



全国本科院校机械类**创新型**应用人才培养规划教材

# 机械设计

主 编 吕 宏 王 慧  
主 审 王连明



赠送  
电子课件

PUP6



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材

# 机 械 设 计

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 主 编 | 吕 宏 | 王 慧 |
| 副主编 | 冯 江 | 门艳忠 |
|     | 任长清 | 关晓平 |
| 参 编 | 韩永俊 |     |
| 主 审 | 王连明 |     |



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书是根据“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求,针对普通高等学校的培养目标而编写的。全书共 13 章,包括绪论、机械设计总论、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轴和轴毂连接、滚动轴承、滑动轴承、联轴器和离合器、连接、弹簧以及机械创新设计。各章内容安排为“教学基本要求、重点与难点、正文、例题、本章小结、习题”等部分。

本书可作为高等学校机械类及近机类各专业的教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械设计/吕宏,王慧主编. —北京:北京大学出版社,2009.9

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-15699-5

I. 机… II. ①吕…②王… III. 机械设计—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 143868 号

书 名: 机械设计

著作责任者: 吕 宏 王 慧 主编

策 划 编 辑: 郭穗娟

责 任 编 辑: 李 楠

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-15699-5/TH·0159

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 彩插 4 428 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

---

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)



齿面点蚀



齿面磨损



齿面塑性变形



滚动轴承点蚀



滚动轴承拆卸



螺母



六角螺母 (Hex Nut)



六角螺栓 (Hex Bolt)



自攻钉 (Tapping Screws)



