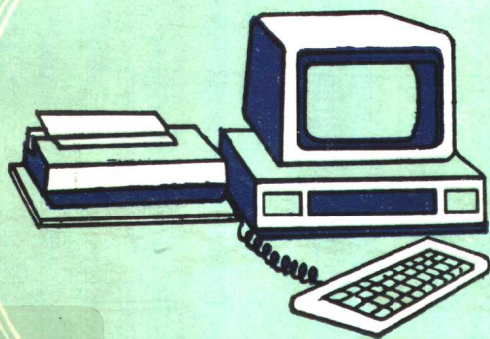


高中数学选用教材

BASIC 语言

——电子计算机初步知识——



人民教育出版社

封面设计：窦希如

TP312
6093

高中数学选用教材
BASIC 语言
电子计算机初步知识
吕学礼 陶振宗 编

人民教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京市房山县印刷厂印装

开本787×1092 1/32 印张6.5 字数 135,000
1984年7月第1版 1986年5月第2次印刷
印数 100,001—120,000
书号 7012·0773 定价0.69元

说 明

本书作为高中数学选用教材，供高中学生学习计算机课时选用，也可供教师参考，或作为初级培训教材。

本书分四章，第一章“电子计算机简介”，第二章“BASIC语言初步”，第三章“数的进位制”，第四章“逻辑代数初步”。各章基本上独立，使用时可以任意调整次序。

各章教学时间(仅供参考)大致如下：第一章 2 课时；第二章 20 课时，实习 12 课时；第三章 4 课时；第四章 10 课时，共计 48 课时。如果每周授课 3 课时，大致需要一个学期。

各章练习题可酌量选用。答案仅供参考。

本书由我室吕学礼、陶振宗同志编写，曾宪源同志也参加了本书的部分工作。

在编写过程中，北京师范大学数学系潘懋德同志对本书的初稿进行了校阅与修改。此外，还承蒙北京市开设计算机选修课的几所学校的有关教师为本书的编写提出了宝贵意见。在这里，谨向各有关同志表示感谢。

由于编写仓促，难免存在一些失误与不足之处，请在试用中提出宝贵意见，以便进一步修改。

人民教育出版社 数学室

1984 年 7 月

目 录

第一章 电子计算机简介	1
1.1 简史(1); 1.2 电子计算机的应用(2); 1.3 电子计算机系统的组成(5); 1.4 电子计算机的工作情况简介(7)。	
第二章 BASIC 语言初步	13
2.1 程序、语句和 BASIC 表达式(13); 2.2 LET 语句和 PRINT 语句, 程序的运行(18); 2.3 INPUT 语句(27); 2.4 READ 和 DATA 语句(34); 2.5 GOTO 语句(41); 2.6 框图(47); 2.7 IF THEN 语句(50); 2.8 IF THEN 语句(续)(60); 2.9 FOR-NEXT 语句(67); 2.10 多层循环(75); 2.11 子程序, GOSUB 语句(83); 2.12 数组(93); 2.13 字符串变量(106); 2.14 应用杂例(112)。	
第三章 数的进位制	126
3.1 二进制(126); 3.2 八进制和十六进制(128); 3.3 数制的转换(130)。	
第四章 逻辑代数初步	143
4.1 命题的真值(143); 4.2 逻辑运算(144); 4.3 逻辑运算的性质(150); 4.4 逻辑电路(156); 4.5 加法器(164)。	
练习题参考答案或提示.....	170
附表: BASIC 语句与函数一览表.....	205

第一章 电子计算机简介

随着经济与科技的发展,电子计算机将日益深入到生产和生活的各个方面。在我国,大力发展计算机的生产和应用,将成为实现四个现代化宏伟目标的一个重要的步骤。

那么,电子计算机究竟是怎样使用的呢?电子计算机的基本构造原理又究竟是怎样的呢?

