华东高校计算机基础教育研究会推荐教材

C/C++程序设计

曹义亲 等编著

东南大学出版社
中国水利水电出版社
上海交通大学出版社

C / C++程序设计

曹义亲　等编著

东南大学出版社

·南京·

内 容 提 要

本书详细介绍了C语言的基本概念以及用C语言进行程序设计的方法与技巧，并从C过渡到C++。全书共11章，前8章介绍C语言的基本概念、语法规则和结构化程序设计方法，后3章介绍C++的基本知识及面向对象的程序设计方法。每章后均附有习题。

作者根据多年的教学经验，力求把C及C++写得深入浅出，易于理解和掌握，并对全书的内容作了周密的安排。本书体系合理，概念清晰、例题丰富、逻辑性强，适合教学使用。

本书可作为高等院校C语言或程序设计课程的教材和教学参考书，也可供计算机培训班及自学C语言或程序设计课程的读者使用。

图书在版编目(CIP)数据

C/C++程序设计/曹义亲等编著．1版．—南京：东南大学出版社，2000.1

华东高校计算机教育研究会推荐教材

ISBN 7-81050-544-0

Ⅰ．C… Ⅱ．曹… 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(2000)第10578号

东南大学出版社出版发行

（南京四牌楼2号 邮编210096）

出版人：宋增民

江苏省新华书店经销 常熟市印刷八厂印刷

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：20.25 字数：505千字

2000年4月第1版 2000年4月第1次印刷

印数：1—4000 定价：26.00元

序

为了适应我国高校面向21世纪计算机基础教育的发展和需要，华东高校计算机基础教育研究会于1998年11月在浙江金华召开了理事扩大会，对高校计算机基础教育的教材建设问题进行了专题研讨。会议认为，华东地区经济发达、科教先进，高校多达300余所，而现有的计算机基础教育的教材建设与现有的地区优势极不相符。80年代中期华东高校计算机基础教育研究会曾组织出版过一批深受读者欢迎的计算机教材。面对当前计算机科学与技术的飞速发展，计算机基础教育已成为理、工、农、医、商、经贸、政治、文化、艺术等各行各业的公共基础教育。培养大批掌握计算机科学知识与应用技能的跨世纪高级人才，已成为历史赋予高校的一项重要任务。为此，加强高校计算机基础教材建设已提到重要议事日程，学会决定组织力量，编写一套面向21世纪的、适应高校计算机基础教学需要的新教材，推动华东高校计算机教育事业的发展。

学会于1999年1月在南京召开了华东地区高校计算机基础教育教材编委会第一次会议，编委会由浙江大学、上海交通大学、东南大学、同济大学、华东理工大学等知名高校的专家学者及上海交通大学出版社、东南大学出版社、中国水利水电出版社的代表共同组成。学会特邀中国工程院院士、浙江大学校长潘云鹤教授和中国工程院院士、东南大学校长顾冠群教授担任编委会名誉主任；由学会会长张森教授任编委会主任，学会副会长李文忠教授任编委会副主任，学会秘书长赵民德兼编委会秘书长。编委会汇集了浙江大学、上海交通大学、东南大学、复旦大学、华东师范大学等数十所院校长期从事高校计算机基础教育、有丰富教学实践经验的资深教师共同研讨，确定编写“华东高校计算机基础教育教材”第一批教材计21种，由上海交通大学出版社、东南大学出版社、中国水利水电出版社分别负责出版发行，并作为华东高校计算机基础教育研究会的推荐教材面向大专院校。

教材是教学过程中的“一剧之本”，是当前高校计算机教学的首要问题。在编委会的领导下，经过参编教师的辛勤劳动和三家出版社的共同努力，编写及出版

工作进展顺利，预计2000年可全部推出。第二批教材的组织准备工作正在进行中。

三家出版社联合策划、分工协作、联合出版、联合发行，在华东乃至全国还是首创，得到了教师和同行们的赞赏。

教材建设是一项长期艰巨的系统工程，尤其是计算机科学技术发展迅速，更新快，因此，教学内容就要不断更新。为使教材更新跟上科学技术的发展，本会将密切注视计算机科学技术的发展新动向，使我们的教材编写不断推陈出新，逐步与国际接轨，不断提高教材质量，为华东高校计算机基础教育的教材建设作出应有的贡献。

