



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

C 语言程序设计教程

主编 / 曾永和 ■

哈尔滨工程大学出版社



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

C语言程序设计教程

主编 / 曾永和 副主编 / 魏 强

中国标准书号 7-309-05113-1

哈尔滨工程大学出版社
地址：哈尔滨市南岗区南岗街124号
邮编：150001
发行部电话：0451-85219338
发行部传真：0451-85219399
发行部地址：哈尔滨市南岗区南岗街124号
本开：787mm×1092mm 1/16
印张：15
字数：300千字
版次：2008年1月第1版
印次：2008年1月第1次印刷
定价：21.00元
http://www.hrbpu.edu.cn
E-mail: hrbpu@hrbpu.edu.cn

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

C 语言数据类型丰富、使用灵活,兼具可面向硬件编程特性的低级语言特性和可移植性好、可读性强的高级语言特性,是计算机高职、高专相关专业的一门重要基础课程。本书共分八章,深入浅出地介绍了 C 语言的程序格式和结构特点。

本书可作为高职高专学生 C 语言课程的教材,也可作为相关科技人员的工具书参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计教程/曾永和主编. — 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2008.1

ISBN 978 - 7 - 81133 - 042 - 7

I . C… II . 曾… III . C 语言 - 程序设计 - 高等学校:技术学校 - 教材
IV . TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 193112 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码 150001

发行电话 0451 - 82519328

传 真 0451 - 82519699

经 销 新华书店

印 刷 肇东粮食印刷厂

开 本 787mm × 1 092mm 1/16

印 张 12

字 数 260 千字

版 次 2008 年 1 月第 1 版

印 次 2008 年 1 月第 1 次印刷

定 价 21.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前言

C语言是国内外广泛流行的程序设计语言,它以数据类型丰富,使用灵活性、通用性好,功能强大,兼具可面向硬件编程特性的低级语言特性和可移植性好,可读性强的高级语言特性,是软件开发语言的主流。C语言不仅适用于系统软件的设计,还适用于应用软件设计。在操作系统的编制、各种工具软件、图形图像处理软件、数值计算、人工智能及数据库系统等多个方面,C语言都得到了广泛地应用。C语言是程序开发人员必须掌握的基本功,也是各高等院校首选的程序设计语言之一。

C语言语法规则多,而且易于出错。另外,C语言还蕴含了程序设计的基本思想,囊括了程序设计的基本概念,是计算机高职高专相关专业的一门重要基础课程。学习C语言的目的是培养学生的程序设计理念,掌握程序设计的基本方法,为后续课程的学习打下坚实的基础。为了便于初学者学习,我们在多年从事教学及实践应用的基础上总结经验,与兄弟院校合作,参考国内外有关资料,编写了此书。

