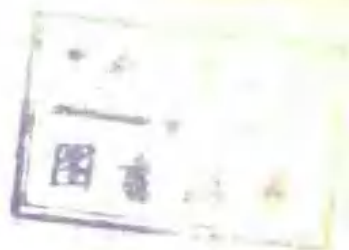


653188



PC-1500袖珍计算机

地质常用程序

吴冲龙 刘天佑等 编著



武汉地质学院出版社

PC-1500 袖珍计算机 地质常用程序

吴冲龙 刘天佑等 编著

武汉地质学院出版社

内 容 提 要

深受广大用户欢迎的PC-1500袖珍计算机是一种携带方便、使用简单、功能齐全、适应性强的计算工具。“地质常用程序”是从事教学、科研和生产等人员的一本必备的参考书和工具书。

主要内容有：地矿类源程序14个；物化探类18个；化分类8个；测量类4个；探工和汉字库有6个，共计50个源程序。为方便初学者，书中还特地介绍了有关PC-1500机的结构特点和编制程序的方法。每个程序的文字部分包含有方法原理、程序功能、使用说明和源程序（或实例）等内容，然后在每一大类后面附有相应的程序清单。

本书是一本常用的、综合性的源程序集，它是我院部分教师在教学、科研和生产中的工作成果。其源程序有结构合理、操作简便和占用内存少等特点。此外，部分程序还具有绘制图表的功能。经过实践检验，证明具有较强的实用性，可适用于地质行业中的院校师生、科研人员和从事实际生产的广大科技工作者及管理人员学习使用。

PC-1500袖珍计算机地质常用程序

吴冲龙 刘天佑 等 编著

※

武汉地质学院出版社出版

武汉市新洲县印刷厂印刷 湖北省新华书店发行

※

开本：787×1092 1/16 印张：19.25 字数：420千字

1987年1月第1版 1987年1月第1次印刷

ISBN 7-5625-0000-2/TP·1

印数：1—4000册

统一书号：15414·013 定价：4.10元

前 言

电子计算机诞生至今,虽然只有四十多年的历史,但是它的发展现况却是惊人的。尤其是应用范围,现已渗透到各个部门和各种行业之中。随着电子计算技术的飞跃发展,电子计算机已被广泛地应用于地学领域中的各个方面。实践表明,采用先进的电子计算技术,可以推动地质科学的不断前进,并能使地质学科不断地发生深刻的变化。

目前,我国在生产和应用计算机方面发展得很快,但是对计算机软件的开发和研究却显得不够,这样直接地影响到计算机的应用效果。据有关部门调查表明,全国有近百分之五十的尚未投入使用,已投入使用的,其利用率不超过25%。原因虽有多种,但一个很重要的原因是因为缺乏适用的软件和缺少从事研究软件的科技人员。所以,致力于对计算机软件的第二次开发应是发展电子计算技术和发挥计算机功能的重要课题。出版本书的意图,就是想以PC-1500袖珍计算机为例,在这个方面进行一些尝试和探索。其目的是为了进一步推广和普及袖珍计算机在地质工作中的应用,真正发挥它在地质工作各个阶段中的作用,以便促进教学、加强科研和方便野外生产工作。

袖珍计算机是八十年代初进入我国市场的,由于它的体积小、重量轻、性能好、功能全、适应性强和便于掌握等特点,深受地质行业广大科技工作者的欢迎。起初袖珍计算机仅用于地球物理探矿中的一般计算和推断解释中,现在已被广泛地用于地质、勘探、化探、水文、工程、化分、钻探、测量和管理等各个部门。大量的事实证明,袖珍计算机无论是在计算速度和计算精度上,一般都能满足当前地质工作的需要,并且能大大地提高工作效率,取得明显的社会效益和经济效益。

为了加速对计算机软件的第二次开发,大力推广和普及计算机在地质工作中的应用,我们特地收集并整理出我院部分教师在教学、科研和生产中利用PC-1500计算机所编制的一些常用源程序,实际上它是近几年来我院部分教师对PC-1500计算机软件开发的应用成果。大多数源程序曾作为有关的课堂教学或短训班的教材,并得到了学生和学员的好评。其中有部分程序作为学术论文在有关专业会议上进行了介绍,被评为优秀或得到了充分的肯定。经过实践检验,其源程序均有结构合理、操作简便、所占内存少和适用性强等特点。除了能直接给出计算结果外,部分程序还具有绘制有关图件或打印相应表格的功能。

