



普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

近机、非机类专业适用

机械设计基础

石固欧 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

机械设计基础

近机、非机类专业适用

石固欧 主 编
贾北平 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育),是根据教育部制定的《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》,并结合多所院校多年的教改经验编写的。

全书共四篇 23 章。第一篇平面机构及其运动分析与静力分析,内容包括平面机构的组成、平面连杆机构及其设计、凸轮机构及其设计、其它常用机构、平面机构的运动分析、平面构件的静力分析。第二篇常用机械零部件设计,内容包括常用机械零件设计概述、摩擦磨损与润滑、杆件的强度分析、直梁、圆轴及轴毂连接、轴承、螺纹连接、其它常用零件。第三篇常用机械传动及其设计,内容包括带传动、链传动、齿轮传动、空间齿轮传动、轮系、机械的调速与平衡。第四篇液压传动,内容包括液压传动的基本知识、液压元件与液压基本回路、典型液压系统。

本书可作为高职高专院校近机械类和非机械类各专业机械设计基础课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/石固欧主编. —北京:高等教育出版社,2003.8

ISBN 7-04-012543-9

I. 机… II. 石… III. 机械设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 044465 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京机工印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 28
字 数 680 000

版 次 2003 年 8 月第 1 版
印 次 2003 年 8 月第 1 次印刷
定 价 29.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

■ 机械制图	刘 力
■ 机械制图习题集	刘 力
■ 机械制图测绘及学习与训练指导 (配盘)	王 冰
■ 机械制图	刘小华
■ 机械制图习题集	刘振魁
■ 机械制图 (第二版)	李 澄
■ 机械制图习题集 (第二版)	李 澄
■ 机械制图 (近机、非机类)	左晓明
■ 机械制图习题集 (近机、非机类)	汪令江
■ 工程制图 (非机类) (第二版)	周鹏翔
■ 工程制图习题集 (非机类) (第二版)	周鹏翔
■ 制图基础 (电子、通信工程、计算机等专业) (第二版)	乔友杰
■ 制图基础习题集 (电子、通信工程、计算机等专业) (第二版)	乔友杰
■ 实用电子工程制图 (电类、计算机类、通信类专业)	董幸生
■ 实用电子工程制图习题集 (电类、计算机类、通信类专业)	董幸生
■ AutoCAD 2000 工程绘图教程	曾令宜
■ AutoCAD 2000 工程绘图训练	李世兰
■ AutoCAD 2002 工程绘图与训练	莫章金
■ 工程力学 (多学时)	陈位宫
■ 工程力学 (少学时)	张定华
■ 机械原理	马永林
■ 机械原理课程设计指导	张永安
■ 机械零件 (第二版)	郑志祥
■ 机械设计基础 (第二版)	邓昭铭
■ 机械设计基础	陈立德
■ 机械设计基础课程设计指导书	陈立德
■ 机械设计基础学习与训练指南 (配盘)	张建中
■ 机械设计 (上、下册)	徐锦康
■ 机械设计基础 (近机、非机类)	石固欧
■ 金属工艺学 (非机械类)	王孝达
■ 机械制造基础实习	杨慧智
■ 机械制造基础实习报告	胡大超
■ 金工实习 (第二版)	金福德
■ 机械制造基础实习 (非机类)	周大恂
■ 金工实习 (非机械类)	李永增
■ 金工实验	田柏龄
■ 机械制造基础	乔世民
■ 机械工程材料 (第二版)	许德珠
■ 热加工工艺基础 (第二版)	司乃钧
■ 机械加工工艺基础 (第二版)	司乃钧
■ 机械工程材料基础	张捷世
■ 热加工工艺基础与实习	吕 桦
■ 机械加工工艺基础与实习	张亮峰
■ 工程材料与材料成形工艺	王纪安
■ 机械制造技术	李 华
■ 现代制造技术	顾秀潭
■ 互换性与测量技术	陈子萍
■ 机械工程检测技术	陈瑞阳
■ 液压与气动技术	姜佩东
■ 液压与气动技术学习及训练指南 (配盘)	何法明
■ 机械工程基础 (非机械类) (第二版)	张绍甫
■ 机械基础 (非机械类)	刘跃南
■ 机械基础 (上、下册) (非机械类)	张绍甫
■ 机械基础 (非机械类)	潘旦君

