

新世纪
高等职业教育规划教材



汽车机械基础

下册

卢晓春 主 编
黄 坚 副主编

 **机械工业出版社**
China Machine Press



新世纪高等职业教育规划教材

汽车机械基础

下 册

主 编	卢晓春
副 主 编	黄 坚
参 编	王力夫
	谢少芳
	朱鹏超
主 审	郑时雄



机械工业出版社

本书是为适应高职高专“汽车机械基础”课程教学需要而编写的,内容是以构件的力学分析为基础,以常用传动机构和通用零件、液压和气压元件为主要研究对象,以传动方式(机械传动、液压传动和气压传动)为主线来介绍的。全书分上、下两册,除绪论外,共分为十七章。上册内容包括静力分析、承载能力分析、轴、轴承、联轴器、离合器、制动器以及其他常用传动机构和零部件。下册内容包括机构传动的基本知识、连杆传动、凸轮传动、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、机械运转的调速和平衡、液压传动以及气压传动。

本书为高等职业技术学院和高等专科学校汽车类专业的教材,也可供有关专业技术人员、汽车维修技师和汽车维修工参考。

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:赵爱宁 版式设计:冉晓华 责任校对:张媛

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年8月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·26印张·639千字

0 001—3 000册

定价:38.00元(上、下册)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

主任委员	李维东	广东白云职业技术学院	常务副院长
副主任委员	陈周钦	广东交通职业技术学院	院长
	石令明	广西柳州职业技术学院	院长
	蔡昌荣	广州民航职业技术学院	副院长
	覃洪斌	广西职业技术学院	副院长
	姚和芳	湖南铁道职业技术学院	副院长
	韩雪清	机械工业出版社教材编辑室	副主任
委 员	沈耀泉	深圳职业技术学院	副院长
	郑伟光	广东机电职业技术学院	副院长
	张尔利	广西交通职业技术学院	院长
	谈向群	无锡职业技术学院	副院长
	刘国生	番禺职业技术学院	副院长
	陈大路	温州职业技术学院理工学区	主任
	邹 宁	广西机电职业技术学院	副院长
	成王中	济源职业技术学院	副院长
	管 平	浙江机电职业技术学院	副院长
	韦荣敏	广西柳州市交通学校	校长
	田玉柯	遵义航天工业学校	校长
	黄秀猛	厦门市工业学校	校长
	张毓琴	广东白云职业技术学院	兼委员会秘书

编写说明

20 世纪 90 年代以来,我国高等职业教育为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才,提高了劳动者的素质,对建设社会主义精神文明,促进社会进步和经济发展起到了重要作用。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》指出:“要大力发展高等职业教育。”教育部在《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》中明确指出:“高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用性专门人才;学生应在具有必备的基础理论知识和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能。”加入 WTO 以后,我国将面临人才资源的全球竞争,其中包括研究开发型人才的竞争,也包括专业技能型优秀人才的竞争。高等职业教育要适应我国现代化建设的需要,适应世界市场和国际竞争的需要,尽快为国家培养出大批符合市场需求的、有熟练技能的高等技术应用性人才。

教材建设工作是整个高等职业教育工作中的重要内容,在贯彻国家教改精神保证培养人才质量等方面起着重要作用。根据目前高等职业教育发展的趋势,机械工业出版社组织全国多所在高等职业教育办学有特色、在社会上有影响的高职院校成立了“新世纪高等职业教育规划教材编审委员会”,诚请教学经验丰富、实践能力强的专业骨干教师,组织、规划、编写了此套“新世纪高等职业教育规划教材”,首批教材含三个专业系列共 21 种书(书目附后)。系列教材凝聚了全体编审人员、编委会委员的大量心血,同时得到了各委员院校的大力支持,在此表示衷心感谢。

参加本套教材编写的作者均来自教学一线,他们对高职教育的专业设置、教学大纲、教改形势都有深刻的认识和体会。这为编写出具有创新性、适用性的高职教材奠定了良好基础。

本套教材的编写以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职教特色为指导思想,在内容上遵循“宽、新、浅、用”的原则。所谓“宽”,即知识面宽,适用面广;所谓“新”,就是要体现新知识、新技术、新工艺、新方法;所谓“浅”,是指够用为度、通俗易懂;所谓“用”,就是要注重应用、面向实践。

本套教材的出版,将促进高等职业教育的教材建设,对我国高等职业教育的发展产生积极的影响。同时,我们也希望在今后的使用中不断改进、完善此套教材,更好地为高等职业教育服务,为经济建设服务。

