



普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计（基础） 课程设计

段巍 乐英 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计（基础） 课程设计

主编 段 巍 乐 英
编写 蒋宏春 陈立新
主审 范孝良



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。本书融合了传统机械设计课程设计指导书、课程设计图册、设计手册、设计参考资料等内容,经过精选、补充,有机编排,引入最新国家标准,并加强了机械系统方案设计。新增了若干一级、二级圆柱齿轮减速器、圆锥-圆柱齿轮减速器及蜗杆减速器的设计题目,供学生选题时参考。

本书可作为高等工科院校机械类、近机类各专业进行机械设计(基础)课程设计的指导书,也可供其他专业师生和工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计(基础)课程设计/段巍,乐英主编. —北京:中国电力出版社,2014.11

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-6218-5

I. ①机… II. ①段… ②乐… 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(2014)第158343号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014年11月第一版 2014年11月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 16.5印张 397千字

定价 32.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书根据《高等工科院校机械设计课程教学基本要求》，结合编者多年的教学经验基础编写而成。本书是一本既有机设计(基础)课程设计指导的内容，又有机械设计常用标准规范和参考图例等相关设计资料的综合性教材。考虑到机械类各专业和近机类专业的教学特点，本教材的编写指导思想如下：

(1) 力求简明扼要，使用方便，将课程设计指导、设计标准和规范及参考图例和设计题目三部分内容一并编入。

(2) 设计指导书部分比较详细地介绍和说明了设计各阶段的工作任务和步骤，在装配草图设计部分增加了“自检重点”，并以典型例题诠释设计步骤，以便于学生自学和自检，培养学生的独立思考和创新能力，提高课程设计的质量。

(3) 采用最新的国家标准和设计规范。

(4) 利用插图列出常见的正误结构，便于学生分析对比。

(5) 编入了在火电厂燃料输送线上输煤机械中使用的各种类型的减速器情况一览表。并在此基础上新增了若干一级、二级圆柱齿轮减速器、圆锥-圆柱齿轮减速器及蜗杆减速器的设计题目，供学生选题时参考。

本书由华北电力大学段巍、乐英任主编。具体分工如下：陈立新(第1章)、段巍(第2~6章，第20、21章)、蒋宏春(第7、8章)、乐英(第9~19章)。

本书由华北电力大学范孝良教授主审，主审老师提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示感谢。

编者

2014年7月



目 录

前言

第1篇 机械设计（基础）课程设计指导

1 概述	1
思考题	2
2 传动装置的总体设计	3
2.1 传动方案的确定	3
2.2 常用减速器的类型和特点	4
2.3 电动机的选择	6
2.4 传动装置总传动比及传动比的分配	8
2.5 传动装置运动和动力参数的计算	10
思考题	12
3 传动零件的设计计算	14
3.1 减速器外传动零件的设计计算	14
3.2 减速器内传动零件的设计计算	15
思考题	16
4 减速器的结构	17
4.1 减速器的结构组成	18
4.2 减速器箱体的结构尺寸	19
思考题	23
5 减速器装配草图的设计	24
5.1 绘制装配草图前的准备工作	24
5.2 装配草图设计的第Ⅰ阶段	27
5.3 装配草图设计的第Ⅱ阶段	35
5.4 装配草图设计的第Ⅲ阶段	48
思考题	57
6 减速器装配图的完成	60
6.1 尺寸、配合和精度等级的标注	60
6.2 零件编号、编制明细表和标题栏	61
6.3 减速器的技术特性	62
6.4 减速器的技术要求	62
6.5 装配图设计自检要点	63

思考题	64
7 零件图的设计和绘制	65
7.1 零件图的设计内容和要求	65
7.2 轴类零件图的设计和绘制	66
7.3 齿轮类零件图的设计与绘制	69
思考题	79
8 编写课程设计说明书及答辩	80
8.1 课程设计说明书的内容	80
8.2 设计计算说明书的要求和注意事项	82
8.3 书写格式示例	82
8.4 答辩准备及成绩评定	83

