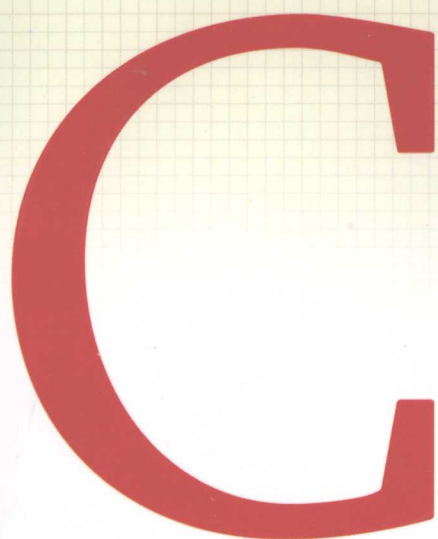


专业人士 权威经典



语言

DEVELOPMENT EXPERTS 开发专家

通用范例开发金典



柳盛 王国全 沈永林 编著
飞思科技产品研发中心 监制

读范例金典，走开发捷径

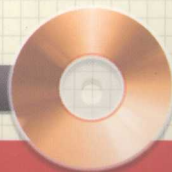
- ➡ 5 大类编程应用、34 个主要技术方向、441 个细分应用点、450 个经典范例
- ➡ 400 多个常用函数、方法，涵盖 C 语言编程的方方面面
- ➡ 精要阐释每个范例实现原理、开发过程和编程要点

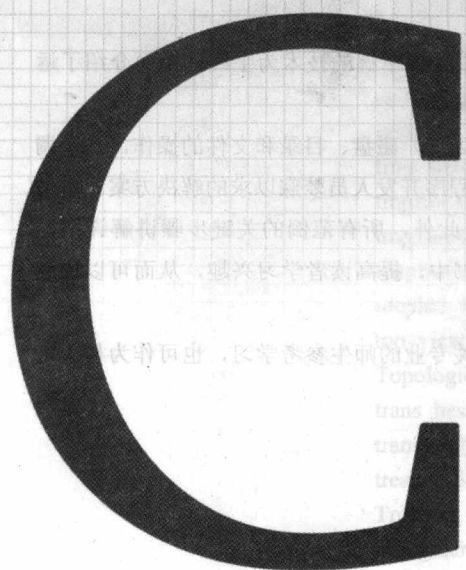


电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

本书全部范例源代码





语言

DEVELOPMENT EXPERTS 开发专家

通用范例开发金典

柳盛 王国全 沈永林 编著
飞思科技产品研发中心 监制



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

本书以程序开发人员在编程中可能遇到的实际问题和开发中应该掌握的技术为主线, 全面介绍了运用 C 语言进行程序开发的各方面的应用案例和经验技巧。

全书分为 5 章, 内容包括数据结构, 数值计算, 图形图像处理, 磁盘、目录和文件的操作, 系统调用等, 约 450 个实例。每个实例都突出实用性, 其中大部分是程序开发人员梦寐以求的解决方案。本书范例选取精心、代码规范, 具有典型的代表性, 可移植性强。此外, 所有范例的关键步骤讲解详细, “注意”、“提示”、“技巧”、“抛砖引玉”等特色穿插于书中, 提高读者学习兴趣, 从而可以快速掌握相关技巧。

本书适合广大程序员参考学习, 同时非常适合高等院校相关专业的师生参考学习, 也可作为相关培训班的培训教程。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

C 语言通用范例开发金典 / 柳盛, 王国全, 沈永林编著. 北京: 电子工业出版社, 2008.6
(开发专家)

ISBN 978-7-121-06449-4

I. C… II. ①柳…②王…③沈… III. C 语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 057073 号

责任编辑: 王树伟

印刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开本: 787×1092 1/16 印张: 70.25 字数: 1798.4 千字

印次: 2008 年 6 月第 1 次印刷

印数: 6 000 册 定价: 99.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

读范例金典 走开发捷径

软件开发，不是件容易之事。即使是一个非常有经验的程序员，在软件开发过程中也会遇到一些技术难题，这时就需要进一步学习和交流，吸取其他开发者的成功经验与编程思想去解决自己的技术难题。一个优秀的程序员是一个会学习的程序员，一个聪明的程序员是一个善于借鉴他人成功经验的程序员！

本组“通用范例开发金典”图书针对当前主流的软件编程语言和技术，汇编了每种语言在开发过程中涉及到的各类经典案例、应用和技巧，并以最直接的编写方式为读者提供学习和备查的精华内容，相信本系列图书将成为广大程序员值得珍藏的必备工具书。

C/C++

Visual C++

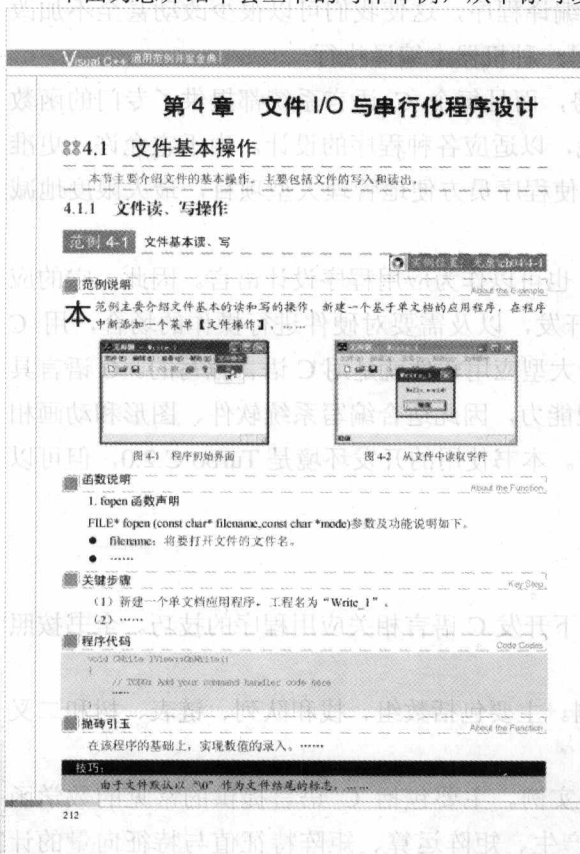
Visual Basic

Visual C#

JSP

.....

