

坚果系列



C

语言核心技术

C in a Nutshell

O'REILLY®



机械工业出版社
China Machine Press



Peter Prinz & Tony Crawford 著

O'Reilly Taiwan 公司 译

TP312/2524

2007

C

语言核心技术

Peter Prinz & Tony Crawford 著

O'Reilly Taiwan 公司 译

O'REILLY®

Beijing • Cambridge • Farnham • Köln • Paris • Sebastopol • Taipei • Tokyo

O'Reilly Media, Inc. 授权机械工业出版社出版

机械工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

C 语言核心技术 / (美) 布莱恩 (Prinz, P.), (美) 克劳福德 (Crawford, T.) 著;
O'Reilly Taiwan 公司译. —北京: 机械工业出版社, 2007.8

书名原文: C in a Nutshell

ISBN 978-7-111-22050-3

I. C... II. ①布... ②克... ③O... III. C 语言—基本知识 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 117266 号

北京市版权局著作权合同登记

图字: 10-2007-3079 号

©2005 by O'Reilly Media, Inc.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and China Machine Press, 2007. Authorized translation of the English edition, 2005 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

英文原版由 O'Reilly Media, Inc. 出版 2005。

简体中文版由机械工业出版社出版 2007。英文原版的翻译得到 O'Reilly Media, Inc. 的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O'Reilly Media, Inc. 的许可。

版权所有, 未得书面许可, 本书的任何部分和全部不得以任何形式复制。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

书 名 / C 语言核心技术

书 号 / ISBN 978-7-111-22050-3

责任编辑 / 李南丰

封面设计 / Karen Montgomery, 张健

出版发行 / 机械工业出版社

地 址 / 北京市西城区百万庄南街 1 号 (邮政编码 100037)

经 销 / 新华书店北京发行所发行

印 刷 / 北京牛山世兴印刷厂

开 本 / 178 毫米 × 233 毫米 37.75 印张

版 次 / 2007 年 8 月第 1 版 第 1 次印刷

定 价 / 69.00 元 (册)

凡购本书, 如有倒页、脱页、缺页, 由本社发行部调换。

O'Reilly Media, Inc. 介绍

为了满足读者对网络 and 软件技术知识的迫切需求，世界著名计算机图书出版机构 O'Reilly Media, Inc. 授权机械工业出版社，翻译出版一批该公司久负盛名的英文经典技术专著。

O'Reilly Media, Inc. 是世界上在 Unix、X、Internet 和其他开放系统图书领域具有领导地位的出版公司，同时也是联机出版的先锋。

从最畅销的《The Whole Internet User's Guide & Catalog》（被纽约公共图书馆评为二十世纪最重要的 50 本书之一）到 GNN（最早的 Internet 门户和商业网站），再到 WebSite（第一个桌面 PC 的 Web 服务器软件），O'Reilly Media, Inc. 一直处于 Internet 发展的最前沿。

许多书店的反馈表明，O'Reilly Media, Inc. 是最稳定的计算机图书出版商——每一本书都一版再版。与大多数计算机图书出版商相比，O'Reilly Media, Inc. 具有深厚的计算机专业背景，这使得 O'Reilly Media, Inc. 形成了一个非常不同于其他出版商的出版方针。O'Reilly Media, Inc. 所有的编辑人员以前都是程序员，或者是顶尖级的技术专家。O'Reilly Media, Inc. 还有许多固定的作者群体——他们本身是相关领域的技术专家、咨询专家，而现在编写著作，O'Reilly Media, Inc. 依靠他们及时地推出图书。因为 O'Reilly Media, Inc. 紧密地与计算机业界联系着，所以 O'Reilly Media, Inc. 知道市场上真正需要什么图书。

作者简介

Peter Prinz 是积极的研讨会组织者和关键课程开发者，向成百上千的 Unix 和 Windows 系统开发者授课。作为德国 IT 公司 Authensis AG 的主要开发者和合伙人，他拥有计算机电话通信软件的丰富开发经验。Peter 也是多本有关 C/C++ 软件开发图书的合著者，其中大多数图书是与 Ulla Kirch-Prinz 合著的，其中就包括 O' Reilly 出版的《C Pocket Reference》。

Tony Crawford 是一个技术作家，具有很好的 C 语言功底。除了定期参与软件本地化项目之外，他还翻译很多有关网络管理和 ATM 的书籍，把德文版本的书籍和文章翻译成英文版本。

封面介绍

C in a Nutshell 的封面动物是个母牛，从广义上讲，它是熟知的 Western 或者 European 牛的一个驯养的种群（Bos taurus）。在术语定义中，单词“牛”指的是一个成熟的母牛（或者专指已经生犊的母牛），而不是小母牛（年轻的母牛），食用牛（阉割的公牛）或者公牛（未被阉割的公牛）。

