

● 微型计算机软件丛书



● 丁文魁 余平 编 罗晓沛 审校

TURBO BASIC
语言程序设计

电子工业出版社

043782

微型计算机软件丛书

TURBO BASIC 语言程序设计

丁文魁 余 平 编
罗晓沛 审



电子工业出版社

JS/02/08
内 容 提 要

本书是按照结构化、模块化程序设计思想编写的一本 BASIC 语言的教学用书，正文部分共十三章，前三章简要地介绍计算机的基础知识、DOS 及 Turbo Basic 的工作环境，后十章介绍用 Turbo Basic 语言进行程序设计的方法。除基本的流程控制结构外，着重讨论了过程、函数、文件和图形的概念和使用方法。

为了便于读者自学，书后附有习题参考答案。为了便于上机操作，书后有实习指导，并在附录中列出了有关程序错误的详细说明。为了便于读者今后的工作，书后还给出了 Turbo Basic 的全部语句和函数的详细清单，对正文中没有介绍而又有一定难度的语句和功能，如 DRAW 语句、PLAY 语句、动画、与数字化仪的接口等等，均给出演示程序。

本书可以作为非计算机专业的教材，也可以作为 IBM-PC 及长城 0520 用户的参考书。

TURBO BASIC 语言程序设计

丁文魁 余 平 编

罗晓沛 审

责任编辑 徐云鹏

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

华夏硅谷公司激光照排

山东电子工业印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 字数: 506 千字

1989 年 11 月第 1 版 1989 年 11 月第 1 次印刷

印数: 7000 册 定价: 6.60 元

ISBN 7-5053-0663-4/TP·107

前 言

本书是一本 BASIC 语言的程序设计教材，它以 IBM-PC 为教学用机，以 Turbo Basic 为教学用语。选用 Turbo Basic 是因为它既保留了 BASIC 简单易学的优点，又提供了良好的用户环境和适于结构化程序设计的语言成分，而且与以前的 BASIC 兼容。

我们希望本书能做到科学性强、实用性强而且通俗易懂。希望读者学会按结构化、模块化程序设计思想编程序，养成良好的程序设计习惯。我们还希望书中的例题和习题不仅有利于当前的教学，而且对读者今后的实际工作也有参考价值。为此，采取了下面一些做法：

1、把结构化、模块化程序设计思想融汇在全书中，使读者把按结构化程序设计思想编程序看成是自然的事情，从一开始就养成良好的程序设计习惯。书中的例题和习题都具有好的程序设计风格。

2、重视基本概念，重视程序设计的思想和方法，重视能力的培养。稍有一些难度的例题都在编程序之前给出分析过程，使读者逐渐熟悉用程序解决问题的思维方法。在讲清各语句和函数细节的基础上，注意它们相互之间的联系。分析问题时尽量采用自顶向下的逐步求精法，突出程序的整体结构。每章后面有小结，尽量避免出现局部清楚而全局糊涂的现象。

3、Turbo Basic 中有 200 多个语句和函数，本书只介绍 50 个左右以突出重点。着重介绍基本的流程控制结构：当型循环、步长型循环、IF 语言和 IF 块语句等。着重介绍数组、子程序、过程、函数、文件和图形。其中过程和函数是 Turbo Basic 新增加的重要功能，是模块化程序设计的有力工具。而文件和图形最能体现 BASIC 的特色，特别是新增加的定义实用坐标系的方法，使得函数图形的绘制工作变得非常容易，书中对这些概念和应用做了详细的介绍。

4、书中的多数例题和习题具有示范作用。既有利于表现有关的概念和方法，又具有实用价值。例如第十一章第二节的例 3 可以用不同颜色显示正常数据和异常数据，把它稍加修改就可以用于各种自动测量系统。例题和习题力求简洁而不追求完美无缺，这样可以突出问题的关键。许多题目都可以做进一步改进，这个工作留给读者去做。

5、为了使初学者不必阅读其它书籍就能学到 BASIC 之外的一些基本知识，能够独立上机操作，我们在第一章介绍了计算机的一般知识，第二章介绍了磁盘操作系统(DOS)，第三章介绍了 Turbo Basic 的工作环境，这样本书可以自成系统。

此外，汉字的输入输出、图形的打印、中文的文书编辑等等，都是非常有用的知识。但这部分内容与全书的联系不是很紧，所以放到实习指导中。教师可以根据具体情况安排它们，建议在第二章讲完 DOS 之后就讲 CCDOS 和中文的 WordStar。

6、为了提高程序的可读性，例题和习题中的注释都采用中文。为了便于自学，除上机实习指导之外，书后还给出了习题参考答案、编译时错误和运行时错误的详细说明。

本书的编写工作得到了中国科技大学罗晓沛教授的鼓励和指导，我们在此表示衷心的感谢。虽然我们给本书提出了较高的要求，实现起来还是十分困难。本书难免存在缺点和错误，欢迎读者批评指正。

