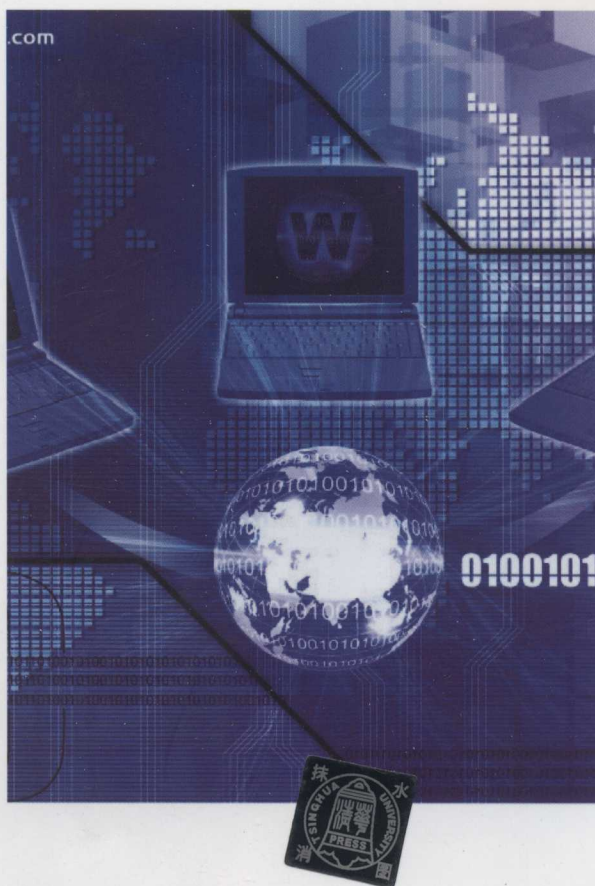


微机原理与接口技术

- ◆ 微型计算机概述
- ◆ 8086微处理器
- ◆ 8086指令系统
- ◆ 汇编语言程序设计
- ◆ 半导体存储器
- ◆ 输入/输出技术
- ◆ 可编程接口芯片及应用
- ◆ 键盘与显示电路设计
- ◆ 总线技术



唐国良 主 编

卫琳 甄姬娜 石磊 副主编

清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

微机原理与接口技术

唐国良 主 编

卫 琳 甄姬娜 石 磊 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 Intel8086 微处理器为对象,全面讲述了微型计算机的组成原理、体系结构和接口技术原理及应用。全书共分 9 章,前 6 章为微机原理的内容,主要包括微计算机系统概述、8086 微型计算机系统组成、指令系统、汇编语言程序设计、半导体存储器、输入/输出和中断系统;第 7 章介绍实用的可编程接口芯片,其中包括 A/D、D/A 转换芯片设计及其应用;第 8 章介绍键盘与显示电路技术;第 9 章介绍总线技术。

本教程内容全面、通俗易懂、例题丰富、概念清晰、针对性强。针对初学者在学习过程中遇到的困难和容易出现的问题,结合大量的例题进行了详细论述,以培养学生分析和解决问题的能力。

本书可作为高等学校计算机、电子信息工程、通信工程、自动化等电气信息类专业本科生教材,同时也可作为相关工程技术人员的学习参考书。

本书对应的电子教案、习题答案和实例源文件可以到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage/index.asp> 网站下载。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术 / 唐国良 主编. —北京:清华大学出版社, 2014
(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-34007-2

I. ①微… II. ①唐… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 228835 号

责任编辑:胡辰浩 袁建华

装帧设计:牛静敏

责任校对:曹 阳

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62794504

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明印装厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24.5 字 数:566 千字

版 次:2013 年 12 月第 1 版 印 次:2013 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:38.00 元

产品编号:041146-01

前 言

《微机原理与接口技术》是计算机科学与技术专业的一门专业基础课程,也是电子信息类、自动化等相关专业的必修课程。理工科学生通过本课程的学习,可了解微处理器新技术的发展和应用领域,掌握微型计算机的基本结构、工作原理、接口技术及汇编语言程序设计,提高学生的计算机硬件和软件知识,能够将硬件和软件有机结合起来,培养分析和设计微机应用系统的能力。

本书较为全面地讲述了微型计算机硬件组成及各部分的工作原理,包括 8086 微处理器的结构、指令系统和汇编语言、存储器系统、输入/输出接口技术、总线技术等内容。

本书共分 9 章。第 1、2 章讲述微型计算机的发展历史和相关基础知识,微处理器的内部结构,寄存器及其主要特性;第 3、4 章讲述 8086 微处理器的指令系统、寻址方式、汇编语言程序设计基础;第 5 章讲述微型计算机存储器的分类、组成及其主要性能指标、随机存储器(RAM)、只读存储器 ROM、高速缓冲器 Cache、虚拟存储器管理技术;第 6 章讲述微型计算机 I/O 接口技术、微处理器的中断技术、可编程中断管理控制器 8259A 及其应用,微机系统的 BIOS 和 DOS 功能调用;第 7 章讲述可编程接口芯片 8253、8251A 的内部结构、初始化编程及其应用、A/D 和 D/A 转换接口工作原理及芯片;第 8 章讲解键盘和 LED 显示器的工作原理及程序设计;第 9 章讲述总线技术及接口标准。

本书在内容安排上注重讲解工作原理和基本概念,注重技术、注重实用。为了更好地帮助读者理解和掌握所学知识,提供了大量极富实用价值的例题,给出了分析方法、计算过程和详细注释,提供了相应的汇编语言源程序,并调试通过,给出运行结果。每章配有一定数量的习题,供读者练习和自测。本书的特点是打好基础,面向实用;条理清楚,内容丰富;重点突出,难点详解。

