普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等学校精品课程教材

C语言程序设计

李长云　刘　强　主编

科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

普通高等学校精品课程教材

C语言程序设计

主　编　李长云　刘　强

副主编　蒋　鸿　童　启　廖立君

杨名念　王志兵

科学出版社

北　京

内 容 简 介

本书既充分考虑C语言重要语法的全面性，又突出学生程序开发的实践能力和工程能力的训练。本书采用启发式的写作风格，即每个章节按照提出问题、分析问题、解决问题的思路写作，提出 4W+1H 的教学组织方式。本书在内容上以一明一暗两条线索来组织材料。明线是C语言语法知识点，从简单数据结构、简单控制结构到复杂数据结构、复杂控制结构，循序渐进地展示C语言特性。暗线是两个实际应用贯穿全书，这两个应用涵盖排序、查找、删除等常见程序算法。针对这两个应用，采用螺旋式的讨论方法，由浅入深，相互呼应。

本书可作为普通高等学校“C 语言程序设计”课程的教材，也可作为计算机等级考试培训及 C 语言自学者的参考用书。本书电子教案、扩展练习及其他参考资料请参见网站 http://jsjjc.hut.edu.cn。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计/李长云，刘强主编. —北京：科学出版社，2015
普通高等教育“十二五”规划教材·普通高等学校精品课程教材
ISBN 978-7-03-043209-4

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①李… ②刘… Ⅲ. ①C 语言-程序设计-高等学校-教材 Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 021562 号

责任编辑：李淑丽 / 责任校对：李 影
责任印制：霍 兵 / 封面设计：华路天然工作室

科 学 出 版 社 出版
北京东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717
http://www.sciencep.com
北京华正印刷有限公司印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销
*
2015 年 2 月第 一 版 开本：787×1 092 1/16
2015 年 2 月第一次印刷 印张：19 1/2
字数：462 000
定价：38.20 元
（如有印装质量问题，我社负责调换）

前　言

程序设计是学习计算机应用与软件开发的基础，如果只会简单的计算机操作，不了解软件开发的实质，就无法从根本上了解计算机的工作原理，也很难应对信息技术日新月异的飞速发展。C 语言作为一种通用的程序设计语言，为大多数高校程序设计课程所选用。C 语言数据类型丰富，运算灵活方便，可用于编写高效简洁、风格优美的应用程序以及计算机系统程序。用 C 语言编写的程序，具有运算速度快、效率高、目标代码紧凑、可移植性好等特点。

本书在知识点的组织结构方面，既充分考虑 C 语言重要语法知识点的全面性，又突出学生程序开发的实践能力和工程能力的训练。本书在内容上以一明一暗两条线索来组织材料。明线是 C 语言的语法知识点，从简单的数据结构、简单控制结构到复杂的数据结构、复杂的控制结构，循序渐进地展示 C 语言的特性。暗线是两个涵盖了排序、查找、删除、修改等常见程序算法的实际应用（科学计算器和学生成绩管理系统）贯穿全书。

在写作风格上本书采用启发式写作风格，每个章节按照提出问题、分析问题、解决问题的思路写作，提出 4W+1H 的教学组织方式如指针章节，首先提出为什么要用指针（Why），然后说明什么是指针（What），怎么用指针（How）、何时何处用指针（Where & When），再到用指针解决实际问题。这样的写作思路便于学生思考问题、提高程序设计能力而不是机械地学习语法；便于教师教会学生如何对一个问题进行分析设计到最后编程的过程。

在内容编排上，全书注重教材的易用性。全书共分为 11 章，主要内容有 C 语言程序设计概述、数据类型、常量、变量与表达式、顺序结构程序设计、选择（分支）结构程序设计、循环结构程序设计、函数、数组、指针、结构体、共用体与枚举、文件和 C 语言综合应用等。每章开头有内容导读与学习目标，每章结尾有本章知识点小结和错误分析，并配备了思考题，方便学生加深理解，即学即练，提高兴趣。

本书是湖南省普通高等学校省级精品课程《C 语言程序设计》、湖南省普通高等学校特色专业计算机科学与技术的建设与研究成果，本书电子教案、扩展练习及其他参考资料请参见网站 http://jsjjc.hut.edu.cn，或联系电子邮箱 hutjsj@163.com。

