



中等职业学校电子信息类教材 计算机技术专业

BASIC 语言程序设计 (第2版)

章兴敏 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



中等职业学校电子信息类教材(计算机技术专业)

BASIC 语言程序设计(第2版)

章兴敏 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

《BASIC 语言程序设计》作为中等职业学校电子信息类计算机技术专业教材,自第 1 版以来,获得了广大读者的欢迎。为了适应信息技术的发展和计算机基础知识教学的需要,重新编写了第 2 版。

在第 2 版中,调整了全书的布局结构,分为上篇、下篇两部分。上篇以 GWBASIC 版本为载体,介绍 BASIC 语言的基础知识及程序设计,将结构化程序设计的思想贯穿于教学中,并简单介绍其绘画、音乐功能及数据文件。在下篇中,根据每一章节的内容,有针对性地选编了许多实用性和趣味性的实习,加大了上机时间,突出了结构化程序设计的思维、方法和能力的培养。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

BASIC 语言程序设计/章兴敏编著. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2003. 1
中等职业学校电子信息类教材. 计算机技术专业
ISBN 7-5053-7617-9

I. B… II. 章… III. BASIC 语言—程序设计—专业学校—教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 093240 号

责任编辑:洪国芬

印 刷:北京天宇星印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:296 千字

印 次:2004 年 4 月第 4 次印刷

印 数:20100 册 定价:14.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

本书由全国中等职业学校电子信息类教材工作领导小组和编审委员会推荐出版。

全书分上、下两篇,上篇为理论部分,分8章,第1~6章为基本 BASIC 语言部分,这是教学的基础和重点内容,第7章简单介绍 BASIC 语言的绘图和音乐功能,第8章介绍数据文件;下篇为实践部分,分9章,第10~16章是对应上篇理论知识每一章的实习,第17章介绍了实用程序的编写。

本书由浅入深、由易到难、循序渐进,融通俗性、实用性、技巧性于一身,比较系统、全面地介绍了 BASIC 语言的基础知识及程序设计,将重要的知识点融于实例当中,突出了结构化程序设计的思维、方法、能力的培养,加大了实习的内容和上机时间。基础知识的讲授与上机实习的比例约为5:4,书中精选了大量的例题供同学们分析、参考。教师在教学时可按教材的编写顺序教学,也可授完一章理论知识就讲解相应章节的实习内容。

本书主要按 GWBASIC 版本来编写,所有的程序均已调试运行通过。由于 BASIC 语言的命令较多,在本书中不可能全部讲解,所以在书后的附录中列出了 BASIC 语言的全部命令、语句、函数以及各种出错代码,便于使用时查阅。

本书由章兴敏老师编写,合肥工业大学葛志煜副教授审核。在编写过程中得到了陈国荣、方冰、章振华、阚红星、刘王军、汪洋等各位老师的大力支持,在此表示感谢。

由于编者水平有限,教材中的错误和疏漏在所难免,恳请师生及广大读者批评指正。

编 者
2002 年 10 月

目 录

上篇 理论部分

第 1 章 计算机基础知识	(1)
1.1 计算机的发展与应用	(1)
1.1.1 计算机的发展	(1)
1.1.2 计算机的特点	(2)
1.1.3 计算机的应用	(2)
1.2 计算机系统的组成	(3)
1.2.1 计算机硬件	(3)
1.2.2 计算机软件	(6)
1.2.3 微型计算机的主要性能指标	(6)
1.3 计算机中数的表示方法	(7)
1.3.1 十进制数的表示	(7)
1.3.2 二进制数的表示	(7)
1.3.3 其他进制	(8)
1.3.4 信息的编码表示——ASCII 码	(9)
1.4 计算机语言及程序设计	(9)
1.5 框图与程序的基本结构	(10)
1.5.1 框图	(10)
1.5.2 程序的基本结构	(11)
1.6 键盘及指法	(12)
1.6.1 键盘	(12)
1.6.2 指法	(14)
习题 1	(15)
第 2 章 BASIC 语言基础	(16)
2.1 BASIC 语言的特点及其程序的组成	(16)
2.1.1 BASIC 语言简介	(16)
2.1.2 BASIC 语言的特点	(16)
2.1.3 BASIC 程序的构成	(17)
2.2 BASIC 的常用命令	(17)
2.2.1 BASIC 的启动和退出	(17)
2.2.2 BASIC 常用命令	(18)
2.2.3 在 BASIC 程序编辑过程中要用到的命令	(20)
2.3 字符集、常量、变量、表达式	(20)

