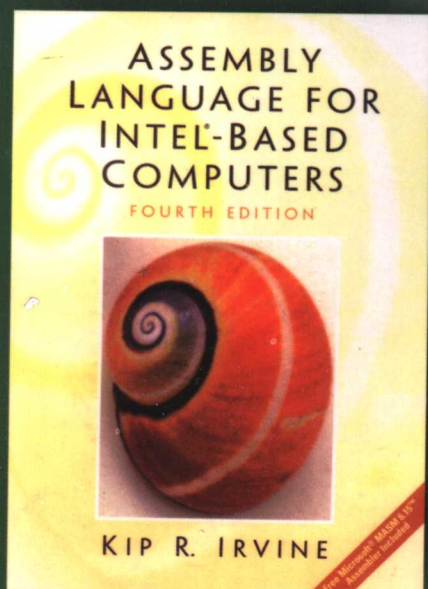


Intel 汇编语言 程序设计 (第四版)

Assembly Language for Intel-Based Computers
Fourth Edition



[美] Kip R. Irvine 著

温玉杰 张家生 罗云彬 等译

罗云彬 审校



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
<http://www.phei.com.cn>

国外计算机科学教材系列

Intel 汇编语言程序设计

(第四版)

Assembly Language for Intel-Based Computers

Fourth Edition

[美] Kip R. Irvine 著

温玉杰 张家生 罗云彬 等译

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接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VC++、BC++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。

本书是佛罗里达国际大学等多所美国大学采用的计算机基础教材，内容广博，但又讲解得非常深入，书中结合最令人感兴趣的编程问题逐步引出汇编语言的解答，书后有编译器的安装使用以及常用的编程参考资料，随书附带的CD-ROM中配有较新的免费MASM 6.11编译器，为读者掌握汇编语言扫清一切障碍，另配以丰富和颇具特色的习题集及解答，使读者能够快速掌握这门公认为很难的语言。如果读者是汇编语言的初学者，本书则提供了最好的起点，如果读者已经熟练掌握了这门语言，重读本书，亦当有所收获。

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。

Simplified Chinese edition Copyright © 2004 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

Assembly Language for Intel-Based Computers, Fourth Edition, ISBN: 0130910139 by Kip R. Irvine. Copyright © 2003. All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字翻译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。

本书封面贴有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：01-2003-0354

图书在版编目(CIP)数据

Intel汇编语言程序设计：第四版/(美)欧文(Irvine, K. R.)著；温玉杰等译。—北京：电子工业出版社，2004.4
(国外计算机科学教材系列)

书名原文：Assembly Language for Intel-Based Computers

ISBN 7-5053-9788-5

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第023477号

责任编辑：李秦华

印 刷：北京兴华印刷厂

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

经 销：各地新华书店

开 本：787×1092 1/16 印张：35.25 字数：903千字

印 次：2004年4月第1次印刷

定 价：55.00元(附光盘1张)

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换；若书店售缺，请与本社发行部联系。联系电话：(010) 68279077。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。

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

在广大的学生和编程爱好者眼中，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细节，这些在学习其他语言时可以不必涉及的细节包括上百条机器指令的用法、一大堆中断的用法和很多与硬件相关的知识。

但是很多的汇编书籍似乎并没有考虑到读者的难题，这些书籍往往根据内容而不是根据读者的学习感受来设置章节，数制原理、计算机的硬件结构、寻址、指令、宏的使用和中断等内容都被分割在单独的章节中讲述，这样，读者就不得不在开始学习程序设计方法之前单独学习这些内容，但不和实际应用相结合，这些内容的学习和死记硬背手册无异，难度可想而知。

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，本书内容的编排非常适合于学生们从一无所知开始学习汇编语言，作者做了很大的努力使章节之间循序渐进，衔接自然。所有的指令被自然分割在各章中讲述，只有在学习的过程中真正用到某些指令的时候，才详细介绍这些指令。寻址方法、宏的使用、中断的使用等内容也是如此安排的，这样当学生们集中精力学完了汇编语言和高级语言对应的内容后，却惊奇地发现自己已经自然而然地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、指令编码和有限状态机等概念进行了详细的介绍；另外，本书以大量的篇幅介绍了汇编语言和 C 语言等高级语言的接口、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。

为了便于读者学习，本书将所有的例子代码收录在本书附带的光盘中，并在作者的网站上提供了更多的源代码例子。每章的最后都设置了习题，并在网站上提供了习题的答案。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 11 章由罗云彬翻译，其他所有章节由温玉杰、张家生翻译。另外，罗云彬负责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》一书第四版介绍的知识是基于 Intel IA-32 处理器体系结构的。从程序员的角度来看，本书适合作为下列计算机专业课程的教材：