下面为您介绍本套丛书的写作体例，从中您可以看到本书提供的阅读方式和内容价值。



- 章名：按照编程技术的应用大类分章
- 节名：大类下的主要技术方向
- 小节：细分应用方式
- 范例：针对细分应用方式，设置多个典型案例
- 范例代码路径：详细索引案例源码所在路径
- 范例说明：详细讲解案例的实现原理、方式与技术要点
- 范例主要界面：直观展示范例的实现过程和功能
- 函数说明：对范例涉及到的函数进行功能说明和参数解释，快速掌握关键函数
- 关键步骤：详细说明范例的实现过程
- 程序代码：列出范例的关键代码片段，并针对核心要点有重要注释
- 抛砖引玉：引导读者举一反三，拓展范例应用点
- 技巧：简明扼要提示编程小技巧

关于本书

1. 关于 C 语言

C 语言是一种计算机程序设计语言，它既有高级语言方便易用的特点，又具有汇编语言细致精准的特性。C 语言通常被广大开发者称为中级计算机语言，中级语言并没有贬义，不意味着它功能差、难以使用，或者比 Basic、Pascal 那样的高级语言原始，也不意味着它与汇编语言相似，会给使用者带来很多理解上的困惑。C 语言之所以被称为中级语言，是因为它把高级语言的成分同汇编语言的功能结合起来了。

作为中级语言，C 允许对位、字节和地址这些计算机功能中的基本成分进行操作。用 C 语言编写的程序具有较强的可移植性（可移植性表示为某种计算机写的软件可以用到另一种机器上去）。举例来说，如果为苹果机写的一个程序能够方便地改为可以在 IBM PC 上运行的程序，则称为是可移植的。

随着 C 语言的普及，加之其具有较强的可移植性和高效率，许多程序员用它设计各类程序。几乎所有计算机上都包含 C 语言编译程序，这使我们可以很少改动甚至不加改动地将为一种机器编写的 C 语言源程序在另一种机器上编译执行。

C 语言不仅在速度和结构上有它的优势，而且每个 C 语言系统都提供了专门的函数库，程序员可以根据不同需要对其进行剪裁，以适应各种程序的设计。由于它允许（更准确地说是鼓励）分别编译，所以 C 语言可使程序员方便地管理大型项目，最大限度地减少重复劳动。

C 语言既可以作为操作系统设计语言，也可以作为应用程序设计语言。因此，它的应用范围广泛。对于操作系统、应用程序的开发，以及需要对硬件进行操作的场合，用 C 语言明显优于其他解释型高级语言，有不少大型应用软件就是用 C 语言编写的。C 语言具有较强的绘图能力，并具备很强的数据处理能力，因此适合编写系统软件、图形和动画相关的程序，同时它也是数值计算的优秀语言。本书使用的开发环境是 Turbo C 2.0，但可以简单地应用到其他 C 语言开发环境。

2. 本书阅读指南

本书系统全面地介绍了在 Turbo C 2.0 下开发 C 语言相关应用程序的技巧。全书按照 C 语言的常用领域而共分为 5 章。

第 1 章主要介绍了数据结构相关的实例。主要包括数组、栈和队列、链表、树和二叉树、图的相关算法的设计与实现等内容。

第 2 章主要介绍了与数值计算相关的实例。主要包括 C 语言提供的常见的数学函数、多项式的计算、复数运算、随机数的产生、矩阵运算、矩阵特征值与特征向量的计算、线性代数方程组的求解、非线性方程与方程组的求解、插值与逼近、数值积分、常微分方程组的求解、数据处理与回归分析、极值问题的求解、数学变换与滤波、特殊函数等内容。

第3章主要介绍了图形图像处理的实例。主要包括字符屏幕的处理、简单图形图像和组合图案的绘制、窗体和报表的设计及动画制作等内容。

第4章主要介绍了有关磁盘操作、目录及文件的相关操作的实例。

第5章主要介绍系统调用的实例。主要包括时间和日期、BIOS及内存的相关操作等内容。

3. 本书特色

(1) **编程实例主导**。在讲解中结合了大量实用而又有代表性的实例和典型应用，内容翔实、系统性强，并将实际经验融入基本理论之中。

(2) **技术领域全面**。综合开发参考手册，书中几乎囊括了使用本软件进行实用程序开发的全部技术范例。

(3) **范例剖析透彻**。关键步骤的讲解详细，程序代码注释详尽，“注意”、“提示”、“技巧”、“抛砖引玉”等特色穿插于书中，提高读者学习兴趣，从而可以快速掌握相关技巧。

(4) **实例通用性强**。实例众多，选取精心，代码规范，具有典型的代表性，可移植性强。

(5) **书盘互动**。光盘提供了典型应用实例的全部源代码，所有源代码都经过精心调试，保证能够正常运行。

4. 本书读者定位

本书是各级程序开发人员的必备参考书，同时非常适合高等院校相关专业师生参考学习；此外，本书也可作为相关培训班的培训教程；对于有初步编程基础，而需要进一步学习的人员，本书也可以提供非常全面的参考。

5. 创作团队

我们一直深信：一流的团队，奉献一流的作品，成就一流的读者。本系列图书创作团队来源于著名院校资深学者、实战经验丰富的开发专家，他们不仅有深厚的理论积累，而且长期工作于软件开发一线，有多年项目开发实战经历，经验丰富，实力超群。本书由柳盛、王国全、沈永林主编，苏昆、李波、李冠利和王东明参与部分章节编写。本系列图书创作团队（以姓氏笔划为序）为：万夕里、于兵、王东明、王加松、王国全、王树森、王超、韦朴、许娟、何光明、张建林、张维维、李波、李冠利、杨明、沈永林、苏昆、陈泰生、陈智、俞熹、姚昌顺、柳盛、赵传申、赵丽、潘杨。

