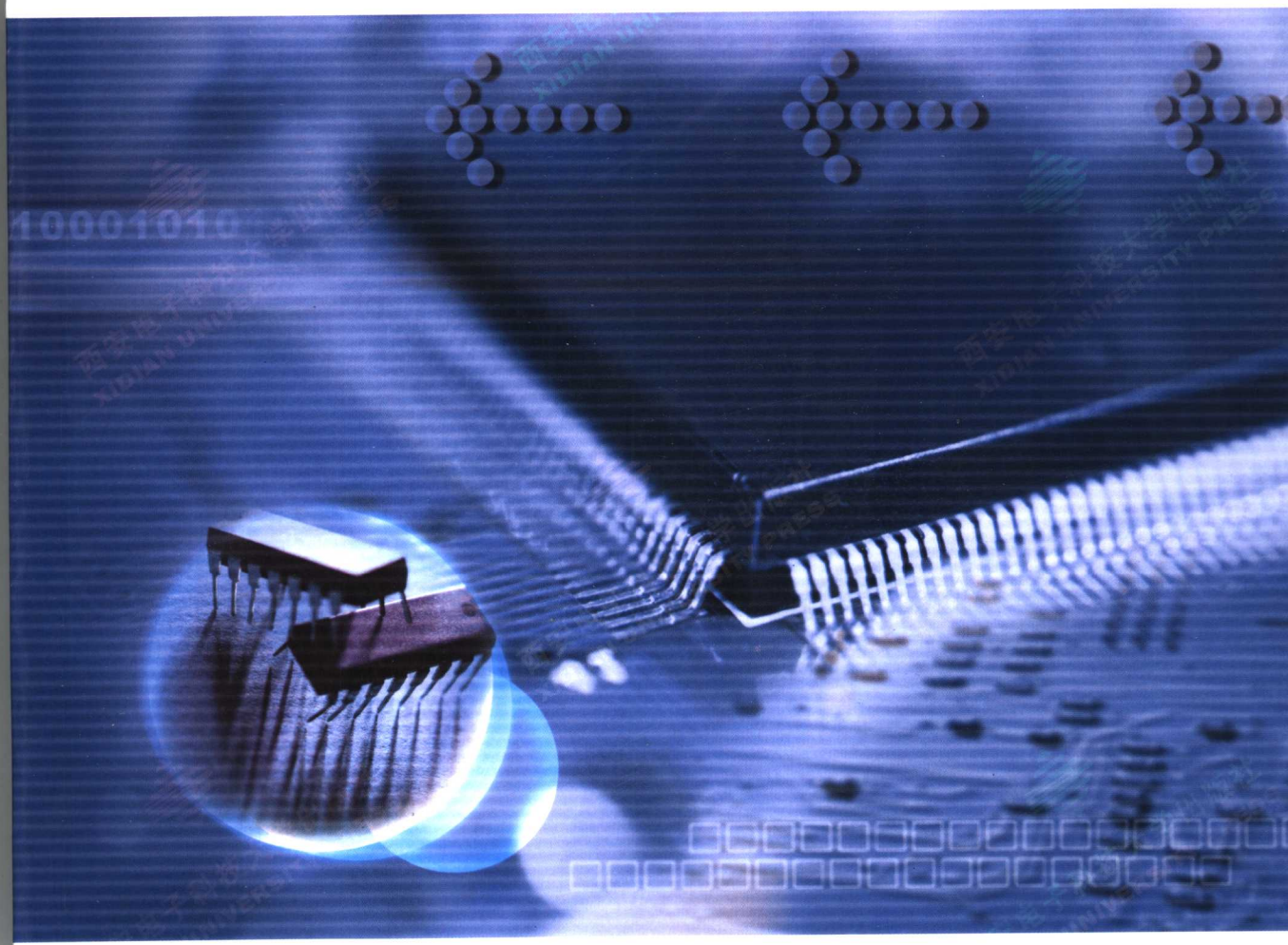
21世纪

高等学校规划教材

C程序设计（第二版）

荣政 胡建伟 邵晓鹏 胡钢伟 王丽娟 编



西安电子科技大学出版社
http://www.xduph.com

21 世纪高等学校规划教材

C 程序设计

（第二版）

荣 政 胡建伟
邵晓鹏 胡钢伟 王丽娟 编

西安电子科技大学出版社
2006

内 容 简 介

本书作为高等院校理工类非计算机专业学生的C程序设计教材，系统地介绍了C语言的基本知识及C程序设计。为了便于读者学习，教材合理取舍内容，以通俗易懂的语言及大量的程序实例，力求把程序设计的学习从语法知识提高到解决问题的能力培养上。

全书共分10章：第一章到第三章介绍计算机的基本知识、程序的开发过程及C语言的基本概念和语法规则；第四章介绍分支结构的C程序设计；第五章介绍循环结构的C程序设计；第六章介绍数组在程序设计中的应用；第七章介绍函数及变量存储类型；第八章介绍指针的概念及使用；第九章介绍结构体和共用体；第十章介绍C语言中的文件。

为了便于读者学习并加强实践环节，本书有配套教学用书《〈C程序设计〉(第二版)学习指导》，内容包括各章节的学习指导、习题和解答，上机实验环境的介绍，上机实验题目及实验指导。

本套书既可作为大专院校非计算机专业学生学习C程序设计语言的教材，也可作为读者自学C语言的参考资料和计算机培训班教材。

图书在版编目(CIP)数据

C程序设计/荣政等编. —2版. —西安：西安电子科技大学出版社，2006.9

21世纪高等学校规划教材

ISBN 7-5606-0906-6

Ⅰ. C… Ⅱ. 荣… Ⅲ. C语言—程序设计—高等学校—教材 Ⅳ. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第086090号

策　　划　马乐惠

责任编辑　王　瑛　马乐惠

出版发行　西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电　　话　(029)88242885　88201467　　邮　编　710071

