

早学·早成功

# 轻松玩转

# STM32Cube

◎ 杨百军 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 STM32Cube

杨百车 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

这是一本介绍如何使用 STM32Cube 组件学习 STM32 微控制器的入门图书，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 STM32CubeF1 软件包提供的例程进行分析、讲解、重新生成，全面、系统地介绍了 STM32F103 的各个功能项。

这是一本教你 STM32 微控制器具体学习方法的图书。首先从 HAL 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 两公司提供的原始资料进行深入、详细的讲解，最后通过可视化图形配置工具 STM32CubeMX 重新生成例程。该学习方法几乎可以推广于 STM32 微控制器的任何一款芯片，也是经验丰富的工程师最快了解一款芯片的“独门绝技”。

本书适合 STM32 微控制器的初学者和使用 STM32 微控制器从事项目开发的自动控制、智能仪器仪表、电力电子、机电一体化等专业的工程技术人员阅读使用，也可以作为高等学校相关专业的教学用书。

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

轻松玩转 STM32Cube/杨百军编著. —北京: 电子工业出版社, 2017. 8

(早学早成功)

ISBN 978-7-121-32237-2

I. ①轻… II. ①杨… 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 (2017) 第 169127 号

策划编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 苏颖杰

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 × 1 092 1/16 印张: 19.5 字数: 496 千字

版 次: 2017 年 8 月第 1 版

印 次: 2017 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 2 000 册 定价: 59.00 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

前两年在编写《轻松玩转 STM32 微控制器》一书时，我就注意到 ST 公司在主推 STM32Cube 组件，不过由于自己是从标准外设固件库（STM32F10x Standard Peripheral Library, SPL）上手的，而且当时网上也有不少对 STM32Cube 组件的负面评价，尝试之后也发现它的一些不完善之处，因而当时还是选择标准外设固件库进行编写的。

然而，随着这两年我对 STM32Cube 组件的深入了解，以及 ST 公司对 STM32Cube 组件的不断完善，加上自己也慢慢习惯于 STM32CubeMX 生成 C 语言工程的便捷，越来越觉得有必要写一本有关 STM32Cube 组件的入门书籍。

其实，对一个新事物，大家总有一个从慢慢了解到习惯的过程。开始大家都是从标准外设库入门的，而且网上所卖开发板提供的例程大多也是基于标准外设库的，因而在学习与工作过程中，人们就慢慢习惯于标准外设库的开发。其实，在 ST 公司推出 STM32Cube 组件和硬件抽象层固件库（Hardware Abstraction Layer, HAL）时就遭受到很多人的质疑和排斥，比较网上所卖开发板提供的例程会发现，STM32F1xx 系列的开发板几乎都是基于标准外设库开发板，清一色提供的都是基于 HAL 库的，因为 ST 公司没有推出基于该系列微控制器的 SPL 库（至少目前还没有推出）。由此可见，学习 STM32 微控制器时使用 HAL 库和 STM32Cube 组件也是大势所趋，即使“资深工程师”也在慢慢适应技术的更新。

使用图形配置工具 STM32CubeMX 可以快速便捷地生成 STM32 微控制器的 C 语言工程框架，开发者只需在工程中实现自己的应用代码就可以了。然而，这并不是说就不用学习 STM32 微控制器了。在配置 STM32CubeMX 的过程中，你会发现，还有很多 STM32 微控制器的知识点需要了解，才能有目的地配置，否则也只能对着该工具无所适从。

说到 STM32Cube 组件和 STM32 微控制器的学习，ST 公司提供了大量的技术资料。有关图形配置工具 STM32CubeMX 和 STM32CubeF1 软件包，可以重点参考的资料有：

- STM32CubeMX for STM32 configuration and initialization C code generation (STM32CubeMX 用户手册, UM1718)；
  - Getting started with STM32CubeF1 firmware package for STM32F1 Series (STM32CubeF1 用户手册, UM1847)；
  - Description of STM32F1xx HAL drivers (HAL 库用户手册, UM1850)；
  - STM32Cube firmware examples for STM32F1 Series (STM32Cube 应用手册, AN4724)。
- 有关 STM32 微控制器的参考资料就更多了，简单列举入门学习时需要重点参考的有：
- 《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)；



- DS5319: STM32F103x8、STM32F103xB Datasheet (数据手册);
- DS5792: STM32F103xC、STM32F103xD、STM32F103xD Datasheet (数据手册);
- MDK - ARM 开发环境、例程及帮助文档;
- 其他相关器件数据手册及网络资料。

