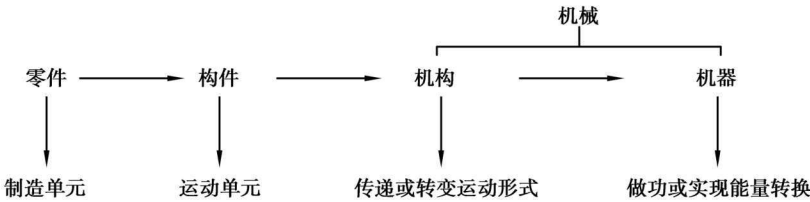


图 1.5 机械、机器、机构、构件及零件的关系

1.1.2 运动副

当构件组成机构时,需要以一定的方式把各个构件彼此联接起来,但这种联接不同于焊接、铆接等刚性连接,它既要使彼此联接的两构件的运动加以限制,又允许其间产生相对运动。这种两个构件直接接触并能产生一定相对运动的联接,称为运动副。机构中各个构件之间的运动和动力的传递都是通过运动副来实现的。

运动副中构件间的接触形式分为点、线和面 3 种形式。两构件上直接参与接触而构成运动副的点、线或面,称为运动副元素。按照构件间的接触特性,一般运动副可分为低副和高副两类。

(1) 低副

两构件通过面接触而组成的运动副,称为低副。根据构件之间的相对运动是转动或移动,低副又可分为转动副和移动副。

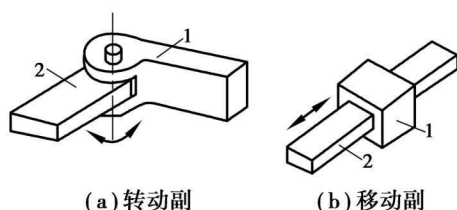


图 1.6 低副
1、2—构件

1) 转动副

若组成运动副的两构件之间只能绕着同一轴线作相对转动,则该运动副称为转动副,又称铰链。如图 1.6(a) 所示,构件 1 与构件 2 之间通过圆柱面接触而组成转动副。例如,内燃机的曲轴与连杆、连杆小头与活塞之间都组成转动副。

2) 移动副

若组成运动副的两构件之间只能沿着某一轴线方向作相对移动,则该运动副称为移动副。如图 1.6(b) 所示,构件 1 与构件 2 之间通过 4 个平面接触组成移动副,这两个构件只能产生沿轴线的相对移动。例如,内燃机中的活塞与汽缸体之间组成移动副。

低副中两构件之间是面接触,承受相同载荷时,压强较低,不易磨损。

(2) 高副

两构件通过点或线接触而组成的运动副,称为高副。如图 1.7 所示的齿轮副和凸轮副都是高副,构件 2 可相对于构件 1 绕接触点 A 转动,同时又可沿接触点的切线 $t-t$ 方向移动,只有沿公法线 $n-n$ 方向的运动受到限制。

高副中两构件之间是点接触或线接触,其接触部分的压强较高,故容易磨损。

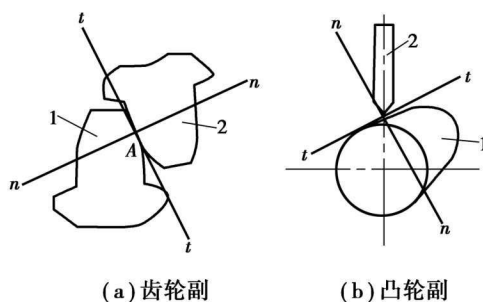


图 1.7 高副
1、2—构件

根据组成运动副的两构件间的相对运动是平面运动还是空间运动,运动副可分为平面运动副和空间运动副。除上述常见的平面运动副外,常见的空间运动副还有螺旋副和球面副,如图 1.8 所示。

