

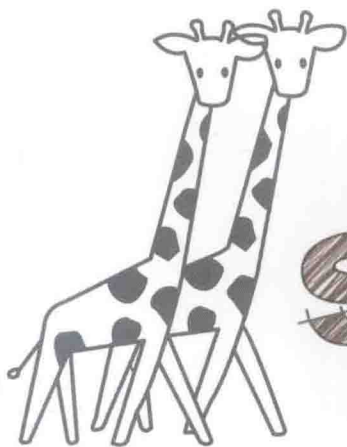
STC15

增强型8051单片机 C语言编程与应用

全面地展现STC15系列单片机特色

本书介绍了 STC15 系列新型 Flash 8051 单片机的基本组成、性能特点和应用方法，基于 Flash 存储器的 ISP 在系统中编程和 IAP 在应用中编程的技术，采用 C 语言进行编程应用，充分发挥 C51 技术优势，强调先进性和实用性，给出了大量应用实例，包括原理电路图和使用说明。

徐爱钧 著



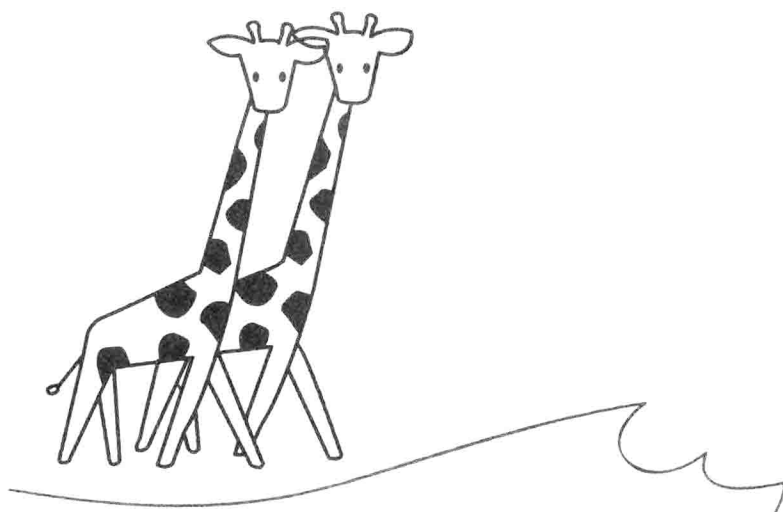
STC15



STC15

增强型8051单片机 C语言编程与应用

徐爱钧 著



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书详细介绍了宏晶科技有限公司研发的 STC15 系列新型 Flash 8051 单片机的基本组成、性能特点及应用方法, 基于 Flash 存储器的 ISP 在系统中编程和 IAP 在应用中编程的相关技术。结合目前流行的 Keil C51 编译器环境, 对 STC15 系列单片机采用 C 语言进行编程应用, 充分发挥 C51 技术优势, 全面地展现 STC15 系列单片机的本身特色, 如片内晶体振荡器时钟调整, 将芯片配置成为具有仿真功能的单片机, Keil uVision4 环境下在线仿真调试, 1T 单周期指令高速执行, I²C、SPI、ADC 等片内资源, 以及多种片外扩展应用, 为读者快速上手提供方便。

本书的特点是强调先进性和实用性, 给出了大量应用实例, 包括原理电路图及使用说明, 并带有 1 张光盘, 其中包括 Keil 公司提供的 C51 全功能评估软件包与各章中列出的全部程序代码。

本书适合从事单片机应用系统开发研制的广大工程技术人员阅读, 也可以作为高等院校相关专业学生的教学参考书。

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

STC15 增强型 8051 单片机 C 语言编程与应用 / 徐爱钧著. —北京: 电子工业出版社, 2014.10
ISBN 978-7-121-24117-8

I. ①S… II. ①徐… III. ①单片微型计算机—C 语言—程序设计 IV. ①TP368.1 ②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 191742 号

策划编辑: 孙学瑛

责任编辑: 陈晓猛

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

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: 26.5 字数: 678 千字

版 次: 2014 年 10 月第 1 版

印 次: 2014 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 69.00 元 (含 CD 光盘 1 张)



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 zltz@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

8051 单片机是目前国内外工业测量控制领域内使用极为广泛的一类 8 位微控制器，它在一块芯片上同时集成了 CPU、ROM、RAM 及多种外围功能接口，具有体积小、价格低、功能强、可靠性高、使用方便灵活等特点。以单片机为核心设计各种智能化电子设备，周期短、成本低，易于更新换代，维修方便，已成为电子设计中最为普遍的应用手段。世界上许多大半导体厂商，如 Atmel、Analog Device、Infineon、NXP、TI、SiLAB 等公司都推出了各具特色的 8051 系列单片机。中国深圳宏晶科技有限公司研发的 STC 系列增强型 8051 单片机，是中国本土单片机领域内的佼佼者，其最新推出的 STC15 系列单片机不仅在指令系统与标准 8051 内核完全兼容，而且在内部功能上进行了增强，增加了许多新的内部集成功能部件，如片内 ADC、PWM、I²C、SPI、大规模片内 Flash 和 XRAM 存储器等，同时还增加了 ISP 在系统编程、IAP 在应用编程和在线仿真调试功能，为单片机开发应用提供了更为方便的手段。另外 STC 系列单片机还具有一定的价格优势，无论是在校大学生学习单片机原理知识，还是从事单片机应用开发的科技人员制作实际硬件系统，利用 STC 系列单片机都可以获得事半功倍的效果。

