

高等院校应用型本科电子信息类系列教材

基于P_{roteus}

单片机原理及应用

■ 黄金杨 文 丽 主编



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校应用型本科电子信息类系列教材

基于Proteus 单片机原理及应用

■ 黄金杨 文丽 主编

本书以Proteus 7.0 SP3为平台，结合单片机原理，详细介绍了单片机的原理、结构、指令系统、I/O接口、中断系统、定时/计数器、串行接口、并行接口、总线系统、低功耗模式、应用开发、PCB设计、仿真、测试、应用案例等。本书可作为高等院校应用型本科电子信息类专业的教材，也可供从事单片机应用开发的工程技术人员参考。



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

图书在版编目(CIP)数据

基于 Proteus 单片机原理及应用/黄金杨,文丽主编. —广州:华南理工大学出版社, 2016. 8

高等院校应用型本科电子信息类系列教材

ISBN 978 - 7 - 5623 - 5060 - 6

I. ①基… II. ①黄… ②文… III. ①单片微型计算机 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 204260 号

JYU Proteus DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG

基于 Proteus 单片机原理及应用

黄金杨 文 丽 主编

出 版 人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

http: //www. scutpress. com. cn E-mail: scutcl3@scut. edu. cn

营销部电话: 020 - 87113487 87111048 (传真)

责任编辑: 袁 泽

印 刷 者: 广州市穗彩印务有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 15.5 字数: 387 千

版 次: 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 35.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

前 言

随着计算机技术的飞速发展和普及,单片机以其体积小、功能强大、应用灵活和性价比高等优点,在工业控制、智能仪表、机电一体化、家用电器等相关领域得到了广泛应用,并极大地提高了这些领域的技术水平和智能化程度。美国 Atmel 公司的 AT89C51 单片机在我国 8 位单片机市场中占有很大的份额,应用非常广泛。但相关适用于独立学院学生的教材较少,教学手段也较为落后。本教材围绕独立学院加强技术应用能力培养的目的,突出针对性和应用性,强化实践能力的培养。在内容的组织上,以应用实例为导向,介绍 AT89C51 单片机的基本知识,做到了理论与实践的结合,使学生能把理论与实践内容融会贯通。同时将先进的单片机系统设计与仿真平台 Proteus 作为主要教学手段,仿真大量的实用程序和应用实例,利用电路仿真图代替原理图,使人身临其境。书中程序经过实践验证,并提供 Proteus 设计文件和源程序,使得学习单片机容易上手,真正给读者带来学习单片机的乐趣。

以往的单片机教材普遍是将汇编语言和 C 语言结合,学生学习过后往往是汇编语言没学好,C 语言编程也学不到位。随着国内单片机开发工具研制水平的提高,现在的单片机仿真器普遍支持 C 语言程序的调试,使用 C 语言编程不必对单片机和硬件接口的结构有很深入的了解,编译器可以自动完成变量的存储单元的分配,用户只需要专注于应用软件部分的设计,从而大大加快软件的开发速度,而且使用 C 语言设计的代码,很容易在不同的单片机平台进行移植,在软件开发速度、软件质量、程序的可读性、可移植性方面都是汇编语言所不能比拟的。

在开展编写工作之前,参编人员查找各种类型的单片机教材,但是大部分理论知识太深奥,而作为以应用能力为培养目标的教材,理论知识只要求学生知道怎么回事即可。另外,初学者只要学会基本的、常见的运用就行。基于此,我们针对“应用型人才”培养目标,编写一本适合应用型培养模式的教材。全书按照硬件结构、软件基础,以及各个内部外部资源的顺序进行编写。编写中每个知识点先用仿真图的形式给读者展现仿真结果,然后再去分析原理及编程应用,整个编写结合 Proteus 和 Keil 软件进行辅助设计,便于教师在课堂上演示整个设计及仿真结果,也方便学生自己电脑上学习。

全书以 AT89C51 系列单片机为对象,以 Proteus 软件和 Keil 软件为教学、设计开发平台,以实际应用中常见的单片机系统实例为任务,为学生动手参与创造了条件。全书共分为 8 章:第 1 章为单片机概述;第 2 章为 51 系列单

片机的硬件结构；第3章为单片机 C51 基础知识；第4章为 Keil 与 Proteus 软件介绍与使用；第5章为 51 单片机内部资源；第6章为单片机常用输入输出设备；第7章为单片机部分外部资源；第8章为单片机系统课程设计。本书从基础知识到电路设计，从解决问题的思路到设计流程，都进行了详细的说明。章与章之间既独立成篇，又相互联系。整个教学内容以多个工作实例贯穿全书，电路仿真图和程序真实可靠。此外，本书还具有以下特点：

一、内容安排合理，在内容编排上由浅入深、循序渐进。从最初的 51 单片机硬件基础知识、Keil 和 Proteus 软件的使用，到单片机内部资源的应用，再到单片机外部资源的扩展，最后到单片机系统课程设计，这样的编排既符合学习规律，也让读者可以根据自己的情况选择阅读。

二、采用 C 语言编程。本书中全部程序设计采用 C 语言编写，提高了单片机应用系统程序开发可移植性和可读性，并为嵌入式等高级器件的开发打下坚实的基础。

三、强调实践环节。本书应用 Keil 和 Proteus 软件作为单片机应用系统设计和仿真平台，用 Keil 编写程序并生成 .HEX 文件，然后在 Proteus 中画好硬件电路图，调用 .HEX 文件进行虚拟仿真。在不用硬件电路的情况下，应用软件仿真进行相应的程序设计与调试，节约学习成本，提高学习积极性，实现教学内容可视化。

四、内容丰富，分析详细。书中结合 51 单片机的功能介绍了多种元器件和外部设备的使用方法及 Proteus 仿真实例，包括 LED、数码管、键盘、RS232、LCD1602、PCF8591 以及 AT24C02 等器件的仿真实例。

本书编写分工如下：黄金杨老师统稿并编写第1章、第2章，文丽老师编写第3章、第6章，聂茹老师编写第4章、第5章，陈雪娇老师编写第7章、第8章，朱俊杰老师负责全书的整理编排。同时，在本书的编写过程中得到了华南理工大学出版社袁泽及许多专家和同行的大力支持与热情帮助，在这里一并表示诚挚的感谢。

鉴于编者水平有限，书中难免存在疏漏和错误之处，恳请专家和广大读者批评指正。有兴趣的读者，可以发送电子邮件到：nr_607@163.com，与作者做进一步交流。

编 者

2016 年 7 月

目 录

1 单片机概述	1
1.1 单片机定义及特点	1
1.2 单片机分类与应用	2
1.2.1 51 系列单片机分类	2
1.2.2 AT89 系列单片机的特点	3
1.2.3 单片机的应用	4
1.3 单片机的型号说明	5
1.4 其他系列单片机和嵌入式微处理器	6
1.4.1 STC 系列单片机	6
1.4.2 PIC 系列单片机	6
1.4.3 AVR 系列单片机	6
1.4.4 嵌入式微处理器	7
习题	7
2 51 系列单片机的硬件结构	8
2.1 51 系列单片机结构	8
2.1.1 89C51 单片机的硬件组成	8
2.1.2 中央处理器 CPU	8
2.1.3 51 系列外部引脚和功能	11
2.2 51 系列单片机存储器的结构	12
2.2.1 程序存储器空间	13
2.2.2 数据存储器空间	14
2.2.3 特殊功能寄存器	15
2.2.4 位地址空间	17
2.3 并行 I/O 口	19
2.3.1 P0 口	19
2.3.2 P1 口	20
2.3.3 P2 口	21
2.3.4 P3 口	22
2.3.5 I/O 的负载能力	23
2.4 时钟电路与时序	24
2.4.1 时钟电路设计	24
2.4.2 机器周期、指令周期	25
2.5 复位操作和复位电路	26
2.5.1 复位操作	26

2.5.2 复位电路设计	27
2.6 低功耗节电模式	28
2.6.1 空闲模式	29
2.6.2 掉电运行模式	29
习题	30
3 单片机 C51 基础知识	31
3.1 C51 语言的程序结构	31
3.1.1 函数	32
3.1.2 C51 中常用的头文件	33
3.1.3 库函数 reg51. h/reg52. h	33
3.1.4 内部函数 intrins. h	35
3.1.5 绝对地址访问函数 absacc. h	36
3.2 C51 中的基本数据类型	37
3.2.1 常量与变量	39
3.2.2 变量的存储类型和存储模式	39
3.3 C51 中的运算符	41
3.4 数组与指针	44
3.4.1 数组	44
3.4.2 指针	45
3.5 绝对地址的访问	46
3.5.1 使用指针	46
3.5.2 使用 C51 运行库中预定义宏	46
3.5.3 使用 C51 扩展关键字 _at_	47
3.6 中断服务函数	47
3.7 C51 常用基础语句	49
习题	52
4 Keil 与 Proteus 软件介绍与使用	54
4.1 Keil C51 简介	54
4.2 Keil C51 的安装及启动	54
4.3 工程创建实例	55
4.3.1 建立新的工程文件	55
4.3.2 选择目标器件	56
4.3.3 添加程序文件	57
4.3.4 输入、编辑、保存程序源代码	58
4.3.5 将程序文件添加到工程项目中	59
4.4 编译连接环境的设置	61
4.5 程序文件的编译和连接	62
4.6 Keil 软件的仿真功能	63
4.7 Proteus 软件介绍	65

