

高等学校教材·计算机科学与技术

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

微机原理、汇编 与接口技术

朱定华 编著



清华大学出版社

微机原理、汇编与接口技术

朱定华 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书系统地介绍了 80x86 PC 机的原理、汇编语言程序设计及接口技术。主要内容包括计算机基础知识；汇编语言与汇编程序；程序设计技术；8086/8088 CPU 的总线和时序；半导体存储器；输入与输出技术；中断技术；常用可编程接口芯片等。

本书内容精练、实例丰富，其中大量的接口电路和程序是作者多年来在科研和教学中反复提炼得来的，因而本书应用性很强，可作为大专院校和高职高专成人高等教育“汇编语言程序设计”、“微机原理及应用”、“接口技术”等课程的教学用书，也可以供从事电子技术、计算机应用与开发的科研人员和工程技术人员学习参考，并适于初学者自学使用。

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术，用户可通过在图案表面涂抹清水，图案消失，水干后图案复现；或将表面膜揭下，放在白纸上用彩笔涂抹，图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理、汇编与接口技术/朱定华编著. —北京：清华大学出版社，2005.7

(高等学校教材·计算机科学与技术)

ISBN 7-302-10901-X

I. 微… II. 朱… III. ①微型计算机—基础理论—高等学校—教材 ②汇编语言—程序设计—高等学校—教材 ③微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. ①TP313 ②TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 039746 号

出 版 者：清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机：010-62770175

地 址：北京清华大学学研大厦

邮 政 编 码：100084

查 询 服 务：010-62770175

责任编辑：魏江江

印 刷 者：北京市清华园胶印厂

装 订 者：三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：185×260 印张：21 25 字数：504 千字

版 次：2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-302-10901-X/TP·7250

印 数：1~5000

定 价：28.00 元

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱	教授
	覃 征	教授
	王建民	教授
	刘 强	副教授
	冯建华	副教授
北京大学	杨冬青	教授
	陈 钟	教授
	陈立军	副教授
北京航空航天大学	马殿富	教授
	吴超英	副教授
	姚淑珍	教授
中国人民大学	王 珊	教授
	孟小峰	教授
	陈 红	教授
北京交通大学	阮秋琦	教授
北京信息工程学院	孟庆昌	教授
北京科技大学	杨炳儒	教授
石油大学	陈 明	教授
天津大学	艾德才	教授
复旦大学	吴立德	教授
	吴百锋	教授
	杨卫东	副教授
华东理工大学	邵志清	教授
华东师范大学	杨宗源	教授
	应吉康	教授
东华大学	乐嘉锦	教授
上海第二工业大学	蒋川群	教授
浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
南京大学	骆 斌	教授
南京航空航天大学	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授

南京邮电学院
苏州大学
江苏大学
武汉大学
华中科技大学
中南财经政法大学
华中师范大学

武汉理工大学
国防科技大学

中南大学
湖南大学

西安交通大学

西北大学
长安大学
西安石油学院
西安邮电学院
哈尔滨工业大学
吉林大学

长春工程学院
山东大学

山东科技大学
中山大学
厦门大学
福州大学
云南大学
重庆邮电学院
西南交通大学

朱秀昌 教授
龚声蓉 教授
宋余庆 教授
何炎祥 教授
刘乐善 教授
刘腾红 教授
王林平 副教授
魏开平 教授
李中年 教授
赵克佳 教授
肖 依 副教授
陈松乔 教授
林亚平 教授
邹北骥 教授
沈钧毅 教授
齐 勇 教授
周明全 教授
巨永峰 教授
方 明 教授
陈莉君 副教授
郭茂祖 教授
徐一平 教授
毕 强 教授
沙胜贤 教授
孟祥旭 教授
郝兴伟 教授
郑永果 教授
潘小轰 教授
冯少荣 教授
林世平 副教授
刘惟一 教授
王国胤 教授
杨 燕 副教授

改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制订的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学

科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统

清华大学出版社经过近 20 年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材经过 20 多年的精雕细刻,形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

