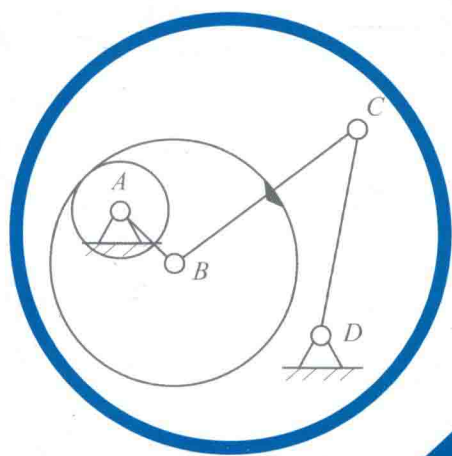




高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问●张策 张福润 赵敖生

机械原理



主编◎潘毓学

JIXIE YUANLI



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

机械原理

主 编 潘毓学

副主编 姜 波 范君艳 陈 雷 苗 莉

何秀媛 董世刚 李媛媛

JIXIE YUANLI



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是根据教育部机械基础课程教学指导分委员会制定的“机械原理教学基本要求”和“机械原理课程教学改革建议”的精神,结合近年来教学实践经验和研究生入学考试的内容需要而编写的。编写过程中,注重取材的先进性与实用性,以及现代内容与传统内容的相互渗透与融合,注重培养学生的创新意识与工程实践能力。全书共分十四章,内容包括:绪论,平面机构的组成和结构分析,平面机构的运动分析,平面机构的力分析,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,齿轮系及其设计,其他常用机构,机械效率和自锁,机械的平衡,机械系统的运转及其速度波动的调节,机械系统运动方案的设计和ADAMS软件在机构设计与分析中的应用等。每章后均附有习题。

本书可作为高等院校机械类及近机械类专业的教材或参考书,也可供非机械类学生和有关工程技术人员使用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理/潘毓学主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.12
高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材
ISBN 978-7-5680-1464-9

I. ①机… II. ①潘… III. ①机构学-高等学校-教材 IV. TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 293305 号

机械原理

Jixie Yuanli

潘毓学 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:刘 飞

封面设计:原色设计

责任校对:马燕红

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15.5

字 数:389千字

版 次:2016年1月第1版第1次印刷

定 价:32.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

顾问： 张 策 天津大学仁爱学院
张福润 华中科技大学文华学院
赵敖生 三江学院

主任： 吴昌林 华中科技大学

副主任：（排名不分先后）

潘毓学 长春大学光华学院 李杞仪 华南理工大学广州学院
王宏甫 北京理工大学珠海学院 王龙山 浙江大学宁波理工学院
魏生民 西北工业大学明德学院

编 委：（排名不分先后）

陈秉均	华南理工大学广州学院	邓 乐	河南理工大学万方科技学院
王进野	山东科技大学泰山科技学院	卢文雄	贵州大学明德学院
黄宝山	北京理工大学珠海学院	王连弟	华中科技大学出版社
孙立鹏	华中科技大学武昌分校	刘跃峰	桂林电子科技大学信息科技学院
宋小春	湖北工业大学工程技术学院药	孙树礼	浙江大学城市学院
齐从谦	上海师范大学天华学院	吴小平	南京理工大学紫金学院
沈萌红	浙江大学宁波理工学院	张胜利	湖北工业大学商贸学院
邹景超	黄河科技学院工学院	陈富林	南京航空航天大学金城学院
郑 文	温州大学瓯江学院	张景耀	沈阳理工大学应用技术学院
陆 爽	浙江师范大学行知学院	范孝良	华北电力大学科技学院
顾晓勤	电子科技大学中山学院	胡夏夏	浙江工业大学之江学院
黄华养	广东工业大学华立学院	孟文霞	烟台南山学院
诸文俊	西安交通大学城市学院	黄健求	东莞理工学院城市学院
刘丽梅	宁夏理工学院	曲尔光	运城学院
李雁三	四川大学锦城学院	范扬波	福州大学至诚学院
林育兹	厦门大学嘉庚学院	胡国军	绍兴文理学院元培学院
睦满仓	长江大学工程技术学院	容一鸣	武汉理工大学华夏学院
刘向阳	吉林大学珠海学院	宋继良	黑龙江东方学院
吕海霆	大连科技学院	李家伟	武昌工学院
于慧力	哈尔滨石油学院	张万奎	湖南理工学院南湖学院
殷劲松	南京理工大学泰州科技学院	李连进	北京交通大学海滨学院
胡义华	广西工学院鹿山学院	张洪兴	上海师范大学天华学院

