

● 清华大学 黄冯玲 孙全康编著

电子计算机

医用程序设计

● 湖南科学技术出版社

内 容 简 介

本书以医学实例讲解BASIC语言及其在医学领域的应用。全书共分十四章。内容包括电子计算机的基本知识；用医学实例讲解BASIC程序基本语句及其在医用程序设计中的使用方法；用于临床诊断、治疗、医学统计和流行病学调查等方面的几个通用程序、框图及其设计方法；计算机辅助临床诊断常用的数学方法；结合作者多年研究工作的实践体会，讲述医用程序的调试方法及如何优化。主要章节附有练习题，书末附有练习题参考答案。

本书通俗、易懂、实用，是医务人员学习医用计算机程序的入门书。可供初学者自学，或作为医学院校的教材，也可供从事医学计算机应用的专业人员参考。

电子计算机
医 用 程 序 设 计
清华大学 黄冯玲 孙全康编著
责任编辑：张碧金

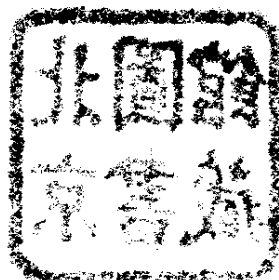
*

湖南科学技术出版社出版
(长沙市展览馆路14号)
湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1986年4月第1版第1次印刷
开本：850×1168毫米 1/32 印张：9.625 字数：252,000
印数：1—1,500
统一书号：15204·168 定价：1.80 元

征订期号：湖南新书目 85—17(17)



==前言

一九八二年，在北京市医务人员医用计算机程序学习班上，我们担任了教学工作；一九八四年，我们又担任了全国医务人员计算机学习班的教学工作。现在付印的这本书，就是在学习班所用讲义的基础上修订而成的。

目前，广大医务人员对于使用电子计算机的热情很高，但不少同志感到编制计算机程序语言有困难。实际上，编制程序并不难掌握。以本书所介绍的BASIC语言为例：这是一种国际通用的语言，在一般电子计算机（包括小型及微型机）上都能使用，并且容易掌握，灵活性大。虽然各种计算机上所用的BASIC语言的版本有所不同，存在某些细小的差别，但当你学会了BASIC语言，参考各种计算机的使用说明书后，再在个别地方改一下就可以了。同时，学会了BASIC语言，再学其他计算机语言也更容易了。根据我们在学习班上教学的体会，类似于这本书涉及的内容，只要具有初中以上数学基础的人就可以看懂。而且，按照书中介绍的实例，初学者就可以自行模仿编制其他程序。

过去，电子计算机在我国的应用范围较狭窄，所以，编制程序常常由专门人员去作。这在当时是不可避免的，但也不是没有问题。以医学为例，由于这门学科范围广泛，分科细密，要仰赖少数从事电子计算机的专门人员去编制程序，他们就必须不断地去掌握一门又一门的陌生的知识，而且因时间仓促，难免有所疏漏。当前，在即将普及电子计算机的情况下，再这么作就有困难了。我们可以打一个比喻：要同国外进行交流，人们可以借助翻译，但要使交流准确与及时，最好的办法是自己掌握外语。计算机与外语一样，都是一种工具，要想得心应手地使用，除非自己

掌握以外，其他办法都不甚可取。所以，我们建议医学界的同志应尽快熟悉电子计算机的程序编制。在刚开始，最好从BASIC语言学起。

可以断言，广大医务人员学会应用电子计算机，将会促进电子计算机在医院的推广应用，从而对提高医院的医疗、科研水平及工作效率将起到较大的作用。

本书以TRS—80机上所用的BASIC II为主讲解，同时也介绍国内医院较多见的IBM PC/XT、Apple II、王安型等机上所用BASIC语言的差别。因此，其基本内容也适用于具有BASIC语言的各种计算机。

全书在修订过程中，清华大学计算机科学与工程系的沈佩娟，电力系的梁毓厚、沈永林，自动化系的吴秋峰、徐文立、赵淑珍等老师都提出了很多宝贵意见，谨此致以诚挚的谢意。

编著者

1985年于清华大学

目 录

第一章	电子计算机的基本知识	(1)
§ 1—1	电子计算机的产生与发展	(1)
§ 1—2	电子计算机分类	(3)
§ 1—3	电子计算机的主要部件与功能	(4)
§ 1—4	硬件与软件	(4)
§ 1—5	计算机中数的表示法——二进制	(5)
§ 1—6	机器语言和算法语言	(6)
§ 1—7	电子计算机的主要特点与用途	(7)
§ 1—8	电子计算机解题方法、“看病”过程及原理	(9)
§ 1—9	电子计算机在医学领域的应用	(10)
第二章	最简单的BASIC程序分析及打印语句	(21)
§ 2—1	BASIC语言简介	(21)
§ 2—2	BASIC程序的构成与基本规则	(22)
§ 2—3	BASIC程序中数的表示法	(25)
§ 2—4	基本符号、运算规则、常量、变量、字符串与表达式	(27)
§ 2—5	数关系式、字符串关系式和字符串运算	(31)
§ 2—6	布尔表达式(亦称逻辑表达式)	(33)
§ 2—7	打印语句(PRINT语句)	(35)
§ 2—8	怎样使用计算机的键盘输入程序	(44)
	习题	(45)
第三章	提供数据的语句	(47)

§ 3—1	赋值语句	(48)
§ 3—2	键盘输入语句	(50)
§ 3—3	置数据语句和读数据语句	(54)
§ 3—4	恢复数据区语句	(61)
§ 3—5	三种给变量赋值的语句的比较	(63)
	习题	(70)
第四章	分支、注释、暂停与结束语句	(72)
§ 4—1	无条件转向语句	(72)
§ 4—2	条件转向语句	(75)
§ 4—3	框图 (流程图) 的应用	(81)
§ 4—4	条件转向语句举例	(82)
§ 4—5	从框图分析条件语句的三种用法	(94)
§ 4—6	注释语句	(95)
§ 4—7	暂停语句	(96)
§ 4—8	结束语句	(97)
	习题	(98)
第五章	循环语句	(100)
§ 5—1	循环语句的基本概念	(102)
§ 5—2	循环语句的执行步骤	(104)
§ 5—3	循环语句的应用举例	(106)
§ 5—4	多重循环	(118)
	习题	(126)
第六章	子程序	(128)
	习题	(139)
第七章	数组与下标变量	(140)
§ 7—1	什么是数组	(140)
§ 7—2	下标变量	(144)
§ 7—3	数组说明语句	(147)
§ 7—4	程序举例	(148)
	习题	(160)

第八章函数	(163)
§ 8—1 标准函数.....	(164)
§ 8—2 绝对值函数和符号函数.....	(166)
§ 8—3 平方根函数、指数函数和对数函数.....	(169)
§ 8—4 取整函数.....	(173)
§ 8—5 随机数函数.....	(178)
§ 8—6 三角函数.....	(180)
§ 8—7 单精度值函数和双精度值函数.....	(181)
§ 8—8 定义变量类型语句.....	(183)
第九章选择转移语句和选择转子语句	(185)
第十章介绍几个通用的医学程序	(189)
1. 鉴别诊断六种急腹症的程序与框图.....	(189)
2. 辅助对急性胆囊炎胆石症中医分型与中药治 疗的通用程序与框图.....	(199)
3. 通用医学科研统计程序与框图.....	(205)
4. 胃、十二指肠溃疡穿孔的手术适应症选择程 序与框图.....	(215)
5. 对两个百分比进行“T”考验的通用程序与 框图.....	(218)
6. 射线治癌的剂量计算程序.....	(221)
7. 冠心病预测程序的另一种编法.....	(224)
8. 判断急腹症病人是否应紧急手术的程序.....	(226)
习题.....	(230)
第十一章计算机辅助诊断的数学方法	(232)
第十二章上机、调试及程序优化	(242)
§ 12—1 如何上机操作.....	(242)
§ 12—2 如何调试程序.....	(244)
§ 12—3 如何使程序优化.....	(251)
第十三章介绍BASIC II的几个特殊功能键与键盘命令 (包括TRS—80、IBM PC/XT与 Apple II)	(255)

§ 13—1 特殊功能键	(255)
§ 13—2 BASIC II 的键盘命令	(257)
第十四章删改	(263)
§ 14—1 进入删改状态	(263)
§ 14—2 在删改状态下工作	(263)
§ 14—3 退出删改状态	(270)
§ 14—4 举例说明删改过程	(272)
附录	(274)
一、BASIC II 的错误信息代码表	(274)
二、BASIC语言常用的键盘操作命令表	(276)
三、BASIC语句简表	(277)
四、BASIC II 专用词	(277)
五、导出函数	(279)
六、TRS—80机的常数分类规则、常数运算的处理规则和 数的类型转换规则	(279)
七、常用字符的ASCII代码(32—128)	(281)
八、显示器屏幕工作图	(282)
九、TRS—80系统外形图	(283)
十、IBM PC/XT微型计算机键盘图	(283)
十一、TRS—80微型计算机键盘图	(284)
十二、Apple II微型计算机键盘图	(284)
习题参考解答	(285)

第一章

电子计算机的基本知识

§ 1—1 电子计算机的产生与发展

随着工农业生产的发展和国防建设的需要,现有的计算工具,如算盘、手摇计算机和电动计算机等已不能满足工农业与国防建设的需要。例如导弹打飞机,要计算导弹空间运动的微分方程组(导弹打飞机时需要计算一条导弹空间运动的抛物线,这条抛物线由许许多多点组成,这些点须由微分方程计算出来)。然而,一个计算员用一架电动计算机不停的工作,需要两年时间才能完成这些计算,这就不可能发挥导弹的威力。又如要准确地预报二十四小时的天气情况,用人工进行精密的计算,需要1~2星期才能算好,这就失去气象预报的意义。因此,电子计算机便成为现代科学技术发展的必然产物。于是,1946年在美国诞生了世界上第一台电子计算机“ENIAC”,它由18,000个电子管与1,500个继电器组成,耗电150瓩,占地达150平方米,内存只有17K、字长12位、运算速度平均每秒5,000次。尽管它体积庞大,价值达40万美元,耗电量大,维修复杂,可靠性差,但是它奠定了电子计算机的基本技术。很多科学家认为蒸汽机的发明意味着第一次工业革命,因为它代替了人们大量的体力劳动,而电子计算机的诞生则意味着第二次工业革命,因为它代替了人们大量的脑力劳动。

三十多年来,电子计算机有了迅速的发展。1950年全世界只有二十五台计算机,到1970年已有十万台。美国1950年只有十台,到1978年已拥有四十多万台。世界上微型机1975年生产4千台;

1976年2万台；1977年6万台；1978年18万台；1979年26万台；1980年54万台；1981年100万台；1982年240万台；1985年4600万台。我国从1962年开始应用电子计算机，1979年已能生产各种型号计算机达二千三百多台。

三十多年来，计算机硬件的发展已经历了四代：

第一代电子管(TUBE COMPUTER)：1946~1959年。这时期计算机主要逻辑部件采用电子管，体积大，耗电量大，寿命较短，编制程序使用机器语言，只能应用于科学计算。

第二代晶体管 (TRANSISTOR COMPUTER)：1959~1964年。计算机逻辑部件采用晶体管电路，体积缩小，耗电量减少，可靠性也有很大提高，除能进行科学计算外，还能进行数据处理与事务管理。

第三代中小规模集成电路* (INTERGRATED CIRCUIT^T COMPUTER)：1965~1970年。体积大大缩小，维修方便，可靠性进一步提高，已能实现系列化标准化，被广泛应用于各个领域。

第四代大规模集成电路（大规模集成电路是指一般集成度在一千到十万个元件之间的集成电路）。

七十年代出现微型计算机和网络系统，微型计算机的核心是微处理器 MPU 芯片，也称中央处理器 CPU (Central Processing Unit)，它由运算器和控制器组成，完成整机的运算和控制功能，利用 VLSI（超大规模集成电路）技术把运算器和控制器集成在一块芯片上，并能制成存贮容量很大的半导体存贮器。网络系统就是把多台计算机通过通讯线路，运用专门的信息通讯技术连结在一起，组成一个网络系统。

最近几年世界上很多国家正在研究第五代计算机，主要以 LISP 语言为基础。第五代计算机能直接接受和处理语言、文字、图象等各种信息的输入，可存贮各类知识信息并具有推理、分析

* 集成电路是指把晶体管、二极管、电阻器、电容器和电感器等电子元件连同联接这些元件的导线，用各种工艺方法统统制作在一块很小的硅片上，构成一个整体电路。

和学习等功能的智能机，较多采用Progog语言。

计算机从第一代发展到第四代，使计算速度由每秒数千次到每秒数亿次，体积也越来越小，现在与第一台计算机同样功能的微型处理机F—8，其体积只有一个火柴盒大小，比第一台计算机缩小了30万倍。

软件也由机器语言发展到高级语言，还有操作系统（分时功能、多道功能）、信息网络等。

现在广泛应用的各种微型计算机，具有价格低廉、体积小、灵活性大、适应强等特点，因此，适合于医疗系统使用。

§ 1—2 电子计算机分类

1. 电子计算机大致分为三类：

(1) 数字电子计算机：直接对数字进行运算，如用于医疗、诊断、科研统计的 IBM PC/XT、Apple II、PDP—11、DJS—130、TRS—80、CROMEMCO、NOVA 等都是数字电子计算机，平常我们称电子计算机一般就指数字电子计算机。

(2) 模拟电子计算机：不是直接对数字进行运算，而是根据描述被研究的实际系统的方程找出能“类似”实现该数学方程的电子“模拟系统”，在电子“模拟系统”中用电压、电流等连续变化的物理量代表被模拟的物理量。这种电子模拟系统就是模拟电子计算机。

(3) 混合模拟电子计算机：是吸收了模拟电子计算机和数字电子计算机的特长而发展起来的一种新型电子计算机。

2. 按用途可分两种：

(1) 通用机：适应多种要求的计算机，同一架计算机可用于科学计算、数据处理，也可用于工业控制，还可用于医学诊断，治疗，医院管理，医学科研等，只要给它不同的程序，它就可为各行各业服务。

(2) 专用机：专用于计算某一类问题的计算机，它不能通用，如心电图专用计算机只能分析心电图。

§ 1—3 电子计算机的主要部件与功能

1. 控制器:

在计算机中起指挥作用, 用来控制程序的执行。

2. 存贮器:

是存放程序与数据的地方。

3. 运算器:

是执行运算的部件, DJS—130 小型机运算速度每秒约50万次, 大型计算机运算速度每秒达数亿次。

4. 输入、输出设备:

如我们要让计算机看病, 就要把诊断程序输入计算机内, 输入设备可看作是计算机的“眼睛”与“耳朵”, 计算机的输入设备有键盘、电传打字机、光电输入机、卡片机、电容输入机等。计算机运算结果或看病诊断结果及处理意见要通过输出设备告诉我们。输出设备可看成是计算机的“手”、“嘴”等“运动器官”。输出设备有电传打字机、显示器、宽行打字机等。

微型计算机(又叫微型机)是把控制器和运算器放在一起, 用一片或数片大规模集成电路来组成中央处理器(CPU)再配上存贮器片、输入输出片、时钟发生器等大规模集成电路器件。

TRS—80微型计算机主机部分的印刷线路板装在键盘内, 它是由80块大规模集成电路器件组成的单板微型计算机, 其中央处理器采用Z—80。

§ 1—4 硬件与软件

1. 硬件(机器系统):

组成计算机的机械的、磁性的、电子的装置和部件, 均称硬件(或机器系统)。如主机、外部设备(输出、输入装置等)及电源等。

2. 软件(程序系统):

即人让计算机工作的信息。要计算机加工某种信息, 必须将加工的原始信息、加工的方法与步骤、结果信息的格式等, 用

程序的方式送入电子计算机，让它按照这些程序中确定的步骤对其中给出的信息进行加工。对于不同的信息加工过程，人们必须给电子计算机不同的程序，这些加工信息的各种程序称为软件。如汇编程序、算法语言编译程序、解释程序、标准程序库、操作系统等。医学诊断、治疗，医院管理等各种程序都属于软件的一部分。