在本章,先对电子计算机的大致情况作些简单的介绍。然后通过第二章“BASIC 语言初步”介绍编制程序、使用计算机的初步知识,再通过第三章“数的进位制”和第四章“逻辑代数初步”介绍关于电子计算机基本原理的最初步知识。有了这些知识,可以为进一步学习打下一定的基础。

1.1 简史

电子计算机可以分为两大类,即电子模拟计算机和电子数字计算机。通常所说的电子计算机或计算机指的是电子数字计算机,本书也采用这种惯用的说法。

第一台电子计算机 ENIAC(*Electronic Numerical Integrator and Calculator*, 电子数字积分和计算机)是在 1946 年研制成功的。用了 18000 多支电子管,占地约 140 平方米,重约 30 吨,每秒钟可执行 5000 次加法运算。用电子管为基本元件的计算机一般称为第一代电子计算机。

大约从 1956 年起,晶体管代替了电子管。以晶体管为基本元件的计算机称为第二代电子计算机。

1962 年以后,集成电路又取代了晶体管作为电子计算机的基本元件。所谓集成电路,就是把由许多晶体管、电阻、电容构成的电路集中制造在一块几平方毫米大小的半导体材料上,使计算机的体积和功率损耗进一步减小,可靠性与速度进一步提高。以集成电路为基本元件的电子计算机叫做第三代电子计算机。

1970 年以后,集成电路技术飞速发展,一块很小的半导体芯片上,可以容纳越来越多的晶体管等组成的电路。甚至在不到一个火柴盒大小的硅片上,就可以包含电子计算机中负责计算、控制等功能的全部电路。这样的集成电路叫做大规模集成电路。用大规模集成电路作为基本元件的电子计算机称为第四代电子计算机。

我国从 1956 年起,开始了电子计算机的教学与研究工作。1958 年试制成功第一台电子数字计算机。目前,我国电子计算机理论与技术正在迅速发展。1983 年底,每秒钟能进行一亿次运算的“银河”电子计算机的研制成功,表明我国计算机科学正在逐步赶上世界先进水平。

1.2 电子计算机的应用

电子计算机的特点是计算速度快,计算精度高,高度自动化,通用性强,因此它的应用十分广泛。

电子计算机的应用大致有下列几个方面。

数值计算 计算机可以进行大量、复杂的数值计算。对

于数学、物理、化学、生物学、地学、天文学等基础科学研究以及航天、航空、航海、建筑、交通、能源、地质探矿、气象预报等工程技术中的计算问题，都可应用计算机加以解决。利用计算机进行计算，可以节省大量人力、物力、时间，而且可以解决人力或其他计算工具所无法解决的问题。例如，有些屋架设计，大坝设计，需要解含有几百个未知数的方程组；又如，气象预报，摧毁敌方袭来的导弹，需要在很短时间内得出结果，选择对策。这样一些问题，以前很难甚至无法解决，现在利用计算机就可以解决。

信息处理 信息包括数据、图象、资料等等。电子计算机能对大量的信息及时地加以记录、整理、分类与统计，加工成人们所需要的形式。例如，用于人口普查，可以将大量的人口资料整理加工，有助于综合研究。用于图书资料，可以将大量的文史科技方面的资料、情报自动编排，便于随时检索。用于企业管理，可以分析市场动态，安排生产计划，编制动态日报，进行经济核算等。用于招生考试和体育运动，可以统计考生或运动员的姓名、号码、各科成绩，自动计算总分、均分，自动编排名次，决定录取或得奖名单，打印通知书。随着通讯技术的发展，可以将电子计算机和各地的终端设备联接起来，组成联机系统，许多单位共用一台计算机；还可在此基础上，将很多台计算机联接起来，组成计算机网络；这就可以大大加强信息的收集、整理、传播与使用，进行大规模、远距离的管理工作，对社会生活的各方面产生很大的影响。

辅助设计 各项工程技术和科学实验的实现，都必须事先经过审慎周密的设计。利用电子计算机可以辅助设计，使

设计过程走向半自动化和自动化，这就可以大大缩短设计周期，节约人力物力。设计人员把设计要求输入计算机，计算机通过分析、运算，可以在荧光屏上显示出产品图象，由设计人员进行修改，由计算机给出设计方案或者直接绘出图纸。在设计过程中，电子计算机还可进行仿真试验，选择最佳方案，这对保证产品质量，降低生产成本，可起到重要的作用。利用电子计算机可以帮助设计船舶、建筑、飞机、导弹、卫星等等，可以设计大规模集成电路，甚至更新的计算机。

自动控制 各项生产过程和实验过程变幻莫测，瞬息万变。往往需要在发生情况后极短的时间内观察实测，判定情况，研究对策，作出反应。一般说来，这是人力所无法做到的，需要利用电子计算机进行自动控制。电子计算机能在瞬息之间判断情况，算出结果，作出决定，执行决定。例如，在机械加工、石油化工、电力冶金、交通运输以至人造卫星、航天飞船等方面，需要自动控制温度、压力、湿度、速度、加速度、方向、流量、流速等因素，从而提高产量质量，节约原料消耗，纠正临时变故，确保系统的正常运行。随着控制理论的发展，电子计算机的自动控制可以用于整个车间，整个工厂，实现局部以至全系统的最优控制。

