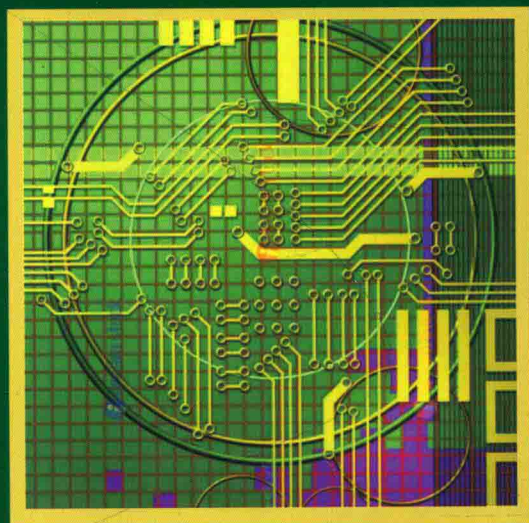


21世纪高校教材

DANPIAN WEIXING JISUANJI YUANLI JI JIEKOU JISHU

单片微型计算机 原理及接口技术

邹丽新 朱桂荣 陈大庆 丁建强 编著



苏州大学出版社
Soochow University Press

教材

单片微型计算机原理及接口技术

邹丽新 朱桂荣 陈大庆 丁建强 编著



苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片微型计算机原理及接口技术 / 邹丽新等编著
— 苏州: 苏州大学出版社, 2018. 8
ISBN 978-7-5672-2542-8

I. ①单… II. ①邹… III. ①单片微型计算机—理论—高等学校—教材 ②单片微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 171422 号

内 容 提 要

本书以 MCS-51 单片微机为中心介绍单片微型计算机原理与接口技术。内容包括: 微型计算机的基础知识、MCS-51 单片微机的硬件结构、指令系统、汇编语言程序设计、中断系统、定时器/计数器与串行接口等, 同时还介绍了输入/输出口的扩展、键盘接口技术、显示接口技术和 D/A 与 A/D 接口技术, 最后介绍 MCS-51 兼容单片机。

本书可作为高等院校微型计算机原理与接口技术课程的教材。全书具有较强的系统性、先进性和实用性, 特别是介绍了一些较新的单片微机接口技术。内容通俗易懂、由浅入深、循序渐进, 每章都配有习题, 特别适合于没有学过微机原理课程的人员学习。本书也可作为工程技术人员参考用书。

单片微型计算机原理及接口技术

邹丽新 朱桂荣 陈大庆 丁建强 编著
责任编辑 周建兰

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

宜兴市盛世文化印刷有限公司印装

(地址: 宜兴市万石镇南漕河滨路 58 号 邮编: 214217)

开本 787 mm×1 092 mm 1/16 印张 20 字数 498 千

2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-2542-8 定价: 48.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-67481020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

前 言

20 世纪 80 年代以来,微型计算机应用技术不断发展和提高,应用领域不断拓宽,目前已经渗透到国防科技、工业生产、农业技术、人工智能、医疗器具、智能家电等各个领域,微型计算机也成为当今世界科学技术应用和发展不可缺少的重要工具。作为微型计算机的重要分支——单片微型计算机,由于其具有结构简洁、原理清晰、扩展灵活、功耗低等特点,因而得到了广泛应用。“单片微型计算机原理及接口技术”课程一直受到各高等院校的重视,深受同学们的欢迎,也为推广微型计算机应用技术做出了重要的贡献。

Intel 公司的 MCS-51 系列单片机在我国最早得到推广,并迅速占领我国单片机技术应用市场,目前仍然得到广泛应用。这是得益于 Intel 公司对 51 单片机技术实施的开放策略,这一策略使 51 兼容单片机的产品种类和数量得到了迅速的发展。众多半导体厂商在 51 单片机的基础上,结合了最新的技术成果,推出了各具特色的 51 系列兼容单片机。这给 51 单片机产品赋予了新的生命力,并形成了众星捧月、不断优化、经久不衰的发展格局,在 8 位单片机的发展中成为一道独特的风景线。因此国内众多高等院校的“单片微型计算机原理与接口技术”课程仍以讲授 51 系列单片机为主。

