

高等职业教育机电类专业教学改革规划教材
湖南省高职高专精品课程配套教材

机械设计基础 课程设计 (简明指导书)

JIXIE SHEJI JICHU KECHENG SHEJI

罗红专 姜小丽 龙育才 主编



高等职业教育机电类专业教学改革规划教材
湖南省高职高专精品课程配套教材

机械设计基础课程设计 (简明指导书)

主 编 罗红专 姜小丽 龙育才
副主编 蔡翰志 王志文
参 编 吴光辉 付芝芳 陈朝晖 王伟平
廉良冲 艾尼瓦尔·木努尔 尕文强
主 审 夏庆国



机械工业出版社

本书包括三部分,第一部分为机械设计基础课程设计概述及设计题目(第1章),第二部分为机械设计的基本方法及常用标准和规范(第2~7章),第三部分为课程设计创新设计及参考图例(第8~9章)。为使学生在有限的课程设计时间内得到相关基本知识的综合运用与技能训练,本书以常用的齿轮、蜗轮减速器为设计对象,介绍了减速器的一般设计方法和设计步骤,汇集了机械设计基础课程设计所需的基本内容和资料,以便学生能迅速投入实质性的设计工作。

本书内容简明扼要,采用最新国家标准和规范,便于资料查阅,可供高职高专院校和高等工科院校的机械类和近机械类专业师生使用,也可供机械设计、机械制造和维修等相关工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计:简明指导书/罗红专,姜小丽,龙育才主编. —北京:机械工业出版社,2012.11

高等职业教育机电类专业教学改革规划教材. 湖南省
高职高专精品课程配套教材

ISBN 978-7-111-38987-3

I. ①机… II. ①罗…②姜…③龙… III. ①机械设
计-课程设计-高等职业教育-教材 IV. ①TH122-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第261888号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:边萌 责任编辑:边萌

版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧

责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2013年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·9.5印张·232千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38987-3

定价:20.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

高等职业教育机电类专业教学改革规划教材
湖南省高职高专精品课程配套教材
编写委员会

主任委员：成立平

副主任委员：董建国

委员：汤忠义

欧阳波仪

皮智谋

钟 波

谭 锋

刘茂福

张若锋

阳 祎

欧仕荣

何 瑛

陈朝晖

谭海林

张海筹

李付亮

钟振龙

何恒波

谢圣权

张秀玲

罗正斌

黄新民

龚文杨

蔡 毅

皮 杰

前 言

近年来,高职教育蓬勃发展,为我国的职业教育事业带来了勃勃生机。鉴于高职教育急需具有高职特色教材的实际情况,湖南省高等职业教育机电类专业教学改革规划教材编写委员会和湖南省高职高专精品课程配套教材编写委员会组织力量编写了这本教材。

本书按照高职高专院校机械设计基础课程教学要求,采用最新的国家标准,结合高职院校近年来教学改革的经验与成果进行编写。本书根据工作过程导向课程的改革要求,落实理论与实践一体化教学方式,吸取了多年在教学实践中所积累的经验。全书内容分为9章和附录,每个章节内容力求详细而实用,内容编排重在满足学生课程设计实践的要求,提高学生分析问题、解决问题的能力。

本书以齿轮减速器的设计为主体,系统地介绍了设计内容、设计步骤和设计方法,同时引入了创新设计的内容,用以开拓学生的视野,拓展学生的思维,培养学生创新设计的能力。本书除了包含了课程设计指导的内容,还包含了机械零件设计手册、机械零件课程设计图册以及有关的最新国家标准与规范的相关内容。各部分内容有机结合起来,使本书更具针对性和实用性,是机械设计基础课程设计的首选指导书。

参加本书编写的有:娄底职业技术学院罗红专(第一主编)(前言、第1章、第7章、第8章、附录、参考文献);冀中职业学院姜小丽(第二主编);娄底职业技术学院龙育才(第三主编)(第2章、第3章、第4章、第5章);娄底职业技术学院蔡翰志(第一副主编);娄底职业技术学院王志文(第二副主编)(第6章、第9章)。娄底职业技术学院吴光辉、付芝芳,湖南信息职业技术学院陈朝晖,株洲职业技术学院王伟平,湖南生物机电职业技术学院廉良冲,娄底职业技术学院艾尼瓦尔·木努尔、朶文强参与了编写工作。全书由娄底职业技术学院夏庆国主审。

