计算机等级考试教程

（二级）

C语言结构化程序设计

全国高等学校计算机教育研究会
教材与课程建设委员会 组编

李大友 主编

机械工业出版社

计 算 机 等 级 考 试 教 程

（二　级）

C 语言结构化程序设计

全国高等学校计算机教育研究会
教 材 与 课 程 建 设 委 员 会　组编

李大友　主编

孟庆昌　刘振英　编著

机 械 工 业 出 版 社

本书是根据国家教委制定的全国计算机等级考试二级考试大纲编写的，其深度和广度符合考试大纲要求。

全书共分 15 章，循序渐进地介绍标准 C 语言的基本概念、语法规则和语法要点，并通过大量有代表性的示例程序介绍 C 语言结构化程序设计的方法和应试辅导。每章后面有习题，可供读者练习。

全书体系合理，概念准确，内容严谨，讲解透彻，示例丰富生动，实用性强，既考虑到初学者的特点，又能满足软件开发人员实际工作的需要。本书是作者十几年来从事 C 语言教学与科研工作的结晶。

本书不仅可作为计算机等级考试（二级）应试人员学习 C 语言的教材，而且可作为大、中专院校和计算机培训班的教材，同样也是广大软件开发人员的“得力助手”。

图书在版编目（CIP）数据

计算机等级考试教程（二级）：C 语言结构化程序设计/
李大友主编. -北京：机械工业出版社，1996.2
ISBN 7-111-04980-2

Ⅰ.计… Ⅱ.李… Ⅲ.①计算技术-基本知识
-考试，等级-指导读物②C 语言-结构设计-程序设计-基本
知识-考试，等级-指导读物 中 TP3②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（95）第 02602 号

出 版 人：马九荣（北京市百万庄南街 1 号 邮编 100037）
责任编辑：何文军 王中玉 版式设计：张琴琴 责任校对：贾立萍
封面设计：郭景云 责任印制：卢子祥

三河永和印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

1996 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16 · 23.75 印张 · 576 千字
0 001—8 000 册
定价：32.00 元

《计算机等级考试教程》

编　委　会

《计算机等级考试教程》序言

当前，在世界范围内，一个以微电子技术、计算机技术和通信技术为先导的，以信息技术和信息产业为中心的信息革命方兴未艾。信息技术和信息产业的发展，对国民经济的发展、国家经济信息化起着举足轻重的作用，并已成为衡量一个国家发展水平的重要标志。因此，实现国家经济信息化，已成为世界各国所追求的共同目标。

为了使我国尽快实现国家经济信息化，赶上发达国家的水平，必须加速发展我国的信息技术和信息产业。其中最关键的环节就是人才的培养，尤其是计算机应用人才的培养。有了人才，才能迅速提高全社会的计算机应用水平，促进国家经济信息化水平的提高。因此，解决全民普及计算机知识，尽快提高全民族整体的计算机应用水平，已成为当务之急。各行各业、各层次人员，不论年龄与知识背景如何，都应掌握和应用计算机，解决其各自专业领域的计算机应用问题，为本职工作或专业服务，使其与国家经济信息化的需要相适应。

国家教委考试中心为适应这一形势发展的需要，使所培养的计算机应用人才的水平有一个公正的、客观的统一标准，推出了全国计算机等级考试。这一考试，根据应试者所具有的计算机应用能力水平的不同，划分为不同等级，分别进行考核。

全国计算机等级考试共分为四级六类，其内容范围如下：

一级分为A、B两类，均面向文字处理和数据库应用系统操作人员。

一级A类要求掌握计算机基础知识、微机系统基本组成、操作系统功能和使用、字表处理软件的功能和使用、数据库应用系统的基本概念和操作。

一级B类要求掌握计算机基础知识、微机系统基本组成、DOS操作系统基本知识及操作、文字处理软件WPS和数据库语言FoxBASE的操作。

二级面向使用高级语言进行程序设计的人员。要求掌握计算机基础知识、操作系统的功能和使用、数据库的基本概念及应用和具有使用一种高级语言（C语言、PASCAL语言、FORTRAN语言、BASIC语言或数据库语言）进行程序设计的能力。

