



江苏省高等学校重点教材
品牌专业建设工程资助项目

机械设计

综合训练教程

主 编 程志红

副主编 杨金勇 闫海峰 孟庆睿 刘后广 周晓谋

Comprehensive Training on
Machine Component Design

中国矿业大学出版社

高等学校重点教材

江苏高校品牌专业建设工程资助项目

机械设计综合训练教程

主 编 程志红

副主编 杨金勇 闫海峰 孟庆睿

刘后广 周晓谋

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是为满足机械设计计算机辅助设计和课程设计实践的教学需求编写的。

本书共分三篇,第一篇为机械设计计算机辅助设计训练,包括常用数表及线图程序化处理、典型机械零部件程序设计和机械设计计算机辅助设计训练题目与要求;第二篇为机械设计课程设计训练,包括总体设计、传动件设计、装配图设计、零件工作图设计、设计说明书的编写以及课程设计训练题目与要求;第三篇为机械设计资料,包括常用设计数据、螺纹与螺纹连接、键连接和销连接、传动零件、滚动轴承、联轴器、减速器结构及附件、电机、极限与配合、减速器和零部件图册。

本书可作为高等院校工科机械类专业本专科生学习“机械设计”“机械设计计算机辅助设计”课程的补充教材和简明设计手册,也可供其他有关专业的教师与工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计综合训练教程 / 程志红主编. —徐州 :

中国矿业大学出版社, 2018.5

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3975 - 4

I. ①机… II. ①程… III. ①机械设计—教材 IV.

①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 112595 号

书 名 机械设计综合训练教程
主 编 程志红
责任编辑 褚建萍
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 江苏淮阴新华印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 19.75 插页 7 字数 530 千字
版次印次 2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷
定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

随着计算机技术的迅猛发展,利用计算机辅助进行机械产品的设计,已成为提高机械产品与工程设计水平、缩短产品开发周期、增强产品市场竞争力、提高劳动生产率的重要手段。计算机辅助机械零部件设计,不仅可以将设计中必须翻阅大量手册、文献资料以及检索有关曲线、表格以获取设计或校核计算时所需的各种系数、参数等十分费时、费事又易于出错的繁琐的事务性工作交给计算机去完成,也有利于快速得到多方案设计结果,还可利用计算机绘图和造型软件参数化生成零件工作图和三维实体图形。教材中介绍常用数表和线图的程序化处理方法,以及典型零部件的计算机辅助程序设计,可满足学生上机实验训练要求。

课程设计作为机械设计课程的一个综合性实践环节,对培养学生初步掌握简单机械的设计方法和步骤,熟悉与机械设计有关的标准、规范、资料和手册具有重要的作用;同时也能培养学生理论联系实际的能力、独立工作能力和创新设计能力。

《机械设计综合训练教程》一书旨在提供计算机辅助机械零部件设计的方法和上机实践训练内容,机械设计课程设计方法、步骤和设计训练题目以及常用设计数据手册,本书可作为“机械设计”课程配套教材。

本书在编写上采用最新国家标准,并提供扫描二维码查看设计程序和设计资料。

本书在内容安排上,分为三大部分,第一部分为机械设计计算机辅助设计训练,包括常用数表及线图程序化处理、典型机械零部件程序设计和机械设计计算机辅助设计训练题目与要求;第二部分为机械设计课程设计训练,包括总体设计、传动件设计、装配图设计、零件工作图设计、设计说明书的编写以及课程设计训练题目与要求;第三部分为机械设计资料,包括常用设计数据、螺纹与螺纹连接、键连接和销连接、传动零件、滚动轴承、联轴器、减速器结构及附件、电机、极限与配合、减速器和零部件图册。

本书第1~3章、第8章、第17章由程志红编著;第4~7章由杨金勇编写;第9~11章由刘后广编写;第12、14、16章由孟庆睿编写;第13章由周晓谋编写;第15、18章由闫海峰编写。全书由程志红统稿并担任主编。

