



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

机械设计基础

(第2版)

JIXIE SHEJI JICHU

高晓丁 主 编

胥光申 金 京 李 晶 汪成龙 沈 瑜 副主编

 中国纺织出版社



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

机械设计基础

(第2版)

高晓丁 主编

胥光申 金京 李晶 汪成龙 沈瑜 副主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书是根据高等工科院校机械设计基础课程最新基本要求和当前教学改革的实际需要,并结合编者多年的教学实践及我国机械工业和轻纺工业发展的需要编写而成的。

全书共 10 章,内容包括:机械设计基础概述,机构的组成,平面连杆机构及其设计,凸轮机构及其设计,齿轮传动设计,轮系及其设计,其他常用机构及其应用,带传动与链传动,螺纹连接,轴系零、部件设计。每一章后都附有思考题和习题。

本书可作为高等院校非机械类专业机械设计基础课程的教材,也可供其他相关专业的师生及工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础/高晓丁主编. —2 版. —北京:
中国纺织出版社, 2017. 5

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材
ISBN 978-7-5180-2758-3

I. ①机… II. ①高… 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 (2016) 第 147035 号

策划编辑: 朱利锋 责任校对: 王花妮
责任设计: 何 建 责任印制: 何 建

中国纺织出版社出版发行
地址: 北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码: 100124
销售电话: 010—67004422 传真: 010—87155801
http: //www. c-textilep. com
E-mail: faxing@ c-textilep. com
中国纺织出版社天猫旗舰店
官方微博 http: //weibo. com/2119887771
北京玺诚印务有限公司印刷 各地新华书店经销
2010 年 7 月第 1 版 2017 年 5 月第 2 版 2017 年 5 月第 3 次印刷
开本: 787×1092 1/16 印张: 15
字数: 275 千字 定价: 48.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社图书营销中心调换



第2版 前言

Preface

本书是在 2010 年第一版的基础上修订而成的。根据高等工科院校机械设计基础基本要求和当前教学改革的实际需要,我国机械工业和轻纺工业最新发展的需要,并结合编者在教学中使用该教材的实践,对第一版教材进行了修订。本次修订基本上维持了第一版教材总的结构体系,修订的主要工作包括以下几项:

一、工科近机类专业对机械设计基础教学的内容要求发生变化,突出机械设计和应用的教学内容。根据这一变化,在新修订的教材中删减了平面机构运动分析和机械平衡与机械运转调速两章内容,增加了机构应用实例的内容。

二、对每一章的思考题与习题进行了调整。

三、更正或改进了原书文字、插图、计算公式及计算中的一些疏漏和错误。

本书作为高等院校工科近机类各专业机械设计基础教材,在使用中各校教师可以根据不同专业的要求增加相关专业的内容。

参加本版修订编写工作的有:高晓丁、胥光申、金京、李晶、汪成龙、罗声、贾妍。全书由高晓丁统稿、担任主编,胥光申、金京、李晶、汪成龙、沈瑜任副主编。

编 者

2016 年 12 月于西安



第1版 前言

Preface

本书是根据高等工科院校机械设计基础课程最新基本要求,并结合多年的教学实践经验及我国机械工业、轻纺工业发展的需要,同时认真吸取近年来全国高等院校非机械专业机械设计基础课程教学改革的经验,经精心组织教学内容、精心编排、精心编写而成的。

本书可以作为高等院校非机械类专业机械设计基础课程的教材,也可以作为高等职业学校、高等专科学校及成人高校相关专业的教材,还可供有关工程技术人员参考。

本书主要特点有:

(1)从高等院校非机械类专业培养应用型人才的总目标出发,建立合理的机械工程技术的知识结构,并结合我国机械工业、轻纺工业发展的需要,重点突出了机械原理的基本内容,加强了常用机构的工作原理、运动特点、机构设计等方面的内容。