http://www.xduph.com　　E-mail：xdupfxb@pub.xaonline.com

经　　销　新华书店

印刷单位　陕西天意印务有限责任公司

版　　次　2000年8月第1版　2006年9月第2版　2006年9月第9次印刷

开　　本　787毫米×1092毫米　1/16　印张16.625

字　　数　385千字

印　　数　46 001～52 000册

定　　价　20.00元

ISBN 7-5606-0906-6/TP·0482

XDUP　1177012—9

第一版前言

“C程序设计”作为计算机文化基础、技术基础和应用基础三个层次中第二层次的一门主要课程，是所有理工科高校的必修课，又是全国计算机等级考试中二级考试的主要语言，并且以其为核心的C++是目前广为流行的面向对象程序设计的主要语言之一，所以C语言已成为广大计算机应用人员和计算机爱好者、初学者的必学语言。

在多年非计算机专业的计算机系列课程教学工作中，我们深切地感到多数学习者总停留在“学会C语言的基本语法、理论，编写简单的C语言程序，通过书面考试”的水平上。实际上，C语言课程的学习过程是一个很好的机会，如果能利用好这个过程，它的意义远大于仅学会一种计算机语言，而是培养了良好的编程习惯和工作作风，提高了独立思考问题、解决问题的能力，为后续课程的学习和今后的工作打下良好的基础。

为此，我们编写了这套书，试图从三个方面实现上述目标：

一、面向初学者，使略有计算机基础知识的人都能较容易地“学会”用C语言编程。

本书以“浅显易懂、简练清晰”为原则，突出重点内容，回避了许多容易使初学者困惑、易产生副作用的繁琐细节和一些繁难的内容。本书更注重易用性、实践性。所有程序书写形式严谨、细节考虑周到，并全部在Turbo C系统下调试通过。另外，以专门一章详述上机操作，重点介绍了调试查错的思想方法和具体步骤，使学习者能通过计算机语言学习的捷径——上机操作，在编程实践中真正学会C语言程序设计。