由于水平有限,书中错误与不足之处在所难免,敬请同仁和广大读者不吝指正。

编 者

2018.4

目 录

第一篇 机械设计计算机辅助设计训练

1 常用数表及线图程序化处理	3
1.1 数表的程序化	3
1.1.1 查表检索法	3
1.1.2 数表解析法	13
1.2 线图的程序化	18
1.2.1 直线线图的处理方法	18
1.2.2 曲线线图的处理方法	19
1.3 有关数据的处理	22
1.3.1 标准值的圆整	22
1.3.2 数字的圆整	23
2 典型机械零部件程序设计	24
2.1 V带传动的程序设计	24
2.1.1 已知条件及设计内容	24
2.1.2 主要参数选择及处理	24
2.1.3 程序符号对照	25
2.1.4 程序设计	26
2.1.5 大带轮实体造型设计	27
2.2 齿轮传动的程序设计	27
2.2.1 已知条件及设计内容	27
2.2.2 主要参数选择及处理	28
2.2.3 程序符号对照	29
2.2.4 程序设计	30
2.2.5 大齿轮实体造型设计	31
2.3 滚动轴承的程序设计	32
2.3.1 已知条件及设计内容	32
2.3.2 主要参数选择及处理	32
2.3.3 程序符号对照	32
2.3.4 程序设计	33
2.3.5 滚动轴承结构显示的参数化设计	34
2.3.6 滚动轴承实体造型设计	36

3 机械设计计算机辅助设计训练题目与要求	37
3.1 V带传动的程序设计题目与要求	37
3.1.1 已知条件	37
3.1.2 设计内容	37
3.2 链传动的程序设计题目与要求	37
3.2.1 已知条件	37
3.2.2 设计内容	37
3.3 圆柱齿轮传动的程序设计题目与要求	38
3.3.1 已知条件	38
3.3.2 设计内容	38
3.4 圆锥齿轮传动的程序设计题目与要求	38
3.4.1 已知条件	38
3.4.2 设计内容	38
3.5 蜗轮蜗杆传动的程序设计题目与要求	39
3.5.1 已知条件	39
3.5.2 设计内容	39
3.6 滚动轴承的程序设计题目与要求	39
3.6.1 已知条件	39
3.6.2 设计内容	40

第二篇 机械设计课程设计训练

4 概述	43
4.1 课程设计的目的	43
4.2 课程设计的内容与任务	43
4.2.1 一般传动装置设计的主要内容	43
4.2.2 机械设计课程设计的任务	44
4.3 课程设计的步骤	44
4.4 课程设计的注意事项	44
5 课程设计第一阶段设计	46
5.1 总体设计	46
5.1.1 传动方案的确定	46
5.1.2 电动机的选择	51
5.1.3 传动比的计算与分配	52
5.1.4 传动装置运动参数的计算	54
5.2 传动件设计计算	55
5.2.1 带传动设计计算	56
5.2.2 链传动设计计算	56

5.2.3	齿轮传动设计计算	56
5.2.4	蜗杆传动设计计算	56
6	课程设计第二阶段设计	58
6.1	装配图设计	58
6.1.1	装配草图设计第一阶段	58
6.1.2	装配草图设计第二阶段	66
6.1.3	装配草图设计第三阶段	71
6.1.4	完成减速器的装配图	80
6.2	零件工作图设计	85
6.2.1	视图选择	85
6.2.2	尺寸与偏差的标注	85
6.2.3	表面粗糙度的标注	85
6.2.4	几何公差的标注	87
6.2.5	零件工作图的技术要求	88
6.2.6	零件工作图的标题栏	88
6.2.7	零件工作图的格式	88
7	课程设计第三阶段设计	89
7.1	编写计算说明书	89
7.1.1	计算说明书内容	89
7.1.2	要求和注意事项	89
7.1.3	书写格式举例	90
7.2	课程设计总结与答辩题目	90
7.2.1	总体设计阶段	90
7.2.2	传动件设计计算阶段	91
7.2.3	装配草图设计阶段	92
7.2.4	完成装配图阶段	94
7.2.5	零件工作图设计阶段	95
8	课程设计训练题目与要求	97

第三篇 机械设计资料

9	常用设计数据	115
9.1	常用数据	115
9.1.1	机械传动和轴承的效率	115
9.1.2	常用传动型式的性能	116
9.1.3	锥度与锥角系列	116

