

[illegible]

科学出版社

系统工程 BASIC 程序设计

郭一新 编著

科学出版社

1987

内 容 简 介

本书可作为系统工程程序库的常备手册。全书分三篇,共二十六章。第一篇介绍 BASIC 语言。第二篇介绍系统工程程序设计的基本结构。第三篇着重介绍以系统工程常用数学模型和计算方法为基础的应用程序。

本书在编排和叙述上注意了深入浅出、由简到繁,所给出的程序运用了积木式的组合结构。书中的程序均给出了语句说明和程序清单,第二篇和第三篇还给出了相应的数学模型、计算实例和程序流程图。附录介绍了线性代数和概率论等内容。

本书可供从事系统工程分析、计算机科学、企业管理、应用数学等方面的科技和管理人员,以及有关专业的大专院校师生阅读或参考。

系统工程 BASIC 程序设计

郭一新 编著

责任编辑 那莉莉 乐嘉敏

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1987 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1987 年 8 月第一次印刷 印张: 26 3/4

印数: 0001—6,000 字数: 615,000

统一书号: 15031·829

本社书号: 5220·15—8

定价: 6.25 元

前 言

系统工程是一门新兴学科,它是以研究大系统为对象的一门跨学科的边缘科学,所研究的对象不限于某个领域。为了保证系统的顺利发展,需要通盘研究解决问题。比如对某部门产量的增减计划,应将其密切相关的有关部门的计划变化一起考虑。另外,系统工程以定量的思想方法研究社会实践中大量的大型化和复杂化问题。例如对能源的分析,应从数量上规划若干年中的消耗与开发的平衡;对森林规划的研究,应考虑几十年中森林开采与种植的平衡;对人口的控制,应能规划在某种措施下,几十年后人口的最优数量。

第二次世界大战以来,一批科学工作者通过对军事计划和技术的研究,开拓并发展了运筹学。五十年代末,别尔曼的动态规划与庞特里亚金的极大值原理,奠定了现代控制论的基础。运筹学与现代控制理论,加上电子计算机的广泛应用,使系统工程有了一个飞跃的发展。为了使广大科研、工程技术、管理、分析、计划人员掌握并利用系统工程技术解决科研和生产中的实际问题,作者编写了本书,目的是使读者能利用本书提供的系统工程应用程序进行实际计算,以避免编制程序和调试程序的重复劳动。本书提供了系统工程的一些主要应用程序的数学模型。书中的应用程序采用程序块结构。读者在掌握了程序编制技巧以后,一方面可以直接运用本书提供的应用程序进行计算,另一方面也可以运用程序块继续编制其它数学模型程序。

本书的应用实例有国民经济投入产出模型、化工产品最优规划、燃料规划、最佳生产动态决策、产品销售预测、工农业的 CAR 模型、存货控制仿真等,其中的一些内容是作者直接参与的工作。

全书分为三篇,共二十六章。第一篇介绍 BASIC 语言的基础知识,第二篇介绍系统工程所需要的基本程序块。第三篇提供了部分系统工程的数学模型与计算方法的应用程序,其中包括数学模型程序框图、语句说明、计算实例与程序清单。第三篇中的数学模型与计算方法虽然没有进行详细推导,但为了直观,对其中的术语、思想方法、意义和背景都作了通俗的介绍。这样,即使未学过 BASIC 语言和系统工程技术的读者,亦能初步掌握本书的内容。

本书的程序规则依据 CROMEMCO 与 TRS-80 微型计算机的基本 BASIC 语言,但没有涉及它们的特殊功能。这些基本语句指令除极少数语句以外,均与 APPLE-II, IBM-PC 等微型计算机的 BASIC 语言相同。因此本书提供的系统工程程序对一般中小型和微型计算机都是适用的。

本书第一篇的程序已在 CROMEMCO 微型计算机上调试通过。第二、三篇的程序已在 TRS-80 微型计算机上调试通过。另外,第三篇的程序大部分经过实际系统的考验,具有较强的实用性。