编 者

目 录

前言

第1章 机械设计基础课程设计

概述 1

- 1.1 课程设计的目的 1
- 1.2 课程设计的内容和任务 1
- 1.3 课程设计的步骤 1
- 1.4 课程设计的有关注意事项 2
- 1.5 课程设计题目 3
 - 设计题目1 单级圆柱齿轮减速器 3
 - 设计题目2 两级圆柱齿轮减速器 3
 - 设计题目3 单级锥齿轮减速器 4

第2章 机械传动装置的总体设计 6

- 2.1 传动方案分析 6
- 2.2 传动装置的布置 8
- 2.3 电动机的选择 9
 - 2.3.1 电动机的类型和结构形式 9
 - 2.3.2 电动机功率的确定 9
 - 2.3.3 电动机转速的确定 10
- 2.4 总传动比的计算和各级传动比的分配 10
- 2.5 传动装置的运动和动力参数计算 12
- 2.6 减速器简介 14
 - 2.6.1 减速器的类型、特点及应用 14
 - 2.6.2 减速器的典型结构 16

第3章 传动零件的设计计算 19

- 3.1 轴径的初算 19
- 3.2 联轴器的选择 19
- 3.3 减速器箱体外部传动零件的设计 20
 - 3.2.1 带传动 20
 - 3.2.2 链传动 21
 - 3.2.3 开式齿轮传动 21
- 3.4 减速器箱体内部传动零件的设计 22
 - 3.4.1 圆柱齿轮传动 22
 - 3.4.2 锥齿轮传动 22
 - 3.4.3 蜗杆传动 23

第4章 减速器的结构尺寸 24

- 4.1 减速器的类型及特点 24

- 4.1.1 常用减速器的主要类型、特点和应用 24
- 4.1.2 减速器传动比的分配 26

- 4.2 减速器的主要结构尺寸 26

第5章 装配图绘制与减速器设计 31

- 5.1 装配图的绘制准备 31
- 5.2 轴的结构设计 33
 - 5.2.1 轴的径向尺寸设计 33
 - 5.2.2 轴的轴向尺寸设计 34
 - 5.2.3 轴系的校核计算 35
- 5.3 传动零件、联接零件及支承零件的设计 35
 - 5.3.1 齿轮的结构设计 36
 - 5.3.2 键的选择和校核 37
 - 5.3.3 滚动轴承组合的设计 37
- 5.4 箱体及附件的设计 43
 - 5.4.1 箱体的设计 45
 - 5.4.2 箱体附件的设计 47
- 5.5 润滑与密封 51
 - 5.5.1 润滑 51
 - 5.5.2 密封 53
- 5.6 装配图常见错误与更正 54
- 5.7 装配图尺寸标注 60
- 5.8 完善减速器装配图 61

第6章 零件图绘制与零件设计 65

- 6.1 零件图的内容与零件的设计要求 65
- 6.2 轴类零件图绘制要点 66
- 6.3 齿轮零件图绘制要点 69
- 6.4 带轮零件图绘制要点 71
- 6.5 链轮零件图绘制要点 73
- 6.6 箱体零件图绘制要点 75

第7章 设计计算说明书的编写与课程

设计答辩 77

- 7.1 设计计算说明书的要求及注意事项 77
 - 7.1.1 书写要求及注意事项 77
 - 7.1.2 打印要求 77
- 7.2 设计计算说明书的内容与格式 78

7.2.1 设计计算说明书的内容	78	[案例1] 内燃机的发展	97
7.2.2 设计计算说明书的格式	79	[案例2] 三角转子发动机的研制	98
7.2.3 参考资料的书写格式	82	[案例3] 机床的诞生	100
7.3 其他格式要求	82	[案例4] 汽车的发明	101
7.4 课程设计答辩	83	第9章 课程设计参考图例	103
7.4.1 答辩与成绩评定	83	[参考图例9-1] 齿轮轴零件图	103
7.4.2 答辩准备的思考题	84	[参考图例9-2] 链轮零件图	104
第8章 创新设计	88	[参考图例9-3] 带轮零件图	105
8.1 概述	88	[参考图例9-4] 锥齿轮零件图	106
8.1.1 创新的概念与创新的作用	88	[参考图例9-5] 锥齿轮轴零件图	107
8.1.2 创新的特征及其总体过程	88	[参考图例9-6] 斜齿轮零件图	108
8.1.3 创新能力的培养与创造性思维的 激发	89	[参考图例9-7] 蜗轮零件图	109
8.1.4 机械产品设计的类型	89	[参考图例9-8] 减速器箱体零件图	110
8.2 创新的基本原理	90	[参考图例9-9] 减速器箱盖零件图	111
8.3 常用创新方法及应用	91	[参考图例9-10] 一级锥齿轮减速器 外形图	112
8.3.1 发现出创新	91	[参考图例9-11] 一级锥齿轮减速器 内部结构	113
8.3.2 设问出创新	92	附录 机械设计常用数据、标准和 规范	114
8.3.3 列举出创新	93	参考文献	145
8.3.4 联想出创新	93		
8.4 机械创新设计实例及分析	93		
8.5 机械创新设计案例	97		

