

# 机械设计课程设计

(修订版)

王连明 宋宝玉 主编  
陈铁鸣 主审

哈尔滨工业大学出版社  
哈尔滨

## 内 容 简 介

本书是在保留第1版《机械设计课程设计》教材特色的基础上,根据高等工业学校机械设计和机械设计基础课程教学基本要求,并结合近年来的教学研究和教学改革实践经验而修订的。

全书包括三个部分,第一篇为机械设计课程设计指导,以减速器设计为例,着重介绍了一般机械传动装置的设计内容、方法和步骤;第二篇为机械设计常用标准、规范和其他设计资料;第三篇为课程设计参考图例,既有多种减速器的参考图例,又有多种传动件、轴系零部件的结构参考图例。

本书可供高等工科院校机械类、近机械类专业做机械设计、机械设计基础课程设计和设计大作业使用,也可供电视大学、函授大学、职业技术学院使用,还可供相关的工程技术人员参考。

### 图书再版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/王连明,宋宝玉主编.—2版.哈尔滨:  
哈尔滨工业大学出版社,2005.7

ISBN 7-5603-1124-5

I.机… II.①王… ②宋… III.机械设计-课程  
设计-高等学校 IV.TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第010901号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006  
传 真 0451-86414749  
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>  
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂  
开 本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 386千字  
版 次 2005年7月第2版 2005年7月第5次印刷  
书 号 ISBN 7-5603-1124-5/TH·50  
定 价 16.80元

# 修订版前言

本书的修订是在保留过去《机械设计课程设计》教材特色的基础上,根据高等工业学校机械类专业“机械设计课程教学基本要求”和教育部组织实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求,结合近几年来教学研究和教学改革实践经验完成的。

本书的编写和修订遵循以下原则:

(1) 以满足课程设计的需要为主,兼顾完成设计大作业的要求。全书将课程设计指导书、参考图例和机械设计常用标准、规范及其他资料汇集成一册。

(2) 与《机械设计》教材配套使用,内容力求简明扼要,以“有用,够用”为原则,凡教材中有的内容,一般不再重复。

(3) 采用最新的标准和规范。标准、规范和常用设计资料均在一般参数范围内。

(4) 结合工程实际情况,对一些常用设计数据进行修正。

(5) 书中指导书部分,总结了多年的教学经验,并吸纳哈尔滨工业大学“机械设计课程设计指导规范”的有关内容,便于学生自学、自检。

(6) 补充了原书中的遗漏,并纠正文字和插图中的错误。

参加本书编写的有王连明、宋宝玉、张锋和叶瑞达。全书由王连明、宋宝玉主编,陈铁鸣主审,张锋完成了全书图稿的整理与校对工作。

本书在编写过程中得到了哈尔滨工业大学机械设计系许多老师的帮助和支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中难免存在疏漏和欠妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2005 年 5 月

# 目 录

## 第一篇 机械设计课程设计指导书

第一章 概述	1
1.1 机械设计课程设计的目的	1
1.2 机械设计课程设计的内容	1
1.3 机械设计课程设计的方法和步骤	2
1.4 机械设计课程设计中应注意的几个问题	2
第二章 传动装置的总体设计	4
2.1 分析或确定传动方案	4
2.2 选择电动机	7
2.3 确定传动装置总传动比和分配传动比	8
2.4 计算传动装置的运动和动力参数	9
习题与思考题	12
第三章 传动件设计	13
3.1 减速器外传动件的设计要点	13
3.2 减速器内传动件的设计要点	14
第四章 减速器装配草图的设计	15
4.1 装配草图设计前的准备工作	15
4.2 草图设计的第一阶段	25
装配草图设计第一阶段的自检重点及思考题	34
4.3 轴、轴承及键连接的校核计算	35
4.4 草图设计的第二阶段	36
装配草图设计第二阶段的自检重点及思考题	41
4.5 草图设计的第三阶段	41
装配草图设计第三阶段的自检重点及思考题	56
4.6 装配草图检查	57
第五章 减速器装配工作图的设计	60
5.1 装配工作图视图的绘制	60
5.2 装配工作图的尺寸标注	61
5.3 装配工作图上零件序号、明细栏和标题栏的编写	62
5.4 编制减速器的技术特性表	63

5.5	编写减速器的技术要求	63
	装配工作图设计的自检重点及思考题	65
<b>第六章</b>	<b>零件工作图的设计</b>	<b>67</b>
6.1	对零件工作图的要求	67
6.2	轴类零件工作图	67
6.3	齿轮类零件工作图	69
6.4	机体零件工作图	72
	零件工作图设计的自检重点及思考题	73
<b>第七章</b>	<b>编写设计计算说明书</b>	<b>75</b>
7.1	设计计算说明书的内容	75
7.2	对设计计算说明书的要求和注意事项	75
7.3	书写格式举例	76
<b>第八章</b>	<b>课程设计的总结和答辩</b>	<b>77</b>

