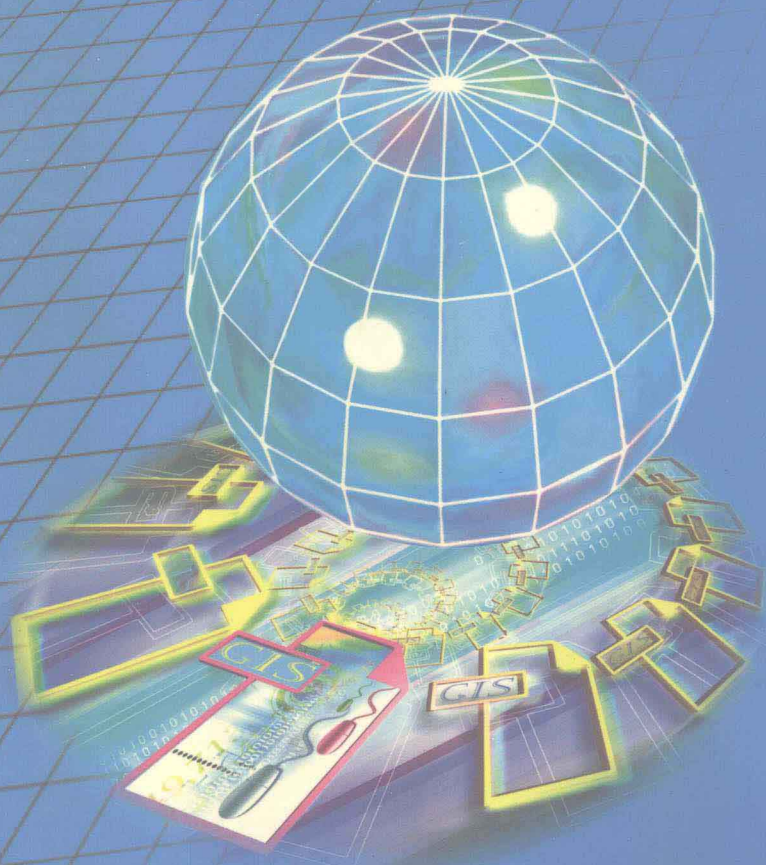




全国高校素质教育教材研究编审委员会审定

C 程序设计基础及其 在 GIS 中的应用

杜国明
陈晓翔
编著



■ 中国教育文化出版社 ■

C 程序设计基础及其 在 GIS 中的应用

杜国明 陈晓翔 编著

中国教育文化出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

C 程序设计基础及其在 GIS 中的应用/杜国明 陈晓翔 编著, —中国: 中国教育文化出版社, 2005 年 10 月

ISBN 988-97887-7-2

I. C… II. 杜… 陈… III. 计算机技术—计算机软件—程序设计方法
IV. TP311

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005)

C 程序设计基础及其在 GIS 中的应用

杜国明 陈晓翔 编著

责任编辑: 邱巍

封面设计: 张骐年

出版发行: 中国教育文化出版社

排 版: 科士洁文印中心

印 刷: 新颖印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 11.375

字 数: 270 千字

版 次: 2005 年 10 月第 1 版

印 次: 2005 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 988-97887-7-2/G·241

定 价: 25.00 元

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 请将本书寄回编委会由我们负责为您调换

地址: 北京市海淀区交大东路 46 号 A 座 201 室

序

C 语言是目前世界上最流行、使用最广泛的高级程序设计语言,许多大型应用软件都是用 C 语言编写的。C 语言程序设计也是地理信息专业本科生的基础课程。

本书以 C 程序设计为基础,并结合地理信息专业特色,列举了地理信息系统中一些常用的算法。全书共分 13 章,第 1 章简单介绍了 C 语言出现的历史背景、特点、简单程序及上机步骤。第 2 至 5 章为 C 语言结构化程序设计方法,包括:顺序结构、选择结构、循环结构。第 6 章讲述了数组,第 7 章介绍了函数,第 8 章一般性介绍了宏定义及“文件包含”处理,第 9 章和 10 章重点阐述了指针及结构体、共用体,是 C 语言的一大特色,也是本书的重点及难点,第 11、12 章分别介绍了位运算及文件,作为一般性掌握。最后一章是关于 C 程序在地理信息系统中的应用,也是本书的特色之一。

