



电气自动化技能型人才实训系列

DIANQIZIDONGHUA
JINENGXINGRENCAI
SHIXUNXILIE

STC15增强型单片机

应用技能实训

肖明耀 程 莉 刘 平 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

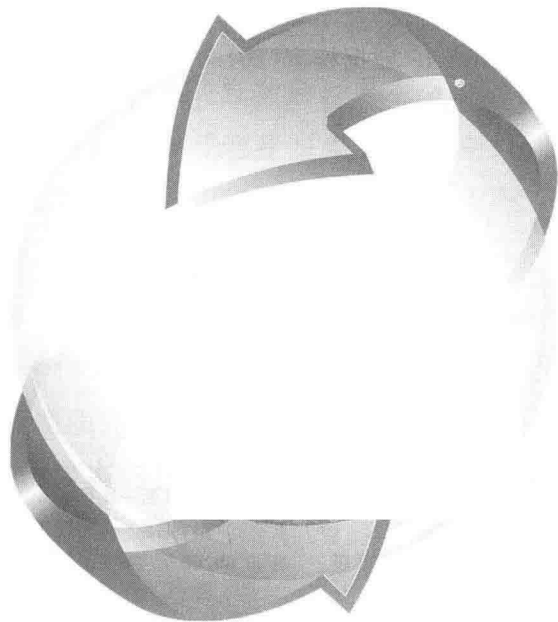


电气自动化技能型人才实训

STC15增强型单片机

应用技能实训

肖明耀 程 莉 刘 平 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

STC15 增强型单片机是从事工业自动化、机电一体化的技术人员应掌握的实用技术之一。本书采用以工作任务驱动为导向的项目训练模式,分为十五个项目,每个项目设有一个或多个训练任务,通过任务驱动技能训练,使读者快速掌握 STC15 增强型单片机的基础知识,增强 C 语言编程技能、STC15 增强型单片机程序设计方法与技巧。项目后面设有习题,用于技能提高训练,全面提高读者 STC15 增强型单片机的综合应用能力。

本书由浅入深、通俗易懂、注重应用,可作为大中专院校机、电类专业的理论与实训教材,也可作为技能培训教材,还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

STC15 增强型单片机应用技能实训/肖明耀,程莉,刘平编著. —北京:中国电力出版社,2016.4

(电气自动化技能型人才实训系列)

ISBN 978-7-5123-8881-9

I. ①S… II. ①肖…②程…③刘… III. ①单片微型计算机
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 024660 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 4 月第一版 2016 年 4 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 29.75 印张 808 千字
印数 0001—2000 册 定价 69.00 元(1CD)

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

“电气自动化技能型人才实训系列”为电气类高技能人才的培训教材，以培养学生实际综合动手能力为核心，采取以工作任务为载体的项目教学方式，淡化理论，强化应用方法和技能的培养。本书为“电气自动化技能型人才实训系列”之一。

单片机已经广泛应用于我们的生活和生产领域中，目前很难找到没有单片机应用的领域，如飞机的各种仪表控制、计算机网络通信、控制数据传输、工控过程的数据采集与处理，以及各种 IC 智能卡、电视、洗衣机、空调、汽车控制、电子玩具、医疗电子设备、智能仪表均使用了单片机。

STC15 增强型单片机相对于 8051 单片机性能增强了许多，它以单时钟/机器周期运行，速度较普通 8051 单片机快 8~12 倍；片内拥有大容量 4096 字节的 SRAM；具有在系统、在应用可编程功能；具有 8 通道 10 位高速 ADC，便于进行模拟量处理；具有完全独立的高速异步串行通信端口，便于通信应用；具有 7 个定时器，具有可编程时钟输出功能；具有 PCA、PWM、CCP 功能，通用 I/O 端口最多达 62 个，便于扩展应用。

STC15 增强型单片机是从事工业自动化、机电一体化的技术人员应掌握的实用技术之一。本书采用以工作任务驱动为导向的项目训练模式，介绍了工作任务中所需的 STC15 增强型单片机的基础知识和完成任务的方法，通过完成工作任务的实际技能训练提高 STC15 增强型单片机综合应用的技巧和技能。

全书分为认识单片机，学用 C 语言编程，单片机的输入/输出控制，定时器、计数器及应用，突发事件的处理——中断，单片机的串行通信，应用 LCD 模块，模拟量处理，应用串行总线接口，矩阵 LED 点阵控制，电动机的控制、红外发射与接收、实时多任务操作系统及应用、模块化编程训练、创新设计十五个项目，每个项目设有一个或多个训练任务，通过任务驱动技能训练，使读者快速掌握 STC15 增强型单片机的基础知识，强化 C 语言编程技能、STC15 增