## 第二篇 机械设计常用标准、规范和其他设计资料

<b>第九章</b>	<b>常用数据及一般标准与规范</b>	<b>81</b>
9.1	机械传动效率概略值和传动比范围	81
9.2	一般标准	82
	一、优先数系和标准尺寸	82
	二、锥度与锥角系列	84
	三、中心孔	84
	四、零件倒圆与倒角	86
	五、砂轮越程槽、插齿退刀槽及刨削、插削越程槽	86
	六、齿轮滚刀外径尺寸	88
	七、弧型键槽铣刀外径尺寸	88
9.3	机械制图一般规范	89
	一、图样比例、幅面及格式	89
	二、装配图中零部件序号及其编排方法 (GB 4458.2—1984)	90
	三、技术制图简化表示法 (GB/T 16675—1996)	91
9.4	铸件设计一般规范	99
9.5	按铸件设计焊接结构	100
	一、焊接结构的壁厚 $t_s$	100
	二、按铸件设计焊接结构时的注意事项	100
<b>第十章</b>	<b>机械设计中常用材料</b>	<b>103</b>
10.1	黑色金属	103
10.2	有色金属	108
10.3	其他材料	109

第十一章 连接	110
11.1 螺纹及螺纹连接	110
一、螺纹	110
表 11.1 普通螺纹基本牙型和基本尺寸 (GB/T 192—1981、GB/T 196—1981)	110
表 11.2 普通螺纹推荐选用的公差带 (摘自 GB/T 197/1981)	112
表 11.3 螺纹旋合长度 (GB/T 197—1981)	112
表 11.4 梯形螺纹最大实体牙型尺寸 (GB/T 5796.1—1986)	113
表 11.5 梯形螺纹基本尺寸、极限尺寸及偏差 (GB/T 5796.3—1986、GB/T 5796.4—1986、GB/T 12359—1990)	114
表 11.6 梯形内、外螺纹中径选用公差带 (GB/T 5796.4—1986)	117
表 11.7 梯形螺纹旋合长度 (GB/T 5796.4—1986)	117
表 11.8 矩形螺纹	117
二、螺纹连接件	118
1. 螺栓	118
表 11.9 六角头螺栓 - C 级 (GB/T 5780—2000)、六角头螺栓 - 全螺纹 - C 级 (GB/T 5781—2000)	118
表 11.10 六角头铰制孔用螺栓 A 级和 B 级 (GB/T 27—1988)	119
2. 螺柱	120
表 11.11 双头螺柱 $b_m = 1 d$ (GB/T 897—1988)、 $b_m = 1.25 d$ (GB/T 898—1988)、 $b_m = 1.5 d$ (GB/T 899—1988)	120
表 11.12 等长双头螺栓 - B 级 (GB/T 901—1988)	121
3. 螺钉	122
表 11.13 内六角圆柱头螺钉 (GB/T 70.1—2000)	122
表 11.14 吊环螺钉 (GB/T 825—1988)	123
表 11.15 开槽沉头螺钉 (GB/T 68—2000)	124
表 11.16 十字槽沉头螺钉 (GB/T 819.1—2000)、十字槽盘头螺钉 (GB/T 818—2000)	125
表 11.17 开槽锥端紧定螺钉 (GB/T 71—1985)、开槽平端紧定螺钉 (GB/T 73—1985)、开槽长圆柱端紧定螺钉 (GB/T 75—1985)	126
4. 螺母	127
表 11.18 II 型六角螺母 - C 级 (GB/T 41—2000)	127
表 11.19 圆螺母 (GB/T 812—2000)	128
5. 垫圈	129
表 11.20 标准型弹簧垫圈 (GB/T 93—1987)	129
表 11.21 圆螺母用止动垫圈 (GB/T 858—1988)	129
6. 挡圈	130
表 11.22 螺钉紧固轴端挡圈 (GB/T 891—1986) 和螺栓紧固轴端挡圈 (GB/T 892—1986)	130
表 11.23 孔用弹性挡圈 - A 型 (GB/T 893.1—1986)	131

