

普通高等学校计算机专业特色教材

微型计算机 接口技术

*Interface Technology
of Microcomputer*

桂小林 编著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等学校计算机专业特色教材

微型计算机接口技术

Weixing Jisuanji Jiekou Jishu

桂小林 编著



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

接口是微型计算机系统和嵌入式系统的重要组成部分。本书以 80x86 微处理器为主线,以单片微控制器为辅线,讲述计算机系统中主要接口的原理和设计方法以及相关支撑芯片的应用,具体内容包括:80x86 微处理器和 80C51 单片机的原理、典型总线驱动与形成方法、存储器系统接口、输入输出控制接口、数字量输入输出接口、光电隔离输入输出接口、模拟量输入输出接口、计算机网络接口以及典型人机交互接口。

本书强化了学生的计算机硬件知识和实际应用技巧,通过“数字系统设计专题实验”,使学生在大学阶段就能够掌握利用微处理器和单片机设计嵌入式应用系统的能力。本书在压缩传统的微型计算机原理与接口课程部分内容的基础上,引入了广泛应用的嵌入式系统总线(如 SPI、I²C、JTAG 和 USB 等)和相关芯片的介绍,特别是对计算机网络接口及其芯片、USB 控制芯片进行了原理和应用介绍。

本书深入浅出,概念清楚,通俗易懂,书中习题和实例齐全,可作为高等学校计算机类专业和电气信息类专业的教材使用,也可作为相关从业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机接口技术/桂小林编著. —北京:高等教育出版社,2010.11

ISBN 978-7-04-030316-2

I. ①微… II. ①桂… III. ①微型计算机-接口-高等学校-教材 IV. ①TP364.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 198286 号

策划编辑	武林晓	责任编辑	郭福生	封面设计	于涛	责任绘图	尹莉
版式设计	范晓红	责任校对	胡晓琪	责任印制	张泽业		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 28
字 数 630 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 11 月第 1 版
印 次 2010 年 11 月第 1 次印刷
定 价 40.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 30316-00

前 言

微型计算机接口技术是高等学校计算机类专业和电气信息类相关专业学生必修的一门计算机基础课程,是提高学生微型计算机原理、计算机接口应用与开发能力的重要课程。本课程主要适用于计算机、自动控制、电气工程及自动化、电子科学与工程、测控技术与仪器、信息与通信工程等专业。通过课程教学与实验,让学生掌握微型计算机的基本原理、微处理器的时序与指令系统、存储器系统接口、数字量输入输出接口、模拟量输入输出接口、计算机网络接口、人机交互接口以及总线驱动与接口等计算机系统的基本技术,建立起计算机系统的总体概念及计算机应用系统的设计思想,能够熟练阅读和理解芯片数据手册,掌握芯片引脚及其时序关系,为进一步设计和开发嵌入式硬件系统打下坚实基础。

本课程以 Intel 80x86 CPU 为主线,以 80C51 单片机为辅线,充分结合当前计算机软硬件技术的发展,系统地介绍了微处理器与单片机的基本组成、体系结构和指令系统,详细介绍了存储器系统的组成与接口方法,结合具体芯片深入讨论了计算机的输入输出接口的设计思想与方法,通过总线驱动与接口内容的讲解,帮助学生建立计算机总体结构概念及其各种接口之间的相互关系。本书紧密结合电气信息类相关专业的特点,根据计算机专业和非计算机专业的不同需要,围绕微型计算机原理和接口的不同应用主题,可合理安排和组织教学计划。本书内容符合 2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术指导委员会制定的专业规范中“CE CA01、03、04、05 核心知识体系”。

本书不仅可以作为计算机专业的“微机接口技术”课程的教材使用(建议在 48+8 学时完成课堂教学和实践环节);也可作为非计算机专业的“微型计算机原理与接口技术”课程的教材使用(建议在 56+8 学时完成课堂教学和实践环节)。由于计算机专业已经开设“计算机组成原理”和“汇编语言程序设计”课程,因此,第 2 章的指令系统部分、第 4 章的存储器内部结构与原理部分、第 5 章的数据传输控制原理部分建议不作为主讲内容;而其他专业可以选讲本书的全部内容。

全书共分 9 章。第 1 章介绍微型计算机的基本概念与发展历程;第 2 章详细介绍微处理器与单片机的内部结构、编程模型、引脚功能、时序和指令系统;第 3 章介绍微型计算机及嵌入式系统的总线驱动方法、常用总线标准与协议;第 4 章介绍存储器系统接口的设计方法,包括字长扩展、容量扩展、存储器芯片译码选择方法等;第 5 章介绍计算机系统的输入输出接口控制方法(如程序控制、中断控制、DMA 控制和通道控制等)以及常用芯片的原理、功能与应用(如 8259A、8237A 和 8253);第 6 章介绍数字量(开关量)输入输出接口技术,包括并行接口原理与典型芯片

