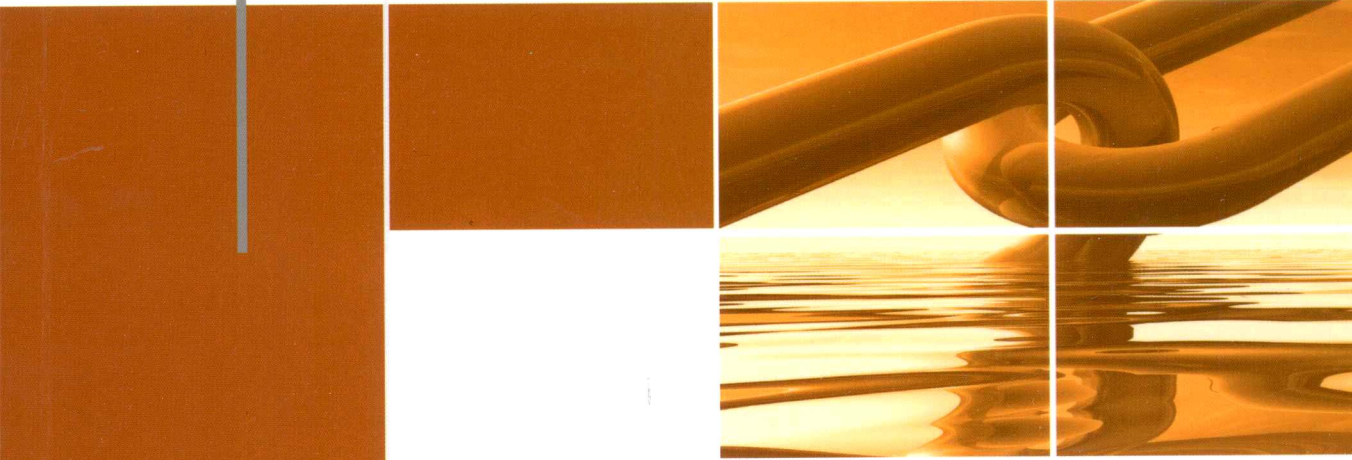


普通高等教育“十二五”规划教材

普通高等教育机电类实用型规划教材



机械设计基础

——机构运动设计

李贵三 主编
訾克明 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等教育机电类实用型规划教材

机械设计基础

——机构运动设计

主 编 李贵三
副主编 訾克明
主 审 程志红



机械工业出版社

本书是普通高等教育机电类实用型规划教材中的专业基础教材。全书共9章,分别为绪论、平面机构的结构分析、运动副中的摩擦、平面连杆机构的运动分析与设计、凸轮机构的运动设计、齿轮机构的运动设计、齿轮传动链的运动设计、间歇机构的运动设计、刚性回转体的平衡。

本书特色为:简明、面向实际、突出实用性和适用性、易读易懂、便于自学。书后附各章习题及参考答案,习题编排由浅入深。本书可作为本科机械类实用型人才培养的机械原理课程教材,也可作为近机类各专业的机械设计基础课程教材、相关专业成人教育或远程教育教材,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础:机构运动设计/李贵三主编. —北京:机械工业出版社, 2012.6

普通高等教育“十二五”规划教材 普通高等教育机电类实用型规划教材

ISBN 978-7-111-37825-9

I. ①机… II. ①李… 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(2012)第052424号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:余 皞 责任编辑:余 皞 杨 茜

版式设计:霍永明 责任校对:张 媛

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm · 10.25印张 · 248千字

标准书号:ISBN 978-7-111-37825-9

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机电类实用型规划教材

编 委 会

顾 问：黄鹤汀

主 任：舒小平

副主任：吴建华 周骥平 邓海平

委 员：乔 斌 左晓明 李纪明 唐国兴

赵占西 高成冲 郭兰中 周金宇

朱龙英 李 华 饶华球 韩继光

秘 书：刘小慧

序

长期以来，高等教育质量观集中表现为对不同类别、不同层次的学校采取同样的标准，对不同能力趋向、不同类型的学生采取同一规格的静态评价标准。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》明确要求：到 2020 年，我国的高等教育结构应更加合理，应建立高校分类体系，实行分类管理。要引导高校合理定位，克服同质化倾向，重点扩大技能型、应用型、复合型人才规模。普通高等学校完全学分制的教学改革，就是在这样的背景下应对科学技术的发展和人才需求结构变化，对于本科培养模式和新的教育教学框架的积极探索。