各种螺钉



蜗杆减速器1



蜗杆减速器2



整体轴瓦1



整体轴瓦2



剖分轴瓦



键



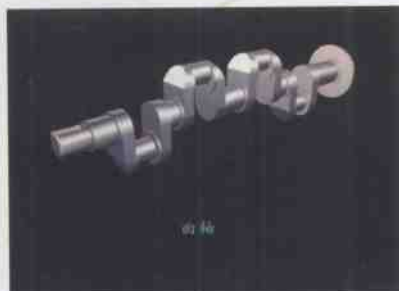
圆柱螺旋拉伸弹簧



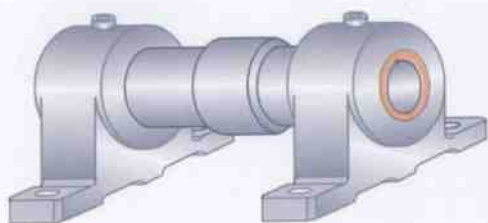
深沟球轴承



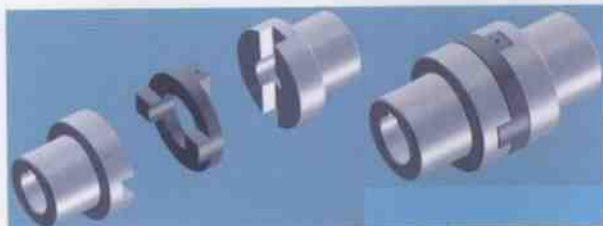
汽轮机转子



曲轴



整体滑动轴承



十字滑块联轴器



深孔钻上的轴



大型空心轴



弹性套柱销联轴器



轮齿弯断



滚动轴承



双头螺栓

双头螺栓



六角头螺栓

六角螺母

六角头螺栓-螺母



螺钉

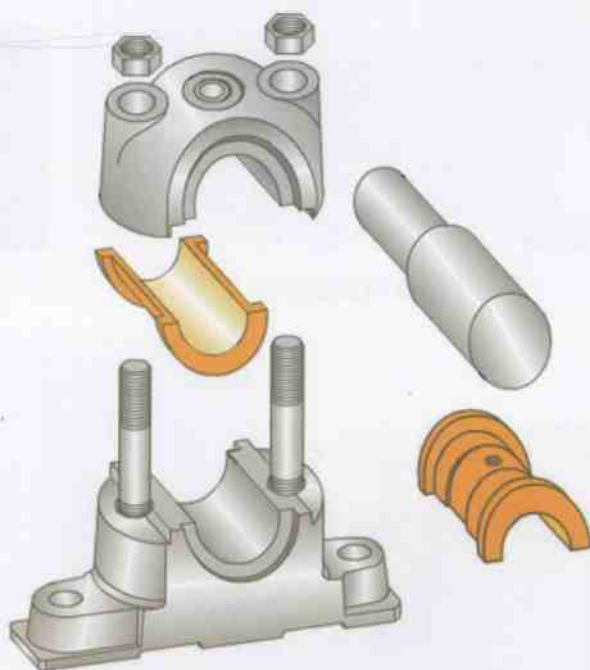
螺钉



平垫圈

弹簧垫圈

垫圈



剖分式径向滑动轴承

# 前 言

本书是“全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材”之一，是在满足高等学校机械类专业机械设计课程教学基本要求的前提下，以培养“创新型应用人才”思想为指导，同时认真吸取了其他高等学校机械类专业机械设计课程近几年教学改革的经验，认真组织教学内容，精心编写而成。

本书可作为高等学校机械类及近机类专业机械设计课程的教材，也可作为高等职业学校、成人高校相关专业的教材，还可供有关工程技术人员参考。

本书以培养学生工程实践能力、综合机械设计能力和创新能力为核心，加强了课程内容在逻辑和结构上的联系与综合，力求简单、实用，重点突出；避免单纯知识传授，避免重演绎、公式推导和轻归纳、综合等缺点；对机械设计内容进行整合、优化，把与先修课程有关的内容穿插到各章，知识的连贯性突出，实用性强；采用立体化教学，配有多媒体教学课件；每章后配自测题并附答案，方便学生自学。本书突出创新思维及创新能力的培养，形成一个以培养学生工程实践能力和创新能力为目标的机械设计课程体系。

参加本书编写的人员有：吕宏(第0、1、3、11章)、王慧(第7、9、12章)、冯江、韩永俊(第10章)、门艳忠(第5、6章)、任长清(第4章)、关晓平(第2、8章)。全书由吕宏、王慧担任主编，冯江、门艳忠、任长清、关晓平担任副主编。

本书由哈尔滨工业大学王连明教授主审，王老师进行了认真的审阅，提出了很多宝贵的意见和建议，对提高本书的质量起了很大的作用；东北林业大学的马岩教授在本书的编写过程中也提供了很大的帮助，北京大学出版社的编辑为本书的出版也投入了大量的心血，编者谨此一并致以衷心的感谢！

限于编者的水平和时间，书中疏漏欠妥之处在所难免，欢迎广大同仁和读者批评指正。

编 者  
2009年6月

# 目 录

|                                  |    |                                 |    |
|----------------------------------|----|---------------------------------|----|
| 第 0 章 绪论 .....                   | 1  | 2.3.4 带传动的弹性滑动、<br>打滑和滑动率 ..... | 21 |
| 本章小结 .....                       | 3  | 2.4 V 带传动设计 .....               | 22 |
| 第 1 章 机械设计总论 .....               | 4  | 2.4.1 带传动的失效形式和<br>设计准则 .....   | 22 |
| 1.1 机械设计概述 .....                 | 4  | 2.4.2 V 带传动的设计计算 .....          | 23 |
| 1.1.1 机械设计的任务及<br>设计步骤 .....     | 4  | 2.5 带传动的张紧与维护 .....             | 29 |
| 1.1.2 机械设计中的创新和<br>优化 .....      | 5  | 2.5.1 带传动的张紧 .....              | 29 |
| 1.1.3 机械设计中的标准化 .....            | 6  | 2.5.2 带传动的维护 .....              | 30 |
| 1.1.4 机械设计的最新进展 .....            | 6  | 本章小结 .....                      | 31 |
| 1.2 机械零件设计概述 .....               | 6  | 习题 .....                        | 32 |
| 1.2.1 机械零件应满足的<br>要求及设计步骤 .....  | 6  | 第 3 章 链传动 .....                 | 34 |
| 1.2.2 机械零件的主要失效<br>形式和设计准则 ..... | 7  | 3.1 概述 .....                    | 34 |
| 本章小结 .....                       | 8  | 3.1.1 链传动的组成和<br>工作原理 .....     | 34 |
| 思考题 .....                        | 9  | 3.1.2 链的类型 .....                | 34 |
| 第 2 章 带传动 .....                  | 10 | 3.1.3 链传动的特点及应用 .....           | 35 |
| 2.1 概述 .....                     | 10 | 3.2 链条与链轮 .....                 | 35 |
| 2.1.1 带传动的类型 .....               | 10 | 3.2.1 链条 .....                  | 35 |
| 2.1.2 摩擦型带传动的特点及<br>应用 .....     | 12 | 3.2.2 链轮 .....                  | 37 |
| 2.2 V 带与 V 带轮 .....              | 12 | 3.3 链传动的运动分析及受力分析 .....         | 39 |
| 2.2.1 V 带类型与标准 .....             | 12 | 3.3.1 链传动的运动分析 .....            | 39 |
| 2.2.2 V 带轮 .....                 | 14 | 3.3.2 链传动的受力分析 .....            | 40 |
| 2.2.3 带传动的几何计算 .....             | 17 | 3.4 滚子链传动的失效形式及<br>功率曲线 .....   | 42 |
| 2.3 带传动的理论基础 .....               | 17 | 3.4.1 滚子链传动的失效形式 .....          | 42 |
| 2.3.1 带传动中的力分析 .....             | 17 | 3.4.2 滚子链传动的极限<br>功率曲线 .....    | 42 |
| 2.3.2 带传动的最大有效拉力及其<br>影响因素 ..... | 18 | 3.4.3 滚子链传动的额定<br>功率曲线 .....    | 43 |
| 2.3.3 带的应力分析 .....               | 19 | 3.5 链传动的设计计算 .....              | 45 |
|                                  |    | 3.5.1 一般链传动的设计计算 .....          | 45 |
|                                  |    | 3.5.2 低速链传动的静强度<br>计算 .....     | 47 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 3.6 链传动的布置、张紧与润滑 ..... | 47 |
| 3.6.1 链传动的布置 .....     | 47 |
| 3.6.2 链传动的张紧 .....     | 48 |
| 3.6.3 链传动的润滑 .....     | 48 |
| 本章小结 .....             | 50 |
| 习题 .....               | 51 |

