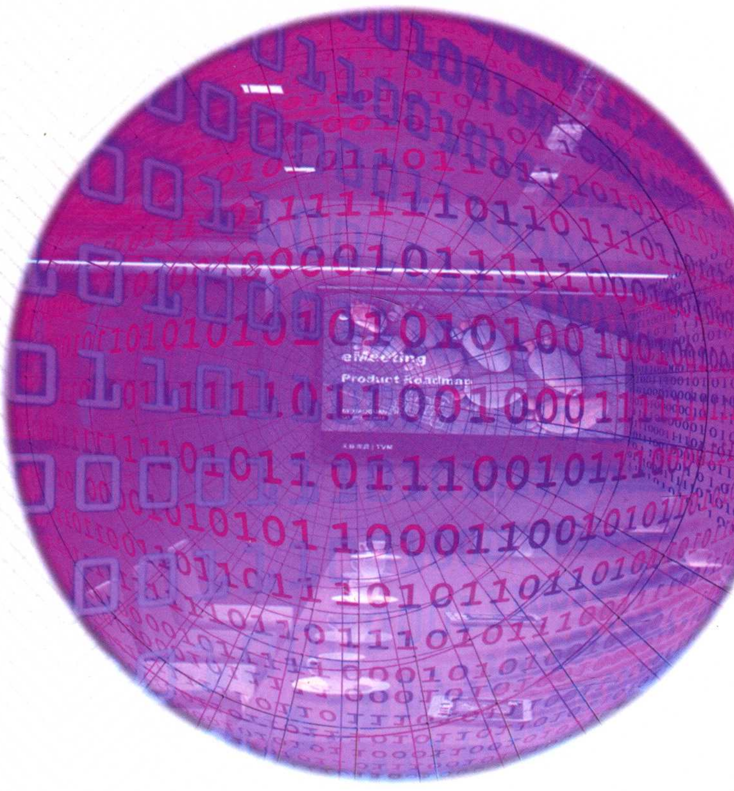
普通高等学校"十三五"规划教材

C语言程序设计与项目实训教程

（上册）

孟爱国 / 主编



C YUYAN

CHENGXU SHEJI

YU XIANGMU

SHIXUN

JIAOCHENG

北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

普通高等学校“十三五”规划教材

C 语言程序设计与项目实训教程

（上册）

主　编　孟爱国

北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

C语言程序设计与项目实训教程. 上册/孟爱国主编. —北京：北京大学出版社，2018.7
ISBN 978-7-301-29563-2

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①孟… Ⅲ. ①C语言—程序设计—高等学校—教材 Ⅳ. ①TP312.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第101820号

书　　名	C语言程序设计与项目实训教程（上册） C YUYAN CHENGXU SHEJI YU XIANGMU SHIXUN JIAOCHENG
著作责任者	孟爱国　主编
责任编辑	王　华
标准书号	ISBN 978-7-301-29563-2
出版发行	北京大学出版社
地　　址	北京市海淀区成府路205号　100871
网　　址	http://www.pup.cn
电子信箱	zpup@pup.cn
新浪微博	@北京大学出版社
电　　话	邮购部62752015　发行部62750672　编辑部62765014
印 刷 者	长沙超峰印刷有限公司
经 销 者	新华书店
	787毫米×1092毫米　16开本　17印张　421千字
	2018年7月第1版　2018年7月第1次印刷
定　　价	45.00元

内 容 简 介

C 语言在当今软件开发领域有着非常广泛的应用。本教材分上、下两册。上册全面介绍了 C 语言的基本概念，各种语法成分及应用，并通过大量实例程序讲述了 C 语言应用中的重点和难点，引导读者掌握一般程序设计的方法。下册通过案例介绍常用的数据组织技术、算法设计技术以及界面设计技术，来进一步巩固和深化 C 语言的应用；并通过数个案例介绍，引导读者全面掌握 C 语言在各方面进行应用开发的思路和方法。

