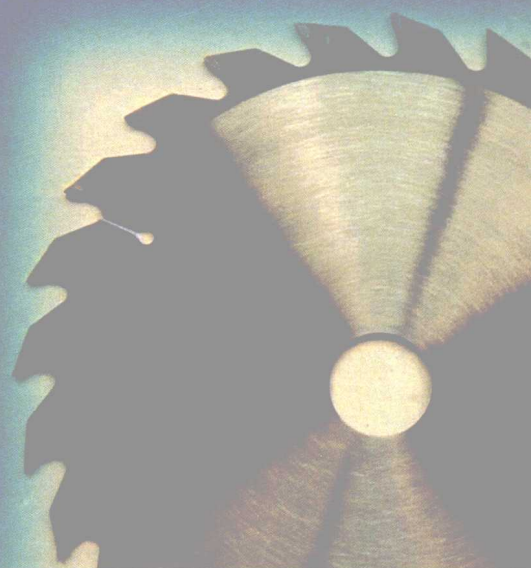
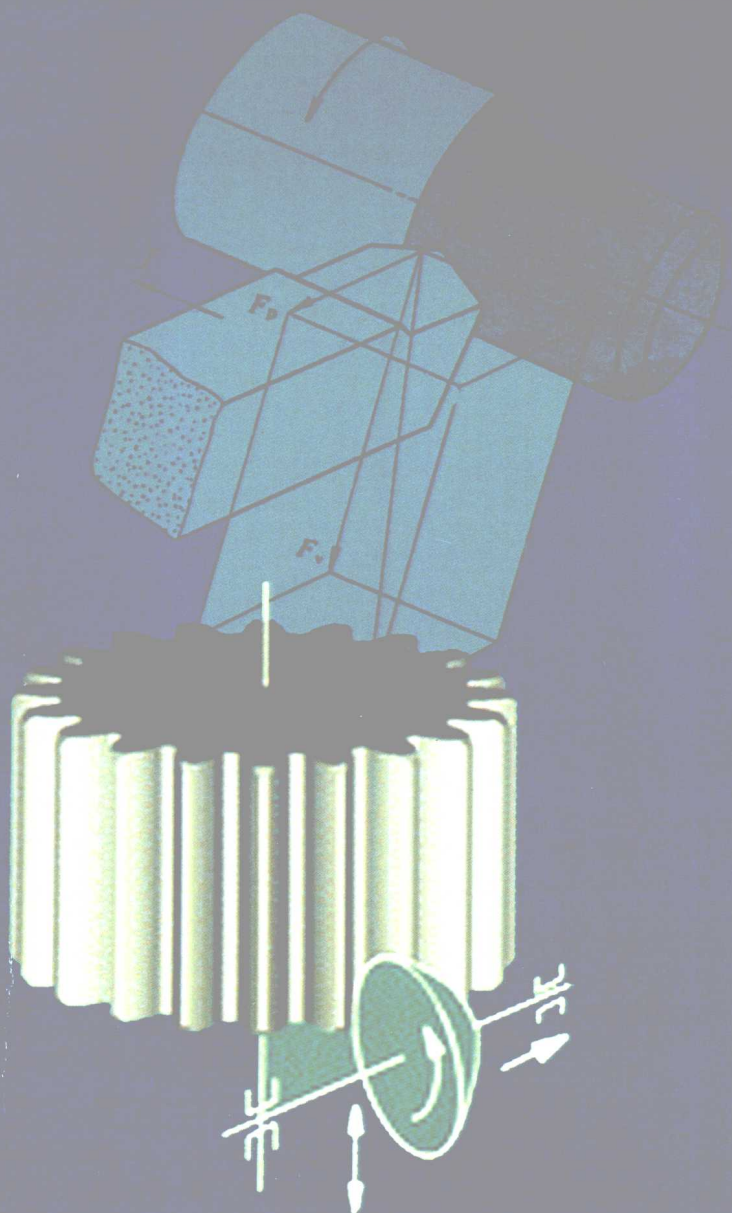