华东高校计算机基础教育研究会

1999年10月

前　言

C 及 C++是目前国内外得到广泛使用的程序设计语言，它功能丰富、表达能力强、使用灵活方便，便于开发大型程序和编写可移植性好的程序。由于它有反映计算机硬件特性的机制，所以非常适合编写系统软件。

由于 C 语言涉及的概念丰富，加之描述的多样性和使用的灵活性，对初学者来说，要完全掌握会有一定的困难，尤其是 C++。因此，本书以 C 语言为出发点，首先介绍 C 语言的基础知识、语法规则以及结构化程序设计的思想和方法，在读者掌握了一定的 C 语言知识和程序设计方法后，再从 C++与 C 的不同点介绍 C++的有关知识，逐步过渡到 C++，讲述面向对象程序设计的知识，并力求在有关概念介绍时叙述准确、循序渐进、系统介绍，帮助读者准确、深入理解，全面掌握 C 和 C++。

对广大读者来说，学习 C 及 C++的目的是用它来编写程序。为此，本书在介绍 C 及 C++的同时，注意到介绍程序设计的方法和技巧、编写程序的风格等方面的知识，使读者通过对本书的学习，不仅能正确了解 C 及 C++，而且能初步掌握程序设计的方法和技术，在程序设计能力方面得到良好的训练。

全书共分 11 章。第 1 章简单论述 C 及 C++的发展史，介绍了 C 语言的主要特点、C 程序的基本结构及书写规范，使读者对 C 程序有一个概括性的了解，同时养成程序书写的良好习惯。第 2 章系统介绍 C 程序设计的基础知识，如词法符号、数据类型、运算符及表达式等。第 3 章介绍 C 程序的控制结构及结构化程序设计方法，该章为程序设计的重点知识。第 4 章介绍 C 语言的数组知识。第 5 章介绍 C 的主要成分——函数，论述了函数的结构、函数类型、函数参数及函数的嵌套和递归，还介绍了 C 中具有特色的变量存储类型，该章是实现模块化的主要内容。第 6 章介绍了结构体、共用体和枚举类型。第 7 章介绍的指针，是 C 中最有特色的内容，也是 C 中最灵活、最难以掌握的知识，是学好 C 语言并付诸实践的关键。第 8 章介绍文件的知识，虽然不是 C 所特有的语言成分，但却是学习计算机语言编写程序所必需的知识，一个有用的 C 程序是少不了这些内容的。第 9 章在前 8 章 C 语言知识的基础上，将读者从 C 带入到 C++，介绍了 C++的基础知识以及 C++与 C 的不同，对面向对象的程序设计作了一定的介绍。第 10 章介绍了 C++中类的知识，类体现了面向对象的程序设计语言的封装性。第 11 章介绍了 C++的继承和派生类，它们体现了面向对象的程序设计的继承性和运行时的多态性，这后面两章是 C++的主要内容和重点内容。全书每章之后均附有习题，以帮助读者复习和巩固所学知识。为方便读者，书后的附录中还列出了 ASCII 码表、C 集成环境介绍、C 语言常用的库函数和 C 常见错误分析等内容，供读者学习时查阅。

本书的作者都是长期从事计算机教学的教师，本书是集作者们多年的计算机教学经验精心编写而成，在内容选取和介绍方法上力求通俗、实用，符合课堂教学的特点，也符合高校广大同学学习的习惯。

本书由曹义亲主编。其中，曹义亲编写第 1、2、3 章，赵鸿萍编写第 4、5 章，周术诚编写第 6、7 章，陈明编写第 8 章和附录，万高峰编写第 9、10、11 章。全书由曹义亲统稿，由江西师范大学薛锦云教授主审。

华东高校计算机基础教育研究会、东南大学出版社和华东地区许多高校、出版社的同志对本书的编写和出版给予了大力的支持和帮助，中国药科大学唐全教授在本书编写过程中也给予了许多指导，华东交通大学谢剑猛参与了本书第9、10、11章的统稿和程序调试工作，谨此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，对本书中存在的不足之处，希望各位专家和读者批评指正。

曹义亲

目 录

1 绪论

主题词

●发展历史 ●主要特点 ●高级语言
●函　　数 ●程序结构 ●书写形式

1.1 C及C++的由来与发展

C语言是一种通用程序设计语言。它既能用于科学计算，又能用于数据处理；既能用于编写系统软件，又能用于编写支撑软件和应用软件。作为一种高级程序设计语言，它独立于任何操作系统和机器。