三级分为A、B两类。

三级A类面向测控领域的应用人员。要求掌握微机原理、汇编语言程序设计、微机接口技术、软件技术基础以及微机在测控领域的应用。

三级B类面向软件方面的应用人员。要求掌握计算机基础知识、数据结构与算法、操作系统、软件工程方法以及具有微机在管理信息系统或数值计算或计算机辅助设计方面的应用能力。

四级要求达到相当于大学计算机专业本科毕业生水平，具有计算机软件和硬件系统的设计开发能力。要求掌握计算机系统原理、计算机体系结构、计算机网络与通信、离散数学、数据结构与算法、操作系统、软件工程和数据库系统原理等方面的基础理论知识。

为推动全国计算机等级考试的健康发展，满足社会上对等级考试教材的迫切要求，全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会组织了高等院校多年从事计算机教育的第一线专家教授，编写了《计算机等级考试教程》系列教材，并得到机械工业出版社的大力支

持与合作，使得这套教程能够及时与广大读者见面。

这套教程严格按照各级各类考试大纲的要求编写，内容深入浅出、图文并茂，每本书均附有习题，便于自学。

由于计算机技术是一门迅速发展的学科及作者水平所限，这套教程肯定会有很多不足之处，衷心希望得到社会各界和广大读者的批评指正。

主编　李大友

1995 年 11 月

前　言

C 语言，从 1972 年诞生至今才短短 20 多年的时间里，已经历了内部使用、产品发展、国际标准化、世界范围流行等阶段。如今 C 语言是举世公认的优秀程序设计语言之一，学习 C 语言，使用 C 语言，已成为社会潮流。这些辉煌的成就是与 C 语言一系列突出优点分不开的，它简洁、高效、灵活、可移植性好、应用面广，代表了第三代语言的最新趋势。

我国正阔步向 21 世纪挺进。在信息时代，各行各业都离不开对计算机的应用，而且它正迅速进入千家万户，成为人们生活、工作中的得力工具，有“第二文化”之美称。因此，许多单位把具有一定计算机应用知识与能力作为录用、考核工作人员的重要条件。基于这种形势，国家教委考试中心推出全国计算机等级考试。为了满足广大应试者对等级考试教材的迫切需求，由机械工业出版社组织了≪计算机等级考试教程≫系列教材的编写和出版工作。本书就是该系列教材中的一本。

本书根据≪全国计算机等级考试考试大纲≫的要求，按照 C 语言的 ISO 标准，全面、系统地介绍 C 语言程序设计。在编写过程中注意到以下几个方面：

1）本书不要求读者具备专门的计算机知识，书中用通俗的语言、生动的示例深入浅出地介绍 C 语言的语法和应用。

2）学习的目的在于应用。本书不拘泥于语法讲解，而是把语法要点与实际应用密切结合，书中示例既有语法难点解释，又有大量实用函数可在软件开发中加以引用，同时介绍了结构化程序设计的思想，以期使读者养成良好的编程风格。

3）对于初学者来说，建立正确的清晰的概念是至关重要的。C 语言本身又有某些易于混淆的难点，以致造成有的书中把字符串结尾字符'\0'与空格符混为一谈。本书一方面将难点分散，便于循序渐进掌握；另一方面注意讲解的严谨，并辅以可上机运行的示例，从正反几个方面对难点加以说明。

4）在章节安排上注意结构合理、详略得当。有的概念易于理解，书中未做详述；而有些内容，如指针，代表着 C 语言灵活、实用的特点，多年来广大读者都认为有难度，为此，书中用较多的篇幅加以介绍。

