

国家级精品课程主干教材

中国科学院机械工程系列规划教材



机械设计课程设计

巩云鹏 田万禄
张伟华 黄秋波

主编



科学出版社
www.sciencep.com

国家级精品课程主干教材
中国科学院机械工程系列规划教材

机械设计课程设计

巩云鹏 田万禄 主编
张伟华 黄秋波

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书为国家级精品课程“机械设计”的主干教材,也是国家工科机械基础教学基地规划教材,可作为高等工科院校机械类各专业“机械设计课程设计”教材。本书以齿轮及蜗杆减速器为例,按课程设计进程和需要,编写了机械设计课程设计指导书、常用设计资料、参考图例、设计题目数据。阐述了计算机辅助机械设计过程中的数据处理技术和典型机械零件设计程序的编制方法及电子图板绘图知识。

本书可供机械类学生作为课程设计指导书和教师作为指导用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计 / 巩云鹏等主编. —北京: 科学出版社, 2008
国家级精品课程主干教材·中国科学院机械工程系列规划教材
ISBN 978-7-03-020987-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 011626 号

责任编辑: 段博原 于宏丽 / 责任校对: 邹慧卿
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>

陈海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 3 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2008 年 3 月第一次印刷 印张: 19 插页: 3

印数: 1—4 000 字数: 358 000

定价: 29.00 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例高达 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工程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个方面的特点:

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。各门课程的知识点之间相互衔接,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,还配套有辅导书、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、省部级教学成果奖完成人,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,一道为我国机械工程教育的发展而努力。

中国科学院院士



2006年5月

前 言

本书是根据 2005 年国家教委本科教学课程指导委员会审定通过, 并经国家教委批准的高等工科学校“机械设计课程教学基本要求”编写的。本书是东北大学国家工科机械基础课程教学基地建设规划教材。本书是“机械设计”课程的配套教材, 适用于课程设计学时为 160 学时或四周集中进行的机械设计课程设计教学使用。

本书以齿轮及蜗杆减速器为例, 按课程设计进程和需要, 编写了机械设计课程设计指导书、常用设计资料、参考图例、设计题目数据。对课程设计过程中的难点均有例题或例图, 并加以详细说明。同时, 为使机械设计教学过程适应现代设计技术发展的需要, 还编写了计算机辅助设计的相关内容。阐述了计算机辅助机械设计过程中的数据处理技术和典型机械零件设计程序的编制方法及电子图板绘图知识。

本书所用资料全部为截至 2005 年底的国家和有关行业最新标准、资料; 参考图例全部按新标准绘制, 结构视图清晰; 在课程设计教学规范化方面制定了规则, 提出了控制课程设计教学质量的具体方法。

考虑渐开线圆柱齿轮精度新的国家标准 GB/T 10095—2001 与原标准 GB/T 10095—1988 处于新旧标准交替过渡阶段, 基于 GB/T 10095—1988 应用的成熟性, 本书渐开线圆柱齿轮的精度标准仍采用 GB/T 10095—1988。

参加本书编写的人员有: 东北大学巩云鹏、张伟华, 辽宁工业大学田万禄, 辽宁科技大学黄秋波, 沈阳汽车工业学院侯志敏。

承蒙东北大学鄂中凯教授审阅书稿, 并提出宝贵建议, 在此谨致谢意。

书中难免存在不妥之处, 敬请读者提出宝贵意见。

编 者

2007 年 7 月

目 录

前言

第 1 篇 机械设计课程设计指导书

1 概述	3
1.1 机械设计课程设计的目的	3
1.2 机械设计课程设计的内容	3
1.3 机械设计课程设计的步骤和进度	4
1.4 机械设计课程设计的方法和要求	5
2 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 分配传动比	12
2.5 传动装置的运动和动力参数计算	14
3 传动零件的设计计算	17
3.1 减速器以外的传动零件设计计算	17
3.2 减速器内的传动零件设计计算	18
4 减速器的构造	21
4.1 齿轮、轴及轴承组合	21
4.2 箱体	21
4.3 减速器的附件	23
5 减速器装配草图设计	25
5.1 初绘减速器装配草图	25
5.2 轴、轴承及键的强度校核计算	38
5.3 完成减速器装配草图设计	38
5.4 锥-圆柱齿轮减速器装配草图设计的特点与绘图步骤	44
5.5 蜗杆减速器装配草图设计的特点与绘图步骤	49
6 零件工作图设计	54
6.1 零件工作图的设计要求	54
6.2 轴零件工作图设计	56
6.3 齿轮零件工作图设计	57