6. 互动交流

读者的进步，是我们的心愿。本系列图书愿为读者提供全面的技术支持，各种服务方式包括：

(1) **技术讲座**。将在适当的时间组织专家进行技术巡讲，介绍最新的技术并当面解答读者的疑问。

(2) 版本升级。本系列图书将跟踪最新开发技术发展动态，及时更新版本，为读者提供最新的开发技术。

(3) 问题解答。如果您阅读本丛书过程中，有任何问题或意见，请发邮件至我们的答疑信箱 Book21Press@126.com，我们将及时为您提供解决方案。

7. 特别致谢

在此，我们对本书所选用的参考资料的编著者们表示诚挚的谢意，感谢为本书出版提供帮助的各界人士，感谢电子工业出版社对这套书的大力支持。由于时间仓促，学识有限，书中不妥之处，敬请广大读者指正。

编著者

联系方式

咨询电话: (010) 88254160 88254161-67

电子邮件: support@fecit.com.cn

服务网址: <http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址: 计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

第 1 章 数据结构.....	1	范例 1-15 字符串的替换.....	31
1.1 数组和字符串.....	2	::相关函数: strcpy 函数	
1.1.1 一维数组的倒置.....	2	1.1.16 字符串的删除.....	33
范例 1-1 一维数组的倒置.....	2	范例 1-16 字符串的删除.....	33
::相关函数: fun 函数		::相关函数: strdel 函数	
1.1.2 一维数组应用.....	3	1.1.17 字符串的比较.....	35
范例 1-2 一维数组应用.....	3	范例 1-17 字符串的比较.....	35
1.1.3 一维数组的高级应用.....	5	::相关函数: strcmp 函数	
范例 1-3 一维数组的高级应用.....	5	1.1.18 字符串的抽取.....	36
1.1.4 显示杨辉三角.....	7	范例 1-18 字符串的抽取.....	36
范例 1-4 显示杨辉三角.....	7	::相关函数: substr 函数	
::相关函数: c 函数		1.1.19 字符串的分割.....	38
1.1.5 魔方阵.....	9	范例 1-19 字符串的分割.....	38
范例 1-5 魔方阵.....	9	::相关函数: partition 函数	
1.1.6 三维数组的表示.....	14	1.1.20 字符串的插入.....	40
范例 1-6 三维数组的表示.....	14	范例 1-20 字符串的插入.....	40
::相关函数: InitArray 函数		::相关函数: insert 函数	
1.1.7 多项式的数组表示.....	17	1.1.21 字符串的匹配.....	42
范例 1-7 多项式的数组表示.....	17	范例 1-21 字符串的匹配.....	42
1.1.8 查找矩阵的马鞍点.....	19	::相关函数: nfind 函数	
范例 1-8 查找矩阵的马鞍点.....	19	1.1.22 字符串的合并.....	43
::相关函数: Get_Saddle 函数		范例 1-22 字符串的合并.....	43
1.1.9 对角矩阵建立.....	21	::相关函数: catstr 函数	
范例 1-9 对角矩阵建立.....	21	1.1.23 文本编辑.....	45
::相关函数: Store 函数		范例 1-23 文本编辑.....	45
1.1.10 三对角矩阵的建立.....	22	::相关函数: StrAssign 函数	
范例 1-10 三对角矩阵的建立.....	22	1.2 栈和队列.....	54
::相关函数: Store 函数		1.2.1 用数组仿真堆栈.....	54
1.1.11 三角矩阵建立.....	24	范例 1-24 用数组仿真堆栈.....	54
范例 1-11 三角矩阵建立.....	24	::相关函数: push 函数 pop 函数	
::相关函数: Store 函数		1.2.2 用链表仿真堆栈.....	57
1.1.12 对称矩阵的建立.....	25	范例 1-25 用链表仿真堆栈.....	57
范例 1-12 对称矩阵的建立.....	25	::相关函数: push 函数 pop 函数	
::相关函数: Store 函数		1.2.3 顺序栈公用.....	59
1.1.13 字符串长度的计算.....	28	范例 1-26 顺序栈公用.....	59
范例 1-13 字符串长度的计算.....	28	::相关函数: push 函数 pop 函数	
::相关函数: strlen 函数		1.2.4 进制转换问题.....	61
1.1.14 字符串的复制.....	29	范例 1-27 进制转换问题.....	61
范例 1-14 字符串的复制.....	29	::相关函数: MultiBaseOutput 函数	
::相关函数: strcpy 函数		1.2.5 顺序队列操作.....	64
1.1.15 字符串的替换.....	31	范例 1-28 顺序队列操作.....	64
		::相关函数: push 函数 pop 函数	
		1.2.6 循环队列.....	66

