



早学·早成功

轻松玩转

STM32微控制器

◎ 杨百军 王学春 黄雅琴 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

早学早成功

轻松玩转 STM32 微控制器

杨百军 王学春 黄雅琴 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

这是一本详细介绍 STM32 微控制器基本功能的入门教材，是一个工程师自身学习 STM32 过程的经验总结。全书紧紧围绕《STM32F10xxx 参考手册》，结合固件库提供的 94 个例程进行分析、讲解、移植，全面、系统地介绍了 STM32F103 的各个功能项。

这是一本教授 STM32 微控制器具体学习方法的教材。其首先从固件库例程入手，然后结合 STM32 参考手册、数据手册、ARM Cortex-M3 权威指南、Cortex-M3 编程手册等 ST 和 ARM 两家公司提供的原始资料，进行深入、详细的讲解，最后将例程移植到开发板上。该方法几乎可以推广于嵌入式领域的任何一款处理芯片，也是经验丰富的工程师最快了解一款芯片的“独门绝技”。

本书适用于 STM32 微控制器的初学者和使用 STM32 微控制器从事项目开发的技术人员，可供从事自动控制、智能仪器仪表、电力电子、机电一体化等相关专业的技术人员参考，也可作为高校相关专业的教材。

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

轻松玩转 STM32 微控制器/杨百军, 王学春, 黄雅琴编著. —北京: 电子工业出版社, 2016. 8
(早学早成功)

ISBN 978-7-121-29489-1

I. ①轻… II. ①杨… ②王… ③黄… III. ①微控制器-基本知识 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 173654 号

策划编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 徐 萍

印 刷: 北京京科印刷有限公司

装 订: 北京京科印刷有限公司

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: 37.25 字数: 954 千字

版 次: 2016 年 8 月第 1 版

印 次: 2016 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 98.00 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, 88258888。

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。

本书咨询联系方式: zhang@phei.com.cn。

前 言

本书在写作之初本来是准备写“ARM - Linux”相关的嵌入式系统教材的，然而计划赶不上变化，技术更新日新月异，因此后来决定随市场而动写 STM32 微控制器相关的内容。原本笔者认为 STM32 是不需要教材指导的，因为 ST 和 ARM 两家公司已经提供了丰富的资料：

- ☺ 《ARM Cortex - M3 权威指南》. 宋岩，译
- ☺ *The Cortex - M3 Technical Reference Manual* (Cortex - M3 技术参考手册)
- ☺ *STM32F10xxx Reference Manual* (STM32F10xxx 参考手册, RM0008)
- ☺ *STM32F10xxx Cortex - M3 Programming Manual* (STM32F10xxx Cortex - M3 编程手册, PM0056)
- ☺ *STM32F10xxx Flash Programming Manual* (STM32F10xxx Flash 编程手册, PM0075)
- ☺ DS5792: *STM32F103xC、STM32F103xD、STM32F103xD Datasheet* (数据手册)
- ☺ *STM32F10x_StdPeriph_Driver_3.5.0* (含中文版使用手册)
- ☺ MDK - ARM 开发环境、其例程及帮助文档
- ☺ 其他相关器件数据手册及网络资料

其中，STM32F10x_StdPeriph_Driver 既有库函数源代码，又有丰富的实例，再加上其使用手册，足够一个有经验的 8/16 位单片机工程师向 STM32 转型了。

但是后来发现，对于一个熟练掌握了单片机程序设计技巧的工程师而言，利用这些内容入门是没有问题的；可是对于一个只学了 C 语言的学生或在 8 位单片机的路上跌跌撞撞走过来的入门者，只利用这些内容学习，困难还是不小的。因为，STM32F10xxx 系列的参考手册 (RM0008) 是学习 ST 微控制器最全面的一份文档，但该文档是将小容量、中容量、大容量，甚至网络型产品糅合在一起讲解的；虽然大容量、中容量、小容量、网络型产品也都有各自的数据手册 (Datasheet)，但又相对简单得多，只能用来参考选型及了解具体参数。而且其内核又是另一家公司 (ARM) 设计的，这样要了解内核，又要去学习 Cortex - M3 以及 ARMv7 的相关知识。另外，STM32F10xxx 是 32 位微控制器，其内部集成了丰富的外设、中断控制系统、时钟系统、总线系统等，这些对初学者而言都是一个难以跨越的门槛。