C 语言的内容是很丰富的，本书重点介绍它的基本、常用的内容，通常可满足广大读者的需求。如读者想进行深入研究，请参阅 ISO 标准和有关资料。

参加本书编写工作的人员还有孟平、孟欣等。在编写过程中得到北方工业大学邓德祥教授等同志的大力支持和帮助。在此对所有关心、支持本书出版的同志表示衷心感谢。

由于作者水平有限，时间又匆忙，所以书中会存在不少缺陷或错误，恳请得到广大读者的批评指正。

编者

1995.10　于北京

目　录

第1篇　C语言基础知识

第1章　C语言概述

1.1　C语言的发展历史和特点

1.1.1　C语言的发展历史

C程序设计语言（简称C语言）是国际上最著名的高级程序设计语言之一，是当今世界上使用范围最广的一种计算机编程语言，它不仅可用来书写如操作系统、数据库之类的系统软件，而且也可用来编写众多的应用软件。无论是在价格低廉的个人电脑上，还是在功能强大的巨型机上，都可以运行C语言。当今在各式各样的软件工作平台上，C语言都是最主要的编程语言之一。

C语言是UNIX系统的主力语言，它与UNIX系统有着互相依存、休戚与共的紧密关系。UNIX系统是美国贝尔实验室的K. Thompson（汤普森）和D. M. Ritchie（里奇）从1969年开始，用不到两个人年的工作量研制成功的。该系统最早运行在DEC的PDP－7机器上，用汇编语言编写。由于汇编语言不可移植，描述问题的效率大大低于高级语言，其可读性又差，所以K. Thompson在1970年开发出一种高级程序设计语言B，于1971年在PDP－11/20上实现了B语言，并用B语言编写了UNIX操作系统和绝大多数实用程序。B语言的主要思想来源于M. Richard（里查德）提出的BCPL语言（英国剑桥大学，1967年）。由于B语言面向字存取、功能过于简单、数据无类型、运行速度较慢等弱点，它并未得到广泛流行。1972年D. M. Ritchie在B语言的基础上开发出C语言。C语言克服了B语言的缺点，又保持它的精练、接近硬件的优点，同时扩充了很多适于系统设计和应用开发的功能。1973年K. Thompson和D. M. Ritchie把UNIX系统用C语言重写了一遍，并加入多道程序设计等新的功能。这就是UNIX的第5版。在初期阶段，C语言还仅限于在贝尔实验室内部使用。到1975年，随UNIX第6版公布并免费推向世界，C语言的一系列优点才引起人们的广泛关注。伴随UNIX系统从研究室、院校走向商业社会，登上世界舞台，C语言也逐渐为世人所认识、欢迎和推广使用。特别是“可移植C语言编译程序”在1977年推出之后，大大促进了C语言独立于UNIX系统而运行的能力。目前，几乎在各种硬件平台上，在形形色色的软件环境下，C语言都是程序设计人员解决各类问题的最主要的编程工具。

图1－1－1给出几种主要语言的派生关系。

1983年K. Thompson和D. M. Ritchie两人同时获得ACM图灵奖，这是计算机科学和技术领域的最高荣誉奖，以表彰他们在开发UNIX系统和C语言方面所做出的杰出贡献。诚如评审委员会给出的评论：“对于UNIX系统可移植性的关键贡献是Ritchie开发的C程序设计语言。”

1978年B. W. Kernighan和D. M. Ritchie合著了《The C Programming Language》一书，该书中讲述的C语言语法成为后来广泛使用的C语言版本的基础，一般把它称为经典C。随着微型机的迅速普及，出现了一大批C语言系统。虽然它们之间具有很好的兼容性，但由于没有统一的标准，必然存在若干差异，从而给程序在不同平台间的移植带来困难。为了改变

