



高职高专“十一五”规划教材

机械设计基础课程设计

曾宗福 主编

涂杰 朱红雨 副主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

机械设计基础课程设计

曾宗福 主编

涂 杰 朱红雨 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是与《机械设计基础》(曾宗福主编)配套使用的课程设计教材,根据《机械设计基础》课程的教学基本要求编写,并充分考虑了我国高等职业教育发展的实际情况,重在讲清设计的思路和方法,并把相关的知识点联系起来,加强了机械传动装置设计方案的基本训练和设计方法的基本训练。

本书适用于高等职业技术学院、高等专科学校和普通本科院校举办的二级职业技术学院机械类、机电类和近机械类各专业。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/曾宗福主编. —北京:化学工业出版社, 2009.2

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-04483-9

I. 机… II. 曾… III. 机械设计-课程设计-高等学校: 技术学院-教材 IV. TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 002479 号

责任编辑:高 钰

文字编辑:张燕文

责任校对:吴 静

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张22½ 插页5 字数561千字 2009年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:37.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着科学技术的飞速发展,高科技的机械产品日益增多。高等职业技术教育与经济建设和社会发展关系最为密切,培养目标是“培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、管理、服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用型专门人才”。因此,培养学生的创新能力和综合设计能力,进行工程师和技术员的基本训练就显得尤其重要。本书正是为适应我国高等教育进入大众化阶段、高等职业技术教育迅速发展的新形势而编写的。

作为高职高专“十一五”规划教材,本书是根据教育部制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育培养专业人才培养目标及规格》,以及当前教学改革发展的要求编写的。作为与《机械设计基础》[曾宗福主编,化学工业出版社(2008年出版),下同]配套使用的课程设计的教材,本书内容是根据《机械设计基础》课程的教学基本要求编写的,并充分考虑了我国高等职业教育发展的实际情况,特别是近几年来高职高专院校学生基础知识的实际情况,保持了《机械设计基础》的风格;重在讲清设计的思路和方法;把相关的知识点联系起来;加强了机械传动装置设计方案的基本训练和设计方法的基本训练。为了便于学生进行课程设计,本书除了讲述必要的内容外,还列举了3个设计计算的示例;收集了与本课程设计相关的最新标准和相关数据,精选了少量参考图;给出了12组设计题目,供设计指导老师选择;密切结合减速器设计,拟定了100个答辩思考题,供学生和指导老师参考。

本书适用于普通高等职业技术学院、高等专科学校和普通本科院校举办的二级职业技术学院机械类、机电类和近机械类各专业,如机械设计与制造、机械制造及自动化、数控机床及加工、机电一体化、机电技术应用、模具设计及制造、汽车拖拉机制造、精密机械设计及制造、高分子材料成型机械及设备、过程装备与控制工程等专业(三年制或二年制专科)的《机械设计基础课程设计》用书,也可作为上述各专业五年制高等职业教育的教学用书,还可作为广播电视大学和成人高校三年制或二年制、五年制上述各专业的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

参加本书编写工作的人员及分工如下:绪论、第五、六、七、八、十三章由曾宗福编写;第一章由朱红雨、涂杰编写;第二、三、十二、十六、十七章由朱红雨编写;第四、十、十一、十四、十五章由涂杰编写;第九、十八章由陆文灿编写。叶贵青、孙笪忠、杨印安、沈梅同志也为本书做了一些工作。全书由曾宗福担任主编并最后定稿,由涂杰、朱红雨担任副主编。

本书的编写工作,得到了各有关院校的大力支持,在此谨向他们致以诚挚的谢意。

由于编者水平所限,书中难免有不妥之处,诚恳希望有关专家、同仁和广大读者批评指正。

编者

2009年3月于南京

目 录

绪论	1	一、减速器轴伸出端处的密封	19
第一节 机械设计基础课程设计的目的和 内容	1	二、轴承靠箱体内侧的密封	20
一、机械设计基础课程设计的目的	1	三、箱盖与箱座接合面的密封	21
二、机械设计基础课程设计的内容	1	第二章 传动装置的总体设计	22
第二节 机械设计基础课程设计的过程	2	第一节 确定传动装置布置方案	22
一、机械设计基础课程设计的步骤	2	一、确定传动装置总体布置方案时要考虑 的问题	22
二、机械设计基础课程设计中要注意的 问题	3	二、传动装置总体方案布置的原则	22
第一篇 机械设计基础课程设计		第二节 电动机的选择	23
第一章 普通减速器	5	一、选择电动机的类型	23
第一节 减速器的型式和选择	5	二、确定电动机的额定功率	24
一、减速器的型式和应用	5	三、选择电动机的转速	25
二、普通减速器的选择	7	第三节 传动装置的总传动比及其分配	25
第二节 减速器的结构	8	一、传动装置总传动比计算	25
一、减速器的箱体	9	二、传动比分配的一般原则	25
二、减速器的轴系零件	10	第四节 计算传动装置的运动参数和动力 参数	27
三、减速器的附件	10	一、减速器各轴的功率计算	27
四、箱体结构设计应满足的基本要求	11	二、减速器各轴的转速计算	28
第三节 减速器的附件	12	三、减速器各轴的转矩计算	28
一、油尺和油标	12	第三章 传动零件设计	30
二、放油螺塞	12	第一节 减速器外的传动零件设计	30
三、通气器	13	一、普通 V 带传动设计要点	30
四、起吊装置	13	二、滚子链传动设计要点	31
五、窥视孔和视孔盖	14	三、开式齿轮传动设计要点	31
六、起盖螺钉	14	第二节 联轴器的选择	31
七、定位销	14	一、联轴器的类型选择	31
八、调整垫片	15	二、选择联轴器时应注意的问题	32
九、密封装置	15	三、联轴器选用程序	32
第四节 减速器的润滑	15	第三节 减速器箱体内传动零件的设计	33
一、减速器内齿轮传动和蜗杆传动的 润滑	15	一、圆柱齿轮传动的设计计算	33
二、减速器内滚动轴承的润滑	17	二、圆锥齿轮传动的设计计算	34
第五节 减速器的密封	19	三、蜗杆传动的设计计算	34
		第四章 减速器装配工作图设计	35
		第一节 减速器装配工作图设计的技术	