表 11.24 轴用弹性挡圈 - A 型 (GB/T 894.1—1986) .....	132
三、螺纹零件的结构要素 .....	133
表 11.25 螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角 (GB/T 3—1979) .....	133
表 11.26 粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹孔尺寸 .....	134
表 11.27 紧固件通孔及沉孔尺寸 (GB/T 152.2 ~ 152.4—1988、GB/T 5277—1985) .....	134
11.2 键连接 .....	135
表 11.28 普通平键 (GB/T 1095—1990、GB/T 1096—1990) .....	135
11.3 销连接 .....	136
表 11.29 圆柱销 (GB/T 119—2000) 和圆锥销 (GB/T 117—2000) .....	136
<b>第十二章 滚动轴承</b> .....	137
12.1 滚动轴承 .....	137
表 12.1 深沟球轴承 (GB/T 276—1994) .....	137
表 12.2 角接触轴承 (GB/T 292—1994) .....	138
表 12.3 单列圆柱滚子轴承 (GB/T 283—1994) .....	139
表 12.4 单列圆锥滚子轴承 (GB/T 297—1994) .....	141
表 12.5 角接触轴承的轴向游隙 .....	144
12.2 滚动轴承座 .....	145
表 12.6 剖分式立式滚动轴承座 (GB/T 7813—1987) .....	145
<b>第十三章 联轴器</b> .....	146
13.1 弹性联轴器 .....	146
表 13.1 HL 型弹性柱销联轴器 (GB 5014—1985) .....	146
表 13.2 TL 型弹性套柱销联轴器 (GB 4323—1985) .....	147
表 13.3 ML 型梅花形弹性联轴器 (GB 5272—1985) .....	149
13.2 固定式刚性联轴器 .....	150
表 13.4 凸缘联轴器 (GB 5843—1986) .....	150
13.3 可移式刚性联轴器 .....	152
表 13.5 金属滑块联轴器 .....	152
表 13.6 夹布胶木滑块联轴器 .....	153
表 13.7 尼龙滑块联轴器 (JB/ZQ 4384—1986) .....	154
<b>第十四章 润滑装置、密封件和减速器附件</b> .....	155
14.1 润滑装置 .....	155
表 14.1 接头式压注油杯 (GB/T 7940.2—1995) .....	155
表 14.2 旋盖式油杯 (GB/T 1154—1989) .....	155
表 14.3 压配式压注油杯 (GB/T 7940.4—1995) .....	156
14.2 密封件 .....	156
表 14.4 毡圈油封及槽尺寸 (FZ/T 92010—1991) .....	156
表 14.5 内包骨架旋转轴唇形密封圈 (GB/T 1387.1—1992) .....	157
表 14.6 液压气动用 O 形橡胶密封圈 (GB/T 3452.1—1992) .....	158

14.3 减速器附件 .....	158
表 14.7 窥视孔及盖板 .....	158
表 14.8 简易通气器 .....	159
表 14.9 带过滤网的通气器 .....	160
表 14.10 压配式圆形油标 (GB/T 1160.1—1989) .....	161
表 14.11 长形油标 (GB/T 1161—1989) .....	161
表 14.12 管状油标 (GB/T 1162—1989) .....	162
表 14.13 杆式油标 .....	162
表 14.14 六角螺塞 (JB/ZQ 4450—1986)、皮封油圈 (ZB 70—1962)、纸封油圈 (ZB 71—1962) .....	163
第十五章 电动机 .....	164
15.1 Y 系列三相异步电动机技术数据 .....	164
表 15.1 Y 系列三相异步电动机的型号及相关数据 .....	164
15.2 Y 系列三相异步电动机的外形及安装尺寸 .....	165
表 15.2 B <sub>3</sub> 型、机座带底脚和端盖无凸缘的 Y 系列三相异步电动机的外形及 安装尺寸 .....	165
第十六章 公差配合、形位公差及表面粗糙度 .....	166
16.1 公差与配合 .....	166
表 16.1 基本偏差系列及配合种类代号 (摘自 GB/T 1800.2—1998) .....	166
表 16.2 标准公差值 (摘自 GB/T 1800.3—1998) .....	166
表 16.3 轴的极限偏差值 (摘自 GB/T 1800.3—1998) .....	167
表 16.4 孔的极限偏差值 (摘自 GB/T 1800.3—1998) .....	169
表 16.5 基孔制优先、常用配合 (摘自 GB/T 1801—1999) .....	170
表 16.6 基轴制优先、常用配合 (摘自 GB/T 1801—1999) .....	171
16.2 形状和位置公差 .....	171
表 16.7 常用形位公差符号 .....	172
表 16.8 平行度、垂直度和倾斜度公差 (摘自 GB/T 1184—1996) .....	172
表 16.9 直线度和平面度公差 (摘自 GB/T 1184—1996) .....	173
表 16.10 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差 (摘自 GB/T 1184—1996) .....	173
表 16.11 圆度和圆柱度公差 (摘自 GB/T 1184—1996) .....	174
表 16.12 轴和外壳的形位公差 (摘自 GB/T 275—1993) .....	174
16.3 表面粗糙度 .....	174
表 16.13 $R_a$ 的数值 (摘自 GB/T 1031—1995) .....	174
$R_z$ 的数值 (摘自 GB/T 1031—1995) .....	175
表 16.14 表面粗糙度 $R_a$ 值的应用范围 .....	175
表 16.15 轴和孔的表面粗糙度参数推荐值 .....	176
表 16.16 齿面表面粗糙度推荐极限值 (摘自 GB/Z 1860.4—2002) .....	176
第十七章 齿轮及蜗杆、蜗轮的精度 .....	177
17.1 渐开线圆柱齿轮的精度 .....	177

