教育科学“十五”国家规划课题研究成果

C语言程序设计基础

廖 雷 主编
廖 雷 袁 璟 陈 立 编

高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

C语言程序设计基础

廖 雷 主编
廖 雷 袁 璟 陈 立 编

高等教育出版社

内容提要

本书是教育科学“十五”国家规划课题的研究成果。在全面介绍 ANSI C 的语言成分和标准库函数的同时，本书对 Turbo C 2.0 集成环境的使用、Turbo C 特有的 BIOS 和 DOS 功能调用函数、屏幕处理函数、图形处理函数等常用库函数做了讲解。在介绍上述内容的过程中，穿插讲解了相应的程序设计技巧、常用算法和具有实用价值的程序实例，并有专门章节介绍上机步骤、调试技巧。

本书注重技术应用性，语言与程序设计并重，经典实例和实用程序并重，强化实践环节，精选了较多的习题。编者力求体现概念准确、编排合理、循序渐进、深入浅出、讲解通俗、便于自学的特色，学习本书的读者可以不具备其他高级语言和程序设计的基础知识。

本书可作为高等学校工科各专业的教材，也可作为计算机培训和等级考试辅导的教学用书，还可供广大程序开发人员和自学者参考。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计基础 / 廖雷主编. —北京：高等教育出版社，2004. 7
ISBN 7-04-014606-1

Ⅰ.C... Ⅱ.廖... 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（2004）第 052499 号

策划编辑 付 欣 **责任编辑** 付 欣
封面设计 刘晓翔 **责任印制** 宋克学

出版发行	高等教育出版社	**购书热线**	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	**免费咨询**	800-810-0598
邮政编码	100011	**网 址**	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京凌奇印刷有限责任公司		
开 本	787×960 1/16	**版 次**	2004 年 7 月第 1 版
印 张	18.25	**印 次**	2004 年 7 月第 1 次印刷
字 数	330 000	**定 价**	21.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

总　序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要，满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求，探索和建立我国高等学校应用型本科人才培养体系，全国高等学校教学研究中心（以下简称“教研中心”）在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上，组织全国100余所以培养应用型人才为主的高等院校，进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索，在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果，并在高等教育出版社的支持和配合下，推出了一批适应应用型人才培养需要的立体化教材，冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月，教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项，为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台，整体设计立项研究计划，明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式，分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现，组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组（亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组）。会后，教研中心组织了首批课题立项申报，有63所高校申报了近450项课题。2003年1月，在黑龙江工程学院进行了项目评审，经过课题领导小组严格的把关，确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月，各子课题相继召开了工作会议，交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题，确定了项目分工，并全面开始研究工作。计划先集中力量，用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和在研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才培养特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是，“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才培养探索与实践成果基础上，紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要，努力实践，大胆创新，采取边研究、边探索、边实践的方式，推进高校应用型本科人才培养工作，突出重点目标，并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础，作为体现教学内容

和教学方法的知识载体，在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培养体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。目前，教材建设工作存在的问题不容忽视，适用于应用型人才培养的优秀教材还较少，大部分国家级教材对一般院校，尤其是新办本科院校来说，起点较高，难度较大，内容较多，难以适应一般院校的教学需要。因此，在课题研究过程中，各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果，并和教学实际结合起来，认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革，组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师，编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案，以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信，随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入，特别是随着教育部即将启动的“高等学校教学质量和教学改革工程”的实施，具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003 年 4 月

前　言

近十多年来，计算机技术得到飞速发展，出现了很多高级程序设计语言，其中C语言家族最具备影响力。C++、Java和C#都属于C语言家族，而C语言是他们的基础，因此国内高校很多专业都将C语言作为第一门程序设计语言开设。目前我国高等教育已进入大众化时代，如何培养满足市场需求的应用型人才，是一项很值得研究的课题，在教育科学“十五”国家规划课题立项研究的基础上，在高等教育出版社的支持下，作者完成了这本《C语言程序设计基础》。

本教材的读者对象主要是应用型高等学校工科各专业的学生。本教材根据读者对象的性质，力图体现以下编写特色：

① 起点较低，不需具备程序设计语言基础知识。很多C语言的教材都要求读者先前学过一门程序设计语言。但本教材从程序设计的最基础知识讲起，把一些经典算法的来龙去脉交代清楚，读者不需要有其他程序设计语言的基础。

② 概念准确，编排合理。由于历史的原因，与其他程序设计语言相比，C语言还是比较灵活，因此，在理解C语言时容易产生偏差，为此，我们认真研究、消化了最具权威的由C语言设计者K&R按照ANSI C标准所著的“The C Programming Language”（第二版）以及微软和Borland公司最新的C/C++语言产品的联机手册，并以此为基础讲解C语言。在内容的编排上，注意了分散难点，以便于读者循序渐进地学习。

