

应用型本科 机械类专业“十三五”规划教材

机械设计课程设计

张立强 编著

- 内容新颖：新知识、新技术、新工艺
- 特色鲜明：突出“应用、实践、创新”
- 定位准确：面向工程技术型人才培养
- 质量上乘：应用型本科专家全力打造



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

应用型本科 机械类专业“十三五”规划教材

机械设计课程设计

张立强 编著



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书根据《高等学校机械设计课程教学基本要求》，结合我校在机械设计课程设计教学方面的经验编写而成。

全书共八章，重点阐述了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。本书主要内容有：课程设计概述、机械传动装置的总体设计、传动装置的设计计算、减速器的结构与润滑、减速器的装配图设计、零件工作图设计、设计计算说明书的编写及答辩准备、常用标准及规范。

本书可作为高校机械类和近机械类专业机械设计课程设计的教材，也可作为其他类型院校机械设计课程设计的教材，还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/张立强编著. —西安：西安电子科技大学出版社，2017.5

应用型本科 机械类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-4396-0

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(2017)第 068819 号

策 划 马乐惠

责任编辑 杨 璠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西大江印务有限公司

版 次 2017年5月第1版 2017年5月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 8

字 数 183千字

印 数 1~3000册

定 价 15.00元

ISBN 978-7-5606-4396-0/TH

XDUP 4688001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

西安电子科技大学出版社

应用型本科 机械类专业系列“十三五”规划教材

编审专家委员名单

主任：张 杰（南京工程学院 机械工程学院 院长/教授）

副主任：杨龙兴（江苏理工学院 机械工程学院 院长/教授）

张晓东（皖西学院 机电学院 院长/教授）

陈 南（三江学院 机械学院 院长/教授）

花国然（南通大学 机械工程学院 副院长/教授）

杨 莉（常熟理工学院 机械工程学院 副院长/教授）

成 员：（按姓氏拼音排列）

陈劲松（淮海工学院 机械学院 副院长/副教授）

高 荣（淮阴工学院 机械工程学院 副院长/教授）

郭兰中（常熟理工学院 机械工程学院 院长/教授）

胡爱萍（常州大学 机械工程学院 副院长/教授）

刘春节（常州工学院 机电工程学院 副院长/副教授）

刘 平（上海第二工业大学 机电工程学院机械系 系主任/教授）

茅 健（上海工程技术大学 机械工程学院 副院长/副教授）

王荣林（南京理工泰州科技学院 机械工程学院 副院长/副教授）

王树臣（徐州工程学院 机电工程学院 副院长/教授）

吴 雁（上海应用技术学院 机械工程学院 副院长/副教授）

吴懋亮（上海电力学院 能源与机械工程学院 副院长/副教授）

许德章（安徽工程大学 机械与汽车工程学院 院长/教授）

许泽银（合肥学院 机械工程系 主任/副教授）

周 海（盐城工学院 机械工程学院 院长/教授）

周扩建（金陵科技学院 机电工程学院 副院长/副教授）

朱龙英（盐城工学院 汽车工程学院 院长/教授）

朱协彬（安徽工程大学 机械与汽车工程学院 副院长/教授）

前 言

本书是编者根据《高等学校机械设计课程教学基本要求》，结合应用型本科的教学特点，以及在机械设计课程设计教学方面的经验编写而成的，主要供高等院校机械类和近机械类专业学生以圆柱齿轮减速器为主进行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进行整合，便于学生使用。课程设计指导以一个带式运输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。减速器设计部分以单级圆柱齿轮减速器设计为例，详细介绍了每个步骤的主要内容、设计计算方法与原理，对重点内容进行深入分析，力求使学生深刻领会机械设计的内涵精神，提升机械设计的能力；对所附减速器装配图、轴的零件图和齿轮零件图，力求做到图形尺寸标注和技术条件完整、准确、规范。机械设计标准的选编以精简、够用、最新为原则。