二、在学会的基础上，使学习者能发挥C语言的特长，编写出优化的、符合现代程序模式的“好”程序。

本书将结构化程序设计的思想贯穿于始终，用了相当大的篇幅帮助学习者建立起结构化程序设计的基本思想，指导C的编程实践，使学习者有一个高的起点，少走弯路，不仅能写对程序，而且能辨别程序的优劣，写出好程序，并能上机顺利实现。

我们同时编写了较有特色的配套书《〈C程序设计〉学习指导》，帮助学习者更好地学习。

三、向C++的过渡。本书第十二章介绍了如何从C转入C++，并对“类”和相关概念以及面向过程与面向对象的程序设计思想做了对比介绍。希望学习者在学完之后，对C++有一个感性的认识，对今后C++的进一步学习有一定的帮助。

全书由王丽娟主编并编写第九、十、十二章，第一、二、三、四章由戴宝华编写，第五、六、十一章由荣政编写，第七、八章由徐军编写，王长山担任主审。

希望这套书能给众多C语言学习者以切实的帮助。由于编者水平有限，加之时间仓促，书中必有不足之处，殷切盼望读者能提出宝贵的意见。

编　者

2000年6月

第二版前言

“C程序设计”作为计算机文化基础、技术基础和应用基础三个层次中第二层次的一门主要课程，是所有理工科高校的必修课，又是全国计算机等级考试中二级考试的主要语言，并且以其为核心的C++是目前广为流行的面向对象程序设计的主要语言之一，所以C语言已成为广大计算机应用人员和计算机爱好者、初学者的必学语言。

为此，我们编写了《C程序设计》及配套用书《〈C程序设计〉学习指导》。这套教材已作为我校理工类非计算机专业的C语言教材，从2000年使用至今。为了更好地使学生掌握程序设计的基本技能，培养学生独立编程的能力及对程序设计语言的悟性，我们根据教材第一版的使用情况及任课教师在多年教学工作中的经验和体会，对该套教材进行了修订和补充。第二版教材试图从以下几个方面来实现上述目标：

一、面向初学者，使略有计算机基础知识的人都能较容易地“学会”用C语言编程。

本书以“浅显易懂、简练清晰”为原则，突出重点内容，回避了许多容易使初学者困惑、易产生副作用的繁琐细节和一些繁难的内容，循序渐进，分散难点。本书更注重易用性、实践性。所有程序书写形式严谨，并全部在Turbo C 2.0和Visual C++6.0系统下调试通过。为了补充授课内容和自学内容部分的例题，与第一版相比，第三至十章均设置了“程序设计举例”部分。这些例题结合了每章的内容，介绍程序设计的基本技能，使学生进一步领悟如何以C为工具，编写一个实用性的结构化程序。

二、第二版教材的编写体现了“精讲多练”的原则，即授课内容强调的是基本概念、重点和难点，而不求面面俱到，力求写出C的精髓。为了便于学生“多练”，我们同时编写了较有特色的配套用书《〈C程序设计〉(第二版)学习指导》。

该配套用书不但提供了各种类型的习题，而且介绍了C程序的编程环境和调试查错的基本方法及具体步骤。我们不但保留了第一版的Turbo C 2.0，而且考虑到C++的发展，及便于学生今后进一步的学习，又增加了Visual C++6.0的上机环境。同时，书中还设置了“上机实验内容及实验指导”部分，使教师的“精讲”与学生的“多练”结合起来，既便于教师根据授课内容安排学生的实践操作，也可作为学生上机的实验指导书。

三、在学会C语言的基础上，使学习者能发挥C语言的特长，编写出优化的、符合现代程序模式的“好”程序。

本书将结构化程序设计的思想贯穿于始终，力求帮助学习者建立起结构化程序设计的基本思想，指导C的编程实践，使学习者有一个高的起点，少走弯路，不仅能写对程序，而且能辨别程序的优劣，写出好程序，并能上机顺利实现。