- 汇编语言程序设计
- 计算机系统基础知识
- 计算机体系结构基础知识

尽管本书最初是为普通高校的学生编写的，但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。例如，佛罗里达国际大学就采用本书作为计算机系统基础知识——一门将引出更全面深入地探讨计算机体系结构的课程的教材。

本书的当前版本包含了以下主题，这些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
- 内存访问中时钟周期的使用
- 中断
- 多级流水线
- 超标量体系结构
- 多任务
- 加载和执行程序
- 浮点数的二进制表示

本书中的其他一些主题则是与 IA-32 体系结构相关的，书中使用的信息来自于它的手册：

- IA-32 保护内存的寻址和分页
- 实地址模式下的内存分段
- 中断处理
- 直接硬件 I/O
- 指令编码

对于以后将要学习计算机科学课程的读者来说，书中给出的下列例子是很有帮助的：

- 查找和排序算法
- 高级语言接口
- 有限状态机
- 代码优化实例

本书的当前版本还涉及以下一些与程序设计相关的新内容：

- 有关数据定义的更全面详尽的解释
- 有关寻址方式的更细致的讲解
- 适用于几乎所有过程的简化链接库，它们所需的输入参数更少，如新的显示CPU寄存器和内存内容的过程以及延时过程
- 对于自顶向下程序设计的讲解和说明
- 使用流程图作为代码生成工具
- 对汇编语言伪指令、宏和操作符等内容的更加全面而详尽的说明。例如：本书全面深入地讲解了 PROC, PROTO 和 INVOKE 伪指令
- 更完整地介绍了结构，包括嵌套结构和结构数组
- IF, WHILE 和 REPEAT 等块结构语句（这是 MASM 的高级特性）
- 介绍了视频显示，包括使用 BIOS 和直接内存映射技术
- 鼠标程序设计
- Win32 控制台程序设计，直接调用 Windows Kernel32 库
- 更多的数组操作实例

本书仍然是一本程序设计教材。读者要注意的是，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计算机真实工作的环境中编写软件的第一手经验，这一点的价值绝不可低估，因为他们将在同机器的即时接触中牢记大量的理论知识。在工程课程中，学生们将学习如何构建原型；在软件课程中，学生们将学习如何编写程序。在这两种课程中，原来获得的经验将给予他们在任何操作系统或面向机器的环境中工作的信心。

实模式和保护模式 教师们都表示愿意转向使用 Intel 保护内存模式的 32 位程序设计，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功能调用 MS-DOS 程序设计的。对于学生们而言，获得一些直接面向固件和硬件的程序设计经验是非常有益的。

本书前面部分的例子几乎全部是 32 位的基于文本的应用程序，它们运行于保护模式下并使用平坦模式，这样程序就显得非常直观，学生们不必处理段-偏移寻址这类问题。书中用特别标记的段落及提示框提示学生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 学生们使用两个版本的链接库进行基本的输入输出。32 位版本的链接库（Irvine32.lib）可在任何版本的 MS-Windows 的 Win32 控制台模式下工作，16 位版本可在 MS-DOS，MS-Windows 和 Linux 的 DOS 模拟器下工作。在本书后面部分的章节中，两个链接库中的所有函数都被逐一例举，读者还可以根据自己的需要修改库。应该注意的是，链接库仅仅是为了方便使用，而不是用来阻止学生们学习自己进行输入输出编程的。

包含的软件和例子 本书中所有例子程序都已经使用 Microsoft 6.15 版本的宏汇编编译器测试通过。在大多数情况下，例子程序可以用 Borland 的 TASM 4.0 和 5.0 编译，但是有些特性是 Borland 汇编编译器所不支持的。

网站信息 有关更新和勘误可以在下面的网站上找到,其中包括教授们要在章节授课结束时布置的额外的程序设计项目:

<http://www.nuvisionmiami.com/books/asm>

如果由于某种原因造成上面的网址无法访问的话,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。作者的 e-mail 地址是 kip@nuvisionmiami.com。

总体目标

本书的每个目标都是为了激发学生们对汇编语言相关主题的兴趣,以此来拓展他们的知识:

- Intel IA-32 处理器体系结构和程序设计
- 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和应用程序
- 计算机硬件控制
- 汇编语言程序、操作系统和其他应用程序之间的交互

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。在程序设计时,把 CPU 看成是一个交互工具并学会尽可能直接地监视其各种动作是很重要的。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,更重要的是它可以作为了解有关 CPU 和操作系统的教学工具。作者鼓励学生们探究高级语言表象之下的内在细节,这样可以认识到大多数高级语言都被设计成可移植的,从而使其独立于主机系统。

除了简短的例子之外,书中还包括了 115 个马上就可以运行的例子程序,这些程序解释了教材中相应的指令和一些思想。MS-DOS 中断和指令助记符等参考材料可在本书“前言”的最后找到。书中一个全面的链接库使学生在写第一个程序时更容易访问用户界面;书中包含的宏库也可能为教授和学生的进一步开发提供灵感。