6.4	箱体零件工作图设计	57
7	装配工作图设计	59
7.1	绘制装配工作图各视图	59
7.2	标注尺寸	59
7.3	零件序号、标题栏和明细表	60
7.4	减速器的技术特性	61
7.5	编写技术条件	61
7.6	检查装配工作图	63
7.7	减速器装配工作图的改错练习	63
8	编写设计计算说明书	69
8.1	设计计算说明书的内容与要求	69
8.2	设计计算说明书的编写大纲	70
8.3	设计计算说明书的书写示例	70
9	课程设计的总结、答辩与成绩评定	71

第2篇 计算机辅助机械设计

10	概述	75
11	计算机辅助机械设计中的设计资料处理	76
11.1	数表程序化	76
11.2	数表的插值计算	78
11.3	数表解析化	83
11.4	线图程序化	85
11.5	数表与线图的文件化处理及数据库	85
12	典型机械零件的计算机辅助设计	87
12.1	V带传动的计算机辅助设计	87
12.2	滚子链传动的计算机辅助设计	94
12.3	渐开线齿轮传动的计算机辅助设计	101
12.4	普通蜗杆传动的计算机辅助设计	115
12.5	轴的计算机辅助设计	126
12.6	滚动轴承计算机辅助设计	137

第3篇 电子图板绘图

13	概述	149
14	电子图板 CAXA 绘图基础	150
14.1	电子图板的用户界面和菜单系统	150
14.2	常用键的功能	157

14.3	约定	157
14.4	电子图板绘图过程中的有关问题	158
15	电子图板绘图示例	160
15.1	轴的零件工作图	160
15.2	齿轮的零件工作图	162
15.3	减速器装配工作图	165

第4篇 设计资料

16	机械制图	171
16.1	一般规定	171
16.2	常用零件的规定画法	173
16.3	机构运动简图符号	179
17	常用资料与一般标准、规范	181
17.1	常用资料	181
17.2	一般标准	186
18	机械设计中常用材料	192
18.1	黑色金属	192
18.2	有色金属	195
18.3	非金属材料	197
19	螺纹及螺纹联接	199
19.1	螺纹	199
19.2	螺纹零件的结构要素	201
19.3	螺栓	203
19.4	螺钉	206
19.5	螺母	210
19.6	垫圈	212
19.7	挡圈	213
20	键、花键和销联接	216
21	滚动轴承	221
22	联轴器	228
23	润滑与密封	232
23.1	润滑剂	232
23.2	油杯	233
23.3	油标和油标尺	235
23.4	密封装置	237

24 减速器附件	241
24.1 检查孔与检查孔盖.....	241
24.2 通气器.....	241
24.3 轴承盖.....	242
24.4 螺塞及封油垫.....	243
24.5 挡油盘.....	243
24.6 起吊装置.....	244
25 常用传动零件的结构	245
25.1 圆柱齿轮的结构.....	245
25.2 圆锥齿轮的结构.....	247
25.3 蜗轮蜗杆的结构.....	249
25.4 V带轮的结构.....	250
25.5 链轮的结构.....	252
26 极限与配合, 形状与位置公差和表面粗糙度	253
26.1 极限与配合名词与代号说明.....	253
26.2 标准公差值和孔及轴的极限偏差值.....	253
26.3 形状公差与位置公差 (摘自 GB/T 1184—1996)	257
26.4 表面粗糙度.....	260
26.5 渐开线圆柱齿轮精度 (摘自 GB/T 10095—1988)	260
26.6 锥齿轮精度 (摘自 GB/T 11365—1989)	267
26.7 圆柱蜗杆、蜗轮精度 (摘自 GB/T 10089—1988)	271
27 电动机	278

第5篇 参考图例

28 减速器装配工作图	282
29 箱体零件工作图	282
30 轴和轮类零件工作图	282

第6篇 机械设计课程设计题目

第 1 篇

机械设计课程设计指导书

前，平本局缺前自主学合款，國同類一前十對解时又將出，书略零要主前以学
前目的十對書集陸出

1 概 述

容內 5.5.1

1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计课程设计是高等工业学校多数专业第一次较全面的机械设计训练，是机械设计课的最后一个重要教学环节，其目的：

- (1) 培养学生综合运用机械设计及相关课程知识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、标准及规范。

此外，机械设计课程设计还为专业课程设计和毕业设计奠定了基础。

1.2 机械设计课程设计的内容

1.2.1 题目

机械设计课程设计的题目一般选择通用机械的传动装置，如图 1-1 所示。两种传动中包括齿轮或蜗杆减速器、带传动、链传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课程中

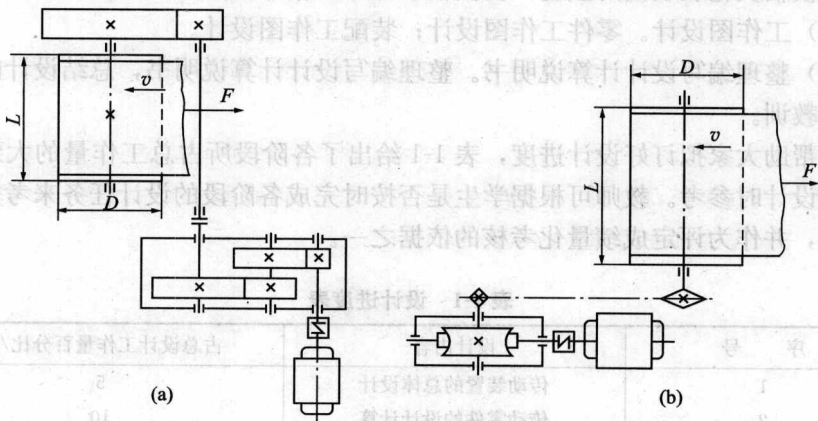


图 1-1 设计题目类型

学过的主要零部件,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

课程设计的内容包括:传动装置的总体设计、传动件与支承件的设计计算、减速器装配工作图和零件工作图的绘制及设计计算说明书的编写。

要求学生完成的工作有:减速器装配工作图1张(A0或A1幅面图纸);零件工作图2或3张,包括轴、齿轮或蜗轮、箱体;设计计算说明书一份。

1.3 机械设计课程设计的步骤和进度

课程设计的具体步骤如下。

(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(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;定出轴上力作用点的位置和轴承支点跨距;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给出了各阶段所占总工作量的大致百分比,供设计时参考。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 设计进度表

序 号	设计内容	占总设计工作量百分比/%
1	传动装置的总体设计	5
2	传动零件的设计计算	10
3	减速器装配草图设计	40

续表

序 号	设计内容	占总设计工作量百分比/%
4	装配工作图设计	20
5	零件工作图设计	10
6	整理编写设计计算说明书	10
7	答辩	5

1.4 机械设计课程设计的方法和要求

1.4.1 方法

机械设计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,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修改的做法,都是不对的。

1.4.2 课程设计的要求和注意事项

课程设计应注意以下几点。

(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,继承不是盲目地机械抄袭。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,当遇到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。

(4) 学会正确处理设计计算和结构设计之间的关系,要统筹兼顾。确定零件

尺寸有几种不同的情况。

① 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。例如,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。

② 由强度、刚度、磨损等条件导出的计算公式通常是不等式关系。有的是表示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,根据强度计算,轴的某段直径至少需要 32mm,但考虑到与其相配合的零件(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要求,也满足了其他要求,是合理的,而不是浪费。

③ 由实践总结出来的经验公式,常用于确定那些外形复杂、强度情况不明的尺寸,例如,箱体的结构尺寸。这些经验公式是经过生产实践考验的,应尊重它们。但这些尺寸关系都是近似的,一般应圆整取用。

④ 另外,还有一些次要尺寸可由设计者自行根据需要进行确定,根本不必进行计算。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,用类比的方法确定,例如,轴上的定位轴套、挡油盘等。

(5) 要求图纸表达正确、清晰,符合机械制图标准;说明书计算准确、书写工整,并遵守要求的书写格式。