本套教材选材新颖，内容丰富，讲述力求理论联系实际、深入浅出、循序渐进，注重培养读者的程序设计能力以及良好的程序设计风格和习惯。

本套教材可作为本科院校计算机程序设计的教学用书，也可作为从事计算机应用的科技人员的参考书及培训教材。

为了配合本套教材的学习，作者还编写了与本套教材配套的《C 语言程序设计实验实训教程》，可供读者学习时参考使用。

本书配套云资源使用说明

本书配有微信平台上的云资源，请激活云资源后开始学习。

一、资源说明

本书云资源内容为例题程序源文件和习题答案。通过扫描二维码可下载，方便学生学习，提高效率。

二、使用方法

1. 打开微信的“扫一扫”功能，扫描关注公众号(公众号二维码见封底)。
2. 点击公众号页面内的“激活课程”。
3. 刮开激活码涂层，扫描激活云资源(激活码见封底)。
4. 激活成功后，扫描书中的二维码，即可直接访问对应的云资源。

注： 1. 每本书的激活码都是唯一的，不能重复激活使用。
2. 非正版图书无法使用本书配套云资源。

前　言

从C语言产生到现在，它已经成为最重要和最流行的编程语言之一。目前许多高校开设了“C语言程序设计”课程，几乎每一个理工科或者其他相关专业的学生都要学习它。同时，C语言也是“全国计算机二级等级考试”中参加考试人数非常多的一门语言。因此，用C语言编程也是用来衡量计算机程序设计水平的一个重要标准。

C语言概念简洁，数据类型丰富，表达能力强，运算符多且用法灵活，控制流和数据结构新颖，程序结构性和可读性好，有利于培养读者良好的编程习惯，易于体现结构化程序设计思想。它既具有高级语言程序设计的特点，又具有汇编语言的功能；既能有效地进行算法描述，又能对硬件直接进行操作；既适合于编写应用程序，又适合于开发系统软件。它是当今世界上应用最广泛、最具影响的程序设计语言之一。C语言本身还具有整体语言紧凑整齐，设计精巧，编辑方便，编译与目标代码运行效率高，操作简便，使用灵活等许多鲜明的特点。

但是，要学好C语言，仅仅通过课堂教学或自学获取理论知识是远远不够的，还必须加强实际动手能力的训练。在实验和实训中编写、调试和运行代表各种典型算法和典型应用的程序，从成功和失败的经验中得到锻炼，才能熟练掌握和运用C语言理论知识解决软件开发中的实际问题，达到学以致用的目的。为此，我们编写了《C语言程序设计与项目实训教程》上、下两册教程。

上册全面介绍了C语言的概念、特性和结构化程序设计方法。全书共有10章，第1章介绍了C语言程序设计的基本知识。第2章介绍了C语言的基本数据类型、常量和变量以及表达式。第3、4、5章分别介绍了用C语言进行结构化程序设计的基本方法，包括顺序结构、选择结构、循环结构程序设计，并介绍了C语言程序设计中的常见错误及调试方法。第6章介绍了函数与编译预处理。第7、8章对C语言的数组、指针做了充分阐述。第9章对结构体、共用体做了较详细的介绍。第10章对C语言文件操作做了详细的阐述。

下册分两个部分：第一部分为“巩固与积累”；第二部分为“综合与创新”。

第一部分(包括第1～3章)是巩固与积累。针对C语言每个知识点及程序设计中常用的数据组织技术、算法设计技术以及界面设计技术，首先给出明确的要求，然后设计基础实训或应用案例。这样有利于明确知识点的具体应用，并在程序设计过程中，通过读者模仿、修改和调试程序案例，消除对程序设计的迷茫感，提高读者的学习兴趣，增强程序设计能力。

第二部分(包括第4～6章)是综合与创新。各章选取一个具有典型性和代表性的应用案例，便于读者通过一个综合应用项目的实践，掌握一类项目开发所需要的相关知识和技术，最终实现举一反三的能力。各章中给出的解决方案，突出“系统观念和系统设计”的思想，帮助读者提高系统认知能力和系统设计能力。在一个项目中，介绍如何以一个整体的系统观念来组织、理解系统的重点与难点及其所使用的技术，如何有效地将它们融合在一起，解决应用中的复杂问题。这样有利于读者更深层次地掌握C语言程序设计与开发中的思路、方法和过程。

