



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

机械设计基础课程设计

(第二版)

孙德志 张伟华 邓子龙 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

机械设计基础课程设计

(第二版)

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、设计指导书与指导规范、设计资料、参考图例及设计题目数据。

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,张伟华,邓子龙主编.—2版.—北京:科学出版社,2010.8

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 978-7-03-028807-3

I. ①机… II. ①孙… ②张… ③邓… III. ①机械设计-课程设计-高等学校-教材 IV. ①TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 167655 号

责任编辑:毛莹 / 责任校对:李影
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>

骏杰印刷厂印刷

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)

2010年8月第 二 版 印张:14 1/4,插页:3

2010年8月第六次印刷 字数:267 000

印数:12 001—16 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

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



2006年5月

第二版前言

本书是根据 2009 年教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会制定的“机械设计基础课程教学基本要求”编写的，适用于机械设计基础课程设计教学使用。

本书以单级齿轮及蜗杆减速器为例，按课程设计进程和需要，编写了机械设计基础课程设计指导书、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，并加以详细说明以及计算机绘图软件使用的相关内容。

本书再版仍然保持课程设计教学规范化和教学质量管理的规则。与第一版相比，本书新增改以下内容。

(1) 在课程设计指导书中新增了与结构设计有关的计算例题和图解，以确定机械零件的结构设计参数。

(2) 本书所用资料全部为截至 2009 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和标注。较为突出的变化内容包括：①产品几何技术规范（简称 GPS）是针对产品几何定义和精度控制而建立的一套完整的技术标准体系，是按照国际公认的先进技术并容纳了我国自主知识产权的高新技术而修订的新的国际通用技术语言。因此，本次再版采用新的 GPS，包括尺寸公差、几何公差和表面结构等需要在技术图样上表示的各种几何精度设计要求、标注方法。②关于渐开线圆柱齿轮精度的新国家标准 GB/T 10095.1—2008 和 GB/T 10095.1—2008 已经完善，本书采用新的国家标准。

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。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请读者提出宝贵意见。

编者
2010 年 6 月

第一版前言

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的成果，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习。
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	
第二版前言	
第一版前言	

第一篇 机械设计基础课程设计指导书

第 1 章 概述	2
1.1 机械设计基础课程设计的目的	2
1.2 课程设计的内容和分量	2
1.3 课程设计的步骤和进度	3
1.4 课程设计的方法和要求	3
第 2 章 传动装置的总体设计	6
2.1 确定传动方案	6
2.2 减速器类型简介	7
2.3 选择电动机	8
2.4 传动比的分配.....	11
2.5 传动装置的运动和动力参数计算.....	12
第 3 章 传动零件的设计计算	15
3.1 减速器以外的传动零件设计计算.....	15
3.2 减速器内的传动零件设计计算.....	20
第 4 章 减速器的构造	25
4.1 齿轮、轴及轴承组合.....	25
4.2 箱体.....	25
4.3 减速器的附件.....	26
第 5 章 减速器装配草图设计	28
5.1 初绘减速器装配草图.....	28
5.2 轴的强度、轴承寿命和键连接强度的校核计算.....	50
5.3 完成减速器装配草图设计.....	51
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.....	61
5.5 蜗杆减速器装配草图设计的特点与绘图步骤.....	66

第 6 章 减速器装配工作图设计	70
6.1 按国家机械制图标准规定画法绘制各视图	70
6.2 标注尺寸	71
6.3 减速器装配工作图的改错练习	72
6.4 零件序号、标题栏和明细表	77
6.5 减速器的技术特性	78
6.6 编写技术要求	78
6.7 检查装配工作图	80
第 7 章 零件工作图设计	82
7.1 零件工作图的设计要求	82
7.2 轴零件工作图设计	85
7.3 齿轮零件工作图设计	86
第 8 章 编写设计计算说明书	91
8.1 设计计算说明书的内容与要求	91
8.2 设计计算说明书的编写大纲	92
第 9 章 课程设计的总结与答辩	97
9.1 总结的目的	97
9.2 答辩形式	97
9.3 答辩题签	97

