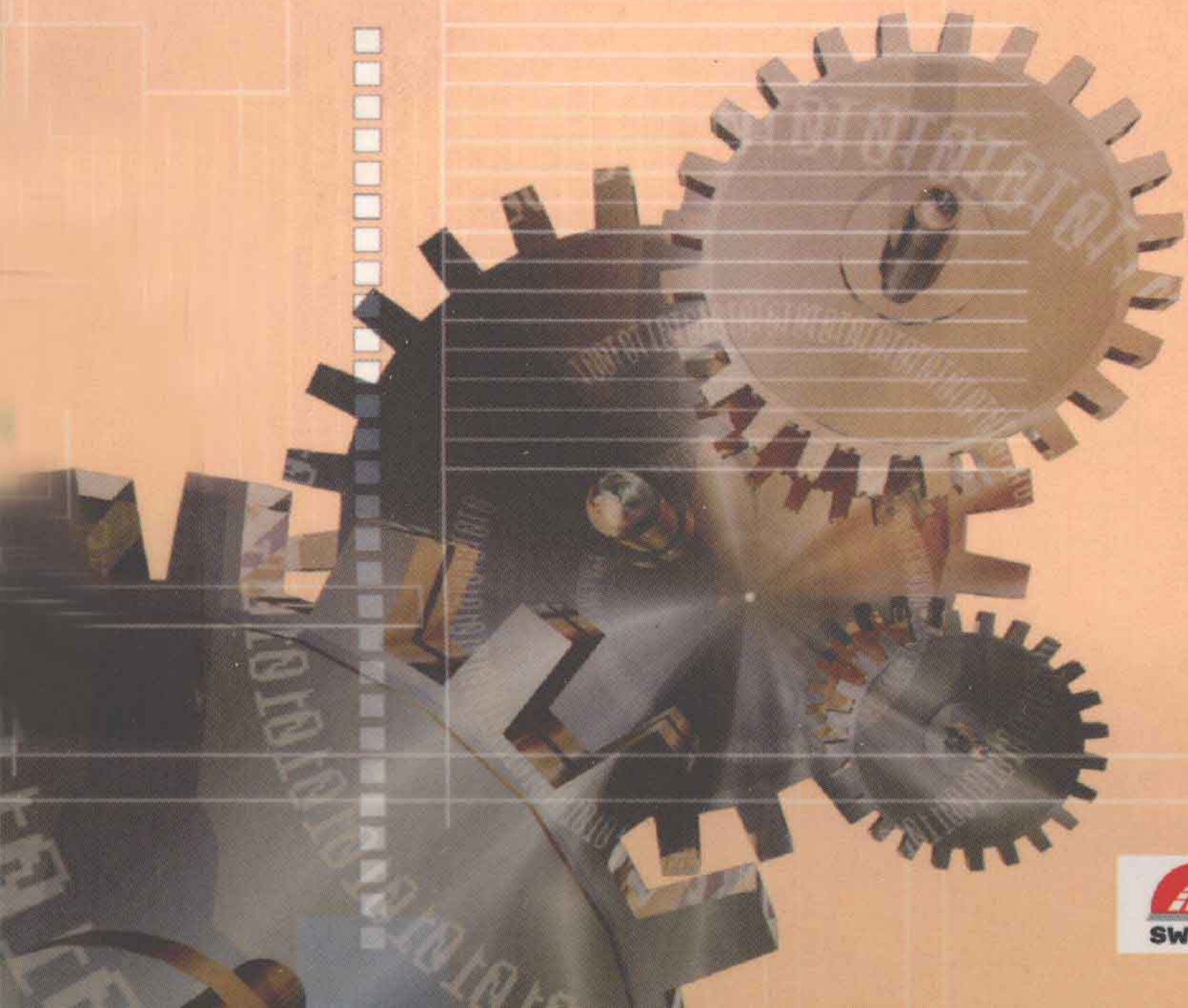


 21世纪高等教育规划教材

机械设计 机械设计基础

课程设计

强建国 马 晓 主编
郑海霞 傅顶云



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等教育规划教材

机械设计 机械设计基础 课程设计

强建国 马 晓 郑海霞 傅顶云 主编



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书包括三个部分:课程设计指导;简化画法、减速器零部件结构及参考图例;课程设计常用标准及规范。书中所用资料尽量采用了最新的国家标准,并给出了大量图例和设计示例,另外还对课程设计中经常出现的错误进行了深入分析。