本套教材是作者根据多年从事C语言及计算机基础课程的教学实践,在多次编写讲义、教材的基础上编写而成的。全书内容充实,循序渐进,选材上注重系统性、先进性、典型性和实用性;通过大量例题和案例介绍,达到"任务驱动、设计主导、案例教学"的思想。全书例题、案例在Windows 7环境下,通过Visual Studio 2010调试通过。

为配合读者学习本套教材,作者另编写了一本《C语言程序设计实验实训教程》,作为本套教材的配套参考书,供读者复习和检查学习效果时使用。

本套教材上册由孟爱国主编,下册由孟爱国、肖增良主编。上册中,孟爱国编写第1章;杨鼎强编写第2章;左利芳编写第3、4、5章;甘文编写第6章;吴海珍编写第7章;尹波编写第8章;甘正佳编写第9、10章。下册由肖增良编写;孟爱国负责全书统稿。

上、下两册教材既可以单独使用,也可以合起来使用。建议教学总学时56~72学时。

在本套教材的写作过程中,得到了李峰教授的热情支持与指导,在此表示衷心感谢。

苏文华、沈辉构思并设计了全书数字化教学资源的结构与配置,余燕、付小军编辑了数字化教学资源内容,马双武、邓之豪组织并参与了教学资源的信息化实现,苏文春、陈平提供了版式和装帧设计方案。在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编　者

2018年4月

目　录

第1章　C语言概述

内容提要

(1)知识点:本章主要讨论什么是程序,程序设计语言的发展过程,算法和结构化程序设计的基本概念,C语言程序的基本框架,C语言程序的开发过程,使用Visual C++开发C语言程序步骤。

(2)难点:熟练掌握C语言程序的开发环境。

1.1　程序与语言

1.1.1　程序设计与程序设计语言

指令是能被计算机直接识别与执行的指示计算机进行某种操作的命令,CPU每执行一条指令,就完成一个基本运算。指令的序列即为让计算机解决某一问题而写出的一系列指令,称为程序(program)。编写程序的过程称为程序设计(programming),用于描述计算机所执行的操作的语言称为程序设计语言(program language)。从第一台电子计算机问世以来的近60年中,硬件技术获得了飞速发展,与此相适应,作为软件开发工具的程序设计语言经历了机器语言、汇编语言、高级语言等多个阶段,程序设计方法也经历了早期手工作坊式的程序设计、结构化程序设计到面向对象程序设计等发展阶段。

1.机器语言

采用计算机指令格式并以二进制编码表达各种操作的语言称为机器语言。计算机能够直接理解和执行机器语言程序。例如,计算A=5+11的机器语言程序如下。

```
10110000  00000101        /把5放入累加器A中
00101100  00001011        /11与累加器A中的值相加,结果仍放入A中
11110100                  /结束,停机
```

机器语言的特点是:无二义性,编程质量高、执行速度快,占存储空间小,但难读、难记、编程难度大、调试修改麻烦,而且,不同型号的计算机具有不同的机器指令和系统。

2.汇编语言

汇编语言是一种符号语言,它用助记符来表达指令功能。汇编语言比机器语言容易理解,而且书写和检查也方便得多。但汇编语言仍不能独立于计算机,没有通用性,而且必须翻译成机器语言程序,才能由机器执行。

例如:计算A=5+11的汇编语言程序如下。

```
MOV  A,5        /把5放入累加器A中
ADD  A,11       /11与累加器A中的值相加,结果仍放入A中
HLT             /结束,停机
```

汇编语言程序较机器语言程序好读好写,并保持了机器语言编程质量高、执行速度快、占存储空间小的优点。但汇编语言的语句功能比较简单,程序的编写仍然比较复杂,而且程

序难以移植,因为汇编语言是面向机器的语言,为特定的计算机系统而设计。

3. 高级语言

高级语言是面向问题的语言,独立于具体的机器(即它不依赖于机器的具体指令形式),比较接近于人类的语言习惯和数学表达形式。因为高级语言是与计算机结构无关的程序设计语言,它具有更强的表达能力,因此,可以方便地表示数据的运算和程序控制结构,能更有效地描述各种算法,使用户容易掌握。

