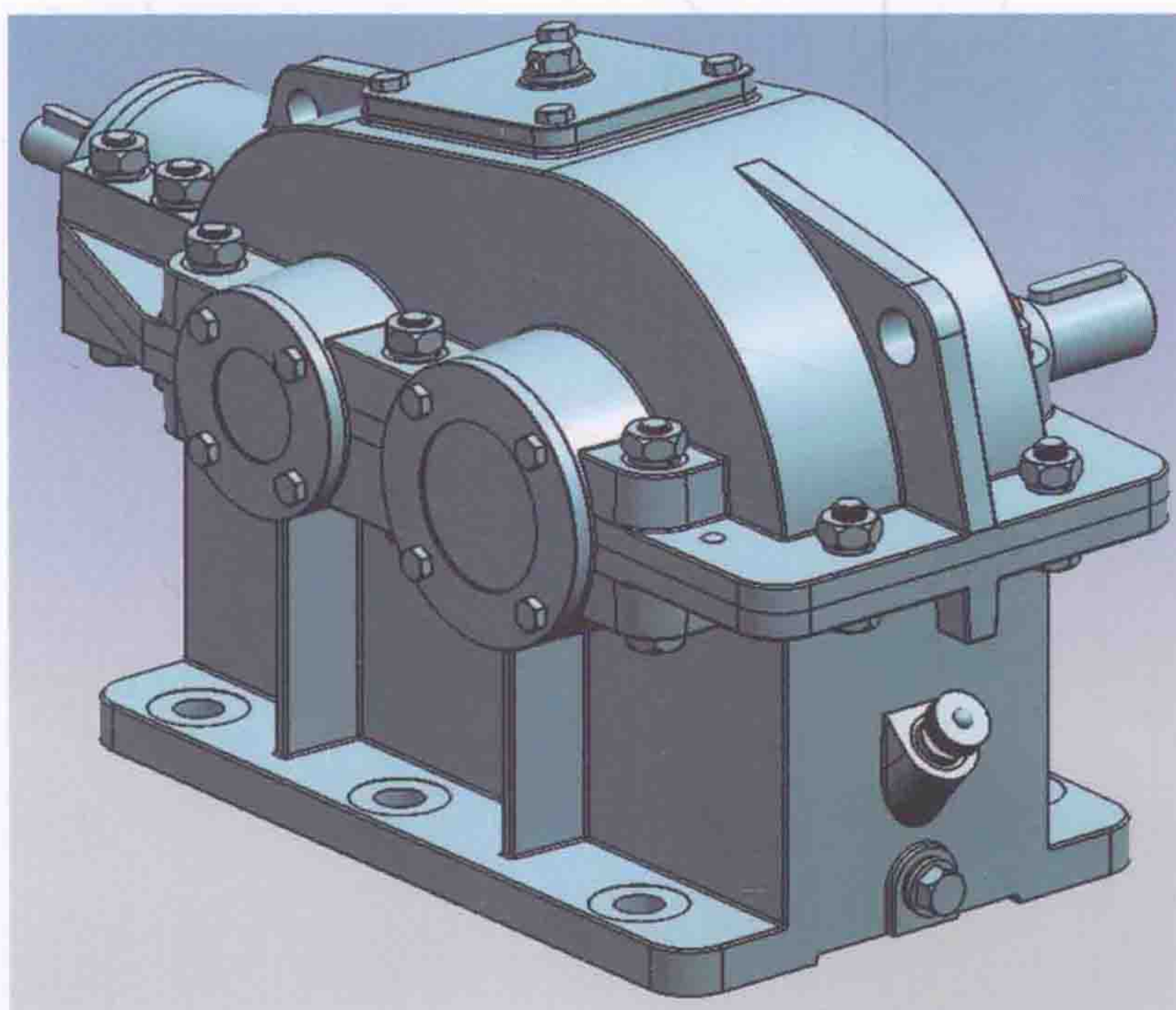


高等学校“十二五”规划教材

JIXIE SHEJI
KECHENG SHEJI

机械设计 课程设计

张锦明 编著



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高等学校“十二五”规划教材

机械设计课程设计

张锦明 编著

东南大学出版社
· 南京 ·

内 容 提 要

本书围绕圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器、蜗杆减速器的设计,全面介绍了使用机械绘图、机械设计手册、文字处理等软件在计算机上进行一般传动装置及其零件的设计方法和设计步骤。内容包括:概论、传动系统的总体设计、传动零件和轴的设计、减速器结构与润滑、装配图的设计及绘制、零件图的绘制、设计说明书编写与答辩准备,并附有减速器参考图例、课程设计题目、答辩参考题、减速器的设计计算说明书及其全套或部分图纸的设计实例。

本书可作为高等学校机械类专业学生机械设计课程设计用书,也可作为近机类专业机械设计课程设计的教学用书,对利用计算机进行液压传动课程设计、模具课程设计、毕业设计也有一定的参考作用,同时也可供指导教师、有关技术部门和工厂设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计 / 张锦明编著. —南京:东南大学出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-5641-5162-1

I. ①机… II. ①张… III. ①机械设计—课程设计
IV. ①TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 198039 号

机械设计课程设计

出版发行: 东南大学出版社
社 址: 南京市四牌楼 2 号 邮编: 210096
出 版 人: 江建中
责任编辑: 史建农
网 址: <http://www.seupress.com>
电子邮箱: press@seupress.com
经 销: 全国各地新华书店
印 刷: 常州市武进第三印刷有限公司
开 本: 787mm×1092mm 1/16
印 张: 15.5
字 数: 377 千字
版 次: 2014 年 8 月第 1 版
印 次: 2014 年 8 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5641-5162-1
印 数: 1—3000 册
定 价: 35.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830

前 言

机械设计课程设计是高等学校机械类、近机类专业学生在学习阶段碰到的第一个大型设计。通过这样的设计训练能使熟悉设计资料,了解国家标准、规范;掌握一般传动装置的设计方法、设计步骤,从而使学生的设计能力得到初步的培养。传统的机械设计课程设计,是学生根据教师布置的设计任务,使用计算器等工具对所设计的传动装置进行大量的、复杂的强度、尺寸等方面的计算,再用铅笔、圆规、丁字尺、图板等绘图工具把图纸画出来,最后把设计说明书整理、书写出来。这样的设计方法至今还在一些高等学校中全部或部分地使用。因此现在学生使用的《机械设计课程设计》是与这样的设计相适应的。

