



应用型高等学校“十三五”规划教材

DANPIANJI JISHU YU YINGYONG
——JIYU FANGZHEN YU GONGCHENG SHIJIAN

单片机技术与应用

——基于仿真与工程实践

陈 青 刘 丽 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

应用型高等学校“十三五”规划教材

单片机技术与应用 ——基于仿真与工程实践

陈 青 刘 丽 主 编



华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书主要以培养应用型本科院校技能型人才为目的,以知识目标、技能目标为主线,突出了应用性,并强化了实践能力。本书在内容的组织上,以应用为导向、完成任务为目的,应用基础知识依托我国宏晶科技公司生产的 STC89C52 单片机展开介绍,将仿真软件 Proteus 和 C51 编译软件 Keil C 紧密结合(软硬件结合,知识点和技能点结合),从而达到理论与实践内容相互融会贯通的教学目的。

全书内容包括 STC89C52 单片机片内结构和工作原理,Keil 和 Proteus 编译和仿真软件操作基础,汇编及 C51 程序设计,中断、定时/计数器和串行口,串行、并行扩展技术,键盘、显示、A/D 转换、D/A 转换、时钟、测温和驱动电动机等接口电路。每章中的例题程序都经过了实践验证,每章均有各类课后习题供训练之用。

本书引入了 Proteus 仿真平台,利用仿真电路图代替电路原理图,让学习者有身临其境学习单片机的感受,真正体会到学习单片机的乐趣。本书同时对应用产品设计中的工程实践进行了深入阐述,主要涉及 LCD12864 和 LCD1602 等液晶显示器件、DS18B20、I²C 总线、ISP 在线系统编程等技术。

本书可作为应用型本科及高职院校相关专业学生教学用书,也可作为电子爱好者学习单片机的自学用书,还可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术与应用:基于仿真与工程实践/陈青,刘丽主编. —武汉:华中科技大学出版社,2018.8
ISBN 978-7-5680-4438-7

I. ①单… II. ①陈… ②刘… III. ①单片微型计算机-高等学校-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 182846 号

单片机技术与应用——基于仿真与工程实践

Danpianji Jishu yu Yingyong——Jiyu Fangzhen yu Gongcheng Shijian

陈 青 刘 丽 主 编

策划编辑:范莹

责任编辑:陈元玉

封面设计:原色设计

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录排:武汉市洪山区佳年华文印部

印刷:武汉科源印刷设计有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:25.75

字数:658千字

版次:2018年8月第1版第1次印刷

定价:49.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

随着计算机技术的飞速发展和普及,单片机以体积小、功能强大、应用灵活、性价比高等优点,在工业控制、智能仪表、数据采集系统及家用电器等领域得到了广泛应用。本书选用 STC89C52 单片机,它以 MCS-51 为内核,采用该单片机最主要的原因是该单片机具有在线系统可编程功能,无须专用编程器,可通过串口直接下载用户程序,便于开发,因此受到初学者特别是学生的青睐。同时,由于该单片机可有效缩减系统开发时间,因此被产品开发人员广泛选用。

本书主要以培养应用型本科院校技能型人才为目的,以知识目标、技能目标为主线,突出了应用性,并强化了实践的能力。在内容的组织上,本书以工程应用为导向、完成任务为目的,介绍了 STC89C52 单片机的基本知识,软硬件相结合,知识点和技能点相结合,既实现了知识的全面性和连贯性,又做到了理论与实践内容的融会贯通。

本书将当前流行的电路仿真软件 Proteus 和程序编译软件 Keil μ Vision4 引入单片机课堂教学和实践教学中,并使之与现行教学大纲和实验大纲基本内容紧密融合。通过单片机仿真实验,在近似真实的应用环境下培养学生的单片机专业技能,不再受实验场地、器材和实验学时的限制,解决了以往基于电路实验箱教学中,验证性实验偏多导致学生难以得到足够的动手机会和教学实践效果不理想等问题。这种虚拟仿真平台便于学习者灵活、大胆地进行单片机电路设计、软件开发和系统调试的训练,能够很大程度地激发学生的学习兴趣,提高其学习效果,让单片机学习上手容易。

第 1 章介绍计算机的基础知识;第 2 章介绍单片机应用系统开发,包括仿真软件 Proteus 和 C51 编译软件 Keil μ Vision4 的应用及样例;第 3 章详细介绍 STC89C52 单片机的硬件结构;第 4 章详细介绍 51 系列单片机的指令系统、汇编语言程序设计、C51 语言程序设计;第 5 章介绍 STC89C52 单片机中断系统及应用;第 6 章介绍 STC89C52 单片机定时/计数器,特别是增加了 T2 定时器的应用;第 7 章介绍 STC89C52 单片机串行口的内部结构、串行口的 4 种工作方式、串行口多机通信的工作原理及双机串行通信的软件编程;第 8 章介绍外扩数据存储器和程序存储器地址空间分配的方法和具体设计;第 9 章介绍 TTL 端口扩展、LCD 显示屏应用扩展、A/D 转换、D/A 转换、I²C 总线应用等内容;第 10 章介绍两个完整的工程应用实例;附录 A 包含 9 个实验。整个教学内容以 Proteus 仿真案例贯穿全书,电路仿真图和程序真实可靠。每章后有相应的习题供训练之用。

本书除要感谢署名的编者外,还要特别感谢武汉大学王思贤教授的指导和关心,王思贤教授主要审核制定教学大纲,把握教学内容,对教学实施、学时分配、重难点处理等问题给出了很好的指导意见。感谢胡劲老师在前期资料的收集、实验教学文档的修改等方面做

出的贡献。同时,编者还参考和引用了书后参考文献的部分内容,在此向相关作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2018年5月

目 录

第 1 章 计算机基础知识	1
1.1 绪论	1
1.1.1 微型计算机的发展史	1
1.1.2 微型计算机的特点	2
1.1.3 微型计算机的应用领域	3
1.2 微型计算机的组成	4
1.2.1 微处理器	4
1.2.2 微型计算机	5
1.2.3 微型计算机系统	5
1.3 微型计算机的工作过程和主要性能指标	5
1.3.1 微型计算机的工作过程	5
1.3.2 微型计算机的主要性能指标	6
1.4 微机系统中采用的先进技术	7
1.4.1 流水线技术	7
1.4.2 高速缓冲存储器	7
1.4.3 CISC 和 RISC	7
1.4.4 多核技术	8
1.5 微型计算机中数的表示	8
1.5.1 数制及相互转换	8
1.5.2 符号数的表示及运算	11
1.5.3 计算机中的常用术语和编码	15
1.6 单片机概述	18
1.6.1 单片机的发展历史及趋势	19
1.6.2 单片机的特点及应用	20
1.7 MCS-51 系列单片机与 STC 系列单片机	22
1.7.1 MCS-51 系列单片机	22
1.7.2 STC 系列单片机	23
1.8 其他常见系列单片机	23
1.8.1 AT89 系列单片机	23
1.8.2 AVR 系列单片机	24

1.8.3 PIC 系列单片机	26
1.9 本章小结	26
习题	27
第 2 章 单片机应用系统开发简介	28
2.1 集成开发环境 Keil μ Vis4 简介	28
2.1.1 Keil μ Vis4 运行环境介绍	28
2.1.2 Keil μ Vis4 集成开发环境的 STC 单片机开发流程	30
2.2 集成开发工具 Proteus 7 Professional 简介	33
2.2.1 Proteus 基本用法	34
2.2.2 实例分析	36
2.3 Keil μ Vis4 与 Proteus 7 Professional 的联调	39
2.4 Proteus ISIS 模块应用举例	40
2.4.1 ISIS 原理图仿真模块应用举例	40
2.4.2 ARES 模块应用举例	44
2.5 本章小结	48
习题	48
第 3 章 STC89C52 单片机硬件结构	49
3.1 STC89C52 单片机的内部功能结构及其特点	49
3.2 STC89C52 单片机的外部引脚及功能	51
3.3 STC89C52 单片机存储器结构	54
3.3.1 STC89C52 单片机程序存储器	54
3.3.2 STC89C52 单片机数据存储器	55
3.3.3 STC89C52 单片机特殊功能寄存器	57
3.4 STC89C52 单片机 I/O 接口	62
3.4.1 P1 口	62
3.4.2 P3 口	63
3.4.3 P0 口	64
3.4.4 P2 口	65
3.4.5 I/O 接口 5 V 和 3 V 的匹配	66
3.5 STC89C52 单片机的时钟与复位	66
3.5.1 传统 51 单片机时序	66
3.5.2 STC89C52 单片机时钟电路	67
3.5.3 STC89C52 单片机的复位电路	69
3.5.4 STC89C52 单片机的复位状态	70
3.6 STC89C52 单片机的省电工作模式	71
3.7 本章小结	72
习题	72