目前 51 系列兼容单片机的性能和功能已远远超越了早期 Intel 公司的 MCS-51 单片机,全面提升了单片机的运行速度,扩大了存储器容量,大大降低了功耗,提高了驱动能力,集成了多种外围功能模块,提供了多种配置各种封装的系列产品,采用的 Flash 技术和 ISP/IAP (在系统可编程/在应用可编程)技术,极大地方便了应用系统的调试和开发,并在产品的可靠性、安全性、适用性、可用性方面不断改进,性价比不断提升。与此同时,单片机的各种接口技术也得到了快速发展,显示器从单色 LED、LCD,到现在广泛使用的彩色 LCD、LED 和 OLED,键盘也从机械式发展到触摸屏技术,通信接口也从并行接口和 RS-232C、RS-485 串行接口,发展到目前广泛使用的 SPI、I²C、USB 等。针对这一现状和发展趋势,本书在介绍 MCS-51 单片机原理和接口技术的基础上,增加介绍了触摸屏技术,彩色 LED 和 OLED 技术, SPI 和 I²C 接口,新颖的 D/A 和 A/D 接口,以及目前较为流行的 51 兼容单片机。

全书共分为 11 章,第 1 章主要介绍了微型计算机的基础知识。第 2 章介绍了 Intel 公司的 MCS-51 单片机的硬件结构,包括 MCS-51 单片机的组成及工作原理、存储器等。第 3 章介绍了 MCS-51 单片机的指令系统,包括 51 系列单片机的寻址方式和 111 种指令。第 4 章介绍了 51 系列单片机汇编语言程序设计,包括汇编语言与机器语言的基本概念,程序设计步骤与方法,伪指令和典型程序设计。第 5 章介绍了中断系统,包括中断的概念,51 系统的中断系统,中断程序的设计,外部中断源的扩展。第 6 章介绍了定时器/计数器与串行接口,包括 51 系统定时器与计数器的资源,串行通信的基本概念和 51 单片机的串行接口。第 7 章介绍了输入/输出的扩展,包括并行 I/O 的扩展和串行 I/O 的扩展。第 8 章介绍了单片机键盘接口技术,包括非编码式键盘、编码式键盘和触摸屏技术。第 9 章介绍了显示接口技术,包括单色 LED 显示和彩色 LED 显示, LCD 显示和 OLED 显示模块的使用。第 10 章介绍了 D/A 与 A/D 接口技术,包括 D/A 转换器和 A/D 转换器的工作原理, D/A 转换器和 A/

D 转换器的接口及应用。第 11 章介绍了 MCS-51 兼容单片机,包括常用的 AT89 系列单片机、Nuvoton(原 Winbond)系列单片机、Silicon Labs C8051F 系列单片机和 STC 单片机。带“*”号内容可作为阅读材料。每章都配有习题,供学习者练习和复习。

参加本书编写工作的有邹丽新、丁建强、朱桂荣、陈大庆、栗荣、王富东、王家善,全书由邹丽新教授负责统稿。王岩岩老师、许峰川老师和张桂炉老师参与了文字校对工作。

在本书编写期间各兄弟院校的老师提出了不少宝贵意见和建议,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,错误、遗漏和不妥之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

2018 年 6 月

目 录

第1章 微型计算机基础

1.1 概述	1
1.1.1 计算机的产生与发展	1
1.1.2 计算机的基本组成	1
1.1.3 微型计算机的系统结构	2
1.1.4 单片微型计算机	3
1.1.5 单片微型计算机的应用与发展	4
1.2 数字化信息编码与数据表示	6
1.2.1 常用的信息编码	6
1.2.2 计算机中数值数据的表示、转换与运算	10
1.2.3 二进制数在计算机内的表示法	13
习题一	19

第2章 MCS-51 单片机的硬件结构

2.1 MCS-51 单片机的组成及工作原理	20
2.1.1 MCS-51 单片机的结构与特点	20
2.1.2 MCS-51 单片机的引脚功能	22
2.1.3 振荡器、时钟电路与 CPU 时序	25
2.1.4 并行 I/O 端口	28
2.1.5 复位与低功耗操作	31
2.2 存储器	33
*2.2.1 半导体存储器	33
2.2.2 MCS-51 单片机存储器的配置和组织	45
2.2.3 程序存储器的扩展	52
2.2.4 数据存储器的扩展	53
习题二	54

