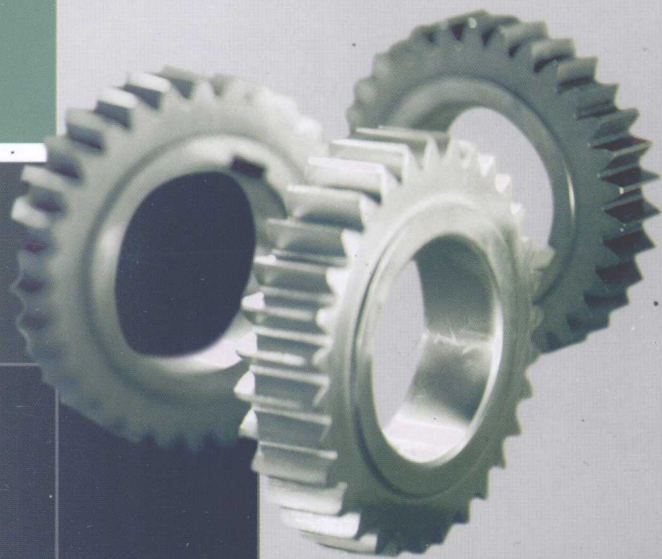


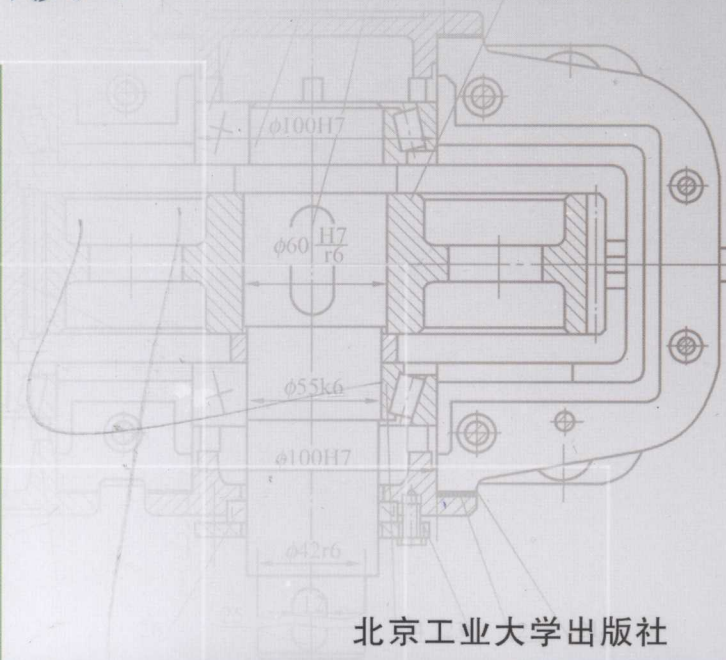
JIXIE SHEJI KECHENG SHEJI



# 机械设计课程设计

(第2版)

王大康 卢颂峰◇主编  
吴宗泽◇主审



北京工业大学出版社

# 机械设计课程设计

(第 2 版)

主编：王大康 卢颂峰  
参编：傅燕鸣 高国华  
主审：吴宗泽

北京工业大学出版社

## 内 容 提 要

本书分为三个部分。第一部分(第1~8章)为机械设计课程设计指导,讲解从整机到零部件的设计;第二部分(第9~17章)为机械设计常用标准和规范,采用新近颁布的国家标准;第三部分(第18~19章)为参考图例及设计题目,可供课程设计选用。

本书重点突出、图形准确、语言严谨,可作为“机械设计”和“机械设计基础”课程的配套教材,满足机械设计课程设计的教学要求。本书繁简得当、严格精选、便于使用,可作为简明机械设计手册,供有关工程技术人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/王大康,卢颂峰主编. —2版. —北京:  
北京工业大学出版社, 2010. 3  
ISBN 978-7-5639-2049-5

I. 机… II. ①王…②卢… III. 机械设计-课程设计-高等学校-教材 IV. TH122-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第002048号

### 机械设计课程设计 (第2版)

---

主 编: 王大康 卢颂峰  
主 审: 吴宗泽  
责任编辑: 邓 静  
出版发行: 北京工业大学出版社  
地 址: 北京市朝阳区平乐园100号  
邮政编码: 100124  
电 话: 010-67391106 010-67392308(传真)  
电子信箱: bgdcbsfxb@163.net  
承印单位: 徐水宏远印刷有限公司  
经销单位: 全国各地新华书店  
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16  
印 张: 16.25  
字 数: 400千字  
版 次: 2010年3月第2版  
印 次: 2010年3月第13次印刷  
标准书号: ISBN 978-7-5639-2049-5  
定 价: 25.00元

---

版权所有 翻印必究

图书如有印装错误, 请寄回本社调换

## 第 2 版前言

“机械设计课程设计”课程是学生在“机械设计”课程后的重要综合性和实践性教学环节，其目的是培养学生的机械设计能力和创新设计能力。《机械设计课程设计》（第 2 版）是在 2000 年第 1 版的基础上，根据教育部批准的高等学校《机械设计课程教学基本要求》和《机械设计基础课程教学基本要求》的精神重新编写的。本教材符合教育部组织实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”精神。