8255A、串行接口原理与典型芯片 8251A 以及光电隔离输入输出接口等;第 7 章介绍模拟量输入输出接口技术,包括 D/A 转换原理与典型芯片 DAC0832 的功能和应用,A/D 转换原理和典型芯片 AD0809、AD574 和 ICL7135 等的功能与应用;第 8 章介绍计算机网络接口的基本概念以及两种典型以太网接口芯片 RTL8019AS 和 DM9000A 的功能与应用;第 9 章介绍人机交互接口,包括 PS/2 标准键盘接口、显示器接口和 USB 通用接口的设计与应用。最后,本书附录中列出了 80x86 指令系统、ASCII 码表、DOS 系统功能调用表、BIOS 系统功能调用表、常用芯片的引脚和真值表等。

本书在编写过程中,使用了西安交通大学“微机接口技术”课程组的部分素材,对课程组的缪相林、李保红、赵青苹等老师深表感谢。西安交通大学鲍家元教授审阅了本书全稿,并提出了宝贵的修改意见,在此表示诚挚的感谢。

由于时间仓促,书中肯定存在疏漏或不妥之处,敬请读者不吝批评指正,并提出宝贵意见。为方便教学,本书配有电子教案,读者可以从中国高校计算机课程网 <http://computer.cncourse.com> 或本课程组的支撑网站 <http://202.117.10.252/gxl/> 下载。

桂小林

于西安交通大学兴庆校区

2010 年 5 月 20 日

目 录

第 1 章 微型计算机接口概述	1
1.1 计算机的基本组成与发展	1
1.2 微型计算机的产生与发展	4
1.2.1 微处理器	4
1.2.2 微型计算机	7
1.2.3 微型计算机接口	9
1.3 单片计算机的产生与发展	11
习题	13
第 2 章 微处理器与单片机	14
2.1 8086 微处理器	14
2.1.1 8086 的内部结构	14
2.1.2 8086 的引脚及其功能	17
2.1.3 8086/8088 的系统配置	23
2.1.4 8086/8088 的操作和时序	25
2.2 80386 微处理器	32
2.2.1 80386 的组织结构	32
2.2.2 80386 的编程结构	33
2.2.3 80386 的工作方式	36
2.2.4 80386 的引脚和时序	36
2.2.5 80386 的存储管理	39
2.2.6 80386 的 Cache 管理	50
2.3 双核微处理器	52
2.3.1 双核处理器的发展	52
2.3.2 双核处理器的结构	53
2.4 80x86 的寻址方式	54
2.4.1 数据寻址方式	54
2.4.2 指令寻址方式	56
2.5 80x86 的指令系统	58
2.5.1 数据传送指令	58
2.5.2 算术运算指令	60
2.5.3 逻辑运算指令	63
2.5.4 控制转移指令	65
2.5.5 串操作指令	67
2.5.6 处理器控制指令	69
2.5.7 80386 新增指令	70
2.5.8 常用汇编指令	73
2.6 单片机	74
2.6.1 80C51 单片机的内部结构与 引脚功能	74
2.6.2 80C51 单片机的存储器组织	80
2.6.3 80C51 单片机的指令系统	85
2.6.4 AVR 单片机	87
习题	90
第 3 章 总线驱动与接口	93
3.1 总线技术概述	93
3.1.1 总线的概念与分类	93
3.1.2 总线的标准化及性能指标	94
3.2 总线驱动与控制	96
3.2.1 总线竞争	96
3.2.2 总线负载	96
3.2.3 总线定时	98
3.2.4 总线隔离与驱动	99
3.2.5 IBM PC/XT 总线的形成	100
3.3 系统总线	102
3.3.1 系统总线的作用	102
3.3.2 IBM PC/XT 总线	103
3.3.3 ISA 总线	105
3.3.4 PCI 总线	107
3.3.5 AGP 总线	117