国家技能型、紧缺型、实用型人才培养培训工程
机电、工程类规划教材

机械设计基础 (实训)

主编 毛新德
副主编 蒋桂芝



中国商业出版社

国家技能型、紧缺型、实用型人才培养培训工程
机电、工程类规划教材

机械设计基础

(实训)

主 编	李新德	蒋桂芝	
副主编	张艳玲	申超英	汪 洋
	马永杰	刘玉莹	郭君霞

中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础(实训)/李新德,蒋桂芝主编. —北京:中国商业出版社,2007.8

ISBN 978-7-5044-5824-7

I. 机… II. ①李…②蒋… III. 机械设计 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 031120 号

责任编辑:陈李苓

封面设计:于凤丽

中国商业出版社出版发行
(100053 北京广安门内报国寺1号)
新华书店总店北京发行所经销
廊坊中安印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:26 字数:550 千字
2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定价:50.00 元(全二册)

* *

(如有印装质量问题可更换)

前 言

《机械设计基础实训》是我教材编审委员会编写的机电类课程规划教材之一。本教材是《机械设计基础》的配套教材。

本教材在内容编排上分为三大部分,第一部分是实训篇,第二部分是练习篇,第三部分是附录。实训篇的内容分别为概述;传动装置的总体设计;传动零件的设计计算;减速器的结构;减速器装配图设计;减速器零件工作图的设计;编写设计计算说明书的内容及要求;机械设计基础课程实验。实训篇的内容是按照课程设计的一般步骤和思路,以圆柱齿轮减速器为例,阐述机械设计的一般过程,内容详细,结构合理,符合设计思维过程。教材中将课程设计和课程实验这两个技能训练环节,经归纳、精选编写其中,更加突出实训指导书的实用性。为了帮助学生设计答辩,本教材结合课程设计内容,精选了部分答辩参考题目,供学生答辩前思考和练习,对提高学生的思维能力,弄清设计中的一些关键问题,起到一个很好的引导作用。练习篇的内容是《机械设计基础》内容的配套练习。主要有填空题、判断题、选择题、问答题、计算题等。练习篇的题量大,内容丰富,形式也很多,对加强学生的技能训练和提高学生的学习成绩起到了很好的指导作用。

本教材由商丘职业技术学院机电工程系李新德、蒋桂芝任主编,由张艳玲、申超英、汪洋、马永杰、刘玉莹郭君霞担任副主编。

由于编者水平有限,编写时间紧迫,书中难免有些疏漏不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2007年7月

目 录

实训指导篇	(1)
第一章 概述	(1)
1.1 课程设计的目的	(1)
1.2 课程设计的内容和进行方式	(1)
1.3 课程设计的步骤	(2)
1.4 课程设计应注意的问题	(3)
第二章 传动装置的总体设计	(5)
2.1 分析传动装置的组成和特点、确定传动方案	(5)
2.2 了解和分析减速器的类型和构造	(6)
2.3 初步确定减速器结构和零部件类型	(7)
第三章 传动零件的设计计算	(12)
3.1 箱外传动件的设计	(12)
3.2 箱内传动件的设计	(14)
3.3 轴径的初选	(16)
第四章 减速器的结构	(18)
4.1 减速器简介	(18)
4.2 减速器的结构设计	(19)
4.3 减速器的附件设计	(26)
4.4 减速器的润滑和密封	(35)
第五章 减速器装配图设计	(39)
5.1 装配草图设计准备阶段	(39)
5.2 初步绘制减速器装配草图(第一阶段)	(40)
5.3 完成装配草图阶段(第二阶段)	(50)
5.4 减速器装配图的完成(第三阶段)	(56)
第六章 减速器零件工作图的设计	(59)
6.1 零件工作图的设计要点	(59)
6.2 轴类零件图的设计	(60)