第 2 篇 课程设计常用标准、规范

9 常用数据和一般标准	84
9.1 常用数据	84
9.2 一般标准	86
10 常用材料	94
10.1 黑色金属	94
10.2 有色金属材料	103
10.3 常用工程塑料	106
10.4 润滑剂	106
11 螺纹及螺纹连接件	109
11.1 螺纹	109
11.2 螺纹连接件	112
11.3 轴系零件的紧固件	124
12 键连接和销连接	128
12.1 键连接	128
12.2 销连接	130
13 滚动轴承	132
13.1 常用滚动轴承	132
13.2 滚动轴承的配合	145
14 联轴器	147
14.1 刚性联轴器	147
14.2 有弹性元件的挠性联轴器	149
14.3 无弹性元件的挠性联轴器	153
15 减速器附件	156
15.1 通气器	156
15.2 观察孔盖	157
15.3 起吊结构	157

15.4	油面指示器及油塞·····	159
15.5	轴承盖及套杯·····	162
15.6	润滑装置·····	163
15.7	密封件·····	164
16	电动机·····	166
16.1	Y 系列三相异步电动机技术数据·····	166
16.2	Y 系列机座带底脚、端盖上无凸缘电动机的安装及外形尺寸·····	167
16.3	YZ 系列三相异步电动机技术数据 ·····	168
16.4	YZ 系列三相异步电动机的安装及外形尺寸 ·····	169
17	公差配合、几何公差及表面粗糙度·····	170
17.1	极限与配合·····	170
17.2	几何公差·····	179
17.3	表面粗糙度·····	185
18	齿轮及蜗杆、蜗轮的精度·····	190
18.1	渐开线圆柱齿轮精度·····	190
18.2	圆锥齿轮精度·····	203
18.3	圆柱蜗杆蜗轮精度·····	207
19	齿轮、蜗轮和带轮的结构尺寸·····	211

第 3 篇 参考图例及设计题目

20	参考图例·····	219
20.1	减速器装配图·····	219
20.2	减速器装配图常见错误·····	238
21	设计题目·····	240
21.1	一级齿轮减速器设计·····	240
21.2	二级齿轮减速器设计·····	243
21.3	一级蜗轮蜗杆减速器设计·····	249
	附录·····	252
	参考文献·····	253

第1篇 机械设计（基础）课程设计指导

1 概 述

1. 机械设计（基础）课程设计的目的

机械设计（基础）课程设计是机械设计（基础）课程的最重要的实践性教学环节，其目的如下：

（1）通过课程设计实践，树立正确的设计思想，增强创新意识，培养学生综合运用机械设计（基础）课程和其他先修课程的知识，结合生产实际分析解决机械工程问题的能力。

（2）学习机械设计的一般方法，了解和掌握简单机械传动装置的设计过程和进行方式。

（3）进行机械设计基本技能的训练，如计算、绘图、查阅设计资料和手册、运用标准和规范等。

2. 课程设计的内容

机械设计（基础）课程设计的题目常为一般用途的机械传动装置，如图1-1所示的带式输送机中的减速器。

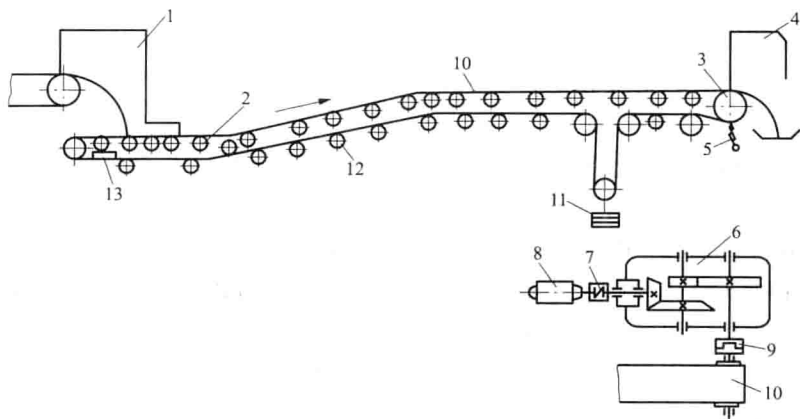


图1-1 火电厂带式输送机中的减速器

1—装载装置；2—承载托辊；3—主动滚筒；4—卸载装置；5—头部清扫器；6—减速器；7—弹性联轴器；
8—电动机；9—十字滑块联轴器；10—输送带；11—拉紧装置；12—空载托辊；13—空载段清扫器

课程设计一般包括以下内容：根据设计任务书确定传动装置的总体设计方案；选择电动机；计算传动装置的运动和动力参数；传动零件和轴的设计计算；轴承、连接件、润滑密封和联轴器的选择和计算；箱体结构及其附件的设计；绘制装配图和零件图；编写课程设计说明书；进行总结和答辩。