全书内容共分五个部分,第一部分是为了满足初学者的需要,特地介绍了有关PC-1500机的结构特点和编制程序的方法,在叙述中并赋有一定的地质特色,以方便初学者自学;其他四个部分分别介绍了地质矿产类的十四个源程序;物探化探类的十八个源程序(其中包括古地磁一个);化验分析类的八个源程序;测量类四个、探工类五个和汉字库一个。共计五十个常用的源程序。就综合找矿的角度而言,它从普通测量、地质填图开始,直至矿体储量的求出,其中包括各个阶段中的几种主要工作手段和技术方法的常用计算程序。所以说本书实际上是一本综合性的地质常用源程序集。

本书中的第一部分由刘天佑编写;第二部分由吴冲龙、陈永年编写;第三部分由刘天佑、李大明、屠万生、刘先洲、翟永健、吴冲龙编写;第四部分由金泽祥、金继红编写;第

五部分由王祖英、郑豪宁、孔健、单志刚、郭仁庆、罗云和张时忠等同志编写。由于该书是多作者编写的，在统编的过程中，除了按照统一的格式撰稿外，同时还兼顾到少数作者在叙述和编制上的某些特点。考虑到用户的方便和排版的需要，有关部分的文字内容和相应的源程序按统一的代号编排在一起。如地质矿产部分用“DK”表示；其他如物探（WT）、化探（HT）、化分（HF）、测量（CL）、探工（TG）和汉字库（ZW即中文的代号）等均用有相应的代号。在每个源程序的前面用大一号的字母（或符号）作代号；对于较长的程序，在另一页程序清单上面均排有相应的代号，以方便读者查阅。每一个程序由文字部分和源程序清单两部分内容所组成，其中文字部分内容包含有“方法原理”、“程序功能”、“使用说明”和“源程序（或实例）”等，而源程序（或程序清单）按各种方法分类分别附于其后。全书内容丰富、文字精炼、深入浅出、通俗易懂，是从事教学、科研和生产的人员学习使用的一本理想的参考书或工具书。也是短训班和初学者的一本好教材。

在审查各部分书稿中，分别得到了我院的李思田、陈钟惠、谭承泽、周国藩、张世俊、屠厚泽和华中师大的马芳琳以及武汉测绘学院的徐仁沛、王昆等教授、副教授的指导和帮助，在此致谢！

我们是第一次编著该类型书籍，缺乏经验，书中难免会存在一些不足的地方，敬请读者赐教；并望及时与我们联系，共同对计算机软件进行第二次开发。

· 编 者

一九八六年九月

目 录

第一部分	PC-1500袖珍计算机与 BASIC 语言程序设计的基本知识	(1)
第二部分	地质矿产类常用程序	(41)
DK-01	实测地质剖面参数换算与剖面图绘制	(41)
DK-02	求解层(节)理原始产状	(44)
DK-03	岩性柱状图编绘	(45)
DK-04	岩芯采取率换算	(48)
DK-05	钻孔岩层真厚度换算	(50)
DK-06	煤层煤样灰分产率的加权平均	(51)
DK-07	钻孔岩芯资料的存储	(53)
DK-08	煤质参数的存储	(58)
DK-09	弯曲钻孔的平、剖面投影及孔内任意地质点坐标的求解	(60)
DK-10	岩芯资料统计及小比例柱状图编绘	(64)
DK-11	等值线与可采边界点的空间线性内插	(67)
DK-12	固体矿产储量计算	(69)
DK-13	岩组图综合程序	(73)
DK-14	求主应力轴综合程序	(75)
第三部分	物、化探类常用程序	(127)
WT-01	利用高斯球谐分析方法计算国际地磁参考场 IGRF	(127)
WT-02	古地磁的数据处理及图件绘制	(129)
WT-03	利用二维幂多项式计算正常地磁场	(134)
WT-04	标本磁参数计算及统计整理	(136)
WT-05	球体及水平圆柱体(Z_a 、 H_a 、 $\angle T$)的正演计算	(137)
WT-06	二度磁异常的转换与处理	(138)
WT-07	解单一的二度密度分界面反问题的压缩质面法	(141)
WT-08	三度重、磁异常的导数换算	(144)
WT-09	重、磁异常的归一化总梯度法	(147)
WT-10	利用希尔伯特变换法解释接触带磁异常	(148)
WT-11	二度重磁异常的调和级数法曲化平	(150)
WT-12	磁异常的组合模型人机联系反演	(152)
WT-13	磁异常的多边形截面水平棱柱体人机联系反演	(154)
WT-14	二维厚板状体最优化反演	(155)
WT-15	二维倾斜接触面的水平层最优化反演	(158)
HT-01	趋势面分析方法(附有HT-01-1和HT-01-2备用程序一个)	(160)
HT-02	一元线性回归及曲线回归	(163)

