



全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

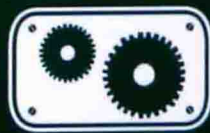
丛书顾问 ■ 李培根 林萍华

# 机械设计基础 课程设计

郭瑞峰 王风梅 胡星 ■ 主编



JIXIE SHEJI JICHU  
KECHENG SHEJI



JIXIELEI \* SHIERWU

华中科技大学出版社

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

# 机械设计基础课程设计

主 编 郭瑞峰 王凤梅 胡 星

华中科技大学出版社

中国·武汉



## 内 容 提 要

本书是根据教育部实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求及高等工科院校《机械设计基础课程教学基本要求》的精神编写的。

本书主要针对近机类和非机类专业学生,重点阐述了单级直齿圆柱齿轮减速器的设计内容和过程,选编了相关的最新机械设计标准。除概述外,主要内容有:机械传动系统的总体方案设计、传动装置的设计计算、减速器的结构与润滑、减速器的结构设计、零件工作图设计、计算说明书编制及相关标准与规范。

本书可供高等工业学校近机类、非机类各专业进行机械设计基础课程设计时使用,也可供其他各类学校有关专业及技术人员使用或参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/郭瑞峰,王风梅,胡星主编。—武汉:华中科技大学出版社,2015.1  
ISBN 978-7-5680-0632-3

I. ①机… II. ①郭… ②王… ③胡… 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(2015)第 031187 号

## 机械设计基础课程设计

郭瑞峰 王风梅 胡 星 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:姚同梅

封面设计:范翠璇

责任校对:马燕红

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:9.75

字 数:253千字

版 次:2015年4月第1版第1次印刷

定 价:19.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

## 编审委员会

顾问：李培根 华中科技大学

林萍华 华中科技大学

主任：吴昌林 华中科技大学

副主任：(按姓氏笔画顺序排列)

王生武 邓效忠 轧刚 庄哲峰

吴波 何岭松 陈炜 杨家军

杨萍 竺志超 高中庸 谢军

委员：(排名不分先后)

许良元 程荣龙 曹建国 郭克希 朱贤华 贾卫平 丁晓非

张生芳 董欣 庄哲峰 蔡业彬 许泽银 许德璋 叶大鹏

李耀刚 耿铁 邓效忠 宫爱红 成经平 刘政 王连弟

张庐陵 张建国 郭润兰 张永贵 胡世军 汪建新 李岚

杨术明 杨树川 李长河 马晓丽 刘小健 汤学华 孙恒五

聂秋根 赵坚 马光 梅顺齐 蔡安江 刘俊卿 龚曙光

吴凤和 李忠 罗国富 张鹏 张鬲君 柴保明 孙未

何庆 李理 孙文磊 李文星 杨咸启

秘书：

俞道凯 万亚军

# 全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

## 序

“十二五”时期是全面建设小康社会的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期,也是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的关键五年。教育改革与发展面临着前所未有的机遇和挑战。以加快转变经济发展方式为主线,推进经济结构战略性调整、建立现代产业体系,推进资源节约型、环境友好型社会建设,迫切需要进一步提高劳动者素质,调整人才培养结构,增加应用型、技能型、复合型人才的供给。同时,当今世界处在大发展、大调整、大变革时期,为了迎接日益加剧的全球人才、科技和教育竞争,迫切需要全面提高教育质量,加快拔尖创新人才的培养,提高高等学校的自主创新能力,推动“中国制造”向“中国创造”转变。

为此,近年来教育部先后印发了《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2011]1号)、《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(教高[2011]5号)、《关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》(教高[2011]6号)、《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)等指导性意见,对全国高校本科教学改革和发展方向提出了明确的要求。在上述大背景下,教育部高等学校机械学科教学指导委员会根据教育部高教司的统一部署,先后起草了《普通高等学校本科专业目录机械类专业教学规范》、《高等学校本科机械基础课程教学基本要求》,加强教学内容和课程体系改革的研究,对高校机械类专业和课程教学进行指导。

为了贯彻落实教育规划纲要和教育部文件精神,满足各高校高素质应用型高级专门人才培养要求,根据《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》文件精神,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,联合一批机械学科办学实力强的高等学校、部分机械特色专业突出的学校和教学指导委员会委员、国家级教学团队负责人、国家级教学名师组成编委试读结束,需要全本PDF请购买 [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

会,邀请来自全国高校机械学科教学一线的教师组织编写全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材,将为提高高等教育本科教学质量和人才培养质量提供有力保障。

当前经济社会的发展,对高校的人才培养质量提出了更高的要求。该套教材在编写中,应着力构建满足机械工程师后备人才培养要求的教材体系,以机械工程知识和能力的培养为根本,与企业对机械工程师的能力目标紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求;在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性,把握行业人才要求,突出工程教育特色。同时注意吸收教学指导委员会教学内容和课程体系改革的研究成果,根据教学指导委员会颁布的各课程教学专业规范要求编写,开发教材配套资源(习题、课程设计和实践教材及数字化学习资源),适应新时期教学需要。