逻辑加工和人工智能 计算机性能的不断提高，使计算机从能进行数值计算、信息处理等等而逐步达到能够进行逻辑加工。计算机能够进行自动翻译，识别文字图案，识别自然语言，进行逻辑证明。计算机能够帮助学生学习，指出要点，提出问题，然后根据学生的回答，判定对错，并指出产生错误的原因，提出纠正错误的方法。不但如此，新一代计算机还

能具有一定的推理和学习的功能,自己积累经验,提高本身解决问题的能力,这就属于人工智能的范畴。例如,计算机与人下棋,如果计算机输了,它能积累经验,下次再下时不重犯上次的错误。又如,计算机能够积累多位名医的经验,对某些病症,对症下药,进行治疗。

以上所说,有些早已能够实现,有些还处于研究探索阶段。总之,电子计算机应用的发展,有无限的前景。

1.3 电子计算机系统的组成

我们先来看一个类比的例子。

珠算课上老师说:“请同学们计算一下 29 乘以 5 再加上 7 等于多少,把答案写在练习本上”。学生们听到老师所给的题目,记住了要进行计算的三个数,先在算盘上拨出被乘数 29,再按照已经记熟的乘法口诀和珠算拨珠方法在算盘上做乘以 5 的运算,然后按照加法口诀加上 7,最后根据算盘上的结果,在练习本上写出 $29 \times 5 + 7 = 152$ 。

从上面的例子可以看到,在这个过程中需要用到:

耳朵,来收集计算中所需的数据和题目的要求;

大脑,来记忆参加计算的数据和解题的方法;

算盘和手,来进行实际计算;

纸、笔和手,来写出计算结果;

而所有这一切都是由大脑指挥(即控制)的,指挥耳朵听老师讲的题目和要求,指挥手按照相应的口诀和方法来拨珠计算,指挥手用笔在纸上写出结果。

电子计算机也具有与上述过程中作用类似的部分:

接受数据和其他信息的**输入设备**(相当于人耳或眼);

记忆计算法则、步骤、数据等的**存储器**(相当于人脑中负责记忆的部分);

进行计算的**运算器**(相当于上述过程中的算盘);

告诉人们运算结果的**输出设备**(相当于上述过程中的笔和纸);

以及指挥以上各部分进行工作的**控制器**(相当于人脑中负责指挥眼、耳、手等器官完成其功能的部分)。

电子计算机的这五部分可以用图表示(图 1-1)。

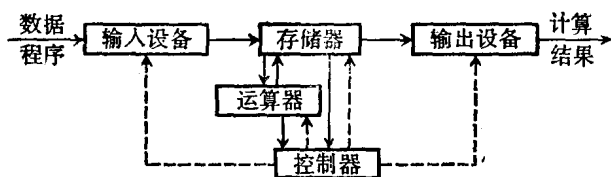


图 1-1

图 1-1 中，每一个方框表示计算机的一个组成部分。这五部分是计算机的实体部分，习惯上称为计算机硬件。

图 1-2 是一个简单计算机的外形图。它的输入设备是一个键盘，可以打入数字、字母和其他符号；输出设备是一个象电视机那样的显示器和一台打印机，计算的结果可以显示在显示器的荧光屏上，也可以由打印机打印在纸上。存储器、运算器和控制器安装在一个机箱内，习惯上称为主机。键盘、显示器和打印机分别用电缆与主机相连。