第四部分 测试分析类常用程序	(214)
HF-01 原子吸收光谱分析	(214)
HF-02 扣背景的摄谱法光谱分析	(215)
HF-03 单纯形最优化方法计算	(217)
HF-04 正交试验法	(219)
HF-05 实验数据的曲线拟合	(221)
HF-06 利用回归分析同时测定双组含量	(223)
HF-07 离子选择性电极的二次标准加入法	(225)
HF-08 电位滴定终点体积的确定	(226)
第五部分 测量、探工及其它类常用程序	(242)
CL-01 交会定点计算	(242)
CL-02 导线计算	(246)
CL-03 高斯投影坐标换算及坐标换带	(247)
CL-04 地形图的分幅及编号	(251)
TG-01 钻进指标与岩石性质的模糊聚类分析	(253)
TG-02 二次回归正交设计法优选冲洗液配方	(255)
TG-03 用逐步回归进行钻探数据预测	(261)
TG-04 用于最优化钻进的组合程序	(263)
TG-05 数据文件的建立及数据统计	(268)
ZW-01 PC-1500机汉字处理程序及字库	(270)

第一部分 PC-1500袖珍计算机与 BASIC语言程序设计 的基本知识

一、PC-1500袖珍计算机

1. PC-1500、PC-1500A、PC-1501三种机型简介

(1) PC-1500袖珍计算机及其设备

PC-1500袖珍计算机是日本夏普(SHARP)公司产品,它采用CMOS大规模集成电路板构成的8位中央处理器(CPU),体积小,功能强,其主要设备有:

CE-150	X-Y四色打印机;	CE-152	磁带录音机;
CE-153	绘图软件板;	CE-155	8K内存扩充模块;
CE-158	多用接口;	CE-161	16K内存扩充模块;
EA-150	交流电源接合器;	EA-11E	录音机电源接合器;
EA-850C	黑、兰、绿、红等四色打印笔。		

(2) PC-1500A型袖珍计算机

该机与1500型相比,主要是随机存储器扩大了5KB,由原来的3.5KB扩至8.5KB。其中系统区由0.9KB扩至1.9KB,用户区由2.6KB扩至6.6KB。其他性能与配套设备则与1500型完全相同。

(3) PC-1501型袖珍计算机

该机是上述机型的发展产品。1501机除可配上述的外部设备外,拟将增配CE-515P四色绘图打印机,为80字符/行,内有汉字3750个。通过CE-162、CE-162C与主机连接。

(4) PC-1500袖珍计算机的技术性能

计算位数	10位(尾数)+2位(指数)	
计算方式	算术运算,与数学公式一致	
程序语言	扩充BASIC	
微处理器	CMOS 8位	
存储器	ROM (系统只读存储器)	16 KB
	RAM (随机存储器)	3.5 KB
	系统区	0.9 KB
	输入缓冲器	80 B
	堆栈	196 B
	用户区	2.6 KB
	固定存储区(A~Z, A\$~Z\$)	624 B

	BASIC程序区(未扩充)	1850 B
	预存区	188 B
运算功能	四则运算, 乘幂, 三角与反三角函数, 对数与指数, 角度换算, 平方根, 符号函数, 绝对值, 取整和逻辑运算。	
编辑功能	可左右移动的光标(▶◀) 插入(INS); 删除(DEL); 行上移(↑)和下移(↓)。	
存贮保护	CMOS 电池补充(保护程序、数据及存贮内容)。	
显 示	7×156点阵式液晶显示, 每字5×7共26个字符长。	
键 盘	65个键包括字母、数字、自定义函数和预存键。	
电 源	直流6V, 4节5号电池。	
功率消耗	6V/0.13W。	
工作时间	使用干电池时约50小时(50 h)。	
工作温度	0~40℃。	
重 量	约375 g(包括电池)。	
体 积	195(长)×86(宽)×25.5(高)(mm ³)。	

(5) PC-1500主机部分的结构

PC-1500主机部分由两块双面印刷电路板组成。键盘和显示器电路在一块板上, 另一块是中央处理器(CPU)、随机和只读存贮器(RAM/ROM)、时钟发生器、输入和输出(I/O)接口、电源等。中央处理器的芯片为LH 5801, 是一种CMOS结构的八位微处理器, 是夏普公司82年的新产品。

随机存贮器(RAM)和只读存贮器(ROM)

随机存贮器(RAM)是供用户随时写入或读出信息的专用存贮器。当关闭电源时, 存放在RAM里的信息一般会很快消失, 而PC-1500关机后, 由于CMOS RAM只需要微小电流就能维持存贮的信息, 因此关机并不影响到PC-1500中存放在RAM的信息, 即使取出电池, 由于CMOS RAM中场效应管结电容充电后放电时间较长, 使得RAM的信息仍能维持一小时, 这就保证了有充足的时间去更换电池。

