

Intel 汇编语言 程序设计 (第五版)

Assembly Language for Intel-Based Computers
Fifth Edition

ASSEMBLY LANGUAGE
FOR INTEL-BASED COMPUTERS
FIFTH EDITION



KIP R. IRVINE

[美] Kip R. Irvine 著
温玉杰 梅广宇 罗云彬 等译
温玉杰 审校



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

TP313/63=2

2007

国外计算机科学教材系列

Intel 汇编语言程序设计

(第五版)

Assembly Language for Intel-Based Computers
Fifth Edition

[美] Kip R. Irvine 著

温玉杰 梅广宇 罗云彬 等译

温玉杰 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书全面细致地讲述了汇编语言程序设计的各个方面。从微处理器体系结构、工作机制到指令集；从最基本的编译器链器的使用到高级过程、结构和宏的使用；从用纯汇编编写程序到用 C/C++ 等最新编译器与汇编的混合接口编程；从 16 位实模式下 BIOS、DOS 实模式文本及图形程序设计到 32 位保护模式的 Windows 程序设计；从磁盘基础知识到 Intel 指令编码、浮点运算等相关知识都做了深入而细致的讲解。

本书对计算机体系结构及基本原理做了相当篇幅的介绍，因此本书不仅可作为高等院校计算机专业汇编语言的教材，也可以作为计算机体系结构和原理的参考资料。

Authorized translation from the English language edition, entitled *Assembly Language for Intel-Based Computers*, Fifth Edition, ISBN: 0-13-238310-1 by Kip R. Irvine, published by Pearson Education, Inc, publishing as Addison Wesley Professional, Copyright ©2007, Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY, Copyright © 2007.

本书简体中文版由电子工业出版社和 Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司合作出版。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书简体中文版贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签，无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字：01-2007-1361

图书在版编目 (CIP) 数据

Intel 汇编语言程序设计：第 5 版 / (美) 欧文 (Irvine, K.R) 著；温玉杰等译.

北京：电子工业出版社，2007.9

(国外计算机科学教材系列)

书名原文：Assembly Language for Intel-Based Computers, Fifth edition

ISBN 978-7-121-04399-4

I. I… II. ①欧… ②温… III. 汇编语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 127223 号

责任编辑：许菊芳 李秦华

印 刷：北京市天竺颖华印刷厂

装 订：三河市金马印装有限公司

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：43.25 字数：1107.2 千字

印 次：2007 年 9 月第 1 次印刷

定 价：61.00 元

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 zlt@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

出版说明

21 世纪初的 5 至 10 年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入 WTO 后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流 IT 人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择 and 自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如 Pearson Education 培生教育出版集团、麦格劳—希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过与作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

电子工业出版社

教材出版委员会

主 任	杨芙清	北京大学教授 中国科学院院士 北京大学信息与工程学部主任 北京大学软件工程研究所所长
委 员	王 珊	中国人民大学信息学院院长、教授
	胡道元	清华大学计算机科学与技术系教授 国际信息处理联合会通信系统中国代表
	钟玉琢	清华大学计算机科学与技术系教授 中国计算机学会多媒体专业委员会主任
	谢希仁	中国人民解放军理工大学教授 全军网络技术研究中心主任、博士生导师
	尤晋元	上海交通大学计算机科学与工程系教授 上海分布计算技术中心主任
	施伯乐	上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授 中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长
	邹 鹏	国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师 教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员
	张昆藏	青岛大学信息工程学院教授

译者序

汇编语言一直被认为是最难学的语言之一，究其原因，主要是因为汇编程序员在着眼于程序逻辑实现的同时还要注重太多的其他底层细节，这些在学习高级语言时可以不必涉及的细节包括上百条机器指令和一大堆中断的用法、复杂的寻址模式以及很多与硬件和汇编器相关的知识。