本书的系统工程数学模型和计算实例引自有关的参考书。计算实例引自参考书的好处是:通过参考书的答案来证实程序计算的结果,另一方面亦能使读者把本书与其它系

统工程参考书结合起来使用。

希望这本书既成为 BASIC 语言及系统工程程序设计的自学读本或参考资料,又能作为系统工程程序库的常备手册,这样,就达到了作者编著这本书的目的。

北京航空学院的朱稼兴同志认真审阅了全稿,提出许多宝贵意见,在此谨向朱稼兴同志表示衷心的感谢。由于作者本人的水平有限,在本书的编写内容、程序设计方法以及所举的例子中,难免有不足之处,希望读者提出宝贵意见。

编著者

一九八五年四月

目 录

前言.....	ix
第一篇 BASIC 语言基础	1
第一章 BASIC 语言的基本概念与规则	1
1.1 BASIC 语言概述	1
1.2 源程序语句的结构	1
1.3 常数	3
1.4 变量表示法	3
1.5 运算符	5
1.6 标准函数	7
第二章 BASIC 指令	10
2.1 注释指令 REM	10
2.2 输入指令 INPUT.....	10
2.3 输入数据指令 READ 和 DATA	11
2.4 输出指令 PRINT.....	12
2.5 输出格式指令 TAB.....	13
2.6 终止指令 END.....	14
2.7 循环指令 FOR...TO—NEXT	14
2.8 转子程序指令 GOSUB—RETURN	15
2.9 转向指令 GOTO	17
2.10 条件指令 IF...THEN	18
2.11 恢复读数指令 RESTORE	19
2.12 暂停指令 STOP	20
第三章 程序语句错误分析	21
3.1 缺 DATA 指令	21
3.2 数字后多加标点符号	22
3.3 括号不匹配	23
3.4 指令拼写错误	24
3.5 标点符号错	24
3.6 程序无返回地址	25
3.7 FOR 和 NEXT 不配对	27
3.8 维数语句错误	28
3.9 数组长度不够	30
3.10 缺转向、转子指令指向的语句	31
3.11 上溢或下溢	32
3.12 函数变元值错	33
3.13 引用未定义维数的下标变量	34

第四章 基本程序块与程序框图	36
4.1 基本程序块简述	36
4.2 程序框图基本结构	36
4.3 例子	37
第二篇 系统工程程序设计基本结构	39
第五章 系统工程程序设计基本程序块	40
5.1 向量数据读入程序块—— P_1	40
5.2 矩阵数据读入程序块—— P_2	46
5.3 向量数据打印输出程序块—— P_3	53
5.4 矩阵数据打印输出程序块—— P_4	57
5.5 数据减平均值程序块—— P_5	63
5.6 实数由小到大排列程序块—— P_6	69
5.7 向量数据转移程序块—— P_7	74
5.8 随机数仿真程序块—— P_8	77
5.9 向量加法程序块—— P_9	81
5.10 向量减法程序块—— P_{10}	84
5.11 矩阵相加程序块—— P_{11}	84
5.12 矩阵相减程序块—— P_{12}	88
5.13 行向量乘列向量程序块—— P_{13}	89
5.14 列向量乘行向量程序块—— P_{14}	92
5.15 矩阵乘列向量程序块—— P_{15}	97
5.16 行向量乘矩阵程序块—— P_{16}	102
5.17 矩阵相乘程序块—— P_{17}	106
5.18 矩阵转置程序块—— P_{18}	113
5.19 矩阵转移程序块—— P_{19}	116
5.20 矩阵行交换程序块—— P_{20}	120
5.21 找矩阵行最小值程序块—— P_{21}	123
5.22 找矩阵行最大值程序块—— P_{22}	125
5.23 找矩阵两列比值最小值程序块—— P_{23}	125
5.24 找矩阵列最大值程序块—— P_{24}	128
5.25 找矩阵最大值程序块—— P_{25}	130
5.26 消去主元同列其它元素的程序块—— P_{26}	133
5.27 求残差平方和程序块—— P_{27}	137
5.28 F 检查准则程序块—— P_{28}	139
5.29 阶乘 $N!$ 程序块—— P_{29}	141
5.30 矩阵求逆程序块—— P_{30}	142
5.31 线性代数方程组数值解程序块—— P_{31}	147
第三篇 系统工程应用程序	151
第六章 投入产出分析和预测程序—— AP_1	152
6.1 概述	152
6.2 投入产出分析和预测数学模型	153
6.3 AP_1 程序框图	154