例如:计算 A=5+11 的 BASIC 语言程序如下。

```
A=5+11          /5与11相加的结果放入存储单元A中
PRINTA          /输出存储单元A中的值
END             /程序结束
```

高级语言方便、通用,程序便于推广。高级语言可分为:面向过程的语言,如 FORTRAN, BASIC,PASCAL,C 等。面向对象的语言,如 C++,Java,Visual Basic 等。

4. 第四代语言 4GL

第四代语言(the 4th Generation Language,4GL)是非过程化语言,如数据库查询语言 SQL 等。这类语言的一条语句一般被编译成 30~50 条机器代码指令,提高了编码效率,其特点是适用于管理信息系统编程,编写的程序更容易理解、更容易维护。

从高级语言到 4GL 的发展,反映了人们对程序设计的认识由浅入深的过程。高级语言的程序设计要详细描述问题的求解过程,告诉计算机每一步应该"怎样做"。而对于 4GL 的程序设计,是直接面向实现各类应用系统,只需说明"做什么"。

不同层次的程序设计语言构成了计算机不同的概念模型。有了汇编语言后,使得汇编程序员看到的计算机是一个能理解汇编语言的机器,相当于在硬件的基础上建立了一个虚拟的机器。高级语言相当于在计算机上又建立了一个新的层次,高级语言的用户看到的计算机是一个可理解高级语言的机器,这个虚拟的机器与具体机器的结构无关。

1.1.2 C语言的发展历史

C 语言是一种计算机程序设计语言。它既有高级语言的特点,又具有汇编语言的特点。它可以作为系统设计语言,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。因此,它的应用范围广泛。

对编写操作系统和系统使用程序以及需要对硬件进行操作的场合,用 C 语言明显优于其他解释型高级语言,有一些大型应用软件也是用 C 语言编写的。

C 语言绘图能力强,具有可移植性,并具备很强的数据处理能力,因此适于编写系统软件,三维、二维图形和动画。它是数值计算的高级语言。

C 语言的原型是 ALGOL 60 语言(也称为 A 语言)。

1963 年,剑桥大学把 ALGOL 60 语言发展成为 CPL(Combined Programming Language)语言。

1967 年,剑桥大学的 Matin Richards 对 CPL 语言进行了简化,于是产生了 BCPL 语言。

1970 年,美国贝尔实验室的 Ken Thompson 将 BCPL 进行了修改,并为它起了一个有趣的名字"B 语言"。并且他用 B 语言写了第一个 UNIX 操作系统。

1973 年,美国贝尔实验室的 D. M. RITCHIE 在 B 语言的基础上最终设计出了一种新的语言,他取了 BCPL 的第二个字母作为这种语言的名字,这就是 C 语言。

为了使 UNIX 操作系统推广，1977 年 Dennis M. Ritchie 发表了不依赖于具体机器系统的 C 语言编译文本《可移植的 C 语言编译程序》，即著名的 ANSI C。

1978 年由美国电话电报公司(AT&T)贝尔实验室正式发表了 C 语言。同时由 B. W. Kernighan 和 D. M. Ritchit 合著了著名的 *THE C PROGRAMMING LANGUAGE* 一书。

1987 年，随着微型计算机的日益普及，C 语言出现了许多版本，由于没有统一的标准，使得这些 C 语言之间出现了一些不一致的地方。为了改变这种情况，美国国家标准协会为 C 语言制定了一套 ANSI 标准，成为现行的 C 语言标准的主要特点。C 语言发展迅速，而且成为最受欢迎的语言之一，主要因为它具有强大的功能。许多著名的系统软件，如 DBASE Ⅲ PLUS、DBASE Ⅳ 都是用 C 语言编写的。用 C 语言加上一些汇编语言子程序，就更能显示 C 语言的优势了，象 PC—DOS、WORDSTAR 等就是用这种方法编写的。

1.2　一个简单的 C 语言程序

下面先以一个简单的 C 语言程序作示例，简要介绍 C 语言程序的特点。

【例 1.1】求两个给定整数之和。

```
#include <stdio.h>                          /* 标准输入输出头文件*/
main()
{
    int i,j,sum;                            /* 这是声明部分，定义变量 i,j,sum */
    i=2;j=-3;                               /* 给出两个整数，给变量赋值*/
    sum=i+j;                                /* 做加法，并保留和*/
    printf("The sum of i+j is%d\n",sum);    /* 输出结果*/
}
```

通过这个程序，我们可以看到 C 语言还是比较简单的，结构并不复杂。编写 C 程序时必须遵循 C 语言的编程原则。一个简单的 C 应用程序的基本格式有以下几点：

(1)C 程序都由函数组成，函数则是具有特定功能的程序模块。对于每一个 C 程序来讲，都必须有一个 main()函数，且只能有一个 main()函数。该函数标志着执行 C 程序时的起始点。

(2)函数由函数头和函数体(包括变量定义和语句部分)组成：

```
main()
{变量说明;
 语句;
}
```

(3)C 程序中的每条语句都要以分号“;”结束(包括以后程序中出现的类型说明等)。

(4)为了增加程序的可读性，程序中可以加入一些用“/ * …… * /”之间的内容构成的注释行。

(5)用预处理命令 ＃include 可以包含有关文件的信息。

(6)在C程序中,字母的大小写是有区分意义的,因此main、Main、MAIN都是不同的名称。作为程序的入口只能是main函数。

1.3 算法和程序

要使计算机能完成人们预定的工作,首先必须为如何完成预定的工作设计一个方案和一系列步骤,然后再根据这个方案和一系列步骤编写程序,该方案和一系列步骤被称为算法。因此,设计算法就成为设计程序的关键。

1.3.1 算法的概念

著名的计算机科学家N·沃思(Niklaus Wirth)曾经提出:

数据结构 + 算法= 程序

(1)数据结构(data structure):即对数据的描述和组织形式;

(2)算法(algorithm):对操作或行为的描述,即操作步骤。

算法作为一个名词,在中学教科书中并没有出现过,在基础教育阶段还没有接触算法概念。但是我们却从小学就开始接触算法,熟悉许多问题的算法。如,做四则运算要先乘除后加减、从里往外去括弧、竖式笔算等都是算法,至于乘法口诀、珠算口诀更是算法的具体体现。我们知道解一元二次方程的算法,求解一元一次不等式、一元二次不等式的算法,解线性方程组的算法,求两个数的最大公因数的算法等。因此,算法其实是重要的数学对象。

算法一词源于算术(algorism),即算术方法,是指一个由已知推求未知的运算过程。后来,人们把它推广到一般,把进行某一工作的方法和步骤称为算法。

广义地说,算法就是做某一件事的步骤或程序。菜谱是做菜肴的算法,洗衣机的使用说明书是操作洗衣机的算法,歌谱是一首歌曲的算法,这是非数值运算算法。在数学中,主要研究计算机能实现的算法,即按照某种程序步骤一定可以得到结果的解决问题的程序。比如解方程的算法、函数求值的算法、作图的算法等,这是数值运算算法。计算机解题的算法大致包括这两大类算法:非数值运算算法和数值运算算法。

解决一个问题会有多种方法,如解一元二次方程的算法就很多,有因式分解法、分式法、迭代法等等,这些方法有优劣之分,有的方法只需进行很少的步骤,而有的方法则需要较多的步骤。那么设计一个算法后,怎样衡量它的正确性呢?一般用以下特性来衡量:

①有穷性。算法的步骤必须是有限的,每个步骤都在有限的时间内做完,执行有限个步骤后终止。

②确定性。算法中每一步骤都必须有明确定义,不允许有模棱两可的解释,不允许有多义性。例如,“如果成绩大于等于90分,则输出A;如果成绩小于等于90分,则输出B”,当成绩为90分时,既会输出A,又会输出B,这就产生了不确定性。

③有效性。算法的每一步操作都应该能有效执行。如一个数被0除就是无效不可执行的,应避免。

④没有输入或有多个输入。例如:求1+2+3+…+100时,不需要输入任何信息就能求出结果;而要求1+2+3+…+n时,必须从键盘输入n的值,才能求出结果。