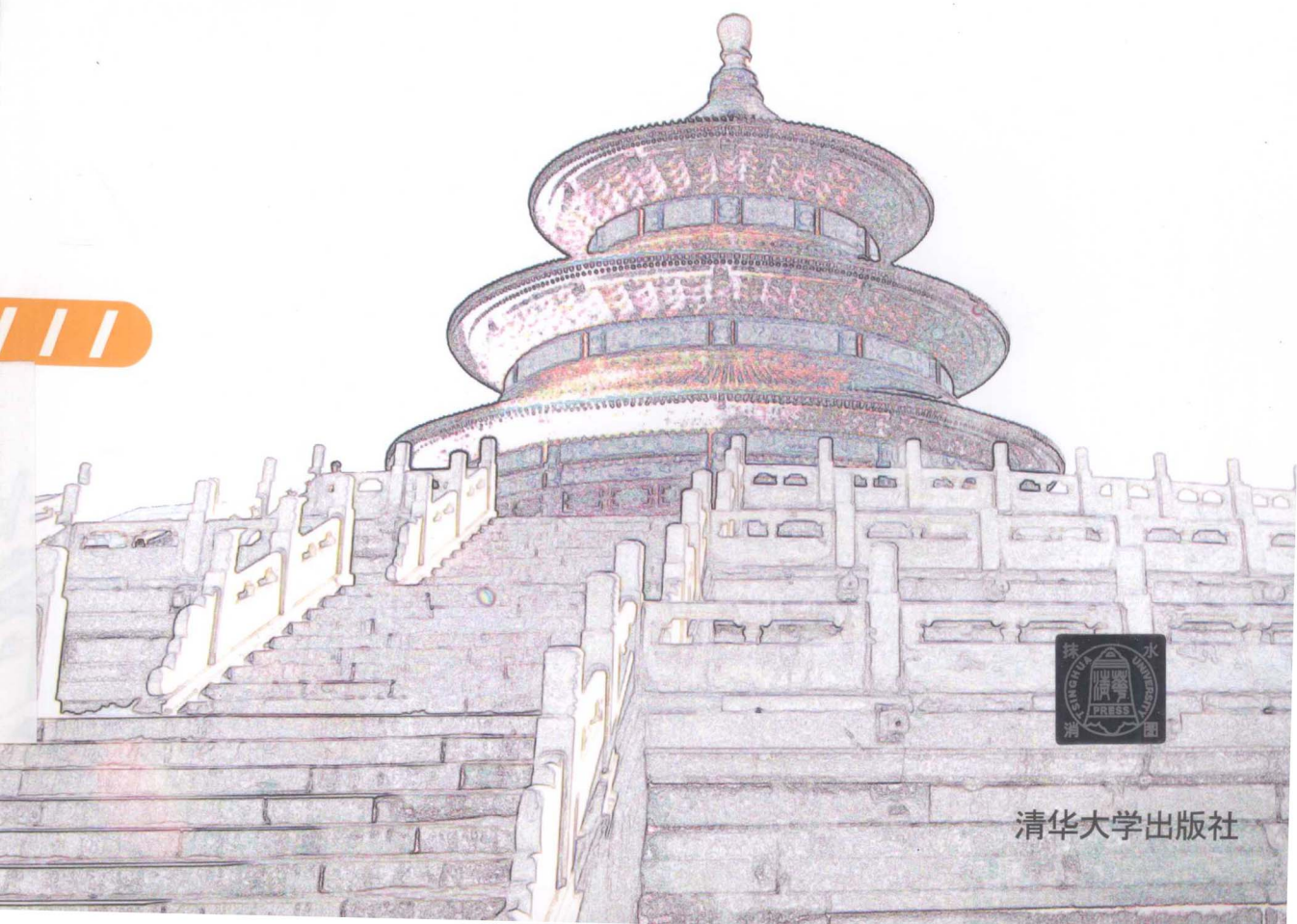


全国普通高校
电子信息与
电气学科
基础规划教材

单片机原理及接口技术

——基于MCS-51与汇编语言

王敏 等 编著



清华大学出版社

013061044

TP368.1

780

全国普通高校电子信息与电气学科基础规划教材

单片机原理及接口技术

——基于MCS-51与汇编语言

王敏 袁臣虎 冯慧 陈伏荣 徐伟 编著



清华大学出版社
北京



北航

C1666608

TP368.1
780

110130810

内 容 简 介

本书是根据普通高等教育“单片机原理与接口技术”课程教学基本要求,由多年从事本科教学和科研的教师编写。

本书选择 MCS-51 系列单片机作为主讲机型,系统全面地介绍 MCS-51 单片机内部的功能结构、软硬件资源的原理与应用,以及使用外部电路进行功能扩展的方法,最后以两个完整的实例系统全面的介绍了单片机应用的设计方法及步骤。全书共 10 章,并附有习题。

