



高职高专“十三五”规划教材

单片机

原理与接口技术

》(C51版)》

主 编 唐红雨 王 彬

Danpianji
Yuanli Yu Jiekou Jishu



电子科技大学出版社



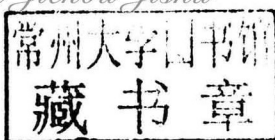
高职高专“十三五”规划教材

单片机 原理与接口技术

》 (C51版) 》

主 编 唐红雨 王 彬
副主编 孙红军 朱名强 黎有好
编 委 刘英会 蓝日卫 唐小华 梁 飘 黄 磊

Danpianji
Yuanli Yu Jiekou Jishu



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与接口技术: C51 版/唐红雨, 王彬主
编. —成都: 电子科技大学出版社, 2017. 6
ISBN 978-7-5647-4292-8

I. ①单… II. ①唐…②王… III. ①单片微型计算
机—基础理论—高等职业教育—教材②单片微型计算机—
接口技术—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 068006 号

单片机原理与接口技术 (C51 版)

主 编 唐红雨 王 彬

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编:610051)
策划编辑: 杨仪玮 郭蜀燕
责任编辑: 熊晶晶
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: usetcp@uestcp.com.cn
发 行: 全国新华书店经销
印 刷: 北京市彩虹印刷有限责任公司
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 17 字数 514 千字
版 次: 2017 年 6 月第一版
印 次: 2017 年 6 月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-4292-8
定 价: 38.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆本社发行部电话:028-83202463 13911403936;本社邮购电话:028-83201495
◆本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

前言

《单片机原理及接口技术》是“机电类应用型人才培养规划系列教材”之一,本书结合新的课程体系和教学内容改革需要,在多年教学实践的基础上编写而成。本书以 MCS-51 系列单片机为例,系统、全面地介绍单片机的原理、接口及应用技术。书中通过一些经典例题和应用实例,引导读者熟悉和理解单片机基本原理,逐步掌握单片机应用系统设计开发的基本知识、方法和应用技能。各项目后都配有练习题,以巩固学生所学的知识,帮助读者深入学习。

本书以 MCS-51 系列单片机为主,全面、详细地介绍了单片机的硬件组成、指令系统、接口及应用技术。主要内容包括:单片机基础知识及开发环境、80C51 系列单片机的结构、单片机 C51 程序设计基础、8 路 LED 灯设计、中断系统、脉冲发生器的设计与制作、MCS-51 串行口通信系统的设计与制作、单片机 I/O 的扩展、显示接口扩展的设计与制作、模数(数模)转换与单片机接口电路、单片机应用系统设计。

本书的编写具有以下特点。

- (1) 系统性强,内容全面、概念清楚,使学生能建立起单片机完整的总体概念。
- (2) 基础性强,对基础理论部分精心讲解,为学生进一步学习后续课程打下良好基础。
- (3) 实用性强,加强了技能训练。本书在保证系统完整的基础上,加强了技能训练,突出对学生实用技能和动手能力的培养。

本书在编写过程中,采纳了众多一线教学老师的意见,并得到兄弟院校的支持,在此深表感谢。同时,本书的编写也参阅了以往同类教材和有关工厂、科研院所的一些内部教材、资料,在此也一并表示衷心感谢。

本书可作为高职高专、成人高校及电视大学计算机应用、电气自动化、机电等相关专业的教材,也可供工程技术人员自学和参考。

由于编者水平有限,本书难免有不足之处,希望广大读者给予批评和指正。

编 者

目 录



项目一 单片机基础知识 1

任务一 单片机基础知识	1
任务二 常用单片机简介	6
任务三 单片机常用术语	8
任务四 数制、码制与编码	9
任务五 C51 程序开发软件 Keil C 使用	16
任务六 软件仿真开发工具 Proteus 与 Keil μ Vision4 的联调	27
思考与练习	29

项目二 80C51 系列单片机的结构 30

任务一 80C51 结构和引脚	30
任务二 存储器结构与位处理器	34
任务三 时钟电路与复位电路	41
任务四 单片机的工作方式	44
思考与练习	48

项目三 单片机 C51 程序设计基础 50

任务一 C51 语言的特点及其一般格式	50
任务二 C51 数据类型、常量和变量的定义	56
任务三 C51 的运算符、表达式及其语法规则	61
任务四 C51 语言的程序流程控制	69
任务五 C51 函数	79

思考与练习	86
-------------	----

项目四 8 路 LED 灯设计 88

任务一 MCS-51 单片机 I/O 口结构及工作原理	88
任务二 MCS-51 单片机 I/O 口编程	93
任务三 项目设计	95
思考与练习	97

项目五 中断系统 98

任务一 中断技术概述	98
任务二 MCS-51 单片机中断系统	99
任务三 外部中断功能编程实例	104
任务四 项目设计	105
任务五 外部中断源扩展	108
思考与练习	109

项目六 脉冲发生器的设计与制作 111

任务一 MCS-51 单片机定时器/计数器结构	111
任务二 AT89C51 单片机定时器/计数器工作方式与工作模式	112
任务三 AT89C51 单片机定时器/计数器编程实例	117
任务四 项目设计	122
任务五 基于单片机和 DS1302 的电子时钟	125
思考与练习	132

项目七 MCS-51 串行口通信系统的设计与制作 134

任务一 串行通信的概念	134
任务二 串行通信的结构及工作方式	138
任务三 串行通信的应用	146
任务四 项目设计	159
思考与练习	167

项目八 单片机 I/O 的扩展 169

任务一 I/O 接口扩展概述	169
任务二 I/O 接口扩展芯片 82C55 简介	170
任务三 单片机与 82C55 的接口设计	176
思考与练习	177

项目九 显示接口扩展的设计与制作 179

任务一 键盘接口及处理程序	179
任务二 LED 显示器接口及显示程序	185
任务三 键盘/LED 显示器与 82C55 接口及键盘扫描子程序	189
任务四 单片机与液晶显示器(LCD)的接口	192
思考与练习	200

项目十 波形发生器的设计与制作 201

任务一 DAC0832 简介	201
任务二 DAC0832 与 AT89C51 的接口及编程方法	204
任务三 波形发生器设计	207
任务四 ACD0809 简介	213
任务五 ACD0809 与 AT89C51 的接口及编程方法	215
任务六 电压采样显示项目设计	221
思考与练习	224

项目十一 单片机应用系统设计 225

任务一 单片机应用系统开发流程	225
任务二 单片机应用系统设计	232
任务三 应用设计举例	236
任务四 在线编程	241
任务五 综合设计举例——带温度显示的数码管时钟电路的设计	249
思考与练习	259

附录 260

参考文献 262

项目一

单片机基础知识



学习目标

1. 了解单片机技术的应用领域。
2. 了解不同类型的单片机。
3. 了解单片机的发展历史。
4. 掌握数制、码制与编码。
5. 了解 Proteus 软件各器件的名称、引脚功能、封装形式,熟悉各控制引脚的功能和应用特点。
6. 理解 Keil C51 软件菜单的功能,查看各数据的原理;Proteus 软件的功能,仿真的方法、步骤,联调的原理。
7. 掌握 Keil C51 软件的安装、使用方法,Proteus 软件的安装、使用、调试方法,以及它们的使用流程、联调步骤方法等。

单片机技术是计算机技术的一个独特分支,在众多领域尤其是在智能仪表、检测和控制系统中,单片机有着广泛的应用。本项目将论述单片机的产生、发展、特点、应用及常用的单片机,讲授单片机的基础知识,以便为读者在后续项目的学习打下基础。

任务一

单片机基础知识



一、微处理器的概念

微处理器(Microprocessor)是高新技术的产物,是集成在同一块芯片上的具有运算和控制功能逻辑的中央处理器,称为 MPU。微处理器不仅是构成微型计算机、微型计算机系统、微型计算机开发系统和计算机网络工作站的核心部件,而且也是构成多微处理器系统和现代并行结构计算机的基础。

二、微型计算机的概念

微型计算机(Microcomputer)是指以微处理器为核心,配上内存储器(包括随机存储器 RAM 和只读存储器 ROM)、输入/输出接口电路及其他相应的电路而构成的计算机。它通常包括如下几种类型:

- (1)单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)。

- (2) 单板微型计算机(Single Board Microcomputer)。
- (3) 多板微型计算机(Multi Board Microcomputer)。

三、单片微型计算机

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)简称单片机,它是将 CPU、ROM、RAM、定时/计数器和多种 I/O 接口电路集成在一块半导体芯片上的芯片级计算机,是具有一定规模的微型计算机。

四、单片机的发展历史

计算机最初是为了满足大量的数值计算而诞生的。长期以来,都是朝着不断提高运算速度、加大存储容量而发展。自从 1974 年美国仙童(Fairchild)公司运用计算机技术生产了世界上第一块单片机(F8)以来,在短短的几十年中,单片机作为微型计算机中的一个重要分支,其应用面极广,发展速度也很惊人。

单片机的发展主要经历了 4 个阶段。

第一阶段(1974—1976 年),单片机初级阶段。此阶段的单片机结构比较简单,控制功能比较单一。例如,美国仙童公司的 F8 系列单片机,只包含了 8 位的中央处理器(CPU)、64B(512b)的 RAM 和两个并行端口,还需外接具有 ROM、计时器/计数器、并行端口的芯片。

第二阶段(1976—1978 年),低性能阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 系列为代表,其特点是采用专门的结构设计,内部资源不够丰富。该系列的单片机片内集成了 8 位 CPU、并行 I/O 端口、8 位计时器/计数器、RAM 和 ROM 等。无串行 I/O 端口,中断处理系统也比较简单,片内 RAM、ROM 容量较小,且寻址范围小于 4KB。

MCS-48 系列单片机包括:基本型 8048、8748 和 8035;高档型 8050、8750 和 8040;低档型 8020、8021 和 8022;专用型 UPI-8041 和 8741 等。

这一代的单片机产品除了 MCS-48 系列之外,还有 Motorola 公司的 6801 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列。

第三阶段(1978—1983 年),高性能阶段。这类单片机是在低、中档单片机基础上发展起来的。以 Intel 公司的 MCS-51 系列为代表,它完善了外部总线,丰富了内部资源,并确立了单片机的控制功能。采用 16 位的外部并行地址总线,能对外部 64KB 的程序存储器和数据存储器空间进行寻址;还有 8 位数据总线及相应的控制总线,形成完整的并行三总线结构。同时,还提供了多机通信功能的串行 I/O 端口,具有多级中断处理,16 位的计时器/计数器,片内的 RAM 和 ROM 容量增大,寻址范围可达 64KB。有的单片机片内还带有 A/D 转换器、DMA、PSW 等功能模块。

在 MCS-51 单片机指令系统中,增加了大量的功能指令。例如,在基本控制功能方面设置了大量的位操作指令,使它和片内的位地址空间构成了单片机所独有的布尔逻辑操作系统,增强了单片机的位操作控制功能;还有许多条件跳转、无条件跳转指令,从而增强了指令系统的控制功能。在单片机的片内设置了特殊功能寄存器 SFR(Special Function Register),为外围功能电路的集中管理提供了方便。

第四阶段(1983 年至今),8 位超高性能单片机的巩固发展及 16 位、32 位、64 位单片机的推出与发展阶段。这一代单片机全速发展其控制功能,并且许多电气商纷纷介入,使其在各个领域得到广泛应用。

在第四阶段,一方面为满足不同用户的需要,不断完善 8 位高档单片机,改善其结构;另一方面发展 16 位单片机及专用单片机。超 8 位单片机增加了 DMA(Direct Memory Access,直接数据存储存取)通道、特殊串行端口等。16 位单片机的 CPU 为 16 位,片内 RAM 和 ROM 的容量进一步增大,片内 RAM 为 232B,ROM 为 8KB,片内带有高速输入输出部件、多通道 10 位 A/D 转换器、8 级中断处理功能,实时处理能力更强,并开发了片内带 Flash 程序存储器(Flash-

Memory)等功能。

在今后相当长的时期内,主流机型仍是8位单片机。一方面因为8位廉价型单片机会逐渐侵入4位机领域;另一方面8位增强型单片机在速度及功能上向现在的16位单片机挑战。故今后的机型很可能是8位机与32位机共同发展的时代。但从应用方面而言,在相当长的时间里32位机数量不会很多,16位机仍有一定的使用时期。

从单片机的结构功能上看,单片机发展的趋势将会朝着不断提高容量、性能、集成度、降低价格等方面发展;在内部结构上将会由RISC(Reduced Instruction Set Computer)结构取代传统的CISC(Complex Instruction Set Computer)结构的单片机。主要体现在以下几方面。

1. CPU 的改进

(1)采用双CPU结构,提高单片机的处理速度和处理能力。例如,Rockwell公司的R65C289系列单片机就采用了双CPU。

(2)增加数据总线宽度,提高数据处理速度和能力。例如,NEC公司的 μ PD-7800系列内部数据总线为16位。

(3)采用流水线结构,指令以队列形式出现在CPU中,从而提高运算速度。以适用于实时数字信号处理。例如,德州仪器(Texas Instrument, TI)公司的TMS320系列。

(4)加快单片机的主频,减少执行指令时的机器周期。例如,Philips公司的87C5X系列单片机主频在33MHz,执行一条指令时的机器周期减少为6个。

(5)增加串行总线结构,减少单片机引脚,降低成本。Philips公司的P87LPC76、P87LPC87系列单片机采用IIC(Inter-Integrated Circuit)两线式串行总线来代替现行的8位并行数据总线。

2. 指令集结构的转变

CISC结构的单片机是传统的冯·诺依曼(Von Neumann)结构,这种结构又称为普林斯顿(Princeton)体系结构。CISC结构的单片机,其片内程序空间和数据空间合在一起,取指令和操作数都是通过同一簇总线分时进行,当高速运算时,取指令和操作数不能同时进行,还会造成传输通道上的瓶颈现象。所以,需要寻找另一种结构。

采用RISC结构的单片机是新型的哈佛(Harvard)结构,采用双总线结构。它是将单片机内部的指令总线 and 数据总线分离,而指令总线宽于数据总线,允许同时取指令和取操作数,还允许在程序空间和数据空间之间相互传送数据。例如,Microchip公司的PIC系列单片机。

3. 存储器的发展

(1)存储容量扩大,有利于外围扩展电路的简化,增强电路的稳定性。新型的单片机片内ROM一般可达4~8KB,甚至达128KB;RAM达256B,如P8xC591单片机的ROM为16KB, RAM为512B。

(2)片内EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory,可擦可编程只读存储器)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory,电擦除可编程只读存储器)、Flash(闪速存储器)。片内带有EPROM的单片机,在将程序编程写入芯片时,需要高压写入、紫外线擦抹,这给用户带来诸多不便。而采用EEPROM、Flash后,不需紫外线擦除,只需重新写入。特别是在+5V的电压下可直接对芯片进行读写的EEPROM、Flash,它既有静态RAM读写操作简便的优点,又有掉电时数据不会丢失的优点。片内EEPROM、Flash的使用不仅对单片机的结构产生影响,同时简化了应用系统的结构,提高了产品的稳定性,降低产品成本。例如,Atmel公司的AT89系列单片机,片内就采用了Flash功能。

(3)程序保密化。一般写入EPROM中的程序很容易被复制。为了防止程序被复制或非法剽窃,维护开发者的权利,需要对写入的程序进行加密。例如,Intel公司就采用KEPROM(keyed access EPROM,带加密锁的EPROM)编程写入,还有的公司对片内EPROM或EEPROM采用加锁的方式进行加密。加密后,片外无法读取其中的程序。若要去密,必须擦除片

内 EPROM 或 EEPROM 中的程序,从而达到加密的目的。

4. 片内 I/O 的改进

(1)增强并行端口的驱动能力,减少外围驱动电路。有的单片机可直接驱动七段显示器 LED 和 VFD 荧光显示器等,如 P89LPC9401 可直接驱动 LCD。

(2)增加 I/O 端口的逻辑控制功能,有的单片机位处理系统能对 I/O 端口进行位寻址和位操作,加强 I/O 端口线的控制能力。

(3)串行端口形式的多样化,为单片机构成网络系统提供了方便条件。如 P8xC591 具有 CAN 总线端口。

5. 片内集成外围芯片

随着集成电路技术的发展,芯片的集成度不断提高,在单片机片内集成了许多外围功能器件。有的单片机片内集成了模数(Analog to Digital, A/D)转换功能、数模(Digital to Analog, D/A)转换功能、DMA 控制器、锁相环(Phase Locked Loop, PLL)、串行外围接口(Serial Peripheral Interface, SPI)等。由于集成技术的不断提高,将许多外围功能电路都集成到单片机片内,这也是单片机的发展趋势,这样使得单片机功能扩大、稳定性增强,为人们提供更优质的服务。

6. 低功耗化

随着人们生活水平的提高,人们对能源的要求越来越高,都喜欢节能型的电子产品,所以在 8 位单片机中有 1/2 以上的产品采用 CMOS 化,以减少单片机的功耗,节省能源。为了进一步节能,这类单片机还普遍采用了空闲与掉电两种工作方式。例如, MCS-51 系列的 80C51BH 单片机正常工作(5V, 12MHz)时,工作电流为 16mA;空闲方式时,工作电流为 3.7mA;掉电方式(2V)时,工作电流仅为 50 μ A。

五、单片机的特点

单片机已广泛地应用于军事、工业、家用电器、智能玩具、便携式智能仪表和机器人制作等领域,使产品功能、精度和质量大幅度提升,且电路简单、故障率低、可靠性高、成本低廉。

1. 种类繁多

世界上有众多生产单片机的厂商,其产品从普通的单片机到专有定制产品应有尽有;专类齐全,能满足开发人员的各类设计需求,且产品具有较好的兼容性,适合于各类电子产品和控制系统使用。

2. 性价比高

单片机的集成度已达到百万级以上,并广泛采用 RISC 流水线和 DSP 等技术,使得其寻址能力达到了 1MB 以上,片内 ROM 容量达到 62MB, RAM 容量达到 2MB,运行速度和效率非常高,再加上单片机应用广泛,市场需求量大,各大公司的商业竞争使得其价格十分低廉,性能价格比极高。

3. 集成度和可靠性高

单片机把各种功能部件集成在一块芯片上,内部采用总线结构,减少了各芯片之间的连线,集成度很高。其芯片按照工业测控环境要求设计,抗噪声性能强,单片机程序指令、常数及表格等固化在 ROM 中不易被破坏,不易受病毒攻击,提高了单片机的可靠性与抗干扰能力,运作时系统稳定可靠。

4. 存储器 ROM 和 RAM 是严格区分的

程序存储器只存放程序、固定常数及数据表格。数据存储器用作工作区及存放用户数据。在使用单片机控制系统时,把开发成功的程序固化在 ROM 中,而把少量的随机数据存放在

RAM 中。小容量的数据存储器能以高速 RAM 形式集成在单片机内,以加速单片机的执行速度。

5. 采用面向控制的指令系统

为满足控制的需要,单片机有极强的逻辑控制能力,特别是具有很强的位处理能力。单片机的指令系统均有极丰富的条件,具有分支转移能力、I/O 口的逻辑操作及位处理能力,非常适用于专门的控制功能,且硬件资源丰富,能充分满足工业控制的各种要求。

6. I/O 引脚通常是多功能的

由于单片机芯片上引脚数目有限,为了解决实际引脚数和需要的信号线之间的矛盾,采用了引脚功能复用的方法,引脚处于何种功能,可由指令来设置或由机器状态来区分。

7. 外部扩展能力强

当单片机内部的功能部分不能满足应用需求时,可在外部进行扩展(如扩展 ROM、RAM、I/O 接口、定时器/计数器、中断系统等),给设计与应用带来极大的方便和灵活性。

8. 简便易学

大多数单片机采用 C 语言进行编程,且提供大量的函数,这为学习和设计单片机的人员提供了便利。单片机初学者只需把编辑、调试通过的软件程序直接在线写入单片机,即可开发单片机系列中的各种封装的器件,这使得进入单片机开发的门槛非常低。

六、单片机的应用领域

单片机是包含了计算机技术、电子技术、电气技术、微电子技术的智能化工具。单片机在控制应用领域中,有如下几方面的优点:

(1)体积小、成本低、运用灵活、易于产品化,它能方便地组成各种智能化的控制设备和仪器,做到机电仪一体化;

(2)面向控制,能针对性地解决从简单到复杂的各类控制任务,因此能获得最佳的性能价格比;

(3)抗干扰能力强,适应温度范围宽,在各种恶劣的环境下都能可靠地工作,这是其他机种无法比拟的;

(4)可以方便地实现多机和分布式控制,使整个控制系统的效率和可靠性大为提高。

单片机应用范围很广,无论是工业部门、民用部门乃至事业部门,都有其广泛应用。以下大致介绍一些典型的应用领域。

1. 办公自动化领域

现代化办公系统使用的大量通信、信息产品中多半采用了 MCU,如通用计算机系统中键盘译码、磁盘驱动、打印机、绘图仪、复印机、传真机、考勤机等。

2. 工业自动化

工业过程控制、过程监测、工业控制器、机电一体化控制系统等这些系统中许多都是多机与网络系统,安放在控制对象上的几乎都是 MCU 构成的控制器。

3. 医疗设备

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛,如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

4. 汽车电子、航空航天器电子系统

在这些系统中广泛使用着单片机,其应用的特点是各个电子系统都要构成冗余的网络系统,如集中显示系统、动力监测控制系统、安全防护系统、自动驾驶系统及通信系统等。

5. 家用电器领域

目前国内外各种家用电器已普遍采用 MCU 代替传统的控制电路,使用的 MCU 大多是小型廉价型单片机。在这些单片机中集成了许多外设的接口,如键盘、显示器接口及 A/D、PWM 等功能单元,而不用并行扩展总线。故常做成单片应用系统,如洗衣机、电冰箱、空调、微波炉、电视机及其他视频音像设备的控制器。

6. 军事方面

在国防军事和尖端武器等领域,单片机因其可靠性高和能适应恶劣环境的特点,广泛应用于飞机、大炮、坦克、军舰、导弹、火箭、雷达等系统。

7. 智能仪表与集成智能传感器

目前各种变送器、电气测量仪表普遍使用 MCU 系统代替传统的测量系统,赋予测量设备以各种智能化功能,如存储、数据处理、查找、判断、联网、语音接口等。将 MCU 与传感器做成一体,构成新一代的智能化集成传感器。它将传感器变换得的电量做进一步的变换、处理,输出能满足传送、与微机接口的大信号、数字信号的要求。

单片机的应用正从根本上改变着传统的控制系统设计思想和设计方法,从前由模拟电路或数字电路实现的控制功能,体积大、成本高、精度低。现在只需在单片机外围接上接口电路,由人写入程序就可以实现,这样产品的体积变小、成本降低、精度也更高了。据统计,我国的单片机年容量已达 10 亿片左右,且每年都在以一定速度增长。

任务二

常用单片机简介



一、MCS-51 单片机

MCS-51 单片机是所有兼容 Intel 8051 指令系统单片机的统称。8051 系列单片机最早由 Intel 公司推出,后来 Intel 公司以专利转让的形式把 8051 的内核转让给许多半导体芯片厂商,如 Philips、三星、华邦等公司,这些厂商在保持与 8051 单片机兼容的基础上改善了 8051 的许多特点,提高了速度,降低了时钟频率,放宽了电源电压的动态范围,降低了产品价格。

MCS-51 系列单片机的 CPU 结构与通用微机的 CPU 结构有所不同。通用微机的 CPU 内部有一定数量的通用或专用寄存器,而 MCS-51 系列单片机则在数据 RAM 区开辟了一个工作寄存器区,该区共分 4 组,每组 8 个寄存器,共计可提供 32 个工作寄存器,相当于通过微机 CPU 中的通用寄存器。除此之外,MCS-51 系列单片机还有颇具特色的 21 个特殊功能寄存器(SFR)。要理解 MCS-51 系列单片机的工作,就必须对特殊功能寄存器(SFR)的工作有清楚的了解。SFR 使仅具有 40 条引脚的单片机系统有了很大的扩展,由于这些 SFR 的作用,每个通道在程序控制下,都可实现第二功能,从而使得有限的引脚能衍生出更多的功能;而且,利用 SFR 可完成对定时器、串行口、中断逻辑的控制,这就使得单片机可以把定时/计数器、串行口、中断逻辑等集成在一个芯片上。

目前市场比较有代表性的 MCS-51 单片机有美国 Atmel 公司生产的 AT89 系列单片机,其中 AT89S51/52 十分活跃;再有就是 STC 系列单片机,其完全兼容传统 8051 单片机,是宏晶科技推出的新一代超强抗干扰、高速、低功耗的单片机,应用日趋广泛。

二、AVR 单片机

AVR 单片机是美国 Atmel 公司推出的增强型内置 Flash 高速 8 位单片机,其具有精简指令集(RISC)和内载的 Flash,其显著的特点为高性能、高速度、低功耗,共有 118 条指令,使得 AVR 单片机具有高达 1MIPS/MHz 的高速运行处理能力。

精简指令集(RISC)结构是 20 世纪 90 年代开发出来的一种综合了半导体集成技术和提高软件性能的新结构,是为了提高 CPU 运行的速度而设计的芯片体系。它的关键技术在于采用流水线操作(pipelining)和等长指令体系结构,使一条指令可以在一个单独操作中完成,从而实现在一个时钟周期里完成一条或多条指令。同时 RISC 体系还采用了通用快速寄存器组的结构,大量使用寄存器之间的操作,简化了 CPU 中处理器、控制器和其他功能单元的设计。因此,RISC 的特点就是通过简化 CPU 的指令功能,使指令的平均执行时间减少,从而提高 CPU 的性能和速度。在使用相同的晶片技术和相同的运行时钟下,RISC 系统的运行速度是 CISC 的 2~4 倍。RISC 体系所具有的优势,使得它在高端系统得到了广泛的应用。

常用的 AVR 单片机有 ATMEGA8、ATMEGA16 等,其广泛应用于计算机外部设备、工业实时控制、通信设备和家用电器等各个领域。

三、PIC 单片机

PIC 系列单片机是美国微芯公司(Microchip)的产品。CPU 采用 RISC 结构,分别有 33 条、35 条、58 条指令(视单片机的级别而定),属精简指令集。采用 Harvard 总线结构,运行速度快(指令周期为 160~200ns),它能使程序存储器的访问和数据存储器的访问并行处理。PIC 单片机的 I/O 口是双向的,其输出电路为 CMOS 互补推挽输出电路,端口驱动能力大。PIC 系列单片机具有速度快、价格低以及大电流 LCD 驱动能力的特点,在家电控制、电子通信系统和智能仪器等领域广泛应用。常用芯片有 PIC16FXXX 系列。

四、MSP430 单片机

MSP430 系列单片机是由美国 TI 公司开发的 16 位单片机,单片机集成了模拟电路、数字电路和微处理器,其最大特点为超低功耗,非常适合于功率要求低的场合。MSP430 单片机超低的功耗有两方面原因:首先其电源电压采用的是 1.8~3.6V 电压,可使其在 1MHz 的时钟条件下运行时,芯片的电流值最低在 165 μ A 左右,RAM 保持模式下的最低功耗只有 0.1 μ A;其次在 MSP430 内部有两个不同的时钟系统,由系统时钟产生 CPU 和各功能所需的时钟,这些时钟在指令的控制下打开和关闭,实现对总体功耗的控制。MSP430 系列单片机有多个系列和型号,分别由一些基本功能模块按不同的应用目标组合而成,典型应用有流量计、智能仪表、医疗设备和保安系统等方面,由于其较高的性能价格比,应用范围非常广泛。

五、Motorola 单片机

Motorola 是世界上最大的单片机厂商,品种全、选择余地大、新产品多是其特点,在 8 位机方面有 68HC05 和升级产品 68HC08,68HC05 有 30 多个系列,200 多个品种,产量已超过 20 亿片。8 位增强型单片机 68HC11 也有 30 多个品种,年产量在 1 亿片以上,升级产品有 68HC12。16 位机 68HC16 和 32 位单片机的 683XX 系列也有几十个品种。Motorola 单片机的特点是高频噪声低、抗干扰能力强,更适合于工控领域及恶劣的环境,现在改名为“飞思卡尔”单片机。

六、STC 宏晶单片机

STC 单片机是宏晶公司生产的一款增强型 51 单片机,完全兼容 MCS-51,还增加了新的功能,比如新增两级中断优先级、多一个外中断、内置 EEPROM、硬件看门狗、具有掉电模式、512B 内存等。还支持 ISP 下载,不用编程器,只要一个 MAX232 和一些廉价的元件就能写程序,可擦写 10 万次。2013 年推出了主力产品,抗干扰最强的 STC15 新系列,不需外部晶振,不需外部复位,一片芯片就是一台仿真器,采用 STC 第 9 代加密技术,全球唯一 ID 号,无法解密,性能更好,价格更低。

七、其他类型单片机

其他类型单片机还有凌阳单片机、NEC 单片机、富士通单片机、三星单片机、华帮单片机、ZILOG 单片机、东芝单片机、SST 单片机等。

任务三

单片机常用术语



一、总线(bus)

总线是指从任意一个源点到任意一个终点的一组传输数字信息的公共通道。微型计算机采用总线结构后,芯片之间不需要单独走线,大大减少了连线的数量,系统中各功能部件间的相互关系转变为各部件面向总线的单一关系,符合总线标准的 MCS-51 单片机技术项目驱动教程(C 语言)设备都可以连接到系统中,使系统功能得到扩展。微型计算机元件级总线包括地址总线 AB(Address Bus)、数据总线 DB(Data Bus)和控制总线 CB(Control Bus)三种。

(1)地址总线(AB):地址总线是单向的,是微处理器用来向存储器或者输入/输出接口发送地址信息的。地址总线的宽度为 8 位或者 16 位 8 位地址线用 $A_0 \sim A_7$ 表示, A_7 为最高位地址线, A_0 为最低位地址线,最大寻址范围为 256;16 位地址线用 $A_0 \sim A_{15}$ 表示, A_{15} 为最高位地址线, A_0 为最低位地址线,16 位地址总线由 P0 口经地址锁存器提供低 8 位地址($A_0 \sim A_7$),P2 口直接提供高 8 位地址($A_8 \sim A_{15}$)。

(2)数据总线(DB):数据总线一般为双向,用于 CPU 与存储器、CPU 与外设或外设与外设之间传送数据信息(包括实际意义的数据和指令码)。数据总线的位数与 CPU 的位数相同,有 8 位、16 位和 32 位三种。8 位数据线用 $D_0 \sim D_7$ 表示, D_7 为最高有效地址线, D_0 为最低有效位;16 位数据线用 $D_0 \sim D_{15}$ 表示, D_{15} 为最高位地址线, D_0 为最低位地址线。最高有效位用 MSB 表示,最低有效位用 LSB 表示。

(3)控制总线(CB):控制总线是计算机系统中所有控制信号的总称,在控制总线中传送的是控制信息。由 P3 口的第二功能状态和 4 根独立的控制总线(RESET、EA、ALE、PSEN)组成。

二、位(bit)

binary digit 的简写。

三、字节(byte)

一个字节就是相邻的 8 位二进制数,即 $D_7D_6D_5D_4D_3D_2D_1D_0$,如 10110011 的 D_4 是 1, D_6 是 0。

四、字(word)

在计算机和信息处理系统中,在存储、传送或操作时,作为一个单元的一组字符或一组二进制数称为字。通常是 16 位构成一个字在计算机中使用。

五、存储器(memory)

存储器用来存放计算机中的所有信息,包括程序、原始数据、运算的中间结果及最终结果等,由存储矩阵、地址译码器、读写控制、三态双向缓冲器等部分组成。

它按照存储信息方法等又可分为以下几种。

(1)程序存储器 ROM:由芯片制造厂家掩膜编程的只读存储器,它是由厂家编好程序写入

ROM(被固化)供用户使用,用户不能更改内部程序,其特点是价格便宜。

(2)EPROM:可擦除可编程 ROM,它的内容可以通过紫外线照射而彻底擦除,擦除后又可重新写入新的程序。

(3)OTP(One Time Program):只能写一次的 ROM,它的内容可由用户根据自己所编程序一次性写入,一旦写入,只能读出,而不能再进行更改。

(4)EEPROM:电擦除可编程 ROM,EEPROM 可用电的方法写入和清除其内容,其编程电压和清除电压均与微机 CPU 的 SV 工作电压相同,不需另加电压。它既有与 RAM 一样读写操作简便,又有数据不会因掉电而丢失的优点,因而使用极为方便。现在这种存储器的使用最为广泛。

(5)Flash Memory:它是在 EPROM 和 EEPROM 的制造基础上产生的一种非易失性存储器,其集成度高,制造成本低于 DRAM,既具有 SRAM 读写的灵活性和较快的访问速度,又具有 ROM 在断电后可不丢失信息的特点,所以发展迅速。

(6)数据存储器(RAM):这种存储器又叫读写存储器。它不仅能读取存放在存储单元中的数据,还能随时写入新的数据,写入后原来的数据就丢失了。断电后 RAM 中的信息全部丢失。因此,RAM 常用于存放经常要改变的程序或中间计算结果等信息。RAM 按照存储信息的方式,又可分为静态和动态两种。静态 SRAM 的特点是只要有电源加于存储器,数据就能长期保存。动态 DRAM 写入的信息只能保存若干毫秒时间。因此,每隔一定时间必须重新写入一次,以保持原来的信息不变。

六、存储地址(Memory Address)

存储地址用来定义每个存储单元。每个单元能存放 8 位二进制数,即 1 个字节的二进制数。为了区分不同的单元,每个存储器都有一个地址,以供 CPU 寻址、操作。



任务四

数制、码制与编码

一、进位计数制

进位计数制是计数方法的统称,是人们利用符号计数的一种科学方法。数制是人类在长期的实践中逐步形成的。数制有很多种,如月份采用十二进制计数。微型计算机中常用的数制有二进制、八进制、十进制和十六进制等。日常生活中最常见的是十进制计数制。

1. 十进制(Decimal)

十进制是大家最熟悉的进位计数制,它由 0、1、2、3、4、5、6、7、8 和 9 十个数字组成。这十个数字又称为“数码”,每个数码在数中最多可有两个值的概念。以十进制数 34 中数码 3 为例,其本身的值为 3,但它实际代表的值为 30。在数学上,数制中数码的个数定义为基数,故十进制的基数为 10。

十进制是一种科学的计数方法,它所能表示的数的范围可以从无限小到无限大,十进制数通常具有以下两个主要特点:

(1)它有 0~9 十个不同的数码,这是构成所有十进制数的基本符号;

(2)它是逢十进位的。十进制数在计数过程中,当它的某位计满 10 时就要向它邻近高位进一。

因此,任何一个十进制数不仅和构成它的每个数码本身的值有关,而且还和这些数码在数中的位置有关。这就是说,任何一个十进制数都可以展开成幂级数形式,例如:

$$123.45 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

式中,指数 10^2 、 10^1 、 10^0 、 10^{-1} 、 10^{-2} 在数学上称为权,10 为它的基数;整数部分中每位的幂指数

是该位的位数减 1; 小数部分中每位的幂指数是该位小数的位数。一般地, 任意一个十进制数 N 均可表示为

$$N = \pm [a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} + a_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + a_{-m} \times 10^{-m}]$$

$$N = \pm \sum a_i \times 10^i$$

式中, i 表示数中任一位, 是一个变量; a_i 表示第 i 位的数码; n 为该整数部分的位数; m 为小数部分的位数。

2. 二进制(Binary)

二进制数是随着计算机的发展而发展起来的。二进制数也有以下两个主要特点:

- (1) 它共有 0 和 1 两个数码, 任何二进制数都是由这两个数码组成的;
- (2) 二进制数的基数为 2, 它遵守逢二进一的进位计数原则。

因此, 二进制数同样也可以展开成幂级数形式, 例如:

$$\begin{aligned} 11010.11 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= 26.75 \end{aligned}$$

式中, 指数 2^4 、 2^3 、 2^2 、 2^1 、 2^0 、 2^{-1} 和 2^{-2} 为权, 2 为基数, 其余和十进制时相同。

因此, 任何二进制数 N 的通式为

$$N = \pm [a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + a_0 \times 2^0 + a_{-1} \times 2^{-1} + a_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + a_{-m} \times 2^{-m}]$$

$$N = \pm \sum a_i \times 2^i$$

式中, a_i 为第 i 位数码, 可取 0 或 1; n 为该二进制数整数部分的位数; m 为小数部分的位数。

3. 十六进制数(Hexadecimal)

十六进制是人们学习和研究计算机中二进制数的一种工具, 它是随着计算机的发展而被广泛应用的。十六进制数也有如下两个主要特点:

- (1) 它有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 共 16 个数码, 任何一个十六进制数都是由其中的某些或全部数码构成。

- (2) 十六进制数的基数为 16, 进位计数规则为逢十六进一。

十六进制数也可展开成幂级数形式, 例如:

$$51C.B1H = 5 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + C \times 16^0 + B \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2} = 1308.69140625$$

其通式为

$$N = \pm [a_{n-1} \times 16^{n-1} + a_{n-2} \times 16^{n-2} + \cdots + a_0 \times 16^0 + a_{-1} \times 16^{-1} + a_{-2} \times 16^{-2} + \cdots + a_{-m} \times 16^{-m}]$$

$$N = \pm \sum a_i \times 16^i$$

式中, a_i 为第 i 位数码, 取值为 0~F 中的一个; n 为该数整数部分的位数; m 为小数部分的位数。

4. 八进制数(Octonary)

八进制有如下两个主要特点:

- (1) 它有 0、1、2、3、4、5、6、7 共八个数码, 任何一个八进制数都是由其中的某些或全部数码构成;

- (2) 八进制数的基数为 8, 进位计数规则为逢八进一。

八进制数也可展开成幂级数形式, 例如:

$$(207.2)_8 = 2 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} = 135.25$$

其通式为

$$N = \pm [a_{n-1} \times 8^{n-1} + a_{n-2} \times 8^{n-2} + \cdots + a_0 \times 8^0 + a_{-1} \times 8^{-1} + a_{-2} \times 8^{-2} + \cdots + a_{-m} \times 8^{-m}]$$

$$N = \pm \sum a_i \times 8^i$$

式中, a_i 为第 i 位数码, 取值为 0~7 中的一个; n 为该数整数部分的位数; m 为小数部分的