笔者还算不上 STM32 微控制器的资深工程师，只是早入门了两年而已，因而也不敢在读者面前讲太多高深的理论，本书只想告诉读者怎么能够利用这些免费的资源快速入门。对于有信心可以自学的读者，在此笔者向你提供一个学习大纲：

先看看《STM32F10xxx 参考手册》的前面几章，对 STM32 有一个初步的认识；接下来再读一读宋岩先生翻译的《ARM Cortex - M3 权威指南》，也不需要看完、吃透，对其内核有个了解就可以了；然后就可以使用 MDK - ARM 提供的例子程序和帮助文档，结合 ST 公司提供的固件库 (STM32F10x_StdPeriph_Driver) 的源代码及其使用手册进行学习了。在学习例子程序时，要学会针对例子程序再去学习《STM32F10xxx 参考手册》的相关章节。

STM32 入门的门槛相对 8 位单片机是高了些，不过根据上面的流程入门之后，接下来的路怎么走，你心里就会清楚许多。本书也正是根据上面的流程来引导读者学习 STM32 的，没



有什么高深的东西，只是在适当的地方加以注释，让新手少走点弯路，轻松入门而已。

➤ 入门建议

虽然这是一本介绍 STM32 入门的书籍，但笔者还是建议读者最好选择 8 位单片机作为自己走进单片机世界的钥匙。因为越是复杂的东西，越是难以吃透、门槛越高，容易打击学习的积极性。但是 8 位单片机就相对简单得多，像 51 单片机若是选对一本教材，用一周至一个月的时间就可以入门；AVR 单片机结合其数据手册，大概一个月也能够入门。

另外，学习 STM32 对使用者的 C 语言基础的要求也比较高。学习 8 位单片机，读过谭浩强老师的《C 语言程序设计》，掌握其中前半部分的知识点就可以入门了。但 STM32 的例程用到的知识点就多了：指针、结构体、条件编译、文件操作，等等，一些相对有难度的 C 语言知识都要用到。对于 C 语言基础不是太好的读者，还是建议手边有本 C 语言教材，这样有不理解的地方，可以找到相应的知识点复习一下。

目前市面上的教材可以分为两类：一类是基于固件库函数讲解的，这类的教材多些；另一类是基于寄存器讲解的。通常基于库函数讲解的会说这样可以快速上手、移植方便等；基于寄存器讲解的会说讲解深入、代码效率较高。笔者并不觉得谁优谁劣，首先要真正学会操作 STM32，不管是用其固件库函数，还是直接操作寄存器，都要对其深入了解，然后才能灵活应用；而且库函数提供的有源代码，深入学习之后，可以根据源代码写自己的程序，也可以直接修改源代码。因而不存在谁优谁劣的问题，区别只是教材是如何引导读者入门的，而读者希望选择哪条路走进 STM32 的世界。

➤ 开发板选型

目前市面上的开发板很多，参差不齐，有不少是王婆卖瓜、自卖自夸。这个要看读者的喜好，其实从主芯片的选择来说，它们是没有本质区别的。不管使用的是 L 系列、M 系列，还是 H 系列，都不会影响基本内容的学习，也就是说对于 STM32 入门来说，几乎所有的开发板都可以满足要求。它们的区别是板上有多少外设，对我们后期进一步深入的学习会有哪些影响。另外，也要看读者想在哪方面进一步深入学习，不一定非要盲目选择外设丰富的。例如，想学习物联网、无线通信，当然要选择有这些接口、提供丰富例程的开发板；而如果想低成本入门，那么选择一块几十块钱的板子就够了。

笔者也为本书选择了一块开发板：秉火 ISO STM32。不过对于入门学习来说，使用其他的开发板也是完全可以的，因为笔者也是将例程在上面根据其原理图移植而已。

➤ 致谢

全书由杨百军统稿，并参与第 19 ~ 24 章的具体编写；黄河科技学院王学春老师主要参与完成第 1 ~ 6 章的编写，河南省轻工业学校黄雅琴老师主要参与完成第 10 ~ 14 章的编写，河南大学史蕊老师主要参与完成第 7 ~ 9 章的编写，中国人民解放军国防科学技术大学张志洲老师主要参与完成第 15 ~ 18 章的编写。此外，参与本书编写的还有陈泽慧、高维娜、黄得建、康磊、李楠、聂运中、王路、杨俊杰、张延杰、周宏云等。另外，东莞秉火网络科技有限公司为本书的编写提供了秉火 ISO STM32 开发板，在此表示感谢。

