21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

C及C++程序设计（第3版）

C & C++ Programming (3rd Edition)

张富 编

- 通过实例和流程图讲解设计原理与方法
- 充实的上机实践重在学生编程能力培养
- 讲解循序渐进、深入浅出、适合自学

精品系列

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

C及C++程序设计（第3版）

C & C++ Programming (3rd Edition)

张富 编

精品系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目（CIP）数据

C 及 C++程序设计/张富编．—3 版．—北京：人民邮电出版社，2008.10
21 世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-18571-6

Ⅰ．C… Ⅱ．张… 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（2008）第 113854 号

内 容 简 介

本书以 Turbo C++为依据，以 C 语言为起点，全面地介绍 C ++语言的程序设计基础和面向对象的程序设计方法。全书分为两大部分，第一部分介绍 C 语言基础，第二部分介绍面向对象程序设计的概念和方法。

本书可作为高等学校程序设计语言课程的教材或参考书，也可供初学者自学参考。

21 世纪高等学校计算机规划教材

C 及 C++程序设计（第 3 版）

◆ 编　　张　富

责任编辑　滑　玉

◆ 人民邮电出版社出版发行　　北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编　100061　　电子函件　315@ptpress.com.cn

网址　http://www.ptpress.com.cn

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本：787×1092　1/16

印张：22.25

字数：583 千字　　2008 年 10 月第 3 版

印数：55 151 – 58 151 册　　2008 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18571-6/TP

定价：36.00 元

读者服务热线：(010)67170985　印装质量热线：(010)67129223

反盗版热线：(010)67171154

第 3 版前言

本书自第 2 版问世至今，又过去 3 年了。这几年的教学实践表明，第 2 版所确立的编写原则和对教材结构所作的一些改革，取得了很好的效果。因此，在做本次修订时，第 2 版的这些成果都保留了下来。本次修订将重点放在了解决教学中的重点和难点上。例如指针的概念和在数组中的使用、结构类型的应用、文件操作等，都是本课程中非常重要的内容，但又是比较难掌握的部分。所以，在本次修订中，对这些章节作了比较大的文字修改，改进和增加了一些例题、示意图和流程图，以便更清楚地说明概念和方法，使读者更容易理解和掌握相关内容。相信教材的这些改进，对读者掌握重点和难点会有一定的帮助。

同时利用这次重版的机会，作者对教材作了一次较全面的文字修订，更正了一些错误。

尽管做了一些工作，书中的缺点和错误仍然难以完全避免，希望读者和使用本教材的老师继续给予关注，提出意见和建议，以便不断改进和完善。

编　者

目 录

第一篇 C语言基础

第一篇
C 语言基础

C++是 C 语言的超集，或者说，C 语言是 C++的一个子集。作为 C++语言的基础，首先掌握好 C 语言，无疑会减少直接学习 C++程序设计中的许多困难。同时，C 语言还可以作为程序设计语言独立使用。因此，我们首先来学习 C 语言的程序设计。然后，在此基础上再学习 C++的面向对象的程序设计方法。

第1章 对C语言的初步认识

本章介绍程序设计及程序设计语言的有关概念，了解结构化程序设计的基本思想。介绍C语言的概况，C语言程序的基本结构和C语言程序的开发过程以及在Turbo C++的集成开发环境下编译、连接和运行C程序的操作步骤。本章还将介绍C语言的基本词法。

通过本章的学习，读者可以建立起关于计算机程序、程序设计语言和程序设计等基本概念，并对C语言有一个初步了解，为进一步学习C和C++语言程序设计打下基础。

1.1 程序与程序设计语言

1.1.1 程序、程序设计和程序设计语言

一般来说，程序是对解决或处理一个问题的方法步骤的描述。而计算机程序，则是用某种计算机能识别的语言工具所描述的解决问题的方法步骤。例如，有两个数据 a 和 b，它们的值分别为1和2，求这两个量的和 c。此问题程序（方法步骤）可描述为：

```
a=1;
b=2;
c=a+b;
```

可以看到，这里是通过3个步骤，也叫做3条语句来完成的。它们的意义是：

（1）将数值1赋给 a；

（2）将数值2赋给 b；

（3）计算 $a+b$ 的和并将结果赋给 c。

其中 a，b 和 c 在计算机的程序设计语言中，通常称做变量。

编制并记录解决问题的方法步骤的过程就是程序设计。在计算机技术中，将解决一个问题的方法和步骤叫做算法。进行程序设计时要使用计算机能识别的描述算法的工具，这个工具就是计算机程序设计语言。

人们最早使用的程序设计语言是二进制机器语言。二进制机器语言是由计算机硬件系统所决定的，每种计算机都有自己的一套用二进制数码表示的指令的集合，称为该计算机的指令系统，也称为计算机机器语言。显然，不同的计算机系统，其机器语言是不同的。

用机器语言设计程序是相当烦琐、费时和费力的工作。为了减轻程序设计人员的工作量和难度，提高程序设计的效率和质量，很快就出现了用简单的英文字母组合来代表烦琐的二进制指令

的语言——符号语言。用符号编写的程序，计算机的硬件不能直接识别，需要把它翻译成机器语言，用来翻译的软件叫做汇编程序或汇编器，因此，符号语言又称为汇编语言。用汇编语言编写的程序叫做汇编语言源程序，简称源程序。源程序经过汇编后产生计算机能直接执行（运行）的机器语言程序。汇编语言与机器语言一样，也是依赖于机器的语言，不同的计算机系统，其汇编语言是不同的。因此，我们说二进制机器语言和汇编语言都是面向机器的程序设计语言。

计算机程序设计语言的进一步发展，出现了与具体的计算机硬件系统无关的，着重于描述解决问题的算法过程的语言。这种语言接近人类自然语言和数学公式的表达方式，且与机器的具体型号无关，称其为高级程序设计语言，简称高级语言。高级语言属于面向问题的语言，如 ALGOL，FORTRAN，Pascal 等。相对于高级语言，人们称二进制机器语言和汇编语言为低级计算机程序设计语言。

用高级语言编写的程序也叫做源程序。源程序需要有专门的翻译程序将其翻译成机器语言，计算机才能执行这个程序。高级语言的翻译过程有两种不同的方式：一种称为解释执行方式，其特点是翻译一句执行一句，完成这种翻译工作的程序叫做解释程序；第二种方式是将源程序全部翻译成机器语言程序后，才可以执行的编译方式。编译方式中的翻译软件叫做编译系统，或编译器。

1.1.2　结构化程序设计方法

计算机程序设计语言经历了由机器语言、汇编语言到高级语言的发展过程。在高级语言发展的初期，人们广泛使用的语言有 FORTRAN，ALGO，BASIC 等，这些语言的特点是以简单的语句序列构成程序。以语句序列为基础组织起来的程序，虽然简单，但对于大型软件来说，不便于管理和维护。为了解决这个问题，在 20 世纪 60 年代末开始提出结构化程序设计的概念，也就是将程序由语句序列结构转变为模块集合。在 20 世纪 70 年代这种结构化的程序设计语言（如 Pascal，C 等）得到了飞速地发展和广泛应用。

结构化程序设计方法的基本思想是，将任何复杂问题分解为若干较为简单的功能模块，每个模块中的任何逻辑问题再用少数几种基本结构（如顺序结构、选择结构、循环结构）加以描述。支持这种结构化的程序设计方法的语言称为结构化的程序设计语言。结构化的程序设计方法，主要是实现两个方面的问题：程序的模块化设计和结构化编码。

模块化设计就是将一个复杂问题，自上往下逐步细化，形成多层次的多个相对比较简单的功能模块，这样就使问题的解决变得层次清晰简单容易了。所谓结构化编码就是对每个小模块中的每个逻辑功能用几种简单的基本结构进行描述。

结构化程序设计中采用的 3 种基本结构如图 1-1 所示，所有的程序代码都实现在这 3 种结构中。

图 1-1 中虚线框表示一种基本结构。矩形框表示一个简单操作或也是一个基本结构。菱形框表示对给定条件进行判断操作，它有两个可能的结果：条件成立（是）或条件不成立（否），根据判断的结果执行不同的操作。图中的带箭头的实线表示流程的走向。

用上述框图表示流程的方法，是描述算法的一个很重要和常用的工具，今后还会在描述解决具体问题的算法时使用。

结构化的程序具有层次分明，易编、易读和易修改，从而有利于提高编程的效率和质量。这种方法在软件开发中至今仍占有重要的地位，支持这种结构化程序设计方法的语言，称为结构化程序设计语言。

进入 20 世纪 80 年代后，为了适应庞大而复杂程序的开发，出现了面向对象的程序设计方法和语言。然而它也吸收和继承了结构化程序设计的方法。

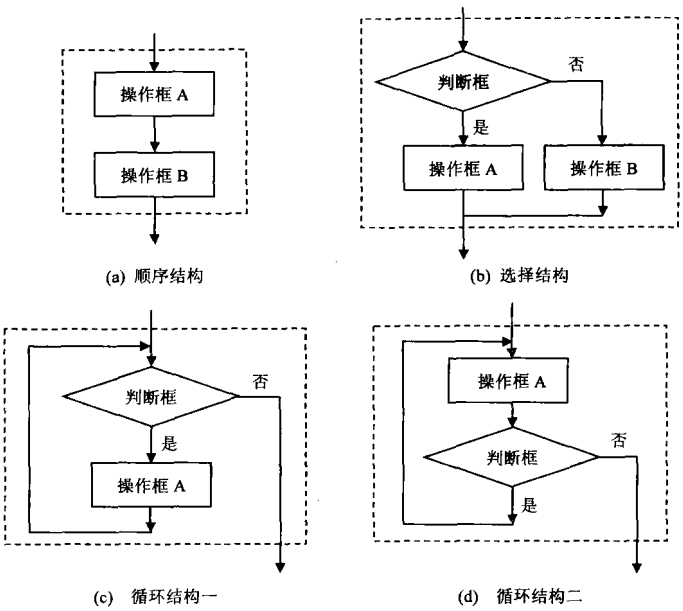

图 1-1　结构化程序设计的 3 种基本结构

1.2　C 语言及其源程序的基本结构

1.2.1　C 语言

C 语言是一种编译方式的结构化高级程序设计语言。1963 年剑桥大学在 ALGOL 语言基础上开发出具有处理硬件能力的语言 CPL（Combined Programming Language）。1967 年该语言经简化演变语言为 BCPL（Basic Combined Programming Language）。1970 年美国贝尔实验室对 BCPL 进一步简化和对硬件处理能力的加强，推出了 B 语言（取自 BCPL 中的字母 B）。1972 年贝尔实验室在 B 语言的基础上，进一步完善和扩充，开发出 C 语言（取自 BCPL 中的字母 C）。C 语言最初用于实现 UNIX 操作系统。1977 年 Brain Kernighan 和 Dennis Ritchie 编写了《The C Programming Language》一书，对 C 语言进行规范化，成为当时的标准。随着计算机的发展和普及，出现了一些不同的 C 语言版本。为统一标准，美国标准化协会（ANSI）制定了 C 语言标准，称为 ANSI C。现在 C 语言已经成为广受欢迎的一种结构化程序设计语言。

目前，在微型计算机上使用的 C 编译系统有多种版本。本书将以“Turbo C++ 1.0”的编译系统为基础介绍 C 语言的程序设计。

C 语言主要有下列一些特点。

（1）C 语言是一种结构化的程序设计语言，它具有完整的程序控制语句。

（2）C 语言是一种模块化程序设计语言，函数是组成程序的基本程序单位。

（3）C 语言有丰富的数据类型和运算操作，使程序设计更为简单和方便。

（4）C 语言提供了类似于汇编语言的低级语言动能，如直接访问内存的物理地址，对二进制数进行位操作等。使这种语言具有某些低级语言的特性，低级语言的优点，从而使这种语言更能接近硬件。

（5）语法结构简单，语句数目不多，但功能很强。所以，C 语言简单易学且应用广泛。

1.2.2　C 语言源程序的基本结构

C 语言源程序，简称 C 程序，是建立在模块的基础上的，而基本的模块就是函数。因此，一个 C 程序是由一个或多个函数组成的。每个函数是完成一定功能的一段 C 语言程序。编写一个程序，首先是建立一个或若干个函数，然后把它们组织在一起，构成一个完整的 C 语言程序。在这些函数中程序必须有且只能有的一个函数，这就是 main()函数，称为主函数。这就是说，一个 C 程序，至少要由一个函数组成，这个函数就是主函数 main（)。一个程序无论包含多少个函数，程序的运行总是从主函数开始，在主函数结束。这是 C 语言程序运行的基本方式。

在 C 语言中，除了 main()函数外，其他函数的函数名是用户选定的，称为自定义函数。每个函数都是包含一个或若干个语句并完成一定任务的独立程序单元。每个函数有一个写在函数名后面圆括号内的参数。自定义函数不能像 main()函数那样能独立运行，它们只能由主函数或其他函数激活（它也能激活其他函数），并开始运行。在计算机术语中，把这种激活叫做调用，所谓调用，简单地说，就是函数暂时中断本函数的执行，转去执行所调用的函数。前者称为主调用函数，后者称为被调用函数。被调用函数执行完自己的任务后，必须返回原来的主调用函数，并从中断了的地方继续执行。这里发生了两个过程：调用和返回。可见，函数之间是互相调用和返回的关系。自定义函数可以互相调用，但不能调用主函数。

在最简单的情况下，C 函数有如下的格式：

```
函数名()
{
    函数体
}
```

函数名是用户为函数起的名字；函数名后跟圆括号，其内可以含有参数，也可以没有参数；写在花括号内的是实现函数功能的程序语句，称为函数体。

【例 1-1】 一个最简单的 C 语言源程序。

程序由如下一个主函数组成：

```
main()
{
}
```

因为函数体不包含任何语句，所以该程序不执行任何功能，称它是空操作。

【例 1-2】 给例 1-1 的程序加入一个功能：在显示器上输出：hello!。

程序如下：

```
main()
{
    printf("hello!");
}
```

主函数的函数体由一个语句组成。C 语言规定每个语句必须以分号结束。分号表示一个语句的结束。语句

```
printf("hello!");
```

是一个输出语句。在这里它的功能是在显示器的屏幕上显示（输出）如下的字符串：

```
hello!
```

【例 1-3】 由两个函数组成的 C 程序。其功能仍然是在显示器上输出：hello!。

程序由主函数 main()和函数调 hello()组成。主函数的功能是调用函数 hello()，hello()函数的功能是在显示器的屏幕上输出字符串："hello!"。

下面是源程序清单：

```
main()
{
    hello();
}
hello()
{
    printf("hello!");
}
```

程序运行后，在显示器的屏幕上显示如下的字符串：

```
hello!
```

主函数的函数体是 C 语言中的一个语句：

```
hello();
```

它的功能是调用函数 hello()。执行调用的结果，使程序从主函数转去执行 hello()函数。函数 hello()的函数体是由一个 C 语句组成：

```
printf("hello!");
```

我们已经知道这个语句的功能是在显示器的屏幕上显示 hello!。该语句执行完毕后，返回主函数。由于主函数的所有语句已经执行完毕，于是程序结束运行。程序的执行从主函数开始，在主函数结束。图 1-2 表示出程序的执行过程。

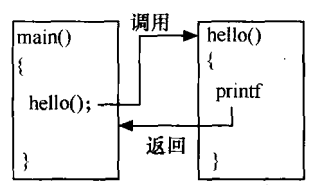

图 1-2 例 1-3 程序运行过程示意图

从以上的讨论，可以总结出以下几点。

（1）C 程序是由一个或多个函数组成的，其中必须有一个也只能有一个规定名为 main()的主函数。

（2）程序的执行总是从主函数开始，在主函数结束。其他函数是通过调用来执行的。

（3）主函数可以调用任何非主函数，非主函数之间可以互相调用，但不能调用主函数。

（4）函数体是完成函数功能的一组 C 语言中的一个语句，每个语句完成一个小功能，并以分号作为一个语句的结束标志。

1.2.3 C 语言的基本语句

C 语言源程序是由函数组成的，其中包括主函数和自定义函数。函数的功能是靠 C 语句组成的函数体来实现的。因此，语句是 C 语言中最基本的成分，没有语句也就没有了程序。在例 1-2 和例 1-3 的简单程序中，出现了两个语句：调用函数语句和输出语句。学习 C 语言实现各种功能的语句，是本课程的重要内容之一，是设计程序的基本工具和基础。