全书由荣政主编并编写第六、十章，胡建伟编写第一、九章，邵晓鹏编写第七、八章，胡钢伟编写第四、五章，王丽娟编写第二、三章。

本书在编写过程中得到了西安电子科技大学通信工程学院、电子工程学院、技术物理学院、机电工程学院及教材供应部门各位领导的大力支持。西安电子科技大学出版社的工作人员对本书的出版进行了周到的组织和安排，使得本书在短时间内出版，在此表示衷心感谢，并对在第一版的编写过程中付出心血的戴宝华、许军老师表示真挚的谢意。

希望这套书能给众多C语言学习者以切实的帮助。由于编者水平有限，时间仓促，本书难免有一些不妥之处，恳请读者批评指正。

编　者

2006年6月

目　录

第一章

C语言基础

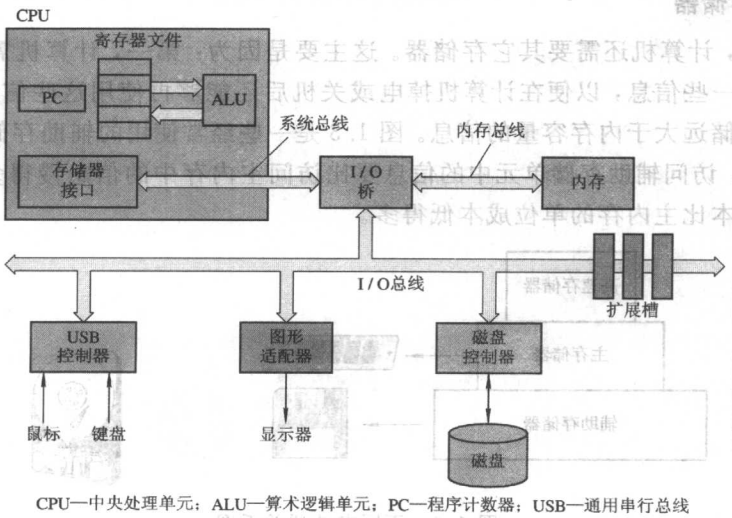
1.1 计算机组成

如今计算机已经渗透到生活的方方面面，可谓无孔不入、无所不在。作为生活在计算机时代的读者，这种现代化的成长经历或许会让你对计算机有一个感性的认识。但是本书并不关心计算机本身，不过了解一些简单的计算机知识将有助于你理解程序是怎样在计算机中运行的。

计算机是一种可以输入、存储、处理和输出各种数据的机器。这些机器可以接收、存储、处理和输出信息，而且能够处理各种各样的数据：数字、文本、图像、图形、声音等等。

构成计算机系统的各种设备(如键盘、屏幕、鼠标、磁盘、内存、光盘和处理器)称为硬件。它们是有形的，可触摸得到的。现代计算机是一种通用的机器，可以完成各种各样的任务。为实现这些通用的功能，计算机必须是可编程的。也就是说需要给计算机提供一组指令来控制计算机解决特定问题所需要的各个具体步骤，这组指令称为计算机程序或者软件。正是软件和硬件的互相配合才使得完成各种计算成为可能。

从小小的计算器到国家气象局天气预报的巨型计算机，其基本组成都是相同的。图1.1给出了现今计算机系统的基本组成部件：中央处理单元(CPU)、内存、总线、辅助存储设备(磁盘等)、输入/输出(I/O)设备(鼠标、键盘等)。



CPU—中央处理单元；ALU—算术逻辑单元；PC—程序计数器；USB—通用串行总线

图 1.1 计算机的基本组成

1. 主存储器

每当计算机执行一个程序，计算机必须以某种方式存储程序代码本身和计算中所涉及的数据。通常计算机中可以存储和获取信息的硬件设备都被认为是存储设备。但是只有程序运行时所使用的存储设备才称得上是主存储器，也就是我们通常所说的内存。

内存是一些有序排列的存储单元，这些存储单元包含在由集成电路组成的硅芯片当中，因此其工作效率非常高，使得 CPU 可以快速访问其中的内容。各个内存存储单元既可以保存数据，也可以保存指令，如图 1.2 所示。现代计算机内存由一片特殊的集成电路芯片——RAM 来实现。RAM 代表随机访问存储器，允许程序在任何时间访问任何的内存单元。RAM 具有易失性，需要持续的电源以保存所存储的数据，因此，一旦断电会导致所有已经存储的数据丢失。