“学然后知不足，教然后知困”，由于编著者水平有限，在写作的过程中难免会出现一些错误。若读者有什么疑问或建议，希望能发邮件与编著者沟通，邮箱是 young45@126.com，也可通过编著者的博客 young 45. blog. chinaunix. net 来了解相关内容。另外，还可以登录野火开源社区 www. chuxue123. com，直接与火哥（刘火良，下同）交流。

最后，感谢我的家人和朋友，特别是父母能在社会压力较大的今天放任我如此自由地写

作，不给他们的儿子那么多的压力；也感谢在洛阳时的师长和同事——刁海南、张文勇、郭锐、齐文钊、陈剑、李为民、赵博、尹国利、谢永进等，嵌入式这条路是在工作之后走上的，若不是这些前辈的指点，就没有我的今天；感谢那些在大学、中学谆谆教导过我的老师——杨明祥、高克权、杨万才、李小申、程东明、张晓红、黎蔚、王辉、刘勇等，杨明祥老师帮我走进了洛工，洛工数理学院的老师为我铺垫了良好的逻辑分析能力，计算机方向的老师帮我走进了 IT 这个行业，内心由衷感谢他们的帮助和指引；还有前两本书的读者，特别是那些来信给出建议的读者与学生，如郭凯、张锋、王帅阳、牛鹏举、竹显涛、刘帅等，他们的帮助、鼓励和建议为我继续写作增添了动力；感谢曾经帮助过我的师长、朋友——郝云鹏、黄桂平、朱锦、段富军、许元霄、高金龙、申雷等，这些年是在他们的鼓励与帮助下完成这三部作品的，在此一并表示感谢；也感谢电子工业出版社的王敬栋、张剑、徐萍及其他编辑朋友。最后，感谢人生路上伴我走过的朋友们。

杨百军

2015 年 12 月

郑州·华水



目 录

第1篇 基础篇

第1章 选择开发板	3
1.1 开发板简介	3
1.2 开发板功能简介	6
第2章 走近 STM32	10
2.1 认识 STM32	10
2.2 STM32 与 Cortex - M3 的关系	13
2.3 Cortex - M3 与 ARM	17
第3章 认识 MDK - ARM	21
3.1 开发工具介绍	21
3.2 安装 MDK - ARM	22
3.3 从例程入手	26
第4章 初识固件库	36
4.1 固件库的获取	36
4.2 固件库实例	39
4.3 MISRA 及代码规范	41
4.3.1 MISRA - C 2004 标准	41
4.3.2 代码规范与惯例	42
4.4 CMSIS 标准	47

第2篇 入门篇

第5章 跑马灯实验	53
5.1 例程 IOToggle	53
5.2 分析例程 IOToggle	59
5.3 修改例程	69
5.4 下载程序	71
5.5 完善跑马灯	74
5.6 寄存器编程	78
第6章 按键输入	81
6.1 由跑马灯说起	81
6.2 实现 I/O 口的输入模式	85
6.3 软件仿真	92