在编写本书的过程中，编者参考了相关教材的内容，得到了上海工程技术大学机械工程学院机械设计教研室老师的大力支持和帮助，他们对本书提出了很多合理化的建议。上海交通大学王宇晗研究员审阅了本书，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，敬请同仁及读者批评指正。

编 者

2016年12月

目 录

第 1 章 课程设计概述.....	1
1.1 课程设计的目的.....	1
1.2 课程设计的内容.....	1
1.3 课程设计的步骤.....	3
1.4 课程设计要求 and 注意事项.....	3
第 2 章 机械传动装置的总体设计.....	5
2.1 拟定传动方案.....	5
2.2 选择电动机.....	6
2.3 总传动比的计算与分配.....	9
2.4 传动装置的运动和动力参数计算.....	10
第 3 章 传动装置的设计计算.....	16
3.1 减速器外部传动零件的设计计算.....	16
3.2 减速器内部传动零件的设计计算.....	17
3.3 传动装置的设计计算示例.....	18
第 4 章 减速器的结构与润滑.....	24
4.1 减速器的结构.....	24
4.2 减速器的润滑.....	27
第 5 章 减速器的装配图设计.....	30
5.1 减速器装配图的概述.....	30
5.2 初步绘制减速器装配草图(第一阶段).....	30
5.3 减速器轴系部件的结构设计(第二阶段).....	38
5.4 减速器箱体和附件设计(第三阶段).....	41
5.5 完成减速器装配工作图(第四阶段).....	49
第 6 章 零件工作图设计.....	61
6.1 轴类零件工作图.....	61
6.2 齿轮类零件工作图.....	63
第 7 章 设计计算说明书的编写及答辩准备.....	66
7.1 设计计算说明书的内容.....	66

7.2 编写说明书的要求.....66

7.3 设计计算说明书书写示例.....67

7.4 课程设计总结.....68

7.5 课程设计答辩.....68

第 8 章 常用标准及规范.....71

8.1 制图标准规范.....71

8.2 电动机技术参数与相关尺寸.....74

8.3 联轴器.....76

8.4 密封件.....80

8.5 滚动轴承.....82

8.6 连接.....90

8.7 公差、配合及表面粗糙度.....100

8.8 普通 V 带带轮.....114

8.9 圆柱齿轮.....116

参考文献.....120

第1章 课程设计概述

1.1 课程设计的目的

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。课程设计的基本目的如下:

(1) 综合运用机械设计课程和其他先修课程的知识,分析和解决机械设计问题,进一步巩固、加深和拓宽所学知识。

(2) 通过设计实践,逐步树立正确的设计思想,增强创新意识,熟练掌握机械设计的一般规律,培养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。

1.2 课程设计的内容

1. 课程设计任务书(一)

题目:铸工车间自动送砂带式运输机传动装置设计。

内容: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;编写设计计算说明书。

课程设计中要求完成以下工作:

(1) 减速器装配图 1 张(A1);

(2) 低速轴工作图 1 张(A3);

(3) 大齿轮工作图 1 张(A3);

(4) 设计计算说明书 1 份。

图 1-1 为运输机传动方案示意图(一)。

其他条件:双班制工作,连续单向运转,有轻微震动,室内工作,有粉尘,小批量生产,底座(为传动装置的独立底座)用型钢焊接。

设计参数:具体见表 1-1。

表 1-1 带式运输机的设计参数(方案一)

设计参数分组	A	B	C	D
传动带鼓轮转速/(r/min)	75	100	125	150
鼓轮轴输入功率/kW	3	3.3	3.5	4
使用年限/年	5	5	6	6