强型单片机程序设计方法与技巧。项目后面设有习题，用于技能提高训练，全面提高读者 STC15 增强型单片机的综合应用能力。

本书由肖明耀、程莉、刘平编著。

由于编写时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

项目一	认识 STC15 单片机	1
任务 1	认识 STC15 系列单片机	1
任务 2	学习单片机应用系统开发工具	19
项目二	学用 C 语言编程	33
任务 3	认识 C 语言程序	33
任务 4	单片机的数据操作	59
项目三	单片机的输入/输出控制	71
任务 5	LED 灯输出控制	71
任务 6	LED 数码管显示	80
任务 7	按键控制	94
项目四	定时/计数器及应用	110
任务 8	单片机的定时控制	110
任务 9	单片机的计数控制	118
项目五	突发事件的处理——中断	124
任务 10	外部中断的应用	124
任务 11	定时器中断的应用	132
任务 12	简易可调时钟控制	137
任务 13	简易交通灯控制	146
项目六	单片机的串行通信	155
任务 14	单片机与 PC 间的串行通信	155
任务 15	单片机的双机通信	176
项目七	应用 LCD 模块	186
任务 16	字符型 LCD 的应用	186
任务 17	字符随动显示	198
任务 18	液晶 12864 显示控制	206
项目八	模拟量处理	217
任务 19	模数转换与数模转换	217
任务 20	简易多波形发生器	236
任务 21	使用 STC15 内部 A/D 转换器	244

任务 22	使用 STC15 的 PCA 模块	250
项目九	应用串行总线接口	260
任务 23	I ² C 串行总线及应用	260
任务 24	单总线数字温度计	277
任务 25	时钟芯片应用	295
任务 26	应用 SPI 同步串口	309
项目十	矩阵 LED 点阵控制	323
任务 27	矩阵 LED 点阵驱动控制	323
任务 28	用 LED 点阵显示 “I LOVE YOU”	331
项目十一	电动机的控制	341
任务 29	交流电动机的控制	341
任务 30	步进电动机的控制	355
项目十二	红外发射与接收	361
任务 31	红外遥控	361
项目十三	实时多任务操作系统及应用	377
任务 32	RTX51 Tiny 操作系统	377
任务 33	实时跑马灯控制	397
项目十四	模块化编程训练	401
任务 34	模块化彩灯控制	401
任务 35	基于系统定时器的时钟	419
项目十五	创新设计	438
任务 36	演讲限时器	438
任务 37	无线温度、湿度测试系统	452
参考文献		467

项目一 认识 STC15 单片机



学习目标

- (1) 了解单片机的基本结构。
- (2) 了解 STC15 单片机的特点。
- (3) 学会使用单片机开发工具。

任务 1 认识 STC15 系列单片机



基础知识

一、单片机

1. 概述

将运算器、控制器、存储器、内部和外部总线系统、I/O 接口电路等集成在一片芯片上组成电子器件，即构成了单芯片微型计算机，即单片机。它的体积小、重量轻、价格便宜，为学习、应用和开发微型控制系统提供了便利条件。单片机的外形如图 1-1 所示。

单片机是由单板机发展过来的。将 CPU 芯片、存储器芯片、I/O 接口芯片和简单的 I/O 设备（小键盘、LED 显示器）等组装在一块印刷电路板上，再配上监控程序，就构成了一个单板微型计算机系统（简称单板机）。随着技术的发展，人们设想将计算机 CPU 和大量的外围设备集成在一个芯片上，使微型计算机系统更小，更适应工作于复杂同时对体积要求严格的控制设备中，由此便产生了单片机。



图 1-1 单片机

Intel 公司按照这样的理念开发设计出具有运算器、控制器、存储器、内部和外部总线系统、I/O 接口电路的单片机，其中最典型的是 Intel 的 8051 系列。

单片机经历了低性能初级探索阶段、高性能单片机阶段、16 位单片机升级阶段、微控制器的全面发展阶段等四个阶段的发展。

(1) 低性能初级探索阶段（1976~1978 年）。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表，它采用了单片结构，即在一块芯片内集成有 8 位 CPU、定时/计数器、并行 I/O 口、RAM 和 ROM 等，主要用于工业领域。

(2) 高性能单片机阶段（1978~1982 年）。单片机带有串行 I/O 口，8 位数据线、16 位地址线（可以寻址的范围达到 64KB）、控制总线、较丰富的指令系统等，推动了单片机的广泛应用，并不断地改进和发展。

(3) 16 位单片机升级阶段 (1982~1990 年)。16 位单片机除 CPU 为 16 位外, 片内 RAM 和 ROM 的容量也进一步增大, 且增加了字处理指令, 实时处理能力更强, 体现了微控制器的特征。