在上面珠算问题的例子中，完成整个计算的有算盘、纸、笔，人的耳、手、脑等器官。但是除此之外，必不可少的还有人

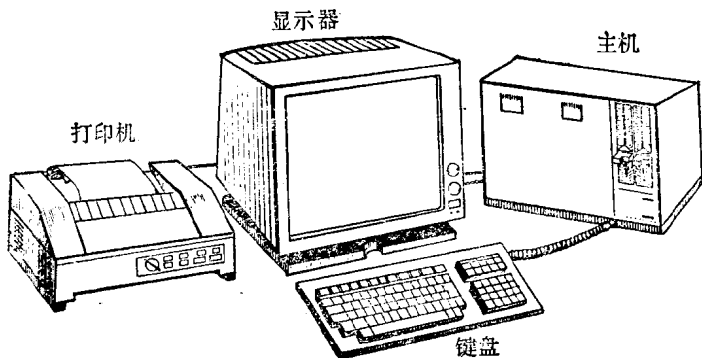


图 1-2

们在这以前学会并牢记在大脑中的一套计算方法与规则。同样,除了硬件以外,计算机还必须具备软件才能进行工作。软件并不是象上面所说的硬件那样的一些物质设备,而是指使用计算机和发挥计算机功能的一些步骤和规定。正如珠算问题中的乘法口诀和拨珠方法等可以看作是软件。软件相当于人所掌握的一些知识。掌握了一方面的知识,就可以解决这方面的问题;掌握了许多方面的知识,就可以解决许多方面的问题。人的知识记在大脑里,或记在课本、参考书、笔记本里,可以随时回忆或查阅。计算机的软件以程序的形式存放在存储器里,可以随时调用(关于程序的概念,后面再讲)。计算机配备的软件种类越多,它能处理的问题也就越多。没有软件的计算机,不能处理任何问题。

硬件与软件结合起来,就组成了一个电子计算机系统。

1.4 电子计算机的工作情况简介

电子计算机中输入、输出或存储的最基本的信息,是用

电位的高和低(电流的有和无, 或开关的接通和断开)等两种状态来表示的。因此, 电子计算机中所用的数, 只有用两个数字(0 和 1)来记的数。这和我们常用的记数法不同。我们常用的记数法, 是用十个数字(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)来记数, 逢十进一。如个位上的 9 再增加 1, 就在个位上记 0 而往上一位(十位)记 1, 记成 10。这叫做十进制记数法。电子计算机中所用的数, 只有两个数字(0, 1), 逢二进一。如个位上的 0 增加 1, 就是 1; 再增加 1, 就要在个位上记 0 而往上一位记 1, 即记成 10。这种记数法叫做二进制记数法。关于二进制记数法, 将在第三章中再作介绍。

电子计算机中最基本的电路, 是一些叫做“或门”、“与门”等的电路。什么是“或门”、“与门”呢? 举一个例子, 好比是图 1-3 中的电路。图 1-3 中(1)的电路, 只要开关 A 或 B 有一个接通(A 通 B 断, 或 A 断 B 通, 或 A 通 B 通), 从 C 到 D 的电路就能接通, 这样的电路就是一个“或门”。图 1-3 中(2) 的电路, 必须开关 A 并且开关 B 都接通(A 通 B 通), 从 C 到 D 的电路才能接通, 这样的电路就是一个“与门”。把“或门”、“与门”等电路结合起来, 有一些特殊的规律。这种规律不同于普通代数中的规律, 而是“逻辑代数”中的规律。关于逻辑代数, 将在第四章中再作介绍。

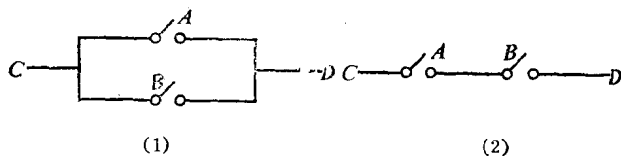


图 1-3

电子计算机实质上只会对数值进行四则运算，有的机器只进行加、减两种运算。人们通过一些有效的算法把各种复杂运算化为若干四则运算，并安排好计算的详细步骤，然后指挥计算机来执行。即使是简单的四则运算，也要由人安排好处理的步骤，计算机只是照安排的步骤来执行，每次仅完成极简单的操作。

下面我们结合上节的例子 $29 \times 5 + 7$ ，大致说明计算机是怎样进行计算的。

要计算 $29 \times 5 + 7$ ，学生要记住 29, 5, 7。计算机也要记住这些数。这些参加运算的数叫做操作数。计算前，操作数要存放在存储器里。存储器好象一所有许多房间的旅店，每一个“房间”叫做一个单元，每个单元可以存放一个数据。象旅店的房间号一样，存储器的各个单元也有各自的号码，这些号码叫做存储器单元的地址。

假定我们已通过输入设备，把 29, 5, 7 这些操作数分别存放在地址为 31, 32, 33 的三个单元中。计算机计算 $29 \times 5 + 7$ 时，一般经过下列步骤：

