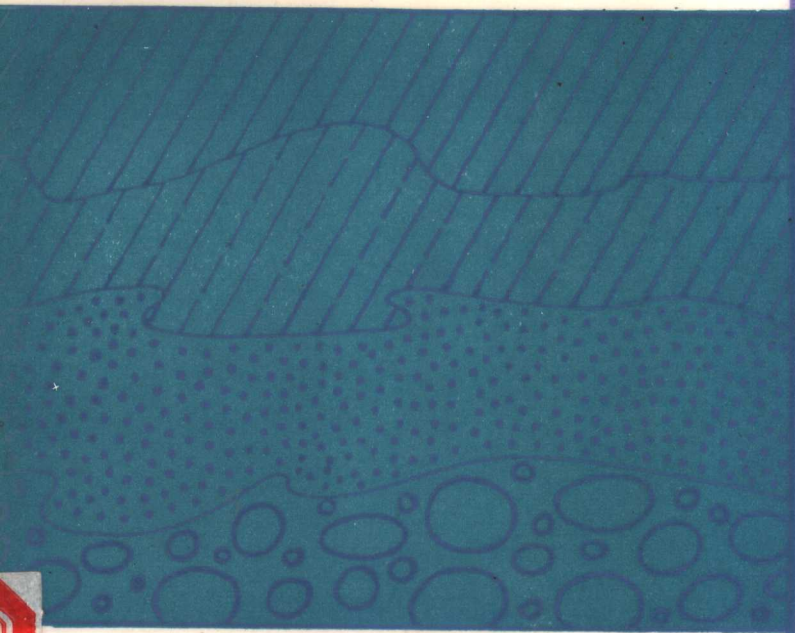


袖珍计算机上的抽水试验 资料分析方法

季国强 编著

工程勘察新技术丛书



中国建筑工业出版社

工程勘察新技术丛书

袖珍计算机上的 抽水试验资料分析方法

季国强 编著

中国建筑工业出版社

本书详尽地介绍了在袖珍计算机上分析非稳定流抽水试验资料求水文地质参数的最佳拟合方法。同时提供了常见的十五种含水层条件下的应用程序。书中还简要地介绍了SHARP PC-1500袖珍计算机的主要性能和BASIC语言，并给出了一组常用水文地质计算和其它科技计算方面的袖珍计算机程序。

本书可供从事水文地质勘察的科技人员查阅，也可供对袖珍计算机和最优化试验数据分析感兴趣的人员阅读、参考。

工程勘察新技术丛书
袖珍计算机上的
抽水试验资料分析方法
季国强 编著

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷县大华山印刷厂印刷(北京平谷县大华山)

开本：787×1092毫米 1/32 印张：7 5/8。字数：170 千字

1985年7月第一版 1985年7月第一次印刷

印数：1—5,500册 定价：1.55元

统一书号：15040·4797

前 言

分析非稳定流抽水试验资料,确定含水层的准确可靠的水文地质参数,对于地下水资源评价、开发和规划管理具有十分重要的意义。多年来,配线法(或称图解法)已经成为人们估算含水层参数的一种常用方法。但是,用配线法分析非稳定流抽水试验资料,在选定观测曲线和标准曲线的配合段时存在着主观认定性,致使分析的结果因人而异,即使同一个人分析同样一份资料有时也会得出不同的结果。这样就人为地造成了含水层参数的多解性、不确定性。另外,配线法分析过程中的干扰因素,包括操作误差、绘图精度等都会对分析结果产生影响,从而使分析结果的准确程度降低。改进现有的分析方法,探求准确度高、操作简便的新方法,一直是水文地质工作中的一个课题。

近年来,人们已经开始在通用计算机上依据含水层的解析解对抽水试验资料进行分析处理,求取水文地质参数。作者用最佳拟合方法在DJS-6计算机上分析过一批资料,分析结果表明:获得结果的速度快,结果准确可靠,具有唯一性和客观性,并能给出所求得参数的准确程度的判断标准。但同时也应看到,在通用计算机及其终端网络分布密度尚小的情况下,使用计算机这件事本身就不是很方便。更由于繁难的上机准备过程和不够低廉的机时费用,使许多人望而却步,从而阻碍了在计算机上求水文地质参数的方法的发展和普及。

本书使用的符号说明

〔项目清单〕：表示该项目清单是可选的。

〔表达式〕：表示把表达式的值截尾取整，例如
 $[3.2 * 8] = 25$ 。

␣：表示空格，即空出一个字符的位置，和SPACE键对应。

&：用在数值常数的前面，表示该数为十六进制数。

\$：附在变量名的后面，表示该变量名为字符变量名。

0：为和计算机所用字符一致，在程序清单和显示信息中用来表示数字“零”。

∧：计算机上使用的乘幂符号， $A \wedge B$ 和 A^B 是等价的。

@：计算机上用来表示固定数组名字的字符。

#：计算机上构成数值显示格式或打印格式的格式字符。

CPU：Central Processing Unit的缩写，意为中央处理单元。

CMOS：Complementary Metal-Oxide-Semiconductor的缩写，意为互补型金属氧化物半导体。

ROM：Read-Only Memory的缩写，意为只读存储器。

RAM：Random-Access Memory的缩写，意为随机存取存储器。

ASCII, American Standard Code for Information Interchange的缩写, 意为美国信息交换标准代码。

BASIC, Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code的缩写, 意为初学者通用符号指令代码。

RMS, 拟合误差

Q : 抽水流量 $[L^3/T]$ 。

r : 观测井到抽水井或到映射井的距离 $[L]$ 。

T : 导水系数 $[L^2/T]$ 。

B : 阻越系数 $[L]$ 。

S : 在承压含水层部分表示储水系数, 在无压含水层部分表示给水度(无量纲)。

t : 抽水时间 $[T]$ 。

d : 观测水位降深 $[L]$ 。

s : 理论水位降深 $[L]$ 。

H : 无压含水层初始饱水厚度 $[L]$ 。

h : 无压含水层水位 $[L]$ 。

x_0 : 抽水井井位座标 $[L]$ 。

x : 观测井井位座标 $[L]$ 。

y : 观测井井位座标 $[L]$ 。

l : 两平行边界之间的距离 $[L]$ 。

目 录

前言

本书使用的符号说明

第一章 SHARP PC-1500袖珍计算机简介	1
第一节 技术规格和可选部件	1
第二节 BASIC的立即执行方式	6
第三节 BASIC程序设计	19
第二章 分析抽水试验资料的最佳拟合方法	73
第一节 计算原理	73
第二节 算法概述	76
第三节 袖珍计算机上的积分方法	81
第三章 最佳拟合方法的应用	101
第一节 如何选用观测数据	101
第二节 应用程序的一般说明	103
第三节 承压含水层条件下的应用程序	115
第四节 无压含水层条件下的应用程序	165
第五节 一个演示实例	210
第四章 一组实用程序	217
第一节 井函数计算和绘图程序	217
第二节 四个常用科技计算程序	224
主要参考资料	235

第一章 SHARP PC-1500

袖珍计算机简介

SHARP PC-1500袖珍计算机(以下简称 PC-1500机),是一种兼有科学计算和事务管理功能的袖珍式微型计算机。该机整体结构紧凑,携带方便。由于其运算速度较高,经扩展后内存容量较大,它越来越受到从事试验研究、数据处理、生产作业和事务管理工作的人员的重视,其应用范围也越来越广泛。因为本书所提供的方法是结合PC-1500机叙述的,为了便于阅读后面各章,同时也为了开发性地介绍袖珍计算机,所以本章将比较全面地介绍PC-1500机的功能特性和操作方法。叙述力求简炼。示例一般结合独立的小题目进行,以便通过完整的解题过程,更深刻地理解其中的某些步骤。

第一节 技术规格和可选部件

为了更好地了解和使用PC-1500袖珍计算机,本节概括地介绍该机的主要技术指标和在一般使用要求下可选部件的配置。

一、中央处理单元和存储器

中央处理单元(CPU)是PC-1500机及其选配件的中心,它的作用是获得指令并执行所要求的操作。PC-1500机

的中央处理单元是 8 位 (bit) CMOS 芯片。

存储器用来存放程序、数据和某些动态信息。PC-1500 机的存储器分为系统只读存储器 (ROM) 和随机存取存储器 (RAM), 并可选配插接型扩展存储器 (扩展存储模块)。

(一) 系统只读存储器

系统只读存储器用来保持 BASIC 解释程序等。PC-1500 机有一个容量为 16KB (B 为 Byte 的首字母, 意为字节) 的系统只读存储区, 该区为系统专用区, 用户不能占用。

(二) 随机存取存储器

随机存取存储器用来存放用户的程序、数据和某些动态信息。PC-1500 机有一个容量为 3.5KB 的随机存取存储区。该区分为两部分: 一部分是容量为 0.9KB 的系统区, 主要用来作为系统堆栈、输入缓冲寄存器等; 另外一部分是用户区, 容量为 2.6KB。

用户区又可划分为以下三部分:

1. 单字母名变量存储区

该区容量为 624B, 它专门用来保存以单字母 A, B, C, ..., Z 和 A\$, B\$, ..., Z\$ 为名字の数値变量和字符串变量的内容, 它不保存双字符名变量的内容, 也不能存放程序, 所以又叫做固定数据存储区。

2. 基本程序数据区

该区容量为 1850B, 它是程序、数据公用区, 用来存放用户的程序和双字符名变量及下标变量的内容。这个区的每个字节既可以用来构成数据存储单元, 又可以用来存储程序元素, 所以又称为可塑存储区。在此区中, 数据和程序分别自该区首尾两端相向存放 (见图 1-1)。

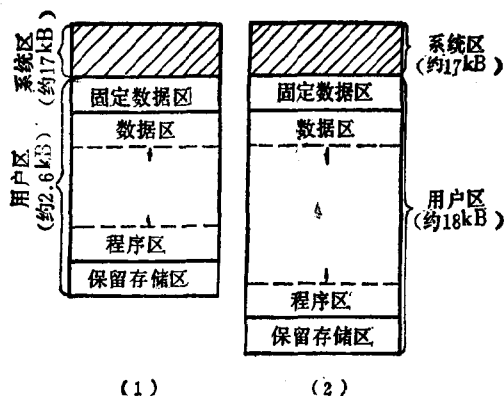


图 1-1 存储器扩展前后区域划分
(1) 扩展前; (2) 扩展后

3. 保留存储区

该区容量为188B，它是指定保留在6个可保留键上的总共18组字符的存储区。这些保留信息对PC-1500机来说没有任何执行意义，它仅仅用来简化用户的键盘操作或作为助记提示信息。

(三) 插接型扩展存储器

插接型扩展存储器是PC-1500机的选配部件。常用的有三种型号：CE-151、CE-155和CE-161。CE-151和CE-155分别是容量4KB和8KB的随机存取存储器，CE-161是容量为16KB的随机存取存储器，但它与前两种有两点不同。第一点，CE-151和CE-155本身没有电池支持的存储保护能力，而CE-161内部装有一个锂电池，在电池有效期内具有存储保护能力，即当其从模块槽箱内拆下与计算机脱离后，它存储的信息予以保持，并不消失。第二点，CE-151和CE-

155没有只读存储器的只可读不可写入的特性，而CE-161具有这种特性，它可以作为用户程序只读存储器使用。作为只读存储器使用，是通过执行只读过程和设置转换开关实现的。一旦正确地执行了只读过程以后，CE-161中的程序就可以获得保护，不再允许写入数据，也不允许改变或清除原来的程序。即使把它从PC-1500机上拆下，仍不丢失原有内容。当然，把CE-161的转换开关置为随机存取方式后，就可恢复随机存取存储器的特性。利用这两个特点，可以把CE-161作为常用程序库使用。

当扩展存储模块插接到计算机上以后，它就和计算机的随机存取存储器连接在一起，形成一个扩大了随机存取存储区。PC-1500机存储器扩展前后的区域划分，见图1-1。

二、计算能力和显示系统

PC-1500机的运算系统与通常的数学公式相对应，具有9级优先功能。它可以进行算术四则运算、幂运算、三角函数和反三角函数、对数函数和指数函数、角度换算、开平方、符号函数、取绝对值、取整等函数运算和逻辑运算等。运算数应在 -1×10^{100} 到 1×10^{100} 范围内，超出这一范围将引起错误。当数的绝对值小于 10^{-99} 时，将把它与零等同看待。

显示系统是液晶显示窗，它是一个 7×156 的光点点阵。它可以两种方式显示信息。第一种方式是以字符为显示元素，以规定格式显示ASCII字符。每个字符占 7×5 的光点点阵，前一字符后面空一点列，接着显示下一字符。整个显示窗可同时显示的最大字符数为26。第二种方式是，以每个点列为显示元素，用作图语句激活该点列上的某些光点，使之构成所设计的图形和文字。这种显示方式给用户提供了自由

设计显示信息的手段。利用这一方式，可以进行简单汉字的显示设计。

三、可选部件

在一般使用要求下，PC-1500机可选配如下部件：

（一）打印机/磁带录音机接口

该接口的型号为CE-150，它是PC-1500机的主要选配部件。该部件与计算机连接后，可利用打印机打印输出指定的信息。由于打印机的打印系统是一个X-Y绘图系统，“打印”实际上是“书写”。另外，还可在程序控制下利用打印机绘制图形、书写汉字等。CE-150还带有磁带录音机连接终端和交流适配器连接终端。

（二）磁带录音机

磁带录音机是一个可选部件。当把它和CE-150的磁带录音机连接终端接通后，可通过执行相应操作把内存中的程序和数据作为磁带文件保存到磁带上，或者把磁带中保存的信息调入到计算机的存储器中。可选配厂家指定的CE-152型微型磁带录音机，也可选用任何满足电特性要求的普通磁带录音机。

（三）交流适配器

EA-150型交流适配器是一个直流稳压电源。由于CE-150接口中装有一个镍-镉可充电电池，要保持足够的电力就必须要及时充电。EA-150就是利用市电（220V/110V交流）对该电池充电用的。

（四）插接型扩展存储模块

扩展存储模块是选配件。如前所述，常见的有CE-151、CE155和CE-161型，它们和计算机连接起来后，可分别把计算机的随机存取存储器容量扩大到约6KB、10KB和18KB。

以上。可根据使用要求，选配上述三种之一。

PC-1500机还有一些可供选配的部件，由于未广泛使用，本书又未涉及，故不再一一介绍。

第二节 BASIC的立即执行方式

BASIC语言是国际通用的、比较简单和比较接近于人们的自然语言的一种计算机算法语言。特别是在小型和微型计算机迅速发展和普及的时代，它更获得了广泛的应用。BASIC语言和其它算法语言比较起来，具有简单、对话性能、可立即执行及适宜于事务管理等特点。

本书中的BASIC一词，除特别说明外，总是指PC-1500机上的BASIC语言或BASIC解释程序。

BASIC有两种执行方式。第一种为立即执行方式，在该方式下，人们可以象使用一台高级计算机一样使用PC-1500机。第二种为程序执行方式，在该方式下，计算机按照人们设计好的程序自动连续执行程序所指定的操作。

本节重点讨论立即执行方式，从下节开始将重点讨论程序执行方式。

一、工作方式和角度制的指定

PC-1500机的工作方式分为三种：运行方式（RUN）、编程方式（PRO）和保留方式（或称为预存方式，RESERVE）。工作方式的指定是通过MODE键实现的。每按下该键一次，工作方式即由RUN变为PRO或反之，这可由显示窗顶部的RUN或PRO指示字指示出来。若按下SHIFT键后紧接着按下MODE键，则计算机处于保留方式，指示字

RESERVE将出现在显示窗的顶部。要退出RESERVE方式，只要按下 MODE 键即可。

在RUN方式下，计算机以立即方式或程序方式执行运算和操作；在PRO方式下，进行程序的生成和编辑；在RESERVE方式下，设置保留信息。

在进行与角度有关的运算之前，首先要指定在何种角度制下运算，否则将由于角度的单位与计算机当前的角度制不一致而使计算结果不正确。PC-1500机的角度制分为度、弧度和新度。一度为一个圆周角的 $\frac{1}{360}$ ，一弧度为一个圆周角的 $\frac{1}{2\pi}$ ，一新度为一个圆周角的 $\frac{1}{400}$ 。若欲指定角度制为度、弧度和新度，则需分别执行 DEGREEENTER、RADIANENTER和 GRAD ENTER按键操作，这时在显示窗的顶部将分别显示指示字DEG、RAD和GRA。

二、常量和变量

（一）数值常量

PC-1500机对数值常量没有严格的格式要求，不分整型和实型，可以按自然书写形式给出，也可以用科学记数法表示。PC-1500机的科学记数法格式为：

$$\left(\begin{array}{c} + \\ - \end{array} \right) \times . \times \times \times \times \times \times \times \times \times \times E \left(\begin{array}{c} + \\ - \end{array} \right) \times \times$$

其中，小数点左面的“×”表示一位非零十进制数字，其它的“×”表示一位十进制数字。字母E左面的数值叫做尾数，右面的数值叫做指数。例如，0.0048用科学记数法可表示为4.8E-03。这种记数法可以容易地通过指数和尾数值比

较数值间的大小和确定数量级。PC-1500机的计算结果，若绝对值大于9999999999或绝对值小于1但小数第10位及其以后不为0时，都用科学记数法打印或显示。需要指出的是，PC-1500机规定，尾数部分只有前10位有效，超过部分要予以忽略；指数部分为2位整数，超过时只保留最后2位。若指数部分夹有小数点时，则视其为空格，作无效字符处理，当小数点紧跟在字母E之后时将产生错误（因E是语句定义符END的缩写形式）。另外需注意，字母E左面不能没有数字。例如，10000可记为1E4，而不能写成E4，因为E4将被视为数值变量名。

一位十六进制数及其十进制和二进制表示对应表 表 1-1

十 六 进 制	十 进 制	二 进 制
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111
10	16	10000

PC-1500机还接受十六进制的整数，在其表示前要冠以“&”，以便和十进制数相区别。例如，&123，-&F2，&ABCD等都是正确的十六进制整数，在数值上，它们分别和十进制整数291，-242，43981相等。一位十六进制数和十进制、二进制表示见表1-1。

（二）字符串和字符串常量

字符串是顺序写出的一组ASCII字符。字符串常量的一般形式为：

“`字符串`”

其中，双引号为字符串界标，每个字符串常量必须以双引号开始并以双引号结束。双引号不能作为字符串常量中除界标之外的字符。例如，“A37B”，“”，“+-AB”等都是正确的字符串常量，而“AB”，““A=”；”是不正确的。

（三）变量

变量分为数值变量和字符串变量。每个变量都要有一个名字，变量名可看做存放数据的内存存储单元的代号。数值变量名的定名规则为：变量名 $\equiv$ 字母`字母`或数字`数字`。其中，字母为26个英文字母之一，数字为一位十进制数，“ $\equiv$ ”号表“定义”之意。或者说变量名是以字母打头的字母数字列。注意，当作为名字的字母数字列超过两个字符时，仅前两个字符有效。例如变量名ABC35和变量名AB是相同的。字符串变量的定名规则和数值变量大体相同，所不同的仅仅是在数值变量名后尾随一个美元符“\$”。如A\$，C3\$等都是合法的字符串变量名。应当注意，变量名A和A\$，C3和C3\$是不同的。它们的区别在于：变量的类型不同，对应的内存位置不同。如无特别说明，一个字符串变量最多只

能保持16个字符，超过部分将予以忽略。

另外还有一种变量——下标变量，将在后面介绍。以后如无特别必要，将不区分变量和变量名，统称为变量。

三、数值函数

BASIC提供了一些标准数值函数，可以象使用数值变量那样使用这些函数。函数的一般形式为：函数名（自变量），自变量一般说来是算术表达式（其定义见本节之四）。

（一）三角函数

1. 正弦函数——SIN（表达式），表达式的取值范围为任意实数。

2. 余弦函数——COS（表达式），表达式的取值范围为任意实数。

3. 正切函数——TAN（表达式），表达式的取值范围为 $k\pi + \frac{\pi}{2}$ ($k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 以外的任意实数。

4. 反正弦函数——ASN（表达式），表达式的取值范围为 $[-1, 1]$ 。

5. 反余弦函数——ACS（表达式），表达式的取值范围为 $[-1, 1]$ 。

6. 反正切函数——ATN（表达式），表达式的取值范围为任意实数。

（二）指数函数和对数函数

1. 指数函数——EXP（表达式），表达式的取值范围为任意实数。

2. 自然对数——LN（表达式），表达式的取值范围为任意正实数。