但是很多汇编书籍似乎并没有考虑到读者的难处，这些书籍往往根据内容而不是根据读者的学习感受生硬地设置章节：数制原理、计算机的硬件结构、寻址、指令、宏的使用和中断相关的内容都被集中地、巨细无遗地讲述，这样，读者就不得不在开始程序设计之前首先掌握这些枯燥的内容，这些内容的学习和死记硬背手册并无差异，无形中加大了学习难度。

其实，学习汇编语言和学习其他任何语言一样，最重要的是入门，须由浅入深、循序渐进、注重实践。作为作者，Kip R. Irvine 似乎很了解这一点，所以我们很高兴地看到，本书在内容的编排上非常符合初学者的认知过程——由易至难、由简至繁。本书也非常注重实践，几乎每解释一条指令或一个概念都辅以若干实例加以说明。此外，本书在讲述汇编语言细节时，经常自然地给出高级语言的对应实现并详细讨论它们之间的关系，使得读者不仅能见树木，也能见森林，知其然也知其所以然。在读者集中精力学完汇编语言和高级语言对应的内容后，会惊奇地发现自己已经自然而然地通过了指令学习等各种难关。

在精心编排讲述传统的 16 位汇编语言知识的同时，作者也没有忘记在内容的深度和广度上下功夫：书中对虚拟机、多级流水线、超标量体系结构、多任务、IA-32 保护内存的寻址和分页、浮点运算、指令编码、有限状态机和流程图等概念进行了详细的介绍。此外，本书以大量的篇幅介绍了汇编语言和 C/C++ 等高级语言的接口、代码优化实例、数组的实现、查找和排序算法等大量实用性很强的内容。最后，考虑到汇编语言向 Windows 平台迁移的趋势是不可逆转的，本书在所有内容的介绍中都涉及了 32 位编程的讲解，并以单独的一章讲述了 32 位 Windows 程序编程的基本方法。

诚然，金无足赤，本书讲述的内容不可能面面俱到，对部分内容的讲解也尚有待深入，但以本书开始汇编学习之旅、藉此一窥程序设计殿堂之奥秘，则再合适不过了。本书非常适合于作为大中院校汇编课程的教材，也是汇编语言爱好者不可多得的自学教材。

本书的第 1 章~第 5 章由梅广宇翻译，第 11 章由罗云彬翻译，张卓锐翻译了本书的附录部分，所有其他章节由温玉杰翻译。另外，温玉杰还负责了本书全书的审校工作。由于时间紧促，加上译者水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，敬请读者指正和谅解。

前 言

《Intel 汇编语言程序设计》第五版讲述 Intel IA-32 系列处理器的体系结构和汇编语言程序设计，适合作为下列课程的教材：

- 汇编语言程序设计
- 计算机系统基础
- 计算机体系结构基础

学生可使用 Intel 或 AMD 处理器，在 Windows 95/98/Me/NT/2000/XP 中的任意一种微软操作系统上用 Microsoft Macro Assembler (MASM) 8.0 编程。

尽管本书最初是为普通高校学生编写的程序设计教科书，但经过了 15 个年头，现在的读者群已经远不止于此了。很多大学都使用本书作为计算机体系结构课程的入门教材。本书的第四版被翻译成中、法、俄、韩以及波兰语等多种语言，这可以作为其读者群广泛的一个例证。

重点内容：本书包含的下列主题将自然地引出计算机体系结构、操作系统和编译器编写等后续课程：

- 虚拟机的概念
- 基本的布尔运算
- 指令执行周期
- 内存访问和握手
- 中断和轮询
- 流水线 and 超标量的概念
- 硬件 I/O
- 浮点二进制表示

其他一些主题则是与 IA-32 体系结构相关的：

- IA-32 的保护内存和分页
- 实地址模式下的内存分段
- 16 位中断处理
- MS-DOS 和 BIOS 系统功能调用（中断）
- IA-32 浮点单元的体系结构和编程
- IA-32 指令编码