我国从 2002 年进入高等教育大众化阶段，多年来，专业规划与培养目标、人才培养模式与教学手段、教育教学体系和教学大纲、理论教学与实践教学的关系无不发生着根本的改变。但是教材建设仍然保持着传统高等教育的惯性，习惯于从学科的角度和专业的高度进行教材规划与建设，追求理论体系的详细与完整，体现出体系丰满、推导详尽、内容繁多的特点；出现了随着教学大纲中计划学时的减少、教材的内容却不能明显减少的背离现象；缺少对于不同培养目标的针对性，难以与高等教育改革同步；形成目前无论是研究型、应用型，还是实用型的教育模式，往往采用的都是研究型教材的局面。

在普通高等学校实行完全学分制的教学改革中，普通高等教育机电类实用型人才培养框架没有重复形式化、表面化的模式，打破机电类本科教育的“批量生产原则”，将素质教育作为贯穿于教育全过程的根本原则，规划出基础教育课程体系、专业核心课程体系和综合素质课程体系三级教学平台和完全学分制的必修与选修课程模块，形成以个人知识结构、文化价值观、理解和解决问题能力等方面为基础的共同专业方向不同素质能力的人才培养机制。力求改变高等教育培养的人才仅被教育体制鉴定为合格的现状，实现培养的人才具有适应社会与岗位需求变化的能力，使其被工作实践认定为合格。

“普通高等教育机电类实用型规划教材”是在江苏省一般工科院校机械专业教学指导委员会指导下，基于 2009 年江苏省高等教育教改立项研究课题“应用型本科院校完全学分制改革的全面探索与研究”，由扬州大学机械工程学院、淮海工学院机械工程学院、淮阴工学院机械工程学院等 12 所江苏省属高校机械类学院共同成立“普通高等教育机电类实用型规划教材”编委会所组织编写的。首批启动了 10 门隶属于专业核心平台课程的教材，准备第二批启动 13 门隶属于综合素质平台课程的教材，基本构成了针对机电类实用型人才培养的教材体系与完全学分制下同一专业不同方向的必修与选修课程网络，反映出以人的全面发展为目标的教育思想。

普通高等教育机电类实用型规划教材，强调多门学科交融，拓宽专业视野，注重课程体系的实践性、综合性及实用性。基于专业知识体系的分析，建立的由不同结构和功

能模块组成的课程教学体系,使整个教育内容变得具有可分解、可操作和可组合性。一方面,不同层次的课程内容可以根据专业发展和学生的主体特性灵活配置;另一方面,整体结构上不同模块之间的密切相关性也保证了专业素质培养的系统性,结合不同的实践环节与综合训练,突出培养学生在工作中知识更新能力与动手解决问题的能力。

在教材编写上,突破机电类本科教材体系全、起点高、期望大和内容宽的限制,遵循教育部《国家中长期教育改革和发展规划纲要》的精神,配合实用型机电类人才培养教育教学改革,从培养目标的角度,总结完全学分制教学体制改革的经验,结合机电类不同类型人才需求的比例和知识结构,重新整理规划了培养实用型机电类人才的基本知识框架。

教材力求简明实用,面向实际,突出应用性和适用性、易读易懂、便于自学的风格,有利于培养学生掌握基本理论和应用工程方法解决实际问题的能力。

删繁就简三秋树,领异标新二月花。冲破多少年来机电类高等教育和教材的传统是有压力的。这些压力会来自于从各个不同学科体系角度审视本科教育的惯性思维和希望把每一个接受本科教育者培养成为领域专家的精英式教育方式的延续。真诚地希望随着《国家中长期教育改革和发展规划纲要》的逐步实施,普通高等教育机电类实用型人才培养的完全学分制和与之配套的规划教材在高等教育教学改革中起到应有的作用。

“普通高等教育机电类实用型规划教材”编委会主任

舒小平

前 言

高等教育是科技发展的基础，在科技浪潮的冲击下，不断地审视人才的培养目标、知识结构、素质与能力，不断地加强专业建设和课程建设，不断地调整培养模式是对社会发展和技术进步的响应与准备。

培养模式决定了人才培养体系的基本结构，约束了培养目标和专业人才规格，规划着专业的建设和发展。科学技术的发展冲击着原有的机械类人才培养和教育体系，要求高等教育教学改革对于原有的培养思想、培养目标、培养体系和培养方法进行根本性调整，从教育的前瞻性角度规划一套全新的培养模式。机械类实用型人才培养模式和教育教学框架的形成是积极应对此变化的举措。