准备	35	二、标注尺寸公差及表面粗糙度	59
一、技术资料的准备	35	三、技术要求	59
二、确定传动方案	35	第六章 设计说明书的编写与答辩准备	61
三、选择图纸幅面和布图	36	第一节 设计说明书的编写	61
第二节 减速器装配草图设计的第一阶段	36	一、设计说明书的基本要求	61
一、装配草图设计第一阶段的设计任务	36	二、设计说明书的内容	62
二、确定减速器箱体内壁及箱体内各主要		第二节 准备设计答辩	62
零件之间的相对位置	36	一、设计答辩的内容	62
三、轴结构设计	39	二、答辩前的准备	62
四、轴、滚动轴承及键联接的校核计算	42	三、课程设计答辩的方式及注意事项	63
第三节 减速器装配草图设计的第二阶段	43	四、答辩思考题（供参考）	63
一、传动零件的结构设计	44	第七章 课程设计任务书及设计题目	68
二、轴承部件组合设计	44	第一节 一级减速器设计任务书及设计	
第四节 减速器装配草图设计的第三阶段	46	题目	68
一、箱体结构设计	46	第二节 二级圆柱齿轮减速器设计任务书及	
二、完成箱体附属零件的设计和确定其他		设计题目	73
相关结构尺寸	47	第三节 圆锥-圆柱齿轮减速器设计任务书	
三、完成减速器装配草图	47	及设计题目	78
第五节 减速器装配工作草图的检查和		第四节 蜗杆减速器设计任务书及设计	
修改	48	题目	79
一、结构和工艺方面的检查	48	第八章 减速器课程设计示例	80
二、制图方面的检查	48	示例 1 设计带式输送机的传动装置	80
三、减速器装配工作草图中的常见错误	48	示例 2 设计螺旋输送机的传动装置	105
第六节 完成减速器装配工作图设计	51	示例 3 设计缆索起重机的传动装置	108
一、完善和加深装配工作图底图	51		
二、尺寸标注	52	第二篇 机械设计常用标准和规范	
三、编写技术特性	52	第九章 常用数据和一般标准	111
四、编写技术要求	52	第一节 标准代号及常用数据	111
五、零（部）件的编号、明细表、标题栏	54	一、国内部分标准的代号和国外部分标准	
第五章 减速器零件工作图设计	55	的代号	111
第一节 概述	55	二、常用数据	111
第二节 轴类零件工作图设计	56	第二节 一般标准	116
一、标注尺寸	56	一、优先数系和标准尺寸	116
二、标注尺寸公差和形位公差	56	二、机械制图相关标准	118
三、标注表面粗糙度	56	三、机构运动简图符号	119
四、技术要求	56	四、机械制造一般标准	121
第三节 齿轮类零件工作图设计	57	五、铸件一般标准	125
一、标注尺寸	58	第十章 常用材料	127
二、标注尺寸公差	58	第一节 钢铁材料	127
三、标注表面粗糙度	58	一、金属材料中的常用化学元素名称及	
四、啮合特性表	58	符号	127
五、技术要求	58	二、钢的常用热处理方法、化学热处理方	
第四节 箱体类零件工作图设计	58	法及应用	127
一、尺寸标注	59	三、铸铁	128