9.2	一般标准和规范	117
9.2.1	中心孔	117
9.2.2	砂轮越程槽	118
9.2.3	零件倒圆与倒角	119
9.2.4	圆形零件自由表面过渡圆角半径和静配合连接轴用倒角	119
9.3	铸件设计规范	120
9.4	铸造斜度	121
9.5	铸造圆角半径	121
10	螺纹与螺纹连接	123
10.1	螺纹	123
10.1.1	普通螺纹	123
10.1.2	梯形螺纹	128
10.1.3	锯齿形螺纹	129
10.2	螺栓	130
10.3	螺钉	138
10.3.1	机器螺钉	138
10.3.2	紧定螺钉	143
10.4	螺母	144
10.5	垫圈	146
10.5.1	平垫圈	146
10.5.2	弹性垫圈	147
11	键连接和销连接	148
11.1	键连接	148
11.1.1	普通平键	148
11.1.2	半圆键	151
11.1.3	花键	152
11.2	销	156
11.2.1	圆柱销	156
11.2.2	圆锥销	157
12	传动零件	158
12.1	普通 V 带轮	158
12.1.1	V 带轮(基准宽度制)轮缘尺寸	158
12.1.2	联组普通 V 带轮轮缘尺寸	159
12.1.3	V 带轮的结构型式和辐板厚度	159
12.1.4	零件图示例	163
12.2	滚子链及链轮	163

12.2.1	滚子链链轮的基本参数和主要尺寸	163
12.2.2	轴向齿廓及尺寸	164
12.2.3	整体式钢制小链轮结构尺寸	165
12.2.4	腹板式单排铸造链轮主要结构尺寸	165
12.2.5	腹板式多排铸造链轮主要结构尺寸	166
12.3	圆柱齿轮结构设计	167
12.4	圆锥齿轮结构设计	168
12.5	蜗轮结构设计	170
13	滚动轴承	171
13.1	调心球轴承	171
13.2	圆锥滚子轴承	174
13.3	深沟球轴承	179
13.4	角接触球轴承	187
13.5	单向推力球轴承	191
13.6	圆柱滚子轴承	194
14	联轴器	202
14.1	概述	202
14.1.1	联轴器轴孔型式及代号	202
14.1.2	联轴器轴孔与轴的连接型式	203
14.1.3	圆柱形轴孔与轴伸的配合	203
14.1.4	圆锥形轴孔长度的极限偏差	204
14.2	常用联轴器	204
14.2.1	凸缘联轴器主要技术参数和尺寸	204
14.2.2	LX 型弹性柱销联轴器主要技术参数和尺寸	207
14.2.3	LT 型弹性套柱销联轴器主要技术参数和尺寸	210
14.2.4	LM 梅花型弹性联轴器主要技术参数和尺寸	212
15	减速器结构及附件	214
15.1	减速器的结构与尺寸	214
15.2	轴承端盖	219
15.3	通气器	220
15.4	观察孔及观察孔盖	222
15.5	油标	223
15.6	放油孔及放油螺塞	225
15.7	起吊装置	226
15.8	定位销	228
15.9	启盖螺钉	228

15.10	地脚螺栓	229
15.11	密封件	229
16	电动机	233
16.1	常用电动机的特点及用途	233
16.2	Y 系列(IP44)电动机的技术数据	234
16.3	Y 系列电动机的安装代号	235
16.4	Y 系列电动机的安装及外形尺寸	236
16.5	YZ 系列电动机	239
16.6	YBK3 系列防爆电动机	239
16.6.1	YBK3 系列防爆电动机技术参数	239
16.6.2	YBK3 系列防爆电动机安装尺寸(B3)	239
17	极限与配合	245
17.1	光滑圆柱体极限与配合	245
17.2	几何公差	256
17.3	表面粗糙度轮廓	259
17.4	渐开线圆柱齿轮精度	260
17.4.1	精度等级与检验要求	260
17.4.2	齿轮与齿轮副检验项目的确定	277
17.4.3	齿轮副的法向侧隙	277
17.4.4	齿轮坯精度	278
17.5	锥齿轮精度	279
17.5.1	精度等级与检验要求	279
17.5.2	锥齿轮副的侧隙规定	282
17.5.3	锥齿轮精度数值表	285
17.5.4	锥齿轮齿坯公差	286
17.6	圆柱蜗杆、蜗轮精度	287
17.6.1	精度等级与检验要求	287
17.6.2	蜗杆传动的侧隙规定	291
17.6.3	蜗杆、蜗轮和蜗杆传动精度数值表	293
17.6.4	蜗杆、蜗轮的齿坯公差	295
18	减速器和零部件图册	296
18.1	减速器装配图图册	296
18.2	零部件工作图图册	297
	主要参考文献	305

