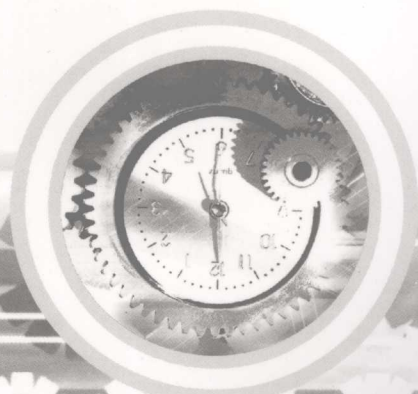


高职高专系列教材

机械设计基础课程设计与实验指导书

Jixie Sheji Jichu Kecheng Sheji Yu Shiyen Zhidaoshu

■ 主 编 万苏文
■ 副主编 张月平
■ 主 审 何时剑



重庆大学出版社

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

机械设计基础 课程设计与实验指导书

主 编 万苏文
副主编 张月平
主 审 何时剑

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据机械设计基础课程教学基本要求编写的,可供机械设计基础课程的学习及课程设计时使用;可作为由万苏文老师主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《机械设计基础》的配套教材。

全书内容共分10章及附录,其内容有课程设计概述、机械传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器的结构与附件设计、减速器轴系部件的设计、圆柱齿轮减速器装配工作图设计、减速器零件工作图设计、编写课程设计说明书与答辩、装配图常见错误示例、答辩参考题、计算机辅助绘图与辅助设计、创新实验指导书等内容;书后为机械设计基础课程设计常用标准和参考图,包括常规机械设计资料和设计标准、电动机、联接件和紧固件、滚动轴承、圆柱齿轮减速器参考图等附录内容。

本书可作为高职高专院校机电、数控与模具等专业“机械设计基础课程设计”的教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计与实验指导书/万苏文主编.

—重庆:重庆大学出版社,2009.2

(高职数控、模具专业基础课系列教材)

ISBN 978-7-5624-4753-5

I. 机… II. 万… III. 机械设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 211603 号

机械设计基础课程设计与实验指导书

主 编 万苏文

副主编 张月平

主 审 何时剑

责任编辑:周 立 版式设计:周 立

责任校对:夏 宇 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

自贡新华印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:11.25 字数:281千

2009年2月第1版 2009年2月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4753-5 定价:19.50元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

· 版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

本书是万苏文老师主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《机械设计基础》的配套教材,是一本理论联系实际、实践性教学环节的教材,是集机械设计基础课程设计、常用设计资料、实验指导书及附录为一体的实践性教材。也可作为高职高专机械类及近机械类专业的机械设计基础课程的配套教材。

本书尽量避免与主教材内容重复,以机械设计基础课程设计为主线,按照课程设计的基本步骤,以圆柱齿轮减速器为例进行编写,同时尽量避免与学生先修课程中有关内容重复(如工程材料、公差配合等内容没有选入),只精选有关的机械设计标准和规范。该指导书是按课程设计步骤编写的,以一级、二级圆柱齿轮减速器为例说明其机械设计的过程,同时增强了设计计算说明书相关知识的介绍;增加了计算机辅助绘制零件图和装配图知识的介绍;增加了装配图常见错误示例、答辩参考题;增强了创新实验内容与要求等内容。编写过程中考虑了高职高专学生的特点,尽可能简明扼要,便于指导学生自学。

参加本书编写的有:江苏淮安信息职业技术学院万苏文、何时剑、张月平、姜亚南、张香圃、王宏臣、黄银花等老师。全书由万苏文副教授担任主编,张月平老师担任副主编,何时剑副教授担任主审。

对本书存在的错误和不足之处,恳请读者予以指正。

编 者

2009年2月

目 录

第1章 课程设计概述	1
1.1 课程设计的目的	1
1.2 课程设计的内容和步骤	1
1.2.1 课程设计的内容	1
1.2.2 课程设计的步骤	2
1.3 课程设计任务书	3
1.3.1 设计任务书参考格式	3
1.3.2 课程设计设计题目	3
1.4 课程设计工作计划、进度与评分标准	6
1.4.1 课程设计工作计划	6
1.4.2 课程设计进程表	6
1.4.3 课程设计的考核及成绩评分标准	8
1.5 课程设计的有关注意事项	8
第2章 传动装置的总体设计	10
2.1 确定传动方案	10
2.1.1 传动装置的组成	10
2.1.2 合理的传动方案	10
2.2 确定减速器结构和零部件类型	12
2.2.1 常用减速器的主要型式、特点及应用	12
2.2.2 减速器的结构组成	14
2.2.3 初步确定减速器结构和零部件类型	16
2.3 电动机的选择	16
2.3.1 选择电动机的类型	16
2.3.2 选择电动机的型号	16
2.4 分配传动比	20
2.4.1 计算总传动比	20