教材建设是高校教学中的基础性工作,是一项长期的工作,需要不断吸取人才培养模式和教学改革成果,吸取学科和行业的新知识、新技术、新成果。本套教材的编写出版只是近年来各参与学校教学改革的初步总结,还需要各位专家、同行提出宝贵意见,以进一步修订、完善,不断提高教材质量。

谨为之序。

国家级教学名师

华中科技大学教授、博导

2012年8月



# 前 言

本书是编者根据教育部实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求及高等工科院校《机械设计基础课程教学基本要求》的精神,在多年指导机械设计基础课程设计经验的基础上编写而成的,主要供高等工科院校近机类和非机类专业学生以单级圆柱齿轮减速器为主进行机械设计基础课程设计时使用和参考。

本书主要包括机械设计课程设计指导和相关的最新机械设计标准两部分内容,将设计指导与相关标准合二为一,便于学生使用。课程设计指导部分以一个完整的带式输送机传动系统设计为主线,详细叙述了整个设计思路和设计过程。用三维模型和线框图相结合的方式对相关内容进行阐述,便于学生全面认识设计对象的结构形状和对象之间的相互位置装配关系。减速器设计部分按照单级圆柱齿轮减速器设计过程,非常翔实地介绍了每个步骤的主要内容、设计计算的方法与原理,对重点问题进行了深入分析,力求使学生能够深刻领会机械设计的内涵,理解机械设计的精神,真正巩固机械设计知识,提升机械设计的能力;对所附的减速器装配图、轴的零件图和齿轮零件图,力求做到图形、尺寸标注、技术条件完整、准确、规范,起到示范作用。机械设计标准的选编以够用、最新为原则。

本书由郭瑞峰、王风梅、胡星主编。参加本书编写工作的主要有西安建筑科技大学郭瑞峰(第四、五、六、七、八章)、王风梅(第一、二、三章)、史丽晨(第七、八章)、胡星(第九章)。吕应柱建立了减速器的三维模型,彭光宇绘制了减速器装配图、轴和齿轮的零件图。在编写本书的过程中,得到了西安建筑科技大学机电学院机械基础教研室老师的大力支持和帮助,他们对本书提出了许多合理化建议。西安建筑科技大学史丽晨教授审阅了本书,并提出了很多宝贵意见。在此,一并致以由衷的谢意!

由于编者水平有限,成书时间仓促,不妥之处在所难免,恳望同仁及读者批评指正。

编 者

2015 年 2 月

# 目 录

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 第 1 章 概述              | (1)  |
| 1.1 课程设计的目的和内容        | (1)  |
| 1.2 课程设计的方法和步骤        | (2)  |
| 1.3 课程设计要求和注意事项       | (3)  |
| 第 2 章 机械传动系统的总体方案设计   | (4)  |
| 2.1 机械系统组成及常用机械传动     | (4)  |
| 2.2 减速器的主要类型及特点       | (6)  |
| 2.3 分析和拟定传动方案         | (7)  |
| 2.4 选择电动机             | (8)  |
| 2.5 总传动比的计算与分配        | (12) |
| 2.6 传动装置的运动和动力参数计算    | (13) |
| 2.7 传动装置的总体设计计算示例     | (16) |
| 第 3 章 传动装置的设计计算       | (20) |
| 3.1 减速器外传动装置的设计计算     | (20) |
| 3.2 减速器齿轮传动机构的设计计算    | (21) |
| 3.3 传动装置的设计计算示例       | (22) |
| 第 4 章 减速器的结构与润滑       | (30) |
| 4.1 减速器的结构            | (30) |
| 4.2 减速器的润滑与密封         | (33) |
| 第 5 章 减速器的结构设计        | (38) |
| 5.1 装配草图的绘制           | (38) |
| 5.2 装配底图的绘制           | (60) |
| 5.3 装配图的检查与修改         | (75) |
| 5.4 装配图的完成            | (75) |
| 第 6 章 零件工作图设计         | (80) |
| 6.1 零件工作图的要求          | (80) |
| 6.2 轴类零件工作图的设计        | (80) |
| 6.3 齿轮类零件工作图的设计       | (84) |
| 第 7 章 说明书编制、设计总结与答辩准备 | (88) |
| 7.1 编制设计说明书           | (88) |
| 7.2 设计说明书的格式          | (88) |
| 第 8 章 设计总结与答辩准备       | (90) |
| 8.1 设计总结              | (90) |