第 一 篇

机械设计计算机辅助设计训练

1 常用数表和线图的程序化处理

在机械设计过程中,经常要用到各种数表和线图资料,为使计算机能应用这些资料,就必须对所用数表和线图进行程序化处理,以计算机能够接受的方式存储起来,用到时能灵活、方便地检索和调用。数表和线图的程序化是机械设计计算机辅助设计的一项基础工作。本章介绍如何处理这些问题的方法,并通过 VB 语言编程给出范例。

1.1 数表的程序化

数表程序化有两种方法:一是查表检索法;二是数表解析法。

1.1.1 查表检索法

该法是模拟设计人员查表检索数据的过程。首先由自变量的大小或种类来确定所需数据在表中的位置,然后读取有关数据,并根据数表性质决定是否需要插值以及插值的具体方式。

1.1.1.1 一元数表的存取

数表中最简单的是一元数表,其特征是其数据是变量的一元函数。如:V 带传动设计时的弯曲影响系数 K_b 、单位长度的质量 q 以及最小带轮直径 $d_{\min}$ 等均与带的型号有关。这些资料分散在书中几个不同的表格里,它们之间的关系就是一张张一元数表。为了便于程序化,可将有关资料汇集在一个表格中。

例 1-1 编制根据普通 V 带型号检索有关参数的程序。

将 V 带的有关参数归并为如下的一个表格(表 1-1)。

表 1-1 普通 V 带型号及有关参数

程序变量名称	参数名称	普通 V 带型号						
		Y	Z	A	B	C	D	E
s	带型代号	1	2	3	4	5	6	7
q1	$q/(\text{kg}/\text{m})$	0.02	0.06	0.10	0.17	0.30	0.62	0.90
dm	$d_{\min}/\text{mm}$	20	50	75	125	200	355	500
kb	$K_b(10^{-3})$	0.02	0.17	1.03	2.65	7.50	26.6	49.8

编制该程序时,可采用以下两种方法:

(1) 利用多分支选择语句。以带的型号为表达式值。VB 源程序如下:

```
Private Sub Cmdstart_Click()  
    Dim s As Integer  
    Dim q1 As Single, dm As Single, kb As Single
```

```
s = Val(txt_s.Text)
```

```
Select Case s
```

```
Case 0
```

```
q1 = 0.02: dm = 20: kb = 0.00002
```

```
Case 1
```

```
q1 = 0.06: dm = 50: kb = 0.00017
```

```
Case 2
```

```
q1 = 0.1: dm = 75: kb = 0.00103
```

```
Case 3
```

```
q1 = 0.17: dm = 125: kb = 0.00265
```

```
Case 4
```

```
q1 = 0.3: dm = 200: kb = 0.0075
```

```
Case 5
```

```
q1 = 0.62: dm = 355: kb = 0.0266
```

```
Case 6
```

```
q1 = 0.9: dm = 500: kb = 0.0498
```

```
End Select
```

```
txt_q1.Text = Str(q1)
```

```
txt_dmin.Text = Str(dm)
```

```
txt_kb.Text = Str(kb)
```



例 1-1 源程序代码

```
End Sub
```

(2) 利用数组。定义三个一维数组,将表中数值填写在程序中使数组初始化,定义整型变量 s 代表带的型号。VB 源程序如下:

```
Private Sub Cmdstart_Click()
```

```
Dim s As Integer
```

```
Dim q1 As Variant, dm As Variant, kb As Variant
```

```
q1 = Array(0.02, 0.06, 0.1, 0.17, 0.3, 0.62, 0.9)
```

```
dm = Array(20, 50, 75, 125, 200, 355, 500)
```

```
kb = Array(0.00002, 0.00017, 0.00103, 0.00265, 0.0075, 0.0266, 0.0498)
```

```
s = Val(txt_s.Text)
```

```
txt_q1.Text = Str(q1(s))
```

```
txt_dmin.Text = Str(dm(s))
```

```
txt_kb.Text = Str(kb(s))
```

```
End Sub
```

