

“十二五”规划教材·汽车类

汽车机械基础

QICHE JIXIE JICHU

主 编 刘昌林 赵 静 刘若宸

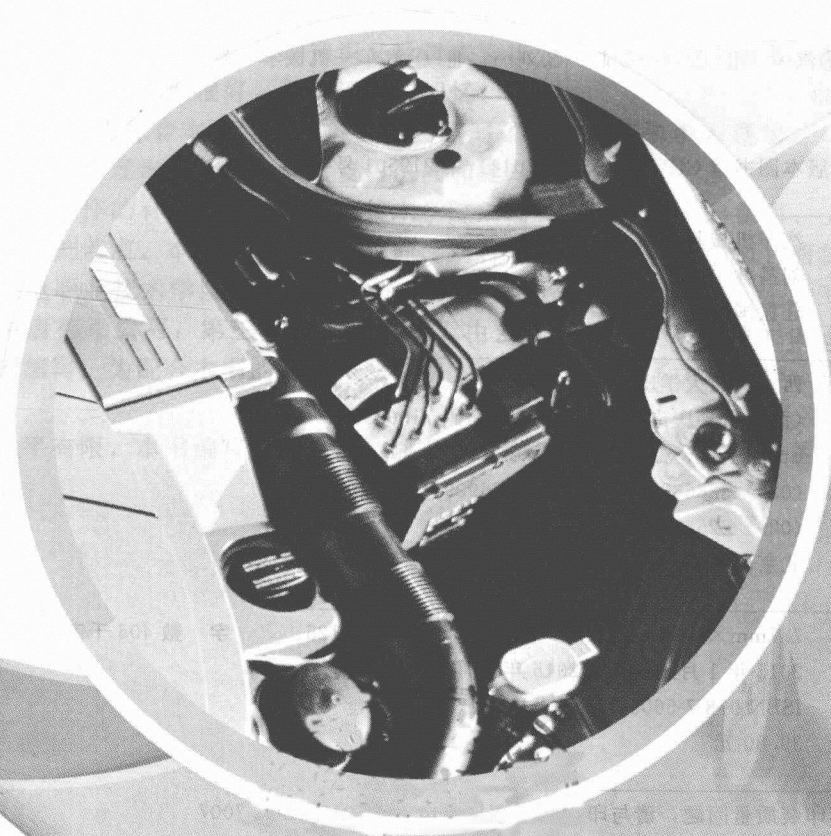
主 审 王 新



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

汽车机械基础

主 编 刘昌林 赵 静 刘若宸
副主编 王丽凤 唐德军
主 审 王 新



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书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阐述,既有机械的载体,更紧扣汽车关键典型零部件,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内容。

本书配有习题册,每章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。

本书主要作为高职、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,赵静,刘若宸主编. —西安:西安交通大学出版社,2014.10

ISBN 978-7-5605-6782-2

I. ①汽… II. ①刘…②赵…③刘… III. ①汽车—机械学—教材
IV. ①U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第219501号

书 名 汽车机械基础
主 编 刘昌林 赵 静 刘若宸
责任编辑 任振国 杨丽云

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029) 82668315 (029) 82669096 (总编办)
传 真 (029) 82668280
印 刷 北京高岭印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印 张 14.125 字 数 406千字
版次印次 2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-6782-2/U·44
定 价 39.80元

图书如有印装质量问题,请与印厂联系调换。电话:(010) 80367007
投稿热线:(029) 86224954
读者信箱:jdgly@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

近年来,高等职业教育迅速发展,为我国的职业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,本书就是鉴于高职教育汽车类专业急需具有汽车特色教材的实际情况应运而生的。

本书的特色是:

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。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,增加汽车实用性强的零部件内容,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. 单独习题册。为配合本书知识内容,专门编写了与本书配套的习题册,每单元基本内容都能在习题中体现出来,便于读者复习巩固和提高。

参加本书编写工作的有:重庆机电职业技术学院刘昌林、王丽凤、唐德军、王新;北京吉利学院赵静、刘若宸。本书由刘昌林、赵静、刘若宸担任主编,王丽凤、唐德军担任副主编。重庆机电职业技术学院王新担任主审。具体编写分工为:第一单元由王丽凤编写;第二单元由唐德军编写;第三单元、第四单元由刘昌林编写,第五单元由王新、赵静、刘若宸共同编写。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
2014. 09