只读存贮器(ROM)是固化BASIC语言解释程序的, 只供用户读出使用。其容量为16 K字节, 1 K=1024字节, 每个字节有一地址编号, 一个字节含有8个二进制数位。

程序数据区和固定内存区

未加扩充模块时, 内存容量为1850字节, 加扩充模块时, 则将扩充数加上1850即为内存容量。例如装入8 K模块应显示内存容量为10042, 装为16 K模块, 应显示18234等等。

在固定内存区内每个数值变量占用一个单元(8个字节), 每个字符变量占用二个单元, 其总容量为624字节。

2. 键盘及显示屏

(1) 显示屏

PC-1500袖珍计算机的显示屏分上下两排, 上排显示小体字, 打开电源之后即有显示, 称为状态显示, 下排显示的字体较大, 称主显示。显示屏内有一些符号、缩写语、标记等, 分别说明如下:

> 提示符。表示机器处在等待命令状态。

— 输入位置符。指示下一个将输入字符的位置。如果输入的字符超过26个, 显示屏上

字符将整行向左移, 最左边的字符退出显示屏, 但退出的字符仍保留在机内, 并非消失。

光标。指示了计算机当前所指示的位置。

SMALL 小写字母指示。显示屏上部出现SMALL时, 表示你输入的字母是小写。再按一次SMALL键即消除显示。

BUSY 机器工作指示。表示机器正在工作, 如果用 $\overline{\text{BREAK}}$ $\overline{\text{ON}}$ 键中断机器的工作, BUSY消失。

SHIFT 第二功能指示。表示使用键盘的第二功能。

RUN 运行状态指示。表示机器处于运行工作状态, 可做一般计算和运行程序。

PRO 程序状态指示。表示可以向机器输入BASIC源程序。

RESERVE 预存状态指示。表示可以在预存键上安排一些短语等。

DEG 角度单位指示。表示角度制单位, 即为一圆周等于 360° 角度单位。

RAD 弧度单位指示。表示角度单位为弧度, 即为一圆周等于 2π 。

GRAD 百分度单位指示。表示角度单位为百分度, 即为一圆周等于400克恩。

DEF 执行自定义内容指示。表示可以对字母进行自定义内容处理。

I、I、II 预存区符号。

• 电压强弱指示。若电压不足, 则小圆点模糊或不显示, 表示要更换电池。

(2) 键盘

PC-1500袖珍计算机键盘共有按键65个, 其中具有双功能的键45个, 还有小写字母等共达148种功能, 按其作用可以分为: 功能键、符号键、字母键和数字键四类。

1) 功能键

$\overline{\text{BREAK}}$ $\overline{\text{ON}}$ 开机、中断键。其作用为: 接通电源开机; 强制中断程序的运行; 清除显示; 解除溢出。

$\overline{\text{OFF}}$ 关机键。切断电源关机。

$\overline{\text{DEF}}$ 定义键。调出固定预存内容和用于程序的标号启动。

$\overline{\text{SHIFT}}$ 第二功能指示键, 用于启动第二功能键; 配合字母键输入小写字母; 在SMALL状态下配合字母键得到大写字母。

$\overline{\text{SML}}$ 字母小写键。

$\overline{\text{MODE}}$ 工作方式转换键。用于转换PRO与RUN工作方式。

$\overline{\text{CL}}$ 清除键。清除显示屏; 解除溢出。

$\overline{\text{CA}}$ 总清键。具有 $\overline{\text{CL}}$ 键的全部功能; 解除WAIT指令指定的等待时间; 解除显示形式; 解除绘图(GRAPH)状态。