本书既可以作为地理信息及计算机专业的教材,也可以作为研究生、教师及计算机爱好者的参考用书。使用本书,可参照理论授课 54 学时,上机 18 学时,总计 72 学时。

本书为教师提供电子教案、每章习题答案,有需要者可以发 E-mail 至:
gmdusina.com。

感谢邓孺孺、程涛、黎夏、陶海燕、王静、解学通、熊首萍、易红、张青年、张新长、何执兼、黄德全、刘秋海、任杰等老师为本书编写工作做出的帮助与贡献。

本书由“985 工程”GIS 与遥感的地学应用科技创新平台(项目编码:105203200400006)项目资助。

目 录

第 1 章 C 语言概述.....	1
§1.1 C 语言的产生与发展.....	1
§1.2 C 语言的特点.....	2
§1.3 C 程序的几个简单实例.....	3
§1.4 C 语言程序的上机过程.....	4
习题.....	6
第 2 章 C 语言基础.....	7
§2.1 C 的数据类型.....	7
§2.2 常量.....	7
§2.3 变量.....	9
§2.4 各类数值型数据间的混合运算.....	13
§2.5 算术运算符与算术表达式.....	14
§2.6 赋值运算符与赋值表达式.....	15
§2.7 C 语言特有的运算和运算符.....	16
习题.....	18
第 3 章 赋值与数据的输入输出.....	21
§3.1 C 语句概述.....	21
§3.2 赋值语句.....	21
§3.3 数据输出.....	22
§3.4 数据输入.....	27
§3.5 程序举例.....	30
习题.....	31
第 4 章 逻辑运算和判断选取控制.....	35
§4.1 关系运算及其表达式.....	35
§4.2 逻辑运算及其表达式.....	36
§4.3 if 语句和条件运算符.....	38
§4.4 switch 语句.....	41
§4.5 选择结构程序设计举例.....	42
习题.....	43
第 5 章 循环结构程序设计.....	47
§5.1 循环语句概述.....	47
§5.2 goto 语句及其构成的循环.....	47
§5.3 当型循环语句 while.....	48
§5.4 直到型循环 do-while 语句.....	49

§5.5 for 语句.....	50
§5.6 循环的嵌套	52
§5.7 几种语句的比较	52
§5.8 循环控制应用举例	54
习题	55
第 6 章 数组	58
§6.1 一维数组	58
§6.2 二维数组	61
§6.3 字符数组与字符串	62
习题	67
第 7 章 函数	71
§7.1 函数的定义与调用	71
§7.2 函数的嵌套调用和递归调用	76
§7.3 数组作为函数参数	78
§7.4 局部变量与全局变量	80
§7.5 变量的动态存储与静态存储简介	84
§7.6 内部函数和外部函数	86
习题	87
第 8 章 编译预处理	91
§8.1 宏定义与符号常量	91
§8.2 文件包含	93
习题	94
第 9 章 指针	96
§9.1 指针和指针变量的概念	96
§9.2 指针变量的定义与引用	97
§9.3 数组的指针和指向数组的指针变量	102
§9.4 字符串的指针和指向字符串的指针变量	107
§9.5 函数的指针和指向函数的指针变量简介	110
§9.6 返回指针值的函数	110
§9.7 指针数组和指向指针的指针	111
习题	115
第 10 章 结构体与共用体	122
§10.1 结构体的定义	122
§10.2 定义结构体类型变量的方法	123
§10.3 结构体变量的初始化	124
§10.4 结构体类型变量的引用	125
§10.5 结构体数组	126
§10.6 指向结构体类型数据的指针	127
§10.7 用指针处理链表	132

§10.8 共用体	136
§10.9 用 typedef 定义类型	137
习题	138
第 11 章 位运算	141
§11.1 概述	141
§11.2 位运算符	142
习题	143
第 12 章 文 件	145
§12.1 概述	145
§12.2 文件类型指针	145
§12.3 文件的打开与关闭	146
§12.4 文件的读写	146
§12.5 文件的定位	150
习题	151
第 13 章 C 程序在 GIS 中的应用	153
附录 A	167
附录 B	169
附录 C	173

