21世纪高等学校规划教材

XINGAINIAN C YUYAN JIAOCHENG

新概念C语言教程

张基温 编著

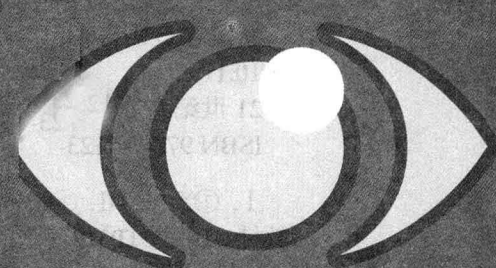
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

21世纪高等学校规划教材

XINGAINIAN C YUYAN JIAOCHENG

新概念C语言教程

编著　张基温



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是21世纪高等学校规划教材，是一本基于能力培养体系的程序设计教材。

全书按照作者提出的“提出问题、分析问题—编写程序、语法说明—程序测试、结果分析”的思路和“前期以培养解题思路为主，语法知识够用即可，后期补充必要的语法细节”的教学原则编写，旨在引导读者从逻辑思维能力、语法应用能力和程序测试能力三个方面同步提高。全书分为3篇。第1篇采用了全新的问题体系，从几个经典问题入手，将读者带入迭代、穷举、递归、随机模拟、时间步长、事件步长等基本求解方法的学习之中，并相对集中地融入基本语法，为初学者奠定程序设计的基本知识和能力。第2篇通过数组、结构体和指针三种数据类型的介绍，使读者初步领略数据结构在程序设计中的重要性，程序设计能力进一步提高。第3篇对C语言重点语法进行总结、提升和拓展，使读者在发挥C语言优势方面得到提升。

全书结构新颖、概念准确、鱼渔并重，例题经典，习题丰富、题型全面，适合教学、兼顾自学、适应面宽、注重效果，可以作为高等学校各专业的新一代程序设计课程教材，也可供从事程序设计相关领域的人员自学或参考。

图书在版编目（CIP）数据

新概念C语言教程 / 张基温编著. —北京：中国电力出版社，2010.11

21世纪高等学校规划教材

ISBN 978-7-5123-1145-9

Ⅰ. ①新… Ⅱ. ①张… Ⅲ. ①C语言－程序设计－高等学校－教材 Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第231402号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街19号 100005 http://www.cepp.sgcc.com.cn）

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011年2月第一版 2011年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 17印张 411千字

定价 **26.00** 元

前　言

（一）

自20世纪80年代起，本人在教学过程中就开始探索两个方面的问题：一是程序设计课程的教学如何从语法体系向问题体系（或应用能力体系）转变；二是如何把软件工程中的思想和方法结合到程序设计课程中。然而在实践中，第二个问题倒是比第一个问题容易些。所以，在我早期出版的教材中，较早地引入了结构化、模块化、自顶向下、逐步求精等。但是第一个问题实践起来并非如此简单。因为我深知习惯势力的强大和我自己的渺小，只能慢慢地进行，先引入一些算法数据结构的简单例子，再逐步加大它们的分量。

一个时机终于到来了。20世纪90年代初，教育部考试中心与英国剑桥大学合作，以CIT（剑桥信息技术考试）的模式开发中国的NIT（国家信息技术考试），聘请我作为考试委员会成员，负责C语言考试教材的编写。CIT考试有点像驾驶员的培训，采用过一关算一份成绩的办法，每一关都有一些考点。这样的教材非常适合按照问题体系来编写。这就成就了我的第一本按照问题体系的程序设计教材——《程序设计（C语言）》（清华大学出版社，1999）的问世。在编写这本教材的过程中，CIT教材中把测试与编程一起训练的做法给了我很大的启发。但是，这毕竟是按照问题体系编写的第一本程序设计教材，在许多地方还很不成熟。