本书适合于机械类和近机械类专业的本科生课程设计使用,也可作为学生毕业设计辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计 机械设计基础课程设计 /傅顶云等主编.
—成都:西南交通大学出版社,2006.12
21世纪高等教育规划教材
ISBN 7-81104-293-2

I.机... II.傅... III.①机械设计—高等学校—
教材②机械设计—课程设计—高等学校—教材
IV.TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 161192 号

21世纪高等教育规划教材

机 械 设 计 课 程 设 计 机 械 设 计 基 础

Jixie Sheji Jixie Sheji Jichu Kecheng Sheji

强建国 马晓 郑海霞 傅顶云 主编

*

责任编辑 张华敏

封面设计 水木时代

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

北京广达印刷有限公司印刷

*

成品尺寸:185 mm×260 mm 印张:22.5 插页:2

字数:585千字

2007年1月第1版 2007年1月第1次印刷

ISBN 7-81104-293-2

定价:36.80元

版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

前 言

本书是根据国家教委批准印发的《高等工业学校机械设计及机械设计基础教学基本要求》，结合兰州理工大学等同类院校实际教学情况而编写的。本书在力保课程设计基本要求内容的前提下，呈现以下几个特点：

1. 尽量满足课程设计所需的基本内容，精简一些与课程设计关系不大的内容，以便于使用。全书分为三部分：课程设计指导，简化画法、减速器零部件结构及参考图例，课程设计常用标准及规范。

2. 书中所用资料力求为最新的国家标准，尤其轴承部分对应的标准变化较大，是目前最新的国家标准。

3. 增加大量的图例，尤其对课程设计中经常出现的错误进行深入分析，使学生在设计过程中尽量减少错误，提高设计能力。

4. 以带式运输机为实例进行方案设计和传动零件设计示例，直接列出目前机械设计和机械设计基础课程所使用的两种不同简化算法：对轴承计算提供各种组合方案的寿命计算实例，对轴的结构设计提供基本的设计思路和两种不同的强度计算方法。

5. 本书力求做到为学习机械设计和机械设计基础的同学提供比较全面的辅导和设计资料，并与学生使用的教材互补，借助本书可直接完成机械设计和机械设计基础课程设计。

本书由强建国、马晓、郑海霞、傅顶云主编，王富强等老师参与编写，傅顶云老师负责审订。

本书适用于机械类和近机械类专业的本科生课程设计使用，也可作为其毕业设计辅助之用。

由于时间紧迫，编者经验有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2006年10月

目 录

第一部分 课程设计指导

第 1 章 课程设计概述	3
1.1 课程设计的目的和内容	3
1.2 课程设计的方法和步骤	3
第 2 章 机械传动装置的总体方案和传动件设计	5
2.1 传动方案设计	5
2.2 选择电动机	7
2.3 计算总传动比和分配传动比	9
2.4 计算传动装置运动和动力参数.....	11
2.5 设计计算传动零件和初步选择轴系零部件.....	12
2.6 带式运输机的方案设计及传动零件设计举例.....	14
第 3 章 减速器的结构与润滑	27
3.1 箱体结构.....	30
3.2 减速器箱体的密封、润滑和散热	37
3.3 减速器附件的结构设计.....	41
第 4 章 减速器装配图设计	45
4.1 概 述.....	45
4.2 装配图设计准备.....	45
4.3 减速器装配草图设计.....	46
4.4 轴及轴承设计举例.....	79
4.5 完善装配草图.....	90
4.6 减速器装配草图的检查和修改.....	93
4.7 完成减速器装配图.....	94
第 5 章 零件工作图设计	98
5.1 轴类零件工作图设计.....	98
5.2 齿轮类零件工作图设计	103
5.3 箱体零件工作图设计	111
第 6 章 设计中常见错误示例分析	118
6.1 不符合机械制图规定的典型错误	118
6.2 铸造工艺性不良的设计	120
6.3 机械加工工艺性不良的设计	120
6.4 装配工艺性不良的设计	125
6.5 润滑和密封不恰当的设计	128
6.6 结构不合理的设计	131
6.7 防松结构错误	131

