

无线电工程 应用程序集

BASIC 语言篇

王明止 宋伟
郭孝慈 唐广

成都电讯工程学院出版社

无线电工程应用程序集

(BASIC 语言篇)

王明止 宋 伟

郭孝慈 唐 广

成都电讯工程学院出版社

• 1985 •

内 容 提 要

本书收集了一百多个无线电工程应用程序,包括工程数学、基础电学与电子学、有源及无源滤波器、衰减器、通信线路、电路设计以及通用电路的计算机辅助分析等。

所收程序可在绝大多数微型机上使用。每个程序之前均有简要说明,程序清单之后还附有实际运算例子。编排上由浅入深,便于初学者学会编程技巧。

本书适于广泛的读者选用。对于学习计算机应用的初学者、工程技术人员以及从事电路理论学习的大学生和教师都有参考价值。

无线电工程应用程序集

(BASIC 语言篇)

*

成都电讯工程学院出版社出版
成都电讯工程学院出版社印刷厂印刷
四川省新华书店发行

*

开本 787×1092 1/16 印张 15.2 字数 360 千字
版次 1985 年 12 月第一版 印次 1985 年 12 月第一次印刷
印数 1—6,000 册
书号 15452·8 定价 2.85 元

前 言

在常用的计算机算法语言中，BASIC 语言比 FORTRAN, ALGOL, PASCAL 等语言简单、易学，并且在各种大、中、小型计算机，微型计算机，个人计算机上都配有这种语言，甚至许多单板机也配有 BASIC 语言。因此，普及推广 BASIC 语言，对于那些希望学会使用计算机、充分利用先进设备和技术、去解决各行各业中有关问题的人们，具有重要意义。

本书是一本 BASIC 程序的原始资料，所收程序可供读者随时参考和选用，实际上它可起到软件库的作用。收集的 114 个与工程数学和无线电技术有关的程序，是近几年我们参照有关书籍移植、改造、或通过指导学生毕业设计自行编制，用于解决教学和工程中的实际问题汇集起来的，都是切实可行的。

近年来，在推广计算机应用的过程中，发现许多用户，特别是进行继续学习的成年人，在他们学过算法语言的基础知识之后，并不能很快掌握程序设计技巧，因而在独立使用编程技术去解决问题时，往往束手无策。在这种情况下，本书可作为学习 BASIC 语言的指南，用来启发初学者学会如何应用程序设计技巧去求得一些实际问题的解答。书中多数程序是短小精干的，编排上由浅入深，内容广泛，只要读者先学过一下 BASIC 语言的教科书或说明书，就可结合本书上机实践。重要的是，如果读者认真通过书中程序实践，将会发现自己增长了解决各种问题的信心和能力，从而可以对书中所列基本程序进行扩充、修改，并用以解决更复杂和深入的问题。

本书第一章至第五章，给出了一些一般工程数学中常用的算法程序。这些工程数学程序在科学计算、工程设计和数据处理中应用很广，读者参考这些程序用以解决实际问题，可节省大量精力和时间，学会有关程序设计技巧。

第六章至第十三章，收集了基础电学、电子学、有源及无源滤波器、衰减器、通信线路、电路设计、通用电路的计算机辅助分析等多种程序。其中一些程序不仅实用，而且是珍贵的。当然，许多电路程序是与图形有关的，因而在相应的程序中就附加了一些说明语句。这事实上是从使用方便出发，用户可以不必要对照程序清单依据说明就可运行程序。最末一章给出的通用电路分析程序，则不受电路图形的限制。读者只要按使用说明规定的方式输入电路参数，通过运算就可获得电路分析结果。而解题规模只受所选用的计算机内存容量的限制。

在收集本书程序的时候，我们避开了与特定计算机相关的功能。所以，书中所列程序在绝大多数微型计算机上均可使用。每个程序都是独立的，完整的，程序之前有简要的说明，程序清单之后附有运算实例。读者也可把这些程序当做子程序来使用，这只需将程序末尾的“end”语句改为“return”语句即可。顺便指出，有的计算机只允许用大写字符书写语句，遇到这种情况读者应当将程序清单中小写字符书写的语句全部改为大写。

