

主 编 ● 赖义汉

副主编 ● 王清辉 温发林 黄春耀

单片机原理及应用

——基于STC15系列单片机+C51编程

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG
JIYU STC15 XILIE DANPIANJI + C51 BIANCHENG



西南交通大学出版社

单片机原理及应用

——基于STC15系列单片机+C51编程

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG

JIYU STC15 XILIE DANPIANJI + C51 BIANCHENG

主 编○赖义汉

副主编○王清辉 温发林 黄春耀

西南交通大学出版社

·成 都·

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用: 基于STC15系列单片机+C51编程 /
赖义汉主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2016.1
ISBN 978-7-5643-4450-4

I. ①单… II. ①赖… III. ①单片微型计算机 IV.
①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第314014号

单片机原理及应用

——基于STC15系列单片机+C51编程

主编 赖义汉

责任编辑	宋彦博
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市二环路北一段111号 西南交通大学创新大厦21楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网址	http://www.xnjdcbs.com
印刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印张	21
字数	526千
版次	2016年1月第1版
印次	2016年1月第1次
书号	ISBN 978-7-5643-4450-4
定价	43.00元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

“单片机原理及应用”是许多工科院校的计算机、电子、电气自动化及机械等专业普遍开设的一门公共技术基础课，通常是以传统的 8051 系列单片机为例介绍其硬件电路原理、软件编程方法及系统接口原理与应用。随着电子技术的发展，单片机也在不断升级，功能在不断增强，许多外部功能内部集成化，使得单片机的性能、速度都在不断提升。本书采用了深圳宏晶科技有限公司的 STC15F2K60S2 单片机为核心介绍单片机的原理及应用。

STC15F2K60S2 系列单片机是增强型的 8051 内核的单片机，它的指令与传统标准 8051 单片机完全兼容。该单片机具有高速、高可靠、低功耗、超强抗干扰等特点。其内部集成了大容量的程序存储器、数据存储器及 EEPROM、ADC、PWM、SPI 等功能接口部件，还集成了上电复位电路及高精度 RC 振荡器，使得单片机接上电源就可以运行程序，从而大大简化了单片机应用系统的外围电路。同时，该单片机支持在系统编程 (ISP) 和在应用可编程 (IAP)，无须另外的编程器和仿真器，使得单片机应用系统的设计更加简便、快捷，系统性能更加高效、可靠。

本书具有以下几个特点：

1. 由浅入深，循序渐进，突出应用

本书按单片机内部硬件原理→应用电路→程序分析的模式讲解，先介绍基本结构和工作原理，然后对具体的应用实例进行分析，由浅入深，循序渐进，突出应用。书中介绍的各种设计方案均为典型方案，并提供了许多设计实例及相关的源程序。实例模块可以移植到学习者今后的工程设计中，有利于提高其设计工作效率。

2. 以 C51 为编程语言

汇编语言是面向机器的编程语言，虽然能直接操作单片机的系统硬件，具有指令效率高、执行速度快等特点，但其指令难记忆，程序可读性差和移植困难。而 C51 语言是标准 C 语言的子集，具有结构化语言特点和机器级控制指令，代码紧凑，所编写程序的可读性强，易于调试和维护，已成为单片机和嵌入式系统等程序开发的主流。因此本书中的例子均以 C51 语言进行编程，使学生比较容易上手，易于系统软件模块化设计，有利于将来的系统设计。

3. 直接硬件调试，无须另外的仿真器

单片机课程属于应用技术类课程，只有通过实验、实践才能真正达到学以致用、融会贯通。本书有配套的开发板，支持在线下载和在线仿真测试功能，能直接在实验板上观察调试，效果更加直观，从而可以提高单片机应用系统的设计和开发效率。

4. 有丰富的配套资源

本书为任课教师提供配套的电子课件及相关数字化资源，需要者可登录西南交通大学出版社网站（<http://www.xnjdcbs.com>）免费下载。

5. 兼顾传统 8051 单片机

STC 系列单片机的指令系统与传统 8051 内核完全兼容，原来讲解 8051 单片机的师资不存在转型困难的问题。同时，本书还讲解了 Proteus 仿真软件的使用，部分内容可以用传统 8051 单片机替代进行仿真，与传统 8051 单片机内容接轨。

本书由赖义汉担任主编，由王清辉、温发林、黄春耀担任副主编。

全书共 12 章，赖义汉编写了第 1、2、6 章及附录，并负责全书的组织和统稿；王清辉编写了第 7、8 章；温发林编写了第 4、11 章；黄春耀编写了第 5 章及第 12 章的部分内容；张士钱编写了第 3、10 章；蔡小伟编写了第 9 章及第 12 章的部分内容。

本书在编写过程中得到了深圳宏晶科技有限公司的大力支持和帮助，尤其公司的姚永平总经理对全书进行了审阅，并提出了宝贵意见。在此对所有向本书提供帮助的人表示感谢！

由于作者学识有限，加之时间仓促，书中疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。



扫描二维码，
获取更多资源

编者

2015 年 9 月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 单片机概述	1
1.1.1 单片机基本概念	1
1.1.2 单片机的发展	2
1.2 51 系列单片机与 STC 系列单片机	4
1.2.1 51 系列单片机	4
1.2.2 STC 系列单片机	4
1.3 单片机系统组成	5
1.3.1 单片机系统基本组成	5
1.3.2 单片机最小系统	6
1.4 单片机的应用	8
习 题	9
第 2 章 STC15F2K60S2 单片机硬件结构	10
2.1 STC15F2K60S2 单片机的内部结构及引脚功能	10
2.1.1 STC15F2K60S2 单片机的内部结构	10
2.1.2 STC15F2K60S2 单片机的引脚功能	11
2.2 中央处理器 (CPU)	12
2.2.1 运算器	12
2.2.2 控制器	13
2.3 STC15F2K60S2 单片机的存储器	13
2.3.1 程序存储器	14
2.3.2 数据存储器	15
2.4 STC15F2K60S2 单片机的 I/O 口及工作模式	24
2.4.1 STC15F2K60S2 单片机的 I/O 口	24
2.4.2 STC15F2K60S2 单片机 I/O 口的结构	27
2.4.3 STC15F2K60S2 单片机 I/O 口的工作模式设置	29
2.4.4 STC15F2K60S2 单片机 I/O 口的使用	30
2.5 时钟电路	31
2.5.1 时钟源选择	31
2.5.2 时钟与时序	32
2.5.3 时钟分频及分频寄存器	33
2.6 单片机复位和省电模式	33
2.6.1 单片机复位	33
2.6.2 省电模式	38
习 题	39
第 3 章 C51 语言程序设计基础	40
3.1 C51 语言概述	40
3.1.1 使用 C51 语言的优点	40
3.1.2 C51 与 ANSI C 的主要区别	40
3.2 C51 数据类型	41
3.2.1 常量与变量	41
3.2.2 变量定义与赋值	42

3.2.3	C51 的扩展数据类型	43
3.3	C51 数据的存储类型	44
3.3.1	数据存储类型	44
3.3.2	存储器模式	45
3.3.3	C51 语言的绝对地址访问	46
3.4	C51 的数据运算	47
3.4.1	算术运算	47
3.4.2	逻辑运算	47
3.4.3	关系运算	47
3.4.4	位运算	47
3.4.5	赋值运算	49
3.5	C51 程序设计的基本结构	49
3.5.1	C51 语言中语句的分类	49
3.5.2	C51 语言程序结构	50
3.6	C51 的数组与指针	55
3.6.1	数组简介	55
3.6.2	数组的应用	56
3.6.3	数组与存储空间	57
3.6.4	C51 的指针	57
3.7	C51 函数	59
3.7.1	函数分类	59
3.7.2	函数的定义	60
3.7.3	函数的参数与返回值	61
3.7.4	函数的调用	62
3.7.5	中断服务函数	63
3.7.6	变量及存储方式	63
3.7.7	宏定义与文件包含	64
3.7.8	库函数	65
	习 题	66

第 4 章 单片机开发常用工具软件

4.1	Keil μ Vision4 软件的使用	67
4.1.1	Keil 软件简介	67

4.1.2	Keil μ Vision4 基本操作	67
4.1.3	程序的调试	72
4.2	STC15 系列单片机在线编程	74
4.2.1	STC15 系列单片机在系统编程 (ISP) 典型应用电路	74
4.2.2	STC-ISP 下载软件的使用	75
4.3	STC15 系列单片机在线仿真器的应用	77
4.4	Proteus 仿真软件的使用	80
4.4.1	Proteus 原理图的绘制	80
4.4.2	Proteus 的仿真	83
4.5	Proteus 与 Keil 联机调试	84
	习 题	86