|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| 8.2         | 准备答辩           | (90)         |
| <b>第9章</b>  | <b>相关标准与规范</b> | <b>(93)</b>  |
| 9.1         | 电动机技术参数与相关尺寸   | (93)         |
| 9.2         | 制图规范           | (95)         |
| 9.3         | 联轴器相关规范        | (98)         |
| 9.4         | 润滑与密封          | (102)        |
| 9.5         | 滚动轴承           | (104)        |
| 9.6         | 键和销连接          | (116)        |
| 9.7         | 螺纹连接           | (118)        |
| 9.8         | 公差、配合及表面粗糙度    | (127)        |
| 9.9         | 渐开线直齿圆柱齿轮      | (142)        |
| <b>参考文献</b> |                | <b>(146)</b> |
| (1)         |                |              |
| (2)         |                |              |
| (3)         |                |              |
| (4)         |                |              |
| (5)         |                |              |
| (6)         |                |              |
| (7)         |                |              |
| (8)         |                |              |
| (9)         |                |              |
| (10)        |                |              |
| (11)        |                |              |
| (12)        |                |              |
| (13)        |                |              |
| (14)        |                |              |
| (15)        |                |              |
| (16)        |                |              |
| (17)        |                |              |
| (18)        |                |              |
| (19)        |                |              |
| (20)        |                |              |
| (21)        |                |              |
| (22)        |                |              |
| (23)        |                |              |
| (24)        |                |              |
| (25)        |                |              |
| (26)        |                |              |
| (27)        |                |              |
| (28)        |                |              |
| (29)        |                |              |
| (30)        |                |              |
| (31)        |                |              |
| (32)        |                |              |
| (33)        |                |              |
| (34)        |                |              |
| (35)        |                |              |
| (36)        |                |              |
| (37)        |                |              |
| (38)        |                |              |
| (39)        |                |              |
| (40)        |                |              |
| (41)        |                |              |
| (42)        |                |              |
| (43)        |                |              |
| (44)        |                |              |
| (45)        |                |              |
| (46)        |                |              |
| (47)        |                |              |
| (48)        |                |              |
| (49)        |                |              |
| (50)        |                |              |
| (51)        |                |              |
| (52)        |                |              |
| (53)        |                |              |
| (54)        |                |              |
| (55)        |                |              |
| (56)        |                |              |
| (57)        |                |              |
| (58)        |                |              |
| (59)        |                |              |
| (60)        |                |              |
| (61)        |                |              |
| (62)        |                |              |
| (63)        |                |              |
| (64)        |                |              |
| (65)        |                |              |
| (66)        |                |              |
| (67)        |                |              |
| (68)        |                |              |
| (69)        |                |              |
| (70)        |                |              |
| (71)        |                |              |
| (72)        |                |              |
| (73)        |                |              |
| (74)        |                |              |
| (75)        |                |              |
| (76)        |                |              |
| (77)        |                |              |
| (78)        |                |              |
| (79)        |                |              |
| (80)        |                |              |
| (81)        |                |              |
| (82)        |                |              |
| (83)        |                |              |
| (84)        |                |              |
| (85)        |                |              |
| (86)        |                |              |
| (87)        |                |              |
| (88)        |                |              |
| (89)        |                |              |
| (90)        |                |              |
| (91)        |                |              |
| (92)        |                |              |
| (93)        |                |              |
| (94)        |                |              |
| (95)        |                |              |
| (96)        |                |              |
| (97)        |                |              |
| (98)        |                |              |
| (99)        |                |              |
| (100)       |                |              |
| (101)       |                |              |
| (102)       |                |              |
| (103)       |                |              |
| (104)       |                |              |
| (105)       |                |              |
| (106)       |                |              |
| (107)       |                |              |
| (108)       |                |              |
| (109)       |                |              |
| (110)       |                |              |
| (111)       |                |              |
| (112)       |                |              |
| (113)       |                |              |
| (114)       |                |              |
| (115)       |                |              |
| (116)       |                |              |
| (117)       |                |              |
| (118)       |                |              |
| (119)       |                |              |
| (120)       |                |              |
| (121)       |                |              |
| (122)       |                |              |
| (123)       |                |              |
| (124)       |                |              |
| (125)       |                |              |
| (126)       |                |              |
| (127)       |                |              |
| (128)       |                |              |
| (129)       |                |              |
| (130)       |                |              |
| (131)       |                |              |
| (132)       |                |              |
| (133)       |                |              |
| (134)       |                |              |
| (135)       |                |              |
| (136)       |                |              |
| (137)       |                |              |
| (138)       |                |              |
| (139)       |                |              |
| (140)       |                |              |
| (141)       |                |              |
| (142)       |                |              |
| (143)       |                |              |
| (144)       |                |              |
| (145)       |                |              |
| (146)       |                |              |

