

EL-5100型电子计算机

等效BASIC语言应用程序库

(I)

包头市老聿科技与信息开发咨询服务所

EL—5100型电子计算器

等效BASIC语言应用程序库

(I)

包头市老年科技与信息开发咨询服务所

1987

前 言

EL—5100型电子计算器原系美国专利，后被日本夏普（SHARP）公司买来生产的一种算式显示型计算器。它除了具有函数型计算器的功能外，还具有以下几个主要特点：（1）具有80步程序步。（2）有24位液晶显示。（3）可进行算式存取。（4）有人机对话功能。（5）有10个可作为变量的数据寄存器及一个数据累加寄存器。因此，较适合于工程技术人员使用。由于无编程的机器语言而仅有按键的使用功能，故不能充分发挥该机在科研、工程以及教学等各个领域中的广泛应用。特别是对数学教师教学上所具有的十分重要的用场却没有被发掘出来。

在几年的应用实践中，我们在EL—5100型计算器上开发了一种语言，其语句功能与BASIC语言相同而形式不同，故我们称之为“等效BASIC语言”。有了这个语言，使该机在应用上发生了巨大变化。例如：（1）从算式显示型升级为可编程程序型计算器。（2）运算操作步从80步提高到数千步，从而连续操作就可以求解象多元线性回归分析那样复杂的问题。（3）在计算机上运行的许多BASIC程序可直接译成等效BASIC程序在计算器上运行。（4）利用等效BASIC程序不但可进行较为复杂问题的数值计算而且还可以进行很多数学问题的公式推演（如：进行多项式的四则运算、因式分解、求高阶导数与函数展开等）。（5）可对所

多三角、代数及解析几何等的求证问题进行证明。(6)利用等效BASIC程序还可在现场进行参数的快速处理(数十秒内计算完)与跟踪讯号操作等(前者类同于计算机的实时处理,后者类同于实时控制)。

总之,有了等效BASIC语言,使得EL—5100电子计算器的解题能力大大增强,不但可成为工程师手头上的一个有力的计算工具,特别可成为数学教师备课的得力助手,大大节省备课时间。

根据等效BASIC语言,我们设计了许许多多求解各类问题的程序式,建立了一部共有五十多万字的应用程序库。这部软件资料拟分两册刊印。程序库(I)侧重于基本运算;程序库(II)侧重于编程技巧与方法。

整个程序库是介绍各种数学问题的程序求解,因为考虑到无论是科研或工程计算都要涉及这些数学基础;况且其中有许多数学问题是直接与科学实验、工程计算有关的。此外,由于我们发现该机对中学数学教师的备课非常有用,故补充了许多中学数学问题的求解程序。特别是当熟悉了运用等效BASIC语言编程之后,也有助于熟悉基本BASIC语言的编程方法。同时借助于5100计算器还可习作和运行许多BASIC语言的解题程序。

程序库的内容是十分丰富的,它突出地显示了利用等效BASIC语言使得5100计算器发挥巨大的解题潜力。虽然计算器的编程区域十分狭窄。例如,该机仅有5个编程区(相当于在

计算机上写5行程序)及80步程序步(相当于编程时键入80个字符)。然而,利用等效BASIC语言能求解相当复杂而繁冗的问题。等效BASIC程序一般要比BASIC程序简单得多。例如,求扬辉三角形, BASIC程序需要20多行2百多个字符;而等效BASIC程序式仅有3行21个字符。BASIC程序的运行过程是完全自动的,而等效BASIC程序的运行,行中是自动的,而行与行之间要由手来操作(利用STO按键也可实现一行程序的自动运行)。乍看起来,利用计算机解题目要比计算机慢得多;其实不尽然,相反地,只要能利用等效BASIC程序求解的题目,如果从程序设计——程序输入——程序运行等获得结果的全过程看,常常是计算机比计算机来得快些。因为计算机的输入程序时间较长。

在熟悉本程序库的解题方法后,如果对利用等效BASIC语言的编程技巧能够运用自如的话,那么,EL—5100计算器一定会成为你身边的一种爱不释手计算工具,帮助你迅速解决科研、工程、生产以及教学中的许多需要解决的问题。

庄德恩

1987.3

目 录

第一章 等效BASIC语言结构	1
1.1 等效BASIC语言应用概述	1
1.2 等效BASIC语言与BASIC语言的语句对照	4
第二章 一般代数运算程序	16
2.1 一元二次代数方程求解	16
2.2 有理方程与无理方程求解	19
2.3 指数方程与对数方程求解	25
2.4 阶乘、排列与组合求解	29
2.5 二项式定理	46
2.6 杨辉三角	52
2.7 n 次多项式的求值方法	59
第三章 线性代数运算程序	73
3.1 二阶行列式计算	73
3.2 三阶行列式计算	75

3.3 四阶行列式计算	84
3.4 六阶行列式计算	93
3.5 特殊行列式计算	100
3.6 行列式四则运算	102
3.7 行列式方程求解	115
3.8 非齐次线性方程组求解	127
第四章 高次代数方程求解程序	142
4.1 一元三次代数方程求解	142
4.2 一个重要的三次方程求解	152
4.3 根据根的性质求解三次方程	158
4.4 四次方程求解	161
4.5 求高次方程的近似根方法	173
4.6 二元二次联立方程组求解	176
第五章 复数运算程序	181
5.1 求复数的模与辐角	181
5.2 复数的四则运算	182

5.3 求复数的三角函数值	186
5.4 求复数的反三角函数值	188
5.5 求复数的反曲函数值	191
5.6 求一个复数的平方根	193
第六章 平面三角形解法程序	196
6.1 由三角形的三元系求算其他的角和边	196
6.2 三角函数诱导公式验算方法	206
6.3 三角多项式求值	211
6.4 连乘三角式的求解	214
6.5 三角函数问题的程序求解举例	220
第七章 平面解析几何计算程序	233
7.1 平面解析几何参数计算	233
7.2 二次曲线轨迹计算	240
第八章 微积分学运算程序	253
8.1 求复合函数的分布值	253
8.2 导数的近似计算	255

8.3	定积分的近似计算	257
8.4	整函数的定积分求值方法	264
8.5	正态概率积分计算	275
第九章 实验曲线拟合程序		279
9.1	拟合方程的系数公式	279
9.2	拟合系数的求解	281
9.3	求拟合系数的手控操作程序	291
第十章 多元线性回归分析程序		295
10.1	二元线性回归分析	295
10.2	三元线性回归分析	307
第十一章 初等数论问题求解程序		318
11.1	求一个整数的质因数分解	318
11.2	最大公因数	321
11.3	最小公倍数	326
11.4	勾股数	332
11.5	不定方程求解	342

11.6 同余式组问题	352
11.7 求条件余数问题一例	366
第十二章 趣味问题求解程序	370
12.1 登台阶问题	370
12.2 黄金分割问题	375
12.3 数的游戏	380
12.4 若太太卖鸡蛋	390
12.5 追查车祸	392
12.6 万年日历的预测	395
12.7 生物节奏的应用	402
12.8 人口倍增的预测	413

第一章：等效BASIC语言结构

1.1 等效BASIC语言应用概述

EL—5100型电子计算器是一个很好的具有80步的算式显示型计算器，因无机语言，故没有被称为可编程程序型计算器。由于说明书中只有按键功能的介绍。因此一般的使用者就可能不了解它在运算功能方面所具有潜力。

几年来我们在使用EL—5100计算器的解题过程中，根据其按键功能，找出并开发了一系列与BASIC语言中具有相同功能的语句。由于表达形式不同而运行后的效果相同，故我们称之为等效BASIC语言。举一个简单例子说，在BASIC语言中的取整语句为 $\text{INT}(A)$ 。当 $A = 3.99$ 时则 $\text{INT}(A) = 3$ ；当 $A = -5.45$ 时则 $\text{INT}(A) = -6$ 。而在等效BASIC语言中的取整语句为 $\text{TAB } 0(A - 0.5)$ ，则运行后的效果与 $\text{INT}(A)$ 相同。我们这里所开发的可与BASIC语言相对应的等效BASIC语句归结起来共有五类70种：（1）算术运算符5种；（2）函数标识符23种；（3）程序语句21种；（4）键盘命令9种；（5）变量及函数混合运算方式12种。

有了等效BASIC语言，使得EL—5100型电子计算器的解题能力得到了飞跃地提高，仅有80步程序步运算能力的计算器，一跃而成为一部具有连续操作可达数千步的计算工具，例如

一台小电脑的运算能力。

利用等效BASIC语言所编写的程序式一般比BASIC语言的程序要简单很多。BASIC语言程序的运行过程是完全自动的。而等效BASIC语言程序的运行，行中的程序能自动进行运算，而行与行之间要由手来操作。乍看起来，利用计算机解题要比利用计算机解题慢得多。其实不尽然。相反地，只要能利用等效BASIC语言来编程的问题，如果从程序设计——程序输入——运行后获得结果等全过程来看，许多问题的求解要比计算机来得快。例如在求解最优化问题的抛物线法求优的计算中，我们利用5100计算机只化三分半钟（从程序输入至计算出结果）就求得抛物线的三个系数，最优坐标及最优点的函数值等三种参量。而利用计算机，由于输入程序时间较长，故往往要比计算机慢许多。

在5100计算机上使用等效BASIC语言除能够编出象求解复杂的超几何函数的程序、多元线性回归分析程序等外，还可编出我们称之为“公式推演”程序。其含意是可根据运算结果直接写出数学表达式来。我们已经编出20多种可用来进行公式推演的程序，例如，其中有多项式乘、除运算程序，特别是两个多项式的除法运算，根据输出的结果立即可写出商式及余式来。这种运算方法可替代教科书上的综合除法。是目前所未见发表的一个方法。在因式分解方面，利用计算器可进行一元高次多项式、二元二次多项式及三元二次多项式等的分解。还有求幂函数展开、高次多项式及基本初等函数的高阶导数等公式推演程序。

总之，应用等效BASIC语言，使得5100计算器的解题能力大大增强，应用范围也大大扩大而运算操作步也大大增加；由于有了等效BASIC语言，使得EL-5100计算器从算式显示型计算器跃居到可编程序型计算器的行列。应当指出，它的应用，特别是它在工程计算中的应用还远远没有被开发完。例如，我们曾利用它作厚壁圆筒自增强处理过程的跟踪计算及卸载后的多种参数的快速处理。“跟踪计算”相当于计算机实时控制寻找目标值的过程；而“快速处理”则与计算机的实时处理的功能类同。有关在工程力学实验中的应用我们还将进一步开发。

1.2 等效BASIC语言与BASIC语言的语句对照

序号	名称	等效BASIC	BASIC	备注
1	算术运算符： 加、减、乘、除、 幂运算	+, -, *, /, ^	+, -, *, /, ↑ (或\)	
2	函数标识符： (1) 正弦函数 (2) 余弦函数 (3) 正切函数 (4) 反正切函数 (5) 自然对数函数 (6) 常用对数函数 (7) 指数函数 (8) 平方根函数 (9) n次方根函数	SIN x COS x TAN x TAN ⁻¹ x LN x (以e为底) LOG x (以10为底) e ^x √x x ^Y x ⁽¹⁺ⁿ⁾ 或n· ^x √x	SIN(x) COS(x) TAN(x) ATN(x) LOG(x) LOG(x)/LOG(10) EXP(x) SQR(x) (x)↑(1/√n)	余切、正割、 余割等函数标 识符可由正 切、余弦、正 弦等求得

序号	名称	等效BASIC	BASIC	备注
续2	(10) 反正弦函数	$\text{SIN}^{-1} x$	$\text{ATN}(x/\text{SQR}(1-x^2))$	
	(11) 反余弦函数	$\text{COS}^{-1} x$	$\text{ATN}(\text{SQR}(1-x^2)/x)$	
	(12) 双曲函数:			
	1) 双曲正弦	$\text{SINH } x$	$(\text{EXP}(x) - \text{EXP}(-x))/2$	
	2) 双曲余弦	$\text{COSH } x$	$(\text{EXP}(x) + \text{EXP}(-x))/2$	
	3) 双曲正切	$\text{TANH } x$	$(\text{EXP}(x) - \text{EXP}(-x)) / (\text{EXP}(x) + \text{EXP}(-x))$	
	4) 双曲余切	$1 + \text{TANH } x$	$(\text{EXP}(x) + \text{EXP}(-x)) / (\text{EXP}(x) - \text{EXP}(-x))$	
	5) 双曲正割	$1 + \text{COSH } x$	$2 / (\text{EXP}(x) + \text{EXP}(-x))$	
	6) 双曲余割	$1 + \text{SINH } x$	$2 / (\text{EXP}(x) - \text{EXP}(-x))$	
	(13) 反双曲函数:			
	1) 反双曲正弦	$\text{SINH}^{-1} x$	$\text{LOG}(x + \text{SQR}(x^2 + 1))$	$x \geq 1$
	2) 反双曲余弦	$\text{COSH}^{-1} x$	$\text{LOG}(x + \text{SQR}(x^2 - 1))$	$x \geq 1$

序号	名称	等效BASIC	BASIC	备注
2	3)反双曲正切	$\text{TANH}^{-1} x$	$1/2 \cdot \text{LOG}((1+x)/(1-x))$	$1 \leq x < 1$
	4)反双曲余切	$\text{TANH}^{-1}(1/x)$	$1/2 \cdot \text{LOG}((x+1)/(x-1))$	$1 \leq x > 1$
	5)反双曲正割	$\text{COSH}^{-1}(1+x)$	$1/2 \cdot \text{LOG}((1+\text{SQR}(1-x \uparrow 2))/(1-\text{SQR}(1-x \uparrow 2)))$	$0 < x \leq 1$
3	6)反双曲余割	$\pm \text{SINH}^{-1}(1/x)$	$1/2 \cdot \text{LOG}((\text{SQR}(1+x \uparrow 2)+1)/(\text{SQR}(1+x \uparrow 2)-1))$	$(x \neq 0)$
	程序语句:			
	(1)赋值语句	B STO A	LET A = B 或(A = B)	
(2)键盘提问语句	f(A = (AER MODE) COMP (COMP MODE)	INPUT A ↵		
(3)置数语句	DATA (统计计算时用)	DATA		
(4)步长语句,	..., x ± W STO x或	STEP ± W		• 用..., x ± W

序号	名称	等效BASIC	BASIC	备注
续 3	(5) 循环说明语句	STO x....., x±W* x STO A, x+W STO x	FOR...TO...STEP W	STO x 较好, 这里 x 是变量(A, B,, J); W 为数值也可为变量。
	(6) 累加运算语句	0 STO A A+B STO A	A=0 A=A+B	
	(7) 具有步长的累加运算语句	0 STO A A+B STO A, B±W STO B	A=0 FOR B=...TO...STEP ±W	
	(8) 连乘运算语句	A B STO A, B±W STO B 1 STO A 1 STO B	A=A+B; NEXT A=1 FOR B=1 TO N STEP ±W A=A*B NEXT B	** 当 W=1 时可求 n!
	(9) 人机对话语句	I(A B C.....)=(在		