

工程师经验手记

# 51单片机轻松入门

## ——基于STC15W4K系列

(C语言版)

李友全 编著



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

工程师经验手记

# 51 单片机轻松入门(C语言版)

## ——基于 STC15W4K 系列

李友全 编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书以最新流行的不需要外部晶振与复位电路的可仿真的高速 STC15W4K 系列单片机为核心,详细介绍了单片机内部功能模块,比如定时器、中断、串口、SPI 接口、片内比较器、A/D 转换器、可编程计数器阵列(CCP/PCA/PWM)等。每个重要知识点都有简短精炼的实例作验证。然后就是单片机常用外围接口的介绍与 STC15W4K 系列单片机的实际产品运用实例分析。另外,对单片机开发必须掌握的 C 语言基础知识与 Keil 开发环境也作了较为详细的介绍。对于没有学习过 C 语言的读者,通过本书也能轻松进入以 C 语言开发单片机的学习状态。

为了快速验证本书的理论知识,作者设计与本书配套的双核(两个仿真型单片机)实验板,功能强大,操作简单、直观,除用于本书实验测试外,也可用于产品前期开发。

本书可作为普通高校计算机类、电子类、自动控制类、仪器仪表类、机电一体化类等相关专业的教学用书,对已有一定设计经验的单片机工程师也有重要的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

51 单片机轻松入门 : C 语言版 : 基于 STC15W4K 系列/  
李友全编著. --北京 : 北京航空航天大学出版社,  
2015.6

ISBN 978-7-5124-1799-1

I. ①5… II. ①李… 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(2015)第 121186 号

版权所有,侵权必究。

### 51 单片机轻松入门(C 语言版)——基于 STC15W4K 系列

李友全 编著

责任编辑 杨 昕

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

北京楠海印刷厂印装 各地书店经销

\*

开本:710×1 000 1/16 印张:26.25 字数:559 千字

2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1799-1 定价:59.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

# 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,STC 宏晶科技对 8051 单片机进行了全面的技术升级与创新,经历了 STC89/90、STC10/11、STC12、STC15 系列,累计上百种产品:全部采用 Flash 技术(可反复编程 10 万次以上)和 ISP/IAP(在系统可编程/在应用可编程)技术;针对抗干扰进行了专门设计,具有超强的抗干扰能力;进行了特别加密设计,如 STC15 系列现无法解密;对传统 8051 进行了全面提速,指令速度最快提高了 24 倍;大幅提高了集成度,如集成了 A/D、CCP/PCA/PWM (PWM 还可当 D/A 使用)、高速同步串行通信端口 SPI、高速异步串行通信端口 UART、定时器、看门狗、内部高精度时钟( $\pm 1\%$ 温漂,  $-40\sim +85^{\circ}\text{C}$ 之间,可彻底省掉外部昂贵的晶振)、内部高可靠复位电路(可彻底省掉外部复位电路)、大容量 SRAM、大容量 EEPROM、大容量 Flash 程序存储器等。针对大学教学,现 STC15 系列一个单芯片就是一个仿真器,定时器改造为支持 16 位自动重载(学生只需学一种模式),串行口通信波特率计算改造为系统时钟/4/(65 536-重装数),极大地简化了教学,针对实时操作系统 RTOS 推出了不可屏蔽的 16 位自动重载定时器,并且在最新的 STC-ISP 烧录软件中提供了大量的贴心工具,如范例程序、定时器计算器、软件延时计算器、波特率计算器、头文件、指令表、Keil 仿真设置等。

2014 年 4 月,STC 宏晶科技重磅推出了 STC15W4K32S4 系列单片机,宽电压工作范围,不需任何转换芯片,STC15W4K32S4 系列单片机可直接通过计算机 USB 接口进行 ISP 下载编程,集成了更多的 SRAM(4 KB)、定时器 7 个(5 个普通定时器+2 个 CCP 定时器)、串口(4 个),集成了更多的高功能部件(如比较器、带死区控制的 6 路 15 位专用 PWM 等);开发了功能强大的 STC-ISP 在线编程软件,包含了项目发布、脱机下载、RS485 下载、程序加密后传输下载等功能,并已申请专利。

在中国,民间草根企业掌握了 Intel 8051 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,站在 8051 单片机的前沿,也正在向着 32 位前进的途中。当然,这有您,有他,有大家的关心、鼓励与支持!