第 5 章 STC15F2K60S2 单片机中断系统

		87
5.1	中断的概念	87
5.2	STC15F2K60S2 单片机的中断系统结构	88
5.2.1	中断源	88
5.2.2	中断源标志寄存器	88
5.3	中断允许及其优先级管理	92
5.3.1	中断允许寄存器	92
5.3.2	中断优先级管理寄存器	93
5.4	单片机中断处理过程	96
5.4.1	中断的响应条件	96
5.4.2	中断的处理过程	96
5.4.3	中断请求的撤除	96
5.5	中断处理程序的编写及应用举例	97
5.5.1	中断处理程序的编写	97
5.5.2	中断应用举例	99
	习 题	102

第 6 章 STC15F2K60S2 单片机定时/计数器和可编程时钟输出

6.1	STC15F2K60S2 单片机的定时/计数器	103
-----	-------------------------	-----

6.1.1	STC15F2K60S2 单片机定时/计数器的结构及基本原理	103	8.1.2	STC15F2K60S2 单片机的 ADC 及其应用	163
6.1.2	定时/计数器的控制寄存器	104	8.1.3	12 位并行 ADC ADS7852 及其应用	171
6.1.3	定时/计数器 T0、T1 的工作方式	106	8.1.4	高分辨率并行 ADC 的选用	175
6.1.4	定时/计数器 T2 的工作方式	109	8.2	DAC 及其应用	175
6.1.5	单片机定时/计数器的应用	109	8.2.1	DAC 概述	175
6.2	STC15F2K60S2 单片机的可编程时钟输出	115	8.2.2	DAC0832 与单片机的接口	176
6.2.1	与可编程时钟输出有关的特殊功能寄存器	115	8.2.3	10 位串行 DAC TLC5615 及其应用	178
6.2.2	STC15F2K60S2 单片机的可编程时钟输出应用	118	习 题		183
习 题		119	第 9 章 STC15F2K60S2 单片机可编程计数器阵列 (PCA) 模块及应用		184
第 7 章 STC15F2K60S2 单片机串口		120	9.1	PCA 模块的结构	184
7.1	通信的基本概念	120	9.2	PCA 模块的特殊功能寄存器	185
7.1.1	并行通信概述	120	9.3	PCA 模块的工作模式	189
7.1.2	串行通信基础	122	9.3.1	捕获模式	189
7.2	STC15F2K60S2 单片机的串行接口	124	9.3.2	16 位软件定时模式	189
7.2.1	串口 1 的相关寄存器	124	9.3.3	高速脉冲输出模式	190
7.2.2	串口 1 的工作方式	128	9.3.4	脉宽调节模式	191
7.2.3	串口 1 的波特率的设置	135	9.4	PCA 模块的应用	194
7.2.4	串口 2 的相关寄存器	137	习 题		199
7.2.5	串口 2 的工作方式	139	第 10 章 STC15F2K60S2 单片机的 SPI 接口及串行总线扩展		201
7.2.6	各种串行通信接口标准	139	10.1	STC15F2K60S2 单片机的 SPI 接口	201
7.3	串口应用举例	142	10.1.1	STC15F2K60S2 单片机的 SPI 接口简介	201
7.3.1	单片机之间的通信	142	10.1.2	SPI 接口特殊功能寄存器	202
7.3.2	PC 机和单片机的串行通信	157	10.1.3	SPI 接口的数据通信	204
习 题		161	10.1.4	SPI 接口应用举例	208
第 8 章 单片机与 ADC、DAC 的接口		162	10.2	单片机的单总线串行扩展	213
8.1	ADC 及其应用	162	10.2.1	单总线通信协议	214
8.1.1	ADC 概述	162	10.2.2	DS18B20 工作原理及应用	215

10.2.3 DS18B20 应用实例	217	12.1 基于 DS1302 的电子时钟设计	261
10.3 单片机 I ² C 总线的串行扩展	221	12.1.1 DS1302 的工作原理	261
10.3.1 I ² C 串行总线系统的基本结构	221	12.1.2 硬件电路	263
10.3.2 I ² C 总线工作原理	222	12.1.3 程序设计	264
10.3.3 I ² C 总线数据传送的模拟	224	12.2 基于热敏电阻的数字温度计设计	273
10.3.4 FM24C02 应用实例	225	12.2.1 工作原理与技术要求	273
习 题	230	12.2.2 电路设计与编程	274
第 11 章 人机交互接口	231	12.3 步进电机正反转控制系统设计	284
11.1 键盘接口技术	231	12.3.1 步进电机的工作原理及励磁方式	284
11.1.1 按键的工作原理	231	12.3.2 电路设计与编程	286
11.1.2 独立式键盘接口	232	12.4 直流电机 PID 调速控制系统设计	289
11.1.3 矩阵式键盘接口	234	12.4.1 旋转编码器简介	290
11.1.4 键盘扫描方式	237	12.4.2 LCD12864 显示模块简介	290
11.2 显示技术	237	12.4.3 PID 直流电机速度控制	291
11.2.1 LED 数码管的结构和原理	238	12.4.4 电路设计与编程	293
11.2.2 液晶显示器 LCD1602	243	附 录	314
11.2.3 LED 点阵显示器	251	附录 1 STC15F2K60S2 单片机指令	314
11.3 单片机 I/O 口的简单扩展	254	附录 2 STC15F2K60S2 单片机寄存器头文件	
11.3.1 利用 74HC595 扩展并行输出口	254	STC15F2K60S2.H 内容	319
11.3.2 利用 STC15F2K60S2 的 ADC 扩展独		附录 3 STC15F2K60S2 常见的封装引脚图	323
立按键	257	附录 4 常用 Proteus 元器件	325
习 题	260	参考文献	328
第 12 章 单片机应用系统设计	261		

第 1 章 绪 论

本章简要介绍单片机的定义、特点、分类、发展及应用，要求学习者初步掌握单片机应用系统的基本组成。

1.1 单片机概述

单片机作为计算机的一个分支，从 20 世纪 70 年代诞生以来，广泛应用于工业控制、智能仪表、家用电器等领域。本节主要介绍单片机的定义、特点、分类，以及单片机的发展历史及发展趋势。

1.1.1 单片机基本概念

1. 单片机的定义

单片机又称“单片微型计算机”，是在一块集成电路芯片上集成了中央处理器（CPU）、数据存储器（RAM）、程序存储器（ROM）、I/O 接口、定时/计数器、中断系统、串行通信接口、系统时钟电路及系统总线等功能部件的微型计算机，简称单片机。单片机主要应用于测控领域，所以又被称为“微控制器”。

2. 单片机的特点

单片机只需外接少量的外围电路就可以执行计算机的任务，它具有体积小、可靠性高、控制能力强、通用性和灵活性好等特点，在控制领域中占有重要地位。

3. 单片机的分类

单片机按其用途可分为通用型单片机和专用型单片机。

通用型单片机：其内部可开发的资源可全部提供给用户使用，如 8051 单片机等。

专用型单片机：针对某种特定产品而设计的，如家用电器中的控制器等。

单片机按其 CPU 处理的数据位数可分为 4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机、32 位单片机。

4 位单片机的控制功能较弱，CPU 一次只能处理 4 位二进制数。这类单片机常用于计算

器、各种形态的智能单元以及作为家用电器中的控制器。其典型产品有 NEC（日本电气）公司的 UPD 75 × × 系列、NS（美国国家半导体）公司的 COP400 系列、Panasonic（松下）公司的 MN1400 系列、Rockwell（罗克韦尔）公司的 PPS/1 系列、Fujitsu（富士通）公司的 MB88 系列、SHARP（夏普）公司的 SM × × 系列、TOSHIBA（东芝）公司的 TMP47 × × × 系列等。

8 位单片机的控制功能较强，品种最为齐全。和 4 位单片机相比，它不仅具有较大的存储容量和寻址范围，而且中断源、并行 I/O 接口和定时/计数器个数都有了不同程度的增加，并集成有全双工串行通信接口。在指令系统方面，8 位单片机普遍增设了乘除指令和比较指令。而其中高性能增强型单片机，除片内增加了 A/D（模/数）和 D/A（数/模）转换器外，还集成有定时器捕捉/比较寄存器、监视定时器（watchdog）、总线控制部件、复位电路和晶体振荡电路等。这类单片机由于其片内资源丰富和功能强大，主要应用于工业控制、智能仪表、家用电器和办公自动化系统等领域。其代表产品有 Intel（英特尔）公司的 MCS-48 系列和 MCS-51 系列，Microchip（微芯）公司的 PIC16C 系列、PIC17C 系列和 PIC1400 系列，Motorola（摩托罗拉）公司的 M68HC05 系列和 M68HC11 系列，Zilog 公司的 Z8 系列，Philips（飞利浦）公司的 80C51 系列，Atmel 公司的 AT89 系列，NEC 公司的 UPD78 系列，以及宏晶科技公司的 STC89 系列、STC12 系列和 STC15 系列等。

16 位单片机是在 1983 年以后发展起来的。这类单片机的特点是：CPU 是 16 位的，运算速度普遍高于 8 位机，有的单片机的寻址能力高达 1 MB，片内含有 A/D 和 D/A 转换电路，支持高级语言。这类单片机主要用于过程控制、智能仪表、家用电器以及作为计算机外部设备的控制器等。其典型产品有 Intel 公司的 MCS-96/98 系列、Motorola 公司的 M68HC16 系列、NS 公司的 783 × × 系列、TI（德州仪器）公司的 MSP430 系列等。

32 位单片机的字长为 32 位，具有极高的集成度和运算速度，内部采用新颖的 RISC（精简指令系统计算机）结构，CPU 可与其他微控制器兼容，指令系统进一步优化，运算速度可动态改变，设有高级语言编译器，具有性能强大的中断控制系统、定时/事件控制系统、同步/异步通信控制系统。近年来，随着家用电子系统的新发展，32 位单片机的市场前景被看好。32 位单片机的代表产品有 Intel 公司的 MCS-80960 系列，Motorola 公司的 M68300 系列，ARM 公司的 ARM7、ARM9、ARM10 系列等。

1.1.2 单片机的发展

1. 单片机的发展历史

从 1971 年 Intel 公司发明了 4 位单片机至今，市面上已经有几十种单片机产品，包括 4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机和 32 位单片机等。单片机的发展历史大致可分为以下四个阶段：

第一阶段（1974—1976 年）：单片机的初级阶段。该阶段因工艺限制，单片机功能比较简单。1974 年 12 月，仙童公司推出了 8 位的 F8 单片机，实际上只包括了 8 位 CPU、64 B RAM 和 2 个并行口。

第二阶段（1976—1978 年）：低性能单片机阶段。1976 年，Intel 公司推出的 MCS-48 单片机（8 位）极大地促进了单片机的变革和发展。1977 年，GI 公司推出了 PIC1650。这个阶段的产品仍处于低性能阶段。

第三阶段（1978—1983 年）：高性能单片机阶段。1978 年，Zilog 公司推出了 Z8 单片机，

Motorola 公司推出了 6801 单片机。1980 年, Intel 公司在 MCS-48 系列的基础上推出 MCS-51 系列。这些产品的推出, 使单片机的性能及应用跃上新的台阶。

第四阶段(1983 年以后): 8 位单片机巩固发展及 16 位、32 位单片机推出阶段。随着 MCS-51 系列单片机的推广应用, 许多电气厂商竞相使用 80C51 作为内核, 将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、多通道 A/D 转换部件、可靠性技术等应用到单片机中, 增强了外围电路功能, 强化了智能控制的特征。其中的典型 16 位产品有 Intel 公司的 MCS-96 系列单片机。而 32 位单片机除了具有更高的集成度外, 其数据处理速度也比 16 位单片机提高许多, 性能比 8 位、16 位单片机更加优越。

2. 单片机的发展趋势

随着电子技术的高速发展, 单片机正在向大容量、高性能、低功耗、外围电路内装化等方向发展。

(1) CPU 改进

- 采用双 CPU 结构, 以提高处理能力。
- 增加数据总线宽度(16 位或 32 位的数据总线), 以提高数据处理能力。
- 采串行总线结构, 如 I²C 总线(Inter-IC bus)。该总线用两根信号线代替现行的 8 位数据总线, 从而大大地减少了单片机外部引线, 简化了单片机与外部的接口电路, 降低了成本。

(2) 存储器扩展

- 扩大存储器容量。新型单片机片内 RAM 为 256~512 B, 有的高达 1280 B; 片内 ROM 可达 8~16 KB, 有的高达 128 KB。
- 片内的程序存储器普遍采用闪速(Flash)存储器。Flash 存储器能在+5 V 电压下读写, 既有静态 RAM 的读写操作简便的特点, 又有掉电时数据不丢失的优点。使用片内 Flash 存储器, 单片机可不用片外扩展程序存储器, 大大简化了其应用系统结构, 能够支持 ISP(在系统编程)和 IAP(在应用编程)技术。

(3) 外围电路内装化

随着集成度的提高, 人们尽可能将众多外围功能器件都集成在片内。除了一般必须具有的 ROM、RAM、定时/计数器、中断系统外, 片内集成的部件还有复位电路、片内高精度时钟、A/D 转换器、D/A 转换器、WDT(看门狗)、PWM、SPI、I²C 总线等。有些单片机将 LCD(液晶显示器)驱动电路都集成在单一的芯片上, 这样单片机包含的单元电路就更多, 功能就更强大。

(4) 片内 I/O 口的改进

片内 I/O 口的改进主要指增加并行口的驱动能力, 以减少外部驱动芯片。有的单片机可以直接输出大电流和高电压, 以便能直接驱动 LED(发光二极管)和 VFD(荧光显示器)等。

(5) 低功耗

目前绝大部分单片机产品均为 CMOS 或 CHMOS 化的芯片, 具有功耗小的优点。此外, 单片机可以配置成等待状态、睡眠状态或关闭状态等工作方式。目前单片机的功耗已从毫安(mA)级降到了微安(μ A)级或纳安(nA)级。

1.2 51 系列单片机与 STC 系列单片机

1.2.1 51 系列单片机

MCS-51 是由大名鼎鼎的美国 Intel 公司生产的一系列单片机的总称。这一系列单片机包括了许多品种,如 8031、8051、8751、8032、8052、8752 等。其中,8051 是最早最典型的产品。后来,很多芯片厂商以各种方式与 Intel 公司合作,也推出了同类型的单片机,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,但内核却一样,也就是说这类单片机的指令系统完全兼容,绝大多数管脚也兼容,在使用上基本可以直接互换。人们统称这些与 8051 内核相同的单片机为“51 系列单片机”,如 Atmel 公司的 AT89 系列单片机, Philips 公司的 8XC552 及 89C66X 系列单片机, Winbond 公司 W78C51 及 W77C51 系列单片机, LG 公司的 GMS90/97 系列单片机, 宏晶科技公司的 STC 系列单片机等。

51 系列单片机由于其结构简单、学习方便、性价比高等一系列原因,在当前及以后相当长的一段时间内仍将占据单片机应用的主导地位。

1.2.2 STC 系列单片机

STC 系列单片机是由深圳宏晶科技有限公司研发生产,拥有自主知识产权的增强型 8051 单片机,其指令代码与传统 8051 完全兼容。STC 系列单片机主要有 STC89/90、STC10/11、STC12、STC15 等系列,有几百个品种,以满足不同用户的需求。

STC 系列单片机相对于传统 8051 内核单片机,在片内资源、性能以及工作速度上都有很大的改进,尤其采用了基于 Flash 的 ISP 技术和 IAP 技术,使得单片机应用系统的开发变得简单了,无须仿真器或专用编程器就可以进行单片机应用系统的开发。

STC15 系列单片机主要有 STC15F100W/STC15F104W、STC15F2K60S2/IAP15F2K61S2、STC15W401AS/IAP15W413AS、STC15W1K16S/IAP15W1K29S、STC15W404S/IAP15W413S、STC15W100/IAP15W105 等子系列。

STC15 系列单片机的命名规则如图 1-1 所示。

例如,单片机型号为 IAP15F2K61S2-28I-LQFP44,则其含义为:用户可以将用户程序区的程序 Flash 当 EEPROM 使用;该单片机为 1T 的 8051 单片机,工作频率相同时,速度是普通 8051 单片机的 8~12 倍;其工作电压为 5.5~4.5 V;SRAM 空间大小为 2 K(2048)字节;程序空间大小为 61 K;有两组高速异步串行通信端口 UART,支持 SPI,内部有 EEPROM、A/D 转换、CCP/PCA/PWM 功能;工作频率可达 28 MHz;为工业级芯片,工作温度范围为 -40~85 °C;封装类型为 LQFP 贴片封装;管脚数为 44。

STC15F2K60S2 系列单片机是单时钟机器周期(1T)的单片机,是高速、高可靠、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机,其速度比传统 8051 单片机快 8~12 倍。其内部集成了高精度 RC 时钟及高可靠性的复位电路,常温下可省去晶振电路和复位电路。此外,还有 3 路 CCP/PWM/PCA,8 路高速(30 万次/秒)10 位 A/D 转换等。该系列单片机广泛应用于工业控制、汽车电子、医疗设备、智能通信等领域。

本书将以 STC15F2K60S2 系列单片机的 PDIP-40 封装为基础, 介绍单片机的工作原理及应用。

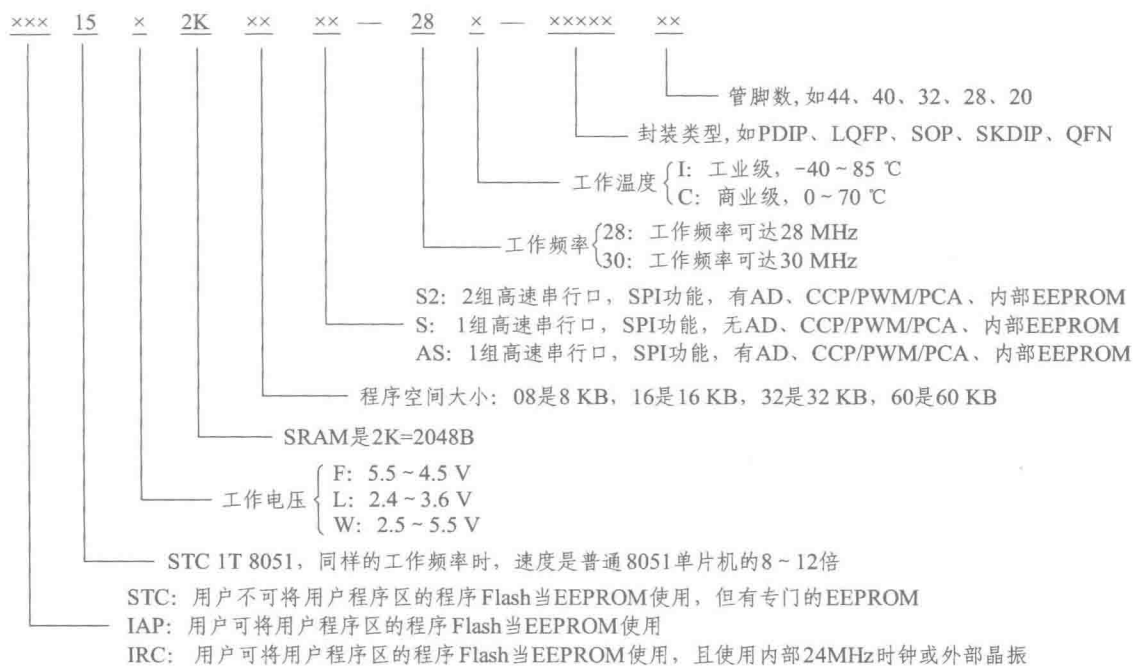


图 1-1 STC15 系列单片机的命名规则

1.3 单片机系统组成

1.3.1 单片机系统基本组成

单片机系统主要由硬件和软件两部分组成, 硬件部分主要由单片机最小系统和外围电路(如传感器、输入/输出设备等)构成, 软件部分主要由软件编程语言(汇编语言或高级语言等)及相关的运行环境(如 Keil μ Vision 等)组成。图 1-2 所示是一个典型的单片机控制系统方框图。

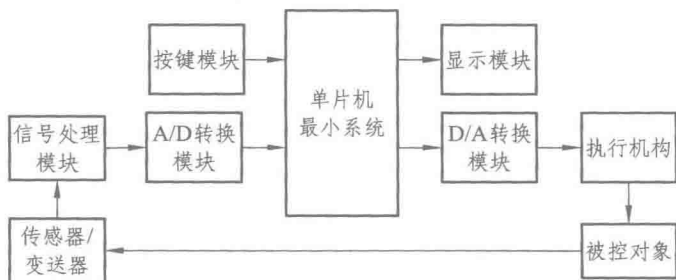


图 1-2 典型的单片机控制系统方框图

从图中我们可以发现，一个典型的单片机控制系统主要由单片机最小系统、显示模块、按键模块、A/D 转换模块、信号处理模块、传感器/变送器、D/A 转换模块、执行机构和被控对象等部分组成。

① A/D 转换模块、信号处理模块和传感器/变送器构成了前向通道。其中非电量信号由传感器/变送器转换为电信号，并经过信号处理模块和 A/D 转换模块变换成单片机可以识别的数字量。

② D/A 转换模块、执行机构构成了后向通道。它负责将单片机处理后的数字量转换为模拟量，然后去控制执行机构的动作，实现被控对象的控制参数调整。

③ 显示模块和键盘模块构成了人机交互功能，实现了操作人员与单片机控制系统的对话交流。

作为核心模块的单片机最小系统，要完成信息的分析、处理和输出。就像人类的大脑一样，它是控制系统的核心部分。它的工作需要两部分资源的配合，分别是单片机硬件和单片机运行程序。因此，在什么样的硬件资源上运行什么构架的程序，就成为我们这门课程的主体知识。但是我们从图 1-2 也了解到，如果只有单片机最小系统，并不能完成对被控对象的信息获取和控制，也无法实现控制人员和单片机之间的信息交流，所以，我们需要其他部分的配合，这些知识也将在本书中被逐一介绍。希望读者在后续章节的学习中将前后知识联系起来，构成一个整体。

1.3.2 单片机最小系统

单片机最小系统是指单片机能正常工作所必需的基本电路，主要由单片机、电源、晶振电路、复位电路等部分构成，如图 1-3 所示。如果单片机内部不带 ROM，还需外部扩展存储器。对于 STC15F2K60S2 单片机来说，由于其内部集成有高精度的 RC 晶振电路和高可靠的复位电路，因此，在常温下无须外部晶振电路和复位电路，只要接上电源，它就可以工作，即一个单片机就是一个最小系统。

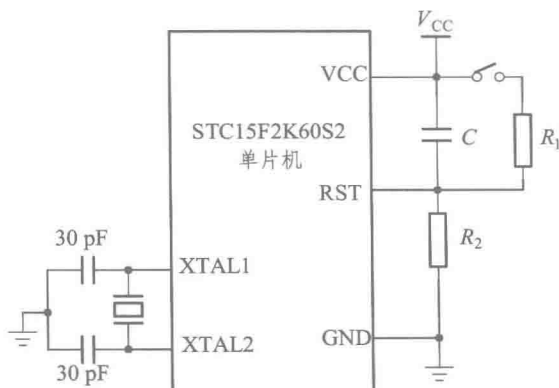


图 1-3 STC15F2K60S2 单片机最小系统

【例 1-1】用单片机控制一个 LED 闪烁。

硬件电路如图 1-4 所示。要使 P1.0 管脚上的 LED 闪烁，必须使 P1.0 管脚上输出交替的

高低电平。即要使 P1.0 管脚上的 LED 灭, 就要使 P1.0 管脚上输出高电平; 要再使 P1.0 管脚上的 LED 亮, 就要使 P1.0 管脚上输出低电平。

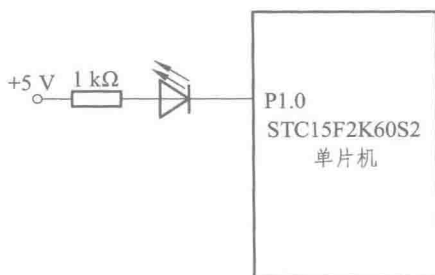


图 1-4 一个 LED 闪烁电路

软件设计方面, 可采用汇编语言或 C51 语言进行编程。

采用汇编语言编程时, 参考程序如下:

```

                ORG    0000H
START:  CLR    P1.0        ;点亮发光二极管
        ACALL  DELAY       ;调用延时子程序
        SETB  P1.0        ;熄灭发光二极管
        ACALL  DELAY       ;调用延时子程序
        AJMP  START
DELAY:  MOV    R7,#200     ;延时子程序
DEL1:   MOV    R6,#100
        NOP
DEL2:   DJNZ  R6,DEL2
        DJNZ  R7,DEL1
        RET
        END

```

采用 C51 语言编程时, 参考程序如下:

```

#include <reg51.h>    //头文件说明
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int
sbit LED = P1^0;
void DelayMS(uint x) //延时函数
{
    uchar i;
    while(x--)
    {
        for(i=120;i>0;i--);
    }
}

```



```
    }  
}  
void main() //主程序  
{  
    while(1)  
    {  
        LED = ~LED; // 输出电平取反  
        DelayMS(150); // 延时  
    }  
}
```

1.4 单片机的应用

单片机已渗透到我们生活的各个领域，如今很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。导弹的导航装置，飞机上各种仪表的控制，计算机的网络通信与数据传输，工业自动化过程的实时控制和数据处理，广泛使用的各种智能 IC 卡，民用豪华轿车的安全保障系统，录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制，以及程控玩具、电子宠物等，都离不开单片机，更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械以及各种智能机械了。单片机的应用主要体现在以下几个方面：

1. 在工业控制中的应用

在工业领域，单片机的主要应用有：工业过程控制、过程监控、工业控制器及机电一体化控制系统等。这些系统除一些小型工控机外，许多都是以单片机为核心的单机或多机网络系统，如工业机器人的控制系统是由中央控制器、感觉系统、行走系统、抓取系统等构成的多机网络系统。在这种集机械、微电子和计算机技术为一体的综合技术中，单片机发挥着重要作用。

2. 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制能力强、微型化和使用方便等优点，广泛应用于各种仪器仪表中，可以扩展仪器仪表的功能，提高其精度，使其更加智能化，更加方便和直观，如精密的测量设备（数字示波器、各种分析仪等）。

3. 在家用电器中的应用

现代家用电器越来越智能化，它们的控制部分都离不开单片机，如洗衣机、电冰箱、彩色电视机、电饭煲、电磁炉、各种高档电子玩具等。

4. 在计算机网络和通信领域中的应用

单片机具有各种接口，可以方便地与计算机进行通信。现在的通信设备基本上都实现了