



高等学校“十一五”规划教材

河南省精品课程建设教材

微型计算机原理与接口技术

Weixing Jisuanji Yuanli Yu Jiekou Jishu

主编 李长青 李泉溪

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

TP36/494

2007

高等学校“十一五”规划教材
河南省精品课程建设教材

微型计算机原理与接口技术

主 编 李长青 李泉溪
副主编 杨凌霄 孙君顶

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了微型计算机的基本原理与应用接口的设计方法。以 16 位、32 位为主讲机型,介绍了 80x86 微处理器的结构、指令系统、中断以及常用可编程接口芯片,同时介绍了总线、存储器和高速缓存技术、输入/输出、汇编语言程序设计、人机交互接口,最后介绍了主机系统的结构和工作原理。

本书可作为高等学校计算机科学与技术专业、自动化专业或相关专业高年级学生以及研究生的“微机原理与接口技术”课程教材,对从事微型计算机应用系统设计的科技人员也是一本有价值的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术 / 李长青, 李泉溪主编.

徐州: 中国矿业大学出版社, 2007. 2

ISBN 978 - 7 - 81107 - 520 - 5

I. 微… II. ①李…②李… III. ①微型计算机—理论
②微型计算机—接口 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 023801 号

书 名 微型计算机原理与接口技术

主 编 李长青 李泉溪

责任编辑 何 戈

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 30.25 字数 750 千字

版次印次 2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

随着电子电路设计技术以及超大规模集成电路和超大规模集成电路制造技术的发展,各种更为新型的微处理机芯片相继面世。特别是近几年来,由于技术的不断进步与发展,在新技术的支持下,不断将高性能的微处理机推向新高潮,Pentium 系列微处理机就是一个代表。服务于 Pentium 系列微处理机的高性能的外围接口芯片也随之出现,这就改变了过去的一些微型计算机应用系统的设计思想,使我们设计出更高性能的微型计算机应用系统成为可能。微型计算机原理和接口技术是计算机应用科学的一个重要组成部分,是当前计算机应用科学技术最活跃的学科。为适应计算机科学与技术发展的需要,根据我们多年来从事微型计算机原理和接口应用技术的研究和教学经验,并参考相关的资料,编写了适合本科教学的《微型计算机原理与接口技术》教材。

本书共分 11 章。第一章叙述了微型计算机的发展概况和现状。第二章介绍了微处理器的基本结构、编程结构、工作模式、寻址方式、操作和时序。第三章以 8086、80386、80486 为例,介绍了指令系统和寻址方式的特点。第四章讨论了汇编语言的基本语法和汇编语言程序设计的基本规则。第五章介绍了微型计算机中存储器的体系结构和微型计算机系统中采用的高速缓存技术。第六章以 8237 为例介绍了 I/O 接口的基本功能、编程方式以及编址方式。第七章介绍了中断的概念、微处理器中中断类型、中断处理以及可编程中断控制器 Intel 8259A 的使用方法。第八章讲述了接口芯片的分类,数/模、模/数转换原理,介绍了可编程并行接口芯片 8255、可编程定时器/计数器 8254、可编程串行通信接口芯片 8251A 以及数模转换器 DAC0832、模数转换器 ADC0809。第九章介绍了 PC 总线、ISA 总线、PCI 总线、RS-232C 串行通信总线、通用 USB 串行总线。第十章介绍了键盘接口、鼠标接口、显示器与显示卡、液晶显示器、网络中的调制解调器。第十一章讲述了 16 位机的系统结构、Pentium 系统及其主板。每章后面均配有习题,以帮助读者理解和掌握相关内容。本书力求概念清楚,通俗易懂,同时也考虑了一定的深度、广度和先进性。

本书由河南理工大学李长青教授、李泉溪副教授任主编、杨凌霄副教授、孙君顶博士任副主编。编写分工为:李长青编写第一章,李泉溪编写第二章和第九章的通用串行总线 USB 部分(第九章第六节),刘静编写第三章、第四章以及附录一、二、三,倪水平编写第五章、第六章,杨凌霄编写第七章和第九章的前五节,刘沛蹇编写第八章,孙君顶编写第十章、第十一章。由李长青教授、李泉溪副教授对全书进行了修改和统稿、审核。在本书的编写过程中得到了河南理工大学的领导和教务处以及计算机学院的大力支持,在此表示衷心感谢!由于编写时间仓促,书中一定有不少错误和缺点,敬请读者批评指正(Email: LQX427@hpu.edu.cn)。