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

前 言

根据 21 世纪高等职业教育人才特点,以及汽车类专业人才的素质、业务范围、知识和能力结构等方面的要求,“汽车机械基础”作为该专业的一门技术基础课,是学好后继专业课程的基础。

通过本课程的学习,可对汽车采用的常用零部件、机械传动方式、液压与气压传动有一个较全面的、概括性的了解,初步掌握常用零部件、机械传动方式、液压与气压传动的工作原理、结构特点,并具备一定的合理选择及应用的能力。随着汽车新技术的不断应用,按照高等职业教育教学的要求,作为一门主干技术基础课程,“汽车机械基础”课程应更加实用化、综合化,涉及内容应更加广泛,使之更加切实可行地应用于汽车相关专业教学之中。

因此,本教材在编写过程中,认真贯彻了教育部“关于加强高职高专教育人才培养工作的若干意见”文件的精神,拓宽知识面,以必需、够用为度,力求针对性和实用性,重点反映对汽车类专业基本能力和基本技能的培养与要求,及时反映汽车新材料、新技术和新标准的应用,以适应社会对汽车类专业人才的需求,体现出高职高专教育以能力为本位的特色。

本书内容是以构件的力学分析为基础,以常用传动机构和通用零件、液气压元件为主要研究对象,以传动方式(机械传动、液压传动和气压传动)为主线来介绍的。全书分为四篇:力学分析、轴系零部件、机构传动以及液压与气压传动。

本书旨在对汽车机械方面的一般知识作较为系统的介绍,并不要求读者通过本书学习就能具备进行复杂设计计算的能力。但是,本书在内容和作业编排上又具有一定的深度和广度,以使读者掌握必要的基本理论、基本知识和基本方法。

本书由广东交通职业技术学院卢晓春任主编,广西职业技术学院黄坚任副主编。全书共分为十七章。其中,绪论,第三、四、十一章由卢晓春编写;第一、二章由黄坚编写;第五、六、十、十二、十三章由广东交通职业技术学院王力夫编写;第七、八、九、十四、十五章由广东交通职业技术学院谢少芳编写;第十六、十七章由湖南铁道职业技术学院朱鹏超编写。

本书由华南理工大学博士导师郑时雄教授主审,在此深表感谢。在本书编写的过程中,我们参考了大量资料和文献,在此,对原作者一并表示深切的谢意。

由于时间仓促和水平有限,书中难免有缺点甚至错误,欢迎读者批评指正,以便修改再版。

编者

2002 年 1 月

目 录

前言

第三篇 机构传动 1

第七章 机构传动的基本知识 1

- 第一节 机构的组成 1
- 第二节 平面机构运动简图 3
- 第三节 平面机构具有确定运动的条件 5
- 第四节 机构传动的类型与用途 8
- 复习思考题 9

第八章 连杆传动 11

- 第一节 平面连杆传动的组成、特点和
应用 11
- 第二节 平面四杆机构的类型与应用 11
- 第三节 平面四杆机构的基本特性及
设计 18
- 复习思考题 23

第九章 凸轮传动 26

- 第一节 凸轮传动机构的组成、应用和
分类 26
- 第二节 凸转传动机构常用的运动规律 28
- 第三节 凸轮机构设计与凸轮结构尺寸
的确定 32
- 第四节 凸轮传动机构的材料、结构和
强度校核 37
- 复习思考题 39

第十章 带传动和链传动 40

- 第一节 带传动的组成、特点与类型 40
- 第二节 V 带与带轮 42
- 第三节 普通 V 带传动 46
- 第四节 链传动 51
- 复习思考题 54

第十一章 齿轮传动 55

- 第一节 齿轮传动的特点与类型 55
- 第二节 渐开线直齿圆柱齿轮 57
- 第三节 渐开线直齿圆柱齿轮传动 62
- 第四节 斜齿圆柱齿轮传动 71
- 第五节 锥齿轮传动 75

第六节 圆弧齿轮传动简介 77

第七节 齿轮结构 79

复习思考题 84

第十二章 蜗杆传动 86

- 第一节 蜗杆传动的特点和类型 86
- 第二节 蜗杆传动的基本参数和尺寸 87
- 第三节 蜗杆传动的承载能力计算 91
- 第四节 蜗杆传动的结构 94
- 复习思考题 96

