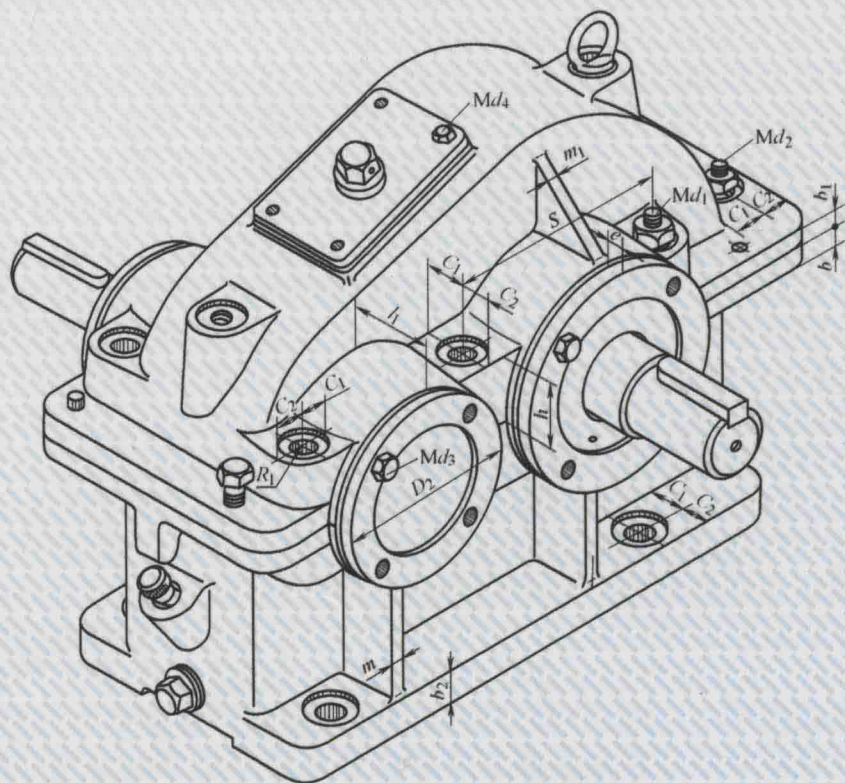


普通高等工科教育机电类规划教材
机械工业出版社精品教材

机械设计课程设计

第2版

徐起贺 刘静香 主编



普通高等工科教育机电类规划教材
机械工业出版社精品教材

机械设计课程设计

第2版

主 编 徐起贺 刘静香
副主编 武正权



机械工业出版社

本书是根据教育部制订的高等学校“机械设计”课程教学基本要求,结合普通高等工科院校机械类及近机械类专业机械设计课程设计教学改革成果,为推进高校机械类应用型人才培养工作,突出其应用型特色,切实提高应用型本科学生的专业素养和实践动手能力编写而成的,是机械设计课程的配套教材。

全书分两篇,共二十章。第一篇(第一章~第十章)为机械设计课程设计指导;第二篇(第十一章~第二十章)为机械设计课程设计常用标准和规范。

本书以圆柱齿轮减速器的设计为主线,系统地介绍了机械传动装置的设计内容、设计方法、设计步骤和注意事项,并结合具体结构设计,分析了设计中常见的问题。此外,对锥齿轮减速器和蜗杆减速器的设计也做了有针对性的指导。本书提供了课程设计中所需的各种设计资料及现行的国家标准和规范,考虑到机械类应用型人才培养的特点,本书内容力求简明扼要,叙述层次清晰,设计过程循序渐进,资料翔实可靠。

本书为普通高等工科院校及应用型本科院校机械类及近机械类专业机械设计课程设计用书,也可供高职高专、电大、职大和函大等相应专业学生使用,还可供从事机械设计工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/徐起贺,刘静香主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2018.7

普通高等工科教育机电类规划教材 机械工业出版社精品教材
ISBN 978-7-111-60204-0

I. ①机… II. ①徐… ②刘… 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(2018)第128290号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王英杰 责任编辑:王英杰 责任校对:郑 婕

封面设计:张 静 责任印制:张 博

河北鑫兆源印刷有限公司印刷

2018年8月第2版第1次印刷

184mm×260mm·17印张·413千字

0001—1900册

标准书号:ISBN 978-7-111-60204-0

定价:42.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前言

本书是根据教育部制订的高等学校“机械设计”课程教学基本要求，结合普通高等工科院校机械类及近机械类专业机械设计课程设计教学改革成果，为推进高校机械类应用型人才培养工作，突出其应用型特色，切实提升应用型本科学生的专业素养和实践动手能力编写而成的，是机械设计课程的配套教材。本书为普通高等工科院校及应用型本科院校机械类及近机械类专业机械设计课程设计用书，也可供高职高专、电大、职大和函大等相应专业学生进行机械设计课程设计时使用。

