

全C编程



[美] 高永强 编著



清华大学出版社

[美] 高永强 编著

全 C 编程

2015/13/02

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书把 C 和 C++ 融为一体,从实用角度介绍程序设计和编程技术。它从教学和自学两方面的需求出发,利用 300 多个完整的程序例子,由浅入深,一步一步系统地讨论和介绍了 C 和 C++ 中基本和常用的语句、运算以及操作。由于本书打破了传统的人为设立在 C 和 C++ 之间的“界限”,而本着“不管是 C 还是 C++,哪个好学好学就用哪个”的思想,因此读者可以利用贯穿于书中的有效的学习方法,在较短的时间内同时掌握 C 和 C++ 的基本和主要的编程概念和技术。

除以综合方式介绍程序设计和编程方法外,本书还具有如下几个特点:一是利用一章的篇幅详细介绍了怎样利用排错工具 Debugger 来学习程序和语言;二是在本书的后四章中着重讨论了面向对象的编程技术(Object-Oriented Programming);三是在几乎每章最后,都包括了解决实际问题的实例,综合性地介绍了如何利用在该章讨论过的概念、语句、运算以及操作来解决实际问题。在每章后安排的“边做边学练习”中,还进一步要求读者理解和掌握在本章程序例子中介绍的概念和编程技术。

本书是为初学语言和编程的读者编写的。它适合于大学、大专、中专以及培训中心作为教科书使用,可以作为自学课本,也可以作为专业人员的参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名:全 C 编程

作 者:[美]高永强 编著

出版者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:清华大学印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:39.75 字数:915 千字

版 次:2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-05054-6/TP·2950

印 数:0001~4000

定 价:59.00 元

作者简介

高永强毕业于清华大学精密仪器系,在美国南伊利诺伊州立大学获得商业教育硕士、计算机科学硕士和职业教育博士学位,现为加利福尼亚州阿朗尼学院计算机系教授。

高先生专长于计算机语言、计算机应用以及管理信息系统,曾于1983年在清华大学出版社出版过《微型计算机应用用户指南》一书。电子邮件地址:ygao@ohlone.cc.ca.us

目 录

第 1 章 全 C 编程	1
1.1 什么是全 C 编程	1
1.2 C 和 C++ 的历史	1
1.3 为什么要学习全 C 编程	2
1.4 一个全 C 编程的例子	3
1.5 全 C 编程的步骤	4
1.6 程序设计的一个实例	8
1.7 设计你的第一个程序	16
边做边学练习	17
复习题	18
编程课题	19
第 2 章 数据和数据类型	20
2.1 变量与常量	20
2.2 整型数据 int	24
2.3 浮点型数据 float 和 double	28
2.4 字符型数据 char	32
2.5 其他类型的数据	36
边做边学练习	37
复习题	38
编程课题	39
第 3 章 格式化的输入与输出	40
3.1 输入与输出 (cin 与 cout)	40
3.2 输入流与输出流的探讨	42
3.3 格式化的输出	44
3.3.1 数制转换操作符 oct, dec 和 hex	44
3.3.2 设置输出空格宽度操作 setw()	45
3.3.3 设置填充字符操作 setfill()	46
3.3.4 浮点精度控制操作 setprecision()	48
3.3.5 输入/输出流标记控制 setiosflags()	50
3.4 缓冲式输入/输出与非缓冲式输入/输出初探	54
3.4.1 缓冲区的概念	54

