



高等职业教育机电类“十一五”规划教材

GAODENG ZHIYE JIAOYU JIDIAN LEI SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

- 主 编 吕伟文
- 副主编 须劲松 徐 悦 朱耀武 金旭星
- 主 审 吴建生

# 机械设计 基础

JIXIE SHEJI JICHU



电子科技大学出版社

## 序

高职教育的人才培养目标是培养生产一线的高级技术应用型与技能应用型人才。在高职教育中,应紧密围绕技术应用能力为主线的培养方案,淡化传统课程的学科体系,突出实践能力和应用能力的培养,使学生成为知识多、能力强、素质好受社会欢迎的应用型人才。

《机械设计基础》课程是高职机械类与近机类专业的主干专业基础课程。搞好《机械设计基础》课程的改革,搭好专业改革的平台,为增强学生的专业技能打好基础,是我院长期以来教育改革的一个热点课题。我院自1994年试办高职以来,对该课程的体系、内容、教学方法等方面的改革进行了积极地探索与实践,经过校本教材的多轮教学与修订,已积累了一定的经验。本教材是在充分吸取近几年教改成果的基础上,根据教育部高职高专机械设计基础课程教学基本要求编写的。

本书的编写以高等性、职业性为原则,以简明、通俗为宗旨。针对高职学生的培养目标及岗位群的能力要求,编写时以“必须、够用”为原则精心组织教材内容;在编写过程中简化理论推导,强化基本知识、基本理论和基本方法的应用,并留有一定的拓展点;案例密切联系工程实际,努力培养学生的工程意识和分析问题、解决问题的能力,同时,案例的选择也特别注重时代性和先进性。根据高职学生的学习特点和教学的可操作性,本课程采用了“机械设计概述-机械传动-通用零部件-常用机构-机械创新设计”的新体系。

目前,创新教育已融入我院课程教学中。多年来,我院在机械创新教育方面已经取得了一定的成果,在本教材中也增加了机构创新设计的内容,旨在积极培养学生的创新意识和创新能力。

本书采用最新国家标准进行编写。可作为高职院校机械类及近机类各专业《机械设计基础》课程60~90学时的教学用书,也可作为机械工程技术人员参考书。

本书由无锡职业技术学院机械技术学院机械设计教研室组织编写,第一、二、

四、五章由吕伟文编写；第三、八章由须劲松编写；第六、十章由徐悦编写；第七、九章由朱耀武编写；第十一、十二章由金旭星编写。全书由吕伟文担任主编，吴建生担任主审。

由于编者水平有限，书中错误、不妥之处，在所难免，敬请兄弟院校同行和广大读者指正。

编 者

2007年6月

# 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第一章 绪论.....                   | 1  |
| 1.1 引言.....                   | 1  |
| 1.2 本课程的研究内容.....             | 2  |
| 1.2.1 机器.....                 | 2  |
| 1.2.2 机构.....                 | 3  |
| 1.2.3 构件、零件和部件.....           | 4  |
| 1.3 本课程的地位及学习目的.....          | 4  |
| 1.3.1 本门课程在专业课程体系中的地位.....    | 4  |
| 1.3.2 学习本课程的目的.....           | 5  |
| 1.3.3 本课程的学习目标和学习方法.....      | 5  |
| 本章小结.....                     | 5  |
| 习题.....                       | 6  |
| 第二章 机械设计概述.....               | 7  |
| 2.1 机械设计的基本要求及一般程序.....       | 7  |
| 2.1.1 机械设计的基本要求.....          | 7  |
| 2.1.2 机械设计的一般过程.....          | 8  |
| 2.1.3 机械设计新发展简介.....          | 9  |
| 2.2 机械零件设计的基本准则和材料选择.....     | 9  |
| 2.2.1 机械零件设计的基本要求.....        | 9  |
| 2.2.2 机械零件设计的基本准则.....        | 9  |
| 2.2.3 机械零件设计的一般步骤.....        | 10 |
| 2.2.4 机械零件设计的标准化、通用化、系列化..... | 11 |
| 2.2.5 机械零件的材料选择.....          | 11 |
| 2.3 平面机构的结构分析.....            | 12 |
| 2.3.1 机构结构分析的目的.....          | 12 |
| 2.3.2 平面机构的组成.....            | 12 |
| 2.3.3 平面机构运动简图的绘制.....        | 15 |
| 2.3.4 机构具有确定运动的条件.....        | 17 |
| 本章小结.....                     | 21 |
| 习题.....                       | 22 |
| 第三章 带传动和链传动.....              | 25 |
| 3.1 带传动的应用特点和结构标准.....        | 25 |