本书由李长云提出编写思路和编写大纲，刘强、蒋鸿、童启、廖立君、杨名念、王志兵、王平、张宇坤参加编写，最后由李长云统稿。研究生霍阔、居庆玮、赵正伟参与了部分文字编辑与图形绘制工作，胡泰室同学参与了部分程序的编写与测试，在此对它们的辛勤付出表示衷心的感谢。

本书同时配套出版了《C 语言程序设计实践教程》，提供了课内与课外实验指导、习题解答。实验指导中介绍了 Visual C++6.0、Code::Blocks、C4Driod、Turbo C++3.0 等流行的 5 种 C 语言编辑环境。以主要知识点为主线设计的实验题目，兼具趣味性和实用性，并以任务驱动方式指导学生完成实验程序设计。该教程包含的综合应用实例可作为主教材的课程设计。习题指导提供了一定量的习题及解答，供读者练习巩固。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编　者

2014 年 12 月

目　录

第一章　C 语言程序设计概述

“为什么要学习 C 语言？”这个问题被很多同学问起。也许我们会得到各种各样的答案，但 C 语言对锻炼我们的思维能力确是毋庸置疑的。本章从自然语言出发，由浅入深为读者介绍程序设计语言、程序和算法、C 语言的发展历史和特点，在学习过程中要求了解 C 语言程序的基本组成、算法的概念以及结构化程序设计的方法，使读者对 C 语言程序设计有一个初步认识和了解。

【学习目标】

1. 了解程序设计语言的基本知识。
2. 了解 C 语言的发展和特点。
3. 了解 C 语言程序的基本构成。
4. 理解算法的概念和程序设计的思想和方法。
5. 掌握 Visual C++6.0 集成开发环境的使用方法。

1.1　问 题 提 出

1.1.1　What

“究竟什么是程序设计语言”，在我们即将开始学习的时候，我们还是很疑惑。程序设计语言简称编程语言，是人们用计算机解决问题的方法的具体体现，是人与计算机交流与通讯的语言。人们使用程序设计语言进行程序设计，为计算机编写规则，让计算机按自己的意愿自动处理数据，因此程序设计语言提供了一种表达数据与处理数据的功能。

我们即将开始学习的 C 语言是程序设计语言中非常受欢迎的一种高级语言，应用广泛。它既有诸如 Pascal、Fortran 等高级语言的特点，又具有汇编语言中，位、地址、寄存器等概念，拥有其它许多语言所没有的底层操作能力，它既可以应用在操作系统层面、应用程序设计层面，又可以用在需要对硬件进行操作的环境。因此有人把 C 语言看成唯一的介于高级语言和低级语言之间的语言。

1.1.2　Why

“为什么要学习 C 语言？”这个问题每个同学都在问，而且不同学校、不同专业、不同的人都可能给出不通的答案。C 语言作为非常重要的一种高级程序设计语言，具有类型丰富，运算灵活方便等特点。相比较其他的编程语言（如 C++、JAVA、C#等），C 语言算是个“低级语言”。从总体上来说，低级的编程语言可以让你更好地了解计算机工作的一般过程，掌握用计算机解决实际问题的思维和能力。C 的程序比其他用别的语言写的程序，实现相同的功能，它用的代码行数更少，而它带来的运行效率却更快。有时候，你的程序所需要的速度，只有 C 语言能做到。如果你学习过 C 语言，你就能学习现在任何的高级编程语言。因为大多数的“高级编程语言”都是以 C 语言为基础的（如 JAVA、C++、C#、Objective-C 等）。C 语言可以说是现在正在流行的所有语言的鼻祖，基本上在世界排名靠前的编程语言都是 C 语言演变而来

的，所以说 C 语言是目前全世界范围内运用最广泛的语言之一。

1.1.3 When & Where

“C 语言能用在什么时候、什么地方？”C 语言目前主要用在四个方面：①编写操作系统不二之选，它为操作系统而生，似乎所有的操作系统底层基本上都是由 C 或者 C++语言编写而成，如 Windows、Unix、Linux、Android 凡涉及系统底层的功能实现都离不开 C 和 C++语言；②对程序运行效率有苛求的地方，比如现在流行的“云计算”领域、物联网、智能终端的底层实现仍然是 C 语言的天下；③应用在网络安全领域，C 语言、脚本语言、Unix 至今仍被认为是黑客必须苦练的三大技艺，C 语言被广泛应用于网络安全的方方面面；④程序设计的入门级语言，C 语言肩负着传播计算思维的责任，通过学习 C 语言程序设计，可以了解抽象、递归、复用、折中等计算思维，能在各行各业中更有效地利用计算机工具解决复杂问题。