2.4.2	分配各级传动比	20
2.5	传动装置的运动参数和动力参数的计算	21
2.5.1	各轴的功率	21
2.5.2	各轴的转速	22
2.5.3	各轴的转矩	22
第3章	传动零件的设计计算	24
3.1	选择联轴器的类型和型号	24
3.2	箱外传动件的设计	25
3.3	箱内传动件的设计	27
3.4	轴的强度计算	30
3.4.1	轴径估算	30
3.4.2	按弯扭合成校核轴的强度	30
第4章	减速器结构与附件设计	31
4.1	箱体结构设计	31
4.1.1	减速器组成结构	31
4.1.2	箱体的结构形式	33
4.1.3	箱体结构设计应考虑的问题	34
4.1.4	箱体的结构尺寸	38
4.2	箱体结构的工艺性	40
4.2.1	铸造工艺性	40
4.2.2	机械加工工艺性	40
4.3	减速器附件设计	42
4.3.1	窥视孔和窥视孔盖	42
4.3.2	通气器	43
4.3.3	油标	44
4.3.4	放油螺塞	45
4.3.5	定位销	45
4.3.6	起盖螺钉	46
4.3.7	起吊装置	47
4.3.8	轴承端盖	49
第5章	减速器轴系部件的设计	51
5.1	减速器轴的设计与计算	51
5.1.1	轴的结构设计	51
5.1.2	轴的强度校核	53

5.2 键的类型和型号选择	58
5.2.1 键的类型	58
5.2.2 键型号的选择	58
5.3 滚动轴承的型号选择	59
5.3.1 轴承类型的选择	59
5.3.2 轴承尺寸的选择	60
5.3.3 轴承精度等级的选择	60
5.4 滚动轴承的组合设计	60
5.4.1 轴承盖结构	60
5.4.2 轴组件的轴向固定和调整	61
5.4.3 滚动轴承的润滑	62
5.4.4 轴承组件的密封	64
第6章 减速器装配工作图的设计	68
6.1 装配图设计的第一阶段	69
6.2 装配图设计的第二阶段	71
6.3 装配图设计的第三阶段	73
6.4 装配图常见错误分析	79
第7章 减速器零件工作图的设计	84
7.1 零件工作图的设计要点	84
7.2 轴类零件工作图的设计要点	85
7.3 齿轮类零件工作图的设计要点	88
第8章 编写设计计算说明书和准备答辩	91
8.1 设计计算说明书的内容	91
8.2 设计计算说明书的格式	92
8.3 答辩准备	93
8.4 答辩参考题	94
第9章 计算机辅助绘图与辅助课程设计	96
9.1 机算机绘图的硬件系统	96
9.1.1 系统的基本构成	96
9.1.2 绘图系统的硬件	97
9.2 计算机辅助绘图	97
9.2.1 计算机图形系统软件介绍	97
9.2.2 计算机辅助绘图	98
9.3 计算机辅助设计	99

9.3.1	使用《机械零件设计手册》的软件版 R2.0	100
9.3.2	编写设计机械零件的计算机程序	100
9.3.3	渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的程序设计	101
第 10 章	机械设计基础创新实验指导书	103
实验一	平面机构运动简图的绘制和分析	104
实验二	渐开线齿廓的范成原理	106
实验三	渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定	110
实验四	减速器的结构分析和装配	113
实验五	带传动的滑动率和效率的测定	115
实验六	机构方案创新设计实验	119
附录		129
附录 1	常规设计资料	129
附录 2	电动机	133
附录 3	常用联接件	135
附录 4	联轴器	140
附录 5	滚动轴承	146
附录 6	课程设计参考图例	160
参考文献		172