每个学生都应完成以下工作：

- (1) 减速器装配图 1 张(A0 或 A1)。
- (2) 零件图 2 张(传动零件、轴等, A2)。
- (3) 设计说明书 1 份。

3. 课程设计的方法与步骤

(1) 设计准备。阅读课程设计任务书,明确设计内容和要求,通过参观实物、模型、减速器拆装实验等来了解设计对象;准备设计需要的资料、图书和工具;阅读资料,熟悉相关零部件的设计方法和步骤。

(2) 传动装置的总体设计。确定传动装置的传动方案;选择电动机;确定总传动比并分配各级传动比;计算各轴的功率、转速和转矩。

(3) 传动零件的设计计算。设计计算各级传动零件的参数和主要尺寸,如齿轮的模数 m 、齿数 z 、分度圆直径 d 、齿宽 b 等。

步骤(1)~(3)约占总工作量的 15%。

(4) 装配草图的设计及绘制。初定轴的最小直径并选择联轴器;选择轴承类型;通过草图设计确定轴的各段长度和直径;校核轴的强度;校核轴承的额定寿命及键连接的强度;进行箱体及其附件的结构设计。

步骤(4)约占总工作量的 40%。

(5) 装配图的设计和绘制。按规范绘制装配图的各个视图;零件编号;标注尺寸和配合;编写减速器技术要求、技术特性、标题栏和明细表;检查并加深。

步骤(5)约占总工作量的 35%。

(6) 零件图的设计和绘制。

(7) 编写课程设计说明书和准备答辩。

步骤(6)、(7)约占总工作量的 10%。

4. 课程设计的注意事项

(1) 要树立正确的设计思想,力求设计合理、实用、经济。在充分利用参考资料的基础上,根据设计任务的具体条件和要求,大胆创新,完成设计。

(2) 课程设计是在教师的指导下由学生独立完成。学生要充分发挥主观能动性,要有勤于思考、刻苦钻研的学习精神和严肃认真、一丝不苟、有错必改、精益求精的工作态度。

(3) 掌握边画图、边计算、边修改的设计方法。

(4) 设计中要正确使用国家标准和规范;图纸要符合机械制图规范;说明书要按格式要求撰写,力求做到设计合理、计算正确、内容完备、书写工整。



思 考 题

1. 本课程设计要完成哪些工作? 主要步骤有哪些?
2. 为什么说机械设计过程是边画图、边计算、边修改的过程?
3. 设计中为什么要使用国家标准和规范?

2 传动装置的总体设计

传动装置总体设计的目的是分析或确定传动方案、选定电动机型号、计算总传动比并合理分配传动比、计算传动装置的运动和动力参数,为设计计算各级传动零件和装配图设计准备条件。

2.1 传动方案的确定

机器通常由原动机、传动装置、工作机和控制系统四部分组成。传动装置在原动机与工作机之间传递运动和动力,并改变运动的形式、速度大小和转矩大小。传动装置一般包括传动件(如齿轮传动、蜗杆传动、带传动、链传动等)和支承件(如轴、轴承、箱体等)。传动装置的性能和品质直接影响到机器的质量、成本及工作状况,因此合理设计传动方案具有重要意义。

传动方案通常用机构简图表示。合理的传动方案首先要满足机器的工作要求,如传递功率的大小、转速、运动形式等,此外还要保证工作可靠、传动效率高、结构简单、尺寸紧凑、工艺性好、使用维护方便等。一般来说,要同时满足上述要求是很难的。

在课程设计中,如果设计任务书给定了传动方案,学生应了解和分析传动方案的特点;如果设计任务书只给定工作机的性能要求,学生应拟订几种传动方案,综合比较技术经济性能,从中选择出最佳传动方案。

