

普通高等教育

电气信息类规划教材



免费下载电子教案

单片机 应用技术

■ 主编 陈桂友 柴远斌



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TP368.1
284
1=

普通高等教育电气信息类规划教材

单片机应用技术

主 编 陈桂友 柴远斌
副 主 编 贺廉云 董传刚 李传伟
参 编 孙淑红 李 玮 董圣英
彭焕荣 洪海滨 郭祥飞
李海涛
主 审 孙同景



机械工业出版社

本书以 STC12C5410AD 增强型 8051 内核单片机为对象,介绍了单片机的硬件结构、汇编语言程序设计及调试、单片机的 C 语言及编程调试方法,以功能强大的 Keil μ Vision2 集成开发环境作为程序设计和调试环境。通过典型应用案例,详细介绍了单片机各部分的硬件功能和应用设计,以及相关的汇编语言和 C 语言程序设计。

本书共 12 章。在每章后,都给出相应的习题,便于教学。以典型应用案例为教学实例,便于读者掌握和应用单片机技术。书中的所有实例以及最后一章应用系统设计的相关内容都可以从 <http://www.mcu001.com> 网站上下载,STC12C5410AD 系列单片机的最新用户手册可以从 <http://www.mcu-memory.com> 下载。

本书适合作为普通大专院校计算机、电子、电气自动化及机械专业的教学用书。也可作为从事单片机应用领域的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术/陈桂友,柴远斌主编. —北京:机械工业出版社,2008.8
(普通高等教育电气信息类规划教材)
ISBN 978-7-111-24892-7

I. 单… II. ①陈…②柴… III. 单片微型计算机-高等学校-教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 125378 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:郝建伟 时 静

责任印制:李 妍

北京蓝海印刷有限公司印刷

2008 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·473 千字

0001—5000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-24892-7

定价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379753 88379739

封面防伪标均为盗版

序

我国的单片机教学是从 Intel 的 8048 和 Zilog 公司的 Z80 单板机开始的。其实,当时 Zilog 的核心力量也是由 Intel 培养的,同样是在 Intel 核心技术基础上的延伸和发展。

Intel 80x86 是通用计算机系统的杰出代表,而 Intel 8051 单片机是现代嵌入式计算机系统的杰出代表。近年来,由于竞争越来越激烈,Intel 公司将重点放在了通用计算机系统的发展上,并逐步停止了 8 位/16 位/32 位单片机的研发和生产,于 2007 年 7 月对全球公布了此消息。

宏晶科技认为,21 世纪全球全面进入了计算机智能控制/计算时代,而其中的一个重要方向就是以单片机为代表的嵌入式计算机控制/计算。由于最适合中国工程师/学生入门的 8051 单片机有 30 多年的应用历史,绝大部分工科院校均有此必修课,有几十万名十分熟悉此单片机的工程师可以相互交流开发/学习心得,有大量的经典程序和电路可以直接套用,从而大幅降低了开发风险,极大地提高了开发效率,这也是宏晶科技基于 8051 系列单片机产品的巨大优势。

Intel 8051 技术诞生于上世纪 70 年代,不可避免地面临着落伍的危险,如果不对其进行大规模创新,我国的单片机教学与应用就会陷入被动局面。为此,宏晶科技对 8051 单片机进行了全面的技术升级与创新:全部采用 Flash 技术(可反复编程 10 万次以上)和 ISP/IAP(在系统/在应用可编程)技术;针对抗干扰进行了专门设计;进行了特别加密设计,如宏晶 STC12 系列现无法解密;对传统 8051 进行了提速,指令最快提高了 24 倍;大大提高了集成度,如集成了 A/D、D/A、看门狗、复位电路、EEPROM 等。

在中国民间草根企业掌握了 Intel 8 位单片机技术,以“初生牛犊不怕虎”的精神,击溃了欧美竞争对手之后,现正在向 32 位前进的途中。此时欣闻官方国家队也已掌握了 Intel 80386 通用 CPU 技术,不由想起“老骥伏枥,志在千里”这句话,相信经过数代人的艰苦奋斗,我们一定会赶上和超过世界先进水平!