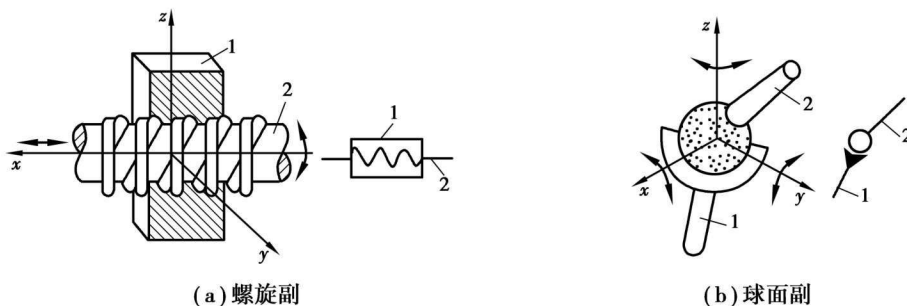


图 1.8 空间运动副
1、2—构件

1.1.3 平面机构运动简图

所有构件均在同一平面或平行平面内运动的机构,称为平面机构。由于机构的运动特性只与构件的数目、运动副的类型(低副或高副)、运动副的数目及相对位置(转动副中心、移动副中心线和高副接触点位置等)有关,而与构件的外形、截面尺寸、组成构件的零件数目及运动副的具体构造无关。

因此,分析机构运动时,为了简化问题、便于研究,可按一定的长度比例尺确定运动副的位置,并用特定的构件和运动副符号及简单线条绘制出图形,这种表示机构运动特性的简单图形称为机构运动简图。

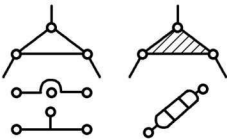
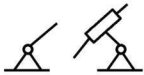
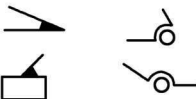
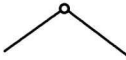
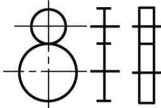
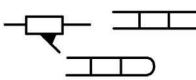
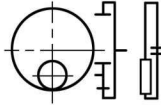
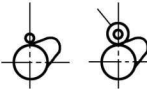
(1) 平面机构的组成

根据机构工作时构件的运动情况不同,可将构件分为机架、原动件和从动件 3 类。机构中固定不动的构件,称为机架,它用来支承其他活动构件,任何一个机构中必定有一个构件为机架;机构中作用有驱动力(力矩)或已知运动规律的构件,称为主动件或原动件,一般与机架相联;机构中除了机架和原动件以外的所有活动构件,称为从动件。

(2) 机构运动简图的符号

轴、杆等构件常用线段表示;若构件固联在一起,则涂以焊接记号;图中画有斜线的构件代表机架。转动副为固定铰链和中间铰链;移动副为滑块在直线或槽中移动;表示高副时要绘出两构件接触处的轮廓形状。机构运动简图的常用符号见表 1.1。

表 1.1 机构运动简图的常用符号

名 称			简图符号		
构 件	杆、轴		机 架	基本符号	
	三副构件			机架是转动副的一部分	
	构件的固定联接			机架是移动副的一部分	
平 面 低 副	转动副		平 面 高 副	齿轮副外啮合	
	移动副			齿轮副内啮合	
				凸轮副	

(3) 机构运动简图的绘制

机构运动简图的绘制方法和步骤如下:

①观察机构的实际结构,分析机构的运动情况,找出机构的固定件(机架)、主动件和从动件。

②从主动件开始,按运动传递路线,分清构件间相对运动的性质,确定运动副的类型。

③以与机构运动平面相平行的平面作为绘制运动简图的平面,用规定的符号和线条按比例尺绘制在此平面上,得到的图形即为机构运动简图。

现以单缸内燃机为例,说明机构运动简图的绘制方法和步骤。

例 1.1 绘制如图 1.9 所示内燃机的机构运动简图。

解 1) 曲柄滑块机构

①由于汽缸 1 与内燃机机体可视为固联,故对整个机构而言是相对静止的固定件,即为机架;活塞 2 在燃气的推动下运动,是主动件;其余的构件是从动件。

②活塞 2 与其汽缸 1 之间的相对运动是移动,从而构成移动副;活塞 2 与连杆 3、连杆 3 与曲轴 4 以及曲轴 4 与机体之间的相对运动是转动,故都构成转动副。上述 4 个构件中,用了 1 个移动副和 3 个转动副,从固定件开始,经主动件到从动件沿运动传递路线按顺序相连,又回到固定件,从而形成一个独立的封闭构件组合体,即组成一个独立的机构,称为曲柄滑块机构。

