

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

计算机应用专业系列教材

# 计算机组成原理与 汇编语言程序设计

主编 俸远祯

中央广播电视大学出版社

计算机应用专业系列教材

# 计算机组成原理与汇编语言程序设计

主编 俸远祯

中央广播电视大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理与汇编语言程序设计/俸远祯主编. - 北京:  
中央广播电视大学出版社, 2001. 2  
ISBN 7-304-01917-4

I. 计… II. 俸… III. ①计算机体系结构-电视大学-教材  
②汇编语言-程序设计-电视大学-教材 IV. ①TP303②TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 09550 号

版权所有, 翻印必究。

计算机应用专业系列教材

### 计算机组成原理与汇编语言程序设计

主编 俸远祯

---

出版·发行: 中央广播电视大学出版社  
电话: 发行部: 010-68519502 总编室: 010-68182524  
网址: <http://www.crtvup.com.cn>  
地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号  
邮编: 100039  
经销: 新华书店北京发行所

---

策划编辑: 何勇军	
印刷: 北京云浩印刷有限责任公司	印数: 195001~212000
版本: 2001 年 1 月第 1 版	2004 年 11 月第 11 次印刷
开本: 787×1092 1/16	印张: 27.5 字数: 631 千字

---

书号: ISBN 7-304-01917-4/TP·138  
定价: 34.00 元

---

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

# 编者的话

欢迎你学习计算机组成原理与汇编语言程序设计这门课程。这本教材会提供你当前计算机组成和汇编语言程序设计的基础知识。学习本书,主要要达到四个目的:

- 对现有计算机系统的组成有一个整体的了解;
- 掌握汇编语言程序设计的有关概念;
- 学会计算机组成原理实验箱的操作以及进行汇编语言程序设计的方法;
- 培养分析、了解其他计算机系统的基本能力。

## 预备条件

为了学习好本教材,希望你具备以下条件:

- 希望学习计算机组成原理与汇编语言程序设计的知识;
- 具备在 PC 机上的独立操作能力;
- 有数字电路的基本知识。

## 教材特点

计算机组成原理与汇编语言程序设计课程的配套教材包括本书、实验教材、配套的录像和一张 CAI 光盘。书中每一章节都为你提供了交互式结构,使得你可以方便地利用配套的媒体进行学习。

## 每一章的安排

除了每章题目提到的内容外,还包括如下几部分:

- 内容简介
- 学习目标
- 学习建议
- 学习进度
- 本章小结
- 自测题
- 习题

## 本书印刷约定



收看电视



多媒体光盘或 CAI 课件



实 验



问 题



阅读、自学



提示、注意



作 业



问题解答

## 你如何开始学习

- 首先请阅读每章的内容简介,了解本章主要讲述哪些内容。
- 认真阅读学习目标。了解学完本章后,你应该学会什么。
- 学习每章内容时,请按照图标的提示,收看录像或 CAI 光盘,上机实验等。
- 本章内容学完后,你可以进行自我评测,看是否达到了学习目标的要求。
- 设置小结、习题的目的,是帮助你总结及进一步巩固所学知识。然后可以开始下一阶段的学习。

## 你如何取得帮助

学习中遇到问题时,你可以通过辅导教师、信函、电话、Email、中央电大网络主页获得有效的帮助。



主编、主讲:成都电子科技大学 俸远祯教授



Email: [luo-kelu@263.net](mailto:luo-kelu@263.net)



中央电大课程主持教师 何晓新



北京复兴门内大街 160 号 911 房间 邮政编码:100031



电话:010-66412233 转 0911



网络主页:<http://www.open.edu.cn>



Email: [hxxl@sina.com](mailto:hxxl@sina.com)

# 前 言

本书是为中央电大计算机组成原理与汇编语言程序设计课程编写的教材。在开始学习本书之前,请大家务必先认真阅读这篇前言,它将告诉你本课程的基本教学目标、教学内容的组织以及与本书相配套的教学手段。

本课程的基本教学目标是建立计算机系统(单机)的整机概念。这里所说的整机概念可以分为两级:CPU级和系统级。它涉及到两个方面:逻辑组成和工作原理。考核将根据这一教学目标来进行。