学习新知识, 没有资料可以参考时, 会觉得很难; 资料太多时, 会不知所措, 不知应该重点学习哪些内容, 如何才能快速上手。我写作本书的目的就是结合 ST 公司和 ARM 公司提供的丰富资料, 引领读者找到属于自己的学习方法。本书从 ST 的官网入手, 指导读者如何获取技术资料, 然后从 STM32CubeF1 软件包提供的例程入手, 引导读者如何利用找到的资料, 通过例程慢慢了解哪些资料应该在什么时间段使用。通过例程的功能认识、分析代码、重生成, 慢慢将例程变为自己的应用实现, 在学习的过程中总结应该如何利用、参考技术资料, 同时总结出一套属于自己的学习方法。

其实, 从学习方法上引导读者学习, 本就是我选择技术写作这条路的初衷。

《轻松玩 51 单片机》一书是通过简单的例程, 让单片机入门者有一个轻松的入门过程, 在快乐中学习, 在学习中找到兴趣。

《AVR 单片机工程师是怎么炼成的》一书在《轻松玩 51 单片机》中例程的基础上引入了数据手册 (Datasheet) 的参考, 引导读者学习嵌入式开发要学会使用数据手册。

本书和《轻松玩转 STM32 微控制器》是引导读者如何通过产品官网获取技术资料, 然后通过例程入手, 学习如何使用丰富的技术资料。

通过这样一个台阶一个台阶地学习, 希望读者能够找到一套自己的学习方法, 由开始需要借助图书, 慢慢学会使用数据手册, 最终可以脱离图书, 根据自己的需要直接找到技术资料, 从例程入门学习, 然后实现开发自己的应用工程。

#### ➤ 入门建议

我还算不上 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。本书只是告诉读者如何利用 ST 公司和 ARM 公司提供的丰富免费资源快速入门。对于有信心自学的读者, 我在此提供一条学习路径:

先阅读 STM32F10xxx 参考手册的前几个章节, 对 STM32 有个初步的认识; 接下来再阅读宋岩先生翻译的《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; 然后就可以阅读 STM32CubeMX 用户手册 UM1718 和 STM32CubeF1 用户手册 UM1847, 使用 STM32CubeF1 软件包提供的例程, 结合 ST 公司提供的硬件抽象层固件库 (HAL) 的源代码及其用户手册 UM1850 进行学习; 在学习例程时要学会针对例程再去学习 STM32F10xxx 参考手册的相关章节。

STM32 入门的门槛相对于 8 位单片机是高了些, 不过按上面的路径入门之后, 后面的路怎么走, 读者心里就会清楚许多。本书也正是按照这条路径来引导读者使用 STM32CubeMX 和 MDK - ARM 学习 STM32 微控制器的。书中并没讲什么高深的内容, 只是在例程适当的地方加以注释, 让新手少走点弯路, 轻松入门而已。

#### ➤ 开发板选型

目前市面上的开发板很多, 质量参差不齐, 当然是“王婆卖瓜, 自卖自夸”。其实从主芯片看是没有本质区别的, 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, 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, 对后期进一步的深入学习会有哪些影响。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产品。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；而如果只是想低成本入门，那么选择一块几十元的板子就足够了。

我为本书选择了一块开发板：ST 官方提供的 Nucleo - F103RB，当然对于入门学习来说，使用其他开发板也是完全可以的，本书只是根据该开发板的原理图来分析例程，最后使用 STM32CubeMX 重建例程而已。

### ► 致谢

本书由杨百军编著，参与本书编写的还有陈泽慧、陈锦权、段富军、高维娜、龚钦青、黄得建、康磊、李楠、聂运中、王路、王盛、杨俊杰、张延杰和周宏云。另外，印舟、刘帅、黄雅琴、史蕊、于维涛、周乐平等也为本书的编写提供了大量的帮助。

“学然后知不足，教然后知困”，由于作者水平有限，书中难免会出现一些错误，若读者有疑问或建议，希望能发电子邮件 [young45@126.com](mailto:young45@126.com) 与我沟通，也可通过我的博客 [young45.blog.chinaunix.net](http://young45.blog.chinaunix.net) 来了解相关内容。

最后，感谢我的家人和朋友，特别是父母，能放任我如此自由地写作，没有给我太多的压力；也感谢洛阳的师长和同事：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，若没有这些前辈的指点，也就没有我的今天；感谢在大学、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河南科技大学（原洛阳工学院），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 行业，由衷地感谢他们的帮助和指引；还有前几本书的读者，特别是那些来信给出建议的读者，如郭凯、张锋、王帅阳、牛鹏举、竹显涛、刘帅、宋文帅等，他们的感谢、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、钦桂勤、段富军、许元宵、高金龙、申雷等，正是在他们的鼓励与帮助下，我完成了这五本图书的编写，在此一并表示感谢；也感谢电子工业出版社的王敬栋、张剑、苏颖杰及其他编辑朋友；最后，感谢人生路上所有伴我走过的朋友！