第1章 机械设计基础课程设计概述

1.1 课程设计的目的

课程设计是机械设计基础课程重要的教学环节，是培养学生机械设计能力的重要实践环节。

课程设计的主要目的是：

(1) 通过课程设计，使学生综合运用机械设计基础课程及有关先修课程的知识，起到巩固、深化、融会贯通及扩展有关机械设计方面知识的作用，树立正确的设计思想。

(2) 通过课程设计的实践，培养学生分析和解决工程实际问题的能力，使学生掌握机械零件、机械传动装置或简单机械的一般设计方法和步骤。

(3) 通过课程设计，提高学生的计算能力、绘图能力以及计算机辅助设计（CAD）能力等，使学生熟悉设计资料（手册、图册等）的使用，掌握经验估算等机械设计的基本技能。

1.2 课程设计的内容和任务

课程设计一般选择机械传动装置或简单机械作为设计课题。比较成熟的题目是以齿轮减速器为主的机械传动装置设计。主要内容一般包括以下几方面：

- (1) 拟定、分析传动装置的设计方案。
- (2) 选择电动机，计算传动装置的运动和动力参数。
- (3) 进行传动件的设计计算，校核轴、轴承、联轴器、键等。
- (4) 绘制减速器装配图。
- (5) 绘制零件图。
- (6) 编写设计计算说明书。

课程设计要求在2周时间内完成以下任务：

- (1) 绘制减速器装配图1张（用A1或A0图纸绘制）。
- (2) 绘制零件图1~2张（齿轮、轴、箱体等）。
- (3) 编写设计计算说明书一份，约8000字。
- (4) 答辩。

1.3 课程设计的步骤

课程设计一般可按以下顺序进行：设计准备工作—总体设计—传动件的设计计算—装配图草图的绘制（校核轴、轴承等）—装配图的绘制—零件图的绘制—编写设计计算说明书—答辩。每一设计步骤所包括的设计内容如表1-1所列。

表 1-1 课程设计的步骤

一般步骤	主要内容	学时比例
1. 设计准备	(1) 熟悉任务书,明确设计的内容和要求 (2) 熟悉设计指导书、有关资料、图样等 (3) 观看录像、实物、模型或进行减速器装拆实验等,了解减速器的结构特点与制造过程 (4) 拟定课程设计进度计划分配	5%
2. 总体设计	(1) 确定传动方案 (2) 选择电动机的类型与型号 (3) 计算传动装置的总传动比,分配各级传动比 (4) 计算各轴的转速、功率和转矩	5%
3. 传动件的设计计算	(1) 计算齿轮传动(或蜗杆传动)、带传动、链传动的主要参数和几何尺寸 (2) 计算各传动件上的作用力 (3) 选择联轴器的类型与型号	15%
4. 装配图草图的绘制及部分计算	(1) 确定减速器的结构方案 (2) 绘制装配图草图,进行轴、轴上零件及轴承组合的结构设计 (3) 校核轴的强度,校核滚动轴承的寿命 (4) 绘制减速器箱体结构 (5) 绘制减速器附件	25%
5. 装配图的绘制	(1) 编写零件序号,列出明细栏 (2) 选择配合,标注尺寸 (3) 加深线条,整理图面 (4) 书写技术要求和减速器特性等	20%
6. 零件图的绘制	(1) 绘制齿轮类零件图 (2) 绘制轴类零件图 (3) 绘制其他零件图(由指导教师定)	15%
7. 编写设计计算说明书	(1) 编写设计计算说明书,内容包括所有的计算,并附有必要的简图 (2) 说明书中最后一段内容应写出设计总结:一方面总结设计课题的完成情况,另一方面总结个人所作设计的收获体会以及不足之处	10%
8. 答辩	(1) 作答辩准备 (2) 参加答辩	5%