机械制造业的灵魂是机械产品的设计，机械学是机械科学的基本组成部分。机械设计教学改革多年来，教学模式已从精英型教育转变到素质教育。不同层次高等学校的创新型、应用型、实用型的人才培养模式也逐渐清晰。教材的规划和改革应适应不同的人才培养模式，这是机械类高等教育改革的基础性工作。

本书突破机械类本科教材体系全、起点高、期望大和内容宽的特点，在编写中遵循教育部机械基础课程教学指导分委员会颁布的《机械原理课程教学基本要求》的精神，配合实用型机械类人才培养教育教学改革成果，从培养目标的角度，重新整理规划了培养实用型机械类人才所需的基本知识，注意超越课程的界限去思考问题。本书力求简明实用，面向实际，突出应用性和适用性，易读易懂，便于自学。书后附各章习题及其参考答案。习题难度由浅入深。本书旨在培养学生基于机械学的基本理论和工程方法解决实际问题的能力。

参加本书编写的有李贵三（第一章、第四章、第五章）、席平原（第二章）、魏伟（第三章、第九章）、訾克明（第六章）、桂艳（第七章、第八章）。李贵三担任主编，訾克明担任副主编，中国矿业大学程志红教授担任主审。

本书在编写过程中广泛吸取了国内众多专家学者的研究成果，在此谨表谢意。限于编者水平，书中误漏之处在所难免，殷切希望得到广大读者的指正。

编 者

《机械设计基础——机构运动设计》

(李贵三 主编)

读者信息反馈表

尊敬的老师：

您好！感谢您多年来对机械工业出版社的支持和厚爱！为了进一步提高我社教材的出版质量，更好地为我国高等教育发展服务，欢迎您对我社的教材多提宝贵意见和建议。另外，如果您在教学中选用了本书，欢迎您对本书提出修改建议和意见。

机械工业出版社教材服务网网址：<http://www.cmpedu.com>

一、基本信息

姓名：_____ 性别：_____ 职称：_____ 职务：_____

邮编：_____ 地址：_____

任教课程：_____ 电话：_____—_____ (H) _____ (O)

电子邮件：_____ 手机：_____

二、您对本书的意见和建议

(欢迎您指出本书的疏误之处)

三、您对我们的其他意见和建议

请与我们联系：

100037 机械工业出版社·高等教育分社 余皞 收

Tel: 010—88379730, 68994030 (Fax)

E-mail: yuhaohust@qq.com

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 机械的组成与分类	1
第二节 机械运动设计的研究范围与任务	2
第二章 平面机构的结构分析	3
第一节 机构结构分析的内容及目的	3
第二节 平面机构的组成	3
第三节 平面机构运动简图	6
第四节 平面机构的自由度	8
第五节 平面机构运动的可能性与确定性	10
第六节 计算平面机构自由度应注意的事项	11
第七节 平面机构中的高副低代	14
第三章 运动副中的摩擦	16
第一节 移动副中的摩擦	16
第二节 螺旋副中的摩擦	20
第三节 转动副中的摩擦	21
第四章 平面连杆机构的运动分析与设计	25
第一节 平面连杆机构及其应用	25
第二节 平面四杆机构的基本知识	26
第三节 平面四杆机构的演化	31
第四节 平面连杆机构速度分析的瞬心法	34
第五节 平面连杆机构运动分析的矢量图解法	37
第六节 平面连杆机构运动设计的图解法	41
第七节 平面连杆机构运动分析与设计的解析法	45
第五章 凸轮机构的运动设计	46
第一节 凸轮机构的分类及其应用	46
第二节 凸轮机构工作过程分析	47
第三节 从动件常用运动规律	48
第四节 凸轮机构运动设计的图解法	53
第五节 凸轮机构运动设计的解析法	57
第六节 凸轮机构基本参数的确定	59