四、普通非合金结构钢	129	三、圆螺母及止动垫圈	174
五、优质非合金结构钢	130	四、锁紧圆螺母	178
六、合金结构钢	131	第三节 键联接和销联接	179
七、常用齿轮和轴的材料	132	一、键联接	179
第二节 型钢及型材	134	二、销联接	183
一、热轧等边角钢	134	第四节 滚动轴承	185
二、热轧槽钢	135	第十三章 机械传动	208
第三节 非铁金属材料	136	第一节 普通 V 带传动	208
一、铸造铜合金	136	一、普通 V 带的规格	208
二、铸造铝合金	137	二、普通 V 带传动设计的基本参数	208
三、铸造轴承合金	139	三、普通 V 带传动设计	213
第四节 非金属材料	139	四、普通 V 带带轮尺寸设计	214
一、工程塑料	139	五、普通 V 带带轮的技术要求及公差	215
二、工业用毛毡	140	第二节 滚子链传动	216
三、耐油橡胶板、软钢纸板	141	一、滚子链的规格	216
第十一章 螺纹和螺栓联接	142	二、滚子链传动的设计参数	217
第一节 螺纹	142	三、滚子链链轮的结构设计	218
一、普通螺纹	142	四、链轮样图示例	223
二、梯形螺纹	144	第三节 渐开线圆柱齿轮的测量尺寸	224
第二节 螺纹紧固件	146	一、通用机械和重型机械用圆柱齿轮标准 基本齿条齿廓	224
一、螺纹紧固件常用材料的力学性能	146	二、通用机械和重型机械用圆柱齿轮的 模数	225
二、螺栓联接强度计算	148	第四节 圆柱齿轮传动强度设计	229
第三节 螺栓联接件的结构要素	149	一、标准直齿圆柱齿轮传动强度计算	229
一、螺纹的收尾、肩距和退刀槽	149	二、标准斜齿圆柱齿轮传动强度计算	233
二、螺纹孔结构	151	第五节 渐开线圆柱齿轮的精度	233
第四节 螺栓和双头螺栓	154	一、渐开线圆柱齿轮精度体系	233
一、六角头螺栓	154	二、渐开线圆柱齿轮精度标准的适用 范围	233
二、双头螺栓	158	三、渐开线圆柱齿轮偏差的定义及代号	234
三、地脚螺栓	159	四、圆柱齿轮精度等级	235
第五节 螺钉	160	五、渐开线圆柱齿轮的检验	239
一、紧定螺钉	160	六、齿轮接触斑点	251
二、吊环螺钉	161	七、齿轮的侧隙	252
第六节 螺母	162	八、齿轮毛坯和箱体的精度	253
第七节 垫圈	164	九、圆柱齿轮精度等级的图样标注	256
一、普通垫圈	164	十、圆柱齿轮的表面粗糙度	256
二、弹簧垫圈	165	第六节 渐开线圆锥齿轮的精度	256
三、斜垫圈	166	一、锥齿轮标准模数系列	256
第十二章 轴系零件设计	167	二、锥齿轮精度及公差组和检验组	256
第一节 轴设计	167	三、圆锥齿轮副的法向侧隙	263
一、轴设计计算	167	四、圆锥齿轮的安装精度	265
二、轴结构设计	167	五、圆锥齿轮精度和侧隙的标注	268
第二节 轴系零件的紧固件	169		
一、轴端挡圈	169		
二、弹性挡圈	170		

六、圆锥齿轮齿坯公差	268	第二节 形状和位置公差	323
第七节 圆柱蜗杆传动的精度	269	一、形状和位置公差的项目符号	323
一、普通圆柱蜗杆基本参数	269	二、形状和位置公差	324
二、普通圆柱蜗杆、蜗轮精度	270	第三节 未注公差	328
三、普通圆柱蜗杆传动的侧隙规定	278	一、未注线性尺寸、倒圆半径、倒角高度	
四、普通圆柱蜗杆蜗轮的齿坯公差	281	的极限偏差	328
五、普通圆柱蜗杆传动精度等级和侧隙的		二、未注形状和位置公差的极限偏差	329
图样标注	281	三、键槽对称度未注公差	330
第十四章 减速器设计资料	284	四、螺纹孔和螺孔未注位置度公差	330
一、减速器箱体的结构尺寸	284	第四节 表面粗糙度	330
二、减速器附件的结构尺寸	287	一、表面粗糙度的选择	330
三、减速器的润滑	292	二、未注表面粗糙度	331
第十五章 联轴器	297	第十七章 电动机	332
第一节 常用联轴器的性能比较	297	第一节 常用电动机的类型	332
一、联轴器的性能比较及载荷系数	297	一、电动机的工作制	332
二、联轴器轴孔和联接型式	298	二、电动机产品型号	332
第二节 常用联轴器	300	三、电动机的分类	333
一、凸缘联轴器	300	四、常用电动机的特点和用途	333
二、弹性联轴器	303	五、电动机外壳防护等级	334
第十六章 公差与配合	307	第二节 常用三相异步电动机	335
第一节 极限与配合	307	一、Y 系列三相异步电动机	335
一、公差带图	307	二、YR 系列三相异步电动机	342
二、基本偏差系列图	307	三、YH 系列三相异步电动机	345
三、标准公差数值	307	四、YZ 系列三相异步电动机	347
四、配合的选择	308	第十八章 减速器参考图例	349
五、轴和孔的极限偏差	311		

绪 论

第一节 机械设计基础课程设计的目的和内容

机械设计基础课程设计是在完成《机械设计基础》课程的理论教学之后,即学生已经掌握了机械设计方面必要的基本理论知识的基础之上进行的,是《机械设计基础》课程最后一个重要的综合性和实践性教学环节,也是高职院校机械类专业和近机械类专业学生第一次比较全面的机械设计应用能力训练。

一、机械设计基础课程设计的目的

机械设计是根据用户提出的使用要求,运用科学的理论和已有的实践经验,创造新的机种或改造已有机械,并运用工程图表达其意图的过程。机械设计是一项复杂、细致、科学、严谨的创造性的劳动。随着科学技术的发展,对设计的理解也在不断地深化。机械设计按其目标和任务不同可以分为下列三种类型:开发性设计,是一种完全创新的设计;改进性设计,即在原有机械的基础上仅作局部改造,从而改变或提高原有机械的使用性能;系列化设计,即在机械产品的工作原理和功能结构不变的情况下,改变产品的具体参数和结构的设计。通过《机械设计基础课程设计》课程的学习和训练,让学生进一步学习机械设计的技能,学会运用所学过的知识,培养学生初步解决实际工程问题的能力,从而正确掌握机械设计的方法,树立正确的设计思想和严谨的工作作风,这对于将来从事生产一线的高等技术应用性专门人才来说,是尤其重要的。开设《机械设计基础课程设计》课程主要有以下基本目的。

① 通过本实践环节,把《机械设计基础》及其他先修课程(如《工程制图》、《工程力学》、《工程材料》、《机械制造基础》等)中所学到的理论知识在设计实践中加以综合运用,使理论知识与工程实践密切结合起来,培养学生分析和解决一般工程实际问题的能力,并进一步巩固、深化和扩展所学的理论知识。