第 1 章

课程设计概述

1.1 课程设计的目的

机械设计基础课程设计是机械设计基础课程教学中的一个重要内容,也是高等职业技术学院机械类、近机类各专业整个教学过程的一个重要环节,其目的在于:

- 1)使学生运用所学的机械设计基础课程的理论,以及有关先修课程的知识,进行一次较为全面的综合设计练习,培养学生机械设计的技能,并加深对所学知识的理解。
- 2)通过课程设计这一环节,使学生掌握一般传动装置的设计方法、设计步骤,为后续专业课程及毕业设计打好基础、做好准备。
- 3)通过简单的机械传动设计,使学生具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力,学会编写设计计算说明书,培养学生独立分析问题和解决问题的能力。
- 4)树立正确的设计思想和严谨的工作作风。

1.2 课程设计的内容和步骤

1.2.1 课程设计的内容

课程设计通常选择由本课程所学过的大部分通用零件组成的一般用途的机械传动装置或简单机械为设计题目。本书选择圆柱齿轮减速器的设计为主要内容,力求使学生得到较全面的训练。该减速器包含齿轮、轴、轴承、键、箱体等零件,因此设计的主要内容包括以下几个方面。

- 1)分析、拟定传动装置的传动方案。
- 2)选择电动机。
- 3)计算传动装置的运动参数和动力参数。
- 4)设计、校核传动件和轴。

- 5) 选择减速器的标准件。
- 6) 设计箱体结构。
- 7) 画出低速轴、大齿轮零件工作图, 减速器装配工作图。
- 8) 完成设计计算说明书, 参加答辩。

1.2.2 课程设计的步骤

课程设计与机械设计的一般过程相类似, 首先从方案设计开始, 然后进行传动件的设计计算和结构设计, 最后用图样表达设计结果, 并以设计计算说明书表达设计的依据。在设计过程中由于一些参数的初步选择和初步估算可能不准确, 所以在整个设计过程中需要通过边计算、边画图、边修改的方式, 逐步完成整个减速器的设计。机械设计基础课程设计大体可按以下几个阶段进行。

(1) 设计准备阶段

- 1) 熟悉设计任务书、明确设计的内容和要求。
- 2) 准备好设计需要的图书、资料和用具。
- 3) 阅读相关资料、图样, 参观实物或模型, 观看电视教学片, 进行减速器拆装实验等, 了解设计对象。
- 4) 复习相关课程内容, 熟悉有关零件的设计方法和步骤。

(2) 传动装置的总体设计

- 1) 分析、确定传动装置的方案。
- 2) 选择电动机。
- 3) 确定传动装置的总传动比, 分配各级传动比。
- 4) 计算传动装置的运动和动力参数, 计算各轴转速和转矩。

(3) 传动零件的设计计算

- 1) 箱体外部传动零件的设计计算。
- 2) 箱体内部传动零件的设计计算。

(4) 装配草图的设计和绘制

- 1) 设计、选择减速器箱体结构及其附件, 确定润滑密封和冷却的方式。
- 2) 绘制减速器装配草图, 进行轴、轴上零件和轴承组合的结构设计。
- 3) 校核轴的强度, 校核滚动轴承的寿命。
- 4) 绘制减速器箱体结构。
- 5) 绘制减速器附件。

(5) 装配图的绘制

- 1) 绘制装配图。
- 2) 标注尺寸、公差配合及零件序号。
- 3) 编写零件明细表、标题栏、技术特性和技术要求。

(6) 零件工作图绘制

- 1) 绘制齿轮工作图。
- 2) 绘制轴工作图。

(7) 编写设计计算说明书和准备答辩

1.3 课程设计任务书

1.3.1 设计任务书参考格式

机械设计基础课程设计任务书

班级_____ 姓名_____ 学号_____

设计题目:_____级_____减速器

(用于自动送料的带式运输机的传动装置)

原始数据:运输机滚筒直径_____

运输带速度 v (或卷筒转速 n) _____

运输带工作拉力 F _____

(或所需功率 P 或所需转矩 T) _____

工作条件:环境及温度_____

使用期限_____

传动比误差_____

载荷性质_____

设计工作量:

1)设计说明书一份

2)总装配图一张(0或1号图纸)

3)轴工作图一张(3号图纸)

4)齿轮工作图一张(3号图纸)

开始日期____年____月____日

完成日期____年____月____日

1.3.2 课程设计设计题目

(1)一级圆柱齿轮减速器设计参考数据

课程设计题目常以一级带式输送机为例,其中设计参考数据如表1.1、表1.2所示,传动简图如图1.1所示。

表 1.1 一级圆柱齿轮减速器设计参考数据(1)

题 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
设计参数										
输送带工作拉力 F/kN	7	6.5	6	5.5	5.2	5	4.8	4.5	4.2	4
输送带工作速度 $/(m \cdot s^{-1})$	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
滚筒直径 D/mm	400	400	400	420	420	420	440	440	450	450
每日工作小时数/h	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
使用年限/年	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10

注:空载启动,载荷平稳、传动可逆转,常温、工作场所多灰,连续工作,传动比误差为 $\pm 4\%$ 。

设计工作量:

- 1) 设计说明书 1 份。
- 2) 减速器装配图 1 张(A0 或 A1)。
- 3) 零件工作图 1~3 张。

表 1.2 一级圆柱齿轮减速器设计参考数据(2)

题 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
设计参数										
输送功率 P/kW	3	3.5	4	4.5	4.8	5	5.3	5.5	6	6
输出轴转速 $n/(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	70	72	74	76	78	80	82	84	85	85
每日工作小时数/h	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
使用年限/年	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

注:连续单向传动,有轻微冲击,常温、工作场所灰尘较大,传动比误差为 $\pm 5\%$ 。

设计工作量:

- 1) 设计说明书 1 份。
- 2) 减速器装配图 1 张(A0 或 A1)。
- 3) 零件工作图 1~3 张。

(2) 二级圆柱齿轮减速器参考数据

在图 1.2 所示的二级带式输送机的传动简图中,二级圆柱齿轮减速器设计参数如表 1.3 和表 1.4。

表 1.3 二级圆柱齿轮减速器设计参考数据(1)

题 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
设计参数										
工作机输入转矩 $T/(\text{N} \cdot \text{m})$	800	850	900	950	800	850	900	800	850	900
输送带工作速度 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45	1.2	1.3	1.35	1.4
滚筒直径 D/mm	300	320	340	360	380	400	420	350	380	400
每日工作小时数/h	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
使用年限/年	10	10	10	10	10	8	8	8	8	8

注:连续单向传动,有轻微冲击,常温、工作场所灰尘较大,传动比误差为 $\pm 4\%$ 。

设计工作量:

- 1) 设计说明书 1 份。
- 2) 减速器装配图 1 张(A0 或 A1)。
- 3) 零件工作图 1~3 张。

表 1.4 二级圆柱齿轮减速器设计参考数据(2)

题 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
设计参数										
输送带工作拉力 F/kN	1.6	1.8	2.0	2.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5
输送带工作速度 $/(m \cdot s^{-1})$	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45	1.2	1.3	1.35	1.4
滚筒直径 D/mm	250	280	300	250	280	300	350	300	280	300
每日工作小时数/h	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
使用年限/年	10	10	10	10	10	8	8	8	8	8

注:连续单向传动,载荷平稳,常温、工作场所灰尘较大,传动比误差为 $\pm 5\%$ 。

设计工作量:

- 1)设计说明书 1 份。
- 2)减速器装配图 1 张(A0 或 A1)。
- 3)零件工作图 1~3 张。

(3)参考传动方案图

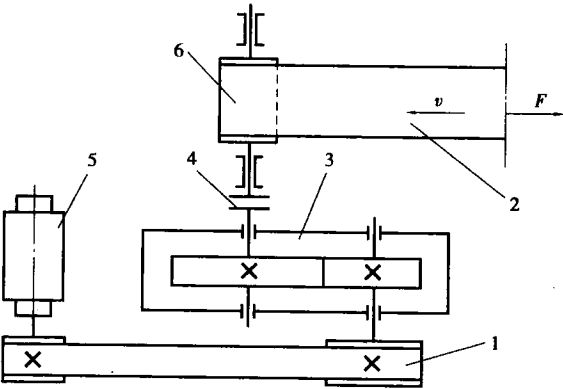


图 1.1 一级带式输送机传动简图

1—V 带传动;2—运输带;3—一级圆柱齿轮减速器;4—联轴器;5—电动机;6——卷筒

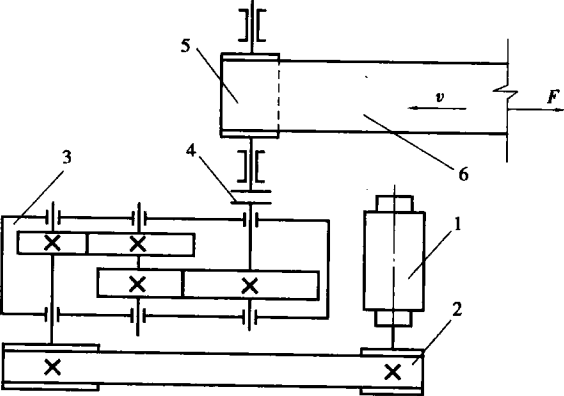


图 1.2 二级带式输送机传动简图

1—电动机;2—V 带传动;3—二级圆柱齿轮减速器;4—联轴器;5—卷筒;6—运输带

1.4 课程设计工作计划、进度与评分标准

1.4.1 课程设计工作计划

(1) 初步设计(20%)

- 1) 确定传动方案 选择电机,总传动比的确定与分配,确定各轴的功率与转矩
- 2) 计算 V 带传动
- 3) 圆柱齿轮的设计
- 4) 轴直径的初步设计
- 5) 键的选择和验算
- 6) 初步确定齿轮的结构尺寸
- 7) 轴承的计算和选择
- 8) 选择联轴器
- 9) 减速器的结构选择
- 10) 择润滑油
- 11) 其他联接零件的选择

(2) 绘制装配草图(40%)

通过绘制草图,决定各部分的形状尺寸,决定其附属装置(如润滑装置、轴承装置等),并对初步设计进行必要的验算和修正。

(3) 绘制减速器装配图、零件图(20%)

(4) 设计说明书、答辩(20%)

1.4.2 课程设计进程表

表 1.5 机械设计基础课程设计进程表

(仅供参考,计划两周时间)

完成时间		设计任务
第一天上午 准备阶段(0.5 天)		准备阶段(参观实物、模型、看录像、分析任务书、明确设计要求、查阅有关资料等)
传动装置总体设计	第一天下午	1. 分析或拟定传动方案和传动系统的运动简图 2. 选择电动机(类型、功率、转速的确定)
	第二天上午	1. 传动装置总传动比的计算和分配(时间安排遵循前紧后松原则) 2. 运动参数和动力参数的计算(列表确定各轴 P, n, T)
	第二天下午	1. 传动件的设计计算(箱体外与箱体内零件) 2. 对轴的直径开始只作初步估算(考虑联轴器、轴承、键等)

续表

完成时间		设计任务
绘制 草图	第三天上午	装配草图第一阶段设计 1. 确定箱内、外零部件的外形和相互位置关系(一般选俯视图) 2. 边设计、边计算、边修改轴的结构,并进行强度验算
	第三天下午	继续完成上午未尽任务(检查进度)
	第四天上午	1. 轴承的寿命计算 2. 键的强度校核
	第四天下午	上述各项验算全部合格后,进行第二阶段设计(完成传动件的设计)
	第五天上午	轴承部件设计、密封装置设计
	第五天下午	箱体结构设计(检查进度)
	第六天上午	箱体上附属零件设计(观察孔盖、通气器、油标等)
	第六天下午	继续完成上午所剩任务,并确定油塞、吊环螺钉、吊耳、定位销和起盖螺钉等任务(从结构工艺、装配要求、制图标准等方面对草图进行全面检查、无误后方可画装配图)
绘制 装配图	第七天上午	根据草图绘制装配图三视图(图上避免用虚线表示零件结构,内部结构可采用局部剖或向视图表达)
	第七天下午	画装配图中的结构视图(检查进度)
	第八天上午	继续完成前面任务,并全面检查后方可加深
	第八天下午	1. 标注尺寸(有特殊、安装、外形、配合几种尺寸) 2. 列出技术特性和技术要求
	第九天上午	1. 编写零件序号 2. 编写零件明细栏
绘制 零件 工作图	第九天下午	齿轮类零件工作图设计与绘制(选主要的一个齿轮) (应有一组视图、尺寸标注、形位公差、表面粗糙度、技术要求等)
	第十天上午	轴零件工作图的设计和绘制(要求同上) 如箱座、箱盖零件工作图只要求画一幅图即可
编写设计 计算 说明书	第十天下午	整理说明书(目录、设计任务书、方案的拟定和运动简图,电机选择、运动参数和动力参数计算)传动件的计算、轴的计算(其中有一轴必须写出详细过程)
	第十一天上午	整理说明书(轴承选择与校核、键、联轴器等零件的选择与校核、箱体设计、润滑与密封、设计小结、参考资料等,其中小结不少于500字)
第十一天下午		答辩