3.4.2	缓冲式输入——cin 剖析	54
3.4.3	非缓冲式输入	56
3.4.4	缓冲式输出	57
3.4.5	非缓冲式输出	58
3.4.6	为什么需要缓冲式输入与输出	59
3.5	单字符的输入与输出	59
3.5.1	单字符输入	60
3.5.2	单字符输出	73
3.6	更好地设计程序中的输入与输出	78
	边做边学练习	81
	复习题	85
	编程课题	86
第 4 章	用程序排错工具调试器来学习语言	87
4.1	语法错误与运行错误	87
4.2	基本调试器功能	88
4.2.1	程序运行的跟踪	88
4.2.2	设置程序运行的断点	96
4.2.3	观察变量赋值	97
4.2.4	检测表达式的计算结果	101
4.2.5	停止对程序运行的控制	103
4.2.6	观察程序的输出	104
4.2.7	检测变量或表达式的背景信息	104
4.3	应用调试器的综合例子	105
4.3.1	通过分步运行程序和观察变量来了解缓冲区	105
4.3.2	利用调试器来学习新的语言结构	108
4.3.3	利用调试器排除程序中的运行错误	112
	边做边学练习	116
	复习题	117
	编程课题	117
第 5 章	运算、运算符和表达式	119
5.1	表达式和语句	119
5.2	赋值运算(=)和赋值表达式	120
5.3	算术运算	124
5.3.1	基本算术运算	124
5.3.2	求余运算	126
5.4	算术表达式和运算优先级	127
5.5	复合赋值运算	129

5.6 关系运算	131
5.6.1 基本关系运算	131
5.6.2 关系运算表达式和运算优先级	132
5.7 逻辑运算	135
5.7.1 逻辑运算及其运算符	135
5.7.2 复合表达式以及运算优先级	136
5.8 增值运算和减值运算	139
5.8.1 基本前缀增值、减值和后缀增值、减值运算	140
5.8.2 增值和减值运算在其他表达式中的应用	142
5.9 数据类型转换	146
5.9.1 自动数据类型转换	146
5.9.2 数据类型转换——造型 (cast)	148
5.10 字节长度运算	149
5.11 逗号运算	151
边做边学练习	152
复习题	154
编程课题	154
第 6 章 循环语句	156
6.1 什么是循环	156
6.2 for 循环语句	156
6.2.1 for 循环语句的其它表达形式	161
6.3 while 循环语句	163
6.3.1 while 循环语句的其他表达形式	166
6.4 do-while 循环语句	169
6.4.1 do-while 循环语句的其他表达形式	172
6.5 嵌套循环	174
6.6 循环应用举例	177
6.7 其他控制语句	182
6.7.1 break 语句	183
6.7.2 continue 语句	184
边做边学练习	185
复习题	187
编程课题	187
第 7 章 分支与转移	189
7.1 简单条件语句 if	190
7.2 双分支语句 if-else	191
7.3 多分支语句(嵌套 if-else 语句)	193

7.4	条件运算符?	196
7.5	中断语句 break	197
7.6	继续语句 continue	199
7.7	exit()	200
7.8	开关语句 switch	201
7.9	使用分支解决问题的实例	206
	边做边学练习	214
	复习题	215
	编程课题	216
第 8 章	输入与输出的转向	218
8.1	什么是输入与输出的转向	218
8.2	输入与输出设备表以及 I/O 转向操作符	219
8.2.1	输出转向符以及输出转向操作	219
8.2.2	输入转向符以及输入转向操作	220
8.2.3	输入与输出的综合转向	221
8.3	文件结束符	221
8.3.1	利用文件结束符来控制输入	222
8.3.2	利用文件结束符控制输入的执行	223
8.3.3	利用文件结束符进行字符的输入与输出	225
8.4	输入与输出转向的实例	226
	边做边学练习	231
	复习题	233
	编程课题	234
第 9 章	子程序	235
9.1	子程序的特性	235
9.2	简单子程序	237
9.3	带有返回值的子程序	239
9.4	参数以及带有参数的子程序	243
9.4.1	参数	243
9.4.2	带有参数的子程序举例	245
9.5	带有返回值和参数的子程序	248
9.6	系统库子程序	251
9.7	指针变量以及带有指针参数的子程序	253
9.8	子程序重载	257
9.9	利用子程序解决问题的实例	266