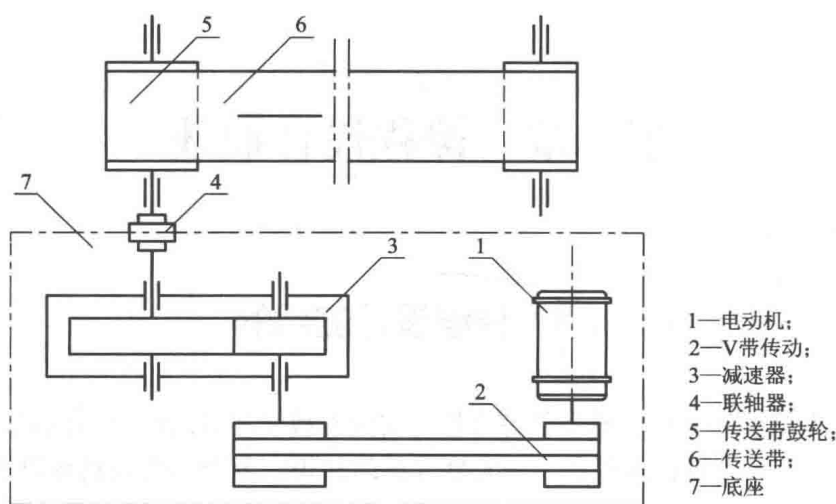


图 1-1 运输机传动方案示意图(一)

2. 课程设计任务书(二)

题目：铸钢车间型砂传送带传动装置设计。

课程设计中要求完成以下工作：

- (1) 减速器装配图 1 张(A0);
- (2) 低速轴工作图 1 张(A3);
- (3) 低速级大齿轮工作图 1 张(A3);
- (4) 设计计算说明书 1 份。

图 1-2 为运输机传动方案示意图(二)。

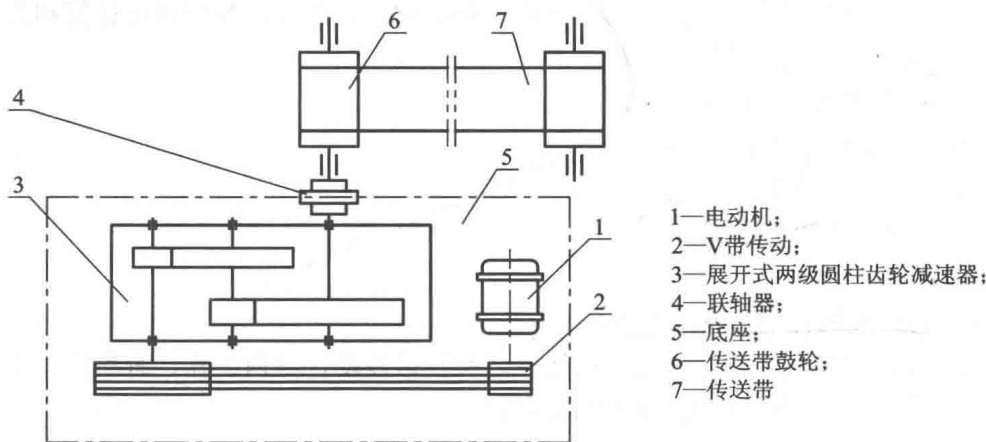


图 1-2 运输机传动方案示意图(二)

其他条件：双班制工作，连续单向运转，使用期限为 8 年，有轻微震动，室内工作，有粉尘，小批量生产，底座(为传动装置的独立底座)用型钢焊接。

设计参数：具体见表 1-2。

表 1-2 带式运输机的设计参数(方案二)

设计参数分组	A	B	C	D	E	F	G	H
传动带的速度(m/s)	0.63	0.75	0.85	0.80	0.80	0.70	0.75	0.84
鼓轮直径/mm	300	330	350	350	380	300	320	360
鼓轮轴所需扭矩/(N·m)	700	670	650	950	1050	900	900	660

1.3 课程设计的步骤

课程设计的一般进程和步骤见表 1-3。

表 1-3 课程设计的进程和步骤

设计准备	明确设计任务；现场拆装减速器；准备设计资料及绘图工具
传动装置总体设计	拟定传动方案；选择电动机；计算传动装置运动和动力参数
传动零件设计计算	各级传动零件的设计计算
装配图设计	初步绘制减速器装配草图；轴系部件的结构设计及轴、轴承、键连接等的计算；减速器箱体及其附件设计；完成装配工作图
零件工作图设计	绘制指定零件的工作图
编写设计说明书	整理和编写课程设计计算说明书
设计总结及答辩	进行课程设计总结，完成答辩准备工作