② 本实践环节是工科机械类专业和近机械类专业学生第一次进行完整的、综合的机械设计训练。通过本实践环节,使学生掌握机械设计的设计过程和设计步骤,对学生进行机械设计基本技能的训练,使学生熟练掌握运用设计资料(《机械设计手册》、《机械设计图册》、国家或行业标准及规范等),进行数据计算与处理和图纸设计等机械设计的基本技能。

③ 使学生掌握机械设计的一般方法,通过对简单机械传动装置及简单机械的设计,初步培养学生独立进行工程设计的能力,为毕业设计和今后工作打下良好基础。

二、机械设计基础课程设计的内容

机械设计基础课程设计的设计题目,应包括《机械设计基础》课程的主要内容,但不宜过多涉及专业知识,设计数据和设计资料齐全。确定设计工作量时,应使绝大多数学生能在规定的时间内独立完成,并有足够的时间查阅设计资料和独立思考问题,使学生得到较为全面的基本训练,以提高他们分析和解决实际问题的能力与设计能力。

基于上述考虑,机械设计基础课程设计一般选择以齿轮减速器或蜗杆减速器为主体的机械传动装置,也可以选择一些较为简单的机械作为设计题目。几十年的教学实践证明,选择减速器类型的设计题目,能比较全面地达到课程设计的目的;而选择简单机械作为设计题目则可以更好地发挥学生的创造性,对学生和指导教师的要求也都更高。

减速器作为一个完整而独立的部件,广泛应用于各行各业的各类型的机械中,其机械结构又涉及了《机械设计基础》课程的主要教学内容,如带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轴、轴承、联轴器、螺栓联接、润滑及润滑装置、密封、箱体等。同时,设计工作量也可根据设计时间灵活确定。

机械设计基础课程设计的内容通常包括:确定传动装置的总体设计方案;选择电动机;计算传动装置的运动参数和动力参数;传动零件设计;轴设计;轴承选择与校核;联轴器选择;润滑、密封和联接件的选择;箱体结构及减速器附件设计;绘制减速器的装配图及主要零件的工作图;编写设计计算说明书;设计答辩。

在规定设计时间内,每个学生必须独立完成以下设计工作量。

① 减速器装配图 1 份 (A0 或 A1 图纸)。

② 主要零件的工作图 1~3 张 (A2 或 A3 图纸)。

③ 设计说明书 1 份, 5000~7000 字 (版面)。要求以原始设计数据为依据,最后用计算机打印装订成册。

第二节 机械设计基础课程设计的过程

机械设计基础课程设计的过程,与机械设计的一般过程相似,都是根据《设计任务书》给定的条件和要求进行的。首先拟定若干个设计方案(绘制出机构运动简图),进行分析比较,然后选定一个正确、合理、可行的设计方案,即最佳方案,进行必要的计算和结构设计,再用图纸把设计结果表达出来,最后用设计计算说明书表示设计依据。在设计过程中零件的几何尺寸可由理论计算(通常以强度计算为主)、经验公式、草图绘制或设计要求及参考已有结构用类比的方法确定。通过边计算、边画图、边修改的方式,逐步完成课程设计。

一、机械设计基础课程设计的步骤

机械设计基础课程设计大致可以分为以下几个阶段进行。

(一) 设计准备

设计前,首先要准备好设计用的绘图仪器、铅笔、图纸、设计草稿本(专用)、设计说明书专用纸,以及必要的设计资料。

之后,要认真阅读、分析设计任务书,明确设计要求、工作条件、设计的内容;通过观察和减速器装拆实验,了解设计的对象;阅读有关的设计资料和图纸;复习课程有关的内容,明确课程设计题目的设计方法和步骤;初步拟定本课程设计的工作计划。

(二) 传动装置的总体设计

分析并选定传动装置的方案,绘制机构运动简图;计算电动机所需的功率、转速,选择电动机的型号;确定总传动比并分配各级传动比;计算各轴的功率、转速、转矩。

(三) 传动装置各级传动零件设计

设计计算和确定减速器外的传动零件(如带传动、开式齿轮传动等)的主要参数和尺寸;设计计算和确定减速器内的传动零件(如齿轮传动、蜗杆传动等)的主要参数和

尺寸。由于链传动布置在低速级，因此如果有链传动，则应最后计算和确定其主要参数和尺寸。

（四）减速器装配草图设计

分析并选定减速器的结构方案，确定减速器各零件的相互位置；选择合适的比例尺，合理布置视图；选择轴端零件（如联轴器、带轮、开式齿轮、键等）；初步计算轴的直径；选择轴承型号；轴的结构设计；确定轴上力的作用点及支点跨距，并校核轴、轴承、联轴器、键的强度；轴系零件、传动零件、减速器箱体及其附件结构的设计。

（五）完成减速器装配草图设计

减速器装配草图绘成后，应进行仔细检查，并认真修改；标注尺寸、公差配合、零件序号；编写标题栏、减速器技术特性、技术要求及零件明细表。此时，暂不要加深装配图。

（六）零件工作图设计

减速器的零件大体分为三类：轴类零件；齿轮类零件；箱体类零件。指导教师可根据课程设计的课时情况及学生所学的专业等情况，确定设计零件工作图的工作量。

（七）最后完成减速器装配图

经过减速器装配草图设计和零件工作图设计阶段，减速器装配图可以最后定稿，此时便可以加深绘制，并最后完成减速器装配图。

（八）编写设计说明书

以减速器设计计算草稿为主要依据，整理和编写减速器设计说明书。

（九）设计总结和答辩

设计总结和答辩是课程设计的最后环节。总结课程设计的收获和经验教训，做好答辩前的准备，最后参加答辩。

以上各阶段所需时间占总工作量的百分比大致为：设计准备 3%~5%；传动装置总体设计 8%~10%；各级传动零件设计 10%~12%；减速器装配图草图设计 35~40%；完成减速器装配草图设计 8%~10%；零件工作图设计 10%~12%；最后完成减速器装配图 15%~20%；编写设计说明书 5%；设计总结和答辩 2%。学生可根据自己的情况灵活制定设计工作计划。