一、精度等级及其选择 .....	177
表 17.1 齿轮的精度等级及其选择 .....	177
二、检验项目的选用 .....	178
表 17.2 推荐的齿轮检验组 .....	178
三、齿轮各种偏差允许值 .....	179
表 17.3 $\pm f_{pt}$ 、 $F_p$ 、 $F_\alpha$ 、 $f_{fa}$ 、 $f_{Ha}$ 、 $F_r$ 、 $f_i'$ 、 $F_i'$ 、 $F_w$ 和 $\pm F_{pk}$ 偏差允许值 (摘自 GB/T 10095.1 ~ 2—2001) .....	179
表 17.4 $F_\beta$ 、 $f_\beta$ 和 $f_{H\beta}$ 偏差允许值 (摘自 GB/T 10095.1—2001) .....	180
表 17.5 $F_i''$ 和 $f_i''$ 公差值 (摘自 GB/T 10095.1—2001) .....	180
四、齿侧间隙及其检验项目 .....	181
表 17.6 对于中、大模数齿轮最小侧隙 $j_{bmin}$ 的推荐数据 (摘自 GB/Z 18620.2—2002) .....	181
表 17.7 切齿径向进刀公差 $b_r$ 值 .....	181
五、齿厚和公法线长度 .....	183
表 17.8 标准齿轮分度圆弦齿厚和弦齿高 ( $m = m_n = 1, \alpha = \alpha_n = 20^\circ, h_a^* = h_{an}^* = 1$ ) .....	183
表 17.9 公法线长度 $W_k^*$ ( $m = 1, \alpha = 20^\circ$ ) .....	184
表 17.10 假想齿数系数 $k$ ( $\alpha_n = 20^\circ$ ) .....	185
表 17.11 公法线长度 $\Delta W_n^*$ .....	185
六、齿轮副和齿坯的精度 .....	185
表 17.12 中心距极限偏差 $\pm f_a$ (供参考) .....	185
表 17.13 轴线平行度偏差 $f_{\Sigma\alpha}$ 和 $f_{\Sigma\beta}$ .....	186
表 17.14 齿轮装配后接触斑点 (摘自 GB/Z 18620.4—2002) .....	186
表 17.15 齿坯尺寸公差 (供参考) .....	186
表 17.16 齿坯径向和端面圆跳动公差 .....	187
七、图样标注 .....	187
17.2 圆柱蜗杆、蜗轮精度 (摘自 GB 10089—1988) .....	187
一、精度等级及其选择 .....	187
表 17.17 第 II 公差组精度等级与蜗轮圆周速度关系 (仅供参考) .....	188
二、蜗杆、蜗轮和蜗杆传动的检验与公差 .....	188
表 17.18 蜗杆、蜗轮及其传动的公差与极限偏差和各检验组的应用 .....	188
表 17.19 蜗杆的公差和极限偏差值 .....	189
表 17.20 蜗轮的公差和极限偏差值 .....	189
表 17.21 传动接触斑点和 $\pm f_a$ 、 $\pm f_x$ 、 $\pm f_\Sigma$ 的值 .....	190
三、蜗杆传动的侧隙 .....	190
表 17.22 传动的最小法向侧隙 $j_{nmin}$ 值 .....	190
表 17.23 蜗杆齿厚上偏差 ( $E_{ssl}$ ) 中的制造误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ 值 .....	191
表 17.24 蜗杆齿厚公差 $T_{s1}$ 和蜗轮齿厚公差 $T_{s2}$ 值 .....	191
四、蜗杆和蜗轮的齿坯公差 .....	191