本书中给出的某些例子还将出现在后续的一些计算机科学课程中：

- 查找和排序算法
- 高级语言的结构
- 有限状态机
- 代码优化实例

第五版的改进：第五版做了很多改进并且增加了很多新的内容，这些改进和新增内容按章节顺序列在下表中。

章 号	改进及新增内容
2	完善了对指令执行周期的解释
5	扩展了原有的链接库, 新增了一些例程, 包括用于编写用户界面、度量程序执行时间、生成伪随机数以及分析字符串的例程; 库的文档也大大完善了
6	完善了对条件跳转编码和相对跳转范围的解释
7	增加了 2 操作数和 3 操作数的 IMUL 指令; 对比了整数相乘的不同方法的性能差异
8	重新调整了章节顺序, 在介绍 MASM 的高级 INVOKE 和 PROC 伪指令之前先介绍了堆栈框架 (活动记录) 的底层细节
10	完善了本书宏库(macro library)的文档
11	新增主题: MS-Windows 应用程序的动态内存分配; 扩充了 MS-Windows 应用程序错误报告和文件处理方面的内容
12	扩充了在汇编语言中调用 C/C++函数方面的内容
17	介绍了 IA-32 浮点数指令集、浮点数据类型、IA-32 指令的编码和解码

本书仍然是一本程序设计教材: 本书的着重点仍然在于其原来的任务: 教会学生如何在硬件层次编写和调试程序。本书并不能够替代那些全面介绍计算机体系结构的书籍, 但它的确给了学生们在真实的计算机工作环境中编写软件的第一手经验。我们认为, 理论和实践的结合能够使得学生牢记所学到的知识。在工程课上, 学生们学习如何构建原型; 在计算机体系结构课上, 学生们学习如何编写底层程序。学生们在这两种课程中获得的经验将给予他们在任何操作系统下或面向机器的环境中工作的自信心。

实模式和保护模式: 本书强调了 32 位保护模式, 但其中仍然有三章全部讲述实模式程序设计。书中用一整章内容讲述键盘、视频显示 (包括图形) 和鼠标的 BIOS 程序设计, 还有一整章是关于使用中断 (系统功能调用) 进行 MS-DOS 程序设计的。在直接面向硬件和 BIOS 进行程序设计的过程中, 学生们将受益良多。

本书前半部分的例子几乎全部是 32 位的基于文本的应用程序, 运行于保护模式下并使用平坦内存模式, 这样程序就显得非常简单, 避免了处理“段-偏移寻址”这类使得程序复杂化的问题。书中用特别标记的段落和提示框^①指出了实模式和保护模式程序设计之间的细微差别, 其中的大部分差别都封装在本书的两个链接库中了。

链接库: 本书提供了两个版本的链接库供学生使用, 链接库中包含了用于基本输入输出、模拟、时间计量以及其他功能的例程。32 位版本的链接库 (Irvine32.lib) 在保护模式下运行, 输出送到 Win32 控制台 (console)。16 位版本的链接库 (Irvine16.lib) 在实地址模式下运行。本书的 Web 站点上提供了库的全部源代码。应该说明的是, 链接库仅仅是为了方便使用, 而不是用来阻止学生学习自己进行输入输出编程的。学生们创建自己的库应该受到鼓励。

包含的软件和例子: 本书中所有例子程序都使用 8.0 版本的 Microsoft Macro Assembler (MASM 8.0) 进行了测试。第 12 章中的 C++ 程序使用 Microsoft Visual C++ .NET 进行了测试。第 12 章 (同 C++ 链接部分) 中的实地址模式程序使用 Borland Turbo Assembler (TASM) 编译。

网站信息: 本书的更新和勘误可以在本书的 Web 站点上找到 (<http://www.asmirvine.com>)。网站上还有教师可以在章节授课结束时给学生布置的额外的程序设计项目。如果由于某种原因造成上述的网址无法访问, 可通过在 www.prenhall.com 搜索书名或作者全名 “Kip Irvine” 来获取关于本书的信息以及网站的最新链接。

