中国高等职业技术教育研究会推荐

高职系列教材

汇编语言程序设计（第二版）

韩海 编著

面向21世纪高级应用型人才

西安电子科技大学出版社
http:// www.xduph. com

□ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职系列教材

汇编语言程序设计

(第二版)

韩 海 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书以 Intel 8086/8088 CPU 为核心，以 DOS 为工作平台，全面介绍汇编语言及其相关知识，讲述汇编语言程序设计的方法，以大量实例说明编程技巧，并结合常见外部设备介绍汇编语言的典型应用。全书内容以 8086/8088 基本指令、源程序基本格式、程序的三种结构、上机操作步骤等为基础，以提高编程效率的子程序和宏为扩展，以对外设端口的控制为应用。

本书内容详实，叙述简洁易懂，章节安排上由简到繁，由浅入深，举例有相当的代表性与实用性，十分适合作为高等学校计算机与相关专业的教材，对于有关工程技术人员及自学者，本书也是一本颇具价值的参考书。

★本书配有电子教案，有需要者可与西安电子科技大学出版社联系，免费索取。

图书在版编目（CIP）数据

汇编语言程序设计/韩海编著. —2 版. —西安：西安电子科技大学出版社，2003.11

(高职系列教材)

ISBN 7-5606-0889-2

Ⅰ. 汇… Ⅱ. 韩… Ⅲ. 汇编语言－程序设计－高等学校：技术学校－教材 Ⅳ. TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 089482 号

责任编辑 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http: //www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2000 年 8 月第 1 版 2003 年 11 月第 2 版 2004 年 6 月第 7 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 16.25

字 数 370 千字

印 数 38 001～44 000 册

定 价 18.00 元

ISBN 7-5606-0889-2 / TP・0472(课)

XDUP 1160A02-7

序

在即将跨入21世纪的前夕，中共中央、国务院召开了第三次全国教育工作会议，并颁发了《中共中央、国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》；进一步明确了高等职业教育的重要地位，指出“高等职业教育是高等教育的重要组成部分。要大力发展高等职业教育”。在这一方针的指引下，我国高等职业教育取得了空前规模的发展。至1999年，从事高等职业教育的高等职业学校、高等专科学校和独立设置的成人高校已达1345所，占全国高校总数的69.2%；专科层次的在校生占全国高校在校生的55.37%，毕业生占高校毕业生总数的68.5%。这些数字表明，高等职业教育在我国高等教育事业中占有极其重要的地位，在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。随着社会的发展、科技的进步，以及我国高等教育逐步走向大众化，我国的高等职业教育必将进一步发展壮大。

在高等职业教育大发展的同时，也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求，培养一批“双师型”的中青年骨干教师；编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材；创建一批教学工作优秀学校。

为解决当前高职教材严重匮乏的问题，西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会联合策划、组织编写了计算机及应用电子技术两个专业的教材，现已出版。本系列教材，从策划到主编、主审的遴选，从成立专家组反复讨论大纲， 研讨职业教材特色到书稿的字斟句酌，每走一步都比较扎实、精心。作者在编写中紧密联系实际，尽可能地吸收新理论、新技术、新工艺，并按照案例引入、改造拓宽、课题综合(通过一个大型的课题，综合运用所学内容)的思路，进行编写，努力突出高职教材的特点。本系列教材内容取材新颖、实用；层次清楚，结构合理；文笔流畅，装帧上乘。这套教材比较适合高等职业学校、高等专科学校和成人高校等高等职业教育的需要。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一，是教学内容改革的重要基础。为此，有关高职院校都十分重视教材建设，组织教师积极参加教材编写，为高职教材从无到有，从有到优而辛勤工作。但高职教材的建设还刚刚起步，还需要做艰苦的工作，我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师，在教书育人的同时，组织起来，共同努力，编写出一批高职教材的精品，为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长 李家瑞

高等职业技术教育“计算机及应用电子技术专业”教材编审专家委员会

第二版前言

本书自2000年出版以来，深受广大读者的喜爱，得以多次重印。经过几年的实际使用，本书在内容和形式上的一些不足逐渐暴露出来。本次修订一方面结合目前计算机的发展状况对全书的内容做适当调整，另一方面则是修改原书中的错误和模糊不清的叙述，使语义更加准确，行文更加通顺。

原书包含了汇编语言各方面的内容，CPU内部结构、内存使用、外设控制、编程技巧等一应俱全，在章节编排上由易到难，循序渐进，更是本书的特色。不足之处是第10章对高档机的介绍及相应编程，但这部分内容对掌握汇编语言的精髓以及进一步学习单片机等课程没有大的影响。因而本次修订没有改变章节次序和主体内容，只是在具体细节上加以调整，包括以下几个方面：