本书的编写工作是在葛圣骐副教授的倡导下，并提供“BASIC Computer Programs in Science and Engineering”一书作参考的基础上开展的。具体编写工作由王明止主持。宋伟移植、修改了一至十二章的全部程序，初译了程序说明，唐广编制了十三章的程序。最后，

本书一至六章由郭孝慈校编；七至十二章由王明止校编；十三章由唐广编写。

在本书编写过程中得到成都电讯工程学院教务处及生物电子工程研究室有关同志的帮助与支持，借此机会一并表示感谢。

限于编者水平，书中难免有不足之处或错误，敬请读者批评指正。

编 者

1984年12月

目 录

第一章 普通数学

§1.1	阶乘	(1)
§1.2	阶乘的扩展	(2)
§1.3	组合	(4)
§1.4	组合的改进	(5)
§1.5	两个矢量的标量积	(7)
§1.6	两个矢量的向量积	(8)
§1.7	以任意数为底的对数	(9)
§1.8	新的坐标系	(10)
§1.9	直角坐标系与极坐标系的转换	(11)
§1.10	求最大值与最小值	(13)
§1.11	数的四舍五入	(14)
§1.12	尺度换算	(15)
§1.13	直方图	(17)
§1.14	作圆	(18)
§1.15	正态分布的随机数序列	(20)
§1.16	求一个数的第 N 次算术根	(22)
§1.17	有理分数	(23)

第二章 工程数学

§2.1	联立方程组	(25)
§2.2	多项式的赋值	(29)
§2.3	二次方程式的求解	(31)
§2.4	牛顿-拉富森根	(32)
§2.5	函数的求导	(33)
§2.6	辛普森法则求积分	(35)

第三章 复数的运算

§3.1	复数的加法	(38)
§3.2	复数的减法	(40)
§3.3	复数的乘法	(41)
§3.4	复数的除法	(43)
§3.5	绝对值	(45)
§3.6	复数的实乘方	(46)
§3.7	复数的根	(48)
§3.8	复指数	(50)

第四章 矩阵计算

§4.1	二维方阵的加法与减法	(53)
§4.2	二维矩阵的乘法	(55)
§4.3	二维矩阵的转置	(57)
§4.4	二维矩阵的标量乘法	(59)
§4.5	矩阵求逆	(60)
§4.6	三维矩阵的加法和减法	(63)
§4.7	三维矩阵的乘法	(65)
§4.8	三维矩阵的标量乘法	(68)

第五章 数据分析

§5.1	几何平均值	(71)
§5.2	平均值与中值的计算	(72)
§5.3	标准偏差与方差的计算	(74)
§5.4	三点插值	(76)
§5.5	四点插值	(77)
§5.6	线性最小二乘曲线拟合	(79)
§5.7	最小二乘方拟合——对数纵坐标	(81)
§5.8	最小二乘方拟合——对数横坐标	(84)
§5.9	最小二乘方拟合——全对数坐标	(86)

第六章 基础电学

§6.1	色码电阻的译算	(90)
§6.2	并联电阻	(93)
§6.3	标准电阻值	(94)
§6.4	三角形-星形的转换	(95)
§6.5	星形-三角形的转换	(97)
§6.6	根据电阻值和长度计算导线的尺寸	(99)
§6.7	根据传导电流量计算导线尺寸	(100)
§6.8	导线阻抗的计算	(102)
§6.9	变压器的变比	(103)

第七章 基础电子学

§7.1	单根直导线的电感	(104)
§7.2	平行双线的电感	(105)
§7.3	按圆周排列的平行导线族的电感	(107)
§7.4	容抗的计算	(108)
§7.5	感抗的计算	(109)
§7.6	旁路电容器的计算	(110)
§7.7	谐振电路的计算	(111)