STC 宏晶科技感恩社会,回馈社会,全力支持我国的单片机/嵌入式系统教育事业,STC 大学推广计划正如火如荼地进行中,免费向一本、二本大学赠送可仿真的 STC15W4K 系列实验箱(仿真芯片 IAP15W4K58S4),共建 STC 高性能单片机联合实验室。本教材为 STC 大学推广计划的合作教材,也是 STC 杯单片机系统设计大赛的推荐教材。

部分已建和在建的高校名单:上海交通大学、西安交通大学、浙江大学、武汉大学、华中科技大学、中山大学、吉林大学、山东大学、哈尔滨工业大学、天津大学、同济大学、湖南大学、兰州大学、东北大学、西北农林科技大学、中国海洋大学、北京航空航天大学、南京航空航天大学、北京理工大学、南京理工大学、华东理工大学、太原理工大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨工程大学、北京化工大学、北京工业大学、东华大学、苏州大学、江南大学、扬州大学、南通大学、宁波大学、深圳大学、杭州电子科技大学、桂林电子科技大学、西安电子科技大学、成都电子科技大学、华北电力大学、南京邮电大学、西安邮电大学、天津工业大学、中国石油大学、中国矿业大学等“985”、“211”及电类本科高校,以及广东轻工职业技术学院、深圳信息职业技术学院、深圳职业技术学院等高等职业学校。

感谢 Intel 公司发明了经久不衰的 8051 体系结构,感谢李友全老师的新书,保证了中国 30 年来的单片机教学与世界同步。采用本书作为教材的院校将优先免费获得我们可仿真的 STC15W4K 系列实验箱的支持。

明知山有虎,偏向虎山行!

STC 宏晶科技:Andy. 姚

[www.STCMCU.com](http://www.STCMCU.com), [www.GXWMCU.com](http://www.GXWMCU.com)

2015 年 1 月



# 前 言

STC 单片机是在传统 8051 单片机内核的基础上进行大幅度改进升级优化而来的新一代 8051 单片机,具有高速、高可靠、低功耗、外围模块多、ISP 升级程序方便、价格低廉等显著优点,加上 STC 宏晶科技单片机的厂商“南通国芯微电子”属于中国大陆本土企业,当我们在产品设计过程中遇到问题时,便于与厂家沟通以获得技术支持,所以 STC 单片机已经被众多的产品设计工程师作为首选方案而运用到自己的产品中。

STC 单片机的指令系统与标准的 8051 内核完全兼容,过去的 51 单片机书籍仍然可以拿来作为辅助参考资料。已经熟悉传统 8051 内核单片机的读者,可以轻松过渡到 STC 可仿真的超级强大的 STC15 系列单片机或 STC 早期的 STC89 系列单片机,本书的编写建立在笔者十多年的产品设计经验基础之上,具体编写从前到后又花费了近 5 年的时间,笔者本着十年磨一剑的精神把每一个章节的内容写出水平,因此本书内容翔实,语言简练,通俗易懂,对多年来传统单片机教材含糊不清的概念与重要知识都作了明确分析;全书程序代码编写规范,注重程序的通用性与移植性,让读者既能轻松看懂理论知识,又能方便地将程序代码移植到产品中去。