1.1.4 How

“如何学习 C 语言？”C 语言的学习主要在于对数据表达和流程控制方面的理解及掌握。语法是次要的，更重要的是学习程序设计的基本思想和方法。C 语言学习可以按照“阅读参考书、阅读代码、编写调试实际程序、上网参与讨论、研究综合性应用”的顺序进行。初学者刚开始用 C 语言进行程序设计时可能会感到无所适从，可以先模仿教材中的程序，理解并修改程序，多读多写多实践，循序渐进，直到掌握利用 C 语言解决复杂的实际问题的能力。

下面本章将分别介绍计算机语言、程序和算法、C 语言的产生、发展与应用，带领你步入程序设计的大门。

1.2 程序设计语言

1.2.1 自然语言与计算机语言

自然语言是人类在自身发展的过程中形成的语言，是一种自然地随文化演化的语言。例如，通常英语、汉语、日语等均为自然语言。人类有别于一般动物，一个重要特征就在于人类创造并使用语言及作为其载体的文字。

动物和人类都有生命周期、个体人和个体动物的生命周期相对物种的延续历史都非常短。动物和人类在实践中获得的知识都无法遗传给后代，而言传身教的知识受个体生物生命周期、活动范围、传播方式的局限，所以人类创造了语言及文字，是与动物最重要的区别！因为语言及文字不仅可以让人类高效、精确、广泛的交流思维成果，更能让人类的智慧得以积累，让后人能够在继承前人积累的智慧（知识）基础上，不断发展。

自然语言是人类交流和思维的主要工具，是人与人之间传递信息的媒介。但是，计算机目前不能识别、理解与执行人类的自然语言，要使计算机执行人们的意志，必须有一种既使人能够掌握和书写，又让计算机能够识别、执行的人工语言。人工语言指的是人们为了某种目的而自行设计的语言。用于人与计算机之间通讯的人工语言就是计算机语言（Computer Laguage）。

与自然语言相比，计算机语言具有如下特点：

（1）严格定义，有严格的语法。

（2）语义上无二义性。

（3）比自然语言要精简。

（4）是人能掌握和书写，计算机可识别和理解的。

总之，计算机语言是人与计算机之间传递信息的媒介，是人用来表达需求并控制计算机执行这种需求的专门语言。

根据分工的不同，计算机语言大致可以分为以下几种类型：

（1）形式化需求规格语言。用于严格地、无二义地表达计算机用户需求的计算机语言，如 Z 语言、VDM 语言。

（2）软件设计语言。用于表达软件设计策略、设计结构和算法的计算机语言，如统一建模语言 UML、软件体系结构设计语言 ACME。

（3）程序设计语言。通常简称为编程语言，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计算机所应当采取的行动。典型的如 C 语言、JAVA 语言等。程序设计语言是最为重要的计算机语言。

（4）其他计算机语言。如用于表达 Internet 网页内容的 HTML、用于计算机数据交换的 XML、用于数据库操作的 SQL 语言等。

计算机语言的发展也是一个不断演化的过程，其根本的推动力就是抽象机制更高的要求，以及对程序设计思想的更好的支持。具体的说，就是把机器能够理解的语言提升到也能够很好地模仿人类思考问题的形式。例如程序设计语言的演化从最开始的机器语言到汇编语言到各种结构化高级语言，最后到支持面向对象技术的面向对象语言。

1.2.2　程序设计语言介绍

程序设计语言（Programming Language）是最为重要的计算机语言，是用于书写计算机程序的语言，通常简称为编程语言。语言的基础是一组记号和一组规则。根据规则由记号构成的记号串的总体就是语言。在程序设计语言中，这些记号串就是程序。程序设计语言有 3 个方面的因素，即语法、语义和语用。语法表示程序的结构或形式，亦即表示构成语言的各个记号之间的组合规律，但不涉及这些记号的特定含义，也不涉及使用者。语义表示程序的含义，亦即表示按照各种方法所表示的各个记号的特定含义，但不涉及使用者。语用表示程序与使用者的关系。

一般说来，程序设计语言的基本成分不外乎 4 种：①数据成分，用以描述程序中所涉及的数据；②运算成分，用以描述程序中所包含的运算；③控制成分，用以表达程序中的控制构造；④传输成分，用以表达程序中数据的传输。

