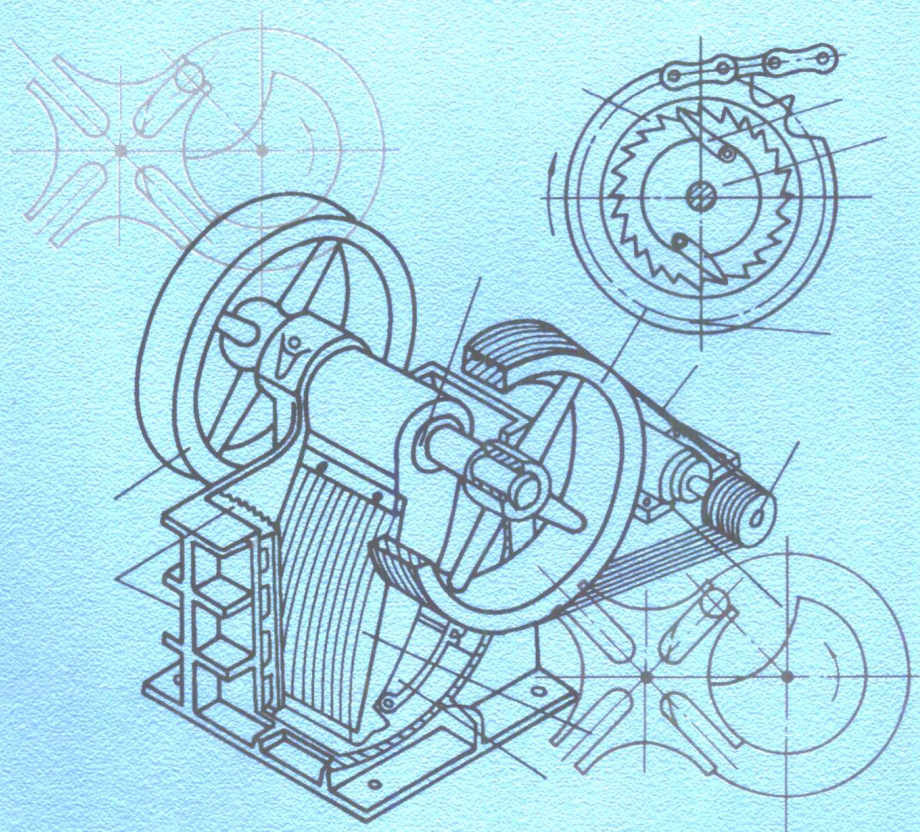


机械工程基础

张克猛



西安交通大学出版社

机械工 程基础

张克猛

西安交通大学出版社

·西安·

内容提要

《机械工程基础》围绕机械取材,将工科机械类多门主干课程的基本内容统筹安排、有机贯通融合,向读者系统介绍了机械的组成、受力、运动、联接、传动以及机械零件的基本变形和承载能力,并结合典型机构和典型零件介绍了机械设计的一般思路 and 具体方法。侧重于涉及机械工程的有关基本概念、基本理论的阐述以及解决工程实际问题的基本方法介绍。

全书共分为 10 章,每章都配有一定量的例题和复习题。考虑到非机类学生的知识特点,附录中给出了矢量及其运算、机械零件常用材料以及钢材的常用热处理方法介绍等。

本书适合于工科高等院校管理经济类、非机类和近机类各专业学生使用(推荐教学时数为 64~88 学时),也可供电大、函大、高等工程专科相应专业教学使用,以及有关工程技术人员作参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程基础/张克猛编著. —西安:西安交通大学出版社,2000.8
ISBN 7-5605-1275-5

I. 机… II. 张… III. 机械工程-基本知识
IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 68352 号

*

西安交通大学出版社出版发行
(西安市咸宁西路 28 号 邮政编码:710049 电话:(029)2668316
西安向阳印刷厂印装
各地新华书店经销

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:22.875 字数:554 千字
2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷
印数:1~3 000 定价:28.00 元

若发现本社图书有倒页、白页、少页及影响阅读的质量问题,请去当地销售部门调换或与我社发行科联系调换。发行科电话:(029)2668357,2667874

前 言

“机械工程基础”课程的讲义自 1995 年以来一直在西安交通大学管理学院的管理经济类专业使用,1999 年被评为学校优秀讲义,本教材是在原讲义的基础上修改而成的。考虑到工科一些非机类、近机类专业的需要,内容有所拓宽,体系编排更趋合理。

就机械工程而言,涉及开发、制造、设计、安装、运用与修理各种机械中的全部理论和方法,内容非常广阔。考虑到一些接近专业的内容已作为相应的选修专业方向单独设课,还有一些使用面较宽的内容也已作为工程科学单独设课,因此本教材针对工科特点和非机类、近机类一些专业的要求,围绕着机械进行取材。以“机械概述—受力分析—变形形式—承载能力—运动分析—动荷影响—传动方式—设计方法”这一主线,将工科机械类的多门主干课程的基本内容进行贯通与融合,力图用较少的学时来侧重于对机械工程的有关基本概念、基本理论加以阐述,对解决工程实际问题的基本方法进行介绍。同时还适当注意到了对内容的有层次安排,以有利于教师针对各专业授课取材的灵活性发挥。内容广而不乱,既系统又有层次,而且非常利于读者自学。

本教材在编写、出版的过程中,得到了西安交通大学教务处、管理学院、电气学院以及西安交通大学出版社领导的热情关心与支持,得到了教研室同行们无私的大力协助。朱因远教授精心审阅了全部书稿,并提出了宝贵的意见和建议。周纪卿教授曾仔细审阅了原讲义的书稿。对他们的关心、支持以及所付出的大量心血,作者在此表示深深的谢意!

本书在编写过程中,部分插图与内容参考了书后所列的参考文献,作者在此一并致谢。

限于作者的水平以及编写体系、结构仍属尝试,书中难免有不妥之处,恳请各方面的专家及广大的读者指正。

编 者

2000 年 3 月

目 录

前言

第1章 机械概述	(1)
1.1 机械的形成与机械工程的发展过程	(1)
1.2 机械的特征	(2)
1.3 零件和部件	(3)
1.4 机构的组成 构件与运动副	(3)
1.5 机构示意图	(5)
复习题	(6)
第2章 机械静力分析的基本原理与方法	(8)
2.1 力的基本性质	(8)
2.2 力矩	(11)
2.2.1 力对点之矩	(11)
2.2.2 力对轴之矩	(13)
2.3 力偶	(15)
2.4 力系的简化	(17)
2.4.1 力的平移定理	(17)
2.4.2 力系的主矢和主矩	(18)
2.4.3 力系的简化结果讨论	(18)
2.5 约束反力与受力图	(19)
2.5.1 约束和约束反力	(19)
2.5.2 受力图	(24)
2.6 力系的平衡方程及其应用	(26)
2.6.1 力系的平衡方程	(26)
2.6.2 静力分析的基本方法及典型实例	(27)
2.7 摩擦	(34)
2.7.1 摩擦现象与摩擦力	(34)
2.7.2 自锁	(36)
复习题	(37)
第3章 零件基本变形时的承载能力	(44)
3.1 变形固体的基本概念	(44)
3.1.1 变形固体的基本假设	(44)
3.1.2 内力和应力	(44)

3.1.3	变形与应变·····	(46)
3.1.4	杆件的基本受力与变形形式·····	(47)
3.2	杆件的拉伸与压缩·····	(48)
3.2.1	轴力与轴力图·····	(48)
3.2.2	轴向拉伸和压缩时杆件的应力·····	(49)
3.2.3	材料受拉伸和压缩时的机械性质·····	(50)
3.2.4	轴向拉伸(压缩)时的强度计算·····	(56)
3.2.5	轴向拉伸(压缩)时的变形·····	(57)
3.2.6	应力集中概念·····	(59)
3.3	连接件的剪切与挤压计算·····	(59)
3.4	轴的扭转·····	(62)
3.4.1	扭矩与扭矩图·····	(62)
3.4.2	圆轴扭转时的应力·····	(63)
3.4.3	圆轴扭转时的变形·····	(66)
3.4.4	圆轴扭转时的强度与刚度计算·····	(67)
3.4.5	扭转破坏的应力分析·····	(69)
3.5	梁的弯曲强度·····	(71)
3.5.1	梁的内力分析·····	(71)
3.5.2	弯曲正应力及正应力强度条件·····	(77)
3.5.3	弯曲切应力简介·····	(82)
3.6	梁的弯曲变形·····	(83)
3.6.1	梁的挠度和转角·····	(83)
3.6.2	挠曲线的微分方程·····	(84)
3.6.3	用积分法求梁的变形·····	(84)
3.6.4	用叠加法求梁的变形·····	(86)
3.6.5	梁的刚度条件·····	(90)
3.7	提高梁的承载能力的合理途径·····	(90)
3.8	压杆的稳定性·····	(93)
3.8.1	压杆稳定的概念·····	(93)
3.8.2	临界力的计算·····	(94)
3.8.3	压杆的临界应力与临界应力总图·····	(96)
3.8.4	压杆稳定计算·····	(97)
3.8.5	提高压杆抵抗失稳的措施·····	(99)
3.9	静不定概念及其求解方法·····	(99)
复习题	·····	(103)

第4章 强度理论与零件的组合变形 ····· (109)