1.1.1.2 二元数表的存取

二元数表的数据是变量的二元函数。如齿轮传动计算中的工作情况系数 K_A 是根据原动机和工作机的类型而定的。二元数表的程序化方法最简便就是利用二维数组。

例 1-2 试编制根据原动机和工作机类型,由计算机检索表 1-2 中齿轮工作情况系数 K_A 的程序。

表 1-2 齿轮传动工作情况系数 K_A

原 动 机 (代码 M)		工 作 机 (代码 N)		
		1	2	3
		载荷平稳	中等冲击	严重冲击
1	工作平稳	1	1.25	1.75
2	轻度冲击	1.25	1.5	2
3	中等冲击	1.5	1.75	≥ 2.25

VB 源程序如下：

Option Explicit

Dim ii As Integer,jj As Integer

Public Appdir As String

Private Sub Check1_Click()

 If Check1.Value = 1 Then

 Check2.Value = 0

 Check3.Value = 0

 ii = 0

 End If

End Sub

Private Sub Check2_Click()

 If Check2.Value = 1 Then

 Check1.Value = 0

 Check3.Value = 0

 ii = 1

 End If

End Sub

Private Sub Check3_Click()

 If Check3.Value = 1 Then

 Check1.Value = 0

 Check2.Value = 0

```
        ii = 2
    End If
End Sub

Private Sub Check4_Click()
    If Check4.Value = 1 Then
        Check5.Value = 0
        Check6.Value = 0
        jj = 0
    End If
End Sub

Private Sub Check5_Click()
    If Check5.Value = 1 Then
        Check4.Value = 0
        Check6.Value = 0
        jj = 1
    End If
End Sub

Private Sub Check6_Click()
    If Check6.Value = 1 Then
        Check4.Value = 0
        Check5.Value = 0
        jj = 2
    End If
End Sub

Private Sub Cmdstart_Click()
    Dim i As Integer, j As Integer
    Dim ka As Single
    Dim kk(3, 3) As Single

    Appdir = CurDir()
    Open Appdir & "\data\工况系数.txt" For Input As #1
    For i = 0 To 2
        For j = 0 To 2
            Input #1, kk(i, j)
        Next j
    Next i
```



例 1-2 源程序代码

```
Next i
Close #1
txt_ka.Text = Str(kk(ii, jj))
```

End Sub

该程序中,表 1-2 数据存储在“工况系数. txt”数据文件中,与应用程序分开,适用于数据量较大的数表处理。

三元数表也可以遵照上述一元、二元数表的程序化方法处理。如 V 带传动中工作情况系数 K_A ,见表 1-3,除取决于原动机类型(代码 M)和工作机类型(代码 N)外,尚与每天工作时间(代码 LH)有关,其检索程序的编制方法可参照例 1-2 进行,同学可自行编制。

表 1-3 V 带传动工作情况系数 K_A

工作机 载荷性质		原动机(代码 M)					
		Ⅰ 类			Ⅱ 类		
		一天工作时数(LH)					
		≤10	10~16	>16	≤10	10~16	>16
(代码 N)	工作平稳	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
	载荷变化小	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
	载荷变化大	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
	冲击载荷	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

1.1.1.3 区间检索

有些数表,如表 1-4 所示平键连接中轴径与平键尺寸 $b \times h$ 的对应关系,看起来比前面的表要复杂,但实际上还是一元数表,所不同的只是作为变量的轴径 d 在某一变化范围内对应的 $b \times h$ 值是相同的,故程序在检索时应作适当的判断处理。现通过例 1-3 说明区间检索程序化方法。

表 1-4 平键尺寸

序号	公称轴径 d	键的公称尺寸 $b \times h$
1	$6 < d \leq 8$	2×2
2	$8 < d \leq 10$	3×3
3	$10 < d \leq 12$	4×4
4	$12 < d \leq 17$	5×5
5	$17 < d \leq 22$	6×6
6	$22 < d \leq 30$	8×7
7	$30 < d \leq 38$	10×8
8	$38 < d \leq 44$	12×8
9	$44 < d \leq 50$	14×9
10	$50 < d \leq 58$	16×10
11	$58 < d \leq 65$	18×11