北京大学计算机系 丁文魁

北京地质管理干部学院 余平

一九八九年九月

Turbo Basic 简介

虽然 BASIC 语言以其简单易学的特点受到广大微机用户的欢迎，但也有一些缺点：采用解释方式，程序执行速度慢；可支配的内存小，只限于 64K，搞不了大一些的工作；最严重的是以前的 BASIC 都是非结构化的，不适于进行结构化程序设计，有些人学了 BASIC 之后，养成了坏的程序设计习惯，写出的程序结构混乱，难读、难懂、难维护。

但是这些现象正逐渐地成为历史，近几年 PC 机上出现的新一代 BASIC 可以编译执行，可以支配 640K 的内存，也适于进行结构化程序设计，用它们可以写出易读、易懂、易于调试而且易于维护的好程序。Turbo Basic 就是这样一种语言，它有一些突出的优点：

1、与 PC BASIC 的兼容性很好

用 PC BASIC 编制的绝大多数程序，不经任何修改就可在 Turbo Basic 中运行(本书把 PC 机上的磁带 BASIC、磁盘 BASIC、先进 BASIC 和 GWBASIC 统称为 PC BASIC)。

2、提供了良好的程序设计环境

将编辑、编译、运行、追踪等功能结合成一个完整的工作环境，大大地缩短了调试程序的时间，这是 Borland 公司的 Turbo 系列的几个产品的共同特点。

3、扩充了语言能力

除了 IF / THEN / ELSE、WHILE / WEND、FOR / NEXT 等控制结构外，增加了 IF / END IF 等块结构语句。

可以定义多行函数和过程，其中的变量可以是全局变量、局部变量或静态变量。调用函数或过程时允许传递参数，允许递归调用。

增加了一种二进制格式的数据文件，提高了处理各种文件的能力。

改进了图形功能，可以重新定义屏幕上的图形坐标系统，使得函数图形的绘制工作变得非常容易。可以用图案填充封闭区域，可以用虚线绘图。

4、其它优点

是编译型语言，而且自动支持 8087 协处理器，程序执行速度快。

可以支配 640K 的内存。每个数组可长达 64K，允许有多个 64K 的数组，可以使用动态数组，可以同时说明数组的上界和下界。

可以直接调用磁盘上的 .COM 文件，可以调用 DOS 和 BIOS 中的中断，可以在程序中插入机器代码。程序中可以随时加入空行和注释以便提高程序的可读性。程序中可以使用标号，行号可有可无，行号的实质是标号。

采用 IEEE(美国电气电子工程师协会)标准的浮点格式，而不是 Microsoft 公司的浮点格式，因此双精度数的范围可在 10^{-307} 和 10^{308} 之间。内部超越函数的值是双精度的，具有长达 16 位的数字。增加了一种长整型的数据类型，可以处理长达十位的整数。

编辑命令丰富，它们是 WordStar 的子集，能方便地在程序中进行字符串查找或替换，可以把程序中的任何一段单独存入磁盘，也可以把磁盘文件插入程序中的指定位置。

综上所述，Turbo Basic 与 PC BASIC 兼容、调试程序快、程序执行快、可支配的内存多、图形功能强。更重要的是，它是结构化程序设计语言，用它可以编写结构化、模块化的程序，能完成较复杂的工作，它使得程序更容易编写、更容易调试、更容易阅读也更容易维护，因而也易于教和学。Turbo Basic 已经汉化，在上机实习指导中对其用法做了介绍。

目 录

第一章 有关计算机的一些知识	1
§ 1 计算机的概况	1
§ 2 二进制代码	2
§ 3 计算机的组成	5
§ 4 计算机的语言	7
§ 5 硬件和软件	9
§ 6 用计算机解决实际问题的过程	9
第二章 磁盘操作系统简介	11
§ 1 磁盘和磁盘文件	11
§ 2 DOS 简介	13
第三章 Turbo Basic 的程序格式和工作环境	18
§ 1 Turbo Basic 的程序格式	18
§ 2 Turbo Basic 的工作环境	20
§ 3 Turbo Basic 的编辑器	23
第四章 Turbo Basic 基础	27
§ 1 数据和数据类型	27
§ 2 标准函数	31
§ 3 已学过的几个语句的完整格式	34
§ 4 PRINT 语句	36
§ 5 PRINT USING 语句	38
§ 6 INPUT 语句	39
§ 7 READ / DATA 语句	40
§ 8 三种提供数据的语句的比较	41
§ 9 程序设计初步	42
第五章 循环结构	46
§ 1 流程图	46
§ 2 关系表达式和逻辑表达式	48
§ 3 当型循环——WHILE / WEND 语句	50
§ 4 步长型循环——FOR / NEXT 语句	56
§ 5 程序的质量标准	59
§ 6 循环语句应用举例	60
第六章 选择结构与 GOTO 语句	69
§ 1 单一条件的选择结构——IF 语句	69
§ 2 在程序中实现暂停的方法	71
§ 3 多条件的选择结构——IF 块语句	72
§ 4 GOTO 语句	74
§ 5 程序的正确性、结构和风格	75