秘 书 俞道凯 华中科技大学出版社

总 序

胡锦涛同志在党的十七大上指出:教育是民族振兴、社会进步的基石,是提高国民素质、促进人的全面发展的根本途径。温家宝同志在 2010 年全国教育工作会议上的讲话中指出:民办教育是我国教育的重要组成部分,发展民办教育,是满足人民群众多样化教育需求、增强教育发展活力的必然要求。从 1998 年到 2010 年,我国民办高校从 21 所发展到了 676 所,在校生从 1.2 万人增长为 477 万人。《国家中长期教育改革和规划纲要》(2010—2020)颁布以来,我国高等教育发展正进入一个以注重质量、优化结构、深化改革为特征的新时期,独立学院和民办本科学校在拓展高等教育资源,扩大高校办学规模,尤其是在培养应用型人才等方面发挥了积极作用。

当前我国机械行业发展迅猛,急需大量的机械类应用型人才。全国应用型高校中设有机械专业的学校众多,但这些学校使用的教材中,既符合当前改革形势又适用于目前教学形式的优秀教材却很少。针对这种现状,急需推出一系列切合当前教育改革需要的高质量优秀专业教材,以推动应用型本科教育办学体制和运行机制的改革,提高教育的整体水平,加快改进应用型本科的办学模式、课程体系和教学方式,形成具有多元化特色的教育体系。现阶段,组织应用型本科教材的编写是独立学院和民办普通本科院校内涵提升的需要,是独立学院和民办普通本科院校教学建设的需要,也是市场的需要。

为了贯彻落实教育规划纲要,满足各高校的高素质应用型人才培养要求,2011 年 7 月,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,召开了高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材编写会议。本套教材以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出应用型本科院校教育特色。在独立学院、民办普通本科院校教育改革逐步推进的大背景下,本套教材特色鲜明,教材编写参与面广泛,具有代表性,适合独立学院、民办普通本科院校等机械类专业教学的需要。

本套教材邀请有省级以上精品课程建设经验的教学团队引领教材的建设,邀请本专业领域内德高望重的教授张策、张福润、赵敖生等担任学术顾问,邀请国家级教学名师、教育部机械基础学科教学指导委员会副主任委员、华中科技大学机械学院博士生导师吴昌林教授担任总主编,并成立编审委员会对教材质量进行把关。

我们希望本套教材的出版,能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型机械工程建设人才,我们也相信本套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,真正成为高等院校机械类应用型本科教材中的全国性品牌。

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

2012-5-1

前 言

本书是根据全国独立院校 2012 年 4 月广州会议精神,按照教育部机械基础课程教学指导分委员会制定的《机械原理教学基本要求》和《机械原理课程教学改革建议》,为培养普通应用型大学机械类、近机类宽口径专业学生的综合设计能力和创新能力,以适应当前教学改革的需要,结合近几年来独立院校教师的教学实践经验和研究生入学考试的需要而编写的。

在编写过程中,编者参阅了大量同类教材、相关技术标准和文献,注重取材的先进性与实用性,以及现代内容与传统内容的相互渗透与融合,注重培养学生的创新意识与工程实践能力,将 ADAMS 软件应用到机构设计和分析中。

本书大致按 50~70 学时编写,可根据具体情况和不同的专业要求,对教材内容进行取舍。第 13 章机械系统运动方案的设计,最好结合机械原理的课程设计一同进行,以期收到较好的教学效果。