杨百军  
2017 年 1 月  
郑州·华水



# 目 录

## 基础篇

第 1 章 选择开发板 .....	3
1.1 国外的开发板 .....	3
1.2 国内的开发板 .....	7
1.3 Nucleo - F103RB 开发板 .....	11
思考与练习 .....	16
第 2 章 走近 STM32 .....	17
2.1 认识 STM32 .....	17
2.2 STM32 与 Cortex - M3 的关系 .....	24
2.3 Cortex - M3 与 ARM .....	28
思考与练习 .....	33
第 3 章 认识 MDK - ARM .....	34
3.1 开发工具介绍 .....	34
3.2 MDK - ARM 的安装与注册 .....	35
3.2.1 MDK - ARM 的安装 .....	35
3.2.2 注册 MDK - ARM .....	39
3.3 从例程入手 .....	41
3.3.1 了解 MDK - ARM .....	41
3.3.2 例程 Blinky .....	45
思考与练习 .....	50
第 4 章 初识 STM32Cube .....	51
4.1 STM32CubeMX .....	51
4.2 STM32Cube 软件包 .....	54
4.3 STM32CubeF1 实例 .....	58
思考与练习 .....	66

## 入门篇

第 5 章 跑马灯实验 .....	69
5.1 例程 GPIO_IOToggle .....	69
5.2 分析例程 GPIO_IOToggle .....	70
5.2.1 解析 HAL_Init 函数 .....	71
5.2.2 解析 SystemClock_Config 函数 .....	75



5.2.3	解析 LED2_GPIO_CLK_ENABLE 函数 .....	79
5.2.4	解析 HAL_GPIO_Init 函数 .....	81
5.2.5	为何 LED 灯能闪烁 .....	90
5.3	新建例程 .....	95
5.3.1	重建例程 .....	96
5.3.2	完善例程 .....	103
	思考与练习 .....	107
<b>第 6 章</b>	<b>外部中断</b> .....	<b>108</b>
6.1	例程 GPIO_EXTI .....	108
6.2	分析例程 .....	111
6.2.1	分析例程 GPIO_EXTI .....	111
6.2.2	解析 stm32f10x_it.c .....	129
6.3	移植例程 .....	133
6.3.1	新建例程 MyEXTI .....	133
6.3.2	外部中断小结 .....	137
6.3.3	硬件仿真 .....	140
	思考与练习 .....	143
<b>第 7 章</b>	<b>串口通信</b> .....	<b>144</b>
7.1	有关 USART .....	144
7.2	例程 UART_Printf .....	144
7.2.1	使用例程 .....	145
7.2.2	新建例程 .....	149
7.2.3	分析例程 .....	154
7.3	例程 ComPolling .....	160
7.3.1	例程介绍 .....	160
7.3.2	分析例程 .....	164
7.3.3	重建例程 .....	170
7.4	例程 UART_TwoBoards_ComIT .....	179
7.4.1	例程介绍 .....	179
7.4.2	分析例程 .....	182
7.4.3	重建例程 .....	187
7.4.4	完善例程 .....	191
	思考与练习 .....	197
<b>第 8 章</b>	<b>DMA 控制器</b> .....	<b>198</b>
8.1	认识 DMA 控制器 .....	198
8.2	例程 UART_HyperTerminal_DMA .....	199
8.2.1	例程介绍 .....	199
8.2.2	分析例程 .....	203
8.2.3	重建例程 .....	208





思考与练习 .....	216
<b>第 9 章 完美定时器</b> .....	217
9.1 了解定时器 .....	217
9.2 例程 TIM_TimeBase .....	219
9.2.1 例程介绍 .....	219
9.2.2 分析例程 .....	221
9.2.3 重建例程 .....	227
9.3 例程 TIM_DMA .....	234
9.3.1 例程介绍 .....	234
9.3.2 分析例程 .....	236
9.3.3 重建例程 .....	241
思考与练习 .....	247
<b>第 10 章 模数转换器</b> .....	248
10.1 了解 ADC .....	248
10.2 例程 ADC_Sequencer .....	249
10.2.1 例程介绍 .....	249
10.2.2 分析例程 .....	251
10.2.3 重建例程 .....	258
思考与练习 .....	270

## 提 高 篇

<b>第 11 章 实时操作系统 FreeRTOS</b> .....	273
11.1 了解操作系统 .....	273
11.2 例程 FreeRTOS_ThreadCreation .....	275
11.2.1 例程介绍 .....	275
11.2.2 分析例程 .....	277
11.2.3 重建例程 .....	284
11.2.4 完善例程 .....	288
11.2.5 扩展例程 .....	291
思考与练习 .....	295
<b>附录 A 中容量 STM32F103xB 模块框图</b> .....	296
<b>附录 B 中容量 STM32F103xB 时钟树</b> .....	297
<b>附录 C STM32F103xB 存储器映像</b> .....	298
<b>附录 D 图书资料、网站、开发板推荐</b> .....	299
<b>参考文献</b> .....	300



