

机械零件的程序设计

张芳春 编著



河海大学出版社

机械零件的程序设计

张芳春 编著

河海大学出版社

(苏)新登字第 013 号

责任编辑 朱宪卿

责任校对 王庆辉

机械零件的程序设计

张芳春 编著

出版发行:河海大学出版社

(地址:南京西康路 1 号,邮政编码:210024)

经 销:江苏省新华书店

印 刷:陆军指挥学院印刷厂

(地址:南京江北花旗工地 邮政编码:210045)

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:9.25 字数:228 千字

1993 年 10 月第 1 版 1993 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—1000 册

ISBN 7—5630—0606—0

TP·15

定价:5.50 元

河海版图书若有印刷装订错误,可向承印厂调换

前 言

随着微型计算机应用的普及,从事机械设计的人们,包括机械专业的学生,在学习了计算机语言并对计算机的操作有了一些实践以后,就十分关心如何在机械设计中使用计算机。

用电子计算机进行自动设计计算,就需要编制程序。而这,正是决定能否在机械设计中使用计算机的关键,也是一个带普遍性的、亟待解决的实际问题。

本书就是在掌握了计算机算法语言的基础上,帮助读者进一步解决如何编制自动设计程序,如何将数表、线图资料、标准规范程序化,如何处理设计参数及数据结果等问题。对常用机械零部件的电算设计方法及其设计系统的制定,书中都有较为详尽的介绍,并给有设计框图和参考程序。

书中给出的 8 个用于常用机械零部件设计计算的参考程序(BASIC 源程序),每一个都不是针对某一特定的数据和条件设计的,都具有相当范围的通用性。读者在学习,如能精心分析、仔细琢磨这些程序,将会从中受到启发,进而举一反三、触类旁通,有利于较快地掌握机械设计的编程方法和技巧。

为配合读者学习,并考虑到实际应用,著者运用链接技术,已将书中各参考程序组装成《机械传动装置设计计算程序包》(磁盘 1 张),可与本书配套使用。该程序包在 CCDOS 支持下,在 IBM PC/XT 及其兼容机中都可运行。程序包采用“人机对话”进行设计,既可用于设计单位和生产部门进行通用零部件的设计计算,也可在工科院校机械设计课程的教学和课程设计中应用。

附录中提供了 9 个不同类型的机械传动装置设计题目,计 120 组原始数据,供课程设计时选题参考。这些题目均可用书中的参考程序或由其组装成的《程序包》用计算机进行设计计算。

市场竞争使产品更新周期越来越短,尽快在产品设计中推广应用计算机已是众心所盼、势在必行。因此,在机械设计课程的教学和课程设计中,及时引导并要求学生用计算机进行设计计算,不仅有利于提高学生的编程能力和使用计算机的水平,对早日在机械设计部门乃至整个设计领域全面推广、普及应用计算机,无疑将起到促进作用。希望本书的出版能为此推“波”助“澜”。

本书可用作工科院校机械专业学生的选修课教材或参考书,也可供从事机械设计工作的工程技术人员使用。

由于编者水平有限,错误、不妥之处在所难免,恳请读者批评、指教。

河海大学出版社、河海大学机械学院领导、机械系、教务处和教材科有关领导对本书的出版均给予了大力支持,编者表示衷心感谢。

吴玉光同志用计算机为本书绘制了全部插图,在此谨致谢意。

最后,谨向在本书编写过程中用作参考书的各书编著者,表示诚挚的谢意;向所有关心、鼓励和支持本书编写工作的同志致谢。

编著者

1993 年 4 月

2017/01/04

内 容 提 要

本书是机械零件程序设计方面的一本入门书。旨在帮助读者在掌握了计算机算法语言的基础上,进一步解决如何编制自动设计程序,如何将数表、线图资料、标准规范程序化,如何处理设计参数及数据结果等问题。对常用机械零部件的电算设计方法及其设计系统的制定,书中都有较为详尽的介绍,并给有设计框图和 8 个通用性较强的机械零部件设计计算的参考程序。此外,还备有与本书配套使用的《机械传动装置设计计算程序包》磁盘 1 张。该程序包既可用于设计单位和生产部门进行通用零部件的设计计算,也可在工科院校机械设计课程的教学和课程设计中使用。