1.4 课程设计要求 and 注意事项

机械设计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，并及时向指导老师汇报情况。此外，为了能在设计思想、设计方法和设计技能方面都得到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具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, 而不是过分依赖教师, 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, 熟悉和使用标准也是课程设计的重要任务之一, 如带轮的直径、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。

第 2 章 机械传动装置的总体设计

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。

2.1 拟定传动方案

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，并可用以改变转速、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，因此应当合理地拟定传动方案。

传动方案一般用运动简图表示。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及各组成部分的连接方式，绘出传动装置的运动简图。

满足同一种工作机的性能要求往往有多种方案，可通过选用不同的传动机构来实现。图 2-1 为带式运输机的四种传动方案。

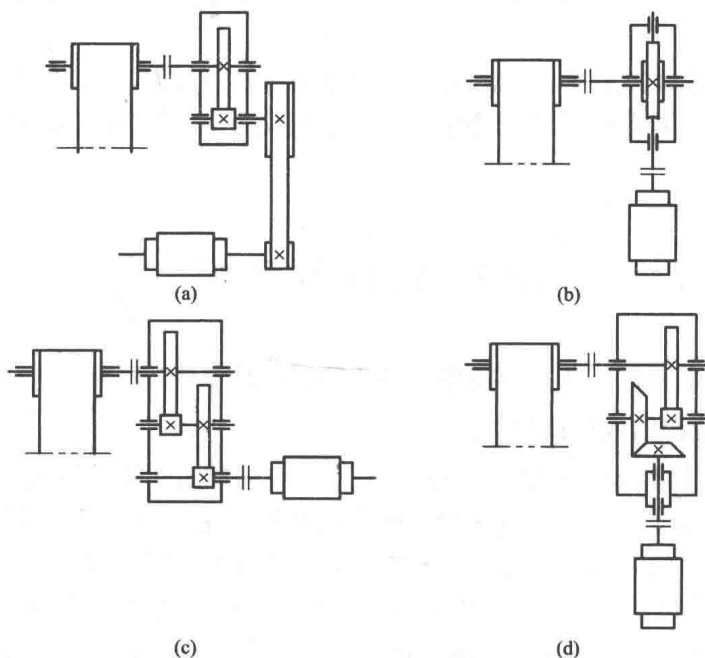


图 2-1 带式运输机的四种传动方案

在图 2-1(a)所示的传动方案中,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;在图 2-1(b)所示的传动方案中,传动装置是一级蜗杆传动减速器;在图 2-1(c)所示的传动方案中,传动装置为二级展开式圆柱齿轮减速器;在图 2-1(d)所示的传动方案中,传动装置是圆锥-圆柱齿轮减速器。图 2-1(b)所示的方案结构紧凑,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 2-1(d)所示的方案中,装置的宽度尺寸较图 2-1(c)所示的方案中装置的宽度要小,但圆锥齿轮的加工较圆柱齿轮困难;图 2-1(a)所示的方案中,装置的宽度和长度尺寸都比较大,且带传动不适合用于繁重的工作条件和恶劣的工作环境,但带传动有过载保护的优点,还可以缓和冲击和震动,因此这种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,能缓冲吸震,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) 圆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,一般置于高速级,并限制传动比,以减少其直径和模数。

(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,适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,则应分析方案的合理性,也可提出改进意见。

2.2 选择电动机

电动机的选择主要包括选择其类型、结构形式、功率(容量)和转速,确定具体型号。

1. 电动机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,维护不方便,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结构简单、工作可靠、价格低廉、维护方便,适用于不易燃、不易爆、无腐蚀性和无特殊要求的机械上。在易燃易爆场合应选用防爆电动机,如 YB 系列电动机。电动机已经系