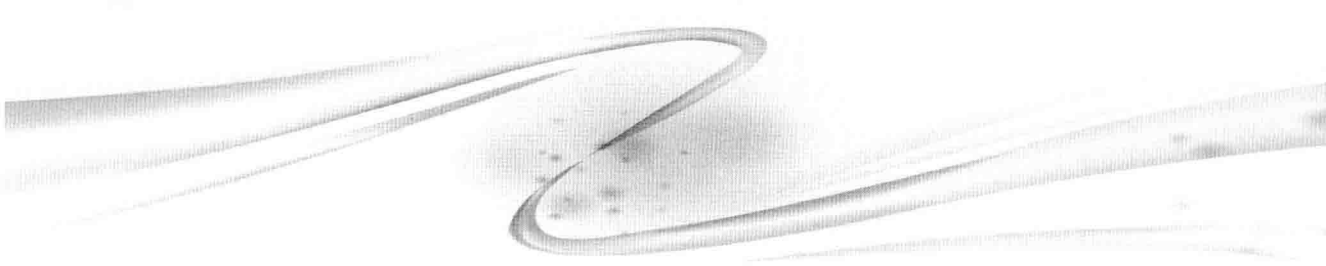


6.4 寄存器操作	97
第7章 外部中断	100
7.1 例程 EXTI_Config	100
7.2 分析例程 EXTI_Config	109
7.3 移植例程	128
7.4 硬件仿真	139
第8章 串口通信 USART	145
8.1 有关 USART	145
8.2 例程 Printf	145
8.3 例程 Polling	166
8.4 例程 HyperTerminal_Interrupt	173
第9章 系统节拍时钟 SysTick	183
9.1 了解 SysTick	183
9.2 例程 TimeBase	183
第10章 忠实的看门狗	195
10.1 独立看门狗 IWDG	195
10.2 例程 IWDG_Reset	196
10.3 窗口看门狗 WWDG	212
10.4 例程 WWDG_Reset	214
第11章 完美定时器	220
11.1 了解定时器	220
11.2 例程 OCAActive	222
11.3 例程 PWM_Output	237
11.4 例程 Parallel_Synchro	245
第12章 实时时钟 RTC 与备份寄存器 BKP	251
12.1 备份寄存器 BKP	251
12.2 例程 Backup_Data	252
12.3 实时时钟 RTC	264
12.4 例程 Calendar	265
第13章 电源控制 PWR 与循环冗余校验 CRC	282
13.1 电源控制 PWR	282
13.2 例程 STANDBY	284
13.3 循环冗余校验 CRC	295
13.4 例程 CRC_Calculation	296
第14章 嵌套向量中断控制器 NVIC	306
14.1 了解 NVIC	306
14.2 例程 IRQ_Priority	307
14.3 例程 IRQ_Mask	316

第 15 章 Cortex - M3 特性之 Bit - band	330
15.1 了解 Bit - band	330
15.2 例程 BitBand	331
15.3 操作模式和特权级别	339
15.4 例程 Mode_Privilege	339
第 16 章 模数转换器 ADC 与数模转换器 DAC	349
16.1 模拟数字转换器 ADC	349
16.2 例程 ADC1_DMA	350
16.3 例程 TIMTrigger_AutoInjection	360
16.4 数字模拟转换器 DAC	370
16.5 例程 TwoChannels_TriangleWave	371
第 17 章 DMA 控制器与时钟控制器 RCC	382
17.1 DMA 控制器	382
17.2 例程 ADC_TIM1	383
17.3 时钟控制器 RCC	392
17.4 例程 RCC_ClockConfig	396
第 3 篇 提 高 篇	
第 18 章 I ² C 总线	415
18.1 了解 I ² C	415
18.2 STM32 的 I ² C 接口	417
18.3 例程 EEPROM	418
第 19 章 SPI 总线	439
19.1 了解 SPI	439
19.2 STM32 的 SPI 接口	442
19.3 例程 SPI_FLASH	442
第 20 章 I ² S 总线	464
20.1 了解 I ² S	464
20.2 STM32 的 I ² S 接口	467
20.3 例程 Interrupt	469
第 21 章 CAN 总线	487
21.1 了解 CAN	487
21.2 STM32 的 CAN 接口	496
21.3 例程 LoopBack	498
第 22 章 SDIO 接口	511
22.1 SDIO 初探	511
22.2 STM32 的 SDIO 模块	513
22.3 例程 uSDCard	515

第 23 章 可变静态存储控制器 FSMC	541
23.1 STM32 之 FSMC	541
23.2 例程 SRAM	543
第 24 章 STM32 内部 Flash	559
24.1 认识 STM32 内部 Flash	559
24.2 例程 Program	562
附录 A 修改例程的 LED 驱动	569
附录 B 在例程中添加 USART 驱动	571
附录 C STMF103xCDE 模块框图	573
附录 D STMF103xCDE 时钟树	574
附录 E STMF103xCDE 存储器映像	575
附录 F 启动文件分析	576
附录 G 书籍、网站等推荐	584
参考文献	585





第 1 篇

基础篇

工欲善其事，必先利其器。

——孔子

本篇主要为后面深入学习 STM32 微控制器做准备工作，全篇共 4 章内容。第 1 章，讲解如何选择一块适合自己学习目的的开发板；第 2 章，初步了解准备学习的微控制器 STM32F103ZE；第 3 章，带领大家熟悉要使用的开发环境 MDK - ARM；第 4 章，介绍 ST 公司提供的开发宝典——固件库。

第 1 章 选择开发板

学习单片机，非常重要的一点就是要多做练习，这就要用到开发板。开发板可以将抽象的理论和程序显示在有形的实物中，对学习单片机非常有效，下面我们就先认识一下在本书中会用到的开发板。

1.1 开发板简介

意法半导体公司（STMicroelectronics，缩写为 ST）在 2007 年 6 月推出 Cortex - M3 内核处理器：STM32 系列。到现在，国内有关 STM32 的开发板可谓百花齐放、丰富多彩，因而我们在选择时也要多做比较。

1. STM3210E - EVAL 评估板

首先要说的就是 ST 公司自己推出的评估板，到编著本书时（2013 年 5 月）ST 共推出了 40 款有关 STM32 微控制器的评估板。我们在初学阶段可以重点关注 STM32100B - EVAL、STM32100E - EVAL、STM3210E - EVAL、STM3210E - SK/IAR、STM3210E - SK/KEI 等几款开发板。

这里简单介绍一下：STM32100B、STM32100E、STM3210E 几个系列评估板的区别是使用的处理器不同；而 STM3210E - EVAL、STM3210E - SK/IAR、STM3210E - SK/KEI 三者的区别是针对的开发工具有些不同，如 STM3210E - SK/IAR 是针对 IAR 开发环境推出的，而 STM3210E - SK/KEI 是针对 Keil 开发环境推出的。

这里以 STM3210E - EVAL 为例，给读者展示一下评估板的外观，如图 1-1 所示。

在 ST 公司官网（www.st.com）上可以找到评估板 STM3210E - EVAL 的详细介绍：Home > Products > Microcontrollers（Hardware → STM32 MCU Eval Boards），也可以在其主页搜索栏直接输入 STM3210E - EVAL 搜索（ST 公司官网在不断更新，具体菜单路径有时会改变）。

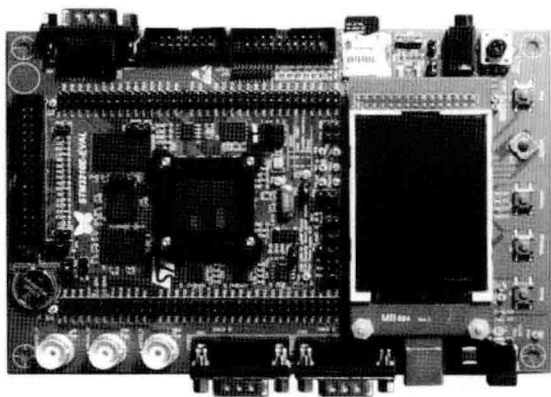


图 1-1 STM3210E - EVAL

该评估板主要面向基于 STM32F103ZET6 或 STM32F103ZGT6 的微控制器，其硬件接口比较丰富，可以评估 LCD、SPI Flash、USART、IrDA、USB、音频、CAN 总线、智能卡、MicroSD 卡、NOR Flash、NAND Flash、SRAM、温度传感器、音频 DAC 和电机控制等外设。

由于是国外的产品，价格也就相对较贵，国外报价 248.75 美元左右（按照 6.13 的汇率，折合人民币为 1525 元）。不过如果想找一块与 STM3210E - EVAL 兼容的开发板也并不难，淘

宝上的百为 STM32 开发板和安富莱 STM32-V3 开发板与其兼容性就很不错。

2. Keil STM32 评估板

接下来要介绍的评估板是 ARM 公司的 MDK - ARM 开发环境所支持的评估板。ARM 公司为 STM32 提供了 6 款评估板支持：MCBSTM32、MCBSTM32E、MCBSTM32EXL、MCBSTM32C、MCBSTM32F200/MCBSTM32F400。它们的区别就是支持的 STM32 芯片的种类不同。对于初学者来说，仅仅关注一下 MCBSTM32 和 MCBSTM32E 就好了。

这里以 MCBSTM32E 为例，展示一下评估板外观，如图 1-2 所示。

其实细心的读者会发现，Keil 所谓的 MCBSTM32E 评估板就是 ST 所指的 STM3210E - SK/KEI 评估板。

该评估板集成了 STM32F103ZET6 微控制器，可以评估 USB 设备、CAN、USART 接口、音频、MicroSD 卡接口和 QVGA LCD 等外设。其最大特点是配有精简版 Keil MDK - ARM 开发环境（限制 32KB 代码），而且提供 ULINK - ME（USB/JTAG）仿真器。

从集成外设和提供的外设接口来说，MCBSTM32E 评估板没有 STM3210E - EVAL 评估板提供得丰富，不过它附带的开发环境和仿真器是不小的诱惑。

若要进一步了解 MCBSTM32E 评估板，可以通过 KEIL 公司的网站 <http://www.keil.com/mcbstm32EXL/>（目前 Keil 是将 MCBSTM32E 和 MCBSTM32EXL 混在一起讲的）或前面介绍的 ST 公司的网站了解。

3. 深圳英蓓特

前面介绍的两款评估板都是国外的产品，东西很好，不过价格不菲。下面我们要介绍一下国内 STM32 开发板的情况。说到国产的开发板，首先要说的就是深圳英蓓特（Embedinfo）信息技术有限公司。

英蓓特基于 STM32 微控制器的开发板有两款：STM32F103V100 - II 型和 EM - STM3210E 型。其中，开发板 STM32F103V100 - II 是 STM32F103VBT6 微控制器的，而 EM - STM3210E 是基于 STM32F103ZET6 微控制器的。下面以 EM - STM3210E 开发板为例展示给读者，如图 1-3 所示。

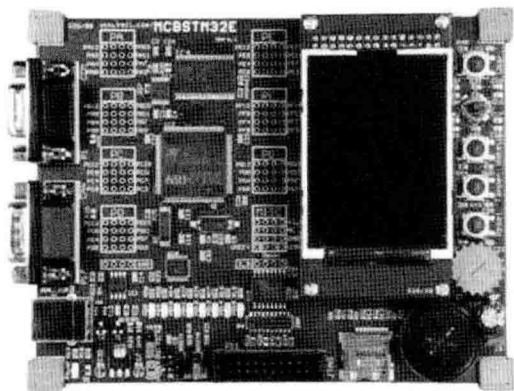


图 1-2 MCBSTM32E

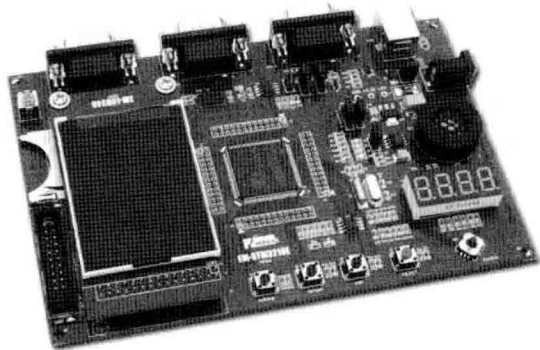


图 1-3 EM - STM3210E 开发板

英蓓特的这两款开发板应该与 Keil 的 MCBSTM32 和 MCBSTM32E 评估板有很好的兼容性，而且英蓓特还提供了丰富的实例和技术文档，特别是李宁的《基于 MDK 的 STM32 处理器应用开发》，就是基于开发板 STM32F103V100 而著的。

与国外的评估板相比，英蓓特的开发板具有性价比高、实例丰富、技术文档齐全等特点，而且是国内的公司，在售后技术支持方面也可以有便捷的沟通。

要获取更多英蓓特的信息，可以登录其公司主页 <http://www.embedinfo.com> 进一步详细了解。

4. 秉火 ISO STM32 开发板

接下来要介绍的是秉火（原野火）网络科技有限公司的“秉火 ISO STM32 开发板”，该开发板是笔者在淘宝网看到的性价比较高的一块开发板。特别值得一提的是其早期的产品“野火 STM32 V3 板”和新产品“秉火 ISO - MINI STM32 开发板”，在淘宝上都是名列前茅的产品。

我们先看看“秉火 ISO STM32 开发板”的外观，如图 1-4 所示。

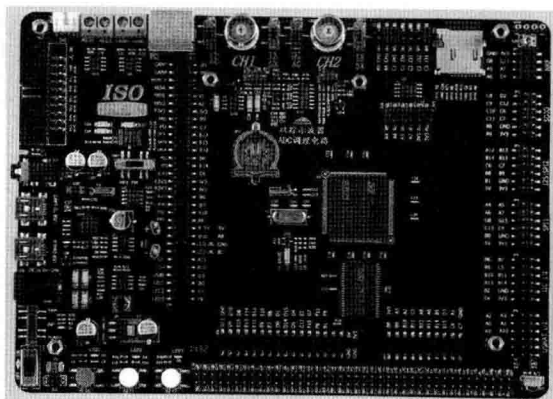


图 1-4 秉火 ISO STM32 开发板

“秉火 ISO STM32 开发板”有几点很值得一提。

- ☺ 丰富的外设：该开发板除了集成 USB、CAN、485、USART 等常用外设接口，还集成了 EEPROM、SPI Flash、扩展 SRAM、MP3 解码器、FW 收发模块、USB 转串口模块、红外接收头等模块；另外，还集成了 PS2、SPI、I2S、I2C、SDIO、NRF 2.4G 等扩展接口；此外，火哥还为开发板配套开发了 GPS 模块、GSM 模块、摄像头模块、以太网模块、WIFI 模块、NRL24L01 模块等，因而笔者评价该开发板性价比很高。
- ☺ 经典实例：开发板提供 62 个经典实例，若再加上本教程讲解的 31 个例程，则有近百个例程可以参考；另外，其指导教材完整，火哥编著的《STM32 库开发实战指南》在 2013 年由机械工业出版社正式出版。
- ☺ 提供视频教学：除了教材和实例，火哥还提供了 36 个经典视频，特别是几个入门视频的讲解，可以让初学者轻松走入 STM32 的世界。
- ☺ 售后技术支持：秉火网络科技的售后支持有三个形式——技术资料（3 套光盘、36 个视频讲解）、电话支持、技术论坛支持。特别是野火初学论坛（www.chuxue123.com），为初学者解惑答疑提供了一个好去处。

5. 综合比较

在本节的最后，我们以火哥的秉火 ISO STM32 开发板和淘宝上热销的几款开发板做一个综合的比较，如表 1-1 所示。

表 1-1 开发板综合比较

开发板	秉火 ISO STM32	ALIENTEK 战舰板	奋斗 V5	英蓓特 STM3210E
外设				
CPU	STM32F103ZET6	STM32F103ZET6	STM32F103VET6	STM32F103ZET6
FSMC/SDIO	支持	支持	支持	支持
外扩 SRAM	1MB	1MB	无	64KB
SPI Flash	8MB	8MB	2MB	8MB
NOR Flash	扩展	无	无	8MB

外设 \ 开发板	秉火 ISO STM32	ALIENTEK 战舰板	奋斗 V5	英蓓特 STM3210E
NAND Flash	扩展	无	无	128MB
EEPROM	AT24C02	AT24C02	无	无
USB	SLAVE 模式	SLAVE 模式	USB - B 方口	USB - B 方口
SD 卡	micro SD 卡座	大卡座	micro SD 卡座	大卡座
TFT LCD	3.2 寸	2.8 寸	3 寸	4 寸
LED 灯	3 + 1	2 + 1	3 + 1	4
按键	2 + 1 (RESET)	4 + 1 (RESET)	3 + 1 (RESET)	4
LED 数码管	无	无	无	支持
红外接收	38kHz 接收头	38kHz 接收头	无	无
485 总线	MAX485	SP3485	SP3490	无
PS/2 接口	支持	支持	支持	无
CAN 总线	TJA1050	TJA1050	TJA1050	支持
网络模块	扩展模块	扩展模块	板集 ENC28J60	无
MP3	PCM1770	VS1053	VS1003	无
FM 模块	TDA5807M	RDA5820	TEA5767	无
喇叭功放	8002A 功放	无	无	支持
重力传感器	扩展模块	支持	扩展模块	无
温度传感器	扩展接口	扩展接口	扩展接口	无
摄像头模块	扩展模块	扩展模块	扩展模块	无
OLED 显示	扩展模块	扩展模块	无	无
2.4GB 无线	NRF24L01 模块	NRF24L01 模块	NRF24L01 模块	无
ZigBee	扩展模块	无	扩展模块	无
WIFI 模块	扩展模块	无	无	无
GPS 模块	扩展模块	扩展模块	无	无
实例类型	固件库	寄存器和固件库	固件库	固件库
指导教材	《STM32 库开发实战指南》	《原子教你玩 STM32》	《嵌入式实时操作系统 μC/OS - II 经典实例——基于 STM32 处理器》	《基于 MDK 的 STM32 处理器应用开发》
论坛	www.chuxue123.com	www.openedv.com	www.ourstm.net	www.embedinfo.com