③选择平行于曲柄滑块机构的运动平面作为视图平面。

④当活塞 2 (主动件) 相对汽缸 1 的位置确定后,选取适当的比例尺用规定的构件和运动副的符号,可绘制出机构的运动简图。

2) 平面齿轮机构

齿轮 4' 与曲轴 4 固联,因曲轴运动已知,故齿轮 4' 是主动件;齿轮 6' 是从动件。齿轮 4' 和 6' 分别通过曲轴 4 和凸轮轴由汽缸 1 支持,故汽缸 1 是机架。

齿轮 4' 和 6' 分别相对机架作转动,故组成转动副;齿轮 4' 和 6' 之间的接触是线接触,构成高副。因此,3 个构件用 2 个转动副和 1 个高副沿运动传递路线按顺序相连,形成一个独立的封闭的构件组合体,即平面齿轮机构。

选择齿轮的运动平面作为视图平面,并选用与曲柄滑块机构相同的比例尺,用规定的构件和运动副的符号绘制出机构运动简图。

3) 平面凸轮机构

凸轮 6 与机架 1 构成转动副,并与气门推杆 5 构成高副,形成一个独立封闭的构件组合体,即平面凸轮机构。

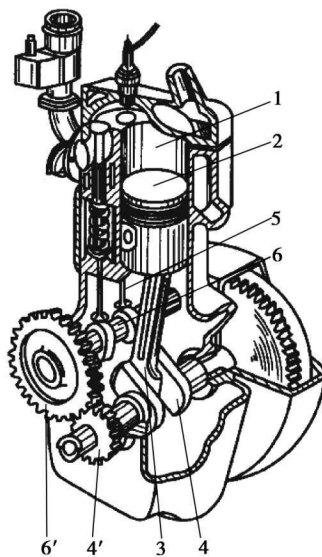


图 1.9 单缸内燃机

1—汽缸;2—活塞;3—连杆;4—曲轴;4'—齿轮;
5—气门推杆;6—凸轮;6'—齿轮

选择凸轮的运动平面作为视图平面,并选用与曲柄滑块机构相同的比例尺,用规定的构件和运动副的符号绘制出机构运动简图。

以上内燃机 3 个机构的运动简图组成了内燃机的机构运动简图,如图 1.10 所示。

由上述可知,内燃机的主动件是活塞,齿轮 4' 与凸轮 6 的运动均取决于活塞。当活塞 2 的位置一定时,齿轮 4' 与凸轮 6 的位置也就确定了,不可任意变动,随着活塞 2 位置的改变,则可绘制出一系列相应的机构运动简图。

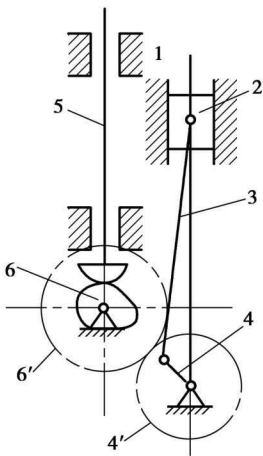


图 1.10 内燃机的机构运动简图

1.1.4 平面机构自由度

(1) 自由度与约束

运动构件相对于参考系所具有的独立运动的数目,称为构件的自由度。自由度是构件可能出现的独立运动的衡量指标。任何一个构件在空间自由运动时皆有 6 个自由度,即在直角坐标系内沿 x 轴、 y 轴和 z 轴的移动及转动。而对于一个作平面运动的构件,则只有 3 个自由度,如图 1.11(a) 所示。自由构件可在 xOy 平面内绕任一点 A 转动,也可沿 x 轴或 y 轴方向移动。

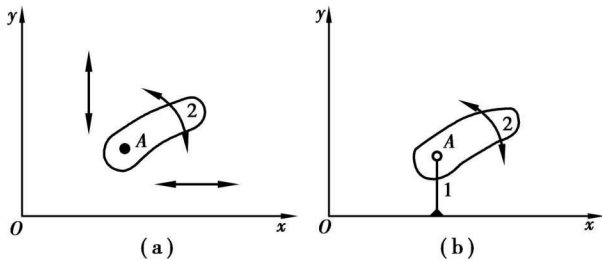


图 1.11 机构的自由度

当两构件组成运动副后,它们之间的某些相对运动受到限制,对于相对运动所加的限制称为约束。每加上一个约束,自由构件便失去一个自由度。两个构件之间相对约束的数目和性质取决于运动副是低副还是高副。如图 1.11(b) 所示,如果将 A 点与 x 轴铰接,则构件在 xOy 平面内沿 x 轴和 y 轴方向的运动受到限制,只能绕点 A 转动。

(2) 平面机构自由度的计算和机构具有确定运动的条件

设一个平面机构中由 N 个构件组成,其中必有一个构件为机架,则活动构件数目为 $n = N - 1$ 个,而一个不受任何约束的构件在平面中有 3 个自由度,故一个机构中活动构件在平面共具有 $3n$ 个自由度。当两构件连接成运动副后,其运动受到约束,自由度将减少。自由度减少的数目应等于运动副引入的约束数目。由于平面机构中的运动副只可能是高副或低副,其中每个低副引入的约束数为 2,每个高副引入的约束数为 1。因此,对于平面机构,若各构件之间共构成了 P_L 个低副和 P_H 个高副,则它们共引入 $(2P_L + P_H)$ 个约束。

平面机构自由度计算公式为

$$F = 3n - 2P_L - P_H \quad (1.1)$$

式中 F ——机构的自由度;

n ——活动构件的数目；

P_L ——低副的数目；

P_H ——高副的数目。

由式(1.1)可知,机构自由度 F 取决于活动构件的数目以及运动副的性质和数目。

如图 1.12 所示桁架的自由度为

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 2 - 2 \times 3 = 0$$

故它的各杆件之间不可能产生相对运动。

如图 1.13 所示 5 杆铰链机构自由度为

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 4 - 2 \times 5 - 0 = 2$$

故原动件数小于机构自由度数,机构运动不确定,表现为任意乱动。

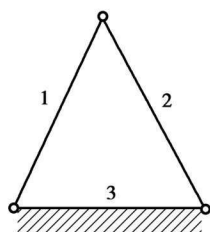


图 1.12 桁架

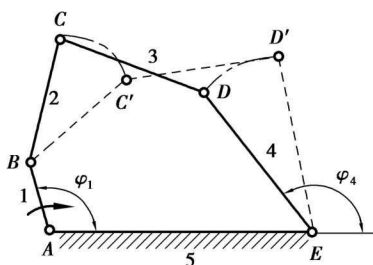


图 1.13 5 杆铰链机构

如图 1.14 所示平面四杆机构自由度为

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$$

故原动件数等于机构自由度,机构有确定的运动。

如图 1.15 所示的搅拌机,其活动构件数 $n=3$,低副数 $P_L=4$,高副数 $P_H=0$,则该机构的自由度为

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$$

故原动件数等于机构自由度,机构有确定的运动。

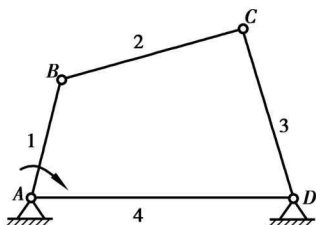


图 1.14 平面四杆机构

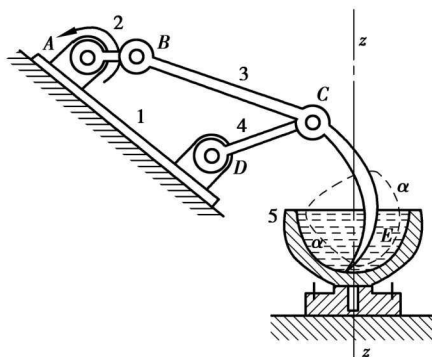


图 1.15 搅拌机

综上所述,一般情况下,若机构中原动件的数目多于机构的自由度数,将导致机构中最薄弱的构件损坏;若机构中原动件的数目少于机构的自由度数时,则机构的运动不确定,首先沿阻力最小的方向运动。因此,机构具有确定运动的条件是机构自由度必须大于零,且原动件

的数目与自由度必须相等。

(3) 计算机构自由度的注意事项

应用式(1.1)计算机构的自由度时,必须注意以下问题:

1) 复合铰链

由两个以上构件组成两个或更多个共轴线的转动副,即为复合铰链。如图 1.16(a) 所示,构件 1、2 和 3 在同一处构成转动副,而从图 1.16(b) 可知,该处包含 2 个转动副。当由 m 个构件组成复合铰链时,则应当组成 $m-1$ 个共轴线转动副。