编 者

2006 年 11 月于河南理工大学

目 录

第一章 微型计算机概述	1
第一节 微处理器、微型计算机和微型计算机系统	2
一、计算机系统界定的相关定义	2
二、微处理器、微型计算机和微型计算机系统的关系	3
第二节 微型计算机系统的总线结构	3
一、微处理器的典型结构	3
二、微型计算机的基本结构	4
三、用三类总线构成的微型计算机系统	5
第三节 微型计算机的发展和分类	6
一、微型计算机的发展	6
二、微型计算机的分类	7
本章小结	9
思考题与习题	9
第二章 80x86 微处理器的结构	10
第一节 16 位微处理器 8086	11
一、8086 的编程结构	11
二、8086 的引脚信号和工作模式	15
三、8086 的操作和时序	27
四、8086 的存储器编址和 I/O 编址	43
第二节 32 位微处理器 80386	46
一、80386 的体系结构	47
二、80386 的三种工作方式	48
三、80386 的寄存器	49
四、指令流水线和地址流水线	55
五、80386 的虚拟存储机制和片内两级存储管理	57
六、80386 的中断	69
七、80386 的信号和总线状态	71
第三节 32 位微处理器 Pentium	76
一、Pentium 采用的先进技术	76
二、Pentium 的技术特点	78
三、Pentium 的原理结构	79
四、Pentium 的寄存器	80
五、Pentium 的主要信号	85

六、Pentium 的总线状态和总线周期	90
七、Pentium 系列微处理器的技术发展	94
第四节 Itanium 微处理器概述	95
本章小结	96
思考题与习题	96
第三章 80x86 的指令系统和寻址方式	99
第一节 80x86 的寻址方式	99
一、数据寻址方式	99
二、程序寻址方式	104
第二节 程序占有空间和执行时间	106
第三节 80x86 的指令系统	107
一、数据传送指令	107
二、算术指令	114
三、逻辑指令	121
四、串处理指令	123
五、控制转移指令	126
六、处理机控制与杂项操作指令	133
七、80286 对 8086 指令的扩充	135
八、80386 对 80286 指令的扩充	136
本章小结	137
思考题与习题	137
第四章 汇编语言程序设计	141
第一节 汇编语言程序的格式	141
一、汇编语言程序的上机过程	141
二、汇编语言程序格式	142
三、汇编语言语句格式	144
四、伪指令与伪操作	146
第二节 汇编语言的程序设计	151
一、顺序程序设计	152
二、循环程序设计	154
三、分支程序设计	157
四、子程序设计	159
本章小结	161
思考题与习题	161
第五章 存储器和高速缓存技术	164
第一节 存储器和存储器件	164
一、概述	164
二、存储器的分类	164

三、随机存取存储器 RAM	165
四、只读存储器 ROM	171
第二节 微机系统中存储器的体系结构	174
一、存储器的组成结构	174
二、存储器芯片的扩展及其与系统总线的连接	175
第三节 高档微机系统中的高速缓存技术	181
一、高速缓冲存储器 Cache	181
二、虚拟存储器	187
本章小结	189
思考题与习题	189
第六章 输入/输出	190
第一节 概述	190
一、接口的作用和功能	190
二、I/O 接口的编址方式	192
第二节 输入/输出数据的传输控制方式	193
一、程序方式	193
二、中断传送方式	196
三、DMA 传送方式	199
第三节 DMA 控制器 8237	199
一、8237A 的结构与功能	200
二、8237A 的 DMA 操作和传送类型	204
三、8237A 的编程和使用	206
本章小结	215
思考题与习题	215
第七章 中断技术	216
第一节 中断的概念	216
一、中断源	217
二、中断类型	217
三、中断响应	218
四、中断处理(服务)	219
五、中断返回	220
六、中断识别、中断优先级和中断嵌套	220
第二节 8086/8088CPU 中断系统	224
一、8086/8088CPU 的中断源分类	224
二、中断向量和中断向量表	225
三、中断响应过程	228
四、各类中断的优先级	230
第三节 可编程中断控制器 Intel 8259A	231

