

JIXIE SHEJI ZHIDAO

JIXIE SHEJI ZHIDAO

机械设计指导

主编 洪家娣 李 明 黄兴元

江西高校出版社

机械设计指导

主编 洪家娣
李 明
黄兴元

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计指导/洪家娣,李明,黄兴元主编. —南昌:江西高校出版社,2006.7

ISBN 7-81075-730-X

I. 机… II. ①洪… ②李… ③黄… III. 机械设计—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005) 第 143963 号

江西高校出版社出版发行

(江西省南昌市洪都北大道 96 号)

邮编:330046 电话:(0791)8512093,8504319

江西太元科技有限公司照排部照排

江西教育印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

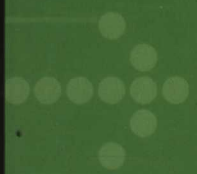
787mm × 1092mm 1/16 19.75 印张 500 千字

印数:1~3000 册

定价:25.00 元

(江西高校版图书如有印刷、装订错误,请随时向承印厂调换)

JIXIE SHEJI ZHIDAO



责任编辑 苏 群
封面设计 邓家珏
责任印制 邓四毛

再版前言

本书自 2001 年问世后,承蒙各兄弟院校同行与广大读者的厚爱,采用本书为机械设计课程设计指导教材,并于 2004 年荣获江西省普通高等学校第一届优秀教材一等奖。

面对如此殊荣和众多的读者,我们深感自己社会责任之重大。

这本书并非十全十美,也不可能是永恒的,但随着科学技术日新月异的进步,本书有许多方面需要补充和改进,这是再版时应达到的目标。由于时间和精力限制,这次再版来不及作系统的重大修改,只是调整了个别章节,增加了反求工程和创新设计,并作了局部的图及文字性修改,以便及时满足教学之急需。敬请读者见谅。

参加本书编写的人员有华东交通大学洪家梯、许玢、潘辉、施振邦、沈晓玲,南昌大学黄兴元、毛志伟,南昌航空工业学院李明、封立耀,江西理工大学徐广红。全书由洪家梯教授、李明教授、黄兴元副教授担任主编。洪家梯审阅并统稿,杨湘杰教授、徐广红教授参加了部分章节的审阅,左美森教授担任主审。

我们正在进行积极的工作,也希望同行专家教授及广大读者指教和帮助,以便在下次再版时,使本书更加接近理想目标,逐渐趋于完美。

编者

2006 年 7 月

内容简介

本书是以机械设计及机械设计基础课程教学基本要求为依据编写的。

全书共包括三个部分。第一部分为课程设计指导,以圆柱齿轮减速器及滚动轴承清洗机为例,介绍了传统的机械传动装置的设计内容、方法及步骤。并同时介绍了计算机辅助设计方法、反求工程及创新设计。第二部分为设计、大作业题、习题中的常用标准及规范。第三部分为参考图例、课程设计题目及设计作业。

本书可供高等工科院校、业余大学、职工大学、函授大学、高等职业技术学校等各类学校使用,也可供有关工程技术人员参考。

目 录

第一篇 机械设计指导

第一章 绪论	(1)
1.1 机械设计的流程	(1)
1.1.1 确定设计任务	(1)
1.1.2 编制设计任务书	(1)
1.1.3 技术设计	(1)
1.1.4 绘图	(2)
1.2 机械设计课程设计	(2)
1.2.1 课程设计的目的	(2)
1.2.2 课程设计的选题	(3)
1.2.3 课程设计的内容和工作量	(3)
1.3 机械传动装置的总体设计	(6)
1.3.1 分析和拟定传动方案	(6)
1.3.2 选择传动机构类型	(7)
1.3.3 多级传动的合理布置	(8)
1.3.4 选择电动机	(8)
1.3.5 合理分配各级传动的传动比	(10)
1.3.6 计算传动装置的运动参数和动力参数	(11)
1.3.7 计算示例	(12)
第二章 减速器设计	(15)
2.1 常用减速器的类型和特点	(15)
2.2 非标准减速器的传动比分配	(16)
2.3 减速器结构、润滑和传动件的设计	(17)
2.3.1 减速器的结构	(17)
2.3.2 减速器的润滑	(20)
2.3.3 传动零件的设计计算	(21)
2.3.4 联轴器的选择	(23)
2.3.5 减速器装配图设计	(23)
2.4 圆锥齿轮减速器装配图设计的特点	(52)
2.5 蜗杆减速器装配图设计的特点	(59)
第三章 滚动轴承清洗装置设计	(64)
3.1 概述	(64)
3.1.1 防锈油	(64)
3.1.2 防锈脂	(64)