(4) 微控制器的全面发展阶段 (1990 年至今)。微控制器的全面发展阶段, 各公司的产品在尽量兼容的同时, 向高速、强运算能力、寻址范围大、通信功能强以及小巧廉价等方向发展。

2. 单片机的发展趋势

随着大规模集成电路及超大规模集成电路的发展, 单片机将向着更深层次发展。

(1) 高集成度。一片单片机内部集成的 ROM/RAM 容量增大, 增加了电闪存储器, 具有掉电保护功能, 并且集成了 A/D、D/A 转换器、定时器/计数器、系统故障监测和 DMA 电路等。

(2) 引脚多功能化。随着芯片内部功能的增强和资源的不断丰富, 一脚多用的设计方案日益显示出其重要地位。随着芯片内部功能的增强和资源的丰富, 一脚多用的设计方案日益显示出其重要地位。

(3) 高性能。这是单片机发展所追求的一个目标, 更高的性能将会使单片机应用系统设计变得更加简单、可靠。

(4) 低功耗。这将是未来单片机发展所追求的一个目标。随着单片机集成度的不断提高, 由单片机构成的系统体积越来越小, 低功耗将是设计单片机产品时首先考虑的指标。

3. 常用的单片机芯片

(1) 8051 单片机。8051 单片机是 Intel 公司推出的 8051/31 类单片机, 也是世界上使用量最大的几种单片机之一。由于 Intel 公司将重点放在 286、386、奔腾等与 PC 类兼容的高档芯片开发上, 8051 类单片机主要由 Philips、三星、华帮等公司接手。他们在保持与 8051 单片机兼容的基础上改善了 8051 的许多特点, 提高了速度, 降低了时钟频率, 放宽了电源电压的动态范围。

目前增强型 8051 系列单片机一般采用 CMOS 工艺制作, 故称作 80C51 系列单片机。

增加计数器、中断数量, 扩展片内 RAM 空间的单片机为 8052 系列或 80C52 系列单片机。

(2) Philips 单片机。Philips 单片机是基于 8051 内核的单片机, 嵌入了掉电检测、RC 振荡器, 它速度快, 具有集成度较高、成本低、功耗低的特点, 应用广泛。

(3) 三星单片机。三星单片机有 KS51、KS57 系列 4 位单片机, KS86、KS88 系列 8 位单片机, KS17 系列 16 位单片机和 KS32 系列 32 位单片机, 三星还为 ARM 公司生产 ARM 单片机, 三星 OTP 型单片机具有 ISP 在系统可编程功能。

(4) 华帮单片机。华帮单片机属于 8051 类单片机, 它们的 W78 系列与标准的 8051 兼容, W77 系列为增强型 51 单片机, 对 8051 的时序做了改进, 因此在同样的时钟下, 速度快了不少。在 4 位机上, 华帮有 921 系列等, 带 LCD 驱动的 741 系列等。

(5) Motorola 单片机。Motorola 是世界上最大的单片机厂商, 其产品品种全, 选择余地大, 新产品多, 在 8 位机方面有 68HC05 和升级产品 68HC08。68HC05 有 30 多个系列、200 多个品种, 产量超过 20 亿片。8 位增强型单片机 68HC11 也有 30 多个品种, 年产量在 1 亿片以上, 升级产品有 68HC12。16 位单片机 68HC16 有十多个品种。32 位单片机 683XX 系列有几十个品种。Motorola 单片机的特点之一是在同样的速度下所用的时钟较 Intel 类单片机低得多, 因而使得它高频噪声低, 抗干扰能力强, 更适用于工控领域以及恶劣环境中。

(6) Microchip 单片机。Microchip 单片机是市场份额增长最快的单片机。它的主要产品是 16C 系列 8 位 PIC 单片机, 它的 CPU 采用 RISC 结构, 仅 33 条指令, 运行速度快, 且以低价位著称。

Microchip 单片机没有掩膜产品, 全部都是 OTP 器件 (现已推出 Flash 型单片机)。Microchip 单片机使用量大, 档次低, 强调节约成本的最优化设计, 适应价格敏感的产品。

(7) Scenix 单片机。Scenix 单片机的 I/O 模块最有创意。

I/O 模块的集成与组合技术是单片机技术不可缺少的重要方面。除传统的 I/O 功能模块，如并行 I/O、UART、SPI、I²C、A/D、PWM、PLL、DTMF 等，新的 I/O 模块也在不断出现，如 USB、CAN、J1850 等，它集成了包括各种通信协议在内的 I/O 模块，通信功能更强。

(8) NEC 单片机。NEC 单片机自成体系，以 8 位机 78K 系列产量最高，也有 16 位、32 位单片机。16 位单片机采用内部倍频技术，以降低外时钟频率，部分单片机芯片采用内置操作系统。