边做边学练习	271
练习题	272
编程课题	272
第 10 章 数组	274
10.1 数组的特点	274
10.2 数组的类型、分类和定义	276
10.2.1 数组的定义以及初始化	276
10.2.2 数组与内存字节	281
10.3 数组的运算及操作	282
10.3.1 数组的赋值操作	282
10.3.2 数组的输入与输出	284
10.3.3 数组运算	285
10.4 数组与子程序	291
10.5 多维数组	299
10.6 利用数组解决问题的实例	302
10.6.1 数组应用实例之一：排序	302
10.6.2 数组应用实例之二：数组单元的检索、取消和插入	306
10.6.3 数组应用实例之三：数组输入/输出的转向以及下标的利用	312
边做边学练习	314
复习题	315
编程课题	316
第 11 章 指针	317
11.1 指针的基础知识	317
11.2 指针变量	319
11.3 指针操作	323
11.3.1 指针的输入与输出操作	323
11.3.2 指针运算	325
11.4 指针与数组	326
11.5 指针与子程序	330
11.5.1 指针作为参数接收变量地址的传送	330
11.5.2 指针作为参数接收数组的传送	333
11.6 指针的进一步探讨	336
11.6.1 动态地址字节分配(new)和释放(delete)	336
11.6.2 动态地址字节分配出错时的处理	339
边做边学练习	342
复习题	343
编程课题	343

第 12 章 字符串	345
12.1 什么是字符串	345
12.2 字符串与数组	346
12.3 字符串与指针	348
12.4 字符串的输入与输出	349
12.4.1 字符串输入语句 gets()	350
12.4.2 字符串输入控制语句 cin.getline()	352
12.5 字符串的运算以及字符串系统子程序	356
12.5.1 字符串复制函数 strcpy()	358
12.5.2 字符串连接函数 strcat()	360
12.5.3 字符串比较函数 strcmp()	365
12.5.4 字符串/数值转换函数 atoi(), atof(), atol() 以及 itoa()	366
12.6 字符串与子程序	369
12.7 使用字符串解决问题的实例	372
边做边学练习	382
复习题	383
编程课题	384
第 13 章 文件	386
13.1 文件的基本概念	386
13.2 文件的定义、打开以及关闭	387
13.3 文件的输出操作	388
13.4 文件的输入操作	391
13.4.1 数值文件的输入操作	392
13.4.2 字符/字符串文件的输入操作	396
13.5 文件输入/输出操作成功与否的测试方法	398
13.6 二进制文件的输入与输出	401
13.7 传送文件名到子程序	407
13.8 随机文件输入/输出操作	408
13.9 利用文件输入/输出解决问题的实例	413
边做边学练习	418
复习题	420
编程课题	420
第 14 章 结构	422
14.1 什么是结构以及结构变量	422
14.1.1 定义结构的各种方法	424
14.2 结构的种类	425
14.2.1 简单结构	426

14.2.2	结构数组	427
14.2.3	动态链接表	429
14.2.4	动态地址分配链接表	433
14.3	结构与子程序	435
14.3.1	利用结构类型名传送结构到子程序	435
14.3.2	利用指针传送结构到子程序	436
14.3.3	利用子程序返回结构的值	438
14.4	使用结构解决问题的实例	439
	边做边学练习	445
	复习题	447
	编程课题	447
第 15 章	类和对象	450
15.1	面向对象的程序设计	450
15.2	类	452
15.2.1	关于对象的例子	452
15.2.2	类和对象的关系	454
15.2.3	类的公用成员	457
15.2.4	类的私有成员	458
15.3	类的成员子程序	462
15.3.1	成员子程序的直接编写	463
15.3.2	成员子程序的外部编写	464
15.4	构造函数和析构函数	466
15.4.1	构造函数的定义和使用	466
15.4.2	直接构造函数	468
15.4.3	析构函数	469
15.4.4	复制构造函数	473
15.5	构造函数重载	476
15.6	预置值构造函数	479
15.7	其他类型的类	481
15.7.1	类数组	481
15.7.2	指向对象的指针	483
15.8	使用类解决问题的实例	485
	边做边学练习	494
	复习题	496
	编程课题	496
第 16 章	继承	499
16.1	继承的基本概念	449