范例 1-29 循环队列	66
::相关函数: EnQueue 函数	
DeQueue 函数	
1.2.7 链队列的入队、出队	69
范例 1-30 链队列的入队、出队	69
::相关函数: push 函数	
pop 函数	
1.2.8 舞伴问题	71
范例 1-31 舞伴问题	71
::相关函数: EnQueue 函数	
DeQueue 函数	
DancePartner 函数	
1.3 链表	75
1.3.1 头插法建立单链表	75
范例 1-32 头插法建立单链表	75
::相关函数: createlist 函数	
1.3.2 限制链表长度建立单链表	77
范例 1-33 限制链表长度建立	
长单链表	77
::相关函数: createlist 函数	
1.3.3 尾插法建立单链表	79
范例 1-34 尾插法建立单链表	79
::相关函数: createlist 函数	
1.3.4 按序号查找单链表	80
范例 1-35 按序号查找单链表	80
::相关函数: getnode 函数	
1.3.5 按值查找单链表	82
范例 1-36 按值查找单链表	82
::相关函数: locatenode 函数	
1.3.6 链表的插入	84
范例 1-37 链表的插入	84
::相关函数: insertnode 函数	
1.3.7 链表的删除	86
范例 1-38 链表的删除	86
::相关函数: deletelist 函数	
1.3.8 归并两个单链表	88
范例 1-39 归并两个单链表	88
::相关函数: concatenate 函数	
1.3.9 动态堆栈	90
范例 1-40 动态堆栈	90
::相关函数: push 函数 pop 函数	
1.3.10 动态队列	93
范例 1-41 动态队列	93
::相关函数: Enqueue 函数	

1.3.11 初始化单循环链表	95
范例 1-42 初始化单循环链表	95
::相关函数: ListLength_CL 函数	
1.3.12 查询元素的前驱和后继	98
范例 1-43 查询元素的前驱和后继	98
::相关函数: PriorElem_CL 函数	
NextElem_CL 函数	
1.3.13 单循环链表中元素的删除	101
范例 1-44 单循环链表中元素的	
删除	101
::相关函数: ListDelete_CL 函数	
1.3.14 单循环链表的清除和销毁	107
范例 1-45 单循环链表的清除和销毁	107
::相关函数: DestroyList 函数	
1.3.15 仅设表尾指针循环链表的合并	110
范例 1-46 仅设表尾指针	
循环链表的合并	110
::相关函数: MergeList_CL 函数	
1.3.16 正序输出双向链表	113
范例 1-47 正序输出双向链表	113
::相关函数: ListInsert 函数	
ListTraverse 函数	
1.3.17 逆向输出双向链表	116
范例 1-48 逆向输出双向链表	116
::相关函数: ListTraverseBack 函数	
1.3.18 删除双向链表中的节点	121
范例 1-49 删除双向链表中的节点	121
::相关函数: ListDelete 函数	
1.3.19 双向链表的元素个数	124
范例 1-50 双向链表的元素个数	124
::相关函数: ListLength 函数	
1.3.20 判断双向链表是否为空	126
范例 1-51 判断双向链表是否为空	126
::相关函数: ListEmpty 函数	
1.3.21 双向链表元素值的查询	129
范例 1-52 双向链表元素值的查询	129
::相关函数: GetElemP 函数	
1.3.22 稀疏矩阵的建立	136
范例 1-53 稀疏矩阵的建立	136
::相关函数: Create 函数	
1.3.23 稀疏矩阵的删除	138
范例 1-54 稀疏矩阵的删除	138
::相关函数: erase 函数	

1.4 树和二叉树.....	141	范例 1-63 中序遍历二叉树.....	171
1.4.1 获得二叉树的深度和根 (顺序结构)	141	::相关函数: InOrderTraverse 函数	
范例 1-55 获得二叉树的深度和根.....	141	1.4.10 中序非递归遍历	
::相关函数: BiTreeDepth 函数		二叉树 (链式结构) (1)	174
Root 函数		范例 1-64 中序非递归遍历二叉树.....	174
1.4.2 获得二叉树的深度和根 (链表结构)	144	::相关函数: InOrderTraverse 函数	
范例 1-56 获得二叉树的深度和根.....	144	1.4.11 中序非递归遍历	
::相关函数: BiTreeDepth 函数		二叉树 (链式结构) (2)	177
Root 函数		范例 1-65 中序非递归遍历二叉树.....	177
1.4.3 树的插入 (顺序结构)	147	::相关函数: InOrderTraverse2 函数	
范例 1-57 树的插入.....	147	1.4.12 后序遍历二叉树	
::相关函数: InsertChild 函数		(顺序结构)	180
1.4.4 节点的修改 (顺序结构)	150	范例 1-66 后序遍历二叉树.....	180
范例 1-58 节点的修改.....	150	::相关函数: PostOrderTraverse 函数	
::相关函数: Assign 函数		1.4.13 后序遍历二叉树	
1.4.5 节点的修改 (链式结构)	154	(链式结构)	183
范例 1-59 节点的修改.....	154	范例 1-67 后序遍历二叉树.....	183
::相关函数: Assign 函数		::相关函数: PostOrderTraverse 函数	
1.4.6 双亲、孩子和兄弟		1.4.14 层次遍历二叉树	
节点的查询 (顺序结构)	158	(顺序结构)	186
范例 1-60 双亲、孩子和兄弟节点的查询.....	158	范例 1-68 层次遍历二叉树.....	186
::相关函数: Parent 函数		::相关函数: LevelOrderTraverse 函数	
LeftChild 函数		1.4.15 层次遍历二叉树	
RightChild 函数		(链式结构)	188
LeftSibling 函数		范例 1-69 层次遍历二叉树.....	188
RightSibling 函数		::相关函数: LevelOrderTraverse 函数	
1.4.7 双亲、孩子和兄弟		1.4.16 树的合并.....	191
节点的查询 (链式结构)	162	范例 1-70 树的合并.....	191
范例 1-61 双亲、孩子和兄弟节点的查询.....	162	::相关函数: Find 函数 Union 函数	
::相关函数: Parent 函数		1.4.17 树的二叉链表存储的	
LeftChild 函数		基本操作.....	193
RightChild 函数		范例 1-71 树的二叉链表存储的	
LeftSibling 函数		基本操作.....	193
RightSibling 函数		::相关函数: LevelOrderTraverse 函数	
1.4.8 中序遍历二叉树		1.4.18 二叉树的三叉链表	
(顺序结构)	169	存储的基本操作	201
范例 1-62 中序遍历二叉树.....	169	范例 1-72 二叉树的三叉链表	
::相关函数: InOrderTraverse 函数		存储的基本操作.....	201
1.4.9 中序遍历二叉树		::相关函数: CreateBiTree 函数	
(链式结构)	171	1.4.19 二叉树的二叉线索	
		存储的基本操作	212