2) 局部自由度

机构中某些构件所产生的局部运动并不影响其他构件的运动,这些构件所产生的这种局部运动的自由度称为局部自由度。在如图 1.17(a) 所示的凸轮机构中,滚子绕本身轴线的转动不影响其他构件的运动,因此,滚子绕本身轴线的转动就是凸轮机构的局部自由度。在计算时,可设想将滚子 2 与从动件 3 联成一体,消除局部自由度,如图 1.17(b) 所示;然后再计算该机构的自由度。由此,该机构的自由度为

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

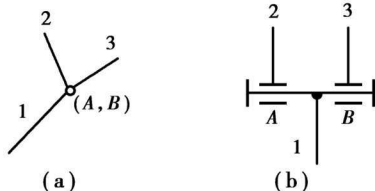


图 1.16 复合铰链

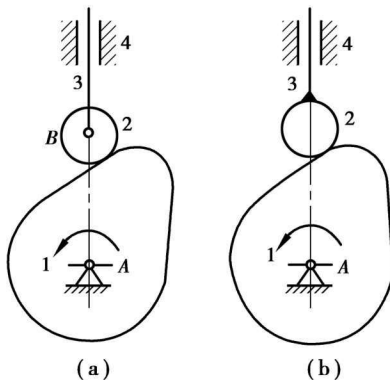


图 1.17 局部自由度

局部自由度虽不影响机构的运动关系,但可变滑动摩擦为滚动摩擦,从而减轻了由于高副接触而引起的摩擦和磨损。因此,在机械中常见具有局部自由度的结构,如滚动轴承和滚轮等。

3) 虚约束

机构中与其他约束的作用重复且对机构实际运动不起新的限制作用的约束,称为虚约束。在计算机构自由度时,虚约束应除去不计。虚约束常出现在下列场合:

①两个构件之间在链接点处的运动轨迹重合,则该运动副引入的约束是虚约束。如图 1.18(a) 所示的平行四边形机构中,两个转动副 M 和 N 引入后,效果与如图 1.18(b) 所示的机构相同,故 M 和 N 组成的二副构件为轨迹重合的虚约束,计算机构自由度时,应除去不计。这样,该机构的自由度为

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$$

②两个构件之间组成多个轴线重合的回转副时,只有一个回转副起作用,其余都是虚约束。例如,在内燃机中曲轴与汽缸体由两个共轴线回转副相连,其中之一提供的是虚约束,计

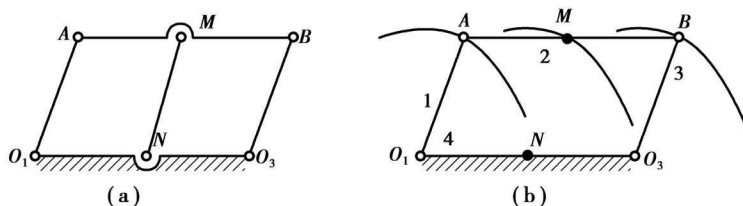


图 1.18 轨迹重合的虚约束

算运动副数时应略去不计。又如,在如图 1.19 所示的齿轮机构中,转动副 A (或 B) 为虚约束。

③机构中有多杆等长或有对称结构时可能有虚约束,具体情况如下:

- a. 当用带两个回转副的构件连接机构运动中距离保持不变的两点时。
- b. 当用带一个移动副和一个回转副的某构件与机构中轨迹是直线的某点铰接,移动副又以该点的轨迹线为导路时。
- c. 机构中对传递运动不起独立作用的对称部分。

如图 1.20 所示的行星轮系,为了受力均衡安装了 3 个行星轮,但从机构运动传递来看,仅有一个行星轮可实现既定的运动。而另两个行星轮并不影响机构的运动传递,故为虚约束。

