

高等院校机电类 工程教育 系列规划教材

机械设计

■ 主编 陈 东

■ 副主编 钱瑞明 金 京 杨铁牛

→ 机械设计：本书秉承“工程教育”的教学理念，每章均以“工程背景”、“简单实例”和“设计者思维”作为开篇引导，以“工程实例”和“一般步骤”作为理论联系实际的桥梁，以“工程设计指导”作为篇尾经验总结，从而形成了一个完整的理论与实践相融合的教学体系；附录中包含大量设计表格和线图，并免费为采用本书授课的教师提供电子课件和书中所有插图。详细内容请见目录与索引>>>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等院校机电类工程教育系列规划教材

机 械 设 计

主 编 陈 东

副主编 钱瑞明 金 京 杨铁牛

電 子 工 業 出 版 社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书秉承“工程教育”的教学理念，每章均以“工程背景”、“简单实例”和“设计者思维”作为开篇引导，以“工程实例”和“一般步骤”作为理论联系实际的桥梁，以“工程设计指导”作为篇尾经验总结，从而形成了一个完整的理论与实践相融合的教学体系。全书共 18 章，内容包括绪论，机械零件的设计，机械设计中零件的载荷、应力和变形，螺纹连接和螺旋传动，轴毂连接，带传动，链传动，齿轮传动，蜗杆传动，机械传动和其他传动技术，摩擦学设计方法，滑动轴承，滚动轴承，轴，联轴器与离合器，弹簧，机械的结构设计概论和计算机辅助机械设计基础。附录中还包含大量设计表格和线图，并免费为采用本书授课的教师提供电子课件和书中所有插图。

本书可作为普通高等学校“机械设计”课程的教材，也可供有关工程技术人员参考使用。

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

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/陈东主编. — 北京: 电子工业出版社, 2010.7

(高等院校机电类工程教育系列规划教材)

ISBN 978-7-121-11288-1

I. 机… II. ①陈… 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(2010)第 131232 号

策划编辑: 余 义

责任编辑: 余 义

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.25 字数: 570 千字

印 次: 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 34.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

序

2008年7月间,电子工业出版社邀请全国20多所高校几十位机电领域的老师,研讨符合“工程教育”要求的教材的编写方案。大家认为,这适应了目前我国高等院校工科教育发展的趋势,特别是对工科本科生实践能力的提高和创新精神的培养,都会起到积极的推动作用。

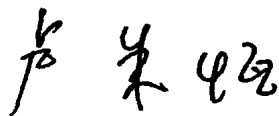
教育部于2007年1月22日颁布了教高(2007)1号文件《教育部财政部关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》。同年2月17日,紧接着又颁布了教高(2007)2号文件《教育部关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见》。由这两份文件,可以看到国家教育部已经决定并将逐步实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称质量工程),而质量工程的核心思想就在于培养学生的实践能力和创新精神,提高教师队伍整体素质,以及进一步转变人才培养模式、教学内容和方法。

教学改革和教材建设从来都是相辅相成的。经过近两年的教改实践,不少老师都积累了一定的教学经验,借此机会,编写、出版符合“工程教育”要求的教材,不仅能够满足许多学校对此类教材的需求,而且将进一步促进质量工程的深化。

近一年来,电子工业出版社选派了骨干人员与参加编写的各位教授、专家和老师进行了深入的交流和研究。不仅在教学内容上进行了优化,而且根据不同课程的需要开辟了许多实践性、经验性和工程性较强的栏目,如“经验总结”、“应用点评”、“一般步骤”、“工程实例”、“经典案例”、“工程背景”、“设计者思维”、“学习方法”等,从而将工程中注重的理念与理论教学更有机地结合起来。此外,部分教材还融入了实验指导书和课程设计方案,这样一方面可以满足某些课程对实践教学的需要,另一方面也为教师更深入地开展实践教学提供丰富的素材。

随着我国经济建设的发展,普通高等教育也将随之发展,并培养出适合经济建设需要的人才。“高等院校机电类工程教育系列规划教材”就站在这个发展过程的源头,将最新的教改成果推而广之,并与之共进,协调发展。希望这套教材对更多学校的教学有所裨益,对学生的理论与实践的结合发挥一定的作用。

