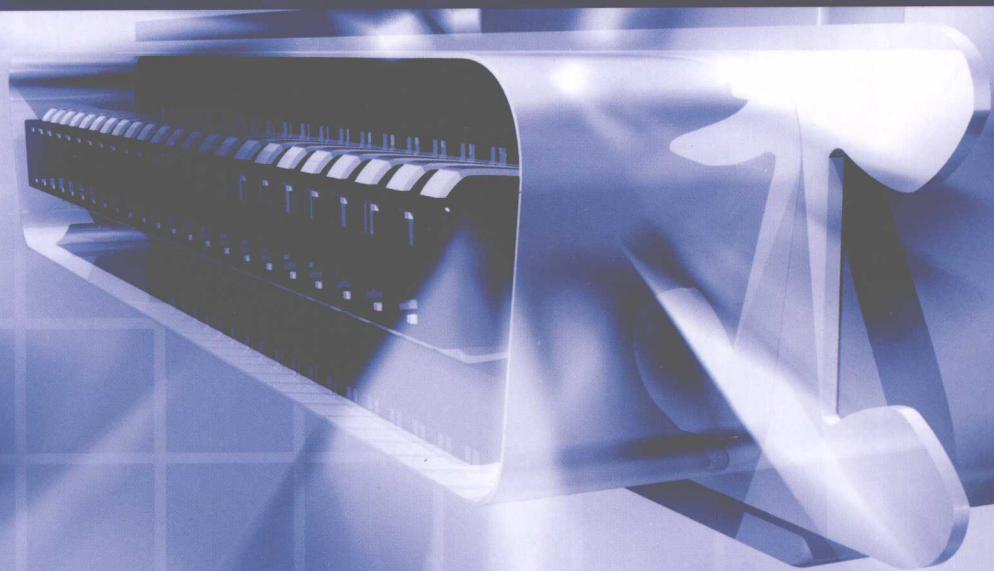


计算机公共课系列教材

C语言程序设计

主编 杨健霖 汪同庆



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

计 算 机 公 共 课 系 列 教 材

C语言程序设计

主 编 杨健霏 汪同庆

参 编 (以姓氏笔画为序)

关焕梅 刘 英 刘春杰 汤 洁
张 华 杨麇丞 周雅洁 黄 磊



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/杨健霖,汪同庆主编. —武汉:武汉大学出版社,2009. 1
计算机公共课系列教材
ISBN 978-7-307-06778-3

I. C… II. ①杨… ②汪… 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(2009)第 001308 号

责任编辑:黄金文 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.com.cn)

印刷:湖北省荆州市今印印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:443 千字

版次:2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-06778-3/TP·321 定价:28.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

计算机公共课系列教材

编 委 会

主 任 杨健霖

副 主 任：熊建强 李俊娥 殷 朴 刘春燕

编 委：（以姓氏笔画为序）

刘 英 何 宁 汪同庆 杨运伟

吴黎兵 罗云芳 黄文斌 康 卓

执行编委：黄金文

内 容 简 介

C 语言是目前广泛流行的程序设计语言之一，是许多计算机专业人员和计算机爱好者编制软件强有力的开发工具，也是国内外大学普遍开设的计算机基础课程之一。

本书共 13 章，内容包括 C 语言的发展、特点与程序开发基本知识，基本数据类型、运算符和表达式，基本语句与顺序结构、选择结构、循环结构，数组，函数，指针，字符串，结构体、共用体、链表和枚举，编译预处理，位运算和文件。

本书作者长期从事高校的计算机程序设计语言的教学工作，有丰富的教学、科研经验。书中文字流畅、概念清楚、深入浅出，并穿插有大量的实例，可使读者迅速掌握 C 语言程序设计的基本技能。

本书可作为普通高等学校本、专科学生的教学用书，也可供计算机水平考试培训及工程技术人员自学使用。



前言

C 语言是一种使用方便、功能强大、移植性好、兼具高级语言和低级语言优点、能产生高效率目标代码的优秀的结构化程序设计语言。C 语言作为一种既适合于开发系统软件又适合于开发应用软件的语言,已经成为计算机程序设计语言的主流语种之一,得到广泛的认同。