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| 3.1.1 带传动的类型和应用特点     | 25        |
| 3.1.2 V带、带轮的结构及标准     | 27        |
| 3.2 带传动的工作情况分析        | 30        |
| 3.2.1 带传动的受力分析        | 30        |
| 3.2.2 带传动的应力分析        | 32        |
| 3.2.3 带传动的弹性滑动和打滑     | 33        |
| 3.3 普通V带传动的参数选择和设计计算  | 33        |
| 3.3.1 带传动的失效形式和设计准则   | 33        |
| 3.3.2 单根V带所能传递的基本额定功率 | 34        |
| 3.3.3 V带传动的设计计算       | 35        |
| 3.4 链传动类型和工作特点        | 40        |
| 3.4.1 链传动的应用特点        | 40        |
| 3.4.2 链传动的类型          | 40        |
| 3.4.3 链传动的运动特性        | 41        |
| 3.5 滚子链和链轮的结构及标准      | 42        |
| 3.5.1 滚子链的结构及标准       | 42        |
| 3.5.2 滚子链的标准          | 43        |
| 3.5.3 链轮结构和材料         | 44        |
| 3.6 滚子链传动的失效分析与计算准则   | 45        |
| 3.6.1 链传动的主要失效形式      | 45        |
| 3.6.2 滚子链的额定功率曲线      | 46        |
| 3.6.3 滚子链传动的设计计算      | 47        |
| 3.6.4 参数选择及设计计算       | 48        |
| 3.7 带传动和链传动的布置、张紧和维护  | 49        |
| 3.7.1 带传动的张紧          | 49        |
| 3.7.2 带传动的使用和维护       | 50        |
| 3.7.3 链传动的布置          | 51        |
| 3.7.4 链传动的张紧和润滑       | 52        |
| 本章小结                  | 52        |
| 习题                    | 53        |
| <b>第四章 圆柱齿轮传动</b>     | <b>54</b> |
| 4.1 齿轮传动的特点和分类        | 54        |
| 4.1.1 齿轮传动概述          | 54        |
| 4.2 渐开线齿廓             | 56        |
| 4.2.1 渐开线的形成及性质       | 56        |
| 4.2.2 渐开线齿廓的啮合特性      | 57        |
| 4.3 直齿圆柱齿轮的主要参数及几何尺寸  | 58        |
| 4.3.1 齿轮各部分名称         | 58        |

