计算机精品教材

C语言
程序设计案例教程

主编 姚瑶 张健

上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

计算机精品教材

C语言程序设计案例教程

主编　姚瑶　张健

上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

C 语言是近年来在国内外均得到广泛应用的一种计算机语言，它功能丰富、表达简洁、使用方便灵活、应用面广、目标程序效率高、可移植性好，既具有高级语言的优点，又兼顾低级语言的很多功能。

全书分 11 章，内容涵盖：初识 C 语言、C 语言基础、顺序结构程序设计、选择结构程序设计、循环结构程序设计、数组、函数、预处理命令、指针、结构体与共用体、文件。

本书可作为大中专院校及各类计算机教育培训机构的专用教材，也可供广大初、中级编程爱好者自学使用。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计案例教程 / 姚瑶，张健主编. -- 上海 : 上海交通大学出版社，2016
ISBN 978-7-313-15776-8

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①姚… ②张… Ⅲ. ①C 语言－程序设计－教材 Ⅳ. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 207312 号

C 语言程序设计案例教程

主　　编：姚瑶　张健
出版发行：上海交通大学出版社　　地　　址：上海市番禺路 951 号
邮政编码：200030　　电　　话：021-64071208
出 版 人：韩建民
印　　制：三河市祥达印刷包装有限公司　　经　　销：全国新华书店
开　　本：787mm×1092mm　1/16　　印　　张：12.5　　字　　数：205 千字
版　　次：2016 年 9 月第 1 版　　印　　次：2016 年 9 月第 1 次印刷
书　　号：ISBN 978-7-313-15776-8/TP
定　　价：35.00 元

前　言

C 语言是近年来在国内外均得到广泛应用的一种计算机语言，它是 C++，Java 等很多计算机语言的基础。C 语言功能丰富、表达简洁、使用方便灵活、应用面广、目标程序效率高、可移植性好，既具有高级语言的优点，又兼顾低级语言的很多功能。

因此，使用 C 语言不仅能编写出具有良好程序设计风格的应用程序，还能编写系统软件。在许多高校，C 语言不仅是计算机及相关专业的必修课，而且在很多非计算机专业也已开设该课程。除此之外，C 语言还被列入了全国计算机等级考试、全国计算机应用技术证书考试等的考试范围。

本书特色

本书是结合大中专院校学生特点而编写的一本案例化教材，在内容的组织和安排上力求做到深入浅出、通俗易懂，同时注意加强对学生自学能力和动手实践能力的培养，在内容上加大了实践教学的比例，从而使学生能够从大量的案例讲解中掌握 C 语言的基础知识，达到循序渐进、逐步深入、反复实践、牢固掌握的目的。

本书在每章中均安排了综合举例，主要列举一些经典程序，让学生多借鉴一些经典程序的算法思想及实现方法，注重学生实际编程能力的培养。

本书中的例题程序均通过 Turbo C 2.0 和 Visual C++ 6.0 集成开发环境调试成功，并以截图方式给出结果，以确保代码的正确无误。

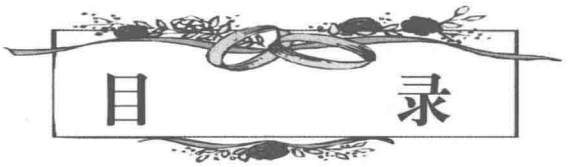
适用范围

本书可作为大中专院校及各类计算机教育培训机构的专用教材，也可供广大初、中级编程爱好者自学使用。

本书作者

本书由袁福庆教授主审，由姚瑶、张健任主编，田驰、杨凯、金蕊、王卓任副主编，朱永玲、逄靓为参编。编者皆为长期从事计算机程序设计类课程教学的一线教师。本书中的绝大部分内容，特别是大量的案例均是这些教师长期教学和实践经验的积累。同时，在编写的过程中，我们也阅读了大量中外相关资料，借鉴了国内同类教材中比较优秀的案例和知识点。

