

普通高等院校机电工程类规划教材

机械设计基础 课程设计指导书

林怡青 谢宋良 王文涛 编著

清华大学出版社

普通高等院校机电工程类规划教材

机械设计基础 课程设计指导书

林怡青 谢宋良 王文涛 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据高等工科院校机械设计基础课程教学的基本要求,结合教师丰富的教学经验编写而成。本书以培养学生解决工程实际问题的能力为主要目标,除了介绍机械设计的知识外,注重叙述设计方法和对设计过程的把握。

本书分为两篇。第一篇为课程设计指导,以减速器设计为例,介绍了一般机械传动设计内容、方法和步骤。针对多学时、中等学时、少学时3种教学大纲,提供了相应的课程设计任务书和设计原始数据,以及圆柱齿轮传动、圆锥齿轮传动、蜗杆传动3类减速器的装配图和零件图参考图例。第二篇为课程设计常用规范,内容可以基本满足课程设计的需要。

本书可供高等工科院校机械类、近机械类和非机械类专业学生进行机械设计课程设计、机械设计基础课程设计使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计指导书/林怡青,谢宋良,王文涛编著. —北京:清华大学出版社, 2008.11

(普通高等院校机电工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-17563-6

I. 机… II. ①林… ②谢… ③王… III. 机械设计—课程设计—高等学校—教学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第092449号

责任编辑:庄红权 洪 英

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.75

字 数:356千字

版 次:2008年11月第1版

印 次:2008年11月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:026215-01

前 言

减速器设计是传统的课程设计题目,由于它覆盖了机械设计课程的大量知识点,因此一直保持着强大的生命力,不少学校至今仍把减速器设计作为机械设计基础课程设计的内容。本书以减速器设计为知识载体,以培养学生解决工程实际问题的能力为目标进行编写,具有如下特点:

(1) 在介绍机械设计知识的同时,注重叙述设计方法和对设计过程的把握。

(2) 以设计过程为线索展开讨论,引导学生综合考虑结构设计和计算的要求,寻找合理的设计途径。

(3) 针对学生容易犯错或产生疑惑的地方,在设计进程的关键点处做提示,同时又留给指导教师必要的空间。

(4) 采用最新的设计标准,提供符合多学时、中等学时、少学时 3 种教学大纲的课程设计任务书及进度安排,并提供经过验证的设计原始数据。

(5) 提供圆柱齿轮传动、圆锥齿轮传动、蜗杆传动 3 类减速器的设计指导,提供装配图和零件图参考图例,方便学生选用。

本书凝结了教师多年的教学经验,在编写过程中吸取了兄弟院校同行的经验,参考了相关的书籍。甘慧庆、吕文阁、吴和平、路家斌、林秀君、俞爱林、唐文艳等老师提出了宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

编 者

2008 年 3 月

目 录

第一篇 课程设计指导

第 1 章 概述	3
1.1 课程设计的目的	3
1.2 课程设计的一般步骤	3
1.3 课程设计任务书及参考数据	4
1.4 课程设计中应注意的问题	8
1.5 课程设计原始数据	8
第 2 章 机械传动装置的总体设计	10
2.1 传动方案的拟定	10
2.2 传动比及分配	16
2.3 运动参数与动力参数计算	17
第 3 章 传动机构及传动零件基本参数和主要尺寸的设计	18
第 4 章 减速器箱体的结构设计	20
4.1 减速器箱体的外部结构	20
4.2 减速器箱体的内部结构	23
第 5 章 减速器装配草图设计	27
5.1 齿轮与箱体之间相对位置的确定	28
5.2 轴的结构设计	31
5.3 轴、轴承及连接件的校核计算	38
5.4 齿轮的结构设计	38
5.5 滚动轴承组合与润滑设计	40
5.6 箱体结构设计	45
5.7 减速器装配草图设计结果	49
5.8 轴系设计示例	51
第 6 章 减速器装配工作图设计	56
6.1 尺寸标注	56
6.2 减速器技术特性标注	57