范例 1-73 二叉树的二叉线索存储	212
::相关函数: CreateBiThrTree 函数	
1.4.20 树的双亲表存储的基本操作	215
范例 1-74 树的双亲表存储的	
基本操作	215
::相关函数: CreateTree 函数	
1.4.21 哈夫曼编码 (1)	223
范例 1-75 哈夫曼编码 (1)	223
::相关函数: HuffmanCoding 函数	
1.4.22 哈夫曼编码 (2)	226
范例 1-76 哈夫曼编码 (2)	226
::相关函数: HuffmanCoding 函数	
1.5 排序	229
1.5.1 直接插入排序	229
范例 1-77 直接插入排序	229
::相关函数: InsertSort 函数	
1.5.2 折半插入排序	
(顺序结构)	231
范例 1-78 折半插入排序	
(顺序结构)	231
::相关函数: BInsertSort 函数	
1.5.3 2—路插入排序	
(顺序结构)	233
范例 1-79 2—路插入排序	
(顺序结构)	233
::相关函数: P2_InsertSort 函数	
1.5.4 折半插入排序 (链式结构)	235
范例 1-80 折半插入排序	
(链式结构)	235
::相关函数: Arrange 函数	
1.5.5 2—路插入排序	
(链式结构)	238
范例 1-81 2—路插入排序	
(链式结构)	238
::相关函数: Rearrange 函数	
1.5.6 希尔排序	241
范例 1-82 希尔排序	241
::相关函数: ShellSort 函数	
1.5.7 冒泡排序	243
范例 1-83 冒泡排序	243
::相关函数: bubble_sort 函数	
1.5.8 一趟快速排序	246

范例 1-84 一趟快速排序	246
::相关函数: QSort 函数	
1.5.9 一趟快速排序的改进算法	248
范例 1-85 一趟快速排序的	
改进算法	248
::相关函数: QuickSort 函数	
1.5.10 简单选择排序	250
范例 1-86 简单选择排序	250
::相关函数: SelectSort 函数	
1.5.11 箱子排序	252
范例 1-87 箱子排序	252
::相关函数: sort 函数	
1.5.12 树型选择排序	254
范例 1-88 树型选择排序	254
::相关函数: TreeSort 函数	
1.5.13 堆排序	256
范例 1-89 堆排序	256
::相关函数: HeapSort 函数	
1.5.14 归并排序	258
范例 1-90 归并排序	258
::相关函数: MergeSort 函数	
1.5.15 多路平衡归并排序	260
范例 1-91 多路平衡归并排序	260
::相关函数: K_Merge 函数	
1.5.16 置换—选择排序	265
范例 1-92 置换—选择排序	265
::相关函数: Replace_Selection 函数	
1.5.17 文件的归并	269
范例 1-93 文件的归并	269
::相关函数: K_Merge 函数	
1.6 查找	272
1.6.1 顺序表的查找	273
范例 1-94 顺序表的查找	273
::相关函数: Search_Seq 函数	
1.6.2 静态树表的查找	276
范例 1-95 静态树表的查找	276
::相关函数: Search_SOSTree 函数	
1.6.3 二叉排序树的基本操作	280
范例 1-96 二叉排序树的基本操作	280
::相关函数: InsertBST 函数	
1.6.4 平衡二叉树的基本操作	285
范例 1-97 平衡二叉树的基本操作	285
::相关函数: SearchBST 函数	

1.6.5 B 树的基本操作	290	1.7.8 关键路径	374
范例 1-98 B 树的基本操作	290	范例 1-109 关键路径	374
::相关函数: SearchBTree 函数		::相关函数: CriticalPath 函数	
1.6.6 按关键字字符串的遍历		1.7.9 最短路径	383
双链键树	295	范例 1-110 最短路径	383
范例 1-99 按关键字字符串遍历		::相关函数: ShortestPath_DIJ 函数	
双链键树	295	1.7.10 每一对顶点之间的最短路径 .. 387	
::相关函数: SearchDLTree 函数		范例 1-111 每一对顶点之间的	
1.6.7 按关键字字符串的遍历 Trie 树.....301		最短路径	387
范例 1-100 按关键字字符串		::相关函数: ShortestPath_FLOYD 函数	
遍历 Trie 树	301	1.8 本章小结	395
::相关函数: SearchTrie 函数		第 2 章 数值计算	397
1.6.8 哈希表的基本操作	306	2.1 常见的数学函数	398
范例 1-101 哈希表的基本操作	306	2.1.1 求整数的绝对值	398
::相关函数: SearchHash 函数		范例 2-1 求整数的绝对值	398
1.7 图	311	::相关函数: abs 函数	
1.7.1 图的邻接矩阵存储表示	311	2.1.2 求长整型整数的绝对值	399
范例 1-102 图的邻接矩阵		范例 2-2 求长整型整数的绝对值	399
存储表示	311	::相关函数: labs 函数	
::相关函数: CreateFAG 函数		2.1.2 求浮点数的绝对值	400
CreateDG 函数		范例 2-2 求浮点数的绝对值	400
1.7.2 图的邻接表存储表示	324	::相关函数: fabs 函数	
范例 1-103 图的邻接表存储表示	324	2.1.2 求反余弦	400
::相关函数: CreateFAG 函数		范例 2-4 求反余弦	400
1.7.3 有向图的十字链表存储表示	335	::相关函数: acos 函数	
范例 1-104 有向图的十字链		2.1.5 求反正弦	401
表存储表示	335	范例 2-5 求反正弦	401
::相关函数: CreateDG 函数		::相关函数: asin 函数	
1.7.4 无向图的邻接多重表		2.1.6 求反正切	402
存储表示	344	范例 2-6 求反正切	402
范例 1-105 无向图的邻接		::相关函数: atan 函数	
多重表存储表示	344	2.1.7 对浮点数进行舍入	403
::相关函数: CreateGraph 函数		范例 2-7 对浮点数进行舍入	403
1.7.5 最小生成树	355	::相关函数: ceil 函数	
范例 1-106 最小生成树	355	2.1.8 求余弦	404
::相关函数: MiniSpanTree_PRIM 函数		范例 2-8 求余弦	404
1.7.6 关节点和重连通分量	359	::相关函数: cos 函数	
范例 1-107 关节点和重连通分量	359	2.1.9 求双曲余弦	405
::相关函数: FindArticul 函数		范例 2-9 求双曲余弦	405
1.7.7 拓扑排序	366	::相关函数: cosh 函数	
范例 1-108 拓扑排序	366	2.1.10 求正弦	406
::相关函数: TopologicalSort 函数			