经过 50 多年的发展，目前已开发出上千种程序设计语言，著名的有 FOTRAN、COBOL、ALGOL、C、PASCAL、JAVA 等。按语言级别，程序设计语言有低级语言和高级语言之分。低级语言包括字位码、机器语言和汇编语言。它的特点是与特定的机器有关，功效高，但使用复杂、烦琐、费时、易出差错。其中，字位码是计算机唯一可直接理解的语言，但由于它是一连串的字位，复杂、烦琐、冗长，几乎无人直接使用。机器语言是表示成数码形式的机器基本指令集，或者是操作码经过符号化的基本指令集。汇编语言是机器语言中地址部分符号化的结果，或进一步包括宏构造。

高级语言的表示方法要比低级语言更接近于待解问题的表示方法，其特点是在一定程度

上与具体机器无关，易学、易用、易维护。当高级语言程序翻译成相应的低级语言程序时，一般说来，一个高级语言程序单位要对应多条机器指令，相应的编译程序所产生的目标程序往往功效较低。

按照用户要求，有过程式语言和非过程式语言之分。过程式语言的主要特征是，用户可以指明一列可顺序执行的运算，以表示相应的计算过程。例如，FORTRAN，COBOL，ALGOL60、C 等都是过程式语言。非过程式语言的含义是相对的，凡是用户无法指明表示计算过程的一列可顺序执行的运算的语言，都是非过程式语言。著名的例子是表格的生成程序（RPG），使用者只须指明输入和预期的输出，无须指明为了得到输出所需的过程。

按照应用范围，有通用语言和专用语言之分。目标非单一的语言称为通用语言，例如 FORTRAN、C 等都是通用语言。目标单一的语言称为专用语言，如 APT 等。

按照使用方式，有交互式语言和非交互式语言之分。具有反映人-机交互作用的语言成分的称为交互式语言，如 BASIC 语言就是交互式语言。语言成分不反映人-机交互作用的称非交互式语言，如 FORTRAN、COBOL、C、PASCAL 等都是非交互式语言。

按照成分性质，有顺序语言、并发语言和分布式语言之分。只含顺序成分的语言称为顺序语言，如 FORTRAN、C 等都属顺序语言。含有并发成分的语言称为并发语言，如并发 PASCAL、MODULA 和 ADA 等都属并发语言。考虑到分布计算要求的语言称为分布式语言，如 MODULA 便属于分布式语言。

传统的程序设计语言大都以冯·诺依曼式的计算机为设计背景，因而又称为冯·诺依曼式语言，FORTRAN、COBOL、C、PASCAL、JAVA 等都属于冯·诺依曼式语言。J.巴克斯于 1977 年提出的函数式语言，则以非冯·诺依曼式的计算机为设计背景，因而又称为非冯·诺依曼式语言，著名的如 LISP、PROLOG 语言。

1.3　程序和算法

1.3.1　程序及程序设计

计算机程序或者软件程序（通常简称程序）是指使用某种程序设计语言编写的一组指示计算机每一步动作的指令。在《计算机软件保护条例》中的定义为：为了得到某种结果而可以由计算机等具有信息处理能力的装置执行的代码化指令序列，或者可被自动转换成代码化指令序列的符号化指令序列或者符号化语句序列。

程序设计是给出解决特定问题程序的过程，是软件构造活动中的重要组成部分。由于程序是软件的本体，软件的质量主要通过程序的质量来体现，在软件研究中，程序设计的工作非常重要，内容涉及有关的基本概念、工具、方法以及方法学等。程序设计往往以某种程序设计语言为工具，给出这种语言下的程序。程序设计过程应当包括分析、设计、编码、测试、排错等不同阶段。专业的程序设计人员常被称为程序员。

按照结构性质，有结构化程序设计与非结构化程序设计之分。前者是指具有结构性的程序设计方法与过程。它具有由基本结构构成复杂结构的层次性，后者反之。按照用户的要求，有过程式程序设计与非过程式程序设计之分。前者是指使用过程式程序设计语言的程序设计，后者指非过程式程序设计语言的程序设计。按照程序设计的成分性质，有顺序程序设计、并发程序设计、并行程序设计、分布式程序设计之分。按照程序设计风格，有逻辑式程序设计、

函数式程序设计、对象式程序设计之分。

程序设计的基本概念有程序、数据、子程序、函数、模块以及顺序性、并发性、并行性和分布性等。程序是程序设计中最为基本的概念，子程序和函数都是为了便于进行程序设计而建立的程序设计基本单位，顺序性、并发性、并行性和分布性反映程序的内在特性。

