普通高等教育

电气信息类规划教材

免费下载电子教案

C语言程序设计

蔡启先　林 川　吴启明　等编著

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育电气信息类规划教材

C语言程序设计

蔡启先　林　川　吴启明　等编著

机械工业出版社

计算机程序设计能力已成为各个行业技术人员所必备的基本功。作为一门优秀的面向过程的结构化程序设计高级语言，C 语言的独特优势，使其成为国内外各高等院校开设的重要基础课程。

本书是作者多年来从事 C 语言教学和教学改革的经验总结。本书的最大特点是重视程序设计素质的培养。内容上以零程序设计为起点，采用 VC ++作为编译环境，强调案例式教学，着重于基础知识和能力的学习，特别是编程思维的引导和练习。所有程序都按照结构化程序设计方法采用缩格方式编写。在内容安排上，作者匠心独运，体现了教学循序渐进，由浅入深的过程，很方便读者自学。

本书内容包括：C 语言与程序设计、数据和运算、基本程序设计、数组和字符串、指针、函数、C 程序的模块化设计、构造数据类型、位运算、文件、C 语言的其他应用及附录。

本书可作为高等院校各专业、计算机水平考试、各类成人教育的教材，也可作为有关技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言程序设计/蔡启先等编著．—北京：机械工业出版社，2009.12
普通高等教育电气信息类规划教材
ISBN 978-7-111-28830-5

Ⅰ.C… Ⅱ.蔡… 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 216608 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：时 静 责任编辑：时 静 吴超莉
责任印制：杨 曦
北京中兴印刷有限公司印刷
2010 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷
184mm×260mm · 18.25 印张 · 452 千字
0 001—3 500 册
标准书号：ISBN 978-7-111-28830-5
定价：31.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
社服务中心：(010)88361066
销 售 一 部：(010)68326294
销 售 二 部：(010)88379649
读者服务部：(010)68993821

网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com

普通高等教育电气信息类规划教材
微机与嵌入式系统系列
编审委员会名单

（按拼音排序）

编委会主任

蔡启仲

编委会副主任

蔡启先　陈志新　程小辉　韩俊峰

编委会委员

陈文辉　代宣军　邓健志　邓　昀　方　华　郭毅锋
海　涛　胡　波　黄庆南　蒋存波　柯宝中　蓝红莉
李克俭　李梦和　林　川　罗功琨　马兆敏　潘绍明
宋华宁　吴启明　阮　忠　庄俊华

出版说明

随着电子技术的快速发展，特别是由大规模集成电路的产生而出现的微型机，使现代科学研究和应用技术得到了质的飞跃，而嵌入式微控制器技术的出现则是给现代工业控制领域带来了一次新的技术革命。由嵌入式微控制器组成的系统，最明显的优势就是可以嵌入到任何微型或小型仪器和设备中。嵌入式系统最初应用主要以单片机系统为核心，一般认为，嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，软硬件可裁减，适用于应用系统的对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。它一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统以及用户的应用程序等部分组成，目前，嵌入式系统已广泛应用于国民经济的各个行业，如通信设备、仪器仪表、自动化装置、汽车船舶、航空航天、军事装备、消费类产品等。随着嵌入式系统的广泛应用，以及该领域对人才的迫切需求，嵌入式系统应用、开发的人才已成为电气信息类专业本科毕业生提高就业率新的增长点，这也给高等学校的人才培养提出了新的要求。因此，需要建立一个新的、基于计算机程序设计、微处理器技术、单片机、嵌入式系统非计算机专业的电气信息类专业的教学课程体系，以解决嵌入式技术发展对人才的需求，更好地适应当今信息技术高速发展的要求。

我们将“C 语言程序设计”、“微机原理及接口技术”、“单片机原理及应用”、“嵌入式系统及应用”四门电气信息类专业的重要课程以及其他相关的选修课程作为一个课程体系进行研究，并组织老师编写了这套教材，在编写思路上，各课程的基本内容仍然保持各自的体系，注重各课程的相互衔接，避免内容重复，做到前后呼应，拓宽知识面，加强 C 语言编制程序能力的培养。

这套教材适用于电气信息类本科专业的教学。我们期望这套教材能够对电气信息类专业广大教师的教学和学生的学习有所帮助，也能够对参加全国大学生电子设计竞赛的大学生有所帮助。

机械工业出版社

前　言

计算机应用已广泛深入到国民经济的各个领域，计算机程序设计能力不仅仅是计算机专业人员的基础，而且已成为各个行业技术人员所必备的基本功。

作为一门优秀的面向过程的结构化程序设计高级语言，C 语言具有独特的优势。C 语言兼顾了多种高级语言的特点，同时具备某些低级语言的功能。其功能丰富，硬件控制能力和运算表达能力强，目标代码短，运行速度快，因而效率高，且有良好的可移植性。它既是一个非常成功的系统描述语言，适于编写系统软件；又是一个相当有效的通用程序设计语言，适于编写各种应用软件（如图形软件、控制软件、网络软件等）。目前，许多应用软件，如嵌入式系统和网络通信中的各种仿真开发工具，普遍采用 C 语言来开发程序模块。广泛流行的面向对象程序设计语言 C ++ 、Java 等都是在 C 语言的基础上发展起来的，因此 C 语言又是学习面向对象程序设计语言的基础。基于上述原因，C 语言不仅成为当今国内外最流行的计算机高级程序设计语言，也是高等院校各个专业，特别是理工类专业学习计算机程序设计课程的首选。

为了推进新世纪计算机基础教育改革，推进精品课程建设以及与之配套的精品教材建设，本书注重与微机与嵌入式系统系列教材《微机原理及接口技术》、《单片机原理及应用》、《嵌入式系统及应用》等的衔接，按照素质教育的观念，结合信息化社会对高素质、应用型人才的培养要求，作者在总结多年来从事 C 语言教学和教学改革经验的基础上，特意编写了本书。

本书内容上以零程序设计为起点，使读者通过对一门计算机高级语言的学习，全面地掌握计算机程序设计的基础知识与技能，为读者以后应用计算机技术打下扎实的基础。

本书的最大特点是重视程序设计素质的培养，强调案例式教学，着重基础知识和能力的学习，特别是编程思维的引导和练习。行文上深入浅出，通俗易懂。

本书在内容安排上有很多不同于传统教材的地方。第 1 章不直接介绍 C 语言，而是从一般的程序控制原理讲起，引入计算机算法和程序设计过程，再引出对 C 语言和具有典型流程和多函数结构的 C 程序的认识，起到提纲挈领的作用。第 2 章讲述 C 语言的基本数据类型和运算，并对程序中经常用到的输入输出函数作了简单介绍。第 3 章讲述基本的 C 程序设计方法，以浅显的例子介绍 C 语言的基本流程控制设计。第 4 章讲述数组及其应用，有意识地涉及地址和数组的关系。第 5 章讲述指针，强化指针在数组中的应用和字符串处理的灵活性。这样，把指针放在函数之前，以便读者集中精力于单个函数（或者说简单程序）的编程训练，熟练掌握基本的程序设计方法，从而避开了函数调用的难点。第 6 章讲述函数，并通过函数之间的调用关系将前面几章中有关数据变量、数组和指针的知识结合进来，深化了数组和指针的应用。第 7 章将前面几章的学习升华到模块化程序设计，使读者进一步加深对程序结构及其应用的认识。第 8 章讲述结构体、共用体等构造数据类型。第 9 章讲述

位运算。第10章讲述文件。第11章结合实例讲述了C语言的综合应用，包括系统调用、控制端口的应用、C语言在单片机中的应用、数值计算、C语言与汇编语言混合编程等实例，供不同专业的读者参考。附录中列出了经常要查找的ASCII码及C函数等资料，同时还提供了新ANSI C99标准，使读者在C89的基础上熟悉新的国际标准。

另外，针对C语言具有数据类型繁多、运算功能丰富、模块化能力强、程序设计灵活、介于高低级语言之间等特点，及由此带来的教学难点多，教学内容繁杂等问题，本书采取突出基本点、重点，有层次地分散难点、知识点与后备知识的策略。例如，对自增自减等C运算带来的副作用，不安排在基本学习内容中，以小字号列出，供读者选读；对输入输出函数中的烦琐格式规定分两次介绍，第一次以满足基本编程学习需要为目的进行介绍，第二次才进行全面介绍。书中很多例子的程序清单中，均附有简洁明了的注释，以便读者自学。除第11章外，每章最后均配有一定难度的综合习题，供读者选学。在版式安排上有层次地区分，除第11章作为选学外，其他章节中的选学内容以小字号排出，读者可跳过阅读。

考虑到读者应用计算机系统平台的发展，以及全国计算机等级考试对新的编程环境的要求，本书采用VC++作为编译环境，使程序的编译和运行更方便。所有程序都按照结构化程序设计方法采用缩格方式编写。

本书由蔡启先、林川、吴启明、黄庆南和李梦和编著。由蔡启先任主编，林川、吴启明任副主编，最后由蔡启先统稿。具体编写工作是：蔡启先（第1章、第5章、第7章和附录），吴启明（第2章、第3章），李梦和（第4章、第8章），黄庆南（第6章、第9章），林川（第10章、第11章）。在本书编写过程中，得到了广西工学院和机械工业出版社的大力支持，谨在此一并致谢。本书的编写也参考了若干出版物，在此向有关作者表示感谢。

由于作者水平有限，错误在所难免，敬请广大读者指正。

作　者

目　录

第1章　C语言与程序设计

C语言是目前国内外广泛流行的计算机高级程序设计语言。要了解C语言，必须先了解程序与语言的关系，以及编写程序的过程。

1.1　语言和编程

我们知道，冯·诺依曼计算机的基本原理是存储程序和程序控制。什么是程序？简而言之，就是计算机指令序列。计算机指令就是指示和控制计算机进行相应操作的命令。要让计算机工作，人们必须事先把计算机要做的事情以指令的形式列出来，即编制好程序，并存放于计算机的存储器中。计算机工作时，从存储器中逐条取出指令，经控制器分析解释，转换成要求计算机执行某种操作，包括要求运算器进行相应计算的命令。计算机就是这样不断地取指令、分析指令、执行指令，直至程序的指令序列执行完毕。在程序的执行过程中，系统在存储器中安排存放要运算的初始数据、运算的中间结果和最终结果的存储空间。可见，以计算机程序为主的计算机软件是计算机系统中不可缺少的重要部分，而开发计算机软件必须应用程序设计语言。程序设计语言就是用计算机能够读懂的语言来编写指令。它包括低级语言（机器语言或者汇编语言）、高级语言和应用语言。低级语言因面向具体机器，程序员必须熟悉计算机的硬件逻辑结构，虽然运行速度快，但编程烦琐枯燥，工作量大，且不通用。高级语言接近于自然语言（英语）和数学语言，易学易用，编程效率高，且适用于各种计算机，通用性强，是人们经常用来编制应用程序和系统程序的计算机语言。应用语言依赖于具体的应用程序，如数据库管理系统编程语言。高级语言程序设计是应用语言编程的基础。无论是高级语言还是应用语言，都有一个翻译为机器语言的过程。对高级语言而言，这个翻译过程就是编译。

不管用哪一种语言来编写程序，都必须熟悉该语言的语法规则和使用规定，严格按照该语言的语法规则和使用规定来编写程序。语法规则和使用规定好比是数学公式，而编程就是对公式的应用。因此，仅仅熟记相关规则是远远不够的，更重要的是要多应用，也就是要多编程练习。这种编程练习并非要经常上机，而是要经常进行程序设计的脑力思考。上机只是实现程序运行的过程，而程序能否通过运行，运行结果是否正确，往往取决于通过思考编写出来的程序。学习一门语言不是目的，目的是掌握程序设计的技能，这也是学习计算机语言的难点所在。因为掌握了编程的技能，不管哪一种语言，只要熟悉相关的语法，就能很好地用它来编写有效的程序，从而应用计算机解决相关的问题。因此，希望读者一开始就重视程序设计的学习和实践，勤于编程练习，熟能生巧，把自己锻炼成编程高手。

那么，人们是如何从解决实际问题入手编写程序的呢？本章先引入算法和程序设计的概念，进而介绍C语言的发展和特点，最后总结出C语言程序的格式、结构特点，使读者对C

语言和 C 程序设计有一个初步的认识，为以后各章的学习做好准备。

1.2 算法、C 语言和程序设计

使用计算机语言是为了编写计算机程序，而要了解程序设计，必须先掌握算法。

1.2.1 算法和算法设计

1. 算法

什么是算法？算法就是为解决一个特定的问题所采取的确定的有限的步骤。例如，开会有会议议题次序的安排，解数学题有解题的步骤和过程。其实，做任何事情都有它的进行过程和步骤，都有它的算法。演唱歌曲的算法是歌谱，它规定了歌唱家如何唱歌，先唱什么，后唱什么，唱什么音阶，什么音符……计算机算法就是计算机能够接受并能执行的算法，它告诉计算机如何进行操作，直至解决问题。下面举例说明如何设计一个计算机算法。

【例 1-1】 求导体电阻。根据欧姆定律可知，要求导体电阻（单位：Ω），必须知道导体两端的电压（单位：V）和流过导体的电流（单位：A），假定电压和电流数据存放在存储器的某两个单元中。计算机操作步骤如下：

1）从键盘输入电压数据和电流数据。

2）用公式 R = U/I 求出导体电阻。

3）在屏幕上输出运算结果。

上述用自然语言描述的算法，与程序设计还有一段距离。要变成便于计算机编程的算法，还得考虑：输入的电压和电流数据存放于何处？计算出的导体电阻数据又存放于何处？为此设变量 u、i 和 r，它们分别表示输入数据（电压和电流）和输出数据（导体电阻）存放的地方。之所以叫变量，是因为存放在这些存储单元中的数据是可以再次重写，从而改变存放的内容。这样，算法可改为

1）设置：变量 u、变量 i 和变量 r。

2）输入：u、i。

3）运算：r = u/i。

4）输出：r。

图 1-1 是描述本算法的流程图。通过箭头的指示，读者能很直观地了解算法的具体步骤，从开始到结束，它们是一步步顺序执行的。

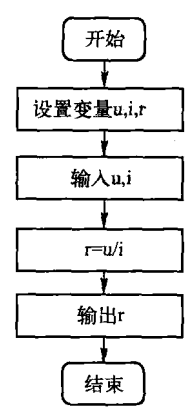

图 1-1 例 1-1 的流程图

【例 1-2】 要求输入两个数据，然后比较这两个数据，根据比较的结果，在屏幕上输出其中较大的数据。下面给出算法：

1）设置变量 a1、a2、max，其中 a1、a2 存放要比较的数据，max 存放这两个数据中的较大者。

2）输入两个数据，分别存放于 a1，a2 中。

3）若 a1 ≥ a2，则让 max = a1，即让 a1 中的数据转存于 max 中；若 a1 < a2，则让 max = a2，即让 a2 中的数据转存于 max 中。这样，max 中始终存放两个数据中的较大者。

4）输出变量 max 中的内容。

5）结束。

图 1-2 是描述本算法的流程图。该算法有一个特点，就是程序流程出现两分支情况，当 a1≥a2 时，程序走满足条件的分支路线，否则走另一条分支路线。使得计算机似乎具有某种智能，会自动判断并知道如何让 max 中存放较大的数据。当然这是依据算法编程的原因。图中用菱形框表示要进行分支条件判断，其中 Y（Yes）表示满足条件，而 N（No）表示不满足条件。

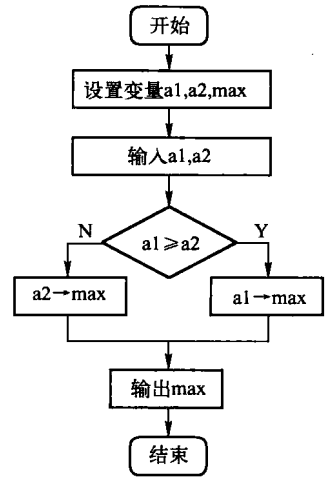

图 1-2　例 1-2 的流程图

【例 1-3】 统计某次考试 100 个学生的平均分。

对这道题，粗略的算法是分两步：

1）计算出 100 个学生的成绩总分。

2）求出平均分并打印出来。

在此基础上，进一步写出下面的算法：

1）将第 1 个学生的成绩输入计算机。

2）将第 2 个学生的成绩输入计算机。

3）将以上两个学生的成绩相加。

4）将第 3 个学生的成绩输入计算机。

5）将它和前两个学生的成绩和相加。

6）将第 4 个学生的成绩输入计算机。

⋮

198）将第 100 个学生的成绩输入计算机。

199）将它和前 99 个学生的成绩和相加，得到 100 个学生的成绩总分。

200）将成绩总分除以 100，得到平均分。

201）打印出平均分。

这个算法是可以实现的，但不是好的算法。若统计 1000 个学生的成绩总分，算法势必写得很长。考察上述算法，发现每个学生的成绩加入总分，这种操作是重复的。因此，可以让计算机进行“循环”，重复同一操作，直至加完 100 个学生的成绩为止。为此，必须首先安排好若干个存放数据的变量。

设 sum 为“累加变量”，用于存放每一次加进去一个学生成绩后的成绩和。显然，未计算之前，sum 的初值必须为零，即 sum = 0。

c 为“输入暂存变量”，用于暂时存放每一次输入的一个学生成绩。

mean 为“平均分变量”，用于存放要输出的结果。

这种循环不可能无限制地进行，为了控制循环何时结束，必须对累加次数进行计数。为此，设一个“计数变量”n，用于记录累加的学生成绩个数。显然，未累加之前，n 的初值应该为零，即 n = 0。

下面是具体的算法：

1）sum←0。

2）n←0。

3）输入一个学生成绩→c。

4）将 c 和 sum 的值相加，即“c + sum→sum;”（这个过程完成将输入的学生成绩进行一次累加的操作）。

5）使 n 的值加 1，即 n + 1→n（表示已累加了一个学生成绩）。

6）若 n < 100 则返回 3）继续执行，否则执行 7）。n < 100 说明第 100 个学生成绩未加到，必须返回 3）继续输入下一个学生成绩。否则，n≥100，即 100 个学生成绩已累加，sum 中存放的是学生成绩总分，应执行步骤 7）。

7）计算出 sum/n，结果存入 mean，即“sum/n→mean”。

8）打印出平均分 mean 的值。

算法流程图如图 1-3 所示。从流程图中可看到，算法中有一个循环过程，步骤 3）和 4）重复了 100 次，每次输入并累加一个学生成绩，并判断是否需要继续循环。

这个算法虽然具体过程与上一种算法相同，但叙述简单明确，且可灵活改变。假如统计的不是 100 个学生而是 1000 个学生，那么只须将 6）中的 n < 100 改为 n < 1000 就行了。

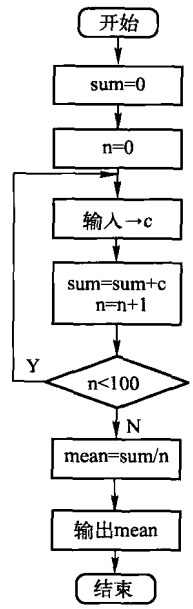

图 1-3　例 1-3 的流程图

2. 算法的流程图表示

算法可以用自然语言来表示，也可以用流程图来表示。

从前面的例子可以看到，流程图能直观简明地描述算法，它由一些特定的几何符号、文字说明和流程线组成。常用流程图符号如图 1-4 所示。

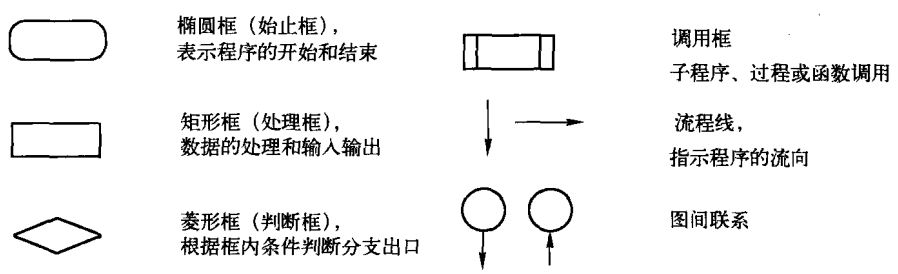

图 1-4　常用流程图符号

其中，调用框用于函数调用，将在第 6 章介绍。图间联系往往用于一幅图画在两张或多张纸上时，表示流程线之间的联系，如图 1-5 所示。如果两张纸中有多个流程线要连接，则可以在图间联系的圆圈中分别用罗马数字区分。

画流程图时一般要自上而下按执行顺序画下来。注意，流程线的指向千万不要绘错，以免执行步骤混乱。各图形框内的文字符号描写要简明确切，不能有二义性（即可作两种或两种以上不同的解释）。此外，几个顺序执行而中间无其他流程线汇入的矩形框可以合为一个矩形框，如图 1-3 中“sum = sum + c”和“n = n + 1”这两种顺序操作可写在同一个矩形框内。对于同一种操作可以有多种方式表达，如“0→sum”、“sum←0”、“sum = 0”、“将 0 放入 sum 中”、“使 sum 值为 0”等都表示同样的操作。