





# 精密机械设计

惠 梅 赵跃进 © 编著

PRECISION MACHINERY DESIGN



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 精密机械设计

惠 梅 赵跃进 编著



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书涵盖精密机械设计方面的主要设计理论,对仪器仪表中常用机构和零件的工作原理、结构分析、设计方法和材料选择,以及机构的设计基础知识进行了系统的阐述。考虑到测控技术与仪器专业不同的人才培养特色和机械类课程总学时普遍减少的情况,编著者根据多年的教学经验,对知识点进行了精心编排和必要的精简取舍,突出精密机械的特色,期望在学时少的条件下,帮助学生掌握相对系统实用的精密机械设计知识,使学生掌握与测控技术与仪器领域相关的精密机械设计方法,并能用于解决测控技术与仪器工程研制方面的复杂过程问题,以及具备运用工程基础知识和测控技术与仪器领域基本理论知识解决问题的能力。

本书是高等学校测控技术与仪器、光电、自动化仪表等专业的本科生教材,亦可作为其他机电结合专业学习的教材。本书既可作为教材,也可作为相关专业师生和工程技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

精密机械设计 / 惠梅, 赵跃进编著. —北京: 北京理工大学出版社, 2018.5

ISBN 978-7-5682-5650-6

I. ①精… II. ①惠… ②赵… III. ①机械设计-高等学校-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 089397 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 12.25

字 数 / 305 千字

版 次 / 2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 29.00 元

责任编辑 / 杜春英

文案编辑 / 党选丽

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

精密机械是现代仪器仪表的主体，在科学技术发展过程中起着重要的作用，可实现对各种信息的采集、传输、转换、处理、存储、显示控制。精密机械设计是决定机械制造工艺、质量与性能的最重要因素之一。现代精密机械已经被广泛地应用于国民经济、国防等与人类生存、发展和进步密切相关的各个领域，在当今信息时代的工业、农业、国防和科学技术现代化建设的各行各业中，精密机械促进了光电、传感、微电子、通信和计算机应用技术的发展，通过和这些技术的结合，加速了精密机械自身的发展，形成了一些新的研究领域和技术，并且其技术水平从一个侧面代表了国家科技发展的水平。

为了满足现代科学技术的发展和进步，对仪器仪表的精度和性能要求也越来越高，同时对精密机械设计也提出了新的要求，精密机械在未来的高精尖仪器仪表设计中将会扮演越来越重要的角色。精密机械设计作为一项系统性很强的综合性技术，已引起国家的高度重视，并被纳入“中国制造2025”计划。

随着仪器科学与技术不断发展，对课程知识体系和人才知识结构都提出了新的要求。精密机械设计已作为仪器仪表类专业重要的专业基础课程。对于现代精密仪器总体设计来说，在掌握好光学、电子和计算机等先进技术的同时，掌握好精密机械设计的基本原理和方法是不可或缺的，只有这样才能设计出先进的、多功能的和智能化的光机电一体化新型仪器设备，让所学知识和技术有的放矢，才能满足国家经济建设和国防建设的需要。为了更好地适应仪器科学与技术类专业的教学要求，我们编写了这本教材，供各院校精密机械设计类课程使用。

作为仪器仪表专业基础课的教材，本书对原“精密机械设计基础”的内容进行了调整和补充，对知识点进行了精心编排，突出了精密机械设计的特色，形成了以机械学基础、齿轮传动、轴和轴系为主的体系。齿轮传动是对齿轮机构的扩展延伸，轴和轴系涉及主轴和支承，是机械设计中最为重要的运动——回转运动的关键部件。全书内容以编著者长期从事精密机械设计课程教学和精密仪器研制的经验为基础，对现代精密机械设计领域的基础设计理论、工程实用知识和最新研究成果进行了较全面的总结。以基本的机构学原理为起点，将精密机械及仪器仪表中常用机构和轴系的工作原理、适用范围、结构、设计方法、计算校核方法、工程材料选择和热处理以及零件的几何精度设计的知识点融会贯通。结合后续课程设计和毕业设计，引导学生通过查阅参考书、设计手册拓宽所学的基础知识，以培养和提高学生运用精密机械设计基础知识和参考文献资料解决工程实际问题的能力。