① 这种内容在本书中用楷体印刷——编者注。

总体目标

本书中下面的内容是为了激发学生们对汇编语言相关主题的兴趣，并以此来拓展他们的知识：

- Intel IA-32 系列处理器的体系结构和程序设计
- 实地址模式和保护模式编程
- 汇编语言伪指令、宏、运算符和程序结构
- 程序设计方法学，展示如何使用汇编语言创建系统级软件工具 and 应用程序
- 计算机硬件控制
- 汇编语言程序、操作系统和其他程序之间的交互

作者的目标之一是帮助学生在机器层次思考并处理程序设计中遇到的问题。把 CPU 看成是一个可交互的工具并学会尽可能直接地监视其各种操作是很重要的。调试器是程序员最好的朋友，这不仅仅是因为它可以用来捕捉错误，更重要的是它可以用来作为了解 CPU 和操作系统的教学工具。作者鼓励学生探究高级语言表象之下的内在细节，以便认识到大多数程序设计语言都被设计成是可移植的，与主机无关。

除了简短的例子之外，书中还包含上百个马上就可以运行的例子程序用于解释相应的指令或书中提到的一些想法。MS-DOS 中断和指令助记符等参考材料可在本书的最后找到。

需要的背景知识：读者至少应该已经能够用一种其他的程序设计语言自信地编写程序，最好是 Java，C 或 C++。书中有一章专门讲述了汇编语言和 C++ 的接口，因此读者手头有一个编译器是非常有帮助的。作者已经在计算机科学、管理信息系统以及工程课课堂上使用了本书作为教材。

本书特点

完整的程序清单：本书的网站上包括了书中所有例子的源代码以及更多的程序清单。本书还包含了一个扩展链接库，其中包含了 30 多个用于简化用户输入输出、数值处理、磁盘和文件操作以及字符串处理的例程。在课程的开始阶段，学生可以使用该库增强他们的程序，随后还可以创建他们自己编写的过程并添加到链接库中。

程序设计逻辑：书中的两章强调了布尔逻辑和位操作，作者有意尽量把高级语言程序设计逻辑同机器的底层细节联系起来，这有助于学生高效地实现程序并更好地理解编译器是如何生成目标代码的。

硬件和操作系统的概念：前两章介绍了基本的计算机硬件和数据表示方法的概念，包括二进制数、CPU 体系结构、状态标志和内存映射等。此外还包括了对计算机硬件的概述以及对 Intel 系列处理器历史演变的介绍，这些都有助于学生更好地理解他们的目标计算机系统。

结构化程序设计方法：从第 5 章开始，本书重点强调了过程和功能分解。编程练习更加复杂，这就要求学生在开始编写代码之前，要重点关注程序的设计。

磁盘存储的概念：学生将从硬件和软件两个角度学习基于 MS-Windows 的磁盘存储系统的基本原理。

创建链接库：学生可在本书的链接库中自由地添加新过程，也可以创建自己的库。他们将学会使用工具箱方法进行程序设计，编写在多个程序中可重用的代码。

宏和结构：本书中有专门一章讲述如何创建结构、联合和宏，这在汇编语言和高级语言中都

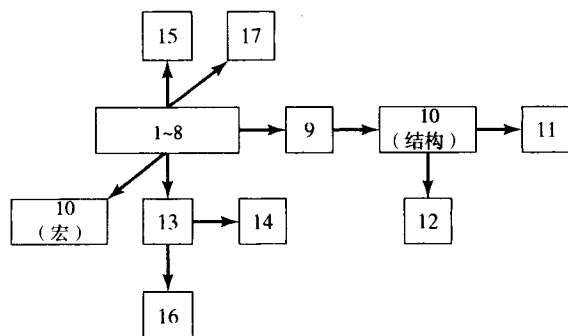
是很重要的。带高级操作符的条件宏使得宏更加强大。

与高级语言的接口：本书用一章的内容专门讲述汇编语言与 C 和 C++ 的接口，这对于那些可能要以高级语言程序设计谋职的学生来说实在是很重要的一项工作技能，他们将学会优化自己编写的代码并实际看到 C++ 编译器是如何优化代码的。

