

C语言

主 编 杨健磊
副主编 刘 英 康 卓

程序设计

高等院校计算机基础教材

全国优秀出版社
武汉大学出版社



高等院校计算机基础教材

C 语言程序设计

主 编 杨健霖

副 主 编 刘 英 康 卓

参编人员 (按姓氏笔画为序)

刘 英 李 晖 李 瑾

杨健霖 欧毓毅 康 卓

武汉大学出版社

内 容 简 介

C 语言是目前流行的通用程序设计语言, 是许多计算机专业人员和计算机爱好者开发软件的首选开发工具之一。

本书共 13 章, 分别介绍了 C 语言的基本概念、语法规则、算法基础和如何利用 C 语言进行程序设计, 并通过大量的实例程序介绍了如何使用 C 语言编写程序。为了使学生尽快地掌握并顺利地过渡到面向对象的程序设计, 我们专门编写了有关 C++ 程序概述的一章, 以使本教材更加完美。

本书的作者都是长期在高校从事计算机基础教学的一线教师, 有丰富的教学和写作经验, 使得本书结构合理、概念清晰、逻辑性强、文字流畅、深入浅出、通俗易懂, 并且每章后面都附有习题供读者练习。

本书可作为普通高等学校本、专科学生的教学用书, 也可供一般工程技术人员自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计/杨健磊主编; 刘英, 康卓副主编. —武汉: 武汉大学出版社, 2002. 2

高等院校计算机基础教材

ISBN 7-307-03522-7

I. C… II. ①杨… ②刘… ③康… 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(2002)第 007801 号

责任编辑: 陈 刚 责任校对: 刘 欣 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: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷: 湖北省通山县印刷厂

开本: 787×980 1/16 印张: 17.625 字数: 369 千字

版次: 2002 年 2 月第 1 版 2002 年 12 月第 2 次印刷

ISBN 7-307-03522-7/TP·122 定价: 25.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 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。

“高等院校计算机基础教材”系列图书

编 委 会

主 任：何炎祥

副主任：杨健霖 江建勤 程志毅

成 员：陈萃萌 代大为 熊建强 刘春燕
李俊娥 殷 朴 毕卫东 吴 平

秘 书：郭志安 顾素萍

出版前言

随着计算机技术的飞速发展,计算机已广泛应用于国民经济和人们社会生活的各个方面,它在社会发展中处的地位日益提高,并已成为国民经济与科学技术发展水平的一个重要衡量标志。

为了加速我国信息技术和信息产业的发展,必须培养出大批掌握计算机技术及其应用技能的各层次专门人才。国家教育部针对高等院校非计算机专业学生的计算机培养目标,提出了实施计算机教育不同层次的课程体系。

武汉大学作为全国综合性重点大学,长期以来一直提倡培养更多的创造、创新、创业型复合人才,在拓宽专业口径的基础上,提出了实施“跨学科人才培养计划”,成为全国最早对非计算机专业学生开设计算机基础课的四所大学之一。自20世纪80年代以来,由学校计算中心承担了全校计算机基础课程的教学任务。在计算机“文化、技术、应用”三个层次上开设了若干课程,组织编写并正式出版了二十多本教材。与所编教材配套,还编写出版了相应的上机实习指导书,制作了CAI课件,建立了试题库并开发了基于网络环境的联机考试系统,取得了相当理想的效果。

根据本科生各专业教学的要求,我们组织编写了该套“高等院校计算机基础教材”系列图书,包括:《计算机基础》、《Visual FoxPro 应用基础》、《C 语言程序设计》、《计算机网络与 Internet 应用》、《电子商务技术基础》、《多媒体技术与应用》、《FORTRAN 90 程序设计》、《统计分析系统 SAS for Windows》等。该系列教材具有如下特点:

- 内容广。该系列不仅包括了一般专业所需的计算机基础教材,也包括了适合各专业所需的计算机技术教材;
- 内容新。在照顾一般学校教学条件的同时,按照先进性和实用性原则,精心选材,让学生能紧跟计算机技术发展的步伐;
- 教学效果好。在经充分论证的教学大纲基础上,统一规划、统一编写、统一结构、统一体例,不仅使各门课程的教、学、练、上机有机地结合在一起,而且使各门课程能够合理地分工与衔接;
- 适用面广。该系列教材适合于本科、大专和高职高专学校作为各类文科、理科、工科的计算机基础课的必修或选修课教材。

总之,编写本系列教材,旨在规范计算机基础教学,提高教学质量,深化教学改革,以期培养出更多高素质复合型人才,满足社会的各种需要。由于计算机技术发展迅速,计算机知识更新非常快,加之我们水平有限,书中定会存在不少缺陷或错误,恳请得到广大师生、读者的批评指正。

“高等院校计算机基础教材”编委会

2002年2月

前 言

C 语言使用方便、功能强大、移植性好,它能产生高效率的目标代码,兼具高级语言和低级语言的优点,是一种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,得到广泛的认可。

二十多年来,除了从事计算机专业工作的人员外,其他行业的广大计算机应用人员也喜爱使用 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和水平考试等都将 C 语言一定程度地纳入了考试范围。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、函授教育同样广泛开设了 C 语言课程。

C 语言与其他高级语言相比更复杂一些。由于它规则繁多,涵盖的知识面更广,尤其它涉及到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。

本教材的读者对象主要为广大的本科生、专科生。其特点有:

1. 本着不苛求读者具备太多专门计算机知识也能学好 C 语言的愿望,本教材叙述尽量做到通俗易懂,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,循序渐进是贯穿本教材的主导思想,而帮助读者建立正确、清晰的概念则是本教材的中心任务。

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,又不能太过于繁琐,让人产生畏难情绪。为达此目的,本教材提供了大量的例子程序。

5. 除了 C 语言,C++ 也是热门语言。为此本教材专门增加了第 13 章对 C++ 做简单的介绍,为进一步学习、使用 C++ 语言编程打下一定基础。

本教材包括 13 章以及附录,以标准 C 语言为基础。各章内容如下:

第 1 章 介绍 C 语言的特点;算法的概念和用自然语言、流程图、伪代码和 N-S 流程图描述算法;介绍 C 语言程序开发步骤、运行过程及在多种集成开发环境下如何编辑、编译、连接和运行 C 语言程序。

第2章 介绍C语言的字符集和保留字；基本数据类型的概念、定义及使用；基本运算符及其优先级、结合性与使用；表达式的定义和使用；各种不同类型数据参加运算时，自动转换和强制转换的两种形式。

第3章 介绍C语言顺序结构常用的5种语句；详细讲解赋值语句及最基本的输入、输出函数 `printf()` , `scanf()` , `putchar()` , `getchar()` 等的基本格式和使用。

第4章 介绍C语言实现选择结构使用的两种语句：`if` 条件语句和 `switch` 多分支选择语句；关系运算符、逻辑运算符及其优先级、结合性；关系表达式、逻辑表达式的定义和其在实现选择结构中的使用。

第5章 介绍C语言实现循环结构使用的3种语句：`while` 语句，`do-while` 语句，`for` 语句；多重循环的使用；用 `goto` 语句构成循环及跳出循环；条件运算符的优先级、结合性；条件表达式的定义和使用。

第6章 介绍C语言中两种构造类型的数据：数组与结构体。

第7章 介绍C语言中函数的概念、定义；参数传递；函数调用；函数递归调用；变量的作用范围、存储类别以及内、外部函数等基本概念。

第8章 介绍C语言中最复杂但最重要的部分：指针类型；指针与地址；指针变量与指针运算符；指针与字符串、数组、函数、函数参数等的关系；链表的概念。

第9章 介绍C语言中编译预处理的概念和编译预处理命令：宏定义、文件包含以及条件编译。

第10章 介绍C语言中联合类型的概念及其变量的引用；枚举类型的概念及其变量的引用；用户自定义类型的概念。

第11章 介绍C语言中位运算的概念；常用的位运算以及“位段”的概念。

第12章 介绍C语言中文件与“流”的基本概念；文件数据类型 `FILE` 的结构；与文件操作有关的读写函数等。

第13章 介绍C++语言的基本概念、基本运算和基本结构；软件开发中的面向对象方法、面向对象模型和设计。

本教材第1~3章由刘英编写，第4~6章由李瑾编写，第7，12章由杨健霏编写，第8，13章由康卓编写，第9~11章由李晖编写。在编写过程中得到武汉大学教务部、计算机学院、计算中心和出版社领导的大力支持，特别感谢何炎祥教授、陈莘萌教授、戴大为教授对本教材编写给予的帮助及提出的宝贵意见。

作为课堂教学的补充，我们还编写了与本教材配套的上机实习手册、试题库等，CAI课件也在制作之中，不久即可完成。

由于计算机技术发展迅速，计算机知识更新非常快，加之我们水平有限，所以书中定会存在不少缺陷或错误，恳请得到广大读者的批评指正。

编 者

2001年10月



目 录

第 1 章 C 语言程序设计入门	1
1.1 C 语言的发展及特点	2
1.1.1 C 语言的发展史	2
1.1.2 C 语言的特点	2
1.2 结构化程序设计	3
1.2.1 算法 (Algorithm)	4
1.2.2 流程图	6
1.2.3 结构化程序设计	6
1.2.4 伪代码	9
1.2.5 用 N-S 流程图表示算法	12
1.3 C 程序的基本结构	14
1.3.1 例子	14
1.3.2 C 语言程序结构	18
1.4 C 语言程序的开发和运行	20
1.4.1 C 语言的编辑、编译、连接、运行	20
1.4.2 Turbo C 集成开发环境	21
1.4.3 工程文件的概念	23
1.4.4 Borland C 集成开发环境	23
习题	24
第 2 章 数据类型、运算符和表达式	25
2.1 C 语言的字符集和保留字	26
2.1.1 C 语言的字符集	26
2.1.2 保留字和词法约定	26
2.1.3 C 语言的保留字	27
2.2 基本的数据类型	28
2.2.1 C 的数据类型	28
2.2.2 C 的基本数据类型	29
2.3 常量	30
2.3.1 常量和符号常量	30



2.3.2	整型常量	31
2.3.3	实型常量	32
2.3.4	字符常量	33
2.3.5	字符串常量	34
2.4	变量	35
2.4.1	整型变量及在内存中的存储形式	35
2.4.2	实型变量	37
2.4.3	字符型变量	38
2.4.4	变量的初始化	39
2.5	基本运算符和表达式	40
2.5.1	算术运算符和算术表达式	41
2.5.2	类型转换	45
2.5.3	赋值运算符和赋值表达式	46
2.5.4	逗号运算符和逗号表达式	49
习题		49
第3章	顺序结构和常用语句	51
3.1	C 语言语句	52
3.2	赋值语句	53
3.3	格式输出与输入	54
3.3.1	格式输出: printf 函数	54
3.3.2	格式输入	60
3.4	字符输入、输出函数	63
3.4.1	字符输出函数	63
3.4.2	字符输入函数	64
习题		65
第4章	选择结构	67
4.1	关系运算	68
4.1.1	关系运算符	68
4.1.2	关系表达式	68
4.2	逻辑运算	69
4.2.1	逻辑运算符	69
4.2.2	逻辑表达式	70
4.3	if 语句	72
4.3.1	if 语句的 3 种形式	72



4.3.2 if 语句的嵌套	78
4.4 switch 语句	82
4.5 条件运算符	87
习题	89
第5章 循环结构	92
5.1 while 语句	93
5.2 do-while 语句	96
5.3 for 语句	99
5.4 continue 语句和 break 语句	103
5.4.1 continue 语句	103
5.4.2 break 语句	104
5.5 循环的嵌套	106
5.5.1 循环的嵌套	106
5.5.2 程序举例	109
5.6 goto 语句	113
习题	114
第6章 数组与结构	116
6.1 数组	117
6.1.1 一维数组	117
6.1.2 二维数组	122
6.2 字符数组	126
6.2.1 字符数组的定义	126
6.2.2 字符数组的初始化	126
6.2.3 字符数组的输入、输出	127
6.3 结构	130
6.3.1 结构体类型	130
6.3.2 结构体变量	131
6.3.3 结构体变量的引用	134
6.3.4 结构体变量的初始化	134
6.3.5 结构体数组	136
6.3.6 程序举例	137
习题	139



第7章 函数	141
7.1 概述	142
7.1.1 C 程序的模块化结构	142
7.1.2 函数定义	143
7.2 函数间的数据传送	144
7.2.1 形参与实参	144
7.2.2 函数的返回值	146
7.2.3 void 函数	147
7.2.4 函数原型	147
7.2.5 数组作为函数参数	149
7.3 函数调用	150
7.3.1 函数调用的一般形式	151
7.3.2 嵌套调用	152
7.3.3 递归调用	154
7.4 变量的作用范围	156
7.4.1 局部变量	156
7.4.2 全局变量	157
7.5 变量的存储类别	159
7.5.1 自动变量	159
7.5.2 静态变量	159
7.5.3 寄存器变量	161
7.5.4 外部变量	162
7.6 内部函数和外部函数	162
7.6.1 内部函数	163
7.6.2 外部函数	163
习题	163
第8章 指针	166
8.1 指针和地址的概念	167
8.2 指针的运算	168
8.2.1 指针变量的定义	168
8.2.2 指针运算符	169
8.2.3 指针变量的初始化	170
8.2.4 指针的运算	170
8.3 指针与数组的关系	172
8.3.1 数组与地址	172



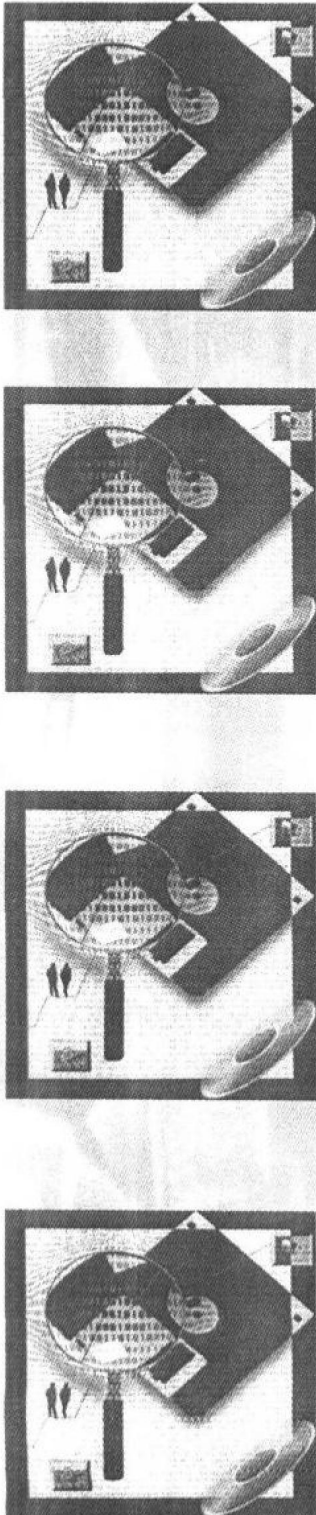
8.3.2 数组元素的访问	173
8.3.3 指向二维数组的指针	175
8.4 字符串指针	178
8.4.1 字符串指针的定义	178
8.4.2 字符指针与字符数组的区别	179
8.5 指针作为函数参数	180
8.5.1 指针变量作为函数参数	180
8.5.2 数组名作为函数参数	181
8.5.3 字符指针作为函数参数	182
8.6 指针的指针	183
8.6.1 指针数组	183
8.6.2 指针的指针	185
8.7 函数指针和指针函数	186
8.7.1 函数指针	186
8.7.2 指针函数	188
8.8 链表	189
习题	191
第9章 编译预处理	193
9.1 编译预处理的概念	194
9.2 宏定义	194
9.2.1 不带参数的宏定义	194
9.2.2 带参数的宏定义	195
9.3 文件包含	197
9.4 条件编译	198
习题	199
第10章 联合与枚举	201
10.1 联合的概念	202
10.2 联合类型变量的引用	203
10.3 枚举类型变量的定义及引用	206
10.4 自定义数据类型	207
习题	209
第11章 位运算	211
11.1 位运算概述	212



11.2 常用的位运算	212
11.2.1 按位“与”运算 (&)	212
11.2.2 按位“或”运算 ()	213
11.2.3 按位“非”运算 (~)	213
11.2.4 按位“异或”运算 (^)	213
11.2.5 “左移”运算 (<<)	214
11.2.6 “右移”运算 (>>)	214
11.2.7 长度不同的两个数进行位运算的运算规则	214
11.2.8 位复合赋值运算符	215
11.3 位运算应用举例	215
11.4 位段	216
11.4.1 位段应用举例	218
习题	219
 第 12 章 文件	220
12.1 概述	221
12.2 文件与流	221
12.3 文件的打开与关闭	223
12.3.1 打开文件	223
12.3.2 文件的关闭	224
12.4 顺序文件的存取	225
12.4.1 字符读写函数	225
12.4.2 格式化读写函数	227
12.4.3 成块数据的读写函数	228
12.5 随机文件的存取	231
12.5.1 rewind 函数	231
12.5.2 fseek 函数	232
12.5.3 ftell 函数	233
习题	234
 第 13 章 C++ 程序设计概述	235
13.1 C++ 概述	236
13.1.1 C++ 的特点	236
13.1.2 常数说明 const	236
13.1.3 引用参数	236
13.1.4 动态内存分配	239



13.1.5 函数模板	239
13.1.6 异常处理	239
13.2 面向对象的程序设计方法	240
13.3 对象和类	242
13.3.1 什么是对象	243
13.3.2 类	243
13.4 构造函数和析构函数	246
13.4.1 构造函数	246
13.4.2 析构函数	248
13.5 继承和重载	248
13.5.1 继承的基本概念	248
13.5.2 单一继承	249
13.5.3 多重继承	250
13.5.4 函数重载	250
13.5.5 运算符重载	251
13.6 虚函数和多态性	252
13.6.1 虚函数	252
13.6.2 抽象基类	255
13.6.3 多态性	255
13.7 I/O 流	256
13.7.1 流的概念	256
13.7.2 I/O 流库	257
13.7.3 标准流	257
13.7.4 输出流	258
13.7.5 输入流	259
13.7.6 流错误状态	259
习题	260
附录1 C 语言中的保留字	262
附录2 运算符、优先级和结合性	264
参考文献	266



第 1 章

C 语言程序设计入门

C 语言是一种流行的、优秀的高级程序设计语言。它具有广泛的应用性、高效的目标代码和良好的可移植性。C 语言作为一种既适用于开发系统软件又适用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。

本章主要介绍了 C 语言的特点，阐述了在结构化程序设计中算法的概念和描述算法的常用的几种表示方法，即自然语言、流程图、伪代码和 N-S 流程图表示法。通过 C 语言实例程序，分析了 C 源程序的基本结构。最后介绍了 C 语言程序的开发步骤和运行过程，及在 Turbo C 和 Borland C 集成开发环境下如何编辑、编译、连接和运行 C 语言程序。

本章要重点掌握用流程图表示算法的方法，掌握 C 语言源程序的基本结构。



1.1 C 语言的发展及特点

1.1.1 C 语言的发展史

从 20 世纪 70 年代 C 语言的诞生,到今天的信息时代,C 语言的迅速发展已经超出了它最初作为编写 UNIX 操作系统的语言的初衷,而成为一个应用范围广泛的程序设计语言。C 语言编写的程序既有操作系统、编译程序、汇编程序、数据库管理程序等系统软件,也有数值计算、文字处理、控制系统、游戏等应用软件。

C 语言最初用于 PDP-11 计算机上实现的 UNIX 操作系统。PDP-11 机上的 UNIX 操作系统、C 编译程序和所有的 UNIX 应用程序都是用 C 语言编写的。随着 UNIX 操作系统和 C 语言的普遍使用,C 语言的强大功能和其鲜明特点逐渐为人们所认识,使得 UNIX 操作系统和 C 语言得到了迅速的发展。1977 年出现了独立于机器的 C 语言编译文本。1978 年贝尔实验室正式发表了 C 语言。1983 年,ANSI (American National Standards Institute) 为 C 语言制定了新的标准,称为 ANSI C,并于 1988 年最终完成。同时,C 语言开始进入其他操作系统,在各类大、中、小型计算机和微型计算机上得到了广泛的使用,成为当代最优秀的程序设计语言之一。目前使用较多的版本有 ANSI C, Borland C, Turbo C, Microsoft C 等。

1.1.2 C 语言的特点

C 语言之所以使用如此广泛,与它具有其他语言所不可比拟的特点有密切的关系。

1. C 语言是结构化程序设计语言

C 语言提供了结构化程序所需的基本控制语句(如用于选择结构的 if-else 语句、switch 语句;用于循环结构的 while 语句、for 语句等)。C 语言的源程序由函数组成,每个函数是独立的模块,可单独编译,生成目标代码,而且还可以与其他语言连接生成可执行文件。C 语言程序易于调试和维护。

2. C 语言具有丰富的数据类型

C 语言除提供整型、实型、字符型等基本的数据类型外,还提供了用基本数据类型构造出多种复杂的数据结构的功能。如数组、指针、结构、联合等。特别是指针类型,是 C 语言中有特色的和重要作用的数据类型。此外,用户可根据需要定义特殊的数据类型。

3. C 语言语法简洁,运算符和库函数丰富

C 语言只有 30 多个保留字,9 种控制语句。C 语言程序书写形式自由,许多功能可以通过函数调用来实现。C 语言提供了 30 多种运算符,运算能力十分强大,同时,C 系统提供了大量的标准库函数可直接调用,大大提高了程序设计的效率和



质量。

4. C语言具有低级语言的功能

C语言具有汇编语言的功能,提供了对位、字节和地址的操作和对硬件的直接操作。所以说C语言是高级语言中的低级语言。

5. C语言程序移植性好

C语言具有效率高、程序可移植等特点。C语言程序本身独立于机器硬件,可在多种环境下运行。现已形成了多种版本的C语言。

1.2 结构化程序设计

程序是计算机解决问题所需的一系列代码化指令、符号化指令或符号化语句。著名计算机科学家 Niklaus Wirth 提出了“程序 = 数据结构 + 算法”的公式。一个程序体现了4个方面的成分,包括采用的描述和存储数据的数据结构,采用的解决问题的算法,采用的程序设计的方法和采用的语言工具和编程环境。为了进一步说明,首先看利用计算机如何解方程 $ax^2 + bx + c = 0$ (设 $b^2 - 4ac \geq 0$)。

1. 提出问题

求一元二次方程 $ax^2 + bx + c = 0$ (设 $b^2 - 4ac \geq 0$) 的解。

2. 定义数据结构

根据问题,确定哪些是已知数据,哪些是通过计算得到的数据。对输入、输出和存储的数据进行描述,指定数据的类型和数据的组织形式。

这里,要说明变量 $a, b, c, p, disc, q, x1$ 和 $x2$ 的数据类型。

3. 确定解题的算法

根据已有的数学知识,知道一元二次方程有两个根,为

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

根据这个公式,可以确定解方程的方法和步骤:

- (1) 输入 a, b, c ;
- (2) 计算 $-b/2a$, 并将计算结果存入变量 p 中, $p = -b/2a$;
- (3) 计算 $b^2 - 4ac$, 并将计算结果存入变量 $disc$ 中, $disc = b^2 - 4ac$;
- (4) 计算 $\sqrt{disc}/2a$, 并将计算结果存入变量 q 中, $q = \sqrt{disc}/2a$;
- (5) 计算 $p+q$ 和 $p-q$, 并将计算结果存入变量 $x1, x2$ 中, $x1 = p+q, x2 = p-q$;
- (6) 输出 $x1, x2$ 。

4. 确定程序设计的方法

目前,流行的有结构化程序设计方法和面向对象的程序设计方法等。确定采用结构化程序设计方法。

5. 确定采用的程序设计语言和程序开发环境