最后,预祝“高等院校机电类工程教育系列规划教材”项目取得成功。同时,也恳请读者对教材中的不当、不贴切、不足之处提出意见与建议,以便重印和再版时更正。



中国工程院院士、西安交通大学教授

教材编写委员会

主任委员 赵升吨(西安交通大学)

副主任委员 (按姓氏笔画排序)

芮延年(苏州大学)

胡大超(上海应用技术学院)

钱瑞明(东南大学)

袁清珂(广东工业大学)

参编院校

(按拼音排序)

- | | |
|------------|------------|
| ※ 安徽工业大学 | ※ 沈阳工业大学 |
| ※ 长安大学 | ※ 苏州大学 |
| ※ 东南大学 | ※ 苏州科技学院 |
| ※ 广东工业大学 | ※ 同济大学 |
| ※ 华南理工大学 | ※ 五邑大学 |
| ※ 华南农业大学 | ※ 武汉科技学院 |
| ※ 淮海工学院 | ※ 西安电子科技大学 |
| ※ 吉林师范大学 | ※ 西安工程大学 |
| ※ 南通大学 | ※ 西安工业大学 |
| ※ 山东建筑大学 | ※ 西安交通大学 |
| ※ 陕西科技大学 | ※ 西安科技大学 |
| ※ 上海应用技术学院 | ※ 西安理工大学 |
| ※ 深圳大学 | ※ 西安文理学院 |

前 言

本教材是根据“机械设计”课程教学大纲的基本要求和教学改革发展的需要,在参考国内外相关教材优点的基础上编写而成的。为了加强“工程实践教学”的改革力度,本教材从面向21世纪的工程实践教学体系出发,引入了大量工程设计的实例,并按照工程技术人员的实际需要和阅读习惯进行了编排,以达到对学生的工程设计能力进行培养的目的。

本教材内容丰富,部分章节并非必须讲授的内容,教师可以根据专业需要和课时要求进行取舍或有所侧重,有些内容也可以安排学生自学。本教材添加的主要内容和创新点如下:

1. 为了提高学生的工程设计能力,总结和规范化了机械设计中的工程设计步骤和一般的设计方法,加强了对学生独立完成机械零件设计的指导。

2. 主要章节以零件为单元自成一体,每章的章首页都介绍了本章机械零件的工程背景,让学生了解各零件的功能和作用,引导学生分析和解答在机械设计过程中出现的问题,启发学生的求知欲望。

3. 根据生产和工程设计的需要增加了同步带、齿形链的传动设计和工程实例的介绍。

4. 第10章归纳和梳理了各种常用机械传动的特点,以及如何选择机械系统的传动方案和传动方案的布置顺序,同时简要介绍了电动机的选择原则和其他传动技术。

5. 本书既保留了机械设计的理论知识基础,还补充了部分机械设计手册上所采用的简化设计方法,使教材与实际生产和工程设计紧密相连。

6. 本书的数据和资料基本上来自于机械设计手册的最新标准和规范,计算实例大部分来自于工程实践。

7. 将教材中的大部分线、图和表格收集在本书附录中,这样既方便检索和查找,同时又突出了与教材正文的连贯性。

8. 目前,计算机辅助设计(CAD)已经贯穿到机械设计的方方面面,因此在本教材的最后一章介绍了计算机辅助机械设计的基础内容。通过实例简单介绍了图、表和曲线的程序化处理,以及简单程序设计的方法。本章节可以根据需要讲授或安排学生自学。

本教材共18章,参加本书编写工作的有五邑大学杨铁牛(第1, 2, 3章);西安工程大学金京(第4, 5章)和胥光申(第6, 7章);东南大学钱瑞明(第13, 14章);华南理工大学陈东(第8, 9, 10, 12, 16, 18章)和卢小辉(第11, 15, 17章)。其中,硕士研究生徐寅参加了第18章的编写工作,博士研究生彭朝林参加了第17章的编写工作。本书由陈东担任主编,钱瑞明、金京、杨铁牛担任副主编。

本书可作为“机械设计”课程的教材,也可供有关工程技术人员参考和自学。本教材作为工程实践教学改革的一种尝试,一定会有不足之处,加上编者的水平和时间有限,恳请读者对本书中的错误和不妥之处批评指正。

编 者

2010年5月4日

目 录

第 1 章	绪论	(1)
1.1	机器的组成要素	(2)
1.1.1	机器的基本组成要素	(2)
1.1.2	机械的组成	(3)
1.2	设计机器的一般步骤	(3)
1.3	本课程的研究对象、性质和任务	(4)
1.4	习题	(4)
第 2 章	机械零件的设计	(5)
2.1	机械零件设计的基本要求和一般步骤	(6)
2.1.1	机械零件设计的基本要求	(6)
2.1.2	机械零件设计的一般步骤	(6)
2.2	机械零件的失效形式和设计准则	(7)
2.2.1	机械零件的主要失效形式	(7)
2.2.2	机械零件的主要设计准则	(7)
2.3	机械设计材料的选用原则及常用材料	(8)
2.3.1	机械设计材料的选用原则	(9)
2.3.2	机械零件常用材料	(10)
2.4	本章总结	(10)
2.5	习题	(10)
第 3 章	机械设计中零件的载荷、应力和变形	(11)
3.1	机械零件的载荷	(12)
3.1.1	零件载荷的简化	(12)
3.1.2	载荷的分类	(12)
3.2	机械零件的应力	(13)
3.2.1	应力的分类	(13)
3.2.2	强度理论及应用范围	(13)
3.2.3	应力的计算	(14)
3.3	机械设计中常用的强度计算	(16)
3.3.1	疲劳极限与极限应力线图	(16)
3.3.2	单向稳定变应力时的疲劳强度计算	(19)
3.3.3	单向不稳定变应力时的疲劳强度计算	(20)
3.3.4	双向稳定变应力时的疲劳强度计算	(21)
3.4	机械零件的变形	(21)
3.4.1	材料的变形	(21)
3.4.2	温度对材料的影响	(21)
3.5	本章总结	(22)
3.6	习题	(23)
第 4 章	螺纹连接和螺旋传动	(25)
4.1	螺纹及其螺纹连接	(26)

4.1.1	螺纹的类型和应用	(26)
4.1.2	螺纹的主要参数	(27)
4.1.3	螺纹连接的类型和标准连接件	(28)
4.2	螺纹连接的预紧和防松	(29)
4.2.1	螺纹连接的预紧	(29)
4.2.2	螺纹连接的防松	(31)
4.3	单个螺栓连接的强度计算	(32)
4.3.1	受拉螺栓连接的强度计算	(32)
4.3.2	受剪螺栓连接的强度计算	(37)
4.4	螺栓组连接的设计	(38)
4.4.1	螺栓组连接的结构设计	(38)
4.4.2	螺栓组连接的受力分析	(40)
4.5	螺栓连接的材料及许用应力	(46)
4.6	提高螺栓连接强度的措施	(46)
4.7	螺旋传动	(51)
4.7.1	螺旋传动的类型、特点及应用	(51)
4.7.2	滑动螺旋的结构和材料	(53)
4.7.3	滑动螺旋传动的设计计算	(54)
4.8	本章总结	(56)
4.9	习题	(57)
第5章	轴毂连接	(61)
5.1	键连接	(62)
5.1.1	键连接的类型、特点及应用	(62)
5.1.2	键的选择和键连接的强度计算	(64)
5.2	花键连接	(67)
5.2.1	花键连接的类型、特点及应用	(67)
5.2.2	花键连接的强度计算	(67)
5.3	销连接	(68)
5.4	无键连接	(69)
5.4.1	成形连接	(69)
5.4.2	弹性连接	(70)
5.4.3	过盈连接	(70)
5.5	本章总结	(70)
5.6	习题	(71)
第6章	带传动	(73)
6.1	带传动概述	(74)
6.2	带传动的工作情况分析	(75)
6.2.1	带传动的受力分析	(75)
6.2.2	带传动的应力分析	(77)
6.2.3	带传动的弹性滑动	(77)
6.3	V带传动的设计	(78)
6.3.1	单根V带的许用功率	(78)
6.3.2	V带传动的设计与参数选择	(79)
6.3.3	V带轮的结构设计	(82)
6.4	梯形齿同步带传动的设计	(84)
6.4.1	同步带的类型与结构	(84)
6.4.2	梯形齿同步带传动的设计计算	(84)