教学辅助：所有的程序清单都可在本书的 Web 站点上找到。作者为教师提供了所有习题、编程练习的解答，还对每章都提供了相应的 PowerPoint 文件（关于本书教学支持参见书后所附的“教学支持说明”）。

章节要点

第 1 章至第 8 章讲述汇编语言的基础知识，应当按顺序阅读。此后，读者就可以自由选择感兴趣的章节进行阅读。下面的章节依赖关系图说明了后续章节是如何依赖于前面章节讲述的相关知识的。在图中，第 10 章被拆成了两部分，这是由于其他章节都不依赖于如何创建宏的知识。



第 1 章（基本概念）：汇编语言应用程序，基本概念，机器语言和数据表示法。

第 2 章（IA-32 处理器体系结构）：基本的微机设计，指令执行周期，IA-32 处理器体系结构，IA-32 内存管理，微机的构成，输入输出系统。

第 3 章（汇编语言基础）：汇编语言的介绍，链接和调试，定义常量和变量。

第 4 章（数据传送、寻址和算术运算）：简单的数据传送和算术运算指令，汇编-链接-执行周期，操作符，指令，表达式，JMP 和 LOOP 指令以及间接寻址。

第 5 章（过程）：与外部库的链接，本书链接库的描述，堆栈操作，定义和使用过程，流程图，自顶向下的结构化设计。

第 6 章（条件处理）：布尔和比较指令，条件跳转和循环，高级逻辑结构，有限状态机。

第 7 章（整数算术指令）：移位和循环移位指令，乘法和除法指令，扩展加法和扩展减法指令，ASCII 和压缩十进制算术指令。

第 8 章（高级过程）：堆栈参数，局部变量，高级 PROC 和 INVOKE 伪指令，递归。

第 9 章（字符串和数组）：字符串操作指令，字符和整数数组的操作，二维数组，排序和查找。

第 10 章（结构和宏）：结构，宏，条件汇编指令，定义重复块。

第 11 章（MS-Windows 程序设计）：保护模式下内存管理的概念，使用 Microsoft Windows API 在控制台上显示文本及色彩，动态内存分配。

第 12 章（高级语言接口）：参数传递约定，高级语言内嵌汇编代码，汇编代码模块同 C/C++ 程序相链接。

第 13 章 (16 位 MS-DOS 程序设计): 调用 MS-DOS 中断进行控制台和文件输入输出操作。

第 14 章 (磁盘基础知识): 磁盘存储系统, 扇区, 簇, 目录, 文件分配表, 处理 MS-DOS 错误码, 驱动器和目录操作。

第 15 章 (BIOS 程序设计): 键盘输入, 视频文本和图形编程, 鼠标程序设计。

第 16 章 (高级 MS-DOS 程序设计): 自定义的段, 运行时程序结构和中断处理, 使用 I/O 端口控制硬件。

第 17 章 (浮点处理和指令编码): 浮点二进制表示, 浮点算术运算, 学习 IA-32 浮点单元编程, 理解 IA-32 机器指令的编码。

附录 A: MASM 参考手册。附录 B: IA-32 指令集。附录 C: BIOS 和 MS-DOS 中断。附录 D: 习题答案。

参考资料

Web 站点: 作者为本书维护的 Web 站点地址是 <http://www.asmirvine.com>, 下列资料大部分都能在本书的 Web 站点上找到。

帮助文件: Antelope Valley 大学的 Gerald Cahill 制作的帮助文件 (Windows Help 帮助文件格式) 包含本书链接库的文档以及 Win32 的数据结构。

汇编语言习题集: 本书的 Web 站点中包含了一本交互式习题集, 覆盖一些主要的内容, 如数制转换、寻址方式、寄存器使用、程序设计调试和浮点二进制数等。目录页是 HTML 文档格式的, 便于学生和教师增加他们自己自定义的内容。