6.8	零件图上的标注错误	132
6.9	设计错误综合示例	134
6.10	课程设计常见错误汇总	137
第 7 章	编写设计说明书、设计总结及答辩	139
7.1	编写设计说明书	139
7.2	答辩准备和总结	141

第二部分 简化画法、减速器零部件结构及参考图例

第 8 章	常用规定画法、标注法和简化画法	147
8.1	常用机构运动简图符号	147
8.2	有关规定画法和标注法	148
8.3	简化画法	150
第 9 章	减速器零、部件结构及其尺寸	152
9.1	传动零件的结构及其尺寸	152
	普通 V 带带轮	152
	圆柱齿轮	154
	直齿圆锥齿轮	155
	蜗杆	155
	蜗轮	156
9.2	减速器箱体结构图例	157
	1. 铸造箱体	157
	单级圆柱齿轮减速器箱体(之一)	157
	单级圆柱齿轮减速器箱体(之二)	158
	双级圆柱齿轮减速器箱体(外肋式)	159
	双级圆柱齿轮减速器箱体(内肋式)	159
	单级圆锥齿轮减速器箱体	160
	单级蜗杆减速器箱体(之一)	161
	单级蜗杆减速器箱体(之二,大端盖结构)	162
	2. 焊接箱体	162
	单级蜗杆减速器箱体(之三)	162
	双级圆柱齿轮减速器箱体(同轴式)	163
9.3	减速器附件	164
	1. 通气器	164
	通气螺塞(无过滤装置)	164
	通气帽(经一次过滤)	164
	通气器(经两次过滤)	164
	2. 轴承盖及套杯	165
	凸缘式轴承盖	165

嵌入式轴承盖	165
套杯	165
3. 油面指示器	166
压配式圆形油标(GB1160.1—89)	166
管状油标(GB1162—89)	166
油标尺	166
长形油标(GB1161—89)	167
4. 油塞	167
外六角油塞及封油垫	167
锥螺纹油塞	167
5. 窥视孔及视孔盖	168
板结构视孔盖	168
带过滤网的视孔盖	168
6. 起吊装置	168
吊耳及吊钩	168
起重螺栓(GB2225—80)	168
吊环螺钉(GB825—88)	169
第 10 章 参考图例	170
10.1 减速器装配图示例	170
单级圆柱齿轮减速器	170
单级圆柱齿轮减速器(采用外肋式、嵌入式端盖结构,轴承用脂润滑)	171
单级圆锥齿轮减速器	172
单级蜗杆减速器(蜗杆下置式)	173
单级蜗杆减速器(大端盖结构)	174
双级圆柱齿轮减速器(分流式)	175
双级圆柱齿轮减速器(同轴式,焊接箱体)	176
圆锥-圆锥齿轮减速器	177
蜗杆-齿轮减速器	178
电动机-齿轮减速器(三级)	179
10.2 零件工作图示例	180
轴的零件工作图	180
斜齿圆柱齿轮零件工作图	181
圆锥齿轮轴的零件工作图	182
大圆锥齿轮零件工作图	183
蜗杆零件工作图	184
蜗轮工作图	185
蜗轮轮芯零件工作图	186
蜗轮轮缘零件工作图	186
单级圆柱齿轮减速器箱座零件工作图	187
双级圆柱齿轮减速器箱盖零件工作图	188