明知山有虎,偏向虎山行。

感谢 Intel 公司发明了经久不衰的 8051 体系结构,感谢陈桂友老师的新书,保证了中国 30 年来的单片机教学与世界同步。

宏晶科技:姚永平
2008 年 7 月

前言

STC12C5410AD 单片机是深圳宏晶科技有限公司的典型单片机产品,采用了增强型 8051 内核,片内集成:10KB Flash 程序存储器、2KB 数据 Flash(EEPROM)、512B RAM、两个 16 位定时/计数器、最多 27 根 I/O 口线、全双工异步串行口(UART)、高速同步通信端口(SPI)、8 通道 10 位 ADC、4 通道 PWM/可编程计数器阵列/捕获/比较单元(PWM/PCA/CCU)、MAX810 专用复位电路和硬件看门狗等资源。指令系统完全兼容 8051 单片机。STC12C5410AD 具有在系统可编程功能,可以省去价格较高的专门编程器,开发环境的搭建非常容易。

STC12C5410AD 的所有指令和标准的 8051 内核完全兼容,具有良好的兼容性和很强的数据处理能力,所以,对于原来讲解 8051 单片机的师资力量,可以充分发挥以前讲解单片机原理及应用课程的经验;对于具有 8051 单片机知识的读者,不存在转型困难的问题。

本书介绍了 STC12C5410AD 单片机的硬件结构、汇编语言程序设计,并详细介绍了应用于单片机的 C 语言程序设计,以功能强大的 Keil μ Vision2 集成开发环境作为程序设计和调试环境,并介绍了程序的调试方法。以典型应用案例为背景,介绍单片机各部分的硬件功能和应用设计,以及相关的汇编语言和 C 语言程序设计。

在教材的每一章,都给出相应的习题,便于教学。以典型应用案例为教学实例,便于读者掌握和应用单片机技术。本书采用的符号部分为国外流行符号,其与国家标准的对比请参照附录 E。

本书深入浅出,层次分明,实例丰富,通俗易懂,突出实用,可操作性强,特别适合于作为普通大专院校计算机、电子、电气自动化及机械专业的教学用书。也可作为从事单片机应用领域的工程技术人员的参考书。

参加本书编写和程序调试工作的同志还有贺廉云、董传刚、李传伟、孙淑红、李玮、董圣英、彭焕荣、洪海滨、郭祥飞、李海涛。孙同景教授对全书进行了认真审阅。深圳宏晶科技有限公司姚永平总经理、范建军工程师在技术上给予了大力支持和帮助。研究生周兴伟、侯本英对教材中的电路和程序进行了调试,对所有提供帮助的人深表感谢!

由于时间仓促,作者水平有限,书中难免有不妥或错误之处,敬请读者批评指正。

作者

2008 年 6 月

目 录

序

前言

第1章 单片机技术概述	1
1.1 微型计算机的基本概念、组成及分类	1
1.1.1 微型计算机的组成	1
1.1.2 微型计算机的分类	2
1.2 单片机技术发展的特点	4
1.3 常见的单片机	5
1.3.1 8051 内核的单片机	5
1.3.2 其他单片机	7
1.4 单片机的应用	8
1.4.1 单片机的应用范围	8
1.4.2 单片机应用系统的设计	8
1.5 习题	13
第2章 STC12C5410AD 的增强型 8051 内核	14
2.1 STC12C5410AD 单片机的引脚	14
2.2 STC12C5410AD 单片机的结构	16
2.2.1 STC12C5410AD 单片机的内部结构	16
2.2.2 CPU 结构	17
2.3 STC12C5410AD 单片机的存储器	18
2.3.1 存储器空间及存储器	18
2.3.2 数据 Flash 存储器的操作	24
2.4 习题	28
第3章 数字输入/输出端口	29
3.1 STC12C5410AD 单片机的 I/O 口及工作模式	29
3.2 STC12C5410AD 单片机 I/O 口的结构	31
3.3 STC12C5410AD 单片机 I/O 口的使用	33
3.4 习题	34
第4章 指令系统	35
4.1 助记符语言	35
4.1.1 助记符语言概述	35

