



中国科学院机械工程系列规划教材

国家工科机械基础课程教学基地规划教材

机械设计基础课程设计

孙德志 张伟华 邓子龙 主编



科学出版社

www.sciencep.com

中国科学院机械工程系列规划教材
国家工科机械基础课程教学基地规划教材

机械设计基础课程设计

孙德志 张伟华 邓子龙 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为高等工科院校各专业“机械设计基础课程设计”教材。本书以单级齿轮和蜗杆减速器为例,针对课程设计的进程和需要,介绍了减速器的构造、关于设计指导书及指导规范、设计资料、参考图例及设计题目数据和电子图板绘图。

本书可作为学生自学和教师指导用书,也可供有关工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/孙德志等主编. —北京:科学出版社,2006

(中国科学院机械工程系列规划教材·国家工科机械基础课程教学基地规划教材)

ISBN 7-03-017277-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 051312 号

责任编辑:段博原 贾瑞娜 / 责任校对:纪振红
责任印制:张克忠 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽 源 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 8 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2006 年 8 月第一次印刷 印张:13 1/2,插页 4

印数:1—4 000 字数:267 000

定价:19.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

中国科学院机械工程系列规划教材

编写委员会

顾 问：闻邦椿

主 编：谢里阳

执行主编：陈良玉

委 员：（以姓氏笔画为序）

马星国 王玉良 王世杰 王淑仁 巩云鹏

巩亚东 刘 杰 孙志礼 李为民 李树军

李景春 宋锦春 柳洪义 黄秋波

序

装备制造业是我国国民经济中的重要基础工业。机械装备为各类产品的物化提供平台和载体,机械装备的技术水平是衡量社会生产力水平的重要标志,机械科学、机械工程技术和机械工业的发展水平对经济建设和社会发展的作用都至关重要。

目前,世界机械工业产值达到了总工业产值的 $1/3$ 以上。我国制造业增加值在国内生产总值所占的比重高达 40% ,我国的财政收入一半也来自制造业。随着我国加入 WTO,经济越来越融入到全球经济体系中,我国的制造业在世界制造业中的地位也越来越重要,并正从制造大国迈向制造强国。至少在 21 世纪的前 20 年,制造业将仍然是我国国民经济增长的主要来源,因此需要大批综合素质高、能力强的机械类专业人才。

另外,我国高等教育已从精英型教育阶段进入了大众型教育阶段,实现了高等教育的历史性的跨越式发展,技术的进步和社会的发展也对高等院校机械教育的人才培养提出了新的要求。

为此,中国科学院教材建设专家委员会和科学出版社组织我国机械工程领域的中国科学院院士、教育部教学指导委员会成员、教学名师以及经验丰富的专家教授组成编委会,共同组织编写了这套《中国科学院机械工程系列规划教材》,以适应我国高等机械工程教育事业的发展,更好地实现机械工程类专业人才的培养目标,在规模上、素质上更好地满足我国机械科学技术和机械工业发展的需要,为建设创新型国家做出贡献。

本套教材主要有以下几方面的特点:

1. 适应多层次的需要。本套教材依据教育部相关教学指导委员会制定的最新专业规范和机械基础课程最新的教学基本要求,同时吸取不同层次学校教师的意见,进行了教材内容的编排与优化,能够满足各类型高校学生的培养目标。

2. 结构体系完备。各门课程的知识之间相互衔接,以便学生完整掌握学科基本概念、基本理论,了解学科整体发展趋势。本套教材除主教材外,还配有辅导书、多媒体课件、习题集及网络课程等。

3. 作者经验丰富。参加本套教材编写的人员不少来自相关国家重点学科、国家机械教学基地的院校,有些还是国家级、省部级教学成果奖参加人,国家级、省级精品课程建设负责人以及相关院校的骨干教师代表。