所有驯养的牛都是从欧洲野牛演化的，这是一种远古的、带长角的牛，有六英尺高，大概有犀牛的一半那么大。现在，欧洲野牛的头是罗马尼亚武装部队和高加索旗帜的盾徽，这个传统可以追溯到 1359 年 Bogdan 一世的皇家旗帜，Bogdan 一世是 Bogdania（后来更名为摩尔多瓦）的罗马尼亚公国的创立者。旧石器时代欧洲的壁画有这个动物的身体侧面，也可以在有些电子游戏中看到虚构的形象；多个世纪以来，在很多国家，欧洲野牛已经成为人们敬畏和崇拜的对象。

据说，在 200 万年以前，欧洲野牛起源于印度；随着时间的流逝，它们逐渐出现在相邻的大陆上，并被驯养和进化为至少三种不同的种群。在 8000 到 10000 年以前，高加索南部和美索不达米亚北部开始出现驯养的欧洲野牛；欧洲的牛就是衍生自这个种群。在中世纪，欧洲的东部森林还存在数量很少的野生的欧洲野牛，据说在 1627 年，最后一只被一个偷猎者所捕杀。在 19 世纪早期，使用诸如高原牛（Highland Cattle）等原始变种，德国曾经尝试繁殖和放生欧洲野牛（受达尔文之前返祖概念的影响）；最终繁衍出熟知的 Heck Cattle。

在哥伦比亚的第二次航海历程中,他把欧洲牛带到美洲,现在美洲出现成百上千的品种。只有雄性牛才有角,其实这是个经常出现的误解;实际上,雄性牛和雌性牛天生都有角(只有很少种群的角被磨掉了,或者根本就没有角)。之所以很少见到非公牛有角,原因是年幼的母牛会在牛角长大之前就会把它磨掉。

牛角外层由很多角蛋白组成,曾经在出版的书籍或者字母表中使用。在欧洲的15到17世纪以及殖民时代的美洲,文字是在某种特殊的纸张或者羊皮纸上书写的,外面包装一只木制的板子,并且纸张表面覆盖一层薄薄的透明的物质,这就是牛角。这个木板像个很小的船桨(把柄处有孔,以便于把书和板子系起来),这样书籍会更加牢固,便于多人使用和传阅。牛角保护层延长了纸张的寿命(当时,纸张是非常匮乏和昂贵的资源),因此人们把这种书籍称为:牛角书。

目录

前言	1
----------	---

第一部分 语言

第 1 章 C 语言基础	9
--------------------	---

C 语言特性	9
C 程序的结构	10
源代码文件	12
注释	13
字符集	14
标识符	19
C 编译器运行原理	23

第 2 章 数据类型	26
------------------	----

数据类型分类	26
整数数据类型	27
浮点数据类型	32
复数浮点数据类型 (C99)	34

枚举数据类型	35
void 数据类型	36
第 3 章 字面值	39
整数常量	39
浮点常量	40
字符常量	42
字符串字面值	44
第 4 章 类型转换	47
算术类型的转换	48
非算术类型的转换	55
第 5 章 表达式和运算符	62
计算表达式	63
运算符全面剖析	66
常量表达式	88
第 6 章 语句	90
表达式语句	90
语句块	91
循环	92
选择语句	96
无条件跳转	99
第 7 章 函数	103
函数定义	103
函数声明	109
函数如何被执行	111

指针当作自变量和返回值	111
Inline 函数	112
递归函数	114
可选性自变量	115
 第 8 章 数组	117
定义数组	117
存取数组元素	119
初始化数组	120
字符串	122
多维数组	123
数组作为函数的自变量	126
 第 9 章 指针	128
声明指针	128
指针的运算	131
指针和类型的限定符	135
“数组的指针”和“指针的数组”	138
指向函数的指针	142
 第 10 章 结构、联合、位字段	144
结构	144
联合	154
位字段	155
 第 11 章 声明	158
一般语法	158
类型名称	165
typedef 声明	166

标识符的链接	168
对象的生存周期	169
初始化	170
第 12 章 动态内存管理	172
已分配内存的特性	174
调整内存大小和释放内存	174
通用的二叉树	176
特性	176
实践	177
第 13 章 输入和输出	186
流	186
文件	187
打开和关闭文件	189
读操作和写操作	191
文件随机访问	208
第 14 章 预处理指令	211
插入头文件的内容	212
定义和使用宏	214
条件式编译	221
定义行号	222
产生错误信息	223
#pragma 预处理指令	223
#pragma 运算符	224
预定义的宏	225