学习微处理器和微型计算机是现代科技人员和大专院校各专业学生必修的专业基础课。近年来,微型计算机已渗透到社会的各个领域,而普及面最广、占有市场份额最高的微机系统是 IBM PC 机。本书介绍了 IBM PC 机的硬件和软件,提供了开发应用微型计算机及设计微机子系统的专门知识,为学习者在微处理器和微型计算机的应用上打下坚实的基础。

随着电子技术和微型计算机技术的迅猛发展,新型的微处理器不断推出。从 8086 开始,80286、80386、80486、Pentium 和 Itanium(安腾)等微处理器,在基本结构上采用向前兼容的做法,也就是新开发出的微处理器与前期的微处理器兼容,因此掌握 8086/8088 的硬件和软件是学习 80286、80386、80486、Pentium 和 Itanium 微处理器的基础。在实际应用中,往往要求高级语言和汇编语言配合作用,充分发挥它们各自的特长。汇编语言的特长是实时处理、与硬件配合紧密,这些仅 80286、80386、80486、Pentium 和 Itanium 汇编的一个子集,即 8086 汇编已足够。因此本书主要介绍 8086 汇编语言程序的设计技术及其与接口电路的配合,同时也介绍了 80286、80386、80486 和 Pentium 汇编语言程序的设计技术。本书通过 80286、80386、80486、Pentium 和 Itanium 微处理器和 IBM PC 机的硬件和软件分析以及总线技术,阐明微型计算机的组成原理以及存储器、输入输出接口芯片与微型计算机的接口方法。

本书包括汇编语言程序设计和接口技术两部分内容。汇编语言程序设计是微机应用系统的系统软件和应用软件的设计基础,接口技术是微机应用系统硬件组成的设计基础。本书内容较全面,实例丰富。书中的程序和接口电路的设计包含了作者多年来在科研和教学中积累的经验和技巧。学习微型计算机的汇编语言程序设计和接口技术必须理论联系实际。本书在介绍基本概念的同时,列举了大量典型而有意义的例题和习题。这些例题和习题,无论是汇编程序还是接口电路都在 80286、80386、80486 和 Pentium 系列微机系统上调试通过。学习本书时应多做实验,尤其是接口电路及控制程序的实验。

本书内容精练,实用性强。每章后均附有思考题与习题。编写本书时,注意了理论和实践相结合,力求做到既有一定的理论基础,又能运用理论解决实际问题;既掌握一定的先进技术,又着眼于当前的应用服务。

为了适应非电子信息类的教学要求,本书的第1章中还补充了二进制数的逻辑运算与逻辑电路以及逻辑单元与逻辑部件等内容。本教材的参考学时数为80学时(不含实验和本书的第1章中补充的二进制数的逻辑运算与逻辑电路以及逻辑单元与逻辑部件等内容)。学时数较少学校或专业可以不讲授第2章和第3章中的以下内容:地址传送指令、查表转换指令、BIOS、串处理程序设计和宏功能程序设计等,本书后面没有使用这些内容。

本书由朱定华编写。参加本书编写工作的人员还有戴颖颖、朱悦、饶志强、翟晟、吕建才、程萍、林卫、李志文、林巍等。

计算机的发展日新月异,由于笔者水平有限,不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

第 1 章 微型计算机基础知识	1
1.1 计算机中的数和编码	1
1.1.1 计算机中的数制	1
1.1.2 符号数的表示法	2
1.1.3 二进制数的加减运算	4
1.1.4 二进制数的逻辑运算与逻辑电路	7
1.1.5 二进制编码	9
1.1.6 BCD 数的加减运算	11
1.2 逻辑单元与逻辑部件	12
1.2.1 触发器	12
1.2.2 寄存器	14
1.2.3 移位寄存器	15
1.2.4 计数器	15
1.2.5 三态输出门与缓冲放大器	17
1.2.6 译码器	17
1.3 微型计算机的结构和工作原理	18
1.3.1 微型计算机常用的术语	18
1.3.2 微型计算机的基本结构	18
1.3.3 计算机的工作原理	21
1.4 8086/8088 微处理器	22
1.4.1 8086/8088 的结构	22
1.4.2 8086/8088 的寄存器	23
1.5 8086/8088 的存储器结构与堆栈	26
1.5.1 存储器编址	26
1.5.2 存储器分段和物理地址的生成	27
1.5.3 堆栈和栈操作指令	28

