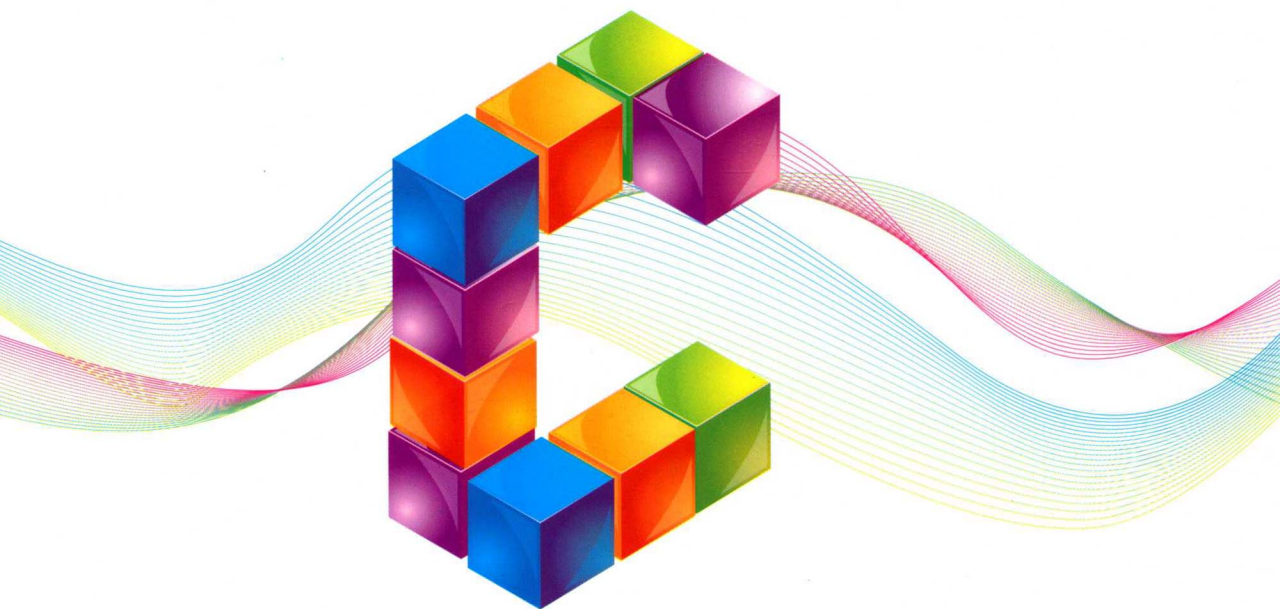


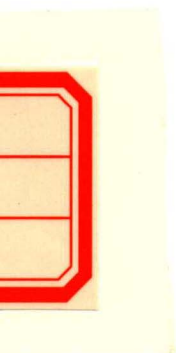
刘喜平 万常选 舒蔚 骆斯文 编著

Programming in C

Methods and Practice



C程序设计 方法与实践



清华大学出版社



内容简介

Programming in C

Methods and Practice

C程序设计 方法与amp;实践

刘喜平 万常选 舒蔚 骆斯文 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是强调程序设计能力培养的教材,以C语言为载体,围绕程序的基本构造、数据组织和构造方法展开。全书共15章。第1章简要介绍程序设计的基本概念、算法与数据结构以及软件开发过程;第2章首先介绍了C语言最核心的内核;第3~6章在这个内核的基础上介绍了C语言的基础:数据类型、表达式和基本结构,通过学习这些章节的知识,学生可以阅读和编写基本的C程序;第7~13章介绍了函数、常见算法、指针、结构体和文件等语言元素,使用这些语言特征可以编写出更加复杂的C程序;第14章介绍了常见的两个C程序开发工具以及调试技巧,第15章列出了配套的实验。

本书的主要特点是:精心组织结构,精选例题,增强实用性,注重从软件开发和系统的角度来介绍程序设计,突出算法思想的培养,达到提高学生程序设计综合素质和能力的目的。

本书可作为高等学校计算机及相关专业学生的程序设计课程教材,也可供程序设计爱好者自学和参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

C程序设计:方法与实践/刘喜平等编著. —北京:清华大学出版社,2017
ISBN 978-7-302-46715-1

I. ①C… II. ①刘… III. ①C语言—程序设计 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第039092号

责任编辑:张瑞庆

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:保定市中国画美凯印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:32