本书建议课堂教学 64 学时。第 1 章需 2 学时,第 2 章需 8 学时,第 3 章需 8 学时,第 4 章需 10 学时,第 5 章需 10 学时,第 6 章需 10 学时,第 7 章需 6 学时,第 8 章需 6 学时,第 9 章需 4 学时。其中第 2~7 章为教学重点,第 2、4、5、7 章为教学难点,应分配较多的学时。

本书第 1、2、3 章由卫琳、石磊编写;第 4、5、6 章由唐国良编写,并将第 4 章例题中的所有汇编语言源程序调试成功,给出运行结果。第 7、8、9 章由甄姬娜编写。全书由唐国良和石磊负责最后统稿和修改。此外史晓东、王战红、王冬、郑艳君、谢涛、李文洁、王晓慧、吴保东、高宇飞、王慧娟、张丹丹、张艳、黄艳、段赵磊、何宗真、向春阳、李俊艳等人参与了部分工作。

由于微型计算机技术的发展日新月异和编者水平所限,书中的错误和不当之处在所难免,敬请专家和广大读者批评指正,以便于我们及时修正。我们的邮箱是 huchenhao@263.net,电话是 010-62796045。

作 者

2013 年 8 月

目

录

第 1 章 微型计算机概述	1
1.1 微型计算机的发展与应用	1
1.1.1 计算机的发展简史	1
1.1.2 计算机的特点	2
1.1.3 计算机的应用	3
1.2 微型计算机组成	4
1.2.1 微型计算机的系统组成	4
1.2.2 微型计算机结构	5
1.2.3 个人微机结构	7
1.3 计算机系统的层次结构	9
1.3.1 计算机系统层次结构	9
1.3.2 计算机软件的分​​类	10
1.3.3 计算机的工作过程	11
1.4 计算机的分类和性能指标	11
1.4.1 计算机的分类	11
1.4.2 计算机的性能指标	12
1.5 本章小结	13
1.6 习题	14
第 2 章 8086 微处理器	15
2.1 微处理器发展	15
2.1.1 微处理器历史	15
2.1.2 Intel 80x86 系列微处理器	17
2.2 8086 CPU 的内部结构	21
2.2.1 8086/8088 微处理器	21
2.2.2 8086/8088 的内部结构	22
2.2.3 存储器组织	26
2.3 8086/8088CPU 的引脚功能 及其工作模式	28
2.3.1 8086/8088 的工作模式	28
2.3.2 8086/8088 的引脚信号	28
2.4 8086 CPU 的总线时序	31

2.4.1 8086CPU 最小模式 引脚功能	31
2.4.2 最小模式系统组成	32
2.4.3 最小模式下的总线时序	34
2.4.4 8086 最大模式引脚功能	39
2.4.5 最大模式系统组成	40
2.4.6 最大模式下的总线时序	42
2.5 Intel 系列微处理器的主要 特性和内部结构	44
2.5.1 80286 微处理器	45
2.5.2 80386 微处理器	46
2.5.3 80486 微处理器	51
2.5.4 Pentium 系列微处理器	52
2.5.5 多核和 64 位 CPU	56
2.6 本章小结	58
2.7 习题	58
第 3 章 8086 指令系统	60
3.1 计算机指令系统的 发展与性能	60
3.1.1 指令系统的发展	60
3.1.2 指令系统的性能要求	61
3.2 指令的格式	62
3.2.1 指令操作码与地址码	62
3.2.2 指令字长与扩展方法	65
3.3 寻址方式	67
3.3.1 指令寻址方式	67
3.3.2 操作数寻址方式	68
3.4 指令的分类与高级语言	72
3.4.1 指令系统的分类	72
3.4.2 指令系统与高级语言	74
3.5 8086 的寻址方式和指令系统	75

3.5.1 8086 与数据有关的 寻址方式.....	76	4.2.7 符号定义伪指令 (EQU、=、LABEL).....	127
3.5.2 8086 与转移地址有关的 寻址方式.....	79	4.2.8 程序模块定义伪指令 (NAME/END、 PUBLIC/EXTRN).....	128
3.6 8086 的指令系统.....	82	4.3 汇编语言属性操作符.....	129
3.6.1 数据传送指令.....	82	4.3.1 分析操作符.....	129
3.6.2 算术指令.....	87	4.3.2 属性修改操作符(PTR、 THIS、SHORT).....	130
3.6.3 逻辑指令.....	96	4.3.3 其他属性操作符.....	131
3.6.4 字符串操作指令.....	99	4.4 基本结构的程序设计.....	131
3.6.5 控制转移指令.....	104	4.4.1 顺序结构程序设计.....	131
3.6.6 标志处理和 CPU 控制类指令.....	107	4.4.2 分支程序设计.....	135
3.7 本章小结.....	108	4.4.3 循环程序设计.....	137
3.8 习题.....	109	4.4.4 子程序设计.....	140
第 4 章 汇编语言程序设计.....	113	4.5 宏指令.....	153
4.1 汇编语言与汇编程序.....	113	4.5.1 宏、宏指令、宏定义、 宏调用和宏展开.....	153
4.1.1 机器语言与汇编语言.....	113	4.5.2 重复汇编.....	161
4.1.2 汇编与连接.....	115	4.5.3 条件汇编.....	162
4.1.3 汇编语言与高级语言.....	115	4.5.4 宏库.....	164
4.1.4 汇编语言源程序的 结构(Program Structure).....	116	4.5.5 宏指令与子程序.....	166
4.1.5 汇编语言的语句格式 (Statement Formats).....	117	4.6 32 位汇编语言与 C++ 语言混合编程.....	166
4.2 伪指令及其应用.....	120	4.6.1 16 位和 32 位汇编程序的 区别.....	166
4.2.1 段定义伪指令 SEGMENT/ENDS.....	120	4.6.2 Visual C++调用汇编语言的 常用方法.....	167
4.2.2 偏移地址计数器\$和 定位伪指令 ORG.....	122	4.6.3 IA-32 结构及编程基础.....	168
4.2.3 段寻址伪指令 ASSUME.....	123	4.6.4 程序说明伪指令.....	171
4.2.4 过程(子程序)定义伪指令 PROC/ENDP.....	123	4.6.5 段定义的简化.....	171
4.2.5 变量定义伪指令与 存储器分配.....	124	4.6.6 内联汇编中使用 C/C++ 元素.....	176
4.2.6 记录与结构定义伪指令 (RECORD、 STRUC/ENDS).....	125	4.6.7 在 Visual C++工程中 使用独立汇编.....	183
		4.6.8 混合编程例题.....	184
		4.7 本章小结.....	187