本书主要包括以下内容。

绪论主要介绍C语言的特点、C语言程序的格式和结构特点、C语言的开发过程以及Turbo C 2.0集成开发环境的使用。

第一章主要介绍C语言的基础知识。重点介绍C语言中常量、变量及其数据类型、变量的存储类型和作用范围,以及变量的初始化、数组、各种运算符、常用输入输出函数等。

第二章主要介绍C语言的结构控制语句。重点介绍条件分支语句、循环控制语句及其灵活运用。

第三章主要介绍指针的基本概念、指针运算、指针与数组的关系等。

第四章主要介绍函数的基本概念、函数的定义和调用、函数间参数传递、数组与函数、条件编译和预处理等。

第五章主要介绍结构体、联合、枚举型数据类型的定义和使用方法。

第六章主要介绍文件的有关基本概念和对文件进行有关读写操作的基本方法。

第七章主要介绍有关文本屏幕管理和图形屏幕管理,以及常用绘图函数的使用方法。

第八章主要介绍C++的特点、输入与输出,内联函数、函数重载以及引用等基本概念。

本书内容详细,层次分明,结构紧凑,叙述由浅入深,并精选了大量习题,既可作为 C 语言的教材,也可作为工具书参考使用。

本书由曾永和主编、魏强担任副主编,黄金水、魏红伟等同志参与编写。由于时间仓促,加之编者水平有限,不足与欠妥之处在所难免,恳请广大读者不吝指正。

编 者

2007 年 10 月

目 录

绪 论	1
第一章 C 语言基础知识	7
第一节 常量	7
第二节 变量及其数据类型	11
第三节 变量的存储类型和作用范围	17
第四节 变量的初始化	26
第五节 数组	26
第六节 运算符与表达式	33
第七节 标准输入输出函数	46
思考题与习题	57
第二章 结构控制语句	60
第一节 程序的三种结构	60
第二节 选择结构控制语句	62
第三节 循环控制语句	66
思考题与习题	74
第三章 指针	75
第一节 指针变量	75
第二节 指针的说明与初始化	76
第三节 指针运算	77
第四节 指针和数组	80
第五节 字符指针与字符串	87
第六节 命令行参数	89
思考题与习题	91
第四章 函数	92
第一节 函数的定义和调用	92
第二节 函数间的参数传递方式	96
第三节 数组与函数	99
第四节 编译预处理	104
思考题与习题	106
第五章 结构、联合体与枚举	107
第一节 结构	107
第二节 动态分配函数	123
第三节 引用自身的结构	126
第四节 联合	129
第五节 枚举	131
第六节 类型定义	132

思考题与习题.....	133
第六章 文件.....	135
第一节 流和文件系统.....	135
第二节 缓冲文件系统.....	138
第三节 非缓冲文件系统.....	148
思考题与习题.....	151
第七章 屏幕管理.....	152
第一节 文本屏幕管理.....	152
第二节 图形屏幕管理.....	157
思考题与习题.....	170
第八章 C++ 基础	171
第一节 概述.....	171
第二节 C++ 的输入与输出	172
第三节 内联函数.....	174
第四节 函数重载.....	175
第五节 函数参数的默认值.....	177
思考题与习题.....	178
附录 Turbo C 2.0 常用库函数	179
参考文献.....	184

绪 论

C 语言是国际上广泛流行的、很有发展前途的计算机高级语言。它适合于作为操作系统描述语言,既可用于编写系统软件,又可用于编写应用软件。

以前的操作系统软件主要是用汇编语言编写的。由于汇编语言主要依赖计算机硬件,程序的可读性比较差。为了提高程序的可读性和可移植性,最好改用高级语言,但一般的高级语言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的特性,又具有低级语言的特性的语言,于是,C 语言就在这种情况下诞生了。

一、C 语言的发展与特点

C 语言是在 B 语言的基础上发展起来的,C 语言产生的根源可以追溯到 ALGOL60。1960 年出现的 ALGOL60 是一种面向问题的高级语言,它离硬件比较远,不适合编写系统程序。1963 年剑桥大学推出了 CPL(Combined Programming Language)语言,CPL 语言在 ALGOL60 的基础上与硬件接近了一些,但规模仍然比较宏大,难于实现。1967 年,剑桥大学的 Martin Richards 对 CPL 语言作了简化,推出了 BCPL(Basic Combined Programming Language)语言。BCPL 语言是计算机软件人员在开发系统软件时作为叙述语言使用的一种结构化程序设计语言,它能够直接处理与机器本身数据类型相近的数据,具有与内存地址对应的指针处理方式。1970 年,Ken Thompson(美国,贝尔实验室)以 BCPL 语言为基础,又作了进一步的简化,设计出比较简单而且很接近硬件的 B 语言(取 BCPL 的第一个字母)。但是由于 B 语言过于简单,数据没有类型,功能也有限。1972 年至 1973 年间,Dennis M Ritchie 和 Brian W Kernighan(美国,贝尔实验室)在 B 语言的基础上设计出了 C 语言(取 BCPL 的第二个字母),又称 K&R C 语言。