## 第4章 齿轮传动 .....

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 4.1 概述 .....                    | 53 |
| 4.1.1 齿轮传动的特点 .....             | 53 |
| 4.1.2 齿轮传动的分类 .....             | 53 |
| 4.2 齿轮传动的失效形式及设计准则 .....        | 54 |
| 4.2.1 齿轮传动的失效形式 .....           | 54 |
| 4.2.2 齿轮传动的设计准则 .....           | 57 |
| 4.3 齿轮常用材料 .....                | 57 |
| 4.3.1 常用的齿轮材料 .....             | 57 |
| 4.3.2 齿轮热处理 .....               | 60 |
| 4.3.3 齿轮材料的选择原则 .....           | 61 |
| 4.4 直齿圆柱齿轮传动的受力分析与计算载荷 .....    | 62 |
| 4.4.1 直齿圆柱齿轮传动的受力分析 .....       | 62 |
| 4.4.2 计算载荷 .....                | 63 |
| 4.5 直齿圆柱齿轮传动的强度计算 .....         | 67 |
| 4.5.1 齿面接触疲劳强度计算 .....          | 67 |
| 4.5.2 齿根弯曲疲劳强度计算 .....          | 71 |
| 4.5.3 直齿圆柱齿轮的参数、精度选择和许用应力 ..... | 74 |
| 4.6 斜齿圆柱齿轮传动强度计算 .....          | 83 |
| 4.6.1 斜齿圆柱齿轮传动的受力分析 .....       | 83 |
| 4.6.2 斜齿圆柱齿轮齿面接触疲劳强度计算 .....    | 84 |
| 4.6.3 斜齿圆柱齿轮齿根弯曲疲劳强度计算 .....    | 85 |
| 4.7 标准直齿锥齿轮传动强度计算 .....         | 88 |
| 4.7.1 几何参数 .....                | 88 |
| 4.7.2 轮齿的受力分析 .....             | 90 |
| 4.7.3 直齿锥齿轮齿面接触疲劳强度计算 .....     | 90 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 4.7.4 直齿锥齿轮齿根弯曲疲劳强度计算 ..... | 92 |
| 4.8 齿轮传动的效率、润滑及结构 .....     | 92 |
| 4.8.1 齿轮传动的效率 .....         | 92 |
| 4.8.2 齿轮传动的润滑 .....         | 93 |
| 4.8.3 齿轮的结构 .....           | 94 |
| 本章小结 .....                  | 98 |
| 习题 .....                    | 98 |