全书分两篇，共二十章。第一篇（第一章~第十章）为机械设计课程设计指导；第二篇（第十一~第二十章）为机械设计课程设计常用标准和规范。

本书在内容编排上按照机械设计课程设计的总体思路和一般步骤，以传动装置中广泛使用的圆柱齿轮减速器设计为主线，系统地介绍了机械传动装置的设计内容、设计方法和设计步骤。对圆柱齿轮减速器设计中每一步骤的计算方法、结构设计以及应注意的问题，都做了详细叙述，并且配置了适量的图例和图表，加强了结构设计能力的培养。此外，对锥齿轮减速器和蜗杆减速器的设计特点也做了有针对性的阐述，既避免了内容重复混乱，又便于学生理解和掌握。除了主要介绍减速器设计的方法和步骤外，还提供了必要的现行国家标准、规范及有关资料，内容翔实可靠，方便设计；从培养学生创新能力的角度出发，提供了多样化的课程设计选题，可供指导教师下达设计任务时选用；给出的减速器装配图和零件图的参考图例，以及常见正误结构示例，便于对照比较，可供学生设计时借鉴。

综上所述，本书内容全面，体系完整，重点突出，层次分明，讲解过程循序渐进，符合设计思维过程，便于指导学生自学，具有较强的实用性和广泛的适应性。力求使学生借助于本书并在教师的指导下，能够独立地进行机械设计课程设计，以强化学生设计能力和实践能力的培养。

参加本书编写的人员来自河南工学院、河南科技学院及河南工业大学等高校。本书编写分工：徐起贺编写第一章、第二章、第三章、第四章、第十章、第十三章、第十八章、第十九章，刘静香编写第五章、第六章、第十五章、第二十章，武正权编写第七章、第九章、第十四章、第十七章，马秉馨编写第十一章、第十二章，李勇峰编写第八章，王高平编写第十六章。全书由徐起贺、刘静香担任主编，武正权担任副主编，并由徐起贺负责全书统稿工作。

本书承郑州大学秦东晨教授和国家级教学名师杨占尧教授精心审阅，他们对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议，对提高本书的编写质量给予了很大帮助，编者在此表示衷心的感谢。在编写过程中，参考了多种参考文献，在此对其编者表示衷心的感谢。本书的编写得到了河南高等教育教学改革研究省级立项项目“高等技术应用型人才创新能力培养的系统化研究”的支持，在此表示深深的感谢。

由于编者水平有限，误漏欠妥之处在所难免，恳请广大教师、读者给予批评指正。

编者

目 录



第 一 章

前 言

第一篇 机械设计课程设计指导

第一章 机械设计课程设计概述	2	第二节 初步绘制减速器装配草图（第一	
第一节 课程设计的主要目的	2	阶段）	50
第二节 课程设计的基本内容	2	第三节 轴系部件的结构设计（第二	
第三节 课程设计的步骤及流程	3	阶段）	57
第四节 课程设计中应注意的问题	5	第四节 减速器箱体和附件设计（第三	
第五节 计算机辅助设计简介	6	阶段）	61
第二章 传动装置的总体设计	8	第五节 完成减速器装配图（第四	
第一节 分析和拟定传动方案	8	阶段）	70
第二节 选择电动机	11	思考题	76
第三节 确定传动装置的总传动比和分配		第六章 锥齿轮减速器及蜗杆减速器	
传动比	15	装配图设计	78
第四节 计算传动装置的运动参数和动力		第一节 锥齿轮减速器装配图设计的特点 ..	78
参数	16	第二节 蜗杆减速器装配图设计的特点 ..	84
第五节 传动装置总体设计计算示例	18	思考题	90
思考题	21	第七章 减速器零件工作图设计	91
第三章 传动零件的设计计算	23	第一节 轴类零件工作图	92
第一节 减速器外部的传动件设计	23	第二节 齿轮类零件工作图	95
第二节 减速器内部的传动件设计	24	第三节 箱体零件工作图	97
第三节 轴径的初算和联轴器的选择	25	第四节 零件工作图的一些常见错误	99
第四节 传动零件的结构及其尺寸	26	思考题	101
思考题	31	第八章 编写设计计算说明书和准备	
第四章 减速器的结构及润滑概述	32	答辩	103
第一节 减速器的结构	32	第一节 编写设计计算说明书	103
第二节 减速器的箱体	34	第二节 课程设计的总结	106
第三节 减速器的附件	36	第三节 课程设计的答辩	107
第四节 减速器的润滑	46	第九章 机械设计课程设计选题	108
思考题	48	第一节 单级圆柱齿轮、锥齿轮及蜗杆	
第五章 圆柱齿轮减速器装配图设计	49	减速器	108
第一节 减速器装配图设计概述	49	第二节 双级圆柱齿轮减速器、锥齿轮-圆	



