

高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

机械原理

吴洁 宗振奇 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高等学校规划教材

机 械 原 理

吴 洁 宗振奇 主编

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2010

内 容 简 介

本书是根据教育部有关机械原理课程的教学基本要求并结合编者多年教学实践经验编写的。全书共分 12 章, 主要包括: 绪论、平面机构的结构分析、平面机构的运动分析、平面连杆机构及其设计、凸轮机构及其设计、齿轮机构及其设计、轮系及其设计、其他常用机构、平面机构的力分析、机械中的摩擦和机械效率、平面机械的平衡、机械的运转及其速度波动的调节。除第 1 章外, 在每章之后还附有一定数量的思考题与习题, 以利巩固所学内容。

本书可作为高等学校机械类专业机械原理课程的教材, 也可供相关专业的师生和现场工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理/吴洁, 宗振奇主编. —北京: 冶金工业出版社, 2010. 7

高等学校规划教材

ISBN 978-7-5024-5308-4

I. ①机… II. ①吴… ②宗… III. ①机构学—高等学校—教材 IV. ①TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010) 第 118242 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbbs@cnmip.com.cn

责任编辑 程志宏 廖 丹 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5308-4

北京印刷一厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2010 年 7 月第 1 版, 2010 年 7 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 14 印张; 372 千字; 211 页

29.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

本书是根据教育部有关大学本科机械原理课程教学的基本要求，在吸收国内兄弟院校近年来教学改革成果的基础上，结合编者多年教学实践经验和体会编写的。

为满足教学基本要求，在本书编写过程中，本着精选教学内容，注重应用性，加强基本知识和基本技能以及有关设计实践内容的原则，增加了与工程实际紧密联系的应用实例，以培养学生工程实践设计能力。同时，在论述过程中，力求做到深入浅出、细致严谨、简明易懂和具有启发性。

本书主要包括两方面内容：一是机构的组成原理及机器中常用机构的类型、运动特点、功能和设计方法；二是机械运转过程中的若干动力学问题以及通过合理设计来改善机械动力性能的途径。通过本书的学习，可使学生初步具备拟定机械运动方案、分析和设计机构的能力。

参加本书编写工作的有吴洁（第1、6、7章）、康风华（第2、4、5、12章）、宗振奇（第3、10章）、张磊（第8、9、11章）。全书由吴洁、宗振奇任主编。

王冠五审阅了本书并提出了不少宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平和时间所限，书中欠妥之处敬请广大读者给予指正。

编 者
2010年3月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 机械原理的研究对象	1
1.1.1 机器	1
1.1.2 机构	1
1.2 本课程的内容、性质和任务	2
1.2.1 本课程的内容	2
1.2.2 本课程的性质	3
1.2.3 本课程的任务	3
1.3 机械原理学科的发展简介	3
第2章 平面机构的结构分析	4
2.1 运动副、运动链和机构	4
2.1.1 平面运动副	4
2.1.2 运动链和机构	5
2.2 平面机构的运动简图	6
2.2.1 机构运动简图的概念	6
2.2.2 平面机构运动简图的绘制	6
2.3 平面机构的自由度	9
2.3.1 平面机构自由度的确定	9
2.3.2 自由度计算中应注意的几个特殊问题	10
2.4 平面机构的组成原理和结构分析	13
2.4.1 杆组分析	13
2.4.2 平面机构的组成原理	14
2.4.3 平面机构的结构分类	14
2.4.4 高副低代	15
思考题与习题	15
第3章 平面机构的运动分析	17
3.1 机构运动分析的目的和方法	17
3.2 用速度瞬心法进行机构的速度分析	17
3.2.1 速度瞬心的意义	17
3.2.2 机构的瞬心数目	18
3.2.3 瞬心的求法	18