§ 6 有关浮点数的几个问题	77
第七章 数组	80
§ 1 数组和下标变量	80
§ 2 一维数组应用举例	84
§ 3 二维数组应用举例	91
§ 4 对屏幕显示的改进	94
§ 5 静态数组和动态数组	96
第八章 子程序和单行自定义函数	100
§ 1 子程序	100
§ 2 简单的自定义函数——单行函数	104
§ 3 迭代算法	105
第九章 过程和多行函数	111
§ 1 过程	111
§ 2 过程应用举例	117
§ 3 多行函数	126
§ 4 递归	130
§ 5 模块化程序设计	133
第十章 磁盘文件	137
§ 1 程序文件	137
§ 2 数据文件的概念	138
§ 3 带定界符的顺序文件	139
§ 4 带定界符的顺序文件应用举例	142
§ 5 无定界符的顺序文件	146
§ 6 无定界符的顺序文件应用举例	149
§ 7 二进制文件 (Binary File)	154
§ 8 二进制文件应用举例	155
§ 9 随机文件	160
第十一章 图形	164
§ 1 有关概念	164
§ 2 文本方式	167
§ 3 高分辨率图形方式	170
§ 4 中分辨率图形方式	173
§ 5 在 PC BASIC 的物理坐标系中绘图	175
§ 6 Turbo Basic 增加的图形功能	177
§ 7 函数图形	183
§ 8 统计图形	191
第十二章 事件捕获和错误捕获	199
§ 1 事件捕获	199
§ 2 错误捕获	203

第十三章 程序结构和程序的逐步展开	208
§ 1 软件经验	208
§ 2 程序结构和 GOTO 语句	209
§ 3 逐步求精的设计方法	213
上机实习指导	219
实习指导之一 键盘介绍	219
实习指导之二 DOS 的启动和应用	220
实习指导之三 使用 Turbo Basic 的基本过程	222
实习指导之四 字符的打印输出	223
实习指导之五 屏幕图形的打印输出	223
实习指导之六 CCDOS 与汉字输入法	224
实习指导之七 中文 WordStar 简介	225
实习指导之八 Turbo Basic 与汉字	227
习题参考答案	228
附 录	247
附录一 DOS 目录系统简介	247
附录二 错误信息	248
附录三 关于数值的处理	253
附录四 Turbo Basic 的字符集	256
附录五 Turbo Basic 的保留字	257
附录六 ASCII 码表	258
Turbo Basic 参考手册 (语句和函数)	259

第一章 有关计算机的一些知识

§ 1 计算机的概况

最初，计算机是为了帮助人们完成复杂的计算工作而研究出来的一种工具，算盘、计算尺等都是计算工具。但是真正能进行高速、高精度计算，并可以由程序自动控制其执行过程的计算工具是电子计算机。通常人们认为 1946 年在美国研制成功的“ENIAC”是世界上第一台电子计算机。这台计算机用了近 19000 个电子管，耗电 150 千瓦，占地 167 平方米，每秒可以作 5000 次加法。

四十多年来，电子计算机的发展非常迅速。从硬件上看，经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路四代。总的趋势是体积越来越小，功能越来越强，成本和价格越来越低。既出现了运算速度高达每秒十亿次的巨型机，又出现了大量的微型机。近几年来我国微型机的普及速度很快，许多单位都有了 IBM-PC 机或长城 0520 机，这种微机以其良好的性能/价格比深受用户欢迎。从程序设计使用的语言上看，由机器语言、汇编语言发展到高级语言。

使用计算机的数量和水平不仅是一种机器、仪器是否先进的一种标志，也是一个企业、一个国家发展水平的标志。由于计算机具有运算速度快、精确度高、存储量大等特点，又有逻辑判断能力，所以被广泛地用于科技、军事、自动控制、经济管理和行政管理等各个领域。据统计，其应用范围已超过五千多种，而且还在扩大。计算机的应用大致可以分为以下几个方面：

1、科学计算。这是计算机应用的传统领域。虽然有的计算不用计算机也能完成，但速度和精度都难以满足要求。例如气象预报要涉及大量的复杂计算，不用计算机需几个月才能完成，也就是说几个月后才能预报明天的天气，当然不行。使用计算机只需几十分钟就能得出结果。

