

21
世纪

高职高专新概念教材

曾长军 李珍香 陈兴无

宋锦河 主 编
王泽生 副主编
黄维通 主 审

汇编语言程序设计

21 Shi Ji Gao Zhi Gao Zhuan Xin Gai Nian Jiao Cai



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专新概念教材

汇编语言程序设计

宋锦河 主 编

曾长军 李珍香 陈兴无 王泽生 副主编

黄维通 主 审

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书以 Intel 8086 微处理器为基础,介绍了汇编语言的基本概念、基本原理和程序设计的基本方法,以大量实例讲述了如何用汇编语言开发应用程序,并介绍了上机调试运行汇编源程序的方法。

本书内容广博、语言浅显、结构清晰、实例丰富,内容编排突出了汇编语言程序设计的一般方法,学生可一边学习,一边上机操作,便于在实践中巩固理论知识,具有很强的可操作性。

本书为计算机专业的“汇编语言程序设计”课程的教材,也可作为电子、自动控制等专业的相关教材,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校。

本书为授课教师免费提供电子教案,此教案用 PowerPoint 制作,可以任意修改。需要者请与北京万水电子信息有限公司联系。

图书在版编目(CIP)数据

汇编语言程序设计/宋锦河主编. —北京:中国水利水电出版社, 2001.7

21 世纪高职高专新概念教材

ISBN 7-5084-0730-X

I. 汇… II. 宋… 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 (2001) 第 046599 号

书 名	汇编语言程序设计
主 编	宋锦河
副 主 编	曾长军 李珍香 陈兴无 王泽生
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: mchannel@public3.bta.net.cn (万水) sale@waterpub. com. cn 电话: (010)68359286(万水) 63202266(总机) 68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京天竺颖华印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 16 印张 348 千字
版 次	2001 年 8 月第一版 2001 年 8 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	20.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

21 世纪高职高专新概念教材

编委会名单

主任委员 刘 晓 柳菊兴

副主任委员 胡国铭 张栾勤 王前新 黄元山

张建钢 田 刚 宋 红 汤鑫华 王国仪

委 员 (按姓氏笔画排序)

马洪娟	马新荣	尹朝庆	方 宁	毛芳烈
王 祥	王乃钊	王希辰	王国思	王明晶
王泽生	王绍卜	王路群	东小峰	台 方
叶永华	宁书林	田 原	田绍槐	申 会
刘 猛	刘尔宁	刘慎熊	孙明魁	许学东
闫 菲	宋锦河	张 晞	张 慧	张弘强
张怀中	张晓辉	张海春	张曙光	李 琦
李存斌	李珍香	李家瑞	杨永生	杨庆德
杨均青	汪振国	肖晓丽	闵华清	陈 川
陈 炜	陈语林	陈道义	单永磊	周杨娣
周学毛	武铁敦	郑有想	侯怀昌	胡大鹏
胡国良	费名瑜	赵作斌	赵秀珍	赵海廷
唐伟奇	夏春华	袁晓州	袁晓红	钱同惠
钱新恩	高寅生	曹季俊	梁建武	舒望皎
蒋厚亮	覃晓康	谢兆鸿	韩春光	雷运发
廖哲智	廖家平	蔡立军	黎能武	魏 雄

项目总策划 雨 轩

编委会办公室 主 任 周金辉

副主任 孙春亮 杨庆川

参编学校名单

(按第一个字笔划排序)

三门峡职业技术学院
山东大学
山东建工学院
山东省电子工业学校
山东农业大学
山东省农业管理干部学院
山东省教育学院
山西阳泉煤炭专科学校
山西经济管理干部学院
广州市职工大学
广州铁路职业技术学院
中国人民解放军第二炮兵学院
中国矿业大学
中南大学
天津市一轻局职工大学
天津职业技术师范学院
长沙大学
长沙民政职业技术学院
长沙交通学院
长沙航空职业技术学院
长春汽车工业高等专科学校
北京对外经济贸易大学
北京科技大学职业技术学院
北京科技大学成人教育学院
石油化工管理干部学院
石家庄师范专科学校
华中电业联合职工大学
华中科技大学
华东交通大学
华北电力大学工商管理学院
江汉大学
西安外事学院