第十三章 轮系 98

- 第一节 轮系的类型与功用 98
- 第二节 定轴轮系的传动比计算 100
- 第三节 周转轮系的传动比计算 102
- 第四节 混合轮系的传动比计算 105
- 复习思考题 106

第十四章 其他常用传动机构 108

- 第一节 螺旋传动机构 108
- 第二节 间歇运动机构 110
- 第三节 特殊形式的行星传动机构 115
- 复习思考题 119

第十五章 机械运转的调速和平衡 120

- 第一节 机械运转速度波动调节的目的
和方法 120
- 第二节 回转件的平衡 122
- 复习思考题 126

第四篇 液压与气压传动 127

第十六章 液压传动 127

- 第一节 液压传动的基本知识 127
- 第二节 液压元件 132
- 第三节 液压辅助元件 150
- 第四节 基本回路 153
- 第五节 液压伺服(随动)系统 157
- 第六节 液压系统应用举例 160
- 复习思考题 164

第十七章 气压传动 167

- 第一节 气压传动基本知识 167

第二节 气动元件	168	附录 B 梁在简单载荷作用下的变形 ...	191
第三节 气动基本回路	182	附录 C 部分轴承的国家标准	193
第四节 气压传动应用举例	186	附录 D 常用液压与气动元（辅）	
复习思考题	187	件图形符号	195
附录 A 型钢表	188	参考文献	203

第三篇 机构传动

传动装置是机器中原动机（动力）部分与工作机（执行）部分之间的“桥梁”，负责将原动机的运动传递给工作机，并进行速度和运动形式的改变，以满足工作机的运动和动力性能要求。在传动装置中应用最广泛的机械传动机构（装置），具有传递动力大、变速范围广、传动比易实现、运动形式转换方便、环境影响小、工作可靠和寿命长等优点。因此，一般在汽车、拖拉机、机床等机器中，其重量和成本等均占整机的 50%。

本篇主要研究传动机构组成的一些基本原理和规律，常用传动机构的工作原理、运动特性和结构特点、使用维护知识、基本设计理论和计算方法，以及机器动力学等问题。同时，扼要地介绍有关国家标准和规范，常用标准零部件的选用原则和方法。

通过本篇的学习，要求学习者达到：

- 1) 掌握汽车机械中常用传动机构的工作原理、特点、选用及其设计计算方法。
- 2) 具有运用标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力。
- 3) 了解使用、维护和管理机械设备的一些基础知识。

第七章 机构传动的基本知识

机器是由各种机构组成的机械系统。无论是分析一个现有的机构，还是设计一个新的机构，都需要判断该机构的结构和运动与哪些因素有关，以及它是否具有确定的相对运动。这是对机构进行结构分析的基本任务。本章主要讨论平面机构的组成及机构具有确定运动的条件，介绍正确绘制机构运动简图和计算机构自由度的方法。

第一节 机构的组成

一、机构的组成与分类

由绪论可知，机构是具有确定的相对运动构件的组合。构件在机构中具有独立运动的特性，它是机构的运动单元。零件是机器中最小的制造单元。为了结构和工艺的需要，构件既可以由若干个零件刚性地联接成一个整体，也可以是独立运动的零件。

如图 7-1a 所示，内燃机曲柄滑块机构中包含活塞（滑块）、连杆、曲轴（曲柄）和气缸（机架）等构件，原动件活塞 3 的直线往复移动，通过连杆 2 带动曲轴 1 作连续转动。其中，连杆构件是由连杆体 5、连杆盖 7、螺栓 6 和螺母 8 等零件刚性联接所组成的，如图 7-1b 所示。

在组成机构的所有构件中，必须以一个相对固定的构件作为支持，以便安装其他活动构件，该构件称为机架，如图 7-1 中的气缸 4。一般取机架作为研究机构运动的静参考系。在活

动构件中，输入已知运动规律的构件称为原动件，其他的活动构件称为从动件。

机构运动时，若所有构件都在相互平行的平面内运动，则该机构称为平面机构，否则称为空间机构。一般机械中的机构大多属于平面机构，因此，本章只讨论平面机构。

二、运动副及其分类

在机构中，若两个构件之间既相互直接接触，又具有一定的相对运动，形成一种可动的联接称为运动副。机构中各个构件之间的运动和力的传递，都是通过运动副来实现的。因此，机构也是由运动副联接而成的具有确定相对运动的构件系统。