4. 理论与实际相结合,加强实践教学。在达到掌握基本理论、基本知识、

基本技能的教学要求前提下,注重例题、设计实践和实验教学,着力于学生分析问题能力、创新能力和实际动手能力的培养。

另外,为了保证本套教材的质量,编委会聘请国内知名的同行专家对教材进行了审定。

我们还将根据机械科学与工程学科发展的战略要求,对本套教材不断补充、更新,以保持本套教材的系统性、先进性和适用性。

我们热忱欢迎全国同行以及关注机械科学与工程教育、教学及教材建设的广大有识之士对我们的工作提出宝贵意见和建议,共同为我国机械工程教育的发展而努力。

中国科学院院士

周邦椿

2006年5月

前 言

本书是根据 1995 年国家教委课程指导委员会审定通过，并经国家教委批准的高等工业学校“机械设计基础课程教学基本要求”编写的。

本书是“机械设计基础”课程的配套教材，适于课程设计学时为 80 学时或两周集中进行的机械设计基础课程设计使用。

本书以单级齿轮和蜗杆减速器的设计为例，根据课程设计的进程和需要，介绍了减速器的构造、课程设计指导书、设计资料、参考图例及设计题目数据和计算机辅助设计简介。

本书既反映了教学改革成果，又在课程设计教学规范化方面制定了规则。其主要特点是：

1. 充分总结了近年来一些院校《机械设计基础》课程的教学经验和教学方法，教材内容取材合理、层次简明、文字精练，便于教师教学和学生学。
2. 所采用的资料全部是截至到 2005 年底的国家和有关行业的最新标准。
3. 参考图例全部按照新标准绘制，结构和视图清晰明了。
4. 提出了课程设计教学质量过程控制的具体办法。

本书由东北大学孙德志、张伟华，辽宁石油化工大学邓子龙编写。书中难免有不妥之处，谨请读者提出宝贵意见。

编 者

2006 年 2 月

目 录

序 前言

第一篇 机械设计基础课程设计指导书

第 1 章 概述	3
1.1 机械设计基础课程设计的目的	3
1.2 机械设计基础课程设计的内容和分量	3
1.3 课程设计的步骤和进度	4
1.4 机械设计基础课程设计的方法和要求	5
第 2 章 传动装置的总体设计	7
2.1 确定传动方案	7
2.2 减速器类型简介	8
2.3 选择电动机	9
2.4 传动比的分配.....	12
2.5 传动装置的运动和动力参数计算.....	13
第 3 章 传动零件的设计计算	16
3.1 减速器以外的传动零件设计.....	16
3.2 减速器内的传动零件设计.....	19
第 4 章 减速器的构造	23
4.1 齿轮、轴及轴承组合	23
4.2 箱体.....	23
4.3 减速器的附件.....	24
第 5 章 减速器装配草图设计	26
5.1 初绘减速器装配草图.....	26
5.2 轴的强度、轴承寿命和键联接强度的校核计算	37
5.3 完成减速器装配草图设计.....	38
5.4 单级圆锥齿轮减速器装配草图设计的特点和绘图步骤.....	47

5.5 蜗杆减速器装配草图设计的特点与绘图步骤	53
第6章 减速器装配工作图设计	58
6.1 按国家机械制图标准规定画法绘制各视图	58
6.2 标注尺寸	59
6.3 减速器装配工作图的改错练习	60
6.4 零件序号、标题栏和明细表	65
6.5 减速器的技术特性	66
6.6 编写技术条件	66
6.7 检查装配工作图	68
第7章 零件工作图设计	69
7.1 零件工作图的设计要求	69
7.2 轴零件工作图设计	71
7.3 齿轮零件工作图设计	72
第8章 编写设计计算说明书	74
8.1 设计计算说明书的内容与要求	74
8.2 设计计算说明书的编写大纲	75
第9章 课程设计的总结与答辩	80
9.1 总结的目的	80
9.2 答辩形式	80
9.3 答辩题签	80

第二篇 设计资料

第10章 机械制图	87
10.1 一般规定	87
10.2 常用零件的规定画法	88
第11章 常用资料与一般规范	90
第12章 联接	95
12.1 螺纹联接	95
12.2 平键和销联接	103
第13章 滚动轴承	106
第14章 联轴器	114
第15章 润滑与密封	119
15.1 润滑剂	119

15.2	油杯	120
15.3	密封装置	121
第 16 章	减速器附件	124
16.1	检查孔及检查孔盖	124
16.2	通气器	124
16.3	轴承盖	125
16.4	螺塞及油封垫	126
16.5	油面指示装置	126
16.6	挡油盘	128
16.7	启箱螺钉	128
16.8	起吊装置	129
第 17 章	公差配合与表面粗糙度	132
17.1	公差名词与代号说明	132
17.2	标准公差值,轴和孔的极限偏差值	132
17.3	表面形状公差及位置公差	135
17.4	表面粗糙度及其标注方法	136
17.5	渐开线圆柱齿轮公差	137
17.6	锥齿轮精度	146
17.7	圆柱蜗杆、蜗轮精度	152
第 18 章	电动机	158
第 19 章	常用传动零件的结构	160
19.1	圆柱齿轮的结构	160
19.2	圆锥齿轮的结构	162
19.3	蜗轮蜗杆的结构	164
19.4	V 带轮的结构	165
19.5	链轮的结构	166

