计 算 机 系 列 教 材

C语言程序设计基础

主编 郑军红

WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

计 算 机 系 列 教 材

C语言程序设计基础

主　编　郑军红
副主编　陈　君
参　编　胡　岚　胡　雯　俞　鹏
　　高金兰　王　颖

WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计基础/郑军红主编. —武汉:武汉大学出版社,2011.1
计算机系列教材
ISBN 978-7-307-08491-9

Ⅰ.C… Ⅱ.郑… 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(2011)第 009311 号

责任编辑:王金龙　　责任校对:黄添生　　版式设计:支　笛

出版发行:**武汉大学出版社**　(430072　武昌　珞珈山)
(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)
印刷:通山金地印务有限公司
开本:787×1092　1/16　印张:19.25　字数:486 千字
版次:2011 年 1 月第 1 版　2011 年 1 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-307-08491-9/TP·386　定价:33.00 元

前　言

C 语言是当今软件开发领域里广泛使用的计算机语言之一。C 语言概念简洁，数据类型丰富，运算符多样，表达方式灵活，程序结构性和可移植性好，既可以有效描述算法，又可以直接对硬件进行操作，适合编写系统程序和应用程序。目前，国内高等院校理工科专业大多开设了这门课程，C 语言已经成为教育部指定的全国计算机二级考试科目之一。

C 语言程序设计是一门实践性很强的课程，它包含理论学习、编程方法和程序调试三个方面的内容。要学好 C 语言程序设计，必须从这三个方面着手。根据当前的形势和教学需要，从 C 语言实际教学出发，我们编写了这本《C 语言程序设计基础》教材，希望本书能为广大读者提供有益的帮助。

本书全面介绍了 C 语言的基本概念、基本语法、数据类型、程序结构及计算机高级语言程序设计的方法和常规算法。全书共分 12 章，其中第 1 章、第 2 章和第 3 章介绍了 C 语言的基础知识，第 4 章介绍了结构化程序设计方法，第 5 章介绍了 C 语言函数的应用，第 6 章、第 7 章、第 8 章详细介绍了 C 语言中特殊的数据类型及其应用（主要有数组、指针、结构体、共用体和链表），第 9 章和第 10 章分别介绍了位运算和文件操作，第 11 章介绍了 C 语言程序综合设计的基本知识，第 12 章从实际教学出发，介绍了课程设计。

本书既考虑到国家计算机二级考试大纲要求，又结合了具体的程序设计综合要求，语言简洁，通俗易懂，内容翔实，由浅入深，采用了许多与生活、工作实际相结合的例题和应用小程序，比较适合初学者使用，本书中所有的例题均在 Turbo C2.0 及 Win-TC 中调试通过，可以直接引用。为了帮助读者学习本书，我们另外编写了一本《C 语言程序设计基础实验与综合练习》，作为本书的配套参考书共同出版。

本书可作为普通本科院校、普通高等专科学校的计算机教材，也可作为计算机培训和计算机考试辅导的教学用书，还可作为科技人员或程序开发人员的参考用书。

参与本书编写的人员分工如下：绪论：郑军红、王颖，第 1 章：郑军红，第 2 章：陈君，第 3 章：郑军红，第 4 章：郑军红，第 5 章：郑军红、胡岚，第 6 章：高金兰、胡岚，第 7 章：郑军红、俞鹏，第 8 章：郑军红、俞鹏，第 9 章：胡雯，第 10 章：胡雯，第 11 章：郑军红、王颖，第 12 章：郑军红、陈君，附录：郑军红、胡雯。全书由郑军红修改定稿。

本书在编写过程中，得到了武汉大学出版社的大力支持与帮助，在此表示衷心的感谢！

在编写本书时，作者参考了参考文献中所列举的书籍和其他资料，在此向这些书籍及资料的作者表示诚挚的感谢！

本书肯定有不足之处，竭诚希望得到广大读者的批评指正。

作　者

2010 年 12 月

目 录

绪 论

0.1 C语言的重要地位与学习C语言的必要性

0.1.1 为什么要学习C语言

自20世纪80年代以来，计算机应用在我们国家得到了极大的发展，涌现出一大批计算机科技人员。特别是近几年，随着计算机的普及和面向对象程序设计语言的出现，计算机应用技术已经渗入到社会中的方方面面，人们的工作、学习、生活越来越离不开计算机，对计算机的依赖越来越强。