1. 鉴于近年来C语言比Pascal语言更普及，很多使用本书的读者都是以C语言为基础，因此，本次修订把书中有关Pascal的描述都改为C语言的描述。比如，6.6节先以高级语言给出一个递归的实例，再以汇编语言分析其具体实现过程，原书中使用的是Pascal函数，现改为C语言相应的函数。

2. 虽然书中的程序示例都经过反复检查，尤其是完整程序更是经过上机操作验证，但难免有个别欠缺或错误，本次修订又对每一个例子重新检查，更正其中的错误。比如，例7.8是一个程序段，用来说明带前缀的串操作指令的执行过程，原书中少了在循环体内把SI和DI各自加2的操作，现添加了相应的指令。

3. 本次修订更正了原书中个别地方出现的叙述错误。比如，7.2.3.2节说明REPZ的功能时，原书中写作“(4)若ZF=1，则结束指令的执行，否则转(1)”，这与实际情况不相符，现改为“(4)若ZF=1，转(1)继续执行串指令，否则结束指令的执行”。

4. 修改了原书在叙述上含糊的地方。比如，6.6节中有关于“递归深度”这一概念的定义，原书写作“递归问题的分解次数称为递归深度”，现改为“从原始问题逐次分解到最简情况，其分解结果逻辑上构成树状结构，这种分解树的高度称为递归的深度”。

5. 本次修订还对原书中的描述性语言加以调整，推敲其中的用词，减少长句子，使读者更容易把握所要表达的语义。

本书出版以来收到了不少反馈信息，在此，谨向对本书提出批评、指正意见的读者表示诚挚的感谢，并希望得到他们对本书的进一步关心和支持。对本书有任何意见或建议，都可以通过以下电子邮件地址与作者联系。

hanhai_wh@sina.com

作　者

2003年9月

第一版前言

汇编语言程序设计是高等院校计算机专业的必修课之一。它是微型计算机接口技术、单片机等课程的先修课，对于训练学生学习程序设计方法，掌握编程技巧，熟悉上机操作和程序调试技术都十分重要。

汇编语言是计算机能够提供给编程者的执行速度最快的语言，也是能够利用计算机硬件特性直接控制硬件设备的唯一语言，因而在对于软件的空间和时间要求很高的场合，汇编语言是最有效的编程工具。

汇编语言本身的特点决定了它必须结合一台具体的计算机来组织其内容。为此，本书以 Intel 公司早期的产品 8086/8088 为基本机型，全面介绍汇编语言各方面的知识，并穿插一些汇编语言编程技巧，最后简单说明 Intel 系列高档微型机的特点。本书可作为高等职业学校及其它高等学校专科学生汇编语言课程的教材，本书中加星号的章节可作为参考学习内容。对于初学者而言，学习本书的内容需要有较扎实的一种高级语言（建议是 Pascal）基础以及基本的计算机常识。

在人类跨入新世纪之时，计算机已成为许多人日常工作和生活中必不可少的工具，高档微机也逐步走进平常老百姓的家庭，人们对计算机不再陌生。那么，在几乎无人不知“奔Ⅱ”、“奔Ⅲ”和 Windows 98、Windows 2000 的时候，读者一定会问：

为什么不讲“奔Ⅱ”、“奔Ⅲ”，却要讲 8086/8088？
学习汇编语言还有没有必要？汇编语言究竟能干什么？
我的机器上装的是 Windows 操作系统，又如何进行汇编语言的练习？

为此，有必要对这些问题做简要的澄清：汇编语言是联系高级语言(第三代语言)以及第四代语言与计算机系统的桥梁。有些情况下，可以用高级语言解释第四代语言编程中面临的疑惑：它究竟是怎么实现的？但有时候高级语言本身的来龙去脉会需要进一步的阐明。对于这种刨根问底，就只有用机器语言或者汇编语言来回答。相信读者中有很大一部分对高级语言中的递归、指针、数值参数、变量参数等概念是模糊不清的，本书也试图在这些方面做较深入的探讨。本书的编写动机之一就是从根本上去解释这些高级语言中的概念。书中关于递归的实现方法、子程序与调用者之间的参数传递方式以及菜单程序的例子，都是在讲述这些“为什么”的问题。