指导教师在学生完成以上设计步骤后,根据图样、说明书以及答辩情况等对设计进行综合评定。

1.4 课程设计的有关注意事项

本课程设计是学生第一次接受较全面的设计训练,学生一开始往往不知所措。指导教师应给予学生适当的指导,引导学生的设计思路,启发学生独立思考,解答学生的疑难问题,并掌握设计的进度,对设计进行阶段性检查。另一方面,作为设计的主体,学生应在教师的指导下发挥主观能动性,积极思考问题,认真阅读设计指导书,查阅有关设计资料,按教师的布置循序渐进地进行设计,按时完成设计任务。

在课程设计中应注意以下事项:

(1) 认真设计草图是提高设计质量的关键 草图也应该按正式图的比例绘制,而且作图的顺序要得当。画草图时应着重注意各零件之间的相对位置,有些细部结构可先以简化画

法画出。

(2) 设计过程中应及时检查、及时修正 设计过程是一个边绘图、边计算、边修改的过程,应经常进行自查或互查,有错误应及时修改,以免造成大的返工。

(3) 注意计算数据的记录和整理 数据是设计的依据,应及时记录与整理计算数据,如有变动应及时修正,供下一步设计及编写设计说明书时使用。

(4) 要有整体观念 设计时考虑问题周全、整体观念强,就会少出差错,从而提高设计的效率。

1.5 课程设计题目

设计题目1 单级圆柱齿轮减速器

1. 设计题目

设计用于带式运输机上的单级圆柱齿轮减速器,如图1-1所示。

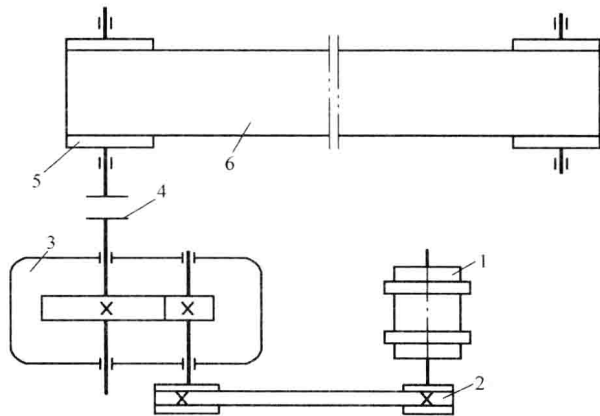


图1-1 单级圆柱齿轮减速器

1—电动机 2—带传动 3—减速器 4—联轴器 5—滚筒 6—传送带

给定数据及要求: 运输带工作拉力 $F = 2300\text{N}$; 运输带工作速度 $v = 1.5\text{m/s}$ (允许运输带速度误差为 $\pm 5\%$); 滚筒直径 $D = 400\text{mm}$; 两班制, 连续单向运转, 载荷轻微冲击; 工作年限5年; 环境最高温度 35°C ; 小批量生产。

2. 应完成的工作

- (1) 减速器装配图1张。
- (2) 零件图1~2张(从动轴、齿轮)。
- (3) 设计说明书1份。

指导教师:

发题日期:

完成日期:

设计题目2 两级圆柱齿轮减速器

1. 设计题目

设计用于带式运输机上的两级圆柱齿轮减速器,如图1-2所示。

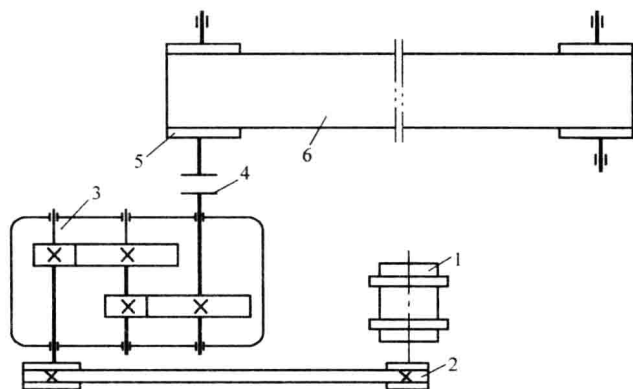


图 1-2 两级圆柱齿轮减速器

1—电动机 2—带传动 3—减速器 4—联轴器 5—滚筒 6—传送带

给定数据及要求：运输带工作拉力 $F = 6\text{kN}$ ；运输带工作速度 $v = 1.3\text{m/s}$ （允许运输带速度误差为 $\pm 5\%$ ）；滚筒直径 $D = 400\text{mm}$ ；两班制，连续单向运转，载荷较平稳；环境最高温度 35°C ；小批量生产。

2. 应完成的工作

- (1) 减速器装配图 1 张。
- (2) 零件图 1~2 张（从动轴、齿轮）。
- (3) 设计说明书 1 份。

指导教师：

发题日期：

完成日期：

设计题目 3 单级锥齿轮减速器

1. 设计题目

设计用于带式运输机上的单级锥齿轮减速器，如图 1-3 所示。

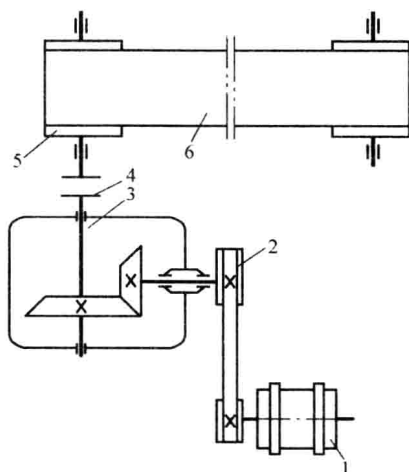


图 1-3 单级锥齿轮减速器

1—电动机 2—带传动 3—减速器
4—联轴器 5—滚筒 6—传送带

给定数据及要求：运输带工作拉力 $F = 6\text{kN}$ ；运输带工作速度 $v = 1.3\text{m/s}$ （允许运输带速度误差为 $\pm 5\%$ ）；滚筒直径 $D = 400\text{mm}$ ；两班制，连续单向运转，载荷较平稳；环境最高温度 35°C ；小批量生产。

2. 应完成的工作

- (1) 减速器装配图 1 张。
- (2) 零件图 1~2 张（从动轴、齿轮）。
- (3) 设计说明书 1 份。

指导教师：

发题日期：

完成日期：

第2章 机械传动装置的总体设计

传动装置的总体设计包括确定传动方案、选择电动机型号、合理分配各级传动比以及计算传动装置的运动和动力参数等。总体设计还为下一步计算各级传动件提供依据。

设计任务书一般由指导教师拟定，学生应对传动方案进行分析，对方案是否合理提出自己的见解。合理的传动方案应满足工作要求，具有结构紧凑、便于加工、效率高、成本低、使用维护方便等特点。

2.1 传动方案分析

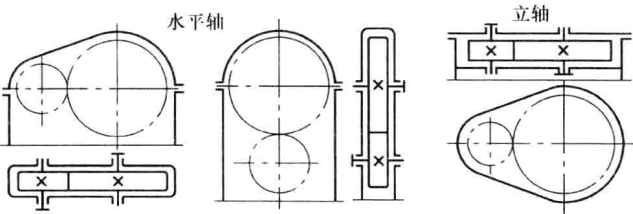
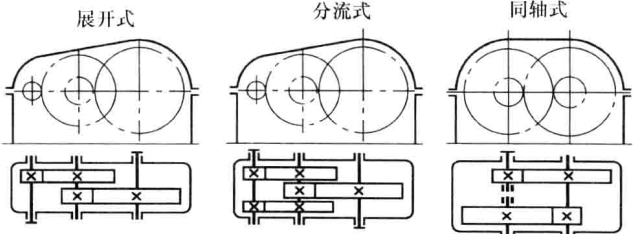
在分析传动方案时应注意常用机械传动方式的特点及在布局上的要求。

- (1) 带传动平稳性好，能缓冲吸振，但承载能力小，应布置在高速级。
- (2) 链传动平稳性差，且有冲击、振动，应布置在低速级。
- (3) 蜗杆传动放在高速级时蜗轮材料应选用锡青铜，否则可选用铝铁青铜。
- (4) 开式齿轮传动的润滑条件差，磨损严重，应布置在低速级。
- (5) 锥齿轮、斜齿轮应放在高速级。

常用减速器的类型和特点见表 2-1。常用传动机构的性能及适用范围见表 2-2。机械传动的效率概略值见表 2-3。

对初步选定的传动方案，在设计过程中还可能要不断地修改和完善。

表 2-1 常用减速器的类型和特点

类型	简图及特点
一级圆柱齿轮减速器	水平轴 立轴  传动比一般小于 5，使用直齿、斜齿或人字齿轮，传递功率可达数万千瓦，效率较高、工艺简单、精度易于保证，一般工厂均能制造，应用广泛。轴线可作水平布置、上下布置或铅垂布置。
二级圆柱齿轮减速器	展开式 分流式 同轴式  传动比一般为 8 ~ 40，使用直齿、斜齿或人字齿轮，结构简单，应用广泛。展开式由于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。分流式则齿轮相对于轴承对称分布，常用于大功率、变载荷场合。同轴式减速器长度方向尺寸较小，但轴向尺寸较大，中间轴较长，刚度较差，两级大齿轮直径接近，有利于浸油润滑。轴线可作水平布置、上下布置或铅垂布置。

(续)

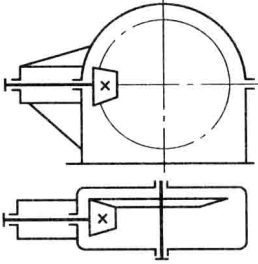
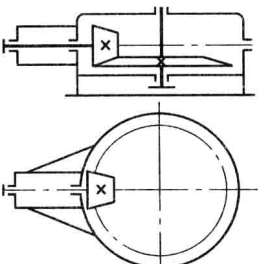
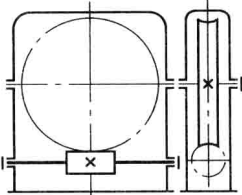
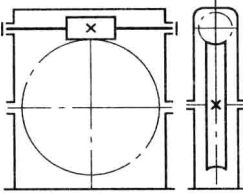
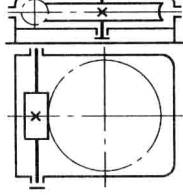
类型	简图及特点
一级锥齿轮减速器	水平轴  立轴  传动比一般小于3,使用直齿、斜齿或曲齿齿轮
一级蜗杆减速器	蜗杆下置式  蜗杆上置式  立轴  结构简单,尺寸紧凑,但效率较低,适用于载荷较小、间歇工作的场合。蜗杆圆周速度$\leq 4 \sim 5\text{m/s}$时采用蜗杆下置式,蜗杆圆周速度$> 4 \sim 5\text{m/s}$时采用蜗杆上置式。采用立轴布置时密封要求高

表 2-2 常用传动机构的性能及适用范围

传动机构		平带传动	V带传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
选用指标		小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	中 (≤ 100)	大 (最大达 50 000)		小 (≤ 50)
单级传动比	常用值	2 ~ 4	2 ~ 4	2 ~ 5	圆柱齿轮 3 ~ 5	锥齿轮 2 ~ 3	10 ~ 40
	最大值	5	7	6	8	5	80
传动效率		查表 2-3					
许用圆周速度/(m/s)		≤ 25	$\leq 25 \sim 30$	≤ 20	6 级精度直齿 $\leq 18\text{m/s}$, 非直齿 $\leq 36\text{m/s}$; 5 级精 度达 100		$\leq 15 \sim 35$
外廓尺寸		大	大	大	小		小
传动精度		低	低	中等	高		高
工作平稳性		好	好	较差	一般		好
自锁能力		无	无	无	无		可有
过载保护作用		有	有	无	无		无
使用寿命		短	短	中等	长		中等
缓冲吸振能力		好	好	中等	差		差
要求制造及安装精度		低	低	中等	高		高
要求润滑条件		不需	不需	中等	高		高
环境适应性		不能接触酸、碱、油类、爆炸性气体		好	一般		一般

表 2-3 机械传动的效率概略值

传动种类		效率 η	传动种类		效率 η
圆柱齿轮传动	很好磨合的 6 级精度和 7 级精度齿轮 (油润滑)	0.98 ~ 0.99	锥齿轮传动	很好磨合的 6 级和 7 级精度的齿轮 (油润滑)	0.97 ~ 0.98
	8 级精度的一般齿轮 (油润滑)	0.97		8 级精度的一般齿轮 (油润滑)	0.94 ~ 0.97
	9 级精度的齿轮 (油润滑)	0.96		加工齿的开式齿轮 (脂润滑)	0.92 ~ 0.95
	加工齿的开式齿轮 (脂润滑)	0.94 ~ 0.96		铸造齿的开式齿轮	0.88 ~ 0.92
	铸造齿的开式齿轮	0.90 ~ 0.93	联轴器	弹性联轴器	0.99 ~ 0.995
蜗杆传动	自锁蜗杆 (油润滑)	0.40 ~ 0.45		万向联轴器 ($\alpha \leq 30^\circ$)	0.97 ~ 0.98
	单头蜗杆 (油润滑)	0.70 ~ 0.75	滑动轴承	万向联轴器 ($\alpha > 30^\circ$)	0.95 ~ 0.97
	双头蜗杆 (油润滑)	0.75 ~ 0.82		润滑不良	0.94 (一对)
	三头和四头蜗杆 (油润滑)	0.80 ~ 0.92		润滑正常	0.97 (一对)
	环面蜗杆 (油润滑)	0.85 ~ 0.95		润滑特好 (压力润滑)	0.98 (一对)
带传动	平带无压紧轮的开式	0.98	滚动轴承	液体摩擦	0.99 (一对)
	平带有压紧轮的开式	0.97		球轴承 (稀油润滑)	0.99 (一对)
	平带交叉式	0.90	卷筒	滚子轴承 (稀油润滑)	0.98 (一对)
	V 带	0.96			0.96
链传动	焊接链	0.93	减速器	单级圆柱齿轮减速器	0.97 ~ 0.98
	片式关节链	0.95		双级圆柱齿轮减速器	0.95 ~ 0.96
	滚子链	0.96		行星圆柱齿轮减速器	0.95 ~ 0.98
	齿形链	0.97		单级锥齿轮减速器	0.95 ~ 0.96
摩擦传动	平摩擦轮	0.85 ~ 0.92		双级圆柱—圆柱齿轮减速器	0.94 ~ 0.95
	槽摩擦轮	0.88 ~ 0.90		无级变速器	0.92 ~ 0.95
	卷绳轮	0.95		摆线针轮减速器	0.90 ~ 0.97
联轴器	十字滑块联轴器	0.97 ~ 0.99	丝杠传动	滑动丝杠	0.30 ~ 0.60
	齿式联轴器	0.99		滚动丝杠	0.85 ~ 0.95

2.2 传动装置的布置

通常情况下,由多种传动形式组成的多级传动,传动方案的总体布置应符合以下原则:

(1) 带传动承载能力低,在传递同一转矩时比其他传动尺寸大,但传动平稳,能缓冲、减振,故应布置在传动系统的高速级,以便在传递同一功率时,所需力小一些,即带传动直接与电动机轴相连。

(2) 链传动运动不均匀、有冲击,不适宜高速传动,故应布置在传动系统的最低速级,往往和工作机相连。

(3) 锥齿轮与直齿轮相比,加工困难,特别是大模数的齿轮,因此应尽可能将锥齿轮布置在高速级或较高速级(带传动之后),并限制其传动比,以减小锥齿轮的模数和结构尺寸。

(4) 蜗杆传动常用于传动比较大、传动功率不大的情况,其承载能力较齿轮低,故应布置在传动系统的较高速级,以获得较小的结构尺寸,且有利于提高承载能力及效率。

(5) 斜齿轮传动的平稳性和承载能力比直齿轮大,一般对传动平稳性和承载能力有较高要求时,多采用斜齿轮传动。

2.3 电动机的选择

机械系统中提供动力的设备很多,有电动机、内燃机、水轮机、汽轮机、液动机等。电动机结构简单、工作可靠、控制简便,一般生产机械大多采用电动机驱动。

电动机已经系列化,设计中只需根据工作机所需要的功率和工作条件,选择电动机的类型和结构形式以及容量、转速,并确定电动机的具体型号。

2.3.1 电动机的类型和结构形式

电动机的类型和结构形式可以根据电源种类(直流、交流)、工作条件(温度、环境、空间尺寸)和载荷特点(性质、大小、起动性能和过载情况)来选择。

工业上广泛应用Y系列三相交流异步电动机。它是我国20世纪80年代的更新换代产品,具有高效、节能、振动小、噪声小和运行安全可靠的特点,安装尺寸和功率等级符合国际标准,适合于无特殊要求的各种机械设备。对于频繁起动、制动和换向的机械(如起重机械),宜选用转动惯量小、过载能力强、允许有较大振动和冲击的YZ型或YZR型三相异步电动机。为适应不同的安装需要,同一类型的电动机结构又制成若干种安装形式,供设计时选用。有关电动机的技术数据、外形及安装尺寸可查阅相关技术手册。