参加本书编写的有:长春理工大学潘毓学(第 1 章、第 2 章、第 6 章、第 13 章);长春光华学院姜波(第 3 章、第 7 章、第 14 章);上海师范大学天华学院范君艳(第 4 章、第 9 章);长春工业大学人文信息学院何秀媛(第 5 章);长春理工大学光电信息学院董世刚(第 8 章);黑龙江东方学院陈雷(第 10 章)、李媛媛(第 11 章);兰州交通大学博文学院苗莉(第 12 章)。全书由原教育部机械基础教学指导委员会委员潘毓学教授统稿。

由于编者水平有限,难免有错漏及不当之处,敬请各位机械原理教师及广大读者批评指正。

编 者

2015 年 11 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 机械原理的研究对象	(1)
1.2 机械原理课程的内容	(2)
1.3 机械原理课程的地位	(3)
1.4 学习本课程的目的和方法	(3)
第 2 章 平面机构的组成和结构分析	(5)
2.1 机构结构分析的目的	(5)
2.2 机构的组成	(5)
2.3 机构运动简图	(8)
2.4 平面机构自由度的计算	(10)
2.5 平面机构的组成原理和结构分析	(14)
习题	(17)
第 3 章 平面机构的运动分析	(20)
3.1 机构运动分析的目的和方法	(20)
3.2 速度瞬心法	(20)
3.3 矢量方程图解法	(23)
3.4 解析法	(26)
习题	(29)
第 4 章 平面机构的力分析	(32)
4.1 机构力分析的任务和方法	(32)
4.2 不考虑摩擦时平面机构的动态静力分析	(32)
4.3 考虑摩擦时平面机构的受力分析	(39)
习题	(45)
第 5 章 平面连杆机构及其设计	(47)
5.1 平面四杆机构的基本形式、应用和演化	(47)
5.2 平面四杆机构的特性	(51)
5.3 平面四杆机构的设计	(54)
习题	(61)
第 6 章 凸轮机构及其设计	(66)
6.1 凸轮机构的类型和应用	(66)

6.2 从动件的常用运动规律	(69)
6.3 凸轮廓线的设计	(74)
6.4 凸轮机构基本尺寸的确定	(82)
习题	(86)
第7章 齿轮机构及其设计	(89)
7.1 齿轮机构的应用和分类	(89)
7.2 齿廓啮合基本定律	(91)
7.3 渐开线齿廓及其啮合特性	(92)
7.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸	(94)
7.5 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	(98)
7.6 渐开线齿廓的切削加工	(102)
7.7 渐开线齿廓的根切及最少齿数	(103)
7.8 变位齿轮传动	(105)
7.9 斜齿圆柱齿轮机构	(108)
7.10 圆锥齿轮机构	(114)
7.11 蜗杆机构	(118)
习题	(121)
第8章 齿轮系及其设计	(123)
8.1 齿轮系及其分类	(123)
8.2 轮系的传动比	(125)
8.3 轮系的功用	(131)
8.4 行星轮系的效率	(136)
8.5 行星轮系的设计简介	(139)
8.6 其他类型的行星传动简介	(143)
习题	(146)
第9章 其他常用机构	(150)
9.1 间歇运动机构	(150)
9.2 其他常用机构	(158)
习题	(164)
第10章 机械效率和自锁	(165)
10.1 机械效率	(165)
10.2 机械的自锁	(167)
习题	(170)
第11章 机械的平衡	(172)
11.1 机械平衡的目的和内容	(172)
11.2 刚性转子的平衡	(173)
11.3 刚性转子的平衡实验	(176)
11.4 转子的平衡精度	(178)

11.5 平面机构的平衡	(179)
习题	(184)
第 12 章 机械系统的运转及其速度波动的调节	(186)
12.1 概述	(186)
12.2 机械的运动方程式	(188)
12.3 机械系统运动方程的求解	(192)
12.4 机械的周期性速度波动及其调节	(194)
12.5 机械的非周期性速度波动及其调节	(198)
习题	(199)
第 13 章 机械系统运动方案的设计	(202)
13.1 概述	(202)
13.2 机械系统工作原理的确定	(203)
13.3 执行机构的选型与组合	(205)
13.4 机械运动系统设计和实例	(212)
13.5 运动方案评价	(215)
习题	(215)
第 14 章 ADAMS 软件在机构设计与分析中的应用	(217)
14.1 ADAMS 软件概述	(217)
14.2 ADAMS 软件在平面连杆机构设计中的应用	(223)
14.3 ADAMS 软件在凸轮机构设计中的应用	(229)
习题	(236)
参考文献	(237)