为此,全书按下述几个层次组织教学内容。

第1,2两章是基础知识,介绍计算机系统的硬软件组成、基本工作方式、数据信息和控制信息的表示方法。

第3,4,5章分三个层次阐明CPU子系统(系统的核心部分)的整机概念。第3章先从CPU内部讲起,通过一个模型分析CPU的内部组成,从指令流程级上分析CPU的工作原理,即CPU是怎样执行以指令序列形式表示的程序。第4章从指令系统级(又称传统机器级)介绍一种实际的CPU。这一级是一个使用者所看到的CPU。第5章从汇编语言级讲解对CPU的编程应用。这一级与机器的硬件特性及指令系统紧密相关,因此从这一级讨论程序设计有助于从应用层次了解计算机的工作原理。通过本章的学习应能读懂用汇编语言编写的程序段,掌握程序设计的基本设计方法。

第6章讲解存储子系统的组成,重点是主存储器的工作原理和设计方法。CPU加上主存储器,构成了传统概念上的主机。

第7,8两章讲解输入/输出子系统。其中,第7章介绍了将各大部件连接成整机系统的总线与接口,以及实现输入/输出的三种控制策略。第8章介绍常用的输入/输出设备。主机加上输入/输出设备,就构成了一个完整的计算机系统。至此,本书也就形成了系统一级的整机概念。

本课内容相当广泛,为了突出整机概念这一核心内容,第9章给出了一个比较完整的模型机,详细说明了各大部件之间的信号互连,以及三种控制策略下的典型输入/输出操作。

本书由俸远祯担任主编,并执笔第1,2,9章;徐洁执笔第3,4章;王正智执笔第5章;罗克露执笔第6,7章,何晓新执笔第8章。西南交通大学朱怀芳教授、四

川大学骆成熙教授、西南科技大学蔡勇副教授审阅了全稿,其中朱怀芳教授担任主审。他们为本书的编写提出了许多宝贵的建议,在此谨向他们表示衷心的感谢!

与本书配套推出的有录像教学节目,共 28 讲,每讲 50 分钟。此外,还将制作本课的 CAI (计算机辅助教学)光盘,内含基本概念、设计方法、自测题库及解析等内容。最终形成一体化的教材体系。

对本书存在的错误与不足之处,恳请读者与同行给予指正。

编者

2000 年 11 月

计算机应用专业系列教材

## 计算机组成原理与汇编语言程序设计

策 划 钱辉镜

设 计 沈雅芬 徐孝凯 何晓新

顾 问 许卓群 任为民

课程建设指导小组（按姓氏笔画排序）

陈 明（石油大学 教授）

郑纪蛟（浙江大学 教授）

侯炳辉（清华大学 教授）

高金源（北京航空航天大学 教授）



课 程 组 组 长

俸远祯

课 程 组 副 组 长

何晓新

主 编

俸远祯

课 程 组 其 他 成 员

王正智 罗克露

徐 洁 刘晓星

# 目 录

<b>第 1 章 绪 论</b>	[ 1 ]
1.1 计算机的基本概念	[ 2 ]
1.1.1 存储程序工作方式	[ 2 ]
1.1.2 信息的数字化表示	[ 3 ]
1.2 计算机系统的硬、软组成	[ 5 ]
1.2.1 计算机硬件系统	[ 6 ]
1.2.2 计算机软件系统	[ 9 ]
1.2.3 系统组成的层次结构	[ 12 ]
1.3 计算机的工作过程	[ 14 ]
1.3.1 处理问题的步骤	[ 14 ]
1.3.2 指令执行过程	[ 15 ]
1.4 数字计算机的特点与性能指标	[ 16 ]
1.4.1 数字计算机的特点	[ 16 ]
1.4.2 计算机的性能指标	[ 17 ]
1.5 计算机的发展与应用	[ 19 ]
1.5.1 计算机的发展历程	[ 19 ]
1.5.2 计算机应用举例	[ 20 ]
<b>第 2 章 计算机中的信息表示</b>	[ 23 ]
2.1 数值型数据的表示方法	[ 24 ]
2.1.1 进位计数制	[ 24 ]
2.1.2 带符号数的表示	[ 30 ]
2.1.3 数的定点表示与浮点表示	[ 34 ]
2.2 字符表示	[ 38 ]
2.2.1 ASCII 码	[ 38 ]
2.2.2 汉字编码简介	[ 39 ]
2.3 指令信息的表示	[ 40 ]
2.3.1 指令格式	[ 40 ]
2.3.2 常见寻址方式	[ 44 ]

