



普通高等教育创新型人才培养规划教材

单片机原理及应用

——基于Keil及Proteus (第2版)

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG

主 编 周旭欣 周 淇
副主编 吴国辉



配有课件



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高等教育
北京航空航天大学出版社教材

单片机原理及应用 ——基于 Keil 及 Proteus (第 2 版)

主 编 周旭欣 周 淇

副主编 吴国辉

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 AT89C51 为典型机深入浅出地讲述单片机的结构、基本原理、硬件资源及单片机的应用技术。主要内容包括:单片机的基础知识、内外系统结构、汇编指令、中断与定时/计数器、串口通信、系统接口、应用系统设计等。

本书在单片机传统教学体系的基础上进行了较大改进。第一,体现在编排方式上,书中以 51 单片机汇编语言作为贯穿全书各章节的主线,有机融入集成开发软件 Keil 和单片机仿真软件 Proteus 的使用方法,并与串口调试助手结合应用于例题中,直观显示应用结果,实现了教学内容的可视化。第二,体现在内容上,本书加入了新型或当前主流外部设备的原理介绍及仿真,包括 LED 点阵、LCD1602、DS18B20 等。

本书可作为高等工科院校计算机类、电气与电子信息类、机电一体化类、机械类等相关专业的本科教材,也可供从事单片机应用研究与开发的技术人员及普通读者参考。

本书配有教学课件供任课教师参考,请发邮件至 goodtextbook@126.com 或致电 010-82317037 申请索取。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用:基于 Keil 及 Proteus / 周旭欣, 周淇主编. -- 2 版. -- 北京:北京航空航天大学出版社, 2016.8

ISBN 978-7-5124-2219-3

I. ①单… II. ①周… ②周… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 192925 号

版权所有,侵权必究。

单片机原理及应用——基于 Keil 及 Proteus(第 2 版)

主 编 周旭欣 周 淇

副主编 吴国辉

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京泽宇印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:18 字数:384 千字

2016 年 9 月第 2 版 2016 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-2219-3 定价:36.00 元

前 言

单片机作为计算机的一个重要分支,具有普通计算机不具备的一系列优点。其体积小,功能强,可靠性高,价格低,性能稳定,被广泛应用于智能仪器仪表、自动控制、通信系统、家用电器和计算机外围设备等。此外,单片机嵌入式系统还在农业、化工、军事、航空航天等领域得到广泛应用。因此,单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的工程技术人员。了解单片机的知识并掌握其应用技术具有重要的意义。

目前,单片机的种类繁多,虽然近十年来开发出了 16 位和 32 位产品,但是在目前乃至今后相当长的时间内,8 位产品仍然会有相当的市场。其中,Atmel 公司的 51 内核系列单片机与 Intel 公司的 MCS-51 单片机在结构体系、指令系统方面完全兼容,而且 MCS-51 系列 8 位单片机教学内容稳定,实验设备成熟。因此,本书以基于 51 内核的 AT89C51 为典型机深入浅出地讲述单片机的结构、基本原理、硬件资源及单片机的应用技术。

《单片机原理及应用——基于 Keil 及 Proteus》(第 2 版)共分 5 章,各章节内容在第 1 版基础上进行了适当修改。第 1 章单片机基础知识,主要介绍了什么是计算机的系统、单片机的内部结构、单片机的类型及单片机的应用系统等,删除了与其他课程重复的内容,即数据的表示及运算;第 2 章 51 系列单片机的硬件结构和功能,主要介绍了单片机的一般结构、存储器组织、I/O 接口的结构和功能、定时/计数器的结构和功能、中断系统结构和功能、时钟电路和 CPU 定时、单片机工作方式等;第 3 章 51 系列单片机的指令系统及 Keil 集成开发环境,介绍了常用的伪指令、寻址方式、111 条 51 单片机指令以及 Keil 集成开发环境简介;第 4 章 51 系列单片机汇编语言程序设计方法,主要介绍了 5 种结构的程序设计方法:顺序程序结构、分支程序结构、循环程序结构、子程序及参数传递、中断程序等,并且大部分例题都采用 Keil 集成开发环境进行结果显示;第 5 章 51 系列单片机接口应用及 Proteus 仿真,首先简单介绍了 Proteus 仿真软件,然后介绍了 51 系列单片机的内部接口、定时器及串行接口的应用、并行扩展、存储器扩展、LED 键盘/显示专用电路接口技术和应用、LED 点阵显示电路接口技术和应用、LCD 显示电路接口及应用、A/D—D/A 器件接口技术、单片机与温度传感器 DS18B20 芯片的接口技术,并且大部分例题在 Proteus 下进行了仿真,并给出仿真结果,删除了 74 系列器件的接口及应用,8155 芯片的接口应用和