4.8 习题	187
--------	-----

第 5 章 半导体存储器 191

5.1 概述 191

5.1.1 半导体存储器的分类 195

5.1.2 半导体存储器的组成 198

5.1.3 半导体存储器的主要性能指标 200

5.2 随机存储器(RAM) 201

5.2.1 静态随机存储器(SRAM) 201

5.2.2 动态随机存储器(DRAM) 203

5.3 只读存储器(ROM) 207

5.3.1 掩膜 ROM 207

5.3.2 可编程 ROM(PROM) 208

5.3.3 可擦除、可编程 ROM(EPROM) 209

5.3.4 电可擦除可编程 ROM(EEPROM) 210

5.3.5 Flash 存储器 210

5.4 存储器芯片的扩展及其与系统总线的连接 211

5.4.1 存储器芯片与 CPU 的连接 211

5.4.2 存储器芯片的扩展 212

5.4.3 38086 的存储器组织 216

5.5 高速缓冲存储器(Cache) 217

5.5.1 问题的提出 217

5.5.2 存储器访问的局部性 217

5.5.3 Cache-主存存储结构及其实现 218

5.5.4 Cache-主存存储结构的命中率 219

5.5.5 两级 Cache-主存存储结构 219

5.5.6 Cache 的基本操作 219

5.5.7 地址映像及其方式 220

5.5.8 替换策略 221

5.5.9 PIII 中采用的 Cache 技术 222

5.6 虚拟存储器 223

5.6.1 主存-辅存层次结构 223

5.6.2 虚拟存储器 223

5.6.3 虚地址和实地址的基本概念及其相互关系 224

5.6.4 虚拟存储器和 Cache 的异同点 224

5.6.5 虚拟存储器的几种实现方法 225

5.7 本章小结 225

5.8 习题 226

第 6 章 输入/输出技术 228

6.1 I/O 接口概述 228

6.1.1 I/O 接口的功能 229

6.1.2 CPU 与 I/O 之间的接口信号 229

6.2 I/O 端口及其寻址方式 230

6.2.1 存储器映像的 I/O 寻址方式 230

6.2.2 I/O 端口单独寻址方式 231

6.3 CPU 与外设之间的数据传送方式 231

6.3.1 无条件传送方式 232

6.3.2 查询传送方式 232

6.3.3 中断传送方式 234

6.3.4 DMA 方式 235

6.4 中断系统的基本概念 236

6.4.1 中断与中断系统功能 236

6.4.2 中断工作过程 237

6.4.3 中断向量 238

6.4.4 中断优先级与中断嵌套 239

6.5 8086CPU 的中断系统 240

6.5.1 中断源及中断分类 240

6.5.2 中断向量表 241

6.5.3 CPU 响应中断的流程和中断响应总线周期 243

6.6 8259A 可编程中断控制器 244

6.6.1	8259A 的功能	244	7.4.1	D/A 转换器	312
6.6.2	8259A 的内部结构及 外部引脚	244	7.4.2	A/D 转换器接口	316
6.6.3	8259A 的工作方式	247	7.5	本章小结	319
6.6.4	8259A 的级联	251	7.6	习题	319
6.6.5	8259A 的编程	251	第 8 章	键盘与显示电路设计	321
6.7	BIOS 和 DOS 功能调用	261	8.1	键盘设计	321
6.7.1	BIOS 功能调用	261	8.1.1	键盘的基本工作原理	321
6.7.2	DOS 功能调用	264	8.1.2	键的识别	322
6.8	DMA 控制器 8237A	270	8.1.3	抖动和重键问题的解决	322
6.8.1	DMA 系统的基本概念	270	8.1.4	键盘工作方式	323
6.8.2	DMA 系统的功能	270	8.1.5	微机键盘	323
6.8.3	DMA 控制器 8237A	272	8.2	七段码 LED 显示接口	326
6.8.4	8237A 的编程方式	277	8.2.1	LED 显示器的结构	326
6.8.5	8237A 的应用	280	8.2.2	LED 显示器的工作方式 和显示程序	327
6.9	本章小结	282	8.3	液晶显示器及其显示接口	328
6.10	习题	282	8.3.1	液晶显示器的工作原理	328
第 7 章	可编程接口芯片及应用	285	8.3.2	液晶显示器的驱动方式	330
7.1	可编程定时/计数器 8253	285	8.4	本章小结	331
7.1.1	8253 的结构	286	8.5	习题	331
7.1.2	8253 的工作方式与初始化	287	第 9 章	总线技术	332
7.1.3	8253 在 PC 机上的应用	292	9.1	概述	332
7.2	串行接口芯片 8251a 及其应用	294	9.1.1	总线及总线的分类	332
7.2.1	串行通信概述	294	9.1.2	总线标准	334
7.2.2	串行接口标准	296	9.1.3	总线的性能指标	334
7.2.3	可编程串行通信接口 8251a(USART)	298	9.2	总线判决和握手技术	335
7.3	并行接口芯片 8255a 及应用	304	9.2.1	总线操作与总线操作周期	335
7.3.1	并行口的分类	305	9.2.2	总线使用权的分配	336
7.3.2	可编程并行口 8255a 的 结构	305	9.2.3	总线仲裁技术	337
7.3.3	8255a 的命令字	306	9.2.4	信息在总线上的传送方式	339
7.3.4	8255a 的工作方式	306	9.2.5	总线通信协议	340
7.3.5	8255a 的应用举例	308	9.2.6	总线的负载能力	341
7.4	D/A、A/D 转换接口	312	9.3	系统总线和局部总线	342
			9.3.1	ISA 总线	342
			9.3.2	EISA 总线	344
			9.3.3	VESA 总线	345