早期单片机应用开发大多采用汇编语言编程，由于汇编语言是一种直接针对硬件的机器语言，其编程效率不高，而且程序不易移植和维护。世界上许多软件公司都致力于单片机高级语言编译器的开发研究，使用户得以从烦琐的汇编语言中解脱了出来。C 语言是一种特别适合于开发单片机的高级语言，它既能直接操作机器硬件，又可以以类似自然语言的方式编写程序，可以极大提高编程效率，同时降低软件的维护成本。德国 Keil 公司在开发单片机 C 语言编译器方面取得了极大的成功，从编译器、调试器、实时操作系统到集成开发环境，全面支持 8051 及其众多的派生系列单片机，Keil C51 被公认为是一种最有效的单片机 C 语言开发工具。

本书全面介绍 STC15 系列增强型 8051 单片机功能特点，以及采用 Keil C51 进行单片机开发应用的具体方法，力求先进性和实用性，并给出了大量具体应用实例。全书共 6 章，第 1 章阐述 STC15 系列单片机基础，详细介绍 STC15F2K60S2 单片机性能特点、存储器结构、片内外存储器的使用、时钟与复位、并行 I/O 端口工作模式，以及采用 Keil C51 开发 STC15 系列单片机的基本方法等。第 2 章阐述 Keil C51 程序设计基础，详细介绍 C51 程序设计的语法、基本语句、函数、数组与指针等。第 3 章阐述 Keil C51 编译器对 ANSI C 的扩展，介绍存储器类型与编译模式、C51 数据在内存中的存储格式、目标代码的段管理、与汇编语言程序的接口、绝对地址访问及 Keil C51 库函数等。第 4 章阐述 STC15 单片机片内资源应用编程，介绍 C51 编程的基本原则、常见问题与解决方法，给出了中断系统、定时器/计数器、串行口、片内 A/D 转换器、片内 PCA 模块、SPI 同步串行接口、单片机的低功耗设计等资源的具体应用实例。第 5 章阐述 STC15 单片机片外扩展应用编程，给出了 LED 数码管、非编码矩阵键盘、点阵字符型 LCD、带字库与无字库点阵图型 LCD、D/A 及 A/D 转换接口，以及 I²C 总线扩展等具体应用实例。第 6 章阐述 STC15 单片机综合应用编程实例，介绍 C51 编程的若干实际应用技巧，C51 与汇编语言混和编程，以及应用库文件的生成方法，给出了可调数字钟、红外

遥控系统、PWM 脉宽调制系统、点阵 LED 显示屏、简易电子琴、DTMF 收/发系统、带农历的电子万年历、电子密码锁、DS18B20 多点温度监测系统、STH11 数字温-湿度测量系统、单片机 SD 卡读/写接口等大量综合应用实例。

为帮助读者更好地学习和掌握 STC15 系列单片机的 C 语言应用编程方法，本书带有 1 张光盘，其中包含 Keil 公司全功能 C51 评估软件包与本书各章所有范例的程序源代码。

本书在出版过程中得到深圳宏晶科技有限公司的热情支持，宏晶科技有限公司总经理姚永平先生提供了 STC15 单片机测试样片，电子工业出版社的孙学瑛和陈晓猛编辑提出了许多宝贵意见，彭秀华、徐阳、范林、郑玉章、李涛、杨振、肖恩凯等参加了本书的编写工作，在此一并表示衷心感谢。由于作者水平有限，书中难免会有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正，读者可通过电子邮件 ajxu@tom.com，ajxu41@sohu.com 直接与作者联系。

徐爱钧

2014 年 9 月于长江大学

目 录

第 1 章 STC15 系列单片机基础..... 1	
1.1 STC15F2K60S2 单片机性能	
特点..... 1	
1.1.1 主要特性..... 1	
1.1.2 体系结构..... 2	
1.1.3 引脚功能..... 2	
1.2 STC15F2K60S2 单片机的	
存储器结构..... 4	
1.3 STC15F2K60S2 单片机的	
时钟与复位..... 8	
1.3.1 时钟..... 8	
1.3.2 复位..... 9	
1.3.3 看门狗电路..... 10	
1.4 STC15F2K60S2 单片机	
存储器的使用..... 11	
1.4.1 片内 Flash 存储器..... 11	
1.4.2 片内扩展 XRAM 存储器..... 12	
1.4.3 片内数据 Flash 存储器	
(EEPROM)..... 13	
1.5 STC15F2K60S2 单片机的	
并行 I/O 端口..... 14	
1.5.1 并行 I/O 端口工作模式..... 14	
1.5.2 并行 I/O 端口使用注意	
事项..... 15	
1.6 Keil C51 开发工具..... 16	
1.7 STC15 单片机的 C 语言编程	
与调试..... 17	
第 2 章 Keil C51 程序设计基础..... 26	
2.1 标识符与关键字..... 26	
2.2 C51 程序设计的基本语法..... 28	
2.2.1 C51 程序的一般结构..... 28	
2.2.2 数据类型..... 29	
2.2.3 用 typedef 重新定义数据	
类型..... 31	
2.2.4 常量、变量及其存储	
模式..... 32	
2.2.5 运算符与表达式..... 34	
2.3 C51 程序的基本语句..... 38	
2.3.1 表达式语句..... 38	
2.3.2 复合语句..... 39	
2.3.3 条件语句..... 39	
2.3.4 开关语句..... 40	
2.3.5 循环语句..... 40	
2.3.6 goto、break、continue	
语句..... 41	
2.3.7 返回语句..... 41	
2.4 函数..... 42	
2.4.1 函数的定义与调用..... 42	
2.4.2 定义中断服务函数与	
寄存器组..... 44	
2.5 数组..... 45	
2.5.1 数组的定义与引用..... 45	
2.5.2 数组名作为函数的参数..... 47	
2.5.3 数组与存储器空间..... 50	
2.6 指针..... 50	
2.6.1 指针与地址..... 51	
2.6.2 指针变量的定义..... 51	
2.6.3 指针变量的引用..... 52	
2.6.4 指针变量作为函数	
的参数..... 53	
2.6.5 用指针引用数组元素..... 54	
2.6.6 字符数组指针..... 55	
2.6.7 指针的地址计算..... 56	
2.7 函数型指针..... 57	
2.8 返回指针型数据的函数..... 59	
2.9 指针数组与指针型指针..... 60	
2.9.1 指针数组..... 60	
2.9.2 指针型指针..... 62	
2.9.3 抽象型指针..... 64	