16.2	基类和导出类	499
16.3	单继承	503
16.4	多重继承	509
16.5	多级继承	515
16.6	关于成员变量和成员子程序的进一步讨论	521
16.7	使用继承解决问题的实例	527
	边做边学练习	533
	复习题	534
	编程课题	534
第 17 章	模板	536
17.1	模板的概念	536
17.2	子程序模板	538
17.2.1	单数据类型子程序模板	538
17.2.2	利用子程序模板编程的几个问题	541
17.2.3	多数据类型子程序模板	541
17.3	类模板	545
17.4	模板与重载的比较	549
17.5	使用类模板解决问题的实例	550
	边做边学练习	558
	复习题	559
	编程课题	560
第 18 章	虚拟成员子程序与多态性	561
18.1	多态性概念	561
18.2	虚拟成员子程序和多态性程序示例	561
18.3	多态性规则	566
18.4	纯虚拟成员子程序	571
18.5	虚拟成员子程序和多级继承	573
18.6	使用多态性解决问题的实例	576
	边做边学练习	583
	复习题	584
	编程课题	584
第 19 章	运算符重载	586
19.1	什么是运算符重载	586
19.2	为什么要使用运算符重载	587
19.3	运算符重载的一个简单例子	588
19.4	常用重载运算符以及重载类型	591

19.4.1 基本类型运算符重载	591
19.4.2 简单类型运算符重载	593
19.4.3 返回对象型运算符重载	595
19.4.4 输入/输出重载	601
19.5 使用运算符重载时需要注意的问题	604
19.6 使用运算符重载解决问题的实例	605
边做边学练习	610
复习题	613
编程课题	614
附录 1 ASCII 代码表	615
附录 2 关键字	617
附录 3 运算符和运算优先等级	618
附录 4 常用数学函数和输入/输出库子程序	620

第 1 章 全 C 编程

本章目的

通过本章的学习,你可以了解:

- 什么是和为什么要学习全 C 编程
- 什么是程序设计的 8 个步骤以及每个步骤的内容
- 什么是编译器以及它的作用
- 用什么标准来衡量一个程序
- 怎样分析问题,如何建立解决问题的模式,以及完成算法的基本步骤
- 怎样用程序设计的 8 个步骤来设计一个简单程序

1.1 什么是全 C 编程

因为当前微机上的大多数 C 编译软件都包括 C++ 编译器,因此全 C 编程可定义为一种综合利用 C 和 C++ 的优越性和功能,不把它们分隔开来的编程方法。事实上,在实际应用中,许多编程人员正是这样做的。无论是 C 还是 C++,它们的数据类型、表达式、语法和基本语句,例如赋值语句、循环语句或分支语句,都是相同的,在本质上没有把它们分开的必要。从另一方面讲,许多 C++ 的优越功能若单纯从 C 语言的规范来讲是非法的,但若从全 C 编程的角度来介绍,读者就容易理解和掌握这些功能。

总之,全 C 编程以面向实践并强调解决实际问题为编程人员的首要任务来介绍语言,而不拘泥于编写的程序是属于 C 还是 C++。

1.2 C 和 C++ 的历史

C 编程语言的最初版本称为 K&R C 语言,是由两位 AT&T 贝尔实验室的编程人员布莱恩·科尔尼汉(Brian Kernighan)和丹尼斯·瑞塔奇(Dennins Ritchie)于 1972 年共同开发的。K&R C 语言是由另一个源语言“基本综合编程语言”(Basic Combined Programming Language)或称为 BCPL 的语言演进而来的。BCPL 在编程界被人们简称为 B,是由一位贝尔实验室的操作系统设计员肯·汤姆森(Ken Thompson)在 1967 年开发的。C 语言在最初只是用于编写操作系统。但因为它简单易用、灵活,并具有很强功能,因此不久就被许多编程和应用领域所采用。C 后来被开发成许多版本,例如 ANSI(American National Standards

