



ZHIYE JISHU XUEXIAO JIXIELEI ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

职业技术学校机械类专业规划教材

机械工程基础

JIXIE GONGCHENG JICHU

郭连忠 肖晓兰 邓嫒媛 主编



电子科技大学出版社



ZHIYE JISHU XUEXIAO JIXIELEI ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI
职业技术学校机械类专业规划教材

机械工程基础

JIXIE GONGCHENG JICHU

郭连忠 肖晓兰 邓嫒媛 主编



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械工程基础 / 郭连忠, 肖晓兰, 邓嫒媛主编. —成都:

电子科技大学出版社, 2007.7

ISBN 978-7-81114-584-7

I. 机… II. ①郭…②肖…③邓… III. 机械工程—专业学校—教材 IV.TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 113243 号

内 容 提 要

本书根据国家职业技能鉴定标准, 结合职业教育的实际情况并按照劳动和社会保障部培训就业司颁布的《机械工程基础教学大纲》(2000) 编写, 供全国高中等职业技术学校机械类专业使用。

本书遵循实用、实效的原则, 采用模块式、项目化的教学方法, 突出技能训练, 使学生在技能训练中掌握并达到本专业(工种)知识和技能要求。

本书共分 10 章, 主要内容包括: 常用连接和轴系零部件、联轴器、平面机构自由度、平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系的基本知识和简单设计方法、齿轮传动的强度设计和计算方法、带传动、链传动以及其它常用机构。

本书图文并茂、文字简练、通俗易懂, 特别适用于高中等技术职业学校机械专业, 同时也可供成人职业教育、成人自学考试等有关专业选用。

职业技术学校机械类专业规划教材 机械工程基础

郭连忠 肖晓兰 邓嫒媛 主编

出版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

责任编辑: 谢应成

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮件: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川南方印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 13.5 字数 328 千字

版 次: 2007 年 7 月第一版

印 次: 2007 年 7 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-584-7

定 价: 19.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

前 言

《机械工程基础》是中等职业院校机械类专业必修的一门专业技术基础课，是工程和制造领域体现设计思想、进行技术交流的平台。本书在编写过程中，根据全国中等职业技术学校基础理论教学的需要，以实际应用为目的，以掌握概念、实践为重点，以必需、够用为度；同时参照原国家教委高教司批准印发的《机械设计基础课程教学基本要求（近机类专业）》编写。本教材的特点如下：

1. 文字简练、通俗易懂、图文并茂，特别适用于中等职业技术学校、成人职业教育、成人自学考试等有关专业选用。
2. 体现素质教育，突出职业能力和创新能力培养。
3. 在绪论中指出了本课程的功能与目标，每章前列出了本章教学要求和教学重点，便于采用目标教学法。
4. 内容实用，重点突出，做到“突出看图，学用一致”。
5. 采用了最新国家标准。力求用成熟的、简便易行的设计方法与设计资料。

本书第 1、3、4、6 章由郭连忠（电子科技大学机电学院）编写，第 0、2、5、7 章由肖晓兰（成都航空职业技术学院机械工程系）编写，第 8、9、10 章由邓嫫媛（成都大学工业制造学院）编写，郭连忠、肖晓兰任主编，邓嫫媛任副主编。

在本教材的编写、出版过程中，有关领导给予了大力的支持和热情地指导，编者参考了许多专家、学者的著作和文献，在此，一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在错误及不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2007-5-25

