



高职高专“十一五”规划教材



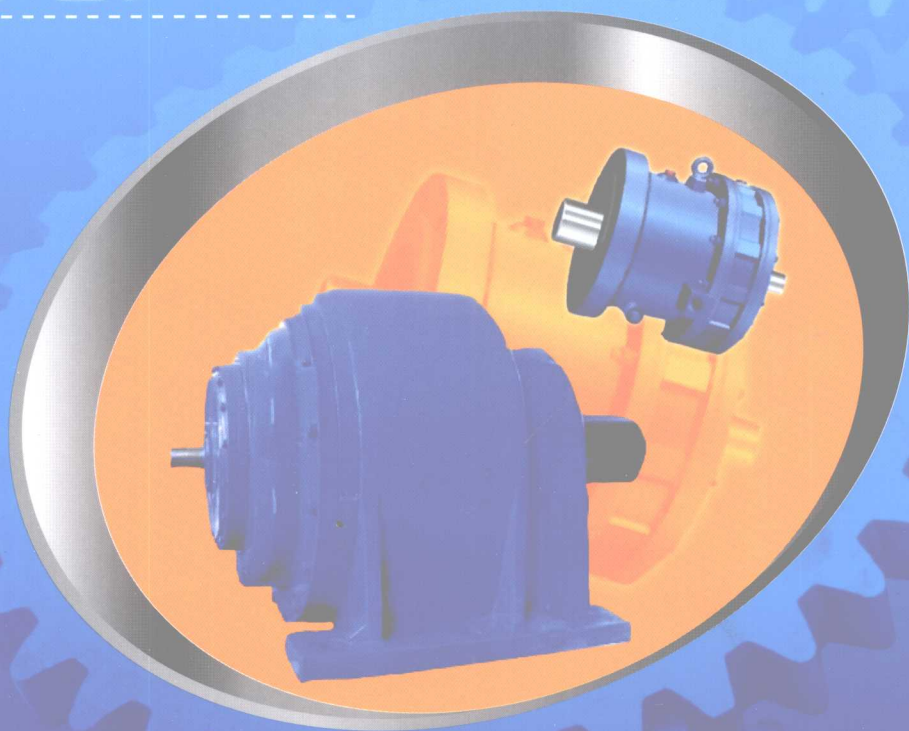
附光盘

机械设计基础课程设计指导

JIXIE SHEJI JICHU KECHENG SHEJI ZHIDAO

周亚焱 程友斌 主编

韩先满 主审



化学工业出版社



机械设计基础课程设计指导

附光盘

JIXIE SHEJI JICHU KECHENG SHEJI ZHIDAO

ISBN 978-7-122-04889-9



9 787122 048899 >

定价：24.50元

高职高专“十一五”规划教材

机械设计基础课程设计指导

周亚焱 程友斌 主编
韩先满 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书内容共分3篇16章：第1篇为机械设计课程设计指导，包括绪论、机械传动系统的总体设计、传动零件的设计、减速器的结构介绍、装配工作图的设计和绘制、减速器零件工作图的设计、编写设计计算说明书和准备答辩；第2篇为机械设计课程设计参考图例及设计题目，包括减速器装配工作图和零件工作图参考图例；第3篇为机械设计课程设计常用标准和规范，包括字符一般标准和常用数据与字母、常用机械材料、公差与配合、常用标准件、润滑与密封、滚动轴承、联轴器、电动机等内容。

本书结合学生的认知能力和素质基础，以单级圆柱齿轮减速器为例，详细介绍了机械设计的全过程；从课程设计的实用角度出发，按课程设计的总体思路和顺序编排，循序渐进、由浅入深，适用性强，便于操作；以易用够用为宗旨，设计思路清晰、过程编排具体、选用资料简明；全部采用最新标准；在有关章节编入了设计计算实例，以便学生更好地掌握教材内容。另外，本书附有电子教材光盘一张，包含课程设计所需的最新标准和相关资料。

本书可作为高职高专院校、成人高校和本科院校举办的二级职业学院以及重点中等专业学校的机械类、机电类和近机类各专业教材，也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计指导/周亚焱，程友斌主编. —北京：化学工业出版社，2009.4

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-04889-9

I. 机… II. ①周…②程… III. 机械设计-课程设计-高等学校：技术学院-教学参考资料 IV. TH122-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第025452号

责任编辑：韩庆利

装帧设计：刘丽华

责任校对：郑捷

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张11 字数279千字 2009年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：24.50元（附光盘）