(9) 富士通单片机。富士通也有 8 位、16 位和 32 位单片机，但是 8 位机使用的是 16 位的 CPU 内核。也就是说 8 位机与 16 位机指令相同，这使得开发比较容易。

(10) Zilog 单片机。Z8 单片机是该公司的产品，它采用多累加器结构，有较强的中断处理能力。其产品为 OTP 型，Z8 单片机的开发工具可以说是物美价廉。Z8 单片机以低价位的优势面向低端应用。

(11) 美国 Atmel 单片机。Atmel 公司的单片机是目前世界上一种独具特色而性能卓越的单片机。它将 8051 内核与其 Flash 专利技术结合，具有较高的性价比。它有 AT89、AT90 两个系列。AT89 系列是 8 位的 Flash 单片机，与 8051 系列兼容，其中 AT89S51 应用十分活跃。AT90 系列是增强型 RISC 内载 Flash 单片机，通常称为 AVR 系列。

(12) 美国 TI 公司单片机。美国 TI 公司将 8051 内核与 ADC、DAC 结合起来，生产出了具有模拟量处理功能的单片机。

MSP430 系列单片机是由 TI 公司开发的 16 位单片机。其突出特点是超低功耗，非常适合于各种功率要求低的场合。它有多个系列和型号，分别由一些基本功能模块按不同的应用目标组合而成。其典型应用是流量计、智能仪表、医疗设备和保安系统等方面的应用。由于其具有较高的性能价格比，因此它的应用已日趋广泛。

(13) 凌阳单片机。台湾凌阳科技股份有限公司致力于 8 位和 16 位机的开发。SPMC65 系列单片机是凌阳主推产品，采用 8 位 SPMC65 CPU 内核，不同型号的芯片只是对片内资源进行删减，其最大的特点就是超强的抗干扰能力。它广泛应用于家用电器、工业控制、仪器仪表、安防报警、计算机外围等领域。SPMC75 系列单片机具有多功能 I/O 口、串行口、ADC、定时计数器等硬件模块，以及能产生电动机驱动波形的 PWM 发生器，有很强的抗干扰能力，广泛应用于变频家电、变频器、工业控制等控制领域。

(14) SST 单片机。美国 SST 公司推出的 SST89 系列单片机为标准的 51 系列单片机，它与 8052 系列单片机兼容，提供系统在线编程（ISP）功能，内部 Flash 擦写次数 1 万次以上，程序保存时间可达 100 年。

(15) 8051F 单片机。8051F 单片是 Silicon Labs 公司开发的片上系统单片机。它改进了 8051 内核，具有 JTAG 接口，可以实现在线下载和调试程序。

(16) 中国深圳宏晶 STC 系列单片机。中国深圳宏晶 STC 系列单片机是 2005 年推出中国本土的第一款具有全球竞争力的，且与 MCS-51 兼容的 STC 系列单片机。它完全兼容 51 单片机，是新一代增强型单片机，它速度快、抗干扰性强、加密性强，带 ADC、PWM，超低功耗，可以远程升级，内部有 MAX810 专用复位电路，价格也较低廉，这些特点使得 STC 系列单片机的应用日益广泛。

深圳宏晶科技有限公司根据市场需求，在 STC89C51、STC89C52 的基础上，先后推出 STC10、STC11、STC12、STC15 系列的单片机。

4. STC15F2K60S2 单片机

STC15F2K60S2 单片机是一种增强型的 8051 单片机,是新型的 Flash 单片机,与传统的 8051 系列单片机兼容,在片内资源、操作性能和运行速度上做了较大的改进。STC15 系列单片机能够对应用程序进行在线修改,具有 ISP(在系统编程)和 IAP(在应用编程)功能,可以把单片机芯片硬件配置为具有仿真功能的单片机,与 Keil C51 编译器配合使用,进行仿真实验。