4.1.2	操作码	36
4.1.3	操作数	36
4.2	指令格式及分类	37
4.2.1	汇编语言的概念及格式	37
4.2.2	指令代码的存储格式	37
4.2.3	指令中的符号约定	38
4.3	寻址方式	39
4.4	数据传送类指令	41
4.4.1	数据传送指令	41
4.4.2	数据交换指令	45
4.4.3	栈操作指令	46
4.5	逻辑操作类指令	47
4.5.1	对累加器 A 进行的逻辑操作	48
4.5.2	双操作数逻辑操作指令	49
4.6	算术运算类指令	50
4.6.1	加减运算指令	51
4.6.2	乘除运算指令	53
4.6.3	增量、减量指令	54
4.6.4	二-十进制调整指令	55
4.7	位操作指令	57
4.7.1	位数据传送指令	57
4.7.2	位状态控制指令	57
4.7.3	位逻辑操作指令	58
4.7.4	位条件转移指令	59
4.8	控制转移类指令	61
4.9	习题	68
第5章	汇编语言程序设计及仿真调试	71
5.1	汇编语言程序设计基础知识	71
5.1.1	伪指令	71
5.1.2	汇编语言程序设计的一般步骤和基本框架	74
5.2	汇编语言程序设计举例	75
5.3	利用 Keil μ Vision2 集成开发环境调试程序	87
5.3.1	Keil μ Vision2 集成开发环境简介	87
5.3.2	Keil μ Vision2 集成开发环境中调试 8051 单片机汇编语言程序的方法	88
5.4	利用 ISP 工具将程序下载到单片机中验证程序	97
5.4.1	ISP 下载程序的运行过程	97
5.4.2	使用 ISP 工具下载程序的步骤	98
5.5	习题	100

第6章 C语言程序设计及仿真调试	101
6.1 C语言程序设计基础	101
6.1.1 数据类型	101
6.1.2 基本运算符和表达式	102
6.1.3 C语言程序设计	104
6.1.4 函数	107
6.1.5 指针	109
6.1.6 结构与联合	109
6.1.7 枚举和位运算	114
6.1.8 预处理	117
6.2 Keil C对ANSI C的扩展	120
6.2.1 Keil C51扩展关键字	121
6.2.2 Keil C51指针	124
6.2.3 Keil C51函数	124
6.2.4 STC12C5410AD单片机C51程序框架	126
6.3 习题	128
第7章 中断	129
7.1 中断的概念	129
7.2 STC12C5410AD单片机的中断系统及其管理	130
7.2.1 中断源及其优先级管理	130
7.2.2 单片机中断处理过程	136
7.2.3 中断请求的撤除	137
7.2.4 关于外部中断	138
7.2.5 中断程序编程举例	139
7.2.6 中断使用过程中需要注意的问题	142
7.3 习题	144
第8章 定时/计数器	145
8.1 STC12C5410AD单片机的定时/计数器	145
8.1.1 定时/计数器的结构及工作原理	145
8.1.2 定时/计数器方式和控制寄存器	147
8.1.3 定时/计数器的工作方式	148
8.1.4 定时/计数器量程的扩展	151
8.1.5 定时/计数器编程举例	152
8.1.6 定时/计数器应用中应注意的问题	157
8.2 STC12C5410AD的PCA/PWM模块	158
8.2.1 PCA/PWM模块的结构	158
8.2.2 PCA/PWM模块的特殊功能寄存器	159
8.2.3 PCA/PWM模块的工作模式	161

8.2.4 PCA/PWM 模块的应用	165
8.3 习题	176
第9章 串行通信	178
9.1 通信的一般概念	178
9.1.1 并行通信与串行通信	178
9.1.2 串行通信的两种基本方式	179
9.2 STC12C5410AD 单片机的串行接口	183
9.2.1 串行接口的控制寄存器	183
9.2.2 串行接口的工作方式	185
9.2.3 多处理机通信	189
9.2.4 波特率的设定	189
9.2.5 串行接口通信应用举例	192
9.2.6 计算机与单片机之间的串行通信	207
9.3 STC12C5410AD 单片机的 SPI 接口	214
9.3.1 SPI 接口的结构	214
9.3.2 SPI 接口的数据通信	215
9.3.3 SPI 接口的应用举例	220
9.4 习题	236
第10章 模数转换器	237
10.1 模数转换器的结构及相关寄存器	237
10.1.1 模数转换器的结构	237
10.1.2 参考电压源	238
10.1.3 与 ADC 有关的特殊功能寄存器	238
10.2 模数转换器的应用	240
10.3 习题	244
第11章 复位、省电方式和时钟	246
11.1 复位	246
11.2 省电方式	250
11.2.1 省电方式的控制	250
11.2.2 省电方式的应用	251
11.3 时钟	255
11.4 习题	257
第12章 单片机应用系统设计举例	258
12.1 系统要求	258
12.2 需求分析	258
12.3 系统硬件设计	259
12.4 系统软件设计	263
12.5 习题	274