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	10
1.3 内燃机配气机构	19
1.4 驻车制动锁止机构	26
1.5 汽车轮系	30
单元 2 汽车典型零件	44
2.1 钢材类零件	44
2.2 铸铁类零件	86
2.3 有色金属类零件	91
2.4 非金属材料类零件	100
单元 3 汽车液压液力传动	105
3.1 液压传动基础知识	105
3.2 液压传动动力机构和执行机构	110
3.3 液压传动控制机构	120
3.4 液力传动	128
单元 4 汽车装配基础	134
4.1 汽车互换性和技术测量	134
4.2 汽车零件图	153
4.3 汽车装配图	157
4.4 汽车拆装技术	161
4.5 汽车装配工艺基础	170
单元 5 汽车维修基础知识	184
5.1 常用的汽车拆装工具	184
5.2 常用的汽车拆装量具	191
5.3 工作安全	199
附录	201
参考文献	220

单元 1 汽车常用机构

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、棘轮机构和齿轮机构。机构构成后,是否具有确定的运动呢?下面通过学习五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,它的运动规律可以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,可以帮助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) 掌握机构中构件的分类。
- (5) 具备计算简单机构自由度的能力。
- (6) 具有绘制内燃机机构运动简图的能力。

【专业知识】

1.1.1 机构简介

在日常生活和工作中所接触到的洗衣机、电冰箱、缝纫机、汽车、机器人和起重机等都是机器。机器种类繁多,其结构、功能各异,但从机器的组成来分析,它们有共同之处:

- (1) 都是人为的实体组合。
- (2) 各实体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。

同时具备这三个特征的称为机器,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。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、气门挺杆及气缸体等组成的。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。由此可见,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(见图 1-3);也可以是若干个零件的刚性组合体,如内燃机的连杆(见图 1-4)。构件是机器的运动

单元。

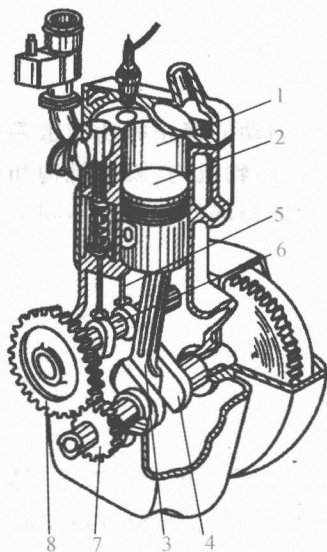


图 1-1 单缸内燃机

1—气缸;2—活塞;3—连杆;4—曲轴;
5—气门推杆;6—凸轮;7、8—齿轮

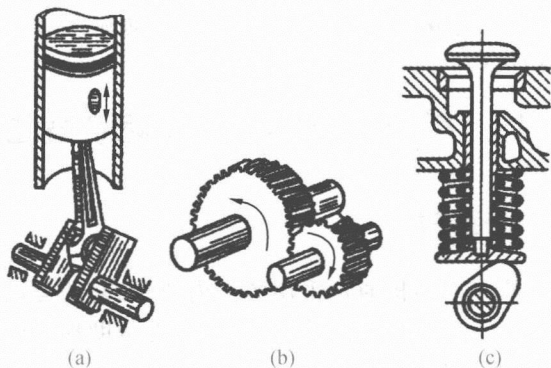


图 1-2 组成内燃机的机构

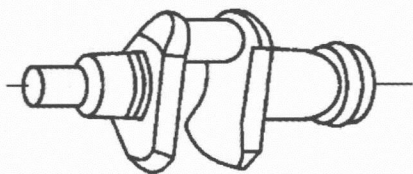


图 1-3 内燃机的曲轴

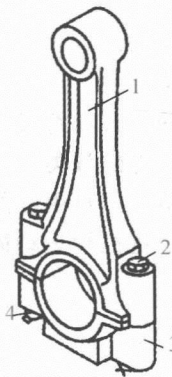


图 1-4 内燃机的连杆

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单元,是机器的制造单元。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、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。

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连接起来,但这种连接不同于焊接、铆接等刚性连接,它既要使彼此连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又能产生一定相对运动的连接称为运动副。

运动副中构件间的接触形式分为点、线和面三种形式。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,低副又可以分为转动副和移动副。

(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,又称为铰链。如图 1-5(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 1-5(b) 所示,构件 1 与构件 2 之间通过四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,内燃机中的活塞与气缸之间组成移动副。

