

21 世纪大学计算机精品教材

CHENGXUSHEJIJICHUJIAOCHENG C YUYANBAN

# 程序设计基础教程

## —— C语言版

冯 山 主编 马廷淮 副主编



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

21 世纪大学计算机精品教材

# 程序设计基础教程

## —— C 语言版

主 编 冯 山

副主编 马廷淮

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书面向程序设计的初学者以 Turbo C 为编程环境, 从计算机程序基本工作原理、面向过程的结构化和模块化程序设计角度阐述 C 语言实现方法。内容和源程序代码以 C89 为主要规范, 同时也适合于 C99。本书取材新颖, 内容丰富。严格遵守 IPO (Input Process Output) 的模块程序结构规范, 尽可能地按照先分析并进行算法描述, 再进行程序代码实现、调试和测试的过程来展开实例。

本书适合用于计算机专业和非计算机专业理工科本科教材使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

程序设计基础教程: C 语言版/冯山主编.—北京:科学出版社, 2008

ISBN 978-7-03-021419-5

I.程… II.①冯… 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 (2008) 第 035600 号

责任编辑: 张展 冯铂

封面设计: 陈思思

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2008 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2008 年 5 月第一次印刷 印张: 26

印数: 1—3 000 字数: 590 千字

定价: 45.00 元

# 程序设计基础教程

## ——C 语言版

编 委 会

主 编：冯 山

副主编：马廷淮

编 委： 譙 英 杜 凯 罗 亦

姚嘉鑫 蒲志强 梁忠英

王开端 卫 星

# 前 言

作为程序设计领域的主要语言工具，C 语言自诞生以来一直保持着旺盛的生命力，它既是沟通底层程序设计和高级程序设计的桥梁，又是实际研究与开发活动中的主要技术工具。它是 C++、Java 和 C# 等面向对象程序设计语言环境的基础。它与第一个结构化程序设计语言 PASCAL 同源，同时引入了抽象数据类型概念。随着 C99 标准的推出及其超集 C++ 编程环境的不断普及与推广，C 语言的不可取代性也得到了进一步加强。

程序设计技术的学习包含汇编程序的设计技术、面向过程的程序设计技术和面向对象的程序设计技术三个方面。结构化和模块化程序设计技术属于面向过程的程序设计技术，是所有程序编写者需要掌握和学习的内容。鉴于其广泛性、基础性和运用的灵活性以及它所提供的结构化和模块化程序设计技术工具环境，将 C 语言程序设计课程作为软件开发与设计者的程序设计技术学习的入门课程是必要的。

在教学实践活动中使用的教材及相关教学资源常常以应试为目的，不够重视对程序设计方法学的教学。受十一五规划教材申报活动的激发，在四川师范大学数学与软件科学学院领导的支持和鼓励下，结合信息与计算科学专业建设的发展需要以及对长期实际教学经验的总结和梳理，编著者编写了本教材。编写本教材的出发点是希望其内容新颖、实用、专业和尽量全面地反映基于 C 语言环境的面向过程的程序设计技术及方法学，并经过大量测试实例程序或问题求解分析与设计过程展示它们，为后续 C++ 程序设计或其它相关课程的学习打下坚实的基础。

本教材呈现在读者面前的很多程序设计教学观点和方法经过较为深入的沟通和讨论。本教材的组织以结构化、模块化程序设计思想为主导。一些编著者认为必要的常识尽量以脚注形式给出，以免影响阅读连贯性。对运用过程中要注意的知识及技术要点和难点以“注意”的形式加以特别提醒。为减少或避免错误的知识要点的引用或叙述，保证程序、技术方法的正确性，增强编程经验对初学者的实际指导意义，书中所有实例的源程序代码都经由编著者亲自编写和测试。对技术问题和专业术语尽量以简单明了的习惯表述以免引起不必要的阅读误解。在不易叙述清楚时将尽量以简单易懂的实例为基础加以阐述。

欣喜的是在书稿即将完成时，编著者看到了由四川大学各位老师著述、清华大学出版社刚出版的特色教材系列之《C 语言程序设计(C99 版)》对传统 C 语言教材问题进行的分析和改进实践。它给了编著者信心，表明我们在实际教学实践中对传统程序设计教材的教学内容和教学方法的反思和改革是必要的，也是适时的。

本书原始初稿由冯山、梁忠英、卫星、王开端、蒲志强、马廷准等共同完成，由冯山进行统稿。四川大学徐廷伟教授和四川师范大学王玲教授对定稿进行了仔细审阅，提出了许多宝贵的建议和具体的修订意见。在统稿和修订过程中，尽管编著者做出了很多

努力，在书本结构、文字与图表的编辑中经过了多次审阅和修订，由于编著者本身认知水平的局限，难免会出现一些不足和缺陷。恳请各位读者在使用过程中提出宝贵的批评指正意见。

冯 山  
2008年5月

---

作者简介：冯山，男，1967年7月，博士，副教授，硕士生导师，四川师范大学数学与软件科学学院信息与计算机专业学科负责人。  
本书得到四川师范大学软件实验室项目、四川省教育厅重点项目和四川师范大学校级教改项目的资助。

## 读者须知：

本书在内容组织上力图让读者建立如下重要观点：(1) 计算机程序设计、编写和执行的基本特征与过程的了解是一个合格程序设计者的必备知识；(2) 数据类型及其计算机内部存储格式的本质特征在程序设计艺术中起着基础作用，尤其是基于 C 语言的程序设计实践活动；(3) 结构化程序设计作为面向过程程序设计领域最重要的方法学，是学习面向过程程序设计技术的基石，如何强调它也不为过。在运用程序设计技术解决实际问题时必须充分训练和运用这一方法学；(4) 结构化程序设计方法学中最重要程序结构框架是 IPO(Input Process Output)结构思想。初学者在学习过程中必需建立并灵活地掌握和应用好它，它往往作为对问题求解过程进行分析和描述的起步点。

具体的内容安排如下：

一是程序设计及语言基础篇。其中，计算机的基本工作原理和程序的内部执行过程，数据类型的内部存储格式和类型之间的无约束转换关系，混合表达式的计算等内容是学习的重点，也是难点。

二是面向过程的结构化、模块化程序设计及其实现篇。通过学习，读者可以建立起用结构化、模块化思想去分析和设计具体问题之求解过程的能力，为其 C 语言实现打下坚实的基础。

三是程序设计技术提高篇。指针是 C 语言程序设计的学习难点，尤其是指针与数组、指针与函数等的结合使用是初学者需要克服的难点。用户自定义数据类型技术是 C 语言为克服内建的简单数据类型及数组类型局限而提供的由用户主导设定的数据类型定义方法，以便适应任何实际问题模型的数据结构。位操作运算功能是 C 语言的低级语言功能特征之一。它们都是 C 语言用来解决变化多端的具体问题的关键性表述工具。

本书在具体讲述和分析过程中充分利用编著者所具有的开发实践经验和理论研究结果，通过具体语法、语义、问题求解和程序设计方法的阐释，希望使读者尽快学习和熟练掌握面向过程的程序设计基本技术要领。组织和编写过程中，参考了众多国内外著名程序设计语言教材和著作，总结了多年教学实践中的成功经验和失败教训，使教材观点和具体实例分析方法具有实践基础。书写规范上企图较为完整地展现面向过程程序设计训练要求，尤其是独立问题分析与解决的能力。讲述实例的过程中紧密结合相关程序设计方法和技巧并尽量结合 C 语言背景的语法规范进行引用。

本书所有程序实例代码均经由编著者亲自编写和测试通过。

我们的建议：

(1) 一个专业程序员编程素养的训练需要不断地编写程序代码解决问题来培养。它需要理论知识和方法的学习、编程实践和上机调试三个部分相结合的训练过程。尤其是对同一问题的多解训练。

(2) 在学习后面知识和技术时，一定要善于将前面已学过的技术和知识结合起来理解和运用，从整体上把握各个技术工具的运用。

(3) 不带星号(\*)的部分是所有读者均必须掌握的内容，带\*的部分可根据各个专业和读者的背景作选修性学习，带双星(\*\*)的部分属于较高级技术或实例内容，对初学者可以暂时不予硬性要求。对信息与计算科学专业和计算机科学技术专业的读者，原则上双星部分的内容也属于要掌握的内容。