由于时间仓促、水平有限，书中存在的疏漏和不足之处，恳请广大读者批评指正。



目　录

第 1 章　初识 C 语言

【本章要点】

计算机语言有机器语言、汇编语言和高级语言三种，C 语言属于高级语言。C 语言不仅在过去非常流行，现在在编程语言的排行榜中也是稳居前三，发展前景非常可观。正是因为 C 语言有使用方便、功能强大、应用广泛、移植性高等优点，所以 C 语言不仅可以编写应用软件，而且非常适合编写系统软件。

技能 1.1：了解编程语言发展史

计算机程序设计语言，通常简称为编程语言，是一组用来定义计算机程序的语法规则。它是一种被标准化的交流技巧，用来向计算机发出指令。一种计算机语言让程序员能够准确地定义计算机所需要使用的数据，并精确地定义在不同情况下所应当采取的行动。计算机程序设计语言的发展，经历了从机器语言、汇编语言到高级语言的历程，如图 1-1 所示。

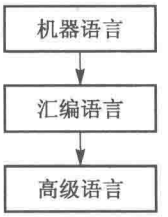


图 1-1　计算机语言的发展历程

1.1.1　机器语言

机器语言是直接用二进制代码指令表达的计算机语言，指令是用 0 和 1 组成的一串代码，它们有一定的位数，并分成若干段，各段的编码表示不同的含义，例如某台计算机字长为 16 位，即有 16 个二进制数组成一条指令或其他信息。

16 个 0 和 1 可组成各种排列组合，通过线路变成电信号，让计算机执行各种不同的操作。如某种计算机的指令为 1011011000000000，它表示让计算机进行一次加法操作；

而指令 1011010100000000 则表示进行一次减法操作。它们的前 8 位表示操作码，而后 8 位表示地址码。由上面两条指令可以看出，它们只是在操作码中从左边第 0 位算起的第 6 和第 7 位不同，这种机型可包含 256（2 的 8 次方）个不同的指令。图 1-2 为一种存放机器语言指令的 CPU 芯片。

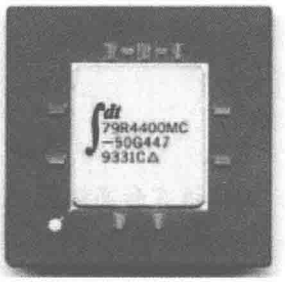


图 1-2　存放机器语言指令的 CPU 芯片

由于机器语言是 CPU 直接使用的语言，与人类平日使用的语言差异太大，因此被称为“低级语言”。机器语言如下所示：

```
00110100 10100001 10001000 11011001
11000101 10100100 11010101 11101010
11001001 10101100 10010001 10100001
……
```

机器语言具有灵活、直接执行和速度快等特点，缺点是程序长、难记、难理解、不易查错。不同型号的计算机的机器语言是不相通的，按照某种型号计算机的机器指令编制的程序，不能在另一种型号的计算机上执行。

1.1.2　汇编语言

机器语言虽然执行速度快，但难记、不易理解。为了提高编程效率，人们开始对机器语言进行改进，用一些简洁的英文字母、符号串来替代一个特定指令的二进制串，比如上面提到的机器码指令“1011011000000000”在汇编语言中用“ADD”代替，代表加法；机器码指令“1011010100000000”在汇编语言中用“SUB”代替，代表减法。这种用助记符描述的指令系统的语言，就是汇编语言（Assembly Language）。

汇编语言相比机器语言更容易理解，例如，要计算 c=3+5，可以用几条汇编命令来实现，如：

指令	说明
START GET 3；	把 3 送进累加器 ACC 中
ADD5；	把累加器 ACC+5 送进累加器 ACC 中

```
PUT C;                    把累加器 ACC 送进 C 中
END STOP;                 停机
```

汇编语言是一种功能很强的程序设计语言，属于第二代计算机语言，也是利用计算机所有硬件特性并能直接控制硬件的语言。

使用汇编语言编写程序或阅读已经编写好的程序比起使用机器语言来要简单和方便多了。人们使用这种助记符编写程序后，若要计算机能够接受，还必须把编好的程序逐条翻译成二进制编码的机器语言，这个过程需要借助“汇编程序”来完成。汇编程序的功能就是把由汇编语言编写的程序翻译成机器语言程序，这样计算机才能执行该程序。这个翻译过程称为汇编。