柱齿轮减速器	110	第一节 减速器装配图示例	116
第三节 机械设计课程设计任务书参考格式	113	第二节 零件工作图示例	132
第十章 减速器设计参考图例	115	第三节 减速器装配图常见错误示例	142

第二篇 机械设计课程设计常用标准和规范

第十一章 常用数据和标准	146	第十六章 润滑与密封	203
第一节 一般标准和数据	146	第一节 常用润滑剂及选择	203
第二节 铸件设计一般规范	151	第二节 润滑装置	205
第十二章 常用工程材料	153	第三节 密封件	207
第一节 黑色金属材料	153	第十七章 联轴器	211
第二节 有色金属材料	160	第一节 联轴器性能、轴孔形式及系列尺寸	211
第三节 其他工程材料	162	第二节 常用联轴器	213
第十三章 螺纹及紧固件	163	第十八章 极限与配合、几何公差和表面粗糙度	218
第一节 螺纹	163	第一节 极限与配合	218
第二节 螺纹零件的结构要素	166	第二节 几何公差	229
第三节 螺栓	169	第三节 表面粗糙度	233
第四节 螺柱	172	第十九章 齿轮及蜗杆、蜗轮的精度	236
第五节 螺钉	173	第一节 渐开线圆柱齿轮的精度	236
第六节 螺母	177	第二节 锥齿轮的精度	247
第七节 垫圈	178	第三节 圆柱蜗杆和蜗轮的精度	253
第八节 挡圈	181	第二十章 电动机	259
第十四章 键连接和销连接	184	第一节 Y 系列三相异步电动机	259
第一节 键连接	184	第二节 YZ 系列起重及冶金用三相异步电动机	261
第二节 销连接	188	参考文献	264
第十五章 滚动轴承	191		
第一节 常用滚动轴承	191		
第二节 滚动轴承的配合	200		

第一篇

▶▶ 机械设计课程设计指导

机械设计课程设计概述

第一节 课程设计的主要目的

课程设计是机械设计课程重要的综合性与实践性教学环节，也是第一次对学生进行的比较全面的机械设计训练。课程设计的主要目的如下：

- 1) 综合运用机械设计课程和其他先修课程的基本知识和方法，分析和解决工程实际中的具体设计问题，进一步巩固和深化所学课程的知识。
- 2) 通过设计实践各个环节的锻炼，逐步树立正确的设计思想，增强创新意识和竞争意识，掌握机械设计的一般方法和步骤，培养学生分析问题和解决问题的能力。
- 3) 通过设计计算、绘图以及运用技术标准、规范、设计手册等有关设计资料，进行全面的机械设计基本技能的训练。

第二节 课程设计的基本内容

课程设计的题目，一般选择由本课程所学过的大部分零部件所组成的机械传动装置或其他简单机械，目前较多采用的是以齿轮减速器为主体的机械传动装置，如图 1-1 所示带式输送机传动装置中的二级圆柱齿轮减速器。多年来的教学实践证明：以减速器为主体的机械传动装置，是课程设计较理想的题目，能较全面地达到上述目的。这是由于减速器作为一个完整而独立的部件广泛应用于各类机械中，其传动结构涉及了大部分通用零部件。

课程设计的内容通常包括传动装置的总体设计，传动零件、轴、轴承、联轴器等的设计计算和选择，装配图和零件图设计，以及编写设计计算说明书。

课程设计中要求学生在规定的时间内完成以下工作：

- 1) 绘制减速器装配工作图 1 张（用 A0 或 A1 图幅）。
- 2) 绘制零件工作图 1~3 张（如传动零件、轴、箱体等，视各专业情况而定）。
- 3) 编写设计计算说明书 1 份，约 8000 字。