附录..... 275

附录 A STC12C5410AD 单片机指令表 275

附录 B STC12C5410 单片机寄存器定义文件 STC12. INC 内容 282

附录 C STC12C5410AD 单片机寄存器头文件 STC12. H 内容 285

附录 D MScmm 控件简介 289

附录 E 逻辑符号对照表 293

附录 F ASCII 码表 294

参考文献..... 295

第1章 单片机技术概述

学习目标:

了解微型计算机的基本构成及分类、单片机技术的特点。掌握单片机应用系统的设计方法和步骤。

学习重点与难点:

◇ 单片机应用系统的设计方法和步骤

本章首先介绍微型计算机的基本概念、组成及分类,然后讲解单片机技术的特点及常见的单片机,最后介绍单片机应用系统的设计方法和步骤。

1.1 微型计算机的基本概念、组成及分类

计算机是微电子学与计算数学相结合的产物。微电子学的基本元件及其集成电路构成了计算机的硬件基础;而计算数学的计算方法与数据结构则是计算机的软件基础。

世界上第一台计算机是1946年问世的。半个世纪以来,计算机获得了突飞猛进的发展,经历了由电子管、晶体管、集成电路以至超大规模集成电路的发展历程。最初的计算机是应数值计算的要求而诞生的,直到20世纪70年代,当计算机在数值计算、逻辑运算与推理、信息处理以及实际控制方面表现出非凡能力后,在通信、测控、数据传输等领域,人们对计算机技术的应用给予了更多的期待。这些领域的应用与单纯的高速海量计算要求不同,主要表现在以下几个方面:

- 1) 直接面向控制对象。
- 2) 嵌入到具体的应用系统中,而不以计算机的面貌出现。
- 3) 能在现场可靠地运行。
- 4) 体积小,应用灵活。
- 5) 突出控制功能,特别是对外部信息的捕捉以及丰富的输入/输出(I/O)功能等。

满足这些要求的计算机称为嵌入式计算机系统。相应地,把满足高速海量数值计算需要的计算机称为通用计算机系统。计算机技术的发展朝着满足高速运算需要的通用计算机系统和满足测控系统需要的嵌入式计算机系统两个方向发展。

1.1.1 微型计算机的组成

一个典型的微型计算机包括硬件部分和软件部分。硬件部分包括:运算器、控制器、存储器和输入/输出接口4部分。如果把运算器与控制器集成在一个芯片上,则该芯片为中央处理器CPU(Central Processing Unit);存储器包括程序存储器和数据存储器两类;输入/输出接口包括模拟量输入/输出和开关量输入/输出。软件部分包括系统软件(如操作系统)和应用软件

(如字处理软件)。典型微型计算机的组成如图 1-1 所示。

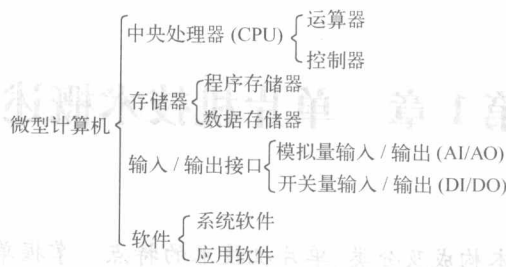


图 1-1 典型微型计算机的组成

1.1.2 微型计算机的分类

微型计算机种类繁多,型号各异。因此,可以从不同角度对其进行分类。最常见的是按微处理器的字长和按微型机的构成形式进行分类。

1. 按微处理器(CPU)字长分类

微处理器是微型计算机的核心部件,微处理器的性能(特别是字长)在很大程度上决定了微型机的性能。按微处理器字长分类时,微型计算机一般分为 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位机 5 种。

(1) 4 位微型计算机

用 4 位字长的微处理器作 CPU,其数据总线宽度为 4 位,一个字节数据要分两次来传送或处理。4 位机的指令系统简单、运算功能单一,主要用于袖珍或台式计算器、家电、娱乐产品和简单的过程控制,是微型机的低级阶段。

(2) 8 位微型计算机

用 8 位字长的微处理器作 CPU,其数据总线宽度为 8 位。8 位机中,字长和字节是同一个概念。8 位微处理器推出时,微型机在硬件和软件技术方面都已比较成熟,所以 8 位机的指令系统比较完善,寻址能力强,外围配套电路齐全,因而使 8 位机通用性强,广泛应用于事务管理、工业生产过程的自动检测和控制、通信、智能终端、教育以及家用电器控制等领域。

(3) 16 位微型计算机

用高性能的 16 位微处理器作 CPU,数据总线宽度为 16 位。16 位微处理器不仅在集成度和处理速度、数据总线宽度、内部结构等方面与 8 位机有本质上的不同,而且由它们构成的微型机在功能和性能上也已基本达到了当时的中档小型机的水平,特别是以 Intel 8086 为 CPU 的 16 位微型机 IBM PC/XT,其不仅是当时相当一段时间内的主流机型,而且其用户拥有量也是世界第一,以至在设计更高档次的微机时,都要保持对它的兼容。16 位机除原有的应用领域外,还在计算机网络中扮演了重要角色。

(4) 32 位微型计算机

32 位微型机使用 32 位的微处理器作 CPU。从应用角度看,字长 32 位是比较理想的,它可满足绝大部分用途的需要,包括文字、图形、表格处理及精密科学计算等多方面的需要。典型产品有 Intel 80386、Intel 80486、MC68020、MC68030、Z-80000 等。特别是 1993 年 Intel 公司推出 Pentium 微处理器后,32 位微处理器技术进入一个崭新阶段。不仅继承了其前辈的所有

优点,而且在许多方面有新的突破,同时也满足了人们对图形图像、实时视频处理、语言识别、大流量客户机/服务器等应用领域日益迫切的需求。

(5) 64 位微型计算机

64 位微型机使用 64 位的微处理器作 CPU,这是目前的各个计算机领军公司争相开发的最新产品。其实高档微处理器早就有了 64 位字长的产品,只是价格过高,不适合微型计算机使用,通常用在工作站或服务器上。

2. 按微型计算机的组装形式分类

微型计算机是由多个功能部件构成的一个完整的硬件系统,除核心部件微处理器外,还配置有相应的存储部件、输入/输出接口等。按照微型机多个部件的组装形式分类,可分为多板微型计算机、单板机和单片机三类。

(1) 多板微型计算机

多板微型计算机也称单机系统或系统机,其把微处理器芯片、存储器芯片、各种 I/O 接口芯片和驱动电路、电源等装配在不同的印制电路板上,各印制电路板插在主机箱内标准的总线插槽上,通过系统总线相互连接起来,就构成了一个多插件板的微型计算机。目前广泛使用的个人微型计算机(常称为 PC)就是用这种方式构成的。

(2) 单板机

如果将微处理器芯片、存储器芯片、I/O 接口芯片及简单的输入、输出设备(如键盘、数码显示器 LED)装配在同一块印制电路板上,这块印制电路板就是一台完整的微型计算机,称为单板微型计算机,简称单板机。单板机具有完全独立的操作系统,加上电源就可以独立工作。国内曾经最流行的单板机是 TP801(CPU 为 Zilog 公司生产的 Z-80),在教学及应用领域发挥过巨大作用。

由于单板机的输入/输出设备简单、存储容量有限,工作时只能用机器码(二进制)编程输入,故通常只能应用于一些简单控制系统和教学中。随着单片机技术的发展,基于单板机的应用系统已经逐步被单片机系统所代替。

(3) 单片机

如果将构成微型计算机的各功能部件(CPU、RAM、ROM 及 I/O 接口电路等)集成在同一块大规模集成电路芯片上,这个芯片就是一台微型机,称之为单片微型计算机,简称单片机。一个典型的单片机组成框图如图 1-2 所示。

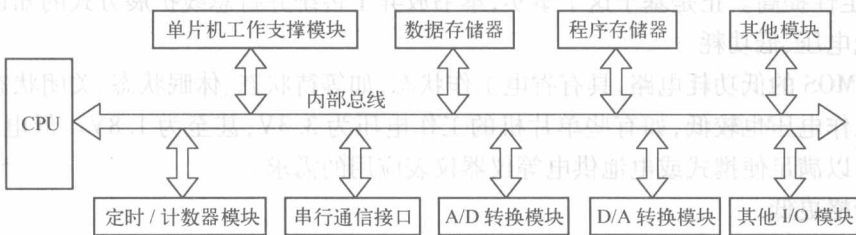


图 1-2 一个典型的单片机组成框图

单片机早期的英文名称是 Single-chip Microcomputer,后来将单片机称为微控制器(Micro-controller),这也是目前比较正规的名称。我国学者或技术人员一般使用“单片机”一词,所以