需要的背景知识 至少应该已经能够用其他一门程序设计语言自信地编写程序,最好是使用 Pascal, Java, C 或 C++, 书中的一章研究了汇编语言和 C++ 的接口,其内容有一定的深度,因此读者手头有一个编译器是很有帮助的。作者在计算机科学和管理信息系统专业课还有其他一些工程课上使用了本书作为教材,授课时使用了 Microsoft Visual C++ 6.0 和 Borland C++ 5.0 来处理与高级语言接口的例子。

本书特点

完整的程序清单 本书附带的 CD-ROM 包括了书中所有例子的源代码,作者的网站上有更多的程序清单。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函数。在课程的开始阶段,学生可以使用该库增强他们的程序,随后可以创建自己的过程并把它们添加到链接库中。16 位和 32 位库的完整源代码均已给出。

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语言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。另外还包括了计算机硬件的概览和对 Intel 系列处理器历史演变介绍，这些有助于读者更好地理解目标计算机系统。

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模块分解。学生们要解决复杂的程序设计问题，这需要精心组织代码并处理复杂性的能力。

磁盘存储概念 学生们将从硬件和软件两个方面学习 PC 磁盘存储系统的基本原理。

创建链接库 学生们可在本书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宏更加专业。

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重要的，他们将学会优化自己编写的代码并看到编译器优化代码的实际例子。

教学辅助 所有的程序清单都可在随书附带 CD-ROM 和 Web 站点上找到，上面还为教师提供了所有习题、编程练习的解答和汇编语言的相关资源。

授课顺序

第 1 章至第 8 章讲述了汇编语言的基础知识，授课时应当按顺序讲授。作者做了很大的努力使章节之间衔接自然。

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）：基本微处理器设计，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）：堆栈框架，局部变量，参数声明，递归和高级参数传递。

在第 9 章至第 16 章中，教师可以根据课程设置的情况，选择与课程最适合的主题以任意顺序讲授。

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, 数组的排序和查找。

第10章 (结构和宏): 结构, 宏, 条件汇编指令, 定义重复块。

第11章 (32位 Windows 编程): 保护模式内存管理、使用 Microsoft Windows API 在控制台上显示文本及色彩。

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、簇和目录, 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以及鼠标程序设计。

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。

第17章 (高级主题): 使用 I/O 端口控制硬件, 指令编码, 浮点数的二进制表示, 浮点算术运算。

- 附录 A: 汇编编译器的安装和使用
- 附录 B: Intel 指令集
- 附录 C: BIOS 和 MS-DOS 中断
- 附录 D: MASM 参考手册

参考资料

在自己讲述的汇编课上, 作者非常依赖于手册、复习题、电子幻灯演示和习题集, 与此精神相一致, 作者尽量为教师工作提供支持。如果读者发现缺少某些重要的东西, 请和作者联系。下面的参考信息包含在书中、随书附带 CD-ROM 或者网站中:

汇编语言习题集 随书附带 CD-ROM 中包含了一本交互式习题集, 内容覆盖数制转换、寻址方式、寄存器使用、程序设计调试和浮点二进制数等重要主题。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。这个习题集也可以从作者的网站上获得。

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。

复习题答案 奇数习题的答案可以在本书的网站上找到, 偶数习题的答案可从教师网站上获取。

致谢

特别感谢 Prentice Hall 出版社的计算机科学高级编辑 Petra Recter, 他为我提供了很多很有帮

助的指导。作为产品编辑, Irwin Zucker 完成了出色的工作, 他在本书的各种细节上花了很大功夫。在准备本书附带的 CD-ROM 时, Bob Englehardt 提供了巨大的帮助。另外还要感谢本书的责任编辑 Camille Trentacoste。

我要特别感谢下面三位教授的鼓舞和给予的教学提示, 以及他们对整本书的不倦审阅:

- 来自 Antelope Valley College 的 Gerald Cahill, 他提出了无数的好建议和更正信息。他的许多想法在本书中变成了现实。
- Pacific Lutheran University 的 James Brink 给了我很多好建议, 他自己的 32 位链接库启发了我, 我为本书也编写了一个。
- Country College of Morris 的 Maria Kolatis 对一些章节提出了深刻的评论, 迫使我不得不重新考虑许多主题的安排。

此外, 下面三个人也付出了大量时间校订本书或开发使我大受启发的例子:

- Tom Joyce, 他是 Premier Heart, LLC 的主任工程师。
- Purdue Calumet University 的 Jeff Wothke。
- 佛罗里达国际大学的 Tim Downey。