9.3.4 PCI 总线	346	附录	362
9.4 外部通信总线	349	附录一 8086 指令系统一览表	362
9.4.1 通用串行总线 UBS	349	附录二 8086 宏汇编常用 伪指令表	368
9.4.2 硬盘驱动器接口电路	353	附录三 ASCII 码表	369
9.4.3 SCSI	355	附录四 DOS 系统功能调用 (INT 21H)	372
9.4.4 GP-IB/HP-IB/IEC-IB/ IEEE-488 总线	356	附录五 BIOS 系统功能调用	377
9.4.5 串行 I/O 标准接口 IEEE 1394	359	附录六 Debug 命令表	380
9.5 本章小结	361	参考文献	381
9.6 习题	361		

第1章 微型计算机概述

计算机是 20 世纪人类最伟大的发明创造之一，它的诞生、发展和应用是科学技术的卓越成就，也是技术革命的基础，并改变着人们的生活方式，对人类社会产生了巨大而深远的影响。目前，以高性能计算机为基础的计算科学已经成为继理论科学和实验科学之后人类科学研究的第三大支柱。本章将介绍计算机的概念和组成以及微型计算机的发展和结构等方面的基本知识，目的在于使读者有一个总体概念，以便于学习后续各章内容。

本章的学习目标：

- 了解计算机的发展与应用；
- 掌握冯·诺伊曼计算机结构的特点和微型计算机的组成结构，熟悉 IBM PC/AT 机和 32 位 PC 机主机结构；
- 理解计算机系统层次结构及其特点；
- 理解计算机分类和性能指标。

1.1 微型计算机的发展与应用

电子计算机的诞生和发展是 20 世纪最重大的科学技术成就之一。回顾 20 世纪的科技发展史，人们会深刻地体会到计算机的诞生和广泛应用对工作和生活所产生的深远影响。

计算机，顾名思义就是用于计算的工具。但是，今天这里所说的计算机(Computer)实际上是指电子数字计算机(Digital Computer)。计算机的一个比较确切的定义是：计算机是一种以电子器件为基础的，不需人的直接干预，能够对各种数字化信息进行快速算术和逻辑运算的工具，是一个由硬件、软件组成的复杂的自动化设备。

和其他机器设备一样，计算机首先是一个工具。但和其他增强人的体力的机器设备不一样，计算机是增强人的脑力的工具，俗称“电脑”。计算机主要增强的是人的记忆、计算、逻辑判断和信息处理的能力，而人类所独有的智慧水平，计算机是远远达不到的。掌握计算机首先应该熟练地掌握它的使用，然后才进一步掌握其工作原理。当然，本书所要求的是后者，这是一个计算机科学工作者深入学习计算机技术的基础。

1.1.1 计算机的发展简史

世界上第一台真正的全自动电子数字式计算机是 1946 年美国研制成功的 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)。这台计算机共用了 18000 多个电子管，占地 170m²，总重量为 30 吨，耗电 140kw，每秒能做 5000 次加减运算。与 ENIAC 计算机研制的同时，冯·诺依曼与莫尔小组研制 EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)计算机，它采用了存储程序方案。

ENIAC 计算机虽然有许多明显的不足，它的功能也远不及现在的一台普通微型计算机，但它的诞生宣告了电子计算机时代的到来。在随后的几十年中，计算机的发展突飞猛

进,经历了电子管、晶体管、集成电路(Integrated Circuit, IC)、大规模集成电路(Large Scale Integration, LSI)、超大规模集成电路(Very large scale integration, VLSI)、甚大规模集成电路(Ultra Large Scale Integration, ULSI)、超特大规模集成电路(Giga Scale Integration, GSI)等各个阶段,计算机的体积越来越小,价格越来越低,功能越来越强,应用范围越来越广。

第一代计算机从第一台计算机 ENIAC 问世到 20 世纪 50 年代末。这一时期计算机的主要特征是使用电子管作为电子器件,软件还处于初始阶段,使用机器语言与符号语言编制程序。这一代计算机是计算机发展的初级阶段,其体积较大,运算速度较低,存储容量很小。为了解决一个问题,所需要编制的程序比较复杂。这一代计算机主要用于科学计算。