3.1.3 气相剂和水溶性防锈剂	(64)
3.2 轴承清洗机的设计	(65)
3.2.1 总体方案	(65)
3.2.2 电动机功率的确定	(67)
3.2.3 传动系统的设计	(67)
3.2.4 机架设计	(68)
3.3 设计及计算示例	(71)
第四章 计算机辅助设计计算	(78)
4.1 编写机械零件设计计算程序应注意的问题	(78)
4.1.1 机械零件设计计算的特点	(78)
4.1.2 编写程序前要处理的几个问题	(78)
4.1.3 编写机械零件设计程序的一般步骤	(79)
4.2 设计计算的数表与线图的程序化	(79)
4.2.1 数表的程序化	(79)
4.2.2 设计计算的线图程序化	(81)
4.3 机械零件设计计算程序编写实例	(82)
4.3.1 平键联接的设计与校核	(82)
4.3.2 V带传动设计计算程序的编制	(84)
4.3.3 齿轮传动设计计算程序的编制	(85)
第五章 反求工程与创新设计	(90)
5.1 反求工程概述	(90)
5.1.1 反求工程	(90)
5.1.2 反求设计	(90)
5.1.3 反求工程与科学技术的发展	(91)
5.1.4 反求设计是创新的重要方法	(92)
5.1.5 反求设计和知识产权	(92)
5.2 已知机械设备的反求与创新设计	(92)
5.2.1 机械设备反求设计的种类与特点	(92)
5.2.2 机械设备反求设计的过程	(93)
5.2.3 零、部件的测绘与分析	(93)
5.2.4 公差的反求设计与创新	(96)
5.2.5 机械零件材料的反求设计与创新	(97)
5.2.6 关键零件的反求设计与创新	(98)
5.2.7 机构系统的反求与创新	(98)
5.3 已知技术资料的反求与创新设计	(99)
5.3.1 技术资料反求设计的特点	(100)
5.3.2 技术资料反求设计的一般过程	(100)
5.3.3 图片资料的反求设计	(101)
5.3.4 专利文献的反求设计	(102)
5.3.5 已知设备图样的反求设计	(103)

5.3.6 反求设计综述	(104)
--------------------	-------

第二篇 常用标准及规范

第六章 一般标准和常用数据	(105)
6.1 一般标准	(105)
6.1.1 机械制图	(105)
6.1.2 锥度与锥角	(108)
6.1.3 标准尺寸(直径、长度、高度等)	(110)
6.1.4 一般零件的结构尺寸	(111)
6.1.5 铸件一般规范	(113)
6.2 常用数据	(115)
第七章 常用材料	(119)
7.1 黑色金属	(119)
7.2 有色金属	(123)
7.3 工程塑料	(124)
7.4 型钢和型材	(125)
第八章 极限与配合、形位公差及表面粗糙度	(129)
8.1 极限与配合	(129)
8.2 形状和位置公差	(149)
8.3 表面粗糙度	(153)
第九章 机械联接	(157)
9.1 螺纹联接	(157)
9.2 键联接	(174)
9.3 销联接	(176)
第十章 滚动轴承	(179)
10.1 常用滚动轴承	(179)
10.2 滚动轴承的配合	(190)
第十一章 润滑与密封	(193)
11.1 润滑剂	(193)
11.2 润滑装置	(194)
11.3 密封装置	(196)
11.4 滚动轴承常用的密封形式	(199)
第十二章 联轴器	(200)
12.1 联轴器轴孔和键槽型式	(200)
12.2 凸缘联轴器	(201)
12.3 弹性套柱销联轴器	(202)
12.4 弹性柱销联轴器	(203)
12.5 梅花形弹性联轴器	(204)
12.6 尼龙滑块联轴器	(205)
第十三章 齿轮传动和蜗杆传动的精度	(206)