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》，结合多所院校多年的教改经验编写而成的，主要适用于近机械类、非机械类各专业的教学，参考学时数为110~140学时。

本书主要特色如下：

(1) 教材体系新。主要体现在两个方面：

第一，本书除绪论外共二十三章，前二十章是本书的主体，其内容按照机械的组成结构、工作原理分析、运动分析、受力分析、承载能力计算等这样的顺序进行编排，这种编排体系与机械设计的一般程序是一致的，可以使学生在学习本书的过程中自觉地了解 and 掌握机械设计的一般过程。

第二，考虑本书既有理论性、又有实践性的特点和机电液一体化的发展趋势，将全书分成四篇。第一篇内容主要是机械的组成和工作原理、运动分析与受力分析等，理论性比较强；第二篇内容则是工程实际中各种典型零部件的承载能力计算与设计选用，实践性很突出；第三篇为各种常用机械传动的基本知识及设计，同样具有很强的实践性；第四篇介绍液压传动的基础知识，主要是考虑到机械的自动化、半自动化和机电液一体化的发展趋势使得液压传动的应用越来越广泛的缘故。

这种既与机械设计一般程序相一致又考虑内容自身特点与发展趋势的教材体系比较新颖。

(2) 内容整合力度大。例如，本书将原理论力学中的静力学知识按照基本概念和基本定理、平面力系、空间力系这一由浅入深的顺序整合成一章；将原材料力学中的轴的扭转和原机械设计中的轴作为一种典型零件整合为一章；将原机械设计中的齿轮传动和蜗杆传动按平面齿轮传动和空间齿轮传动重新整合。

(3) 实践性较强。对基本理论，本书遵循“必须、够用为度”和“掌握概念、强化应用”的原则，对各种公式不作详细推导，例题和习题的编写突出理论的应用性。

(4) 采用了最新的国家标准。

参加本书编写的有：承德石油高等专科学校石固欧（绪论、第3、4、6、8、20章）、邹克武（第1、2章）、张连生（第5、7章）、赵树忠（第21、22、23章），重庆石油高等专科学校贾北平（第12、16、17、18、19章），包头职业技术学院刘利军（第9、10、11章），南阳理工学院庞兴华（第13、14、15章）。全书由石固欧任主编，贾北平任副主编。

本书由北京理工大学张春林教授审阅，他仔细审阅了全部文稿和图稿，提出了许多宝贵意见和建议，对提高本书的质量帮助很大，在此表示衷心的感谢。

由于本书是一部教改力度比较大的教材，一定存在不足，加之编者水平有限，书中疏漏和欠妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2003年1月

目 录

绪论	1	0.3 本课程的学习方法	2
0.1 本课程的研究对象及课程内容	1	0.4 机器的组成及相关概念	3
0.2 本课程的性质和任务	2	0.5 机械设计的基本要求和一般程序	5

第一篇 平面机构及其运动分析与静力分析

第 1 章 平面机构的组成	8	4.2 螺旋机构	52
1.1 运动副及其分类	8	4.3 万向联轴器	53
1.2 平面机构运动简图及其绘制	10	思考题与习题	55
1.3 平面机构的自由度	13	第 5 章 平面机构的运动分析	56
思考题与习题	18	5.1 点的运动	56
第 2 章 平面连杆机构及其设计	20	5.2 构件的基本运动及构件上点的合成运动	62
2.1 平面四杆机构的基本形式及其演化	20	5.3 构件的平面运动	69
2.2 平面四杆机构的运动特性	26	思考题与习题	73
2.3 平面四杆机构的设计	30	第 6 章 平面构件的静力分析	76
思考题与习题	31	6.1 静力学基础	76
第 3 章 凸轮机构及其设计	34	6.2 约束与约束反力	83
3.1 概述	34	6.3 受力分析与受力图	86
3.2 常用的从动件运动规律	36	6.4 平面力系	89
3.3 凸轮轮廓设计	40	6.5 物体系统的平衡	103
3.4 凸轮设计中的几个问题	43	6.6 考虑摩擦时的物体平衡问题	106
思考题与习题	45	6.7 空间力系	107
第 4 章 其它常用机构	47	思考题与习题	112
4.1 间歇运动机构	47		