# 第 1 章 概 述

## 1.1 课程设计的目的和内容

### 1.1.1 课程设计的目的

机械设计基础课程设计是学生学习机械设计基础课程后进行的一项综合训练。其主要目的是：

(1) 培养学生综合运用机械设计基础和有关先修课程的理论、结合生产实际分析和解决工程实际问题的能力,巩固、加深和拓展学生有关机械设计方面的知识。

(2) 通过合理选择传动装置和零件类型、正确计算零件工作能力、选择材料和确定尺寸,以及较全面地考虑制造工艺、使用和维护等要求,进行结构设计,从而了解和掌握机械零件、机械传动装置的设计过程和方法。

(3) 进行设计基本技能的训练,例如计算和绘图能力的训练,熟练运用手册、图册、标准和规范等设计资料及使用经验数据、处理数据的能力的训练。

### 1.1.2 课程设计的内容

机械设计基础课程设计一般选择由“机械设计基础”课程所学过的大部分通用机械零件所组成的机械传动装置或简单机械作为设计题目。传动装置中的减速器包含齿轮、轴、轴承、键、联轴器及箱体类零件,涵盖了本课程的主要内容,选择减速器进行设计可以使学生得到较全面的基本训练。故目前主要采用以减速器为主体的机械传动装置作为设计内容。

设计的主要内容包括：

- (1) 拟定和分析传动方案；
- (2) 选择原动机,计算总传动比及分配各级传动比,计算传动装置运动、动力参数；
- (3) 传动零件的设计计算；
- (4) 轴的设计计算及键连接的选择与校核；
- (5) 轴承及其组合部件的设计、联轴器的选择及校验计算；
- (6) 箱体及附件的设计；
- (7) 润滑和密封的设计；
- (8) 装配图和零件图的设计与绘制；
- (9) 设计说明书的编写；
- (10) 设计答辩。

要求每个学生完成以下任务：

- (1) 绘制减速器装配图一张(A1,三视图)；
- (2) 绘制输出轴零件图一张(A3)；
- (3) 绘制输出轴上齿轮零件工作图一张(A3)；

(4) 编写设计说明书一份,6000~8000字。

课程设计是在教师指导下由学生独立完成的。设计过程中,提倡独立思考、深入钻研、充分发挥主动性和创造性进行设计,要求设计态度认真、有错必改,反对懒惰和依赖思想,反对不求甚解、照抄照搬。只有这样,才能保证课程设计达到教学基本要求,使学生在设计思想、设计方法和设计技能等方面得到良好的训练。

## 1.2 课程设计的方法和步骤

### 1.2.1 课程设计的方法

一台新机械大都需要经过设计、研制、生产和使用四个阶段,其中设计阶段通常没有固定的程序,典型的顺序为:

- (1) 明确设计任务,制定设计任务书;
- (2) 提供方案并对各方案进行评价,选择最优方案;
- (3) 按照选定的方案进行各零部件的总体布置,进行运动学、动力学和零件工作能力计算,结构设计和绘制总体设计图;
- (4) 施工设计:根据总体设计的结果,考虑结构工艺性等要求,绘出零件工作图;
- (5) 审核图纸;
- (6) 整理设计文件,包括编写计算、使用说明书等。

机械设计基础课程设计与其它机械设计一样,从传动方案的分析开始,通过设计计算和结构的设计,最后以图纸和设计说明书表达设计结果。在设计过程中,由于设计过程的各阶段是相互联系的,若在后一阶段的设计中出现不当之处,往往需要对前一阶段做出修改,另外在拟定传动方案和设计计算及结构设计时,采用了一些初选参数或初估尺寸、经验数据等,因此,随着设计的深入,一些开始时没有出现的问题逐渐暴露出来,这就需要设计时“边计算、边绘图、边修改”,设计计算与结构设计绘图交替进行。

### 1.2.2 课程设计的步骤

机械设计基础课程设计大体按以下几个阶段进行。

#### (1) 设计准备。

① 研究设计任务书,明确工作条件、设计要求、内容和步骤;② 了解设计对象,阅读有关资料、图纸,参观模型、实物,观看录像片以及进行减速器拆装实验等;③ 复习课程有关内容,熟悉机械零件的设计方法和步骤;④ 准备好设计需要的图书、资料和工具等,并拟订设计计划。

#### (2) 传动装置的总体设计。

① 根据传动装置的运动简图分析传动方案;② 计算电动机的功率、转速,选择电动机的型号;③ 计算传动装置的总传动比和分配各级传动比;④ 计算各轴的转速、功率、转矩。

#### (3) 各级传动零件的设计。

① 减速器外的传动装置(带传动、开式齿轮传动装置等)设计;② 减速器内的传动装置的设计。

#### (4) 减速器装配草图的设计和绘制。

① 选择比例尺,合理布置视图,确定减速器各零件的相互位置;② 选择联轴器,初步计算轴径,选择轴承型号,进行轴的结构设计;③ 确定轴上力作用点及支点的位置,进行轴、轴承及键的校核计算;④ 分别进行轴系部件、传动零件、减速器箱体及其附件的结构设计。