第三部分 课程设计常用标准及规范

第 11 章 常用数据和标准	191
标题栏和明细表	191
标准尺寸(直径、长度和高度等)(摘自 GB2822—81)	191
一般用途圆锥的锥度和锥角(摘自 GB157—89)	192
中心孔(摘自 GB145—85)	192
零件倒圆与倒角(摘自 GB6403.4—86)	193
砂轮越程槽(摘自 GB6403.5—86)	193
螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角(摘自 GB3—79)	193
铸件最小壁厚	194
铸造斜度(摘自 JB/ZQ4257—86)	194
铸造过渡斜度(摘自 JB/ZQ4254—86)	194
铸造内圆角(摘自 JB/ZQ4255—86)	194
铸造外圆角(摘自 JB/ZQ4256—86)	194
第 12 章 常用工程材料	195
灰铸铁(摘自 GB9439—88)	195
球墨铸铁(摘自 GB1348—88)	195
一般工程用铸造碳钢(摘自 GB5676—85)	196
铸造铜合金(摘自 GB1176—87)	196
碳素结构钢(摘自 GB700—88)	197
合金结构钢(摘自 GB3077—88)	197
优质碳素结构钢(摘自 GB699—88)	198
常用轧制钢板尺寸规格(摘自 GB708—88 和 GB709—88)	198
第 13 章 螺纹紧固件	199
13.1 螺 纹	199
普通螺纹的基本尺寸(摘自 GB196—81)	199
13.2 螺纹零件的结构要素	200
粗牙螺栓、螺钉的拧入深度及螺纹孔的尺寸(供参考)	200
紧固件的通孔及沉孔尺寸(摘自 GB5277—85、GB152.2~152.4—88)	200
扳手空间	201
13.3 紧固件	202
六角头螺栓(摘自 GB5782—86、GB5783—86、GB5785—86、GB5786—86)	202
双头螺柱(摘自 GB897~899—88)	203
地脚螺栓(摘自 GB799—88)地脚螺栓孔及凸缘	203
六角头铰制孔用螺栓(A 和 B 级)(摘自 GB27—88)	204
内六角圆柱头螺钉(摘自 GB70—85)	204
十字槽盘头螺钉与十字槽沉头螺钉(摘自 GB818—85、GB819—85)	205

紧定螺钉(摘自 GB71—85、GB73—85、GB75—85)	206
六角螺母(摘自 GB6170—86、GB6171—86、GB6172—86、GB6173—86)	206
垫圈(摘自 GB848—85、GB97.1—85、GB97.2—85)	207
弹簧垫圈(摘自 GB93—87、GB859—87)	207
圆螺母(摘自 GB812—88)	208
圆螺母用止动垫圈(摘自 GB858—88)	208
轴端挡圈(摘自 GB891—85、GB892—86)	209
孔用弹性挡圈—A 型(摘自 GB893.1—86)	210
轴用弹性挡圈—A 型(摘自 GB894.1—86)	211
第 14 章 键连接和销连接	212
14.1 键连接	212
普通平键的形式和尺寸(摘自 GB1096—79、GB1095—79)	212
14.2 花键连接	213
矩形花键基本尺寸系列及公差(摘自 GB1144—87)	213
14.3 销连接	214
圆柱销(摘自 GB119—86)和圆锥销(摘自 GB117—86)	214
第 15 章 滚动轴承	215
15.1 中国滚动轴承旧代号	215
15.2 中国通用滚动轴承新旧代号对照	219
15.3 滚动轴承当量动载荷计算	226
15.4 常用滚动轴承的基本尺寸与数据	230
深沟球轴承(GB/T276—1994)	230
单列角接触球轴承(GB//T292—1994)	234
成对安装角接触球轴承(GB/T292—1994)	237
分离型角接触球轴承(GB/T292—1994)	242
双列角接触球轴承(GB/T296—1994)	243
圆柱滚子轴承(GB/T283—1994)	244
单列圆锥滚子轴承(GB/T297—1994)	253
双列圆锥滚子轴承(GB/T299—1995)	258
15.5 滚动轴承的公差与配合	259
第 16 章 润滑与密封	261
16.1 常用润滑油及选择	261
常用润滑油的主要性质和用途	261
闭式齿轮传动润滑油运动黏度($\nu_{40^\circ\text{C}}$)的荐用值	261
闭式蜗杆传动润滑油运动黏度($\nu_{40^\circ\text{C}}$)的荐用值	262
16.2 常用润滑脂及选择	262
常用润滑脂的主要性能及用途	262
16.3 润滑装置	263
直通式压注油杯(摘自 GB1152—89)	263
压配式压注油杯(摘自 GB1155—89)	263