一、8259A 的内部结构和引脚	231
二、8259A 的初始化命令字 ICW 及初始化	234
三、操作命令字 OCW	239
四、8259A 的工作方式	241
五、8259A 级联	247
六、8259A 的应用举例	249
本章小结	252
思考题与习题	252
第八章 可编程接口芯片及其应用	254
第一节 概述	254
一、串行接口	254
二、并行接口	255
三、定时、计数问题	255
四、模/数与数/模转换问题	257
第二节 可编程并行接口芯片 8255A	257
一、8255A 的工作原理	258
二、8255A 应用举例	270
第三节 可编程定时器/计数器 8254	271
一、8254—2 的工作原理	271
二、8254 在微机中的应用	283
第四节 可编程串行通信接口芯片 8251A	287
一、8251A 的内部结构和外部引脚	287
二、8251A 的编程	292
三、8251A 初始化编程举例	296
四、EIA RS—232C 串行口和 8251A 应用举例	297
第五节 模拟信号接口	302
一、D/A 转换器(DAC)	302
二、A/D 转换器(ADC)	310
三、典型 ADC 器件 ADC0808/0809 及其应用	313
本章小结	315
思考题与习题	316
第九章 总线	319
第一节 总线的分类和性能指标	319
一、总线的定义	319
二、总线的分类	320
三、总线标准	322
四、总线的操作过程	323
五、总线的数据传输方式	323

六、总线的性能指标	325
第二节 PC 总线	326
一、性能特点	326
二、总线的机械规范	326
三、PC 总线引脚的定义	326
四、总线的负载能力	331
第三节 ISA 总线	332
一、ISA 总线的主要特点	332
二、ISA 总线的机械规范	333
三、信号的定义及功能	333
第四节 PCI 总线	335
一、PCI 总线的特点	336
二、PCI 信号的定义	337
三、PCI 插槽和 PCI 扩展卡	341
四、PCI 总线命令	343
五、PCI 总线协议	345
六、PCI 总线数据传输过程	347
七、总线仲裁	350
八、PCI 总线配置	351
九、PCI BIOS	356
第五节 RS-232 串行通信总线	358
一、电气特性	358
二、机械特性	358
三、信号功能	358
第六节 通用串行总线 USB	361
一、概述	361
二、USB 的体系结构	364
三、USB 的数据流	368
四、USB 主机(硬件、软件)	373
五、USB 设备	382
六、IEEE 1394 总线	399
本章小结	403
思考题与习题	404
第十章 人机交互接口	405
第一节 键盘接口	405
一、键盘及其工作原理	405
二、键盘接口电路	407
三、键盘中断调用	408
四、DOS 中断调用	410

第二节 鼠标接口	412
一、鼠标器的分类	412
二、鼠标工作原理及技术指标	412
三、鼠标的驱动	413
第三节 显示器与显示卡	415
一、CRT 显示器	415
二、CRT 显示器的主要性能参数	419
三、显示卡	420
四、液晶显示器	423
* 第四节 网络接口	427
一、调制解调器	427
二、ISDN	430
三、宽带接入技术	431
四、通信/网络插槽 CNR	434
思考题与习题	434
第十一章 主机系统的结构和工作原理	435
第一节 16 位微机的系统结构	435
一、16 位微机系统板概述	435
二、CPU 子系统	437
三、接口部件子系统	440
四、存储器子系统	445
五、扩展槽和扩展卡	447
第二节 Pentium 系统及其主机板	450
一、Pentium 机系统结构	451
二、主机板结构	453
本章小结	457
思考题与习题	457
附录	458
附录一 8086 指令系统	458
附录二 常用 DOS 功能调用 (INT 21H)	464
附录三 常用 ROM—BIOS 功能调用 INT	469
参考文献	473

第一章 微型计算机概述

【本章重点】 微处理器、微型计算机和微型计算机系统的基本概念;总线的概念,总线的分类。

【本章难点】 总线概念的理解。

本章主要介绍微型计算机的基本概念,如微处理器、微型计算机、微型计算机系统、总线等及微型计算机的发展和分类。

众所周知,传统的电子数字计算机由五大部分组成,即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备,如图 1-1 所示。