目 录

绪 论	1
-----------	---

§0-1 机械工程基础的对象、内容、 性质和地位	2
-----------------------------------	---

§0-2 机器的组成及其特征	3
----------------------	---

一、机器和机构	3
---------------	---

二、构件和零件	5
---------------	---

§0-3 机械设计的基本要求和 一般程序	5
-------------------------------	---

一、机械设计的基本要求	6
-------------------	---

二、机械设计的一般程序	7
-------------------	---

习 题	8
-----------	---

第1章 连接	9
--------------	---

§1-1 螺纹的参数、类型	10
---------------------	----

一、螺纹的形成和种类	10
------------------	----

二、螺纹的应用	11
---------------	----

三、螺纹的主要参数	13
-----------------	----

四、螺纹代号与标记	15
-----------------	----

§1-2 螺纹连接的基本类型及 螺纹紧固件	17
--------------------------------	----

一、螺纹连接的基本类型	17
-------------------	----

二、标准螺纹连接件	19
-----------------	----

§1-3 螺纹连接的预紧和防松	21
-----------------------	----

一、拧紧力矩	21
--------------	----

二、螺纹的防松	23
---------------	----

§1-4 螺旋传动	24
-----------------	----

一、螺旋传动的特点	24
-----------------	----

二、螺旋传动的类型	24
-----------------	----

三、螺旋传动直线运动方向的判定 与移动距离	26
--------------------------------	----

四、差动螺旋传动	27
----------------	----

五、滚珠螺旋传动简介	29
------------------	----

§1-5 键连接的类型、花键连接和 销连接	31
--------------------------------	----

一、键连接的类型	31
----------------	----

二、键的选择和强度计算	33
-------------------	----

三、花键连接	35
--------------	----

四、销连接	35
-------------	----

习 题	36
-----------	----

第2章 轴系零部件	38
-----------------	----

§2-1 摩擦、磨损与润滑	38
---------------------	----

一、摩擦及其分类	38
----------------	----

二、磨损及其过程	39
----------------	----

三、磨损分类	40
--------------	----

四、润滑	41
------------	----

五、密封装置	42
--------------	----

§2-2 滑动轴承	43
-----------------	----

一、滑动轴承的结构形式	43
-------------------	----

二、轴瓦（轴套）的材料	46
-------------------	----

三、滑动轴承的润滑和润滑装置	47
----------------------	----

§2-3 滚动轴承	48
-----------------	----

一、滚动轴承的构造	48
-----------------	----

二、滚动轴承的类型与代号	49
--------------------	----

三、滚动轴承的寿命计算	53
-------------------	----

四、滚动轴承的组合设计	57
-------------------	----

§2-4 联轴器、离合器和制动器	64
------------------------	----

一、联轴器	64
-------------	----

二、离合器	67
-------------	----

三、制动器	69
-------------	----

§2-5 轴	69
--------------	----

一、轴的分类和轴的材料	69
-------------------	----

二、轴的结构设计	71
----------------	----

三、轴的强度计算	74
四、轴的设计	75
习 题	79
第3章 平面机构的自由度和速度分析	81
§ 3-1 运动副及其分类	82
一、运动副的概念	82
二、构件的自由度	83
三、运动副的约束及其特点	83
§ 3-2 平面机构运动简图	84
一、构件和运动副的表示方法	84
二、平面机构运动简图的绘制步骤	85
§ 3-3 平面机构的自由度	86
一、平面机构自由度计算公式	86
二、机构具有确定运动的条件	87
三、计算机构自由度时的注意事项	88
§ 3-4 速度瞬心及其在机构速度分析上的应用	90
一、速度瞬心及其求法	90
二、瞬心在速度分析上的应用	92
习 题	93
第4章 平面连杆机构	96
§4-1 平面四杆机构的基本类型及其演化	97
一、铰链四杆机构的组成	97
二、铰链四杆机构的基本类型	98
三、铰链四杆机构的演化	102

§4-2 铰链四杆机构的基本特性	106
一、铰链四杆机构具有整转副和曲柄存在的条件	106
二、急回特性	107
三、死点位置	108
§4-3 平面四杆机构的图解法设计简介	109
一、按给定连杆位置设计四杆机构	109
二、按照给定的行程速度变化系数设计四杆机构	110
习 题	111
第5章 凸轮机构	113
§5-1 凸轮机构的类型、特点及应用场合	113
一、凸轮机构的应用	113
二、凸轮机构的基本类型	114
§5-2 凸轮机构的工作过程及从动件的运动规律	116
一、凸轮机构的工作过程和有关参数	116
二、从动件的常用运动规律	117
习 题	120
第6章 齿轮传动	121
§6-1 齿轮传动的特点和类型	122
一、齿轮传动的特点	122
二、齿轮传动的类型	122
§6-2 齿廓啮合基本定律	124
§6-3 渐开线齿廓	125

一、渐开线的形成.....	125
二、渐开线的性质.....	125
三、渐开线齿廓满足定传动比的要求.....	126
四、渐开线齿廓的啮合特性	127
§6-4 齿轮各部分名称及渐开线标准齿轮的基本尺寸	128
一、直齿圆柱齿轮各部分的名称	128
二、直齿圆柱齿轮的基本参数..	129
三、标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算.....	132
§6-5 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合	133
一、正确啮合条件	133
二、标准中心距	134
三、连续传动条件	136
§6-6 齿轮的根切现象、最少齿数和变位齿轮简介	138
一、齿轮轮齿的加工方法	138
二、齿轮的根切现象和最少齿数	140
三、变位齿轮简介	140
§6-7 其他常用齿轮及其传动简介	143
一、直齿圆柱内齿轮	143
二、齿轮齿条传动	144
三、斜齿圆柱齿轮及其传动	145
四、直齿锥齿轮及其传动	148
§6-8 齿轮的失效形式与材料.....	150
一、齿轮的失效形式	150
二、常用齿轮材料	153
三、齿轮材料的选用原则	155
§6-9 渐开线圆柱齿轮精度简介	155
一、齿轮精度要求.....	155
二、渐开线圆柱齿轮的精度等级及选择原则	156