第二篇 设计资料

第 10 章 机械制图	102
10.1 一般规定	102
10.2 常用零件的规定画法	104
第 11 章 常用资料与一般规范	107
第 12 章 连接和轴系零件的固定件	113
12.1 螺纹连接	113
12.2 平键和销连接	122
12.3 弹性挡圈	124
第 13 章 滚动轴承	127
第 14 章 联轴器	136
第 15 章 润滑与密封	140
15.1 润滑剂	140
15.2 油杯	142
15.3 密封装置	143

第 16 章 减速器附件	147
16.1 检查孔及检查孔盖	147
16.2 通气器	147
16.3 轴承盖	148
16.4 螺塞及油封垫	149
16.5 油面指示装置	149
16.6 挡油盘	151
16.7 启箱螺钉	151
16.8 起吊装置	152
第 17 章 公差配合与表面粗糙度	155
17.1 公差名词与代号说明	155
17.2 标准公差值, 轴和孔的极限偏差值	156
17.3 形状公差及位置公差	159
17.4 表面粗糙度及其标注方法	161
第 18 章 渐开线圆柱齿轮、锥齿轮、蜗轮和蜗杆精度	169
18.1 渐开线圆柱齿轮精度	169
18.2 锥齿轮精度	179
18.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度	184
第 19 章 电动机	189
第 20 章 常用传动零件的结构	191
20.1 圆柱齿轮的结构	191
20.2 圆锥齿轮的结构	193
20.3 蜗轮蜗杆的结构	195
20.4 V 带轮的结构	196
20.5 链轮的结构	197

第三篇 参考图例

第 21 章 减速器装配图	200
21.1 单级圆柱齿轮减速器 (I)	200
21.2 单级圆柱齿轮减速器 (II)	200
21.3 单级圆锥齿轮减速器	200
21.4 蜗杆减速器 (蜗杆下置)	200
第 22 章 零件工作图	201
22.1 轴	201
22.2 圆柱齿轮	201

22.3	圆柱齿轮轴	201
22.4	锥齿轮轴	201
22.5	锥齿轮	201
22.6	蜗杆	201
22.7	蜗轮	201
22.8	轮芯	201
22.9	轮缘	201
附录	课程设计题目	211

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(以下简称课程设计)是高等工科院校多数专业第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,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 课程设计的内容和分量

1.2.1 题目

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 所示的胶带输送机。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

课程设计的内容包括传动装置的总体设计、传动件与支承零件的设计计算、减速器装配图与零件工作图的绘制及设计计算说明书的编写等。

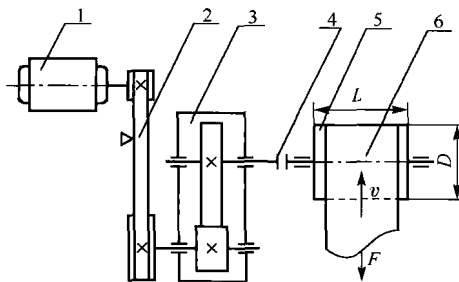


图 1-1-1 胶带输送机

1. 电动机
2. 带传动
3. 齿轮传动
4. 联轴器
5. 滚筒
6. 运输胶带

1.2.3 分量

课程设计的分量包括: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、内容和设计进度见表 1-1-1。教师可根据学生是否按时完成各阶段的设计任务来考查其设计能力,并作为评定成绩量化考核的依据之一。

表 1-1-1 课程设计的步骤和进度

设计步骤	设计内容	工作量/%		设计进度	
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	1		第 1 天起	方法
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、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)	7	54		
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)	7		第 2 天起	
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;校核轴及轮毂连接的强度;校核轴承寿命;箱体和附件的结构设计	40		第 4 天起	
5)装配工作图设计	画底线图,画剖面线;选择配合,标注尺寸;编写零件序号,零件明细表和标题栏;加深线条,整理图面;书写技术要求、减速器特性等	20		第 7 天起	
6)机械零件工作图设计	绘制从装配图中拆出的机械零件工作图,如齿轮、轴类零件或教师指定的其他零件;机械零件的精度设计	10		第 8 天起	
7)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	10		第 9 天起	
8)答辩	总结课程设计中的收获和不足之处,阐述课程设计的指导思想并回答教师提出的问题	5		第 10 天	
	指导教师根据学生在上述步骤完成的图纸、说明书及答辩情况对学生的课程设计进行综合成绩评定			以两周计	

1.4 课程设计的方法和要求

1.4.1 方法

课程设计的一般过程是从方案设计开始,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、边修改的多次循环过程逐步完成设计。这种设计方法即通常所说的“三边”设计法。学生在设计初始阶段设计得不合理属于正常现象。但是,一旦发现错误的设计就必须得修改。迟迟不敢动手画图,或发现画错了又不愿修改都是不正确的态度。设计就是不断修改、持续完善的过程。学生们应采取对设计结果阶段性地自检互审、请指导老师帮助检查等措施,及时发现错误并进行修改。同时,还应认真做好修改记录、整理计算数据、编写计算说明书。

1.4.2 要求和注意事项

课程设计的要求和注意事项如下。

(1)认真、仔细、整洁。

设计工作是一项要求认真仔细完成的工作。无论是机械零件的参数设计还是结构设计,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。设计期间,要认真阅读本书第一篇的各个章节,仔细分析第三篇的参考图例。

(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)正确使用标准和规范、提倡创新设计。

设计中正确地运用标准规范,既有利于零件的互换性和加工工艺性,又可减轻设计的重复工作量,从而收到良好的经济效益。对于国家标准和本部门的规范,一般都要严格遵守和执行。设计中是否尽量采用标准和规范,也是评价设计质量好坏的一项指标。

一些非标准的尺寸也应尽量圆整为标准数列或优选数列以便制造、测量和安装。

要求学生自定的设计方案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与结构设计间的关系,要统筹兼顾。

确定零件尺寸有以下几种不同的情况。

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,则其他参数必须做相应改变,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。齿轮的尺寸保留到三位小数,齿轮分度圆螺旋角精确到秒(")。

②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。

③经验公式常用于确定外形复杂、强度情况不明时的尺寸,如箱体的结构尺寸。这些经验公式已经在生产实践中应用。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,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。

第2章 传动装置的总体设计

传动装置总体设计的任务包括:确定传动方案,选择电动机型号,合理地分配传动比及计算传动装置的运动和动力参数,为设计计算各级传动零件准备条件。传动装置的总体设计按下列步骤进行。

2.1 确定传动方案

合理的传动方案应能满足工作机的性能要求(如运输机是否在多尘的环境下工作,起重、提升机的负载持续率JC值等),传动装置工作可靠,结构简单,尺寸紧凑,加工容易,成本低廉,效率高,使用维护方便等。要同时满足这些要求,常常是困难的。因此,应统筹兼顾,保证重点要求。

当采用多级传动时,应合理地选择传动零件和它们之间的传动次序,扬长避短,力求方案合理。常需要考虑以下几点:

(1)带传动靠摩擦力工作,传动平稳,能缓冲吸震,噪声小,但传动比不准确,外廓尺寸较大,因此多用于传动比要求不十分准确、尺寸不受严格限制、传递功率不大的传动,并尽可能布置在高速级,因为传递相同功率,转速较高,转矩较小,可使带传动的尺寸较紧凑。

(2)链传动靠链轮齿啮合工作,传动较可靠,并能适应恶劣的工作条件,但运动不均匀,有冲击,不适于高速传动,故应布置在多级传动的低速级。

(3)蜗杆传动平稳,传动比大,但传动效率低,适用于中、小功率或间歇运转的场合。当和齿轮传动同时应用时,一般应布置在高速级,使其工作齿面间有较高的相对滑动速度,利于形成流体动力润滑油膜,提高效率,延长寿命。

(4)圆锥齿轮传动用于传递相交轴间的运动。圆锥齿轮的加工比较困难,特别是当尺寸较大时,故应放在高速级,并限制其传动比,以避免直径过大,加工困难。

(5)开式齿轮传动的工作环境一般条件较差,润滑不良,磨损严重,应布置在低速级。

(6)斜齿圆柱齿轮与直齿圆柱齿轮比较,传动平稳性较好,当采用双级齿轮传动时,高速级常用斜齿轮,低速级常用直齿轮。

某些专业因受学时限制,传动方案可在设计任务书中给出,不需学生选择确定。但学生应对设计任务书给出的传动装置简图进行分析,了解传动方案的组成和特点,以提高对传动方案的选择能力。