第二代计算机是从 50 年代末到 60 年代初。这一时期计算机的主要特征是使用晶体管作为电子器件,软件方面开始使用计算机高级语言,为更多的人学习和使用计算机铺平了道路。这一代计算机的体积大大减小,具有重量轻、寿命长、耗电少、运算速度快和存储容量比较大等优点。这一代计算机不仅用于科学计算,还用于数据处理和事务处理,并逐渐用于工业控制。

第三代计算机是从 20 世纪 60 年代中期到 20 世纪 70 年代初期。这一时期计算机的主要特征是使用中、小规模集成电路(MSI, SSI)作为电子器件。在这一时期,操作系统的出现使计算机的功能越来越强,应用范围越来越广。

使用中、小规模集成电路制成的计算机,其体积与功耗都进一步减小,可靠性和运算速度等指标也得到了进一步提高,并且为计算机的小型化、微型化提供了良好的条件。在这一时期,计算机不仅用于科学计算,还用于文字处理、企业管理和自动控制等领域,出现了计算机技术与通信技术相结合的管理信息系统,被用于生产管理、交通管理和情报检索等领域。

第四代计算机是指用大规模与超大规模集成电路(LSI, VLSI)作为电子器件制成的计算机。这一代计算机的各项性能都有了大幅度提高,应用软件也越来越丰富,应用涉及国民经济的各个领域,已经在办公自动化、数据库管理、图像识别、语音识别和专家系统等众多领域大显身手,并且进入了家庭。

1971 年到 1990 年,作为第四代计算机重要产品的微型计算机得到了飞速的发展,对计算机的普及起到了决定性的作用。

第五代计算机是指用甚大规模集成电路(ULSI)作为电子器件制成的计算机。1990 年后,计算机进入第五代,其主要标志有两个:一个是单片集成电路规模达 100 万晶体管以上;另一个是超标量技术的成熟和广泛应用。

计算机的应用有力地推动了国民经济的发展和科学技术的进步,同时也对计算机技术提出了更高的要求,从而促进了计算机的进一步发展。一方面,以超大规模集成电路为基础,未来的计算机将向巨型化、微型化、网络化与智能化的方向发展。其中“巨型化”并非指计算机的体积大,而是指计算机的运算速度更高、存储容量更大、功能更强。另外一方面,新一代计算机将基于更新的光电子元件、超导电子元件或生物电子元件。光电子计算机由于传输的是光信号,其处理速度将得到大大提高,体积也会缩小;超导器件功耗极低,散热极少,其集成度是任何半导体芯片都无可比拟的;而生物电脑则利用遗传工程方法,以生物化学反应模拟人的机能处理大量复杂信息。

1.1.2 计算机的特点

计算机的主要特点表现在以下几个方面。

1. 运算速度快

运算速度是计算机的一个重要性能指标。计算机的运算速度通常用每秒钟执行定点加法的次数或平均每秒钟执行指令的条数来衡量。计算机的运算速度已由早期的每秒几千次发展到现在的最高可达每秒万亿次甚至更高。

2. 计算精度高

在科学研究和工程设计中,对计算的结果精度有很高的要求。一般的计算工具只能达到几位有效数字(如过去常用的四位数学用表、八位数学用表等),而计算机对数据的结果精度可达到十几位、几十位有效数字,根据需要甚至可达到任意的精度。

3. 存储容量大

计算机的存储器可以存储大量数据,这使计算机具有了“记忆”功能。目前计算机的存储容量越来越大,已高达千兆数量级的容量。

4. 具有逻辑判断功能

计算机的运算器除了能够完成基本的算术运算外,还具备比较、判断等逻辑运算的功能。这种能力是计算机能处理逻辑推理问题的前提。

5. 自动化程度高,通用性强

由于计算机的工作方式是将程序和数据先存放在机内,工作时按程序规定的操作,一步一步地自动完成,一般无须人工干预,因而自动化程度高。这一特点是一般计算工具所不具备的。计算机通用性的特点表现在几乎能求解自然科学和社会科学中一切类型的问题,能广泛地应用各个领域。

1.1.3 计算机的应用

计算机不但具有高速、自动化和存储量大的优势,而且还具有很强的逻辑推理和判断能力,计算机已经被广泛应用于各个领域,而且仍然呈上升和扩展趋势。通常,计算机的应用可概括为以下几个方面。

1. 科学计算

早期的计算机主要用于科学计算。目前,科学计算仍然是计算机的一个重要应用领域。由于计算机具有很高的运算速度和运算精度,使得过去用手工无法完成的计算变为可能。随着计算机技术的发展,计算机的计算能力越来越强,计算速度越来越快,计算精度也越来越高。利用计算机进行数值计算,可以节省大量时间、人力和物力。

2. 过程检测与控制

利用计算机对工业生产过程中的某些信号自动进行检测,并把检测到的数据存入计算机,再根据需要对这些数据进行处理,这样的系统称为计算机检测系统。但一般来说,实际的工业生产过程是一个连续的过程,往往既需要用计算机进行检测,又需要用计算机进行控制。例如:在化工、电力和冶金等生产过程中,用计算机自动采集各种参数,监测并及时控制生产设备的工作状态;在导弹、卫星的发射中,用计算机随时精确地控制飞行轨道与姿态;在热处理加工中,用计算机随时检测与控制炉窑的温度;在对人有害的工作场所,用计算机来监控机器人自动工作等。特别是微型计算机进入仪器仪表后所构成的智能化仪器仪表,将工业自动化推向了一个更高的水平。利用计算机进行控制,可以节省劳动力、减轻劳动强度、