2.3.3	指令类型	[ 51 ]
<b>第 3 章</b>	<b>CPU 原理</b>	[ 58 ]
3.1	算术逻辑运算部件 ALU	[ 59 ]
3.1.1	加法单元	[ 59 ]
3.1.2	并行加法器与进位链结构	[ 60 ]
3.1.3	ALU 举例	[ 62 ]
3.2	运算方法	[ 64 ]
3.2.1	定点加减运算	[ 64 ]
3.2.2	移位	[ 67 ]
3.2.3	浮点加减运算	[ 69 ]
3.2.4	十进制加减运算	[ 71 ]
3.2.5	定点数乘除运算	[ 72 ]
3.2.6	浮点数乘除运算	[ 76 ]
3.3	CPU 模型的组成及其数据通路	[ 77 ]
3.3.1	基本组成	[ 78 ]
3.3.2	数据传送	[ 82 ]
3.4	时序控制方式	[ 83 ]
3.4.1	指令的执行过程	[ 83 ]
3.4.2	时序控制方式	[ 84 ]
3.5	指令的执行与组合逻辑控制器	[ 87 ]
3.5.1	模型机的指令系统	[ 87 ]
3.5.2	模型机的时序系统	[ 91 ]
3.5.3	指令流程	[ 94 ]
3.5.4	微命令的综合与产生	[ 102 ]
3.5.5	小结	[ 102 ]
3.6	微程序控制器	[ 103 ]
3.6.1	微程序控制概念	[ 103 ]
* 3.6.2	微指令编码方式	[ 105 ]
* 3.6.3	微程序的顺序控制	[ 107 ]
* 3.6.4	微指令格式	[ 108 ]
3.6.5	典型微指令举例	[ 109 ]
<b>第 4 章</b>	<b>典型 CPU 及指令系统举例</b>	[ 113 ]
4.1	8086/8088 CPU	[ 114 ]
4.1.1	8086/8088 CPU 的结构	[ 114 ]
4.1.2	8086/8088 寄存器	[ 116 ]
4.2	主存储器	[ 121 ]

4.2.1	8086/8088 主存储器的特点	[121]
4.2.2	主存储器的段结构	[122]
4.2.3	逻辑地址与物理地址	[123]
4.3	8086/8088 堆栈	[125]
4.3.1	堆栈组织	[125]
4.3.2	堆栈操作	[125]
4.4	8086/8088 指令系统	[127]
4.4.1	8086/8088 寻址方式	[128]
4.4.2	8086/8088 指令	[135]
* 4.5	提高 CPU 性能的一些措施	[157]
4.5.1	RISC 技术简介	[157]
4.5.2	Intel 80386/80486	[158]
4.5.3	Intel Pentium	[160]
<b>第 5 章</b>	<b>汇编语言程序设计</b>	[169]
5.1	概    述	[170]
5.2	汇编语言语句	[172]
5.3	汇编语言数据	[174]
5.3.1	符号定义语句	[174]
5.3.2	数据定义语句	[175]
5.3.3	数    据	[178]
5.3.4	运算符	[183]
5.4	伪指令语句	[187]
5.4.1	段定义语句	[187]
5.4.2	过程定义语句	[192]
5.4.3	定位语句和位置计数器	[192]
5.4.4	偶地址控制语句	[193]
5.4.5	程序标题语句	[193]
5.5	宏指令语句	[193]
5.6	顺序程序设计	[197]
5.7	分支程序设计	[201]
5.7.1	转移指令	[201]
5.7.2	分支程序设计	[204]
5.8	循环程序设计	[212]
5.8.1	循环控制指令	[212]
5.8.2	循环程序的结构及循环控制方法	[217]
5.8.3	单重循环程序设计	[219]
5.8.4	多重循环程序设计	[221]