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

两构件通过点接触或线接触而组成的运动副称为高副。如图 1-6 所示的齿轮副和凸轮副都是高副,构件 2 可以相对于构件 1 绕接触点 A 转动,同时又可以沿接触点的切线 $t-t$ 方向移动,只有沿公法线 $n-n$ 方向的运动受到限制。

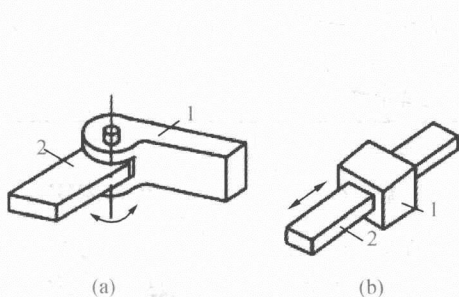


图 1-5 低副

(a) 转动副; (b) 移动副

1、2—构件

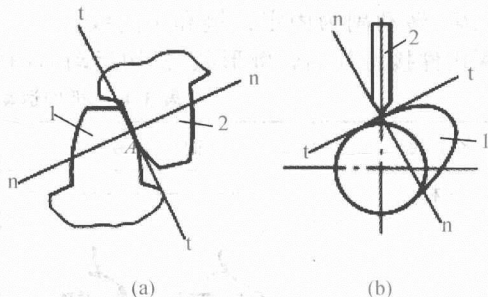


图 1-6 高副

(a) 齿轮副; (b) 凸轮副

1、2—构件

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。

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 1-7 所示。

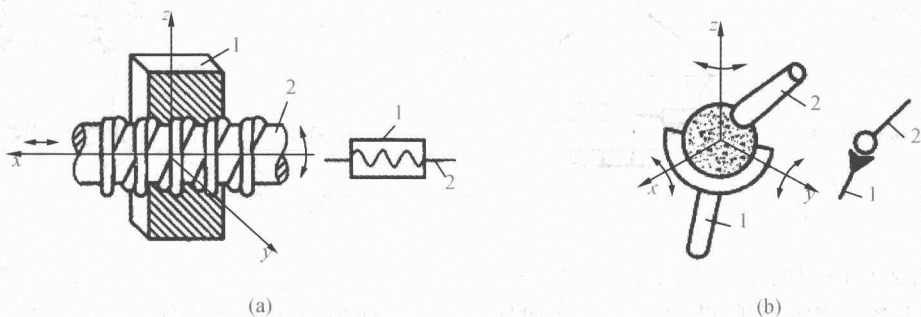


图 1-7 空间运动副

(a) 螺旋副; (b) 球面副

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、主动件和从动件三类。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;机构中接受外部给定运动规律的活动构件称为主动件或原动件,一般与机架相连;机构中随主动件而运动的其他全部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;若构件固连在一起,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	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		
				机架是移动副的一部分		
	构件的固定连接		平 面 高 副	齿轮副外啮合		
平面低副	转动副			齿轮副内啮合		
	移动副			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 1-8 所示内燃机的机构运动简图。

解:(1) 曲柄滑块机构:

① 由于气缸 1 与内燃机机体可视为固连,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 与其气缸 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,所以都构成转动副。上述四个构件中,用了—个移动副和三个转动副,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—个独立的封闭构件组合体,即组成—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)相对气缸 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 固连,因曲轴运动已知,所以齿轮 4' 是主动件;齿轮 6' 是从动件。齿轮 4' 和 6' 分别通过曲轴 4 和凸轮轴由气缸 1 支持,故气缸 1 是机架。

齿轮 4' 和 6' 分别相对机架作转动,所以组成转动副。

齿轮 4' 和 6' 之间的接触是线接触,构成高副。因此,三个构件用两个转动副和—个高副沿运动传递路线按顺序相连,形成—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—个独立封闭的构件组合体,即平面凸轮机构。