之后，陆续有几家出版社约稿，给了我不断改进的机会，先后出版了《新概念C语言程序设计》（中国铁道出版社，2003）、《C语言程序设计案例教程》（清华大学出版社，2004）、《新概念C程序设计教程》（南京大学出版社，2007）。所以将它们以“新概念”命名，是因为这种按照内容体系编写的程序设计教材本身就体现了一种全新的程序设计教学理念。让我欣慰的是，随着这几本书的不断改进，类似的书也陆续问世，品种不断增加，说明面向问题的程序设计教学思路正在得到越来越多的认可，接受了算法分析—给出代码—语法说明的程序设计教材结构形式。

本书是应中国电力出版社之邀而写的，它是对前几本的进一步完善与改进。全书分为3篇。第1篇由4个单元组成，在这4个单元中，以常见的问题类型为载体，使读者能初步掌握常见问题的设计思路、程序的基本测试方法和C语言的基本语法知识。第2篇由3个单元组成，分别介绍了数组、结构体和指针这三种支持程序数据结构的重要类型，使读者可以初步领略数据结构对于程序设计的重要性。前面这两篇按照“培养解题思路为主，语法够用即可”的原则编写。第3篇由6个单元组成，补充了一些重要的语法细节，使读者能在前两篇初步掌握程序设计的基本方法的基础上，将C语言程序设计的学习引向深入。这不仅建立了一种全新的内容体系——将应试教育向能力培养作了较大幅度的转变，而且也兼顾了学生希望获得某些证书的现实需求。可以说，本书是我在C语言教学改革上的最新成果与结晶。

（二）

程序设计是需要多练的课程，为了能有的放矢地进行训练，本书以大节为单位给出习题。

习题分为概念辨析、代码解析、探索验证和开发练习四个栏目。

概念辨析主要提供了一些选择题和判断题，旨在提高对基础语法知识的认知。

代码解析包括了指出程序（或代码段）执行结果、改错和填空，旨在提高读者的代码阅读能力。因为读程序也是程序设计的一种基本训练。

探索验证主要是用于提示或者指导读者如何通过自己上机验证来提高掌握语法细节的能力。除了这个栏目中的习题外，读者最好也能通过设计程序验证自己对于概念辨析栏目中习题的判断是否正确。

开发练习是一种综合练习，应当要求读者写出开发文档。内容主要包括问题（算法）分析、代码设计、测试用例设计、测试及调试结果分析等。要强调的是，程序设计训练的重点应当放在问题分析、代码设计和测试用例的设计上，要把这些工作都做好，再上机调试、测试。不要什么还没有设计出来就上机。

（三）

本书就要出版了。在即将出版之际，由衷地感谢在本书初稿完成后参与有关章节校读工作的张秋菊、杜勇、文明瑶、张展为、李博、张有明、张航、罗会枫、李绍恩、张亮。同时，也殷切地期待着广大读者和同仁的批评和建议。让我们共同把程序设计课程的改革做得更有实效。

张基温

2010 年 11 月

目　录

第1篇　算法与C程序结构

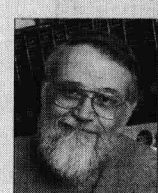
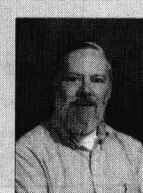
计算机是人类历史上迄今为止最为神奇的一种机器。它几乎“无所不能”地在人类社会每个领域都能大显身手。然而，这种神奇之所在主要来自于它的程序系统。因为计算机的工作完全是由程序控制的，程序安排计算机做什么，计算机才能做什么。离开了程序系统，计算机就只剩下一堆金属和塑料。

程序是由人编写的，是用计算机能（直接或间接）理解的某种语言表达出来的人的意志。这些计算机能理解的语言称为计算机程序设计语言，简称计算机语言。计算机语言可以告诉计算机每一步应当做什么和如何做。计算机按照程序的安排，执行完一系列操作，就能实现某种功能。本书介绍的C语言，就是目前在计算机语言市场上占据统治地位的一种计算机程序设计语言。

程序既是程序设计者用计算机解决一类问题的思路反映，也是程序设计者在解题过程中运用程序设计语言技巧的结果。或者说，程序设计者就是用语句序列向计算机发布一系列命令来实现解题过程，而技巧就在于如何通过对语句执行流程的控制来达到用有限的代码求解复杂问题的目的。