20 多年来,除了计算机专业人员外,其他行业的广大计算机应用人员也喜欢使用 C 语言。全国计算机等级考试、全国计算机应用技术证书考试、全国计算机软件专业技术资格及水平考试等都将 C 语言纳入了考试范围。随着 C 语言在国内普及、推广、应用的需要,全国许多高校已不仅对计算机专业的学生,而且对广大非计算机专业的学生也相继开设了 C 语言程序设计课程。此外,成人教育、函授教育等同样广泛开设了 C 语言程序设计课程。

C 语言与其他高级语言相比更复杂一些。这是因为它规则较多,涵盖的知识面更广,尤其是它涉及一些机器及环境方面的实现细节,使用灵活,难点较多,容易出错,初学者不易掌握。

本书的对象主要为大学非计算机专业的本科生和专科生。其特点如下:

(1) 本着不苛求读者具备太多计算机专门知识也能学好 C 语言的愿望,尽量做到叙述通俗易懂,一方面要有利于组织教学,另一方面又要有利于自学。

(2) 学习的目的在于应用。通过学习,读者应该能做到自己动手编程来解决问题。本教材强调了算法在编程中的重要性,同时也希望通过学习,读者能养成良好的编程习惯和风格。

(3) 知识的积累有一定的过程,循序渐进是必要的,帮助读者建立正确、清晰的概念是本书的主要任务。

(4) 章节的安排尽量做到结构合理,难点和重点突出。既要说明问题,又不能过于繁琐,让人产生畏难情绪。

本书共 13 章。

第 1 章介绍了 C 语言的发展、特点与程序开发基本知识;第 2 章介绍了 C 语言的基本数据类型、运算符和表达式;第 3 章介绍了 C 语言的基本语句与顺序结构,包括赋值语句和几个基本的输入输出函数,如: `printf()` 函数、`scanf()` 函数、`putchar()` 函数、`getchar()` 函数;第 4 章介绍了选择结构,包括关系运算和逻辑运算、`if` 条件语句和 `switch` 语句;第 5 章介绍了循环结构,包括 `while` 语句、`do-while` 语句、`for` 语句、`break` 语句、`continue` 语句和 `goto` 语句;第 6 章介绍了数组,主要包括一、二维数组的定义、存储、元素的引用、初始化和输入输出;第 7 章介绍了 C 语言函数,包括函数的分类与定义、函数调用、变量的作用域与生存期、内部函数和外部函数;第 8 章介绍了指针,包括指针与指针变量的概念、指向变量的指针变量、指针与数组、指针数组和指向指针的指针、指针与函数;第 9 章介绍了字符串,包括字符串的基本概念、用字符数组存储和处理字符串、指向字符串的指针变量、常用的字符串处理函数;第 10 章介绍了结构体、共用体和枚举,包括结构体类型的变量、结构体



数组、结构体指针、结构体作为函数参数、共用体变量的定义和引用、链表和枚举；第 11 章介绍了编译预处理，包括编译预处理的定义、宏定义、文件包含和条件编译；第 12 章介绍了位运算，包括位运算的定义、位运算符和位段的使用；第 13 章介绍了数据文件，包括文件与文件类型指针、文件的打开与关闭、文件的存取、文件的定位。

本书第 1、2 章由汪同庆编写，第 3 章由刘春杰编写，第 4 章由黄磊编写，第 5 章由刘英编写，第 6 章由汤洁编写，第 7 章由杨健雷编写，第 8、9 章由杨麇丞编写，第 10 章由关焕梅编写，第 11、12 章由张华编写，第 13 章由周雅洁编写。在编写过程中，得到武汉大学教务部、武汉大学计算中心和武汉大学出版社领导的大力支持，许多老师给予了帮助并提出了宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