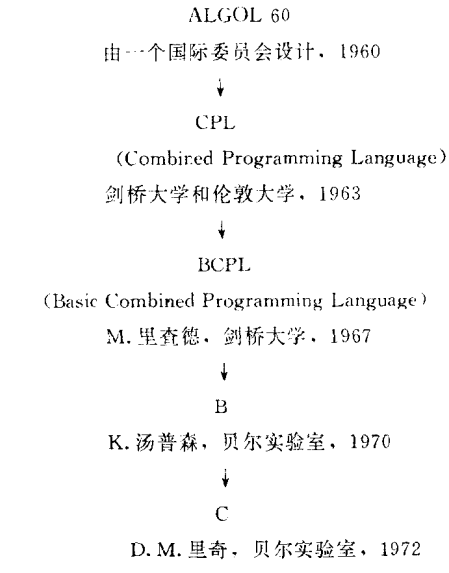

图 1-1-1　几种主要语言派生关系

这种局面，ANSI（American National Standards Institute）于 1983 年设立了一个委员会，专门制订 C 语言标准，这就是常说的 ANSI C。ANSI C 与经典 C 相比，有了很大的发展。B. W. Kernighan 和 D. M. Ritchie 在 1988 年对他们的经典著作《The C Programming Language》进行了修订，使之符合 ANSI C 标准。随着制订以 UNIX 为基础的操作系统的标准 POSIX（Portable Operating System Interface for Computer Environments），这一工作的开展，ISO 于 1990 年通过了 C 程序设计语言的国际标准，称之为标准 C。它是以 ANSI C 为基础，吸收了国际上的意见后制定的。从此，C 语言就有了统一的国际标准，这标志着 C 语言进入一个崭新的时代。

1.1.2　C 语言的特点

C 语言能成为深受广大程序设计人员欢迎的主力编程语言，并不是取决于商品推销策略的正确，而是由于它具有很多显著的优点，展示出强大的生命力。C 语言的主要特点有：

1）语言表达能力强。C 语言是面向结构程序设计的语言，有良好的通用性，可以在各种硬件平台上运行。它可以直接处理字符、数字和地址，可以完成通常由硬件设备实现的算术、逻辑运算（如位、字节运算，对地址的有关操作等），可以充分地反映出当前计算机的性能，能取代汇编语言编写各种系统软件和应用软件。由于 C 语言既具有高级语言的功能，又具有低级语言的很多特性，所以人们往往把 C 语言称为“中级语言”。这并不意味着 C 语言功能差，恰恰相反，它表明 C 语言把高级语言的基本结构与低级语言的实用性两者有机地结合起来。

2）语言简洁，使用方便、灵活。C 语言在表示方式上力求简单易行。如用一对花括号 { } 表示复合语句的 BEGIN、END，利用赋值运算符（如+=、-=、*=、/=等）表示进行相应运算并且将结果赋给左值（赋值号左边的变量），如 i+=5；表示 i+5⇒i，等等。另外，C 语言把一般语言的许多成分都通过显式函数调用来完成，使得编译程序相对小而精。例如，C 语言本身没有提供输入/输出机制，也没有并行操作、同步或协同程序等复杂控制，而是提供了大量而有效的库函数来实现输入/输出、字符串处理及存储分配等功能，库函数可根据需要方便地予以扩充，这样就使得 C 语言编译程序小巧、紧凑。

3）运算符丰富。C 语言是一种表达式语言，它有功能很强的运算符，如增 1 运算符（++）、减 1 运算符（--）、取地址运算符（&）、间接运算符（*）等，用这些运算符可构成书写简洁而功能很强的表达式，从而提高软件生产效率。如表达式 *s++=*t++，表示把 t 指针所指单元的内容赋值给 s 指针所指的单元中，t 和 s 分别加 1，指向各自的下一个单元。C 语言中共有 42 个运算符（见附录 1）。由于运算类型极其丰富，从而使表达式类型灵活、多样，在其他高级语言中难以实现的运算在 C 语言中都很容易办到。

4）生成的代码质量高。高级语言能否用来描述系统软件，特别是操作系统、编译程序等，

除了要求该语言表达能力强之外，很重要的一个因素是语言生成的目标代码质量如何。如果代码质量低，系统开销就大，那就失去实用价值。许多试验表明，针对同一问题，用C语言编写程序一般所生成目标代码的效率仅比用汇编语言生成的目标代码的效率低10%～20%。由于用高级语言描述问题算法比用汇编语言简单、快捷、工作量小，可读性好，易于调试、修改和移植，因而C语言就成为人们描述系统软件和应用软件比较理想的工具。在代码质量方面，C语言确实可与汇编语言媲美。这是其他高级语言尚无法与之匹敌的。