C 语言的基本语句主要有以下几种：

（1）数据定义语句；

（2）赋值语句；

（3）函数调用语句和返回语句；

（4）输入语句和输出语句；

（5）流程控制语句。

1.3　C 语言的基本词法

构成 C 语言的最小单位是字符，由字符可以构成词类，再由词构成各种语句。有关 C 语言的字符和词类的规定，就形成了 C 语言的词法。本节介绍词法方面的有关规定。

1.3.1　C 语言的字符集

在 C 语言程序中允许使用的所有基本字符的集合，称为 C 语言的字符集。C 语言的字符集采用的是 ASCII（American Standard Code for Information Interchange）字符集。其中包括：

（1）52 个大写和小写的英文字母；

（2）10 个数字；

（3）如表 1-1 所示的 33 个键盘符号；

表 1-1　　键盘符号

符　号	说　明	符　号	说　明	符　号	说　明
	空格符号	!	惊叹号	"	双引号
#	井号	$	美圆号	%	百分号
&	与符号	'	单引号	(	左圆括号
)	右圆括号	*	星号	+	加号
,	逗号	-	减号	.	小数点
/	正斜杠	:	冒号	;	分号
<	小于号	=	等号	>	大于号
?	问号	@	a 圈号	[	左方括号
\	反斜杠	]	右方括号	^	异或号
_	下划线号	`	重音号	{	左花括号
|	或符号	}	右花括号	~	波浪号

（4）如表 1-2 所示的转义字符集。转义字符总是由反斜杠开始，后跟一个或几个字符，用来表示控制代码或特殊符号。转义字符的具体应用，将在以后的章节中介绍。

附录 3 给出 ASCII 基本字符集的编码表。

表 1-2　　转义字符集

符　号	说　明	符　号	说　明	符　号	说　明
\n	回车换行符号	\r	回车符号	\'	单引号
\t	tab 符号	\f	换页符号	\\	反斜杠
\v	垂直制表符号	\a	响铃符号	\ddd	1～3 八位进制数 ddd 对应的符号
\b	左退一格符号	\"	双引号	\xhh	1～2 位十六进制数 hh 对应的符号

1.3.2 标识符

用C字符集中的字符组合，可以为程序中的各种对象起名字。这些名字统称为标识符。例如常量名，变量名，函数名等都是标识符。例1-3中为函数起的名字“hello”就是一个标识符。C语言对如何构成标识符做了如下的规定。

（1）标识符是由字母和下划线开头的数字、字母、下划线组成的一串符号。例如：

```
abc2, a2bc, a_2, _xq
```

都是合法的标识符，而

```
2a, a.2
```

则是不合法的，因为标识符不能以数字开头，标识符中不能含有小数点。

（2）一个字母的大写和小写看作是不同的字符。例如：

```
abc, aBc
```

是两个不同的标识符。

（3）一个标识符可以由一个或多个字符组成，但ANSI C规定，标识符的长度不得超过32个字符。

1.3.3 保留字

保留字又称关键字，是C语言编译系统使用的、具有特定语法意义的一些标识符。这些标识符用户不能作为自己的标识符使用，所以把这些标识符称为保留字。C语言中的保留字有：auto，break，case，char，continue，const，default，do，double，else，enum，extern，float，for，goto，int，if，long，register，return，short，signed，sizeof，static，struct，switch，typedef，union，unsigned，void，volatile和while等。

1.3.4 C语言的词类

C语言的词类主要有以下几种。

（1）常量：在程序运行中值不发生改变的数据。

（2）变量：存放值可变化的数据。

（3）运算符：加工数据的运算符号。

（4）表达式：由常量、变量、函数及运算符组成的式子。

（5）保留字：编译系统使用的、具有特定语法意义的标识符。

上述词类的具体使用将在以后的章节详细讲述。

1.4 源程序的编译和C语言的集成开发环境

1.4.1 C程序的开发过程

开发一个C语言程序，要经过以下4个阶段：

（1）编辑源程序文件；

（2）编译源程序；