硬件和软件便构成一个完整的计算机系统。

§ 1—5 计算机中数的表示法——二进制

在我们的日常生活中，已经使用了许多种不同进制的计数方法，其中有人习惯用的十进制（如十分为一角，十角为一元）、六十进制（如六十秒为一分，六十分为一小时）、十二进制（如十二个为一打、十二个月为一年）、七进制（如七天为一周）、十六进制（如旧秤十六两为一市斤）等。但以十进制使用最普遍最方便。

电子计算机内部都是用二进制进行运算的，因为二进制所用的电磁元件容易实现，如电压的高和低、电灯的亮和灭、电容器的充电和放电、电脉冲的有与无等。

大家知道，十进制是逢十进一，所以它要用0~9十个数字来分别代表十个数。而二进制是逢二进一，所以只用0和1两个数字来分别代表两个数，因此，0和1两个数在十进制和二进制中表示方法是一样的。而十进制数的2用二进制数表示就要写成10。与十进制数相似，最右边的数表示最低位，左边的数代表高位。以此类推，十进制的3用二进制数表示就是11；4表示为100；5表示为101，等等。

下面是十进制数与二进制数的转换关系。

<u>十进制数</u>	<u>二进制数</u>
0	000
1	001
2	010
3	011

4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111
16	10000

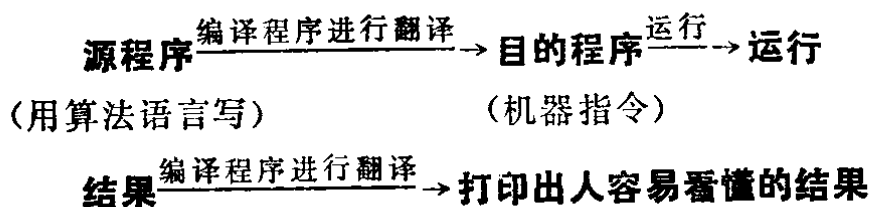
我们用BASIC语言解题时常用十进制数。因为软件技术人员为使用计算机用户所编的编辑程序能自动把十进制数与二进制数进行转换。

§ 1—6 机器语言和算法语言

计算机只能识别“0”和“1”两种状态，人的语言它不懂。要让计算机按人的意图工作，就要使计算机懂得人的语言。我们按照计算机只能懂得的“0”或“1”组成各种数字代码，这种计算机能接受的代码称为机器指令。机器语言就是指机器指令的集合，用机器指令写程序非常繁琐。如要 DJS—130 计算机进行一次加法要写1,011,011,000,000,000；进行一次减法要写1,011,010,100,000,000。用机器语言排程序难学、难写、难记、难检查、难修改，而且各种机器之间的机器语言又不能通用，这对推广计算机应用将造成很大困难。

为了解决上述问题，软件工程技术人員创造了算法语言，如 BASIC 语言就是一种算法语言，还有 FORTRAN、ALGOL、COBOL 等。使用算法语言大家容易读懂，如要计算机打印病历号1485、男性、50岁，就写 PRINT“NO:1485┐SEX:M┐AGE:50”。但这种算

法语言，计算机不懂，必须翻译，这就是由软件技术人员事先编好放入计算机内的编译程序。编译程序在计算机运行过程中的作用，可从下面的流程图看到：



我们编的医学程序叫源程序，送进计算机后，由编译程序翻译成计算机能懂的机器指令（也叫目的程序），计算机诊断结果也要由编译程序再翻译成我们能看懂的诊断结果。

§ 1—7 电子计算机的主要特点与用途

1. 主要特点：

(1) 具有高速度的运算能力：普通一名数学老师八小时可运算400次，较快的计算员八小时可进行1000次运算，而小型计算机如国产DJS—130型计算机每秒可进行50万次运算，大型计算机每秒可进行数亿次运算。如24小时气象预报，人工计算要用1~2星期，而中型计算机只要几分钟就完成同样运算。1948年美国原子能研究中心有一项计划要作九百万道运算，需要由1500名工程师计算一年，当时应用一台初期的计算机，只用150小时就完成了全部运算。