6.4	AP ₁ 语句说明	156
6.5	AP ₁ 程序清单	156
6.6	计算实例——国民经济投入产出综合平衡模型	157
6.7	AP ₁ 总程序和计算结果	159
6.8	主程序语句说明	165
第七章	线性规划(单纯形法)程序——AP ₂	166
7.1	概述	166
7.2	线性规划(单纯形法)数学模型	167
7.3	单纯形法计算基本步骤	169
7.4	AP ₂ 程序框图	173
7.5	AP ₂ 语句说明	173
7.6	AP ₂ 程序清单	175
7.7	计算实例 I——化工产品最优规划	177
7.8	计算实例 II——煤最优混合问题	178
7.9	AP ₂ 总程序及计算结果	179
7.10	主程序语句说明	183
7.11	第二种人造基法	184
7.12	AP ₂ B 语句说明	186
7.13	AP ₂ B 程序清单	187
7.14	计算实例 III——农村肥料配备问题	188
7.15	主程序与计算结果	189
7.16	主程序语句说明	190
第八章	动态规划程序——AP ₃	191
8.1	概述	191
8.2	动态规划数学模型	192
8.3	计算实例——最佳生产计划动态决策	193
8.4	AP ₃ 程序框图	198
8.5	AP ₃ 语句说明	198
8.6	AP ₃ 程序清单	201
8.7	主程序及计算结果	203
8.8	主程序语句说明	204
第九章	直方图程序——AP ₄	205
9.1	概述	205
9.2	直方图作图法	206
9.3	AP ₄ 程序框图	206
9.4	AP ₄ 语句说明	206
9.5	AP ₄ 程序清单	207
9.6	计算实例——零件外径尺寸相对频数直方图	208
9.7	主程序及计算结果	209
9.8	主程序语句说明	211
第十章	均值、方差、标准差程序——AP ₅	212
10.1	概述	212

10.2 均值、方差、标准差数学模型	212
10.3 AP ₆ 程序框图	212
10.4 AP ₆ 语句说明	213
10.5 AP ₆ 程序清单	213
10.6 计算实例——求产品成交数均值、方差、标准差	214
10.7 主程序及计算结果	214
10.8 主程序语句说明	214
第十一章 相关系数程序——AP ₆	216
11.1 概述	216
11.2 相关系数数学模型	216
11.3 AP ₆ 程序框图	217
11.4 AP ₆ 语句说明	217
11.5 AP ₆ 程序清单	218
11.6 计算实例——财政收入与工农业总产值相关系数	219
11.7 主程序与计算结果	219
11.8 主程序语句说明	219
第十二章 最小二乘法回归程序——AP ₇	220
12.1 概述	220
12.2 最小二乘法数学模型	222
12.3 AP ₇ 程序框图	224
12.4 AP ₇ 语句说明	224
12.5 AP ₇ 程序清单	225
12.6 计算实例——家俱销售量回归方程	226
12.7 主程序与计算结果	227
12.8 主程序语句说明	228
12.9 化曲线方程为直线方程的回归	228
第十三章 非线性回归程序——AP ₈	233
13.1 概述	233
13.2 非线性回归数学模型	233
13.3 AP ₈ 程序框图	234
13.4 AP ₈ 语句说明	235
13.5 AP ₈ 程序清单	235
13.6 计算实例——炼铁喷油量与焦比非线性回归	236
13.7 主程序及计算结果	237
13.8 主程序语句说明	237
第十四章 自相关检验：方差检验法程序——AP ₉	238
14.1 概述	238
14.2 自相关检验：方差检验法数学模型	238
14.3 AP ₉ 程序框图	239
14.4 AP ₉ 语句说明	240
14.5 AP ₉ 程序清单	240
14.6 计算实例——中国铁路营业里程自相关检验	241