Institute) C, Unix C 以及 Turbo C 等。C 可说是当前最流行的编程语言之一。

C 语言与一些其他早期流行的语言一样,是一种面向过程的语言(Procedure-Oriented Language, POL)。这意味着这种语言必须先对数据进行定义,然后应用一系列步骤对数据进行运算处理。因而,在面向过程的语言中,数据和对数据的运算操作是分开的。计算机学者和编程人员发现,如果能把数据和对数据的操作合为一体,这种处理结构就会使程序更易理解,并能具有重复使用性,且易于编写。这种结构就是现在被称为“对象”(Object)或“类”(Class)的结构。编写具有“类”这种功能的程序被称为面向对象的编程(Object-Oriented Programming, OOP)。设计这种有“类”的程序的过程被称为面向对象的设计(Object-Oriented Design, OOD)。

20 世纪 80 年代初,在 AT&T 工作的贝加尼·斯床斯塔普(Bjarne Stroustrup)对 C 进行了扩展,并使之具有了某些面向对象编程的特性。这个新的 C 版本起初被称作“具有类的 C 语言”。后来,这个版本不断修改、补充和论证,才成为了今天的 C++。C++ 实际上是 C 的扩展,任何标准的 C 程序都是 C++ 的合法程序,所有 C 的系统子程序都是 C++ 系统子程序的一部分。当前流行的 C 编译软件,如 Unix C, Borland Turbo C 或微软的 C 中,都包括 C++ 编译器。

1.3 为什么要学习全 C 编程

一个初学编程的人应当先学 C 还是先学 C++? 这个问题在计算机语言教学中引起了广泛的兴噪和争论。主张先学 C 的人认为,C++ 对初学者来说太难了,因为面向对象编程不是以传统的方式编写程序,所以应当先学 C,然后再学 C++。主张先学 C++ 的人则反驳道,如果先学 C 再学 C++,这是浪费时间。还有一些人的看法是,没有必要让初学者先用旧的并且是难的方式学习 C 语言中的输出/输入操作,然后再在 C++ 中学习容易的并且是简单的同类操作,因为这类操作在 C++ 中已做了改进。另外,这些人还指出,一些在 C 中是非法而在 C++ 中为合法的操作和指令,如果把它们分隔开来介绍,只能对初学者造成概念上的混乱。

全 C 编程这种方式吸取了以上这些论点中的长处,对初学编程的人来说是一种有效并且省时的学习方法。因为这种方法可以使初学者同时学习 C 和 C++ 而不用花费两倍的时间。全 C 编程避免了那些先学习 C 好还是先学习 C++ 好的争论,并避免了这些方法中各自存在的缺点。本书在介绍全 C 编程这一方法时,力求在编排上由浅入深,重在练习和实践,并强调分析问题和解决问题的能力。对书中介绍的每一个概念、操作和指令,都通过许多例子来加以解释。这些例子都是完整的程序,并附在本书所带的软盘中,读者可以调出运行,以便加深理解。另外,全 C 编程不讨论某条指令、某个函数,或者是某个系统子程序究竟是属于 C 还是属于 C++,这样就避免了没有必要的限制,使编程人员有更大的灵活性。

1.4 一个全 C 编程的例子

清单 1.1 是一个简单的全 C 程序。这个程序把信息“你好！全 C 编程。”显示到屏幕上。

清单 1.1 一个简单的全 C 编程例子

```
1: //这个程序的文件名为 ALL_C.CPP,在本书所带软盘中。
2: /* 这个程序将把"你好！全 C 编程。"的信息显示到屏幕上。 */
3:
4: # include < iostream.h >
5:
6: void main()
7: {
8:     cout << "你好！全 C 编程。" << endl;
9: }
```

首先来看程序的第 4 行：

```
# include < iostream.h >
```

其中，`# include < >` 是一个编译指令，`iostream.h` 是一个系统文件，或称头文件。这个头文件是专门用来定义输入/输出操作的。在 C/C++ 中，头文件一般是针对在程序中进行的某种类型的操作，由语言开发者设计的接口子程序。这些接口子程序又称作库子程序，或系统子程序。在 C/C++ 中规定，这些系统子程序必须由编译指令 `# include < >` 调用，而且必须放在一程序的开头。在这个例子中，由于有如下一行输出语句：

```
cout << "你好！全编程。" << endl;
```