1.6	80x86、Pentium 系列微处理器	30
1.6.1	80286	30
1.6.2	80386	31
1.6.3	80486	33
1.6.4	Pentium(奔腾)	34
1.7	新一代微处理器——Itanium(安腾)	35
	习题与思考题	35
第2章	汇编语言与汇编程序	38
2.1	符号指令中的表达式	38
2.1.1	常量和数值表达式	39
2.1.2	变量和地址表达式	39
2.1.3	标号	41
2.1.4	变量和标号类型的变更	41
2.2	符号指令的寻址方式	42
2.2.1	寄存器寻址	42
2.2.2	立即寻址	43
2.2.3	直接寻址	43
2.2.4	间接寻址	43
2.2.5	基址寻址	44
2.2.6	变址寻址	44
2.2.7	基址变址寻址	45
2.2.8	存储器寻址中段地址的确定	46
2.3	常用指令	46
2.3.1	数据传送类指令	47
2.3.2	加减运算指令	50
2.3.3	位操作指令	53
2.3.4	指令应用举例	57
2.4	伪指令	63
2.4.1	过程的定义	63
2.4.2	段的定义	64
2.4.3	汇编地址计数器	64
2.4.4	段寄存器的假定	65
2.4.5	源程序的结束	65
2.4.6	宏汇编源程序的格式	66
2.5	常用系统功能调用和 BIOS	67
2.5.1	系统功能调用	68
2.5.2	常用系统功能调用应用举例	70

2.5.3 BIOS	73
习题与思考题	76
第3章 程序设计的基本技术	80
3.1 顺序程序设计	80
3.1.1 乘除法指令	80
3.1.2 BCD 数调整指令	83
3.1.3 顺序程序设计举例	89
3.2 分支程序设计	92
3.2.1 条件转移指令	92
3.2.2 无条件转移指令	94
3.2.3 分支程序设计举例	95
3.3 循环程序设计	98
3.3.1 循环程序的基本结构	98
3.3.2 重复控制指令	101
3.3.3 单重循环程序设计举例	102
3.3.4 多重循环程序设计举例	115
3.4 串处理程序设计	121
3.4.1 方向标志置位和清除指令	121
3.4.2 串操作指令	121
3.4.3 重复前缀	123
3.4.4 串操作程序设计举例	123
3.5 子程序设计	129
3.5.1 子程序的概念	129
3.5.2 子程序的调用指令与返回指令	132
3.5.3 子程序及其调用程序设计举例	133
3.6 宏功能程序设计	145
3.6.1 宏指令	145
3.6.2 条件汇编与宏库的使用	149
3.6.3 宏功能程序设计举例	149
3.7 80286、80386、80486 和 Pentium 程序设计	153
3.7.1 80286、80386、80486 和 Pentium 微处理器的指令	153
3.7.2 MASM5.0 以上版本的伪指令	162
3.7.3 存储器操作数中的地址表达式	163
3.7.4 80x86 和 Pentium 汇编源程序设计举例	163
习题与思考题	166

第4章 总线	173
4.1 总线概述	173
4.1.1 总线分类	173
4.1.2 总线操作	174
4.2 8086/8088 的 CPU 总线与时序	175
4.2.1 8086/8088 的 CPU 引线	175
4.2.2 8088 的 CPU 系统和 CPU 总线	179
4.2.3 8088 的时序	184
4.3 Pentium 的 CPU 总线	190
4.3.1 地址线及控制信号	190
4.3.2 数据线及控制信号	191
4.3.3 总线周期控制信号	191
4.3.4 Cache 控制信号	192
4.3.5 系统控制信号	192
4.3.6 总线仲裁信号	193
4.3.7 检测与处理信号	193
4.3.8 系统管理模式信号	193
4.3.9 测试信号	194
4.3.10 跟踪和检测信号	194
4.4 ISA(Industry Standard Architecture)局部总线	194
4.4.1 ISA 局部总线概述	194
4.4.2 ISA 总线信号	196
4.5 PCI 局部总线	197
4.5.1 PCI 局部总线概述	197
4.5.2 PCI 系统框图	198
4.5.3 PCI 总线信号	198
习题与思考题	203
第5章 半导体存储器	204
5.1 存储器概述	204
5.1.1 存储器的类型	204
5.1.2 存储器的性能指标与分级结构	205
5.2 常用的存储器芯片	206
5.2.1 半导体存储器芯片的结构	206
5.2.2 随机读写存储器 RAM	206
5.2.3 只读存储器 ROM	208
5.3 存储器与 CPU 的接口	210