3.4 外部总线	121	4.6.2 32 位 CPU 中的存储器接口 设计	178
3.4.1 IDE 和 EIDE 总线	121	习题	180
3.4.2 SCSI 总线	121	第 5 章 输入输出接口	185
3.4.3 RS-232 总线	122	5.1 I/O 接口的基本概念	185
3.4.4 RS-422 和 RS-485 总线	124	5.1.1 I/O 接口的定义与功能	185
3.4.5 USB 总线	126	5.1.2 I/O 接口的逻辑结构	186
3.4.6 IEEE 1394 总线	130	5.1.3 I/O 接口的分类	187
3.5 单片机常用接口总线	133	5.2 I/O 端口地址及编址方法	188
3.5.1 I ² C 总线	133	5.2.1 I/O 端口地址的概念	188
3.5.2 SPI 总线	136	5.2.2 I/O 端口的编址方式	188
3.5.3 JTAG 总线	138	5.3 I/O 接口的控制方式	190
习题	140	5.3.1 程序控制方式接口	190
第 4 章 存储器系统接口	142	5.3.2 中断控制方式接口	193
4.1 存储器的分类与技术指标	142	5.3.3 DMA 控制方式接口	196
4.1.1 存储器的分类	142	5.3.4 通道和 I/O 处理器接口	198
4.1.2 存储器的技术指标	144	5.4 中断控制接口芯片 8259A	199
4.2 存储器接口的设计步骤与 方法	145	5.4.1 8259A 的结构与功能	199
4.2.1 存储器接口的设计步骤	145	5.4.2 8259A 的编程结构	204
4.2.2 存储器芯片的选择方式	146	5.4.3 8259A 在 PC 中的应用	210
4.2.3 存储器容量的扩充方法	155	5.5 DMA 控制器接口芯片 8237A	213
4.3 静态存储器的接口设计	157	5.5.1 8237A 的特性	213
4.3.1 常用芯片功能介绍	157	5.5.2 8237A 的基本结构	213
4.3.2 静态存储器与 8 位 CPU 的 连接	160	5.5.3 8237A 的引脚功能	215
4.4 动态存储器的接口设计	164	5.5.4 8237A 的传输类型与工作 方式	217
4.4.1 DRAM 芯片简介	164	5.5.5 8237A 的工作时序	219
4.4.2 DRAM 的接口设计	166	5.5.6 8237A 的编程结构	220
4.5 串行 EEPROM 的存储器接口 设计	170	5.5.7 8237A 的应用	228
4.5.1 引脚的功能	170	5.6 定时器/计数器接口芯片 8253	231
4.5.2 读写操作模式	172	5.6.1 定时与计数的概念	231
4.5.3 24C64 的基本应用	173	5.6.2 8253 的引脚功能与内部结构	231
4.6 16 位和 32 位机中的存储器 接口	175	5.6.3 8253 的工作方式	236
4.6.1 16 位 CPU 中的存储器接口 设计	175	5.6.4 8253 的典型连接与应用	240
		习题	244
		第 6 章 数字量输入输出接口	248
		6.1 并行 I/O 接口的概念	248

6.2 并行 I/O 接口控制芯片	
8255A	248
6.2.1 8255A 的编程结构	249
6.2.2 8255A 的引脚功能	250
6.2.3 8255A 的控制字	251
6.2.4 8255A 的工作方式	254
6.3 并行 I/O 接口的应用	260
6.3.1 七段数码管接口	260
6.3.2 非编码键盘接口	265
6.3.3 并行打印机接口	270
6.4 串行接口的概念	273
6.4.1 串行接口的控制方式	274
6.4.2 串行接口的传输方式	277
6.5 串行接口控制芯片 8251A	278
6.5.1 8251A 的基本性能与结构	278
6.5.2 8251A 的编程结构	282
6.5.3 8251A 的综合应用	285
6.6 光电隔离 I/O 接口	288
习题	292
第 7 章 模拟量输入输出接口	295
7.1 D/A 转换器的工作原理	295
7.1.1 权电阻型 D/A 转换器	296
7.1.2 T 形 R-2R 网络型 D/A 转换器	297
7.1.3 D/A 转换器的基本技术指标	298
7.2 典型 D/A 转换器芯片及其应用	299
7.2.1 DAC0832 的引脚功能与内部结构	299
7.2.2 DAC0832 的工作方式与输出方式	301
7.2.3 DAC0832 的应用	304
7.3 A/D 转换器的工作原理	305
7.3.1 A/D 转换的基本概念	305
7.3.2 A/D 转换器的工作原理	310
7.4 典型 A/D 转换器芯片及其应用	314
7.4.1 8 位 A/D 转换器 ADC0809	314
7.4.2 12 位 A/D 转换器 AD574	320
7.4.3 双积分型 A/D 转换器 ICL7135	329
习题	333
第 8 章 计算机网络接口	338
8.1 以太网网络接口的基本概念	338
8.1.1 以太网 MAC 层物理传输帧	339
8.1.2 以太网 RJ-45 引脚定义及接线方法	340
8.2 RTL8019AS 以太网接口控制器	341
8.2.1 RTL8019AS 的内部结构	341
8.2.2 RTL8019AS 内部 RAM 及其地址空间分配	342
8.2.3 RTL8019AS 内部寄存器及其 I/O 地址分配	342
8.2.4 RTL8019AS 的复位与初始化	346
8.2.5 RTL8019AS 的发送和接收	347
8.3 DM9000A 以太网接口控制器	349
8.3.1 DM9000A 的内部结构与引脚功能	349
8.3.2 DM9000A 的编程结构	351
8.3.3 DM9000A 以太网接口设计	361
8.3.4 DM9000A 以太网驱动程序	363
习题	369
第 9 章 人机交互接口	370
9.1 PS/2 键盘接口	370
9.1.1 键盘控制接口的原理	370
9.1.2 PS/2 的物理连接器	372
9.1.3 PS/2 通信协议	372
9.1.4 PS/2 键盘的编码与命令集	374
9.2 显示器接口	376
9.2.1 显示器的类型	376
9.2.2 显示器的主要性能指标	378
9.2.3 显卡	379