14.7 主程序与计算结果	241
14.8 主程序语句说明	242
第十五章 移动平均法程序——AP_{10}	243
15.1 概述	243
15.2 一、二次移动平均法数学模型	243
15.3 AP_{10} 程序框图	244
15.4 AP_{10} 语句说明	244
15.5 AP_{10} 程序清单	245
15.6 计算实例——铸件温度一、二次移动平均数及其预报	247
15.7 主程序及计算结果	248
15.8 主程序语句说明	248
第十六章 指数平滑预测程序——AP_{11}	249
16.1 概述	249
16.2 指数平滑预测数学模型	249
16.3 AP_{11} 程序框图	250
16.4 AP_{11} 语句说明	250
16.5 AP_{11} 程序清单	251
16.6 计算实例——收音机、电视机消费指数平滑及其预测	253
16.7 主程序及计算结果	253
16.8 主程序语句说明	254
第十七章 季预测程序——AP_{12}	255
17.1 概述	255
17.2 季预测数学模型	255
17.3 AP_{12} 程序框图	256
17.4 AP_{12} 语句说明	257
17.5 AP_{12} 程序清单	257
17.6 计算实例——美国家庭耗电量预测	258
17.7 主程序及计算结果	259
17.8 主程序语句说明	260
第十八章 递推最小二乘法(带遗忘因子)程序——AP_{13}	261
18.1 概述	261
18.2 数学模型	261
18.3 AP_{13} 程序框图	263
18.4 AP_{13} 语句说明	263
18.5 AP_{13} 程序清单	263
18.6 计算实例——我国社会总产值与农业产值参数估计与预测	265
18.7 主程序和计算结果	266
18.8 主程序语句说明	270
第十九章 AR 模型自动辨识机程序——AP_{14}	272
19.1 概述	272
19.2 AR 模型自动辨识机数学模型	273
19.3 AP_{14} 程序框图	274

19.4 AP ₁₄ 语句说明	274
19.5 AP ₁₄ 程序清单	276
19.6 计算实例——某百货商店月零售额的 AR 模型及其预测	277
19.7 主程序与计算结果	279
19.8 主程序语句说明	280
第二十章 CAR 模型自动辨识机程序——AP₁₅	281
20.1 概述	281
20.2 CAR 模型自动辨识机数学模型	282
20.3 AP ₁₅ 程序框图	285
20.4 AP ₁₅ 语句说明	285
20.5 AP ₁₅ 程序清单	288
20.6 计算实例 I——中国财政收入与工农业总产值 CAR 模型及其预测	293
20.7 主程序与计算结果	295
20.8 主程序语句说明	296
20.9 模拟值曲线图	297
20.10 多输入 CAR 模型辨识机	297
20.11 AP ₁₅ B 语句说明	298
20.12 AP ₁₅ B 程序清单	299
20.13 计算实例 II——中国农业总产值指数与农业劳动者、粮食产值、农业税的 CAR 模型辨识及其预测	305
20.14 主程序与计算结果	307
20.15 主程序语句说明	309
20.16 例 20.3 的模拟值曲线图	310
第二十一章 二人零和博奕平均支付(程序——AP₁₆)	311
21.1 概述	311
21.2 二人零和博奕平均支付数学模型	311
21.3 AP ₁₆ 程序框图	313
21.4 AP ₁₆ 语句说明图	313
21.5 AP ₁₆ 程序清单	313
21.6 计算实例——甲、乙两厂产品竞争分析	313
21.7 主程序与计算结果	314
21.8 主程序语句说明	314
第二十二章 多个服务设备排队程序——AP₁₇	315
22.1 概述	315
22.2 多个服务设备排队的数学模型	315
22.3 AP ₁₇ 程序框图	316
22.4 AP ₁₇ 语句说明	316
22.5 AP ₁₇ 程序清单	317
22.6 计算实例——某厂医务室服务分析	318
22.7 主程序和计算结果	319
22.8 主程序语句说明	319
第二十三章 存货控制仿真程序——AP₁₈	320