旋盖式油杯(摘自 GB1154—89)	263
16.4 密封形式	264
常用滚动轴承的密封形式	264
16.5 密封件	266
毡圈油封及槽(摘自 FZ/T92010—91)	266
骨架式旋转轴唇形密封圈(摘自 GB9877.1—88,GB9877.2—88)	266
O形橡胶密封圈(摘自 GB3452.1—92,GB3452.3—88)	267
油沟密封槽(摘自 JB/ZQ4245—86)	267
迷宫密封槽	267
第 17 章 联轴器	268
轴孔和键槽的形式、代号及系列尺寸(摘自 GB3852—83)	268
凸缘联轴器(摘自 GB5843—86)	269
弹性套柱销联轴器(摘自 GB4323—84)	271
弹性柱销联轴器(摘自 GB5014—85)	272
第 18 章 公差配合、形位公差和表面粗糙度	273
18.1 公差与配合(摘自 GB1800—79,GB1801—79)	273
1. 基本偏差系列及配合种类	273
2. 标准公差值及轴和孔的极限偏差值	273
标准公差值	273
轴的极限偏差值	274
孔的极限偏差值	276
3. 公差与配合的选用	277
公差等级与常用加工方法的关系	278
常用和优先的基孔制配合特性及应用举例	278
18.2 形状与位置公差(摘自 GB1182—80,GB1184—80,GB13319—91)	279
常用形位公差符号	279
平行度、垂直度和倾斜度公差	279
直线度和平面度公差	280
圆度和圆柱度公差	280
同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差	281
18.3 表面粗糙度	281
表面粗糙度 R_a 值的应用范围	281
第 19 章 齿轮及蜗杆、蜗轮的精度	283
19.1 渐开线圆柱齿轮的精度(摘自 GB10095—88)	283
1. 精度等级	283
7~9 级精度齿轮的加工方法及其应用范围	283
2. 齿轮检验与公差	283
3. 齿轮副的检验与公差	284
圆柱齿轮各项公差与极限偏差分组及各检验组的应用	284
圆柱齿轮 F'_i 、 F_r 、 F_w 、 f'_i 、 f_t 、 $\pm f_{\mu}$ 、 $\pm f_{pb}$ 值	284