③ 详略得当，重点突出。本书主要讲解C语言最基本、最常用的内容，控制C语言中出现频率很低或与语言的实现版本有关的内容的篇幅，把重点放在语言本身的难点（如指针）和程序设计技巧方面。

④ 深入浅出，讲解通俗。根据应用型人才的培养特点，避免研究型大学本科教材中引出概念、解释概念、举例说明的传统讲解模式，而采用根据智能结构要求，提出问题、分析问题、解决问题、最后总结出概念并推广到一般的写作方法，同时在讲解中强调通俗性。

⑤ 两个并重，强化实践，重视应用。所谓两个并重，即程序设计语言和程序设计技巧并重，经典实例和实用程序并重。本书力求使读者学完C语言后，不仅能懂C语言的语法、语义，更重要的是具备编程解决实际问题的能力；读者不仅要了解一些经典实例和经典算法，还应研究一些来自实际工作和工程实践的实用案例，加以借鉴、模仿、改写，同时，本书重视实践环节，有专门章节介绍上机编程和程序调试技巧，并且提供了较多的习题，附录中还给出了中英文出错信息

对照表。

本书由廖雷主编，负责拟定全书框架并完成统稿工作。各章具体分工如下：第1、2、6、8、9、10章由廖雷编写，第4、5章由袁璟编写，第7章由陈立编写，第3章由袁璟和廖雷共同完成、第11章由陈立和廖雷共同完成，第12章由廖雷、袁璟、陈立共同完成。南京大学计算机系费翔林教授在百忙之中认真细致地审阅了全书，并提出了宝贵意见，作者深表感谢。

为方便教学，作者还制作了配套的电子教案放在高教社网站上以便广大读者下载使用，还将编写《C语言程序设计基础实验教程》供读者选用。

感谢读者选用本教材，热忱欢迎广大教师和同学指出本教材使用过程中发现的问题，提出修改建议，需要电子教案的老师可以和我们联系，电子信箱是：liaolei@sina.com。

编　者

2004年春于南京

目　录

第1章　C语言概述

1.1　为什么要学习C语言

1.1.1　C语言的历史

Fortran语言是历史上的第一门计算机高级语言，它主要用于科学计算。随着Fortran的出现，越来越多的计算机专家和工程技术人员对高级语言的研究、设计和使用产生了浓厚的兴趣。诞生于20世纪60年代的Algol语言是一门结构良好、逻辑严谨、简明易学的算法语言，但由于它的应用面较窄以及人们对Fortran的依恋，结果就没有能得到推广。20世纪70年代初期出现的PASCAL语言是第一门反映了结构化程序设计思想的高级语言，它在大学和研究所中流传较广，一度成为国内外计算机（应用）专业学生的入门语言。

几乎与PASCAL语言诞生的同时，C语言在美国著名的贝尔实验室中酝酿并诞生了。与Fortran、Algol和PASCAL语言不同，C语言诞生之时并没有什么研制报告和语言报告，而是在设计UNIX操作系统时不断地得到更新和完善。因此，人们把C语言称为程序员设计的语言，而把Fortran、Algol和PASCAL语言称为计算机科学家设计的语言。

UNIX的早期版本是用汇编语言写的，而用C书写的UNIX比原先的版本更易于理解、修改和扩充，更重要的是，具有良好的可移植性，作为一个优秀的操作系统，UNIX在世界范围内得到了广泛的应用，它的设计者因此于1983年获得了计算机科学的最高奖——图灵奖。要使用UNIX，就必须掌握C语言，因此，C语言也为越来越多的人所熟知，人们进一步认识到C语言是一门极有生命力的程序设计语言，渐渐地它已不完全依赖UNIX，成为程序员的首选语言之一。在国内，很多高校将C语言作为第一门程序设计语言开设。

1978年，贝尔实验室的B. W. Kernighan和D. M. Ritchie（简称K&R）出版了“The C Programming Language”一书，建立了所谓的C语言的K&R标准，它一度成为C语言的事实标准。目前，美国标准化协会已对C语言标准化，称为ANSI C标准。ANSI C标准与K&R标准之间有一些差别，本书在讲解C语言时以