2.3.1	BASIC 语言的基本字符集	(21)
2.3.2	常量	(21)
2.3.3	变量	(22)
2.3.4	表达式	(23)
2.4	BASIC 标准函数	(26)
2.4.1	数值函数	(27)
2.4.2	字符函数	(27)
习题 2		(29)
第 3 章	顺序结构的程序设计	(30)
3.1	输入语句	(30)
3.2	输出语句	(35)
3.3	自定义函数	(41)
习题 3		(42)
第 4 章	选择结构的程序设计	(44)
4.1	无条件转向语句	(44)
4.2	IF...THEN 语句	(46)
4.3	IF...THEN...ELSE 语句	(48)
4.4	开关语句	(50)
4.5	子程序	(51)
习题 4		(53)
第 5 章	循环结构的程序设计	(54)
5.1	由条件语句构成的循环	(54)
5.2	FOR/NEXT 语句	(55)
5.3	WHILE/WEND 语句	(60)
5.4	多重循环	(62)
习题 5		(65)
第 6 章	数组	(66)
6.1	数组和下标	(66)
6.1.1	数组与数组元素	(66)
6.1.2	下标	(67)
6.2	数组说明语句	(68)
6.2.1	数组说明语句	(68)
6.2.2	数组清除语句	(70)
6.3	二维数组	(70)
6.4	统计与分类	(72)
6.5	排序	(74)
6.5.1	顺序比较排序法	(75)
6.5.2	冒泡法	(77)
6.6	检索	(79)
习题 6		(80)

第 7 章 图形显示和音乐	(82)
7.1 屏幕显示方式和颜色的选择	(82)
7.1.1 屏幕显示方式	(82)
7.1.2 屏幕选择语句	(83)
7.1.3 颜色选择语句	(84)
7.1.4 屏幕清除语句	(85)
7.2 画点与画线语句	(85)
7.2.1 画点语句	(85)
7.2.2 画线语句	(86)
7.3 画圆、画弧、画椭圆及涂色语句	(87)
7.3.1 画圆、画弧、画椭圆语句	(87)
7.3.2 涂色语句	(88)
7.4 动画技术	(89)
7.4.1 点线的运动	(89)
7.4.2 取图、写图语句	(90)
7.5 声响和音乐语句	(92)
7.5.1 发声语句	(92)
7.5.2 音响语句	(92)
7.5.3 音乐语句	(93)
7.6 应用实例	(95)
习题 7	(97)
第 8 章 数据文件	(98)
8.1 数据文件的基本概念	(98)
8.1.1 数据文件的结构	(98)
8.1.2 数据文件的种类	(99)
8.1.3 内存缓冲区	(99)
8.1.4 数据文件的使用过程	(99)
8.2 顺序文件的使用	(100)
8.2.1 顺序文件的建立或打开	(100)
8.2.2 把数据写入顺序文件	(100)
8.2.3 关闭文件	(102)
8.2.4 顺序文件的读取	(102)
8.3 随机文件的使用	(103)
8.3.1 随机文件的特点	(103)
8.3.2 随机文件的打开与关闭	(103)
8.3.3 FIELD 语句	(104)
8.3.4 随机文件的写操作步骤	(104)
8.3.5 随机文件的读操作步骤	(107)
习题 8	(108)