§6-10 标准直齿圆柱齿轮传动的设计	158
一、齿轮传动的设计准则.....	158
二、齿轮上的作用力	158
三、计算载荷	159
四、直齿圆柱齿轮传动的齿面接触强度计算.....	160
五、直齿圆柱齿轮传动的轮齿弯曲强度计算.....	162
六、设计圆柱齿轮时计算参数的选取	165
§6-11 蜗杆传动简介	168
一、蜗杆、蜗轮及传动	169
二、蜗杆传动的特点	171
三、蜗杆传动的主要参数.....	172
四、蜗杆传动的几何尺寸计算	175
习 题.....	176

第7章 轮系 178

§7-1 轮系的类型	178
一、轮系的组成	178
二、轮系的分类	178
§7-2 定轴轮系及其传动比	179
一、平面定轴轮系.....	179
二、空间定轴轮系.....	180
§7-3 行星轮系与复合轮系简介	181
一、行星轮系.....	181
二、复合轮系.....	183
§7-4 轮系的应用	185
轮系的应用特点	185
习 题.....	186

第8章 带传动和摩擦轮传动 187

§8-1 带传动概述 187

- 一、带传动的类型 188
- 二、带传动的特点及应用 189

§8-2 带传动的应力分析与弹性滑动 189

- 一、带传动的受力分析 189
- 二、带传动的应力分析 191
- 三、带的弹性滑动与传动比 i 192

§8-3 V带轮的结构与张紧装置 193

- 一、V带轮的结构 193
- 二、V带及V带轮的几个参数 193
- 三、带的张紧装置 195

§8-4 摩擦轮传动 196

- 一、摩擦轮传动的工作原理 196
- 二、摩擦轮传动的特点 197

习 题 197

第9章 链传动 198

§9-1 链传动的类型、结构 and 特点 198

- 一、链传动的组成和类型 198

二、链的结构 199

三、链传动的特点 199

§9-2 链传动的润滑与布置 200

- 一、链传动的润滑 200
- 二、链传动的布置 200

习 题 200

第10章 其他常用机构简介 201

§10-1 棘轮机构 201

- 一、棘轮机构的工作原理 201
- 二、常用棘轮机构的类型 202
- 三、棘轮转角的调节 203
- 四、棘轮机构的特点与应用 204

§10-2 槽轮机构 205

- 一、槽轮机构的组成及工作原理 205
- 二、槽轮机构的运动系数 205
- 三、槽轮机构的特点和应用 206

§10-3 不完全齿轮机构 207

§10-4 凸轮间歇机构 207

习 题 208

参考文献 208

绪 论

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。为了适应生产和生活上的需要,远在古代,人类就已利用杠杆、滚子、绞盘等简单机械从事建筑和运输。但几千年来,受社会历史条件的限制,机械的发展比较缓慢,直到18世纪英国人瓦特在1782年发明了往复式蒸汽机,促进了产业革命,从此,机械才有了日新月异的迅猛发展。现今,人们在日常生活和生产过程中,广泛使用着各种各样的机械,以减轻劳动强度和提高工作效能,特别是在有些场合,必须借助机械来代替人进行工作。

