



复旦卓越·高职高专21世纪规划教材·机类、近机类

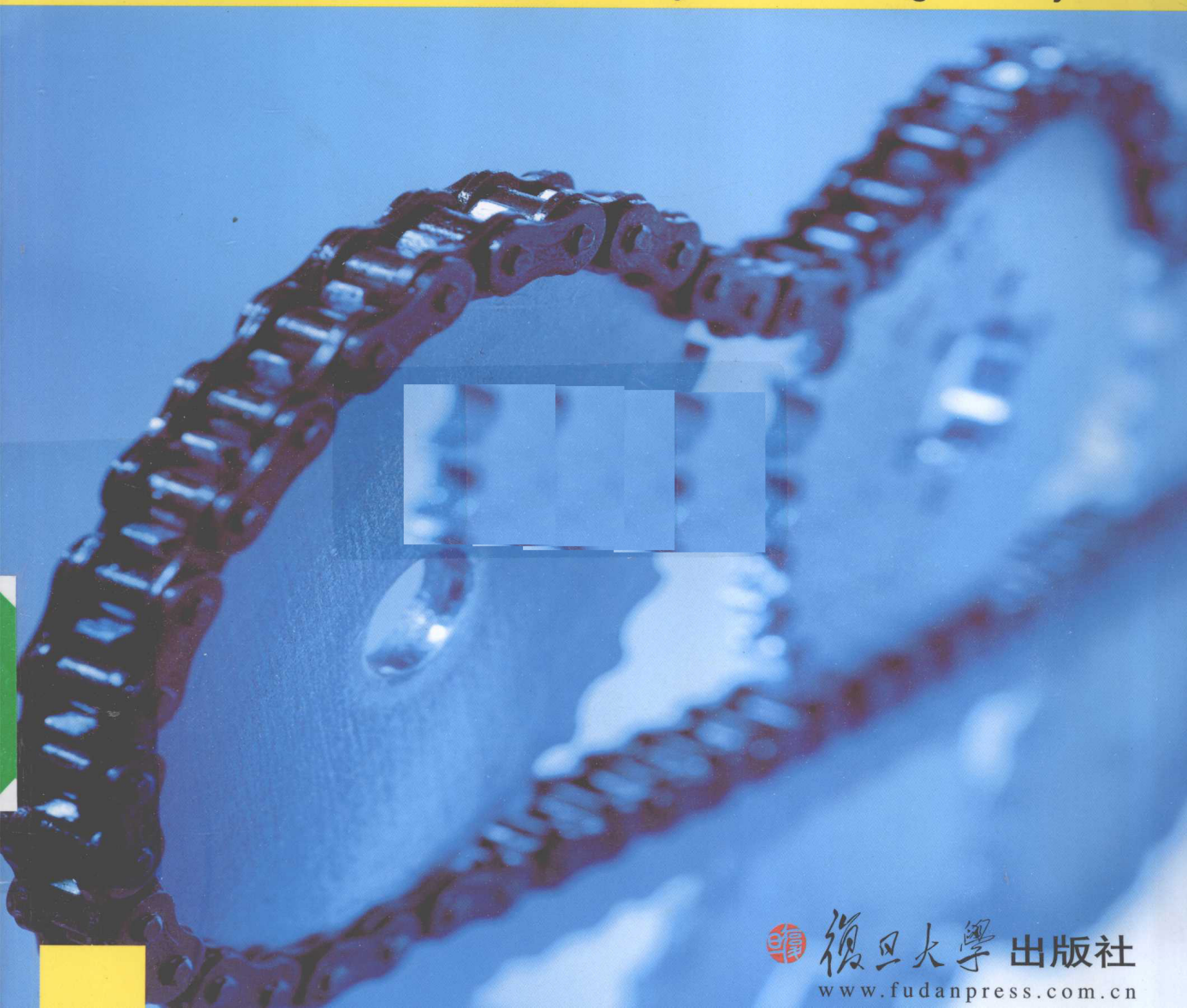
《机械设计基础》精品课程配套教材

机械设计课程设计

主 编 熊 娟 阳尧端

副主编 石晓波

Jixie Sheji Kecheng Sheji



复旦大学出版社

www.fudanpress.com.cn

复旦卓越·高职高专 21 世纪规划教材·机类、近机类
《机械设计基础》精品课程配套教材

机械设计课程设计

復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/熊娟,阳尧端主编. —上海:复旦大学出版社,2010.5
(复旦卓越·高职高专21世纪规划教材·机类、近机类)
ISBN 978-7-309-07230-3