本书研究机械中机构的结构、运动和受力等共性问题，重点研究精密机械的基本理论、设计方法和设计手段。主要阐述了精密机械及仪器仪表中常用机构及通用零部件的组成、功能原理、结构特点、适用范围、设计计算方法、工程材料选择、热处理以及精度分析等基础知识。

本书既有优选的基础理论体系，又特别重视工程实际。全书将精密机械作为一个各个部件之间相互协作的集成系统，重点放在精密机械设计的机械原理、结构设计及其系统集成；在设计中，强调设计将如何影响整个系统的准确度、重复性和可靠性；提供了一些实际的工程设计案例。在内容编排上突出重点，相关的知识尽可能独立成章，既可以保持知识点的系统化，又方便教师按需取舍，适合不同专业背景的教学要求。

全书分六章，其中第一章、第二章、第四~第六章由惠梅编写，第三章由赵跃进编写。全书主要对常用平面机构、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构及齿轮传动、轴和轴系的类型、原理、功能、运动关系和设计方法进行了分析和介绍。

本书涉及的基础知识有：高等数学、工程力学、机械制图、计算机基础。

本书可作为高等学校测控技术与仪器专业、光电专业、自动化仪表以及其他机电结合专业的本科生学习精密机械设计课程的教材。同时也可供从事精密机械设计相关专业的师生和工程技术人员进行学习和参考。

编 著 者  
2018年5月

# 目 录

## CONTENTS

<b>第一章 平面机构的组成及运动关系</b> .....	001
<b>第一节 机构的组成</b> .....	001
一、构件.....	001
二、运动副.....	002
三、运动链和机构.....	004
<b>第二节 平面机构的运动简图</b> .....	005
<b>第三节 平面机构的自由度</b> .....	009
一、构件的自由度.....	009
二、运动副的约束.....	010
三、平面运动链自由度.....	010
四、运动链成为机构的条件.....	011
五、平面机构自由度计算中的特殊问题.....	011
<b>第四节 平面机构的速度瞬心</b> .....	016
<b>第五节 平面机构的高副低代和组成原理</b> .....	017
一、平面机构的高副低代.....	017
二、平面机构的组成原理.....	019
三、平面机构的组成分析.....	021
<b>第二章 平面连杆机构</b> .....	023
<b>第一节 平面四杆机构的类型</b> .....	023
一、平面四杆机构的基本形式.....	023
二、平面四杆机构的演化形式.....	026
<b>第二节 平面四杆机构的基本特性</b> .....	031
一、曲柄存在的条件.....	032
二、急回运动.....	034
三、压力角和传动角.....	035
四、死点位置.....	036
<b>第三节 平面四杆机构的设计</b> .....	037
一、图解法.....	039
二、解析法.....	043

<b>第三章 凸轮机构</b> .....	045
第一节 凸轮机构的类型 .....	045
一、按凸轮的几何形状分类 .....	045
二、按从动件的几何形状分类 .....	047
三、按从动件的运动形式分类 .....	047
四、按凸轮与从动件维持高副接触的方式分类 .....	047
第二节 凸轮参数与运动线图 .....	049
第三节 从动件的常用运动规律 .....	050
一、多项式类运动规律 .....	051
二、三角函数类运动规律 .....	054
三、从动件运动规律的选择 .....	056
第四节 凸轮轮廓设计 .....	056
一、凸轮轮廓曲线设计的反转法原理 .....	057
二、图解法设计凸轮轮廓曲线 .....	057
三、解析法设计凸轮轮廓曲线 .....	062
第五节 凸轮机构基本尺寸的确定 .....	064
一、凸轮机构的压力角 .....	064
二、压力角与基圆半径 .....	065
三、偏置方向与压力角 .....	066
四、基圆半径的确定 .....	066
五、滚子半径的选择 .....	067
<b>第四章 齿轮机构</b> .....	069
第一节 齿轮机构的类型 .....	069
一、按齿轮两轴的相对位置分类 .....	069
二、按齿轮外形分类 .....	069
三、按轮齿齿廓形状分类 .....	070
四、常用的齿轮机构特点 .....	070
第二节 齿廓啮合基本定律 .....	071
一、齿廓的啮合特性 .....	071
二、渐开线齿廓 .....	072
第三节 渐开线直齿圆柱齿轮各部分的名称及参数 .....	074
一、渐开线齿轮的基本参数 .....	075
二、渐开线标准齿轮的基本尺寸 .....	077
第四节 渐开线标准齿轮的啮合 .....	078
一、齿轮的啮合过程 .....	079
二、啮合线与啮合角 .....	080
三、中心距 .....	080
第五节 渐开线标准齿轮的正确啮合条件和连续传动条件 .....	082
一、正确啮合条件 .....	082