(1) 性能特点。

1) 高速。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。

2) 宽电压。3.8~5.5V。

3) 低功耗设计。可工作于低速模式、空闲模式、停机模式,支持掉电唤醒。

4) 不需要外部复位。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。

5) 不需要外部晶振。内部高精度 RC 振荡器,可省略外部晶振,内部时钟频率 5~35MHz 可选。

6) 具有 ISP(在系统编程)/IAP(在应用编程)功能。无需专用编程器和仿真器。

7) 内置 Flash 程序存储器。8~62 KB Flash 程序存储器,擦写次数 10 万次以上。

8) 大容量存储器。2048 字节的 SRAM 存储器,1~53 KB 的 Flash 数据存储器 (EEPROM),擦写次数 10 万次以上。

9) 3 通道捕获/比较单元 (PWM/PCA/CCP)。

10) 8 通道高速 10 位 ADC。速度可达 30 万次/秒。

11) 6 个定时器。3 个 16 位可重装初值定时器 T0/T1/T2,3 个 CCP 可再实现 3 个定时器。

12) 两个全双工异步串行口。

13) 高速 SPI 串行同步通信接口。

14) 多路可编程时钟输出。

15) 最多 42 根 I/O 口线。每个 I/O 口驱动能力均可达 20mA,但整个芯片不可超过 120mA。

16) 硬件看门狗 (WDT)。

(2) 内部结构框图。STC15F2K60S2 单片机结构中包含运算器、控制器、片内存储器,兼容 8051 系列单片机,但功能更强,除传统 4 个 I/O 口外增加了 P4、P5 口,串行口两个,可以同时使用;包含 6 个定时器;3 个 16 位可重装初值定时器 T0/T1/T2;3 个 (PWM/PCA/CCP);3 个 CCP 可再实现 3 个定时器。其中的 PWM 功能可以用作 D/A 转换器。它具有一个掉电唤醒定时器,一个片内看门狗,12 个中断源,两个中断优先级;具有 8 通道高速 A/D 转换器,还有高速 SPI 串行同步通信接口;具有外部总线功能,具有 ISP(在系统编程)/IAP(在应用编程)功能;具有大容量存储器 (8~62KB Flash 程序存储器,2KB 的 SRAM 存储器);具有多种封装形式 (PDIP40、LQFP44)。STC15F2K60S2 内部结构如图 1-2 所示。

(3) 存储器。传统的 8051 单片机片内只读存储器 (ROM) 用作程序存储器,用于存放已编好的程序、数据表格等。片内读写存储器 (RAM) 又称随机存取存储器,可用于存放输入、输出数据和中间计算结果,同时还作为数据堆栈区。当存储器的容量不够时,可以进行外部扩展。

STC15F2K60S2 单片机的存储器在结构上分为程序存储器 (ROM) 和数据存储器 (RAM),其内部采用程序存储器与数据存储器各自独立编址的结构形式。在物理结构上共有 4 个存储空间:片内 Flash 程序存储器、片内数据 Flash 存储器、片内基本 RAM 存储器与片内扩展 XRAM 存储器。