第八章 计算机辅助电路设计

§8.1	甲类晶体管放大器的设计	(113)
------	-------------	-------

§8.2	施密特触发器电路设计	(116)
§8.3	电源中断时间	(119)
§8.4	无变压器电源	(120)
§8.5	双二极管全波稳压电源	(123)
§8.6	桥式整流稳压电源	(125)
§8.7	对偶输出稳压电源	(126)
第九章 有源滤波器设计		
§9.1	有源带通滤波器	(129)
§9.2	状态可变带通滤波器	(132)
§9.3	并联反馈带通滤波器	(134)
§9.4	文氏电桥陷波滤波器	(136)
§9.5	双 T 型陷波滤波器	(138)
§9.6	有源低通滤波器 I	(141)
§9.7	有源低通滤波器 II	(143)
§9.8	巴特沃斯-汤普森低通滤波器	(145)
第十章 通信线路		
§10.1	高斯分布脉冲带宽的计算	(149)
§10.2	微带设计	(150)
§10.3	带状线设计	(152)
§10.4	低损耗传输线	(153)
§10.5	单线传输线	(155)
§10.6	双线传输线	(156)
§10.7	射频空心电感器的设计	(158)
§10.8	电压驻波比的计算	(159)
§10.9	分贝转换	(160)
第十一章 无源滤波器		
§11.1	低通, K 常数 Π 型滤波器	(162)
§11.2	低通, K 常数 T 型滤波器	(163)
§11.3	低通, m 推演 T 型滤波器	(164)
§11.4	低通, m 推演 L 型滤波器	(165)
§11.5	低通, 并联, m 推演 L 型滤波器	(167)
§11.6	低通, 并联, m 推演 Π 型滤波器	(168)
§11.7	高通, K 常数 Π 型滤波器	(169)
§11.8	高通, K 常数 T 型滤波器	(170)
§11.9	高通, 串联, m 推演 T 型滤波器	(171)
§11.10	高通, 并联, m 推演 Π 型滤波器	(173)
§11.11	带通, K 常数 Π 型滤波器	(174)
§11.12	带通, K 常数 T 型滤波器	(175)
§11.13	带阻, K 常数 Π 型滤波器	(177)

§11.14 带阻, K 常数 T 型滤波器.....	(178)
-----------------------------	-------

第十二章 衰减器

§12.1 平衡桥式 H 型衰减器	(180)
§12.2 对称, 非平衡式 T 型衰减器.....	(181)
§12.3 非对称 H 型衰减器.....	(183)
§12.4 非对称正方形衰减器.....	(185)
§12.5 对称正方形衰减器.....	(187)
§12.6 对称 H 型衰减器.....	(189)
§12.7 对称 X 型衰减器.....	(190)
§12.8 对称 II 型衰减器.....	(191)
§12.9 对称 T 型衰减器.....	(193)
§12.10 非平衡最小损耗衰减器.....	(194)
§12.11 平衡最小损耗衰减器.....	(195)

第十三章 通用电路分析程序

§13.1 直流-交流分析程序 DAPR	(199)
§13.2 直流-瞬态分析程序 DTPR	(207)
附录一 通用电路计算机辅助分析概述	(213)
附录二 直流-交流分析程序 DAPR 结构与说明.....	(216)
附录三 直流-瞬态分析程序 DTPR 结构与说明.....	(227)

参考书目

第一章 普通数学

大多数微型计算机都配有丰富的数学函数处理功能，但在许多场合仍然感到不够用，需要补充更多的功能。本章的程序就是设计来扩展你的机器的数学处理功能。

本章中的某些程序（例如阶乘的扩展、组合程序的改进），能处理原来用计算机计算会引起溢出的数值。通过仔细地分析这一编程技术，读者可以学会把该技术用于其它场合。

此外，本章也指出了如何用计算机处理矢量的点积与叉积（§1.5与§1.6）。大多数计算机的BASIC解释程序不能处理以10为底的对数，只能处理自然对数（以 e 即2.718为底的对数）。而本章的程序（1.7）不仅提供了处理以10为底的对数的可能性，而且还能计算以任意数为底的对数。

