

Design of Machine Elements

机械设计课程 设计

第二版

主编 林光春 副主编 樊庆文



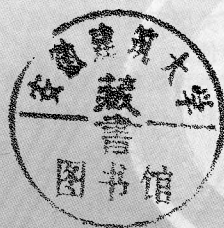
四川大学出版社

Design of Machine Elements

机械设计课程 设计

第二版

主 编 林光春
副主编 樊庆文
编 者 林光春 樊庆文 杨从德
李廷玉 王幼君 王冬梅
张爱萍



四川大学出版社

责任编辑:王 锋
责任校对:唐一丹
封面设计:米茄设计工作室
责任印制:李 平

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计 / 林光春主编. —成都: 四川大学出版社, 2008.10

ISBN 978-7-5614-4173-2

I. 机… II. 林… III. 机械设计-课程设计-高等学校-
教学参考资料 IV. TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 166231 号

内容简介

本书是在第一版的基础上, 根据高等工业学校机械类、非机械类对机械设计课程设计的教学要求及新颁布的有关国家标准和规范, 并结合近十年来使用本教材的实践经验进行修订的。

全书分为 14 章, 系统地介绍了一般机械传动装置的设计内容、方法和步骤, 对计算机辅助设计作了简单介绍。本书汇集了机械设计课程设计所需的各种资料、参考图表及新颁布的有关国家标准和规范, 并附有设计题目、装配参考图及设计计算示例。内容简明扼要, 使用方便。

本书可供高等工科院校、职大、函大学生进行机械设计课程设计使用, 亦可供有关专业师生和工程技术人员参考。

书名 机械设计课程设计

编 者	林光春 樊庆文 杨从德 李廷玉 王幼君 王冬梅 张爱萍
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5614-4173-2/TH·8
印 刷	四川锦祝印务有限公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	15.75
字 数	356 千字
版 次	2008 年 11 月第 2 版
印 次	2008 年 11 月第 1 次印刷
印 数	0 001~1 200 册
定 价	28.00 元

◆ 读者邮购本书, 请与本社发行科
联系。电 话: 85408408/85401670/
85408023 邮政编码: 610065

◆ 本社图书如有印装质量问题, 请
寄回出版社调换。

◆ 网址: www.scupress.com.cn

版权所有◆侵权必究

第二版前言

《机械设计课程设计》第二版是根据国家教委批准的《高等工业学校机械设计教学基本要求》中对机械设计课程设计所提出的目的和要求,并结合近十年来使用本教材的实践经验进行修订的,其目的仍是配合机械设计课程设计进行教学和辅助学生顺利完成课程设计。

在教材的修订过程中,编者力求从满足课程设计的教学基本要求、方便读者使用的原则出发,精选内容,加强综合,并适当拓宽知识面,反映学科新成就,以期使本教材具有简明、实用的特点。

本次修订在更新内容方面,对“计算机辅助设计简介”和“设计举例”两章进行了重新编写;更正或重新绘制第一版中有误或印刷不清楚的资料、图表、设计参考图等;并根据新颁布的有关国家标准、部颁标准和规范,对书中的术语、图表、数据等进行修订更新;删去原书中“创造工程学简介”和“机械设计造型设计简介”两章。

本次修订工作分工如下:林光春:第2、3、5章及附录Ⅰ、Ⅱ,樊庆文:第4、6章,杨从德:第1、7章,王幼君:第8、9、10、11、12、13、14章,张爱萍:附录Ⅲ、Ⅳ。全书的统稿工作由林光春、樊庆文负责。

虽然本版在第一版的基础上进行了一些必要的修改和更新,但由于编者水平所限,书中难免存在错误和欠妥之处,殷切希望广大读者提出宝贵意见,以便我们进一步改进。

编者

2008年11月

前言

本书是根据国家教委批准的《高等工业学校机械设计教学基本要求》中对机械设计课程设计所提出的目的和要求编写的,其目的是配合学生顺利完成课程设计。

本书分为两大部分。前一部分内容主要是讲述简单机械传动装置的设计思路、方法和步骤,力求做到内容比较全面,概念清楚、重点突出、方法具体、叙述简略,并充分考虑到课程设计应具有的基础性、启发性和先进性,同时介绍了设计机械零件的CAD技术,还编写了部分设计参考题,其难易程度不同,便于因材施教和充分发挥同学的积极性和创造性。第二部分系统地汇集了完成课程设计所需的各种资料、图表(包括有关的各种新颁布的国家标准)、参考图,其内容取舍以满足课程设计教学要求为目的,并力求简明扼要,方便使用。