4.7.1	Proteus 编辑环境介绍	66
4.7.2	绘制电路原理图	68
4.8	Proteus 和 Keil 联调仿真单片机	72
4.8.1	Proteus 与 Keil C 接口	72
4.8.2	Proteus 和 Keil 联合调试实例	73
4.8.3	Proteus 常用库元件	79
	习题	80
5	51 单片机内部资源	81
5.1	中断系统	81
5.1.1	什么是中断	81
5.1.2	中断源	83
5.1.3	中断控制	83
5.1.4	51 单片机中断处理过程	86
5.1.5	中断请求的清除	87
5.1.6	C51 中断服务函数	87
5.1.7	外部中断的应用实例	88
5.2	定时/计数器	93
5.2.1	定时/计数器的基本结构	95
5.2.2	定时/计数器的控制寄存器	95
5.2.3	定时/计数器的工作方式和初始化	96
5.2.4	定时/计数器应用实例	98
5.3	串行通信接口	109
5.3.1	并行与串行基本通信方式	109
5.3.2	串行口的内部结构	111
5.3.3	串行口的工作方式	113
5.3.4	串行口波特率	114
5.3.5	RS232 标准及应用	116
5.3.6	串口应用实例	117
	习题	131
6	单片机常用输入输出设备	133
6.1	发光二极管	133
6.1.1	发光二极管工作原理	133
6.1.2	发光二极管的应用	133
6.2	LED 数码管显示器	134
6.2.1	LED 数码管的工作原理	134
6.2.2	LED 数码管驱动方式	136
6.3	键盘	140
6.3.1	键盘工作原理和工作方式	140
6.3.2	键盘分类	142

6.4 LCD1602 液晶显示模块	147
6.4.1 LCD1602 的特性及引脚	148
6.4.2 LCD1602 字符显示位置关系	149
6.4.3 LCD1602 字符的显示及命令字	150
6.4.4 LCD1602 的基本操作	152
6.4.5 LCD1602 显示实例	154
习题	158
7 单片机部分外部资源	160
7.1 ADC 和 DAC	160
7.1.1 A/D 转换器	160
7.1.2 D/A 转换器	161
7.1.3 PCF8591 芯片	163
7.2 SPI 总线接口	172
7.3 IIC 总线接口	175
7.3.1 系统结构图	175
7.3.2 IIC 总线上的通信格式	175
7.3.3 IIC 总线上的数据帧格式	177
7.3.4 AT24C02 与 C51 的接口	178
7.3.5 AT24C 系列原理	182
习题	186
8 单片机系统课程设计	188
8.1 模拟汽车信号灯的设计	188
8.1.1 实现功能	188
8.1.2 硬件设计	188
8.1.3 软件设计	189
8.2 汽车遥控钥匙的设计	193
8.2.1 实现功能	193
8.2.2 硬件设计	193
8.2.3 软件设计	196
8.3 温控直流电机的设计	199
8.3.1 实现功能	199
8.3.2 硬件设计	200
8.3.3 软件设计	202
8.4 点阵式汉字电子显示屏的设计	208
8.4.1 实现功能	208
8.4.2 硬件设计	208
8.4.3 软件设计	210
8.5 简易电子钟的设计	219
8.5.1 功能要求	219

8.5.2 硬件设计	219
8.5.3 软件设计	221
附录	231
附录 1 Proteus 常用快捷键及其功能	231
附录 2 Proteus 原理图元器件库说明	232
附录 3 部分常用 Proteus 元器件名称	233
参考文献	237

1 单片机概述

1.1 单片机定义及特点

什么是单片机？单片机就是单片微型计算机(single chip computer)的简称，主要应用于测控领域，用以实现各种测试和控制功能。为了强调其控制属性，国际上多把单片机称为微控制器(micro controller unit, MCU)。所以，单片机就是集成在一块芯片上的计算机，集成了中央处理器(central processing unit, CPU)、随机存储器(random access memory, RAM)、只读存储器(read only memory, ROM)、定时/计数器以及 I/O 接口电路等主要计算机部件。由于单片机在使用时通常处于测控系统的核心地位并嵌入其中，因此国际上也称为嵌入式控制器。

从 1976 年 9 月 Intel 公司推出 MCS-48 系列单片机以来，世界上的一些著名的器件公司都纷纷推出各自系列的单片机产品。主要有 Intel 公司的 MCS-48, 51, 96 系列单片机；Motorola 公司的 MC6801, 6805 系列单片机；Zilog 公司的 Z8 系列单片机；近年有 Atmel 公司的 AT89 系列单片机和 Microchip 公司的 PIC 系列单片机等。各种系列的单片机由于其内部功能、单元组成及指令系统的不尽相同，形成了各具特色的系列产品。其中 Intel 公司生产的 MCS 系列单片机目前仍占主导地位。

单片机作为微型计算机的一个分支，与一般的微型计算机没有本质上的区别，同样具有快速、精确、记忆功能和逻辑判断能力。但单片机是集成在一块芯片上的微型计算机，它与一般的微型计算机相比，在硬件结构和指令设置上均有独到之处，主要特点有：

(1)体积小，重量轻；价格低，功能强；电源单一，功耗低；可靠性高，抗干扰能力强。这是单片机得到迅速普及和发展的主要原因。同时由于它的功耗低，使后期投入成本也大大降低。

(2)使用方便灵活，通用性强。由于单片机本身就构成一个最小系统，只要根据不同的控制对象做相应的改变即可，因而它具有很强的通用性。

(3)目前大多数单片机采用哈佛(Harvard)结构体系。单片机的数据存储器空间和程序存储器空间相互独立。单片机主要面向测控对象，通常有大量的控制程序和较少的随机数据，将程序和数据分开，使用较大容量的程序存储器来固化程序代码，使用少量的数据存储器来存取随机数据。程序在只读存储器 ROM 中运行，不易受外界侵害，可靠性高。

(4)突出控制功能的指令系统。单片机的指令系统中有大量的单字节指令，以提高指令运行速度和操作效率；有丰富的位操作指令，满足了对开关量控制的要求；有丰富的转移指令，包括无条件转移指令和条件转移指令。

(5)较低的处理速度和较小的存储容量。单片机是一种小而全的微型机系统，它以牺牲运算速度和存储容量来换取其体积小、功耗低等特色。

以上特点使其在工业控制、智能仪表、技术改造、通信系统、信号处理等领域以及家

用电器、高级玩具、办公自动化设备等方面均得到应用。

1.2 单片机分类与应用

单片机可分为通用型单片机和专用型单片机两大类。通用型单片机是把可开发资源全部提供给使用者的微控制器。专用型单片机则是为过程控制、参数检测、信号处理等方面的特殊需要而设计的单片机。我们通常所说的单片机即指通用型单片机。

51 系列单片机源于 Intel 公司的 MCS-51 系列，在 Intel 公司将 MCS-51 系列单片机实行技术开放政策之后，许多公司，如 Philips、Dallas、Siemens、Atmel、华邦、LG 等都以 MCS-51 中的基础结构 8051 为基核推出了许多各具特色、具有优异性能的单片机。把这些厂家以 8051 为基核推出的各种型号的兼容型单片机统称为 51 系列单片机。Intel 公司 MCS-51 系列单片机中的 8051 是其中最基础的单片机型号。

尽管各类单片机很多，但目前在我国使用最为广泛的单片机是 Intel 公司生产的 MCS-51 系列单片机。该系列单片机还在不断地完善和发展。随着各种新型号系列产品的推出，它越来越得到广大用户的青睐。MCS-51 系列单片机共有二十几种芯片，表 1-1 列出了 MCS-51 系列单片机的片内硬件资源。