本书后面还是统一使用“单片机”这个术语。

单片机的基本定义:在一块芯片上集成了中央处理单元(CPU)、存储器(RAM/ROM等)、定时/计数器以及多种输入/输出(I/O)接口的、比较完整的数字处理系统。

单片机具有集成度高、体积小、功耗低、可靠性高、使用灵活方便、控制功能强、编程保密化、价格低廉等特点。利用单片机可以较方便地构成控制系统。单片机在工业控制、智能仪器仪表、数据采集和处理、通信和分布式控制系统、家用电器等领域的应用日益广泛。

1.2 单片机技术发展的特点

单片机技术的发展已经逐步走向成熟。一方面,不断出现性能更高、功能更多的16位和32位单片机;另一方面,在目前的实际应用中,还是以8位单片机居多。8位单片机也在不断地采用新技术,以取得更高的性价比。单片机技术的发展特点有以下几个方面:

(1) 集成度更高、功能更强

目前已经有许多单片机,不仅集成了构成微型计算机的中央处理单元(CPU)、存储器、输入/输出接口、定时器等传统功能单元,而且还集成了A/D转换模块、D/A转换模块和多种通信方式(如UART、CAN、SPI、I2C等)。单片机技术朝着片上系统(System On Chip, SOC)的方向发展。

许多单片机都集成了在系统可编程(In System Programming, ISP)功能,用户可以对已经焊接到用户电路板上的单片机进行编程,不再需要专门的编程器。

另外,有些单片机集成了在系统调试(In System Debugging, ISD)功能,用户可以省去价格较贵的仿真器,只要有计算机,结合相应的仿真软件就可以进行仿真调试。如美国德州仪器公司(Texas Instruments, Ti)的MSP430系列单片机就具有ISD功能;有些单片机使用JTAG接口进行调试,如Silicon Laboratories公司的C8051系列单片机、Ti公司的MSP430系列单片机等;Freescale公司的单片机采用BDM方式仿真调试。

以上特点,使得用户可以很方便容易地设计和调试测控系统。

(2) 使用更加方便

许多单片机内部集成程序存储器(EPROM或Flash)和数据存储器(RAM),在实际应用中一般不再需要外部扩展存储器,从而不再需要外部扩展总线。构成系统的电路结构更简单,体积减小,稳定性提高。正是基于这个事实,本书放弃了传统并行总线扩展方式的知识讲解。

(3) 低电压、低功耗

使用CMOS的低功耗电路,具有省电工作状态,如等待状态、休眠状态、关闭状态等。有些单片机的工作电压也较低,如有些单片机的工作电压为3.3V,甚至为1.8V。低电压、低功耗的单片机可以满足便携式或电池供电等仪器仪表应用的需求。

(4) 价格更低

随着微电子技术的不断进步,许多公司陆续推出了价格更低的单片机。可以说,在相当一部分以单片机为核心的嵌入式产品中,单片机的硬件成本只占很小的比例,更多的是系统设计、软件开发与维护的成本。

1.3 常见的单片机

世界上一些著名的器件公司推出了不同的产品系列,下面介绍典型的单片机产品。

1.3.1 8051 内核的单片机

8051 内核的单片机应用比较广泛。常见的 8051 内核单片机有以下几种:

1) Intel 公司的 8051 系列单片机。其构成了 8051 单片机的基本标准。许多参考书上将这种单片机称为 MCS-51 系列单片机。该系列有 8051、8052、8031、8032、8751 等多种产品。其中,8051、8052 带有片内 ROM,8751 带有片内 EPROM,8031、8032 无 ROM(使用时需要外部扩展程序存储器)。MCS-51 系列单片机的典型产品为 8051,它有 4 KB×8ROM,128B 的 RAM,两个 16 位定时/计数器,4 个 8 位 I/O 口,一个串行口。MCS-51 系列单片机的资源列表如表 1-1 所示。