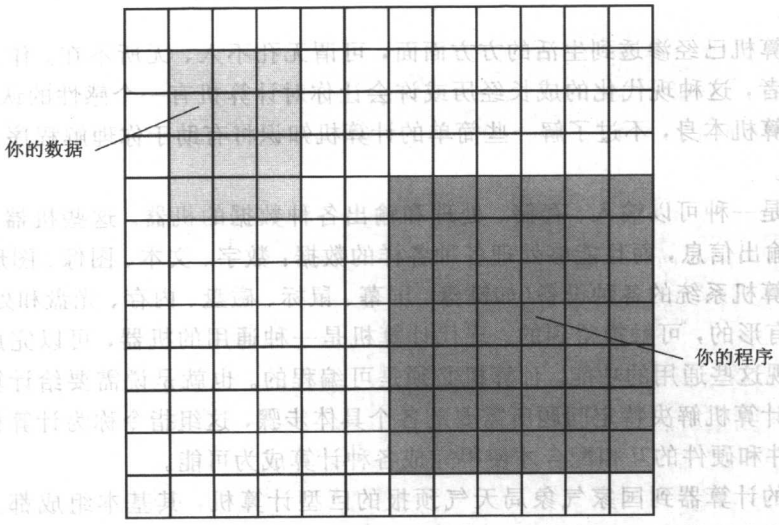


图 1.2　内存中的程序和数据

2. 辅助存储器

除内存外，计算机还需要其它存储器。这主要是因为：第一，计算机需要永久地或者半永久地保存一些信息，以便在计算机掉电或关机后还能够再使用这些信息；第二，通常计算机需要存储远大于内存容量的信息。图 1.3 是一些经常使用的辅助存储设备和存储介质。由图可知，访问辅助存储单元中的信息要比访问主内存中的信息慢得多，但辅助存储单元的单位成本比主内存的单位成本低得多。

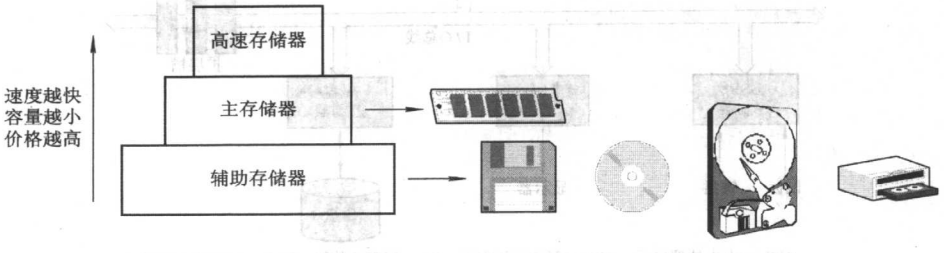


图 1.3　不同存储器关系图

3. 中央处理单元(CPU)

中央处理单元(Central Processing Unit，CPU)是计算机的大脑，是硬件系统的核心。它执行实际的计算并控制整个计算机的操作。现代计算机的 CPU 位于采用大规模集成电路工艺制成的芯片(又称微处理器芯片)当中，包括两个主要部分：算术逻辑单元和控制单元。CPU 当前的指令和数据都临时存储在称为寄存器的超高速存储单元中。

CPU 中的控制单元(Control Unit，CU)负责从存储器中取出指令，并对指令进行译码；根据指令的要求，按时间的先后顺序，负责向其它各部件发出控制信号，保证各部件协调一致地工作，一步一步地完成各种操作。控制单元(CU)主要由指令寄存器、译码器、程序计数器、操作控制器等组成。

CPU 中的算术逻辑单元(Arithmetic Logic Unit，ALU)对计算机数据进行加工处理，包括算术运算(加、减、乘、除等)和逻辑运算(与、或、非、异或、比较等)。

ALU 使用寄存器来存取正在处理的数据，使用称为累加寄存器的专用寄存器临时保存运算或比较的结果。图 1.4 显示了 CPU 如何处理将 4 和 5 相加的这条指令。

首先，控制器将要处理的数据(本例中为 4 和 5)从 RAM 送至 ALU 中的寄存器；接着控制单元给 ALU 发送一个信号，指示 ALU 把两个数相加；然后 ALU 将结果(本例中为 9)存储到累加寄存器中；最后控制单元把累加寄存器中的数据发送到 RAM，这样数据就可以输出、存盘或者进行其它处理了。

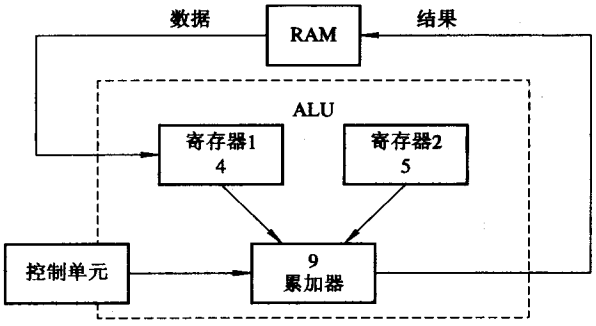


图 1.4　CPU 如何处理两个数相加

4. 总线

总线(Bus)是一些贯穿整个计算机系统的电子管道，是计算机的神经系统，用于在 CPU 和计算机的其它设备之间传输信息。微型计算机硬件结构最重要的特点是总线结构。它将信号线分成三大类，并归结为数据总线(Data Bus)、地址总线(Address Bus)和控制总线(Control Bus)。这种结构很适合计算机部件的模块化生产，促进了微型计算机的普及。

5. 输入单元

为了使用计算机，我们必须通过某种方式把数据送入计算机或者从计算机中得到数据。所有的输入/输出设备都通过一个控制器或者适配器连接到 I/O 总线。控制器本身就是输入/输出设备或者系统主板上的芯片组，而适配器则是一种必须插到主板扩展插槽上的接口卡。

输入单元是计算机的感知器，用于从输入设备(键盘、鼠标)获取信息。键盘

(Keyboard) 是最常见的输入设备。标准键盘上的按键排列可以分为三个区域：字符键区、功能键区和数字键区(数字小键盘)。

6. 输出单元

输出单元是计算机的受动器，用于输出信息到屏幕、打印机或者控制其它设备。显示器(Display)是微型机不可缺少的输出设备，用户通过它可以很方便地查看送入计算机的程序、数据、图形等信息及经过计算机处理后的中间结果、最后结果。显示器是人机对话的主要工具。

1.2 数据表示和数制

1.2.1 数据表示

计算机只能识别“0”和“1”。那么，计算机如何在存储器中用“0”和“1”来表示上面的这些数据呢？这就是本小节数据表示需要解决的问题。

正如 1.1 节所讨论的，计算机是处理数据的机器。由于数据有各种各样的表示形式，例如，数、文字、图像、音频和视频等，要为每种不同的数据使用不同的计算机来处理，显然是不切实际的和不经济的。有效的解决办法就是使用一种统一的数据表示方法。所有类型的数据输入到计算机内部以后都被转换成一种统一的表示格式，这种统一的表示格式就是比特模式(Bit Pattern)。

在讨论比特模式之前，必须先定义什么是比特(bit)。一个比特(二进制数字)是计算机存储数据所使用的最小单元，它要么是 0，要么是 1。一个比特也表示了一台设备只能取两种状态之一。例如，开关只能是开(On)或者关(Off)。因此，一个开关可以存储一个比特。现在，计算机使用大量的两种状态的设备来存储数据。

单个比特无法解决数据的表示问题。对于大数、文本、图像等数据，我们需要使用比特模式，或比特序列来存储。图 1.5 给出了由 16 个比特组成的比特模式。它是 0 和 1 的组合。这意味着需要 16 个电子开关来存储这个比特模式。