本书可用作工科院校机械专业学生的选修课教材或参考书,也可供从事机械设计工作的工程技术人员使用。

目 录

第一章 程序自动化基础	1
第一节 数表的处理	1
第二节 线图资料的处理	6
第三节 函数插值	12
第四节 常见问题的处理方法	16
第二章 机械零件程序设计概述	19
第一节 机械零件程序设计的特殊问题	19
第二节 机械零件程序设计的一般步骤	24
第三节 程序结构的模块化处理	26
第四节 人机对话式程序和“菜单”技术	31
第五节 链接语句和链接技术	33
第三章 三角胶带传动的程序设计	37
第一节 已知条件和设计内容	37
第二节 设计步骤	37
第三节 数表和线图处理	41
第四节 程序设计	41
第五节 使用说明	46
第四章 套筒滚子链传动的程序设计	49
第一节 套筒滚子链传动设计计算方法	49
第二节 套筒滚子链传动设计计算步骤	50
第三节 程序设计	52
第四节 使用说明	55
第五章 齿轮传动的程序设计	57
第一节 圆柱齿轮传动的设计内容及计算方法	57
第二节 圆柱齿轮传动设计计算步骤	61
第三节 圆柱齿轮传动的程序设计	63
第四节 程序使用说明	74
第五节 圆锥齿轮传动的程序设计	79
第六章 普通圆柱蜗杆传动的程序设计	81
第一节 蜗杆传动的强度计算	81
第二节 蜗杆传动的程序设计	83
第三节 程序使用说明	88
第七章 轴的强度设计计算程序	91
第一节 轴的弯扭合成强度电算方法	91
第二节 轴的强度设计计算程序	92

第三节	程序使用说明.....	100
第八章	滚动轴承的选择计算程序	106
第一节	滚动轴承的寿命计算.....	106
第二节	滚动轴承选择计算步骤.....	109
第三节	程序设计.....	109
第四节	程序使用说明.....	114
第九章	机械传动装置的总体设计程序	117
第一节	设计内容及计算步骤.....	117
第二节	程序设计.....	120
第三节	程序使用说明.....	127
附 录	机械传动装置设计题目(共 9 题).....	130
参考书目		140

第一章 程序自动化基础

在进行机械零件设计时,要用到各种数表和线图资料,如各种标准(ISO、GB等)数据表,材料性能表,载荷系数线图,应力集中系数线图等。为了使计算机能应用这些资料,就必须用计算机能理解的方式,对所用数表和线图资料预先进行处理,并把它们存入内存或外存,以便在设计时由计算机根据设计的需要,自动进行查找和检取所需的数据。另外,函数的插值和数据结果的处理,也是机械零件设计中经常遇到的两个实际问题。下面将分别介绍这些问题的处理方法和程序编制。

第一节 数表的处理

一、数表的程序化

机械设计手册中,有些数表属于一维数表,如表1-1的标准模数系列表;大多数数表属于二维数表,如表1-2即为其例。应用计算机进行机械零件设计时,只要把数表中的数据表示成一维或二维数组的形式,即可方便地实现数表的程序化。

表 1-1 标准模数 m mm

1.5	(1.75)	2	(2.25)	2.5	(2.75)	3	(3.5)	4	(4.5)	5	(5.5)
6	(7)	8	(9)	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	25

注:括号内的模数为第二系列;应优先采用第一系列。

下面,我们用两个具体例子来说明其程序的编制方法。

例1 表1-2为蜗杆传动的 m 和 q 及相应的 m^3q 值,试将该数表编成程序。

表 1-2 蜗杆传动的 m 和 q 及相应的 m^3q 值

m	2	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	3	4	4	4	5	5	5
q	10	12	16	10	12	16	10	12	16	10	12	16	9	10	12
m^3q	80	96	128	156	188	250	270	324	432	640	768	1024	1125	1250	1500
m	6	6	6	8	8	10	10	10	12	12	(14)	(14)	16	16	(18)
q	9	10	12	8	10	8	10	12	8	9	8	10	8	9	8
m^3q	1944	2160	2592	4096	5120	8000	10000	12000	13824	15552	21952	27440	32768	36864	46656

注:(1)括号内的模数为第二系列;(2)应优先选用第一系列的模数;(3) q 值仅适用于阿基米德蜗杆。

程序编制步骤如下:

1)将表1-2写成数组形式。该表共有3行,每行30列,故可用一个二维数组MQ(I,J)来表示。其中行下标 $I=1\sim 3$,列下标 $J=1\sim 30$ 。数组MQ(I,J)在程序中必须用DIM语句说明。为了节省计算机内存,建议读者最好根据实际使用需要,对所用数组都用DIM语句进行定义。