|       |                       |    |
|-------|-----------------------|----|
| 4.3.2 | 直齿圆柱齿轮的主要参数           | 59 |
| 4.3.3 | 标准直齿圆柱齿轮的主要几何尺寸       | 61 |
| 4.3.4 | 径节制齿轮简介               | 61 |
| 4.4   | 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动        | 61 |
| 4.4.1 | 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合过程        | 61 |
| 4.4.2 | 渐开线直齿圆柱齿轮正确啮合的条件      | 62 |
| 4.4.3 | 渐开线直齿圆柱齿轮连续传动的条件      | 62 |
| 4.5   | 渐开线直齿圆柱齿轮的加工原理和变位齿轮简介 | 63 |
| 4.5.1 | 渐开线齿轮的加工方法及原理         | 63 |
| 4.5.2 | 渐开线齿轮的切齿干涉和最少齿数       | 64 |
| 4.5.3 | 渐开线齿轮加工的测量尺寸          | 64 |
| 4.5.4 | 变位齿轮简介                | 67 |
| 4.6   | 齿轮失效形式与齿轮材料           | 68 |
| 4.6.1 | 齿轮的常见失效形式             | 68 |
| 4.6.2 | 齿轮传动的设计准则             | 70 |
| 4.6.3 | 齿轮材料及热处理              | 70 |
| 4.6.3 | 齿轮的许用应力               | 71 |
| 4.7   | 标准直齿圆柱齿轮传动的承载能力计算     | 73 |
| 4.7.1 | 直齿圆柱齿轮的受力分析           | 73 |
| 4.7.2 | 齿面接触疲劳强度的简化计算         | 74 |
| 4.7.3 | 齿根弯曲疲劳强度的简化计算         | 75 |
| 4.7.4 | 齿轮传动主要参数的选择           | 76 |
| 4.7.5 | 圆柱齿轮的精度等级选择           | 77 |
| 4.7.5 | 圆柱齿轮的结构设计与工作图         | 79 |
| 4.7.6 | 应用实例                  | 80 |
| 4.8   | 平行轴斜齿圆柱齿轮传动           | 82 |
| 4.8.1 | 斜齿圆柱齿轮传动的特点           | 82 |
| 4.8.2 | 斜齿圆柱齿轮啮合传动            | 83 |
| 4.8.3 | 斜齿圆柱齿轮传动的承载能力计算       | 86 |
| 4.9   | 圆柱齿轮传动的维护和修复          | 88 |
| 4.9.1 | 齿轮传动的润滑               | 88 |
| 4.9.2 | 齿轮传动的维护               | 89 |
| 4.9.3 | 齿轮传动的修复               | 89 |
|       | 本章小结                  | 90 |
|       | 习题                    | 91 |
| 第五章   | 其他齿轮传动                | 93 |
| 5.1   | 直齿锥齿轮传动               | 93 |
| 5.1.1 | 直齿锥齿轮传动的特点            | 93 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 5.1.2 直齿锥齿轮的啮合传动 .....        | 94         |
| 5.1.3 直齿锥齿轮传动的主要参数、几何尺寸 ..... | 94         |
| 5.1.4 背锥和当量齿数 .....           | 96         |
| 5.1.5 直齿锥齿轮传动的承载能力 .....      | 97         |
| 5.2 蜗杆传动 .....                | 98         |
| 5.2.1 蜗杆传动的类型及特点 .....        | 98         |
| 5.2.2 蜗杆传动的主要参数和几何尺寸 .....    | 99         |
| 5.2.3 蜗杆和涡轮的结构 .....          | 102        |
| 5.2.4 蜗杆传动的承载能力 .....         | 103        |
| 5.2.5 蜗杆传动的效率和热平衡计算 .....     | 104        |
| 5.2.6 蜗杆传动的安装和维护 .....        | 106        |
| 5.3 齿轮传动技术的发展概况 .....         | 107        |
| 5.3.1 齿轮传动的发展历程概述 .....       | 107        |
| 5.3.2 近、现代齿轮技术的发展 .....       | 107        |
| 5.3.3 齿轮技术的研究动向 .....         | 108        |
| 5.3.4 新一代齿轮技术的展望 .....        | 109        |
| 本章小结 .....                    | 110        |
| 习题 .....                      | 111        |
| <b>第六章 齿轮系</b> .....          | <b>113</b> |
| 6.1 轮系的分类 .....               | 113        |
| 6.1.1 定轴轮系 .....              | 113        |
| 6.1.2 周转轮系 .....              | 113        |
| 6.1.3 混合轮系 .....              | 114        |
| 6.2 定轴轮系的传动比计算 .....          | 114        |
| 6.2.1 传动比大小的计算 .....          | 114        |
| 6.2.2 轮系转向的确定 .....           | 116        |
| 6.3 周转轮系的传动比计算 .....          | 117        |
| 6.3.1 周转轮系的组成 .....           | 117        |
| 6.3.2 周转轮系传动比计算 .....         | 118        |
| 6.4 组合轮系传动比计算 .....           | 120        |
| 6.5 齿轮系的应用 .....              | 121        |
| 6.5.1 实现远距离传动 .....           | 121        |
| 6.5.2 实现分路传动 .....            | 122        |
| 6.5.3 实现变速和换向传动 .....         | 122        |
| 6.5.4 实现大传动比传动 .....          | 123        |
| 本章小结 .....                    | 124        |
| 习题 .....                      | 124        |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>第七章 轴承</b>       | 128 |
| 7.1 轴承的功用和类型        | 128 |
| 7.1.1 轴承的功用         | 128 |
| 7.1.2 轴承的类型         | 128 |
| 7.2 滚动轴承的组成、类型及特点   | 129 |
| 7.2.1 滚动轴承的组成       | 129 |
| 7.2.2 滚动轴承的类型及特点    | 129 |
| 7.3 滚动轴承的代号         | 132 |
| 7.4 滚动轴承的选择和计算      | 134 |
| 7.4.1 滚动轴承的类型选择     | 134 |
| 7.4.2 滚动轴承的失效形式     | 135 |
| 7.4.3 滚动轴承的寿命计算     | 135 |
| 7.4.4 滚动轴承的静强度计算    | 141 |
| 7.5 滚动轴承的组合设计       | 142 |
| 7.6 滚动轴承的润滑与密封      | 146 |
| 7.6.1 滚动轴承的润滑       | 146 |
| 7.6.2 滚动轴承的密封       | 147 |
| 7.7 滑动轴承简介          | 147 |
| 7.7.1 向心滑动轴承        | 148 |
| 7.7.2 推力滑动轴承        | 150 |
| 7.7.3 轴承材料          | 151 |
| 本章小结                | 154 |
| 习题                  | 155 |
| <b>第八章 轴</b>        | 157 |
| 8.1 概述              | 157 |
| 8.1.1 轴的分类          | 157 |
| 8.1.2 轴的常用材料        | 159 |
| 8.1.4 轴的设计要求和一般设计步骤 | 161 |
| 8.2 轴的结构设计          | 161 |
| 8.2.1 轴结构设计的基本要求    | 161 |
| 8.2.2 轴结构设计的基本方法    | 162 |
| 8.3 轴的承载能力校核        | 167 |
| 8.3.1 轴的扭转强度计算      | 167 |
| 8.3.2 转轴的最小直径估算     | 167 |
| 8.3.3 转轴的强度校核       | 168 |
| 8.3.4 轴的刚度计算        | 172 |
| 8.4 轴系的维护           | 172 |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 8.4.1 轴系的维护.....          | 172        |
| 8.4.2 轴和轴承的修理.....        | 174        |
| 本章小结.....                 | 174        |
| 习题.....                   | 175        |
| <b>第九章 连接</b> .....       | <b>177</b> |
| 9.1 螺纹连接.....             | 177        |
| 9.1.1 螺纹的基本知识.....        | 177        |
| 9.1.2 螺纹连接的结构.....        | 179        |
| 9.1.3 螺纹连接的预紧和防松.....     | 182        |
| 9.1.4 螺纹连接的结构设计要点.....    | 184        |
| 9.1.5 螺纹连接的安装和维护.....     | 185        |
| 9.2 键连接和销连接.....          | 186        |
| 9.2.1 键连接的类型.....         | 186        |
| 9.2.2 平键连接的选择及强度校核.....   | 188        |
| 9.2.3 花键连接.....           | 190        |
| 9.2.4 销连接.....            | 191        |
| 9.3 联轴器、离合器和制动器.....      | 192        |
| 9.3.1 联轴器.....            | 192        |
| 9.3.2 离合器.....            | 197        |
| 9.3.3 制动器.....            | 200        |
| 9.4 其他常用连接.....           | 200        |
| 9.4.1 铆接.....             | 200        |
| 9.4.2 焊接.....             | 201        |
| 9.4.3 胶接.....             | 201        |
| 9.4.4 过盈配合连接.....         | 201        |
| 9.4.5 成形连接.....           | 202        |
| 9.4.6 自攻螺钉连接和膨胀螺栓连接等..... | 202        |
| 本章小结.....                 | 203        |
| 习题.....                   | 203        |
| <b>第十章 平面连杆机构</b> .....   | <b>205</b> |
| 10.1 概述.....              | 205        |
| 10.2 铰链四杆机构.....          | 206        |
| 10.2.1 铰链四杆的基本类型及应用.....  | 206        |
| 10.2.2 铰链四杆机构类型判别方法.....  | 208        |
| 10.3 铰链四杆机构的演化.....       | 209        |
| 10.3.1 改变转动副尺寸的演变.....    | 209        |
| 10.3.2 改变构件杆长的演变.....     | 210        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 10.3.3 改变不同杆作为机架的演变.....      | 211        |
| 10.4 平面四杆机构的基本特性.....         | 213        |
| 10.4.1 平面四杆机构的运动特性——急回特性..... | 213        |
| 10.4.2 平面四杆机构的传力特性.....       | 215        |
| 10.5 平面四杆机构设计简介.....          | 217        |
| 10.5.1 用图解法设计四杆机构.....        | 217        |
| 10.5.2 用实验法(图谱法)设计四杆机构.....   | 220        |
| 10.5.1 用解析法设计四杆机构.....        | 221        |
| 本章小结.....                     | 222        |
| 习题.....                       | 222        |
| <b>第十一章 其他常用机构.....</b>       | <b>225</b> |
| 11.1 凸轮机构.....                | 225        |
| 11.1.1 凸轮机构的应用.....           | 225        |
| 11.1.2 凸轮机构的分类.....           | 226        |
| 11.1.3 工作原理.....              | 227        |
| 11.1.4 子凸轮简介.....             | 227        |
| 11.2 间歇运动机构.....              | 228        |
| 11.2.1 棘轮机构.....              | 228        |
| 11.2.2 槽轮机构.....              | 229        |
| 11.2.3 不完全齿轮机构.....           | 229        |
| 11.3 螺旋机构.....                | 230        |
| 11.3.1 螺旋机构的组成及特点.....        | 230        |
| 11.3.2 螺旋机构的材料选择.....         | 231        |
| 11.4 组合机构简介.....              | 232        |
| 11.5 其他新型传动机构.....            | 233        |
| 11.5.1 滚珠花键传动.....            | 233        |
| 11.5.2 锥环无键联轴传动.....          | 234        |
| 11.5.3 滚动螺旋传动.....            | 235        |
| 11.5.4 静压螺旋传动.....            | 241        |
| 11.5.5 摆线针轮行星传动.....          | 242        |
| 11.5.6 谐波齿轮传动.....            | 242        |
| 本章小结.....                     | 246        |
| 习题.....                       | 246        |
| <b>第十二章 机械创新设计简介.....</b>     | <b>248</b> |
| 12.1 创新思维与创造技法.....           | 248        |
| 12.1.1 创新思维.....              | 248        |
| 12.1.2 常用创新技法.....            | 249        |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 12.2 机械系统方案设计的创新.....   | 250 |
| 12.2.1 机械系统概述.....      | 250 |
| 12.2.2 机械系统设计的内容.....   | 251 |
| 12.2.3 机械系统方案设计的创新..... | 251 |
| 12.3 机构的组合与创新.....      | 252 |
| 12.3.2 串联组合机构.....      | 255 |
| 12.3.3 并联式组合.....       | 257 |
| 12.3.4 机构构型中应注意的问题..... | 259 |
| 12.4 反求工程概述.....        | 260 |
| 12.5 机械创新设计实例分析.....    | 260 |
| 本章小结.....               | 269 |
| 习题.....                 | 270 |
| 参考资料.....               | 271 |

# 第一章 绪 论

## 【学习目标】

1. 了解本课程的性质、地位、作用、研究对象和学习内容;
2. 理解机器、机构的特征和组成原理;
3. 掌握构件、零件、部件、通用零件和专用零件的概念与区别。

本章主要介绍本课程的性质、研究内容、学习要求及在专业培养目标中的地位、作用,使学生初步了解机器的组成和特征,建立构件、零件、部件等机械的基本概念。

## 1.1 引言

机械设计基础是以机械为研究对象,介绍机械设计的基础知识、培养学生机械设计基本能力的课程。

人类在长期的生产实践中创造和发展了机械。早在古代,人类就将杠杆、楔和滚子等工具和简单机械用于建筑和运输。中国是世界上机械发展最早的国家之一。中国古代在机械方面有许多发明创造,在动力的利用和机械结构的设计上都有自己的特色。许多专用机械的设计和应用,如指南车、地动仪和被中香炉等,均有独到之处。公元前 5000 年,中国出现原始耕地工具——耒耜。这是中国机械史上第一件机械。

16 世纪的第一次工业革命和 19 世纪欧洲的产业革命形成了世界机械工业并使之得到迅猛发展。今天,宇宙飞船、机器人、高清晰度数字化彩电等对人类已不再陌生。可是,由于我国长期处于封建社会以及近代历史上长年战乱和帝国主义的侵入,使我国的机械工业和其他科学领域一样,长期得不到应有的发展而处于落后状态。

1949 年新中国诞生后,经过 50 多年的发展,我国机械工业现已经形成拥有 4 万多家企业,900 多万在职职工的独立的工业体系。包括机床装备业,输配电及控制设备制造业,交通运输设备制造业,以及工程机械制造业等四个子行业,取得了世界机械工业发展史上罕见的成就。国民经济各行业现有能力 80% 以上的装备是国内提供的,机械工业作为我国工业经济的支柱和基础,对我国的工业化和现代化建设起着巨大的支撑和推动作用,并对于国家安全也具有不可或缺的战略意义。目前,我国不但能自行设计制造大型、精密、成套高新技术设备,而且在机械工程领域中,有很多学科已接近和赶上先进工业国家水平,有的处于领先地位。

但与世界先进水平相比,我国机械产品的设计水平与国际先进工业国家水平相比还有相当大的差距,机械产品的性能还很落后,质量也较差,企业和产品结构不尽合理,技术设备和研发手段整体比较落后等。为进一步发展我国工业技术,从根本上改变机械工业的落后局面,需要大量培养高素质的机械技术应用型职业人才。

机械工业是国家技术水平和经济水平的重要标志。随着科学技术的进步和生产的发展,市场竞争日益激烈,机械产品更新换代的周期将日趋缩短,企业为了生存和发展,就必须不

断地提高生产率,开发具有市场竞争力的新产品,这样就对从事机械技术的人员提出了更高的要求。本课程是一门培养学生具有一定机械基础知识和初步机械设计能力的技术基础课,为今后从事机械技术工作打下基础。

## 1.2 本课程的研究内容

### 1.2.1 机器

本课程的研究对象是机械。机械是机器和机构的总称。

#### 1. 机器的组成

在现代生产活动和日常生活中,广泛应用着各种各样的机器,如自行车、汽车、拖拉机、内燃机、电动机、洗衣机、复印机、缝纫机、各类机床等。尽管其种类非常繁多,式样、用途、性能各异,但它们都有共同的特征,即实现能量的转换,或完成有用的机械功,其目的是为了代替或减少轻人的劳动,提高劳动生产率和产品质量,创造出更多的物质财富。

机器的种类繁多,其结构和用途各不相同。按用途的不同,机器可分为:动力机器,如内燃机、电动机和发动机等;工作机器,如金属切削机床、轧钢机、收割机、汽车等;信息机器,如照相机、打字机、复印机等。

现代机器一般有四大部分组成:

(1) 动力装置部分 它是驱动整台机器完成预定功能的动力来源,其作用是把其他形式的能量转换为机械能,以驱动机器各部件,如电动机、内燃机、液压马达等。内燃机主要用于移动机械,如汽车、农业机械等,大部分现代机器采用电动机。

(2) 执行装置部分 它是机器中直接完成工作任务的组成部分。如机床的刀架、汽车的车轮、船舶的螺旋桨、工业机器人的手臂等。其运动形式依据用途的要求,可能是直线运动,也可能是回转运动或间歇运动等。

(3) 传动装置部分 它是将动力装置的运动和动力传递给执行装置的中间环节,利用它可以减速、增速、调速、改变转矩以及改变运动形式等,从而满足执行部分的各种要求。如机械传动(如带传动、齿轮传动)、液压传动、电力传动等。工程上应用最多的是机械传动。

(4) 操纵、控制及辅助装置部分 操纵装置如启动、停车、正反转、运动和动力参数的改变及各执行装置间的动作协调等。自动化机器有自动监测、自动数据处理和显示、自动控制与调节、故障诊断和自动保护等功能。辅助装置有如照明、润滑和冷却等装置。检测和控制部分的作用是显示和反映机器的运行位置和状态,控制机器正常运行和工作。如工业机器人,检测部分的作用是检测工业机器人执行机构运动位置和状态,并将信息反馈给控制部分,而控制部分是工业机器人的指挥系统,它控制机器人按规定的程序运动,完成预定的动作。随着机电工业的高速发展,检控部分在机电一体化产品(加工中心、数控机床、工业机器人)中的地位越来越重要。

对于简单的机器往往只有前三部分组成,有时甚至只有动力部分和执行部分,如水泵、排风扇等。

## 2. 机器的特征

如图 1-1 所示的内燃机由活塞 1、连杆 2、曲轴 3 和缸体 9（机架）组成机器的主体部分。汽缸内燃烧的膨胀气体，推动活塞在汽缸内作往复移动时，通过连杆使曲轴作连续转动。凸轮轴 6、进排气门推杆 7、8 和机架组成控制部分。凸轮转动，通过推杆推动进排气门按时启闭，实现可燃混合气定时进入汽缸、废气定时排出汽缸的功能。曲轴上的齿轮 4 和凸轮轴上的齿轮 5 及机架组成传动部分，从而把燃料燃烧产生的热能转换为机械能。上述三部分共同协调工作，保证燃料燃烧产生的热能转换为机械能。

又如全自动洗衣机主要有机体、电动机、叶轮和控制电路组成；当接通电源后，操作控制按钮，驱动电动机经带传动使叶轮回转，搅动洗涤液实现洗涤。一旦设置好程序，全自动洗衣机就会自动完成洗涤、清洗、甩干等洗衣全过程。

由上述实例及日常生活中常见的其他机器可以看出，尽管机器的种类繁多，构造和用途差别很大，但注意观察，就会发现机器都有着下列共同特征：

- (1) 机器是若干人为实体的组合；
- (2) 各实体间具有确定的相对运动；
- (3) 能够代替或减轻人类劳动，有效完成机械功，变换或传递能量、物料和信息等。