本教材主讲的单片机型号是 STC 公司的 IAP15W4K58S4(既能仿真又能使用 USB 直接下载程序),是目前 STC 最先进的芯片之一,内部资源十分丰富,具有 58 KB 程序存储器,4 096 字节数据存储器,5 个定时器,4 个独立串口,8 通道 10 位高速 A/D 转换器,1 个 SPI 接口支持主机与从机模式,2 路 CCP/PCA/PWM,6 路带死区控制的专用 PWM,1 个比较器等,支持 USB 直接下载程序和串口下载程序,内部集成有高精度 R/C 时钟与高可靠复位电路,支持 2.5~5.5 V 宽工作电压范围,只需提供电源就能成为单片机最小系统,只需加上一个 RS232 电平转换芯片或 USB 转串口芯片再与计算机相连就能成为一个功能完美的仿真系统。程序仿真调试非常方便,用此芯片可以完成本书很多高级实验,比如 TLC5615 数/模转换芯片播放歌曲、SD 卡读/写等。另外,此单片机在软件与硬件上都完全兼容资源略少的上一代单片机 STC15F2K60S2 系列,因此本书也完全适用于 STC15F2K60S2 系列的学习。为降低实际产品成本,本书还辅助性地介绍了 STC15W404S 系列、STC15W404S 系列。其资源更少一些,但引脚仍然很多,同样支持宽电压供电,带比较器功能,支持 SPI 主机与从机模式等。在功能

要求比较简单的产品上,为进一步降低成本,读者也可使用 STC15W401AS 系列或 STC15W100 系列芯片。

本教材在编写过程中得到了北京航空航天大学出版社和 STC 单片机创始人姚永平先生的大力支持,使本书在总体架构上的先进性与实用性得到了保证,并由姚永平先生亲自担任本教材的主审,在此向北京航空航天大学出版社和姚永平先生深表谢意。

本书中用到的单片机程序下载软件可到 STC 官网 <http://www.stmcu.com> 免费下载,其他相关软件与配套例程可以到北京航空航天大学出版社网站 <http://www.buaapress.com.cn> 免费下载;也可直接与作者联系索取更多的辅助学习资源与配套视频教程。作者邮箱:[xgliyouquan@126.com](mailto:xgliyouquan@126.com),个人博客:<http://xgliyouquan.blog.163.com>。欢迎大家提出意见或建议。

编 者

2015 年 1 月



第 1 章 单片机高效入门	1
1.1 单片机简介	1
1.1.1 认识单片机	1
1.1.2 单片机的用途	2
1.1.3 典型芯片与 C 语言介绍	2
1.1.4 本书的配套实验板及相关学习工具介绍	4
1.2 点亮一个发光二极管	13
1.2.1 单片机型号命名规则	13
1.2.2 单片机引脚功能说明	14
1.2.3 制作一个最简单的单片机实验电路	19
1.2.4 使用 Keil $\mu$ Vision3 环境编写最简单的程序	20
1.2.5 ISP 下载程序到单片机	25
1.2.6 程序解释	27
1.3 Keil 仿真	28
1.3.1 软件仿真	28
1.3.2 硬件仿真	34
1.4 经典流水灯实例	36
1.5 单片机 C 语言延时程序详解	39
1.5.1 学会使用计算软件	39
1.5.2 计算软件内部运算过程详解	40
1.5.3 利用库函数实现短暂精确延时	46
1.5.4 使用定时器/计数器实现精确延时	46
1.6 main()、void main()和 int main()的区别	46
1.7 printf 格式化输出函数	47
第 2 章 单片机开发必须掌握的 C 语言基础	51
2.1 简单数据类型与运算符	51
2.1.1 原码、反码、补码、BCD 码和格雷码	52
2.1.2 常量	56
2.1.3 变量的数据类型(bit、char、int、long、float)	56
2.1.4 变量存储空间(code、data、bdata、idata、xdata)	65
2.1.5 变量存储类型(auto、static、extern)	66