范例 2-10 求正弦	406
::相关函数: sin 函数	
2.1.11 求双曲正弦	406
范例 2-11 求双曲正弦	406
::相关函数: sinh 函数	
2.1.12 求正切	407
范例 2-12 求正切	407
::相关函数: tan 函数	
2.1.13 求双曲正切	408
范例 2-13 求双曲正切	408
::相关函数: tanh 函数	
2.1.14 获得整数相除的商和余数	409
范例 2-14 获得整数相除的 商和余数	409
::相关函数: div 函数	
2.1.15 求 e^x	410
范例 2-15 求 e^x	410
::相关函数: exp 函数	
2.1.16 获取浮点相除的余数	411
范例 2-16 获取浮点数相除的余数	411
::相关函数: fmod 函数	
2.1.17 获取浮点数的尾数和指数	412
范例 2-17 获取浮点数的 尾数和指数	412
::相关函数: frexp 函数	
2.1.18 求 $x^{2^{\text{exponent}}}$	413
范例 2-18 求 $x^{2^{\text{exponent}}}$	413
::相关函数: ldexp 函数	
2.1.19 求自然对数	413
范例 2-19 求自然对数	413
::相关函数: log 函数	
2.1.20 求 $\lg x$	414
范例 2-20 求 $\lg x$	414
::相关函数: log10 函数	
2.1.21 获取浮点数的整数 部分和小数部分	415
范例 2-21 获取浮点数的整数 部分和小数部分	415
::相关函数: modf 函数	
2.1.22 求 x^y	416
范例 2-22 求 x^y	416
::相关函数: pow 函数	
2.1.23 求 10^x	417

范例 2-23 求 10^x	417
::相关函数: pow10 函数	
2.1.24 获取随机数	418
范例 2-24 获取随机数	418
::相关函数: rand 函数	
2.1.25 设置随机数生成器初值	418
范例 2-25 设置随机数生成器初值	418
::相关函数: srand 函数	
2.1.26 获取最大值和最小值	419
范例 2-26 获取最大值和最小值	419
::相关函数: max 函数 min 函数	
2.1.27 求直角三角形的斜边长	421
范例 2-27 求直角三角形的斜边长	421
::相关函数: hypot 函数	
2.1.28 获取多项式的值	421
范例 2-28 获取多项式的值	421
::相关函数: poly 函数	
2.2 多项式的计算	422
2.2.1 一维多项式求值	422
范例 2-29 一维多项式求值	422
::相关函数: polyval 函数	
2.2.2 二维多项式求值	424
范例 2-30 二维多项式求值	424
::相关函数: tdpolyval 函数	
2.2.3 复系数一维多项式求值	425
范例 2-31 复系数一维多项式求值	425
::相关函数: cdpolyval 函数	
2.2.4 多项式相乘	427
范例 2-32 多项式相乘	427
::相关函数: polymul 函数	
2.2.5 复系数多项式相乘	428
范例 2-33 复系数多项式相乘	428
::相关函数: cdpolymul 函数	
2.2.6 多项式除法	430
范例 2-34 多项式除法	430
::相关函数: polydiv 函数	
2.2.7 复数多项式相除	432
范例 2-35 复数多项式相除	432
::相关函数: cdpolydiv 函数	
2.3 复数运算	435
2.3.1 复数乘法	435
范例 2-36 复数乘法	435
::相关函数: cpmul 函数	