列化、标准化,在设计时应根据工作载荷、工作要求、工作环境、安装要求及尺寸、重量等条件进行选择。Y系列电动机的外形和安装尺寸如图2-2所示,技术数据参见8.2节。

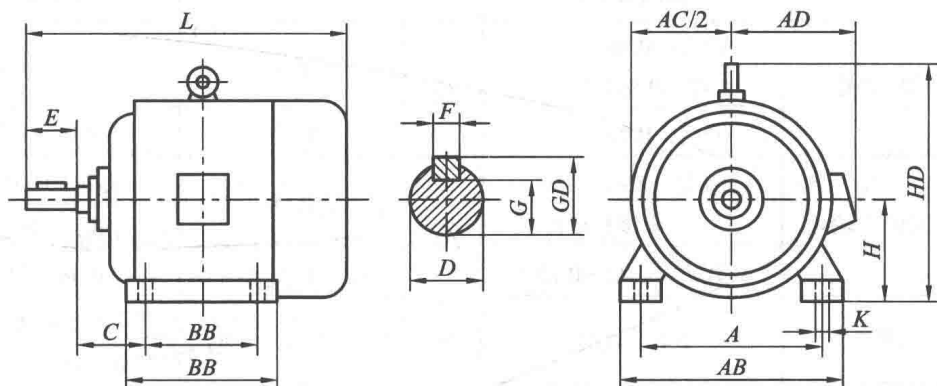


图2-2 Y系列异步电动机外形和安装尺寸

三相交流异步电动机的铭牌上标有额定功率和满载转速。额定功率是指在连续运转的条件下,电动机发热不超过许可温升的最大功率。满载转速是指负载达到额定功率时的电动机转速。

2. 确定电动机的功率

电动机的功率选择是否合适,对电动机的工作和经济性都有影响。若功率小于工作要求,则不能保证工作机的正常工作,或使电动机因长期超载运行而过早损坏;若功率选择过大,则电动机的价格高,传动能力得不到充分利用,且由于电动机经常在轻载下运行,其效率和功率因数都较低,造成能源浪费。

对于载荷比较稳定、长期运转的机械,通常按照电动机的额定功率选择,而不必校核电动机的发热量和启动转矩。选择电动机功率时,应保证电动机的额定功率 P_{ed} 等于或稍大于工作机所需的电动机功率 P_d , 即

$$P_{ed} \geq P_d \quad (2-1)$$

工作时所需电动机的输出功率为

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

式中: P_w 为工作机所需功率,指输入工作机轴的功率(单位为 kW); η 为由电动机到工作机主动轴的传动装置总效率,应为组成传动装置的各部分运动副效率的乘积,即

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_n \quad (2-3)$$

式中, η_1 、 η_2 、 η_3 、 $\cdots$ 、 η_n 分别为传动装置中各零部件的效率,机械传动的效率概略值见表2-1。

工作机所需功率 P_w 由工作机的工作阻力和运动参数计算确定。在课程设计中,可按设计任务书给定的工作机参数计算求得。

当已知工作机主动轴的输出转矩 T (单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$)和转速 n_w (单位为 r/min)时,工作机主动轴所需功率为

$$P_w = \frac{T n_w}{9550} \quad (\text{kW}) \quad (2-4)$$

表 2-1 机械传动的效率概略值

类 别		传动效率 η	类 别		传动效率 η
齿 轮 传 动	圆柱齿轮	闭式: 0.96~0.98 (7~9 级精度)	带 传 动	平带	0.95~0.98
		开式: 0.94~0.96		V 带	0.94~0.97
	圆锥齿轮	闭式: 0.94~0.97 (7~8 级精度)	滚子链传动		闭式: 0.94~0.97
		开式: 0.92~0.95			开式: 0.90~0.93
蜗 杆 传 动	自锁	0.40~0.45	轴 承	滚动轴承(一对)	0.98~0.995
	单头	0.70~0.75		滑动轴承(一对)	润滑不良, 0.94~0.97 润滑良好, 0.97~0.99
	双头	0.75~0.82	联 轴 器	弹性联轴器	0.99~0.995
	三头和四头	0.80~0.92		齿式联轴器	0.99
				十字沟槽联轴器	0.97~0.99