西安欧亚学院
西安铁路运输职工大学
西安联合大学
孝感职业技术学院
杨陵职业技术学院
昆明冶金高等专科学校
武汉大学动力与机械学院
武汉大学信息工程学院
武汉工业学院
武汉工程职业技术学院
武汉广播电视大学
武汉化工学院
武汉电力学校
武汉交通管理干部学院
武汉科技大学工贸学院
武汉商业服务学院
武汉理工大学
河南济源职业技术学院
陕西师范大学
南昌水利水电高等专科学校
哈尔滨金融专科学校
济南大学
济南交通高等专科学校
荆门职业技术学院
贵州无线电工业学校
贵州电子信息职业技术学院
恩施职业技术学院
黄冈职业技术学院
黄石计算机学院
湖北工学院
湖北丹江口职工大学
湖北汽车工业学院

湖北经济管理大学
湖北药检高等专科学校
湖北商业高等专科学校
湖北教育学院
湖北鄂州大学
湖南大学
湖南工业职业技术学院

湖南计算机高等专科学校
湖南省轻工业高等专科学校
湖南涉外经济学院
湖南郴州师范专科学校
湖南商学院
湖南税务高等专科学校

序

根据 1999 年 8 月教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》)的精神,由中国水利水电出版社北京万水电子信息有限公司精心策划,聘请我国长期从事高职高专教学、有丰富教学经验的教师执笔,在充分汲取了高职高专和成人高等学校在探索培养技术应用性人才方面取得的成功经验和教学成果的基础上,撰写了此套《21 世纪高职高专新概念教材》。

为了编写本套教材,出版社进行了广泛的调研,走访了全国百余所具有代表性的高等专科学校、高等职业技术学院、成人教育高等院校以及本科院校举办的二级职业技术学院在广泛了解情况、探讨课程设置、研究课程体系的基础上,经过学校申报、征求意见、专家评选等方式,确定了本套书的主编,并成立了编委会。每本书的编委会聘请了多所学校主要学术带头人或主要从事该课程教学的骨干,教学大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论。

本套《21 世纪高职高专新概念教材》有如下特点:

(1) 面向 21 世纪人才培养的需求,结合高职高专学生的培养特点,具有鲜明的高职高专特色。本套教材的作者都是长期在第一线从事高职高专教育的骨干教师,对学生的基本情况、特点和认识规律等有深入的了解,在教学实践中积累了丰富的经验。因此可以说,每一本书都是教师们长期教学经验的总结。

(2) 以《基本要求》和《培养规格》为编写依据,内容全面,结构合理,文字简练,实用性强。在编写过程中,作者严格依据教育部提出的高职高专教育“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则,力求从实际应用的需要(实例)出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论概念,加强了应用性和实际操作性强的内容。

(3) 采用“问题(任务)驱动”的编写方式,引入案例教学和启发式教学方法,便于激发学习兴趣。本套书的编写思路与传统教材的编写思路不同:先提出问题,然后介绍解决问题的方法,最后归纳总结出一般规律或概念。我们把这个新的编写原则比喻成“一棵大树、问题驱动”的原则。即:一方面遵守先见(构建)“树”(每本书就是一棵大树),再见(构建)“枝”(书的每一章就是大树的一个分枝),最后见(构建)“叶”(每章中的若干小节及知识点)的编写原则;另一方面采用问题驱动方式,每一章都尽量用实际中的典型实例开头(提出问题、明确目标),然后逐渐展开(分析解决问题),在讲述实例的过程中将本章的知识点融入。这种精选实例,并将知识点融于实例中的编写方式,可读性、可操作性强,非常适合高职高专的学生阅读和使用。本书读者通过学习构建本书中的“树”,由“树”找“枝”,