2.10	结构体、联合体与枚举	65	3.9.3	输入/输出库函数	96
2.10.1	结构体变量的定义 与引用	65	3.9.4	字符串处理库函数	97
2.10.2	结构体数组	67	3.9.5	类型转换及内存分配库 函数	99
2.10.3	结构体指针	68	3.9.6	数学计算库函数	100
2.10.4	将结构体作为函数 的参数	69	第4章 STC15 单片机片内资源		
2.10.5	将结构体指针作为 函数的参数	71	应用编程		
2.11	联合体变量的定义与引用	72	4.1	编写 C51 应用程序的基本原则	101
2.12	枚举变量的定义与引用	75	4.2	C51 应用中的一些常见问题 与解决方法	102
第3章 Keil C51 编译器对 ANSI C 的扩展			4.3	中断系统应用编程	104
3.1	存储器类型与编译模式	78	4.3.1	中断系统结构	104
3.2	C51 数据在内存中的存储格式	79	4.3.2	与中断相关的特殊 功能寄存器	106
3.3	一般指针与基于存储器的 指针及其转换	80	4.3.3	中断应用编程	108
3.4	C51 编译器对 ANSI C 函数 的扩展	82	4.4	定时器/计数器应用编程	111
3.4.1	C51 编译器支持的函数 定义的一般形式	82	4.4.1	定时器/计数器逻辑结构	111
3.4.2	堆栈及函数的参数传递	82	4.4.2	与定时器/计数器相关的 特殊功能寄存器	112
3.4.3	函数的编译模式	83	4.4.3	定时器方式应用编程	113
3.4.4	寄存器组切换	83	4.4.4	计数器方式应用编程	117
3.4.5	中断函数	84	4.4.5	可编程时钟输出	118
3.4.6	再入函数	84	4.4.6	利用定时器产生音乐	119
3.5	目标代码的段管理	85	4.5	串行口应用编程	123
3.5.1	全局变量	85	4.5.1	串行口的工作方式	124
3.5.2	函数和局部变量	86	4.5.2	与串行口相关的特殊 功能寄存器	125
3.6	启动代码	87	4.5.3	串行口的串/并转换方式 应用编程	127
3.7	与汇编语言程序的接口	88	4.5.4	串行口的通信方式 应用编程	130
3.8	绝对地址访问	93	4.6	片内 A/D 转换器应用编程	142
3.8.1	采用扩展关键字 <code>_at_</code> 或指针定义变量的 绝对地址	93	4.6.1	A/D 转换器的逻辑结构	142
3.8.2	采用预定义宏指定变量 的绝对地址	94	4.6.2	与 A/D 转换器相关的 特殊功能寄存器	143
3.9	Keil C51 库函数	95	4.6.3	A/D 转换器应用编程	144
3.9.1	本征库函数	95	4.7	片内 PCA 模块应用编程	146
3.9.2	字符判断转换库函数	95	4.7.1	PCA 模块的逻辑结构	146
			4.7.2	与 PCA 模块相关的 特殊功能寄存器	147

4.7.3	PCA 模块的工作模式	149	5.3.4	点阵字符型 LCD 的 4 位 数据总线接口应用编程	202	
4.7.4	PCA 模块应用编程	154	5.4	无字库 12864 点阵图型 LCD 模块接口应用编程	205	
4.8	SPI 同步串行接口应用编程	158	5.5	带字库 12864 点阵图型 LCD 模块接口应用编程	212	
4.8.1	SPI 接口的逻辑结构	158	5.5.1	带字库 12864 液晶模块 并行接口应用编程	217	
4.8.2	与 SPI 接口相关的 特殊功能寄存器	159	5.5.2	带字库 12864 液晶模块 串行接口应用编程	221	
4.8.3	SPI 接口的通信方式及 数据格式	161	5.6	内置 T6963C 的点阵图型 LCD 模块接口应用编程	225	
4.8.4	SPI 接口应用编程	163	5.7	DAC 转换接口应用编程	235	
4.9	STC15F2K60S2 单片机的 低功耗设计	167	5.7.1	DAC0832 转换接口应用 编程	235	
4.9.1	慢速工作模式	168	5.7.2	DAC1208 与单片机的 接口方法	239	
4.9.2	空闲与掉电工作模式	168	5.7.3	串行接口 DAC 芯片 TLC5615 应用编程	241	
第 5 章 STC15 单片机片外扩展 应用编程			174	5.8	ADC 转换接口应用编程	244
5.1	LED 数码管显示接口应用 编程	174	5.8.1	ADC0809 转换接口 应用编程	244	
5.1.1	I/O 端口驱动 LED 数码管 应用编程	175	5.8.2	ICL7135 转换接口 应用编程	248	
5.1.2	单个 74HC595 驱动 多位 LED 数码管应用 编程	176	5.8.3	串行接口 ADC 芯片 TLC549 应用编程	252	
5.1.3	8 位共阴极 LED 数码 管驱动器 MAX7219 应用编程	179	5.9	单片机 I ² C 总线扩展应用 编程	255	
5.2	非编码键盘接口应用编程	185	5.9.1	I ² C 总线简介	255	
5.2.1	采用 I/O 端口实现的矩阵 键盘接口应用编程	185	5.9.2	I ² C 总线通用驱动程序	259	
5.2.2	采用片内 ADC 实现的 键盘接口应用编程	187	5.9.3	I ² C 接口器件 24C04 的 读写程序	261	
5.3	点阵字符型 LCD 模块接口 应用编程	191	5.9.4	I ² C 接口 A/D-D/A 转换芯 片 PCF8591 应用编程	265	
5.3.1	点阵字符型 LCD 模块 简介	191	5.9.5	I ² C 接口时钟芯片 PCF8563 应用编程	276	
5.3.2	点阵字符型 LCD 与 单片机的直接接口 应用编程	196	第 6 章 STC15 单片机综合应用 编程实例			287
5.3.3	点阵字符型 LCD 与 单片机的间接接口 应用编程	199	6.1	有关 C51 编程的若干实际 应用技巧	287	

6.2	C51 与汇编语言混和编程 及生成应用库文件	293	6.9	带农历的电子万年历设计	346
6.2.1	C51 与汇编语言混合 编程	293	6.9.1	功能要求	346
6.2.2	在 μ Vision4 中生成 应用库文件	298	6.9.2	硬件电路设计	346
6.3	可调数字钟	299	6.9.3	软件程序设计,	349
6.3.1	功能要求	299	6.10	电子密码锁设计	360
6.3.2	硬件电路设计	299	6.10.1	功能要求	360
6.3.3	软件程序设计	300	6.10.2	硬件电路设计	361
6.4	红外遥控系统设计	302	6.10.3	软件程序设计	361
6.4.1	功能要求	302	6.11	DS18B20 多点温度监测 系统设计	376
6.4.2	硬件电路设计	302	6.11.1	功能要求	376
6.4.3	软件程序设计	303	6.11.2	硬件电路设计	376
6.5	PWM 脉宽调制系统设计	313	6.11.3	软件程序设计	380
6.5.1	功能要求	313	6.12	STH11 数字温-湿度测量 系统设计	388
6.5.2	硬件电路设计	313	6.12.1	功能要求	388
6.5.3	软件程序设计	314	6.12.2	硬件电路设计	388
6.6	点阵 LED 显示屏设计	323	6.12.3	软件程序设计	392
6.6.1	功能要求	323	6.13	单片机 SD 卡读/写接口设计	397
6.6.2	硬件电路设计	323	6.13.1	功能要求	397
6.6.3	软件程序设计	323	6.13.2	硬件电路设计	397
6.7	简易电子琴设计	326	6.13.3	软件程序设计	399
6.7.1	功能要求	326	附录 A	STC15F2K60S2 单片机 指令表	404
6.7.2	硬件电路设计	326	附录 B	STC_ISP 软件工具简介	410
6.7.3	软件程序设计	327	附录 C	STC 单片机编程下载工具 U7/U7-S 简介	413
6.8	DTMF 发送/接收系统设计	331	参考文献		415
6.8.1	功能要求	331			
6.8.2	硬件电路设计	332			
6.8.3	软件程序设计	335			

STC15 系列单片机基础

8051 单片机在国内外应用极为广泛，被称为事实上的工业标准。深圳宏晶科技有限公司研发的 STC15 系列新型 Flash 单片机，与传统 8051 指令兼容，但在片内资源、操作性能和运行速度上做了很大的改进。STC15 系列单片机采用基于 Flash 存储器的 ISP（在系统中编程）和 IAP（在应用中编程）技术，能够对应用程序进行在线修改，可以将芯片配置成为具有仿真功能的单片机，与市场上流行的 Keil C51 编译器环境配合使用，为传统 8051 单片机应用系统的升级换代带来新的契机。本章以 STC15F2K60S2 为例，介绍 STC15 系列新型 Flash 单片机性能特点及应用方法。

1.1 STC15F2K60S2 单片机性能特点

STC15F2K60S2 单片机是一种新型增强型 8051 单片机，相对于传统 8051 而言，在片内资源、性能及速度上都有很大改进，尤其是采用新型 Flash 作为片内存储器，应用 ISP 和 IAP 技术，使单片机系统的开发过程变得简单，深受广大用户欢迎。

1.1.1 主要特性

STC15F2K60S2 是 STC15 系列单片机的典型产品，其主要特性如下：

- 增强型 8051 内核，每个机器周期只需要 1 个系统时钟，速度比传统 8051 快 8~12 倍。
- 内部高精度 R/C 振荡器，可省略外部晶振，内部时钟频率 5~35 MHz 可选。
- 内部高可靠复位设计，8 级可选复位门限电压，可省略外部复位电路。
- 具有 ISP/IAP 功能，无须专用编程器和仿真器。
- 低功耗设计，低速模式、空闲模式、停机模式，支持掉电唤醒。
- 8~62 KB Flash 程序存储器，擦写次数 10 万次以上。
- 2048 字节 SRAM 存储器，1~53 KB Flash 数据存储器（EEPROM）。
- 3 通道捕获/比较单元（PWM/PCA/CCP）。
- 8 通道高速 10 位 ADC，速度可达 30 万次/秒。
- 6 个定时器：3 个 16 位可重装初值定时器 T0/T1/T2，3 个 CCP 可实现 3 个定时器。
- 2 个全双工异步串行口。
- 高速 SPI 串行通信接口
- 多路可编程时钟输出。
- 最多 42 根 I/O 口线。
- 片内硬件“看门狗”。