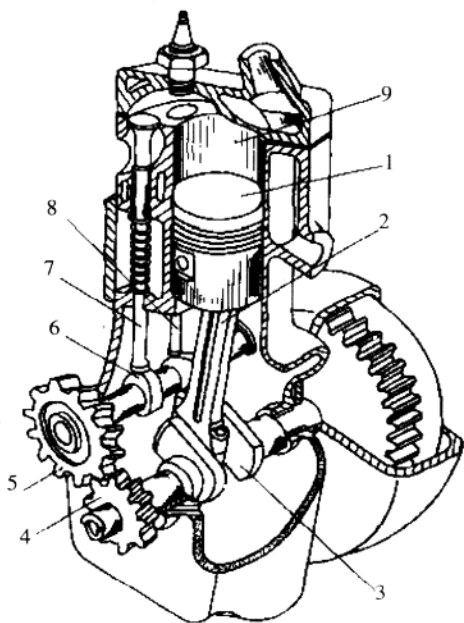


图 1-1 内燃机

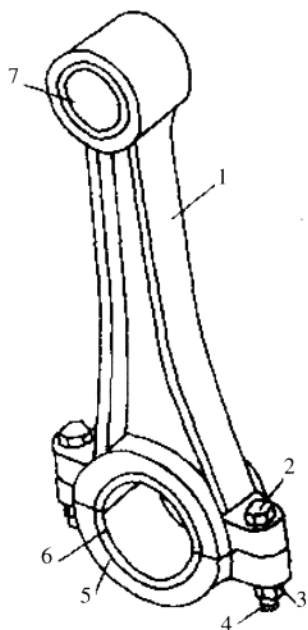


图 1-2 内燃机连杆

### 1.2.2 机构

从前例中我们还可以看出，机器中若干实体的组合，可实现某些预定的动作。如在内燃机中，活塞、连杆、曲轴和汽缸体组合起来，可以把活塞的往复直线运动转变成曲轴的连续转动；而凸轮、进排气门推杆和机架的组合，又可将凸轮轴的连续转动转换为进排气推杆的往复直线移动；齿轮 4 和齿轮 5 及机架的组合可将曲轴的主动转动转换成凸轮轴的从动转动，并改变转向和转速。这些由若干具有确定相对运动的实体组成，用来传递力、运动或转换运

动形式的系统称为机构。上述内燃机中三个能够完成预期动作的组合体分别称为曲柄滑块机构、凸轮机构和齿轮机构。

组成机构的具有确定相对运动的实体,称为构件,如上述活塞1、连杆2、缸体(机架)等。

因此,机构是具有确定相对运动的构件组合体,它用来实现运动和动力的传递或转换。

组成机构的构件可以是刚性的,也可以是挠性的、弹性的,或是液压、气动、电磁件。如果机构中除刚体外,液体或气体也参与运动的变换,则该机构相应称为液压机构或气动机构。

从机器的运动原理角度分析,机器的主体通常由一个或几个机构组成。机器的种类很多,但组成机器的机构并不太多,常用的机构有连杆机构、齿轮机构、凸轮机构、螺旋机构等。随着机械技术的发展,一些新型传动机构也正在得到开发和应用,如谐波齿轮、滚珠丝杠等,本书第十一章将作简要介绍。

### 1.2.3 构件、零件和部件

从机构运动的角度看,构件是机构中不可分割的相对运动单元体,即运动单元。从制造加工的角度来看,机器是由若干零件组装而成的,零件是机器的最小制造单元,是机器的基本组成要素。构件可以是一个单独的零件,如内燃机中的曲轴;也可以由几个零件刚性地连接在一起组成,如内燃机连杆,如图1-2所示,它是由单独加工的连杆体1、螺栓2、螺母3、开口销4、连杆盖5、轴瓦6、轴套7等零件装配而成的构件。

对于机器中的零件,按其功能和结构特点可分为通用零件和专用零件。各种机器中普遍使用的零件称为通用零件,如螺栓、齿轮、轴等;仅在某些特定机器中才用到的零件称为专用零件,如内燃机中的活塞、曲轴、汽轮机中的叶片、电动机中的转子等。

对于一组协同工作的零件组成的独立制造或装配的组合体称为部件,部件是机器的装配单元。部件也分为专用部件和通用部件,如滚动轴承、电动机、减速器、联轴器、制动器属于通用部件,汽车转向器则属于专用部件。

本课程具体的研究内容包括机械中常用机构和通用零件的工作原理、运动特性、结构特点、标准规范、选用、设计的基本理论和方法,以及使用与维护的基本知识。常用机构主要有平面连杆机构、齿轮机构、挠性传动机构、轮系、凸轮机构、间歇机构、螺旋机构、部分新型传动机构;通用零件主要有传动零件、连接零件和轴系零部件。

## 1.3 本课程的地位及学习目的

### 1.3.1 本课程在专业课程体系中的地位

在现代化生产中,几乎没有一个领域不使用机械,这就需要大批具有一定机械基础知识的技术人员。高职机械类专业正是顺应这一需要而设置的,其培养目标是培养从事现代机械工业生产、建设、管理、服务第一线的技术应用型专门人才。本课程是一门高职机械类专业的主干专业基础课,在专业教学计划中,起着承上启下的作用。一方面,工程力学、工程材料及热成形工艺、公差与技术测量、机械制图等相关先修课程知识,是学习本课程的基础,同时也在本课程中得到了综合应用与拓展,较之以前的先修课程更接近工程实际。另一方面