表 17.25 蜗杆和蜗轮齿坯公差 .....	192
五、图样标注 .....	192

### 第三篇 课程设计参考图例

图号 01 一级圆柱齿轮减速器 .....	195
图号 02 二级展开式圆柱齿轮减速器 .....	197
图号 03 二级展开式圆柱齿轮减速器 .....	199
图号 04 二级同轴式圆柱齿轮减速器 .....	201
图号 05 二级轴装式圆柱齿轮减速器 .....	203
图号 06 一级蜗杆减速器(剖分式) .....	205
图号 07 一级蜗杆减速器(整体式) .....	207
图号 08 一级蜗杆减速器(多工位) .....	209
图号 09 二级蜗杆 - 圆柱齿轮减速器 .....	211
图号 10 二级展开式圆柱齿轮减速器(焊接机体) .....	213
图号 11 二级圆锥 - 圆柱齿轮减速器 .....	215
图号 12 圆柱齿轮结构 .....	216
图号 13 齿轮零件工作图 .....	217
图号 14 蜗杆轴结构 .....	218
图号 15 蜗杆轴零件工作图 .....	219
图号 16 蜗轮结构 .....	220
图号 17 蜗轮零件工作图 .....	222
图号 18 轴零件工作图 .....	223
图号 19 机体零件工作图 .....	225
图号 20 机盖零件工作图 .....	227
图号 21 轴承端盖结构 .....	228
图号 22 密封装置结构 .....	229
主要参考书 .....	230

# 第一篇 机械设计课程设计指导书

## 第一章 概 述

### 1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计课程是培养学生具有机械设计能力的技术基础课。课程设计则是机械设计课程重要的实践性教学环节。其目的是：

- (1) 通过课程设计实践, 树立正确的设计思想, 增强创新意识, 培养综合运用机械设计课程和其他先修课程的理论与生产实际知识去分析和解决机械设计问题的能力。
- (2) 学习机械设计的一般方法, 掌握机械设计的一般规律。
- (3) 进行机械设计基本技能的训练, 例如计算、绘图、查阅设计资料和手册、运用标准和规范等。

### 1.2 机械设计课程设计的内容

课程设计的题目常为一般用途的机械传动装置, 如图 1.1 所示带式运输机的机械传动装置——减速器。

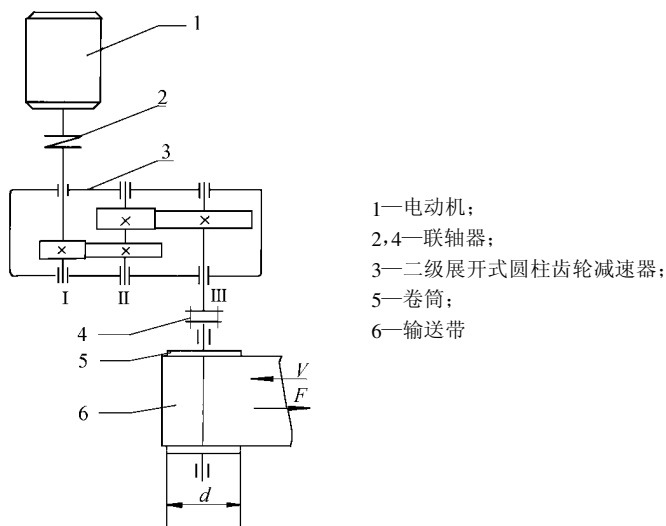


图 1.1 带式运输机的机械传动装置

每个学生都应完成以下工作：

- ① 减速器装配工作图 1 张 (A0 图纸)；
- ② 零件工作图 2 张 (传动件、轴, A2 ~ A3 图纸)；
- ③ 设计计算说明书 1 份。

## 1.3 机械设计课程设计的方法和步骤

机械设计课程设计通常从分析或确定传动方案开始,进行必要的计算和结构设计,最后以图纸表达设计结果,以设计计算说明书说明设计的依据。由于影响设计结果的因素很多,机械零件的结构尺寸不可能完全由计算确定,还需借助画图、初选参数或初估尺寸等手段,通过边画图、边计算、边修改的过程逐步完成设计,亦即通过计算与画图交叉进行来逐步完成设计。

课程设计大致按以下步骤进行：

### 1. 设计准备

认真研究设计任务书,明确设计要求和条件;通过看实物、模型、录像及减速器拆装实验等来了解设计对象;复习课程有关内容,熟悉有关零部件的设计方法和步骤;准备好设计需要的图书、资料和用具;拟定设计计划等。

### 2. 传动装置的总体设计

确定传动装置的传动方案;选定电动机的类型和型号;计算传动装置的运动和动力参数(确定总传动比,并分配各级传动比,计算各轴的功率、转速和转矩)。

### 3. 传动零件的设计计算

设计计算各级传动件的参数和主要尺寸,如齿轮的模数  $m$ 、齿数  $z$ 、分度圆直径  $d$  和齿宽  $b$  等。

### 4. 装配图设计

(1) 装配草图设计。选择联轴器,初定轴的基本直径,选择轴承类型,确定减速器箱体结构方案和主要结构尺寸;通过草图设计 I 定出轴上受力点的位置和轴承支点间的跨距;校核轴、轴毂连接的强度,校核轴承的额定寿命;通过草图设计 II 完成传动件及轴承部件结构设计;通过草图设计 III 完成箱体及减速器附件的结构设计。