(2) 精确度高：复杂的计算要求很高的计算精度，而算盘、手摇计算机或电动计算机都不能达到，只有电子数字计算机才能达到高精度计算。

(3) 计算过程自动进行：人们把计算过程、原始数据编成程序，计算机就能自动完成。

(4) 具有逻辑判断能力：由于计算机具有逻辑判断能力，因此它能模拟人们的思维活动与规律，同样它能模拟医师的思维活动，因此它可用于辅助临床诊断与治疗。

(5) 具有较强的“记忆力”：人们的记忆要经反复强化，而一

次存入计算机数万个数据，只要不破坏它，数年后仍能一字不差地取出来，其中存贮器就是计算机的“记忆装置”。

(6) 存贮量大：电子计算机除内存贮器外还可加外存贮器如磁盘、软盘、磁带等，因此数万份病历及大量数据都能存入计算机。

2. 主要用途：

(1) 科学计算：如宇宙飞船要准确地进入轨道、人造卫星的发射与返回、石油勘测、各种建筑的抗震强度及所需材料等科学计算，都需要应用电子计算机。有人估计美国现有电子计算机计算的工作量，若用人工计算，需要四千亿个人工才能完成。又如1981年我国长江上游特大洪水，有关部门拟用荆江分洪防止意外，由于计算机准确预报了上游天气将转晴，从而避免采取荆江分洪措施，保护了几十万亩农田。

(2) 自动控制：如现代化的钢铁厂、炼油厂、纺织厂、化工厂等自动控制及城市交通管理、火车调度、军舰、飞机、大轮船的航行都可用计算机来进行自动控制。一台带钢热轧机用计算机控制后产量可为人工控制的100倍，而且质量也可显著提高。计算机广泛应用于工业控制，为生产和管理实现高速化、大型化、综合化、自动化创造了条件。

(3) 数据处理与信息加工：利用计算机可对大批数据进行加工、分析处理，如对大批病历资料按不同要求进行分析处理，或对大批流行病学普查材料进行分析加工、处理。又如企业成本核算、各种产品的合理分配、编制国民经济的各种计划等，用计算机均可大大提高工作效率。

(4) 其他：国外到超级市场购物，可以不带现金，只带银行信用卡，由计算机结算后自动从银行信用卡中扣除。如果银行信用卡是假的，计算机也能识别出来。全国各地及国与国之间银行帐目结算很多地方也都用计算机。如纽约、东京和巴黎等地之间支付一笔帐目，用计算机一分钟就可办完。美国总银行只有很少的工作人员，因依靠计算机就能使每天帐目一清二楚。

我们到图书馆查资料，常要花很多时间。在国外，应用计算机管理图书馆可使图书检索自动化，例如我们进图书馆要求计算机找有关“计算机看病”的资料，计算机就把全部有关的书与杂志论文题目全部列出来。如果我们只要其中一篇论文的摘要，计算机就列出该摘要。若我们还需要全文，计算机会告诉我们此书现在是否被人借走了，若已被人借走，它就告诉我们哪一个图书馆还有这本书。若未被人借走，它就告诉我们该书放在哪一个书架上。这对我们检阅图书资料提供了极大的方便。

应用计算机进行房屋、桥梁、水坝、飞机、轮船、服装等设计，近几年来也有较大发展。晚近，计算机还被用到办公室、家庭，提高了工作的效率。

§ 1—8 电子计算机解题方法、“看病”过程及原理

1. 计算机解题方法：

人用算盘解题时先用笔与纸把题目记下来，再用算盘计算，中间结果或最后结果再记在纸上。计算机解题方法也是模仿人应用算盘的过程，即①计算机内的运算器相当于算盘；②存贮器相当于纸与笔；③控制器相当于人脑和手。

2. 电子计算机“看病”过程：

医师给病人看病的过程往往是这样的：先问病史，再对病人进行一般检查，根据病情让病人进行化验、X线等检查，最后根据自己的临床经验对病人症状、体征、化验检查等结果进行思维判断，给病人作出诊断与治疗。

计算机给病人“看病”的过程也是模仿医师给病人看病的过程，见图1—1。

3. 电子计算机“看病”原理：

电子计算机内部是用二进制，它只能接受“0”或“1”两种状态。那么，人们的语言（指令）它怎么能接受呢？这个道理与电报相仿。电报是靠信号一长一短两种状态的排列组合，从而把人们各种语言表达出来。电报要有翻译，我们才能看懂。计算机