版权所有 违者必究

前 言

高等职业教育的重点是培养面向生产一线的应用型和技能型人才。它除了要求学生具备一定的理论知识外,更注重和强调运用所学知识分析和解决实际问题的能力。机械设计基础课程是高等工科院校必不可少的一门应用型技术基础课程,重在培养学生的认知能力、应用能力和创新能力,具有理论性和实践性很强的特点,是学习专业课程和从事机械类技术工作的必备基础。机械设计基础课程设计是该课程的最后一个教学环节,也是机械基础系列课程全部结束后的一次综合性、实践性教学环节。按照机械基础系列课程要求,机械设计基础课程设计应以设计为主线,突出工程意识、创新意识与综合设计能力,并将此作为课程体系的总体思路。机械设计课程设计的教学目标是使学生具备较宽厚的专业基础知识,较扎实的机械创新设计综合能力和较高的综合素质。本书是根据高等职业教育机械类专业机械设计基础课程设计教学要求编写的。本书紧密结合高职高专机械设计基础课程设计的改革需要,既注重学习、吸收有关院校高职高专教育机械设计基础课程设计的成果,又尽量体现作者长期教学积累的经验与体会,体现了高职高专突出职业技能培养的教育特色。

本书结合学生的认知能力和素质基础,以单极圆柱齿轮减速器为例,详细介绍了机械设计的全过程;从课程设计的实用角度出发,按课程设计的总体思路和顺序编排,循序渐进,由浅入深,适用性强,便于操作;以易用够用为宗旨,设计思路清晰、过程编排具体、选用资料简明;全部采用最新标准;在有关章节编入了设计计算实例,以便学生更好地掌握教材内容。

本书内容共分3篇16章:第1篇为机械设计课程设计指导,包括绪论、机械传动系统的总体设计、传动零件的设计、减速器的结构介绍、装配工作图的设计和绘制、减速器零件工作图的设计、编写设计计算说明书和准备答辩;第2篇为机械设计课程设计参考图例及设计题目,包括减速器装配工作图和零件工作图参考图例;第3篇为机械设计课程设计常用标准和规范,包括一般标准和常用数据与字母、常用机械材料、公差与配合、常用标准件、润滑与密封、滚动轴承、联轴器、电动机等内容。

本书附有电子教材光盘一张,包含课程设计所需的最新标准和相关资料。

本书可作为高职高专院校、成人高校和本科院校举办的二级职业学院以及重点中等专业学校的机械类、机电类和近机类各专业教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

参加本书编写的有周亚焱(第1、2、3、7、14、15章),程友斌(第4、5、6、8章),刘炜(第9、10、16章),肖力(第11、12、13章)。全书由周亚焱、程友斌主编,韩先满主审。本教材编写过程中的有关图表得到了游霞、陈志斌、曹元东等的支持,在此表示感谢。

参加本书所附电子教材编制的有周亚焱(第1、2、3、7、11、12、13、14、15章),程友斌(第4、5、6、8章),刘炜(第9、10、16章)。电子教材由周亚焱、程友斌主编,韩先满主审。

限于编者的水平和经验,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2009年2月

目 录

第 1 篇 机械设计课程设计指导

第 1 章 绪论	1
1.1 课程设计的目的和要求	1
1.2 课程设计的内容和工作量	1
1.3 课程设计的步骤以及减速器设计流程图	2
1.4 课程设计中应正确等待的几个问题	3
第 2 章 机械传动系统的总体设计	6
2.1 分析和拟定传动方案	6
2.2 选择电动机	8
2.3 传动装置的总传动比的计算及其分配	10
2.4 传动装置的运动参数和动力参数的计算	12
2.5 机械传动系统的总体设计示例	12
第 3 章 传动零件的设计	15
3.1 选择联轴器类型及型号	15
3.2 减速器外传动零件的设计	15
3.3 减速器内传动零件的设计	16
3.4 传动零件的设计实例	16
第 4 章 减速器的结构介绍	26
4.1 减速器的主要形式、特点及应用	26
4.2 减速器的构造	26
第 5 章 装配工作图的设计和绘制	36
5.1 概述	36
5.2 减速器装配图设计的准备	36
5.3 粗绘装配草图	36
5.4 设计和绘制箱体结构	39
5.5 装配草图的检查和修正	41
5.6 完成装配图	41
第 6 章 减速器零件工作图的设计与参考图例	44
6.1 设计及绘制零件工作图的方法	44
6.2 轴类零件工作图	45
6.3 齿轮与皮带轮零件工作图	46
第 7 章 编写设计计算说明书和准备答辩	50
7.1 设计计算说明书的内容	50
7.2 编写设计计算说明书的要求和注意事项	50
7.3 设计计算说明书的编写格式	51
7.4 课程设计总结和答辩准备	51