第1章 C语言概述

C语言是目前世界上流行、使用最广泛的高级程序设计语言。

C语言对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语言明显优于其它高级语言，许多大型应用软件都是用C语言编写的。

C语言具有绘图能力强，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。

常用的编译软件有 Microsoft Visual C++, Borland C++, Watcom C++, Borland C++, Borland C++ Builder, Borland C++ 3.1 for DOS, Watcom C++ 11.0 for DOS, GNU DJGPP C++, Lccwin32 C Compiler 3.1, Microsoft C, High C, 等等……

§ 1.1 C语言的产生与发展

C语言发展的原型 ALGOL 60 语言。1963 年，剑桥大学将 ALGOL 60 语言发展成为 CPL (Combined Programming Language) 语言。

1967 年，剑桥大学的 Martin 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”。意思是将 CPL 语言煮干，提炼出它的精华。并且他用 B 语言写了第一个 UNIX 操作系统。

而在 1973 年，B 语言也给人“煮”了一下，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 BGPL 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》。

1978 年 Brian W.Kernighan 和 Dennis M.Ritchie 出版了名著《The C Programming Language》，从而使 C 语言成为目前世界上流行最广泛的高级程序设计语言。

1988 年，随着微型计算机的日益普及，出现了许多 C 语言版本。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，美国国家标准研究所 (ANSI) 为 C 语言制定了一套 ANSI 标准，成为现行的 C 语言标准 3.C 语言的主要特点。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 都是由 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 C 语言的特点

C 语言发展如此迅速,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都是由 C 语言编写的。归纳起来 C 语言具有下列特点:

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 语言可以象汇编语言一样对位、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. 具有丰富的运算符

C 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 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它高级语言中难以实现的运算。

3. 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%。

4. 数据结构丰富

C 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。另外 C 语言具有强大的图形功能,支持多种显示器和驱动器。且计算功能、逻辑判断功能强大。

5. C 是结构式语言

结构式语言的显著特点是代码及数据的分隔化,即程序的各个部分除了必要的信息交流外彼此独立。这种结构化方式可使程序层次清晰,便于使用、维护以及调试。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。

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

因此既具有高级语言的功能,又具有低级语言的许多功能,能够象汇编语言一样对位、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,可以用来写系统软件。

7. 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。

8. 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。

§ 1.3 C程序的几个简单实例

通过本节的学习，可以对C语言有一个初步认识。

[例 1.1] 在屏幕上显示一行文字“Hello World!”的C语言程序

```
#include <stdio.h>
```

```
main ()          /*主函数*/
```

```
{ printf ("Hello World !\n");
```

```
}
```

本程序的作用是输出以下一行信息：

Hello World !

说明：

(1) main () 表示“主函数”，每一个C程序都必须有一个 main () 函数，函数体由{ }括起来。

(2) 本例主函数内只有一个输出语句 printf，双引号表示原样输出，“\n”表示换行。

(3) 每个语句后有一个分号。

(3) /* ... */表示注释，对执行不起作用。

[例 1.2] 编写计算长为 a，宽为 b 的长方形面积 s 的C程序。

```
#include "stdio.h"
```

```
main ()
```

```
{ int a,b,s;          /*定义 a,b,s 三个整形变量*/
```

```
    printf ("a,b=?");
```

```
    scanf ("%d,%d",&a,&b); /*读入两个整数，存入变量 a 和 b 中*/
```

```
    s=a*b;              /*计算长方形的面积 s 的值*/
```

```
    printf ("s=%d\n",s); /*输出面积 s 的值*/
```

```
}
```

执行结果为：

a,b=?20,10

s=200

[例 1.3] 输入任意两个数，找出其中较大者并显示出来

```
int max (int x, int y)
```

```
{int z;
```

```
    if (x>y) z=x;
```

```
    else z=y;
```

```
    return (z);
```

```
}
```

```
main ()
```

```
{int a,b,c;          /*定义变量*/
```

```
scanf ("%d,%d",&a,&b) ;  
c=max (a,b) ;  
printf ("max=%d",c) ;  
}
```

说明:

(1) 程序中包括两个函数, 主函数 `main` 和被调用的函数 `max`, `main ()` 函数的作用, 相当于其它高级语言中的主程序; 其它函数的作用, 相当于子程序。一个 C 语言程序, 总是从 `main ()` 函数开始执行, 而不论其在程序中的位置。当主函数执行完毕时, 亦即程序执行完毕。

(2) `int` 定义变量为整型变量

(3) `%d` 是输入输出的“格式字符串”, 本处表示为十进制整型类型。

(4) 函数中的 `scanf` 是输入函数, 作用是输入 `a` 及 `b` 的值, `&a` 及 `&b` 的“&”的含义是取地址, 此 `scanf` 函数的作用是将两个数值分别输入到变量 `a` 和 `b` 的地址所标志的单元中, 也就是输入给 `a` 和 `b`。

(5) `printf` 后有两项输出项, 用逗号隔开。

`scanf` 和 `printf` 都是 C 系统提供的标准输入输出函数, 在 Turbo C 中可省略 `#include "stdio.h"`, 但在 Visual C++ 中一定要包含 `"stdio.h"`。

现将 C 源程序主要特点概括如下:

1. 程序一般用小写字母书写。
2. 大多数语句结尾必须要用 ";" 作为终止符, 否则 Turbo C 不认为该语句结束。
3. 每个程序必须有一个而且只能有一个称作主函数的 `main ()` 函数。
4. 每个程序体 (主函数和每个子函数, 如例 1.2 中的 `main ()` 函数和 `max ()` 函数) 必须用一对花括号 "{" 和 "}" 括起来。
5. 一个较完整的程序大致包括: 包含文件 (一组 `#include <*.h>` 语句)、用户函数说明部分、全程变量定义、主函数和若干子函数组成。在主函数和子函数中又包括局部变量定义、若干个库函数、控制流程语句、用户函数的调用语句等。
6. 注释部分包含在 "/*" 和 "*/" 之间, 在编译时它被 C 编译器忽略。
7. 与 VB 不同, C 语言严格区分字母大小写。

§ 1.4 C 语言程序的上机过程

C 语言有多种不同的编译器。其中, 美国 Borland 公司在 1988 年推出的、针对 PC 机的 Turbo C2.0 (以下简称 TC2.0 或 TC) 和微软公司推出的 Visual C++ (以下简称 VC) 都是深受人们喜爱的编译器。本节分别对其作一介绍。

1. 使用 TC2.0 的上机过程

Turbo C 是一个集源程序编辑、编译、连接、运行与调试于一体、用菜单驱动的综合软件环境。

运行一个 C 语言程序的一般过程:

(1) 启动 TC2.0, 进入 TC 集成环境。

用鼠标双击 TC.EXE 即可启动 TC2.0。若第一次运行 TC2.0, 还应对其进行配置, 方法如图 1.1:

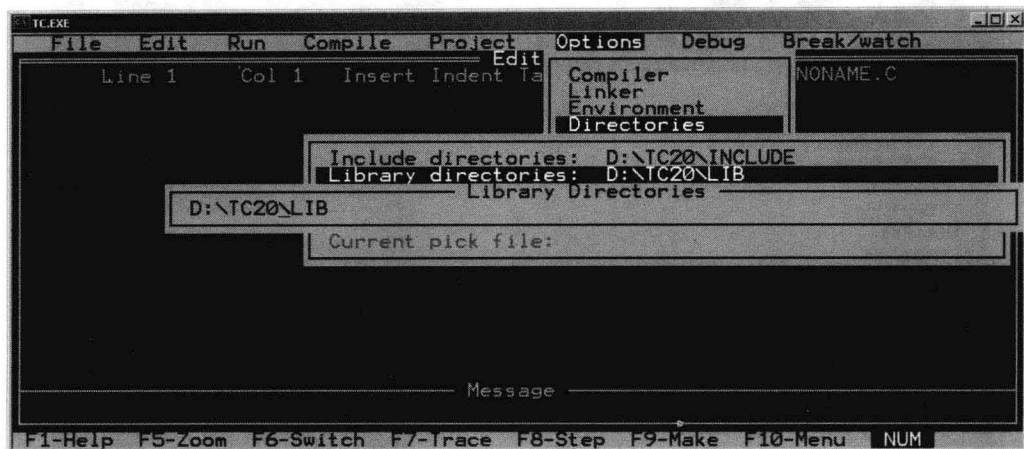


图 1.1 TC2.0 配置示意图

进入菜单 Option 下的 Directories, 在对话框中的分别修改 Include directories 及 Library directories。Include directories 是系统头文件所在的目录, 如 STDIO.H、MATH.H 等; Library directories 是系统库文件所在的目录, 这里的修改工作就是指明头文件与库文件所在的路径。最后, 在 Save options 中保存所作的配置工作。

(2) 编辑 (或修改) 源程序。

使用菜单 File 下的 New 可新建一文件; Load 可加载一个已有的文件。F2 可进行文件的保存。

(3) 编译。如果编译成功, 则可进行下一步操作; 否则, 返回 (2) 修改源程序, 再重新编译, 直至编译成功。

(4) 连接。如果连接成功, 则可进行下一步操作; 否则, 根据系统的错误提示, 进行相应修改, 再重新连接, 直至连接成功。

(5) 运行。通过观察程序运行结果, 验证程序的正确性。如果出现逻辑错误, 则必须返回修改源程序, 再重新编译、连接和运行, 直至程序正确。

使用 Ctrl+F9 可进行程序的运行。用 Alt+F5 显示运行的结果。

(6) 退出 TC2.0 集成环境, 结束本次程序运行。用 Alt+x 可直接退出程序 TC2.0。

注意: TC2.0 不支持鼠标, 只能使用键盘编辑程序。

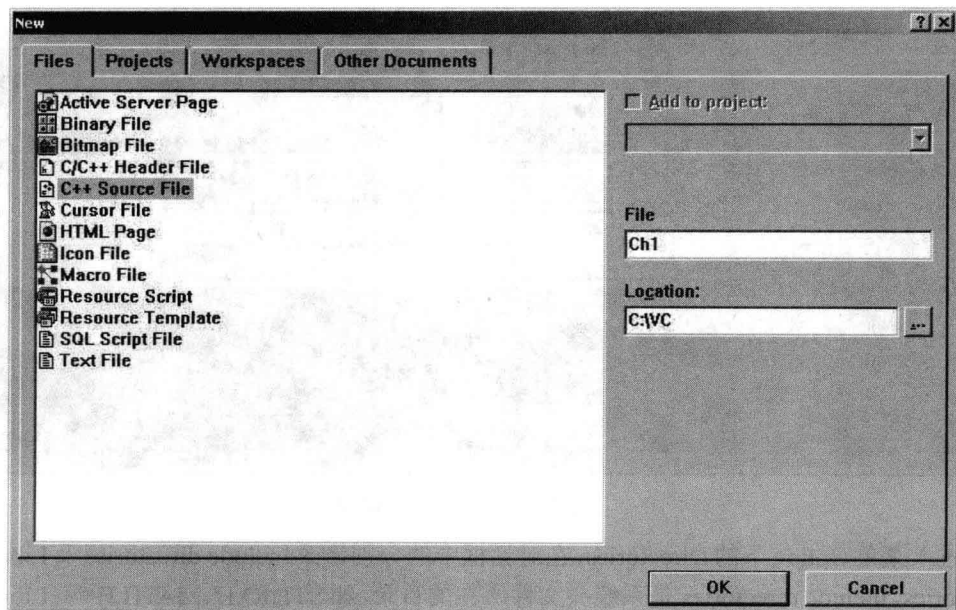
小窍门: 用户可以使用记事本进行源代码的编写, 并保存为扩展名为 .C 的文件, TC2.0 可直接打开该文件。另外, 从记事本或其它应用程序文档中拷贝的内容直接粘贴到 TC2.0 下, 方法是: 先拷贝一段代码; 当 TC2.0 处于编辑状态时, 点击窗口的左上端, 即: TC.EXE 左边的 “C:\”, 选择 “编辑” 中的 “粘贴” 即可。

2. 使用 VC 的上机过程

(1) 启动 VC。

(2) 创建文件。点击 File 下 New 选项, 在弹出的对话框中选择 Files 选项卡 (默认

为 Projects), 选择 C++ Source File, 在右边 Location 中选择所要保存的文件的位置, 在 File 中写入所要保存的文件名称。



(3) 编辑(或修改)源程序。

VC 提供了强大的代码编辑功能, 用户可随心所欲地进行编辑。

(4) 运行。

选择菜单中 Build 中的 Build 或按 F7 键, 再点击 Execute Program 或 Ctrl+F5 可运行程序。在默认情况下, 运行的同时程序自动被保存。

(5) 退出。

点击 Exit 可退出 VC。

注意: 在 VC 中, 一个完整的程序应有 `#include <stdio.h>`, 主函数 `main()` 无返回值时也应添加: `void`, 表示无返回值; 在 TC 中 `void` 可省略。

习 题

1. 求两整数 a、b 之和, 其中 a、b 初始值分别为 93 和 129。
2. 编写一个 C 程序, 输入 a、b、c 三个值, 输出其中最大者。

第2章 C语言基础

§ 2.1 C的数据类型

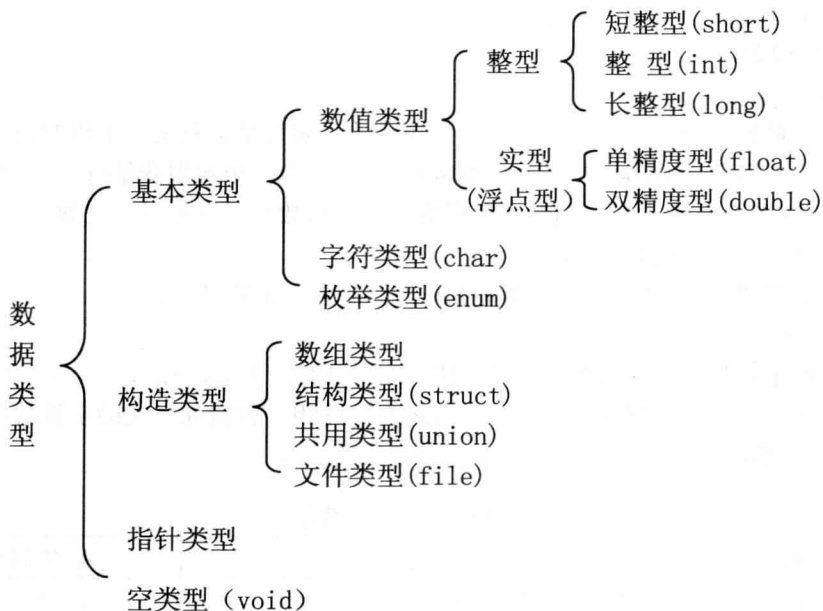
一个程序应包括两个方面的内容:

1. 数据的描述。
2. 操作步骤, 即动作的描述。

作为程序设计人员, 必须认真考虑和设计数据结构和操作步骤(即算法)。因此, 著名计算机科学家沃思(Nikiklau Wirth) 提出一个公式:

数据结构+算法=程序

C语言的数据结构是以数据类型形式出现的, C的数据类型如下:



在程序中对用到的所有数据都必须指定其数据类型。

§ 2.2 常量

在程序运行中其值不能被改变的量称为常量。常量包括: 整型常量、实型常量、字符型常量、字符串常量、符号常量。

(1) 整型常量

整型常量也称整常数。可用十进制、八进制、十六进制表示。

①十进制整数。如 124、239、-234

②八进制整数。以 0 开头的数。如 0123 表示八进制数 123，即 (123)₈，等于十进制数 83。

③十六进制整数。以 0x 开头的数。如 0x123，代表十六进制数 123，即 (123)₁₆ = 1*16²+2*16¹+3*16⁰=256+32+3=291。

[例 2.1] 三种进制表示方法的转换。

```
main ()
{ int x=1246,y=01246,z=0x1246 ;
  printf ( "%d,%d,%d\n",x,y,z) ;
  printf ( "%o,%o,%o\n",x,y,z) ;
  printf ( "%x,%x,%x\n",x,y,z) ;
}
```

运行结果为：

1246,678,4678
2336,1246,11106
4de,2a6,1246

(2) 实型常量

实型常量也称为浮点数或实数。在 C 语言中，实型常量只采用十进制表示。实型常量不分 float 型和 double 型。一个实型常量，可以赋给一个实型变量(float 型或 double 型)。有两种表示形式：十进制形式和指数形式，指数形式又称科学记数法。