对于不同的专业，由于培养要求和学时数不同，选题和设计内容及分量应有所不同。本书第九章选列了若干套设计题目，供选题时参考。

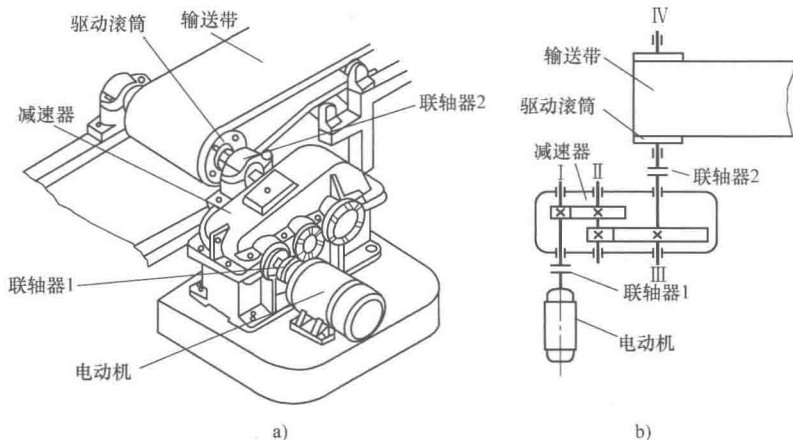


图 1-1 带式输送机传动装置

第三节 课程设计的步骤及流程

一、减速器的设计步骤

课程设计一般可按以下顺序进行：设计准备工作→传动装置总体设计→传动零件设计计算→装配草图设计绘制→装配图设计→零件工作图设计→编写设计计算说明书→设计总结及答辩。每一设计阶段所包含的设计内容和工作量见表 1-1，指导教师在学生完成以下设计内容后，根据图样、说明书以及答辩情况等对设计进行综合评定。

表 1-1 机械设计课程设计的基本步骤

设计阶段	主要内容	约占总工作量的比例
1. 设计准备工作	阅读设计任务书,了解原始数据、工作条件及设计要求,明确设计任务;现场参观(模型、实物、生产现场),看教学录像,拆装减速器,阅读课程设计指导书及有关资料和图样;拟定设计过程进度计划,准备好一本设计计算草稿本;准备好设计所需的资料及绘图用具等	4%
2. 传动装置总体设计	分析和拟定传动方案;选择电动机;计算传动装置的总传动比并合理分配各级传动比;计算传动装置的运动和动力参数(各轴转速、功率、转矩等)	6%
3. 传动零件设计计算	设计计算各级传动件的主要参数和几何尺寸,例如减速器外传动零件的设计计算、减速器内传动零件的设计计算,以及选择联轴器的类型和型号等	8%
4. 装配草图设计绘制	初算轴径,初选轴承,确定轴上各受力点的位置,并对轴、轴承及键等进行校核计算;设计绘制轴系部件的具体结构;设计绘制箱体及附件的具体结构;审查和修改装配草图	32%
5. 装配图设计	加深(或另绘)装配图;标注主要尺寸、公差配合及零件序号;编写标题栏、零件明细栏、减速器技术特性及技术要求等,最后完成装配图	25%
6. 零件工作图设计	绘制指定的零件工作图;绘出必要的视图;标注尺寸、公差及表面粗糙度,编写技术要求、齿轮的啮合特性表及标题栏	10%
7. 编写设计计算说明书	根据计算草稿进行整理,编写出课程设计计算说明书,并附以必要的插图和说明	10%
8. 设计总结及答辩	针对设计题目的完成情况和设计体会,进行课程设计总结,完成答辩准备工作	5%



二、减速器的设计流程

减速器的设计流程图如图 1-2 所示。为确保设计质量，需要特别强调的是，绘制装配草图非常重要。当完成装配草图的绘制后，设计流程图中所剩下的各个步骤的先后顺序可灵活处理，但在装配草图没有绘制出来之前，设计流程图中绘制装配草图之后的各个步骤均无法进行。