C 语言的特点如下。

1. 运算符丰富。C 语言的运算符包含的范围很广泛,共有 34 种运算符。C 语言把括号、赋值、强制类型转换等作为运算符处理。

2. C 语言简洁,使用方便,灵活,程序书写形式自由。C 语言一共有如下 32 个关键字:

auto	break	case	char	const	continue	default	do
double	else	enum	extern	float	for	goto	if
int	long	register	return	short	signed	sizeof	static
struct	switch	typedef	union	unsigned	void	volatile	while

3. 数据结构丰富,具有现代化语言的各种数据结构。C 语言的数据类型有整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型等,能用来实现各种复杂的数据结构的运算。

4. 具有结构化的控制语句,如 if...else 语句,while 语句,do...while 语句,switch 语句,for 语句等。用函数作为程序的模块单位,便于实现程序的模块化。

5. C 语言允许直接访问物理地址,能进行位操作,能实现汇编语言的大部分功能,可以直接对硬件进行操作。因此,C 语言既有高级语言的功能,又具有低级语言的许多功能,可用来写系统软件。



6. 生成目标代码质量高,程序的执行效率高。
7. 用 C 语言编写的程序可移植性好(与汇编语言比)。

二、C 语言程序的格式和结构特点

下面介绍一个简单的 C 语言程序,以此为例从中分析 C 程序的格式与结构特点。

```
main()  
{  
    int a,b,sum; /* 定义变量 */  
    a = 123; /* 变量赋值 */  
    b = 456;  
    sum = a + b; /* 数据相加 */  
    printf("sum = %d \n",sum); /* 数据输出 */  
}
```

本程序的作用是求两个整数 a 和 b 之和 sum ,并输出结果。 $main()$ 函数表示程序的入口。 $/* \cdots */$ 表示注释部分,注释的作用是便于阅读理解,对编译和运行不起作用。注释可以加在程序中的任何位置。 $printf$ 函数是 C 语言提供的标准输出函数。双引号内的字符串按原样输出。“ $%d$ ”是输入输出的“格式字符串”,用来指定输出时的数据类型和格式。“ $%d$ ”表示“十进制整数类型”。“ $\backslash n$ ”表示换行。

通过上面的例子可以得出以下结论。

1. C 语言程序由函数构成。一个 C 语言程序有且只有一个 $main()$ 函数,也可以包含一个 $main()$ 函数和若干个其他函数。因此,函数是 C 语言程序的基本单位。C 语言函数十分丰富,ANSI C 提供了 100 多个库函数,Turbo C 提供了 300 多个库函数。

2. 一个 C 语言程序总是从 $main$ 函数开始执行, $main$ 函数可以放在程序的最前头,也可以放在任意位置。其中“()”是函数的标志,“{”是函数的开始标记,“}”是函数的结束标记。所有的 C 语言程序的语句必须写在“{ }”中。

3. 每条语句或数据定义的最后必须有一个分号。分号是 C 语言语句的必要组成部分,如:

$sum = a + b;$

4. 程序书写格式自由。一行可以写一条语句也可以写多条语句,一条语句可以写在多行,中间使用续行符。

5. 语言本身没有输入输出语句。输入输出操作由库函数 $scanf$ 和 $printf$ 函数来实现。

三、语言的开发过程

在编写好一个 C 源程序后,如何上机运行呢? 在编写好一个 C 源程序后,要经过以下几个步骤:

上机编辑源程序→对源程序进行编译→与库函数连接→运行目标程序,具体如图 0-1 所示。

四、Turbo C 2.0 集成开发环境的使用

Turbo C 是美国 Borland 公司的产品,Borland 公司是一家专门从事软件研制、开发的大公

司,该公司相继推出了一套 Turbo 系列软件,如 Turbo BASIC、Turbo Pascal、Turbo Prolog,这些软件很受用户欢迎。该公司在 1987 年首次推出 Turbo C 1.0 产品,其使用了全新的集成开发环境,即使用了一系列下拉式菜单,将文本编辑、程序编译、连接以及程序运行一体化,大大方便了程序的开发。1988 年, Borland 公司又推出 Turbo C 1.5 版本,增加了图形库和文本窗口函数库等,而 Turbo C 2.0 则是该公司 1989 年出版的。Turbo C 2.0 在原集成开发环境的基础上增加了查错功能,并可以在 Tiny 模式下直接生成 .COM (数据、代码、堆栈处在同一 64K 内存中) 文件,还可以对数学协处理器 (支持 8087/80287/80387 等) 进行仿真。