下篇 实践部分

第 9 章 计算机基础知识实习	(109)
实习 1 开/关计算机	(109)
一、实习目的	(109)
二、实习内容	(109)
实习 2 键盘的使用	(109)
一、实习目的	(109)
二、实习内容	(110)
第 10 章 BASIC 语言基础实习	(111)
实习 1 BASIC 命令操作	(111)
一、实习目的	(111)
二、实习内容	(111)
实习 2 函数及表达式的应用	(112)
一、实习目的	(112)
二、实习内容	(112)
第 11 章 顺序结构的程序设计实习	(114)
实习 1 输入/输出语句	(114)
一、实习目的	(114)
二、实习内容	(114)
实习 2 顺序结构的程序设计	(115)
一、实习目的	(115)
二、实习内容	(115)
第 12 章 选择结构的程序设计实习	(117)
实习 1 IF...THEN 结构	(117)
一、实习目的	(117)
二、实习内容	(117)
实习 2 IF...THEN...ELSE 结构的程序	(119)
一、实习目的	(119)
二、实习内容	(119)
实习 3 子程序	(120)
一、实习目的	(120)
二、实习内容	(120)
第 13 章 循环结构的程序设计实习	(123)
实习 1 FOR/NEXT 循环	(123)
一、实习目的	(123)
二、实习内容	(123)
实习 2 WHILE/WEND 语句	(124)
一、实习目的	(124)

二、实习内容	(124)
第 14 章 数组实习	(125)
实习 1 数组	(125)
一、实习目的	(125)
二、实习内容	(125)
实习 2 数组在其他方面的应用	(127)
一、实习目的	(127)
二、实习内容	(127)
第 15 章 绘图与音乐程序设计实习	(131)
实习 1 画线、矩形	(131)
一、实习目的	(131)
二、实习内容	(131)
实习 2 画圆、画弧与画椭圆	(133)
一、实习目的	(133)
二、实习内容	(133)
实习 3 动画设计	(134)
一、实习目的	(134)
二、实习内容	(134)
实习 4 音乐程序设计	(136)
一、实习目的	(135)
二、实习内容	(136)
第 16 章 数据文件程序设计实习	(137)
实习 1 顺序文件	(137)
一、实习目的	(137)
二、实习内容	(137)
实习 2 随机文件	(143)
一、实习目的	(143)
二、实习内容	(143)
第 17 章 成绩管理系统	(146)
一、实习目的	(146)
二、实习内容	(146)
附录 A ASCII 字符代码	(165)
附录 B BASIC 语言汇集	(167)
附录 C BASIC 语言程序出错信息表	(173)
附录 D BASIC 语言的保留字	(175)

上篇 理论部分

第 1 章 计算机基础知识

1.1 计算机的发展与应用

人类在同大自然的斗争中，创造并逐步发展了计算工具。电子计算机是一种现代化的计算工具，是一种能够高速自动进行大量算术运算和逻辑运算的电子设备。电子计算机的发明，是 20 世纪最伟大的工业革命成果之一。今天，计算机的应用已经渗透到包括日常生活在内的社会各个领域，对人类社会的发展产生了深远的影响，正在改变着人们的工作方式、学习方式和生活方式，它有力地推动着人类社会的进步。

1.1.1 计算机的发展

世界上第一台电子计算机“ENIAC”于 1946 年 2 月在美国宾夕法尼亚大学研制成功。半个多世纪以来，计算机以十分惊人的速度发展着，并且发展的势头越来越迅猛。到目前为止，它已经历了几个发展阶段。根据制造计算机的电子器件的不同，把这个过程分为“四代”。

第一代电子计算机（1946 年~1958 年）以电子管为主要元器件，属于初级阶段。这一阶段的计算机总的特点是体积庞大，运算速度慢，造价高昂，仅应用于科学计算和国防军事。

第二代电子计算机（1959 年~1964 年）以晶体管为主要元器件。相对于第一代电子计算机，它的体积有所缩小，运算速度提高，成本降低，应用范围扩大。在当时它不仅应用于科学计算方面，还扩大到工业控制及事务处理等方面。

第三代电子计算机（1965 年~1971 年）以集成电路为主要元器件。在采用了集成电路以后，电子计算机的体积可以做得很小。体积缩小的同时，可靠性增加，功耗降低，成本减少，运算速度已达到每秒几十万次到几百万次。这个时期电子计算机的外部设备不断完善，计算机的应用逐步社会化。

第四代电子计算机（1971 年以后）以大规模集成电路为主要元器件。对于普通用户来说，电子计算机的普及应用是在第四代计算机诞生以后。随着微电子技术的发展，电子计算机开始采用了大规模集成电路和超大规模集成电路及半导体存储器，形成了微处理器，体积已经可以做得非常小。计算机的运算速度非常高，从刚开始的每秒几千万次到目前的每秒几百亿次，成本更低，能够满足用户的不同要求。因此，它逐渐地应用到社会生活中的每个领域。

根据电子计算机的运算速度的快慢，把电子计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机等几种。随着技术的发展和用户不同的需求，电子计算机正在向巨型化、微型

化、网络化及智能化方向发展。在日常生活中所应用最为广泛的一类计算机是微型机，平常人们也把微型机叫做“电脑”或“PC机”。

随着人类技术的不断进步，第五代计算机正在酝酿过程中，生活中经常能看到一些有关计算机前沿技术的报导，如利用蛋白质制造计算机、神经元计算机等。

我国的计算机事业起步较晚，但发展速度很快，我国自行设计的巨型机“曙光 3000”的运行速度达到每秒 400 亿次。

1.1.2 计算机的特点

电子计算机能够在工作、学习、生活中得到广泛的应用，这与其所具有的特点是密不可分的。下面来分析一下电子计算机具有哪些特点。

1. 运算速度快

一般的计算机的运算速度都达到每秒几百万次到几千万次，最快的能达到每秒几百亿次。计算机的高速运算能力使一些在过去无法完成的事情，现在能很快地完成，如每天的天气预报以及在数以亿计的数据中寻找所需的信息等。

2. 计算精度高

在电子计算机中，由于采用了二进制的数字表示方法，因此使数据的表示、存储和运算都能以很高的精度进行，一般计算机可以有十几位有效数字，同时还可以增加有效位数，使误差控制在允许的范围内，从而可能满足所需的精度要求。

3. 具有记忆能力

计算机中有存储器，可以先把数据、程序存入存储器，再进行计算、处理，最后也可以把结果保存在计算机的存储器中，在需要时随时可以调取。

4. 具有逻辑判断能力

计算机不仅能进行算术运算，还可以运行各种逻辑运算来进行判断和推理。如对多条信息进行比较，计算机根据比较后的结果，会自动确定下一步该做什么，从众多方案中选择最佳方案。

5. 具有自动化工作的能力

计算机的工作、管理是由程序控制的，而且程序可以预先编好存在计算机中，在运行时，它能逐一取出，依次运行，可以不需要人工干预。

1.1.3 计算机的应用

随着计算机的发展，计算机已经广泛应用到工业、农业、交通运输、国防、科研及日常生活等领域，渗透到社会生活的各个方面。并产生一场以它为主导的世界性第三次革命——信息革命。计算机的应用范围已经越来越广泛，归纳起来，计算机应用有以下六个方面。

1. 数值计算

计算机是为科学计算的需要而发明的，因此计算机首先是应用在科学计算方面。天气预报，涉及到大量复杂的计算，要解具有很多个未知数的方程组，若人工计算，每次的数据则需几个月才能完成，而用计算机来运算就能很快解决。

2. 数据处理和企事业管理

企业的经营过程中，大量的原始数据要求在短时间内处理完毕，从而为企业经营活动及时提供可靠的决策依据，然后在决策人员的参与下，做出企业活动的最优选择。

目前，数据处理已成为计算机应用最广、最主要的领域，如国民经济、人口普查、财政金融计划管理、生产的调度与管理等。

3. 实时控制

实时控制就是通过各种仪器、仪表等设备来实时检测、收集所控制对象的数据，经过计算机进行综合、分析、判断、发出命令，对生产过程进行控制的过程。实时控制又称过程控制，经常用于钢铁、石油、化工等生产过程的控制来提高产品的产量和质量，以及卫星、飞船、导弹等飞行物的控制。

4. 计算机辅助设计

计算机辅助设计（CAD）是借助计算机进行设计、绘图的一项专门技术，经常用于大规模集成电路、船舶、飞机、建筑等领域。

5. 计算机辅助教学

计算机辅助教学（CAI）是指在教学中为达到更好的教学效果，把一些在传统教学中难以讲清楚、叙述明白的内容，如化学实验的反应过程，用软件演示出来，让同学们能够更好地理解。

6. 人工智能

人工智能指的是利用计算机模拟人类的智能，代替部分人脑的思考、分析、决策，如它能识别图形、物体等。

1.2 计算机系统的组成

在现代社会的各行各业中都能看到计算机的身影，它在很多领域发挥着巨大的作用。下面，看一看一个完整的计算机系统由哪些部分组成。

一个完整的计算机系统是由计算机硬件和计算机软件组成的，其构成如图 1.1 所示。

1.2.1 计算机硬件

计算机硬件是指组成计算机的各种电子、机械和磁性等装置和部件。硬件是有形的、看得见、摸得着的具体设备。

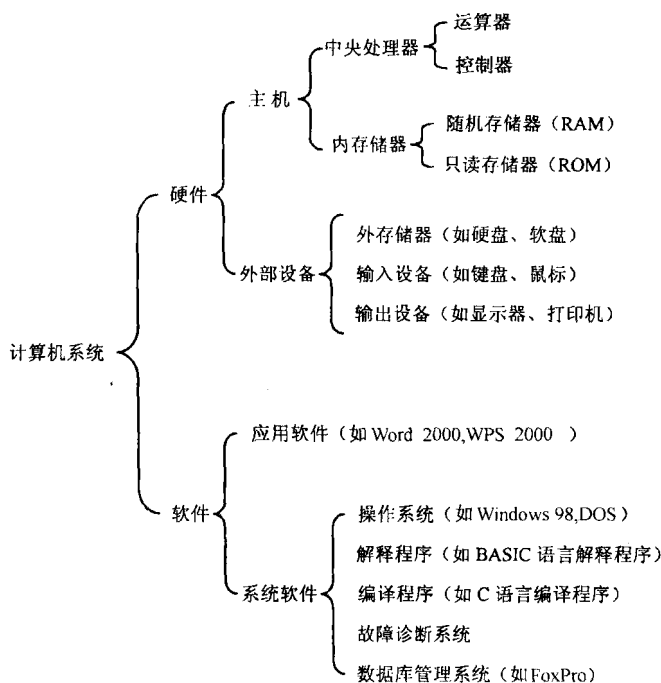


图 1.1 计算机系统的组成

1. 中央处理器

中央处理器（英文名称为 **Center Processing Unit**，缩写为 **CPU**），这是计算机的核心部件。它包含运算器、控制器和寄存器。其中运算器用来对各种信息进行算术运算（加、减、乘、除）和逻辑运算（比较等）；控制器用来控制计算机的自动、连续运行和计算机的各部件之间的协调工作；寄存器用于存储运算过程中的数据。通常运算器、控制器和寄存器做在一块大规模集成电路芯片中，该芯片称为 **CPU**。

计算机中的信息都是由中央处理器来控制 and 运算的，因此处理信息的速度就是衡量中央处理器性能的主要指标。

2. 存储器

存储器像一个“仓库”，是用来存储程序 and 数据的。存储器分为内存储器和外存储器两大类。

内存储器是用来存放原始数据、正在运行的程序、中间数据、最后结果以及系统程序的。它包括随机存储器（**RAM**，就是平常所说的内存）和只读存储器（**ROM**）两部分。**ROM** 中存储的信息一般情况下是不可改变的，只能从中读取信息，不能往里写信息，而且 **ROM** 中的信息在关机时不会丢失，因此常常用来存储系统程序、监控程序。在内存储器中 **ROM** 只占少量部分，大部分是 **RAM**。**RAM** 也叫读/写存储器，即可根据需求随时写入和读出信息的存储器。**RAM** 只有在计算机处于工作状态时才能保存存入的信息，一旦断电，信息就会自动消失，而且无法恢复。因此需要外存储器才能永久地保存信息。

外存储器，它是主机外部的存储器，常见的有软磁盘、硬磁盘等，常用来保存程序 and 数据。外存储器和内存储器相比较有各自的特点（如表 1.1 所示），它们在计算机中有着不

同的用途。

表 1.1 内存储器、外存储器特点比较

类别	速度	关机时	容量	价格
内存储器	快	RAM 中信息丢失	容量小	高
外存储器	慢	不丢失	容量大	低

计算机中存储信息最基本的单位是位(bit)，每个位可以存放一个二进制数，即 0 或 1。每 8 个位称为一个字节(Byte)，如图 1.2 所示。每个字节可以存放一个数字或字符。

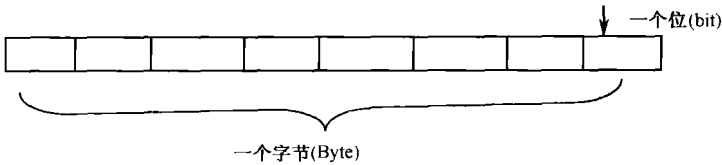


图 1.2 字节与字位示意图

在存储器中有很多这样的存储单元，一个存储器中所含有的存储单元的总数称为存储容量。存储容量越大，能够存储的程序和数据就越多，计算机的功能就越强。通常用千字节(KB)、兆字节(MB)、千兆字节(GB)等来表示。它们之间的换算关系如下（其中 B 是 Byte 的缩写）：

- 1 B=8 bit
- 1 KB=2¹⁰ B=1 024 B
- 1 MB=2¹⁰ KB=1 024 KB
- 1 GB=2¹⁰ MB=1 024 MB

计算机在运行时，是先把外存储器上的程序和数据传输到内存储器后，由 CPU 逐一把它们从内存储器送到 CPU 中执行处理，最后把处理后的结果先送到内存储器，再从内存储器送到外存储器中保存。其数据传输示意图如图 1.3 所示。

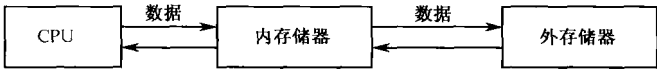


图 1.3 数据在 CPU 与内存储器、外存储器之间的流向图

在一般情况下，为节约成本，选取内存储器的容量时只要能够满足程序的运行要求就可以了，而外存储器的容量就尽量选取大一些。

3. 输入设备

输入设备是用户用于向计算机输入信息的外部设备，如键盘、鼠标等。

4. 输出设备

输出设备是将计算机处理的结果输出给用户的设备，如显示器、打印机等。

1.2.2 计算机软件

软件是相对于硬件而言的，它指存储在计算机存储器上的各种程序和数据。一台计算机如果只有硬件是不能正常运行的，硬件需要软件来指挥做出相应的操作，软件是计算机的灵魂。这好比人一样，是由思维来控制一个人的行为的。

1. 系统软件

专门用来管理计算机本身软件、硬件资源的一些软件，叫做系统软件。它包括操作系统、解释程序、编译程序等，其中最重要的系统软件是操作系统(Operating System)。每一台计算机上都必须有操作系统的存在，常用的操作系统有 DOS, Windows 98, Windows NT 等。

2. 应用软件

应用软件是指为解决问题所编写的程序，如用于文字处理的 Word, WPS 等软件。

用户在使用计算机的过程中，是利用应用软件、系统软件来指挥计算机的硬件做出相应的操作。应用软件、系统软件、硬件与用户之间的关系如图 1.4 所示。

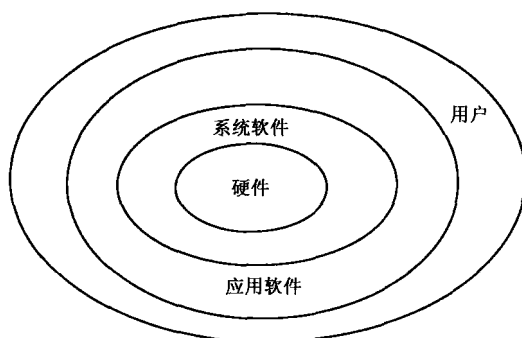


图 1.4 应用软件、系统软件、硬件、用户之间的关系图

1.2.3 微型计算机的主要性能指标

1. 中央处理器的运算速度

运算速度指 CPU 每秒钟所能执行的指令的条数，其单位是次/秒。它是由时钟频率来决定的，时钟频率越高，速度越快。如在日常生活中所说的 P4 1.5，其中 P4 指 CPU 的型号为奔腾 4 代，1.5 指该 CPU 的时钟频率为 1.5 GHz。

2. 字长

由一个或几个字节组成的一个信息存储单元称为字(Word)，计算机的运算与处理是以字为一个整体来进行的。一个字所包含的二进制位数就是字长，平常所说的多少位计算机就是指字长是多少位，如 64 位计算机的字长是 64，即 8 个字节。计算机的字长越长，其性能就越高，计算精度也越高。

3. 内存容量

内存容量是指内存存储器(RAM)存放信息的能力。内存存储器的容量越大,计算机的性能就越高。

4. 软件配置和兼容性

由于使用计算机是通过软件来进行的,因此要充分发挥一台计算机的作用还需要有尽可能完备的系统软件和应用软件。兼容性是指不同机型上的硬件和软件是否可以相互通用。兼容性强会给计算机的使用带来方便。

5. 外围设备和接口配置

外围设备的性能指标主要包括随机配置的硬盘的存储容量、显示器的类型和分辨率等。接口配置主要指可供用户以后扩充或使用某些硬件的扩充槽的数量、类型,如局域网中需要网卡插在扩充槽中。

1.3 计算机中数的表示方法

在电子电路中,电路的开、关是两种最基本的状态,电子计算机中用电路的开、关分别表示 0 和 1。0 和 1 是二进制中的两个基本数字,由 0 和 1 可以组成任何一个二进制数,因此在计算机中是采用二进制来表示各种信息的。

1.3.1 十进制数的表示

十进制数是人们最熟悉的一种数,在日常生活和学习中经常用十进制数来表示数据,十进制数有两个基本特点:

- (1) 有 10 个基本数字 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9。
- (2) 逢 10 进位。

对于一个十进制数,在数学中可采用例 1.1 的方法表示。

例 1.1 $(2002)_{10}=2\times 10^3+0\times 10^2+0\times 10^1+2\times 10^0$ 。

1.3.2 二进制数的表示

二进制数主要有两个特点:

- (1) 有 2 个基本数字 0 和 1;
- (2) 逢 2 进位。

对于二进制数,可以用例 1.2 的方法表示。

例 1.2 $(1111)_2=1\times 2^3+1\times 2^2+1\times 2^1+1\times 2^0=8+4+2+1=(15)_{10}$

对于任何一个二进制数,都可以用如下式子表示:

$$(a_1a_2a_3a_4\cdots a_{n-1}a_nb_1b_2b_3b_4\cdots)_2 \\ = a_1\times 2^{n-1}+a_2\times 2^{n-2}+a_3\times 2^{n-3}+\cdots+a_{n-1}\times 2^1+a_n\times 2^0+b_1\times 2^{-1}+b_2\times 2^{-2}+b_3\times 2^{-3}+b_4\times 2^{-4}+\cdots$$

$a_1, a_2, a_3, \cdots, a_{n-1}, a_n, b_1, b_2, b_3, b_4$ 等的值为 0 或 1。

通过上述过程可知任何一个二进制数都等于某一个十进制数的值。同样的,十进制数

也可以用二进制数表示。

对于任一十进制数，把它转换为二进制数时，要先把十进制数分为两部分：整数部分、纯小数部分，再分别转换为相应的二进制数。

对整数部分，采用除以 2 取余数的方法；对纯小数部分，采用乘以 2 取整数的方法。下面将举例说明。

例 1.3 将十进制数 47.56 用二进制数表示。

解：把 $(47.56)_{10}$ 分成整数部分 $(47)_{10}$ 和纯小数部分 $(0.56)_{10}$ ，分别做相应的转化。

取余数		取整数	
$2 \overline{)47}$	1	$0.56 \times 2 = 1.12$	1
$2 \overline{)23}$	1	$0.12 \times 2 = 0.24$	0
$2 \overline{)11}$	1	$0.24 \times 2 = 0.48$	0
$2 \overline{)5}$	1	$0.48 \times 2 = 0.96$	0
$2 \overline{)2}$	0	$0.96 \times 2 = 1.92$	1
$2 \overline{)1}$	1	$0.92 \times 2 = 1.84$	1
		$0.84 \times 2 = 1.68$	1
		$0.68 \times 2 = 1.36$	1
		$0.36 \times 2 = 0.72$	0
		$0.72 \times 2 = 1.44$	1

从上面的运算过程中，可以得出 $(47)_{10}=(101111)_2$ 。对于纯小数部分，有时无法将其精确地表示成相应的二进制数，这时可根据对数据精度的要求，用近似值替代。对于 $(0.56)_{10}$ ，假定要求小数点后取 6 位，这时 $(0.56)_{10} \approx (0.100011)_2$ ，所以

$$(47.56)_{10}=(47)_{10}+(0.56)_{10}=(101111)_2+(0.100011)_2=(101111.100011)_2$$

1.3.3 其他进制

在使用计算机的过程中，还经常用到十六进制和八进制来表示数据。下面介绍它们与二进制之间的转换关系。

在十六进制中，有 16 个基本数字 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F，其中 A~F 分别代表十进制中的 10~15，它是逢 16 进位。八进制中，有 8 个基本数字 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7，它是逢 8 进位。由于 16 和 8 分别是 2 的 4 次方和 3 次方，因此要将二进制数表示成相应的十六进制和八进制，只需以小数点为起点，向前、向后分别数 4 个或 3 个数字为一组，不够的补 0，再计算出每组对应的数字并合并，即可得相应的十六进制数或八进制数。

例 1.4 将 $(111101.100011)_2$ 转换为相应的十六进制数和八进制数。

解：

$$(111101.100011)_2=(0011\ 1101.1000\ 1100)_2=(3D.8C)_{16}$$

$$(111101.100011)_2=(111\ 101.100\ 011)_2=(75.43)_8$$

在分组过程中，如不够位数，整数部分则在前面补 0，纯小数部分则在后面补 0。

把十六进制数或八进制数转换成二进制数，只需把相应的每位拆成 4 个或 3 个二进制位即可。如 $(3D.8C)_{16}$ ，把 3 拆成 0011，D 拆成 1101，8 拆成 1000，C 拆成 1100，这时就得到 $(111101.10001100)_2$ 。