9.2.4 显卡接口	380	附录 A 8086 指令	405
9.3 USB 接口芯片及其应用	382	附录 B ASCII 码表	418
9.3.1 常用 USB 控制芯片	382	附录 C DOS 系统与 BIOS 系统功能 调用	420
9.3.2 USB 控制芯片 PDIUSB12 ...	383	附录 D Debug 命令表	432
9.3.3 PDIUSB12 与单片机的 连接	394	附录 E 常用芯片引脚及真值表	432
9.3.4 USB-UART 桥接芯片 CP2102 ...	401	参考文献	435
习题	404	参考网站	436
附录	405		

第1章 微型计算机接口概述

本章首先介绍计算机的基本组成和发展历程,然后介绍微处理器、微型计算机和单片机的发展概况以及微型计算机的组成、主机结构和常用接口,旨在使读者对微型计算机系统有一个整体认识,为学习后续各章的内容打下基础。

1.1 计算机的基本组成与发展

计算机是20世纪最伟大的发明之一,它极大地推动了人类社会的发展,使人类社会进入了一个前所未有的信息化时代。计算机已成为人们工作和生活中不可缺少的现代化工具。

1. 计算机的基本组成

计算机的组成包括硬件和软件两大部分。硬件是指计算机系统中的实体部分,它由电子的、磁性的、机械的、光的元器件组成,包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分。软件是计算机硬件上运行的各种程序和有关文档的总称,包括系统软件和应用软件两大类。系统软件包括操作系统、各种语言处理程序、服务支撑软件和数据库管理系统等;应用软件是指专门为某一应用目的而编制的软件系统,如文字处理软件、表格处理软件、媒体播放软件、统计分析软件、计算机仿真软件、过程控制软件、病毒防治软件及其他应用于国民经济各行各业的应用软件。

没有软件的计算机称为裸机,裸机是不能使用的,在裸机上配置若干软件之后所构成的系统称为计算机系统。计算机系统的功能的发挥离不开软件和硬件,硬件好比计算机的“躯体”,而软件犹如计算机的“灵魂”,两者相辅相成、互相渗透,在功能上并无严格的分界线。在计算机技术的发展过程中,计算机软件随硬件技术的发展而发展,反过来,软件的不断发展与完善,又促进了硬件的新发展,两者的发展密切地交织着。从原理上来说,具备了最基本的硬件之后,某些硬件的功能可由软件实现,即软化;反之,某些软件的功能也可由硬件实现,即固化。从这个概念说,软件和硬件在逻辑功能上具有等价性。

2. 计算机的发展

计算机在短短的60多年里经过了电子管、晶体管、集成电路(IC)和超大规模集成电路(VLSI)4个发展阶段。计算机的体积越来越小,功能越来越强,价格越来越低,应用越来越广泛,目前正朝着多媒体化、微型化、智能化和网络化等方向发展。

20世纪初,英国数学家乔治·布尔(George Boole, 1815—1864)创立了“布尔代数”,为电子计算机的诞生奠定了理论基础;美国科学家德·弗雷斯特(Lee De Forest, 1873—1961)发明了世

世界上第一支真空三极管,为电子计算机的诞生奠定了物质基础。1936年,英国数学家阿伦·图灵^①(A. M. Turing, 1912—1954)从计算一个数的一般过程着手对计算的本质进行了研究,提出了一种理想的计算机的数学模型——图灵机(Turing Machine, TM)。图灵机并不是具体的机器,而是一个通用的计算机模型,目前已成为计算机科学中可计算理论和计算复杂性理论的基础。根据图灵的研究,所谓计算,就是计算者(人或机器)对一条两端可无限延长的磁带上的一串0和1进行操作,一步一步地改变磁带上的0或1,经过有限步骤,最后得到一个满足预先规定的符号串的转换过程。

1946年,世界上第一台电子管组成的数字积分器和计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer)在美国宾夕法尼亚大学研制成功。它装有18 000个真空管、1 500个电子继电器、70 000个电阻和18 000个电容,高8 ft,宽3 ft,长100 ft,总质量有30 t之巨,运算速度为5 000次/秒,具体场景如图1-1所示。

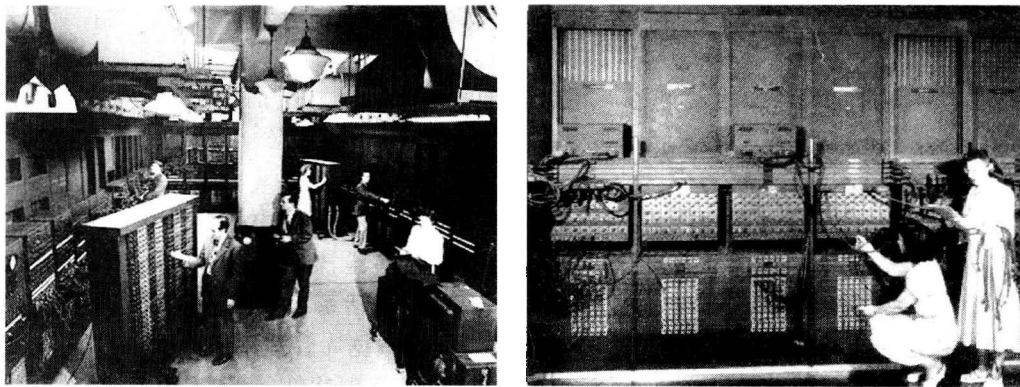


图1-1 第一台电子计算机 ENIAC

在第一台计算机ENIAC的研制过程中,冯·诺依曼(von Neumann)仔细分析了该计算机存在的问题,于1953年3月提出了一个全新的通用计算机方案——EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer,埃德瓦克)方案。在该方案中,冯·诺依曼提出了3个重要的设计思想。

- 计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备5个基本部分组成。
- 采用二进制形式表示计算机的指令和数据。
- 将程序(由一系列指令组成)和数据存放在存储器中,并让计算机自动执行程序。

这就是“存储程序和程序控制”思想的基本含义。EDVAC奠定了现代计算机体系结构的基础。直至今日,一代又一代的计算机仍沿用这一结构,因此,后人将其称为冯·诺依曼计算机体

^① 图灵是英国著名的数学家和逻辑学家,被称为计算机科学之父、人工智能之父,是计算机逻辑的奠基者,提出了“图灵机”和“图灵测试”等重要概念。人们为纪念其在计算机领域的卓越贡献而设立“图灵奖”。

系结构。冯·诺依曼计算机的基本结构如图 1-2 所示。

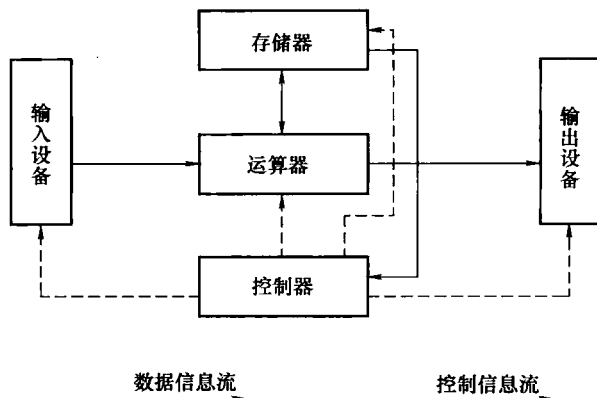


图 1-2 计算机的硬件系统结构

3. 计算机各部分的功能

(1) 运算器

运算器的主要功能是进行算术运算和逻辑运算。计算机中最主要的工作是运算,大量数据的运算任务是在运算器中进行的。运算器又称算术逻辑部件(Arithmetic and Logic Unit, ALU)。

算术运算包括加、减、乘、除等基本运算;逻辑运算包括逻辑判断、关系比较以及其他的基本逻辑运算,如“与”、“或”、“非”等。

(2) 控制器

控制器(control unit)是整个计算机系统的指挥控制中心,它控制计算机各部分自动协调地工作,保证计算机按照预先规定的目标和步骤有条不紊地进行操作及处理。

控制器的工作过程是:首先从内存中取出一条指令,并对指令进行分析(规定的是什么操作以及所需数据的存放位置等),然后根据分析的结果向计算机有关部件发出控制命令,统一指挥整个计算机完成该指令所规定的操作。这样逐一执行一系列指令,就能使计算机按照由这一系列指令组成的程序的要求自动完成各种任务。

控制器和运算器合称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU),它是计算机的核心部件。其性能指标主要是工作速度和计算精度,对计算机的整体性能有全面的影响。

(3) 存储器

存储器(memory)是计算机的“记忆”装置,它的主要功能是存储程序和数据。并能在计算机运行过程中高速、自动地完成程序或数据的存取。

计算机存储信息的基本单位是位(bit),每 8 位二进制数合在一起称为一个字节(Byte, B)。存储器的一个存储单元一般存放一个字节的的信息。存储器是由成千上万个“存储单元”构成的,每个存储单元都有唯一的编号,称为地址。衡量存储器性能优劣的主要指标有存储容量、存储速

度、可靠性、功耗、体积、重量和价格等。存储容量指存储器所能存储的全部二进制信息量,通常以字节 B 为单位。表示存储容量大小的单位还有 KB(千字节)、MB(兆字节)、GB(吉字节)、TB(太字节),其换算关系为:1 KB=1 024 B,1 MB=1 024 KB,1 GB=1 024 MB,1 TB=1 024 GB。

(4) 输入设备

用来向计算机输入各种原始数据和程序的设备叫做输入设备(input device)。输入设备把各种形式的信息,如数字、文字、声音、图像等转换为数字形式的“编码”,即计算机能够识别的用 1 和 0 表示的二进制代码,并把它们“输入”(input)到计算机的内存中存储起来。键盘是标准的输入设备,除此外还有鼠标、扫描仪、光笔、数字化仪、话筒、触摸屏、视频摄像机等。

(5) 输出设备

从计算机输出各类数据或计算结果的设备叫做输出设备(output device)。输出设备把计算机加工处理的结果(仍然是数字形式的编码)转换为人或其他设备所能接收和识别的信息形式,如文字、数字、图形、图像、声音等。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、音箱等。

通常,把输入设备和输出设备统称为输入输出设备,简称 I/O 设备。

1.2 微型计算机的产生与发展

微处理器是微型计算机的核心部件,正是由于微处理器的不断发展与创新,使微型计算机的功能和性能不断提高,应用领域日益广泛。微处理器的发展史正是微型计算机发展史的真实缩影。

1.2.1 微处理器

微处理器是指由一片或几片大规模集成电路组成的具有运算器和控制器功能的中央处理器(CPU),又称为微处理机(Microprocessor,MP)。目前,在微型计算机中直接用 CPU 来表示微处理器,它除算术逻辑部件和控制部件以外,还包含一组寄存器(registers)和高速缓冲存储器(Cache)等特殊存储器。

微处理器的发展大体上分为 8 个阶段,以下对各个发展阶段进行简要概括。

1. 第一阶段:4 位或 8 位微处理器

1971 年 10 月,Intel 公司推出了第一片微处理器 4004,它的字长为 4 位,主要用于计算器和仪器、仪表,提高了这些设备的性能。按今天的标准衡量,它处理信息的能力很低,但正是这个不太起眼的芯片,改变了人们的生活。后来,Intel 公司又推出了 8 位微处理器 8008,集成了 2 000 个晶体管,工艺水平是 10 μm 。这是微处理器发展的第一阶段。

2. 第二阶段:8 位微处理器

随着 4004 的推出,一些半导体制造商也开始转型生产微处理器,其中 Zilog 公司于 1976 年推出了 8 位微处理器 Z80,Motorola 公司也推出了 8 位微处理器 MC6800。同一时期,Intel 公司也相继推出了 8 位微处理器 8080 和 8085,其中 8080 集成了 5 400 个晶体管,工艺水平是 6 μm 。这是微处理器发展的第二阶段。

世界上第一台微型计算机 Altair 8800 是 1975 年 4 月由一家名为 Altair 的公司推出的,采用了 Z80 芯片做微处理器。虽说它是个人计算机(Personal Computer, PC)真正的祖先,但它没有显示器,没有键盘,面板上只有指示灯和开关,给人的感觉更像是一台仪器箱。

3. 第三阶段:16 位微处理器

1978 年,Intel 公司推出了 8 位微处理器 8086,Zilog 公司推出了 Z8000,Motorola 公司推出了 MC68000。8086 微处理器集成了 2.9 万个晶体管,时钟频率为 4.77 MHz,工艺水平是 3 μm 。同期,Intel 公司还推出了 8087 协处理器,协处理器的作用是负责浮点运算。第一台 IBM PC 选用的是 8088,8088 其实是 8086 的一个简化版,其内部数据总线是 16 位,但外部却使用 8 位的数据总线(8086 内部和外部总线均为 16 位)。8086/8088 的地址总线为 20 位,寻址范围可达 1 MB。

IBM 公司利用 8088 生产的个人计算机 IBM PC/XT,在市场上获得巨大成功,也帮助 Intel 公司确立了在微处理器市场上的主导地位,帮助 Microsoft 公司确立了在操作系统市场上的主导地位。

4. 第四阶段:16 位高性能微处理器

1982 年,Intel 公司发布了 80286 处理器,也就是俗称的 286。80286 芯片上集成了 14.3 万个晶体管,工艺水平是 1.5 μm ,处理器 16 位字长,时钟频率由最初的 6 MHz 逐步提高到 20 MHz。其内部和外部数据总线皆为 16 位,地址总线 24 位。与 8086 相比,80286 寻址能力达到了 16 MB,其速度比 8086 提高了 5 倍甚至更多。80286 处理器出现标志微处理器的发展进入第四个阶段。

IBM 公司将 80286 用在技术更为先进的 IBM PC/AT 中,其外部总线为 16 位(IBM PC 为 8 位),内存容量可扩展到 16 MB,可使用更大的硬盘来存储数据,支持 VGA 彩色显示系统,在性能上有了重大的进步。

5. 第五阶段:32 位微处理器

1985 年,由于 80286 的市场情况不理想,Intel 公司又推出了 32 位的微处理器 80386,集成度达到 100 万个晶体管,工艺水平是 1 μm ,主频为 25 ~ 200 MHz。与 80286 相比,80386 不仅字长、寻址空间和主频有较大提高,而且也扩充了保护模式,并且提供了实地址模式和虚拟 8086 模式来实现向上兼容,此外 80386 在片内增加了 16 位的高速缓存器(Cache),使运行更加流畅。

1989 年 Intel 公司又发布了 80486,其主要特点是将 80386 和协处理器 80387 集成在一起,并且对内部结构进行了优化,使性能更佳。在 486 以前的微处理器,它们的工作频率都比较低,微处理器的内部工作频率(称为主频)和外部数据总线工作频率(称为总线频率或外频)是一致的。而 486 处理器出现后,随着微处理器主频的不断提高,外部总线的工作频率已经跟不上微处理器的工作频率了。为了解决这一问题,Intel 公司使用了一种叫“倍频”的技术,例如后来推出的 486DX4 微处理器,其主频为 100 MHz,外频是 33 MHz,处理器的主频与外频的倍数 3 就是倍频。在 486 时代,微处理器还出现了内部 Cache,也叫 L1 Cache。实际上 486 就是集成有更高主频的 386 微处理器、80387 数字协处理器和 8 KB 内部 Cache 的微处理器。486 使用的外部 Cache,被称为 L2 Cache。

