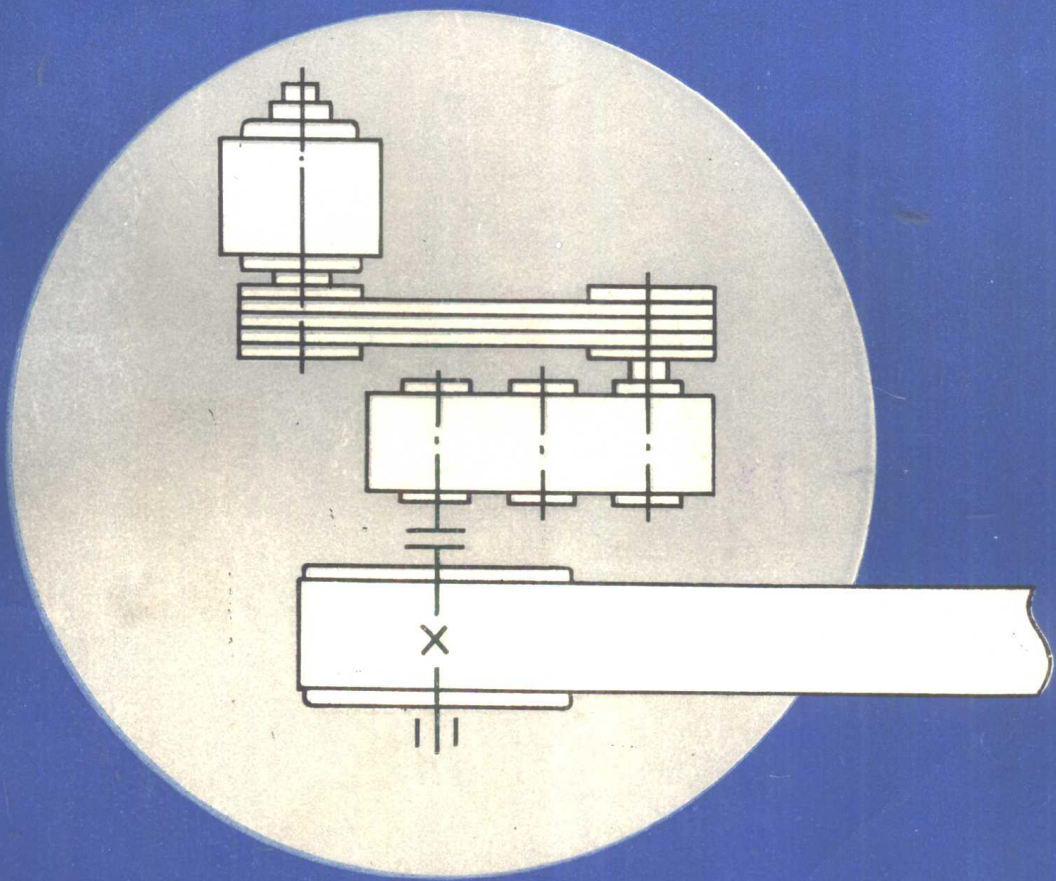


张培金、蔺联芳等编著

机械设计 课程设计



JIXIE SHEJI
KECHENG SHEJI

上海交通大学出版社

机械设计课程设计

张培金 蔺联芳等 编著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书根据高等工科学校《机械基础课程教学基本要求》以及在上海交通大学1984年校内铅印教材的基础上编写而成的。

本书共10章,另有设计题目和附表(机械设计手册资料)。第1章总论;第2章机械传动装置的总体设计;第3章常用减速器的型式和参数;第4章减速器的箱体、润滑和散热;第5章设计减速器装配草图;第6章减速器部分零件的结构设计;第7章完成减速器装配图;第8章渐开线齿轮传动公差和蜗杆公差;第9章设计零件图;第10章设计计算说明书。

本书主要用作高等工科学校机械类及近机类《机械设计课程设计》课程的教材,也可作其它专业的师生和工程技术人员参考。

机械设计课程设计

出版:上海交通大学出版社
(淮海中路1984弄19号)
发行:新华书店上海发行所
印刷:上海交通大学印刷厂
开本:787×1092(毫米)1/16
印张:18
字数:445000
版次:1989年5月 第1版
印次:1989年6月 第1次
印数:1—8200
科目:196—317
ISBN7—313—00492—3/TH·11
定价:3.00元

前 言

本书是以全国机械设计课程教学指导小组于1987年制订的《机械基础课程教学基本要求》为依据，并在上海交通大学机械设计教研室历年来所编该教材的基础上编写而成的。

机械设计课程设计是在学生掌握了本课程基本理论的基础上进行的。教材中已有的内容，本书一般不再重复，故本书应与教材配合使用。

本书集“课程设计指导”、必要的“机械设计手册资料”和“减速器装配图和主要零件图示例”等主要内容于一书。在力求满足学生平时做机械设计习题和完成课程设计需要的前提下，精选内容，以减轻学生在时间上和经济上的负担。书中采用最新的国家标准。为便于布置设计任务，本书备有“设计题目”，供选用或参考。

为使学生对机械设计的方法和内容有较为全面的了解，书中除了对有关的题目的设计步骤进行指导外，还加强了对结构设计的分析和比较，如学生容易出错的结构设计，书中列出了正、误对比图；对完成总装配图的要求以及设计计算说明书的编写，也作了较详细的叙述。

参加本书编写者有：张培金（第1、5、7、8、9、10章、设计题目和附表），蔺联芳（第2、3章），谢绍玄（第4、6章）。最后由马家瑞教授审定。

本书编写过程中，教研室同志提出了很多宝贵意见，承吴世华同志提供部分资料，部份制图工作由卓展谊同志协助，在此深表感谢。

诚恳希望广大读者对本书的缺点和错误给予指正。

编 者

1988年11月

目 录

第1章 总 论

- § 1.1 机械设计课程设计的目的..... (1)
- § 1.2 课程设计的内容..... (1)
- § 1.3 课程设计的一般步骤..... (2)
 - 1. 设计准备阶段..... (2)
 - 2. 传动系统的总体设计..... (2)
 - 3. 传动零件的设计计算..... (3)
 - 4. 设计减速器装配草图..... (3)
 - 5. 完成减速器总装配图..... (3)
 - 6. 设计零件图..... (4)
 - 7. 整理并编写设计计算说明书..... (4)
 - 8. 设计答辩或考核..... (4)
- § 1.4 设计时应注意的事项..... (4)
 - 1. 发挥独立工作能力..... (4)
 - 2. 贯彻“三边”的设计方法..... (4)
 - 3. 及时检查和整理计算结果..... (4)

第2章 机械传动装置的总体设计

- § 2.1 确定传动方案..... (5)
- § 2.2 选择电动机..... (6)
 - 1. 选择电动机的类型..... (6)
 - 2. 选择电动机的型号..... (6)
- § 2.3 传动装置的总传动比及其分配..... (9)
- § 2.4 计算传动装置的运动和动力参数..... (11)
- § 2.5 计算示例..... (12)
 - 1. 选择电动机..... (12)
 - 2. 传动装置的总传动比和分配各级传动比..... (13)
 - 3. 计算传动装置的运动和动力参数..... (13)

第3章 常用减速器的型式和参数

- § 3.1 减速器的分类和型式及应用范围..... (15)
- § 3.2 常用减速器的参数及选择..... (19)
 - 1. 模数..... (19)
 - 2. 齿宽系数..... (19)
 - 3. 中心距..... (20)
 - 4. 齿数..... (21)
 - 5. 斜齿轮的螺旋角 β (22)

6.	变位系数.....	(22)
第4章	减速器的箱体和润滑及散热	
§ 4.1	减速器的箱体.....	(24)
1.	减速器箱体的作用和结构及材料.....	(24)
2.	减速器箱体的设计要求.....	(24)
3.	箱体的结构尺寸.....	(28)
§ 4.2	减速器的辅助零件.....	(35)
1.	观察孔盖.....	(35)
2.	油标和油尺.....	(35)
3.	放油螺塞.....	(38)
4.	通气器.....	(38)
5.	吊环螺钉、吊耳和吊钩.....	(39)
6.	圆锥定位销.....	(41)
7.	启盖螺钉.....	(41)
8.	其它.....	(41)
§ 4.3	减速器的润滑.....	(42)
1.	减速器中齿轮和蜗轮及蜗杆的润滑.....	(42)
2.	减速器中滚动轴承的润滑.....	(44)
3.	润滑油的选择.....	(47)
§ 4.4	减速器的散热.....	(48)
1.	自然冷却.....	(48)
2.	风扇冷却.....	(49)
3.	水冷却.....	(51)
第5章	设计减速器装配草图	
§ 5.1	概述.....	(55)
§ 5.2	齿轮减速器装配草图.....	(56)
§ 5.3	蜗杆减速器装配草图.....	(62)
§ 5.4	单级行星齿轮减速器装配草图.....	(64)
§ 5.5	布置视图和画减速器装配底图时的注意事项.....	(66)
第6章	减速器部分零件的结构设计	
§ 6.1	减速器部分零件的结构设计.....	(67)
1.	齿轮.....	(67)
2.	轴.....	(67)
3.	轴的支承.....	(67)
§ 6.2	减速器中常用支承组合的结构.....	(75)
1.	直齿圆柱齿轮传动中常用支承组合的结构.....	(75)
2.	斜齿圆柱齿轮传动中常用支承组合的结构.....	(79)
3.	人字齿圆柱齿轮传动中常用支承组合的结构.....	(80)
4.	圆锥齿轮传动中常用支承组合的结构.....	(80)

5.	蜗杆传动中常用支承组合的结构	(81)
6.	特殊结构	(82)
§ 6.3	行星齿轮减速器的均载装置和行星轮及行星架结构	(84)
1.	行星齿轮减速器的均载装置	(84)
2.	行星轮结构	(86)
3.	行星架结构	(88)
第7章	完成减速器装配图	
§ 7.1	检查并修改减速器底图	(89)
§ 7.2	减速器装配图的内容	(94)
1.	标题栏和零件的序号及明细表	(94)
2.	标注尺寸	(94)
3.	技术特性数据	(95)
4.	编写技术要求	(95)
§ 7.3	图纸的折迭方法	(96)
§ 7.4	参考用减速器装配图	(96)
第8章	渐开线齿轮传动公差和蜗杆传动公差	
§ 8.1	圆柱齿轮传动公差 (JB179—83)	(121)
1.	精度等级和齿轮副侧隙	(121)
2.	渐开线圆柱齿轮的检验项目和各项检验指标的公差值和极限偏差值	(129)
§ 8.2	圆锥齿轮传动公差 (JB180—60)	(146)
1.	齿轮精度	(146)
2.	标注示例	(147)
3.	公差的基本定义和代号	(147)
4.	检验项目及其公差数值	(149)
§ 8.3	蜗杆传动公差 (JB162—60)	(149)
1.	精度等级	(149)
2.	蜗杆传动的公差定义及代号	(153)
3.	检验项目及其公差数值	(156)
第9章	设计零件图	
§ 9.1	齿轮和蜗杆及蜗轮零件图	(165)
1.	圆柱齿轮零件图	(165)
2.	圆锥齿轮零件图	(168)
3.	蜗杆和蜗轮零件图	(168)
§ 9.2	轴的零件图	(172)
1.	视图	(172)
2.	中心孔	(172)
3.	标注尺寸	(172)
4.	标注公差	(177)
5.	表面粗糙度	(177)

6.	技术要求	(178)
§ 9.3	铸造箱体零件图	(178)
1.	视图	(178)
2.	标注尺寸	(178)
3.	尺寸公差和形位公差及表面粗糙度	(180)
4.	技术要求	(181)
第 10 章 设计计算说明书		
§ 10.1	设计计算说明书的要求	(184)
§ 10.2	设计计算说明书的内容	(184)
§ 10.3	说明书的格式举例	(185)
课程设计题目		
题目 I	设计单级圆柱齿轮减速器	(187)
题目 II	设计单级圆柱齿轮减速器	(187)
题目 III	设计单级圆锥齿轮减速器	(188)
题目 IV	设计单级蜗杆减速器	(189)
题目 V	设计两级圆柱齿轮减速器(三轴线式)	(189)
题目 VI	设计两级圆柱齿轮减速器(双轴线式)	(190)
题目 VII	设计圆锥—圆柱齿轮减速器	(191)
题目 VIII	设计蜗杆—圆柱齿轮减速器	(192)
题目 IX	设计行星齿轮减速器	(193)
附表		
1	材料	(194)
	灰铸铁	(194)
	球墨铸铁	(194)
	甲类普通碳素钢	(195)
	优质碳素结构钢	(196)
	合金结构钢	(198)
	铸造轴承合金	(200)
	铸造青铜	(200)
	热轧圆钢	(201)
	轧制薄钢板	(201)
	热轧厚钢板	(201)
	热轧无缝钢管	(201)
2	一般标准	(202)
	标准直径和标准长度	(202)
	轴环和轴肩尺寸	(203)
	零件倒圆与倒角	(203)
	砂轮越程槽	(204)
	中心孔	(204)

3	螺纹及螺纹联结.....	(205)
	普通螺纹基本尺寸.....	(205)
	六角头螺栓.....	(206)
	六角头螺杆带孔螺栓.....	(206)
	小六角头螺栓.....	(207)
	小六角头螺杆带孔螺栓.....	(207)
	小六角头铰制孔用螺栓.....	(208)
	双头螺柱.....	(209)
	圆柱头内六角螺钉.....	(210)
	圆柱头螺钉、半圆头螺钉.....	(211)
	锥端、平端、圆柱端紧定螺钉.....	(212)
	吊环螺钉.....	(213)
	联接零件沉头座及通孔尺寸.....	(214)
	粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹孔尺寸.....	(215)
	地脚螺栓孔和凸缘.....	(215)
	六角螺母、六角扁螺母、六角厚螺母.....	(216)
	小六角螺母、小六角扁螺母.....	(217)
	垫圈.....	(218)
	弹簧垫圈.....	(219)
4	键及销联结.....	(219)
	普通平键的型式和尺寸.....	(219)
	普通平键、导向平键和键槽的剖面尺寸及公差.....	(220)
	圆柱销、圆锥销.....	(221)
5	轴系零件的紧固件.....	(222)
	轴端挡圈.....	(222)
	轴用弹性挡圈.....	(223)
	孔用弹性挡圈.....	(224)
	圆螺母.....	(225)
	圆螺母用止动垫圈.....	(226)
6	常用的滚动轴承.....	(227)
	单列向心球轴承.....	(227)
	单列向心短圆柱滚子轴承.....	(229)
	单列向心推力球轴承.....	(231)
	单列圆锥滚子轴承.....	(233)
	双列向心球面球轴承.....	(235)
	双列向心球面滚子轴承.....	(237)
	单向、双向推力球轴承.....	(238)
7	润滑及密封.....	(240)
	常用润滑油的牌号、性质和用途.....	(240)

	常用润滑脂的牌号、性质和用途·····	(241)
	旋盖式油杯·····	(242)
	直通式压注油杯·····	(242)
	接头式压注油杯·····	(242)
	毡封油圈及槽·····	(243)
	J形无骨架橡胶油封·····	(244)
	J形骨架式橡胶油封·····	(244)
	油沟式密封槽·····	(245)
	迷宫密封·····	(245)
	O形橡胶密封圈·····	(246)
8	联轴器·····	(247)
	凸缘联轴器·····	(247)
	柱销联轴器·····	(248)
	弹性圈柱销联轴器·····	(249)
9	公差与配合·····	(251)
	“公差与配合”新旧国标对照表·····	(251)
	基孔制优先配合的配合特性及应用举例·····	(252)
	基准制的选择依据·····	(253)
	标准公差 IT 值·····	(253)
	轴的极限偏差·····	(254)
	孔的极限偏差·····	(262)
10	形位公差及表面粗糙度·····	(269)
	形位公差各项目的符号·····	(269)
	形位公差其他有关符号·····	(269)
	直线度和平面度公差·····	(269)
	圆度、圆柱度公差·····	(270)
	平行度和垂直度及倾斜度公差·····	(271)
	同轴度和对称度及圆跳动与全跳动公差·····	(272)
	表面粗糙度数值与原表面光洁度等级对照·····	(273)
	轮廓算术平均偏差 R_a 的数值·····	(273)
	微观不平度十点高度 R_z 的数值·····	(273)
11	电动机·····	(274)
	Y系列三相异步电动机技术数据·····	(274)
	Y系列三相异步电动机安装结构型式及外形尺寸·····	(276)
	主要参考书目·····	(277)

第 1 章 总 论

§ 1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计课程设计是机械设计课程中的一个重要教学环节，通过这一教学环节要求达到下列几个目的：

1) 通过课程设计，把在机械设计及其它有关先修课程（机械制图、理论力学、材料力学、金属工艺学、公差与配合等）中所获得的理论知识在实际的设计工作中综合地加以运用，使这些知识得到巩固和发展，并使理论知识和生产实践密切地结合起来。因此，课程设计是机械设计和与之有关的一系列课程的总结性的作业。

2) 机械设计课程设计是高等工科院校有关专业学生第一次进行的比较完整的机械设计。通过这个设计，初步培养学生对工程设计的独立工作能力，树立正确的设计思想，掌握一般机械设计的基本方法和步骤，为以后进行设计工作打下良好的基础。

3) 通过课程设计，使学生能够熟练地应用有关参考资料、计算图表、手册、图集、规范，熟悉有关国家标准和部颁标准（如 GB, JB 等），以完成一个工程技术人员在机械设计方面所必须具备的基本技能训练。

§ 1.2 课程设计的内容

为了保证机械设计课程设计能够达到预期的目的，通常选择一般用途的齿轮减速器或蜗杆减速器为主体的设计题目。选择这类减速器作为设计题目，不仅能充分反映机械设计课程的主要教学内容，而且能与生产实际密切联系，同时设计的工作量又能和教学计划中所规定的课程设计学时数相适应。

在规定的学时数内，要求每个学生完成以下工作：

- 1) 拟定（或评述）传动系统的总体方案；
- 2) 选择电动机，确定和计算传动装置的运动和动力参数；
- 3) 设计减速器外的传动件（如减速器外装有带传动、链传动或开式齿轮传动时），选择联轴器；
- 4) 设计并绘制减速器总装配图一张；
- 5) 设计并绘制零件图若干张（具体设计、绘制哪几个零件图，由指导教师决定）；
- 6) 编写设计计算说明书一份。

装配图画在 A0 或 A1 图纸上（图纸尺寸：A0, 841×1189mm；A1, 594×841mm）。考虑到市场上图纸的供应情况，允许其实际尺寸与规定尺寸稍有出入。

零件图根据零件的大小及选择的比例可画在 A2（尺寸为 420×594mm）、A3（尺寸为

297×420mm)、A4(尺寸为210×297mm)或A5(尺寸为148×210mm)号图纸上。一张图纸只画一个零件。

应优先采用上述规定的幅面尺寸,必要时可以沿长边加长。对于A0, A2, A4幅面的加长量应按A0幅面长边的八分之一的倍数增加;对于A1, A3幅面的加长量应按A0幅面短边的四分之一的倍数增加。A0及A1幅面也允许同时加长两边。图纸的四周应留有边框,需要装订的图纸,左边框距图纸边缘为25mm,其余各边框距图纸边缘为10mm(A3、A4、A5号图纸留5mm)。边框线用粗实线绘制。

§ 1.3 课程设计的一般步骤

1. 设计准备阶段

1) 设计前应预先准备好设计资料、设计手册(包括图册)、丁字尺、绘图仪器、计算器、图纸、报告纸和绘图铅笔等。

2) 对设计任务书进行详细的研究和分析,明确设计内容和要求;分析原始数据和工作条件;复习课程有关内容,熟悉有关零件的设计方法和步骤。

3) 参考减速器结构图,参观实物模型和观看电视录像等,详细分析各种减速器的类型和构造,比较其优缺点,从而选择一种合适的类型和结构。

4) 拟定总的进度计划,如:

阶 段	主 要 内 容	占总学时大致比例
1	设计准备阶段。分析和拟定传动系统方案,画出传动系统简图;选择电动机;计算传动装置的总传动比,分配各级传动比;计算各轴的转速、功率和扭矩	11%
2	设计计算传动零件,如带传动或链传动,齿轮传动或蜗杆传动等	11%
3	设计及绘制减速器装配草图(包括减速器中各轴轴径尺寸的估算,轴的结构设计和强度验算;选择和校核轴承、键和联轴器等)	29%
4	完成减速器总装配图	19%
5	设计零件图	8%
6	整理并编写设计计算说明书	17%
7	答辩或考核	5%

2. 传动系统的总体设计

1) 拟定传动系统的总体方案(传动简图)。如在设计任务书中已给定了传动系统的总体方案,学生应论述此方案的特点,或提出改进意见。

- 2) 选择电动机。确定电动机的类型、转速和功率。
- 3) 分配传动比。计算总传动比, 分配各级传动比。
- 4) 减速器中各轴的运动学和动力学计算。计算减速器中各轴所传递的功率、转速及扭矩, 并列成一表, 间隔太大作为以后计算的依据。

3. 传动零件的设计计算

1) 减速器中各级传动零件的设计计算。由强度条件确定齿轮的节圆直径 d_1 或齿轮传动的中心距 a 、蜗杆传动的模数 m 和特性系数 q ; 选择及计算齿轮的齿数、蜗杆头数、斜齿轮轮齿的螺旋角、分度圆直径、齿宽和圆锥齿轮的锥距等。

圆柱斜齿轮传动不仅传动平稳, 承载能力也比直齿轮高, 故在一般的圆柱齿轮减速器中, 常采用斜齿轮传动。其中 $a = (m_n / 2 \cos \beta)(z_1 + z_2)$, 故可利用改变 β 值调整中心距 a 为整数。

齿轮材料的选择与毛坯的制造方法有关, 当齿轮的齿顶圆直径 $d_a \leq 500\text{mm}$ 时, 根据设备条件, 一般采用锻造毛坯; 当齿顶圆直径 $d_a > 500\text{mm}$ 时, 常采用铸铁或铸钢毛坯。一般齿轮和轴分开制造, 这样加工方便, 同时能节约较好的材料。当齿轮的分度圆直径较小而需要与轴制成一体时, 轴和齿轮必须采用同一种材料制造, 此时材料的选择要考虑到轴的要求。

齿轮传动和蜗杆传动的设计方法, 见教材中的有关章节。

2) 减速器外各传动零件的设计计算。对于三角胶带传动: 需确定三角胶带的型号、大小带轮的直径、中心距、胶带的标准长度、三角胶带的根数和作用在轴上的压力, 画出带轮的结构草图并标注主要尺寸, 考虑到电动机伸出轴的直径及电动机轴的中心高, 小带轮直径不宜过小或太大。对于链传动: 需确定链号、链节数、中心距和作用在轴上的压力, 画出链轮的结构草图并标注主要尺寸, 确定链传动的润滑方式等。对于开式齿轮传动: 用于低速, 可采用直齿。一般开式齿轮的支承刚度小, 故齿宽系数应取小些, 以减轻轮齿载荷集中。按弯曲强度条件确定其模数 (为使磨损破坏为主的开式齿轮传动具有适当的工作寿命, 一般将算得的模数增大 $10\% \sim 20\%$), 并选择和计算齿数、分度圆直径、中心距、齿宽, 画出齿轮的结构草图并标注主要尺寸。

上述传动零件的设计计算方法按教材中的有关内容进行。

4. 设计减速器装配草图

当减速器的类型和结构确定以后, 在已知减速器传动零件的主要尺寸和各轴扭矩的基础上, 进一步设计减速器装配草图。其主要内容为: 按扭转强度估算减速器中各轴的直径并设计成阶梯轴; 确定轴上零件的位置和减速箱箱体内壁线; 考虑轴承的润滑条件; 初步选择各轴的轴承型号, 确定轴的跨距; 根据支承上作用的载荷, 对轴承进行校核计算, 确定轴承的型号; 联轴器及键的选择和验算; 校核轴的强度; 减速器箱体的部分结构设计。

5. 完成减速器总装配图

减速器装配图通常采用三个视图来表达。这阶段要完成减速器的主视图、俯视图和左视图, 包括完善箱体和箱盖的设计, 减速器辅助零件的选择及绘制等。

全部视图完成后，经仔细检查并作必要的修改后进行描深、加剖面线，标注必要的尺寸（包括配合尺寸），列出减速器技术条件，编写零件序号，编制零件明细表和减速器标题栏。

6. 设计零件图

7. 整理并编写设计计算说明书

8. 设计答辩或考核

必须指出，设计步骤不是一成不变的，可根据具体情况，作适当调整。图纸及说明书全部完成后，须经指导教师审阅认可，方能参加答辩或考核。

§ 1.4 设计时应注意的事项

1. 发挥独立工作能力

机械设计课程设计是在教师指导下由学生独立完成。在设计过程中，提倡独立思考深入钻研的学习精神，设计中发现的问题，应该首先自己思考，提出看法和意见，然后与指导教师共同研究，由教师指出设计中的错误及解决途径，但具体答案首先应由自己去找。

本书及其它资料中所附的减速器结构图，仅供设计者参考。对结构图应作仔细的研究和比较，以明确优劣、正误，取长补短，根据特定的设计要求和具体的工作条件作具体的分析。要创造性地进行设计，切忌盲目抄袭。

2. 贯彻“三边”的设计方法

机械设计应贯彻边算、边画、边修改的设计方法。产品的设计总是经过多次反复修改才能得到较高的设计质量。在设计过程中，应具有严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、有错必改、精益求精的工作态度，要避免害怕返工或单纯追求图纸的表面美观，而不愿意修改已发现的不合理地方。

3. 及时检查和整理计算结果

设计开始时，就应准备一本稿本，把设计过程中所考虑的主要问题及一切计算写在稿本上，这样便于随时检查、修改。采用零散稿纸不易保存，且易散失而造成重新演算，浪费时间。从参考书中摘录的资料和数据，以及指导教师提出的问题和解决方法，也应及时记在稿本上，以供备查。这样，在后阶段编写设计计算说明书时，可以节省时间。

第 2 章 机械传动装置的总体设计

机械传动装置总体设计的任务是：确定传动方案，选择电动机，合理分配传动比及计算传动方案的运动和动力参数，为设计传动装置提供条件。

§ 2.1 确定传动方案

通常，一台完整的机器由原动机、传动装置和工作机三部分组成。出于经济考虑，多数原动机采用电动机，其转速较高。传动装置在传递原动机的动力时，可改变其运动，以满足工作机的性能要求。传动装置的重量和成本通常在整台机器中占有很大的比重。机器的工作性能在很大程度上取决于传动装置的性能、质量及布局的合理性，因此，合理地拟定传动方案具有重要意义。

满足工作机性能要求的传动方案，可采用不同的传动类型，不同的顺序和布局，在保证总传动比不变的情况下，以不同的分传动比来分配各级传动的传动比，以实现多方案比较，针对具体情况择优选定。合理的传动方案首先应满足工作机的性能要求，工作可靠，同时还应满足结构简单，尺寸紧凑，成本低廉，传动效率高和使用维护便利等要求。

在进行多方案比较时，要分析各种传动的特点，例如带传动，承载能力较低，但能缓冲吸震，有过载保护作用，宜布置在高速级；链传动运转不均匀，有冲击，宜布置在低速级；蜗杆传动平稳，传动比大，但传动效率低，适用于中小功率，间隙运转的场合；蜗杆传动和齿轮传动并用时，通常布置在高速级，以获得较小的结构尺寸，同时有利于提高承载能力及效率。圆锥齿轮尺寸大时加工困难，一般应放在高速级并限制其传动比，以减小其直径和模数；斜齿轮较之直齿轮，具有传动平稳，承载能力高等优点，故在减速器中一般采用斜齿轮传动。

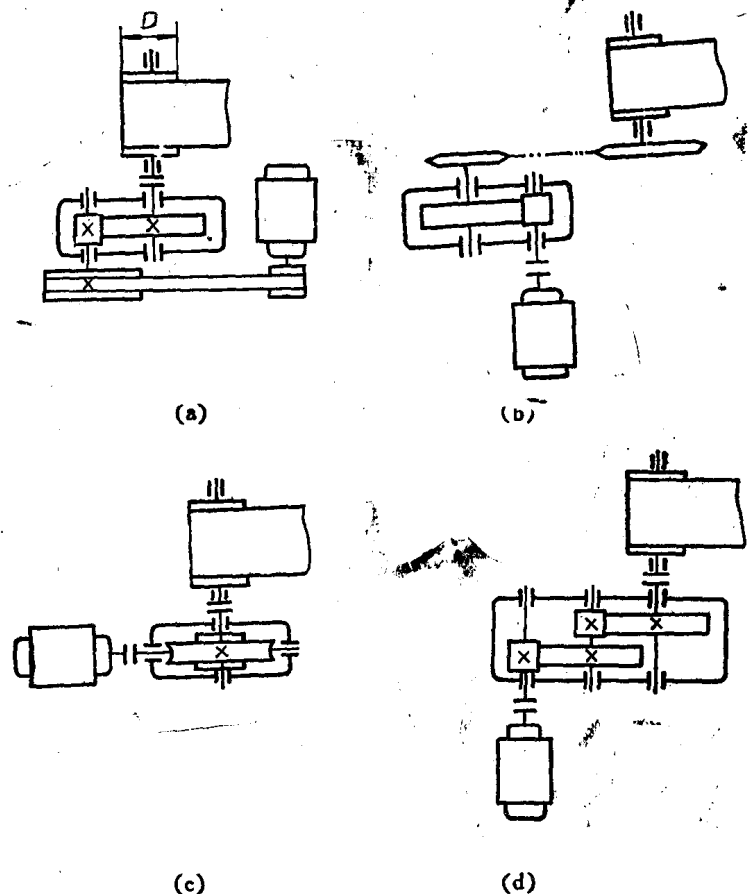


图 2.1

图 2.1 是带式运输机的四种传动方案, (a) 是采用蜗杆减速器, 传动装置结构紧凑, 但传动效率低; (b) 是采用两级圆柱齿轮减速器, 传动效率比(a)高, 但减速器尺寸较大; (c) 是由带传动和单级圆柱齿轮减速器组成, 而带传动不宜用在繁重的工作条件下, 但它有过载保护作用; (d) 是高速级采用单级圆柱齿轮减速器, 低速级采用链传动, 链传动适宜用在繁重和有灰尘的条件下, 但运转时有振动、冲击; 且外形尺寸较大。

机械设计课程设计任务书中, 如已提供传动方案, 则应对给出的传动方案进行评述或提出改进意见。

§ 2.2 选择电动机

传动方案确定以后, 根据工作机的要求, 选择电动机的类型和型号。

1. 选择电动机的类型

工业上应用最广泛的是三相异步电动机, 因为它的构造简单, 制造、使用和维护方便, 运行可靠, 以及重量较轻, 成本较低。三相异步电动机的重量和成本分别约为同功率、同转速的直流电动机的 $1/2$ 和 $1/3$ 。除特殊情况外, 一般应选择这种电动机。

为适应各种机械配套的要求, 异步电动机有相当多的系列、品种和规格。它按转子绕组型式, 一般可分为笼型和绕线型两类。

Y 系列三相异步电动机是我国最新设计的统一系列, 它属一般用途的全封闭自扇冷式笼型三相异步电动机, 其功率等级和安装尺寸符合 IEC 标准, 防护等级为 IP44。它适用于不含易燃、易爆或腐蚀性气体的一般场所和无特殊要求的机械上, 如金属切削机床、泵、风机、运输机械、搅拌机、农业机械、食品机械等。由于该电动机有较好的起动性能, 因此, 也适用于某些对起动扭矩有较高要求的机械, 如压缩机等。

YR 系列绕线型异步电动机适用于需要小范围调速传动装置上, 当配电容量不足, 起动笼型电动机会引起过大的压降, 以致不能顺利起动或影响其它用电设备时, 可用本系列电机。

其它还有专用异步电动机, 如 YZ、YZR 系列(起重、冶金用)异步电动机, 用于经常起动、制动和反转的场合, 其工作定额有断续、短时和连续三种方式。断续定额的负载持续率 JC 值有 15%, 25%, 40%, 60% 四种。在一个周期内(每个周期 10 分钟), 额定负载时间与整个周期之比称负载持续率。短时定额有 30 分钟、60 分钟两种。对于 $JC < 10\%$ 的运行状态按短时运行状态处理, 对于 $JC > 60\%$ 或一个周期超过 10 分钟时, 按长期运行状态处理。

我国出产的常用三相异步电动机的规格及尺寸, 均列在附表 11.1~11.2 中, 可供选择时参考。电动机详细的技术特性和外形尺寸可参见产品目录。

2. 选择电动机的型号

1) 确定电动机所需的功率

(1) 工作轴上的输出功率

如果已知工作轴上的卷筒、链轮或其它机器零件上的圆周力 $F(N)$ 及圆周速度 $V(m/s)$,

如图 2.1(c)所示, 则在稳定运转下工作轴上的输出功率 P_e (kW) 可由下列公式确定。

$$P_e = \frac{FV}{1000} \quad (\text{kW}) \quad (2.1)$$

若已知工作轴上的卷筒、链轮、齿轮等的直径 D (mm) 及转速 n (r/min), 则圆周速度 V 按下列公式确定:

$$V = \frac{\pi Dn}{60 \times 1000} \quad (\text{m/s}) \quad (2.2)$$

如果已知工作轴上输出扭矩 T (N·m) 及转速 n (r/min), 则工作轴上的输出功率按下列公式确定:

$$P_e = \frac{Tn}{9550} \quad (\text{kW}) \quad (2.3)$$

(2) 电动机所需的功率

电动机所需的功率, 通常按下式计算:

$$P = \frac{P_e}{\eta_{\Sigma}} \quad (2.4)$$

式中 P ——电动机所需的功率(kW); P_e ——工作轴上的输出功率(kW); η_{Σ} ——传动装置的总效率, 可按下式计算:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_{12} \cdot \eta_{23} \cdots \eta_{n-1n} \quad (2.5)$$

式中 η_{12} 、 η_{23} ... η_{n-1n} 为电动机到工作轴之间各个传动(带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动等)、轴承及联轴器等效率。在开始设计时, 这些效率数值可按表 2.1 进行估计。

表 2.1 各种传动和轴承的效率

名 称	η
一对圆柱齿轮传动:	
(1) 6, 7级精度闭式传动(稀油润滑)	0.98~0.99
(2) 8级精度闭式传动(稀油润滑)	0.97
(3) 9级精度闭式传动(稀油润滑)	0.96
(4) 切制齿开式传动(油脂润滑)	0.94~0.96
(5) 铸造齿开式传动(油脂润滑)	0.90~0.93
一对圆锥齿轮传动:	
(1) 6, 7级精度闭式传动(稀油润滑)	0.97~0.98
(2) 8级精度闭式传动(稀油润滑)	0.94~0.97
(3) 切制齿开式传动(油脂润滑)	0.92~0.95
(4) 铸造齿开式传动(油脂润滑)	0.88~0.92
圆柱齿轮减速装置:	
(1) 开式传动, 铣齿(包括轴承损失)	0.92~0.94
(2) 单级圆柱齿轮减速器	0.97~0.98
(3) 两级圆柱齿轮减速器	0.95~0.96