



高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材

单片机设计与应用

王小建 胡长胜 主 编
李月朋 陈 宁 赵 嵬 副主编



赠送
电子课件

清华大学出版社

高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材

单片机设计与应用

王小建 胡长胜 主 编
李月朋 陈 宁 赵 崑 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 51 系列单片机为主线,介绍单片机的基本知识、结构组成、工作原理、C 语言程序设计、仿真调试软件的安装与应用、单片机内部各功能部件的应用设置、单片机温度控制器设计与仿真、常用芯片与单片机接口和编程等。在单片机温度控制器设计与仿真中引入了测温器件 DS18B20 的应用、红外遥控器解码、PID 算法及 PWM 输出的 C 语言程序设计、LCD1602 接口应用等;常用芯片与单片机接口与编程部分介绍了 LED 驱动芯片 MAX7219/7221、时钟芯片 DS1302、串行数据存储器芯片 AT24C04、模/数转换器 ADC0832、通信接口 RS-485 的工作原理及使用方法等,较全面地介绍了单片机应用系统的开发技术。本教材主要以 C51 程序设计介绍单片机的编程,更接近单片机的工程应用设计过程。教材中的例子都取材于工程应用,突出例程的实用性和完整性,提供的例程全部通过验证。

本书淡化理论,突出工程实际应用,适合作为高职高专院校电子、自动化及相关专业的教材,也适合工程技术人员阅读参考。

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

单片机设计与应用/王小建,胡长胜主编;李月朋,陈宁,赵嵬副主编. —北京:清华大学出版社,2011.8
(高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材)

ISBN 978-7-302-26310-4

I. ①单… II. ①王… ②胡… ③李… ④陈… ⑤赵… III. ①单片微型计算机—高等职业教育—教材
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 149055 号

责任编辑:石 伟 郑期彤

装帧设计:山鹰工作室

责任校对:李玉萍

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.75 字 数:355 千字

版 次:2011 年 8 月第 1 版 印 次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00 元

产品编号:039772-01

前 言

目前,单片机是电子科技和自动化控制系统中最常用的技术,并在课程设计、课外科技活动和各类电子设计及技能大赛中扮演着重要的角色。单片机课程是高职高专电子技术、自动化等专业的必修专业基础课,具有技术应用和直接就业特性,掌握单片机的应用知识是此类专业学生的重要技能标志之一。

高职高专教育的人才培养目标是培养生产、建设、服务、管理一线的应用型人才。应用学到的知识解决实际问题、进行工程应用构思和设计是电子技术和自动化类专业单片机的课程目标。

目前单片机的品种规格繁多,但作为单片机的主流机型,51 系列单片机仍是广大技术人员和学校教学的首选。因此本教材以 51 系列单片机为背景介绍单片机的基本结构、编程调试技术、接口设计、器件选择、应用系统设计等相关知识。

本书按照层次递进分为 5 个项目,项目 1 是单片机基础知识,包括单片机的内部结构及相关知识介绍;项目 2 介绍了单片机 C 语言编程、编译调试软件 Keil C 和仿真设计软件 Proteus 在单片机仿真调试中的应用知识;项目 3 介绍了单片机内部各种资源的应用和编程;项目 4 介绍了单片机的工程应用实例——单片机温度控制器的设计与仿真方法,包括测温器件 DS18B20 的应用、红外遥控器解码、PID 算法及 PWM 输出的 C 语言程序设计、LCD1602 接口应用等;项目 5 是常用芯片与单片机接口和编程,介绍了 LED 驱动芯片 MAX7219/7221、时钟芯片 DS1302、串行数据存储芯片 AT24C04、模/数转换器 ADC0832、通信接口 RS-485 的工作原理及使用方法等。

本书引用的工程实例是真实的产品,强调应用性、实践性、完整性,难度适中,易于学生接受。例如,项目 4 选择以常见的单片机温度控制器的设计为例,系统、详细地介绍了器件应用知识、设计和编程的思路。项目 5 还给出了单片机常用接口器件的特性及编程方法,通过实例的分析讲解加深学生对单片机基础知识的理解,并培养实践能力、开阔视野,从而启发思维,指导学习和创新。

本书由石家庄信息工程职业学院王小建、河北工业职业技术学院胡长胜担任主编,由河北工业职业技术学院李月朋、石家庄信息工程职业学院陈宁、赵嵬担任副主编,全书的统稿工作由王小建负责。具体分工如下:项目 1 由胡长胜编写,项目 2 由李月朋编写,项目 3 由赵嵬编写,项目 4 由王小建编写,项目 5 由陈宁编写。

编者力图使本书成为与工程实践相结合的高职高专教材,但由于编者水平有限,书中难免有不足及疏漏之处,欢迎读者和同行批评指正。

编 者

目 录

项目 1 单片机基础知识的准备	1
任务 1-1 单片机基本概念的学习	1
任务 1-1-1 单片机的概念	2
任务 1-1-2 单片机的基本功能单元	5
任务 1-2 常用单片机性能比较	7
任务 1-2-1 几种常用 51 系列单片机的性能比较	7
任务 1-2-2 PIC 和 AVR 单片机的性能比较	10
任务 1-3 51 单片机内部结构的学习	13
习题	28
项目 2 单片机 C 语言编程	29
任务 2-1 从标准 C 语言到 C51 语言	29
任务 2-1-1 C51 语言的数据类型	30
任务 2-1-2 变量的定义	34
任务 2-2 Keil μ Vision2 软件的安装与调试	38
任务 2-2-1 软件安装	39
任务 2-2-2 第一个 C51 程序	40
任务 2-2-3 Keil 软件调试	48
任务 2-3 Keil 与 Proteus 联调	54
任务 2-3-1 Proteus 简介	54
任务 2-3-2 Keil 联调补丁安装	57
任务 2-3-3 Proteus 软件 ISIS 7 Professional 的使用	58
习题	62
项目 3 8051 内部资源的 C51 编程	63
任务 3-1 I/O 口应用与编程	63
任务 3-1-1 按键及键盘	64
任务 3-1-2 发光二极管(LED)指示	69
任务 3-1-3 LED 数码管显示	73

任务 3-1-4 LED 点阵显示	83
任务 3-2 中断	92
任务 3-2-1 中断的相关知识	92
任务 3-2-2 中断源	92
任务 3-2-3 中断的控制	94
任务 3-2-4 中断响应	96
任务 3-2-5 中断编程	97
任务 3-2-6 中断拓展训练	98
任务 3-3 定时器/计数器(T/C)	101
任务 3-3-1 定时器/计数器的相关知识	102
任务 3-3-2 定时器/计数器工作原理	102
任务 3-3-3 与定时器/计数器有关的特殊功能寄存器	103
任务 3-3-4 定时器/计数器的工作方式	104
任务 3-3-5 定时器/计数器的初始化	107
任务 3-3-6 定时器/计数器的拓展训练	109
任务 3-4 串行口	112
任务 3-4-1 数据传输的基本概念	113
任务 3-4-2 MSC-51 的串行口	116
任务 3-4-3 单片机多机通信原理	121
任务 3-4-4 串行口应用范例	122
习题	130

项目 4 单片机温度控制器设计与仿真

任务 4-1 数字温度传感器 DS18B20 和单片机接口及其编程	132
任务 4-1-1 数字温度测量芯片 DS18B20 相关知识	133
任务 4-1-2 温度传感器与单片机连接	137
任务 4-1-3 DS18B20 与单片机 C51 的程序实现	139
任务 4-2 遥控器和单片机接口及其编程	143
任务 4-2-1 红外遥控系统的相关知识	143
任务 4-2-2 红外接收器与单片机连接和解码编程	145
任务 4-3 PID 控制算法	149
任务 4-3-1 PID 算法相关知识	149
任务 4-3-2 PID 控制器的参数整定	151

任务 4-3-3 PID 算法的 C51 程序实现	152
任务 4-4 输出控制与 PWM 编程	154
任务 4-4-1 PWM 的相关知识	154
任务 4-4-2 PWM 的 C51 程序实现	155
任务 4-5 液晶屏 LCD1602 及编程	156
任务 4-5-1 LCD1602 的相关知识	157
任务 4-5-2 LCD1602 指令集	159
任务 4-5-3 LCD1602 与单片机的连接	162
任务 4-5-4 LCD1602 的 C51 程序实现	163
任务 4-6 单片机温度控制器整体分析	165
任务 4-6-1 硬件部分	165
任务 4-6-2 程序分析	166
习题	177
项目 5 常用芯片与单片机接口和编程	178
任务 5-1 LED 驱动芯片 MAX7219/7221	178
任务 5-1-1 MAX7219/7221 简介	179
任务 5-1-2 MAX7219/7221 与单片机的连接	181
任务 5-1-3 基于 MAX7221 在 LED 上显示十六位数据的 C 语言程序	182
任务 5-2 时钟芯片 DS1302 与单片机连接及编程	184
任务 5-2-1 DS1302 简介	185
任务 5-2-2 DS1302 与单片机的连接	186
任务 5-2-3 读写 DS1302 的 C 语言程序	187
任务 5-3 基于 AT24C04 与单片机连接及编程	194
任务 5-3-1 AT24C04 简介	194
任务 5-3-2 AT24C04 与单片机的连接	197
任务 5-3-3 AT24C04 的 C 语言程序	197
任务 5-4 2 路 8 位串行模/数转换器 ADC0832	201
任务 5-4-1 ADC0832 简介	201
任务 5-4-2 ADC0832 与单片机的连接	203
任务 5-4-3 ADC0832 的 C 语言程序	204
任务 5-5 RS-485 通信	207
任务 5-5-1 RS-485 简介序	208

任务 5-5-2 RS-485 与单片机的连接	209
任务 5-5-3 基于 RS-485 双机通信的 C 语言程序	210
习题	215
附录一 单片机汇编语言指令系统	217
附录二 Proteus 常用元器件中英文对照表	224
参考文献	226

项目 1 单片机基础知识的准备

学习目标

- 了解单片机的概念，以及与单片机相关的知识。
- 了解部分常用单片机的特性，会选用单片机。
- 了解单片机的开发与仿真方法。
- 熟悉 51 单片机的内核结构。
- 熟悉 51 单片机的存储器及接口电路结构。
- 熟悉 51 单片机的芯片引脚功能。

工作任务

- 学习单片机的基本概念及相关知识。
- 学习单片机的基本功能单元。
- 学习 51 单片机的内核结构。
- 学习 51 单片机的存储器组织结构及其分区功能。
- 学习片内并行接口电路的结构及应用注意事项。

任务 1-1 单片机基本概念的学习

任务目标

- 了解单片机的概念。
- 了解与单片机相关的知识。
- 初步认识单片机的开发仿真方法与编程语言的特点。
- 了解单片机的组成结构。

任务内容

- 学习单片机及总线、数据、地址、指令的定义。
- 学习汇编语言、C 语言等编程语言知识。
- 认识单片机的开发与仿真方法。
- 学习单片机的基本功能和各组成单元知识。

知识点

- 单片机及总线、数据、地址、指令的定义。
- 汇编语言、C 语言等编程语言知识。
- 单片机的开发与仿真方法。
- 单片机基本功能与各组成单元知识。

任务 1-1-1 单片机的概念

单片机技术是计算机技术的一个分支,因为芯片是按工业测控环境要求设计的,故抗干扰的能力优于 PC 机。用单片机构成的电路往往具有体积小、成本低、功能强、可靠性高、功耗低、电路简洁、开发和改进容易等一系列优点,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。

1. 单片机相关概念

单片微型计算机,通常简称为单片机(Single—Chip Microcomputer),也经常缩写为 MCU(Micro-Control Unit),它采用大规模集成电路技术把中央处理单元(CPU)和随机存取数据存储器(RAM)、只读程序存储器(ROM)、输入输出电路(I/O 口)以及定时计数器、串行通信口(SCI)、时钟电路、脉宽调制电路(PWM)、模拟多路转换器及 A/D 转换器等电路集成到单独的一块芯片上,构成一个最小的且又完善的计算机系统。这些电路能在软件的控制下独立、准确、迅速、高效地完成程序设计者事先规定的任务。单片机芯片的外形如图 1.1 所示。

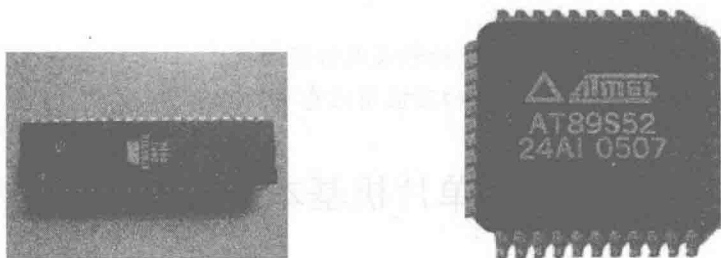


图 1.1 单片机芯片的外形

在单片机中,数据、地址、指令这三者都是一串“0”和“1”组成的序列,换言之,地址、指令也都是数据。

- (1) 指令:由单片机芯片的设计者规定的一种数字,它与我们常用的指令助记符有着严格的一一对应关系,不能由单片机的开发者更改。
- (2) 地址:是寻找单片机内部、外部的存储单元、输入输出口的依据,内部单元的地址值已由芯片设计者规定好,不可更改;外部单元的地址值可以由单片机开发者自行决定。
- (3) 数据:由微处理器处理的对象。

2. 单片机的开发与仿真

仿真是单片机开发过程中非常重要的一个环节,除了一些极简单的任务外,一般产品开发过程中都要进行仿真,仿真的主要目的是进行软件调试,当然借助仿真机,也能进行一些硬件排错。一块单片机应用电路板包括单片机芯片和接口应用电路,如图 1.2 所示即为单片机开发学习板。仿真就是利用仿真机来代替应用电路板(称目标机)的单片机芯片,对接口应用电路进行测试和调试,仿真有 CPU 仿真、ROM 仿真和计算机虚拟仿真三种不同的方式。

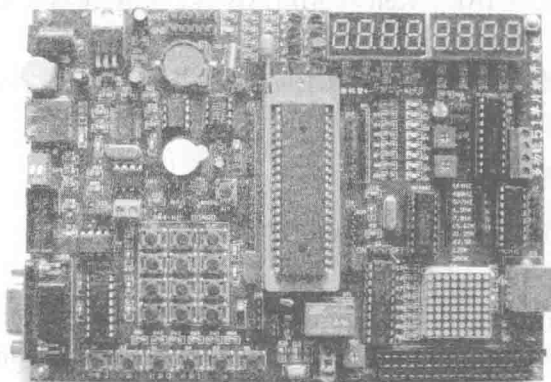


图 1.2 单片机开发学习板

(1) CPU 仿真是指用仿真机代替目标机的 CPU, 由仿真机向目标机的应用电路提供各种信号、数据, 进行调试的方法。这种仿真可以通过单步运行、连续运行等多种方法来运行程序并能观察到单片机内部的变化, 便于改正程序中的错误。

(2) ROM 仿真是指用仿真机代替目标机的 ROM, 目标机的 CPU 工作时, 从仿真机中读取程序并执行。这种仿真其实就是将仿真机当成一片 EPROM, 只是省去了擦片、写片的麻烦, 并没有多少调试手段可言。

(3) 计算机虚拟仿真是指在装有单片机仿真调试软件的计算机上创建一个可视化的操作环境, 包括电路硬件的电路设计和虚拟的仪器设备, 使用相应的编译软件进行调试和操作, 以达到电路仿真调试的目的。

Proteus 是世界上著名的 EDA 工具(仿真软件), 从原理图布图、代码调试到单片机与外围电路协同仿真, 一键切换到 PCB 设计, 真正实现了从概念到产品的完整设计。它是目前世界上唯一将电路仿真软件、PCB 设计软件和虚拟模型仿真软件三合一的设计平台。

Proteus 的 ISIS 是一款 Labcenter 出品的电路分析实物仿真系统, 它可仿真各种电路和 IC, 并支持单片机, 元件库齐全, 使用方便, 是不可多得的专业的单片机软件仿真系统。

对于单片机硬件电路和软件的调试, Proteus 提供了两种方法: 一种是软件进行全速执行, 可以看到系统总体执行结果; 另一种是对软件进行分步调试, 以查看其具体的执行情况。

Proteus 与其他单片机仿真软件不同的是, 它不仅能仿真单片机 CPU 的工作情况, 也能仿真单片机外围电路或没有单片机参与的其他电路的工作情况。因此在仿真和程序调试时, 关心的不再是某些语句执行时单片机寄存器和存储器内容的改变, 而是从工程的角度直接看程序运行和电路工作的过程和结果。

该软件的特点如下。

(1) 全部满足单片机软件仿真系统的标准, 并在同类产品中具有明显的优势。

(2) 具有模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机及其外围电路组成的系统仿真、RS-232 动态仿真、C 调试器、SPI 调试器、键盘和 LCD 系统仿真的功能; 有各种虚拟仪器, 如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等。

(3) 目前处理器模型支持 8051、HC11、PIC10/12/16/18/24/30/DsPIC33、AVR、ARM、8086 和 MSP430 等支持的单片机类型, 以及大量的存储器和外围芯片。

(4) 在编译方面, 支持 IAR、Keil 和 MPLAB 等多种编译器, 可实现与 Keil 等软件的联调。

总之, 该软件是一款集单片机和 SPICE 分析于一身的仿真软件, 功能极其强大, 在项目 2 中将对该仿真软件的使用做出介绍。

3. 单片机的编程语言

单片机常用的编程语言有两种, 分别是汇编语言和 C 语言。

1) 汇编语言

汇编语言(Assembly Language)是面向机器的程序设计语言, 也是能直接控制硬件的语言。在汇编语言中, 用助记符(Memori)代替操作码, 用地址符号(Symbol)或标号(Label)代替地址码。

汇编语言是面向具体机型的, 它离不开具体计算机的指令系统, 对于不同型号的计算机, 有着不同结构的汇编语言。各大类单片机的指令系统是由单片机生产厂家规定的, 所以用户必须遵循厂家规定的标准, 才能达到应用单片机的目的。

汇编语言比机器语言易于读写、调试和修改, 同时具有机器语言的全部优点。但在编写复杂程序时, 汇编语言相对高级语言代码量较大, 而且汇编语言依赖于具体的处理器体系结构, 不能通用, 因此不能直接在不同处理器体系结构之间移植。

汇编语言程序的特点如下。

- (1) 是面向机器的低级语言, 通常是为特定的计算机或系列计算机专门设计的。
- (2) 保持了机器语言的优点, 具有直接和简捷的特点。
- (3) 可有效地访问、控制计算机的各种硬件设备, 如磁盘、存储器、CPU、I/O 端口等。
- (4) 目标代码简短, 占用内存少, 执行速度快, 是高效的程序设计语言。

2) C 语言

汇编语言的机器代码生成效率很高但可读性不强, 复杂一点的程序就更是难读懂, 而 C 语言在大多数情况下其机器代码生成效率和汇编语言相当, 但可读性和可移植性却远远超过了汇编语言, 而且在使用 C 语言编程时还可以嵌入汇编语言来解决高时效性的代码编写问题。对于开发周期来说, 编写中大型的软件时, 用 C 语言的开发周期通常要比汇编语言短很多。

掌握用 C 语言对单片机编程很重要, 可以大大提高开发的效率。总的来说, 单片机编程要灵活使用汇编语言与 C 语言, 让单片机的强大功能以最高效率展示给用户。

C 语言程序的特点如下。

- (1) 简洁、紧凑, 使用方便、灵活。相对其他计算机语言而言源程序较短, 因此输入程序时工作量少。
- (2) 既具有高级语言的特点, 又具有低级语言的一些功能, 可以直接对硬件进行操作。
- (3) C 语言是一种结构化程序设计语言, 具有结构化控制语句。因此, C 语言十分有利于实现结构化、模块化程序设计。
- (4) C 语言的运算符丰富, 表达式类型多样化。灵活使用各种 C 语言的运算符可以实现在其他高级语言中难以实现的运算。
- (5) 数据类型丰富, 能用来实现各种复杂的数据结构。因此, C 语言具有很强的数据处

理能力。

(6) 程序中可以使用某些编译预处理语句,有利于提高程序质量和软件开发的工作效率。

(7) 生成的代码质量高,而且C语言的代码效率只比汇编语言的代码效率低10%~20%。

(8) 程序不依赖于机器硬件系统,从而便于在硬件结构不同的机型间和各种操作系统中实现程序的移植。

本教材中主要以C语言编程方式介绍单片机应用系统开发过程。对单片机汇编语言的指令系统只在附录一中做了简要的概念性简述。

任务 1-1-2 单片机的基本功能单元

按照单片机的定义,中央处理单元CPU、存储器、输入/输出(I/O口),以及内部控制寄存器等基本功能单元是单片机的重要组成部分,下面分别进行介绍。

1. 中央处理单元 CPU

CPU由控制器和运算器两部分组成,主要完成取指令、指令译码、发出各种操作所需的控制信号,使单片机的各个部分协调工作和进行数据处理等功能。如果没有了CPU,单片机就不可能识别人们为达到控制目的所编制的各种命令(即程序),更不要说将这些命令细化为指挥各功能部件共同完成特定功能的控制信号了。

所谓的命令,实际上是由一连串单片机的CPU能够识别的二进制代码构成的,单片机根据其内部设定的具体含义,有效调动其内部资源,并最终通过其输入/输出接口来实现对外部系统进行控制的程序。单片机种类不同,其CPU所能够识别的指令代码也就不同。一种单片机的CPU所能够识别的全部指令的集合,构成了其指令系统。

2. 控制中心外围单元

单片机的控制中心外围单元包括程序存储器、数据存储器、输入/输出和内部控制寄存器等。

1) 存储器

存储器是单片机中非常重要的部件,包括程序存储器和数据存储器两种。

单片机的工作离不开程序,而程序正是存放在程序存储器中的。同样,程序的运行少不了对数据的处理,各种常数、变量、中间数据、运行状态、运算结果等都是存放在数据存储器中的。

尽管程序存储器和数据存储器同是存储器,但由于用途不同,它们对于存储器性能的要求也不相同。程序存储器用于存放程序、表格和固定的常数,单片机工作时只从中提取指令或常数,通常不会对其内容进行修改,因此对它的基本要求是必须确保存储内容长期不变,断电也不丢失,所以程序存储器用的是非易失性只读存储器(Non-Volatile Read Only Memory, NVROM 或 ROM);而数据存储器所存放的内容在程序运行中要经常改变,即对数据存储器的要求是要能够随时快速方便地读写,所以数据存储器用的是随机存储器(Random-Access Memory, RAM)。

每个存储单元都有自己的编号,也就是地址。每个存储单元可存放一个八位二进制数,

通常用两位十六进制数来表示,这就是存储器的内容。存储容量的大小是单片机的一个性能指标,存储空间由存储单元地址表示。

(1) 单片机中常用的几种程序存储器。

单片机中常用的程序存储器有掩膜型只读存储器 MROM、一次性可编程存储器 OTPROM、紫外线可擦除可编程只读存储器 EPROM 和闪速存储器 Flash Memory 四种。

① 掩膜型只读存储器 MROM: MROM 是由厂家生产时采用掩膜工艺,将信息写入只读存储器内的,其内容用户不可修改。MROM 仅在已定型且批量很大的产品中采用。

② 一次性可编程存储器 OTPROM: OTPROM 中的信息只能由用户一次性写入,且写入后不能修改,故 OTPROM 通常用于已定型但批量不很大的产品中。

③ 紫外线可擦除可编程只读存储器 EPROM: EPROM 是紫外线擦除、可多次写入的只读存储器,在早期的单片机中使用普遍。其擦除时间通常需要 5~10 分钟,写入电压通常为 12~21V,擦写次数有限(100 次左右),目前在单片机中已较少使用。

④ 闪速存储器 Flash Memory: Flash Memory 又称 Flash PEROM (Programable Erasable Read Only Memory),由于其可以快速电擦、电写,故被称为闪速存储器。Flash Memory 的写入速度比 EPROM 快数百至上千倍。写入电压为 1.8~6V,写入次数高达 1000 次,有的甚至可以达到 100 万次,写入的内容掉电后可保持 10 年以上,优异的性能使其取代了 EPROM,成为在单片机中应用最广泛的程序存储器。

(2) 单片机中常用的几种数据存储器。

单片机中常用的数据存储器有随机存储器 RAM 和电可擦除可编程只读存储器 EEPROM 两种。此外,有的单片机提供通过内部程序修改片内闪速存储器 Flash Memory 的功能,因此也可以用 Flash Memory 存储偶尔需要修改的少量数据。

① 随机存储器 RAM: RAM 的读写速度很快,掉电后数据不会保存,在单片机中用于存储需要经常改变,且掉电后不必保存的常数、变量、中间数据、运行状态、运算结果等。

② 电可擦除可编程只读存储器 EEPROM: 和 Flash Memory 一样,EEPROM 也是可以在线擦除和改写,且掉电后数据不会丢失的存储器,不同的是,EEPROM 的写入速度相对较慢,可写入的次数也要少些。EEPROM 在单片机中主要用于存储各种变化不频繁且掉电后必须保存的数据和参数。

③ 闪速存储器 Flash Memory: 对于提供通过内部程序修改片内闪速存储器 Flash Memory 功能的单片机,如 Philips 公司的 P89LPC900 系列等,可以用 Flash Memory 存储偶尔需要修改的少量数据。又如 Cygnal 公司的系统级 C8051F 系列单片机,还提供了用 MOVX 和 MOVX 指令对片内闪速存储器 Flash Memory 进行读和写的功能,为将片内闪速存储器用作数据存储器提供了极大的方便。

2) 输入/输出

单片机的输入/输出(Input/Output 口,简称 I/O 口)是其从外部获取信息,并将控制信号送达被控对象的必经之路,单片机与外界进行信息交换的通道。

3) 内部控制寄存器

内部控制寄存器是具有不同特定功能的存储器的统称,是单片机中重要的控制指挥单元。在单片机内部集成了程序存储器、数据存储器、定时器/计数器、串行通信口、I/O 口、

A/D、D/A、看门狗等众多的外围部件和功能单元。那么，这么多的部件和功能单元，CPU 是怎样去控制和指挥它们的呢？这就要借助于内部控制寄存器了。实际上，CPU 对单片机所有片内功能单元的操作和控制都得通过访问内部控制寄存器来实现，由此可见内部控制寄存器在单片机中的特殊地位。其实，无论一种单片机的内部集成了多少外围部件和功能单元，对于使用者而言，不过是增加了一些内部控制寄存器而已。只要掌握了通过这些内部控制寄存器去控制相关外围部件和功能单元的方法，就能够有效地调动单片机内部的所有资源。因此，使用单片机的任何一个功能部件时，一定要了解与之相关的内部控制寄存器，并弄清如何通过这些内部控制寄存器去控制所要使用的功能部件。

任务 1-2 常用单片机性能比较

任务目标

- 了解常用单片机的性能及特点。
- 了解 51 单片机家族。
- 能根据产品功能进行单片机选型。

任务内容

- 学习常用单片机及其分类知识。
- 学习常用单片机的性能特点。

知识点

- 常用单片机及其分类知识。
- 常用单片机的简介。
- 各厂家 51 系列单片机性能比较。

任务 1-2-1 几种常用 51 系列单片机的性能比较

MCS-51 是 Intel 公司于 1980 年推出的增强型通用 8 位单片机系列产品，有 8031、8751、8051、8032、8052 等型号，8051 是早期最典型的代表作。

布尔处理功能(位操作)是 MCS-51 系列单片机的一个重要特征，这是出于实际需要而设置的。布尔变量也即开关变量，它是以位(bit)为单位进行操作的。

由于 MCS-51 单片机影响极深远，应用十分广泛，各种教材和应用资料也很多。尽管 Intel 公司本身没有在品种和功能上对 MCS-51 系列单片机作进一步的扩展，但是由于 Intel 公司开放了 MCS-51 系列单片机的核心技术，加之 51 系列单片机已经成为 8 位通用单片机的公认标准，因此，许多著名的半导体生产厂家，如 Atmel、Philips、Cygnal、Dallas 等纷纷推出以 80C51 为基核的各具特色、性能优异、功能强大的单片机，形成了庞大的 80C51 系列单片机家族，为熟悉 51 系列单片机的人们提供了最广泛的选择空间，也为 51 系列单片机注入了勃勃的生机。开发软件和工具也是一样，我们统称为 8051 开发系统、环境等，

流行的汇编程序 ASM51、Keil C51、MedWin 等均是针对 8051 内核单片机的开发软件。

同样的一段程序,在各个 51 单片机的硬件上运行的结果都是一样的,如同一种单片机的多个版本一样,虽都在不断地改变制造工艺,但内核却都一样,也就是说这类单片机的指令系统完全兼容,管脚也基本兼容;在使用上基本可以直接互换。

为满足不同的需求,后续产品对 8051 一般都作了某些扩充,功能或多或少有些改变,功能更强、市场竞争力更强(比如目前流行的 89C51、89S51 等)。人们统称这些与 8051 内核相同的单片机为“51 系列单片机”。

下面介绍几个近年来在国内应用十分广泛的 80C51 单片机系列。

1. AT 系列的 51 单片机

按程序存储器的类型,Atmel 的 80C51 系列单片机可分为 Flash、OTP 和掩膜 ROM 三种类型。其中,AT89C/89LP/89LS/89S 系列等 Flash 单片机应用十分广泛。

1) AT89C51 系列总线型 Flash 单片机

在流行的众多的 51 系列单片机中,Atmel 公司的 AT89C51 更实用。该型号不但和 8051 指令、管脚完全兼容,而且特性增强了许多,如最高时钟频率由 8051 的 12MHz 提高到了 24MHz;更优秀的是由 Flash 工艺的程序存储器取代了原来一次性写入的 ROM,对这种工艺的存储器,用户可以用电的方式瞬间擦除、改写,一般专为 Atmel AT89xx 做的编程器均带有这些功能。AT89C51 在实际电路中可以直接互换 8051/8751,较之 8051,其性能已有了较大的提高。

该系列单片机突出的特点是片内有看门狗电路,有的还有 EEPROM、API、SPI、A/D 转换器等。部分产品片内 Flash 存储器的容量相当大,如 AT89C51RB2、AT89C51RC、AT89C51RD2 片内的 Flash 存储器的容量分别为 16KB、32KB 和 64KB。也有部分产品(如 AT89C51RD2)可通过 ISP 或者软件用串行模式编程。

2) AT89C2051 系列非总线型 Flash 单片机

Atmel 公司的 51 系列还有 AT89C2051、AT89C1051 等品种,是针对单片机的低端应用设计的。这些芯片是在 AT89C51 的基础上将一些功能精简掉后形成的精简版,用该系列单片机组成的简单控制系统基本不需要进行外部扩展。其突出特点是去掉了标准 80C51 与总线扩展相关的口线,如 AT89C2051 去掉了 P0 口和 P2 口,将 I/O 口减少到 15 个,加了两个比较器,内部的程序存储器减小到 2KB,封装形式改为 20 脚,相应的价格也低一些,特别适合在一些智能玩具、手持仪器等程序不大的电路环境下应用;AT89C1051 在 2051 的基础上,再次精简掉了串口功能等,程序存储器再次减小到 1KB。

该子系列单片机有 89C1051/2051/4051 等型号,片内 Flash 存储器分别为 1KB、2KB 和 4KB 字节。对 2051 和 1051 来说,虽然减掉了一些资源,但它们片内都集成了一个精密比较器,为测量一些模拟信号提供了极大的方便,在外加几个电阻和电容的情况下,就可以测量电压、温度等物理量,这对很多日用电器的设计是很宝贵的资源。Atmel 的 51、2051、1051 均有多种封装,如 AT89C51 有 PDIP、PLCC 和 PQFP/TQFP 等封装;2051/1051 有 PDIP 和 SOIC 封装等。

图 1.3 所示为 AT89C51、AT89C2051 的引脚图。

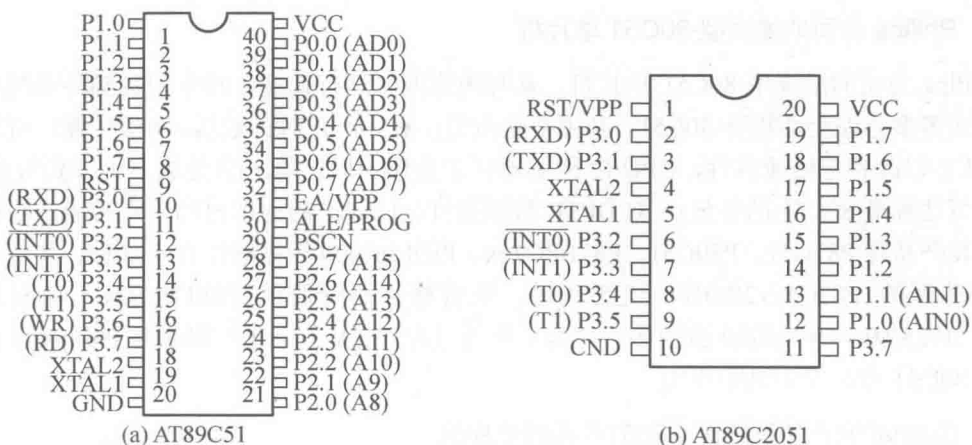


图 1.3 AT89C51、AT89C2051 引脚图

3) AT89S5x 系列总线型 Flash 单片机

89C51 最致命的缺陷在于不支持 ISP(In-System Programming, 在线系统编程)功能, 必须加上 ISP 功能才能更好地延续 MCS-51 的传奇, 89S51 就是在这样的背景下取代 89C51 的。AT89S51、52 是 2003 年 Atmel 推出的产品, 在工艺上进行了改进, 使功能得以提升。AT89S5x 系列单片机最突出的特点是片内 Flash 存储器支持 ISP, 即不必将芯片从电路板上拔下来便可编程, 给产品开发带来了极大的方便, 是 Atmel 用于取代 AT89C51 系列单片机的产品。

89S51 和 89C51 内核相同, 其相对 89C51 的优势如下。

- (1) 程序存储器写入方式: 二者写入程序的方式不同, 89C51 只支持并行写入, 同时需要 V_{pp} 烧写高压; 89S51 则支持 ISP 技术, 串行写入, 速度更快, 稳定性更好, 烧写电压也仅仅需要 4~5V。
- (2) 电源范围: 89S51 的电源范围宽达 4~5.5V, 而 89C51 在低于 4.8V 和高于 5.3V 的时候则无法正常工作。
- (3) 工作频率: 目前 89S51 的性能远高于 89C51, 89S51 支持最高高达 33MHz 的工作频率, 而 89C51 的工作频率范围最高只支持到 24MHz。
- (4) 兼容性: 89S51 向下兼容 89C51, 就是说用 89S51 可以替代 89C51 使用, 同样的程序, 运行结果相同。
- (5) 加密功能: 89S51 系列支持全新的加密算法, 这使得对于 89S51 的解密变为不可能, 程序的保密性大大加强, 这样就可以有效地保护知识产权不被侵犯。
- (6) 抗干扰性: 89S51 内部集成看门狗计时器, 不再需要像 89C51 那样外接看门狗计时器单元电路。
- (7) 烧写寿命更长: 89S51 标称的擦写次数为 1000 次。

89S5x 除了可以完全向下兼容 8051、AT89C51 等 51 系列芯片外, 还多了 ISP 编程和看门狗功能, 对开发设备的要求很低, 开发时间也大大缩短。写入单片机内的程序还可以进行加密, 能够很好地保护产品设计者的劳动成果, 增加了竞争力。