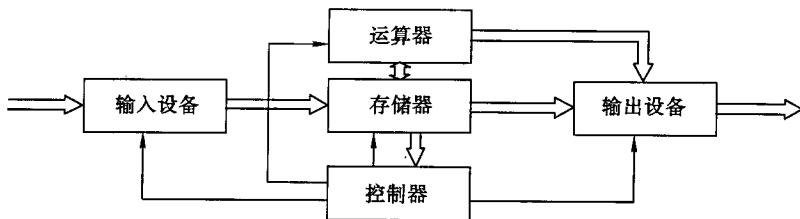


图 1-1 电子计算机的组成框图

其中:运算器是能够完成各种运算(包括算术运算、逻辑运算和比较等)的部件;输入设备是用来将原始数据(包括程序)输入到存储器的部件,目前常用的有键盘、鼠标、手写板、扫描仪、摄像头、麦克风等;输出设备是用来将中间结果或最后结果输出的部件,目前常用的有显示器、打印机等;存储器是用来记录、存放原始数据(包括程序)、中间结果和运算结果的部件;控制器是用来协调各部件工作,发出控制命令的部件。

要想在图 1-1 所示的计算机中工作,首先需把原始数据和程序通过输入设备存入存储器,然后操作计算机让其启动,所存的程序一条一条地被取到控制器,控制器根据每条指令的不同发出不同的控制命令,自动进行全部运算,最后通过输出设备输出计算结果或将运算结果保存在存储器中。这就是迄今为止电子计算机所共同遵循的程序存储和程序控制的工作原理,这种原理是 1854 年由冯·诺依曼提出的,所以又称为冯·诺依曼型计算机原理。

在图 1-1 中,存在着两种信息:一种是数据,用双线表示,包括原始数据、中间结果、最终结果以及表示程序的代码;另一种是控制命令,其流向用单线表示。不论是数据还是控制命令,在计算机中都由“0”和“1”表示的二进制数表示。

图 1-1 所示的这五大部件是计算机的实体,统称为计算机的硬件(hard ware)。其中存储器又分为内存储器和外存储器,外存储器、输入设备和输出设备统称外部设备;运算器和控制器、内存储器合称主机,而运算器、控制器两部分又合称为中央处理器 CPU(center processing unit)。

第一节 微处理器、微型计算机和微型计算机系统

一、计算机系统界定的相关定义

(一) 微处理器(microprocessor)

微处理器又称微处理机,它是指采用大规模集成电路技术,集成在一片芯片上的包括运算器和控制器的中央处理器 CPU,简称为 μP 或 MPU,或直接用 CPU 表示。为提高微处理器的处理速度,在微处理器内部集成了寄存器组,用来暂时存放数据,其简单结构如图 1-2 所示。从微处理器的结构可知:微处理器本身不是计算机,而是微型计算机的控制和运算部分。微处理器不仅是构成微型计算机、微型计算机系统、微型计算机开发系统和计算机网络工作站的核心部件,而且也是构成多微处理器系统和现代并行结构计算机的基础。

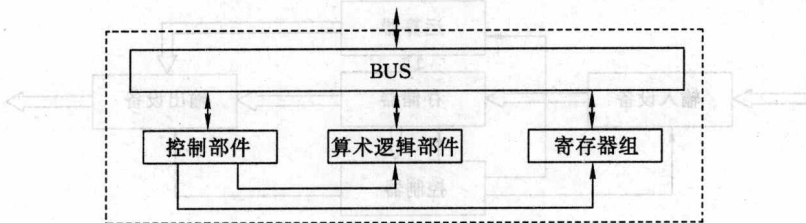


图 1-2 微处理器的简单结构

尽管各种 CPU 的性能指标各不相同,但是一般都具备下列功能:

- (1) 可以进行算术和逻辑运算。
- (2) 可保存少量数据。
- (3) 能对指令进行译码并执行规定的动作。
- (4) 能和存储器、外设交换数据。
- (5) 提供整个系统所需要的定时和控制。
- (6) 可以响应其他部件发来的中断请求。

(二) 微型计算机(microcomputer)

微型计算机就是以微处理器为核心,配上大规模集成电路的随机存取存储器 RAM(random access memory)、只读存储器 ROM(read only memory)、I/O(input/output)接口电路和相应的辅助电路而构成的微型化的计算机装置,简称 μC ,是具有完整运行功能的计算机。其结构如图 1-3 所示。

(三) 微型计算机系统(microcomputer system)