本章还有两个程序涉及了坐标系的变换。其中之一（1.8）提供了坐标系平移或旋转的功能。如果想把数据从一个参考坐标系换算到另一参考坐标系，使用该程序是很方便的。涉及坐标系转换的第二个程序是1.9，该程序能进行由直角坐标系到极坐标系的转换，或反过来，进行由极坐标系到直角坐标系的转换。

再下面的两个程序是进行数的处理。§1.10是求一组数中的极大值和极小值，这对于由一组数据描曲线是十分必要的。程序1.11很简单，它常常是作为一较大程序的子程序，其作用是保持精度的一致。在本书的许多程序中，要用到该舍入技术，使其达到所给出的是有效十进位数。

如果打算在一张纸上精确地画一物体，可以用程序1.12来迅速地画出尺度；如果想描绘一曲线，直方图程序（1.13）会给出满意的结果。然而，只要略加改造，它就可以用来描绘独立的数据点，这只需将求极值的程序与程序1.13结合就可以达到此目的。

如果想在一张纸上通过已知的三个点画一个圆，不是那么容易的。但把这三个点的位置的数据输入计算机，程序1.14则会告诉你所要画的圆的圆心位置和半径。本章余下的三个程序能产生正态分布随机数；求任意数的任一根；转换一个数为有理数。

§1.1 阶 乘

数的阶乘是一个在概率计算中用得十分频繁的运算，它按下式求出：

$$n! = n(n-1)(n-2)\cdots 1$$

$$5! = 5(4)(3)(2)(1) = 120$$

符号 $n!$ 表示阶乘运算，读作“ n 的阶乘”。存在一个特例，即 $0!$ ，定义 $0! = 1$ 。程序在行110至140执行阶乘计算。变量 XF 的初始值取为1，待求的阶乘数为 n 。数值计算在循环语句FOR...NEXT中进行，其中方程 $XF = XF * K$ ， $K = 1, 2, \dots, n$ ，用于计算阶乘具体数值。如果 $n = 0$ ，程序将以 $K = 1$ 的方式通过一次循环，并得到答案 $0! = 1$ ，该结果与 $1!$ 一样。

程序清单

```
40  print " this program computes the factorial of "  
50  print " a given number. operation is limited "  
60  print " by the largest number your computer can "  
70  print " handle. only integers are valid."  
80  print : print  
90  input " enter the number?";n  
100 print : print : print  
110 xf = 1  
120 for k = 1 to n  
130 xf = xf * k  
140 next k  
150 print n,"! = ",xf  
160 print : print : input "do you have another number?";a $  
170 if left$(a$,1) = " y "then 80  
180 end
```

实例运算*

```
this program computes the factorial of  
a given number. operation is limited  
by the largest number your computer can  
handle. only integers are valid.  
enter the number ? 9  
9!= 362880  
do you have another number? n  
Ready
```

§ 1.2 阶乘的扩展**

程序 1.1 存在的主要问题是很快就达到了计算机能处理的数的极限值,大多数微型计算机其阶乘的计算结果大于 10^{39} 时就会导致溢出。本程序包含一子程序,该子程序从答案中分解出 10 的幂次方的因子,这样就提供了计算更大的数的阶乘的能力(行140至160)。

*为了节约版面,在实例运算中凡因 print 空行语句形成的空行均取消。在计算机上按程序运行时空行均应出现。

**依据 W.M.Bunker, "阶乘扩展的计算程序," Electronic Design(April 1971), P.86.修改而成。

同前一程序一样，阶乘的计算在行 130 语句，之后，行 150 语句进行因式分解，这样一来象阶乘 $121!$ 这样的数的运算很快就可以得出结果，而用前一程序计算阶乘 $121!$ 时计算机将产生溢出。

