

普通高等教育“十二五”规划教材

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 师素娟 张秀花

注重引入整机设计概念
加强结构设计内容介绍
反映设计新理论与方法



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育部高教司关于高等学校《机械设计课程教学基本要求》和《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》的文件精神,为适应当前教学改革的发展趋势和培养机械大类创新型专业人才需要而编写的。本书以培养学生综合机械设计能力为主线,引入整机设计概念,加强结构设计内容,强化理论知识与实践能力的融合,精简理论推导,突出设计性、综合性和实践性。每章前有学习目标和教学要点,增强了学习针对性。

本书主要内容包括绪论,机械设计概述,机械零件的强度,摩擦、磨损及润滑概述,螺纹连接,键、花键、销连接,铆接、焊接、胶接和过盈连接,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动,滑动轴承,滚动轴承,联轴器和离合器,轴,弹簧,机械零件结构设计。

本书可作为普通高等学校机械大类各专业本科生的教材,也可供近机械类相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/师素娟,张秀花主编. —北京:北京大学出版社,2012.12

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-21742-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 291226 号

书 名: 机械设计

著作责任者: 师素娟 张秀花 主编

责任编辑: 童君鑫

标准书号: ISBN 978-7-301-21742-9/TH·0323

出版发行: 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> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: pup_6@163.com

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

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 25.5 印张 591 千字

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 48.00 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 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

为了适应当前教学改革的发展趋势和培养创新型机械大类专业人才的需要,本书根据教育部高教司关于高等学校《机械设计课程教学基本要求》和《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》的文件精神,以培养学生综合机械设计能力、创新能力和工程实践能力为宗旨,以机械产品的创新设计过程为主线,科学编排教学内容,引入整机设计概念,加强结构设计内容,强化理论知识与实践能力的融合,弱化理论分析,简化公式推导,突出设计性、综合性和实践性,增加反映机械设计领域新成就的设计理论与方法,内容力求简明实用。为突出重点,强调难点,每章前均有学习目标和学习要点,以增强针对性,避免盲目性。每章之后则有阅读材料,以开阔眼界,拓宽知识面。

全书内容共分 5 篇 17 章,内容有:绪论,机械设计概述,机械零件的强度,摩擦、磨损及润滑概述,螺纹连接,键、花键、销连接,铆接、焊接、胶接和过盈连接,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动,滑动轴承,滚动轴承,联轴器和离合器,轴,弹簧,机械零件结构设计。

参加本书编写工作的有:华北水利水电学院师素娟(第 1、2、11、12、17 章),河北农业大学徐鹏云(第 3、14 章),黑龙江工程学院段成燕(第 4、16 章),河南农业大学李慧琴(第 5 章),河北农业大学张秀花(第 6、13、15 章),华北水利水电学院郭飞(第 7、10 章),河南农业大学王栋(第 8、9 章)。全书由师素娟负责统稿。

本书的编写及出版,得到了北京大学出版社领导和编辑的大力支持与帮助,在此表示真挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免会有疏漏欠妥之处,欢迎同行专家和广大读者指正。

编 者

2012 年 11 月

目 录

第一篇 总论	1
--------------	---

第 1 章 绪论	2
----------------	---

1.1 机械设计课程的研究对象	3
1.2 本课程的性质、内容与任务	4
1.3 机械设计课程的地位和作用	5
习题	6

第 2 章 机械设计概述	7
--------------------	---

2.1 机器的组成	8
2.2 机器设计的基本要求	9
2.3 机器设计的一般程序	10
2.4 机械零件常用材料及其选用原则	11
2.4.1 机械零件的常用材料	11
2.4.2 选用材料的原则	12
2.5 机械零件的主要失效形式和计算准则	13
2.5.1 机械零件的主要失效形式	13
2.5.2 机械零件的计算准则	14
2.6 机械零件的设计方法	16
2.6.1 常规设计方法	16
2.6.2 现代设计方法	17
2.7 机械零件设计的一般步骤	18
习题	19

