

21世纪大学计算机系列教材

微机原理 与接口技术学习指导

(基于16位机)

周佩玲 彭虎 傅忠谦 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>



微机原理 与接口技术学习指导

（基于16位机）

张颖 孙强 孙国栋 编

清华大学出版社

TP36
364C

21世纪大学计算机系列教材

微机原理与接口技术 学习指导(基于16位机)

周佩玲 彭虎 傅忠谦 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

RJS221 / 06



内 容 简 介

本书是《微机原理与接口技术（基于16位机）》一书的配套辅导教材，主要包括教学指导和习题参考答案两部分内容。教学指导包括教学要求、教学关键点和教学难点三个方面，习题参考答案按《微机原理与接口技术（基于16位机）》一书的章节安排给出。

本书增加了许多例题，介绍了多种汇编程序上机调试过程和调试环境供读者选用。

本书可供从事“微机原理与接口技术”课程的教学人员参考，也可以作为硕士研究生入学考试的参考书或自学者的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

微机原理与接口技术学习指导：基于16位机/周佩玲，彭虎，傅忠谦编著. —北京：电子工业出版社，2005.4
（21世纪大学计算机系列教材）

ISBN 7-121-01086-0

I. 微… II. ①周… ②彭… ③傅… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教学参考资料 ②微型计算机—接口—高等学校—教学参考资料 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 028393 号

策划编辑：章海涛

责任编辑：章海涛

印 刷：北京牛山世兴印刷厂

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：9.25 字数：225 千字

印 次：2005 年 4 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：14.00 元

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

21世纪大学计算机系列教材 编委会

主任：冯博琴 西安交通大学教授，教育部高等学校名师奖获得者
教育部计算机基础课程教学指导委员会主任委员

委员：（按姓氏笔画为序）

王宇颖 哈尔滨工业大学教授
教育部计算机科学与技术专业教学指导委员会委员

文宏武 电子工业出版社社长
全国电子学会教育分会副理事长

刘 憬 南开大学教授
教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员

吕英华 东北师范大学教授
教育部计算机基础课程教学指导委员会委员

吴 跃 电子科技大学教授
教育部计算机基础课程教学指导委员会委员

何钦铭 浙江大学教授
教育部计算机基础课程教学指导委员会委员

沈复兴 北京师范大学教授
教育部计算机基础课程教学指导委员会委员

邹 鹏 国防科技大学教授
教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员

林卓然 中山大学教授
教育部计算机基础课程教学指导委员会委员

郭学理 武汉大学教授
教育部计算机基础课程教学指导委员会委员

徐宝文 东南大学教授
教育部计算机科学与技术专业教学指导委员会委员

秘书：童占梅 电子工业出版社策划编辑

总 序

进入 21 世纪,信息社会发展的脚步越来越快,对人才的需求也呈现出新的变化趋势。计算机与外语成为新世纪高素质人才必须熟练掌握的工具。大学计算机公共课程也面临新的机遇和挑战,首先是来自社会和就业市场对人才“知识—能力—素质”要求的挑战;其次是计算机和相关领域技术及应用快速发展带来的冲击;最后是普及计算机教育后要求高等计算机教育在教学的“难度—深度—强度”三维同步提高。在这样的大背景下,大学计算机公共课程在“基础—技术—应用”方面呈现出层次性、通用性和专业需求多样化的特点。我们一直追踪、关注一线教师和专家的卓有成效的课程和教材改革与发展研究,适时推出了“21 世纪大学计算机系列教材”。

该系列教材在知识结构方面力求覆盖“计算机系统与平台、程序设计与算法、数据分析与信息处理、信息系统开发”四个领域,内容强调“概念性基础、技术与方法基础、应用技能”三个层次,第一批教材涉及“大学计算机基础”、“程序设计与算法”、“计算机硬件技术基础”(或“计算机组成与接口技术”)、“数据库技术与应用”、“多媒体技术”和“网络技术与应用”等六门核心课程。同时,我们也在挖掘其他通用的应用课程教材,并将陆续推出。我们特别注意到,高校工科电类专业、理科和工科非电类专业、经管类专业和文史类专业有各自不同的特点,可以采用“1+X”的课程解决方案,“1”指第一门计算机课程“大学计算机基础”,“X”指适合不同学校和专业特点的其他课程及其组合,我们的系列教材为此提供了选择的灵活性。