圆柱齿轮 F_p 、 F_{pK} 和 F_β 值	285
齿轮副公差与极限偏差及检验项目	285
齿轮副的中心距极限偏差 $\pm f_a$ 和接触斑点	285
4. 齿轮副侧隙	285
齿厚极限偏差	286
齿厚极限偏差标准代号	286
齿轮副极限侧隙和齿厚极限偏差值	286
齿厚极限偏差 E_s 的参考值	286
公法线长度 W' ($m=1\text{ mm}, \alpha_0=20^\circ$)	287
假想齿数系数 K_β ($\alpha_n=20^\circ$)	288
假想齿数小数部分 $\Delta z'$ 的公法线长度 $\Delta W'$ ($m_n=1\text{ mm}, \alpha_n=20^\circ$)	289
5. 齿坯要求	289
齿坯公差	289
圆柱齿轮主要加工面表面粗糙度 R_a 的推荐值	289
6. 图样标注	290
19.2 锥齿轮的精度(摘自 GB11365—89)	290
1. 精度等级	290
锥齿轮及其传动的各项公差与极限偏差分组及各检验组的应用	291
锥齿轮第 II 公差组精度等级与圆周速度的关系	291
2. 锥齿轮和齿轮副的检验与公差	291
锥齿轮 F_r 、 $F'_{i\Sigma c}$ 、 F_{vj} 、 $\pm f_{pt}$ 、 f_c 、 $f'_{i\Sigma c}$ 和接触斑点值	292
齿距累积公差 F_p 和 K 个齿距累积公差 F_{pK}	292
周期误差的公差 f'_{zK} 、齿轮副周期误差的公差 f'_{zKc} 和	
齿轮副齿频周期误差的公差 f'_{zkc} 值	293
齿圈轴向位移极限偏差 $\pm f_{AM}$ 值	293
轴交角极限偏差 $\pm E_\Sigma$ 和轴间距极限偏差 $\pm f_a$ 值	294
3. 齿轮副侧隙	294
圆锥齿轮副的最小法向侧隙种类	294
GB11365—89 与 JB180—60 侧隙分布的大致对应关系	294
最小法向侧隙 $j_{n\min}$ 值	295
齿厚上偏差 E_{ss} 值	295
齿厚公差 T_s 值	296
最大法向侧隙 ($j_{n\max}$) 的制造误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ 值	296
4. 齿坯要求	296
齿坯尺寸公差	296
齿坯轮冠距和顶锥角极限偏差	296
齿坯顶锥母线跳动和基准端面跳动公差	296
5. 图样标注	297
19.3 圆柱蜗杆和蜗轮的精度(摘自 GB10089—88)	297
1. 精度等级	297

蜗杆、蜗轮及其传动的公差与极限偏差和各检验组的应用	298
蜗杆传动的加工方法及应用范围	299
2. 蜗杆、蜗轮的检验与公差	299
蜗杆的公差和极限偏差值	299
3. 蜗杆传动的检验与公差	299
4. 蜗杆传动的侧隙规定	300
蜗轮的公差和极限偏差值	300
传动接触斑点和 $\pm f_a$ 、 $\pm f_x$ 、 $\pm f_\Sigma$ 的值	300
传动的最小法向侧隙 $j_{n \min}$ 值	301
蜗杆副的最小法向侧隙种类	301
齿厚偏差计算公式	301
蜗杆齿厚公差 T_{s1} 和蜗轮齿厚公差 T_{s2} 值	301
蜗杆齿厚上偏差 (E_{ss1}) 中的误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ 值	302
5. 齿坯要求	302
蜗杆、蜗轮齿坯公差	302
6. 图样标注	302
第 20 章 电动机	304
Y 系列 (IP44) 三相异步电动机技术数据 (摘自 ZBK22007—88)	304
Y 系列三相异步电动机的外形和安装尺寸	305
Y 系列 (IP44) 三相异步电动机的参考比价	305
附录 1 带传动设计计算所需资料	306
附录 2 齿轮传动设计计算所需资料	313
附录 3 蜗杆传动设计计算所需资料	329
附录 4 轴设计计算所需资料	338
参考文献	345

第一部分

课程设计指导

第1章 课程设计概述

1.1 课程设计的目的和内容

1. 课程设计的目的

机械设计课程设计是与机械设计课程和机械设计基础课程对应的实践教学环节，同时也是学生第一次进行的、较全面的机械设计工程实训。其基本目的是：

①通过课程设计，综合运用机械类基础课程和其他先修课程的理论及生产实践的知识去分析和解决机械设计问题，并使所学基础理论得到进一步巩固和深化，培养分析和解决实际问题的能力。

②了解和掌握常用机械零部件、机械传动装置和简单机械的设计过程、设计方法。学会从机械功能要求出发，合理选择传动机构类型，拟订设计方案，正确计算零部件的工作能力，确定零件的尺寸、形状、结构及材料，并考虑制造工艺、使用、维护、经济性和安全等问题，培养正确的设计思想和分析问题、解决问题的能力。

③通过计算、查阅资料和绘图，学会运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料等，培养机械设计的基本技能。