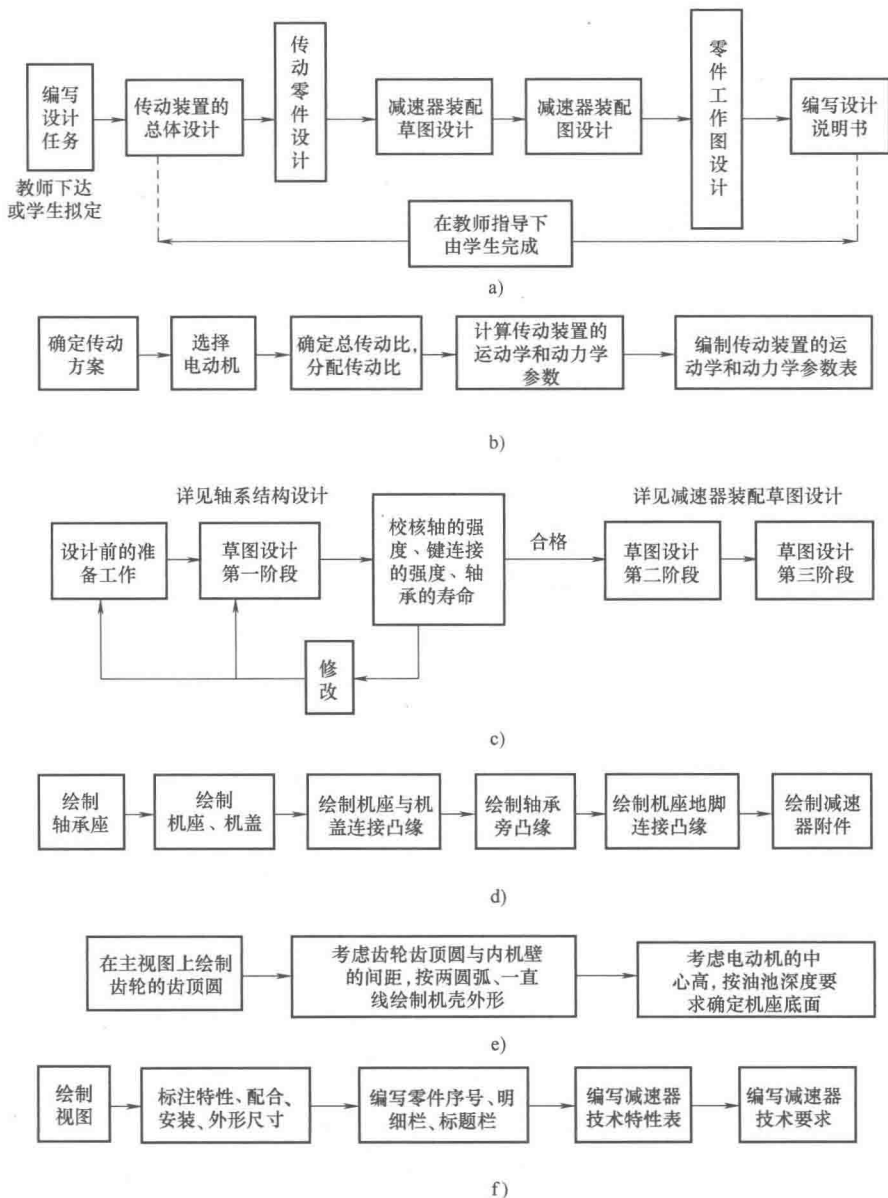


图 1-2 减速器的设计流程图

- a) 减速器的设计过程 b) 传动装置的总体设计 c) 减速器装配草图的设计
d) 减速器机体设计 e) 减速器机体外形设计 f) 减速器装配图设计

第四节 课程设计中应注意的问题

一、正确处理继承和创新的关系

机械设计课程设计是在教师指导下由学生独立完成的,它是理论联系实际、培养学生初步设计能力的重要教学环节。学生应明确设计任务,掌握设计进度,认真开展设计工作。在设计过程中,既要借鉴前人的宝贵设计经验和资料,又不能盲目地照搬照抄已有设计资料。正确的方法是:应从具体的设计任务和要求出发,充分利用已有的技术资料,认真分析现有设计方案的特点,从中吸取合理部分,以开拓自己的设计思路,充实和完善自己的设计方案。此外,正确地利用已有资料,可以避免许多重复工作,加快设计进程,同时也是创新的基础和提高设计质量的重要保证。每个阶段完成后要认真检查,及时修改设计中的不足,避免出现重大错误,影响下一阶段的设计。

二、学会应用“三边”设计方法

在课程设计中应根据设计对象的具体情况,以理论计算为依据,全面考虑设计对象的结构、工艺、经济性等要求,确定合理的结构尺寸。由于课程设计进程的各个阶段是相互关联和彼此制约的,因此往往本阶段发现的问题,牵扯到需要对前面的设计和计算做相应的修改,甚至有的结构和具体尺寸要通过绘图或由经验公式才能确定。因而在设计过程中应采用边计算、边绘图、边修改的“三边”设计方法,使设计计算和绘图交替进行。那种认为只有待全部的理论计算结束和所有的具体结构尺寸确定后才能开始绘图的观点是完全错误的。

三、在设计中贯彻“三化”原则

在设计中贯彻标准化、系列化与通用化的“三化”原则可以保证互换性、降低成本、缩短设计周期,是机械设计应遵循的原则之一,也是评价设计质量优劣的指标之一。在课程设计中应熟悉和正确采用有关技术标准与规范,尽量采用标准件,并应注意一些尺寸需圆整为标准尺寸。同时,设计中应减少材料的品种和标准件的规格,这样能降低成本,并能方便使用和维护。

四、提高工作效率

不断提高工作效率有利于培养良好的工作作风。为此,首先从思想上应引起足够的重视,并在教师的指导下逐步学会合理地安排时间,以避免发生前松后紧或顾此失彼等现象。同时在设计过程中也必须采取一切有利于提高工作效率的措施。例如:事先制订好切实可行的工作计划;经常查阅有关的设计资料 and 标准;在草稿本上写下编写设计计算说明书时所必需的计算过程及有关数据或标准的来源,且各行之间还应留有一定的间隔,以适应修改或调整设计计算结果的需要等。这样在最后编写设计计算说明书时,可以节省很多时间。