提高劳动生产效率，并且还可以节省生产原料、减少能源消耗、降低生产成本。

3. 信息管理

信息管理是目前计算机应用最广泛的一个领域。所谓信息管理，是指利用计算机来加工、管理和操作任何形式的数据资料，如企业管理、物资管理、报表统计、账目计算和信息情报检索等。当今社会是一个信息化的社会，将计算机用于信息管理，为办公自动化、管理自动化和社会自动化创造了最有利的条件。国内外大量的机构已经建立了自己的管理信息系统(MIS)；一些生产企业开始采用制造资源规划软件(MRP)；商业流通领域则逐步使用电子信息交换系统(EDI)，即所谓的无纸贸易。

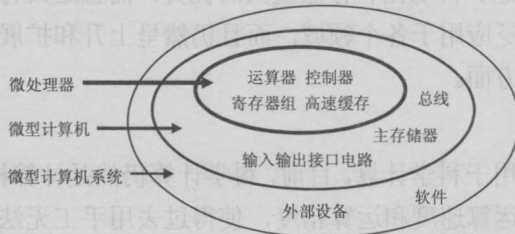
4. 计算机辅助系统

计算机用于辅助设计、辅助制造和辅助教学统称为计算机辅助系统。计算机辅助设计(CAD)是指利用计算机来帮助设计人员进行工程设计，以提高设计工作的自动化程度，节省人力和物力。用计算机进行辅助设计，不仅速度快，而且质量高，为缩短产品的开发周期与提高产品质量创造了有利条件。计算机辅助制造(CAM)是指利用计算机进行生产设备的管理、控制与操作，从而提高产品质量、降低生产成本以及缩短生产周期，并且还大大改善了工作人员的工作条件。计算机辅助教学(CAI)是指利用计算机帮助学习的系统，它将教学内容、教学方法以及学习情况等信息存储在计算机中，使学生能够轻松自如地从中学到所需要的知识。

1.2 微型计算机组成

1.2.1 微型计算机的系统组成

微型计算机系统、微型计算机、微处理器实际上是 3 个不同的概念，如图 1-1 所示。



微型计算机系统包括硬件和软件两大部分。硬件(Hardware)是指构成计算机的实在的物理设备，是看得见、摸得着的物体，就像人的躯体。软件(Software)一般是指在计算机上运行的程序(广义的软件还包括由计算机管理的数据和有关的文档资料)，是指示计算机工作的命令，就像指挥人做某项工作的一步步的指令。微型计算机主要是指微型计算机的硬件系统，当然其核心是 CPU(Central Processing Unit)，也常称为微处理器、处理器或中央处理单元。微型计算机(Microcomputer)性能适中、价格低廉、体积较小，是最常见的计算机，是现代计算机三大主要应用形式的主角(计算机三大主要应用形式：桌面个人微机 PC 机、服务器、嵌入式计算机系统)。

冯·诺伊曼计算机的设计思想蕴含了计算机系统的核心工作原理。

(1) 计算机由存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备五大基本部件组成,并规定了五部分的基本功能。

(2) 将程序和数据存放在存储器中,计算机在工作时从存储器取出指令加以执行,自动完成计算任务。这就是“存储程序”和“程序控制”(简称存储程序控制)的概念。

(3) 指令的执行是顺序的,即一般按照指令在存储器中存放的顺序执行,程序分支由转移指令实现。

(4) 采用二进制形式表示数据和指令。指令由操作码和地址码组成。

1.2.2 微型计算机结构

冯·诺伊曼计算机的基本思想认为计算机由五大部件组成:控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备。它们通过数据流和控制流联系起来。数据流代表着操作数据的流动(传递),控制流表示控制操作的信号的流动,如图 1-2 所示。但从应用角度看,微型计算机由微处理器、存储器、I/O 接口、I/O 设备和系统总线等组成,其构成如图 1-3 所示。

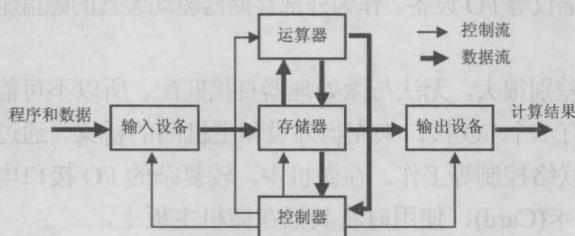


图 1-2 计算机的组成部件

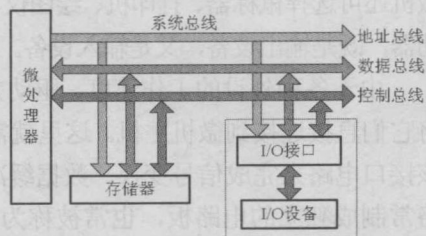


图 1-3 微型计算机的系统组成

1. 微处理器

微机核心的处理器是采用大规模集成电路技术生产的半导体芯片,由运算器、控制器和若干高速存储单元(即寄存器)及实现它们之间联系的数据、控制及状态的总线构成。

高性能微处理器内部非常复杂,例如运算器中不仅有基本的整数运算器、还有浮点处理单元甚至多媒体数据运算单元,控制器包括存储管理单元、代码保护机制等。微处理器及其支持电路构成了微机系统的控制中心,对系统的各个部件进行统一的协调和控制。

2. 存储器

存储器(Memory)是存放程序和数据部件。高性能微机的存储系统是由处理器内部的寄存器(Register)、高速缓冲存储器(Cache),主板上的主存储器和以外设形式出现的辅助存储器(如硬盘等)等构成的层次型存储系统。