23.1 概述	320
23.2 仿真方法	320
23.3 AP ₁₈ 程序框图	321
23.4 AP ₁₈ 语句说明	321
23.5 AP ₁₈ 程序清单	325
23.6 计算实例——存货控制仿真	327
23.7 主程序语句说明	330
第二十四章 风险分析仿真程序——AP ₁₉	331
24.1 概述	331
24.2 风险分析数学模型	331
24.3 AP ₁₉ 程序框图	331
24.4 AP ₁₉ 语句说明	333
24.5 AP ₁₉ 程序清单	333
24.6 计算实例——投资风险分析	334
24.7 主程序与计算结果	334
24.8 主程序语句说明	335
第二十五章 PERT 程序——AP ₂₀	336
25.1 概述	336
25.2 PERT 数学模型	337
25.3 AP ₂₀ 程序框图	340
25.4 AP ₂₀ 语句说明	340
25.5 AP ₂₀ 程序清单	342
25.6 计算实例——某工程开发计划的 PERT 网络	344
25.7 主程序和计算结果	345
25.8 主程序语句说明	348
25.9 具有虚工序的计算方法	348
第二十六章 马尔可夫预测程序——AP ₂₁	352
26.1 概述	352
26.2 马尔可夫预测数学模型	352
26.3 AP ₂₁ 程序框图	355
26.4 AP ₂₁ 语句说明	356
26.5 AP ₂₁ 程序清单	357
26.6 计算实例——预测市场商品购货变动情况	358
26.7 主程序和计算结果	359
26.8 主程序语句说明	360
附录 I CROMEMCO 微型机出错信息	361
附录 II TRS-80 微型机出错信息	365
附录 III 上机操作	366
附录 IV 线性代数基础	379
附录 V 概率论基础	389
附录 VI 系统工程程序块一览表	406
附录 VII 系统工程应用程序一览表	409

附录 VIII 标准正态分布表	411
附录 IX F_1 分布表	413
参考文献	415

第一篇 BASIC 语言基础

第一章 BASIC语言的基本概念与规则

1.1 BASIC 语言概述

BASIC 语言一词是英文 BEGINNER'S ALL-PURPOSE SYMBOLIC INSTRUCTION CODE 的缩写,可译成“初学者通用符号指令代码”。1965年提出了第一个 BASIC 版本。BASIC 语言的一个最大特点是语句规则简单、直观性强、易于学习。我国目前的微处理机技术迅速发展,购买微处理机的部门越来越多,而这些微处理机大多配有 BASIC 语言,故对计算人员来说,掌握 BASIC 语言是非常重要的。本书提供的程序全部采用 BASIC 语言。

BASIC 语言分单用户 BASIC、扩展 BASIC 和单用户分时 BASIC 等。本篇介绍的 BASIC 语言指令和提供的程序主要依据 CROMEMCO 16 K 扩展 BASIC 语言,但为了使本书提供的指令也适用于单用户 BASIC 语言计算机或其它计算机,这里介绍和使用的 BASIC 规则和语句尽量删去 CROMEMCO 所具有的特殊功能。当然,具有用 CROMEMCO 16 K 扩展 BASIC 计算机的用户,应该尽量利用它的特殊功能。