第三篇 参考图例

第 20 章	减速器装配图	168
20.1	单级圆柱齿轮减速器(Ⅰ)	168
20.2	单级圆柱齿轮减速器(Ⅱ)	168
20.3	单级圆锥齿轮减速器	168
20.4	蜗杆减速器(蜗杆下置)	168

第 21 章 零件工作图	169
21.1 轴	170
21.2 圆柱齿轮	171
21.3 锥齿轮轴	172
21.4 锥齿轮	173
21.5 蜗杆	174
21.6 蜗轮	175
21.7 轮芯	176
21.8 轮缘	177
 第四篇 课程设计题目	
第 22 章 课程设计题目	180
 第五篇 电子图板绘图	
第 23 章 电子图板绘图	185
23.1 概述	185
23.2 电子图板 CAXA 绘图基础	185
23.3 电子图板绘图示例	194
参考文献	204

第一篇 机械设计基础课程设计 指导书

第 1 章 概 述

1.1 机械设计基础课程设计的目的

机械设计基础课程设计是高等工科学学校多数专业一次较全面的机械设计训练，是机械设计基础课程的最后一个重要教学环节，其目的是：

- 1) 培养学生综合运用所学的机械系统课程的知识去解决机械工程问题的能力，并使所学知识得到巩固和发展。
- 2) 学习机械设计的一般方法和步骤。
- 3) 进行机械设计基本技能的训练，如计算、绘图（其中包括计算机辅助设计）和学习使用设计资料、手册、标准和规范。

此外，机械设计基础课程设计还为专业课课程设计和毕业设计奠定了基础。

1.2 机械设计基础课程设计的内容和分量

1.2.1 题目

机械设计基础课程设计的题目一般选择通用机械的传动装置，如图 1-1-1 所示。传动装置中可以包括圆柱齿轮、锥齿轮或蜗杆传动的减速器、带传动、链传

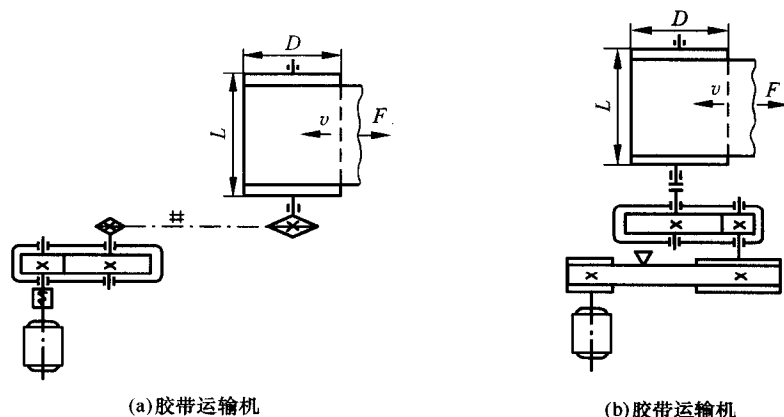


图 1-1-1 通用机械传动方案

动及联轴器等零部件。

传动装置是一般机械不可缺少的组成部分,其设计内容包括机械设计基础课程中学过的主要零件,也涉及机械设计的一般问题,适合学生目前的知识水平,能达到课程设计的目的。

1.2.2 内容

传动装置的总体设计,传动件与支承零件的设计计算,减速器装配图和零件工作图的绘制及设计计算说明书的编写等。

1.2.3 分量

减速器装配图 1 张(A0 号或 A1 号图纸);零件工作图 1~2 张,包括轴、齿轮或蜗轮;设计计算说明书一份。

1.3 课程设计的步骤和进度

课程设计的具体步骤为:

(1) 设计准备

认真阅读设计任务书,明确设计要求、工作条件、内容和步骤;通过阅读有关资料、图纸、参观实物和模型,了解设计对象;准备好设计需要的图书、资料和用具;拟定设计计划等。

(2) 传动装置的总体设计

确定传动装置的传动方案;计算电动机的功率、转速,选择电动机的型号;计算传动装置的运动和动力参数(确定总传动比,分配各级传动比,计算各轴的转速、功率和转矩等)。

(3) 传动零件的设计计算

减速器以外的传动零件设计计算(如带传动、链传动等);减速器内部的传动零件设计计算(如齿轮传动、蜗杆传动等)。

(4) 减速器装配草图设计

绘制减速器装配草图,选择联轴器,初定轴径;选择轴承类型并设计轴承组合的结构;定出轴上受力点的位置和轴承支点间的跨距;校核轴及轮毂联接的强度;校核轴承寿命;箱体和附件的结构设计。