1.1.2 体系结构

STC15F2K60S2 单片机内部结构如图 1.1 所示。

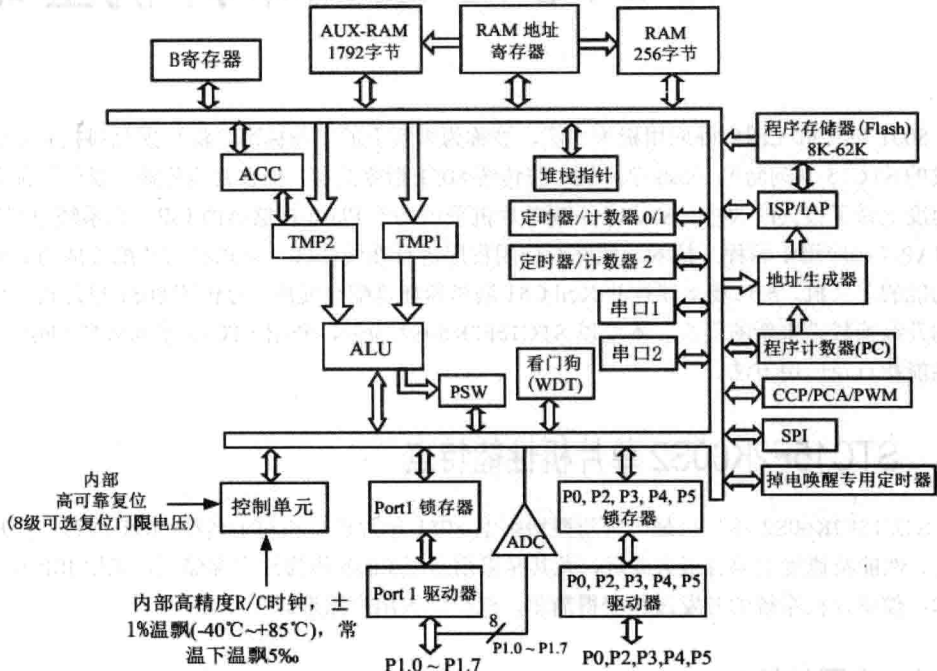


图 1.1 STCF2K60S2 单片机内部结构

STC15F2K60S2 单片机兼容传统 8051 单片机，但功能更强大，增加了许多片内资源。包含 3 个 16 位可重装初值定时器 T0/T1/T2，3 个捕获/比较单元 (PWM/PCA/CCP)，其中 PWM 功能可作为 D/A 转换器使用；1 个专用掉电唤醒定时器；1 个片内硬件看门狗；12 个中断源，2 个中断优先级；5 个外部中断输入 (INT0、INT1、 $\overline{\text{INT2}}$ 、 $\overline{\text{INT3}}$ 、 $\overline{\text{INT4}}$)，具有下降沿和上升沿 2 种触发方式；2 个异步串行通信口，2 个串行口可同时使用；1 个高速同步串行通信口 (SPI)；8 通道高速 A/D 转换器；2 个 DPTR 数据指针，具有外部数据总线功能；大容量存储器 (8~62 KB Flash 程序存储器、2 KB SRAM)，具有 ISP/IAP 功能；最多 42 根 I/O 口线 (LQFP-44 封装)，除了传统的 P0~P3 端口之外，增加了 P4 和 P5 端口。

1.1.3 引脚功能

STC15F2K60S2 单片机采用 LQFP、PDIP 和 SOP 封装，其中 PDIP-40 封装的引脚功能如图 1.2 所示，引脚排列与传统 8051 单片机不兼容，除了 18、20 脚分别为电源、地以外，其他引脚都可用作 I/O 端口，并且大多数口线都是多功能复用的。

1. P0 口

P0.0~P0.7 引脚可用作 8 位 I/O 端口；访问外部存储器时分时复用作低 8 位地址线和 8 位数据线。

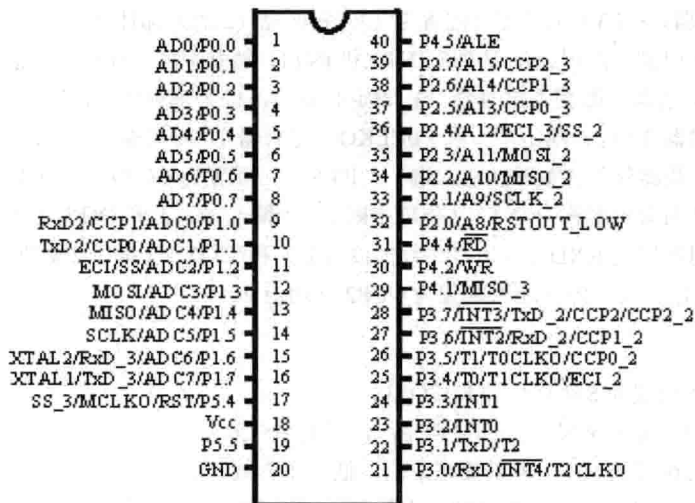


图 1.2 STCF2K60S2 单片机引脚功能图

2. P1 口

P1.0~P1.7 引脚可用作 8 位 I/O 端口，也可配置为 8 路 A/D 模拟输入通道。还可进行如下配置：

P1.0~P1.1 引脚可配置为 CCP 通道 0~1，用作外部信号捕获、高速脉冲输出或脉宽调制输出通道 0~1；还可配置为 RXD2（串口 2 数据接收端）和 TXD2（串口 2 数据发送端）。

P1.2 引脚可配置为 ECI（PCA 计数器外部脉冲输入端）；还可配置为 SS（SPI 同步串行接口从机选择信号）。

P1.3~P1.5 引脚可配置为 SPI 同步串行接口的 MOSI（主出从入）、MISO（主入从出）、SCLK（同步时钟）信号线。

P1.6~P1.7 引脚可配置为 RXD_3（串口 3 数据接收端）和 TXD_3（串口 3 数据发送端）；还可配置为外接晶振 XTAL2、XTAL1 端（通过 ISP 烧录软件设置）。