2)确定程序变量名称。本例中的参数名称与程序变量名称对照如下:

$$m = M - MQ(1, J); \quad q = Q - MQ(2, J);$$

$$m^3 q = MQ - MQ(3, J)。$$

当你在确定程序变量名时,一定要特别注意你所用的机型关于变量名的构成规则,因为有些规则是随机型而异的。例如上面的简单变量名 MQ 和数组名 MQ(I, J) 对 IBM-PC 和 APPLE-Ⅱ 计算机是合法的,而在 DJS-130 机中则为非法变量名。

3) 编写置数和读数语句。在 BASIC 程序中,一般用循环语句将数表中的数据读入内存。进行这一步时,一定要注意 DATA 语句右边的数据排列顺序必须要与循环体内的 READ 语句中所要读的各数组元素的值相一致。另外,还应注意读数据时指针的位置,根据需要,可采用恢复数据区语句(RESTORE)或跳过 n 个数的虚读措施。

4) 检取所需的数据。一个表格中有很多数据,计算时通常只需要一个,于是,就得把我们所需要的那一个数据检索出来。检索需要的数据一般采用条件判断语句,满足条件就退出检索,进行后续处理(赋值、打印或计算等);不满足,则继续搜寻。本例程序的 200~250 行即为检索处理程序段。

经过上述步骤,得到的本例程序及运行结果如下:

```

10 DIM MQ(3,30)
20 FOR I=1 TO 3
30 FOR J=1 TO 30
40 READ MQ(I,J)
50 NEXT J: NEXT I
60 DATA 2, 2, 2, 2.5, ..., 18 (注:表 1-2 中第一行共 30 个 m 值)
70 DATA 10, 12, 16, 10, ..., 8 (表 1-2 中第二行共 30 个 q 值)
80 DATA 80, 96, 128, 156, ..., 46656 (表 1-2 中第三行共 30 个 m3q 值)
;
200 MQ=3560 (注:3560 为根据蜗杆强度计算得到的假定值)
210 J=1
220 IF MQ<=MQ(3,J) THEN MQ=MQ(3,J): GOTO 240
230 J=J+1: GOTO 220
240 M=MQ(1,J): Q=MQ(2,J)
250 LPRINT "M="; M, "Q="; Q: END
RUN
M=8          Q=8

```

在这个例子中,我们是用一个二维数组将表 1-2 程序化的。现在,请读者用一维数组的方法将表 1-2 程序化,并编出具体的程序来。

例 2 表 1-3 是链轮轴孔最大直径 d_{hmax} 和齿侧凸缘(或排间槽)最大直径 d_n 的数据表,试将此表编成程序。

表 1-3 链轮轴孔最大直径 d_{Hmax} 和齿侧凸缘(或排间槽)最大直径 d_H

节距 p	9.525		12.70		15.875		19.05		25.40	
齿数 z	d_H	d_{Hmax}	d_H	d_{Hmax}	d_H	d_{Hmax}	d_H	d_{Hmax}	d_H	d_{Hmax}
11	22	11	30	18	37	22	45	27	60	38
13	28	15	38	23	48	30	57	36	77	51
15	35	20	46	28	58	37	70	46	93	61
17	41	24	54	34	68	45	82	53	110	74
19	47	29	63	41	79	51	94	62	126	84
21	53	33	71	47	89	59	107	72	142	95
23	59	37	79	51	99	65	119	80	159	109
25	65	42	87	57	109	73	131	88	175	120

节距 p	31.75		38.10		44.45		50.8		63.50	
齿数 z	d_H	d_{Hmax}	d_H	d_{Hmax}	d_H	d_{Hmax}	d_H	d_{Hmax}	d_H	d_{Hmax}
11	76	50	91	60	106	71	121	80	152	103
13	96	64	116	79	135	91	155	105	193	132
15	117	80	140	95	164	111	187	129	235	163
17	137	93	165	112	193	132	220	152	275	193
19	158	108	189	129	221	153	253	177	316	224
21	178	122	214	148	250	175	285	200	357	254
23	199	137	238	165	278	196	318	224	398	278
25	219	152	263	184	307	217	345	249	438	310

由表 1-3 知,链轮的 d_H 和 d_{Hmax} 值是由小链轮齿数 z 和链条节距 p 两个条件决定的。齿数 z 共有 8 种,节距 p 共有 10 种,如果将其分别作为行下标 I 和列下标 J 的话,则 $I=1\sim 8, J=1\sim 10$ 。当 I 和 J 的值确定时, d_H 和 d_{Hmax} 的值亦随之确定,而 I 和 J 的具体数值可根据已知的小链轮齿数 z 和链条节距 p 来确定。