# 基础篇

国外的开发板

工欲善其事，必先利其器

——孔子

本篇主要为后面通过使用 STM32Cube 软件包深入学习 STM32 微控制器做准备。本篇共 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 STM32F103RBT6；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 STM32Cube 软件包。



# 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，下面我们就为 STM32 的学习选择一块适合自己的开发板。

导读：在学习本章时，不要仅仅阅读本书，还要去访问 ST 公司的官网，在跟随书中内容访问官网、查看资料的过程中总结学习方法。

## 1.1 国外的开发板

意法半导体公司（STMicroelectronics，ST）在 2007 年 6 月推出 Cortex - M3 内核处理器：STM32 系列。为了推广自己的产品，ST 公司同时也推出了配套的开发板，其开发板可以分为 3 类：Evaluation board、Discovery kits、Nucleo board，如图 1-1 所示。

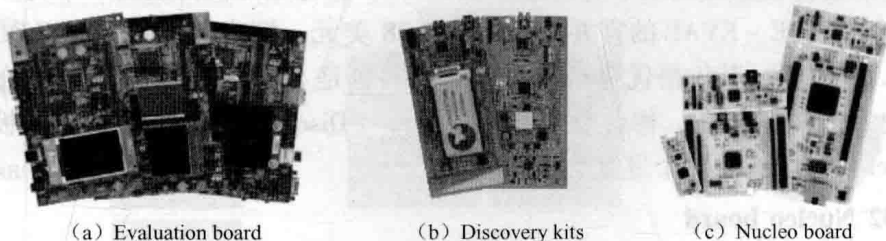


图 1-1 STM32 开发板

### 1. Evaluation board

STM32 Evaluation board 也叫评估板，主要用来对微控制器做全功能性评估，我们可以通过 ST 官网 [www.st.com/stm32hardwaretools](http://www.st.com/stm32hardwaretools) 对其有个基本认识。截止到 2016 年 11 月，ST 公司共推出了 27 款 Evaluation board，其中针对 STM32F1 系列微控制器的有 STM3210E - EVAL、STM32100B - MCKIT (STM32100B - EVAL)、STM3210C - EVAL、STM32100E - EVAL、STM3210B - MCKIT (STM3210B - EVAL)，这类开发板的特点是板上外扩的外设资源丰富。我们可以通过图 1-2 中的 STM32100B - EVAL 和 STM3210E - EVAL 对这类开发板有个基本认识。

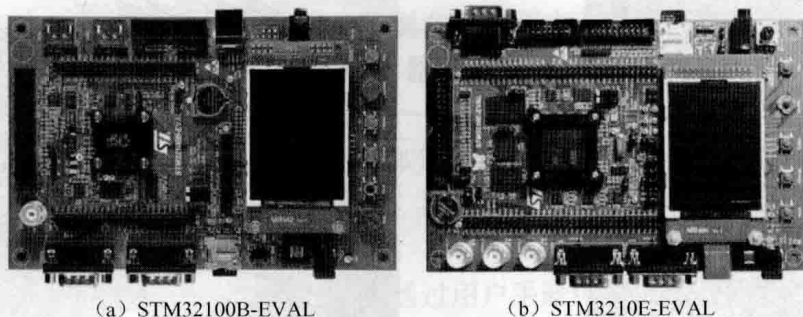


图 1-2 Evaluation board



这类开发板有很大的相似性，最大的不同是板载微控制器不同，相同之处是都外扩了很多外设。以 STM3210E - EVAL 为例，其板载芯片为 STM32F103ZET6 或 STM32F103ZGT6，外扩有 128Mbit 串行 Flash、512Kbit × 16 SRAM、512Mbit NAND Flash 和 128Mbit NOR Flash、MicroSD Card、TFT 液晶屏、RS232 接口、USB 接口、音频接口 (I<sup>2</sup>S)、CAN 总线、JTAG 口、IrDA 传输接口、电动机控制接口、LED 指示灯、按键等。

这类开发板也是国内开发板参考的基础，我们在后面介绍淘宝网上的开发板时，你会发现它们都走不出相应评估板的影子。

## 2. Discovery kits

Discovery kits 也叫探索套件，ST 的第一套探索套件是在 2010 年 9 月份推出的。其推出的目的是为了给用户提供更便宜的开发板，同时工程师也可以在上面搭建自己产品的设计原型，实现自己的创意演示。

目前，ST 公司共推出了 17 款探索套件，其中针对 STM32F1 系列微控制器的只有 STM32VLDISCOVERY (如图 1-3 所示)，板载微控制器是 STM32F100RBT6B。探索套件 (Discovery kits) 与评估板 (Evaluation board) 最大的区别是：评估板外设很丰富，但设计相对固化，价格较高；而探索套件仅仅将微控制器的引脚全部引出，除了按键和 LED 指示灯外，没有其他外扩硬件资源，这使开发板的成本下降很多，同时开发人员可以灵活实现自己的创意。另外，探索套件板上还集成了仿真器 ST - LINK，这也是方便开发的一个特点。