2.1.6	变量作用域	69
2.1.7	运算符	70
2.1.8	运算符的优先级与结合性	76
2.2	C51 构造数据类型	78
2.2.1	数 组	78
2.2.2	结构体	80
2.2.3	共用体	83
2.2.4	指 针	84
2.2.5	#define 与 typedef 的区别	88
2.3	流程与控制	90
2.3.1	分支结构	90
2.3.2	循环结构	92
2.3.3	跳转结构	93
2.4	函 数	95
2.4.1	函数定义	95
2.4.2	调用格式	96
2.4.3	传值调用与传地址调用的对比	96
2.4.4	数组作为函数参数	97
2.4.5	使用指针变量作为函数形式参数	98
2.4.6	使用结构体变量指针作为函数参数	98
2.4.7	函数作用域	99
2.4.8	库函数	99
2.5	模块化编程	100
2.5.1	头文件的编写	100
2.5.2	条件编译	100
2.5.3	多文件程序(模块化编程)	101
第3章	定时器/计数器、中断系统	104
3.1	定时器/计数器	104
3.1.1	单片机定时器/计数器工作原理概述	104
3.1.2	定时器/计数器的相关寄存器	105
3.1.3	定时器/计数器的工作方式	108
3.1.4	初值计算	111
3.1.5	编程举例	112
3.2	可编程时钟输出	115
3.3	中断系统	120
3.3.1	中断系统结构图	120
3.3.2	操作电路图中的开关(相关寄存器介绍)	120

3.3.3	编写中断函数	124
3.3.4	中断程序举例	125
3.3.5	外部中断代码调试(按键的防抖技术)	129
<b>第4章</b>	<b>串口通信</b>	<b>131</b>
4.1	最基本的串口通信	131
4.1.1	串口数据发送格式	132
4.1.2	串口相关寄存器	133
4.1.3	波特率计算步骤	138
4.1.4	单片机与计算机通信的简单例子	140
4.2	彻底理解串口通信协议	144
4.3	串口隔离电路	149
4.4	计算机扩展串口(USB转串口芯片CH340G)	151
4.5	RS485串行通信	155
4.6	SSI通信	158
4.6.1	SSI数据通信格式	158
4.6.2	SSI硬件电路	159
4.6.3	SSI软件实现	160
4.7	数据通信中的错误校验	162
4.7.1	校验和(CheckSum)与重要的串口通信实例	163
4.7.2	CRC校验	166
4.8	单片机向计算机发送多种格式的数据	170
<b>第5章</b>	<b>SPI通信</b>	<b>175</b>
5.1	SPI总线数据传输格式	175
5.1.1	接口定义	175
5.1.2	传输格式	176
5.2	SPI接口相关寄存器	177
5.2.1	SPI相关的特殊功能寄存器	177
5.2.2	SPI接口引脚切换	181
5.3	SPI接口运用举例	181
<b>第6章</b>	<b>I<sup>2</sup>C通信</b>	<b>191</b>
6.1	I <sup>2</sup> C总线数据传输格式	191
6.1.1	各位传输要求	191
6.1.2	多字节传输格式	194
6.2	程序模块功能测试	198
6.2.1	硬件仿真观察24C02读/写结果(R/C时钟:22.1184MHz)	198
6.2.2	硬件仿真观察24C32/64读/写结果(R/C时钟:22.1184MHz)	204
6.3	24C02运用实例(断电瞬间存储整数或浮点数)	207