第 3 章 机械零件的强度	21
---------------------	----

3.1 载荷和应力的分类	22
3.1.1 载荷的分类	22
3.1.2 应力的分类	23
3.1.3 静应力下的强度	24
3.2 机械零件的疲劳强度	26
3.2.1 疲劳的概念	26

3.2.2 材料的疲劳曲线和疲劳极限	27
3.2.3 疲劳强度的计算	30
3.2.4 影响机械零件疲劳强度的因素	36
3.3 机械零件的接触强度	37
3.4 机械零件的抗断裂强度	39
习题	41

第 4 章 摩擦、磨损及润滑概述	43
------------------------	----

4.1 概述	44
4.2 摩擦	45
4.3 磨损	46
4.3.1 磨损过程	46
4.3.2 磨损的类型	47
4.3.3 减小磨损的主要方法	49
4.4 润滑	50
4.4.1 润滑剂的分类	50
4.4.2 润滑剂的性能指标	51
4.4.3 添加剂	52
4.4.4 润滑方法与润滑装置	54
4.5 流体润滑简介	56
4.5.1 流体动压润滑	56
4.5.2 流体静压润滑	57
4.5.3 弹性流体动压润滑	58
习题	59

第二篇 机械连接	61
----------------	----

第 5 章 螺纹连接	62
------------------	----

5.1 螺纹	63
5.1.1 螺纹的类型和应用	63
5.1.2 螺纹的主要参数	65
5.2 螺纹连接的主要类型和螺纹连接件	66



5.2.1 螺纹连接的主要类型	66
5.2.2 螺纹连接件	68
5.3 螺纹连接的预紧	69
5.4 螺纹连接的防松	71
5.5 单个螺栓连接的强度计算	73
5.5.1 螺栓连接的失效形式和设计准则	73
5.5.2 受拉螺栓连接的强度计算	74
5.5.3 受剪螺栓连接	80
5.6 螺纹连接件的材料及许用应力	80
5.6.1 螺纹连接件的材料	80
5.6.2 螺纹连接件的许用应力	81
5.7 螺栓组连接设计	82
5.7.1 螺栓组连接的结构设计	82
5.7.2 螺栓组连接的受力分析	83
5.8 提高螺栓连接强度的措施	87
5.8.1 降低影响螺栓疲劳强度的应力幅	87
5.8.2 改善螺纹牙间载荷分布不均的现象	89
5.8.3 减小应力集中和避免附件弯曲应力	90
5.8.4 采用合理的制造工艺方法	91
5.9 螺旋传动	93
5.9.1 滑动螺旋传动的失效形式与材料	93
5.9.2 螺旋传动的设计与校核	94
5.9.3 滚动螺旋简介	96
习题	97

第6章 键、花键、销连接

6.1 键连接	101
6.1.1 平键连接	101
6.1.2 半圆键连接	102
6.1.3 楔键连接	102
6.1.4 切向键连接	103
6.1.5 键连接的类型选择和强度计算	103
6.2 花键连接	106

6.2.1 花键连接的类型和特点	107
6.2.2 花键连接的设计	108
6.3 销连接	109
习题	111

第7章 铆接、焊接、胶接和过盈连接

7.1 铆接	114
7.2 焊接	117
7.2.1 电弧焊缝的基本形式及特性	117
7.2.2 焊缝的受力及破坏形式	118
7.2.3 焊缝的强度计算	118
7.3 胶接	122
7.4 过盈连接	125
习题	131

第三篇 机械传动

第8章 带传动

8.1 带传动的类型、特点和应用	135
8.2 带传动的工作情况分析	138
8.2.1 带传动的受力分析	138
8.2.2 带传动的应力分析	140
8.2.3 带的弹性滑动与打滑	141
8.3 V带传动的设计计算	142
8.3.1 V带传动的失效形式和设计准则	142
8.3.2 V带传动的设计步骤	143
8.4 其他带传动简介	150
习题	153

第9章 链传动

9.1 链传动的类型、特点及应用	155
9.2 传动链的结构	156
9.2.1 滚子链及链轮的结构	156
9.2.2 齿形链结构	159
9.3 链传动工作情况分析	159