6.3	技术要求	57
6.4	零件编号、零件明细表和标题栏	58
6.5	装配工作图检查	58
6.6	减速器装配工作图例	58
第7章	零件工作图设计	64
7.1	轴类零件	64
7.2	齿轮类零件	67
7.3	箱体类零件	68
第8章	设计计算说明书	77
8.1	设计计算说明书的内容	77
8.2	设计计算说明书的要求	77
8.3	课程设计总结	78
第二篇 课程设计常用规范		
第9章	常用工程材料	83
9.1	金属材料	83
9.2	其他材料	88
第10章	常用数据与标准	89
10.1	工程图常用规范	89
10.2	一般零件的倒圆与倒角	99
10.3	轴类零件的结构尺寸	99
10.4	铸造零件的结构要素	101
第11章	常用连接、定位与紧固零件	104
11.1	螺纹结构要素	104
11.2	螺纹紧固件	110
11.3	扳手空间	120
11.4	挡圈	121
11.5	键连接	124
11.6	销连接	129
11.7	联轴器	132
第12章	滚动轴承	138
12.1	有关标准的说明	138

12.2	常用的滚动轴承	138
12.3	滚动轴承的配合	160
12.4	轴承盖及套杯	161
第 13 章	常用传动零件的结构尺寸	163
13.1	皮带传动主要零件	163
13.2	齿轮传动主要零件	166
第 14 章	减速器的润滑与密封	171
14.1	常用润滑油及选择	171
14.2	常用润滑脂的主要性能及用途	172
14.3	油杯	173
14.4	轴承的密封	174
14.5	油面指示器、窥视盖、透气塞、螺塞	183
第 15 章	减速器的起吊装置	186
第 16 章	电动机	188
第 17 章	公差配合与表面粗糙度	192
17.1	公差与配合	192
17.2	形位公差	201
17.3	表面粗糙度	210
第 18 章	齿轮的精度	212
18.1	渐开线圆柱齿轮的精度	212
18.2	直齿圆锥齿轮的精度	220
18.3	圆柱蜗杆和蜗轮的精度	223
参考文献		228

第一篇

课程设计指导

第1章 概述

1.1 课程设计的目的

“机械设计基础”是一门理论与应用联系紧密的学科,具有技术性和实践性强的特点。课程设计是该课程的重要实践性教学环节,课程设计的目的是配合理论教学,通过具体机械的设计,把机械设计基础及其他相关课程的知识在实践中加以综合运用,达到巩固、加深和拓宽课程内容,进一步加强工程意识、培养机械设计能力的目的。

课程设计是综合运用所学知识的过程,是知识转化为能力和工程素质的重要阶段。在课程设计中,要注意综合运用机械设计课程和其他先修课程的知识,分析和解决机械设计中的问题,学会运用设计手册等有关资料,按照技术标准和规范进行设计。

课程设计是启发创新思维,培养发现问题和解决问题能力的过程。在课程设计中会遇到各种问题,要充分利用各种渠道获取有用的信息,充分发挥自己的主观能动性,提出解决问题的方案,与指导老师进行有效的交流。

在课程设计中,要提倡独立思考与团队合作相结合的方式。因为每人的设计题目数据不同,所以必须独立完成。但题目的类型相同或相似,这样便于对设计方法、关键技术问题的解决展开讨论,集思广益。

1.2 课程设计的一般步骤

(1) 设计准备

仔细研究设计任务书,明确设计任务;阅读课程设计指导书,观察实物、模型、电教资料,或进行调研;准备设计资料、工具,拟定设计计划。

(2) 传动装置总体方案设计

拟定传动方案,选择电动机,计算传动装置的运动和动力参数(包括确定总传动比,分配各级传动比,计算各轴转速、功率、转矩)。

(3) 传动零件初步设计

通过设计计算,确定传动零件的基本参数和主要尺寸,为装配图设计作好准备。

(4) 装配草图设计

初绘传动装置装配草图,进行轴系部件的结构设计,轴、轴承、键连接的计算,箱体及其他支承零件的设计,润滑与密封装置的设计。

(5) 装配工作图设计

装配草图设计检查无误后,即可绘制传动装置的装配工作图。

(6) 零件图设计

设计部分零件工作图。

(7) 编写设计说明书

整理和编写课程设计计算说明书。

(8) 总结与答辩

进行课程设计总结和答辩。

1.3 课程设计任务书及参考数据

本节根据不同要求的教学大纲列举 3 种设计任务书作为参考,设计内容均为减速传动装置。其中 3 周(15 个工作日)教学计划是设计三级减速传动装置,带传动和两级齿轮减速器,涉及本书的全部内容;2 周(10 个工作日)教学计划是设计两级减速传动装置,带传动和单级齿轮减速器,涉及本书的绝大部分内容;1 周(5 个工作日)教学计划是设计单级齿轮减速器,设计内容和图纸要求适当减少。