第 1 章 绪 论

1.1 机械原理的研究对象

机械原理的研究对象是机械,而机械是机器与机构的总称,所以机械原理是一门以机器和机构为研究对象的基础技术学科。

从机器的组成情况看,原动机是把其他形式的能量转换为机械能的机器,为机器的运转提供动力。机械原理的研究对象不涉及原动机的选择,也不涉及机器的控制系统。机器的传动机构和工作执行机构才是机械原理的研究重点。

人们在日常生活和生产过程中,广泛使用着各种各样的机器,从家庭用的缝纫机、洗衣机,到工业部门用的各种机床;从汽车、推土机,到工业机器人、机械手;等等。机器可定义为:机器是人为的实物组合体,各部分之间有确定的相对运动,且可以代替人类劳动、做有用机械功或转换机械能的装置。当我们仔细分析机器时,可以看到,机器是由各种机构组成的。机构可定义为:机构是用来传递动力、传递或转换运动的装置。一部机器,可能是多个机构的组合体,也可能只包含一个简单的机构。下面通过两个实例来探讨它们的组成和特征。

图 1.1 所示为一送料机械手,是由凸轮机构、齿轮齿条、连杆机构等组成的。通过组成机械手的各种机构的协调配合,便能使机械手完成各种预定动作,从而代替人类劳动来完成

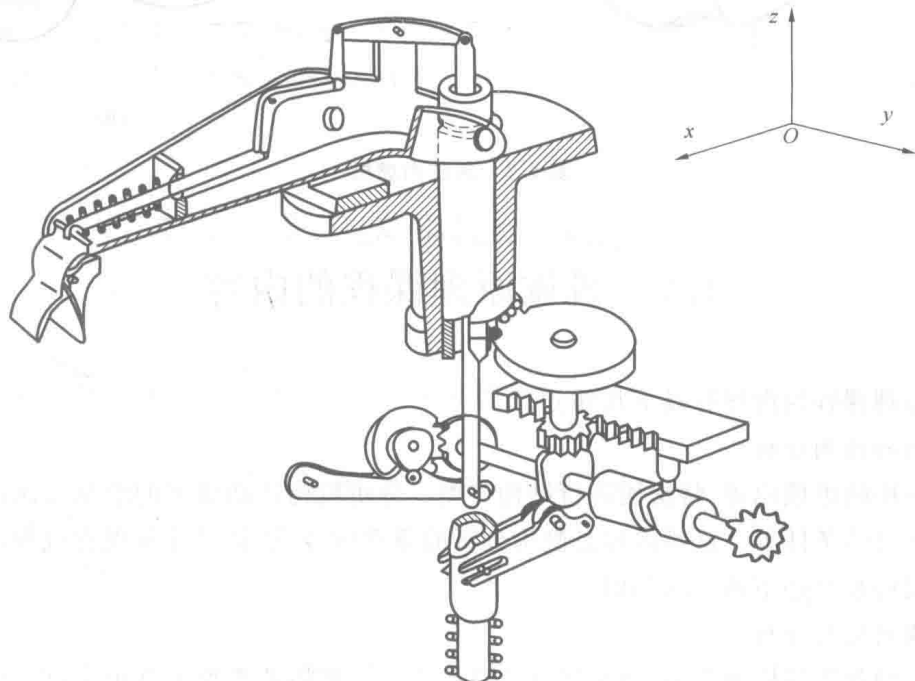
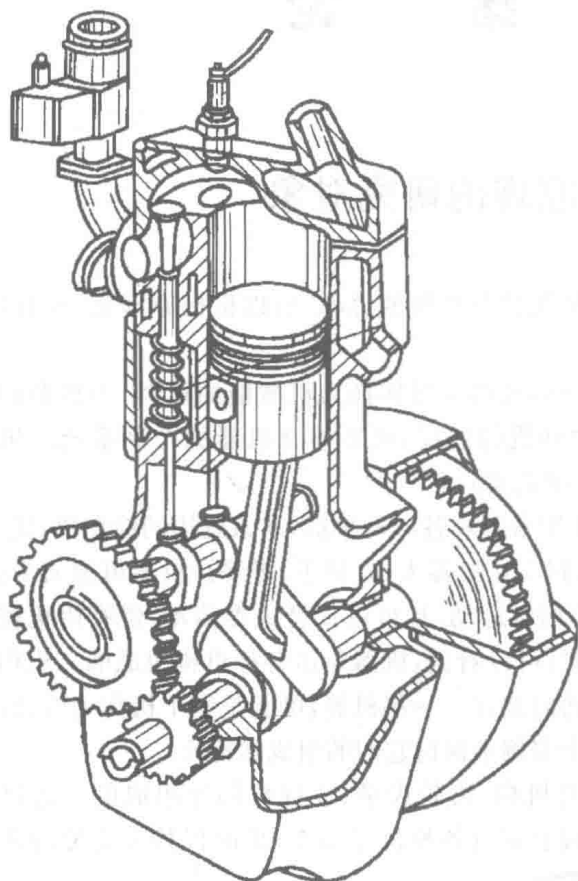