3.2.4 瞬心法在机构速度分析中的应用	19
3.3 用相对运动图解法做机构的运动分析	20
3.3.1 具有做平面运动构件的铰链四杆机构的速度和加速度分析	21
3.3.2 具有两构件组成移动副的平面六杆机构的速度和加速度分析	25
3.4 用解析法做机构的运动分析	28
思考题与习题	30
第4章 平面连杆机构及其设计	33
4.1 平面连杆机构及其传动特点	33
4.2 平面四杆机构的基本形式及其演化	33
4.2.1 平面四杆机构的基本形式	33
4.2.2 平面四杆机构的演化形式	35
4.3 平面四杆机构的主要工作特性	38
4.3.1 曲柄存在的条件	38
4.3.2 平面四杆机构的几个基本概念	39
4.4 平面连杆机构设计	43
4.4.1 用作图法设计连杆机构	43
4.4.2 用解析法设计四杆机构	47
4.4.3 用实验法设计四杆机构	48
思考题与习题	51
第5章 凸轮机构及其设计	54
5.1 凸轮机构的应用和分类	54
5.1.1 凸轮机构的应用	54
5.1.2 凸轮机构的分类	54
5.2 推杆的运动规律	56
5.2.1 凸轮机构的基本名词术语	56
5.2.2 从动件常用的运动规律	57
5.2.3 推杆运动规律的选择	60
5.3 图解法设计凸轮轮廓曲线	60
5.3.1 移动从动件的盘形凸轮	61
5.3.2 摆动从动件的盘形凸轮	63
5.3.3 滚子直动从动件圆柱凸轮轮廓设计	64
5.4 解析法设计凸轮轮廓曲线	64
5.4.1 滚子偏置直动从动件盘形凸轮机构	65
5.4.2 对心平底推杆盘形凸轮机构	65
5.4.3 摆动滚子推杆盘形凸轮机构	66
5.5 凸轮机构基本尺寸的确定	66
5.5.1 凸轮机构压力角与基圆半径的关系	66

5.5.2 其他尺寸参数的确定	68
思考题与习题	69
第6章 齿轮机构及其设计	71
6.1 齿轮机构的应用和分类	71
6.1.1 平面齿轮机构	71
6.1.2 空间齿轮机构	72
6.2 齿廓啮合基本定律	73
6.2.1 齿廓啮合基本定律	73
6.2.2 节圆	74
6.2.3 齿廓曲线选择	74
6.3 渐开线及其特性	75
6.3.1 渐开线的形成	75
6.3.2 渐开线的特性	75
6.3.3 渐开线方程式	76
6.3.4 渐开线齿廓啮合特性	78
6.4 渐开线直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸	79
6.4.1 外齿轮	79
6.4.2 齿条	82
6.4.3 内齿轮	82
6.5 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	83
6.5.1 一对渐开线齿轮正确啮合的条件	83
6.5.2 齿轮传动中心距及啮合角	84
6.6 渐开线直齿圆柱齿轮的重合度	87
6.6.1 渐开线直齿轮传动的啮合过程	87
6.6.2 渐开线齿轮连续传动的条件	88
6.6.3 重合度的计算	88
6.7 渐开线齿廓的切削加工、根切现象和最少齿数	90
6.7.1 齿轮加工的基本原理	90
6.7.2 用标准齿条型刀具加工标准齿轮	93
6.7.3 渐开线齿廓的根切现象	94
6.7.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的最少齿数	95
6.8 变位齿轮	96
6.8.1 齿轮变位问题的提出	96
6.8.2 齿轮的变位	96
6.8.3 不根切的最小变位系数	98
6.8.4 变位齿轮的几何尺寸	99
6.8.5 变位齿轮传动	99
6.9 斜齿圆柱齿轮机构	103