第二篇 常用机械零部件设计

第 7 章 常用机械零件设计概述	119	7.5 机械零件的结构工艺性	126
7.1 机械零件设计的基本要求及一般步骤	119	7.6 机械设计中的标准化	133
7.2 机械零件的失效形式和设计准则	119	思考题与习题	133
7.3 机械零件常用材料及其选用原则	122	第 8 章 摩擦、磨损与润滑	134
7.4 钢的热处理	124	8.1 摩擦与磨损	134
		8.2 润滑	137

8.3 密封装置	138	思考题与习题	219
思考题与习题	139	第 12 章 轴承	223
第 9 章 杆件的强度分析	140	12.1 滑动轴承的主要类型	223
9.1 杆的轴向拉伸及压缩	140	12.2 滑动轴承的结构和材料	223
9.2 金属材料拉伸及压缩的力学性能	146	12.3 不完全液体润滑轴承的设计 计算	229
9.3 拉(压)杆件的强度计算	150	12.4 滚动轴承的构造、类型及性 能特点	231
9.4 拉(压)杆件的变形	154	12.5 滚动轴承的代号及类型选择	234
9.5 压杆稳定的概念	156	12.6 滚动轴承的寿命计算	237
思考题与习题	158	12.7 滚动轴承的组合设计	241
第 10 章 直梁	160	12.8 滑动轴承与滚动轴承的性能比较	247
10.1 直梁平面弯曲的概念及弯曲内力	160	思考题与习题	248
10.2 梁的弯曲强度计算	168	第 13 章 螺纹连接	250
10.3 拉(压)与弯曲组合变形的强 度计算	175	13.1 螺纹连接的基本知识	250
10.4 梁的弯曲刚度简介	178	13.2 螺纹副的受力分析、效率和自锁	254
10.5 提高梁弯曲强度和刚度的措施	182	13.3 螺纹连接的基本类型及其预紧 和防松	257
10.6 直梁弯曲切应力简介	184	13.4 螺栓组连接的结构设计	262
思考题与习题	186	13.5 单个螺栓连接的强度计算	265
第 11 章 圆轴与轴毂连接	189	13.6 提高螺纹连接强度的措施	270
11.1 轴的类型及其材料	189	思考题与习题	272
11.2 圆轴扭转的概念及其内力	191	第 14 章 其它常用零件	274
11.3 横截面上的切应力及圆轴扭转 强度计算	194	14.1 联轴器	274
11.4 弯扭组合变形的强度计算	198	14.2 离合器	278
11.5 动载荷与交变应力	200	14.3 弹簧	280
11.6 转轴的设计与校核	204	思考题与习题	284
11.7 轴毂连接	213		

第三篇 常用机械传动及其设计

第 15 章 带传动	286	第 17 章 齿轮传动	320
15.1 带传动的基本知识	286	17.1 齿轮传动的特点及类型	320
15.2 普通 V 带传动的设计计算	296	17.2 齿廓啮合基本定律	321
15.3 其它带传动简介	304	17.3 渐开线及渐开线圆柱齿轮的啮 合特性	323
思考题与习题	305	17.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基 本参数和几何尺寸计算	325
第 16 章 链传动	306	17.5 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合条件	328
16.1 链传动的基本知识	306	17.6 切齿原理及根切现象	330
16.2 链传动的失效形式与滚子链 传动的设计计算	311	17.7 斜齿圆柱齿轮啮合传动简介	334
16.3 链传动的布置与维护	318	17.8 齿轮传动的失效形式与常用材料	338
思考题与习题	319		