DS1302 芯片的接口应用,在串行接口章节增加了采用串口调试助手与 Proteus 相结合的例题仿真。以上内容可根据教学需求选择使用。

本书采用教、学、做相结合的教学模式,系统、全面、深入浅出地介绍 MCS-51 单片机应用中所需的基础知识和基本技能,并通过应用实例分析,将复杂的原理变为直观易懂的内容,以指导读者学习、开发和使用单片机。

本书由南昌航空大学资助出版,由周旭欣、周淇老师任主编。其中,周旭欣老师编写了 4、5 章,并负责全书的图及统稿,周淇老师编写了第 1、3 章;吴国辉老师编写了第 2 章。在本书的编写过程中得到了万卫强老师的大力支持,另外,周晋军老师在本书的第二版修改过程中,提出了许多宝贵的修改建议和意见。在这里表示感谢。

由于作者水平有限,时间仓促,书中难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2016 年 4 月

目 录

第 1 章 单片机基础知识	1
1.1 计算机系统概述	1
1.1.1 计算机	1
1.1.2 微型计算机	1
1.1.3 单片微型计算机	2
1.1.4 嵌入式系统	3
1.2 单片机的内部结构	3
1.2.1 中央处理器	3
1.2.2 存储器	6
1.2.3 输入/输出接口	7
1.2.4 总线	8
1.3 单片机的类型和典型单片机产品	8
1.3.1 单片机的类型和特点	8
1.3.2 典型单片机产品	10
1.4 单片机的应用系统结构及其应用	11
1.4.1 单片机应用系统结构	11
1.4.2 单片机的应用	12
习 题	14
第 2 章 51 系列单片机硬件结构和功能	15
2.1 总体结构	15
2.1.1 51 系列单片机的总体结构	15
2.1.2 51 系列单片机的引脚定义及功能	17
2.2 存储器的组织结构及功能	20
2.2.1 程序存储器	20
2.2.2 内部数据存储器	21
2.2.3 外部数据 RAM 和 I/O 口	27
2.3 I/O 接口的结构及功能	27
2.3.1 并行接口的结构及功能	27
2.3.2 串行接口的结构及功能	32



2.4	定时/计数器的结构及功能	33
2.4.1	定时/计数器的结构	33
2.4.2	定时/计数器方式寄存器和控制寄存器	34
2.4.3	T0、T1 的工作方式和内部结构	36
2.4.4	定时/计数器 T2 的功能和使用方法	38
2.5	中断系统的结构及功能	42
2.5.1	中断系统结构	43
2.5.2	中断源	43
2.5.3	中断控制	45
2.5.4	中断响应过程	47
2.5.5	中断服务程序的现场保护和恢复	48
2.5.6	中断请求的撤出	49
2.6	时钟、时钟电路、CPU 定时	50
2.6.1	CMOS 型 51 单片机时钟电路	50
2.6.2	CPU 时序	51
2.7	单片机工作方式	52
2.7.1	复位方式与复位电路	53
2.7.2	程序执行方式	54
2.7.3	省电工作方式	54
2.7.4	CHMOS 型单片机节电工作方式	55
	习 题	58
第 3 章	51 系列单片机指令系统及 Keil 集成开发环境	59
3.1	指令系统和指令格式	59
3.1.1	指令系统的概念	59
3.1.2	指令格式和常用伪指令	59
3.2	指令寻址方式	63
3.2.1	寄存器寻址	63
3.2.2	直接寻址	64
3.2.3	寄存器间接寻址	64
3.2.4	立即寻址	65
3.2.5	基寄存器加变址寄存器间接寻址	65
3.3	指令状态标志和类型	66
3.3.1	指令状态标志	66
3.3.2	指令类型	67
3.4	数据传送指令	68