比起机器语言，汇编语言在很多方面都有很大的优越性，如编写容易、修改方便、阅读简单、程序清楚等，但在计算机语言系统中，仍然把汇编语言列入“低级语言”的范畴，它仍然是属于面向机器的语言，也就是说，不同的计算机可以有不同的汇编语言指令集。

汇编语言的应用情况如下：

- 70%以上的系统软件是用汇编语言编写的。
- 某些快速处理、位处理、访问硬件设备等高效程序是用汇编语言编写的。
- 某些高级绘图程序、视频游戏程序是用汇编语言编写的。
- 80%的病毒来自汇编语言。

虽然汇编语言相比机器语言更进了一步，但汇编语言与机器语言很像，都是直接面向机器的，仍然是符号形式的机器语言，在执行效率和易理解程度上都很差。

1.1.3　高级语言

无论是机器语言还是汇编语言，编程过程都是非常枯燥、费时的。这时人们意识到，如果采用接近于数学语言或人的自然语言，同时又不依赖于计算机硬件，编出的程序能在所有机器上通用，这样编程就容易多了。经过努力，第一个现代意义上的编程语言 Fortran 于 1954 年出现，因其不再过度地依赖某种特定的机器或环境，所以这种语言被叫做高级语言。到目前为止，共有几百种高级语言出现，有重要意义的有几十种。

面向电子计算机的高级语言的出现是计算机发展史上的里程碑式事件。目前的高级语言分为面向过程和面向对象两种。

1）面向过程的高级语言

面向过程的高级语言又称算法语言，如 Fortran，Basic，Pascal 和 C 等。

- 优点：灵活，易于理解，易于查错。
- 缺点：维护性较差，难以扩充、修改。

2）面向对象的高级语言

面向对象的高级语言是非面向过程的语言，如 C++，Java，PHP，C#和 Delphi 等。

- 优点：灵活，易于理解，易维护、修改和扩充。
- 缺点：掌握难度较大。

使用高级语言编写出的可供人阅读的程序叫做源程序（Source Program），也可以称为源代码（Source Code），以文件的形式存储在磁盘上的程序通常称为源文件（Source File）。高级语言使用编译器对源程序进行编译，生成可执行文件，可执行文件的扩展名是.exe，如图 1-3 所示。

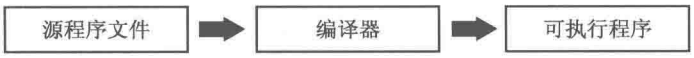


图 1-3　可执行文件的生成

技能 1.2：了解 C 语言的发展

1.2.1　C 语言的产生

1970 年，UNIX 的开山鼻祖——美国贝尔实验室的 Ken Thompson（见图 1-4）设计出了既简单又很接近硬件的 B 语言（取 BCPL 的第一个字母），并用 B 语言编写了第一个 UNIX 操作系统。1972 年，Dennis Ritchie（见图 1-5）在 B 语言的基础上设计出了 C 语言（取 BCPL 的第二个字母）。C 语言既保持了 BCPL 和 B 语言的优点（精练、接近硬件），又克服了它们的缺点（过于简单、数据无类型等）。最初的 C 语言只是为描述和实现 UNIX 操作系统提供一种工作语言而设计的。

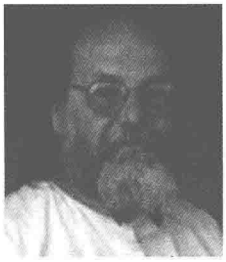


图 1-4　Ken Thompson

图 1-5　Dennis Ritchie

最初，C 语言运行于 AT&T 的多用户、多任务的 UNIX 操作系统上。后来，Ritchie 用 C 语言改写了 UNIX C 的编译程序，UNIX 操作系统的开发者 Ken Thompson 又用 C 语言成功地改写了 UNIX，从此开创了编程史上的新篇章。UNIX 成为第一个不是用汇编语言编写的主流操作系统。

1983 年，美国国家标准委员会（ANSI）对 C 语言进行了标准化，并于 1983 年颁布了第一个 C 语言草案（83ANSI C），后来又于 1987 年颁布了另一个 C 语言标准草案（87ANSI C），最新的 C 语言标准 C99 在 1999 年颁布，并在 2000 年 3 月被 ANSI 采用。但是由于未得到主流编译器厂家的支持，C99 也并未被广泛使用。

尽管 C 语言发展于大型商业机构和学术界的研究实验室，但是当开发者们为第一台个人计算机提供 C 编译系统之后，C 语言就得以广泛传播，为大多数程序员所接受。对 MS-DOS 操作系统来说，系统软件和实用程序都是用 C 语言编写的。Windows 操作系统大部分也是用 C 语言编写的。C 语言程序代码的编译和运行过程如图 1-6 所示。

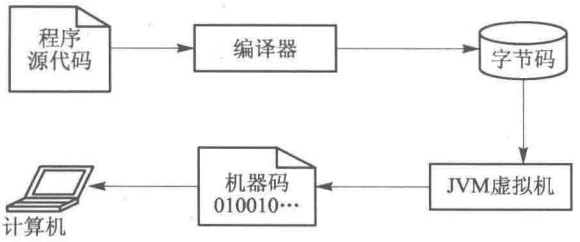


图 1-6　C 语言程序的编译和运行过程

C 语言是一种面向过程的程序设计语言，同时具有高级语言和汇编语言的优点。C 语言可以广泛应用于不同的操作系统，如 UNIX，MS-DOS，Microsoft Windows 及 Linux 等。本书介绍的 C 语言开发工具为 Turbo C 2.0 和 Visual C++ 6.0，目前最流行的 C 语言开发工具有以下 3 种，如图 1-7 所示。

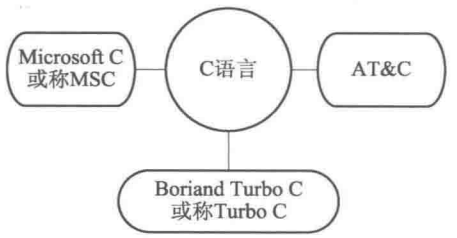


图 1-7　目前最流行的 3 种 C 语言开发工具

1.2.2　C 程序的特点

C 语言以简洁、灵活、表达能力强、产生的目标代码质量高、可移植性好为其基本特点而著称于世。一种语言要具有长久的生命力，总是有不同于其他语言的特点。

1. 应用面广

C 语言是一种面向过程的结构化程序设计语言，既可编写系统软件（如 DOS，UNIX），

又可编写应用软件。

2. 简洁、紧凑、方便、表达能力强

C 语言有 32 个关键字，9 种控制语句，主要用小写字母表示。

3. 运算符丰富（共有 34 种运算符）

除了最基本的+、—、×、÷、%等运算符外，还将括号、赋值、类型强制转换等均作为运算符。

4. 数据类型丰富，结构化程度高

除基本类型外，还有指针，结构体、共同体等类型。

5. 语法严格、灵活

如数据类型可相互通用，整型、字符型通用。

6. 可与机器硬件打交道

直接访问内存地址，具有“高”、“低”级语言的功能。

7. 生成目标代码质量高，执行效率高，语言简洁，可移植性好

C 语言的源文件可以分割成多个源程序，分别进行编译，然后连接起来构成可执行的目标文件，为开发大型软件提供了极大的方便。C 语言还提供了多种存储属性，使数据可以按其需要在相应的作用域起作用，从而提高了程序的可靠性。

1.2.3 C 语言的发展趋势

C 语言是在 1983 年规定的标准化，并由 ANSI 颁布了第一份草案，自此以后，C 语言就在编程语言中占据着龙头位置。表 1-1 为 2016 年 6 月份的编程语言排行情况。

1.2.4 C 语言的应用领域

因为 C 语言既具有高级语言的特点，又具有汇编语言的特点，所以可以作为工作系统设计语言编写系统应用程序，也可以作为应用程序设计语言，编写不依赖计算机硬件的应用程序。它几乎可用于所有领域，如嵌入式、便携式计算机、电视、电话、手机和其他设备。C 语言的用途数不胜数，它拥有无可比拟的能力。