对机械设计部分的内容按照不同类型零、部件的工作特点、设计方法与理论,进行了重新整合及压缩,如轴系零、部件设计一章的内容是将现行教材中四章的内容整合成一章。

(2)选择了一个典型机器设备——牛头刨床进行分析,在不同的章节中对牛头刨床的主传动机构、变速系统进行了详细介绍,使学生对一个完整的机器系统建立起全面的认识。

(3)结合我国轻纺工业发展的实际情况和需要,在各章节内容和习题中都引用了部分轻工机械和纺织机械的实例。

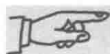
(4)增加新型技术、新颖零部件等方面的内容,如液压传动机构、同步带传动、高速带传动、气体摩擦滑动轴承、关节轴承、直线运动轴承等的介绍。

参加本书编写工作的有:高晓丁、金京、胥光申、李晶、汪成龙、沈瑜和罗声。全书由高晓丁统稿、担任主编。

限于编者水平,书中错误和不当之处在所难免,恳请广大读者不吝批评指正。

编 者

2010年5月于西安



课程设置指导

课程名称：机械设计基础

适用专业：纺织工程、轻化工程、自动化、工业设计（艺）等本科非机类各专业

总学时：48

理论教学时数：42

实验（实践）教学时数：6

课程性质：本课程为纺织工程、轻化工程、自动化、工业设计（艺）等专业主干课，是必修课。

课程目的

通过本课程的学习，能有效增强学生对机械技术工作的适应能力和开发创造能力，在教学计划中起着承前启后的桥梁作用，为学生学习后续的专业课打下基础。通过该课程的学习可以培养学生掌握机械设计的基本知识、基本理论和基本方法，使学生具备设计一般通用零部件的能力和初步分析和解决机械设计的能力。

课程教学的基本要求

通过本课程的学习使学生掌握机构学和机器动力学的基本理论、基本知识和基本技能；并具有按照机械的使用要求进行机械传动系统方案设计的初步能力。同时，使学生具备分析、设计、运行和维护机械设备和机械零件的能力，学会各种常用基本机构的分析和综合方法，为今后解决生产实际问题及学习有关新的科学技术打下基础，为从事机械设计和研究工作起到增强适应能力和开发创新能力的作用。

该课程在教学计划中列为专业必修课，采用闭卷考试成绩、平时成绩及实验完成情况综合考核的方法。考试成绩占 70%；平时成绩及实验占 30%，平时成绩包括考勤、作业、课堂提问和讨论。

理论教学环节学时分配

章数	讲授内容	学时分配
第 1 章	机械设计基础概述	2
第 2 章	机构的组成	5
第 3 章	平面连杆机构及其设计	6
第 4 章	凸轮机构及其设计	4
第 5 章	齿轮传动设计	7
第 6 章	轮系及其设计	4
第 7 章	其他常用机构及其应用	2
第 8 章	带传动与链传动	4
第 9 章	螺纹连接	4
第 10 章	轴系零、部件设计	6
合计		42