另外,在设计过程中也要树立绿色产品设计意识,培养全面考虑产品的材料选择、可回收性、可拆卸性,以及新技术、新工艺和新能源的应用等方面的能力。

第五节 计算机辅助设计简介

计算机辅助设计是指工程技术人员以计算机为工具,用各自的专业知识,对产品进行总体设计、绘图、分析和编写技术文档等设计活动的总称。它具有绘图速度快、修改设计快、设计计算快、易于建立和使用标准图库及改善绘图质量、提高设计和管理水平、缩短设计周期等一系列优点,是工程设计方法的发展方向,目前已经得到了广泛的应用。

在机械设计课程设计中,学生可用传统的手工计算和手工画图方法进行;若条件允许,也可用计算机进行辅助计算,并用计算机进行辅助绘图。

一、计算机辅助计算

随着计算机技术的发展,各种传动零件的计算机辅助设计软件发展得很快,目前已有多种计算机辅助传动零件设计软件。设计传动零件时,采用计算机辅助设计软件,可节省时间,并可进行多参数设计计算,对设计结果进行人工优选。

在机械设计课程设计中,计算机辅助计算主要包括以下内容:根据强度条件和设计准则,计算确定齿轮、蜗轮的设计参数,进而计算其几何尺寸;进行轴的设计计算,按强度条件确定轴的各部分直径;轴承选择及寿命的校核计算;带传动或链传动的设计计算等。

在进行机械零件设计计算过程中,常需要查阅各种数表及线图,以求得所需参数。为了实现计算机自动查找和检索出所需要的数据,编程时首先应对它们进行处理。常见的处理方法有:将数表和线图直接编在解题的程序中,即程序化;将数表和线图编写成一个独立的数据文件,存入外部存储器,供解题时调用;将数表和线图建成数据库。

二、计算机绘图及常用软件

计算机绘图越来越多地被引入机械设计课程设计中,成为机械设计课程设计绘图的发展方向。绘图软件的种类很多,常用的如下:

1) 美国 AutoDesk 公司开发的 AutoCAD 交互式通用绘图软件,具有完善的图形绘制功能、方便的二次开发功能,支持多种操作平台,是广为流行的二维绘图软件。

2) 美国参数技术公司开发的 Pro/E 绘图软件,是一个功能强大、基于特征的参数化实体造型系统,在三维造型软件领域占有重要地位。Cero 软件构建于 Pro/E 野火版的成熟技术之上,整合了 Pro/E 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术。

3) 北京航空航天大学开发的 CAXA 绘图软件,是我国完全自主研发的工具软件,该软件具有完善的数据接口,可以实现绘图设计、加工代码生成等一体化。

4) 美国 SolidWorks 公司的 SolidWorks 软件,是三维造型软件中最简单、易学易用的软件,它提供了多种常用零件的参数化模块,使用起来方便快捷,但功能不如 Pro/E 和 Cero 软件强大。

各种绘图软件的命令都大同小异,只要熟悉了其中一种软件,其他软件的使用也就不成问题了。

三、三维造型设计及其优势

与手工绘图相比,采用绘图软件 AutoCAD、CAXA 进行二维设计,可以减轻工作强度,



提高设计速度。但是,随着 Pro/E、Cero、SolidWorks 等三维设计软件的出现,设计已逐步从二维平面设计升级到三维造型设计。三维造型设计不仅可以直观地表征零件的空间结构,真实形象地展现设计结果,也便于观察和检验设计中的缺陷、错误及零件的干涉情况,而且其参数化功能使得修改设计相当方便,还能生成数控加工代码。所以,三维造型设计是机械设计发展的必然趋势。

由于二维工程图是表达产品结构、形状及加工制造的重要图样,因此还需要将已构建的三维实体模型创建生成二维工程图。例如, SolidWorks 软件提供了方便快捷的工程图模块,基于该模块,依据三维实体模型可以很方便地创建所需的各个视图、剖视图、局部放大图及断面图等,还可进行尺寸、公差、表面粗糙度标注及文本注释,生成标题栏和明细栏等。二维工程图的具体创建方法可参考相关教材。

第二章

传动装置的总体设计

传动装置总体设计的目的是分析并拟定传动方案，选择电动机型号，计算总传动比并合理分配各级传动比，计算传动装置的运动和动力参数，为各级传动零件设计和装配图设计准备条件。传动装置的总体设计一般按下列步骤进行。