微机的主存储器(简称主存或内存)由半导体存储器芯片组成,安装在机器内部的电路板上,相对辅助存储器来说造价高、速度快,但容量小,主要用来存放当前正在运行的程序和正待处理的数据。微机的辅助存储器(简称辅存或外存)主要由磁盘、光盘存储器等构成,以外设的形式安装在机器上,相对主存储器造价低、容量大,信息可长期保存,但速度慢,主要用来长久保存程序和数据。

从读写功能区别存储器,它被分为可读可写的随机存储器(Random Access Memory, RAM)和只读存储器(Read-Only Memory, ROM)。构成主存既需要 RAM,也需要 ROM,但半导体 RAM 芯片在断电后原存放信息将会丢失,而 ROM 芯片中的信息可在断电后长期保存。磁盘存储器通常都是 RAM,常用的光盘有 CD-ROM、DVD-ROM 和 DVD-RAM 等。

冯·诺伊曼计算机的基本思想认为：

- 存储程序——把指令以代码的形式事先输入到计算机的主存储器中，指令组成程序。
- 程序控制——当计算机启动后，程序就会控制计算机按规定的顺序逐条执行指令，自动完成预定的信息处理任务。

可见，存储器是一个关键部件。存储器有许多存储单元。主存储器的每个存储单元用“存储器地址”(Memory Address)指示，存放一个字节(8个二进制位)的信息。这就是现代计算机中所谓的主存储器“字节可寻址”(Byte addressable)的概念：即主存储器的每个存储单元具有一个地址，保存一个字节信息。

3. I/O 接口和 I/O 设备

I/O 设备是指微机上配备的输入(Input)设备和输出(Output)设备，也称外部设备或外围设备，简称外设(Peripheral)，其作用是让用户与微机实现交互。

微机上配置的标准输入设备是键盘，标准输出设备是显示器，二者又合称为控制台(console)。微机还可选择鼠标器、打印机、绘图仪、扫描仪等 I/O 设备。作为外部存储器驱动装置的磁盘驱动器，既是输出设备，又是输入设备。

由于各种外设的工作速度、驱动方法差别很大，无法与微处理器直接匹配，所以不可能将它们直接连接到微机主机。这里就需要有一个 I/O 接口来充当外设和主机间的桥梁，通过该接口电路来完成信号变换、数据缓冲、联络控制等工作。在微机中，较复杂的 I/O 接口电路常制成独立的电路板，也常被称为接口卡(Card)，使用时将其插在微机主板上。

4. 系统总线

系统总线(System Bus)是指微机系统中，微处理器与存储器和 I/O 设备进行信息交换的公共通道。系统总线上传送的信息包括数据信息、地址信息、控制信息，因此，系统总线包含有 3 种不同功能的总线，即数据总线(Data Bus, DB)、地址总线(Address Bus, AB)和控制总线(Control Bus, CB)。总线有几十条到百多条信号线，这些总线信号一般可分为以下 3 组：

(1) 地址总线(Address Bus, AB)

地址总线用来给存储器、I/O 接口编号，以便 CPU 按地址对其读写。在该组信号线上，微处理器单向输出将要访问的主存单元或 I/O 端口的地址信息。地址线的多少决定了系统能够直接寻址存储器的容量大小和外设端口范围。

一般来说，存储器的编址使用全部地址线，故地址线的根数反映了微处理器的寻址能力。若地址总线为 n 位，则可寻址空间为 2^n 字节单元。如 8 位微机的地址总线为 16 位，则 CPU 可直接寻址的最大内存空间为 $2^{16}=64\text{KB}$ ；16 位微型机的地址总线为 20 位，其可寻址最大内存空间为 $2^{20}=1\text{MB}$ 。

(2) 数据总线(Data Bus, DB)

微处理器进行读(Read)操作时，主存或外设的数据通过该组信号线输入微处理器；微处理器进行写(Write)操作时，微处理器的数据通过该组信号线输出到主存或外设。数据总线可以双向传输信息，是双向三态形式的总线，数据线的多少决定了一次能够传送数据的位数。数据总线的位数是微型计算机的一个重要指标，通常与微处理器的字长一致。Intel 8086 微处理器字长 16 位，其数据总线宽度也是 16 位。需要指出的是，数据的含义是广义的，它可以是真正的数据，也可以是指令代码或状态信息，有时甚至是一个控制信息。

(3) 控制总线(Control Bus, CB)

控制总线用来传送控制信号和时序信号以协调系统中各部件的操作。控制信号中,有的是微处理器送往存储器和 I/O 接口电路的,如读/写信号、片选信号、中断响应信号等;有的是其他部件反馈给 CPU 的,比如中断申请信号、复位信号、总线请求信号、限备就绪信号等。因此,控制总线的传送方向由具体控制信号而定,一般是双向的,控制总线的位数要根据系统的实际控制需要而定。实际上控制总线的具体情况主要取决于 CPU。控制总线决定了总线的功能强弱、适应性的好坏。各类总线的特点主要取决于它的控制总线。

采用总线连接系统中各个功能部件,使得微机系统具有了组合灵活、扩展方便的特点。

1.2.3 个人微机结构

1981 年,以生产大型机著称的蓝色巨人 IBM 公司从 8 位 Apple-II 微机中看到了市场潜力,选用 Intel 公司的 8088 微处理器和 Microsoft 公司的 DOS 操作系统开发了 IBM PC。1982 年,将它进一步扩展为 IBM PC/XT(Extended Technology)。1984 年,Intel 公司推出新一代 16 位微处理器 80286,IBM 以它为核心组成 16 位增强型个人计算机 IBM PC/AT(Advanced Technology)。IBM PC/XT/AT 三款机器被统称为 16 位 IBM PC 系列机。由于 IBM 公司在发展 PC 机时采用了技术开放的策略,使得许多公司围绕 PC 机、研制生产了大量的配套产品和兼容机,并提供了巨大的软件支持,使得 PC 机风靡世界。