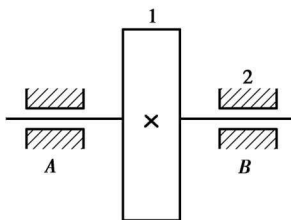


图 1.19 齿轮机构

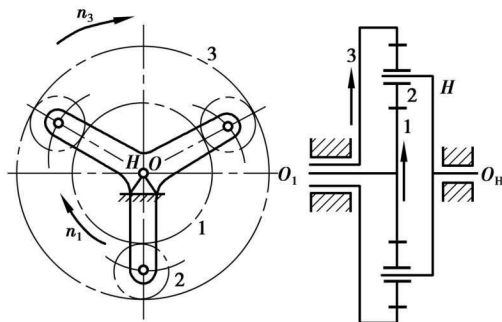


图 1.20 行星轮系

应当注意,对于虚约束,从机构的运动观点来看是多余的,但能增加机构的刚性,改善其受力状况,因而被广泛采用。但是,虚约束对机构的几何条件要求较高,如果这些特定的几何条件不能满足,则这些虚约束会变成实际约束。因此,在采用虚约束的机构中,对它的加工和装配都有较高的要求。

例 1.2 计算如图 1.21(a) 所示筛料机构的自由度。

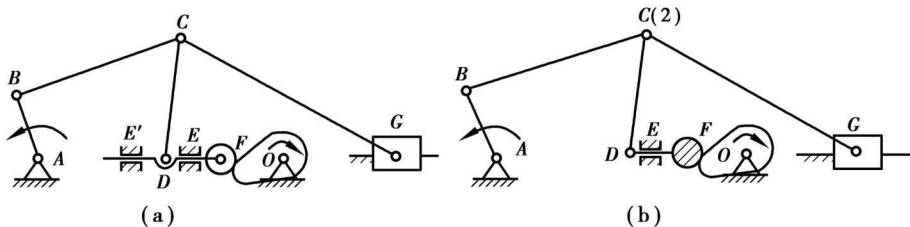


图 1.21 筛料机构

解 1) 检查机构中有无 3 种特殊情况

由图 1.21(a) 可知,机构中滚子自转为局部自由度;顶杆 DF 与机架组成两导路重合的移

动副 E' 和 E , 故其中之一为虚约束; C 处为复合铰链。去除局部自由度和虚约束以后, 应按如图 1.21(b) 所示计算自由度。

2) 计算机构自由度

机构中的可动构件数为 $n=7$, $P_L=9$, $P_H=1$, 故该机构的自由度为

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 7 - 2 \times 9 - 1 = 2$$

【任务实施】

绘制内燃机机构运动简图

①带着以下问题观察内燃机实物、模型或结构图, 并回答以下问题:

- a. 壳体和汽缸体是否为一个整体?
- b. 壳体和汽缸体在内燃机中起机架的作用吗?
- c. 汽缸体内的活塞是整个系统的主动件吗?
- d. 活塞运动是否会带动连杆、曲轴转动?
- e. 曲轴上的齿轮和凸轮轴上的齿轮是否啮合?
- f. 凸轮轴是否在转动?
- g. 顶杆是否在作上下往复运动?
- h. 曲轴、连杆、齿轮、凸轮、顶杆是否都为从动件?

②分析运动传递路线和相对运动性质, 确定运动副的类型。

- a. 运动由主动件活塞输入, 活塞与汽缸组成_____副(回答词: 移动、转动)。
- b. 活塞驱动连杆, 连杆带动曲轴, 曲轴支承在壳体上, 它们之间都组成_____副(回答词: 移动、转动)。
- c. 运动由曲轴上的齿轮传到凸轮轴上的齿轮, 它们是_____接触, 组成_____副(回答词: 点、线、面、低、高)。
- d. 凸轮轴与机架组成_____副(回答词: 移动、转动)。
- e. 凸轮推动顶杆移动, 它们之间是_____接触或_____接触, 组成_____副(回答词: 点、线、面、低、高)。
- f. 顶杆与机架组成_____副(回答词: 移动、转动)。

③准备绘制运动简图的工具, 包括直尺、铅笔、本子等, 判断内燃机主要运动机构是否为平面机构, 选择其运动平面为视图平面, 选择适当的绘图比例尺。根据构件的相对位置和构件的大小, 用规定的符号和线条画出所有构件和运动副。

1.2 汽车常见四杆机构

【任务描述】

平面连杆机构是将各构件用转动副或移动副联接而成的平面机构。由 4 个构件组成的平面四杆机构是最简单的平面连杆机构。内燃机中的活塞、连杆、曲轴等组成了平面连杆机构, 而汽车前轮的转向机构、车门的启闭机构、汽车雨水刮、自卸卡车翻斗机构均采用了铰链四杆机构, 它们分别是什么类型的机构呢?