字 数:761千字

版 次:2017年5月第1版

印 次:2017年5月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:59.50元

产品编号:073692-01

前 言

程序设计类课程是计算机科学与技术及相关专业的基础课程,在计算机专业课程体系建设中占有十分重要的地位,对于培养学生的思维、能力和兴趣具有十分重要的作用。本书的定位是第一门程序设计类课程的教材。

本书围绕程序设计展开,内容包括3个方面:

- 程序的基本构造,如程序的3种基本结构、函数、常量、变量等;
- 程序的构造方法,如函数分解、递归、常见算法等;
- 程序的数据组织,如数组、结构体、文件等。

全书以C语言为载体,不仅介绍了C语言的基本语法,更重要的是通过C语言的语法元素展示了如何构造出一个完整的程序。

与已有的C语言教材相比,本书具有以下特点:

1) 结构上有所突破

在结构上,本书不是采用传统的条块式结构,即按照知识点一个一个地介绍,而是采用层次结构,即先介绍一个C语言核心,其中包括了C语言最常见的用法,然后再对这个核心进行扩展。实践证明,这种结构更容易被学生接受,教学效果更好。

2) 内容组织上有所创新

在内容组织上,有以下两点创新:

(1) 将文件的基本读写操作提前到输入输出章节(第3章)。这样安排的好处是:一方面让学生更加熟悉C文件操作,强化了文件操作的训练;另一方面可以增强例题的趣味性、综合性和实用性,更容易引起学生的兴趣。

(2) 增加C程序运行机制的介绍。C语言很多知识点与计算机硬件有着紧密的联系,如变量内存分配(变量、指针、静态变量)、内存布局(堆、栈函数调用)、寄存器(寄存器变量)、缓冲区等,要深入地理解C程序不可避免地涉及基本的计算机系统原理。在本书中,专设一章把这些内容串起来,让学生理解C程序运行的背后计算机在发生什么。

3) 精选例题

本书的例题经过了精心的选择和组织。根据例题的性质,将例题分为验证性例题和示范性例题。验证性例题纯粹是为了验证和演示某一个知识点。例如,在printf函数中用%d、%o和%x等不同格式来输出一个整数,通过这个例子,可以验证不同格式符的不同。而示范性例题不仅演示了某一用法,更具有示范意义,值得提炼,值得熟记。例如,判断一个



数是否为素数的例子,毫无疑问需要学生完全掌握。本书中的示范性例题都经过了精心挑选,值得好好学习和品读(为了区分,示范性例题在例题编号后加了一个星号,如例 2.6*)。本书也注重对例题的分析,尽量让学生通过一个题目掌握一类题目的解法。

4) 强调规范化、工程化的开发

程序设计具有很强的工程化属性,因此本书也一直强调程序设计的规范化和工程化思想,书中介绍了一些常见的工程实践中的做法,如代码风格、命名、程序计时、软件测试等,并强调软件工程中功能分解、函数封装等原则。

另外,为了方便读者查找和复习,本书提供了电子版的例题索引;为了方便教学,本书还提供了电子版的 PPT 演示文稿。读者可以到清华大学出版社网站(<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>)免费下载。

本书是在《C 语言与程序设计方法》(第 2 版)(万常选、舒蔚、骆斯文、刘喜平编著)的基础上编写的。其中,第 1~5、9、14~15 章由刘喜平编写,第 6、8、10、13 章由万常选编写,第 7、11 章由舒蔚编写,第 12 章由骆斯文编写。刘喜平、万常选提出本书的编写大纲,并对全书的初稿进行了修改、补充和总纂。

本书在编写过程中参阅了大量的参考文献,在此对参考书目的作者表示衷心感谢!