1.3.2　算法概念及其特性

著名的计算机科学家尼克劳斯-沃思认为：程序=数据结构+算法。算法（Algorithm）是一系列解决问题的清晰指令，算法代表着用系统的方法描述解决问题的策略机制。也就是说，能够对一定规范的输入，在有限时间内获得所要求的输出。如果一个算法有缺陷，或不适合于某个问题，执行这个算法将不会解决这个问题。一个算法应该具有以下五个重要的特征。

（1）有穷性。算法的有穷性是指算法必须能在执行有限个步骤之后终止。

（2）确切性。算法的每一步骤必须有确切的定义。

（3）输入。一个算法有 0 个或多个输入，以刻画运算对象的初始情况，所谓 0 个输入是指算法本身定出了初始条件。

（4）输出。一个算法有一个或多个输出，以反映对输入数据加工后的结果。没有输出的算法是毫无意义的。

（5）可行性。算法中执行的任何计算步都是可以被分解为基本的可执行的操作步，即每个计算步都可以在有限时间内完成。

不同的算法可能用不同的时间、空间或效率来完成同样的任务。一个算法的优劣可以用空间复杂度与时间复杂度来衡量。

（1）时间复杂度。算法的时间复杂度是指执行算法所需要的时间。一般来说，计算机算法是问题规模 n 的函数 f(n)，算法的时间复杂度也因此记做

$$T(n)=O(f(n))$$

因此，问题的规模 n 越大，算法执行时间的增长率与 f(n)的增长率正相关，称作渐进时间复杂度（Asymptotic Time Complexity）。

（2）空间复杂度。算法的空间复杂度是指算法需要消耗的内存空间。其计算和表示方法与时间复杂度类似，一般都用复杂度的渐近性来表示。同时间复杂度相比，空间复杂度的分析要简单得多。

1.3.3　算法的描述

算法的描述方法可以归纳为以下 4 种。

（1）自然语言，易写易读，但存在表达冗长和语义多义性的缺陷。

（2）图形，如 N-S 图、程序流程图，具简洁、直观、准确特性。

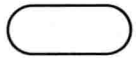
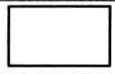
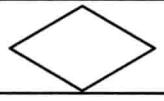
（3）算法语言，即计算机语言、程序设计语言、伪代码。

（4）形式语言，用数学的方法，可以避免自然语言的二义性。

用各种算法描述方法所描述的同一算法，该算法的功能是一样的，允许在算法的描述和实现方法上有所不同。

本书使用程序流程图来描述算法。程序流程图又称程序框图，它定义了一些基本的图框，并用带箭头的直线（称流程线）把各种图框连接起来，箭头表示处理的流向。常用的图框如表 1-1 所示。

表 1-1　常用框图

形　状	名　称	含　义
	起止框	表示一个算法的开始与结束
	数据框	框中指出输入或输出的数据内容
	处理框	框中指出所进行的处理
	判断框	框中指出判断条件，框外可连接两条流程线，分别指明条件为真（True）时或条件为假（False）时的处理流向