另外,与本书提供的系统工程应用程序无关的 BASIC 语言规则和语句,如字符串、特殊函数、文件等,本书亦不作介绍。这样有利于读者集中精力解决系统工程的程序设计问题。

1.2 源程序语句的结构

用计算机语言编制的程序叫源程序,简称程序。程序由若干条语句组成,每一条语句都由语句标号和语句这两部份内容。下面看一个源程序的例题。

例 1.1 解释下面的程序:

» LIST

```
1 REM 1.1
5 A = 10
10 B = 15
15 C = A^0.5 + B^0.3
20 PRINT "C="; C
25 END
```

» RUN

C = 5.4156210410098

25 END

程序语句说明为:

» LIST 把源程序输出到控制台上;

1 1.1 表示第一章的例题 1;

5 令 A 为 10;

10 令 B 为 15;

15 令 C 等于 A 的 0.5 次方加 B 的 0.3 次方;

20 打印(本篇中的“打印”包括屏幕显示) $C = \text{“}C\text{值”}$ (本篇假定运算时按 control-p 键);

25 停机。

» RUN 为执行运算,注意按 RETURN 键;

$C = 5.4156210410098$, 它为计算结果;

*** 25 END *** 在标号为 25 的语句处终止。

从例 1.1 可以看到, 这个程序由标号为 1, 5, 10, 15, 20, 25 这样 6 条语句组成。语句标号的作用是对程序的每条语句做上标记, 并使程序按语句标号由小到大去执行。标号必须是无符号的整数。假如例 1.1 的语句颠倒为:

15 $C = A^{0.5} + B^{0.3}$

1 REM 1.1

5 $A = 10$

20 PRINT “C=”; C

10 $B = 15$

25 END

则 BASIC 系统能自动将颠倒的语句恢复过来, 这种编排整理的功能叫作 BASIC 语言的编辑功能。

有人会问: 为什么对程序编号时, 每行增 5 个数或 10 个数, 而不是增 1 个数呢? 象例 1.2 那样:

例 1.2

» LIST

1 REM 1.2

2 $A = 10$

3 $B = 15$

4 $C = A^{0.5} + B^{0.3}$

5 PRINT “C=”; C

6 END

» RUN

$C = 5.4156210410098$

*** 6 END ***

其中主要的原因是, 在两条语句中间可以方便地插进需要增加的语句。如要增加 $E = 7$, $C_1 = B^{0.8} + E^{0.1}$, PRINT “ $C_1 =$ ”; C_1 这三条语句时, 在例 1.1 中可方便地将程序改

1) C_1 在程序中均为 $C1$, 但在文字叙述中 “1” 为 “C” 的下角标, 以后各章均如此。

为:

>> LIST

```
1 REM 1.1
5 A = 10
10 B = 15
11 E = 7
15 C = A^0.5 + B^0.3
16 C1 = B^0.8 + E^0.1
17 PRINT "C1="; C1
20 PRINT "C="; C
25 END
```

>> RUN

C1 = 9.9419754313302

C = 5.4156210410098

25 END

这实际上是将 11, 16, 17 语句插入程序中。如果象例 1.2 那样标号间不空数, 那么程序中间就无法插入新增加的语句。

语句标号数字的大小由 0 到几万不等, 计算机不同, 存贮容量也不同。每条语句的内容由英文单词和若干基本符号、数字组成。英文单词表示语句的性质, 如 READ 表示“读”, END 表示“结束”, IF...THEN 表示“如果...则”等等。与英文单词关联的符号和数字表示语句的执行内容, 如“READ A, B”表示读 A, B 变量。关于符号、数字和句法将在后面叙述。

1.3 常 数

BASIC 语言中的常数一般采用十进制数, 在 CROMEMCO 16 K 扩展 BASIC 中也可采用十六进制数, 这与本书关系不大, 故略。这里着重介绍一下十进制数的整数与实数(浮点数)。