顺“枝”摸“叶”，最后达到构建自己所需要的“树”的目的。

(4) 配有实验指导和实训教程，便于学生练习提高。

(5) 配有动感电子教案。为顺应教育部提出的教材多元化、多媒体化发展的要求，每本教材都配有电子教案，以满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。

(6) 提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套教材凝聚了数百名高职高专一线教师多年的教学经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。

本套教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校。

新世纪吹响了我国高职高专教育蓬勃发展的号角，新世纪对高职教育提出了新的要求，高职教育占据了全面素质教育中所不可缺少的地位，在我国高等教育事业中占有极其重要的位置，在我国社会主义现代化建设事业中发挥着日趋显著的作用，是培养新世纪人才所不可缺少的力量。相信本套《21 世纪高职高专新概念教材》的出版能为高职高专的教材建设和教学改革略尽绵薄之力，因为我们提供的不仅是一套教材，更是自始至终的教育支持，无论是学校、机构培训还是个人自学，都会从中得到极大的收获。

当然，本套教材肯定会有不足之处，恳请专家和读者批评指正。

21 世纪高职高专新概念教材编委会

2001 年 3 月

前 言

“汇编语言程序设计”是计算机专业的一门重要基础课，是“操作系统”、“计算机接口技术”等专业课的先行课，是从事计算机研究与应用，特别是软件研究的基础，也是计算机专业人员必须接受的专业基础训练之一。

本书从系统软件和应用软件设计的角度出发，以 Intel 8086 微处理器为基础，系统地介绍了汇编语言的基本概念、基本原理和程序设计的方法、技术以及系统开发应用。全书共 7 章，第 1 章介绍了进行汇编语言程序设计所需基本知识，包括汇编语言的特点、数据表示、存储器物理地址的形成等；第 2 章详细介绍了 6 种寻址方式及指令系统的格式、功能及使用方法；第 3 章主要介绍了宏汇编语言中的语句格式、汇编语句表达式、伪指令及 DOS 系统功能调用；第 4 章系统地介绍了顺序、分支、循环、子程序设计以及模块化程序设计和高级汇编语言程序设计的方法；第 5 章主要介绍了 I/O 设备数据传送方式、中断传送方式及 BIOS 中断调用方法；第 6 章主要以实例形式讲述了用汇编语言如何开发应用程序；第 7 章介绍了上机调试汇编源程序的方法。

本书在内容的选取、概念的引入、文字的叙述、例题习题的选择方面力求通俗易懂，书中列举的一些有代表性的实例，有助于学生提高实际动手能力。

全书浅显明晰、循序渐进、结构清晰、实例丰富，既适合课堂教学（配有电子教案），又适合读者自学。

本书为计算机专业的“汇编语言程序设计”课程的教材，也可作为电子、自动控制等专业的相关教材，适用于高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校。

本书由宋锦河主编，负责全书的总体规划 and 统稿工作，曾长军、李珍香、陈兴无、王泽生任副主编，其中，宋锦河编写了第 1、2 章，曾长军编写了第 3、4 章，李珍香编写了第 5、6 章，陈兴无编写了第 7 章，王泽生编写了本书附录。另外，王明晶、姚红英、白钟钢、杨芳菊、焦启明、冉全等老师参与了大纲的讨论和部分内容的编写。清华大学黄维通教授在百忙中审阅了全部书稿，并提出了宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和疏漏之处，敬请专家和广大读者批评指正。

编 者

2001 年 4 月

目 录

序

前言

第 1 章 基础知识	1
1.1 汇编语言及特点	1
1.1.1 机器语言	1
1.1.2 汇编语言	2
1.1.3 高级语言	2
1.1.4 汇编语言的特点	2
1.2 数据表示	3
1.2.1 数值数据	3
1.2.2 字符数据	5
1.3 8086CPU 和寄存器组	6
1.3.1 Intel 8086CPU 内部结构	6
1.3.2 8086 寄存器组	7
1.3.3 标志寄存器	8
1.4 存储器物理地址的形成	10
1.4.1 存储器	10
1.4.2 存储器单元的地址和内容	11
1.4.3 物理地址的形成	11
习题 1	13
第 2 章 寻址方式和指令系统	15
2.1 寻址方式	15
2.1.1 寄存器寻址	16
2.1.2 寄存器间接寻址	16
2.1.3 变址寻址	18
2.1.4 基址加变址寻址	19
2.1.5 立即寻址	20
2.1.6 直接寻址	21
2.1.7 跨段问题	22
2.2 数据传送类指令	22