若给出带式输送机驱动卷筒的圆周力(卷筒牵引力) F (单位为 N)和输送带速度 v (单位为 m/s), 则卷筒轴所需功率为

$$P_w = \frac{Fv}{1000} \text{ (kW)} \tag{2-5}$$

输送带速度 v 与卷筒直径 D (单位为 mm)、卷筒轴转速 n 的关系为

$$v = \frac{\pi Dn}{60 \times 1000} \text{ (m/s)} \tag{2-6}$$

3. 确定电动机的转速

同类型功率相同的电动机有几种不同的转速可供选用。三相异步电动机的同步转速一般有 3000 r/min(2 极)、1500 r/min(4 极)、1000 r/min(6 极)和 750 r/min(8 极)四种。电动机的同步转速越高, 磁极对数越少, 尺寸越小, 重量越轻, 价格也越低, 但电动机的转速与工作机转速相差过多, 势必使总传动比加大, 引起传动装置的尺寸和重量增加, 使成本增加。若选用较低转速的电动机, 则情况正好相反, 即传动装置的外形尺寸、重量减少, 而电动机的尺寸和重量增大, 价格提高。因此, 在确定电动机转速时, 应进行分析比较, 权衡利弊, 选择最优方案。课程设计中常选用同步转速为 1500 r/min 或 1000 r/min 的两种电动机(轴不需逆转时常用 1500 r/min)。

为合理设计传动装置, 根据工作机主动轴转速要求和各传动副的合理传动比范围, 可推算出电动机转速的可选范围, 即

$$n'_d = i' n = (i'_1 \cdot i'_2 \cdot i'_3 \cdots i'_n) n \text{ (r/min)} \tag{2-7}$$

式中: n'_d 为电动机可选转速范围(单位为 r/min); i' 为传动装置总传动比的合理范围; $i'_1, i'_2, \cdots, i'_n$ 为各级传动副传动比的合理范围, 常用机械传动的单级传动比推荐值见表 2-2; n 为工作机主动轴转速(单位为 r/min)。

表 2-2 常用机械传动的单级传动比推荐值

类型	平带传动	V 带传动	圆柱齿轮传动	圆锥齿轮传动	蜗杆传动	链传动
推荐值	2~4	2~4	3~6	直齿 2~3	10~40	2~5
最大值	5	7	10	直齿 6	80	7

查阅电动机产品目录(参见 8.2 节),符合 $P_{ed} \geq P_d$ 和转速范围 n'_d 的电动机有多种,应综合考虑电动机和传动装置的尺寸、重量、工作条件和场合,对几种方案进行比较,确定电动机的额定功率 P_{ed} 和转速 n_d , 查出其型号、性能参数和主要尺寸,并将电动机型号、额定功率、满载转速、外形尺寸、电动机中心高、轴伸尺寸和键连接尺寸等记录下来备用。

2.3 总传动比的计算与分配

1. 总传动比的计算

电动机型号确定后,根据电动机的满载转速 n_d 和工作机的主动轴转速 n , 就可计算传动装置的总传动比,即

$$i = \frac{n_d}{n} \tag{2-8}$$

传动装置一般由多级串联而成,则总传动比等于各级传动比的乘积,即

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdots i_n \tag{2-9}$$

2. 总传动比的分配

合理分配传动比,可使传动装置得到较小的外形尺寸或较小重量,实现降低成本和结构紧凑的目的,也可使传动零件获得较低的圆周速度以减小动载荷或降低传动精度等级,还可得到较好的润滑条件。要同时达到这几方面的要求比较困难,因此应按设计要求考虑传动比分配方案,满足某些主要要求。