3. P2 口

P2.0~P2.7 引脚可用作 8 位 I/O 端口；访问外部存储器时作为高 8 位地址线。还可进行如下配置：

P2.0 引脚可配置为 RSTOUT_LOW，上电复位后输出低电平。

P2.1~P2.3 引脚可配置为 SPI 同步串行接口的 SCLK_2、MISO_2 和 MOSI_2 信号线。

P2.4 引脚可配置为 ECI_3（PCA 计数器外部脉冲输入端）；还可配置为 SS_2（SPI 同步串行接口从机选择信号）。

P2.5~P2.7 引脚可配置为 CCP0_3~CCP2_3，用作外部信号捕获、高速脉冲输出或脉宽调制输出通道 0~2。

4. P3 口

P3.0~P3.7 引脚可用作 8 位 I/O 端口。还可进行如下配置：

P3.0~P3.1 引脚可配置为 RXD（串口 1 数据接收端）和 TXD（串口 1 数据发送端）；P3.0 引脚还可配置为 INT4（外部中断 4，下降沿触发）；P3.0 引脚还可配置为 T2CLKO（定时器

T2 的时钟输出端)；P3.1 引脚还可配置为 T2 (定时器 T2 的外部计数脉冲输入端)。

P3.2~P3.3 引脚可配置为外部中断 INT0 和 INT1，触发方式可选择上升沿或下降沿触发。

P3.4~P3.5 引脚可配置为定时器 T1 和定时器 T0 的外部计数脉冲输入端；还可配置为 T1CLKO (定时器 T1 时钟输出端) 和 T0CLKO (定时器 T0 时钟输出端)；P3.4 还可配置为 ECI_2 (PCA 计数器外部计数脉冲输入端)；P3.5 还可配置为 CCP0_2 (CCP 通道 0)。

P3.6~P3.7 引脚可配置为 $\overline{\text{INT2}}$ (外部中断 2，下降沿触发) 和 $\overline{\text{INT3}}$ (外部中断 3，下降沿触发)；还可配置为 RXD_2 (串口 2 数据接收端) 和 TXD_2 (串口 2 数据发送端)；还可配置为 CCP 通道 1~2；P3.7 还可配置为 CCP2_2 通道 2。

5. P4 口

P4.1 引脚可配置为 SPI 接口的 MISO_3。

P4.2 引脚可配置为 $\overline{\text{WR}}$ (外部数据写入，低电平有效)。

P4.4 引脚可配置为 $\overline{\text{RD}}$ (外部数据读出，低电平有效)。

P4.5 引脚可配置为 ALE (外部数据存储器扩展时的地址锁存信号)。

6. P5 口

P5.4 引脚可配置为 SPI 接口的 SS_3。还可配置为 MCLKO (主时钟输出，可输出不分频、2 分频或 4 分频主时钟信号)；还可配置为 RST (复位端，需要通过 ISP 烧录软件设置)。

P5.5 引脚可配置为标准 I/O 端口。

1.2 STC15F2K60S2 单片机的存储器结构

STC15 F2K60S2 单片机采用程序存储器与数据存储器分开编址的“哈佛”式结构，片内在物理上有 4 个独立的存储器空间：程序 Flash 存储器、数据 Flash (又称 EEPROM) 存储器、基本 RAM 存储器与扩展 XRAM 存储器，如图 1.3 所示。

1. 片内程序 Flash

片内程序 Flash 的地址范围为 0000H~EFFFH，用于存放用户程序、常数表格等，通常在 0000H 单元存放一条长跳转指令 LJMP，转移到指定地址的用户主程序；从 0003H 开始到 00A3H，这些单元用作 21 个中断向量入口地址，每个中断向量间隔 8 个地址单元，通常在每个中断入口地址处存放一条跳转指令，转移到用户指定中断服务程序，只有在中断服务程序小于 8 个字节时，才可以将其直接放在相应中断向量入口地址处。

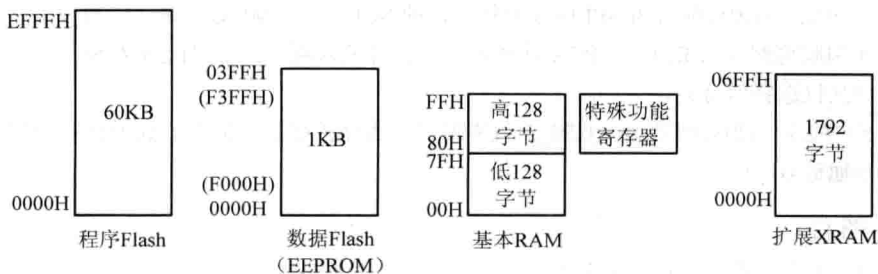


图 1.3 STC15F2K60S2 单片机存储器结构图

2. 片内数据 Flash

片内数据 Flash 的地址范围为 0000H~03FFH，通常被用作 EEPROM，用于存放一些应用中需要经常修改，掉电后又能保持不变的参数。数据 Flash 被分成 2 个扇区，每个扇区 512 字节，擦除操作按扇区进行。使用时建议同一次修改的数据放在同一个扇区之内，不是同一次修改的数据放在不同的扇区。应用程序中可以对数据 Flash 存储器实现字节读、写以及扇区擦除等操作。还可以采用 MOVC 指令访问片内数据 Flash，此时起始扇区地址为 F000H，结束扇区地址为 F3FFH。

3. 片内基本 RAM

片内基本 RAM 分为低 128 字节和高 128 字节，低 128 字节中包括工作寄存器区（00H~1FH）、位寻址区（20H~2FH）以及通用 RAM 区（30H~7FH）。高 128 字节地址范围为 80H~FFH，可以用作通用 RAM 区，也可以用作特殊功能寄存器区，为区分起见，规定其作为通用 RAM 使用时只能采用间接寻址方式访问，作为特殊功能寄存器使用时则只能采用直接寻址方式访问。