9.3.1 链传动的运动分析	159	11.2.2 蜗杆传动变位的特点 ...	219
9.3.2 链传动的动载荷	161	11.2.3 普通蜗杆传动的几何尺寸计算	220
9.3.3 链传动的受力分析	161	11.3 普通圆柱蜗杆传动的承载能力计算	222
9.4 滚子链传动设计计算	162	11.4 普通圆柱蜗杆传动的效率、润滑及热平衡计算	227
9.4.1 套筒滚子链传动的设计约束分析	162	11.4.1 蜗杆传动的效率	227
9.4.2 套筒滚子链传动主要参数的选择和设计步骤	164	11.4.2 蜗杆传动的润滑	229
9.5 链传动的布置、张紧和润滑	167	11.4.3 蜗杆传动的热平衡计算	229
9.5.1 链传动的布置	167	习题	233
9.5.2 链传动的张紧	168	第四篇 轴系零部件	235
9.5.3 链传动的润滑	169	第12章 滑动轴承	236
习题	170	12.1 概述	237
第10章 齿轮传动	172	12.2 滑动轴承的主要类型与结构形式	238
10.1 概述	173	12.2.1 径向滑动轴承的结构 ...	238
10.2 齿轮传动的失效形式和计算准则	174	12.2.2 止推滑动轴承的结构 ...	241
10.3 齿轮的材料及热处理	177	12.3 滑动轴承的失效形式和轴承材料	241
10.4 齿轮传动的计算载荷	180	12.3.1 滑动轴承的失效形式 ...	241
10.5 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	184	12.3.2 轴承材料	242
10.6 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	189	12.4 轴瓦结构	246
10.7 齿轮传动的设计参数、许用应力和精度选择	192	12.5 滑动轴承润滑剂与润滑方法 ...	250
10.7.1 设计参数的选择	192	12.6 非液体润滑滑动轴承的设计计算	251
10.7.2 齿轮传动的许用应力 ...	193	12.7 流体动压润滑基本理论	253
10.7.3 齿轮精度的选择	198	12.7.1 牛顿黏性定律	253
10.8 直齿圆锥齿轮传动的强度计算	204	12.7.2 黏度	253
10.9 齿轮传动的润滑	207	12.7.3 流体动压润滑的基本微分方程	255
10.10 圆弧齿圆柱齿轮传动简介	208	12.7.4 雷诺方程	256
习题	209	12.7.5 动压润滑油膜的承载机理	257
第11章 蜗杆传动	212	12.8 液体动压润滑径向滑动轴承设计计算	258
11.1 蜗杆传动的类型	213	12.8.1 径向滑动轴承动压润滑油膜的形成过程	258
11.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸计算	216		
11.2.1 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及其选择	216		



12.8.2 径向滑动轴承的主要几何关系	258	14.3.3 离合器的选择	324
12.8.3 径向滑动轴承承载能力计算	259	习题	326
12.9 其他形式滑动轴承简介	267	第 15 章 轴	327
习题	271	15.1 概述	328
第 13 章 滚动轴承	272	15.1.1 轴的分类	328
13.1 概述	273	15.1.2 轴设计的主要内容	330
13.2 滚动轴承的主要类型、特点、应用及代号	274	15.1.3 轴的材料	331
13.2.1 滚动轴承的主要类型、特点、应用	274	15.2 轴的结构设计	332
13.2.2 滚动轴承类型的选择	277	15.2.1 拟定轴上零件的装配方案	332
13.2.3 滚动轴承的代号	279	15.2.2 轴上零件的定位	334
13.3 滚动轴承的工作情况分析、失效形式及计算准则	281	15.2.3 各轴段直径和长度的确定	335
13.3.1 滚动轴承的工作情况分析	281	15.2.4 提高轴强度的措施	336
13.3.2 滚动轴承的失效形式及计算准则	282	15.2.5 轴的结构工艺性	338
13.4 滚动轴承的寿命计算	283	15.3 轴的强度计算	338
13.5 滚动轴承的静载荷计算	290	15.3.1 按扭转强度条件计算	339
13.6 滚动轴承的极限转速	292	15.3.2 按弯扭合成强度条件计算	339
13.7 滚动轴承的组合设计	293	15.3.3 按疲劳强度条件进行精确校核	342
习题	306	15.3.4 按静强度条件进行校核	343
第 14 章 联轴器和离合器	308	15.4 轴的刚度计算	343
14.1 概述	309	15.4.1 轴的弯曲刚度校核计算	344
14.2 联轴器	310	15.4.2 轴的扭转刚度校核计算	344
14.2.1 联轴器的分类	310	习题	352
14.2.2 刚性联轴器	311	第 15 章 附录	354
14.2.3 无弹性元件挠性联轴器	312	第五篇 其他	361
14.2.4 有弹性元件挠性联轴器	314	第 16 章 弹簧	362
14.2.5 安全联轴器	316	16.1 概述	363
14.2.6 联轴器的选用计算	316	16.2 弹簧材料及制造	364
14.3 离合器	318	16.3 圆柱螺旋压缩及拉伸弹簧的设计计算	366
14.3.1 离合器的类型	318	16.3.1 圆柱螺旋弹簧的参数和几何计算	366
14.3.2 常用离合器简介	319		