第六章 齿轮机构的运动设计	62
第一节 齿轮机构的应用与分类	62
第二节 齿廓啮合基本定律	63
第三节 渐开线的性质与渐开线方程	64
第四节 渐开线齿轮的啮合特性	67
第五节 渐开线标准齿轮的基本参数和几何尺寸	68
第六节 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	71
第七节 渐开线齿廓的切削加工与根切现象	77
第八节 渐开线变位齿轮运动设计	80
第九节 斜齿圆柱齿轮机构运动设计	85
第十节 交错轴斜齿轮机构运动设计	93
第十一节 蜗杆蜗轮机构运动设计	94
第十二节 锥齿轮机构运动设计	99
第七章 齿轮传动链的运动设计	105
第一节 齿轮传动链的分类	105
第二节 定轴轮系的传动比	107
第三节 周转轮系的传动比	108
第四节 复合轮系的传动比	111
第五节 轮系的功用	112
第六节 行星轮系各轮齿数的确定	114
第七节 周转轮系的演变	116
第八章 间歇机构的运动设计	119
第一节 棘轮机构	119
第二节 槽轮机构	121
第三节 不完全齿轮机构	122
第四节 凸轮式间歇运动机构	124
第九章 刚性回转体的平衡	125
第一节 刚性回转体平衡的分类	125
第二节 刚性回转构件的平衡计算	126
第三节 刚性回转机构的平衡试验与平衡精度	130
附录 习题与参考答案	133
参考文献	153

第一章 绪 论

第一节 机械的组成与分类

机械的构造、用途和性能各不相同，一般由以下三部分组成。

(1) 原动机 在机械系统中提供基本的运动和动力，其功能是把一种能量变成机械能。例如电动机、内燃机，涡轮机、空气压缩机等。

(2) 工作机 是机械系统具体功能的执行系统，随着机械功能的不同，工作机的运动方式和结构千差万别。

(3) 传动机 由于原动机运动的单一性、简单性和工作机运动的多样性、复杂性之间的矛盾，需要将原动机的运动和动力（如速度、力或力矩的大小和方向等）进行转换并传递给工作机，以适应工作机不同的需要。即只要原动机的运动和动力输出达不到工作机的要求，传动机的存在是必然的。

随着机械系统向高效、高速、精密、多功能方向发展，对于传动机的功能和性能的要求也越来越高。机械的工作性能、使用寿命、能源消耗、振动噪声等在很大程度上取决于传动系统的性能。机械系统中的传动又分作机械传动、流体传动和电传动。机械传动由于其运动精度高，速度响应快，传动效率高，输出功率恒定等优点，是机械系统中的主要传动形式。所以在机械运动设计中，主要讨论机械传动分析与设计的基本方法。

机械是机器与机构的统称。机构是指一种用来传递与变换运动和力的可动装置。如常见的连杆机构、齿轮机构、凸轮机构和螺旋机构等。机构的各个组成部分之间都具有确定的相对运动。一般认为机构是由刚性件组成的。而现代机构中除了刚性件以外，还可能有弹性件和电、磁、液、气、声、光等元件，故这类机构称为广义机构。

机器是具有一定功能的执行机械运动的装置，用来完成一定的工作过程。机器的各个组成部分之间不仅具有确定的相对运动，同时机器以变换和传递能量、物料和信息的方式代替或减轻人的劳动。

图 1-1 所示的活塞式内燃机，主体部分是由缸体 10、活塞 5、连杆 4 和曲轴 3 组成的曲柄滑块机构。当燃气在气缸内腔燃烧膨胀时，推动活塞做功，通过连杆推动曲轴绕轴线 A—A 转动，左侧的凸轮机构有凸轮 9、推杆 8 和凸轮 7、推杆 6，用来实现定时的燃气输送和废气的排出；齿轮 1、2 组成齿轮机构，将曲轴 3 的传动传递给凸轮 9 和凸轮 7，并使推杆 8 和推杆 6 的运动与活塞 5 的移动位置保持一定的配合关系。

上面所述的构件的协同运动的结果是，将燃气燃烧的热能转变为使曲轴转动的机械能，达到

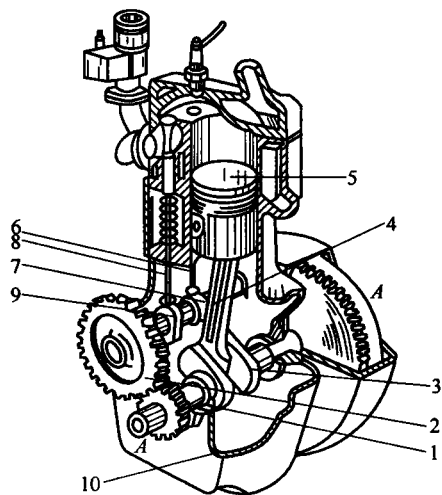


图 1-1 活塞式内燃机

从 A—A 轴输出有用的机械功的目的。

可见, 机器是由各种机构所组成的。从结构和运动观点看, 机器和机构都是具有确定运动的组合体, 两者是相同的。它们之间的区别在于机器有代替或减轻人类劳动的功能。机构的功能主要是实现运动的转换。