2.2.1	通用数据传送指令	22
2.2.2	堆栈操作指令	24
2.2.3	标志寄存器传送指令	26
2.2.4	地址传送指令	26
2.2.5	输入输出指令	28
2.3	算术运算类指令	29
2.3.1	加法指令	29
2.3.2	减运算指令	30
2.3.3	乘运算指令	31
2.3.4	除运算指令	32
2.3.5	符号扩展指令	33
2.3.6	十进制调整指令	34
2.4	位操作类指令	37
2.4.1	逻辑运算指令	37
2.4.2	移位指令	38
2.5	串操作类指令	41
2.6	控制转移类指令	46
2.6.1	条件转移指令	46
2.6.2	无条件转移指令	48
2.6.3	循环指令	49
2.6.4	子程序调用指令	50
2.6.5	中断指令	51
2.7	处理机控制类指令	52
2.7.1	标志位设置指令	52
2.7.2	CPU 状态控制指令	52
习题 2		53
第 3 章	宏汇编语言	59
3.1	宏汇编语言格式	59
3.1.1	指令语句格式	59
3.1.2	伪指令语句格式	60
3.2	汇编语句表达式	60
3.2.1	常量	61
3.2.2	变量	61
3.2.3	标号	64
3.2.4	表达式与运算符	65

3.2.5	运算符的优先级	70
3.3	伪指令	71
3.3.1	数据定义伪指令	72
3.3.2	符号定义伪指令	72
3.3.3	段定义伪指令 SEGMENT/ENDS	74
3.3.4	假定伪指令 ASSUME	77
3.3.5	置汇编地址计数器伪指令 ORG	79
3.3.6	源程序结束伪指令	79
3.4	DOS 系统功能调用	79
3.4.1	概述	79
3.4.2	常用的 DOS 系统功能调用	80
3.5	综合举例	82
习题 3		86
第 4 章	程序设计方法	90
4.1	概述	90
4.1.1	汇编语言程序设计的一般步骤	90
4.1.2	流程图	90
4.2	顺序程序设计	91
4.3	分支程序设计	94
4.3.1	用条件转移指令实现程序分支	94
4.3.2	用跳转表实现多路分支	97
4.4	循环程序设计	99
4.4.1	循环程序的结构	99
4.4.2	单重循环程序设计	100
4.4.3	多重循环程序设计	105
4.5	子程序设计	109
4.5.1	子程序的概念	109
4.5.2	子程序的定义	109
4.5.3	子程序设计方法	110
4.5.4	子程序应用举例	111
4.5.5	子程序的嵌套与递归调用	116
4.6	模块化程序设计	118
4.7	高级汇编语言技术	121
4.7.1	宏指令	121
4.7.2	宏指令的使用过程	121

4.7.3	宏操作符	123
4.7.4	局部符号伪指令 LOCAL	124
4.7.5	宏库的使用	125
4.7.6	重复汇编	127
4.7.7	条件汇编	129
习题 4		132
第 5 章	输入输出和中断	136
5.1	I/O 设备数据传送方式	136
5.1.1	端口寻址方式	136
5.1.2	CPU 与外设的传送方式	137
5.2	中断传送方式	144
5.2.1	概述	144
5.2.2	8086 / 8088 的中断系统	146
5.3	BIOS 中断调用方式	158
5.3.1	概述	158
5.3.2	常用 BIOS 功能调用	159
5.3.3	图形显示程序设计	162
5.4	综合举例	168
习题 5		181
第 6 章	应用系统开发	183
6.1	汽车动画程序开发	183
6.1.1	字符图形显示	183
6.1.2	动画程序的开发	183
6.2	发声系统程序开发	188
6.2.1	系统发声途径	188
6.2.2	发声应用程序举例	190
习题 6		203
第 7 章	实验指导	204
7.1	实验步骤	204
7.2	调试程序 DEBUG	206
7.2.1	DEBUG 程序的调用	206
7.2.2	DEBUG 命令的常用命令	206
7.3	实验	212
附录一	ASCII 码表	217
附录二	8086 指令系统表	218