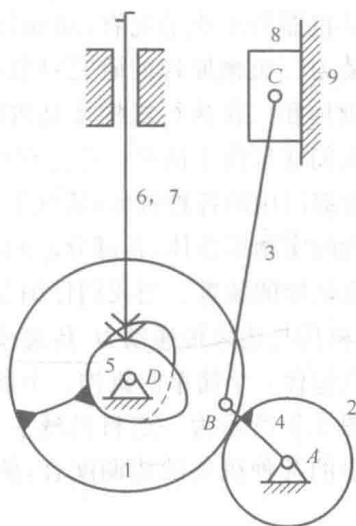
图 1.1 送料机械手

有用的机械功。

图 1.2 所示为一台单缸内燃机,它是由连杆机构、齿轮机构、凸轮机构等组成的。燃气通过进气阀 10 被吸入汽缸后,进气阀关闭,点火,使燃气在汽缸中燃烧产生压力,推动活塞 8 下行,通过连杆 3 使曲轴 4 转动,实现热能向机械能的转换。



(a)



(b)

图 1.2 单缸内燃机

1.2 机械原理课程的内容

机械原理课程的内容有以下几部分。

1. 机构的结构分析

分析机构的组成原理,将机构进行结构分类。分析机构运动简图的绘制方法,以及机构具有确定运动的条件等。这些内容是机构分析的重要内容,不仅对分析现有机构,而且对着手设计新机构都是必不可少的知识。

2. 机构的运动分析

分析各种常用机构的类型、运动特点及设计方法。机器的类型虽然很多,但这些机器的基本机构无非是由齿轮、连杆、凸轮等一些常用的基本机构组成的。对常用机构进行运动及

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

设计方法的研究,将为动力分析及机械系统方案设计打下坚实的理论基础。对机构进行运动分析,了解机构的运动情况,为新机械的设计提供参考依据。这部分内容不考虑引起机构运动的力的作用,仅从几何的观点出发,根据机构中某几个运动单元的已知运动规律,研究其余运动单元的轨迹、位移、速度和加速度的求法。

3. 常用机构的分析与设计

前述的几种机器的组成部分都是各种机构,如图 1.2 所示的单缸内燃机就包含着由活塞、连杆、曲轴、汽缸组成的连杆机构,由齿轮 1、2 组成的齿轮机构,由凸轮、推杆组成的凸轮机构等。通过对各种机器的结构进行分析,可以发现组成机器的机构是有限的,就是非常复杂的机器,也是由连杆、凸轮、齿轮等常用的机构所组成的。因此,对常用机构的运动及工作特性进行研究和分析,对于了解和设计新机械是非常必要的。

4. 机器的动力分析

机器动力学的研究主要包括两大内容:① 机械在运动过程中作用在各构件上的力的大小、方向和作用点等参数以及机械效率的确定;② 分析研究作用在机械上的各种力,在已知力作用下,机械真实运动规律的确定,即机械惯性力及机械运转及速度波动的调节问题。