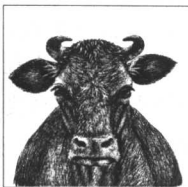
第二部分 标准链接库

第 15 章 标准头文件	229
使用标准头文件	229
标准头文件的内容	232
第 16 章 函数简介	254
输入和输出	254
数学函数	255
字符分类和转换	262
字符串处理	264
多字节字符	265
在数字和字符串之间转换	266
搜索和排序	267
内存区域处理	267
动态内存管理	268
日期和时间	268
进程控制	269
国际化	271
非局部性跳转	271
调试	272
错误信息	273
第 17 章 标准链接库函数	274

第三部分 基本工具

第 18 章 GCC 编译器	505
GNU 编译器集合	505

获取和安装 GCC	506
使用 GCC 编译 C 程序	506
C 方言	514
编译器警告	515
优化	517
调试	520
剖析	520
选项和环境变量汇总	521
第 19 章 使用 make 创建 C 程序	526
目标、前提和命令	526
Makefile	527
注释	534
伪目标	541
其他目标属性	542
宏	543
函数	544
预处理指令	548
执行 make	551
第 20 章 使用 GDB 调试 C 程序	559
安装 GDB	559
调试过程范例	560
启动 GDB	564
使用 GDB 命令	568



前言

这本书是“C 编程语言”和“C 语言链接库”的完整参考手册。这本书的目的是提供一本方便、可靠的手册，辅助日常的编程工作。本书描述 C 语言的所有元素，并介绍它们的用法。

本书讨论范围主要针对 1999 年发布的 C 语言国际标准“ISO/IEC 9899:1999”，并包含技术修正“2001 年的 TC1”和“2004 年的 TC2”。此标准被称为 C99，是“ISO/IEC 9899:1990 标准”和“1995 基准增补 1 (ISO/IEC 9899/AMD1:1995)”的扩充。1990 ISO/IEC 标准对应于 ANSI 标准 X3.159，是 1989 年底核准的标准，常常被称为 ANSI C 或 C89。

并非所有的编译器和标准链接库运行版本都完全支持 1999 C 标准的众多新特性。对于 1999 的扩充部分（比如早期版本没有的函数），本书在介绍时会特别标上“C99”标记。

本书并非 C 语言程序设计的入门书。虽然本书涵盖 C 语言基础，但是本书的编排和组织方式并不适合初学者。如果你是 C 语言的初学者，我们假设你至少读过任何一本 C 语言的入门书，或者至少熟悉相关的语言（例如 Java 或 C++），这样才适合阅读本书。

本书的组织方式

本书分成三部分。第一部分使用相当严谨的术语表介绍 C 语言；第二部分描述标准链接库；第三部分介绍 GNU 软件包中常用的编译和测试工具。

第一部分

第一部分介绍 C 语言的基础知识，包括第 1 章到第 14 章。在第 1 章之后，讲解 C 语言的一般概念和元素，每章都有一个主题，例如数据类型、语句和指针。主题出现的次序是

依据基本概念的学习次序来安排的,学习后面的主题需要前面的主题作为基础。比方说,先介绍数据类型,然后介绍表达式和运算符,接着介绍语句。有时候需要参考后面的章节,以了解一些相关的细节。例如,在第5章提前进行关于指针和数组的讨论是有必要的(第5章包含表达式和运算符),不过关于指针和数组的详细介绍在第8章和第9章。