根据上述考虑,将表 1-3 程序化时,需要用四个数组。表中各参数和程序中变量名的对照关系是: $z-Z(I), p-P(J), d_H-DH(I, J)$ 及 $d_{Hmax}-DM(I, J)$ 。其中 $I=1\sim 8, J=1\sim 10$ 。

所编程序如下:

```

10 DIM Z(8), P(10), DH(8,10), DM(8,10)
20 INPUT "请输入小链轮齿数 z 和节距 p: Z,P="; Z,P
30 FOR I=1 TO 8: READ Z(I): NEXT I
40 FOR I=1 TO 8: IF Z(I)=Z THEN 50: NEXT I
50 LPRINT "I="; I
60 FOR J=1 TO 10: READ P(J): NEXT J
70 FOR J=1 TO 10: IF P(J)=P THEN 80: NEXT J
80 LPRINT "J="; J
90 FOR M=1 TO 8

```

```

100 FOR N=1 TO 10
110 READ DH(M,N), DM(M,N)
120 NEXT N
130 NEXT M
140 LPRINT "当 Z="; Z; "和 P="; P; "时,"
150 LPRINT "DH="; DH(I,J); ", "; "DHMAX="; DM(I,J)
160 END
190 DATA 11,..., 25(共 8 个 z 值)
200 DATA 9.525,..., 63.50(共 10 个 p 值)
210 DATA
:      (共 8 行,每行的 DATA 后边有 20 个数,与表 1-3 中一行的 20 个数一一对应)
280 DATA

```

程序的层次十分清楚:20 行由键盘输入已知的小链轮齿数 z 和节距 p 的值。30~50 行为计算机自动读入表 1-3 中的 8 种小链轮齿数 z 的值,并根据 $Z=Z(I)$ 的条件确定循环变量 I 的值。60~80 行为计算机自动读入表 1-3 中的 10 种节距 p 的值,并根据 $p=P(J)$ 的条件打印出循环变量 J 的值。90~130 行,计算机按表 1-3 中行的顺序自动读入全部 d_H 和 d_{Hmax} 值;外循环每循环一次,读入表中的一个行共 20 个数,这就要求 210~280 行的 8 个置数语句也要按表 1-3 中行的顺序排列其数据;另外,请读者考虑:这里的循环变量为什么用 M 和 N ,而不用 I 和 J ? 程序的 150 行为根据已确定的 I 和 J 值,检索并打印出 $DH(I,J)$ 和 $DM(I,J)$ 的值。

例如,当我们需要检索 $z=19, p=38.10$ 时的 d_H 及 d_{Hmax} 值,只要运行这个程序,即可得到下列结果:

```

RUN
? 19, 38.10
I=5
J=7
当 Z=19 和 P=38.10 时,
DH=189, DHMAX=129

```

二、数表的文件化

数表的程序化处理虽然具有简单、方便和快速的优点,但它仅适用于数据量不太多的情况。因为数据量很大时,不仅会使程序冗长,调试修改困难,容易出错,而且往往因占用内存过多使程序无法运行。在这种情况下,我们可以把各种数表中的大量数据以文件形式存放在计算机的外存贮器中(如存贮在磁盘上),以备需要时查用。

将数表中的数据转化成数据文件,不仅扩大了内存容量,使得一些数据量非常大的程序得以运行,而且还提供了长久保存数据的手段。

所谓数据文件,是一批存放在计算机外存贮器中的数据。数据文件通常是不可执行的非程序文件,它一般不能用 LOAD 命令从磁盘装入内存,也不能用 SAVE 命令把它从内存写入磁盘,必须用数据文件的存取语句来实现数据文件的输入和输出。

需要注意的是:不同计算机的 BASIC,对文件的存取所用的语句差别很大。有关数据文件

的建立、存取及其所用的语句,读者可参阅参考书目[11]、[9]或[10]中的有关章节。

下面我们仍以表 1-3 为例,来说明建立和检索数据文件的方法。在下例的程序中,我们用的是 IBM-PC 机对磁盘上的数据文件的输入和输出语句。

例 3 试编制程序,将表 1-3 中的数据写成数据文件,并从中检取所需要的 d_H 及 d_{hmax} 值。

要把表 1-3 中的数据转化成数据文件,首先遇到的是将表 1-3 中的数据写成几个数据文件的问题。对于这一问题的处理,主要应考虑这样两个方面:即(1)数表的结构;(2)需检参数的需要和方便。就本例来说,表 1-3 是一个二维数表,要从中检取 d_H 和 d_{hmax} 的值,必须知道链轮齿数 z 和链的节距 p ;由 z 决定行变量 I ,由 p 决定列变量 J ;最后再由 I 和 J 的值即可检取所需的 d_H 和 d_{hmax} 值。