(2) 装配工作图设计。不仅要按制图规范画出足够的视图,而且要完成装配图的其他要求,如标注尺寸、技术特性、技术要求、零件编号及其明细栏、标题栏等。

### 5. 零件工作图设计

### 6. 编写设计计算说明书

### 7. 设计总结和答辩

## 1.4 机械设计课程设计中应注意的几个问题

机械设计课程设计是高等工院校大多数专业学生第一次较全面的设计训练。为了尽快投入并适应设计实践,达到预期的教学目的,在机械设计课程设计中必须注意以下几个问题:

(1) 正确处理参考已有资料与创新的关系。设计是一项根据特定设计要求和具体工作条件而进行的复杂细致的工作,凭空设想而不依靠任何资料是无法完成的,因此在课程设计中首先要认真阅读参考资料,仔细分析参考图例的结构,充分利用已有资料,这是学习前人经验、提高设计质量的重要保证,也是设计工作能力的重要体现,但是决不应该盲目地、机械地抄袭资料,而应该在参考已有资料的基础上,根据设计任务的具体条件和要求,大胆创新,亦即做到继承与创新相结合。

(2) 正确处理设计计算与结构设计和工艺要求等方面的关系。任何机械零件的尺寸,都不可能完全由理论计算确定,而应该综合考虑强度、结构和工艺的要求。因此不能把设计片面理解为就是理论计算,更不能把所有计算尺寸都当成零件的最终尺寸,例如轴伸的基本直径  $d$  按强度计算为  $15 \text{ mm}$ ,但考虑到相配联轴器的孔径,最后可能取  $d = 20 \text{ mm}$ 。显然这时轴的强度计算只是为确定轴伸直径大小提供了一个方面的依据。

(3) 熟练掌握边画图、边计算、边修改的设计方法,力求精益求精。

(4) 正确使用标准和规范。设计中采用的标准件(如螺栓)的尺寸参数必须符合标准规定;采用的非标准件的尺寸参数,若有标准,则应执行标准(如齿轮的模数);若无标准,则应尽量圆整为标准数列或优先数列。但对于一些有严格几何关系的尺寸(例如,齿轮传动的啮合尺寸参数),则必须保证其正确的几何关系,而不能随意圆整。例如  $m_n = 3 \text{ mm}$ 、 $z = 20$ 、 $\beta = 10^\circ$  的斜齿圆柱齿轮,其分度圆直径  $d = 60.926 \text{ mm}$ ,不能圆整为  $d = 60 \text{ mm}$ 。

(5) 图纸应符合机械制图规范,说明书要求计算正确,书写工整,内容完备。

(6) 课程设计是在教师指导下由学生独立完成的,因此,在设计过程中要教学相长,教师要因材施教,严格要求,学生要充分发挥主观能动性,要有勤于思考、深入钻研的学习精神和严肃认真、一丝不苟、有错必改、精益求精的工作态度。

(7) 要注意掌握设计进度,保质保量地按期完成设计任务。

## 第二章 传动装置的总体设计

传动装置总体设计的目的是分析或确定传动方案、选定电动机型号、计算总传动比、合理分配传动比、计算传动装置的运动和动力参数,为设计计算各级传动零件和装配图的设计准备条件。

### 2.1 分析或确定传动方案

传动方案通常用机构简图表示,它反映运动和动力传递路线及各零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方案时,学生应了解和分析各传动方案的特点;如设计任务书只给定工作机的性能要求(如带式运输机的有效拉力  $F$  和输送带的线速度  $v$  等),学生应根据各种传动的特点确定出最佳的传动方案。

合理的传动方案,首先要满足工作机的性能要求,适应工作条件(如工作环境、场地等),工作可靠,此外还应使传动装置的结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高和使用维护方便。同时满足这些要求是比较困难的,因此要通过分析比较多种传动方案,选择出能保证重点要求的最佳传动方案。

常用传动机构的性能及适用范围参见表 2.1。选择传动机构类型的一般原则是:

(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结构,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),以减少能耗,降低运行费用。

(3) 载荷变化较大时,应选用具有缓冲吸振能力的传动机构(如带传动)。

(4) 工作中可能出现过载时,应选用具有过载保护作用的传动机构(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;闭式齿轮传动或蜗杆传动,而不能采用带传动或摩擦传动。