第3章 MCS-51 单片机的指令系统

3.1 指令系统概述	56
3.1.1 基本概念	56
3.1.2 常用符号的意义	56
3.1.3 指令分类	57
3.2 寻址方式	57

3.3 指令	59
3.3.1 数据传送指令	59
3.3.2 算术运算指令	64
3.3.3 逻辑运算指令	70
3.3.4 控制转移指令	74
3.3.5 位处理指令	80
3.4 指令系统的特点	83
习题三	84

第4章 汇编语言程序设计

4.1 汇编语言与机器语言	87
4.2 程序设计步骤与方法	87
4.2.1 程序的设计步骤	87
4.2.2 编程的方法与技巧	88
4.2.3 汇编语言程序的基本结构	89
4.2.4 汇编语言源程序的汇编	91
4.3 伪指令	92
4.4 MCS-51 系统典型程序设计	94
4.4.1 无符号数的排序	94
4.4.2 查表程序	96
4.4.3 数制转换	98
4.4.4 N 分支散转程序设计	102
4.4.5 数字滤波程序	104
习题四	108

第5章 中断

5.1 中断的概念	110
5.1.1 中断的定义	110
5.1.2 中断的作用	110
5.2 中断系统	111
5.2.1 组成	111
5.2.2 中断源	111
5.2.3 中断控制	113
5.2.4 中断响应	115
5.3 中断程序的设计	118
5.3.1 初始化程序	118
5.3.2 中断服务程序	118
5.3.3 中断程序举例	119

5.4 外部中断源的扩展	121
5.4.1 利用“与”逻辑合并外部中断信号	121
5.4.2 利用触发器检测外部中断信号	122
5.4.3 利用异或门检测外部中断信号	122
5.5 用软件模拟实现多优先级	124
习题五	125

第6章 定时器/计数器与串行接口

6.1 定时器与计数器	126
6.1.1 基本概念	126
6.1.2 MCS-51 单片机的定时器/计数器	126
6.1.3 52 子系列单片机中的定时器/计数器 2	130
6.1.4 定时器与计数器的应用举例	135
6.2 串行通信的基本概念	140
6.2.1 串行传输方式	140
6.2.2 串行数据通信中的几个问题	141
6.3 MCS-51 单片机的串行接口	146
6.3.1 串行口的电路结构	146
6.3.2 串行口的工作方式	148
6.3.3 串行口应用举例	153
习题六	160

第7章 输入/输出口的扩展

7.1 并行输入/输出口扩展的地址分配	162
7.2 并行接口的扩展	163
7.2.1 并行输出口的扩展	163
7.2.2 并行输入口的扩展	166
7.3 可编程输入/输出芯片 8255	168
7.3.1 8255 的内部结构	168
7.3.2 8255 的引脚功能及端口选择	170
7.3.3 8255 的控制字、状态字和三种工作方式	170
7.3.4 MCS-51 单片机与 8255 的接口	178
7.3.5 8255 编程举例	179
7.4 异步串行接口的扩展	180
7.4.1 RS-485 标准	180
7.4.2 RS-485 接口的扩展	181
7.4.3 异步串行接口与 PC 的通信	183
7.5 同步串行接口的扩展	186
7.5.1 SPI 接口	186

7.5.2 I ² C 总线	190
习题七	198

第8章 单片机键盘接口

8.1 非编码式键盘	200
8.1.1 键盘的基本工作原理	200
8.1.2 键的识别方法	201
8.2 编码式键盘	209
8.2.1 编码式键盘专用电路 zlg7289A	209
8.2.2 采用单片机设计编码式键盘电路	209
8.3 触摸屏技术	210
8.3.1 触摸屏的工作原理	211
8.3.2 触摸屏的三个基本技术特性	212
习题八	213

第9章 显示接口技术

9.1 LED 发光二极管的驱动	214
9.1.1 基本驱动电路	214
9.1.2 亮度的控制	216
9.1.3 颜色控制	217
9.2 七段 LED 数码显示器	218
9.2.1 结构与原理	218
9.2.2 七段 LED 数码显示器的接口和编程	220
9.3 点阵 LED 显示器	222
9.3.1 点阵 LED 显示器概述	222
9.3.2 点阵 LED 显示器与单片机的接口及编程	223
9.4 LED 显示器专用集成电路	224
9.4.1 MAX7219 引脚功能	224
9.4.2 MAX7219 内部组成结构	225
9.4.3 MAX7219 与单片机的接口	226
9.5 点阵字符 LCD 显示模块的使用	229
9.5.1 HD44780U 点阵字符型控制器原理	229
9.5.2 HD44780U 点阵字符型 LCD 控制器的指令	231
9.5.3 HD44780U 与单片机的接口及软件编程	233
9.6 点阵图形液晶显示器的使用	236
9.6.1 DMF5001N 点阵图形液晶显示器的结构与特点	236
9.6.2 DMF5001N 液晶显示器的地址安排	237
9.6.3 T6963C 点阵液晶显示控制器的指令系统	238
9.6.4 DMF5001N 液晶显示器的应用	241

9.7 OLED 显示模块的使用	244
9.7.1 OLED 显示模块的结构	244
9.7.2 OLED 显示模块的接口电路	245
习题九	249

第10章 D/A 与 A/D 接口

10.1 D/A 转换器	250
10.1.1 D/A 转换器的工作原理	250
10.1.2 D/A 转换器的性能指标	252
10.1.3 常用 D/A 转换电路	253
10.1.4 D/A 转换器与单片机的接口	254
10.1.5 D/A 转换器的应用	267
10.2 A/D 转换器	268
10.2.1 A/D 转换器的工作原理	268
10.2.2 A/D 转换器的性能指标	273
10.2.3 常用 A/D 转换集成电路	274
10.2.4 A/D 转换器与单片机的接口	275
10.2.5 A/D 转换器的选用	288
习题十	289

第11章 MCS-51 兼容单片机

11.1 概述	291
11.2 AT89 系列单片机	292
11.3 Nuvoton(原 Winbond)系列单片机	293
11.4 Silicon Labs C8051F 系列单片机	294
11.4.1 C8051F 系列单片机的结构及特点	294
11.4.2 C8051F 系列单片机应用举例	295
11.5 STC 单片机	297
11.5.1 STC 单片机的发展	297
11.5.2 STC 单片机的特点	297
11.5.3 STC 单片机的 ISP 和 IAP 技术	298
11.5.4 STC 单片机实例	298
习题十一	300

附录 A MCS-51 指令表	301
附录 B MCS-51 指令矩阵表(汇编/反汇编表)	307
附录 C 图形符号对照表	308
参考文献	310

1.1 概 述

1.1.1 计算机的产生与发展

电子计算机是一种能自动、高速、准确地对各种信息进行处理和存储,并能进行算术与逻辑运算的电子设备。电子计算机的产生标志着人类文明进入了一个崭新的历史阶段,并在人类发展史上引起了一场深刻的工业革命。

我们通常把以电子管及其电路为技术基础而构成的计算机称为第一代计算机(1946—1958 年);第二代计算机(1958—1964 年)为晶体管计算机时代;第三代计算机(1964—1971 年)是以集成电路为主的计算机时代,这时计算机的逻辑元件已开始采用小规模与中规模的集成电路(Small Scale Integration or Middle Scale Integration,简称 SSI 或 MSI);第四代计算机(1971 年以后)是大规模与超大规模集成电路(Large Scale Integration or Very Large Scale Integration,简称 LSI 或 VLSI)计算机,它是在单片硅片上集成了数千万个以上晶体管的集成电路。

目前,计算机的应用已进入各个领域,计算机已从早期的数值计算、数据处理发展到当今进行知识处理的人工智能阶段,它不仅可以处理文字、字符、图形、图像、音频、视频等信息,而且正向智能、多媒体计算机方向发展。

在推动计算机技术发展的诸多因素中,除了计算机系统结构和计算机软件技术的发展起了重大作用外,电子技术的发展也起着决定性的作用。随着大规模与超大规模集成电路技术的快速发展,已能将原来体积庞大的中央处理器(Central Processing Unit,简称 CPU)集成在一块面积仅十几平方毫米的半导体芯片上,该半导体芯片称为微处理器(Microprocessor)。微处理器的出现,开创了微型计算机的新时代。以微处理器为核心,加上半导体存储器、输入/输出(I/O)接口电路、系统总线和其他逻辑电路组成的计算机,我们称之为微型计算机,它是计算机发展史上的又一重要环节。

1.1.2 计算机的基本组成

虽然计算机的外形各不相同,但其基本组成都可以分为硬件和软件两大部分,如图 1-1 所示。从第一代计算机问世以来,计算机不断更新换代,其实质就是硬件的更新换代。但无论它怎样改变、升级,就其基本工作原理而言,都是存储程序和程序控制的原理;其基本结构均属于冯·诺依曼型计算机。它由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备这五个部分组成。原始的冯·诺依曼机在结构上是以运算器和控制器为中心的,但随着计算机系统结

构的改进和发展,已逐渐演变为以存储器为中心的结构,如图 1-2 所示。

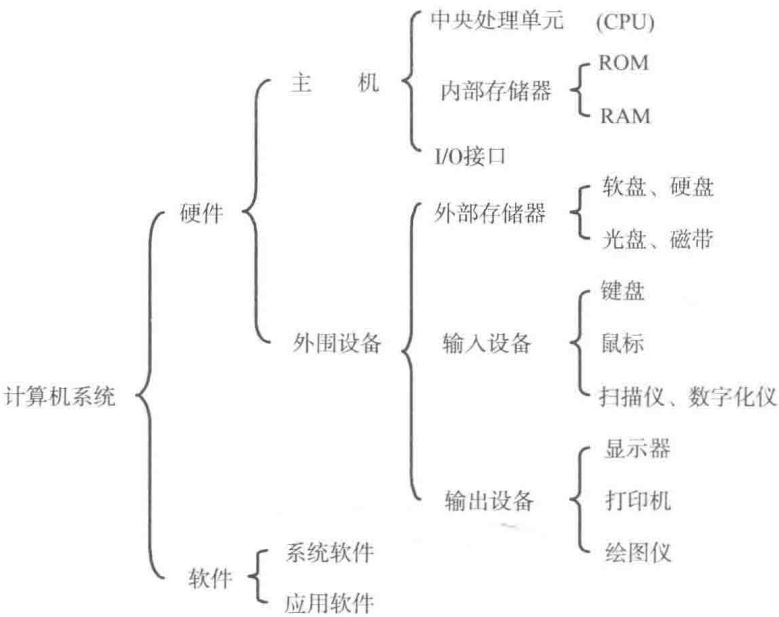


图 1-1 计算机系统的组成

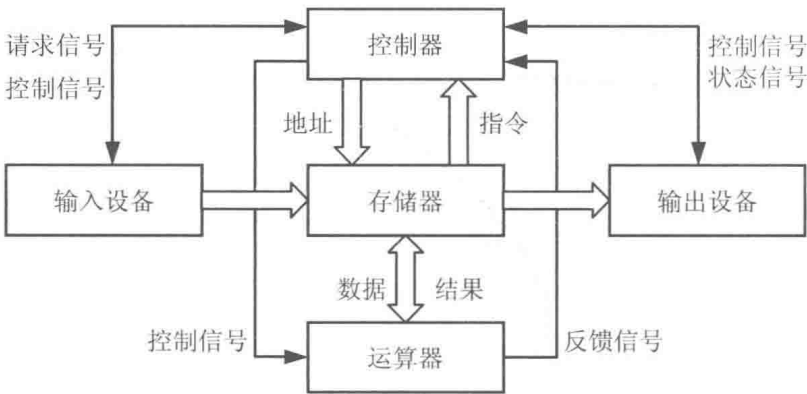


图 1-2 计算机的基本结构

1.1.3 微型计算机的系统结构

微型计算机的组成与其他各类计算机的组成并无本质的区别。但是,由于微型计算机广泛使用了大规模和超大规模集成电路,这样就决定了微型计算机在组成上又具有它本身的特点。

微型计算机由微处理器(MP)、存储器(ROM、RAM)、I/O 接口电路、系统总线(地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB)这四个部分组成。

1. 微处理器

微处理器是微型计算机的核心部件,其性能决定了微型计算机的性能。微处理器是集成在一片大规模集成电路上的控制器和运算器。不同型号微型计算机的差别是因其微处理器性能的不同。但是无论何种微处理器,其基本的部件总是相同的。如运算器部分,应包括

算术逻辑单元(Arithmetical Logical Unit,简称ALU)、累加器(Accumulator,简称ACC)、标志寄存器(Flag Register,简称FR)、寄存器组等。而控制器部分总是会有程序计数器(Program Counter,简称PC)、指令寄存器、指令译码器、控制信号发生器等。

2. 存储器

存储器是用来存放程序或数据的,存储器分随机存储器(Random Access Memory,简称RAM)和只读存储器(Read Only Memory,简称ROM)。

3. 系统总线(BUS)

系统总线是计算机系统中各功能部件间传送信息的公共通道(公共信号线),它是微型计算机的重要组成部分,也称为内总线(在微型计算机外部,与外设或其他计算机进行通信的连线称外总线,或叫通信总线)。系统总线包括地址总线(Address Bus,简称AB)、数据总线(Data Bus,简称DB)和控制总线(Control Bus,简称CB)。

4. 接口

由于微型计算机广泛应用于各个领域,它所连接的外部设备要求不同的电平、速率,信号的形式可以是模拟信号或数字信号,同时微型计算机与外部设备之间还需要查询和应答信号,用来进行通信联络,这就是输入/输出(I/O)接口,它也是微型计算机的主要部件。

1.1.4 单片微型计算机

随着LSI、VLSI技术的高速发展,微型计算机也向着两个方向快速发展:一是高性能的64位微型计算机系列正向中、大型计算机挑战;二是在一片芯片上集成多个功能部件,构成一台具有一定功能的单片微型计算机(Single-Chip Microcomputer),简称单片机。从微型计算机诞生开始,单片机的系列产品就如雨后春笋般地层出不穷。Intel公司、Zilog公司、Motorola公司、GI公司、Rockwell公司、NEC公司等世界著名计算机公司都纷纷推出自己的单片机系列产品。现在,除了8位和16位单片机的产品,32位超大规模集成电路单片机应用也很广。与此同时,单片机的工作性能也得到了不断改进和提高。

据统计,在20世纪90年代,全世界每6人就有一片单片机,美国及西欧国家已达成人均4片。单片机已成为工控领域、军事领域及日常生活中使用最广泛的微型计算机。在我国以Intel的MCS-51单片机应用最为广泛。

单片机是在一块芯片上集成了中央处理器(CPU)、存储器(ROM、RAM)、输入/输出(I/O)接口、可编程定时器/计数器等构成一台计算机所必需的功能部件,有的还包含A/D转换器、D/A转换器等接口电路,一块单片机芯片相当于一台微型计算机,其结构如图1-3所示,它具有如下特点。

(1) 集成度高、功能强

通常微型计算机的CPU、RAM、ROM以及I/O接口等功能部件分别集成在不同的芯片上。而单片机则不同,它把这些功能部件都集成在一块芯片内。

(2) 结构合理

单片机大多采用与冯·诺依曼机稍有不同哈佛(Harvard)结构,这是数据存储器与程序存储器相互独立的一种结构,这种结构的好处是:

① 存储量大

如采用16位地址总线的8位单片机可寻址外部64KB RAM和64KB ROM(包括内部

ROM)。此外,还有内部 RAM(通常为 64 ~ 256B)和内部 ROM(一般为 1 ~ 8KB)。正因为如此,单片机不仅可以进行控制,而且能够进行数据处理。

② 速度快、功能专一

单片机小容量的随机存储器安排在内部,这样的结构极大地提高了 CPU 的运算速度。并且由于单片机的程序存储器是独立的,因此很容易实现程序固化。

(3) 抗干扰性强

单片机的各种功能部件都集成于一块芯片上,其布线极短,数据均在芯片内部传送,增强了抗干扰能力,运行可靠。

(4) 指令丰富

单片机的指令一般有数据传送、算术运算、逻辑运算、控制转移等,有些还具有位操作指令。例如,在 MCS-51 系列单片机中,专门设有布尔处理器,并且有一个专门用于处理布尔变量的指令子集。

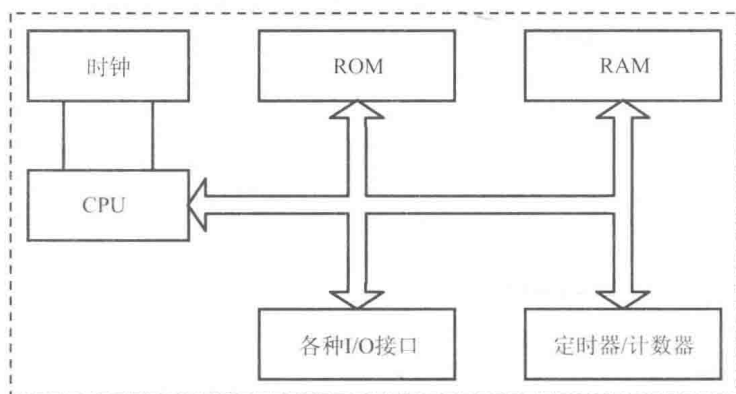


图 1-3 单片微型计算机的结构框图

1.1.5 单片微型计算机的应用与发展

单片机的应用,打破了人们的传统设计思想。原来需要使用模拟电路、脉冲数字电路等部件来实现的功能,在应用了单片机以后,无须使用诸多的硬件,可以通过软件来解决问题。目前单片机已成为测控系统、工业控制、智能化系统等领域的先进控制手段,在人们的日常生活中的应用也非常广泛。

1. 单片机的应用

(1) 工业过程控制中的应用

单片机的 I/O 口线多,操作指令丰富,逻辑操作功能强大,特别适用于工业过程控制。单片机既可作为主机控制,也可作为分布或控制系统的前端机。单片机具有丰富的逻辑判断和位操作指令,因此广泛用于开关量控制、顺序控制以及逻辑控制。例如,工矿企业的锅炉控制、电机控制,交通部门的信号灯控制和管理,以及数控机床等,军事上的雷达、导弹控制等。

(2) 家用电器中的应用

单片机价格低廉、体积小巧、使用方便,广泛应用于人类生活中的诸多场合,如洗衣机、

电冰箱、空调器、电饭煲、视听音响设备、大屏幕显示系统、电子玩具、楼宇防盗系统等。

(3) 智能化仪器仪表中的应用

单片机可应用于各类仪器、仪表和设备中,大大地提高了测试的自动化程度与精度,如智能化的示波器、计价器、电子秤、电表、水表、煤气表等。

(4) 计算机网络、外设及物联网中的应用

单片机中集成了通信接口,因而能在计算机网络以及通信设备中广泛应用。加上单片机功耗低、体积小、成本低、容易嵌入各种功能部件中,所以在物联网、无线遥控等方面得到了广泛的应用。

2. 单片机的发展概况

单片机的发展主要可分为以下四个阶段。

(1) 4 位单片机(1971—1974 年)

它的特点是价廉、结构简单、功能单一、控制能力较弱。例如,Intel 公司的 4004。

(2) 低、中档 8 位机(1974—1978 年)

此类单片机为 8 位机的早期产品,如 Intel 公司的 MCS-48 单片机系列,Rockwell 公司的 R6500 单片机,Zilog 公司的 Z8 系列单片机等。

(3) 高档 8 位机(1978—1982 年)

此类单片机有串行 I/O 口,有多级中断处理,定时/计数器为 16 位,片内 RAM、ROM 容量增大,寻址范围达 64KB,片内尚带有 A/D 转换接口。它们有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 等。

(4) 超 8 位单片机、16 位单片机和 32 位单片机(1982 年至今)

这个阶段单片机的特点是不断完善高档 8 位机,并同时发展 16 位单片机及专用类型的单片机。运行速度提高了数十倍,片内 RAM 和 ROM 的容量也进一步增大,片内带高速 I/O 部件,多通道 10 位 A/D 转换部件,中断处理 8 级,片内带监视定时器(Watchdog)、PWM(Pulse Width Modulation,脉冲宽度调制)以及 SPI 串行接口等。现在 32 位单片机也已进入应用领域,如 ARM 单片机采用了新型的 32 位 ARM 核处理器,引入了操作系统,使其在指令系统、总线结构、调试技术、功耗以及性价比等方面都超过了传统的 51 系列单片机,同时 ARM 单片机在芯片内部集成了大量的片内外设,所以功能和可靠性都大大提高。

总之,单片机的发展趋势向着大容量、高性能,小容量、低廉化,外围电路内装化以及 I/O 接口的增强和能耗降低等方向发展。

- 大容量化: 片内存储器容量扩大。以前的 ROM 为 1~8KB, RAM 为 64~256B; 现在片内 ROM 可达 64KB, 甚至更多, 片内 RAM 达 4KB; 以后会越来越大。

- 高性能化: 不断改善 CPU 性能, 加快指令运算速度与提高系统控制的可靠性, 加强位处理功能、中断与定时控制功能。并采用流水线结构, 指令以队列形式出现在 CPU 中, 具有极高的运算速度, 有的则采用多流水线结构, 其运算速度比传统单片机高出 10 倍以上。

- 小容量、低廉化: 小容量、低廉的 8 位单片机是发展的方向之一, 其用途是把以往用数字逻辑电路组成的控制电路单片机化。

- 外围电路内装化: 随着单片机集成度的提高, 可以把众多的外围功能器件集成到片内, 除了 CPU、ROM、RAM、定时/计数器等以外, 还可把 D/A 和 A/D 转换器、DMA 控制器、声音发生器、监视定时器、液晶驱动电路、多功能串行接口和锁相电路等一并集成在芯片内,

形成片上系统(SOC)。

- 增强 I/O 接口功能: 为减少外部驱动芯片, 进一步增加单片机并行口驱动能力, 有的单片机可直接输出大电流、高电压, 可直接驱动显示器, 同时设置了高速 I/O 接口, 提高内、外数据的处理能力。随着超大规模集成工艺的不断完善与发展, 将来单片机的集成度将更高, 体积将更小, 功能将更强, 现正向双核和多核的单片机方向发展。
- 低功耗: 有些超低功耗的单片机其工作电压为 0.9 ~ 3.6V, 在 1 MHz 工作频率下, 其工作电流仅为 160 μ A。

1.2 数字化信息编码与数据表示

所谓编码, 就是用少量简单的基本符号, 选用一定的组合规则, 以表示各种信息。基本符号的种类和这些符号的组合规则是一切信息编码的两大要素。例如, 用 10 个阿拉伯数码表示数字, 用 26 个英文字母表示英文词汇等, 这就是编码的典型例子。

计算机中广泛采用的是仅用“0”和“1”两个基本符号组成的基 2 码, 或称为二进制码。2 称为码制的基。

1.2.1 常用的信息编码

信息编码是计算机设计与应用的基本理论之一, 要求能熟练掌握并应用自如。本节主要介绍中西文字符编码、逻辑型数据的表示和数值型数据的表示等。

1. 二进制编码的十进制数

二进制数的运算规律十分简单, 但二进制数给人的感觉不直观, 因此, 在计算机的输入与输出部分一般还是采用十进制数来表示。但计算机中的十进制数是用二进制编码表示的。一位十进制数用四位二进制编码来表示, 表示的方法有很多, 常用的则是 8421BCD(Binary Coded Decimal) 码, 如表 1-1 所示。

表 1-1 BCD 编码表

十进制数	8421BCD 码	十进制数	8421BCD 码
0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	10	0001 0000
3	0011	11	0001 0001
4	0100	12	0001 0010
5	0101	13	0001 0011
6	0110	14	0001 0100
7	0111	15	0001 0101

8421BCD 码有十个不同的数字符号, 逢“十”进位, 但它的每一位都是用四位二进制编码来表示的, 所以它是采用二进制编码的十进制数。

我们所用的 BCD 码比较直观。例如, $[0100\ 1001\ 0111\ 1000.0001\ 0100\ 1001]_{(BCD)}$, 可以很快地认出它为 4978. 149。

所以,只要了解 BCD 码的十种编码形式,就可以方便地实现十进制数与 BCD 码之间的转换。

计算机中通常将 8 位二进制信息作为一个存储单位,也称一个字节。如将两个 BCD 码放在一个字节中,就叫压缩的 BCD 码。而一个 BCD 码存放在一个字节的低 4 位中,高 4 位为 0,则叫非压缩的 BCD 码。前者可以节省存储空间,后者方便运算处理。

2. 字符编码

字符是计算机中使用最多的信息形式之一。每个字符都要指定一个确定的编码,作为识别与使用这些字符的依据。在微型计算机中使用最多、最普遍的是 ASCII (American Standard Code for Information Interchange) 字符编码,如表 1-2 所示。

表 1-2 ASCII 字符编码表

b3	b2	b1	b0	b6 b5 b4							
				000	001	010	011	100	101	110	111
0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0	0	0	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	FF	FS	,	<	L	\	l	
1	1	0	1	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1	1	1	0	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1	1	1	1	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

3. 中文的编码

中文的编码可分为信息交换码、计算机内部码、输入码和字形码等。信息交换码主要用于中文信息在各种领域之间的交换。计算机内部码又称机内码或简称内码,是中文在计算机内部表示的一种二进制代码。输入码主要用于中文的键盘输入,如拼音码、五笔字型码等,输入码又称外部码或简称外码。字形码是表示中文形状的二进制代码,主要用于中文的显示和打印输出。

(1) 中文信息交换码

信息交换码是计算机信息处理的重要基础,也是机内码的依据。各国政府和世界标准化组织都制定了一系列信息交换码的标准,我国制定的中文信息交换码的标准有 GB2312、GB13000 和 GB18030 等。