1.4.3 课程设计的考核及成绩评分标准

机械设计基础课程设计是学生学习机械设计基础课程时进行的理论与实际相结合的重要教学环节。要想达到预期的效果,指导教师,答辩小组应严格掌握评分标准,实事求是,认真负责,一视同仁,不徇私情。要求学生独立完成,并交装配图一张,零件图至少一张,说明书一份,如果能用 AutoCAD 作电子文档更好。最后应根据学生在课程设计课程中表现的能力,完成任务的情况,参照设计计算说明书的质量水平,答辩时讲解及回答问题的情况,任务的难度及工作量完成情况等给出成绩。评定课程设计成绩建议采用如下的评分标准。

(1) 评分的等级

评分的等级按优秀、良好、中等、及格和不及格五级记分。

(2) 评分标准

优秀 应同时满足:报告层次分明,论证详尽出色,图纸质量好或在一个方面有独特见解创新,或者对难度大,工作量大的选题完成较出色,表现较强的独立工作能力。

良好 按时完成设计任务,报告内容完整,能确切反映出设计中主要理论与技术问题,基本概念与计算无原则性错误,图纸符合规范,答辩讲述清楚,回答基本正确。

中等 基本完成设计任务,报告内容较确切地反映设计中主要问题。基本概念与设计无原则性错误,工作能力有待提高,答辩时尚能回答问题。

及格 勉强完成设计任务,独立工作能力较差,报告质量较差,存在个别原则性错误,动手能力较弱,答辩时讲述不十分清楚,回答问题存在若干错误。

不及格 未完成设计规定任务,或设计报告不能反映设计主要问题,基本概念不清,设计有重大原则性错误,答辩时原则性错误多。

1.5 课程设计的有关注意事项

机械设计基础课程设计是学生第一次接触较全面的综合设计计算。在设计过程中,学生开始往往不知从何处着手。教师应当指导学生,启发学生的设计思路,要求他们多思考、多提问,做到心中有数再开始设计。设计过程中,学生必须独立思考、严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精,按时完成设计任务,这样才能得到锻炼和获得比较大的提高。

1) 课程设计应当由学生独立完成 教师的主导作用在于启发学生的设计思路,解答学生的疑难问题,并按设计进度进行阶段审查。学生必须发挥自己分析问题和解决问题的能力,不可过分地依赖教师。

2) 标准和规范的采用 在设计中尽可能多采用标准件,尽可能多地采用最新标准并充分利用标准化的各种形式,使设计尽量反映当代最新成果。

3) 认真设计草图才能事半功倍 草图应该按照比例绘制,按尺寸画出每个零件,这样做有利于设计者及早发现问题,如零件之间干涉等问题。

4) 设计过程中应及时检查并及时修正 设计是计算与绘图交替进行的一项工作,须做到有错必改正,不怕返工,一丝不苟。

5) 注意数据的记录和整理 将每一步所得的数据记录下来,便于随时检查和修改,为编

写设计计算说明书做好准备。

6)设计过程中始终考虑产品的经济性 在如今市场经济的大潮中,成本低,经济性好是产品占领市场的一个首要因素,这一概念必须是每一设计者应具有的。所以在课程设计全过程中必须注意影响产品成本的诸多因素。一方面尽可能地采用标准件降低产品成本,另一方面在满足使用要求、强度、刚度、结构工艺性、安装等因素的条件下,尽可能使设计的零件或产品能降低制造、安装和维修的费用。

总之,设计是一项继承和创造的工作,任何一个设计都有很多种解决方案,因此学习机械设计不但要借鉴以往积累下来的宝贵经验和资料,还要有创新精神,提高自己分析和解决实际工程设计问题的能力。