



普通高等教育“十二五”规划教材

◎ 电子信息科学与工程类专业 规划教材

单片机原理与应用

——基于STC系列增强型8051单片机

(第2版)

◎ 朱兆优 陈 坚 邓文娟 编著

◎ 姚永平 (STC创始人) 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子信息科学与工程类专业规划教材

单片机原理与应用

——基于 STC 系列增强型 8051 单片机
(第 2 版)

朱兆优 陈 坚 邓文娟 编著

姚永平 (STC 创始人) 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统、全面地介绍了基于 8051 内核单片机的基本原理、硬件结构、指令系统, 并从应用的角度介绍了汇编语言程序设计、单片机外部电路的扩展, 以及与键盘、LED 显示、LCD 显示、打印机等多种硬件接口的设计方法, 详细介绍了串行、并行接口的 A/D、D/A 转换器功能特点和典型应用, STC15F2K60S2 系列增强型单片机的应用技术、单片机 C51 程序设计、单片机应用系统设计、Proteus 仿真、单片机实验等内容。本书从现实教学和工程实际应用出发, 对传统单片机教材内容进行了改良。针对单片机更注重单芯片、少引脚扩展应用, 对并行器件、并行总线扩展及 8255、8155、8279 等已经淘汰的器件进行了精简或摒弃, 只着重介绍它们的扩展方法、原理和典型应用, 补充了串行总线技术、串行总线器件接口应用、STC15F2K60S2 系列单片机体系结构和内部新增功能部件的使用, 以及 C51 编程规范等内容。结构完整, 内容丰富, 应用实例翔实, 实验内容精练, 力求做到与市场接轨, 与现实同步, 既重视原理, 更注重实效。

本书配有 PPT、程序源代码、课程设计指导书等教学资源; 为便于实验环节的教学, 可为任课教师提供本书设计的单片机实验开发板。

本书可作为高等院校相关专业单片机课程的教材, 也可供电子技术、计算机应用方面的工程技术人员阅读、参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用: 基于 STC 系列增强型 8051 单片机 / 朱兆优, 陈坚, 邓文娟编著. —2 版.

北京: 电子工业出版社, 2012.7

电子信息科学与工程类专业规划教材

ISBN 978-7-121-17443-8

I. ①单… II. ①朱… ②陈… ③邓… 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(2012)第 140019 号

策划编辑: 史鹏举

责任编辑: 史鹏举

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24.75 字数: 714 千字

印 次: 2012 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010)88258888。

前 言

自 1972 年 Intel 公司推出第一款微处理器以来,计算机技术遵循着摩尔定律,以每 18 个月为一个周期微处理器性能提高一倍、价格降低一半的速度快步向前发展。以微处理器为核心的微型计算机在最近 20 年中发生了巨大的变化,经历了从 8088/8086 到 286、386、486、586、P II、P III 等系列众多 CPU 的飞跃。计算机对整个社会进步的影响有目共睹,其应用面的迅速拓宽,对个人与社会多方面的渗透表明,计算机技术已不再是深踞于高层次科技领域里的宠儿,它已经深入到社会活动的一切领域之中,闯进了平常百姓的生活里,使人们跨入信息时代、数字时代。

随着电子技术的发展和近代超大规模集成电路的出现,通过对计算机的功能部件进行剪裁及优化,将 CPU、程序存储器(ROM)、数据存储器(RAM)、并行 I/O 口(PIO)、串行 I/O 口(SIO)、定时/计数器(CTC)及中断控制器(ICU)等基本部件集成在一块芯片中,制成了单芯片微型计算机(Single Chip Microcomputer),简称单片机,又称为微控制器(Micro Controller Unit, MCU)。由于它能嵌入到某个电路或电子产品设备中,也称为嵌入式控制器(Embedded Controller)。要把前面提到的众多功能集合在一起,在过去需要具备专门的知识,采用很多电路组建成一个电子系统来实现。而今却简化成只需选择一片合适的单片机,并对其已有的功能、指标、参数及引脚进行合理的使用即可完成。单片机与可编程逻辑器件相结合,构成了新一代电子工程应用技术。

20 世纪 90 年代,单片机在我国迅速普及。在电子技术日新月异的今天,在人们的生活里,到处都可以看到单片机的具体应用。单片机可以嵌入到各种电子产品之中,成为机电产品的核心部件,控制着各种产品的工作。随着大规模集成电路的发展,单片机已从过去的单一品种,发展成为多品种、多系列机型,内部结构从过去的基本部件发展到集成有 A/D、D/A、监控定时器(WDT)、通信控制器(CCU)、脉宽调制器(PWM)、浮点运算器(FPU)、模糊控制器(FCU)、数字信号处理器(DSP),以及具有 I²C、SPI、ISP 等众多特殊功能部件,成为功能越来越强的增强型、高档型单片机。由于单片机具有功能强、体积小、功耗低、成本低、裸机编程、软件代码少、工作可靠、自动化程度高、实时响应速度快、使用方便等特点,因此被广泛应用于工业制造、过程控制、数据采集、通信、智能化仪器仪表、汽车、船舶、航空航天、军工及消费类电子产品中。

由单片机作为主控制器的全自动洗衣机、高档电风扇、电子厨具、变频空调、遥控彩电、摄像机、VCD/DVD 机、组合音响、电子琴等产品早已进入了人们的生活。从家用消费类电器到复印机、打印机、扫描仪、传真机等办公自动化产品;从智能仪表、工业测控装置到 CT、MRI、 γ 刀等医疗设备;从数码相机、摄录一体机到航天技术、导航设备、现代军事装备;从形形色色的电子货币(如电话卡、水电气卡)到身份识别卡、门禁控制卡、档案管理卡以及相关读/写卡终端机等,都有单片机在其中扮演重要角色。因此有人说单片机“无处不在,无所不能”。

现今,炙手可热的“三网”(即电信网、有线电视网、国际互联网)融合产品、物联科技已开始兴起;在汽车中普遍都需要有 30 多个单片机被用于其中的空调、音响、仪表盘、自动窗、遥控门、自控前后盖、空气质量监测、反射镜角度调整、自动灭火、防盗报警等的控制,协调控制着发动机、传动器、制动器、安全气囊、车载全球定位系统(GPS)等有条不紊地工作;此外,还有工业自动化控制和军事科技等。这些领域的应用开发都还存在很多技术问题尚要解决,这正是电子技术人员可以大展拳脚的领域。

从学习的角度，单片机作为一个完整的数字处理系统，具备了构成计算机的主要单元部件，在这个意义上称为单片微机并不过分。通过学习和应用单片机进入计算机硬件设计之门，可达到事半功倍的效果。