5.3.1 存储器芯片与地址总线的连接	211
5.3.2 存储器芯片与数据总线的连接	212
5.3.3 存储器芯片与控制总线的连接	213
5.3.4 连接举例	213
习题与思考题	216
第 6 章 输入输出和接口技术	218
6.1 接口的基本概念	218
6.1.1 接口的功能	218
6.1.2 接口控制原理	219
6.1.3 接口控制信号	221
6.2 I/O 指令和 I/O 地址译码	222
6.2.1 标准的 I/O 寻址方式	222
6.2.2 存储器映象 I/O 寻址方式	223
6.2.3 输入输出指令	223
6.2.4 I/O 接口的端口地址译码	224
6.3 数字通道接口	226
6.3.1 数据输出寄存器	227
6.3.2 数据输入三态缓冲器	227
6.3.3 三态缓冲寄存器	228
6.3.4 寄存器和缓冲器接口的应用	228
6.3.5 打印机适配器	235
6.4 模拟通道接口	240
6.4.1 数模转换器及其与微型计算机的接口	240
6.4.2 模数转换器 ADC 及其与微型计算机的接口	247
习题与思考题	252
第 7 章 中断技术	255
7.1 中断和中断系统	255
7.1.1 中断的概念	255
7.1.2 中断源	255
7.1.3 中断系统的功能	256
7.1.4 CPU 对中断的响应及中断过程	257
7.2 中断控制器 8259A	257
7.2.1 8259 的组成和接口信号	257
7.2.2 8259A 处理中断的过程	259
7.2.3 8259A 的级联连接	259
7.2.4 8259A 的命令字	260

7.3	PC 机的中断系统和中断指令	263
7.3.1	外部中断	263
7.3.2	内部中断	264
7.3.3	中断向量表	265
7.3.4	中断响应和处理过程	266
7.4	可屏蔽中断服务程序的设计	267
7.4.1	中断服务程序入口地址的装入	267
7.4.2	中断屏蔽与中断结束的处理	268
7.4.3	中断服务程序设计举例	269
	习题与思考题	275
第 8 章	常用可编程接口芯片	276
8.1	可编程并行接口 8255A	276
8.1.1	8255 的组成与接口信号	276
8.1.2	8255 的工作方式与控制字	278
8.1.3	3 种工作方式的功能	281
8.2	可编程计数器/定时器 8253	288
8.2.1	8253 的组成与接口信号	288
8.2.2	计数器的工作方式及其与输入输出的关系	290
8.2.3	8253 的控制字和初始化编程	292
8.2.4	8253 的应用	294
8.3	串行通信与异步通信控制器 8250 的应用	299
8.3.1	PC 机的串行口	299
8.3.2	异步通信控制器 8250	301
8.3.3	8250 与微型计算机及 RS-232 接口信号的连接	308
8.3.4	异步串行通信程序设计	310
8.3.5	PC 机之间的通信	311
8.3.6	PC 机与 MCS-51 单片机之间的通信	314
	习题与思考题	317
附录 A	8086 指令系统表	319
附录 B	8086 算术逻辑运算指令对状态标志位的影响	323
附录 C	8086 指令按字母顺序查找表	324