(6) 要求两轴保持准确的传动比时,应选用齿轮传动、蜗杆传动或同步带传动。

当采用由几种传动形式组成的多级传动时,要充分考虑到各种传动形式的特点,合理地布置其传动顺序。下列各点可供参考。

(1) 带传动的承载能力小,当传递相同转矩时,结构尺寸较其他传动形式大,但传动平稳,能吸振缓冲,因此宜布置在高速级。

(2) 链传动运动不均匀,有冲击,不适用于高速级,应布置在低速级。

(3) 斜齿圆柱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。

(4) 开式齿轮传动的工作环境一般较差,润滑条件不好,因而磨损严重、寿命较短,应布置在低速级。

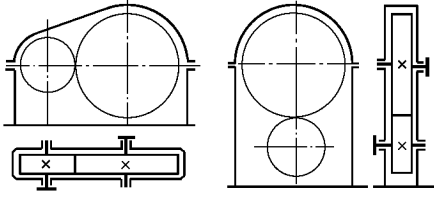
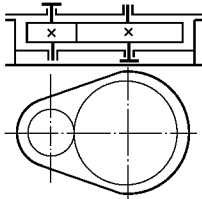
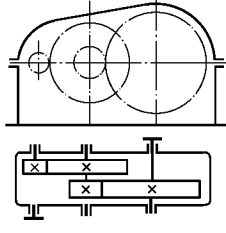
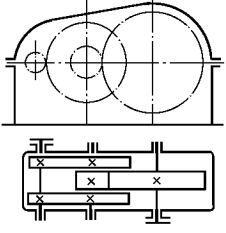
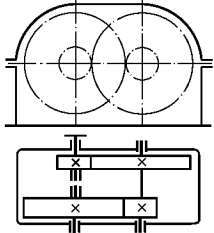
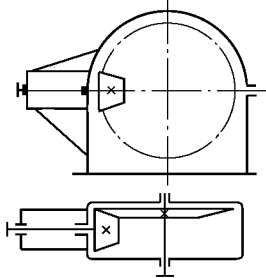
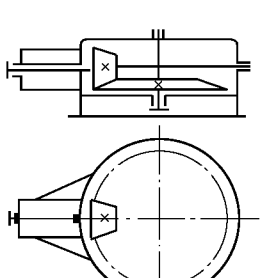
(5) 圆锥齿轮传动只用于需要改变轴的布置方向的场合。由于圆锥齿轮(特别是大直

径、大模数圆锥齿轮) 加工困难, 所以应将其布置于传动的高速级, 并限制其传动比, 以减小其直径和模数。

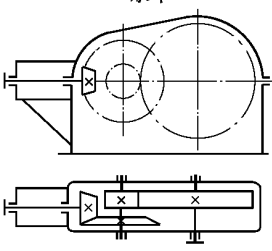
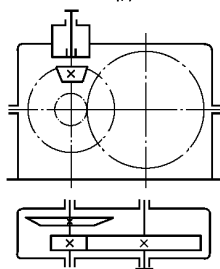
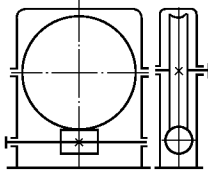
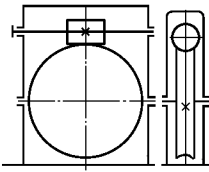
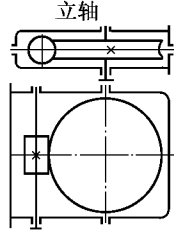
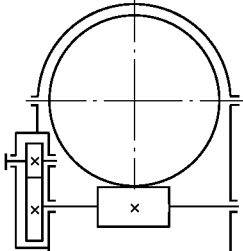
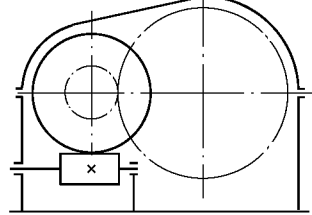
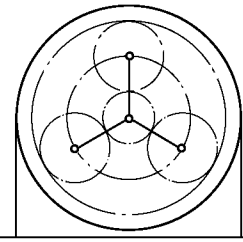
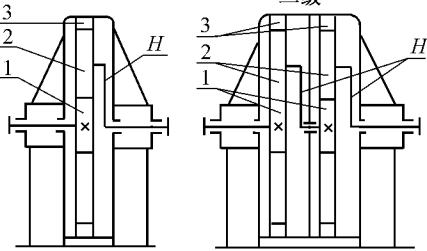
(6) 蜗杆传动可以实现较大的传动比, 结构紧凑, 传动平稳, 但传动效率较低, 故适用于中小功率的高速传动中。

常用减速器类型及特点参见表 2.1。

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	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>水平轴</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>立轴</p>  </div> </div> <p>传动比一般小于 6, 可用直齿、斜齿或人字齿, 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、上下布置或垂直布置</p>
二级圆柱齿轮减速器	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>展开式</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>分流式</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>同轴式</p>  </div> </div> <p>传动比一般为 8 ~ 40, 用斜齿、直齿或人字齿。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, 有利于浸油润滑。轴线可以水平、上下或垂直布置</p>
一级圆锥齿轮减速器	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>水平轴</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>立轴</p>  </div> </div> <p>传动比一般小于 3, 用直齿、斜齿或螺旋齿</p>