5.9	子程序设计	[226]
5.9.1	调用与返回	[226]
5.9.2	编制子程序的基本要求	[228]
5.9.3	子程序设计举例	[231]
5.9.4	系统功能子程序的调用	[236]
5.10	实用程序设计示例	[240]
5.10.1	数值运算程序设计示例	[240]
5.10.2	串操作程序设计示例	[243]
5.10.3	代码转换程序设计示例	[247]
5.11	汇编语言程序的开发	[258]
<b>第 6 章</b>	<b>存储系统</b>	[270]
6.1	常见的存储器子系统组织	[271]
6.1.1	主存储器	[271]
6.1.2	外存储器	[273]
6.1.3	高速缓冲存储器	[275]
6.2	半导体存储器芯片	[276]
6.2.1	半导体静态存储器举例	[276]
6.2.2	半导体动态存储器举例	[278]
6.2.3	半导体只读存储器举例	[283]
6.3	主存储器组织	[285]
6.3.1	主存储器的逻辑设计	[285]
6.3.2	主存储器与 CPU 的连接	[289]
6.4	提高存储子系统性能的一些方法	[293]
6.4.1	高速缓存技术	[293]
6.4.2	虚拟存储器	[294]
* 6.4.3	并行存储系统	[295]
<b>第 7 章</b>	<b>主机与外部设备的信息交换</b>	[299]
7.1	总线与接口	[300]
7.1.1	主机与外部设备的连接方式	[300]
7.1.2	系统总线的功能与分类	[301]
7.1.3	接口的功能与分类	[304]
7.2	I/O 指令与直接程序控制方式	[307]
7.2.1	I/O 指令	[307]
7.2.2	直接程序控制方式	[309]
7.3	程序中断方式	[310]

7.3.1	中断基本概念	[310]
7.3.2	中断接口模型	[315]
7.3.3	中断过程	[317]
7.4	DMA 方式	[320]
7.4.1	DMA 基本概念	[320]
7.4.2	DMA 初始化及 DMA 传送过程	[322]
7.5	系统总线	[323]
7.5.1	总线标准及信号组成	[324]
* 7.5.2	总线的操作时序	[325]
* 7.5.3	典型总线举例	[327]
<b>第 8 章</b>	<b>输入/输出设备</b>	<b>[331]</b>
8.1	概 述	[332]
8.1.1	外部设备的作用	[332]
8.1.2	外部设备与主机的连接	[332]
8.1.3	数字图像的基本概念	[333]
8.1.4	外部设备的分类	[334]
8.2	键 盘	[335]
8.2.1	按键的结构	[335]
8.2.2	键盘的结构与工作原理	[336]
8.2.3	非键盘输入设备	[339]
8.3	打 印 机	[342]
8.3.1	点阵式打印技术	[343]
8.3.2	针式打印机	[343]
8.3.3	喷墨式打印机	[346]
8.3.4	激光打印机	[347]
8.3.5	打印机的技术指标	[348]
8.4	显 示 器	[349]
8.4.1	CRT 显示器	[350]
8.4.2	显示适配器	[356]
8.4.3	CRT 显示器技术指标	[359]
8.4.4	LCD 液晶显示器与等离子显示技术	[361]
8.5	磁盘存储器	[363]
8.5.1	磁表面存储原理与磁记录编码方式	[363]
8.5.2	硬盘存储器	[366]
8.5.3	软磁盘存储器	[373]
8.6	光盘存储器	[375]
8.6.1	概述	[375]

8.6.2	光盘存储原理	[376]
8.6.3	光盘驱动器	[378]
8.7	调制解调器	[381]
8.7.1	Modem 的功能及工作原理	[381]
8.7.2	Modem 的分类与标准	[383]
8.7.3	Modem 的技术指标	[384]
<b>第 9 章</b>	<b>计算机硬件系统示例</b>	[386]
9.1	模型机系统及其信号互连	[386]
9.1.1	系统组成	[387]
9.1.2	系统总线	[387]
9.1.3	各部件的信号线	[389]
9.2	典型操作举例	[394]
9.2.1	直接程序控制方式的 I/O 操作	[394]
9.2.2	程序中中断方式下的 I/O 操作	[395]
9.2.3	DMA 方式下的 I/O 操作	[396]
9.3	系统配置举例	[397]
<b>附 录</b>		[400]
<b>参 考 文 献</b>		[425]