C语言的来历

C语言的来历要从ALGOL（也称A语言）说起，ALGOL是首批高级程序设计语言之一。1963年剑桥大学基于ALGOL 60提出了CPL(Combined Programming Language)。1967年剑桥大学的Martin Richards对CPL语言进行了简化，形成了BCPL语言。1970年贝尔实验室的Ken Thompson将BCPL“煮”了一下，提炼出其精华，将之命名为B语言。他还用B语言写了第一个UNIX操作系统。1973年贝尔实验室的Dennis M. Ritchie又把B语言“煮”了一次，在此基础上设计出了一种新的语言，将之称为C语言。1977年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. Kernighian和Dennis M.Ritchie出版了名著《The C Programming Language》，把C语言推向流行最广的高级程序设计语言宝座。

Brian W. Kernighian和Dennis M. Ritchie

1988年后，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。

在C的基础上，1983年贝尔实验室的Bjarne Stroustrup推出了C++。C++进一步扩充和完善了C语言，成为一种面向对象的程序设计语言。在此基础上，Sun推出了Java，微软推出了C#。

这一篇介绍程序中常用的解题思路（算法——algorithms）和用C语言实现这些算法的基本方法（语句如何书写，流程如何控制）。

第1单元　C语言程序设计初步

1.1　两个整数相加程序

两个整数相加是一个非常简单的问题。通过对这个问题的处理可以看出一个C语言程序是个什么样子。

1.1.1　最简单的两个整数相加程序

代码1.1　一个用于计算2+3的C语言程序。

```
int main(void){
    2 + 3;
    return 0;
}
```

说明：（1）一个C语言描述的程序都有图1.1所示的基本结构，这个结构也被称为主函数。

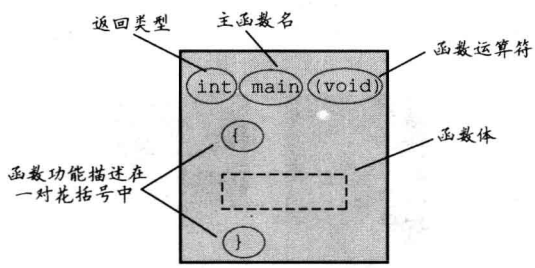


图1.1　C语言主函数的基本框架

在演绎数学中，函数（function）是表示一种映射关系。设X是一个非空集合，Y是非空数集，f是映射法则，若对X中的每个x，Y中存在唯一的一个元素y与之映射，则称f是在X上的一个函数，记为$y=f(x)$，X为函数$f(x)$的定义域，集合$\{y|y=f(x), x\in\mathbf{R}\}$为其值域（值域是$Y$的子集），$x$称为自变量（参数），$y$称为因变量（函数值）。在计算机程序中，函数的概念与演绎数学中不尽相同，主要指封装了一段用于实现某些功能的代码，可以有参数，也可以没有参数；可以形成映射关系，也可以仅表明一个操作过程。

（2）C语言的函数由函数头和函数体两部分组成。函数头包括函数名（如代码1.1中的main）、函数参数（如代码1.1中main后面圆括号中的部分）和函数返回类型（即函数计算后返回的是哪种类型的数据，如代码1.1中的int）。

函数体由一些语句（sentence）组成，如代码1.1的函数体中包含了两条语句：“2+3;”和“return 0;”。函数体要用一对花括号括起。

（3）C语言程序是以函数为单位组成的。图1.2表明了一个C语言程序的基本结构：任何一个C程序都是从一个称为main的函数开始，并由这个函数结束的。这个函数在一个程序中只有一个，并且必须有一个。它的名字是固定的。当要执行一个程序时，操作系统总是从以main命名的函数开始执行。主函数执行结束，程序也就结束了。主函数也可以用一些其他函数作为功能的补充。图1.2表明，主函数是操作系统调用的，而其他函数是主函数调用的，其他函数还可以调用另外一些函数。

（4）语句。C语言函数体中封装的是语句或声明（declaration）。通常人们并不太区分语句和声明，都当作语句。语句用于向计算机发出操作指令。C语言规定，每个语句都以分号结束。

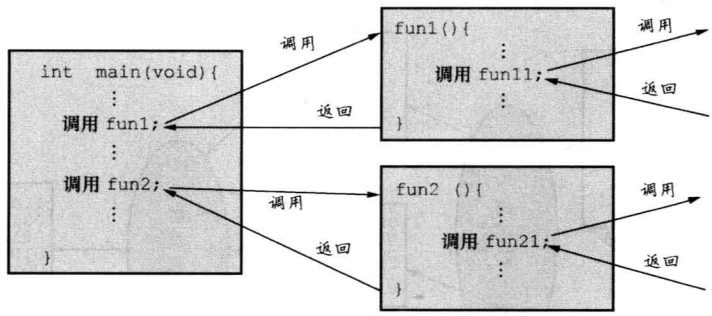


图 1.2　大型 C 语言程序的一般结构

（5）“2＋3”称为一个 C 语言表达式。C 语言表达式是用操作数和操作符组成的合乎 C 语言语法的式子。在“2＋3”这个表达式中，2 和 3 称为操作数；“＋”称为操作符，准确地说，是一个算术操作符。C 语言的操作符有算术操作符、关系操作符、逻辑操作符、赋值操作符等十几种类型。其中，算术运算符有＋（加）、－（减）、*（乘）、/（除）、%（模，即整除取余）。例如，19%7 的结果是 5。

注意，在 C 语言中，整数相除是取整，例如，19/7 的结果为 2。

（6）return 的作用是返回，即将执行流程返回调用者，并向其送回必要的数据。这里的 return 语句在主函数中，而主函数是由操作系统调用的，所以这里的“return 0;”是向操作系统返回一个数据 0，并把程序的执行流程交回操作系统——程序执行结束。那么为什么要向操作系统返回一个 0 呢？这是一个事先约定的默认数据，表示程序（主函数）正常结束了，而不是半途终止。所以，这个“return 0;”语句一定要放在主函数的最后。这样，只有执行到了这条语句，即前面的语句都正常执行了，才能向操作系统返回这个 0，以报“平安”。由于主函数要返回整数 0，所以在 main 的前面使用了 int 加以表示。

（7）main 后面的（void）是这个函数的参数部分，一对圆括号中间的是函数参数。本例中用 void 表示这个函数没有参数，只执行两条语句。关键字 void 常被省略。

1.1.2　C 语言程序的编译与连接

前面提到 C 语言程序在执行时使用了“可执行的”限定词。这说明，并非程序员编写出来的 C 程序就可以立即执行。因为 C 语言近似于人的自然语言，CPU 并不理解，也无法执行。CPU 所能理解和执行的是自己的机器语言，要用 0 和 1 表示。不同类型的 CPU，其机器语言也是不相同的。这样，要 CPU 执行一个 C 语言程序，就需要将这个程序转换——翻译成所在计算机 CPU 的语言。这个过程称为编译（compile）。为了区别程序员编写的程序和经过编译的程序，将前者称为源程序代码或源程序，将后者称为目标程序代码或目标程序。实现编译功能的程序称为编译器（compiler）。

但是，目标程序还不是可以执行的程序。因为，随着计算机所求解的问题越来越复杂，计算机程序的规模也越来越庞大。为了便于发现错误和纠正程序中的错误，采用了分块编写程序的方法。一个程序在编写过程中形成多个模块，并且有些是程序员自己编写的，有些可以使用别人或开发商提供的。要让系统正确地执行一个程序，必须将这些经过编译的程序资源同主函数连接起来，这个过程称为链接（或连接）。执行这个任务的程序称为链接器。只有经过链接的程序才可以成为可执行程序。

图 1.3 描述了一个 C 语言程序的编译和链接过程。

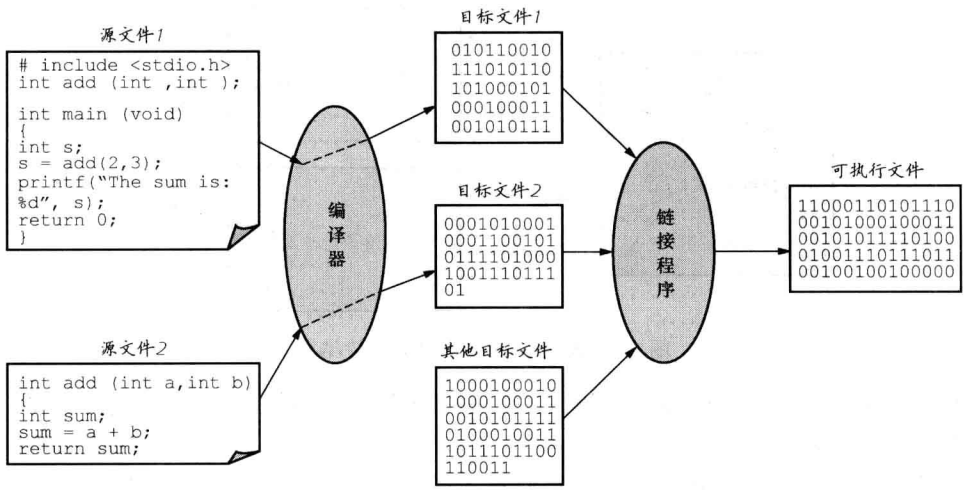


图 1.3 C语言程序的编译和链接过程示意图

一个完整的高级语言程序的开发过程，就是从问题出发，编写出高级语言程序，再编译链接得到可执行程序的过程。图 1.4 描述了这个过程。

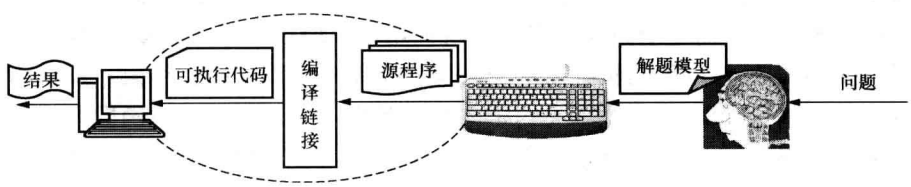


图 1.4 高级语言程序开发的过程

1.1.3 带有输出操作的C语言程序

如果在计算机上运行代码 1.1，计算机上什么也不会出现，即得不到任何结果。什么原因呢？不是计算机没有进行计算，而是这个程序没有输出功能，犹如“哑巴吃饺子——心中有数”却没有表达出来。因此，一个程序必须有输出功能，把运行的状况和结果告诉用户。

代码 1.2 带有输出操作的、计算 2+3 的C语言程序。

```
#include <stdio.h>
int main(){
   printf("%d",2 + 3);
   return 0;
}
```

执行这个程序，计算机屏幕上显示：

```
5
```

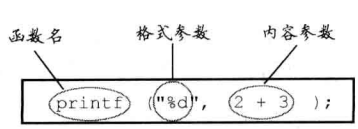


图 1.5 函数 printf( )的调用表达式

说明：

（1）C语言追求精干、高效和灵活，它没有设置专门输入和输出语句，输入和输出采用一些库函数实现。printf( )就是最常用的一个用于格式化输出的库函数。图 1.5 说明了其应用格式。

函数运算符（一对圆括号）中的内容，称为函数的参数。printf( )的参数分为两部分：前面一部分被括在一对双引号中，称为格式参数。其中的“%d”称为格式字段，“%”表明后面的字符“d”不是普通字符，而是用来说明后面的数据项要用十进制整型格式输出的符号，称为整型格式字符。后面一部分参数称为内容参数，如本例中的“2+3”。两部分合起来，就表示：把“2+3”的结果用整型格式显示出来。

用一个 printf( )函数可以输出多个内容表达式的值。

代码 1.3　用 printf( )函数输出多个内容表达式的值。

```
#include <stdio.h>          代替
int main(void){
   printf("%d + %d = %d",1 + 1,1 + 2,2 + 3 );
   return 0;
}  显示
```

执行这个程序，会在计算机屏幕上显示：

```
2 + 3 = 5
```

计算机执行这个 printf( )函数时，首先分别计算后面的 3 个内容表达式的值，再分别按照顺序用计算出的 3 个值代替格式参数中的格式字段“%d”，最后将形成的一串字符显示出来。可以看出，原来格式字符串中的“＋”、“＝”都原样显示出来了，只有格式字段被用后面表达式的值替换了。显然，需要几个输出项，就需要在格式字符串中使用几个用“%”开始的格式字段。

（2）除了主函数 main( )外，其他被调用的函数可以是程序员设计的，也可以是系统给出的标准库中的函数，简称库函数。printf( )就是一个库函数。库函数都是一些经过考验的函数。使用库函数，要向编译器提供有关这个库函数定义的相关信息。库函数 printf( )的相关定义信息，保存在头文件 stdio.h 中，使用命令#include <stdio.h>，可以将这些信息包含在当前程序中。#include 是一条编译预处理命令（不是语句，不用分号结尾），用于将一个文件包含到当前程序中。

（3）头文件。头文件是后缀为.h 的文件，用于存放一些说明信息。可以由程序员自己编写，也可以是系统提供的。库函数所要求的头文件就是系统提供的。例如，头文件 stdio.h 就是库函数 printf( )要求的头文件，是系统提供的。

（4）文件包含。文件包含是一种编译预处理，即在源代码进行编译前应当完成的工作。它要求把指定的文件（一般是头文件）的内容包含到当前源代码文件中。图 1.6 为对一个源代码文件进行文件包含预处理的示意图。

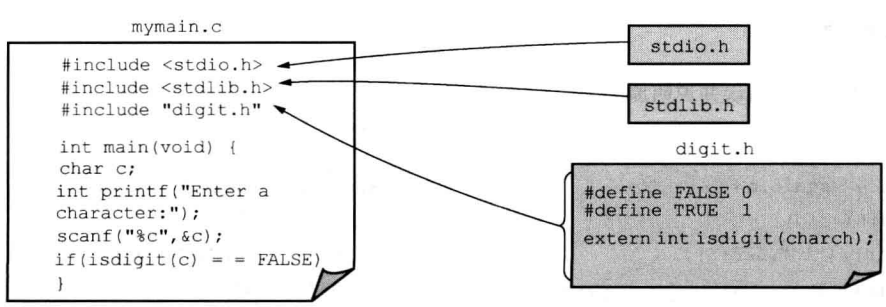


图 1.6　对一个源代码文件进行文件包含预处理的示意图

习 题 1.1

概念辨析

选择答案

（1）下面叙述中，错误的是（ ）。

A．一个C语言程序至少要有一个主函数

B．为了让操作系统能找到并执行一个C语言程序的主函数，该程序的主函数要与存储该程序的文件同名

C．执行一个C语言程序的过程就是执行该程序主函数的过程

D．所有C语言程序的主函数都使用同一个名字——main

（2）一个C语言的语句，必须用（ ）结束。

A．， B．； C．。 D．Enter

（3）一个C语言程序总是从（ ）开始执行。

A．编译预处理命令 B．输出语句

C．主函数 D．排在前面的语句

（4）一个C语言程序（ ）。

A．可以没有主函数 B．应当包含一个主函数

C．应当包含两个主函数 D．可以包含任意个主函数

（5）下列叙述中，正确的是（ ）。

A．C语言程序是一种可以由计算机直接执行的程序

B．在C语言程序中，要用分号分隔语句，不需要分隔时，可以不使用分号

C．C语言是一种用接近英语的自然语言和数学语言描述程序的语言

D．在设计C语言程序时，可以根据任务的数量确定所需要的main( )函数数量

（6）编译器的作用是（ ）。

A．提供源程序的编写和翻译功能的软件

B．将源代码块翻译成计算机可以直接理解的代码块的软件

C．将源代码块翻译成计算机可以执行的代码块的软件

D．将自然语言描述的问题描述成计算机程序的程序

代码分析

找出下面程序中的错误并说明原因。

（1）

```
#include <stdio.h>
int Main(void){
    printf("%d",123*3);
    return 0;
}
```

（2）

```
#include <stdio.h>
int main{
    printf("%d",123*3);
    return 0;
}
```