第一节 分析和拟定传动方案

一、拟定传动方案的任务

机器通常由原动机、传动装置和工作机三部分组成。传动装置位于原动机和工作机之间，用来传递运动和动力，并可用于改变转速、转矩的大小或改变运动形式，以适应工作机的功能要求。传动装置的设计对整台机器的性能、尺寸、重量和成本都有很大影响，合理地设计传动装置是整部机器设计工作中的重要一环，因此应当合理地拟定传动方案。拟定传动方案就是根据工作机的功能要求和工作条件，选择合适的传动机构类型，确定各类传动机构的布置顺序以及各组成部分的连接方式，绘出传动装置的运动简图。

在课程设计中，若由设计任务书给定传动方案时，则学生应了解和分析各传动方案的特点；若设计任务书只给定工作机的性能要求，如带式输送机的有效拉力 F 和输送带的线速度 v 等，则学生应根据各种传动的特点拟定出最佳的传动方案。

合理的传动方案首先要满足工作机的性能要求，适应工作条件，工作可靠，此外还应使传动装置的结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高和使用维护方便。要同时满足这些要求是比较困难的，因此要通过分析、比较多种传动方案，选择出能保证重点要求的最佳传动方案。

图 2-1 列举了矿井运输用带式输送机的三种传动方案。由于工作机在狭小的矿井巷道中连续工作，对传动装置的主要要求是尺寸紧凑、传动效率高。图 2-1a 所示方案宽度尺寸较大，带传动也不适应繁重的工作要求和恶劣的工作环境；图 2-1b 所示方案虽然结构紧凑，但蜗杆传动效率低，长期连续工作时不经济；图 2-1c 所示方案宽度尺寸较小，传动效率较高，也适合在恶劣环境下长期工作，是较为合理的。

由此可知，在选定原动机的条件下，根据工作机的工作条件拟定合理的传动方案，主要



是合理地确定传动机构的类型和多级传动中各传动机构的合理布置。下面给出传动机构选型和各类传动机构布置的一般原则。

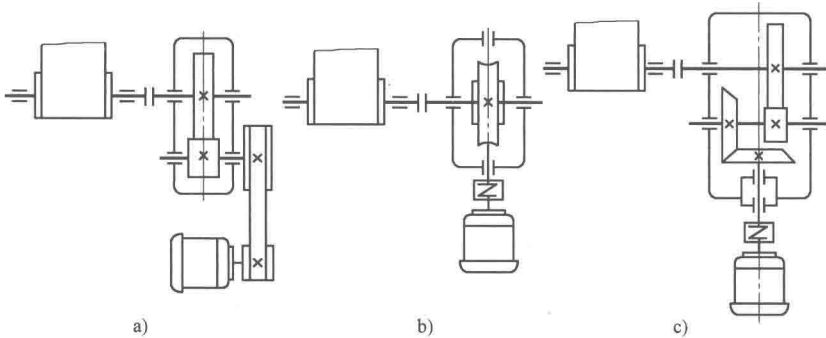


图 2-1 带式输送机传动方案比较

二、选择传动机构的类型

合理地选择传动形式是拟定传动方案时的重要环节。常用传动机构的类型、性能和适用范围列于表 2-1 中,供设计时参考。在机械传动装置中,各种减速器应用很多,为了便于选型,表 2-2 中列出了常用减速器的类型和特点。

表 2-1 常用传动机构的类型、性能和适用范围

传动机构 选用指标	平带传动	V带传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
				圆柱齿轮	锥齿轮	
功率(常用值) P/kW	小(≤ 20)	中(≤ 100)	中(≤ 100)	大(最大达 50000)		小(≤ 50)
单级传动比 (常用值) (最大值)	2~4	2~4	2~5	3~5	2~3	7~40
	6	15	10	10	6~10	80
传动效率 η	中	中	中	高		低
许用线速度 $v/(m/s)$	≤ 25	$\leq 25 \sim 30$	≤ 40	6级精度		$\leq 15 \sim 25$
				$\leq 15 \sim 25$	≤ 9	
				7级精度		
				$\leq 10 \sim 17$	≤ 6	
8级精度						
$\leq 5 \sim 10$	≤ 3					
外廓尺寸	大	大	大	小		小
传动精度	低	低	中	高		高
工作平稳性	好	好	较差	一般		好
自锁能力	无	无	无	无		可有
过载保护作用	有	有	无	无		无
使用寿命	短	短	中	长		中
缓冲吸振能力	好	好	中	差		差
要求制造及安装精度	低	低	中	高		高
要求润滑条件	不需要	不需要	中	高		高
环境适应性	不能接触酸、碱、油类、爆炸性气体		好	一般		一般