由于计算机技术的迅猛发展和学校教学课程的增多,现在高等学校机械类、近机类专业学生已掌握了计算机的使用,并能熟练地在计算机上利用文字处理软件进行文字操作,利用 AutoCAD、尧创 CAD 等绘图软件进行机械图的绘制。由于在计算机上用有关的软件进行机械设计,一方面大大缩短了设计时间,提高了设计效率及设计质量,增加了图纸、说明书的清晰度;另一方面还能方便地修改、保存,甚至能将三维机械图绘制出来,进行模拟的机械运行。所以现在企事业单位的机械设计,类似于课程设计中复杂的强度、尺寸等方面的计算有的已用计算机代替,机械图早已不用绘图工具在图板上绘制,而是用机械绘图软件在计算机上绘制,再用打印机将它打印出来。设计说明书的书写、整理也用文字处理软件在计算机上进行。因此高等学校机械类、近机类专业学生使用计算机来进行机械设计课程设计的条件已经具备,同时这样的课程设计训练更符合企事业单位的实际需要。本书就是在这样的背景下产生的,其内容有别于其他的《机械设计课程设计》教材,成为该书的亮点。

考虑到机械设计课程设计是在高等学校机械类、近机类专业学生学完了《机械设计》课程后进行的,考虑到高等学校《机械设计》中的教学内容、机械设计课程设计安排的课时等原因,为此本书与《机械设计》有关的内容基本上没有进行叙述,并只以圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器和蜗杆减速器在计算机上进行设计为例,讲述了传动系统的总体设计、传动零件和轴的设计、减速器结构与润滑、装配图的设计及绘制、零件图的绘制、设计说明书编写与答辩准备等内容。

由于目前的机械绘图软件、机械设计资料查阅软件、文字处理软件较多,考

虑到便于叙述和有关学校在计算机上进行课程设计时所用软件的成本等因素,本书讲述了用尧创 CAD 2010 机械绘图软件、机械设计手册(新编软件版)2008 在计算机上进行机械设计课程设计的一般方法。本书中有类似于“[1]→【带传动和链传动】→【带传动】→【V 带传动】”的这种写法,其中“[1]”指的是“参考文献与应用软件”中所列的应用软件[1],即“机械设计手册(新编软件版)2008”,“【带传动和链传动】”指的是机械设计手册(新编软件版)2008 软件中的“带传动和链传动”按钮。“→”指的是往下点击(一般情况下是左击)。“[1]→【带传动和链传动】→【带传动】→【V 带传动】”指的是,在计算机上打开“机械设计手册(新编软件版)2008”软件后,点击“带传动和链传动”按钮,再点击“带传动”,然后再点击“V 带传动”按钮。

由于计算机操作系统及一些机械绘图软件自带计算器,还有相关的文字处理软件,所以再在计算机上装上机械绘图软件、机械设计资料查阅软件后,机械设计课程设计的全部内容基本上都可以在计算机上完成。

为了便于老师对课程设计的指导,便于学生的自学并顺利地进行课程设计,本书详细叙述了减速器轴结构图、装配图按步骤绘制的方法。同时还增加了减速器装配图常见的错误分析、答辩参考题的内容;增加了多种形式减速器的设计实例,并附有与其相一致的设计计算说明书及其全套或部分图纸的参考内容。

限于编者水平,且编写时间仓促,书中不妥之处在所难免,恳请使用本书的老师和读者给予批评指正。

编 者

2014 年 8 月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 课程设计的目的	1
1.2 课程设计的内容	2
1.3 课程设计的步骤	2
1.4 课程设计中的注意事项	3
第 2 章 传动系统的总体设计	5
2.1 确定传动方案	5
2.2 电动机型号及参数选择	8
2.3 总传动比的计算及传动比分配	11
2.4 传动装置运动参数的计算	14
第 3 章 传动零件和轴的设计	18
3.1 V 带传动和齿轮传动的设计	18
3.2 链传动的设计与联轴器的选择	45
3.3 轴的设计计算	45
第 4 章 减速器结构与润滑	49
4.1 减速器结构概述	49
4.2 减速器箱体结构及设计	51
4.3 减速器附件设计	60
4.4 减速器的润滑	69
4.5 伸出轴与轴承盖间的密封	74
第 5 章 装配图的设计及绘制	76
5.1 减速器装配图设计的准备	76
5.2 绘制减速器轴结构图	76
5.3 绘制减速器装配图	84
5.4 减速器装配图常见的错误分析	93
第 6 章 零件图的绘制	100
6.1 零件图绘制要求与方法	100

6.2	轴零件图的设计与绘制	104
6.3	齿轮零件图的设计与绘制	108
6.4	箱体零件图的设计与绘制	111
6.5	减速器中其他零件图的设计与绘制	114
 第7章 设计说明书编写与答辩准备		117
7.1	设计说明书的内容与要求	117
7.2	设计说明书的模板及相关处理	117
7.3	答辩准备	120
 附录1 减速器参考图例		122
附录2 课程设计题目		124
附录3 答辩参考题		127
附录4 设计计算示例		129
 参考文献		239

第 1 章 概 论

1.1 课程设计的目的

机械设计课程设计是高等工科院校机械类、近机类专业学生在学完《机械设计》课程后独立完成的一次较为全面的机械设计综合训练,是机械设计(或机械设计基础)课程重要综合性实践教学环节。其目的是:①运用、巩固课程所学的理论知识,培养学生进行机械设计的初步能力;②掌握一般机械传动装置的设计方法、设计步骤,为后面其他课的课程设计及毕业设计打好基础;③运用和熟悉设计资料,了解有关的国家标准、行业标准及规范;④进一步掌握 AutoCAD、尧创 CAD 等机械绘图软件和其他一些设计软件的使用方法;⑤通过撰写设计说明书和总结、答辩,提高总结、写作和表达的能力;⑥建立起正确的设计思想,为在以后的工作中能运用该思想分析并解决机械方面的一些实际问题奠定基础。

多年的教学实践证明,以机械装备中的齿轮(蜗杆)减速器(图 1.1)为题进行机械设计课程设计,能较好地达到上述目的。这是因为:传动装置是机器的重要组成部分,而齿轮、蜗轮减速器是较为典型、应用最广的传动装置,掌握它的设计方法、设计步骤,就可以举一反三,掌握其他传动装置的设计方法,从而了解机器的设计。

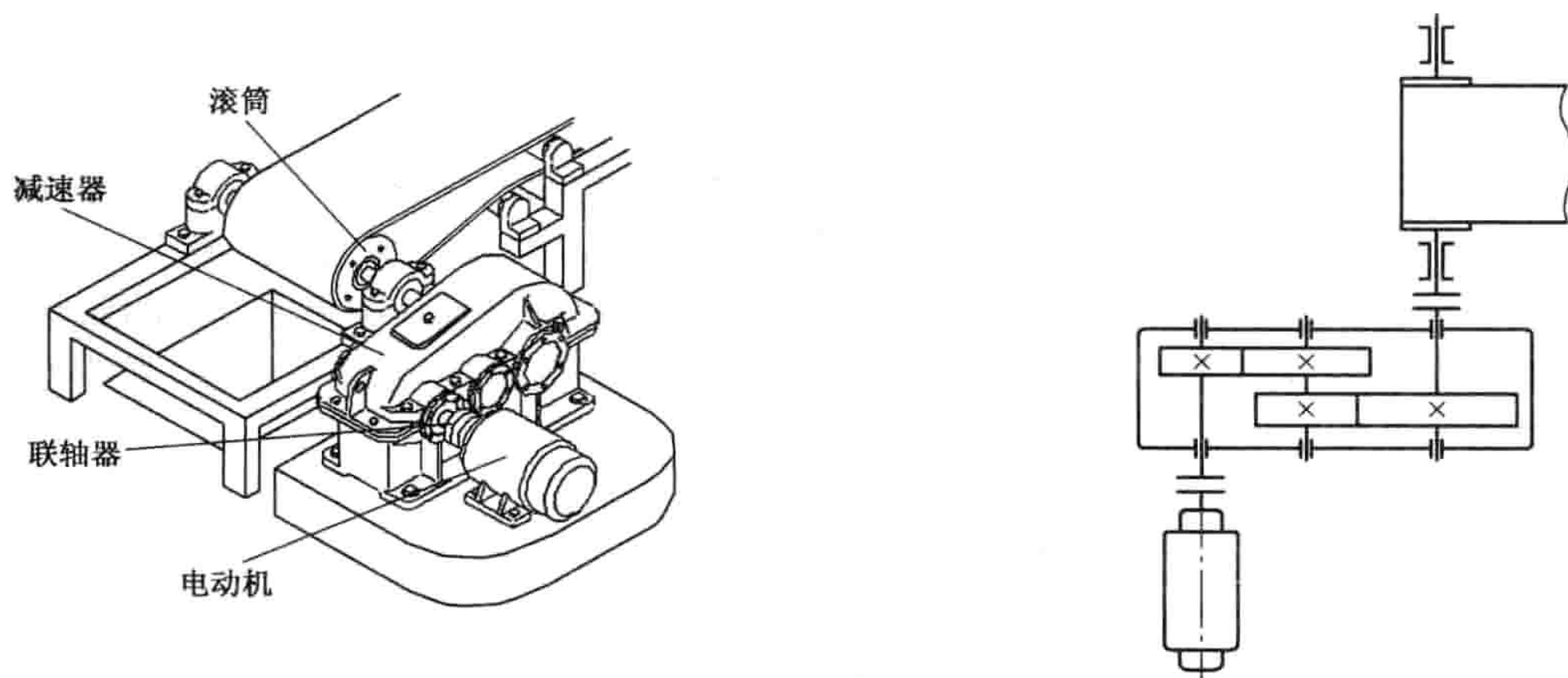


图 1.1

1.2 课程设计的内容

机械设计课程设计根据设计题目的不同,其设计所包括的内容也不尽相同。机械装备中减速器的设计通常包括的内容有:①传动方案的拟订或传动方案的分析;②电动机的选择与运动参数的计算;③传动零件(如带传动、齿轮或蜗杆传动)的设计;④轴的设计;⑤滚动轴承、键和联轴器的选择;⑥箱体、润滑及附件的设计;⑦装配图、零件图的绘制;⑧设计说明书的编写。

这些内容是“机械设计”课程的精髓。通过完成以上内容,不仅能使学生运用和巩固所学理论知识;而且还能使学生懂得在从事机械设计时,必须综合考虑强度、刚度、结构、工艺、装配、润滑、密封、经济性等多方面的问题,并建立起较为完整的设计概念。通过完成以上内容,还能使学生在计算技能、制图水平、计算机应用能力、熟悉资料及有关标准规范方面得到较好的训练。因此,以齿轮(蜗杆)减速器为题进行机械设计课程设计,对加强设计基础技能的训练,效果良好。

由于在课程设计之前,学生已掌握了计算机的使用,并能较熟练地利用文字处理软件在计算机上进行文字操作,利用 AutoCAD 等机械绘图软件进行机械绘图,再加上现在企事业单位中的机械设计基本上在计算机上完成,因此学生使用计算机来进行机械设计课程设计的条件已经具备,同时这样的课程设计训练更符合企事业单位的实际需要。为此学生课程设计可在计算机上进行,并完成以下工作:①装配图;②全部非标零件的零件图;③设计计算说明书。这些作业保存在以学生学号和名字组成的文件夹内,并以电子稿的形式交给指导老师。同时再以纸质稿的形式交装配图 1 张、零件图 2~3 张和设计说明书 1 份。

1.3 课程设计的步骤

机械设计课程设计过程其实就是一个与其他机械产品设计基本一致的过程,面对一个产品设计的项目,首先要根据设计目标,通过查阅资料确定设计任务。当然,对于课程设计来说,由于是培养一个学生的过程,题目往往是由教师给出的,也就是设计任务书。

学生拿到设计任务书后,应仔细研究设计任务书。根据设计任务书中提供的原始设计数据和工作条件,从方案着手,通过总体方案设计、零部件设计,最后以装配图、零件图和设计计算说明书作为设计的最终结果。

机械设计课程设计的一般步骤可以分为以下几个方面:

(1) 设计前的准备工作 这部分工作包括:①研究设计任务书,分析设计题目,了解设计要求和内容;②观察实物或模型,进行减速器的装拆实验;③将机械设计课程的相关内容再复习一下;④准备好设计相关资料、图书,并在计算机上装好相关的软件,并拟订一个计划进度。

(2) 传动装置的方案设计和总体设计 这部分工作包括:①对于任务书中没有给出传动方案的课程设计题目,则应根据有关机械原理和机械设计知识,结合设计任务书的要求,

拟订若干传动装置的原理方案,并通过分析比较确定出一种较好的传动方案作为本设计的方案;②根据设计任务书的要求,选择合适的电动机;③确定传动装置的总传动比以及分配各级传动比;④计算传动装置的运动和动力参数。

(3) 减速器传动零件的设计 这部分工作包括:①设计从电动机到减速器传递动力的传动零件(一般为带传动或链传动);②设计减速器中的传动零件(一般为直齿轮传动、斜齿轮传动、圆锥齿轮传动或蜗杆传动)。

(4) 减速器装配草图的设计 这部分工作包括:①确定减速器各传动轴的大致结构和每段轴的基本尺寸,选择联轴器;②确定减速器各零件的相互位置;③选择滚动轴承并进行寿命计算,选择键连接并对其进行强度校核,绘制轴承端盖等零件并确定润滑方式;④设计减速器箱体结构;⑤对传动轴进行强度校核;⑥完成箱体草图的绘制。

(5) 减速器装配图的绘制 这部分工作包括:①新建一个带有图框、标题栏的文件,将已绘制好的装配草图复制到该文件中,并进行整理及绘制成装配图;②标注必要的装配尺寸和结构尺寸,编写零件序号和填写明细表,撰写技术要求。

(6) 零件图的绘制 这部分工作包括:①新建一个带有图框、标题栏的文件,将装配图中相关的部分复制到该文件中,并整理成零件图;②标注尺寸与公差,标注基准、形位尺寸公差和粗糙度,填写技术要求。

(7) 撰写设计计算说明书 这部分工作包括:①将设计过程中各部分的设计计算过程进行整理,编写设计计算说明书;②设计计算说明书要按照规定的格式和要求进行撰写;③设计计算说明书和撰写顺序要求与逻辑过程相一致。

(8) 课程设计总结与答辩 这部分工作包括:①撰写设计总结,主要内容为设计过程体会、设计优缺点等,并把它放入设计说明书中;②参加答辩,回答老师及同学针对设计所提出的问题。

1.4 课程设计中的注意事项

《机械设计》是培养学生机械设计理论知识的课程,这些理论知识能否转化为实际的机械设计能力,关键要看《机械设计课程设计》课程的教学效果。由于机械设计课程设计是机械类、近机类专业学生进入大学后第一次较为全面的机械设计训练,要达到预期的教学效果,应注意以下几个方面的问题:

(1) 明确设计任务,端正学习态度 机械设计课程设计是学生独立完成的一次较为全面的机械设计综合训练,教师仅起到指导和启发的作用。为此学生在得到教师给定的设计任务后,要制订设计计划,掌握设计进度,认真设计。提供独立思考与同学的讨论相结合,每个阶段完成后要认真检查,发现错误要及时、认真地修改,做到精益求精。

(2) 重视培养一丝不苟的严谨设计作风 机械设计过程讲究的是科学严谨、精益求精,来不得半点的马虎,要通过这个过程的学习,培养机械设计的扎实基本功,培养规范意识和责任意识,从而养成机械设计的良好作风。

(3) 理论计算和工程实际相结合 机械零部件的结构尺寸设计不是完全由理论计算确定的,还要结合工程实际,考虑结构的工艺性、经济性以及标准化、系列化等要求,在设计

整个过程中,各个阶段是相互联系的,故随着设计的进展,后阶段对前阶段设计中的不合理结构、尺寸要进行必要的修改。所以设计时边计算、边绘图、边修改,计算、绘图交替进行,才能使设计的结构合理、质量较高。

(4) 参考借鉴与改进创新相结合 要善于利用人们长期以来积累的宝贵设计经验和资料进行设计,从而避免不必要的重复劳动,减少设计的不合理,还可以加快设计进程,提高设计质量。但是切不可盲目照搬、照抄,应结合工程实际,在参考借鉴的基础上积极改进、创新。

(5) 贯彻相关标准与规范 标准化和规范化是机械设计需要遵守的准则之一。这样既能保证零件的互换性、降低成本、缩短设计周期,同时标准化、规范化和能用化也是评价设计质量的一项指标。在课程设计中应熟悉和正确采用各种有关技术标准与规范,尽量采用标准件和标准尺寸。

(6) 采用先进的设计工具和方法 计算机、网络的使用和机械绘图软件、文字处理软件的日益完善,使得机械设计的效率大大提高。因此在使用计算机进行机械设计课程设计时要充分利用这些工具,并在使用中得到提高,为今后从事企事业单位的机械设计工作打下良好的基础。

第 2 章 传动系统的总体设计

传动系统总体设计的内容包括确定传动方案、选择电动机、计算总传动比及合理分配传动比、计算系统的运动和动力参数。在这几项工作中,确定传动方案是最为关键的。

2.1 确定传动方案

2.1.1 常用减速器类型、特点及应用

一个完整的机械装备通常由原动机、传动系统和工作机三部分组成。传动系统处于原动机和工作机中间,用来传递运动和动力,同时改变原动机转速和转矩的大小或改变运动形式,以适应工作机功能要求。在传动系统用来降低转速的独立转动装置,称为减速器,如图 2.1、图 2.2 所示,图 2.3、图 2.4 分别为图 2.1、图 2.2 减速器的简图。

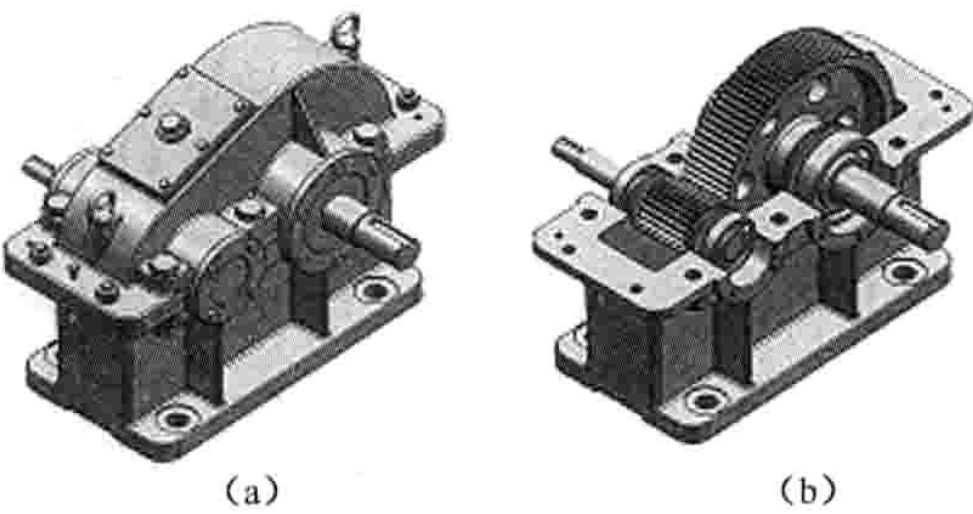


图 2.1

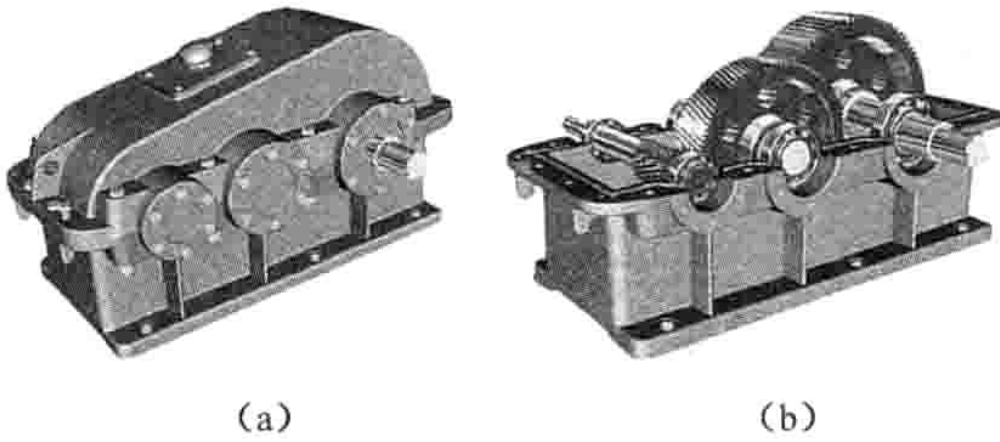


图 2.2

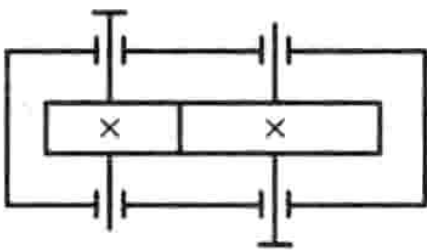


图 2.3

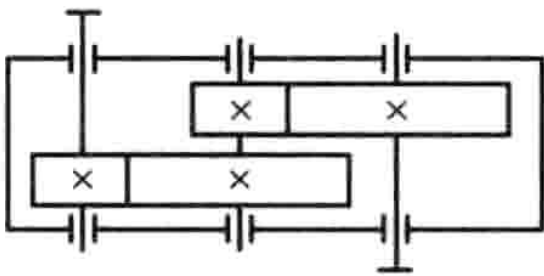


图 2.4

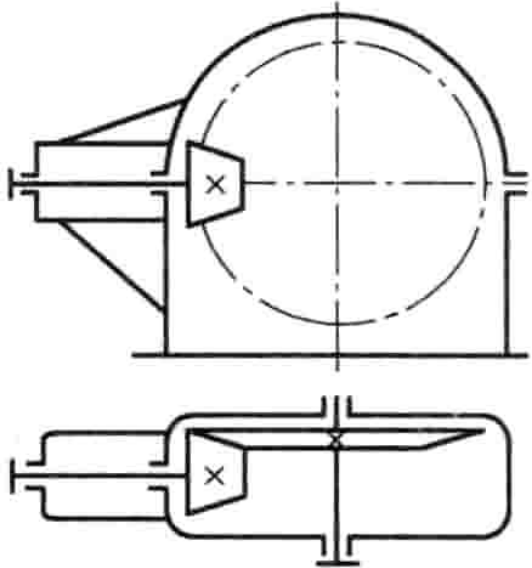


图 2.5

由于使用要求不同,减速器类型甚多,图 2.3 所示的是一级圆柱齿轮减速器,传动比一般 $i \leq 5$,最大值 $i_{\max} = 10$,轮齿可为直齿和斜齿。这种减速器结构简单,传递功率大,传动效率高,工艺简单,精度易于保证,一般工厂均能制造,所以应用广泛。斜齿用于速度较高或负载较大的传动。箱体通常为铸铁,有时也可采用焊接结构。

图 2.4 所示的是二级展开式圆柱齿轮减速器,传动比一般 $i = 8 \sim 40$,最大值 $i_{\max} = 60$ 。轮齿可为直齿、斜齿,结构简单,应用广泛。齿轮相对于轴承为不对称布置,因而沿齿向载荷分布不均匀,要求轴有较大刚度,而且齿轮应布置在远离转矩输入输出端,以减少载荷沿齿向分布不均匀现象。高速级常用斜齿,建议用于要求载荷较平稳的场合。

图 2.5 所示的是单级圆锥齿轮减速器,用于输入轴与输出轴两轴线垂直相交的传动。轮齿可为直齿、斜齿。如果采用直齿,其传动比一般 $i \leq 3$;如果采用斜齿,其传动比一般 $i \leq 5$,最大值 $i_{\max} = 10$ 。

图 2.6 所示的是二级圆锥-圆柱齿轮减速器,用于输入轴与输出轴两轴线垂直相交且传动比较大的传动。圆锥齿轮应布置在高速级,使其直径不致过大,便于加工。其传动比一般 $i = 10 \sim 25$,最大值 $i_{\max} = 40$ 。

图 2.7 所示的是一级蜗杆减速器,其单级传动比大,结构紧凑,但传动效率低,用于中小功率、输入轴与输出轴二轴线垂直交错的传动。下置式蜗杆减速器润滑条件较好,应优先选用。当蜗杆圆周速度太高 ($v > 4 \text{ m/s}$) 时,搅油损失大,采用上置式蜗杆减速器。此时,蜗轮轮齿浸油、蜗杆润滑较差。一级蜗杆减速器,其传动比一般 $i = 10 \sim 40$,最大值 $i_{\max} = 80$ 。

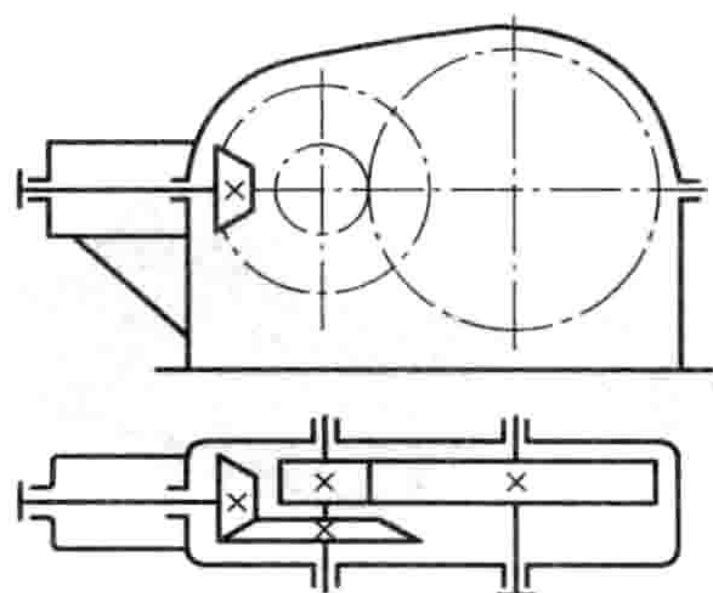


图 2.6

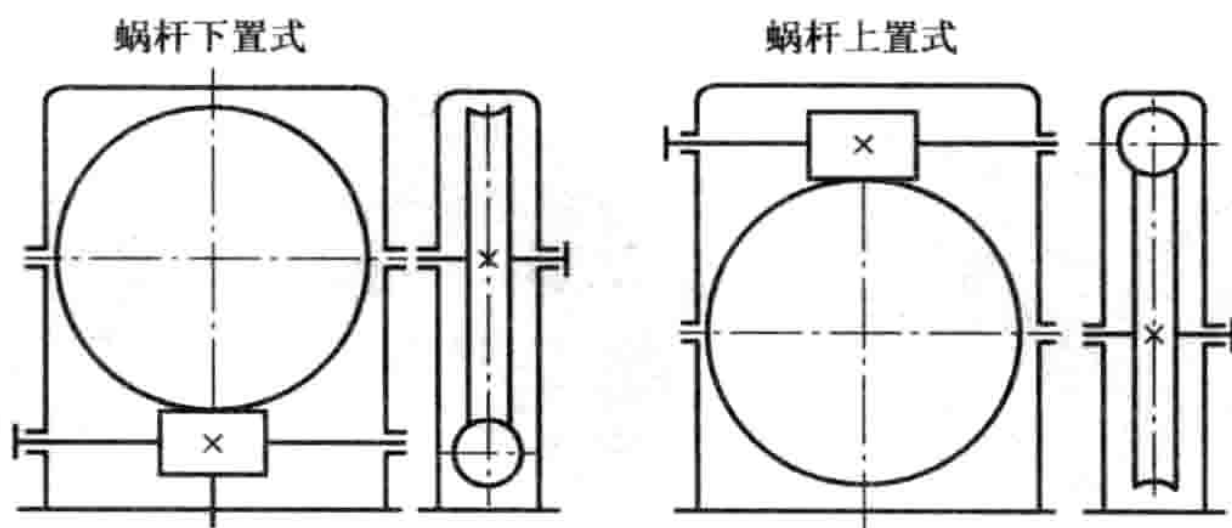


图 2.7

2.1.2 传动方案的比较与确定

由于针对一个具体的设计问题,传动系统的传动方案可以有多种不同的选择,为此传动方案一般用简图表示。通过对不同传动方案比较分析和优化,选择最佳的传动方案。由于其他的传动也有各自的特点,因此在传动方案中有时除了有减速器外,还会有 V 带传动和链传动等其他传动。如果在传动方案中有 V 带传动,则取 V 带传动的传动比 $i \approx 3$,最大值 $i_{\max} = 7$,并且放置在传动链的高速级。如果在传动方案中有链传动,则取链传动的传动比 $i = 2 \sim 5$,最大值 $i_{\max} = 6$,并且放置在传动链的低速级。

图 2.8 所示为一带式输送机初拟定出的四种减速传动方案。

方案(a)采用 V 带传动与单级圆柱齿轮减速器组合,既可满足传动比要求,同时由于带传动具有良好的缓冲、吸振性能,可适应大启动转矩工况要求,且结构简单,成本低廉,使用

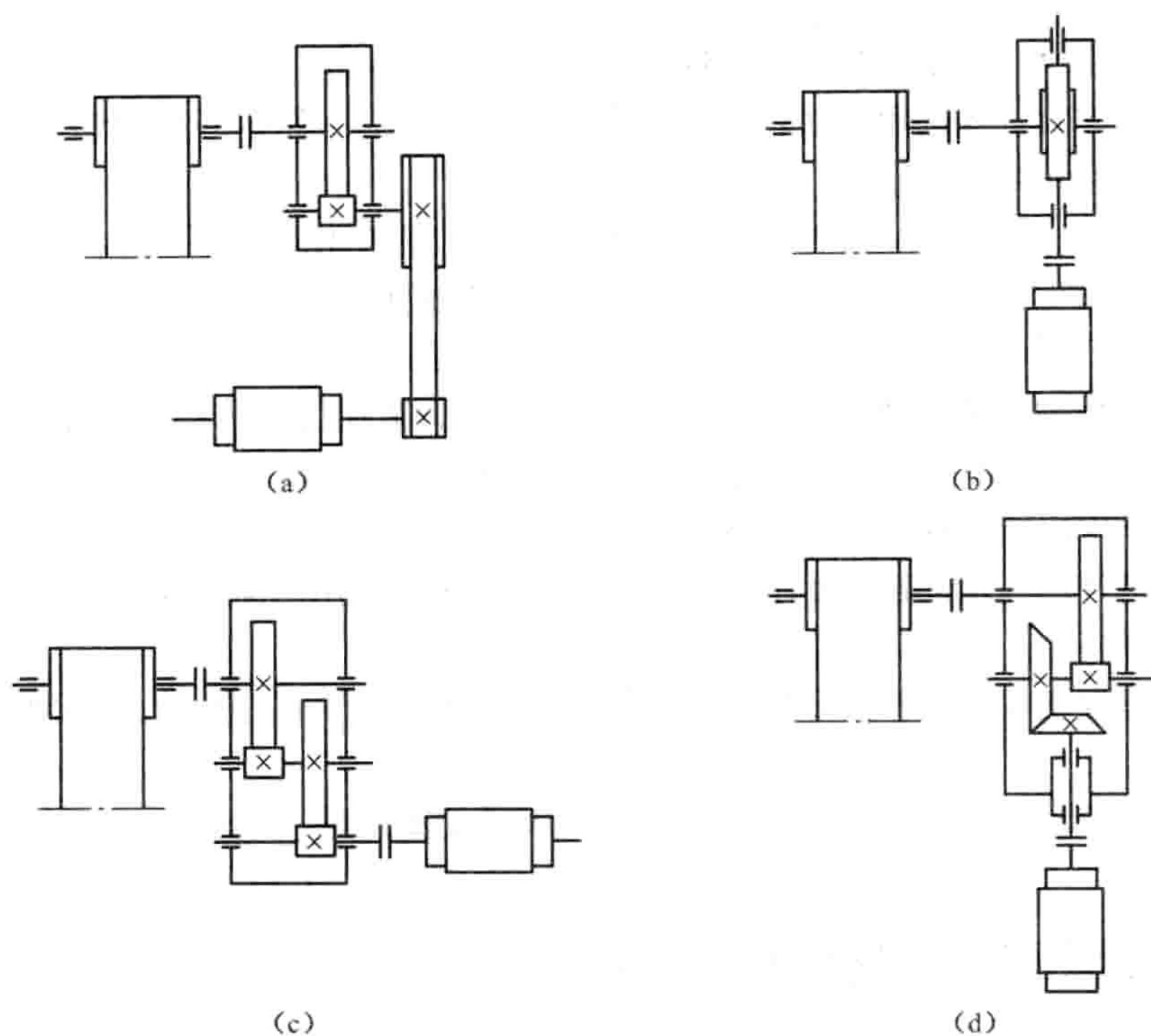


图 2.8

维护方便。缺点是传动尺寸较大,带使用寿命较短,而且不宜在恶劣环境中工作。

方案(b)为单级蜗杆传动减速器,结构紧凑,环境适应性好,但传动效率低,不适于连续的长期工作,且制造成本较高。

方案(c)为二级圆柱齿轮传动减速器,工作可靠、传动效率高、维护方便、环境适应性好、使用寿命长,但宽度较大,要求大启动力矩时,启动冲击大。

方案(d)为二级圆锥-圆柱齿轮减速器,具有方案(c)的优点,且尺寸较小,但圆锥齿轮制造成本较高。

以上四种传动方案都可以满足带式运输机的功能要求,但其结构和经济成本则各不相同,并且各有优缺点,一般由设计者根据具体的工作条件和要求,选定较好的传动方案。例如在矿井巷道中连续工作时,因巷道狭小,环境恶劣,所以采用方案(d)较好。但对方案(c),如果能将电动机布置在减速器另一侧,其宽度尺寸得以缩小,则该方案不失为一种较合理的传动方案。若该设备在一般环境中连续工作,对结构尺寸也无特别要求,则方案(a)、(c)均为可选方案。

在进行机械设计课程设计时,如果课程设计的任务书中已给定了传动方案,学生也应该对所采用的传动方案进行分析,指明其采用的理由,或提出改进意见,拟订自己的传动方案。

一个好的传动方案,首先要满足功能要求,同时还应具有工作可靠、结构简单紧凑、效率高、经济性好及使用维护方便等优点。但实际中要找到完全满足这些要求的传动方案是十分困难的,一般是通过对几种拟定的传动方案进行比较,找出相对好的方案。在机械传动方

案制订过程中应遵循的原则为:

- (1) 小功率宜选用结构简单、价格便宜、标准化程度高的传动,以降低制造费用。
- (2) 大功率宜优先选用传动效率高的传动,以节约能源、降低生产费用。齿轮传动效率最高,而蜗杆传动效率最低。
- (3) 速度低、传动比大时,有多种方案可供选择。①采用多级传动时,带传动宜放在高速级,链传动宜放在低速级;②要求结构尺寸小时,宜选用多级齿轮传动、齿轮-蜗杆传动或多级蜗杆传动。传动链应力求短一些,以减少零件数目。
- (4) V带传动和链传动只能用于平行轴间的传动;圆柱齿轮传动一般用于两轴平行的传动;蜗杆传动和圆锥齿轮传动能用于相互垂直两轴间的传动。
- (5) 工作中可能出现过载的设备,或者载荷经常变化、频繁换向的传动,宜在传动中第一级放入V带传动,以便起到缓冲、吸振性和过载保护的作用。但在易爆、易燃的场合则不宜采用V带传动。
- (6) 工作温度较高,潮湿、多粉尘、易爆、易燃的场合,宜采用链传动、闭式齿轮传动或蜗杆传动。
- (7) 对于传动比要求严格、尺寸要求紧凑的场合,选用齿轮传动或蜗杆传动。

2.2 电动机型号及参数选择

设计减速器时,需要知道它们所受的载荷及其他一些相关参数。一般这些载荷和参数是通过计算并选择电动机后再确定的。要选择电动机,需要知道机器中工作机的相关数据。所以在设计图 2.9 减速器前,带式输送机输送带拉力 F 、输送带速度 v 、驱动滚筒直径 D ;在设计图 2.10 减速器前,螺旋式输送机工作轴的转矩 T 、工作轴的转速 n_w 等作为已知条件给出的。所以课程设计中减速器的设计一般先计算出工作机的功率、转速,再计算传动系统的效率,最后通过计算并根据相关情况选定电动机类型、功率、转速,同时确定其型号。电动机确定后,对传动系统进行传动比分配,再将减速器各根轴上所传递的功率、转速、转矩计算出来,最后对传动件、轴等零件进行设计。

2.2.1 电动机输出功率的确定

图 2.9、图 2.10 是两种比较典型的传动装置。在已知图 2.9 中带式输送机输送带拉力 F 、输送带速度 v 、驱动滚筒直径 D ,图 2.10 中螺旋式输送机工作轴的转矩 T 、工作轴的转速 n_w 及工作机自身的传动效率 η_w 这些参数后,电动机所需的输出功率 P_d 可按如下方法确定:

1. 工作机所需功率 P_w

$$P_w = \frac{Fv}{1000\eta_w} \quad (2.1)$$

或

$$P_w = \frac{Tn_w}{9550\eta_w} \quad (2.2)$$

式中: F, T ——工作机的有效阻力(N)与转矩($\text{N} \cdot \text{m}$);

v, n_w ——工作机的速度(m/s)与转速(r/min);

η_w ——工作机自身的传动效率。

η_w 根据设计题的不同,应有不同的区别。如有些螺旋式输送机原始数据为工作轴的转矩 T 和转速 n_w 时,则不必考虑。其原因是在确定转矩 T 时已把工作机自身的传动效率考虑在内了。

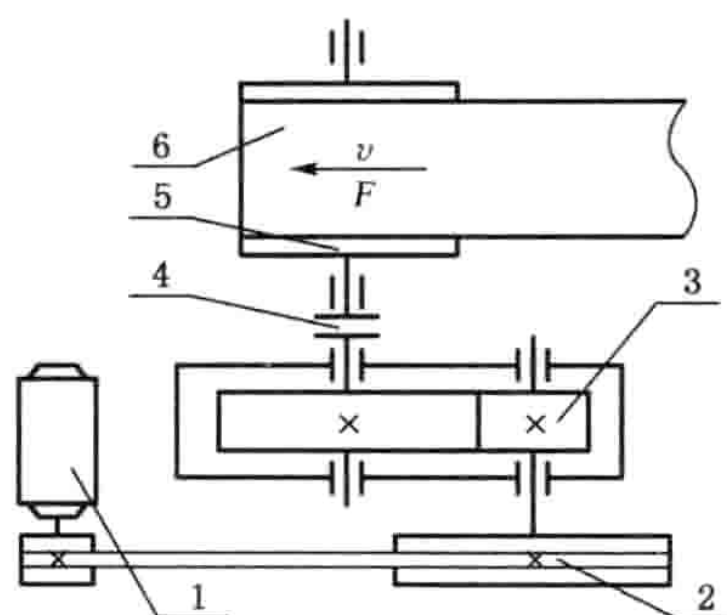


图 2.9

1. 电动机; 2. V带传动; 3. 减速器;
4. 联轴器; 5. 驱动滚筒; 6. 输送带

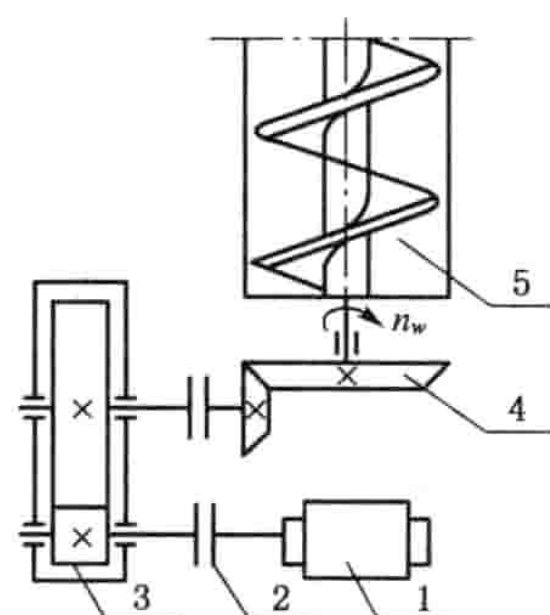


图 2.10

1. 电动机; 2. 联轴器; 3. 减速器;
4. 圆锥齿轮传动; 5. 螺旋式输送机

2. 传动装置的效率 η

由于在传动中存在轴承的摩擦、齿轮轮齿间的摩擦等其他的摩擦损耗,因此会损耗一部分功率。如果不考虑这部分功率损耗,而直接取电动机的功率作为工作机所需功率 P_w ,那么电动机在工作时由于这些摩擦增加的功率损耗会引起过载,从而烧毁。所以在确定电动机功率时应考虑这部分功率损耗。这部分功率损耗的大小用传动效率来衡量。

传动装置为串联时,总效率 η 等于各级传动效率和轴承、联轴器等效率的连乘积,即:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_k \quad (2.3)$$

式中: $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots, \eta_k$ ——传动装置中各级传动及联轴器的效率。各类传动、轴承及联轴器等效率从[1]→【常用基础资料】→【常用资料和数据】→【机械传动效率】查得,也可从其他机械设计手册中查得。

图 2.9 带式输送机总效率 $\eta = \eta_1 \eta_2^2 \eta_3 \eta_4$ 。其中 $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ 分别为 V 带传动、一对轴承、齿轮传动、联轴器的效率。

图 2.10 螺旋式输送机总效率 $\eta = \eta_1^2 \eta_2^3 \eta_3 \eta_4$ 。其中 $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ 分别为联轴器、一对轴承、圆柱齿轮传动、圆锥齿轮传动的效率。

3. 电动机输出功率 P_d

电动机输出功率 P_d 用下式进行计算:

$$P_d = \frac{P_w}{\eta} \quad (2.4)$$

2.2.2 电动机类型选择及其转速的确定

电动机是由专门厂批量生产的系列化标准产品,其中三相异步电动机应用最广。设计时只要根据工作机的工作特性、工作环境和载荷等条件选择电动机的类型。在三相异步电动机中,Y系列电动机是一般用途的全封闭自扇冷鼠笼式三相异步电动机,它结构简单、工作可靠、价格低廉、维护方便,因此广泛用于不易燃烧、不易爆、无腐蚀和无特殊要求的机械设备上,为此课程设计中的电动机一般选用Y系列电动机。电动机在同一额定功率下有同步转速3 000 r/min、1 500 r/min、1 000 r/min和750 r/min的几种可供选用,所以选择合理的同步转速电动机需要从多方面因素来考虑。同步转速越高,尺寸、重量越小,价格越低,且效率较高;但过高的电机转速将导致传动装置的总传动比、尺寸及重量增大,从而使传动装置的成本增加;同步转速越低,则反之。因此,确定电动机转速时,应兼顾电动机及传动装置二者,加以综合比较且考虑在市场上易购等条件后决定。常用的是同步转速为1 000 r/min及1 500 r/min两种类型的电动机。

2.2.3 电动机型号的确定

电动机类型选定后,其型号可根据输出功率和同步转速确定。但电动机功率只按电动机所需的输出功率 P_d 考虑有时还不行。因为工作机在工作时由于工作载荷的不稳定常常会使电动机过载,这时使得电动机实际输出的功率超过电动机所需的输出功率 P_d ,如果电动机长期在这种情况下运行,会烧坏。因此选择电动机的额定功率 P 时应大于或等于其计算功率 P_c ,计算功率 P_c 为:

$$P_c = kP_d \quad (2.5)$$

式中: k ——过载系数,视工作机类型而定。输送机械一般可取 $k = 1 \sim 1.1$,无过载时可取 $k = 1$ 。

从式(2.5)中计算得 P_c 值往往与电动机的额定功率 P 的标准值是不一致的,为此在电动机的计算功率 P_c 与转速确定后,可从[1]→【常用电动机】→【三相异步电动机】→【三相异步电动机选型】→【Y系列(IP44)三相异步电动机技术条件】→【电动机的机座号与转速及功率的对应关系】中,选择电动机的额定功率 P 、同步转速 n 和机座号。再从[1]→【常用电动机】→【三相异步电动机】→【三相异步电动机选型】→【Y系列(IP44)三相异步电动机技术】→【机座带底脚、端盖上无凸缘的电动机】选定电动机的主要结构尺寸。

由于[1]→【常用电动机】→【三相异步电动机】→【三相异步电动机选型】→【Y系列(IP44)三相异步电动机技术条件】→【电动机的机座号与转速及功率的对应关系】中只列出了电动机的同步转速,而设计减速器及其他机械设计时,进行运动计算一般用的是电动机的满载转速而不是同步转速。为此还应根据查出的电动机的机座号和同步转速,查找相关资料,查出其满载转速。为了方便起见,对于减速器设计中常用的电动机的型号、同步转速、满载转速列于表2.1,供在设计时查询。对于通用机械,常用额定功率 P 作为计算依据;对于专用机械,常用计算功率 P_c 作为计算依据。