注：至本书上市时有些开发板可能会更新换代。

【说明】国内开发板并没有本质的区别，只是在扩展外设的形式（板载或外接模块）和外设多少上有些区别，如果对后期扩展资源学习没有特殊要求，笔者建议读者选择一块更适合自己的开发板。资源丰富的开发板会相对贵一些，而有些开发板宣传的资源丰富，但只是提供了外设接口，想扩展使用还要另外购买模块。市面上几乎所有的 STM32 开发板都能满足 STM32 单片机的入门学习，只是看读者选择的重心在哪里。

1.2 开发板功能简介

笔者为本教材选择的是秉火网络科技的“秉火 ISO STM32 开发板”，该开发板的优点在



1.1 节已经简单分析了, 另外一点就是其老板刘火良的开发思想与笔者有很多共同之处: 一、其对 C 语言的学习特别重视, 在论坛 (www.chuxue123.com) 上特开设专栏“每日一题”来引导初学者加强 C 语言练习; 二、其引导用户学习 STM32 的过程与笔者有些神似, 都是从固件库的使用入手, 进而具体分析固件库的实现过程, 从而使读者能轻松入门, 又可深入学习。

另外, 在开发板秉火 ISO STM32 发行时, 系统集成了一套整板测试程序。该系统分为 3 个界面共 17 个图标 (也是 17 个测试项), 通过触摸屏可以在两个界面之间互相切换, 下面我们就根据这套测试介绍开发板的硬件。

1. 整板测试程序

我们拿到开发板, 首先要操作的就是给开发板加电检查一下系统是否有问题。在给开发板加电之前, 最好看一下秉火网络科技提供的视频: ISO - 整板测试。将耳机、摄像头模块、SD 卡等连接到开发板上。

为系统加电有三种方式可以选择: ①用开发板自带的 USB 线连接计算机和开发板的 USB 口; ②用 USB 线连接计算机和开发板的 USB 转串口; ③找一个 DC 6 ~ 24V 的变压器连接开发板的电源输入口。注意: 连接好 USB/电源线后, 要拨动电源开关开发板才能正常加电。开发板加电之后就可以看到系统启动和操作主界面了, 如图 1-5 所示。



图 1-5 整板测试程序主界面

整板测试程序用到的相关硬件有 STM32F103ZET6、LED 指示灯、按键、EEPROM AT24C02、FW 收发模块、MP3 模块、扩展 SRAM、扩展 Flash、SD 卡、温湿度传感器 DHT11、温度传感器 DS18B20、摄像头模块、以太网模块、触摸屏等。下面我们就在开发板中将这此硬件标注出来以获得一个感性认识, 如图 1-6 所示。

系统启动完成后, 会进入整板测试程序操作主界面, 主界面共有三屏, 每屏最多 6 个图标, 共 17 个测试程序, 我们可以像玩手机那样通过触摸屏操作一下。

2. LED 和 RTC 测试程序

我们先以开发板整板测试程序操作主界面上的 LED 测试程序和 RTC 测试程序为例介绍。开发板标配的是一块 3.2 寸的触摸屏, 我们可以在操作主界面上单击“LED”的图标, 和玩手机没什么区别, 运行流水灯测试程序, 如图 1-7 所示。

在流水灯测试程序运行时, 观察开发板的 3 个 LED 指示灯, 它们会像跑马灯那样轮流闪烁; 退出流水灯测试程序时, 可以操作液晶屏上的“复位返回”键或开发板上的“RESET”