本书由杨从德、李廷玉、樊庆文、王幼君、林光春、王冬梅编写,由杨廷栋主审。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和欠妥之处,希望大家提出宝贵意见以便改进。

编者

1998年4月

目 录

第 1 章 设计总论

1.1 机械设计课程设计的目的和内容	(1)
1.1.1 目 的	(1)
1.1.2 内 容	(1)
1.2 机械设计课程设计的一般步骤	(2)
1.3 设计时应注意的事项	(3)

第 2 章 传动装置的总体设计

2.1 确定传动方案	(4)
2.2 电动机的选择	(7)
2.2.1 电动机的类型	(7)
2.2.2 电动机的功率	(8)
2.2.3 电动机的转速	(9)
2.2.4 负载持续率 JC	(9)
2.3 传动比分配	(10)
2.4 传动装置的运动及动力参数计算	(11)

第 3 章 减速器装配工作图的设计

3.1 概 述	(13)
3.1.1 准备工作	(13)
3.1.2 装配图的设计原则	(13)
3.1.3 视图选择	(14)
3.2 装配草图的设计	(18)
3.2.1 装配草图设计的第一阶段	(18)
3.2.2 装配草图设计的第二阶段	(22)
3.2.3 装配草图设计的第三阶段	(29)
3.2.4 检查修改装配草图	(37)
3.3 绘制装配工作图	(38)
3.3.1 设计工作的步骤	(38)
3.4 圆锥齿轮减速器和蜗杆减速器装配图设计要点	(41)
3.4.1 圆锥齿轮减速器	(41)

3.4.2 蜗杆减速器	(42)
3.5 传动零件结构设计	(45)
3.5.1 锻造圆柱齿轮的结构设计	(45)
3.5.2 铸造圆柱齿轮的结构设计	(47)
3.5.3 焊接齿轮的结构设计	(47)
3.5.4 铸造圆锥齿轮的结构设计	(48)
3.5.5 蜗轮的结构设计	(49)
3.6 传动零件工作图	(50)
3.6.1 视图选择	(50)
3.6.2 尺寸标注	(50)
3.6.3 尺寸公差	(50)
3.6.4 形位公差	(51)
3.6.5 粗糙度	(51)
3.6.6 技术条件	(51)
3.6.7 明细表	(52)
3.6.8 参数表	(52)
3.7 编写说明书	(52)
3.7.1 设计计算说明书的内容	(52)
3.7.2 编写说明书的基本要求	(53)

第 4 章 计算机辅助设计简介

4.1 计算机辅助设计概述	(54)
4.1.1 计算机辅助设计的发展历程	(54)
4.1.2 计算机辅助设计在机械设计中的作用	(54)
4.1.3 计算机辅助设计中的软件	(55)
4.2 常用的计算机辅助设计软件	(57)
4.2.1 AutoCAD 软件	(57)
4.2.2 UG 软件简介	(57)
4.2.3 CATIA 简介	(63)
4.2.4 PRO/E 简介	(68)

附录 I 设计举例	(70)
-----------------	--------

附录 II 设计参考题	(84)
-------------------	--------

1. 设计带式运输机传动装置	(84)
2. 设计链式运输机传动装置	(86)

3. 设计单筒卷扬机传动装置	(87)
4. 设计电动绞车传动装置	(88)

第 5 章 一般标准

5.1 国内外标准代号	(91)
5.2 常用机构运动简图符号	(92)
5.3 一般标准和规范	(94)
5.3.1 一般标准	(94)
5.3.2 铸件设计一般规范	(100)

第 6 章 常用工程材料

6.1 黑色金属材料	(103)
6.2 常用铜合金	(108)
6.3 其他材料	(109)

第 7 章 螺纹联接和螺纹零件结构要素

7.1 螺 纹	(110)
7.1.1 普通螺纹	(110)
7.1.2 梯形螺纹	(112)
7.2 螺纹联接的结构要素	(113)
7.3 螺栓及螺柱	(114)
7.4 螺 钉	(117)
7.5 螺 母	(120)
7.6 垫 圈	(120)

第 8 章 键及销联接

8.1 键联接	(122)
8.1.1 普通平键	(122)
8.1.2 半圆键	(123)
8.1.3 矩形花键	(124)
8.2 销联接	(125)

第 9 章 普通 V 带传动

9.1 普通 V 带轮的结构	(127)
9.2 普通 V 带轮的技术要求	(128)
9.3 普通 V 带轮工作图示例	(130)

第 10 章 轴系零件的紧固件

10.1 挡圈	(131)
10.1.1 锁紧挡圈	(131)
10.1.2 轴端挡圈	(132)
10.1.3 弹性挡圈	(133)
10.2 圆螺母和圆螺母用止动垫圈	(135)

第 11 章 滚动轴承

11.1 常用滚动轴承	(136)
11.2 滚动轴承的配合	(148)
11.3 滚动轴承座	(150)

第 12 章 常用润滑剂

12.1 润滑油的选择	(151)
12.2 润滑脂的选择	(158)

第 13 章 联轴器

13.1 联轴器轴孔和键槽形式及尺寸	(161)
13.2 刚性联轴器	(164)
13.3 挠性联轴器	(168)

第 14 章 公差、形位公差、表面粗糙度及精度

14.1 公差与配合	(172)
14.1.1 基本偏差系列及配合种类(GB/T 1800.2—1998)	(172)
14.1.2 标准公差值及孔和轴的极限偏差值	(172)
14.2 形状和位置公差	(179)
14.3 表面粗糙度	(182)
14.4 渐开线圆柱齿轮的精度	(184)
14.4.1 精度等级及其选择	(184)
14.4.2 检验项目的选用	(184)
14.4.3 齿轮各种偏差允许值	(186)
14.4.4 齿侧间隙及其检验项目	(189)
14.4.5 齿厚和公法线长度	(190)
14.4.6 齿轮副和齿坯的精度	(193)

14.4.7	图样标注	(194)
14.5	圆锥齿轮的精度	(195)
14.5.1	精度等级	(195)
14.5.2	齿轮和齿轮副的检验与公差	(196)
14.5.3	齿轮副侧隙	(198)
14.5.4	轮坯精度	(200)
14.5.5	标注示例	(200)
14.6	圆柱蜗杆和蜗轮的精度	(201)
14.6.1	精度等级	(201)
14.6.2	蜗杆和蜗轮的检验与公差	(202)
14.6.3	蜗杆传动的检验与公差	(203)
14.6.4	蜗杆传动副的侧隙	(204)
14.6.5	蜗杆和蜗轮齿坯的精度	(206)
14.6.6	标注示例	(206)
14.6.7	应用示例	(208)
附录Ⅲ	电动机	(210)

第1章 设计总论

1.1 机械设计课程设计的目的和内容

1.1.1 目的

机械设计是研究各类通用零部件的设计原理和方法的课程,其目的是在于使学生获得最基本的机械设计的理论知识,并培养其进行机械设计的初步能力。因此在教学过程中,除系统地进行课堂讲授、实验、习题作业等教学环节外,还应安排机械设计课程设计。

机械设计课程设计是高等工科院校大多数专业学生第一次较全面的设计训练,是机械设计课程的最后一个重要教学环节,其基本目的是:

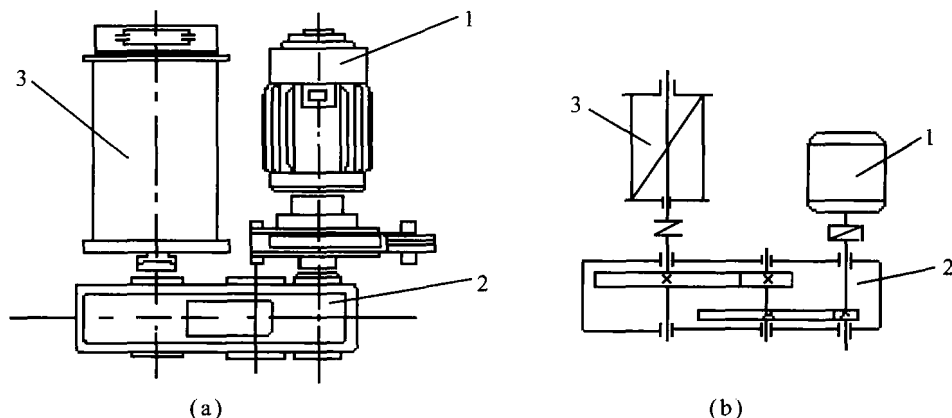
(1)培养理论联系实际的正确设计思想,训练综合运用已经学过的理论和生产实际知识去分析和解决工程实际问题的能力。

(2)学习机械设计的一般方法。通过拟定传动方案、结构方案,完成机械传动装置及其部件的设计,较全面地了解和掌握常用机械零件、机械传动装置的设计过程和方法。

(3)进行机械设计的基本技能训练,如计算和绘图技能,运用各种设计资料(包括标准、规范、手册及使用经验数据等)的技能及进行经验估算、类比设计和数据处理方面的技能等。

1.1.2 内容

机械设计课程设计通常选择一般用途的机械传动装置作为设计对象。如图 1.1 所示为电动绞车中的减速器。



1. 原动机(电动机) 2. 传动装置(减速器) 3. 工作机(卷筒)

图 1.1 电动绞车及其传动示意图

选择一般用途的机械传动装置作为设计对象的原因是:

(1)传动装置是原动机与工作机间的中间装置,它对所有的机器起着共同的作用,即实现变速(包括减速、增速)及运动形式的转变,使执行机构或构件完成预期的运动,同时传递功率以克服生产和非生产阻力,因而它具有较好的代表性。

(2)机械传动装置中的齿轮(蜗轮)减速器是应用最广泛的一种传动类型,其中有些类型已按国家标准,进行了系列设计,因而具有典型性。

(3)齿轮(蜗轮)减速器的设计几乎包括了机械设计课程中的全部主要内容,作为一个完整的部件,其设计程序也比较全面,因而无论从设计内容和设计程序方面来看都是比较全面的。

课程设计要求每个学生完成以下工作:

- (1)减速器装配图 1 张(1 号或 0 号图纸);
- (2)零件工作图 2~3 张(传动零件、轴、机体等);
- (3)计算说明书 1 份。

1.2 机械设计课程设计的一般步骤

课程设计大体可按以下几个步骤进行:

(1)设计准备。认真研究设计任务书,明确设计要求、工作条件、内容和步骤;通过阅读有关资料、图纸,参观实物或模型以及进行减速器拆装实验等,了解设计对象;复习课程有关内容,熟悉有关零件的设计方法和步骤;准备好设计需要的图书、资料和用具;拟定设计计划等。

(2)传动装置的总体设计。拟定运动简图,分析和选定传动装置的方案;选择电动机;确定总传动比和分配各级传动比,计算各轴的转速、功率和扭矩。

(3)装配图设计。计算和选择传动件参数;绘制装配图草图;设计轴并计算轮毂联接强度;选择计算轴承和进行支承结构的设计;进行机体结构及其附件的设计;完成装配图的其他设计要求。

(4)零件工作图设计。

(5)整理和编写计算说明书。

(6)设计总结和答辩。

以上各阶段所需时间约占总工作量的百分数为:设计准备、总体设计和传动零件设计计算约占 10%~15%;减速器装配图设计约占 60%;零件工作图约占 15%~20%;编写设计说明书和准备答辩约占 10%。

1.3 设计时应注意的事项

(1)机械设计课程设计是一个重要的教学环节,既是对已学课程(如力学、金属工艺学、机械制图、工程材料、互换性及技术测量、机械原理和机械设计等)的综合运用,又为以后的专业课程学习打下基础。因此,学生必须明确学习目的,树立正确的学习态度,在设计过程中要严肃认真,一丝不苟。

(2)树立正确的设计思想,理论联系实际,从实际出发解决设计问题,力求设计合理、实用、经济。努力做到全面考虑问题,使设计符合我国实际情况。

(3)正确处理计算和绘图的关系:任何机械零件的尺寸都不应只按理论计算确定,而应综合考虑零件结构、加工、装配,经济性、使用条件以及与其他零件的关系等。有时,则要用一些经验公式确定尺寸,如减速器箱体的某些结构尺寸。还有一些零件尺寸,需要通过画图确定,再进行校核计算,如轴的尺寸。因此在设计过程中,计算和绘图是互相补充、交叉进行的。边画、边算、边修改是设计的正常过程。

(4)正确处理学习与创新的关系:设计既包含前人实践经验的总结,又是一项开创性工作。初次进行机械设计课程设计,要注意利用和学习已有的资料及图纸,参考和分析已有的结构方案,合理选用已有的经验数据,这是锻炼设计能力的一个重要方面。另外,设计又包含着创新,要在学习的基础上,根据具体条件和要求,敢于提出新设想、新方案和新结构,并在设计实践中不断地总结和改进。所以学习和创新要很好地结合起来,才能不断地提高设计质量。

(5)正确使用标准和规范:设计中正确运用标准,有利于零件的互换性和加工工艺性,从而收到良好的经济效果。同时也可减轻设计工作量,节省设计时间。对于国家标准或本部门的规范一般都要严格遵守和执行。在设计中是否采用标准和规范,也是评价设计质量的一项指标,因此,要尽量采用标准。如遇到标准和规范与设计要求有矛盾时,经过必要手续也可以放弃前者而服从设计要求。

设计中采用标准件时,有些必须向外采购(例如专业化生产的滚动轴承、传动胶带、链和橡胶油封等),有些则自行制造(例如联轴器、键等)。后者的主要尺寸参数一般仍宜按标准规定。

(6)注意培养工作的计划性,要经常检查和掌握进度,并随时整理设计计算结果。这对设计的正常进行、阶段检查、设计总结和编写说明书都是有用的。

(7)正确运用课程设计指导书,做好设计。本书中的指导书部分是按课程设计步骤编写的,对每一步骤都说明其工作内容和如何进行设计,并附有必要的图及表格,供设计时参考,以便学生在阅读指导书并经教师指导后,能主动地进行设计。

因此,在设计过程中,要根据教师的要求,认真阅读指导书及教材中的有关部分,在阅读的基础上,理解每一个设计步骤的目的、内容和方法。还要注意指导书中所列举的常见的错误结构,在阅读过程中,通过正误对比,了解错误的原因,并在设计过程中尽量避免。

第 2 章 传动装置的总体设计

机械传动装置总体设计的内容包括确定传动方案、选定电动机型号、合理分配传动比、计算传动装置的运动及动力参数,为计算各级传动零件参数和尺寸、设计绘制装配图打下基础。

2.1 确定传动方案

机器通常由原动机、传动装置和工作机三个部分组成,如图 2.1 所示。

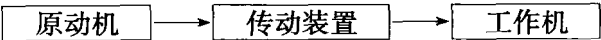


图 2.1 机器的组成部分

其中,原动机可将其他形式的能量转换为机械能,如电动机就是将电能转换为机械能,原动机是动力的来源和运动的驱动件,现在一般机械中所用的原动机多为电动机。工作机是机器中直接用来转换能量(将机械能转换成为其他形式的能量)或利用机械能来完成有用功的部分,如离心泵的泵体和工作叶轮,电动绞车的卷筒,压缩机的活塞和气缸,离心机的转鼓和螺杆,搅拌机的桨叶和搅拌轴,带式运输机的运输带部分等。工作机的不同往往就构成了这一部机器的特性。工作机的设计对于不同机器有不同的要求,它一般包括机构工作原理的选定、运动的要求、参数的确定及工作机部分的计算和结构设计等。

传动装置是介于原动机和工作机之间的中间装置。机械传动装置是用来实现减速、增速、变速以及运动形式的转变以使工作机能够完成预定的运动,同时它还把原动机输出的功率和扭矩传到工作机以实现能量的转变或完成有用功。因此,实现预期的运动和传递动力是机械传动装置的两个基本任务,也是设计传动装置所要解决的主要问题。减速器是最常见的传动装置之一。

当所选的电机转速较高或工作机的运动速度要求低,或传动装置需要过载保护时,往往需要在减速器之前增加一级传动装置,这级传动装置通常选用皮带传动。皮带传动具有传动平稳、吸振等特点,且能起过载保护作用。但由于它是靠摩擦力来工作的,因此为了避免结构尺寸过大和引起火灾甚至爆炸,应将其布置在高速级以及没有易燃、易爆气体的工作环境中。

同带传动的作用相似,在减速器之后有时需要增加一级链传动。链传动因具有瞬时速比呈周期性变化的运动特性,因此为了减小冲击,应将其布置在低速级。

在实际的设计中带传动和链传动并不是非有不可的,而且一般选择了链传动就不选用带传动,反之亦然。有的设计题目要求的可能不是链传动,如卷扬机或圆盘给料机则要求该级传动为开式齿轮传动。所以减速器前后是否还需减速,选择哪种传动方式往往视具体的设计要求而定。

为了培养学生的设计能力,减速器部分的传动设计是必需的,而且是本书的主要内容。表 2-1 给出了常用减速器的类型及主要特点。设计中选择哪一种减速器,往往需要综合各方面的因素,如功率、传动比、效率、是否要求自锁等来具体确定。

表 2-1 常用减速器的类型及特点

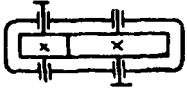
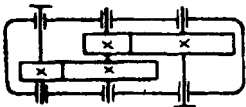
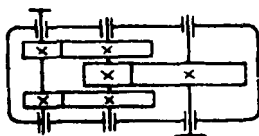
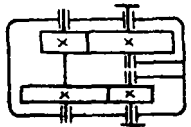
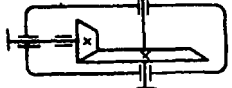
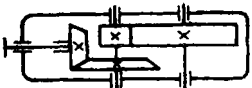
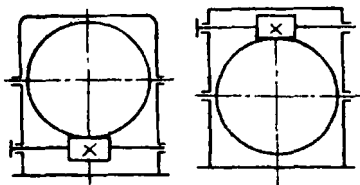
类型	名称及简图	常用传动比	特点
圆柱齿轮减速器	 单级圆柱齿轮减速器	3~6 直齿 ≤ 4 斜齿 ≤ 6	可采用直齿、斜齿或人字齿。直齿用于低速($v \leq 8 \text{ m/s}$),后两者可用于载荷较大和速度较高的场合($v = 25 \text{ m/s} \sim 50 \text{ m/s}$),但速比不宜过大。箱体材料多为铸铁。一般采用滚动轴承,只有在特高速和重载时才采用滑动轴承
	 双级圆柱齿轮减速器(展开式)		应用最广,通常高速级采用斜齿,低速级则采用直齿或斜齿。由于齿轮不对称于两端轴承,工作时轴的弯曲变形将引起载荷沿齿宽分布不均,因此要求轴应有较大的刚度,且应使轴的伸出端远离齿轮。这种减速器多用于载荷比较平稳的场合
	 双级圆柱齿轮减速器(分流式)	8~40	通常多采用高速级分流。为了抵消轴向力,两对齿轮的旋向应相反,为了保证啮合良好,应使质量较轻的轴承沿轴向自由游动。由于低速级齿轮对称于两端轴承,因此齿轮和两端轴承的受力都比较均匀。这种结构较复杂,但可获得较小的外廓尺寸,多用于变载荷的情况下
	 双级圆柱齿轮减速器(同轴式)		这种结构的轴向尺寸较大,中间轴较长,刚度较差且其轴承润滑较困难。当两个大齿轮浸油深度相近时,高速级齿轮的承载能力难以充分发挥。这种减速器多用于径向尺寸受到限制的场合
圆锥及圆柱齿轮减速器	 单级圆锥齿轮减速器	2~5 直齿 ≤ 3 斜齿 ≤ 5	用于两轴线垂直相交的传动中。为了使载荷沿齿宽分布较均匀,齿宽系数不宜取得太大。此外,传动比也不宜过大,以减小小齿轮的尺寸和便于加工
	 圆锥-圆柱齿轮减速器	10~25	用于两轴线垂直相交但传动比较大的场合。为了减少圆锥齿轮的尺寸,圆锥齿轮应置于高速级。圆柱齿轮多采用斜齿,使其能与圆锥齿轮的轴向力抵消一部分。箱体通常对称于小圆锥齿轮的轴线,以便于输出轴调头安装
蜗杆减速器	 (a)下置式 (b)上置式	10~40	结构紧凑、传动比大,但效率较低,多用于中、小功率和间歇工作的场合。蜗杆下置时,润滑冷却条件都较好,适用于蜗杆圆周速度 $v < 4 \text{ m/s}$ 的情况,当 $v > 4 \text{ m/s}$ 时,应采用上置式

表 2-2 列出了常用传动机构的性能和适用范围,以供确定传动方案时选择。

表 2-2 常用传动机构的性能及适用范围

传动机构 选用指标	平型带传动	三角带传动	圆柱摩擦 轮传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率 kW(常用值)	小 (≤ 200)	中 (≤ 100)	小 (≤ 200)	中 (≤ 100)	大 (最大达 100000)		小 (≤ 50)
单级传动比(常用值)	2~4	2~4	2~4	2~5	圆柱 3~6	圆锥 2~5	10~40
单级传动比(最大值)	5	7	7	8	10	6	80
许用的线速率 m/s	5~25	25~30	$\leq 15 \sim 25$	≤ 15	6 级精度直齿 ≤ 18 非直齿 ≤ 36 5 级精度达 100		$\leq$ 15~35
外廓尺寸	大	大	大	大	小		小
传动精度	低	低	低	中等	高		高
工作平稳性	好	好	好	较差	一般		好
自锁能力	无	无	无	无	无		可有
过载保护作用	有	有	有	无	无		无
使用寿命	短	短	短	中等	长		中等
缓冲吸振能力	好	好	好	中等	差		差
要求制造及安装精度	低	低	中等	中等	高		高
要求润滑条件	不需	不需	一般不需	中等	高		高
环境适应性	不能接触酸、碱、爆炸性气体		一般	好	一般		一般

为了满足同一工作机的性能要求,往往可采用不同的传动机构、不同的组合和布局,在总传动比保持不变的情况下,还可按不同的方法分配各级传动的传动比,从而得到多种传动方案以供分析、比较。合理的方案应该是:在满足工作机性能要求的前提下,工作可靠、传动效率高、结构简单、尺寸紧凑、成本低、工艺性好,而且使用维护方便。显然,任何一个方案要满足上述所有要求都是十分困难的,甚至有时是不可能的或相互矛盾的,但必须满足最主要和最基本的要求。

图 2.2 列出了带式运输机的四种传动方案。方案(a)选用了带传动和闭式齿轮传动。带传动布置于高速级,能发挥它传动平稳、缓冲吸振和过载保护的优点。在转速较高,传递功率相同时,转矩较小,可使带传动结构较紧凑。齿轮传动的转向应有利于齿轮的浸油润滑,但此方案的宽度较大。带传动也不适应繁重的工作要求及恶劣的工作环境。方案(b)的结构紧凑,但由于蜗杆传动效率低、功率损失大,用于长期连续运转场合很不经济。方案(c)的宽度虽然也较大,但采用了闭式齿轮传动,更能适应在繁重及恶劣的条件下长期工作,使用维护方便。方案(d)的宽度尺寸较方案(c)为小,更易布置在较狭窄的通道中,但加工圆锥齿轮比圆柱齿轮困难,成本也相对较高。这四种传动方案各有其特点,适用于不同的工作场

合,设计时要根据具体工作条件和主要要求,综合比较,选取其中较佳者。

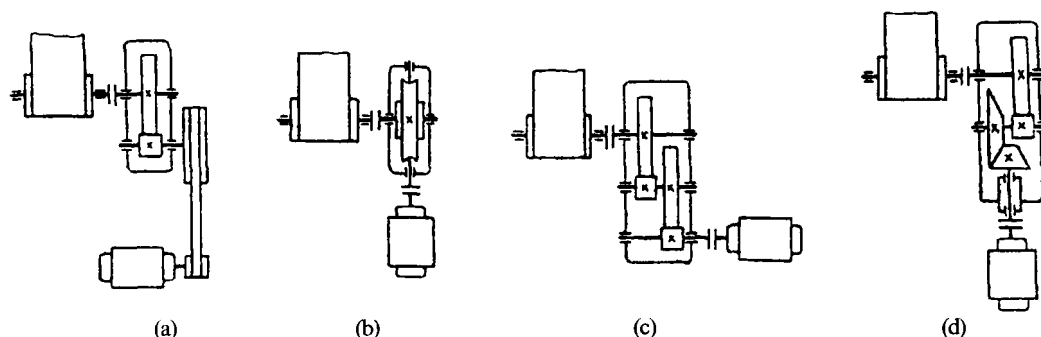


图 2.2 带式运输机的传动方案

机械设计课程设计要求对方案的分析有一般的了解,能对选定的方案与其他方案进行比较,了解其优缺点,并画出传动装置的机构运动简图。

2.2 电动机的选择

2.2.1 电动机的类型

电动机按采用电源的不同,可分为直流电动机和交流电动机两种。

2.2.1.1 直流电动机

直流电动机可用于固定电压(分激、串激和复激的电动机)或可调整电压(发电机—电动机组)。这种电动机,特别是发电机—电动机组,允许在广泛的范围内均匀地调节角速度,能保证平稳的启动、制动和反转,所以多用于电力运输传动装置,以及高速升降机、冶金机械和吊车中。直流电动机的主要缺点是需要把工业上常用的三相交流电变为直流电,因而运行费用比较昂贵,但近来广泛采用的可控硅整流装置已开始改变这种情况。

2.2.1.2 三相交流电动机

三相交流电动机分为同步电动机和异步电动机(即感应电动机)两种,三相同步电动机的优点是具有较高的效率、定角速度及大的过载能力;缺点是维修比较复杂,价格较贵。三相异步电动机比其他电动机的优势之处在于:结构简单,价格便宜,维修容易,能直接与三相交流电源联接。但是它和三相同步电动机比较,其效率较低;和直流电动机比较,只能作有限的角速度调节。然而,这些缺点对于工业用一般机械传动装置并没有什么影响,因此目前工业上所用的电动机绝大多数为三相异步电动机。

目前我国推广采用新设计的 Y 系列产品,它具有节能、启动性能好等优点,适用于不含易燃、易爆和腐蚀性气体的场合以及无特殊要求的机械传动装置中。

在需要经常启动、制动和反转的情况下,可选用转动惯量小、过载能力强的 YR、YZ 和 YZR 等系列的三相异步电动机。

对于同一类型的电动机,在结构上有不同的安装方式(卧式、立式),以适应不同的设计要求。

我国生产的常用三相异步电动机的规格及有关尺寸,可查阅本书附录。

2.2.2 电动机的功率

电动机的容量(功率)选择得是否合适,对电动机的正常工作和经济性都有影响。容量小于工作要求,则不能保证工作机正常工作,或因电动机长期过载而发热大使其过早损坏;容量过大,则电动机容量不能充分利用,效率和功率因数都较低,造成浪费。

电动机的容量主要根据电动机运动时发热条件决定,而发热又与其工作情况有关。对于在不变(或变化很小)载荷下长期连续运行的机械,只需使电动机的负载不超过其额定值,电动机便不会过热。因此,所选电动机的额定功率 P_{ed} 应稍大于(或等于)所需的电动机功率 P_d 。

所需电动机输出功率为:

$$P_d = \frac{P_\omega}{\eta} \tag{2-1}$$

式中: P_ω ——工作机所需的功率, kW;

η ——电动机至工作机的总效率。

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \cdots \eta_n \tag{2-2}$$

表 2-3 给出了常用机械传动效率和轴承效率的概略值。

表 2-3 常用机械传动效率和轴承效率的概略值

种 类		效率 η	种 类		效率 η
圆柱齿轮传动	经过跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮传动(油润滑)	0.98~0.99	带传动	平带无张紧轮的传动	0.98
	8 级精度的一般齿轮传动(油润滑)	0.97		V 带传动	0.96
	9 级精度的齿轮传动(油润滑)	0.96	链传动	滚子链	0.96
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)	0.94~0.96		齿形链	0.97
锥齿轮传动	经过跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮传动(油润滑)	0.97~0.98	滑动轴承	润滑不良	0.94(一对)
	8 级精度的一般齿轮传动(油润滑)	0.94~0.97		润滑正常	0.97(一对)
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)	0.92~0.95		润滑很好(压力润滑)	0.98(一对)
蜗杆传动	自锁蜗杆(油润滑)	0.40~0.45		液体摩擦润滑	0.99(一对)
	单头蜗杆(油润滑)	0.70~0.75	滚动轴承	球轴承	0.99(一对)
	双头蜗杆(油润滑)	0.75~0.82		滚子轴承	0.98(一对)
	三头和四头蜗杆(油润滑)	0.80~0.92	丝杠传动	滑动丝杠	0.30~0.60
联轴器	弹性联轴器	0.99~0.995		滚动丝杠	0.85~0.95
	金属滑块联轴器	0.97~0.99		卷筒	0.94~0.97
	齿轮联轴器	0.99			
	万向联轴器	0.95~0.98			