3.4.1	内部数据传送指令	69
3.4.2	外部数据存储器传送指令	73
3.4.3	查表指令	75
3.5	算术运算指令	76
3.5.1	加减指令	76
3.5.2	乘除指令	80
3.6	逻辑运算指令	81
3.6.1	ACC的逻辑操作指令	81
3.6.2	两个操作数的逻辑操作指令	83
3.7	位操作指令	85
3.7.1	位变量传送指令	85
3.7.2	位变量修改指令	86
3.7.3	位变量逻辑操作指令	87
3.8	控制转移指令	87
3.8.1	绝对转移指令	87
3.8.2	条件转移指令	91
3.8.3	调用、返回及空操作指令	93
3.9	Keil μ Vision4 集成开发环境简介	96
3.9.1	μ Vision4 项目管理窗口	96
3.9.2	μ Vision4 的菜单栏	97
3.9.3	μ Vision4 工具栏	103
3.9.4	μ Vision4 的管理配置	107
3.9.5	μ Vision4 的各种常用窗口	111
3.9.6	用 μ Vision4 创建项目	115
3.9.7	项目仿真和调试	118
	习 题	120
第 4 章	51 系列单片机汇编语言程序设计方法	122
4.1	单片机系统程序结构及设计过程	122
4.1.1	程序总体构成	122
4.1.2	程序设计过程	125
4.2	顺序程序结构设计	125
4.3	分支程序结构设计	127
4.3.1	基本分支结构程序设计	127
4.3.2	多分支结构程序设计	128
4.4	循环结构程序设计	132



4.4.1	单重循环程序	132
4.4.2	多重循环程序	134
4.4.3	已知循环次数结构程序设计	134
4.4.4	未知循环次数结构程序设计	134
4.5	子程序设计及参数传递方法	135
4.5.1	子程序的调用与返回	136
4.5.2	子程序的参数传递	137
4.6	中断程序设计	144
4.6.1	中断的初始化	144
4.6.2	中断服务程序	144
4.6.3	外部中断程序	145
4.6.4	定时中断程序	146
4.6.5	串行中断程序	147
4.7	常用程序设计及调试实例	148
4.7.1	定点数运算程序	149
4.7.2	查表程序	153
4.7.3	数制转换程序	154
	习 题	156
第 5 章	51 系列单片机接口应用及 Proteus 仿真	157
5.1	Proteus 简介	157
5.1.1	Proteus 编辑环境	157
5.1.2	电路原理图设计	162
5.1.3	单片机的仿真	166
5.1.4	ISIS 模块应用举例	167
5.2	51 系列单片机内部接口和定时器的应用	169
5.2.1	并行接口应用	169
5.2.2	定时/计数器应用	174
5.2.3	串行接口电路	180
5.3	51 系列单片机并行扩展系统的扩展原理	195
5.3.1	51 单片机最小系统	195
5.3.2	51 单片机扩展总线与编址技术	196
5.4	程序存储器扩展	200
5.4.1	外部程序存储器的操作时序	200
5.4.2	常用 EPROM 存储器	202
5.4.3	程序存储器扩展方法	203



5.5 数据存储器扩展	205
5.5.1 外部数据存储器的操作时序	205
5.5.2 常用的 RAM 芯片	207
5.5.3 RAM 存储器扩展方法	207
5.5.4 外部 RAM 的读写程序	209
5.6 LED 键盘/显示专用电路接口技术和应用	210
5.6.1 LED 显示接口技术	210
5.6.2 按键、键盘与单片机的接口技术	217
5.7 LED 点阵显示电路接口技术和应用	226
5.7.1 点阵 LED 显示器原理	227
5.7.2 LED 点阵显示接口电路及编程方法	228
5.8 LCD 显示电路接口技术和应用	235
5.8.1 SMC1602 显示器工作原理	236
5.8.2 指令集及时序	240
5.8.3 应用实例	244
5.9 ADC 与 DAC 器件接口技术	252
5.9.1 DAC 转换器接口	252
5.9.2 ADC 转换接口	260
5.10 温度传感器接口技术	265
5.10.1 DS18B20 的基础知识	265
5.10.2 参考程序	270
5.10.3 DS18B20 测温实例	272
习 题	275
参考文献	278