在计算机的发展过程中，出现了多种程序设计语言，C语言就是其中的一种，并且以其鲜明的特色受到了人们的普遍欢迎和使用。现在，C语言不仅被计算机专业人员所使用，而且还广泛地被计算机应用人员所使用，已经成为世界上应用最广泛的几种计算机语言之一。

C语言是一种极具生命力的语言，它简单易懂，功能全面，使用灵活方便，移植性好，特别适合编写系统软件，许多原来用汇编语言编写的软件完全可以用C语言来编写。可以说，在一定程度上，C语言比汇编语言更实用。C语言具有结构化语句，实现了结构化编程，使程序编写变得更容易、更快捷，可以编写出各种类型的程序。

目前，我国大部分高校理工类专业都开设了C语言课程。全国计算机等级考试、全国计算机应用技术证书考试（NIT）和全国各地区组织的大学生计算机统一考试都将C语言列入了考试范围，所以，学好C语言是十分必要的。

0.1.2 学习C语言的意义

C语言接近自然语言，容易理解，编写程序比较自由，不仅经常用来编写计算机系统软件和各种应用软件，还可以用来编写各种各样的计算机应用程序来解决日常生产、生活中碰到的各类问题，既节约时间，又提高了工作效率。

C语言是一种面向过程的程序设计语言，编写程序时，必须对计算机完成某项工作进行仔细分析，详细设计程序的每一个执行步骤，这不仅可以训练我们的思维能力，还可以提高我们分析问题、处理问题、解决问题的能力。

学习C语言，不仅要学习理论知识，还要学习程序的编辑、编译、连接、运行等操作，掌握程序的动态调试方法，跟踪程序的运行过程。这可以提高我们的实践动手能力和计算机应用操作能力。通过对C语言的学习，可掌握算法的分析和运用、数据的存取和计算，了解计算机程序设计的一般方法和一般过程，为以后的学习、工作打下基础。

计算机程序设计语言的基本知识是相通的，对数据的存取和处理方法基本上是一样的，学好了一门程序设计语言后，再学习其他的程序设计语言，就显得十分简单、易学。学好了

C 语言能为日后学好其他的计算机语言奠定良好的基础，特别对以后学习 C++语言是大有裨益的。

0.2 C 语言的发展历程及其特点

0.2.1 C 语言的发展历程

C 语言是在 B 语言的基础上发展而来的。

在 C 语言出现以前，主要使用汇编语言来编写计算机操作系统等系统软件（包括 UNXI 操作系统在内）。由于汇编语言对计算机硬件依赖性强，使用局限性大，程序的可读性和移植性都比较差，许多功能难以实现，不适合实际需要。为了打破这种局面，人们不断寻找一种新的语言来替代。在 1960 年，产生了一种面向问题的高级语言 ALGOL 60，由于 ALGOL 60 离计算机硬件比较远，不适合用来编写计算机系统程序。1963 年，英国的剑桥大学推出了 CPL(Combined Programming Language)语言，CPL 语言比 ALGOL 60 语言更接近硬件，但规模比较大，难以实现编写系统程序。1967 年，剑桥大学的 Matin Richards 对 CPL 语言进行了优化，推出了 BCPL(Basic Combined Programming Language)语言，BCPL 语言是 CPL 语言的改良版，尽管其许多地方作了改进，但还是有很大的局限性，不方便使用。1970 年，美国贝尔实验室的 Ken Thompson 以 BCPL 语言为基础，对其进行进一步简化，设计出了很接近硬件的 B 语言，并用 B 语言编写了第一个 UNXI 操作系统，在 PDP-7 计算机上使用。但 B 语言过于简单，功能有限。1972 年左右，贝尔实验室的 D.M.Ritchie 在 B 语言的基础上设计出了 C 语言，并用 C 语言编写了一个 UNXI 操作系统在 PDP-11 计算机上使用。C 语言既继承了 B 语言的优点，又克服了 B 语言的缺点，使用时比较方便，后来 C 语言又做了多次改进，功能日趋完善，但主要还是在贝尔实验室内部使用，直到 1975 年以后，C 语言的突出优点才引起了人们的普遍关注。1977 年，出现了不依赖具体机器的 C 语言编译文本《可移植 C 语言编译程序》，C 语言得到了迅速推广，后来又出现了各种不同版本的 C 语言。1983 年，美国的标准化协会（ANSI）对已经出现了的各种 C 语言版本进行了扩充，制定了一套完善的新标准，称为标准 C（ANSI C）。1987 年，美国的标准化协会又公布了新标准——87 ANSI C。1990 年，国际标准化组织 ISO（International Standard Organization）开始接受 87 ANSI C 为 ISO C 的标准（ISO 9899 1990）。到 20 世纪 90 年代，出现了编译系统基础部分相同的不同版本的 C 语言编译系统， 如 Microsoft C、Turbo C、Quick C、Borland C 等。