二、连续传动条件·····	083
第六节 渐开线齿轮的加工·····	084
一、成形法·····	084
二、范成法·····	085
第七节 渐开线标准齿轮的根切与变位·····	086
一、齿轮的根切·····	086
二、齿轮的变位·····	088
第八节 齿轮的结构形式·····	089
一、齿轮的结构·····	089
二、齿轮的平面图·····	091
第九节 其他形式的齿轮机构·····	091
一、齿条和齿轮·····	091
二、内齿轮·····	092
三、斜齿圆柱齿轮·····	092
四、蜗轮蜗杆·····	096
五、直齿圆锥齿轮·····	099
<b>第五章 齿轮传动</b> ·····	<b>102</b>
一、齿轮传动的基本要求及优缺点·····	102
二、齿轮传动的传动比·····	102
三、齿轮传动的种类·····	102
第一节 齿轮传动的主要类型·····	103
一、直齿圆柱齿轮传动·····	103
二、齿轮齿条啮合传动·····	104
三、内啮合齿轮传动·····	104
四、斜齿圆柱齿轮传动·····	105
五、蜗轮蜗杆传动·····	105
六、直齿锥齿轮传动·····	106
第二节 常用材料及热处理·····	106
一、对齿轮材料的基本要求·····	106
二、常用的齿轮材料·····	106
三、常用的热处理方法·····	106
四、齿轮材料的选择原则·····	107
第三节 齿轮传动受力分析·····	108
一、直齿圆柱齿轮传动受力分析·····	108
二、斜齿圆柱齿轮传动受力分析·····	109
三、直齿锥齿轮传动受力分析·····	110
四、蜗轮蜗杆传动受力分析·····	111
五、齿轮传动的受力分析小结·····	112
六、典型例题分析·····	112



第四节	齿轮强度校核	113
一、	齿轮传动的失效形式	114
二、	齿轮强度设计的计算准则	115
三、	齿轮强度校核	116
第五节	多级齿轮传动	119
一、	多级齿轮传动的用途	119
二、	轮系的分类	120
三、	定轴轮系传动比的计算	121
四、	周转轮系传动比的计算	122
五、	复合轮系传动比的计算	123
第六节	传动比的选择和分配	124
一、	单级齿轮传动的传动比	125
二、	多级齿轮传动传动比的选择、排列和分配	125
第七节	齿轮传动链的设计	129
一、	齿轮传动形式的选择	129
二、	传动比的分配	130
三、	齿数、模数的确定	131
四、	齿轮传动链的结构设计	131
第八节	齿轮传动误差分析	135
一、	齿轮的误差	135
二、	齿轮的空回误差	135
三、	减小空回的结构和措施	138
第九节	谐波齿轮传动简介	139
一、	谐波齿轮的工作原理及齿形	139
二、	谐波齿轮的传动比计算	140
<b>第六章</b>	<b>轴和轴系</b>	<b>141</b>
第一节	轴的设计	141
一、	轴的类型	141
二、	轴的材料和热处理	142
第二节	轴的承载能力计算	144
一、	强度计算	144
二、	刚度计算	147
第三节	轴的结构设计	150
一、	轴的各部分名称及其功能	150
二、	轴上零件的轴向固定	151
三、	轴上零件的周向固定	153
四、	减小轴的应力集中	154
五、	轴的结构工艺性	154
六、	轴的设计步骤	155