“21 世纪大学计算机系列教材”立足体系创新、知识创新、教学设计和教学模式创新,全面考虑读者的需求,努力提升教材的可读性和可用性,为教学提供尽可能完善的服务。如提供同步的“习题与实验指导”,一些教材还为教师提供可修改的电子教案、源程序包、教学指导手册或阶段自测题等多种类型的教学服务,即提供“教材—教辅—课件”教学支持。读者可以通过电子工业出版社的华信教育资源网站(<http://www.hxedu.com.cn>)了解该系列教材的出版和服务的动态信息。

“21 世纪大学计算机系列教材”的建设得到了很多专家和老师的热情支持,教材作者来自哈尔滨工业大学、浙江大学、吉林大学、华中科技大学、中国科技大学、中山大学、北京邮电大学、浙江工业大学等高校,这些课程都是各高校的教改优质课程和精品课程,体现了作者对课程和教学的探索与创新。希望这套教材的出版能有力地推动大学计算机新课程体系的建立与发展,同时也能为高等计算机教育带来与时俱进的活力和生机。

由于我们的水平和经验所限,加之计算机和相关领域技术及应用的发展迅速,该系列教材一定还存在不少缺点和不足,欢迎专家和广大读者批评指正。我们会继续努力,力求不断完善和提高,以便更好地满足高等计算机教育不断变化的需求。

前 言

将多年的教学思考和教学经验总结成参考书，提供给有需要的工作人员，是我们撰写本书的初衷。

本书是《微机原理与接口技术（基于 16 位机）》（电子工业出版社 ISBN 7-121-01085-2）的配套辅导书。本书的内容主要分为两部分：教学指导和习题参考答案。教学指导部分的“教学要求”是指通过该章的教学，应该让学生了解什么、熟悉什么、掌握什么；“教学关键点”中除对主教材中相关内容做出点评和解释外，还列举了更多的实例或用不同于主教材上的方法进行分析；“教学难点”是积累作者多年的教学心得和体会而提出的，可能对不同专业的学生有不同的难点，仅供参考。

本书的三位作者按撰写《微机原理与接口技术（基于 16 位机）》（电子工业出版社 ISBN 7-121-01085-2）一书的章节次序分别提供习题参考答案，而教学指导则是集思广益的结果。

感谢对本书提供帮助的张德学、何力老师，韩雪梅同学，感谢张伟民同学设计了汇编语言上机集成环境并提供使用。

书中不妥之处，望批评指正，不胜感谢。

作 者

2005 年 4 月于中国科学技术大学

目 录

第 1 章 计算机基本知识	1
1.1 教学指导	1
【教学要求】	1
【教学关键点】	1
【教学难点】	4
1.2 习题参考答案	4
第 2 章 8086 系统结构与 80x86 CPU	8
2.1 教学指导	8
【教学要求】	8
【教学关键点】	8
【教学难点】	10
2.2 习题参考答案	11
第 3 章 8086 的指令系统	15
3.1 教学指导	15
【教学要求】	15
【教学关键点】	15
【教学难点】	28
3.2 习题参考答案	28
第 4 章 8086 汇编语言程序设计	36
4.1 教学指导	36
【教学要求】	36
【教学关键点】	36
【教学难点】	64
4.2 习题参考答案	64
第 5 章 存储器原理与接口	74
5.1 教学指导	74
【教学要求】	74
【教学关键点】	74
【教学难点】	78
5.2 习题参考答案	78
第 6 章 微型计算机的输入/输出	82
6.1 教学指导	82
【教学要求】	82
【教学关键点】	82
【教学难点】	85

6.2	习题参考答案	85
第 7 章	可编程接口芯片	92
7.1	教学指导	92
	【教学要求】	92
	【教学关键点】	92
	【教学难点】	98
7.2	习题参考答案	98
第 8 章	串行输入/输出接口	104
8.1	教学指导	104
	【教学要求】	104
	【教学关键点】	104
	【教学难点】	108
8.2	习题参考答案	108
第 9 章	中断与中断管理	115
9.1	教学指导	115
	【教学要求】	115
	【教学关键点】	115
	【教学难点】	123
9.2	习题参考答案	123
第 10 章	D/A 转换与 A/D 转换接口及其应用	128
10.1	教学指导	128
	【教学要求】	128
	【教学关键点】	128
	【教学难点】	132
10.2	习题参考答案	132

