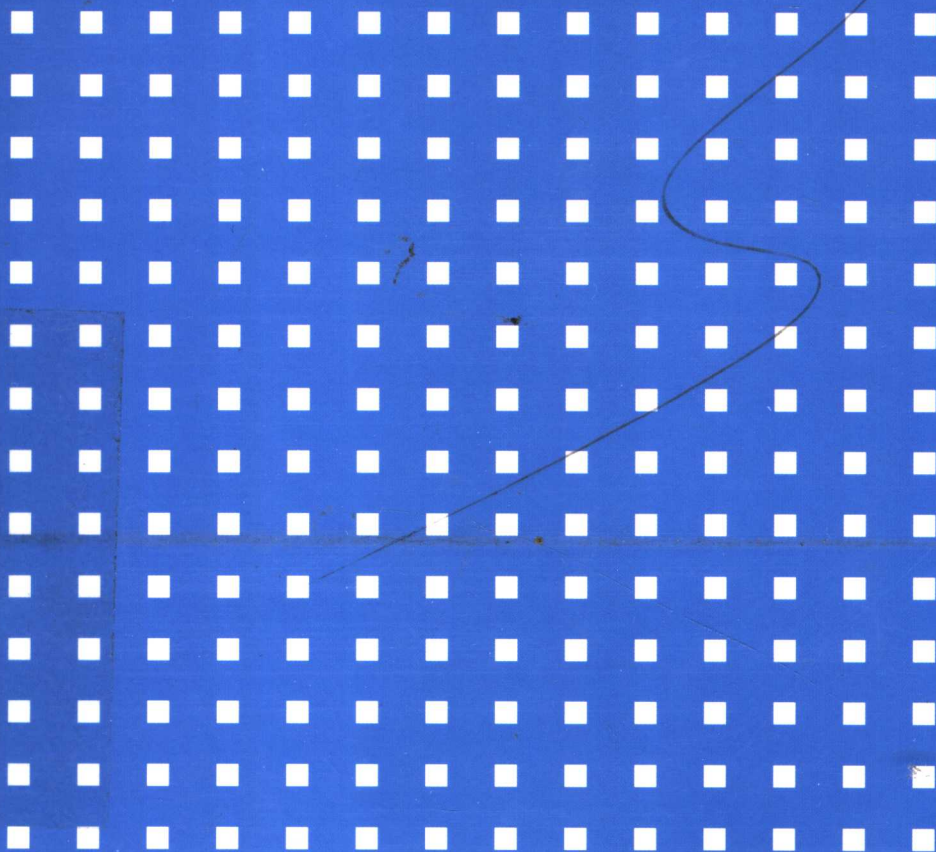


微型计算机 原理与接口技术应用

陈光军 主编
刘贞德 张元国 郑建军 杨英洁 周建梁 副主编



TP36/503

2008

高等学校计算机专业教材精选·计算机原理

微型计算机 原理与接口技术应用

陈光军 主 编

刘贞德 副主编

张元国

郑建军

杨英洁

周建梁

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以培养学生应用能力为主要目标,把微型计算机的基本概念、基本原理和应用相统一,并对微型计算机技术的最新发展做了适度的介绍和分析。全书共分13章,主要包括计算机基础知识、80x86微处理器的内部结构、指令系统、汇编语言程序设计、微处理器的外部结构和总线操作时序、存储器技术、总线技术、中断技术、微型计算机的I/O接口技术、系统扩展接口设计、串行通信接口及应用、数模转换器和模数转换器的接口设计、微型计算机应用系统的设计等内容。

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

微型计算机原理与接口技术应用/陈光军主编. —北京:清华大学出版社,2008.5

(高等学校计算机专业教材精选·计算机原理)

ISBN 978-7-302-16940-6

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第012406号

责任编辑:汪汉友

责任校对:时翠兰

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

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

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:22.25

字 数:539千字

版 次:2008年5月第1版

印 次:2008年5月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.50元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:027480-01

出版说明

我国高等学校计算机教育近年来迅猛发展,活学活用计算机知识解决实际问题,已经成为当代大学生的必备能力。

时代的进步与社会的发展对高等学校计算机教育的质量提出了更高、更新的要求。现在,很多高等学校都在积极探索符合自身特点的教学模式,涌现出一大批非常优秀的精品课程。

为了适应社会的需求,满足计算机教育的发展需要,清华大学出版社在进行了大量调查研究的基础上,组织编写了《高等学校计算机专业教材精选》。本套教材从全国各高校的优秀计算机教材中精挑细选了一批很有代表性且特色鲜明的计算机精品教材,把作者们对各自所授计算机课程的独特理解和先进经验推荐给全国师生。

本系列教材特点如下。

(1) 编写目的明确。本套教材主要面向广大高校的计算机专业学生,使学生通过本套教材,学习计算机科学与技术方面的基本理论和基本知识,接受应用计算机解决实际问题的基本训练。

(2) 注重编写理念。本套教材作者群为各校相应课程的主讲,有一定经验积累,且编写思路清晰,有独特的教学思路和指导思想,其教学经验具有推广价值。本套教材中不乏各类精品课配套教材,并力图努力把不同学校的教学特点反映到每本教材中。

(3) 理论知识与实践相结合。本套教材贯彻从实践中来到实践中去的原则,书中的许多必须掌握的理论都将结合实例来讲,同时注重培养学生分析、解决问题的能力,满足社会用人要求。

(4) 易教易用,合理适当。本套教材编写时注意结合教学实际的课时数,把握教材的篇幅。同时,对一些知识点按教育部教学指导委员会的最新精神进行合理取舍与难易控制。

(5) 注重教材的立体化配套。大多数教材都将配套教师用课件、习题及其解答,学生上机实验指导、教学网站等辅助教学资源,方便教学。

随着本套教材陆续出版,相信能够得到广大读者的认可和支持,为我国计算机教材建设及计算机教学水平的提高,为计算机教育事业的发展做出应有的贡献。

我们的电子邮件地址是 wanghanyou@tup.tsinghua.edu.cn;联系人:汪汉友。

清华大学出版社

前 言

微型计算机原理与接口技术是计算机及相关专业的一门重要的专业基础课。本书用通俗简明的语言讲述基本的原理和方法,同时又注重技术的先进性和实用性。在教材的编写过程中以 80x86 微处理器为基础,介绍了 8086、80286 和 80386 的内部结构与外部特性,并对 80486、Pentium 和 Itanium 做了适当介绍,使学生能够理解微处理器技术的发展过程,建立一个当代微型计算机具体的、准确的模型,理解技术发展和创新的一般规律。讲解这些新技术的重点是:为什么需要这样做?它的技术原理是什么?它们对计算机整体结构的影响是什么?它们获得成功的原因是什么?也就是说,摒弃那些已经淘汰的技术,淡化过时的技术细节,吸收最新的、成熟的主流技术。

微型计算机的应用已经深入到各个领域,对于从事计算机应用领域的工程技术人员和计算机应用专业的学生掌握计算机原理和接口技术是非常重要的。本书讲述了计算机原理、汇编语言和接口技术及其应用,把计算机的硬件和软件结合在一起,使学生能够通过学习原理、汇编语言和接口技术,特别是精通实例,掌握软件控制硬件的过程,为在工作过程中应用计算机打下坚实的基础。在内容的组织上,本着由浅入深、循序渐进的原则,注重基本知识和基本概念的介绍,结合实例重点介绍实用性较强的内容。对应用较少、难度过大的内容则少量介绍或不予介绍,使学生有的放矢,掌握所学内容。本书突出应用性,书中精选了一些实际应用例题,并用单独一章介绍微型计算机系统的开发,由此做到理论教学与实践教学的同步融合,达到学以致用。

本书编者多年从事微型计算机原理与接口技术教学与科研工作,对微型计算机原理与接口技术的教学与应用有深刻的理解和丰富的经验。在内容的取舍上结合了教学与科研等方面的经验,书中的许多例题就来自具体的科研项目。通过学习,学生能水到渠成地掌握微型计算机原理与接口技术。全书内容共分 13 章:第 1 章简要介绍微型计算机的基本组成、微型计算机的发展及分类、微型计算机数制及其转换、微型计算机数的表示方法和微型计算机的技术指标;第 2 章主要介绍 8086/8088 及 80286 微处理器的功能结构、80386 微处理器、80486 微处理器、Pentium 微处理器和 Itanium 微处理器;第 3 章主要介绍寻址方式、指令的基本格式、8086 的指令系统、80286 的新增指令、80386 的新增指令、80486 的新增指令和 Pentium 扩充指令;第 4 章主要介绍汇编语言和汇编程序、MASM 宏汇编语言程序、数据定义和伪指令、结构和记录、宏指令及其应用、程序的基本设计方法和程序的基本结构程序设计;第 5 章主要介绍 8086/8088 微处理器的引脚功能、8086 微处理器的系统配置、8086 微处理器系统总线时序、80386 微处理器的引脚功能及总线周期、80486 微处理器的引脚信号、Pentium 微处理器引脚功能简介;第 6 章主要介绍存储器概述、各种存储器、存储器扩展、连接实例和 8086 存储器系统;第 7 章主要介绍总线概述、系统总线、局部总线和外部通信总线;第 8 章主要介绍中断的基本原理、8086/8088 微处理器的中断方式、8259A 中断控制器的结构及应用举例;第 9 章主要介绍微型计算机接口的概述、可编程计时器/计数器 8253-5、可编程并行接口 8255A 和 DMA 控制器 8237A 及应用;第 10 章主要介绍键盘、鼠标、打印机、

扫描仪和数码相机;第 11 章主要介绍串行通信基础、串行接口标准、可编程串行通信接口芯片 8250 和 INS8250 的编程及其应用;第 12 章主要介绍数模转换器、模数转换器、采样保持电路和多路模拟开关;第 13 章主要介绍 PC 应用系统设计概述、常用模块电路、数据采集系统和系统可靠性设计技术。

本书由陈光军任主编。陈光军编写了第 1 章、第 6 章和第 13 章并对全书进行统稿,刘贞德编写了第 2 章、第 5 章和第 12 章,张元国编写了第 7 章、第 10 章和第 11 章,郑建军编写了第 4 章和第 8 章,杨英洁编写了第 3 章,周建梁编写了第 9 章。王宇晓老师对全书进行了仔细认真的审阅,并提出了许多宝贵意见。本书编写过程中,一直得到清华大学出版社的大力支持和指导,在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者
2007 年 11 月

目 录

第 1 章 微型计算机的基础知识	1
1.1 微型计算机的基本组成	1
1.2 微型计算机的发展及分类	3
1.3 微型计算机数制及其转换	5
1.3.1 微型计算机常用数制的特点	5
1.3.2 微型计算机数制间的转换	6
1.4 微型计算机中数的表示方法	7
1.5 微型计算机的技术指标	10
小结	11
习题	11
第 2 章 80x86 微处理器的结构和功能	13
2.1 8086/8088 及 80286 微处理器的结构和功能	13
2.2 80386 微处理器的功能和结构	22
2.3 80486 微处理器的功能和结构	27
2.4 从 Pentium 到 Itanium 微处理器	30
小结	36
习题	37
第 3 章 80x86 微处理器的指令系统	38
3.1 寻址方式	38
3.2 指令的基本格式	39
3.3 8086/8088 微处理器的指令系统	40
3.3.1 数据传送类指令	40
3.3.2 算术运算类指令	45
3.3.3 逻辑运算与移位类指令	50
3.3.4 字符串操作指令	53
3.3.5 控制转移类指令	57
3.4 80286 微处理器的新增指令	62
3.5 80386 微处理器的新增指令	63
3.6 80486 微处理器的新增指令	71
3.7 Pentium 微处理器的扩充指令	72
小结	73
习题	74

第 4 章 汇编语言程序设计	77
4.1 汇编语言和汇编程序.....	77
4.2 MASM 宏汇编语言程序	77
4.3 数据定义和伪指令.....	79
4.4 结构和记录.....	85
4.5 宏指令及其应用.....	86
4.6 程序的基本设计方法.....	89
4.7 程序的基本结构设计.....	93
小结.....	110
习题.....	110
 第 5 章 微处理器外部结构和总线操作时序.....	 113
5.1 8086/8088 微处理器的引脚功能	113
5.2 8086 微处理器的系统配置	118
5.3 8086 微处理器的系统总线时序	122
5.4 80386 微处理器的引脚功能及总线周期	128
5.5 80486 微处理器的引脚信号	134
5.6 Pentium 微处理器引脚功能简介	136
小结.....	138
习题.....	139
 第 6 章 存储器技术.....	 140
6.1 存储器概述	140
6.1.1 存储器系统.....	140
6.1.2 存储器的分类及技术指标.....	141
6.2 各种存储器	143
6.2.1 只读存储器.....	143
6.2.2 随机存储器.....	147
6.3 存储器扩展	151
6.3.1 存储器地址分配.....	151
6.3.2 存储器与微处理器的速度匹配.....	151
6.4 连接实例	152
6.4.1 存储器芯片与微处理器的连接.....	152
6.4.2 存储器 RAM 的扩展	154
6.5 80x86 微处理器的存储器系统	155
6.5.1 8086 微处理器的存储器系统简介	155
6.5.2 80x86 微处理器的扩展存储器及其管理	155
小结.....	157

习题	157
第7章 总线技术	158
7.1 总线概述	158
7.1.1 总线的标准	158
7.1.2 总线的分类	159
7.1.3 总线的性能指标	159
7.2 系统总线	160
7.2.1 IBM PC/XT 总线	160
7.2.2 ISA 总线	162
7.2.3 EISA 总线	165
7.3 局部总线	166
7.3.1 VL 总线	166
7.3.2 PCI 总线	167
7.4 外部通信总线	170
7.4.1 IEEE 488 总线	171
7.4.2 SCSI 总线	173
小结	178
习题	178
第8章 中断及异常	180
8.1 中断的基本原理	180
8.1.1 中断的定义	180
8.1.2 中断的处理过程	181
8.1.3 中断源、中断识别及其优先级	182
8.1.4 中断向量	183
8.2 8086/8088 微处理器的中断方式	184
8.2.1 8086/8088 微处理器的中断系统结构	184
8.2.2 内部中断	187
8.2.3 外部中断	188
8.3 8259A 中断控制器	190
8.3.1 8259A 的外部特性和内部结构	190
8.3.2 8259A 的控制字及中断操作功能	194
8.4 8259A 的应用举例	200
小结	202
习题	203
第9章 微型计算机的接口技术	204
9.1 微型计算机接口概述	204

9.1.1	微型计算机接口的概念	204
9.1.2	微处理器与 I/O 设备之间的信号	205
9.1.3	数据传送方式	206
9.2	可编程计时器/计数器 8253-5	207
9.2.1	计时器/计数器的概念	207
9.2.2	8253-5 的主要功能	208
9.2.3	工作原理	208
9.2.4	工作方式	210
9.2.5	编程命令	214
9.2.6	8253-5 编程	215
9.2.7	应用	217
9.3	可编程并行接口 8255A	220
9.3.1	并行接口概念	220
9.3.2	8255A 的主要功能	220
9.3.3	工作原理	220
9.3.4	工作方式	222
9.3.5	编程命令	226
9.3.6	8255A 的编程	227
9.3.7	8255A 应用举例	229
9.4	DMA 控制器 8237A	234
9.4.1	DMA 基本概念	234
9.4.2	8237A 的技术特性	236
9.4.3	8237A 的引脚及结构	236
9.4.4	8237A 的内部结构	238
9.4.5	8237A 的软件命令	243
9.4.6	8237A 的编程与应用	244
	小结	246
	习题	246
第 10 章	系统扩展接口设计	248
10.1	键盘	248
10.1.1	键盘概述	248
10.1.2	键盘的基本结构	248
10.1.3	键盘的分类	249
10.1.4	键盘的工作原理	251
10.1.5	PC 键盘接口	254
10.2	鼠标	254
10.2.1	鼠标的分类	254
10.2.2	鼠标的工作原理	255

10.2.3	鼠标器的主要性能指标	255
10.2.4	鼠标接口编程	256
10.3	打印机	257
10.3.1	打印机的分类	257
10.3.2	打印机的工作原理	258
10.3.3	打印机的主要技术指标	261
10.3.4	打印机并行接口	261
10.3.5	并行打印机接口编程	263
10.4	扫描仪	265
10.4.1	扫描仪的分类	265
10.4.2	扫描仪的工作原理	265
10.4.3	扫描仪的主要性能指标	266
10.4.4	扫描仪的接口	267
10.5	数码相机	267
10.5.1	数码相机的基本结构及工作原理	267
10.5.2	数码相机的主要性能指标	267
	小结	268
	习题	269
第 11 章	串行通信技术及应用	270
11.1	串行通信基础	270
11.1.1	串行通信传输方式	270
11.1.2	串行通信的基本类型	272
11.1.3	传输速率与传输距离	273
11.1.4	串行通信的出错校验	274
11.2	串行接口标准	275
11.2.1	EIA RS-232-C 接口标准	276
11.2.2	RS-449、RS-422-A 和 RS-423-A 接口标准	279
11.3	可编程串行通信接口芯片 INS 8250	281
11.3.1	INS 8250 的基本性能	281
11.3.2	INS 8250 的结构和引脚功能	282
11.3.3	INS 8250 的内部寄存器	285
11.4	INS 8250 的编程及其应用	290
	小结	301
	习题	301
第 12 章	数模转换器和模数转换器的接口设计	303
12.1	数模转换器	303
12.1.1	数模转换器的工作原理	303

12.1.2	数模转换器的性能指标	304
12.1.3	数模转换芯片 0832	305
12.1.4	数模转换器接口	306
12.2	模数转换器	309
12.2.1	模数转换器的工作原理	309
12.2.2	模数转换器的主要性能指标	311
12.2.3	模数转换芯片	312
12.2.4	模数转换器接口	315
12.3	采样/保持电路	318
12.3.1	采样/保持电路原理	318
12.3.2	采样/保持电路实例	318
12.4	多路模拟开关	319
12.4.1	多路模拟开关	319
12.4.2	多路模拟开关电路	319
	小结	321
	习题	321
第 13 章	微型计算机应用系统的设计	322
13.1	PC 应用系统设计概述	322
13.2	常用模块电路	323
13.3	数据采集系统	326
13.4	系统可靠性设计技术	328
	小结	330
	习题	330
附录 A	ASCII 码表	331
附录 B	DOS 系统功能调用	332
附录 C	常用 BIOS 子程序的功能及其调用参数	337
	参考文献	341

第 1 章 微型计算机的基础知识

本章导读：

微型计算机是一种高速、精确地完成数学运算和数据处理的电子设备,微型计算机能够完成信息的输入、存储、传送、处理和输出等工作。微型计算机的核心部件——微处理器能够通过由程序员预先编制的程序控制整个微型计算机的高速运转。“微型计算机原理与接口技术”就是以微型计算机为对象,研究它的组织结构以及内部各部件之间的关系,重点研究微型计算机对信息的加工处理过程和工作原理。本章介绍微型计算机的基本组成,发展,数制之间的转换,技术指标。

1.1 微型计算机的基本组成

1. 微型计算机概述

计算机系统是由硬件(hardware)和软件(software)组成的。硬件是指各种设备,软件是指使用设备的手段。

就硬件的结构而言,计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备和总线组成。其中,存储器又分为内存储器和外存储器。外存储器和输入输出设备统称为外围设备,而运算器和控制器又称为中央处理器(central processing unit,CPU)。随着大规模集成电路技术的发展,运算器和控制器已经能集成在一块集成电路芯片上,这就是微处理器(microprocessor),又称为微处理器。

中央处理器是计算机的核心,用于实现对计算机的控制和运算工作。

微处理器是微型计算机的核心。各种微处理器的性能指标不同,但都具有相同的基本功能:

- (1) 进行算术运算和逻辑运算;
- (2) 可以保存少量的数据;
- (3) 对指令进行译码并执行指令规定的操作;
- (4) 能与存储器和外部设备交换数据;
- (5) 提供微型计算机所需的地址和控制信号;
- (6) 可响应来自其他部件的中断请求。

微处理器内部包括运算部件、寄存器组、控制器和内部数据总线。

微处理器的内部运算部件是专门用来处理各种数据信息的,可以进行加、减、乘、除等算术运算和“与”、“或”、“非”逻辑运算。

寄存器组主要用于暂存参加运算的数据及中间运算结果,这些寄存器可以与内存或输入输出(I/O)设备交换数据,也可以为算术逻辑部件(ALU)提供数据以及存放运算结果。在寄存器组中,还有一些特殊的寄存器用于特殊用途,如有的寄存器用于存放地址,完成各种寻址方式。

控制部件由指令寄存器、指令译码器以及控制逻辑电路组成。指令寄存器用于存放当前执行的指令代码供指令译码器译码。指令译码器产生的相应控制信号送到时序和控制逻辑电路,从而组成微型计算机系统所需的时序和控制信号,控制计算机各部件的协调工作。

内部数据总线为微处理器内部各部件之间的数据传送、微处理器与外部存储器、微处理器与 I/O 设备的数据交换提供通道。

显然,微处理器与微型计算机是两个不同的概念,同时微型计算机与微型计算机系统也是两个不同的概念。

微处理器(microprocessor)是集成了运算部件、寄存器组、控制器和内部数据总线的集成电路芯片。微处理器也称为 CPU 或 μP 。

微型计算机(microcomputer)是以微处理器为基础,配以存储器以及输入输出(I/O)接口电路和相应辅助电路构成的裸机。把微型计算机集成在一个芯片上,即构成单片微型计算机(single chip microcomputer)。一个微型计算机并不能直接使用。

微型计算机系统(microcomputer system),是指由微型计算机配以相应的外围设备(如打印机、显示器、磁盘机和磁带机)及其他专用电器、电源、面板、机架及足够的软件而构成的系统。系统软件包括操作系统和一系列实用程序,有了系统软件才能发挥计算机系统中硬件的作用,用户才能方便地使用计算机。因此,通常使用的微型计算机,严格地说是指微型计算机系统。

2. 微型计算机结构

微型计算机是以微处理器为核心,通过系统总线连接内存储器和 I/O 接口电路组成的。微型计算机结构如图 1-1 所示。

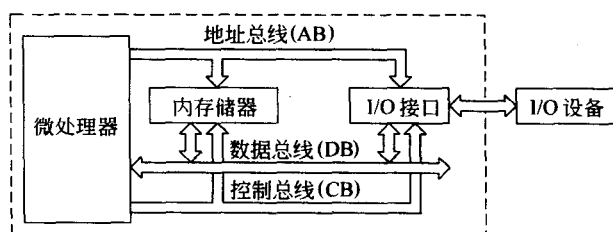


图 1-1 微型计算机结构

微处理器的字长就是微型计算机的字长。CPU 中大多数操作数的字长与之相等,CPU 内部总线的位数也与之相等。

微型计算机的内存储器通常由 CPU 之外的半导体存储器芯片组成,用来存放程序、原始操作、运算的中间结果数据和最终结果数据。包括 RAM(random access memory,随机存储器)和 ROM(read only memory,只读存储器)。

输入输出(input/output,I/O)设备统称外部设备,简称 I/O 设备,是微型计算机的重要组成部分。输入设备的任务是将程序、原始数据及现场信息以计算机所能识别的形式送到计算机中,供计算机自动计算或处理。微型计算机中常用的输入设备包括键盘、鼠标器、数字化仪、扫描仪和模数转换器等。输出设备的任务是将计算机的计算和处理结果以人能够识别的形式表示出来。微型计算机中常用的输出设备包括显示器、打印机、绘图仪、数模转换器等。

微型计算机在结构形式上采用总线结构。各组成部件之间通过一组公共的、具有逻辑控制能力的信号线传递信息,这种信号线称为总线。通常分为数据总线、地址总线和控制总线。

数据总线用于传送数据,数据总线是双向总线,数据可以从其他部件传送到 CPU,也可以由 CPU 传送到其他部件。数据总线的位数与 CPU 的字长相同,因此,8 位机、16 位机、32 位机的数据总线分别是 8 位、16 位和 32 位。在微型计算机中,数据的含义也是广义的,即数据总线上传送的不一定是作为计算机处理对象的数据,也可能是指令代码、状态码或者控制码。

地址总线是专门用来传送地址信息的。因为地址是 CPU 发出的,因此与数据总线不同,地址总线是单向的。传送 CPU 要访问的存储单元或 I/O 接口的地址信号。地址总线的位数决定了 CPU 可以直接寻址的内存范围。例如,某个微型计算机的地址总线是 16 位的,则表示该机 CPU 所能寻址的最大范围为 $2^{16}\text{B}=64\text{KB}$ 。

控制总线用来传送控制信号,其中包括 CPU 对存储器或 I/O 接口进行访问的控制信号,如读信号、写信号等;还包括其他部件传送给 CPU 的信号,如时钟信号、中断请求信号等。

1.2 微型计算机的发展及分类

1. 微处理器的发展

微型计算机的性能,很大程度上是由微处理器的性能决定的。因此在微型计算机的发展与使用过程中,人们已经习惯于用微处理器的型号来命名使用这一型号微处理器的微型计算机。从某种意义上说,微处理器的发展史,就是微型计算机的发展史。

从 1971 年第一片微处理器推出至今三十多年的时间里,微处理器的发展经历了 4 代。

第一代微处理器是以 4 位微处理器和低档 8 位微处理器为代表的,在 1971 年—1972 年设计与生产。其典型的产品有 1971 年的 Intel 4004、Intel 4040,1972 年的 Intel 8008,后者的集成度为 2000 个晶体管,采用 PMOS 工艺。Intel 公司一系列微处理器产品的推出,推动了微处理器芯片技术的发展,随后出现了如 ZiLog 公司、Motorola 等许多公司从事微处理器开发与生产。

第二代从 1973 年开始。上述许多生产厂家生产了多种型号的微处理器,其中设计最成功,应用最广泛的是 Intel 公司的 8088/8085, Zilog 公司的 Z-80, Motorola 公司的 6800/6802。这些微处理器的频率为 $2\sim 4\text{MHz}$,平均指令执行时间为 $1\sim 2\mu\text{s}$,集成度超过 5000 管/片,其中,8085、Z-80 和 6802 的集成度高达 10000 管/片。在这个时期内,微处理器的技术已经相当成熟,配套的各类器件也很齐全。后来,微处理器在以下几方面得到发展:提高集成度,提高功能和速度,增加外围电路的功能和种类等。

第三代从 1978 年开始。超大规模集成电路的工艺已经相当成熟,单个硅片上可容纳几万个晶体管。1978 年—1979 年出现了一些性能可与过去中档小型计算机相比的 16 位微处理器,其中代表有 Intel 的 8086/8088、Zilog 的 Z8000,以及 Motorola 公司的 MC 68000。这些微处理器的时钟频率为 $4\sim 8\text{MHz}$,平均指令执行时间为 $0.5\mu\text{s}$,集成度为 2000~6000 管/片。这些微处理器被称为第一代超大规模集成电路微处理器。

第四代从1981年开始。半导体生产厂家继续提高集成电路的性能,在集成度、速度和性能方面取得了很大发展,相继出现了 Intel 80286、Motorola 68010 这样一些集成度高达100000 管/片、时钟频率为 10MHz 左右、平均指令执行时间约为 $0.2\mu\text{s}$ 的 16 位高性能微处理器。

1983 年以后,Intel 80386 和 Motorola 68020 相继推出。这两者都是 32 位的微处理器,时钟频率达 $16\sim 20\text{MHz}$,平均指令执行时间约为 $0.1\mu\text{s}$,集成度高达 $150000\sim 500000$ 管/片。

1989 年—1995 年,Intel 公司推出 80486 和 Pentium,其中 Pentium 的集成度高达 3100000 管/片,时钟频率达 150MHz。1995 年 11 月 Intel 公司推出含 550 万个晶体管的 Pentium Pro(高能奔腾),在一个特殊的双腔封装结构中封装了 L2 cache,该缓存的频率与主频相同。Pentium Pro 特别为运行 32 位代码做了优化。

1997 年 1 月又推出了 Pentium MMX(多能奔腾)。同年 5 月推出了带有 MMX 指令集的 Pentium II,其封装接口采用全新的 Slot 1。

1999 年又推出了 450/500MHz 的 Pentium III。该微处理器内含有 32KB 的 L1 cache 和 512K 的 BL2 cache,除兼容 MMX 芯片 57 条多媒体指令外,还新增了 70 条 3D 指令(streaming SIMD extensions,SSE),其外频为 100MHz,并向 133MHz 外频发展。

2000 年又推出了新型体系结构的 32 位微处理器芯片 Pentium 4,其起始主频为 $1.3\sim 1.5\text{GHz}$,增加了 144 条 SSE2 指令,用于 PC 的 Pentium 4 主频已超过 3GHz,3.8GHz 主频的 Pentium 4 芯片已经问世。

2000 年 11 月,Intel 推出了第一代 64 位的微处理器芯片 Itanium(中文名为安腾),从而 Intel 公司的微处理器芯片进入了 64 位时代。

2. 微计算机的发展

1971 年,美国 Intel 公司研究并制造了 4004 芯片。该芯片数据线位数 4 位,每秒可进行 6 万次运算,它是世界上第一个微处理器芯片。从那时起,到现在微型计算机的发展以数据位数和典型的微处理器芯片作为阶段性的标志经历了 5 代。

第一代(1971 年—1973 年)是 4 位和低档 8 位微型计算机,代表产品是美国 Intel 公司的 4004 微处理器及由它组成的 MCS 微型计算机。

第二代(1974 年—1978 年)是中高档 8 位微型计算机,以 Intel 8080 和 8085、Motorola 公司的 MC 6800、美国 Zilog 公司的 Z-80 等为 CPU 的微型计算机为典型代表。

第三代(1978 年—1981 年)是 16 位微型计算机,如以 8086、Z8000 和 MC 68000 为 CPU 的微型计算机。

第四代(1981 年—1992 年)是 32 位微型计算机,典型的 CPU 产品有 80386、80486、MC 68020 和 Pentium 等。

第五代(1993 年以后)是 64 位微型计算机,Intel 公司推出当前最先进的微处理器芯片——64 位 Itanium。

在最近的 32 位计算机时代,Pentium 奠定了计算机工业的坚实基础。

3. 微型计算机的分类

经历了若干年的发展,微型计算机不仅数量众多,而且表现形式也各不相同。对微型计算机进行分类,可以从不同的角度进行。

(1) 按数据线位数划分。根据微型计算机系统所使用的微处理器一次可以访问的数据的位数不同,微型计算机可分为 4 位微型计算机、8 位微型计算机、16 位微型计算机、32 位微型计算机以及 64 位微型计算机。

4 位微型计算机中数据线位数为 4 位的微处理器,由于它可以方便地处理 BCD 码,因此曾广泛地应用于电子计算器中。目前随着对 4 位微型计算机的指令系统、存储容量、输入输出能力和运行速度等方面性能的改善,4 位微型计算机作为各种控制器已广泛应用于电子仪器、家用电器等应用领域。

8 位微型计算机在 20 世纪 80 年代初期和中期有着广泛的应用。由于 8 位微型计算机可以很方便地表示字符、数字信息,运行速度较快,有较多的硬件支持和软件积累,可以配有操作系统和各种高级语言,适合于一般的数据处理。

16 位微型计算机的运行速度和数据处理能力明显强于 8 位微型计算机,并可配有功能强大的操作系统和多种高级语言,可以进行大量的数据处理的多任务控制。16 位微型计算机的性能已超过了过去的小型计算机。

32 位微型计算机在系统结构、元器件技术等方面有很大的进展,其性能大大优于其他机种。不仅用于过程控制、事务处理、科学计算等领域,而且还可以很好地工作于需要进行声音图像处理等多媒体应用以及计算机辅助设计、计算机辅助制造等大数据量的应用领域。

64 位微型计算机是 Intel 公司于 2000 年 11 月推出的,是一种全新的结构,其核心技术是 EPIC(显式并行指令计算)。具有大量的用户可见的寄存器以及多个执行单元,以支持高度并行性。

(2) 按规模划分。按微型计算机的组织结构和规模,可分为单片机、单板机和个人计算机等。

单片机是一种将组成微型计算机的基本功能部件集成在一片集成电路芯片上所构成的计算机,这些功能部件包括微处理器、部分 RAM、部分 ROM、I/O 接口电路和计时器/计数器等,有的单片机还将数模转换器和模数转换器集成在内。单片机具有体积小、功耗低等特点,在智能化仪器仪表以及自动控制领域广泛应用。常用的单片机有 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机、MCS-96 系列单片机、Motorola 公司的 MC 6850 等。

单板机是将微处理器、RAM、ROM,以及一些 I/O 接口电路,加上相应的外部设备(键盘、发光二极管显示器)以及监控程序固件等安装在一块印制板电路上所构成的计算机系统。典型产品有以 Z-80 为 CPU 的 TP801、以 Intel 8086 为 CPU 的 TP86 等,广泛应用于生产过程的实时控制及教学实验等。

个人计算机是指通常意义上的计算机系统,由计算机主机和键盘、显示器、鼠标器和打印机等常用外部设备,以及系统软件组成。各种型号的微型计算机性能差异很大,分别适用于家庭、商业、教育和科技等领域。

1.3 微型计算机数制及其转换

1.3.1 微型计算机常用数制的特点

人们常用的数是十进制数。在计算机中采用二进制数,为了书写和阅读方便,还采用了