16.3.2	圆柱螺旋弹簧的结构	368	16.4.3	圆柱螺旋扭转弹簧的 设计	376
16.3.3	圆柱螺旋弹簧的特性 曲线	369	习题		377
16.3.4	圆柱螺旋弹簧的强度和 刚度	370	第 17 章 机械零件结构设计		378
16.3.5	圆柱螺旋压缩弹簧的 稳定性	372	17.1	V 带轮的结构设计	379
16.3.6	圆柱螺旋弹簧的设计 计算	373	17.2	链轮的结构设计	381
16.4	圆柱螺旋扭转弹簧的设计 计算	375	17.3	齿轮的结构设计	384
16.4.1	圆柱螺旋扭转弹簧的 结构及特性曲线	375	17.4	圆柱蜗杆和蜗轮的结构设计	386
16.4.2	圆柱螺旋扭转弹簧 受载时的应力及变形	376	17.4.1	蜗杆的结构	386
			17.4.2	蜗轮的结构	386
			17.5	机架的结构设计	387
			习题		392
			参考文献		393

第一篇

总 论

本篇概括地论述与本课程普遍有关的内容，包括绪论、机械设计概述、机械零件的强度和摩擦、磨损及润滑概述。这些都是机械设计的一些共性问题，其后各章内容的阐述，都与本篇的内容紧密相关。

第1章

绪论



本章学习目标

- ★ 了解本课程的研究对象、性质、内容、任务和地位；
- ★ 了解机械设计人员应具有素养。



本章教学要点

知识要点	能力要求	相关知识
本课程的研究对象、性质、内容与任务	了解本课程的研究对象、性质、内容与任务	通用零部件的设计；与工程实际联系紧密的专业基础课程；课程内容包括总论、机械连接、机械传动、轴系零部件、弹簧等五大部分
机械设计人员应具有素养	了解机械设计人员应有的素养	责任感强，工作态度严谨，丰富的知识与经验，创新精神



导入案例

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,发明了各种各样的机械,如汽车、火车、轮船、宇宙飞船、机床、缝纫机、洗衣机、电动机、机器人等。

机械行业虽然是一个比较古老的行业,但是它永远不会过时。世界上再先进、再尖端的行业都离不开机械做依托。从太空翱翔的宇宙飞船(图 1.1)到水中航行的航空母舰(图 1.2),从庞大的万吨油轮(图 1.3)到可以在人体血管中爬行的纳米级微型医疗器械(图 1.4),都是机械制造行业科技进步发展的产物。

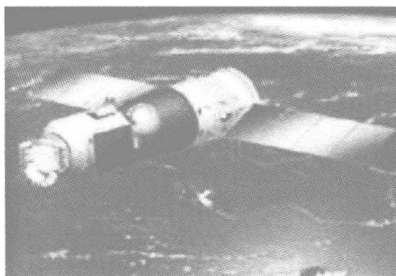


图 1.1 “神舟号”宇宙飞船

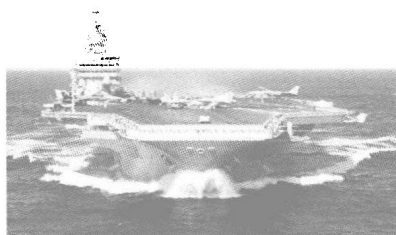


图 1.2 “亚伯拉罕·林肯”号航空母舰



图 1.3 “远大湖”号 30 万吨油轮



图 1.4 微型纳米医学机器人

机械的发展程度是衡量一个国家的工业水平、科技水平和综合国力的重要标志之一。在现代化建设中,对机械的自动化、智能化程度要求越来越高。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 and 作用将显得更加重要。

1.1 机械设计课程的研究对象

1. 基本概念

1) 机械零件

组成机器的不可拆分的制造单元称为机械零件,简称零件。如螺钉、螺母、齿轮、



轴、弹簧等都是零件。

2) 部件

为完成同一使命而协同工作的多个零件所组成的独立设计、独立装配的组合物称为部件。如滚动轴承、联轴器、离合器、减速器等都是部件。

3) 通用零部件

在各种各样的机器中普遍使用的零部件称为通用零部件。如螺钉、螺母、齿轮、键、滚动轴承等都属于通用零部件。

4) 专用零部件

只在某一类型的机器中才使用的零部件称为专用零部件。如汽轮机中的叶片，纺织机中的织梭、纺锭，内燃机中的曲轴、活塞等都属于专用零部件。

2. 机械设计课程的研究对象

机械设计专门研究普通条件下一般尺寸的通用零部件的设计理论与设计方法。在高速、高压、高温、低温条件下工作的通用零部件，以及巨型、微型的零部件除外，这些零部件和其他专用零件将在专业课中研究。

1.2 本课程的性质、内容与任务

1. 课程性质

机械设计是机械工程类专业学生必修的设计性课程，是介于基础课和专业课之间的一门专业技术基础课。本课程比较集中地体现了理论与实践经验的综合，对培养学生创新意识和设计能力有着至关重要的作用，同时也是学生学习后续专业课程和将来从事机器设计的基础。

2. 课程内容

本课程主要研究一般通用零部件设计的基本概念、基本理论、基本方法和设计计算，以及与此相关的标准、规范、手册、图表等技术资料的运用。具体内容包括以下几方面。

- (1) 总论：机械设计概述，机械零件的强度，摩擦、磨损和润滑概述。
- (2) 机械连接：螺纹连接，键、花键、无键和销连接，铆接、焊接、胶接和过盈连接。
- (3) 机械传动：带传动，链传动，齿轮传动，蜗杆传动。
- (4) 轴系零部件：滑动轴承，滚动轴承，联轴器和离合器，轴。
- (5) 其他：弹簧，机械零件结构设计。

3. 课程任务

本课程的主要任务是以下几点。

- (1) 培养学生树立正确的设计思想，了解和贯彻执行国家的技术经济政策。
- (2) 使学生掌握机械设计的基本要求、基本知识、基本理论和基本技能，掌握一般通用零部件的工作原理、结构特点、材料选用、设计计算，具有初步设计常用机械传动装置和简单机械的能力。

- (3) 培养学生运用标准、规范、手册、图册及其他技术资料的能力。
- (4) 具有正确使用、维护一般机械, 分析、处理常见机械故障的能力。
- (5) 了解机械设计的新发展以及现代机械设计的方法。

本课程需要综合应用许多先修课程的知识, 如机械制图、材料力学、金属工艺学、公差与技术测量等。课程涉及的知识面较广且偏重于应用, 学习本课程时应注重理论与实际相联系, 重视基本概念的理解和基本技能的训练, 注意学习分析问题、解决问题的方法, 力求达到运用本课程所学的基本知识解决一般机械及其通用零部件的设计问题的目的。

1.3 机械设计课程的地位和作用

1. 课程的地位和作用

机械工业担负着为国民经济各部门提供各种性能先进、使用安全、造型美观、价格低廉的技术装备的任务。在国家现代化的进程中, 机械工业起着主导和决定性的作用。目前国内外机械产品的市场竞争十分激烈, 社会对现代机器的要求日益苛刻, 这就需要进行创新设计, 不断开发有竞争力的新产品。这一切都对机械工业和机械设计工作者提出了更新、更高的要求。

无论创新设计还是改进性设计, 都是机械产品能否达到预期的技术指标和经济指标的关键。只有提高设计的总体水平, 才能促使我国的机械工业焕发生机, 加速我国的社会主义现代化建设。因此机械设计在国民经济建设中的地位至关重要。

2. 机械设计人员应具有素养

一个优秀设计人员, 不仅要充分掌握机械设计的原理、计算准则、设计方法与步骤, 还必须具备正确的设计思想, 科学的思维方法, 以及分析、综合、判断各种信息的能力。

机械设计是一门理论与实际密切关联的活动, 为了能很好地适应这一工作, 机械设计人员必须具备如下的素养。

(1) 高度的责任感和严谨的工作作风。设计是将各种各样的工作活动结合成一体的系统过程, 要求设计者具有高度的责任心和团结协作精神。同时还要求设计者有牢固的法制观念, 遵守国家颁布的各种设计法规。一项失败的设计甚至一个微小的疏忽都有可能造成灾难性的后果。如2007年8月20日, 中国台湾中华航空公司的一架波音737-800飞机在日本那霸机场降落时发生爆炸起火, 如图1.5所示。起火是由一颗连接螺栓松脱后, 刺破油箱, 使得燃油大量外漏而引起。



(a) 爆炸起火的飞机



(b) 大火扑灭后的飞机

图 1.5 飞机失事



因此设计人员必须具备高度的责任心, 严肃认真的工作态度, 对其所承担的设计工作做到原理正确, 方案先进可行, 产品制造、安装、使用、维修方便、可靠。

(2) 坚实的理论基础和渊博的专业知识。机械设计涉及数学、力学、摩擦学、制造工艺学、工程图学、系统工程学、计算机辅助设计、优化设计、可靠性设计、工业美学、设计方法学等多方面的学科, 因此机械设计人员必须具有扎实的理论和渊博的专业知识, 才能正确处理机械设计中的各种问题以及进行创造性的设计工作。

(3) 丰富的实践经验。生产实践知识是对设计质量的有利保证, 设计者要具有丰富的工作和社会实践经验。这对设计人员来说是一个终身不断积累和学习的过程。

(4) 创新思维能力。机械设计过程是创造性思维的过程, 这种过程可能表现为全部创新, 也可能是对某一局部进行改造或创新。设计者要不断进行创造性思维能力的锻炼, 提高捕捉新动态(科技动态、产品动态、市场动态等)的能力。

(5) 虚心和不断进取的精神。设计者要不断积累信息、扩宽知识、勤于归纳、善于分析, 从中预测未来的发展趋向。学无止境, 设计人员一定要养成善于学习、积累资料的习惯; 更应对所学知识善于运用归纳、推理、分析与综合的方法, 从中预测未来, 不断开拓新的产品, 开创新的局面。

习 题

1. 本课程的性质和任务是什么?
2. 什么是通用零部件? 什么是专用零部件? 试在自行车中分别找出 3 个通用零部件和 3 个专用零部件。

第 2 章

机械设计概述



本章学习目标

- ★ 掌握机器的组成；
- ★ 掌握机器设计的基本要求和一般程序；
- ★ 掌握机械零件常用材料及选用原则；
- ★ 掌握机械零件的主要失效形式、计算准则和设计方法。



本章教学要点

知识要点	能力要求	相关知识
机器的基本知识	掌握机器的组成、机器设计的基本要求和一般程序	功能要求、运动要求、动力性能要求及可靠性、经济性、工艺性等要求
机械零件材料及选用原则	掌握机械零件常用材料及选用原则	各种类型材料的特点、适用场合以及机械零件材料的选用原则
机械零件的失效形式及计算准则	掌握机械零件的失效形式与计算准则	各种类型的失效形式、特点、产生的原因及相应的计算准则
机械设计方法	掌握机械零件的常规设计方法、了解现代设计方法	设计方法的适用场合