I. 机… II. ①熊…②阳… III. 机械设计-课程设计-高等学校:技术学校-教材
IV. TH122-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第068512号

机械设计课程设计

熊娟 阳尧端 主编
出品人/贺圣遂 责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行
上海市国权路579号 邮编:200433
网址:fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com
门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853
外埠邮购:86-21-65109143
上海浦东北联印刷厂

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 278 千
2010年5月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-309-07230-3/T·366
定价:25.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。
版权所有 侵权必究

前 言

《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》指出:课程和教学内容体系改革是高职高专教学改革的重点和难点,要按照突出应用性、实践性的原则重组课程结构,更新教学内容。教学内容要突出基础理论知识的应用和实践能力的培养,基础理论教学要以应用为目的,以必须、够用为度,专业课教学要加强针对性和实用性。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》又指出:“十一五”期间,国家将启动1 000门工学结合的精品课程建设,带动地方和学校加强课程建设。加强教材建设,重点建设好3 000种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。

根据上述精神,我们开发了《机械设计基础》精品课程,《机械设计课程设计》和配套的《机械设计基础》同时出版,配合精品课程,同时提供了大量的网络资源。本书给出的任务书是实际的机械设备变速器的设计,能达到工学结合的教学要求及培养实践能力之目的。

本书在参考了大量有关文献和资料的基础上,结合各编写老师丰富的教学经验编写而成。主要具有以下特点:

1. 指导、参考资料一体化。书中提供了设计过程的指导,同时也提供了需要查阅的资料。
2. 设计过程系统化。本书按设计的顺序排序进行指导,条理清楚,思路清晰,将设计方法和原理融入其中,有利于培养学生理论联系实际的能力。
3. 多个设计题目,有利于培养学生独立思考和创造能力,可避免设计过程的抄袭现象。
4. 书中吸取了同类院校的教学经验,编入了大量的装配图常见错误与更正供参考。同时也编入了一些问题,带着问题设计,使设计任务更为明确,也为后期的答辩提供了



思路。

5. 本书采用最新的国家标准和规范。

本书主要适用对象是高职高专机械类专业和近机类专业学生,也可供相关专业师生以及工程技术人员参考。

全书由四川电力职业技术学院熊娟和娄底职业技术学院阳尧端担任主编,黑龙江林业职业技术学院石晓波担任副主编。参编老师还有四川电力职业技术学院的马素君、孙兰凤、狄藤藤、邯郸市旅游职业学校的于传平、徐相科。在此对各位同仁的支持表示感谢!

在编写过程中参考了大量的文献,对这些文献的作者深表感谢!

由于时间紧,且编者水平有限,错误和遗漏在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2010.3

目 录

前言	1
第 1 章 机械设计课程设计概述	1
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要求	1
1.3 设计题目和任务书	2
1.3.1 题目一 设计带式运输机传动装置中的一级直齿圆柱齿轮减速器	2
1.3.2 题目二 设计卷扬机传动装置中的一级直齿圆柱齿轮减速器	3
1.3.3 题目三 设计带式运输机传动装置中的一级斜齿圆柱齿轮减速器	4
1.3.4 题目四 设计带式运输机传动装置中的一级斜齿圆柱齿轮减速器	5
1.3.5 设计任务书	5
1.4 机械设计课程设计的内容、步骤和规划	6
1.4.1 设计内容	6
1.4.2 设计步骤及规划	6
1.5 机械设计课程设计注意事项	7
第 2 章 传动装置的总体设计	9
2.1 减速器简介	9
2.1.1 减速器的类型、特点及应用	9
2.1.2 减速器的典型结构	11
2.2 传动装置的布置	13
2.3 电动机的选择	14
2.3.1 电动机类型和结构形式	14
2.3.2 电动机功率的确定	14
2.3.3 电动机转速的确定	16

2.4	总传动比的计算和各级传动比的分配	16
2.5	计算传动装置的运动和动力参数	18
第3章	传动零件的设计计算	22
3.1	轴径的初算	22
3.2	联轴器的选择	22
3.3	减速器箱体外部传动零件的设计	23
3.3.1	带传动	23
3.3.2	链传动	24
3.3.3	开式齿轮传动	25
3.4	减速器箱体内部传动零件的设计	25
3.4.1	圆柱齿轮传动	25
3.4.2	圆锥齿轮传动	26
3.4.3	蜗杆传动	26
第4章	装配图的设计与绘制	28
4.1	装配图的设计准备	28
4.1.1	视图的选择与图面的布置	28
4.1.2	确定传动零件的中心线及齿轮的轮廓	29
4.1.3	确定箱体的内壁线	29
4.1.4	确定箱体轴承孔宽度	31
4.2	轴的结构设计	32
4.2.1	轴的径向尺寸设计	32
4.2.2	轴的轴向尺寸的设计	33
4.2.3	轴系的校核计算	34
4.3	传动零件、联结零件及支承零件的设计	34
4.3.1	齿轮结构设计	34
4.3.2	键的选择和校核	36
4.3.3	滚动轴承组合的设计	37
4.4	箱体及附件的设计	43
4.4.1	箱体的设计	45
4.4.2	箱体附件的设计	48
4.5	润滑与密封	52
4.5.1	润滑	53
4.5.2	密封	55
4.6	装配图常见错误与更正	57

4.7	尺寸标注	63
4.8	完成减速器装配图	64
第5章	零件工作图的设计与绘制	68
5.1	零件工作图的内容及要求	68
5.2	轴类零件工作图的设计和绘制	68
5.3	齿轮类零件工作图的设计与绘制	70
5.4	减速箱零件工作图的设计与绘制	73
第6章	编写设计计算说明书	75
6.1	设计计算说明书的主要内容	75
6.2	书写格式及注意事项	76
6.3	答辩准备	78
6.3.1	答辩内容	78
6.3.2	答辩准备	79
第7章	设计常用资料	83
7.1	常用数据及一般性资料	83
7.2	电动机	93
7.3	常用材料	104
7.4	螺纹联结件	111
7.5	螺纹零件的结构要素	123
7.6	键、销联结	128
7.7	滚动轴承	131
7.8	联轴器	143
7.9	润滑与密封件	153
7.10	公差与配合	157
7.11	齿轮传动公差	173
附录	课程设计参考图例	182
参考文献		198

第1章

【机械设计课程设计】

机械设计课程设计概述

1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计课程设计,是为机械类和近机械类专业的学生在学完机械设计及同类课程以后所设置的一个重要的实践教学环节,也是学生第一次较全面、规范地进行设计训练。其主要目的是:

(1) 树立工程意识 培养理论联系实际的设计思想,培养分析和解决工程实际问题的能力,巩固、深化和扩展学生有关机械设计方面的知识。

(2) 理论联系实际 复习巩固机械制图、工程力学、工程材料、公差与配合、机械设计基础、机械制造基础等课程的理论知识,并应用于实际设计当中。

(3) 明确设计程序 通过对通用机械零件、常用机械传动或简单机械的设计,明确机械设计的程序和方法,树立正确的工程设计思想,培养独立、科学的设计能力。

(4) 学会查阅标准等资料 在课程设计的实践中进行设计基本技能的训练,培养查阅和使用标准、规范、手册、图册及相关技术资料的能力以及计算、绘图、数据处理等方面的能力。

(5) 培养现代手段的设计能力 学会利用计算机辅助设计,加强 AUTOCAD 软件的应用,为将来从事技术工程打下基础。

1.2 机械设计课程设计的要求

机械设计课程设计要求保质、保量、按时完成设计任务。具体要求如下:

(1) 准备 收集、准备设计资料、设计图纸和图板及用品,或计算机及绘图软件 AUTOCAD 的安装。

(2) 分析 设计前认真研究课程设计任务书,分析设计题目,了解工作条件,明确设计要求和内容。

(3) 复习 复习所涉及的学过的知识,如机械制图、公差与配合、工程材料、工程力学及带传动、齿轮传动、轴、轴承、键联结、螺纹联结和联轴器等知识,在教师的指导下倡导四独立:独立思考、独立计算、独立绘图、独立完成设计说明书。

(4) 严纪 设计时必须严于律己,遵守学习时间,在规定的地点设计,按设计计划循序渐进,便于设计指导教师指导和随时掌握学生情况,发现问题随时解决。

(5) 计划 对整个设计作一个计划并按计划进行设计,对每一项阶段性目标进行验收,还要注意边计算、边画图、边修改,注意设计资料和设计数据的保存。

(6) 标准 整个设计要标准规范,严格遵守和执行国家标准,对非标准也尽量选用优先系列。

(7) 审查 在完成底稿后,先进行自检、互检和老师审查,才能进行最后的图纸加深。

(8) 完稿 完稿是指所有的图纸和说明书的完成。图纸要求完整、清晰,尽量保证正确率。说明书要详细写出设计计算过程及参考资料,资料来源一定要在说明书中写明和标明。

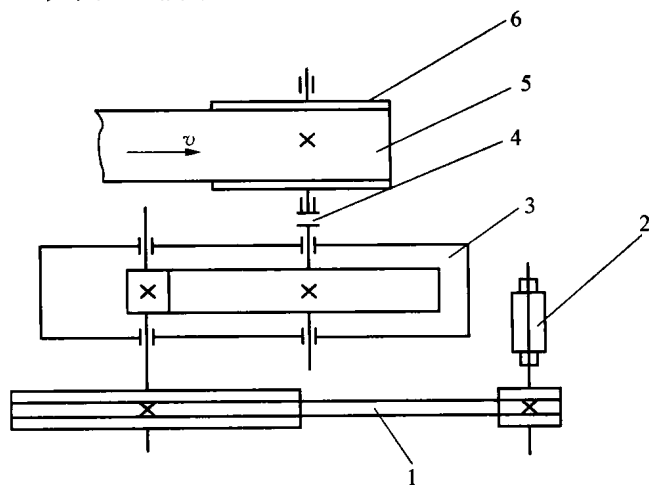
(9) 答辩 答辩是设计的最后环节,是对所设计的产品的应用、性能、特点的总体介绍及所提问题的回答,也是对设计思路的梳理,设计者要做好准备。

1.3 设计题目和任务书

课程设计的题目应该与生产实际相联系,应具有代表性、典型性,是所学知识的集中应用。因此,我们常以齿轮减速器作为题目,因为它广泛地应用于各行各业,且广含所学的知识。

1.3.1 题目一 设计带式运输机传动装置中的一级直齿圆柱齿轮减速器

(1) 运动简图 如图 1.1 所示。



1—V 带传动 2—电动机 3—圆柱齿轮减速器 4—联轴器 5—输送带动 6—滚筒

图 1.1 运动简图



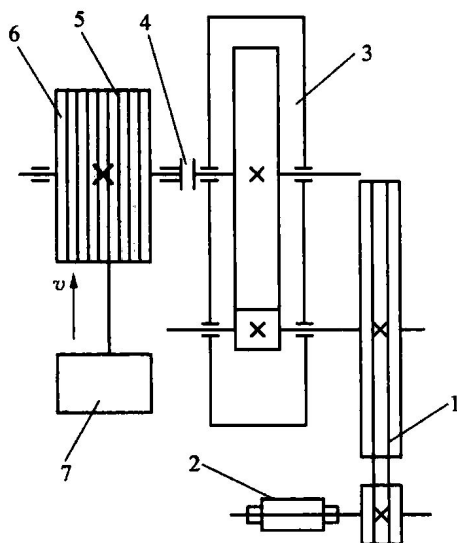
(2) 工作条件 运输机两班制连续工作,单向运转,空载起动,工作载荷基本平稳,大修期5年(每年按300个工作日计算);运输机卷筒轴转速容许误差 $\pm 5\%$,卷筒效率 $\eta_w = 0.96$ 。其原始数据如表1.1所示。

表 1.1 原始数据

参 数	题 号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
卷筒阻力矩(转矩) $T/(N \cdot m)$	400	400	450	450	500	500	550	550	600	600
卷筒转速 $n_w/(r/min)$	125	130	120	115	105	110	100	95	90	85

1.3.2 题目二 设计卷扬机传动装置的一级直齿圆柱齿轮减速器

(1) 运动简图 如图1.2所示。



1—V带传动 2—电动机 3—圆柱齿轮减速器
4—联轴器 5—钢丝绳 6—滚筒 7—重物

图 1.2 运动简图

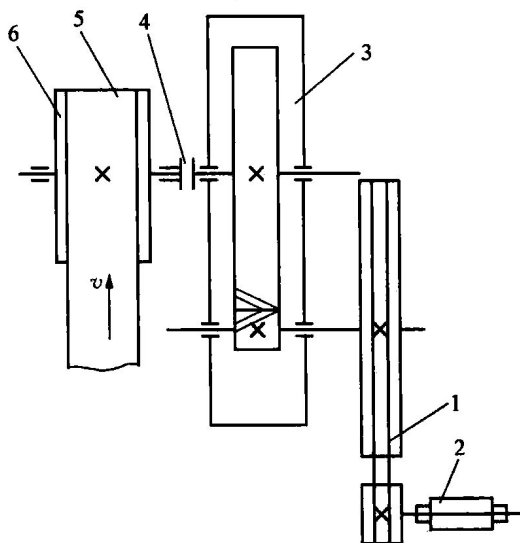
(2) 工作条件 设备由电动机驱动,要求传动装置结构力求紧凑,两班制连续工作,单向运转,空载起动,工作载荷变化小,使用期限8年(每年按300个工作日计算),输送速度容许误差 $\pm 5\%$,卷筒效率 $\eta_w = 0.96$ 。其原始数据如表1.2所示。

表 1.2 原始数据

参 数	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带工作拉力 F/N	2 100	2 300	2 200	1 900	2 000
输送带工作速度 $v/(\text{m/s})$	1.6	1.5	1.8	1.6	1.8
滚筒直径 D/mm	400	400	450	400	450

1.3.3 题目三 设计带式运输机传动装置中的一级斜齿圆柱齿轮减速器

(1) 运动简图 如图 1.3 所示。



1—V 带传动 2—电动机 3—圆柱齿轮减速器 4—联轴器 5—输送带 6—滚筒

图 1.3 运动简图

(2) 工作条件 设备由电动机驱动,要求传动装置结构力求紧凑,两班制连续工作,单向运转,空载起动,工作载荷变化小,使用期限 8 年(每年按 300 个工作日计算),运输机卷筒轴转速容许误差 $\pm 5\%$,卷筒效率 $\eta_w = 0.96$ 。其原始数据如表 1.3 所示。

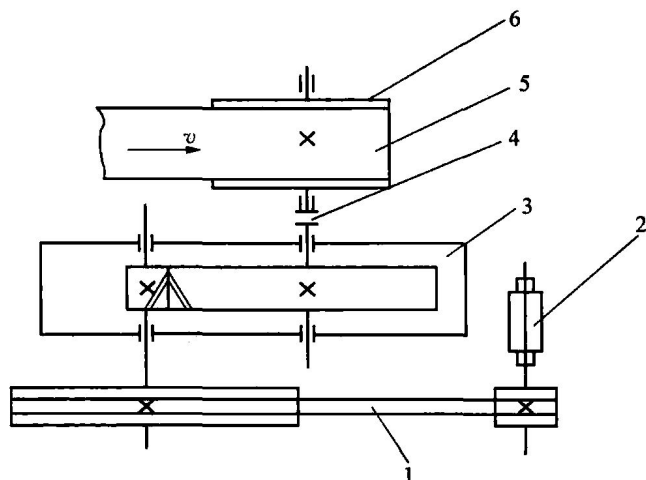
表 1.3 原始数据

参 数	题 号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
卷筒阻力矩(转矩) $T/(\text{N} \cdot \text{m})$	400	400	450	450	500	500	550	550	600	600
卷筒转速 $n_w/(\text{r/min})$	125	130	120	115	105	110	100	95	90	85



1.3.4 题目四 设计带式运输机传动装置中的一级斜齿圆柱齿轮减速器

(1) 运动简图 如图 1.4 所示。



1—V带传动 2—电动机 3—圆柱齿轮减速器 4—联轴器 5—输送带 6—滚筒

图 1.4 运动简图

(2) 工作条件 设备由电动机驱动,要求传动装置结构力求紧凑,两班制连续工作,单向运转,空载起动,工作载荷变化小,使用期限 8 年(每年按 300 个工作日计算),输送带速度容许误差 $\pm 5\%$,滚筒效率 $\eta_w = 0.96$ 。其原始数据如表 1.4 所示。

表 1.4 原始数据

参 数	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带工作拉力 F/N	2 100	2 300	2 200	1 900	2 000
输送带工作速度 $v/(\text{m/s})$	1.6	1.5	1.8	1.6	1.8
滚筒直径 D/mm	400	400	450	400	450

1.3.5 设计任务书

完成上述任一题目的设计,要求:

1. 完成设计说明书一份

应包括下列内容:

- 1) 目录(标题及页码)。
- 2) 设计任务书。
- 3) 电动机的选择及计算。



- 4) 确定传动装置的总传动比和分配各级传动比。
- 5) 传动装置运动参数和动力参数的计算。
- 6) 传动零件的设计(带传动和齿轮传动)。
- 7) 轴的校核与计算。
- 8) 滚动轴承的选择和计算。
- 9) 键联结的选择和校核。
- 10) 联轴器的选择与校核。
- 11) 减速器箱体结构尺寸设计。
- 12) 减速器附件设计。
- 13) 减速器的润滑与密封。
- 14) 参考资料。

说明书的撰写内容要求完整、清晰。其内容以计算为主,应该代入有关数据,得出结果和结论,应附必要的简图等。

2. 设计图样

1) 减速器总装图一张(三视图)。要求表达清楚、完整、正确。标题栏、零件明细表、技术条件等内容标注要正确,必要的尺寸标注要齐全。

2) 零件图 1~2 张。图样表达清楚、正确。尺寸、公差、表面粗糙度标注要合理,给出必要的技术条件。

3) 图样要严格遵守国家标准。

1.4 机械设计课程设计的内容、步骤和规划

1.4.1 设计内容

- 1) 电动机的选择。
- 2) 传动装置的运动参数和动力参数的计算。
- 3) 传动件及轴的设计计算。
- 4) 轴承、键的选择和校核计算。
- 5) 减速器的结构及附件设计。
- 6) 减速器的润滑和密封的选择。
- 7) 绘制减速器装配图及零件图。
- 8) 编写说明书,准备答辩。

1.4.2 设计步骤及规划

设计的步骤及大致规划如表 1.5 所示。



表 1.5 设计的步骤及大致规划

步骤	设计内容	时间/天
1	收集资料及传动方案的分析	0.5
2	选择电动机、分配传动比、计算运动和动力参数	0.5
3	传动零件的设计(V带传动、齿轮传动)	1
4	轴系零件的设计(轴的设计、联轴器、轴承、键联结的选择与计算)	1.5
5	传动零件和支承零件结构设计	1
6	箱体结构及其附件的设计	1.5
7	装配图的修改及加深	1.5
8	绘制零件工作图	1
9	编写设计说明书	1
10	总结答辩	0.5

1.5 机械设计课程设计注意事项

机械设计课程设计是学生第一次较全面的设计训练,要求学生将所设计的内容当成“现场设计”,即设计出来的产品能在实际中使用,因此设计过程中必须综合考虑强度、刚度、结构、工艺、装配、润滑、密封和经济性等多方面的问题。

1. 正确处理参考已有资料与创新的关系

设计是一项根据特定设计要求和具体工作条件进行的复杂细致的工作,凭空想像而不依靠任何资料是无法完成设计的,因此,在课程设计中首先要认真阅读参考资料,仔细分析参考图例的结构,充分利用已有资料。学习前人经验是提高设计质量的重要保证,也是设计能力的重要体现;但是决不应该盲目地、机械地抄袭资料,而应该在参考已有资料的基础上,根据设计任务的具体条件和要求,大胆创新,做到继承与创新相结合。

2. 正确处理设计计算、结构设计和工艺要求等方面的关系

任何机械零件的尺寸,都不可能完全由理论计算确定,而应该综合考虑强度、结构和工艺的要求,因此不能把设计片面理解为只是理论计算,更不能把所有计算尺寸都当成零件的最终尺寸。例如,轴伸端的最小直径 d 按强度计算为15 mm,但考虑与其相配联轴器的孔径,最后可能取 $d = 20$ mm。显然,这时轴的强度计算只是为确定轴伸端直径提供了一个方面的依据。

设计零件结构时,要正确处理结构设计与工艺性的关系,需考虑以下几方面的工艺性要求:

- 1) 选择合理的毛坯种类和形状,如大量生产时优先考虑铸造、轧制、模锻的毛坯,而单



件生产或小量生产则采用焊接或自由锻造的毛坯。

2) 零件形状尽量简单和便于加工,如用最简单的圆柱面、平面组成的零件,应尽量减少加工表面的数量和面积,但也必须考虑零件的定位等方面的问题,如不能设计成光轴。

3. 正确使用标准和规范

在设计中必须遵守国家正式颁布的有关标准和技术规范。这既是降低成本的首要原则,也是评价设计质量的一项重要指标,因此熟悉并熟练使用标准和规范是课程设计的一项重要任务。

设计中采用的标准件,如螺栓的尺寸参数必须符合标准规定;采用的非标准件的尺寸参数,若有标准,则应执行标准,如齿轮的模数;若无标准则应尽量圆整为标准数列或优先数列,以方便制造和测量。但对于一些有严格几何关系的尺寸(例如齿轮传动的啮合尺寸参数),则必须保证其正确的几何关系,而不能随意圆整。例如 $m_n = 3 \text{ mm}$, $z = 20$, $\beta = 10^\circ$ 的斜齿圆柱齿轮,其分度圆直径 $d = 60.926 \text{ mm}$, 不能圆整为 $d = 60 \text{ mm}$ 。

设计中应尽量减少选用的材料牌号和规格的数量,减少标准的品种和规格,尽可能地选用市场上能充分供应的通用品种。这样既能降低成本,又方便使用和维护。

4. 考虑经济性

成本低、经济性好的产品是占领市场的重要因素。尽可能地采用标准件是减少成本的重要手段,另外在满足使用要求的前提下,力求结构简单合理、材料价廉。

5. 熟练掌握设计方法

熟练掌握边画图、边计算、边修改的设计方法,力求精益求精。

6. 图纸和说明书

图纸应符合机械制图规范,说明书要求计算正确、书写工整、内容完整。

7. 独立完成

课程设计是在教师指导下由学生独立完成的。因此,在设计过程中教师要因材施教,严格要求,学生要充分发挥主观能动性,要有勤于思考、深入钻研的学习精神和严肃认真、一丝不苟、有错必改、精益求精的工作态度。

最后,要注意掌握设计进度,保质保量地按时完成设计任务。

第2章

【机械设计课程设计】

传动装置的总体设计

传动装置的总体设计内容包括确定传动方案、选择电动型号、合理分配各级传动比、计算传动装置的运动和动力参数等,为下一步计算各级传动提供条件。

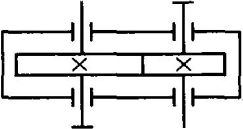
设计任务书由指导教师拟定,学生应对传动方案进行分析,对方案是否合理提出自己的见解。合理的传动方案应满足工作要求,具有结构紧凑、便于加工、效率高、成本低、使用和维护方便等特点。因此,必须对各类减速器都有所了解。

2.1 减速器简介

2.1.1 减速器的类型、特点及应用

减速器类型很多,按传动件类型的不同可分为圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器、蜗杆减速器、齿轮蜗杆减速器和行星齿轮减速器;按传动级数的不同可分为一级减速器、二级减速器和多级减速器;按传动布置方式不同可分为展开式减速器、同轴式减速器和分流式减速器;按传递功率的大小可分为小型减速器、中型减速器和大型减速器等。本书重点介绍一级圆柱齿轮减速器。常用减速器的传动形式、特点及应用见表 2.1。

表 2.1 常用减速器的传动形式、特点及应用

名称	形式	推荐传动比范围	特点及应用
一级 减速 器	圆柱 齿轮 	直齿: $i \leq 4$ 斜齿、人字齿: $i \leq 10$	齿轮可为直齿、斜齿和人字齿。传动功率较大,效率高,工艺简单,精度易于保证,一般工厂均能制造,应用广泛