

工程师经验手记

例说STM32

第3版

刘军 张洋 严汉宇 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

例说 STM32 (第3版)

刘 军 张 洋 严汉宇 编著



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书将由浅入深,带领大家进入 STM32 的世界。本书总共分为 3 篇:第 1 篇为硬件篇,主要介绍本书的实验平台;第 2 篇为软件篇,主要介绍 STM32 开发软件的使用以及一些下载调试的技巧,并详细地介绍了几个常用的系统文件(程序);第 3 篇为实战篇,通过 38 个实例(绝大部分是直接操作寄存器完成的)带领大家一步步深入 STM32 的学习。相较于第 2 版,本书在开发环境、源代码、教程说明等方面进行了更新和完善。

本书配套资料里面包含详细原理图以及所有实例的完整代码,这些代码都有详细的注释。另外,源码有生成好的 hex 文件,读者只需要通过串口/仿真器下载到开发板即可看到实验现象,亲自体验实验过程。

本书不仅非常适合广大学生和电子爱好者学习 STM32,其大量的实验以及详细的解说也是工程师产品开发的不二参考。

图书在版编目(CIP)数据

例说 STM32 / 刘军, 张洋, 严汉宇编著. -- 3 版. --

北京: 北京航空航天大学出版社, 2018. 2

ISBN 978 - 7 - 5124 - 2638 - 2

I. ①例… II. ①刘… ②张… ③严… III. ①微控制
器 IV. ①TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 016665 号

版权所有,侵权必究。

例说 STM32(第 3 版)

刘 军 张 洋 严汉宇 编著

责任编辑 董立娟

*

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@buaacm.com.cn 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:28.75 字数:613 千字

2018 年 2 月第 3 版 2018 年 2 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 2638 - 2 定价:69.00 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 言

随着人民币的升值、劳动力成本的提升以及可持续性发展的需要,现在中国的电子产业正面临着产业转型和升级,传统的电子代工产业链必将由具有高附加值的创新设计和产业所代替。任何新型产业链的诞生和发展,离不开其扎根的土壤和适宜的环境,半导体工艺的发展带来了电子器件的快速升级,这自然为中国电子产业转型提供了部分,也是必需的养分。

在微控制器领域中,最近几年意法半导体一直扮演了一个“破坏游戏规则”的角色,自从 2007 年发布 STM32 开始,我们将 32 位微控制器从传统高不可攀的地位重新定位到 1 美金起,即刻引起市场众多反响。随着更多细分产品的面世以及其卓越性能、丰富外设、优异能效比、高集成度、最大化兼容等特性的呈现,众多用户开始大规模地使用 STM32。

2010 年推出了当时业界基于 Cortex - M 内核的顶级性能的 STM32F2 和 STM32F4 微控制器系列产品,为释放工程师的创造力提供了前所未有的超级马力。

2013 年推出 STM32@32 美分的 STM32F0 超值型产品,犹如在平稳的湖水中投入一块巨石,其不可思议的市场定位让业界为之咋舌,却让用户为之欢呼。STM32F0 超值型产品为 8 位微控制器用户提供了一个远眺的窗口,使其透过这个窗口可以看到更广泛的 32 位产品的世界,更具有深远意义的是 32 位微控制器正式进入 8 位领域,为使用 8 位微控制器的产品升级扫除了最后的障碍。

富有竞争力的产品线是非常重要的基础,稳健的生态系统和广泛的 STM32 粉丝群是功不可没的。一个偶然的的机会认识了本书的作者——刘军。通过进一步的交流,我惊讶于刘军的神奇 STM32 历程。由于对电子设计的高度好奇和执着,他从大学二年级就已经被 STM32 吸引并且开始“玩”STM32;从大三开始,刘军把自己的实践经验和教程通过网络分享出去,并且着手设计 STM32 评估板;评估板和配套文档的实用性,迅速让以“ALIENTEK”为品牌的评估板得到热卖和好评。2011 年,在北京航空航天大学出版社的协助下,基于原创的《例说 STM32》得到正式出版,迄今为止,已经多次重印。

刘军及其《例说 STM32》是众多电子产业链中的一个环节,同时也是 STM32 生态链的一个典型,与 STM32 一起积极推动着最新一代微控制器的普及,为工程师们的创新设计提供了帮助。

受到市场的热切鼓励和刘军先生自身的追求,我们非常欣喜地知道,从 2017 年底,作者已经着手完善前一版本和补充最新的心得,准备出版第 3 版本的《例说 STM32》。

我们非常感谢刘军为此书的辛勤付出,相信这些第一手的心得体会将会给众多电子工程师带来积极的指引和帮助。

曹锦东

意法半导体中国 微控制器 市场高级经理

第 3 版前言

《例说 STM32》第 1 版出版于 2011 年,第 2 版出版于 2014 年。本书自出版以来,已重印多次,不仅深得广大朋友的喜爱,更是获得了 ST 官方认可,多次在重要会议上提到了本书,并作为宣讲会礼品,派送给所有与会者。

第 2 版出版后,作者陆续收到了一些读者的反馈,指出了书本中一些有误的地方,并对书本内容提出了许多建设性意见,于是本书应运而生。相对于第 2 版,本书的主要变化有以下几点:

1. 开发环境的变更

本书采用 MDK 新的集成开发环境 MDK5.21A 作为 STM32 的开发环境,而第 2 版书本采用的是 MDK5.10 开发环境。

2. 仿真器变更

本书采用 ST LINK V2 仿真器作为 STM32 芯片的仿真工具,而第 2 版采用的是 JLINK V8 仿真器。由于 JLINK 存在侵权风险,所以全部改为 ST LINK 仿真器。

3. 例程介绍更加详细

针对部分例程的内容进行了重新编排,加入了一些图表,方便读者理解知识点,也更加容易掌握。

4. 修正了部分 bug

针对已知的 bug(包括代码和文字内容)进行了修改,减少了文档中的错误。

本书配套资料里包含详细的原理图以及所有例程的完整代码,这些代码都有详细的注释。另外,源码代码都有生成好的 hex 文件,读者只需要通过串口/仿真器下载到开发板上即可看到实验现象,亲自体验实验过程。

另外,本书配套资料还包含数十个扩展例程源码和教程文档,这些资料在书本配套资料→9,增值资料/1,产品资料里面。读者可以通过这些教程和源码学习各种模组的使用,更深入地了解和学习 STM32。

本书资料下载地址:<http://www.openedv.com/thread-13912-1-1.html>

开源电子网论坛:www.openedv.com

作者邮箱:liujun6037@foxmail.com

时间有限,书中难免有存在不足,欢迎读者指正、交流。

作者
2018 年 1 月

第 2 版前言

《例说 STM32》第 1 版自 2011 年 4 月份首印以来已经重印多次,不仅深得广大朋友喜爱,更是获得 ST 官方认可,当年即被 ST 官方作为宣讲会礼品,对与会者进行派送。

第 1 版出版后,作者陆续收到很多读者的反馈,指出了书本一些有误的地方,并对书本的内容提出了很多建议,于是本书应运而生。相对于第 1 版,本书变化主要有以下几点:

1. 硬件平台的变更

本书针对的硬件平台是:ALIENTEK MiniSTM32 开发板 V3.0 及以后版本,资源更多,设计更合理。本书大部分例程在 V3.0 之前的开发板上不能直接使用,须做适当修改才可以在之前版本使用。

2. 开发环境的变更

本书采用 MDK 最新的集成开发环境:MDK5.10,作为 STM32 的开发环境,而第 1 版采用的是 MDK3.80A。

3. 例程变更

ALIENTEK MiniSTM32 开发板 V3.0 资源更加丰富,所以例程也更完善,本书在第 1 版的基础上新增了 10 个例程,如 DAC、输入捕获、文件系统读/写(FATFS)和 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 方面等。并对第 1 版的例程进行了部分修改,比如去掉了 MP3 播放器例程、汉字显示,新增对 24×24 字体的支持、新增电容触摸屏的支持等,详见 1.2.2 小节。

4. SYSTEM 文件夹变更

第 1 版提供的 SYSTEM 文件夹和 V3.5 库函数共用会有一些兼容性问题(第 1 版的 SYSTEM 文件夹采用的是 V2.0 的库),本书全部采用 V3.5 的库头文件,所以例程可以很方便地移植到库函数下面使用,并新增对 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的支持,更加方便实用。

本书配套资料里包含详细原理图以及所有实例的完整代码,这些代码都有详细的注释。另外,源码有生成好的 hex 文件,读者只需要通过串口/仿真器下载到开发板即可看到实验现象,亲自体验实验过程。获取配套资源及互动途径如下:

作者邮箱:liujun6037@foxmail.com;

论坛:www.openedv.com

时间限制,书中难免存在不足,欢迎读者指正、交流。

作者

2014.4

第 1 版前言

Cortex - M3 作为目前最好的 ARMv7 构架, 不仅支持 Thumb - 2 指令集, 而且拥有很多新特性。较之 ARM7 TDMI, Cortex - M3 拥有更强劲的性能、更高的代码密度、位带操作、可嵌套中断、低成本和低功耗等众多优势。

在国内 Cortex - M3 市场上, ST(意法半导体)公司的 STM32 无疑是最大赢家。作为 Cortex - M3 内核最先尝蟹的两个公司(另一个是 Luminary(流明))之一, ST 无论是在市场占有率, 还是在技术支持方面, 都是远超其他对手。在 Cortex - M3 芯片的选择上, STM32 无疑是大家的首选。

STM32 的优异性体现在如下几个方面:

- ▶ 超低的价格。以 8 位机的价格得到 32 位机, 是 STM32 最大的优势。
- ▶ 超多的外设。STM32 拥有包括 FSMC、TIMER、SPI、I²C、USB、CAN、I²S、SDIO、ADC、DAC、RTC 和 DMA 等众多外设及功能, 具有极高的集成度。
- ▶ 丰富的型号。STM32 拥有 F101、F102、F103、F105、F107 这 5 个系列数十种型号, 具有 QFN、LQFP、BGA 等封装可供选择。
- ▶ 优异的实时性能。84 个中断, 16 级可编程优先级, 并且所有的引脚都可以作为中断输入。
- ▶ 杰出的功耗控制。STM32 各个外设都有自己的独立时钟开关, 可以通过关闭相应外设的时钟来降低功耗。
- ▶ 极低的开发成本。STM32 的开发不需要昂贵的仿真器, 只需要一个串口即可下载代码, 并且支持 SWD 和 JTAG 两种调试口。SWD 调试可以为您的设计带来很多方便, 只需要 2 个 I/O 口即可实现仿真调试。

学习 STM32 有两份不错的中文资料:《STM32 参考手册》中文版 V10.0 及《ARM Cortex - M3 权威指南》中文版(宋岩译)。前者是 ST 官方针对 STM32 的一份通用参考资料, 内容翔实, 但是没有实例, 也没有对 Cortex - M3 构架进行太多介绍(估计 ST 是把读者都当成一个 Cortex - M3 熟悉者来写的), 读者只能根据自己对书本的理解来编写相关代码。后者是专门介绍 Cortex - M3 构架的书, 有简短的实例, 但没有专门针对 STM32 的介绍。所以, 在学习 STM32 的时候必须结合这份资料来看。

STM32 拥有非常多的寄存器, 其中断管理更是复杂, 对于新手来说, 看 ST 提供

的库函数虽然可以很好地使用,但是没法深入理解,一旦出错查问题就非常痛苦了。另外,库函数在效率和代码量上面都是不如直接操作寄存器的。

本书将结合《STM32 参考手册》和《ARM Cortex - M3 权威指南》两者的优点,并从寄存器级别出发,深入浅出,向读者展示 STM32 的各种功能。全书配有 28 个实例,每个实例均配有软硬件设计,在介绍完软硬件之后马上附上实例代码,并带有详细注释及说明,可使读者快速理解代码。

这些实例涵盖了 STM32 的绝大部分内部资源,所有实例在 MDK3.80A 编译器下编译通过,读者只须复制源码、编译即可验证实验。

不管您是一个 STM32 初学者,还是一个老手,本书都非常适合。尤其对于初学者,本书将手把手地教您如何使用 MDK,包括新建工程、编译、仿真、下载调试等一系列步骤,让您轻松上手。本书不适用于想通过库函数学习 STM32 的读者,因为本书的绝大部分内容都是直接操作 STM32 寄存器的,如果想通过库函数学习 STM32,建议直接看 MDK 安装目录下的例程。

本书的实验平台是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板,有这款开发板的朋友可以直接拿书上的例程在开发板上运行、验证。而没有这款开发板的,可以上淘宝网购买。当然,如果已有了一款自己的开发板,而又不想买再买,也是可以的,只要您的板子上有 ALIENTEK MiniSTM32 开发板上的相同资源(需要实验用到的),代码一般都是可以通用的,您需要做的就只是把底层的驱动函数(一般是 I/O 操作)稍做修改,使之适合您的开发板即可。

俗话说:人无完人。书也不例外,本书在编写过程中虽然得到了不少网友的指正,但难免会有出错的地方,如果大家发现书中有什么错误的地方,请与笔者联系,邮箱:liujun6037@foxmail.com,也可以去 www.openedv.com 论坛给我留言。在此先向各位朋友表示真心的感谢。

最后,衷心感谢北京航空航天大学出版社,没有出版社的支持,本书也很难顺利出版;感谢师兄及广大网友(习小猛、黄洁逢、钱栩聪、左忠凯、周莉、周前、颜锐、王林、唐飞等)对本书的建议与支持;感谢家人对我的支持与理解,尤其要感谢我的爱人。

编者

2011 年 2 月

目 录

第 1 篇 硬件篇

第 1 章 实验平台简介	2
1.1 ALIENTEK MiniSTM32 开发板资源初探	2
1.2 ALIENTEK MiniSTM32 开发板资源说明	4
1.3 ALIENTEK MiniSTM32 V3.0 开发板升级说明	10
第 2 章 实验平台硬件资源详解	11
2.1 开发板原理图详解	11
2.2 开发板使用注意事项	19
2.3 STM32 学习方法	19

第 2 篇 软件篇

第 3 章 MDK5 软件入门	22
3.1 MDK5 简介	22
3.2 新建 MDK5 工程	23
3.3 MDK5 使用技巧	35
第 4 章 下载与调试	45
4.1 STM32 软件仿真	45
4.2 STM32 程序下载	51
4.3 STM32 硬件调试	56
第 5 章 SYSTEM 文件夹介绍	61
5.1 delay 文件夹代码介绍	61
5.2 sys 文件夹代码介绍	67
5.3 usart 文件夹	83

第 3 篇 实战篇

第 6 章 跑马灯实验	89
第 7 章 按键输入实验	98
第 8 章 串口实验	107

第 9 章	外部中断实验	115
第 10 章	独立看门狗实验	120
第 11 章	窗口门狗实验	125
第 12 章	定时器中断实验	130
第 13 章	PWM 输出实验	136
第 14 章	输入捕获实验	142
第 15 章	OLED 显示实验	151
第 16 章	TFT-LCD 显示实验	166
第 17 章	USART 调试组件实验	186
第 18 章	RTC 实时时钟实验	198
第 19 章	待机唤醒实验	213
第 20 章	ADC 实验	220
第 21 章	内部温度传感器实验	230
第 22 章	DAC 实验	234
第 23 章	DMA 实验	243
第 24 章	I ² C 实验	251
第 25 章	SPI 实验	262
第 26 章	触摸屏实验	272
第 27 章	红外遥控实验	291
第 28 章	DS18B20 数字温度传感器实验	292
第 29 章	无线通信实验	300
第 30 章	PS/2 鼠标实验	301
第 31 章	FLASH 模拟 EEPROM 实验	302
第 32 章	内存管理实验	313
第 33 章	SD 卡实验	322
第 34 章	FATFS 实验	333
第 35 章	汉字显示实验	347
第 36 章	图片显示实验	362
第 37 章	串口 IAP 实验	375
第 38 章	触控 USB 鼠标实验	390
第 39 章	USB 读卡器实验	399
第 40 章	μC/OS-II 实验 1——任务调度	405
第 41 章	μC/OS-II 实验 2——信号量和邮箱	414
第 42 章	μC/OS-II 实验 3——消息队列、信号量集和软件定时器	423
第 43 章	MiniSTM32 开发板综合实验	441
	参考文献	447

第 1 篇 硬件篇

实践出真知,要想学好 STM32,实验平台必不可少!本篇将详细介绍我们用来学习 STM32 的硬件平台:ALIENTEK MiniSTM32 开发板。通过该篇的介绍读者将了解到 ALIENTEK MiniSTM32 开发板的功能及特点。

为了让读者更好地使用 ALIENTEK MiniSTM32 开发板,本篇还介绍了开发板的一些使用注意事项,读者在使用开发板的时候一定要注意。

本篇将分为如下两章:

- ① 实验平台简介;
- ② 实验平台硬件资源详解。

第 1 章

实验平台简介

本章简要介绍实验平台：ALIENTEK MiniSTM32 开发板，并对比一下它与目前其他主流 STM32 开发板的区别。通过本章的学习，读者将对该实验平台有个大概了解，为后面的学习做铺垫。

1.1 ALIENTEK MiniSTM32 开发板资源初探

ALIENTEK MiniSTM32 开发板是一款迷你型的 STM32F103 开发板，外观如图 1.1 所示。从图 1.1 可以看出，ALIENTEK MiniSTM32 开发板虽然小巧，但是功能是比较丰富的，最新版本为 V3.0。

ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载资源如下：

- CPU：STM32F103RCT6，LQFP64；FLASH：128 KB，SRAM：20 KB；
- 一个标准的 JTAG/SWD 调试下载口；
- 一个电源指示灯（蓝色）；
- 2 个状态指示灯（DS0：红色，DS1：绿色）；
- 一个红外接收头，配备一款小巧的红外遥控器；
- 一个 I²C 接口的 EEPROM 芯片，24C02，容量 256 字节；
- 一个 SPI FLASH 芯片，W25X16，容量为 2 MB；
- 一个 DS18B20/DS1820 温度传感器预留接口；
- 一个标准的 2.4/2.8 寸 LCD 接口，支持触摸屏；
- 一个 OLED 模块接口；
- 一个 USB 串口，可用于程序下载和代码调试；
- 一个 USB SLAVE 接口，用于 USB 通信；
- 一个 SD 卡接口；
- 一个 PS/2 接口，可外接鼠标、键盘；
- 一组 5 V 电源输出/输入口；
- 一组 3.3 V 电源输出/输入口；
- 一个启动模式选择配置接口；
- 2 个 2.4G 无线通信接口（NRF24L01 和 JF24C）；

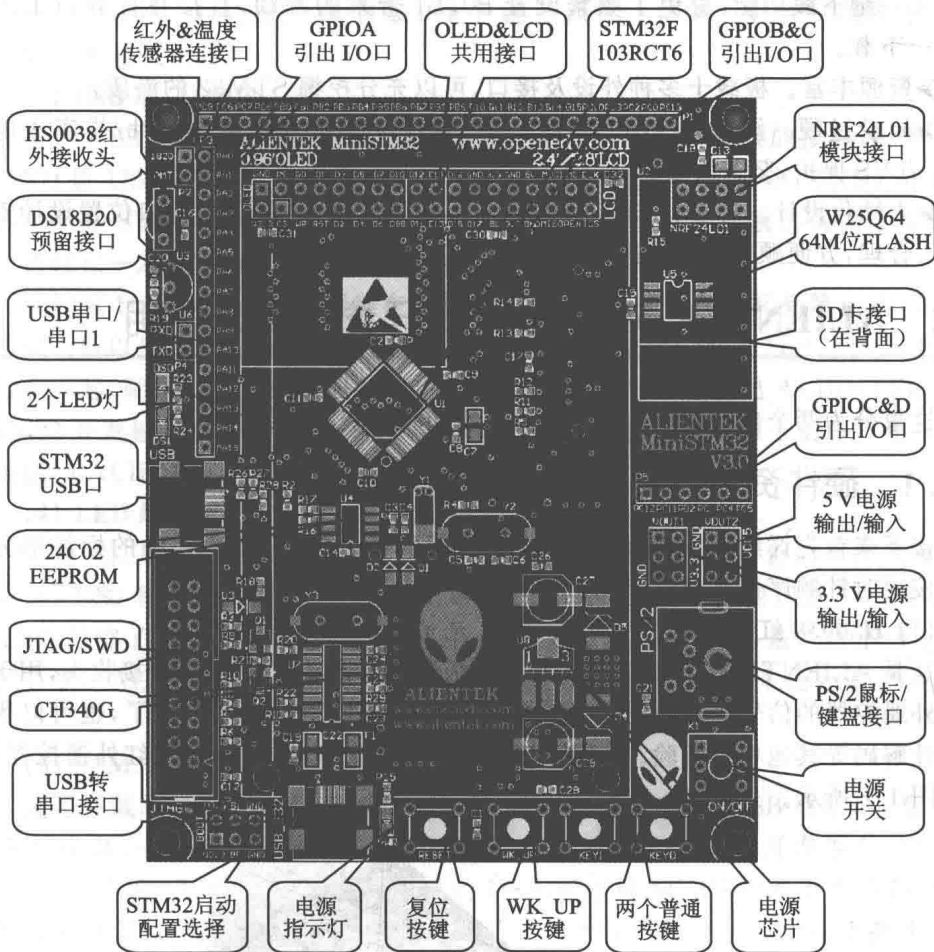


图 1.1 MiniSTM32 开发板外观图

- 一个 RTC 后备电池座, 并带电池;
- 一个复位按钮, 可用于复位 MCU 和 LCD;
- 3 个功能按钮, 其中 WK_UP 兼具唤醒功能;
- 一个电源开关, 控制整个板的电源;
- 3.3 V 与 5 V 电源 TVS 保护, 有效防止烧坏芯片;
- 一键下载功能;
- 除晶振占用的 I/O 口外, 其余所有 I/O 口全部引出, 其中 GPIOA 和 GPIOB 按顺序引出。

ALIENTEK MiniSTM32 开发板的特点包括:

- 小巧。整个板子为 8 cm×10 cm×2 cm(包括液晶, 但不计算铜柱的高度)。
- 灵活。板上除晶振外的所有 I/O 口全部引出, 特别还有 GPIOA 和 GPIOB 的 I/O 口是按顺序引出的, 可以极大地方便用户扩展及使用; 另外, 板载独特的

一键下载功能,避免了频繁设置 B0、B1 带来的麻烦,直接在计算机上一键下载。

- ▶资源丰富。板载十多种外设及接口,可以充分挖掘 STM32 的潜质。
- ▶质量过硬。沉金 PCB+全新优质元器件+定制全铜镀金排针/排座+电源 TVS 保护,坚若磐石。
- ▶人性化设计。各个接口都有丝印标注,使用起来一目了然;接口位置设计安排合理,方便顺手;资源搭配合理,物尽其用。

1.2 ALIENTEK MiniSTM32 开发板资源说明

这里分为两个部分说明:硬件资源说明和软件资源说明。

1.2.1 硬件资源说明

接下来首先详细介绍 MiniSTM32 开发板的各个部分(图 1.1 中的标注部分),这里按逆时针顺序依次介绍。

(1) HS0038 红外接收头

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的标准 38K 红外信号接收头,用于接收红外遥控器的信号。有了它就可以用红外遥控器控制这款开发板了,也可以用来做红外解码等其他相关实验。ALIENTEK MiniSTM32 开发板标配红外遥控器,外观如图 1.2 所示。



图 1.2 红外遥控器图片

(2) DS18B20 预留接口

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板预留的数字温度传感器 DS18B20/DS1820 接口,采用镀金的圆孔母座。要做 DS18B20 实验的时候,直接插到这个母座

上即可,很方便。DS18B20 须自备,插上就可以用。同样,ALIENTEK 提供了 DS18B20 的相关例程。

(3) USB 串口/串口 1

这是 USB 串口(P4)同 STM32F103RBT6 的串口 1 进行连接的接口,标号 RXD 和 TXD 是 USB 串口的 2 个数据口(对 CH340G 来说),而 PA9(TXD)和 PA10(RXD)则是 STM32 串口 1 的两个数据口(复用功能下)。它们通过跳线帽对接,就可以连接在一起了,从而实现 STM32 的程序下载以及串口通信。

设计成 USB 串口是考虑到现在计算机上串口正在消失,尤其是笔记本,几乎没有串口。所以板载的 USB 串口可以方便下载代码和调试。而在板子上并没有直接连接在一起,则是出于实用方便的考虑。这样设计用户就可以把 ALIENTEK MiniSTM32 开发板当成一个 USB 串口来和其他板子通信,而其他板子的串口也可以方便地接到 ALIENTEK MiniSTM32 开发板上。

(4) LED 灯

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 2 个 LED 灯,它们在开发板上的标号为: DS0 和 DS1。DS0 是红色的,DS1 是绿色的,主要是方便识别。一般应用 2 个 LED 足够了,在调试代码的时候,使用 LED 来指示程序状态,是非常不错的辅助调试方法。ALIENTEK 开发板几乎每个实例都使用了 LED 来指示程序的运行状态。

(5) STM32 USB 口

这是板载的一个 MiniUSB 头,用于 STM32 与计算机的 USB 通信(注意,不是 USB 转串口,一般下载时不用这个 USB 口)。此 MiniUSB 头在开发板上的标号为 USB,用于连接 STM32F103RBT6 自带的 USB,通过此 MiniUSB 头开发板就可以和计算机进行 USB 通信。开发板总共板载了 2 个 MiniUSB 头,一个用于接 USB 串口,连接 PL2303 芯片;另外一个用于 STM32 内带的 USB 连接。

开发板通过 MiniUSB 头供电,板载 2 个 MiniUSB 头(不共用),主要是考虑使用的方便性,以及可以给板子提供更大的电流(2 个 USB 都接上)这两个因素。

(6) 24C02 EEPROM

这是开发板板载的 2K 位(256 字节)EEPROM,型号为 24C02,用于掉电数据保存。因为 STM32 内部没有 EEPROM,所以开发板外扩了 24C02,用于存储重要数据,也可以用来做 I²C 实验及其他应用。该芯片直接挂在 STM32 的 I/O 口上。

(7) JTAG/SWD

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 20 针标准 JTAG 调试口,在开发板上的标号为 JTAG。该 JTAG 口直接可以和 ULINK、JLINK 或者 STLINK 等调试器(仿真器)连接,同时由于 STM32 支持 SWD 调试,这个 JTAG 口也可以用 SWD 模式来连接。

用标准的 JTAG 调试需要占用 5 个 I/O 口,很多时候可能造成 I/O 口不够用,而用 SWD 则只需要 2 个 I/O 口,大大节约了 I/O 数量,但达到的效果是一样的。所

以在 ALIENTEK MiniSTM32 开发板上调试下载,强烈建议使用 SWD 模式。

(8) CH340G

这是开发板板载的 USB 转串口芯片,型号为 CH340G。有了这个芯片,我们就可以实现 USB 转串口,从而能实现 USB 下载代码、串口通信等。

(9) USB 转串口

这是开发板板载的另外一个 MiniUSB 头(USB-232),用于 USB 连接 CH340G 芯片,从而实现 USB 转串口,所以串口下载代码时,USB 一定要接在这个口上。同时,此 MiniUSB 接头也是开发板电源的主要提供口。

(10) STM32 启动配置选择

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的启动模式选择开关,在开发板上的标号为 BOOT1。STM32 有 BOOT0(B0)和 BOOT1(B1)两个启动选择引脚,用于选择复位后 STM32 的启动模式,作为开发板,这两个是必须的。在开发板上,通过跳线帽选择 STM32 的启动模式。关于启动模式的说明看 2.1.1 小节。

(11) 电源指示灯

这是开发板板载的一颗蓝色的 LED,用于指示电源状态,在开发板上的标号为 PWR。在电源开启的时候(通过板上的电源开关控制),该灯会亮;否则,不亮。通过这个 LED,可以判断开发板的上电情况。开发板必须在上电的条件下(电源灯亮),才可以正常使用。

(12) 复位按键

这是开发板板载的复位按键,用于复位 STM32,还具有复位液晶的功能,因为液晶模块的复位引脚和 STM32 的复位引脚是连接在一起的,此按键在开发板上的标号为 RESET。当按下该键的时候,STM32 和液晶一并被复位。

(13) WK_UP 按键

这是开发板板载的一个唤醒按键。该按键连接到 STM32 的 WAKE_UP(PA0)引脚,可用于待机模式下的唤醒;不使用唤醒功能的时候,也可以作为普通按键输入使用,此按键在开发板上的标号为 WK_UP。

(14) 2 个普通按键

这是 ALIENTEK MiniSTM32 开发板板载的 2 个普通按键,可以用于人机交互的输入。这 2 个按键是直接连接在 STM32 的 I/O 口上的,在开发板上的标号分别为 KEY0、KEY1。

(15) 电源芯片

这是开发板的电源芯片,型号为 AMS1117-3.3。因为 STM32 是 3.3 V 供电的,所以需要将 USB 的 5 V 电压转换为 3.3 V,这个芯片就是将 5 V 转换为 3.3 V 的线性稳压芯片。

(16) 电源开关

这是开发板板载的电源开关,此开关在开发板上的标号为 ON/OFF。该开关用