6.3 齿轮零件的设计	(62)
6.4 箱体零件图的设计	(63)
第七章 编写设计计算说明书和准备答辩	(66)
7.1 编写设计计算说明书的内容及要求	(66)
7.2 答辩准备	(68)
7.3 答辩及参考题目	(70)
第八章 机械组成的认识实验	(72)
8.1 机械的组成	(72)
8.2 机械拆装与测试实验	(73)
8.3 机构运动简图测绘	(74)
8.4 实验的实例	(77)
习题篇	(82)
绪论	(82)
一、填空题	(82)
二、判断题	(82)
三、问答题	(82)
第一章 平面机构运动简图及自由度	(83)
一、填空题	(83)
二、判断题	(83)
三、选择题	(84)
四、问答题	(84)
五、计算题	(84)
第二章 平面连杆机构	(86)
一、填空题	(86)
二、判断题	(87)
三、选择题	(89)
四、简答题	(90)
五、改错题	(93)
六、分析计算题	(93)
七、作图	(95)
第三章 凸轮机构	(96)
一、填空题	(96)

二、选择题	(96)
三、判断题	(97)
四、绘图、改错及回答问题	(97)
五、凸轮机构的设计、计算	(99)
 第四章 齿轮机构	(101)
一、填空题	(101)
二、判断题	(102)
三、选择题	(103)
四、简答题、计算题	(106)
五、作图题	(109)
六、改错题	(110)
 第五章 螺纹连接与螺旋传动	(111)
一、填空题	(111)
二、判断题	(111)
三、选择题	(111)
四、试写出下列各螺纹标记的含义:	(112)
五、问答题	(113)
六、计算题	(113)
 第六章 带传动与摩擦轮传动	(114)
一、填空题	(114)
二、单项选择题	(115)
三、问答题	(116)
四、分析计算题	(118)
五、结构题(图解题)	(118)
六、设计题	(119)
 第七章 链传动	(121)
一、填空题	(121)
二、选择题	(121)
三、简答题	(122)
四、设计、计算题	(124)
 第八章 轮系	(126)
一、填空题	(126)
二、判断题	(126)

三、复习思考题	(127)
四、分析、计算题	(127)
第九章 步进运动机构	(131)
一、填空题	(131)
二、判断题	(132)
三、选择题	(133)
四、改错题	(134)
五、问答题	(135)
六、计算题	(136)
第十章 键联接、花键联接和销联接	(137)
一、填空题	(137)
二、选择题	(137)
三、判断题	(138)
四、思考题	(138)
第十一章 轴与轴承	(139)
一、选择题	(139)
二、填空题	(140)
三、判断题	(141)
四、试说明轴承代号的意分别是什么?	(141)
五、思考题	(141)
第十二章 联轴器、离合器和制动器	(143)
一、填空题	(143)
二、选择题	(143)
三、判断题	(143)
四、问答题	(144)
参考答案	(145)
绪论部分参考答案	(145)
第一章 参考答案	(145)
第二章 参考答案	(146)
第三章 参考答案	(150)
第四章 参考答案	(151)
第五章 参考答案	(152)

第六章 参考答案	(152)
第七章 参考答案	(154)
第八章 参考答案	(158)
第九章 参考答案	(159)
第十章 参考答案	(161)
第十一章 参考答案	(161)
第十二章 参考答案	(161)
 附录	 (162)
附录1 参考图例	(162)
附录2 一般标准	(167)
附录3 常用金属材料	(169)
附录4 常用紧固件和轴间连接件	(176)
附录5 电动机	(183)
附录6 滚动轴承	(186)
附录7 密封件	(196)
附录8 润滑剂	(199)
附录9 设计参考题目	(201)
参考文献	(207)