1. 从存储器第 31 号单元取出被乘数 29，送到运算器中；
2. 从第 32 号单元取出乘数 5，送到运算器，与已在运算器中的被乘数 29 相乘，积 145 仍保存在运算器中；
3. 从第 33 号单元取出加数 7，送到运算器，与已得的结果 145 相加，所得的和 152，保存在运算器中；
4. 把运算器中的结果 152 送到存储器的某一个单元，例如第 34 号单元，

5. 把第 34 号单元的内容, 送到输出设备, 如打印机上, 输出整个计算的最后结果。

计算机进行以上每一步骤, 都需要人们给以一条指令, 指示它进行什么操作(如取数, 加法, ……), 并告诉它操作的对象(操作数)在哪个单元。一条指令是由若干个数字组成的, 一般分为两部分, 前几位数字指出计算机进行哪种操作, 叫做**操作码**; 后几位数字指出操作数在哪个单元, 叫做**地址码**。假定我们所用的计算机规定了下列操作码:

操 作	取 数	送 数	加	减	乘	打 印	…
操作码	01	02	03	04	05	06	…

那么要计算机进行上述步骤, 就要写出下列指令:

步 骤	指 令		说 明
	操作码	地址码	
1	01	31	取第31号单元的数到运算器
2	05	32	把第32号单元的数与运算器中的数相乘, 结果放在运算器中
3	03	33	把第33号单元的数与运算器中的数相加, 结果放在运算器中
4	02	34	把运算器中的数送到第34号单元
5	06	34	把第34号单元的内容送到打印机输出

这种让计算机完成一定功能的指令的有序集合就是**程序**。用指令编写的程序, 一般叫做**机器语言程序**。机器语言程序一般是以二进制数的形式给出的。例如, 上面的程序可

以写成下列形式:

0000 0001 0001 1111

0000 0101 0010 0000

0000 0011 0010 0001

0000 0010 0010 0010

0000 0110 0010 0010

这里我们假定每一条指令有 16 位二进制数, 前 8 位是操作码, 后 8 位是地址码。

由于机器语言程序书写、阅读、记忆、输入都很不便, 人们设计了用数字、符号来代替二进制数形式的指令的方法。例如, 用 LDA 表示取数, STA 表示送数, ADD 表示加, MUL 表示乘, PRA 表示打印, 等等。于是, 上面的程序可以改写为:

LDA 31

MUL 32

ADD 33

STA 34

PRA 34

这种用字母、数字等符号代表指令的程序, 一般叫做**汇编语言程序**。汇编语言程序虽比机器语言程序简单, 但对比较复杂的问题来说, 编写时仍很麻烦。

经过逐步改进, 出现了一些接近于自然语言而能为计算机所接受的语言。这些语言叫做**高级语言**。高级语言程序由一些语句组成, 每种语言规定了一定的字母和符号, 有一定的书写和使用规则, 相当于汉语、英语、……有一定的单词、语法

等等。这些语言意义简明，书写方便。使用计算机的人员只要熟悉某种语言，就能简便地用这种语言编制程序，从键盘上把所编的程序打入配备这种语言的计算机。计算机收到了用这种语言编写的程序后，就能通过预先准备好的解释程序或编译程序，把所输入的高级语言的语句自动翻译成能完成同样功能的一些指令，然后执行这些指令，完成程序交给的任务。

高级语言种类很多。目前较为通用的有 FORTRAN, COBOL, PASCAL, 等等。下面第二章介绍的 BASIC 语言，就是这类高级语言中比较简易的一种。

第二章 BASIC 语言初步

电子计算机的内部结构和工作原理比较复杂。但是只要掌握了某种高级语言，而不必对计算机内部结构和原理进行深入的了解和研究，就能方便地使用计算机解决很多实际问题。

在本章里，介绍一种比较易学而又广泛使用的语言——BASIC 语言。BASIC 是 Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code（初学者通用符号指令代码）的缩写。国内外一般小型计算机和微型计算机大都配有 BASIC 语言。但是随着机型的不同，其中所用的 BASIC 语言可能略有差别。教学中演示和实习前请先查阅所用计算机的 BASIC 说明书。

BASIC 语言主要是为小型计算机和微型计算机配备的，因此它的功能受到一定的限制，用它来解决大型的、十分复杂的问题会有一定的困难。但是，学了 BASIC 语言，就能掌握编制程序的一些基本方法，有利于进一步学习其他更为复杂的语言。

2.1 程序、语句和 BASIC 表达式

要让计算机解决问题，先要编好程序。

例如，要计算多项式 $y = 3x^2 + 5x - 6$ 当 $x = 2.56$ 时的值，