评估板 STM3210E - EVAL 的官方报价是 243.78 美元，探索套件 STM32VLDISCOVERY 的官方报价是 9.68 美元，其价格优势是很明显的，这也是 ST 公司推出探索套件的初衷。不过从开发板历史发展的角度看，你会发现，探索套件 (Discovery kits) 又是评估板 (Evaluation board) 到 Nucleo 开发板的一个过渡类型。

## 3. STM32 Nucleo board

随着近些年 Arduino 和创客的流行，ST 公司在 2014 年开始将自己的探索套件 (Discovery kits) 设计成兼容 Arduino 的 STM32 Nucleo board，让电子爱好者有更自由的空间完成自己的创意设计，同时也可以利用自己手上原有的扩展模块完成创意的实现。在短短 2 年多的时间里，ST 公司就推出了 29 套 Nucleo 开发板。不过针对 STM32F1 系列微控制器的只有 Nucleo - F103RB，如图 1-4 所示。

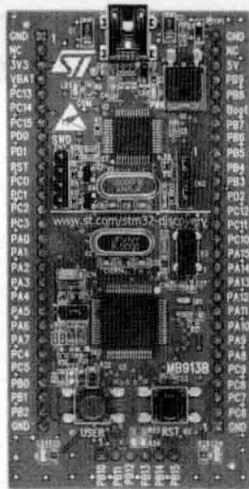


图 1-3 STM32VLDISCOVERY

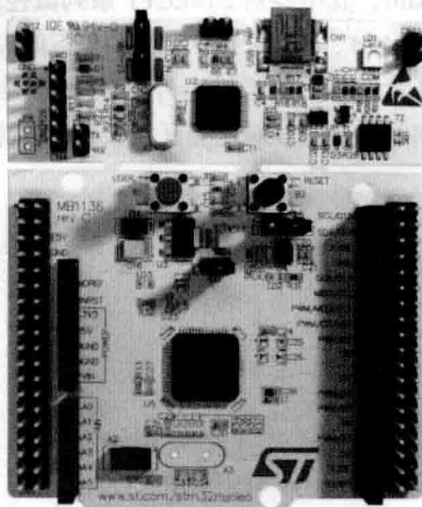


图 1-4 Nucleo - F103RB



比较探索板 STM32VLDISCOVERY 和 Nucleo 开发板 Nucleo - F103RB 可以发现, 其实两块开发板并没有本质区别, 它们都有调试模块 ST - LINK/V2, 都是将板载微控制器的引脚引出而已。两者最大的区别是板载微控制器引脚引出后的排列布局不同, 探索板 STM32VLDISCOVERY 的引出引脚是单排针排列的, 而 Nucleo - F103RB 为了兼容 Arduino 板就进行了更为规范的排列。所以说探索套件 (Discovery board) 是评估板 (Evaluation board) 到 Nucleo 开发板的一个过渡型开发板。

我们可以通过官网 [www.st.com/stm32nucleo](http://www.st.com/stm32nucleo) 或 [www.st.com/stm32hardwaretools](http://www.st.com/stm32hardwaretools) 找到 Nucleo - F103RB 开发板, 也可以在官网主页 [www.st.com](http://www.st.com) 搜索栏直接输入“Nucleo - F103RB”搜索 (ST 公司官网在不断更新, 具体路径有时会改变)。通过网址 [www.st.com/stm32nucleo](http://www.st.com/stm32nucleo) 进入 STM32 MCU Nucleo 页面, 我们可以看到官方对 Nucleo 开发板更为详细的介绍。同时, 我们也可以通过图 1-5 直观地看到, 当前 29 块 Nucleo 开发板的类型。