Borland 公司后来又推出了面向对象的程序软件包 Turbo C++, 它继承和发展了 Turbo C 2.0 的集成开发环境,并包含面向对象的基本思想和设计方法。1991 年为了适用 Microsoft 公司的 Windows 3.0 版本, Borland 公司又将 Turbo C++ 作了更新,即 Turbo C 的新一代产品 Borland C++ 也已经问世了。

1. 集成开发环境的组成

打开 Turbo C 文件夹,双击 TC.EXE 文件,进入 Turbo C 2.0 集成开发环境中后,屏幕显示如图 0-2 所示。

系统环境最顶上一行为 Turbo C 2.0 主菜单,中间窗口为编辑区,接下来是信息窗口,最底下一行为参考行。这四个窗口构成了 Turbo C 2.0 的主屏幕,以后的编程、编译、调试以及运行都将在这个主屏幕中进行。

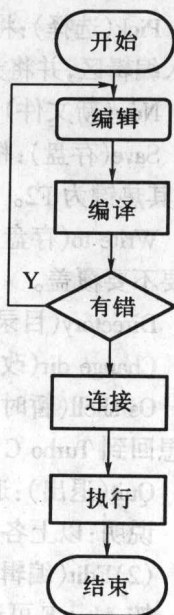


图 0-1

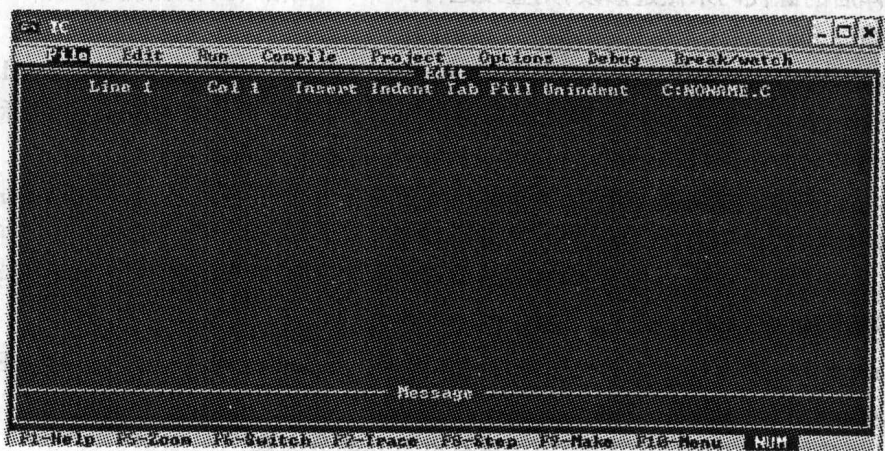


图 0-2

2. 集成菜单的使用

在集成环境中打开菜单可以使用 Alt + 菜单首字母或按 F10 键。

(1) File(文件)菜单

按 Alt + F 可进入 File 菜单,该菜单包括以下内容。

Load(加载): 装入一个文件,可用类似 DOS 的通配符(如 *.C)来进行列表选择,也可装入其他扩展名的文件,只要给出文件名(或只给路径)即可。该项的热键为 F3,即只要在主



菜单中按 F3 即可进入该项,而不需要先进入 File 菜单再选此项。

Pick(选择):将最近装入编辑窗口的 8 个文件列成一个表让用户选择,选择后将该程序装入编辑区,并将光标放在上次修改过的地方,其热键为 Alt + F3。

New(新文件):说明文件是新的,缺省文件名为 NONAME.C,存盘时可改名。

Save(存盘):将编辑区中的文件存盘,若文件名是 NONAME.C 时,将询问是否更改文件名,其热键为 F2。

Write to(存盘):可由用户给出文件名将编辑区中的文件存盘,若该文件已存在,则将询问要不要覆盖。

Directory(目录):显示目录及目录中的文件,并可由用户选择。

Change dir(改变目录):显示当前目录,用户可以改变显示的目录。

Os shell(暂时退出):暂时退出 Turbo C 2.0 到 DOS 提示符下,此时可以运行 DOS 命令,若想回到 Turbo C 2.0 中,只要在 DOS 状态下键入 EXIT 即可。