0.2.2 C 语言的特点

C 语言从产生到现在，一直长盛不衰，被人们普遍重视，广泛使用，是因为具有鲜明的特色，其主要特点如下：

（1）语言简洁、紧凑，使用时方便、灵活。C 语言一共有 32 个关键字，9 种控制语句。程序书写相当自由，主要用小写字母表示，语法控制不严格，没有严格的格式要求，源程序简练，编辑快捷。

（2）运算符十分丰富。C 语言一共有 34 种运算符，运算类型极为丰富，表达式类型多样化，能实现各种复杂的运算。

（3）数据结构丰富。C 语言具有多种数据结构，数据类型有整型、实型、字符型、数组、

指针、结构体、共用体等，能实现各种复杂的数据运算（如链表、树、栈等）。

（4）具有结构化控制语句。C 语言实现了程序结构化、模块化，将函数作为程序的模块单位，是一种很好的结构化语言。

（5）C 语言是一种中级语言，能直接访问计算机物理地址，进行位运算，可以直接对硬件进行操作，实现了汇编语言的大部分功能，可以用来直接编写系统软件。

（6）C 语言程序生成目标代码质量高，在编译时可以采用多种模式，程序执行效率高，移植性好，能适应各种型号的计算机和操作系统。

0.3 学好 C 语言的正确方法

任何一门课程都有其固有的特点和发展规律，要学好一门课程必须掌握正确的学习方法，方能达到“事半功倍”的效果。要真正学好 C 语言，应从以下几个主要方面着手。

0.3.1 端正学习态度，持之以恒

C 语言相对其他计算机语言而言，尽管程序编写比较自由，使用方便灵活，但对程序编写人员的综合素质要求较高，要完全掌握 C 语言的编程技巧。要学好 C 语言，必须坚持长期不懈的学习和训练，在学习过程中要有恒心，切忌“三天打鱼，两天晒网”。

0.3.2 全面掌握基本概念，注重理解，灵活运用

C 语言的基本概念很多，不仅要学习各种控制语句、各种运算符、各种数据形式和相关算法，还要学习并掌握常用标准库函数的使用。在学习过程中，应全面掌握这些基本概念的含义及其使用要求和相关作用，加强理解，在理解的基础上灵活使用。C 语言中，要完成某一操作的应用程序可以用许多不同的算法和函数来实现，对于同一个操作可以用许多不同的具体程序段来完成，哪种方法最好，哪种算法最优，需要在编写程序时灵活运用。

0.3.3 独立思考，转变观念，学会正确的思考方法

C 语言是一种面向过程的程序设计语言，描述的是完成某个具体操作的步骤，要求我们仔细思考，详尽设计，转变传统观念，学会从计算的角度看待问题，进行有批判性的学习，敢于创新，以发展的观点来对待学习。