图 2-1 所示为火电厂输煤线上工作的带式输送机的四种传动方案。

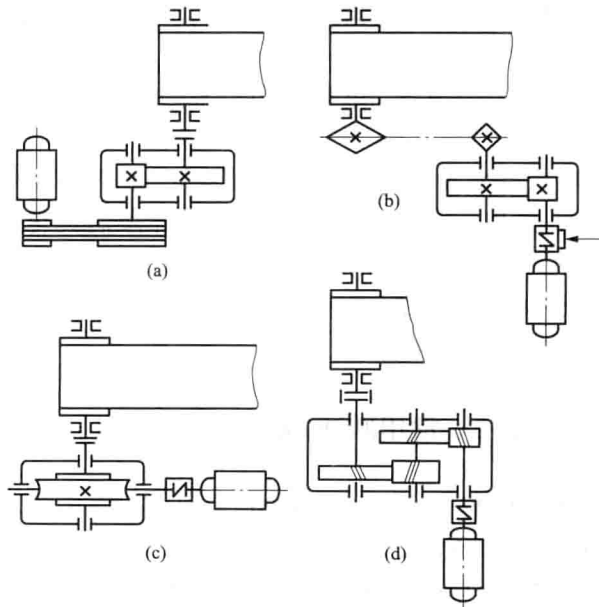


图 2-1 带式输送机传动方案

方案(a)将V带布置于高速级,能发挥过载保护的优点,但不适合恶劣的工作环境;方案(b)将链传动布置在低速级较合理,但仍不能避免运转不均匀,且宽度较大;方案(c)中蜗杆传动紧凑,但效率低,不经济;方案(d)为二级斜齿圆柱齿轮减速器,虽然宽度稍大,但是圆柱齿轮便于加工,也适用于恶劣的工作条件。图1-1中所示的二级圆锥-圆柱齿轮减速器宽度较小,适合在恶劣条件下长期连续工作,但圆锥齿轮加工较难、造价高。

评价传动方案的优劣应从多方面进行,在课程设计时可从传动装置的外形尺寸、机械性能等方面入手进行评价,选择能保证重点要求的最佳传动方案。

选择传动机构类型的一般原则如下:

(1)小功率传动,宜选用结构简单、价格便宜、标准化程度高的传动机构,以降低制造成本。

(2)大功率传动,应优先选用传动效率高的传动机构,如齿轮传动,以减小能耗,降低运行费用。

(3)载荷变化较大时,应选用具有缓冲吸振能力的传动机构,如带传动。

(4)工作中可能出现过载时,应选用具有过载保护作用的传动机构,如带传动。

(5)工作温度较高、潮湿、多粉尘、易爆、易燃场合,宜选用链传动、闭式齿轮传动或蜗杆传动,而不能采用带传动或摩擦传动。

(6)要求两轴保持准确的传动比时,应选用齿轮传动、蜗杆传动或同步带传动。

当采用由几种传动形式组成的多级传动时,要充分考虑各传动形式的特点,合理布置传动顺序。以下几点可供参考:

(1)带传动宜布置在高速级,因为带传动的承载能力小,当传递相同转矩时,结构尺寸较其他传动形式大,但可以吸收振动,缓和冲击,传动平稳,噪声小。

(2)链传动应布置在低速级,因为链传动运转不均匀,有冲击和动载荷,噪声较大。

(3)斜齿圆柱齿轮传动的平稳性较直齿圆柱齿轮好,且冲击和噪声小,因此常用于高速级或要求传动平稳的场合。

(4)开式齿轮传动应布置在低速级,因为齿轮完全外露,不能防尘,润滑条件不好,磨损严重。

(5)锥齿轮传动只用于需要改变轴布置方向的场合。由于锥齿轮加工困难,特别是大直径、大模数锥齿轮,所以应尽量布置在高速级,并限制其传动比,以减小直径和模数。

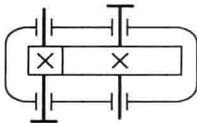
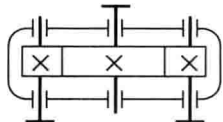
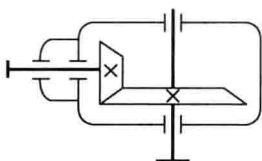
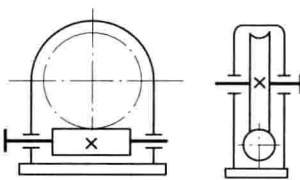
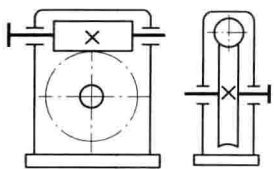
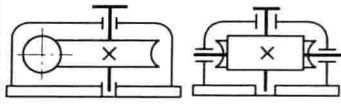
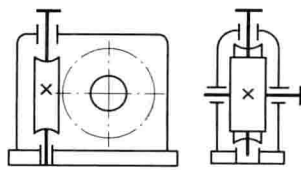
(6)蜗杆传动适用于中小功率的高速传动中,因为蜗杆传动的单级传动比大,结构紧凑,传动平稳,噪声低,但传动效率较低。