2.3.2 电动机功率的确定

电动机功率选得合适与否,对电动机的工作性能和经济性都有影响。当容量小于工作要求时,电动机不能保证工作机的正常工作,或使电动机因长期过载发热量大而过早损坏。容量过大则电动机价格高,能量不能充分利用,经常处于不满载运行,其效率和功率因数较低,增加电能消耗,造成很大浪费。

电动机容量主要根据电动机运行时的发热条件来决定。电动机的发热与其运行状态有关。对于长期连续运转、载荷不变或变化很小、常温下工作的机械,只要所选电动机的额定功率等于或略大于所需功率,电动机在工作时就不会过热,而不必校验发热和起动力矩。具体计算步骤如下。

1. 计算工作机所需功率 P_w

工作所需功率 P_w (kW) 应该由机器的工作阻力和运动参数确定。课程设计中,可根据设计书中给定的工作参数 (F , v , T) 计算如下

$$P_w = \frac{Fv}{1000\eta_w} \text{ 或 } P_w = \frac{Tn}{9550\eta_w} \quad (2-1)$$

式中 F ——工作机的生产阻力 (N);

v ——工作机的速度 (m/s);

T ——工作机的阻力力矩 (N·m);

n ——工作机的转速 (r/min);

η_w ——工作机的效率, 对带式输送机一般 $\eta_w = 0.94 \sim 0.96$ 。

2. 计算电动机所需功率 P_0

电动机所需功率按下式计算

$$P_0 = \frac{P_w}{\eta} \quad (2-2)$$

式中 η ——从电动机到工作机的传动装置总效率, 为组成传动装置各运动副的效率之积, 即 $\eta = \eta_1 \eta_2 \cdots \eta_m$, 其中 $\eta_1 \eta_2 \cdots \eta_m$ 分别为转动装置中各级传动、各对轴承以及联轴器等的效率, 其值可查阅表 2-3。

在计算传动装置的总效率时应注意以下几点:

(1) 在资料中查出的效率数值为某一范围时, 一般可取中间值。如工作条件差, 加工精度低或维护不良, 应取低值, 反之取高值。

(2) 轴承的效率通常指一对轴承的。

(3) 同类型的几对传动副、轴承或联轴器, 要分别计入各自的效率。

3. 确定电动机的额定功率 P_N

电动机的额定功率 $P_N = (1 \sim 1.3) P_0$, 然后根据 P_N 从有关电动机标准中查取电动机的型号。

2.3.3 电动机转速的确定

容量相同的同类型电动机, 其同步转速有 3000r/min, 1500r/min, 1000r/min, 750r/min 4 种。电动机转速越高, 则磁极数越少, 尺寸和重量越小, 价格也越低, 但电动机转速与工作机转速相差过多势必造成传动系统的总传动比加大, 致使传动装置的外廓尺寸和重量增加, 价格提高。选用较低转速的电动机时则情况正好相反, 即传动装置的外廓尺寸和重量减小, 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。

设计中常选用同步转速为 1500r/min 或 1000r/min 的电动机, 如无特殊要求, 一般不选用 3000r/min 和 750r/min 的电动机。根据选定的电动机类型、结构、容量和转速, 由相关的电动机标准中查出电动机型号, 并将其型号、额定功率、满载转速、外形尺寸、电动机中心高、轴伸尺寸、键联接尺寸等记录备用。

对于专用传动装置, 其设计功率按实际需要的电动机功率 P_0 来计算; 对于通用传动装置, 其设计功率按电动机的额定功率 P_N 来计算。传动装置的输入转速可按电动机额定功率时的转速即满载转速来计算。

2.4 总传动比的计算和各级传动比的分配

传动比的合理分配是传动系统设计的一个重要环节, 它直接影响到传动系统的外廓尺寸、重量、润滑情况等多方面。各类传动的传动比见表 2-4。

(1) 总传动比的计算 总传动比是指电动机的满载转速 n_N 与工作机转速 n 之比。即