5）具有良好的可移植性。用C语言编写的程序非常容易移植，在一种工作平台上开发的软件只须稍作修改，甚至不做任何修改，就可在其他工作平台上运行，从而使开发的软件独立于具体的计算机体系结构和软件环境，达到“共用”的目标，提高了软件的生产效率，节省了用户的投资。

6）结构化语言。C语言虽不是严格定义的“模块结构语言”，但其结构类似于ALGOL、PASCAL和Modula-2，具有结构语言的一系列特征，所以C语言通常仍被称为结构语言。结构语言的一个显著特点是实现代码和数据的隔离，从而使程序之间很容易实现程序段的共享。C语言的主要结构成分是函数，利用分隔化的函数调用者仅需知道它实现什么功能，而不必知道其功能是如何实现的（当然，过多使用外部变量会产生某些副作用！）。C语言具备现代化语言的各种数据结构，既有简单数据类型，如整型、字符型、浮点型、双精度型等，又有聚合类型，如数组、结构、指针等。C语言具有结构化的控制语句，直接支持多种循环结构。在书写格式上允许采用逐层缩进形式，增加了程序的可读性。在C语言中使用复合语句也同样支持实现程序的结构化和分隔化。当今人们普遍认为，C语言层次清晰，结构紧凑，比非结构语言（如FORTRAN、BASIC）更易于使用和维护。

上面介绍了C语言的一般特点，它的其他内部特点将在具体章节内容介绍中予以说明。读者也可在今后的学习和实践中加深体会，自行进行归纳、总结。总之，C语言是程序设计人员的语言，它使用灵活，限制少，功能齐全，模块化结构，接近汇编语言的效率，可在不同平台间移植，这一切都使得C语言成为最受专业程序设计人员所喜爱的语言，可以说是“越用越爱用”。

1.2 C程序示例

为了使读者对C语言程序有一个感性认识，下面用几个具体的C程序作示例，简单介绍C程序的结构和各个成分的构成及作用。

例1-1 程序运行后显示一句话：Welcome you!

```
main( )
{
    printf("Welcome you! \n");
}
```

这个程序运行以后，就输出以下一行信息：

```
Welcome you!
```

这个程序的第1行main（ ）是函数首部，它告诉系统，这是一个函数，名字为main。因为在C语言中规定，凡在一个标识符后面紧跟着一对圆括号，就表明它是一个函数。main是C语言中标识主函数的专用名，表示该C程序从这里开始执行。

第 2 行只有一个左花括号{，它等同于PASCAL 语言中的BEGIN，而第 4 行只有一个右花括号}，它等同于END。这一对花括号通常被称为语句括号，用它们把一组数据说明和执行语句括起来，构成这个函数的函数体。在编写程序时一定要注意，在任何情况下，左花括号和右花括号一定要成对出现，不允许左花括号出现的个数多于或者少于右花括号出现的个数。

第 3 行 printf（" Welcome you! \ n"）；是一个输出语句。在 printf 后面紧跟一对圆括号，根据前面说明，这表示它是一个函数。其实 printf 是标准 I/O 库函数，这里对它进行调用。当执行 printf 函数时，就把双引号中的字符串 Welcome you! 照原样输出。在这个字符串后面的"\ n" 是由反斜线\ 和字母 n 构成，合起来作为一个换行符。当遇到换行符时，光标或打印头就移到下一行的开头。因此，在换行符后面的任何普通字符，都会在终端或显示屏幕的下一行中出现。

在第 3 行的末尾有一个分号（;）。这是C 语言的约定：分号是语句终止符，是语句的一个组成部分，而不是一般意义上的分隔符。所以，在C 语言程序中，一个语句末尾必须有一个分号。