0.3.4 理论联系实际

我们学习任何一种知识都是为了解决生产、生活中碰到的问题，提高效率，所以，在学习过程中，不能使理论脱离实际，应当使理论与实践相结合。C 语言是一门实践性很强的学科，在学习的过程中，可以利用所学知识，编写一些与生活、学习相关的应用程序来提高程序编写能力，增强学习兴趣。同时，还要加强程序调试实践操作，上机实验调试程序特别重要，只有不断地进行反复操作、调试，才能够熟练地完成程序设计。

第1章 C语言程序的一般介绍

C语言作为一种计算机程序设计语言，与其他计算机语言有相同之处，也有不同之处。下面对C语言作一些基本的介绍。

1.1 程序与程序设计方法

1.1.1 什么是程序

要利用计算机来处理问题，必须事先编写出使计算机按照人们意愿工作的应用程序。所谓程序，就是让计算机完成某项工作的具体详细规定和先后步骤，它是一组计算机指令，每一条指令都使计算机执行一个特定的操作。针对同一个问题编写的程序并不是唯一的，不同的人编写的程序也不完全相同，但任何一个程序都必须包含下述三个方面的内容。

1. 算法

算法也称计算方法，是为了解决某个问题而采取的方法和具体步骤。比如去北京旅游，可以事先制定一个详细的旅游路线，先参观什么，后参观什么，列出要参观景点的先后顺序，然后按照这个顺序参观，就是算法。对于同一个问题，可以有不同的算法。就像去北京旅游一样，先参观某个景点或后参观某个景点没有什么区别，只要将旅游路线上的景点参观完就可以了。当然，在旅游中，如果选定了一个合理的路线，可以节省时间，达到最佳的旅游效果。也就是说，尽管解决一个问题的算法有多种，但要考虑到算法的质量，选择合理的算法。

2. 数据结构

数据结构是程序设计时的具体数据对象，任何一个程序都离不开具体的数据操作。就像参观某个旅游景点需要花多少钱购买门票，参观完毕需要多少时间一样。

3. 程序设计语言

算法必须通过具体的程序设计语言并采用合适的方法来实现，才能够形成程序。可以这样说，算法是程序的灵魂，是解决“做什么”和“怎么做”的问题，一个好的程序必须有一个合理、高效的算法，数据结构是程序要处理的具体对象，语言是描述算法过程的具体工具。

1.1.2 程序设计的具体方法

程序设计方法一般分为两大类：面向过程的程序设计方法和面向对象的程序设计方法。

1. 面向过程的程序设计方法

面向过程的程序设计方法是将完成某项工作的每一个步骤和具体要求都全盘考虑在内来设计程序，程序主要用于描述完成这项工作所涉及的数据对象和具体操作规则，如先做什么，后做什么，怎么做，如何做。C语言是一种面向过程的程序设计语言。

2. 面向对象的程序设计方法

面向对象的程序设计方法是将任何事物都看成一个对象，它们之间通过一定渠道相互联系，对象是活动的、相对独立的，是可以激发的。每个对象都是由数据和操作规则构成的，程序设计时，主要面对一个个对象，所有数据分别属于不同的对象，封装在对象内，只要激发每个对象完成了相对独立的操作功能，整个程序就会自然完成全部操作。可以这样认为，面向对象程序设计注重对象的结果，忽略对象内部的具体过程。Visual C++、Visual Basic 等可视化程序设计语言都是面向对象的程序设计语言。

1.2 程序设计的常规开发过程

一般而言，要开发一个完整的、功能齐全的应用程序，不是一两天、一两个人就能顺利完成的。开发任何应用程序，一般都要涉及以下几个过程。

1.2.1 需求分析

主要是根据实际需要对程序所涉及的各种问题和具体要求作详细的分析，最终确定程序的功能，建立相应的程序模型和数据模型，写出完整的报告分析来指导具体程序设计。可以这样说，需求分析的基本任务是解决程序“做什么”这个问题。

1.2.2 程序设计

程序设计分为两步：总体设计和详细设计。

1. 总体设计

总体设计又称为概要设计或初步设计，是将程序所涉及的问题进行分割、离散、细化，选择合理的程序设计方案和实现该方案的进度计划和实施步骤，建立相对独立的程序模块，然后对程序模块进行分析，确定程序的结构。总体设计的基本任务是解决程序“怎么做”这个问题。

2. 详细设计

一般在总体设计完成之后进行，主要对程序的各个模块进行具体设计，设计出各个模块相应的数据结构和算法，画出流程图。详细设计的基本任务是解决如何具体地实现程序的进度计划和实施步骤。

1.2.3 程序编码

程序编码是对详细设计的进一步具体化，就是将程序详细设计结果翻译成用某种程序设计语言书写的程序。程序编码实质上就是用程序设计语言来描述程序模块的数据结构和算法，编写出逻辑简明清晰、易读好懂的高质量程序模块源代码。

1.2.4 调试代码程序

任何一个源程序文件必须经过编译、链接生成可执行文件后，才能执行。一般而言，一个程序要经过多次修改、调试才能够顺利完成。程序的调试过程就是一个纠错过程，通过具体的编译工具来发现程序代码中存在的问题并加以改正完善。图 1-1 是 C 语言程序的编辑调试过程。

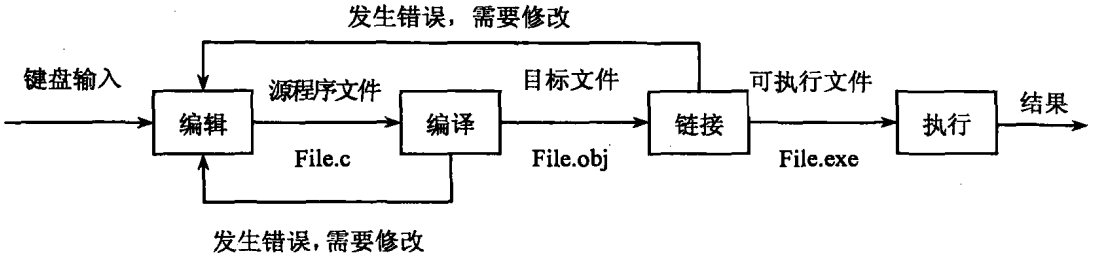

图 1-1　程序的编辑调试过程

1.2.5　程序测试、编写程序文档

多次执行程序，对执行过程进行跟踪，对中间产生的数据及最终结果进行详细的分析，找出问题，解决问题。

程序测试完毕后，应编写出程序文档，程序文档一般包含程序的功能介绍、使用环境要求、数据结构说明、操作过程说明、结果使用说明等。

1.2.6　程序鉴定

任何一个程序在推广应用前必须经过相关的鉴定，程序鉴定由国家相关的部门或相关人员来完成。

应用程序的一般开发全过程如图 1-2 所示。

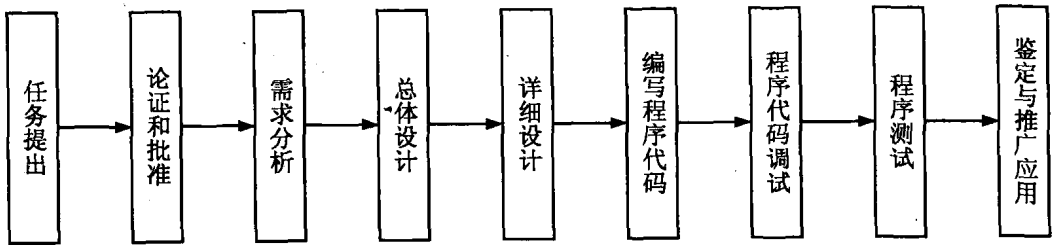

图 1-2　应用程序的一般开发全过程

1.3　程序设计语言

1.3.1　程序设计语言的基本概念

计算机程序设计语言是人们为了实现与计算机顺利通信而专门设计的一类语言，是人与计算机之间传递信息的“桥梁”，人和计算机都能正确理解它。 计算机程序设计语言是计算机全部指令的集合，每一种语言都规定了各自的语法规则和具体使用含义。人们在了解某种语言后，可以利用这种语言编写出各种各样的计算机应用程序。