第 1 章 单片机基础知识

1.1 计算机系统概述

1.1.1 计算机

人们日常所说的计算机实质是指电子数字计算机,也是指一个计算机系统,是一种能高速而精确进行各种数据处理的机器。计算机系统由计算机硬件和软件两部分组成。

计算机硬件是构成一台计算机系统的物理部件。如图 1-1 所示,硬件主要包括运算器、控制器、存储器和输入/输出(Input/Output, I/O)设备四部分,其他硬件还有电源电路、机架机箱等。

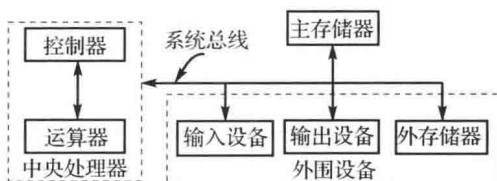


图 1-1 计算机主要硬件结构

运算器是数据处理部件,控制器是协调整个计算机操作的部件,运算器和控制器是计算机硬件的核心,通常合称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU)。存储器是存放运行程序、原始数据和计算结果二进制编码的部件;I/O 设备是将运行程序、原始数据输入到计算机和给出数据处理结果的部件。

计算机软件是计算机系统中各类程序及文件,是计算机系统工作的“灵魂”。软件一般包括使计算机系统自动工作或提高计算机工作效率的系统软件和实现某一特定应用目标的应用软件两大类。

计算机的工作过程实际上是一个信息加工过程。计算机中的信息是指构成各类运行程序的机器指令和需要处理及给出计算结果的数据,这些指令和数据在计算机中以一定的二进制编码形式表示。

1.1.2 微型计算机

随着半导体技术的发展,20 世纪 70 年代出现了将运算器和控制器制作在一个



大规模集成电路上组成的中央处理器,称为微处理器(Micro Processor Unit, MPU)。同时出现了多种类型的大容量半导体存储器、各种 I/O 接口,而 I/O 设备的种类、功能、体积也发生了根本性的变化。因此,由微处理器、半导体存储器、新型 I/O 接口和设备组成的各种微型计算机(Micro Computer)相继面世。图 1-2 所示为微型计算机主要硬件结构示意图。

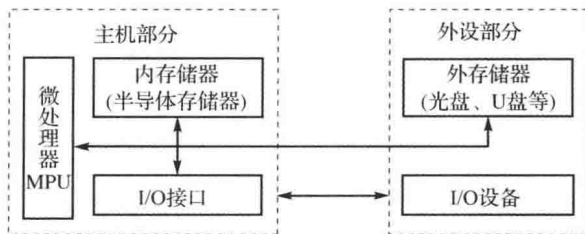


图 1-2 微型计算机主要硬件结构

在微型计算机中,微处理器是通过总线和芯片外部的存储器和 I/O 接口相连。微型计算机的电路部分可以由多块印制电路板(主机板、存储卡和显示卡、声卡等各种 I/O 接口板)组成,也可将所有集成电路均安装在一块印制电路板上。微型计算机的外形也有柜式机、台式机和笔记本电脑等多种形式。

微型计算机的出现极大地推动了计算机的普及。微处理器不仅是构成微型计算机、单片微型计算机、嵌入式系统和片上系统的核心部件,也是构成多微处理器系统和现代高速并行结构计算机系统的基础。

1.1.3 单片微型计算机

在微处理器问世后不久,便出现了一种将 CPU、存储器和各种 I/O 接口集成在一个大规模集成电路上的微型计算机——单片微型计算机(Single Chip Microcomputer, SCMC),又称微控制器(Microcontroller Unit, MCU)。

由于单片机含有计算机的 CPU、存储器和各种 I/O 接口等基本功能部件,一般只要给单片机配上适当的外围 I/O 设备和软件,便构成了一个单片机应用系统。由于单片机上的外设资源一般比较丰富,适合于测试控制场合,所以单片机所构成的计算机应用系统都是针对某一工作目标而设计制作的专用计算机系统。

由于 Intel 公司在单片机技术的发展历史上具有十分重要的地位,所以单片机发展历史常以 Intel 单片机的发展来划定。这里以 8 位单片机的推出作为起点,将单片机的发展历史大致划分为以下 3 个阶段。

(1) 单片机的探索阶段(1976—1980)

这一阶段以 Intel 公司 1976 年推出的 8 位 MCS-48 系列单片机为典型代表。由于受到工艺和集成度低的影响,单片机中 CPU 功能弱、存储器容量小、I/O 接口的种类和数量少,只能应用于简单场合。这一阶段参与探索的公司还有 Motorola、



Zilog 等。

(2) 单片机的完善阶段(1980—1990)

这一阶段以 Intel 公司 1980 年推出的 8 位 MCS-51 系列和 1983 年推出的 16 位 MCS-96 系列单片机为典型代表。相对 MCS-48 系列而言, MCS-51 系列单片机在 CPU、存储器和 I/O 接口方面都有明显改善和提高。MCS-96 系列单片机在提高数据处理能力的同时, 将一些用于测控系统的模数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入片中。随着 MCS-51 系列单片机的广泛应用, 许多电气厂商也竞相推出使用 80C51 内核的、测控功能多样的各种扩展型 51 单片机。MCS-96 系列和这些扩展型 51 单片机, 增强了外围电路的功能, 强化了智能控制的能力, 体现了单片机的微控制器(MCU)特征。

(3) 单片机的全面高速发展阶段(1990—)

随着单片机在各个领域全面深入地发展和应用, 全球许多知名半导体厂商不断推出各种新型的 8 位、16 位、32 位单片机, 单片机的性能不断完善, 品种大量增加, 在功能、功耗、体积、价格和可靠性等方面能满足各种复杂的或简单的应用场合要求。特别是片上系统(SoC)的出现, 将单片机应用技术提高到了一个新的高度。

1.1.4 嵌入式系统

嵌入式系统(Embedded System)是将计算机嵌入到应用产品之中的计算机系统。它将计算机的硬件技术、软件技术、通信技术、微电子技术、数字信号处理技术等先进技术和具体应用对象相结合, 进而达到提升产品功能的目的。嵌入式微处理器的体系结构有冯·诺依曼体系和哈佛体系两种结构; 指令系统有精简指令系统(Reduced Instruction Set Computer, RISC)和复杂指令系统(Complex Instruction Set Computer, CISC)两种指令系统。

1.2 单片机的内部结构

单片机是以一个大规模集成电路为主组成的微型计算机。单片机在一个芯片内包含中央处理器(CPU)、存储器和 I/O 接口, 以及时钟、中断控制、定时器等电路。CPU 通过内部总线和存储器、I/O 接口相连, 典型的单片机内部结构如图 1-3 所示。同时, 计算机中的数据和指令都是一组二进制编码, 它们是作为一个整体来进行处理和运算的, 统称为“机器字”, 一个机器字所包含的二进制位数称为字长。单片机 CPU 的字长一般有 8 位、16 位、32 位, 它与单片机的内部结构有十分密切的关系。

1.2.1 中央处理器

CPU 由运算器、控制器组成, 是单片机的核心。

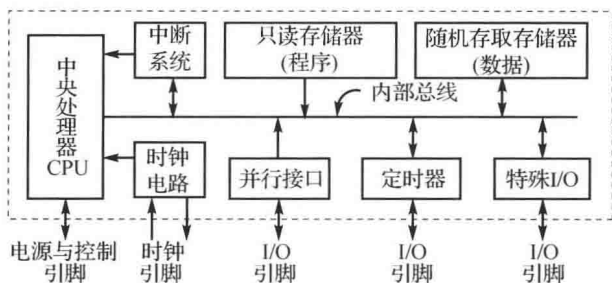


图 1-3 典型的单片机内部结构

1. 运算器

运算器主要由算术逻辑运算单元(ALU)、累加器(ACC)、通用寄存器、标志寄存器、暂存器和多路开关等组成,运算器结构如图 1-4 所示。

(1) 算术逻辑运算单元

计算机的加减乘除四则运算都要通过加法来完成,加法器是算术逻辑运算单元的核心部件。ALU 中的加法器对两个数的 n 位同时作加法,这种加法器称为并行加法器。目前使用的是改进的超前进位加法器,它增加了超前进位电路,使各位的进位信号能够同时产生,从而提高了运算速度。

(2) 累加器、寄存器和暂存器

ALU 中的累加器和寄存器用于存放运算的数据和结果,暂存器暂时存放等待 ALU 处理的数据。累加器、寄存器和暂存器三者虽然叫法不同,但都是由逻辑门电路组成的字长为 n 位的 D 触发器(或 RS、JK 触发器)来承担。

累加器是一个特别重要的寄存器,它在数据传送、运算操作中担负着极其重要的使命。设置通用寄存器组的目的是要在操作过程中尽可能减少对存储器的访问次数,以提高运算速度。标志寄存器用于存放操作结果的特征位,以帮助完成有关操作。累加器、通用寄存器、标志寄存器都是对外编程的寄存器。

(3) 多路开关

多路开关分输入多路开关和输出多路开关,它们均由控制器控制,其作用是控制算术逻辑运算单元的数据操作。多路开关一般由与或非门电路组成。

2. 控制器

控制器由程序计数器(PC)、指令寄存器(IR)、指令操作码译码器、地址形成部件、脉冲发生器、启停电路、时序电路、微操作控制部件等组成,控制器结构如图 1-5

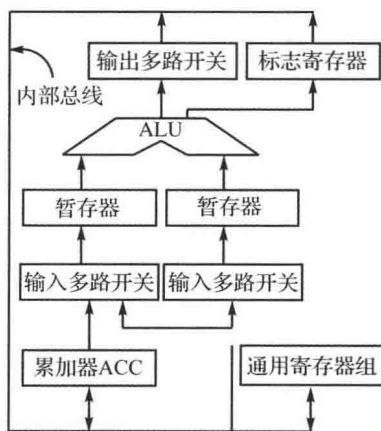


图 1-4 运算器结构



所示。

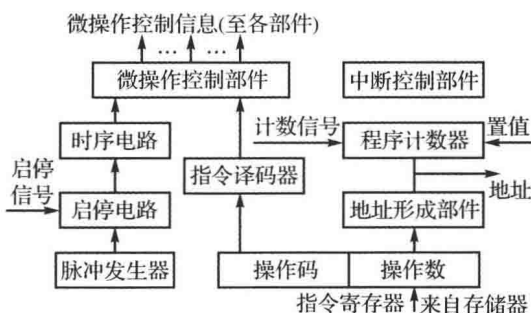


图 1-5 控制器结构

控制器的功能就是协调计算机各个功能部件的操作,使它们有条不紊地工作。

(1) 脉冲发生器和启停电路

脉冲发生器产生计算机的主振脉冲,用于同步计算机内部的所有操作。启停电路控制脉冲发生器主振脉冲的发出,用于启动和停止计算机的工作。

(2) 时序电路

一条指令从取出到执行完毕所需的时间(即指令周期)可以分成若干个机器周期。每个机器周期完成一个基本操作。一个机器周期又分若干个节拍完成若干个规定的微操作。时序电路对主振脉冲进行分频和控制,以产生节拍脉冲。

(3) 指令寄存器、指令译码器和地址形成部件

指令寄存器存放从存储器中取出的指令。操作码部分送指令译码器译码,以确定指令的性质、类型以及所需执行的所有微操作序列。由指令功能和寻址方式确定获得操作数的方法,需要时由地址形成部件产生存储器地址,并从存储器中取出操作的数据。指令寄存器不可访问。

(4) 微操作控制部件

微操作控制部件接受时序电路的节拍脉冲信号和操作码译码器产生的控制信号,产生执行指令的所有微操作控制信号,使所有的微操作按一定的次序执行,这些信号送至运算器、存储器和 I/O 部件,以控制它们的动作。

(5) 程序计数器

程序计数器用于存放下一条指令的存储地址,使 CPU 根据它的内容自动地取出指令和执行指令。一般情况下,程序计数器在取出指令后具有自动加“1”得到下一条指令地址的功能。在执行转移控制指令时,程序计数器将被重新置值,使 CPU 从新的转移地址开始执行程序。

(6) 中断控制部件

中断控制部件是实现中断功能的控制部件,它主要包含与中断相关的寄存器、中断优先权排队电路,以及允许和禁止中断的控制电路。



1.2.2 存储器

存储器是计算机存储程序和数据的地方,单片机内部的存储器都是半导体存储器。

1. 存储器结构

半导体存储器由存储矩阵、地址锁存器、地址译码驱动器、数据寄存器和读写时序控制逻辑单元等部分组成。图 1-6 所示是半导体存储器的结构示意图。

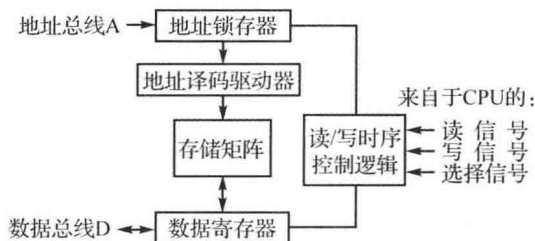


图 1-6 半导体存储器结构

(1) 存储矩阵

存储矩阵也称为存储体,它是由许多能存储二进制信息的位存储单元组成。在计算机中,一般由一个或多个位存储单元组成一个存储字,属于同一存储字的各位是并行操作的,并且存储单元多数采用二维阵列的组织形式,以简化地址译码控制电路。

(2) 地址锁存器和译码驱动器

地址锁存器接收并锁存 CPU 从地址总线送来的地址信息,地址信息经译码驱动器后将选中存储器中相应的一个存储字(单元),以便进行相关的读写操作。地址的位数与存储器的容量有关。

(3) 数据寄存器

数据寄存器用于存放从存储单元中读出的数据信息并把这一信息送至数据总线,也用于接收 CPU 在数据总线上送来的数据信息并把这一信息存入相应的存储字(单元)。

(4) 读写时序控制逻辑单元

这一控制逻辑单元接收 CPU 送来的读、写、选择等控制总线信息,并由这三个控制信号来将数据信息写入相应的存储字(单元),或从选中的存储字(单元)中读出数据信息。

2. 存储器类型

(1) 程序存储器

单片机应用系统绝大多数是专用系统,一旦研制成功,其软件随之定型,程序将被固化到存储器中,且只读存储器掉电后程序不会丢失,提高了系统的可靠性。因



此,单片机程序存储器通常采用只读存储器,其容量一般为1~64 KB(1 KB=1 024 Byte)。以下为不同类型只读存储器单片机的产品。

① ROM(Read-Only Memory)型单片机:内部具有客户提供的程序代码,并由制造厂商生产时掩膜程序的只读存储器(ROM)。这种单片机使用中不能修改程序代码,价格最低,生产周期长,适用于大批量生产。

② EPROM(Erasable Programmable ROM)型单片机:这种单片机带有窗口,内部具有重复紫外线擦除电编程功能的 EPROM 程序存储器,使用方便,但价格较高,适用于样机研制。

③ OTP(One Time Programmable)型单片机:它是一种存储器结构与 EPROM 相似的单片机。但用户只能写一次代码,其价格较低,既适用于样机研制,又适用于小批量生产。

④ Flash 型单片机:它是采用高密度非易失存储器制造技术生产的,内部具有重复电擦除电编程功能的 Flash Memory 程序存储器。这类单片机使用方便、价格也低,并使在电路可编程(ICP)、在系统可编程(ISP)、在应用可编程(IAP)功能成为可能,因而成为目前最流行的单片机品种。

(2) 数据存储器

单片机内部数据存储器一般采用静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, SRAM),单片机中简称 RAM。容量一般为几十字节至几千字节,掉电后 RAM 数据会丢失。也有利用可重复电擦除电编程(Electrically Erasable Programmable ROM, EEPROM)存储器作为数据存储器的应用,它掉电后数据不会丢失,常用做工作参数存储器。

1.2.3 输入/输出接口

I/O 接口内部含有接口寄存器和控制逻辑。如同对存储器单元一样,通过内部总线,CPU 可以对 I/O 接口寄存器进行读写,I/O 接口又可将接口寄存器的内容通过单片机引脚输出到外部设备。输入设备通过单片机引脚也可以将数据打入到接口寄存器。这样,单片机 CPU 通过 I/O 接口与外部设备间接建立了联系,实现了数据的输入/输出。因此,I/O 接口是单片机实现人机对话的桥梁,也是单片机实现测控功能的通道。

单片机最基本的 I/O 接口有并行接口和定时器。除此之外,单片机还有以下类型以及其他新型的 I/O 接口。

① 串行接口:如异步串行通信口(UART)、同步串行通信口(SRI)、I²C 串行总线接口、局域网 CAN 总线接口、USB 接口等。

② 多功能定时器:如具有多路输入捕捉、比较输出、PWM(脉冲宽度调制输出的)16 位多功能定时器。