调试工具教程: 关于使用 Microsoft CodeView, Microsoft Visual Studio 和 Microsoft Windows Debugger (WinDbg) 的教程。

BIOS 和 MS-DOS 中断: 附录 C 包含了最常用的 INT 10h(视频), INT 16h(键盘)和 INT 21h(MS-DOS)的功能调用列表。

指令集: 附录 B 列出了 IA-32 系列处理器的大多数非特权指令。对于每条指令, 我们都描述了其作用, 展示了其格式, 显示了受影响的标志。

PowerPoint 幻灯片: 作者为本书编写了一套完整的 Microsoft PowerPoint 幻灯片。

致谢

特别感谢 Prentice Hall 出版社的计算机科学执行编辑 Tracy Dunkleberger 在第五版的写作过程中提供的友好的、有帮助的指引。作为产品编辑, Karen Ettinger 做了大量的工作。另外还要感谢本书的责任编辑 Camille Trentacoste。

第五版

我要特别感谢下面几位教授对我的不断鼓励和给予的教育方法上的提示, 他们不畏辛苦审阅了本书。他们对于本书乃至本书以前的多个版本的写作都有着巨大的影响:

- Gerald Cahill, Antelope Valley College
- James Brink, Pacific Lutheran University
- William Barrett, San Jose State University

感谢职业程序员 Scott Blackledge 和 John Taylor 校对了本书的大部分手稿并且指出了无数的错误。下面列出的朋友审阅了本书的某些章节：

- Jerry Joyce, Keene State College
- Tianzheng Wu, Mount Mercy College
- Ron Davis, Kennedy-King College
- David Topham, Ohlone College
- Harvey Nice, DePaul University

第四版

下面列出的是在本书第四版的写作过程中曾经给予巨大帮助的人士：

- Gerald Cahill, Antelope Valley College
- James Brink, Pacific Lutheran University
- Maria Kolatis, County College of Morris
- Tom Joyce, Chief Engineer at Premier Heart, LLC
- Jeff Wothke, Purdue Calumet University
- Tim Downey, Florida International University

下列人员对第四版进行了校对，其作用是无可估量的：

- Andres Altamirano, Miami
- Courtney Amor, Los Angeles
- Scott Blackledge, Platform Solutions, Inc.
- Ronald Davis, Kennedy-King College
- Ata Elahi, Southern Connecticut State University
- Jose Gonzalez, Miami
- Leroy Highsmith, Southern Connecticut State University
- Sajid Iqbal, Faran Institute of Technology
- Charles Jones, Maryville College
- Vincent Kayes, Mount St. Mary College
- Eric Kobrin, Miami
- Pablo Maurin, Miami
- Barry Meaker, Design Engineer, Boeing Corporation
- Ian Merkel, Miami
- Sylvia Miner, Miami
- M. Nawaz, OPSTEC College of Computer Science
- Kam Ng, Chinese University of Hong Kong
- Hien Nguyen, Miami
- Ernie Philipp, Northern Virginia Community College
- Boyd Stephens, UGMO Research, LLC
- John Taylor, England
- Zachary Taylor, Columbia College
- Virginia Welsh, Community College of Baltimore County
- Robert Workman, Southern Connecticut State University
- Tianzheng Wu, Mount Mercy College
- Matthew Zukoski, Lethbridge University