下面举例说明典型的程序流程图。

（1）鸡兔共笼，一共有 30 个头，90 只脚，求鸡兔各有多少？

解：一只鸡有一个头、两只脚，一只兔有一个头、四只脚。设鸡兔的总头数为 H，总脚数为 F，又设鸡的只数为 X，兔的只数为 Y，按数学方法可列出方程组为

X+Y=H　整理后得：　Y=（F−2H）/2

2X+4Y=F　　X=（4H−F）/2

据此可得如图 1-1（a）所示算法。

诸如这种从上至下依次执行一系列操作的算法和程序称为顺序结构。

（2）输入两个数 A、B，求其中的大者并输出。

解：可写出算法如图 1-1（b）所示。

诸如这种需要根据条件判断执行不同操作的算法和程序称为选择结构。

（3）用连加法求自然数 1～100 之和。

解：设 N 表示 1～100 间的一个自然数，用 S 保存累加之和，可写出算法如图 1-1（c）所示。

诸如这种可以多次重复执行某一部分处理的算法和程序称之为循环结构。

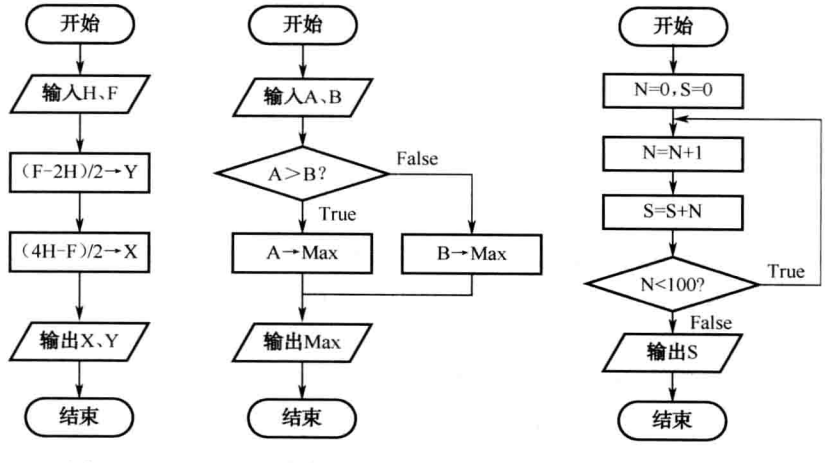


图 1-1　程序流程图示例

顺序结构、分支结构、循环结构是结构化程序设计的三种基本结构。

1.4　C 语言的发展及特点

1.4.1　C 语言的发展

汇编语言可以直接对硬件进行操作，例如，对内存地址的操作、位（bit）操作等。早期的操作系统等系统软件主要是用汇编语言编写的，如 UNIX 操作系统。但由于汇编语言依赖于计算机硬件，程序的可读性和可移植性都比较差。为了提高可读性和可移植性，最好改用高级语言，而一般高级语言又难以实现汇编语言的某些功能，人们设想能否找到一种既具有一般高级语言特性，又具有低级语言特性的语言，集它们的优点于一身。于是，C 语言就在这种情况下应运而生了，之后成为国际上广泛流行的计算机高级语言。它适合于作为系统描述语言，即用来写系统软件，也可用来写应用软件。

C 语言是在 B 语言的基础上发展起来的，它的根源可以追溯到 ALGOL 60。1960 年出现的 ALGOL 60 是一种面向问题的高级语言，它离硬件比较远，不宜用来编写系统程序，1963 年英国的剑桥大学推出了 CPL（Combined Programming Language）语言。CPL 语言在 ALGOL 60 的基础上接近硬件一些，但规模比较大，难以实现。1967 年英国剑桥大学的 Matin Richards 对 CPL 语言作了简化，推出了 BCPL（Basic Combined Programming Language）语言。1970 年美国贝尔实验室的 Ken Thompson 以 BCPL 语言为基础，又作了进一步简化，它使得 BCPL 能挤压在 8K 内存中运行，这个很简单的而且很接近硬件的语言就是 B 语言（取 BCPL 的第一个字母），并用它写了第一个 UNIX 操作系统，在 DEC PDP-7 上实现。1971 年在 PDP-11/20 上实现了 B 语言，并写了 UNIX 操作系统。但 B 语言过于简单，功能有限，并且和 BCPL 都是“无类型”的语言。

1972 年至 1973 年间，贝尔实验室的 D．M．Ritchie 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具语言而设计的。1973 年，K．Thompson 和 D.M．Ritchie 两人合作把 UNIX 的 90%以上代码用 C 改写，即 UNIX 第 5 版。原来的 UNIX 操作系统是 1969 年由美国的贝尔实验室的 K．Thompson 和 D．M．Ritchie 开发成功的，是用汇编语言写的，这样，Unix 使分散的计算系统之间的大规模联网以及互联网成为可能。

后来，C 语言作了多次改进，但主要还是在贝尔实验室内部使用。直到 1975 年 UNIX 第 6 版公布后，C 语言的突出优点才引起人们普遍注意。1977 年出现了不依赖于具体机器的可移植 C 语言编译程序，使 C 移植到其他机器时所需做的工作大大简化了，这也推动了 UNIX 操作系统迅速地在各种机器上实现。随着 UNIX 的日益广泛使用，C 语言也迅速得到推广。1978 年以后，C 语言已先后移植到大、中、小、微型机上，如 IBM System/370、Honeywell 6000 和 Interdata 8/32，已独立于 UNIX 和 PDP 了。现在 C 语言已风靡全世界，成为世界上应用最广泛的几种计算机语言之一。

1983 年，美国国家标准化协会（ANSI）X3J11 委员会根据 C 语言问世以来各种版本对 C 的发展和扩充，制定了新的标准，称为 ANSI C，ANSI C 比原来的标准 C 有了很大的发展。1987 年，ANSI 又公布了新标准——87 ANSI C。目前流行的 C 编译系统都是以它为基础的。广泛流行的各种版本 C 语言编译系统虽然基本部分是相同的，但也有一些不同。在微型机上

使用的有 Visual C、Borland Turbo C，Quick C 和 AT&T C 等，它们的不同版本又略有差异。Java、C++、C#都是以 C 语言为基础发展起来的。本书以 87 ANSI C 标准展开讲解。

1.4.2　C 语言的特点

C 语言具有以下特点：

（1）简洁紧凑、灵活方便。C 语言一共只有 32 个关键字，9 种控制语句，程序书写自由，主要用小写字母表示。它把高级语言的基本结构和语句与低级语言的实用性结合起来。C 语言可以像汇编语言一样对位、字节和地址进行操作，而这三者是计算机最基本的工作单元。

（2）运算符丰富。C 语言的运算符包含的范围很广泛，共有种 34 个运算符。C 语言把括号、赋值、强制类型转换等都作为运算符处理。从而使 C 语言的运算类型极其丰富，表达式类型多样化，灵活使用各种运算符可以实现在其他高级语言中难以实现的运算。

（3）数据结构丰富。C 语言的数据类型有：整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型、共用体类型等，能用来实现各种复杂的数据类型的运算。并引入了指针概念，使程序效率更高。

（4）C 语言是结构化语言。C 语言是以函数形式提供给用户的，这些函数可方便的调用，并具有多种循环、条件语句控制程序流向，从而使程序完全结构化。

（5）C 语法限制不太严格、程序设计自由度大。一般的高级语言语法检查比较严，能够检查出几乎所有的语法错误。而 C 语言允许程序编写者有较大的自由度。

（6）C 语言允许直接访问物理地址，可以直接对硬件进行操作。因此 C 既具有高级语言的功能，又具有低级语言的许多功能，能够像汇编语言一样对位、字节和地址进行操作。

（7）C 语言程序生成代码质量高，程序执行效率高。一般只比汇编程序生成的目标代码效率低 10%～20%。

（8）C 语言适用范围大，可移植性好。C 语言有一个突出的优点就是适合于多种操作系统，如 DOS、UNIX，也适用于多种机型。

当然，C 语言也有自身的不足，比如：C 语言的语法限制不太严格，对变量的类型约束不严格，影响程序的安全性，对数组下标越界不作检查等。从应用的角度，C 语言比其他高级语言较难掌握。

总之，C 语言既有高级语言的特点，又具有汇编语言的特点；既能用来编写不依赖计算机硬件的应用程序，又能用来编写各种系统程序；是一种受欢迎、应用广泛的程序设计语言。

1.4.3　C 语言的基本结构

为了说明 C 语言源程序结构的特点，先看两个 C 语言程序。

例 1-1

```
1    #include<stdio.h>
2    void main()
3      {
4        printf("世界,您好！\n");
5      }
```

（1）main 是主函数的函数名，表示这是一个主函数。

（2）每一个 C 源程序都必须有，且只能有一个主函数（main 函数）。

（3）函数调用语句，printf 函数的功能是把要输出的内容送到显示器去显示。

（4）printf 函数是一个由系统定义的标准函数，可在程序中直接调用。

注意　C 程序是没有行号的，因此本程序左侧的行号并非程序的一部分。这里的行号仅是为了本书对程序进行说明及方便读者阅读程序而添加。

本书中完整的程序或函数都统一添加了行号。

例 1-2

```
1   #include<stdio.h>
2   int max(int a,int b);                    /*函数说明*/
3   void main()                              /*主函数*/
4   {
5       int x,y,z;                           /*变量说明*/
6       int max(int a,int b);                /*函数说明*/
7       printf("input two numbers:\n");
8       scanf("%d%d",&x,&y);                 /*输入 x,y 值*/
9       z=max(x,y);                          /*调用 max 函数*/
10      printf("maxmum=%d",z);               /*输出*/
11  }
12  int max(int a,int b)                     /*定义 max 函数*/
13  {
14      if(a>b)return a;
15      else return b;                       /*把结果返回主调函数*/
16  }
```

上面例中程序的功能是由用户输入两个整数，程序执行后输出其中较大的数。本程序由两个函数组成：主函数和 max 函数。函数之间是并列关系，可从主函数中调用其他函数。max 函数的功能是比较两个数，然后把较大的数返回给主函数。max 函数是一个用户自定义函数。因此在主函数中要给出说明。在程序的说明部分中，不仅可以有变量说明，还可以有函数说明。关于函数的详细内容将在以后介绍。在程序的每行后用/*和*/括起来的内容为注释部分，程序不执行注释部分。

上例中程序的执行过程是，首先在屏幕上显示提示串，请用户输入两个数，回车后由 scanf 函数语句接收这两个数送入变量 x、y 中，然后调用 max 函数，并把 x、y 的值传送给 max 函数的参数 a、b。在 max 函数中比较 a、b 的大小，把大者返回给主函数的变量 z，最后在屏幕上输出 z 的值。

从上可知，C 源程序的结构特点：

（1）一个 C 语言源程序可以由一个或多个源文件组成。

（2）每个源文件可由一个或多个函数组成。

（3）一个源程序不论由多少个文件组成，都有一个且只能有一个 main 函数，即主函数。

（4）源程序中可以有预处理命令（include 命令仅为其中的一种），预处理命令通常应放在源文件或源程序的最前面。

（5）每一个说明、每一个语句都必须以分号结尾。但预处理命令、函数头和花括号“}”之后不能加分号。

（6）标识符，关键字之间必须至少加一个空格以示间隔。若已有明显的间隔符，也可不再加空格来间隔。

（7）注释符，C 语言的注释符是以“/*”开头并以“*/”结尾的串。在“/*”和“*/”之间的即为注释。程序编译时，不对注释作任何处理。注释可出现在程序中的任何位置。注释用来向用户提示或解释程序的意义。在调试程序中对暂不使用的语句也可用注释符括起来，使编译程序跳过不作处理，待调试结束后再去掉注释符。

注意　C++风格的注释以//开始，到本行末尾结束，且只能占一行，需要跨行书写时，每一行都须以//开始，Visual C++6.0 支持 C++风格注释，但 Turbo C 不支持。

从书写清晰，便于阅读、理解、维护的角度出发，在书写程序时应遵循以下规则：

（1）一个说明或一个语句占一行。

（2）用{}括起来的部分，通常表示了程序的某一层次结构。{}一般与该结构语句的第一个字母对齐，并单独占一行。

（3）低一层次的语句或说明可比高一层次的语句或说明缩进若干格后书写。以便看起来更加清晰，增加程序的可读性。

在编程时应力求遵循这些规则，以养成良好的编程风格。

1.4.4　C 语言字符集、标识符、关键字、语句与标准库函数

任何程序设计语言如同自然语言一样，都具有自己一套对字符、单词及一些特定符号的使用规定，也有对语句、语法等方面的使用规则。在 C 语言中，所涉及的规定很多，其中主要有：基本字符集、标识符、关键字、语句和标准库函数等。这些规定构成了 C 程序的最小的语法单位。例如，例 1-2 中的 a、b、x、y、z 是标识符，int、if 是关键字，return a 是语句，scanf 和 printf 是标准库函数等，这些都是由 C 语言规定的基本字符组成。

1．基本字符集

一个 C 程序是 C 语言基本字符构成的一个序列。C 语言的基本字符集包括：

（1）数字字符：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。

（2）拉丁字母：A、B、……、Z、a、b、……、z（注意：字母的大小写是可区分的。如：abc 与 ABC 是不同的）。

（3）运算符：+、-、*、/、%、=、<、>、<=、>=、!=、==、<<、>>、&、|、&&、||、^、~、(、)、[、]、->、.、!、?、:、,、。

（4）特殊符号和不可显示字符：_（连字符或下划线）、空格、换行、制表符。

对初学者来说，书写程序要从一开始就养成良好的习惯，力求字符准确、工整、清晰，尤其要注意区分一些字形上容易混淆的字符，避免给程序的阅读、录入和调试工作带来不必要的麻烦。

2．标识符

在程序中有许多需要命名的对象，以便在程序的其他地方使用。如何表示在一些不同地方使用的同一个对象？最基本的方式就是为对象命名，通过名字在程序中建立定义与使用的关系，建立不同使用之间的关系。为此，每种程序语言都规定了在程序里描述名字的规则，这些名字包括：变量名、常数名、数组名、函数名、文件名、类型名等，通常被统称为“标识符”。

C 语言规定，标识符由字母、数字或下划线（_）组成，它的第一个字符必须是字母或下划线。这里要说明的是，为了标识符构造和阅读的方便，C 语言把下划线作为一个特殊使用，它可以出现在标识符字符序列里的任何地方，特别是它可以作为标识符的第一个字符出现。C