5. 机构选型及机械系统方案的创新设计

通过对以上内容的掌握,介绍机械系统方案的拟定、执行系统及传动系统的设计。机械系统方案的设计,包括根据工艺要求,确定机械的工作原理、运动方案,合理选择机构类型并恰当地将几个机构组合在一起,各机构动作的协调配合以使机械实现预期动作等。

1.3 机械原理课程的地位

机械原理是机械类各专业的一门主干技术基础课。它专门研究机械所具有的共性问题,是分析现有机械和设计新机械的理论基础。它一方面以高等数学、物理、理论力学、机械制图和金属工艺学等课程为基础,另一方面又为以后学习机械设计、机床、机械制造工艺学以及其他机械专业课程奠定必要的理论基础。在机械设计系列课程体系中占有相当重要的位置。

1.4 学习本课程的目的和方法

在工程实际中,机械的专业种类很多,为此设置了各种有关专业课程,但无论研究哪种机器,都涉及有关机械的共性问题,而机械原理课程正是为此目的而开设的一门技术基础课。

随着科学技术的飞速发展,对机械产品性能要求越来越高,这就要求设计制造出性能先进的大批新的机械。而要实现这一宏伟目标,在很大程度上取决于机械总体方案的设计水平,这也正是我们学习机械原理课程的主要目的。

对从事机械专业的人员来说,除了要求能设计出具有创新意识的新机械外,还须掌握对现有机械的合理使用和革新改造的具体方法。为了充分发挥现有机器设备的潜力,为了更好地消化吸收大量的国外先进技术和设备,就必须掌握机器的分析设计方法,了解各种机械

的各种性能,而机械原理正是为这些提供了必要的理论知识。

机械原理作为一门技术基础课,其先修课有高等数学、物理、工程图学及理论力学等。特别是理论力学中的理论知识将在本课程中得到广泛应用,并得到进一步深化。在学习中应注意将理论力学中的有关知识充分应用到本课程中来。从基础课到技术基础课,内容发生了变化,方法也应相应变化。技术基础课的内容更加接近工程实际,要逐步树立工程的观点去分析、掌握机器和机构的有关知识,培养运用所学理论知识去分析解决工程实际问题的能力。

第 2 章 平面机构的组成和结构分析

2.1 机构结构分析的目的

机构是具有确定运动的构件组合。不能产生确定的相对运动和不动的构件组合就不是机构。在设计一个新机械中的机构时,首先必须对机构的结构进行分析,分析其组成及该机构能否运动,若能动,具有确定运动的条件是什么。如何用简单的图形,将机构的结构状况表示出来。研究机构的结构分类及组成原理,为进行机构的运动和动力分析和结构设计提供条件。

2.2 机构的组成

2.2.1 构件

任何机械都是由许多零件组成的。零件是加工制造的基本单元体。有时,由于结构和工艺上的需要,往往把几个零件刚性地连接在一起来运动,也就是它们构成一个独立运动的单元体,这个单元体称为构件。构件可能是一个零件,也可能是若干个刚性连接在一起的零件组成的一个运动整体。内燃机中的连杆结构如图 2.1 所示,该构件就是由几个零件刚性连接在一起的。

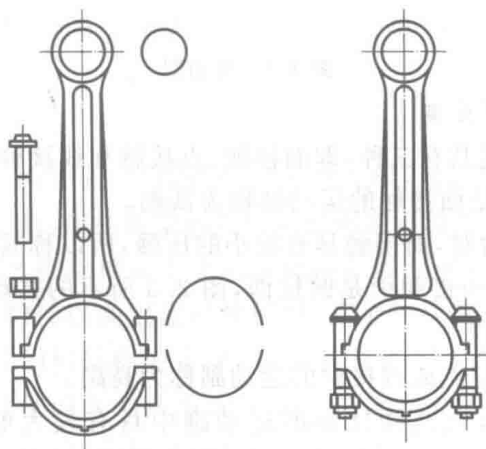


图 2.1 内燃机中的连杆

2.2.2 运动副

两构件直接接触,且具有确定相对运动的可动连接称为运动副。

两构件既然被运动副连接起来,就必须要保持接触,而且在接触过程中还要能够产生相对运动,因此可以按两构件的接触方式和相对运动方式对运动副进行分类。

1. 按两构件之间的相对运动方式分类

两构件之间的相对运动只有转动和移动,其他运动形式可以看作为转动和移动的合成运动。

1) 转动副

两构件之间的相对运动为转动的运动副,称为转动副。图 2.2(a)所示为构件 2 固定、构件 1 转动的转动副,图 2.2(c)所示是连接两运动构件的转动副。相应的转动副符号如图 2.2(b)、(d)所示。

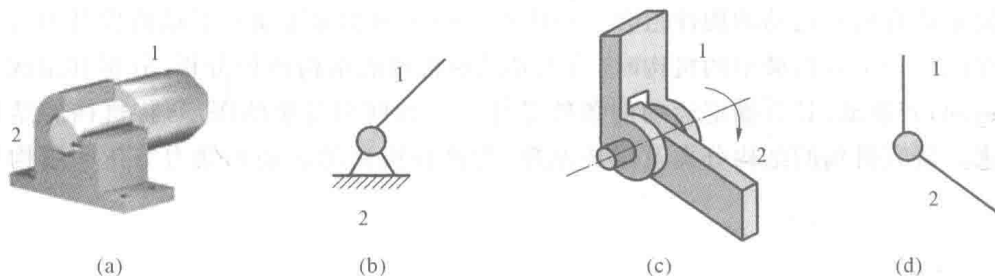


图 2.2 转动副

2) 移动副

两构件之间的相对运动为移动运动的运动副,则称为移动副。图 2.3(a)、(b)所示的是构件 1 相对构件 2 的移动副。若两构件均是运动构件,其移动副符号如图 2.3(c)所示,若其中某一构件固定,其移动副符号如图 2.3(d)所示。

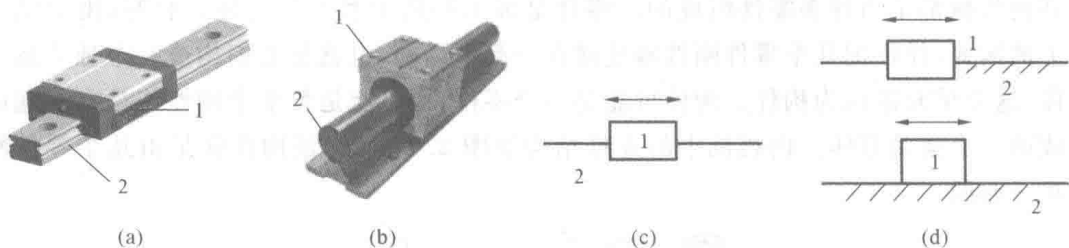


图 2.3 移动副

2. 按两构件的接触方式分类

两构件之间的接触方式共有三种,即面接触、点接触和线接触。

(1) 低副:两构件之间是面接触的运动副称为低副。

由于在承受同等作用力时,面接触具有较小的压强,所以称其为低副。图 2.2 所示的转动副中,转轴 1 与轴承座 2 的接触面是圆柱面,图 2.3 所示的移动副中,滑块 1 与导轨 2 之间也是面接触,它们都是低副。

(2) 高副:两构件之间是点或线接触的运动副称为高副。

在承受同等作用力时,点或线接触的运动副中具有较大的压强,所以称其为高副。图 2.4(a)所示轮齿 1 与轮齿 2 接触时,从端面看是点接触,从空间看是线接触,称为齿轮高副。对应的运动副符号如图 2.4(b)所示。图 2.4(c)所示滚子 1 与凸轮 2 接触时,从端面看