程序清单

```
40  print " this program will perform factorial"
50  print " calculation whose results are much"
60  print " larger than 10^39, a value that over-"
70  print " loads most home computers. just enter "
80  print " the number when asked."
90  print : print : print
100 input " enter the number : ",n
105 print : print : print
110 e=0
115 f=1
120 for i=2 to n
130 f=f*i
140 if f<1e5 then 170
150 f=f*1e-5
160 e=e+5
170 next i
175 print : print : print
180 print n,"!=",f,"times"
185 print
190 print "10 to the",e,"power."
195 print : print
200 print : print : input " do you have another number? ",a$
205 print : print
210 if left$(a$,1)=" y " then n 100
220 end
```

实例运算

```
this program will perform factorial
calculation whose results are much
larger than 10^39, a value that over-
loads most home computers, just enter
the number when asked.
enter the number : 35
35! = 1.033314796639 times
```

```

10 to the 40 power .
do you have another number? y
enter the number : 121
121 ! = 8.094298525273 times
10 to the 200 power.
do you have another number? n
Ready

```

§ 1.3 组 合

在排列中， n 个不同的数，按其不同的排列次序每次取 r 个数组成一组进行计算。在实际应用中有时一组数内数的次序并不重要，如把 12 个人按 3 人一组进行任意划分。另外，排列在通信系统错误的检测和码的校正中也得到了应用。

n 个元素中每次取 r 个元素组成一组，若组内元素次序可以不考虑，就称为组合。

例如 12 个元素中每次取 3 个组成一组的组合等于

$$C_{12}^3 = 12! / (3! (12-3)!) = 220$$

计算组合的一般公式为：

$$C_n^r = n! / (r! (n-r)!) .$$

组合的计算公式与排列的计算公式的区别在于组合计算公式中分母上增加了 $r!$ 项。

阶乘的计算是在行 220 至 260 子程序段中进行的。在组合计算的过程中将三次调用这一段子程序。本程序同时也包括了错误检测信息。

程序清单

```

40 print "this program computes the combinations"
50 print "of 'n' objects taken 'r' at a time."
60 print : print : print
70 input "enter number of objects: ", n
80 print : input "enter number per group : ", r
90 print : print : print
100 if n<r then print " input error-n<r " : goto 60
110 if r<0 then print " input error-r<0" : goto 60
120 x = n
130 gosub 220
140 nn = xf
150 x = n-r
160 gosub 220
170 nr = xf

```

```

172 x = r
174 gosub 220
176 rr = xf
180 c = int (nn/nr/rr + .5)
185 print : print : print
190 print " there are ";c;" combinations of"
195 print
200 print n;" objects taken ";r;" at a time. "
210 goto 270
220 xf = 1
230 for k = 1 to x
240 xf = k * xf
250 next k
260 return
270 end

```

实例运算

this program computes the combinations
 of ' n ' objects taken ' r ' at a time.
 enter number of objects: 12
 enter number per group: 3
 there are 220 combinations of
 12 objects taken 3 at a time.
 Ready

§ 1.4 组合的改进

程序 1.3 存在的问题是计算组合所用元素数的多少受到一定的限制，如果元素数大于等于 34，计算机将指出这个数太大，并给出一个溢出的错误信息。

本程序采用的计算方法能防止溢出的产生，除非最后的计算结果本身对计算机而言太大而产生了溢出。首先程序检测元素数 n 是否小于每组的元素数 K 的两倍，如果检验后满足则设 $I=1$ ，计算：