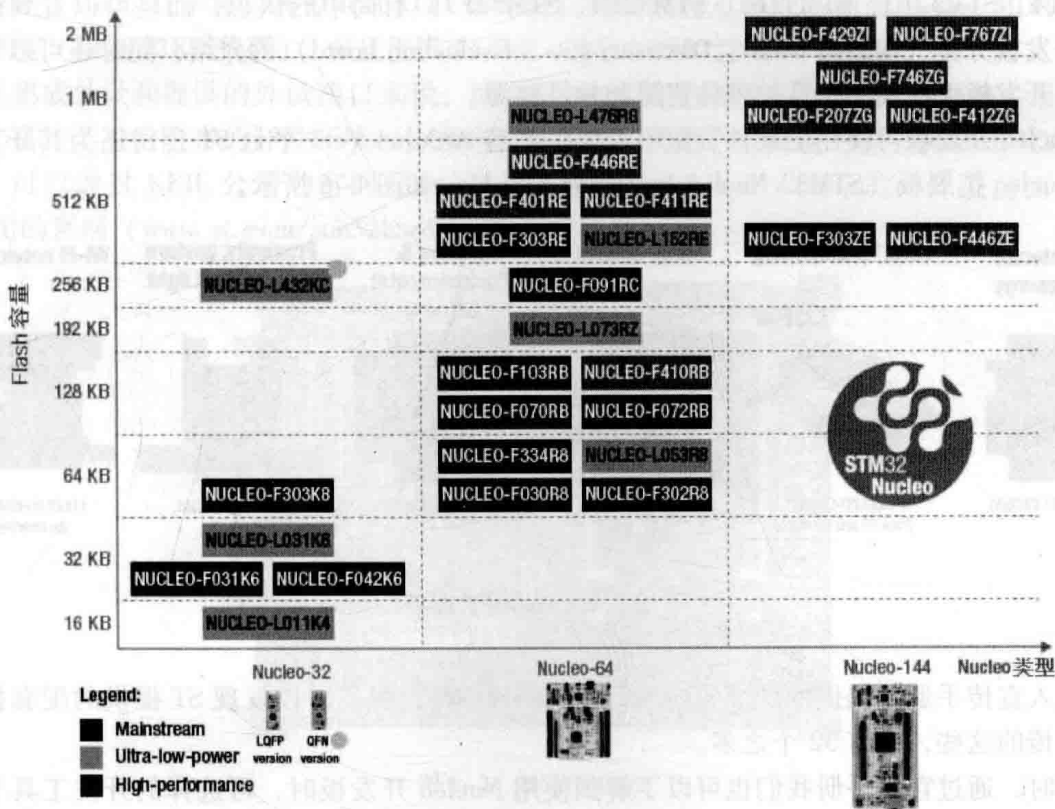


图 1-5 Nucleo 开发板的分类

在 STM32 MCU Nucleo 页面的列表或通过搜索进入 Nucleo - F103RB 页面, 我们可以看到有 Nucleo - F103RB 开发板的详细介绍, 特别在首行用大写、黑体声明: 该开发板是一款 STM32 Nucleo - 64 系列开发板, 板载微控制器是 STM32F103RB, 支持 Arduino 平台及 ST morpho connectivity。

在 STM32 MCU Nucleo 页面, 分以下 4 大部分对 Nucleo - F103RB 开发板进行了介绍。

(1) Quick View (快速浏览)。

(2) Design (设计开发)。

① Technical Documentation (技术文档): 通过用户手册可以快速上手使用开发板。

② Hardware Resources (硬件资源): 包括开发板的生产工艺、物料单、原理图等。

③ Publications and Collaterals (宣传资料): 可以更快速、全面的了解 ST 产品。

④ Legal (法律授权)。

⑤ Tools and Software (工具和软件): 重点是 ST - Link 的驱动。

(3) Sample & Buy (样品申请或采购)。

(4) Quality & Reliability (质量和可靠性)。

关于以上内容在不同的阶段我们关注的着重点会有所不同。例如, 在开发板选型阶段, 我们可以关注快速浏览、设计开发中的宣传资料、样品申请或采购等几项内容; 而在开发阶段, 则重点关注设计开发中的技术文档、硬件资源以及开发工具和软件资源等。

这里简单介绍一下通过 Publications and Collaterals (宣传资料) 可以了解到的内容。通过宣传资料, 我们不仅可对 ST 的产品分类 (STM32L0、STM32L1、STM32L4, STM32F0、STM32F1、STM32F3, STM32F2、STM32F4、STM32F7) 有简单的认识, 而且可以看到前面我们对开发板分类 (Nucleo board、Discovery kits、Evaluation board) 的介绍, 同时还可以了解到 Nucleo 开发板可使用的丰富的硬件资源和软件资源。

Nucleo 开发板可使用的硬件资源不仅仅是兼容 Arduino Ver3 平台 ST 公司还为其开发了配套的 Nucleo 扩展板 (STM32 Nucleo expansion board), 如图 1-6 所示。