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。

我国古代人民在机械方面有过许多杰出的创造与发明。夏朝发明了车子;周朝有人利用卷筒原理制作辘轳;汉武帝时就能制造水利方面使用的筒车(即翻车);东汉科学家张衡发明了测定地震方位的地动仪和测定风向的候风仪;晋朝的鼓车已应用了齿轮传动和轮系,机碓和水碾甚至应用了凸轮原理。但是,由于经历了漫长的封建社会,加上帝国主义的侵略和压迫,在新中国建立以前,我国的机械工业仍处于非常落后的状态。新中国成立后,我国的科学技术和机械工业有了较快的发展。在第一个五年计划期间,建立了一批大型机械制造厂,使机械工业由过去只能进行零星的修配,跨越到能自行制造飞机、汽车和各种机床,并为我国机械工业今后的发展奠定了坚实的基础。1956年我国制造出第一架喷气式歼击机“歼—5”,同年制造出第一辆“解放牌”汽车。在以后的几个五年计划期间,从制造一般的机械设备发展到制造大型、精密、尖端的机械产品。1958年我国制造的第一个原子反应堆和回旋加速器投入运行;1962年制成第一架超单速歼击机“歼—7”;1965年制成高精度万能外圆磨床,已达到当时的世界先进水平;1970年成功地发射了第一颗人造地球卫星“东方红”;1971年制成第一台 3×105 kW双水内冷发电机。党的十一届三中全会以来,我国进入了改革开放的历史新时期,机械工业也在深化经济体制改革中迎来了新的高速发展。

中等职业技术学校的学生是现代生产的后备军,将来要直接使用各种机械设备,所以必须努力学好机械工程基础这门课程,掌握各种机械设备的构造原理和运动规律,为进一步学习机械工种专业知识打好基础。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。

§0-1 机械工程基础的对象、内容、性质和地位

机械工程基础是一门机械类及近机械类专业进入专业课学习前必修的一门重要的技术基础课,研究的是各类机械的共同特性的基础知识,目的是培养学生具有一定的机械工程基础知识和初步的设计能力。它对机械类及近机械类各专业的专业课学习、毕业设计乃至参加实际工作都有直接的和长远的意义,起着非常重要的作用。

本课程为中等职业技术学校的学生今后在工作中合理使用、维护机械设备,以及进行技术革新提供必要的理论基础知识。通过学习,学生应熟悉和掌握机械传动、常用机构及轴系零件和液压传动的基本知识、工作原理和应用特点;掌握分析机械工作原理的基本方法;能作简单的有关计算;会查阅有关技术资料 and 选用标准件,具备运用标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力。

在学习机械工程基础课时,要理论联系实际,综合运用机械制图、工程力学、金属材料与热处理等课程的基础知识,联系日常生活、专业工种中的具体实例,培养和提高分析问题和解决问题的能力。

本课程的主要内容如下:

1. **常用机械传动:** 常用机械传动包括带传动、螺旋传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动和轮系,主要讨论机械传动的类型、组成、工作原理、传动特点、传动比计算和应用场合等。

2. **常用机构:** 常用机构包括平面连杆机构、凸轮机构及其他常用机构,主要讨论它们的结构、工作原理和应用场合等。

3. **轴系零部件:** 轴系零部件包括常用连接、轴、轴承、联轴器、离合器和制动器,主要讨论它们的结构、特点、常用材料和应用场合,并介绍有关标准和选用方法。

4. **液压传动:** 液压传动包括液压传动的基本概念、常用液压元件、液压基本回路和液压系统。简要介绍液压传动的基本知识,液压泵、液压缸、液压控制阀等元件的构造、性能、工作原理,液压基本回路和机床液压传动系统实例。

在学习中要注意以下几点:

1. **强化搞清基本概念:** 本课程的特点之一就是名词概念多,我们要牢记这些基本概念不仅仅是简单的名词定义,它对课程的学习、认识、理解有着非常重要的作用,有时就是直接利用基本概念来分析、解决问题,以及进行机构的分析和设计。因此,对所涉及的基本概念不能死记硬背,必须重点搞清其含义和指导意义。

2. **深化理解基本原理:** 对课程中涉及的机构结构理论、机构分析的运动学理论、齿轮啮合、加工及其传动理论等,要充分地理理解搞懂,要能够正确地应用这些理论。并要善于用理论及其公式证明问题和解决问题,使之更有说服力。

3. **牢牢掌握基本研究方法:** 课程中各种基本设计方法,以及机构组合、变异、演化方法等是本门课程使用的基本研究方法,应牢牢掌握并善于用其解决工程实际问题。

4. **逐步树立工程观点:** 机械工程基础是一门理论性和实践性都比较强的技术基础课,其研究对象和内容就是工程上常用的机械及其相关知识,因此学习过程中应把基本原理和方法与研究实际机构和机器密切联系起来。善于用所学的知识观察和分析日常生产、生活中所遇到的各种机构和机器。在附加一定条件下,可将一些比较复杂的问题转化为比较简单