● 实训指导篇

第一章 概述

1.1 课程设计的目的

课程设计是机械设计基础课程最后一个重要教学环节,是培养学生机械设计能力的一次综合训练。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,了解和掌握常用机械零件、机械传动装置或简单机械的设计过程和进行方式;
3. 进行基本技能训练,例如计算,绘图,运用设计资料、手册、标准和规范以及使用经验数据,进行经验估算和处理数据等。学会编写一般的设计计算说明书。

1.2 课程设计的内容和进行方式

机械设计基础课程设计通常选择机械传动装置或简单机械作为设计课题,常见的题目是以齿轮减速器为主的机械传动装置,设计的主要内容一般包括以下几个方面:

1. 拟定和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,结构设计,校核轴、轴承、联轴器、键等零部件的强度,选择润滑和密封方式;
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,准备答辩。

1.2.2 课程设计的任务

课程设计是在教师指导下进行的。在设计过程中,提倡独立思考、深入钻研的学习精神和严肃认真,一丝不苟,有错必改,使设计精益求精的工作态度。反对不求甚解,照抄照搬、敷衍塞责、容忍错误的作法。

课程设计一般要求在2周时间内完成,由指导教师下达设计题目,确定设计的已知参数、工作条件及工作简图。具体应完成的任务是:

1. 绘制减速器装配图 1 张(用 A1 或 A0 图纸绘制);
2. 零件工作图 1~2 张(齿轮、轴、箱体等);
3. 设计计算说明书一份,约 8000 字左右。

1.2.3. 课程设计的要求

在课程设计前,学生应认真阅读任务书,了解设计题目及设计内容,搞清楚所要设计的传动装置包含哪些机构及传动路线;如若任务书中没有给出传动简图,则应首先了解设计的已知数据及工作机类型,并对所学的有关传动机构的运动特点、总体传动性能及某些传动的常用范围进行复习,然后根据工作机的要求将有关机构进行不同的组合,画出不同的传动简图,依据先修知识,选出 1~2 种较合理的传动方案,同时进行设计(在进行装配图设计之前,对两种传动的数据进行比较,选出最合理的一组进行后续设计)。上述工作完成之后,应认真阅读课程设计指导书有关总体设计及传动件设计计算的章节,开始设计计算。

学生在课程设计中,首先要树立一个正确的设计思想:机械设计过程本身就是一个反复推敲、反复修正的过程。这就要求学生在整个设计过程中力求培养自己认真、踏实、一丝不苟的工作作风,要认真对待每一个设计细节,要经得起反复的修正,不能敷衍,必须树立保质、保量、按时完成任务的思想。另外要有意识地复习先修课程中的有关知识,认真阅读各种有关资料,充分发挥自己的主观能动性,只有这样才能达到培养综合设计技能的要求。

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(结构设计,校核轴、轴承等)——装配图的绘制——零件工作图的绘制——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下:

1. 设计准备工作(约占总学时 5%)

- (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、图纸等;
- (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。

2. 总体设计(约占总学时 5%)

- (1) 确定传动方案;
- (2) 选择电动机;
- (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。

3. 传动件的设计计算(约占总学时 5%)

- (1) 计算齿轮传动(或蜗杆传动)、带传动、链传动的主要参数及几何尺寸;
- (2) 计算各传动件上的作用力。

4. 装配图草图的绘制(约占学时 40%)

- (1) 确定减速器的结构方案;
 - (2) 绘制装配图草图,进行轴、轴上零件和轴承组合的结构设计;
 - (3) 校核轴的强度、键联接的强度、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。
5. 装配图的绘制(约占总学时 25%)
- (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,列出明细栏;
 - (4) 加深线条,整理图面;
 - (5) 书写技术条件、减速器特性等。
6. 零件工作图的绘制(约占总学时 8%)
- (1) 绘制齿轮类零件工作图;
 - (2) 绘制轴类零件工作图;
 - (3) 绘制其他零件的工作图(由指导教师确定)。
7. 编写设计计算说明书(约占总学时 10%)
- (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) 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。
8. 答辩(约占总学时 2%)
- (1) 作答辩准备;
 - (2) 参加答辩。
- 指导老师在学生完成以上设计步骤后,根据设计过程中的表现、图纸、说明书以及答辩情况等对设计进行综合评定,给出设计成绩。