<b>第 7 章 单片机内部比较器与 DataFlash 存储器</b> .....	214
7.1 STC15W 系列单片机内部比较器 .....	214
7.1.1 比较器结构图 .....	214
7.1.2 寄存器说明 .....	214
7.1.3 电路讲解与程序实例 .....	216
7.2 DataFlash 存储器 .....	217
7.2.1 与 DataFlash 操作有关的寄存器介绍 .....	218
7.2.2 DataFlash 操作实例(断电瞬间存储数据) .....	220
<b>第 8 章 可编程计数阵列 CCP/PCA/PWM 模块(可用作 DAC)</b> .....	226
8.1 PCA 模块总体结构图 .....	226
8.2 PCA 模块的特殊功能寄存器 .....	227
8.3 PCA 模块的工作模式与应用举例 .....	230
<b>第 9 章 模/数转换器 ADC</b> .....	241
9.1 ADC 的主要技术指标 .....	241
9.2 使用单片机内部的 10 位 ADC .....	243
9.2.1 与 ADC 相关的特殊功能寄存器 .....	243
9.2.2 实例代码 .....	245
9.3 12 位 ADC 转换芯片 MCP3202 - B .....	247
9.4 单通道 16 位 ADC 转换芯片 ADS1110A0 .....	253
9.5 单通道 18 位 ADC 转换芯片 MCP3421A0T - E/CH .....	253
<b>第 10 章 数/模转换器 DAC</b> .....	258
10.1 TLC5615 数/模转换电路与基本测试程序 .....	258
10.2 TLC5615 产生锯齿波、正弦波、三角波 .....	261
10.3 TLC5615 的高级运用(播放歌曲) .....	265
<b>第 11 章 单片机实用小知识</b> .....	269
11.1 复位 .....	269
11.1.1 外部 RST 引脚复位 .....	269
11.1.2 软件复位 .....	270
11.1.3 内部低压检测复位 .....	270
11.1.4 看门狗定时器复位 .....	271
11.2 单片机的低功耗设计 .....	272
11.2.1 相关寄存器说明 .....	272
11.2.2 应用举例 .....	275
11.3 单片机扩展 32 KB 外部数据存储器 62C256 .....	276
11.3.1 电路讲解 .....	277
11.3.2 软件测试实例 .....	278
<b>第 12 章 常用单片机接口程序</b> .....	281

12.1	数码管静态显示	281
12.2	数码管动态显示	285
12.3	独立键盘	289
12.4	矩阵键盘	297
<b>第 13 章</b>	<b>1602 液晶</b>	<b>305</b>
13.1	1602 液晶外形与电路图	305
13.2	1602 液晶应用举例	306
13.3	1602 液晶显示汉字与特殊符号	310
<b>第 14 章</b>	<b>精密电压表/电流表/通用显示器/计数器制作</b>	<b>313</b>
14.1	功能说明与电路原理分析	313
14.2	程序实例	316
14.2.1	通用显示器功能检测程序(外部程序)	316
14.2.2	计数器功能检测程序(外部程序)	317
14.2.3	模块程序	317
<b>第 15 章</b>	<b>步进电机测试</b>	<b>322</b>
15.1	步进电机的特点	322
15.2	步进电机的 3 种励磁方式	323
15.3	步进电机驱动电路	324
15.4	步进电机驱动实例	325
15.5	步进电机专用驱动器介绍	327
<b>第 16 章</b>	<b>频率检测</b>	<b>329</b>
16.1	频率检测的用途与频率定义	329
16.2	频率检测实例	330
<b>第 17 章</b>	<b>DS1302 时钟芯片</b>	<b>335</b>
17.1	DS1302 的 SPI 数据通信格式	335
17.2	程序实例	337
<b>第 18 章</b>	<b>红外通信</b>	<b>341</b>
18.1	红外通信电路与基本原理	341
18.2	红外接收软件实例	344
<b>第 19 章</b>	<b>单总线 DS18B20 通信(长距离无线通信)</b>	<b>350</b>
19.1	DS18B20 运用基础	350
19.1.1	单只 DS18B20 的温度检测电路	350
19.1.2	DS18B20 的通信时序	350
19.1.3	DS18B20 内部功能部件 ROM、RAM 和指令集	353
19.1.4	读取温度步骤	355
19.2	单只 DS18B20 的温度检测	356
19.3	多只 DS18B20 的温度检测	361