续表 2.1

类 型	简 图 及 特 点
二级圆锥圆柱齿轮减速器	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>水平</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>立轴</p>  </div> </div> <p>锥齿轮应布置在高速级,使其直径不致过大,便于加工</p>
一级蜗杆减速器	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>蜗杆下置式</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>蜗杆上置式</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>立轴</p>  </div> </div> <p>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 <math>v \leq 4 \sim 5 \text{ m/s}</math> 时,用下置蜗杆, <math>v &gt; 4 \sim 5 \text{ m/s}</math> 时,用上置式蜗杆。采用立轴布置时,密封要求较高</p>
齿轮蜗杆减速器	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>传动比一般为 <math>60 \sim 90</math>。齿轮传动在高速级时,结构比较紧凑,蜗杆传动在高速级时,传动效率较高</p>
MGN型行星齿轮减速器	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>一级</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>二级</p>  </div> </div> <p>1—太阳轮;2—行星轮;3—内齿轮;H—转臂</p> <p>一级传动比一般为 <math>3 \sim 9</math>,二级为 <math>10 \sim 60</math>。通常固定内齿轮,也可以固定太阳轮或转臂。体积小,质量小,但制造精度要求高,结构复杂</p>

## 2.2 选择电动机

电动机是专门工厂批量生产的标准部件,设计时要根据工作机的工作特性、工作环境和  
工作载荷等条件,选择电动机的类型、结构、容量(功率)和转速,并在产品目录中选出其具  
体型号和尺寸。

### 1. 选择电动机类型和结构形式

电动机分交流电动机和直流电动机两种。由于生产单位一般多采用三相交流电源,因  
此,无特殊要求时均应选用三相交流电动机,其中以三相异步交流电动机应用最广泛。根据  
不同防护要求,电动机有开启式、防护式、封闭自扇冷式和防爆式等不同的结构形式。

Y 系列三相笼型异步电动机是一般用途的全封闭自扇冷式电动机,由于其结构简单、工  
作可靠、价格低廉、维护方便,因此广泛应用于不易燃、不易爆、无腐蚀性气体和无特殊要求  
的机械上,如金属切削机床、运输机、风机、搅拌机。常用 Y 系列三相异步电动机的技术数  
据和外形尺寸见表 15.1 和表 15.2。对于经常启动、制动和正反转的机械(如起重、提升设  
备),要求电动机具有较小的转动惯量和较大的过载能力,应选用冶金及起重用三相异步电  
动机 YZ 型(笼型)或 YZR 型(绕线型)。

电动机的类型和结构形式应根据电源种类(交流或直流)、工作条件(环境、温度、空间位  
置等)、载荷大小和性质(变化性质、过载情况等)、启动性能和启动、制动、正反转的频繁程度  
等条件来选择。

### 2. 选择电动机的容量(功率)

电动机的容量(功率)选择是否合适,对电动机的正常工作和经济性都有影响。容量选  
得过小,就不能保证工作机正常工作,会使电动机因超载而过早损坏;而容量选得过大,则电  
动机的价格高,能力又不能充分利用,而且由于电动机经常不满载运行,其效率和功率因数  
都较低,增加电能消耗而造成能源的浪费。

电动机的容量主要根据电动机运行时的发热条件来决定。对于载荷比较稳定、长期连续  
运行的机械(如运输机),只要所选电动机的额定功率  $P_{ed}$  等于或稍大于所需的电动机工作  
功率  $P_d$ ,即  $P_{ed} \geq P_d$ ,电动机就能安全工作,不会过热,因此通常不必校验电动机的发热和  
启动转矩。

如图 1.1 所示的带式运输机,其电动机所需的工作功率为

$$P_d = \frac{P_W}{\eta_\Sigma} \quad \text{kW}$$

式中  $P_W$ ——工作机的有效功率,即工作机的输出功率(kW),它由工作机的工作阻力和  
运动参数确定,  $P_W = \frac{Fv}{1000}$  kW,  $F$  为输送带的有效拉力(N),  $v$  为输送带的  
线速度(m/s);

$\eta_\Sigma$ ——从电动机到工作机输送带间的总效率。它为组成传动装置和工作机的各部分  
运动副或传动副的效率之乘积。设  $\eta_1$ 、 $\eta_2$ 、 $\eta_3$ 、 $\eta_4$  分别为联轴器、滚动轴承、  
齿轮传动及卷筒传动的效率,则

$$\eta_\Sigma = \eta_1^2 \cdot \eta_2^4 \cdot \eta_3^2 \cdot \eta_4$$