IBM 公司继生产 16 位 PC 系列机之后,推出了采用 32 位 80386 微处理器的第二代个人系统 PS/2(Personal System/2),但未获得成功。与此同时,PC 兼容机生产厂商继续基于 PC/AT 结构生产 32 位个人微机。32 位 PC 机采用 IA-32(Intel Architecture, 32-bit)或其兼容微处理器,以 Windows 或 Linux 为操作系统,充分运用计算机领域软硬件新技术,使得微机功能越来越强大、应用越来越广泛,成为日常工作、学习以及娱乐当中不可或缺的电子设备。

1. 16 位微机 IBM PC/AT 结构

IBM 公司主要推出了三款 16 位个人计算机:IBM PC、IBM PC/XT 和 IBM PC/AT,被统称为 16 位 IBM PC 系列机。32 位 PC 机以 IBM PC/AT 为原型(所谓的 AT 结构),当然有很多改进,用户通过键盘、鼠标和显示器等外设使用微机。微机的核心是机箱内的主机电路板,如图 1-4 所示,主要由以下 4 部分组成。

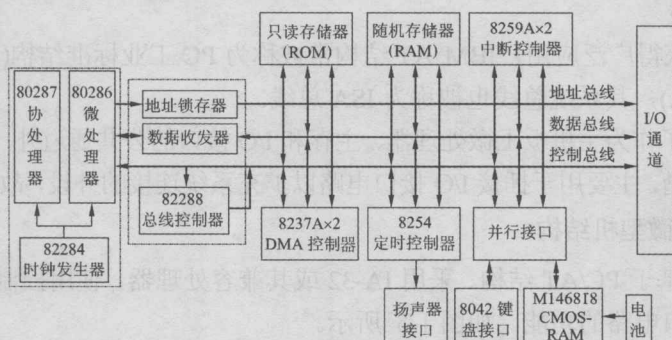


图 1-4 IBM PC/AT 主机板结构

(1) 微处理器

IBM PC/AT 选用 Intel 80286 作 CPU。80286 采用实地址工作方式时,与 8086 完全相

同,但运行速度更快。80286 还可以采用功能更强的保护虚地址工作方式。

IBM PC/AT 主机板中,80286 与总线控制器 82288 以及地址锁存和数据接收发送器件共同形成系统总线,时钟发生器 82284 向系统提供 8MHz 的工作时钟,用户可以选用数值运算协处理器 80287 提高微机系统的浮点运算能力。

(2) 主存储器

微机主存由半导体存储芯 ROM 和 RAM 构成。ROM 部分主要是固化 ROM-BIOS(Basic Input/Output System)。BIOS 表示“基本输入输出系统”,是微机软件系统最底层的程序。它由诸多子程序组成,主要用来驱动和管理诸如键盘、显示器、打印机、磁盘、时钟、串行通信接口等基本的输入输出设备。操作系统通过对 BIOS 调用驱动各硬件设备,用户也可以在应用程序中调用 BIOS 中的许多功能。

ROM 空间包含机器复位后初始化系统的程序,接着将操作系统引导到 RAM 空间执行。由于大量应用程序都需要 RAM 主存空间,因此通用微机的的主存主要由 RAM 芯片构成。

(3) I/O 接口

为了增强微处理器功能,微机主板以 I/O 操作形式设置了中断控制器 8259A(两个芯片)、DMA 控制器 8237A(两个芯片)和定时控制器 8254 等 I/O 接口电路。

中断(Interrupt)是 CPU 正常执行程序的流程被某种原因打断、并暂时停止,转向执行事先安排好的一段处理程序(中断服务程序),待该处理程序结束后仍返回被中断的指令继续执行的过程。中断的原因来自微处理器内部就是内部中断,也称为异常(Exception);中断来自外部,就是外部中断。例如,指令的调试需要利用中断,PC 机以中断方式响应键盘输入。

DMA(Direct Memory Access)被译为直接存储器存取,是指主存储器和外设间直接的、不通过 CPU 的高速数据传送方式。例如,磁盘与主存的大量数据传送就采用 DMA 方式。

微机系统的许多操作都需要系统的定时控制,例如机器的时钟、机箱内扬声器的声频振荡信号。

通过并行接口电路,PC 机可以实现键盘接口、扬声器发声等控制功能,还可以读取键盘按键代码以及 CMOS-RAM 中的系统配置参数和实时时钟。CMOS 工艺生产的 RAM 芯片用电极省,所以可采用后备电池供电,这样在关机情况下保持其中的数据。

(4) 系统总线

由于 PC 机获得广泛应用,IBM AT 结构常被称为 PC 工业标准结构(Industry Standard Architecture, ISA),其系统总线也被称为 ISA 总线。

系统总线除了作为主机板上微处理器、主存和 I/O 接口的公共通道外,主板上还设置有许多系统总线插槽,主要用于插接 I/O 接口电路以扩充系统连接的外设,故也称作 I/O 通道。

2. 32 位 PC 微型机结构

32 位 PC 机基于 PC/AT 结构、采用 IA-32 或其兼容处理器,使用控制芯片组替代并加强了基本 I/O 接口电路的功能。如图 1-5 所示。

32 位 PC 机采用 PCI 系统总线,同时处理器与主存间有专用的存储器总线,主机与显示卡之间也有专用的显示总线,这样就形成了多个总线共存的结构。

如果希望更多地了解 32 位 PC 机的硬件情况,建议阅读计算机组装和维护方面的书籍。