从应用的角度，单片机是一片大规模集成电路，可自成一体，对于其他微处理器所需的大量外部器件的连接都在单片机内部完成，各种信息传递的时序关系变得非常简单，易于理解和接受。用单片机实现某个特定的控制功能十分方便。

从设计思想的角度，单片机的应用意味着“从以硬件电路设计为主的传统设计方法向以软件设计为主、对单片机内部资源及外部引脚功能加以利用的设计方法的转变”，从而使硬件成本大大降低，设计工作灵活多样。往往只需改动部分程序，就可以增加产品功能，提高产品性能。

单片机技术的功效神奇，有时也给人一种神秘莫测、难于驾驭之感。究其原因，很多初学者不太重视实践，缺乏行之有效的经验总结，缺乏将分散的实践经验上升到知识的理解层面。其实，如果从应用的角度来看，单片机既不神秘，也不难驾驭。单片机课程是一门实践性、综合性、应用性很强的课程，初学者应树立在学中“做”，在做中“学”的思想。先学习单片机硬件结构、存储结构、指令系统及中断系统，然后不断地进行编程练习，通过实验提升技能，加深理解，结合单片机最小系统板或开发板等实物进行硬件编程控制，提高动手能力。如此循序渐进、举一反三，才会有“登堂入室”之感，才能逐步将单片机应用于各种场合中以解决实际问题。

总之，单片机不同于通用微型计算机，它能够灵活嵌入到各类电子产品中，使电子产品具备智能化和“傻瓜”化操作，已经成为电子自动化技术的核心基础。因此，学习单片机非常有必要。

由于目前的单片机教材大多是沿用20世纪80年代的内容，使用的芯片(如8031)过于陈旧，很多学生学完单片机课程后，到工作单位从事实际的单片机系统设计时总感觉学无所用，而且脱离实际。现在，单片机的应用已真正步入“单片”时代。单片机内部集成的功能部件越来越多，功能越来越强，对单片机应用系统的设计已很少采用外部的并行总线扩展RAM和ROM，而是采用选择包含不同存储容量的单片机。即使是需要扩展外部RAM存储器，也往往会选用串行I²C、SPI总线扩展技术。对I/O口的扩展也不再使用8255或8155这样的芯片，而是选择具有不同引脚封装的单片机。当需要的I/O口少时，可以选择封装引脚少的单片机(最少的只有8个引脚，含6个I/O口引脚)；若需要的I/O口较多时，可以选择引脚封装多的单片机(最多的有上百个引脚)。很多单片机内部都集成有8位或10位的中低精度的A/D、D/A转换器。因此，在精度要求不高的场合，完全可以选用片内带有A/D、D/A转换器的单片机。只有在要求高精度(12位以上)、高速采样的场合，才需要选用扩展外部串行或并行接口的A/D、D/A转换器，这样可以大大降低成本，减小产品体积。基于上述原因，本书在编写过程中，对原有的单片机教材做了较大的改良，尽量将那些在实际应用中很少见的，或已经淘汰的芯片不写入教材，而将实际应用中比较流行的技术吸收进来，形成具有特色的教材，力求做到与市场接轨，与现实同步。为了帮助读者更快地进入单片机应用领域，本书附有实验和课程设计实例。

全书共15章。第1章是单片机概述，介绍单片机的发展历程、应用领域和各种常用的低功耗单片机、增强型单片机的性能特点，介绍STC系列单片机的选型；第2章介绍8051单片机的体系结构、内部主要部件的功能，以及存储器结构与编址范围；第3章介绍8051单片机指令系统和指令的使用方法；第4章介绍8051单片机程序结构和设计方法；第5~7章介绍8051单片机中断系统结构、中断控制、编程和串行口使用方法；第8章以STC15Fxx系列单片机为例，介绍增强型单片机新增功能部件的使用方法；第9章介绍单片机系统的扩展，重点介绍串行总线扩展技术，精简了并行总线扩展内容；第10章介绍单片机与键盘、数码显示、液晶显示、打印机的接口形式和编程方法；第11章介绍A/D、D/A转换器性能指标、芯片选型，着重介绍了串行A/D、D/A转换器的接口使用方法；第12章介绍C51在单片机中的编程方法，以及混合编程的具体运用；**第13章介绍如何根据需求进行系统**

设计,并设计了一个单片机开发板;第14~15章以单片机应用实验为主,介绍了使用 Proteus 进行单片机仿真,精选了9个单片机编程实验项目,这些实验项目可在第13章设计的开发板的基础上完成。

本书可作为高等院校相关专业单片机课程的教材,也可供电子技术、计算机应用方面的工程技术人员阅读、参考。本书涉及的内容较多,参考教学学时为60~80学时,授课教师可参照下表并使用本书配套资源完成教学任务。

教 学 内 容	学 时
第1章 单片机概述	2
第2章 8051 单片机体系结构	6
第3章 8051 单片机指令系统	6
第4章 单片机汇编语言程序设计	6
第5章 8051 单片机的中断系统	4
第6章 8051 单片机定时器/计数器及应用	4
第7章 8051 单片机串行口及应用	4
第8章 STC15 系列单片机技术应用	6
第9章 单片机系统的扩展	6
第10章 单片机与键盘、显示、打印机的接口	6
第11章 单片机与 A/D、D/A 转换器的接口	6
第12章 单片机 C51 程序设计	2
第13章 单片机应用系统设计	2
第14章 Proteus 电路设计与仿真技术	2
第15章 单片机实验与指导	20

由于各学校教学计划和生源素质有所不同,授课教师可以根据具体情况适当调整教学内容、学时分配。为配合教学,各章配有练习与思考题。

本书配有 PPT、程序源代码、课程设计指导书(带温度计的电子钟设计、可控波形发生器设计、LED 点阵显示设计、可控流动灯设计等4个设计实例)等教学资源,可登录电子工业出版社华信教育资源网(www.hxedu.com.cn),免费注册、下载。

本书也可为任课教师提供单片机实验开发板(第13章设计的开发板),相关事宜可与本书编著者联系(Email: you2006cn@sina.com)。

全书主要由朱兆优负责编写,陈坚参与了第5~7章的编写,邓文娟参与了第4章的编写,王海涛参与了第12章的编写。参加本书编写工作的还有赵永科、胡文龙,洪俊雄、洪恩华、周更新、王娟、范淑娜和涂晓红对书稿的编写、插图、校对和程序调试做了很多工作。朱兆优负责全书的策划、内容安排、文稿编写修改和审定。

本书在编写过程中得到周航慈教授的大力支持,周航慈教授对本书初稿进行了审阅,还得到 STC 公司创始人、总经理姚永平先生的大力支持和帮助,在此对他们付出的辛勤工作表示衷心感谢!

由于本书涉及的知识点较多,尽管在编写中做了很多努力,但由于时间仓促,难免有不足和疏漏之处,欢迎广大读者提出宝贵意见和建议,以便进一步改进和提高,使之满足实际教学的需要。

编 著 者

推 荐 序

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 单片机已有 30 多年的应用历史, 绝大部分工科院校均有此必修课, 有几十万名对该单片机十分熟悉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 STC 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 20 世纪 70 年代, 不可避免地面临着落伍的危险, 如果不对其进行有效的创新, 我国的单片机教学与应用就会陷入被动局面。本书在系统介绍了基于 8051 内核单片机原理和编程规范基础上, 顺应现实形势, 站在教学高度, 结合实际对现有的单片机教材进行了有益改良, 淘汰了一些过时的教学内容, 补充了单片机的新技术(如串行总线接口技术), 增加了 STC 宏晶科技最新推出的 STC15F2K60S2 系列单片机内容的讲授。由于 STC15F2K60S2 系列单片机采用 Flash 技术(可反复编程 10 万次以上)和 ISP/LAP(在系统可编程/在应用可编程)技术, 完全兼容 8051, 但指令执行速度最快提高了 24 倍; 针对抗干扰进行了专门设计, 具有超强抗干扰能力, 并有特别加密设计, 无法解密; 同时, 片内集成了 A/D、CCP/PCA/PWM、高速同步串行通信端口 SPI、高速异步串行通信端口 UART、双串口、看门狗、大容量 SRAM、E²PROM(Data Flash)和大容量 Flash 程序存储器, 定时器最多可达 6 个, 片内高可靠复位电路可彻底省掉外部复位, 内部高精度时钟可彻底省掉外部昂贵的晶振, 使单片机应用系统设计真正步入“单片”时代。

如今的高性能单片机, 内部都集成了丰富的硬件资源。因此, 在单片机应用系统设计中, 应逐步摒弃多芯片设计方法, 转变传统单片机应用系统的设计思路, 充分利用单片机内部资源开发新产品、掌握新技术, 提高系统的可靠性和稳定性。也正是这些高性能单片机的不断推出, 使智能电子产品的小型化、袖珍式设计变为可能。

本书作者朱兆优老师长期从事单片机应用系统设计和项目开发工作, 在 8051 单片机应用中积累了丰富的教学经验和实践能力, 从而保证本书内容的理论性、实践性、前瞻性于一体。本书的特点是准确把握了单片机发展的脉络, 精简或摒弃了很多已淘汰的并行器件(如 8255、8155、8279、0809 等)的扩展, 对比较实用的串行总线技术、串行总线器件接口应用做了必要的补充, 对新型高性能 STC15F2K60S2 系列单片机进行了系统讲述与实践应用, 对 ASM 编程、C 语言编程和混合编程技术也进行了实例展示, 使之兼有时代感、大融合和创新性。本书配有简单实用的单片机应用开发板, 为单片机应用开发提供了众多典型教学案例和实践应用, 可有效保证单片机教学的时效性和实用性, 对提升单片机教学水平、教学效果有诸多益处。

最后, 感谢 Intel 公司发明了经久不衰的 8051 体系结构, 感谢朱兆优教授编写出版的新书, 从而保证了中国 30 多年来的单片机教学与世界同步。

STC 创始人: 姚永平

www.STCMCU.com

2012.6

目 录

第 1 章 单片机概述	(1)	2.5.4 P3 口结构	(34)
1.1 什么叫单片机	(1)	2.6 单片机的时序与复位操作	(35)
1.2 单片机的特点	(2)	2.6.1 时钟电路	(35)
1.3 单片机的发展概况	(2)	2.6.2 CPU 的时序	(36)
1.4 单片机主要制造厂家和机型	(3)	2.6.3 复位电路	(38)
1.5 8 位单片机系列介绍	(4)	2.6.4 复位和复位状态	(40)
1.5.1 8051 内核的单片机	(4)	2.7 单片机的省电工作模式	(41)
1.5.2 Motorola 内核的单片机	(8)	本章小结	(42)
1.5.3 PIC 内核的单片机	(8)	练习与思考题	(42)
1.5.4 其他公司 8 位单片机	(9)	第 3 章 8051 单片机指令系统	(44)
1.6 16 位和 32 位单片机系列介绍	(10)	3.1 指令系统概述	(44)
1.6.1 16 位单片机	(10)	3.2 指令格式	(44)
1.6.2 32 位单片机	(10)	3.2.1 指令的构成	(44)
1.7 单片机的发展趋势	(11)	3.2.2 指令格式	(45)
1.8 单片机的应用领域	(13)	3.2.3 指令中常用的符号	(45)
1.9 单片机技术主要网站介绍	(14)	3.3 指令系统的寻址方式	(46)
本章小结	(15)	3.4 8051 单片机指令系统	(50)
练习与思考题	(15)	3.4.1 数据传送类指令	(50)
第 2 章 8051 单片机体系结构	(16)	3.4.2 算术操作类指令	(55)
2.1 8051 单片机内部结构	(16)	3.4.3 逻辑运算与移位指令	(61)
2.2 8051 单片机芯片引脚功能	(18)	3.4.4 控制转移类指令	(64)
2.3 8051 中央处理器	(20)	3.4.5 位操作指令	(69)
2.3.1 运算器	(20)	本章小结	(71)
2.3.2 控制器	(22)	练习与思考题	(71)
2.3.3 程序执行过程	(23)	第 4 章 单片机汇编语言程序设计	(74)
2.4 8051 单片机的存储结构	(24)	4.1 汇编语言程序设计概述	(74)
2.4.1 8051 单片机的存储器结构	(24)	4.1.1 计算机编程语言	(74)
2.4.2 程序存储器	(25)	4.1.2 单片机源程序的汇编	(75)
2.4.3 内部数据存储器	(25)	4.1.3 伪指令	(75)
2.4.4 特殊功能寄存器	(28)	4.1.4 汇编程序分段格式	(78)
2.4.5 外部数据存储器	(30)	4.2 汇编语言程序设计	(79)
2.5 并行输入/输出端口	(31)	4.2.1 基本结构	(79)
2.5.1 P0 口结构	(31)	4.2.2 汇编语言程序设计步骤	(82)
2.5.2 P1 口结构	(33)	4.2.3 程序流程图	(82)
2.5.3 P2 口结构	(33)	4.3 汇编语言程序设计实例	(83)

4.3.1 分支转移程序	(83)	6.2.1 方式 0	(118)
4.3.2 循环程序	(85)	6.2.2 方式 1	(119)
4.3.3 子程序	(86)	6.2.3 方式 2	(119)
4.3.4 算术运算程序	(87)	6.2.4 方式 3	(120)
4.3.5 逻辑运算程序	(89)	6.3 定时器/计数器的编程	(121)
4.3.6 数制转换程序	(90)	6.3.1 定时器/计数器的初始化	(121)
4.3.7 查表程序	(93)	6.3.2 定时器/计数器的编程实例	(122)
4.3.8 关键字查找程序	(95)	6.4 定时器/计数器的应用实例	(125)
4.3.9 数据极值查找程序	(96)	6.4.1 门控位 GATE 的应用	(125)
4.3.10 数据排序程序	(96)	6.4.2 简易实时时钟设计	(126)
本章小结	(98)	6.4.3 读定时器/计数器	(128)
练习与思考题	(98)	6.4.4 用定时器/计数器作外部 中断	(128)
第 5 章 8051 单片机的中断系统	(101)	本章小结	(129)
5.1 中断的概念	(101)	练习与思考题	(129)
5.2 8051 单片机中断系统结构	(102)	第 7 章 8051 单片机串行口及应用	(131)
5.2.1 中断系统结构	(102)	7.1 单片机串行口结构	(131)
5.2.2 中断源	(102)	7.1.1 串行口的结构	(131)
5.2.3 中断的控制(IE、IP)	(104)	7.1.2 串行口控制寄存器 SCON	(132)
5.3 中断响应处理过程	(106)	7.1.3 特殊功能寄存器 PCON	(132)
5.3.1 中断响应条件	(106)	7.2 串行口的工作方式	(133)
5.3.2 外部中断响应时间	(107)	7.2.1 方式 0	(133)
5.3.3 中断请求的撤销	(107)	7.2.2 方式 1	(134)
5.3.4 中断返回	(108)	7.2.3 方式 2 和方式 3	(134)
5.3.5 中断服务程序编程方法	(108)	7.3 单片机串行通信波特率	(135)
5.4 外部中断扩充方法	(110)	7.3.1 波特率的定义	(135)
5.4.1 中断和查询结合法	(110)	7.3.2 波特率的计算	(135)
5.4.2 矢量中断扩充法	(110)	7.4 串行口的编程应用	(136)
5.5 中断系统软件设计	(112)	7.4.1 串行口做串/并转换	(137)
5.6 中断系统应用实例	(113)	7.4.2 串行口双机通信接口	(137)
本章小结	(114)	7.4.3 串行口多机通信接口	(139)
练习与思考题	(115)	本章小结	(140)
第 6 章 8051 单片机定时器/计数器 及应用	(117)	练习与思考题	(140)
6.1 8051 单片机定时器/计数器的 结构	(117)	第 8 章 STC15 系列单片机技术应用	(142)
6.1.1 工作方式控制寄存器 TMOD	(117)	8.1 STC15 系列单片机性能特点	(142)
6.1.2 定时器/计数器控制寄存器 TCON	(118)	8.2 STC15 系列单片机体系结构	(143)
6.2 定时器/计数器的工作方式	(118)	8.3 STC15 系列单片机内部存储器	(145)
		8.3.1 STC15 系列单片机内部 存储器的使用	(145)
		8.3.2 单片机 ISP/IAP 技术	(148)

8.4	STC15 系列单片机输入/输出口	(151)	9.3	单片机系统的三总线接口应用	(191)
8.5	STC15 系列单片机中断系统	(152)	9.3.1	外部并行器件的扩展	(191)
8.5.1	中断系统结构	(153)	9.3.2	地址空间分配与编址	(192)
8.5.2	中断控制寄存器	(154)	9.3.3	单片机扩展存储器的 接口设计	(193)
8.5.3	中断系统应用程序设计	(156)	9.4	I/O 端口扩展与设计	(196)
8.6	STC15 系列单片机定时器/ 计数器	(157)	9.4.1	I/O 接口概述	(196)
8.6.1	定时器/计数器的控制 寄存器	(157)	9.4.2	TTL 电路扩展并行 I/O 口	(197)
8.6.2	定时器/计数器的工作方式	(158)	9.5	串行总线的扩展应用	(200)
8.6.3	定时器/计数器的编程应用	(158)	9.5.1	I ² C 总线结构与工作原理	(200)
8.7	STC15 系列单片机串行通信	(159)	9.5.2	I ² C 总线的时序	(202)
8.7.1	STC15 系列单片机串行 通信口	(160)	9.5.3	I ² C 总线上的数据传输 格式	(203)
8.7.2	SPI 同步串行外围接口	(162)	9.5.4	I ² C 总线的信号模拟与编程 技术	(205)
8.8	STC15 系列单片机片上 A/D 转换器	(167)	9.6	I ² C 总线器件的接口应用	(207)
8.8.1	片上 A/D 转换器原理	(167)	9.6.1	串行 E ² PROM 存储器接口 应用	(207)
8.8.2	片上 A/D 转换器的使用	(169)	9.6.2	串行日历时钟芯片的接口 应用	(213)
8.9	STC15 系列单片机片上 PCA/PWM 模块	(170)	9.7	1/2/3Wire 总线器件的接口应用	(218)
8.9.1	PCA/PWM 模块工作原理	(170)	9.7.1	单线制串行总线器件	(218)
8.9.2	CCP/PCA 模块的工作模式	(174)	9.7.2	双线制、三线制串行总线 器件	(223)
8.9.3	CCP/PCA 模块编程使用	(177)	9.8	SPI 总线器件的接口应用	(227)
8.10	STC15 系列单片机的时钟系统 与节电模式	(180)	9.8.1	ISD4004 语音录/放电路	(227)
8.10.1	主时钟和系统时钟	(181)	9.8.2	ISD4004 的工作时序	(228)
8.10.2	看门狗工作原理及应用	(181)	9.8.3	ISD4004 接口电路与编程 应用	(229)
8.10.3	STC15 系列单片机节 电模式	(183)	本章小结	(231)	
8.11	STC 单片机 ISP 编程	(185)	练习与思考题	(231)	
8.11.1	ISP 编程典型电路	(185)			
8.11.2	ISP 编程下载软件	(186)			
本章小结	(188)				
练习与思考题	(188)				
第 9 章	单片机系统的扩展	(189)	第 10 章	单片机与键盘、显示器、打印机的接口设计	(233)
9.1	单片机系统扩展概述	(189)	10.1	单片机与键盘的接口	(233)
9.2	单片机系统总线的构造	(190)	10.1.1	键盘的工作原理	(233)
9.2.1	单片机系统总线	(190)	10.1.2	键盘的接口方式	(234)
9.2.2	单片机系统三总线的构造	(191)	10.1.3	键盘扫描工作方式	(240)
			10.1.4	键盘接口及应用	(241)
			10.2	单片机与显示器接口设计	(242)
			10.2.1	显示器结构与工作原理	(243)

10.2.2	LED 数码显示方式与接口 电路设计.....	(245)	11.2.3	DAC0832 与单片机并行接口 设计.....	(292)
10.2.3	专用显示驱动芯片接口 设计.....	(247)	11.2.4	单片机与串行 D/A 转换器 AD7543 接口设计.....	(295)
10.3	单片机与键盘/显示器接口 设计.....	(252)	11.3	单片机与 V/F 转换器接口 设计.....	(298)
10.3.1	用串行接口设计键盘/显示 电路.....	(252)	11.3.1	V/F 转换器实现 A/D 转换 的原理.....	(298)
10.3.2	ZLG7290 键盘/显示器接口 设计.....	(254)	11.3.2	V/F 转换器的接口方法.....	(299)
10.4	单片机与液晶显示器的接口 设计.....	(260)	11.3.3	V/F 转换器与单片机的接口设计 及应用.....	(300)
10.4.1	液晶显示器类型与工作 原理.....	(260)	本章小结.....		(303)
10.4.2	字符型液晶显示器接口 设计.....	(261)	练习与思考题.....		(303)
10.4.3	点阵图形液晶显示器接口 设计.....	(265)	第 12 章 单片机 C51 程序设计.....		(304)
10.5	单片机与微型打印机的接口 设计.....	(268)	12.1	C51 概述.....	(304)
10.5.1	MP-D16 微型打印机的接口 电路设计.....	(268)	12.2	C51 数据结构和语法.....	(304)
10.5.2	MP-D16 微型打印机 的使用.....	(268)	12.2.1	常量与变量.....	(304)
本章小结.....		(270)	12.2.2	整型变量与字符型变量.....	(305)
练习与思考题.....		(271)	12.2.3	关系运算符和关系表达式.....	(307)
第 11 章 单片机与 A/D、D/A 转换器的 接口设计.....		(273)	12.2.4	逻辑运算符和逻辑表达式.....	(307)
11.1	A/D 转换器的接口设计.....	(273)	12.3	C51 流程控制语句.....	(307)
11.1.1	A/D 转换器概述.....	(273)	12.3.1	if 语句.....	(308)
11.1.2	单片机与 AD574 的并行 接口设计.....	(276)	12.3.2	switch 语句.....	(308)
11.1.3	单片机与串行 A/D 转换器 MCP3202 接口设计.....	(280)	12.3.3	for 语句.....	(309)
11.1.4	单片机与 MC14433 接口 设计.....	(284)	12.3.4	while 语句.....	(310)
11.2	D/A 转换器接口设计.....	(287)	12.3.5	do-while 语句.....	(310)
11.2.1	D/A 转换器概述.....	(287)	12.3.6	其他语句.....	(310)
11.2.2	DAC0832 的功能特性.....	(289)	12.4	C51 构造数据类型.....	(311)
			12.4.1	结构体.....	(311)
			12.4.2	共用体.....	(312)
			12.4.3	指针.....	(313)
			12.4.4	typedef 类型定义.....	(313)
			12.5	C51 和标准 C 语言的异同.....	(314)
			12.5.1	Keil C51 数据类型.....	(314)
			12.5.2	8051 的特殊功能寄存器.....	(314)
			12.5.3	8051 的存储类型.....	(314)
			12.5.4	Keil C51 的指针.....	(316)
			12.5.5	Keil C51 的使用.....	(317)
			12.5.6	C51 关键字.....	(318)

12.6 C51 硬件编程..... (319)	14.1.2 Proteus ISIS 软件基本操作..... (349)
12.6.1 8051 的 I/O 接口编程..... (319)	14.2 Proteus 电路原理图设计..... (351)
12.6.2 8051 的定时器编程..... (320)	14.2.1 元器件选取与放置..... (351)
12.6.3 8051 的中断服务..... (321)	14.2.2 电路连线设计..... (351)
12.6.4 8051 的串行口编程..... (322)	14.3 Proteus 电路仿真..... (352)
12.7 C51 与汇编语言的混合编程..... (323)	14.3.1 单片机源代码生成与编译..... (352)
12.8 C51 程序设计实例..... (327)	14.3.2 目标文件装载与仿真..... (353)
本章小结..... (330)	14.4 Keil 与 Proteus 的协同仿真..... (353)
练习与思考题..... (330)	本章小结..... (354)
第 13 章 单片机应用系统设计..... (331)	练习与思考题..... (354)
13.1 单片机应用系统设计的基本 原则..... (331)	第 15 章 单片机实验与指导..... (355)
13.2 单片机应用系统设计及开发 过程..... (331)	15.1 实验 1 选择排序法编程..... (355)
13.3 单片机应用系统设计的基本 结构..... (333)	15.2 实验 2 多字节数的除法编程..... (356)
13.4 单片机实验系统设计..... (334)	15.3 实验 3 定时器/计数器的 使用..... (359)
13.4.1 单片机应用开发板结构..... (334)	15.4 实验 4 外部中断的使用..... (362)
13.4.2 单片机应用开发板电路 设计..... (336)	15.5 实验 5 可控交通灯实现..... (364)
13.5 单片机应用系统设计实例..... (337)	15.6 实验 6 键盘与数码显示..... (368)
13.5.1 系统任务设计..... (337)	15.7 实验 7 A/D 转换..... (370)
13.5.2 系统设计方案..... (338)	15.8 实验 8 D/A 转换..... (373)
13.5.3 系统整体电路设计..... (339)	15.9 实验 9 OCM12864 图形液晶 显示器的使用..... (375)
13.5.4 系统软件设计..... (339)	附录 A 8051 单片机指令表..... (378)
本章小结..... (345)	附录 B ASCII 码与控制字符功能..... (381)
练习与思考题..... (345)	参考文献..... (383)
第 14 章 Proteus 电路设计与仿真技术..... (346)	
14.1 Proteus 快速入门..... (346)	
14.1.1 Proteus 工作界面..... (346)	

第1章 单片机概述

本章学习要点:

- (1) 单片机和嵌入式系统的概念, 单片机与 PC 的区别和联系;
- (2) 单片机的发展历程、趋势和应用领域;
- (3) 单片机的分类、主要特性、主要生产厂家的常用系列和主要芯片型号。

单片机自 20 世纪 70 年代产生以来, 凭借其极高的性能价格比, 受到人们的重视和关注, 应用广泛, 发展迅猛。单片机体积小, 质量小, 抗干扰能力强, 对运行环境要求不高, 价格低廉, 可靠性高, 灵活性好, 开发比较容易, 已广泛应用在工业自动化控制、通信、自动检测、智能仪器仪表、信息家电、汽车电子、电力电子、医疗仪器、航空航天、机电一体化设备等各个方面, 成为现代生产和生活中不可缺少的元素。

1.1 什么叫单片机

一台能够工作的 PC(个人计算机)至少需要的部件有: CPU(中央处理器, 负责运算与控制)、RAM(随机存储器用于数据存储)、ROM(只读存储器, 用于程序存储)、输入/输出设备(如键盘、鼠标、显示器、打印机等)。这些部件被分成若干芯片, 安装在一块印制电路板上, 便组成了个人计算机。而在单片机中, 是将计算机主板的一部分功能部件进行剪裁后, 把余下的功能部件集成到一块芯片上, 因此这个芯片具有 PC 的属性, 称为单片微型计算机或单芯片计算机, 简称单片机。

单片机是在一块半导体硅片上集成了控制器、运算器、存储器和各种输入/输出接口的集成芯片(如图 1-1 所示)。在一些高性能单片机中除了上述部件外, 还集成了 A/D、D/A、PCA/PWM 等部件。

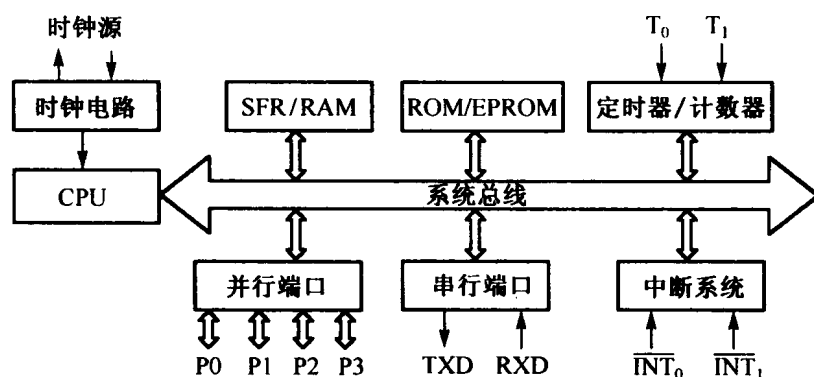


图 1-1 8051 单片机结构框图

单片机主要应用于测控领域, 用于实现各种测量与控制。为了突出其控制特性, 国内外大多数人把单片机称为微控制器(Micro Controller Unit, MCU)。由于单片机在各系统应用中处于系统核心, 并嵌入其中, 因此通常又把单片机称为嵌入式控制器(Embedded Micro Controller Unit, EMCU)。而国内的大多数工程技术人员则比较习惯地采用“单片机”这个名称。

单片机价格不高, 体积也不大, 一般封装 40 个引脚。功能多的引脚也比较多, 有的多达几十或上百个引脚; 功能少的只有十几个引脚, 最少的只有 8 个引脚。这对面向实际应用的单片机非常有利, 使得不同性能的产品可以根据需要选择不同的单片机。比如, 在实际应用中, 人们都喜欢使用高性能

的计算机,但如果只是控制一个电冰箱温度时就没必要用高性能的计算机,用一个 8 引脚的单片机就足够了。所以,实际应用的关键要视功能是否够用,是否有很高的性价比。这就是 8051 单片机推出 30 多年来依然没有被淘汰,而且还在不断发展的重要原因。

1.2 单片机的特点

单片机以其卓越的性能得到广泛的应用,已深入到检测、控制等各个领域,并表现出显著特点:

(1) 小巧灵活、成本低,易于产品化。可以方便地嵌入到各种测控设备、仪器仪表,使仪器设备智能化。

(2) 可靠性好,抗干扰能力强,适应温度范围宽,在各种恶劣环境下都能可靠地工作。单片机是按工业测控环境设计的,分为民品($0\sim+70^{\circ}\text{C}$)、工业用品($-40\sim+85^{\circ}\text{C}$)、军品($-65\sim+125^{\circ}\text{C}$)三类。其中工业用品和军品具有较强的抗恶劣环境适应能力,是其他机型无法比拟的。

(3) 实时控制功能强。单片机面向控制,可以直接通过 I/O 口进行各种操作,运行速度快,对实时事件的响应和处理速度快,能针对性地解决从简单到复杂的各类控制任务,因而可获得最佳性能价格比。

(4) 易扩展,可很容易、灵活地构成各种智能型应用系统。

(5) 具有通信接口,可方便地构成多机和分布式控制系统,使系统的效率和可靠性大为提高。

1.3 单片机的发展概况

单片机出现的历史并不长,它的产生与发展和 PC 的微处理器的产生与发展大体同步,自 1971 年 Intel 公司首先研制出 4 位微处理器以来,就出现了单片机。单片机的发展历程大致可分为 5 个阶段:

第一阶段(1971~1976 年):单片机发展的初级阶段。1971 年年底 Intel 公司首先研制出集成 2000 只晶体管的 4 位微处理器 Intel 4004,并配有 RAM、ROM 和移位寄存器,构成了世界上第一款微处理器。此后,又推出了 8 位微处理器 Intel 8008。受生产工艺限制,当时的微处理器采用双片结构,功能简单,还不是“单片机”,但从此拉开了研制单片机的序幕。

第二阶段(1976~1980 年):低性能单片机发展阶段。以 1976 年 Intel 公司研制出以 8048 为代表的 MCS-48 系列单片机(如表 1-1 所示),在一小块半导体芯片内集成了 8 位微处理器、8 位并行 I/O 口、8 位定时器/计数器、RAM、ROM 等部件。这个芯片无串行接口,中断处理比较简单,RAM 和 ROM 容量很小,寻址范围小于 4 KB,但在功能上可满足一般工业控制和智能化仪器仪表的需要。这种将微处理器和计算机外围设备集成在一个芯片上的技术,标志着真正的单片机的开始研制。由于单片机在构建新型工业控制系统方面取得了成功,为今后单片机的发展开辟了成功之路。

第三阶段(1980~1983 年):高性能单片机发展阶段。以 1980 年 Intel 公司推出以 8031 为代表的 MCS-51 系列基本型单片机,形成了 8051 经典内核。至今,该内核还是国内外单片机产品的主流,众多芯片制造商还在不断地改进和发展它。这个阶段推出的 8 位单片机带有串行接口,有多级中断处理系统,含有多个 16 位定时器/计数器,片内 RAM、ROM 容量增大,寻址范围可达 64 KB,个别片内带有 A/D 转换接口。其他 8 位单片机的代表产品有 Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等。

在 8 位单片机中,MCS-51 系列历史最长,长盛不衰,不断更新,形成了既具有经典性,又不乏生命力的系列单片机。它在以下几方面奠定了单片机的经典体系结构:①完善的外部总线,MCS-51 设置了经典的 8 位单片机总线结构,包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有多机通信功能的串行通信接口;②开创了 CPU 外围功能单元的集中管理模式;③开发出了具有工控特性的位地址空间及位操作方式;④指令系统趋于丰富和完善,并增加了很多突出控制功能的指令。

表 1-1 Intel 公司单片机系列配置一览表

系 列	片内存储器(字节)				定时器/计数器	并行 I/O 口	UART	中断源	制造工艺
	ROM	ROM	EPROM	RAM					
MCS-48	8035 无	8048 1 K	8748 1 K	64	1×8 位	27 位	无	2	HMOS
MCS-51	8031 无	8051 4 K	8751 4 K	128	2×16 位	32 位	1	5	HMOS
	80C31 无	80C51 4 K	87C51 4 K	128	2×16 位	32 位	1	5	CMOS
MCS-52	8032 无	8052 8 K	8752 8 K	256	3×16 位	32 位	1	6	HMOS
	80C232 无	80C252 8 K	87C252 8 K	256	3×16 位	32 位	1	7	CMOS
MCS-96	8096BH 无	8396BH 8 K	8796BH 8 K	232	2×16 位	40 位	1	20	HMOS
	8098 无	8398 8 K	8798 8 K	232	2×16 位	24 位	1	20	HMOS
	80C196KA 无	83C196KB 8 K	87C196KB 8 K	232	4×16 位 软件 Timer	40 位	1	28	CMOS

第四阶段(1983~1990年): 8位单片机的巩固发展和16位单片机推出阶段。1983年 Intel 公司又研制了 MCS-96 系列 16 位单片机。它支持 16 位算术逻辑运算, 具有 32 位除以 16 位的除法功能; 片内 256 字节 RAM、8 K 字节 ROM 容量进一步增大, 除 2 个 16 位定时器、计数器外, 还可设置 4 个软件定时器; 具有 8 个中断源, 中断系统更加完善; 片内带有 8 通道高精度 10 位 A/D 和高速输入/输出部件(HSIO), 以及 Watch Dog、PWM 等部件。MCS-96 系列单片机片内 CPU 为 16 位, 运算速度和控制功能大幅提高, 有很强的实时处理能力。采用 HMOS 或 CMOS 制造工艺, 芯片集成度达 12 万个晶体管, 使单片机的发展进入到一个新阶段。

第五阶段(1990年至今): 单片机全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面深入地发展和应用, 出现了高速、寻址范围大、运算能力强的通用型单片机, 以及小型廉价的专用型单片机。单片机在集成度、功能、速度、可靠性、应用领域等方面向更高水平发展。CPU 的位数达到了 8 位、16 位、32 位。在结构上, 更进一步采用了双 CPU 结构或内部流水线结构, 提高了处理能力和运算速度; 时钟频率高达 20 MHz, 提供了新型串行总线结构, 增加了 PWM 输出、WDT 监视定时器、PCA 可编程计数器阵列、DMA 传输、调制解调器、通信控制器、浮点运算单元等新的特殊功能部件。随着半导体制造工艺的不断改进, 促使芯片向高集成化、低功耗方向发展。基于这些优势, 单片机在大量数据实时处理、高性能通信、数字信号处理、复杂工业过程控制、机器人及局域网络等方面扮演着越来越重要的角色。

1.4 单片机主要制造厂家和机型

单片机系列是指同一芯片厂家生产的具有相同体系结构的微处理器。目前, 各芯片制造厂商已推出很多单片机产品, 如 Intel、STC、Atmel、Philips、Motorola、TI、NEC、SAMSUNG、AMD、Microchip 等公司都是著名的芯片制造厂商。就通用单片机而言, 其主流产品有几十个系列, 数百个品种。单片机制造厂家和型号如表 1-2 所示。

此外, 还有仙童公司的 FS、3870 系列, ADI 公司的 AD μ C8xx 系列, 松下公司的 MN6800 系列, Scenix 公司的 SX 系列, 东芝公司的 870 系列与 90 系列, EPSON 公司的 4 位 SMC6x 系列与 8 位 SMC88 系列, LG 公司的 GMS90 系列和日立公司的 HD6301、Hd65 系列单片机, 以及义隆、松翰、凌阳等系

列单片机。尽管单片机制造厂家很多,品种各异,但在我国最早且最广泛使用的是 8051 及其兼容机型。由于 8051 单片机具有品种多、兼容性好、性价比高,且软、硬件设计资料丰富等特点,所以成为我国广大工程技术人员最熟悉的机型。直至今,8051 单片机及其衍生兼容机型仍然是单片机中的主流系列,预计在今后的若干年内仍将是现代工业检测、控制应用的重要机型。

表 1-2 单片机制造厂家和型号

生产厂家	单片机型号
Intel 公司	MCS-48 和 MCS-51 系列(如 8048、8031、8051、8751 等基本型单片机)
STC 公司	STC89Cxx 系列(如 STC89C51RC), STC12C5A60S2、STC15F2K60S2 系列增强型单片机
Winbond 公司	W78C52 和 W78C54 系列(如 W78C51C、W78C52C、W78E52)
Syncmos 公司	SM8951AC25PP、SM59R、Slim-52、Tiny-51 系列
Atmel 公司	AT89 和 AT90 系列(如 AT89S51、AT89S52、AT89C55、AT90S1200、AT90S4414)
Philips 公司	NXP 半导体(如 5VLPC900、LPC9001、LPC900、LPC700 系列)
NEC 公司	μ COM87(μ PD7800)系列(如 μ PD780208、 μ PD78F9222)
SST 公司	SST89 系列(如 SST89C54/58、SST89E/V58RD2、SST89E/V516RD2)
Cygnal 公司	C8051F 系列(如 C8051F120、C8051F130、C8051F206、C8051F330)
Motorola 公司	6805 和 6808 系列(如 MC68HC05、MC68HC08)
Microchip 公司	PIC16Cxx、PIC17Cxx、PIC18Cxxx(如 PIC16C70、PIC18C858)
SAMSUNG 公司	S3C9xxx 和 KS88Cxxx 系列
TI 公司	MSP430 和 TMS320 系列
ARM 公司	ARM 系列(如 ARM7、ARM9、ARM10、ARM11)

1.5 8 位单片机系列介绍

单片机根据微处理器字长可分为 4 类:4 位、8 位、16 位和 32 位单片机。在这些机型中,8051 单片机以其卓越品质,仍是今后单片机发展的主流。虽然世界上的单片机品种繁多,功能各异,开发装置也互不兼容,但是客观发展表明,8051 可能最终成为事实上的标准单片机芯片。

在 8 位单片机家族中,主流产品有 80C51 内核、Motorola 内核、PIC 内核的单片机。它们的基本结构相似,但由于采用的内核不同,所以在性能上存在很多差别。

1.5.1 8051 内核的单片机

20 世纪 80 年代中期以后,Intel 把 8051 内核使用权以专利互换或出售形式转让给了 Atmel、Philips、NEC、AMD、Winbond、ADI、DALLAS 等 IC 制造厂商。这些公司在保持与 8051 单片机兼容的基础上改善了 8051 的很多特性,采用 CMOS 工艺,并对 8051 做了一些扩充,使产品特点更突出、功能更强、市场竞争力更强。因此,通常用 8051 系列来称谓所有具有 8051 指令系统的单片机。在众多 IC 制造厂商支持下,8051 内核单片机已经发展成上百个品种的大家族,现在都统称为 8051 系列单片机。

通常,从功能特性上 8051 系列单片机可分为基本型、增强型、低功耗型和专用型。目前,使用的 8051 单片机都是 MCS-51 系列单片机的低功耗增强型、扩展型的衍生机型,它们与 MCS-51 系列有很大的不同,内部结构有些区别,但指令系统完全兼容。目前常用 8051 系列单片机有以下几种类型。

1. STC 系列单片机

STC89C51RC/RD+系列是宏晶科技公司于 2005 年中国本土推出的第一款具有全球竞争力、与

MCS-51 兼容的 STC 单片机, 表 1-3 是 STC89C51RC/RD+ 系列低功耗增强型 STC 单片机。这些单片机采用 PDIP40、PLCC44、LQFP44 封装, 内部含有高保密、可编程 Flash 程序存储器, 可进行 100 000 次擦写操作; 包含 32 位或 36 位可编程 I/O 口, 6~8 个中断源(分 4 个优先级)、3 个 16 位定时器/计数器, 1 个通用串行接口; 端口驱动能力达 20 mA, 具有正常工作模式(4~7 mA)、空闲模式(1 mA)、掉电模式(<0.1 mA) 三种工作模式; 5 V 单片机工作电压 3.4~5.5 V, 3 V 单片机工作电压 2.0~3.8 V; 工作频率 0~40 MHz, 相当于 8051 的 0~80 MHz, 实际工作频率可达 48 MHz。

表 1-3 STC89C51RC/RD+ 系列单片机性能一览表

型号	Flash 程序存储器	RAM 数据存储器	定时器	看门狗	双倍速	P4 口	ISP	IAP	E ² PROM	A/D	串口	中断源	优先级	速度(Hz)
STC89C51 RC	4 KB	512 B	3	√	√	√	√	√	2 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89C52 RC	8 KB	512 B	3	√	√	√	√	√	2 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89C53 RC	13 KB	512 B	3	√	√	√	√	√	—	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89C54 RD+	16 KB	1280 B	3	√	√	√	√	√	16 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89C55 RD+	20 KB	1280 B	3	√	√	√	√	√	16 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89C58 RD+	32 KB	1280 B	3	√	√	√	√	√	16 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89C516 RD+	63 KB	1280 B	3	√	√	√	√	√	—	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89LE51 RC	4 KB	512 B	3	√	√	√	√	√	2 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89LE52 RC	8 KB	512 B	3	√	√	√	√	√	2 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89LE53 RC	13 KB	512 B	3	√	√	√	√	√	—	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89LE54 RD+	16 KB	1280 B	3	√	√	√	√	√	16 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89LE58 RD+	32 KB	1280 B	3	√	√	√	√	√	16 KB+	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89LE516 RD+	63 KB	1280 B	3	√	√	√	√	√	—	—	1ch	8	4	0~80 M
STC89LE516 AD	64 KB	512 B	3	—	—	√	√	√	—	√	1ch	6	4	0~90 M
STC89LE516 X2	64 KB	512 B	3	—	√	√	√	√	—	√	1ch	6	4	0~90 M

STC89C51xx 系列单片机是一种低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器, 使用高密度非易失性存储器技术制造, 片内包含 ISP Flash、Data Flash 存储器, 具有双倍速、双 DPTR 数据指针、降低 EMI 等特性。在单芯片上拥有灵巧的 8 位 CPU、系统可编程 ISP、应用可编程 IAP, 使得 STC89C51xx 系列单片机可以为众多嵌入式控制应用系统提供高灵活、超有效的解决方案, 完全可以取代其他公司生产的 8051 系列单片机(如 Atmel 公司的 AT89C51/52/55、Philips 公司 P89C51/52/54 等)。

该系列采用 CMOS 工艺, 型号中间带 C 的表示 5 V 单片机, 中间带 LE 的表示 3 V 单片机。

继 STC89C51 系列单片机之后, STC 公司又陆续推出 STC15F4K60S4、STC15F2K60S2、STC15F1K28AD、STC15F104W、STC15F104ES、STC15F204ESW、STC15F204AD、STC15F412AD 等系列高性能单片机(详见第 8 章)等多个系列的单片机(如表 1-4 所示)。这个系列包括 5 V 和 3 V 工作电压的单片机。它们都是每机器周期 1 个时钟的高速单片机, 工作频率 0~35 MHz, 最大相当于普通 8051 的 420 MHz; 芯片引脚封装多样, 从 8 引脚到最多 48 引脚, 通用 I/O 口最大可达 44 个, 内部新增有 PCA/PWM、ISP/IAP、SPI 串行通信、看门狗和大容量存储器; 每个 I/O 口驱动能力达 20 mA, 但 40 引脚及以上封装的单片机整个芯片最大功耗不能超过 120 mA, 16~32 引脚封装的单片机不能超过 90 mA; 可针对电机控制, 抗干扰能力强, 对开发小型电子产品有比较高的实用性, 性价比高。