Quit(退出):退出 Turbo C 2.0,返回到 DOS 操作系统中,其热键为 Alt + X。

说明:以上各项可用光标键移动色棒进行选择,回车则执行。

(2) Edit(编辑)菜单

按 Alt + E 可进入编辑菜单,若再回车,则光标出现在编辑窗口,此时用户可以进行文本编辑。

(3) Run(运行)菜单

按 Alt + R 可进入 Run 菜单,该菜单包含以下各项。

Run(运行程序):运行由 Project/Project name 项指定的文件名或当前编辑区的文件,如果对上上次编译后的源代码未做过修改,则直接运行到下一个断点(没有断点则运行到结束),否则先进行编译、连接后才运行,其热键为 Ctrl + F9。

Program reset(程序重启):中止当前的调试,释放分给程序的空间,其热键为 Ctrl + F2。

Go to cursor(运行到光标处):调试程序时使用,选择该项可使程序运行到光标所在行,光标所在行必须为一条可执行语句,否则提示错误,其热键为 F4。

Trace into(跟踪进入):在执行一条调用其他用户定义的子函数时,若用 Trace into 项,则执行长条将跟踪到该子函数内部去执行,其热键为 F7。

Step over(单步执行):执行当前函数的下一条语句,即使用户函数调用,执行长条也不会跟踪进函数内部,其热键为 F8。

User screen(用户屏幕):显示程序运行时在屏幕上显示的结果,其热键为 Alt + F5。

(4) Compile(编译)菜单

按 Alt + C 可进入 Compile 菜单,该菜单有以下几部分内容。

Compile to OBJ(编译生成目标码):将一个 C 源文件编译生成.OBJ 目标文件,同时显示生成的文件名,其热键为 Alt + F9。

Make EXE file(生成执行文件):此命令生成一个.EXE 的文件,并显示生成的.EXE 文件的文件名。

(5) Project(项目)菜单

按 Alt + P 可进入 Project 菜单,该菜单包括以下内容。

Project name(项目名):项目名具有.PRJ 的扩展名,其中包括将要编译、连接的文件名。

Break make on(中止编译):由用户选择是否有 Warning(警告)、Errors(错误)、Fatal

Errors(致命错误)时或在 Link(连接)之前退出 Make 编译。

Auto dependencies(自动依赖):当其开关置为 on,则编译时检查源文件与对应的 .OBJ 文件的日期和时间,否则不进行检查。

Clear project(清除项目文件):清除 Project/Project name 中的项目文件名。

Remove messages(删除信息):把错误信息从信息窗口中清除掉。

(6) Options(选择菜单)

按 Alt + O 可进入 Options 菜单,该菜单对初学者来说要谨慎使用。

Compiler(编译器):本项又包含许多子菜单,可以让用户选择硬件配置、存储模型、调试技术、代码优化、对话信息控制和宏定义。

Linker(连接器):本菜单设置有关连接的选择项。

Environment(环境):本菜单规定是否对某些文件自动存盘及制表键和屏幕大小的设置。

Directories(路径):规定编译、连接所需文件的路径,有下列各项。

Include directories:包含文件的路径,多个子目录用“;”分开。

Library directories:库文件路径,多个子目录用“;”分开。

Output directories:输出文件(.OBJ, .EXE, .MAP 文件)的目录。

Arguments(命令行参数):允许用户使用命令行参数。

Save options(存储配置):保存所有选择的编译、连接、调试和项目到配置文件中,缺省的配置文件为 TCCONFIG.TC。

Retrive options:装入一个配置文件到 TC 中,TC 将使用该文件的选择项。

(7) Debug(调试)菜单

按 Alt + D 可选择 Debug 菜单,该菜单主要用于查错,它包括以下内容。

Evaluate pression:要计算结果的表达式。

Call stack:该项不可接触,而在 Turbo C debugger 时用于检查堆栈情况。

Find function:在运行 Turbo C debugger 时用于显示规定的函数。

Refresh display:如果编辑窗口偶然被用户窗口重写了,可用此恢复/编辑窗口的内容。

(8) Break/watch(断点及监视表达式)