6.9.1 斜齿圆柱齿轮齿面的形成	103
6.9.2 标准斜齿圆柱齿轮传动的几何尺寸计算	104
6.9.3 斜齿圆柱齿轮的当量齿数	106
6.9.4 斜齿圆柱齿轮机构的啮合传动	107
6.10 圆锥齿轮机构	109
6.10.1 圆锥齿轮特点和类型	109
6.10.2 直齿圆锥齿轮齿廓的形成	110
6.10.3 直齿圆锥齿轮传动的基本参数和几何尺寸计算	112
6.10.4 直齿圆锥齿轮的啮合传动	114
6.11 蜗杆蜗轮机构	114
6.11.1 普通圆柱蜗杆和蜗轮的形成及其啮合传动	115
6.11.2 圆柱蜗杆蜗轮机构的设计计算	116
思考题与习题	119
第7章 轮系及其设计	122
7.1 轮系的分类	122
7.1.1 定轴轮系	122
7.1.2 周转轮系	122
7.1.3 复合轮系	124
7.2 定轴轮系的传动比	124
7.2.1 平面定轴轮系的传动比计算	125
7.2.2 空间定轴轮系的传动比计算	126
7.3 周转轮系的传动比	127
7.3.1 周转轮系传动比的计算	127
7.3.2 应用举例	129
7.3.3 周转轮系传动比计算小结	132
7.4 复合轮系的传动比	132
7.4.1 复合轮系的传动比	132
7.4.2 应用举例	133
7.5 轮系的功用	134
7.5.1 实现变速和换向传动	135
7.5.2 传递相距较远的两轴之间的转动	135
7.5.3 获得大的传动比	135
7.5.4 用作运动的合成及分解	136
7.5.5 实现结构紧凑的大功率传动	137
7.6 行星轮系的若干基本知识	138
7.6.1 行星轮系的效率	138
7.6.2 行星轮系中各轮数的确定	140
7.7 几种特殊的行星传动简介	142

7.7.1 渐开线少齿差行星传动	142
7.7.2 摆线针轮行星传动	143
7.7.3 谐波齿轮传动	144
思考题与习题	144
第8章 其他常用机构	149
8.1 棘轮机构	149
8.1.1 棘轮机构的特点及工作原理	149
8.1.2 棘轮机构的类型及应用	149
8.1.3 棘轮机构的设计要点	152
8.2 槽轮机构	152
8.2.1 槽轮机构的特点及工作原理	152
8.2.2 槽轮机构的类型及应用	153
8.2.3 槽轮机构的运动系数及运动特性	154
8.2.4 槽轮机构的几何尺寸计算	156
8.3 凸轮式间歇运动机构	157
8.3.1 凸轮式间歇运动机构的组成和工作原理	157
8.3.2 凸轮式间歇运动机构的特点及应用	157
8.3.3 凸轮式间歇运动机构的类型设计要点	157
8.4 不完全齿轮机构	158
8.4.1 不完全齿轮机构的工作原理及特点	158
8.4.2 不完全齿轮机构的类型及应用	159
8.4.3 不完全齿轮机构的设计要点	160
8.5 万向铰链机构	161
8.5.1 单万向铰链机构	161
8.5.2 双万向铰链机构	162
思考题与习题	162
第9章 平面机构的力分析	164
9.1 平面机构力分析的目的和方法	164
9.1.1 作用在机械上的力	164
9.1.2 机构力分析的目的和方法	164
9.2 平面机构的静力分析	165
9.2.1 杆组的静定条件	165
9.2.2 平面机构的静力分析	166
9.3 构件惯性力的确定	167
9.3.1 做平面复合运动的构件	167
9.3.2 做直线移动的构件	168
9.3.3 绕通过质心的轴转动的构件	168