与第 1 版相比，本书注意更新和充实教学内容，突出创新能力的培养，更加符合教学改革及对人才培养的要求。本书力求重点突出、繁简得当、语言严谨、图形准确、严格精选、便于使用。鉴于我国许多标准都进行了修订，书中尽量收集了新近颁布的国家标准。书中所列出的标准或规范，是根据需要从原标准或规范中摘录下来的，而不是全部标准，请在使用时注意。

本书分为三个部分。第一部分为机械设计课程设计指导（第 1~8 章），包括绪论、传动系统总体设计、传动零件设计、减速器的结构、装配草图设计、装配图设计、零件图设计、编写设计计算说明书和准备答辩；第二部分为机械设计常用标准和规范（第 9~17 章），包括一般标准、常用材料、连接与紧固、滚动轴承、润滑与密封、联轴器、极限与配合、形位公差和表面结构、渐开线圆柱齿轮精度、锥齿轮精度和圆柱蜗杆蜗轮精度、电动机；第三部分为参考图例及设计题目（第 18~19 章），可供课程设计选用。

本书一方面作为“机械设计”和“机械设计基础”课程的配套教材，满足机械设计课程设计的教学要求；另一方面可作为简明机械设计手册，供有关工程技术人员参考使用。

参加本书编写的有清华大学卢颂峰，北京工业大学王大康、高国华，上海大学傅燕鸣。由王大康、卢颂峰担任主编，清华大学吴宗泽担任主审。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

# 第 1 版前言

本书是在 1993 年版的基础上,根据原国家教育委员会批准的高等工业学校《机械设计课程教学基本要求》和《机械设计基础课程教学基本要求》的精神重新编写的。本次编写增加了总体选型设计、计算机辅助设计等内容。与前版相比,本书内容更加充实,符合当前教学改革及对人才培养的要求。

本书分为三篇。第一篇为机械设计课程设计指导(第 1~7 章),包括绪论、传动装置总体设计、传动零件设计、装配草图设计、装配图设计、零件图设计、编写设计计算说明书和准备答辩;第二篇为机械设计常用标准和规范(第 8~16 章),包括一般标准、常用材料、连接与紧固、滚动轴承、润滑与密封、联轴器、极限与配合、形位公差和表面粗糙度、渐开线圆柱齿轮精度、锥齿轮精度和圆柱蜗杆蜗轮精度、电动机;第三篇为参考图例及设计题目(第 17~18 章),可供选用。

本书一方面作为“机械设计”和“机械设计基础”的配套教材,满足机械设计课程和机械设计基础课程的教学要求;另一方面可作为简明机械设计指南,供有关工程技术人员参考。

本书力求简明扼要、严格精选、便于使用。鉴于我国许多标准都进行了修订,书中尽量收集了最新的国家标准。书中列出的标准或规范,是根据需要从原标准或规范中摘录下来的,并不是全部标准,请在使用时注意。