ANSI C 标准为主，再加上 Borland 公司 Turbo C 2.0 的一些扩充。

C 语言本身也在发展。20 世纪 80 年代中期，出现了面向对象程序设计的概念，贝尔实验室的 B. Stroustrup 博士借鉴了 Simula 67 中的类的概念，将面向对象的语言成分引入到 C 语言中，设计出了 C++ 语言。C++ 语言赢得了广大程序员的喜爱，不同的机器不同的操作系统几乎都支持 C++ 语言，如在 PC 机上，微软公司先后推出了 MS C++、Visual C++ 等产品，Borland 公司先后推出了 Turbo C++、Borland C++、Borland C++ Builder 等产品，同时，C++ 语言也得到了国际标准化组织(ISO)的认可，为此，国际标准化组织已对 C++ 语言实现标准化。

C/C++ 语言对新语言的形成也有较大的影响力。20 世纪 90 年代中期以来，Internet 日益普及，用于 Internet 开发的 Java 语言日益为人们所熟知。事实上，Java 语言与 C++ 语言极为相似，熟悉 C++ 语言的程序员在很短的时间内就能掌握 Java 语言。2002 年，微软公司正式推出了 C#语言，该语言与 C/C++ 也有密切的联系，它已成为. NET 环境的重要编程语言。

1.1.2　C 语言的特点

1. 具有现代化程序设计语言的特征

C 语言具有丰富的数据类型，众多的运算符，体现结构化程序设计的优良的控制结构和具备抽象功能及体现信息隐蔽思想的函数。

2. 用途广泛

C 语言的应用几乎遍及了程序设计的各个领域，如科学计算、系统程序设计、字处理软件和电子表格软件的开发、信息管理、计算机辅助设计、图形图像处理、数据采集、实时控制、嵌入式系统开发、网络通信、Internet 应用、人工智能等方面。

3. 语言简洁，具备底层处理功能，可执行代码质量高

C 语言简洁，为完成某一功能所写的源程序往往比用其他语言来得短，使得程序输入工作量减少。C 语言能直接访问物理地址和端口，并能进行位操作，因此能实现汇编语言的大部分功能。另一方面，由 C 语言生成的可执行代码内存容量少，执行效率高，因此，C 语言有可移植的汇编语言的美称。

4. 可移植性好

若程序员在书写程序时严格遵循 ANSI C 标准，则其源代码可不作修改，即可用于各种型号的计算机和各种操作系统，因此，C 语言具备良好的可移植性。

1.2 C语言的一个简单实例

下面是C语言的一个简单实例,其功能是从键盘上读入2个整数,并计算2个整数的和再加上6之后的最终结果,并将结果输出。

【例1.1】 C语言的一个简单实例。

```
#include <stdio.h>
main()
{ int a,b,sum;
  printf("Enter Two Numbers:");
  scanf("%d%d",&a,&b);
  sum=a+b+6;
  printf("Sum of three numbers is %d\n",sum);
}
```

程序运行结果如下:

```
Enter Two Numbers:64 28
Sum of three numbers is 98
```

一个C语言程序的执行总是从被称为main的主函数处开始,在例1.1中,main函数中对变量a、b、sum作了说明,它们的类型是整型,printf是一个标准输出函数,因此,main函数中的第一个printf函数输出一行提示信息:Enter Two Numbers,要求用户输入两个整数,scanf是一个标准输入函数,它完成a、b两个变量的输入工作,即从键盘上输入两个数,使得a、b分别取值64和28,语句sum=a+b+6计算a+b+6的值并将它送给sum变量,第二个printf函数调用完成sum的打印,即将文字Sum of three numlersis和运算结果98一起输出。

举这个例子,主要是为了使读者对C语言有一个大致的了解,具体细节不必完全弄懂。

1.3 编辑、编译、连接、运行一个C语言程序

通常用C语言书写的程序称为C的源程序,它是不能直接运行的。为此,必须生成与之对应的可执行程序。具体过程如下:

① 编辑源程序,完成后将源程序以扩展名.c存盘。

② 对源程序进行编译,即将源程序转换为扩展名为.obj的二进制代码,此

二进制代码仍不能运行。若源程序有错，必须予以修改，然后重新编译。

③ 对编译生成的.obj文件进行连接，即加入库函数和其他二进制代码生成可执行程序。连接过程中，可能出现未定义的函数等错误，为此，必须修改源程序，重新编译和连接。

④ 执行生成的可执行代码，若不能得到正确的结果，必须修改源程序，重新编译和连接；若能得到正确结果，则整个编辑、编译、连接、运行过程顺利结束。

在Turbo C 2.0中，提供了一个集成开发环境，上述过程步骤均能在Turbo C 2.0集成环境中完成。有关集成环境的具体使用详见后继章节。

1.4　学习C语言所需的必备知识

学习C语言，除学习理论知识外，还必须通过上机编制和调试程序。事实上，不同的机器在不同的操作系统下有不同的C语言编译器，本书主要用Borland公司的Turbo C 2.0讲解C语言的实际编程。Turbo C 2.0是DOS环境下的一个集成开发环境，在Windows下需进入DOS窗口运行，因此，熟悉常用DOS命令或Windows基本操作是学习本课程的前提条件。