(5) 装配工作图的绘制和总成。

① 绘制装配图;② 标注尺寸、配合及零件序号;③ 编写零件明细表、标题栏、技术特性及技术要求。

(6) 零件工作图绘制。

(7) 设计说明书的编写。

(8) 进行设计总结和答辩。

### 1.3 课程设计要求 and 注意事项

机械设计基础课程设计是学生第一次进行的比较全面的综合训练。在设计过程中必须严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精,还要积极思考、主动提问,并及时向指导教师汇报情况。此外,为了能在设计思想、设计方法和技能方面都获得比较大的锻炼和提高,还应注意以下几点:

(1) 参考和创新的关系。设计是一项复杂、细致的工作,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。熟悉和利用已有的资料,既可避免许多重复工作,加快设计进程,同时也能保证设计质量。善于掌握和使用各种资料正是设计工作能力的重要体现。然而,任何新的设计任务总是有其特定的设计要求和具体的工作条件,因而在设计时不可盲目、机械地抄袭资料,而应具体地分析、吸收新的技术成果,创造性地进行设计。

(2) 课程设计应是在教师指导下由学生独立完成。教师的主导作用在于指明设计思路,启发学生独立思考,解答疑难问题,并按设计进度进行阶段审查。学生必须发挥自己的主观能动性,积极主动地思考问题、分析问题、解决问题,而不应过分地依赖教师,避免“知其然,不知其所以然”。

(3) 标准和规范的采用。设计中采用标准和规范,既可使零件具备良好的互换性和加工工艺性,收到较好的经济效益,又可减轻设计工作量,节省设计时间。因此,熟悉标准和熟练使用标准也是课程设计的重要任务之一。如带轮的直径和带的基准长度、齿轮的模数、轴承的尺寸等应取标准值。为了制造、测量和安装的方便,一些非标准件的尺寸,如轴的各段直径,应尽量圆整成标准数值或选用优先数值。

(4) 强度计算和结构要求的关系。设计时的理论计算只是提供一个零件的最小尺寸或提供一个方面的依据,还应根据结构和工艺的要求确定尺寸,然后再校核强度,或者直接根据经验公式计算尺寸。

## 第2章 机械传动系统的总体方案设计

### 2.1 机械系统组成及常用机械传动

#### 2.1.1 机械系统的组成

一般说来,现代机械系统是由原动机、传动装置、执行机构(或称工作机)以及检测控制系统四大部分构成的,如图 2-1 所示。其中:原动机是系统的动力来源,如电动机、内燃机等;执行机构是机械系统中直接完成生产任务的工作部分;传动装置连接原动机和执行机构,将原动机的运动和动力转变或传递到执行机构;检测控制系统对机械系统中的某些工作参数进行测量和变换,以使机械系统能够自动、协调、安全、可靠、优质、高效地完成作业任务。

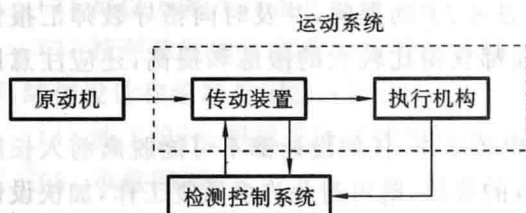


图 2-1 机械系统的组成

胶带输送机(见图 2-2)也称为带式输送机,俗称皮带输送机,是现代连续运输的主要设备。胶带输送机由卷筒拉紧输送胶带,中部支架和托辊作为承载构件,靠摩擦力将物料从最初的供料点连续地输送到最终的卸料点。输送的物料可以是碎散物料,也可以是成件物品,既可以水平输送,也可以倾斜输送,所以带式输送机广泛应用于现代化的各种工业企业中。在矿山井下巷道、矿山地面运输,露天采矿场及选矿厂运输,物流作业,自动化流水作业等中都有广泛应用。

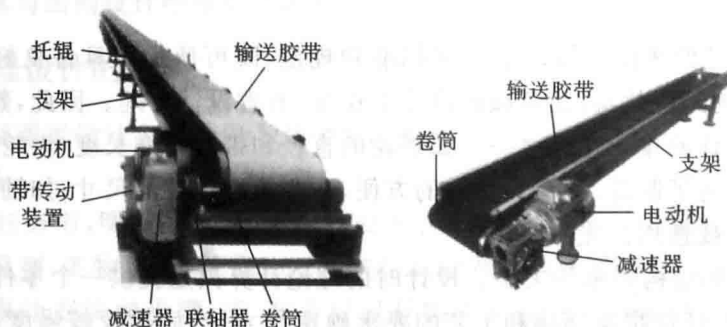


图 2-2 胶带输送机

胶带输送机的执行部件就是卷筒,它通过摩擦力驱动胶带运动,完成对物料的输送功能。原动机一般都选用三相交流异步电动机。其传动装置根据工作条件和场合不同可采用不同的机械传动方式,为卷筒提供合适的速度和转矩。

#### 2.1.2 常用机械传动


传动装置的主要作用是将原动机的运动和动力传递给执行机构,并在此过程中实现运动速度、运动方向或运动形式的变换。在执行机构的类型和原动机的型号确定之后,就可以计算

出传动系统的总传动比,进行传动系统方案的设计。

传动系统方案设计是机械总体设计的主要组成部分,传动系统方案设计的优劣,对机器的工作性能、工作可靠性、外形尺寸和重量、制造成本、运转费用等均有一定程度的影响。任何机械的传动系统方案都不是唯一的,在相同设计条件下,可有不同的传动系统设计方案。学生可选择机械设计基础课程设计题目中给出的传动系统参考方案,也可依据所承担的具体设计任务,采用设计任务中规定的传动形式,合理布置传动机构,最后提出自己的传动系统方案,以获得更广泛意义上的传动系统方案设计经验。

在进行传动系统方案设计时,除了应综合考虑工作装置的载荷、运动及机器的其他要求外,还应熟悉各种机械传动的特点,以便选择一个合适的传动类型。表 2-1 列出了常用机械传动的主要特点、适用工况和性能对比,可供选择时参考。

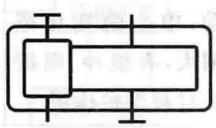
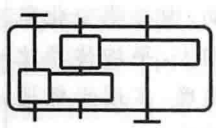
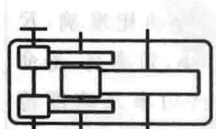
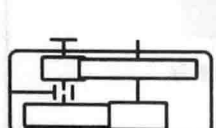
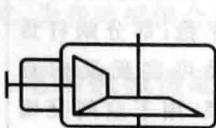
表 2-1 几种常用机械传动的特点与应用

| 类 型            | 传递功率<br>/kW | 速度<br>/(m/s)                  | 传动效率                     |                          | 传动比                 |                             | 优 点  | 缺 点                |             |
|----------------|-------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|--|--------------------|-------------|
|                |             |                               | 开式                       | 闭式                       | 一般<br>范围            | 最大<br>值                     |  |                    |             |
| 普通 V 带传动       | $\leq 500$  | $\leq 25 \sim 30$             | 0.94~0.97                |                          | 2~4                 | $\leq 7$                    | 可用于远距离传动,中心距变化范围大,有缓冲、吸振及过载保护作用  | 有打滑现象,轴和轴承受力较大,磨损快 |             |
| 链传动<br>(滚子链)   | $\leq 100$  | $\leq 15$                     | 0.9~0.93                 | 0.95~0.97                | 2~6                 | $\leq 8$                    | 适应恶劣环境,可用于远距离传动,中心距变化范围大,平均传动比准确,多用于低速传动   | 瞬时传动比变化,有冲击振动      |             |
| 圆柱<br>齿轮<br>传动 | 一级<br>开式    | 对于直齿轮, $\leq 750$ ;           | 一对齿轮, 一对齿轮,<br>0.94~0.96 | 一对齿轮, 一对齿轮,<br>0.96~0.99 | 3~7                 | $\leq 15$<br>~20            | 传动比准确,尺寸小,效率高,寿命长,功率及速度范围大,可靠度高  | 制造精度要求高,成本较高       |             |
|                | 一级<br>减速器   | 对于斜齿和人字齿轮, $\leq 50000$       |                          |                          | 5级以上非直齿轮, $\leq 25$ | 3~6                         |  |                    | $\leq 12.5$ |
|                | 二级<br>减速器   | $\leq 15 \sim 130$            |                          |                          |                     | 8~40                        |  |                    | $\leq 60$   |
| 圆锥<br>齿轮<br>传动 | 一级<br>开式    | 对于直齿轮, $\leq 1000$ ;          | 一对齿轮, 一对齿轮,<br>0.92~0.95 | 一对齿轮, 一对齿轮,<br>0.94~0.98 | 2~4                 | $\leq 8$                    |  |                    |             |
|                | 一级<br>减速器   | 对于曲齿<br>轮, $\leq 15000$       |                          |                          | 对于直齿<br>轮, $< 5$ ;  | 对于曲齿<br>轮, $\leq 5 \sim 40$ |  |                    | 2~3         |
| 蜗杆<br>传动       | 一级<br>开式    | 常用 $\leq 50$<br>最大 $\leq 750$ | 一对蜗杆<br>副,0.5~<br>0.7    | 一对蜗杆<br>副,0.7~<br>0.9    | 15~60               | $\leq 120$                  | 传动比大;传动平稳;部分蜗杆传动可实现反向自锁,用于空间交错轴间传动   | 效率较低;制造精度要求较高;成本较高 |             |
|                | 一级<br>减速器   |                               |                          |                          | 10~40               | $\leq 80$                   |  |                    |             |
|                | 二级<br>减速器   |                               |                          |                          | 70~800              | $\leq 3600$                 |  |                    |             |