第四节 支承与轴系	156
一、轴系的组成及功能	156
二、轴系的固定	157
三、轴系轴向位置的调整	158
第五节 滑动轴承	158
一、径向滑动轴承	159
二、轴瓦的形式和结构	160
三、止推滑动轴承	161
四、滑动轴承的润滑	161
五、轴颈强度校核	163
第六节 滚动轴承	165
一、常用的几种滚动轴承的基本类型	165
二、滚动轴承的固定	167
三、滚动轴承的公差配合	168
四、滚动轴承的润滑和密封	168
第七节 精密轴系	168
一、圆柱轴系	169
二、圆锥轴系	171
三、半运动学式轴系	173
四、平面轴系	174
第八节 联轴器及离合器	175
一、联轴器的特性	175
二、联轴器的种类	176
三、常用的联轴器	176
四、联轴器的选择	182
五、离合器的分类	183
六、常用的离合器	183
七、离合器的选用	185

# 第一章

## 平面机构的组成及运动关系

机械系统是由若干机构按照一定的功能要求组合而成的。例如，照相机包括变焦凸轮机构、输片齿轮机构、快门机构等。机构是实现机械系统的运动基础，没有机构就形成不了机械系统的各种功能。

机构的主体部分是由许多运动构件组成的，用于导引构件上的点按预先给定的轨迹运动，精确或近似地实现输出构件相对于输入构件的某种函数关系，以传递或变换运动，也可以传递力和能量。

根据机构中各构件之间的相对运动形式，机构可分为平面机构和空间机构两大类。若组成机构的所有构件都在同一平面或相互平行的平面内运动，则称该机构为平面机构。若机构中至少有一个构件不在相互平行的平面内运动或至少有一个构件能在三维空间中运动，则称该机构为空间机构。平面机构是在平面内实现平移、旋转等运动的一种最通用的机构，得到了较广泛的应用。

设计机构时，首先要进行机构的组成及运动关系分析，其次看它是否能运动。如果能够运动，还要判断在什么条件下才能实现确定的构件间的相对运动。研究机构组成的目的之一，在于了解和掌握机构实现某种相对运动的可能及条件。研究运动关系的目的之一，在于了解和掌握机构的运动规律及各构件之间运动传递与转化的规律。

### 第一节 机构的组成

机构是多种实物的人为组合，各实物间具有确定的相对运动规律，其组成要素有构件和运动副。

#### 一、构件

构件是组成机构的基本单元，具有独立的运动特性，称作独立的运动单元。机械零件是独立的制造单元。构件可以是一个零件，也可以是由若干个零件刚性连接在一起的一个整体。

例如，一个齿轮是一个单独制造的机械零件，可以抽象为一个具有独立旋转运动的构件，而图 1-1 所示的内燃机连杆机构则由多个机械零件组成。图 1-1 (a) 所示的连杆由刚性的连杆体 1、连杆盖 2、轴瓦 3、螺栓 4、螺母 5 和轴瓦 6 等机械零件组成，这些零件间没有相对的运动，它们作为一个刚性的整体做独立的运动。在机构分析设计时，它可以抽象为一个刚性的具有独立运动的“杆”，见图 1-1 (b)。

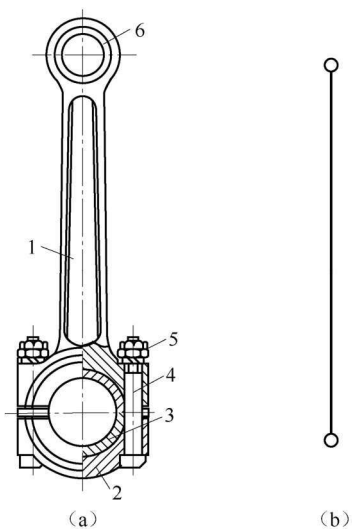


图 1-1 连杆构件

(a) 连杆机构; (b) 杆

1—连杆体; 2—连杆盖; 3, 6—轴瓦;  
4—螺栓; 5—螺母

依其在机构中的功能，构件分为原动件、从动件和机架。机构中按照给定的运动规律做独立运动的构件称为原动件（运动规律已知的构件）。除原动件以外的其余所有活动构件称为从动件，其运动规律取决于原动件的运动规律、机构结构和构件尺寸（运动规律由原动件主导的构件）。机架为固定不动的构件，相对于地面固定，一般用作描述运动的参考系，如机床床身、车辆底盘、飞机机身（作为参考系的构件）。