由于水平有限,加上编写时间仓促,书中难免会有不少缺点或错误,敬请专家和读者批评指正。

作者

2017 年 1 月

目 录

第 1 章 程序设计与软件开发	1
1.1 程序设计的基本概念	1
1.1.1 程序	1
1.1.2 程序设计语言	2
1.1.3 程序设计	4
1.2 算法与数据结构	7
1.2.1 算法及其特征	7
1.2.2 算法的结构	9
1.2.3 算法的描述	10
1.2.4 数据结构	14
1.3 软件开发	16
1.3.1 软件	16
1.3.2 软件工程	16
1.4 本章小结	17
习题 1	19
第 2 章 C 语言概述	20
2.1 C 语言的发展与特点	20
2.1.1 C 语言的发展	20
2.1.2 C 语言的特点	21
2.2 一个 C 程序实例	22
2.2.1 编写和运行 C 程序	23
2.2.2 注释	23
2.2.3 预处理命令	24
2.2.4 程序主体	24
2.3 C 语言的字符集与标识符	26
2.4 数据类型	27



2.5	常量和变量	28
2.5.1	常量	28
2.5.2	变量	28
2.6	运算符和表达式	30
2.6.1	运算符	30
2.6.2	表达式	32
2.7	输入与输出	33
2.7.1	输出函数 printf	33
2.7.2	输入函数 scanf	34
2.8	语句	36
2.8.1	简单语句	36
2.8.2	语句块	36
2.8.3	if 语句	37
2.8.4	while 语句	39
2.8.5	for 语句	39
2.9	函数	41
2.10	编程实践：代码风格	42
2.11	本章小结	44
	习题 2	48
第 3 章	数据类型与输入输出	49
3.1	整型	50
3.1.1	整数的内部表示	51
3.1.2	整型常量	51
3.1.3	整数的输出	52
3.1.4	整数的输入	55
3.2	浮点型	57
3.2.1	浮点常量	58
3.2.2	浮点数的内部表示	58
3.2.3	浮点数的输出	58
3.2.4	浮点数的输入	60
3.2.5	浮点数的比较和计算	60
3.3	字符型	62
3.3.1	字符型数据的内部表示	62
3.3.2	字符常量和变量	63
3.3.3	字符输出	64
3.3.4	字符输入	65



3.3.5	字符处理	66
3.4	数组	68
3.4.1	什么是数组	68
3.4.2	数组的内部表示	69
3.4.3	数组元素的访问	69
3.4.4	数组的初始化	70
3.5	字符串	71
3.5.1	字符串常量	71
3.5.2	用字符数组处理字符串	72
3.5.3	字符串的输出	73
3.5.4	字符串的输入	74
3.6	文本文件输入与输出	77
3.6.1	声明 FILE * 类型的变量	78
3.6.2	打开文件	78
3.6.3	关闭文件	79
3.6.4	读写文件	79
3.7	变量的进一步讨论	81
3.7.1	变量的声明与初始化	81
3.7.2	限定词 const	82
3.8	编程实践：命名	82
3.9	本章小结	83
	习题 3	86
第 4 章	运算符与表达式	89
4.1	运算符与表达式概述	89
4.1.1	C 运算符简介	89
4.1.2	C 表达式简介	91
4.2	算术运算符和算术表达式	91
4.2.1	算术运算符	91
4.2.2	算术表达式	92
4.2.3	算术表达式的例子	93
4.3	赋值运算符和赋值表达式	93
4.3.1	赋值运算符	94
4.3.2	赋值表达式	94
4.3.3	复合赋值运算符	95
4.4	增量减量运算符	96
4.5	子表达式的求值顺序	97



4.6	数据类型的转换	99
4.6.1	隐式类型转换	99
4.6.2	赋值运算符两侧数据的类型转换	100
4.6.3	强制类型转换	103
4.7	逗号运算符和逗号表达式	104
4.8	本章小结	105
	习题 4	107
第 5 章	分支结构	110
5.1	关系运算符和关系表达式	110
5.2	逻辑运算符和逻辑表达式	111
5.2.1	逻辑运算符	111
5.2.2	逻辑表达式	112
5.3	条件运算符和条件表达式	114
5.4	C 语句概述	114
5.5	if 语句	116
5.6	switch 语句	119
5.7	应用举例	122
5.8	本章小结	127
	习题 5	128
第 6 章	循环结构与程序设计基本算法	133
6.1	循环结构与控制语句	133
6.1.1	while 语句	133
6.1.2	for 语句	134
6.1.3	do-while 语句	136
6.1.4	循环嵌套	139
6.1.5	流程控制语句(break 语句、continue 语句和 goto 语句)	140
6.2	控制循环的基本方法	144
6.2.1	通过计数器变量控制循环	144
6.2.2	通过程序执行的状态控制循环	148
6.3	穷举算法	153
6.4	迭代与递推算法	157
6.4.1	迭代	157
6.4.2	递推	159
6.5	程序设计实例	162



6.6	编程实践：程序计时	171
6.7	本章小结	172
	习题 6	175
第 7 章 函数与结构化程序设计		180
7.1	函数	180
7.1.1	为什么要使用函数	180
7.1.2	函数定义	183
7.1.3	函数调用	188
7.1.4	函数原型与函数声明	190
7.1.5	函数的执行	193
7.1.6	主调函数与被调函数之间的数据传递	195
7.1.7	函数设计的思路	198
7.2	递归调用与递归算法	202
7.2.1	递归调用的执行过程	202
7.2.2	递归算法	204
7.2.3	Hanoi 塔问题	206
7.3	程序的函数分解	208
7.4	C 程序结构	217
7.4.1	编译预处理命令	217
7.4.2	全局声明	224
7.4.3	函数	225
7.4.4	C 程序的逻辑与物理构成	225
7.5	编程实践：软件测试	227
7.6	本章小结	229
	习题 7	232
第 8 章 指针与数组		236
8.1	指针与指针变量	237
8.1.1	指针的概念	237
8.1.2	指针变量的声明与初始化	239
8.1.3	指针的基本运算	241
8.2	数组的指针	246
8.2.1	一维数组的指针	246
8.2.2	二维数组	251
8.2.3	二维数组的元素指针和行指针	256



8.2.4	指向一维数组的指针变量(行指针变量)	260
8.3	字符指针与字符串	262
8.3.1	字符串处理函数	262
8.3.2	指向字符的指针变量处理字符串	265
8.4	指针作为函数参数	267
8.4.1	变量的指针作为函数参数	267
8.4.2	一维数组的指针作为函数参数	270
8.4.3	二维数组的指针作为函数参数	273
8.5	返回指针的函数	275
8.6	指针数组	277
8.6.1	指针数组的概念及其应用	277
8.6.2	指针数组作 main 函数的形参	280
8.6.3	行指针数组	282
8.7	编程实践：实用字符串处理	284
8.8	本章小结	288
习题 8		297
第 9 章	C 程序运行原理	304
9.1	一个 C 程序的运行之旅	304
9.2	计算机指令的执行过程	306
9.3	计算机的存储模型	308
9.4	程序的内存布局	310
9.4.1	概述	310
9.4.2	栈	311
9.4.3	堆	312
9.4.4	可执行文件映像	314
9.5	变量的存储类型	314
9.5.1	作用域	315
9.5.2	存储期限(生存期)	319
9.5.3	链接	322
9.5.4	变量分类	323
9.6	编程实践：程序设计与操作系统	327
9.7	本章小结	329
习题 9		332



第 10 章 复杂问题的求解算法	334
10.1 分治法	334
10.1.1 分治法的基本思想	334
10.1.2 折半查找	335
10.1.3 循环赛赛程安排	338
10.2 贪心算法	340
10.2.1 贪心算法的基本概念	340
10.2.2 活动安排问题	342
10.2.3 背包问题	344
10.3 动态规划算法	348
10.3.1 动态规划介绍	348
10.3.2 最长公共子序列问题	349
10.3.3 0-1 背包问题	353
10.3.4 动态规划算法总结	355
10.4 回溯法	356
10.4.1 回溯法的基本思想	356
10.4.2 n 皇后问题	357
10.4.3 0-1 背包问题	359
10.4.4 回溯法总结	362
10.5 本章小结	363
习题 10	365
第 11 章 结构体、联合共用体与枚举类型	368
11.1 数据类型的再讨论	368
11.1.1 数据类型与事物属性	368
11.1.2 数据类型的定义	369
11.2 结构体	370
11.2.1 结构体类型的定义	370
11.2.2 结构体变量的声明与存储	371
11.2.3 结构体变量的引用与初始化	373
11.3 结构体数组	375
11.4 结构体指针	377
11.5 结构体与函数	379
11.5.1 函数的结构体类型参数	379
11.5.2 结构体类型的函数	381
11.6 结构体嵌套	382



11.7	线性链表	383
11.7.1	线性链表概述	383
11.7.2	C 语言实现线性链表	384
11.8	联合共用体	389
11.9	枚举类型	393
11.9.1	枚举类型定义与变量声明	393
11.9.2	枚举类型的使用方法	394
11.9.3	类型名重新定义 typedef	396
11.10	编程实践：中文处理	397
11.11	本章小结	400
	习题 11	403
第 12 章	文件	406
12.1	C 文件概述	406
12.1.1	C 文件的基本概念	406
12.1.2	文本文件与二进制文件	407
12.1.3	文件的处理方法	408
12.2	流与文件类型的指针	408
12.3	文件操作	409
12.3.1	文件的打开	409
12.3.2	文件的关闭	411
12.3.3	字符方式读写文件	411
12.3.4	数据块方式读写文件	414
12.4	文件的定位与随机读写	418
12.4.1	文件的定位	418
12.4.2	随机读写	421
12.5	文件操作的出错检测	422
12.6	文件读写操作应用实例	422
12.6.1	文件中数据的修改	423
12.6.2	文件中数据的删除	424
12.6.3	向文件中追加或插入数据	425
12.7	编程实践：C 与 C++	426
12.8	本章小结	428
	习题 12	431



第 13 章 指针的进一步讨论与位运算	432
13.1 多级指针	432
13.1.1 指向指针的指针与指向行指针的指针	432
13.1.2 指向指针的指针数组与指向行指针的指针数组	434
13.2 函数与指针	435
13.2.1 指向函数的指针变量	435
13.2.2 指向函数的指针数组	440
13.2.3 指向返回指针的函数的指针变量	440
13.2.4 指向返回指针的函数的指针数组	441
13.2.5 返回行指针的函数	441
13.2.6 指向返回行指针的函数的指针变量	442
13.2.7 指向返回行指针的函数的指针数组	443
13.3 位运算	443
13.3.1 二进制位运算概述	443
13.3.2 位运算符	444
13.3.3 位段	448
13.4 本章小结	450
习题 13	452
第 14 章 C 程序开发环境与调试	455
14.1 Visual Studio Community 2015 的安装与使用	455
14.1.1 Visual Studio Community 2015 简介	455
14.1.2 Visual Studio Community 2015 的安装	457
14.1.3 Visual Studio Community 2015 中编写 C 程序	459
14.1.4 Visual Studio Community 2015 中运行 C 程序	461
14.1.5 Visual Studio Community 2015 中调试 C 程序	463
14.2 Code::Blocks 的安装与使用	468
14.2.1 Code::Blocks 简介	468
14.2.2 Code::Blocks 的安装	469
14.2.3 在 Code::Blocks 中编写程序	471
14.2.4 在 Code::Blocks 中运行和调试程序	476
第 15 章 C 语言上机实验	478
15.1 实验概述	478
15.1.1 实验目的	478
15.1.2 实验步骤	478



15.2 实验项目	479
15.2.1 实验 1: C 程序调试与输入输出	479
15.2.2 实验 2: 运算符、表达式及简单 C 程序设计	481
15.2.3 实验 3: 分支及循环结构	483
15.2.4 实验 4: 循环程序设计	485
15.2.5 实验 5: 函数程序设计	487
15.2.6 实验 6: 函数设计	489
15.2.7 实验 7: 数组、指针的应用	491
15.2.8 实验 8: 二维数组的应用	492
15.2.9 实验 9: 结构体与文件	494

附录 部分字符与 ASCII 代码对照表	496
----------------------------	-----

参考文献	497
------------	-----

第 1 章

程序设计与软件开发

学习目标

- 理解程序的概念。
- 了解程序设计语言,以及机器语言、汇编语言和高级语言的概念。
- 理解什么是算法、算法的特征以及算法的 3 种结构。
- 掌握用流程图来描述算法。
- 理解数据结构和算法的概念,以及数据结构和算法的关系。
- 了解软件的概念,理解软件工程的必要性。

本课程将通过 C 语言介绍程序设计的基本方法和技巧。本章首先了解程序设计的基本背景,如什么是程序,程序是如何设计的,算法、数据结构是什么,什么是软件,为什么提出了软件工程的观念等。

1.1 程序设计的基本概念

1.1.1 程序

人类已经进入信息社会,信息社会的主要特征之一就是计算机为代表的信息技术的广泛使用。从物理上来看,计算机无非就是一台机器,但是很少有机像计算机这样对人类的经济社会发展产生如此重要的影响。与其他的机器设备,如冰箱、电视机相比,计算机到底有什么魔力呢?

计算机的魔力之一在于它有各种各样的软件。冰箱、电视机都只能用于特定的用途,但是计算机的使用是全方位的,可以用它来获取资讯、沟通娱乐、数据处理、智能控制、设计图纸等。为什么一台普通的机器可以做这么多的工作呢?这要归结于计算机丰富的软件。计算机是由软件驱动的,离开了软件,计算机就仅仅只是一台冰冷的机器而已。

计算机软件的核心是计算机程序。简单地说,计算机程序是完成特定功能的计算机指令序列。当运行一个软件时,计算机就是在程序中的指令的控制下一步一步地完成相应的功能。要让计算机完成一个任务,要么找一个现有的软件实现相应功能,要么开发一个软件来实现。开发软件中最关键的就是编写计算机程序。

“程序”这个词我们并不陌生,在日常生活中,我们会碰到各种各样的程序。例如,开学典礼的安排就是一个程序,每一项干什么事先安排好了,典礼完毕后,程序也就结束了;在办理复杂的业务时,相关负责人会告诉我们办理流程,如先填写表格,然后开证明、签字、审批,这里的流程也就是程序的意思。另外,有时候尽管我们没有用到“程序”这个词,但是却隐含了类似的意思。例如,一个菜谱(如图 1.1 所示)是一个典型的程序。按照这个菜谱一



步一步地加工,就可以做出这道菜。

菜名：糖醋排骨
厨具：炒锅
主料：排骨
辅料：料酒、生抽、老抽、香醋、糖、盐、味精、芝麻
步骤：
(1) 排骨500克焯水。
(2) 加水，煮30分钟。
(3) 用一汤匙料酒、一汤匙生抽、半汤匙老抽、两汤匙香醋腌渍20分钟。
(4) 捞出洗净控水，炸至金黄。
(5) 锅内放排骨、水和3汤勺白糖、半碗肉汤，用大火烧开，调入半茶匙盐提味。
(6) 小火焖10分钟。
(7) 大火收汁，收汁的时候最后加一汤匙香醋。
(8) 临出锅撒葱花、芝麻，少许味精。

图 1.1 一个菜谱的例子

从这些例子中可以看出,日常生活中的一个“程序”大致就是为了完成一件事情(办理业务、做菜)所进行的操作序列。一个程序包括两个方面:一是完成这个操作序列所涉及的对象,二是对这些对象所作用的动作规则。例如,在做菜这个“程序”中,涉及的对象有排骨、料酒、生抽等,而涉及的操作有焯水、煮、腌渍等。

计算机中的程序与日常生活中的程序的概念是类似的,只不过执行日常生活程序的主体是人,而执行计算机程序的主体是计算机。由于是计算机来完成所有操作,所以,一方面,计算机程序中的操作必须是计算机可以理解和执行的;另一方面,计算机程序中涉及的对象必须是计算机中的数据。

从另外一个角度,计算机程序让人和计算机之间可以进行交流。计算机只是一台机器,如何才能和人交流呢?通过计算机程序。可以认为一个计算机程序是由很多命令(一般称为指令)构成,每条指令告诉计算机要做什么。当计算机执行或者运行一个程序的时候,它按照程序中的操作指令一步一步地对数据进行加工处理,完成相应的功能。

1.1.2 程序设计语言

编制计算机程序的过程就是程序设计(programming),通俗一点也叫编程。在程序设计的时候,程序中的指令必须是计算机能够理解并执行的。人和人之间交流思想、相互沟通要以某种自然语言为媒介。例如,中国人之间交流可以用中文,但是在国际会议这种场合就要用某种国际通用语言,如英语来交流。人和计算机之间交流也需要一种语言——计算机语言,程序设计语言就是程序设计的时候所使用的语言,这样的语言提供了计算机能够理解并执行的指令。因此,程序设计要使用某种程序设计语言,这样写出来的程序才可以被计算机理解并执行。

计算机能够直接执行的指令是二进制指令。而且不同的计算机系统能直接执行的指令系统是不同的。计算机中负责执行指令的部件是中央处理器(Central Processing Unit, CPU),CPU 所能够处理的全部指令的集合称为指令系统。指令系统中的每个指令都是用二进制表示的,可以被机器直接执行,因此也称为机器语言。如图 1.2 所示的是用 MIPS R4000 处理器的机器语言写的计算最大公约数的程序。为了简洁,这个程序是用十六进制