两构件组成运动副的接触元素——点、线和面，称为运动副元素。凡是通过面接触而构成的运动副称为低副。根据组成平面低副的两构件之间的相对运动的性质，低副又可分为转动副（图 7-2a）和移动副（图 7-2b）。如图 7-1 中，曲柄与连杆、连杆与滑块构成转动副；滑块与机

架构成移动副。凡是通过点或线接触而构成的运动副称为高副（图 7-2c、d）。此外，组成运动副的两构件之间作相对空间运动，称为空间运动副（图 7-3），在此不详细讨论。

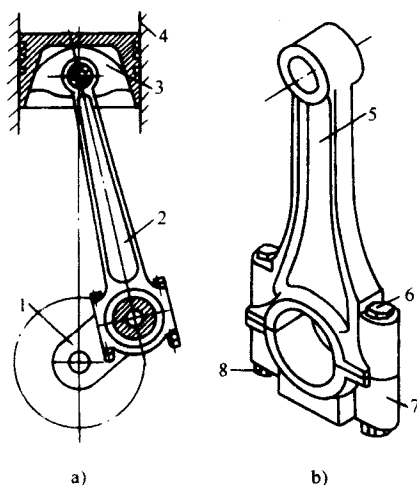


图 7-1 内燃机曲柄滑块机构和连杆

a) 曲柄滑块机构 b) 连杆 2 的组成

1—曲轴 2—连杆 3—活塞
4—气缸 5—连杆体 6—螺栓
7—连杆盖 8—螺母

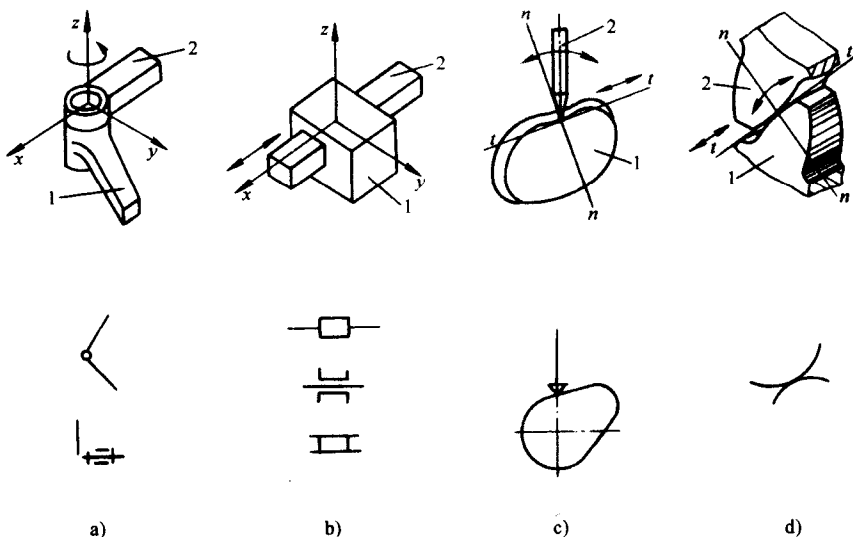


图 7-2 平面运动副及其符号

a) 转动副 b) 移动副 c) 高副 (点接触) d) 高副 (线接触)

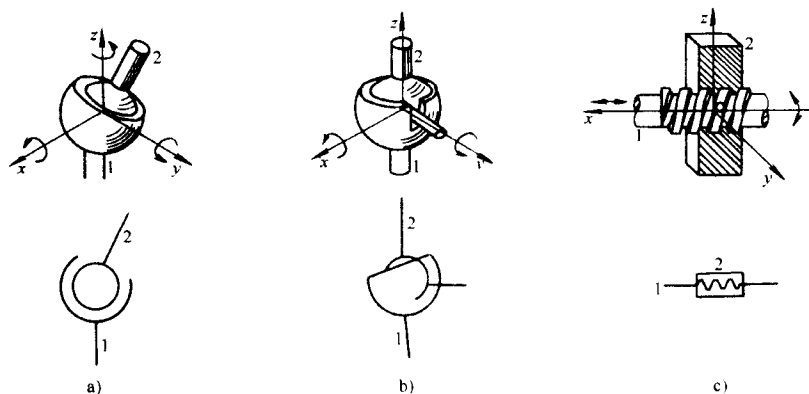


图 7-3 空间运动副及其符号

a) 球面副 b) 球销副 c) 螺旋副

第二节 平面机构运动简图

由于机构的运动仅与机构中运动副的性质（低副或高副）、运动副的数目及相对位置（转动副中心、移动副的中心线、高副接触点的位置等）、构件数目等有关，而与构件的外形、截面尺寸、组成构件的零件数目、运动副的具体构造无关。因此，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。