$\overline{\text{▶}}$ $\overline{\text{◀}}$ 光标右移键与光标左移键。

$\overline{\text{INS}}$ 插入键。用于空出一个或多个空位, 以便插入字符。

$\overline{\text{DEL}}$ 删除键。删除光标所在处的字符。

$\overline{\text{↑}}$ 上行程序读出键。

$\overline{\text{↓}}$ 下行程序读出键。

$\overline{\text{◆}}$ 预存组号转换键。变换预存键的组号I~II, 连续按时周而复始。

$\overline{\text{RCL}}$ 预存目录读出键。

$\overline{\text{ENTER}}$ 执行键(回车键)。在PRO状态下, 用来结束一个程序行, 并将该程序

行送入内存,在RUN状态下执行手工计算或 BASIC 程序的操作。

2) 符号键



加号键。加法符号及“+”字符号。



减号键。减法符号,横杠符号及负数符号。



乘号键。乘法符号,星号*符。



除号键。除法符号,斜杠/符。



问号键。问号符;与CLOAD指令一起组成程序录带校对命令。



冒号键。冒号,语句分隔。



逗号键。逗号,在一个语句中,分隔不同的变量、表达式,指示数据分段显示。



分号键。分号,用于指定表达式和变量之间的划分等,指示数据间的紧凑显示。



反a符号。在预存信息时,@键代表ENTER;将固定变量作为下标变量指定,如@(1)、@(2)……等。



赋值号,等于号。



小数点。小数点符号,关键字缩写符,格式输出指令中的小数点位置。



感叹号。



双引号。用于把字符串的内容括起来。



美元符号。字符变量指示。



百分比符号。



“与”号。在格式输出语句中,给字符串规定显示的位数,将16进制数化为十进制数的转换键。

3) 字母键 A~Z共26个,E代替浮点数中指数的底数10。

4) 数字键 0~9分别表示10个数字。

二、数的表示方法及手控计算

1. 数的表示方法

在日常生活中往往习惯于十进制的计数方法。电子计算机的计数是由机器内部的电子元件来实现的,把通电和断电两种状态来表示1和0最方便,所以机器内部通常采用二进制。为了方便起见,有时还要把二进制数转换成八进制、十六进制。

(1) 二进制数与十进制数的换算

二进制数是逢二进一,而十进制数是逢十进一。要把十进制数化为二进制数,可将它被2除,直到不能整除为止,把得到的余数从后往前写出来就是二进制数。

例:将十进制数表示的13,化为二进制。

$$\begin{array}{r|l} 2 & 13 \\ \hline & 1 \\ 2 & 6 \\ \hline & 0 \\ 2 & 3 \\ \hline & 1 \\ & 1 \end{array}$$

即1101,记为 $(13)_{10} = (1101)_2$

反之,将二进制数化为十进制数时,只需从最后一位起乘以 2^0 ,倒数第二位乘以 2^1 ,……,依此类推就可得到十进制数。

例如: $(1101)_2 = 1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^3 = (13)_{10}$ 。

(2) 二进制数与八进制数的换算

把二进制数由低向高每三位组成一组,形成八进制数,这种三位二进制作为一组的是逢八进一的。

例 $(111101)_2$ 化为八进制,即为: $(111101)_2 = (75)_8$ 。

反之只要将每位八进制数分别用三位二进制数表示即可得到二进制数:

$(56)_8 = (101110)_2$

(3) 二进制数与十六进制数的换算

十六进制数是逢十六进一。十进制数 1, 2, 3, …, 15 分别表示 1, 2, …, 9, A, B, C, D, E, F。在 PC-1500 机中规定在十六进制数的前面冠以 & 符号如 &5。二进制数化为十六进制数的方法是把二进制数由低位到高位每四位分为一组,每一组代表一个由 0 到 F 之间的数。如 $(10110101111)_2 = \&5AF$ 。反之也可将十六进制数化为二进制。

(4) 十六进制与十进制的换算

十进制数化为十六进制数,将它不断地被 16 除,直到不能整除为止,将其余数由后往前排列就成了十六进制数。例如

$$\begin{array}{r|l} 16 & 1455 \\ \hline & 90 \quad 15 (F) \\ & \boxed{90} \quad 10 (A) \\ & \boxed{5} \end{array} \quad \text{即 } (1455)_{10} = \&5AF$$

十六进制数化为十进制数,只要把它的最后一位乘以 16^0 ,倒数第二位乘以 16^1 ……,依此

类推,最后将各项相加即可。例如

十进制 二进制 八进制 十六进制 类推,最后将各项相加即可。例如
零 0 0 0 $\&5AF = 15 \times 16^0 + 10 \times 16^1 +$
一 1 1 1 $5 \times 16^2 = (1455)_{10}$

二 2 10 2 各种进制的代码如左表所示。

三 3 11 3 2. 四则运算

四 4 100 4 (1) 定点数和浮点数

五 5 101 5 PC-1500 机对输出的数有定点

六 6 110 6 式(普通记数法)和浮点式(科学记

七 7 111 7 数法)两种形式。

八 8 1000 10 定点式显示的有效数字最长为 1

九 9 1001 11 位,超过 10 位的数字会自动转换为浮

十 10 1010 12 点式显示。浮点式表示的数由尾数和

十一 11 1011 13 10 为底的指数两部分组成。小数点固

十二 12 1100 14 定在尾数的第一个非零数字后面,小

十三 13 1101 15 数点的位置变化反映在以 10 为底指数

十四 14 1110 16 部分上,尾数的有效数字最长为 10 位。

十五 15 1111 17 指数部分的底用 E 表示,指数的取值范

围为 $-99 \sim +99$ 。

如 定点式记数 98765.43212

浮点式记数 9.87654321 E4

(2) 运算优先顺序

当计算题目不太复杂时, 可以利用PC-1500机进行手控四则运算。手控计算是在RUN状态下进行的。注意到PC-1500机是用ENTER键来代替等号键执行运算和显示计算结果的, 而不能用等号键(为了书写方便, 用“ $\swarrow$ ”代替ENTER键)。

例 $8 + 4 \times 6 = ?$

按键: $8 + 4 * 6 \swarrow$ 显示 32

例 $1 + 2 \{ -3 + 4 [5 + 6 (7 - 8)] \} = ?$

按键: $1 + 2 * (-3 + 4 * (5 + 6 * (7 - 8))) \swarrow$ 显示 -13

PC-1500机在执行算术表达式运算时, 其先后顺序为:

解算式中括号; 调出 π 及固定存储器中的数; 函数(如SIN, COS, LOG, EXP, $\sqrt{\quad}$ 等); 指数; 正、负号(+、-); 乘法和除法; 加法和减法; 比较(<, <=, =, >=, >, <>); 逻辑运算(OR, AND, NO)。

3. 函数运算

PC-1500机里共有34个函数, 它可分为算术函数、字串函数和特殊功能函数等。

(1) 三角函数和反三角函数

举例: $\sin 89^\circ 48' 50'' = ?$

有两种按键操作:

按键 DEG 89.4850 $\swarrow$ 显示 89.81388889

SIN 89.81388889 $\swarrow$ 显示 9.999947244 E-0.1

或按键 SINDEG 89.4850 $\swarrow$ 显示 9.999947244 E-0.1

按键符号	缩写符	函数名称	说 明
SIN	SI.	正弦函数	$\sin x$, 求 x 的正弦函数值
COS		余弦函数	$\cos x$, 求 x 的余弦函数值
TAN	TA.	正切函数	$\tan x$, 求 x 的正切函数值
ASN	AS.	反正弦函数	$\arcsin x$, 求 x 的反正弦函数值
ACS	AC.	反余弦函数	$\arccos x$, 求 x 的反余弦函数值
ATN	AT.	反正切函数	$\arctan x$, 求 x 的反正切函数值

(2) 对数与指数函数

按键符号	缩写符	函数名称	说 明
EXP	EX.	以 e 为底的指数函数	$\exp x$, 求 e^x 的值
LOG	LO.	常用对数函数	$\log_{10} x$, 求 x 的常用对数
LN		自然对数函数	$\ln x$, 求 x 的自然对数
$\wedge$		任意数的乘方	p^x , $p \wedge x$

例: LN7.4 $\swarrow$ 显示 2.00148

EXP2.00148 $\swarrow$ 显示 7.399999998

(3) 特殊功能函数

1) 随机数RND

其功能是产生不同形式的随机数。如果输入的 x 值相同，在程序运行RND之前，必须用RANDOM指令使之随机化。

2) 圆周率 PI 或 π

圆周率是一种常用数， $\pi = 3.141592654$ 。输入计算机时，PC-1500机认为按PI或 π 的效果是一样的。

3) 剩余内存容量MEM

利用MEM可以调看剩余内存量。从而可以使用户在计算时了解机内的内存情况，以便安排数据、数组和程序的规模。

4) 调看存贮器STATUS

其功能是根据 x 值显示已用内存容量、剩余内存容量、已用存贮器地址号和存贮区的最大地址号以及程序停止执行的行号。

$x = 0$ 显示剩余内存数(字节)，作用与MEM相同。

$x = 1$ 显示已用内存数。

$x = 2$ 显示已用存贮器的地址号，未存数时应该为14534。

$x = 3$ 显示存贮器的最大地址号。未加扩充模块时应显示16384，加8K模块显示24576。

$x = 4 \sim 100$ 显示程序暂停或中断所在的行号。例如程序运行到150行中断执行，经过其它操作后，可按STATUS 25↵，则显示 150。

5) 时间 TIME

利用TIME函数可以显示月、日、时、分和秒。起始时间一经指定可以长期象电子表一样运行，即使关机后仍有电源专供时钟使用。显示的时间第一、二位为月，第三、四位为日，第五、六位为时，接着是小数点，小数一、二位是分，三、四位是秒。例如10月9日16时30分4秒，设置起始时间为：TIME=100916.3004↵

要调出时间只需：TIME↵显示屏立即显示当前时间。

6) 其它函数

①开平方SQR或 $\sqrt{\quad}$

②取绝对值ABS

③取整数INT

INT对 x 值取整，并且这个整数是不大于 x 的最大整数。例如

INT 1.93↵ 显示 1

INT -1.93↵ 显示 -2

④符号函数 SGN

$$\text{SGN}(x) = \begin{cases} 1 & \text{当 } x > 0 \\ 0 & \text{当 } x = 0 \\ -1 & \text{当 } x < 0 \end{cases}$$

⑤角度值转换DEG与DMS

可以进行从DMS(度、分、秒)到DEG(度的小数)的角度转换，反之也可以。

例如 将 $32^{\circ}25'13''$ 转换成度的小数形式

DEG 32.2513↙ 显示 3.42027778

又如 把16.1932转换为度分秒(DMS)形式:

DMS 16.1932↙ 显示 16.113552 即 16°11'35.52"

三、BASIC 语言程序设计的基本知识

当我们遇到的地质问题稍微复杂时,用前面介绍的手控计算就无法完成,必须利用BASIC语言编制程序。

1. 什么是程序设计

电子计算机是根据一系列指令进行工作的。这些指令汇总成指令系统,称为“机器语言”。利用计算机在进行科学计算和数据处理时,首先要把计算的课题归纳为一定的数学公式。例如在煤田勘探中,有时要研究煤层厚度与地层厚度的相关性,通常要把地层厚度 x 与煤层厚度 y 作出散点图,如果煤层厚度与地层厚度大致成直线形状,就可以假设所配制的回归方程形式是:

$$y = a + bx$$

此回归方程即我们所归纳的数学公式,或称为我们所建立的“数学模型”。有了数学模型之后,接着就要用机器语言编成程序使计算机能执行计算,编写程序的过程称为“程序设计”。

但是,用机器语言来编写的程序(即所谓手编程序)难于掌握,费力费时,为了解决这一矛盾,人们设想,能否找到一种比较接近人们习惯的、便于阅读和交流的文字语言和数学语言,又必须使机器能识别的过渡性语言。五十年代末开始出现的“程序设计语言”,或称“算法语言”是一种直观易读的高级语言。目前算法语言的种类已有三、四百种之多,常用的有FORTRAN(Formula Translation意为公式翻译),ALGOL(Algorithmic Language为算法语言),BASIC和COBOL等语言。

2. BASIC语言的主要特点

BASIC是Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Code(初学者通用符号指令代码)的缩写。是一种国际通用的计算机语言。BASIC语言的主要特点:

(1)简单易学。它所使用的语句命令及运算符号,与英语和数学中使用的词汇符号差不多。因此比较直观,易于理解记忆。

(2)BASIC是一种会话式语言。可以通过键盘使人与机器“对话”。使用者可以对输入的程序边算边改,这对初学者是很方便的。

(3)BASIC是一种小型计算机算法语言,由于是解释性的,因而可以少占内存空间,适合在微机上使用。

(4)BASIC不但可以适用于科学计算方面,而且还具有相当的数据处理能力和事务管理能力。

(5)BASIC占用较多的机器时间,解题速度慢。

BASIC语言对于不同的机器都有一些差异,因此使用前必须先阅读你要用的计算机系统的BASIC说明书。PC-1500机使用的BASIC语言是一种扩展的BASIC语言,内容十分丰富。

3. 怎样用BASIC语言编程序

利用BASIC语言编写程序，一般有如下几个步骤：

- (1) 建立数学模型。即按所提出的地质问题，给出计算公式并进行必要的数学处理。
- (2) 画出框图。
- (3) 编写程序。
- (4) 调试程序并计算。

例如 对某金属矿床随机抽取5块矿石，欲计算其平均品位。

$$\text{计算公式: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

其中 $\bar{x}$ 为平均品位； n 为矿石块数， x_i 为第 i 块矿石的品位。

用BASIC语言编成程序为：

```
10 INPUT X1, X2, X3, X4, X5
20 X = X1 + X2 + X3 + X4 + X5
30 PRINT X/5
40 END
```

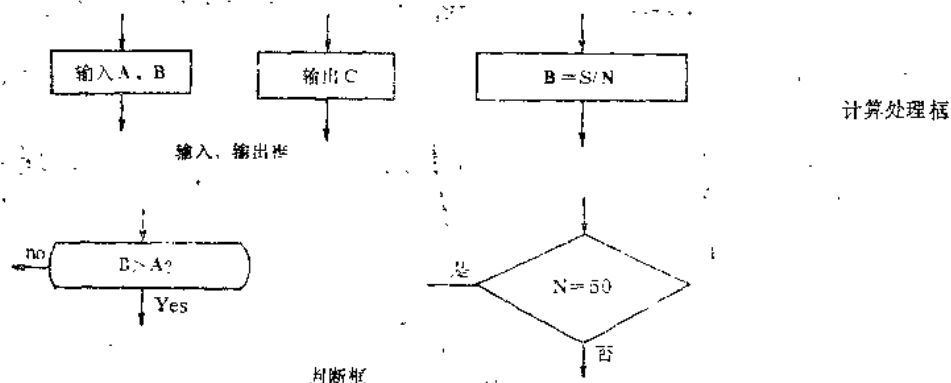
上述计算平均品位的程序称为源程序，不难看出它有如下的一些规律：

①一个BASIC程序由若干行组成，每一语句完成一定的功能，如第一行输入 $x_1 \cdots x_5$ 共5个矿石品位，第二行计算平均品位，第三行输出平均品位，第四行告诉计算机计算结束。

②一个语句行包括行号（或称语句标号），上例中的10，20，30，40就是行号；语句，如第10行是输入的语句，30行是输出语句，20行是赋值语句。行号必须是不带符号的整数，其范围为1~65279。机器依照行号的顺序执行语句内容，行号不必连续，以便修改程序时可以插入中间数字行号的语句。

③每一程序的最后应以END表示结束。

在编写程序之前，为了能直观地看出整个计算过程中各个环节的关系，常常先用各种框图符号和文字说明来描述计算过程，编写出的这种流程图就称为框图。程序框图有粗细之分，粗框图只把计算过程大致描述，而细框图则对程序的细节都给予充分地考虑。框图中常用的符号有输入输出框，计算处理框和判断框等（见图一）。

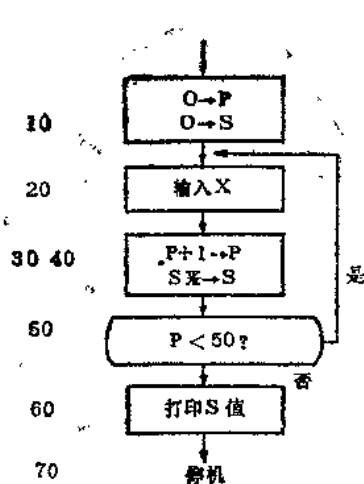


图一 三种框图的示意图
（菱形框内改成 $N = 750$ ）

例如上例计算平均品位，当矿石个数很多时，比如有50块，用第10行的输入语句来写：

INPUT X1, X2, X3, ..., X50

显然很不方便，我们可以改用条件语句来编写程序，其框图如下（见如图二）：



图二 P为累加次数，S为累加值

（图二中，30，40行框内S×改为X+S）

PC-1500机一行最多写80个字符，如果一行写不完，可以改为几行来写，但是一个语句必须在一行内写完。一行写完之后必须按回车键ENTER。

（2）程序的修改

1) 输入程序时，如果在 ENTER 之前发现错误，可用横移键 → ← 移动光标并配合 INS 和 DEL 键进行修改。如果在 ENTER 之后发现错误，可用 ↑ 键调出错误的行，照上述的方法进行修改。修改后，仍按 ENTER 向计算机输入修改之后的行，否则修改无效。

2) 如果要取消这一行，则只要输入行号和 ENTER。程序中不能使用相同的行号，否则只有最后一次输入的程序行有效。

3) 如果要在某两行程序之间增加程序行时，只要插入相应的行号和程序。

（3）程序的执行

PC-1500机执行程序的方法有几种，最基本的方法是：

RUN ↵

这时，机器将从最小行号起一行一行往下执行，直到遇到 END 或 STOP 语句为止。如果遇到错误，则机器停止执行并显示。

ERROR N IN M

其中N表示错误类型，M表示出错的行号。当执行中遇到错误时，可按下面的方法处理：

- 1) 按 CL 键清除显示
- 2) 按 MODE 键回到PRO状态
- 3) 按 ↓ 和 ↑ 键找机器认为错误的位置，从错误代码表中查错误原因，修改并重新执行。

当程序输入机器之后，或执行中发现错误，也可以用列表命令将程序在显示屏或打印机

程序 10 S = 0 ; P = 0
20 INPUT X
30 P = P + 1
40 S = S + X
50 IF P < 50 THEN 20
60 PRINT "S = " , S / 50
70 END

4. 怎样输入、修改与执行程序

（1）程序的输入

程序编写好之后，就可以在PRO状态下把程序输入计算机内，开始输入程序时一般应按 NEW ↵ 清除内存中所有源程序。

每一行程序的输入格式为：

行号 语句：……：语句 ↵