## 第5章 蜗杆传动 .....

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 5.1 概述 .....                    | 101 |
| 5.1.1 蜗杆传动的类型 .....             | 101 |
| 5.1.2 蜗杆传动的特点 .....             | 103 |
| 5.1.3 普通圆柱蜗杆传动的精度 .....         | 103 |
| 5.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸计算 .....  | 104 |
| 5.2.1 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及其选择 .....   | 104 |
| 5.2.2 蜗杆传动的变位 .....             | 107 |
| 5.2.3 普通圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算 .....     | 108 |
| 5.3 圆柱蜗杆传动的失效形式、设计准则和材料选择 ..... | 109 |
| 5.3.1 蜗杆传动的失效形式 .....           | 109 |
| 5.3.2 蜗杆传动的设计准则 .....           | 109 |
| 5.3.3 蜗杆传动的常用材料 .....           | 109 |
| 5.4 普通圆柱蜗杆传动承载能力计算 .....        | 110 |
| 5.4.1 蜗杆传动的受力分析 .....           | 110 |
| 5.4.2 蜗杆传动强度计算 .....            | 111 |
| 5.4.3 蜗杆传动刚度计算 .....            | 114 |
| 5.5 蜗杆传动的相对滑动速度、效率及热平衡计算 .....  | 115 |
| 5.5.1 蜗杆传动的相对滑动速度 .....         | 115 |
| 5.5.2 蜗杆传动的效率 .....             | 116 |
| 5.5.3 蜗杆传动的热平衡计算 .....          | 117 |
| 5.5.4 蜗杆传动的润滑 .....             | 118 |
| 5.6 圆柱蜗杆和蜗轮的结构 .....            | 119 |

|                             |            |                                   |            |
|-----------------------------|------------|-----------------------------------|------------|
| 5.6.1 蜗杆的结构 .....           | 119        | 7.2 滚动轴承的类型、代号和选择 ...             | 156        |
| 5.6.2 蜗轮的结构 .....           | 120        | 7.2.1 滚动轴承的主要类型、<br>性能与特点 .....   | 156        |
| 本章小结 .....                  | 122        | 7.2.2 滚动轴承的代号 .....               | 159        |
| 习题 .....                    | 123        | 7.2.3 滚动轴承的选择 .....               | 162        |
| <b>第6章 轴和轴毂连接 .....</b>     | <b>125</b> | 7.3 滚动轴承的受力分析、失效形式和<br>计算准则 ..... | 163        |
| 6.1 概述 .....                | 125        | 7.3.1 滚动轴承的受力分析 .....             | 163        |
| 6.1.1 轴的功用和分类 .....         | 125        | 7.3.2 滚动轴承的失效形式 .....             | 164        |
| 6.1.2 轴设计时应满足的<br>要求 .....  | 126        | 7.3.3 滚动轴承的计算准则 .....             | 165        |
| 6.1.3 轴的材料 .....            | 126        | 7.4 滚动轴承的校核计算 .....               | 165        |
| 6.2 轴的结构设计 .....            | 127        | 7.4.1 滚动轴承的基本额定<br>寿命计算 .....     | 165        |
| 6.2.1 拟订轴上零件的装配<br>方案 ..... | 128        | 7.4.2 滚动轴承的静强度<br>计算 .....        | 172        |
| 6.2.2 轴上零件轴向和周向<br>定位 ..... | 128        | 7.4.3 滚动轴承的极限转速<br>计算 .....       | 173        |
| 6.2.3 各轴段直径和长度的<br>确定 ..... | 130        | 7.5 滚动轴承的组合结构设计 .....             | 174        |
| 6.2.4 提高轴的强度的常用<br>措施 ..... | 131        | 7.5.1 滚动轴承轴系支点<br>固定 .....        | 174        |
| 6.2.5 结构工艺性要求 .....         | 132        | 7.5.2 滚动轴承的轴向定位与<br>固定 .....      | 176        |
| 6.3 轴的工作能力计算 .....          | 133        | 7.5.3 轴承游隙及轴上零件<br>位置的调整 .....    | 177        |
| 6.3.1 轴的强度计算 .....          | 133        | 7.5.4 滚动轴承的配合 .....               | 178        |
| 6.3.2 轴的刚度计算 .....          | 137        | 7.5.5 滚动轴承的预紧 .....               | 179        |
| 6.3.3 轴的振动稳定性计算 .....       | 138        | 7.5.6 滚动轴承的润滑 .....               | 179        |
| 6.4 轴毂连接 .....              | 146        | 7.5.7 滚动轴承的密封 .....               | 180        |
| 6.4.1 键连接 .....             | 146        | 7.5.8 轴系结构设计中的工艺性<br>问题 .....     | 182        |
| 6.4.2 键的选用和强度计算 .....       | 148        | 本章小结 .....                        | 183        |
| 6.4.3 花键连接 .....            | 149        | 习题 .....                          | 183        |
| 6.4.4 销连接 .....             | 150        | <b>第8章 滑动轴承 .....</b>             | <b>185</b> |
| 6.4.5 无键连接 .....            | 151        | 8.1 概述 .....                      | 185        |
| 本章小结 .....                  | 152        | 8.1.1 摩擦、磨损与润滑<br>简介 .....        | 185        |
| 习题 .....                    | 152        | 8.1.2 滑动轴承的特点与<br>应用 .....        | 190        |
| <b>第7章 滚动轴承 .....</b>       | <b>155</b> | 8.2 滑动轴承的结构、材料和润滑 ...             | 190        |
| 7.1 概述 .....                | 155        |                                   |            |
| 7.1.1 滚动轴承的构造 .....         | 155        |                                   |            |
| 7.1.2 轴承的材料 .....           | 156        |                                   |            |
| 7.1.3 滚动轴承的优缺点及<br>应用 ..... | 156        |                                   |            |

|                       |     |                           |     |
|-----------------------|-----|---------------------------|-----|
| 8.2.1 滑动轴承的结构形式       | 190 | 10.2.3 螺纹连接的预紧和防松         | 232 |
| 8.2.2 轴承材料和轴瓦结构       | 191 | 10.2.4 螺栓组连接的结构设计和受力分析    | 235 |
| 8.2.3 润滑方式及润滑装置       | 194 | 10.2.5 单个螺栓连接的强度计算        | 239 |
| 8.3 非液体摩擦滑动轴承的设计计算    | 196 | 10.2.6 螺纹连接件的材料选择         | 245 |
| 8.3.1 非液体摩擦径向滑动轴承的计算  | 196 | 10.2.7 提高螺栓连接强度的措施        | 246 |
| 8.3.2 非液体摩擦推力滑动轴承的计算  | 197 | 10.3 螺旋传动                 | 250 |
| 8.4 液体摩擦动压径向滑动轴承的设计计算 | 198 | 10.3.1 螺旋传动的类型及应用         | 250 |
| 8.4.1 流体动压润滑的基本理论     | 198 | 10.3.2 滑动螺旋传动             | 251 |
| 8.4.2 液体动力润滑径向滑动轴承的计算 | 200 | 10.3.3 其他螺旋传动简介           | 255 |
| 8.5 液体静压滑动轴承简介        | 205 | 10.4 其他连接                 | 259 |
| 8.5.1 液体静压推力轴承工作原理    | 205 | 10.4.1 铆接                 | 259 |
| 8.5.2 液体静压径向轴承工作原理    | 206 | 10.4.2 焊接                 | 260 |
| 本章小结                  | 209 | 10.4.3 胶接                 | 260 |
| 习题                    | 209 | 本章小结                      | 261 |
|                       |     | 习题                        | 261 |
| <b>第 9 章 联轴器和离合器</b>  | 211 | <b>第 11 章 弹簧</b>          | 264 |
| 9.1 概述                | 211 | 11.1 概述                   | 264 |
| 9.2 联轴器               | 212 | 11.1.1 弹簧的功用              | 264 |
| 9.2.1 联轴器的种类和特性       | 212 | 11.1.2 弹簧的类型              | 264 |
| 9.2.2 联轴器的选择          | 218 | 11.2 圆柱螺旋弹簧的材料、结构与制造      | 265 |
| 9.3 离合器               | 219 | 11.2.1 弹簧的材料及许用应力         | 265 |
| 9.3.1 离合器的类型及应用       | 219 | 11.2.2 圆柱形螺旋弹簧的结构         | 267 |
| 9.3.2 离合器的选择          | 223 | 11.2.3 弹簧的制造              | 268 |
| 本章小结                  | 223 | 11.3 圆柱形螺旋压缩、拉伸弹簧的设计计算    | 268 |
| 习题                    | 223 | 11.3.1 圆柱螺旋弹簧的几何尺寸        | 268 |
| <b>第 10 章 连接</b>      | 225 | 11.3.2 圆柱螺旋压缩、拉伸弹簧的特性线    | 269 |
| 10.1 概述               | 225 | 11.3.3 圆柱形螺旋压缩、拉伸弹簧的应力及变形 | 271 |
| 10.2 螺纹连接             | 226 |                           |     |
| 10.2.1 螺纹             | 226 |                           |     |
| 10.2.2 螺纹连接的类型及螺纹连接件  | 227 |                           |     |

|                                    |            |                    |            |
|------------------------------------|------------|--------------------|------------|
| 11.3.4 圆柱形螺旋压缩、拉伸<br>弹簧的设计计算 ..... | 272        | 12.2 创新思维与技法 ..... | 276        |
| 本章小结 .....                         | 274        | 12.2.1 创新思维 .....  | 276        |
| 习题 .....                           | 274        | 12.2.2 创新技法 .....  | 276        |
| <b>第 12 章 机械创新设计 .....</b>         | <b>275</b> | 本章小结 .....         | 279        |
| 12.1 概述 .....                      | 275        | 习题 .....           | 279        |
| 12.1.1 设计与创新 .....                 | 275        | <b>附录 .....</b>    | <b>280</b> |
| 12.1.2 机械创新设计 .....                | 275        | <b>参考文献 .....</b>  | <b>286</b> |

# 第 0 章 绪 论

## 教学基本要求

掌握本课程的研究对象、性质及学习方法。

## 重点与难点

本课程的研究对象及学习方法。

人类在生产实践过程中,创造出各种各样的机械设备,如汽车、拖拉机、各种机床、机器人和计算机等。人们利用这些机器,不仅可以减轻体力劳动,还可以提高生产效率。机器装备水平和自动化程度已成为反映当今社会生产力发展水平的重要标志。在现代化建设中,对机械的自动化、智能化要求越来越高,越来越迫切,这就对机械设计工作者提出了更新、更高的要求。随着国民经济的进一步发展,本课程在现代化建设中的地位和作用将显得更加重要。

### 1. 机器的组成

机械是机器和机构的总称。

生产和生活中的各种机械设备,尽管它们的用途和性能千差万别,但它们的基本构成都包括原动机、传动装置、执行机构和控制系统四部分。其中原动机、传动装置、执行机构是机械中的主体。

原动机是机械设备完成其工作任务的动力来源,包括电动机、内燃机、液压马达和气动机等,其中最常用的是各类电动机。电动机可以把电能转化成机械能,内燃机可把燃气的热能转换成机械能。

传动装置是按执行机构作业的特定要求,把原动机的运动和动力传递给执行机构。常用的各种减速器和变速装置,如齿轮减速器、蜗杆减速器和无级变速器等,均可作为传动装置。

执行机构也是工作部分,直接完成机器的功能。如起重机和挖掘机中的起重吊运机构和挖掘机构。

控制系统是用来处理机器各组成部分之间以及与外部其他机器之间的工作协调关系。控制部分的形式很多,可以是机械,也可以是电器、液力及计算机等。以内燃机为例,主体机构是曲柄滑块机构,进气、排气是通过凸轮机构实现的,属于控制部分。

实际上,机器是根据某种使用要求而设计的一种执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料和信息。

### 2. 本课程的研究对象及研究内容

本课程是研究普通条件下,一般参数的通用零部件的设计理论与设计方法。即:不包括高温、高压、高速,尺寸过大、过小,以及有特殊要求的零部件,这些零部件和其他专用零件将在专业课中研究。所谓通用零部件实际是指各种机器都经常使用的零部件。常用

的通用零部件包括齿轮、蜗杆、轴、轴承和联轴器等。机械零件中除通用零部件外还有专用零部件,如发动机中的曲轴、汽轮机中的叶片。曲轴只在发动机中使用,叶片也只在汽轮机中使用,这些专用零部件都不是研究的对象。本课程只研究通用零部件。

本课程的研究内容是从承载能力出发,考虑结构、工艺、维护等方面来解决通用零件的设计问题,包括如何确定零件尺寸、如何选择材料、精度、表面质量及绘制零件图等。

### 3. 本课程的性质和任务

机械设计是以一般通用零部件的设计计算为核心的一门设计性、综合性和实践性都很强的技术基础课。在这门课程中,将综合理论力学、材料力学、机械制图、机械原理、金属工艺学、工程材料及热处理、公差及测量技术基础等多门课程的知识来解决一般通用机械零部件的设计问题,同时也为专业课的学习打下基础,它把基础课和专业课有机地结合起来,在教学中起着承前启后的重要作用,体现技术基础课的特有性质。机械设计是机械类和近机类专业中的一门主干课程。