9.3.4 绕不通过质心的轴转动的构件	168
9.4 平面机构的动态静力分析	170
思考题与习题	172
第10章 机械中的摩擦和机械效率	174
10.1 运动副中的摩擦	174
10.1.1 移动副中的摩擦	174
10.1.2 斜面摩擦与螺旋副中的摩擦	176
10.1.3 转动副中的摩擦力	177
10.1.4 平面高副中摩擦力的确定	179
10.2 考虑摩擦时机构的受力分析	180
10.3 机械的效率	181
10.3.1 机械效率的定义	181
10.3.2 机械效率的确定	181
10.4 机械的自锁	184
10.4.1 机械自锁的概念、意义和条件	184
10.4.2 机械自锁条件的确定	185
思考题与习题	187
第11章 平面机械的平衡	191
11.1 概述	191
11.1.1 回转件的平衡	191
11.1.2 机械在机架上的平衡	191
11.2 刚性回转件的平衡	192
11.2.1 回转件的静平衡计算	192
11.2.2 回转件的动平衡计算	193
11.3 刚性回转件的平衡实验	195
11.3.1 静平衡实验	195
11.3.2 动平衡实验	196
11.3.3 回转件的许用不平衡量	196
思考题与习题	198
第12章 机械的运转及其速度波动的调节	200
12.1 概述	200
12.1.1 机械运转的三个阶段	200
12.1.2 作用在机械上的驱动力和生产阻力	201
12.2 机械的运动方程	201
12.2.1 机械运动方程的一般表达式	201
12.2.2 机械系统的等效动力学模型	203

12.2.3 运动方程式的推导	205
12.3 机械速度波动的调节方法	206
12.3.1 周期性速度波动	206
12.3.2 非周期性速度波动	207
12.4 机械运转的平均速度和不均匀系数	207
12.5 飞轮设计的近似方法	208
12.5.1 飞轮调速的基本原理	208
12.5.2 飞轮转动惯量的近似计算	208
12.5.3 飞轮尺寸的确定	209
思考题与习题	210
参考文献	211

第1章 绪 论

1.1 机械原理的研究对象

本课程名为“机械原理”，不言而喻，其研究的对象就是机械，而研究的内容则是有关机械的基本理论问题。机械是机器与机构的总称，为了了解机械首先就必须了解什么是机器和机构。

1.1.1 机器

在日常生活和生产实践中，我们接触过许多机器，从家庭使用的缝纫机、洗衣机，到工业部门使用的各种专门机床，从汽车、拖拉机、起重机，到工业机器人、机械手等。不同的机器具有不同的形式、构造和用途。对于一般的机器，我们基本都有一定的感性认识，但一部机器究竟是怎么组成的呢？它有哪些特征呢？下面通过一个具体实例来说明这些问题。

图 1-1 所示为一台内燃机，它包含着由气缸 11、活塞 10、连杆 3 和曲轴 4 所组成的连杆机构和由小齿轮 1 和大齿轮 18 所组成的齿轮机构以及由凸轮 7 和阀门推杆 8 (9) 所组成的凸轮机构等。内燃机可以将燃气燃烧时产生的热能转化为机械能，其工作原理如下：燃气由进气管通过进气阀 17 被下行的活塞 10 吸入到气缸 11 中，然后将进气阀 17 关闭，活塞 10 上行压缩燃气，点火使燃气在气缸中燃烧、膨胀产生压力推动活塞 10 下行，再通过连杆 3 带动曲轴 4，使其回转运动向外输出机械能。图 1-1 中凸轮 7 和推杆 8 用来开启、关闭进气阀和排气阀；齿轮 1 和齿轮 18 用来保证进气阀、排气阀和活塞之间按一定规律运动；连杆机构将活塞的往复移动转换为曲轴的回转运动。以上各部分协同配合运动，就能将燃气燃烧时产生的热能转化为曲轴转动的机械能。

虽然机器的种类很多，在我们的生活中普遍存在、发挥着各不相同的作用，并且它们的具体构造也各不相同，但是所有的机器都具有三个共同的基本特征：

- (1) 机器都是一种人为的实物组合体。
- (2) 组成机器的各部分之间都具有确定的相对运动。
- (3) 机器均能用来转换能量、完成有用功或处理信息。

1.1.2 机构

机构是实现传递机械运动和动力或改变机械运动形式的构件组合体，例如我们在工程上或生活中常见的齿轮机构、连杆机构、凸轮机构、螺旋机构、带传动和链传动机构等。

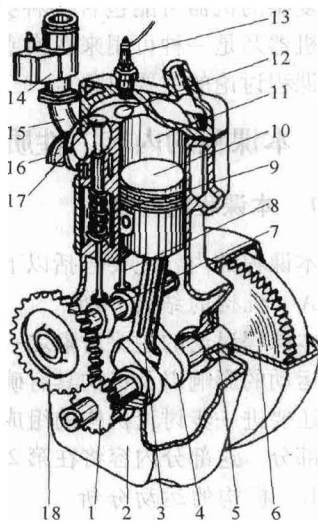


图 1-1 内燃机结构图

一部机器由若干个机构组合而成,它们共同联合工作而实现机器预定的工作要求,如图1-1所示的内燃机。通过对该机器的分析,我们可以发现它主要由三种机构组成:(1)由机架、曲轴、连杆和活塞组成的曲柄滑块机构,它将活塞的往复运动转化为曲轴的连续转动;(2)由机架、凸轮和推杆构成的凸轮机构,它将凸轮的连续转动转变为推杆的往复运动;(3)由机架、齿轮构成的齿轮机构,其作用是改变转速的大小和方向。

机器的种类繁多,其构造、性能和用途各不相同。但从机器的组成分析可知,它们都是由一些典型的机构和零件所组成的。最常用的机构有连杆机构、齿轮机构、凸轮机构、间歇运动机构等,这些机构也就是本课程的主要讨论对象。

尽管机构也有许多不同种类,其用途也各有不同,但它们都有与机器前两个基本特征相同的特征。由上述分析可知,机构是机器的重要组成部分,用以实现机器的动作要求。一部机器可由一个机构或若干个机构所组成。

机器与机构的根本区别在于,机构的主要职能是传递运动和动力,而机器的主要职能除传递运动和动力外,还能转换机械能或完成有用的机械功。

从对其他不同机器的分析中同样可以看到,各种机器的主要组成部分都是各种机构。一部比较复杂的机器可能包含多种类型的机构,而简单的机器也可能只包含一种机构。所以可以说,机器乃是一种可用来变换或传递能量及传送物料与信息的机构或机构的组合。这些机构都是本课程讨论的主要对象。

1.2 本课程的内容、性质和任务

1.2.1 本课程的内容

本课程的内容主要包括以下几个方面:

A 机构的结构分析

本课程讨论的主要对象之一就是机构。因此,我们将要介绍机构的组成、机构的组成情况对其运动的影响以及机构具有确定运动的条件等。这些内容都是有关机构结构分析的。另外,我们还要进一步讨论机构的组成原理和机构运动简图的绘制问题。这些内容是机构结构分析的重要部分。这部分内容将在第2章中介绍。

B 机构的运动分析

对机构进行运动分析、了解机构的运动情况是设计新机械的必需步骤,也是合理有效地使用现有机件的必要依据。对机构进行运动分析,也将为研究机构的受力情况和动力学问题提供基础。这部分内容将在第3章中介绍。

C 机器动力学

机器动力学研究的内容主要是两类基本问题:一类是分析机器在运转过程中各构件的受力情况以及这些力的做功情况;另一类是研究机器在已知外力作用下机械的运转和调速问题以及惯性力的平衡问题。这部分内容将在第9~12章中介绍。

D 常用机构的分析与设计

研究常用机构(如齿轮机构、连杆机构、凸轮机构和间歇运动机构等)的类型、工作原理及工作特性,分析机构设计的基本原理和方法。这部分内容将在第4~8章中具体介绍。

上述内容又可以概括为两大方面:一是研究各种机构和机器所具有的一般共性问题,如机构的组成理论、机构运动学及机器动力学等;二是研究各种机器中常用的一些机构的运动和动力性能以及它们设计的基本原理和方法问题。

1.2.2 本课程的性质

机械原理是研究机械工业基础理论的一门学科,也是高等工业学校本科机械类专业教学计划中所设置的一门主干技术基础课程。本课程主要研究各种机械的一般共性问题,即研究机构的组成原理、机构运动学及机器动力学等;研究各种机器中常用机构的运动及动力性能分析与设计方法以及机械传动系统方案设计的问题。

1.2.3 本课程的任务

本课程的任务是使学生通过对本课程的学习,掌握机构学和机器动力学的基本理论、基本知识和基本技能,学会各种常用基本机构的分析和综合方法,并初步具备按照机械的使用要求拟定机械的运动方案以及进行机构分析和设计的能力。

1.3 机械原理学科的发展简介

随着科学技术的发展,机械新概念、新理论、新方法、新工艺不断涌现,机械正朝着高速、重载、高精度、高效率、低噪声的方向发展,人们对机械提出的要求也越来越苛刻。有的机械需用于宇宙空间,有的机械需用于深海作业;有的小到能沿人体血管爬行,有的又是庞然大物;有的速度数倍于声速,有的又要作亚微米级甚至纳米级的微位移,如此等等。这些都极大地促进了处于机械工业发展前沿的机械原理学科的发展。新的研究课题与日俱增,新的研究方法日新月异。

在机构结构理论方面,主要是机构的类型综合和机构自由度等研究的进步;在新机构研发方面,为适应生产发展的需要,在自控机构、机器人机构、仿生机构、柔性机构和机、电、光、声、液、气、热的综合机构等的研制上有很大进展。在连杆机构方面,重视了对空间连杆机构、多杆多自由度机构、连杆机构的弹性动力学和连杆机构的动力平衡的研究;在齿轮机构方面,发展了齿轮啮合原理,提出了许多性能优异的新型齿廓曲线和新型传动,加快了对高速齿轮、精密齿轮、微型齿轮的研制;在凸轮机构方面,十分重视对高速凸轮机构的研究,为了获得动力性能好的凸轮机构,在凸轮机构推杆运动规律的开发、选择和组合上做了很多工作。此外,为了适应现代机械高速度、快节奏、优性能的需要,还发展了高速高精度分度机构、具有优良综合性能的组合机构以及各种机构变异和组合等。在机械的分析与综合方面,一方面由只考虑其运动性能过渡到同时考虑其动力性能;考虑到机械在运转时,构件的振动和弹性变形、运动副中的间隙和构件的误差对机械运动及动力性能的影响以及如何对构件和机械进一步做好动力平衡的问题等等。另一方面日益广泛地应用了计算机,发展并推广了计算机辅助设计、优化设计、考虑误差的概率设计,提出了多种便于对机械进行分析和综合的数学工具,编制了许多大型通用或专用的计算程序。此外,随着现代科学技术的发展,测试手段的日臻完善,也加强了对机械的实验研究。

总之,作为机械原理学科,其研究领域十分广阔,内涵非常丰富。机械的应用领域不断扩大,机械学科与电子工程、计算机科学、控制工程、材料科学、生物医学相互渗透,诞生了若干新学科,如机械电子学、仿生机械学、机器人机械学、机械 CAD 等。但是,作为一门技术专业基础课程,根据教学要求,本书只讨论有关机械的一些最基本的原理及最常用的机构分析和综合的方法。这些内容也都是进一步研究机械原理课题所必需的知识基础。

第2章 平面机构的结构分析

本章主要研究机构组成的一般规律和结构特点。这对分析现有机械以及设计新机械都具有十分重要的指导意义。

2.1 运动副、运动链和机构

2.1.1 平面运动副

2.1.1.1 运动副的概念

当由构件组成机构时，需要以一定的方式把各个构件彼此连接起来，而且每个构件至少必须与另一个构件相连接。不过，这种连接显然不能是刚性的，而应保证彼此连接的两构件之间仍能产生某些相对运动。我们把这种由两个构件直接接触并允许两构件有相对运动的连接称为运动副，而把两构件上能够参加接触而构成运动副的表面称为运动副元素。例如轴1与轴承2的配合（图2-1）、滑块1与导轨2的接触（图2-2）、两齿轮轮齿的啮合（图2-3）等等就构成了运动副。

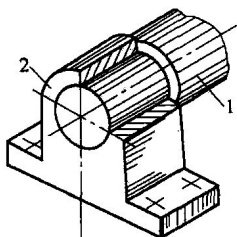


图 2-1 转动副

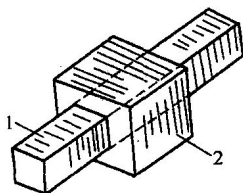


图 2-2 移动副

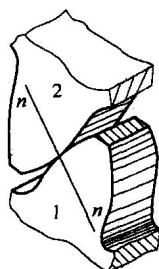


图 2-3 齿轮副

2.1.1.2 运动副的分类

可根据构成运动副的两构件的接触情况进行分类。凡两构件通过点或线的接触而构成的运动副称为高副（如图2-3所示），而两构件通过面接触而构成的运动副称为低副（如图2-1和图2-2所示）。运动副还常根据构成运动副的两构件之间的相对运动的不同来分类。如把两构件之间的相对运动为转动的运动副称为转动副或回转副，也称铰链；相对运动为移动的运动副称为移动副；相对运动为螺旋运动的运动副称为螺旋副（如图2-4所示）；相对运动为球面运动的运动副称为球面副（如图2-5所示）等等。此外，还可把构成运动副的两构件之间的相对

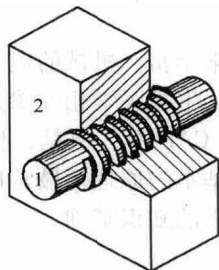


图 2-4 螺旋副

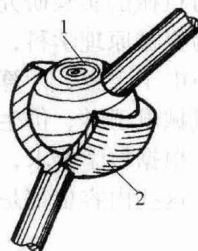
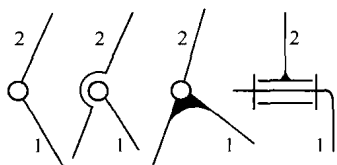
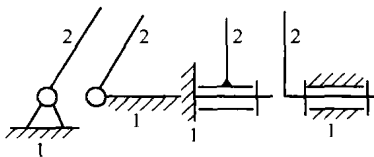
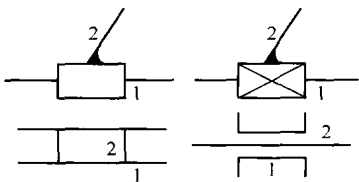
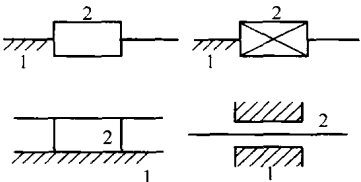
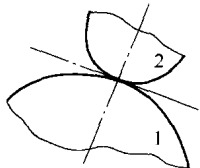
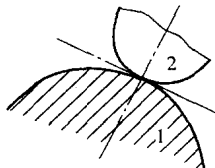
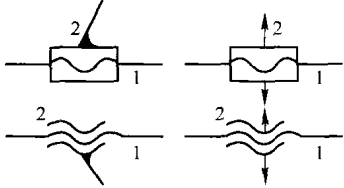
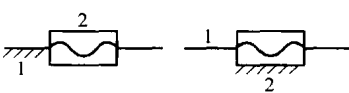
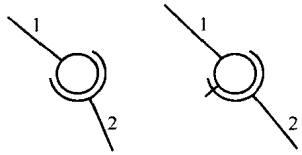
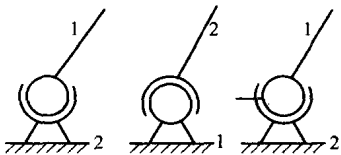