ASCII 控制字符

下表中列出了当控制键和其他键组合按下时产生的 ASCII 码，表中的助记符和功能描述栏目用于说明该组合键在用于屏幕显示、打印机格式化以及数据交换时的功能。

ASCII 码 ^①	Ctrl-	助记符	功能描述	ASCII 码 ^①	Ctrl-	助记符	功能描述
00		NUL	空字符	10	Ctrl-P	DLE	转义
01	Ctrl-A	SOH	序始	11	Ctrl-Q	DC1	设控 1
02	Ctrl-B	STX	文始	12	Ctrl-R	DC2	设控 2
03	Ctrl-C	ETX	文终	13	Ctrl-S	DC3	设控 3
04	Ctrl-D	EOT	送毕	14	Ctrl-T	DC4	设控 4
05	Ctrl-E	ENQ	询问	15	Ctrl-U	NAK	否认
06	Ctrl-F	ACK	应答	16	Ctrl-V	SYN	同步
07	Ctrl-G	BEL	响铃	17	Ctrl-W	ETB	组终
08	Ctrl-H	BS	退格	18	Ctrl-X	CAN	作废
09	Ctrl-I	HT	横表	19	Ctrl-Y	EM	载终
0A	Ctrl-J	LF	换行	1A	Ctrl-Z	SUB	取代
0B	Ctrl-K	VT	纵表	1B	Ctrl-I	ESC	扩展
0C	Ctrl-L	FF	换页	1C	Ctrl-	FS	卷隙
0D	Ctrl-M	CR	回车	1D	Ctrl-I	GS	组隙
0E	Ctrl-N	SO	移出	1E	Ctrl-^	RS	录隙
0F	Ctrl-O	SI	移入	1F	Ctrl- ^②	US	元隙

① ASCII 码以十六进制方式表示。
② ASCII 码 1Fh 是 Ctrl 键加上减号 (-)。

Alt-组合键

下表中的十六进制扫描码是按下 Alt 键的同时按下每个字符产生的。

键	扫描码	键	扫描码	键	扫描码
1	78	A	1E	N	31
2	79	B	30	O	18
3	7A	C	2E	P	19
4	7B	D	20	Q	10
5	7C	E	12	R	13
6	7D	F	21	S	1F
7	7E	G	22	T	14
8	7F	H	23	U	16
9	80	I	17	V	2F
0	81	J	24	W	11
-	82	K	25	X	2D
=	83	L	26	Y	15
		M	32	Z	2C

键盘扫描码

下表中的键盘扫描码可以通过调用 INT 16h 或第二次调用 INT 21h (第一次调用时会返回 0) 返回, 表中所有的扫描码都是以十六进制格式表示的。

功 能 键				
键	扫描码	同时按下 Shift	同时按下 Ctrl	同时按下 Alt
F1	3B	54	5E	68
F2	3C	55	5F	69
F3	3D	56	60	6A
F4	3E	57	61	6B
F5	3F	58	62	6C
F6	40	59	63	6D
F7	41	5A	64	6E
F8	42	5B	65	6F
F9	43	5C	66	70
F10	44	5D	67	71
F11	85	87	89	8B
F12	86	88	8A	8C

键	扫描码	同时按下 Ctrl
Home	47	77
End	4F	75
PgUp	49	84
PgDn	51	76
PrtSc	37	72
左箭头	4B	73
右箭头	4D	74
上箭头	48	8D
下箭头	50	91
Ins	52	92
Del	53	93
Back Tab	0F	94
Gray +	4E	90
Gray -	4A	8E

转移序列表

十进制	→	0	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240
↓	十六进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	null	►	space	0	@	P	`	p	Ç	É	á	::	L	⌚	α	≡
1	1	☉	◄	!	1	A	Q	a	q	ü	æ	í	☼	⌚	⌚	β	±
2	2	●	↕	"	2	B	R	b	r	é	Æ	ó	☼	⌚	⌚	Γ	≥
3	3	♥	!!	#	3	C	S	c	s	â	ô	ú		⌚	⌚	π	≤
4	4	♦	Π	\$	4	D	T	d	t	ä	ö	ñ	⌚	⌚	⌚	Σ	∫
5	5	♣	§	%	5	E	U	e	u	à	ò	Ñ	⌚	⌚	⌚	σ	∫
6	6	♠	■	&	6	F	V	f	v	å	û	ä	⌚	⌚	⌚	μ	÷
7	7	•	↑↓	'	7	G	W	g	w	ç	ù	Ω	⌚	⌚	⌚	τ	≈
8	8	▣	^	(	8	H	X	h	x	ê	ÿ	¿	⌚	⌚	⌚	Φ	○
9	9	○	↓	)	9	I	Y	i	y	ë	Ö	Г	⌚	⌚	⌚	θ	●
10	A	■	→	*	:	J	Z	j	z	è	Ü	Г	⌚	⌚	⌚	Ω	•
11	B	♂	←	+	;	K	[	k	{	ï	ç	½	⌚	⌚	⌚	δ	√
12	C	♀	⌚	,	<	L	\	l		î	£	¼	⌚	⌚	⌚	∞	ⁿ
13	D	♂	↔	-	=	M	]	m	}	ì	¥	ì	⌚	⌚	⌚	φ	²
14	E	♂	▲	•	>	N	^	n	~	Ä	£	≪	⌚	⌚	⌚	∈	■
15	F	⊗	▼	/	?	O	_	o	Δ	Å	f	≫	⌚	⌚	⌚	∩	blank

目 录

第 1 章 基本概念	1
1.1 欢迎来到汇编语言的世界	1
1.1.1 一些精彩的提问	2
1.1.2 汇编语言应用程序	4
1.1.3 本节习题	5
1.2 虚拟机的概念	5
1.2.1 PC 汇编编译器的历史	7
1.2.2 本节习题	7
1.3 数据的表示方法	8
1.3.1 二进制数	8
1.3.2 二进制加法	10
1.3.3 整数存储的尺寸	10
1.3.4 十六进制整数	11
1.3.5 有符号整数	12
1.3.6 字符的存储	14
1.3.7 本节习题	16
1.4 布尔运算	17
1.4.1 布尔函数的真值表	19
1.4.2 本节习题	20
1.5 本章小结	20
第 2 章 IA-32 处理器体系结构	22
2.1 基本概念	22
2.1.1 微机的基本结构	22
2.1.2 指令执行周期	23
2.1.3 内存的读取	26
2.1.4 程序是如何运行的	27
2.1.5 本节习题	29
2.2 IA-32 处理器体系结构	29
2.2.1 操作模式	29
2.2.2 基本执行环境	30
2.2.3 浮点单元	32
2.2.4 Intel 微处理器的历史	33
2.2.5 本节习题	34
2.3 IA-32 的内存管理	35
2.3.1 实地址模式	35
2.3.2 保护模式	37
2.3.3 本节习题	39

2.4	IA-32 微机的构成	39
2.4.1	主板	39
2.4.2	视频输出	40
2.4.3	存储器	41
2.4.4	输入输出接口	41
2.4.5	本节习题	42
2.5	输入输出系统	42
2.5.1	所有这一切是如何工作的	42
2.5.2	本节习题	44
2.6	本章小结	45
第 3 章	汇编语言基础	47
3.1	汇编语言的基本元素	47
3.1.1	整数常量	47
3.1.2	整数表达式	48
3.1.3	实数常量	48
3.1.4	字符常量	49
3.1.5	字符串常量	49
3.1.6	保留字	49
3.1.7	标识符	49
3.1.8	伪指令	50
3.1.9	指令	50
3.1.10	NOP (空操作) 指令	52
3.1.11	本节习题	53
3.2	例子: 整数相加减	53
3.2.1	AddSub 的另一个版本	55
3.2.2	程序模板	56
3.2.3	本节习题	56
3.3	汇编、链接和运行程序	57
3.3.1	汇编-链接-执行	57
3.3.2	本节习题	59
3.4	定义数据	59
3.4.1	内部数据类型	59
3.4.2	数据定义语句	59
3.4.3	定义 BYTE 和 SBYTE 数据	60
3.4.4	定义 WORD 和 SWORD 数据	62
3.4.5	定义 DWORD 和 SDWORD 数据	62
3.4.6	定义 QWORD 数据	63
3.4.7	定义 TBYTE 数据	63
3.4.8	定义实数	63
3.4.9	小尾顺序	64
3.4.10	为 AddSub 程序添加变量	64