本书可用作高等理工科专业的单片机教材或教学参考书,也可供从事相关专业的技术人员参考。

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

单片机原理及接口技术——基于 MCS-51 与汇编语言/王敏,袁臣虎,冯慧,陈伏荣等编著. —北京:清华大学出版社,2013.7

全国普通高校电子信息与电气学科基础规划教材

ISBN 978-7-302-31684-8

I. ①单… II. ①王… ②袁… ③冯… ④陈… III. ①单片微型计算机—基础理论 ②单片微型计算机—接口技术 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 043790 号

责任编辑:王丽娜

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁毅

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:16.75

字 数:403 千字

版 次:2013 年 7 月第 1 版

印 次:2013 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:32.00 元

产品编号:050910-01

前言

本书是作者在多年从事单片机原理及接口技术课程教学实践和科研经验的基础上,参考了大量相关文献资料,组织编写而成。本书主要目的是使理工科非计算机专业的研究生或本科生了解 MCS-51 单片机发展的新技术和应用领域,掌握单片机的基本结构、工作原理、接口技术及单片机汇编语言程序设计等内容,具有单片机硬件和软件开发能力。

本书在编写过程中,结合教育部提出的加强本科生实践能力培养的精神,重点叙述了 MCS-51 单片机的基本原理以及与外设的接口技术。本书的主要内容分两大部分:第一部分是单片机基本原理与接口部分,共 9 章;第二部分是单片机设计应用实例部分,共 1 章。第 1 章讲述单片微机的发展过程、数制、编码以及二进制数运算知识;第 2 章介绍 MCS-51 单片机的结构、工作原理及特点;第 3 章详细介绍 MCS-51 单片机的寻址方式及其指令系统;第 4 章简要介绍 MCS-51 单片机的汇编语言特点及伪指令,重点介绍汇编语言的程序设计及应用实例;第 5 章介绍半导体存储器的分类,详细阐述 MCS-51 单片机的存储器扩展技术以及存储器与 CPU 连接间要注意的问题;第 6 章介绍 MCS-51 单片机内部中断系统和内部定时计数器;第 7 章介绍输入/输出技术和 I/O 地址的分配问题,重点讲述 MCS-51 单片机的内部并行口和可编程的并行接口芯片 8255A、8155A 的工作原理及应用实例;第 8 章介绍串行通信基本概念、MCS-51 单片机的内部串行通信接口的工作原理与应用;第 9 章介绍数/模转换技术(D/A 转换器)及应用,以及模/数转换技术(A/D 转换器)及应用;第 10 章主要介绍 MCS-51 单片机最新的设计开发应用和大学生电子设计大赛实例。

本书在内容安排方面,从理工科非计算机专业的特点出发,注重应用,叙述由浅入深,逐层递进。由于本课程是一门实践性很强的课程,在采用本书作为教材时,还应注意加强实践环节,通过大量的上机实验,培养学生基于 51 单片机的实验研究能力以及软硬件方面的动手开发能力。

本书第 1 章由袁臣虎编写;第 2、3、4、9 章由陈伏荣编写;第 5、6、7、8 章由冯慧编写;第 10 章实例由徐伟编写;附录由王敏编写。王敏负责全书的大纲拟定、组织编写与统稿工作。

本书由天津工业大学沈乃才教授主审,对书稿进行了认真的审阅和指导,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

在编写过程中,得到了清华大学出版社支持和帮助,在此也表示诚挚的谢意。对本书编写过程中所参考的书籍和有关文献的作者也表示衷心感谢。

由于编者水平有限,加之时间比较仓促,书中难免有不妥或错误之处,恳请读者提出宝贵意见和建议。

编者

2012 年 11 月

目录

第 1 章 微型计算机基础知识	1
1.1 概述	1
1.1.1 计算机的发展历史	1
1.1.2 微型计算机的发展历史	2
1.1.3 单片微型计算机的发展历史	3
1.2 微型计算机系统	4
1.2.1 微型计算机主机组成	4
1.2.2 微型计算机的主要性能指标	6
1.3 微机中的数制和数的表示	8
1.3.1 数制的基与权	8
1.3.2 数制的转换方法	9
1.3.3 二进制数的表示	10
1.3.4 微机中数的表示	13
1.4 微机中的常见编码	14
1.4.1 ASCII 码	14
1.4.2 8421 BCD 码	14
1.5 计算机中的运算电路及补码运算	16
1.5.1 计算机中的运算电路	16
1.5.2 补码运算	17
习题	19
第 2 章 MCS-51 单片机结构组成及时序	20
2.1 MCS-51 系列单片机内部结构	20
2.1.1 中央处理器 CPU 结构	21
2.1.2 存储器结构	25
2.1.3 I/O 端口	30
2.1.4 定时器/计数器(T/C)	31
2.1.5 中断系统	32
2.1.6 时钟电路	32
2.2 MCS-51 单片机引脚及其功能	34
2.2.1 引脚信号功能介绍	34
2.2.2 引脚信号的第二功能	35
2.3 MCS-51 单片机复位	36