参加本书编写的有清华大学卢颂峰,北京工业大学王大康、房树福,北京机械工业学院腾启,北京航空航天大学王之栋,南昌大学刘莹,上海大学傅燕鸣。由王大康、卢颂峰任主编。

最后,编著者殷切希望广大读者对本书提出批评意见和建议。

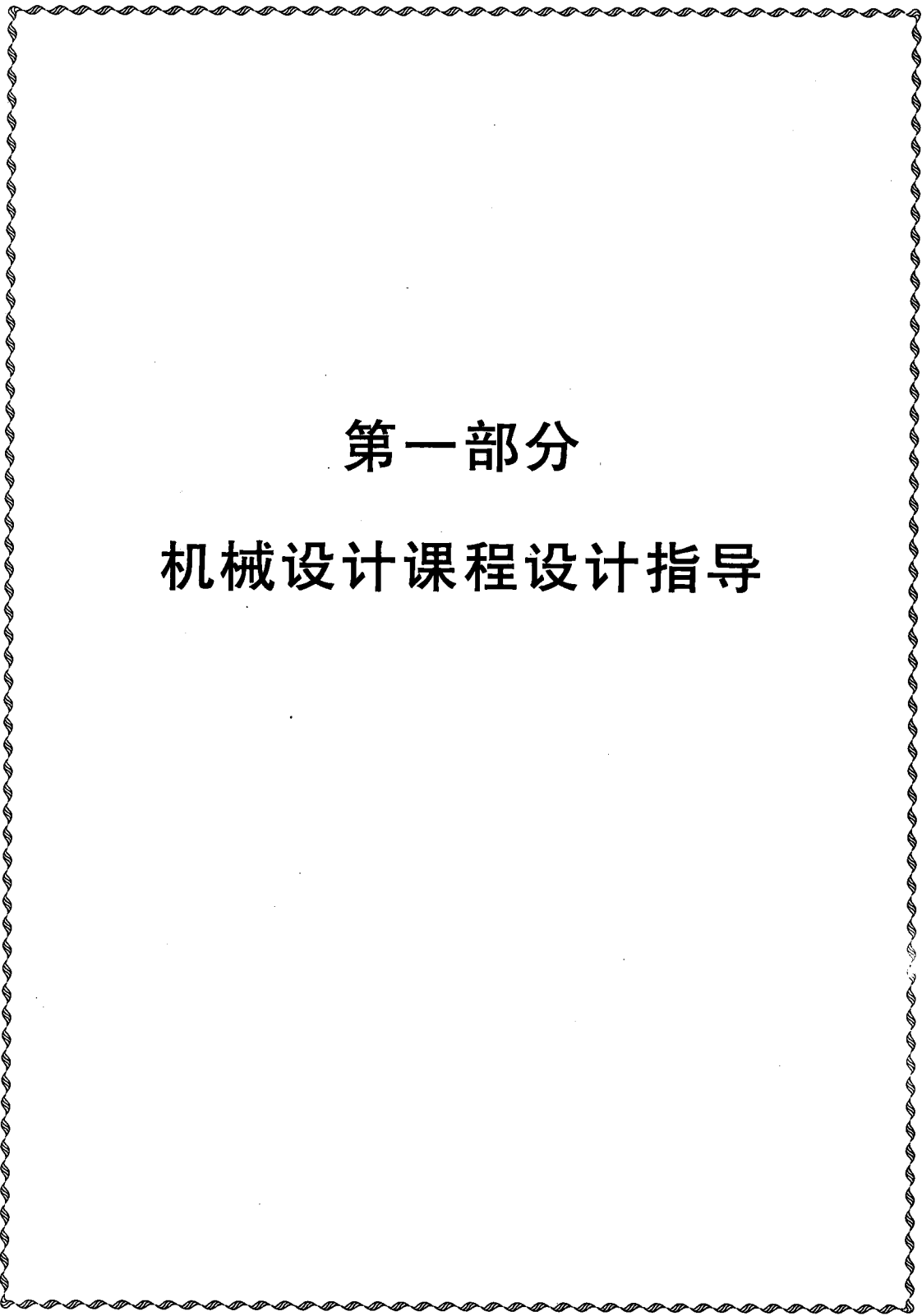
编著者

# 目 录

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| <b>第一部分 机械设计课程设计指导</b>                     |    |
| <b>第 1 章 绪论</b> .....                      | 3  |
| 1.1 机械设计课程设计的目的 .....                      | 3  |
| 1.2 机械设计课程设计的内容<br>和任务 .....               | 3  |
| 1.3 机械设计课程设计的步骤 .....                      | 4  |
| 1.4 机械设计课程设计中应注意的<br>几个问题 .....            | 5  |
| 1.5 计算机辅助设计 .....                          | 6  |
| 1.5.1 产品规划阶段的 CAD .....                    | 6  |
| 1.5.2 方案设计阶段的 CAD .....                    | 7  |
| 1.5.3 详细设计阶段的 CAD .....                    | 7  |
| 1.5.4 计算机辅助课程设计步骤<br>及注意事项 .....           | 8  |
| 思考题 .....                                  | 8  |
| <b>第 2 章 传动系统的方案设计和<br/>    总体设计</b> ..... | 9  |
| 2.1 机械传动系统的方案设计 .....                      | 9  |
| 2.2 方案设计应满足的要求 .....                       | 9  |
| 2.3 电动机的选择 .....                           | 12 |
| 2.3.1 选择电动机的类型和结构<br>形式 .....              | 12 |
| 2.3.2 选择电动机的容量<br>(功率) .....               | 13 |
| 2.3.3 确定电动机的转速 .....                       | 15 |
| 2.4 确定传动系统的总传动比和<br>分配各级传动比 .....          | 16 |
| 2.5 计算传动系统的运动和动力<br>参数 .....               | 18 |
| 思考题 .....                                  | 20 |
| <b>第 3 章 传动零件设计</b> .....                  | 21 |
| 3.1 减速器外传动零件设计 .....                       | 21 |
| 3.1.1 V 带传动 .....                          | 21 |
| 3.1.2 链传动 .....                            | 22 |
| 3.1.3 开式齿轮传动 .....                         | 22 |
| 3.1.4 联轴器的选择 .....                         | 22 |
| 3.2 减速器内传动零件设计 .....                       | 23 |
| 3.2.1 圆柱齿轮传动 .....                         | 23 |
| 3.2.2 锥齿轮传动 .....                          | 23 |
| 3.2.3 蜗杆传动 .....                           | 24 |
| 思考题 .....                                  | 24 |
| <b>第 4 章 减速器的结构</b> .....                  | 25 |
| 4.1 齿轮、轴及轴承组合 .....                        | 25 |
| 4.2 箱体 .....                               | 25 |
| 4.3 减速器的附件 .....                           | 27 |
| <b>第 5 章 装配草图设计</b> .....                  | 31 |
| 5.1 初绘减速器装配草图 .....                        | 31 |
| 5.1.1 初绘装配草图前的准备 .....                     | 31 |
| 5.1.2 初绘装配草图的步骤 .....                      | 32 |
| 5.2 轴、轴承及键的校核计算 .....                      | 39 |
| 5.2.1 校核轴的强度 .....                         | 39 |
| 5.2.2 验算滚动轴承的寿命 .....                      | 40 |
| 5.2.3 校核键连接的强度 .....                       | 40 |
| 5.3 完成减速器装配草图 .....                        | 40 |
| 5.3.1 轴系部件的结构设计 .....                      | 40 |
| 5.3.2 减速器箱体的结构设计 .....                     | 46 |
| 5.3.3 减速器附件设计 .....                        | 53 |
| 5.3.4 装配草图的检查及修改 .....                     | 58 |
| 思考题 .....                                  | 58 |