任务书中运输带工作拉力 F 、运输带工作速度 v 和卷筒直径 D 的数值由指导教师填写(可参考本书提供的数据),每个学生采用不同的数据,要注意这些原始数据的设定应该满足任务书中关于传动装置级数的要求。任务书中建议的进度安排可根据具体的时间由指导教师进行调整确定,地点由指导教师根据实际情况确定,应收集的资料与主要参考文献由指导教师根据实际情况确定。

1.3.1 适用机械类教学大纲(3 周,15 个工作日)

机械设计基础课程设计任务书

题目名称 带式运输机传动装置

学生学院

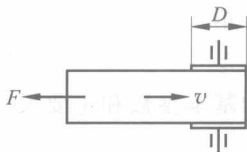
专业班级

姓 名

学 号

1. 课程设计的内容

带式运输机传动装置设计的内容应包括:三级传动装置的总体设计;传动零件、轴、轴承、联轴器等的设计计算和选择;减速器装配图和零件工作图的设计;设计计算说明书的编写。



2. 课程设计的要求与数据

已知条件:

(1) 运输带工作拉力 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ kN;

(2) 运输带工作速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s;

(3) 卷筒直径 $D = \underline{\hspace{2cm}}$ mm;

(4) 使用寿命: 8 年;

- (5) 工作情况：两班制，连续单向运转，载荷较平稳；
- (6) 制造条件及生产批量：一般机械厂制造，小批量；
- (7) 工作环境：室内，轻度污染环境；
- (8) 边界连接条件：原动机采用一般工业用电动机，传动装置与工作机分别在不同底座上，用弹性联轴器连接。

3. 课程设计应完成的工作

- (1) 减速器装配图 1 张；
- (2) 零件工作图 2 张；
- (3) 设计说明书 1 份。

4. 课程设计进程安排

序 号	设计各阶段内容	地 点	起止日期
1	设计准备： 明确设计任务，准备设计资料和绘图用具		第 1 天
2	传动装置的总体设计： 拟定传动方案；选择电动机；计算传动装置运动和动力参数 传动零件设计计算： 带传动、齿轮传动主要参数的设计计算		第 1、2 天
3	减速器装配草图设计： 初绘减速器装配草图；轴系部件的结构设计；轴、轴承、键连接 等的强度计算；减速器箱体及附件的设计		第 3~6 天
4	减速器装配图设计		第 7~11 天
5	零件工作图设计		第 12、13 天
6	整理和编写设计计算说明书		第 14 天
7	课程设计答辩		第 15 天

5. 应收集的资料及主要参考文献 略。

发出任务书日期： 年 月 日

计划完成日期： 年 月 日

指导教师签名：

基层教学单位责任人签章：

主管院长签章：

1.3.2 适用近机械类教学大纲(2周,10个工作日)

机械设计基础课程设计任务书

题目名称 带式运输机传动装置

学生学院

专业班级

姓 名

学 号

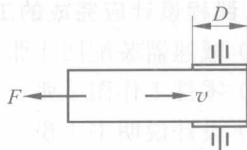
1. 课程设计的内容

带式运输机传动装置设计的内容应包括：两级传动装置的总体设计；传动零件、轴、轴承、联轴器等的设计计算和选择；减速器装配图和零件工作图的设计；设计计算说明书的编写。

2. 课程设计的要求与数据

已知条件：

- (1) 运输带工作拉力 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ kN；
- (2) 运输带工作速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s；
- (3) 卷筒直径 $D = \underline{\hspace{2cm}}$ mm；
- (4) 使用寿命：8年；
- (5) 工作情况：两班制，连续单向运转，载荷较平稳；
- (6) 制造条件及生产批量：一般机械厂制造，小批量；
- (7) 工作环境：室内，轻度污染环境；
- (8) 边界连接条件：原动机采用一般工业用电动机，传动装置与工作机分别在不同底座上，用弹性联轴器连接。



3. 课程设计应完成的工作

- (1) 减速器装配图 1 张；
- (2) 零件工作图 1 张；
- (3) 设计说明书 1 份。

4. 课程设计进程安排

序号	设计各阶段内容	地点	起止日期
1	设计准备： 明确设计任务；准备设计资料和绘图用具 传动装置的总体设计： 拟定传动方案；选择电动机；计算传动装置运动和动力参数		第 1 天
2	传动零件设计计算： 带传动、齿轮传动主要参数的设计计算		第 2 天
3	减速器装配草图设计： 初绘减速器装配草图；轴系部件的结构设计；轴、轴承、键连接等的强度计算；减速器箱体及附件的设计		第 3~5 天
4	减速器装配图设计		第 6~8 天
5	零件工作图设计		第 9 天
6	整理和编写设计计算说明书		第 10 天

5. 应收集的资料及主要参考文献

略。

发出任务书日期： 年 月 日

计划完成日期： 年 月 日

指导教师签名：

基层教学单位责任人签章：

主管院长签章：

1.3.3 适用非机械类教学大纲(1周,5个工作日)

机械设计基础课程设计任务书

题目名称 传动装置轴系零件装配设计

学生学院

专业班级

姓 名

学 号

1. 课程设计的内容

带式运输机传动装置设计的内容应包括:单级减速器传动零件设计、包括齿轮、轴、轴承、联轴器等的设计计算和选择;画出减速器装配图;编写设计计算说明书。

2. 课程设计的要求与数据

已知条件:

(1) 运输带工作拉力 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ kN;

(2) 运输带工作速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s;

(3) 卷筒直径 $D = \underline{\hspace{2cm}}$ mm;

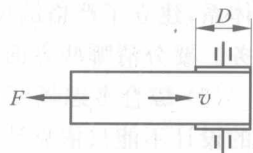
(4) 使用寿命: 8年;

(5) 工作情况: 两班制,连续单向运转,载荷较平稳;

(6) 制造条件及生产批量: 一般机械厂制造,小批量;

(7) 工作环境: 室内,轻度污染环境;

(8) 边界连接条件: 原动机采用一般工业用电动机;传动装置与工作机分别在不同底座上,用弹性联轴器连接。



3. 课程设计应完成的工作

(1) 减速器装配图 1 张;

(2) 设计说明书 1 份。

4. 课程设计进程安排

序 号	设计各阶段内容	地 点	起止日期
1	设计准备: 明确设计任务;准备设计资料和绘图用具 传动装置的总体设计: 选择电动机;计算传动装置运动和动力参数 传动零件设计计算: 齿轮传动主要参数的设计计算		第 1 天
2	减速器装配草图设计: 轴系部件的结构设计;轴、轴承、键连接等的强度计算		第 2、3 天
3	减速器装配图设计		第 3、4 天
4	整理和编写设计计算说明书		第 5 天

5. 应收集的资料及主要参考文献略。

发出任务书日期： 年 月 日

计划完成日期： 年 月 日

指导教师签名：

基层教学单位责任人签章：

主管院长签章：

1.4 课程设计中应注意的问题

进行课程设计要特别注意以下几点：

(1) 处理好继承与创新的关系。机械设计是经历了长期发展的学科,形成了相对完整的体系,建立了严格的设计规范。学习和继承机械设计领域前人的成果是课程设计的主要任务。要分清哪些方面是必须遵守和借鉴的,哪些方面是可以灵活处理和大胆创新的。

(2) 综合考虑强度和刚度、结构工艺性、标准化与经济性等要求进行设计。机械零、部件的设计不能只依靠计算,计算值只是一个重要的参考,还要综合考虑传动要求、加工和装配的工艺要求、标准化与互换性要求、经济性要求等因素,才能最终设计出合乎要求的机械。

(3) 采用计算与作图互为依据的设计方法。零、部件的尺寸不是完全由计算确定的,而且各零件之间是互相联系、互相影响的。随着设计的进展,考虑的问题会更全面、更合理,在设计后阶段往往要对前阶段计算得到的参数进行修改。在确定传动方案后,计算运动参数和动力参数、传动零件基本参数和主要尺寸等,但都只是初步计算,应该尽早进入草图设计阶段;边计算、边绘图、边修改;最后才能确定各参数的合理数值。千万不要在初步设计阶段停滞不前,生怕初步设计的参数不正确而影响画图。必须明确,只有当图纸设计完成后才能最终检验参数设计的正确性。

(4) 严格遵守规范化、标准化原则。应该熟悉和正确采用各种相关的技术标准与设计规范,尽量采用标准件,减少材料的品种和标准件的规格数目。图纸要符合工程制图标准,遵循规定的表达方法。

1.5 课程设计原始数据

机械设计基础课程设计的原始数据如表 1.1 所示,该表以带式运输机传动装置为例。

表 1.1 带式运输机传动装置设计的原始数据

序号	F/kN	$v/(\text{m/s})$	D/mm	序号	F/kN	$v/(\text{m/s})$	D/mm
1	4.0	1.5	300	7	3.4	1.5	300
2	3.9	1.5	300	8	3.3	1.5	300
3	3.8	1.5	300	9	3.2	1.5	300
4	3.7	1.5	300	10	3.1	1.5	300
5	3.6	1.5	300	11	4.0	1.4	300
6	3.5	1.5	300	12	3.9	1.4	300

续表

序 号	F/kN	$v/(\text{m/s})$	D/mm	序 号	F/kN	$v/(\text{m/s})$	D/mm
13	3.8	1.4	300	32	2.9	1.3	300
14	3.7	1.4	300	33	2.8	1.3	300
15	3.6	1.4	300	34	2.7	1.3	300
16	3.5	1.4	300	35	2.6	1.3	300
17	3.4	1.4	300	36	3.0	2	320
18	3.3	1.4	300	37	2.9	2	320
19	3.2	1.4	300	38	2.8	2	320
20	3.1	1.4	300	39	2.7	2	320
21	4.0	1.6	320	40	2.6	2	320
22	3.9	1.6	320	41	3.0	2.1	340
23	3.8	1.6	320	42	2.9	2.1	340
24	3.7	1.6	320	43	2.8	2.1	340
25	3.6	1.6	320	44	2.7	2.1	340
26	3.5	1.6	320	45	2.6	2.1	340
27	3.4	1.6	320	46	3.0	2.2	360
28	3.3	1.6	320	47	2.9	2.2	360
29	3.2	1.6	320	48	2.8	2.2	360
30	3.1	1.6	320	49	2.7	2.2	360
31	3.0	1.3	300	50	2.6	2.2	360

第 2 章 机械传动装置的总体设计

机器一般由原动机、传动装置、工作机 3 部分组成。传动装置在原动机和工作机之间,用于传递运动和动力,把原动机的运动形式转变为工作机需要的运动形式,改变运动和动力参数,以适应工作机的要求。在带式运输机中,原动机为电动机,工作机为皮带运输机,课程设计要完成的任务是选择电动机、设计传动装置。

2.1 传动方案的拟定

从无到有设计出一台机器,第一步要做的事情是拟定传动方案。由于具体的尺寸还未设计出来,传动方案只能用机构示意图表示。合理的传动方案除了必须满足工作机的性能要求(如运动规律、传递的功率等),符合所在的工作环境要求外;还应尽量使传动装置结构简单,尺寸紧凑,传动效率高,成本低,加工、装配和维护方便。同时满足这些要求往往是困难的。在课程设计中,要依据课本上介绍的基本原则,广泛收集资料,通过分析对比多种方案,选择并确定最终方案。

传动方案拟定阶段的任务是要确定传动装置的形式、布置方式、机构组成、传递的功率和速度大小、总传动比、原动件及主要传动零件的数量和类型,初步确定各级传动比,计算各轴的功率、速度和转矩。这些设计变量之间的关系往往较复杂,有些甚至互为前提,这种互相依赖的关系确定了设计过程的复杂性。

把传动方案拟定阶段的任务分解成子任务,图 2.1 表示各设计子任务之间的联系。图中方框表示设计任务,箭头表示设计顺序,即箭头指向的任务依赖箭头始端的任务提供的信息。由图 2.1 可知,要确定传动装置的类型,需要知道传递的功率和总传动比,确定传动装置的布置方式等。其中传递的功率可以从滚筒消耗的功率以及传动装置的效率计算得到,但总传动比要在选定电动机后才能确定,而电动机的选择又依赖传递功率的确定,其中包括传动链各环节的传递效率,因此必须在确定传动装置的类型后才能估算。这种互相依存的关系在各设计阶段普遍存在,因此,机械设计是一个由粗到精、反复修改的过程。

传动方案拟定阶段计算得到的各级传动比、各级传递的功率和转矩只是初步的数值,在后面的传动零件设计阶段才能最后确定。例如,若有带传动,设计时按照标准选取的带轮直径不一定完全符合初定的传动比,带的弹性滑动也造成传动比的变化,必要时要进行传动比修正;又例如,若采用多级齿轮传动,由于考虑润滑要求做了总传动比的初步分配,但齿轮设

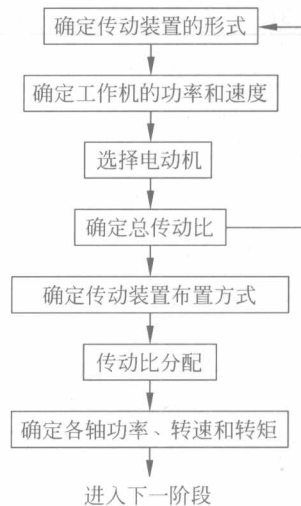


图 2.1 传动方案拟定阶段设计子任务之间的联系