2. 课程设计的内容

课程设计的题目一般为通用机械的传动装置或简单机械，如各种类型的减速器设计。其具体内容如下：

①传动装置的方案设计。例如，进行传动参数的计算，传动零件、轴、键和轴承等的设计计算等。

②装配图（如减速器装配图）和零部件工作图（如齿轮和轴等）设计。

③编写设计计算说明书。

1.2 课程设计的方法和步骤

1. 课程设计的方法

课程设计的方法是：

①独立思考，继承与创新。任何设计都不可能是设计者独出心裁、凭空设想、不依靠任何资料所能实现的。设计时，要认真阅读参考资料，继承或借鉴前人的设计经验和成果，但不能盲目地全盘抄袭，应根据具体的设计条件和要求，独立思考，大胆地进行改进和创新。

②全面考虑机械零部件的强度、刚度、工艺性、经济性和维护等基本要求。任何机械零

部件的结构和尺寸，除了考虑它的强度和刚度外，还应综合考虑零件本身及整个部件的工艺性要求(如加工和装配工艺性)、经济性要求(如制造成本)、使用要求(如维护方便)等才能确定。

③计算、结构设计交互进行。在机械设计中，多数零件可以由承载能力计算确定零件的基本参数及尺寸，再通过草图设计决定其具体结构和其他相关尺寸。而有些零件(如轴)则需先经初算和绘草图，得到初步符合设计条件的基本结构尺寸，然后再进行必要的计算，根据计算的结果，对结构和尺寸进行修改。因此，计算和绘图互为依据，交叉进行。这种边计算、边绘图、边修改的设计方法是机械设计中经常采用的方法，又称“三边”设计方法。

④合理使用标准和规范。设计时应尽量使用标准和规范，有利于零件的互换性和工艺性，同时也可减少设计工作量，节省设计时间。对于国家标准或部门规范，一般都要严格遵守和执行。设计中采用标准或规范的多少，是评价设计质量的一项指标。因此，在课程设计中，凡有标准或规范的，应该尽量采用。

2. 课程设计的步骤

课程设计大致按如下步骤进行：

①设计准备。阅读设计任务书，明确设计要求、工作条件、设计内容，通过查阅有关设计资料，看录像、实物、模型和减速器拆装实验等，了解设计对象的性能、结构及工艺性；准备好设计需要的资料、绘图工具及图纸；拟定设计计划等。

②传动装置总体设计和传动零件等设计。拟定和确定传动方案；选择电动机类型和型号；确定总传动比和分配各级传动比；计算各轴上的转速、功率和转矩；设计传动零件；初算轴径；初选联轴器和滚动轴承类型，注意标准件选取。

③减速器装配草图设计。绘制减速器装配草图；进行轴的结构设计和轴系零部件设计；校核轴和键连接的强度以及滚动轴承的寿命；进行箱体及其附件设计；选取密封件、螺栓等其他标准件。

④完成减速器装配图。加深减速器装配图；标注主要尺寸、配合、零件序号；编写标题栏、零件明细表、减速器特性表及技术要求等。

⑤绘制零件工作图。绘出零件的必要视图；标注尺寸、公差及表面粗糙度；编写技术要求和标题栏等。

⑥编写设计计算说明书。写明整个设计的主要计算和一些技术说明。

第2章 机械传动装置的总体方案和传动件设计

机械传动装置的总体方案设计内容包括：确定机械传动方案，选择电动机型号，计算总传动比，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，为设计各级传动件和装配图设计创造必要的条件。

2.1 传动方案设计

传动方案一般用机构示意图或机构运动简图表示，它反映运动和动力传递路线和各部件的组成以及联结关系，如图 2-1 所示为带式输送机传动装置及其机构运动示意简图。运动和动力由电动机提供，经机械传动装置传递到工作机滚筒上，机械传动装置位于原动机和工作机之间，用以传递运动和动力或改变运动方式。传动装置方案设计是否合理，对整个机械的基本性能、尺寸、重量和成本等影响很大，因此，传动方案设计是整个机械设计中最关键的环节。