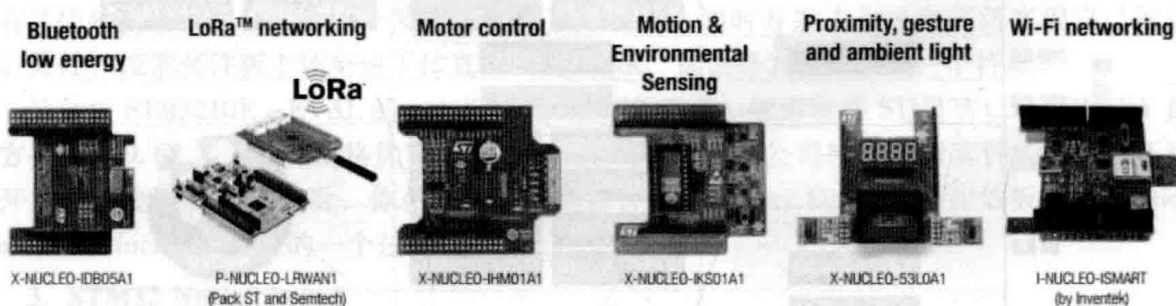


图 1-6 Nucleo 扩展板

进入宣传手册上提供的网址 [www.st.com/x-nucleo](http://www.st.com/x-nucleo), 我们可以发现 ST 提供的配套扩展板不止宣传的这些, 共有 32 个之多。

同时, 通过宣传手册我们也可以了解到使用 Nucleo 开发板时, 可选择的开发工具非常丰富, 有 STM32CubeMX、STMStudio (调试环境)、IAR EWARM、Keil MDK - ARM、ARM mbed、ColDE 等; ST 公司为方便开发快速上手, 还提供了丰富的开发库, 包括标准固件函数库 SPL APIs (Standard Peripherals Library APIs)、硬件抽象层函数库 HAL APIs (Hardware Abstraction Layer APIs)、底层函数库 LL APIs (Low - Layer APIs) 等。有关开发软件和固件库的使用, 我们将在后面的章节中具体介绍, 这里先了解 Nucleo 开发板可使用的丰富资源, 也是本书选择该开发板的理由。

#### 4. 第三方评估板

除了前面介绍的 3 类开发板, 官网的 STM32 MCU Eval Tools 页面 ([www.st.com/stm32hardwaretools](http://www.st.com/stm32hardwaretools)) 中还介绍了第三方开发工具使用的开发板 STM32 3rd - party evaluation tools, 这类开发板共有 25 个。对于这类开发板, 首先要认识一点, 它们也是评估板 (Evaluation board), 只是这些评估板是针对不同的开发工具而设计的, 例如, 针对开发工具



IAR EWARM 的评估板有 STM3210C - SK/IAR、STM3210E - SK/IAR 等；而针对 Keil MDK - ARM 的评估板有 STM3210G - SK/KEI、STM3210C - SK/KEI 等。当然，这里仅仅列举了 STM32F1 系列微控制器相关的开发板。

其实，这些开发板在相应的开发平台下又会以新的名称出现。例如，在 Keil MDK - ARM 的官网 (<http://www.keil.com/boards2/>)，Board List for ARM Cortex - M 页面的列表中，找到 Keil 自己的开发板，我们可以发现这里的名称是 MCBSTM32C、MCBSTM32E，而其实 MCBSTM32C 评估板就是 STM3210C - SK/KEI 评估板，MCBSTM32E 评估板就是 STM3210G - SK/KEI 评估板。

这里我们以 MCBSTM32E (即 STM3210G - SK/KEI) 为例 (如图 1-7 所示)，对其进行简单介绍：该评估板集成了 STM32F103ZGTx 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 评估板提供没有 STM3210E - EVAL 评估板丰富，不过它附带的开发环境和仿真器也是不小的诱惑。若要进一步了解 MCBSTM32E 评估板，可以通过 KEIL 公司的官网 ([www.keil.com/boards2/keil/mcbstm32e/](http://www.keil.com/boards2/keil/mcbstm32e/)) 或前面介绍的 ST 公司的官网 ([www.st.com/stm32hardwaretools](http://www.st.com/stm32hardwaretools)) 查看。

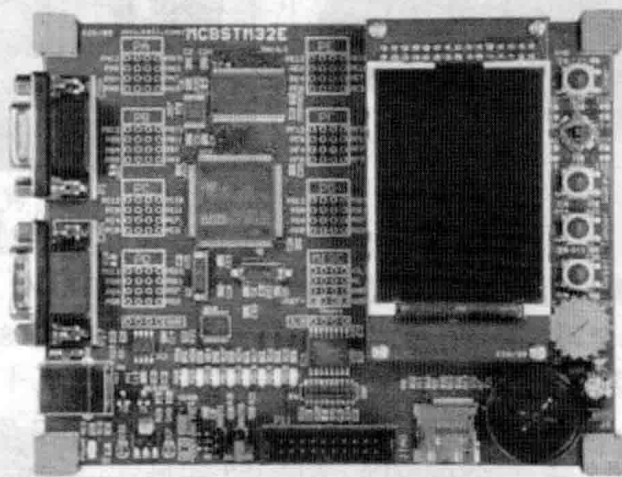


图 1-7 MCBSTM32E

## 1.2 国内的开发板

本节介绍国内的开发板，特别是淘宝/天猫上卖得比较火的 STM32 开发板。

### 1. 英蓓特公司

说到国产的开发板，有两个公司我觉得不能不提：一个是广州致远电子股份有限公司，该公司是周立功先生创办的，前期推出过一些优质的开发板和教程，当前已经在主推自己的产品，因而没有推出 STM32 相关的开发板，不过该公司非常值得了解；另外一个就是深圳英蓓特 (Embedinfo) 信息技术有限公司，该公司是国内做 ARM 开发板领域相对比较成熟的一家公司。下面我们就简单了解一下英蓓特公司的开发板。