1) 片内 Flash 程序存储器。片内 Flash 程序存储器用于存储用户程序、常数、表格数据等,

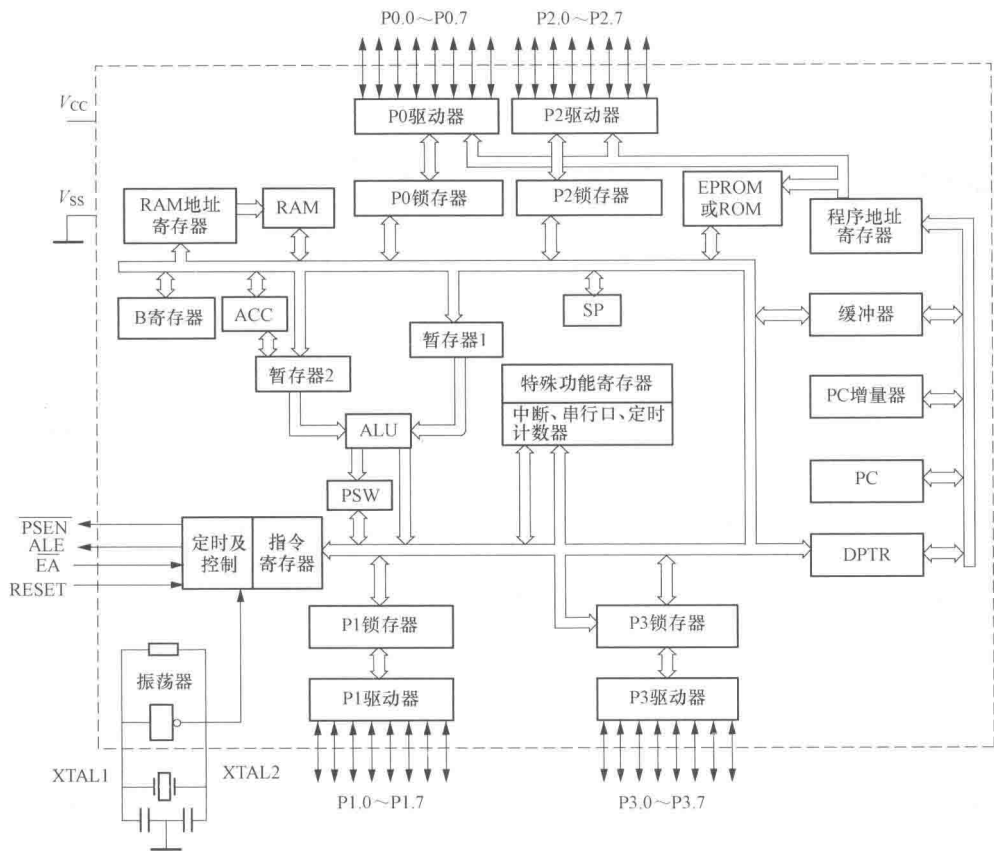


图 1-2 STC15F2K60S2 内部结构图

地址范围是 0000H~EFFFH，通常在 0000H 单元存放一条长跳转指令，转移到用户主程序指定的地址，开始运行用户主程序。

2) 片内数据 Flash 存储器。片内数据 Flash 存储器通常由 EEPROM 电可擦除可编程存储器组成，用于存储经常修改的掉电后有需要保存的参数数据，地址范围是 0000H~3FFFH，分成两个扇区，每个扇区 512 字节，擦除按扇区进行。

3) 片内基本 RAM 存储器。片内基本 RAM 存储器分成两个区：低 128 字节分为工作寄存器区 (00H~1FH)、位寻址区 (20H~2FH) 和通用 RAM 区 (30H~7FH)；高 128 字节为特殊功能寄存器区，也可以用作通用 RAM。通过直接寻址访问特殊功能寄存器，通过间接寻址访问通用 RAM。

特殊功能寄存器用于特殊功能模块的管理和控制，并监视其状态的变化。

STC15F2K60S2 单片机的特殊功能寄存器见表 1-1。

表 1-1 特殊功能寄存器

寄存器	功能	地址	位地址								复位值
			P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0	
P0	P0 口	80H									11111111
SP	堆栈指针	81H									00000111
DPL	数据指针 低字节	82H									00000000

续表

寄存器	功能	地址	位地址								复位值
DPH	数据指针 高字节	83H									00000000
S4CON	串口 4 控制 寄存器	84H	S4SM0	S4SM1	S4SM2	S4REN	S4TB8	S4RB8	S4TI	S4RI	00000000
S4BUF	串口 4 数据 缓冲器	85H									00000000
PCON	电源控制	87H	SMOD	SMOD0	LVDF	POF	GF1	GF0	PD	IDL	00110000
TCON	定时器/计 数器控制	88H	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0	00000000
TMOD	定时器/计数 器方式控制	89H	GATA	C/ \bar{T}	M1	M0	GATA	C/ \bar{T}	M1	M0	00000000
TL0	定时器/计数 器 0 低字节	8AH									00000000
TL1	定时器/计数 器 1 低字节	8BH									00000000
TH0	定时器/计数 器 0 高字节	8CH									00000000
TH1	定时器/计数 器 1 高字节	8DH									00000000
AUXR	辅助	8EH	T0x12	T1x2	UART_ M0x6	T2R	T2C/T	T2x12	EXTRAM	S1ST2	00000001
INT_ CLK0	时钟分频	8FH	—	EX4	EX3	EX2	—	T2CLK0	T1CLK0	T0CLK0	x000x000
P1	P1 口寄存器	90H	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	11111111
P1M0	P1 口模式配 置寄存器 0	91H									00000000
P1M1	P1 口模式配 置寄存器 1	92H									00000000
P0M0	P0 口模式配 置寄存器 0	93H									00000000
P0M1	P0 口模式配 置寄存器 1	94H									00000000
P2M0	P2 口模式配 置寄存器 0	95H									00000000
P2M1	P2 口模式配 置寄存器 1	96H									00000000
CLK- DIV	时钟分频	97H	MCK0-S1	MCK0-S0	ADRJ	Tx-Rx	Tx2-Rx2	CLKS2	CLKS1	CLKSO	00000000

续表

寄存器	功能	地址	位地址								复位值
SCON	串口控制寄存器	98H	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	00000000
SBUF	串口数据缓冲器	99H									00000000
S2CON	串口 2 控制寄存器	9AH	S2M0	—	S2M2	S2REN	S2TB8	S2RB8	S2TI	S2RI	00000000
S2BUF	串口 2 数据缓冲器	9BH									00000000
P1ASF	P1 模拟功能配置寄存器	9DH	P17ASF	P16ASF	P14ASF	P14ASF	P13ASF	P12ASF	P11ASF	P10ASF	00000000
P2	P1 口寄存器	A0H	P2.7	P2.6	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0	11111111
BUS-SPEED	总线速度控制	A1H	—	—	—	—	—	—	EXRT1	EXRT0	xxxxxx10
AUXR1	辅助寄存器	A2H	SI_S1	SI_S0	CCP_S1	CCP_S0	SPI_S1	SPI_S0	0	DPS	01000000
IE	中断控制	A8H	EA	ELVD	EADC	ES	ET1	EX1	ET0	EX0	00000000
SADDR	从机地址控制寄存器	A9H									00000000
WKTCL	掉电唤醒定时器低位	AAH									11111111
WKTCH	掉电唤醒定时器高位	ABH									01111111
IE2	中断控制寄存器 2	AFH	—	—	—	—	—	ET2	ESPI	ES2	xxxxxx000
P3	P3 口寄存器	B0H	P3.7	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	P3.1	P3.0	11111111
P3M0	P3 口模式配置寄存器 0	B1H									00000000
P3M1	P3 口模式配置寄存器 1	B2H									00000000
P4M0	P4 口模式配置寄存器 0	B3H									00000000
P4M1	P4 口模式配置寄存器 1	B4H									00000000
IP2	中断优先级控制 2	B5H	—	—	—	—	—	—	PSPI	PS2	xxxxxx00
IP	中断优先级控制	B8H	PPCA	PLVF	PADC	PS	PT1	PX1	PT0	PX0	00000000
SADEN	从机地址掩模	BAH									00000000
P_SW2	外围功能切换	BBH	—	—	—	—	—	S4_S	S3_S	S2_S	xxxxxx000