二、机械设计基础课程设计中要注意的问题

《机械设计基础课程设计》是重要的实践性教学环节，既是对已经学过的课程（如《工程制图》、《工程力学》、《工程材料及机械制造概论》、《互换性原理及技术测量》、《机械设计基础》等）的综合运用，又是为以后的毕业设计和专业工作打下基础。因此，学生必须明确本课程的学习目的，端正学习态度，在设计过程中要严肃认真，一丝不苟。要树立正确的设计思想，理论联系实际，从实际出发解决设计中的问题，努力做到全面考虑问题，力求设计合理、实用、经济，使设计符合我国的国情。在机械设计基础课程设计中，要注意以下几个问题。

（一）正确处理强度计算与结构设计要求的关系

任何机械零件的尺寸，都不应只按理论计算确定，而应综合考虑零件的结构、机械加工、装配、经济性、使用条件，以及与其他零件的相互关系等，经计算确定的尺寸只是零件的主要尺寸，或是零件的最小尺寸（如轴强度计算得到的危险截面的尺寸），而不是零件的最终尺寸。有时候，还要用一些经验公式来确定某些尺寸，如减速器箱体的某些结构尺寸；还有一些零件的尺寸，需要通过画图来确定后，再进行校核计算，如轴的尺寸。

因此,在设计过程中,计算和绘图是相互补充、相互交叉进行的。坚持“边画图-边计算-边修改”的设计方法,是机械设计的基本规律,是正常的过程,切忌先计算“好”了再画图。

(二) 正确处理学习(继承)与创新的关系

任何设计都不可能脱离前人长期经验积累的资料而凭空想象出来,利用已有的设计资料是提高设计质量、加快设计进程的重要保证。因而设计工作既包含前人实践经验的总结,又是一项开创性的工作。初次进行课程设计,首要的是学习和利用设计资料与图纸,参考已有的结构方案,合理选用已有的经验数据,这是锻炼设计能力的重要方面。但是,前人的经验、设计资料都是有一定的使用条件和范围的,因此设计时必须仔细分析参考资料、图例的数据、结构,而不是盲目地、机械地抄袭,要在学习(继承)的基础之上,根据设计任务的具体条件和要求,敢于提出新设想、新方案和新结构,这就是设计创新。所以,必须把学习(继承)与创新很好地结合起来,才能不断提高设计质量,也只有在学习(继承)前人成果的基础上,才可能有创造性的设计。

(三) 正确使用标准和规范

设计中正确使用标准和规范,是降低成本的首要原则,也是评价设计质量的一项指标;有利于零件的互换性和加工工艺性,节省设计时间。因此,熟悉标准和正确熟练地使用标准和规范,是机械设计基础课程设计的重要目的之一。

设计中要尽量采用标准和规范,这是我国的一项重要技术政策。例如,绘图时要遵守机械制图的标准;选用的滚动轴承、V带、滚子链、联轴器、电动机、联接件、密封件等,其参数和尺寸必须严格按照标准和规定选取;非标准件的一些尺寸和参数,要调整为标准数系列或优先数系列,以利于制造和检验。设计中还要尽量减少材料的牌号和规格,并尽可能选用常用材料;减少标准件的规格和品种。

(四) 及时检查和整理设计计算结果

设计开始,就要把设计过程中所有的计算和所考虑的问题都写在设计草稿本上,以便随时检查、修改和保存,为整理设计说明书提供最重要的原始数据资料。千万不要写在零星的散页稿纸上,以免因散失而需要重新演算。设计中从有关参考资料中摘录的资料,以及遇到的问题及其解决方法,无论是向指导老师请教的、与同学讨论的,还是自己考虑解决的,也都应该及时记录在设计草稿本上备查,使各个问题都做到有理有据。

设计计算部分,前后数据联系密切,计算过程中又常常需要调整参数,修改设计计算数据。因此,要求计算时数据能够准确、清晰、系统、完整,为编写设计说明书和答辩做好准备,这样可以节省很多时间。

(五) 发挥独立工作能力

高职院校学生学完《机械设计基础》后,就已经具备独立完成传动装置或简单机械设计的条件。为了培养学生的设计能力,提倡独立思考、深入钻研的学习精神。设计中反对依赖老师的思想,一遇到问题就立即找老师,要求给予解答,索取答案。学生遇到问题,首先要自己思考,提出自己的见解,然后再与指导老师共同讨论,但答案应让学生自己去找;对设计中出现的错误,指导老师应仅指出其改正错误的思路。设计中,要坚持严肃认真、一丝不苟、有错必改、精益求精的工作作风;反对不求甚解、照搬照抄、敷衍塞责、容忍错误的不良作风。此外,还要注意工作中的计划性,要经常检查和掌握进度,并随时整理设计计算结果。