6. 第六阶段:32 位 Pentium 微处理器

从 1993 年开始,Intel 公司相继发布了 Pentium、Pentium Pro、Pentium MMX、Pentium II、Pentium III 和 Pentium 4 等微处理器,成为市场主流。在同一时期,AMD 公司也先后发布了 K6、K6-2、K7 以及 Thunderbird(雷鸟)、Athlon(速龙)、Duron(钻龙)等。Pentium 处理器集成了 310 万个晶体管,工艺水平是 $0.6\text{ }\mu\text{m}$,最初的工作频率是 60 MHz、66 MHz,后来又提升到 200 MHz 以上。第一代的 Pentium 代号为 P54C,其后又发布了代号为 P55C 的 Pentium,它是内建 MMX(多媒体指令集)的 Pentium 处理器。Pentium MMX 微处理器增加了 57 条 MMX 指令,这些指令专门用来处理音、视频等数据的计算,目的是提高 CPU 处理多媒体数据的能力。

1997 年 Intel 发布了 Pentium II 微处理器,其内部集成了 750 万个晶体管,并整合了 MMX 指令,可以更快更流畅地处理影音和图像等多媒体数据。Pentium II 内部集合了 32 KB 片内 L1 Cache(16 KB 指令缓存,16 KB 数据缓存),L2 Cache 是 512 KB,L2 Cache 的工作频率是 CPU 核心频率的一半。

1999 年,Intel 公司推出了 Pentium III。Pentium III 拥有 32 KB L1 Cache 和 512 KB L2 Cache(L2 Cache 的工作频率是微处理器核心频率的一半),包含 MMX 指令和 Intel 自己的 3D 指令——SSE。Pentium III 微处理器在设计时便考虑了 Internet 的应用,内部包含了一个唯一的序列号,这个 64 位的微处理器序列号,就相当于计算机的身份证,用户既可以用它对计算机进行认证,也可以在商务往来或是登录 Internet 时用它进行数据加密,以提高计算机应用的保密性。

2000 年 Intel 公司发布了 Pentium 4 处理器。Pentium 4 增加了 SSE2 指令集,这套指令集有 144 个全新的指令,用户使用基于 Pentium 4 微处理器的个人计算机,可以创建专业品质的影片,可以透过网络传递电视品质的影像,实时进行语音、视频通信,实时进行 3D 渲染,快速进行 MP3 编码/解码运算,在连接 Internet 时可以运行多个多媒体软件。

7. 第七阶段:64 位 Itanium 微处理器

2001 年,Intel 公司推出了 64 位的 Itanium 微处理器,采用 $0.18\text{ }\mu\text{m}$ 的 CMOS 制造工艺,获得了业界的广泛支持,开始了 Itanium 家族的发展史。2002 年,Intel 又推出了 Itanium 家族的第二代产品——Itanium 2 微处理器。Itanium 微处理器是构建在 IA-64(Intel Architecture 64)上,IA-64 突破了传统 IA-32 架构的许多限制,在数据处理能力、系统的稳定性、安全性和可用性等方面获得了突破性的提高。2006 年,Intel 推出了双核 Itanium 2 微处理器 9000 系列,其性能与 IBM Power 5(4 核)微处理器相当,与 Itanium 2 微处理器相比,性能则提高了一倍。双核 Itanium 2 提供近三级高速缓存(24 MB),支持超线程(HT)技术和改进的 Intel 虚拟化技术,功耗降低了 20%。

8. 第八阶段:双核和多核微处理器

目前,Intel 公司和 AMD 公司都推出了自己的多核微处理器,而且双核和 4 核微处理器目前已经投入市场。从公司市场导向来看,他们计划在 2010 年左右推出 8 核微处理器。

双核微处理器就是在—块微处理器基板上集成两个微处理器核心,并通过并行总线将各微处理器核心连接起来。双核只是单芯片多处理器(Chip Multiprocessors,CMP)中最基本、最简单、

最容易实现的一种类型。CMP 最早是由美国斯坦福大学提出的,其思想是在一块芯片内实现对称多处理(Symmetrical Multiprocessing, SMP)架构,可并行执行不同进程。

总之,从微处理器的发展历程可以看出,随着新的半导体工艺的发展和新的计算机技术的涌现,微处理器的性能不断提高,而成本不断降低,这使微型计算机在科学计算、信息处理、工业控制、仪器仪表和家用电器等领域的应用日趋广泛,在国民经济和日常生活中扮演着愈来愈重要的角色。