(1) 各级传动的传动比应在其推荐范围内选取,不超出允许的最大值,以符合各种传动形式的工作特点,并使结构比较紧凑。各种传动装置的传动比范围见表 2-2。

(2) 应使各级传动机构尺寸协调,结构均匀合理,利于安装,防止相互干涉。例如,在由带传动机构和单级圆柱齿轮减速器组成的传动装置中,为防止大带轮和底架相碰,通常应使带传动的传动比小于齿轮传动的传动比。如果带传动的传动比过大,就有可能使大带轮半径大于减速器中心高,使带轮与底架相碰。

(3) 应尽可能使传动装置的结构紧凑、重量小。

(4) 要保证传动零件之间不会干涉和碰撞。

(5) 当传动级数较多时,按“前小后大”的原则,即从高速轴到低速轴的传动比依次增大,这样可使中间轴具有较高的转速和较小的转矩,从而减小其尺寸和重量。

分配的各级传动比只是初步选定的数值,传动装置的精确传动比要利用传动件参数计

算,例如齿轮副的传动比为齿数比,带传动副的传动比为带轮直径比。因此,工作机的实际转速要在传动件设计计算完成后进行核算,如不在允许误差范围内,则应重新调整传动件参数,甚至重新分配传动比。对于转速要求不太严格的工作机构,转速误差一般允许在 $\pm(3\sim 5)\%$ 的范围内。

2.4 传动装置的运动和动力参数计算

传动装置的运动和动力参数是指各轴的转速、功率和转矩。这些参数是设计传动零件(如齿轮、带轮)和轴时所必需的已知条件。

计算时,可以按从高速轴到低速轴的顺序进行。首先,将传动装置各轴从电动机开始,依运动传递路线,由高速至低速依次标定为0轴(电动机轴)、I轴、II轴…… n 轴(工作机主动轴)。然后,计算各运动副及连接效率,从电动机轴开始至工作机的运动传递路线进行推算,得到各轴的运动和动力参数。

1. 各轴转速和传动比的计算

电动机轴的转速可按电动机额定功率时的转速,即满载转速 n_d 来计算,这一转速和实际工作时的转速相差不大;通过联轴器相连接的两轴,其转速相同;通过传动装置相连接的两轴的传动比就是该传动装置的传动比。

2. 各轴的输入、输出功率计算

电动机的输出功率通常用工作机所需电动机功率 P_d 进行计算,而非电动机的额定功率 P_{ed} 。只有当有些通用设备为适应不同工作的需要,要求传动装置具有较大的通用性和适应性时,才按电动机的额定功率 P_{ed} 来设计传动装置。

3. 各轴的输入、输出转矩计算

轴的输入、输出功率不同,相应地,轴的转矩也有输入、输出之分。若该轴的转速为 n ,则该轴的输入转矩 T_{λ} 和输出转矩 $T_{\text{出}}$ 分别对应于该轴的输入功率 P_{λ} 和输出功率 $P_{\text{出}}$,即

$$T_{\lambda} = 9550 \times \frac{P_{\lambda}}{n} \quad (2-10)$$

$$T_{\text{出}} = 9550 \times \frac{P_{\text{出}}}{n} \quad (2-11)$$

也就是说,其输出转矩与输入转矩相差一轴承效率,即

$$T_{\text{出}} = T_{\lambda} \eta_{\text{轴承}} \quad (2-12)$$

【例 2-1】 如图 2-3 所示的带式输送机传动方案,已知驱动鼓轮卷筒轴输入端所需转矩 $T = 650 \text{ N} \cdot \text{m}$,卷筒转速 $n = 60 \text{ r/min}$,卷筒直径 $D = 400 \text{ mm}$ 。带式输送机滚简单向连续转动,载荷平稳,有轻微冲击,三班制工作,每年工作 300 天,设计寿命为 10 年,每年检修一次,试选择合适的电动机,分配各级传动比,并计算各轴的运动和动力参数。