单的问题，并注意各种理论和方法的应用条件和范围，以求正确而灵活的运用。同时要注意，有些需要严格的理论分析，有些则采用实验、试凑、近似等简化方法。解决工程实际问题可以有几种方法，其所得结果也往往不唯一，有时也不要求十分精确。因此，树立工程观点，培养综合分析、判断、决策能力，和严肃认真的科学态度是十分重要的，对所有这些方法都要给予足够的重视。

§0-2 机器的组成及其特征

一、机器和机构

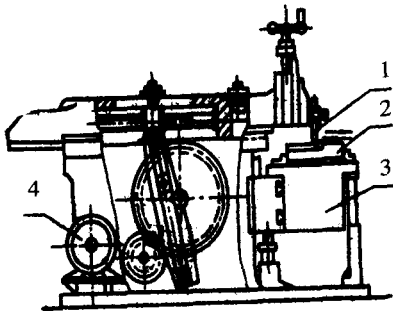
要研究机械，首先我们需要熟悉几个基本名词和概念。

机械：机械是机器与机构的总称；为了了解机械，那么首先就需要了解什么是机器和机构。

机器：机器是具有确定运动的构件的合体，它用来转换能量，改变或传递物料和处理信息，以代替和减轻人的体力和脑力劳动。

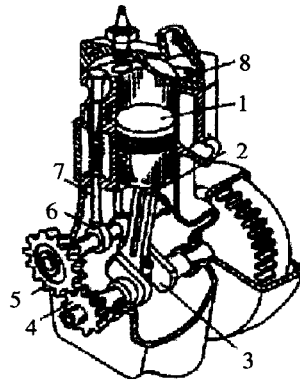
机构：机构是实现传递机械运动和动力或改变机械运动形式的构件合体。例如我们在工程上或生活中常见的齿轮机构、连杆机构、凸轮机构、螺旋机构、带传动和链传动机构等等。

在人类的长期生产活动中，创造了各种机器。机器的种类很多，根据其用途不同，可以分为：动力机器（如电动机、内燃机、发电机等）、加工机器（如机床、纺织机、包装机等）、运输机器（如汽车、拖拉机、输送机等）和信息处理机器（如计算机、机械积分仪、记账机等）。



1-导杆机构 2-刀具
3-工作台 4-齿轮机构

图 0-1 牛头刨床



1-活塞 2-连杆 3-曲轴 4, 5-齿轮
6-凸轮 7-推杆 8-气缸体

图 0-2 单缸内燃机

一部机器都是由若干个机构组合而成，共同联合工作而实现预定的工作要求。

如图 0-1 所示的牛头刨床。牛头刨床的工作过程是：电动机通电后开始工作，带动齿轮机构 4、导杆机构 1、刀具 2 以及工作台 3 运动，最终实现工件的刨削工作。

又如图 0-2 所示的内燃机，它由气缸体 8（机架）、曲轴 3、连杆 2、活塞 1、进气阀、排气阀、推杆 7、凸轮 6 及齿轮 5、4 等组成。当燃气推动活塞作往复运动时，通过连杆使曲轴作连续转动，从而将燃气的热能转换成曲轴的机械能。为了保证曲轴的连续转动，通过齿轮、凸轮、推杆和弹簧等的作用，按一定的运动规律启闭阀门，以输入燃气和排除废气。通过对该机构分析，我们可以发现它主要由三种机构组成：（1）由机架、曲轴、连杆和活塞组成的曲柄滑块机构，它将活塞的往复运动转化为曲轴的连续运动；（2）由机架、凸轮和推杆构成的凸轮机构，它将凸轮的连续转动转变为推杆的往复运动；（3）由机架、齿轮构成的齿轮机构，其作用是改变转速的大小和方向。

从大的方面看，机器由三个部分组成，即原动部分、传动部分和执行部分。伴随着科技的发展，一个重要的趋势就是各个学科领域之间的相互渗透和融合。如今在机械工程领域，自动控制、电子技术和计算机技术等的应用日益广泛和深入，因此从某种意义上来说：现代的机械系统应该是机电一体化的系统。一个现代化的机械系统包括四个方面，即：原动机、传动装置、执行机构和控制系统。

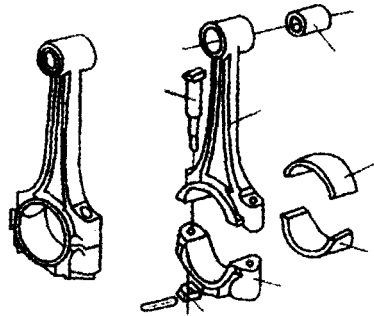
原动机的功能是用来接受外部能源，通过转换而自由运行（转），为机械系统提供动力输入（多数情况下是旋转运动）。例如电动机将电能转换为机械能、发电机将机械能转换为电能、内燃机将化学能转换为机械能等等。传动部分由原动机驱动，用于将运动机的运动形式、运动及动力参数（如速度、转矩等）进行变换，改变为执行部分所需的运转形式，从而使执行部分实现预期的生产职能。虽然机器的种类很多，在我们的生活中普遍存在、发挥着各不相同的作用，这些机器的具体构造也各不相同，但是所有这些机器都具有三个共同的基本特征：

1. 机器都是由一系列构件（也称运动单元体）组成；
2. 组成机器的各构件之间都具有确定的相对运动；
3. 机器均能转换机械能或完成有用的机械功。

机器的种类繁多，其构造、性能和用途各不相同。但从机器的组成分析，它们都是由一些典型的机构和零件所组成，最常用的有连杆机构、齿轮机构、凸轮机构、间歇运动机构等，这些机构也就是本课程的主要研究对象。

尽管机构也有许多不同种类，其用途也各有不同，但它们都有与机器前两个特征相同的特征。由上述分析可知，机构是机器的重要组成部分，用以实现机器的动作要求。一部机器可能只包含有一个机构，也可由若干个机构所组成。

机器与机构的根本区别在于，机构的主要职能是传递运动和动力，而机器的主要职能除传递运动和动力外，还能转换机械能或完成有用的机械功。



1-连杆体；2-连杆盖；3~5-轴瓦；6-螺栓

图 0-3 连杆构件

二、构件和零件

1. 构件

机器及机构是由许多具有确定的相对运动的构件组合而成，因此，构件是机构中的运动单元体，也就是相互之间能作相对运动的物体。在机械中应用最多的是刚性构件，也就是作为刚体看待的构件。图 0-3 是连杆构件的组成图，它由连杆体 1、连杆盖 2、轴瓦 3~5、螺栓 6 和螺母、开口销等物体组合而成。一个构件，可以是不能拆开的单一整体，如图 0-2 所示的曲轴 3；也可以是几个相互之间没有相对运动的物体组合而成的刚性体，如图 0-3 中构件连杆，便是由几个可以拆卸的物体组合而成的刚性体。

构件按其运动状况，可分为固定构件和运动构件两种。固定构件又称机架，是机构中固结于定参考系的构件。固定构件一般用来支持运动构件，通常就是机器的基体或机座，例如各类机床的床身。运动构件又称可动构件，是机构中可相对于机架运动的构件。运动构件又分成主动件（原动件）和从动件两种。主动件是机构中作用有驱动力或力矩的构件，有时也将运动规律已知的构件称为主动件。形象地说，主动件就是带动其他可动构件运动的构件，从动件是机构中除了主动件以外的随着主动件的运动而运动的构件。

2. 零件

零件是构件的组成部分。机构运动时，属于同一构件中的零件，相互之间没有相对运动。构件与零件既有联系又有区别，构件可以是单一的零件，如图 0-2 单缸内燃机中的曲轴，既是构件，也是零件；构件也可以是由若干零件连接而成的刚性结构，如图 0-3 所示，连杆构件是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等零件连接而成。可见，构件是组成机械的相对运动的单元体，可以是一个零件，也可以是由几个零件组成的刚性结构。

构件与零件的根本区别在于：构件是运动的单元体，而零件是制造的单元体。在各种机械中普遍使用的零件称为**通用零件**，如螺钉、轴、轴承、齿轮等。只在某种机器中使用的零件称为**专用零件**，如活塞、曲轴、叶片等。这些自由分散的零件，一旦按照一定的方式和规则组合到一部机器中，它们就成为机器上不可或缺的一部分，发挥着各自的作用。特别是一些关键零部件，决定着整个机器的性能。

§0-3 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器的性能。20 世纪 90 年代末，美国提出了“为竞争的优势而设计” (Designing for Competitive Advantage) 的口号，也有人说“21 世纪将是设计的世纪”。面对国际市场的竞争，一个企业、国家参与竞争的力量就是“设计”，就必须依靠产品的创新设计技术。20 世纪后期所形成的全球经济一体化格局，预示着 21 世纪在世界范围内的经济和技术竞争将会更加激烈。对于包括机械制造在内的制造业来说，这种竞争就具体体现在产品上，即要求：产品上市快 (T)、质量高 (Q)、成本低 (C)、服务好 (S)，从而才能占领市场。而这些要求在很大程度上取决于产品的设计质量和效率。对于机械设计来说，就是适应市场的需求，以最短的设计周期，