6.4.3	梯形齿同步带轮的结构	(86)
6.5	带传动的张紧	(88)
6.6	本章总结	(89)
6.7	习题	(89)
第7章	链传动	(91)
7.1	链传动概述	(92)
7.2	链传动的结构特点	(92)
7.2.1	滚子链的结构	(92)
7.2.2	齿形链的结构	(93)
7.3	链传动的运动特性和受力分析	(94)
7.3.1	链传动的运动特性	(94)
7.3.2	链传动的受力分析	(95)
7.4	滚子链传动的设计计算	(96)
7.5	齿形链传动的设计计算	(102)
7.6	链传动的布置、张紧和润滑	(105)
7.7	本章总结	(106)
7.8	习题	(106)
第8章	齿轮传动	(107)
8.1	齿轮传动的概述	(108)
8.2	齿轮传动的失效形式及设计准则	(108)
8.2.1	齿轮传动的失效形式	(108)
8.2.2	齿轮传动的设计准则	(110)
8.3	齿轮传动的计算载荷	(110)
8.4	标准直齿圆柱齿轮传动的设计	(111)
8.4.1	标准直齿圆柱齿轮传动的受力分析	(111)
8.4.2	标准直齿圆柱齿轮传动的设计计算	(112)
8.5	标准斜齿圆柱齿轮传动的设计	(114)
8.5.1	标准斜齿圆柱齿轮传动的受力分析	(114)
8.5.2	标准斜齿圆柱齿轮传动的设计计算	(115)
8.6	标准直齿圆锥齿轮传动的设计	(117)
8.6.1	标准直齿圆锥齿轮传动的受力分析	(117)
8.6.2	标准直齿圆锥齿轮传动的设计计算	(118)
8.7	齿轮传动综合设计计算	(119)
8.7.1	齿轮传动主要参数的选择	(119)
8.7.2	齿轮传动的设计步骤	(122)
8.8	齿轮的结构设计	(133)
8.9	齿轮传动的润滑	(135)
8.10	本章总结	(136)
8.11	习题	(136)
第9章	蜗杆传动	(139)
9.1	蜗杆传动的类型及应用	(140)
9.1.1	蜗杆传动的类型	(140)
9.1.2	普通圆柱蜗杆传动的主要参数	(142)
9.2	普通圆柱蜗杆传动的设计计算	(145)
9.2.1	蜗杆传动的失效形式和受力分析	(145)
9.2.2	普通圆柱蜗杆传动的强度设计	(147)
9.3	蜗杆传动的效率和热平衡分析	(148)

9.4	圆柱蜗杆和蜗轮的结构设计	(150)
9.5	本章总结	(155)
9.6	习题	(155)
第 10 章	机械传动和其他传动技术	(157)
10.1	传动的分类和特点比较	(158)
10.2	机械传动的选择和布置	(159)
10.3	其他传动技术	(160)
10.3.1	流体传动	(160)
10.3.2	直接驱动技术	(162)
10.4	本章总结	(163)
10.5	习题	(164)
第 11 章	摩擦学设计方法	(165)
11.1	摩擦状态	(166)
11.1.1	摩擦状态与分类	(166)
11.1.2	摩擦状态的转化	(167)
11.2	摩擦与磨损	(168)
11.2.1	摩擦	(168)
11.2.2	磨损	(168)
11.2.3	磨损的分类	(168)
11.2.4	磨损的过程	(170)
11.3	润滑	(171)
11.3.1	润滑剂的分类	(171)
11.3.2	润滑剂的特征参数	(173)
11.3.3	流体动力润滑原理	(176)
11.4	本章总结	(178)
11.5	习题	(178)
第 12 章	滑动轴承	(179)
12.1	滑动轴承的类型和应用	(180)
12.1.1	滑动轴承的特点	(180)
12.1.2	滑动轴承的类型	(180)
12.2	滑动轴承的失效形式及轴承材料	(182)
12.3	不完全液体润滑滑动轴承的设计计算	(184)
12.3.1	不完全液体润滑滑动轴承的失效形式	(184)
12.3.2	不完全液体润滑滑动轴承的设计计算	(184)
12.4	液体动力径向滑动轴承的设计计算	(187)
12.4.1	液体动力润滑的过程	(187)
12.4.2	液体动力径向滑动轴承的设计计算	(188)
12.5	本章总结	(195)
12.6	习题	(196)
第 13 章	滚动轴承	(197)
13.1	滚动轴承的类型和应用	(198)
13.1.1	滚动轴承的构造、常用材料及工作特点	(198)
13.1.2	滚动轴承的结构类型	(199)
13.1.3	滚动轴承的代号	(201)
13.1.4	滚动轴承的选用	(203)
13.2	滚动轴承的载荷、失效形式和计算准则	(204)
13.2.1	向心轴承中的载荷分布	(204)

13.2.2	角接触向心轴承中的附加轴向力	(204)
13.2.3	角接触向心轴承的配置形式和轴向力计算	(205)
13.2.4	滚动轴承的失效形式	(206)
13.2.5	滚动轴承的计算准则	(207)
13.3	滚动轴承的选择计算	(207)
13.3.1	滚动轴承的性能参数	(207)
13.3.2	滚动轴承的当量动载荷	(208)
13.3.3	滚动轴承的寿命计算	(209)
13.3.4	滚动轴承的额定静载荷校核计算	(213)
13.3.5	滚动轴承的极限转速校核计算	(213)
13.3.6	滚动轴承的修正额定寿命计算	(215)
13.4	滚动轴承的组合结构设计	(216)
13.4.1	支承的配置形式	(216)
13.4.2	滚动轴承的轴向固定	(218)
13.4.3	滚动轴承的配合与装拆	(218)
13.4.4	轴承支承的同轴度与刚度	(220)
13.4.5	滚动轴承的润滑	(220)
13.4.6	滚动轴承的密封	(220)
13.5	本章总结	(221)
13.6	习题	(222)
第 14 章	轴	(225)
14.1	概述	(226)
14.1.1	轴的类型和应用	(226)
14.1.2	轴的材料与毛坯	(227)
14.1.3	轴的失效形式与设计要求	(227)
14.2	轴的结构设计	(228)
14.2.1	轴上零件的布置和定位	(228)
14.2.2	轴结构的工艺性	(230)
14.2.3	提高轴强度的措施	(230)
14.3	轴的设计计算	(232)
14.3.1	轴的强度计算	(232)
14.3.2	轴的刚度计算	(240)
14.3.3	轴的临界转速	(241)
14.4	本章总结	(242)
14.5	习题	(242)
第 15 章	联轴器与离合器	(245)
15.1	联轴器的类型和应用	(246)
15.1.1	刚性联轴器	(246)
15.1.2	挠性联轴器	(247)
15.1.3	安全联轴器	(250)
15.2	联轴器的选择	(251)
15.2.1	联轴器的选择原则	(251)
15.2.2	联轴器尺寸的确定	(251)
15.3	离合器的类型和应用	(253)
15.3.1	牙嵌离合器	(253)
15.3.2	圆盘摩擦离合器	(254)
15.4	离合器的选择	(256)

15.5	本章总结	(257)
15.6	习题	(258)
第 16 章	弹簧	(259)
16.1	弹簧的类型和特点	(260)
16.2	圆柱螺旋弹簧	(261)
16.2.1	结构	(261)
16.2.2	制造	(262)
16.2.3	材料及许用应力	(262)
16.3	圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计计算	(263)
16.4	其他类型弹簧简介	(269)
16.4.1	扭转弹簧	(269)
16.4.2	平面涡卷弹簧	(270)
16.4.3	板弹簧	(270)
16.4.4	碟形弹簧	(271)
16.5	本章总结	(271)
16.6	习题	(272)
第 17 章	机械的结构设计概论	(273)
17.1	机械结构设计的要求、原理和内容	(274)
17.1.1	机械结构设计的基本要求	(274)
17.1.2	机械结构设计的基本原理	(274)
17.1.3	机械结构设计的主要内容和步骤	(275)
17.2	提高强度和刚度的结构设计	(276)
17.2.1	提高疲劳强度	(276)
17.2.2	提高静应力下的强度	(277)
17.2.3	提高刚度	(278)
17.3	结构设计方法	(280)
17.3.1	计算法	(280)
17.3.2	形态变换法	(280)
17.3.3	关系变换法	(282)
17.4	结构的工艺设计	(282)
17.4.1	铸件的工艺性	(282)
17.4.2	焊接件的工艺性	(283)
17.4.3	考虑加工、装配、维修、回收再用等的工艺性	(284)
17.5	本章总结	(285)
17.6	习题	(285)
第 18 章	计算机辅助机械设计基础	(287)
18.1	图和表的程序处理	(288)
18.1.1	机械设计图线处理	(288)
18.1.2	机械设计数表处理	(291)
18.2	插值计算方法	(292)
18.3	数值的处理	(293)
18.4	本章总结	(295)
18.5	习题	(295)
附录 A	各章节相关附表与附图	(296)
索引		(342)
参考文献		(343)

绪 论

简单实例

工程背景

任何一部机器都要经过原理设计、方案设计之后,对其组成的每一个部分和细节进行工程设计,使其能够制造出来,并按照设计意图在预定的寿命内可靠工作,以满足某种特殊需要或解决一个具体的工程问题。本课程是将理论知识应用到工程实际的设计性课程,所讨论的内容主要是通用机械零部件设计和选用方面的基本知识和理论,是机械工程师必备的基础。

如图 1-1 所示的普通自行车,它包括螺栓连接、滚动轴承、转轴、传动轴、键、制动装置、链传动、弹簧等多种通用零部件,同时还需要对车架进行结构设计。

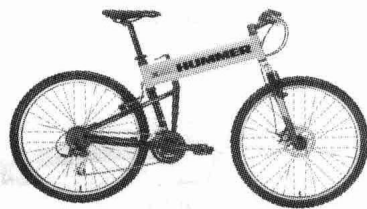


图 1-1 自行车

设计者思维

以自行车为例,如何进行机械设计?设计方案如何确定?设计步骤分为哪几个阶段?其具体步骤包括哪些?设计的理论依据和原理是什么?设计时所采用的标准是什么?

1.1 机器的组成要素

机械是人类生产和生活的基本要素之一，是人类物质文明最重要的组成部分。随着近代科学技术的发展，人类综合应用各方面的知识和技术，不断创造出各种新型的机器，因此“机器”也有了新的含义。如图 1-2 所示的各种机器，其功能各不相同。一般来说，机器是可以代替人做有用功，变换或传递能量、物料、信息，实现功能转换的工具。

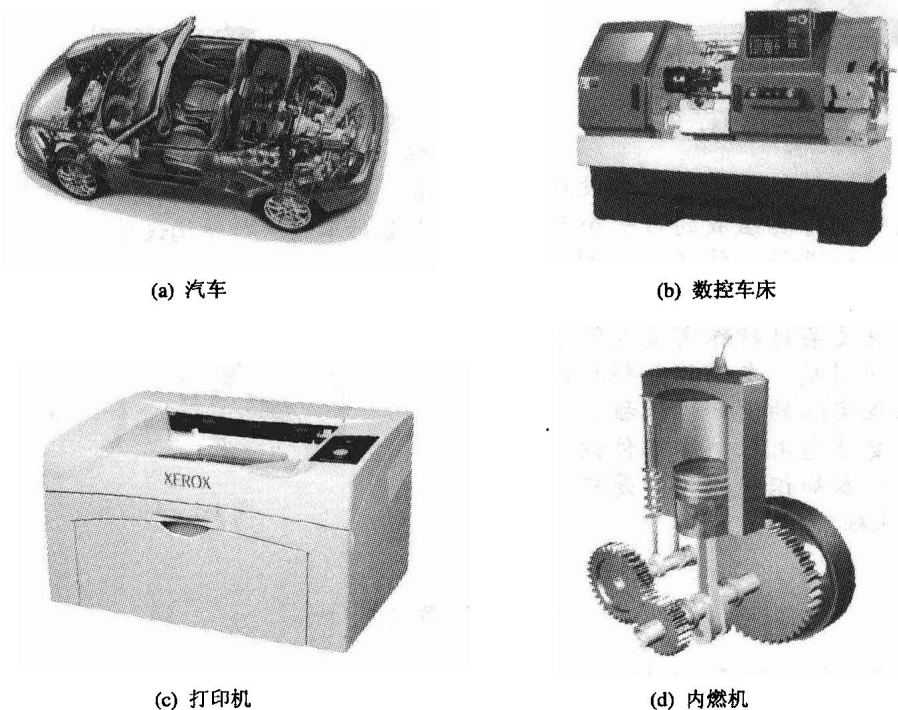


图 1-2 各种机器

1.1.1 机器的基本组成要素

机械零件是构成机器的基本要素。一般来说，机器可以分为四个组成部分，即原动机、执行机构、传动装置和控制部分。如图 1-3 所示，带式输送机的工作过程如下：电动机 1（原动机）通过齿轮传动 2 减速后，带动运输机滚轮转动（传动装置），从而实现胶带 3（执行机构）运动，控制柜 4 协调各部分按照给定速度完成胶带 3 上物件的传输功能。

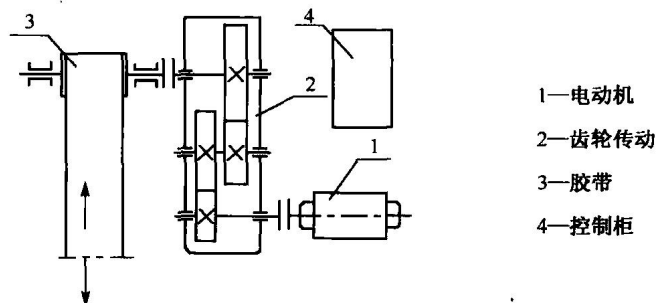


图 1-3 带式输送机布置简图

- (1) 原动机部分：它是驱动整个机器完成预定功能的动力源，如电动机、内燃机等。
- (2) 执行机构部分（又称为工作部分）：它是机器中直接完成工作任务的部分，如带式运输机中的胶带、起重机的吊钩、车床的刀架、磨床的砂轮、轧钢机的压辊等。
- (3) 传动装置部分：它是介于原动部分和执行部分之间，用来完成运动和动力参数转换的部分。利用它可以实现减速、增速、调速、改变运动形式及转矩等，从而满足执行部分的各种要求。此部分是本课程研究的主要内容。
- (4) 控制部分：协调原动机、执行机构和传动部分使机器整体上能够准确、可靠地完成既定的功能。

1.1.2 机械的组成

机械是机器和机构的总称。对机器来说，我们主要研究其做功或能量转化及其运转的过程。当利用某种机构来做功或转化能量时，机构也就成了机器。机械零件是构成机器的基本要素，也是机械加工制造的基本单元。

一个机械系统通常由很多零件组成，例如一台摩托车发动机就有一百多个零件，一台普通车床有数千个零件。全部零件组成一个整体，它们在系统中相互协调工作，使机械系统实现所需的功能和性能。虽然各个零件对整机功能与性能的作用和影响不同，但是没有也不应该有不起作用的零件，即整机功能与性能不是某一个或几个零件决定的。机械零件根据在机器使用中的功用和制造过程可以分为通用零件和专用零件。

有些零件是在各种机器中常用的，称为通用零件，如螺栓、键、齿轮等。有些零件只有在特定的机器中才用到，称为专用零件，如叶片、曲轴、枪栓等。另外，为了制造和装配方便，常把一些为实现同一功能、在结构上紧密相关的零件组合体称为部件，如联轴器、离合器、滚动轴承、减速箱等。

1.2 设计机器的一般步骤

一部机器的质量基本上决定于设计质量，机器的设计阶段是决定机器好坏的关键。要提高设计质量，必须有一个科学的设计步骤。通常包括如表1-1所示的几个步骤：计划阶段、方案设计阶段、技术设计阶段和技术文件的编制。机械设计结果的表现形式为机械工程图、说明书和计算机程序等。

表 1-1 机器设计的一般步骤

设计阶段	工作内容	阶段目标
计划阶段	根据生产或生活的需要提出所要设计的新机器。此时，对所设计的机器的需求情况进行充分的调查研究和分析。明确机器所应具有的功能，并为以后的决策提出由环境、经济、加工和时限等各方面所确定的约束条件 在此基础上，明确地写出设计任务的全面要求及细节，最后形成设计任务书	设计任务书应包括：机器的功能，制造经济性、使用性能和使用成本，以及完成设计任务的预计期限等
方案设计阶段	本阶段对设计的成败起关键作用 要恰当处理需要与可能、理想与现实、发展目标与当前目标等之间可能产生的矛盾问题 根据机器的功能分析，就是要对设计任务书提出的机器功能分级分类，对必须达到的要求、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，相互之间能否替代等。最后，确定出功能参数，作为进一步设计的依据。一般应提出多种不同的解决方案，在评价决策后选择出目前较优的方案	方案布局图 明确实现设计任务书各项要求的机器总体设计方案 包括工作原理、总体布局、主要传动方式和控制方式等

(续表)

设计阶段	工作内容	阶段目标
技术设计阶段	为确定主要零件的基本尺寸,必须做以下工作: ① 机器的运动学设计,以确定原动机的参数及各运动构件的运动参数; ② 机器的动力学计算,以确定零件上所受的名义载荷; ③ 选择材料,初步计算零部件的基本尺寸,以便于设计出部件装配草图及总装配草图; ④ 对关键零件进行精确校核,注意协调各个零件的结构工艺性,修正设计草图,最终形成设计图	总装配图、部件装配图和零件图
技术文件的编制	编制设计计算说明书时,应包括方案选择及技术设计的全部结论性的内容 编制用户的机器使用说明书时,应向用户介绍机器的性能参数范围、使用操作方法、日常保养及简单的维修方法、备用件的目录等 其他技术文件,如通用标准件明细表等,视需要与否另行编制	设计计算说明书、使用说明书、标准件明细表等其他技术文件

1.3 本课程的研究对象、性质和任务

一般参数条件下的通用零部件是本课程的主要研究对象。主要学习内容包括:在先修课程基础上,进一步学习机械系统设计的基础知识;学习一般尺寸和参数的通用零部件传统和现代设计方法。本课程中“设计”的含义是指机械装置的实体设计,涉及零件的应力、强度的分析计算,材料的选择,结构的设计,并考虑加工工艺性、标准化与经济性、环境保护等。

本课程是机械类专业的一门技术基础课,是初步掌握机械设计方法的必要环节。它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。它不仅具有较强的理论性,同时具有较强的实用性。

本课程的主要任务是:通过理论教学使学生掌握通用机械零件设计的一般规律,具有设计一般通用零部件和一般机器装置的能力;逐渐形成规范的设计思想和逻辑思维能力,具有运用标准、规范、手册和查阅有关技术资料的能力;了解一些机械领域的新成果和发展动向;掌握典型机械零件的实验方法及技能,通过相关实验和课程设计训练,培养学生设计和分析机械系统的实际工作能力。

1.4 习题

1. 举例说明什么是通用零件,什么是专用零件?
2. 机器是由哪几个基本部分组成?试指出下列机器的原动机、传动装置、控制部分和执行机构:

① 汽车; ② 自行车; ③ 车床; ④ 电风扇。

机械零件的设计

简单实例

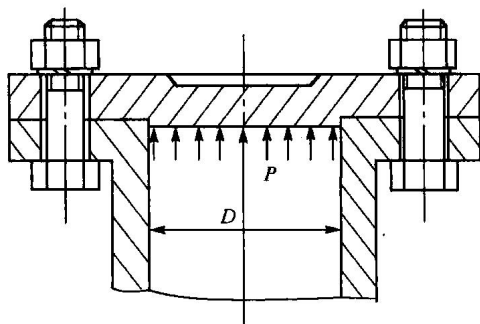
工程背景

机械零件是构成机器的基本要素。在机器设计的任务和方案确定之后，零件的设计必然成为其核心内容，它是机器设计最终成败的基础。机械设计是具有创新性的工作，设计师经过研究、分析和设计，需要提供产品生产、制造所需的全部产品图纸、技术文件和软件等作为生产制造的依据。

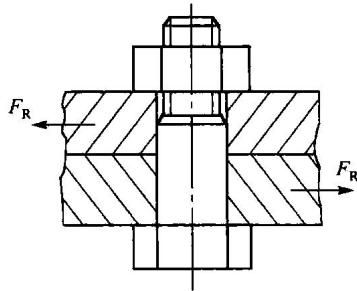
设计者思维

作为工程师，要了解：机械零件设计的基本要求是什么？机械设计的一般程序是什么？通用机械零件设计的一般规律是什么？机械零件的设计为什么要根据失效形式来确定设计准则？机械设计常用的设计准则有哪些？如何正确选择机械零件常用的材料？机械零件材料的选择原则是什么？

如图 2-1 所示的螺纹连接，图 2-1(a) 的螺纹连接受轴向工作载荷的作用；图 2-1(b) 螺纹连接受横向工作载荷的作用。在对螺纹连接进行设计时，设计过程和程序都基本相同，但由于失效形式不同，设计准则不同，螺栓或螺母材料的选择也会有差异。



(a) 受轴向工作载荷



(b) 受横向工作载荷

图 2-1 螺纹连接