作为课堂教学的补充，同时出版了《C 语言程序设计实验与习题》作为本书的配套教材使用。

由于计算机技术发展迅速以及编者水平所限，加之时间紧迫，对书中存在的错误和遗漏，恳请同行专家和广大读者批评指正，万分感谢！

编 者

2008 年 12 月

目 录

第 1 章 C 语言的发展、特点与程序开发基本知识	1
1.1 C 语言的发展	1
1.1.1 C 语言的起源与发展	1
1.1.2 C 语言标准	2
1.2 C 语言的特点	2
1.2.1 C 语言的主要特点	2
1.2.2 C 语言与 C++, Java 和 C#	3
1.3 计算机语言与程序设计基本方法	4
1.3.1 计算机程序	4
1.3.2 计算机语言及其处理程序	4
1.3.3 程序设计的基本方法	6
1.4 C 语言程序的基本结构与开发过程	7
1.4.1 简单的 C 语言程序介绍	7
1.4.2 C 语言程序基本结构	9
1.4.3 C 语言的字符集、关键字和标识符	10
1.4.4 C 语言程序的开发过程	12
1.4.5 C 语言程序的编程环境	13
1.5 算法及其表示	15
1.5.1 算法的概念	15
1.5.2 算法的表示	15
本章小结	19
思考题	19
第 2 章 基本数据类型、运算符和表达式	20
2.1 数据与数据类型	20
2.1.1 程序中数据的表示形式	20
2.1.2 C 语言的数据类型	21
2.1.3 C 语言基本数据类型	22
2.1.4 不同数据类型间的转换与运算	22
2.2 常量、变量和标准函数	24
2.2.1 常量	24
2.2.2 变量	29
2.2.3 库函数	34



2.3 运算符和表达式	36
2.3.1 算术运算符和算术表达式	36
2.3.2 关系运算符与关系表达式	40
2.3.3 逻辑运算符与逻辑表达式	41
2.3.4 条件运算符与条件表达式	44
2.3.5 赋值运算符与赋值表达式	44
2.3.6 逗号运算符与逗号表达式	46
本章小结	47
思考题	47
第3章 基本语句与顺序结构	48
3.1 C语言程序的基本语句	48
3.1.1 声明语句	48
3.1.2 表达式语句	48
3.1.3 函数调用语句	49
3.1.4 控制语句	50
3.1.5 复合语句	50
3.1.6 空语句	51
3.2 赋值语句	51
3.3 数据的输入输出	52
3.3.1 printf() 函数	53
3.3.2 scanf() 函数	59
3.3.3 putchar() 函数	64
3.3.4 getchar() 函数	65
本章小结	66
思考题	66
第4章 选择结构	67
4.1 用 if 条件语句实现选择结构	67
4.1.1 单分支 if 条件语句	67
4.1.2 双分支 if 条件语句	69
4.1.3 多分支 if 条件语句	70
4.1.4 if 条件语句的嵌套	74
4.2 Switch 语句	77
本章小结	81
思考题	81
第5章 循环结构	82
5.1 while 语句	82
5.2 do-while 语句	86

5.3 for 语句	90
5.4 嵌套循环结构	94
5.5 break 语句、continue 语句和 goto 语句	97
5.5.1 break 语句	97
5.5.2 continue 语句	99
5.5.3 goto 语句	100
5.6 程序举例	102
5.6.1 循环程序举例	102
5.6.2 循环在数值计算中的应用	107
本章小结	110
思考题	110
 第 6 章 数 组	 112
6.1 一维数组	112
6.1.1 一维数组的定义和存储	112
6.1.2 一维数组元素的引用	113
6.1.3 一维数组的初始化	114
6.1.4 一维数组元素的输入输出	114
6.1.5 一维数组应用举例	115
6.2 二维数组	121
6.2.1 二维数组的定义和存储	121
6.2.2 二维数组元素的引用	122
6.2.3 二维数组的初始化	122
6.2.4 二维数组的输入输出	123
6.2.5 二维数组应用举例	124
本章小结	128
思考题	129
 第 7 章 函 数	 130
7.1 函数概述	130
7.2 函数的分类与定义	131
7.2.1 函数的分类	131
7.2.2 函数的定义	132
7.3 函数调用	134
7.3.1 函数调用的一般形式	134
7.3.2 函数的参数	136
7.3.3 函数的返回值	137
7.3.4 对被调用函数的说明	138
7.3.5 数组作为函数参数	139
7.4 函数的嵌套调用和递归调用	141



7.4.1 函数的嵌套调用	141
7.4.2 函数的递归调用	143
7.5 变量的作用域和生存期	145
7.5.1 变量的作用域	145
7.5.2 变量的存储类别	148
7.6 内部函数和外部函数	151
7.6.1 内部函数	151
7.6.2 外部函数	152
7.7 综合应用举例 (一)	152
本章小结	155
思考题	155
第8章 指 针	156
8.1 指针和指针变量的概念	156
8.1.1 地址和指针	156
8.1.2 指针变量	157
8.2 指向变量的指针变量	157
8.2.1 指针变量的定义	157
8.2.2 指针变量的引用	158
8.2.3 指针变量的初始化	159
8.2.4 指针变量作为函数参数	160
8.3 指针与数组	161
8.3.1 指针变量的运算	161
8.3.2 数组的指针和指向数组的指针变量	163
8.3.3 数组名作为函数参数	169
8.4 指针数组和指向指针的指针	171
8.4.1 指针数组	171
8.4.2 指向指针的指针	172
8.5 指针与函数	173
8.5.1 函数的指针与指向函数的指针变量	173
8.5.2 函数指针作为函数参数	175
8.5.3 返回指针的函数	178
本章小结	180
思考题	180
第9章 字符串	181
9.1 字符串的基本概念	181
9.2 用字符数组存储和处理字符串	181
9.2.1 字符数组的定义	181
9.2.2 字符数组的引用	182



9.2.3 字符数组的初始化	182
9.2.4 字符数组的输入输出	183
9.3 指向字符串的指针变量	185
9.3.1 字符串指针变量的定义与初始化	185
9.3.2 字符串指针变量与字符数组	186
9.3.3 字符串指针变量作为函数参数	187
9.4 字符串处理函数	189
9.4.1 gets 函数	189
9.4.2 puts 函数	190
9.4.3 strlen 函数	191
9.4.4 strcat 函数	191
9.4.5 strcpy 函数	191
9.4.6 strcmp 函数	192
9.4.7 strlwr 函数	192
9.4.8strupr 函数	192
本章小结	193
思考题	193
 第 10 章 结构体、共用体和枚举	194
10.1 结构体	194
10.1.1 结构体类型的定义	194
10.1.2 结构体变量的定义	196
10.1.3 结构体类型变量的初始化和引用	200
10.1.4 结构体数组	202
10.1.5 结构体指针	205
10.1.6 结构体作为函数参数	207
10.2 共用体	208
10.2.1 共用体类型的定义	209
10.2.2 共用体变量的定义	209
10.2.3 共用体变量的引用	211
10.3 链表	214
10.3.1 链表的概念	214
10.3.2 用指针和结构体实现链表	215
10.3.3 对单向链表的操作	216
10.4 枚举	220
10.5 综合应用举例 (二)	222
本章小结	227
思考题	227
 第 11 章 编译预处理	228



11.1 编译预处理的概念	228
11.2 宏定义	228
11.2.1 不带参数的宏定义	228
11.2.2 带参数的宏定义	231
11.3 文件包含	232
11.4 条件编译	233
本章小结	235
思考题	235
 第 12 章 位运算	236
12.1 位运算的概念	236
12.2 位运算符的含义及其使用	237
12.2.1 按位“与”运算 (&)	237
12.2.2 按位“或”运算 ()	237
12.2.3 按位“非”运算 (~)	237
12.2.4 按位“异或”运算 (^)	237
12.2.5 “左移”运算 (<<)	238
12.2.6 “右移”运算 (>>)	239
12.2.7 长度不同的两个数进行位运算的运算规则	240
12.2.8 位复合赋值运算符	240
12.3 位段	240
12.3.1 位段的定义	240
12.3.2 位段的使用	241
本章小结	243
思考题	243
 第 13 章 文 件	244
13.1 文件与文件类型指针	244
13.1.1 文件	244
13.1.2 文件数据的存储形式	245
13.1.3 文件的处理方法	245
13.2 文件的打开与关闭	246
13.2.1 文件的打开	246
13.2.2 文件的关闭	248
13.3 文件的存取	248
13.3.1 概述	248
13.3.2 字符读写 (函数 fgetc() 和函数 fputc())	248
13.3.3 字符串读写 (函数 fgets() 和函数 fputs())	251
13.3.4 格式读写 (函数 fscanf() 和函数 fprintf())	253
13.3.5 数据块读写 (函数 fread() 和函数 fwrite())	255



13.4 文件的定位.....	258
13.4.1 概述.....	258
13.4.2 函数 rewind().....	258
13.4.3 函数 fseek().....	258
13.4.4 ftell 函数.....	259
13.5 综合应用举例（三）.....	260
本章小结.....	265
思考题.....	265
 附录一 ASCII 码表.....	 266
 附录二 C 语言保留字.....	 267
 附录三 运算符的优先级和结合性.....	 268
 附录四 常用库函数.....	 269
一、数学函数.....	269
二、字符函数.....	269
三、字符串函数.....	270
四、输入输出函数.....	271
 参考文献.....	 273



第1章 C语言的发展、特点与程序开发基本知识



C语言是一种通用的程序设计语言，深受广大科技人员和专业编程者的喜爱。随着计算机软硬件技术的发展，已经成为当前计算机程序设计语言的主流语种。

本章主要介绍C语言的发展和特点、计算机语言与程序设计的基本方法、C语言程序的基本结构与开发过程，以及算法的概念及其表示。本章重点是掌握C语言程序的基本结构与开发过程。

1.1 C语言的发展

1.1.1 C语言的起源与发展

随着计算机技术在社会各个领域中的广泛应用，作为计算机软件基础的程序设计语言也得到了迅速的发展和不断充实。C语言是继Fortran语言、Cobol语言、Basic语言和Pascal语言之后，有极具生命力的一种程序设计语言。C语言既适用于开发系统软件（如操作系统、编译程序、汇编程序、数据库管理系统等），也适用于开发应用软件（如数值计算、文字处理、控制系统、游戏程序等），深受广大用户青睐且广泛流行。目前C语言已成为计算机程序设计语言中的主流语种。

C语言是在B语言基础上发展起来的，与Pascal语言一并同属于Algol（Algorithmic language）语言族系。

1960年Algol60问世，这是一种适用于科学与工程计算的高级语言，有很强的逻辑处理功能。但这种语言不能操作硬件，不适合编写计算机系统程序。虽然汇编语言能够充分体现计算机硬件指令级特性，形成的代码也有较高的质量，但它的可读性、可移植性以及描述问题的性能都远不及高级语言。能否开创一种既有汇编语言特性，又有高级语言功能的计算机语言呢？C语言就是在此背景下诞生的。

1963年英国剑桥大学推出了CPL（Combined Programming Language）语言，这种语言虽然可以操作硬件，但系统规模较大，难以实现。1967年英国剑桥大学的Martin Richards对CPL语言进行了优化，推出了BCPL（Basic Combined Programming Language）语言。BCPL语言只是CPL语言的改良版，使用起来仍有很大的局限性。1970年美国Bell实验室的K.Thompson在BCPL语言基础上，对BCPL语言进行了进一步的简化，设计出了很接近硬件的B语言，并用B语言编写了第一个UNIX操作系统。“B语言”的意思是将CPL语言煮干，提炼出它的精华。1973年，B语言也给人“煮”了一下，美国Bell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，他使用了BCPL的第二个字母作为这种语言的名字，这就是C语言。

C语言最初用于PDP-11计算机上的UNIX操作系统。1973年D.M.Ritchie和K.Thompson

合作将 UNIX 操作系统用 C 语言改写了一遍（即 UNIX 第 5 版），把 UNIX 推进到一个新阶段。以后的 UNIX 第 6 版、第 7 版，以及 System III 和 System V 都是在 UNIX 第 5 版的基础上发展起来的。

1.1.2 C 语言标准

随着 UNIX 操作系统日益广泛的使用，C 语言也得到了迅速的发展。1977 年，出现了不依赖于具体机器的 C 语言编译文本。继而也出现了各种不同版本的 C 语言。不同版本实现之间微妙的差别令程序员头痛。为了解决这种问题，美国国家标准化组织（ANSI）于 1983 年成立了一个委员会（X3J11），以确定 C 语言的标准。该标准（ANSI C）于 1989 年正式采用。国际标准化组织（ISO）于 1990 年采用了一个 C 标准（ISO C）。ISO C 和 ANSI C 实质上是同一个标准，通常被称为 C89 或 C90。现代的 C 语言编译器绝大多数都遵守该标准。

最新的标准是 C99 标准。制定该标准的意图不是为语言添加新特性，而是为了满足新的目标（例如支持国际化编程），所以该标准依然保持了 C 语言的本质特性：简短、清楚和高效。目前，大多数 C 语言编译器没有完全实现 C99 的所有修改。本书将遵循 C89 标准，并不涉及 C99 的修改。

由于 C 语言功能强大而灵活，世界各地的程序员都使用它来编写各种程序，适用于不同操作系统和不同机型的 C 语言编译环境也相继出现。常用的编译环境有 Microsoft Visual C++、Borland C++、Microsoft C、Turbo C、Borland C、Quick C 和 AT&T C 等。这些系统环境的语言功能基本一致，大多遵循 ANSI C 的标准，但在某些方面仍存在一些差异，如在程序运行方式、库函数的功能、种类和调用等方面。

本书采用 Microsoft Visual C++ 6.0（简称 VC6.0）作为 C 语言程序设计的编译环境。VC6.0 是微软公司开发的基于 Windows 平台的 C 和 C++ 语言可视化编程环境，可在其中编辑、编译、链接、运行和调试 C 和 C++ 程序。有关 VC6.0 的基本操作和使用请参阅本书配套教材《C 语言程序设计实验与习题》。

1.2 C 语言的特点

1.2.1 C 语言的主要特点

计算机语言语种很多，每种语言各有其特色，但随着计算机软件行业的发展，有很多计算机语言已逐渐退出了应用。C 语言从诞生至今 30 多年，之所以能迅速发展、广泛流行且深受广大用户青睐，完全依赖于它独特的优势和优良的特征，概括起来主要有下述一些特点。

1. C 语言是一种结构化程序设计语言

C 语言提供了结构化程序所必需的基本控制语句，如条件判断语句和循环语句等，实现了对逻辑流的有效控制。C 语言的源程序由函数组成，每个函数各自独立，把函数作为模块化设计的基本单位。C 语言的源文件可以分割成多个源程序，进行单独编译后可连接生成可执行文件，为开发大型软件提供了极大的方便。C 语言提供了多种存储属性，通过对数据的存储域控制提高了程序的可靠性。

2. 具有丰富的数据类型

C 语言除提供整型、实型、字符型等基本数据类型外，还提供了用基本数据类型构造出



的各种复杂的数据结构，如数组、结构、联合等。C语言还提供了与地址密切相关的指针类型。此外，用户还可以根据需要自定义数据类型。

3. 具有丰富的运算符

C语言提供了多达44种运算符，运算能力十分丰富，它把括号、逗号、问号、赋值等都作为运算符来处理。多种数据类型与丰富的运算符相结合，能使表达式更具灵活性，可以实现其他高级语言难以实现的功能，同时也提高了执行效率。

4. C语言结构紧凑，使用方便、灵活

C语言只有32个保留字（关键字），9种控制语句，大量的标准库函数可供直接调用；C语言程序书写形式自由，语法限制不太严格，程序设计自由度大，有些表达式可以用简洁式书写，源程序简练，提高了程序设计的效率和质量。

5. C语言具有自我扩充能力

C语言程序是各种函数的集合，这些函数由C语言的函数库支持，并可以再次被用在其他程序中。用户可以不断地将自己开发的函数添加到C语言函数库中去。由于有了大量的函数，C语言编程也就变得简单了。

6. C语言具有低级语言的功能

C语言既具有高级语言面向用户、可读性强、容易编程和维护等特点，又具有汇编语言面向硬件和系统的许多功能，提供了对位、字节和地址等直接访问硬件的操作，生成的目标代码一般只比汇编语言生成的目标代码效率低10%~20%。所以也可以这样说：C语言是高级语言中的低级语言。

7. C程序可移植性好

C语言具有执行效率高、程序可移植好的特点。这意味着为一种计算机系统（如一般的PC机）编写的C语言程序，可以在不同的系统（如HP的小型机）中运行，而只需作少量的修改或不加修改。这种可移植性也体现在不同的操作系统之间，如DOS、Windows、UNIX和Linux。

由于C语言具有以上诸多特点，因此C语言发展迅速、生命力强，特别是在微型计算机系统的软件开发和各种软件工具的研制中，使用C语言的趋势日益俱增，呈现出可能取代汇编语言的发展趋势。

1.2.2 C语言与C++，Java和C#

C语言的优良特征，使广大程序员对它珍爱倍加，但仅因为以上特点就说C语言是编程初学者的首选，也未免掩盖了其他语言的优势。在当今计算机软件行业和编程领域，还有其他炙手可热的高级语言可供选择，如C++（读作“C加加”或“see-plus-plus”）、Java（读作“爪哇”）和C#（读作“see-sharp”）。那么C语言和它们有什么区别和联系呢？

C++语言是贝尔实验室于20世纪80年代在C语言基础上开发的，它是C语言的超集，包含了C语言的所有内容，同时增加了面向对象的编程思想、方法和内容。面向对象的基础是面向过程，是为了解决编写大型软件的问题而产生的。C++是一门非常复杂的语言，在学习C++的时候，读者会发现几乎有关C语言的所有知识都得上。因此可以说，学习C语言不但是在学习当今最强大、最流行的编程语言，同时还在学习C++语言做准备。

Java语言是Sun公司于1995年发布的面向对象的编程语言。和C++一样，Java也是基于C语言的。如果读者打算以后学习Java，那么几乎C的所有知识都是适用的。