特殊功能寄存器用于对单片机片内各个功能模块进行管理和控制，并监视其状态的变化，STC15 F2K60S2 单片机在传统 8051 的基础上增加了许多新的特殊功能寄存器，如表 1.1 所示。

表 1.1 STC15F2K60S2 新增特殊功能寄存器

寄存器名	功能描述	地址	MSB 位地址及位名称								LSB			复位值	
			SMOD	SMOD0	LVDF	POF	GF1	GF0	PD	IDL	T0x12	T1x12	UART_M0x6		T2R
PCON	电源控制寄存器	87H	SMOD	SMOD0	LVDF	POF	GF1	GF0	PD	IDL				0011 0000	
AUXR	辅助寄存器	8EH	T0x12	T1x12	UART_M0x6	T2R	T2_C/Ā	T2x12	EXTRAM	S1S2				0000 0001	
INT_CLKO	外中断允许和时钟输出	8FH	—	EX4	EX3	EX2	—	T2CLKO	T1CLKO	T0CLKO				x000 x000	
P1M0	P1 口模式配置寄存器 0	91H												0000 0000	
P1M1	P1 口模式配置寄存器 1	92H												0000 0000	
P0M0	P0 口模式配置寄存器 0	93H												0000 0000	
P0M1	P0 口模式配置寄存器 1	94H												0000 0000	
P2M0	P1 口模式配置寄存器 0	95H												0000 0000	
P2M1	P1 口模式配置寄存器 1	96H												0000 0000	
CLK_DIV	时钟分频寄存器	97H	MCKO_S1	MCKO_S0	ADRJ	Tx_Rx	Tx2_Rx2	CLKS2	CLKS1	SCLKS0				0000 0000	
S2CON	串口 2 控制寄存器	9AH	S2SM0	—	S2SM2	S2REN	S2TB8	S2RB8	S2TI	S2RI				0000 0000	
S2BUF	串口 2 数据缓冲器	9BH												XXXX XXXX	
P1SAF	P1 模拟功能配置寄存器	9DH	P17ASF	P16ASF	P15ASF	P14ASF	P13ASF	P12ASF	P11ASF	P10ASF				0000 0000	
BUS_SPEED	总线速度控制寄存器	A1H	—	—	—	—	—	—	EXRT1	EXRT0				XXXX xx10	
AUXR1	辅助寄存器 1	A2H	S1_S1	S1_S0	CCP_S1	CCP_S0	SPI_S1	SPI_S0	0	DPS				0100 0000	

续表

寄存器名	功能描述	地址	MSB 位地址及位名称								LSB	复位值
			EA	ELVD	EADC	ES	ET1	EX1	ET0	EX0		
IE	中断控制寄存器	A8H										0000 0000
SADDR	从机地址控制寄存器	A9H										0000 0000
WKTCL	掉电唤醒定时器低位	AAH										1111 1111
WKTCH	掉电唤醒定时器高位	ABH	WKTEN	—	—	—	—	—	—	—	—	0111 1111
IE2	中断控制寄存器 2	AFH	—	—	—	—	—	—	ET2	ESPI	ES2	xxxx x000
P3M0	P3 口模式配置寄存器 0	B1H										0000 0000
P3M1	P3 口模式配置寄存器 1	B2H										0000 0000
P4M0	P4 口模式配置寄存器 0	B3H										0000 0000
P4M1	P4 口模式配置寄存器 1	B4H										0000 0000
IP2	中断优先级寄存器 2	B5H	—	—	—	—	—	—	—	PSPI	PS2	xxxx xx00
IP	中断优先级寄存器	B8H	PPCA	PLVD	PADC	PS	PT	PX1	PT0	PX0		0000 0000
SADEN	从机地址掩模寄存器	B9H										0000 0000
P_SW2	外围功能切换寄存器	BAH	—	—	—	—	—	—	—	—	S2_S	xxxx x000
ADC_CONTR	A/D 转换控制寄存器	BCH	ADC_POWER	SPEED1	SPEED0	ADC_FLAG	ADC_START	CHS2	CHS1	CHS0		0000 0000
ADC_RES	A/D 转换结果寄存器高 8 位	BDH										0000 0000
ADC_RESL	A/D 转换结果寄存器低 2 位	BEH										0000 0000
P4	P4 口寄存器	C0H	P4.7	P4.6	P4.5	P4.4	P4.3	P4.2	P4.1	P4.0		1111 1111
WDT_CONTR	看门狗控制寄存器	C1H	WDT_FLAG	—	EN_WDT	CLR_WDT	IDLE_WDT	PS2	PS1	PS0		0x00 0000
IAP_DATA	IAP 数据寄存器	C2H										1111 1111
IAP_ADDRH	IAP 地址寄存器高 8 位	C3H										0000 0000
IAP_ADDRL	IAP 地址寄存器低 8 位	C4H										0000 0000
IAP_CMD	IAP 命令寄存器	C5H	—	—	—	—	—	—	—	MS1	MS0	xxxx xx00
IAP_TRIG	IAP 命令触发寄存器	C6H										xxxx xxxx
IAP_CONTR	IAP 控制寄存器	C7H	IAPEN	SWBS	SWRST	CMD_FAIL	—	WT2	WT1	WT0		0000 x000
P5	P5 口寄存器	C8H	—	—	P5.5	P5.4	P5.3	P5.2	P5.1	P5.0		xx11 1111
P5M0	P5 口模式配置寄存器 0	C9H										xx00 0000
P5M1	P5 口模式配置寄存器 1	CAH										xx00 0000