# 第 1 章 绪 论

## 【内容简介】

本章作为全书的绪论,对计算机的组成、工作原理、应用方式作初步的概述。首先,阐明计算机工作原理的两个基础性概念:工作方式、信息表示。然后,简要介绍计算机系统的硬件、软件组成情况。再通过对解题过程的描述,说明计算机的应用方式与工作过程。在上述知识的基础上,分析计算机的特点,说明其性能指标的含义。最后,简要介绍计算机的发展史及其主要应用领域。

## 【学习目标】

- 掌握存储程序工作方式,计算机的基本组成与各部件的基本功能,信息的数字化表示方法。
- 初步掌握计算机硬件系统的典型结构,计算机软件系统的主要内容。
- 理解用层次结构描述硬件、软件系统的关系。
- 理解应用计算机解题的过程与几个层次。
- 理解计算机的特点,掌握其主要性能指标的含义。

## 【学习建议】

本章的重点是:计算机采取的存储程序工作方式,信息的数字化表示,计算机硬件、软件组成,主要性能指标的含义。对于用数字代码表示各类信息的方法,应能举一反三。大家可以对照自己使用过的实际计算机,将所知道的部件和软件,跟图 1-1、1-2 相对照;将有关的技术指标与 1.4.2 节相对照。

## 【学习进度】

本章教学安排 4 学时,1 讲录像课。

在打开这本书之前,大家已经在某种程度上使用过计算机,但是你看到的可能只是它的外



部:机箱、键盘、显示器,可能还有打印机;如果打开机箱,里面有主机板、若干块适配卡、软盘驱动器、硬盘驱动器等。对计算机的操作是通过某种操作系统(如 Windows)提供的人机界面进行的,例如按规定的人机界面和屏幕提示去操作键盘或鼠标。但是,如果要去做更深层次的工作,就需要深入学习计算机的内部工作机理。

## 1.1 计算机的基本概念



我们现在广泛使用的计算机,其全名是电子式数字计算机,俗称电脑。初学者提出的第一个问题常常是:计算机是什么?简单地讲,计算机是一种能够存储程序,能够自动连续地执行程序,对各种数字化信息进行算术运算或逻辑运算的快速工具。我们先对这个定义作一些初步的解释。首先,计算机是能够运算的设备,运算可以分为两大类:算术运算、逻辑运算。算术运算的对象是数值型的数据,以四则运算为基础,许多复杂的数学问题可通过相应的算法最终分解为若干四则运算。逻辑运算用来解决逻辑型问题,如信息检索、判断分析、决策等。所以我们常将计算机的工作泛称为对信息进行运算处理。那么,计算机中的信息用什么形式来表示呢?简单地讲,是用数字代码来表示各类信息,所以称为数字计算机。计算机又是怎样对这些数字化的信息进行运算处理呢?它采用的是一种存储程序工作方式,即先编写程序,再由计算机将这些程序存储起来,然后就可以连续地、快速地执行程序,从而实现各种运算处理。为了存储程序与数据,需要存储器;为了进行运算处理,需要运算器;为了输入程序及数据,输出运算结果,需要有输入设备和输出设备;控制器则对全机的工作进行控制管理。

这些要领是由计算机技术的先驱者冯·诺依曼首先提出的,他在 1945 年提出了数字计算机的若干设计思想,被后人称为诺依曼体制,这是计算机发展史上的一个里程碑。采用诺依曼体制的计算机就被称为诺依曼机。几十年来计算机的体系结构发生了许多演变,但诺依曼体制的核心概念仍沿用至今,绝大多数实用的计算机仍属于诺依曼机。我们将诺依曼体制中那些至今仍广泛采用的要点归纳为:

- (1)采用二进制代码表示数据和指令。
- (2)采用存储程序工作方式,即事先编制程序,事先存储程序,自动连续地执行程序。
- (3)由存储器、运算器、控制器、输入设备、输出设备等五大部件组成计算机硬件系统。

在本节中我们先阐述其中的两点:存储程序工作方式,信息的数字化表示。而硬件组成部分则放在下一节与系统结构一道讨论。

### 1.1.1 存储程序工作方式

计算机的工作最终体现为执行程序。前面提到,计算机采用存储程序工作方式,这是诺依曼体制中最核心的思想。它有三点含义,体现了用计算机求解问题的过程。