7.5 答辩参考题	53
-----------------	----

第2篇 机械设计课程设计参考图例及设计题目

第8章 减速器装配工作图参考图例	57
8.1 减速器装配工作图图例	57
8.2 减速器装配图常见错误示例	57
8.3 课程设计题目	62

第3篇 机械设计课程设计常用标准和规范

第9章 一般标准和常用数据	69
9.1 一般标准	69
9.2 常用数据与字母	78
第10章 常用机械材料	83
10.1 黑色金属材料	83
10.2 有色金属材料	89
10.3 非金属材料	93
第11章 公差与配合	98
11.1 极限与配合	98
11.2 形状和位置公差	104
11.3 表面粗糙度	107
第12章 常用标准件	109
12.1 螺纹联接和螺纹零件	109
12.2 键联接和销联接	117
12.3 轴系零件的紧固件	120
第13章 润滑与密封	124
13.1 常用润滑剂	124
13.2 油杯	126
13.3 密封	127
第14章 滚动轴承	130
14.1 滚动轴承的画法	130
14.2 滚动轴承代号及一般轴承的基本代号对照	131
14.3 滚动轴承的配合及相关代号	132
14.4 深沟球轴承	136
14.5 角接触球轴承	139
14.6 圆柱滚子轴承	142
14.7 圆锥滚子轴承	146
14.8 推力球轴承	149
14.9 调心球轴承	152
14.10 调心滚子轴承	155
第15章 联轴器	157
15.1 轴孔和键槽的形式、代号及系列尺寸	157
15.2 常用联轴器的性能及应用	158

15.3	凸缘联轴器	159
15.4	弹性套柱销联轴器	160
15.5	弹性柱销联轴器	161
15.6	滑块联轴器	162
第 16 章	电动机	163
16.1	Y 系列 (IP44) 电动机的技术数据	163
16.2	Y 系列三相异步电动机的外形及安装尺寸	164
16.3	YZ、YZR 系列起重及冶金用电动机的技术数据	166
16.4	YZR、YZ 系列卧式电动机的外形及安装尺寸	168
参考文献		170

第1篇 机械设计课程设计指导

第1章 绪 论

1.1 课程设计的目的和要求

1.1.1 目的

机械设计基础课程是高等工科院校必不可少的一门应用型技术基础课程,重在培养学生的认知能力、应用能力和创新能力,具有理论性和实践性很强的特点,是学习专业课程和从事机械类技术工作的必备基础。机械设计基础课程设计是该课程的最后一个教学环节,是对学生进行的一次较全面的设计训练,也是机械基础系列课程全部结束后的一次综合性、实践性教学环节,其目的是:

(1) 通过课程设计,培养学生综合运用机械设计基础课程及有关先修课程的理论知识和生产知识,分析和解决工程实际问题的能力,树立正确的设计思想、严谨的工作作风,培养耐心细致的良好习惯;

(2) 通过课程设计,学习机械设计的一般方法,掌握通用机械零件和机械传动装置的设计方法;

(3) 通过课程设计的实践进行基本技能训练,学会运用标准、规范、手册、图册和查阅科技文献资料以及计算机应用等,培养机械设计的基本技能和获取有关信息的能力。

1.1.2 要求

在课程设计中要求学生保质、保量、按时完成设计任务。具体要求是:

- (1) 在进行设计之前要认真研究设计任务书,分析题目和工作条件,明确设计要求和内容;
- (2) 认真复习与设计有关的章节,如带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轴、轴承、联轴器、键联接和螺纹联接等,熟悉其设计步骤;
- (3) 在课程设计过程中,要求学生独立思考、深入钻研、严肃认真、一丝不苟、有错必改;使设计精益求精,反对不求甚解、照抄照搬、敷衍了事、容忍错误的做法;
- (4) 按预定计划完成设计任务,每一阶段的设计经认真检查无误后,方可继续进行。

1.2 课程设计的内容和工作量

1.2.1 设计内容

机械零件课程设计选择由本课程学过的大部分通用零件所组成的机械传动装置或简单机械作为设计题目,最普遍的是采用以齿轮减速器为主的机械传动装置作为课程设计的内容,设计主要内容一般包括如下几个方面:

- (1) 分析和拟定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) 进行传动零件的设计计算，校核齿轮、轴、键等；
- (4) 绘制减速器装配图；
- (5) 绘制零件工作图；
- (6) 编写设计计算说明书。

1.2.2 设计工作量

- (1) 减速器装配图一张；
- (2) 零件工作图 2~3 张（传动零件和轴各一张，或再加一张箱体零件图）；
- (3) 按规定格式编写减速器设计计算说明书一份。

1.3 课程设计的步骤以及减速器设计流程图

1.3.1 课程设计的步骤

课程设计的步骤与机械设计的步骤相似，是从设计方案分析开始，方案确定后，进行必要的计算和结构设计，最后画出图纸并整理设计说明书。在设计过程中，由于需要考虑的因素很多，如使用性、经济性、加工性、装配性等，零件的结构形状和尺寸不可能完全由计算确定，尚需借助于画图，初选参数或初估尺寸等手段，即边计算、边画图、边修改逐步完成设计。因此，设计步骤不是一成不变的。课程设计一般按表 1-1 所示几个阶段进行。

表 1-1 课程设计的步骤

步 骤	主 要 内 容
1. 设计准备	(1) 认真研究设计任务书,明确设计要求、条件和内容; (2) 阅读有关资料、图纸、参观实物、模型等,了解设计对象; (3) 复习课程有关内容,熟悉有关零件的设计方法和步骤; (4) 准备好设计计算草本、计算工具和绘图仪器等; (5) 拟定设计计划和进度表
2. 传动装置的总体设计	(1) 比较和选择传动装置方案; (2) 选择电动机的类型和型号; (3) 计算传动装置的总传动比和分配各级传动比; (4) 计算各轴的转速、功率和转矩
3. 传动零件的设计计算	(1) 减速器以外的传动零件设计计算(带传动、链传动等); (2) 减速器内部的传动零件设计计算(齿轮传动、蜗杆传动等)
4. 设计及绘制装配草图	(1) 绘制装配草图,选择联轴器,初定轴承,初定轴径; (2) 选择轴承类型并设计轴承组合的结构; (3) 定出轴上受力点的位置和轴承支承跨距; (4) 校核轴及轮毂联接的强度; (5) 校核轴承寿命; (6) 箱体和附件的结构设计
5. 设计及绘制装配图	(1) 画底线图,画剖面线; (2) 选择配合,标注尺寸; (3) 编写零件序号,列出明细表; (4) 加深线条,整理图面; (5) 书写技术要求、减速器特性等,完成装配图设计
6. 绘制零件工作图	(1) 绘制齿轮类零件工作图; (2) 绘制轴类零件工作图; (3) 绘制其他零件工作图(由指导教师给定)

续表

步 骤	主 要 内 容
7. 整理和编写设计说明书	(1)设计任务书; (2)设计计算内容,含必要的简图; (3)总结设计的收获和经验教训
8. 答辩	(1)作答辩准备; (2)参加答辩

1.3.2 减速器设计流程图 (见图 1-1)

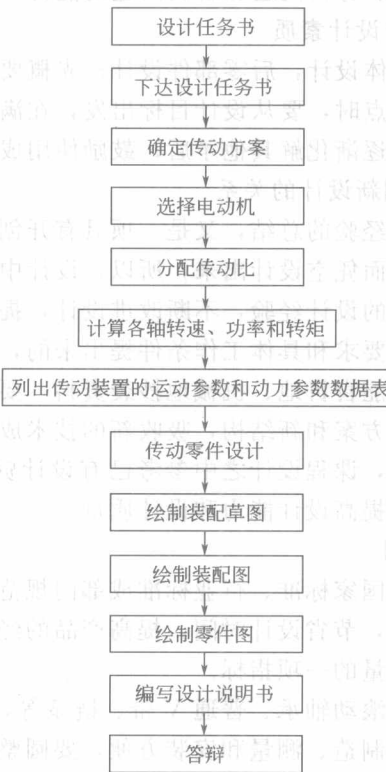


图 1-1 减速器设计流程图

以上设计步骤有时需要交叉进行，以确保设计的质量。特别需要强调的是绘制装配草图是非常重要的环节。完成装配草图绘制之后，设计流程图中所剩下的各个步骤的先后顺序可灵活处理，但装配草图没有绘制出来之前，其设计流程图中绘制装配草图之后的各个步骤均无法进行。

1.4 课程设计中应正确等待的几个问题

在机械设计基础课程设计的实施过程中，需要注意如下事项。

1. 采用“三边设计法”，提高设计质量

机械设计是一个循环渐进，逐步完善和提高的过程。设计者应充分认识到设计过程是一项复杂的系统工程，要从机械系统整体需要考虑问题。成功的设计必须经过反复推敲才能获得，设计过程不会是一帆风顺的，要注意循序渐进，逐步完善。通常设计和计算，绘图和校

核, 方案设计与结构设计要交叉结合进行, 边计算, 边绘图, 边修改, 即为“三边设计法”。

2. 巩固机械设计基础技能, 注重设计能力的培养

机械设计的内容繁多, 而所有的设计内容都要求设计者将其明确无误地表达为图样或软件形式, 并经过制造、装配方能成为产品。机构设计、工作能力计算和结构设计等是机械设计中必备的基本知识和技能。学生应自觉加强理论与工程实践的结合, 掌握认识、分析、解决问题的基本方法, 提高设计能力。设计过程中要善于吸取传统经验, 发挥主观能动性, 勇于创新。机械设计基础课程设计题目多选自工程实际中的常见问题, 设计中有很多前人的设计经验可供借鉴, 学生应注意了解、学习和继承前人的设计经验, 同时又要发挥主观能动性, 勇于创新, 锻炼发现问题、分析问题和解决问题的能力。

3. 从整体着眼, 提高综合设计素质

在设计过程中, 注意先总体设计, 后零部件设计; 先概要设计, 后详细设计; 先运动设计, 后结构设计。遇到设计难点时, 要从设计目标出发, 在满足工作能力和工作环境要求的前提下, 首先解决主要矛盾, 逐渐化解其他矛盾; 鼓励使用成熟软件和计算机辅助设计。

4. 正确处理传统设计与创新设计的关系

设计既包含借鉴前人实践经验的总结, 又是一项具有开创性的工作。任何设计都不可能脱离前人长期积累的设计资料而凭空设计出来, 所以, 设计中应认真阅读参考资料, 分析参考成功的图例, 吸取前人有益的设计经验, 不断改进设计, 提高设计质量。但是, 任何新的设计任务, 又是根据特定设计要求和具体工作条件提出来的, 因此必须密切联系实际, 具体分析, 创造性地进行设计, 不能盲目地、机械地抄袭资料, 要根据具体条件和要求, 并结合生产实际, 提出新的设想、新方案和新结构, 吸收新的技术成果, 注意新的技术动向, 把学习和创新有机结合起来。所以, 课程设计之中参考已有设计资料与设计创新两者不可偏废, 只有两者恰当结合, 才能不断提高设计能力和设计质量。

5. 注重标准和规范的运用

设计中应严格遵守和执行国家标准、行业标准或部门规范, 这样有利于零件的互换性和加工工艺性, 减轻设计工作量, 节省设计时间, 提高产品的经济性。另外, 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。

设计时, 对于标准件, 如滚动轴承、普通 V 带、链条等, 其参数必须符合标准和规范; 对于非标准零件的尺寸, 为了制造、测量和安装方便, 要圆整为标准数列 (如标准直径和长度) 或选用优先数列, 对于一些有严格几何关系的尺寸, 如齿轮传动的啮合尺寸, 不能随便圆整, 应保留其小数尾数。

标准化、系列化和通用化简称为机械产品的“三化”。“三化”是我国现行的一项很重要的技术政策。设计时应优先选用标准化、系列化产品, 力求做到技术先进, 安全可靠, 经济合理, 使用维护方便, 适当采用新技术, 新工艺和新方法, 以提高产品的技术经济性和市场竞争能力。

6. 注意强度计算与结构和工艺要求的关系

任何机械零件的设计, 都不可能完全由理论计算确定, 而是综合考虑结构和其他方面的要求决定的。例如确定轴的尺寸, 如图 1-2 所示, 按强度计算, 安装齿轮处的直径为 40mm。如果只根据强度的要求, 制成如图 1-2(a) 所示直径为 40mm 的光轴结构, 显然是不合理的。如果考虑轴上零件的结构尺寸 (如联轴器孔、滚动轴承内径等)、装配要求 (应为阶梯轴)、轴上零件的固定 (轴肩、轴环等)、加工要求 (中心孔, 退刀槽等), 最终安装齿轮处轴的直径可能增加到如图 1-2(b) 所示的 55mm, 这一尺寸既满足了强度, 又满足了

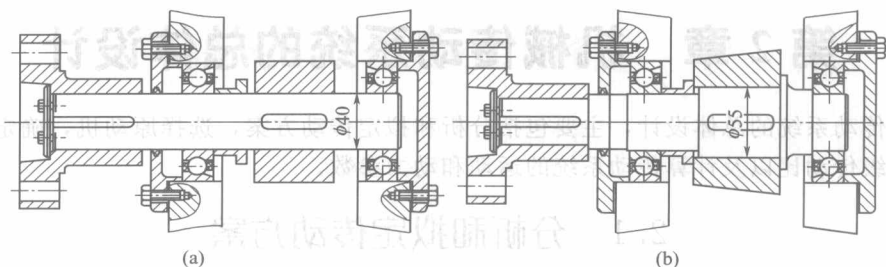


图 1-2 轴的结构对比图

其他方面的要求，这是合理的，绝不是浪费。

因此，不能把设计片面地理解为就是理论计算，而应认为理论计算只是为确定零件尺寸提供一个方面（如强度、刚度）的依据。有时候，在设计中还可以根据结构和装配的要求确定零件的尺寸，然后校核强度。有些零件的尺寸也可利用经验公式确定，经验公式是综合考虑了结构、工艺、强度和刚度等要求，由实践中总结出来的。例如减速器箱体的壁厚，齿轮轮缘厚度和轮毂的外径及长度等。总之，确定零件的尺寸时，必须全面考虑强度、结构、装配和工艺等的要求。

7. 要善于总结设计的收获和经验教训

机械设计基础课程设计是一次较面的设计训练，也是机械基础系列课程全部结束后的最后一次综合性、实践性教学环节。课程设计既是对前导课程学习效果的检验，也是学习后续课程的基础，所以，一定要善于总结设计的收获和经验教训。

在设计过程中，会遇到许多问题，有些问题可以通过查阅资料、请教老师或同学来解决，有些问题则需要自己独立思考、反复推敲才能解决。在解决问题的过程中，会积累许多宝贵的经验，也会遇到许多挫折和失败。但是，只要能够坚持到底，最终一定会取得成功。在总结设计收获和经验教训时，应该从以下几个方面入手：一是总结设计思路和方法，二是总结设计中的难点和突破点，三是总结设计中的收获和成长，四是总结设计中的不足和改进方向。

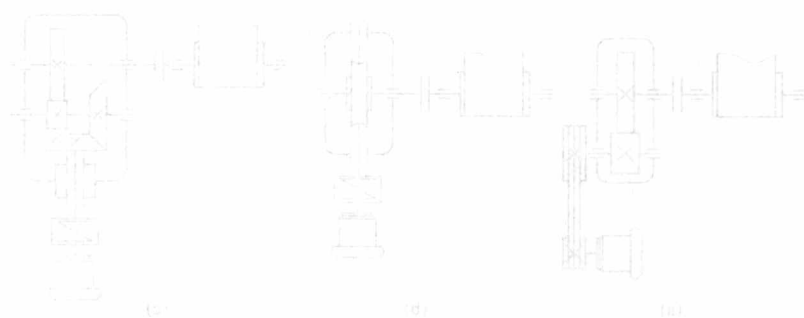


图 1-3 轴的结构对比图

8. 要善于总结设计的收获和经验教训

机械设计基础课程设计是一次较面的设计训练，也是机械基础系列课程全部结束后的最后一次综合性、实践性教学环节。课程设计既是对前导课程学习效果的检验，也是学习后续课程的基础，所以，一定要善于总结设计的收获和经验教训。在设计过程中，会遇到许多问题，有些问题可以通过查阅资料、请教老师或同学来解决，有些问题则需要自己独立思考、反复推敲才能解决。在解决问题的过程中，会积累许多宝贵的经验，也会遇到许多挫折和失败。但是，只要能够坚持到底，最终一定会取得成功。在总结设计收获和经验教训时，应该从以下几个方面入手：一是总结设计思路和方法，二是总结设计中的难点和突破点，三是总结设计中的收获和成长，四是总结设计中的不足和改进方向。

第2章 机械传动系统的总体设计

机械传动系统的总体设计,主要包括分析和拟定传动方案,选择原动机,确定总传动比和分配各级传动比以及计算传动系统的运动和动力参数。

2.1 分析和拟定传动方案

2.1.1 传动系统方案应满足的要求

机器一般由动力装置(电动机、内燃机等,又称为原动机)、传动系统(装置)、执行装置和操纵控制装置4部分组成,有时还要有必要的辅助装置。

根据执行装置的要求,传动系统通过操纵装置将动力装置的运动和动力传递给执行装置。实践表明,传动系统设计的合理性,对整部机器的性能、成本以及整体尺寸都有很大影响。因此,合理的设计传动系统是整部机器设计工作中的重要一环,而合理地拟定传动方案又是保证传动系统设计质量的基础。

传动方案一般由运动简图表示。它直接地反映了机器间运动和动力的传递关系。在课程设计中,学生应根据设计任务书,拟定传动方案。如果设计任务书中已给出传动方案,学生则应分析和了解所给方案的优缺点。

传动方案首先应满足机器的性能要求,适应工作条件,工作可靠,此外还应结构简单,尺寸紧凑,成本低,传动效率高和操作维护方便等。要同时满足上述要求往往比较困难,一般应根据具体的设计任务有侧重地保证主要设计要求,选用比较合适的方案。图2-1所示为矿井运输用带式运输机的三种传动方案。由于工作机在狭小的矿井巷道中连续工作,要求是尺寸紧凑,传动效率高。图2-1(a)方案宽度尺寸较大,带传动也不适应繁重的工作要求和恶劣的工作环境;图2-1(b)方案虽然结构紧凑,但蜗杆传动效率低,长期连续工作不经济;图2-1(c)方案尺寸较小,传动效率较高,也适应恶劣环境中长期工作,是较为合理的。

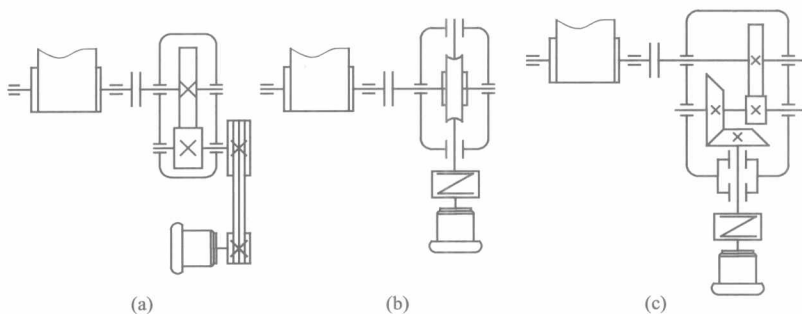


图 2-1 带式运输机传动方案比较

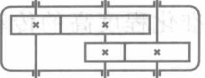
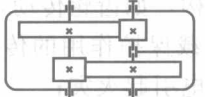
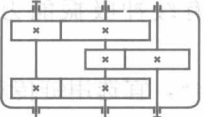
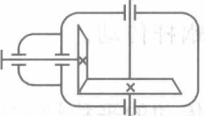
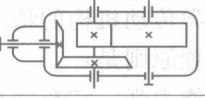
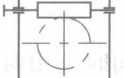
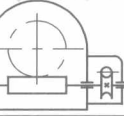
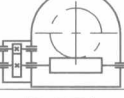
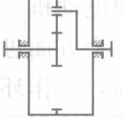
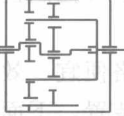
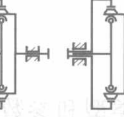
2.1.2 拟定传动系统方案时的一般原则