我的几个佛罗里达国际大学的学生阅读了本书的手稿并提出了宝贵的建议, 他们是: Sylvia Miner, Eric Kobrin, Jose Gonzalez, Ian Merkel, Pablo Maurin 和 Hien Nguyen。另外, Andres Altamirano 为编程练习编写了很多优秀的解答。

校对者 非常感谢下列人员校订了部分章节:

- Courtney Amor, a mathematics student at UCLA
- Ronald Davis, Kennedy-King College
- Ata Elahi, Southern Connecticut State University
- Leroy Highsmith, Southern Connecticut State University
- Sajid Iqbal, Faran Institute of Technology
- Charles Jones, Maryville College
- Vincent Kayes, Mount St. Mary College, Newburgh, New York
- Barry Meaker, Design Engineer, Boeing Corporation
- M. Nawaz, OPSTEC College of Computer Science
- Kam Ng, Chinese University of Hong Kong
- Ernie Philipp, Northern Virginia Community College
- Boyd Stephens, UGMO Research, LLC
- Zachary Taylor, Columbia College
- Virginia Welsh, Community College of Baltimore County
- Robert Workman, Southern Connecticut State University
- Tianzheng Wu, Mount Mercy College
- Matthew Zukoski, Lehigh University

Microsoft 慷慨地为本书提供了宏汇编编译器。Helios Software Solutions 公司允许我包含 TextPad 编辑器的一个评估版本。

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 16 进制方式表示。

② ASCII 码 1Fh 是 Ctrl 键加上减号 (-)。

ALT-KEY 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方式表示的。

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			
F12	86			

键	扫描码	同时按下 Ctrl 键
Home	47	77
End	4F	75
PaUp	49	84
PaDn	51	76
PrtSc	37	72
左箭头	4B	73
右箭头	4D	74
上箭头	48	
下箭头	50	
Ins	52	
Del	53	
Back tab	0F	
Gray +	4E	
Gray -	4A	

转移序列表

十进制	十六进制	1	16	32	46	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	J
6	6	♠	■	&	6	F	V	f	v	â	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	Γ	⌋	⌋	⌋	θ	•
10	A	■	→	*	:	J	Z	j	z	è	Ü	Γ	⌋	⌋	⌋	Ω	•
11	B	♂	←	+	;	K	[	k	{	ï	ç	½	⌋	⌋	⌋	δ	√
12	C	♀	L	,	<	L	\	l		î	£	¼	⌋	⌋	⌋	∞	n
13	D	♪	↔	-	=	M	]	m	}	ì	¥	ì	⌋	⌋	⌋	φ	²
14	E	♫	▲	•	>	N	^	n	~	Ä	P	⌋	⌋	⌋	⌋	ε	■
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
1.2 虚拟机的概念	7
1.3 数据的表示方法	9
1.4 布尔运算	19
1.5 本章小结	21
第 2 章 IA-32 处理器体系结构	23
2.1 基本概念	23
2.2 IA-32 处理器体系结构	30
2.3 IA-32 的内存管理	35
2.4 IA-32 微机的构成	40
2.5 输入输出系统	43
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
3.2 例子：三个整数相加	54
3.3 编译、链接和运行程序	57
3.4 定义数据	60
3.5 符号常量	67
3.6 实地址模式程序设计（可选）	71
3.7 本章小结	72
3.8 编程练习	73
第 4 章 数据传送、寻址和算术运算	74
4.1 数据传送指令	74
4.2 加法和减法	82
4.3 和数据相关的操作符和伪指令	88
4.4 间接寻址	92
4.5 JMP 和 LOOP 指令	97
4.6 本章小结	101
4.7 编程练习	102

第 5 章 过程	104
5.1 简介	104
5.2 与外部库链接	104
5.3 本书附带的链接库	106
5.4 堆栈操作	116
5.5 过程的定义和使用	120
5.6 使用过程进行程序设计	128
5.7 本章小结	133
5.8 编程练习	134
第 6 章 条件处理	135
6.1 简介	135
6.2 布尔和比较指令	135
6.3 条件跳转	142
6.4 条件循环指令	151
6.5 条件结构	153
6.6 应用：有限状态机	160
6.7 使用.JF 伪指令（选学）	165
6.8 本章小结	170
6.9 编程练习	171
第 7 章 整数算术指令	173
7.1 简介	173
7.2 移位和循环移位指令	173
7.3 移位和循环移位的应用	179
7.4 乘法和除法指令	182
7.5 扩展加法和减法	188
7.6 ASCII 和压缩十进制算术（可选）	191
7.7 本章小结	194
7.8 编程练习	194
第 8 章 高级过程	196
8.1 简介	196
8.2 局部变量	197
8.3 堆栈参数	199
8.4 堆栈框架	208
8.5 递归	216
8.6 创建多模块程序	220
8.7 本章小结	225
8.8 编程练习	226