本书之所以选择 8086/8088 作为主讲 CPU，主要是考虑到 Intel 系列 CPU 的覆盖面很广，现在的办公用和家用电脑很多都是这一系列的产品，“奔腾”机兼容了 8086/8088 的所有功能，或者说，8086/8088 是“奔腾”全部功能中的一个部分。学习 8086/8088 的汇编语言是为了进一步学习“奔腾”机打下基础，如果跳过这一步，“奔腾”机的有关知识就会像空中楼阁，令人感觉高不可攀。另一方面，汇编语言的主要应用领域是工业控制，现在工业控制中使用的计算机、单片机，有很多与 8086/8088 有相似的结构，原理也大体相同，

因此，本书介绍的 8086/8088 汇编语言也是为掌握工控机铺平道路。可以说，学习汇编语言与计算机硬件系统是相辅相成的，希望本书所介绍的内容能成为读者进入硬件领域的一块铺路石。

至于在装有 Windows 操作系统的机器上如何练习的问题倒很简单，现在绝大多数机器上安装的 Windows 系统都支持“重新启动并进入 MS－DOS 方式”和开设 DOS 窗口两种形式。只需要在 DOS 状态下配以适当的软件(汇编程序、连接程序和调试程序)，即可进行汇编语言的练习。为了帮助读者验证书中示例的正确性，本书备有一张软磁盘，把比较完整的例子程序都以文本文件和执行文件的形式放在盘上。该盘具备 DOS 6.22 操作系统，可直接启动，盘上还备有汇编程序和连接程序，具体使用方法参见书的各章节和盘上的说明文件（README.TXT）。有需要软磁盘者，请与西安电子科技大学出版社发行部联系。

本书共分 10 章。第 1 章讲述汇编语言有关基础知识；第 2 章是关于 8086/8088 机型的基本硬件知识，掌握一定的硬件知识是学习汇编语言的必要前提；第 3 章介绍寻址方式和最简单的指令，由此引出汇编语言程序的基本结构，并以顺序结构作为程序设计的起点；第 4 章讲解分支与循环这两种结构的程序设计；第 5 章介绍在汇编语言中如何使用变量；第 6 章讲述子程序结构和模块化程序设计方法，以及递归子程序的执行过程；第 7 章讲解宏汇编这种高级编程技术；第 8 章主要介绍直接、查询、中断三种计算机内外数据交换的方法；第 9 章介绍文件的使用，并讲述一些简单的终端控制技术；第 10 章简单说明在高档机的实地址方式下汇编语言有哪些新扩展。

汇编语言程序设计是计算机专业的学生感到比较难学的一门课程。一方面，学习汇编语言需要硬件知识的配合，需要比较坚实的高级语言编程基础；另一方面，汇编语言有大量的语法规则需要记忆，没有高级语言中的结构化语句，程序结构不是很明显，上机调试单调且容易出错，这些都会给学习这门语言带来很大的困难。本书试图由简到繁、由浅入深地引导学生进入汇编语言的大门。除了前两章的基础知识外，本书在讲解程序结构和编程方法时都借用高级语言的一些方法，并做相应对照比较，相信对已较好地掌握了一门高级语言的学生会有帮助。

本书中所有完整的程序实例都已在 PC 兼容机上实现，子程序或程序段也经过添加一些指令构成完整程序并上机验证（见本书所备软盘）。本书中后面章节的内容较深，但很有实用价值，尤其是第 8 章、第 9 章与硬件联系很紧，学习汇编语言的目的就在于直接控制硬件，相信那些程序例子会给学生带来学习的兴趣。

此外，为方便教学，本书配有电子教案，任课教师如有需要，可与西安电子科技大学出版社发行部联系(电话：029—8227828)，免费索取。

本书在写作过程中得到深圳职业技术学院电子与计算机系戴士弘老师的大力支持，谨在此表示衷心感谢。

编　者

2000 年 4 月

目 录

第1章 概 述

1946年，在美国诞生了世界上第一台现代电子计算机ENIAC，它标志着人类进入了计算机时代。从那时至今，计算机在人类的日常生活中扮演着越来越重要的角色，深入到了人类社会的各个角落。

计算机是一种能够按照人们预先存放在其中的一系列命令连续高速地进行数据处理的电子机器。当今的计算机仍然延续着冯·诺依曼体系结构，需要预先存储程序。程序是用计算机语言编写的指令序列。能够把人的命令告诉计算机的一套符号系统及其使用规则称为“计算机语言”。到目前为止，计算机语言已经由低级到高级经历了机器语言、汇编语言、高级语言、第四代语言的发展过程。其中，汇编语言是一种能够充分利用计算机硬件特性的低级语言，它与计算机的结构有非常紧密的联系。不同的计算机有各自的汇编语言，本书详细说明Intel 8086/8088的汇编语言，并简单介绍80386的指令及编程。

1.1 计算机语言是人机交流工具

1.1.1 机器语言

计算机的所有操作都是在指令的控制下进行的。能够直接控制计算机完成指定动作的是机器指令。一条机器指令是一个由0和1组成的二进制代码序列，不同的机器指令对应的二进制代码序列也各不相同。一条机器指令通常由操作码和操作数两部分构成，操作码在前，操作数在后。

操作码	操作数

操作码部分用来指出这条指令要求计算机做什么样的操作，是做加法，做减法，还是完成数据传送，亦或是其它的操作；操作数部分给出参与操作的数据值，或者指出操作对象在什么地方。下面的二进制代码序列就是一条8086/8088的机器指令：

10000000 00000110	01100100 00000000 00010010

这条指令的前16位是操作码部分，含义是要求计算机做两个数的加法操作；后24位是操作数部分，第17位至第32位指出第一个加数在内部存储器的编号为100的那个字节中，最后8位指出另一个加数就在指令中，是18。

对于同样的二进制序列，不同型号的CPU对它的“理解”是不一样的，比如上面的那一串二进制代码在8086和8088看来是要求做加法，换到另一种CPU中完全可能被当作是另一种操作，甚至是错误的指令，所以机器指令与机器本身有着紧密的联系。不同型号的计算机(准确地说是不同型号的 CPU)都有自己的一套指令，一种机型的所有机器指令的集合就是它的指令系统。指令系统及其使用规则构成这种计算机的机器语言。选择指令系统

中的指令并排列起来，可以构成一个指令序列，用以告诉计算机完成一连串的动作，就是一个机器语言程序。

1.1.2 自然语言与汇编语言的对比

机器语言是计算机的“母语”，这是一种绝大多数人都不懂也很难学会的语言，正如前面给出的一条机器指令的例子会令试图学习机器语言的人望而生畏。另一方面，人类自己使用汉语、英语、法语等自然语言进行交流。任何一种自然语言对于当今的计算机来说都是无法领会的，而且，目前的技术还无法把人的自然语言直接翻译成机器语言。因而，人与计算机之间进行交流就存在一定的困难。比较好的解决方法是找一种双方都能够学会也容易学会的语言作为中间媒介，汇编语言以及后来的高级语言、第四代语言都扮演着这样的中介角色。

一个已掌握了自己的母语的人，如果要学习一种新的语言，他该学些什么呢？不妨想像一下中国人学英语的过程：大概所有把英语作为外语来学习的人都是从字母开始的，以后是单词、简单的句子，再发展到用若干连贯的句子描述一件简单的事情，最后是熟练地写英语文章。在学习过程中，从单词的拼写到句子的组织，再到文章的连贯，都会穿插着相应的语法知识。汇编语言既然是一种语言，学习过程也大致如此。表 1.1 中列举了自然语言与汇编语言的对照关系，一方面说明在学习这两种语言时有很多共同之处，另一方面也表明汇编语言需要学习的主要内容。

表 1.1 自然语言与汇编语言的对照

语言 / 对比项目	自然语言(英语)	汇编语言
基本符号	字母表	字母、专用符号
词	单词	保留字、标识符
句	句子	完整的指令、伪指令
段	段落	子程序
章	文章	程序
语法	拼写、句法、文法	指令、子程序、程序的格式及其使用规则
技巧	句子正确，文理通顺	指令正确，程序精简，易读性好，结构化好

汇编语言是介于自然语言和机器语言之间的一种人机交流媒介。人可以发挥自己的聪明才智学会这一类新的语言，但计算机又如何去“学会”呢？这是利用汇编语言到机器语言的固定翻译机制实现的。编写好的汇编语言程序可以通过一种固定的模式翻译成机器语言。这种翻译工作如果由人来完成同样是非常困难的，而且出错的可能性很大；再说，这种翻译很枯燥、很机械，倒是非常适合由计算机按人们指定的方法自动进行，因此计算机专家们已编制了一些翻译程序供汇编语言编程人员使用，这种翻译程序称为“汇编程序”。

1.1.3 汇编程序和连接程序

汇编程序是一种计算机软件，属于系统软件部分，它能够把人们编写的汇编语言程序(称为源程序，一般以 ASM 作为文件扩展名)翻译成机器语言，这种翻译操作称为“汇编”。