(5) 工作图设计

零件工作图设计;装配工作图设计。

(6) 整理编写设计计算说明书

整理编写设计计算说明书;总结设计的收获和经验教训。

为帮助大家拟订好设计进度,表1-1-1给出了各阶段所占总工作量的大致百分比,仅供参考。教师可根据学生是否按时完成各阶段的设计任务来考察其设计能力,并作为评定成绩量化考核的依据之一。

表 1-1-1 设计进度表

序 号	设计内容	占总设计工作量的 百分比/%	完成阶段设计的 参考时间	实际完成阶段设计的 时间记录(教师用)
1	传动装置的总体设计	7	第一天(周一)	
2	传动零件的设计计算	7	第二天(周二)	
3	减速器装配草图设计	40	第六天(下周一)	
4	装配工作图设计	20	第七天(下周二)	
5	零件工作图设计	10	第八天(下周三)	
6	整理编写设计计算说明书	10	第九天(下周四)	
7	答辩	5	第十天(下周五)	

1.4 机械设计基础课程设计的方法和要求

1.4.1 方法

机械设计基础课程设计与机械设计的一般过程相似,从方案设计开始,进行必要的计算和结构设计,最后以图纸表达设计结果,以计算说明书表示设计的依据。

由于影响设计的因素很多,机械零件的结构尺寸不可能完全由计算决定,还需要借助画图、初选参数或初估尺寸等手段,通过边画图、边计算、边修改的过程逐步完成设计。这种设计方法即通常所说的“三边”设计法。因此,把设计理解为单纯的理论计算,企图完全用理论计算的方法来确定零件的所有尺寸和结构,迟迟不敢动手画图,或一旦画出草图便不愿再做必要的修改的做法,都是不正确的。

1.4.2 课程设计的要求和注意事项

1) 认真、仔细、整洁。

设计工作是一项认真仔细的工作,一点也马虎不得。无论是在数字计算上或结构设计中,一点细小的差错都会导致产品的报废。因此,要通过课程设计培养出认真、细致、严谨、整洁的工作作风。

2) 理论联系实际,综合考虑问题,力求设计合理、实用、经济、工艺性好。

3) 正确处理继承与创新的关系,正确使用标准和规范。

正确继承以往的设计经验和利用已有的资料,既可减轻设计的重复工作量,加快设计的进程,又有利于提高设计质量。但是,继承不是盲目的、机械的

抄袭。

设计中正确地运用标准规范,有利于零件的互换性和加工工艺性,从而可收到良好的经济效益,同时也可减少设计工作量。对于国家标准和本部门的规范,一般都要严格遵守。设计中是否尽量采用标准和规范,也是评价设计质量的一项指标。但是,标准和规范是为了便于设计、制造和使用而制定的,不是用来限制其创新和发展的。因此,当与设计要求有矛盾时,也可以突破标准和规范的规定,自行设计。

方案设计要求学生自定的可以不受本书设计题目限制,可以结合实际课题,也可以开展机械传动的创新设计。但是,设计分量要适当。

4) 学会正确处理设计计算和结构设计间的关系,要统筹兼顾。

确定零件尺寸有几种不同的情况:

由几何关系导出的公式计算出的尺寸是严格的等式关系。若改变其中的某一参数,则其他参数必须相应改变,一般是不能随意圆整或变动的,如齿轮传动的中心距 $a = m(z_1 + z_2)/2$, 如欲将 a 圆整,则必须相应地改动 z_1 、 z_2 或 m , 以保证其恒等式关系。齿轮的尺寸保留到三位小数,齿轮分度圆螺旋角精确到秒(")。

由强度、刚度、磨损等条件导出的计算公式常是不等式关系,有的是机械零件必须满足的最小尺寸,却不一定就是最终采用的结构尺寸。例如,由强度计算出轴的某段直径至少需要 32mm,但考虑到轴上与之相配零件(如联轴器、齿轮、滚动轴承等)的结构、安装、拆卸和加工制造等要求,最终采用的尺寸可能为 50mm,这个尺寸不仅满足了强度的要求,也满足了其他要求,是合理的,而不是浪费。

由实践经验总结出来的经验公式,常用于确定那些外形复杂,强度情况不明(如箱体)的结构尺寸。这些经验公式是经过生产实践考验的,应当尊重它们。但这些尺寸关系都是近似的,一般应圆整取用。

另外,还有一些尺寸可由设计者自行根据需要而定,根本不必进行计算,它们常是一些次要尺寸。这些零件的强度往往不是主要问题,又无经验公式可循,故可由设计者考虑加工、使用等条件,参照类似结构,用类比的方法来确定,如轴上的定位轴套、挡油盘等。

5) 所绘图纸要求作图准确、表达清晰、图面整洁,符合机械制图标准;说明书要求计算准确、书写工整,并保证要求的书写格式。