实验教学环节学时分配

	讲授内容	学时分配
实验一	机构运动简图测绘	2
实验二	渐开线齿轮参数测定	2
实验三	带传动性能测试	2
合计		6

目录

Contents

第1章

机械设计基础概述 / 001

1.1 机械的组成 / 002

1.2 机械设计的基本要求与一般程序 / 003

1.2.1 机械设计的基本要求 / 003

1.2.2 机械设计的一般程序 / 005

1.3 机械零件的设计准则 / 008

1.3.1 机械零件的主要失效形式 / 008

1.3.2 机械零件的工作能力计算准则 / 008

1.3.3 机械零件的强度 / 010

1.3.4 机械零件设计一般步骤 / 011

思考题与习题 / 012

第2章

机构的组成 / 013

2.1 机构的组成 / 014

2.1.1 零件与构件 / 014

2.1.2 运动副及其分类 / 014

2.1.3 运动链 / 016

2.2 平面机构运动简图 / 016

2.2.1 机构运动简图 / 016

2.2.2 机构运动简图的绘制 / 018

2.3 平面机构的自由度计算 / 019

2.3.1 平面机构的自由度计算公式 / 019

2.3.2 运动链成为机构的条件 / 020

2.3.3 平面机构自由度计算时的注意 事项 / 020

思考题与习题 / 023

第3章

平面连杆机构及其设计 / 025

3.1 连杆机构及其特点 / 026

3.2 平面连杆机构的类型和应用 / 026

3.2.1 平面四杆机构的基本形式 / 027

3.2.2 平面四杆机构的演化 / 029

3.2.3 平面多杆机构 / 032

3.3 平面四杆机构的工作特性 / 033

3.3.1 转动副的运动特性 / 033

3.3.2 从动件的急回特性 / 035

3.3.3 机构的传力特性 / 036

3.4 平面四杆机构设计 / 038

3.4.1 平面四杆机构运动设计的基本 问题 / 038

3.4.2 按给定连杆位置设计平面四杆 机构 / 039

3.4.3 按给定行程速比系数设计平面四杆 机构 / 039

思考题与习题 / 041

第4章

凸轮机构及其设计 / 043

4.1 凸轮机构的应用与类型 / 044

4.1.1 凸轮机构的应用、组成及特点 / 044

4.1.2 凸轮机构的类型 / 045

4.2 从动件的运动规律 / 046

4.2.1 凸轮机构的运动过程和基本参数 / 046

4.2.2 从动件常用运动规律 / 047

4.2.3 从动件组合运动规律 / 049

4.2.4 从动件运动规律的选择 / 049

4.3 凸轮轮廓曲线的设计 / 051

4.3.1 凸轮轮廓曲线设计的基本原理 / 051

4.3.2 用图解法设计凸轮轮廓曲线 / 051

4.3.3 用解析法设计凸轮轮廓曲线 / 053

4.4 凸轮机构基本尺寸的确定 / 054

4.4.1 凸轮轮廓的压力角 / 054

4.4.2 凸轮基圆半径的确定 / 054

4.4.3 滚子推杆滚子半径的确定 / 055

思考题与习题 / 056

第5章

齿轮传动设计 / 059

5.1 齿轮传动的应用与类型 / 060

5.1.1 齿轮传动的应用与特点 / 060

5.1.2 齿轮传动的类型 / 060

5.2 齿廓啮合基本定律及渐开线齿廓 / 061

5.2.1 齿廓啮合基本定律 / 061

5.2.2 渐开线齿廓 / 062

5.2.3 渐开线齿廓的啮合特性 / 063

5.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮 / 065

5.3.1 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分的名称和符号 / 065

5.3.2 渐开线标准齿轮的基本参数 / 066

5.3.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的几何

尺寸 / 067

5.3.4 渐开线标准内齿轮和齿条 / 068

5.3.5 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动 / 069

5.4 渐开线齿廓的切削加工和变位齿轮 / 072

5.4.1 范成法切制齿廓的原理 / 072

5.4.2 根切现象及不产生根切的最少齿数 / 073

5.4.3 渐开线变位齿轮传动简介 / 074

5.5 渐开线斜齿圆柱齿轮传动 / 075

5.5.1 渐开线斜齿圆柱齿轮的齿面和基本参数 / 075

5.5.2 渐开线斜齿圆柱齿轮的当量齿轮和当量齿数 / 078