4.1	应力状态简介 ·····	(109)
4.1.1	一点应力状态的概念 ·····	(109)

4.1.2 平面应力状态分析	(110)
4.1.3 三向应力状态简介	(112)
4.1.4 广义虎克定律	(112)
4.2 强度理论概说	(114)
4.3 组合变形时杆件的强度计算	(117)
复习题	(123)
第5章 机构运动分析	(126)
5.1 运动分析基本概念	(126)
5.2 点的速度与加速度	(126)
5.2.1 矢量法	(126)
5.2.2 直角坐标法	(127)
5.2.3 自然法	(128)
5.2.4 刚体的平行移动	(131)
5.3 刚体的角速度与角加速度	(133)
5.3.1 刚体定轴转动 角速度与角加速度	(133)
5.3.2 转动刚体内各点的速度与加速度	(133)
5.3.3 定轴轮系与定轴轮系传动比	(134)
5.4 常用机构	(135)
5.4.1 平面连杆机构	(135)
5.4.2 凸轮机构	(147)
5.4.3 间歇运动机构	(156)
5.5 构件上各点的运动分析	(159)
5.5.1 两构件上重合点的速度间及加速度间的关系	(159)
5.5.2 同一构件上各点的速度间及加速度间的关系	(165)
复习题	(172)
第6章 机械动力分析基本原理及动应力分析	(181)
6.1 动力学基本方程	(181)
6.2 动量定理	(183)
6.2.1 质心	(183)
6.2.2 动量	(183)
6.2.3 动量定理与质心运动定理	(184)
6.3 动量矩定理	(188)
6.3.1 动量矩	(188)
6.3.2 动量矩定理	(189)
6.3.3 刚体定轴转动微分方程	(191)
6.3.4 刚体平面运动微分方程	(192)
6.3.5 转动惯量	(192)

6.4 动能定理	(197)
6.4.1 动能	(197)
6.4.2 力的功	(198)
6.4.3 动能定理	(200)
6.4.4 功率和功率方程	(203)
6.5 达朗伯原理	(206)
6.5.1 惯性力	(206)
6.5.2 达朗伯原理	(206)
6.5.3 刚体惯性力系的简化结果	(208)
6.5.4 转子的静平衡与动平衡	(211)
6.6 动载荷与交变应力	(213)
6.6.1 匀变速直线平动或匀角速转动时的动应力计算	(213)
6.6.2 冲击应力的概念	(215)
6.6.3 交变应力与疲劳破坏	(216)
6.6.4 材料的持久极限及其影响因素	(218)
复习题	(221)
第7章 螺纹联接和螺旋传动	(226)
7.1 螺纹	(226)
7.1.1 螺纹的形成、类型和应用	(226)
7.1.2 螺纹的主要参数	(227)
7.2 螺纹联接与螺纹联接件	(228)
7.3 螺纹联接的预紧和防松	(230)
7.3.1 螺纹联接的预紧	(230)
7.3.2 螺纹联接的防松	(231)
7.4 螺纹联接的强度计算	(233)
7.4.1 受拉螺栓的强度计算	(233)
7.4.2 受剪螺栓的强度计算	(235)
7.4.3 螺栓的材料和许用应力	(235)
7.4.4 螺栓组联接的强度计算	(235)
7.5 螺旋传动	(238)
7.5.1 螺旋传动类型及应用	(238)
7.5.2 螺旋传动的设计计算	(240)
7.5.3 滚珠螺旋机构简介	(243)
复习题	(244)
第8章 机械传动	(248)
8.1 摩擦轮传动	(248)
8.2 齿轮传动	(251)

8.2.1	齿轮传动概述	(251)
8.2.2	渐开线齿廓曲线及其啮合特性	(253)
8.2.3	渐开线标准直齿圆柱齿轮传动	(255)
8.2.4	渐开线斜齿圆柱齿轮传动	(259)
8.2.5	直齿圆锥齿轮传动	(262)
8.2.6	轮系	(264)
8.2.7	轮齿的失效形式	(264)
8.2.8	齿轮的材料	(266)
8.2.9	齿轮的受力分析和计算载荷	(266)
8.2.10	圆柱齿轮的强度计算	(269)
8.3	蜗杆传动	(276)
8.3.1	蜗杆传动概述	(276)
8.3.2	蜗杆传动的主要参数及几何关系	(278)
8.3.3	蜗杆传动的滑动速度、效率和润滑	(281)
8.3.4	蜗杆传动的常用材料	(282)
8.3.5	蜗杆传动的受力分析	(282)
8.3.6	蜗杆传动的失效形式和工作能力计算	(284)
8.4	带传动	(287)
8.4.1	带传动的工作原理	(287)
8.4.2	带的类型与结构	(289)
8.4.3	带传动的主要几何参数	(292)
8.4.4	三角带轮	(293)
8.4.5	带传动的张紧装置	(294)
8.4.6	普通 V 带传动的设计计算	(295)
8.5	链传动	(300)
8.5.1	链传动的主要类型、特点及其应用	(300)
8.5.2	滚子链传动的结构、主要参数及几何尺寸	(301)
8.5.3	链传动的工作原理	(303)
8.5.4	链传动的设计	(304)
复习题		(311)

第 9 章 轴、轴承、联轴器与离合器

9.1	轴	(313)
9.1.1	概述	(313)
9.1.2	轴的结构	(315)
9.1.3	轴的强度计算	(316)
9.2	轴承	(320)
9.2.1	滑动轴承	(320)
9.2.2	滚动轴承	(322)

9.2.3 轴承的润滑与密封	(327)
9.3 联轴器与离合器	(328)
9.3.1 联轴器	(328)
9.3.2 离合器	(331)
复习题.....	(334)
第 10 章 液压传动	(335)
10.1 液压传动的基本知识.....	(335)
10.2 液压元件及液压基本回路.....	(337)
复习题.....	(343)
附录	(344)
附录 I 矢量及其运算.....	(344)
附录 II 机械零件的常用材料.....	(347)
附录 III 钢的常用热处理方法.....	(349)
附录 IV 部分习题参考答案.....	(351)
参考文献	

第1章 机械概述

机械是现代社会进行生产和服务的五大要素(即人、资金、能量、材料和机械)之一,并且能量和材料的生产还必须有机机械的参与。任何现代产业和工程领域都需要应用机械,例如农业、林业、矿山等需要农业机械、林业机械、矿山机械;冶金和化学工业需要冶金机械、化工机械;纺织和食品加工工业需要纺织机械、食品加工机械;房屋建筑和道路、桥梁、水利等工程需要工程机械;电力工业需要动力机械;交通运输业需要各种车辆、船舶、飞机等;各种商品的计量、包装、储存、装卸需要各种相应的工作机械。就是人们的日常生活,也越来越多地应用了各种机械,如汽车、自行车、缝纫机、钟表、照相机、洗衣机、冰箱、空调机和吸尘器等。

机械工程是以有关的自然科学和技术科学为理论基础,结合生产实践中积累的技术经验,研究和解决在开发、设计、制造、安装、运用和修理各种机械中的全部理论和实际问题的一门应用学科。

1.1 机械的形成与机械工程的发展过程

人类成为“现代人”的标志是制造工具。石器时代的各种石斧、石锤和木质、皮质的简单粗糙的工具是后来出现的机械的先驱。从制造简单工具演进到制造由多个零件、部件组成的现代机械,经历了漫长的历史过程。

几千年前,人类已创造了用于谷物脱壳和粉碎的臼和磨,用于提水的桔槔和辘轳,装有轮子的车和航行于江河的船等。所用的动力,从人自身的体力,发展到利用畜力、水力和风力。所用材料从天然的石、木、土、皮革,发展到人造材料。最早的人造材料是陶瓷。制造陶瓷器皿的陶车,已是具有动力、传动和工作三个部分的完整机械。

人类从石器时代进入青铜时代,再进而到铁器时代,用以吹旺炉火的鼓风机的发展起了重要作用。有足够强大的鼓风机,才能使冶金炉获得足够高的炉温,才能从矿石中炼得金属。在中国,公元前1000~前900年就已有了冶铸用的鼓风机,并渐从人力鼓风发展到畜力和水力鼓风。

15~16世纪以前,机械工程发展缓慢。但在以千年计的实践中,在机械发展方面还是积累了相当多的经验和知识,这就为后来机械工程的发展奠定了一定的基础。17世纪以后,资本主义在英、法和西欧诸国出现,商品生产开始成为社会的中心问题。许多高才艺的机械匠师和有生产观念的知识分子致力于改进各产业所需要的工作机械和研制新的动力机——蒸汽机。18世纪后期,蒸汽机的应用从采矿业推广到纺织、面粉和冶金等行业。制作机械的主要材料逐渐从木材改用更为坚韧,但难以用手工加工的金属。机械制造业开始形成,并在几十年中成为一个重要产业。机械工程通过不断扩大的实践,从分散性的、主要依赖匠师们个人才智和手艺的一种技艺,逐渐发展成为一门有理论指导的、系统的和独立的工程技术。机械工程是促成18~19世纪的工业革命以及资本主义机械大生产的主要技术因素。

各个工程领域的发展都要求机械工程有与之相适应的发展,都需要机械工程提供所必需的机械。某些机械的发明和完善,又导致新的工程技术和新的产业的出现和发展,例如大型动

力机械的制造成功,促成了电力系统的建立;机车的发展导致了铁路工程和铁路事业的兴起;内燃机、燃气轮机、火箭发动机等的发明和进步以及飞机和航天器的研制成功导致了航空、航天工程和航空、航天事业的兴起;高压设备(包括压缩机、反应器、密封技术等)的发展导致了許多新型合成化学工程的成功。机械工程就是在各方面不断提高的需求的压力下获得发展动力,同时又从各个学科和技术的进步中不断得到改进与创新的能力。

当前世界正在进行着一场新的技术革命,以集成电路为中心的微电子技术的广泛应用给社会生活和工业结构带来了巨大的影响。机械工程与微处理机结合诞生了“机电一体化”的复合技术。这使机械设备的结构、功能和制造技术等提高到了一个新的水平。机械学、微电子学和信息科学三者的有机结合,构成了一种优化技术,应用这种技术制造出来的机械产品结构简单、轻巧、省力和高效率,并部分代替了人脑的功能,即实现了人工智能。“机电一体化”产品必将成为今后机械产品发展的主流。

1.2 机械的特征

机械的种类多种多样,不同的机械,其构造、用途也各不相同,但既是机械就必定有以下的共同特征。

(1) 都是多个实体的组合。

(2) 各实体间具有确定的相对运动。例如图 1-1,单缸内燃机中活塞 2 相对气缸体 1 作往复运动,曲轴 4 相对气缸体 1 作相对转动。

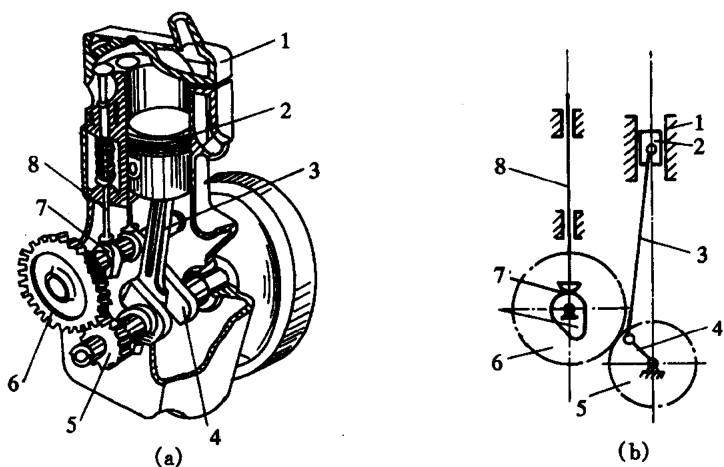


图 1-1 内燃机

1—缸体; 2—活塞; 3—连杆; 4—曲轴; 5, 6—齿轮; 7—凸轮; 8—顶杆

(3) 能进行能量转换(如内燃机把热能转换成机械能),或完成有效机械功(如起重机提升重物)。

凡同时具有上述三个特征的机械称为机器;仅具有上述前两个特征的机械称为机构。显然机器与机构的区别在于:机器的主要功用是进行能量转换或利用机械能做功;而机构的主要功用在于传递或转变运动的形式。然而,从基本组成、运动特性和受力状态等方面进行分析,

机器与机构并没有区别,故一般常以机械作为机器与机构的统称。

由于机器的特征包含着机构的特征,所以机器不能没有机构,一部机器可以含有一个或数个机构。如图 1-2 所示颞式破碎机只含有一个曲柄摇杆机构,图 1-1 所示的内燃机就是由曲柄滑块机构、齿轮机构和凸轮机构等三个机构组成的。

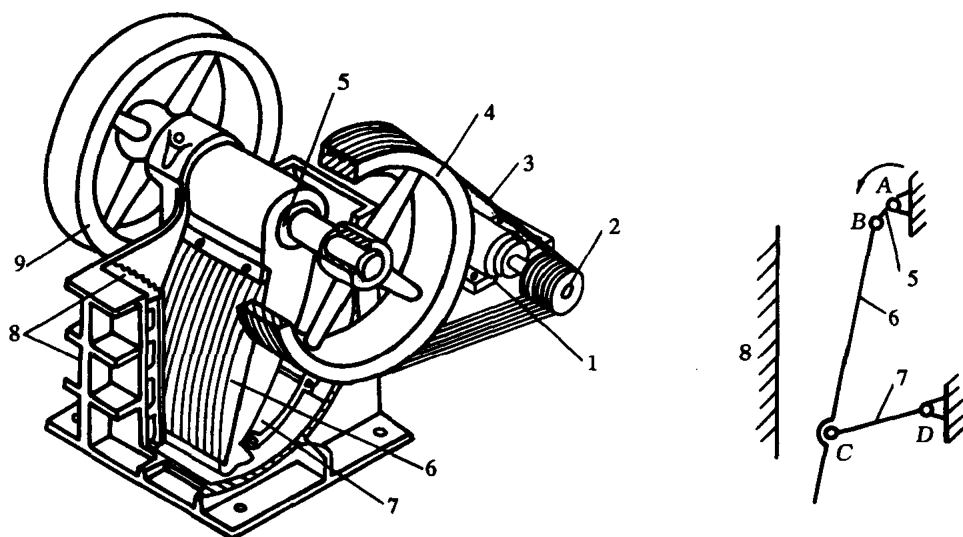


图 1-2 颞式破碎机

1—电动机; 2—带轮; 3—V带; 4—带轮; 5—偏心轴
6—动颞(板); 7—肘板; 8—定颞板、机架; 9—飞轮

1.3 零件和部件

1. 零件

组成机械的基本单元体称为机械零件,简称为零件。

机械中的零件按其应用的范围可分为两类:一类是通用零件,它在各种类型的机械中都可能用到,且具有同一功能,如螺栓、齿轮、带和链等;另一类是专用零件,它仅适用于一定类型的机械中,并能表示此种机械的特点,如内燃机中的曲轴、汽轮机中的叶片、农业机械上的犁铧和纺织机械上的纺锭等。

2. 部件

为了独立制造、独立装配和运输、使用上的方便,常把机械中为完成同一功能的一组零件组合在一起形成一个协同工作的整体,如减速器、离合器和电机转子等。这种为完成同一功能而在结构上组合在一起的协同工作的零件总体,称为部件。

1.4 机构的组成 构件与运动副

机构是由许多构件以一定的可动方式相互联接而成的。

1. 构件

组成机构的各个相对运动的实体称为构件。它可以是单一的整体,如图 1-3 所示的内燃机曲轴;也可以是多个零件的刚性联接,如图 1-4 所示颚式破碎机的动颚,就是由动颚体 1 和动颚板 2 用压板 3 和螺钉 4 固定在一体的。

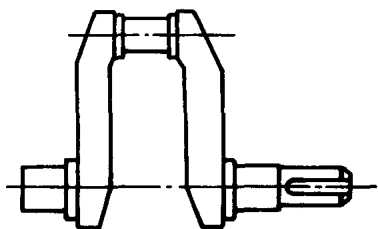


图 1-3 曲轴

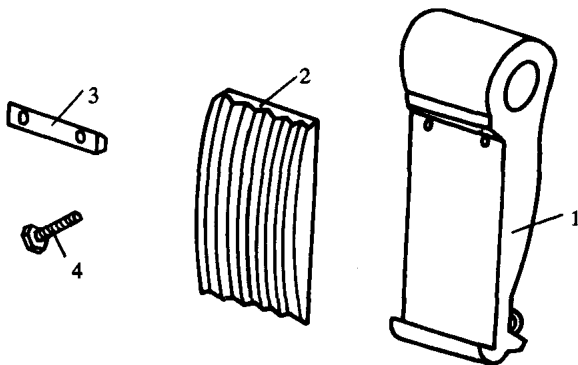


图 1-4 颚式破碎机的动颚

1—动颚体; 2—动颚板; 3—压板; 4—螺钉

可见,零件与构件的区别在于:零件是制造的单元,是从加工制造角度确定的概念;而构件则是运动单元,是从运动角度确定的概念。

机构中的构件按其运动性质可分为三类:

(1) 固定件(机架) 是用来支承活动构件的构件。如图 1-1 中的气缸体,它用以支承活塞、曲轴等。

(2) 主动件(原动件) 驱动力所作用的构件。或者说带动其它构件运动的构件。如图 1-1 中的活塞,受气体压力推动,从而带动连杆和曲轴。

(3) 从动件 随主动件的运动而运动的构件。如图 1-1 中的连杆、曲轴。

任何机构必须有一个构件被相对作固定件。在活动构件中至少有一个是主动件。

2. 运动副

机构中由两个构件组成的具有一定相对运动的可动联接称为运动副。如图 1-1 中的活塞与缸体、活塞与连杆、连杆与曲轴、曲轴与缸体等联接。

两构件组成的运动副,不外乎是通过点、线或面三种形式的接触来实现的,根据两构件间的接触方式,可将运动副分为高副和低副:

(1) 高副 两构件通过点或线接触组成的运动副称为高副。如图 1-5(a)中的车轮与钢轨(线接触),图(b)中的凸轮与顶杆(点接触),图(c)中齿轮 1 与齿轮 2(线接触),分别在接触处组成高副。

由于高副是点或线接触,故可传递较复杂的运动,但承载能力较差。

(2) 低副 两构件通过面接触组成的运动副称为低副。如图 1-1 中的活塞与气缸体,曲柄与连杆等均组成低副。

根据组成低副的两构件间的相对运动形式不同,低副又可分为移动副与转动副:

1) 移动副 两构件间面接触且只能沿某一直线作相对移动的运动副称为移动副。例如

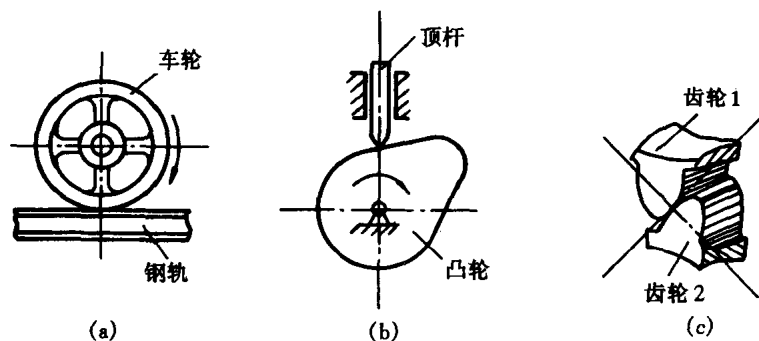


图 1-5 高副

图 1-6(a)所示构件 1 与 2 组成移动副,图 1-1 中活塞与气缸体组成移动副。

2) 转动副 两构件间面接触且只能绕同一轴线作相对转动的运动副称为转动副。如图 1-6(b)所示构件 1 与 2 组成的运动副,这类转动副又称为铰链。如图 1-1 中活塞与连杆、连杆与曲轴、曲轴与缸体等,都组成了转动副。

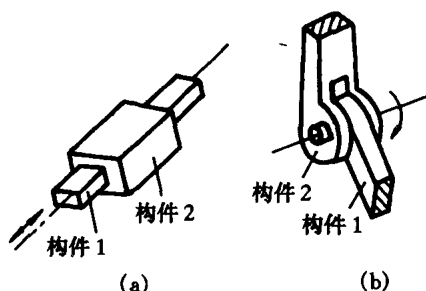
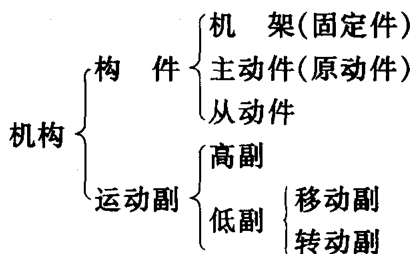


图 1-6 低副

由于低副是面接触,故承载能力较强,且一般为平面或柱面,所以容易加工制造。但低副均为滑动摩擦,所以效率较低。

关于机构的组成,可简单归纳如下:



1.5 机构示意图

1. 机构示意图及其作用

研究机构运动时,为使问题简化,有必要撇开那些与运动无关的因素(如构件的形状、组成构件的零件数目和运动副的构造等),仅用一些规定的简单线条和符号表示机构中的构件和运动副。这种能说明机构各构件间相对运动关系的简单图形,称为机构的示意图或机构简图。如图 1-1 中的图(b)表示图(a)的机构示意图,它清楚地表达了内燃机各构件间的相对运动关系;如图 1-2 中的图(b)表示图(a)的机构示意图,它清楚地表达了颚式破碎机的偏心轴(曲柄)、动颚、肘板等构件间的相对运动关系。

机构示意图很重要。研究已有的机械和设计新机械时都需要画出相应的机构示意图,以

便进行运动分析和受力分析。

2. 机构示意图中运动副和构件的规定表示符号

运动副的表示符号如图 1-7, 图 1-8, 图 1-9 所示, 其中画有斜线的构件代表机架, 以示不动。图 1-7(a) 表示两活动构件组成的转动副, 图 1-7(b), (c) 分别表示活动构件与机架组成的转动副; 图 1-8(a) 表示两活动构件组成的移动副, 图 1-8(b) 表示活动构件与机架组成的移动副。当两构件组成高副时一般应画出两构件在接触处的轮廓曲线。

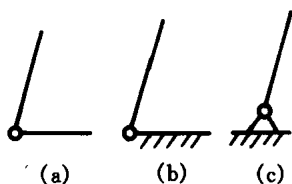


图 1-7 转动副的表示符号

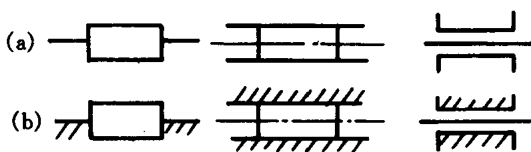


图 1-8 移动副的表示符号

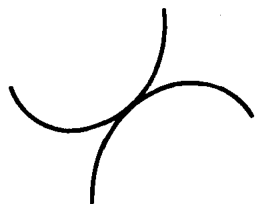


图 1-9 高副的表示符号

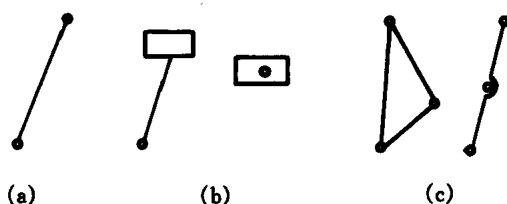


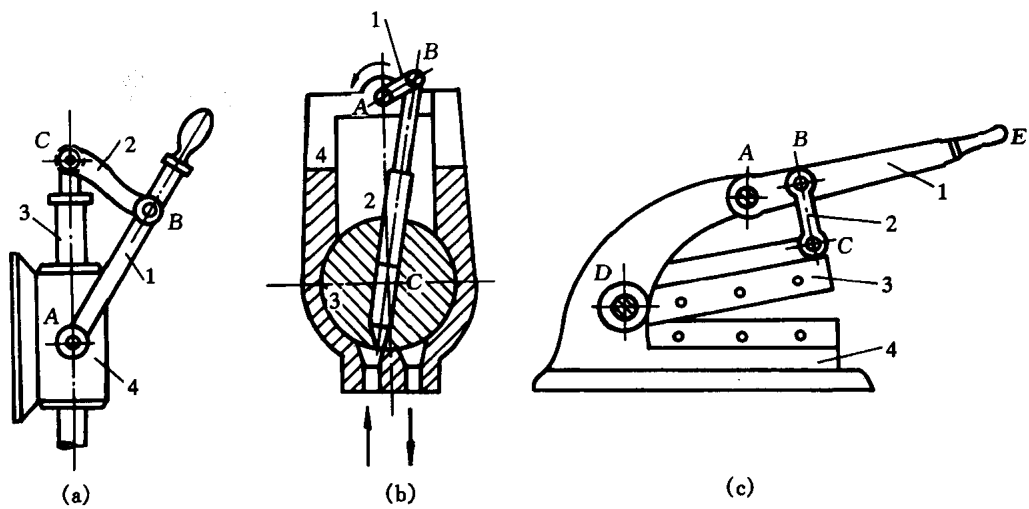
图 1-10 构件的表示符号

构件的表示符号如图 1-10 所示, 其中图(a)表示带有两个转动副的构件; 图(b)表示带有一个转动副和一个移动副的构件; 图(c)表示带有三个转动副的构件。齿轮一般用点画线画出, 凸轮一般画出轮廓曲线。

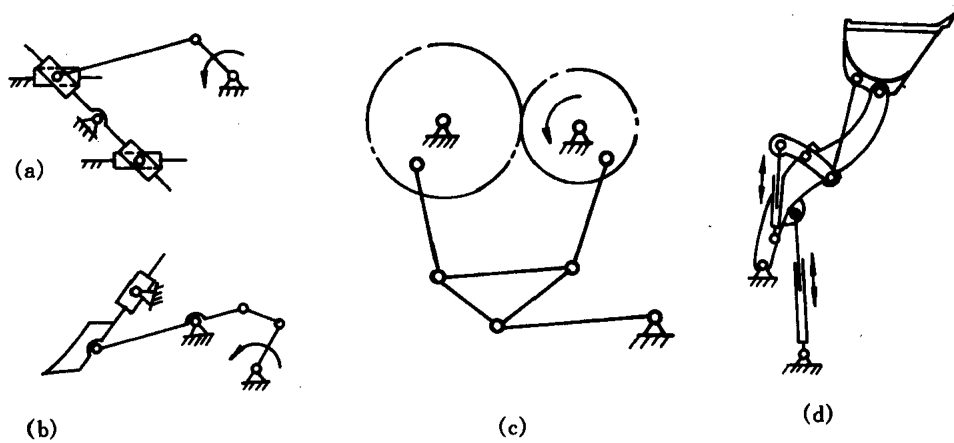
由实际机构抽象为机构示意图乃是一个反映运动本质的过程, 能按规范绘制机构简图与真正理解机构简图是同等重要的。

复习题

- 1-1 什么叫机器、机构和机械?
- 1-2 什么叫零件、构件和运动副?
- 1-3 说明高副与低副的区别。
- 1-4 什么叫机构示意图?
- 1-5 试画出图(a)所示的唧筒, 图(b)所示的油泵, 图(c)所示的剪板机的示意图。
- 1-6 试说明图示各机构中的构件数, 并说明共有多少运动副? 其中高副多少? 低副多少? 低副中的转动副和移动副各多少?



题 1-5 图



题 1-6 图