是点接触,从空间看是线接触,称为凸轮高副。对应的运动副符号如图 2.4(d)所示。

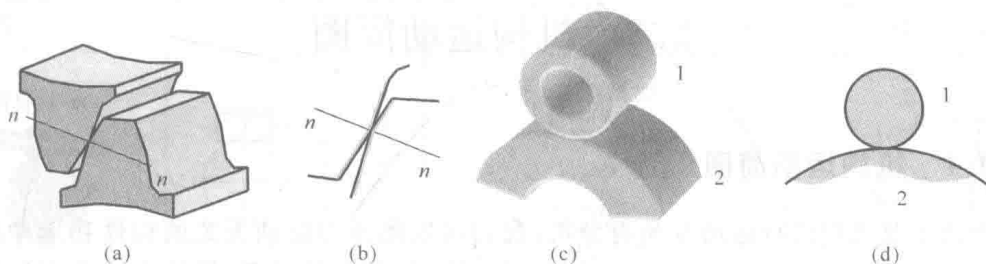


图 2.4 高副

3. 运动副元素

在研究运动副时,经常涉及两构件在运动副处的表面形状。把两构件在运动副处的点、线、面接触部分称为运动副的元素。

如图 2.2(a)所示转动副中,轴 1 的外圆柱面是轴 1 上的运动副元素,轴承座 2 的内圆柱面是轴承座 2 的运动副元素。图 2.3(a)所示移动副中,运动副元素为接触平面,图 2.3(b)所示移动副中,运动副元素为圆柱面。图 2.4(a)所示轮齿 1、2 形成的运动副中,各自的轮廓曲线是轮齿的运动副元素。图 2.4(c)所示凸轮高副中,各自的轮廓线则是相应的运动副元素。因此,高副的运动简图一般用其对应的曲线表示。表示单一构件的运动副连接处时,经常使用运动副元素表示。

2.2.3 运动链

若干个构件通过运动副的连接而构成的相对可动的系统称为运动链。如果组成运动链的各构件组成一个首末封闭的系统,该系统称为闭式运动链,或简称闭链,如图 2.5 所示。各种机械中,采用较多的为闭链。如果组成运动链的构件不能组成一个首末封闭的系统,则称为开式运动链,或简称开链,如图 2.6 所示。

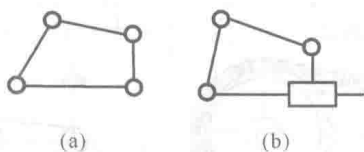


图 2.5 闭式运动链

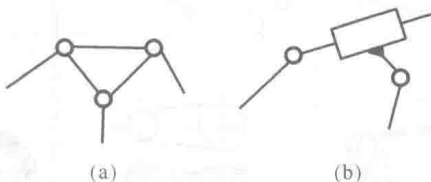


图 2.6 开式运动链

2.2.4 机构

在运动链中,若把某一构件固定,该构件就成为机架,则该运动链便成为机构。一般情况下,机械是安装在地面上的,那么机架相对地面是固定不动的;如果机械是安装在汽车、轮船、飞机等运动物体上,那么机架相对于该运动物体是固定不动的。在机构中除机架外,如果给运动链中一个或几个构件以确定运动规律时,其余构件都能得到确定的相对运动。机构中,按已知运动规律运动的构件称为主动件,通常主动件也是驱动力作用的构件,即原动件,其余活动构件称为从动件或从动件系统。从动件的运动规律取决于原动件的运动规律和机构的结构及构件的尺寸。具备机架、原动件和从动件系统的运动链便称为机构。机构还可以根据各构件的运动空间分为平面机构和空间机构。

2.3 机构运动简图

2.3.1 机构运动简图

为了便于对机构进行运动及动力分析,我们可以抛开与运动无关的构件和运动副的复杂结构形状,按一定比例画出各运动副的相对位置,用简单的线条、滑块和运动副的规定符号来表示构件和运动副,画出能准确表达机构运动特性的简单图形,这样的图形称为机构运动简图。如果仅以构件和运动副代号来表示机构而不按比例绘制,这种图形称为机构示意图。平面机构运动简图中构件和运动副的表示方法见表 2.1。

表 2.1 常用构件及运动副表示方法

名 称	符 号	名 称	符 号
轴、杆、连杆等构件		轴、杆的固定支座(机架)	
杆的固定连接		二副构件	
三副构件		电动机	
带传动		链传动	
外啮合圆柱齿轮机构		齿轮齿条机构	
内啮合圆柱齿轮机构		锥齿轮传动	