多数情况下，原动件也是驱动力所作用的构件，又称主动件或输入件，是输入运动和动力的构件。从动件又称为被动件或输出件，是直接完成机构运动要求，跟随原动件运动的构件。机架是机构中相对静止，支承各运动构件运动的构件。

构件在机构中的组成形式为一个或几个原动件、若干个从动件和一个机架。

## 二、运动副

机构中各构件之间的运动传递通过构件间的连接来实现，既要使两个构件保持直接接触，又能产生一定的相对运动。由两个构件直接接触而组成的可动连接称为运动副。例如，轴与轴承、轴承中的滚动体与内外圈的滚道、齿轮啮合中的一对齿廓、滑块与导轨，均保持直接接触，并能产生一定的相对运动，因而都构成了运动副。

运动副是能产生相对运动的两个构件的有机组合，是两个构件直接接触且具有确定相对运动的连接部分。形成运动副的条件是：两个构件、直接接触、有相对运动。三个条件，缺一不可。

组成运动副的两构件之间的接触几何特征，如点、线或面，称为运动副元素。

根据构成运动副的接触特性，通常把运动副分为低副和高副。两构件间面接触的运动副称为低副，而两构件间点、线接触的运动副称为高副。

### (一) 低副

图 1-2 所示的两种运动副都是以面接触而形成的平面低副，其共同特点是两运动件之间的运动副元素为面。不同之处在于一个运动副为相对转动，另一个为相对移动。前者称为低副中的转动副，后者称为低副中的移动副。

图 1-2 (a) 为转动副，构成转动副的两构件只能在一个平面内相对转动。转动副常称为铰链，活动构件与机架组成的转动副称为固定铰链，两个活动构件组成的转动副称为活动铰链。若构件 1 固定，则构件 2 相对构件 1 沿  $x$  轴和  $y$  轴的两个相对移动受到限制，构件 2 只能绕其轴线  $z$  转动。

图 1-2 (b) 为移动副，构成转动副的两构件只能在一个平面内相对移动。若构件 1 固定，则构件 2 只能相对构件 1 沿  $x$  轴方向移动，而构件 2 相对构件 1 沿  $y$  轴的相对移动和绕垂直于  $xOy$  平面的轴的转动受到限制。

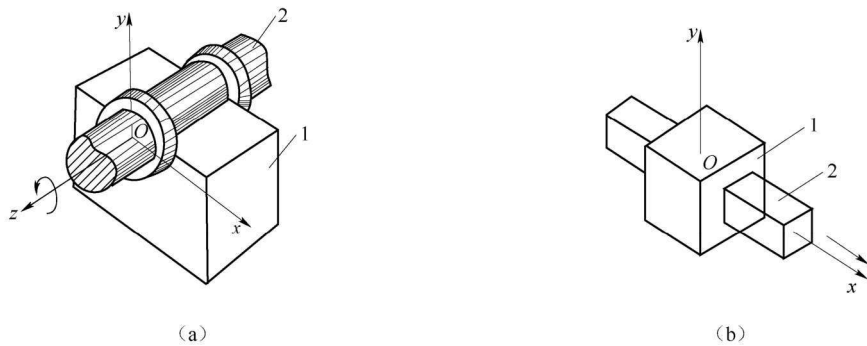


图 1-2 平面低副

(a) 转动副; (b) 移动副

1, 2—构件

转动副和移动副的运动副元素分别是圆柱面和平面, 结构简单, 易于获得较高的制造精度。低副为面接触, 具有压强小、耐磨损和易于实现几何封闭的特点, 但低副中存在间隙, 数目较多的低副会引起运动累积误差, 设计计算比较复杂, 不易精确地实现复杂的运动规律。

## (二) 高副

图 1-3 所示的两种运动副都是以点、线接触而形成的平面高副, 凸轮与推杆、两齿轮之间的运动副元素为点或线。

图 1-3 (a) 为凸轮副, 图 1-3 (b) 为齿轮副。两构件接触时沿公法线  $nn$  的相对移动受到限制, 两构件之间只能沿公切线  $tt$  相对移动, 并且可在平面内相对转动, 是具有一个运动限制和两个相对运动自由度的平面运动副。

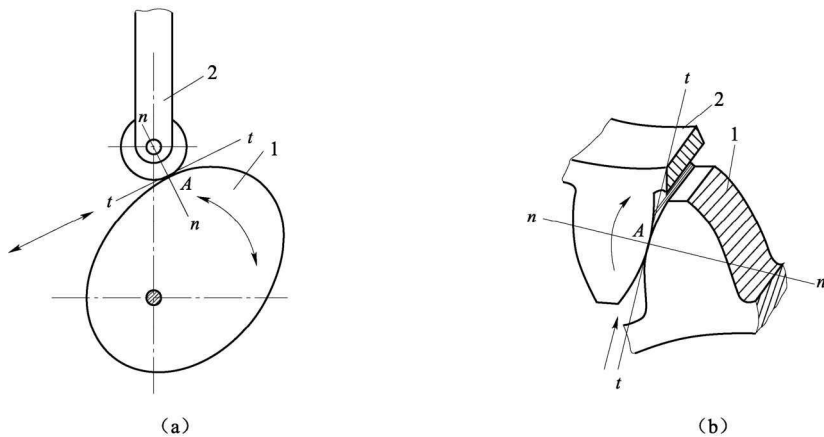


图 1-3 平面高副

(a) 凸轮副;

1—凸轮; 2—推杆

(b) 齿轮副

1, 2—齿轮

平面高副的运动副元素是点和线, 可精确地实现复杂的运动规律, 主要用于精密机械或测试仪器中, 但高副承受载荷时单位面积压力较高, 构件接触处容易磨损, 制造维护较

为困难。

若机构中所有的运动副均为低副，则称为低副机构；若机构中至少有一个运动副是高副，则称为高副机构。

另外，在机械系统中常用图 1-4 所示的空间运动副。图 1-4 (a) 所示的是由球面副构成的万向联轴器，图 1-4 (b) 所示的是由螺旋副构成的螺旋机构。在这些运动副中，两构件间的相对运动都是空间运动，称它们为空间运动副。

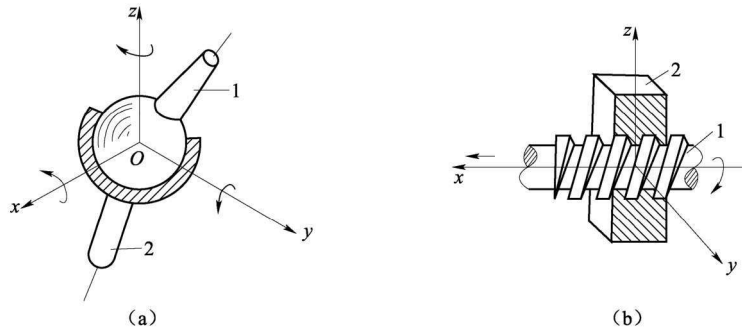


图 1-4 空间运动副

(a) 球面副；

1—球头轴，2—球冠

(b) 螺旋副

1—螺杆，2—螺母

平面运动副和空间运动副的相对运动特性不同，由于常用机构中多用平面运动副，因此，以下将主要讨论平面运动副。

平面机构的组成要素为构件（原动件、从动件、机架）及平面运动副（低副、高副）。

### 三、运动链和机构

两个或两个以上构件通过运动副连接而构成的可动系统称为运动链，如图 1-5 所示。图 1-5 (a) 称为闭式运动链（简称为闭链），运动链中的各构件构成了首末封闭的系统。图 1-5 (b)、(c) 称为开式运动链（简称为开链），运动链中的各构件未构成首末封闭的系统。闭式运动链是指组成运动链的每个构件至少包含两个运动副，组成一个首末封闭的系统。开式运动链的构件中有的构件只包含一个运动副，它们不能组成一个封闭的系统。在各种机械中，一般采用闭式运动链来传递运动和动力，而开式运动链多用在工业机器人、挖掘机等机械中。

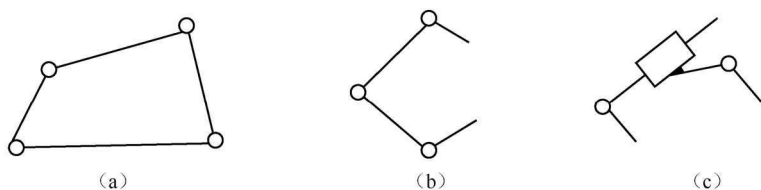


图 1-5 各种运动链

(a) 闭式运动链；(b) 开式运动链 1；(c) 开式运动链 2

一个构件为机架，且构件间有着确定相对运动的构件系统称为机构。机构要实现预期的运动传递和变换，必须使其运动具有可能性和确定性。当机构运动关系确定后，从动件的运动规律由原动件的运动规律主导。

运动链和机构都是由构件和运动副组成的系统。在运动链中，将某一个构件固定为机架，一般情况下，将机架作为参考坐标系。原动件为含低副构件且与机架相连，常以转向箭头表示，其运动规律已知。其余构件（从动件）相对于参考坐标系（机架）按给定的运动规律做独立运动时，如果除机架以外其余所有的构件都能得到确定的运动，该运动链就成为一个机构。

运动链在有确定运动的条件下才能成为机构，做无规则运动的运动链不能成为机构。显然，不能产生构件间的确定运动和不动的构件组合就不是机构。由此可见，无确定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变换。

如图 1-6 所示，由 4 个杆件组成的闭式运动链，如果把构件 1 作为原动件，当构件 1 以参变量  $\varphi_1$  相对于机架运动时，对于每一个确定的  $\varphi_1$  值，从动件 2、3 便有一个确定的位置。由此说明，在具有一个原动件时，构件间的相对运动是确定的，这时运动链成了机构。当给定构件 1 的位置时，其他构件的位置也被相应地确定。此时，四杆运动链成为四杆机构。

如图 1-7 所示，由 5 个杆件组成的闭式运动链，取构件 1（或构件 4）为原动件，对于给定的  $\varphi_1$ （或  $\varphi_4$ ）值，从动件 2、3 和构件 4（或 1）既可以处在实线位置，也可以处在虚线或其他位置，因此，其从动件的位置是不确定的，此种情况下的运动链不能成为机构。如构件 1 和 4 皆为原动件，对于每一组给定的  $\varphi_1$  和  $\varphi_4$  数值，从动件 2 和 3 便有一确定的位置。在这种情况下，该运动链的运动是确定的，即该运动链可以成为机构。所以，当五杆运动链有两个原动件时，即原动件数等于独立位置参数的数目时，该运动链有确定的相对运动，此时，五杆运动链即成为五杆机构。

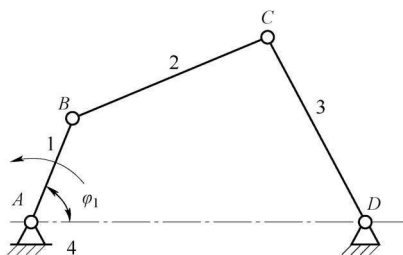


图 1-6 四杆机构

1—原动件；2, 3—从动件；4—机架

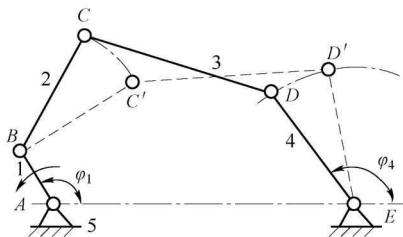


图 1-7 五杆运动链

1—原动件；2, 3, 4—从动件；5—机架

## 第二节 平面机构的运动简图

在分析现有机构和设计新机构时，都需要用一些简单的图形来说明构件间的组合及相对运动关系。用规定的符号和线条表示机构的组成和相对运动关系的简单图形称为机构运动简图，它们是描述机构运动原理的一种工程用图。

机构运动简图表示机构的结构方案和运动特征，其作用是作为运动分析和动力分析的依据。机构运动简图与原机构具有完全相同的运动特性，其特点是与实际机构位置相对应、尺

寸成比例，并忽略与运动无关的因素。其表达方式为：用简单线条表示构件，用规定符号代表运动副，按比例确定运动副的相对位置。

表 1-1 所示为常用构件的分类及表示符号。

表 1-1 常用构件的分类及表示符号

构件分类	表示符号
杆、轴类构件	
固定构件	
同一构件	
两副构件	
三副构件	

表 1-1 中，构件均用线条或小方块来表示，凸轮用封闭曲线表示，齿轮可用一个齿来表示，有 45° 短斜线的构件表示机架。一个构件有交叉线或多条线时，应在两条交叉线处涂黑，或在其内画上斜线。

表 1-2 所示为常用运动副的名称及表示符号。

表 1-2 常用运动副的名称及表示符号

运动副名称		两运动构件所形成的运动副	两构件之一为机架时所形成的运动副
平面运动副	转动副		
	移动副		



续表

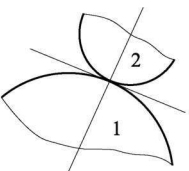
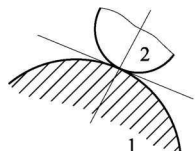
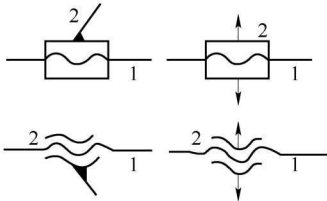
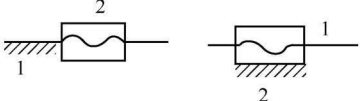
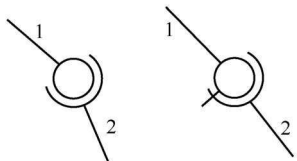
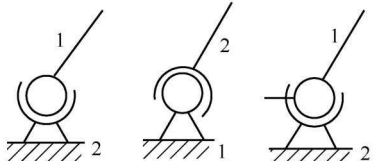
运动副名称		两运动构件所形成的运动副	两构件之一为机架时所形成的运动副
平面运动副	平面高副		
	螺旋副		
空间运动副	球面副		

表 1-2 中,转动副用圆圈表示,圆心必须与回转轴线重合。移动副由矩形方块表示,移动副运动轨迹即移动导路必须与相对移动方向一致。两构件组成平面高副,机构运动简图中应画出两构件接触处的曲线轮廓,对于凸轮、滚子,画出其全部轮廓;对于齿轮,常用点画线画出其节圆或画出齿廓的局部曲线。

用表 1-1 中规定的线条和表 1-2 中规定的符号按一定的比例表示构件之间的相对运动关系和位置关系,并能完全反映机构特征的简图,称为平面机构运动简图。若只是为了表达机械的运动关系,也可以不严格按比例绘制简图,这种简图称为平面机构示意图。

平面机构运动简图是表明机构组成和各构件间真实运动关系的简单图形。由实际机构绘制而成的平面机构运动简图是反映运动本质的,由具体到抽象的过程。平面机构运动简图与原机构有完全相同的运动,能准确无误地表达原机构的组成和运动特点,能表示原机构的运动特性和构造特征,并完整地表达出与运动有关的因素,因而可根据该图对机构进行运动和受力分析。

平面机构运动简图应满足的条件为:

- (1) 构件数目与实际相同。
- (2) 运动副的性质、数目与实际相符。
- (3) 运动副之间的相对位置以及构件尺寸与实际机构成比例。

绘制时,需确定统一的适当比例尺,选择与多数构件运动平面相平行的平面作为平面机构运动简图的投影面。

用运动副和机构的表示符号绘制平面机构运动简图的步骤是:

- (1) 识别运动副的类型和数目,按实际机构的比例确定运动副的相对位置并用运动副符号表示。