续表

寄存器名	功能描述	地址	MSB 位地址及位名称								LSB	复位值
			SPIF	WCOL	—	—	—	—	—	—		
SPSTAT	SPI 状态寄存器	CDH	SPIF	WCOL	—	—	—	—	—	—	00xx xxxx	
SPCTL	SPI 控制寄存器	CEH	SSIG	SPEN	DORD	WSTR	CPOL	CAPHA	SPR1	SPR0	0000 0100	
SPDAT	SPI 数据寄存器	CFH									0000 0000	
T2H	定时器 T2 高 8 位寄存器	D6H									0000 0000	
T2L	定时器 T2 低 8 位寄存器	D7H									0000 0000	
CCON	PCA 控制寄存器	D8H	CF	CR	—	—	CCF3	CCF2	CCF1	CCF0	00xx 0000	
CMOD	PCA 方式寄存器	D9H	CIDL	—	—	—	—	CPS1	CPS0	ECF	0xxx x000	
CCAPM0	PCA_0 方式寄存器	DAH	—	ECOM0	CAPP0	CAPN0	MAT0	TOG0	PWM0	ECCF0	x000 0000	
CCAPM1	PCA_1 方式寄存器	DBH	—	ECOM1	CAPP1	CAPN1	MAT1	TOG1	PWM1	ECCF1	x000 0000	
CCAPM2	PCA_2 方式寄存器	DCH	—	ECOM2	CAPP2	CAPN2	MAT2	TOG2	PWM2	ECCF2	x000 0000	
CL	PCA 基准寄存器低字节	E9H									0000 0000	
CCAP0L	PCA_0 捕获寄存器低字节	EAH									0000 0000	
CCAP1L	PCA_1 捕获寄存器低字节	EBH									0000 0000	
CCAP2L	PCA_2 捕获寄存器低字节	ECH									0000 0000	
PCA_PWM0	PWM 辅助寄存器 0	F2H	EBS0_1	EBS0_0	—	—	—	—	EPC0H	EPC0L	XXXX xx00	
PCA_PWM1	PWM 辅助寄存器 1	F3H	EBS1_1	EBS1_0	—	—	—	—	EPC1H	EPC1L	XXXX xx00	
PCA_PWM2	PWM 辅助寄存器 2	F4H	EBS2_1	EBS2_0	—	—	—	—	EPC2H	EPC2L	XXXX xx00	
CH	PCA 基准寄存器高字节	F9H									0000 0000	
CCAP0H	PCA_0 捕获寄存器高字节	FAH									0000 0000	
CCAP1H	PCA_1 捕获寄存器高字节	FBH									0000 0000	
CCAP2h	PCA_2 捕获寄存器高字节	FCH									0000 0000	

4. 片内扩展 XRAM

片内扩展 XRAM 的地址范围为 0000H~06FFH，类似于传统 8051 单片机的片外数据存储器，采用 MOVX 指令进行访问，同时 STC15F2K60S2 单片机保留了片外数据存储器扩展功能，可通过特殊功能寄存器 AUXR 进行选择。实际中应尽量使用片内扩展 XRAM，不推荐扩展片外数据存储器。

1.3 STC15F2K60S2 单片机的时钟与复位

1.3.1 时钟

STC15F2K60S2 单片机可以选择使用片内 RC 振荡器时钟或外部时钟。片内 RC 振荡器时钟的选择, 需要通过 STC 公司提供的 STC-ISP 软件设置完成 (STC-ISP 软件可以从宏晶公司的网站 www.stcmcu.com 免费下载), 运行后对于时钟频率的设置如图 1.4 所示, 时钟频率 f_{osc} 可在 5~35 MHz 范围内选择, 在 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$ 温度环境下, 温漂为 $\pm 1\%$, 常温下温漂为 $\pm 0.5\%$ 。

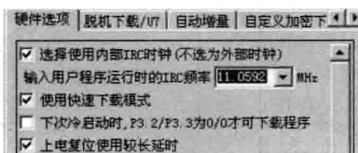


图 1.4 片内 RC 振荡器时钟频率选择

STC15F2K60S2 单片机出厂时标配为使用片内 RC 振荡器时钟, 也可以通过 STC-ISP 软件设置选择使用外部时钟, 这时单片机时钟信号由 XTAL1、XTAL2 引脚外接晶振产生, 或者直接从 XTAL1 脚输入外部时钟信号, XTAL2 脚悬空。

时钟源输出信号不是直接与单片机 CPU、内部接口的时钟信号相连的, 而是经过一个可编程时钟分频器再提供给单片机 CPU 和内部接口。为区分起见, 片内 RC 振荡器或外接晶振产生的时钟称为主时钟, 其频率记为 f_{osc} , 单片机 CPU 和内部接口的时钟称为系统时钟, 其频率记为 f_{sys} , 它们的关系为 $f_{sys} = f_{osc} / N$, 其中 N 为分频系数, 分频系数 N 可通过特殊功能寄存器 CLK_DIV 进行选择。

CLK_DIV 寄存器的地址为 97H, 格式如下:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
MCKO_S1	MCKO_S0	ADRJ	Tx_Rx	Tx2_Rx2	CLKS2	CLKS1	CLKS0

其中 CLKS2~CLKS0 位为分频系数选择位, CPU 系统时钟与分频系数如表 1.2 所示。

表 1.2 CPU 系统时钟与分频系数

CLKS2	CLKS1	CLKS0	分频系数 N	系统时钟 f_{sys}
0	0	0	1	f_{osc}
0	0	1	2	$f_{osc} / 2$
0	1	0	4	$f_{osc} / 4$
0	1	1	8	$f_{osc} / 8$
1	0	0	16	$f_{osc} / 16$
1	0	1	32	$f_{osc} / 32$
1	1	0	64	$f_{osc} / 64$
1	1	1	128	$f_{osc} / 128$

STC15F2K60S2 单片机的主时钟 f_{osc} 可以通过 P5.4 引脚输出, 主时钟输出频率由 CLK_DIV 寄存器中的 MCKO_S1 和 MCKO_S0 位决定, 如表 1.3 所示。