|                                        |    |                                                        |     |
|----------------------------------------|----|--------------------------------------------------------|-----|
| <b>第 6 章 装配图设计</b> .....               | 60 | 10.2 有色金属材料 .....                                      | 92  |
| 6.1 绘制减速器装配图 .....                     | 60 | 10.3 型钢及型材 .....                                       | 94  |
| 6.2 标注尺寸 .....                         | 60 | 10.4 非金属材料 .....                                       | 96  |
| 6.3 标注减速器的技术特性 .....                   | 61 | <b>第 11 章 连接与紧固</b> .....                              | 97  |
| 6.4 编写技术要求 .....                       | 62 | 11.1 螺纹 .....                                          | 97  |
| 6.5 零件编号 .....                         | 63 | 11.2 螺栓、螺柱、螺钉 .....                                    | 99  |
| 6.6 编制标题栏和明细表 .....                    | 64 | 11.3 螺母、垫圈 .....                                       | 105 |
| 6.7 检查装配图 .....                        | 65 | 11.4 挡圈 .....                                          | 108 |
| 思考题 .....                              | 65 | 11.5 螺纹零件的结构要素 .....                                   | 111 |
| <b>第 7 章 零件图设计</b> .....               | 66 | 11.6 键、花键 .....                                        | 115 |
| 7.1 轴类零件图设计 .....                      | 67 | 11.7 销 .....                                           | 117 |
| 7.1.1 视图 .....                         | 67 | <b>第 12 章 滚动轴承</b> .....                               | 120 |
| 7.1.2 标注尺寸、表面粗糙度和<br>形位公差 .....        | 67 | 12.1 常用滚动轴承 .....                                      | 120 |
| 7.1.3 技术要求 .....                       | 69 | 12.2 滚动轴承的配合 (GB/T<br>275—1993 摘录) .....               | 131 |
| 7.2 齿轮类零件图设计 .....                     | 70 | <b>第 13 章 润滑与密封</b> .....                              | 133 |
| 7.2.1 视图 .....                         | 70 | 13.1 润滑剂 .....                                         | 133 |
| 7.2.2 标注尺寸、表面粗糙度和<br>形位公差 .....        | 70 | 13.2 油杯、油标、油塞 .....                                    | 134 |
| 7.2.3 啮合特性表 .....                      | 71 | 13.3 螺塞和封油圈 .....                                      | 137 |
| 7.2.4 技术要求 .....                       | 71 | 13.4 密封件 .....                                         | 138 |
| 7.3 箱体零件图设计 .....                      | 71 | 13.5 通气器 .....                                         | 141 |
| 7.3.1 视图 .....                         | 71 | 13.6 轴承端盖、套板 .....                                     | 142 |
| 7.3.2 标注尺寸、表面粗糙度和<br>形位公差 .....        | 72 | <b>第 14 章 联轴器</b> .....                                | 144 |
| 7.3.3 技术要求 .....                       | 73 | <b>第 15 章 极限与配合、形位公差和<br/>表面结构</b> .....               | 151 |
| 思考题 .....                              | 73 | 15.1 极限与配合 .....                                       | 151 |
| <b>第 8 章 编写设计计算说明书和准备<br/>答辩</b> ..... | 74 | 15.2 形状和位置公差 (GB/T<br>1184—1996 摘录) .....              | 163 |
| 8.1 设计计算说明书的内容 .....                   | 74 | 15.3 表面结构 .....                                        | 167 |
| 8.2 设计计算说明书的要求与<br>注意事项 .....          | 74 | <b>第 16 章 渐开线圆柱齿轮精度、锥<br/>齿轮精度和圆柱蜗杆蜗轮<br/>精度</b> ..... | 170 |
| 8.3 设计计算说明书的书写格式 .....                 | 75 | 16.1 渐开线圆柱齿轮精度 .....                                   | 170 |
| 8.4 准备答辩 .....                         | 77 | 16.1.1 定义与代号 .....                                     | 170 |
| <b>第二部分 机械设计常用标准和规范</b>                |    | 16.1.2 齿轮精度 .....                                      | 173 |
| <b>第 9 章 一般标准</b> .....                | 81 | 16.1.3 齿轮检验项目 .....                                    | 179 |
| <b>第 10 章 常用材料</b> .....               | 88 | 16.1.4 侧隙和齿厚偏差 .....                                   | 179 |
| 10.1 黑色金属材料 .....                      | 88 | 16.1.5 齿轮坯、轴中心距和<br>轴线平行度 .....                        | 184 |