以微型计算机为主体,配上系统软件和相应的外部设备(如打印机、显示器、磁盘机和磁带机等)及其他专用电路、电源、面板、机架之后,就构成了微型计算机系统。系统软件包括操作系统和一系列系统实用程序,比如编辑程序、汇编程序、编译程序、调试程序等。有了系统软件,才能发挥微型机系统中的硬件功能,并为用户使用计算机提供方便手段。

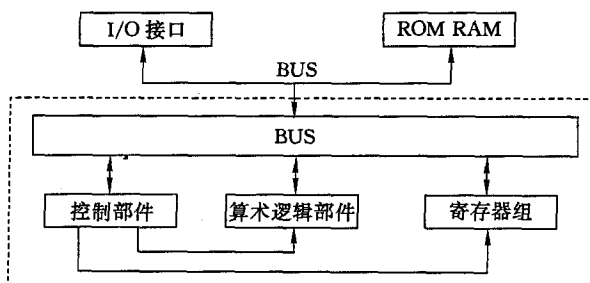
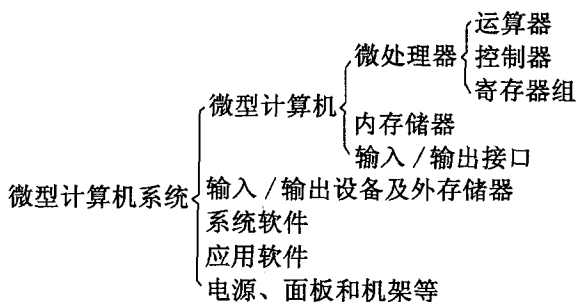


图 1-3 微型计算机的结构

二、微处理器、微型计算机和微型计算机系统的关系

微处理器、微型计算机和微型计算机系统三者之间的关系如下：



第二节 微型计算机系统的总线结构

如本章第一节所述,微型计算机系统从其硬件结构来说是微型计算机配以相应的外围设备;而微型计算机则是以微处理器为基础,配以输入输出(I/O)接口电路和相应的辅助电路而构成的计算机;至于微处理器则是微型化的中央处理器(CPU),当然这是原始意义下的微处理器,至于现代微处理器,已在一块或封装在一起的几块芯片中集中了更多的功能部件,如 Intel80486 和 Pentium 系列微处理器。必须指出的是,不论是微处理器、微型计算机还是微型计算机系统,它们都是通过总线结构连接各部分组件而构成的一个整体。

一、微处理器的典型结构

一个典型的也是原始意义上的微处理器的结构如图 1-4 所示。

由图 1-4 可见,微处理器主要由三部分组成,它们是:

(1) 运算器。包括算术逻辑单元(ALU),是专门用来处理各种数据信息的,它可以进行加、减、乘、除算术运算和与、或、非、异或等逻辑运算。比较低档的 CPU 不能进行乘、除运算,这种情况下可以用程序来实现。运算结果的一些特征由标志寄存器储存。