第1章, 语言基础

描述C语言的特性,以及如何编写和编译C程序。本章介绍一些基本概念,比如翻译单元、字符集、标识符。

第2章, 数据类型

全面介绍C语言数据类型,并讨论基本数据类型、void类型和枚举类型。

第3章, 字面值

描述数字常量、字符常量、字符串字面值(包括转义符)。

第4章, 类型转换

描述显式和隐式的类型转换,包括整数提升和通常的算术转换。

第5章, 表达式和运算符

讨论表达式的计算、所有的运算符,以及和运算符兼容的操作数。

第6章, 语句

讨论C语言的语句,比如语句块、循环、跳转。

第7章, 函数

描述函数定义和函数调用,包括递归函数和inline函数。

第8章, 数组

描述定长数组和变长数组,包含字符串、数组初始化、多维数组等。

第9章, 指针

描述对象指针和函数指针的定义和使用方法。

第10章, 结构、联合、位字段

描述在“用户自定义数据类型”的数据组织方式。

第11章, 声明

讲解声明的一般语法、标识符链接、对象生存周期。

第12章, 动态内存管理

讨论标准链接库的动态内存管理函数,实现一个二叉树以演示这些函数的使用方法。

第13章, 输入和输出

描述输入和输出的概念,以及标准I/O链接库的使用方式。

第 14 章，预处理指令

描述宏的定义和使用方法、条件编译，以及所有其他的预处理指令和操作。

第二部分

第二部分包含第 15 章到第 17 章，内容是 C 语言的标准链接库。全面介绍标准头文件，以及函数的使用细节。

第 15 章，标准头文件

描述标准头文件和用途，以及所有标准链接库的宏和类型定义。

第 16 章，函数概述

根据应用程序方式，概括性介绍标准链接库的函数，比如数学函数、时间和日期函数等。

第 17 章，标准链接库函数

按照字母排列顺序详细描述每个标准链接库函数，并使用范例演示每个函数的用法。

第三部分

本书第三部分介绍 C 语言程序员使用的基本工具：编译器、make 工具程序和调试器。这里所描述的工具都属于 GNU 软件包。

第 18 章，GCC 编译器

讨论广泛使用的 GCC 编译器给 C 程序员提供哪些能力。

第 19 章，使用 make 创建 C 程序

讲解如何使用 make 程序自动编译大型程序。

第 20 章，使用 GDB 调试 C 程序

介绍如何使用 GNU 调试器执行程序，以及如何分析程序的执行行为以找出逻辑错误。

进一步提高

本书中许多地方都介绍进一步提升编程能力所需阅读的参考资料，除此之外，还有一些资源站点提供更多细节信息，诸如国际 C 语言标准的官方网站 <http://www.open-std.org/jtc1/sc22/wg14> 提供最新的 C99 标准，以及目前该工作小组正在执行的计划。

如果读者的兴趣不限于 C 语言的是什和怎么样，也想知道为什么，WG14 的网站提供的“C99 Rationale”链接解释许多设计的源由。这份文件是不规范的，只是描述标准化进程的起因和限制。C89 Rationale 的网址是 <http://www.lysator.liu.se/c/rat/title.html>。如果想知道 C 语言是如何“一开始变成那样的”，不可错过 C 语言原创者 Dennis Ritchie 的

一篇文章“The Development of the C Language”（C 语言开发），也可以参考他在贝尔实验室时期的其他历史文献，网址是 <http://cm.bell-labs.com/cm/cs/who/dmr>。

如果想了解浮点数相关的细节信息（这超出 C 语言的范畴），你可以阅读 David Goldberg 的详细阐述，“What Every Computer Scientist Should Know About Floating-Point Arithmetic”，目前存放该文件的网址是 http://docs.sun.com/source/806-3568/nCG_goldberg.html。

建议与评论

本书使用以下的字体规范：

斜体字 (*Italic*)

用于表示目录和文件名。范例中注解需强调的部分也会以斜体字表示。

粗体字 (**Bold**)

表示 C 语言关键字，以及第一次提及的新名词和概念。

等宽字 (`constant width`)

表示程序和程序的元素，以及范例中显示文件内容或命令输出。在正文中引用范例或程序片段的单词或项目也以定长字表示。

等宽粗体字 (**`constant width bold`**)

用来在范例中显示命令或者其他需要由使用者逐字输入的文字。

等宽斜体字 (*`Constant width italic`*)

用在例子中表示应视情况替换的变量（例如，变量 *filename* 应该用某个真实的字符串来替换）。

注意： 表示小技巧、建议、注意事项。

警告： 表示要特别小心的地方。

批评和建议

虽然我们已尽最大可能测试和验证本书内容，但你仍可能发现书中所描述的某种功能实际上已经改变了，或者甚至是我们搞错了。请将你所发现的错误，还有对本书未来版本的任何宝贵意见告诉我们。来信请寄：

美国：

O'Reilly Media, Inc.
1005 Gravenstein Highway North
Sebastopol, CA 95472

中国：

100080 北京市海淀区知春路 49 号希格玛公寓 B 座 809 室
奥莱理软件（北京）有限公司

请以电子邮件的方式与我们联系：

hzjsj@hzbook.com
bookquestions@oreilly.com
info@mail.oreilly.com.cn

O'Reilly 的每一本书都有专属网页，你可以在此找到关于本书籍的相关信息，包括范例程序的下载、勘误表与相关资源的链接。

<http://www.oreilly.com/catalog/cinanut/>（本书英文版的网页）
<http://www.oreilly.com.cn/book.php?bn=978-7-111-22050-3>（本书中文版的网页）
<http://www.hzbook.com>（本书中文版的网页）

要想了解 O'Reilly 图书、会议、资源中心以及 O'Reilly Network 的更多信息，请访问 O'Reilly 网站：

<http://www.oreilly.com>
<http://www.oreilly.com.cn>