1.4 课程设计应注意的问题

课程设计这一教学环节,与以往的理论课学习有所不同。它是学生将所学的有关机械设计的理论知识和技能加以综合运用的实践性环节。这一过程要求学生应将所设计的内容当成是“现场设计”,即设计出来的产品要能在实际中使用,因此设计过程中必须综合考虑强度、刚度、结构、工艺、装配、润滑、密封和经济性等多方面的问题。

1.4.1 在设计中要注意强度、刚度、结构、工艺和装配等各项要求的关系

在机械设计过程中必须建立一个较为完整的设计概念,只有这样才能得到较好的设计结果。如图 1-1(a)所示,将轴的结构设计成了一个光轴,这样考虑问题显然是不全面的。图 1-1(b)则是综合考虑了轴的强度、刚度、轴上零件的轴向定位、周向定位及拆装等因素而确定的结构,这个结构满足强度、刚度、结构工艺性等多方面要求,因此是合理的。

在设计过程中学生必须理解机械设计的结果不是惟一的,而是多样化的。理论计算只是设计过程中最根本的依据,而不是最完善的答案或设计结果。在设计过程中必须以理论计算为依据,根据诸多经验公式和有关参考资料,根据具体的实际情况对设计内容作适当调整,全面考虑强度、刚度、工艺性等要求进行设计。

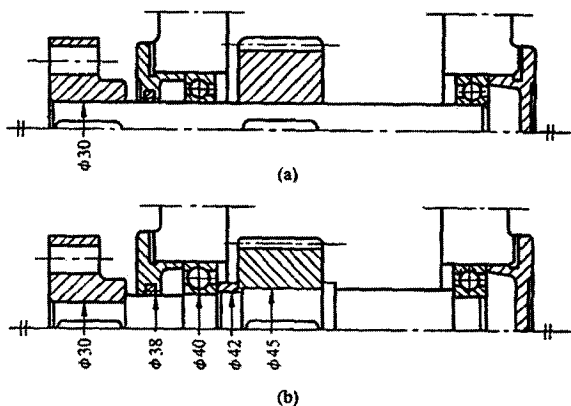


图 1-1 轴的结构设计

1.4.2 设计过程中应注意标准和规范的采用

设计中采用标准和规范,可减轻设计工作量,节省设计时间,增加零件的互换性,降低设计和制造成本,提高设计质量,保证设计的先进性。故在机械设计中应尽可能多地采用最新标准及规范,并充分利用标准化的各种形式,使设计尽量反映当代最新成果。

1.4.3 设计中必须要考虑产品的成本

在如今市场经济的运行中,成本低、经济性好是产品占领市场的一个首要因素,这一要点是每一个设计者都应明确的。故在课程设计的全过程中必须注意影响产品成本的诸多因素。例如在设计过程中尽可能采用标准件,这也是降低产品成本的一个首要原则。另外在满足使用要求、强度、刚度、结构工艺性、安装等因素的条件下,尽可能使设计零件的毛坯种类少,形状合理,结构简单,易于安装、拆卸和维修。这样既能减少材料的成本,又能降低制造、安装和维修的费用。

1.4.4 在设计绘图中应注意的事项

1. 正确绘制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尺绘制,而且作图的顺序要得当。绘制草图时应着重注意各零件之间的相对位置,有些细部结构可先用简化画法画出。

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

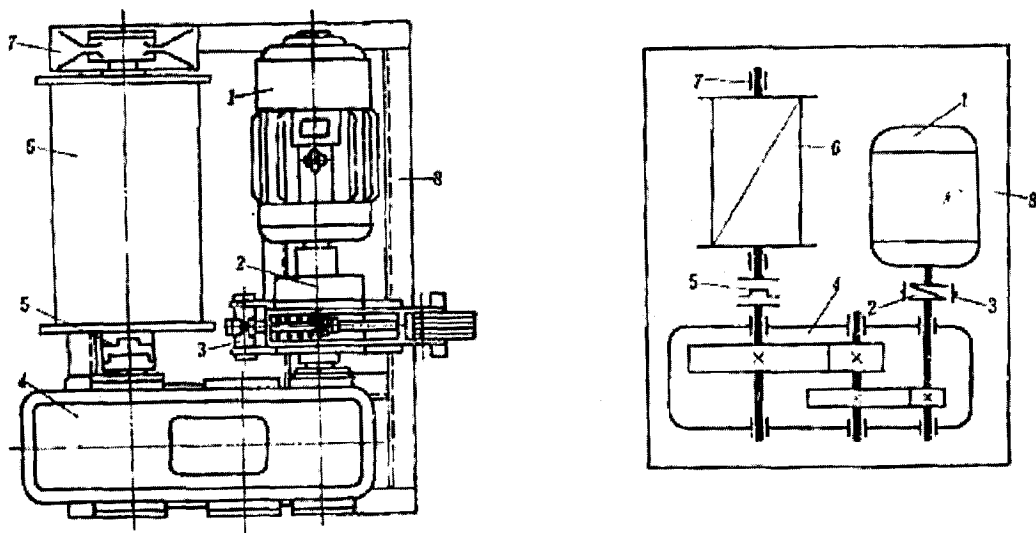
数据是设计的依据,应及时记录与整理计算数据,如有变动应及时修正,供下一步设计及编写设计计算说明书使用。

第二章 传动装置的总体设计

传动装置总体设计的目的是确定传动方案、选定电动机型号、合理分配传动比及计算传动装置的运动和动力参数,为设计各级传动件准备条件。一般按下列步骤进行。

2.1 分析传动装置的组成和特点、确定传动方案

如图 2-1 a 所示电动绞车,其机构简图如图 2-1b 所示,它主要由原动机 1(电动机)、传动装置 4(减速器)和工作机 6(卷筒)三部分组成,各部件由联轴器连接。设计时要先确定机构简图,因为它反映了运动和动力传递的路线,以及各部件的组成和连接关系。在课程设计中,如由设计任务书给定传动装置方案时,学生则应了解和分析这种方案的特点。



1 - 电动机 ; 2、5 - 联轴器 ; 3 - 制动器 ; 4 - 减速器 ; 6 - 卷筒 ; 7 - 轴承 ; 8 - 机架

图 2-1 电动绞车

合理的传动方案,除应满足工作机的性能要求(如所传递的功率及转速),适应工作条件,并且工作可靠外,还应使结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高和使用维护便利等,以保证工作机的工作质量和可靠性。要同时满足这许多要求,常常是困难的,因此要有目的的保证重点要求。例如图 2-2 为在狭小的矿井巷道中工作的带式运输机的三种传动方案,显然图 a 方案宽度较大,带传动也不适应繁重的工作要求和恶劣的工作环境。图 b 的方案虽然结构紧凑,但在长期连续运转的条件下,由于蜗杆的传动效率低,功率损失大,很不经济。图 c 的方案则宽度尺寸较小,也适于在恶劣环境下长期连续工作。