(2) 控制器。包括指令寄存器、指令译码器以及定时与控制电路。指令寄存器存放从存储器中取出的指令码。指令译码器则对指令码进行译码和分析,从而确定指令的操作,并

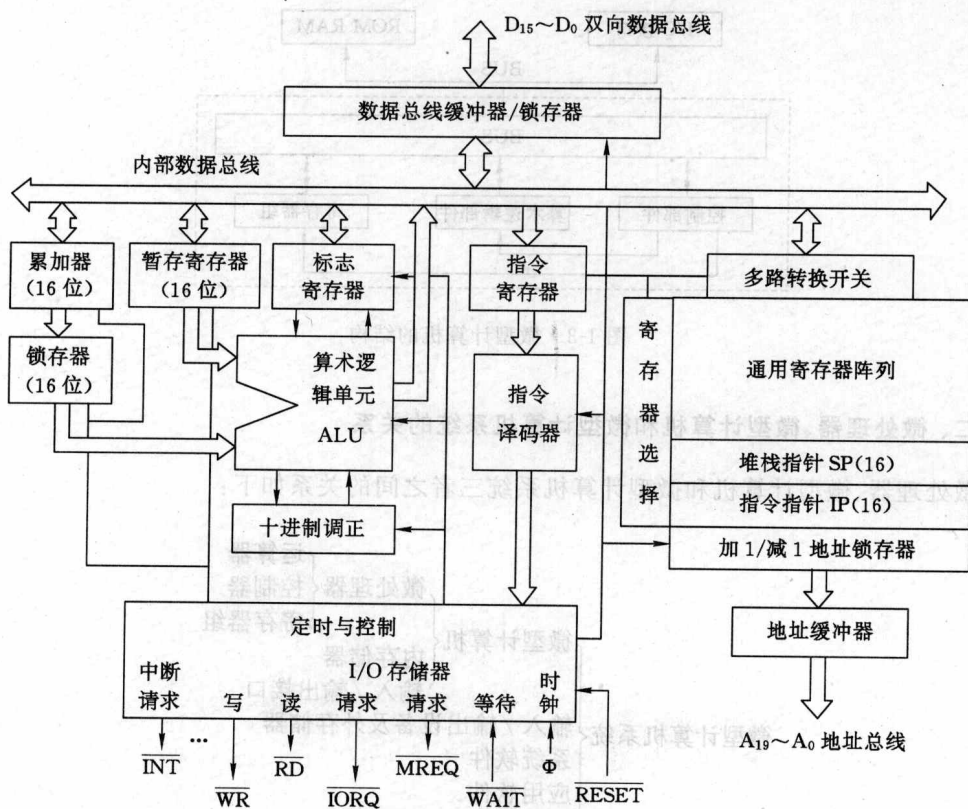


图 1-4 微处理器的典型结构

确定操作数的地址,再得到操作数,以完成指定的操作。指令译码器对指令进行译码时,产生相应的控制信号送到时序和控制逻辑电路,从而组合成外部电路所需要的时序和控制信号,这些信号送到微型计算机的其他部件,以控制这些部件协调工作。

(3) 寄存器阵列。包括一组通用寄存器和专用寄存器。通用寄存器组用来临时存放参与运算的数据以及运算的中间结果。累加器也是一个通用寄存器,不过它有特殊性,即许多指令的执行过程以累加器为中心,往往在运算指令执行前,累加器中存放一个操作数,指令执行后,由累加器保存运算结果,另外,输入/输出指令一般也通过累加器来完成。专用寄存器通常有指令指针 IP(或程序计数器 PC)和堆栈指针 SP 等。

在微处理器内部,这三部分之间的信息交换是采用总线结构来实现的,总线是各组件之间信息传输的公共通路,这里的总线称为“内部总线”(“或片内总线”)。用户无法直接控制内部总线的工作,因此内部总线是不透明的。

二、微型计算机的基本结构

一个微型计算机的结构如图 1-5 所示。它由微处理器(CUP)、存储器和 I/O 接口电路组成。CPU 如同微型计算机的心脏,它的性能决定了整个微型机的各项关键指标。存储器包括 RAM 和 ROM,用来存储程序和数据。I/O 接口电路是用来使外部设备和微型计算机相连的。微型计算机也是采用总线结构来实现相互之间的信息传送。总线是微处理器、存

储器和 I/O 接口之间相互交换信息的公共通路。

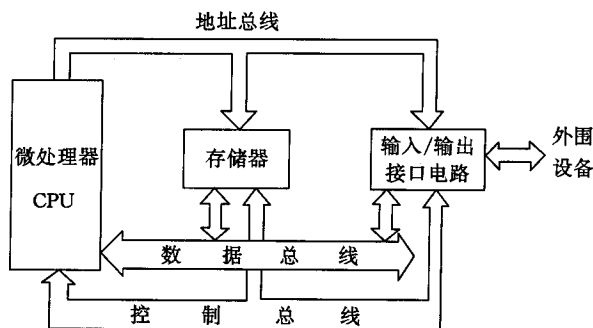


图 1-5 微型计算机的结构

微型计算机的总线结构是一个独特的结构。有了总线结构以后,系统中各功能部件之间的相互关系变为各个部件面向总线的单一关系。一个部件只要符合总线标准,就可以连接到采用这种总线标准的系统中,使系统功能得到扩展。

尽管各种微型计算机的总线类型和标准有所不同,但大体上都包含 3 种不同功能的总线,即数据总线 DB(data bus)、地址总线 AB(address bus)和控制总线 CB(control bus)。

数据总线用来传输数据。从结构上看,数据总线是双向的,即数据既可以从 CPU 送到其他部件,也可以从其他部件送到 CPU。数据总线的位数(也称为宽度)是微型计算机的一个很重要的指标,它和微处理器的位数相对应。和其他类型的计算机一样,在微型计算机中,数据的含义也是广义的。数据总线上传送的不一定是真正的数据,而可能是指令代码、状态量,有时还可能是一个控制量。

地址总线专门用来传送地址信息。因地址总是从 CPU 送出去的,所以和数据总线不同,地址总线是单向的。地址总线的位数决定了 CPU 可以直接寻址的内存范围。比如,8 位微型机的地址总线一般是 16 位,因此,最大内存容量为 $2^{16} = 64 \text{ kB}$;16 位微型机的地址总线为 20 位,所以,最大内存容量为 $2^{20} = 1 \text{ MB}$ 。

控制总线用来传输控制信号。其中包括 CPU 送往存储器和输入/输出接口电路的控制信号,如读信号、写信号和中断响应信号等;还包括其他部件送到 CPU 的信号,如时钟信号、中断请求信号和准备就绪信号等。

这里的总线称为“片总线”,是微处理器的引脚信号,它是微处理器同存储器、I/O 接口电路之间的连接纽带。

三、用三类总线构成的微型计算机系统

一个具有一定规模的微型计算机系统如图 1-6 所示。在这一微机系统中,由三类总线把组成系统的各部件互连在一起,这三类总线是:

- (1) 片总线:又称元件级总线。
- (2) 内总线(I-Bus):又称“系统总线”、“微机总线”或“板级总线”。
- (3) 外总线(E-Bus):又称“通信总线”。

三类总线的概念将在第九章中详述。

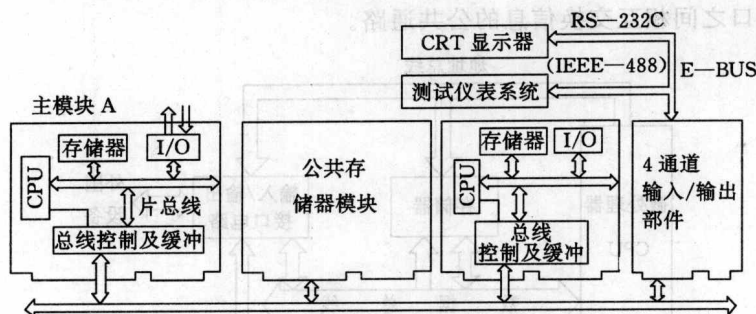


图 1-6 用三类总线构成的微机系统

从上面的简单介绍中可见,总线结构是构成微型计算机系统的主要框架。

第三节 微型计算机的发展和分类

一、微型计算机的发展

计算机的发展从一开始就和电子技术,特别是微电子技术密切相关。通常按照构成计算机所采用的电子器件及其电路的变革,把计算机划分为若干“代”来标志计算机的发展过程。自 1946 年世界上第一台电子计算机 ENIAC 诞生以来,计算机技术飞速发展,在短短的几十年里,计算机的发展已经经历了 4 代:电子管计算机、晶体管计算机、中小规模集成电路计算机和大规模、超大规模集成电路计算机。目前,各国正加紧研制开发第 5 代计算机,其目标主要是:采用超超大规模集成电路,在系统结构上要类似人脑的神经网络,在材料上使用常温超导材料和光器件,在计算机体系结构上采用并行的数据流计算等。

微型计算机属于第 4 代计算机,是 20 世纪 70 年代初期研制成功的。一方面是由于军事、空间及自动化技术的发展,需要体积小、功耗低、可靠性高的计算机;另一方面,大规模集成电路技术的不断发展也为微机的产生奠定了基础。

自 1971 年微型计算机问世以来,微处理器和微型计算机迅速发展,几乎每两年微处理器的集成度就要翻一番,每 2~4 年更新换代一次,至今已经经历了 5 个阶段的演变。

第一阶段(1971~1973 年)是 4 位或低档 8 位微处理器和微型计算机时代,其典型产品是 Intel 公司 1971 年研制成功的 4 位微处理器 4004,以它为核心再配以 RAM、ROM 和 I/O 接口芯片就构成了 MCS-4 微型计算机,随后又推出低档 8 位微处理器 8008 及 MCS-8 微型计算机,它们的基本特点是采用 PMOS 工艺,集成度低(1 200~2 000 只晶体管/片),系统结构和指令系统比较简单,主要采用机器语言或简单的汇编语言,没有操作系统,运算能力差,速度低(指令的平均执行时间约 10~20 μs),主要用于工业仪表、过程控制或计算器中。