目录

2.4	MCS-51 单片机时序	36
2.4.1	时序的定时单位	36
2.4.2	MCS-51 指令的取指/执行时序	37
2.4.3	读片外 ROM/RAM 的时序	38
2.5	MCS-51 单片机特性	39
习题		40
第 3 章	MCS-51 单片机指令系统	42
3.1	指令系统概述	42
3.1.1	指令格式	42
3.1.2	指令的分类	43
3.2	寻址方式	44
3.2.1	立即寻址	44
3.2.2	直接寻址	44
3.2.3	寄存器寻址	45
3.2.4	寄存器间接寻址	46
3.2.5	基址加变址寄存器间接寻址	46
3.2.6	相对寻址	47
3.2.7	位寻址	47
3.3	MCS-51 系列单片机指令系统	48
3.3.1	寻址空间及符号注释	48
3.3.2	数据传送指令	49
3.3.3	算术运算指令	58
3.3.4	逻辑运算类指令	64
3.4	移位和位操作类指令	66
3.4.1	移位指令	66
3.4.2	位操作类指令(也称布尔操作指令)	67
3.5	跳转及控制类指令	68
3.5.1	无条件转移指令(4 条)	68
3.5.2	条件转移指令	70
3.5.3	子程序调用指令和返回指令	73
3.5.4	空操作指令	74
习题		74

第 4 章 汇编语言程序设计	78
4.1 汇编语言的构成	78
4.1.1 程序设计语言	78
4.1.2 汇编语言的格式	79
4.1.3 汇编语言的构成	81
4.1.4 汇编语言程序设计步骤	86
4.1.5 汇编语言源程序的汇编方法	87
4.2 MCS-51 单片机汇编语言程序设计	90
4.2.1 简单程序设计	90
4.2.2 分支程序设计	92
4.2.3 循环程序设计	95
4.2.4 查表程序设计	99
4.2.5 子程序结构程序设计	102
习题	104
第 5 章 MCS-51 与存储器的扩展技术	105
5.1 存储器的分类	106
5.1.1 随机存储器(RAM)	107
5.1.2 只读存储器(ROM)	113
5.2 MCS-51 与存储器的连接	120
5.2.1 MCS-51 与存储器的总线结构	121
5.2.2 存储器容量的扩展	122
5.2.3 存储器的译码方式	123
5.3 MCS-51 与外部 ROM 的扩展连接	125
5.4 MCS-51 与外部 RAM 的扩展连接	129
5.5 MCS-51 同时扩展 RAM 和 ROM	131
习题	132
第 6 章 MCS-51 中断系统与定时计数器	134
6.1 MCS-51 内部定时器/计数器	134
6.1.1 MCS-51 对内部定时器/计数器的控制	136
6.1.2 定时器/计数器的工作方式	137
6.1.3 定时器/计数器的初始化	140
6.1.4 应用举例	141

目录

6.2	MCS-51 中断系统	144
6.2.1	MCS-51 中断系统的结构	145
6.2.2	MCS-51 对中断请求的控制	148
6.2.3	MCS-51 对中断的响应	150
6.2.4	MCS-51 中断系统的初始化	153
	习题	155
第 7 章	MCS-51 输入/输出接口技术	157
7.1	概述	157
7.1.1	I/O 接口的作用与编址方式	157
7.1.2	I/O 端口编址	160
7.1.3	I/O 接口的数据传送方式	161
7.1.4	I/O 接口的类型	164
7.2	MCS-51 内部并行 I/O 口	165
7.2.1	MCS-51 内部并行 I/O 接口的应用	166
7.2.2	可编程并行接口芯片 (Intel 8255A)	169
7.2.3	并行 I/O 接口 8155A	175
7.3	并行 I/O 接口的扩展	182
	习题	187
第 8 章	MCS-51 串行通信技术	189
8.1	串行通信基础	189
8.1.1	串行通信的分类	189
8.1.2	串行通信的方式	190
8.2	MCS-51 的串行接口	192
8.2.1	串行口控制寄存器	194
8.2.2	串行口工作方式	195
8.3	串行口应用举例	197
	习题	210
第 9 章	D/A 和 A/D 转换技术	212
9.1	D/A 转换与 D/A 转换接口	212
9.1.1	D/A 转换器的原理	212
9.1.2	D/A 转换器的性能指标	213

9.1.3	DAC0832	214
9.1.4	DAC0832 与 MCS-51 单片机连接应用	216
9.2	A/D 转换与 A/D 转换接口	220
9.2.1	A/D 转换器的原理	220
9.2.2	A/D 转换器的性能指标	222
9.2.3	ADC0809	222
9.2.4	双积分式 A/D 转换器 5G14433	226
9.2.5	LMX31 系列 V/F 转换器	231
习题		234
第 10 章	单片机应用系统的设计	235
10.1	基于 MCS-51 电子钟的设计	235
10.2	基于增强型 51 单片机音乐频谱显示	241
附录 1	ASCII 码表	248
附录 2	MCS-51 单片机指令表	250
参考文献		255

第1章

微型计算机基础知识

1.1 概述

1.1.1 计算机的发展历史

计算机科学之父,英国著名数学家、逻辑学家、密码学家阿兰·麦席森·图灵(Alan Mathison Turing)于1939年提出计算机的设想,包括以下三方面内容:①足够长的磁带,将计算信息和推理过程存储起来,解决人脑记忆信息量不足的问题;②读写磁头,解决存储在磁带上的信息读写问题;③有限的控制部件,实现数据的计算、推理、信息的存储与读写等功能。

英籍匈牙利数学家冯·诺依曼于1946年提出把程序本身当作数据来对待,程序和该程序处理的数据采用同样的方式储存,设计出了一个完整的现代计算机雏形,并确定了存储程序计算机的五大组成部分和基本工作方法。冯·诺依曼的这一设计思想被誉为计算机发展史上的里程碑,标志着计算机时代的真正开始。虽然计算机技术发展很快,但“存储程序原理”至今仍然是计算机内在的基本工作原理。自计算机诞生的那一天起,这一原理就决定了人们使用计算机的主要方式——编写程序和运行程序。科学家们一直致力于提高程序设计的自动化水平,改进用户的操作界面,提供各种开发工具、环境与平台,其目的都是为了让人们更加方便地使用计算机,可以少编程甚至不编程来使用计算机,因为计算机编程毕竟是一项复杂的脑力劳动。但不管用户的开发与使用界面如何演变,“存储程序原理”没有变,它仍然是理解计算机系统功能与特征的基础,将其称为冯·诺依曼计算机体系。概括来讲,它包括三方面内容:①用二进制表示数据和指令,解决了计算机中数的表示问题;②存储程序控制,计算机的所有工作都是按照既定程序进行,将程序和运算数据预先存入存储器;③确立了计算机硬件的五大组成部分,包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

1946年2月,美国宾夕法尼亚大学电气工程师普雷斯波·埃克特(J. Prespen Eckert)和物理学家约翰·莫奇勒博士(John W. Mauchly)

发明了世界上第一台计算机——电子数字积分器与计算器(Electronic Numerical Integrator and Calculator, ENIAC)。它是美国奥伯丁武器试验场为了满足计算弹道需要而研制的,共服役9年。它采用电子管作为基本元件,每秒可进行5000次加减运算。由于它使用了18000只电子管,10000只电容,7000只电阻,体积3000立方英尺,占地170平方米,重量30吨,耗电140~150千瓦,是一个名副其实的“庞然大物”。自此计算机发展如雨后春笋,在短短的几十年里,经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和大规模集成电路计算机。

1.1.2 微型计算机的发展历史

微型计算机于20世纪70年代初研制成功。近年来,微处理器和微型计算机获得了极快的发展,几乎每两年微处理器的集成度翻一番,每2~4年更新换代一次。微处理器是微型计算机的核心芯片,简称为 μP 或MP,是将微机中的运算器和控制器集成在一片硅片上制成的集成电路,微处理器和微型计算机发展经历以下5个阶段。

第一代为4位或低档8位微处理器,如Intel公司4位的4004及8位的8008。它们均采用PMOS工艺,集成度约为2000个晶体管/片,只能进行串行的十进制运算,但用在各种类型的计算器中已经完全满足要求。这一代微处理器的指令系统比较简单,运算能力差、速度慢,但价格低廉。软件主要使用机器语言及简单的汇编语言。

第二代为中高挡8位微处理器,如Intel 8085、Z80和MC6809。它们均为8位微处理器,具有16位地址总线,因此最多可寻址64K个存储单元。它们比第一代有了较多改进,采用NMOS工艺,集成度提高1~4倍,运算速度提高10~15倍,指令系统相对比较完善,已具有典型的计算机体系结构以及中断、存储器直接存取(DMA)功能。软件除汇编语言外,还可使用BASIC、FORTRAN以及PL/M等高级语言。但对于具有大量数据的大型复杂程序都可能是不够的。另外,8位微处理器每次只能处理8位数据,处理大量数据就要分成许多个8位字节进行操作,数值越大或越小,计算时间都很长。

第三代为16位微处理器,如Intel 8086 CPU、Z8000 CPU和MC68000 CPU。它们均为16位微处理器,具有20位地址总线。它们具有丰富的指令系统、多级中断系统、多处理机系统、段式存储器管理以及硬件乘除运算等。除此以外,还配备了功能较强的系统软件。

第四代为32位微处理器,如Intel 80386/80486 CPU及Pentium系列CPU。它们均为32位微处理器,具有32位地址总线,与协处理器协同工作,并采用高速缓冲技术,使其性能大大提高。

第五代为64位微处理器,如Intel 80586 CPU及Pentium Pro等。80586 CPU的外围数据总线为64位,地址总线为32位,工作频率为66MHz。Pentium Pro的外围数据总线为64位,地址总线为36位,工作频率达到200MHz。同时,采用了RISC、超级流水线、超标量结构、MMX、动态分支预测等先进技术,使其运算速度及其吞吐了大大增强。

由于生产技术的限制,传统地通过提高工作频率来提升处理器性能的做法面临严重的阻碍,高频CPU的耗电量和发热量越来越大,这给整机散热带来了十分严峻的考验。双核技术即可解决这一问题。2006年Intel公司推出32位全新Core架构的Core型微处理器。该处理器具有高级智能高速缓存、高级数字媒体增强、动态功率调节、深度睡

眠、智能内存访问、先进的分支预测及宽位动态执行等。随着双核技术的进一步成熟,以及配套软件的开发及优化,双核/多核处理器将会成为市场的主流。

1.1.3 单片微型计算机的发展历史

单片微型计算机是微型计算机的一个重要分支,由单片集成电路芯片构成,简称“单片机”(Single Chip),是典型的嵌入式微控制器(Microcontroller Unit),常用英文字母的缩写 MCU 表示。单片机又称单片微控制器,它不是完成某一个逻辑功能的芯片,而是把一个计算机系统集成到一个芯片上,相当于一个微型的计算机。和计算机相比,单片机只缺少了 I/O 设备。概括地讲,一块芯片就是一台计算机,它体积小、质量轻、价格便宜,易于学习、应用和开发。同时,学习单片机是了解计算机原理与结构的最佳选择。它最早是被用在工业控制领域,由于它在工业控制领域的广泛应用,单片机这种由芯片内仅有 CPU 的专用处理器得以迅速发展。最早的设计理念是通过将大量外围设备和 CPU 集成在一个芯片中,使计算机系统更小,更容易集成进复杂而对体积要求严格的控制设备当中。Intel 的 Z80 是最早按照这种思想设计出的处理器,当时的单片机都是 8 位或 4 位的。其中最成功的是 Intel 的 8031,此后在 8031 上发展出了 MCS-51 系列单片机系统。MCS 是 Intel 公司生产单片机的系列号,主要有 MCS-48、MCS-51、MCS-96 系列。MCS-51 系列单片机包括 3 个基本型,分别是 8031(80C31)、8051(80C51)、8751(87C51)。20 世纪 80 年代中期以后,Intel 公司以专利形式将 8051 技术转让给许多半导体厂家,如 ATMEL、PHILIPS、ANALOG、DEVICE、DALLAS 等,所以这些厂家的单片机与 MCS-51 系列单片机兼容。目前国内单片机课程学习内容大多都是 MCS-51 系列单片机,主要是因为其简单、可靠、易学易用、性价比高。尽管 2000 年以后 ARM 已经开发出了 32 位的主频超过 300M 的高端单片机,但直到目前基于 8031 的单片机还在广泛使用。在很多方面,单片机比专用处理器更适合应用于嵌入式系统,因此它得到了广泛的应用。事实上单片机是世界上数量最多的处理器,随着单片机家族的发展壮大,单片机和专用处理器的发展早已分道扬镳。单片机的发展大致经历了四个阶段:

第一阶段(1976~1978 年):低性能单片机的探索阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表,采用了单片结构,即在一块芯片内含有 8 位 CPU、定时/计数器、并行 I/O 口、RAM 和 ROM 等。主要用于工业领域。

第二阶段(1978~1982 年):高性能单片机阶段,这一类单片机带有串行 I/O 口,8 位数据线、16 位地址线可以寻址的范围达到 64K 字节、控制总线、较丰富的指令系统等。这类单片机的应用范围较广,并在不断的改进和发展。

第三阶段(1982~1990 年):16 位单片机阶段。16 位单片机除 CPU 为 16 位外,片内 RAM 和 ROM 容量进一步增大,实时处理能力更强,体现了微控制器的特征。

第四阶段(1990 年至今):微控制器的全面发展阶段,各公司的产品在尽量兼容的同时,向高速、强运算能力、寻址范围大以及小型廉价方面发展。

现代人类日常生活中几乎每件电子和机械产品中都会集成有单片机。手机、电话、计算器、家用电器、电子玩具、掌上电脑以及鼠标等电脑配件中都配有 1~2 部单片机。汽车上一般配备 40 多部单片机,复杂的工业控制系统上甚至可能有数百台单片机在同时

工作！单片机的数量不仅远超过 PC 和其他计算机的总和，甚至比人类的数量还要多。

1.2 微型计算机系统

一台微型计算机系统主要由硬件和软件两大部分组成，硬件主要包括：主机和外围设备；软件主要包括：系统软件（例如：操作系统、监控程序等）和应用软件。所谓微型计算机结构是指计算机的硬件系统按照总体布局的设计要求将各部件构成某个系统的连接方式。

1.2.1 微型计算机主机组成

微型计算机系统除输入/输出设备外，其余部件的组成称为主机。主机由微处理器（MPU）、内存（主存）、输入/输出接口（简称 I/O 接口）、总线及地址译码电路组成。单片机实际上是将上述部件集成到一个芯片上而构成一个微机系统。MPU 嵌入到系统之后，便称为 CPU（中央处理器），主机结构可用图 1-1 所示模块化结构来表示。图 1-1 是一种总线结构，系统中各部件都是独立“挂”在总线上的，总线是用来传送信息的公共导线，根据所传送信息的内容与作用不同，可将总线分为三类：数据总线 DB（Data Bus）、地址总线 AB（Address Bus）、控制总线 CB（Control Bus）。由于各总线传送信号的类型是单一的，又称为面向系统的单总线结构。由于各部件均以同一形式“挂”在总线上的，结构简单，易于扩充，需要什么就“挂”什么，体现了其灵活方便即插即用的结构特点。

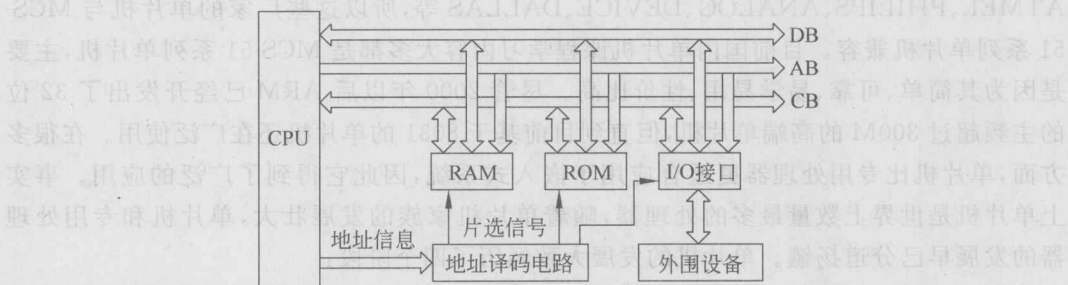


图 1-1 微机系统的主机结构图

1. 微处理器

MPU 是微型计算机的核心芯片，将其嵌入系统加上外围电路，微处理器就升格为中央处理器（CPU），它包括运算器、控制器和寄存器三个主要部分。

（1）运算器

运算器也称为算术逻辑单元（ALU）。顾名思义，运算器的功能是完成数据的算术和逻辑运算。

（2）控制器

控制器是微机的指挥控制中心，由指令寄存器、指令译码器和控制电路组成。它负责把指令逐条从存储器中取出，经译码分析后，根据指令的要求，对微型计算机各部件发出相应的控制信息（取数、执行、存数等），使它们协调工作，以保证正确完成程序所要求

的功能,进而对整个微机系统进行控制。

（3）寄存器

寄存器是 CPU 内部用来暂时存放数据和运算结果的空间,CPU 对寄存器的读写方便快捷。

2. 存储器

存储器(Memory)又称为主存(Main Storage)或内存,是微型计算机的存储和记忆装置,用以存放数据和程序。微型计算机的内存通常采用集成度高,容量大,体积小,功耗低的半导体存储器。

（1）存储单元

内存中存放的是数据和程序,均以二进制数形式表示。计算机科学中一般将 8 位二进制数称作一个字节(Byte),例如:“01001101”就是一个字节。能存储一个字节数据的存储空间称为一个存储单元,也就是一个存储单元能存储 8 位二进制数,将其每一位称为 1bit。

（2）存储器地址

为了便于对存储器进行访问,存储器通常被划分为若干个存储单元且每一个存储单元都对应有自己的编号,存储器的编号称为存储器地址(内存地址),CPU 是通过其地址来识别不同内存单元的,计算机科学中地址一般都用十六进制数表示,如存储器地址 00001H 就可以表示存储单元编号为 00001H。必须说明的是,内存单元的地址和内存单元的内容是两个完全不同的概念。例如在图 1-2 中,第 6 号内存单元的存储器地址是 00006H,其内容是 11001111B,即十六进制 CFH,在实际学习和应用中存储单元及其内容都用十六进制表示,注意不要混淆。

CPU 对内存的操作有两种:读或写。CPU 执行访问存储器的任务,实际上就是按指定的存储单元地址对相应的存储单元进行“读”、“写”操作,“读”操作是 CPU 将内存单元的内容读入 CPU 内部;“写”操作是 CPU 将其内部信息传送到内存单元保存起来。显然,“写”操作的结果改变了被写内存单元的内容,是破坏性的,而“读”操作是非破坏性的,即该内存单元的内容在信息被读“走”之后仍保持原信息。存储器的“读”、“写”操作过程如图 1-3 所示。

地址	内容
00000H	
00001H	
00002H	
	⋮
00006H	1100 1111
	⋮
FFFFFH	

图 1-2 内存单元的地址和内容



图 1-3 存储器的“读”、“写”操作

3. 总线

总线是用来传送信息的公共导线,根据所传送信息的内容与作用不同,可将总线分为三类:数据总线 DB(Data Bus)、地址总线 AB(Address Bus)、控制总线 CB(Control Bus)。

(1) 数据总线 DB: 双向传输数据信息。其宽度(根数)与 MPU 提供的数据线的引脚数有关,数据线宽度越宽,传输数据的能力越强。

(2) 控制总线 CB: 用于传送各种控制信号和状态信号,对于每一根来说是单向传送的。控制信号由 CPU 指向被控设备,例如对被控设备的“读”、“写”操作,就是控制信号,状态信号是由被监控设备提供给 CPU 的状态和应答信号,例如监控设备的“忙”、“闲”状态,就是状态信号。

(3) 地址总线 AB: CPU 执行指令时,用于单向传送地址信息。地址信息包括两种:指令代码在程序存储器中的地址信息和操作数在数据存储器中的地址信息。CPU 执行一条指令时,首先从程序存储器中将欲执行指令的代码取入 CPU 中的指令寄存器(IR),经指令译码器(ID)译码后,产生相应的操作时序,再根据指令提供的操作数的地址信息,对操作数进行“读”、“写”操作。AB 的宽度决定了计算机系统的最大寻址能力(寻址空间)。最大寻址空间 $=2^N$,其中 N 为 AB 的宽度。例如 MCS-51 单片机 $N=16$,则最大寻址空间 $=2^{16}=65536$ 字节 $=64\text{KB}$,8086/8088CPU 的 $N=20$,则最大寻址空间 $2^{20}=1\text{MB}$ 。

4. 地址译码电路

凡是“挂”在总线上的部件都被系统分配一个地址域,CPU 访问某部件时,由指令提供被访问部件的地址信息,该地址信息部分或全部经地址译码电路译码后产生一个唯一选通信号(也称片选信号),将被选中的部件“门”打开,使得数据得以传输。

5. 接口

接口是主机与外设连接的必然通路,是必经的“桥梁”。复杂的设备有复杂的接口,简单的设备有简单的接口。即使一个灯,一个开关或按钮与计算机连接也必须通过接口。每个接口可包含若干个端口,每个端口对应一个端口地址,可由指令按地址访问端口。接口的主要功能有:数据类型的转换、电平的转换与放大、锁存与缓冲、数据的隔离等。

1.2.2 微型计算机的主要性能指标

1. 字长

字是计算机一条指令所能处理的一个基本信息单位。例如:一个数据(25、35、67、-0.0038……)一个字符(A、a、#、……)等均称为一个字。字长是处理一个基本信息单位所占用的最大二进制位数。例如:51 单片机内部寄存器长度为 8 位,执行一条指令,最多能处理 8 位二进制数,所以 51 单片机字长为 8 位,称为 8 位机,而 8086/8088CPU 内

	100000
	110000
	111000
11110011	110000

部寄存器为 16 位,所以字长为 16 位,称为 16 位机,依此类推,80386、80486、80586 (pentium)字长均为 32 位,故均称为 32 位机。2001 年新推出的“安腾”(Itanium)为 64 位机。字长是计算机的主要性能指标之一,字长越长的计算机,其运算速度越快,数的表示范围越宽,数据的运算精度越高,机器的整体功能越强。一般情况下,CPU 的内、外数据总线宽度是一致的。但有的 CPU 为了改进运算性能,加宽了 CPU 的内部总线宽度,致使内部字长和对外数据总线宽度不一致。如 Intel 8088/80188 的内部数据总线宽度为 16 位,外部为 8 位。对这类芯片,称为“准××位”CPU,因此 Intel 8088/80188 被称为“准 16 位”CPU。

2. 存储器容量

存储器容量是衡量微机存储二进制信息量大小的一个重要指标。存储二进制信息的基本单位是位(b)。一般把 8 个二进制位组成的通用基本单元叫做字节(B)。微机中通常以字节为单位表示存储容量,并且将 1024B 简称为 1KB,1024KB 简称为 1MB(兆字节),1024MB 简称为 1GB(吉字节),1024GB 简称为 1TB(太字节)。

存储器容量包括内存容量和外存容量。内存容量又分最大容量和实际装机容量。最大容量由 CPU 的地址总线位数决定,如 8 位 CPU 的地址总线为 16 位,其最大内存容量为 64KB;Pentium 处理器的地址总线为 32 位,其最大内存容量为 4GB,而装机容量则由所用软件环境决定,如现行 PC 系列机,若采用 Windows 环境,则内存必须在 4MB 以上;若采用 Windows 95,则内存必须在 8MB 以上;若采用 Windows 98,则内存必须在 32MB 以上等。

外存容量是指硬盘和光盘等的容量,通常主要指硬盘容量,其大小应根据实际应用的需要来配置。

3. 运算速度

微机的运算速度一般用每秒钟所能执行的指令条数来表示。由于不同类型的指令所需时间长度不同,因而运算速度的计算方法也不同。常用计算方法有:

(1) 根据不同类型的指令出现的频度,乘上不同的系数,求得统计平均值,得到平均运算速度。这时常用品 MIPs (millions of instruction per second,即百万条指令/秒)作单位。

(2) 以执行时间最短的指令(如加法指令)为标准来估算速度。

(3) 直接给出 CPU 的主频和每条指令的执行所需的时钟周期。主频一般以 MHz 为单位。

4. 系统总线

系统总线是连接微机系统各功能部件的公共数据通道,其性能直接关系到微机系统的整体性能。系统总线的性能主要表现为它所支持的数据传送位数和总线工作时钟的频率。数据传送位数越多,总线工作时钟频率越高,则系统总线的信息吞吐率就越高,微机系统的性能就越强。

5. 外设扩展能力

这主要指微机系统配接各种外部设备的可能性、灵活性和适应性。一台微机允许配接多少外部设备,对于系统接口和软件研制都有重大影响。在微机系统中,打印机型号、显示屏分辨率、外存储器容量等,都是外设配置中需要考虑的问题。

6. 软件配置情况

软件是微机系统必不可少的重要组成部分,它配置是否齐全,功能的强弱,是否支持多任务、多用户操作等都是微机硬件系统性能可否得到充分发挥的重要因素。

1.3 微机中的数制和数的表示

数制是人们利用符号来记数的科学方法。数制可以有很多种,但在微机的设计与使用上常使用的有十进制、二进制、八进制和十六进制。

1.3.1 数制的基与权

数值所使用的数码的个数称为基;数值每一位所具有的值称为权。

十进制(decimal system)的基为“10”,即它使用的数码为0,1,2,3,4,5,6,7,8,9共有10个。十进制各位的权是以10为底的幂,用“D”表示,如十进制数523791 D:

5	2	3	7	9	1
10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
十万	万	千	百	十	个

其各位的权为个、十、百、千、万、十万,即以10为底的0幂、1幂、2幂等,故有时为了简便而顺次称其各位为0权位、1权位、2权位等。

二进制(binary system)的基为“2”,即其使用的数码为0,1,共两个。

二进制各位的权是以2为底的幂,用“B”表示,如二进制数110111B:

二进制	1	1	0	1	1	1
	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
十进制	32	16	8	4	2	1

其各位的权为1、2、4、8、16、32,即以2为底的0次幂、1次幂、2次幂等,故有时也依次称其各位为0权位、1权位、2权位等。

八进制(octave system)的基为“8”,即其数码共有8个:0,1,2,3,4,5,6,7。八进制的权为以8为底的幂,有时也顺次称其各位为0权位、1权位、2权位等,用“O”表示。

十六进制(hexadecimal system)的基为“16”,即其数码共有16个:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F。十六进制的权为以16为底的幂,有时也称其各位的权为0权、1权、2权等,用“H”表示。