所以开始必须用 `# include < >` 来调用管理输入/输出操作的头文件。一般来说，对每一个具有输入、输出操作的全 C 程序，都必须在程序的开始包括这一用于调用输入/输出头文件的编译指令。这个问题将在第三章详细讨论。

接着再看下一句(第 6 行)：

```
void main()
```

综定义一个主程序，表示下面的程序行都属于这个主程序，并由一对花括号(`{}`)来表示这些程序行的范围。关键字 `void` 表示这个主程序不送回任何返回值。因为在 C/C++ 中，任何一个完整的程序都必须有一个主程序块，所以 `main` 表示它所代表的程序是主程序。

由花括号括起来的程序行都称作语句。在清单 1.1 的例子中，只有一条语句：

```
cout << "你好！全 C 编程。" << endl;
```

因为这一行程序执行输出操作，因此也称为输出语句。`cout` 称作输出，在 `iostream.h` 中解

释为标准输出设备,一般指屏幕。<<是运算符,称作插入运算符。把插入运算符(<<)放置在输出 cout 的后边,将形成一个标准的输出操作。在这个例子中,该语句把信息(或字符串)

```
你好! 全 C 编程
```

输出到计算机屏幕上。引号所包括的内容称为常量字符串。这种类型的输出称为常量字符串输出。endl 是一个操作算子。它的功能和回车键一样,表示开始一个新行。在第三章中将更详细地讨论这些内容。

现在回到这个例子的头两行:

```
//这个程序的文件名为 ALL_C.CPP,在本书所带软盘中。  
/* 这个程序将把"你好! 全 C 编程。"的信息显示到屏幕上。 */
```

这两行称作程序注释行,或简单称作注释行。注释行可以有两种形式,分别由双斜线//或一对/* */组成。由双斜线开始的程序行表示双斜线后面的内容为程序注释;由/* */组成的程序行表示用这对符号包括的所有内容为程序注释,其中可以包括多行内容。在以后的章节里将进一步讨论注释行的各种用法。编译器在编译程序时,将跳过所有注释行,不对它们做任何处理。程序注释可以是任何文字内容,一般用来对程序、语句以及一些重要的操作进行必要的解释,以增加程序的可读性。所以,虽然程序注释行可有可无,但对人们了解和看懂程序来说是必要的。

现在来编译和运行清单 1.1 中的程序例子。如果计算机已经进入了 C/C++ 的编辑屏幕,那么读者可以从键盘键入这个简单的程序,或者从本书所带的软盘中打开相应文件(ALL_C.CPP)。如果不熟悉 C 的编辑屏幕,或不知道怎样进入 C/C++ 编译器,可请教教师或有关的计算机室人员。

假设已经键入或打开了这个程序,下一步就是编译并运行这个程序。由于这个例子已经被笔者测试过且正确无误,所以可以用最简单的方法来编译和运行它,即:从菜单或图标上选择 Run(或按下 Alt + F9 键)。这时,编译器将对程序进行编译,把源程序翻译成机器码,然后再对机器码进行连接,使之生成一个可执行程序,最后运行这个程序。屏幕上最终应该显示这样一行输出结果:

```
你好! 全 C 编程。
```

注意,如果程序有任何错误的话,编译器将停止对程序的编译或运行,并将有错误的语句的行号以及错误的类型显示在屏幕上。在这种情况下,必须修改这些错误,保存好修改后的文件,然后对程序再次编译运行。

下一节介绍在一般情况下怎样编译、连接并运行一个程序,讨论程序错误的种类,以及如何查找和修改这些错误。在第 4 章将详细介绍程序的纠错和调试方法。

1.5 全 C 编程的步骤

从实践的角度来看,编写程序的目的是要解决实际中所存在的问题。全 C 编程与其他编程一样,需要编程人员遵守一定的步骤。这些步骤可以归纳为如下八步: