

新世纪本科生系列教材

机械设计课程设计

任金泉 主编

任金泉 文永红 贾焕如 编著



西安交通大学出版社

新世纪本科生系列教材

机械设计课程设计

任金泉 主编

任金泉 文永红 贾焕如 编著

西安交通大学出版社

内容简介

本书是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编写的。

内容主要包括:机械设计课程设计指导、机械设计课程设计参考图例及机械设计常用设计资料。其中,在机械设计课程设计指导部分的有关章节中编入了设计计算实例,以便学生更好地掌握教学内容。书中作为附录只是有选择性地编入了部分机械设计课程设计参考图例和常用设计资料,其目的是既能方便于教学,又能鼓励学生在课程设计过程中尽可能使用机械设计课程设计图册及机械设计手册,全面熟悉和掌握机械设计标准和规范。

本书可作为高等院校机械类、近机械类专业机械设计课程设计的基本教材,也可作为职业大学、业余大学、电视大学及函授大学相关专业的教材或教学参考书,同时可供机械类学生进行毕业设计及有关工程技术人员进行工程设计时参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/任金泉编著. —西安:西安交通大学出版社,2002.12

ISBN 7-5605-1593-2

I. 机… II. 任… III. 机械设计-课程设计-高等学校 IV. TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 084811 号

*

西安交通大学出版社出版发行

(西安市兴庆南路 25 号 邮政编码:710049 电话:(029)2668315)

陕西省轻工印刷厂印装

各地新华书店经销

*

开本:727 mm×960 mm 1/16 印张:17 字数:312 千字

2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷

印数:0 001~4 000 定价:22.00 元

发行科电话:(029)2668357,2667874

前 言

《机械设计》是培养学生具有机械设计能力的一门主要的技术基础课,而《机械设计课程设计》则是继机械设计课程学习后设置的一个理论联系实际的重要实践性教学环节,是使学生在理论学习和生产实践基础上迈向工程设计的一个转折点。本书是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编写的。

本书集机械设计课程设计指导、设计计算实例、机械设计课程设计参考图例及机械设计常用设计资料为一体,编写中力求精选内容,做到便于教学和工程设计,突出工程应用。其中,机械设计课程设计教学指导部分的内容是在总结我校和吸取外校多年来教学经验的基础上,注重学生以工程能力为基础的综合能力的培养,注重学生设计思想、设计方法和创造性思维能力的培养,按设计计算步骤编排的。在有关章节中编入了设计计算实例,以便学生更好地掌握教学内容。书中作为附录只是有选择性地编入了部分机械设计课程设计参考图例和常用设计资料,其目的是既能方便于教学,又能鼓励学生在课程设计过程中尽可能使用机械设计课程设计图册及机械设计手册,全面熟悉和掌握机械设计标准和规范。所编入的有关常用设计资料均为现用机械设计国家标准或专业标准,及时提供新的国家标准信息,并给出了必要的新、旧标准对照和代换,以适应当前机械设计工作的需要。

本书可作为高等院校机械类、近机械类专业机械设计课程设计的基本教材,也可作为职业大学、业余大学、电视大学及函授大学相应专业的教材或教学参考书,同时可供机械类学生进行毕业设计及有关工程技术人员进行工程设计时参考。

本书由西安交通大学任金泉担任主编。第1,2,3,4,5,6章由任金泉编写;第7,8,9章由文永红编写;第10,11章由贾焕如编写。本书在编写过程中,得到西安交通大学机械原理及机械设计教研室同志们的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平有限,书中错误或不妥之处在所难免,敬请读者指正。

编 者

2002年12月

基本符号表

为了读者查阅的方便,本书中用到的一些基本符号集中于下表列出:

a	——传动中心距,mm
b, B	——宽度,mm
d, D	——直径,mm
F	——力,N
h, H	——高度,mm
i	——传动比
l, L	——长度,mm
m	——模数,mm
M	——弯矩, N·m 或 N·mm
n	——转速, r/min
P	——功率,kW
S	——安全系数
t	——温度,℃
T	——转矩, N·m 或 N·mm
v	——速度, m/s
z	——齿数
η	——效率
σ	——正应力, MPa
τ	——剪应力, MPa

目 录

前言

第1章 绪论

- 1.1 机械设计课程设计的目的 (1)
- 1.2 机械设计课程设计的内容和任务 (1)
- 1.3 机械设计课程设计的一般方法和步骤 (2)
- 1.4 机械设计课程设计的注意事项 (4)
- 1.5 机械设计课程设计题目(设计任务书) (4)

第2章 传动系统的方案设计

- 2.1 传动系统的方案设计..... (14)
- 2.2 传动系统方案应满足的要求..... (14)

第3章 传动系统的总体设计

- 3.1 电动机的选择..... (18)
 - 3.1.1 电动机容量的选择..... (18)
 - 3.1.2 电动机转速的选择..... (20)
- 3.2 传动比的分配..... (25)
- 3.3 传动系统的运动和动力参数计算..... (26)
- 3.4 设计计算实例..... (28)

第4章 减速器传动零件的设计计算

- 4.1 传动零件的设计计算..... (33)
- 4.2 减速器齿轮传动的设计计算..... (33)
- 4.3 减速器蜗杆传动的设计计算..... (35)
- 4.4 设计计算实例..... (40)

第5章 减速器轴及轴承装置的设计

- 5.1 轴的设计..... (54)
 - 5.1.1 绘制轴的布置简图和初定跨距..... (54)
 - 5.1.2 轴的材料..... (56)
 - 5.1.3 轴的受力分析..... (57)

5.1.4 轴的初步计算·····	(57)
5.1.5 轴的结构设计·····	(59)
5.1.6 轴的精确强度计算·····	(60)
5.2 滚动轴承的选择和轴承组合设计·····	(60)
5.2.1 滚动轴承的选择·····	(60)
5.2.2 滚动轴承组合设计·····	(61)
5.3 键联接和联轴器的选择·····	(61)
5.3.1 键联接的选择·····	(61)
5.3.2 联轴器的选择·····	(62)
5.4 设计计算实例·····	(62)

第6章 减速器箱体及附件的设计

6.1 减速器的基本结构·····	(77)
6.2 减速器箱体及其结构尺寸·····	(79)
6.3 减速器附件及其结构尺寸·····	(88)
6.4 减速器装配草图的绘制·····	(99)

第7章 减速器装配图的设计

7.1 减速器装配图·····	(102)
7.2 视图的绘制·····	(105)
7.3 尺寸的标注·····	(105)
7.4 零件序号、标题栏和明细表·····	(106)
7.5 减速器技术特性和技术要求·····	(107)

第8章 减速器零件工作图的设计

8.1 零件工作图·····	(111)
8.2 减速器零件工作图的设计·····	(113)
8.2.1 轴类零件工作图的设计要求·····	(113)
8.2.2 齿轮类零件工作图的设计要求·····	(116)

第9章 设计计算说明书的编写

9.1 设计计算说明书的内容·····	(127)
9.2 设计计算说明书的编写要求·····	(128)
9.3 设计计算说明书的书写格式示例·····	(128)

第10章 机械设计课程设计的答辩

10.1 机械设计课程设计的答辩·····	(134)
10.2 机械设计课程设计答辩题选·····	(134)

第11章 CAD 在机械设计中的应用

11.1 CAD 系统概述 ·····	(140)
11.1.1 CAD 技术的产生和发展 ·····	(140)
11.1.2 CAD 与传统设计的比较 ·····	(141)
11.1.3 CAD 系统的构成 ·····	(141)
11.1.4 CAD 系统的硬件组成 ·····	(143)
11.1.5 CAD 系统的软件组成 ·····	(144)
11.1.6 CAD 系统的应用 ·····	(148)
11.2 Auto CAD 简介 ·····	(148)
11.2.1 Auto CAD 的基本功能 ·····	(148)
11.2.2 Auto CAD 绘图系统的主界面 ·····	(149)
11.2.3 Auto CAD 绘图系统的命令输入方式 ·····	(151)
11.2.4 Auto CAD 绘图系统中的坐标输入方式 ·····	(153)
11.2.5 Auto CAD 绘图系统中选取图素的方式 ·····	(153)
11.3 Auto CAD 在机械设计中的应用 ·····	(154)

附录 A 减速器参考图例

A.1 单级圆柱齿轮减速器 ·····	(159)
A.2 双级圆柱齿轮减速器(之一) ·····	(161)
A.3 双级圆柱齿轮减速器(之二) ·····	(163)
A.4 双级圆柱齿轮减速器(之三) ·····	(165)
A.5 圆锥-圆柱齿轮减速器(之一) ·····	(167)
A.6 圆锥-圆柱齿轮减速器(之二) ·····	(169)
A.7 蜗杆减速器(之一) ·····	(171)
A.8 蜗杆减速器(之二) ·····	(173)
A.9 蜗杆减速器(之三) ·····	(175)
A.10 齿轮-蜗杆减速器 ·····	(177)
A.11 蜗杆-齿轮减速器(之一) ·····	(179)
A.12 蜗杆-齿轮减速器(之二) ·····	(181)

附录 B	渐开线圆柱齿轮精度(GB10095—88)	(183)
附录 C	锥齿轮精度(GB/T11365—89)	(196)
附录 D	圆柱蜗杆、蜗轮精度(GB10089—88)	(204)
附录 E	滚动轴承(GB/T276—94~GB/T301—95)	(210)
附录 F	联轴器(GB/T4323—84,GB/T5014—85)	(244)
附录 G	普通平键(GB1096—79,GB1095—79)	
	圆柱销(GB119—86)和圆锥销(GB117—86)	(258)
参考文献		(261)

1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计课程设计是为高等院校机械类和近机类专业本、专科学生在学完机械设计课程后所设置的一个重要实践性教学环节,是学生第一次较全面的机械设计训练。机械设计课程设计的目的是:

(1) 培养和提高综合运用所学机械设计课程及其他先修课程的基本理论和基础知识、结合生产实际去分析和解决工程实际问题的能力。

(2) 学习机械设计的一般程序,熟悉和掌握通用机械零件、机械传动系统或简单机械的设计方法和步骤,培养创造性思维能力和增强独立、全面、科学的工程设计能力。

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

1.2 机械设计课程设计的内容和任务

为了保证达到预期目的,机械设计课程设计通常选择一般用途的机械传动系统或简单机械作为设计题目。本章 1.5 节提供了 7 套以通用机械中齿轮减速器或蜗杆减速器为主体的机械传动系统设计题目,供课程设计选用。此类设计涵盖知识面广、综合性强,同时最具典型性,对其他传动系统或简单机械的设计有一定的指导意义。

机械设计课程设计的内容包括:

(1) 传动系统的方案设计和总体设计;

(2) 传动系统中减速器的设计;

(3) 设计计算说明书的编写。

机械设计课程设计要求学生独立完成以下具体工作任务:

(1) 绘制减速器装配图 1 张;

(2) 绘制减速器零件工作图 2 张(减速器低速轴和低速轴上齿轮或蜗轮零件工作图);

(3) 编写设计计算说明书 1 份。

1.3 机械设计课程设计的一般方法和步骤

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、资料和用具,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、部件和零件的设计计算,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,教师只对设计的原则问题负责指导。

机械设计课程设计的大致步骤为:

(1) 传动系统的方案设计;

(2) 传动系统的总体设计;

(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。

机械设计课程设计可依照表 1-1 分阶段按计划进行。

表 1-1 机械设计课程设计工作计划表

阶段	工作内容	具体工作任务	约占总工作量比例	备 注
I	设计准备	1. 阅读和研究设计任务书,明确设计内容和要求; 2. 分析设计题目,了解原始数据和工作条件。	10%	安排参观减速器实物、模型,观看减速器教学挂图、教学录像片等,熟悉和进一步了解设计对象,以提高创新和结构设计能力。
	传动系统的方案设计	分析和拟定传动系统方案。		
	传动系统的总体设计	1. 选择电动机; 2. 计算传动系统总传动比和分配各级传动比; 3. 计算传动系统运动和动力参数。		
II	减速器传动零件的设计	设计计算齿轮传动或蜗杆传动,确定其主要参数和结构尺寸。	20%	
	减速器轴及轴承装置的设计	1. 设计减速器轴; 2. 选择滚动轴承和进行轴承组合设计; 3. 选择键联接和联轴器。		
III	减速器箱体及附件的设计	1. 设计减速器箱体及附件; 2. 绘制减速器装配草图。	45%	
	减速器装配图的绘制	绘制减速器装配图。		
IV	减速器零件工作图的绘制	1. 绘制齿轮(或蜗轮)零件工作图; 2. 绘制轴零件工作图。	25%	
	设计计算说明书的编写	编写设计计算说明书。		

1.4 机械设计课程设计的注意事项

在进行机械设计课程设计时应注意以下事项:

(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,在确定零件尺寸时应综合考虑强度、刚度、结构、工艺性等方面的要求,特别要注意:①由几何条件导出的公式,其参数间为严格的等式关系,计算得到的尺寸一般不能随意圆整或变动;②由强度、刚度、耐磨性等条件导出的公式,其参数间常为不等式关系,计算得到的是零件必须满足的最小尺寸,不一定就是最终所采用的结构尺寸;③经验公式常用于确定那些外形复杂、强度情况不明等零件的尺寸,这些尺寸关系是近似的,一般应圆整;④还有一些次要尺寸,可以考虑加工、使用等条件,参照类似结构加以确定。

(4) 正确运用设计标准和规范,以利于零件的互换性和加工工艺性,同时可节省设计时间。标准和规范是为了便于设计、制造和使用而制定的,当遇到与设计要求有矛盾时,也可突破标准和规范的规定而自行设计。

(5) 保证机械设计课程设计图纸和设计计算说明书的质量。要求设计图纸图面整洁,制图符合标准,设计计算说明书书写工整、条理清晰。

1.5 机械设计课程设计题目(设计任务书)

机械设计课程设计题目的选择应考虑使设计尽可能涵盖机械设计课程所学过的基本内容和能够涉及机械设计的众多其他问题,同时还应考虑使设计具有一定的创新余地,既要有一定的综合性,又要有适当的难度。机械设计课程设计题目可以由课程设计指导教师根据教学要求给出,也可以在保证教学基本要求不变的前提条件下由学生自选题目。总

之,所选题目应使其有利于激发学生的创新意识和全面增强学生的工程设计能力。

以下所列部分机械设计课程设计题目,可供选用。

1. 带式输送机传动系统设计(一)

(1) 设计任务

设计带式输送机传动系统。要求传动系统中含有单级圆柱齿轮减速器及开式圆柱齿轮传动。

(2) 传动系统参考方案(见图 1-1)

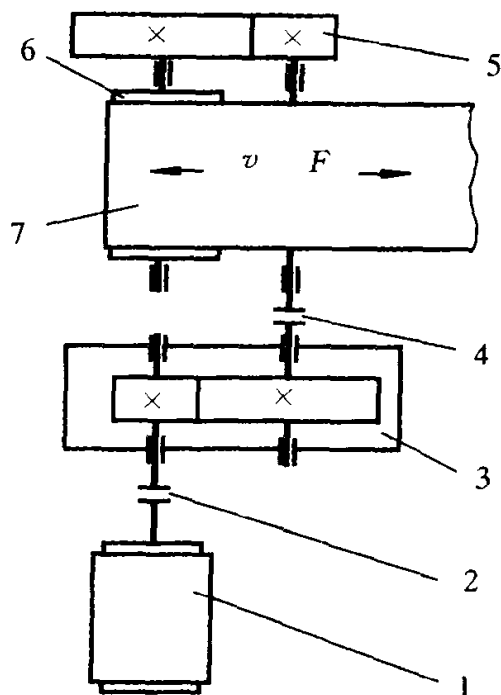


图 1-1 带式输送机传动系统简图(一)

- 1——电动机;2——联轴器;3——单级圆柱齿轮减速器;
4——联轴器;5——开式圆柱齿轮传动;
6——滚筒;7——输送带

带式输送机由电动机驱动。电动机 1 通过联轴器 2 将动力传入单级圆柱齿轮减速器 3,再通过联轴器 4,经开式圆柱齿轮传动 5,将动力传至输送机滚筒 6,带动输送带 7 工作。

(3) 原始数据(见表 1-2)

输送带有效拉力 $F =$ N
输送带工作速度 $v =$ m/s (允许误差 $\pm 5\%$)
输送机滚筒直径 $d =$ mm

减速器设计寿命为 5 年。

(4) 工作条件

两班制, 常温下连续工作; 空载起动, 工作载荷平稳; 电压为 380/220 V 的三相交流电源。

表 1-2 设计的原始数据

分题号	1	2	3	4	5	6	7
$F(\text{N})$	6 500	7 000	7 200	7 500	7 800	8 000	8 500
$v(\text{m/s})$	0.8	1.2	1.0	0.7	1.0	0.9	1.2
$d(\text{mm})$	335	355	400	300	300	355	375

2. 带式输送机传动系数设计(二)

(1) 设计任务

设计带式输送机传动系统。要求传动系统中含有单级圆锥齿轮减速器及开式圆柱齿轮传动。

(2) 传动系统参考方案(见图 1-2)

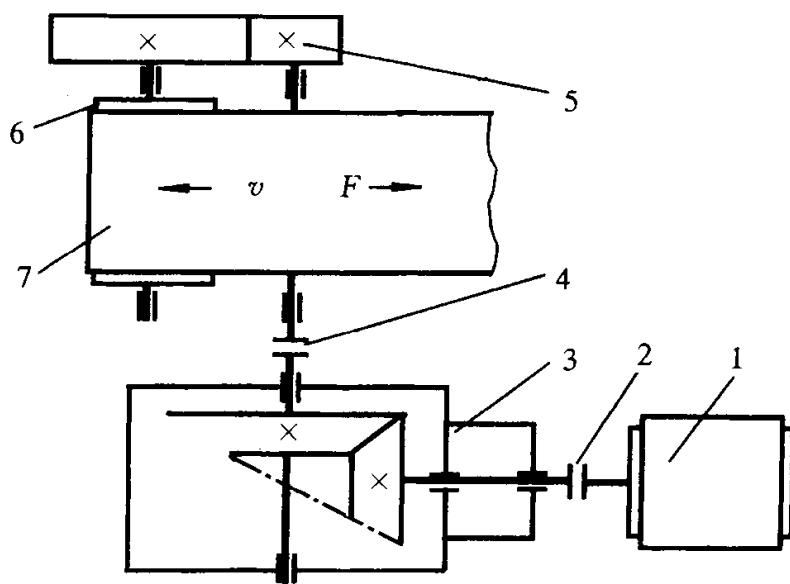


图 1-2 带式输送机传动系统简图(二)

- 1——电动机; 2——联轴器; 3——单级圆锥齿轮减速器;
4——联轴器; 5——开式圆柱齿轮传动;
6——滚筒; 7——输送带

带式输送机由电动机驱动。电动机 1 通过联轴器 2 将动力传入单级

圆锥齿轮减速器 3, 再通过联轴器 4, 经开式圆柱齿轮传动 5, 将动力传至输送机滚筒 6, 带动输送带 7 工作。

(3) 原始数据(见表 1-3)

输送带有效拉力 $F =$ N

输送带工作速度 $v =$ m/s (允许误差 $\pm 5\%$)

输送机滚筒直径 $d =$ mm

减速器设计寿命为 5 年。

(4) 工作条件

两班制, 常温下连续工作; 空载起动, 工作载荷平稳; 电压为 380/220 V 的三相交流电源。

表 1-3 设计的原始数据

分题号	1	2	3	4	5	6	7
$F(\text{N})$	4 000	5 000	6 000	4 000	3 000	3 500	5 000
$v(\text{m/s})$	1.0	0.9	0.8	0.9	1.0	0.8	1.85
$d(\text{mm})$	400	375	400	375	355	375	400

3. 带式输送机传动系统设计(三)

(1) 设计任务

设计带式输送机传动系统。要求传动系统中含有两级圆柱齿轮减速器。

(2) 传动系统参考方案(见图 1-3)

带式输送机由电动机驱动。电动机 1 通过联轴器 2 将动力传入两级圆柱齿轮减速器 3, 再通过联轴器 4, 将动力传至输送机滚筒 5, 带动输送带 6 工作。

(3) 原始数据(见表 1-4)

输送带有效拉力 $F =$ N

输送带工作速度 $v =$ m/s (允许误差 $\pm 5\%$)

输送机滚筒直径 $d =$ mm

减速器设计寿命为 5 年。

(4) 工作条件

两班制, 常温下连续工作; 空载起动, 工作载荷有轻微振动; 电压为 380/220 V 的三相交流电源。

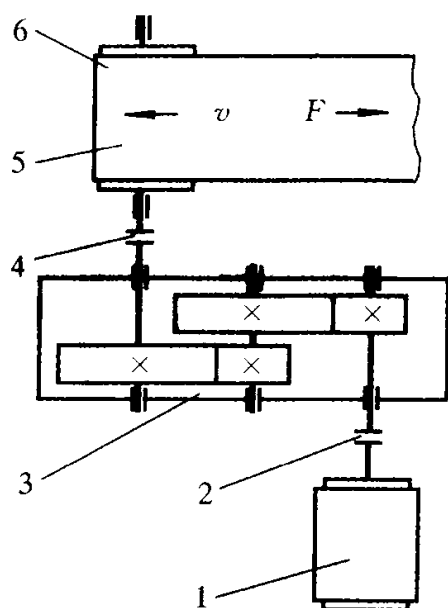


图 1-3 带式输送机传动系统简图(三)

1——电动机;2——联轴器;3——两级圆柱齿轮减速器;
4——联轴器;5——滚筒;6——输送带

表 1-4 设计的原始数据

分题号	1	2	3	4	5	6	7
$F(\text{N})$	4 000	4 500	3 000	4 000	3 000	3 200	4 200
$v(\text{m/s})$	0.8	0.85	1.2	1.0	1.4	1.3	1.0
$d(\text{mm})$	315	355	400	400	355	300	375

4. 带式输送机传动系统设计(四)

(1) 设计任务

设计带式输送机传动系统。要求传动系统中含有两级圆柱齿轮减速器及开式圆柱齿轮传动。

(2) 传动系统参考方案(见图 1-4)

带式输送机由电动机驱动。电动机 1 通过联轴器 2 将动力传入两级圆柱齿轮减速器 3,再通过联轴器 4,经开式圆柱齿轮传动 5,将动力传至输送机滚筒 6,带动输送带 7 工作。

(3) 原始数据(见表 1-5)