图 2-5 球面副

运动为平面运动的运动副统称为平面运动副，两构件之间的相对运动为空间运动的运动副统称为空间运动副。

为了便于绘制运动简图，运动副常需用简单的符号来表示（已制定有国家标准）。表 2-1 所示即为常用运动副的代表符号（图中画剖线的构件代表固定件）。

表 2-1 常用运动副的符号

运动副名称		运动副符号	
		两运动构件构成的运动副	两构件之一为固定时的运动副
平面运动副	转动副		
	移动副		
	平面高副		
空间运动副	螺旋副		
	球面副及球销副		

2.1.2 运动链和机构

2.1.2.1 运动链

若干个构件用运动副连接所构成的系统称为运动链。如运动链的各构件构成了首末封闭的

系统,如图 2-6 (a)、(b) 所示,则称其为闭式运动链,或简称闭链。如运动链的构件未构成首末封闭的系统,如图 2-6 (c)、(d) 所示,则称其为开式运动链,或简称开链。在各种机械中一般采用闭链,开链多用于机械手等机械中。

此外,根据运动链中各构件间的相对运动为平面运动还是空间运动,也可以把运动链分为平面运动链和空间运动链两类,分别如图 2-6 和图 2-7 所示。

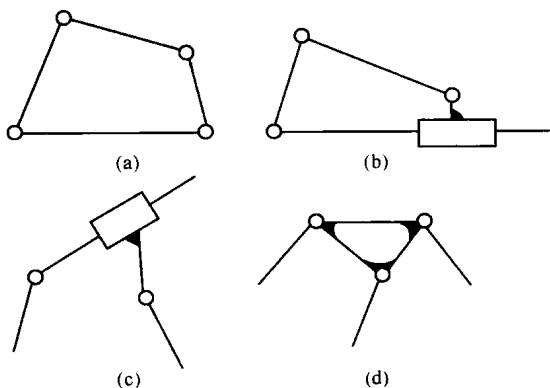


图 2-6 平面运动链

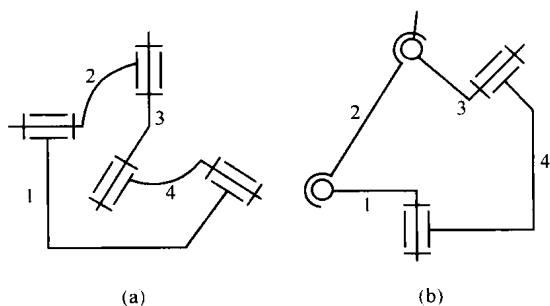


图 2-7 空间运动链

2.1.2.2 机构

在运动链中,如果将某一构件加以固定而成为机架,则这种运动链便成为机构。机构中的其余构件均相对于机架而运动。一般情况下,如果机械安装在地面上,那么机架相对于地面是固定不动的;如果机械安装在运动的物体(如车、船、飞机等)上,那么机架是相对固定,而相对于地面则可能是运动的。机构中按给定的已知运动规律独立运动的构件称为原动件,而其余活动的构件则称为从动件。从动件的运动规律决定于原动件的运动规律和机构的结构。

根据组成机构的各构件之间的相对运动为平面运动还是空间运动,也可把机构分为平面机构和空间机构两类,其中平面机构的运用特别广泛。

2.2 平面机构的运动简图

2.2.1 机构运动简图的概念

不考虑构件和运动副的实际结构,只考虑与运动有关的构件尺寸、运动副种类及数目,用规定的线条(表 2-2)和符号(表 2-3),按一定的比例尺所画出的机构所在位置的简单的图形,称为机构运动简图。机构运动简图能反映机构中各构件间真实的相对运动关系,因此,借助它可以用图解的方法来分析各构件的运动。如果只要求定性地表示各构件间的相互关系,则可以不按比例绘制这种机构简图,所绘制的图形称为机构示意图。

2.2.2 平面机构运动简图的绘制

平面机构的运动简图可按下述步骤绘制:

- (1) 观察有多少个构件是运动的,找出机架和原动件。
- (2) 从原动件开始依次观察每个构件上有多少个运动副,这些运动副都是什么性质的。