13.1 渐开线圆柱齿轮传动的精度	(206)
13.1.1 术语、定义和代号	(206)
13.1.2 各项公差和极限偏差	(210)
13.1.3 公差组	(216)
13.1.4 对齿轮副的检验要求	(218)
13.1.5 对齿坯的检验要求	(220)
13.1.6 齿轮精度的标注	(220)
13.2 锥齿轮精度	(220)
13.2.1 术语、定义和代号	(220)
13.2.2 精度等级与检验要求	(222)
13.2.3 锥齿轮副的侧隙规定	(223)
13.2.4 锥齿轮精度数值表	(224)
13.2.5 图样标注	(226)
13.2.6 锥齿轮齿坯公差	(227)
13.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度	(228)
13.3.1 术语、定义及代号	(228)
13.3.2 精度等级与检验要求	(230)
13.3.3 蜗杆传动的侧隙规定	(231)
13.3.4 蜗杆、蜗轮和蜗杆传动精度数值表	(233)
13.3.5 图样标注	(234)
13.3.6 蜗杆、蜗轮的齿坯公差	(235)
第十四章 电动机	(237)
14.1 Y系列三相异步电动机(JB3074-82)	(237)
14.2 Y系列电动机的安装及外型尺寸	(239)

第三篇 参考图例及设计题目

第十五章 参考图例	(241)
15.1 减速器装配图	(241)
15.2 减速器零件工作图	(241)
15.3 其他机械图	(241)
第十六章 机械设计课程设计题目	(275)
16.1 减速器类设计题目	(275)
16.2 简单机械装置(型材切割机)设计题目	(279)
16.2.1 概述	(279)
16.2.2 设计题目	(279)
16.2.3 设计及计算示例	(280)
第十七章 设计作业	(292)
17.1 螺旋起重器	(292)
17.1.1 作业指示	(292)
17.1.2 螺旋起重器	(295)

17.1.3 设计计算主要内容.....	(295)
17.1.4 设计作业题.....	(300)
17.2 V带转动	(300)
17.2.1 作业指示.....	(300)
17.2.2 设计作业.....	(301)
17.3 轴系结构.....	(302)
17.3.1 作业指示.....	(302)
17.3.2 设计作业题.....	(304)
17.3.3 轴承结构改错.....	(306)

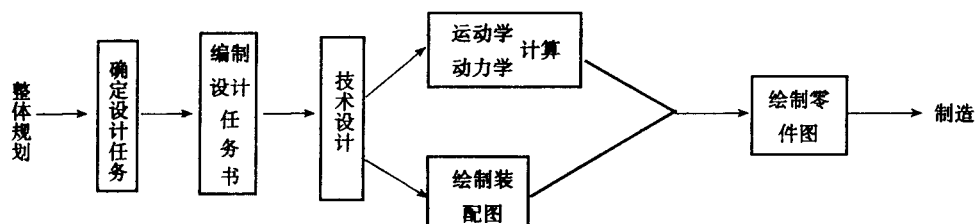
第一篇 机械设计指导

第一章 绪论

将人们头脑中思考的物体变成实际物体形式,为此而作出的全部信息数据的工作就是设计。

1.1 机械设计的流程

机械设计的一般流程为



1.1.1 确定设计任务

确定设计任务时应进行详细的调研,调研的内容包括:(1)必须了解该设计项目的市场前景;(2)关于该设计项目的基础理论研究及应用成果;(3)有关技术情报、资料及专利情况;(4)制造方面的技术力量、设备条件及生产经验;(5)用户的意见及要求;(6)其他等方面要求。在上述调研的基础上确定设计任务,并编制设计任务书。