表 1-1 MCS-51 系列单片机的资源

型 号	程序存储器	片内 RAM 容量/B	定时/计数器	并行 I/O	串 行 口	中 断 源
8031 80C31	无(需要外部扩展)	128	2×16 位	32	1	5
8051 80C51	4KB ROM	128	2×16 位	32	1	5
8052	8KB ROM	256	3×16 位	32	1	6
8751 87C51	4KB EPROM	128	2×16 位	32	1	5

目前,Intel 公司已经将 8051 内核转让给其他公司,Intel 公司本身已不再生产 MCS-51 系列单片机。获得 8051 内核的厂商,在该内核基础上进行了功能扩展和性能改进。

2) Atmel 公司的 89 系列单片机。如目前市场上常见的 89S2051(集成了 2 KB 的 Flash 程序存储器)、89S51(集成了 4 KB 的 Flash 程序存储器)、89S52(集成了 8KB 的 Flash 程序存储器)等。公司网址:<http://www.atmel.com>。

3) 深圳宏晶科技公司的 8051 内核单片机。公司网址:<http://www.mcu-memory.com>。

4) PHILIPS 公司的 8051 内核单片机。公司网址:<http://www.nxp.com>。

5) Ti 公司的 MSC121X 系列。公司网址:<http://www.ti.com>。

6) ST 公司的增强型 8051 内核单片机。如 μ PSD32 系列、 μ PSD33 系列等,公司网址:<http://www.st.com>。

7) Silicon Laboratories 公司的 C8051 系列单片机。公司网址:<http://www.silabs.com>。

8) 华邦公司的 W78 系列。公司网址:<http://www.winbond.com.cn>。

其中,宏晶科技公司生产的 STC12C5410AD 系列单时钟/机器周期(1T)单片机,是高速/低功耗/超强抗干扰的新一代 8051 单片机,指令代码完全兼容传统的 8051 单片机。该系列单片机可广泛应用于衡器、电动车、工业控制、汽车电子、医疗设备、智能通信等领域。STC12C5410 系列单片机具有以下典型特点:

- 增强型 8051 内核,先进的指令集结构,兼容普通 8051 单片机的指令集。
- 片内集成 2~12 KB 的 Flash 程序存储器,擦写次数 10 万次以上,并具有较强的加密性。

- 片内集成 512B 数据存储器(RAM)。
- 芯片内 EEPROM 功能。
- 最多达 27 根 I/O 口线(LQFP/SOP32 封装形式)。可设置成 4 种模式:准双向口/弱上拉,推挽/强上拉,输入/高阻,开漏。复位后为准双向口/弱上拉工作模式,与普通 8051 单片机 I/O 口工作模式兼容。每根 I/O 口线驱动能力均可达到 20 mA,但整个芯片最大不得超过 55 mA。
- 8 通道 10 位 ADC。
- 4 通道 PWM/可编程计数器阵列/捕获/比较单元(PWM/PCA/CCU)。PWM 单元也可用作 DAC;PCA 单元也可用来实现 4 个定时器;捕获/比较单元也可用作 4 个外部中断(可分别或同时支持上升沿/下降沿中断)。
- 两个 16 位定时器,兼容普通 8051 单片机的定时器 T0/T1,4 路 PCA 也可作为 4 个 16 位定时器使用。
- 全双工异步串行口(UART),兼容 8051 单片机的串行口。
- 高速同步通信端口(SPI),支持主模式和从模式。
- 两路外部中断,可设置为下降沿中断或低电平触发中断。
- 内部集成 MAX810 专用复位电路,外部晶体频率在 12 MHz 以下时,可以省掉外部复位电路。
- 内部集成硬件看门狗(WDT)。
- 高速度:一个时钟/机器周期,速度比普通 8051 单片机快 8~12 倍。可用低频晶振,大幅降低 EMI。
- 工作频率:0~35 MHz。工作时钟可由外部晶体或内部 RC 振荡器提供,在 ISP 下载编程用户程序时进行设置。
- 工作电压:3.5~5.5 V(STC12C5410AD 系列),2.2~3.8 V(STC12LE5410AD 系列)。较宽的工作电压,可不必担心少量的电源抖动。
- 低功耗设计:掉电模式的典型电流 <0.1 μ A;空闲模式的典型 1.8 mA;正常工作模式的典型电流为 2.7~7 mA。处于掉电模式低功耗运行时,可由外部中断唤醒。
- 具有在系统可编程/在应用可编程功能(ISP/IAP, In-System Programming/In-Application Programming),无需专门编程器。
- 超强的抗干扰能力:具有 ESD 保护功能,可以抵抗较高的静电;经 EFT 测试,可以抵抗 4 kV 的快速脉冲干扰。
- 工作温度范围:-40~85℃。
- 多种封装形式:可选用的封装形式有 LQFP-32、SOP-32/28/20、SKDIP28、SIP20、TSSOP20 等,推荐选用 SOP 封装形式。

为了便于读者选型使用,下面给出 STC12C5410AD 系列单片机的命名规则,如图 1-3 所示。

例如,STC12C5410AD-35I-PDIP-20 表示 STC 一时钟周期/机器周期 8051 单片机,工作电压是 3.5~5.5 V,具有 512B 的 RAM,4 路 PCA/PWM,集成 ADC,工作频率可到 35MHz,工业级芯片,封装形式为 PDIP-20。读者可根据需要,选用相应的产品型号。

本书以 SOP-32 封装的 STC12C5410AD 单片机为背景,介绍其构成原理及应用。

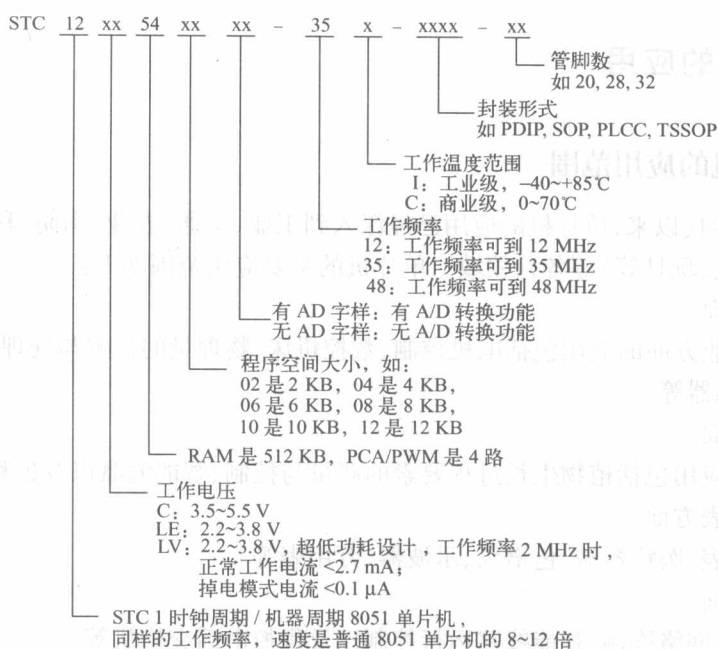


图 1-3 STC12C5410AD 系列单片机的命名规则

1.3.2 其他单片机

除了 8051 内核单片机以外, 比较有代表性的单片机还有以下几种:

- 1) Freescale 公司(2004 年从 Motorola 公司分离出来的半导体公司)的 MC68 系列单片机、MC9S08 系列单片机(8 位单片机)、MC9S12 系列单片机(16 位单片机)以及 32 位单片机(<http://www.freescale.com>)。
- 2) Microchip 公司的 PIC 系列单片机(<http://www.microchip.com>)。
- 3) Ti 公司的 MSP430 系列 16 位单片机。
- 4) 中国台湾盛扬半导体公司的 HT 系列单片机(<http://www.holtek.com.cn>)。
- 5) 中国台湾凌阳半导体公司的 SP 系列单片机(<http://www.sunplus.com.cn>)。
- 6) National 公司的 COP8 系列单片机(<http://www.national.com>)。
- 7) Zilog 公司的 Z8 系列单片机(<http://www.zilog.com>)。

还有其他的产品, 在此不一一列举。

可以说, 单片机技术的发展已经出现了百花齐放的大好局面, 用户可以根据自己的实际需要进行选择。

几乎所有单片机的基本工作原理都一样, 主要区别在于包含的资源不同、编程语言的格式不同。当使用 C 语言进行编程时, 编程语言的差别就很小。因此, 只要学习了一种单片机的原理及应用, 使用其他类型或厂家的单片机时, 只需仔细阅读该单片机的手册就可以进行项目或产品的开发。