据此,可将表 1-3 中的数据,按齿数 z 、节距 p 和 d_H 及 d_{hmax} 分别建立其数据文件。它们的文件名依次为 $Z \cdot DAT$ 、 $P \cdot DAT$ 和 $DH-DHMAX \cdot DAT$ 。

建立数据文件的程序 这里,我们向读者介绍下面一个通用程序,可用它来处理各种不同表格中的数据。该程序如下:

数表处理通用程序

```
10 REM 这是一个将数表文件化的通用程序,名为 CBCLTYCX
20 INPUT "请输入数据个数:N="; N
30 INPUT "请输入数据文件的文件名:A$="; A$
40 DIM X(N)
50 FOR I=1 TO N: INPUT X(I); NEXT I
60 OPEN A$ FOR OUTPUT AS#1
70 FOR J=1 TO N: WRITE #1, X(J); NEXT J
80 CLOSE #1: END
```

只要三次运行这个程序,每次按屏幕提示输入不同的 N 和 $A\$$ 及其数表中相应参数的数据给 50 行循环体内的 $X(I)$,即可得到三个不同的数据文件。例如:

当输入 $N=8$, $A\$$ 为 $Z \cdot DAT$ 及其表 1-3 中的 8 个 z 的数据,即建立了齿数文件 $Z \cdot DAT$;

当输入 $N=10$, $A\$$ 为 $P \cdot DAT$ 及其 10 个节距 p 的值,即建立了节距文件 $P \cdot DAT$;

当输入 $N=160$, $A\$$ 为 $DH-DHMAX \cdot DAT$ 及其表中的 80 组 d_H 和 d_{hmax} 的数据,即建立了数据文件 $DH-DHMAX \cdot DAT$ 。

检索数据的程序 由于检索 d_H 和 d_{hmax} 的方法与例 2 的相同,仅仅是把表 1-3 中的数据读入内存所用的语句不同,因此,将要编制的检索程序,在结构上与例 2 中的程序大体上是相似的。

所编检索程序如下:

```
10 REM 检索 DH 和 DHMAX 的程序
20 INPUT "请输入小链轮齿数 z 和节距 p: Z,P="; Z,P
30 REM 读齿数文件 Z · DAT,决定行变量 I
40 DIM Z(8)
```

```

50 OPEN "A: Z · DAT" FOR INPUT AS#1
60 FOR I=1 TO 8: INPUT #1, Z(I): IF Z(I)=Z THEN 80
70 NEXT I
80 CLOSE #1: LPRINT "I="; I
90 REM 读节距文件 P · DAT, 决定列变量 J
100 DIM P(10)
110 OPEN "A: P · DAT" FOR INPUT AS#2
120 FOR J=1 TO 10: INPUT #2, P(J): IF P(J)=P THEN 140
130 NEXT J
140 CLOSE #2: LPRINT "J="; J
150 REM 读数据文件 DH—DHMAX · DAT
160 DIM DH(8,10), DM(8,10)
170 OPEN "A: DH—DHMAX · DAT" FOR INPUT AS#3
180 FOR M=1 TO 8
190 FOR N=1 TO 10
200 INPUT #3, DH(M,N), DM(M,N)
210 NEXT N
220 NEXT M
230 CLOSE #3
240 REM 根据 I 和 J 值检索并打印出 DH 和 DHMAX 的值
250 LPRINT "当 Z="; Z; "和 P="; P; "时,"
260 LPRINT "DH="; DH(I,J); ", "; "DHMAX="; DM(I,J)
270 END

```

前已提及,本程序与例 2 中的程序大体相同,故无须再作更多的解释。这里读者可能要问:表 1-3 中的 80 组 d_H 和 d_{Hmax} 的数据是用 SBCLTYCX 程序按一维数组写入 DH—DHMAX · DAT 文件的,为什么在本程序中却用二维数组来读取呢?其实道理很简单,这是因为当初把 160 个 $X(J)$ ($J=1\sim N, N=160$) 的数据写入数据文件 DH—DHMAX 的顺序与现在从该文件读入计算机内存并赋给 $DH(M,N)$ 和 $DM(M,N)$ 的顺序是完全一致的。

对数表处理的第三种方法是将数表中的大量数据存入数据库中。有关数据库的内容和使用方法,可参阅 dBASE III 关系型数据库管理系统及其有关资料。

第二节 线图资料的处理

设计机械零件时,经常要用到表示各参数间关系的线图,如齿轮载荷分布系数 K_F 线图(图 1-1),齿形系数 Y_F 及齿根应力集中系数 Y_S 线图等等。线图不能直接存贮在计算机中,在编制程序前必须对其进行处理,以使计算机能应用这些设计资料。

对线图的处理方法有两种,一是将线图转换成相应的数表,对表中没有的结点采用插值法求得;二是将线图公式化。现分述如下:

一、线图的数表化处理

对于各种曲线,将其转换成数表比较方便,因为这只需在所处理的线图上取一些结点,

然后把这些结点的横、纵坐标值一一对应排列起来即成。例如,在表示齿向载荷分布系数 K_β 值的线图(图 1-1)上,共有四条曲线,每条曲线又分软齿面和硬齿面而有两种不同的 K_β 值,如按上述方法处理,即可转换成 8 个一维数表,将其组合在一起就成为一个二维数表,如表 1-4 所示。

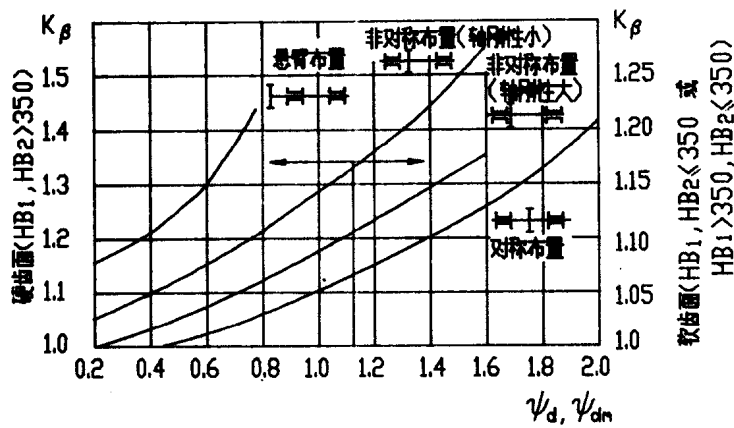


图 1-1 齿向载荷分布系数 K_β

- 注: (1) 8 级精度齿轮, K_β 由图中选取;
 (2) 高于 8 级精度的齿轮, K_β 值应降低 5%~10%, 但不得小于 1;
 (3) 低于 8 级精度的齿轮, K_β 值应增大 5%~10%。

表 1-4 齿向载荷分布系数 K_β

小齿轮相对 支承的位置 ($K_3=1\sim4$)		齿面硬度 ($K_4=1\sim8$)	齿宽系数 Ψ_d, Ψ_{dm} ($I=1\sim8$)							
			0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
对称布置		I	—	1	1.015	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13
		II	—	1	1.03	1.06	1.1	1.14	1.19	1.25
非 对 称 布 置	轴的刚性 较大	I	1	1.02	1.04	1.06	1.08	1.12	1.14	1.18
		II	1	1.04	1.08	1.13	1.17	1.23	1.28	1.35
	轴的刚性 较小	I	1.025	1.05	1.08	1.115	1.15	1.18	1.225	1.28
		II	1.05	1.1	1.16	1.22	1.28	1.36	1.45	1.55
悬臂布置		I	1.075	1.115	1.16	1.225	—	—	—	—
		II	1.15	1.21	1.32	1.45	—	—	—	—

- 注: (1) 表中 I —— 软齿面, 或大轮为软齿面、小轮为硬齿面; II —— 硬齿面。
 (2) 表头各项括号中的 K_3, K_4 和 I 为程序中所用的变量名, 数字为其取值范围。
 (3) K_β 的取值方法参见图 1-1 下面的“注”。

当我们把线图转化成数表以后, 即可按 1-1 节所述方法编制程序。由于转换后的数表只能表示曲线上有限点处的变量关系, 如果要找曲线上任意点处的变量值, 就得利用插值法。

表 1-4 虽然是一个二维数表,但要将其程序化比较复杂。这是因为:(1)要从表中检取 K_f 值需要三个条件(布置情况,齿面硬度和齿宽系数 ψ_d 值);(2)表中给出的 K_f 值仅仅适用于 8 级精度的齿轮;(3)表中各行的起讫列数参差不齐。对于初学者来说,要编制一个从表 1-4 中检取所需要的 K_f 值的检索程序,也许有些困难。为此,下面给出一个参考程序以飨读者,希望能对大家有所启迪,以达举一反三之目的。该程序如下:

检索 K_f 值的子程序:JSKBTZ·SUB

```

1000 REM 由 K3 和 ML 确定行变量 K4 及循环变量 I 的初值 KK 和终值 LL(也是列
      变量的起讫值)
1010 ON K3 GOTO 1020, 1050, 1080, 1110
1020 IF ML=1 THEN K4=1: GOTO 1040
1030 K4=2
1040 KK=2: LL=8: GOTO 1140
1050 IF ML=1 THEN K4=3: GOTO 1070
1060 K4=4
1070 KK=1: LL=8: GOTO 1140
1080 IF ML=1 THEN K4=5: GOTO 1100
1090 K4=6
1100 KK=1: LL=8: GOTO 1140
1110 IF ML=1 THEN K4=7: GOTO 1130
1120 K4=8
1130 KK=1: LL=4
1140 REM 判断 PD 所在区间并用插值法求 ZB
1150 FOR I=KK TO LL-1
1160 IF PD>=FD(I) AND PD<=FD(I+1) THEN 1180
1170 NEXT I
1180 ZB=KT(K4,I)+(KT(K4,I+1)-KT(K4,I))/(FD(I+1)-FD(I))*(PD-FD
      (I))
1190 REM 根据 JD 修正 ZB 值并返回主程序
1200 IF JD<8 THEN ZB=ZB*0.925: GOTO 1230
1210 IF JD>8 THEN ZB=ZB*1.075
1220 RETURN
1230 IF ZB<1 THEN ZB=1
1240 RETURN

```

主程序:JSKBTZ·PRO

```

10 REM 输入已知条件: PD, K3, ML 和 JD
20 INPUT "请输入已选定的参数: PD, K3, ML, JD="; PD, K3, ML, JD
30 REM 读入表 1-4 中的数据
40 DIM FD(8), KT(8,8)
50 FOR I=1 TO 8: READ FD(I): NEXT I
60 FOR I=1 TO 8: FOR J=1 TO 8: READ KT(I,J): NEXT J: NEXT

```

```

      I
70  GOSUB 1000
80  KB=ZB: LPRINT "KB="; KB: END
90  DATA 0.2, 0.4, ..., 1.6(共8个 $\Psi_d$ 的数据)
100 }
    : (按表1-4中行的顺序排列 $K_d$ 的数据,共64个;表中的“-”号作0处理)
130 }

```

上面的程序结构层次比较清楚,各程序段的功能已分别在每段开头的 REM 语句中作了说明。现现就程序中的变量及其有关问题说明如下:

齿宽系数: ϕ_d —PD,FD(I),由设计者根据齿轮类型及布置情况按有关表格选取。

小齿轮相对支承布置情况的开关变量: $K_3=1\sim 4$,分别代表表1-4中的四种布置情况。其值由设计者根据具体结构确定。

齿面硬度开关变量: $ML=1$ (两轮均为软齿面,或小轮为硬齿面,大轮为软齿面)或2(两轮皆为硬齿面),其值由设计者根据所设计的齿轮的齿面硬度 HB_1 和 HB_2 的具体数值确定。

齿轮精度等级代号: $JD=5\sim 10$,分别表示5级到10级精度的齿轮,具体数值由设计者确定。

K_4 —表1-4的行变量; $K_4=1\sim 8$,其值由 K_3 和 ML 的具体值确定,确定方法见子程序中1010~1130行。

KK 和 LL —循环变量 I 的初值和终值,亦即表1-4中各行 K_d 值的起始列数,其值由 K_3 和 K_4 决定,见子程序中1010~1130行。

K_d —KB,KT(I,J),ZB: 载荷分布系数。

现在,就有关上述程序请读者考虑下面的问题:

(1)子程序1150行中循环变量 I 的终值为什么不是 LL 而是 $LL-1$?

(2)主程序中在读入表1-4的 K_d 数据时(见60行),用的是下标变量KT(I,J),为什么在子程序的1180行中用插入法求 K_d (即ZB)值时,却用KT(K_4 ,I)和KT(K_4 ,I+1)?

(3)读者能否按上一节所述的方法,先将表1-4文件化,再从所建立的数据文件中检索所需的 K_d 值。试编制建立数据文件和从中检索 K_d 值的程序。

二、线图资料的公式化处理

机械设计中用到的公式,有些非常复杂,为了节省手算时间,又能直观地表达参数间的关系及变化规律,才编制成数表或线图。然而计算机却善于运用表达式进行计算,这样既可以得到较高的运算精度,又可以减少内存和占机时间。因此,对于原来已有计算公式的数表或线图,应直接用其公式来编制程序。例如,在用计算机进行齿轮强度计算时,对材料系数 Z_E 、节点啮合系数 Z_H 和重合度 ϵ_α 等均可直接采用公式,而不必将它们的数表或线图程序化。

对于没有理论公式的线图和数表,如一些试验曲线,经验修正曲线,实测数据等,一般来说,对于这些设计资料的使用,比较精确的方法是不用数组标识检取,而是采用曲线拟合和插值方法来处理。因为曲线拟合可将数表、线图公式化编入程序中,不仅可以减少内存,而且可以按连续变化的变量来检取相应的数值。

用最小二乘法进行曲线的多项式拟合,是拟合曲线数据的最常用的方法。此外,还可以采用多元一次式进行回归。有关曲线拟合的具体方法和程序,可参阅计算方法及其它有关资料。

机械零件设计中用到的有些线图是由直线或折线组成的,对于这些线图是很容易建立它们的函数关系式的。现举例说明如下:

例1 图1-2是齿轮传动的动载荷系数 K_v 值与 $VZ_1/100$ 成直线关系的线图,试建立其函数关系式。

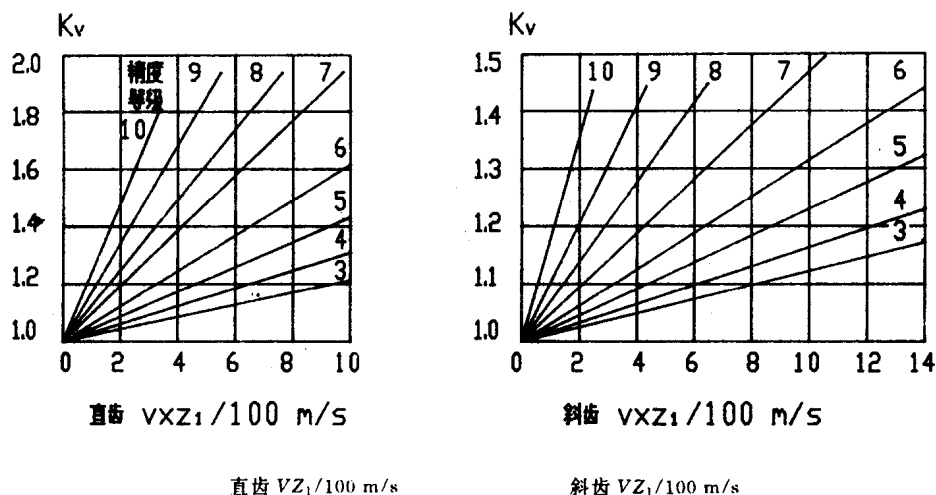


图1-2 动载荷系数 K_v 值

下面仅就六级精度的斜齿轮,介绍将 K_v 直线公式化的方法。

在右图中标有“6”的直线上任取两点: $x_1=2, y_1=1.07$ 和 $x_2=14, y_2=1.45$,将其代入两点式

$$\frac{y-y_1}{x-x_1} = \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}$$

经整理后得 $y=0.032x+1$

即 $K_v=(0.032VZ_1/100)+1$ 。

对两图中的其它直线采用相同的处理方法,可分别得到相应的 K_v 值计算公式,现列于表1-5中。

表1-5 动载荷系数 K_v 的计算公式

齿轮精度等级	直齿圆柱齿轮	斜齿圆柱齿轮
5	$(0.04 VZ_1/100)+1$	$(0.023 VZ_1/100)+1$
6	$(0.06 VZ_1/100)+1$	$(0.032 VZ_1/100)+1$
7	$(0.09 VZ_1/100)+1$	$(0.044 VZ_1/100)+1$
8	$(0.12 VZ_1/100)+1$	$(0.070 VZ_1/100)+1$
9	$(0.18 VZ_1/100)+1$	$(0.105 VZ_1/100)+1$
10	$(0.25 VZ_1/100)+1$	$(0.177 VZ_1/100)+1$

例2 试将TG254的许用功率曲线(图1-3)的左侧直线段公式化。

由图1-3可以看出,套筒滚子链传动的许用功率曲线采用的是双对数坐标。因此,在对该线图公式化时,应将所取点的坐标值取对数后代入两点式,即