续表

寄存器	功能	地址	位地址								复位值
ADC_ CONTR	A/D 转换控制	BCH	ADC-POWER	SPEED1	SPEED0	ADC-FLAG	ADC_START	CHS2	CHS1	CHS0	00000000
ADC_ RES	A/D 转换结果高位	BDH									00000000
ADC_ RESL	A/D 转换结果低位	BEH									00000000
P4	P4 口寄存器	C0H	P4.7	P4.6	P4.5	P4.4	P4.3	P4.2	P4.1	P4.0	11111111
WDT_ CONTR	看门狗控制	C1H	WDT_ FLAG	—	EN_ WDT	CLR_ WDT	IDEL_ WDT	PS2	PS1	PS0	0x000000
IAP_ DATA	IAP 数据	C2H									11111111
IAP_ ADDRH	IAP 地址高位	C3H									00000000
IAP_ ADDRL	IAP 地址低位	C4H									00000000
IAP_ CMD	IAP 命令	C5H	—	—	—	—	—	—	MS1	MS0	xxxxxx00
IAP_ TRIG	IAP 触发	C6H									
IAP_ CONTR	IAP 控制	C7H	IAPEN	SWBS	SWRST	CDM_ FAIL	—	WT2	WT1	WT0	0000x000
P5	P5 口寄存器	C8H	—	—	P5.5	P5.4	P5.3	P5.2	P5.1	P5.0	xx111111
P5M0	P5 口模式配置 0	C9H									xx000000
P5M1	P5 口模式配置 1	CAH									xx000000
SPSTAT	SPI 状态	CDH	SPIF	WCOL	—	—	—	—	—	—	00xxxxxx
SPCTL	SPI 控制	CEH	SSIG	SPEN	DORD	WSTR	CPOL	CAPHA	SPR1	SPR0	00000000
SPDAT	SPI 数据	CFH									00000000
T2H	定时器 T2 高 8 位	D6H									00000000
T2L	定时器 T2 低 8 位	D7H									00000000
CCON	PCA 控制	D8H	CF	CR	—	—	CCF3	CCF2	CCF1	CCF0	00xx0000
CMOD	PCA 方式	D9H	CIDL	—	—	—	—	CPS1	CPS0	ECF	0xxx0000
CCAPM0	PCA0 方式	DAH	—	ECOM0	CAPP0	CAPN0	MAT0	TOG0	PWM0	ECCF0	x0000000
CCAPM1	PCA1 方式	DBH	—	ECOM1	CAPP1	CAPN1	MAT1	TOG1	PWM1	ECCF1	x0000000
CCAPM2	PCA2 方式	DCH	—	ECOM2	CAPP2	CAPN2	MAT2	TOG2	PWM2	ECCF2	x0000000
CL	PCA 基准	E9H									00000000
CCAP0L	PCA0 捕获	EAH									00000000
CCAP1L	PCA1 捕获	EBH									00000000

续表

寄存器	功能	地址	位地址								复位值
CCAP2L	PCA2 捕获	ECH									00000000
PCA_PWM0	PWM 辅助寄存器 0	F2H	EBS0_1	EBS0_0	—	—	—	—	EPC0H	EPC0L	xxxxxx00
PCA_PWM1	PWM 辅助寄存器 1	F3H	EBS1_1	EBS1_0	—	—	—	—	EPC1H	EPC1L	xxxxxx00
PCA_PWM2	PWM 辅助寄存器 2	F4H	EBS2_1	EBS2_0	—	—	—	—	EPC2H	EPC2L	xxxxxx00
CH	PCA 基准寄存器	F9H									00000000
CCAP0H	PCA1 捕获寄存器高字节	FAH									00000000
CCAP1H	PCA 捕获寄存器高字节	FBH									00000000
CCAP2H	PCA2 捕获寄存器高字节	FCH									00000000