5.5.3 平行轴斜齿轮传动的正确啮合条件和几何尺寸 / 078

5.6 蜗杆蜗轮传动 / 081

5.6.1 蜗杆蜗轮传动的特点和类型 / 081

5.6.2 蜗杆蜗轮传动的主要参数和几何尺寸 / 082

5.7 直齿圆锥齿轮传动 / 083

5.7.1 圆锥齿轮传动的特点和应用 / 083

5.7.2 直齿锥齿轮的当量齿轮 / 084

5.7.3 直齿圆锥齿轮传动的正确啮合条件和几何尺寸 / 084

5.8 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的强度设计 / 086

5.8.1 齿轮传动的失效形式和设计准则 / 087

5.8.2 齿轮常用材料和许用应力 / 088

5.8.3 齿轮传动的计算载荷和载荷系数 / 089

5.8.4 标准直齿圆柱齿轮传动的强度设计 / 090

5.8.5 齿轮的结构 / 093

思考题与习题 / 096

第6章

轮系及其设计 / 099

6.1 轮系的类型 / 100

6.1.1 定轴轮系 / 100

6.1.2 周转轮系 / 100

6.1.3 复合轮系 / 101

6.2 轮系的传动比 / 102

6.2.1 定轴轮系的传动比 / 102

6.2.2 周转轮系的传动比 / 104

6.2.3 复合轮系的传动比 / 107

6.3 轮系的功用 / 108

思考题与习题 / 112

第7章

其他常用机构及其应用 / 115

7.1 棘轮机构及其应用 / 116

7.1.1 棘轮机构的工作原理 / 116

7.1.2 棘轮机构的类型和特点 / 116

7.1.3 棘轮机构的应用 / 117

7.2 槽轮机构及其应用 / 118

7.2.1 槽轮机构的工作原理 / 118

7.2.2 槽轮机构的类型和特点 / 119

7.2.3 槽轮机构的应用 / 120

7.3 不完全齿轮机构及其应用 / 121

7.3.1 不完全齿轮机构的工作原理 / 121

7.3.2 不完全齿轮机构的类型 / 121

7.3.3 不完全齿轮机构的特点和应用 / 121

7.4 凸轮式间歇运动机构及其应用 / 122

7.4.1 凸轮式间歇运动机构的工作
原理 / 122

7.4.2 凸轮式间歇运动机构的特点和
应用 / 122

7.5 螺旋机构及其应用 / 123

7.5.1 螺旋机构的工作原理 / 123

7.5.2 螺旋机构的类型 / 123

7.5.3 螺旋机构的特点和应用 / 124

思考题与习题 / 124

第8章

带传动与链传动 / 125

8.1 带传动的类型及应用 / 126

8.1.1 带传动的主要类型 / 126

8.1.2 带传动的应用 / 127

8.1.3 V带的类型和结构 / 127

8.2 带传动的工作情况分析 / 129

8.2.1 带传动的受力分析 / 129

8.2.2 带传动的应力分析 / 131

8.2.3 带传动的变形分析 / 132

8.3 V带传动设计计算 / 133

8.3.1 单根V带的许用功率 / 133

8.3.2 V带传动的设计与参数选择 / 137

8.4 其他带传动简介 / 141

8.4.1 同步带传动 / 141

8.4.2 高速带传动 / 142

8.5 链传动的类型及应用 / 142

8.6 链传动的结构特点 / 143

8.6.1 滚子链的结构特点 / 143

8.6.2 齿形链的结构特点 / 145

8.7 链传动的运动特性和受力分析 / 145

8.7.1 链传动的运动特性 / 145

8.7.2 链传动的受力分析 / 147

8.8 滚子链传动的主要参数及其 选择 / 148

思考题与习题 / 149

第9章

螺纹连接 / 151

9.1 螺纹的参数及分类 / 153

9.1.1 螺纹形成原理及主要参数 / 153

- 9.1.2 螺纹的分类 / 154
- 9.2 螺旋副的受力、效率和自锁 / 155
- 9.3 螺纹连接的基本类型和标准连接件 / 156
 - 9.3.1 螺纹连接的基本类型 / 156
 - 9.3.2 标准螺纹连接件 / 157
- 9.4 螺纹连接的预紧和防松 / 158
 - 9.4.1 螺纹连接的预紧 / 158
 - 9.4.2 螺纹连接的防松 / 159
- 9.5 螺栓组连接的结构设计 / 160
- 9.6 螺栓连接的强度计算 / 162
 - 9.6.1 受拉松螺栓连接 / 162
 - 9.6.2 受拉紧螺栓连接 / 164
 - 9.6.3 受剪螺栓连接 / 166
- 9.7 提高螺纹连接强度的措施 / 167
- 思考题与习题 / 170

第10章

轴系零、部件设计 / 174

- 10.1 轴的设计 / 174
 - 10.1.1 轴的分类和材料 / 174
 - 10.1.2 轴的结构设计 / 176
 - 10.1.3 轴的强度校核 / 182
- 10.2 轴承类型及选择 / 183
 - 10.2.1 滚动轴承的结构、类型及特性 / 184

- 10.2.2 滚动轴承的代号及类型选择 / 186
- 10.2.3 滚动轴承的寿命 / 188
- 10.2.4 滑动轴承的类型、结构及特点 / 194
- 10.2.5 滑动轴承的材料 / 196
- 10.2.6 非液体摩擦滑动轴承的校核计算 / 197
- 10.2.7 轴承的润滑和密封 / 198
- 10.2.8 其他类型轴承简介 / 200
- 10.3 轴间连接 / 203
 - 10.3.1 联轴器 / 205
 - 10.3.2 离合器 / 211
- 10.4 轴毂连接 / 213
 - 10.4.1 键连接 / 213
 - 10.4.2 花键连接 / 217
 - 10.4.3 无键连接 / 218
- 10.5 轴系组合设计 / 219
 - 10.5.1 轴系的轴向定位 / 219
 - 10.5.2 轴系轴向位置的调整 / 221
 - 10.5.3 滚动轴承的配合与装拆 / 222
- 思考题与习题 / 223

参考文献

第1章

机械设计基础概述

在长期的生产实践中，人类为了减轻体力劳动和脑力劳动，改善劳动条件，提高劳动生产率，创造和发展了各种各样的机械，如汽车、织机、缝纫机、洗衣机、电动机、内燃机、机床等。

机械工业担负着为国民经济各个部门提供技术装备的重要任务。从宇宙飞船到核潜艇，从巨型油轮到纳米级的微型医疗器械，从普通家电到智能机器人，都包含机械工业科技进步的成果。机械工业的生产水平是衡量一个国家工业、科技水平高低及综合国力强弱的重要标志之一。

1.1 机械的组成

机械是机器和机构的总称。一般机器都是由各种机构组合而成的。图 1-1 可以概括说明一台机器的组成。

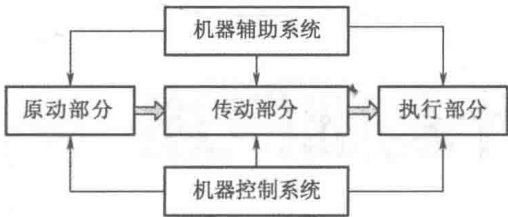


图 1-1 机器的组成

(1) 原动部分是驱动整部机器完成预定功能的动力来源。一般来说，机器的原动机都是将其他形式的能量转换成可以利用的机械能。常用的原动机有电动机、内燃机等。通常一部机器只有一个原动机，复杂的机器可以有几个原动机。

(2) 执行部分是用来完成机器预定功能的部分，也称为工作部分，如牛头刨床的刨头、机器人的手臂、车床的刀架、起重机的卷筒等。一部机器可以只有一个执行部分，也可把机器的功能分解成几个执行部分。

(3) 传动部分是将原动机的运动和动力传给执行部分的中间环节。它主要是将原动机的运动形式、运动及动力参数转变为执行部分所需的运动形式、运动及动力参数。

除此之外，机器还可能有控制系统和辅助系统。控制系统又称操纵部分，用于控制机器的启动、停止、换向以及运动速度等；辅助系统，如机器的电气系统、润滑系统、冷却系统、监测系统等，用于实现机器的更为复杂的功能要求或更高的精度要求。

如图 1-2 所示牛头刨床的机座 1 原动机为电动机 3。牛头刨床传动部分包括：带传动与变速轮系（图中未画出）；小齿轮 4 和大齿轮 5 组成的齿轮机构；曲柄（与大齿轮 5 固定在一起）、滑块 2、6 及导杆 7 组成的连杆机构以及其他一些辅助部分（图中未画出）所组成，实现了将电动机 3 输出的旋转运动转换成刨头 8 带着刨刀的往复直线运动，从而产生刨削动作（完成有效的机械功）。

机器类型繁多，各类机器构造、性能和用途等各不相同，但是它们都具有以下三个共同的特征。

- (1) 它们都是一种人为的实物（机件）的组合物。
- (2) 组成它们的各部分之间都具有确定的相对运动。

(3) 它们能够完成有用的机械功或转换机械能。

机构仅具备以上 (1)、(2) 两个特征,但是从运动的角度来看,机器和机构之间是没有区别的。一部机器可以由一个机构组成,但是大部分机器都是由多个机构所组成,如牛头刨床就是由多个机构组成的机器。

机构组成中具有确定的相对运动的各部分称为构件。构件可以是单一的零件,也可以是由若干个零件组成的刚性体,如图 1-3 所示牛头刨床大齿轮轴是由轴 1、大齿轮 2、平键 3、轴端挡圈 4、螺钉 5 五个零件刚性连接而成。这五个零件构成一个刚性整体并运动,组成一个构件。

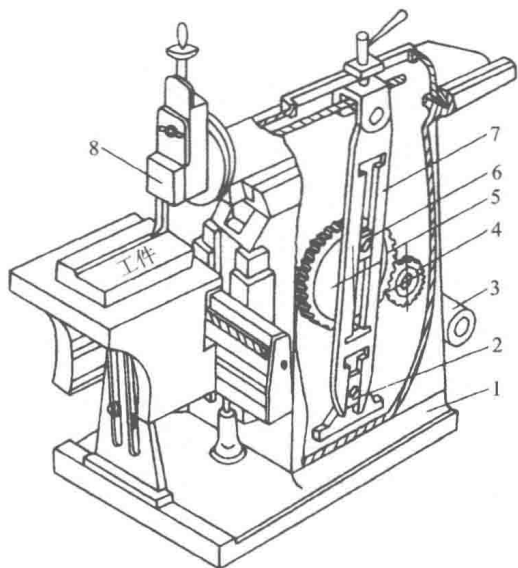


图 1-2 牛头刨床

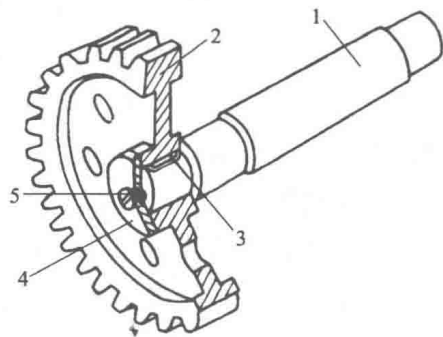


图 1-3 牛头刨床大齿轮轴

机械零件是机器的基本组成要素。机械零件分为两类:一类是在各种机器中都能普遍使用的零件,称为通用零件,如齿轮、轴、螺钉等;另一类是只在特定机器中使用的零件,称为专用零件,如剑杆织机的剑杆、洗衣机中的波轮、内燃机中的活塞等。

1.2 机械设计的基本要求与一般程序

1.2.1 机械设计的基本要求

虽然不同的机械其功能、构造和外形都不相同,但它们设计的基本要求大体是相同的,机械设计应满足的基本要求可以归纳为以下几个方面。

1.2.1.1 满足功能、运动和动力性能的要求

实现预定的功能要求是机械设计最基本的出发点。在机械设计过程中,设计者必须使

所设计的机械能够完全实现预定的功能。为此,设计者需确定机械的工作原理,选择机构的类型,拟定机械传动系统方案,并使所选择的机构类型和拟定的机械传动系统方案能满足运动和动力性能的要求。

机械的运动要求是指所设计的机械应保证实现规定的运动速度和运动规律,以满足工作的平稳性、启动性、制动性等要求。

机械的动力性能要求是指所设计的机械应具有足够的功率,以满足机械正常工作的要求。

为此,要正确设计机械的零件,使其结构合理并满足强度、刚度、耐磨性和振动稳定性等方面的要求。

1.2.1.2 工作可靠性的要求

机械的工作可靠性是指机械在规定的使用条件下,在预定的工作期限内,完成规定功能的能力。工作可靠是机械的必备条件,为满足这一要求,必须从机械系统的整体设计、零部件的结构设计、材料及热处理的选择、加工工艺的制订等方面加以保证。

随着机器功能愈来愈先进,结构愈来愈复杂,发生故障的可能环节愈来愈多,机器工作的可靠性受到了愈来愈大的挑战。机器工作可靠性的高低是用机器的可靠度来衡量的。机器的可靠度是指在规定的使用时间内和预定的环境条件下机器能够正常工作的概率。对于一部机器来说,其可靠度到底应选多大?从理论上讲,当然是愈大愈好,但可靠度愈大,机器的成本愈高。一般来说,与人的生命、国家的财产息息相关的机器,如飞机、宇宙飞船等,其可靠度设计要高一些。而一般的机械产品,可靠度设计可相对低一些。

1.2.1.3 经济性的要求

机械设计的经济性要求是指在满足机械的功能性要求的前提下,所设计的机器应最大限度地减少成本、减少能源消耗、提高效率、降低管理与维护费用。在市场竞争中,特别是我国加入 WTO 以后,产品的经济性是产品推向市场的一个重要性能指标,应贯穿于机械设计的全过程。

机器设计、制造的经济性表现为机器的成本低;机器使用的经济性表现为机器的高生产率,高效率,低能耗,低的管理、维护费用等。机器的经济性体现在设计、制造和使用的全过程,设计机器时就要全面考虑。在机械设计中,自始至终都应把产品设计、制造与销售三方面作为一个整体来考虑。

1.2.1.4 机械零件工艺性和标准化的要求

(1) 机械零件工艺性的要求。机械零件的结构应具有良好的工艺性,是指在满足使用要求的前提下,设计周期短、加工制造容易、成本低、装拆与维护方便。设计机械零件时,应从以下几个方面考虑零件的工艺性。

①毛坯选择合理。尺寸小的零件可选用型材,尺寸大的零件可选用锻件,尺寸非常大的零件可选用铸件;生产批量小的零件可选用型材或焊接件,生产批量大的零件可选用铸

件等。

②结构简单合理。机械零件的结构形状应尽量简单，如仅由平面、圆柱面组合而成；同时追求加工表面数目少，加工量小。

③确定合适的零件精度。一般零件的精度越高，机器的性能会越好。但零件的精度过高，成本将急剧增加。因此，要根据实际情况确定合适的机械零件的加工精度。

(2) 机械零件标准化的要求。标准化是长期生产实践和科学研究的技术总结，是我国现行的一项重要技术政策。许多机械零件都是标准化的零件。在机械设计中，能采用标准件的地方一定要选用标准零件，除非标准零件不能满足要求，才可自行设计。选用标准化的零件有如下好处。

①质量好、成本低。标准零件是由专门生产标准零件的标准件厂设计、加工、制造的。标准件厂拥有加工标准零件的专用设备，可进行大批量的生产。这种专用设备是一般的机械加工厂所不具备的。另外，标准件厂生产标准零件时所采用的技术也是最先进的。因此，标准化的零件质量好、成本低。

②互换性好。如标准零件失效，只需花极少代价换上一个同样型号的标准零件就能解决问题。

③采用标准化的零件可节省设计时间，使设计者能将主要精力用在关键零件的设计上。

④交流方便。机械工程技术人員主要是通过图纸交流设计思想、设计要求等，图纸的标准化程度越高，越有利于工程技术人员之间的交流。

现行的与机械零件设计有关的标准，从运用范围上讲，可分为国家标准（GB）、行业标准和企企业标准三个等级；从使用的强制性来讲，可分为强制执行的标准（有关度、量、衡及人身安全等标准）和推荐使用的标准（如标准直径等）。

1.2.1.5 其他特殊要求

有些机械由于工作环境和要求的不同，对设计提出了某些特殊要求。如高级轿车的变速箱有低噪声的要求；精密仪器、仪表有防水、防振的要求；机床有在使用期限内保持规定精度的要求；食品、医药、纺织机械有不得污染产品的要求；飞行器有重量轻、阻力小的要求；重型机器有便于安装、拆卸及运输的要求等。

1.2.2 机械设计的一般程序

机械设计就是建立满足功能要求的一部机器的创造过程。作为一部完整的机器，它是一个复杂的系统。要提高机械设计质量，必须有一个科学的设计程序。一部机器的设计程序基本上可以用图 1-4 表示。

1.2.2.1 明确设计任务

机械设计是一项为实现机器预定目标的、有目的的活动，因此正确地决定设计目标（任务）是机械设计成功的基础。明确设计任务包括定出机器的总体目标和各项具体的技术要求，这是机械设计、优化、

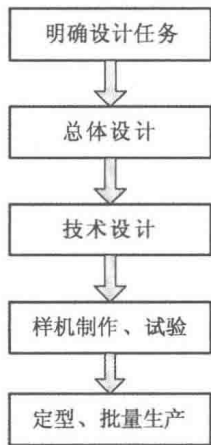


图 1-4 设计流程

评价、决策的依据。

明确设计任务包括：分析所设计机器的用途、功能、各种技术经济性能指标和参数范围及预期的成本范围等；进行技术、市场调研；对同类或相近产品的技术、经济指标，同类产品的不完善性及缺陷，用户的意见和要求，目前的技术水平以及发展趋势，广泛收集材料，进行认真的分析研究，以进一步明确设计任务。

在明确设计任务，了解设计产品技术水平、市场状况的基础上制订设计方案，并对设计方案进行可行性论证。

编写机器设计任务书，包括机器的功能、主要性能指标、基本使用要求、特殊要求、工作环境（条件）、生产批量、经济性分析及设计进度等。

1.2.2.2 总体设计

一部机器的总体设计是根据设计任务书中确定的机器的功能、主要性能参数、基本使用要求进行全方位设计。要对设计任务书提出的机器功能中必须达到的要求、最低要求及希望达到的要求进行综合分析，即这些功能能否实现，多项功能间有无矛盾，相互间能否替代等。最后确定出设计机器的功能、性能参数，作为进一步设计的依据。

按照机器设计任务书提出的设计要求，确定机器的工作原理，分别按机器原动部分、传动部分及执行部分制订设计方案，并用机构运动简图表示。

总体设计时要考虑到机器的操作、维修、安装、外廓尺寸等要求；确定机器各主要部件之间的相对位置关系及相对运动关系；处理好“人—机—环境”之间的合理关系。

总体设计对机器的制造和使用都有很大的影响，为此，常需做出几个方案加以分析、比较，通过优化求解得出最佳方案。

1.2.2.3 技术设计

技术设计又称结构设计。其任务是根据总体设计的要求，确定机器各零部件的材料、形状、数量、空间相互位置、尺寸、加工和装配，并进行必要的强度、刚度、可靠性设计，若有几种方案时，需进行评价决策最后选择最优方案。技术设计阶段的目标是产生总装配草图及部件装配草图；通过草图设计确定出各部件及其零件的外形及基本尺寸，包括各部件之间的连接，零、部件的外形及基本尺寸；最后绘制零件的工作图、部件装配图和总装配图。技术设计的主要内容包括以下几方面。

(1) 根据制订的设计方案，确定原动机的参数（功率、转速、线速度等）。然后进行机器运动学计算，从而确定各运动构件的运动参数（转速、速度、加速度等）。

(2) 结合各部分的结构及运动参数，计算各主要零件所受载荷的大小及特性。此时求出的载荷，由于零件尚未设计出来，因而只是作用于零件上的公称（或名义）载荷。

(3) 已知主要零件所受的公称载荷的大小和特性，即可进行零、部件的初步设计。设计所依据的工作能力准则，须参照零、部件的一般失效情况、工作特性、环境条件等，合理地拟定。通过计算或类比，即可确定零、部件的基本尺寸。