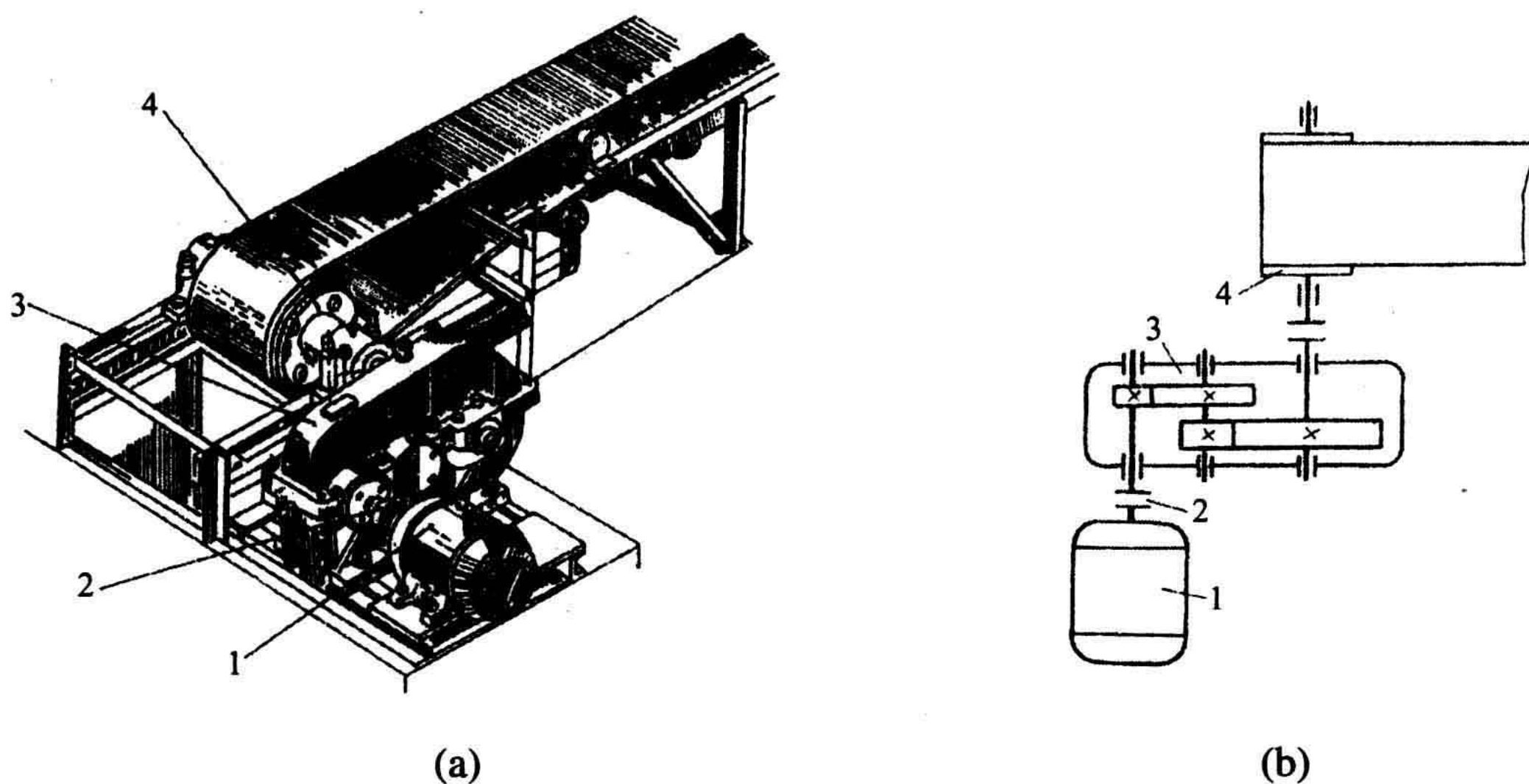


图 2-1

1—电动机；2—联轴器；3—减速器；4—输送带

1. 对传动方案的要求

合理的传动方案，首先应满足工作机的基本功能要求，例如传递功率的大小、转速和运动形式等；此外还要适应工作条件（如工作环境、场地、工作时间等），满足工作可靠、传动