第二节 机械运动设计的研究范围与任务

机械运动设计的理论又称为机构学, 是研究机构和机器的运动方案设计、运动分析及动力学特性的一门独立学科。

机械运动设计的研究范围, 可概括为机构结构学、机构运动学、机构动力学。

(1) 机构结构学 机构结构学主要研究机构的组成原理和具有确定运动的条件; 揭示机构的组成规律和机构结构与机构运动学、动力学特性之间的内在联系; 同时是机构结构类型设计、优选和构思发明新的机器的基本理论依据。

(2) 机构运动学 机构运动学主要研究两个方面, 其一是已知机构的输入、各个部分的尺寸和装配类型, 确定执行机构和从动件的运动规律, 从几何观点研究机构中各点的轨迹、位移、速度、加速度和运动误差等; 其二是对于机构设计提出运动学、动力学等方面的要求, 确定和优化相关的结构尺寸。

(3) 机构动力学 机构动力学主要是研究机构或机器运动过程中, 在机构各部分上作用力的求法和确定机械效率的方法, 并研究在已知机构的输入力和约束作用下求解机构实际运动规律, 以及构件上作用力、质量和运动参数间的关系, 即机械的运转和调速以及惯性力的平衡问题。

从解决具体问题的角度看, 以上内容还可概括为以下两类问题: 一是对已有机械的结构、运动学和动力学特性的研究, 即机构的分析问题; 二是按工作要求设计新机械, 即机构的综合问题。机构设计是机械设计的基础, 机构的应用、改造、发明、创新是机构设计的主要任务, 机构设计是不断进行综合、分析与决策的过程。机构的分析与综合是机械运动设计的两个基本问题。

机械是人们生产中和生活中不可缺少的重要装备。机械化程度的高低又是衡量一个国家科技水平的重要标志, 因此, 需要创造出更多、更新的机械并改进现有机械。机械种类繁多, 结构、性能、用途各异, 机械运动设计的任务就是研究机械的共性问题, 掌握机构结构学、运动学和动力学的基本理论、基本知识和基本技能, 获得初步的机构运动方案, 这是机械设计中最重要和开始的一步, 直接在生产实际中发挥作用。

第二章 平面机构的结构分析

第一节 机构结构分析的内容及目的

机构结构分析的目的是弄清机构的组成及运动原理；正确绘制机构的运动简图；通过对机构的结构分析，为机构的运动和动力分析提供条件。主要分析内容有以下几个方面：

1) 机构具有确定运动的条件。研究机构结构对运动的影响；机构在什么条件下具有确定的运动。

2) 机构组成原理及结构分类。搞清楚按何种规律组成的机构能满足运动确定性的要求；机构组成的途径和可能形式。并按结构的类型将机构分类。

3) 机构运动简图的绘制。研究如何用简单的图形将机构的结构情况和运动传递的情况表示出来，并为机构的运动分析和动力分析作准备。

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，本章主要讨论平面机构。

第二节 平面机构的组成

一、零件和构件

所有的机械都是由零件组装而成的。若干个零件刚性地固结在一起，作为一个整体在机构中运动，则成为机构的运动单元，这样的运动单元称为构件。构件可以是单一的零件，也可以是多个零件的刚性连接体。重要的是组成同一构件的各零件之间不能有相对运动。

在图 1-1 所示的内燃机中，内燃机由活塞 5、连杆 4、齿轮 1 和齿轮 2 等一系列零件组成。在这些零件中，连杆 4 就是由连杆体、连杆头，螺栓螺母、垫圈和轴瓦等一系列零件组成的运动单元，连杆 4 是由多个零件刚性地连接在一起，作为一个整体来参与运动的，因此是一个构件。

零件和构件的区别在于分析问题角度的不同。从制造的角度分析，零件是在机器制造中独立加工制造的单元；从实现运动的角度分析，构件是机器中独立运动的单元。在机械的运动分析与设计中，构件是组成机构的基本要素，可用简单的线条或几何图形来表示。

二、运动副

两个或者两个以上构件通过直接接触所形成的可动连接称为运动副。构件上形成接触而构成运动副的表面称为运动副元素。如果形成运动副的构件的相对运动是在一个平面或者平行平面内，则称为平面运动副；否则，称为空间运动副。运动副是组成机构的基本要素。平面机构是全部由平面运动副组成的。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高副。

1. 低副

两构件通过面接触组成的运动副称为低副。也就是说低副的运动副元素是面。根据它们的相对运动情况，低副又分为转动副和移动副。

(1) 转动副 两个构件之间只能作相对转动的运动副称为转动副，又称为铰链。如图 2-1a 所示的轴 1 和轴承 2 组成的转动副，其中一个构件是固定的，称为固定铰链。若构件 1 和构件 2 组成转动副且两构件都是活动的，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都是活动铰链。

(2) 移动副 两个构件只能作相对直线移动的运动副称为移动副。图 2-1b 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。

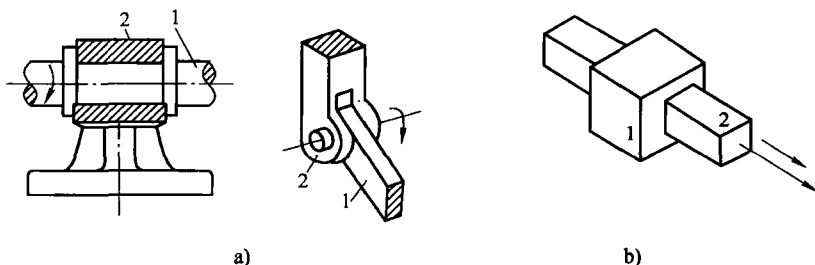


图 2-1 低副

2. 高副

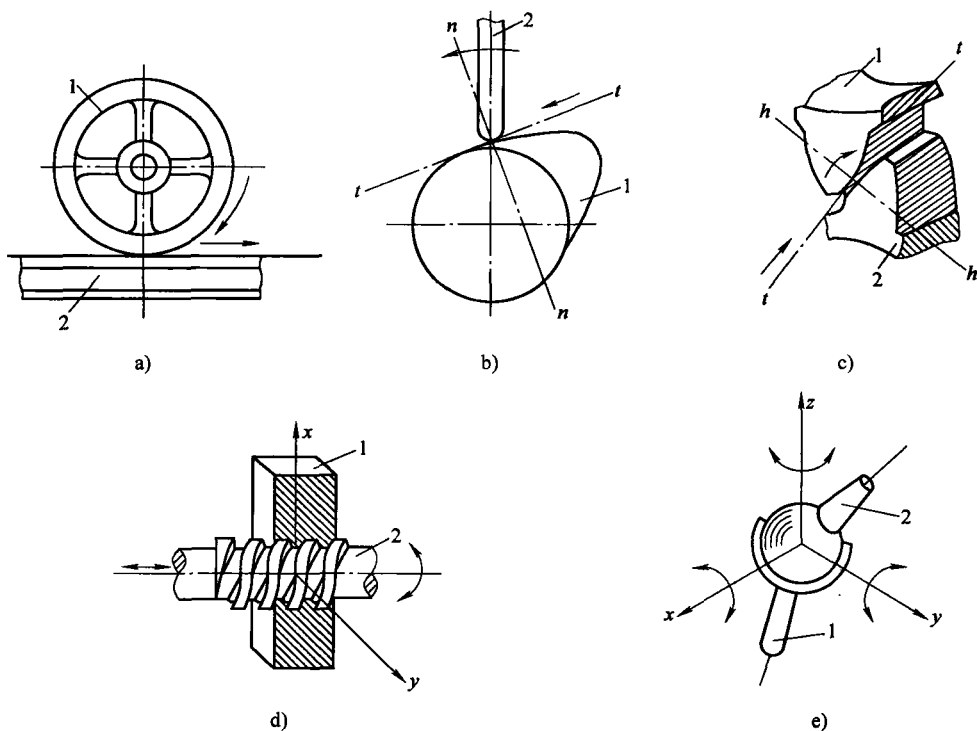


图 2-2 高副和空间运动副

两构件通过点或线接触组成的运动副称为高副，如图 2-2a 中的车轮 1 和钢轨 2；图 2-2b 中的凸轮 1 和从动杆 2；图 2-2c 中的齿轮 1 和齿轮 2 等的连接都是平面高副。

此外，常见的运动副还有图 2-2d 所示的螺旋副；图 2-2e 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。本章不作讨论。

常用运动副及构件的表示符号见表 2-1。

表 2-1 常用运动副的表示符号

运动副名称		运动副符号	
		两运动构件构成	一构件为机架
平面运动副	转动副		
	移动副		
	平面高副		
空间运动副	螺旋副		
	球面副与球销副		

三、机构

若干构件以运动副连接形成具有相对运动的系统，称为运动链。若运动链的各构件构成首尾封闭的系统，则为闭式链，简称闭链，如图 2-3a 所示；若运动链的各构件未构成首尾