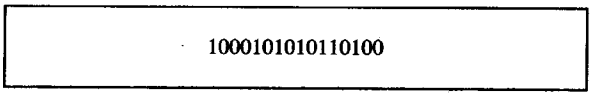


图 1.5 比特模式

具体到存储器内所保存的某个比特模式代表什么含义，则是程序的责任所在。例如，比特模式“01000001”我们既可以理解为大写字母“A”，又可以理解为整数 65。但不管怎样，有了比特模式，我们就可以用它来表示各种不同的数据。例如，常见的英文字母符号就可以用不同的比特模式来表示。我们可以把字符串“BYTE” 分别用四种不同的比特模式来表示，如图 1.6 所示。

我们也可以使用比特模式来表示一张图片上某个像素点的颜色，例如可以用三种比特模式来分别表示一个像素点的红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)的强度，如图 1.7 所示。

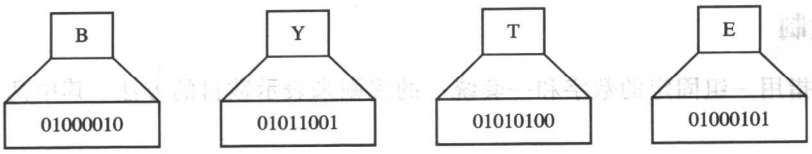


图 1.6　使用比特模式表示字母

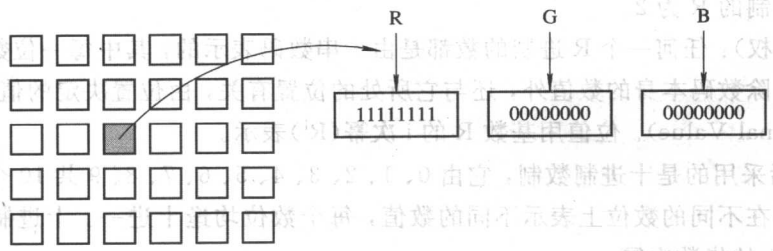


图 1.7　像素颜色的比特模式表示

一般，长度为 8 的比特模式我们称之为一个字节(Byte)。这 8 个比特总共有 256(2^8)种不同的开-关条件组合，从全关 00000000 到全开 11111111。例如，字母“A”的 8 比特表示为 01000001，星号“*”的 8 比特表示为 00101010。

然而计算机怎么知道比特值 01000001 表示字母“A”呢？当用户敲击键盘的“A”时，系统就会从这个特定的键发送一个信号到内存里，并设置内存中的一个字节的比特值为 01000001。接下来用户就可以任意地对这个字节进行操作，甚至把字母“A”输出到显示器或者打印机上，如图 1.8 所示。

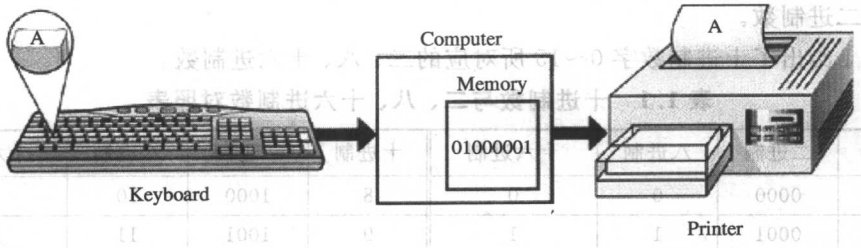


图 1.8　字母“A”的输出

内存中的每一个字节都有一个惟一的地址。由于计算机只能区分 0 和 1 比特，因此其工作模式属于基 2 计数系统，我们称之为二进制系统。事实上，词“bit”来自于“Binary digIT”的缩写。

一个字节当中的比特可以按照从右往左的顺序对它进行 0 到 7 的编号。图 1.9 所示表示对字母“A”的 8 个比特进行编号。最左边的比特位我们称之为最高有效位(Most Significant Bit，MSB)，而最右边的比特位称为最低有效位(Least Significant Bit，LSB)。

比特内容(A)：	0	1	0	0	0	0	0	1
比特编号：	7	6	5	4	3	2	1	0

图 1.9　比特位的编号