按 Alt + B 可进入 Break/watch 菜单,该菜单有以下内容。

Add watch:向监视窗口插入一监视表达式。

Delete watch:从监视窗口中删除当前的监视表达式。

Edit watch:在监视窗口中编辑一个监视表达式。

Remove all watches:从监视窗口中删除所有的监视表达式。

Toggle breakpoint:对光标所在的行设置或清除断点。

Clear all breakpoints:清除所有断点。

View next breakpoint:将光标移动到下一个断点处。

(9) 编辑命令简介

PageUp:向前翻页。

PageDn:向后翻页。

Home:将光标移到所在行的开始。

End:将光标移到所在行的结尾。

Ctrl + Y:删除光标所在的一行。



Ctrl + T: 删除光标所在处的一个词。

Ctrl + KB: 设置块开始。

Ctrl + KK: 设置块结尾。

Ctrl + KV: 块移动。

Ctrl + KC: 块拷贝。

Ctrl + KY: 块删除。

Ctrl + KR: 读文件。

Ctrl + KW: 存文件。

Ctrl + KP: 块文件打印。

Ctrl + F1: 如果光标所在处为 Turbo C 2.0 库函数, 则获得有关该函数的帮助信息。

Ctrl + Q[: 查找 Turbo C 2.0 双界符的后匹配符。

Ctrl + Q]: 查找 Turbo C 2.0 双界符的前匹配符。



第一章 C语言基础知识

第一节 常 量

C语言中使用的常量可分为数字常量、字符常量、字符串常量、符号常量、转义字符等多种,本章将分别作以详细介绍。

一、数

人们在使用计算机时,需要计算机处理各种数据,包括数值数据(也就是我们常说的数)和非数值数据(如字符、声音和图像等),这里先介绍数值数据在计算机中的表示方法。数值数据在计算机中是以二进制来表示的,为了便于问题的描述,我们还常常用到八进制和十六进制,实际上它们都可以被认为是二进制的缩写形式。

1. 数制

(1) 十进制数

十进制是我们日常使用的进制,如十角为一元。它由0~9十个数字组成,如 $(34)_{10}$, $(76.5)_{10}$ 等。十进制的运算规则是“逢十进一”。

(2) 二进制数

二进制在日常生活中也会出现,如两只袜子称为一双,这就是二进制。基数为2,所用的数字只有0和1,如 $(1010)_2$ 。二进制的运算规则是“逢二进一”,因此有 $0+0=0$, $0+1=1$, $1+0=1$, $1+1=0$ 。

(3) 八进制数

八进制的基数为8,所用数字为0~7,如 $(126)_8$ 。八进制的运算规则是“逢八进一”。

(4) 十六进制数

十六进制的基数是16,使用的数字字符为0~9,A,B,C,D,E和F,其中A~F分别代表十进制数的10~15,十六进制的运算规则是“逢十六进一”。

2. 数制之间的转换

(1) 非十进制数转换为十进制数

非十进制数转换为十进制的方法是将非十进制数用通用形式表示,即按权展开,计算的结果即为转换后的十进制数。

例 1.1 将下列非十进制数转换为十进制数。

$$(10101)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$(31.2)_8 = 3 \times 8^1 + 1 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1}$$

$$(4D.8)_{16} = 4 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1}$$

(2) 十进制数转换为非十进制数

十进制数转换为二进制、八进制及十六进制等非十进制数的工作可分为整数的转换和小数的转换两种情况。



十进制整数转换成非十进制整数是将十进制整数及此间产生的商不断除以非十进制的基,直至商等于0为止,并记下每一次相除所得到的余数,按照从后往前的次序排列记下的余数即为对应的非十进制数——称为除基取余法。

例 1.2 将十进制数 18 转换成二进制数。

$$18/2 = 9 \cdots 0$$

$$9/2 = 4 \cdots 1$$

$$4/2 = 2 \cdots 0$$

$$2/2 = 1 \cdots 0$$

$$1/2 = 0 \cdots 1$$

转换结果为 10010。

十进制小数转换成非十进制小数是将十进制小数及此间产生的小数部分不断乘以非十进制数的基,并记下每次相乘所得到的整数部分,直至积的小数部分等于0为止。按照从前往后的次序记下的整数序列即为对应的非十进制数——称为乘基取整法。

例 1.3 将十进制数 0.6875 转换成二进制数。

$$0.6875 \times 2 = 1.375, \text{取 } 1, \text{余 } 0.375$$

$$0.375 \times 2 = 0.75, \text{取 } 0, \text{余 } 0.75$$

$$0.75 \times 2 = 1.5, \text{取 } 1, \text{余 } 0.5$$

$$0.5 \times 2 = 1, \text{取 } 1$$

转换结果为 0.1011

既有整数,又有小数的十进制数转换为二进制数可以将整数、小数分别作转换,然后再将两部分结果合起来。

例 1.4 将十进制数 25.75 转换为二进制数。

$$(25)_{10} = (11001)_2$$

$$(0.75)_{10} = (0.11)_2$$

$$(25.75)_{10} = (11001)_2 + (0.11)_2 = (11001.11)_2$$

(3) 二进制数与八进制数和十六进制数之间的转换

二进制数转换成八进制数是将二进制数由小数点分别向左右每三位分为一组(不足三位则用0补充),每一组用对应的八进制数来表示,即可得到对应的八进制数。类似地,二进制数转换为十六进制数就是将二进制数由小数点向左右每四位分为一组(不足四位则用0补充),每一组用对应的十六进制数来表示,即可得到对应的十六进制数。

例 1.5 将 1011101.01 分别转换为八进制数和十六进制数。

$$(1011101.01)_2 = (\underline{001} \ \underline{011} \ \underline{101} \ \underline{010})_2 = (135.2)_8$$

$$(1011101.01)_2 = (\underline{0101} \ \underline{1101} \ \underline{0100})_2 = (5D.4)_{16}$$

八进制数转换为二进制数是将八进制的每一位用三位二进制数码表示,即可得到对应的二进制数。类似地,将十六进制数的每一位数用四位二进制数码表示,即可得到对应的二进制数。必要时可以去掉转换结果中的前0和尾0。

例 1.6 分别将 $(45.4)_8$ 和 $(27C)_{16}$ 转换为二进制数。



$$(45.4)_8 = (\underline{100} \ \underline{101} \ . \ \underline{100})_2$$

$$(27C)_{16} = (\underline{0010} \ \underline{0111} \ \underline{1100})_2$$

(4) 八进制数与十六进制数之间的转换

以二进制作桥梁,先将八进制数或十六进制数转换为二进制数,然后再将二进制数转换为八进制数或十六进制数。

例 1.7 将 $(45.4)_8$ 转换为十六进制数。

$$(45.4)_8 = (\underline{100} \ \underline{101} \ . \ \underline{100})_2 = (25.9)_{16}$$

3. 整数的原码、反码和补码表示

通常,计算机中用 16 位或 32 位二进制数来表示整数,位数越多,表示的范围越大。一般用最高的一个二进位表示符号位,0 表示正数,1 表示负数。例如,当我们用 16 位二进制数表示整数时,+43 可以表示为 000000000101011,-43 可以表示为 100000000101011。这种表示法称为整数的原码表示。