拿出功能强、经济性好、便于使用和维护的产品。

一、机械设计的基本要求

1. 使用性要求（实现预定的功能，满足运动和动力性能的功能性要求）

机器必须能够保证在预定寿命期间内，按照规定的技术条件顺利而有效地实现全部预期职能的要求，不能失效。它是设计的最基本的出发点。这是依靠正确选择机器的工作原理、机构类型、机械传动系统方案，以及正确设计零部件的机构组合来保证。

2. 经济性要求

这是一个综合性指标，表现在设计制造和使用两个方面。

提高设计制造的经济性的途径有三条：

（1）使产品系列化、标准化、通用化；（2）运用现代化设计制造方法；（3）科学管理。

提高使用经济性的途径有四条：（1）提高机械化、自动化水平；（2）提高机械效率；（3）延长使用寿命；（4）防止无意义的损耗。

3. 安全性要求

安全性要求有三个含义：（1）设备本身不因过载、失电以及其他偶然因素而损坏；（2）切实保障操作者的人身安全（劳动保护性）；（3）不会对环境造成破坏。

劳动保护性有三个方面：（1）提高操作安全性，在外露的旋转部件应添加安全罩，某些需要的地方需设立安全报警装置，例如煤气、锅炉等；（2）降低体力及脑力损耗，从操作力、过程的复杂程度、操纵数目等方面进行考虑；例如在具有集中润滑的大型设备中，采用连锁装置，以降低操作者的精神负担。（3）改善操作环境，增加操作的舒适性，例如乘坐的振动、机器外观的色彩搭配等等。

4. 工艺性要求

这包含两个方面：（1）装配工艺性；（2）零件加工工艺性。

在不影响工作性能的前提下，应使机构尽可能地简化，力求用简单的机构装置取代复杂的装置去完成同样的职能，便于拆装，尽量使用标准件。零件的结构合理，很好的处理设计与制造的矛盾，满足加工制造的需要。

5. 可靠性要求

随着机械系统日益复杂化、大型化、自动化及集成化，要求机械系统在预定的环境条件下和寿命期限内，具有保持正常工作状态的性能，这就称为可靠性。

6. 其他特殊要求

针对某一具体的机器，都有一些特殊的要求。例如：飞机结构重量要轻、食品等机械不得对产品造成污染等。

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、生产功率高、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。

二、 机械设计的一般程序

任何一台机械的诞生，都要经过从感到某种要求、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。机械设计过程一般包括四个阶段，即：明确任务阶段；方案设计阶段；技术设计阶段；施工设计阶段。

一个完整的设计过程不但包含以上四个阶段，还包括制造、装配、试车、生产等所有环节，对图纸和技术文件进行完善和修改，直到定型投入正式生产的全过程。实际工作中，上述的几个阶段是交叉反复进行的。随着计算机辅助设计、计算机仿真技术、三维图形技术以及虚拟装配制造技术的迅速发展，机械设计方法有了极大的变革，借助这些技术我们可以极大地降低设计和试制成本，提高产品的竞争力。为清晰可见，可用图 0-4 所示的框图来表示机械设计的一般程序。