本课程研究的常用机构、通用零件等机械共性问题是学习后续专业课程的基础,是从基础到专业课之间的联系环节。因此本课程在机械类专业的课程体系中有非常重要的位置。

### 1.3.2 学习本课程的目的

本课程的主要任务是培养学生具有一定的机械基础知识和初步的机械设计能力,使学生掌握机械技术的基本知识、基本理论和基本方法,为学习后继专业机械课程提供必要的基础理论和方法。本课程较强的科学性、综合性、实践性可培养学生的知识综合应用能力、工程实践能力和创新思维能力,为今后解决生产实际问题和学习新技术奠定基础。

显然,学习本课程的目的之一是获得必要的基础理论知识和基本设计方法,为今后学习机械类有关专业课程打好基础;二是通过本门课程的学习和课程设计的实践,培养学生初步具备运用手册、标准选用及设计通用零件和进行简单机械传动装置设计的能力,为现有机械的合理使用、维护和今后可能从事的技术创新工作打好基础。

### 1.3.3 本课程的学习目标和学习方法

#### 1. 本课程的学习目标

- (1) 了解机器的一般组成原理;
- (2) 掌握常用机构的组成、运动特性和设计方法,初步具有分析、选择和设计常用机构的能力;
- (3) 掌握通用零件的工作原理、结构特点、标准规范、选用、设计计算的基本方法,以及使用、维护等基本知识,初步具有设计简单机械传动装置的能力;
- (4) 具备查阅图表、标准、规范、手册、图册等有关技术资料的基本能力;
- (5) 具备一定的使用、维护和改进机械设备的知识和能力;
- (6) 具备一定的知识综合应用和工程应用能力,能对生产实际中一般机构的特性和零件的常见失效原因进行分析,解决有关机械零部件结构方面的问题;
- (7) 对机械技术的发展概况、发展趋势和当前科技新动态有所了解;
- (8) 对机械创新的含义、创新的一般思维和创造技法有所了解。

#### 2. 本课程的学习方法

##### (1) 坚持理论联系实际的学习方法

由于本门课程比基础课更加贴近工程实践,只有在学习理论的同时,密切联系工程实际,观察和分析生活、生产中的各种机械,熟悉典型机构,增强感性认识,才能加深对理论知识的理解,举一反三。

##### (2) 注重能力培养

学习知识的目的就是为了解决工程中的实际问题,这一点在本门课程中体现得更为明显,所以要把能力的培养始终放在重要的位置上。勤练基本技能,注重提高分析能力、综合能力、实践能力和创新能力的培养,从而提高全面素质和综合职业能力。

## 本章小结

机械工业在国民经济中的地位举足轻重。在现代化生产中,几乎没有一个领域不使用机械,这就需要大批具有一定机械基础知识的高职机械类专门人才。

机械设计基础是一门培养学生具有一定的机械基础知识和初步机械设计能力的重要技术基础课程, 在专业培养计划中起着承前启后的作用。其主要学习内容是机械中常用机构和通用零件的工作原理、运动特性、结构特点、标准规范、选用、设计的基本理论和方法, 以及使用与维护的基本知识。

机械是机器和机构的总称。现代机器通常是由动力装置、传动装置、执行装置和控制操纵装置四大部分组成, 它具有三个特征: (1) 是若干人为实体的组合; (2) 各实体间具有确定的相对运动; (3) 能够代替或减轻人类劳动, 有效完成机械功, 变换或传递能量、物料和信息等。

从运动原理分析, 机器是由一个或几个机构组成的。机构是具有确定相对运动的构件组合体, 用来传递运动、动力或转换运动形式。

构件是机器的运动单元, 零件是机器的制造单元, 部件是机器的装配单元。

## 习 题

- 1-1 本课程的性质和研究内容是什么?
- 1-2 本课程在培养高职机械类人才中的作用是什么?
- 1-3 本课程的学习要求是什么?
- 1-4 机器的特征是什么? 试对下述机器分别举出两例: (1) 能减轻或代替人的劳动的机器; (2) 能有效地完成机械功的机器; (3) 能变换机械能的机器。
- 1-5 试述构件、零件的区别?
- 1-6 何谓通用零件? 何谓专用零件? 何谓部件? 各举两例。
- 1-7 指出下列机器的动力部分、传动部分、执行和控制部分: (1) 汽车; (2) 自行车; (3) 缝纫机; (4) 牛头刨床。
- 1-8 观察单级圆柱齿轮减速器, 说明其功能和所包含的机构和构件数。