应当指出，C 程序实际上是没有行号的，如例 1 - 1 程序中所显示的那样。书中为了讲解上的方便，避免重复书写代码，一提到第几行，很快就在程序中找到具体行的内容，省去每次都要从程序开头一行一行向下数的麻烦，所以在以后的示例中我们采用“人为加行号”的形式，即在程序的最左一列上标注有行号。但再次提请读者注意，在您试图上机运行书中所举示例时，不要录入行号；在您编写 C 程序时，也不要加行号。

例 1 - 2 计算两个整数的和。

```
1   main(  )
2   {
3       int  a,b,sum;
4       a=135;
5       b=246;
6       sum=a+b;
7       printf("sum=%d\ n", sum);
8   }
```

本程序的作用是求两个整数 a 和 b 之和（sum）。a 的值是 135，b 的值是 246。程序运行后，输出结果是：

```
sum=381
```

我们分析一下本程序的结构。第 1 行是主函数首部，main 是专用的主函数名。第 2 行的左花括号和第 8 行右花括号构成一对语句括号。第 3 行至第 7 行构成这个函数的函数体。第 3 行是数据说明语句，其中 int 是关键字，表示后面的变量类型是整型；a，b，sum 是三个变量名。通过这一行的说明，就定义 a、b、sum 三个整型变量。在书写格式上应注意，在关键字 int 和第一个变量名 a 之间要有空格，变量 a、b 和 sum 之间以逗号隔开，最后以分号结尾。在这一行中同时定义了三个整型变量，其实这是单独定义各个变量的简化形式。如果各个变量的定义单独占用一行，那么上述数据说明语句就等价于下面三个数据说明语句：

```
int  a;
int  b;
```

```
    int  sum;
```

读者以后会看到，同类型的若干变量往往采用上述简化形式予以定义。

第4行和第5行是赋值语句，使a和b的值分别为135和246。当然，这两条语句也可写在同一行上，那样就变成为

```
    a=135;      b=246;
```

应注意，在语句“a=135;”中末尾的分号不能缺少。

第6行是为sum赋值——先计算a+b，然后将计算结果（即381）赋给sum。这样sum的值就是381。

第7行是函数调用语句——调用标准库函数printf，按指定格式输出运算结果。其中，字符串“sum=%d\n”表示有关输出格式的控制信息，“%d”是输出转换说明，用来指定输出时的数据类型和格式（详见第4章），这里“%d”表示“十进制整数类型”。在执行该函数调用时，将后面对应参数sum的值按十进制整数形式输出；而“sum=”是普通字符串，按原样印出；“\n”是换行符。

再提醒一次，C程序是不带行号的。本例中的行号是为了解释方便起见而人为加上的，当您试图在机器上运行该程序时，一定不要录入这些行号。在以下的程序示例中我们也照此办理，请读者注意。

例1-3 计算半径为r的圆的面积。

```
1   /*Calculating the area of a circle */
2   #define PI 3.14
3   main ( )
4     {
5       float r;    /*radius of a circle*/
6       float area;    /*area of the circle*/
7       printf (" Input: r=?\n");
8       scanf ("%f", &r);
9       area=PI*r*r;
10       printf (" The area is %f\n", area);
11    }
```

本程序的第1行是注释行。在C语言中，注释是以/*开头、以*/结尾的任意字符串，可以是英文、汉字或汉字拼音等。在第5行和第6行中也都使用了注释。注释的目的是为了增加程序的可读性。它是编程人员对整个程序或者某些特定的程序段以及某些重要的数据加以说明，如程序的功能、采用的算法、数据的含义等等，这样既便于其他人员对您所写程序进行阅读、分析，也方便您以后对它进行修改。所以一个程序员应养成“写程序时加注释”的良好习惯，并提倡尽量多用。

正如本例中所示，注释可出现在程序的任何位置上。它仅仅起解释或说明的作用，在编译时并不生成目标码。在使用注释时，还要注意以下几点：①/*和*/要成对出现，并且在字符/和字符*之间不能插入空格；②注释不能嵌套，就是说，不能在注释中间又有注释，例如：

```
/*……/*……*/……*/
```