第一篇 机械设计基础课程设计

第一章 普通减速器

在机械传动中，为了降低转速并相应地增大转矩，常在原动部分与工作部分之间布置具有固定传动比的独立传动部件，它通常是由封闭在箱体内的齿轮传动或蜗杆传动组成的。这种独立的传动部件称为减速器（reductor），或称减速机、减速箱。在某些场合，也可作为增加转速的装置，此时称为增速器或增速机。减速器结构紧凑，传动准确可靠，传递的功率和圆周速度范围大，制造和安装精度要求高，箱体的支承刚度大，具有良好的润滑和密封条件，使用维护方便，在机械传动中应用广泛。

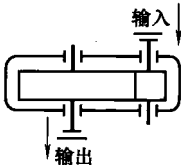
第一节 减速器的型式和选择

在我国，常用减速器的主要参数已经标准化和系列化，并由专门工厂生产。一般情况下，使用者只需按照工作要求，根据传动比 i 、输入轴转速 n 和功率 P 等，即可选用标准减速器，必要时（标准减速器不能满足需要）也可自行设计和制造。课程设计中的减速器设计，是根据设计题目，参考标准减速器系列产品的相关资料，进行非标准化的减速器设计。

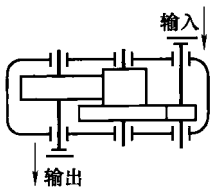
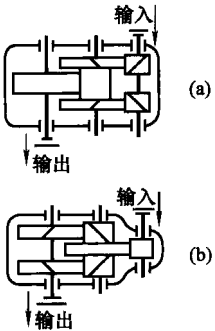
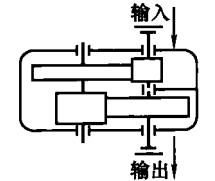
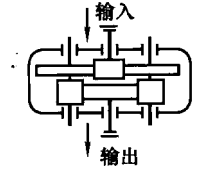
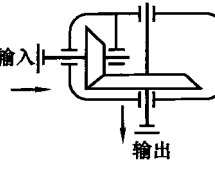
一、减速器的型式和应用

减速器的类型很多，若按传动和结构特点来划分，可分为圆柱齿轮减速器、圆锥-圆柱齿轮减速器、蜗杆减速器、齿轮-蜗杆减速器、行星齿轮减速器、谐波齿轮减速器等。若按传动级数可分为一级、二级和多级。二级减速器根据齿轮布置方式又可分为展开式、分流式、同轴式和同轴分流式。这里仅讨论由圆柱齿轮传动、圆锥齿轮传动、蜗杆传动以及由它们组合而成的减速器。常用减速器的分类、型式及应用范围见表 1-1。

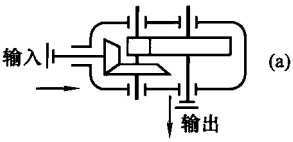
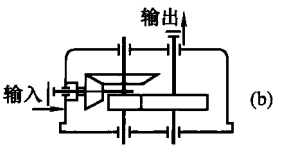
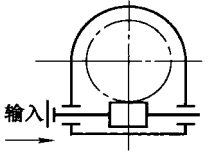
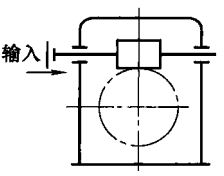
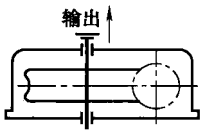
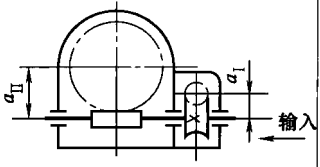
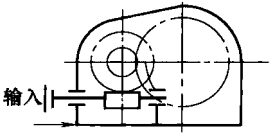
表 1-1 常用减速器的分类、型式及应用范围

类别	级数	传动简图	推荐传动比范围	特点及应用
圆柱齿轮减速器	一级		调质齿轮 $i \leq 7.1$ 淬硬齿轮 $i \leq 6.3$ ($i \leq 5.6$ 较好)	轮齿可以是直齿、斜齿和人字齿。传动轴线平行，结构简单，精度容易保证，应用较广。直齿一般用在圆周速度 $v \leq 8\text{m/s}$ 、轻负荷场合；斜齿、人字齿用在圆周速度 $v = 25 \sim 50\text{m/s}$ 、重负荷场合，也用于重载低速的场合

续表

类别	级数	传动简图	推荐传动比范围	特点及应用
圆柱齿轮减速器	二级		调质齿轮 $i=7.1\sim50$ 淬硬齿轮 $i=7.1\sim31.5$ ($i=6.3\sim20$ 较好)	是二级减速器中最简单的一种, 齿轮相对于轴承不对称布置, 当轴产生弯曲变形时, 载荷在齿宽上分布不均匀, 因此轴应设计得具有较大的刚度, 并尽量使高速级齿轮远离输入端, 高速级可制成斜齿, 低速级可制成直齿。相对于分流式, 展开式用于载荷较平稳的场合
			$i=7.1\sim50$	与展开式相比, 齿轮相对于轴承对称布置, 因此载荷沿齿宽分布均匀, 轴承受载也趋平均分配, 中间轴危险截面上的扭矩等于轴所传递转矩之半
			调质齿轮 $i=7.1\sim50$ 淬硬齿轮 $i=7.1\sim31.5$	箱体长度较小, 当速比分配适当时, 两对齿轮浸入油中深度大致相同, 但减速器轴向尺寸和重量较大, 高速级齿轮的承载能力难以充分利用, 中间轴承润滑困难, 中间轴较长, 刚性差, 载荷沿齿宽分布不均匀, 由于两伸出轴在同一轴线上, 在很多场合能使设备布置更为方便
			$i=7.1\sim50$	从输入轴到输出轴的功率分左右两路传递, 因此啮合轮齿仅传递全部载荷的一半, 输入和输出轴只受扭矩, 中间轴只受全部载荷的一半, 故与传递同样功率的其他减速器相比, 轴径尺寸可缩小
圆锥齿轮减速器	一级		直齿轮 $i\leq 5$ 曲线齿轮、斜齿轮 $i\leq 8$ (淬硬齿轮 $i\leq 5$)	轮齿可以是直齿、斜齿、螺旋齿。两轴线垂直相交或成一定角度相交。制造安装较复杂, 成本高, 所以仅在设备布置上需要时才使用

续表

类别	级数	传动简图	推荐传动比范围	特点及应用
圆锥-圆柱齿轮减速器	二级		直齿轮 $i=6.3\sim31.5$ 曲线齿轮、斜齿轮 $i=8\sim40$ (淬硬齿轮 $i=5\sim16$ 较好)	圆锥-圆柱齿轮减速器的特点同一级圆锥齿轮减速器。圆锥齿轮应在高速级,使齿轮尺寸不至太大,否则加工困难;圆柱齿轮可制成直齿或斜齿
				
蜗杆减速器	一级		$i=8\sim80$ 传递功率较大时 $i\leq30$	蜗杆在蜗轮下边,啮合处冷却和润滑都较好,蜗杆轴承润滑也方便,但当蜗杆圆周速度太大时,搅油耗损较大,一般用于蜗杆圆周速度 $v<5\text{m/s}$ 的场合。由于这种结构可解决润滑和冷却问题,所以设计中常用
				蜗杆在蜗轮上边,装卸方便,蜗杆圆周速度可高些,而且金属等杂质掉入啮合处机会少。当蜗杆圆周速度 $v>5\text{m/s}$ 时,最好采用此型式
				蜗杆在旁边,且蜗轮轴总是垂直的,一般用于水平旋转机构的传动
齿轮-蜗杆减速器	二级		$i=100\sim4000$	传动比大,结构紧凑,但效率较低。为使高速级和低速级传动部分浸入油中深度大致相等,应使高速级中心距约为低速级中心距的 $1/2$ 左右
			$i=35\sim480$	有齿轮传动在高速级和蜗轮传动在高速级两种型式,前者结构紧凑,后者效率较高

二、普通减速器的选择

目前我国已经制定了齿轮及蜗杆减速器标准系列,并由专门工厂批量生产。用户可根据

生产厂家的产品目录选购，优先选用合适的标准减速器。

选择标准减速器时，一般的已知条件是：高速轴传递的功率或低速轴传递的转矩、高速轴和低速轴转速、载荷变化图、使用寿命、装配型式及工作环境等。各种标准减速器都按型号规格列出承载能力表，可按工作要求选用。一般选用的步骤如下。

① 根据工作要求确定减速器的类型。

② 根据高、低速轴的转速，求出传动比，选用该类型中不同级数的减速器。

③ 由输入功率（或输出转矩）、工作类型、载荷性质、输入轴转速和总传动比等条件，在减速器承载能力表中查出所需减速器的型号，并决定其参数和尺寸。

标准减速器的选用实例，参阅机械零件设计手册或机械设计手册。

第二节 减速器的结构

减速器种类繁多，但其基本结构有很多相似之处。减速器一般由传动零件（如齿轮或蜗杆、蜗轮）、轴系零件（如轴、轴承等）、减速器箱体和附件、润滑和密封装置等组成。详细结构如图 1-1~图 1-3 所示。其中，箱体、轴系零件和附件三部分是减速器的基本结构。