2.2 常用减速器的类型和特点

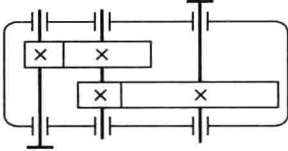
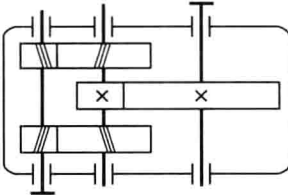
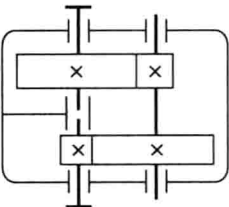
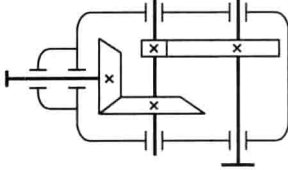
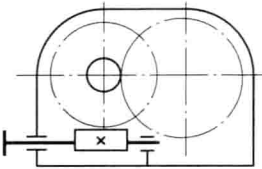
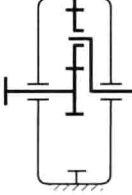
传动装置中广泛采用减速器,它的主要类型及特点见表2-1。一些类型减速器已有系列标准,如ZQ型渐开线圆柱齿轮减速器、WD型普通圆柱蜗杆减速器、NGW行星齿轮减速器等。一般情况下,应尽量选用标准减速器。在课程设计环节中,为了培养学生设计能力,必须让学生自行设计减速器。

表 2-1

常用减速器的主要类型及特点

类型		简图	传动比		特点
			一般	最大值	
一级圆柱 齿轮减速器	单驱动		3~6	≤ 12.5	轮齿可为直齿、斜齿或人字齿，轴线可为水平、上下或垂直布置，传动功率可达数万千瓦
	双驱动		3~6	≤ 12.5	由两个小齿轮同时带动大齿轮，每对齿轮传递总功率的 1/2，常用于大功率设备
一级圆锥 齿轮减速器			2~3	≤ 6	直齿圆周速度小于 3m/s，功率达 1000kW；斜齿圆周速度可大于 5m/s，功率达 15 000kW；齿曲圆周速度可达 20~40m/s
一级蜗杆 减速器	蜗杆 下置式		10~40	≤ 80	结构简单，尺寸较小，但效率低，传递功率可达 200kW。下置式润滑条件好。蜗杆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5\text{m/s}$ 时优先选用
	蜗杆 上置式		10~40	≤ 80	蜗杆圆周速度 $v > 4 \sim 5\text{m/s}$ 时，为减小搅油损失，采用上置蜗杆
	蜗杆 旁置式		10~40	≤ 80	结构复杂，密封要求高
	蜗杆 立轴式		10~40	≤ 80	

续表

类型		简图	传动比		特点
			一般	最大值	
二级圆柱 齿轮减速器	展开式		8~40	≤60	是二级减速器中应用最广泛的一种，齿轮相对轴承为不对称布置，要求轴的刚度足够，高速级常用斜齿，低速级可用斜齿或直齿。高速级齿轮布置应远离输入端，这样轴的弯扭变形将能减少轴的弯曲变形引起的载荷沿齿宽分布不均现象
	分流式		8~40	≤60	齿轮相对轴承为对称布置，常用于较大功率、变载荷场合，高速级用斜齿，低速级用人字齿或直齿
	同轴式		8~40	≤60	两级大齿轮直径接近，有利于浸油润滑。长度尺寸小，但轴向尺寸较大，中间轴较长，刚度较差
二级圆锥- 圆柱齿轮减速器			10~25	≤40	锥齿轮布置在高速级以减小尺寸，便于加工
蜗杆-齿轮减速器			60~90	≤480	高速级采用蜗杆传动，有利于在啮合处形成油膜，低速级采用齿轮传动，制造精度可低些，不如齿轮-蜗杆减速器结构紧凑
NGW 型一级 行星齿轮减速器			3~9	13.7	体积小，重量轻，但制造精度要求高，结构复杂

2.3 电 动 机 的 选 择

电动机是标准部件，选择内容包括确定电动机类型、结构、容量和转速，并查出有关

尺寸。

2.3.1 电动机类型和结构形式的选择

根据电源种类（交流或直流）、工作条件（环境温度、空间位置尺寸）及载荷性质和大小、启动调速性能等方面来选择。

一般选用新设计的三相异步电动机（Y 系列）。在经常启动或需要正反转的场合（如起重、提升设备），要求电动机具有较小转动惯量和较大的过载能力，应选用起重及冶金用三相异步电动机 YZ 型（笼型）或 YZR 型（绕线型）。

常用 Y 系列、YZ 系列三相异步电动机的技术数据和外形安装尺寸见表 16-1~表 16-4。

2.3.2 电动机容量（功率）的选择

电动机的容量选择是否合适，对其工作及经济性都有影响。容量选择过小，则不能保证工作机正常工作，或使电动机长期超载而过早损坏；容量选得过大，则电动机价格高，能力得不到充分利用，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行时的发热条件来决定，而发热与其运行状态有关。课程设计题目一般为载荷比较稳定，长期运转的机械（如带式输送机），只需使电动机的额定值比负载大一些，电动机工作时便不会过热。因此，所选电动机的额定功率 P_{ed} 应稍大于（或等于）所需电动机的工作功率 P_d ，即 $P_{ed} \geq P_d$ 。

所需电动机的工作功率为

$$P_d = \frac{P_w}{\eta} \text{ kW} \quad (2-1)$$

式中 P_w ——工作机所需功率，kW；

η ——由电动机至工作机的总传动效率。

工作机所需功率 P_w 应由工作阻力和运动参数计算确定：

$$P_w = \frac{Fv}{1000} \text{ kW} \quad (2-2)$$

或

$$P_w = \frac{T_w n_w}{9550} \text{ kW} \quad (2-3)$$

式中 F ——工作机的工作阻力，如输送带的有效拉力，N；

v ——工作机的线速度，m/s；

T_w ——工作机阻力矩，N·m；

n_w ——工作机的转速，r/min。

总传动效率 η 为

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n \quad (2-4)$$

式中 η_1 、 η_2 、 η_3 、 $\cdots$ 、 η_n ——每一传动副（齿轮、蜗杆、带或链）、每一对轴承、每个联轴器及卷筒的效率，其值可查表 9-4。

计算总效率 η 时要注意以下几点：

(1) 表 9-4 中的效率为一范围值，一般取中间值计算。当工作条件好、加工精度高、维护良好时取高值，反之取低值。

(2) 轴承效率均指一对轴承而言。

(3) 同类型的几对运动副或传动副都要考虑其效率，不要漏掉。例如，有二级齿轮传动时，其效率为 $\eta_{1\text{齿轮}} \eta_{2\text{齿轮}}$ 。

(4) 齿轮传动效率与精度有关。

(5) 滚动轴承效率与滚子形状有关,设计时可采用试算法。例如设计支承结构时,可初选球轴承,查出效率,待滚动轴承选型计算好后,再修正以前的计算数据。

(6) 蜗杆传动效率与蜗杆头数及材料有关,应初选头数 Z_1 , 然后估计效率 $\eta_{\text{蜗杆}}$ 。此外,蜗杆传动的效率 $\eta_{\text{蜗杆}}$ 中已包括蜗杆轴上一对轴承的效率,因此在计算总效率时蜗杆上的轴承效率不再计入。

2.3.3 电动机转速的确定

容量一定的同类型电动机,一般具有几种转速,如三相异步电动机有 3000、1500、1000、750r/min 四种同步转速。低转速电动机的磁极对数多,外廓尺寸及重量较大,价格高,但可使传动装置的传动比及结构尺寸较小,从而降低成本。高转速电动机的优缺点则刚好相反。因此,在确定电动机转速时,应与传动装置的速比分配综合考虑,按较好方案选择。设计中常优先选用同步转速为 1000r/min 或 1500r/min 的电动机。

选定了电动机的类型、容量和转速并查出型号后,同时记录下电动机中心高、轴伸尺寸等。

在课程设计中,设计功率按所需电动机的工作功率 P_d 考虑,转速则按电动机的满载转速 n_m 计算。

2.4 传动装置总传动比及传动比的分配

传动装置的总传动比 i 由选定的电动机的满载转速 n_m 和工作机主动轴的转速 n_w 确定,即

$$i = \frac{n_m}{n_w} \quad (2-5)$$

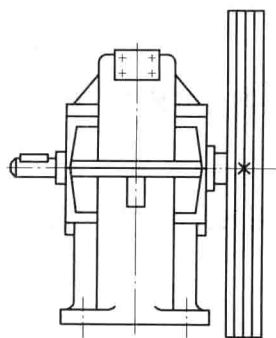
在多级传动的传动装置中,总传动比 i 等于各级传动比 i_1 、 i_2 、 i_3 、 $\cdots$ 、 i_n 的连乘积,即

$$i = i_1 i_2 i_3 \cdots i_n \quad (2-6)$$

合理分配传动比可以减小减速器的外廓尺寸和重量,降低成本,改善润滑状况。分配传动比时应注意以下几点:

(1) 各级传动比应在推荐范围内。

(2) 应使各级传动尺寸协调,结构合理。如图 2-2 所示,传动装置由普通 V 带传动和



齿轮减速器组成,由于带传动的传动比分配过大,导致带轮半径大于减速器中心高,使安装困难。通常在由普通 V 带和一级齿轮减速器组成的双级传动中,带传动的传动比 i_d 不宜过大,一般应使 $i_d < i_{ch}$, 其中 i_{ch} 为齿轮减速器传动比。

(3) 应避免各传动件彼此发生干涉。如图 2-3 所示的二级圆柱齿轮减速器,由于高速级传动比 i_1 过大,导致高速级的大齿轮与低速级的大齿轮轴发生干涉。

(4) 在各传动零件不干涉的前提下,应使传动装置尽可能紧凑。如图 2-4 所示的二级齿轮减速器,在总中心距和总传动比

图 2-2 传动比分配不合理 相同的前提下,粗实线所示方案(a)与方案(b)相比,具有较

小的外廓尺寸,这是因为低速级速比 i_2 较小时,低速级大齿轮直径较小。方案(c)虽然也具有较小的外廓尺寸,但高速级传动比 i_1 较大,导致高速级大齿轮与低速级大齿轮轴过近,甚至发生干涉。

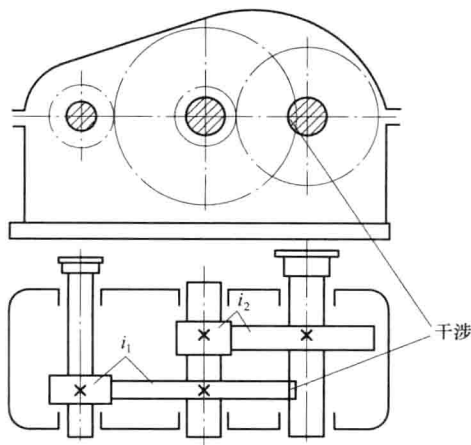


图 2-3 高速级大齿轮与低速级轴相碰

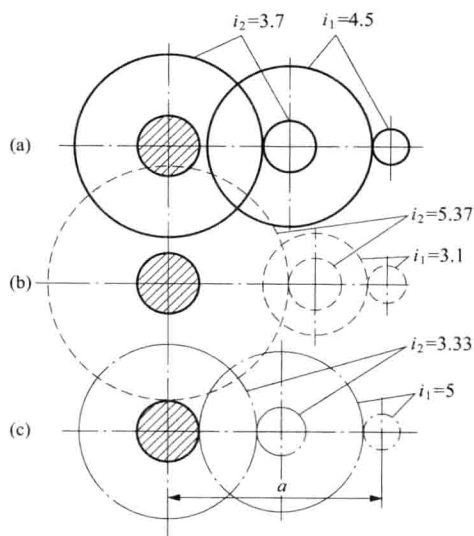


图 2-4 三种传动比分配方案比较

(5) 应使各级大齿轮浸油深度合理(低速级大齿轮浸油稍深,高速级大齿轮能浸到油),同时要求各级大齿轮的直径接近。通常在展开式二级圆柱齿轮减速器中,低速级中心距大于高速级中心距。因此,为使两个大齿轮的直径接近,应保证高速级传动比大于低速级传动比,如图 2-4 (a) 所示。

根据上述分配注意事项,给出以下分配传动比的参考数据:

(1) 对于展开式二级圆柱齿轮减速器,可取 $i_1 \approx (1.3 \sim 1.5)i_2$, 其中, i_1 、 i_2 分别为高速级和低速级传动比, i 为总传动比,同时要保证 i_1 、 i_2 均在推荐的数值范围内。