由上述方案分析可知,在选定动力装置的条件下,根据机器的工作条件拟定合理的传动方案,主要是合理地确定传动系统,即合理明确传动机构的种类和多级传动中各传动机构的合理布置。下面给出传动机构选项和各类传动机构布置及原动机选择的一般原则。

1. 传动机构类型的选择原则

合理地选择传动类型是拟定传动方案时的重要环节。常用传动机构的类型、性能和使用

表 2-1 常用减速器的类型、特点和应用

类别	级数	简图	推荐传动比	特点及应用
齿轮减速器	单级		直齿 $i \leq 4$ 斜齿 $i \leq 5$ 人字齿 $i \leq 8$	应用广泛、结构简单。齿轮可用直齿、斜齿或人字齿。可用于低速轻载,也可用于高速重载
	双级圆柱齿轮	展开式 	$i = 8 \sim 40$	应用广泛、结构简单,用斜齿、直齿、人字齿。展开式的齿轮相对轴承不对称,齿向载荷分布不均,故要求高速级小齿轮远离输入端,轴应有较大刚性;同轴式的减速器长度方向尺寸较小,轴向尺寸较大,刚度较差;分流式的齿轮相对于轴承对称分布,常用于较大功率,变载荷场合下
		同轴式 		
		分流式 		
	圆锥齿轮	单级 	直齿锥齿 $i \leq 5$ 圆柱斜齿或曲线齿 $i \leq 8$	用于输出轴和输入轴两轴线垂直相交的场合。为保证两齿轮有准确的相对位置,应有进行调整的结构。齿轮难于精加工,仅在传动布置需要时采用
	双级		直齿 $i = 6.3 \sim 31.5$ 斜齿、曲线齿 $i = 8 \sim 40$	应用场合与单级圆锥齿轮减速器相同。锥齿轮在高速级,可减小锥齿轮尺寸,避免加工困难;小锥齿轮轴常悬臂布置,在高速级可减小其受力
蜗杆减速器	单级	上置式 	$i = 8 \sim 80$	大传动比时结构紧凑,外廓尺寸小,效率较低。下置蜗杆时润滑条件好,应优先采用,但当蜗杆速度太高时($v \geq 5\text{m/s}$),搅油损失大。上置蜗杆式轴承润滑不便
		下置式 		
	双级		$i = 100 \sim 4000$	结构紧凑、传动比大、效率低,为使高速级和低速级传动浸油深度大致相同,应使高速级的中心距约为低速级的两倍
齿轮-蜗杆减速器			$i = 15 \sim 480$	有蜗杆传动在高速级和齿轮传动在高速级两种形式。前者效率较高,后者应用较少
行星齿轮减速器	渐开线行星齿轮减速器		单级 $i = 2 \sim 12$ 双级 $i = 14 \sim 160$	传动形式有多种,体积小,重量轻,承载能力大,效率高,工作平稳。但制造精度要求高,结构复杂
	摆线针轮减速器		直齿单级 $i = 11 \sim 87$	传动比大,效率较高(0.9~0.95),运转平稳,噪声低,体积小,重量轻。过载和抗冲击能力强,寿命长。加工难度大,工艺复杂
	谐波齿轮减速器	单级 	$i = 50 \sim 500$ (左图,柔轮或刚轮固定,波发生器主动) $i = 1.002 \sim 1.02$ (右图,波发生器固定,柔轮主动)	传动比大,同时参与啮合齿数多,承载能力高,体积小,重量轻,效率 0.65~0.9,传动平稳,噪声小,制造工艺复杂

范围可参阅机械设计基础教材。本书第9章中的9.2.4中列出了常用机械传动的传动比推荐范围,可参考选用。在机械传动系统中,各种减速器应用很多,常用减速器的类型、特点和应用可见表2-1。

在选择传动机构类型时依据的一般原则为:

- (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,以降低能耗;
- (3) 工作中可能出现过载的工作机,应选用具有过载保护作用的传动机构,如带传动,但在易爆、易燃场合,不能选用带传动,以防止摩擦静电引起火灾;
- (4) 载荷变化较大,换向频繁的机器,应选用具有缓冲吸振能力的传动机构,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,闭式齿轮或蜗杆传动;
- (6) 要求两轴保持准确的传动比时,应选用齿轮或蜗杆传动。

2. 各类传动机构在多级传动中的布置原则

在多级传动中,各类传动机构的布置顺序不仅影响传动的平稳性和传动效率,而且对整个传动系统的结构尺寸也有很大影响。因此,应根据各类传动机构的特点合理布置,使各类传动机构得以充分发挥其优点。常用传动机构的一般布置原则是:

- (1) 带传动承载能力较低,但传动平稳,缓冲吸振能力强,宜布置在高速级;
- (2) 链传动运转不平稳,有冲击,宜布置在低速级;
- (3) 蜗杆传动效率低,但传动平稳,当其与齿轮传动同时应用时,宜布置在高速级,以减小圆锥齿轮的尺寸;
- (4) 当传动中有圆柱齿轮和圆锥齿轮传动时,圆锥齿轮传动宜布置在高速级,以减小圆锥齿轮的尺寸;
- (5) 对于开式齿轮传动,由于其工作环境较差,润滑不良,为减少磨损,宜布置在低速级;
- (6) 斜齿轮传动比较平稳,常布置在高速级。

2.2 选择电动机

2.2.1 原动机类型及选择原则

根据动力源的不同,常用动力装置可分为四大类型,即电动机、内燃机、液压电动机和气压电动机等。在选择动力装置的类型时,主要应从以下三个方面进行考虑:

- (1) 执行构件的载荷特性、运动特性,机械的结构布局,工作环境、环保要求等;
- (2) 动力装置的机械特性,适应的工作环境,输出参数可控制性,能源供应情况等;
- (3) 机械的经济性、效率、质量、尺寸等。

由于电力供应的普遍性,且电动机具有结构简单、价格便宜、效率高、控制和使用方便等优点,目前大部分固定机械均优先选用电动机作为动力装置。下面简单介绍电动机的类型与参数的选择。

2.2.2 电动机的类型和结构形式的选择

电动机是一种标准系列产品,使用时只需合理选择其类型和参数即可。电动机的类型有

交流电动机、直流电动机、步进电动机和伺服电动机等。直流电动机和伺服电动机造价高,多用于一些有特殊需求的场合;步进电动机常用于数控设备中。由于交流异步电动机结构简单、成本低、工作稳定可靠、容易维护、且交流电源易于获得,故是机械设备最常用的原动机。一般工程上常用三相异步交流电动机,其中Y系列为全封闭自扇冷式笼型三相异步电动机,电源电压380V,用于非易燃、易爆、腐蚀性工作环境,无特殊要求的机械设备,如机床、农用机械、运输机等,也适用于某些启动转矩有较高要求的机械,如压缩机等。YZ系列和YZR系列分别为笼型转子和绕线转子三相异步电动机,具有较小转动惯量和较大过载能力,可适用于频繁启制动和正反转工作状况,如冶金、起重设备等。对有特殊要求的工作场合,应按特殊要求选择,如井下设备防爆要求严格,可选用防爆电动机等。最常用的结构形式为封闭型卧式电动机。

常用的Y系列、YZ系列和YZR系列电动机的技术数据、外形和安装尺寸见本书第16章电动机。

2.2.3 电动机容量的选择

选择电动机容量就是合理确定电动机的额定功率。决定电动机功率时要考虑电动机的发热、过载能力和启动能力三方面因素,但一般情况下电动机容量主要由运行发热条件而定。电动机发热与其工作情况有关。对于载荷不变或变化不大,且在常温下长期连续运转的电动机,只要其所需输出功率不超过其额定功率,工作时就不会过热,可不进行发热计算。电动机容量可按下述步骤确定。

1. 工作机所需功率 P_w

工作机所需功率 P_w 应由机器工作阻力和运动参数计算确定。课程设计时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 $T(\text{N} \cdot \text{m})$ 和转速 $n_w(\text{r/min})$ 时,则工作机主动轴所需功率

$$P_w = \frac{T n_w}{9550} (\text{kW}) \quad (2-1)$$

如果给出带式输送机驱动卷筒的圆周力(即卷筒牵引力) $F(\text{N})$ 和输送带速度 $v(\text{m/s})$,则卷筒轴所需功率

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

输送带速度 v 与卷筒直径 $D(\text{mm})$ 、卷筒轴卷速 n_w 的关系为

$$n_w = \frac{60 \times 1000 v}{\pi D} (\text{r/min}) \quad (2-3)$$

2. 电动机的输出功率 P_d

考虑传动系统的功率损耗,电动机输出功率为

$$P_d = \frac{P_w}{\eta} (\text{kW}) \quad (2-4)$$

式中 η ——由电动机至工作机主动轴之间的总效率,即

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n \quad (2-5)$$

其中 η_1 、 η_2 、 η_3 、 $\cdots$ 、 η_n 分别为传动系统中各传动副、联轴器及各对轴承的效率,其数值见第9章中的9.2.3。

3. 确定电动机额定功率 P_{ed}