英蓓特公司基于 STM32F1 系列微控制器的开发板有两款：EM - STM32F107 多功能开发板





和 EM-STM3210E 开发板。与国外的评估板相比，它们具有性价比高、实例丰富、技术文档齐全等特点，而且国内的公司，在售后技术支持方面也可以有便捷的沟通。

下面我们就以 EM-STM3210E 开发板为例展示给读者，其外观如图 1-8 所示。

EM-STM3210E 评估板与 Keil 的 MCBSTM32E 评估板有很好的兼容性，而且英蓓特公司还提供了丰富的实例和技术文档。读者可以登录公司主页（[www.embest-tech.cn](http://www.embest-tech.cn)）进一步详细了解。

## 2. 正点原子公司

在淘宝网上选择 STM32 开发板时，正点原子是不能错过的一家，该公司的战舰板曾经创下淘宝网销售第一（仅指 STM32 开发板）的优秀战绩。接下来，我们就以其当下主推的 STM32F103 系列之新战舰 V3 STM32F103ZET6 为例（如图 1-9 所示），做一个简单的了解。

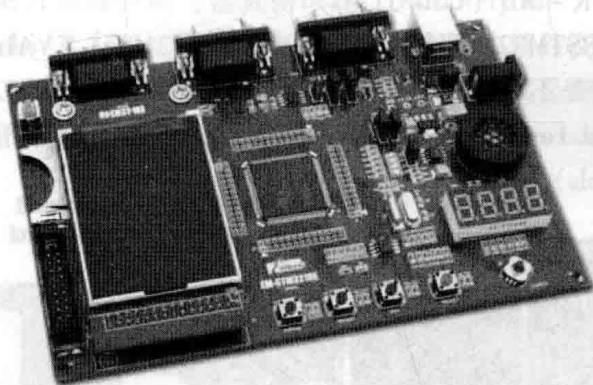


图 1-8 EM-STM3210E 开发板

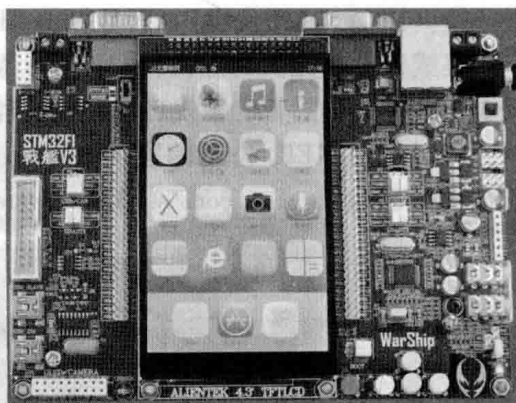


图 1-9 新战舰 V3

正点原子的开发板具有如下几个显著特点。

(1) 外设扩展资源全面：液晶显示、Wi-Fi、GPRS、蓝牙、GPS、摄像头、指纹模块、电动机驱动，可以说是无所不扩。

(2) 教材资源完善：主要有两本上市教材：《原子教你玩 STM32 库函数版》、《原子教你玩 STM32 寄存器版》，另外还有《STM32F1 LWIP 开发手册》、《STM32F1 UCOS 开发手册》、《STM32F1 EMWIN 开发手册》等 3 本电子教材。

(3) 实例丰富：共有 100 多个实例，其中基础实例 54 个、LWIP 网络篇实例 10 个、STemWin GUI 篇实例 27 个、UCOS 系统移植及应用相关实例 12 个。

(4) 视频丰富：共有 150 多讲视频，其中基础类讲解视频 93 个（入门篇 39 讲、中级篇 32 讲、高级篇 22 讲）、LWIP 网络篇 19 讲、STemWin GUI 篇 22 讲、UCOS 系统篇 19 讲。

(5) 论坛资源丰富：正点原子的技术答疑论坛（[www.openedv.com](http://www.openedv.com)），有数万帖子，几十万的回复。这也是笔者最看好的资源。

## 3. 秉火科技公司

接下来要介绍的是秉火（原野火）网络科技有限公司的“秉火 STM32 霸道”（如图 1-10 所示），也就是原来的 ISO 系列“ISO-V3 旗舰版”。这块开发板最大的特点就是其创始人刘火良先生编写的《STM32 库开发实战指南》与笔者写作的初衷有些类似，都是从例程出发引导读者尽快上手。