(2) 对于同轴式二级圆柱齿轮减速器,取 $i_1 = i_2 = \sqrt{i}$ 。

(3) 对于圆锥-圆柱齿轮减速器,可取锥齿轮传动的传动比 $i_1 \approx 0.25i$,并尽量使 $i_1 \leq 3$,以保证大锥齿轮尺寸不致过大,便于加工。

(4) 对于蜗杆-齿轮减速器,可取齿轮传动的传动比 $i_2 \approx (0.03 \sim 0.06)i$ 。

(5) 对于齿轮-蜗杆减速器,可取齿轮传动的传动比 $i_1 < 2 \sim 2.5$,以使结构紧凑。

必须注意,以上传动比的分配只是初步的,实际传动比的数值必须在各传动零件的参数确定以后才能计算出来。例如,初定齿轮传动的传动比 $i = 3.1$, $z_1 = 23$,则 $z_2 = iz_1 = 3.1 \times 23 = 71.3$,取 $z_2 = 71$,故最终传动比为 $i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{71}{23} = 3.09$ 。对于一般用途的传动装置,其总

传动比一般允许在 $\pm(3\% \sim 5\%)$ 范围内变化,即 $\left| \frac{\Delta i}{i} \right| \leq (3 \sim 5)\%$ 。

2.5 传动装置运动和动力参数的计算

传动装置运动和动力参数是指各轴的转速、功率和转矩。在计算时应注意以下几点:

(1) 各轴的转速根据所选电动机的满载转速及传动比依次进行计算。

(2) 由于有轴承功率损耗,同一根轴的输入功率(或转矩)与输出功率(或转矩)数值是不同的,课程设计中各轴的功率(或转矩)计算均为各轴的输入功率(或转矩)。

(3) 按工作机所需电动机的工作功率 P_d 来计算,不按电动机的额定功率 P_{ed} 计算。

(4) 同一轴上功率 P (kW)、转速 n (r/min) 和转矩 T (N·m) 的关系式为

$$T = 9550 \frac{P}{n} \quad (2-7)$$

相邻两轴的功率关系式为

$$P_{II} = P_I \eta_{I II} \quad (2-8)$$

式中 $\eta_{I II}$ —— I、II 轴间的传动效率。

相邻两轴的转速关系式为

$$n_{II} = \frac{n_I}{i_{I II}} \quad (2-9)$$

式中 $i_{I II}$ —— I、II 轴间的传动比。

相邻两轴的转矩关系式为

$$T_{II} = T_I i_{I II} \eta_{I II} \quad (2-10)$$

按照上述要求,计算得到各轴的运动和动力参数数据后,汇总于列表中,以备查用(参考例 2-1 的格式)。

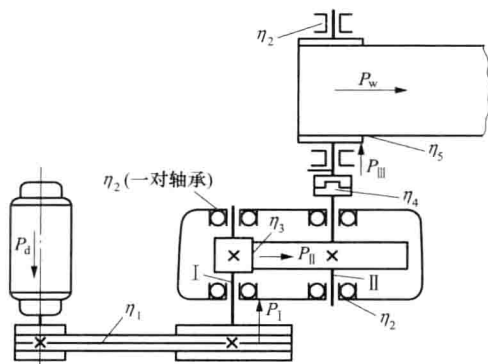


图 2-5 带式输送机传动方案

由电动机至工作机的总传动效率为

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4 \eta_5 = \eta_1 \eta_2^3 \eta_3 \eta_4 \eta_5$$

其中, η_1 、 η_2 、 η_3 、 η_4 、 η_5 分别为普通 V 带、滚动轴承、齿轮、十字滑块联轴器和卷筒的传动效率。由表 9-4 取 $\eta_1=0.96$, $\eta_2=0.99$ (初选球轴承), $\eta_3=0.97$ (初定 8 级精度), $\eta_4=0.97$, $\eta_5=0.96$ 。

总效率为

【例 2-1】 如图 2-5 所示带式输送机传动方案,已知运输带的卷筒直径 $D=400\text{mm}$,有效拉力 $F=3000\text{N}$,速度 $v=1.5\text{m/s}$,运输带单向运转,载荷变化不大,三相交流电源,电压 380V。试选择电动机、分配传动比、计算各轴的运动和动力参数。

解 1. 选择电动机

(1) 选择 Y 系列三相异步电动机。

(2) 电动机的容量。

工作机的有效功率为

$$P_w = \frac{Fv}{1000} = \frac{3000 \times 1.5}{1000} = 4.5 \text{ (kW)}$$