导入案例

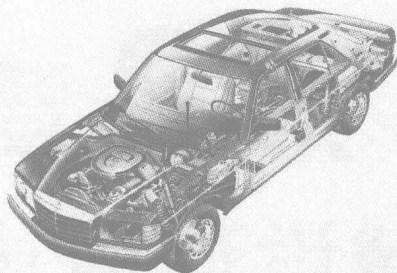


图 2.1 奔驰 560SEL

现代机械由于功能要求越来越多，结构也越来越复杂，如图 2.1 所示为结构复杂的奔驰 560SEL，机械设计的要求也越来越高。

机械设计是生产机械产品的第一道工序，其设计质量的优劣，直接影响产品的质量和经济效益。设计失误给产品带来的缺陷是先天性的，事后难以弥补。统计表明，机械产品的质量事故约有 50% 是设计不当引起的，而产品成本的 60%~70% 由设计阶段决定的。

2.1 机器的组成

机器的种类繁多，其构造、性能和用途等各不相同，但从功能的角度来看，机器主要由动力系统、传动系统和执行系统 3 个部分组成，除此之外，复杂的机器还有控制系统和辅助系统，如图 2.2 所示。

1. 动力系统

动力系统是机器的动力来源，也叫原动机，有人力、畜力、水轮机、风力机、蒸汽机、内燃机、电动机等各种不同的类型，常用的原动机有电动机、内燃机、液压马达等。

2. 传动系统

传动系统是将动力系统的运动和动力传给执行系统的中间环节，它可以转换原动机的运动形式、速度、转矩等，以满足执行系统的不同要求。

3. 执行系统

执行系统是完成机器预定功能的部分，也称工作部分，如压路机的压辊、机器人的手臂、机床的刀架、起重机的卷筒等。

4. 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、离合、制动、调速、换向等；辅助系统有润滑、冷却、照明、监测、计数、消声、防振等，用于改善工作条件，延长使用寿命或实现机器更为复杂的功能要求或更高的精度要求。

机器的传动部分大多数使用机械传动系统，有时也采用液压或电力传动。机械系统是绝大多数机器必不可少的重要组成部分。

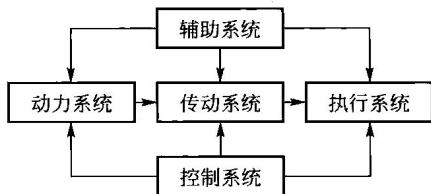


图 2.2 机器的组成

2.2 机器设计的基本要求

尽管机器的类型很多,但其设计的基本要求都大体相同,主要有以下几个方面。

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功能的要求。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。

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,以满足工作平稳性、启动性、制动性能等要求。动力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,要正确设计机械零件,应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。

2. 工作安全可靠的要求

机械的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。安全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、加工工艺的制定等方面加以保证。

机器的可靠度越高越好,但可靠度越高机器的成本就越高。一般来讲,与人的生命、国家的财产息息相关的机器可靠度设计要高一些,如飞机,宇宙飞船等;而一般的机械产品,可靠度设计可相对低一些。

3. 市场需要和经济性的要求

经济性要求是指在满足机械的功能与性能要求的前提下,所设计的机器应最大限度地减小成本、降低能源消耗、提高工作效率、降低管理维护费用。经济性要求是产品推向市场的一个重要性能指标,应贯穿于机器设计的全过程。

产品设计中,自始至终都应把产品设计、制造与销售3方面作为一个整体考虑。只有设计与市场信息密切配合,在市场、设计与生产中寻求最佳关系,才能以最快的速度收回投资,获得满意的经济效益。

4. 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,即在满足使用要求的前提下,达到设计周期短、加工制造容易、成本低、装拆与维护方便等。设计机械零件时,应从以下几个方面考虑零件的结构工艺性。

(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;生产批量小的可选用型材或焊接件,生产批量大的可选用铸件。

(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) 规定适当的零件精度。零件的精度越高,机械的性能就越好。但零件的精度过