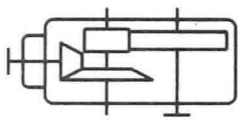
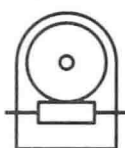

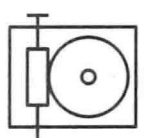
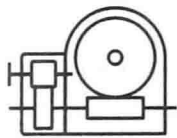
## 2.2 减速器的主要类型及特点

减速器是大多数机械系统的传动装置的重要组成部分,是由封闭在刚性壳体内的齿轮传动、蜗杆传动或齿轮-蜗杆传动装置所组成的独立的机械传动部件。一般是由专业厂家生产的标准系列产品,多数情况下能适应不同功率、不同减速比的需要,因而可根据传动功率、转速、传动比及机械系统的总体布局等要求,从手册或产品目录中直接选用。因为是专业化生产,结构形式多样,性能参数稳定,运行可靠,传动效率高,工作寿命长,造价较低,也有利于缩短机械系统的设计和制造周期,故在各行业中都获得了广泛应用。只有在选不到合适产品时才自行设计制造减速器。课程设计为了达到培养设计能力的目的,一般需要自行设计减速器。表2-2所示为减速器的主要类型、特点及应用。

表 2-2 减速器主要类型、特点及应用

| 传动类型          |   | 推荐传动比范围   | 特点及应用  |  |
|---------------|---|---|--|--|
| 一级圆柱<br>齿轮减速器 |    | $i=8\sim 10$  | <p>轮齿可制成直齿、斜齿和人字齿。传动齿轮轴线平行,结构简单,精度容易保证。</p> <p>直齿一般用于圆周速度 <math>v=8\text{ m/s}</math>,轻负荷场合;<br/>斜齿、人字齿用在圆周速度 <math>v=25\sim 50\text{ m/s}</math>,重负荷场合,也用于重载低速场合。应用较广</p> |  |
| 二级圆柱<br>齿轮减速器 | 展开式   |  | $i=8\sim 60$   | <p>二级减速器中最简单的一种。齿轮相对于轴承位置不对称,当轴产生弯曲变形时,载荷在齿宽上分布不均,故轴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,相对于分流式讲,用于载荷较平稳的场合</p>         |
|               | 分流式   |  | $i=8\sim 60$   | <p>与展开式相比,齿轮与轴承对称布置,因此载荷沿齿宽分布均匀,轴承承载亦平均分配,中间轴危险截面上的扭矩相当于轴所传递扭矩的一半</p>  |
|               | 同轴式   |  | $i=8\sim 60$   | <p>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,刚度低,载荷沿齿宽分布不均。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</p> |
| 一级圆锥<br>齿轮减速器 |  | $i=8\sim 10$  | <p>轮齿可制成直齿、斜齿和螺旋齿。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必要时才应用</p>  |  |

续表

| 传动类型         |   | 推荐传动比范围                             | 特点及应用   |
|--------------|---|-------------------------------------|---|
| 二级圆锥-圆柱齿轮减速器 |          | 对于直齿圆锥齿轮,<br>$i=8\sim 22$           | 圆锥-圆柱齿轮减速器特点同一级圆锥齿轮减速器。圆锥齿轮应用在高速级,使齿轮尺寸不至于太大,否则加工困难。圆柱齿轮可制成直齿或斜齿                                  |
| 一级蜗杆减速器      | 蜗杆下置<br> | $i=8\sim 80$                        | 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, $i\leq 30$ ,搅油损耗较大。一般用于蜗杆圆周速度 $v<5\text{ m/s}$ 时       |
|              | 蜗杆上置<br> | $i=8\sim 80$                        | 蜗杆在蜗轮上边,装卸方便。蜗杆圆周速度可高些。传递功率较大,而且金属屑等杂物掉入啮合处的机会少。当蜗杆 $i=30$ 、圆周速度 $v>4\sim 5\text{ m/s}$ 时,最好采用此形式 |
|              | 蜗杆侧置<br> | $i=8\sim 80$ ,<br>传递功率较大时<br>$i=30$ | 蜗杆在旁边,且蜗轮轴是竖直布置的。一般用于水平旋转机构的传动(如旋转起重机)  |
| 齿轮蜗杆减速器      |         | $i=15\sim 480$                      | 有齿轮传动在高速级和蜗轮传动在高速级两种形式。前者结构紧凑,后者效率较高  |