19.3.1 读取传感器代码	361
19.3.2 读取传感器温度	362
<b>第20章 SD卡与znFAT文件系统</b>	<b>366</b>
20.1 认识SD卡与SD卡驱动程序	366
20.1.1 认识SD卡	366
20.1.2 电路讲解	368
20.1.3 通信时序与完整驱动程序说明	368
20.2 znFAT文件系统	377
20.2.1 znFAT的移植方法	377
20.2.2 znFAT移植实例	381
<b>第21章 MP3播放器实验</b>	<b>383</b>
21.1 MP3的介绍与电路讲解	383
21.1.1 VS1003B引脚说明	384
21.1.2 VS1003寄存器	385
21.2 正弦测试	387
21.3 通过SD卡播放MP3文件	390
<b>第22章 数字存储示波器技巧与逻辑分析仪的操作</b>	<b>394</b>
22.1 测量直流电源开关机瞬间输出的毛刺浪涌	394
22.2 测量稍纵即逝的红外发射信号	398
22.3 精确测量直流电源纹波	400
22.4 示波器带宽选用依据	402
22.5 逻辑分析仪快速入门	403
<b>附录 ASCII码表</b>	<b>406</b>
<b>参考文献</b>	<b>408</b>

# 第 1 章

## 单片机高效入门

### 1.1 单片机简介

#### 1.1.1 认识单片机

单片机全称是单片微型计算机。大家都知道计算机内部主要包含微处理器 CPU、硬盘、内存等部件,而一个单片机内部也包含了微处理器内核、程序存储器、数据存储器等,单片机的内核相当于计算机主板上的 CPU,单片机的程序存储器相当于计算机的硬盘,单片机的数据存储器相当于计算机的内存。另外,编写过计算机应用程序的人都知道,计算机是按程序命令一条条执行语句完成所需的功能,单片机也是按程序命令一条条执行语句完成所需的功能。从这里可以看出,单片机与计算机实在是太相似了,这就是可以把它称为计算机的原因。还有,单片机拥有的这么多的结构部件都是集成在单一的、一块集成电路芯片上的,加上体积微小,所以全称就是单片微型计算机,简称单片机。单片机常见外观如图 1-1 所示。

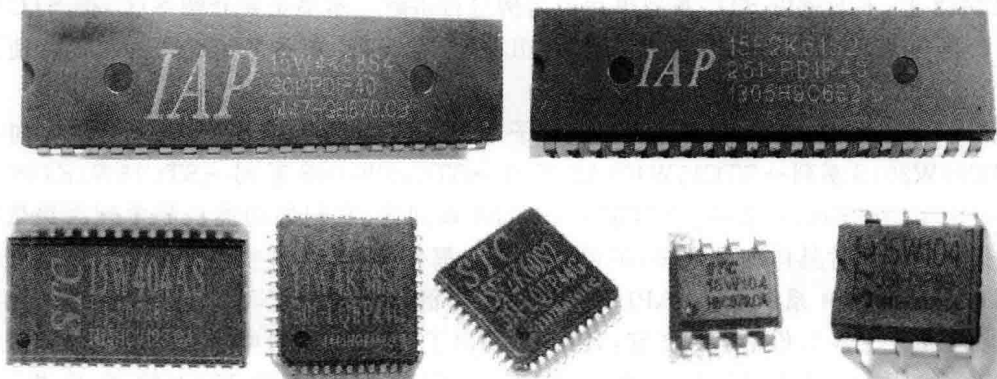


图 1-1 单片机常见外观图



单片机与普通集成电路的区别是:普通集成电路的功能是固定死的,使用者无法更改;单片机的功能是可以编写程序进行更改。事实上,由于单片机只是用在电子产品线路板上的一个集成电路芯片,完成一些常用的电气检测与控制功能,把它称为微型计算机太过夸大其词,于是又有人把它改名称为微控制器,英文名称 Micro Control Unit,缩写为 MCU。不管称为单片微型计算机还是微控制器或者 MCU,它本质上始终是用在电子产品线路板上的一个集成电路芯片,没什么神奇之处。

### 1.1.2 单片机的用途

单片机的用途十分广泛,比如常见的家用电器洗衣机、空调、电磁炉等内部有单片机;智能化仪器仪表内有单片机;工业生产数控机床位移检测用的光栅尺,其光栅尺连接的控制仪表内有单片机;作者设计过的,在全国各地的国家粮食储备库与中央粮食储备库的计算机测温系统,除计算机外的核心就是单片机;作者设计过的,用在生产流水线检验家用热水器部件的检验设备和检验汽车部件的检验设备,也都是以计算机和单片机为核心构成的。

现在这个时代的电子产品,普遍都在使用单片机,所以学好单片机是非常重要的。

### 1.1.3 典型芯片与 C 语言介绍

单片机种类较多,比较流行的有 51 单片机、AVR 单片机、PIC 单片机、MSP430 单片机、STM32 等。过去比较流行的 51 单片机的典型型号是 AT89C51 与 AT89S51,现在已被功能更强大、使用更方便的 STC 单片机所取代。STC 单片机对原有 51 内核进行了重大改进并增加了很多片内外设,第一代 STC89 系列单片机的性能就显著超越了 AT89 系列;又经历了几代的发展,现在 STC 已发展到了 15 系列,具有低功耗、低价位、高性能、使用方便等显著特点。STM32 是意法半导体公司使用 Cortex-M3 内核生产的 32 位单片机,运行速度更快、功能更强大、性价比高,现在运用也比较广泛。至于 AVR 单片机、PIC 单片机、MSP430 单片机等由于价格高、供货渠道不稳定等多种因素,它们在市场所占有的份额已经越来越小,所以学习单片机要把重点放在 STC 和 STM32 上,下面就以 STC 系列单片机为例进行讲解。本书主要介绍 STC,把 STC 学通后再学习 STM32 就简单了,因为,几乎所有 STC 单片机的例子都可以使用在 STM32 上。

STC15 系列单片机又分为多个子系列,STC15W100/STC15F100W 系列→STC15W201S 系列→STC15W401AS 系列→STC15W404S 系列→STC15W1K16S 系列→STC15F2K60S2 系列→STC15W4K32S4 系列等,它们的功能从简单到高级依次增强。由于芯片具体型号众多,不可能每一个都去学,所以本书主要讲解功能最强的 STC15W4K32S4 系列中的 IAP15W4K58S4,它的功能最全(STC15 系列中的其他型号功能都比它少),价格也更便宜,表 1-1 列出了 STC15 系列单片机典型型号与资源的对比。IAP15W4K58S4 单片机兼容 STC15 系列其他型号的单片机,在 IAP15W4K58S4 单片机上运行正常的程序,不用做任何修改就可以直接下载到同系列

的其他型号的单片机上运行。在硬件上,IAP15W4K58S4 引脚排列也完全兼容相同封装的 15 系列的其他型号。正因为如此,与本书配套的实验板除了可以做 IAP15W4K58S4 相关的实验外,也可以完成 15 系列其他型号单片机的实验。综上所述,读者只要学会使用 IAP15W4K58S4,STC15 系列中的其他型号芯片就都可以使用了。

表 1-1 STC15 系列单片机典型型号对比

型 号	IAP15W4K58S4 (本身就是仿真器)	STC15W4K56S4	IAP15F2K61S2 (本身就是仿真器)	STC15F2K60S2	STC15W408S
工作电压/V	2.5~5.5	2.5~5.5	4.5~5.5	4.5~5.5	2.5~5.5
Flash 程序 存储器/KB	58	56	61	60	8
数据存储 SRAM/KB	4 096	4 096	2 048	2 048	512
定时器	T0~T4	T0~T4	T0~T2	T0~T2	T0~T2
PCA/PWM/CCP	2 通道	2 通道	3 通道	3 通道	—
6 通道专用 PWM (带死区控制)	有	有	—	—	—
串口数量	4	4	2	2	1
8 通道 10 位 A/D 转换器	有	有	有	有	—
SPI 接口	主从	主从	主	主	主从
比较器	有	有	—	—	有
EEPROM	IAP	2K	IAP	1K	5K
支持 USB 直接下载	支持	支持	—	—	—
支持外部晶振/MHz	5~35	5~35	5~35	5~35	—
参考价/元	5.9	5.9	4.9	4.9	3.0

针对表 1-1 的说明如下:

① 型号为 IAP 开头的单片机可以在程序运行过程中由程序修改或者擦除整个 Flash 程序存储区,让传统的只读程序存储器变成可读/写程序存储器,程序运行过程中写入 Flash 的数据与程序一样,具有掉电不丢失的功能。表中 EEPROM 为 IAP 的,表示 EEPROM 使用 Flash 存储区剩余空间。型号不是 IAP 开头的单片机,无论程序如何操作,都无法更改 Flash 程序存储区,使用 IAP 提高了程序的灵活性,不使用 IAP 有利于 Flash 存储空间程序的安全性。

② STC 单片机内部带有高精度 R/C 时钟,±1%温漂(-40~85℃),通常的应用如串口通信、红外通信、18B20 通信类程序都是不需要外部晶振的。作为特殊应用,比

如精密频率计就需要外部晶振(外部晶振频率稳定度通常都高于 0.01%,初始误差可通过调整与晶振连接的电容容量进行微调)。需要注意,STC15 系列的个别型号(比如 IAP15W4K61S4)目前只能外接 24 MHz 的晶振,否则芯片可能无法正常工作,IAP15W4K58S4、IAP15F2K61S2、STC15F2K60S2 等都是可以使用外部 5~35 MHz 晶振的。

学习单片机除了要了解芯片内部的功能模块外,还要学习编程语言。编程语言有汇编语言和 C 语言两种语言可供选择。汇编语言的学习其实比 C 语言要简单,只要熟悉一下单片机的汇编指令,找几个简单的例子练一练就大致学会了;另外,学习汇编语言还有个好处,就是可以对单片机内部程序存储器和数据存储器的原理理解得比较清楚。C 语言本身也比较简单,只是学习的内容比汇编语言要多,也就是说,学习 C 语言的难度要略大于汇编语言。但是,汇编语言编写好的程序,别人是很难读懂的,就连自己编写的程序,隔上三五个月再看也是很难看懂的。而 C 语言就不同了,C 语言编写的程序比汇编语言容易理解,并且具有较强的移植性,一种单片机的代码可方便地移植到另一种单片机上。还有一个更重要的问题是,不管汇编语言编程水平有多高,如果不精通 C 语言,也是不行的,因此本书着重讲解 C 语言。

### 1.1.4 本书的配套实验板及相关学习工具介绍

本书配套了 2 个实验板,一个作为主实验板,外形如图 1-2 所示,可以完成流水灯、定时器/计数器、串口通信、I<sup>2</sup>C 通信、SPI 通信、按键、数码管、LCD1602 液晶、A/D 转换、D/A 转换、红外接收、DS18B20 温度传感器、TFT 工业彩色串口触摸屏等实验;另一个作为辅助实验板可直接插接到主实验板上,用于完成 SD 卡、MP3 播放器实验。使用配套实验板最大的好处是可以节省自己搭接实验电路的时间。

SD 卡与 MP3 辅助实验板外形如图 1-3 所示。

熟悉电路图是编程与实验的重要基础,由于电路模块单元较多,可以在学习到相应章节时再回来仔细分析电路。电路原理详细说明如下。

#### 1. 电源电路与 EEPROM 断电检测电路

图 1-4 有 2 路断电检测电路,一路是通过二极管 1N4007 全波整流采样交流电,适用于各个型号的单片机的,可靠性很高,可用于大量数据的断电瞬间存储;另一路是电源 VCC 与 GND 间的电阻串联,分压值送入比较器输入口 P5.5,这种方式硬件更加简单,但只能用于内部带比较器的 STC15W 系列单片机。

#### 2. 双 CPU 电路

本实验板采用双 CPU 电路(如图 1-5 所示),目的是要完成单片机与单片机之间高达 8 MHz 的 SPI 数据通信实验,另外可以将一个个 CPU 的输出脉冲作为计数源送入另一个 CPU 完成计数器实验。采用多 CPU 方式还能够解决单片机 I/O 口不足的问题或两个高级中断谁也不能让谁的竞争问题。