4) 片内扩展 XRAM 存储器。片内扩展 XRAM 存储器的地址范围是 0000H~06FFH。当超过 06FFH 时,系统自动访问片外扩展 RAM,通过 MOVX 指令访问,同时 STC15F2K60S2 单片机保留了数据存储扩展功能,可以通过 AUXR 进行选择。实际应用中,应尽量使用片内扩展的 XRAM。

通过特殊功能寄存器 AUXR 的 EXTRAM 位可以设定允许或禁止访问片内扩展 XRAM。当 EXTRAM=0 时,允许访问片内扩展 XRAM;当 EXTRAM=1 时,禁止访问片内扩展 XRAM。

(4) 单片机的时钟与时序。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 软件进行设置,STC-ISP 软件启动运行后,时钟频率设置如图 1-3 所示。时钟频率 f_{osc} 可在 5~35MHz 的范围内选择。

STC15F2K60S2 单片机出厂时配置为使用片内 RC 振荡器。通过 STC-ISP 软件设置可以选择使用外部时钟,这时,单片机的时钟信号由连接在单片机 XTAL1、XTAL2 引脚的晶振产生,或直接由连接于 XTAL1 的外部时钟信号提供。

STC15F2K60S2 单片机的时钟输出信号不是直接与单片机 CPU、内部接口和时钟信号连接,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。

一般称片内 RC 振荡器或外部时钟为主时钟,其频率记为 f_{osc} ,单片机 CPU、内部接口的时钟称为系统时钟,记为 f_{sys} ,它们的关系是 $f_{sys} = f_{osc} / N$,其中 N 为分频系数,通过特殊功能寄存器 CLK_DIV 进行设置,具体情况见表 1-2。

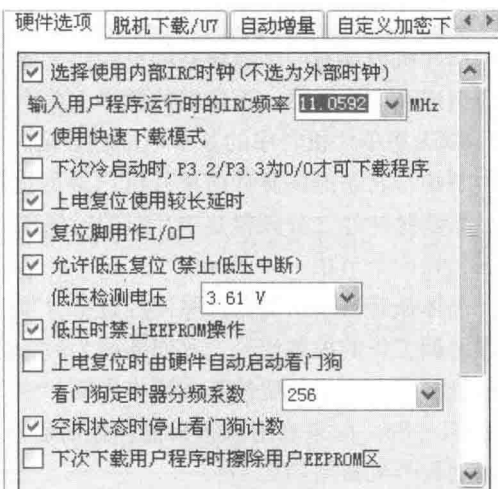


图 1-3 时钟频率设置

表 1-2 CPU 的系统时钟

CLKS2	CLKS1	CLKS0	分频系数	系统时钟
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 单片机主时钟由 P5.4 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，主时钟输出见表 1-3。

表 1-3 主时钟输出

MCKO_S1	MCKO_S0	主时钟
0	0	禁止输出
0	1	f_{osc}
1	0	$f_{osc}/2$
1	1	$f_{osc}/4$

CPU 的时序是指各控制信号在时间上的相互联系与先后次序。单片机本身就如同一个复杂的同步时序电路，为了确保同步工作方式的实现，电路应在统一的时钟信号控制下按时序进行工作。

单片机内部有一个高增益的反相放大器，通过外引脚 XTAL1、XTAL2 连接外部石英晶体和电容组成晶体振荡器，振荡器的频率主要由石英晶体确定，外接电容有微调作用。

8051 型单片机时序的基本单位有节拍、状态、机器周期和指令周期。

节拍与状态振荡脉冲由单片机内部的振荡电路产生，一个振荡周期称为一个节拍，用 P 表示。振荡脉冲经二分频就是单片机的时钟周期。一个时钟周期称为一个状态，用 S 表示。一个状态 S 包括两个节拍——P1 和 P2。

晶体振荡器输出的振荡脉冲经过二分频器形成内部时钟信号，用作单片机内部各功能部件按时序协调工作的控制信号，其周期称为时钟周期，也称为状态周期。

机器周期是单片机的基本操作周期。一个机器周期为 12 个振荡周期，即 6 个状态，依次表示为 S1~S6。如果采用 6MHz 晶体振荡器，则每个机器周期为 $2\mu\text{s}$ ；如果采用 12MHz 晶体振荡器，则每个机器周期为 $1\mu\text{s}$ 。

指令周期就是执行一条指令所需要的时间，指令周期是时序中最大的时间单位。由于执行不同的指令所需要的时间长短不同，因此通常以指令消耗机器周期的多少为依据来确定指令周期。8051 单片机有单机器周期指令、双机器周期指令和四机器周期指令。四机器周期指令只有乘法和除法两条指令。

指令的执行速度由机器的时钟周期和指令周期决定。