第 4 章 单片机程序设计	73
4.1 STC 系列单片机指令系统基本概念	73
4.1.1 指令书写格式	73
4.1.2 指令编码格式	74
4.1.3 指令系统中常用的符号	75
4.1.4 指令系统的寻址方式	76
4.2 STC 系列单片机指令分类详解	79
4.2.1 数据传送类指令	79
4.2.2 算术运算类指令	83
4.2.3 逻辑操作类指令	86
4.2.4 控制转移类指令	88
4.2.5 位操作类	91
4.3 STC 系列单片机汇编语言程序设计	96
4.3.1 汇编语言程序设计基础	96
4.3.2 汇编语言程序结构与设计示例	99
4.4 STC 单片机 C 语言程序设计	109
4.4.1 Keil C51 简介	109
4.4.2 Keil C51 语言基础知识	112
4.4.3 C51 语言程序设计举例	120
4.4.4 C51 语言与汇编语言的混合编程	122
4.5 简单接口程序应用	127
4.5.1 基本 I/O 单元与编程	127
4.5.2 LED 数码管原理与编程	133
4.5.3 I/O 接口的进阶应用	136
4.6 本章小结	142
习题	142
第 5 章 STC89C52 单片机中断系统	144
5.1 中断的概念	144
5.2 STC89C52 单片机中断系统简介	144
5.2.1 中断系统结构	144
5.2.2 中断源	145
5.2.3 中断请求标志	146
5.2.4 中断控制寄存器	148
5.3 中断响应	151
5.3.1 中断响应条件	151
5.3.2 外部中断响应时间	152
5.3.3 中断请求的撤销	152

5.4	中断程序的设计	153
5.4.1	中断程序的设计过程	153
5.4.2	中断程序设计举例	155
5.5	本章小结	160
	习题	160
第6章	STC89C52 单片机定时/计数器	162
6.1	STC89C52 单片机定时/计数器的组成	162
6.2	定时/计数器 0 和定时/计数器 1	163
6.2.1	与 T0/T1 相关的寄存器	163
6.2.2	定时/计数器 0/1 的 4 种工作方式	164
6.2.3	定时/计数器 0/1 的应用	166
6.3	定时/计数器 2	177
6.3.1	与定时/计数器 2 相关的寄存器	177
6.3.2	定时/计数器 2 的 3 种工作方式	179
6.3.3	定时/计数器 2 的应用	183
6.4	本章小结	188
	习题	188
第7章	STC89C52 单片机串行通信	190
7.1	串行通信概述	190
7.1.1	数据通信	190
7.1.2	异步通信和同步通信	191
7.1.3	波特率	192
7.2	串行口的结构	193
7.2.1	内部硬件结构	193
7.2.2	串行口特殊功能寄存器	194
7.3	串行口的 4 种工作方式	196
7.3.1	串行口方式 0	196
7.3.2	串行口方式 1	200
7.3.3	串行口方式 2 和方式 3	201
7.4	波特率的设定与计算	202
7.5	STC89C52 单片机之间的通信	206
7.5.1	串行通信接口	206
7.5.2	双机串行通信编程	209
7.5.3	多机通信	212
7.6	PC 与单片机间的通信	218
7.6.1	PC 与单片机的点对点通信设计	218
7.6.2	PC 与多个单片机的串行通信接口设计	219

7.7 本章小结	220
习题	221
第8章 STC89C52 单片机存储器的扩展	223
8.1 系统扩展结构	223
8.2 地址锁存与地址空间分配	225
8.2.1 地址锁存	225
8.2.2 地址空间分配	226
8.3 程序存储器的扩展	229
8.3.1 外扩程序存储器的操作时序	230
8.3.2 程序存储器的扩展方法	231
8.4 数据存储器的扩展	236
8.4.1 外扩数据存储器的读/写操作时序	236
8.4.2 数据存储器的扩展方法	237
8.5 EPROM 和 RAM 的综合扩展	241
8.6 本章小结	245
习题	245
第9章 STC89C52 单片机 I/O 的扩展与设计	246
9.1 I/O 接口概述	246
9.2 TTL 电路扩展并行接口	248
9.2.1 简单并行输出接口的扩展	248
9.2.2 简单并行输入接口的扩展	250
9.3 STC 单片机与 LCD 的接口	252
9.3.1 LCD 简介	253
9.3.2 STC 单片机与 LCD1602 的接口及软件编程	258
9.3.3 STC 单片机与 LCD12864 的接口及软件编程	260
9.4 STC89C52 与 A/D 转换器的接口	264
9.4.1 A/D 转换器简介	264
9.4.2 STC89C52 与并型 8 位 A/D 转换器 ADC0809 的接口	266
9.4.3 STC89C52 与并型 12 位 A/D 转换器 AD1674 的接口	270
9.5 STC89C52 与 D/A 转换器的接口	274
9.5.1 D/A 转换器简介	274
9.5.2 STC89C52 与 8 位 D/A 转换器 DAC0832 的接口设计	275
9.6 串行扩展总线接口	280
9.6.1 单总线串行扩展	280
9.6.2 SPI 总线串行扩展	296
9.6.3 I ² C 串行总线扩展	304
9.6.4 STC89C52 单片机的 I ² C 总线扩展的设计	308

9.7 本章小结.....	313
习题	313
第 10 章 STC 单片机应用系统设计实例	315
10.1 STC89C52 单片机最小系统简介	315
10.2 基于 STC89C52 单片机的智能交通灯设计	317
10.2.1 系统需求分析	317
10.2.2 系统设计方案	317
10.2.3 系统硬件设计	318
10.2.4 系统软件设计	318
10.3 基于 STC89C52 单片机的万年历设计	320
10.3.1 系统需求分析	320
10.3.2 系统设计方案	320
10.3.3 系统硬件设计	321
10.3.4 系统软件设计	322
10.4 本章小结	340
习题	340
附录 A 实验指导	342
A.1 实验 1:计数显示器	342
A.2 实验 2:指示灯/开关控制器	352
A.3 实验 3:指示灯循环控制	357
A.4 实验 4:指示灯/数码管的中断控制	363
A.5 实验 5:电子秒表显示器	369
A.6 实验 6:双机通信及 PCB 设计	373
A.7 实验 7:直流数字电压表设计	386
A.8 实验 8:步进电动机控制设计	392
A.9 实验 9:多位数字显示及硬件程序下载	395
附录 B Proteus 中的常用器件	399
参考文献	401

第 1 章 计算机基础知识

1.1 绪论

1.1.1 微型计算机的发展史

讨论微型计算机的发展,最有代表性的是微处理器。随着微电子技术的不断进步,微处理器和其他功能部件都遵循摩尔定律,每隔两年集成度和性能增长 1 倍,价格却下降 1/2。下面以 Intel 系列微处理器为例,回顾微型计算机发展的历程。

1. 第一代:4 位或低档 8 位微处理器

典型的是美国 Intel 4004 和 Intel 8008 微处理器。Intel 4004 是一种 4 位微处理器,可进行 4 位二进制的并行运算,它有 45 条指令,速度为 0.05 MI/s (Million Instruction Per Second, 每秒一百万条指令)。Intel 4004 的功能有限,主要用于计算器、电动打字机、照相机、台秤、电视机等家用电器上。Intel 8008 是世界上第一种 8 位微处理器,其存储器采用 PMOS 工艺。该阶段的计算机工作速度较慢,微处理器的指令系统不完善,存储器容量很小,只有几百字节,没有操作系统,只有汇编语言。该阶段的计算机主要用于工业仪表、过程控制上。

2. 第二代:中档的 8 位微处理器

典型的微处理器有 Intel 8080/8085, Zilog 公司的 Z80 和 Motorola 公司的 M6800。与第一代微处理器相比,集成度提高了 1~4 倍,运算速度提高了 10~15 倍,指令系统相对比较完善,已具备典型的计算机体系结构及中断、直接存储器存取等功能,其存储容量达 64 KB,配有荧光屏显示器、键盘、软盘驱动器等设备。

3. 第三代:16 位微处理器

1978 年,Intel 公司率先推出 16 位微处理器 8086,同时,为了方便原来的 8 位机用户,Intel 公司又提出了一种准 16 位微处理器 8088。在 Intel 公司推出 8086、8088 CPU 之后,各公司也相继推出了同类的产品,有 Zilog 公司的 Z8000 和 Motorola 公司的 M68000 等。16 位微处理器比 8 位微处理器有更大的寻址空间、更强的运算能力、更快的处理速度和更完善的指令系统。因此,16 位微处理器已能够替代部分小型计算机的功能,特别在单任务、单用户的系统中,8086 等 16 位微处理器得到了广泛应用。1982 年,Intel 公司又推出了 16 位高级微处理器 80286。微处理器采用短沟道高性能 NMOS 工艺。在体系结构方面吸纳了传统小型机甚至大型机的设计思想,如虚拟存储和存储保护等,时钟频率提高到 5~25 MHz。在 20 世纪 80 年代中后期至 1991 年年初,80286 一直是微型计算机的主流 CPU。

4. 第四代:32 位微处理器

1985 年,Intel 公司推出了第四代微处理器 80386。它是一种与 8086 向上兼容的 32 位微型计算机原理及应用的微处理器,它具有 32 位的数据总线和 32 位的地址总线,存储器寻址空间可达 4 GB,运算速度可达 300 万~400 万 I/s,即 3~4 MI/s。CPU 内部采用 6 级流水线结构,使用 2 级存储器管理方式,支持带有存储器保护的虚拟存储机制。随着集成电路工艺水平的提高,1989 年,Intel 公司又推出了性能更高的 32 位微处理器 80486,在芯片上集成约 120 万个晶体管,是 80386 的 4 倍。80486 由三个部件组成:一个是 80386 体系结构的主处理器,一个是与 80387 兼容的数字协处理器,一个是 8 KB 容量的高速缓冲存储器。80486 采用了 RISC(精简指令集计算机)技术和突发总线技术,提高了速度,在相同频率下,80486 的处理速度一般比 80386 的快 2~4 倍。以这些高性能 32 位微处理器为 CPU 构成的微机的性能指标已达到或超过当时的高档小型计算机甚至大型计算机的水平,称为高档微型计算机或超级微型计算机。同期推出的产品还有 MC68040 和 NEC 公司的 V80。

5. 第五代:Pentium 微处理器

1993 年,Intel 公司推出了第五代微处理器 Pentium(中文译名为奔腾)。Pentium 微处理器的推出使得微处理器的技术发展到了一个新的阶段,标志着微处理器完成从 CISC(复杂指令集计算机)向 RISC 时代的过渡,也标志着微处理器向工作站和超级小型计算机冲击的开始。

Pentium 微处理器具有 64 位的数据总线和 32 位的地址总线,CPU 内部采用超标量流水线设计,Pentium 芯片内部采用双 Cache 结构(指令 Cache 和数据 Cache),每个 Cache 容量为 8 KB,数据宽度为 32 位,数据 Cache 采用回写技术,大大节省了处理时间。Pentium 微处理器为了提高浮点运算速度,采用 8 级流水线和部分指令固化技术,芯片内设置分支目标缓冲器(BTB),可动态预测分支程序的指令流向,节省了 CPU 判别分支的时间,大大提高了处理速度。Pentium 系列处理器有多种工作频率,工作在 60 MHz 和 66 MHz 时,其速度可达 10^8 I/s。同期推出的第五代微处理器还有 IBM、Apple 和 Motorola 这三家公司联盟的 PowerPC(这是一种完全的 RISC 微处理器),以及 AMD 公司的 K5 和 Cyrix 公司的 M1 等。

6. 第六代:Pentium Pro 微处理器

1996 年,Intel 公司将其第六代微处理器正式命名为 Pentium Pro(奔腾)。该处理器的时钟频率为 200 MHz,在处理方面,Pentium Pro 引入了新的指令执行方式,其内部核心是 RISC 处理器,运算速度达 200 MI/s。Pentium Pro 允许在一个系统里安装四个处理器,因此,Pentium Pro 最适合工作于高性能服务器和工作站中。

7. 第七代:Pentium 4 微处理器

2000 年 11 月,Intel 公司推出了第七代微处理器奔腾 4(Pentium 4,或简称奔 4 或 P4),这一新的架构称为 NetBurst,Pentium 4 有着高达 400 MHz 的前端总线,之后又提升到 533 MHz、800 MHz。它其实是四条 100 MHz 的并列总线($100\text{ MHz}\times 4$ 并列),因此,理论上它可以传送比一般总线多 4 倍的容量,所以号称有 400 MHz 的速度。

1.1.2 微型计算机的特点

由于微型计算机是采用大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)组成的,所以

它除了具有一般计算机的运算速度快、计算精度高、记忆功能和逻辑判断力强、自动工作等常规特点外,还有它自己的独特优点。

1. 体积小、质量轻、功耗低

由于采用了大规模和超大规模集成电路,因而构成微型计算机所需的器件数目大为减少,体积也大为缩小。一个与小型计算机 CPU 功能相当的 16 位微处理器 MC68000 由 13000 个标准门电路组成,其芯片面积仅为 $(6.25 \times 7.14) \text{mm}^2$,功耗为 1.25 W。32 位的超级微处理器 80486 有 120 万个晶体管电路,其芯片面积仅为 $(16 \times 11) \text{mm}^2$,芯片的质量仅十几克。工作在 50 MHz 时钟频率时的最大功耗仅为 3 W。随着微处理器技术的发展,今后推出的高性能微处理器产品体积更小、功耗更低,而功能更强,这些优点对于航空、航天、智能仪器仪表等领域具有特别重要的意义。

2. 可靠性高、对使用环境要求低

微型计算机采用大规模集成电路以后,其系统内使用的芯片数大大减少,接插件数目大幅度减少,简化了外部引线,安装更加容易。加上 MOS 电路芯片本身功耗低、发热量小,使微型计算机的可靠性大大提高,因而也降低了对使用环境的要求,普通的办公室和家庭环境就能满足要求。

3. 结构简单、设计灵活、适应性强

微型计算机多采用模块化的硬件结构,特别是采用总线结构后,微型计算机系统成为一个开放的体系结构,系统中各功能部件通过标准化的插槽和接口相连,用户选择不同的功能部件(板卡)和相应外设就可构成不同要求和规模的微型计算机系统。微型计算机的模块化结构和可编程功能,使得一个标准的微型计算机在不改变系统硬件设计或只部分地改变某些硬件时,在相应软件的支持下就能适应不同的应用任务的要求,或者升级为更高档次的微型计算机系统,从而微型计算机具有很强的适应性和广泛的应用范围。

4. 性价比高

随着微电子学的高速发展和大规模、超大规模集成电路技术的不断成熟,集成电路芯片的价格越来越低,微型计算机的成本不断下降,同时也使得许多过去只在大、中型计算机中采用的技术(如流水线技术、RISC 技术、虚拟存储技术等)也开始在微型计算机中采用,许多高性能的微型计算机的性能实际上已经超过了中、小型计算机(甚至是大型计算机)的水平,但其价格要比中、小型计算机低得多。随着超大规模集成电路技术的进一步成熟,生产规模和自动化程度的不断提高,微型计算机的价格越来越便宜,而性价比越来越高,这使得微型计算机的应用更为广泛。

1.1.3 微型计算机的应用领域

自第一台个人计算机 IBM PC 问世以来,微型计算机的应用领域在不断扩大,尤其是 Pentium 处理器应用于个人计算机以来,微型计算机的应用更加广泛,涉及方方面面。不论是科学计算、信息处理、事务管理、工业智能控制、CAD/CAM,还是网络与通信,以及电子商务等均离不开微型计算机。

1. 科学计算

最初研制计算机的目的就是用于科学计算,就是要解决人工无法解决的复杂科学计算问

题,如大型水利工程中的计算、卫星轨道计算、天气预报中的气象参数计算、结构计算等。没有计算机的参与,这些复杂计算问题不可能解决。

2. 信息处理

在生产组织、企业管理、情报检索等领域存在大量的信息需要及时进行搜集、归纳、分类、整理、存储、检索、统计、分析等。尽管运算量不大,但有大量的逻辑运算与判断微型计算机的原理及应用分析,处理结果往往以图表形式给出。借助微型计算机,人们就可以从繁杂的数据统计和事务管理中解放出来,大大提高了管理水平和工作效率。

3. 工业控制

工业控制就是利用微型计算机对生产过程进行自动控制的过程,这可以大大提高生产效率,改进产品质量,缩短生产周期,降低生产成本。

4. 计算机集成制造系统

CAD(Computer Aided Design)就是利用计算机进行辅助设计,CAM(Computer Aided Manufacturing)就是利用计算机进行辅助制造。另外还有 CAT(Computer Aided Test,计算机辅助测试)、CAPP(Computer Aided Process Planning,计算机辅助工艺规划)、MIS(Management Information System,管理信息系统)等。这些借助计算机的相关技术在飞机、汽车、船舶、机械制造、建筑工程、集成电路等行业中获得了广泛应用。通常把具有 CAD、CAM、CAT、CAPP,以及 MIS 功能的计算机综合应用系统称为计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacture System,CIMS)。

5. 人工智能

尽管目前真正的人工智能计算机还没有问世,但利用计算机模拟人类某些智能行为(如感知、思维、推理、学习、理解等)的理论、技术和应用已经出现,如专家系统、模式识别、问题求解、机器翻译、自然语言理解等。

6. 电子商务

借助计算机,在 Internet 上可以进行产品交易等商务活动,这就是电子商务,简单通俗的说法是,电子商务就是在 Internet 上做生意。电子商务可以节约大量的人力和财力,提升商品知名度,降低销售成本等。目前电子商务的应用越来越受到重视。

实际上,微型计算机的应用不限于此,各行各业甚至家庭都在应用微型计算机,如家用智能化电器、智能大厦、智能仪器仪表、教育、娱乐等。

1.2 微型计算机的组成

1.2.1 微处理器

CPU(Central Processing Unit,中央处理器)是指计算机内部对数据进行处理并对处理过程进行控制的部件。随着大规模集成电路技术的迅速发展,芯片集成度越来越高,CPU 可以集成在一个半导体芯片上,这种具有中央处理器功能的大规模集成电路器件,统称为微处理器

(Microprocessor, 简称 MP 或 μP)。

近年来,随着微电子技术和超大规模集成技术的迅猛发展,在微处理器的内部不仅包括中央处理器的核心部件,而且已经把数字协处理器、高速缓冲存储器,以及多种接口和控制部件,甚至把多媒体部件也集成到了一块微处理器芯片内。

微处理器与存储器合称为微处理机。

不同时期、不同类型的微处理器性能各不相同,但它们具有共同的特点,就是完成如下基本功能。

- (1) 进行算术与逻辑运算。
- (2) 对指令进行译码并执行规定操作。
- (3) 能保存有关数据(少量)。
- (4) 能与存储器和外部设备交换数据。
- (5) 提供对其他部件的定时和控制。
- (6) 能响应其他部件包括外部设备发来的中断请求。

1.2.2 微型计算机

微型计算机(Microcomputer, 简称 MC 或 μC)是通过总线将微处理器、存储器和输入/输出接口连接在一起的有机整体。它包含冯·诺依曼计算机体系结构中的五个部件,微型计算机简称微型机或微机。

要特别指出的是,为了进一步微型化,在微型计算机的发展过程中,还出现了单片计算机(简称单片机)和单板计算机(简称单板机)。单片机将微型计算机的所有部件全部集成在一块芯片上,而单板机则将微型计算机的各个部件安装在一块印制电路板上,从而使微型计算机更适合小型化的应用场合。

1.2.3 微型计算机系统

微型计算机系统(Microcomputer System, 简称 MCS 或 μCS)是以微型计算机为核心,配置相应的外部设备和系统软件及应用软件,从而具有独立的数据处理和运算能力的系统。换句话说,微型计算机系统是微型计算机硬件、软件,以及外部设备的集合,是一台完整的、可供用户直接使用的计算设备或控制设备。

1.3 微型计算机的工作过程和主要性能指标

1.3.1 微型计算机的工作过程

根据冯·诺依曼的设计,计算机应能自动执行程序,而执行程序又归结为逐条执行指令。执行一条指令又可分为以下五个基本操作。

(1) 取指令:从存储器某个地址单元中取出要执行的指令送到 CPU 内部的指令寄存器暂存。

(2) 分析指令:或称指令译码,把保存在指令寄存器中的指令送到指令译码器,译出该指令对应的微操作信号,控制各个部件的操作。

(3) 取操作数:如果需要,就发出取数据命令,并到存储器取出所需的操作数。

(4) 执行指令:根据分析指令,向各个部件发出相应的控制信号,并完成指令规定的各种操作。

(5) 保存结果:如果需要保存计算结果,则把结果保存到指定的存储器单元中。

完成一条指令所需的时间称为指令周期。一个指令周期往往包含多个总线周期,而一个总线周期又包含多个时钟周期。时钟周期是计算机中最小的时间单位。

1.3.2 微型计算机的主要性能指标

微型计算机的性能是一个综合的指标,它与微型计算机的系统结构、各部件的硬件性能,以及系统的软件配置有关,主要评估指标有以下几项。

1. 微处理器的字长

计算机一次能并行处理的二进制的位数称为字长。微处理器的字长一般由算术逻辑单元(ALU)的位数和数据总线的宽度来决定,字长越长,表示数据的精度越高,传送处理数据的速率越快。例如,8086 是 16 位字长处理器。有些处理器的 ALU 位数和数据总线宽度并不相同,例如,8088 的 ALU 位数是 16 位,但为了和 8 位的 I/O 设备兼容,其数据总线只有 8 位,因此称其为准 16 位处理器。单片机 MCS51 的 ALU 位数是 8 位。

2. 内存储器容量和访问时间

存储器容量和存储器访问时间是反映微型计算机内部存储器(简称内存)性能的两个主要指标。内存的最大容量与处理器的地址线宽度有关,8086 有 20 位地址线,最大内存容量为 1 MB。存储器访问时间体现了内存的速度,直接影响处理机的性能。20 世纪 80 年代初,动态存储器(DRAM)的访问时间为几百纳秒,近年来提高到几十纳秒。但是,存储器速度的提升远远赶不上微处理器速度的提升,弥补它们之间的速度间隙一直是微型计算机技术中的难题。

3. 系统总线数据传输速率

总线每秒钟能够传送的最大字节数称为总线的数据传输速率。总线数据传输速率与总线宽度及总线周期时间有关。总线宽度是指总线中数据线的位数。基于 8088 的个人计算机系统总线宽度为 8 位,ISA 标准数据线宽度为 16 位。总线周期时间是指进行一次总线访问花费的时间,ISA 总线的典型总线周期时间为 3 个时钟周期,即每 3 个时钟周期传送 1 B;8 MHz 主频、16 位宽度的 ISA 总线数据传输速率是 5.3 MB/s。

4. 运算速度

运算速度是衡量计算机性能的一项重要指标。通常所说的计算机运算速度(平均运算速度),是指每秒钟所能执行的指令条数,一般用“MI/s”(Million Instruction Per Second, MIPS)来描述。同一台计算机,执行不同的运算所需的时间可能不同,因而对运算速度的描述常采用不同的方法。常用的有 CPU 时钟频率(主频)、每秒平均执行指令数(IPS)等。