2.3.2 复数除法.....436	2.4.5 产生任意均值与方差的
范例 2-37 复数除法.....436	正态分布的随机数.....451
::相关函数: cpdiv 函数	范例 2-48 任意均值与方差的
2.3.3 复数乘幂.....437	正态分布的随机数.....451
范例 2-38 复数乘幂.....437	::相关函数: nordisrnd 函数
::相关函数: cppower 函数	2.4.6 产生任意均值与方差的
2.3.4 复数的 n 次方根.....439	正态分布的随机数序列.....453
范例 2-39 复数的 n 次方根.....439	范例 2-49 产生任意均值与方差
::相关函数: cproot 函数	的正态分布随机数序列.....453
2.3.5 复数指数.....441	::相关函数: nordistrndsq 函数
范例 2-40 复数指数.....441	2.5 矩阵运算.....454
::相关函数: polyval 函数	2.5.1 实矩阵相乘.....454
2.3.6 复数对数.....442	范例 2-50 实矩阵相乘.....454
范例 2-41 复数对数.....442	::相关函数: matrixmul 函数
::相关函数: cplog 函数	2.5.2 复矩阵相乘.....456
2.3.7 复数正弦.....443	范例 2-51 复矩阵相乘.....456
范例 2-42 复数正弦.....443	::相关函数: cpmatrixmul 函数
::相关函数: cpsin 函数	2.5.3 一般实矩阵求逆.....458
2.3.8 复数余弦.....444	范例 2-52 一般实矩阵求逆.....458
范例 2-43 复数余弦.....444	::相关函数: matrix_inverse 函数
::相关函数: cpcos 函数	2.5.4 一般复矩阵求逆.....462
2.4 随机数的产生.....445	范例 2-53 一般复矩阵求逆.....462
2.4.1 产生 0~1 之间均匀分布的	::相关函数: multi_matrix_inverse 函数
随机数.....446	2.5.5 对称正定矩阵的求逆.....465
范例 2-44 0~1 之间均匀分布的	范例 2-54 对称正定矩阵的求逆.....465
随机数.....446	::相关函数: symmetric_positive_
::相关函数: edisrnd 函数	definite_matrix 函数
2.4.2 产生 0~1 之间均匀分布的	2.5.6 托伯利兹矩阵求逆的
随机数序列.....447	特兰持方法.....467
范例 2-45 0~1 之间均匀分布的	范例 2-55 托伯利兹矩阵求逆的
随机数序列.....447	特兰持方法.....467
::相关函数: edisrndsq 函数	::相关函数: toeplitz_inv 函数
2.4.3 产生任意区间内均匀分布的	2.5.7 求一般行列式的值.....470
随机数.....448	范例 2-56 求一般行列式的值.....470
范例 2-46 产生任意区间内均匀	::相关函数: determinant_value 函数
分布的随机数.....448	2.5.8 求矩阵的秩.....472
::相关函数: itervalrnd 函数	范例 2-57 求矩阵的秩.....472
2.4.4 产生任意区间内均匀分布的随机	::相关函数: determinant_rank 函数
数序列.....450	2.5.9 对称正定矩阵的乔里斯
范例 2-47 产生任意区间内均匀	基分解与行列式求值.....474
分布的随机数序列.....450	范例 2-58 对称正定矩阵的乔里斯
::相关函数: itervalrndsq 函数	基分解与行列式求值.....474

::相关函数: <code>cholesky_method</code> 函数	
2.5.10 矩阵的三角分解	476
范例 2-59 矩阵的三角分解	476
::相关函数: <code>triangular_decomposition</code> 函数	
2.5.11 一般实矩阵的 QR 分解	478
范例 2-60 一般实矩阵的 QR 分解	478
::相关函数: <code>qr_decomposition</code> 函数	
2.5.12 求广义逆的奇异值分解法	480
范例 2-61 求广义逆的奇异值分解法	480
::相关函数: <code>singular_value_decomposition</code> 函数 <code>generalized_inverses</code> 函数	
2.6 矩阵特征值与特征向量的计算	489
2.6.1 约化对称矩阵为对称三对角阵的豪斯荷尔德变换法	489
范例 2-62 约化对称矩阵为对称三对角阵的豪斯荷尔德变换法	489
::相关函数: <code>Householder_method</code> 函数	
2.6.2 求对称三对角阵的全部特征值与特征向量	492
范例 2-63 求对称三对角阵的全部特征值与特征向量	492
::相关函数: <code>def_qr</code> 函数	
2.6.3 约化一般实矩阵为赫申伯格矩阵的初等相似变换法	496
范例 2-64 约化实矩阵为赫申伯格矩阵的初等相似变换法	496
::相关函数: <code>trans_hessenbreg</code> 函数	
2.6.4 求赫申伯格矩阵全部特征值的 QR 方法	498
范例 2-65 求赫申伯格矩阵全部特征值的 QR 方法	498
::相关函数: <code>hessenbreg_qr</code> 函数	
2.6.5 求实对称矩阵特征值与特征向量的雅可比法	502
范例 2-66 求实对称矩阵特征值与特征向量的雅可比法	502
::相关函数: <code>jacobi_method</code> 函数	

2.6.6 求实对称矩阵特征值与特征向量的雅可比过关法	505
范例 2-67 求实对称矩阵特征值与特征向量的雅可比过关法	505
::相关函数: <code>jacobi_clearance</code> 函数	
2.7 线性代数方程组的求解	507
2.7.1 求解实系数方程组的全选主元高斯消去法	508
范例 2-68 求解实系数方程组的全选主元高斯消去法	508
::相关函数: <code>gauss_elimination</code> 函数	
2.7.2 求解实系数方程组的全选主元高斯—约当消去法	510
范例 2-69 求解实系数方程组的全选主元高斯—约当消去法	510
::相关函数: <code>gauss_jordan_elimination</code> 函数	
2.7.3 求解复系数方程组的全选主元高斯消去法	513
范例 2-70 求解复系数方程组 (方法一)	513
::相关函数: <code>plu_gauss</code> 函数	
2.7.4 求解复系数方程组的全选主元高斯—约当消去法	516
范例 2-71 求解复系数方程组 (方法二)	516
::相关函数: <code>plu_gauss_jordan</code> 函数	
2.7.5 求解三对角线方程组的追赶法	519
范例 2-72 求解三对角线方程组的追赶法	519
::相关函数: <code>tridiagonal_chase</code> 函数	
2.7.6 求解一般带型方程组	521
范例 2-73 求解一般带型方程组	521
::相关函数: <code>principal_gauss</code> 函数	
2.7.7 求解对称方程组的分解法	523
范例 2-74 求解对称方程组的分解法	523
::相关函数: <code>equations_decomposition</code> 函数	
2.7.8 求解对称正定方程组的平方根法	526