表 1-1 MCS-51 系列单片机的片内硬件资源

	型 号	片内程序 存储器	片内数据 存储器(B)	I/O 线 (位)	定时/计数器 (个)	中断源个数 (个)
基本型	8031	无	128	32	2	5
	8051	4KB ROM	128	32	2	5
	8751	4KB EPROM	128	32	2	5
增强型	8032	无	256	32	3	6
	8052	8KB ROM	256	32	3	6
	8752	8KB EPROM	256	32	3	6

1.2.1 51 系列单片机分类

1. 按片内不同程序存储器的配置分类

51 系列单片机按片内不同程序存储器的配置，可以分为三种类型：

(1)片内带 MaskROM(掩膜 ROM)型：8051，80C51，8052，80C52。此类芯片是由半导体厂家在芯片生产过程中将用户的应用程序代码通过掩膜工艺植入 ROM 中。其应用程序只能委托半导体厂家“写入”，一旦写入后不能修改。此类单片机适合大批量使用。

(2)片内带 EPROM 型：8751，87C51，8752。此类芯片带有透明窗口，可通过紫外线擦除存储器中的程序代码，应用程序可通过专门的编程器写入到单片机中，需要更改时可擦除重新写入。此类单片机价格较贵，不宜大批量使用。

(3)片内无 ROM(ROM Less)型：8031，80C31，8032。此类芯片的片内没有程序存储器，使用时必须在外部并行扩展程序存储器存储芯片，因此系统电路复杂，目前较少

使用。

2. 按片内不同容量存储器的配置分类

按片内不同容量存储器的配置，可以分为两种类型：

(1)51 子系列型：芯片型号的最后位数字以 1 作为标志。51 子系列是基本型产品。片内带有 4KB ROM/EPROM(8031, 80C31 除外)、128B RAM、2 个 16 位定时/计数器、5 个中断源等。

(2)52 子系列型：芯片型号的最后位数字以 2 作为标志。52 子系列是增强型产品。片内带有 8KB ROM/EPROM(8032, 80C32 除外)、256B RAM、3 个 16 位定时/计数器、6 个中断源等。

3. 按芯片的半导体制造工艺的不同分类

按芯片的半导体制造工艺的不同，可以分为两种类型：

(1)HMOS 工艺型：8051, 8751, 8052, 8032。HMOS 工艺，即高密度短沟道 MOS 工艺。

(2)CHMOS 工艺型：80C51, 83C51, 87C51, 80C31, 80C32, 80C52。此类芯片型号中都带字母“C”来标识。

这两类器件在功能上是完全兼容的，但采用 CHMOS 工艺的芯片具有低功耗的特点，它所消耗的电流要比 HMOS 器件小得多。CHMOS 器件比 HMOS 器件多了两种节电的工作方式(掉电方式和待机方式)，常用于构成低功耗的应用系统。

1.2.2 AT89 系列单片机的特点

51 系列单片机的代表性产品为 8051，其他单片机都是在其内核的基础上进行了功能和硬件的增减。近年来，世界上单片机芯片生产商推出的与 8051 单片机兼容的部分产品如表 1-2 所示。

表 1-2 与 8051 单片机兼容的部分产品

生产厂商	单片机型号
Atmel	AT89C5 × 系列(89C51/89S51、89C52/89S52 等)
Philips(飞利浦)	80C51、8 × 552 系列
Cygnal	C80C51F 系列 SOC 单片机
LG	GMS90/97 系列
ADI	AD μ C8 × × 系列
Maxim	DS89C420
台湾华邦	W78C51、W77C51 系列
AMD	8-515/535 单片机
Siemens	SAB80512 单片机
STC	STC89C5 ×、STC89S5 × 系列

Atmel 公司开发的 AT89 系列单片机自问世以来，以其较低廉的价格和独特的程序存储器——快闪存储器(flash memory)为用户所青睐。采用了快闪存储器的 AT89 系列单片机，不但具有一般 51 系列单片机的基本特性(如指令系统兼容，芯片引脚分布相同等)，

而且还具有一些独特的优点:

(1) 程序存储器为电擦写型 ROM(可重复编程的快闪存储器)。整体擦除时间仅为 10ms 左右,可写入/擦除 1000 次以上,数据保存 10 年以上。

(2) 可选编程模式,既可以用 12V 电压编程,也可以用 V_{CC} 电压编程。

(3) 宽工作电压范围, $V_{CC} = 2.7 \sim 6V$ 。

(4) 全静态工作,工作频率范围: 0Hz ~ 24MHz,频率范围宽,便于系统功耗控制。

(5) 三层可编程的程序存储器上锁加密,使程序和系统更加难以仿制。

总之,AT89 系列单片机与 51 系列单片机相比,前者和后者有兼容性,但前者的性价比等指标更为优越。本书采用 AT89 系列作为教学芯片,书中所有程序均使用 AT89C51 芯片并通过实验板验证。