17.9 直齿圆柱齿轮传动的受力分析及强度计算	342	19.1 轮系的类型及功用	369
17.10 齿轮的结构设计	351	19.2 定轴轮系传动比的计算	371
思考题与习题	353	19.3 行星轮系传动比的计算	373
第 18 章 空间齿轮传动	355	19.4 减速器的类型及结构	377
18.1 直齿圆锥齿轮传动	355	思考题与习题	379
18.2 蜗杆传动	359	第 20 章 机械的调速与平衡	382
思考题与习题	368	20.1 机械速度的波动与调节	382
第 19 章 轮系	369	20.2 机械的平衡	384
		思考题与习题	387

第四篇 液 压 传 动

第 21 章 液压传动的基本知识	389	22.4 液压辅助元件	413
21.1 液压传动的工作原理	389	22.5 液压基本回路	419
21.2 液压油	391	思考题与习题	428
21.3 液压传动的流体力学基础	394	第 23 章 典型液压系统	430
思考题与习题	397	23.1 YT4543 型液压动力滑台的液压系统	430
第 22 章 液压元件与液压基本回路	398	23.2 YT32-315 型万能液压机的液压系统	432
22.1 液压泵和液压马达	398	思考题与习题	435
22.2 液压缸	402		
22.3 液压控制元件	405		
参考文献	436		

绪 论

0.1 本课程的研究对象及课程内容

0.1.1 前言

在国家的经济建设和人们的日常生活中,机械是必不可少的,其作用非常重要。尤其是在现代工业各领域内,广泛使用各种机械进行生产是最为主要的生产方式。从最早的杠杆、斜面等最简单的机械一步一步发展成为现今的起重机、汽车、拖拉机、各种机床、内燃机、缝纫机、洗衣机、机器人、计算机等种类繁多、结构复杂、技术先进、功能全面的机械,可以说机械的发展、新机器的诞生推动着工业革命的到来,推动着生产力的进步和社会的向前发展。因此,机械发展程度的高低是衡量一个国家生产力水平高低的重要标志之一。

在现代社会里,除机械制造行业外,在其他的工业行业(如采矿、冶金、化工、建筑、轻纺、食品、电力、电子、供热制冷等)中的近机械类和非机械类的工程技术人员和管理人员,同样也要经常接触各种机械设备,并要处理许多与机械有关的问题。因此,掌握一定的机械方面的基本知识,对他们来说非常必要,也十分重要。

由于专业要求和学时的限制,对近机械类和非机械类各专业,不可能设置有关机械方面的一系列课程。因此,为他们提供有关机械方面的最必要的基本理论和基本知识,培养他们对机械的结构、运动、受力等方面的分析能力和对简单机械进行初步设计的能力,就是编写本课程教材的主要目的。

0.1.2 本课程的研究对象及课程内容

本课程以各种机械中的常用机构及通用零部件为研究对象。

课程内容按照分析已有机械和设计新机械的一般程序进行编排,同时兼顾相关学科的传统体系。另外,考虑到现代机械中液压传动装置应用非常广泛,在本课程中也安排了相关内容。总体上,本教材内容共包括四篇。

第一篇为平面机构的结构分析、运动分析和静力分析。主要介绍各种常用平面机构的结构组成、工作原理、运动特点及设计,运动分析与静力分析的基本理论。

第二篇为常用机械零部件设计。主要介绍各类零件承载能力的分析与计算,常用机械零部件的结构特点、工作原理、材料和设计计算等。

第三篇为常用机械传动及其设计。主要介绍各种机械传动的工作原理、设计方法和使用维护知识等。

第四篇为液压传动。主要介绍常见液压元件和典型液压回路与系统的工作原理等。

0.2 本课程的性质和任务

0.2.1 课程性质

本课程是一门技术基础课,综合运用先修课程如高等数学、普通物理、工程制图、金属工艺学、金属材料及热处理等的基本知识,解决常用机构及通用零部件的分析和设计问题。

本课程的理论性、实践性比较强,是后继专业课程学习的重要技术基础,是近机械类和非机械类专业的主干基础课程之一。该课程在教学中起着承上启下的作用,是工程技术人员必修课程。

0.2.2 课程任务

通过对本课程的学习,近机械类和非机械类专业的学生应达到以下基本要求:

1. 熟悉常用机构的结构特点、工作原理及应用等基本知识,并具有初步分析和设计常用机构的能力。
2. 熟练掌握运动分析和静力分析的基本理论和基本计算方法,能解决日常生活和工作实际中的有关运动分析和静力分析的具体问题。
3. 掌握通用零、部件的类型、工作原理、失效形式、设计准则和设计方法,初步具有对一般工作条件和常用参数范围内的通用零、部件进行设计的能力。
4. 使学生获得机械设计实验、设计简单机械及传动装置的基本技能。
5. 使学生具有运用标准、规范、手册、图册等相关技术资料的能力。

以上要求也就是本课程的任务。

0.3 本课程的学习方法

本课程是一门专业技术基础课,是从理论性、系统性都很强的基础课向实践性较强的专业过渡的一个转折点。因此,学习本课程时必须在学习方法上有所转变,应注意如下几点:

1. 注意理论联系实际,学以致用,把知识学活。本课程的研究对象与生产实际联系紧密,在初学本课程时,会感到内容比较抽象。因此,建议在学习本课程理论知识的同时,要有意识地去多看、多接触一些实际的机构和机器,并努力用所学到的原理和方法去分析、思考,这样就可使原本枯燥抽象的理论学习变得生动具体,有利于学好理论知识,也有利于开发智力及培养创造性思维。

2. 注意本课程内容的内在联系,抓住基本知识和设计两条主线。本教材的教学内容是按照机械设计的一般程序来安排的,对各种常用机构、常用零部件及常见机械传动,除了介绍一些运动分析、受力和承载能力分析的基本理论外,都是介绍它们的基本知识(结构、原理、相关标

准、使用维护等)和设计方法这两方面的内容。在学习本课程内容时,要注意各章节的共性,互相联系、互相比对,抓住两条主线来学习,才能保证本课程的学习效果。

3. 本课程的实践性较强,而实践中的问题往往很复杂,难以用纯理论的方法来分析解决,而常常采用经验参数、经验公式、条件性计算等方法,容易给学生造成“不讲道理”、“不是理论”的感觉。这就是实践性、工程性较强课程的特点,在学习时要了解懂得这一特点并逐步适应。

4. 本课程的一些计算结果不具有唯一性。也就是说,计算结果没有对错之分,只有好坏优良的不同,这也是实践性、工程性较强课程的特点。在学习时也要逐步适应这种特点并树立努力获得最佳结果的思想。

5. 注意重视结构设计。对机械工程问题来说,理论计算固然很重要,但往往并不能解决问题,结构设计有时是决定问题的关键。大量工程实践证明,一个好的设计工程师,首先必须是一个好的结构设计师。初学的人往往只注重计算而忽视结构设计,实际上,如果没有正确的结构设计,再好的理论计算也毫无意义。在学习本课程时,应逐步培养将理论计算与结构设计、工艺等问题相结合的思维。

0.4 机器的组成及相关概念

一说到“机器”,人们很自然就会提到汽车、火车、轮船、飞机、内燃机、发电机、各种机床等,但是若问:什么是“机器”?答案会各不相同,而且还会有多数人答不出来。下面就以单缸内燃机和颚式破碎机为例来说明“机器”一词的含义及其相关概念。

0.4.1 机器的组成特征及其定义

任何一种机器都是为实现某种功能而设计制造的。

如图 0.4.1 所示内燃机,是由活塞 1、连杆 2、曲轴 3、齿轮 4 与 5、凸轮 6、顶杆 7 及汽缸体 8 等实体组成,当燃气推动活塞 1 时,通过连杆 2 将运动传至曲轴 3,使曲轴 3 转动。内燃机的基本功能就是使燃气在缸内经过进气—压缩—燃烧—排气的循环过程,将燃烧的热能转变为使曲轴转动的机械能。

再如图 0.4.2 所示的颚式破碎机,是由机架 1、偏心轴 2、动颚板 3、肘板 4、带轮 5、定颚板 6 等组成。偏心轴 2 与带轮 5 面连,电动机通过带传动驱动偏心轴转动,使动颚板作平面运动,轧碎动颚板与定颚板之间的矿石。颚式破碎机就是通过动颚板的平面运动实现轧碎矿石来作有用的机械功。

尽管机器的种类繁多,其功能、结构、工作原理也各不相同,但从结构上和功能上看,各种机器都具有一些共同的特征。

1. 机器的结构组成

通过对各种机器进行结构分析可以发现,它们都有三个共同的特征,即:

- (1) 都是人为的实体组合;
- (2) 各实体之间具有确定的相对运动;
- (3) 可以实现能量转换,完成有用的机械功。

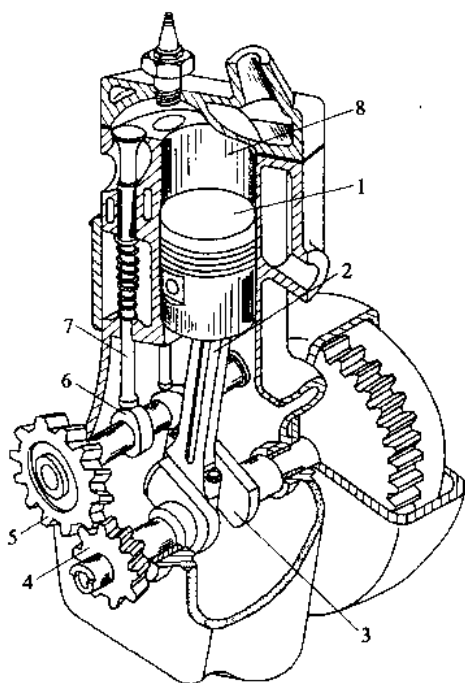


图 0.4.1 单缸内燃机

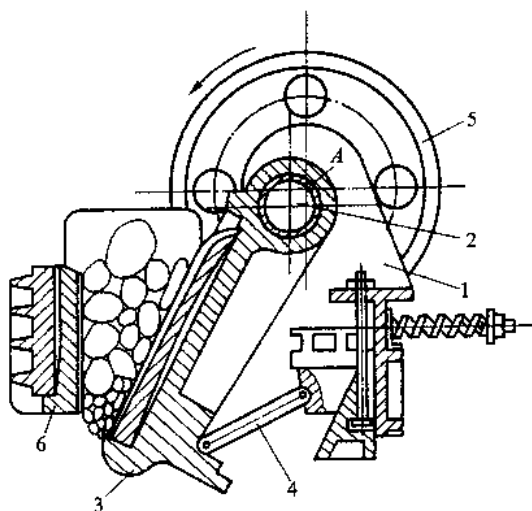


图 0.4.2 颚式破碎机

2. 机器的功能组成

从各实体在机器中所起的作用看,每一种机器基本都由五个共同的部分组成,即:动力部分、传动部分、执行部分、控制部分和辅助部分。

综上所述,考虑到随着技术的进步,新的机器如电子计算机等的出现,“机器”一词可广义定义为:机器是转换或传递能量、物料和信息,执行机械运动,部分代替或减轻人的脑力或体力劳动的一种装置。

0.4.2 机器的相关概念

与“机器”一词相关的概念有:“机械”、“机构”、“构件”、“零件”等。

如果一个实体组合只具备机器结构三个特征中的前两个,即该实体组合是具有确定相对运动的实体间的组合,那么该实体组合就不能称为“机器”而被称为“机构”。“机构”和“机器”的根本区别在于:“机构”的功能只是用于传递运动和力,而“机器”的功能除传递运动和力外,还能实现能量、物料和信息的转换与传递。当仅从运动的观点来看时,“机构”和“机器”并无区别,工程上习惯将“机器”与“机构”统称为“机械”。

一般地,机器是由机构组成的,一台机器中可包括一个或若干个机构。机构是具有相对运动的实体组合,其中这些具有相对运动的实体称为“构件”,所以机构又是由构件组成的,一个机构中可包括若干个构件。从运动的角度看,在机械中最基本的运动单元体是“构件”,每个“构件”都具有独立的运动特性;而从加工的角度看,机械中最基本的制造单元体称为“零件”,每个“零件”都具有不可拆卸、不可再分的特性。“构件”可以是单一的一个“零件”,如图 0.4.3 所示的整体式曲轴;也可以是由多个“零件”组成的一个刚性整体,如图 0.4.4 所示的连杆,它由连杆体 1、螺栓

2、连杆盖 3、螺母 4 等若干个零件组成。

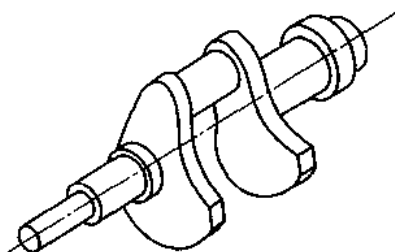


图 0.4.3 整体式曲轴

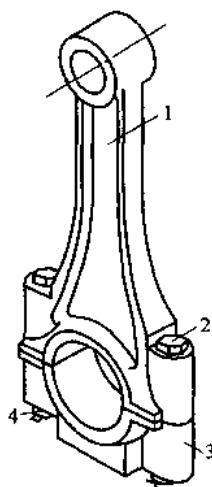


图 0.4.4 刚性组合式连杆

在各种机械中普遍使用的机构称为常用机构,如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构等。

机械中的零件一般分为两类:一类是在各种机械中普遍使用的零件,称为常用零件或通用零件,如螺栓、轴、齿轮、弹簧等;另一类是仅在某些专门机械中才用到的零件,称为专用零件,如活塞、曲轴、叶轮等。

在机器中,对于一套协同工作且完成共同任务的零件组合,称为部件。部件也分为通用部件和专用部件,如减速器、轴承、联轴器等属于通用部件,而汽车转向器等则属于专用部件。

0.5 机械设计的基本要求和一般程序

机械设计是指规划和设计实现预期功能的新机械或改进原有机械的性能。

尽管机械的类型很多,但设计机械应满足的基本要求大致相同,主要是:在满足预期使用功能的前提下,经济性能好、生产效率高、制造成本低、采用新技术、造型美观和满足特殊要求(如经常移动的机械应便于拆卸、运输和安装;食品、纺织机械不能污染产品等),在预定使用期内安全可靠、操作简便、维护方便等。

机械设计的内容主要包括:确定机械的工作原理,选择合适的机构;拟定设计方案;进行运动分析和动力分析,计算作用在机械中各构件上的载荷;进行零部件承载能力分析、失效分析和设计计算;总体设计和结构设计。

在明确了机械设计的基本要求和主要内容后,就可以开始设计了。不同的机械,设计方法、设计步骤各不相同,没有固定的、一成不变的设计程序。但是,对各种机械来说,其设计的一般程序却基本相同。

任何一台机械的诞生,都要经过从感到某种需要、萌生设计念头、明确设计要求开始,到设

计、制造、鉴定、产品定型和投产这样一个十分复杂细致的过程。这样的过程就是机械设计的一般程序,为清晰起见,可用图 0.5.1 所示的框图来表示机械设计的一般程序。

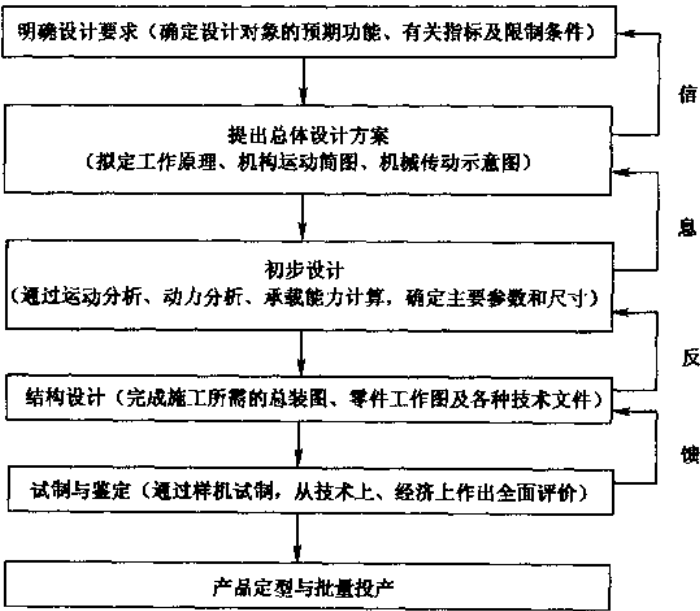


图 0.5.1 机械设计的一般程序

第一篇 平面机构及其运动 分析与静力分析

在机械设计的一般程序中,当明确设计要求以后,首先需要做的工作就是确定机械的工作原理、绘制传动示意图、进行运动分析和静力分析等,这些正是本篇所要研究和解决的问题。本篇研究的是各种平面机构的组成和工作原理及其组成构件的运动分析和受力分析等方面的基本理论、基本计算。

若一个机构中所有构件都在同一平面或在相互平行的平面内运动,则这样的机构就称为平面机构,否则就称为空间机构。

无论是机构的结构与原理分析,还是运动与静力分析,都要使用“构件”这一概念。本篇中所讲的“构件”都是指受力后不考虑变形的物体,即在力的作用下不发生变形的物体,研究的只是其运动情况和作为机构或工程结构整体中的某个部分的受力情况。

第 1 章 平面机构的组成

机构的主要功能之一就是实现运动的传递和变换,机构是有确定相对运动的构件组合。然而将构件任意组合起来并不能保证有确定的相对运动,也就不能实现运动的传递和变换,所以这样的构件组合就不是机构。如图 1.1.1a 所示的三构件组合和图 1.1.1b 所示的四构件组合,由于各构件都无相对运动,故都不是机构。

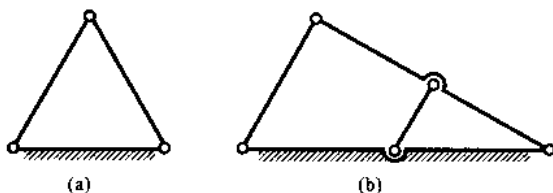


图 1.1.1 无相对运动的构件组合

那么,构件应如何组合才能运动,在什么条件下构件才具有确定的相对运动?回答这些问题,对分析现有机械及设计新机构都十分重要。这些问题属于机构组成的研究范围,本章只研究平面机构的组成及工作原理。

1.1 运动副及其分类

1.1.1 运动副

机构中各构件都是互相连接的,这种连接不是固定的连接,只是限制了构件的一部分运动,使构件的运动按某一确定方式进行。这种使两构件既直接接触又能产生一定相对运动的连接称为运动副。

两构件之间的接触不外乎通过点、线、面三种方式来实现。两构件通过面接触组成的运动副称为低副,通过点或线接触而组成的运动副称为高副。

根据组成运动副的两构件之间的相对运动是平面运动还是空间运动,运动副可分为平面运动副和空间运动副。本章主要介绍平面运动副。

1.1.2 运动副的类型

常见的平面运动副有如下几种类型。

1. 平面低副

(1) 转动副