机构运动简图中常用机构和运动副的表示方法见表 7-1。

机构运动简图不仅简明地表达了实际机构的运动情况和运动特征，而且可通过该图进行机构的运动分析和动力分析。

实际工作中，有时只需要表明机构运动的传递情况和构造特征，而不要求机构的真实运动情况。因此，不必严格地按比例确定机构中各运动副的相对位置及其尺寸，这样的简图称机构简图（或称机构示意图）。在进行新机器设计分析时，常用机构简图进行方案比较。

机构运动简图的绘制方法和步骤如下：

- 1) 分析机构的组成。
- 2) 分析构件间的相对运动和接触情况，确定运动副的类型和数目。

3) 选择能清楚地表达各构件间运动关系的视图平面。

- 4) 选择比例尺，绘制机构运动简图。

例 7-1 绘制图 7-4 所示内燃机的机构运动简图。

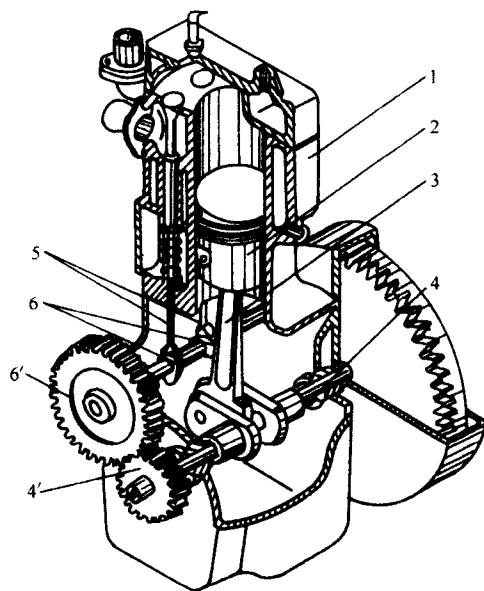


图 7-4 内燃机的组成

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

表 7-1 部分常用机构运动简图符号 (摘自 GB/T 4460—1984)

名称	代表符号		名称	代表符号
杆的固定联接			链传动	
零件与轴的固定			外啮合圆柱齿轮机构	
轴 承	向心轴承	 普通轴承		
		 滚动轴承		
	推力轴承	 单向推力 双向推力	内啮合圆柱齿轮机构	
	向心推力轴承	 单向推力 双向推力	齿轮齿条传动	
联轴器	 可移式联轴器		圆锥齿轮机构	
	 弹性联轴器			
离合器	 啮合式		蜗杆蜗轮传动	
	 摩擦式			
制动器			棘轮机构	
在支架上的电动机			槽轮机构	
带传动				

1. 曲柄滑块机构

1) 由于气缸 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, 是原动件; 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, 从而组成移动副; 活塞 2 与连杆 3、连杆 3 与曲轴 4、曲轴 4 与机体之间的相对运动是转动, 所以都组成转动副。

上述四个构件中, 用了一个移动副和三个转动副, 从固定件开始, 经原动件到从动件按一定顺序相联, 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) 选择平行于四杆机构运动的平面作为视图平面。

4) 当活塞 2 (原动件) 相对气缸 1 的位置确定后, 选取适当的比例尺用相应的构件和运动副的符号, 可绘制出机构运动简图。

2. 平面齿轮机构

齿轮 4' 与曲轴 4 固联, 因曲轴运动已知, 所以齿轮 4' 是原动件; 齿轮 6' 是从动件。齿轮 4'、6' 分别通过曲轴 4、凸轮轴由气缸 1 支持, 故气缸 1 是机架。

齿轮 4'、6' 分别相对机架作转动, 所以组成转动副; 齿轮 4'、6' 之间的接触是线接触, 组成高副。因此, 三个构件用两个转动副和一个高副按一定顺序相联, 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, 用相应的构件和运动副的符号绘制出机构运动简图。

需要指出, 因齿轮只转动, 由齿轮轮廓接触组成的高副 (又称为齿轮副) 常用其节圆 (点划线表示) 相切来表示。

3. 平面凸轮机构

平板凸轮 6 与机架 1 组成转动副, 并与进气门推杆 5 组成高副, 形成一个独立封闭的构件组合体, 既为平面凸轮机构。选择其视图平面, 并用与曲柄滑块机构相同的比例尺, 绘制出机构运动简图。

以上内燃机三个机构的运动简图如图 7-5 所示。

由上述可知, 内燃机的原动件是活塞, 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, 不可任意变动, 随着活塞 2 位置的改变, 则可画出一系列相应的机构运动简图。

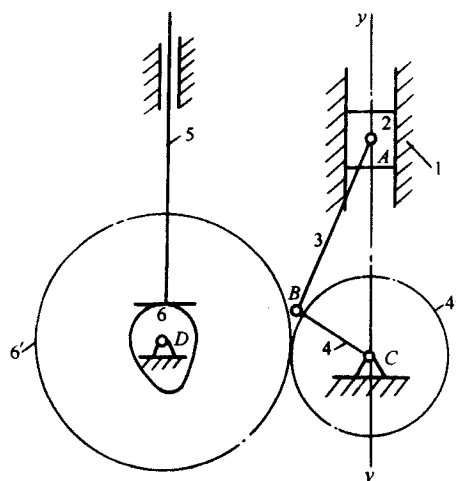


图 7-5 内燃机的机构运动简图

1—机架 2—活塞 3—连杆 4—曲柄
4'、6'—齿轮 5—推杆 6—凸轮

第三节 平面机构具有确定运动的条件

一、自由度与约束

自由度是构件可能出现的独立运动。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 轴的移动以及绕 x 轴、 y 轴和 z 轴的转动，共计 6 个独立运动。而对于一个作平面运动的构件，则只有 3 个自由度，如图 7-6 所示，自由构件 M 可以在 Oxy 平面内绕任一点 A 转动，也可以沿 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 7-2a 所示，1、2 构件组成转动副后，在 x 、 y 轴方向上的移动被限制，仅保留了绕 z 轴的转动。如图 7-2b 所示，1、2 构件组成移动副后，不能沿 y 轴移动和绕任何轴转动，只保留了沿 x 轴的移动。如图 7-2c、d 所示，1、2 构件组成高副后，沿公法线 nn 的移动被限制，但保留了沿切线 tt 的移动和绕接触点的转动。

可见，平面机构中低副引入两个约束，仅保留一个自由度；高副引入一个约束，而保留两个自由度。

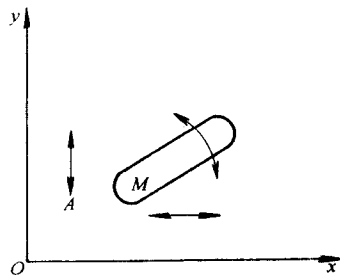


图 7-6 平面运动构件的自由度

二、平面机构自由度的计算

1. 机构自由度的计算公式

机构的自由度是指机构相对于机架所具有的独立运动参数的数量，它取决于组成机构的活动构件的数目、运动副的类型和数目。

假设某平面机构由 n 个活动构件、 P_L 个低副和 P_H 个高副所组成。由于一个不受约束构件的平面运动有三个自由度，而一个低副有两个约束条件，一个高副有一个约束条件，因此，平面机构自由度的计算公式为

$$F = 3n - 2P_L - P_H$$

例 7-2 计算图 7-5 所示内燃机机构的自由度。

解 图中曲轴 4 与齿轮 4'、齿轮 6' 与凸轮 6 皆固连一起，故可分别视为一构件。因此可得： $n=5$ ， $P_L=6$ （其中有两个移动副、四个转动副）， $P_H=2$ 。所以，该机构自由度为

$$F = 3 \times 5 - 2 \times 6 - 2 = 1$$

2. 机构自由度计算中特殊情况的处理

在计算平面机构自由度时，有些特殊情况需要进行分析处理。

(1) **复合铰链** 复合铰链是指 k ($k \geq 2$) 个构件在同一处构成同轴线的转动副。复合铰链处的转动副数目应为 $k-1$ 。如图 7-7 所示，三个构件在 C 处构成复合铰链，其转动副的数目为 2。