范例 2-75 求解对称正定方程组的平方根法.....526	范例 2-84 牛顿法.....555
::相关函数: equations_square_root 函数	::相关函数: newton_iterative 函数
2.7.9 求解大型稀疏方程组.....528	2.8.3 求非线性方程一个实根的埃特金迭代法.....557
范例 2-76 求解大型稀疏方程组.....528	范例 2-85 埃特金迭代法.....557
::相关函数: sparse_gauss_jordan 函数	::相关函数: aitken_iterative 函数
2.7.10 求解托伯利兹方程组的列文逊方法.....531	2.8.4 求非线性方程一个实根的连分式法.....558
范例 2-77 求解托伯利兹方程组的列文逊方法.....531	范例 2-86 连分式法.....558
::相关函数: toeplitz Levinson 函数	::相关函数: continued_fraction 函数
2.7.11 高斯—赛德尔迭代法.....533	2.8.5 求实系数代数方程全部根的QR方法.....560
范例 2-78 高斯—赛德尔迭代法.....533	范例 2-87 QR方法.....560
::相关函数: gauss_seidel_iteration 函数	::相关函数: qr_all 函数
2.7.12 求解对称正定方程组的共轭梯度法.....535	2.8.6 求实系数代数方程全部根的牛顿下山法.....563
范例 2-79 求解对称正定方程组的共轭梯度法.....535	范例 2-88 求实系数代数方程全部根的牛顿下山法.....563
::相关函数: conjugate_gradient_method 函数	::相关函数: newton_descent_all 函数
2.7.13 求解线性最小二乘问题的豪斯荷尔德变换法.....537	2.8.7 求复系数代数方程全部根的牛顿下山法.....568
范例 2-80 求解线性最小二乘问题的豪斯荷尔德变换法.....537	范例 2-89 求复系数代数方程全部根的牛顿下山法.....568
::相关函数: least_square_householder 函数	::相关函数: newton_descent_complex 函数
2.7.14 求解线性最小二乘问题的广义逆法.....540	2.8.8 求非线性方程组一组实根的梯度法.....572
范例 2-81 求解线性最小二乘问题的广义逆法.....540	范例 2-90 求非线性方程组一组实根的梯度法.....572
::相关函数: least_squares_reversion 函数	::相关函数: gradient_nonlinear 函数
2.7.15 求解病态方程组.....549	2.8.9 求非线性方程组一组实根的拟牛顿法.....574
范例 2-82 求解病态方程组.....549	范例 2-91 求非线性方程组一组实根的拟牛顿法.....574
::相关函数: morbid_equations 函数	::相关函数: quasi_newton_nonlinear 函数
2.8 非线性方程与方程组的求解.....553	2.8.10 求非线性方程一个实根的蒙特卡洛法.....577
2.8.1 求非线性方程一个实根的对分法.....553	范例 2-92 求非线性方程的蒙特卡洛法.....577
范例 2-83 对分法.....553	::相关函数: monte_carlo_nonlinear 函数
::相关函数: nonlinear_dichotomy 函数	
2.8.2 求非线性方程一个实根的牛顿法.....555	

2.8.11 求实函数或复函数方程

一个复根的蒙特卡洛法579

范例 2-93 求实函数或复函数方程一个

复根的蒙特卡洛法579

::相关函数: monte_carlo_realplex 函数

2.8.12 求非线性方程组一组实根的

蒙特卡洛法581

范例 2-94 求非线性方程组一组实根的

蒙特卡洛法581

::相关函数: monte_carlo_equation 函数

2.9 插值与逼近583

2.9.1 一元全区间插值583

范例 2-95 一元全区间插值583

::相关函数: interpolation_total 函数

2.9.2 一元三点插值585

范例 2-96 一元三点插值585

::相关函数: interpolation_three 函数

2.9.3 连分式插值586

范例 2-97 连分式插值586

::相关函数: interpolation_continued 函数

2.9.4 埃尔米特插值588

范例 2-98 埃尔米特插值588

::相关函数: interpolation_hermite 函数

2.9.5 埃特金逐步插值590

范例 2-99 埃特金逐步插值590

::相关函数: interpolation_aitken 函数

2.9.6 光滑插值592

范例 2-100 光滑插值592

::相关函数: interpolation_akima 函数

2.9.7 第一种边界条件的三次样条

函数插值、微商与积分595

范例 2-101 第一种边界条件的三次样条

函数插值、微商与积分595

::相关函数: cubic_spline_first 函数

2.9.8 第二种边界条件的三次样条函数

插值、微商与积分598

范例 2-102 第二种边界条件的三次样条

函数插值、微商与积分598

::相关函数: cubic_spline_second 函数

2.9.9 第三种边界条件的三次样条

函数插值、微商与积分600

范例 2-103 第三种边界条件的三次样条

函数插值、微商与积分600

::相关函数: cubic_spline_third 函数

2.9.10 二元三点插值604

范例 2-104 二元三点插值604

::相关函数: interpolation_point 函数

2.9.11 二元全区间插值606

范例 2-105 二元全区间插值606

::相关函数: interpolation_total 函数

2.9.12 最小二乘曲线拟合608

范例 2-106 最小二乘曲线拟合608

::相关函数: least_squares_fitting 函数

2.9.13 切比雪夫曲线拟合611

范例 2-107 切比雪夫曲线拟合611

::相关函数: chebyshev_fitting 函数

2.9.14 最佳一致逼近的里米兹方法 ..614

范例 2-108 最佳一致逼近的

里米兹方法614

::相关函数: remez_method 函数

2.9.15 矩形域的最小二乘曲面拟合 ..616

范例 2-109 矩形域的最小二乘曲

面拟合616

::相关函数: rec_fitting 函数

2.10 数值积分621

2.10.1 变步长梯形求积法621

范例 2-110 变步长梯形求积法621

::相关函数: integration_ladder 函数

2.10.2 变步长辛卜生求积法623

范例 2-111 变步长辛卜生求积法623

::相关函数: integration_simpson 函数

2.10.3 自适应梯形求积法624

范例 2-112 自适应梯形求积法624

::相关函数: integration_self_adaptive 函数

2.10.4 龙贝格求积法626

范例 2-113 龙贝格求积法626

::相关函数: integration_romberg 函数

2.10.5 计算一维积分的连分式法627

范例 2-114 计算一维积分

的连分式法627

::相关函数: continued_fractions 函数

2.10.6 高振荡函数求积法629

范例 2-115 高振荡函数求积法629