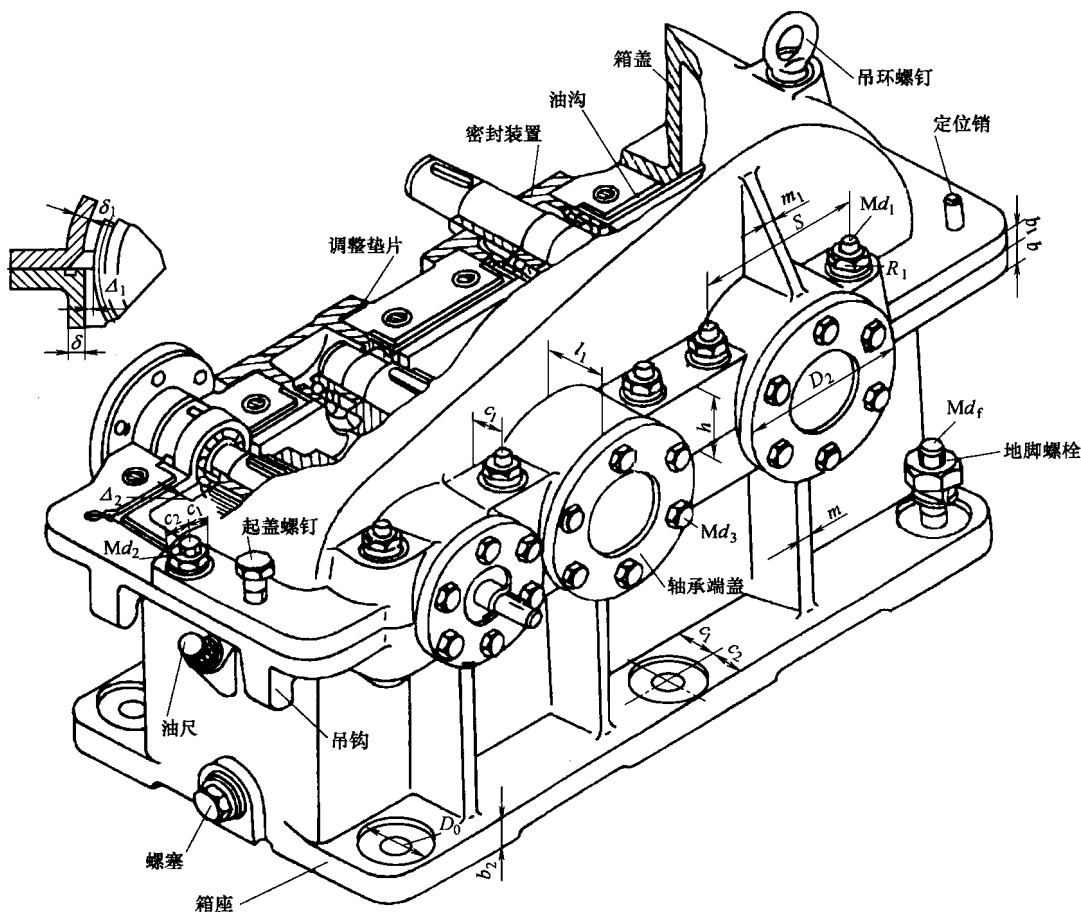


图 1-1 二级圆柱齿轮减速器的结构

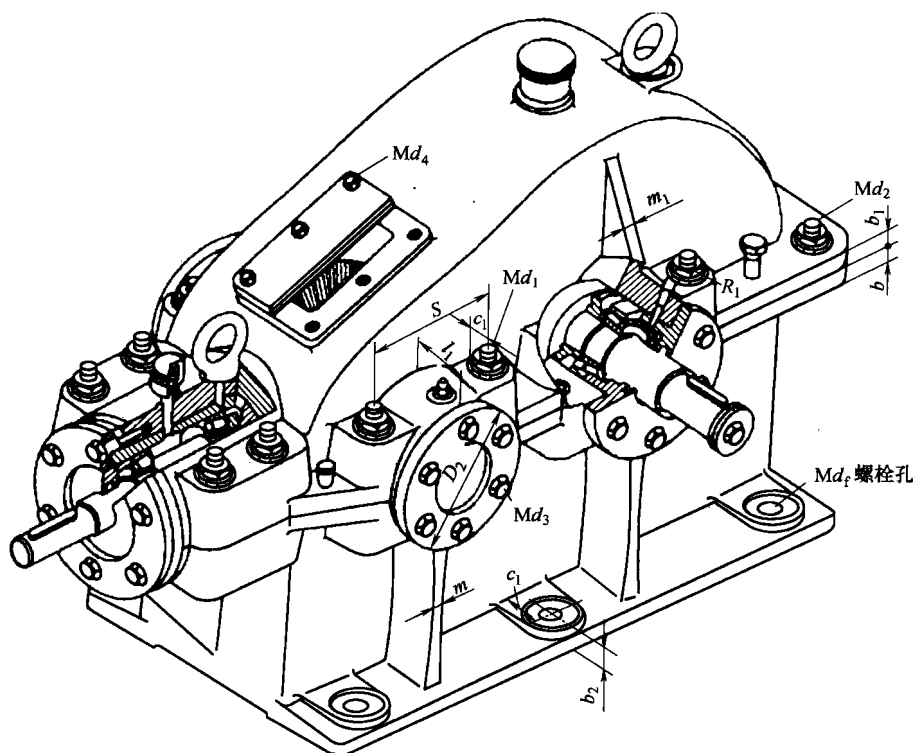


图 1-2 一级圆锥齿轮减速器的结构

在实际生产中,标准减速器往往不能满足各种机器的各种各样的功能要求,此时还需要自行设计非标准减速器。减速器的结构随其类型和要求不同而异,下面以如图 1-4 所示的一级圆柱齿轮减速器为例,介绍减速器的箱体、轴系零件和附件的典型结构。

一、减速器的箱体

箱体是减速器中非常重要的基本零件。减速器箱体的作用是支持和固定轴系零件,保证传动零件的啮合精度、良好润滑及密封,其重量约占减速器总重量的 50%。因此,箱体结构对减速器的工作性能、加工工艺、材料消耗、重量及成本等有很大影响,设计时必须全面考虑。

箱体一般用灰铸铁 HT150 或 HT250 制造。对重型减速器,为提高其承受振动和冲击的能力,也可用球墨铸铁 QT500-7 或铸钢 ZG200-400、ZG230-450 制造。铸造箱体适宜成批生产,其刚性好,易获得合理和复杂的外形,易于切削(特别是灰铸铁制造的箱体),但较重。在单件生产中,特别是大型减速器,为了减轻重量或缩短生产周期,箱体也可用 Q215 或 Q235 钢板焊接而成,其轴承座部分可用圆钢、锻钢或铸钢制造。焊接箱体的壁厚可以比铸造箱体减薄 20%~30%,但焊接时易产生热变形,要求较高的焊接技术及焊后进行退火处理。

箱体一般都设计成剖分式结构,也可以设计成整体式结构。剖分式箱体具有接合面,除了有利于多级齿轮传动的等油面浸油润滑做成剖分面倾斜式外,一般均为水平式,且接合面通过各轴的中心线。小型蜗杆减速器为整体式箱体,蜗轮轴承支承在与整体箱体配合的两个大端盖中。小型立式一级圆柱齿轮减速器采用整体式箱体结构的方案,顶盖与箱体接合。这种整体式箱体尺寸紧凑,刚度大,重量较轻,易于保证轴承与座孔的配合要求,但装拆和调整比较麻烦。