微型计算机基础知识

1.1 计算机中的数和编码

1.1.1 计算机中的数制

计算机最早是作为一种计算工具出现的,所以它的最基本功能是对数进行加工和处理。数在机器中是以器件的物理状态来表示的。一个具有两种不同的稳定状态且能相互转换的器件就可以用来表示1位(bit)二进制数。二进制数有运算简单,便于物理实现,节省设备等优点,所以目前在计算机中,数几乎全是采用二进制表示。但是二进制数书写起来很不方便,又加上目前大部分微型计算机的运算器长度一般是8位、16位或32位二进制数,都是4位二进制数的整数倍,而4位二进制数即是1位十六进制数,所以微型计算机中的二进制数都采用十六进制数来缩写。十六进制数用0~9、A~F等16个数码表示十进制数0~15。1个8位的二进制数用2位十六进制数表示,1个16位的二进制数用4位十六进制数表示等。这样书写起来很方便,且便于阅读和记忆。然而人们最熟悉、最常用的是十进制数。因此,要熟练地掌握十进制数、二进制数和十六进制数间的相互转换。它们之间的关系如表1-1所示。

表 1-1 十进制数、二进制数及十六进制数对照表

十进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
二进制	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
十六进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

为了区别十进制数、二进制数及十六进制数3种数制,可在数的右下角注明数制,或者在数的后面加一些字母符号,如B(binary)表示二进制数制;D(decimal)或不带字母符号表示十进制数制;H(hexadecimal)表示十六进制数制。

1. 二进制数和十六进制数间的相互转换

根据表1-1所示的对应关系即可实现它们之间的转换。

二进制整数转换为十六进制数,其方法是从右(最低位)向左将二进制数分组:每4

位为一组,最后一组若不足 4 位则在其左边添加 0,以凑成一组,每组用 1 位十六进制数表示。如:

$$11111110001111\text{B} \rightarrow 1\ 1111\ 1100\ 0111\text{B} \rightarrow 0001\ 1111\ 1100\ 0111\text{B} = 1\text{FC7H}$$

十六进制数转换为二进制数,只需用 4 位二进制数代替 1 位十六进制数即可。如:

$$3\text{AB9H} = 0011\ 1010\ 1011\ 1001\text{B}$$

2. 十六进制数和十进制数间的相互转换

十六进制数转换为十进制数十分简单,只需将十六进制数按权展开,然后相加即可。如:

$$\begin{aligned} 1\text{F3DH} &= 16^3 \times 1 + 16^2 \times 15 + 16^1 \times 3 + 16^0 \times 13 \\ &= 4096 \times 1 + 256 \times 15 + 16 \times 3 + 1 \times 13 = 4096 + 3840 + 48 + 13 \\ &= 7997 \end{aligned}$$

十进制整数转换为十六进制数可用“除 16 取余法”,即用 16 不断地去除待转换的十进制数,直至商等于 0 为止。将所得的各次余数,依倒序排列,即可得到所转换的十六进制数。如将 38947 转换为十六进制数,其算式如下:

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 38947} \quad 3 \\ 16 \overline{) 2434} \quad 2 \\ 16 \overline{) 152} \quad 8 \\ 16 \overline{) 9} \quad 9 \\ 0 \end{array}$$

即 $38947 = 9823\text{H}$ 。

1.1.2 符号数的表示法

1. 机器数与真值

二进制数与十进制数一样有正负之分。在计算机中,是用数的符号和数值部分一起编码的方法表示带符号的数。常用的有原码、反码和补码 3 种表示方法。这些表示方法都将数的符号数码化。通常正号用“0”表示,负号用“1”表示。为了区分书写时表示的数和机器中编码表示的数,我们称前者为真值,后者为机器数,即数值连同符号数码“0”或“1”在机器中的一组二进制数表示形式,称为机器数,而它所表示的数值连同符号“+”或“-”称为机器数的真值。把机器数的符号位也当做数值的数,就是无符号数。

为了表示方便,常把 8 位二进制数称为字节,把 16 位二进制数称为字,把 32 位二进制数称为双字。对于机器数应将其用字节、字或双字表示,所以只有 8 位、16 位或 32 位机器数的最高位才是符号位。

2. 原码

依上所述,数值用其绝对值,正数的符号位用 0 表示,负数的符号位用 1 表示,这样表示的数就称为原码。如: