

21世纪高等学校规划教材  
Textbook Series of 21st Century

# 机械设计基础

黄晓荣 沈冰 张汝琦 编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



21世纪高等学校规划教材  
Textbook Series of 21st Century

# 机械设计基础

黄晓荣 沈冰 张汝琦 编  
刘典雅 主审



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

## 内 容 提 要

本书共分 15 章和 2 个专题, 内容包括: 平面机构的结构分析; 机械传动中常用的机构和通用零件的工作原理、运动特性、结构特点、有关的设计方法及设计计算; 机械传动中的润滑、密封及维护; 专题 I 介绍了机械动力学的基本知识; 专题 II 对机械传动中的摩擦磨损问题做了适度的探讨。

本教材适用于高专高职院校机械类、机电类和动力类专业教学用书, 可作为相应专业的职工大学、成人高等教育的教学用书, 高级工程师技术人员亦可参考使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础/黄晓荣, 沈冰, 张汝琦合编. —北京:  
中国电力出版社, 2005.8

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 7 - 5083 - 3443 - 4

I. 机... II. ①黄... ②沈... ③张... III. 机  
械设计 - 高等学校 - 教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070069 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2005 年 7 月第一版 2005 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 17.625 印张 406 千字

印数 0001—3000 册 定价 27.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 前 言

本书是根据教育部制订的《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》，在继承原有教材建设成果的基础上，充分吸取近几年机械设计基础教学改革经验编写而成的。主要适用于机械类、机电类和动力类各专业《机械设计基础》课程（60~90学时）教学用书。为适应不同专业的教学要求，本书在编写体系上采取了基本内容与选修、专题相结合的方法，带“\*”的章节和专题为选修或延伸内容，不同专业按需要自行取舍。

本书编写在内容选取上以必须、够用为度，理论推导从简，突出叙述基本知识、基本理论和基本计算方法的应用。强化工程意识培养，尽可能将更多的生产现场实例引入到教材中，使理论知识与工程实践的联系更加紧密，有利于提高读者分析问题和解决问题的能力。

本书对新技术和科技新成果做了适量介绍和引导，编入了在电力生产中广泛应用的内容，如液力联轴器等。特别强调了安全生产的重要性，为正确使用、维护设备，分析设备事故，采取正确的反事故措施等打下了良好的基础。并力求反映现代科学技术的新成果，如齿轮研究最新动态介绍及远程动态可调制器等，都是较为新颖的内容。

本书采用最新国家标准进行编写。

参加本书编写的有郑州电力高等专科学校黄晓荣（第一、二、三、九、十四、十五章及专题Ⅱ），沈阳工程学院沈冰（第四、五、六、七、八章），太原电力高等专科学校张汝琦（第十、十一、十二、十三章及专题Ⅰ），全书由黄晓荣统稿。

本书承郑州电力高等专科学校刘典雅教授认真审阅，并对本书的编写提出了许多宝贵意见，在此深表感谢。

限于编者水平有限，书中误漏欠妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2005年4月

## 目 录

前言	
第一章 机械设计基础概述	1
第一节 机械设计基础研究的对象及内容	1
第二节 机械设计基本要求和零件设计的一般过程	2
第三节 本课程在教学中的地位和学习要求	3
思考与练习	4
第二章 平面机构的结构分析	5
第一节 研究机构结构的目的	5
第二节 平面机构的基本组成	5
第三节 平面机构运动简图	8
第四节 平面机构具有确定运动的条件	10
思考与练习	15
第三章 平面连杆机构	17
第一节 概述	17
第二节 铰链四杆机构基本型式及曲柄存在条件	18
第三节 平面四杆机构的其他型式	22
第四节 平面四杆机构的运动特性	25
第五节 平面四杆机构的设计	27
思考与练习	29
第四章 凸轮机构	32
第一节 凸轮机构的应用与分类	32
第二节 常用的从动件运动规律	34
第三节 凸轮廓线的设计	37
第四节 凸轮机构设计中的几个问题	41
思考与练习	43
第五章 间歇运动机构	45
第一节 棘轮机构	45

第二节	槽轮机构 .....	48
第三节	不完全齿轮机构 .....	50
思考与练习	.....	50
<b>第六章</b>	<b>螺纹联接与螺旋传动 .....</b>	<b>51</b>
第一节	螺纹联接的基本知识 .....	51
第二节	螺旋副的受力分析、自锁和效率 .....	53
第三节	螺纹联接的基本类型及螺纹联接件 .....	56
第四节	螺纹联接的预紧与防松 .....	58
第五节	单个螺栓联接的强度计算 .....	61
第六节	螺栓组联接的结构设计和受力分析 .....	65
第七节	螺旋传动 .....	72
思考与练习	.....	75
<b>第七章</b>	<b>带传动 .....</b>	<b>77</b>
第一节	带传动的类型、特点和应用 .....	77
第二节	普通 V 带和 V 带轮 .....	78
第三节	带传动的工作能力分析 .....	84
第四节	普通 V 带传动的设计 .....	87
第五节	带传动的张紧、安装和维护 .....	99
思考与练习	.....	101
<b>第八章</b>	<b>链传动 .....</b>	<b>103</b>
第一节	链传动的特点、类型及应用 .....	103
第二节	滚子链和链轮 .....	103
第三节	链传动的运动分析 .....	106
第四节	滚子链传动的设计 .....	107
第五节	链传动的布置及张紧 .....	111
思考与练习	.....	112
<b>第九章</b>	<b>齿轮传动 .....</b>	<b>114</b>
第一节	概述 .....	114
第二节	齿廓啮合基本定律 .....	116
第三节	渐开线及其特性 .....	117
第四节	渐开线标准直齿圆柱齿轮基本参数及尺寸计算 .....	120
第五节	渐开线齿轮的啮合 .....	122
第六节	渐开线齿轮的加工和精度 .....	126

第七节 斜齿圆柱齿轮的啮合传动	132
第八节 直齿锥齿轮的啮合传动	135
第九节 轮齿的失效和齿轮常用材料	139
第十节 齿轮的受力分析及计算载荷	142
第十一节 齿轮传动承载能力计算	146
第十二节 齿轮传动技术的发展概况	162
思考与练习	165
<b>第十章 蜗杆传动</b>	<b>168</b>
第一节 蜗杆传动的类型和特点	168
第二节 蜗杆传动的基本参数和尺寸计算	169
第三节 蜗杆传动的失效形式、材料和结构	171
第四节 蜗杆传动承载能力的计算	173
第五节 圆柱蜗杆传动的效率和热平衡计算	175
思考与练习	178
<b>第十一章 齿轮系</b>	<b>179</b>
第一节 轮系的分类	179
第二节 定轴轮系传动比计算	180
第三节 周转轮系传动比计算	182
第四节 轮系的应用	184
※第五节 几种特殊行星轮系传动简介	186
思考与练习	188
<b>第十二章 轴及轴毂联接</b>	<b>190</b>
第一节 轴的分类及材料	190
第二节 轴的结构设计	192
第三节 轴的强度计算	194
第四节 轴毂联接	199
思考与练习	203
<b>第十三章 轴承</b>	<b>204</b>
第一节 滚动轴承的结构、类型及特点	204
第二节 滚动轴承类型代号及类型选择	207
第三节 滚动轴承的寿命计算	210
第四节 滚动轴承的组合设计	216
第五节 滑动轴承的分类与结构形式	219

第六节	非液体摩擦滑动轴承的设计计算	222
※第七节	液体动压滑动轴承简介	224
第八节	滚动轴承与滑动轴承的比较	225
	思考与练习	227
<b>第十四章</b>	<b>联轴器、离合器与制动器</b>	<b>229</b>
第一节	联轴器	229
※第二节	液力联轴器简介	233
第三节	离合器	234
第四节	制动器	236
第五节	联轴器、离合器和制动器的选择	237
	思考与练习	240
<b>第十五章</b>	<b>机械的润滑、密封与安全维护</b>	<b>241</b>
第一节	机械的润滑	241
第二节	机械的密封	246
第三节	人、机关系及设备安全维护	250
	思考与练习	251
<b>专题 I</b>	<b>机械的平衡与调速</b>	<b>252</b>
第一节	机械的平衡	252
第二节	机械速度波动的调节	255
	思考与练习	259
<b>专题 II</b>	<b>摩擦、磨损与润滑</b>	<b>262</b>
第一节	摩擦	262
第二节	磨损	265
第三节	润滑	268
<b>参考文献</b>		<b>273</b>



## 第一章 机械设计基础概述

### 第一节 机械设计基础研究的对象及内容

在现代生产活动和日常生活中,广泛应用着各种各样的机器,如汽车、拖拉机、装载机、内燃机、电动机、洗衣机、复印机等。尽管其种类非常繁多,式样、用途、性能各异,但它们都有共同的特征。

图 1.1.1 所示单缸内燃机,由活塞 1、连杆 2、曲轴 3 和气缸体(连同机架) 8 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 6,进、排气门推杆 7 和机架组成进、排气的控制部分,凸轮转动,推动进、排气门按时启闭,分别控制进气和排气;曲轴上的齿轮 4、凸轮轴上的齿轮 5 和机架组成传动部分,通过齿轮间的啮合,将曲轴的运动传给凸轮轴。上述三个部分共同保证内燃机协调地工作,将燃气的热能转换成曲轴转动的机械能。

又如电动机主要由转子和定子组成。当接通电源驱动转子回转时,通过转子轴外端输出装置(如 V 带轮),便可实现将输入的电能转换成对外输出的机械能。

再如全自动洗衣机主要由机体、电动机、叶轮、控制电路组成。当接通电源后,操作控制按钮,驱动电动机经带传动使叶轮回转,搅动洗涤液实现洗涤。一旦设置好程序,全自动洗衣机就会自动完成洗涤、清洗、甩干等洗衣的全过程。

由以上三个实例可以说明,机器具有下列共同特征:

- (1) 机器由若干构件组成。
- (2) 各构件间具有确定的运动关系。
- (3) 机器能代替或减轻人类的劳动,去完成有用的机械功,变换或传递能量、物料和信息。

由以上的实例中还可以看出,机器中若干构件的组合,可实现某些预定的动作,如在内燃机中,活塞、连杆、曲轴和气缸体(连同机架)组合起来,可以把活塞的往复直线运动转变成曲轴的连续转动;而凸轮,进、排气门推杆和机架的组合,又可将凸轮的连续转动转变为进、排气推杆的往复直线移动;而曲轴齿

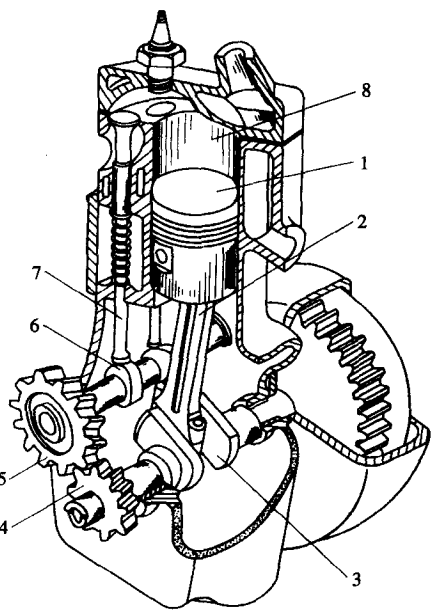


图 1.1.1 单缸内燃机

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

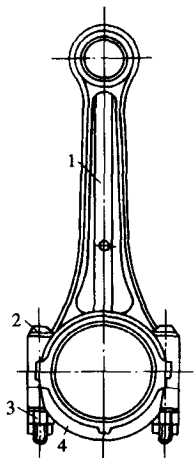


图 1.1.2 内燃机连杆

1—连杆体；2—螺栓；  
3—螺母；4—连杆盖

轮、凸轮轴齿轮和机架的组合，又可以改变回转件转动的方向和转速的大小。这些由若干构件组成，其中有一个构件为机架，用来传递力、运动或转换运动形式的系统，称为机构。上述内燃机中三个能够完成预期动作的构件组合体就分别称为连杆机构、凸轮机构、齿轮机构。由此可见，机器由机构组成。机器的种类尽管很多，但组成机器的机构并不太多，连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等是机器中常用的基本机构。较复杂的机器可以包含几个机构，但最简单的机器至少要包含一个机构，如电动机、鼓风机等。从运动的观点讲，机器和机构没有区别，人们习惯上把机器和机构统称为机械。

构件是机构中各个相对运动的单元体，零件是机械加工制造的单元体。构件可以是单一的零件，如内燃机中的曲轴；也可以是由若干零件组成的刚性组合体，如图 1.1.2 所示内燃机连杆，它是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 和螺母 3 组成的构件。对于机器中的零件，按其功能和结构特点又分为通用零件和专用零件。各种机械中普遍使用的零件称为通用零件，如螺栓、齿轮、轴等；仅在某些专门机械中才用到的零件称为专用零件，如内燃机中的活塞、曲轴，汽轮机中的叶

轮、叶片等。对于一组协同工作的零件组成的独立制造或装配的组合体称为部件，部件也分为通用部件与专用部件，如联轴器、减速器、制动器属于通用部件，汽车转向器则应属于专用部件。组成机器中不可拆卸的基本单元体称为机械零件，这一术语有时也用来泛指零件和部件。

本课程的研究对象是机械。其主要内容包括机械中常用机构的工作原理、运动特性、设计方法和通用零件的结构特点、设计理论、设计标准和规范及使用与维护。

## 第二节 机械设计基本要求和零件设计的一般过程

### 一、机械设计的基本要求

机械设计是指规划和设计实现预定功能的新机械或改进原有机器的性能。其设计的基本要求如下：

(1) 保证实现预定功能。所谓功能是指被设计机器的功用和性能，一般机器的预定功能要求包括运动性能、动力性能、基本技术指标及外形是否美观等方面。实现预定功能是设计机器的基本出发点，为此，必须熟悉各种常用机构的工作原理，正确选择机构类型和机械传动方案。

(2) 保证在一定的寿命内安全可靠工作。任何一台机器在正常使用条件下都应有一定的寿命，在使用寿命内安全可靠工作是机器正常工作的必要条件。因此，设计机器时必须保证在预期的使用寿命内安全可靠工作。为此，要对组成机器的所有零件（标准件除外）进行结构设计，并对各主要零件的工作能力进行必要计算，即进行机械零件设计。

(3) 要充分考虑制造的工艺性。机器的总体方案和各部分结构设计在保证实现预定功能

的前提下,应尽可能地简单、实用;零件的选材及热处理方式要切实、合理;毛坯制造、机械加工、装配以及维修的工艺性要好;尽可能地选用标准零部件。

(4)要充分考虑技术经济的合理性。技术经济的合理性是一个综合性指标,它与机器的设计、制造和使用等方面有关。目前,价值工程方法可将产品的经济性、技术要求和功能要求统一起来,并以功能分析为中心,力求使产品具有必要的功能和最低的成本,以获得最佳经济效果。

## 二、机械零件设计的一般过程

机械零件设计是本课程研究的主要内容之一。这里仅介绍一般的设计过程:

- (1)分析设计零件在机器整体中所起的作用,选择零件的类型。
- (2)根据机器的工作要求,分析零件的工作情况,确定作用在零件上的载荷。
- (3)根据零件的工作条件(如常温还是高温工作、有无腐蚀等),考虑材料的性能、市场供应、经济性因素等,合理选择零件材料及热处理方法。
- (4)分析零件工作时可能出现的失效形式,确定设计准则。
- (5)应用相关的设计理论,通过设计计算,确定零件的主要尺寸。
- (6)根据零件的主要尺寸及工艺性、标准化的要求,进行零件的结构设计。
- (7)根据结构设计的尺寸,绘制零件图,制订技术要求。

应注意,以上内容可在绘制机器的总装配图或部件的装配图及零件图的过程中交错、反复进行,必要时还需修改局部尺寸,同时进行润滑和密封的设计,然后撰写相关的技术文件,装配图上还应列出零件的明细表。

总之,在机械零件的设计过程中,不仅要计算零件的尺寸,还要涉及零件失效分析、材料选择、工艺性、标准化等问题的解决,最终拿出一套切实可行的设计图纸及相关技术文件。

## 第三节 本课程在教学中的地位和学习要求

### 一、课程性质及在教学环节中的地位

“机械设计基础”课程是高等院校工科有关专业的一门重要的综合性技术基础课,是机械类、近机类专业的主干课程之一,是培养机械或机械管理工程师的必修课,在各相应专业的教学计划中,处于承上启下的地位。一方面,数学、力学、工程制图、工程材料、金属工艺等先修课程是学习本课程的基础;另一方面,本课程不仅综合应用并拓展了先修课程的知识,又是学习后续有关专业课程的重要基础。

### 二、课程的任务

本课程的主要任务是培养学生掌握机械技术的基本知识、基本理论和基本技能,获得本学科实验技能的初步训练,为学生学习专业机械设备课程提供必须的理论基础,使之在了解各种机械的传动原理,正确使用和维护设备以及对机械设备进行故障分析和排查等方面获得必要的基础知识,为今后解决生产实际问题、学习新技术以及进行技术创新奠定必要的基础。

### 三、对学生的基本要求

通过本课程的教学,应使学生达到下列基本要求:

(1) 了解机器的一般组成原理。

(2) 掌握常用机构的结构、运动特性和设计方法，初步具有分析、选择和设计常用机构的能力。

(3) 掌握通用零件的工作原理、结构特点、设计计算、使用、维护等基本知识，初步具有设计机械传动装置的能力。

(4) 具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力。

(5) 具有装拆、调整和检测一般机械设备的技能。

(6) 对机械设计的发展趋势和新技术有所了解。

### 思考与练习

1.1 本课程研究的对象是什么？主要内容是什么？

1.2 本课程的性质和任务是什么？

1.3 解释下列名词：机器与机构；构件与零件。

1.4 日常生活中，使用的自行车、缝纫机、电视机等是机器还是机构？为什么？

## 第二章 平面机构的结构分析

### 第一节 研究机构结构的目的是

由第一章已知,机构由构件组成,且各构件之间具有完全确定的运动关系。然而,任意拼凑的构件组合就不一定能够运动,即使能够运动,也不一定具有确定的运动。如图 2.1.1 是一个三构件组合体,但各构件之间无法相对运动,所以它不是机构。又如图 2.1.2 是一个五构件组合体,当只给定构件 1 为主动件时,其余构件的运动并不确定。为此,讨论构件应如何组合才能运动,在什么条件下才具有确定的相对运动就尤为必要。这对分析现有机构或设计新机构都十分重要。实际上机械的外形和结构都很复杂,为了便于分析和研究机构,在工程中常用到机构运动简图。研究机构结构的目的是:

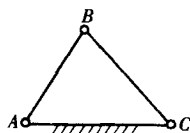


图 2.1.1 三构件组合体

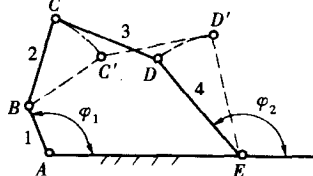


图 2.1.2 五构件组合体

- (1) 探讨机构的基本组成。
- (2) 探讨机构运动简图的绘制方法。
- (3) 探讨机构具有确定运动时应满足的条件及注意事项。

所有构件都在同一平面或相互平行平面内运动的机构称为平面机构,否则称为空间机构。工程中平面机构应用最广泛,本章仅限于讨论平面机构。

### 第二节 平面机构的基本组成

#### 一、构件的自由度

由前述可知,构件是机构中具有相对运动的单元体,所以它是组成机构的主要要素之一。

一个构件在平面内自由运动时,有三个独立运动的可能性。如图 2.2.1 所示,构件 AB 可以在  $xy$  平面绕任一点 A 转动,也可以沿  $x$  轴或  $y$  轴移动。构件的这种可能出现的独立运动称为自由度,构件的独立运动数目称为自由度数。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

机构中的每一个构件都不可能是自由构件,而是以一定的方式与其他构件相联。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

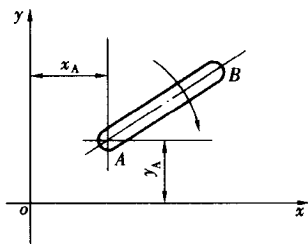


图 2.2.1 构件的自由度

与汽缸体的联接都构成了运动副。组成运动副的两构件在相对运动中可能参加接触的点、线、面称为运动副元素。显然，运动副也是组成机构的主要要素之一。

两构件组成运动副后，就限制了两构件间的独立运动，自由度便随之减少，运动副限制构件独立运动的作用称为约束。运动副引入的约束数和构件失去的自由度数相等。

### 三、运动副分类及代表符号

#### (一) 分类

运动副的运动情况可以在一个平面内反映清楚的称之为平面运动副。平面机构只可能由平面运动副组成。根据组成运动副的两构件间的接触情况，平面运动副又分为低副和平面高副。

#### 1. 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情况，又可分为转动副和移动副。

(1) 转动副。两个构件之间只能做相对转动的运动副称为转动副，又称为铰链。如图 2.2.2 (a) 所示的轴和轴承组成的转动副，其中一个构件是固定的，称为固定铰链。图 2.2.2 (b) 所示构件 1 和构件 2 也组成转动副，两构件都是活动的，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。

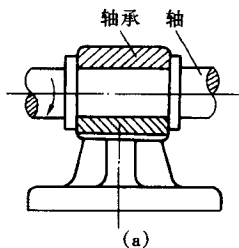


图 2.2.2 转动副

(a) 固定铰链；(b) 活动铰链

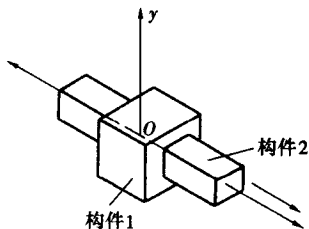
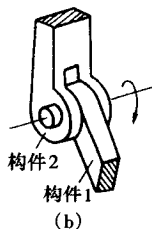
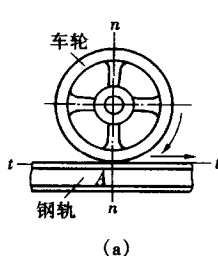


图 2.2.3 移动副

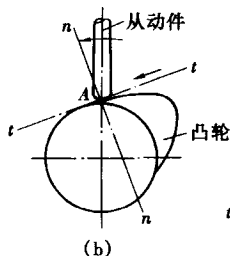
(2) 移动副。两个构件只能做相对直线移动的运动副称为移动副。图 2.2.3 中构件 1 和构件 2 组成的是移动副。组成移动副的两个构件可能都是活动的，也可能有一个是固定的，例如内燃机中的活塞与气缸体所组成的移动副，气缸体是固定的。

#### 2. 平面高副

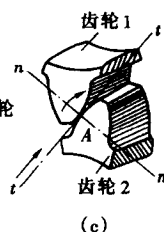
两构件通过点或线接触



(a)



(b)



(c)

图 2.2.4 平面高副

组成的运动副称为平面高副。如图 2.2.4 (a) 中的车轮和钢轨, 图 2.2.4 (b) 中的凸轮和从动杆, 图 2.2.4 (c) 中的齿轮 1 和齿轮 2 等的联接都是平面高副。

此外, 常见的运动副还有图 2.2.5 (a) 所示的螺旋副, 图 2.2.5 (b) 所示的球面副, 它们的运动情况都不能在一个平面内反映清楚, 都属于空间运动副, 即两构件间的相对运动为空间运动。本章不做讨论。

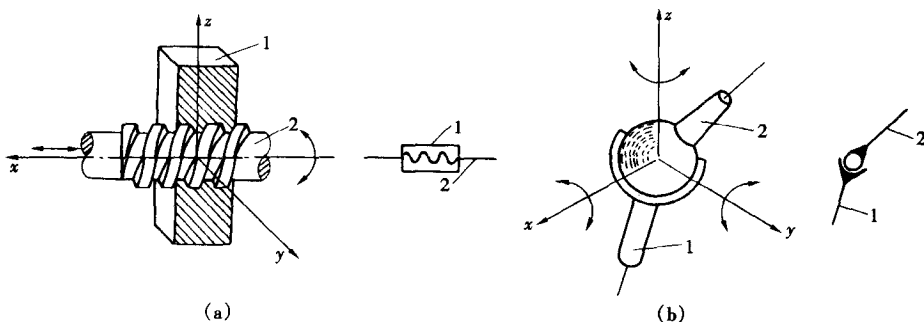


图 2.2.5 螺旋副和球面副

(a) 螺旋副; (b) 球面副

1、2—构件

## (二) 常用运动副的代表符号

图 2.2.6 (a) 表示由两个活动构件组成的转动副; 图 2.2.6 (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 2.2.6 (d) ~ (f) 所示, 其中画有斜线的构件代表机架。两构件组成平面高副时, 应画出两构件接触处的曲线轮廓, 如图 2.2.6 (g)、(h) 所示。

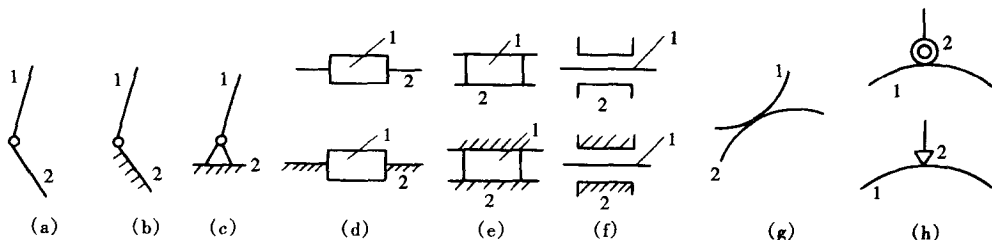


图 2.2.6 运动副表示法

1、2—构件

## 四、平面机构的基本组成

### 1. 运动链的概念

用运动副形式将两个以上的构件连接而成的系统称之为运动链。运动链中各构件均在同一平面或平行平面内运动的称为平面运动链。运动链分为闭式运动链和开式运动链两种。如果组成运动链的每个构件至少含有两个运动副元素, 这种运动链就称为闭式运动链, 如图 2.2.7 (a) 所示; 如果运动链中至少有一个构件只包含一个运动副元素, 称为开式运动链,

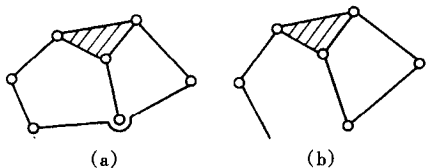


图 2.2.7 运动链  
(a) 闭式运动链; (b) 开式运动链

如图 2.2.7 (b) 所示。机器中应用的多属闭式运动链。

若将闭式运动链的一个构件固定为机架，而把另一个或几个构件相对于机架的运动规律给定时，其余的构件随之作确定的运动，这种运动链便成为机构。显然，不能运动或无规则乱动的运动链都不是机构。

## 2. 机构中构件的分类

在闭式的运动链中，根据运动副的性质，构件可分为以下三类。

(1) 固定构件（机架）是用来支承活动构件的构件。图 1.1.1 中的气缸体就是固定构件，用它来支承活塞和曲轴等。研究机构中活动构件的运动时，常以固定件（机架）作为参考坐标系。

(2) 主动件（原动件）是运动规律已知的活动构件。它的运动由外力驱动，如图 1.1.1 中的活塞，其运动是由燃油燃烧形成的高压气体驱动的。

(3) 从动件是闭式运动链中随着主动件的运动而运动的其余活动构件，如图 1.1.1 中连杆、曲轴都是从动件。

## 3. 平面机构的基本组成及机构划分

由以上分析可知，一般机构由固定件、主动件和若干个从动件（除机架和主动件以外的所有活动件）组成。其中固定件只可能有一个，主动件可有一个或几个，从动件可以有若干个。特殊的机构可以没有从动件，但必须有固定件（机架）和主动件，如电动机和液压油缸等。

一台较复杂的机器，在进行机构的结构分析时，如何划分机构呢？一般应从机器的主动件入手，支承主动件的一定是机架；随主动件运动的构件是从动件，从动件又带动从动件，最终的从动件一定又是被机架所支承。机器中凡组成一个由“固定—主动—从动……—固定”这样一个封闭的运动系统就是一个机构。机器组成中有几个这样的封闭系统就有几个机构。如图 1.1.1 所示单缸内燃机就是由三个机构组成的，请同学们自行分析。

## 第三节 平面机构运动简图

### 一、机构运动简图和机构示意图

在研究机构运动时，为了使问题简化，可不考虑构件的复杂形状和结构，仅用简单线条和规定的运动副符号表示构件，并按一定的比例定出各运动副的相对位置。这种反映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。

机构运动简图保持了其实际机构的运动特征，不仅简明地表达了实际机构的运动情况，还可以通过该图进行机构的运动分析和动力分析。

工程中，有时只需要表明机构运动的传递情况和构造特征，而不需要机构的真实运动情况，因此不必要严格地按比例确定机构中各运动副的相对位置。这种不按比例绘制的，只反映机构运动特征的图形称为机构运动示意图，也称机构简图。



表 2.3.1 部分常用机构运动简图符号 (摘自 GB4460—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	 滚动轴承
	推力 轴承	 单向推力 双向推力	推力滚动轴承	 推力滚动轴承
	向心 推力 轴承	 单向向 心推力	双向向 心推力	 向心推力滚动轴承
联轴器	 可移式联轴器      弹性联轴器		圆锥齿轮 机构	
离合器	 啮合式      摩擦式		蜗杆蜗轮 传动	
制动器			凸轮从 动件	
在支架上 的电动机			带传动	
带传动				
			螺杆传动 整体螺母	

## 二、平面机构运动简图的绘制

在绘制机构运动简图时, 首先必须分析机构的实际构造和运动情况, 分清机构中的固定件、主动件和从动件; 然后从主动件入手, 顺着运动传递路线, 仔细分析各构件之间的相对运动情况, 从而确定出组成该机构的构件数、运动副数及性质; 在此基础上, 按比例确定出各运动副的位置, 用运动副的规定代表符号和简单线条表示构件, 正确绘制出机构运动简图。同时应注意, 选择恰当的绘图平面。如果绘图平面选择不当, 会造成图中构件相互重叠