整数也可以用反码表示。对于负数来说,符号位为 1,但绝对值部分正好与原码相反(即 0 变为 1,1 变为 0)。

例如,-43 的原码和反码分别表示为

$$(-43)_{\text{原}} = 100000000101011$$

$$(-43)_{\text{反}} = 111111111010100$$

实际上,整数在机器内大多数以补码表示,对于负整数来说,符号位为 1,但绝对值部分是反码的最低位加 1 得到的结果。

$$\text{例如}, (-43)_{\text{补}} = 111111111010101$$

注意:正整数的原码、反码和补码都是相同的。

二、字符常量

字符常量是用单引号括起来的一个字符,如'a','b','=' , '+' 都是合法的字符常量。

在 C 语言中,字符常量有以下特点:

(1) 字符常量只能用单引号括起来,不能用双引号或其他括号;

(2) 字符常量只能是单个字符,不能是字符串;

(3) 字符可以是字符集中的任意字符,但数字被定义为字符型之后就不能参与数值运算了,如'5'和 5 是不同的,'5'是字符常量,不能参与运算。

注意:单字符"%"的输出用%%。

例如: `int k = 98;`

`printf("%d%%", k);`

前一个格式控制符"%d"表示按十进制形式输出 k 的值,后面两个控制符%%表示输出百分号本身。

三、字符串常量

字符串常量就是由一对双引号括起来的字符序列。例如,"CHINA","C program:", "\$12.5"等都是合法的字符串常量。字符串常量和字符常量是不同的常量,它们之间主要有

以下区别:

- (1) 字符常量由单引号括起来, 字符串常量由双引号括起来;
- (2) 字符常量只能是单个字符, 字符串常量则可以含一个或多个字符;
- (3) 可以把一个字符常量赋值给一个字符变量, 不能把一个字符串常量赋值给一个字符变量; C 语言中没有相应的字符串变量, 这与 BASIC 语言不同, 但可以用一个字符数组来存放一个字符串常量, 这部分内容将在数组一节予以介绍;
- (4) 字符常量占一个字节内存空间, 字符串常量占的内存字节数等于字符串长度加 1。

C 语言规定, 在每个字符串的结尾加一个“字符串结束标志”, 以便系统据此判断字符串是否结束。C 语言规定以“\0” (ASCII 码为 0 的字符) 作为字符串结束标志, 如“CHINA”(长度 = 6) 在内存中的存储形式如下:

C	H	I	N	A	'\0'
---	---	---	---	---	------

综上所述, 字符常量‘A’与字符串常量“A”是两回事。

- (1) 定界符不同: 字符常量使用单引号, 而字符串常量使用双引号。
- (2) 长度不同: 字符常量的长度固定为 1, 而字符串常量的长度可以是 0, 也可以是某个整数。
- (3) 存储要求不同: 字符常量存储的是字符的 ASCII 码值, 而字符串常量除了要存储有效的字符外, 还要存储一个结束标志‘\0’。

四、转码序列

除了以上形式的字符常量以外, C 语言还允许使用一种特殊形式的字符常量, 称作转义字符或转码序列。转义字符以反斜杠“\”开头, 后跟一个字符或三位八进制或两位十六进制整数, 其中的十六进制整数要以“x”打头。转义字符具有特定的含义, 不同于字符原有的意义, 故称“转义”字符, 主要用来表示那些用一般字符不便于表示的控制代码。

例如, 在前面例题中 printf 函数的格式串中用到的“\n”就是一个转义字符, 其意义是“回车换行”。常用的转义字符如表 1-1 所示。

表 1-1 常用的转义字符

转义字符	转义字符的意义
\n	回车换行
\t	横向跳到下一制表位置
\v	竖向跳格
\b	退格
\r	回车
\f	走纸换页
\\	反斜线符“\”
\'	单引号符
\a	鸣铃
\ddd	1~3 位八进制数所代表的字符
\xhh	1~2 位十六进制数所代表的字符

广义地讲, C 语言字符集中的任何一个字符均可用转义字符来表示。表中的“\ddd”和“\xhh”正是为此而提出的, “ddd”和“hh”分别为八进制和十六进制的 ASCII 代码。如“\101”表示字符“A”, “\134”表示“反斜杠”, “\012”表示“换行”等。

例 1.8 转义字符的使用。

```
void main()
{
    int a,b,c;
    a=5;b=6;c=7;
```