1.2.3 单片机的应用

由于单片机有软硬件结合、体积小等特点,容易嵌入到各种应用系统中并得到广泛应用。

1. 工业检测与控制

主要应用:工业过程控制、智能控制、设备控制、数据采集和传输、测试、测量、监控等。在工业自动化领域中,机电一体化技术将发挥愈来愈重要的作用,在这种集机械、微电子和计算机技术为一体的综合技术(如机器人技术)中,单片机发挥着非常重要的作用。

2. 仪器仪表

目前对仪器仪表的自动化和智能化要求越来越高。单片机的使用有助于提高仪器仪表的精度和准确度,简化结构、减小体积而易于携带和使用;加速仪器仪表向数字化、智能化、多功能化方向发展。

3. 消费类电子产品

消费类电子产品,例如洗衣机、电冰箱、空调机、电风扇、电视机、微波炉、加湿机、消毒柜等,嵌入了单片机后,功能和性能大大提高,并实现智能化、最优化控制。

4. 通信

在调制解调器、各类手机、传真机、程控电话交换机、信息网络及各种通信设备中,单片机已经得到广泛应用。

5. 武器装备

在现代化的武器装备中,如飞机、军舰、坦克、导弹、鱼雷制导、智能武器装备、航天飞机导航系统等,都有单片机嵌入其中。

6. 各种终端及计算机外部设备

计算机网络终端(如银行终端)以及计算机外部设备(如打印机、硬盘驱动器、绘图机、传真机、复印机等)都使用了单片机作为控制器。

7. 汽车电子设备

单片机已广泛应用于各种汽车电子设备,如汽车安全系统、汽车信息系统、智能自动驾驶系统、卫星汽车导航系统、汽车紧急请求服务系统、汽车防撞监控系统、汽车自动诊断系统以及汽车黑匣子等。

8. 分布式多机系统

在较复杂多节点的测控系统中,常采用分布式多机系统。一般由若干台功能各异的单片机组成,各自完成特定的任务,它们通过串行通信相互联系、协调工作。在这种系统中,单片机往往作为一个终端机,安装在系统的某些节点上,对现场信息进行实时的测量和控制。

从工业自动化、自动控制、智能仪器仪表、消费类电子产品等方面,到国防尖端技术领域,单片机都发挥着十分重要的作用。

1.3 单片机的型号说明

单片机编码由三部分组成,它们分别是前缀、型号和后缀。下面以 AT89 系列为例进行详细说明。

1. 前缀

字母“AT”,表示由 Atmel 公司出品。

2. 型号

型号用“89C××××”或“89LV××××”或“89S××××”等表示。“89C××××”中,8表示单片,9表示内部含有 Flash 存储器,C表示 CMOS 产品,“××××”表示器件的型号如 51、52、2051、8052 等;而在“89LV××××”中,LV表示低电压产品,可在 2.5V 电压下工作;在“89S××××”中,S表示含有串行下载的 Flash 存储器。

3. 后缀

后缀由最后 4 个“××××”参数组成,每个参数表示的意义不同。在型号与后缀部分用“-”号隔开。

(1) 后缀中的第一个“×”表示时钟频率:

× = 12, 时钟频率为 12MHz;

× = 16, 时钟频率为 16MHz;

× = 20, 时钟频率为 20MHz;

× = 24, 时钟频率为 24MHz。

(2) 后缀中的第二个“×”表示封装:

× = P, 塑料双列直插 DIP 封装;

× = D, 陶瓷封装;

× = Q, PQFP 封装;

× = J, PLV 封装;

× = A, TQFP 封装;

× = S, SOIC 封装;

× = W, 表示裸芯片。

(3) 后缀中的第三个“×”表示芯片的使用温度范围:

× = C, 表示商业用产品,温度范围为 $0 \sim +70^{\circ}\text{C}$;

× = I, 表示工业用产品,温度范围为 $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$;

× = A, 表示汽车用产品,温度范围为 $-40 \sim +125^{\circ}\text{C}$;

$\times = M$, 表示军事用产品, 温度范围为 $-55 \sim +150^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 后缀中的最后一个“ $\times$ ”表示工艺:

$\times$ 为空, 表示处理工艺为标准工艺;

$\times = /883$, 表示处理工艺采用 MIL-STD-883 标准。

例如, 单片机型号为“AT89C51-24QM/883”, 即表示该芯片是 Atmel 公司的 Flash 单片机, CMOS 产品, 速度为 24MHz, 封装为 PQFP 封装, 是军事用产品, 处理工艺采用 MIL-STD-883 标准。

1.4 其他系列单片机和嵌入式微处理器

1.4.1 STC 系列单片机

宏晶公司推出的 STC89 系列单片机, 具有我国自主知识产权, 增加了大量的新功能, 提高了 51 单片机的性能。主要特性如下:

- (1) 速度快。一个机器周期只要一个时钟周期, 工作频率高达 35MHz。
- (2) 可在线编程和在系统编程, 无需专用编程器和仿真器。
- (3) 加密性、抗干扰能力强。
- (4) 宽电压工作范围, 低功耗。
- (5) 增加硬件看门狗、高速 SPI 通信端口、PWM、ADC 等。
- (6) 性价比高、兼容性强。

STC 单片机可以直接替换 Atmel 等主流公司的产品, 在价格方面更是有相当大的优势。

综上所述, STC 单片机是一款高性能、高可靠性、高性价比的芯片, 用户可以根据自己的需求进行选择。

1.4.2 PIC 系列单片机

PIC 系列单片机是美国 Microchip 公司的产品, 主要特性如下:

- (1) 从实际出发, 重视产品的性价比。
- (2) 采用精简指令集(RISC), 指令执行效率大为提高。
- (3) 具有优越的开发环境。
- (4) 引脚通过限流电阻可以接至 220V 交流电源, 可直接与继电器控制电路连接。
- (5) 保密性好。

此外, Microchip 公司还推出了高性能的 16 位单片机和 32 位单片机。

1.4.3 AVR 系列单片机

AVR 系列单片机是 1997 年由 Atmel 公司利用 Flash 新技术, 研发出来的精简指令集(reduced instruction set computer, RISC)的高速 8 位单片机。它的特点如下:

- (1) 废除了机器周期, 抛弃复杂指令计算机(CISC)追求指令完备的做法。
- (2) 采用新工艺的 AVR 芯片的 Flash 程序存储器, 擦写可达 10000 次以上。

- (3) AVR 系列单片机有定时/计数器、看门狗电路、SPI、ADC 等丰富的外设。
- (4) I/O 口功能强、驱动能力大、功耗低。
- (5) AVR 系列单片机支持程序的在线编程。

1.4.4 嵌入式微处理器

嵌入式微处理器 (embedded microprocessor unit, EMPU) 的基础是通用计算机中的 CPU。在功能上虽然和标准微处理器的基本上一样,但由于只保留和嵌入式应用相关的功能,这样可以大幅度减小系统体积和功耗,同时在工作温度、抗电磁干扰、可靠性等方面都做了各种增强处理。

嵌入式微处理器中比较有代表性的产品为 ARM 系列,主要有 5 个产品系列: ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10 和 SecurCore。

因为嵌入式微处理器能运行实时多任务操作系统,所以能够处理复杂的系统管理任务和处理工作。因此,在移动计算机平台、媒体手机、工业和商业领域、电子商务平台、信息家电等方面,甚至军事上的应用,都具有巨大的吸引力。以嵌入式微处理器为核心的嵌入式系统的应用,已经称为继单片机之后的电子信息技术应用的又一大热点。

习题

1. 什么是单片机?
2. 单片机分为哪几类,有什么区别?
3. 什么是嵌入式系统?它有哪些类型?为什么说单片机是典型的嵌入式系统?
4. 单片机的主要特点是什么?
5. MCS-51 系列单片机的基本型芯片分为哪几种?它们的差别是什么?
6. 所谓 51 系列单片机是指它们在()方面兼容。
 - A. 指令
 - B. 名称接近
 - C. 芯片引脚
 - D. 指令和芯片引脚
7. 8 位单片机是()为 8 位。
 - A. 地址总线
 - B. 数据总线
 - C. 内部并行处理的字宽
 - D. 控制总线
8. AT89C51 单片机相当于 MCS-51 系列单片机中的哪一种型号的产品?
9. 单片机的发展主要经历了哪些阶段?
10. 单片机一般应用于哪些方面?