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。

以上内燃机三个机构的运动简图组成了内燃机的机构运动简图,如图 1-9 所示。

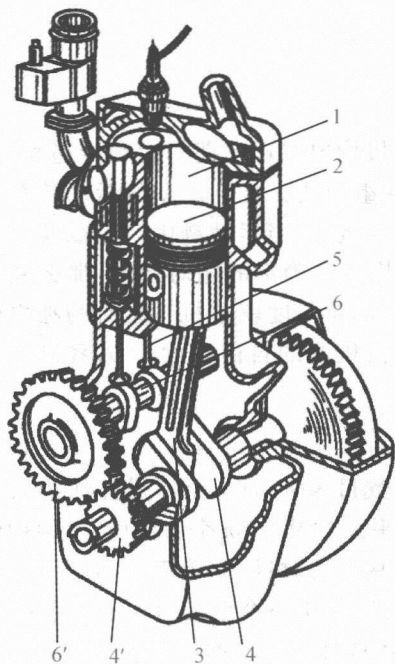


图 1-8 单缸内燃机

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

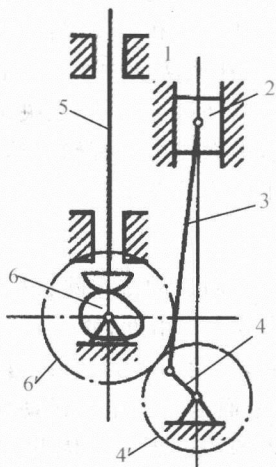


图 1-9 内燃机的机构运动简图

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

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。

1.1.4 平面机构自由度

1. 自由度与约束

在平面运动链中,各构件相对于某一构件所需独立运动的参变量数目,称为运动链的自由度。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1-10(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。

当一个构件与其他构件组成运动副以后,构件的某些独立运动就要受到限制,自由度减少,这种对构件独立运动的限制称为约束。两个构件之间相对约束的数目和性质取决于其构成运动副的类型。如图1-10(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。

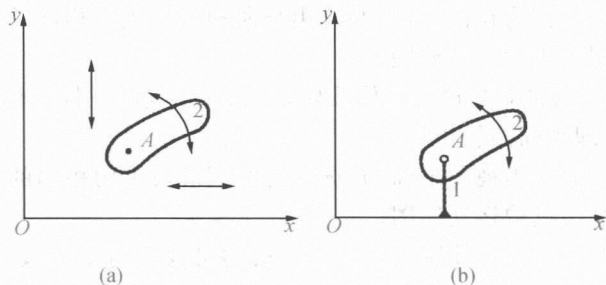


图 1-10 机构的自由度

2. 机构具备确定运动的条件

运动链和机构都是由构件和运动副组成的系统。机构要实现预期的运动传递和转换,必须使其运动具有可能性和确定性。无相对运动的构件组合或无规则乱动的运动链都不能实现预期的运动传递和变换。将运动链的一个构件固定为机架,当运动链中一个或几个主动件位置确定时,其他从动件的位置也随之确定,则称机构具有确定的相对运动。那么究竟取一个还是几个构件做主动件,取决于机构的自由度。机构的自由度就是机构具有的独立运动的数目。因此,平面机构具有确定运动的充分必要条件为:机构的自由度大于0,且机构的主动件数目等于机构的自由度。

3. 平面运动链的自由度计算

设一个平面运动链中除去机架,其余活动构件的数目为 n ,而一个不受任何约束的构件在平面中有3个自由度,故一个运动链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。由于平面运动链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,对于平面运动链,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。

平面运动链自由度计算公式为

$$F = 3n - 2p_L - p_H \quad (1-1)$$

式中, F 为运动链的自由度; n 为活动构件的数目; p_L 为低副的数目; p_H 为高副的数目。

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 1-11 所示桁架的自由度为 $F = 3n - 2p_L - p_H = 3 \times 3 - 2 \times 3 - 0 = 0$, 它的各杆件之间不可能产生相对运动。

如图 1-12 所示五杆铰链机构自由度为 $F = 3n - 2p_L - p_H = 3 \times 4 - 2 \times 5 - 0 = 2$, 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。

如图 1-13 所示平面四杆机构自由度为 $F = 3n - 2p_L - p_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$, 原动件数等于机构自由度, 机构有确定的运动。

如图 1-14 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 $F = 3n - 2p_L - p_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$ 。原动件数等于机构自由度, 机构有确定的运动。

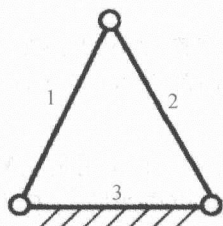


图 1-11 桁架

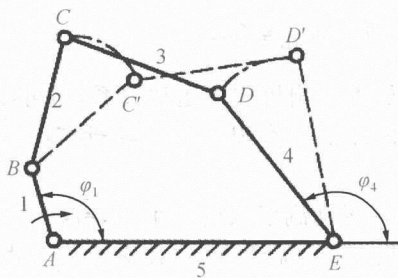


图 1-12 五杆铰链机构

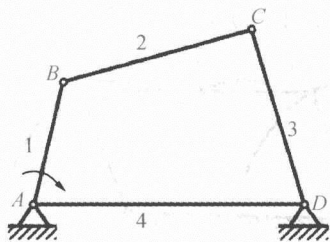


图 1-13 平面四杆机构

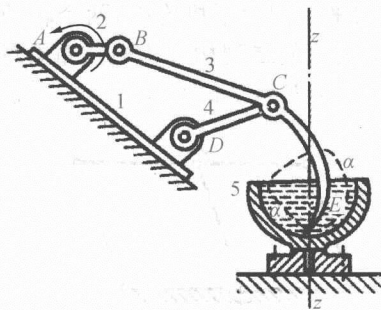


图 1-14 搅拌机

综上所述, 机构具有确定运动的条件是机构自由度必须大于零, 且原动件的数目与其自由度必须相等。

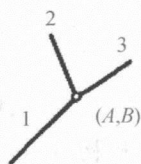
4. 计算机构自由度的注意事项

应用式(1-1) 计算机构的自由度时, 必须注意以下问题。

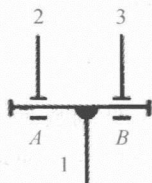
(1) 复合铰链。由两个以上构件组成两个或更多个共轴线转动副, 即为复合铰链。如图 1-15(a) 所示, 构件 1、2 和 3 在同一处构成转动副, 而从图 1-15(b) 可见, 该处包含 2 个转动副。当由 m 个构件组成复合铰链时, 则应当组成 $m - 1$ 个共轴线转动副。

(2) 局部自由度。在机构中不影响运动输出与输入关系的构件的独立运动自由度称为局部自由度。如图 1-16(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。在计算时先把滚子看成与从动件连成一体, 消除局部自由度(见图 1-16(b)), 然后再计算该机构的自由度。由此, 该机构的自由度为

$$F = 3n - 2p_L - p_H = 3 \times 2 - 2 \times 2 - 1 = 1$$

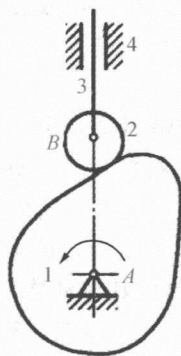


(a)

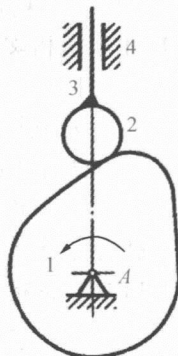


(b)

图 1-15 复合铰链



(a)



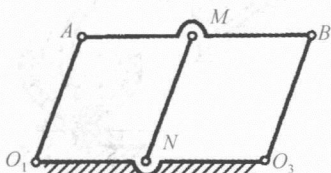
(b)

图 1-16 局部自由度

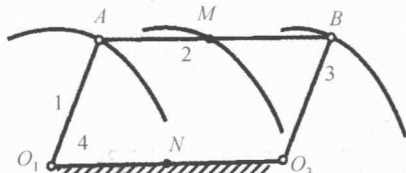
局部自由度虽不影响机构的运动关系,但可以变滑动摩擦为滚动摩擦,从而减轻了由于高副接触而引起的摩擦和磨损。因此,在机械中常见具有局部自由度的结构,如滚动轴承和滚轮等。

(3) 虚约束。在运动副引入的约束中,有些约束与其他约束的作用是重复的,对机构实际运动不起限制作用,称为虚约束。在计算机构自由度时虚约束应当除去不计,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 1-17(a) 所示的平行四边形机构中,两个转动副 M 和 N 引入后,效果与图 1-17(b) 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 $F = 3n - 2p_L - p_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$ 。



(a)



(b)

图 1-17 轨迹重合的虚约束

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,在内燃机中曲轴与气缸体由两个共轴线回转副相连,其中之一提供的是虚约束,计算运动副数时应略去不计。又如如图 1-18 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:

① 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。

② 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。

③ 机构中对传递运动不起独立作用的对称部分。

如图 1-19 所示的行星轮系,为了受力均衡安装了三个行星轮,但从机构运动传递来看,仅有一个行星轮即可实现既定的运动。而另两个行星轮并不影响机构的运动传递,故为虚约束。

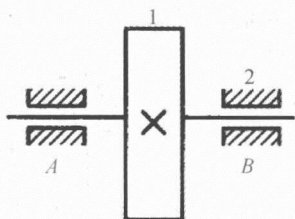


图 1-18 齿轮机构

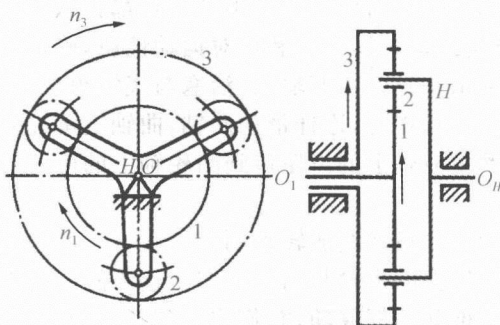


图 1-19 行星轮系

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 1-20(a) 所示的筛料机构的自由度。

解:(1) 检查机构中有无 3 种特殊情况。由图中可知,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,应按图 1-20(b) 计算自由度。

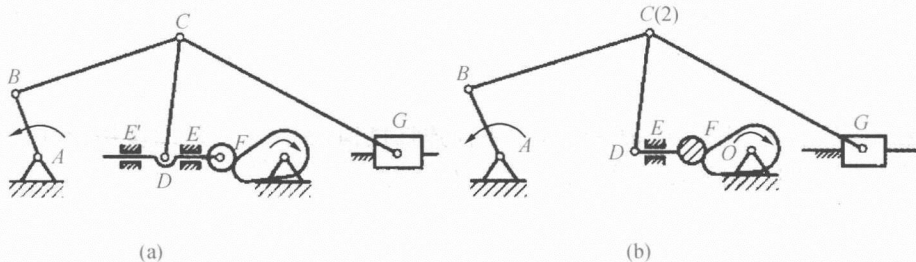


图 1-20 筛料机构

(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,并回答问题。

- ① 壳体和气缸体是否为一个整体?
- ② 壳体和气缸体在内燃机中起机架的作用吗?
- ③ 气缸体内的活塞是整个系统的主动件吗?
- ④ 活塞运动是否会带动连杆、曲轴转动?
- ⑤ 曲轴上的齿轮和凸轮轴上的齿轮是否啮合?
- ⑥ 凸轮轴是否在转动?
- ⑦ 顶杆是否在作上、下往复运动?

⑧ 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。

① 运动由主动件活塞输入，活塞与气缸组成移动副。

② 活塞驱动连杆，连杆带动曲轴，曲轴支承在壳体上，它们之间都组成转动副。

③ 运动由曲轴上的齿轮传到凸轮轴上的齿轮，它们是线接触，组成高副。

④ 凸轮轴与机架组成转动副。

⑤ 凸轮轴上的齿轮与凸轮连在一起为同一构件。

⑥ 凸轮推动顶杆移动，它们之间是点接触或线接触，组成高副。

⑦ 顶杆与机架组成移动副。

(3) 准备绘制运动简图的工具，包括直尺、铅笔、本子等。

(4) 判断内燃机主要运动机构是否为平面机构。

(5) 选择其运动平面为视图平面，选择适当的绘图比例尺。

(6) 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。

(7) 内燃机机构运动简图绘制完成，如图 1-21 所示。

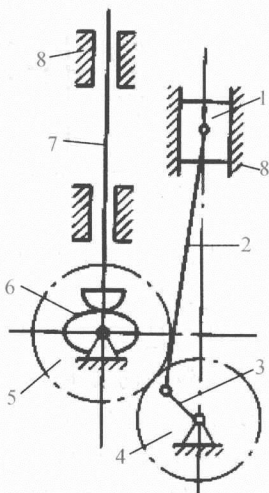


图 1-21 内燃机机构运动简图

1—活塞；2—连杆；3—曲轴；
4、5—齿轮；6—凸轮；
7—气门挺杆；8—机架

1.2 汽车常见四杆机构

【任务描述】

内燃机中的活塞、连杆、曲轴等组成了平面连杆机构，而汽车的转向机构、车门的启/闭机构采用了铰链四杆机构，那这些铰链四杆机构是怎样实现汽车转向和车门启/闭的呢？

【学习目标】

- (1) 了解铰链四杆机构的概念。
- (2) 掌握铰链四杆机构的基本类型。
- (3) 熟悉平面四杆机构的性质。
- (4) 了解铰链四杆机构的演化。
- (5) 具有分析汽车常见四杆机构运动的能力。

【专业知识】

构件间全部由低副连接而成的机构称为平面连杆机构。由四个构件组成的平面连杆机构称为平面四杆机构，它是平面连杆机构中最常见的形式，主要包括铰链四杆机构和滑块四杆机构两大类。

1.2.1 铰链四杆机构

铰链四杆机构是将四个构件用四个转动副组成的机构。如图 1-22 所示，机构中固定不动的构件 4 称为机架；机构中与机架相连的构件 1、3 称为连架杆，连架杆若能绕机架作整周转动则称为曲柄，连架杆只能绕机架在小于 360° 的范围内作往复摆动则称为摇杆；与连架杆相连的杆 2 称为连杆。铰链四杆机构有三种类型：曲柄摇杆机构、双曲柄机构和双摇杆机构。

1. 曲柄摇杆机构

两个连架杆中一个是曲柄、另一个是摇杆的铰链四杆机构称为曲柄摇杆机构,如图 1-23 所示。

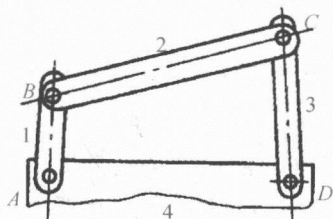


图 1-22 铰链四杆机构的组成

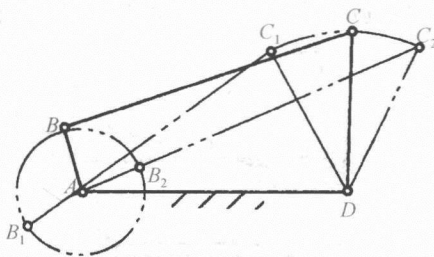


图 1-23 曲柄摇杆机构

1、3—连架杆;2—连杆;4—机架

曲柄摇杆机构的作用是将曲柄的整周回转运动转换成摇杆的往复摆动。如图 1-24 所示的汽车前窗刮水器,当主动曲柄 AB 转动时,从动摇杆 CD 作往复摆动,利用摇杆的延长部分实现刮水动作。也有摇杆作为主动件而曲柄作为从动件的情况,如图 1-25 所示的缝纫机踏板机构。

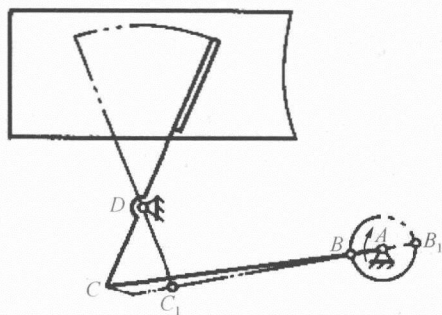


图 1-24 汽车前窗刮水器

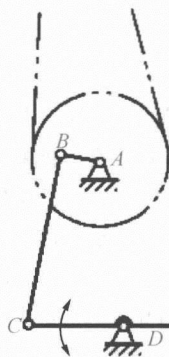


图 1-25 缝纫机踏板机构

2. 双曲柄机构

两个连架杆都为曲柄的铰链四杆机构称为双曲柄机构。通常其主动曲柄等速转动时,从动曲柄作变速转动。如图 1-26 所示的惯性筛机构,当主动曲柄 1 作等速转动时,从动曲柄作变速转动,通过构件 5 使筛体作变速往复直线运动,筛面上的物料由于惯性作用而达到筛的目的。

当两曲柄的长度相等而且平行时,称为平行双曲柄机构,这时四根杆组成了平行四边形,如图 1-27(a) 所示。双曲柄机构如果对边杆长度相等,但互不平行,则称为反平行双曲柄机构。两曲柄旋转方向相反,角速度不相等,如图 1-27(b) 所示。如图 1-28 所示的公共汽车车门启/闭机构,它利用反平行双曲柄机构使两扇车门朝相反方向转动,从而保证车门能同时开关。

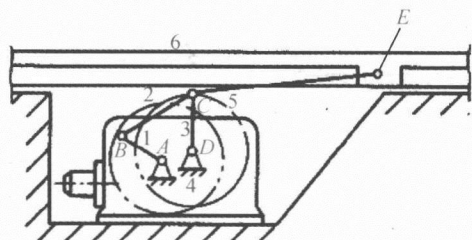


图 1-26 惯性筛机构

1、3—曲柄;2—连杆;4—机架;

5—杆件;6—筛体

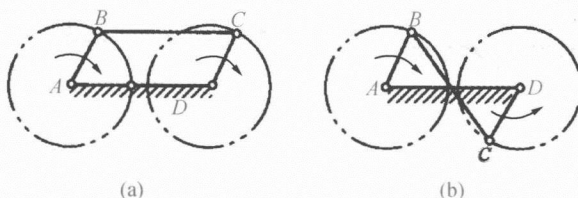


图 1-27 平行双曲柄机构和反平行双曲柄机构

(a) 平行双曲柄机构; (b) 反平行双曲柄机构

3. 双摇杆机构

两个连架杆若都是摇杆,则称为双摇杆机构。如图 1-29 所示为飞机起落架机构,飞机起飞后,为减小飞行阻力,通过该机构将着陆轮收回机翼,在飞机要着陆时,通过该机构将着陆轮从机翼中放下来。汽车前轮的转向机构同样也是双摇杆机构。

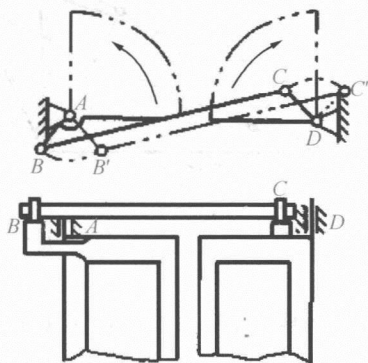


图 1-28 公共汽车车门开/闭机构

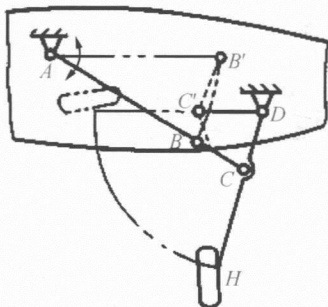


图 1-29 飞机起落架机构

1.2.2 铰链四杆机构中曲柄存在的条件

在铰链四杆机构中有的连架杆能作整周回转而成为曲柄,有的则不能,这主要取决于机构中各杆的长度关系以及机架的确定。

如图 1-22 所示的铰链四杆机构,AD 为机架,AB 能绕 A 点作整周转动,则 AB 为曲柄。杆件 AB 可处于与杆件 BC 拉直共线和重叠的两个位置,为了能使杆件 AB 成为曲柄,它必须能够顺利通过这两个共线位置。

由此可知,在铰链四杆机构中曲柄存在的条件是:

- (1) 连架杆与机架中必有一杆是最短杆。
- (2) 最短杆与最长杆长度之和小于或等于其他两杆长度之和。

根据曲柄存在的条件,可以得到以下推论:在铰链四杆机构中,最短杆与最长杆长度之和小于或等于其他两杆长度之和时,则

- ① 取与最短杆相邻的杆为机架时,此机构为曲柄摇杆机构,如图 1-30(a) 所示。
- ② 取最短杆为机架时,此机构为双曲柄机构,如图 1-30(b) 所示。
- ③ 取与最短杆相对的杆为机架时,此机构为双摇杆机构,如图 1-30(c) 所示。

若铰链四杆机构中,最短杆和最长杆长度之和大于其他两杆长度之和,则无论取哪一杆件作为机架,此机构均为双摇杆机构,如图 1-30(d) 所示。

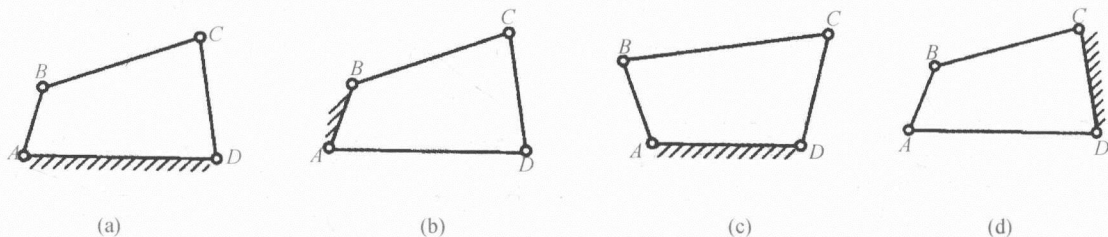


图 1-30 铰链四杆机构的类型

(a) 曲柄摇杆机构; (b) 双曲柄机构; (c), (d) 双摇杆机构