第二阶段(1974~1977 年)是中、高档 8 位微处理器和微型计算机时代,其典型产品是 Intel 公司的 8080/8085, Motorola 公司的 MC6800 以及 Zilog 公司的 Z80 微处理器。它们的特点是采用 NMOS 工艺,集成度提高 4 倍左右(5 000~9 000 只晶体管/片),运算速度提高 10~15 倍(指令的平均执行时间约 1~2 μs),指令系统相对比较完善,已具有典型计算机

体系结构以及中断、DMA 等控制功能。由第二代微处理器构成的微机系统(如 Apple-Ⅱ 等)已经配有单用户操作系统(如 PC/M),并可使用汇编语言及 BASIC、FORTRAN 等高级语言编程。

第三阶段(1978~1984 年)是 16 位处理器和微型计算机时代,其典型产品是 Intel 公司的 8086/8088, Motorola 公司的 MC68000 及 Zilog 公司的 Z8000 微处理器。它们的特点是采用 HMOS 工艺,集成度(20 000~70 000 只晶体管/片)和运算速度(指令的平均执行时间约 0.5 μ s)比第二代产品提高了一个数量级,指令系统更加丰富、完善,采用多处理机系统、多级中断系统、多种寻址方式、段式存储器管理、硬件乘除部件,并配置了强有力的软件系统。这一时期的微机有 IBM PC/XT(8088)、IBM PC/AT(80286)及其兼容机等。

第四阶段(1985~1991 年)是 32 位微处理器和微型计算机时代,其典型产品是 Intel 公司的 80386/80486, Motorola 公司的 MC68030/68040 等微处理器以及相应的 IBM PC 兼容机,如 386、486 等。它们的特点是采用 HMOS 或 CMOS 工艺,集成度高达 100 万只晶体管/片以上,具有 32 位数据和 32 位地址总线,工作主频达 25 MHz 以上,基本指令的工作速度达到或超过 25MIPS(million of instructions per second)。微机的功能已经达到甚至超过超级小型机,完全可以胜任多用户、多任务的作业。

第五阶段(1992 年以后)是奔腾系列微处理器和奔腾系列微型计算机时代,其典型产品是 Intel 公司的 Pentium,内部采用超标量指令流水结构,具有相互独立的指令和数据高速缓存,工作频率越来越高,基本指令的工作速度越来越快。随着 MMX(multi-media extended)和 Pentium Ⅱ/Pentium Ⅲ微处理器的出现,使微机的发展在网络化、智能化和多媒体化方面跨上了更高的台阶。

应该指出,Pentium、Pentium Pro 以及具有 MMX 技术的 Pentium Ⅱ/Pentium Ⅲ,尽管它们的内部与工作寄存器直接相连的是 32 位数据宽度,但外部数据总线却是 64 位。

下一阶段的处理器是 64 位的时代,如 AMD 的 Athlon 64 处理器。

二、微型计算机的分类

人们可以从不同的角度对微型计算机进行分类。

(一) 按微处理器的字长分

由于微型机性能的高低在很大程度上取决于核心部件微处理器,所以,最通常的做法是把微处理器的字长作为微型机的分类标准。

当前,可以见到由以下几类微处理器构成的微型计算机:

1. 4 位微处理器

最初的 4 位微处理器就是 Intel4004,后来改进为 4040。目前常见的是 4 位单片微型机,即在一个芯片内集成了 4 位的 CPU、RAM、ROM、I/O 接口和时钟发生器。这种单片机价格低廉,但运算能力弱、存储容量小,存储器中存放固定程序。这些特点使它们广泛用于各类袖珍计算器中进行简单运算,或者用于家用电器和娱乐器件中进行简单的过程控制。

2. 8 位微处理器

8 位微处理器被推出时,微型机技术已经比较成熟。因此,在 8 位微处理器基础上构成的微型计算机系统通用性较强,它们的寻址能力可以达到 64K 字节,有功能灵活的指令系统和较强的中断能力。另外,8 位微处理器有比较齐备的配套电路。这些因素使 8 位微型