2、企业管理。国内外许多先进企业的经验表明：使用计算机后可以降低成本，缩短生产周期，节省能源和原材料。据统计，工业发达国家用于各种管理的计算机约占计算机总数的 80%。在西德，五千人以上的企业大部分都使用计算机管理。

3、自动控制。火箭、宇宙飞船、各种机器和仪器以及生产过程的自动控制都要使用计算机。例如某年产量五百万吨的钢铁厂，原有职工一万五千人，采用计算机自动控制生产后只需四千人，而且质量显著提高。

此外，计算机还可以帮助人们进行图书检索、资料统计、计划编制、辅助设计、排版印刷、图象处理、人工智能研究和自然语言处理等工作。

综上所述，计算机的经济效益、社会效益和对科学技术的促进作用是非常显著的。但并不是每台计算机都具有上述全部功能，计算机具有什么样的功能是由它的硬件设备和为它开发的软件决定的，它们之间的差别非常大。计算机大致可分为电子模拟计算机和电子数字计算机两类，此外还有通用机和专用机之分。本书介绍的是通用的电子数字计算机。

§ 2 二进制代码

由于技术上的原因,信息进入计算机后都要按二进制进行编码,即机器代码。本节先对十进制、二进制、十六进制做一个简单的介绍(只讨论零和正整数的情况),然后引入机器代码的概念,最后介绍 ASCII 码。

一、进位记数法

不论你是否意识到,在谈到一个数时总要用一种数制。例如一辆自行车的价格是 289 元,用的就是十进制。我们太熟悉十进制了,以至于认为只有用十进制表示数才最合理。其实这完全是个习惯问题,从理论上讲,各种数制的地位是一样的。如果从小就习惯了另外一种数制,同样也会觉得十进制数很别扭。例如说一节课用了 50 分钟,使用的是六十进制。如果某人说一节课用了 3000 秒,我们就会听不惯,而 3000 秒倒是用的十进制。下面介绍十进制、二进制、十六进制这三种记数法。

1、十进制记数法

十进制记数法的第一个特点是要使用十个数字符号:

0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。

所有的十进制正整数都可以由这十个符号组成,那么怎样用这十个符号表示大于 9 的数呢?十进制记数法采用了“位值”记数法。也就是说,同样一个符号所表示的数不仅与这个符号有关,而且还与其所在的位置有关。这里的“位置”指个位、十位、百位、千位等等,不同位的值不一样。位值也叫做“权”。例如 1111 这个数中的四个 1 的含义就都不一样,它们分别表示 1000、100、10 和 1。因此,1111 的实际含义为:

$$1111 = 1 \times 1000 + 1 \times 100 + 1 \times 10 + 1$$

$$\text{而 } 2085 = 2 \times 1000 + 0 \times 100 + 8 \times 10 + 5$$

所以按位值记数是十进制记数法的第二个特点。十进制数第 n 位的位值是 10^n ,这也就是所谓的“逢十进一”。因此,每个十进制正整数 D 都可以表示为:

$$D = D_n D_{n-1} \cdots D_1 D_0 = D_n \times 10^n + D_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + D_1 \times 10 + D_0 \quad \text{其中 } 0 \leq D_i \leq 9 \quad \textcircled{1}$$

例如对 2085 来说, $n=3$, $D_3=2$, $D_2=0$, $D_1=8$, $D_0=5$ 。

2、二进制记数法

二进制记数法只用两个数字符号: 0 和 1。二进制记数法也按位值记数,逢二进一,第 n 位的位值是 2^n 。一个二进制数 B 的含义为:

$$B = B_n \times 2^n + B_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + B_1 \times 2^1 + \cdots + B_1 \times 2 + B_0 \quad \text{其中 } B_i \text{ 等于 } 0 \text{ 或 } 1 \quad \textcircled{2}$$

下表中分别用十进制和二进制表示 0 到 9 这十个数:

十进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
二进制数	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001

可以看出,用二进制的记数方法也可以表示一个数。

3、十六进制记数法

十六进制记数法要用到十六个数字符号:

0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。

也就是说,用A表示十进制的10,用B表示十进制的11,……,也用进位的方法表示大于15的数,逢十六进一,第n位的位值是 16^n 。一个十六进制数H的含义为:

$$H = H_n \times 16^n + H_{n-1} \times 16^{n-1} + \dots + H_i \times 16^i + \dots + H_1 \times 16 + H_0 \quad \text{其中 } 0 \leq H_i \leq F \text{ ③}$$

下表中分别用十进制和十六进制表示0到15这十六个数:

十进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
十六进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

二、三种数制之间的转换

1、二进制数和十六进制数转换成十进制数——按权展开

把一个二进制数按前面的②式展开就得到其相应的十进制数,例如:

$$(1011)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 = 8 + 0 + 2 + 1 = (11)_{10}$$

为清楚起见,我们将转换前、后的数放在括号中,并用下标注明其使用的数制。

同样,把一个十六进制数按③式展开,并将十六进制的数字符号改为十进制的数字符号,就得到相应的十进制数,例如:

$$(3C)_{16} = 3 \times 16 + 12 = 48 + 12 = (60)_{10}$$

2、十进制整数转换为二进制数——除二取余

把一个数写成二进制形式的关键在于得到②式中 B_n 、 B_{n-1} 、……、 B_1 、 B_0 的值。我们把②式的左边改写为:

$$2(B_n \times 2^{n-1} + B_{n-1} \times 2^{n-2} + \dots + B_1) + B_0$$

将其除以2,则余数是 B_0 ,商是括号内的部分,这样就得到了 B_0 。同理,再对商除以2又可以得到 B_1 ,这样反复操作下去,直到商为零时为止,就可以得到各个B的值。

例如将十进制的13转换成二进制数:

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 13} \\ 2 \overline{) 6} \dots\dots 1 \leftarrow B_0 \\ 2 \overline{) 3} \dots\dots 0 \leftarrow B_1 \\ 2 \overline{) 1} \dots\dots 1 \leftarrow B_2 \\ 0 \dots\dots 1 \leftarrow B_3 \end{array}$$

所以 $(13)_{10} = (1101)_2$

3、二进制数与十六进制数之间的相互转换——四位对一位

由于每四位二进制数都严格地对应着一位十六进制数,所以二进制数与十六进制数之间的相互转换非常容易,例如:

$$(3F)_{16} = (0011 \ 1111)_2$$

我们介绍一点二进制和十六进制知识的原因是：计算机内使用二进制代码，但是人们书写时嫌其位数太多，不方便，常常写成十六进制的形式。通常也不采用上述带括号的表示法，而只是简单地在该数的后面加一个字母 H，以表示这是一个十六进制数，例如上面的这个十六进制数可写为：3FH。H 是英文 Hexadecimal(十六进制)的头一个字母。

三、代码

在某些情况下，传统的信息表示法不能适应工作的需要，而要采用数字符号对信息进行编码，众所周知的一个例子就是电报码。我们收到的电报上的每个汉字上都打印有四位一组的数字，这组数字就是那个汉字的代码，叫电报码，电报码本上有每个汉字的代码。发电报时，电报员把汉字变为代码，这个工作就叫编码。收到电报后，电报员再把代码翻译成汉字，这个工作叫译码。电报码用的是十进制的数字符号。

注意：虽然代码用数字符号表示，却与数学里的数不一样，两个电报码相乘没有意义。

四、机器代码

要计算机处理的信息也需进行编码，指令、字母、数字、符号都要进行编码。计算机内部用二进制的数字符号进行编码，叫二进制代码。换句话说，计算机内部只处理由 0、1 符号组成的代码，即机器代码。

计算机内采用二进制代码而不采用十进制代码的原因很简单：只有两种稳定状态的物理元件容易制造、容易处理。举个例子，我们很容易用一盏灯的灭和亮表示二进制的两个数字符号 0 和 1，如果要求表示 0 到 3 这四个数可以用两盏灯，如下图所示：

灯	○	○	○	○	○	○	○
灯的状态	灭	灭	灭	亮	亮	灭	亮
二进制代码	0	0	0	1	1	0	1
表示的数	0		1		2		3

如果要求表示 0 到 9 这十个数，用四盏灯就行了。

如果要用一盏灯表示 0 到 9 这十个数字符号就很困难。也许有人会说，可以用灭表示 0，用有一点亮表示 1，更亮一点表示 2，再亮一点表示 3，……，最亮表示 9。但是怎样区分、处理亮一点和更亮一点呢？

所以计算机内采用二进制代码，当然不是用灯的灭、亮而用电位的高低表示 1 和 0。

电报码是用四位一组的数字符号进行编码，至于实际计算机内采用几位二进制符号进行编码对我们并不重要，因为高级语言的程序员基本不用和机器代码打交道。

五、ASCII 码

美国标准局给常用的 128 个字符(字母、数字符号及控制符号等)提出了一种编码方案：American Standard Code for Information Interchange，即美国信息交换标准代码，简称为 ASCII 码。在计算机的输入、输出设备中常使用这种代码。

其中 0 到 9 这十个数字符号的 ASCII 码为 30H 到 39H，A 到 Z 这 26 个大写英文字母的 ASCII 码为 41H 到 5AH。

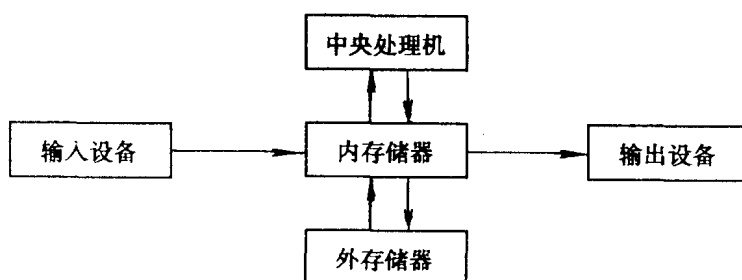
例如一个数 2，不论计算机内部怎样为其编码、怎样存储它，也不管是怎样计算出来

的，只要想让显示器显示出 2，计算机就必须向显示器输出代码 32H。如果把 BASIC 中数值 2 的机器代码直接送往显示器，就会显示出一些谁也看不懂的东西。

在实际工作中经常将这 128 个字符扩展成 256 个，相应的代码叫扩展 ASCII 码。

§ 3 计算机的组成

一、计算机的基本结构



计算机结构示意图

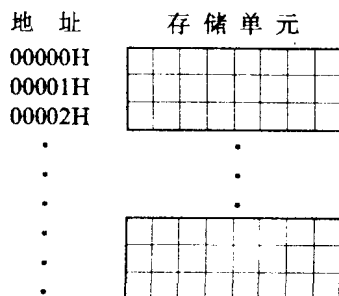
为简单起见，上图中只用箭头表示程序和数据的流向，CPU 对各部分的控制作用没有用线表示出来。

计算机通常由五部分组成：

1、输入设备：程序和数据通过输入设备送到计算机的内存器中。微型机的键盘就是一种输入设备。

2、中央处理机：中央处理机简称 CPU，它包含运算器和控制器。数据的处理、运算都由运算器进行，控制器则对计算机的各个部分进行控制并按程序的要求使计算机执行各种操作。CPU 是计算机的大脑，CPU 功能的强弱是衡量一种计算机性能的最重要的指标。

3、内存器：内存器简称内存，也叫主存。内存与 CPU 一起构成了计算机的主机。计算机将整个内存有规律地划分成许多顺序排列的存储单元，PC 机中以每八个二进制位为一个基本的存储单元，每个存储单元都有统一的、固定的地址。



内存器用于存放程序和数据，让计算机执行的程序和处理的数据都必须先输入到内存中。换句话说，计算机只能执行内存中的程序，只能处理内存中的数据，所以内存的大小是衡量计算机性能的重要指标，内存小的计算机执行不了较大的程序。

程序运行时，CPU 将按照程序的安排，到相应的内存单元中去取指令、取数据，根据

指令的要求进行处理之后，再将结果送回到指定的内存单元中去。

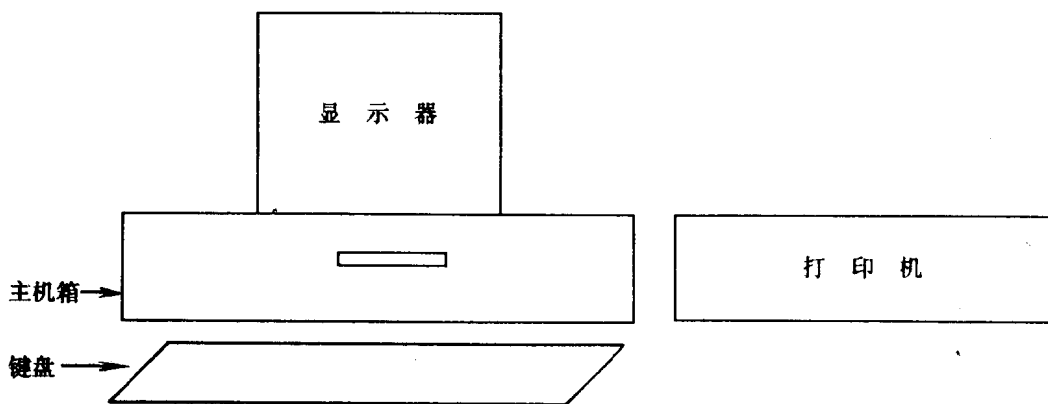
4、输出设备：计算机处理的结果要送给输出设备，显示器和打印机都属于输出设备。

5、外存储器：磁盘和磁带是外存储器，PC机通常只用磁盘。内存中的程序或数据，除了可以送给显示器和打印机外，还可以送到磁盘上以“文件”的形式存储起来，也可以把磁盘上的程序文件或数据文件直接输入到内存储器中(这和录音机的磁带可以存储声音一样)。所以磁盘既可以看作是输出设备，又可以看作是输入设备。

通常我们衡量一篇文章的长短是以一个汉字为最小单位，例如说某一篇文章长三千个字。而计算机内部处理的所有信息都是二进制代码，是由0、1组成的信息，所以对计算机来说，信息量的最小单位是一个二进制位。比位稍大一些的单位是字节(英文是byte)，更大的是千字节(简称为K)，最大的是兆字节(简称为M或兆)。它们的关系如下：

1字节=8位，1K=1024字节，1M=1024K

二、一个实例 -----IBM-PC/XT



CPU 是 Intel 8088

512K 的内存储器

14 英寸的彩色显示器

132 列的宽行打印机

一个 10 兆的硬盘

一个 360K 的软磁盘机

一个 83 键的键盘

主机箱中放有 CPU、内存储器和磁盘机

三、计算机工作的大致过程

先从键盘或磁盘把程序和数据送入计算机的内存，当我们从键盘输入让程序运行的命令后，CPU 就按照内存中程序的安排，从内存中依次把数据取到运算器中进行运算、处理，每次的结果再送回到内存中存放。程序运行结束时，将运行的结果送到显示器显示，或者送到打印机打印，也可以送到磁盘上存起来。

四、内存和外存的比较

1、CPU 只能处理内存中的程序，所以内存的大小对计算机的功能影响很大。例如标准的 PC/XT 的内存是 512K，PC 上的所有英文软件都是以此为依据设计的，运行这些英文软件当然不会有问题。但如果要运行汉化后的这些软件，由于汉字字库要占用较多的内存空间，有时就会出现内存不够的问题，如果将内存扩充到 640K 就不会出问题了。

2、内存是集成电路，如果断电了，内存中的程序和数据都会消失。磁盘上的程序和数据却不会因断电而丢失。所以要长期保存的程序和数据都要存到磁盘上。

3、内存的大小是有限的，而磁盘的数量可以很多，因此外存几乎是无限的。

§ 4 计算机的语言

要使计算机懂得人的意图，能按人的意图工作，就必须解决人与机器交换信息时所用的“语言”问题。

一、机器语言

计算机只能处理由 0、1 符号组成的代码，例如在 PC 机上，

1111 1110 1100 0010

是一条指令，它使计算机内的某个特定的存储单元内的值加 1。指令用来告诉计算机执行一个特定的基本操作，指令的集合就是机器语言。换句话说，机器语言中包括了计算机可以直接执行的全部操作。不同的计算机的机器语言不一样。早期的计算机上只有机器语言，那时人们不得不用这种代码编程序，显然这是件十分枯燥烦人的工作，而且极易出错。

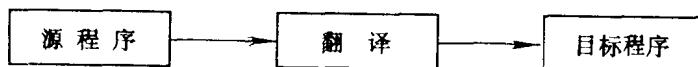
二、汇编语言

为了克服机器语言的上述缺点，人们设计了汇编语言。在汇编语言中采用一些助记符代替机器码，这些助记符通常是英文单词的头几个字母，数字记为十进制数或十六进制数，例如 PC 机上有这样一条机器指令：

00000011 11000001 其作用是让两个寄存器 AX 与 CX 的值相加，结果放在 AX 中。用汇编语言则描述为：

ADD AX, CX

显然用汇编语言写程序比用机器语言容易得多。当然计算机还是只能执行机器语言的程序，为此，人们设计出一种把汇编语言程序翻译成机器代码程序的专用程序，运行这个专用程序就可以让机器自动地完成翻译工作。对这种翻译工作而言，翻译前的程序叫源程序，翻译后的程序叫目标程序。



汇编语言中的符号指令与机器语言中用 0、1 构成的指令基本是一一对应的。因此，它们都是面向机器的，属于“低级”语言。

三、高级语言

由于低级语言与人类的自然语言差别很大，非计算机专业的人学起来还是很困难，人们又发明了“高级”语言。在用高级语言描述的程序中不是一条一条的指令，而是一句一句的语句，一个语句对应着若干条机器指令，因此程序量大大减少。此外，高级语言的语句针对问题处理的过程或算法，程序中的安排与人们平常处理问题的方法接近，高级语言的程序员通常不必考虑计算机内部具体的组织结构，程序要好写得更多。因此高级语言也被称为面向过程的语言或算法语言。广大非计算机专业的人员能够使用计算机应归功于高级语言。

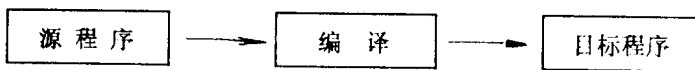
高级语言的另一个优点是脱离具体机器，有统一的标准。所以用高级语言为某种机器写的程序很容易移植到其它机器上去。

世界上出现的第一种高级语言是 1957 年在美国研制的 FORTRAN。现在世界上已经出现几百种高级语言，其中流行的有几十种，最常用的有 FORTRAN、PASCAL、COBOL、BASIC 等，这些语言各有所长。COBOL 适合于商业，PASCAL 适于计算机专业的教学，FORTRAN 擅长于科学计算，BASIC 适于初学者。这些语言也在不断地发展，BASIC 原来是从 FORTRAN 简化来的，现在功能越来越强，已成为微机上的最重要的语言之一。

四、编译方式和解释方式

用高级语言写的源程序也要翻译成机器语言的目标程序后才能被机器执行，翻译工作由专用程序自动完成，但这种翻译有两种方式：一种叫编译方式，一种叫解释方式。

编译方式：一次性地把源程序全部翻译成目标程序，以后就可以直接运行目标程序。



解释方式：执行时把源程序调入内存，然后翻译一句，执行一句。

这种翻译过程和我们要看一篇英语文章类似：编译方式相当于笔译，一次性地翻译之后就不必看原文了；而解释方式相当于口译，每次想看这篇文章都要重新翻译一遍。

显然解释方式比编译方式慢得多。不论解释方式还是编译方式，在翻译过程中都自动地检查源程序中的语法错误。解释方式下检查一句、翻译一句、执行一句，如果某个程序只是最后输出结果的语句错了，那么前面的所有工作都白费了。在编译方式下，先不执行程序，而是在翻译整个源程序的同时进行语法检查。考虑到实际上翻译程序用的时间比执行程序用的时间要少得多(例如 Turbo Basic 每分钟可编译上千个语句)，解释方式的缺点就更突出了。通常 FORTRAN、COBOL、PASCAL 等高级语言都采用编译方式，而 BASIC 多数都采用解释方式，但是 Turbo Basic 是采用编译方式。

五、语言和程序

程序是用计算机的语言写的，低级语言和高级语言都可以用于写程序。程序和语言的关系就象一篇文章与汉语的关系一样：文章是用汉语写的，但一篇文章和汉语是两回事。

§ 5 硬件和软件

一个完整的计算机系统包括硬件和软件两个部分。

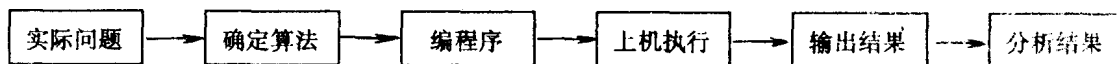
硬件：指机器设备。输入/输出设备、中央处理机、内/外存储器都属于硬件。

软件：软件是相对于硬件而言的，它包括机器运行所需的各种程序及有关资料。如操作系统、各种语言、各种程序、资料等等。操作系统、语言、程序等软件通常存放在磁盘上，使用时要从磁盘上调入计算机的内存储器。没有软件的计算机是无法工作的。

§ 6 用计算机解决实际问题的过程

要解决工程中的问题，首先要把实际问题归纳为数学问题，即提出数学模型。许多数学模型难于求解，需要用各种数学手段对它进行化简，得出近似计算公式。从实际工程问题到得出近似计算公式的过程叫确定算法。

解决非工程领域的问题，首先也要确定算法。例如进行人口普查，就要解决如何收集数据、存储数据和处理数据的问题。下图表示了用计算机解决实际问题的过程：



从这个流程可以看出几个问题：

1、计算机只做上机执行和输出结果这两步，其它工作都要由人做，所以，认为计算机能自动地解决实际问题的看法是错误的。

2、寻找好的算法并根据算法编制程序是件困难的事，需要程序员和专业人员的共同努力。许多人只看到计算机运行程序时快速、准确、自动的一面，而往往忽视了编制程序时工作的艰苦性，因而在计划软件开发时，经常对所需的人力、物力估计不足。

3、上面流程中的每一步都可能出错(机器本身很少出错)。计算机运行时可以自动地检查出程序中的语法错误，但是不能查出算法的错误。例如在应该是加号的地方用了减号，计算机就会做减法，也会输出结果，但这是错误的结果。所以对输出结果进行分析检查是必不可少的一步。如果自己编程序，要保证上述各个环节是正确的；如果使用别人编制的程序，就要对程序提供的各种功能进行测试，不应盲目地相信计算机的结果。

本章小结

本章对计算机的硬件、软件做了初步介绍，下面列出应该掌握好的一些概念：

机器代码：计算机内部采用的二进制代码。

源程序：用高级语言或汇编语言写的程序。人们常用高级语言写程序。

机器指令代码程序：用机器指令代码编写的程序，计算机只能执行这种程序。

编译(Compile)：把高级语言的程序翻译成机器指令代码程序的过程叫编译，编译前的程序叫源程序，编译后生成的程序叫目标程序。编译由专用程序自动完成。

ASCII 码：美国信息交换标准代码。