附录三 MASM 伪指令表 225

附录四 DOS 的软件中断与系统功能调用 230

附录五 常用 BIOS 子程序的功能及其调用参数 236

附录六 本书符号使用说明..... 241

参考文献 242

第 1 章 基础知识

每一种计算机语言都规定了自己的基本字符、词汇、语句及语法规则。汇编语言是计算机提供给用户的一种快捷有效、能充分利用计算机硬件特征、并能直接控制硬件的惟一语言。本书介绍的 Intel 8086 宏汇编语言使用的字符为 ASCII 编码,基本的词汇为符号指令和各种伪指令,基本的语句为指令语句、伪指令语句和宏指令语句。

本章将介绍用汇编语言进行程序设计需要掌握的基本知识。包括:汇编语言及特点; 数据表示; 8086 CPU 和寄存器组; 存储器物理地址的形成。

1.1 汇编语言及特点

1.1.1 机器语言

计算机能够直接识别的数据是由二进制数 0 和 1 组成的代码。机器指令就是用二进制代码组成的指令,一条机器指令控制计算机完成一个基本操作。不同类型的处理器都有自己的机器指令集,某处理器支持的所有指令的集合就是该处理器的指令系统。指令系统及使用机器指令的一些规则就是机器语言。

用机器语言编写的程序是计算机惟一能够直接识别并执行的程序,而用其他语言编写的程序必须经过翻译才能变换成机器语言程序,所以,机器语言程序被称为目标程序。

机器指令一般由操作码和操作数两部分构成,操作码在前,操作数在后。操作码指明处理器要进行何种操作,操作数指出参与操作的数据对象。一条机器指令是一组二进制代码,一个机器语言程序就是一组二进制代码组成的序列。例如,将偏移地址为 100 的字存储单元中的内容加 2,再送回到原存储单元中去,如果采用 Intel 8086 的机器指令来完成该操作,则相应的机器指令为:

```
10000011
00000110
01100100
00000000
00000010
```

该指令中,第一、二行的两个 8 位二进制数是操作码,表示要进行“加”操作;第三、四行两个 8 位二进制数指出了第一个加数所存放的偏移地址是 100,相加的结果也送入该存储单元;第五个字节的 8 位二进制数指出了第二个加数是 2。

从该例可看出, 用二进制代码编写的程序非常烦琐, 且几乎没有人能够读懂该程序的功能。因此, 用机器语言编写的最大缺点是不直观, 难以理解, 极易出错, 也难以发现错误。除在计算机技术发展的早期用机器语言编写程序外, 现在几乎没有人用机器语言编写程序了。

1.1.2 汇编语言

为了克服机器语言的缺点, 人们采用助记符表示机器指令的操作码, 用变量代替操作数的存放地址等, 这样就形成了汇编语言。所以汇编语言是一种用符号书写的、基本操作与机器指令相对应的、并遵循一定语法规则的计算机语言。用汇编语言编写的程序称为汇编源程序。前面的例子, 用汇编语言书写应为:

```
ADD WORD PTR DS:[100], 2
```

其中, ADD 为加指令助记符; DS:[100]表示在当前数据段中, 偏移地址为 100 单元中的内容是目的操作数; “WORD PTR”说明目的操作数是 16 位二进制数; 源操作数是 2, 相加的结果送入目的地址。