### 2.3 分析和拟定传动方案

传动装置的总体设计,主要包括分析和拟定传动方案、选择电动机型号、计算总传动比和分配各级传动比、计算传动装置的运动和动力参数,为设计传动零件和装配草图提供依据。

满足工作装置的功能是所拟定传动方案的最基本要求。同一种运动可以由几种不同的传动组合形式和布置顺序来实现,这就需把几种传动方案的优缺点加以分析比较,从而选择出最符合实际情况的一种方案。合理的传动方案除了满足工作装置的功能要求外,还应尽量保证结构简单、制造方便、成本低廉、传动效率高和使用维护方便。图 2-3 所示为胶带输送机的四种传动方案。图(a)所示传动方案中,传动装置由普通 V 带传动机构和一级圆柱齿轮减速器组成;图(b)所示传动方案中,传动装置为二级展开式圆柱齿轮减速器;图(c)所示传动方案中,传动装置是一级蜗杆传动减速器;图(d)所示传动方案中,传动装置是圆锥-圆柱齿轮减速器。图(c)所示方案结构紧凑,但在长期连续运转的条件下,由于蜗杆的传动效率低,其功率损失较大;图(d)所示方案中装置的宽度尺寸较图(b)所示方案中装置的小,但锥齿轮的加工比圆柱齿轮困难;图(a)所示方案中装置的宽度和长度尺寸都比较大,且带传动不适用于繁重的工作条件和恶劣的环境,但带传动有过载保护的优点,还可以缓和冲击和振动,因此这种方案



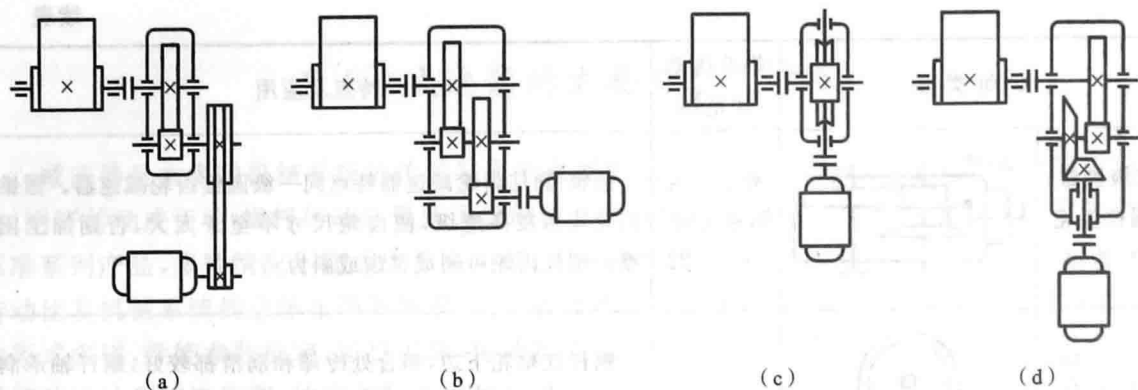


图 2-3 胶带输送机的四种传动方案

也得到了广泛应用。

在选择机械传动类型、布置传动顺序、拟定传动方案时,可参考以下几点:

- (1) 带传动机构承载能力较低,在传递相同转矩时,结构尺寸较其他形式大,但传动平稳,能缓冲吸振,宜布置在传动系统的高速级,以降低传递的转矩,减小带传动的结构尺寸。
- (2) 链传动机构传动平稳性差,运转时有冲击,宜布置在低速级。
- (3) 斜齿轮传动较直齿轮传动平稳,常应用于高速级。
- (4) 锥齿轮的加工比较困难,只有在必须改变运动的传递方向时才采用,一般宜置于高速级,并限制传动比,以减小其直径和模数。
- (5) 蜗杆传动机构大多用于传动比大而功率不大的情况下,其承载能力较齿轮传动低,宜布置在传动的高速级,以获得较小的结构尺寸。
- (6) 开式齿轮传动机构因工作条件差,润滑不良,一般应布置在低速级。
- (7) 当减速器传动比大于 8 时,应考虑采用二级以上减速器,或增加一级其他机械传动装置。
- (8) 在一般情况下,总是将改变运动形式的机构(如连杆机构、凸轮机构等)布置在传动系统的末端。

课程设计要求学生从整体出发,对多种可行方案进行比较分析,了解其优缺点,并画出传动装置方案图。若课程设计任务中已给出了传动方案,应分析方案的合理性,也可提出改进意见。

## 2.4 选择电动机

电动机是最常用的原动机,具有结构简单、工作可靠、控制简便和维护容易等优点。电动机的选择主要包括选择其类型和结构形式、功率(容量)和转速,确定具体型号。

### 2.4.1 类型和结构形式的选择

电动机分交流电动机和直流电动机两种。直流电动机由于需要直流电源,结构较复杂,价格较高,维护比较不便,因此无特殊要求时不宜采用。交流电动机有异步电动机和同步电动机两类。工业上广泛采用三相交流异步电动机,额定电压为 380 V。异步电动机有笼型和绕线型两种,其中以普通笼型异步电动机应用最多。Y 系列全封闭自扇冷式笼型三相异步电动机