学习C语言，还必须弄清数据在内存中的表示方法。数据在计算机内部是以二进制来表示，而为了便于问题描述，还常常用到十六进制和八进制，实际上，它们都可以认为是二进制的缩写方式。

1.4.1　数制

1. 十进制数

十进制是日常使用最常见的进制，由0～9十个数字组成，运算规则是逢十进一。

2. 二进制数

二进制数在日常生活中也会出现，如两只鞋子称为一双，这就是二进制。二进制的基数是2，因此，在二进制中出现的数字只有两个：0和1。

二进制的运算规则是逢二进一。因此有：

0+0=0　　0+1=1　　1+0=1　　1+1=10

3. 八进制数

八进制的基数是8，所使用的数字为0、1、2、3、4、5、6、7。其运算规则是逢八进一。

4. 十六进制数

十六进制的基数是16,它使用的数字字符为0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F其中A～F分别代表十进制数的10～15。其运算规则是逢十六进一。

5. 数制标记方法

为了区分不同进制的数据,通常可以用圆括号将数据括起来,在括号的右下角以数字2、8、10、16表示该数代表的进制。如:

$(100)_2$, $(261)_8$, $(192)_{10}$, $(1FA)_{16}$分别代表的是二进制的100、八进制的261、十进制的192、十六进制的1FA。

1.4.2 数制之间的转换

下面通过一些实例来说明不同进制数相互转换的方法。

(1) 二进制数转换成十进制数

$$(111.011)_2 = (1\times2^2+1\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}+1\times2^{-3})_{10}$$
$$= (7.375)_{10}$$

(2) 十六进制数转换成十进制数

$$(2AB.C)_{16} = (2\times16^2+10\times16^1+11\times16^0+12\times16^{-1})_{10} = (683.75)_{10}$$

(3) 十进制整数转换成二进制数

十进制整数转换成二进制数可采用"除2取余法",直至商为0。如将十进制数28转换成二进制数,如图1.1所示。

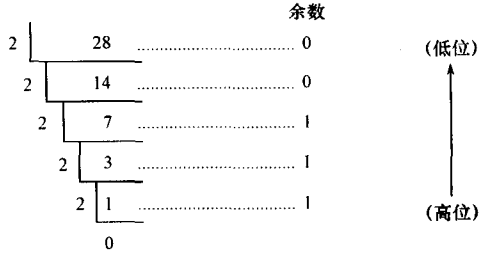

图1.1 十进制整数转换成二进制数

最后得到的余数是高位数,即:

$(28)_{10} = (11100)_2$

由以上实例可知,任何数制之间都可以实现转换,如要将二进制数转换成十六进制数,可先将二进制数转换成十进制数,再将十进制数用"除16取余法"得到十六进制数。

事实上,二进制、八进制、十六进制数之间的相互转换有更简便的方法,读者

可自行查阅有关书籍。

1.4.3　整数的原码、补码、反码表示

一般计算机中用16位或32位来表示整数，位数越多，能表示数的范围就越大。

整数有正负之分，为此，可以用一个二进位作为符号位，一般总是最高位，当符号位为“0”时表示正数，符号位为“1”时表示负数。例如，当用16位来表示一个整数时，有

$$(0000000000101011)_2 = (+43)_{10}$$

$$(1000000000101011)_2 = (-43)_{10}$$

上述表示法，称为整数的原码表示法。

整数也可采用反码表示法，对于负整数来说，符号位作为“1”，但绝对值部分正好与原码相反（即0变为1，1变为0）。因此：

$$(-43)_{原} = 1000000000101011$$

$$(-43)_{反} = 1111111111010100$$

而实际上，整数在机器内大多用补码表示，对负整数而言，符号位仍为1，但绝对值部分却是反码的最低位加1得到的结果，因此

$$(-43)_{补} = 1111111111010101$$

注意，对正整数而言，其原码、反码、补码均相同。

关于补码的知识，是讲述C语言的必备知识。至于实数在计算机内的表示法，因限于篇幅，不再讲述。

习　　题

1. 简述C语言有哪些特点。

2. 简述编辑、编译、连接、运行一个C语言程序的步骤。

3. Borland公司和微软公司的C/C++语言产品是PC机上最有影响力的产品，试问这二家公司先后推出了哪些C/C++语言产品。

4. 写出整数8与-8在机内的补码表示。

5. 有两个整数，它们在机内的表示分别为：

1111111111110100

0000000000001010

试问这是哪两个整数的补码表示？