(4) 按照周 3 学时或周 4 学时的教学计划，课堂教学学时可安排如下：第一章 2-4 学时，第二章 4-6 学时，第三章 3-4 学时，第四章 2-4 学时，第五章 2-4 学时，第六章 6 学时，第七章 2-4 学时，第八章 4-6 学时，第九章 4-6 学时，第十章 6~8 学时，第十一章 2-4 学时，第十二章 2-4 学时。上机实践不少于 30 个学时。对周学时 5 的教学实践，第六章、第八、九、十章及第十二章的内容可强化，同时增加实战性的综合性编程训练。

# 目录

## 第一部分 程序设计及语言基础篇

第一章 C 语言程序设计基础.....	3
1.1 计算机程序设计基础知识.....	3
1.1.1 计算机的诞生及特点.....	3
1.1.2 计算机组成的冯·诺依曼体系结构.....	3
1.1.3 计算机工作原理过程*.....	4
1.1.4 程序设计语言的演变过程.....	8
1.2 程序设计语言系统在计算机系统环境中的层次定位.....	12
1.3 C 语言的起源、历史、特点及其应用领域定位.....	12
1.3.1 C 语言的起源和历史.....	12
1.3.2 C 语言的特点.....	14
1.3.3 C 语言的应用领域.....	16
1.4 C 语言源程序的编辑、编译、链接与执行.....	16
1.5 C 语言程序的基本框架.....	17
1.6 三种基本的 C 语言程序结构及其设计方法.....	17
1.6.1 只有主函数的 C 语言程序结构.....	17
1.6.2 利用库函数实现功能的 C 语言程序结构.....	18
1.6.3 利用自己设计的函数实现功能的 C 语言程序结构.....	19
1.7 C 语言源程序的书写风格.....	20
1.7.1 标识符及其命名规则.....	20
1.7.2 C 语言源程序的书写规范.....	21
1.8 程序设计与编码的一般过程.....	23
1.9 简单问题的 C 语言程序设计与分析实现实例.....	25
小结.....	26
习题.....	27
第二章 C 语言中的数据类型及其基本操作.....	29
2.1 概述.....	29
2.2 数据类型.....	29
2.2.1 基本数据类型的存储空间长度及其取值范围.....	30
2.2.2 基本数据类型的内部存储格式.....	30
2.2.3 基本数据类型修饰符.....	34
2.2.4 C 语言的数据类型之间的转换分析.....	34
2.3 常量、变量和标识符.....	42

2.3.1 常量.....	42
2.3.2 变量.....	46
2.4 运算符与表达式.....	48
2.4.1 概述.....	48
2.4.2 算术运算.....	49
2.4.3 关系运算.....	50
2.4.4 逻辑运算.....	51
2.4.5 三元条件运算.....	52
小结 .....	53
习题 .....	53
第三章 C 语言的程序结构、语句分类和数据的输入输出.....	57
3.1 C 语言的程序结构 .....	57
3.2 C 语言的语句分类 .....	57
3.3 数据输入输出概念 .....	59
3.4 格式化输入与输出.....	60
3.4.1 格式化输出函数.....	60
3.4.2 格式化输入函数.....	66
3.5 字符数据的输入输出.....	68
3.5.1 字符输入和输出函数.....	68
3.5.2 字符串输入和输出函数.....	69
小结 .....	70
习题 .....	70
第二部分 面向过程的结构化和模块化程序设计及其实现篇	
第四章 程序设计的算法基础.....	77
4.1 日常问题求解的一般过程实例分析.....	77
4.2 用计算机程序进行问题求解描述的基本方法* .....	78
4.3 算法.....	79
4.3.1 算法的组成.....	80
4.3.2 算法的主要特征和性质.....	80
4.3.3 算法的描述方法.....	81
4.3.4 算法描述的 C 语言程序代码实现 .....	86
4.4 问题求解的算法分析、描述与 C 语言程序代码实现实例 .....	87
小结 .....	90
习题 .....	90
第五章 用 C 语言进行结构化程序设计.....	92
5.1 顺序结构的程序设计.....	92
5.2 选择结构.....	94
5.2.1 if 语句的选择结构 .....	94

5.2.2 条件运算符.....	101
5.2.3 switch 语句.....	103
5.3 循环控制.....	108
5.3.1 概述.....	108
5.3.2 goto 语句以及用 goto 语句构成循环*.....	109
5.3.3 while 语句.....	109
5.3.4 do while 语句.....	110
5.3.5 for 语句.....	111
5.3.6 几种循环控制结构的等价关系.....	113
5.3.7 循环的嵌套.....	113
5.4 几种常见的循环控制结构程序设计技术简介.....	113
5.4.1 循环程序的控制方法.....	113
5.4.2 应用举例.....	114
5.5 break 语句和 continue 语句.....	118
5.5.1 break 语句.....	118
5.5.2 continue 语句.....	120
小结.....	121
习题.....	121
第六章 模块化程序设计与 C 语言函数.....	125
6.1 模块化程序设计基础.....	125
6.1.1 模块化程序设计.....	125
6.1.2 C 语言环境对模块化程序设计技术的支持.....	128
6.2 函数的声明、定义和调用结构.....	128
6.2.1 C 语言程序的组织结构.....	128
6.2.2 函数声明与定义.....	129
6.2.3 函数的调用.....	138
6.3 变量的存储属性.....	146
6.3.1 变量的存储属性和可操作属性.....	146
6.3.2 变量在 C 语言程序代码中的位置属性.....	147
6.3.3 变量的生成周期及有效作用域.....	147
6.3.4 C 语言中的域**.....	158
6.4 模块化程序设计实例.....	158
小结.....	160
习题.....	161
第七章 预处理命令.....	165
7.1 宏定义.....	165
7.1.1 无参宏定义.....	165
7.1.2 带参宏定义*.....	168

7.2 文件包含 .....	174
7.3 条件编译* .....	175
小结 .....	177
习题 .....	178

### 第三部分 程序设计技术提高篇

第八章 数组 .....	183
8.1 一维数组 .....	183
8.1.1 一维数组的声明及其初始化 .....	183
8.1.2 一维数组的引用 .....	187
8.1.3 一维数组的应用 .....	192
8.2 二维数组 .....	207
8.2.1 二维数组的声明 .....	208
8.2.2 二维数组的初始化 .....	208
8.2.3 二维数组的引用 .....	211
8.2.4 二维数组的应用 .....	213
8.3 多维数组及其他类型的数组** .....	225
小结 .....	225
习题 .....	226
第九章 指针 .....	230
9.1 指针概述 .....	230
9.1.1 指针及其本质特征 .....	231
9.1.2 指针、变量和指针变量 .....	231
9.1.3 指针型表达式及其引用 .....	234
9.1.4 多级指针问题** .....	236
9.2 指针的应用 .....	237
9.2.1 指针与数组 .....	237
9.2.2 字符数组与指针 .....	247
9.2.3 指针数组* .....	251
9.2.4 指针与函数 .....	256
小结 .....	267
习题 .....	268
第十章 用户自定义数据类型 .....	271
10.1 结构体数据类型概述 .....	271
10.2 结构体数据类型的定义及其变量的声明和引用 .....	271
10.2.1 结构体数据类型的定义 .....	271
10.2.2 结构体变量的声明 .....	273
10.2.3 结构体变量的初始化 .....	276
10.2.4 结构体变量及其成员引用 .....	278

10.3 结构体变量的应用 .....	283
10.3.1 结构体数组 .....	283
10.3.2 结构体变量作为函数参数及函数返回值 .....	292
10.3.3 结构体变量指针 .....	295
10.3.4 动态存储分配技术及其应用** .....	303
10.4 共用体数据类型定义与共用体变量的声明与引用 .....	321
10.4.1 共用体数据类型及其变量声明 .....	321
10.4.2 共用体变量的基本性质 .....	323
10.4.3 共用体变量的引用及声明初始化 .....	324
10.4.4 共用体变量的应用 .....	331
10.5 枚举数据类型 .....	336
10.6 为数据类型定义新的类型名 .....	339
小结 .....	340
习题 .....	342
第十一章 位运算及其应用 .....	344
11.1 位运算操作符及其使用方法 .....	344
11.1.1 位运算符的基本运算规则 .....	344
11.1.2 位运算符应用基础 .....	346
11.2 位运算应用实例 .....	347
11.3 位段** .....	354
11.3.1 位段的概念和定义方法 .....	354
11.3.2 位段的引用方法 .....	357
11.3.3 位段的应用 .....	358
小结 .....	360
习题 .....	361
第十二章 文件 .....	362
12.1 文件概述 .....	362
12.1.1 文件的分类 .....	362
12.1.2 缓冲文件系统和非缓冲文件系统 .....	362
12.2 文件打开与关闭 .....	365
12.2.1 文件的打开 .....	365
12.2.2 文件的关闭 .....	366
12.3 文件的顺序读写模式 .....	367
12.3.1 fgetc()和 fputc() .....	367
12.3.2 fgets()和 fputs() .....	369
12.3.3 fscanf()和 fprintf() .....	370
12.3.4 fread()和 fwrite() .....	373
12.4 文件的随机读写模式 .....	375

12.4.1 文件当前读写位置的指定方法 .....	375
12.4.2 文件的随机读写实例 .....	376
12.5 非缓冲文件的读写方法** .....	380
小结 .....	381
习题 .....	382
全书附录与参考文献	
附录 I ASCII 码字符编码表 .....	385
附录 II C 语言的保留关键字 .....	387
附录 III ANSI 标准规定的数据类型典型宽度及其最小取值范围 .....	388
附录 IV 运算符优先级别和结合方向 .....	389
附录 V 常用函数库的库函数介绍 .....	391
一. 数学函数 .....	391
二. 字符函数 .....	392
三. 字符串函数 .....	393
四. 标准输入输出库函数 .....	394
五. 时间日期函数 .....	395
六. 动态分配函数 .....	395
七. 工具函数 .....	395
八. 控制台输入输出函数 .....	396
九. 图形函数 .....	397
参考书目 .....	399

# 第一部分 程序设计及语言基础篇



# 第一章 C 语言程序设计基础

了解计算机的历史、体系结构的特点、简单的工作原理和过程有助于理解程序设计的原理和方法，熟悉程序语言的发展和演变过程、C 语言的历史和特点有助于理解 C 语言程序设计学习的重要性。本章主要学习 C 语言程序设计的基础知识。

## 1.1 计算机程序设计基础知识

### 1.1.1 计算机的诞生及特点

人类早在远古的生产实践活动中就形成了数和运算的概念，并随着生产的发展发明了各种计算工具，如结绳记事、算盘、机械式计算器和电动计算器等。真正的突破是第一台电子计算机出现，即 1946 年由美国宾夕法尼亚大学研制成功的 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer —— 电子数字积分计算机)，它标志着人类在改进计算工具的过程中已经达到一个新的境界。交通大学名誉教授朱传渠是其研制者之一。

电子计算机的主要特点在于其运算速度快、计算精度高、存储容量大，具有自动的算术运算和逻辑判断能力。

### 1.1.2 计算机组成的冯·诺依曼体系结构

要完成计算功能必须具有如下一些基本要件：

基本计算工具(硬件)：算盘(进行运算的装置)、人的头脑(进行计算过程控制的装置)、记录纸(存放数据和运算步骤的装置)、手和笔(抄写数据和运算步骤的装置)。

约束和完成计算规则及其过程(软件)：各种运算口诀和规则。

基于这些基本事实，冯·诺依曼教授及其研究小组在研究、设计和改进 ENIAC 过程中提出了一个全新的以存储程序思想为基础的计算机实现方案，即 EDVAC (Electronic Discret Variable Automatic Computer —— 离散变量自动电子计算机)方案<sup>1)</sup>。在

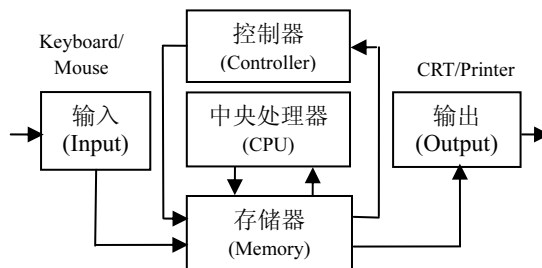


图 1-1 冯·诺依曼体系结构图

<sup>1)</sup> 称为冯·诺依曼机。该方案也称为“101 页”草案，影响深远。由冯·诺依曼教授和数学家 Goldstine(戈尔斯坦)、逻辑学家 A.W. Burks(勃克斯)一道，于 1946 年 6 月在普林斯顿高级研究所提出的设计报告“电子计算机装置逻辑结构初探”，并由此开设了“电子数字计算机设计的理论和技术”专门课程。