C语言的发展是和UNIX操作系统相辅相成的，尤其是在早期的历史中，它们可以说是并肩发展。它最早就是为UNIX服务的，并一直作为UNIX的主力语言。

1960年出现的ALGOL60(ALGOrithmic Language)是一种面向问题的高级语言，首次引入了很多现代程序设计语言的新概念，如书写的自由格式、系统预定义保留字、显式说明类型、形式更一般的循环语句、分程序结构、作用域规则、递归过程、值参数等等，但是，由于在技术上缺少标准I/O、不支持定义新类型、类型检查不严格、作用域有局限性、程序中的个别修改会导致整个程序的重新编译等原因，加上没能得到像IBM这样强有力的公司的支持，ALGOL60未能在全世界范围内得到广泛使用。实际上，它离硬件比较远，也不宜用来编写系统程序。

1963年，剑桥大学和伦敦大学仿照ALGOL60推出了CPL（Combined Programming Language)。CPL虽然接近硬件一些，但规模仍过于庞大和复杂，难以学习和编程，故也未得到流行。1967年，剑桥大学的Matin Richards对CPL作了一番删繁就简，提出了BCPL（Basic Combined Programming Language)。BCPL吸取了前两者的一些精华，但又过于简略，缺乏通用性。1970年，美国贝尔实验室的Ken Thompson对BCPL作了进一步的简化，设计出很简单且很接近硬件的B语言（取BCPL的第一个字母)，并用B语言写了第一个UNIX操作系统和大量的实用程序，同时在PDP-7上实现。B语言因只有单一的字类型、过于简单等原因未能流行。

D. M. Ritchie从1971年开始在B语言基础上增加了一些基本数据类型和构造类型，引进了更为全面的控制结构，设计出C语言(取BCPL的第二个字母)，1972年投入使用。1973年，K. Thompson和D. M. Ritchie把UNIX用C重写了一遍（即UNIX第5版)，增加了多道程序设计功能，使整个系统（包括C语言的编译系统）都建立在C语言的基础上。UNIX

操作系统第5版奠定了UNIX系统的基础。后来，C语言作了多次改进，到1975年，随着UNIX第6版问世，UNIX获得了巨大成功，被广泛地移植到各种机器上，C语言也为人们所接受，并移植到大、中、小、微型计算机上。

以1978年发表的UNIX第7版中的C编译程序为基础，Brian W. Kernighan 和 Dennis M. Ritchie 合著了《The C Programming Language》一书，这本书介绍的C语言成为以后C语言版本的基础，标志着C语言从一个系统程序设计语言发展成一个通用程序设计语言的阶段已经完成。1983年，美国国家标准化协会（ANSI）对C语言的各种版本作了扩充和完善，制定了C标准。为了提高C语言的适应性，以利于统一和发展，美国国家标准协会成立了一个X3J11委员会，在1988年5月公布了ANSI C语言标准X3J11/88-002，并于1989年获得通过，使C语言逐步规范化、统一化，提高了C语言的品质。C语言的标准化是它成熟的标志，也是C语言发展的第二阶段，它表明C语言已发展成一个面向多种应用，脱离任何一种机器和操作系统的通用程序设计语言。通常，人们把1988年以后出现的符合ANSI标准的C语言称为ANSI C或标准C，而把1988年以前出现的C语言称为传统C或经典C。

由于C语言具有许多优点以及UNIX的成功和广泛应用，使得C语言迅速得到普及，成为一种广泛使用的程序设计语言。然而，随着软件工程规模的扩大，C语言的一些缺陷也逐渐显露出来。为了克服C语言存在的缺陷，并保持C语言简洁、高效和接近汇编语言的特点，1980年，贝尔实验室的Bjarne Storustrup博士及其同事开始对C语言进行改进和扩充，把Simula 67中类的概念引入到C中，并将改进后的C语言称为“带类的C”。1983年夏，由Rick Maseitti提议正式命名为C++，并于同年对外发表。在此之后，Storustrup博士与他的同事们在使用该语言经验的基础上，于1985年和1989年进行了两次修订，先后引进了运算符重载、引用、虚函数等许多特性，并使之更精练，于1989年底推出最新的AT&T C++2.0版本。现在，AT&T C++2.0事实上已经成为各种版本C++语言的标准。

C++对C语言的扩充和改进是具有革命性的，这是由于C++支持面向对象的程序设计。同时，C++又是C语言的一个超集，使得许多C代码不经修改就可以为C++所用。另外，用C++编写的程序可读性好，代码结构更为合理，可以更直接地在程序中映射问题空间的结构。更重要的是，C程序员仅需学习C++语言的新特征，就可以很快地用C++编写程序。

C++已经被广泛应用于程序设计的众多应用领域，它尤其适合于中型和大型的程序开发项目。有报告表明，C++已应用于C曾经使用过的所有场合，且效果要比C语言好得多。从开发时间、费用到形成软件的可再用性、可扩充性、可维护性和可靠性等方面，都显示出C++的优越性。

1.2 C语言的主要特点

在众多程序设计语言中，C语言能够后来居上并为大家所喜爱，主要归功于它的优点。概括起来，C语言有以下主要优点：

1）是一种结构化程序设计语言

结构化程序设计方法具有易理解、易控制、易调试、易修改等优点，已被大家所广泛接受。结构化程序设计要求程序的逻辑结构只能由顺序、分支和循环三种基本结构组成。C语言提供了编写结构化程序所需要的语句，十分便于采用自顶向下、逐步求精的结构化程序设

计技术，因此，可以使用C语言写出结构化的程序。

2）是一种模块化程序设计语言

按照软件工程的观点，采用模块化原理不仅可以使软件结构清晰，而且有利于提高软件的可靠性。甚至有人说，为了使一个复杂的大型程序能被人的智力所管理，模块化是软件应该具备的唯一属性。C 语言程序的函数结构，非常便于把一个程序的整体分割成若干相对独立的功能模块，并且为程序模块间的相互调用以及数据传递提供了便利。

3） 语言简洁紧凑、使用方便灵活

C语言一共只有32个关键字、9种控制语句，程序书写形式自由，源程序简练紧凑，代码行少，运行时所需要的支持少，占用的存储空间也小，并且语法限制不太严格，程序设计自由度大，使用方便灵活。

4）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。它把括号、赋值、强制类型转换等都作为运算符处理，从而使运算类型极其丰富，表达式类型多样化。灵活使用各种运算符可以实现在其他语言中难以实现的运算。

5）数据结构丰富

C 语言具有整型、实型、字符型、数组、指针、结构体、共用体等数据类型，尤其是指针类型的灵活多样，非常有助于构造链表、树、栈、图等复杂的数据结构，使得C语言具有现代化语言的各种数据结构。

6）目标代码执行效率高

一种高级语言是否能用来描述系统程序，除语言表达能力之外，还有能否产生高质量的目标代码这个重要因素。许多高级语言程序相对汇编语言程序而言，目标代码的执行效率要低得多。但C语言则不然，许多实验表明，用C语言描述较汇编语言描述，其目标代码的执行效率只低10%～20%。

7）可移植性强

可移植性是指在一个环境下运行的程序可以不加修改或稍加修改就可在另一个完全不同的环境下运行。目前，各种大、中、小、微型计算机上都有C编译系统，且大部分是由C语言编译移植得到的。据统计资料表明，不同机器上的C编译程序80%的代码是公共的。C语言的可移植性强主要原因有三：一是C语言提供预处理功能，可将与机器相关的因素与主代码分开，在用于不同机器时只需修改与机器相关部分的代码即可，为移植提供了方便；二是C语言编译系统本身不提供输入输出功能，而输入输出库函数是由支持它的操作系统提供的，这也为移植带来方便；三是C语言的语义性不强，一些解释留给具体实现去规定。

8）具有高级语言和低级语言二重性

C 语言是一种高级语言，但它同时具有汇编语言的许多功能。第一，它有二进制位运算的功能，可对二进制数进行逻辑位操作和移位操作，扩大了C语言的应用范围；第二，它具有寄存器操作功能，通过寄存器型的存储类，定义寄存器类变量，实现用CPU通用寄存器存取数据，大大提高了执行速度；第三，它具有地址操作的功能，通过指针实现对内存地址的操作，给构造的数据类型变量的操作带来了很大的方便。C 语言的这种二重性，使它既是成功的系统描述语言，又是通用程序设计语言。有人把 C 语言称为“中级语言”，也就是基于C语言兼有高级语言和低级语言的特点而言。