1.1.2 编制设计任务书

设计任务书的编制内容包括:(1)阐明设计任务的要求;(2)明确规定所设计机械的用途、功能、工况要求及有关特殊要求;(3)规定设计任务的工作量及完成日期。

1.1.3 技术设计

技术设计就是把机械的总体方案设计简图演变成具体的结构装配图。

在技术设计阶段中,要进行机械的运动学和动力学计算;确定所选用的原动机的类型、功率和转速;确定机械传动装置的总传动比以及各级传动比的分配;计算机械中受载零件所承受(或传递)的载荷;确定各受载零件中应力的方向、大小和类型;判定机械中主要零件的失效形式;选定机械中所有零件的材料,包括毛坯获得方式和热处理方法等;通过工作能力计算求得零件的主要几何尺寸和参数;绘出整机的各个部件的装配草图;最终正式绘出各个部件的装配图、绘出整机的总装图。

1.1.4 绘图

为制作一部机械而制图时,要按草图→总图→零件图→装配图的顺序进行。

在绘制草图时,将已经在头脑中思考的信息体现出来,并进一步发展自己的思考,可以根据探讨的展开,多次反复的进行草图绘制。但仅根据草图是无法制作实物的,总图是将草图的内容变为可以按其制成实物的图面,因此要在总图中记入所有制作时所需的信息。

在绘制总图时有时会发生一些问题,就需要重新返回草图的阶段进行思考,经过多次绘制最后完成的图面才是最终的总图,但总图不同于装配图。

对于大型机械,有时要将总图以框图、整体总图、部分总图等形式来分割表现。画总图时,要选择最能清楚看明实物的角度为主视图,在主视图上标明尺寸。

图面绘制要求:(1)画出主、侧视图等主要视图;(2)标注尺寸、配合要求;(3)标明表面粗糙度;(4)按装配时的顺序来标注零件编号;(5)绘制零部件标题栏及明细表;(6)编写技术要求。

设计零件图时,应从机械的总体出发,综合考虑零件的强度、刚度、寿命、工艺性以及重量、体积、成本的限制等,具体确定零件的材料、尺寸、结构、制造精度等,规定恰当的技术条件,并绘出零件工作图。总之,零件工作图包括必要的视图(包括剖视图、局剖放大图等)、全部尺寸、尺寸公差、形位公差、加工符号、材料、重量、数量以及所有无法用图形或符号表示而采用文字说明的技术要求或技术条件。

绘制装配图就是将还没有实际制作的单个零件在纸面上进行装配作业。在这一作业中,如果发现了矛盾或不良情况,则可以在零件还未实现加工前变更设计内容。

绘制好的装配图必须标注主要尺寸、装配时所必要的尺寸、零部件标题栏及明细表。

装配图上只是初步确定机械的总体尺寸及各个零、部件之间的尺寸协调关系,相对位置关系、配合要求、安装要求等。

一般说来,设计工作的各个局部总是和整体密切相联系的。所以上述编制设计任务书中的方案设计,与随后进行的技术设计和零件工作图设计之间必然相互关联、相互影响。因此,它们需要相互配合、相互交叉地进行,甚至出现多次的反复。

通过上述设计过程,应提出一套完整的图纸,包括外型图、总布置图、总装配图、部件装配图、零件工作图、传动系统、润滑系统、冷却系统、电气系统等各类系统图。此外,还要提供一份设计说明书、一份使用说明书,以及有关标准件、通用件、规格件和图纸编号等各种明细表。

1.2 机械设计课程设计

1.2.1 课程设计的目的

机械设计课程设计是针对机械类及近机械类学生初次进行的较全面的设计训练,其目的是:

(1)综合运用机械设计课程和其他先修课程的理论和实际知识,使这些知识进一步巩固、深化,并使理论知识与生产实践密切结合起来。

(2)初步树立起正确的设计思想,掌握一般机械设计的基本方法和技能,培养学生分析和解决问题的独立设计工作能力,训练设计构思和创新意识。

(3)通过计算、绘图、查阅手册和设计资料,熟悉有关国家标准、部颁标准和规范。

(4)了解国家当前有关技术经济方面的法规和政策,并体现到所进行的设计课题中去。

1.2.2 课程设计的选题

为了达到上述目的,选题是十分重要的。长期以来,我国绝大部分学校的课程设计题目多以减速器设计为主,因为减速器设计的内容几乎涵盖了机械设计课程中的所有内容,是机械设计课程设计的一个好题目。但在现代科学技术和知识经济高速发展的时代,国民素质和专业人才能力的竞争是十分激烈的,为学生能积极地投入这场竞争中,培养学生的综合设计能力,特别是在设计中引入创新思想和创新能力的培养是十分重要的。因此,在选题中要符合下列三个方面的要求:

- (1)能充分反映机械设计课程的理论教学内容;
- (2)能与我国的生产实践情况密切地结合;
- (3)设计中要引入现代设计方法,使其设计工作量适应新形势下教学计划中规定的教学时数。总之,课程设计题目应力求多样、灵活,把课程设计引入到一个新的层次。

1.2.3 课程设计的内容和工作量

课程设计的内容为:拟定传动系统的总体方案;选择电动机;传动装置运动参数和动力参数的确定和计算;主要零、部件的设计计算;总图和零件工作图的绘制;设计计算说明书的编制等。

要求学生应完成:(1)装配图一张;(2)零件工作图二张;(3)设计说明书一份。

装配图、零件工作图的绘制与机械制图的要求一致。

1.2.3.1 关于装配图

装配图应选用两个或三个视图,必要时可加辅助剖面、剖视或局部视图。在完整、准确地表达产品零、部件的结构形状、尺寸和各部分相互关系的前提下,视图数量应较少。

画剖视图时,同一零件在各剖视图中的剖面线方向应一致,相邻的不同零件,其剖面线方向或间距应取不同,以示区别。对于薄壁零件($\leq 2\text{mm}$),其剖面可涂黑。

装配图绘制好后,先不要加深,待零件工作图设计完成后,修改装配图中某些不合理的结构或尺寸,然后再加深完成装配图设计。

1.2.3.2 关于零件工作图

零件工作图是制造、检验零件的依据。它是由装配图拆绘和设计而成的,零件图既要反映出设计意图,又要考虑到制造的可能性与合理性。一张完整的零件图应全面、正确、清晰地表达出零件的内外结构、制造和检验所需的全部内容,及应达到的技术要求。

1.2.3.3 关于设计说明书、设计总结及答辩

设计计算说明书是图纸设计的理论依据,是设计过程的整理与总结,同时也是审核设计合理与否的重要技术文件。

一、编写设计计算说明书

1. 设计计算说明书的内容

设计计算说明书的内容概括如下:

- (1)目录。
- (2)设计任务书。
- (3)传动方案的拟定及说明(如传动方案已给定,则应对其进行分析、论证)。

- (4)电动机的选择。
- (5)计算传动装置的运动参数和动力参数。
- (6)传动件的设计计算。
- (7)轴的设计计算。
- (8)滚动轴承的选择及计算。
- (9)键联接的选择及校核计算。
- (10)联轴器的选择。
- (11)附件的选择。
- (12)润滑与密封(润滑与密封方式的选择、润滑剂的选择)。
- (13)设计小结(本设计的优缺点、改进意见及课程设计的体会)。
- (14)参考资料目录。

还可以包含一些其他技术说明,例如装拆、安装的注意事项,维护保养的要求等。

2. 编写说明书的要求

(1)设计计算说明书要求论述清楚,文字精炼,计算正确,书写工整。

(2)说明书采用黑色或蓝色墨水笔按一定格式书写,采用统一格式的封面,装订成册。封面格式可参照图 1-1。

装 订 线	机械设计		课程设计说明书	
	(机械设计基础)			
	设计题目 _____			
	_____ 院(系) _____ 专业			
	班级 _____ 学号 _____			
	设计人 _____			
	指导教师 _____			
	完成日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日			
	(校名)			

图 1-1 设计说明书封面

(3)说明书中应附有必要的插图。

(4)计算中所引用的公式和数据应有根据,并注明其来源(如由资料[×]p. ×式(×-×等)。

(5)说明书中每一个自成单元的内容,应有大小标题,使其醒目便于查阅。

(6)计算过程应层次分明。一般可列出计算内容,写出计算公式,然后代入数据,略去具体演算过程,直接得出计算结果,并写上结论性用语,如“合格”、“安全”或“强度足够”等。对计算出的数据,需圆整的应予圆整,属于精确计算的不得随意圆整。

3. 设计计算说明书书写示例

计 算 及 说 明	结 果
五、低速级齿轮转动设计 $P_1 = 5.5 \text{ kW}, n_1 = 480 \text{ r/min}, T_1 = 109.4 \text{ N} \cdot \text{m}, u = 3.2$ 1. 选择齿轮材料、精度等级和确定许用应力 (1) 齿轮材料 小齿轮选用 45 钢, 调质, $\text{HBS}_1 = 220$, 大齿轮选用 45 钢, 常化, $\text{HBS}_2 = 180$, $\text{HBS}_1 - \text{HBS}_2 = 220 - 180 = 40$, 合适。 (2) 齿轮的精度等级 (3) 许用应力 2. 选择齿轮的参数 小齿轮齿数 $z_1 = 28$, 大齿轮齿数 $z_2 = uz_1 = 3.2 \times 28 = 89.6$, 取 $z_2 = 89$, 初选螺旋角 $\beta = 12^\circ$。 3. 按齿面接触疲劳强度设计 (1) 试算小齿轮分度圆直径 $d_{1t} \geq \sqrt[3]{\frac{2K_t T_1}{\phi_d \epsilon_a} \cdot \frac{u+1}{u} \left(\frac{Z_H Z_E}{[\sigma]_H} \right)^2}$ $= \dots\dots$ $= 70.13$ (2) 计算圆周速度 $v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 100} = \dots = 1.76 \text{ m/s}$ 4. 主要尺寸计算 法面模数 $m_n = \frac{d_1 \cos \beta}{z_1} = \frac{70.13 \times \cos 12^\circ}{28} = 2.45 \text{ mm}$ 取标准值 $m_n = 2.5 \text{ mm}$ 中心距 $a = \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2 \cos \beta} = \frac{2.5 (28 + 89)}{2 \times \cos 12^\circ} = 149.5 \text{ mm}$ (圆整为 $a = 150 \text{ mm}$) 螺旋角 $\beta = \arccos \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2a} = \arccos \frac{2.5 (28 + 89)}{2 \times 150} = 12^\circ 50' 19''$ 分度圆直径 $d_1 = \frac{z_1 m_n}{\cos \beta} = \frac{28 \times 2.5}{\cos 12^\circ 50' 19''} = 71.79 \text{ mm}$ $d_2 = \frac{z_2 m_n}{\cos \beta} = \frac{89 \times 2.5}{\cos 12^\circ 50' 19''} = 228.21 \text{ mm}$ 齿宽 $b = \phi_d d_1 = 1.11 \times 71.79 = 78.97 \text{ mm}$, 圆整取 $b_1 = 85 \text{ mm}, b_2 = 80 \text{ mm}$ 5. 按齿根弯曲疲劳强度校核 $\sigma_{F1} = \frac{KF_1 Y_{Fa1} Y_{sa1} Y_\beta}{bm_n \epsilon_a}$ $= \dots\dots$ $= 78.52 \text{ MPa} < [\sigma]_{F1}$ $\sigma_{F2} = \dots = 74.95 \text{ MPa} < [\sigma]_{F2}$ 	$\text{HBS}_1 = 220$ $\text{HBS}_2 = 180$ $z_1 = 28$ $z_2 = 89$ $v = 1.76 \text{ m/s}$ $m_n = 2.5 \text{ mm}$ $a = 150 \text{ mm}$ $\beta = 12^\circ 50' 19''$ $d_1 = 71.79 \text{ mm}$ $d_2 = 228.21 \text{ mm}$ $b_1 = 85 \text{ mm}, b_2 = 80 \text{ mm}$