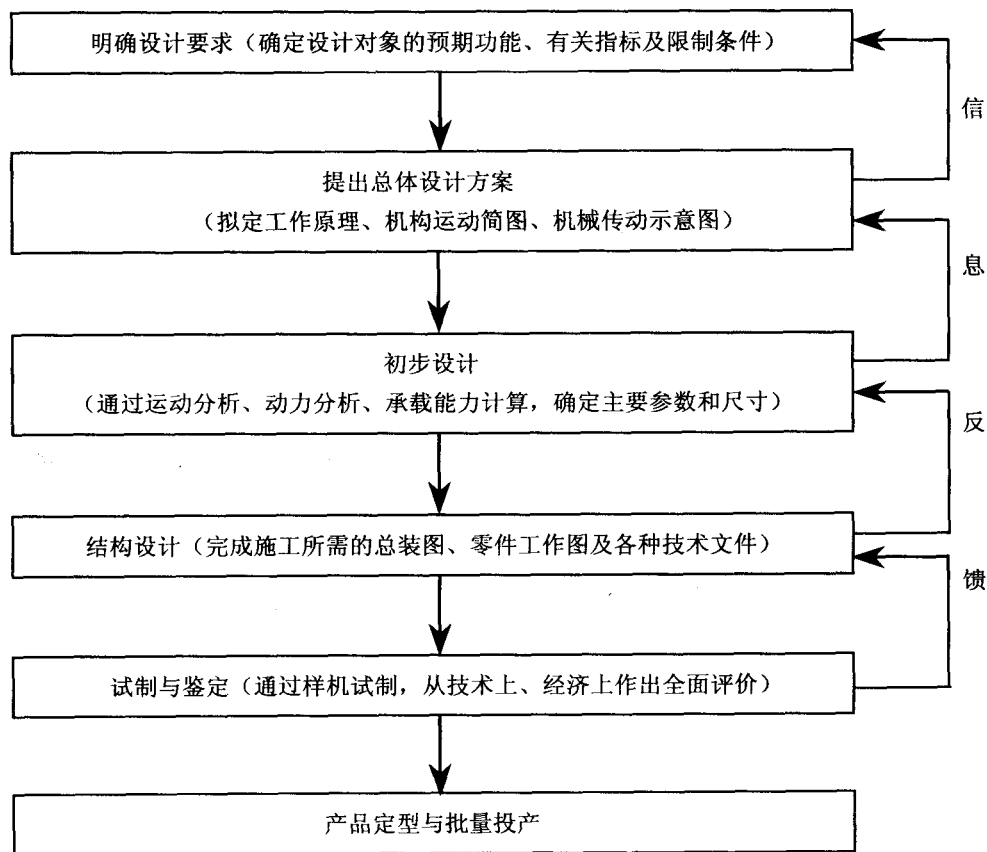


图 0-4 机械设计的一般步骤

习 题

1. 机器与机构有什么区别？试举例说明。
2. 机器通常由哪几部分组成？各部分起什么作用？
3. 什么是构件？什么是零件？构件与零件关系如何？试举例说明。
4. 机械设计的基本要求有哪些？
5. 简述机械设计的步骤及各阶段的主要任务。

第1章 连接

本章要求:

1. 熟悉螺纹的参数和螺纹的基本类型及其应用;
2. 掌握螺栓连接的基本类型及其应用场合;
3. 掌握螺纹连接的拧紧和防松;
4. 掌握松螺栓连接的强度计算的理论和方法;
5. 了解键连接的类型, 花键连接和销连接; 熟悉螺旋传动的类型。

本章重点:

1. 螺栓联接的基本类型及其应用场合;
2. 掌握松螺栓连接的强度计算的理论和方法。

在机器的设计和制造中, 为了减少制造、安装、维修和运输费用, 以及尽可能减轻机器重量、节约贵重金属、降低生产成本和提高劳动生产率, 在一部机器中我们经常可以看到使用了不同的材料来制造不同的零件, 然后通过一定的方式和连接手段把这些零件连接成一个整体, 来实现预期的性能要求。因此, 作为一个工程技术人员, 无论从事哪一个行业的工作, 都必须了解机械中常用的各种连接方法、特点和应用情况, 掌握一定的常用连接的设计准则和方法, 熟悉各种常用连接零件的类型、结构与使用条件。

按被连接件是否运动可将机械连接分为两大类: 一类是机器工作时, 被连接的零(部)件间可以产生相对运动的连接, 称为机械动连接, 如机械原理课程中讨论的各种运动副; 另一类则是在机器工作时, 被连接的零(部)件间不允许产生相对运动的连接, 称为机械静连接, 这是本篇所要讨论的内容。应该说明, 在机器制造中, “连接”这一术语, 实际上也只指机械静连接, 故本书中除了指明为动连接外, 所用到的“连接”均指机械静连接。

机械静连接又分为可拆连接和不可拆连接。可拆连接是不需毁坏连接中的任一零件就可拆开的连接, 故多次装拆无损于其使用性能。常见的有螺纹连接、键连接(包括花键连接, 无键连接)及销连接等, 其中尤以螺纹连接和键连接应用较广。不可拆连接是至少必须毁坏连接中的某一部分才能拆开的连接, 常见的有铆钉连接、焊接、胶接等。过盈连接既可做可拆的, 也可做成不可拆的连接, 在机器中常使用。

机械静连接是我们本章介绍的主要内容, 而螺纹连接是机械中应用最为广泛的静连接方式之一, 它具有结构简单、工作可靠、装拆方便、形式多样、能满足各种要求等优