汇编语言是一种符号语言, 比机器语言容易理解和掌握, 也容易调试和维护。但是, 汇编语言源程序要翻译成机器语言程序才可以由计算机执行。这个翻译的过程称为“汇编”, 这种把汇编源程序翻译成目标程序的语言加工程序称为汇编程序。汇编程序进行翻译的过程叫做汇编。这里, 汇编程序相当于一个翻译器, 它加工的对象是汇编源程序, 而加工的结果是目标程序。三者之间的关系如图 1.1 所示。

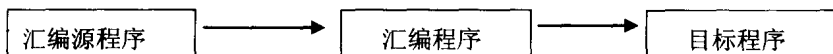


图 1.1

1.1.3 高级语言

汇编语言虽然较机器语言直观, 但仍然烦琐难懂。于是人们研制出了高级程序设计语言。高级程序设计语言接近于人类自然语言的语法习惯, 与计算机硬件无关, 易被用户掌握和使用。一般的计算机用户也可以使用高级语言编写软件程序, 不一定要懂得计算机的结构和工作原理。当然, 用高级语言编写的源程序需经过编译或解释程序的翻译才可以变成机器语言程序。

目前广泛应用的高级语言有多种, 如 BASIC、FORTRAN、PASCAL、C、C++ 等等。

1.1.4 汇编语言的特点

汇编语言本质上还是机器语言, 语言复杂、难懂, 高级语言简单、易学, 与高级语言比较, 汇编语言有如下特点。

(1) 汇编语言与处理器密切相关。由于不同的处理器使用不同的汇编语言,所以汇编语言源程序与高级语言源程序相比,汇编语言程序的通用性、可移植性较差。相对来说,高级语言与具体计算机无关,高级语言程序可以在多类计算机上编译后执行。

(2) 汇编语言程序效率高。用汇编语言编写的源程序汇编后的目标程序效率高,高效率反映在时间和空间两个方面:一是运行速度快;二是目标程序短。在采用相同算法的前提下,任何高级语言程序在时间和空间的效率都不如汇编语言程序。

(3) 编写汇编语言源程序比编写高级语言源程序烦琐。汇编语言是面向机器的语言,高级语言是面向过程或面向目标、对象的语言。程序员在用汇编语言编写程序时,必须考虑包括寄存器、存储单元和寻址方式在内的几乎所有问题。在使用高级语言编写程序时,程序员不会考虑细节问题。

(4) 调试汇编语言程序比调试高级语言程序困难。汇编语句指令的有限功能和程序员要注意太多的细节问题是造成调试困难的两个主要原因。

由此可见,汇编语言的主要优点是可以直接控制计算机的硬件部件,可以编写在“时间”和“空间”两方面最有效的程序。汇编语言的缺点是与机器关系密切,它要求程序员熟悉计算机硬件系统,要考虑许多细节因素,导致程序员编写程序烦琐;调试程序困难;维护、交流和移植程序更困难。

汇编语言的主要应用场合:

(1) 程序执行占用较短的时间,或者占用较小存储容量的场合。如操作系统的核心程序段,实时控制系统的软件,智能仪器仪表的控制程序等。

(2) 程序与计算机硬件密切相关,程序直接控制硬件的场合。如 I/O 接口电路的初始化程序段,外部设备的低层驱动程序等。

(3) 需提高大型软件性能的场合。如计算机系统频繁调用的子程序等。

(4) 没有合适的高级语言的场合。如开发最新的处理器程序时,暂时没有支持新指令的编译程序。

1.2 数据表示

1.2.1 数值数据

计算机系统内部采用二进制表示数值数据,也采用二进制编码表示非数值数据和指令。计算机中存储信息的最小单位称为位。位分别代表 0 和 1 两种状态。

数值数据分为有符号数和无符号数。无符号数最高位表示数值,而有符号数最高位表示符号。有符号数有不同的编码方式,常用的是补码。

1. 原码

最高位表示符号(正数用 0,负数用 1),其他位表示数值位,称为有符号数的原码表示法。