封闭的系统，则为开式链，简称开链，如图 2-3b 所示。

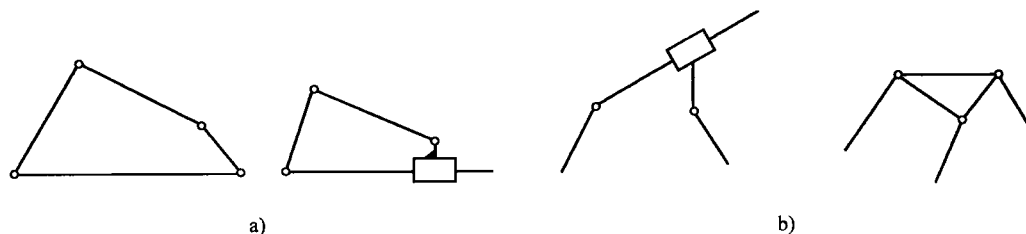


图 2-3 运动链

在运动链中选取一个构件固定为机架（构件运动的一种参考系），当对于其中的一构件或几个构件输入给定的运动时，其余构件的运动也随之确定，这种运动链就称为机构。

图 2-4 所示是曲柄摇杆机构，若设定构件 4 为机架，以电动机带动构件 1 作回转，即对于构件 1 输入一种给定规律的转动，则构件 3 的运动形式是确定的往复摆动，构件 2 的运动形式是确定的平面运动。

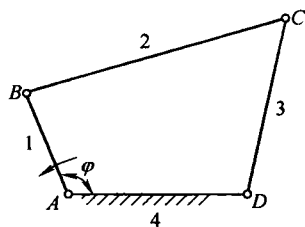


图 2-4 曲柄摇杆机构

机构中按给定的已知运动规律做独立运动的构件称为原动件，如图 2-4 所示的构件 1。机构中其余活动构件称为从动件，如图 2-4 所示的构件 2、3。机构中固定不动的构件称为机架，如图 2-4 所示的构件 4。机架、原动件、从动件和运动副，是组成机构的四个基本要素。

第三节 平面机构运动简图

在研究机构运动时，由于忽略构件的强度，所以不考虑构件的复杂形状和结构，仅用简单线条和规定的符号表示构件和运动副，并按一定的比例画出某一位置时的机构。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，它不仅简明地表达了实际机构的运动情况，还可以用来进行机构的运动分析和动力分析。机构运动简图能表示出机构的运动状态，所以在机构运动简图中，不仅运动副的数目、类型及构件的数目要与原机构的一致，而且要严格按照作图比例定出各构件和运动副的位置及影响运动的几何形状和尺寸。

绘制机构运动简图时，除了运动副和构件的表达方法应符合上述的一般规定外，对有些构件和机构还应符合国家标准规定的专门表达方法。表 2-2 所示为一般构件的表达方法简图，表 2-3 所示为国家标准规定的部分常用构件和机构的运动简图符号。

表 2-2 一般构件的表达方法简图

杆、轴类构件	固定构件	
--------	------	--

(续)

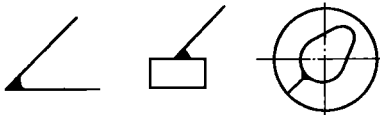
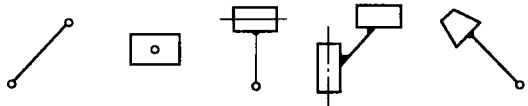
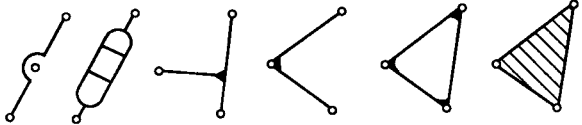
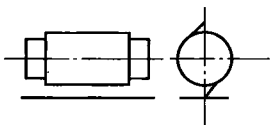
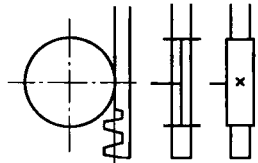
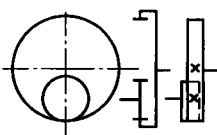
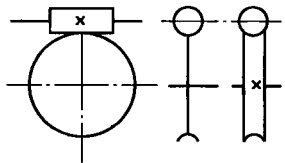
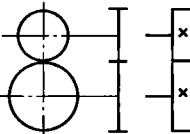
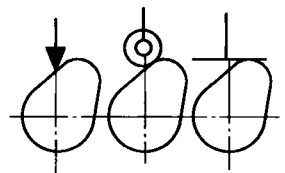
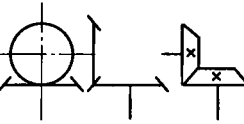
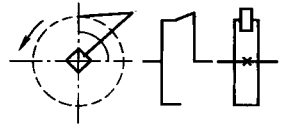
杆、轴类构件	同一构件	
	两副构件	
	三副构件	

表 2-3 部分常用构件和机构的运动简图符号

支架上的电机		齿轮齿条传动	
内啮合齿轮传动		圆柱蜗杆蜗轮传动	
外啮合圆柱齿轮传动		凸轮传动	
锥齿轮传动		棘轮机构	

机构运动简图的绘制步骤如下：

1) 分析机构的组成及其运动情况。找出原动件和机架，搞清楚该机械原动部分的运动如何传递到工作部分，并循着运动传递的路线找出所有构件。

2) 分析各个构件由运动副连接后的相对运动形式, 确定运动副的类型和构件的运动尺寸。

3) 选择合适的投影面。对于平面机构应选择与构件的运动平面平行的平面做投影面。

4) 选择适当的比例尺, 确定各运动副之间的相对位置, 用规定的线条和各种运动副符号, 将机构运动简图绘制出来。

例 2-1 绘制图 1-1 活塞式内燃机机构运动简图。

解 绘制机构运动简图的步骤如下:

1) 分析机构的组成, 分清机架、原动件和从动件

内燃机由连杆机构、齿轮机构和凸轮机构组成。缸体作为机架是固定件, 活塞是原动件, 其余构件都是从动件。

2) 分析机构的运动和运动副

由原动件开始, 按照运动传递的顺序, 分析各构件间的相对运动性质, 确定各运动副的类型。活塞 5 与连杆 4、连杆 4 与曲轴 3、曲轴 3 与机架、凸轮 9 与机架之间由运动副连接后均为相对转动, 构成转动副; 活塞 5 与机架、进、排气门推杆 8 与机架之间为相对移动, 构成移动副; 齿轮 1 与齿轮 2、凸轮 9 与进、排气门推杆 8 顶端为点线接触, 构成高副。

3) 选择视图平面

应选择所在平面或其平行平面作为视图平面, 以便清楚地表达各构件间的运动关系。图 1-1 已清楚表达各构件间的运动关系, 所以选择此平面作为视图平面。

4) 选定长度比例尺 μ_l 绘制机构运动简图

$$\mu_l = \frac{\text{构件的实际长度(m)}}{\text{构件的图示长度(mm)}} \quad (2-1)$$

定出各运动副的相对位置, 选择比例尺, 用构件和运动副的规定符号绘制内燃机机构运动简图, 如图 2-5 所示。

在机构运动简图绘制完成后, 还应注意对较复杂的机构进行机构自由度计算, 以判断它是否具有确定的相对运动和绘制的运动简图是否正确。

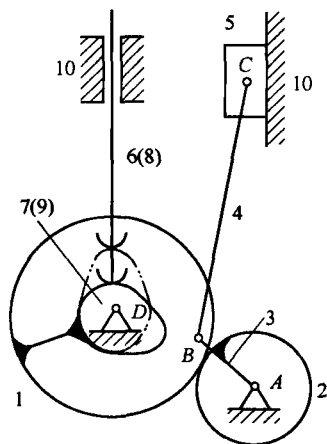


图 2-5 内燃机机构运动简图

第四节 平面机构的自由度

一、自由构件的自由度

没有通过运动副与其他构件连接的构件称作自由构件(见表 2-4)。自由构件作平面运动时的独立运动有 3 种, 即沿 x 轴、 y 轴的移动和绕 A 点的转动, 平面上任何复杂运动都是这三种独立运动的组合。表现上述运动的参数可以有位移 $x = x(t)$ 、 $y = y(t)$ 和转角 $\varphi = \varphi(t)$, 若给定不同规律 $x = x(t)$ 、 $y = y(t)$ 和 $\varphi = \varphi(t)$, 构件所作的平面运动形式也不同。当 $x = y = 0$ 时构件绕 A 点转动, 当 $\varphi = x = 0$ 或 $\varphi = y = 0$ 时构件在沿着 y 轴和 x 轴移动。 $x = x(t)$ 、 $y = y(t)$