第 1 章

计算机基本知识

1.1 教学指导

【教学要求】

- ◎ 掌握信息在计算机中的存储形式，为后面程序设计等内容学习打下坚实基础。
- ◎ 掌握带符号数在计算机中的表示方法。
- ◎ 掌握 BCD 数的编码方式以及 BCD 数运算中出现的问题。
- ◎ 参考学时数：3。

【教学关键点】

1. 数制及相互转换

这些知识比较容易掌握，介绍各种进位制的基数，如二进制的基数是 2，三进制的基数是 3，十六进制基数是 16 等，举例即可。最后总结为两句话（在计算机中主要使用二进制、BCD 和十六进制）：

- 任意进位制数转换成十进制数：按位权展开（按其进位制基数的幂）。
- 十进制数转换成任意进位制数：辗转相除（按其进位制基数除）。

2. 带符号数在计算机中的表示以及在运算中出现的问题

由于计算机只能处理 0 和 1 所组成的信息，故在计算机中，任何信息都要转换成 0 和 1 的二进制数串，二进制位数越多，表达的信息越丰富，如颜色、声音、气体浓度、压力大小、符号、汉字等。如何将这些信息转换成 0、1 数字串呢？通过传感器将物理信号转换成

模拟或数字电信号，若是模拟信号，还要通过 A/D 将其转换成数字信号等。符号和汉字可以通过规定的二进制编码实现。所以，带符号数的符号也要用 0 或 1 来表示，规定“+”以 0 表示，“-”以 1 表示。

(1) 以 +1 和 -1 的原码为典型例题，对进行加法运算时出现的问题，讨论其原因，引导学生思考，从而提出带符号数用补码表示。

例如：+1 的原码（用 8 位二进制表示）为 00000001，

-1 的原码（用 8 位二进制表示）为 10000001。

完成 (-1)+(+1) 运算。

$$\begin{array}{r} 00000001 \\ + 10000001 \\ \hline 10000010 \quad (-2) \end{array}$$

其原因是符号也参加运算，计算机并不知道那是符号。

(2) 解决问题的方法是改变带符号数的表示方法。

在此，讲述补码为什么可以解决以上问题。可以从 1 位十进制开始，若以 10 为模，则 3 和 7 互补， $10-7=3$ ， $10+3=13$ ，若丢弃进位，则 $10-7$ 和 $10+3$ 所得结果相同。故减 7 可以用加 3 来运算，前提是必须丢弃进位，而计算机的结构正好满足这个条件。可以举二进制数的例题来进一步解释，要注意使用 8 位二进制时，模为 100H，而使用 16 位二进制时，模为 10000H。

(3) 带符号数补码的求法。

教材*介绍了如何求一个带符号数的补码。实际上，用户在编写程序时并不需要去求它，仅按其数学书写方式即可，如 -8A5H。此处是原理介绍，让学生知道带符号数在计算机中是如何处理的，在调试程序时，出现类似的问题可以理解。

(4) 对一个计算机中的二进制数的理解完全取决于程序设计者。

例如：10010011 可表示为无符号数 147 (93H)、带符号数 -109 (93H) 和 BCD 数 93。

3. 十进制数在计算机中的表示以及在运算中出现的问题

(1) 十进制数有 0~9 共 10 个计数符号，除 0 以外其他符号计算机都不能理解。如何用 0 和 1 来编码 0~9 这 10 个计数符号呢？4 位二进制编码，从 0000 (0) 到 1001 (9)，去除 1010~1111 等 6 个符号，用这种编码方式表示 0~9 计数符号，就称为二进制编码的十进制数，即 BCD (Binary Code Decimal) 码。

(2) BCD 数运算时出现的问题。

例如：88+49=137

63-25=38

$$\begin{array}{r} 10001000 \\ + 01001001 \\ \hline 11010001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 01100011 \\ - 00100101 \\ \hline 00111110 \end{array}$$

这两个运算的结果不是 BCD 数，结果也不对。为什么？这是不同的进位制所产生的。

在加法运算中，低 4 位的加法结果向前产生了进位，但它是达到 16 后才进位的；而高

* 这里的教材特指《微机原理与接口技术（基于 16 位机）》，以下同。

4 位的加法结果超过 10, 但还没有进位, 这 4 位二进制码已不是 BCD 的计数符号。

在减法中, 低 4 位的减法向前产生了借位, 而借过来的是 16, 并非 10, 即多借了 6。

(3) 解决 BCD 数在运算时产生的问题的方法是对运算结果进行调整。

其调整原则是:

- 运算结果中个位 (D3 向 D4) 有进位或借位, 则加 6 (0110) 或减 6。
- 运算结果中十位 (D7 向前) 有进位或借位, 则加 60H (01100000) 或减 60H。
- 运算结果中的个位超过计数符号 1001 (9), 则加 6 (0110) 或减 6。
- 运算结果中的十位超过计数符号 1001 (9), 则加 60H (01100000) 或减 60H。

例如: $88+49=137$

$$\begin{array}{r} 10001000 \\ + 01001001 \\ \hline 11010001 \\ + 01100110 \\ \hline 100110111 \end{array}$$

$63-25=38$

$$\begin{array}{r} 01100011 \\ - 00100101 \\ \hline 00111110 \\ - 00000110 \\ \hline 00111000 \end{array}$$

在程序设计时, 若设计者做 BCD 运算, 仅需写相应的调整指令, 让计算机自动调整, 而不是靠手工调整。这里仅是介绍原理。

(4) 教材中所介绍的 BCD 数是无符号的, 用 1 个字节 (8 位二进制) 表示十进制的十位和个位, 称为压缩 BCD 数; 若仅有个位, 而十位为 0 (即 1 个字节的高 4 位总是 0, 低 4 位为十进制的个位), 称为非压缩 BCD 数。后面的章节中会用到这些概念。

4. 有关 ASCII 码

将 26 个大写西文字母和 26 个小写西文字母、数字 0~9, 以及一些常用符号用 7 位二进制编码, 最多可以表达 128 个符号。ASCII 码是一种标准, 可以让学生熟悉 ASCII 码表, 这对后面的程序设计有帮助。

为什么只用 7 位二进制编码而不用 8 位呢?

- 7 位二进制表示西文足够了, 而汉字用 16 位二进制码, 也只能表达 65536 个汉字。
- 最高位留作奇偶校验时用 (后面讲 FR 寄存器的 PF 标志时会用到)。

注意: 现在的 ASCII 码有扩展, 扩展的 ASCII 码是 8 位的。

5. 二进制数的算术运算和逻辑运算

二进制数的运算按其进位 (借位) 原则, 其运算较简单。

例如: 计算 11010110×01011001 。

$$\begin{array}{r} 11010110 \quad (D6H) \\ \times 01011001 \quad (59H) \\ \hline 11010110 \\ 11010110 \\ 11010110 \\ + 11010110 \\ \hline 100101001100110 \quad (4A66H=19046) \end{array}$$

又如：100101001100110 ÷ 1011011 = 11010001 余 11011。

$$\begin{array}{r}
 11010001 \\
 1011011 \overline{) 100101001100110} \\
 \underline{1011011} \\
 1110011 \\
 \underline{1011011} \\
 1100010 \\
 \underline{1011011} \\
 1110110 \\
 \underline{1011011} \\
 11011
 \end{array}$$

即 4A66H ÷ 5BH = D1H 余 1BH。

【教学难点】

(1) 带符号数在加、减运算时的溢出问题。要讲清楚该问题，需将参与运算数据的各种可能都列出，如：

- 两数都为正数，这时加法的进位进入符号位，使符号位为 1。
- 两数都为负数，这时加法的进位进入符号位，使符号位为 0。
- 一个正数和一个负数或两个较小的正、负数相加，一般不会溢出。
- 要注意两个较小的负数问题，因负数用其补码表示，所以看似大的数实际较小。

(2) 压缩 BCD 和非压缩 BCD 的格式，调整原理。

1.2 习题参考答案

1. 将下列二进制数转换成十进制数、BCD 数。

- A. 01000100B B. 00110111B
C. 00101101B D. 01001111B

答案：	十进制数	BCD 数
A.	68	0110 1000
B.	55	0101 0101
C.	45	0100 0101
D.	79	0111 1001

2. 完成下列二进制无符号数的加法运算。

- A. 00011101 + 00000101 B. 10010110 + 01101111
C. 00111110 + 11100011 D. 10101010 + 11001101

答案:

$$\begin{array}{r} \text{A.} \quad 00011101 \\ + 00000101 \\ \hline 00100010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{B.} \quad 10010110 \\ + 01101111 \\ \hline 1\ 00000101 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{C.} \quad 00111110 \\ + 11100011 \\ \hline 1\ 00100001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{D.} \quad 10101010 \\ + 11001101 \\ \hline 1\ 01110111 \end{array}$$

3. 完成下列二进制数的逻辑“与”、“或”、“异或”运算。

A. 10110011 和 11100001

B. 10101010 和 00110011

C. 01110001 和 11111111

D. 00111110 和 00001111

(1) 逻辑“与”运算。

答案:

$$\begin{array}{r} \text{A.} \quad 10110011 \\ \wedge 11100001 \\ \hline 10100001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{B.} \quad 10101010 \\ \wedge 00110011 \\ \hline 00100010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{C.} \quad 01110001 \\ \wedge 11111111 \\ \hline 01110001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{D.} \quad 00111110 \\ \wedge 00001111 \\ \hline 00001110 \end{array}$$

(2) 逻辑“或”运算。

答案:

$$\begin{array}{r} \text{A.} \quad 10110011 \\ \vee 11100001 \\ \hline 11110011 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{B.} \quad 10101010 \\ \vee 00110011 \\ \hline 10111011 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{C.} \quad 01110001 \\ \vee 11111111 \\ \hline 11111111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{D.} \quad 00111110 \\ \vee 00001111 \\ \hline 00111111 \end{array}$$

(3) 逻辑“异或”运算。

答案:

$$\begin{array}{r} \text{A.} \quad 10110011 \\ \nabla 11100001 \\ \hline 01010010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{B.} \quad 10101010 \\ \nabla 00110011 \\ \hline 10011001 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{C.} \quad 01110001 \\ \nabla 11111111 \\ \hline 11111111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{D.} \quad 00111110 \\ \nabla 00001111 \\ \hline 00110001 \end{array}$$

4. 完成下列十六进制无符号数的加、减运算。

A. 24A5 和 0033

B. 62FC 和 0004

C. 7889 和 0777

D. 0 1 0 0 0 1 1 1

答案:	十进制	二进制	十六进制
A.	65	1000001	41H
B.	92	1011100	5CH
C.	78	1001110	4EH
D.	47	011111	2FH

8. 试指出 CR (回车符)、LF (换行符) 的 ASCII 码值。

答:

CR (回车符) 为 0DH, LF (换行符) 为 0AH。

9. 试指出十六进制数计数符号 0~9 及 A~F 的 ASCII 码值, 并说明其 ASCII 码值之间的数值关系。

答:

'0'~'9' 的 ASCII 分别为 30H~39H, 而'A'~'F' 的 ASCII 分别为 41H~46H。0~9 和 A~F 作为数值, 它们是连续的, 而作为符号 (如在屏幕上显示) 从 9 到 A 的 ASCII 码值, 则相差 7 (即 3AH, 3BH, 3CH, 3DH, 3EH, 3FH, 40H, 共 7 个数)。

此题对后面的程序设计中码制之间转换的理解有帮助。

10. 大写字母 A~Z 与小写字母 a~z 的 ASCII 码值有何区别?

答:

大写的 26 个西文字母, 其 ASCII 码值从 41H 开始顺序排列; 而小写的 26 个西文字母, 其 ASCII 码值从 61H 开始顺序排列。可以看出, 它们之间相差 20H, 这样大、小写字母之间的转换就变得很容易。字母之所以能比较大小, 就因为它们在计算机中都有值。

第 2 章

8086 系统结构与 80x86 CPU

2.1 教学指导

【教学要求】

- ◎ 熟练掌握 8086 CPU 内部 EU 和 BIU 的功能和结构、寄存器组，特别是标志寄存器 FR 中各标志的定义。
- ◎ 掌握采用逻辑段基址与逻辑偏移地址访问存储器的方式。
- ◎ 基本掌握 8086 CPU 管脚的功能、最大模式和最小模式下管脚的不同定义。
- ◎ 掌握有关时序的基本概念。
- ◎ 了解现代微处理器发展动态、微处理器采用的最新技术以及 80x86 系列微处理器的技术特点。
- ◎ 参考学时数：12。

【教学关键点】

1. 对 CPU 的发展史要有所介绍

这部分内容要与第 1 章内容配合，介绍微处理器发展史可利用多媒体方式，尽可能多地展现各个时期、不同阶段的微处理器，提高学生的学习热情。

2. 选择 8086 CPU 的原因

强调教学采用 8086 CPU 作为模型的必要性，即“麻雀虽小、五脏俱全”的道理；提醒