①十进制形式。例如 3.14、9.8。

②指数形式：<尾数>E (e) <整型指数>。例如：3.0E+5 等。

(3) 字符常量

用一对单引号括起来的单个字符，称为字符常量。例如，'a'，'A'，'?'，'\$'等。

除了以上形式的字符常量外，C 语言还允许使用一种特殊形式的字符常量，就是以反斜杠“\”开头的转义字符。常用的转义字符见表 2.1。

表 2.1 转义字符及其含义

字符形式	功 能	ASII 代码
\n	换行	10
\t	横向跳格（跳到下一输出区）	9
\b	退格	8
\r	回车	13
\f	走纸换页	12
\\	反斜杠字符“\”	92
'\'	单引号（撇号）字符	39
\"	双引号（撇号）字符	34

\ddd	1 到 3 位 8 进制数所代表的字符	
\xhh	1 到 2 位 16 进制数所代表的字符	
\a	声音报警	

注意：如果反斜杠或单引号本身作为字符常量，必须使用转义字符：‘\’、‘\’。

[例 2.2] 转义字符的使用。

```
main ()
{char c1='a',c2='b',c3='c',c4='\101',c5='\116';
 printf("a%c b%c\tc%c\tabc\n",c1,c2,c3);
 printf("\t\b%c %c",c4,c5);
}
```

程序运行结果为：（其中，□表示空格）

```
aa□bb□□□cc□□□□□abc
□□□□□□A□N
```

（4）字符串常量

字符串常量是由双引号括起来的一串字符。

例如“abcdef”，“good morming”，“12.3456”，“a”等。

（5）符号常量

符号常量用一个标识符代表一个常量。符号常量定义的一般格式为：

```
#define <符号常量><常量>
```

其中，#define 是定义符号常量的预定义命令符。其作用是定义一个符号常量。

[例 2.3] 符号常量的使用。

```
#define PRICE 30
main ()
{ int num, total;
 num=10;
 total=num*PRICE;
 printf("total=%d",total);
}
```

用#define 命令来定义 PRICE 代表常量 30, PRICE 称为符号常量（不能再被赋值）。

§ 2.3 变量

2.3.1 变量概述

1. 变量的概念

在程序运行过程中，其值可以被改变的量称为变量。

2. 变量的两个要素

（1）变量名。每个变量都必须有一个名字——变量名，变量命名遵循标识符命名规

则。

(2) 变量值。在程序运行过程中, 变量值存储在内存中。在程序中, 通过变量名来引用变量的值。

3. 标识符命名规则

(1) 有效字符: 只能由字母、数字和下划线组成, 且以字母或下划线开头。

(2) 有效长度: 随系统而异, 但至少前 8 个字符有效。如果超长, 则超长部分被舍弃。

例如, 由于 `student_name` 和 `student_number` 的前 8 个字符相同, 有的系统认为这两个变量, 是一回事而不加区别。

在 TC 中, 变量名 (标识符) 的有效长度为 1 ~ 32 个字符, 缺省值为 32。

(3) C 语言的关键字不能用作变量名。

(4) 以下标识符和变量名不合法。

`M.D.John`, `$123`, `#33`, `3D64`, `a>b`

注意: C 语言对英文字母的大小写敏感, 即同一字母的大小写, 被认为是两个不同的字符。

习惯上, 变量名和函数名中的英文字母用小写, 以增加可读性。

4. 变量的定义与初始化

在 C 语言中, 要求对所有用到的变量, 必须先定义、后使用; 且称在定义变量的同时进行赋初值的操作为变量初始化。

(1) 变量定义的一般格式

[存储类型] 数据类型 变量名[, 变量名 2.....];

例如: `float radius, length, area;`

(2) 变量初始化的一般格式

[存储类型] 数据类型 变量名[=初值][, 变量名 2[=初值 2].....];

例如:

```
float radius=3.5, length, area;
```

```
int a=3;
```

```
char x='t';
```

```
int a,b,c=5;
```

```
int a=3,b=3,c=3;
```

2.3.2 整型变量

1. 分类

整型数据以二进制形式在内存中存放。

根据占用内存字节数的不同, 整型变量又分为 4 类:

(1) 基本整型 (类型关键字为 `int`)。

(2) 短整型 (类型关键字为 `short [int]`)。

(3) 长整型 (类型关键字为 `long [int]`)。

(4) 无符号整型。无符号型又分为无符号基本整型 (`unsigned [int]`)、无符号短整