采用几种传动形式组成多级传动时,要合理布置其传动顺序,常常应考虑以下几点。

1. 带传动的承载能力较小,传递相同转矩时,结构尺寸较其他传动形式大,但传动平稳,能缓冲减振,因此宜布置在高速级(转速较高,在传递相同功率时,转矩较小)。
2. 链传动运转不均匀,有冲击,不适于高速传动,应布置在低速级。
3. 蜗杆传动可以实现较大的传动比,传动平稳,但效率较低,适用于中、小功率,间歇运转的场合;当与齿轮传动同时应用时,最好布置在高速级,使其传递的转矩较小,以减小蜗轮尺寸,节约有色金属,对于蜗轮材料采用锡青铜的蜗杆传动,可容许有较高的齿面相对滑动速度,以利于形成润滑油膜,提高效率,延长使用寿命;当蜗轮材料采用铝青铜或灰铸铁时,则应布置在低速级,使其滑动速度较低,以防止产生胶合或严重磨损。
4. 圆锥齿轮的加工比较困难,特别是大模数圆锥齿轮,因此只在需要改变轴的方向时才采用,并且尽量放在高速级和限制其传动比,以减小其直径和模数。
5. 开式齿轮传动的工作环境一般较差,润滑条件不好,磨损较严重,寿命较短,应布置在低速级。
6. 斜齿轮传动的平稳性较直齿轮传动好,常用在高速级或要求传动平稳的场合。

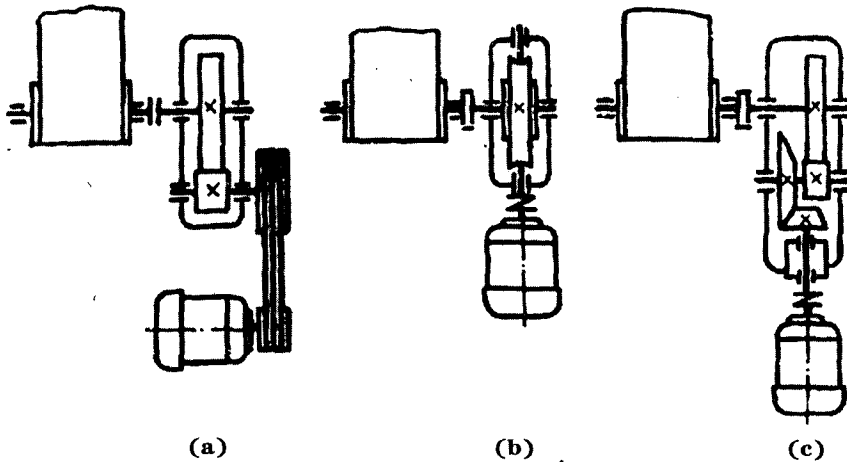


图 2-2 带式运输机的三种传动方案

2.2 了解和分析减速器的类型和构造

表 2-1 为减速器的主要类型和应用特点,表 2-2 列出了常用传动机构的性能及适用范围,以供确定传动方案时选用。各种类型的减速器大多有系列标准并有专业工厂或车间生产。

进行减速器设计以前,应初步了解减速器的组成和结构,可以结合参观模型和实物、进行拆装减速器实验以及阅读典型的减速器装配图来达到这一要求。读图步骤大体如下:

1. 配合标题栏和零件明细表,照视图查对零件的名称和位置,了解其用途及特点。
2. 以一个视图为重点(对圆柱齿轮减速器为俯视图,对蜗杆减速器为主视图),分析传动零件、轴系零件相互位置、装配调整关系和润滑密封方法,分析滚动轴承类型、特点和支承结构。

3. 由三个视图相配合,分析机体结构,并结合各个局部剖视分析附件结构。
4. 了解减速器的技术特性和技术要求。读图时为了深入了解零件结构,可以查对零件工作图。还应注意建立尺寸概念,即了解各零件尺寸与总体尺寸的联系。

2.3 初步确定减速器结构和零部件类型

在了解减速器结构的基础上,根据工作条件,确定以下内容:

2.3.1. 选定减速器传动级数

传动级数由传动件类型、传动比和空间位置要求而定。例如对圆柱齿轮传动,减速器传动比为 8~40 时,采用二级传动可以得到较小的结构尺寸和重量。

2.3.2. 确定传动件布置型式

没有特殊要求时,尽量采用卧式(轴线水平布置)。对二级圆柱齿轮减速器,由传递功率的大小和轴线布置要求来决定采用展开式、分流式、同轴线式或中心驱动式。

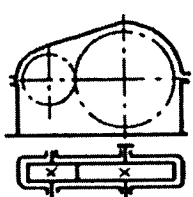
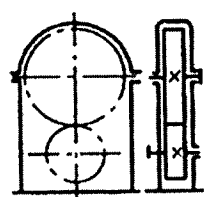
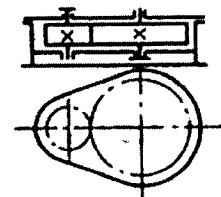
2.3.3. 初选轴承类型

一般减速器都用滚动轴承,大型减速器也有用滑动轴承的。滚动轴承的类型由载荷和速度等要求而定。蜗杆轴受较大轴向力,其轴承类型及布置型式要考虑轴向力的大小。此外,对各种轴承都要考虑轴承的调整和密封方法,并确定端盖结构。

2.3.4. 决定减速器机体结构

通常在没有特殊要求时,齿轮减速器机体都采用沿齿轮轴线水平剖分的结构,以利于加工和装配。对蜗杆减速器,也有用整体式机体(一般用大端盖)的结构。

表 2-1 减速器的主要类型和特点

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,可用直齿、斜齿或人字齿齿轮,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。

续表

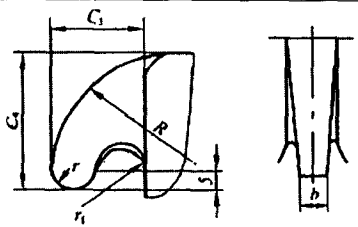
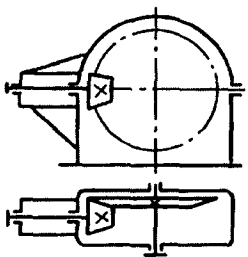
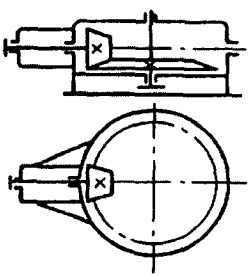
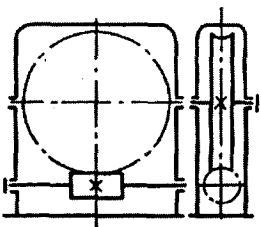
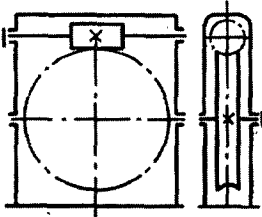
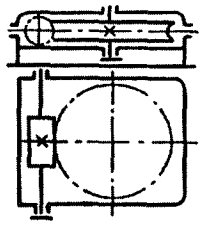
二级圆柱齿轮减速器	 传动比一般为8~40,用斜齿,直齿或人字齿齿轮。结构简单,应用广泛。展开式由于齿轮相对于轴承为不对称布置,因而沿齿向载荷分布不均,要求轴有较大刚度。分流式则齿轮相对于轴承对称布置,常用于较大功率、变载荷场合。同轴式减速器长度方向尺寸较小,但轴向尺寸较大,中间轴较长,刚度较差,两级大齿轮直径接近,有利于浸没润滑,轴线可以水平、上下或铅垂布置。
一级圆柱齿轮减速器	水平轴  立轴  传动比一般小于3,用直齿、斜齿或曲齿齿轮
一级蜗杆减速器	蜗杆下置式  蜗杆上置式  立轴  结构简单,尺寸紧凑,但效率较低,适用于载荷较小、间歇工作的场合,蜗杆圆周速度$V \leq 4 \sim 5\text{m/s}$时用蜗杆下置式,$V > 4 \sim 5\text{m/s}$时用蜗杆上置式,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 选用指标		平带传动	V 带传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率(常用值)/ kw		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 3~5	圆锥 2~3	10 ~ 40
	最大值	5	7	6	8	5	80