表 2-2 常用减速器的类型和特点

类 型	简 图	传动比	特 点
10 单级圆柱齿轮减速器		≤ 10 常用:直齿 ≤ 4 斜齿 ≤ 6	直齿轮用于较低速度($v \leq 8\text{m/s}$),斜齿轮用于较高速度场合,人字齿轮用于载荷较重的传动中
两级圆柱齿轮减速器	展开式 	8~40	一般采用斜齿轮,低速级也可采用直齿轮。总传动比较大,结构简单,应用最广。由于齿轮相对于轴承为不对称布置,因而沿齿宽载荷分布不均匀,要求轴有较大刚度
	同轴式 	8~60	减速器横向尺寸较小,两大齿轮浸油深度可以大致相同。结构较复杂,轴向尺寸大,中间轴较长、刚度差,中间轴承润滑较困难
	分流式 	8~60	一般为高速级分流,且常采用斜齿轮;低速级可用直齿或人字齿轮。齿轮相对于轴承为对称布置,沿齿宽载荷分布较均匀。减速器结构较复杂。常用于大功率、变载荷场合
单级锥齿轮减速器		直齿 ≤ 6 常用 ≤ 3	传动比不宜太大,以减小大齿轮的尺寸,便于加工
锥齿轮-圆柱齿轮减速器		8~40	锥齿轮应置于高速级,以免使锥齿轮尺寸过大,加工困难
蜗杆减速器	<p>a) 蜗杆下置式 b) 蜗杆上置式</p>	10~80	结构紧凑,传动比较大,但传动效率低,适用于中、小功率和间歇工作场合。蜗杆下置时,润滑、冷却条件较好。通常蜗杆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5\text{m/s}$ 时用下置式, $v > 4 \sim 5\text{m/s}$ 时用上置式

选择传动机构类型时应综合考虑各有关要求和工作条件,例如工作机的功能,对尺寸、



重量的限制, 环境条件, 制造能力, 工作寿命与经济性要求等。选择传动机构类型的基本原则如下:

1) 传递大功率时, 应充分考虑提高传动装置的效率, 以减少能耗、降低运行费用。这时应选用传动效率高的传动机构, 如齿轮传动。而对于小功率传动, 在满足功能的条件下, 可选用结构简单、制造方便的传动形式, 以降低制造成本。

2) 载荷多变和可能发生过载时, 应考虑缓冲吸振及过载保护问题, 如选用带传动、采用弹性联轴器或其他过载保护装置。

3) 传动比要求严格、尺寸要求紧凑的场合, 可选用齿轮传动或蜗杆传动。但应注意, 蜗杆传动效率低, 故常用于中小功率、间歇工作的场合。

4) 在多粉尘、潮湿、易燃、易爆场合, 宜选用链传动、闭式齿轮传动或蜗杆传动, 而不采用带传动或摩擦传动。

三、多级传动的合理布置

当采用由几种传动形式组成的多级传动时, 要充分考虑各种传动形式的特点, 合理地布置其传动顺序, 以便充分发挥各类传动机构的优点, 改善机器的工作性能, 减小整个传动装置的结构尺寸。常用传动机构的一般布置原则如下:

1) 带传动的承载能力较低, 传递相同转矩时, 结构尺寸比其他传动形式大, 但传动平稳, 能缓冲吸振, 减小噪声, 因此宜布置在高速级, 有利于整个传动系统结构紧凑。

2) 链传动运转不平稳, 有冲击和振动, 不适用于高速级, 宜布置在低速级。

3) 当同时采用直齿轮传动和斜齿轮传动时, 应将传动平稳、动载荷较小的斜齿轮传动布置在高速级。

4) 闭式齿轮传动、蜗杆传动一般布置在高速级, 以减小闭式传动的外廓尺寸、降低成本。开式齿轮传动制造精度较低、润滑不良、工作条件差, 为减小磨损, 一般应布置在低速级。

5) 当同时采用齿轮传动及蜗杆传动时, 对采用铝铁青铜或铸铁作为蜗轮材料的蜗杆传动, 可布置在低速级, 使齿面滑动速度较低, 以防止产生胶合或严重磨损, 并可使减速器结构紧凑; 对采用锡青铜为蜗轮材料的蜗杆传动, 由于允许齿面有较高的相对滑动速度, 可将蜗杆传动布置在高速级, 以利于形成润滑油膜, 提高承载能力和传动效率。

6) 锥齿轮尺寸过大时加工有困难, 应将其布置于传动的高速级, 并对其传动比加以限制, 以减小大锥齿轮的尺寸。

7) 一般将改变运动形式的机构(如螺旋传动、连杆机构、凸轮机构)布置在传动系统的最后一级, 并且常为工作机的执行机构。

第二节 选择电动机

电动机是由专门工厂批量生产的标准部件, 设计时要根据工作机的工作特性、工作环境和载荷条件, 选择电动机的类型、结构型式、容量和转速, 并在产品目录中选出其具体型号和尺寸。