本课程的任务是:

(1) 培养正确的设计思想,包括设计时应考虑节约能源、合理利用我国资源、减少环境污染、坚持可持续发展的原则;

(2) 掌握通用零部件的设计方法和一般规律,具有确定机械系统方案、设计机械传动装置和简单机械的能力;

(3) 掌握一定的设计技能,包括计算能力,绘图能力和运用标准、规范、手册、图册及查阅有关技术资料的能力;

(4) 了解机械设计发展的最新动态。

### 4. 学习本课程应注意的问题

本课程的研究对象和性质决定了本课程的特点,即内容本身的繁杂性,主要体现在“公式多、系数多、图表多、关系多”等方面。因此,学习时应注意以下问题:

(1) 理论联系实际。机械设计是实践性、技术性较强的课程,其研究的对象是各种机械设备中的机械零部件,与工程实际联系紧密,因此在学习时应利用各种机会深入生产车间、实验室,注意观察实物和模型,增加对常用机构和通用机械零部件的感性认识。了解机械的工作条件和要求,做到理论知识与实践有机结合。

(2) 抓住课程体系,掌握机械零部件设计的共性问题及一般思路。机械设计是以设计零件为线索,标准件以选择型号为主,然后进行适当的校核。在学习每一个零件时,都要了解零件的工作原理、失效形式、材料选择、工作能力计算及结构设计,内容虽然很多,但都是为达到一个目的,就是设计零件。

(3) 要综合运用先修课程的知识解决机械设计问题。机械设计是一门综合性较强的课程,在设计零件过程中要用到多门先修课的知识,例如,在轴的设计这一部分中,当对轴进行强度、刚度校核时,就要运用工程力学的知识,因此在学习本课程时,必须及时复习先修课的有关内容,做到融会贯通、综合运用。

(4) 要理解系数引入的意义。机械设计中,由于实际影响因素很复杂,而这些因素一般用系数来反映,所以,在公式中系数很多,要充分理解系数的物理意义、影响系数的因素及如何取值。

(5) 培养解决工程实际问题的能力。设计参数、经验公式和经验数据多因素、多方案

的分析和选择,是解决工程实际问题中经常遇到的问题,也是学生在学习本课程中的难点。因此在学习本课程时一定要尽快适应这种情况,按解决工程实际问题的思维方法,提高机械设计能力,特别是机械系统方案的设计能力和结构设计能力。

## 本章小结

本章主要介绍了本课程的研究对象、性质、内容及学习中应注意的问题。

# 第 1 章 机械设计总论

## 教学基本要求

1. 了解机械设计的一般步骤和方法；
2. 掌握机械零件常见失效形式和计算准则。

## 重点与难点

机械零件的失效形式和计算准则。

## 1.1 机械设计概述

### 1.1.1 机械设计的任务及设计步骤

#### 1. 机械设计的任务

机械设计的任务是设计一个具有一定使用功能的机械技术系统。这个系统可分为三大类。

(1) 实现能量转换：把电能通过机械系统转化成机械能，如电动机。把燃气的热能通过机械系统转化成机械能，如内燃机。

(2) 实现信号转换：把一种信号通过机械系统转化成另一种信号，如电影机、照相机、计算机等。

(3) 实现物料转换：通过机械系统对物料进行转化，如各种机床、筛分机、过滤器及蒸发器。

#### 2. 机械设计的基本要求

设计任何机器都必须满足如下要求。

(1) 使用要求：指机器能有效地执行预期的全部职能。如机床加工零件时应能达到形状、尺寸及精度等要求。

(2) 经济性要求：机器的经济性是一个综合性指标，体现在设计、制造和使用的全过程中。包括设计制造经济性和使用经济性。设计制造经济性表现为生产制造过程中生产周期短、制造成本低。使用经济性表现为效率高、能源消耗小，价格低，维护简单，操纵方便，具有最佳的性能价格比。

(3) 安全性要求：在机器上设置安全保护装置和报警信号系统(事故发生前应能提前报警)，预防事故发生。

(4) 其他要求：如尽可能降低机器噪声及减少环境污染；尽可能地从美学、色彩学的角度，赋予机器协调的外观和悦目的色彩，使人赏心悦目；尽可能地使机器体积小、质量