所有等于或大于 10000 的或带有小数点的常数在 BASIC 中一般按浮点数方式存放, 按短浮点数还是长浮点数取决于指令的形式。有效位多于 6 位的, 一般按长浮点方式。例如 50000, 3.1, 0.001, 11.8 等数, 均以浮点形式存放; 而 999, 5, 486, 11 等数, 均以整数形式存放。为了与其它版本的 BASIC 一致, 本书第一篇采用长浮点数制。因为 CROMEMCO 16 K BASIC 语言中, 如无特别指令, 一般均以长浮点制的数进行运算。

一个长浮点数在 CROMEMCO 计算机系统中有十四位有效数, 数的范围在 $+9.99 E + 62$ 到 $9.99 E - 65$ 之间。E 为 10 的次方。

整数、短浮点数、长浮点数亦称整型数、单精度数、双精度数。

1.4 变量表示法

变量是指可以改变其值的量, 在 BASIC 语言中变量分为简单变量与下标变量两种。

1.4.1 简单变量

使用简单变量不需要预先说明,简单变量用 26 个英文字母中的任一个字母表示,亦可用一个英文字母后跟一个 0—9 之间的数字来表示。因此,它有 286 个变量名。如在语句中可写 $A = 1$, $B = 1.5$, $C0 = 3$, $C9 = 800$, $D5 = 0.8676$ 等等。

简单变量可分整型变量、短浮点变量、长浮点变量。

整型变量: 用 INTEGER 指令可以使被指定的变量成为整型变量。如果在 RUN 指令之前给出 IMODE 指令,则所有变量都取整数值。

短浮点变量: 用 SHORT 指令可以指定某些变量为短浮点变量。如果在 RUN 指令前给出指令,则所有变量都取短浮点。SFMODE 指令用来使程序中所有变量取短浮点格式。

长浮点变量: 用 LONG 指令可以使被指定的某些变量为长浮点变量。如果已经用 SFMODE 或 IMODE 指令改变了变量的类型,还可以再用 LFMODE 指令(在 RUN 以前给出)使它变为长浮点形式。

1.4.2 下标变量

对于矩阵

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

它的数组维数可由下标变量 $A(M-1, N-1)$ 和括号中的下标个数来表示。 M 和 N 为两个下标,所以 $A(M-1, N-1)$ 为二维数组。CROMEMCO 16K 扩展 BASIC 的下标从 0 开始数起,因此上述矩阵的行与列元素的个数(即长度)分别为 m 和 n 。其中 $A(0, 0) = a_{11}$, $A(0, 1) = a_{12}$, $\cdots$, $A(0, N-1) = a_{1n}$, $\cdots$, $A(M-1, 0) = a_{m1}$, $A(M-1, 1) = a_{m2}$, $\cdots$, $A(M-1, N-1) = a_{mn}$ 。

对于向量

$$(a_1 \ a_2 \ \cdots \ a_n)$$

它的数组维数和长度可由 $A(N-1)$ 来表示。 $n-1$ 既说明只有一个下标,即一维数组,又表示长度为 n , 即有 n 个元素。CROMEMCO 16K BASIC 允许用户定义一维、二维或三维的向量或矩阵。如向量未被定义,则自动保留 11 个长度(0—10),但矩阵(二维或三维)未被定义,则会产生一个错误信息。定义维数与长度的形式为:

$$\text{DIM } A(N-1), B(N-1), C(M-1, N-1)$$

例 1.3 试定出下列矩阵的维数和长度:

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 6 & 10 \end{bmatrix}$$

对上述矩阵,可定义维数和长度为 $\text{DIM } A(1, 3)$ 。

例 1.4 试定出下列向量的维数和长度:

$$(1 \ 8 \ 10 \ 11 \ 15)$$