1.2.2 微型计算机

1981 年 8 月 12 日,IBM 公司在纽约宣布 IBM PC 面世,计算机从此进入了个人计算机的新纪元。第一台 IBM PC 采用 Intel 公司的 8088 微处理器芯片,主频 4.77 MHz,有 64 KB 内存,采用低分辨率单色显示器,使用单面 160 KB 软盘存储文件和操作系统,配备了 Microsoft 公司编写的 MS-DOS 1.0 操作系统软件。

微型计算机(Microcomputer)的基本组成如图 1-3 所示。它也由硬件和软件两大部分构成。其中,硬件部分由主机和外围设备构成;软件由系统软件(如操作系统)、应用软件(如办公软件)和程序设计语言(如 Visual Basic)等构成。主机由微处理器、存储器、输入输出接口(I/O 接口)和总线等构成;外围设备由显示器、键盘、鼠标、音箱等部分组成。这些硬件的功能各异,各自完成相应的工作,如输入、输出、运算和存储。

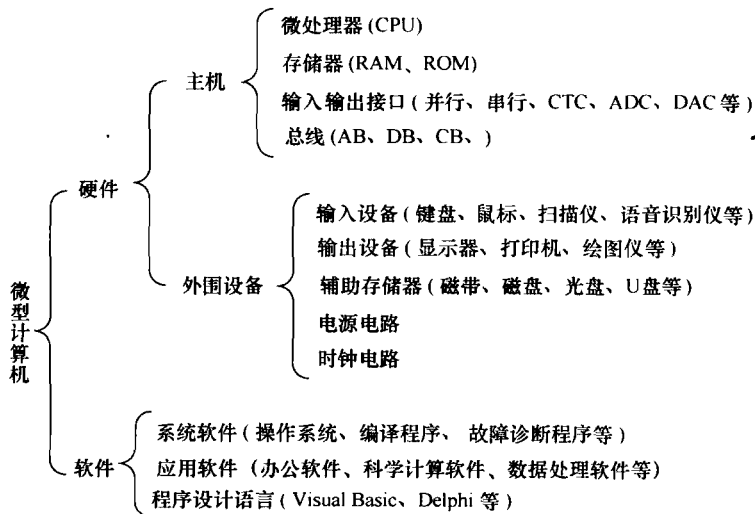


图 1-3 微型计算机的基本组成

主机是微型计算机的核心部件,通常采用总线结构,CPU、存储器、外围设备接口等均挂接在总线上,外围设备通过总线和外围设备接口与主机互连,完成各种输入输出功能。下面以 IBM PC/AT 为例,阐述微型计算机的主机板电路结构。该结构如图 1-4 所示,主要由 4 部分组成。

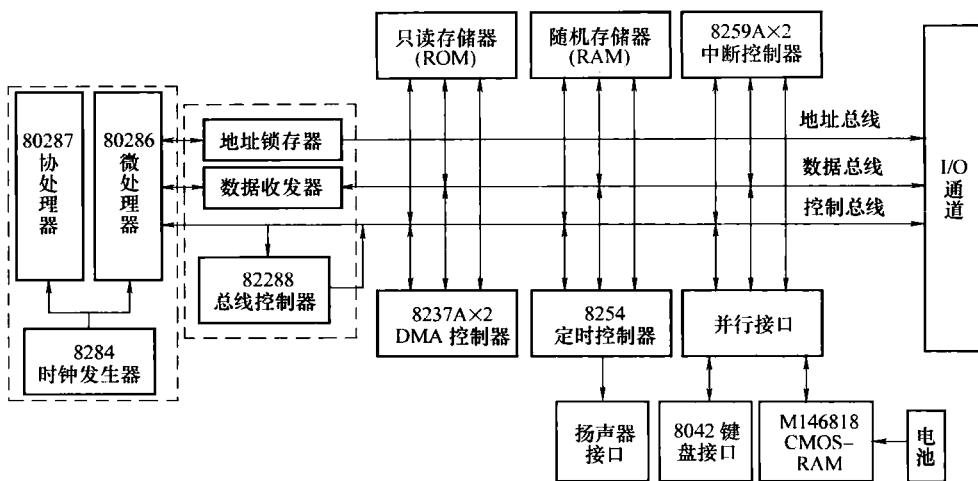


图 1-4 IBM PC/AT 主板结构

1. 微处理器和协处理器

IBM PC/AT 选用 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 主板中,80286 与总线控制器 82288 以及地址锁存器和数据收发器共同形成系统总线(包括地址总线、数据总线和控制总线),时钟发生器 8284 向系统提供 8 MHz 的工作时钟,用户可以选用数值运算协处理器 80287 提高微型计算机系统的浮点运算能力。

2. 主存储器

IBM PC/AT 的主存由半导体存储芯片 ROM 和 RAM 构成。ROM 部分主要是固化 ROM-BIOS(Basic Input/Output System,基本输入输出系统),是微型计算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 的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。RAM 空间的大小影响着应用程序的执行速度。

3. I/O 接口电路

为了增强微处理器功能,主板以 I/O(输入输出)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 以中断方式响应键盘输入。