|                              |     |                   |     |
|------------------------------|-----|-------------------|-----|
| 16.1.6 齿面粗糙度·····            | 186 | 题目2 设计用于螺旋输送机的    |     |
| 16.1.7 轮齿接触斑点·····           | 186 | 一级圆柱齿轮减速器·····    | 242 |
| 16.1.8 精度等级的标注·····          | 187 | 题目3 设计用于带式运输机的    |     |
| 16.2 锥齿轮精度 (GB/T 11365       |     | 一级锥齿轮减速器·····     | 243 |
| —1989 摘录)·····               | 187 | 题目4 设计用于传送设备的     |     |
| 16.2.1 精度等级与检验要求·····        | 187 | 一级锥齿轮减速器·····     | 243 |
| 16.2.2 锥齿轮副的侧隙规定·····        | 190 | 题目5 设计用于带式运输机的    |     |
| 16.2.3 图样标注·····             | 192 | 展开式二级圆柱齿轮减        |     |
| 16.2.4 锥齿轮精度数值表·····         | 192 | 速器·····           | 244 |
| 16.2.5 锥齿轮齿坯公差·····          | 194 | 题目6 设计用于带式运输机的    |     |
| 16.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度               |     | 展开式二级圆柱齿轮减        |     |
| (GB/T 10089—1988 摘录)···      | 195 | 速器·····           | 244 |
| 16.3.1 精度等级与检验要求·····        | 195 | 题目7 设计用于带式运输机的    |     |
| 16.3.2 蜗杆传动的侧隙规定·····        | 198 | 同轴式二级圆柱齿轮减        |     |
| 16.3.3 图样标注·····             | 199 | 速器·····           | 245 |
| 16.3.4 蜗杆、蜗轮和蜗杆传动            |     | 题目8 设计用于带式运输机的    |     |
| 精度数值表·····                   | 200 | 圆锥-圆柱齿轮减速器···     | 245 |
| 16.3.5 蜗杆、蜗轮的齿坯公差···         | 202 | 题目9 设计用于链式运输机的    |     |
| <b>第17章 电动机</b> ·····        | 203 | 圆锥-圆柱齿轮减速器···     | 246 |
| 17.1 Y系列 (IP44) 三相异步电        |     | 题目10 设计用于带式运输机的   |     |
| 动机 (JB/T 9616—1999)·····     | 203 | 蜗杆减速器·····        | 246 |
| 17.2 Y系列电动机的安装及              |     | 题目11 设计用于简易卧式铣床   |     |
| 外形尺寸·····                    | 204 | 的传动装置·····        | 247 |
| <b>第三部分 参考图例及设计题目</b>        |     | 题目12 设计用于爬式加料机的   |     |
| <b>第18章 参考图例</b> ·····       | 209 | 传动装置·····         | 247 |
| 18.1 减速器装配图·····             | 209 | 题目13 设计用于搅拌机的传动   |     |
| 18.2 减速器零件图·····             | 209 | 装置·····           | 248 |
| <b>第19章 机械设计课程设计题目</b> ····· | 242 | 题目14 设计用于拉削花键孔的   |     |
| 题目1 设计用于带式运输机的               |     | 简易拉床的传动装置···      | 248 |
| 一级圆柱齿轮减速器·····               | 242 | <b>参考文献</b> ····· | 249 |



# **第一部分**

## **机械设计课程设计指导**



# 第 1 章 绪论

## 1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计课程设计是高等学校机械类和近机类专业本、专科学生第一次较全面的机械设计训练,是机械设计和机械设计基础课程重要的综合性与实践性教学环节。机械设计课程设计的目的是:

(1) 培养和提高综合运用机械设计课程和其他先修课程的基本理论和基本知识去分析和解决工程实际问题的能力,并使所学知识得到进一步巩固、深化和扩展。

(2) 学习机械设计的一般方法,掌握通用机械零件、机械传动装置或简单机械的设计方法和步骤,培养创造性思维能力和独立从事机械设计的能力。

(3) 完成机械设计基本技能的训练,学会使用各种设计资料(如标准、规范、手册和图册等),进行设计计算,绘图,经验估算,数据处理和编写设计计算说明书等。

## 1.2 机械设计课程设计的内容和任务

机械设计课程设计的题目通常选择一般用途的机械传动装置或简单机械。本书第 19 章提供了 14 种通用机械传动装置设计题目,供课程设计选用。这些设计题目所涵盖的知识面广、综合性强,具有代表性,对其他机械传动装置或简单机械的设计有一定的指导意义。

图 1-1 所示为带式运输机的传动装置,其课程设计的内容通常包括:

- (1) 传动装置的方案设计和总体设计;
- (2) 各级传动零件的设计;
- (3) 减速器装配草图设计;
- (4) 减速器装配工作图和零件工作图设计;
- (5) 设计计算说明书编写和答辩。

要求学生在课程设计中完成以下工作任务:

- (1) 绘制减速器装配图 1 张;
- (2) 绘制零件工作图 2~3 张(传动零件、轴、箱体等);
- (3) 编写设计计算说明书 1 份。

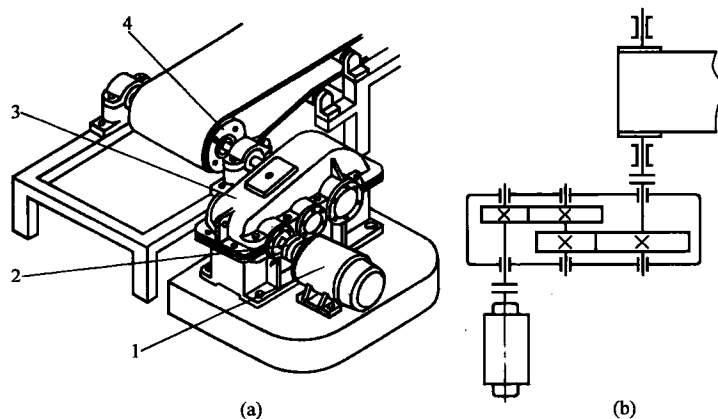


图 1-1 带式运输机的传动装置

(a) 带式运输机 (b) 传动装置简图

1—电动机；2—联轴器；3—减速器；4—驱动滚筒

### 1.3 机械设计课程设计的步骤

学生在接受机械设计课程设计任务后，应认真阅读设计任务书，明确其设计要求，分析设计的原始数据和工作条件，复习机械设计课程的有关内容，准备好设计所需的图书、资料 and 用具，拟定课程设计工作计划。

机械设计课程设计与其他机械产品的一般设计过程相似。首先根据设计任务书提出的设计的原始数据和工作条件，从方案设计开始，通过总体设计、部件和零件的设计，最后以工程图纸和设计计算说明书作为设计结果。由于影响设计的因素很多，加之机械零件的结构尺寸不可能完全由计算来确定，因此课程设计还需借助画草图、初选参数或初估尺寸等手段，采用边计算、边画图、边修改交叉进行的方法（简称“三边法”）逐步完成。

机械设计课程设计以学生独立工作为主，教师只对设计中出现的问题进行指导。

机械设计课程设计的大致步骤为：

- (1) 传动装置的方案设计；
- (2) 传动装置的总体设计；
- (3) 减速器传动零件的设计；
- (4) 减速器轴及轴承装置的设计；
- (5) 减速器箱体及附件的设计；
- (6) 减速器装配图的绘制；
- (7) 减速器零件工作图的绘制；
- (8) 设计计算说明书的编写。

机械设计课程设计结束时，由指导教师负责组织课程设计的总结和答辩。

机械设计课程设计的步骤通常是根椐设计任务书，拟定若干方案并进行分析比较，然后确定一个正确、合理的设计方案，进行必要的计算和结构设计，最后用设计图纸和设计计算

说明书来表达设计结果。

机械设计课程设计可依据表 1-1 的设计步骤分阶段按计划进行。

表 1-1 机械设计课程设计的步骤

| 阶段 | 设计步骤           | 主要内容                                                                                  | 约占总工作量比例 |
|----|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1  | 设计准备           | ① 研究设计任务书, 分析设计题目, 了解设计要求和内容<br>② 观察实物或模型, 进行减速器装拆实验等<br>③ 准备好设计需要的图书、资料和用具, 并拟定设计计划等 | 15%      |
|    | 传动装置的方案设计和总体设计 | ① 拟定传动装置设计方案<br>② 选择电动机<br>③ 确定传动装置总传动比和分配各级传动比<br>④ 计算传动装置的运动和动力参数                   |          |
|    | 减速器传动零件设计      | ① 设计减速器外的传动零件<br>② 设计减速器内的传动零件                                                        |          |
| 2  | 减速器装配草图设计      | ① 确定减速器各零件的相互位置<br>② 设计减速器轴<br>③ 选择滚动轴承和进行轴承组合设计<br>④ 选择键连接和联轴器<br>⑤ 设计减速器箱体及附件       | 40%      |
| 3  | 减速器工作图设计       | ① 绘制减速器装配图<br>② 绘制齿轮(或蜗轮)零件工作图<br>③ 绘制轴零件工作图<br>④ 绘制箱体零件工作图                           | 35%      |
| 4  | 设计计算说明书编写      | 整理和编写设计计算说明书                                                                          | 5%       |
| 5  | 设计总结和答辩        | ① 设计总结和做好答辩前的准备工作<br>② 参加答辩                                                           | 5%       |

## 1.4 机械设计课程设计中应注意的几个问题

机械设计课程设计是高等学校机械类及近机械类专业学生第一次较全面的设计训练。为了达到预期的教学要求, 在机械设计课程设计中应注意以下几个问题。

(1) 坚持正确的设计指导思想, 提倡独立思考、深入钻研的学习精神。要按照机械设计课程设计的教学要求, 从具体的设计任务出发, 充分运用已有的知识和资料, 创造性地进行设计, 决不能简单照搬或互相抄袭。

(2) 产品设计是一个由抽象到具体、由粗到精渐进与优化的过程, 许多细节需要在设计过程中不断完善和修改。在机械设计课程设计中应力求精益求精, 认真贯彻“边计算、边画图、边修改”的设计方法, 对不合理的结构和尺寸必须及时加以修改。

(3) 正确处理设计计算和结构设计之间的关系。机械零件的尺寸不可能完全由理论计算确定, 而应综合考虑零件的强度、刚度、结构、工艺等方面的要求。通过理论计算出来的零件尺寸是零件必须满足的最小尺寸, 而不一定就是最终采用的结构尺寸。例如轴的尺寸, 在进行结构设计时, 要综合地考虑轴上零件的装拆、调整和固定以及加工工艺等要求, 并进行强度校核计算, 然后考虑结构要求, 最后确定轴的尺寸。因此, 在设计过程中, 设计计算和

结构设计是相互补充、交替进行的。

此外,一些次要尺寸可根据经验公式确定,不需要进行强度计算,由设计者考虑加工、使用等条件,参照类似结构,用类比的方法确定,例如轴上的定位轴套、挡油环等。

(4) 正确使用设计标准和规范,以利于零件的互换性和工艺性。在设计工作中,必须遵守国家正式颁布的有关标准和技术规范。它是为了便于设计、制造和使用而制定的,是评价设计质量的一项重要指标,因此,熟悉并熟练使用标准和规范是课程设计的一项重要任务。

(5) 保证机械设计课程设计图纸和设计计算说明书的质量。要求设计图纸结构合理,表达正确。还应注意图面整洁,符合机械制图标准。要求设计计算说明书计算正确、条理清楚、书写工整、内容完备。

## 1.5 计算机辅助设计

计算机辅助设计(CAD)是随着计算机、外围设备、图形设备及软件的发展而形成的一门新技术,目前已广泛应用于工业部门的各个领域,成为提高产品与工程设计水平、降低消耗、缩短开发及工程建设周期、大幅度提高劳动生产率和产品质量的重要手段。CAD 技术及其应用水平已成为衡量一个国家的科学技术现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

众所周知,人才培养是开展 CAD 应用工程的重要环节,只有广大工程技术人员掌握了 CAD 技术,才有可能使之转化为生产力,促进 CAD 应用工程向纵深发展。

在机械设计课程设计中,使学生熟悉 CAD 技术的基本知识,进而运用 CAD 技术完成传动方案设计、传动零件设计,以及图纸绘制等工作,培养学生运用现代设计方法和手段是非常重要的。

在设计过程中,需要收集资料、确定方案、构形、选择材料、计算和优化参数尺寸、绘图、试验和改进设计等工作。它是一个收集和处理信息,并对其进行分析、综合和决策的过程。因此,要求在设计的全过程中,运用计算机进行辅助设计。

### 1.5.1 产品规划阶段的 CAD

产品规划阶段要求对所设计的产品进行需求分析、市场预测和可行性分析,确定设计要求和原始数据,并给出设计任务书或设计要求表,作为设计、评价和决策的依据。为此要求建立计算机预测系统。该系统由预测信息库、定量分析模型、经验判断与评价以及综合预测四部分组成。

(1) 预测信息库 将企业及市场调查的有关统计资料,经整理后分门别类地存储在数据库中,以备查询和调用。

(2) 定量分析模型 它是一个预测计算软件包。其中包括基本预测模型的建模、识别、参数估算和分析程序。

(3) 经验判断与评价 它是一个人-机交流的过程,设计者可对计算机输出的定量分析结果进行分析、判断和评价。

(4) 综合预测 由设计者对预测模型进行判断并输出结果,必要时将重新建立新的预测

模型。

### 1.5.2 方案设计阶段的 CAD

市场需求的满足或适应是以产品的功能来体现的。因此,在方案设计阶段要完成产品功能分析、功能原理求解和评价决策,以得到最佳功能原理方案,并可以通过建立一个人-机对话的交互式计算机系统来进行方案的综合。

(1) 建立解法目录信息库 将机械系统的功能元分类,可得到常用的物理功能元、逻辑功能元、数学功能元及其他功能元。列成设计的解法目录,存于计算机的信息库中,以便设计时调用。

(2) 将各功能元局部解组成总方案 按排列组合规律可以得出大量方案,这一工作可以由计算机高效率地完成。

(3) 方案评价 利用计算机进行复杂的计算,将模糊概念定量化,从而得到精确的评价。

### 1.5.3 详细设计阶段的 CAD

详细设计阶段是将机械运动简图具体化为机器及零部件的合理结构,也就是要完成产品的总体设计、部件和零件的设计,完成全部生产图纸并编制设计说明书等有关技术文件。在此阶段中,零部件的总体布置、结构形状、装配关系、材料选择、尺寸大小、加工要求、表面处理等设计合理与否,对产品的技术性能和经济指标都有着直接的影响。此阶段中 CAD 工作的主要内容有:

(1) 建立或调用产品设计数据库 产品设计数据库是用来存储设计产品时所需的信息,如有关材料、标准、线图、表格、通用零部件等。数据库可供 CAD 作业时检索或调用,也便于数据管理及数据资源的共享。目前国内许多机械 CAD 软件已将设计手册中的数据存入其中,提供给设计者使用。建立产品设计数据库是 CAD 应用工程的主要内容。

(2) 建立多功能交互式图形程序库 图形程序库软件可以进行二维及三维图形的信息处理,该软件由基本软件、功能软件和应用软件构成。基本软件是系统绘图软件,它提供了绘制点、线、面的功能;功能软件是为提高绘图效率而建立的图形元素库,包括几何图形元素、结构图形元素、几何组合元素和通用零部件等,设计时只要输入位置和大小比例等参数,就可调用这些图形元素;应用软件是由设计者针对具体产品而编制的二次开发软件,它与数据库接口,可以建立、修改和调用数据库中的图形文件,通过几何变换转化为所需的平面图形或立体图形。

(3) 建立设计方法库 将各种通用计算公式及标准规范、常用零部件设计计算公式、最优化计算方法、有限元分析程序、计算机模拟(仿真)等现代设计方法存入设计方法库,以备产品设计时调用。

### 1.5.4 计算机辅助课程设计步骤及注意事项

为了加快 CAD 技术的推广和应用,对于具备计算机软硬件设施及指导教师的学校,应鼓励学生运用 CAD 技术进行课程设计。在设计时,应注意下列事项。

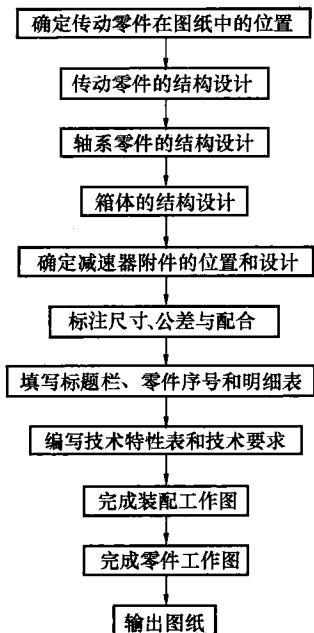


图 1-2 设计绘图步骤

(1) 为了达到课程设计的教学基本要求,建议学生在完成传动装置总体设计和通过手工绘图完成装配草图设计后,对于设计对象的整体与各组成部分的结构特点和设计要求,包括减速器整体和各零部件的详细结构有了深入的了解,再应用计算机进行装配工作图和零件工作图设计。设计时遵循先整体后局部、先内后外、先主后次、先合理布局后细部结构设计、先绘图后标注的设计绘图原则,以保证课程设计的质量。

(2) 选择适用的机械 CAD 软件。目前应用较为广泛、绘图工具和工程数据库较为齐全的软件有:UGS、Pro/E、Solidworks、Inventor、think-3、开目 CAD、北航海尔 CAD 等,另外还有一些机械零件设计软件和机械设计课程设计软件可供选用。

(3) 在使用机械 CAD 软件绘图时,必须符合国家标准的规定,要求图面清晰、结构合理、表达清楚、设计结果正确。

(4) 在设计时,应对图形进行有效的管理,教师应根据输出设备的情况,对图层、字型、比例、线型等参数作出规定,并要求学生遵守。

(5) 应用机械 CAD 软件进行设计与手工绘图相比具有许多不同的特点,因此,在使用前要认真阅读操作使用说明书。使用时要逐步摸索其使用技巧,充分发挥软件的功能,提高设计绘图的效率,如图形的生成、复制、镜像、平移、旋转、消隐等,使 CAD 软件成为设计的快捷工具。

使用机械 CAD 软件进行设计绘图时,可参考图 1-2 所示的设计绘图步骤进行。

### 思考题

1. 课程设计的目的是什么?它包括哪些内容?
2. 课程设计的主要步骤是什么?
3. 如何正确处理设计计算和结构设计之间的关系?为什么要贯彻“边计算、边画图、边修改”的设计方法?零部件的结构设计要考虑哪些问题?
4. 在机械设计中为什么要采用标准和规范?
5. 在机械设计的各个阶段中,如何运用计算机进行辅助设计?
6. 为什么在应用计算机进行装配工作图和零件工作图设计之前,最好先通过手工绘图完成传动装置的装配草图设计?

## 第2章 传动系统的方案设计和总体设计

### 2.1 机械传动系统的方案设计

机械通常由原动机、传动系统、工作机和控制系统组成。传动系统介于机械中原动机与工作机之间,用来将原动机的运动形式、运动及动力参数以一定的转速、转矩或作用力转变为工作机所需的运动形式、运动及动力参数,并协调二者的转速和转矩。

传动系统设计是机械设计工作的一个重要组成部分,是具有创造性的设计环节。传动系统方案设计的优劣,对机械的工作性能、外廓尺寸、重量、经济性等都有很大的影响。由于通常机械传动系统的设计方案不是唯一的,在相同设计条件下,可以有不同的传动系统方案,因此,需要根据设计任务书的要求,分析和比较各种传动系统的特点,确定最佳的传动系统方案。

在传动系统设计时,应发扬创新精神,树立正确的工程设计观念,培养独立工作能力。学生可依据设计任务书已给定的设计目标和工作要求,通过分析和比较传动系统参考方案,充分发挥个人的创造才能,提出自己的传动系统设计方案,也可以采用设计任务书中给出的传动系统参考方案。

### 2.2 方案设计应满足的要求

在设计机械传动系统的方案时,首先应满足工作机的功能要求,如所传递的功率及转速。此外,还应具有结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高和使用维护方便等特点,以保证工作机的工作质量。要同时满足这些要求,常常是困难的,设计时要保证主要要求,兼顾其他要求。

图2-1所示是带式运输机的4种传动方案。方案(a)选用了V带传动和闭式齿轮传动。V带传动布置于高速级,能发挥它传动平稳、缓冲吸振和过载保护的优点,但该方案的结构尺寸较大,V带传动也不适宜用于繁重工作要求的场合及恶劣的工作环境。方案(b)结构紧凑,但由于蜗杆传动效率低,功率损耗大,不适宜用于长期连续运转的场合。方案(c)采用二级闭式齿轮传动,能适应在繁重及恶劣的条件下长期工作,且使用维护方便。方案(d)适合布置在狭窄的通道(如矿井巷道)中工作,但锥齿轮加工比圆柱齿轮加工困难,成本也较高。这4种方案各有其特点,适用于不同的工作场合。设计时要根据工作条件和设计要求,综合比较,选取最适用的方案。

表2-1列出了常用传动机构的性能及适用范围,表2-2列出了减速器的主要类型及特