$$\binom{K+I}{K} = \binom{K+1}{K} = K+1$$

然后取 $I=2, 3, 4, 5, \dots, n-K$ ，递推计算如下表达式

$$\binom{K+I}{K} = \binom{K+I-1}{K} \left(\frac{K+I}{I} \right)$$

如果 n 大于或等于两倍 K , 则取 $j=2, 3, 4 \dots, K$, 递推计算

$$\binom{n}{j} = \binom{n}{j-1} \left(\frac{n+1-j}{j} \right)$$

当 $K=1$ 时, 组合数就等于 n

程序清单

```
40 print " this program will calculate combina-"  
50 print " tions without causing an overflow un-"  
55 print " less the final answer itself is too big"  
60 print " for the computer. 'n' as large as 120 "  
65 print " can be used."  
70 print : print : print  
80 input " enter number of objects:", n  
85 print : input " enter number of groups:", k  
90 print : print : print  
100 if n < 2 * k then 230  
110 b0 = n  
120 for j = 2 to k  
130 b1 = b0 * ( ( n + 1 - j ) / j )  
140 b0 = b1  
150 next j  
190 gosub 290  
220 goto 310  
230 l = n - k  
240 s0 = k + 1  
250 for i = 2 to l  
260 s1 = s0 * ( k + i ) / i  
270 s0 = s1  
280 next i  
285 b1 = s1 : gosub 290  
286 goto 310  
290 print "there are ", b1, " combinations of "  
300 print : print n, " objects taken ", k, " at a time."  
310 end
```

实例运算

this program will calculate combina-

tions without causing an overflow unless the final answer itself is too big for the computer. 'n' as large as 120 can be used.

enter number of objects: 120

enter number of groups: 23

there are 2.690029448325e+24 combinations of 120 objects taken 23 at a time.

Ready

§ 1.5 两个矢量的标量积

两个矢量的标量积也称为“点积”，定义为：

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \alpha$$

(两矢量的模之积乘以两矢量之间的夹角 α 的余弦)，其计算结果为一标量(而不是矢量)。

用下面的公式来计算标量积，其方法更简单。

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (XA)(XB) + (YA)(YB) + (ZA)(ZB)$$

其中： $\vec{A} = XA \vec{i} + YA \vec{j} + ZA \vec{k}$ ， $\vec{B} = XB \vec{i} + YB \vec{j} + ZB \vec{k}$

程序中的行100用来计算以上公式。如果两个矢量均不为零，而标量积为零，表明这两个矢量是互相垂直的。

程序清单

```
40  print  " this program calculates the scalar pro-"
50  print  " duct of two vectors."
60  print  : print : print
70  input  " enter vector 1 (x,y,z) ? "; x1,y1,z1
80  print  : input " enter vector 2 (x,y,z) ? "; x2,y2,z2
90  print  : print
100 s = x1 * x2 + y1 * y2 + z1 * z2
110 print  " the scalar product is "; s
120 end
```

实例运算

```
this  program calculates the scalar pro-
duct of two vectors.
enter vector 1 (x,y,z) ? 2,3,4
enter vector 2 (x,y,z) ? -3,5,0
the scalar product is 9
Ready
```


§ 1.6 两个矢量的向量积

与两个矢量的标量积不同,两个矢量的向量积仍为一矢量,而该矢量的模定义为两矢量的模之积乘以两矢量夹角的正弦,即

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}| |\vec{B}| \sin \alpha$$

两矢量的向量积的方向垂直于两矢量构成的平面,矢量叉积的三个分量可以用以下公式来计算

$$X = Y_1 * Z_2 - Z_1 * Y_2$$

$$Y = Z_1 * X_2 - X_1 * Z_2$$

$$Z = X_1 * Y_2 - Y_1 * X_2$$

其中两个原矢量为:

$$\vec{A}_1 = X_1 \vec{i} + Y_1 \vec{j} + Z_1 \vec{k}; \quad \vec{A}_2 = X_2 \vec{i} + Y_2 \vec{j} + Z_2 \vec{k}$$

程序中行 100 至 120 执行以上计算。

程序清单

```
40  print. " this program calculates the cross pro-"  
50  print " duct of two vectors."  
60  print : print : print  
70  input " enter vector 1 (x,y,z)?"; x1,y1,z1  
80  print : input " enter vector 2 (x,y,z)?"; x2,y2,z2  
90  print : print : print  
100 x = y1 * z2 - z1 * y2  
110 y = z1 * x2 - x1 * z2  
120 z = x1 * y2 - y1 * x2  
130 print " the cross product is:"  
140 print  
150 print "x = "; x, " y = "; y, " z = "; z  
160 end
```

实例运算

this program calculates the cross product of two vectors.

enter vector 1 (x,y,z)? 2,3,4

enter vector 2 (x,y,z)? -3,5,0

the cross product is:

x = -20 y = -12 z = 19

Ready