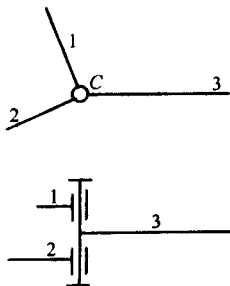


图 7-7 复合铰链

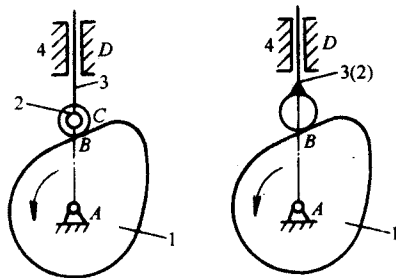


图 7-8 局部自由度

(2) 局部自由度 局部自由度是指机构中某些构件的局部独立运动, 它并不影响其他构件的运动。因此, 计算机构自由度时不考虑其局部自由度。

如图 7-8 所示的滚子从动件凸轮机构中, 滚子相对于从动件的转动, 从机构运动学的角度来看是局部自由度, 它并不影响其他机构的运动。因此, 计算机构自由度时不予考虑, 即将滚子 2 与构件 3 固联。但是, 滚子能将 从动件与凸轮轮廓之间的滑动摩擦变为滚动摩擦, 减少凸轮轮廓与从动件之间的摩擦。

(3) 虚约束 虚约束是指在机构运动分析中不产生实际约束效果的重复约束。常见虚约束的识别和处理见表 7-2。

表 7-2 对虚约束的识别和处理

序号	识 别	处 理	图 例
1	重复移动副 (两个构件构成导路平行的多个移动副)	只有一个移动副起约束作用, 其余的移动副是虚约束	
2	重复转动副 (两个构件构成轴线重合的多个转动副)	只有一个转动副起约束作用, 其余的转动副是虚约束	
3	重复结构 (机构中与不起独立传递运动作用的结构相同的对称部分)	只有一个构件参与运动的传递, 其余的对称结构不计 (如图中行星轮 2' 与 2'')	
4	重复轨迹 (机构中某构件联接点的轨迹与另一构件被联接点的轨迹重合)	除去重复的构件及其引入的运动副 (如图中构件 5 及转动副 E 与 F)	

应当指出, 虚约束是在特定的几何条件下形成的, 它的存在虽然对机构的运动没有影响, 但是它可以改善机构的受力状况, 增强机构工作的稳定性。如果这些特定的几何条件不能满足, 则虚约束将会变成实际约束, 使机构不能运动。因此, 在采用虚约束的机构中, 对它的制造和装配精度都有严格的要求。

三、平面机构具有确定运动的条件

根据平面机构的自由度计算公式, 当机构的自由度 $F > 0$ 时, 机构相对于机架是可以运动的。由于平面机构的原动件通常都是用低副与机架相联接, 它们相对于机架的独立运动数目为 1, 即每个原动件只能输入一个独立运动。由此可见, 机构自由度的数目就为所需原动件的

数目, 即独立运动或输入运动的数目。当输入机构的独立运动数目小于机构的自由度时, 机构的运动状态是不确定的; 当输入机构的独立运动数目大于机构的自由度时, 机构将会卡死或损坏。因此, 平面机构具有确定运动的充要条件为: 机构自由度大于 0, 且原动件数目等于机构的自由度。

通过平面机构的结构组成分析, 根据自由度与实际机构的原动件数是否相等, 判断其运动的确定性和所绘制机构运动简图是否确定, 也可以判定机构运动设计方案是否合理, 并对运动不确定的设计方案进行改进, 使其具有确定的运动。

例 7-3 计算图 7-9a 所示大筛机构的自由度。

解 机构中的滚子有一个局部自由度, 顶杆与机架在 E 和 E' 组成两个导路平行的移动副, 其中之一为虚约束, C 处是复合铰链。现将滚子与顶杆焊成一体, 去掉移动副 E' , 并在 C 点注明转动副数, 如图 7-9b 所示。此时, 机构中 $n=7$, $P_L=9$ (其中有 2 个移动副、7 个转动副), $P_H=1$ 。所以, 该机构自由度为

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

此机构的自由度是 2, 有两个原动件。

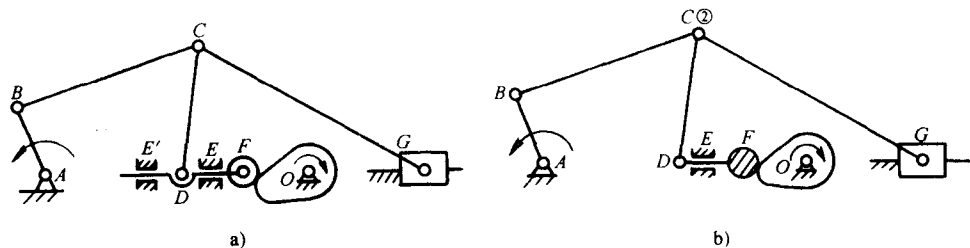


图 7-9 大筛机构

a) 大筛的机构运动简图 b) 处理后的运动简图

第四节 机构传动的类型与用途

一、机构传动的类型

机构传动的类型通常按工作原理、速比是否能改变进行分类。

根据传动原理的不同, 机构传动可分为推压传动、摩擦传动和啮合传动三类。其中推压传动有连杆机构传动、凸轮机构传动、槽轮机构传动、棘轮机构传动等; 摩擦传动有摩擦轮传动、带传动等; 啮合传动有齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动、链传动、非圆齿轮传动等。

根据传动的速比能否改变, 机构传动可分为固定速比传动、可调速比传动和变速比传动。其中, 固定速比传动有齿轮传动、蜗杆传动、带传动、螺旋传动等; 可调速比传动有有级变速传动、无级变速传动; 变速比传动有连杆机构传动、凸轮机构传动、槽轮机构传动、棘轮机构传动、非圆齿轮传动等。

以后各章陆续介绍汽车机械中常用的连杆机构传动、凸轮机构传动、带传动、齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动、槽轮机构传动、棘轮机构传动等。

二、机构传动的用途

机构传动的作用是进行运动和动力的传递, 以完成预定的要求。传动的任务包括:

- 1) 将原动件输入的速度减低或增高后输出，以适应执行件的需要。
- 2) 采用变速传动来满足执行件经常变速的要求，或执行件要求的运动规律。
- 3) 将原动件输入的转矩变换为执行件需要的转矩和动力。
- 4) 实现由一个或多个原动件驱动若干个速度不同或相同的执行件。

复习思考题

- 7-1 什么是构件？什么是零件？举例说明。
- 7-2 什么是机架？什么是原动件？什么是从动件？
- 7-3 机构是由什么组成的？有哪些类型？
- 7-4 何谓运动副？运动副有哪些类型？
- 7-5 何谓低副和高副？平面机构中的低副和高副各引入几个约束？
- 7-6 何谓机构自由度？计算机构自由度应注意哪些问题？
- 7-7 试绘制图 7-10 所示机构运动简图，并计算自由度。

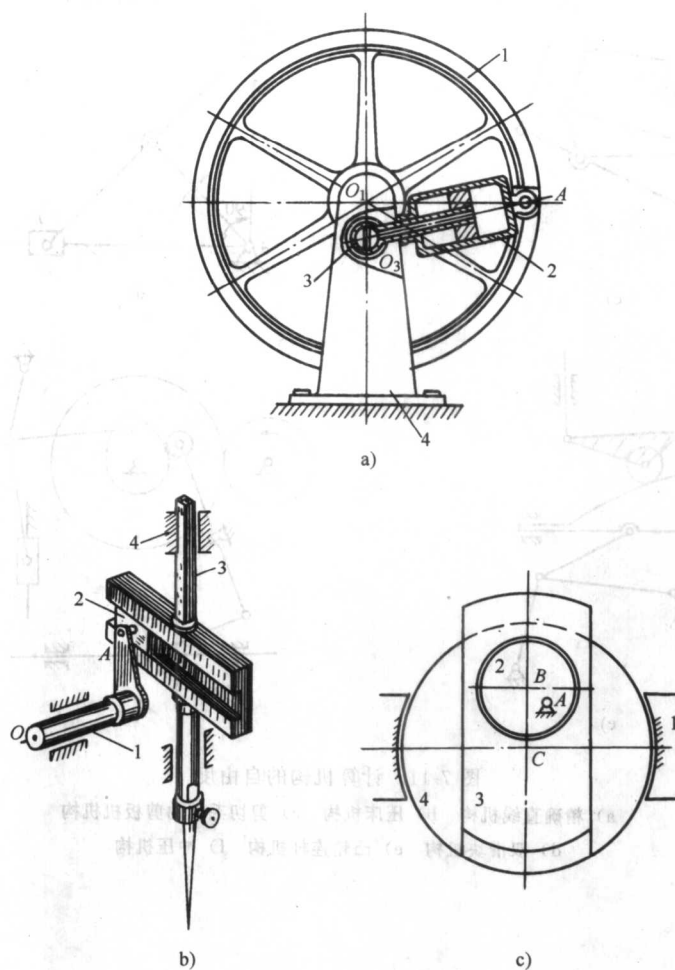


图 7-10 绘制机构运动简图

a) 回转柱塞泵 b) 缝纫机下针机构 c) 偏心轮机构